
Extending and Embedding Python

Versión 3.11.4

Guido van Rossum and the Python development team

agosto 24, 2023

**Python Software Foundation
Email: docs@python.org**

1	Herramientas de terceros recomendadas	3
2	Crear extensiones sin herramientas de terceros	5
2.1	Extendiendo Python con C o C++	5
2.1.1	Un ejemplo simple	6
2.1.2	Intermezzo: errores y excepciones	7
2.1.3	De vuelta al ejemplo	9
2.1.4	La tabla de métodos del módulo y la función de inicialización	9
2.1.5	Compilación y enlazamiento	11
2.1.6	Llamando funciones Python desde C	12
2.1.7	Extracción de parámetros en funciones de extensión	14
2.1.8	Parámetros de palabras clave para funciones de extensión	15
2.1.9	Construyendo valores arbitrarios	16
2.1.10	Conteo de referencias	17
2.1.11	Escribiendo extensiones en C++	20
2.1.12	Proporcionar una API C para un módulo de extensión	20
2.2	Definición de tipos de extensión: Tutorial	24
2.2.1	Lo básico	24
2.2.2	Agregar datos y métodos al ejemplo básico	27
2.2.3	Proporcionar un control más preciso sobre los atributos de datos	34
2.2.4	Apoyo a la recolección de basura cíclica	39
2.2.5	Subclases de otros tipos	44
2.3	Definición de tipos de extensión: temas variados	47
2.3.1	Finalización y desasignación	49
2.3.2	Presentación de objetos	50
2.3.3	Gestión de atributos	51
2.3.4	Comparación de Objetos	53
2.3.5	Soporte de protocolo abstracto	54
2.3.6	Soporte de referencia débil	55
2.3.7	Más Sugerencias	56
2.4	Construyendo extensiones C y C++	56
2.4.1	Construyendo extensiones C y C++ con distutils	57
2.4.2	Distribuyendo sus módulos de extensión	58
2.5	Creación de extensiones C y C++ en Windows	59
2.5.1	Un enfoque de libro de cocina	59
2.5.2	Diferencias entre Unix y Windows	59
2.5.3	Usar DLL en la práctica	60
3	Incrustar el tiempo de ejecución de CPython en una aplicación más grande	61
3.1	Incrustando Python en otra aplicación	61
3.1.1	Incrustación de muy alto nivel	62

3.1.2	Más allá de la incrustación de muy alto nivel: una visión general	62
3.1.3	Incrustación pura	63
3.1.4	Extendiendo Python incrustado	65
3.1.5	Incrustando Python en C++	66
3.1.6	Compilar y enlazar bajo sistemas tipo Unix	66
A	Glosario	67
B	Acerca de estos documentos	81
B.1	Contribuidores de la documentación de Python	81
C	Historia y Licencia	83
C.1	Historia del software	83
C.2	Términos y condiciones para acceder o usar Python	84
C.2.1	ACUERDO DE LICENCIA DE PSF PARA PYTHON lanzamiento 	84
C.2.2	ACUERDO DE LICENCIA DE BEOPEN.COM PARA PYTHON 2.0	85
C.2.3	ACUERDO DE LICENCIA CNRI PARA PYTHON 1.6.1	86
C.2.4	ACUERDO DE LICENCIA CWI PARA PYTHON 0.9.0 HASTA 1.2	87
C.2.5	LICENCIA BSD DE CLÁUSULA CERO PARA CÓDIGO EN EL PYTHON lanza- miento DOCUMENTACIÓN	87
C.3	Licencias y reconocimientos para software incorporado	88
C.3.1	Mersenne Twister	88
C.3.2	Sockets	89
C.3.3	Servicios de socket asincrónicos	89
C.3.4	Gestión de cookies	90
C.3.5	Seguimiento de ejecución	90
C.3.6	funciones UUencode y UUdecode	91
C.3.7	Llamadas a procedimientos remotos XML	91
C.3.8	test_epoll	92
C.3.9	Seleccionar kqueue	92
C.3.10	SipHash24	93
C.3.11	strtod y dtoa	93
C.3.12	OpenSSL	94
C.3.13	expat	97
C.3.14	libffi	97
C.3.15	zlib	98
C.3.16	cfuhash	98
C.3.17	libmpdec	99
C.3.18	Conjunto de pruebas W3C C14N	99
C.3.19	Audioop	100
D	Derechos de autor	101
	Índice	103

Este documento describe cómo escribir módulos en C o C++ para extender el intérprete de Python con nuevos módulos. Esos módulos no solo pueden definir nuevas funciones sino también nuevos tipos de objetos y sus métodos. El documento también describe cómo incrustar el intérprete de Python en otra aplicación, para usarlo como un lenguaje de extensión. Finalmente, muestra cómo compilar y vincular módulos de extensión para que puedan cargarse dinámicamente (en tiempo de ejecución) en el intérprete, si el sistema operativo subyacente admite esta característica.

Este documento asume conocimientos básicos sobre Python. Para una introducción informal al lenguaje, consulte [tutorial-index](#). [reference-index](#) da una definición más formal del lenguaje. [library-index](#) documenta los tipos de objetos, funciones y módulos existentes (tanto incorporados como escritos en Python) que le dan al lenguaje su amplio rango de aplicaciones.

Para obtener una descripción detallada de toda la API de Python/C, consulte el apartado separado [c-api-index](#).

Herramientas de terceros recomendadas

This guide only covers the basic tools for creating extensions provided as part of this version of CPython. Third party tools like [Cython](#), [cffi](#), [SWIG](#) and [Numba](#) offer both simpler and more sophisticated approaches to creating C and C++ extensions for Python.

Ver también:

Guía del Usuario de Empaquetamiento de Python: Extensiones binarias La Guía del Usuario de Empaquetamiento de Python no solo cubre varias herramientas disponibles que simplifican la creación de extensiones binarias, sino que también discute las diversas razones por las cuales crear un módulo de extensión puede ser deseable en primer lugar.

Crear extensiones sin herramientas de terceros

Esta sección de la guía cubre la creación de extensiones C y C++ sin la ayuda de herramientas de terceros. Está destinado principalmente a los creadores de esas herramientas, en lugar de ser una forma recomendada de crear sus propias extensiones C.

2.1 Extendiendo Python con C o C++

Es muy fácil agregar nuevos módulos incorporados a Python, si sabe cómo programar en C. Tales como *módulos de extensión* pueden hacer dos cosas que no se pueden hacer directamente en Python: pueden implementar nuevos tipos objetos incorporados, y pueden llamar a funciones de biblioteca C y llamadas de sistema.

Para admitir extensiones, la API de Python (interfaz de programadores de aplicaciones) define un conjunto de funciones, macros y variables que proporcionan acceso a la mayoría de los aspectos del sistema de tiempo de ejecución de Python. La API de Python se incorpora en un archivo fuente C incluyendo el encabezado "Python.h".

La compilación de un módulo de extensión depende de su uso previsto, así como de la configuración de su sistema; los detalles se dan en capítulos posteriores.

Nota: La interfaz de extensión C es específica de CPython, y los módulos de extensión no funcionan en otras implementaciones de Python. En muchos casos, es posible evitar escribir extensiones C y preservar la portabilidad a otras implementaciones. Por ejemplo, si su caso de uso es llamar a funciones de biblioteca C o llamadas de sistema, debería considerar usar el módulo `ctypes` o la biblioteca `ffi` en lugar de escribir código personalizado C. Estos módulos le permiten escribir código Python para interactuar con el código C y son más portátiles entre las implementaciones de Python que escribir y compilar un módulo de extensión C.

2.1.1 Un ejemplo simple

Creemos un módulo de extensión llamado `spam` (la comida favorita de los fanáticos de Monty Python ...) y digamos que queremos crear una interfaz de Python para la función de biblioteca C `system()`¹. Esta función toma una cadena de caracteres con terminación nula como argumento y retorna un entero. Queremos que esta función se pueda llamar desde Python de la siguiente manera:

```
>>> import spam
>>> status = spam.system("ls -l")
```

Comience creando un archivo `spammodule.c`. (Históricamente, si un módulo se llama `spam`, el archivo C que contiene su implementación se llama `spammodule.c`; si el nombre del módulo es muy largo, como `spammify`, el nombre del módulo puede sea solo `spammify.c`.)

Las dos primeras líneas de nuestro archivo pueden ser:

```
#define PY_SSIZE_T_CLEAN
#include <Python.h>
```

que extrae la API de Python (puede agregar un comentario que describa el propósito del módulo y un aviso de copyright si lo desea).

Nota: Dado que Python puede definir algunas definiciones de preprocesador que afectan los encabezados estándar en algunos sistemas, *debe* incluir `Python.h` antes de incluir encabezados estándar.

Se recomienda definir siempre `PY_SSIZE_T_CLEAN` antes de incluir `Python.h`. Consulte [Extracción de parámetros en funciones de extensión](#) para obtener una descripción de esta macro.

Todos los símbolos visibles para el usuario definidos por `Python.h` tienen un prefijo `Py` o `PY`, excepto los definidos en los archivos de encabezado estándar. Por conveniencia, y dado que el intérprete de Python los usa ampliamente, "`Python.h`" incluye algunos archivos de encabezado estándar: `<stdio.h>`, `<string.h>`, `<errno.h>`, y `<stdlib.h>`. Si el último archivo de encabezado no existe en su sistema, declara las funciones `malloc()`, `free()` y `realloc()` directamente.

Lo siguiente que agregamos a nuestro archivo de módulo es la función C que se llamará cuando se evalúe la expresión Python `spam.system(string)` (veremos en breve cómo termina siendo llamado):

```
static PyObject *
spam_system(PyObject *self, PyObject *args)
{
    const char *command;
    int sts;

    if (!PyArg_ParseTuple(args, "s", &command))
        return NULL;
    sts = system(command);
    return PyLong_FromLong(sts);
}
```

Hay una traducción directa de la lista de argumentos en Python (por ejemplo, la única expresión `"ls -l"`) a los argumentos pasados a la función C. La función C siempre tiene dos argumentos, llamados convencionalmente *self* y *args*.

El argumento *self* apunta al objeto del módulo para funciones a nivel de módulo; para un método apuntaría a la instancia del objeto.

El argumento *args* será un puntero a un objeto de tupla de Python que contiene los argumentos. Cada elemento de la tupla corresponde a un argumento en la lista de argumentos de la llamada. Los argumentos son objetos de Python — para hacer algo con ellos en nuestra función C tenemos que convertirlos a valores C. La función `PyArg_ParseTuple()` en la API de Python verifica los tipos de argumento y los convierte a valores C. Utiliza

¹ Ya existe una interfaz para esta función en el módulo estándar `os` — se eligió como un ejemplo simple y directo.

una cadena de plantilla para determinar los tipos requeridos de los argumentos, así como los tipos de las variables C en las que almacenar los valores convertidos. Más sobre esto más tarde.

`PyArg_ParseTuple()` retorna verdadero (distinto de cero) si todos los argumentos tienen el tipo correcto y sus componentes se han almacenado en las variables cuyas direcciones se pasan. Retorna falso (cero) si se pasó una lista de argumentos no válidos. En el último caso, también genera una excepción apropiada para que la función de llamada pueda retornar NULL inmediatamente (como vimos en el ejemplo).

2.1.2 Intermezzo: errores y excepciones

Una convención importante en todo el intérprete de Python es la siguiente: cuando una función falla, debe establecer una condición de excepción y retornar un valor de error (generalmente `-1` o un puntero NULL). La información de excepción se almacena en tres miembros del estado del subprocesso del intérprete. Estos son NULL si no hay excepción. De lo contrario, son los equivalentes en C de los miembros de la tupla Python retornada por `sys.exc_info()`. Estos son el tipo de excepción, la instancia de excepción y un objeto de rastreo. Es importante conocerlos para comprender cómo se transmiten los errores.

La API de Python define una serie de funciones para establecer varios tipos de excepciones.

El más común es `PyErr_SetString()`. Sus argumentos son un objeto de excepción y una cadena C. El objeto de excepción suele ser un objeto predefinido como `PyExc_ZeroDivisionError`. La cadena C indica la causa del error y se convierte en un objeto de cadena Python y se almacena como el «valor asociado» de la excepción.

Otra función útil es `PyErr_SetFromErrno()`, que solo toma un argumento de excepción y construye el valor asociado mediante la inspección de la variable global `errno`. La función más general es `PyErr_SetObject()`, que toma dos argumentos de objeto, la excepción y su valor asociado. No necesita `Py_INCREF()` los objetos pasados a cualquiera de estas funciones.

Puede probar de forma no destructiva si se ha establecido una excepción con `PyErr_Occurred()`. Esto retorna el objeto de excepción actual o NULL si no se ha producido ninguna excepción. Normalmente no necesita llamar a `PyErr_Occurred()` para ver si se produjo un error en una llamada a la función, ya que debería poder distinguir el valor de retorno.

Cuando una función *f* que llama a otra función *g* detecta que esta última falla, *f* debería retornar un valor de error (normalmente NULL o `-1`). Debería *no* llamar a una de las funciones `PyErr_*` — *g* ya ha llamado a una. Se supone que la persona que llama a *f* también retornará una indicación de error a *su* persona que la llama, nuevamente *sin* llama a `PyErr_*`, y así sucesivamente — la función que lo detectó primero ya informó la causa más detallada del error. Una vez que el error llega al bucle principal del intérprete de Python, este aborta el código de Python que se está ejecutando actualmente e intenta encontrar un controlador de excepciones especificado por el programador de Python.

(Hay situaciones en las que un módulo puede dar un mensaje de error más detallado llamando a otra función `PyErr_*`, y en tales casos está bien hacerlo. Sin embargo, como regla general, esto no es necesario y puede causar que se pierda información sobre la causa del error: la mayoría de las operaciones pueden fallar por una variedad de razones).

Para ignorar una excepción establecida por una llamada de función que falló, la condición de excepción debe borrarse explícitamente llamando a `PyErr_Clear()`. La única vez que el código C debe llamar `PyErr_Clear()` es si no quiere pasar el error al intérprete pero quiere manejarlo completamente por sí mismo (posiblemente probando algo más o pretendiendo que nada salió mal)

Cada llamada fallida a `malloc()` debe convertirse en una excepción — la persona que llama directamente de `malloc()` (o `realloc()`) debe llamar `PyErr_NoMemory()` y retorna un indicador de falla en sí mismo. Todas las funciones de creación de objetos (por ejemplo, `PyLong_FromLong()`) ya hacen esto, por lo que esta nota solo es relevante para aquellos que llaman `malloc()` directamente.

También tenga en cuenta que, con la importante excepción de `PyArg_ParseTuple()` y sus amigos, las funciones que retornan un estado entero generalmente retornan un valor positivo o cero para el éxito y `-1` para el fracaso, como las llamadas al sistema Unix.

Finalmente, tenga cuidado de limpiar la basura (haciendo `Py_XDECREF()` o `Py_DECREF()` requiere objetos que ya ha creado) cuando retorna un indicador de error!

The choice of which exception to raise is entirely yours. There are predeclared C objects corresponding to all built-in Python exceptions, such as `PyExc_ZeroDivisionError`, which you can use directly. Of course, you should choose exceptions wisely — don't use `PyExc_TypeError` to mean that a file couldn't be opened (that should probably be `PyExc_OSError`). If something's wrong with the argument list, the `PyArg_ParseTuple()` function usually raises `PyExc_TypeError`. If you have an argument whose value must be in a particular range or must satisfy other conditions, `PyExc_ValueError` is appropriate.

También puede definir una nueva excepción que sea exclusiva de su módulo. Para esto, generalmente declara una variable de objeto estático al comienzo de su archivo:

```
static PyObject *SpamError;
```

and initialize it in your module's initialization function (`PyInit_spam()`) with an exception object:

```
PyMODINIT_FUNC
PyInit_spam(void)
{
    PyObject *m;

    m = PyModule_Create(&spammodule);
    if (m == NULL)
        return NULL;

    SpamError = PyErr_NewException("spam.error", NULL, NULL);
    Py_XINCREF(SpamError);
    if (PyModule_AddObject(m, "error", SpamError) < 0) {
        Py_XDECREF(SpamError);
        Py_CLEAR(SpamError);
        Py_DECREF(m);
        return NULL;
    }

    return m;
}
```

Note that the Python name for the exception object is `spam.error`. The `PyErr_NewException()` function may create a class with the base class being `Exception` (unless another class is passed in instead of `NULL`), described in `bltin-exceptions`.

Note also that the `SpamError` variable retains a reference to the newly created exception class; this is intentional! Since the exception could be removed from the module by external code, an owned reference to the class is needed to ensure that it will not be discarded, causing `SpamError` to become a dangling pointer. Should it become a dangling pointer, C code which raises the exception could cause a core dump or other unintended side effects.

We discuss the use of `PyMODINIT_FUNC` as a function return type later in this sample.

The `spam.error` exception can be raised in your extension module using a call to `PyErr_SetString()` as shown below:

```
static PyObject *
spam_system(PyObject *self, PyObject *args)
{
    const char *command;
    int sts;

    if (!PyArg_ParseTuple(args, "s", &command))
        return NULL;
    sts = system(command);
    if (sts < 0) {
        PyErr_SetString(SpamError, "System command failed");
        return NULL;
    }
}
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```

return PyLong_FromLong(sts);
}
    
```

2.1.3 De vuelta al ejemplo

Volviendo a nuestra función de ejemplo, ahora debería poder comprender esta declaración:

```

if (!PyArg_ParseTuple(args, "s", &command))
    return NULL;
    
```

It returns `NULL` (the error indicator for functions returning object pointers) if an error is detected in the argument list, relying on the exception set by `PyArg_ParseTuple()`. Otherwise the string value of the argument has been copied to the local variable `command`. This is a pointer assignment and you are not supposed to modify the string to which it points (so in Standard C, the variable `command` should properly be declared as `const char *command`).

La siguiente declaración es una llamada a la función Unix `system()`, pasándole la cadena que acabamos de obtener de `PyArg_ParseTuple()`:

```

sts = system(command);
    
```

Our `spam.system()` function must return the value of `sts` as a Python object. This is done using the function `PyLong_FromLong()`.

```

return PyLong_FromLong(sts);
    
```

En este caso, retornará un objeto entero. (Sí, ¡incluso los enteros son objetos en el montículo (*heap*) en Python!)

Si tiene una función C que no retorna ningún argumento útil (una función que retorna `void`), la función de Python correspondiente debe retornar `None`. Necesita esta expresión para hacerlo (que se implementa mediante la macro `Py_RETURN_NONE`):

```

Py_INCREF(Py_None);
return Py_None;
    
```

`Py_None` es el nombre C para el objeto especial de Python `None`. Es un objeto genuino de Python en lugar de un puntero `NULL`, que significa «error» en la mayoría de los contextos, como hemos visto.

2.1.4 La tabla de métodos del módulo y la función de inicialización

I promised to show how `spam_system()` is called from Python programs. First, we need to list its name and address in a «method table»:

```

static PyMethodDef SpamMethods[] = {
    ...
    {"system", spam_system, METH_VARARGS,
     "Execute a shell command."},
    ...
    {NULL, NULL, 0, NULL} /* Sentinel */
};
    
```

Tenga en cuenta la tercera entrada (`METH_VARARGS`). Esta es una bandera que le dice al intérprete la convención de llamada que se utilizará para la función C. Normalmente debería ser siempre `METH_VARARGS` o `METH_KEYWORDS`; un valor de 0 significa que se usa una variante obsoleta de `PyArg_ParseTuple()`.

Cuando se usa solo `METH_VARARGS`, la función debe esperar que los parámetros a nivel de Python se pasen como una tupla aceptable para el análisis mediante `PyArg_ParseTuple()`; A continuación se proporciona más información sobre esta función.

The `METH_KEYWORDS` bit may be set in the third field if keyword arguments should be passed to the function. In this case, the C function should accept a third `PyObject *` parameter which will be a dictionary of keywords. Use `PyArg_ParseTupleAndKeywords()` to parse the arguments to such a function.

La tabla de métodos debe ser referenciada en la estructura de definición del módulo:

```
static struct PyModuleDef spammodule = {
    PyModuleDef_HEAD_INIT,
    "spam", /* name of module */
    spam_doc, /* module documentation, may be NULL */
    -1, /* size of per-interpreter state of the module,
        or -1 if the module keeps state in global variables. */
    SpamMethods
};
```

This structure, in turn, must be passed to the interpreter in the module's initialization function. The initialization function must be named `PyInit_name()`, where *name* is the name of the module, and should be the only non-static item defined in the module file:

```
PyMODINIT_FUNC
PyInit_spam(void)
{
    return PyModule_Create(&spammodule);
}
```

Note that `PyMODINIT_FUNC` declares the function as `PyObject *` return type, declares any special linkage declarations required by the platform, and for C++ declares the function as `extern "C"`.

When the Python program imports module `spam` for the first time, `PyInit_spam()` is called. (See below for comments about embedding Python.) It calls `PyModule_Create()`, which returns a module object, and inserts built-in function objects into the newly created module based upon the table (an array of `PyMethodDef` structures) found in the module definition. `PyModule_Create()` returns a pointer to the module object that it creates. It may abort with a fatal error for certain errors, or return `NULL` if the module could not be initialized satisfactorily. The init function must return the module object to its caller, so that it then gets inserted into `sys.modules`.

When embedding Python, the `PyInit_spam()` function is not called automatically unless there's an entry in the `PyImport_Inittab` table. To add the module to the initialization table, use `PyImport_AppendInittab()`, optionally followed by an import of the module:

```
int
main(int argc, char *argv[])
{
    wchar_t *program = Py_DecodeLocale(argv[0], NULL);
    if (program == NULL) {
        fprintf(stderr, "Fatal error: cannot decode argv[0]\n");
        exit(1);
    }

    /* Add a built-in module, before Py_Initialize */
    if (PyImport_AppendInittab("spam", PyInit_spam) == -1) {
        fprintf(stderr, "Error: could not extend in-built modules table\n");
        exit(1);
    }

    /* Pass argv[0] to the Python interpreter */
    Py_SetProgramName(program);

    /* Initialize the Python interpreter. Required.
       If this step fails, it will be a fatal error. */
    Py_Initialize();

    /* Optionally import the module; alternatively,
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```

import can be deferred until the embedded script
imports it. */
PyObject *pmodule = PyImport_ImportModule("spam");
if (!pmodule) {
    PyErr_Print();
    fprintf(stderr, "Error: could not import module 'spam'\n");
}

...

PyMem_RawFree(program);
return 0;
}

```

Nota: Eliminar entradas de `sys.modules` o importar módulos compilados en múltiples intérpretes dentro de un proceso (o seguir un `fork()` sin una intervención `exec()`) puede crear problemas para algunas extensiones de módulos. Los autores de módulos de extensiones deben tener precaución al inicializar estructuras de datos internas.

Se incluye un módulo de ejemplo más sustancial en la distribución fuente de Python como `Modules/xxmodule.c`. Este archivo puede usarse como plantilla o simplemente leerse como ejemplo.

Nota: A diferencia de nuestro ejemplo de `spam`, `xxmodule` usa *inicialización de múltiples fases* (nuevo en Python 3.5), donde se retorna una estructura `PyModuleDef` de `PyInit_spam`, y la creación del módulo se deja al maquinaria de importación. Para obtener detalles sobre la inicialización múltiples fases, consulte [PEP 489](#).

2.1.5 Compilación y enlazamiento

Hay dos cosas más que hacer antes de que pueda usar su nueva extensión: compilarla y vincularla con el sistema Python. Si usa carga dinámica, los detalles pueden depender del estilo de carga dinámica que usa su sistema; Para obtener más información al respecto, consulte los capítulos sobre la creación de módulos de extensión (capítulo *Construyendo extensiones C y C++*) e información adicional que se refiere solo a la construcción en Windows (capítulo *Creación de extensiones C y C++ en Windows*).

Si no puede utilizar la carga dinámica, o si desea que su módulo sea una parte permanente del intérprete de Python, tendrá que cambiar la configuración (*setup*) y reconstruir el intérprete. Afortunadamente, esto es muy simple en Unix: simplemente coloque su archivo (`spammodule.c` por ejemplo) en el directorio `Modules/`` de una distribución fuente desempaquetada, agregue una línea al archivo `:file:`Modules/Setup.local` que describe su archivo:

```
spam spammodule.o
```

y reconstruya el intérprete ejecutando **make** en el directorio de nivel superior. También puede ejecutar **make** en el subdirectorio `Modules/``, pero primero debe reconstruir `Makefile` ejecutando **"make Makefile"**. (Esto es necesario cada vez que cambia el archivo `Configuración`).

Si su módulo requiere bibliotecas adicionales para vincular, también se pueden enumerar en la línea del archivo de configuración, por ejemplo:

```
spam spammodule.o -lX11
```

2.1.6 Llamando funciones Python desde C

Hasta ahora nos hemos concentrado en hacer que las funciones de C puedan llamarse desde Python. Lo contrario también es útil: llamar a las funciones de Python desde C. Este es especialmente el caso de las bibliotecas que admiten las llamadas funciones de «retrollamada». Si una interfaz C utiliza retrollamadas, el Python equivalente a menudo necesita proporcionar un mecanismo de retrollamada al programador de Python; la implementación requerirá llamar a las funciones de retrollamada de Python desde una retrollamada en C. Otros usos también son imaginables.

Afortunadamente, el intérprete de Python se llama fácilmente de forma recursiva, y hay una interfaz estándar para llamar a una función de Python. (No me detendré en cómo llamar al analizador Python con una cadena particular como entrada — si está interesado, eche un vistazo a la implementación de la opción de línea de comando `-c` en `Modules/main.c` del código fuente de Python.)

Llamar a una función de Python es fácil. Primero, el programa Python debe de alguna manera pasar el objeto de función Python. Debe proporcionar una función (o alguna otra interfaz) para hacer esto. Cuando se llama a esta función, guarde un puntero en el objeto de la función Python (tenga cuidado de usar `Py_INCREF()`) En una variable global — o donde mejor le parezca. Por ejemplo, la siguiente función podría ser parte de una definición de módulo:

```
static PyObject *my_callback = NULL;

static PyObject *
my_set_callback(PyObject *dummy, PyObject *args)
{
    PyObject *result = NULL;
    PyObject *temp;

    if (PyArg_ParseTuple(args, "O:set_callback", &temp)) {
        if (!PyCallable_Check(temp)) {
            PyErr_SetString(PyExc_TypeError, "parameter must be callable");
            return NULL;
        }
        Py_XINCREASED(temp); /* Add a reference to new callback */
        Py_XDECREF(my_callback); /* Dispose of previous callback */
        my_callback = temp; /* Remember new callback */
        /* Boilerplate to return "None" */
        Py_INCREF(Py_None);
        result = Py_None;
    }
    return result;
}
```

This function must be registered with the interpreter using the `METH_VARARGS` flag; this is described in section *La tabla de métodos del módulo y la función de inicialización*. The `PyArg_ParseTuple()` function and its arguments are documented in section *Extracción de parámetros en funciones de extensión*.

Las macros `Py_XINCREASED()` y `Py_XDECREF()` incrementan/disminuyen el recuento de referencia de un objeto y son seguros en presencia de punteros `NULL` (pero tenga en cuenta que `temp` no lo hará ser `NULL` en este contexto). Más información sobre ellos en la sección *Conteo de referencias*.

Más tarde, cuando es hora de llamar a la función, llama a la función C `PyObject_CallObject()`. Esta función tiene dos argumentos, ambos punteros a objetos arbitrarios de Python: la función Python y la lista de argumentos. La lista de argumentos siempre debe ser un objeto de tupla, cuya longitud es el número de argumentos. Para llamar a la función Python sin argumentos, pase `NULL` o una tupla vacía; para llamarlo con un argumento, pasa una tupla singleton. `Py_BuildValue()` retorna una tupla cuando su cadena de formato consta de cero o más códigos de formato entre paréntesis. Por ejemplo:

```
int arg;
PyObject *arglist;
PyObject *result;
...
arg = 123;
...
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```

/* Time to call the callback */
arglist = Py_BuildValue("(i)", arg);
result = PyObject_CallObject(my_callback, arglist);
Py_DECREF(arglist);
    
```

`PyObject_CallObject()` retorna un puntero de objeto Python: este es el valor de retorno de la función Python. `PyObject_CallObject()` es «recuento-referencia-neutral» con respecto a sus argumentos. En el ejemplo, se creó una nueva tupla para servir como lista de argumentos, a la cual se le llama `Py_DECREF()` inmediatamente después de la llamada `PyObject_CallObject()`.

El valor de retorno de `PyObject_CallObject()` es «nuevo»: o bien es un objeto nuevo o es un objeto existente cuyo recuento de referencias se ha incrementado. Por lo tanto, a menos que desee guardarlo en una variable global, debería de alguna manera `Py_DECREF()` el resultado, incluso (¡especialmente!) Si no está interesado en su valor.

Sin embargo, antes de hacer esto, es importante verificar que el valor de retorno no sea `NULL`. Si es así, la función de Python terminó generando una excepción. Si el código C que llamó `PyObject_CallObject()` se llama desde Python, ahora debería retornar una indicación de error a su llamador de Python, para que el intérprete pueda imprimir un seguimiento de la pila, o el código de Python que llama puede manejar la excepción. Si esto no es posible o deseable, la excepción se debe eliminar llamando a `PyErr_Clear()`. Por ejemplo:

```

if (result == NULL)
    return NULL; /* Pass error back */
...use result...
Py_DECREF(result);
    
```

Dependiendo de la interfaz deseada para la función de retrollamada de Python, es posible que también deba proporcionar una lista de argumentos para `PyObject_CallObject()`. En algunos casos, el programa Python también proporciona la lista de argumentos, a través de la misma interfaz que especificó la función de retrollamada. Luego se puede guardar y usar de la misma manera que el objeto de función. En otros casos, puede que tenga que construir una nueva tupla para pasarla como lista de argumentos. La forma más sencilla de hacer esto es llamar a `Py_BuildValue()`. Por ejemplo, si desea pasar un código de evento integral, puede usar el siguiente código:

```

PyObject *arglist;
...
arglist = Py_BuildValue("(l)", eventcode);
result = PyObject_CallObject(my_callback, arglist);
Py_DECREF(arglist);
if (result == NULL)
    return NULL; /* Pass error back */
/* Here maybe use the result */
Py_DECREF(result);
    
```

¡Observe la ubicación de `Py_DECREF(arglist)` inmediatamente después de la llamada, antes de la verificación de errores! También tenga en cuenta que, estrictamente hablando, este código no está completo: `Py_BuildValue()` puede quedarse sin memoria, y esto debe verificarse.

También puede llamar a una función con argumentos de palabras clave utilizando `PyObject_Call()`, que admite argumentos y argumentos de palabras clave. Como en el ejemplo anterior, usamos `Py_BuildValue()` para construir el diccionario.

```

PyObject *dict;
...
dict = Py_BuildValue("{s:i}", "name", val);
result = PyObject_Call(my_callback, NULL, dict);
Py_DECREF(dict);
if (result == NULL)
    return NULL; /* Pass error back */
/* Here maybe use the result */
Py_DECREF(result);
    
```

2.1.7 Extracción de parámetros en funciones de extensión

La función `PyArg_ParseTuple()` se declara de la siguiente manera:

```
int PyArg_ParseTuple(PyObject *arg, const char *format, ...);
```

El argumento `arg` debe ser un objeto de tupla que contenga una lista de argumentos pasada de Python a una función C. El argumento `format` debe ser una cadena de formato, cuya sintaxis se explica en arg-parsing en el Manual de referencia de la API de Python/C. Los argumentos restantes deben ser direcciones de variables cuyo tipo está determinado por la cadena de formato.

Tenga en cuenta que si bien `PyArg_ParseTuple()` verifica que los argumentos de Python tengan los tipos requeridos, no puede verificar la validez de las direcciones de las variables C pasadas a la llamada: si comete errores allí, su código probablemente se bloqueará o al menos sobrescribirá bits aleatorios en la memoria. ¡Así que ten cuidado!

Tenga en cuenta que las referencias de objetos de Python que se proporcionan a quien llama son referencias prestadas (*borrowed*); ¡no disminuya su recuento de referencias!

Algunas llamadas de ejemplo:

```
#define PY_SSIZE_T_CLEAN /* Make "s#" use Py_ssize_t rather than int. */
#include <Python.h>
```

```
int ok;
int i, j;
long k, l;
const char *s;
Py_ssize_t size;

ok = PyArg_ParseTuple(args, ""); /* No arguments */
/* Python call: f() */
```

```
ok = PyArg_ParseTuple(args, "s", &s); /* A string */
/* Possible Python call: f('whoops!') */
```

```
ok = PyArg_ParseTuple(args, "lls", &k, &l, &s); /* Two longs and a string */
/* Possible Python call: f(1, 2, 'three') */
```

```
ok = PyArg_ParseTuple(args, "(ii)s#", &i, &j, &s, &size);
/* A pair of ints and a string, whose size is also returned */
/* Possible Python call: f((1, 2), 'three') */
```

```
{
    const char *file;
    const char *mode = "r";
    int bufsize = 0;
    ok = PyArg_ParseTuple(args, "s|si", &file, &mode, &bufsize);
    /* A string, and optionally another string and an integer */
    /* Possible Python calls:
       f('spam')
       f('spam', 'w')
       f('spam', 'wb', 100000) */
}
```

```
{
    int left, top, right, bottom, h, v;
    ok = PyArg_ParseTuple(args, "((ii)(ii))(ii)",
        &left, &top, &right, &bottom, &h, &v);
    /* A rectangle and a point */
    /* Possible Python call:
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```
f(((0, 0), (400, 300)), (10, 10)) */
}
```

```
{
    Py_complex c;
    ok = PyArg_ParseTuple(args, "D:myfunction", &c);
    /* a complex, also providing a function name for errors */
    /* Possible Python call: myfunction(1+2j) */
}
```

2.1.8 Parámetros de palabras clave para funciones de extensión

La función `PyArg_ParseTupleAndKeywords()` se declara de la siguiente manera:

```
int PyArg_ParseTupleAndKeywords(PyObject *arg, PyObject *kwdict,
                               const char *format, char *kwlist[], ...);
```

Los parámetros *arg* y *format* son idénticos a los de la función `PyArg_ParseTuple()`. El parámetro *kwdict* es el diccionario de palabras clave recibidas como tercer parámetro del tiempo de ejecución de Python. El parámetro *kwlist* es una lista de cadenas terminadas en `NULL` que identifican los parámetros; los nombres se corresponden con la información de tipo de *format* de izquierda a derecha. En caso de éxito, `PyArg_ParseTupleAndKeywords()` retorna verdadero; de lo contrario, retorna falso y genera una excepción apropiada.

Nota: ¡Las tuplas anidadas no se pueden analizar al usar argumentos de palabras clave! Los parámetros de palabras clave pasados que no están presentes en la *kwlist* provocarán que se genere `TypeError`.

Aquí hay un módulo de ejemplo que usa palabras clave, basado en un ejemplo de *Geoff Philbrick* (philbrick@hks.com):

```
#define PY_SSIZE_T_CLEAN /* Make "s#" use Py_ssize_t rather than int. */
#include <Python.h>

static PyObject *
keywdarg_parrot(PyObject *self, PyObject *args, PyObject *keywds)
{
    int voltage;
    const char *state = "a stiff";
    const char *action = "vroom";
    const char *type = "Norwegian Blue";

    static char *kwlist[] = {"voltage", "state", "action", "type", NULL};

    if (!PyArg_ParseTupleAndKeywords(args, keywds, "i|sss", kwlist,
                                     &voltage, &state, &action, &type))
        return NULL;

    printf("-- This parrot wouldn't %s if you put %i Volts through it.\n",
           action, voltage);
    printf("-- Lovely plumage, the %s -- It's %s!\n", type, state);

    Py_RETURN_NONE;
}

static PyMethodDef keywdarg_methods[] = {
    /* The cast of the function is necessary since PyCFunction values
     * only take two PyObject* parameters, and keywdarg_parrot() takes
     * three.
     */
}
```

(continúe en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```

    {"parrot", (PyCFunction) (void(*) (void))keywdarg_parrot, METH_VARARGS | METH_
↪KEYWORDS,
    "Print a lovely skit to standard output."},
    {NULL, NULL, 0, NULL} /* sentinel */
};

static struct PyModuleDef keywdargmodule = {
    PyModuleDef_HEAD_INIT,
    "keywdarg",
    NULL,
    -1,
    keywdarg_methods
};

PyMODINIT_FUNC
PyInit_keywdarg(void)
{
    return PyModule_Create(&keywdargmodule);
}

```

2.1.9 Construyendo valores arbitrarios

Esta función es la contraparte de `PyArg_ParseTuple()`. Se declara de la siguiente manera:

```
PyObject *Py_BuildValue(const char *format, ...);
```

Reconoce un conjunto de unidades de formato similares a las reconocidas por `PyArg_ParseTuple()`, pero los argumentos (que son de entrada a la función, no de salida) no deben ser punteros, solo valores. Retorna un nuevo objeto Python, adecuado para regresar de una función C llamada desde Python.

Una diferencia con `PyArg_ParseTuple()`: mientras que este último requiere que su primer argumento sea una tupla (ya que las listas de argumentos de Python siempre se representan como tuplas internamente), `Py_BuildValue()` no siempre construye una tupla. Construye una tupla solo si su cadena de formato contiene dos o más unidades de formato. Si la cadena de formato está vacía, retorna `None`; si contiene exactamente una unidad de formato, retorna el objeto que describa esa unidad de formato. Para forzarlo a retornar una tupla de tamaño 0 o uno, agregar paréntesis a la cadena de formato.

Ejemplos (a la izquierda la llamada, a la derecha el valor de Python resultante):

<code>Py_BuildValue("")</code>	<code>None</code>
<code>Py_BuildValue("i", 123)</code>	<code>123</code>
<code>Py_BuildValue("iii", 123, 456, 789)</code>	<code>(123, 456, 789)</code>
<code>Py_BuildValue("s", "hello")</code>	<code>'hello'</code>
<code>Py_BuildValue("y", "hello")</code>	<code>b'hello'</code>
<code>Py_BuildValue("ss", "hello", "world")</code>	<code>('hello', 'world')</code>
<code>Py_BuildValue("s#", "hello", 4)</code>	<code>'hell'</code>
<code>Py_BuildValue("y#", "hello", 4)</code>	<code>b'hell'</code>
<code>Py_BuildValue("()")</code>	<code>()</code>
<code>Py_BuildValue("(i)", 123)</code>	<code>(123,)</code>
<code>Py_BuildValue("(ii)", 123, 456)</code>	<code>(123, 456)</code>
<code>Py_BuildValue("(i,i)", 123, 456)</code>	<code>(123, 456)</code>
<code>Py_BuildValue("[i,i]", 123, 456)</code>	<code>[123, 456]</code>
<code>Py_BuildValue("{s:i,s:i}",</code> <code> "abc", 123, "def", 456)</code>	<code>{'abc': 123, 'def': 456}</code>
<code>Py_BuildValue("((ii)(ii))(ii)",</code> <code> 1, 2, 3, 4, 5, 6)</code>	<code>((1, 2), (3, 4)), (5, 6)</code>

2.1.10 Conteo de referencias

En lenguajes como C o C++, el programador es responsable de la asignación dinámica y la desasignación de memoria en el montón. En C, esto se hace usando las funciones `malloc()` y `free()`. En C++, los operadores `new` y `delete` se usan esencialmente con el mismo significado y restringiremos la siguiente discusión al caso C.

Cada bloque de memoria asignado con `malloc()` eventualmente debería ser retorna al grupo de memoria disponible exactamente por una llamada a `free()`. Es importante llamar a `free()` en el momento adecuado. Si se olvida la dirección de un bloque pero `free()` no se solicita, la memoria que ocupa no se puede reutilizar hasta que finalice el programa. Esto se llama *fuga de memoria*. Por otro lado, si un programa llama `free()` para un bloque y luego continúa usando el bloque, crea un conflicto con la reutilización del bloque a través de otra llamada a `malloc()`. Esto se llama *usando memoria liberada*. Tiene las mismas malas consecuencias que hacer referencia a datos no inicializados: volcados de núcleos, resultados incorrectos, bloqueos misteriosos.

Las causas comunes de pérdidas de memoria son rutas inusuales a través del código. Por ejemplo, una función puede asignar un bloque de memoria, hacer algunos cálculos y luego liberar el bloque nuevamente. Ahora, un cambio en los requisitos de la función puede agregar una prueba al cálculo que detecta una condición de error y puede regresar prematuramente de la función. Es fácil olvidar liberar el bloque de memoria asignado al tomar esta salida prematura, especialmente cuando se agrega más tarde al código. Tales filtraciones, una vez introducidas, a menudo pasan desapercibidas durante mucho tiempo: la salida del error se toma solo en una pequeña fracción de todas las llamadas, y la mayoría de las máquinas modernas tienen mucha memoria virtual, por lo que la filtración solo se hace evidente en un proceso de larga ejecución que usa la función de fugas con frecuencia. Por lo tanto, es importante evitar que se produzcan fugas mediante una convención o estrategia de codificación que minimice este tipo de errores.

Dado que Python hace un uso intensivo de `malloc()` y `free()`, necesita una estrategia para evitar pérdidas de memoria, así como el uso de memoria liberada. El método elegido se llama *recuento de referencias*. El principio es simple: cada objeto contiene un contador, que se incrementa cuando se almacena una referencia al objeto en algún lugar, y que se reduce cuando se elimina una referencia al mismo. Cuando el contador llega a cero, la última referencia al objeto se ha eliminado y el objeto se libera.

Una estrategia alternativa se llama *recolección automática de basura*. (A veces, el recuento de referencias también se conoce como una estrategia de recolección de basura, de ahí mi uso de «automático» para distinguir los dos). La gran ventaja de la recolección automática de basura es que el usuario no necesita llamar a `free()` explícitamente. (Otra ventaja afirmada es una mejora en la velocidad o el uso de la memoria; sin embargo, esto no es un hecho difícil). La desventaja es que para C, no hay un recolector de basura automático verdaderamente portátil, mientras que el conteo de referencias se puede implementar de forma portátil (siempre que las funciones `malloc()` y `free()` están disponibles — que garantiza el estándar C). Tal vez algún día un recolector de basura automático lo suficientemente portátil estará disponible para C. Hasta entonces, tendremos que vivir con recuentos de referencia.

Si bien Python utiliza la implementación tradicional de conteo de referencias, también ofrece un detector de ciclos que funciona para detectar ciclos de referencia. Esto permite que las aplicaciones no se preocupen por crear referencias circulares directas o indirectas; Estas son las debilidades de la recolección de basura implementada utilizando solo el conteo de referencias. Los ciclos de referencia consisten en objetos que contienen referencias (posiblemente indirectas) a sí mismos, de modo que cada objeto en el ciclo tiene un recuento de referencias que no es cero. Las implementaciones típicas de recuento de referencias no pueden recuperar la memoria que pertenece a algún objeto en un ciclo de referencia, o referenciada a partir de los objetos en el ciclo, a pesar de que no hay más referencias al ciclo en sí.

El detector de ciclos es capaz de detectar ciclos basura y puede recuperarlos. El módulo `gc` expone una forma de ejecutar el detector (la función `collect()`), así como interfaces de configuración y la posibilidad de desactivar el detector en tiempo de ejecución.

Conteo de referencias en Python

Hay dos macros, `Py_INCREF(x)` y `Py_DECREF(x)`, que manejan el incremento y la disminución del recuento de referencias. `Py_DECREF()` también libera el objeto cuando el recuento llega a cero. Por flexibilidad, no llama a `free()` directamente — más bien, realiza una llamada a través de un puntero de función en el objeto *type object*. Para este propósito (y otros), cada objeto también contiene un puntero a su objeto de tipo.

La gran pregunta ahora permanece: ¿cuándo usar `Py_INCREF(x)` y `Py_DECREF(x)`? Primero introduzcamos algunos términos. Nadie «posee» un objeto; sin embargo, puede *poseer una referencia* a un objeto. El recuento de referencias de un objeto ahora se define como el número de referencias que posee. El propietario de una referencia es responsable de llamar a `Py_DECREF()` cuando la referencia ya no es necesaria. La propiedad de una referencia puede ser transferida. Hay tres formas de deshacerse de una referencia de propiedad: pasarla, almacenarla o llamar a `Py_DECREF()`. Olvidar deshacerse de una referencia de propiedad crea una pérdida de memoria.

También es posible *tomar prestada*² una referencia a un objeto. El prestatario de una referencia no debe llamar a `Py_DECREF()`. El prestatario no debe retener el objeto por más tiempo que el propietario del cual fue prestado. El uso de una referencia prestada después de que el propietario la haya eliminado corre el riesgo de usar memoria liberada y debe evitarse por completo³.

La ventaja de pedir prestado sobre tener una referencia es que no necesita ocuparse de disponer de la referencia en todas las rutas posibles a través del código — en otras palabras, con una referencia prestada no corre el riesgo de fugas cuando se toma una salida prematura. La desventaja de pedir prestado sobre la posesión es que hay algunas situaciones sutiles en las que, en un código aparentemente correcto, una referencia prestada se puede usar después de que el propietario del que se tomó prestado la haya eliminado.

Una referencia prestada se puede cambiar en una referencia de propiedad llamando a `Py_INCREF()`. Esto no afecta el estado del propietario del cual se tomó prestada la referencia: crea una nueva referencia de propiedad y otorga responsabilidades completas al propietario (el nuevo propietario debe disponer de la referencia correctamente, así como el propietario anterior).

Reglas de propiedad

Cuando una referencia de objeto se pasa dentro o fuera de una función, es parte de la especificación de la interfaz de la función si la propiedad se transfiere con la referencia o no.

La mayoría de las funciones que retornan una referencia a un objeto pasan de propiedad con la referencia. En particular, todas las funciones cuya función es crear un nuevo objeto, como `PyLong_FromLong()` y `Py_BuildValue()`, pasan la propiedad al receptor. Incluso si el objeto no es realmente nuevo, aún recibirá la propiedad de una nueva referencia a ese objeto. Por ejemplo, `PyLong_FromLong()` mantiene un caché de valores populares y puede retornar una referencia a un elemento en caché.

Muchas funciones que extraen objetos de otros objetos también transfieren la propiedad con la referencia, por ejemplo `PyObject_GetAttrString()`. Sin embargo, la imagen es menos clara aquí, ya que algunas rutinas comunes son excepciones: `PyTuple_GetItem()`, `PyList_GetItem()`, `PyDict_GetItem()`, y `PyDict_GetItemString()` todas las referencias retornadas que tomaste prestadas de la tupla, lista o diccionario.

La función `PyImport_AddModule()` también retorna una referencia prestada, aunque en realidad puede crear el objeto que retorna: esto es posible porque una referencia de propiedad del objeto se almacena en `sys.modules`.

Cuando pasa una referencia de objeto a otra función, en general, la función toma prestada la referencia de usted — si necesita almacenarla, usará `Py_INCREF()` para convertirse en un propietario independiente. Hay exactamente dos excepciones importantes a esta regla: `PyTuple_SetItem()` y `PyList_SetItem()`. Estas funciones se hacen cargo de la propiedad del artículo que se les pasa, ¡incluso si fallan! (Tenga en cuenta que `PyDict_SetItem()` y sus amigos no se hacen cargo de la propiedad — son «normales»)

Cuando se llama a una función *C* desde Python, toma de la persona que llama referencias a sus argumentos. Quien llama posee una referencia al objeto, por lo que la vida útil de la referencia prestada está garantizada hasta que la

² La metáfora de «pedir prestado» una referencia no es completamente correcta: el propietario todavía tiene una copia de la referencia.

³ ¡Comprobar que el recuento de referencia es al menos 1 **no funciona** — el recuento de referencia en sí podría estar en la memoria liberada y, por lo tanto, puede reutilizarse para otro objeto!

función regrese. Solo cuando dicha referencia prestada debe almacenarse o transmitirse, debe convertirse en una referencia propia llamando a `Py_INCREF()`.

La referencia de objeto retornada desde una función C que se llama desde Python debe ser una referencia de propiedad: la propiedad se transfiere de la función a su llamador.

Hielo delgado

Hay algunas situaciones en las que el uso aparentemente inofensivo de una referencia prestada puede generar problemas. Todo esto tiene que ver con invocaciones implícitas del intérprete, lo que puede hacer que el propietario de una referencia se deshaga de él.

El primer y más importante caso que debe conocer es el uso de `Py_DECREF()` en un objeto no relacionado mientras toma prestada una referencia a un elemento de la lista. Por ejemplo:

```
void
bug(PyObject *list)
{
    PyObject *item = PyList_GetItem(list, 0);

    PyList_SetItem(list, 1, PyLong_FromLong(0L));
    PyObject_Print(item, stdout, 0); /* BUG! */
}
```

Esta función primero toma prestada una referencia a `list[0]`, luego reemplaza `list[1]` con el valor 0, y finalmente imprime la referencia prestada. Parece inofensivo, ¿verdad? ¡Pero no lo es!

Let's follow the control flow into `PyList_SetItem()`. The list owns references to all its items, so when item 1 is replaced, it has to dispose of the original item 1. Now let's suppose the original item 1 was an instance of a user-defined class, and let's further suppose that the class defined a `__del__()` method. If this class instance has a reference count of 1, disposing of it will call its `__del__()` method.

Since it is written in Python, the `__del__()` method can execute arbitrary Python code. Could it perhaps do something to invalidate the reference to `item` in `bug()`? You bet! Assuming that the list passed into `bug()` is accessible to the `__del__()` method, it could execute a statement to the effect of `del list[0]`, and assuming this was the last reference to that object, it would free the memory associated with it, thereby invalidating `item`.

La solución, una vez que conoce el origen del problema, es fácil: incremente temporalmente el recuento de referencia. La versión correcta de la función dice:

```
void
no_bug(PyObject *list)
{
    PyObject *item = PyList_GetItem(list, 0);

    Py_INCREF(item);
    PyList_SetItem(list, 1, PyLong_FromLong(0L));
    PyObject_Print(item, stdout, 0);
    Py_DECREF(item);
}
```

This is a true story. An older version of Python contained variants of this bug and someone spent a considerable amount of time in a C debugger to figure out why his `__del__()` methods would fail...

El segundo caso de problemas con una referencia prestada es una variante que involucra hilos. Normalmente, varios hilos en el intérprete de Python no pueden interponerse entre sí, porque hay un bloqueo global que protege todo el espacio de objetos de Python. Sin embargo, es posible liberar temporalmente este bloqueo usando la macro `Py_BEGIN_ALLOW_THREADS`, y volver a adquirirlo usando `Py_END_ALLOW_THREADS`. Esto es común al bloquear las llamadas de E/S, para permitir que otros subprocesos usen el procesador mientras esperan que se complete la E/S. Obviamente, la siguiente función tiene el mismo problema que la anterior:

```
void
bug(PyObject *list)
{
    PyObject *item = PyList_GetItem(list, 0);
    Py_BEGIN_ALLOW_THREADS
    ...some blocking I/O call...
    Py_END_ALLOW_THREADS
    PyObject_Print(item, stdout, 0); /* BUG! */
}
```

Punteros NULL

En general, las funciones que toman referencias de objetos como argumentos no esperan que les pase los punteros NULL, y volcará el núcleo (o causará volcados de núcleo posteriores) si lo hace. Las funciones que retornan referencias a objetos generalmente retornan NULL solo para indicar que ocurrió una excepción. La razón para no probar los argumentos NULL es que las funciones a menudo pasan los objetos que reciben a otra función — si cada función probara NULL, habría muchas pruebas redundantes y el código correría más lentamente.

Es mejor probar NULL solo en «source:» cuando se recibe un puntero que puede ser NULL, por ejemplo, de `malloc()` o de una función que puede plantear una excepción.

Las macros `Py_INCREF()` y `Py_DECREF()` no comprueban los punteros NULL — sin embargo, sus variantes `Py_XINCREASED()` y `Py_XDECREF()` lo hacen.

Las macros para verificar un tipo de objeto en particular (`Pytype_Check()`) no verifican los punteros NULL — nuevamente, hay mucho código que llama a varios de estos en una fila para probar un objeto contra varios tipos esperados diferentes, y esto generaría pruebas redundantes. No hay variantes con comprobación NULL.

El mecanismo de llamada a la función C garantiza que la lista de argumentos pasada a las funciones C (`args` en los ejemplos) nunca sea NULL — de hecho, garantiza que siempre sea una tupla⁴.

Es un error grave dejar que un puntero NULL «escape» al usuario de Python.

2.1.11 Escribiendo extensiones en C++

Es posible escribir módulos de extensión en C++. Se aplican algunas restricciones. Si el compilador de C compila y vincula el programa principal (el intérprete de Python), no se pueden usar objetos globales o estáticos con constructores. Esto no es un problema si el programa principal está vinculado por el compilador de C++. Las funciones que serán llamadas por el intérprete de Python (en particular, las funciones de inicialización del módulo) deben declararse usando `extern "C"`. No es necesario encerrar los archivos de encabezado de Python en `extern "C" {...}` — ya usan este formulario si el símbolo `__cplusplus` está definido (todos los compiladores recientes de C++ definen este símbolo).

2.1.12 Proporcionar una API C para un módulo de extensión

Muchos módulos de extensión solo proporcionan nuevas funciones y tipos para ser utilizados desde Python, pero a veces el código en un módulo de extensión puede ser útil para otros módulos de extensión. Por ejemplo, un módulo de extensión podría implementar un tipo de «colección» que funciona como listas sin orden. Al igual que el tipo de lista Python estándar tiene una API C que permite a los módulos de extensión crear y manipular listas, este nuevo tipo de colección debe tener un conjunto de funciones C para la manipulación directa desde otros módulos de extensión.

A primera vista, esto parece fácil: simplemente escriba las funciones (sin declararlas `static`, por supuesto), proporcione un archivo de encabezado apropiado y documente la API de C. Y, de hecho, esto funcionaría si todos los módulos de extensión siempre estuvieran vinculados estáticamente con el intérprete de Python. Sin embargo, cuando los módulos se usan como bibliotecas compartidas, los símbolos definidos en un módulo pueden no ser visibles para otro módulo. Los detalles de visibilidad dependen del sistema operativo; algunos sistemas usan un espacio de

⁴ Estas garantías no se cumplen cuando utiliza la convención de llamadas de estilo «antiguo», que todavía se encuentra en muchos códigos existentes.

nombres global para el intérprete de Python y todos los módulos de extensión (Windows, por ejemplo), mientras que otros requieren una lista explícita de símbolos importados en el momento del enlace del módulo (AIX es un ejemplo) u ofrecen una variedad de estrategias diferentes (la mayoría Unices). E incluso si los símbolos son visibles a nivel mundial, ¡el módulo cuyas funciones uno desea llamar podría no haberse cargado todavía!

Por lo tanto, la portabilidad requiere no hacer suposiciones sobre la visibilidad del símbolo. Esto significa que todos los símbolos en los módulos de extensión deben declararse `static`, excepto la función de inicialización del módulo, para evitar conflictos de nombres con otros módulos de extensión (como se discutió en la sección *La tabla de métodos del módulo y la función de inicialización*). Y significa que los símbolos que *deberían* ser accesibles desde otros módulos de extensión deben exportarse de una manera diferente.

Python proporciona un mecanismo especial para pasar información de nivel C (punteros) de un módulo de extensión a otro: cápsulas. Una cápsula es un tipo de datos de Python que almacena un puntero (`void*`). Solo se puede crear y acceder a las cápsulas a través de su API C, pero se pueden pasar como cualquier otro objeto de Python. En particular, se pueden asignar a un nombre en el espacio de nombres de un módulo de extensión. Otros módulos de extensión pueden importar este módulo, recuperar el valor de este nombre y luego recuperar el puntero de la Cápsula.

Hay muchas formas en que las Cápsulas se pueden usar para exportar la API de C de un módulo de extensión. Cada función podría tener su propia cápsula, o todos los punteros de API C podrían almacenarse en una matriz cuya dirección se publica en una cápsula. Y las diversas tareas de almacenamiento y recuperación de los punteros se pueden distribuir de diferentes maneras entre el módulo que proporciona el código y los módulos del cliente.

Cualquiera que sea el método que elija, es importante nombrar correctamente sus Cápsulas. La función `PyCapsule_New()` toma un parámetro de nombre (`const char*`); se le permite pasar un nombre `NULL`, pero le recomendamos encarecidamente que especifique un nombre. Las Cápsulas correctamente nombradas brindan un grado de seguridad de tipo de tiempo de ejecución; no hay una forma factible de distinguir una Cápsula sin nombre de otra.

En particular, las cápsulas utilizadas para exponer las API de C deben recibir un nombre siguiendo esta convención:

```
modulename.attributename
```

La función de conveniencia `PyCapsule_Import()` facilita la carga de una API C proporcionada a través de una cápsula, pero solo si el nombre de la cápsula coincide con esta convención. Este comportamiento brinda a los usuarios de C API un alto grado de certeza de que la Cápsula que cargan contiene la API de C correcta.

El siguiente ejemplo demuestra un enfoque que pone la mayor parte de la carga sobre el escritor del módulo de exportación, que es apropiado para los módulos de biblioteca de uso común. Almacena todos los punteros de la API de C (¡solo uno en el ejemplo!) en un arreglo de punteros `void` que se convierte en el valor de una Cápsula. El archivo de encabezado correspondiente al módulo proporciona una macro que se encarga de importar el módulo y recuperar sus punteros C API; los módulos de cliente solo tienen que llamar a esta macro antes de acceder a la API de C.

The exporting module is a modification of the `spam` module from section *Un ejemplo simple*. The function `spam.system()` does not call the C library function `system()` directly, but a function `PySpam_System()`, which would of course do something more complicated in reality (such as adding «spam» to every command). This function `PySpam_System()` is also exported to other extension modules.

The function `PySpam_System()` is a plain C function, declared `static` like everything else:

```
static int
PySpam_System(const char *command)
{
    return system(command);
}
```

The function `spam_system()` is modified in a trivial way:

```
static PyObject *
spam_system(PyObject *self, PyObject *args)
{
    const char *command;
    int sts;
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```

    if (!PyArg_ParseTuple(args, "s", &command))
        return NULL;
    sts = PySpam_System(command);
    return PyLong_FromLong(sts);
}

```

Al comienzo del módulo, justo después de la línea:

```
#include <Python.h>
```

se deben agregar dos líneas más:

```
#define SPAM_MODULE
#include "spammodule.h"
```

El `#define` se usa para decirle al archivo de encabezado que se está incluyendo en el módulo de exportación, no en un módulo de cliente. Finalmente, la función de inicialización del módulo debe encargarse de inicializar la matriz de punteros de API C:

```

PyMODINIT_FUNC
PyInit_spam(void)
{
    PyObject *m;
    static void *PySpam_API[PySpam_API_pointers];
    PyObject *c_api_object;

    m = PyModule_Create(&spammodule);
    if (m == NULL)
        return NULL;

    /* Initialize the C API pointer array */
    PySpam_API[PySpam_System_NUM] = (void *)PySpam_System;

    /* Create a Capsule containing the API pointer array's address */
    c_api_object = PyCapsule_New((void *)PySpam_API, "spam._C_API", NULL);

    if (PyModule_AddObject(m, "_C_API", c_api_object) < 0) {
        Py_XDECREF(c_api_object);
        Py_DECREF(m);
        return NULL;
    }

    return m;
}

```

Note that `PySpam_API` is declared `static`; otherwise the pointer array would disappear when `PyInit_spam()` terminates!

La mayor parte del trabajo está en el archivo de encabezado `spammodule.h`, que se ve así:

```

#ifndef Py_SPAMMODULE_H
#define Py_SPAMMODULE_H
#ifdef __cplusplus
extern "C" {
#endif

/* Header file for spammodule */

/* C API functions */
#define PySpam_System_NUM 0

```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```

#define PySpam_System_RETURN int
#define PySpam_System_PROTO (const char *command)

/* Total number of C API pointers */
#define PySpam_API_pointers 1

#ifdef SPAM_MODULE
/* This section is used when compiling spammodule.c */

static PySpam_System_RETURN PySpam_System PySpam_System_PROTO;

#else
/* This section is used in modules that use spammodule's API */

static void **PySpam_API;

#define PySpam_System \
    (*(PySpam_System_RETURN (*)(PySpam_System_PROTO) PySpam_API[PySpam_System_NUM])

/* Return -1 on error, 0 on success.
 * PyCapsule_Import will set an exception if there's an error.
 */
static int
import_spam(void)
{
    PySpam_API = (void **)PyCapsule_Import("spam._C_API", 0);
    return (PySpam_API != NULL) ? 0 : -1;
}

#endif

#ifdef __cplusplus
}
#endif

#endif /* !defined(Py_SPAMMODULE_H) */
    
```

All that a client module must do in order to have access to the function `PySpam_System()` is to call the function (or rather macro) `import_spam()` in its initialization function:

```

PyMODINIT_FUNC
PyInit_client(void)
{
    PyObject *m;

    m = PyModule_Create(&clientmodule);
    if (m == NULL)
        return NULL;
    if (import_spam() < 0)
        return NULL;
    /* additional initialization can happen here */
    return m;
}
    
```

La principal desventaja de este enfoque es que el archivo `spammodule.h` es bastante complicado. Sin embargo, la estructura básica es la misma para cada función que se exporta, por lo que solo se debe aprender una vez.

Finalmente, debe mencionarse que las cápsulas ofrecen una funcionalidad adicional, que es especialmente útil para la asignación de memoria y la desasignación del puntero almacenado en una cápsula. Los detalles se describen en el Manual de referencia de Python/C API en la sección `capsules` y en la implementación de `Capsules` (archivos `Include/pycapsule.h` y `Objects/pycapsule.c` en la distribución del código fuente de Python).

Notas al pie de página

2.2 Definición de tipos de extensión: Tutorial

Python le permite al escritor de un módulo de extensión C definir nuevos tipos que pueden ser manipulados desde el código Python, al igual que los tipos incorporados `str` y `list`. El código para todos los tipos de extensión sigue un patrón, pero hay algunos detalles que debe comprender antes de comenzar. Este documento es una introducción suave al tema.

2.2.1 Lo básico

The *CPython* runtime sees all Python objects as variables of type `PyObject*`, which serves as a «base type» for all Python objects. The `PyObject` structure itself only contains the object's *reference count* and a pointer to the object's «type object». This is where the action is; the type object determines which (C) functions get called by the interpreter when, for instance, an attribute gets looked up on an object, a method called, or it is multiplied by another object. These C functions are called «type methods».

Por lo tanto, si desea definir un nuevo tipo de extensión, debe crear un nuevo objeto de tipo.

This sort of thing can only be explained by example, so here's a minimal, but complete, module that defines a new type named `Custom` inside a C extension module `custom`:

Nota: Lo que estamos mostrando aquí es la forma tradicional de definir tipos de extensión *estáticos*. Debe ser adecuado para la mayoría de los usos. La API de C también permite definir tipos de extensiones asignadas en el montón utilizando la función `PyType_FromSpec()`, que no se trata en este tutorial.

```
#define PY_SSIZE_T_CLEAN
#include <Python.h>

typedef struct {
    PyObject_HEAD
    /* Type-specific fields go here. */
} CustomObject;

static PyTypeObject CustomType = {
    PyVarObject_HEAD_INIT(NULL, 0)
    .tp_name = "custom.Custom",
    .tp_doc = PyDoc_STR("Custom objects"),
    .tp_basicsize = sizeof(CustomObject),
    .tp_itemsize = 0,
    .tp_flags = Py_TPFLAGS_DEFAULT,
    .tp_new = PyType_GenericNew,
};

static PyModuleDef custommodule = {
    PyModuleDef_HEAD_INIT,
    .m_name = "custom",
    .m_doc = "Example module that creates an extension type.",
    .m_size = -1,
};

PyMODINIT_FUNC
PyInit_custom(void)
{
    PyObject *m;
    if (PyType_Ready(&CustomType) < 0)
        return NULL;
}
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```

m = PyModule_Create(&custommodule);
if (m == NULL)
    return NULL;

Py_INCREF(&CustomType);
if (PyModule_AddObject(m, "Custom", (PyObject *) &CustomType) < 0) {
    Py_DECREF(&CustomType);
    Py_DECREF(m);
    return NULL;
}

return m;
}
    
```

Ahora, eso es bastante para asimilar a la vez, pero espero que los fragmentos le resulten familiares del capítulo anterior. Este archivo define tres cosas:

1. What a Custom **object** contains: this is the CustomObject struct, which is allocated once for each Custom instance.
2. How the Custom **type** behaves: this is the CustomType struct, which defines a set of flags and function pointers that the interpreter inspects when specific operations are requested.
3. How to initialize the custom module: this is the PyInit_custom function and the associated custommodule struct.

La primera parte es:

```

typedef struct {
    PyObject_HEAD
} CustomObject;
    
```

This is what a Custom object will contain. PyObject_HEAD is mandatory at the start of each object struct and defines a field called ob_base of type PyObject, containing a pointer to a type object and a reference count (these can be accessed using the macros Py_TYPE and Py_REFCNT respectively). The reason for the macro is to abstract away the layout and to enable additional fields in debug builds.

Nota: No hay punto y coma (;) arriba después de la macro PyObject_HEAD. Tenga cuidado de agregar uno por accidente: algunos compiladores se quejarán.

Por supuesto, los objetos generalmente almacenan datos adicionales además del estándar PyObject_HEAD repetitivo; por ejemplo, aquí está la definición de puntos flotantes del estándar de Python:

```

typedef struct {
    PyObject_HEAD
    double ob_fval;
} PyFloatObject;
    
```

La segunda parte es la definición del tipo de objeto.

```

static PyTypeObject CustomType = {
    PyVarObject_HEAD_INIT(NULL, 0)
    .tp_name = "custom.Custom",
    .tp_doc = PyDoc_STR("Custom objects"),
    .tp_basicsize = sizeof(CustomObject),
    .tp_itemsize = 0,
    .tp_flags = Py_TPFLAGS_DEFAULT,
    .tp_new = PyType_GenericNew,
};
    
```

Nota: Recomendamos utilizar los inicializadores designados al estilo C99 como se indica arriba, para evitar enumerar todos los campos `PyObject` que no le interesan y también para evitar preocuparse por el orden de declaración de los campos.

La definición real de `PyObject` en `object.h` tiene muchos más campos que la definición anterior. El compilador de C rellenará los campos restantes con ceros, y es una práctica común no especificarlos explícitamente a menos que los necesite.

Lo vamos a separar, un campo a la vez:

```
PyVarObject_HEAD_INIT(NULL, 0)
```

Esta línea es obligatoria para inicializar el campo `ob_base` mencionado anteriormente.

```
.tp_name = "custom.Custom",
```

El nombre de nuestro tipo. Esto aparecerá en la representación textual predeterminada de nuestros objetos y en algunos mensajes de error, por ejemplo:

```
>>> "" + custom.Custom()
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: can only concatenate str (not "custom.Custom") to str
```

Note that the name is a dotted name that includes both the module name and the name of the type within the module. The module in this case is `custom` and the type is `Custom`, so we set the type name to `custom.Custom`. Using the real dotted import path is important to make your type compatible with the `pydoc` and `pickle` modules.

```
.tp_basicsize = sizeof(CustomObject),
.tp_itemsize = 0,
```

This is so that Python knows how much memory to allocate when creating new `Custom` instances. `tp_itemsize` is only used for variable-sized objects and should otherwise be zero.

Nota: If you want your type to be subclassable from Python, and your type has the same `tp_basicsize` as its base type, you may have problems with multiple inheritance. A Python subclass of your type will have to list your type first in its `__bases__`, or else it will not be able to call your type's `__new__()` method without getting an error. You can avoid this problem by ensuring that your type has a larger value for `tp_basicsize` than its base type does. Most of the time, this will be true anyway, because either your base type will be `object`, or else you will be adding data members to your base type, and therefore increasing its size.

We set the class flags to `Py_TPFLAGS_DEFAULT`.

```
.tp_flags = Py_TPFLAGS_DEFAULT,
```

Todos los tipos deben incluir esta constante en sus banderas. Habilita todos los miembros definidos hasta al menos Python 3.3. Si necesita más miembros, necesitará *O (OR)* las banderas correspondientes.

Proporcionamos una cadena de documentos para el tipo en `tp_doc`.

```
.tp_doc = PyDoc_STR("Custom objects"),
```

To enable object creation, we have to provide a `tp_new` handler. This is the equivalent of the Python method `__new__()`, but has to be specified explicitly. In this case, we can just use the default implementation provided by the API function `PyType_GenericNew()`.

```
.tp_new = PyType_GenericNew,
```

Everything else in the file should be familiar, except for some code in `PyInit_custom()`:

```

if (PyType_Ready(&CustomType) < 0)
    return;
    
```

This initializes the `Custom` type, filling in a number of members to the appropriate default values, including `ob_type` that we initially set to `NULL`.

```

Py_INCREF(&CustomType);
if (PyModule_AddObject(m, "Custom", (PyObject *) &CustomType) < 0) {
    Py_DECREF(&CustomType);
    Py_DECREF(m);
    return NULL;
}
    
```

This adds the type to the module dictionary. This allows us to create `Custom` instances by calling the `Custom` class:

```

>>> import custom
>>> mycustom = custom.Custom()
    
```

¡Eso es! Todo lo que queda es construirlo; ponga el código anterior en un archivo llamado `custom.c` y:

```

from distutils.core import setup, Extension
setup(name="custom", version="1.0",
      ext_modules=[Extension("custom", ["custom.c"])])
    
```

en un archivo llamado `setup.py`; luego escribiendo

```

$ python setup.py build
    
```

en un shell debería producir un archivo `custom.so` en un subdirectorio; muévete a ese directorio y abre Python — deberías poder `import custom` y jugar con objetos personalizados.

Eso no fue tan difícil, ¿verdad?

Por supuesto, el tipo personalizado actual es bastante poco interesante. No tiene datos y no hace nada. Ni siquiera se puede subclassificar.

Nota: While this documentation showcases the standard `distutils` module for building C extensions, it is recommended in real-world use cases to use the newer and better-maintained `setuptools` library. Documentation on how to do this is out of scope for this document and can be found in the [Python Packaging User's Guide](#).

2.2.2 Agregar datos y métodos al ejemplo básico

Let's extend the basic example to add some data and methods. Let's also make the type usable as a base class. We'll create a new module, `custom2` that adds these capabilities:

```

#define PY_SSIZE_T_CLEAN
#include <Python.h>
#include "structmember.h"

typedef struct {
    PyObject_HEAD
    PyObject *first; /* first name */
    PyObject *last; /* last name */
    int number;
} CustomObject;

static void
Custom_dealloc(CustomObject *self)
{
    
```

(continué en la próxima página)

```

Py_XDECREF(self->first);
Py_XDECREF(self->last);
Py_TYPE(self)->tp_free((PyObject *) self);
}

static PyObject *
Custom_new(PyTypeObject *type, PyObject *args, PyObject *kwds)
{
    CustomObject *self;
    self = (CustomObject *) type->tp_alloc(type, 0);
    if (self != NULL) {
        self->first = PyUnicode_FromString("");
        if (self->first == NULL) {
            Py_DECREF(self);
            return NULL;
        }
        self->last = PyUnicode_FromString("");
        if (self->last == NULL) {
            Py_DECREF(self);
            return NULL;
        }
        self->number = 0;
    }
    return (PyObject *) self;
}

static int
Custom_init(CustomObject *self, PyObject *args, PyObject *kwds)
{
    static char *kwlist[] = {"first", "last", "number", NULL};
    PyObject *first = NULL, *last = NULL, *tmp;

    if (!PyArg_ParseTupleAndKeywords(args, kwds, "|OOi", kwlist,
                                     &first, &last,
                                     &self->number))
        return -1;

    if (first) {
        tmp = self->first;
        Py_INCREF(first);
        self->first = first;
        Py_XDECREF(tmp);
    }
    if (last) {
        tmp = self->last;
        Py_INCREF(last);
        self->last = last;
        Py_XDECREF(tmp);
    }
    return 0;
}

static PyMemberDef Custom_members[] = {
    {"first", T_OBJECT_EX, offsetof(CustomObject, first), 0,
     "first name"},
    {"last", T_OBJECT_EX, offsetof(CustomObject, last), 0,
     "last name"},
    {"number", T_INT, offsetof(CustomObject, number), 0,
     "custom number"},
    {NULL} /* Sentinel */
};

```

(proviene de la página anterior)

```

static PyObject *
Custom_name(CustomObject *self, PyObject *Py_UNUSED(ignored))
{
    if (self->first == NULL) {
        PyErr_SetString(PyExc_AttributeError, "first");
        return NULL;
    }
    if (self->last == NULL) {
        PyErr_SetString(PyExc_AttributeError, "last");
        return NULL;
    }
    return PyUnicode_FromFormat("%S %S", self->first, self->last);
}

static PyMethodDef Custom_methods[] = {
    {"name", (PyCFunction) Custom_name, METH_NOARGS,
     "Return the name, combining the first and last name"},
    {NULL} /* Sentinel */
};

static PyTypeObject CustomType = {
    PyVarObject_HEAD_INIT(NULL, 0)
    .tp_name = "custom2.Custom",
    .tp_doc = PyDoc_STR("Custom objects"),
    .tp_basicsize = sizeof(CustomObject),
    .tp_itemsize = 0,
    .tp_flags = Py_TPFLAGS_DEFAULT | Py_TPFLAGS_BASETYPE,
    .tp_new = Custom_new,
    .tp_init = (initproc) Custom_init,
    .tp_dealloc = (destructor) Custom_dealloc,
    .tp_members = Custom_members,
    .tp_methods = Custom_methods,
};

static PyModuleDef custommodule = {
    PyModuleDef_HEAD_INIT,
    .m_name = "custom2",
    .m_doc = "Example module that creates an extension type.",
    .m_size = -1,
};

PyMODINIT_FUNC
PyInit_custom2(void)
{
    PyObject *m;
    if (PyType_Ready(&CustomType) < 0)
        return NULL;

    m = PyModule_Create(&custommodule);
    if (m == NULL)
        return NULL;

    Py_INCREF(&CustomType);
    if (PyModule_AddObject(m, "Custom", (PyObject *) &CustomType) < 0) {
        Py_DECREF(&CustomType);
        Py_DECREF(m);
        return NULL;
    }
}

```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```
return m;
}
```

Esta versión del módulo tiene una serie de cambios.

Hemos agregado una inclusión adicional:

```
#include <structmember.h>
```

Esto incluye declaraciones que usamos para manejar atributos, como se describe un poco más adelante.

The `Custom` type now has three data attributes in its C struct, *first*, *last*, and *number*. The *first* and *last* variables are Python strings containing first and last names. The *number* attribute is a C integer.

La estructura del objeto se actualiza en consecuencia:

```
typedef struct {
    PyObject_HEAD
    PyObject *first; /* first name */
    PyObject *last; /* last name */
    int number;
} CustomObject;
```

Debido a que ahora tenemos datos para administrar, debemos ser más cuidadosos con la asignación de objetos y la desasignación. Como mínimo, necesitamos un método de desasignación:

```
static void
Custom_dealloc(CustomObject *self)
{
    Py_XDECREF(self->first);
    Py_XDECREF(self->last);
    Py_TYPE(self)->tp_free((PyObject *) self);
}
```

que se asigna al miembro `tp_dealloc`:

```
.tp_dealloc = (destructor) Custom_dealloc,
```

This method first clears the reference counts of the two Python attributes. `Py_XDECREF()` correctly handles the case where its argument is `NULL` (which might happen here if `tp_new` failed midway). It then calls the `tp_free` member of the object's type (computed by `Py_TYPE(self)`) to free the object's memory. Note that the object's type might not be `CustomType`, because the object may be an instance of a subclass.

Nota: La conversión explícita a `destructor` anterior es necesaria porque definimos `Custom_dealloc` para tomar un argumento `CustomObject *`, pero el puntero de función `tp_dealloc` espera recibir un argumento `PyObject *`. De lo contrario, el compilador emitirá una advertencia. Este es un polimorfismo orientado a objetos, en C!

Queremos asegurarnos de que el nombre y el apellido se inicialicen en cadenas de caracteres vacías, por lo que proporcionamos una implementación `tp_new`:

```
static PyObject *
Custom_new(PyTypeObject *type, PyObject *args, PyObject *kwargs)
{
    CustomObject *self;
    self = (CustomObject *) type->tp_alloc(type, 0);
    if (self != NULL) {
        self->first = PyUnicode_FromString("");
        if (self->first == NULL) {
            Py_DECREF(self);
        }
    }
}
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```

        return NULL;
    }
    self->last = PyUnicode_FromString("");
    if (self->last == NULL) {
        Py_DECREF(self);
        return NULL;
    }
    self->number = 0;
}
return (PyObject *) self;
}

```

e instalarlo en el miembro `tp_new`:

```
.tp_new = Custom_new,
```

The `tp_new` handler is responsible for creating (as opposed to initializing) objects of the type. It is exposed in Python as the `__new__()` method. It is not required to define a `tp_new` member, and indeed many extension types will simply reuse `PyType_GenericNew()` as done in the first version of the `Custom` type above. In this case, we use the `tp_new` handler to initialize the `first` and `last` attributes to non-NULL default values.

`tp_new` se pasa el tipo que se instancia (no necesariamente `CustomType`, si se instancia una subclase) y cualquier argumento pasado cuando se llamó al tipo, y se espera que retorne la instancia creada. Los manejadores `tp_new` siempre aceptan argumentos posicionales y de palabras clave, pero a menudo ignoran los argumentos, dejando el manejo de argumentos al inicializador (también conocido como, `tp_init` en C o `__init__` en Python).

Nota: `tp_new` no debería llamar explícitamente a `tp_init`, ya que el intérprete lo hará por sí mismo.

La implementación `tp_new` llama al `tp_alloc` para asignar memoria:

```
self = (CustomObject *) type->tp_alloc(type, 0);
```

Como la asignación de memoria puede fallar, debemos verificar el resultado `tp_alloc` contra `NULL` antes de continuar.

Nota: No llenamos la ranura `tp_alloc` nosotros mismos. Más bien `PyType_Ready()` lo llena para nosotros al heredarlo de nuestra clase base, que es `object` por defecto. La mayoría de los tipos utilizan la estrategia de asignación predeterminada.

Nota: If you are creating a co-operative `tp_new` (one that calls a base type's `tp_new` or `__new__()`), you must *not* try to determine what method to call using method resolution order at runtime. Always statically determine what type you are going to call, and call its `tp_new` directly, or via `type->tp_base->tp_new`. If you do not do this, Python subclasses of your type that also inherit from other Python-defined classes may not work correctly. (Specifically, you may not be able to create instances of such subclasses without getting a `TypeError`.)

También definimos una función de inicialización que acepta argumentos para proporcionar valores iniciales para nuestra instancia:

```

static int
Custom_init(CustomObject *self, PyObject *args, PyObject *kwds)
{
    static char *kwlist[] = {"first", "last", "number", NULL};
    PyObject *first = NULL, *last = NULL, *tmp;

    if (!PyArg_ParseTupleAndKeywords(args, kwds, "|OOi", kwlist,

```

(continúe en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```

        &first, &last,
        &self->number))

    return -1;

    if (first) {
        tmp = self->first;
        Py_INCREF(first);
        self->first = first;
        Py_XDECREF(tmp);
    }
    if (last) {
        tmp = self->last;
        Py_INCREF(last);
        self->last = last;
        Py_XDECREF(tmp);
    }
    return 0;
}

```

rellenando la ranura `tp_init`.

```

.tp_init = (initproc) Custom_init,

```

The `tp_init` slot is exposed in Python as the `__init__()` method. It is used to initialize an object after it's created. Initializers always accept positional and keyword arguments, and they should return either 0 on success or -1 on error.

Unlike the `tp_new` handler, there is no guarantee that `tp_init` is called at all (for example, the `pickle` module by default doesn't call `__init__()` on unpickled instances). It can also be called multiple times. Anyone can call the `__init__()` method on our objects. For this reason, we have to be extra careful when assigning the new attribute values. We might be tempted, for example to assign the `first` member like this:

```

if (first) {
    Py_XDECREF(self->first);
    Py_INCREF(first);
    self->first = first;
}

```

Pero esto sería arriesgado. Nuestro tipo no restringe el tipo del `primer` miembro, por lo que podría ser cualquier tipo de objeto. Podría tener un destructor que haga que se ejecute código que intente acceder al `primer` miembro; o ese destructor podría liberar el *Global Interpreter Lock* y permite que se ejecute código arbitrario en otros hilos que acceden y modifican nuestro objeto.

Para ser paranoicos y protegernos de esta posibilidad, casi siempre reasignamos miembros antes de disminuir sus recuentos de referencias. ¿Cuándo no tenemos que hacer esto?

- cuando sabemos absolutamente que el recuento de referencia es mayor que 1;
- cuando sabemos que la desasignación del objeto¹ no liberará el *GIL* ni causará ninguna llamada al código de nuestro tipo;
- al disminuir un recuento de referencias en un manejador `tp_dealloc` en un tipo que no admite la recolección de basura cíclica².

Queremos exponer nuestras variables de instancia como atributos. Hay varias formas de hacerlo. La forma más simple es definir definiciones de miembros:

```

static PyMemberDef Custom_members[] = {
    {"first", T_OBJECT_EX, offsetof(CustomObject, first), 0,
     "first name"},

```

(continué en la próxima página)

¹ Esto es cierto cuando sabemos que el objeto es un tipo básico, como una cadena o un flotador.

² Nos basamos en esto en el manejador `tp_dealloc` en este ejemplo, porque nuestro tipo no admite la recolección de basura.

(proviene de la página anterior)

```

{"last", T_OBJECT_EX, offsetof(CustomObject, last), 0,
 "last name"},
{"number", T_INT, offsetof(CustomObject, number), 0,
 "custom number"},
{NULL} /* Sentinel */
};
    
```

y poner las definiciones en la ranura `tp_members`:

```
.tp_members = Custom_members,
```

Cada definición de miembro tiene un nombre de miembro, tipo, desplazamiento, banderas de acceso y cadena de caracteres de documentación. Consulte la sección *Gestión de atributos genéricos* a continuación para obtener más detalles.

Una desventaja de este enfoque es que no proporciona una forma de restringir los tipos de objetos que se pueden asignar a los atributos de Python. Esperamos que el nombre y el apellido sean cadenas, pero se pueden asignar objetos de Python. Además, los atributos se pueden eliminar, configurando los punteros C en `NULL`. Si bien podemos asegurarnos de que los miembros se inicialicen en valores que no sean `NULL`, los miembros se pueden establecer en `NULL` si se eliminan los atributos.

We define a single method, `Custom.name()`, that outputs the objects name as the concatenation of the first and last names.

```

static PyObject *
Custom_name(CustomObject *self, PyObject *Py_UNUSED(ignored))
{
    if (self->first == NULL) {
        PyErr_SetString(PyExc_AttributeError, "first");
        return NULL;
    }
    if (self->last == NULL) {
        PyErr_SetString(PyExc_AttributeError, "last");
        return NULL;
    }
    return PyUnicode_FromFormat("%S %S", self->first, self->last);
}
    
```

The method is implemented as a C function that takes a `Custom` (or `Custom` subclass) instance as the first argument. Methods always take an instance as the first argument. Methods often take positional and keyword arguments as well, but in this case we don't take any and don't need to accept a positional argument tuple or keyword argument dictionary. This method is equivalent to the Python method:

```

def name(self):
    return "%s %s" % (self.first, self.last)
    
```

Note that we have to check for the possibility that our `first` and `last` members are `NULL`. This is because they can be deleted, in which case they are set to `NULL`. It would be better to prevent deletion of these attributes and to restrict the attribute values to be strings. We'll see how to do that in the next section.

Ahora que hemos definido el método, necesitamos crear un arreglo de definiciones de métodos:

```

static PyMethodDef Custom_methods[] = {
    {"name", (PyCFunction) Custom_name, METH_NOARGS,
     "Return the name, combining the first and last name"},
    },
    {NULL} /* Sentinel */
};
    
```

(note that we used the `METH_NOARGS` flag to indicate that the method is expecting no arguments other than `self`)

y asignarlo a la ranura `tp_methods`:

```
.tp_methods = Custom_methods,
```

Finally, we'll make our type usable as a base class for subclassing. We've written our methods carefully so far so that they don't make any assumptions about the type of the object being created or used, so all we need to do is to add the `Py_TPFLAGS_BASETYPE` to our class flag definition:

```
.tp_flags = Py_TPFLAGS_DEFAULT | Py_TPFLAGS_BASETYPE,
```

We rename `PyInit_custom()` to `PyInit_custom2()`, update the module name in the `PyModuleDef` struct, and update the full class name in the `PyTypeObject` struct.

Finalmente, actualizamos nuestro archivo `setup.py` para construir el nuevo módulo:

```
from distutils.core import setup, Extension
setup(name="custom", version="1.0",
      ext_modules=[
          Extension("custom", ["custom.c"]),
          Extension("custom2", ["custom2.c"]),
      ])
```

2.2.3 Proporcionar un control más preciso sobre los atributos de datos

In this section, we'll provide finer control over how the `first` and `last` attributes are set in the `Custom` example. In the previous version of our module, the instance variables `first` and `last` could be set to non-string values or even deleted. We want to make sure that these attributes always contain strings.

```
#define PY_SSIZE_T_CLEAN
#include <Python.h>
#include "structmember.h"

typedef struct {
    PyObject_HEAD
    PyObject *first; /* first name */
    PyObject *last; /* last name */
    int number;
} CustomObject;

static void
Custom_dealloc(CustomObject *self)
{
    Py_XDECREF(self->first);
    Py_XDECREF(self->last);
    Py_TYPE(self)->tp_free((PyObject *) self);
}

static PyObject *
Custom_new(PyTypeObject *type, PyObject *args, PyObject *kwds)
{
    CustomObject *self;
    self = (CustomObject *) type->tp_alloc(type, 0);
    if (self != NULL) {
        self->first = PyUnicode_FromString("");
        if (self->first == NULL) {
            Py_DECREF(self);
            return NULL;
        }
        self->last = PyUnicode_FromString("");
        if (self->last == NULL) {
            Py_DECREF(self);
            return NULL;
        }
    }
}
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```

    }
    self->number = 0;
}
return (PyObject *) self;
}

static int
Custom_init(CustomObject *self, PyObject *args, PyObject *kwds)
{
    static char *kwlist[] = {"first", "last", "number", NULL};
    PyObject *first = NULL, *last = NULL, *tmp;

    if (!PyArg_ParseTupleAndKeywords(args, kwds, "|UUi", kwlist,
                                     &first, &last,
                                     &self->number))

        return -1;

    if (first) {
        tmp = self->first;
        Py_INCREF(first);
        self->first = first;
        Py_DECREF(tmp);
    }
    if (last) {
        tmp = self->last;
        Py_INCREF(last);
        self->last = last;
        Py_DECREF(tmp);
    }
    return 0;
}

static PyMemberDef Custom_members[] = {
    {"number", T_INT, offsetof(CustomObject, number), 0,
     "custom number"},
    {NULL} /* Sentinel */
};

static PyObject *
Custom_getfirst(CustomObject *self, void *closure)
{
    Py_INCREF(self->first);
    return self->first;
}

static int
Custom_setfirst(CustomObject *self, PyObject *value, void *closure)
{
    PyObject *tmp;
    if (value == NULL) {
        PyErr_SetString(PyExc_TypeError, "Cannot delete the first attribute");
        return -1;
    }
    if (!PyUnicode_Check(value)) {
        PyErr_SetString(PyExc_TypeError,
                       "The first attribute value must be a string");
        return -1;
    }
    tmp = self->first;
    Py_INCREF(value);
    self->first = value;
}

```

(continué en la próxima página)

```

Py_DECREF(tmp);
return 0;
}

static PyObject *
Custom_getlast(CustomObject *self, void *closure)
{
    Py_INCREF(self->last);
    return self->last;
}

static int
Custom_setlast(CustomObject *self, PyObject *value, void *closure)
{
    PyObject *tmp;
    if (value == NULL) {
        PyErr_SetString(PyExc_TypeError, "Cannot delete the last attribute");
        return -1;
    }
    if (!PyUnicode_Check(value)) {
        PyErr_SetString(PyExc_TypeError,
            "The last attribute value must be a string");
        return -1;
    }
    tmp = self->last;
    Py_INCREF(value);
    self->last = value;
    Py_DECREF(tmp);
    return 0;
}

static PyGetSetDef Custom_getsetters[] = {
    {"first", (getter) Custom_getfirst, (setter) Custom_setfirst,
     "first name", NULL},
    {"last", (getter) Custom_getlast, (setter) Custom_setlast,
     "last name", NULL},
    {NULL} /* Sentinel */
};

static PyObject *
Custom_name(CustomObject *self, PyObject *Py_UNUSED(ignored))
{
    return PyUnicode_FromFormat("%S %S", self->first, self->last);
}

static PyMethodDef Custom_methods[] = {
    {"name", (PyCFunction) Custom_name, METH_NOARGS,
     "Return the name, combining the first and last name"},
    {NULL} /* Sentinel */
};

static PyTypeObject CustomType = {
    PyVarObject_HEAD_INIT(NULL, 0)
    .tp_name = "custom3.Custom",
    .tp_doc = PyDoc_STR("Custom objects"),
    .tp_basicsize = sizeof(CustomObject),
    .tp_itemsize = 0,
    .tp_flags = Py_TPFLAGS_DEFAULT | Py_TPFLAGS_BASETYPE,
    .tp_new = Custom_new,
    .tp_init = (initproc) Custom_init,

```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```

        .tp_dealloc = (destructor) Custom_dealloc,
        .tp_members = Custom_members,
        .tp_methods = Custom_methods,
        .tp_getset = Custom_getsetters,
};

static PyModuleDef custommodule = {
    PyModuleDef_HEAD_INIT,
    .m_name = "custom3",
    .m_doc = "Example module that creates an extension type.",
    .m_size = -1,
};

PyMODINIT_FUNC
PyInit_custom3(void)
{
    PyObject *m;
    if (PyType_Ready(&CustomType) < 0)
        return NULL;

    m = PyModule_Create(&custommodule);
    if (m == NULL)
        return NULL;

    Py_INCREF(&CustomType);
    if (PyModule_AddObject(m, "Custom", (PyObject *) &CustomType) < 0) {
        Py_DECREF(&CustomType);
        Py_DECREF(m);
        return NULL;
    }

    return m;
}

```

To provide greater control, over the first and last attributes, we'll use custom getter and setter functions. Here are the functions for getting and setting the first attribute:

```

static PyObject *
Custom_getfirst(CustomObject *self, void *closure)
{
    Py_INCREF(self->first);
    return self->first;
}

static int
Custom_setfirst(CustomObject *self, PyObject *value, void *closure)
{
    PyObject *tmp;
    if (value == NULL) {
        PyErr_SetString(PyExc_TypeError, "Cannot delete the first attribute");
        return -1;
    }
    if (!PyUnicode_Check(value)) {
        PyErr_SetString(PyExc_TypeError,
            "The first attribute value must be a string");
        return -1;
    }
    tmp = self->first;
    Py_INCREF(value);
    self->first = value;
    Py_DECREF(tmp);
}

```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```
return 0;
}
```

The getter function is passed a `Custom` object and a «closure», which is a void pointer. In this case, the closure is ignored. (The closure supports an advanced usage in which definition data is passed to the getter and setter. This could, for example, be used to allow a single set of getter and setter functions that decide the attribute to get or set based on data in the closure.)

The setter function is passed the `Custom` object, the new value, and the closure. The new value may be `NULL`, in which case the attribute is being deleted. In our setter, we raise an error if the attribute is deleted or if its new value is not a string.

Creamos un arreglo de estructuras `PyGetSetDef`:

```
static PyGetSetDef Custom_getsetters[] = {
    {"first", (getter) Custom_getfirst, (setter) Custom_setfirst,
     "first name", NULL},
    {"last", (getter) Custom_getlast, (setter) Custom_setlast,
     "last name", NULL},
    {NULL} /* Sentinel */
};
```

y lo registra en la ranura `tp_getset`:

```
.tp_getset = Custom_getsetters,
```

El último elemento en la estructura `PyGetSetDef` es el «cierre» (*closure*) mencionado anteriormente. En este caso, no estamos usando un cierre, por lo que simplemente pasamos `NULL`.

También eliminamos las definiciones de miembro para estos atributos:

```
static PyMemberDef Custom_members[] = {
    {"number", T_INT, offsetof(CustomObject, number), 0,
     "custom number"},
    {NULL} /* Sentinel */
};
```

También necesitamos actualizar el manejador `tp_init` para permitir que solo se pasen las cadenas³:

```
static int
Custom_init(CustomObject *self, PyObject *args, PyObject *kwds)
{
    static char *kwlist[] = {"first", "last", "number", NULL};
    PyObject *first = NULL, *last = NULL, *tmp;

    if (!PyArg_ParseTupleAndKeywords(args, kwds, "|UUi", kwlist,
                                     &first, &last,
                                     &self->number))
        return -1;

    if (first) {
        tmp = self->first;
        Py_INCREF(first);
        self->first = first;
        Py_DECREF(tmp);
    }
    if (last) {
```

(continué en la próxima página)

³ Ahora sabemos que el primer y el último miembro son cadenas de caracteres, por lo que quizás podríamos ser menos cuidadosos al disminuir sus recuentos de referencia, sin embargo, aceptamos instancias de subclases de cadenas. A pesar de que la desasignación de cadenas normales no volverá a llamar a nuestros objetos, no podemos garantizar que la desasignación de una instancia de una subclase de cadena de caracteres no vuelva a llamar a nuestros objetos.

(proviene de la página anterior)

```

        tmp = self->last;
        Py_INCREF(last);
        self->last = last;
        Py_DECREF(tmp);
    }
    return 0;
}
    
```

Con estos cambios, podemos asegurar que los miembros `primero` y `último` nunca sean `NULL`, por lo que podemos eliminar las comprobaciones de los valores `NULL` en casi todos los casos. Esto significa que la mayoría de las llamadas `Py_XDECREF()` se pueden convertir en llamadas `Py_DECREF()`. El único lugar donde no podemos cambiar estas llamadas es en la implementación `tp_dealloc`, donde existe la posibilidad de que la inicialización de estos miembros falle en `tp_new`.

También cambiamos el nombre de la función de inicialización del módulo y el nombre del módulo en la función de inicialización, como lo hicimos antes, y agregamos una definición adicional al archivo `setup.py`.

2.2.4 Apoyo a la recolección de basura cíclica

Python tiene un *recolector de basura cíclico (GC)* que puede identificar objetos innecesarios incluso cuando sus recuentos de referencia no son cero. Esto puede suceder cuando los objetos están involucrados en ciclos. Por ejemplo, considere:

```

>>> l = []
>>> l.append(l)
>>> del l
    
```

En este ejemplo, creamos una lista que se contiene a sí misma. Cuando lo eliminamos, todavía tiene una referencia de sí mismo. Su recuento de referencia no cae a cero. Afortunadamente, el recolector cíclico de basura de Python finalmente descubrirá que la lista es basura y la liberará.

In the second version of the `Custom` example, we allowed any kind of object to be stored in the `first` or `last` attributes⁴. Besides, in the second and third versions, we allowed subclassing `Custom`, and subclasses may add arbitrary attributes. For any of those two reasons, `Custom` objects can participate in cycles:

```

>>> import custom3
>>> class Derived(custom3.Custom): pass
...
>>> n = Derived()
>>> n.some_attribute = n
    
```

To allow a `Custom` instance participating in a reference cycle to be properly detected and collected by the cyclic GC, our `Custom` type needs to fill two additional slots and to enable a flag that enables these slots:

```

#define PY_SSIZE_T_CLEAN
#include <Python.h>
#include "structmember.h"

typedef struct {
    PyObject_HEAD
    PyObject *first; /* first name */
    PyObject *last; /* last name */
    int number;
} CustomObject;

static int
Custom_traverse(CustomObject *self, visitproc visit, void *arg)
    
```

(continué en la próxima página)

⁴ Además, incluso con nuestros atributos restringidos a instancias de cadenas, el usuario podría pasar subclasses arbitrarias `str` y, por lo tanto, seguir creando ciclos de referencia.

```

{
    Py_VISIT(self->first);
    Py_VISIT(self->last);
    return 0;
}

static int
Custom_clear(CustomObject *self)
{
    Py_CLEAR(self->first);
    Py_CLEAR(self->last);
    return 0;
}

static void
Custom_dealloc(CustomObject *self)
{
    PyObject_GC_UnTrack(self);
    Custom_clear(self);
    Py_TYPE(self)->tp_free((PyObject *) self);
}

static PyObject *
Custom_new(PyTypeObject *type, PyObject *args, PyObject *kwds)
{
    CustomObject *self;
    self = (CustomObject *) type->tp_alloc(type, 0);
    if (self != NULL) {
        self->first = PyUnicode_FromString("");
        if (self->first == NULL) {
            Py_DECREF(self);
            return NULL;
        }
        self->last = PyUnicode_FromString("");
        if (self->last == NULL) {
            Py_DECREF(self);
            return NULL;
        }
        self->number = 0;
    }
    return (PyObject *) self;
}

static int
Custom_init(CustomObject *self, PyObject *args, PyObject *kwds)
{
    static char *kwlist[] = {"first", "last", "number", NULL};
    PyObject *first = NULL, *last = NULL, *tmp;

    if (!PyArg_ParseTupleAndKeywords(args, kwds, "|UUi", kwlist,
                                     &first, &last,
                                     &self->number))
        return -1;

    if (first) {
        tmp = self->first;
        Py_INCREF(first);
        self->first = first;
        Py_DECREF(tmp);
    }
    if (last) {

```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```

        tmp = self->last;
        Py_INCREF(last);
        self->last = last;
        Py_DECREF(tmp);
    }
    return 0;
}

static PyMemberDef Custom_members[] = {
    {"number", T_INT, offsetof(CustomObject, number), 0,
     "custom number"},
    {NULL} /* Sentinel */
};

static PyObject *
Custom_getfirst(CustomObject *self, void *closure)
{
    Py_INCREF(self->first);
    return self->first;
}

static int
Custom_setfirst(CustomObject *self, PyObject *value, void *closure)
{
    if (value == NULL) {
        PyErr_SetString(PyExc_TypeError, "Cannot delete the first attribute");
        return -1;
    }
    if (!PyUnicode_Check(value)) {
        PyErr_SetString(PyExc_TypeError,
                       "The first attribute value must be a string");
        return -1;
    }
    Py_INCREF(value);
    Py_CLEAR(self->first);
    self->first = value;
    return 0;
}

static PyObject *
Custom_getlast(CustomObject *self, void *closure)
{
    Py_INCREF(self->last);
    return self->last;
}

static int
Custom_setlast(CustomObject *self, PyObject *value, void *closure)
{
    if (value == NULL) {
        PyErr_SetString(PyExc_TypeError, "Cannot delete the last attribute");
        return -1;
    }
    if (!PyUnicode_Check(value)) {
        PyErr_SetString(PyExc_TypeError,
                       "The last attribute value must be a string");
        return -1;
    }
    Py_INCREF(value);
    Py_CLEAR(self->last);
    self->last = value;
}

```

(continué en la próxima página)

```

    return 0;
}

static PyGetSetDef Custom_getsetters[] = {
    {"first", (getter) Custom_getfirst, (setter) Custom_setfirst,
     "first name", NULL},
    {"last", (getter) Custom_getlast, (setter) Custom_setlast,
     "last name", NULL},
    {NULL} /* Sentinel */
};

static PyObject *
Custom_name(CustomObject *self, PyObject *Py_UNUSED(ignored))
{
    return PyUnicode_FromFormat("%S %S", self->first, self->last);
}

static PyMethodDef Custom_methods[] = {
    {"name", (PyCFunction) Custom_name, METH_NOARGS,
     "Return the name, combining the first and last name"},
    {NULL} /* Sentinel */
};

static PyTypeObject CustomType = {
    PyVarObject_HEAD_INIT(NULL, 0)
    .tp_name = "custom4.Custom",
    .tp_doc = PyDoc_STR("Custom objects"),
    .tp_basicsize = sizeof(CustomObject),
    .tp_itemsize = 0,
    .tp_flags = Py_TPFLAGS_DEFAULT | Py_TPFLAGS_BASETYPE | Py_TPFLAGS_HAVE_GC,
    .tp_new = Custom_new,
    .tp_init = (initproc) Custom_init,
    .tp_dealloc = (destructor) Custom_dealloc,
    .tp_traverse = (traverseproc) Custom_traverse,
    .tp_clear = (inquiry) Custom_clear,
    .tp_members = Custom_members,
    .tp_methods = Custom_methods,
    .tp_getset = Custom_getsetters,
};

static PyModuleDef custommodule = {
    PyModuleDef_HEAD_INIT,
    .m_name = "custom4",
    .m_doc = "Example module that creates an extension type.",
    .m_size = -1,
};

PyMODINIT_FUNC
PyInit_custom4(void)
{
    PyObject *m;
    if (PyType_Ready(&CustomType) < 0)
        return NULL;

    m = PyModule_Create(&custommodule);
    if (m == NULL)
        return NULL;

    Py_INCREF(&CustomType);
    if (PyModule_AddObject(m, "Custom", (PyObject *) &CustomType) < 0) {

```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```

        Py_DECREF(&CustomType);
        Py_DECREF(m);
        return NULL;
    }

    return m;
}

```

Primero, el método transversal permite que el GC cíclico conozca los subobjetos que podrían participar en los ciclos:

```

static int
Custom_traverse(CustomObject *self, visitproc visit, void *arg)
{
    int vret;
    if (self->first) {
        vret = visit(self->first, arg);
        if (vret != 0)
            return vret;
    }
    if (self->last) {
        vret = visit(self->last, arg);
        if (vret != 0)
            return vret;
    }
    return 0;
}

```

For each subobject that can participate in cycles, we need to call the `visit()` function, which is passed to the traversal method. The `visit()` function takes as arguments the subobject and the extra argument `arg` passed to the traversal method. It returns an integer value that must be returned if it is non-zero.

Python proporciona una macro `Py_VISIT()` que automatiza las funciones de visita de llamada. Con `Py_VISIT()`, podemos minimizar la cantidad de repeticiones en `Custom_traverse`:

```

static int
Custom_traverse(CustomObject *self, visitproc visit, void *arg)
{
    Py_VISIT(self->first);
    Py_VISIT(self->last);
    return 0;
}

```

Nota: La implementación `tp_traverse` debe nombrar sus argumentos exactamente `visit` y `arg` para usar `Py_VISIT()`.

En segundo lugar, debemos proporcionar un método para borrar cualquier subobjeto que pueda participar en los ciclos:

```

static int
Custom_clear(CustomObject *self)
{
    Py_CLEAR(self->first);
    Py_CLEAR(self->last);
    return 0;
}

```

Observe el uso de la macro `Py_CLEAR()`. Es la forma recomendada y segura de borrar los atributos de datos de tipos arbitrarios al tiempo que disminuye sus recuentos de referencia. Si tuviera que llamar a `Py_XDECREF()` en lugar del atributo antes de establecerlo en `NULL`, existe la posibilidad de que el destructor del atributo vuelva a llamar al código que lee el atributo nuevamente (*especialmente* si hay un ciclo de referencia).

Nota: Puede emular `Py_CLEAR()` escribiendo:

```
PyObject *tmp;
tmp = self->first;
self->first = NULL;
Py_XDECREF(tmp);
```

Sin embargo, es mucho más fácil y menos propenso a errores usar siempre `Py_CLEAR()` al eliminar un atributo. ¡No intentes micro-optimizar a expensas de la robustez!

El desasignador `Custom_dealloc` puede llamar a un código arbitrario al borrar los atributos. Significa que el GC circular se puede activar dentro de la función. Dado que el GC asume que el recuento de referencias no es cero, debemos destrabar el objeto del GC llamando a `PyObject_GC_UnTrack()` antes de borrar los miembros. Aquí está nuestro reubicador reimplementado usando `PyObject_GC_UnTrack()` y `Custom_clear`:

```
static void
Custom_dealloc(CustomObject *self)
{
    PyObject_GC_UnTrack(self);
    Custom_clear(self);
    Py_TYPE(self)->tp_free((PyObject *) self);
}
```

Finally, we add the `Py_TPFLAGS_HAVE_GC` flag to the class flags:

```
.tp_flags = Py_TPFLAGS_DEFAULT | Py_TPFLAGS_BASETYPE | Py_TPFLAGS_HAVE_GC,
```

Es es prácticamente todo. Si hubiéramos escrito controladores personalizados `tp_alloc` o `tp_free`, tendríamos que modificarlos para la recolección de basura cíclica. La mayoría de las extensiones usarán las versiones proporcionadas automáticamente.

2.2.5 Subclases de otros tipos

Es posible crear nuevos tipos de extensión que se derivan de los tipos existentes. Es más fácil heredar de los tipos incorporados, ya que una extensión puede usar fácilmente `PyObject` que necesita. Puede ser difícil compartir estas estructuras `PyObject` entre módulos de extensión.

In this example we will create a `SubList` type that inherits from the built-in `list` type. The new type will be completely compatible with regular lists, but will have an additional `increment()` method that increases an internal counter:

```
>>> import sublist
>>> s = sublist.SubList(range(3))
>>> s.extend(s)
>>> print(len(s))
6
>>> print(s.increment())
1
>>> print(s.increment())
2
```

```
#define PY_SSIZE_T_CLEAN
#include <Python.h>

typedef struct {
    PyListObject list;
    int state;
} SubListObject;
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```

static PyObject *
SubList_increment(SubListObject *self, PyObject *unused)
{
    self->state++;
    return PyLong_FromLong(self->state);
}

static PyMethodDef SubList_methods[] = {
    {"increment", (PyCFunction) SubList_increment, METH_NOARGS,
     PyDoc_STR("increment state counter")},
    {NULL},
};

static int
SubList_init(SubListObject *self, PyObject *args, PyObject *kwds)
{
    if (PyList_Type.tp_init((PyObject *) self, args, kwds) < 0)
        return -1;
    self->state = 0;
    return 0;
}

static PyTypeObject SubListType = {
    PyVarObject_HEAD_INIT(NULL, 0)
    .tp_name = "sublist.SubList",
    .tp_doc = PyDoc_STR("SubList objects"),
    .tp_basicsize = sizeof(SubListObject),
    .tp_itemsize = 0,
    .tp_flags = Py_TPFLAGS_DEFAULT | Py_TPFLAGS_BASETYPE,
    .tp_init = (initproc) SubList_init,
    .tp_methods = SubList_methods,
};

static PyModuleDef sublistmodule = {
    PyModuleDef_HEAD_INIT,
    .m_name = "sublist",
    .m_doc = "Example module that creates an extension type.",
    .m_size = -1,
};

PyMODINIT_FUNC
PyInit_sublist(void)
{
    PyObject *m;
    SubListType.tp_base = &PyList_Type;
    if (PyType_Ready(&SubListType) < 0)
        return NULL;

    m = PyModule_Create(&sublistmodule);
    if (m == NULL)
        return NULL;

    Py_INCREF(&SubListType);
    if (PyModule_AddObject(m, "SubList", (PyObject *) &SubListType) < 0) {
        Py_DECREF(&SubListType);
        Py_DECREF(m);
        return NULL;
    }

    return m;
}
    
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```
}
```

As you can see, the source code closely resembles the Custom examples in previous sections. We will break down the main differences between them.

```
typedef struct {
    PyListObject list;
    int state;
} SubListObject;
```

La diferencia principal para los objetos de tipo derivado es que la estructura de objeto del tipo base debe ser el primer valor. El tipo base ya incluirá `PyObject_HEAD()` al comienzo de su estructura.

When a Python object is a `SubList` instance, its `PyObject *` pointer can be safely cast to both `PyListObject *` and `SubListObject *`:

```
static int
SubList_init(SubListObject *self, PyObject *args, PyObject *kwds)
{
    if (PyList_Type.tp_init((PyObject *) self, args, kwds) < 0)
        return -1;
    self->state = 0;
    return 0;
}
```

We see above how to call through to the `__init__()` method of the base type.

Este patrón es importante cuando se escribe un tipo con miembros personalizados `tp_new` y `tp_dealloc`. El manejador `tp_new` no debería crear realmente la memoria para el objeto con su `tp_alloc`, pero deja que la clase base lo maneje llamando a su propio `tp_new`.

La estructura `PyTypeObject` admite a `tp_base` especificando la clase base concreta del tipo. Debido a problemas de compilación multiplataforma, no puede llenar ese campo directamente con una referencia a `PyList_Type`; debe hacerse más tarde en la función de inicialización del módulo:

```
PyMODINIT_FUNC
PyInit_sublist(void)
{
    PyObject* m;
    SubListType.tp_base = &PyList_Type;
    if (PyType_Ready(&SubListType) < 0)
        return NULL;

    m = PyModule_Create(&sublistmodule);
    if (m == NULL)
        return NULL;

    Py_INCREF(&SubListType);
    if (PyModule_AddObject(m, "SubList", (PyObject *) &SubListType) < 0) {
        Py_DECREF(&SubListType);
        Py_DECREF(m);
        return NULL;
    }

    return m;
}
```

Antes de llamar a `PyType_Ready()`, la estructura de tipo debe tener el espacio `tp_base` rellenado. Cuando derivamos un tipo existente, no es necesario completar el `tp_alloc` ranura con `PyType_GenericNew()` – la función de asignación del tipo base será heredada.

After that, calling `PyType_Ready()` and adding the type object to the module is the same as with the basic

Custom examples.

Notas al pie

2.3 Definición de tipos de extensión: temas variados

Esta sección tiene como objetivo dar un vistazo rápido a los diversos métodos de tipo que puede implementar y lo que hacen.

Aquí está la definición de `PyObject`, con algunos campos que solo se usan en las versiones de depuración omitidas:

```
typedef struct _typeobject {
    PyObject_VAR_HEAD
    const char *tp_name; /* For printing, in format "<module>.<name>" */
    Py_ssize_t tp_basicsize, tp_itemsize; /* For allocation */

    /* Methods to implement standard operations */

    destructor tp_dealloc;
    Py_ssize_t tp_vectorcall_offset;
    getattrfunc tp_getattr;
    setattrfunc tp_setattr;
    PyAsyncMethods *tp_as_async; /* formerly known as tp_compare (Python 2)
                                   or tp_reserved (Python 3) */
    reprfunc tp_repr;

    /* Method suites for standard classes */

    PyNumberMethods *tp_as_number;
    PySequenceMethods *tp_as_sequence;
    PyMappingMethods *tp_as_mapping;

    /* More standard operations (here for binary compatibility) */

    hashfunc tp_hash;
    ternaryfunc tp_call;
    reprfunc tp_str;
    getattrofunc tp_getattro;
    setattrofunc tp_setattro;

    /* Functions to access object as input/output buffer */
    PyBufferProcs *tp_as_buffer;

    /* Flags to define presence of optional/expanded features */
    unsigned long tp_flags;

    const char *tp_doc; /* Documentation string */

    /* Assigned meaning in release 2.0 */
    /* call function for all accessible objects */
    traverseproc tp_traverse;

    /* delete references to contained objects */
    inquiry tp_clear;

    /* Assigned meaning in release 2.1 */
    /* rich comparisons */
    richcmpfunc tp_richcompare;

```

(continúe en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```

/* weak reference enabler */
Py_ssize_t tp_weaklistoffset;

/* Iterators */
getiterfunc tp_iter;
iternextfunc tp_iternext;

/* Attribute descriptor and subclassing stuff */
struct PyMethodDef *tp_methods;
struct PyMemberDef *tp_members;
struct PyGetSetDef *tp_getset;
// Strong reference on a heap type, borrowed reference on a static type
struct _typeobject *tp_base;
PyObject *tp_dict;
descrgetfunc tp_descr_get;
descrsetfunc tp_descr_set;
Py_ssize_t tp_dictoffset;
initproc tp_init;
allocfunc tp_alloc;
newfunc tp_new;
freefunc tp_free; /* Low-level free-memory routine */
inquiry tp_is_gc; /* For PyObject_IS_GC */
PyObject *tp_bases;
PyObject *tp_mro; /* method resolution order */
PyObject *tp_cache;
PyObject *tp_subclasses;
PyObject *tp_weaklist;
destructor tp_del;

/* Type attribute cache version tag. Added in version 2.6 */
unsigned int tp_version_tag;

destructor tp_finalize;
vectorcallfunc tp_vectorcall;
} PyTypeObject;
    
```

Esos son *muchos* métodos. Sin embargo, no se preocupe demasiado: si tiene un tipo que desea definir, es muy probable que solo implemente un puñado de estos.

Como probablemente espera ahora, vamos a repasar esto y daremos más información sobre los diversos controladores. No iremos en el orden en que se definen en la estructura, porque hay mucho equipaje histórico que afecta el orden de los campos. A menudo es más fácil encontrar un ejemplo que incluya los campos que necesita y luego cambiar los valores para adaptarlos a su nuevo tipo.

```

const char *tp_name; /* For printing */
    
```

El nombre del tipo – como se mencionó en el capítulo anterior, aparecerá en varios lugares, casi por completo para fines de diagnóstico. ¡Intente elegir algo que sea útil en tal situación!

```

Py_ssize_t tp_basicsize, tp_itemsize; /* For allocation */
    
```

Estos campos le dicen al tiempo de ejecución cuánta memoria asignar cuando se crean nuevos objetos de este tipo. Python tiene algún soporte incorporado para estructuras de longitud variable (piense: cadenas, tuplas) que es donde entra el campo `tp_itemsize`. Esto se tratará más adelante.

```

const char *tp_doc;
    
```

Aquí puede poner una cadena de caracteres (o su dirección) que desea que se retorne cuando el script de Python haga referencia a `obj.__doc__` para recuperar el docstring.

Ahora llegamos a los métodos de tipo básicos: los que implementarán la mayoría de los tipos de extensión.

2.3.1 Finalización y desasignación

```
destructor tp_dealloc;
```

Se llama a esta función cuando el recuento de referencia de la instancia de su tipo se reduce a cero y el intérprete de Python quiere reclamarlo. Si su tipo tiene memoria para liberar u otra limpieza para realizar, puede ponerla aquí. El objeto en sí mismo necesita ser liberado aquí también. Aquí hay un ejemplo de esta función:

```
static void
newdatatype_dealloc(newdatatypeobject *obj)
{
    free(obj->obj_UnderlyingDatatypePtr);
    Py_TYPE(obj)->tp_free((PyObject *)obj);
}
```

Si su tipo admite la recolección de basura, el destructor debe llamar a `PyObject_GC_UnTrack()` antes de borrar cualquier campo miembro:

```
static void
newdatatype_dealloc(newdatatypeobject *obj)
{
    PyObject_GC_UnTrack(obj);
    Py_CLEAR(obj->other_obj);
    ...
    Py_TYPE(obj)->tp_free((PyObject *)obj);
}
```

Un requisito importante de la función desasignador es que deja solo las excepciones pendientes. Esto es importante ya que los desasignadores se llaman con frecuencia cuando el intérprete desenrolla la pila de Python; cuando la pila se desenrolla debido a una excepción (en lugar de retornos normales), no se hace nada para proteger a los desasignadores de memoria (*deallocators*) de ver que ya se ha establecido una excepción. Cualquier acción que realice un desasignador que pueda hacer que se ejecute código Python adicional puede detectar que se ha establecido una excepción. Esto puede conducir a errores engañosos del intérprete. La forma correcta de protegerse contra esto es guardar una excepción pendiente antes de realizar la acción insegura y restaurarla cuando haya terminado. Esto se puede hacer usando las funciones `PyErr_Fetch()` y `PyErr_Restore()`:

```
static void
my_dealloc(PyObject *obj)
{
    MyObject *self = (MyObject *) obj;
    PyObject *cbresult;

    if (self->my_callback != NULL) {
        PyObject *err_type, *err_value, *err_traceback;

        /* This saves the current exception state */
        PyErr_Fetch(&err_type, &err_value, &err_traceback);

        cbresult = PyObject_CallNoArgs(self->my_callback);
        if (cbresult == NULL)
            PyErr_WriteUnraisable(self->my_callback);
        else
            Py_DECREF(cbresult);

        /* This restores the saved exception state */
        PyErr_Restore(err_type, err_value, err_traceback);

        Py_DECREF(self->my_callback);
    }
    Py_TYPE(obj)->tp_free((PyObject*)self);
}
```

Nota: Existen limitaciones para lo que puede hacer de manera segura en una función de desasignación. Primero, si su tipo admite la recolección de basura (usando `tp_traverse` o `tp_clear`), algunos de los miembros del objeto pueden haber sido borrados o finalizados por el time `tp_dealloc` es llamado. Segundo, en `tp_dealloc`, su objeto está en un estado inestable: su recuento de referencia es igual a cero. Cualquier llamada a un objeto o API no trivial (como en el ejemplo anterior) podría terminar llamando `tp_dealloc` nuevamente, causando una doble liberación y un bloqueo.

Comenzando con Python 3.4, se recomienda no poner ningún código de finalización complejo en `tp_dealloc`, y en su lugar use el nuevo método de tipo `tp_finalize`.

Ver también:

[PEP 442](#) explica el nuevo esquema de finalización.

2.3.2 Presentación de objetos

En Python, hay dos formas de generar una representación textual de un objeto: la función `repr()`, y la función `str()`. (La función `print()` solo llama a `str()`.) Estos controladores son opcionales.

```
reprfunc tp_repr;
reprfunc tp_str;
```

El manejador `tp_repr` debe retornar un objeto de cadena que contenga una representación de la instancia para la que se llama. Aquí hay un ejemplo simple:

```
static PyObject *
newdatatype_repr(newdatatypeobject * obj)
{
    return PyUnicode_FromFormat("Repr-ified_newdatatype{{size:%d}}",
                                obj->obj_UnderlyingDatatypePtr->size);
}
```

Si no se especifica un controlador `tp_repr`, el intérprete proporcionará una representación que utiliza el `tp_name` del tipo y un valor de identificación exclusivo para el objeto.

El manejador `tp_str` es para `str()` lo que el manejador `tp_repr` descrito arriba es para `repr()`; es decir, se llama cuando el código Python llama `str()` en una instancia de su objeto. Su implementación es muy similar a la función `tp_repr`, pero la cadena resultante está destinada al consumo humano. Si `tp_str` no se especifica, en su lugar se utiliza el controlador `tp_repr`.

Aquí hay un ejemplo simple:

```
static PyObject *
newdatatype_str(newdatatypeobject * obj)
{
    return PyUnicode_FromFormat("Stringified_newdatatype{{size:%d}}",
                                obj->obj_UnderlyingDatatypePtr->size);
}
```

2.3.3 Gestión de atributos

Para cada objeto que puede soportar atributos, el tipo correspondiente debe proporcionar las funciones que controlan cómo se resuelven los atributos. Es necesario que haya una función que pueda recuperar atributos (si hay alguna definida), y otra para establecer atributos (si se permite establecer atributos). La eliminación de un atributo es un caso especial, para el cual el nuevo valor pasado al controlador es `NULL`.

Python admite dos pares de controladores de atributos; un tipo que admite atributos solo necesita implementar las funciones para un par. La diferencia es que un par toma el nombre del atributo como `char*`, mientras que el otro acepta un `PyObject*`. Cada tipo puede usar cualquier par que tenga más sentido para la conveniencia de la implementación.

```

getattrofunc tp_getattr;          /* char * version */
setattrofunc tp_setattr;
/* ... */
getattrofunc tp_getattro;        /* PyObject * version */
setattrofunc tp_setattro;
    
```

Si acceder a los atributos de un objeto siempre es una operación simple (esto se explicará en breve), existen implementaciones genéricas que se pueden usar para proporcionar la versión `PyObject*` de las funciones de administración de atributos. La necesidad real de controladores de atributos específicos de tipo desapareció casi por completo a partir de Python 2.2, aunque hay muchos ejemplos que no se han actualizado para usar algunos de los nuevos mecanismos genéricos disponibles.

Gestión de atributos genéricos

La mayoría de los tipos de extensión solo usan atributos *simple*. Entonces, ¿qué hace que los atributos sean simples? Solo hay un par de condiciones que se deben cumplir:

1. El nombre de los atributos debe ser conocido cuando `PyType_Ready()` es llamado.
2. No se necesita un procesamiento especial para registrar que un atributo se buscó o se configuró, ni se deben tomar acciones basadas en el valor.

Tenga en cuenta que esta lista no impone restricciones a los valores de los atributos, cuándo se calculan los valores o cómo se almacenan los datos relevantes.

Cuando se llama a `PyType_Ready()`, utiliza tres tablas a las que hace referencia el objeto de tipo para crear *descriptor* que se colocan en el diccionario del objeto de tipo. Cada descriptor controla el acceso a un atributo del objeto de instancia. Cada una de las tablas es opcional; si los tres son `NULL`, las instancias del tipo solo tendrán atributos que se heredan de su tipo base, y deberían dejar `tp_getattro` y los campos `tp_setattro` `NULL` también, permitiendo que el tipo base maneje los atributos.

Las tablas se declaran como tres campos del tipo objeto:

```

struct PyMethodDef *tp_methods;
struct PyMemberDef *tp_members;
struct PyGetSetDef *tp_getset;
    
```

Si `tp_methods` no es `NULL`, debe referirse a un arreglo de estructuras `PyMethodDef`. Cada entrada en la tabla es una instancia de esta estructura:

```

typedef struct PyMethodDef {
    const char *ml_name;          /* method name */
    PyCFunction ml_meth;          /* implementation function */
    int ml_flags;                 /* flags */
    const char *ml_doc;           /* docstring */
} PyMethodDef;
    
```

One entry should be defined for each method provided by the type; no entries are needed for methods inherited from a base type. One additional entry is needed at the end; it is a sentinel that marks the end of the array. The `ml_name` field of the sentinel must be `NULL`.

La segunda tabla se utiliza para definir atributos que se asignan directamente a los datos almacenados en la instancia. Se admite una variedad de tipos C primitivos, y el acceso puede ser de solo lectura o lectura-escritura. Las estructuras en la tabla se definen como:

```
typedef struct PyMemberDef {
    const char *name;
    int type;
    int offset;
    int flags;
    const char *doc;
} PyMemberDef;
```

For each entry in the table, a *descriptor* will be constructed and added to the type which will be able to extract a value from the instance structure. The `type` field should contain one of the type codes defined in the `structmember.h` header; the value will be used to determine how to convert Python values to and from C values. The `flags` field is used to store flags which control how the attribute can be accessed.

Las siguientes constantes de flag se definen en `structmember.h`; se pueden combinar usando OR bit a bit (*bitwise-OR*).

Constante	Significado
READONLY	Nunca escribible.
PY_AUDIT_READ	Emite un <code>object.__getattr__</code> audita evento antes de leer.

Distinto en la versión 3.10: `RESTRICTED`, `READ_RESTRICTED` and `WRITE_RESTRICTED` are deprecated. However, `READ_RESTRICTED` is an alias for `PY_AUDIT_READ`, so fields that specify either `RESTRICTED` or `READ_RESTRICTED` will also raise an audit event.

Una ventaja interesante de usar la tabla `tp_members` para crear descriptores que se usan en tiempo de ejecución es que cualquier atributo definido de esta manera puede tener un docstring asociada simplemente al proporcionar el texto en la tabla. Una aplicación puede usar la API de introspección para recuperar el descriptor del objeto de clase y obtener el docstring utilizando su atributo `__doc__`.

As with the `tp_methods` table, a sentinel entry with a `ml_name` value of `NULL` is required.

Gestión de atributos específicos de tipo

Para simplificar, solo la versión `char*` será demostrada aquí; el tipo del parámetro con nombre es la única diferencia entre `char*` y `PyObject*` de la interfaz. Este ejemplo efectivamente hace lo mismo que el ejemplo genérico anterior, pero no usa el soporte genérico agregado en Python 2.2. Explica cómo se llaman las funciones del controlador, de modo que si necesita ampliar su funcionalidad, comprenderá lo que debe hacerse.

The `tp_getattr` handler is called when the object requires an attribute look-up. It is called in the same situations where the `__getattr__()` method of a class would be called.

Aquí hay un ejemplo:

```
static PyObject *
newdatatype_getattr(newdatatypeobject *obj, char *name)
{
    if (strcmp(name, "data") == 0)
    {
        return PyLong_FromLong(obj->data);
    }

    PyErr_Format(PyExc_AttributeError,
                 "%50s' object has no attribute '%.400s'",
                 tp->tp_name, name);
    return NULL;
}
```

The `tp_setattr` handler is called when the `__setattr__()` or `__delattr__()` method of a class instance would be called. When an attribute should be deleted, the third parameter will be `NULL`. Here is an example that simply raises an exception; if this were really all you wanted, the `tp_setattr` handler should be set to `NULL`.

```
static int
newdatatype_setattr(newdatatypeobject *obj, char *name, PyObject *v)
{
    PyErr_Format(PyExc_RuntimeError, "Read-only attribute: %s", name);
    return -1;
}
```

2.3.4 Comparación de Objetos

```
richcmpfunc tp_richcompare;
```

The `tp_richcompare` handler is called when comparisons are needed. It is analogous to the rich comparison methods, like `__lt__()`, and also called by `PyObject_RichCompare()` and `PyObject_RichCompareBool()`.

Esta función se llama con dos objetos de Python y el operador como argumentos, donde el operador es uno de `Py_EQ`, `Py_NE`, `Py_LE`, `Py_GE`, `Py_LT` o `Py_GT`. Debe comparar los dos objetos con respecto al operador especificado y retornar `Py_True` o `Py_False` si la comparación es exitosa, `Py_NotImplemented` para indicar que la comparación no está implementada y se debe probar el método de comparación del otro objeto, o `NULL` si se estableció una excepción.

Aquí hay una implementación de muestra, para un tipo de datos que se considera igual si el tamaño de un puntero interno es igual:

```
static PyObject *
newdatatype_richcmp(PyObject *obj1, PyObject *obj2, int op)
{
    PyObject *result;
    int c, size1, size2;

    /* code to make sure that both arguments are of type
       newdatatype omitted */

    size1 = obj1->obj_UnderlyingDatatypePtr->size;
    size2 = obj2->obj_UnderlyingDatatypePtr->size;

    switch (op) {
        case Py_LT: c = size1 < size2; break;
        case Py_LE: c = size1 <= size2; break;
        case Py_EQ: c = size1 == size2; break;
        case Py_NE: c = size1 != size2; break;
        case Py_GT: c = size1 > size2; break;
        case Py_GE: c = size1 >= size2; break;
    }
    result = c ? Py_True : Py_False;
    Py_INCREF(result);
    return result;
}
```

2.3.5 Soporte de protocolo abstracto

Python admite una variedad de protocolos *abstractos*; las interfaces específicas proporcionadas para usar estas interfaces están documentadas en `abstract`.

Varias de estas interfaces abstractas se definieron temprano en el desarrollo de la implementación de Python. En particular, los protocolos de número, mapeo y secuencia han sido parte de Python desde el principio. Se han agregado otros protocolos con el tiempo. Para los protocolos que dependen de varias rutinas de controlador de la implementación de tipo, los protocolos más antiguos se han definido como bloques opcionales de controladores a los que hace referencia el objeto de tipo. Para los protocolos más nuevos, hay espacios adicionales en el objeto de tipo principal, con un bit de marca que se establece para indicar que los espacios están presentes y el intérprete debe verificarlos. (El bit de indicador no indica que los valores de intervalo no son `NULL`. El indicador puede establecerse para indicar la presencia de un intervalo, pero un intervalo aún puede estar vacío.):

```
PyNumberMethods    *tp_as_number;
PySequenceMethods  *tp_as_sequence;
PyMappingMethods   *tp_as_mapping;
```

Si desea que su objeto pueda actuar como un número, una secuencia o un objeto de mapeo, entonces coloca la dirección de una estructura que implementa el tipo C `PyNumberMethods`, `PySequenceMethods`, o `PyMappingMethods`, respectivamente. Depende de usted completar esta estructura con los valores apropiados. Puede encontrar ejemplos del uso de cada uno de estos en el directorio `Objects` de la distribución fuente de Python.

```
hashfunc tp_hash;
```

Esta función, si elige proporcionarla, debería retornar un número hash para una instancia de su tipo de datos. Aquí hay un ejemplo simple:

```
static Py_hash_t
newdatatype_hash(newdatatypeobject *obj)
{
    Py_hash_t result;
    result = obj->some_size + 32767 * obj->some_number;
    if (result == -1)
        result = -2;
    return result;
}
```

`Py_hash_t` es un tipo entero con signo con un ancho que varía dependiendo de la plataforma. Retornar `-1` de `tp_hash` indica un error, por lo que debe tener cuidado de evitar retornarlo cuando el cálculo de hash sea exitoso, como se vio anteriormente.

```
ternaryfunc tp_call;
```

Esta función se llama cuando una instancia de su tipo de datos se «llama», por ejemplo, si `obj1` es una instancia de su tipo de datos y el script de Python contiene `obj1('hello')`, el controlador `tp_call` se invoca.

Esta función toma tres argumentos:

1. *self* es la instancia del tipo de datos que es el sujeto de la llamada. Si la llamada es `obj1('hola')`, entonces *self* es `obj1`.
2. *args* es una tupla que contiene los argumentos de la llamada. Puede usar `PyArg_ParseTuple()` para extraer los argumentos.
3. *kws* es un diccionario de argumentos de palabras clave que se pasaron. Si no es `NULL` y admite argumentos de palabras clave, use `PyArg_ParseTupleAndKeywords()` para extraer los argumentos. Si no desea admitir argumentos de palabras clave y esto no es `NULL`, genere un `TypeError` con un mensaje que indique que los argumentos de palabras clave no son compatibles.

Aquí hay una implementación de juguete `tp_call`:

```

static PyObject *
newdatatype_call(newdatatypeobject *self, PyObject *args, PyObject *kwds)
{
    PyObject *result;
    const char *arg1;
    const char *arg2;
    const char *arg3;

    if (!PyArg_ParseTuple(args, "sss:call", &arg1, &arg2, &arg3)) {
        return NULL;
    }
    result = PyUnicode_FromFormat(
        "Returning -- value: [%d] arg1: [%s] arg2: [%s] arg3: [%s]\n",
        obj->obj_UnderlyingDatatypePtr->size,
        arg1, arg2, arg3);
    return result;
}
    
```

```

/* Iterators */
getiterfunc tp_iter;
iternextfunc tp_iternext;
    
```

These functions provide support for the iterator protocol. Both handlers take exactly one parameter, the instance for which they are being called, and return a new reference. In the case of an error, they should set an exception and return NULL. `tp_iter` corresponds to the Python `__iter__()` method, while `tp_iternext` corresponds to the Python `__next__()` method.

Cualquier objeto *iterable* debe implementar el manejador `tp_iter`, que debe retornar un objeto *iterator*. Aquí se aplican las mismas pautas que para las clases de Python:

- Para colecciones (como listas y tuplas) que pueden admitir múltiples iteradores independientes, cada llamada debe crear y retornar un nuevo iterador a `tp_iter`.
- Los objetos que solo se pueden iterar una vez (generalmente debido a los efectos secundarios de la iteración, como los objetos de archivo) pueden implementar `tp_iter` retornando una nueva referencia a ellos mismos y, por lo tanto, también deben implementar el manejador `tp_iternext`.

Cualquier objeto *iterator* debe implementar tanto `tp_iter` como `tp_iternext`. El manejador de un iterador `tp_iter` debería retornar una nueva referencia al iterador. Su controlador `tp_iternext` debería retornar una nueva referencia al siguiente objeto en la iteración, si hay uno. Si la iteración ha llegado al final, `tp_iternext` puede retornar NULL sin establecer una excepción, o puede establecer `StopIteration` además para retornar NULL; evitar la excepción puede producir un rendimiento ligeramente mejor. Si se produce un error real, `tp_iternext` siempre debe establecer una excepción y retornar NULL.

2.3.6 Soporte de referencia débil

Uno de los objetivos de la implementación de referencia débil de Python es permitir que cualquier tipo participe en el mecanismo de referencia débil sin incurrir en la sobrecarga de objetos críticos para el rendimiento (como los números).

Ver también:

Documentación para el módulo `weakref`.

Para que un objeto sea débilmente referenciable, el tipo de extensión debe hacer dos cosas:

1. Incluye un campo `PyObject*` en la estructura del objeto C dedicado al mecanismo de referencia débil. El constructor del objeto debe dejarlo como NULL (que es automático cuando se usa el `tp_alloc` predeterminado).
2. Establezca el miembro de tipo `tp_weaklistoffset` en el desplazamiento del campo mencionado anteriormente en la estructura del objeto C, para que el intérprete sepa cómo acceder y modificar ese campo.

Concretamente, así es como una estructura de objeto trivial se aumentaría con el campo requerido:

```
typedef struct {
    PyObject_HEAD
    PyObject *weakreflist; /* List of weak references */
} TrivialObject;
```

Y el miembro correspondiente en el objeto de tipo declarado estáticamente:

```
static PyTypeObject TrivialType = {
    PyVarObject_HEAD_INIT(NULL, 0)
    /* ... other members omitted for brevity ... */
    .tp_weaklistoffset = offsetof(TrivialObject, weakreflist),
};
```

La única adición adicional es que `tp_dealloc` necesita borrar cualquier referencia débil (llamando a `PyObject_ClearWeakRefs()`) si el campo no es `NULL`

```
static void
Trivial_dealloc(TrivialObject *self)
{
    /* Clear weakrefs first before calling any destructors */
    if (self->weakreflist != NULL)
        PyObject_ClearWeakRefs((PyObject *) self);
    /* ... remainder of destruction code omitted for brevity ... */
    Py_TYPE(self)->tp_free((PyObject *) self);
}
```

2.3.7 Más Sugerencias

Para aprender a implementar cualquier método específico para su nuevo tipo de datos, obtenga el código fuente *CPython*. Vaya al directorio `Objects`, luego busque en los archivos fuente C `tp_` más la función que desee (por ejemplo, `tp_richcompare`). Encontrará ejemplos de la función que desea implementar.

Cuando necesite verificar que un objeto es una instancia concreta del tipo que está implementando, use la función `PyObject_TypeCheck()`. Una muestra de su uso podría ser algo como lo siguiente:

```
if (!PyObject_TypeCheck(some_object, &MyType)) {
    PyErr_SetString(PyExc_TypeError, "arg #1 not a mything");
    return NULL;
}
```

Ver también:

Descargue las versiones de origen de CPython. <https://www.python.org/downloads/source/>

El proyecto CPython en GitHub, donde se desarrolla el código fuente de CPython. <https://github.com/python/cpython>

2.4 Construyendo extensiones C y C++

Una extensión C para CPython es una biblioteca compartida (por ejemplo, un archivo `.so` en Linux, `.pyd` en Windows), que exporta una *función de inicialización*.

Para que sea importable, la biblioteca compartida debe estar disponible en `PYTHONPATH`, y debe tener el nombre del módulo, con una extensión adecuada. Cuando se usan distutils, el nombre de archivo correcto se genera automáticamente.

La función de inicialización tiene la firma:

PyObject *PyInit_<modulename> (void)

It returns either a fully initialized module, or a PyModuleDef instance. See initializing-modules for details.

Para los módulos con nombres solo ASCII, la función debe llamarse PyInit_<modulename>, con <modulename> reemplazado por el nombre del módulo. Cuando se usa multi-phase-initialization, se permiten nombres de módulos que no sean ASCII. En este caso, el nombre de la función de inicialización es PyInitU_<modulename>, con <modulename> codificado usando la codificación *punycode* de Python con guiones reemplazados por guiones bajos. En Python:

```
def initfunc_name(name):
    try:
        suffix = b'_' + name.encode('ascii')
    except UnicodeEncodeError:
        suffix = b'U_' + name.encode('punycode').replace(b'-', b'_')
    return b'PyInit' + suffix
```

Es posible exportar múltiples módulos desde una única biblioteca compartida definiendo múltiples funciones de inicialización. Sin embargo, importarlos requiere el uso de enlaces simbólicos o un importador personalizado, porque de forma predeterminada solo se encuentra la función correspondiente al nombre del archivo. Consulte la sección «Múltiples módulos en una biblioteca» en [PEP 489](#) para más detalles.

2.4.1 Construyendo extensiones C y C++ con distutils

Los módulos de extensión se pueden construir utilizando distutils, que se incluye en Python. Dado que distutils también admite la creación de paquetes binarios, los usuarios no necesitan necesariamente un compilador y distutils para instalar la extensión.

Un paquete distutils contiene un script de controlador, `setup.py`. Este es un archivo Python simple, que, en el caso más simple, podría verse así:

```
from distutils.core import setup, Extension

module1 = Extension('demo',
                    sources = ['demo.c'])

setup (name = 'PackageName',
       version = '1.0',
       description = 'This is a demo package',
       ext_modules = [module1])
```

Con esto `setup.py`, y un archivo `demo.c`, ejecutando:

```
python setup.py build
```

compilará `demo.c`, y producirá un módulo de extensión llamado `demo` en el directorio `build`. Dependiendo del sistema, el archivo del módulo terminará en un subdirectorio `build/lib.system`, y puede tener un nombre como `demo.so` o `demo.pyd`.

En `setup.py`, toda la ejecución se realiza llamando a la función `setup`. Esto toma un número variable de argumentos de palabras clave, de los cuales el ejemplo anterior usa solo un subconjunto. Específicamente, el ejemplo especifica metainformación para construir paquetes, y especifica el contenido del paquete. Normalmente, un paquete contendrá módulos adicionales, como módulos fuente Python, documentación, subpaquetes, etc. Consulte la documentación de distutils en `distutils-index` para obtener más información sobre las características de distutils; Esta sección explica la construcción de módulos de extensión solamente.

Es común precalcular argumentos para `setup()`, para estructurar mejor el script del controlador. En el ejemplo anterior, el argumento `ext_modules` para `setup()` es una lista de módulos de extensión, cada uno de los cuales es una instancia de `Extension`. En el ejemplo, la instancia define una extensión llamada `demo` que se construye compilando un solo archivo fuente `demo.c`.

En muchos casos, construir una extensión es más complejo, ya que es posible que se necesiten preprocesadores adicionales y bibliotecas. Esto se demuestra en el siguiente ejemplo.

```
from distutils.core import setup, Extension

module1 = Extension('demo',
                    define_macros = [('MAJOR_VERSION', '1'),
                                     ('MINOR_VERSION', '0')],
                    include_dirs = ['/usr/local/include'],
                    libraries = ['tcl83'],
                    library_dirs = ['/usr/local/lib'],
                    sources = ['demo.c'])

setup (name = 'PackageName',
      version = '1.0',
      description = 'This is a demo package',
      author = 'Martin v. Loewis',
      author_email = 'martin@v.loewis.de',
      url = 'https://docs.python.org/extending/building',
      long_description = '''
This is really just a demo package.
''',
      ext_modules = [module1])
```

En este ejemplo, se llama a `setup()` con metainformación adicional, que se recomienda cuando se deben construir paquetes de distribución. Para la extensión en sí, especifica las definiciones de preprocesador, incluye directorios, directorios de biblioteca y bibliotecas. Dependiendo del compilador, `distutils` pasa esta información de diferentes maneras al compilador. Por ejemplo, en Unix, esto puede resultar en los comandos de compilación:

```
gcc -DNDEBUG -g -O3 -Wall -Wstrict-prototypes -fPIC -DMAJOR_VERSION=1 -DMINOR_
↪VERSION=0 -I/usr/local/include -I/usr/local/include/python2.2 -c demo.c -o build/
↪temp.linux-i686-2.2/demo.o

gcc -shared build/temp.linux-i686-2.2/demo.o -L/usr/local/lib -ltcl83 -o build/lib.
↪linux-i686-2.2/demo.so
```

Estas líneas son solo para fines de demostración; Los usuarios de `distutils` deben confiar en que `distutils` obtiene las invocaciones correctas.

2.4.2 Distribuyendo sus módulos de extensión

Cuando una extensión se ha creado correctamente, hay tres formas de usarla.

Los usuarios finales generalmente querrán instalar el módulo, lo hacen ejecutando:

```
python setup.py install
```

Los mantenedores de módulos deben producir paquetes fuente; para hacerlo, ejecutan:

```
python setup.py sdist
```

En algunos casos, se deben incluir archivos adicionales en una distribución de origen; esto se hace a través de un archivo `MANIFEST.in`; ver `manifest` para más detalles.

Si la distribución de origen se ha creado correctamente, los encargados del mantenimiento también pueden crear distribuciones binarias. Dependiendo de la plataforma, se puede usar uno de los siguientes comandos para hacerlo.:

```
python setup.py bdist_rpm
python setup.py bdist_dumb
```

2.5 Creación de extensiones C y C++ en Windows

Este capítulo explica brevemente cómo crear un módulo de extensión de Windows para Python usando Microsoft Visual C++, y sigue con información de fondo más detallada sobre cómo funciona. El material explicativo es útil tanto para el programador de Windows que está aprendiendo a construir extensiones de Python como para el programador de Unix interesado en producir software que se pueda construir con éxito tanto en Unix como en Windows.

Se alienta a los autores de módulos a utilizar el enfoque `distutils` para construir módulos de extensión, en lugar del descrito en esta sección. Aún necesitará el compilador de C que se utilizó para construir Python; típicamente Microsoft Visual C++.

Nota: Este capítulo menciona varios nombres de archivo que incluyen un número de versión codificado de Python. Estos nombres de archivo se representan con el número de versión que se muestra como `XY`; en la práctica, 'X' será el número de versión principal y 'Y' será el número de versión menor de la versión de Python con la que está trabajando. Por ejemplo, si está utilizando Python 2.2.1, `XY` en realidad será `22`.

2.5.1 Un enfoque de libro de cocina

Hay dos enfoques para construir módulos de extensión en Windows, al igual que en Unix: use el paquete `distutils` para controlar el proceso de construcción, o haga las cosas manualmente. El enfoque `distutils` funciona bien para la mayoría de las extensiones; La documentación sobre el uso de `distutils` para compilar y empaquetar módulos de extensión está disponible en `distutils-index`. Si encuentra que realmente necesita hacer las cosas manualmente, puede ser instructivo estudiar el archivo del proyecto para el módulo de biblioteca estándar `winsound`.

2.5.2 Diferencias entre Unix y Windows

Unix y Windows usan paradigmas completamente diferentes para la carga de código en tiempo de ejecución. Antes de intentar construir un módulo que se pueda cargar dinámicamente, tenga en cuenta cómo funciona su sistema.

En Unix, un archivo de objeto compartido (`.so`) contiene código para ser utilizado por el programa, y también los nombres de funciones y datos que espera encontrar en el programa. Cuando el archivo se une al programa, todas las referencias a esas funciones y datos en el código del archivo se cambian para apuntar a las ubicaciones reales en el programa donde las funciones y los datos se colocan en la memoria. Esto es básicamente una operación de enlace.

En Windows, un archivo de biblioteca de enlace dinámico (`.dll`) no tiene referencias colgantes. En cambio, un acceso a funciones o datos pasa por una tabla de búsqueda. Por lo tanto, el código DLL no tiene que repararse en tiempo de ejecución para referirse a la memoria del programa; en cambio, el código ya usa la tabla de búsqueda de la DLL, y la tabla de búsqueda se modifica en tiempo de ejecución para apuntar a las funciones y los datos.

En Unix, solo hay un tipo de archivo de biblioteca (`.a`) que contiene código de varios archivos de objeto (`.o`). Durante el paso de enlace para crear un archivo de objeto compartido (`.so`), el enlazador puede encontrar que no sabe dónde se define un identificador. El enlazador lo buscará en los archivos de objetos en las bibliotecas; si lo encuentra, incluirá todo el código de ese archivo de objeto.

En Windows, hay dos tipos de biblioteca, una biblioteca estática y una biblioteca de importación (ambas llamadas `.lib`). Una biblioteca estática es como un archivo Unix `.a`; Contiene código para ser incluido según sea necesario. Una biblioteca de importación se usa básicamente solo para asegurarle al enlazador que cierto identificador es legal y estará presente en el programa cuando se cargue la DLL. Por lo tanto, el enlazador utiliza la información de la biblioteca de importación para crear la tabla de búsqueda para usar identificadores que no están incluidos en la DLL. Cuando se vincula una aplicación o una DLL, se puede generar una biblioteca de importación, que deberá usarse para todas las DLL futuras que dependan de los símbolos en la aplicación o DLL.

Suponga que está creando dos módulos de carga dinámica, B y C, que deberían compartir otro bloque de código A. En Unix, *no* pasaría `A.a` al enlazador para `B.so` y `C.so`; eso haría que se incluyera dos veces, de modo que B y C tengan cada uno su propia copia. En Windows, compilar `A.dll` también compilará `A.lib`. Usted *si* pasa `A.lib` al enlazador para B y C. `A.lib` no contiene código; solo contiene información que se usará en tiempo de ejecución para acceder al código de A.

En Windows, usar una biblioteca de importación es como usar `importar spam`; le da acceso a los nombres de `spam`, pero no crea una copia separada. En Unix, vincular con una biblioteca es más como `from spam import*`; crea una copia separada.

2.5.3 Usar DLL en la práctica

Windows Python is built in Microsoft Visual C++; using other compilers may or may not work. The rest of this section is MSVC++ specific.

Al crear archivos DLL en Windows, debe pasar `pythonXY.lib` al enlazador. Para construir dos DLL, `spam` y `ni` (que usa funciones C que se encuentran en el `spam`), puede usar estos comandos:

```
cl /LD /I/python/include spam.c ../libs/pythonXY.lib
cl /LD /I/python/include ni.c spam.lib ../libs/pythonXY.lib
```

El primer comando creó tres archivos: `spam.obj`, `spam.dll` y `spam.lib`. `Spam.dll` no contiene ninguna función de Python (como `PyArg_ParseTuple()`), pero sabe cómo encontrar el código de Python gracias a `pythonXY.lib`.

El segundo comando creó `ni.dll` (y `.obj` y `.lib`), que sabe cómo encontrar las funciones necesarias del `spam`, y también del ejecutable de Python.

No todos los identificadores se exportan a la tabla de búsqueda. Si desea que cualquier otro módulo (incluido Python) pueda ver sus identificadores, debe decir `_declspec(dllexport)`, como en `void _declspec(dllexport) initspam(void) o PyObject_declspec(dllexport) *NiGetSpamData(void)`.

Developer Studio incluirá muchas bibliotecas de importación que realmente no necesita, agregando aproximadamente 100K a su ejecutable. Para deshacerse de ellos, use el cuadro de diálogo Configuración del proyecto, pestaña Enlace, para especificar *ignorar las bibliotecas predeterminadas*. Agregue el archivo correcto `msvcrtxx.lib` a la lista de bibliotecas.

Incrustar el tiempo de ejecución de CPython en una aplicación más grande

A veces, en lugar de crear una extensión que se ejecute dentro del intérprete de Python como la aplicación principal, es conveniente incorporar el tiempo de ejecución de CPython dentro de una aplicación más grande. Esta sección cubre algunos de los detalles involucrados en hacerlo con éxito.

3.1 Incrustando Python en otra aplicación

Los capítulos anteriores discutieron cómo extender Python, es decir, cómo extender la funcionalidad de Python al adjuntarle una biblioteca de funciones C. También es posible hacerlo al revés: enriquezca su aplicación C/C++ incrustando Python en ella. La incrustación proporciona a su aplicación la capacidad de implementar parte de la funcionalidad de su aplicación en Python en lugar de C o C++. Esto se puede usar para muchos propósitos; Un ejemplo sería permitir a los usuarios adaptar la aplicación a sus necesidades escribiendo algunos scripts en Python. También puede usarlo usted mismo si parte de la funcionalidad se puede escribir en Python más fácilmente.

Incrustar Python es similar a extenderlo, pero no del todo. La diferencia es que cuando extiende Python, el programa principal de la aplicación sigue siendo el intérprete de Python, mientras que si incrusta Python, el programa principal puede no tener nada que ver con Python — en cambio, algunas partes de la aplicación ocasionalmente llaman al Intérprete de Python para ejecutar algún código de Python.

Entonces, si está incrustando Python, está proporcionando su propio programa principal. Una de las cosas que tiene que hacer este programa principal es inicializar el intérprete de Python. Como mínimo, debe llamar a la función `Py_Initialize()`. Hay llamadas opcionales para pasar argumentos de línea de comandos a Python. Luego, puede llamar al intérprete desde cualquier parte de la aplicación.

Hay varias formas diferentes de llamar al intérprete: puede pasar una cadena que contiene declaraciones de Python a `PyRun_SimpleString()`, o puede pasar un puntero de archivo estándar y un nombre de archivo (solo para identificación en mensajes de error) a `PyRun_SimpleFile()`. También puede llamar a las operaciones de nivel inferior descritas en los capítulos anteriores para construir y usar objetos de Python.

Ver también:

c-api-index Los detalles de la interfaz C de Python se dan en este manual. Una gran cantidad de información necesaria se puede encontrar aquí.

3.1.1 Incrustación de muy alto nivel

La forma más simple de incrustar Python es el uso de la interfaz de muy alto nivel. Esta interfaz está diseñada para ejecutar un script de Python sin necesidad de interactuar directamente con la aplicación. Esto puede usarse, por ejemplo, para realizar alguna operación en un archivo.

```
#define PY_SSIZE_T_CLEAN
#include <Python.h>

int
main(int argc, char *argv[])
{
    wchar_t *program = Py_DecodeLocale(argv[0], NULL);
    if (program == NULL) {
        fprintf(stderr, "Fatal error: cannot decode argv[0]\n");
        exit(1);
    }
    Py_SetProgramName(program); /* optional but recommended */
    Py_Initialize();
    PyRun_SimpleString("from time import time,ctime\n"
                      "print('Today is', ctime(time()))\n");
    if (Py_FinalizeEx() < 0) {
        exit(120);
    }
    PyMem_RawFree(program);
    return 0;
}
```

La función `Py_SetProgramName()` debe llamarse antes de `Py_Initialize()` para informar al intérprete sobre las rutas a las bibliotecas de tiempo de ejecución de Python. A continuación, el intérprete de Python se inicializa con `Py_Initialize()`, seguido de la ejecución de un script Python codificado que imprime la fecha y la hora. Luego, la llamada `Py_FinalizeEx()` cierra el intérprete, seguido por el final del programa. En un programa real, es posible que desee obtener el script de Python de otra fuente, tal vez una rutina de editor de texto, un archivo o una base de datos. Obtener el código Python de un archivo se puede hacer mejor usando la función `PyRun_SimpleFile()`, que le ahorra la molestia de asignar espacio de memoria y cargar el contenido del archivo.

3.1.2 Más allá de la incrustación de muy alto nivel: una visión general

La interfaz de alto nivel le permite ejecutar piezas arbitrarias de código Python desde su aplicación, pero el intercambio de valores de datos es bastante engorroso, por decir lo menos. Si lo desea, debe usar llamadas de nivel inferior. A costa de tener que escribir más código C, puede lograr casi cualquier cosa.

Cabe señalar que extender Python e incrustar Python es la misma actividad, a pesar de la intención diferente. La mayoría de los temas tratados en los capítulos anteriores siguen siendo válidos. Para mostrar esto, considere lo que realmente hace el código de extensión de Python a C:

1. Convierte valores de datos de Python a C,
2. Realice una llamada de función a una rutina C usando los valores convertidos, y
3. Convierte los valores de datos de la llamada de C a Python.

Al incrustar Python, el código de interfaz hace:

1. Convierte valores de datos de C a Python,
2. Realice una llamada de función a una rutina de interfaz de Python utilizando los valores convertidos, y
3. Convierte los valores de datos de la llamada de Python a C.

Como puede ver, los pasos de conversión de datos simplemente se intercambian para acomodar la dirección diferente de la transferencia de idiomas cruzados. La única diferencia es la rutina que llama entre ambas conversiones de datos. Al extender, llama a una rutina C, al incrustar, llama a una rutina Python.

Este capítulo no discutirá cómo convertir datos de Python a C y viceversa. Además, se supone que se entiende el uso adecuado de las referencias y el tratamiento de errores. Dado que estos aspectos no difieren de extender el intérprete, puede consultar los capítulos anteriores para obtener la información requerida.

3.1.3 Incrustación pura

El primer programa tiene como objetivo ejecutar una función en un script Python. Al igual que en la sección sobre la interfaz de muy alto nivel, el intérprete de Python no interactúa directamente con la aplicación (pero eso cambiará en la siguiente sección).

El código para ejecutar una función definida en un script de Python es:

```
#define PY_SSIZE_T_CLEAN
#include <Python.h>

int
main(int argc, char *argv[])
{
    PyObject *pName, *pModule, *pFunc;
    PyObject *pArgs, *pValue;
    int i;

    if (argc < 3) {
        fprintf(stderr, "Usage: call pythonfile funcname [args]\n");
        return 1;
    }

    Py_Initialize();
    pName = PyUnicode_DecodeFSDefault(argv[1]);
    /* Error checking of pName left out */

    pModule = PyImport_Import(pName);
    Py_DECREF(pName);

    if (pModule != NULL) {
        pFunc = PyObject_GetAttrString(pModule, argv[2]);
        /* pFunc is a new reference */

        if (pFunc && PyCallable_Check(pFunc)) {
            pArgs = PyTuple_New(argc - 3);
            for (i = 0; i < argc - 3; ++i) {
                pValue = PyLong_FromLong(atoi(argv[i + 3]));
                if (!pValue) {
                    Py_DECREF(pArgs);
                    Py_DECREF(pModule);
                    fprintf(stderr, "Cannot convert argument\n");
                    return 1;
                }
                /* pValue reference stolen here: */
                PyTuple_SetItem(pArgs, i, pValue);
            }
            pValue = PyObject_CallObject(pFunc, pArgs);
            Py_DECREF(pArgs);
            if (pValue != NULL) {
                printf("Result of call: %ld\n", PyLong_AsLong(pValue));
                Py_DECREF(pValue);
            }
            else {
                Py_DECREF(pFunc);
                Py_DECREF(pModule);
                PyErr_Print();
            }
        }
    }
}
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```

        fprintf(stderr, "Call failed\n");
        return 1;
    }
}
else {
    if (PyErr_Occurred())
        PyErr_Print();
    fprintf(stderr, "Cannot find function \"%s\"\n", argv[2]);
}
Py_XDECREF(pFunc);
Py_DECREF(pModule);
}
else {
    PyErr_Print();
    fprintf(stderr, "Failed to load \"%s\"\n", argv[1]);
    return 1;
}
if (Py_FinalizeEx() < 0) {
    return 120;
}
return 0;
}

```

Este código carga un script de Python usando `argv[1]` y llama a la función nombrada en `argv[2]`. Sus argumentos enteros son los otros valores del arreglo `argv`. Si usted *compila* y *enlaza* este programa (llamemos al ejecutable terminado **call**), y úselo para ejecutar un script Python, como:

```

def multiply(a,b):
    print("Will compute", a, "times", b)
    c = 0
    for i in range(0, a):
        c = c + b
    return c

```

entonces el resultado debería ser:

```

$ call multiply multiply 3 2
Will compute 3 times 2
Result of call: 6

```

Aunque el programa es bastante grande por su funcionalidad, la mayor parte del código es para la conversión de datos entre Python y C, y para informes de errores. La parte interesante con respecto a incrustar Python comienza con:

```

Py_Initialize();
pName = PyUnicode_DecodeFSDefault(argv[1]);
/* Error checking of pName left out */
pModule = PyImport_Import(pName);

```

Después de inicializar el intérprete, el script se carga usando `PyImport_Import()`. Esta rutina necesita una cadena Python como argumento, que se construye utilizando la rutina de conversión de datos `PyUnicode_FromString()`.

```

pFunc = PyObject_GetAttrString(pModule, argv[2]);
/* pFunc is a new reference */

if (pFunc && PyCallable_Check(pFunc)) {
    ...
}
Py_XDECREF(pFunc);

```

Una vez que se carga el script, el nombre que estamos buscando se recupera usando

`PyObject_GetAttrString()`. Si el nombre existe y el objeto retornado es invocable, puede asumir con seguridad que es una función. Luego, el programa continúa construyendo una tupla de argumentos como de costumbre. La llamada a la función Python se realiza con:

```
pValue = PyObject_CallObject(pFunc, pArgs);
```

Al regresar la función, `pValue` es `NULL` o contiene una referencia al valor de retorno de la función. Asegúrese de liberar la referencia después de examinar el valor.

3.1.4 Extendiendo Python incrustado

Hasta ahora, el intérprete de Python incorporado no tenía acceso a la funcionalidad de la aplicación misma. La API de Python lo permite al extender el intérprete incorporado. Es decir, el intérprete incorporado se amplía con las rutinas proporcionadas por la aplicación. Si bien suena complejo, no es tan malo. Simplemente olvide por un momento que la aplicación inicia el intérprete de Python. En cambio, considere que la aplicación es un conjunto de subrutinas y escriba un código de pegamento que le otorgue a Python acceso a esas rutinas, al igual que escribiría una extensión normal de Python. Por ejemplo:

```
static int numargs=0;

/* Return the number of arguments of the application command line */
static PyObject*
emb_numargs(PyObject *self, PyObject *args)
{
    if(!PyArg_ParseTuple(args, ":numargs"))
        return NULL;
    return PyLong_FromLong(numargs);
}

static PyMethodDef EmbMethods[] = {
    {"numargs", emb_numargs, METH_VARARGS,
     "Return the number of arguments received by the process."},
    {NULL, NULL, 0, NULL}
};

static PyModuleDef EmbModule = {
    PyModuleDef_HEAD_INIT, "emb", NULL, -1, EmbMethods,
    NULL, NULL, NULL, NULL
};

static PyObject*
PyInit_emb(void)
{
    return PyModule_Create(&EmbModule);
}
```

Inserte el código anterior justo encima de la función `main()`. Además, inserte las siguientes dos declaraciones antes de la llamada a `Py_Initialize()`:

```
numargs = argc;
PyImport_AppendInittab("emb", &PyInit_emb);
```

These two lines initialize the `numargs` variable, and make the `emb.numargs()` function accessible to the embedded Python interpreter. With these extensions, the Python script can do things like

```
import emb
print("Number of arguments", emb.numargs())
```

En una aplicación real, los métodos expondrán una API de la aplicación a Python.

3.1.5 Incrustando Python en C++

También es posible incrustar Python en un programa C++; precisamente cómo se hace esto dependerá de los detalles del sistema C++ utilizado; en general, necesitará escribir el programa principal en C++ y usar el compilador de C++ para compilar y vincular su programa. No es necesario volver a compilar Python usando C++.

3.1.6 Compilar y enlazar bajo sistemas tipo Unix

No es necesariamente trivial encontrar los indicadores correctos para pasar a su compilador (y enlazador) para incrustar el intérprete de Python en su aplicación, particularmente porque Python necesita cargar módulos de biblioteca implementados como extensiones dinámicas en C (archivos `.so`) enlazados en su contra.

Para conocer los indicadores necesarios del compilador y el enlazador, puede ejecutar el script `pythonX.Y-config` que se genera como parte del proceso de instalación (también puede estar disponible un script `python3-config`) Este script tiene varias opciones, de las cuales las siguientes serán directamente útiles para usted:

- `pythonX.Y-config --cflags` le dará las banderas recomendadas al compilar:

```
$ /opt/bin/python3.11-config --cflags
-I/opt/include/python3.11 -I/opt/include/python3.11 -Wsign-compare -DNDEBUG -
-g -fwrapv -O3 -Wall
```

- `pythonX.Y-config --ldflags --embed` will give you the recommended flags when linking:

```
$ /opt/bin/python3.11-config --ldflags --embed
-L/opt/lib/python3.11/config-3.11-x86_64-linux-gnu -L/opt/lib -lpython3.11 -
lpthread -ldl -lutil -lm
```

Nota: Para evitar confusiones entre varias instalaciones de Python (y especialmente entre el sistema Python y su propio Python compilado), se recomienda que use la ruta absoluta a `pythonX.Y-config`, como en el ejemplo anterior.

Si este procedimiento no funciona para usted (no se garantiza que funcione para todas las plataformas tipo Unix; sin embargo, le damos la bienvenida informes de errores) deberá leer la documentación de su sistema sobre dinámica vincular o examinar Python Makefile (use `sysconfig.get_makefile_filename()` para encontrar su ubicación) y las opciones de compilación. En este caso, el módulo `sysconfig` es una herramienta útil para extraer mediante programación los valores de configuración que querrá combinar. Por ejemplo:

```
>>> import sysconfig
>>> sysconfig.get_config_var('LIBS')
'-lpthread -ldl -lutil'
>>> sysconfig.get_config_var('LINKFORSHARED')
'-Xlinker -export-dynamic'
```

>>> El prompt en el shell interactivo de Python por omisión. Frecuentemente vistos en ejemplos de código que pueden ser ejecutados interactivamente en el intérprete.

... Puede referirse a:

- El prompt en el shell interactivo de Python por omisión cuando se ingresa código para un bloque indentado de código, y cuando se encuentra entre dos delimitadores que emparejan (paréntesis, corchetes, llaves o comillas triples), o después de especificar un decorador.
- La constante incorporada `Ellipsis`.

2to3 Una herramienta que intenta convertir código de Python 2.x a Python 3.x arreglando la mayoría de las incompatibilidades que pueden ser detectadas analizando el código y recorriendo el árbol de análisis sintáctico.

2to3 está disponible en la biblioteca estándar como `lib2to3`; un punto de entrada independiente es provisto como `Tools/scripts/2to3`. Vea `2to3-reference`.

clase base abstracta Las clases base abstractas (ABC, por sus siglas en inglés *Abstract Base Class*) complementan al *duck-typing* brindando un forma de definir interfaces con técnicas como `hasattr()` que serían confusas o sutilmente erróneas (por ejemplo con *magic methods*). Las ABC introduce subclasses virtuales, las cuales son clases que no heredan desde una clase pero aún así son reconocidas por `isinstance()` y `issubclass()`; vea la documentación del módulo `abc`. Python viene con muchas ABC incorporadas para las estructuras de datos (en el módulo `collections.abc`), números (en el módulo `numbers`), flujos de datos (en el módulo `io`), buscadores y cargadores de importaciones (en el módulo `importlib.abc`). Puede crear sus propios ABCs con el módulo `abc`.

anotación Una etiqueta asociada a una variable, atributo de clase, parámetro de función o valor de retorno, usado por convención como un *type hint*.

Las anotaciones de variables no pueden ser accedidas en tiempo de ejecución, pero las anotaciones de variables globales, atributos de clase, y funciones son almacenadas en el atributo especial `__annotations__` de módulos, clases y funciones, respectivamente.

Consulte *variable annotation*, *function annotation*, **PEP 484** y **PEP 526**, que describen esta funcionalidad. Consulte también `annotations-howto` para conocer las mejores prácticas sobre cómo trabajar con anotaciones.

argumento Un valor pasado a una *function* (o *method*) cuando se llama a la función. Hay dos clases de argumentos:

- *argumento nombrado*: es un argumento precedido por un identificador (por ejemplo, `nombre=`) en una llamada a una función o pasado como valor en un diccionario precedido por `**`. Por ejemplo `3` y `5` son argumentos nombrados en las llamadas a `complex()`:

```
complex(real=3, imag=5)
complex(**{'real': 3, 'imag': 5})
```

- *argumento posicional* son aquellos que no son nombrados. Los argumentos posicionales deben aparecer al principio de una lista de argumentos o ser pasados como elementos de un *iterable* precedido por *. Por ejemplo, 3 y 5 son argumentos posicionales en las siguientes llamadas:

```
complex(3, 5)
complex(*(3, 5))
```

Los argumentos son asignados a las variables locales en el cuerpo de la función. Vea en la sección *calls* las reglas que rigen estas asignaciones. Sintácticamente, cualquier expresión puede ser usada para representar un argumento; el valor evaluado es asignado a la variable local.

Vea también el *parameter* en el glosario, la pregunta frecuente la diferencia entre argumentos y parámetros, y [PEP 362](#).

administrador asincrónico de contexto An object which controls the environment seen in an `async with` statement by defining `__aenter__()` and `__aexit__()` methods. Introduced by [PEP 492](#).

generador asincrónico Una función que retorna un *asynchronous generator iterator*. Es similar a una función corrutina definida con `async def` excepto que contiene expresiones `yield` para producir series de variables usadas en un ciclo `async for`.

Usualmente se refiere a una función generadora asincrónica, pero puede referirse a un *iterador generador asincrónico* en ciertos contextos. En aquellos casos en los que el significado no está claro, usar los términos completos evita la ambigüedad.

Una función generadora asincrónica puede contener expresiones `await` así como sentencias `async for`, y `async with`.

iterador generador asincrónico Un objeto creado por una función *asynchronous generator*.

This is an *asynchronous iterator* which when called using the `__anext__()` method returns an awaitable object which will execute the body of the asynchronous generator function until the next `yield` expression.

Each `yield` temporarily suspends processing, remembering the location execution state (including local variables and pending try-statements). When the *asynchronous generator iterator* effectively resumes with another awaitable returned by `__anext__()`, it picks up where it left off. See [PEP 492](#) and [PEP 525](#).

iterable asincrónico An object, that can be used in an `async for` statement. Must return an *asynchronous iterator* from its `__aiter__()` method. Introduced by [PEP 492](#).

iterador asincrónico An object that implements the `__aiter__()` and `__anext__()` methods. `__anext__()` must return an *awaitable* object. `async for` resolves the awaitables returned by an asynchronous iterator's `__anext__()` method until it raises a `StopAsyncIteration` exception. Introduced by [PEP 492](#).

atributo A value associated with an object which is usually referenced by name using dotted expressions. For example, if an object *o* has an attribute *a* it would be referenced as *o.a*.

It is possible to give an object an attribute whose name is not an identifier as defined by identifiers, for example using `setattr()`, if the object allows it. Such an attribute will not be accessible using a dotted expression, and would instead need to be retrieved with `getattr()`.

a la espera An object that can be used in an `await` expression. Can be a *coroutine* or an object with an `__await__()` method. See also [PEP 492](#).

BDFL Sigla de *Benevolent Dictator For Life*, benevolente dictador vitalicio, es decir [Guido van Rossum](#), el creador de Python.

archivo binario Un *file object* capaz de leer y escribir *objetos tipo binarios*. Ejemplos de archivos binarios son los abiertos en modo binario ('rb', 'wb' o 'rb+'), `sys.stdin.buffer`, `sys.stdout.buffer`, e instancias de `io.BytesIO` y de `gzip.GzipFile`.

Vea también *text file* para un objeto archivo capaz de leer y escribir objetos `str`.

referencia prestada In Python's C API, a borrowed reference is a reference to an object, where the code using the object does not own the reference. It becomes a dangling pointer if the object is destroyed. For example, a garbage collection can remove the last *strong reference* to the object and so destroy it.

Se recomienda llamar a `Py_INCREF()` en la *referencia prestada* para convertirla en una *referencia fuerte* in situ, excepto cuando el objeto no se puede destruir antes del último uso de la referencia prestada. La función `Py_NewRef()` se puede utilizar para crear una nueva *referencia fuerte*.

objetos tipo binarios Un objeto que soporta `bufferobjects` y puede exportar un búfer *C-contiguous*. Esto incluye todas los objetos `bytes`, `bytearray`, y `array.array`, así como muchos objetos comunes `memoryview`. Los objetos tipo binarios pueden ser usados para varias operaciones que usan datos binarios; éstas incluyen compresión, salvar a archivos binarios, y enviarlos a través de un socket.

Algunas operaciones necesitan que los datos binarios sean mutables. La documentación frecuentemente se refiere a éstos como «objetos tipo binario de lectura y escritura». Ejemplos de objetos de búfer mutables incluyen a `bytearray` y `memoryview` de la `bytearray`. Otras operaciones que requieren datos binarios almacenados en objetos inmutables («objetos tipo binario de sólo lectura»); ejemplos de éstos incluyen `bytes` y `memoryview` del objeto `bytes`.

bytecode El código fuente Python es compilado en *bytecode*, la representación interna de un programa python en el intérprete CPython. El *bytecode* también es guardado en caché en los archivos `.pyc` de tal forma que ejecutar el mismo archivo es más fácil la segunda vez (la recompilación desde el código fuente a *bytecode* puede ser evitada). Este «lenguaje intermedio» deberá correr en una *virtual machine* que ejecute el código de máquina correspondiente a cada *bytecode*. Note que los *bytecodes* no tienen como requisito trabajar en las diversas máquina virtuales de Python, ni de ser estable entre versiones Python.

Una lista de las instrucciones en *bytecode* está disponible en la documentación de el módulo `dis`.

callable A callable is an object that can be called, possibly with a set of arguments (see *argument*), with the following syntax:

```
callable(argument1, argument2, argumentN)
```

A *function*, and by extension a *method*, is a callable. An instance of a class that implements the `__call__()` method is also a callable.

retrollamada Una función de subrutina que se pasa como un argumento para ejecutarse en algún momento en el futuro.

clase Una plantilla para crear objetos definidos por el usuario. Las definiciones de clase normalmente contienen definiciones de métodos que operan una instancia de la clase.

variable de clase Una variable definida en una clase y prevista para ser modificada sólo a nivel de clase (es decir, no en una instancia de la clase).

número complejo Una extensión del sistema familiar de número reales en el cual los números son expresados como la suma de una parte real y una parte imaginaria. Los números imaginarios son múltiplos de la unidad imaginaria (la raíz cuadrada de -1), usualmente escrita como i en matemáticas o j en ingeniería. Python tiene soporte incorporado para números complejos, los cuales son escritos con la notación mencionada al final.; la parte imaginaria es escrita con un sufijo j , por ejemplo, $3+1j$. Para tener acceso a los equivalentes complejos del módulo `math` module, use `cmath`. El uso de números complejos es matemática bastante avanzada. Si no le parecen necesarios, puede ignorarlos sin inconvenientes.

administrador de contextos Un objeto que controla el entorno en la sentencia `with` definiendo los métodos `__enter__()` y `__exit__()`. Vea **PEP 343**.

variable de contexto Una variable que puede tener diferentes valores dependiendo del contexto. Esto es similar a un almacenamiento de hilo local *Thread-Local Storage* en el cual cada hilo de ejecución puede tener valores diferentes para una variable. Sin embargo, con las variables de contexto, podría haber varios contextos en un hilo de ejecución y el uso principal de las variables de contexto es mantener registro de las variables en tareas concurrentes asíncronas. Vea `contextvars`.

contiguo Un búfer es considerado contiguo con precisión si es *C-contiguo* o *Fortran contiguo*. Los búferes cero dimensionales con C y Fortran contiguos. En los arreglos unidimensionales, los ítems deben ser dispuestos en memoria uno siguiente al otro, ordenados por índices que comienzan en cero. En arreglos unidimensionales

C-contiguos, el último índice varía más velozmente en el orden de las direcciones de memoria. Sin embargo, en arreglos Fortran contiguos, el primer índice vería más rápidamente.

corrutina Las corrutinas son una forma más generalizadas de las subrutinas. A las subrutinas se ingresa por un punto y se sale por otro punto. Las corrutinas pueden ser iniciadas, finalizadas y reanudadas en muchos puntos diferentes. Pueden ser implementadas con la sentencia `async def`. Vea además [PEP 492](#).

función corrutina Un función que retorna un objeto *coroutine*. Una función corrutina puede ser definida con la sentencia `async def`, y puede contener las palabras claves `await`, `async for`, y `async with`. Las mismas son introducidas en [PEP 492](#).

CPython La implementación canónica del lenguaje de programación Python, como se distribuye en [python.org](#). El término «CPython» es usado cuando es necesario distinguir esta implementación de otras como *Jython* o *IronPython*.

decorador Una función que retorna otra función, usualmente aplicada como una función de transformación empleando la sintaxis `@envoltorio`. Ejemplos comunes de decoradores son `classmethod()` y `staticmethod()`.

La sintaxis del decorador es meramente azúcar sintáctico, las definiciones de las siguientes dos funciones son semánticamente equivalentes:

```
def f(arg):
    ...
f = staticmethod(f)

@staticmethod
def f(arg):
    ...
```

El mismo concepto existe para clases, pero son menos usadas. Vea la documentación de `function definitions` y `class definitions` para mayor detalle sobre decoradores.

descriptor Cualquier objeto que define los métodos `__get__()`, `__set__()`, o `__delete__()`. Cuando un atributo de clase es un descriptor, su conducta enlazada especial es disparada durante la búsqueda del atributo. Normalmente, usando `a.b` para consultar, establecer o borrar un atributo busca el objeto llamado `b` en el diccionario de clase de `a`, pero si `b` es un descriptor, el respectivo método descriptor es llamado. Entender descriptors es clave para lograr una comprensión profunda de Python porque son la base de muchas de las capacidades incluyendo funciones, métodos, propiedades, métodos de clase, métodos estáticos, y referencia a súper clases.

Para obtener más información sobre los métodos de los descriptors, consulte `descriptors` o Guía práctica de uso de los descriptors.

diccionario Un arreglo asociativo, con claves arbitrarias que son asociadas a valores. Las claves pueden ser cualquier objeto con los métodos `__hash__()` y `__eq__()`. Son llamadas `hash` en Perl.

comprensión de diccionarios Una forma compacta de procesar todos o parte de los elementos en un iterable y retornar un diccionario con los resultados. `results = {n: n ** 2 for n in range(10)}` genera un diccionario que contiene la clave `n` asignada al valor `n ** 2`. Ver `comprehensions`.

vista de diccionario Los objetos retornados por los métodos `dict.keys()`, `dict.values()`, y `dict.items()` son llamados vistas de diccionarios. Proveen una vista dinámica de las entradas de un diccionario, lo que significa que cuando el diccionario cambia, la vista refleja éstos cambios. Para forzar a la vista de diccionario a convertirse en una lista completa, use `list(dictview)`. Vea `dict-views`.

docstring Una cadena de caracteres literal que aparece como la primera expresión en una clase, función o módulo. Aunque es ignorada cuando se ejecuta, es reconocida por el compilador y puesta en el atributo `__doc__` de la clase, función o módulo comprendida. Como está disponible mediante introspección, es el lugar canónico para ubicar la documentación del objeto.

tipado de pato Un estilo de programación que no revisa el tipo del objeto para determinar si tiene la interfaz correcta; en vez de ello, el método o atributo es simplemente llamado o usado («Si se ve como un pato y grazna como un pato, debe ser un pato»). Enfatizando las interfaces en vez de hacerlo con los tipos específicos, un código bien diseñado pues tener mayor flexibilidad permitiendo la sustitución polimórfica. El tipado de pato *duck-typing*

evita usar pruebas llamando a `type()` o `isinstance()`. (Nota: si embargo, el tipado de `pato` puede ser complementado con *abstract base classes*. En su lugar, generalmente pregunta con `hasattr()` o *EAFP*.

EAFP Del inglés *Easier to ask for forgiveness than permission*, es más fácil pedir perdón que pedir permiso. Este estilo de codificación común en Python asume la existencia de claves o atributos válidos y atrapa las excepciones si esta suposición resulta falsa. Este estilo rápido y limpio está caracterizado por muchas sentencias `try` y `except`. Esta técnica contrasta con estilo *LBYL* usual en otros lenguajes como C.

expresión Una construcción sintáctica que puede ser evaluada, hasta dar un valor. En otras palabras, una expresión es una acumulación de elementos de expresión tales como literales, nombres, accesos a atributos, operadores o llamadas a funciones, todos ellos retornando valor. A diferencia de otros lenguajes, no toda la sintaxis del lenguaje son expresiones. También hay *statements* que no pueden ser usadas como expresiones, como la `while`. Las asignaciones también son sentencias, no expresiones.

módulo de extensión Un módulo escrito en C o C++, usando la API para C de Python para interactuar con el núcleo y el código del usuario.

f-string Son llamadas *f-strings* las cadenas literales que usan el prefijo `'f'` o `'F'`, que es una abreviatura para formatted string literals. Vea también **PEP 498**.

objeto archivo Un objeto que expone una API orientada a archivos (con métodos como `read()` o `write()`) al objeto subyacente. Dependiendo de la forma en la que fue creado, un objeto archivo, puede mediar el acceso a un archivo real en el disco u otro tipo de dispositivo de almacenamiento o de comunicación (por ejemplo, entrada/salida estándar, búfer de memoria, sockets, pipes, etc.). Los objetos archivo son también denominados *objetos tipo archivo* o *flujos*.

Existen tres categorías de objetos archivo: crudos *raw archivos binarios*, con búfer *archivos binarios* y *archivos de texto*. Sus interfaces son definidas en el módulo `io`. La forma canónica de crear objetos archivo es usando la función `open()`.

objetos tipo archivo Un sinónimo de *file object*.

codificación del sistema de archivos y manejador de errores Controlador de errores y codificación utilizado por Python para decodificar bytes del sistema operativo y codificar Unicode en el sistema operativo.

La codificación del sistema de archivos debe garantizar la decodificación exitosa de todos los bytes por debajo de 128. Si la codificación del sistema de archivos no proporciona esta garantía, las funciones de API pueden lanzar `UnicodeError`.

Las funciones `sys.getfilesystemencoding()` y `sys.getfilesystemencodeerrors()` se pueden utilizar para obtener la codificación del sistema de archivos y el controlador de errores.

La *codificación del sistema de archivos y el manejador de errores* se configuran al inicio de Python mediante la función `PyConfig_Read()`: consulte los miembros `filesystem_encoding` y `filesystem_errors` de `PyConfig`.

See also the *locale encoding*.

buscador Un objeto que trata de encontrar el *loader* para el módulo que está siendo importado.

Desde la versión 3.3 de Python, existen dos tipos de buscadores: *meta buscadores de ruta* para usar con `sys.meta_path`, y *buscadores de entradas de rutas* para usar con `sys.path_hooks`.

Vea **PEP 302**, **PEP 420** y **PEP 451** para mayores detalles.

división entera Una división matemática que se redondea hacia el entero menor más cercano. El operador de la división entera es `//`. Por ejemplo, la expresión `11 // 4` evalúa 2 a diferencia del 2.75 retornado por la verdadera división de números flotantes. Note que `(-11) // 4` es `-3` porque es `-2.75` redondeado *para abajo*. Ver **PEP 238**.

función Una serie de sentencias que retornan un valor al que las llama. También se le puede pasar cero o más *argumentos* los cuales pueden ser usados en la ejecución de la misma. Vea también *parameter*, *method*, y la sección *function*.

anotación de función Una *annotation* del parámetro de una función o un valor de retorno.

Las anotaciones de funciones son usadas frecuentemente para *indicadores de tipo*, por ejemplo, se espera que una función tome dos argumentos de clase `int` y también se espera que retorne dos valores `int`:

```
def sum_two_numbers(a: int, b: int) -> int:
    return a + b
```

La sintaxis de las anotaciones de funciones son explicadas en la sección [function](#).

Consulte [variable annotation](#) y [PEP 484](#), que describen esta funcionalidad. Consulte también [annotations-howto](#) para conocer las mejores prácticas sobre cómo trabajar con anotaciones.

__future__ Un future statement, `from __future__ import <feature>`, indica al compilador que compile el módulo actual utilizando una sintaxis o semántica que se convertirá en estándar en una versión futura de Python. El módulo `__future__` documenta los posibles valores de *feature*. Al importar este módulo y evaluar sus variables, puede ver cuándo se agregó por primera vez una nueva característica al lenguaje y cuándo se convertirá (o se convirtió) en la predeterminada:

```
>>> import __future__
>>> __future__.division
_Feature((2, 2, 0, 'alpha', 2), (3, 0, 0, 'alpha', 0), 8192)
```

recolección de basura El proceso de liberar la memoria de lo que ya no está en uso. Python realiza recolección de basura (*garbage collection*) llevando la cuenta de las referencias, y el recogedor de basura cíclico es capaz de detectar y romper las referencias cíclicas. El recogedor de basura puede ser controlado mediante el módulo `gc`.

generador Una función que retorna un *generator iterator*. Luce como una función normal excepto que contiene la expresión `yield` para producir series de valores utilizables en un bucle *for* o que pueden ser obtenidas una por una con la función `next()`.

Usualmente se refiere a una función generadora, pero puede referirse a un *iterador generador* en ciertos contextos. En aquellos casos en los que el significado no está claro, usar los términos completos evita la ambigüedad.

iterador generador Un objeto creado por una función *generator*.

Cada `yield` suspende temporalmente el procesamiento, recordando el estado de ejecución local (incluyendo las variables locales y las sentencias *try* pendientes). Cuando el «iterador generado» vuelve, retoma donde ha dejado, a diferencia de lo que ocurre con las funciones que comienzan nuevamente con cada invocación.

expresión generadora Una expresión que retorna un iterador. Luce como una expresión normal seguida por la cláusula `for` definiendo así una variable de bucle, un rango y una cláusula opcional `if`. La expresión combinada genera valores para la función contenedora:

```
>>> sum(i*i for i in range(10))           # sum of squares 0, 1, 4, ... 81
285
```

función genérica Una función compuesta de muchas funciones que implementan la misma operación para diferentes tipos. Qué implementación deberá ser usada durante la llamada a la misma es determinado por el algoritmo de despacho.

Vea también la entrada de glosario [single dispatch](#), el decorador `functools singledispatch()`, y [PEP 443](#).

tipos genéricos A *type* that can be parameterized; typically a container class such as `list` or `dict`. Used for *type hints* and *annotations*.

For more details, see generic alias types, [PEP 483](#), [PEP 484](#), [PEP 585](#), and the `typing` module.

GIL Vea [global interpreter lock](#).

bloqueo global del intérprete Mecanismo empleado por el intérprete *CPython* para asegurar que sólo un hilo ejecute el *bytecode* Python por vez. Esto simplifica la implementación de CPython haciendo que el modelo de objetos (incluyendo algunos críticos como `dict`) están implícitamente a salvo de acceso concurrente. Bloqueando el intérprete completo se simplifica hacerlo multi-hilos, a costa de mucho del paralelismo ofrecido por las máquinas con múltiples procesadores.

However, some extension modules, either standard or third-party, are designed so as to release the GIL when doing computationally intensive tasks such as compression or hashing. Also, the GIL is always released when doing I/O.

Esfuerzos previos hechos para crear un intérprete «sin hilos» (uno que bloquee los datos compartidos con una granularidad mucho más fina) no han sido exitosos debido a que el rendimiento sufrió para el caso más común de un solo procesador. Se cree que superar este problema de rendimiento haría la implementación mucho más compleja y por tanto, más costosa de mantener.

hash-based pyc Un archivo cache de *bytecode* que usa el *hash* en vez de usar el tiempo de la última modificación del archivo fuente correspondiente para determinar su validez. Vea *pyc-invalidation*.

hashable Un objeto es *hashable* si tiene un valor de hash que nunca cambiará durante su tiempo de vida (necesita un método `__hash__()`), y puede ser comparado con otro objeto (necesita el método `__eq__()`). Los objetos hashables que se comparan iguales deben tener el mismo número hash.

Ser *hashable* hace a un objeto utilizable como clave de un diccionario y miembro de un set, porque éstas estructuras de datos usan los valores de hash internamente.

La mayoría de los objetos inmutables incorporados en Python son *hashables*; los contenedores mutables (como las listas o los diccionarios) no lo son; los contenedores inmutables (como tuplas y conjuntos *frozensets*) son *hashables* si sus elementos son *hashables*. Los objetos que son instancias de clases definidas por el usuario son *hashables* por defecto. Todos se comparan como desiguales (excepto consigo mismos), y su valor de hash está derivado de su función `id()`.

IDLE An Integrated Development and Learning Environment for Python. *idle* is a basic editor and interpreter environment which ships with the standard distribution of Python.

immutable Un objeto con un valor fijo. Los objetos inmutables son números, cadenas y tuplas. Éstos objetos no pueden ser alterados. Un nuevo objeto debe ser creado si un valor diferente ha de ser guardado. Juegan un rol importante en lugares donde es necesario un valor de hash constante, por ejemplo como claves de un diccionario.

ruta de importación Una lista de las ubicaciones (o *entradas de ruta*) que son revisadas por *path based finder* al importar módulos. Durante la importación, ésta lista de localizaciones usualmente viene de `sys.path`, pero para los subpaquetes también puede incluir al atributo `__path__` del paquete padre.

importar El proceso mediante el cual el código Python dentro de un módulo se hace alcanzable desde otro código Python en otro módulo.

importador Un objeto que buscan y lee un módulo; un objeto que es tanto *finder* como *loader*.

interactivo Python tiene un intérprete interactivo, lo que significa que puede ingresar sentencias y expresiones en el prompt del intérprete, ejecutarlos de inmediato y ver sus resultados. Sólo ejecute `python` sin argumentos (podría seleccionarlo desde el menú principal de su computadora). Es una forma muy potente de probar nuevas ideas o inspeccionar módulos y paquetes (recuerde `help(x)`).

interpretado Python es un lenguaje interpretado, a diferencia de uno compilado, a pesar de que la distinción puede ser difusa debido al compilador a *bytecode*. Esto significa que los archivos fuente pueden ser corridos directamente, sin crear explícitamente un ejecutable que es corrido luego. Los lenguajes interpretados típicamente tienen ciclos de desarrollo y depuración más cortos que los compilados, sin embargo sus programas suelen correr más lentamente. Vea también *interactive*.

apagado del intérprete Cuando se le solicita apagarse, el intérprete Python ingresa a un fase especial en la cual gradualmente libera todos los recursos reservados, como módulos y varias estructuras internas críticas. También hace varias llamadas al *recolector de basura*. Esto puede disparar la ejecución de código de destructores definidos por el usuario o *weakref callbacks*. El código ejecutado durante la fase de apagado puede encontrar varias excepciones debido a que los recursos que necesita pueden no funcionar más (ejemplos comunes son los módulos de bibliotecas o los artefactos de advertencias *warnings machinery*)

La principal razón para el apagado del intérprete es que el módulo `__main__` o el script que estaba corriendo termine su ejecución.

iterable An object capable of returning its members one at a time. Examples of iterables include all sequence types (such as `list`, `str`, and `tuple`) and some non-sequence types like `dict`, *file objects*, and objects of any classes you define with an `__iter__()` method or with a `__getitem__()` method that implements *sequence* semantics.

Los iterables pueden ser usados en el bucle `for` y en muchos otros sitios donde una secuencia es necesaria (`zip()`, `map()`, ...). Cuando un objeto iterable es pasado como argumento a la función incorporada `iter()`, retorna un iterador para el objeto. Este iterador pasa así el conjunto de valores. Cuando se usan iterables, normalmente no es necesario llamar a la función `iter()` o tratar con los objetos iteradores usted mismo. La sentencia `for` lo hace automáticamente por usted, creando un variable temporal sin nombre para mantener el iterador mientras dura el bucle. Vea también *iterator*, *sequence*, y *generator*.

iterador Un objeto que representa un flujo de datos. Llamadas repetidas al método `__next__()` del iterador (o al pasar la función incorporada `next()`) retorna ítems sucesivos del flujo. Cuando no hay más datos disponibles, una excepción `StopIteration` es disparada. En este momento, el objeto iterador está exhausto y cualquier llamada posterior al método `__next__()` sólo dispara otra vez `StopIteration`. Los iteradores necesitan tener un método `__iter__()` que retorna el objeto iterador mismo así cada iterador es también un iterable y puede ser usado en casi todos los lugares donde los iterables son aceptados. Una excepción importante es el código que intenta múltiples pases de iteración. Un objeto contenedor (como la `list`) produce un nuevo iterador cada vez que pasa a una función `iter()` o se usa en un bucle `for`. Intentar ésto con un iterador simplemente retornaría el mismo objeto iterador exhausto usado en previas iteraciones, haciéndolo aparecer como un contenedor vacío.

Puede encontrar más información en `typeiter`.

Detalles de implementación de CPython: CPython does not consistently apply the requirement that an iterator define `__iter__()`.

función clave Una función clave o una función de colación es un invocable que retorna un valor usado para el ordenamiento o clasificación. Por ejemplo, `locale.strxfrm()` es usada para producir claves de ordenamiento que se adaptan a las convenciones específicas de ordenamiento de un *locale*.

Cierta cantidad de herramientas de Python aceptan funciones clave para controlar como los elementos son ordenados o agrupados. Incluyendo a `min()`, `max()`, `sorted()`, `list.sort()`, `heapq.merge()`, `heapq.nsmallest()`, `heapq.nlargest()`, y `itertools.groupby()`.

There are several ways to create a key function. For example, the `str.lower()` method can serve as a key function for case insensitive sorts. Alternatively, a key function can be built from a lambda expression such as `lambda r: (r[0], r[2])`. Also, `operator.attrgetter()`, `operator.itemgetter()`, and `operator.methodcaller()` are three key function constructors. See the *Sorting HOW TO* for examples of how to create and use key functions.

argumento nombrado Vea *argument*.

lambda Una función anónima de una línea consistente en un sola *expression* que es evaluada cuando la función es llamada. La sintaxis para crear una función lambda es `lambda [parameters]: expression`

LBYL Del inglés *Look before you leap*, «mira antes de saltar». Es un estilo de codificación que prueba explícitamente las condiciones previas antes de hacer llamadas o búsquedas. Este estilo contrasta con la manera *EAFP* y está caracterizado por la presencia de muchas sentencias `if`.

En entornos multi-hilos, el método LBYL tiene el riesgo de introducir condiciones de carrera entre los hilos que están «mirando» y los que están «saltando». Por ejemplo, el código, `if key in mapping: return mapping[key]` puede fallar si otro hilo remueve `key` de `mapping` después del test, pero antes de retornar el valor. Este problema puede ser resuelto usando bloqueos o empleando el método EAFP.

codificación de la configuración regional On Unix, it is the encoding of the `LC_CTYPE` locale. It can be set with `locale.setlocale(locale.LC_CTYPE, new_locale)`.

On Windows, it is the ANSI code page (ex: "cp1252").

On Android and VxWorks, Python uses "utf-8" as the locale encoding.

`locale.getencoding()` can be used to get the locale encoding.

See also the *filesystem encoding and error handler*.

lista Es una *sequence* Python incorporada. A pesar de su nombre es más similar a un arreglo en otros lenguajes que a una lista enlazada porque el acceso a los elementos es $O(1)$.

comprensión de listas Una forma compacta de procesar todos o parte de los elementos en una secuencia y retornar una lista como resultado. `result = [{':#04x}'.format(x) for x in range(256) if x`

`% 2 == 0]` genera una lista de cadenas conteniendo números hexadecimales (0x..) entre 0 y 255. La cláusula `if` es opcional. Si es omitida, todos los elementos en `range(256)` son procesados.

cargador Un objeto que carga un módulo. Debe definir el método llamado `load_module()`. Un cargador es normalmente retornados por un *finder*. Vea [PEP 302](#) para detalles y `importlib.abc.Loader` para una *abstract base class*.

método mágico Una manera informal de llamar a un *special method*.

mapeado A container object that supports arbitrary key lookups and implements the methods specified in the `collections.abc.Mapping` or `collections.abc.MutableMapping` abstract base classes. Examples include `dict`, `collections.defaultdict`, `collections.OrderedDict` and `collections.Counter`.

meta buscadores de ruta Un *finder* retornado por una búsqueda de `sys.meta_path`. Los meta buscadores de ruta están relacionados a *buscadores de entradas de rutas*, pero son algo diferente.

Vea en `importlib.abc.MetaPathFinder` los métodos que los meta buscadores de ruta implementan.

metaclass La clase de una clase. Las definiciones de clases crean nombres de clase, un diccionario de clase, y una lista de clases base. Las metaclasses son responsables de tomar estos tres argumentos y crear la clase. La mayoría de los objetos de un lenguaje de programación orientado a objetos provienen de una implementación por defecto. Lo que hace a Python especial que es posible crear metaclasses a medida. La mayoría de los usuario nunca necesitarán esta herramienta, pero cuando la necesidad surge, las metaclasses pueden brindar soluciones poderosas y elegantes. Han sido usadas para *loggear* acceso de atributos, agregar seguridad a hilos, rastrear la creación de objetos, implementar *singletons*, y muchas otras tareas.

Más información hallará en metaclasses.

método Una función que es definida dentro del cuerpo de una clase. Si es llamada como un atributo de una instancia de otra clase, el método tomará el objeto instanciado como su primer *argument* (el cual es usualmente denominado *self*). Vea *function* y *nested scope*.

orden de resolución de métodos Orden de resolución de métodos es el orden en el cual una clase base es buscada por un miembro durante la búsqueda. Mire en [The Python 2.3 Method Resolution Order](#) los detalles del algoritmo usado por el intérprete Python desde la versión 2.3.

módulo Un objeto que sirve como unidad de organización del código Python. Los módulos tienen espacios de nombres conteniendo objetos Python arbitrarios. Los módulos son cargados en Python por el proceso de *importing*.

Vea también *package*.

especificador de módulo Un espacio de nombres que contiene la información relacionada a la importación usada al leer un módulo. Una instancia de `importlib.machinery.ModuleSpec`.

MRO Vea *method resolution order*.

mutable Los objetos mutables pueden cambiar su valor pero mantener su `id()`. Vea también *immutable*.

tupla nombrada La denominación «tupla nombrada» se aplica a cualquier tipo o clase que hereda de una tupla y cuyos elementos indexables son también accesibles usando atributos nombrados. Este tipo o clase puede tener además otras capacidades.

Varios tipos incorporados son tuplas nombradas, incluyendo los valores retornados por `time.localtime()` y `os.stat()`. Otro ejemplo es `sys.float_info`:

```
>>> sys.float_info[1]           # indexed access
1024
>>> sys.float_info.max_exp     # named field access
1024
>>> isinstance(sys.float_info, tuple) # kind of tuple
True
```

Algunas tuplas nombradas con tipos incorporados (como en los ejemplo precedentes). También puede ser creada con una definición regular de clase que hereda de la clase `tuple` y que define campos nombrados. Una clase

como esta puede ser hecha personalmente o puede ser creada con la función factoría `collections.namedtuple()`. Esta última técnica automáticamente brinda métodos adicionales que pueden no estar presentes en las tuplas nombradas personalizadas o incorporadas.

espacio de nombres El lugar donde la variable es almacenada. Los espacios de nombres son implementados como diccionarios. Hay espacio de nombre local, global, e incorporado así como espacios de nombres anidados en objetos (en métodos). Los espacios de nombres soportan modularidad previniendo conflictos de nombramiento. Por ejemplo, las funciones `builtins.open` y `os.open()` se distinguen por su espacio de nombres. Los espacios de nombres también ayuda a la legibilidad y mantenibilidad dejando claro qué módulo implementa una función. Por ejemplo, escribiendo `random.seed()` o `itertools.islice()` queda claro que éstas funciones están implementadas en los módulos `random` y `itertools`, respectivamente.

paquete de espacios de nombres Un **PEP 420** *package* que sirve sólo para contener subpaquetes. Los paquetes de espacios de nombres pueden no tener representación física, y específicamente se diferencian de los *regular package* porque no tienen un archivo `__init__.py`.

Vea también *module*.

alcances anidados La habilidad de referirse a una variable dentro de una definición encerrada. Por ejemplo, una función definida dentro de otra función puede referir a variables en la función externa. Note que los alcances anidados por defecto sólo funcionan para referencia y no para asignación. Las variables locales leen y escriben sólo en el alcance más interno. De manera semejante, las variables globales pueden leer y escribir en el espacio de nombres global. Con `nonlocal` se puede escribir en alcances exteriores.

clase de nuevo estilo Vieja denominación usada para el estilo de clases ahora empleado en todos los objetos de clase. En versiones más tempranas de Python, sólo las nuevas clases podían usar capacidades nuevas y versátiles de Python como `__slots__`, descriptores, propiedades, `__getattr__()`, métodos de clase y métodos estáticos.

objeto Cualquier dato con estado (atributo o valor) y comportamiento definido (métodos). También es la más básica clase base para cualquier *new-style class*.

paquete A Python *module* which can contain submodules or recursively, subpackages. Technically, a package is a Python module with a `__path__` attribute.

Vea también *regular package* y *namespace package*.

parámetro Una entidad nombrada en una definición de una *function* (o método) que especifica un *argument* (o en algunos casos, varios argumentos) que la función puede aceptar. Existen cinco tipos de argumentos:

- *posicional o nombrado*: especifica un argumento que puede ser pasado tanto como *posicional* o como *nombrado*. Este es el tipo por defecto de parámetro, como *foo* y *bar* en el siguiente ejemplo:

```
def func(foo, bar=None): ...
```

- *sólo posicional*: especifica un argumento que puede ser pasado sólo por posición. Los parámetros sólo posicionales pueden ser definidos incluyendo un carácter / en la lista de parámetros de la función después de ellos, como *posonly1* y *posonly2* en el ejemplo que sigue:

```
def func(posonly1, posonly2, /, positional_or_keyword): ...
```

- *sólo nombrado*: especifica un argumento que sólo puede ser pasado por nombre. Los parámetros sólo por nombre pueden ser definidos incluyendo un parámetro posicional de una sola variable o un simple * antes de ellos en la lista de parámetros en la definición de la función, como *kw_only1* y *kw_only2* en el ejemplo siguiente:

```
def func(arg, *, kw_only1, kw_only2): ...
```

- *variable posicional*: especifica una secuencia arbitraria de argumentos posicionales que pueden ser brindados (además de cualquier argumento posicional aceptado por otros parámetros). Este parámetro puede ser definido anteponiendo al nombre del parámetro *, como a *args* en el siguiente ejemplo:

```
def func(*args, **kwargs): ...
```

- *variable nombrado*: especifica que arbitrariamente muchos argumentos nombrados pueden ser brindados (además de cualquier argumento nombrado ya aceptado por cualquier otro parámetro). Este parámetro puede ser definido anteponiendo al nombre del parámetro con `**`, como *kwargs* en el ejemplo precedente.

Los parámetros puede especificar tanto argumentos opcionales como requeridos, así como valores por defecto para algunos argumentos opcionales.

Vea también el glosario de *argument*, la pregunta respondida en la diferencia entre argumentos y parámetros, la clase `inspect.Parameter`, la sección *function*, y [PEP 362](#).

entrada de ruta Una ubicación única en el *import path* que el *path based finder* consulta para encontrar los módulos a importar.

buscador de entradas de ruta Un *finder* retornado por un invocable en `sys.path_hooks` (esto es, un *path entry hook*) que sabe cómo localizar módulos dada una *path entry*.

Vea en `importlib.abc.PathEntryFinder` los métodos que los buscadores de entradas de ruta implementan.

gancho a entrada de ruta Un invocable en la lista `sys.path_hook` que retorna un *path entry finder* si éste sabe cómo encontrar módulos en un *path entry* específico.

buscador basado en ruta Uno de los *meta buscadores de ruta* por defecto que busca un *import path* para los módulos.

objeto tipo ruta Un objeto que representa una ruta del sistema de archivos. Un objeto tipo ruta puede ser tanto una `str` como un `bytes` representando una ruta, o un objeto que implementa el protocolo `os.PathLike`. Un objeto que soporta el protocolo `os.PathLike` puede ser convertido a ruta del sistema de archivo de clase `str` o `bytes` usando la función `os.fspath()`; `os.fsdecode()` o `os.fsencode()` pueden emplearse para garantizar que retorne respectivamente `str` o `bytes`. Introducido por [PEP 519](#).

PEP Propuesta de mejora de Python, del inglés *Python Enhancement Proposal*. Un PEP es un documento de diseño que brinda información a la comunidad Python, o describe una nueva capacidad para Python, sus procesos o entorno. Los PEPs deberían dar una especificación técnica concisa y una fundamentación para las capacidades propuestas.

Los PEPs tienen como propósito ser los mecanismos primarios para proponer nuevas y mayores capacidad, para recoger la opinión de la comunidad sobre un tema, y para documentar las decisiones de diseño que se han hecho en Python. El autor del PEP es el responsable de lograr consenso con la comunidad y documentar las opiniones disidentes.

Vea [PEP 1](#).

porción Un conjunto de archivos en un único directorio (posiblemente guardado en un archivo comprimido *zip*) que contribuye a un espacio de nombres de paquete, como está definido en [PEP 420](#).

argumento posicional Vea *argument*.

API provisional Una API provisoria es aquella que deliberadamente fue excluida de las garantías de compatibilidad hacia atrás de la biblioteca estándar. Aunque no se esperan cambios fundamentales en dichas interfaces, como están marcadas como provisionales, los cambios incompatibles hacia atrás (incluso remover la misma interfaz) podrían ocurrir si los desarrolladores principales lo estiman. Estos cambios no se hacen gratuitamente – solo ocurrirán si fallas fundamentales y serias son descubiertas que no fueron vistas antes de la inclusión de la API.

Incluso para APIs provisionales, los cambios incompatibles hacia atrás son vistos como una «solución de último recurso» - se intentará todo para encontrar una solución compatible hacia atrás para los problemas identificados.

Este proceso permite que la biblioteca estándar continúe evolucionando con el tiempo, sin bloquearse por errores de diseño problemáticos por períodos extensos de tiempo. Vea [PEP 411](#) para más detalles.

paquete provisorio Vea *provisional API*.

Python 3000 Apodo para la fecha de lanzamiento de Python 3.x (acuñada en un tiempo cuando llegar a la versión 3 era algo distante en el futuro.) También se lo abrevió como *Py3k*.

Pythónico Una idea o pieza de código que sigue ajustadamente la convenciones idiomáticas comunes del lenguaje Python, en vez de implementar código usando conceptos comunes a otros lenguajes. Por ejemplo, una convención común en Python es hacer bucles sobre todos los elementos de un iterable con la sentencia `for`. Muchos

otros lenguajes no tienen este tipo de construcción, así que los que no están familiarizados con Python podrían usar contadores numéricos:

```
for i in range(len(food)):
    print(food[i])
```

En contraste, un método Pythonico más limpio:

```
for piece in food:
    print(piece)
```

nombre calificado Un nombre con puntos mostrando la ruta desde el alcance global del módulo a la clase, función o método definido en dicho módulo, como se define en [PEP 3155](#). Para las funciones o clases de más alto nivel, el nombre calificado es el igual al nombre del objeto:

```
>>> class C:
...     class D:
...         def meth(self):
...             pass
...
>>> C.__qualname__
'C'
>>> C.D.__qualname__
'C.D'
>>> C.D.meth.__qualname__
'C.D.meth'
```

Cuando es usado para referirse a los módulos, *nombre completamente calificado* significa la ruta con puntos completo al módulo, incluyendo cualquier paquete padre, por ejemplo, `email.mime.text`:

```
>>> import email.mime.text
>>> email.mime.text.__name__
'email.mime.text'
```

contador de referencias The number of references to an object. When the reference count of an object drops to zero, it is deallocated. Reference counting is generally not visible to Python code, but it is a key element of the *CPython* implementation. Programmers can call the `sys.getrefcount()` function to return the reference count for a particular object.

paquete regular Un *package* tradicional, como aquellos con un directorio conteniendo el archivo `__init__.py`.

Vea también *namespace package*.

__slots__ Es una declaración dentro de una clase que ahorra memoria predeclarando espacio para las atributos de la instancia y eliminando diccionarios de la instancia. Aunque es popular, esta técnica es algo difícil de lograr correctamente y es mejor reservarla para los casos raros en los que existen grandes cantidades de instancias en aplicaciones con uso crítico de memoria.

secuencia Un *iterable* que logra un acceso eficiente a los elementos usando índices enteros a través del método especial `__getitem__()` y que define un método `__len__()` que retorna la longitud de la secuencia. Algunas de las secuencias incorporadas son `list`, `str`, `tuple`, y `bytes`. Observe que `dict` también soporta `__getitem__()` y `__len__()`, pero es considerada un mapeo más que una secuencia porque las búsquedas son por claves arbitraria *immutable* y no por enteros.

La clase abstracta base `collections.abc.Sequence` define una interfaz mucho más rica que va más allá de sólo `__getitem__()` y `__len__()`, agregando `count()`, `index()`, `__contains__()`, y `__reversed__()`. Los tipos que implementan esta interfaz expandida pueden ser registrados explícitamente usando `register()`.

comprensión de conjuntos Una forma compacta de procesar todos o parte de los elementos en un iterable y retornar un conjunto con los resultados. `results = {c for c in 'abracadabra' if c not in 'abc'}` genera el conjunto de cadenas `{'r', 'd'}`. Ver *comprehensions*.

despacho único Una forma de despacho de una *generic function* donde la implementación es elegida a partir del tipo de un sólo argumento.

rebanada Un objeto que contiene una porción de una *sequence*. Una rebanada es creada usando la notación de suscripto, `[]` con dos puntos entre los números cuando se ponen varios, como en `nombre_variable[1:3:5]`. La notación con corchete (suscripto) usa internamente objetos *slice*.

método especial Un método que es llamado implícitamente por Python cuando ejecuta ciertas operaciones en un tipo, como la adición. Estos métodos tienen nombres que comienzan y terminan con doble barra baja. Los métodos especiales están documentados en `specialnames`.

sentencia Una sentencia es parte de un conjunto (un «bloque» de código). Una sentencia tanto es una *expression* como alguna de las varias sintaxis usando una palabra clave, como `if`, `while` o `for`.

referencia fuerte In Python's C API, a strong reference is a reference to an object which is owned by the code holding the reference. The strong reference is taken by calling `Py_INCREF()` when the reference is created and released with `Py_DECREF()` when the reference is deleted.

La función `Py_NewRef()` se puede utilizar para crear una referencia fuerte a un objeto. Por lo general, se debe llamar a la función `Py_DECREF()` en la referencia fuerte antes de salir del alcance de la referencia fuerte, para evitar filtrar una referencia.

Consulte también *borrowed reference*.

codificación de texto A string in Python is a sequence of Unicode code points (in range U+0000–U+10FFFF). To store or transfer a string, it needs to be serialized as a sequence of bytes.

Serializing a string into a sequence of bytes is known as «encoding», and recreating the string from the sequence of bytes is known as «decoding».

There are a variety of different text serialization codecs, which are collectively referred to as «text encodings».

archivo de texto Un *file object* capaz de leer y escribir objetos `str`. Frecuentemente, un archivo de texto también accede a un flujo de datos binario y maneja automáticamente el *text encoding*. Ejemplos de archivos de texto que son abiertos en modo texto (`'r'` o `'w'`), `sys.stdin`, `sys.stdout`, y las instancias de `io.StringIO`.

Vea también *binary file* por objeto de archivos capaces de leer y escribir *objeto tipo binario*.

cadena con triple comilla Una cadena que está enmarcada por tres instancias de comillas («») o apostrofes ("). Aunque no brindan ninguna funcionalidad que no está disponible usando cadenas con comillas simple, son útiles por varias razones. Permiten incluir comillas simples o dobles sin escapar dentro de las cadenas y pueden abarcar múltiples líneas sin el uso de caracteres de continuación, haciéndolas particularmente útiles para escribir `docstrings`.

tipo El tipo de un objeto Python determina qué tipo de objeto es; cada objeto tiene un tipo. El tipo de un objeto puede ser accedido por su atributo `__class__` o puede ser conseguido usando `type(obj)`.

alias de tipos Un sinónimo para un tipo, creado al asignar un tipo a un identificador.

Los alias de tipos son útiles para simplificar los *indicadores de tipo*. Por ejemplo:

```
def remove_gray_shades(
    colors: list[tuple[int, int, int]]) -> list[tuple[int, int, int]]:
    pass
```

podría ser más legible así:

```
Color = tuple[int, int, int]

def remove_gray_shades(colors: list[Color]) -> list[Color]:
    pass
```

Vea `typing` y **PEP 484**, que describen esta funcionalidad.

indicador de tipo Una *annotation* que especifica el tipo esperado para una variable, un atributo de clase, un parámetro para una función o un valor de retorno.

Los indicadores de tipo son opcionales y no son obligados por Python pero son útiles para las herramientas de análisis de tipos estático, y ayuda a las IDE en el completado del código y la refactorización.

Los indicadores de tipo de las variables globales, atributos de clase, y funciones, no de variables locales, pueden ser accedidos usando `typing.get_type_hints()`.

Vea `typing` y [PEP 484](#), que describen esta funcionalidad.

saltos de líneas universales Una manera de interpretar flujos de texto en la cual son reconocidos como finales de línea todas siguientes formas: la convención de Unix para fin de línea `'\n'`, la convención de Windows `'\r\n'`, y la vieja convención de Macintosh `'\r'`. Vea [PEP 278](#) y [PEP 3116](#), además de `bytes.splitlines()` para usos adicionales.

anotación de variable Una *annotation* de una variable o un atributo de clase.

Cuando se anota una variable o un atributo de clase, la asignación es opcional:

```
class C:
    field: 'annotation'
```

Las anotaciones de variables son frecuentemente usadas para *type hints*: por ejemplo, se espera que esta variable tenga valores de clase `int`:

```
count: int = 0
```

La sintaxis de la anotación de variables está explicada en la sección `annassign`.

Consulte *function annotation*, [PEP 484](#) y [PEP 526](#), que describen esta funcionalidad. Consulte también `annotations-howto` para conocer las mejores prácticas sobre cómo trabajar con anotaciones.

entorno virtual Un entorno cooperativamente aislado de ejecución que permite a los usuarios de Python y a las aplicaciones instalar y actualizar paquetes de distribución de Python sin interferir con el comportamiento de otras aplicaciones de Python en el mismo sistema.

Vea también `venv`.

máquina virtual Una computadora definida enteramente por software. La máquina virtual de Python ejecuta el *bytecode* generado por el compilador de *bytecode*.

Zen de Python Un listado de los principios de diseño y la filosofía de Python que son útiles para entender y usar el lenguaje. El listado puede encontrarse ingresando `«import this»` en la consola interactiva.

Acerca de estos documentos

Estos documentos son generados por [reStructuredText](#) desarrollado por [Sphinx](#), un procesador de documentos específicamente escrito para la documentación de Python.

El desarrollo de la documentación y su cadena de herramientas es un esfuerzo enteramente voluntario, al igual que Python. Si tu quieres contribuir, por favor revisa la página [reporting-bugs](#) para más información de cómo hacerlo. Los nuevos voluntarios son siempre bienvenidos!

Agradecemos a:

- Fred L. Drake, Jr., el creador original de la documentación del conjunto de herramientas de Python y escritor de gran parte del contenido;
- the [Docutils](#) project for creating reStructuredText and the Docutils suite;
- Fredrik Lundh for his Alternative Python Reference project from which Sphinx got many good ideas.

B.1 Contribuidores de la documentación de Python

Muchas personas han contribuido para el lenguaje de Python, la librería estándar de Python, y la documentación de Python. Revisa [Misc/ACKS](#) la distribución de Python para una lista parcial de contribuidores.

Es solamente con la aportación y contribuciones de la comunidad de Python que Python tiene tan fantástica documentación – Muchas gracias!

Historia y Licencia

C.1 Historia del software

Python fue creado a principios de la década de 1990 por Guido van Rossum en Stichting Mathematisch Centrum (CWI, ver <https://www.cwi.nl/>) en los Países Bajos como sucesor de un idioma llamado ABC. Guido sigue siendo el autor principal de Python, aunque incluye muchas contribuciones de otros.

En 1995, Guido continuó su trabajo en Python en la Corporation for National Research Initiatives (CNRI, consulte <https://www.cnri.reston.va.us/>) en Reston, Virginia, donde lanzó varias versiones del software.

En mayo de 2000, Guido y el equipo de desarrollo central de Python se trasladaron a BeOpen.com para formar el equipo de BeOpen PythonLabs. En octubre del mismo año, el equipo de PythonLabs se trasladó a Digital Creations (ahora Zope Corporation; consulte <https://www.zope.org/>). En 2001, se formó la Python Software Foundation (PSF, consulte <https://www.python.org/psf/>), una organización sin fines de lucro creada específicamente para poseer la propiedad intelectual relacionada con Python. Zope Corporation es miembro patrocinador del PSF.

Todas las versiones de Python son de código abierto (consulte <https://opensource.org/> para conocer la definición de código abierto). Históricamente, la mayoría de las versiones de Python, pero no todas, también han sido compatibles con GPL; la siguiente tabla resume las distintas versiones.

Lanzamiento	Derivado de	Año	Dueño/a	¿compatible con GPL?
0.9.0 hasta 1.2	n/a	1991-1995	CWI	sí
1.3 hasta 1.5.2	1.2	1995-1999	CNRI	sí
1.6	1.5.2	2000	CNRI	no
2.0	1.6	2000	BeOpen.com	no
1.6.1	1.6	2001	CNRI	no
2.1	2.0+1.6.1	2001	PSF	no
2.0.1	2.0+1.6.1	2001	PSF	sí
2.1.1	2.1+2.0.1	2001	PSF	sí
2.1.2	2.1.1	2002	PSF	sí
2.1.3	2.1.2	2002	PSF	sí
2.2 y superior	2.1.1	2001-ahora	PSF	sí

Nota: Compatible con GPL no significa que estemos distribuyendo Python bajo la GPL. Todas las licencias de Python, a diferencia de la GPL, le permiten distribuir una versión modificada sin que los cambios sean de código

abierto. Las licencias compatibles con GPL permiten combinar Python con otro software que se publica bajo la GPL; los otros no lo hacen.

Gracias a los muchos voluntarios externos que han trabajado bajo la dirección de Guido para hacer posibles estos lanzamientos.

C.2 Términos y condiciones para acceder o usar Python

El software y la documentación de Python están sujetos a *Acuerdo de licencia de PSF*.

A partir de Python 3.8.6, los ejemplos, recetas y otros códigos de la documentación tienen licencia doble según el Acuerdo de licencia de PSF y la *Licencia BSD de cláusula cero*.

Parte del software incorporado en Python está bajo diferentes licencias. Las licencias se enumeran con el código correspondiente a esa licencia. Consulte *Licencias y reconocimientos para software incorporado* para obtener una lista incompleta de estas licencias.

C.2.1 ACUERDO DE LICENCIA DE PSF PARA PYTHON | lanzamiento |

1. This LICENSE AGREEMENT is between the Python Software Foundation,
→("PSF"), and
the Individual or Organization ("Licensee") accessing and otherwise
→using Python
3.11.4 software in source or binary form and its associated
→documentation.
2. Subject to the terms and conditions of this License Agreement, PSF
→hereby
grants Licensee a nonexclusive, royalty-free, world-wide license to
→reproduce,
analyze, test, perform and/or display publicly, prepare derivative
→works,
distribute, and otherwise use Python 3.11.4 alone or in any derivative
version, provided, however, that PSF's License Agreement and PSF's
→notice of
copyright, i.e., "Copyright © 2001–2023 Python Software Foundation; All
→Rights
Reserved" are retained in Python 3.11.4 alone or in any derivative
→version
prepared by Licensee.
3. In the event Licensee prepares a derivative work that is based on or
incorporates Python 3.11.4 or any part thereof, and wants to make the
derivative work available to others as provided herein, then Licensee
→hereby
agrees to include in any such work a brief summary of the changes made
→to Python
3.11.4.
4. PSF is making Python 3.11.4 available to Licensee on an "AS IS" basis.
PSF MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED. BY WAY
→OF
EXAMPLE, BUT NOT LIMITATION, PSF MAKES NO AND DISCLAIMS ANY
→REPRESENTATION OR
WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE OR
→THAT THE

USE OF PYTHON 3.11.4 WILL NOT INFRINGE ANY THIRD PARTY RIGHTS.

5. PSF SHALL NOT BE LIABLE TO LICENSEE OR ANY OTHER USERS OF PYTHON 3.11.4 FOR ANY INCIDENTAL, SPECIAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR LOSS AS A RESULT OF MODIFYING, DISTRIBUTING, OR OTHERWISE USING PYTHON 3.11.4, OR ANY DERIVATIVE THEREOF, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY THEREOF.
6. This License Agreement will automatically terminate upon a material breach of its terms and conditions.
7. Nothing in this License Agreement shall be deemed to create any relationship of agency, partnership, or joint venture between PSF and Licensee. This License Agreement does not grant permission to use PSF trademarks or trade name in a trademark sense to endorse or promote products or services of Licensee, or any third party.
8. By copying, installing or otherwise using Python 3.11.4, Licensee agrees to be bound by the terms and conditions of this License Agreement.

C.2.2 ACUERDO DE LICENCIA DE BEOPEN.COM PARA PYTHON 2.0

ACUERDO DE LICENCIA DE CÓDIGO ABIERTO DE BEOPEN PYTHON VERSIÓN 1

1. This LICENSE AGREEMENT is between BeOpen.com ("BeOpen"), having an office at 160 Saratoga Avenue, Santa Clara, CA 95051, and the Individual or Organization ("Licensee") accessing and otherwise using this software in source or binary form and its associated documentation ("the Software").
2. Subject to the terms and conditions of this BeOpen Python License Agreement, BeOpen hereby grants Licensee a non-exclusive, royalty-free, world-wide license to reproduce, analyze, test, perform and/or display publicly, prepare derivative works, distribute, and otherwise use the Software alone or in any derivative version, provided, however, that the BeOpen Python License is retained in the Software, alone or in any derivative version prepared by Licensee.
3. BeOpen is making the Software available to Licensee on an "AS IS" basis. BEOPEN MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED. BY WAY OF EXAMPLE, BUT NOT LIMITATION, BEOPEN MAKES NO AND DISCLAIMS ANY REPRESENTATION OR WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE OR THAT THE USE OF THE SOFTWARE WILL NOT INFRINGE ANY THIRD PARTY RIGHTS.
4. BEOPEN SHALL NOT BE LIABLE TO LICENSEE OR ANY OTHER USERS OF THE SOFTWARE FOR ANY INCIDENTAL, SPECIAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR LOSS AS A RESULT OF USING, MODIFYING OR DISTRIBUTING THE SOFTWARE, OR ANY DERIVATIVE THEREOF, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY THEREOF.
5. This License Agreement will automatically terminate upon a material breach of its terms and conditions.
6. This License Agreement shall be governed by and interpreted in all respects by the law of the State of California, excluding conflict of law provisions. Nothing in this License Agreement shall be deemed to create any relationship of

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

agency, partnership, or joint venture between BeOpen and Licensee. This License Agreement does not grant permission to use BeOpen trademarks or trade names in a trademark sense to endorse or promote products or services of Licensee, or any third party. As an exception, the "BeOpen Python" logos available at <http://www.pythonlabs.com/logos.html> may be used according to the permissions granted on that web page.

7. By copying, installing or otherwise using the software, Licensee agrees to be bound by the terms and conditions of this License Agreement.

C.2.3 ACUERDO DE LICENCIA CNRI PARA PYTHON 1.6.1

1. This LICENSE AGREEMENT is between the Corporation for National Research Initiatives, having an office at 1895 Preston White Drive, Reston, VA 20191 ("CNRI"), and the Individual or Organization ("Licensee") accessing and otherwise using Python 1.6.1 software in source or binary form and its associated documentation.
2. Subject to the terms and conditions of this License Agreement, CNRI hereby grants Licensee a nonexclusive, royalty-free, world-wide license to reproduce, analyze, test, perform and/or display publicly, prepare derivative works, distribute, and otherwise use Python 1.6.1 alone or in any derivative version, provided, however, that CNRI's License Agreement and CNRI's notice of copyright, i.e., "Copyright © 1995-2001 Corporation for National Research Initiatives; All Rights Reserved" are retained in Python 1.6.1 alone or in any derivative version prepared by Licensee. Alternately, in lieu of CNRI's License Agreement, Licensee may substitute the following text (omitting the quotes): "Python 1.6.1 is made available subject to the terms and conditions in CNRI's License Agreement. This Agreement together with Python 1.6.1 may be located on the internet using the following unique, persistent identifier (known as a handle): 1895.22/1013. This Agreement may also be obtained from a proxy server on the internet using the following URL: <http://hdl.handle.net/1895.22/1013>."
3. In the event Licensee prepares a derivative work that is based on or incorporates Python 1.6.1 or any part thereof, and wants to make the derivative work available to others as provided herein, then Licensee hereby agrees to include in any such work a brief summary of the changes made to Python 1.6.1.
4. CNRI is making Python 1.6.1 available to Licensee on an "AS IS" basis. CNRI MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED. BY WAY OF EXAMPLE, BUT NOT LIMITATION, CNRI MAKES NO AND DISCLAIMS ANY REPRESENTATION OR WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE OR THAT THE USE OF PYTHON 1.6.1 WILL NOT INFRINGE ANY THIRD PARTY RIGHTS.
5. CNRI SHALL NOT BE LIABLE TO LICENSEE OR ANY OTHER USERS OF PYTHON 1.6.1 FOR ANY INCIDENTAL, SPECIAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR LOSS AS A RESULT OF MODIFYING, DISTRIBUTING, OR OTHERWISE USING PYTHON 1.6.1, OR ANY DERIVATIVE THEREOF, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY THEREOF.
6. This License Agreement will automatically terminate upon a material breach of its terms and conditions.
7. This License Agreement shall be governed by the federal intellectual property law of the United States, including without limitation the federal copyright law, and, to the extent such U.S. federal law does not apply, by the law of the Commonwealth of Virginia, excluding Virginia's conflict of law provisions. Notwithstanding the foregoing, with regard to derivative works based on Python 1.6.1 that incorporate non-separable material that was previously distributed under the GNU General Public License (GPL), the law of the Commonwealth of

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

Virginia shall govern this License Agreement only as to issues arising under or with respect to Paragraphs 4, 5, and 7 of this License Agreement. Nothing in this License Agreement shall be deemed to create any relationship of agency, partnership, or joint venture between CNRI and Licensee. This License Agreement does not grant permission to use CNRI trademarks or trade name in a trademark sense to endorse or promote products or services of Licensee, or any third party.

8. By clicking on the "ACCEPT" button where indicated, or by copying, installing or otherwise using Python 1.6.1, Licensee agrees to be bound by the terms and conditions of this License Agreement.

C.2.4 ACUERDO DE LICENCIA CWI PARA PYTHON 0.9.0 HASTA 1.2

Copyright © 1991 - 1995, Stichting Mathematisch Centrum Amsterdam, The Netherlands. All rights reserved.

Permission to use, copy, modify, and distribute this software and its documentation for any purpose and without fee is hereby granted, provided that the above copyright notice appear in all copies and that both that copyright notice and this permission notice appear in supporting documentation, and that the name of Stichting Mathematisch Centrum or CWI not be used in advertising or publicity pertaining to distribution of the software without specific, written prior permission.

STICHTING MATHEMATISCH CENTRUM DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO THIS SOFTWARE, INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS, IN NO EVENT SHALL STICHTING MATHEMATISCH CENTRUM BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.

C.2.5 LICENCIA BSD DE CLÁUSULA CERO PARA CÓDIGO EN EL PYTHON | lanzamiento | DOCUMENTACIÓN

Permission to use, copy, modify, and/or distribute this software for any purpose with or without fee is hereby granted.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS" AND THE AUTHOR DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO THIS SOFTWARE INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS. IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, DIRECT, INDIRECT, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.

C.3 Licencias y reconocimientos para software incorporado

Esta sección es una lista incompleta, pero creciente, de licencias y reconocimientos para software de terceros incorporado en la distribución de Python.

C.3.1 Mersenne Twister

El módulo `_random` incluye código basado en una descarga de <http://www.math.sci.hiroshima-u.ac.jp/~m-mat/MT/MT2002/emt19937ar.html>. Los siguientes son los comentarios textuales del código original:

```
A C-program for MT19937, with initialization improved 2002/1/26.
Coded by Takuji Nishimura and Makoto Matsumoto.

Before using, initialize the state by using init_genrand(seed)
or init_by_array(init_key, key_length).

Copyright (C) 1997 - 2002, Makoto Matsumoto and Takuji Nishimura,
All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:

1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.

2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.

3. The names of its contributors may not be used to endorse or promote
   products derived from this software without specific prior written
   permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS
"AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT
LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR
A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT OWNER OR
CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL,
EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO,
PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR
PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF
LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING
NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS
SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

Any feedback is very welcome.
http://www.math.sci.hiroshima-u.ac.jp/~m-mat/MT/emt.html
email: m-mat @ math.sci.hiroshima-u.ac.jp (remove space)
```

C.3.2 Sockets

The `socket` module uses the functions, `getaddrinfo()`, and `getnameinfo()`, which are coded in separate source files from the WIDE Project, <https://www.wide.ad.jp/>.

```
Copyright (C) 1995, 1996, 1997, and 1998 WIDE Project.
All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. Neither the name of the project nor the names of its contributors
   may be used to endorse or promote products derived from this software
   without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE PROJECT AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE PROJECT OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.
```

C.3.3 Servicios de socket asincrónicos

Los módulos `asyncchat` y `asyncore` contienen el siguiente aviso:

```
Copyright 1996 by Sam Rushing

All Rights Reserved

Permission to use, copy, modify, and distribute this software and
its documentation for any purpose and without fee is hereby
granted, provided that the above copyright notice appear in all
copies and that both that copyright notice and this permission
notice appear in supporting documentation, and that the name of Sam
Rushing not be used in advertising or publicity pertaining to
distribution of the software without specific, written prior
permission.

SAM RUSHING DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO THIS SOFTWARE,
INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS, IN
NO EVENT SHALL SAM RUSHING BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR
CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS
OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT,
NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT OF OR IN
CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.
```

C.3.4 Gestión de cookies

El módulo `http.cookies` contiene el siguiente aviso:

```
Copyright 2000 by Timothy O'Malley <timo@alum.mit.edu>

    All Rights Reserved

Permission to use, copy, modify, and distribute this software
and its documentation for any purpose and without fee is hereby
granted, provided that the above copyright notice appear in all
copies and that both that copyright notice and this permission
notice appear in supporting documentation, and that the name of
Timothy O'Malley not be used in advertising or publicity
pertaining to distribution of the software without specific, written
prior permission.

Timothy O'Malley DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO THIS
SOFTWARE, INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY
AND FITNESS, IN NO EVENT SHALL Timothy O'Malley BE LIABLE FOR
ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES
WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS,
WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS
ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR
PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.
```

C.3.5 Seguimiento de ejecución

El módulo `trace` contiene el siguiente aviso:

```
portions copyright 2001, Autonomous Zones Industries, Inc., all rights...
err... reserved and offered to the public under the terms of the
Python 2.2 license.
Author: Zooko O'Whielacronx
http://zooko.com/
mailto:zooko@zooko.com

Copyright 2000, Mojam Media, Inc., all rights reserved.
Author: Skip Montanaro

Copyright 1999, Bioreason, Inc., all rights reserved.
Author: Andrew Dalke

Copyright 1995-1997, Automatrix, Inc., all rights reserved.
Author: Skip Montanaro

Copyright 1991-1995, Stichting Mathematisch Centrum, all rights reserved.

Permission to use, copy, modify, and distribute this Python software and
its associated documentation for any purpose without fee is hereby
granted, provided that the above copyright notice appears in all copies,
and that both that copyright notice and this permission notice appear in
supporting documentation, and that the name of neither Automatrix,
Bioreason or Mojam Media be used in advertising or publicity pertaining to
distribution of the software without specific, written prior permission.
```

C.3.6 funciones UUencode y UUdecode

El módulo `uu` contiene el siguiente aviso:

```
Copyright 1994 by Lance Ellinghouse
Cathedral City, California Republic, United States of America.
    All Rights Reserved
Permission to use, copy, modify, and distribute this software and its
documentation for any purpose and without fee is hereby granted,
provided that the above copyright notice appear in all copies and that
both that copyright notice and this permission notice appear in
supporting documentation, and that the name of Lance Ellinghouse
not be used in advertising or publicity pertaining to distribution
of the software without specific, written prior permission.
LANCE ELLINGHOUSE DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO
THIS SOFTWARE, INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND
FITNESS, IN NO EVENT SHALL LANCE ELLINGHOUSE CENTRUM BE LIABLE
FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES
WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN
ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT
OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.

Modified by Jack Jansen, CWI, July 1995:
- Use binascii module to do the actual line-by-line conversion
  between ascii and binary. This results in a 1000-fold speedup. The C
  version is still 5 times faster, though.
- Arguments more compliant with Python standard
```

C.3.7 Llamadas a procedimientos remotos XML

El módulo `xmlrpc.client` contiene el siguiente aviso:

```
The XML-RPC client interface is

Copyright (c) 1999-2002 by Secret Labs AB
Copyright (c) 1999-2002 by Fredrik Lundh

By obtaining, using, and/or copying this software and/or its
associated documentation, you agree that you have read, understood,
and will comply with the following terms and conditions:

Permission to use, copy, modify, and distribute this software and
its associated documentation for any purpose and without fee is
hereby granted, provided that the above copyright notice appears in
all copies, and that both that copyright notice and this permission
notice appear in supporting documentation, and that the name of
Secret Labs AB or the author not be used in advertising or publicity
pertaining to distribution of the software without specific, written
prior permission.

SECRET LABS AB AND THE AUTHOR DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD
TO THIS SOFTWARE, INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANT-
ABILITY AND FITNESS. IN NO EVENT SHALL SECRET LABS AB OR THE AUTHOR
BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY
DAMAGES WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS,
WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS
ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE
OF THIS SOFTWARE.
```

C.3.8 test_epoll

The `test.test_epoll` module contains the following notice:

```
Copyright (c) 2001-2006 Twisted Matrix Laboratories.
```

```
Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining
a copy of this software and associated documentation files (the
"Software"), to deal in the Software without restriction, including
without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish,
distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to
permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to
the following conditions:
```

```
The above copyright notice and this permission notice shall be
included in all copies or substantial portions of the Software.
```

```
THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND,
EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF
MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND
NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE
LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION
OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION
WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.
```

C.3.9 Seleccionar kqueue

El módulo `select` contiene el siguiente aviso para la interfaz `kqueue`:

```
Copyright (c) 2000 Doug White, 2006 James Knight, 2007 Christian Heimes
All rights reserved.
```

```
Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
```

1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.

```
THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.
```

C.3.10 SipHash24

El archivo `Python/pyhash.c` contiene la implementación de Marek Majkowski del algoritmo SipHash24 de Dan Bernstein. Contiene la siguiente nota:

```
<MIT License>
Copyright (c) 2013 Marek Majkowski <marek@popcount.org>

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy
of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal
in the Software without restriction, including without limitation the rights
to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell
copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is
furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in
all copies or substantial portions of the Software.
</MIT License>

Original location:
  https://github.com/majek/csiphash/

Solution inspired by code from:
  Samuel Neves (supercop/crypto_auth/siphash24/little)
  djb (supercop/crypto_auth/siphash24/little2)
  Jean-Philippe Aumasson (https://131002.net/siphash/siphash24.c)
```

C.3.11 strtod y dtoa

The file `Python/dtoa.c`, which supplies C functions `dtoa` and `strtod` for conversion of C doubles to and from strings, is derived from the file of the same name by David M. Gay, currently available from <https://web.archive.org/web/20220517033456/http://www.netlib.org/fp/dtoa.c>. The original file, as retrieved on March 16, 2009, contains the following copyright and licensing notice:

```
/*****
 *
 * The author of this software is David M. Gay.
 *
 * Copyright (c) 1991, 2000, 2001 by Lucent Technologies.
 *
 * Permission to use, copy, modify, and distribute this software for any
 * purpose without fee is hereby granted, provided that this entire notice
 * is included in all copies of any software which is or includes a copy
 * or modification of this software and in all copies of the supporting
 * documentation for such software.
 *
 * THIS SOFTWARE IS BEING PROVIDED "AS IS", WITHOUT ANY EXPRESS OR IMPLIED
 * WARRANTY. IN PARTICULAR, NEITHER THE AUTHOR NOR LUCENT MAKES ANY
 * REPRESENTATION OR WARRANTY OF ANY KIND CONCERNING THE MERCHANTABILITY
 * OF THIS SOFTWARE OR ITS FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE.
 *****/
```

C.3.12 OpenSSL

The modules `hashlib`, `posix`, `ssl`, `crypt` use the OpenSSL library for added performance if made available by the operating system. Additionally, the Windows and macOS installers for Python may include a copy of the OpenSSL libraries, so we include a copy of the OpenSSL license here. For the OpenSSL 3.0 release, and later releases derived from that, the Apache License v2 applies:

```
Apache License
Version 2.0, January 2004
https://www.apache.org/licenses/

TERMS AND CONDITIONS FOR USE, REPRODUCTION, AND DISTRIBUTION

1. Definitions.

"License" shall mean the terms and conditions for use, reproduction,
and distribution as defined by Sections 1 through 9 of this document.

"Licensor" shall mean the copyright owner or entity authorized by
the copyright owner that is granting the License.

"Legal Entity" shall mean the union of the acting entity and all
other entities that control, are controlled by, or are under common
control with that entity. For the purposes of this definition,
"control" means (i) the power, direct or indirect, to cause the
direction or management of such entity, whether by contract or
otherwise, or (ii) ownership of fifty percent (50%) or more of the
outstanding shares, or (iii) beneficial ownership of such entity.

"You" (or "Your") shall mean an individual or Legal Entity
exercising permissions granted by this License.

"Source" form shall mean the preferred form for making modifications,
including but not limited to software source code, documentation
source, and configuration files.

"Object" form shall mean any form resulting from mechanical
transformation or translation of a Source form, including but
not limited to compiled object code, generated documentation,
and conversions to other media types.

"Work" shall mean the work of authorship, whether in Source or
Object form, made available under the License, as indicated by a
copyright notice that is included in or attached to the work
(an example is provided in the Appendix below).

"Derivative Works" shall mean any work, whether in Source or Object
form, that is based on (or derived from) the Work and for which the
editorial revisions, annotations, elaborations, or other modifications
represent, as a whole, an original work of authorship. For the purposes
of this License, Derivative Works shall not include works that remain
separable from, or merely link (or bind by name) to the interfaces of,
the Work and Derivative Works thereof.

"Contribution" shall mean any work of authorship, including
the original version of the Work and any modifications or additions
to that Work or Derivative Works thereof, that is intentionally
submitted to Licensor for inclusion in the Work by the copyright owner
or by an individual or Legal Entity authorized to submit on behalf of
the copyright owner. For the purposes of this definition, "submitted"
means any form of electronic, verbal, or written communication sent
to the Licensor or its representatives, including but not limited to
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

communication on electronic mailing lists, source code control systems, and issue tracking systems that are managed by, or on behalf of, the Licensor for the purpose of discussing and improving the Work, but excluding communication that is conspicuously marked or otherwise designated in writing by the copyright owner as "Not a Contribution."

"Contributor" shall mean Licensor and any individual or Legal Entity on behalf of whom a Contribution has been received by Licensor and subsequently incorporated within the Work.

2. Grant of Copyright License. Subject to the terms and conditions of this License, each Contributor hereby grants to You a perpetual, worldwide, non-exclusive, no-charge, royalty-free, irrevocable copyright license to reproduce, prepare Derivative Works of, publicly display, publicly perform, sublicense, and distribute the Work and such Derivative Works in Source or Object form.
3. Grant of Patent License. Subject to the terms and conditions of this License, each Contributor hereby grants to You a perpetual, worldwide, non-exclusive, no-charge, royalty-free, irrevocable (except as stated in this section) patent license to make, have made, use, offer to sell, sell, import, and otherwise transfer the Work, where such license applies only to those patent claims licensable by such Contributor that are necessarily infringed by their Contribution(s) alone or by combination of their Contribution(s) with the Work to which such Contribution(s) was submitted. If You institute patent litigation against any entity (including a cross-claim or counterclaim in a lawsuit) alleging that the Work or a Contribution incorporated within the Work constitutes direct or contributory patent infringement, then any patent licenses granted to You under this License for that Work shall terminate as of the date such litigation is filed.
4. Redistribution. You may reproduce and distribute copies of the Work or Derivative Works thereof in any medium, with or without modifications, and in Source or Object form, provided that You meet the following conditions:
 - (a) You must give any other recipients of the Work or Derivative Works a copy of this License; and
 - (b) You must cause any modified files to carry prominent notices stating that You changed the files; and
 - (c) You must retain, in the Source form of any Derivative Works that You distribute, all copyright, patent, trademark, and attribution notices from the Source form of the Work, excluding those notices that do not pertain to any part of the Derivative Works; and
 - (d) If the Work includes a "NOTICE" text file as part of its distribution, then any Derivative Works that You distribute must include a readable copy of the attribution notices contained within such NOTICE file, excluding those notices that do not pertain to any part of the Derivative Works, in at least one of the following places: within a NOTICE text file distributed as part of the Derivative Works; within the Source form or documentation, if provided along with the Derivative Works; or, within a display generated by the Derivative Works, if and wherever such third-party notices normally appear. The contents of the NOTICE file are for informational purposes only and

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

do not modify the License. You may add Your own attribution notices within Derivative Works that You distribute, alongside or as an addendum to the NOTICE text from the Work, provided that such additional attribution notices cannot be construed as modifying the License.

You may add Your own copyright statement to Your modifications and may provide additional or different license terms and conditions for use, reproduction, or distribution of Your modifications, or for any such Derivative Works as a whole, provided Your use, reproduction, and distribution of the Work otherwise complies with the conditions stated in this License.

5. Submission of Contributions. Unless You explicitly state otherwise, any Contribution intentionally submitted for inclusion in the Work by You to the Licensor shall be under the terms and conditions of this License, without any additional terms or conditions. Notwithstanding the above, nothing herein shall supersede or modify the terms of any separate license agreement you may have executed with Licensor regarding such Contributions.
6. Trademarks. This License does not grant permission to use the trade names, trademarks, service marks, or product names of the Licensor, except as required for reasonable and customary use in describing the origin of the Work and reproducing the content of the NOTICE file.
7. Disclaimer of Warranty. Unless required by applicable law or agreed to in writing, Licensor provides the Work (and each Contributor provides its Contributions) on an "AS IS" BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied, including, without limitation, any warranties or conditions of TITLE, NON-INFRINGEMENT, MERCHANTABILITY, or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. You are solely responsible for determining the appropriateness of using or redistributing the Work and assume any risks associated with Your exercise of permissions under this License.
8. Limitation of Liability. In no event and under no legal theory, whether in tort (including negligence), contract, or otherwise, unless required by applicable law (such as deliberate and grossly negligent acts) or agreed to in writing, shall any Contributor be liable to You for damages, including any direct, indirect, special, incidental, or consequential damages of any character arising as a result of this License or out of the use or inability to use the Work (including but not limited to damages for loss of goodwill, work stoppage, computer failure or malfunction, or any and all other commercial damages or losses), even if such Contributor has been advised of the possibility of such damages.
9. Accepting Warranty or Additional Liability. While redistributing the Work or Derivative Works thereof, You may choose to offer, and charge a fee for, acceptance of support, warranty, indemnity, or other liability obligations and/or rights consistent with this License. However, in accepting such obligations, You may act only on Your own behalf and on Your sole responsibility, not on behalf of any other Contributor, and only if You agree to indemnify, defend, and hold each Contributor harmless for any liability incurred by, or claims asserted against, such Contributor by reason of your accepting any such warranty or additional liability.

END OF TERMS AND CONDITIONS

C.3.13 expat

The `pyexpat` extension is built using an included copy of the `expat` sources unless the build is configured `--with-system-expat`:

```
Copyright (c) 1998, 1999, 2000 Thai Open Source Software Center Ltd
and Clark Cooper

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining
a copy of this software and associated documentation files (the
"Software"), to deal in the Software without restriction, including
without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish,
distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to
permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to
the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included
in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND,
EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF
MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT.
IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY
CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT,
TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE
SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.
```

C.3.14 libffi

La extensión `_ctypes` se construye usando una copia incluida de las fuentes de `libffi` a menos que la construcción esté configurada `--with-system-libffi`:

```
Copyright (c) 1996-2008 Red Hat, Inc and others.

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining
a copy of this software and associated documentation files (the
`Software'), to deal in the Software without restriction, including
without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish,
distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to
permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to
the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included
in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED ``AS IS'', WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND,
EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF
MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND
NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT
HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY,
WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM,
OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER
DEALINGS IN THE SOFTWARE.
```

C.3.15 zlib

La extensión `zlib` se crea utilizando una copia incluida de las fuentes de `zlib` si la versión de `zlib` encontrada en el sistema es demasiado antigua para ser utilizada para la compilación:

```
Copyright (C) 1995-2011 Jean-loup Gailly and Mark Adler

This software is provided 'as-is', without any express or implied
warranty. In no event will the authors be held liable for any damages
arising from the use of this software.

Permission is granted to anyone to use this software for any purpose,
including commercial applications, and to alter it and redistribute it
freely, subject to the following restrictions:

1. The origin of this software must not be misrepresented; you must not
   claim that you wrote the original software. If you use this software
   in a product, an acknowledgment in the product documentation would be
   appreciated but is not required.

2. Altered source versions must be plainly marked as such, and must not be
   misrepresented as being the original software.

3. This notice may not be removed or altered from any source distribution.

Jean-loup Gailly          Mark Adler
jloup@gzip.org           madler@alumni.caltech.edu
```

C.3.16 cfuhash

La implementación de la tabla hash utilizada por `tracemalloc` se basa en el proyecto `cfuhash`:

```
Copyright (c) 2005 Don Owens
All rights reserved.

This code is released under the BSD license:

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:

* Redistributions of source code must retain the above copyright
  notice, this list of conditions and the following disclaimer.

* Redistributions in binary form must reproduce the above
  copyright notice, this list of conditions and the following
  disclaimer in the documentation and/or other materials provided
  with the distribution.

* Neither the name of the author nor the names of its
  contributors may be used to endorse or promote products derived
  from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS
"AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT
LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS
FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE
COPYRIGHT OWNER OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT,
INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES
(INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR
```

(continúe en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```
SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT,
STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE)
ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED
OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.
```

C.3.17 libmpdec

El módulo `_decimal` se construye usando una copia incluida de la biblioteca `libmpdec` a menos que la construcción esté configurada `--with-system-libmpdec`:

```
Copyright (c) 2008-2020 Stefan Kraah. All rights reserved.
```

```
Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
```

1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.

```
THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR AND CONTRIBUTORS "AS IS" AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.
```

C.3.18 Conjunto de pruebas W3C C14N

El conjunto de pruebas C14N 2.0 en el paquete `test` (`Lib/test/xmltestdata/c14n-20/`) se recuperó del sitio web de W3C en <https://www.w3.org/TR/xml-c14n2-testcases/> y se distribuye bajo la licencia BSD de 3 cláusulas:

```
Copyright (c) 2013 W3C(R) (MIT, ERCIM, Keio, Beihang),
All Rights Reserved.
```

```
Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
```

- * Redistributions of works must retain the original copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
- * Redistributions in binary form must reproduce the original copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.
- * Neither the name of the W3C nor the names of its contributors may be used to endorse or promote products derived from this work without specific prior written permission.

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS "AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT OWNER OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

C.3.19 Audioop

The audioop module uses the code base in g771.c file of the SoX project:

```
Programming the AdLib/Sound Blaster
FM Music Chips
Version 2.0 (24 Feb 1992)
Copyright (c) 1991, 1992 by Jeffrey S. Lee
jlee@smylex.uucp
Warranty and Copyright Policy
This document is provided on an "as-is" basis, and its author makes
no warranty or representation, express or implied, with respect to
its quality performance or fitness for a particular purpose. In no
event will the author of this document be liable for direct, indirect,
special, incidental, or consequential damages arising out of the use
or inability to use the information contained within. Use of this
document is at your own risk.
This file may be used and copied freely so long as the applicable
copyright notices are retained, and no modifications are made to the
text of the document. No money shall be charged for its distribution
beyond reasonable shipping, handling and duplication costs, nor shall
proprietary changes be made to this document so that it cannot be
distributed freely. This document may not be included in published
material or commercial packages without the written consent of its
author.
```

APÉNDICE D

Derechos de autor

Python y esta documentación es:

Copyright © 2001-2023 Python Software Foundation. All rights reserved.

Derechos de autor © 2000 BeOpen.com. Todos los derechos reservados.

Derechos de autor © 1995-2000 Corporation for National Research Initiatives. Todos los derechos reservados.

Derechos de autor © 1991-1995 Stichting Mathematisch Centrum. Todos los derechos reservados.

Consulte *Historia y Licencia* para obtener información completa sobre licencias y permisos.

No alfabético

..., [67](#)

2to3, [67](#)

>>>, [67](#)

__future__, [72](#)

__slots__, [78](#)

A

a la espera, [68](#)

administrador asincrónico de
contexto, [68](#)

administrador de contextos, [69](#)

alcances anidados, [76](#)

alias de tipos, [79](#)

anotación, [67](#)

anotación de función, [71](#)

anotación de variable, [80](#)

apagado del intérprete, [73](#)

API provisional, [77](#)

archivo binario, [68](#)

archivo de texto, [79](#)

argumento, [67](#)

argumento nombrado, [74](#)

argumento posicional, [77](#)

atributo, [68](#)

B

BDFL, [68](#)

bloqueo global del intérprete, [72](#)

built-in function

repr, [50](#)

buscador, [71](#)

buscador basado en ruta, [77](#)

buscador de entradas de ruta, [77](#)

bytecode, [69](#)

C

cadena con triple comilla, [79](#)

callable, [69](#)

cargador, [75](#)

C-contiguous, [69](#)

clase, [69](#)

clase base abstracta, [67](#)

clase de nuevo estilo, [76](#)

codificación de la configuración
regional, [74](#)

codificación de texto, [79](#)

codificación del sistema de archivos
y manejador de errores, [71](#)

comprensión de conjuntos, [78](#)

comprensión de diccionarios, [70](#)

comprensión de listas, [74](#)

contador de referencias, [78](#)

contiguo, [69](#)

corrutina, [70](#)

CPython, [70](#)

D

deallocation, object, [49](#)

decorador, [70](#)

descriptor, [70](#)

despacho único, [79](#)

diccionario, [70](#)

división entera, [71](#)

docstring, [70](#)

E

EAFP, [71](#)

entorno virtual, [80](#)

entrada de ruta, [77](#)

espacio de nombres, [76](#)

especificador de módulo, [75](#)

expresión, [71](#)

expresión generadora, [72](#)

F

f-string, [71](#)

finalization, of objects, [49](#)

Fortran contiguous, [69](#)

función, [71](#)

función clave, [74](#)

función corrutina, [70](#)

función genérica, [72](#)

G

gancho a entrada de ruta, [77](#)

generador, **72**
 generador asincrónico, **68**
 GIL, **72**

H

hash-based pyc, **73**
 hashable, **73**

I

IDLE, **73**
 importador, **73**
 importar, **73**
 indicador de tipo, **79**
 inmutable, **73**
 interactivo, **73**
 interpretado, **73**
 iterable, **73**
 iterable asincrónico, **68**
 iterador, **74**
 iterador asincrónico, **68**
 iterador generador, **72**
 iterador generador asincrónico, **68**

L

lambda, **74**
 LBYL, **74**
 lista, **74**

M

magic
 método, **75**
 mapeado, **75**
 máquina virtual, **80**
 meta buscadores de ruta, **75**
 metaclasses, **75**
 método, **75**
 magic, **75**
 special, **79**
 método especial, **79**
 método mágico, **75**
 módulo, **75**
 módulo de extensión, **71**
 MRO, **75**
 mutable, **75**

N

nombre calificado, **78**
 número complejo, **69**

O

object
 deallocation, **49**
 finalization, **49**
 objeto, **76**
 objeto archivo, **71**
 objeto tipo ruta, **77**
 objetos tipo archivo, **71**
 objetos tipo binarios, **69**

orden de resolución de métodos, **75**

P

paquete, **76**
 paquete de espacios de nombres, **76**
 paquete provisorio, **77**
 paquete regular, **78**
 parámetro, **76**
 PEP, **77**
 Philbrick, Geoff, **15**
 porción, **77**
 PY_AUDIT_READ, **52**
 PyArg_ParseTuple(), **14**
 PyArg_ParseTupleAndKeywords(), **15**
 PyErr_Fetch(), **49**
 PyErr_Restore(), **49**
 PyInit_modulename (C function), **56**
 PyObject_CallObject(), **12**
 Python 3000, **77**
 Python Enhancement Proposals
 PEP 1, **77**
 PEP 238, **71**
 PEP 278, **80**
 PEP 302, **71, 75**
 PEP 343, **69**
 PEP 362, **68, 77**
 PEP 411, **77**
 PEP 420, **71, 76, 77**
 PEP 442, **50**
 PEP 443, **72**
 PEP 451, **71**
 PEP 483, **72**
 PEP 484, **67, 72, 79, 80**
 PEP 489, **11, 57**
 PEP 492, **68, 70**
 PEP 498, **71**
 PEP 519, **77**
 PEP 525, **68**
 PEP 526, **67, 80**
 PEP 585, **72**
 PEP 3116, **80**
 PEP 3155, **78**
 Pythónico, **77**
 PYTHONPATH, **56**

R

READ_RESTRICTED, **52**
 READONLY, **52**
 rebanada, **79**
 recolección de basura, **72**
 referencia fuerte, **79**
 referencia prestada, **69**
 repr
 built-in function, **50**
 RESTRICTED, **52**
 retrollamada, **69**
 ruta de importación, **73**

S

saltos de líneas universales, **80**
secuencia, **78**
sentencia, **79**
special
 método, **79**
string
 object representation, **50**

T

tipado de pato, **70**
tipo, **79**
tipos genéricos, **72**
tupla nombrada, **75**

V

variable de clase, **69**
variable de contexto, **69**
variables de entorno
 PYTHONPATH, **56**
vista de diccionario, **70**

W

WRITE_RESTRICTED, **52**

Z

Zen de Python, **80**