Chapter 2

Array and Linked List
(General Linear Lists)

จุดประสงค์

- เข้าใจแนวคิดและการทำงานเกี่ยวกับโครงสร้างข้อมูลแบบ Linear List
- ประยุกต์แนวคิดโครงสร้างข้อมูลแบบ Linear List เข้ากับการเขียนโปรแกรมได้

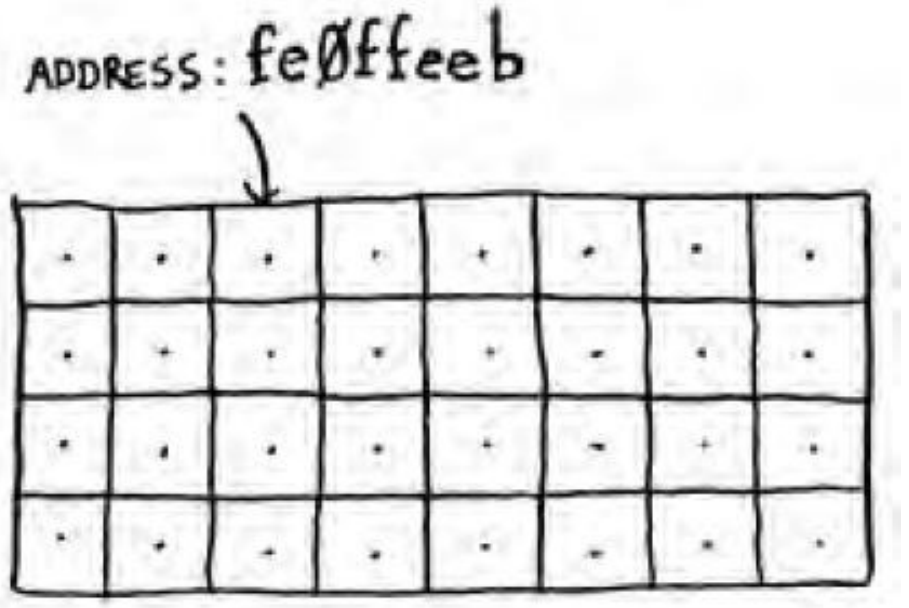
ตัวอย่างการใช้ Linear List

- เกม
  - High Scores
  - Map
- ระบบปฏิบัติการ
  - คิวการจัดการงาน

Linear List

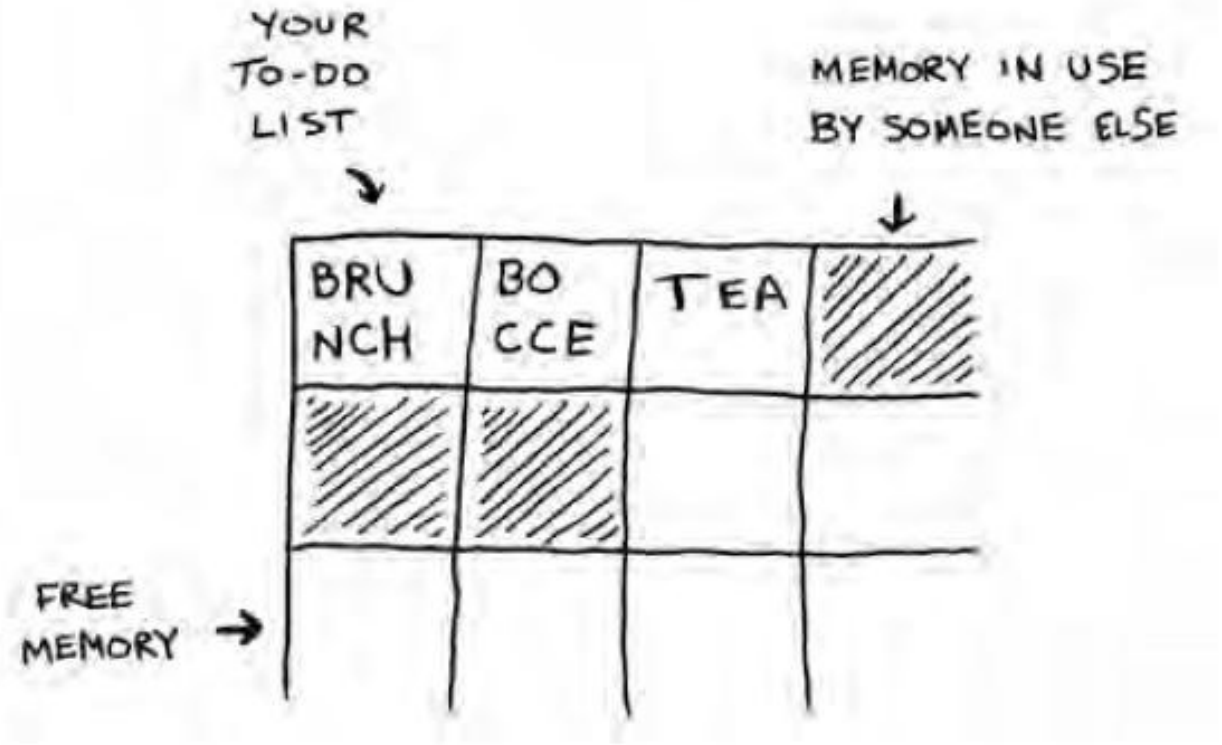
- ในการสร้างโครงสร้างข้อมูลแบบลิสต์ มักสร้างโดย
  - อาร์เรย์ (*Array)*
  - ลิงค์ลิสต์ (*Linked List) -> ลิงค์ลิสต์ คือ อะไร ?*

Memory

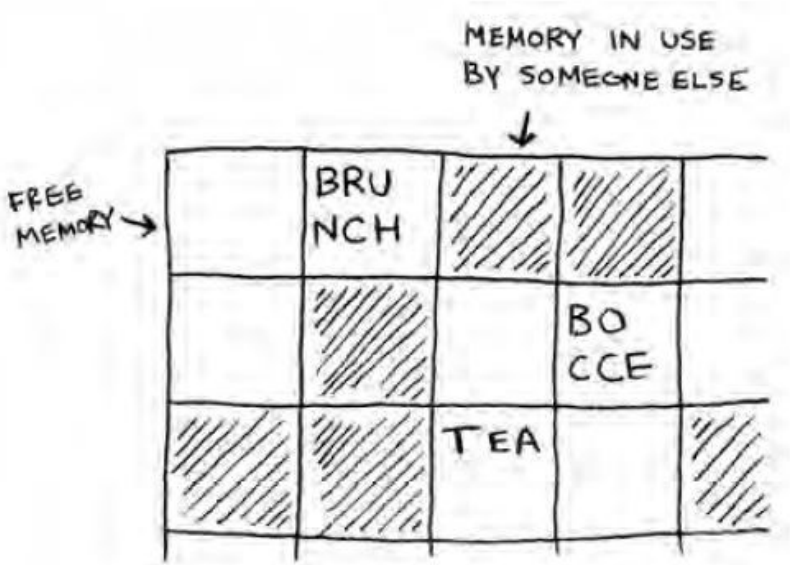


Array

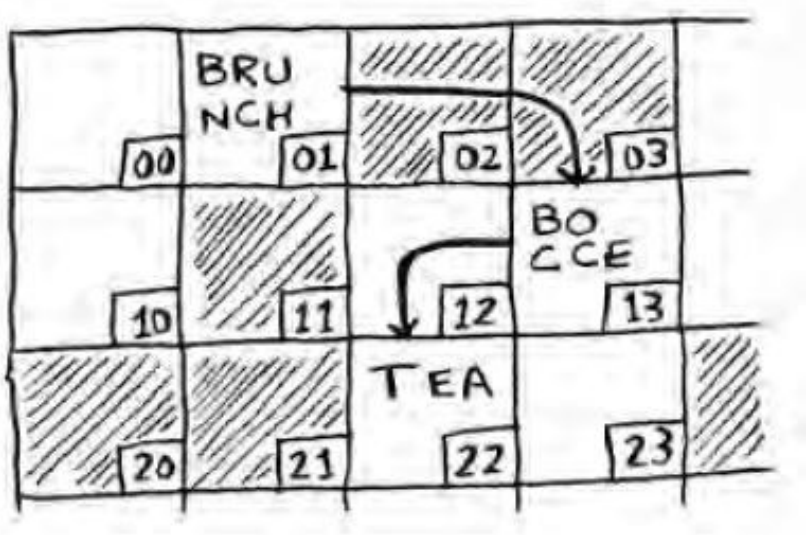

BRUNCH
BOCCE
TEA


YOUR TO-DO LIST
MEMORY IN USE BY SOMEONE ELSE
BRU NCH
BO CCE
TEA
FREE MEMORY

Linked List


MEMORY IN USE
BY SOMEONE ELSE
FREE
MEMORY
BRU
NCH
BO
CCE
TEA


BRUNCH
BOCCE
TEA


BRU
NCH
BO
CCE
TEA
00
01
02
03
10
11
12
13
20
21
22
23

Static & Dynamic Allocation

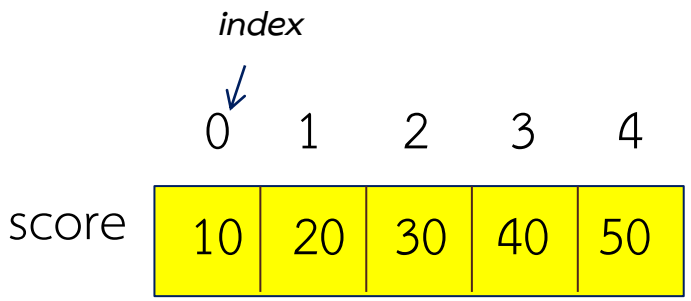
- Static Memory Allocation
  - ในช่วงของการ Compile เครื่องได้จัดสรรหน่วยความจำ ให้กับตัวแปรแต่ละตัวล่วงหน้า ในขนาดที่คงที่
  - เมื่อมีการประมวลผล เนื้อที่เหล่านี้ไม่สามารถขยายหรือลดลงได้ (เช่น Array)

Static & Dynamic Allocation

- Dynamic Memory Allocation
  - สามารถกำหนดตัวแปรไว้ก่อน แต่ยังไม่ต้องจัดสรรเนื้อที่หน่วยความจำจนกว่าจะถึงช่วง run time (ตอนประมวลผลโปรแกรม)
  - สามารถสร้างตัวแปรขึ้นได้ทุกครั้งที่ต้องการใช้ และสามารถทำลายลงเมื่อไม่ต้องการ
  - มีความยืดหยุ่น
  - ตัวแปรที่เป็นแบบ Dynamic นี้ได้แก่ Pointer และ Linked List

Array

- ตัวแปรที่เก็บชุดข้อมูลซึ่งมีชนิดเดียวกัน โดยทำการจองพื้นที่ในหน่วยความจำต่อเนื่องกัน
- ตัวอย่างการใช้ Array ในภาษา C
  - int score[5] = {10, 20, 30, 40, 50}
  - score[0] -> 10
  - score[4] -> 50



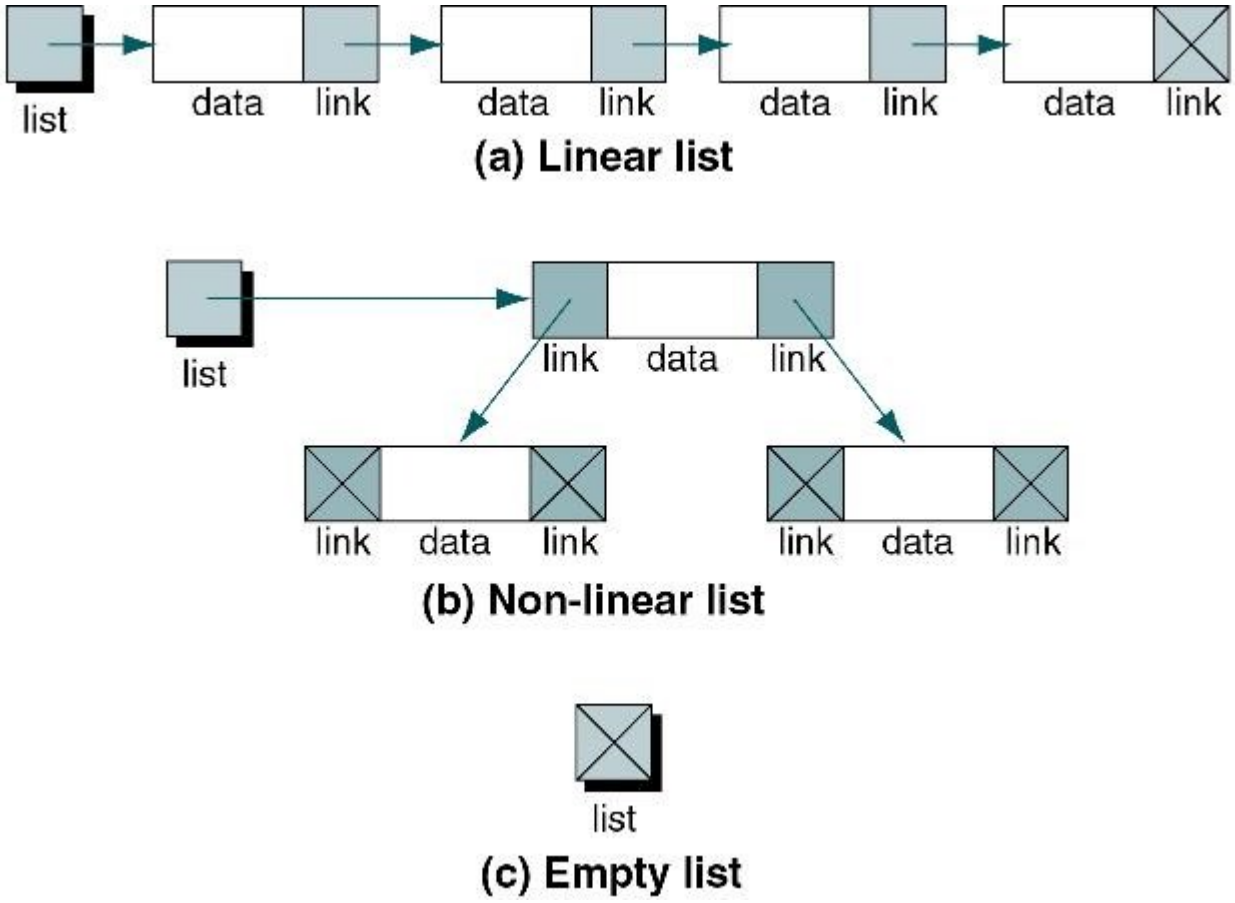
Linked List

- Singly Linked List
  - ลิงค์ลิสต์ที่มีลิงค์ชี้ไปในทิศทางเดียว
- Doubly Linked List
  - ลิงค์ลิสต์ที่มีลิงค์ชี้ในสองทิศทาง (ไป-กลับ)

Linked List

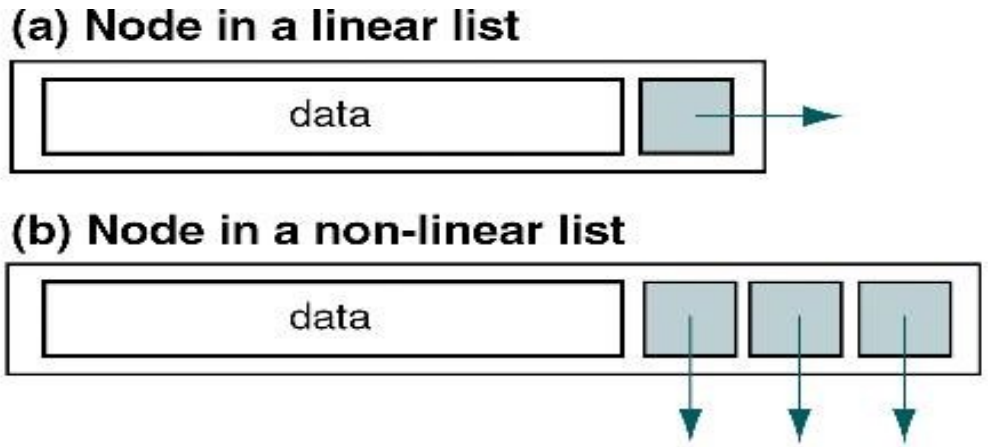
- ลิงค์ลิสต์ : โครงสร้างข้อมูลที่ประกอบด้วยกลุ่มโหนดที่มีการเรียงลำดับ
- เรานำลิงค์ลิสต์มาใช้ในการสร้าง
  - *Linear structures*
  - *Non-linear structures*

Linked List (cont.)



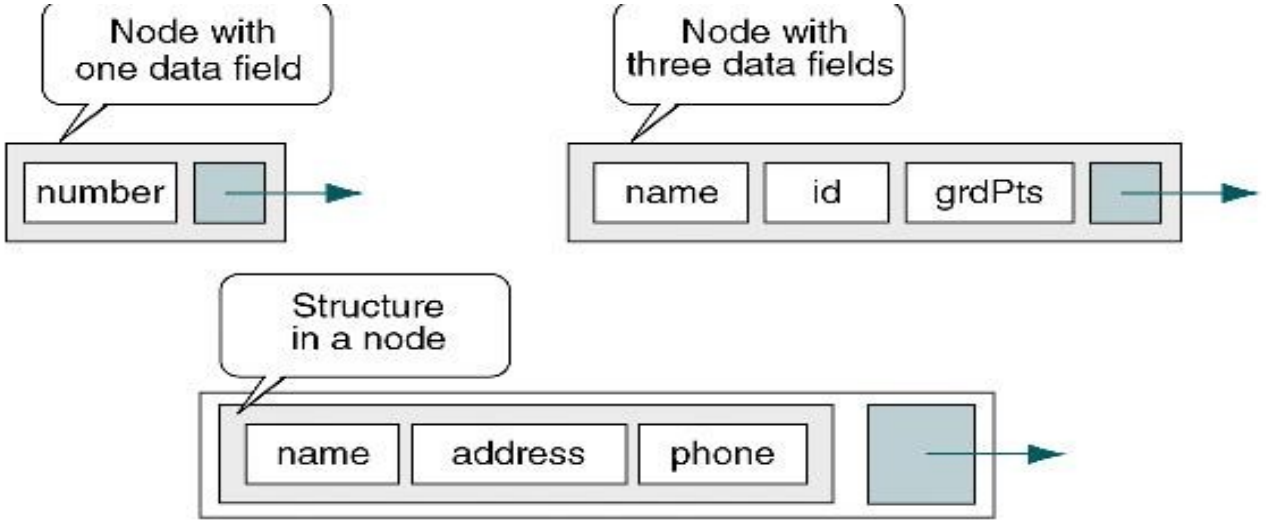
Nodes

- โหนด เป็นโครงสร้างที่ประกอบด้วย
  - *ข้อมูล (Data)*
  - *ลิงค์ (Link)*



Linked List Node Structures

- ข้อมูลของโหนด อาจจะประกอบด้วย
  - ข้อมูลชุดเดียว
  - ข้อมูลหลายชุด
  - ข้อมูลหนึ่งชุดที่ประกอบด้วยข้อมูลย่อยหลายชุด

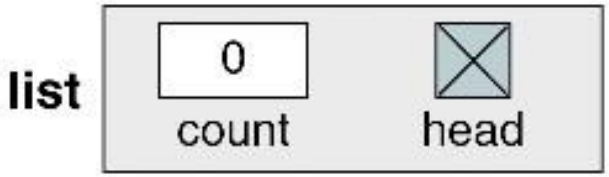


Links

- ลิงค์ของโหนด จะทำหน้าที่เชื่อมโหนดนั้นกับโหนดอื่นเข้าด้วยกัน
- เราสามารถนำพอยน์เตอร์ (pointer) มาช่วยในการสร้างลิงค์ได้
- พอยน์เตอร์ คือ ตัวชี้ไปยังข้อมูล
  - นั่นก็คือ ตัวเก็บตำแหน่ง (address) ของข้อมูลนั่นเอง

Create List

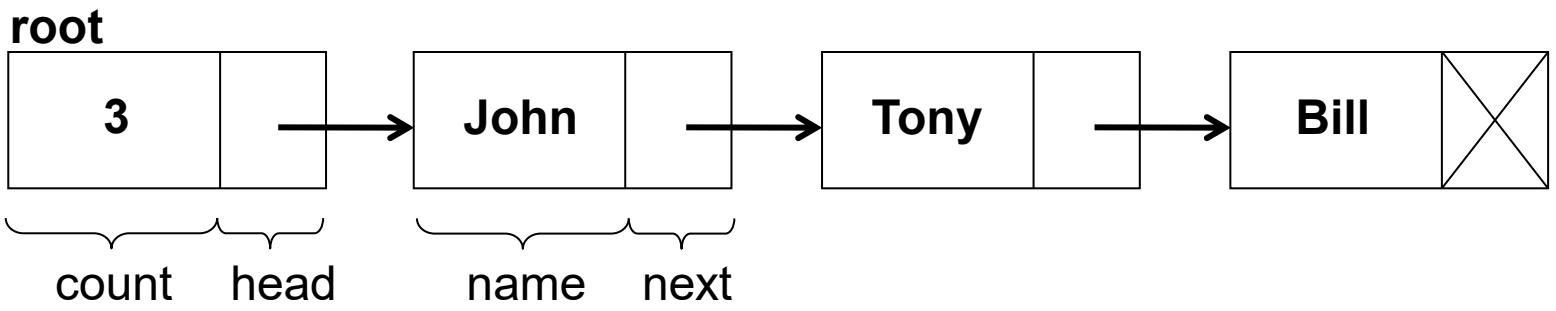
- Head Node : กำหนดข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับลิสต์




```
Head_node
        int count
        Data_node head
end Head_node
```

```
Algorithm createList (list)
Initializes metadata for list.
  Pre    list is metadata structure passed by reference
  Post   metadata initialized
 1 allocate (list)
 2 set list head  to null
 3 set list count to 0
end createList
```

Singly Linked List



- เราจะสร้างลิงค์ลิสต์นี้ได้อย่างไร -> ต้องมีการกำหนดโครงสร้างของโหนดก่อน
  - ข้อมูล -> ชื่อ
  - ลิงค์ -> ชี้ไปยังโหนดถัดไป

Node Structure

Person

string name

Person next

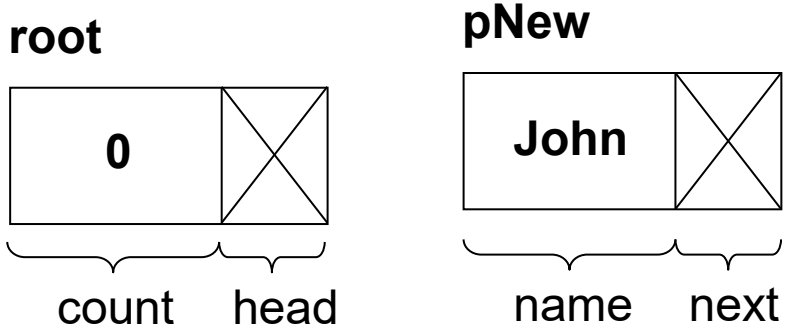
end Person

Head_node

int count

Person head

end Head_node



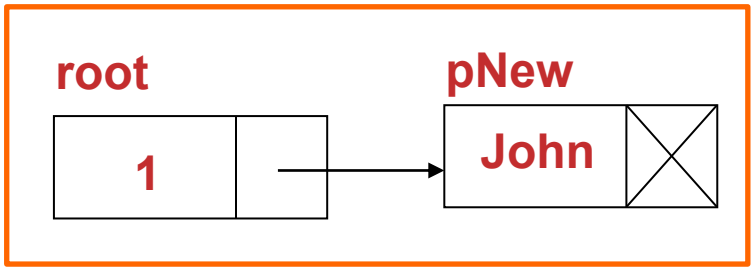

```
createList(root)
createDataNode (d,p) :
        pNew = allocate(Person)
        name = d
        next = p
        return pNew
End createDataNode
```

Basic Operations

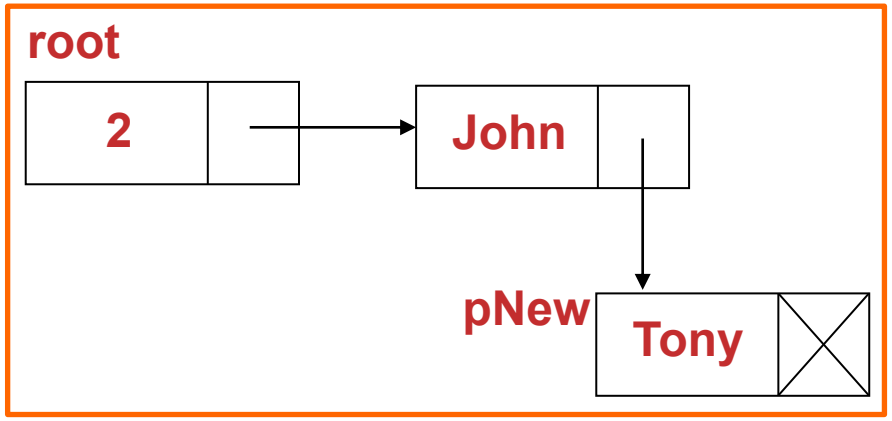
- Insertion
- Deletion
- Retrieval
- Traversal

Insertion

- เพิ่มโหนดที่เก็บชื่อ John เข้าไปในลิสต์
  - Set root head to pNew
  - Increase root.count



- อยากจะเพิ่มโหนดที่เก็บชื่อ Tony ต่อท้ายเข้าไป ไม่ยากเลย
  - createDataNode(Tony,null)
  - Set next of last node to pNew
  - Increase root count

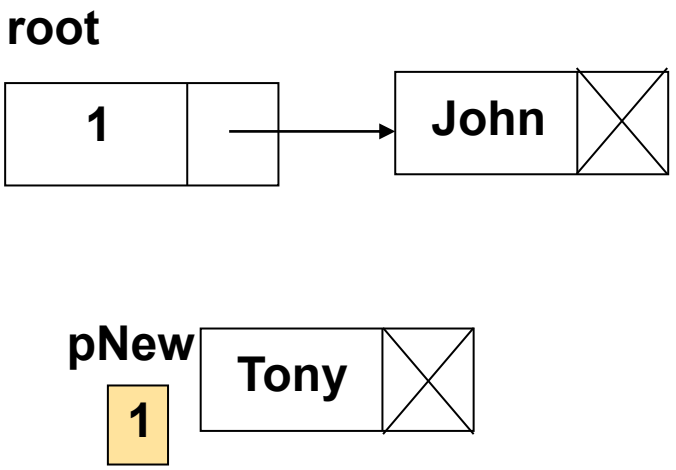


Insertion

- แทรกโหนดที่ส่วนหัวของลิสต์
- แทรกโหนดที่ส่วนท้ายของลิสต์
- แทรกโหนดตามการเรียงลำดับข้อมูล

Inserting Nodes at the Front of a List

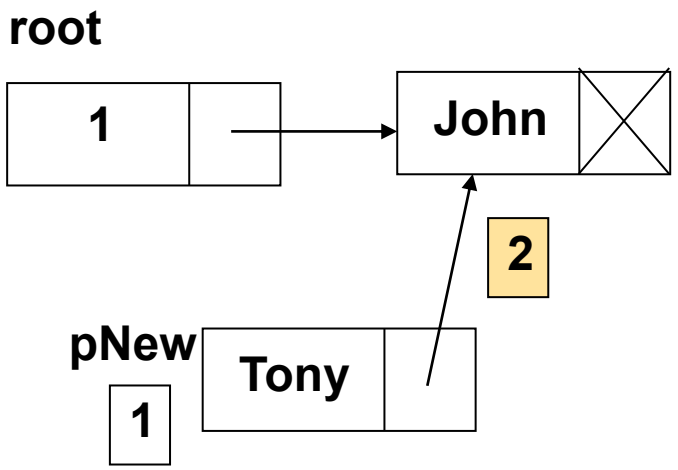
- ถ้าจะเพิ่มโหนดที่มีชื่อเป็น Tony ไว้ต้นลิสต์
  - *createDataNode(Tony,null)*
  - pNew.next = root.head
  - root.head = pNew
  - Increase root count



Inserting Nodes at the Front of a List

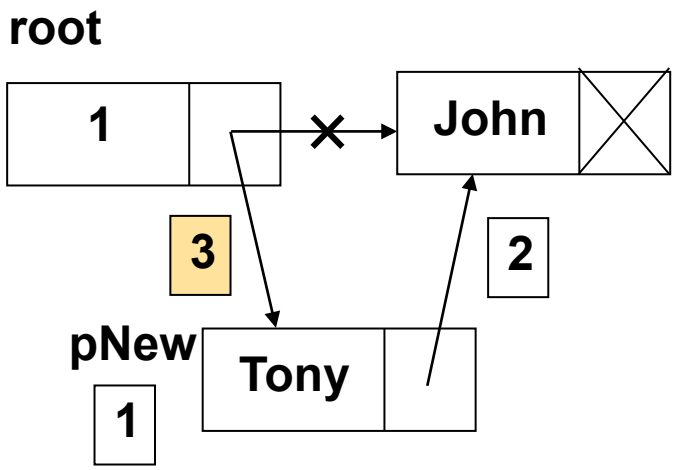
- ถ้าจะเพิ่มโหนดที่มีชื่อเป็น Tony ไว้ต้นลิสต์

  - createDataNode(Tony,null)
  - *pNew.next = root.head*
  - root.head = pNew
  - Increase root count



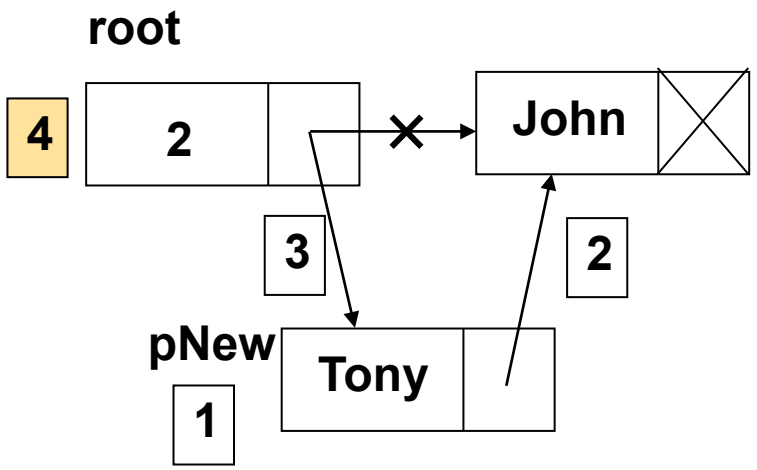
Inserting Nodes at the Front of a List

- ถ้าจะเพิ่มโหนดที่มีชื่อเป็น Tony ไว้ต้นลิสต์
  - createDataNode(Tony,null)
  - pNew.next = root.head
  - *root.head = pNew*
  - Increase root count



Inserting Nodes at the Front of a List

- ถ้าจะเพิ่มโหนดที่มีชื่อเป็น Tony ไว้ต้นลิสต์
  - createDataNode(Tony,null)
  - pNew.next = root.head
  - root.head = pNew
  - *Increase root count*



Traversing a Linked List

- เป็นการเข้าถึงโครงสร้างทีละโครงสร้างที่อยู่ในลิสต์นั้น
- ตัวอย่างการพิมพ์ค่าที่อยู่ใน Linked List

```
Algorithm printList(List root)
        Person pos
        pos = root.head
        loop (pos != null)
                print pos.name
                pos = pos.next
        end loop
end printList
```

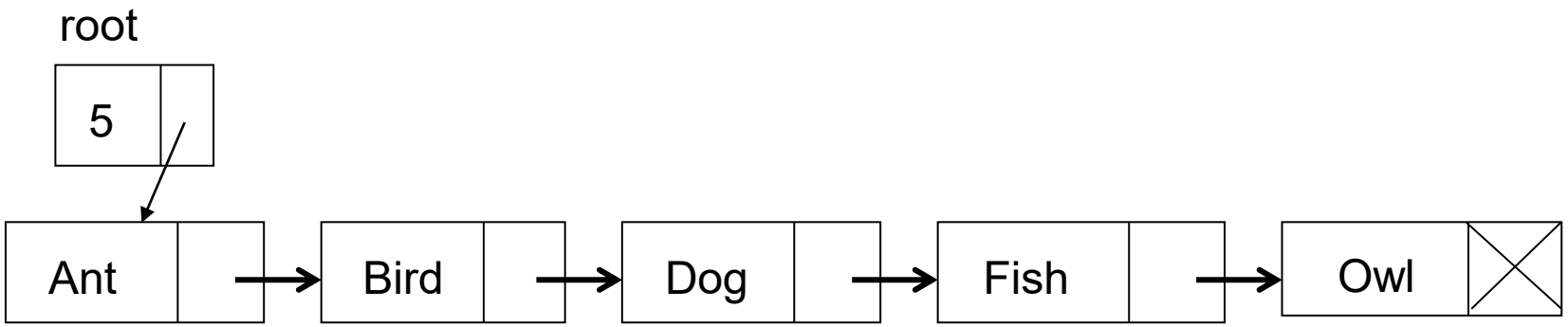
Inserting Nodes at the End of a List

- เหมือนกับตัวอย่างก่อนหน้า ปัญหาคือ เรารู้ได้อย่างไรว่าโหนดไหนเป็นโหนดท้ายของลิสต์
  - ต้องท่อง (Traverse) เข้าไปในลิสต์จนถึงส่วนท้ายสุด

```
pNew = createDataNode(Tony,null)
If (root.head is null)
        root.head = pNew
else
        start = root.head
        loop (start.next != null)
                start = start.next
        end loop
        start.next = pNew
end if
```

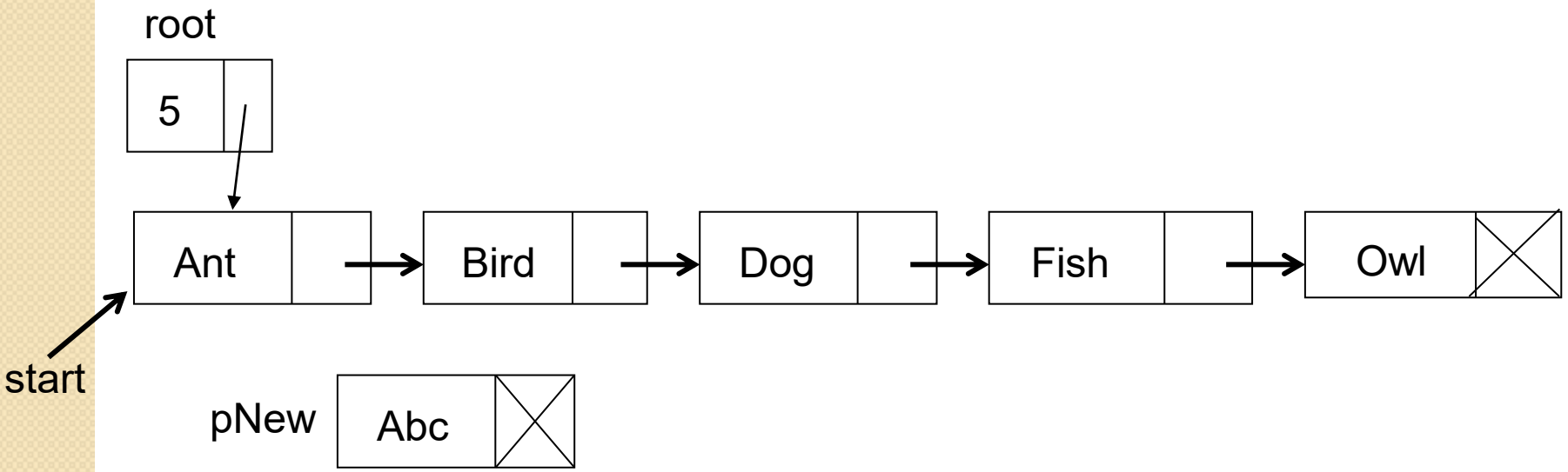
Inserting Nodes into an Ordered List

- แทรกโหนดใหม่ โดยมีการเรียงลำดับข้อมูล
- ปัญหา คือ จะไปแทรกตรงไหน
  - ต้องท่องเข้าไปในลิสต์เรื่อยๆ ขณะเดียวกันก็ต้องเปรียบเทียบค่าข้อมูลไปด้วย



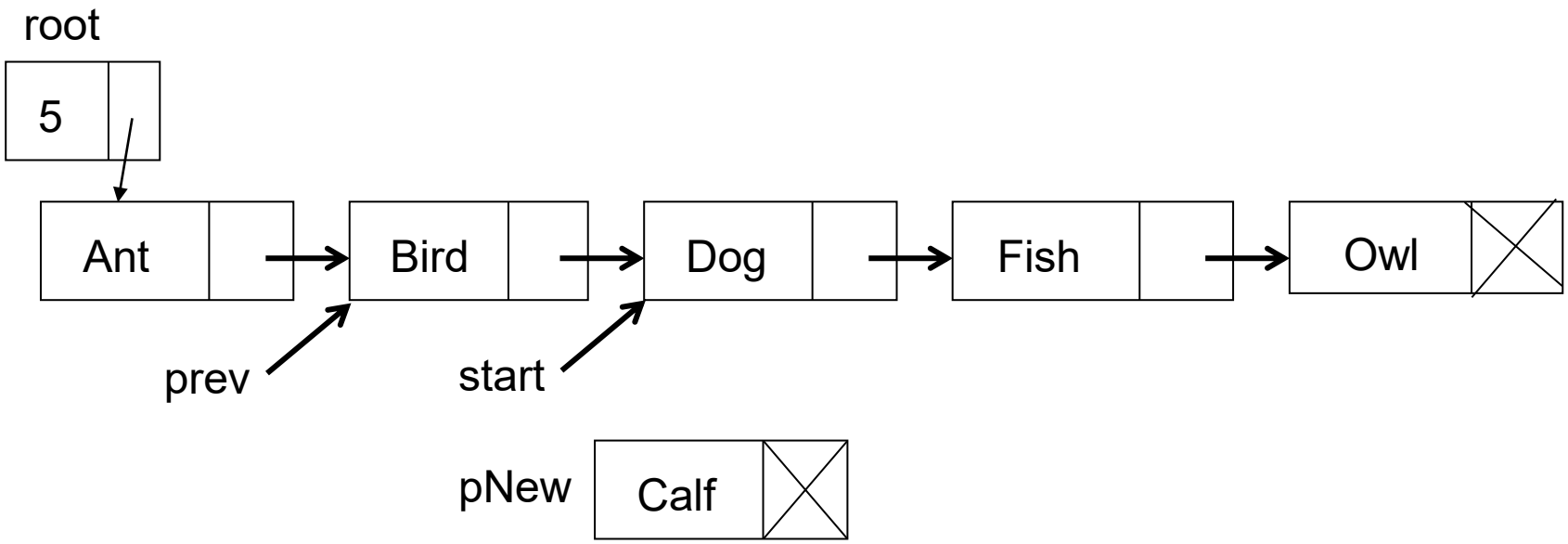
Inserting Nodes into an Ordered List

- กรณีแทรกโหนดด้านหน้าสุดของลิสต์



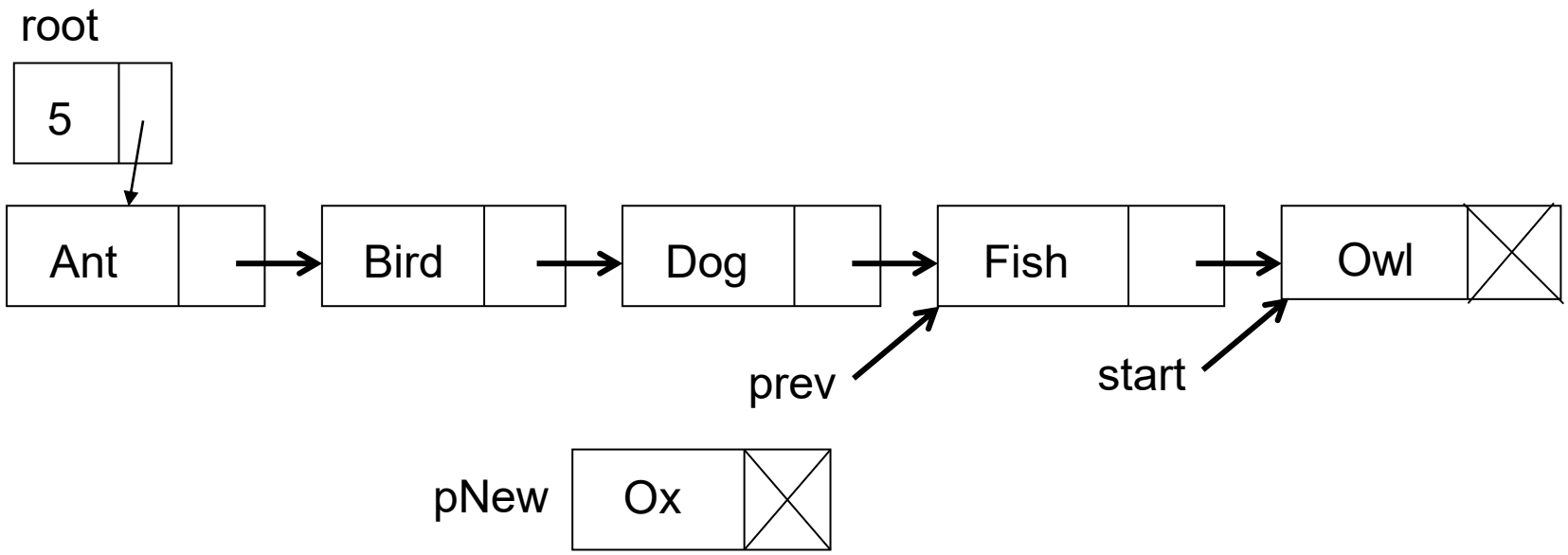
Inserting Nodes into an Ordered List

- กรณีแทรกระหว่างโหนดในลิสต์

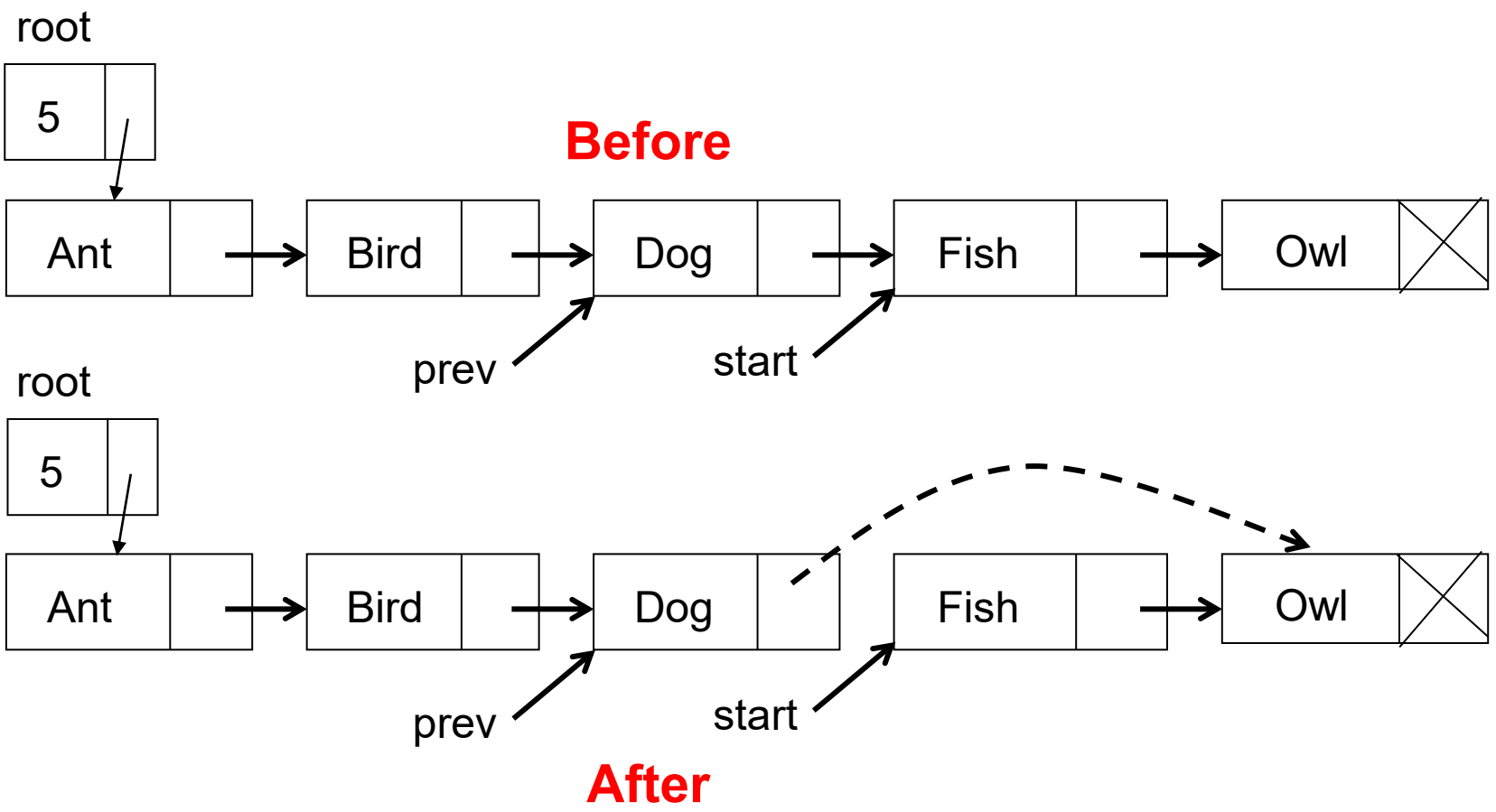


Inserting Nodes into an Ordered List

- กรณีที่แทรกปลายลิสต์



Delete

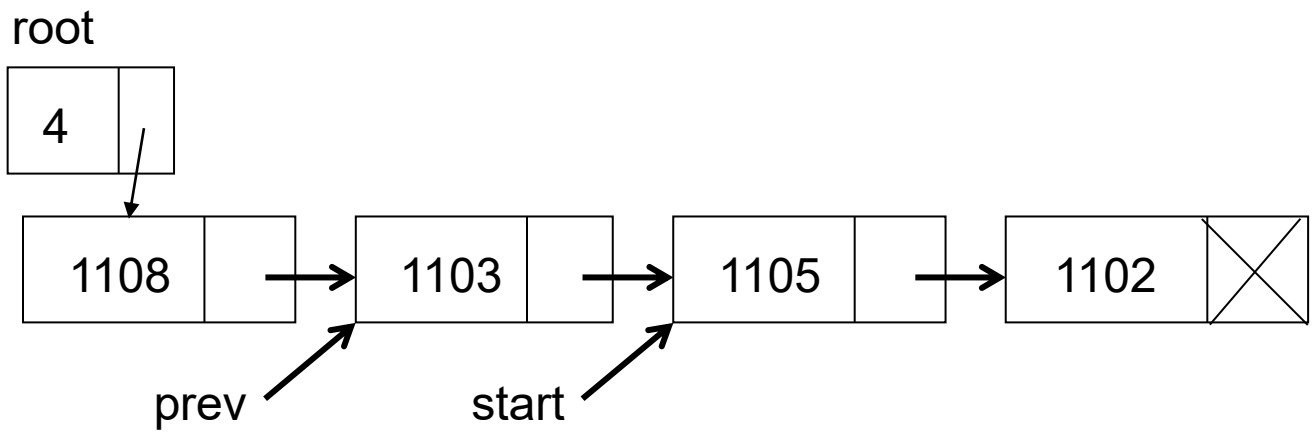

root
5
Before
Ant
Bird
Dog
Fish
Owl
prev
start
root
5
Ant
Bird
Dog
Fish
Owl
prev
start
After

Delete

- ในกรณีที่โหนดที่ต้องการลบเป็นโหนดแรกของลิสต์
  - prev.next = start.next ..... Error

```
if (start == root.head)
        root.head = start.next
        delete start
end if
```

Deleting Nodes from an Unordered List



- กรณีที่ต้องการลบโหนดที่อยู่หัวลิสต์

  root.head = root.head.next ; delete start;

- กรณีที่ต้องการลบโหนดที่อยู่ระหว่างลิสต์

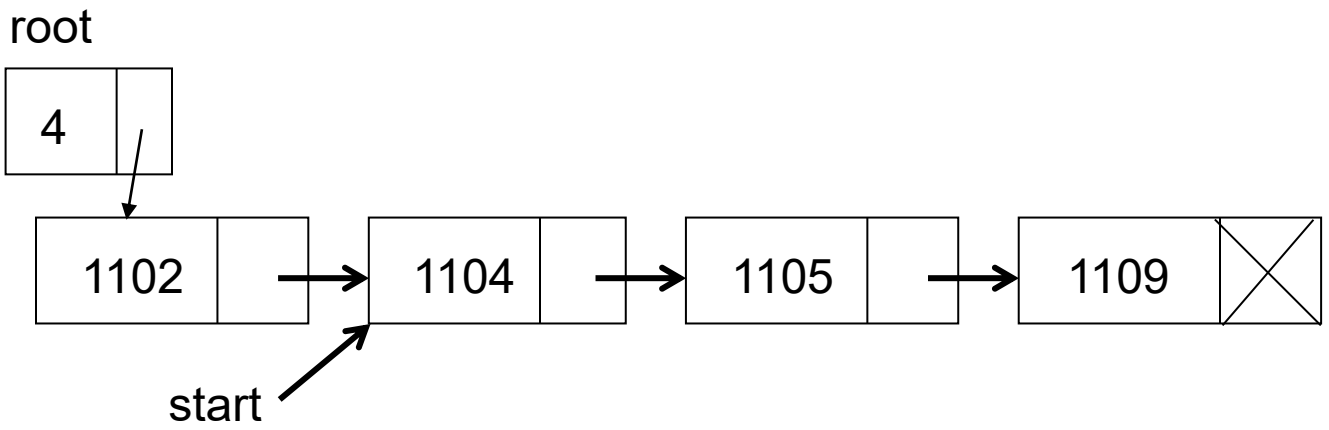
  prev.next = start.next; delete start;

- กรณีที่ต้องการลบโหนดที่อยู่ท้ายลิสต์

  prev.next = NULL; delete start;

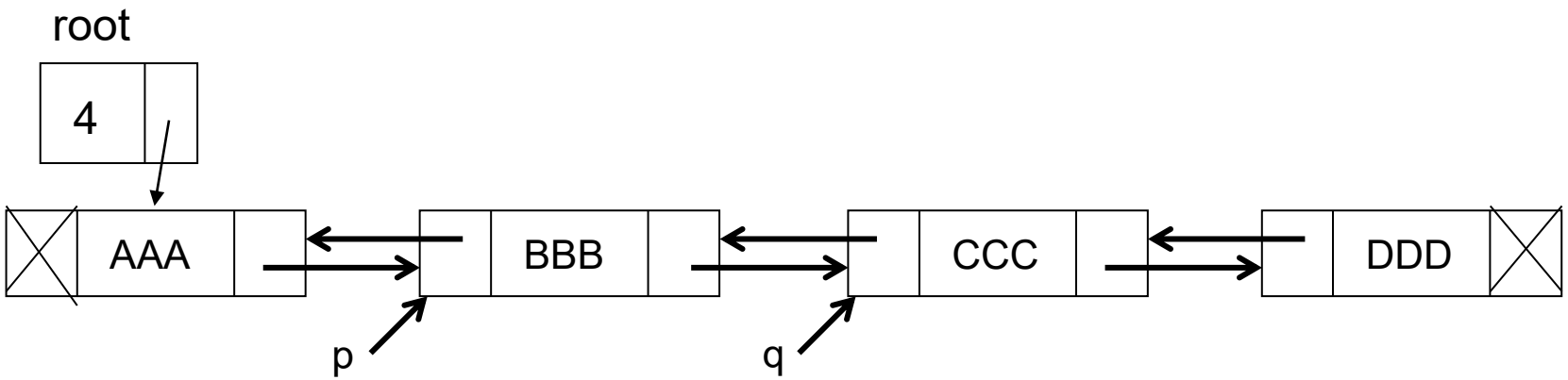
Deleting Nodes from an Ordered List

- ท่องลิสต์ไปเรื่อยๆ เมื่อพบโหนดที่ต้องการลบก็ลบไป
  - ปัญหา คือ ถ้าไม่มีโหนดที่ต้องการลบในลิสต์ จะต้องทำการท่องลิสต์จนหมด
  - สามารถทราบว่าโหนดนั้นไม่มีในลิสต์ แม้ว่าจะยังท่องลิสต์ไม่หมด
    - เช่น ถ้าต้องการลบโหนดที่เก็บเลข 1103 เมื่อท่องลิสต์จนไปถึงโหนดที่เก็บเลข 1104 แล้วยังไม่พบโหนดที่ต้องการ สรุปได้ว่า ไม่มีโหนดที่ต้องการลบ

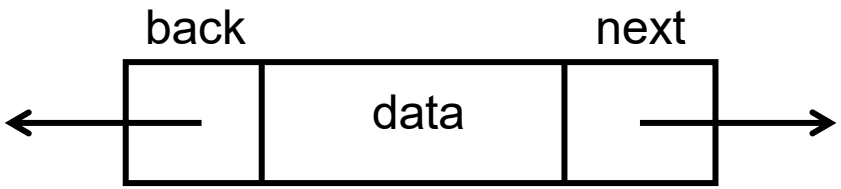


Doubly Linked List

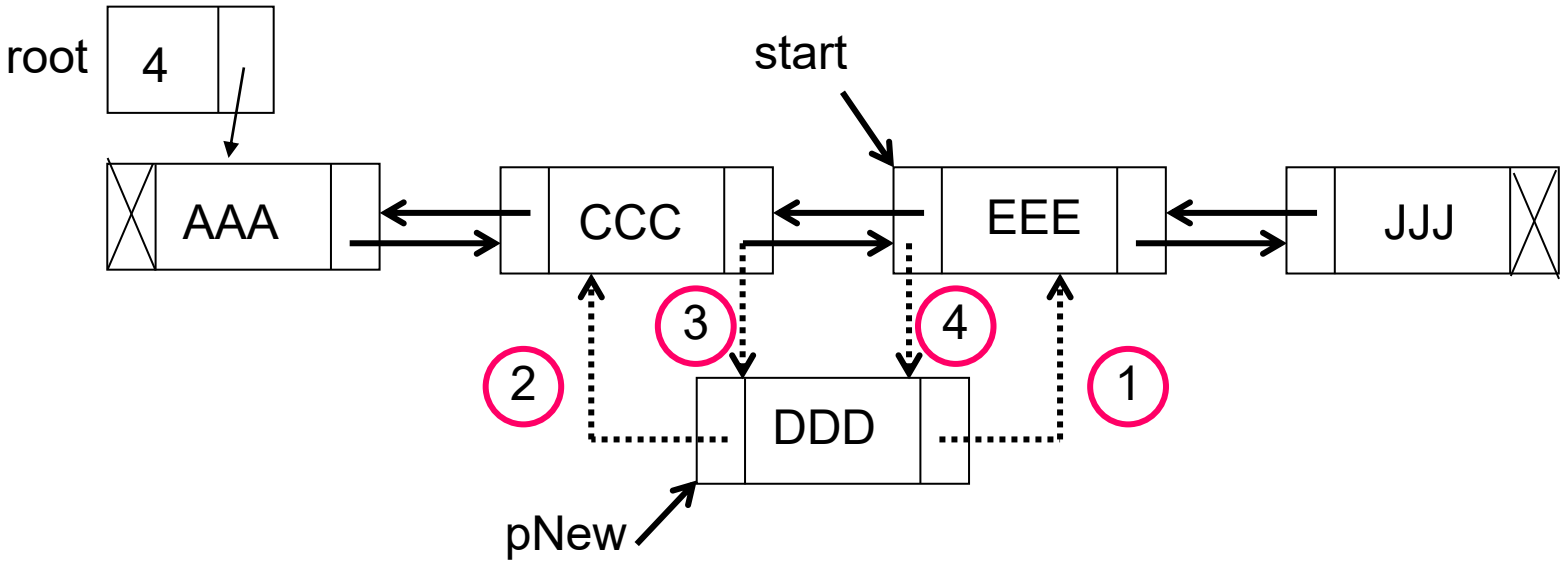
- เป็นลิงค์ลิสต์ที่มีลิงค์ 2 ทิศทาง คือ จากหน้าไปหลัง และ หลังไปหน้า




```
node
        type data
        node back
        node next
end node
```

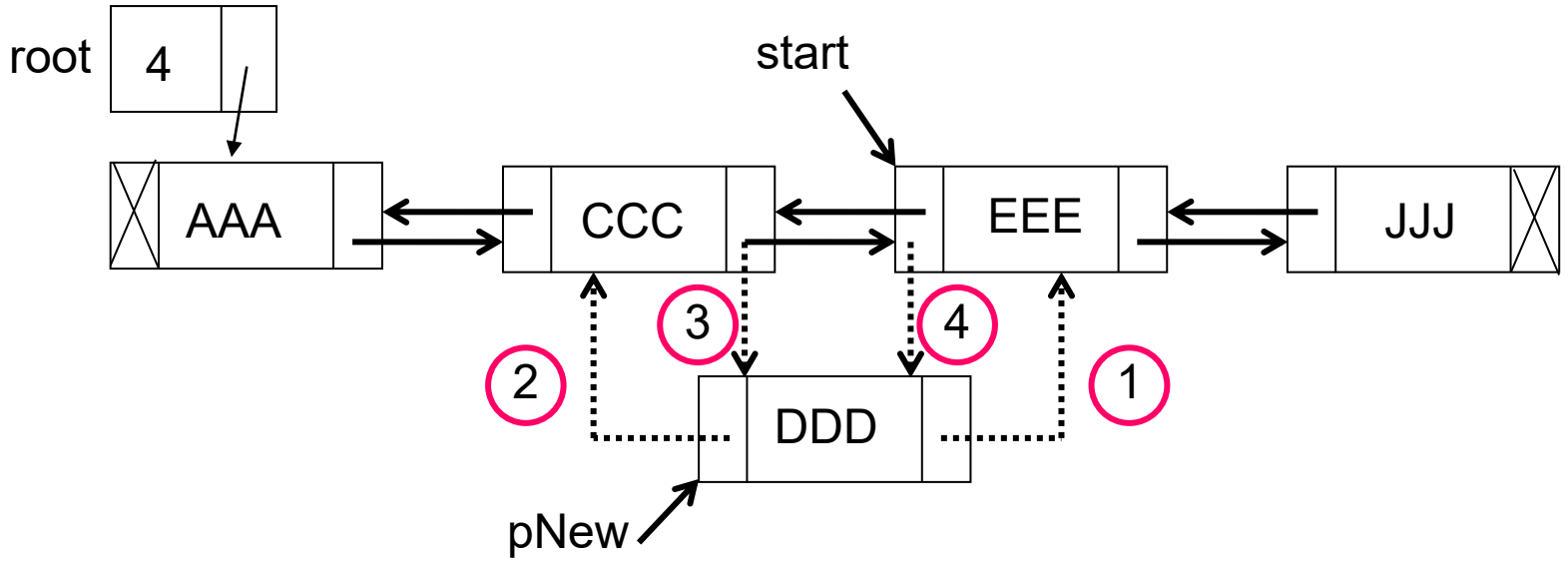


Inserting Nodes into a Doubly Linked List



- ต้องการแทรกโหนด pNew ไว้หน้า start

Inserting Nodes into a Doubly Linked List



- ต้องการแทรกโหนด pNew ไว้หน้า start

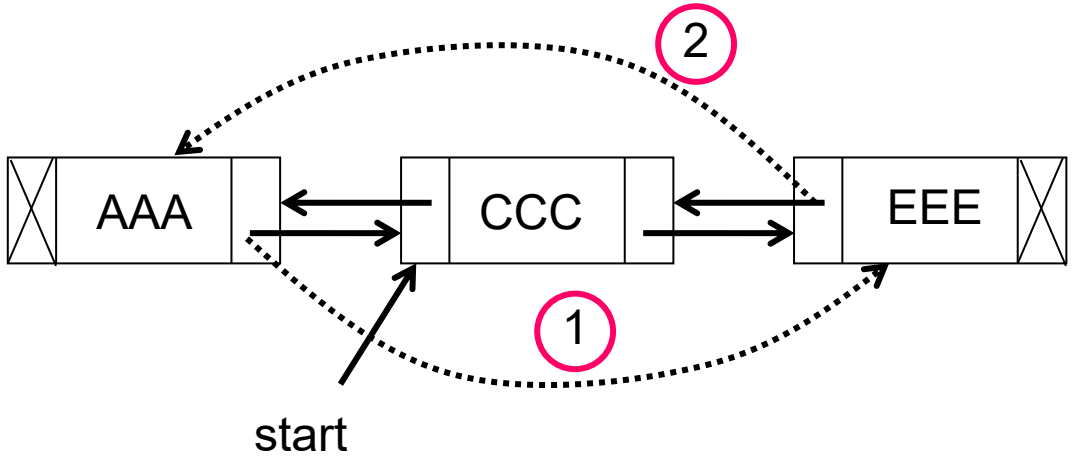
  pNew.next = start

  pNew.back = start.back

  start.back.next = pNew

  start.back = pNew

Deleting Nodes from a Doubly Linked List

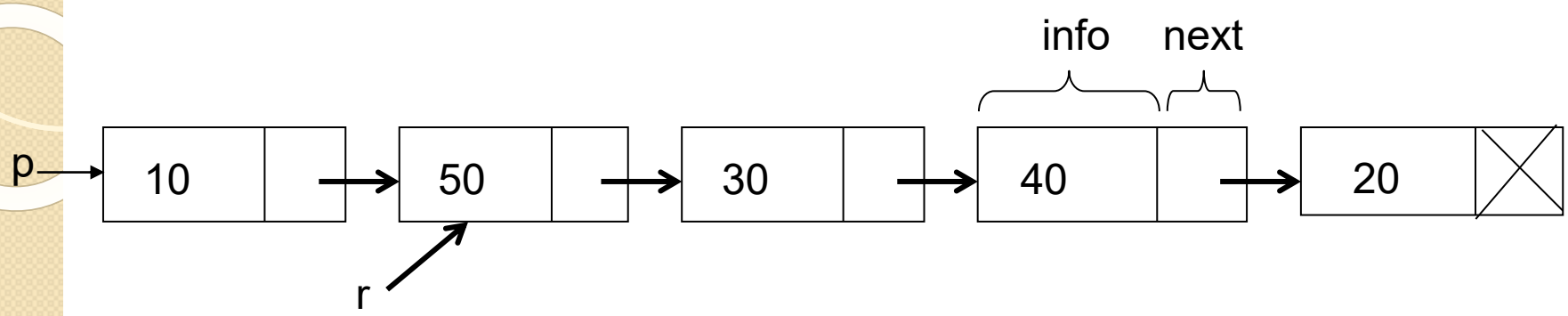


- ต้องการลบโหนด start

List in Python

- ตัวอย่างการใช้ List ใน Python
  - my_list = [10, True, 2.5, 50, False]
  - my_list[0] -> 10
  - my_list.insert(0, 15.5)
  - del my_list[1]
- ลิสต์ในไพธอน ไม่ใช่ลิงค์ลิสต์ แต่เป็นอาร์เรย์ของพอยน์เตอร์ (แอดเดรส) ที่ชี้ไปที่วัตถุต่างๆ

Quiz 1



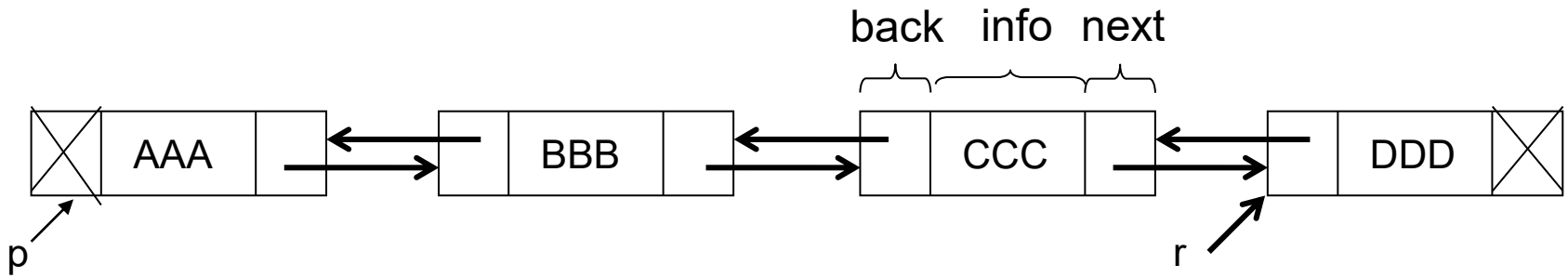
- จงประมวลผลคำสั่งต่อไปนี้ พร้อมวาดภาพผลลัพธ์ของแต่ละคำสั่ง
  - r.next.next.info = 23
  - p.next.next = r.next.next
  - p.next.info = 68
  - r.next.next.next = p.next
  - p.next = null

Quiz 2

- จากผลลัพธ์ในข้อก่อนหน้านี้ จงหาผลลัพธ์ของ

```
loop (r.next != null)
    print r.info
    r = r.next
end loop
```

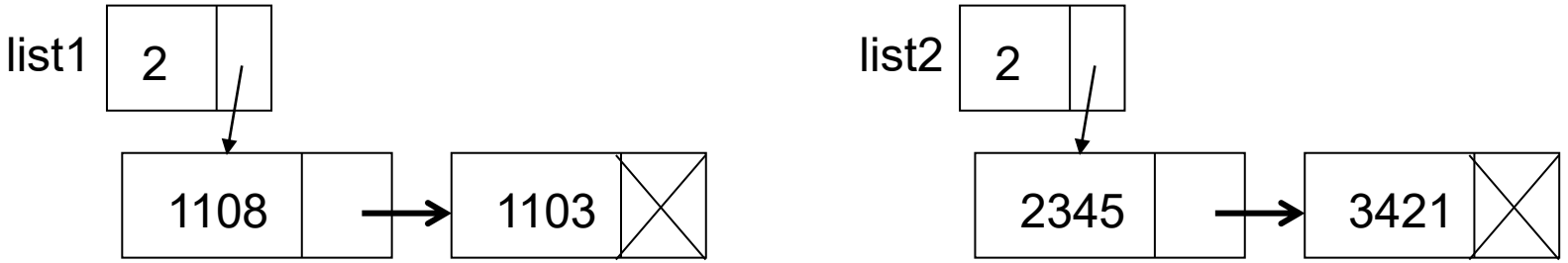
Quiz 3



- จงประมวลผลคำสั่งต่อไปนี้ พร้อมวาดภาพผลลัพธ์ของแต่ละคำสั่ง
  - r.back.back = p
  - r = r.back
  - r.back.next.info = ‘XXX’
  - r.back = p.back

Quiz 4

- จงเขียนอัลกอริทึม append ที่ใช้สำหรับต่อลิสต์ 2 ลิสต์เข้าด้วยกัน
- เช่น append(list1,list2) -> list1 และ list2 มีขนาดและข้อมูลเป็นเท่าไหร่ก็ได้



- ผลลัพธ์