
Suporte do Python ao perfilador perf do Linux

Release 3.14.0a1

Guido van Rossum and the Python development team

novembro 05, 2024

Python Software Foundation
Email: docs@python.org

Sumário

| | | |
|---|---|---|
| 1 | Como habilitar o suporte a perfilação com <code>perf</code> | 4 |
| 2 | Como obter os melhores resultados | 4 |
| 3 | Como trabalhar sem ponteiros de quadro | 5 |
| | Índice | 6 |

autor

Pablo Galindo

O perfilador `perf` do Linux é uma ferramenta muito poderosa que permite criar perfis e obter informações sobre o desempenho da sua aplicação. `perf` também possui um ecossistema muito vibrante de ferramentas que auxiliam na análise dos dados que produz.

O principal problema de usar o perfilador `perf` com aplicações Python é que `perf` apenas obtém informações sobre símbolos nativos, ou seja, os nomes de funções e procedimentos escritos em C. Isso significa que os nomes de funções Python e seus nomes de arquivos em seu código não aparecerão na saída de `perf`.

Desde o Python 3.12, o interpretador pode ser executado em um modo especial que permite que funções do Python apareçam na saída do criador de perfilador `perf`. Quando este modo está habilitado, o interpretador interporá um pequeno pedaço de código compilado instantaneamente antes da execução de cada função Python e ensinará `perf` a relação entre este pedaço de código e a função Python associada usando arquivos de mapa `perf`.

Nota

O suporte para o perfilador `perf` está atualmente disponível apenas para Linux em arquiteturas selecionadas. Verifique a saída da etapa de construção `configure` ou verifique a saída de `python -m sysconfig | grep HAVE_PERF_TRAMPOLINE` para ver se o seu sistema é compatível.

Por exemplo, considere o seguinte script:

```
def foo(n):  
    result = 0
```

(continua na próxima página)

(continuação da página anterior)

```
for _ in range(n):
    result += 1
return result

def bar(n):
    foo(n)

def baz(n):
    bar(n)

if __name__ == "__main__":
    baz(1000000)
```

Podemos executar `perf` para obter amostras de rastreamentos de pilha da CPU em 9999 hertz:

```
$ perf record -F 9999 -g -o perf.data python my_script.py
```

Então podemos usar `perf report` para analisar os dados:

```
$ perf report --stdio -n -g

# Children      Self          Samples  Command      Shared Object      Symbol
# .....
↳ .....
#
  91.08%      0.00%           0  python.exe  python.exe        [.] _start
    |
    |--_start
    |
    --90.71%--__libc_start_main
                Py_BytesMain
                |
                |--56.88%--pymain_run_python.constprop.0
                |
                |--56.13%--_PyRun_AnyFileObject
                |         _PyRun_SimpleFileObject
                |
                |--55.02%--run_mod
                |
                |         --54.65%--PyEval_EvalCode
                |         _PyEval_
↳ EvalFrameDefault
                |
                |         PyObject_
↳ Vectorcall
                |
                |         _PyEval_Vector
                |         _PyEval_
↳ EvalFrameDefault
                |
                |         PyObject_
↳ Vectorcall
                |
                |         _PyEval_Vector
                |         _PyEval_
↳ EvalFrameDefault
                |
                |         PyObject_
↳ Vectorcall
                |
                |         _PyEval_Vector
                |         |
                |         |--51.67%--_
```

(continua na próxima página)

(continuação da página anterior)

[illegible]

Como você pode ver, as funções Python não são mostradas na saída, apenas `_PyEval_EvalFrameDefault` (a função que avalia o bytecode Python) aparece. Infelizmente isso não é muito útil porque todas as funções Python usam a mesma função C para avaliar bytecode, portanto não podemos saber qual função Python corresponde a qual função de avaliação de bytecode.

Em vez disso, se executarmos o mesmo experimento com o suporte `perf` ativado, obteremos:

```
$ perf report --stdio -n -g
```

| # | Children | Self | Samples | Command | Shared Object | Symbol |
|-------------------|----------|------------|---------|-------------------------------|---------------|---------------------------|
| # | | | | | | |
| ↪ | | | | | | |
| # | 90.58% | 0.36% | 1 | python.exe | python.exe | [.] _start |
| | | | | | | |
| | --- | _start | | | | |
| | | | | | | |
| | | --89.86%-- | | __libc_start_main | | |
| | | | | Py_BytesMain | | |
| | | | | | | |
| | | --55.43%-- | | pymain_run_python.constprop.0 | | |
| | | | | | | |
| | | | | --54.71%-- | | _PyRun_AnyFileObject |
| | | | | | | _PyRun_SimpleFileObject |
| | | | | | | |
| | | | | | --53.62%-- | run_mod |
| | | | | | | |
| | | | | | | --53.26%--PyEval_EvalCode |
| | | | | | | py::<module>:/ |
| ↪src/script.py | | | | | | |
| | | | | | | _PyEval_ |
| ↪EvalFrameDefault | | | | | | |
| | | | | | | PyObject_ |
| ↪Vectorcall | | | | | | |
| | | | | | | _PyEval_Vector |
| | | | | | | py::baz:/src/ |
| ↪script.py | | | | | | |
| | | | | | | _PyEval_ |
| ↪EvalFrameDefault | | | | | | |
| | | | | | | PyObject_ |
| ↪Vectorcall | | | | | | |
| | | | | | | _PyEval_Vector |
| | | | | | | py::bar:/src/ |
| ↪script.py | | | | | | |
| | | | | | | _PyEval_ |
| ↪EvalFrameDefault | | | | | | |
| | | | | | | PyObject_ |

(continua na próxima página)

(continuação da página anterior)

```
↪Vectorcall          |          |          |          _PyEval_Vector
                      |          |          |          py::foo:/src/
↪script.py           |          |          |          |
                      |          |          |          |--51.81%--_
↪PyEval_EvalFrameDefault |          |          |          |          |
                      |          |          |          |          |--
↪13.77%--_PyLong_Add   |          |          |          |          |
↪                      |          |          |          |          |
                      |          |          |          |          |
↪                      |          |          |          |          |
```

1 Como habilitar o suporte a perfilação com perf

O suporte à perfilação com perf pode ser habilitado desde o início usando a variável de ambiente `PYTHONPERFSUPPORT` ou a opção `-X perf`, ou dinamicamente usando `sys.activate_stack_trampoline()` e `sys.deactivate_stack_trampoline()`.

As funções `sys` têm precedência sobre a opção `-X`, a opção `-X` tem precedência sobre a variável de ambiente.

Exemplo usando a variável de ambiente:

```
$ PYTHONPERFSUPPORT=1 perf record -F 9999 -g -o perf.data python script.py
$ perf report -g -i perf.data
```

Exemplo usando a opção `-X`:

```
$ perf record -F 9999 -g -o perf.data python -X perf script.py
$ perf report -g -i perf.data
```

Exemplo usando as APIs de `sys` em `example.py`:

```
import sys

sys.activate_stack_trampoline("perf")
do_profiled_stuff()
sys.deactivate_stack_trampoline()

non_profiled_stuff()
```

... então:

```
$ perf record -F 9999 -g -o perf.data python ./example.py
$ perf report -g -i perf.data
```

2 Como obter os melhores resultados

Para melhores resultados, Python deve ser compilado com `CFLAGS="-fno-omit-frame-pointer -mno-omit-leaf-frame-pointer"`, pois isso permite que os perfiladores façam o desenrolamento de pilha (ou *stack unwinding*) usando apenas o ponteiro de quadro e não no DWARF informações de depuração. Isso ocorre porque como o código interposto para permitir o suporte `perf` é gerado dinamicamente, ele não possui nenhuma informação de depuração DWARF disponível.

Você pode verificar se o seu sistema foi compilado com este sinalizador executando:

```
$ python -m sysconfig | grep 'no-omit-frame-pointer'
```

Se você não vir nenhuma saída, significa que seu interpretador não foi compilado com ponteiros de quadro e, portanto, pode não ser capaz de mostrar funções Python na saída de `perf`.

3 Como trabalhar sem ponteiros de quadro

Se você estiver trabalhando com um interpretador Python que foi compilado sem ponteiros de quadro, você ainda pode usar o perfilador `perf`, mas a sobrecarga será um pouco maior porque o Python precisa gerar informações de desenrolamento para cada chamada de função Python em tempo real. Além disso, `perf` levará mais tempo para processar os dados porque precisará usar as informações de depuração DWARF para desenrolar a pilha e este é um processo lento.

Para habilitar esse modo, você pode usar a variável de ambiente `PYTHON_PERF_JIT_SUPPORT` ou a opção `-Xperf_jit`, que habilitará o modo JIT para o perfilador `perf`.

Nota

Devido a um bug na ferramenta `perf`, apenas versões `perf` superiores à v6.8 funcionarão com o modo JIT. A correção também foi portada para a versão v6.7.2 da ferramenta.

Note que ao verificar a versão da ferramenta `perf` (o que pode ser feito executando `perf version`) você deve levar em conta que algumas distros adicionam alguns números de versão personalizados, incluindo um caractere `-`. Isso significa que `perf 6.7-3` não é necessariamente `perf 6.7.3`.

Ao usar o modo JIT do `perf`, você precisa de uma etapa extra antes de poder executar `perf report`. Você precisa chamar o comando `perf inject` para injetar as informações JIT no arquivo `perf.data`:

```
$ perf record -F 9999 -g --call-graph dwarf -o perf.data python -Xperf_jit my_
→script.py
$ perf inject -i perf.data --jit --output perf.jit.data
$ perf report -g -i perf.jit.data
```

ou usando a variável de ambiente:

```
$ PYTHON_PERF_JIT_SUPPORT=1 perf record -F 9999 -g --call-graph dwarf -o perf.data.
→python my_script.py
$ perf inject -i perf.data --jit --output perf.jit.data
$ perf report -g -i perf.jit.data
```

O comando `perf inject --jit` lerá `perf.data`, pegará automaticamente o arquivo de dump `perf` que o Python cria (em `/tmp/perf-$PID.dump`) e, em seguida, criará `perf.jit.data` que mescla todas as informações JIT. Ele também deve criar muitos arquivos `jitted-XXXX-N.so` no diretório atual, que são imagens ELF para todos os trampolins JIT que foram criados pelo Python.

Aviso

Observe que ao usar `--call-graph dwarf`, a ferramenta `perf` fará snapshots da pilha do processo que está sendo perfilado e salvará as informações no arquivo `perf.data`. Por padrão, o tamanho do dump da pilha é 8192 bytes, mas o usuário pode alterar o tamanho passando o tamanho após a vírgula como `--call-graph dwarf,4096`. O tamanho do dump da pilha é importante porque se o tamanho for muito pequeno, `perf` não conseguirá desenrolar a pilha e a saída ficará incompleta. Por outro lado, se o tamanho for muito grande, então `perf` não conseguirá amostrar o processo com a frequência que gostaria, pois a sobrecarga será maior.

Índice

P

`PYTHON_PERF_JIT_SUPPORT`, 5

`PYTHONPERFSUPPORT`, 4

V

variável de ambiente

`PYTHON_PERF_JIT_SUPPORT`, 5

`PYTHONPERFSUPPORT`, 4