Data Structure and Algorithm

Data Structure Implementation

[Stack , Queue, Link List]

Data Structure Design

- Draw data structure pictures
  - Choose based data type to implement (List , Dict ,…) or
  - Implement using Class
- Define usage method
  - Implement algorithm of each method

Stack Implementation

Stack Implementation

Logical ADT :

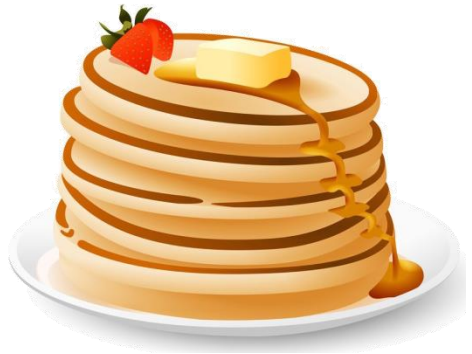
1. Data : ของมีลำดับ มีปลายบน
2. Methods :

		Implementation ?
1. init empty stack	init()	S = []
2. insert i ที่ top	push(i)	S.append(i) ใส่ท้าย
3. เอาของที่ top ออก	i = pop()	i = S.pop() อันท้าย
4. ดูของที่ top (ไม่เอาออก)	i = peek()	?
5. stack empty ?	b = isEmpty()	?
6. stack full ?	b = isFull()	?
7. หาจำนวนของใน stack	i = size()	?

LIFO

Last in First out

Stack Data Implementation



1. Data :

`__init__()` : **constructor** ให้ค่าตั้งต้น

2 underscores 2 underscores

Data Implementation : __init__()

1. Data Implementation : Stack กองของซ้อนกัน ของมีลำดับ มีปลายด้านบน -> Python List
   ทำใน constructor

self คือ object ที่เรียก method ในแต่ละครั้ง
เช่น `s = Stack()`
self หมายถึง s เสมือนเรียก `s = Stack(s)`
self จะถูก pass เป็น arg. ตัวแรก โดยอัตโนมัติ

docstring : ใน triple quote
`print(Stack.__doc__)`
→ docstring

constructor
ถูกเรียกโดยอัตโนมัติเมื่อ
instantiate instance ใหม่

```
class Stack:
    """ class Stack
        create empty stack
    """
    total = 0          # class data
    def __init__(self):
        self.items = []
        self.size = 0
        stack.total  += 1
```

Class Data
สำหรับทุก stack

items , size:
Instance Attributes /data
สำหรับแต่ละ instance

items	[ ]
size	0

```
s = Stack()
print(s.items)    []
print(s.size)     0
s2 = Stack()
print(s.total) → 2
```

เรียกชื่อ class :
สร้าง object ใหม่ (instantiate instance/obj)
ไปเรียก constructor ฟังก์ชั่น __init__()

__init__() with Default Argument

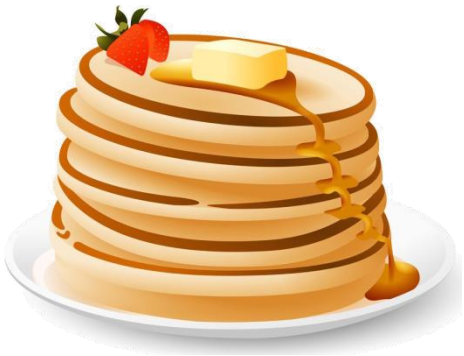
```
class Stack:
    """ class Stack
        default : empty stack /
        Stack([list])
    """
 def __init__(self, list = None):
        if list == None:
            self.items = []
        else:
            self.items = list
```

default argument
ถ้าไม่มีการ pass arg. มา
list = None
ถ้า pass arg. มา
list = ตัวที่ pass มา

```
s = Stack()
s1 = Stack(['A', 'B', 'C'])
```

ไม่เหมือนกับ C++ & Java ใน Python มี constructor ได้ตัวเดียว

Stack Operation Implementation



1. Data :
   __init__() : constructor ให้ค่าตั้งต้น
2. Methods (Operations) :
   2. push() : ใส่ ด้านบน top
   3. pop () : เอาออก ด้านบน **top**
   4. peek() : ดู top ไม่เอาออก
   5. isEmpty() : stack ว่าง ?
   6. size() : มีของกี่อัน

push()

```
class Stack:
    def __init__(self, list = None):
        if list == None:
            self.items = []
        else:
            self.items = list
        self.size = len(self.items)

    def push(self, i):
        self.items.append(i)
        self.size += 1
```

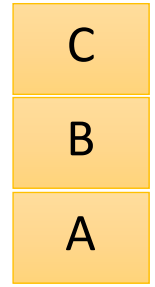
Python list automatically expanding size

list.append (i): insert i ที่ท้าย list

```
s = Stack()
s.push('A')
s.push('B')
s.push('C')
```

s.items

```
[]
['A']
['A', 'B']
['A', 'B', 'C' ]
```



pop()

```
class Stack:
    def __init__(self, list = None):
        if list == None:
            self.items = []
        else:
            self.items = list
```

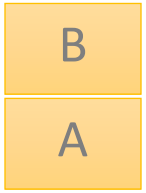
```
def pop(self):    # remove & return อันบนสุด
        return self.items.pop()
```

อย่าลืม return !!!

list.pop() : delete ตัวสุดท้ายของ list

list.pop(i) : delete ตัวที่ index i ของ list

```
print(s.items)          ['A', 'B']
print(s.pop())          B
print(s.pop())          A
s.pop()           # error Stack Underflow
```



peek()

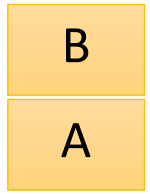
```
class Stack:
    def __init__(self, list = None):
        if list == None:
            self.items = []
        else:
            self.items = list
```

```
def peek(self):    # return อันบนสุด
        return self.items[ -1]
```

-1 : last index

```
print(s.items)
print(s.peek())
print(s.items)
```

```
['A', 'B']
B
['A', 'B']
```



isEmpty()

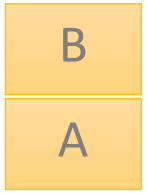
```
class Stack:
    def __init__(self, list = None):
        if list == None:
            self.items = []
        else:
            self.items = list
```

```
def isEmpty(self):
    return self.items == []
```

```
return  len(self.items) == 0
```

```
print(s.items)

print(s.isEmpty())
```

```
['A', 'B']

false
```



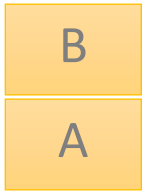
size()

```
class Stack:
    def __init__(self, list = None):
        if list == None:
            self.items = []
        else:
            self.items = list
```

```
def size(self):
        return len(self.items)
```

```
print(s.items)

print(s.size())
```

```
['A', 'B']

2
```



Stack Implementation

```
class Stack:
    """ class Stack
        default : empty stack / Stack([...])
    """
    def __init__(self, list = None):
        if list == None:
            self.items = []
        else:
            self.items = list

    def __str__(self):
        s = 'stack of '+ str(self.size())+' items : '
        for ele in self.items:
            s += str(ele)+' '
        return s
```

__str__() ต้อง return string

```
    def push(self, i):
        self.items.append(i)

    def pop(self):
        return self.items.pop()

    def peek(self):
        return self.items[-1]

    def isEmpty(self):
        return self.items == []

    def size(self):
        return len(self.items)
```

```
s1 = Stack([1,2,3])

print(s1.items)    [1, 2, 3]

print(s1)
```

stack of 3 items : 1 2 3

Activity

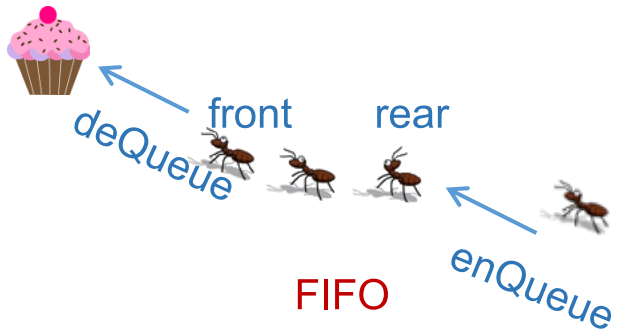
ให้นักศึกษาเขียนโปรแกรมสร้าง Stack แล้ว
Push เก็บข้อมูล ABCDEF
Pop ออกจน empty

Queue Implementation

Logical Abstract Data Type

Logical ADT :

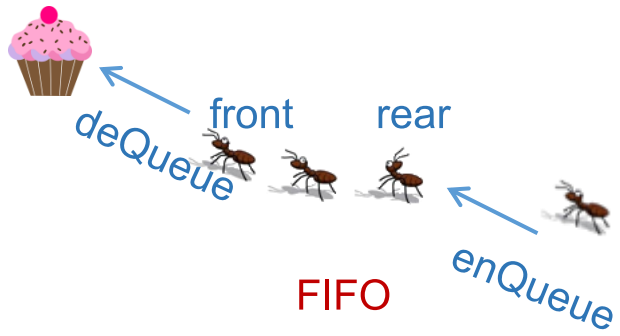
1. Data : ของมีลำดับ มีปลาย หัว front ท้าย rear
2. Methods :
    1. init() init empty queue
    2. enQueue(i) insert i ที่ rear / tail
    3. i = deQueue() return + เอาของที่ front / head ออก
    4. b = isEmpty() queue empty ?
    5. b = isFull() queue full ?
    6. i = size() return จำนวนของใน queue



Queue Implementation

Logical ADT : Data Implementation ?

1. Data : ของมีลำดับ มีปลายหัว ท้าย Python List
2. Methods :
    1. init() init empty Q Q = []
    2. enQueue(i) insert i ที่ rear Q.append(i) ใส่ท้าย
    3. i = deQueue() return + เอาของที่ front ออก i = Q.pop(0) อันแรก
    4. b = isEmpty() Q empty ? Q == [] ?
    5. b = isFull() Q full ? list expansion -> Python List implementation
    6. i = size() return จำนวนของใน Q i = len(Q)



FIFO

First in First out

Queue Data Implementation

1. Data :

`__init__()` : **constructor** ให้ค่าตั้งต้น

2 underscores 2 underscores

Data Implementation : __init__()

1. Data Implementation : Queue แถวคอย มีปลาย หัว ท้าย -> Python List
   ทำใน constructor __init__()

self คือ object ที่เรียก method ในแต่ละครั้ง
เช่น `q = Queue()`
self หมายถึง q เสมือนเรียก `q = Queue(q)`
self จะถูก pass เป็น arg. ตัวแรก โดยอัตโนมัติ

docstring : ใน triple quote
`print(Queue.__doc__)`
→ docstring

```
class Queue:
    """ class Queue
        create empty Queue
    """
    def __init__(self):
        self.items = []
```

constructor function
ถูกเรียกโดยอัตโนมัติเมื่อ
instantiate instance ใหม่

constructor :
ใช้ define
Instance Attributes ได้ ใน
ตัวอย่างนี้มี attribute เดียวคือ
items

items :
Instance
Attributes
สำหรับแต่ละ
instance

instantiate instance (object) ใหม่
โดยไม่ pass argument

```
q = Queue()

print(q.items)    []
```

Default Argument

```
class Queue:
    """ class Queue
        default : empty Queue/
        Queue([list])
    """
 def __init__(self, list = None):
        if list == None:
            self.items = []
        else:
            self.items = list
```

default argument

ถ้าไม่มีการ pass arg. มา

list = None

ถ้า pass arg. มา

list = ตัวที่ pass มา

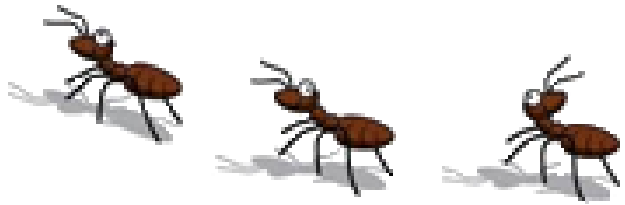
Object None

ใช้เช็ค obj identity

```
q = Queue()
print(q.items)                    []
q1 = Queue(['A', 'B', 'C'])
print(q1.items)                   ['A', 'B', 'C']
```

ไม่เหมือนกับ C++ & Java ใน Python ไม่สามารถมี constructor หลายตัวได้

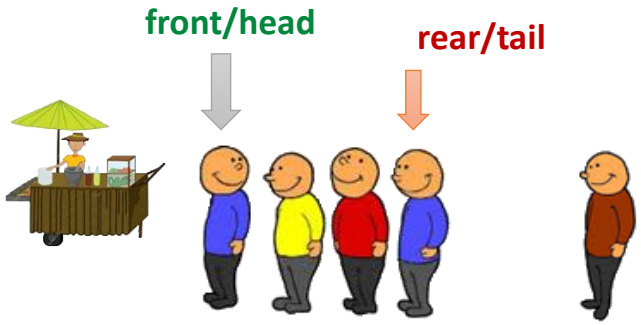
Queue Operation Implementation



2. Methods :

1. __init__() : ให้ค่าตั้งต้น
2. ใส่ **enQueue() : ด้านท้าย rear**
3. เอาออก **deQueue () : ด้านหัว front**
4. **isEmpty() : queue ว่าง ?**
5. **size() : มีของกี่อัน**

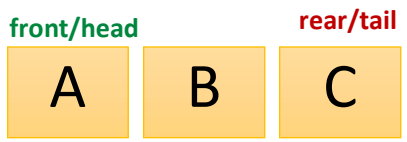
enQueue()



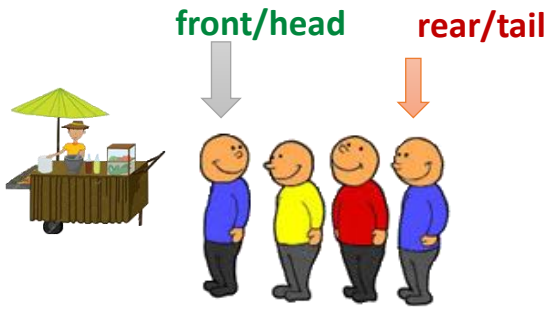
ใน class Queue:

```
def enQueue(self, i):
        self.items.append(i)   # insert i ที่ท้าย list
```

```
q = Queue()
print(q.items)          []
q.enQueue('A')
print(q.items)          ['A']
q.enQueue('B')
print(q.items)          ['A', 'B']
q.enQueue('C')
print(q.items)          ['A', 'B', 'C' ]
```



deQueue()



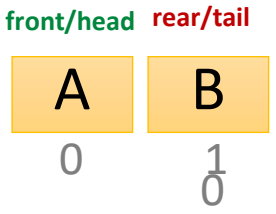
ใน class Queue:

```
def deQueue(self):
    return self.item.pop(0)     # pop out index 0
```

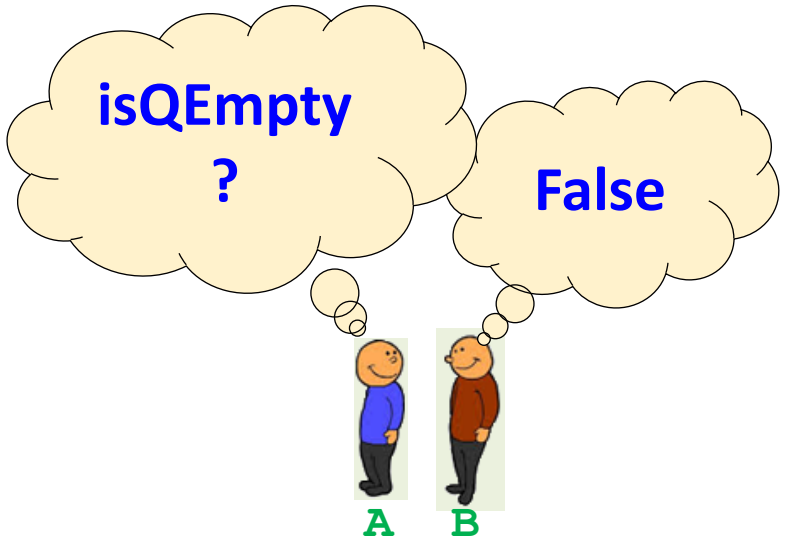
deQueue must check Queue Underflow

```
print(q.items)
print(q.deQueue())
print(q.items)
print(q.deQueue())
print(q.items)

q.deQueue()
```

```
['A', 'B']
A
['B']
B
[]

# error
# Queue Underflow
```



isEmpty()



ใน class Queue:

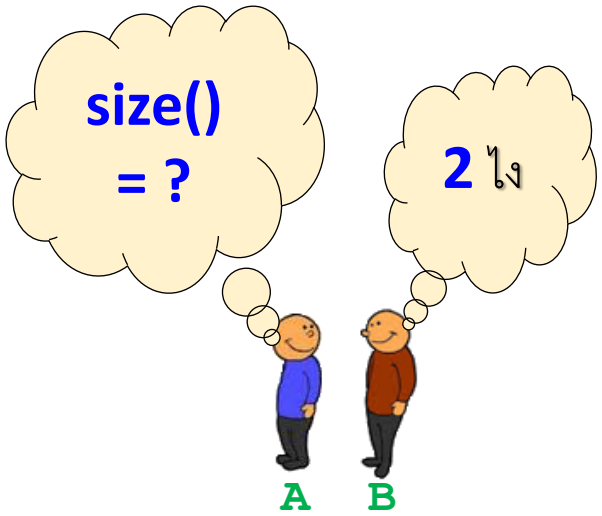
```
def isEmpty(self):
    return self.items == []
  #return len(self.items) == 0
```

Q Empty เมื่อไหร่ ?

```
print(q.items)
print(q.isEmpty())
```

```
['A', 'B']
false
```

size()



ใน class Queue:

```
    def size(self):
        return len(self.items)
```

```
print(q.items)
print(q.size())
```

```
['A', 'B']
2
```

Activity

ให้นักศึกษาเขียนโปรแกรมสร้าง Queue แล้ว
เก็บข้อมูล ABCDEF
หลังจากนั้นให้แสดงผล ขนาดของข้อมูลที่เก็บใน Queue

Link List Implementation

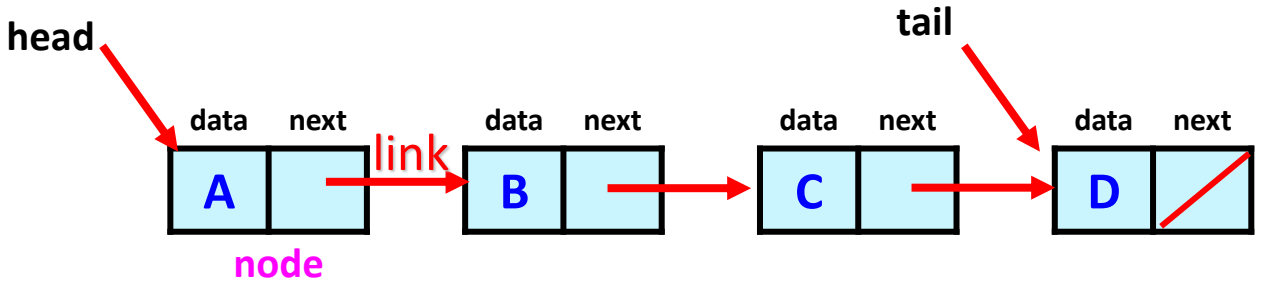
- Node Class / List Class

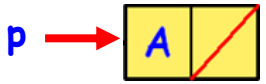
1. Data :

`__init__()` : **constructor** ให้ค่าตั้งต้น

2 underscores 2 underscores

Node Class






```
p =node('A', None)
```

```
class node:

    def __init__(self,  data,  next = None):

          self.data = data

          if next is None:
               self.next = None
          else:
               self.next = next


   def __str__(self):
          return str(self.data)
```

List Class

```
class list:
    """ unordered singly linked list
        with head
    """
    def __init__(self):
        self.head = None
```

```
l1 = list()
```

```
    """ unordered singly linked list
        with head & tail
    """
    def __init__(self):
        self.head = self.tail = None
```

```
l2 = list()
```

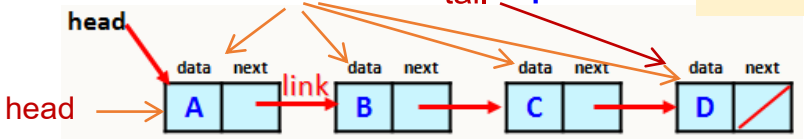
```
def __init__(self, head = None):
    """ unordered singly linked list
        can set default list
        with head, tail & size
    """
    if head == None:
        self.head = self.tail = None
        self.size = 0
    else:
        self.head = head
        t = self.head
        self.size = 1
        while t.next != None:    # locating tail & find size
            t = t.next
            self.size += 1
        self.tail = t
```

head, tail → None

```
l3 = list()
```

t, tail ?

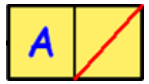
```
l4 = list(head)
```



Methods

1. __init__() : ให้ค่าตั้งต้น
2. size():
3. isEmpty():
4. append () : add at the end
5. __str__():
6. addHead() : ให้ค่าตั้งต้น
7. remove(item):
8. removeTail():
9. removeHead() :
10. isIn(item): / search(item)
11. . . .

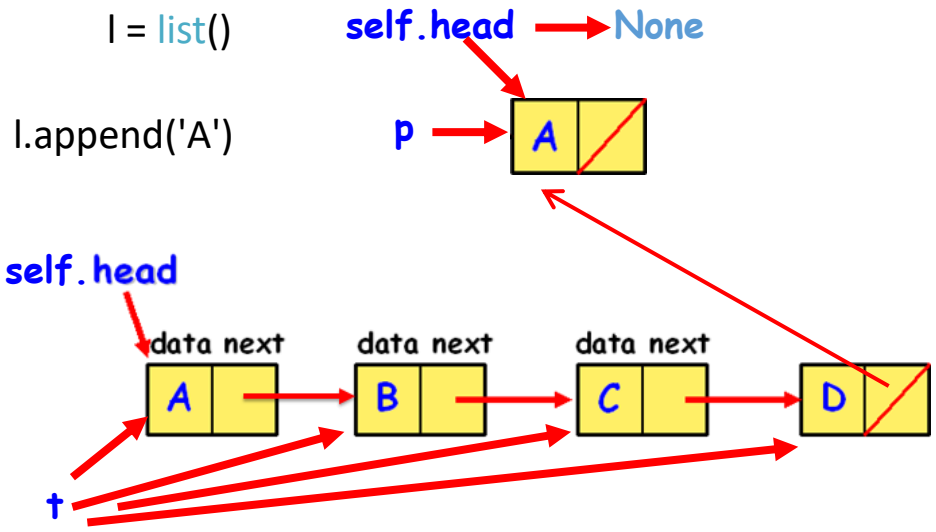
Creating a List



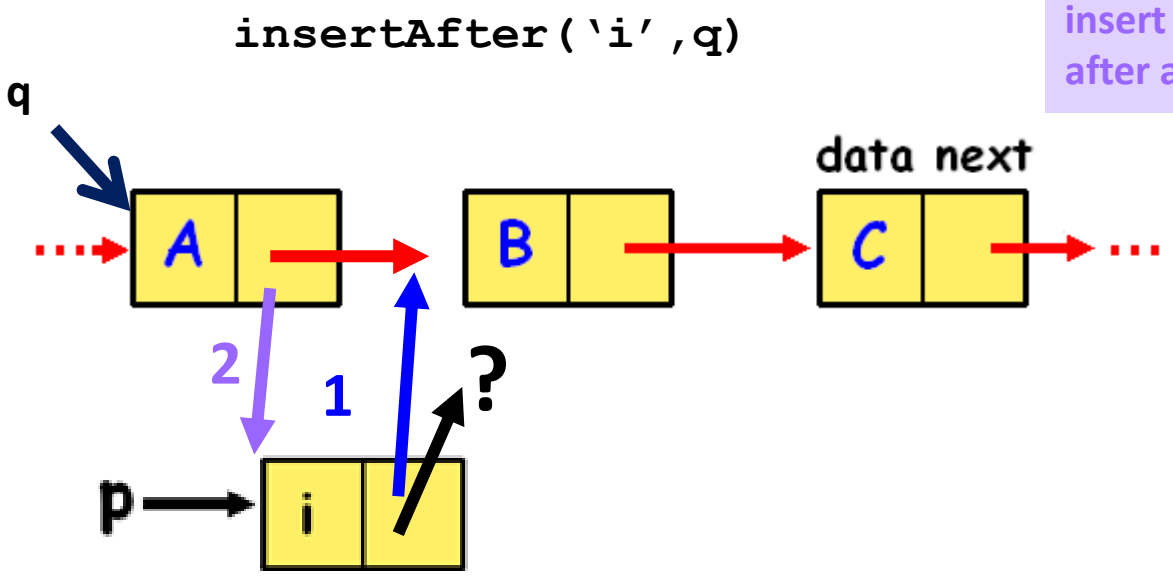
node('A', None)

```
class node:
   def __init__(self, data, next = None):
      self.data = data
      if next == None:
         self.next = None
      else:
         self.next = next
```

```
class list:

   """ unordered singly linked list
       with head """
   def __init__(self):
         self.head = None
   def append(self, data):

         """ add at the end of list"""
         p =   node(data)
         if self.head == None:  # null list
            self.head = p
         else:
            t = self.head
            while   t.next != None     :
               t = t.next
            t.next = p
```



Insert After



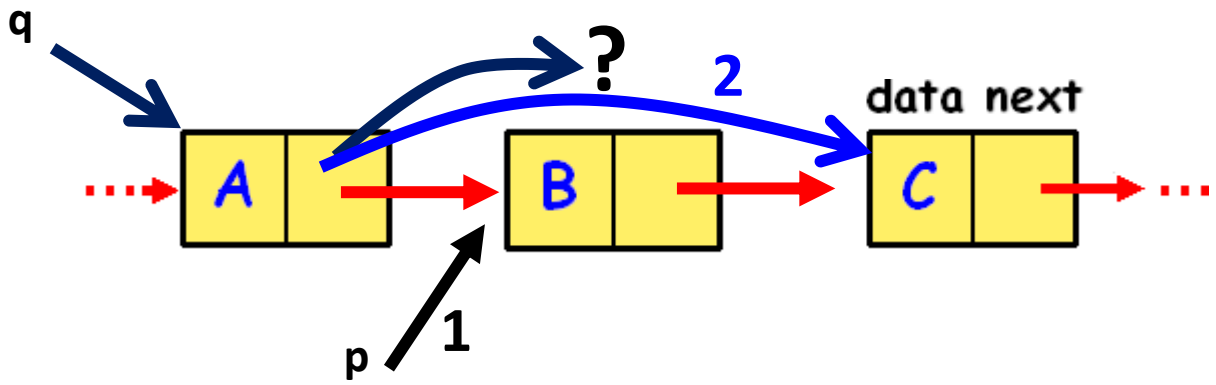
insert node data
after a node pointed by q

Why insert after ?
Can you insert before ?

Delete After

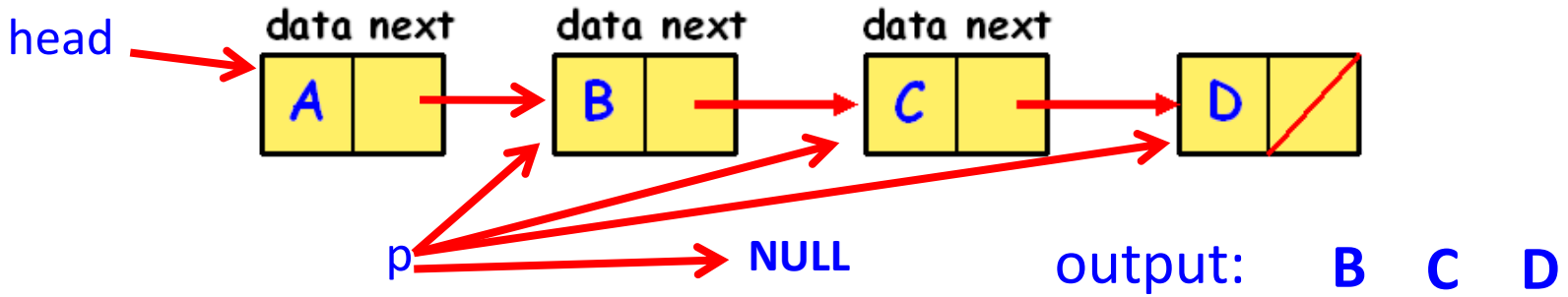
```
deleteAfter(q)
```

delete a node
after a node pointed by q



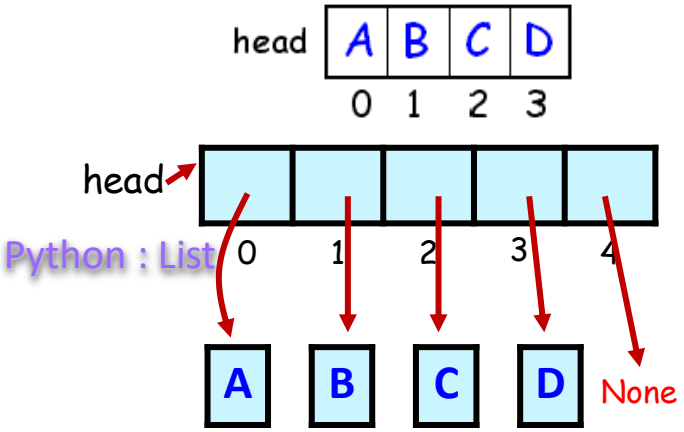
print list

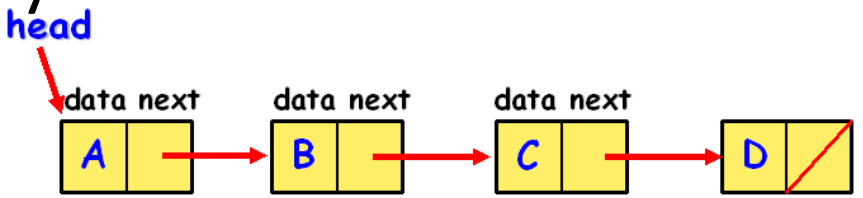
Design how to call.




```
          p is not None:
while p != None:
    print(p.data)
    p = p.next
}
```

Linked List VS Sequential Array

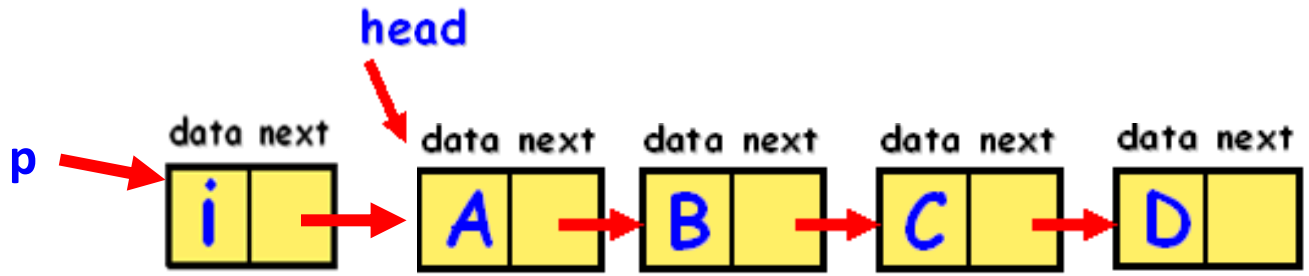




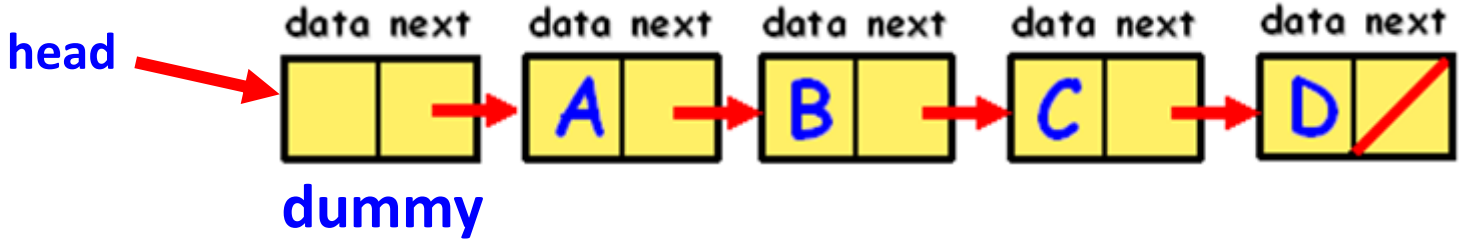
Sequential Array	Linked List
• Insertion / Deletion Shifting Problem. • Random Access. • C array : Automatic Allocation. Python List array : Dynamic Allocation • Lifetime : C-array, Python List • from defined until its scope finishes. • Only keeps data.	• Solved. • Sequential Access. • Node : Dynamic Allocation. • Node Lifetime : from allocated (C : malloc()/new, python: instantiate obj) until C: deallocated by free()/delete, Python : no reference. • Need spaces for linkes.

Dummy Node

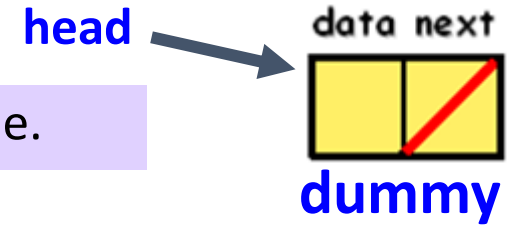
To insert & delete at 1st position change head ie. make special case.



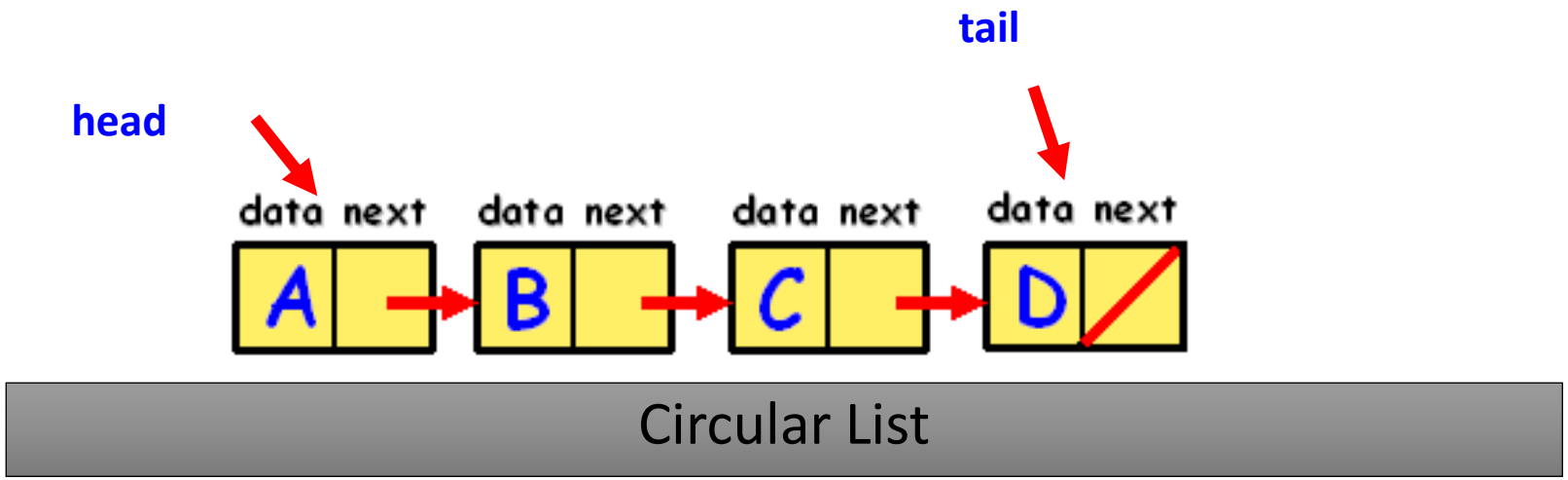
"Dummy Node" solves the problem.

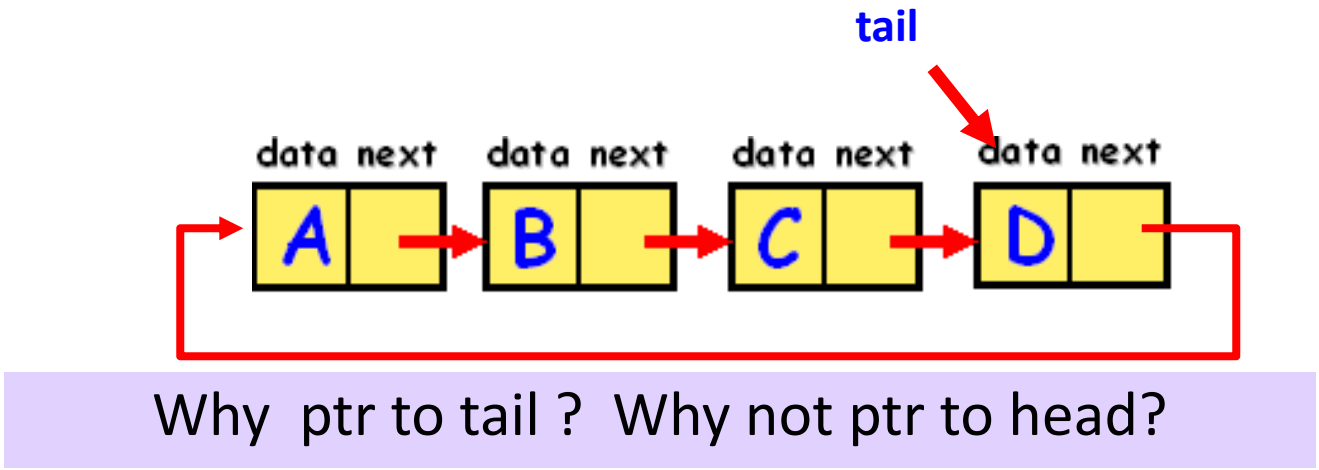


Empty List has a dummy node.



Head & Tail Nodes





Why ptr to tail ? Why not ptr to head?

Activity

ให้นักศึกษาเขียนโปรแกรมสร้าง Link List แล้ว
เก็บข้อมูล ABCDEF
หลังจากนั้นให้ แทรกข้อมูล XYZ ระหว่าง C,D