Metaohjelmointi Python-kielellä

Mikko Koho

Helsingin Yliopisto

27. marraskuuta 2014

Metaohjelmointi Python-kielellä

Metaohjelmointi

- Tarkoittaa useita eri asioita
- ”Sellaisen ohjelman tekeminen, joka kirjoittaa uusia ohjelmia”
- Ohjelma, joka tarkastelee tai manipuloi toisia ohjelmia tai itseään ajon aikana
- Reflektio
- Käännösaikainen metaohjelmointi

Python

- Dynaaminen olio-ohjelmointikieli
- Dynaamisesti tyypitetty
- Ensimmäinen versio 1991
- Nykyään käytössä versiot 2 ja 3
- Kääntäjiä CPython, Jython, IronPython, PyPy

Syntaksi

```
lista = [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
joukko = {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9}
monikko = (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)

print(lista == joukko)
# False

print(set(lista) == joukko)
# True

print(lista == list(joukko) == list(monikko))
# True
```

Syntaksi

```
parents, babies = (1, 1)
while babies < 100:
    print 'This generation has {0} babies'.format(babies)
    parents, babies = (babies, parents + babies)

# This generation has 1 babies
# This generation has 2 babies
# This generation has 3 babies
# This generation has 5 babies
# This generation has 8 babies
# This generation has 13 babies
# This generation has 21 babies
# This generation has 34 babies
# This generation has 55 babies
# This generation has 89 babies
```

---

https://wiki.python.org/moin/SimplePrograms

Luokat

```
class MyClassA(object):
  def a(self):
    print('foo')

class MyClassB(object):
  def b(self):
    print('bar')

class MyClassC(MyClassA, MyClassB):
  """Moniperija"""
  def c(self):
    self.a()
    self.b()

olio = MyClassC()
olio.c()
# foo    # bar
```

Introspektio

```
for attr in dir(olio):
  print(attr)

# __class__
# __delattr__
# __dict__
# __doc__
# __format__
# __getattribute__
# __hash__
# ...
# a
# b
# c
```

inspect-moduuli

```
import inspect

print(len(dir(inspect)))  # 87

print(inspect.getdoc(inspect.getdoc))
# Get the documentation string for an object.
#
# All tabs are expanded to spaces.  To clean up docstrings that are
# indented to line up with blocks of code, any whitespace than can be
# uniformly removed from the second line onwards is removed.

print(inspect.getdoc(inspect))
# Get useful information from live Python objects.   ...

print(inspect.ismodule(inspect))
# True
```

inspect-moduuli

```
for attr in dir(olio):
  docstr = str(inspect.getdoc(getattr(olio, attr)))
  docstr_head = docstr.splitlines()[0]
  print("olio.%s: %s" % (attr, docstr_head))

# olio.__class__: Moniperija
# olio.__delattr__: x.__delattr__('name') <==> del x.name
# olio.__dict__: dict() -> new empty dictionary
# olio.__doc__: str(object) -> string
# olio.__format__: default object formatter
# olio.__getattribute__: x.__getattribute__('name') <==> x.name
# olio.__hash__: x.__hash__() <==> hash(x)
# olio.__init__: x.__init__(...) initializes x; see help(type(x)) for s
# ...
# olio.a: None
# olio.b: None
# olio.c: None
```

inspect-moduuli

```
print(inspect.getsource(olio.c))
#       def c(self):
#             self.a()
#             self.b()

print(inspect.isfunction(olio.c))
# False

print(inspect.ismethod(olio.c))
# True

print(inspect.getmro(type(olio)))
# (<class '__main__.MyClassC'>,
#  <class '__main__.MyClassA'>,
#  <class '__main__.MyClassB'>,
#  <type 'object'>)
```

Tavukoodin tarkastelu

```
import dis
dis.dis(olio.c)
# 4           0 LOAD_FAST                0 (self)
#             3 LOAD_ATTR                0 (a)
#             6 CALL_FUNCTION            0
#             9 POP_TOP
#
# 5          10 LOAD_FAST                0 (self)
#            13 LOAD_ATTR                1 (b)
#            16 CALL_FUNCTION            0
#            19 POP_TOP
#            20 LOAD_CONST               0 (None)
#            23 RETURN_VALUE
```

Ohjelman muokkaus ajon aikana

- Olioiden muokkaus sijoittamalla uusia arvoja aiempien tilalle
- Luokan muokkaaminen vaikuttaa siitä luotuihin olioihin
- Olemassa olevia muuttujia voidaan poistaa `del`-funktiolla
- Myös ulkopuolisia kirjastoja voidaan muokata vapaasti ajon aikana
- Uusien luokkien luominen dynaamisesti
- Koodin kääntäminen ja ajaminen

Dynaamiset luokat

```
def dynamic_c(self):
  self.a()
  self.b()

DynClassC = type(
  'DynClassC',
  (MyClassA, MyClassB),
  {'__doc__':
   "Dynaaminen moniperinta",
   'c': dynamic_c
  })

olio2 = DynClassC()
olio2.c()
# foo
# bar
```

Koodin kääntäminen ajon aikana

```
code_str = 'print("Hello world!")'
code_obj = compile(code_str, '<string>', 'single')

print(list(code_obj.co_code))
# ['d', '\x00', '\x00', 'G', 'H', 'd', '\x01', '\x00', 'S']

print(dis.dis(code_obj))
#  1           0 LOAD_CONST               0 ('Hello world!')
#              3 PRINT_ITEM
#              4 PRINT_NEWLINE
#              5 LOAD_CONST               1 (None)
#              8 RETURN_VALUE

exec(code_obj)
# Hello world!
```

AST-puun käsittely

```
import ast

tree = ast.parse("print('hello world')")
exec(compile(tree, filename="<ast>", mode="exec"))
# hello world

print(ast.dump(tree))
# Module( body = [Print(
#     dest = None,
#     values = [Str(s = 'hello world')],
#     nl = True)])

for node in ast.walk(tree):
  print(type(node))
# <class '_ast.Module'>
# <class '_ast.Print'>
# <class '_ast.Str'>
```

AST-puun käsittely

```
tree = ast.parse(
"""
a, b, c = ('foo', 'bar', 'baz')
print(" - ".join([a, b, c]))
""")

class StrLister(ast.NodeVisitor):
    def visit_Str(self, node):
        print(node.s)
        self.generic_visit(node)

StrLister().visit(tree)
# foo
# bar
# baz
#  -
```

AST-puun muokkaus

- Onnistuu samaan tapaan kuin `NodeVisitor`-esimerkissä
- Perittävänä luokkana `NodeVisitor`:in sijaan `NodeTransformer`
- Samankaltaiset ”visit”-metodit toimivat, paluuarvona annetaan solmu (node)
- `ast`-moduulista löytyy apumetodeja solmujen muodostamiseen

Yhteenveto

- Reflektio helppoa
- Laajasta standardikirjastosta apua
- Koodia voi kääntää ja ottaa käyttöön ajon aikana
- AST-puun muokkaus