Python
單元測試 Unit Test

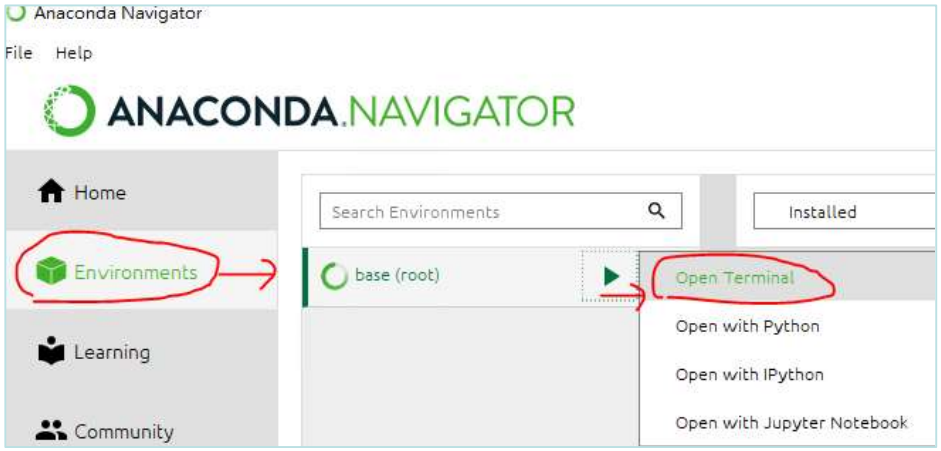
臺北科技大學資訊工程系

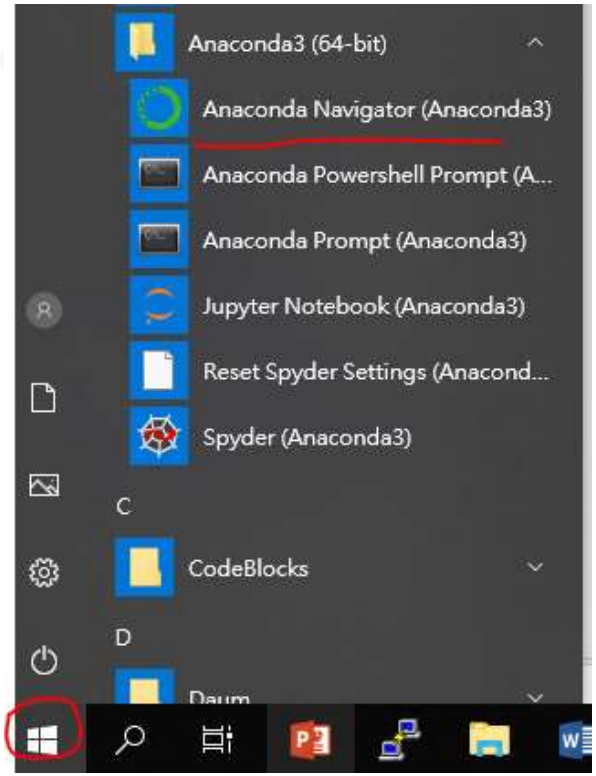
測試程式

- 測試程式/作業正確性，找出程式錯誤。
  - 設計測試案例(test case)，滿足問題/需求描述的各種條件/情境
  - 撰寫測試驅動程式(test driver)、測試方法(method)
  - 執行測試驅動程式，使得主要程式通過這些測試案例。
- 單元測試(Unit Test)概念
  - 程式設計師，測試自己所寫的程式模組是否有錯誤。
  - 撰寫測試方法(method)，驗證某功能在某測試案例，程式如預期運作。
- 單元測試(Unit Test)重點
  - 設計足夠多的測試案例，滿足各種問題條件
  - 正確：測試主程式，讓結果正確
  - 完整：測試主程式，使涵蓋度達到100%

安裝coverage套件

- 開始:Anaconda:Anaconda Navigator
- Environments: Open Terminal





- pip install coverage
  - pip install --index-url=https://pypi.org/simple/ --trusted-host pypi.python.org coverage

```
(base) C:\Users\jykuo>pip install --index-url=https://pypi.org/simple/ --trusted-host pypi.python.org coverage
Looking in indexes: https://pypi.org/simple/
Collecting coverage
  Obtaining dependency information for coverage from https://files.pythonhosted.org/packages/52/07/215f1373eeded0ba34fed
c7d61ff72ae771705692dfead54e74a97bbbfbb/coverage-7.3.2-cp311-cp311-win_amd64.whl.metadata
  Downloading coverage-7.3.2-cp311-cp311-win_amd64.whl.metadata (8.3 kB)
Downloading coverage-7.3.2-cp311-cp311-win_amd64.whl (203 kB)
   ---------------------------------------- 203.3/203.3 kB 1.1 MB/s eta 0:00:00
Installing collected packages: coverage
Successfully installed coverage-7.3.2
```

題目

- 輸入：
  - 體重(公斤), 身高(公尺)
  - **合法範圍**：體重(3 <= ~ <= 200)，身高(0.50 <= ~ <= 2.50)。
  - **公式**：BMI = 體重 (公斤) / 身高^2 (公尺平方)

- 輸出：
  - 身高、體重輸入範圍錯誤，輸出-1。
  - **正常輸入範圍**：輸出兩位小數，第三位小數後面去尾(無條件捨去)
  - 【輸出兩位小數，四捨五入】

撰寫程式

- 撰寫測試BMI程式
  - 造出 c:\TEST目錄，將以下程式存入此目錄
  - 程式名稱 mybmi.py

```
def computeBMI(kg, M):
    if kg > 200 and M > 2.5:                #錯誤，範圍判斷錯誤
        return -1
    if kg <= 2 or M <= 0.05:
        return -1
    #BMI = round(kg/(M*M), 2)               #錯誤，四捨五入取兩位小數
    BMI = ((100*kg/(M*M))//1)/100           #正確，去尾，乘100取整數，再除100取兩位小數
    return BMI
```

設計測試案例

- 測試案例分類
  - Normal
    - 輸入：52公斤，1.55公尺，
    - BMI ： 52(公斤)/(1.55*1.55)(公尺平方) = 21.64412(兩位小數 21.64)。
  - 錯誤身高
    - 輸入：52公斤，0.05公尺
    - 輸出：-1
  - 錯誤體重
    - 輸入：2公斤，1.55公尺
    - 輸出：-1
  - 錯誤身高、錯誤體重
    - 輸入：500公斤，5公尺
    - 輸出：-1

撰寫測試驅動程式

- 使用unittest (PyUnit)測試框架
  - 將以下程式 mybmitest.py 放入 c:\TEST

```
01 import unittest                                    # 匯入測試框架套件
02 #import coverage                                   # 匯入涵蓋度紀錄套件
03 import mybmi                                       # 匯入 mybmi.py 內的程式
04 class TestBMI(unittest.TestCase):                  # 設計測試驅動程式類別
05     def test_computeBMIOK(self):                   # 設計測試主程式功能的方法，self 是物件本身
06         self.assertEqual(mybmi.computeBMI(52, 1.55), 21.64)  # assertEqual(執行結果, 期望結果)
07
08
09
10
11
12
13
```

撰寫涵蓋度報表程式

- 使用unittest (PyUnit)測試框架
  - 將以下程式 exec_api.py 放入 c:\TEST

```
01 # 使用 API 產生程式碼覆蓋率統計報告 exec_api.py
02 import coverage                          # 匯入涵蓋度紀錄套件
03 import unittest                          # 匯入測試框架套件
04 # 實體化一個涵蓋度紀錄物件
05 cov = coverage.coverage(branch=True, source=['mybmi'])
06 cov.start() #啟動測試涵蓋度紀錄
07 suite = unittest.defaultTestLoader.discover("./", "mybmitest.py")   # 載入測試套件
08 unittest.TextTestRunner().run(suite)  # 執行測試套件組之測試
09 cov.stop()                            # 停止測試涵蓋度紀錄
10 cov.save()                            # 儲存測試涵蓋度資料
11 cov.report()                          # 命令列模式展示結果
12 cov.html_report(directory='cov')       # 製作測試涵蓋度結果報表，存放在 cov 子目錄
```

執行測試

- 測試結果，使用 spyder 打開 exec_api.py，點擊執行

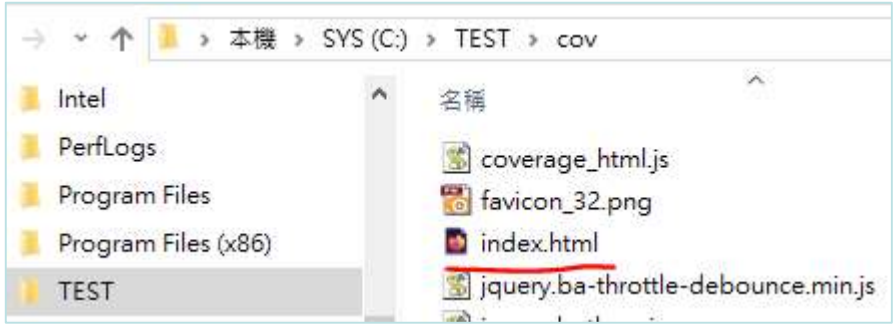
```
In [1]: runfile('C:/TEST/exec_api.py', wdir='C:/TEST')
.Name       Stmts   Miss Branch BrPart  Cover
-------------------------------------------
mybmi.py        7      2      4      2    64%
-------------------------------------------
TOTAL           7      2      4      2    64%

----------------------------------------------------------------------
Ran 1 test in 0.005s

OK
```

  - **針對一個測試案例，程式測試正確，但涵蓋度64%**

- 開啟檔案總管，執行(雙擊) index.html



執行測試

- 測試涵蓋度(Coverage)/**完整度 64%**

Coverage report: 64%

Module ↑	statements	missing	excluded	branches	partial	coverage
mybmi.py	7	2	0	4	2	64%
Total	**7**	**2**	**0**	**4**	**2**	**64%**

coverage.py v6.0.2, created at 2021-10-25 14:49 +0800

- 點選 mybmi.py，查看細節
  - 紅色 return 沒有執行到
  - if 只有執行部分條件判斷(沒有執行到False)

Coverage for **mybmi.py** : 64%

7 statements | 5 run | 2 missing | 0 excluded | 2 partial

```
1  def computeBMI(kg, M):
2      if kg>200 and M>2.5:                    #錯誤，範圍判斷錯誤
3          return -1
4      if kg<=2 or M<=0.05:                    #錯誤，範圍判斷錯誤
5          return -1
6      BMI = round(kg/(M*M),2)                 #錯誤，四捨五入取兩位小數
7      #BMI = ((100*kg/(M*M))//1)/100  #正確，去尾，乘100取整數，再除100取兩位小數
8      return BMI
```

Exercise測試問題

- 1.增修驅動程式，使主程式測試更完整(coverage 100%)
  - 測試案例 vs. 主程式

- 2. 增加測試案例設計，使需求/問題測試更完整
  - 測試案例 vs. 需求/題目

Exercise測試問題(coverage 100%)

- 測試案例設計
  - 錯誤身高
    - 輸入：52公斤，0.05公尺
    - 輸出：-1
  - 錯誤體重
    - 輸入：2公斤，1.55公尺
    - 輸出：-1
- 1.增修驅動程式，使主程式測試更完整(coverage 100%)
  - 【mybmitest.py】驅動程式07. 08.加入
    - self.assertEqual(mybmi.computeBMI(52, 0.05), -1)
    - self.assertEqual(mybmi.computeBMI(2, 1.55), -1)
  - 測試案例 vs. 主程式

Exercise測試問題(coverage 100%)

- 執行測試，**未達100%**

```
.Name       Stmts   Miss Branch BrPart  Cover
-------------------------------------------
mybmi.py        7      1      4      1    82%
-------------------------------------------
TOTAL           7      1      4      1    82%


----------------------------------------------------------------------
Ran 1 test in 0.002s

OK
```

Coverage for **mybmi.py** : 82%

7 statements | 6 run | 1 missing | 0 excluded | 1 partial

```
1  def computeBMI(kg, M):
2      if kg>200 and M>2.5:                    #錯誤，範圍判斷錯誤
3          return -1
4      if kg<=2 or M<=0.05:                    #錯誤，範圍判斷錯誤
5          return -1
6      BMI = round(kg/(M*M),2)                 #錯誤，四捨五入取兩位小數
7      #BMI = ((100*kg/(M*M))//1)/100  #正確，去尾，乘100取整數，再除100取兩位小數
8      return BMI
```

Exercise測試問題(coverage 100%)

- 測試案例設計
  - 錯誤身高、錯誤體重
    - 輸入：500公斤，5公尺
    - 輸出：-1
- 1.增修驅動程式，使主程式測試更完整(coverage 100%)
  - 【mybmitest.py】驅動程式09.加入
    - self.assertEqual(mybmi.computeBMI(500, 5), -1)

```
.Name       Stmts   Miss Branch BrPart  Cover
-------------------------------------------
mybmi.py        7      0      4      0   100%
-------------------------------------------
TOTAL           7      0      4      0   100%

----------------------------------------------------------------------
Ran 1 test in 0.001s

OK
```

Coverage for **mybmi.py** : 100%

7 statements | 7 run | 0 missing | 0 excluded | 0 partial

```
1  def computeBMI(kg, M):
2      if kg>200 and M>2.5:                    #錯誤，範圍判斷錯誤
3          return -1
4      if kg<=2 or M<=0.05:                    #錯誤，範圍判斷錯誤
5          return -1
6      BMI = round(kg/(M*M),2)              #錯誤，四捨五入取兩位小數
7      #BMI = ((100*kg/(M*M))//1)/100  #正確，去尾，乘100取整數，再除100取兩位小數
8      return BMI
```

Exercise問題

- 2. 增加測試案例設計，使需求/問題測試更完整
  - 測試案例 vs. 需求/題目
- 測試案例設計
  - 錯誤身高
    - 輸入：500公斤，1.55公尺
    - 輸出：-1
  - 錯誤體重
    - 輸入：200公斤，5公尺
    - 輸出：-1
- 2.增加測試案例設計，使需求/問題測試更完整
  - 【mybmitest.py】驅動程式11.12.加入
    - self.assertEqual(mybmi.computeBMI(500, 1.55), -1)
    - self.assertEqual(mybmi.computeBMI(200, 5), -1)

Exercise問題

- 執行測試，有錯誤，必須修改程式

```
FName      Stmts   Miss Branch BrPart  Cover
-------------------------------------------
mybmi.py       7      0      4      0   100%
-------------------------------------------
TOTAL          7      0      4      0   100%

======================================================================
FAIL: test_computeBMIOK (mybmitest.TestBMI)
----------------------------------------------------------------------
Traceback (most recent call last):
  File "C:\TEST\mybmitest.py", line 11, in test_computeBMIOK
    self.assertEqual(mybmi.computeBMI(500, 1.55), -1)
AssertionError: 208.12 != -1

----------------------------------------------------------------------
Ran 1 test in 0.004s

FAILED (failures=1)
```

Exercise 1 問題

- 請修改程式達到測試正確、涵蓋度100%
-

Exercise 2 題目增加需求/條件

- 輸入：
  - 體重(公斤), 身高(公尺)
  - 體重(3<= ~ <=200)，身高(0.50<= ~ <=2.5)。
  - BMI = 體重 (公斤) / 身高^2 (公尺平方)

- 輸出：
  - 身高體重輸入範圍錯誤，輸出"ERROR INPUT"。

Level	BMI	OUTPUT
體重過輕	BMI < 18.50	Underweight
正常範圍	18.50 <= BMI < 24	Normal
體重過重	24.00 <= BMI < 27	Overweight
肥胖	27.00 <= BMI	Obesity 肥胖

Exercise 2 題目增加需求/條件

- 設計一個 function，呼叫 computeBMI，處理輸出
  - def printResult(weight, height):
- 針對測試驅動程式，設計測試方法 testPrintResult(self):
- 設計足夠的測試案例
  - 使主程式測試 coverage 100%
  - 修改使主程式正確

Exercise 2 設計測試案例

- 測試案例分類
  - 錯誤身高
    - 輸入：52公斤，5公分，輸出：ERROR INPUT
  - 錯誤體重
    - 輸入：2公斤，155公分，輸出：ERROR INPUT
  - 輸出：Underweight
  - 輸出：Normal
    - 輸入：52公斤，155公分，
    - BMI : 52(公斤)/(1.55*1.55)(公尺平方)= 21.64412(兩位小數 21.64)。
  - 輸出：Overweight
  - 輸出：Obesity 肥胖

附錄

Exercise 3

- 測試計算平均
- 測試計算年齡
- 測試計算BMI值的function
  - BMI值計算公式:　BMI = 體重(公斤) / 身高^2(公尺平方)
  - 例如：一個52公斤的人，身高是155公分，則BMI為：
  - 52(公斤)/(1.55*1.55)(公尺平方)= 21.64412
  - 正常範圍為 BMI=18.5～24
  - 請設計一個 function，傳入身高、體重，回傳BMI。
  - 請設計一個 function，從鍵盤輸入姓名name、身高、體重。
  - 當BMI太大，輸出 Hi name, Your BMI: xx too HIGHT。
  - 當BMI太小，輸出 Hi name, Your BMI: xxx too LOW。

Exercise 3

```
def BMIOutput(name, BMI):
    #print('Hi ', name, end=', Your BMI: %d' %BMI)
    str01 = 'Hi {name}, Your BMI: {BMI}'.format(name=name, BMI=BMI)
    if BMI<=0:
        out = str01 + ' ERROR'
    elif BMI>24:
        out = str01 + ' too HIGH'
    elif BMI<18.5:
        out = str01 + ' too LOW'
    else:
        out = str01 + ' OK'
    return out

def testBMI():
    name, kg, M = inputData()
    BMI = computeBMI(kg, M)
    print(BMIOutput(name, BMI))
```

```
def computeBMI(kg, M):
    if kg<=0 or M<=0:
        return 0
    #BMI = round(kg/(M*M),2)
    BMI = ((100*kg/(M*M))//1)/100
    return BMI

def inputData():
    name = input('name: ')
    kg = float(input('KG: '))
    M = float(input('M: '))
    return name, kg, M
```

Exercise 3

```
import unittest

class TestBMI(unittest.TestCase):
    def test_computeBMIOK(self):
        self.assertEqual(computeBMI(52, 1.55), 21.64)
        self.assertEqual(computeBMI(50, 1.5), 22.22)
        self.assertAlmostEqual(computeBMI(52, 1.55), 21.63, 1)

    def test_computeBMIOK_Almost(self):
        self.assertAlmostEqual(computeBMI(50, 1.5), 22.21,1)

    def test_computeBMILow(self):
        self.assertEqual(computeBMI(60, 2), 15)

    def test_computeBMIHigh(self):
        self.assertEqual(computeBMI(50, 1), 50)

    def test_computeBMINe(self):
        self.assertEqual(computeBMI(50, -1), 0)
        self.assertEqual(computeBMI(-50, 1), 0)
```

```
def test_BMIOutput(self):
        out ='Hi John, Your BMI: 50.0 too HIGH'
        self.assertEqual(BMIOutput('John', 50.0), out)

def test_BMIOutputNe(self):
        out ='Hi John, Your BMI: -50.0 ERROR'
        self.assertEqual(BMIOutput('John', -50.0), out)

if __name__ == '__main__':
    unittest.main()
```

Exercise 4

- 給予一組學生名單，包括名字、學號以及其三科成績，
  - 計算每位學生的平均分數，
  - 並將最高分與最低分的學生姓名分數印出。

- 給予一組郵遞區號(北北基)的資料，試著寫出兩個函式：
  - area_to_zip(area):
    - 傳入值為區域名稱回傳此區域的郵遞區號，
    - ex. 呼叫 area_to_zip("信義區")，回傳 201
  - zip_to_area(zip):
    - 傳入值為郵遞區號回傳區域名稱，
    - ex. 呼叫 area_to_zip(106)，回傳 "大安區"。

單元測試 (Unit Test)

- unittest (PyUnit)測試框架
  - 測試套件(Test Suite): 一組 Test Case, Test Suite 或兩者組合。
  - Test runner: 負責執行測試並提供測試結果。
  - 測試執行器
    - 在每個測試執行前，執行 setUp 方法，
    - 在每個測試執行後，執行 tearDown 方法。
  - 將某些測試方法組成 Test Suite
  - 使用 TextTestRunner 執行一組 Test Suite
- function 傳入多個不定參數 *
  - self.args = (52, 1.55)
  - computeBMI(*self.args)
- assertAlmostEqual(執行結果, 期望結果, 比對小數位數)
  - self.assertAlmostEqual(computeBMI(50, 1.5), 22.21,1)

單元測試 (Unit Test)

- unittest (PyUnit)測試框架

```
import unittest
class TestBMI(unittest.TestCase):
    def setUp(self):
        self.args = (52, 1.55)
    def tearDown(self):
        self.args = None
    def test_computeBMIOK(self):
        self.assertEqual(computeBMI(*self.args), 21.64)
        #self.assertEqual(computeBMI(50, 1.5), 22.22)
        self.assertAlmostEqual(computeBMI(*self.args), 21.63, 1)

def suite():
    suite = unittest.TestSuite()
    suite.addTest(TestBMI('test_computeBMIOK'))
    return suite

if __name__ == '__main__':
    runner = unittest.TextTestRunner()
    runner.run(suite())
```

```
---------------
Ran 1 test in 0.002s

OK
```

單元測試 (Unit Test)

```
import unittest
class TestStringMethods(unittest.TestCase):
    def test_upper(self):
        self.assertTrue('foo'.upper(), 'FOO')

    def test_isupper(self):
        self.assertTrue('FOO'.isupper())
        #self.assertTrue('Foo'.isupper())
        self.assertTrue('foo'.islower())

    def test_split(self):
        s = 'hello world'
        self.assertEqual(s.split(), ['hello', 'world'])
        with self.assertRaises(TypeError):
            s.split(2)

if __name__ == '__main__':
    unittest.main()
```

單元測試 (Unit Test)

- 程式碼涵蓋度 (Code Coverage) – 指令行執行
  - 執行指令涵蓋與分支涵蓋
    - coverage run -branch 10802.py
    - 每一條指令是否執行過?
    - 每一個分支判斷 True/False 是否執行過?
  - 產生html報表，目錄 d 名稱為 cov
    - coverage html -d cov

END