10301222 โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม

# Chapter 6

# Queue

ผศ.ดร. ปวีณ เขื่อนแก้ว

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

# Queues

มีช่องทางเข้า 1 ทางและช่องทางออก 1 ทาง

สิ่งที่ใส่เข้าไปก่อน จะถูกนำออกมาใช้ก่อน

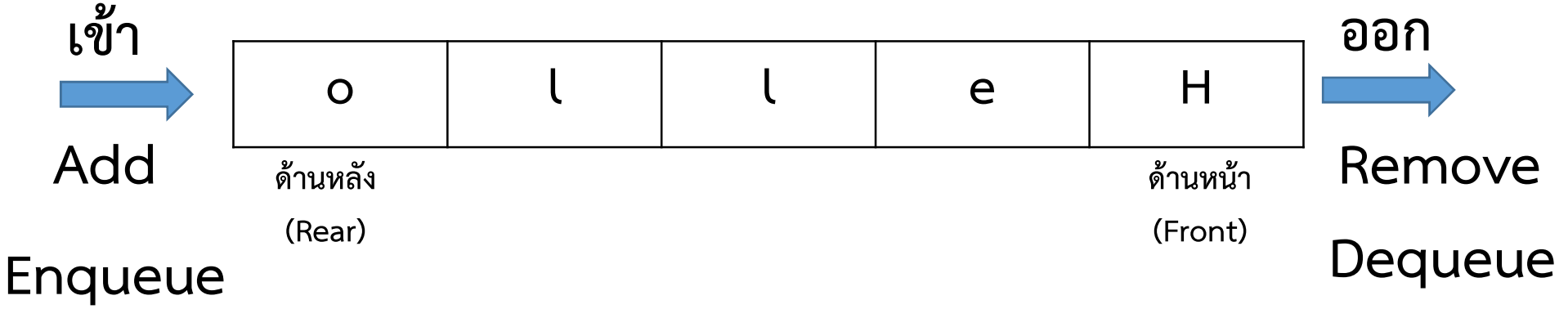
First-in First-out (FIFO)

First come First serve

**Queue = แถวลำดับ**

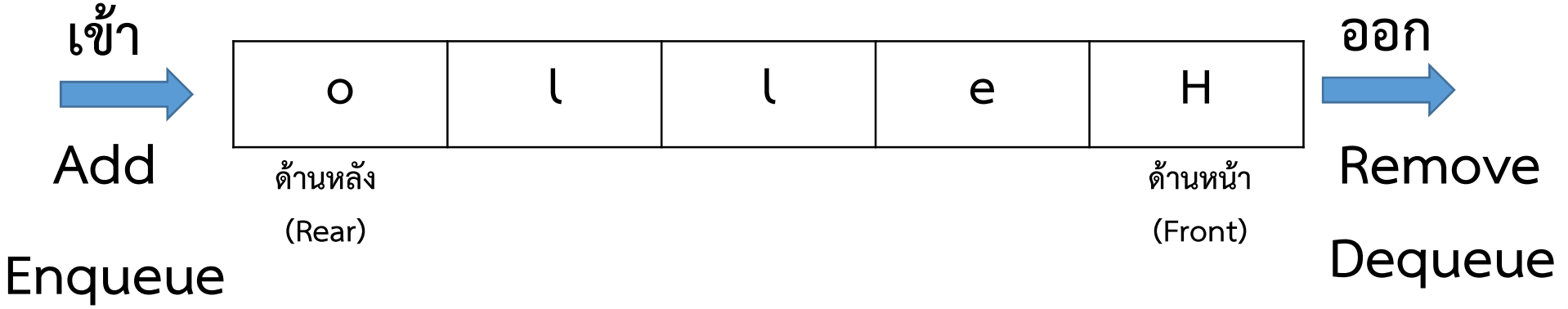
# Queues

**แถวคอย** หรือ คิว (อังกฤษ: **queue**) เป็นแบบชนิดข้อมูลนามธรรมที่มีลักษณะการเรียงลำดับข้อมูล การดำเนินการในแถวคอยจะแบ่งเป็น การเพิ่มข้อมูลไปที่ส่วนหลังสุดของแถวคอย และการดึงข้อมูลออกจากส่วนหน้าสุดของแถวคอย เข้าออกในลักษณะการเข้าก่อนออกก่อน (First In First Out: FIFO) ในโครงสร้างข้อมูลลักษณะเข้าก่อนออกก่อนนี้ ข้อมูลแรกสุดที่ถูกเพิ่มเข้าไปในแถวคอยจะเป็นข้อมูลแรกที่ถูกดึงออก ซึ่งก็เท่ากับว่า ความจำเป็นที่ว่า เมื่อมีข้อมูลหนึ่งถูกเพิ่มเข้ามาแล้ว ข้อมูลที่ถูกเพิ่มก่อนหน้านี้ทั้งหมดจะต้องถูกดึงออกก่อนที่ข้อมูลใหม่จะถูกใช้งาน คล้ายกับการเข้าแถวซื้อของในชีวิตประจำวัน



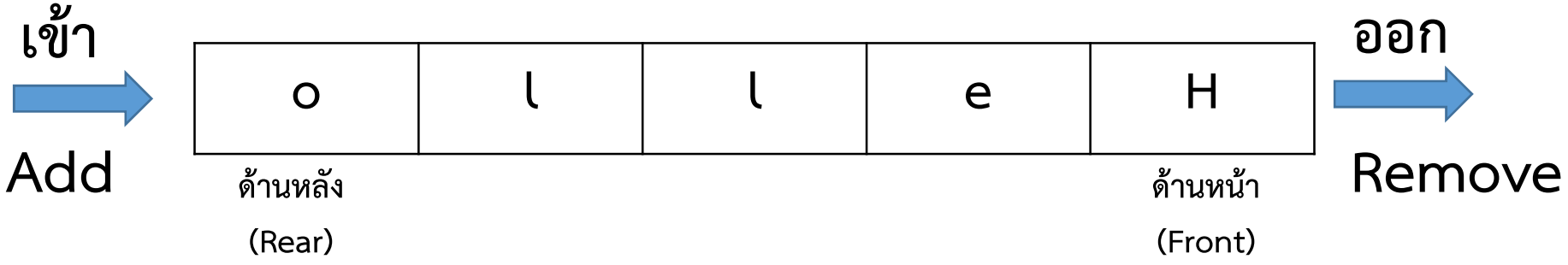
# Queues

- ข้อมูลในแถวคอยเป็นแบบ Homogenous
- ข้อมูลเข้าและออกคนละด้าน
- ข้อมูลเข้าทางด้านหลัง
- ข้อมูลออกทางด้านหน้า
- เข้าก่อน ออกก่อน ตามลำดับ
- ความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้น
- เข้าถึงข้อมูลภายในแถวคอยโดยตรงไม่ได้



## Operation ของแถวคอย

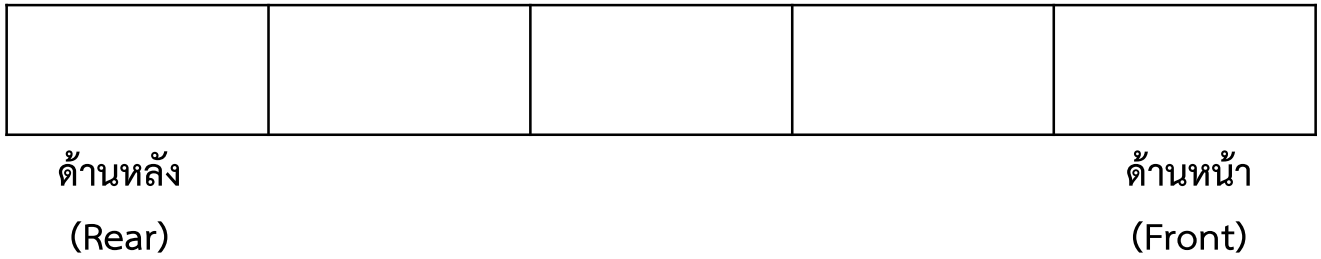
- สร้างแถวคอย
- เพิ่มข้อมูล (Add)
- ลบข้อมูล (Remove)
- อ่านข้อมูลโดยไม่ลบ (peek)
- isEmpty()
- isFull()
- ตรวจสอบขนาด



**เพิ่มข้อมูล (Add, Enqueue, Insert, Append)**

1 ตรวจสอบพื้นที่ว่าง หากไม่เพียงพอให้รายงาน overflow

2 เพิ่มข้อมูลเข้าไปทางด้านหลัง

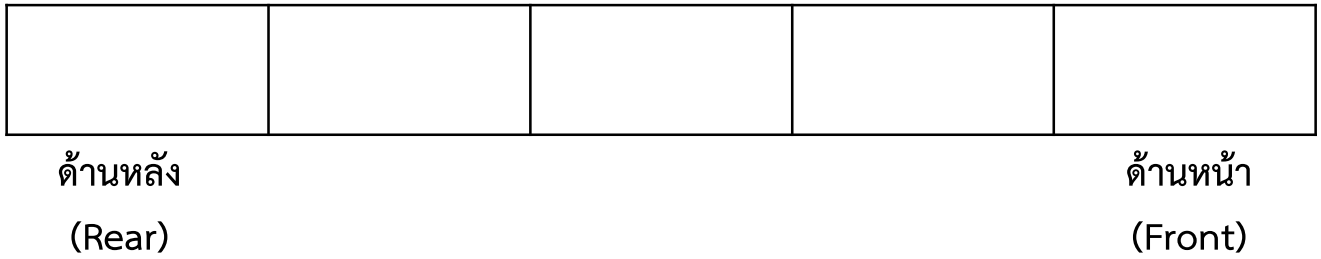


**เพิ่มข้อมูล (Add, Enqueue, Insert, Append)**

1 ตรวจสอบพื้นที่ว่าง หากไม่เพียงพอให้รายงาน overflow

2 เพิ่มข้อมูลเข้าไปทางด้านหลัง

Add(‘H’)

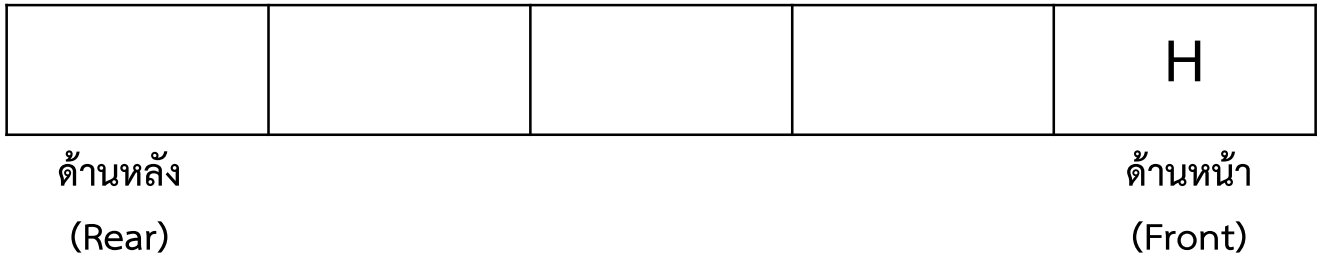


**เพิ่มข้อมูล (Add, Enqueue, Insert, Append)**

1 ตรวจสอบพื้นที่ว่าง หากไม่เพียงพอให้รายงาน overflow

2 เพิ่มข้อมูลเข้าไปทางด้านหลัง

Add(‘H’)

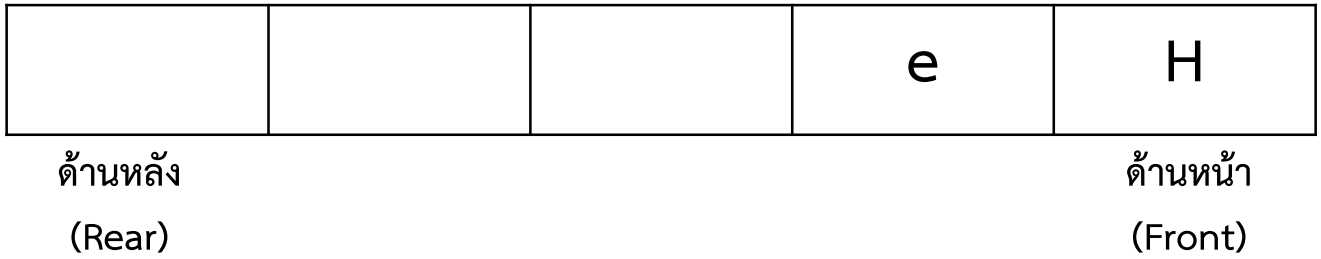


**เพิ่มข้อมูล (Add, Enqueue, Insert, Append)**

1 ตรวจสอบพื้นที่ว่าง หากไม่เพียงพอให้รายงาน overflow

2 เพิ่มข้อมูลเข้าไปทางด้านหลัง

Add(‘e’)

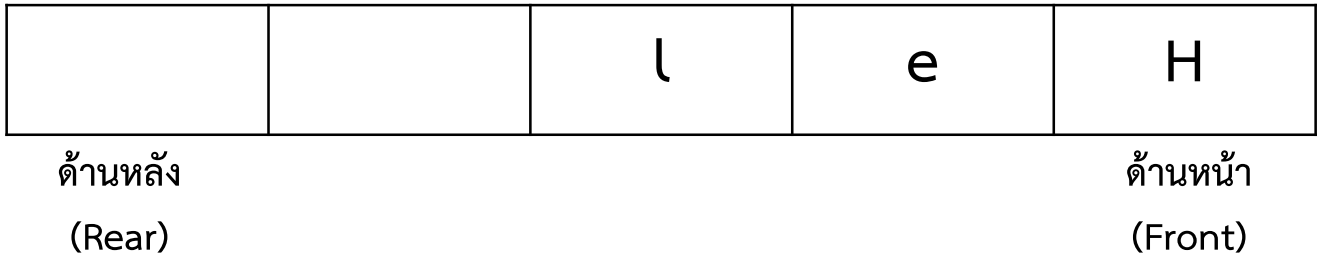


**เพิ่มข้อมูล (Add, Enqueue, Insert, Append)**

1 ตรวจสอบพื้นที่ว่าง หากไม่เพียงพอให้รายงาน overflow

2 เพิ่มข้อมูลเข้าไปทางด้านหลัง

Add('l')

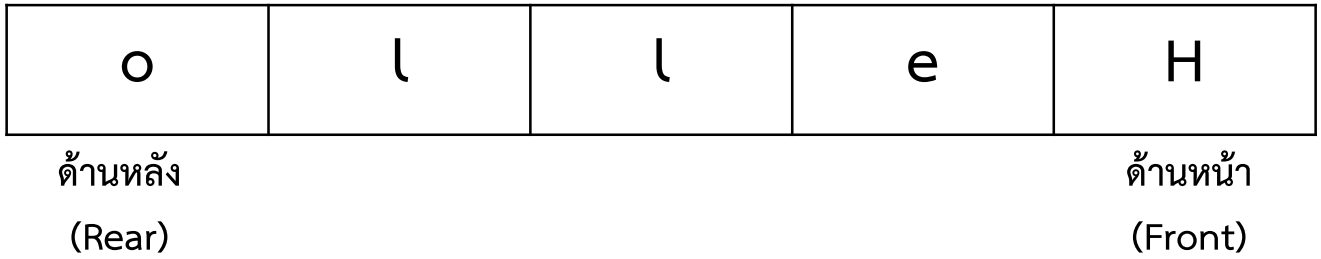


**ลบข้อมูล (Remove, Dequeue, Delete, Serve)**

1 ลบข้อมูลทางด้านหน้าออกไป

2 หากแถวคอยไม่มีข้อมูลให้รายงาน underflow

**c=Remove( )**

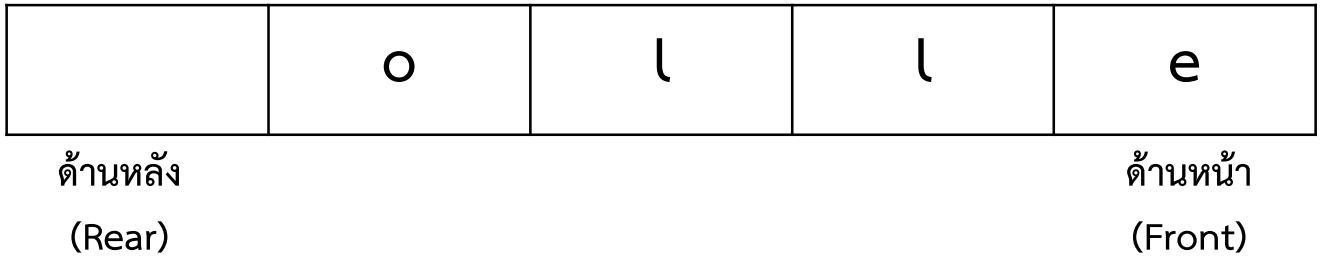


**ลบข้อมูล (Remove, Dequeue, Delete, Serve)**

1 ลบข้อมูลทางด้านหน้าออกไป

2 หากแถวคอยไม่มีข้อมูลให้รายงาน underflow

c=Remove( )



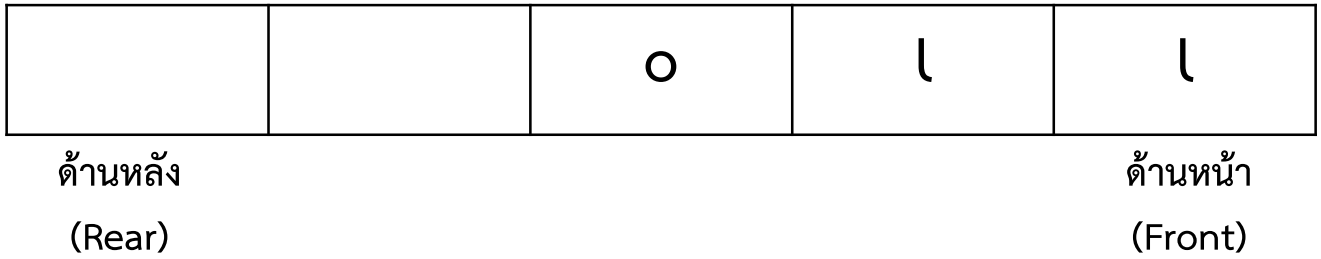

c= H

**ลบข้อมูล (Remove, Dequeue, Delete, Serve)**

1 ลบข้อมูลทางด้านหน้าออกไป

2 หากแถวคอยไม่มีข้อมูลให้รายงาน underflow

**c=Remove( )**




**c= e**

## การสร้างแถวคอย

**เวลาในการนำข้อมูล เข้า – ออก ต้องเป็น O(1)**
**ทำได้ไหม ?**

1 ใช้ Array

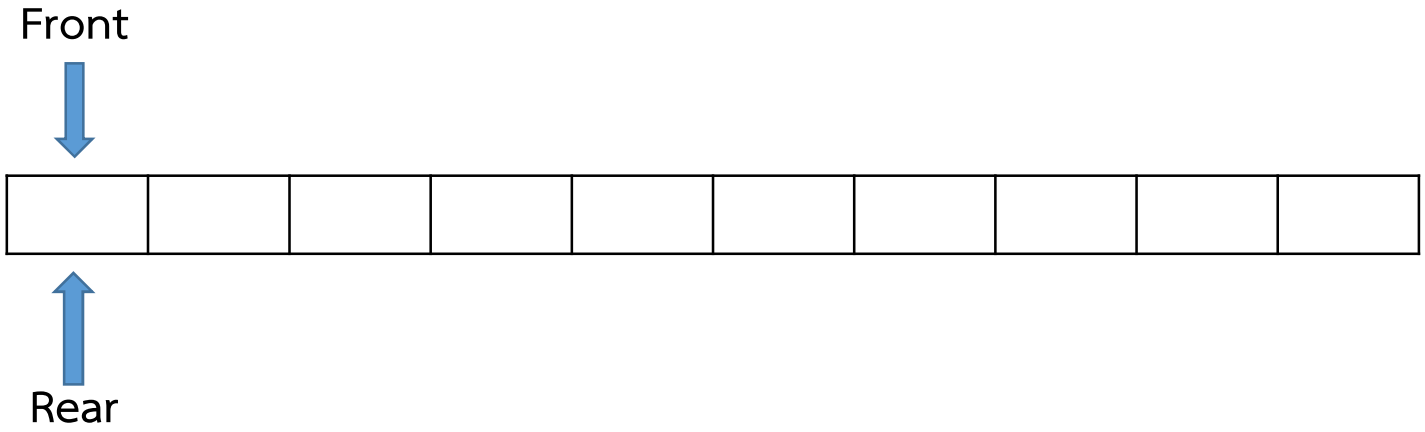
2 ใช้ Linked list

## การสร้างแถวคอยด้วย Array

1 สร้าง Array ขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับเก็บข้อมูลภายในแถวคอย

2 สร้างตัวแปรขึ้นมาอีก 2 ตัวเพื่อเก็บตำแหน่งหน้าและหลัง (Front , Rear)

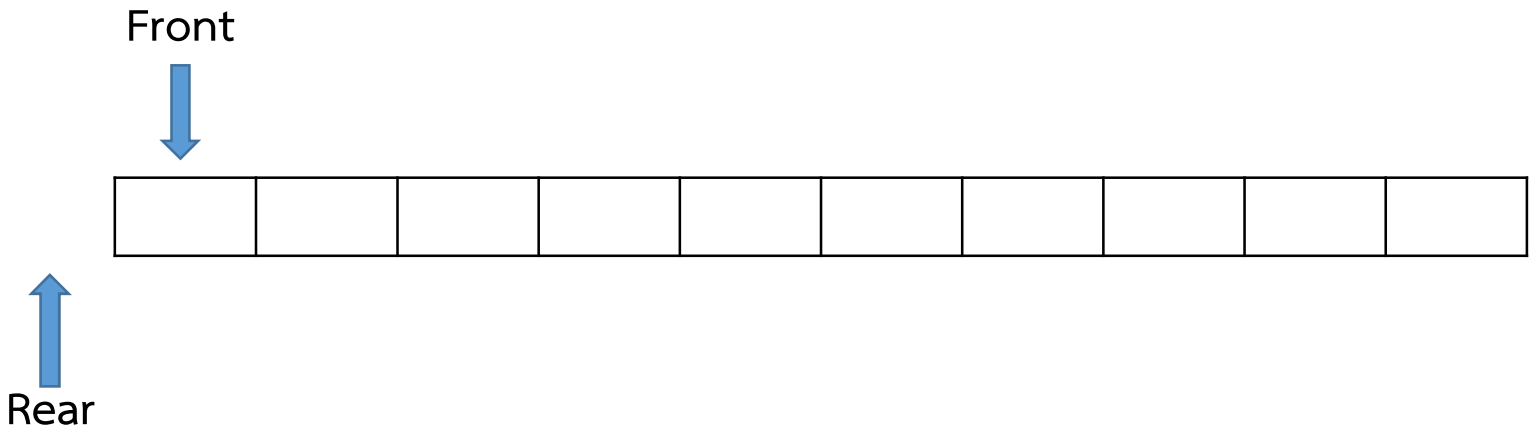
3 การ add และ remove จะกระทำโดยการเปลี่ยนตำแหน่งของ Front และ Rear



## การเพิ่มข้อมูล

1) ตำแหน่งเริ่มต้นของ Rear เป็น -1 เมื่อไม่มีข้อมูล
2) เพิ่มตำแหน่งของ Rear ไป 1 และทำการใส่ข้อมูลในตำแหน่ง Rear

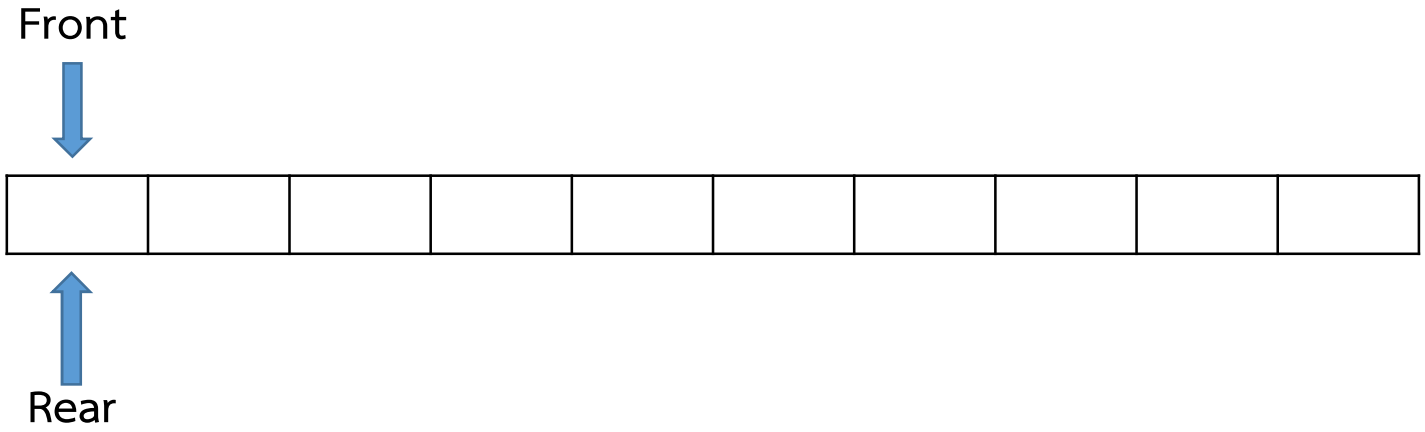
add('H')



## การเพิ่มข้อมูล

1) ตำแหน่งเริ่มต้นของ Rear เป็น -1 เมื่อไม่มีข้อมูล
2) เพิ่มตำแหน่งของ Rear ไป 1 และทำการใส่ข้อมูลในตำแหน่ง Rear

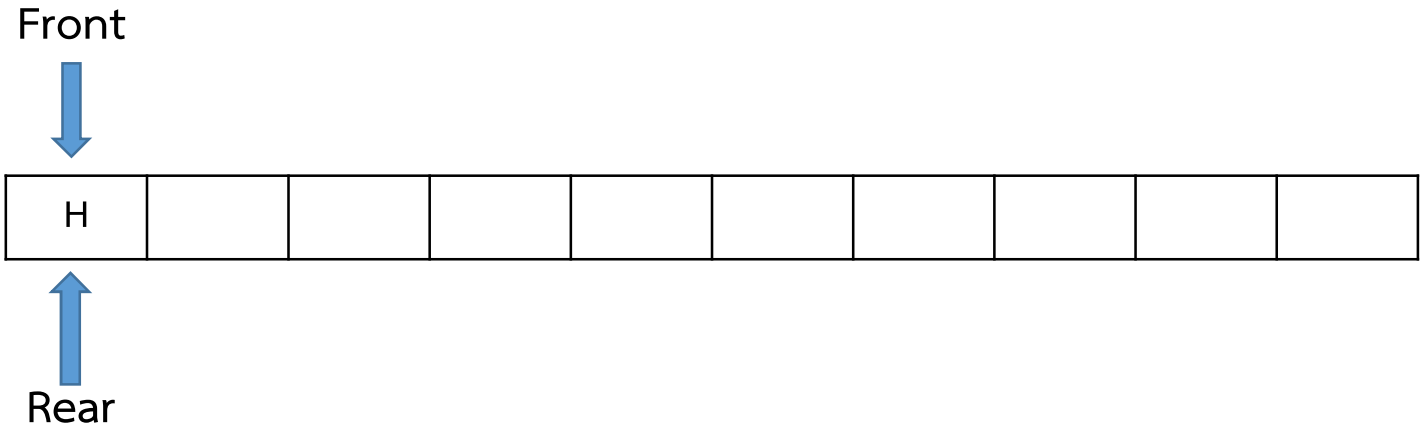
add('H')



# การเพิ่มข้อมูล

1) ตำแหน่งเริ่มต้นของ Rear เป็น -1 เมื่อไม่มีข้อมูล
2) เพิ่มตำแหน่งของ Rear ไป 1 และทำการใส่ข้อมูลในตำแหน่ง Rear

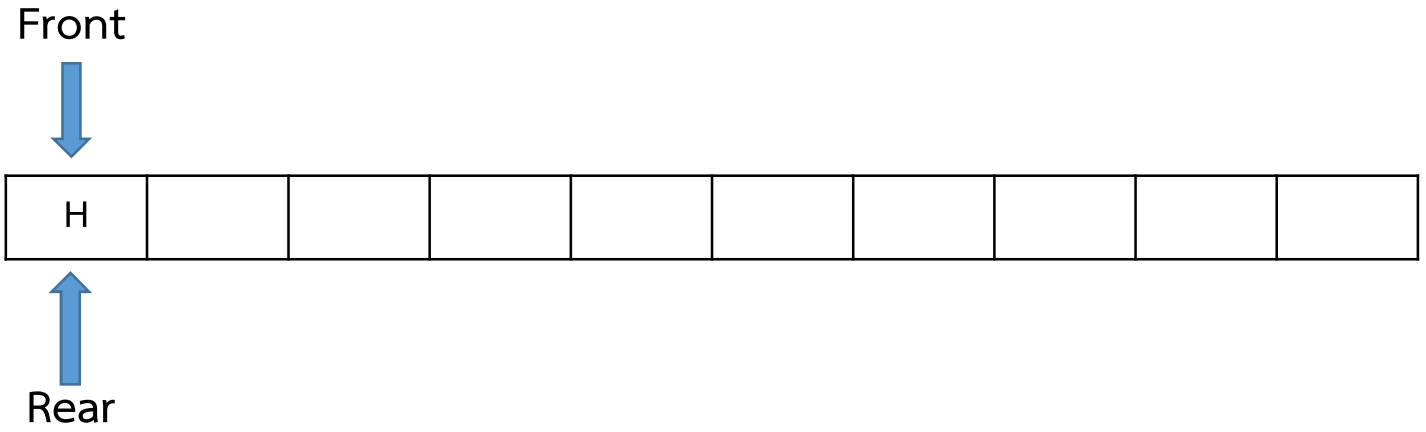
**add('H')**



# การเพิ่มข้อมูล

1) ตำแหน่งเริ่มต้นของ Rear เป็น -1 เมื่อไม่มีข้อมูล
2) เพิ่มตำแหน่งของ Rear ไป 1 และทำการใส่ข้อมูลในตำแหน่ง Rear

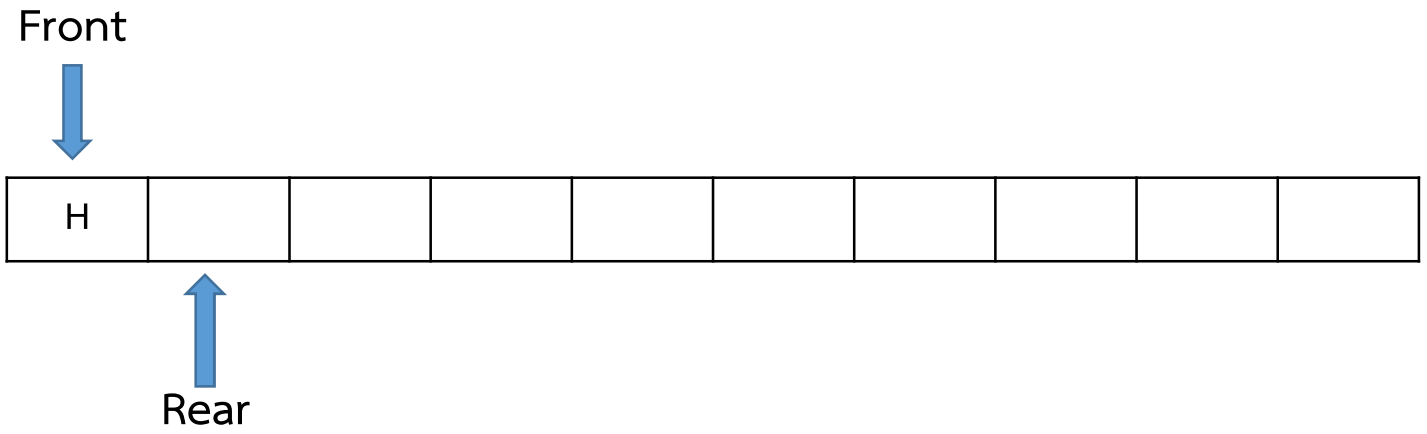
**add(‘e’)**



# การเพิ่มข้อมูล

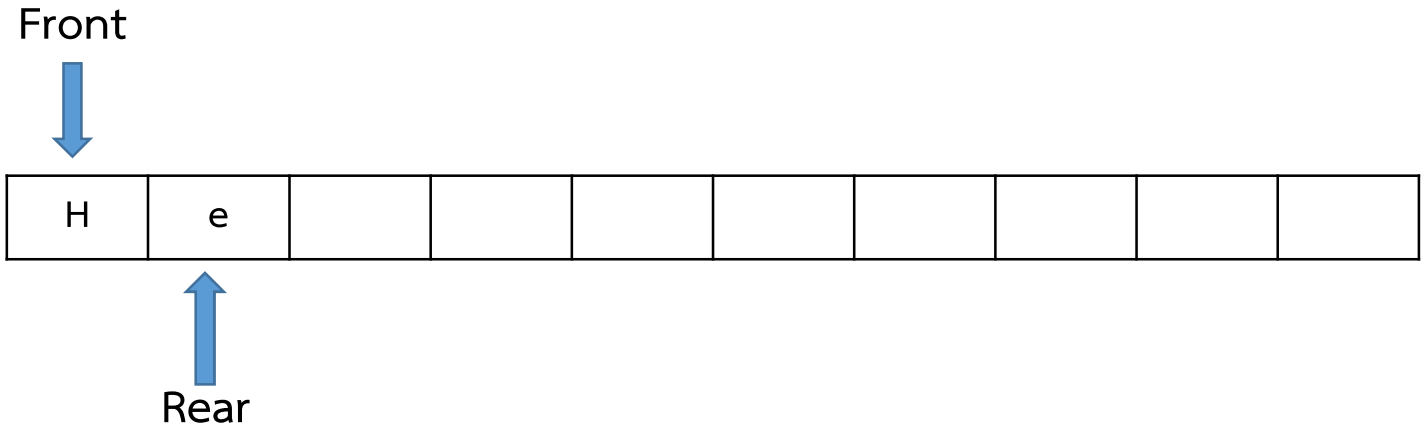
1) ตำแหน่งเริ่มต้นของ Rear เป็น -1 เมื่อไม่มีข้อมูล
2) เพิ่มตำแหน่งของ Rear ไป 1 และทำการใส่ข้อมูลในตำแหน่ง Rear

add(‘e’)



# การเพิ่มข้อมูล

1) ตำแหน่งเริ่มต้นของ Rear เป็น -1 เมื่อไม่มีข้อมูล
2) เพิ่มตำแหน่งของ Rear ไป 1 และทำการใส่ข้อมูลในตำแหน่ง Rear

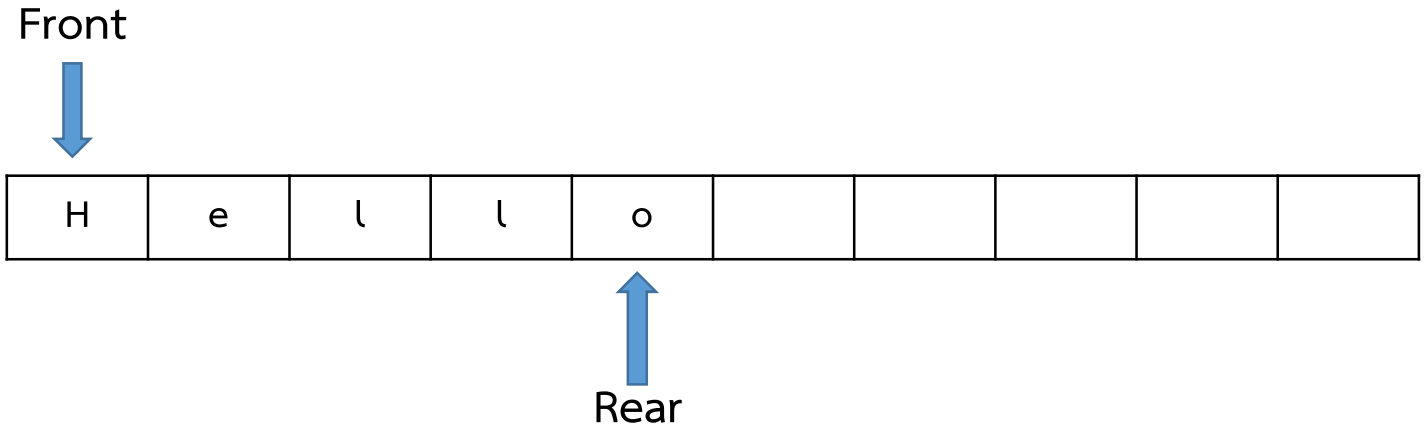


## การลบข้อมูล

1) อ่านข้อมูลจากเพิ่มตำแหน่งของ front
2) เลื่อนตำแหน่ง front ไป 1

c = remove()

c = H

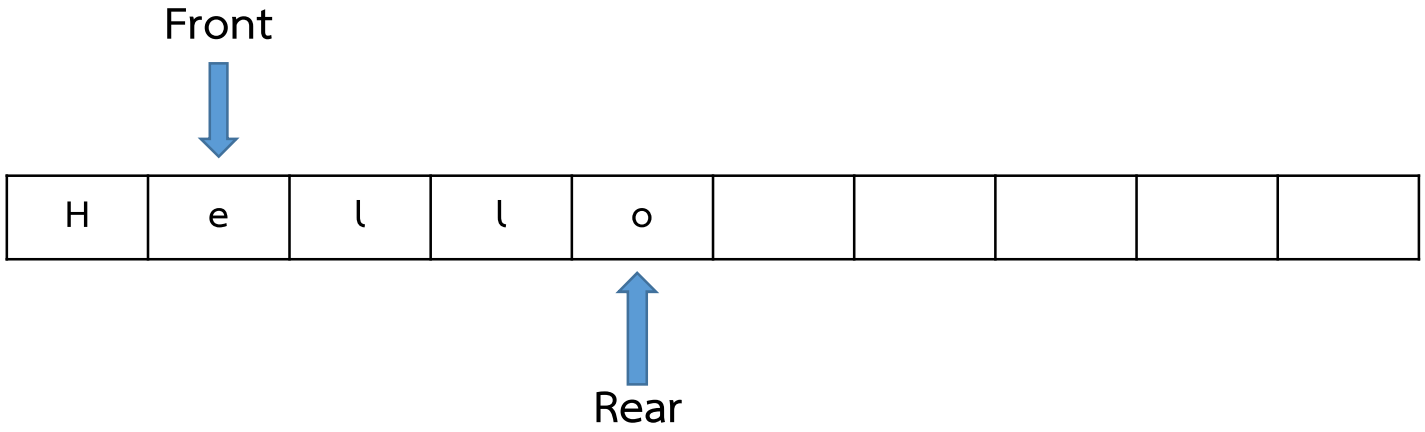


## การลบข้อมูล

1) อ่านข้อมูลจากเพิ่มตำแหน่งของ front
2) เลื่อนตำแหน่ง front ไป 1

c = remove()

c = e

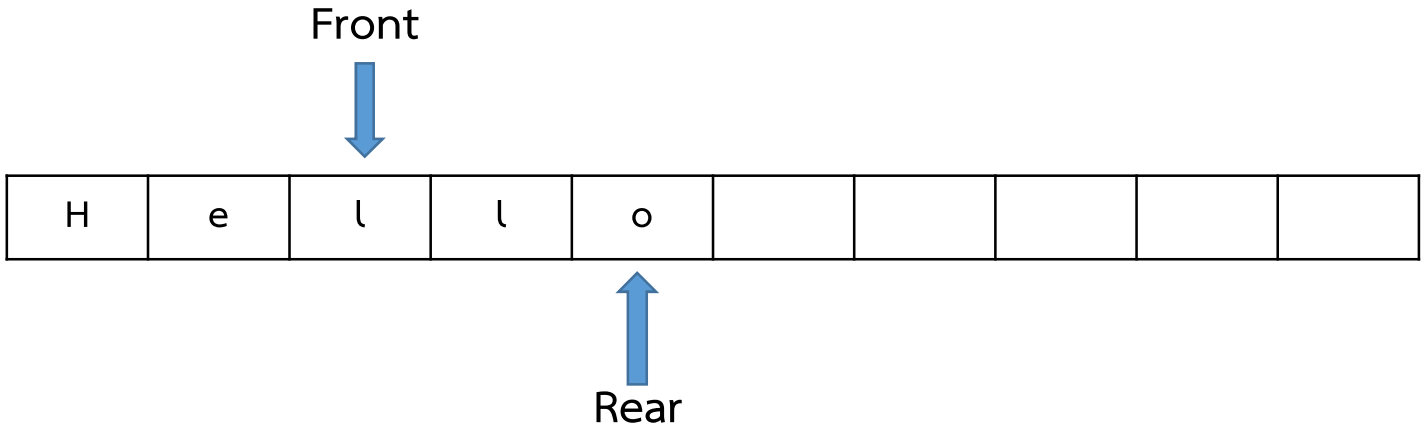


## การลบข้อมูล

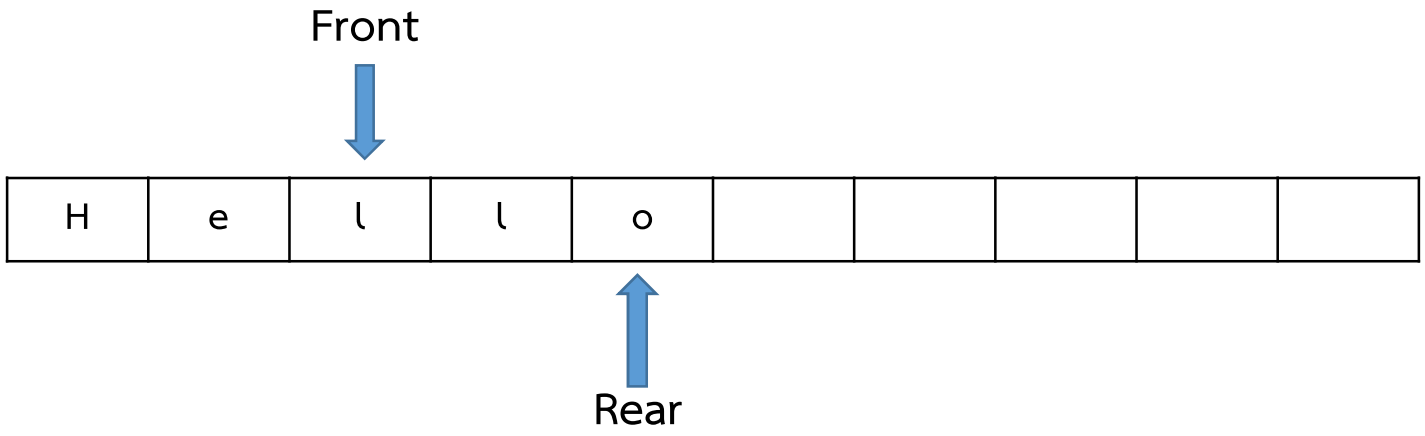
1) อ่านข้อมูลจากเพิ่มตำแหน่งของ front
2) เลื่อนตำแหน่ง front ไป 1

c = remove()

c = l



# Queues: Array Implementation




- ความซับซ้อนของการเพิ่มและลบ เป็น O(1)
- ขนาดของแถวคอยเปลี่ยนแปลงไม่ได้
- ตำแหน่งของข้อมูลที่ถูกลบไปแล้ว ไม่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้
- หาก Rear เลื่อนไปถึงตำแหน่งขวาสุด จะเกิดการ overflow
- หาก front มากกว่า Rear จะเกิด underflow
- ปัญหา overflow แก้ได้ด้วยการเลื่อนข้อมูลไปทางด้านซ้าย แต่เสียเวลา O(N)

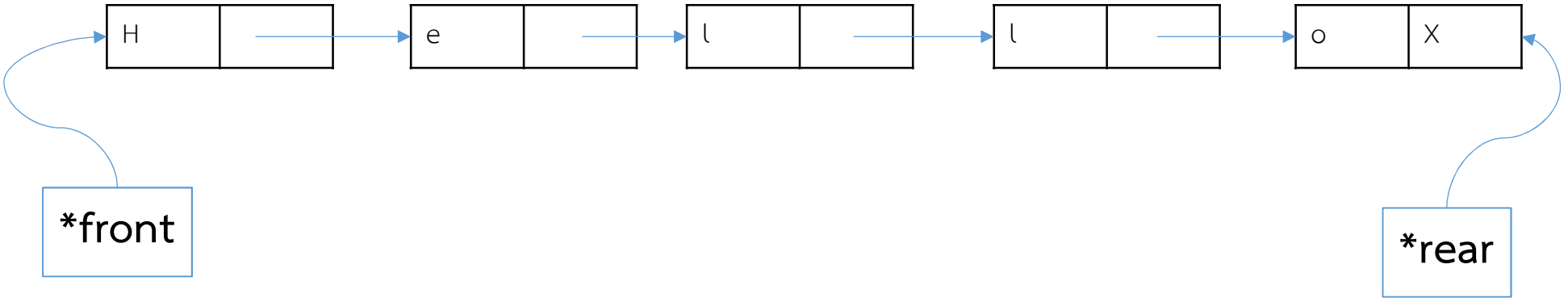
# การสร้างแถวคอยด้วย Linked List

1 ข้อมูลของแถวคอยจะถูกบันทึกในรูปแบบ node

2 ใช้ pointer จำนวน 2 ตัวเพื่อระบุตำแหน่ง front และ rear

3 การ add คือการเพิ่ม node ต่อจาก rear (tail)

4 การ remove คือการลบ node แรก



# Queues: Linked list Implementation

การเพิ่มข้อมูล (add)

1 สร้าง node ใหม่

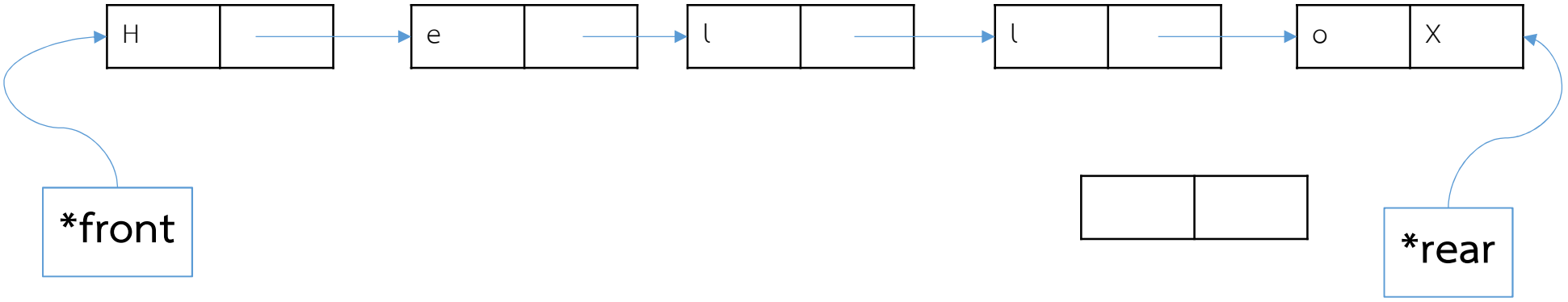
2 ใส่ข้อมูลลงใน node ใหม่

3 กำหนด next node เป็น null

4 กำหนด next node ของ node ที่ rear pointer ชี้อยู่ ให้ชี้มาที่ note ใหม่

4 กำหนด rear pointer ชี้มาที่ node ใหม่

add('W')



# Queues: Linked list Implementation

การเพิ่มข้อมูล (add)

1 สร้าง node ใหม่

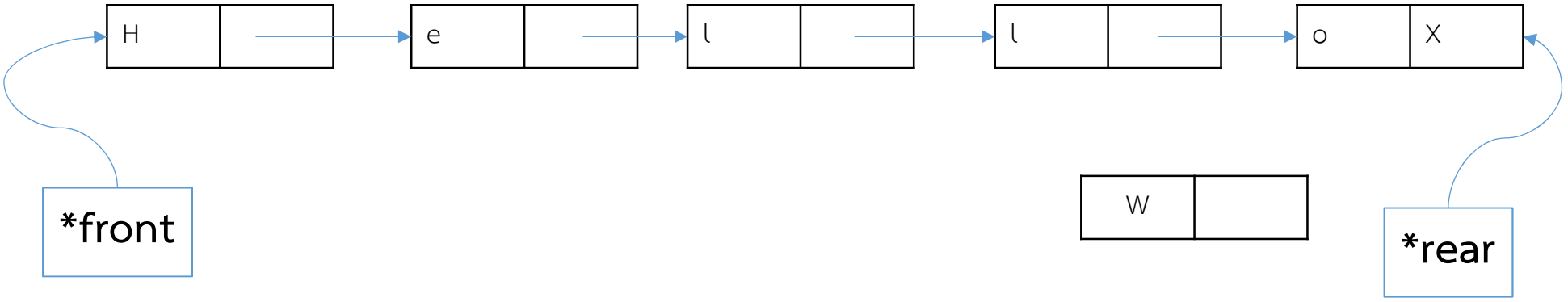
2 ใส่ข้อมูลลงใน node ใหม่

3 กำหนด next node เป็น null

4 กำหนด next node ของ node ที่ rear pointer ชี้อยู่ ให้ชี้มาที่ note ใหม่

4 กำหนด rear pointer ชี้มาที่ node ใหม่

add('W')



# Queues: Linked list Implementation

การเพิ่มข้อมูล (add)

1 สร้าง node ใหม่

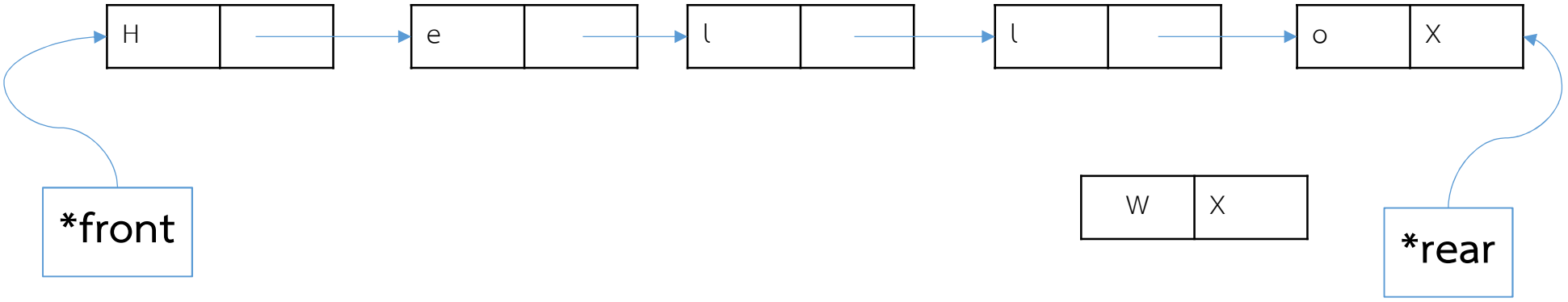
2 ใส่ข้อมูลลงใน node ใหม่

3 กำหนด next node เป็น null

4 กำหนด next node ของ node ที่ rear pointer ชี้อยู่ ให้ชี้มาที่ note ใหม่

4 กำหนด rear pointer ชี้มาที่ node ใหม่

add('W')



# Queues: Linked list Implementation

การเพิ่มข้อมูล (add)

1 สร้าง node ใหม่

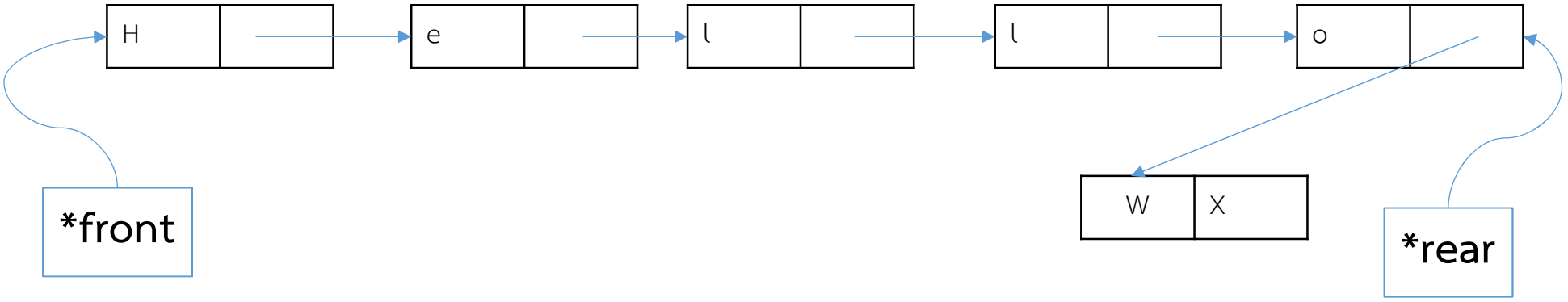
2 ใส่ข้อมูลลงใน node ใหม่

3 กำหนด next node เป็น null

4 กำหนด next node ของ node ที่ rear pointer ชี้อยู่ ให้ชี้มาที่ note ใหม่

4 กำหนด rear pointer ชี้มาที่ node ใหม่

add('W')



# Queues: Linked list Implementation

การเพิ่มข้อมูล (add)

1 สร้าง node ใหม่

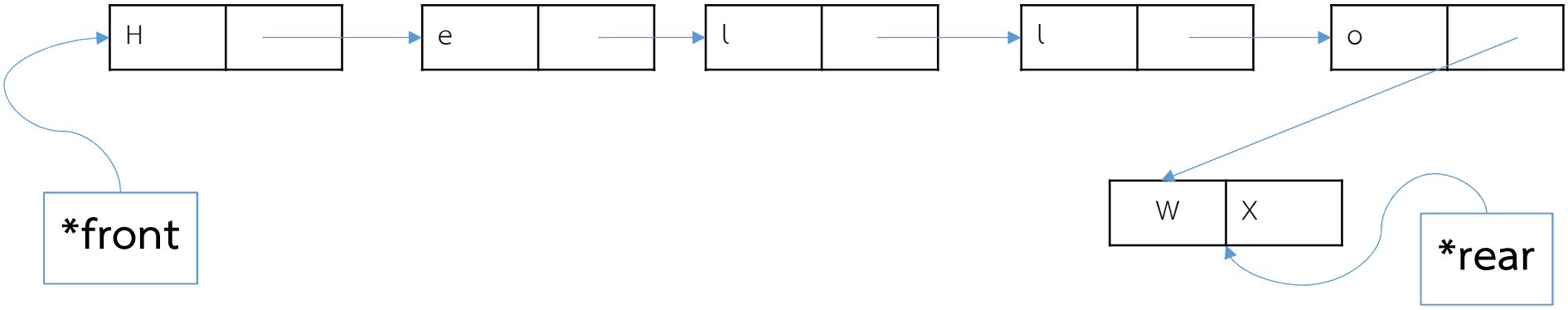
2 ใส่ข้อมูลลงใน node ใหม่

3 กำหนด next node เป็น null

4 กำหนด next node ของ node ที่ rear pointer ชี้อยู่ ให้ชี้มาที่ note ใหม่

4 กำหนด rear pointer ชี้มาที่ node ใหม่

add('W')



# Queues: Linked list Implementation

การลบข้อมูล (remove)

1 สร้าง pointer ชั่วคราวเพื่อชี้ไปตำแหน่งเดียวกับ front

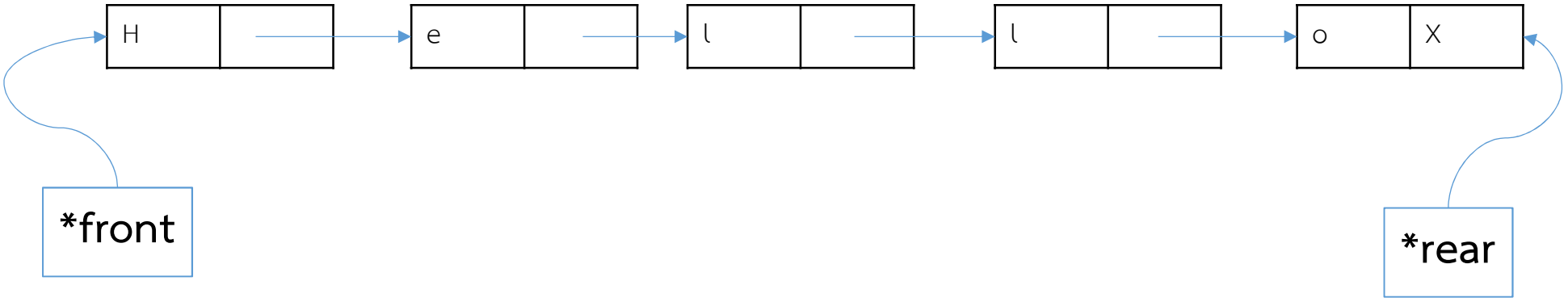
2 สร้าง node ชั่วคราวขึ้นมาและสำเนาข้อมูลของ node แรกมาไว้ที่นี่

3 เปลี่ยนตำแหน่ง front pointer มาชี้ node ถัดไป

4 ลบ node ที่ถูกชี้โดย pointer ชั่วคราวออกไป

4 คืนค่าของ node ชั่วคราวที่บันทึกไว้ออกมา

remove()



# Queues: Linked list Implementation

การลบข้อมูล (remove)

1 สร้าง pointer ชั่วคราวเพื่อชี้ไปตำแหน่งเดียวกับ front

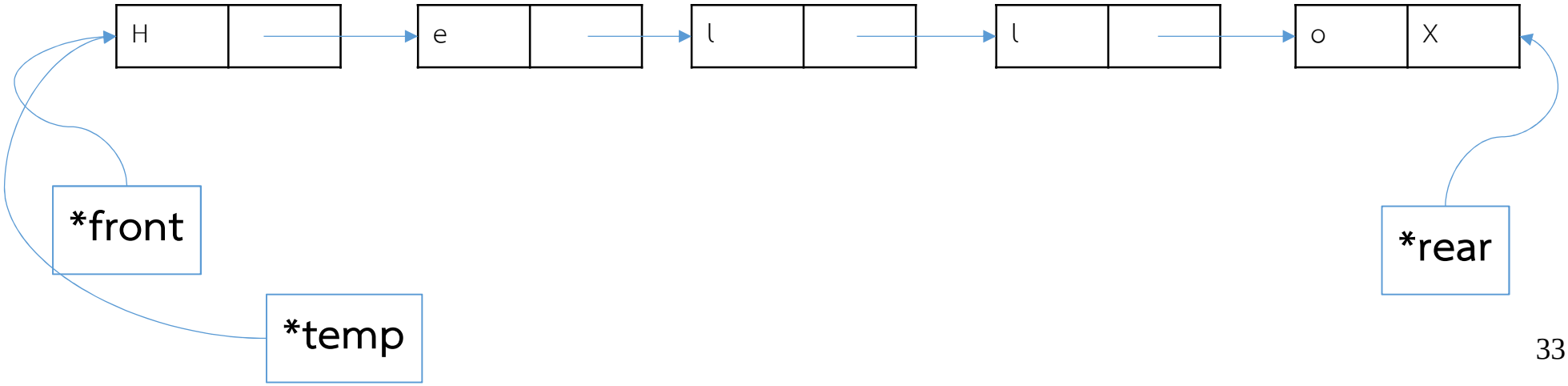
2 สร้าง node ชั่วคราวขึ้นมาและสำเนาข้อมูลของ node แรกมาไว้ที่นี่

3 เปลี่ยนตำแหน่ง front pointer มาชี้ node ถัดไป

4 ลบ node ที่ถูกชี้โดย pointer ชั่วคราวออกไป

4 คืนค่าของ node ชั่วคราวที่บันทึกไว้ออกมา

remove()



# Queues: Linked list Implementation

การลบข้อมูล (remove)

1 สร้าง pointer ชั่วคราวเพื่อชี้ไปตำแหน่งเดียวกับ front

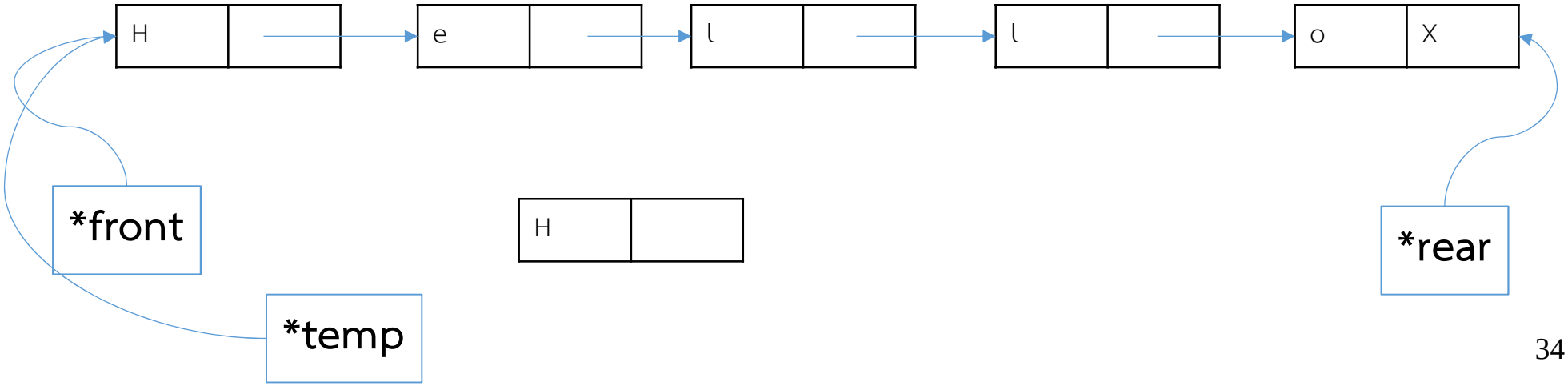
2 สร้าง node ชั่วคราวขึ้นมาและสำเนาข้อมูลของ node แรกมาไว้ที่นี่

3 เปลี่ยนตำแหน่ง front pointer มาชี้ node ถัดไป

4 ลบ node ที่ถูกชี้โดย pointer ชั่วคราวออกไป

4 คืนค่าของ node ชั่วคราวที่บันทึกไว้ออกมา

remove()



# Queues: Linked list Implementation

การลบข้อมูล (remove)

1 สร้าง pointer ชั่วคราวเพื่อชี้ไปตำแหน่งเดียวกับ front

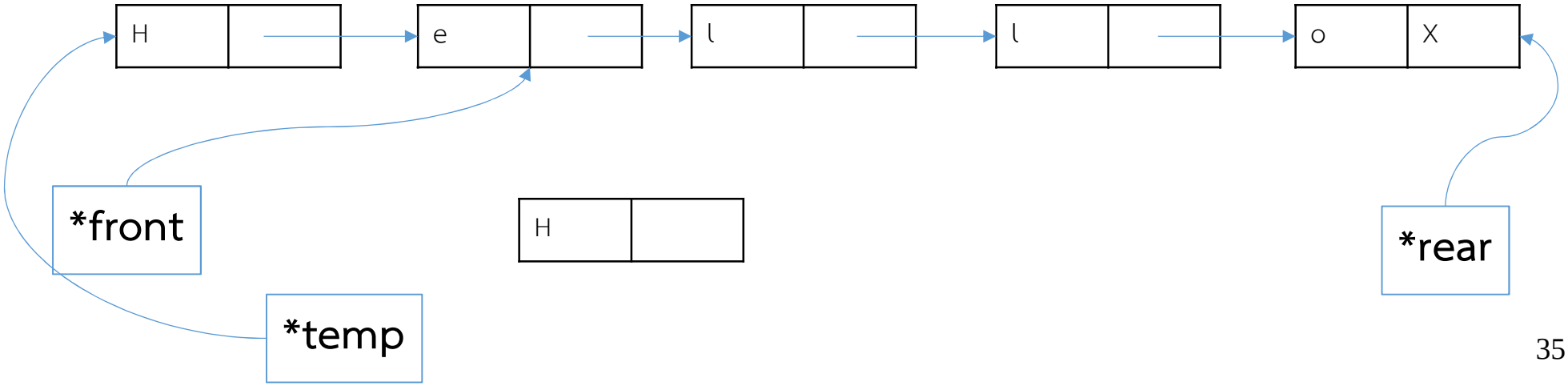
2 สร้าง node ชั่วคราวขึ้นมาและสำเนาข้อมูลของ node แรกมาไว้ที่นี่

3 เปลี่ยนตำแหน่ง front pointer มาชี้ node ถัดไป

4 ลบ node ที่ถูกชี้โดย pointer ชั่วคราวออกไป

4 คืนค่าของ node ชั่วคราวที่บันทึกไว้ออกมา

remove()



# Queues: Linked list Implementation

การลบข้อมูล (remove)

1 สร้าง pointer ชั่วคราวเพื่อชี้ไปตำแหน่งเดียวกับ front

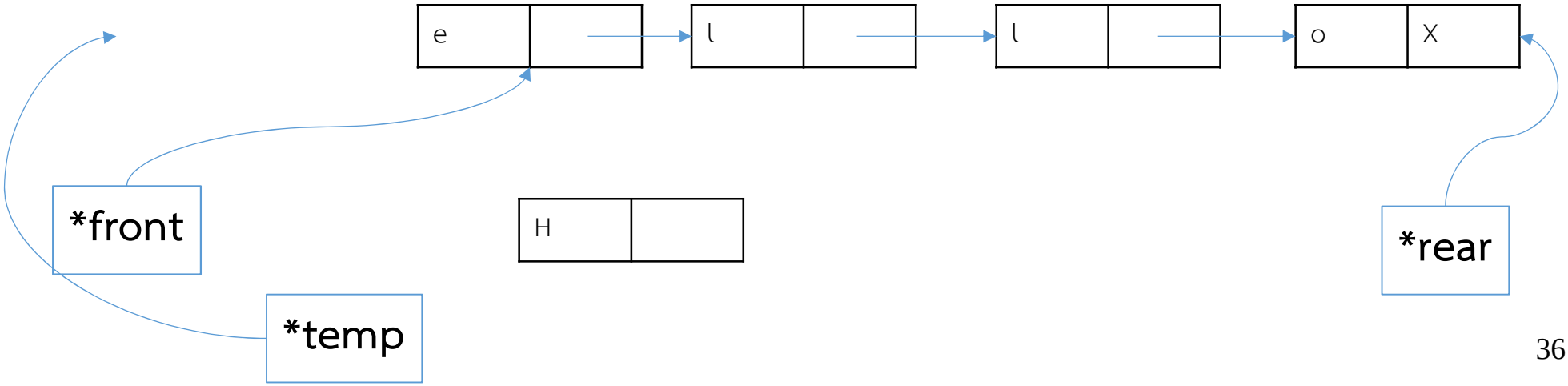
2 สร้าง node ชั่วคราวขึ้นมาและสำเนาข้อมูลของ node แรกมาไว้ที่นี่

3 เปลี่ยนตำแหน่ง front pointer มาชี้ node ถัดไป

4 ลบ node ที่ถูกชี้โดย pointer ชั่วคราวออกไป

4 คืนค่าของ node ชั่วคราวที่บันทึกไว้ออกมา

remove()



# Queues: Linked list Implementation

การลบข้อมูล (remove)

1 สร้าง pointer ชั่วคราวเพื่อชี้ไปตำแหน่งเดียวกับ front

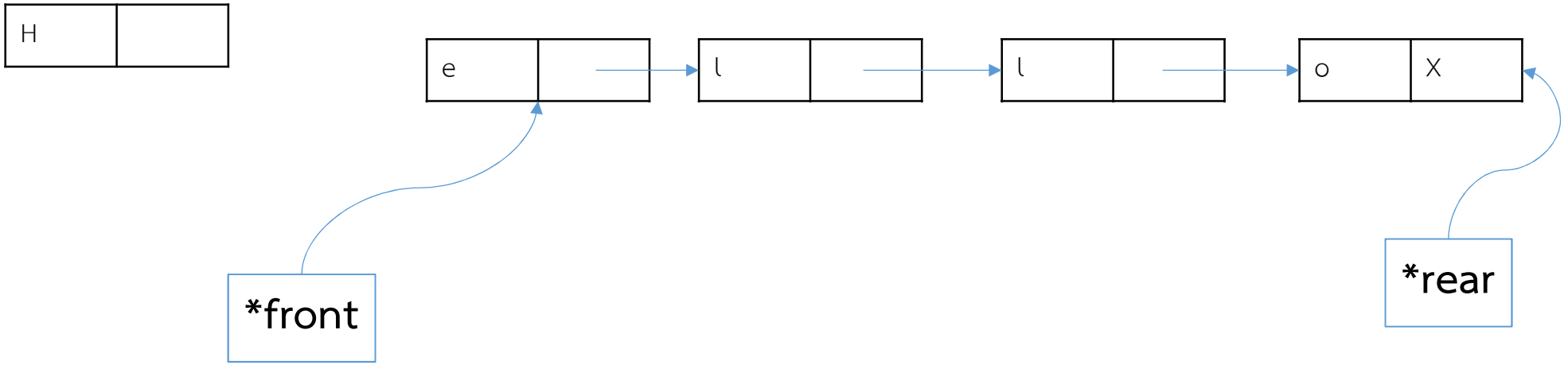
2 สร้าง node ชั่วคราวขึ้นมาและสำเนาข้อมูลของ node แรกมาไว้ที่นี่

3 เปลี่ยนตำแหน่ง front pointer มาชี้ node ถัดไป

4 ลบ node ที่ถูกชี้โดย pointer ชั่วคราวออกไป

4 คืนค่าของ node ชั่วคราวที่บันทึกไว้ออกมา

remove()



# Queues: Linked list Implementation

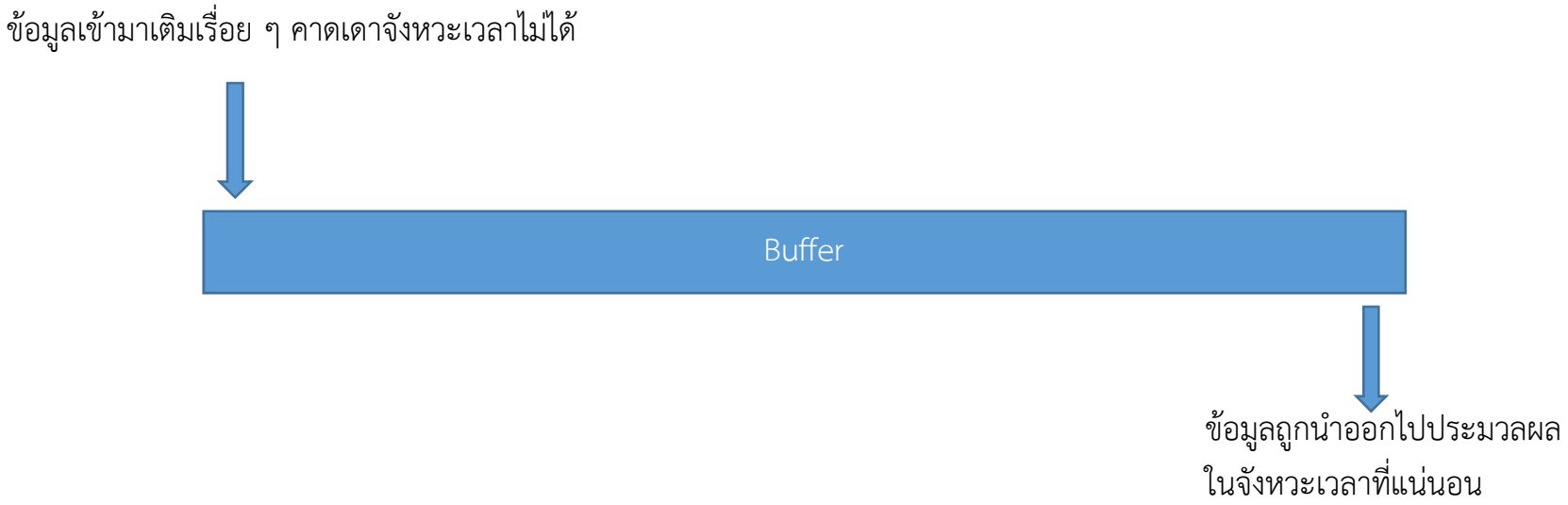
การสร้างแถวคอยด้วยน  Linked List

- เปลี่ยนแปลงขนาดได้
- นำตำแหน่งหน่วยความจำมาใช้ใหม่ได้
- มีความคล่องตัว

# Queues:

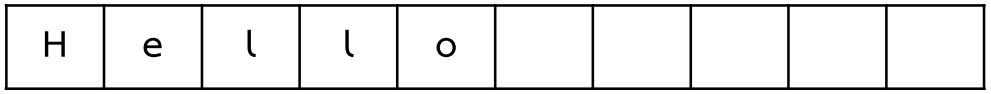
**แถวคอยมักนิยมใช้เพื่อเป็น Buffer ในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ที่มีความเร็วไม่เท่ากัน**

- **การรับตัวอักษรจากแป้นพิมพ์**
- **การประมวลผลคำสั่งของโปรแกรม**
- **การรับข้อมูลของเครื่องพิมพ์**
- **การส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย**



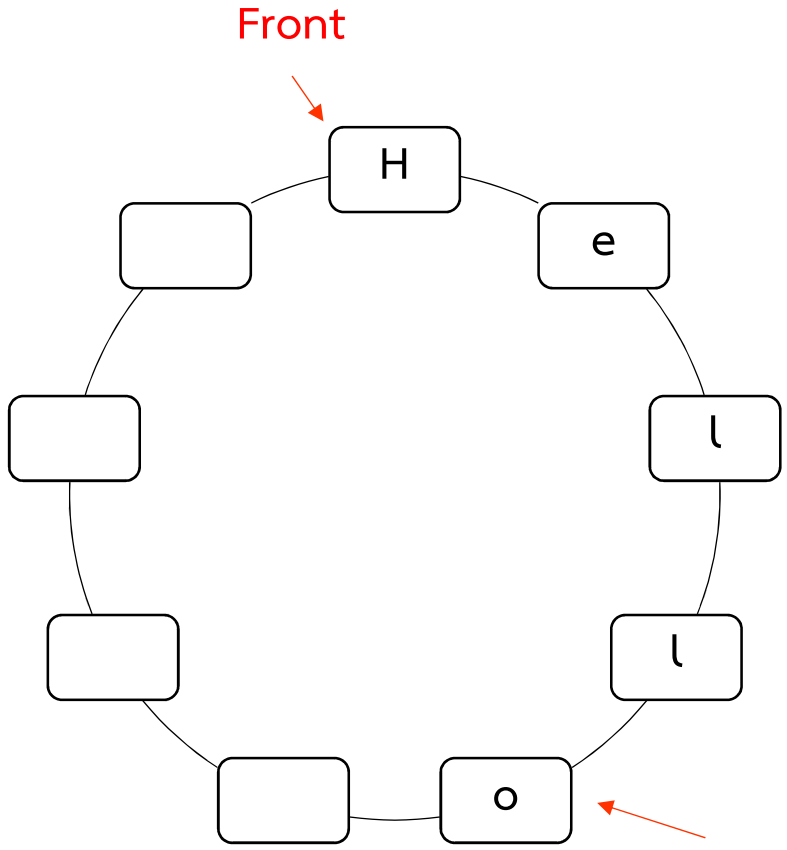

**ถ้าข้อมูลถูกนำออกไปประมวลผลไม่ทันจะเกิด buffer overflow**

## Circular Queues คือแถวคอยที่เป็นวงแหวน




Linear Queue

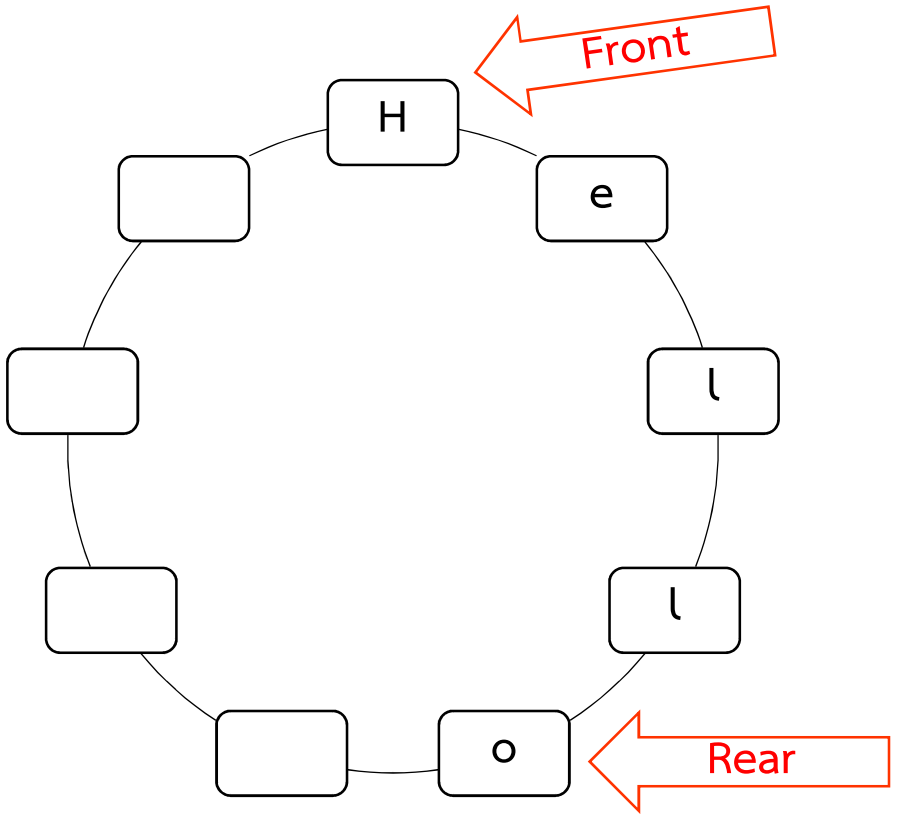
- ใช้งานได้หลากหลายกว่า Linear Queues
- นิยมใช้จัดตารางงาน
- ใช้สร้าง Buffer สำหรับพักข้อมูลในอุปกรณ์เครือข่าย




Circular Queue

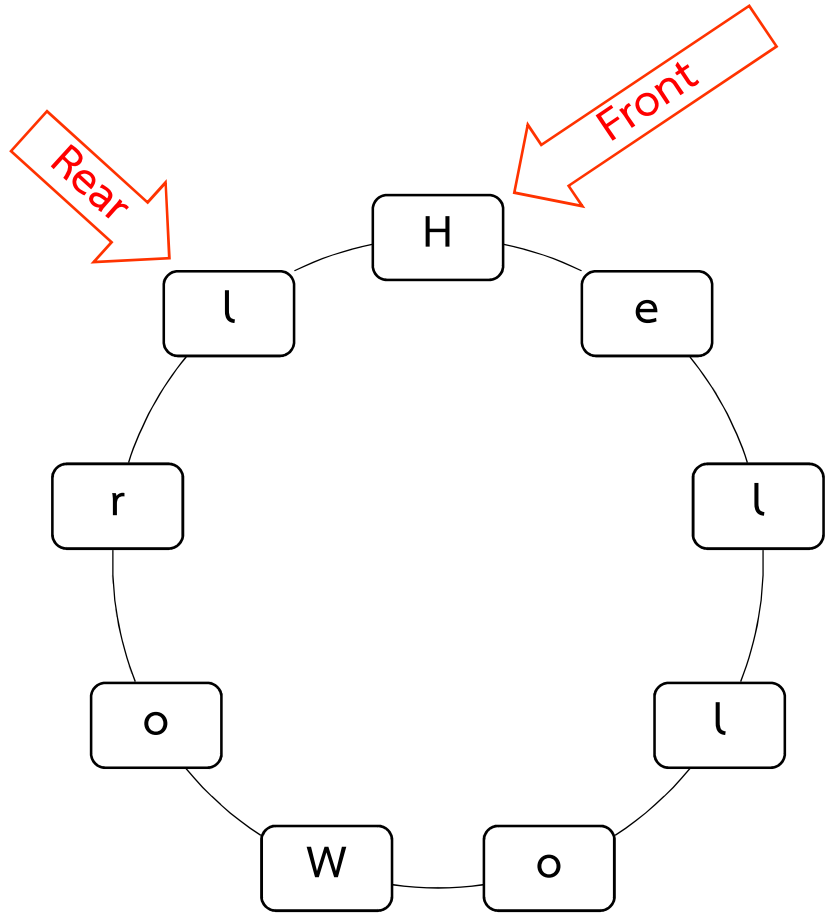
## Circular Queues

- Operation ของ Circular Queue จะเหมือนกับ Linear Queue
- แต่การเขียนโปรแกรมจะแตกต่างกันเล็กน้อยในส่วนของว isFull() และ Add()
- สามารถเกิด overflow ขึ้นได้



## Circular Queues

- Operation ของ Circular Queue จะเหมือนกับ Linear Queue
- แต่การเขียนโปรแกรมจะแตกต่างกันเล็กน้อยในส่วนของว isFull() และ Add()
- สามารถเกิด overflow ขึ้นได้

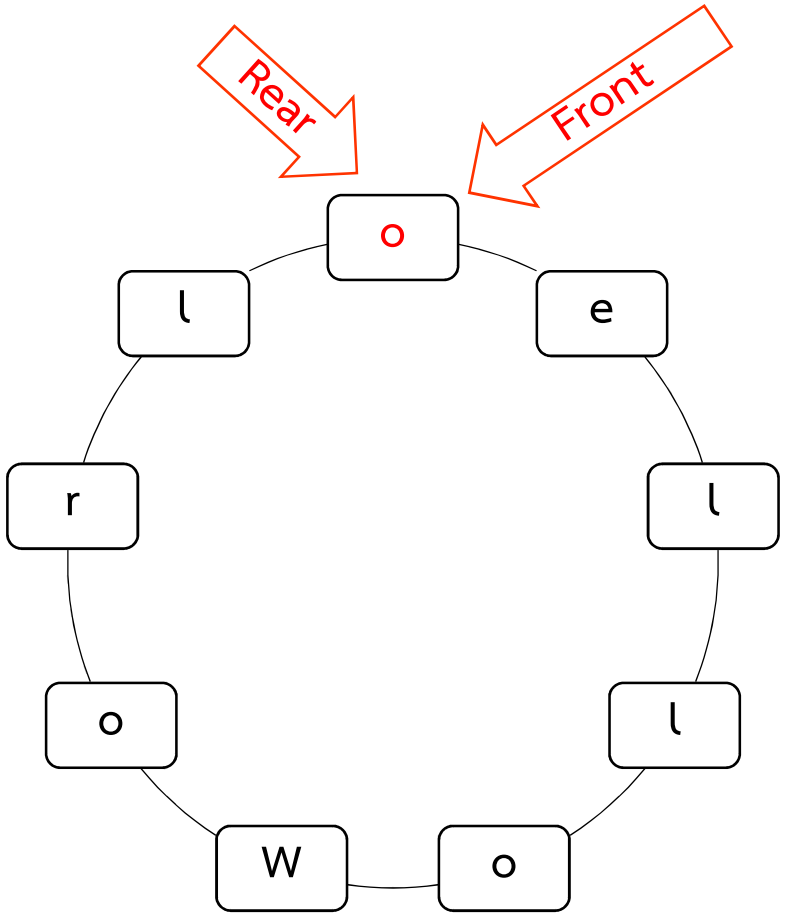



isFull() = 1

ข้อมูลเต็มแถวคอย

## Circular Queues

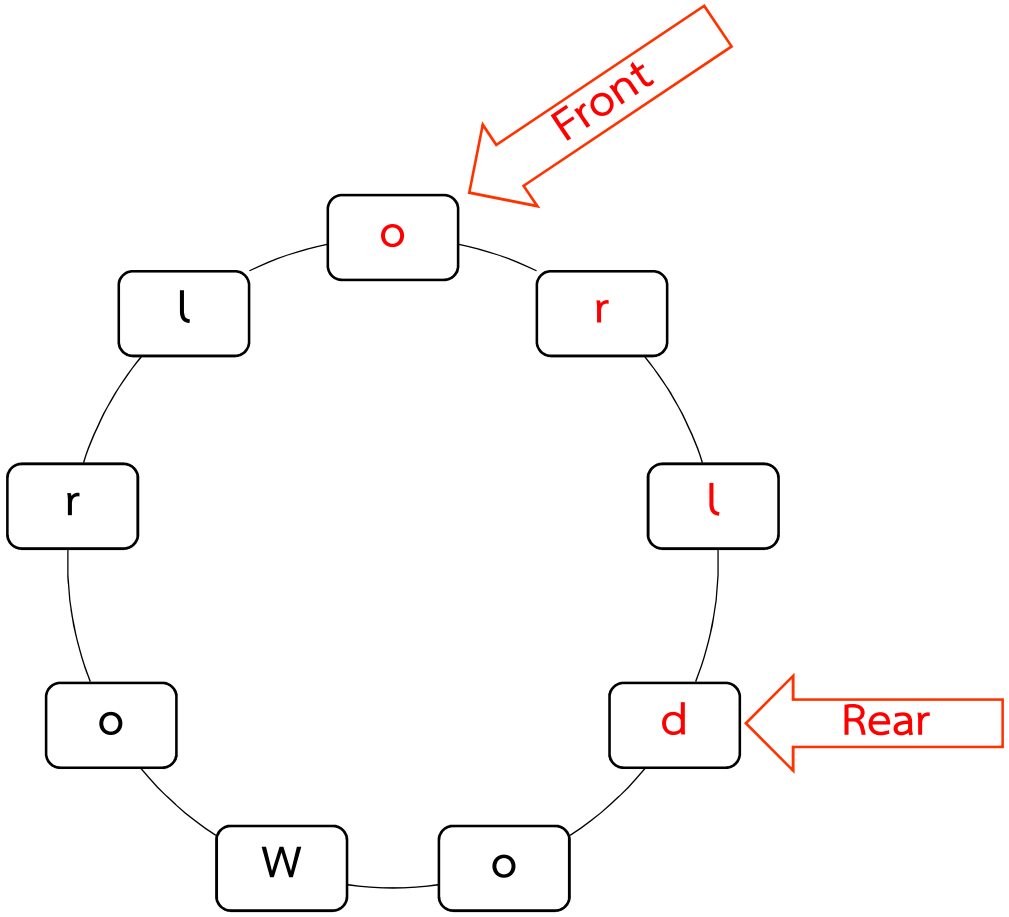
- Operation ของ Circular Queue จะเหมือนกับ Linear Queue
- แต่การเขียนโปรแกรมจะแตกต่างกันเล็กน้อยในส่วนของว isFull() และ Add()
- สามารถเกิด overflow ขึ้นได้




เกิด Overflow

## Circular Queues

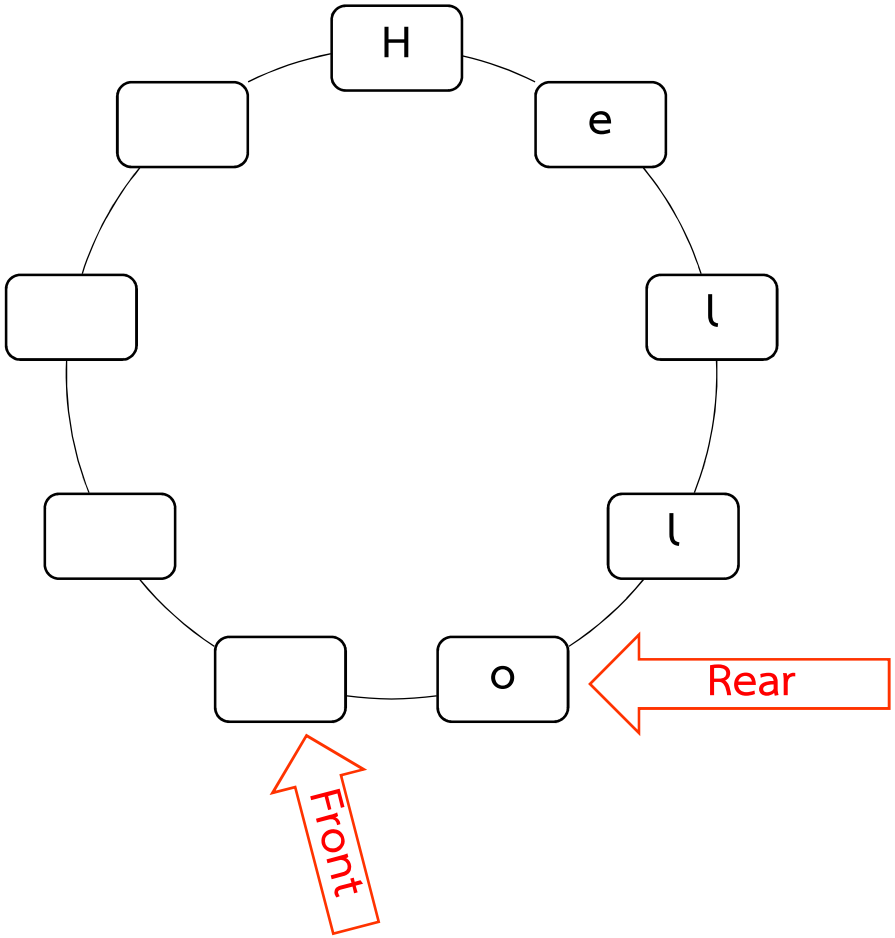
- Operation ของ Circular Queue จะเหมือนกับ Linear Queue
- แต่การเขียนโปรแกรมจะแตกต่างกันเล็กน้อยในส่วนของว isFull() และ Add()
- สามารถเกิด overflow ขึ้นได้




เกิด Overflow

## Circular Queues

- Operation ของ Circular Queue จะเหมือนกับ Linear Queue
- แต่การเขียนโปรแกรมจะแตกต่างกันเล็กน้อยในส่วนของว isFull() และ Add()
- สามารถเกิด overflow ขึ้นได้

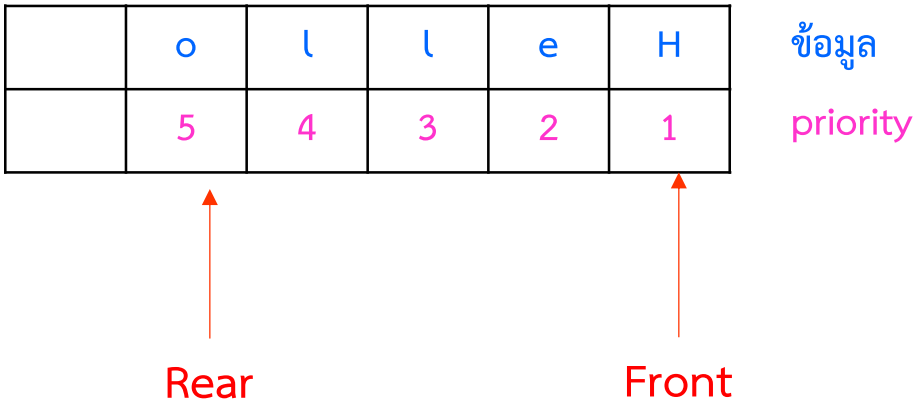



**Underflow**

**ข้อมูลถูกลบมากเร็วกว่าที่เติมเข้าไป**

**Priority Queues คือแถวคอยที่สามารถกำหนดลำดับความสำคัญของ element ได้ การนำข้อมูลเข้าและออก จะคำนึงจากระดับความสำคัญเป็นหลัก**

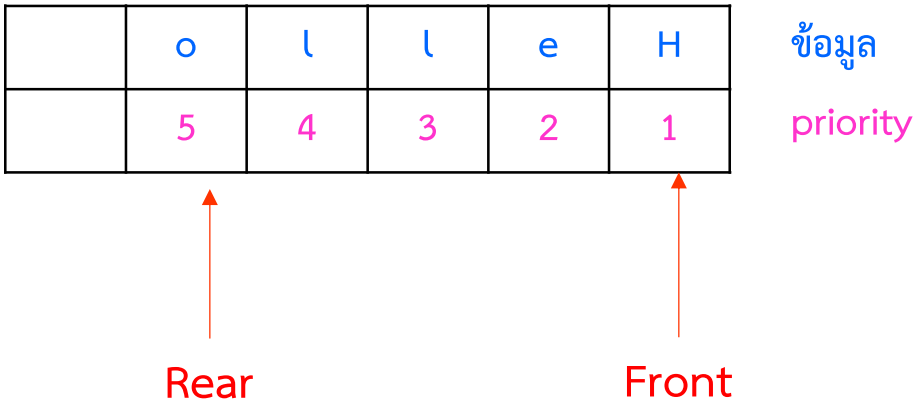
การสร้างจะเพิ่มข้อมูลส่วนของ priority เข้าไปกับข้อมูลที่ต้องการบันทึก โดยการเพิ่มข้อมูลเข้า จะทำการเรียงข้อมูลตามลำดับความสำคัญในการบันทึก



# Queues: Priority Queues

การสร้างจะเพิ่มข้อมูลส่วนของ priority เข้าไปกับข้อมูลที่ต้องการบันทึก โดยการเพิ่มข้อมูลเข้า จะทำการเรียงข้อมูลตามลำดับความสำคัญในการบันทึก

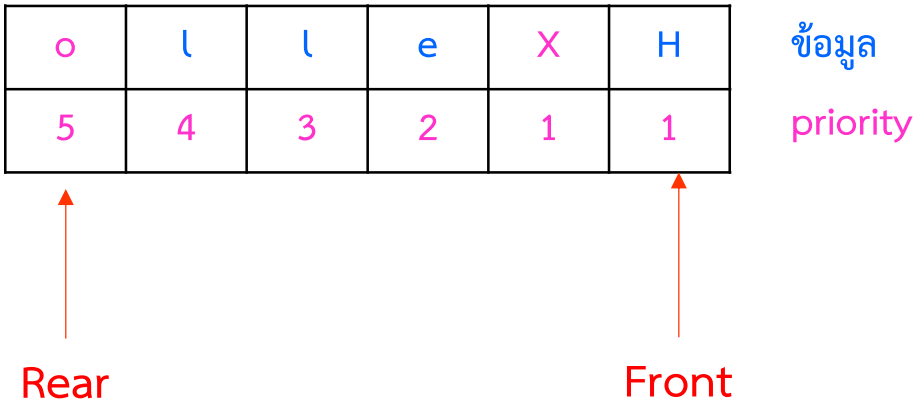
Add('X',1)



# Queues: Priority Queues

การสร้างจะเพิ่มข้อมูลส่วนของ priority เข้าไปกับข้อมูลที่ต้องการบันทึก โดยการเพิ่มข้อมูลเข้า จะทำการเรียงข้อมูลตามลำดับความสำคัญในการบันทึก

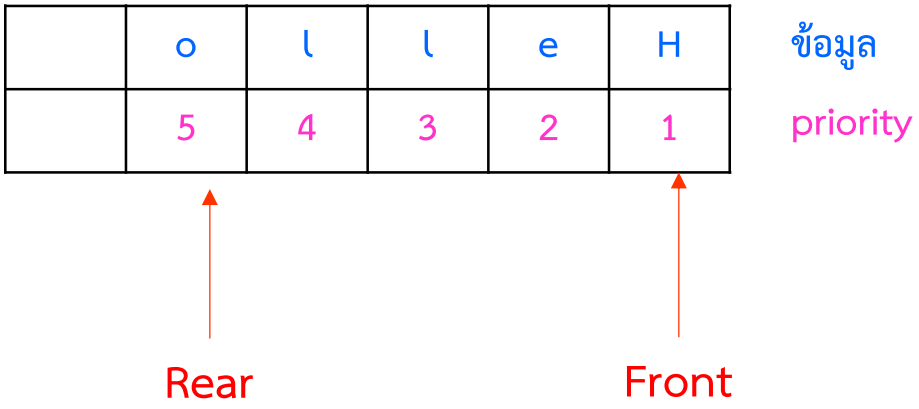
Add('X',1)



# Queues: Priority Queues

การสร้างจะเพิ่มข้อมูลส่วนของ priority เข้าไปกับข้อมูลที่ต้องการบันทึก โดยการเพิ่มข้อมูลเข้า จะทำการเรียงข้อมูลตามลำดับความสำคัญในการบันทึก

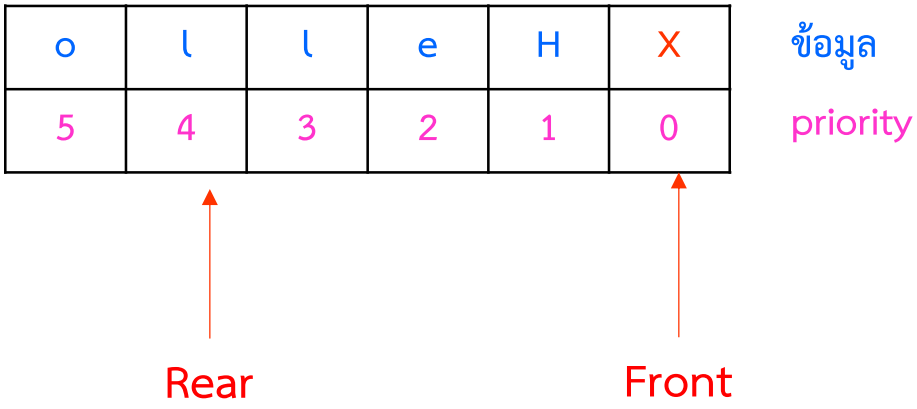
Add('X',0)



# Queues: Priority Queues

การสร้างจะเพิ่มข้อมูลส่วนของ priority เข้าไปกับข้อมูลที่ต้องการบันทึก โดยการเพิ่มข้อมูลเข้า จะทำการเรียงข้อมูลตามลำดับความสำคัญในการบันทึก

Add('X',0)



# Queues: Priority Queues

การสร้าง Priority Queues สามารถทำได้ 3 วิธีคือ

1) Array ใช้เวลา add เป็น O(N)

2) Linked list ใช้เวลา add เป็น O(N)

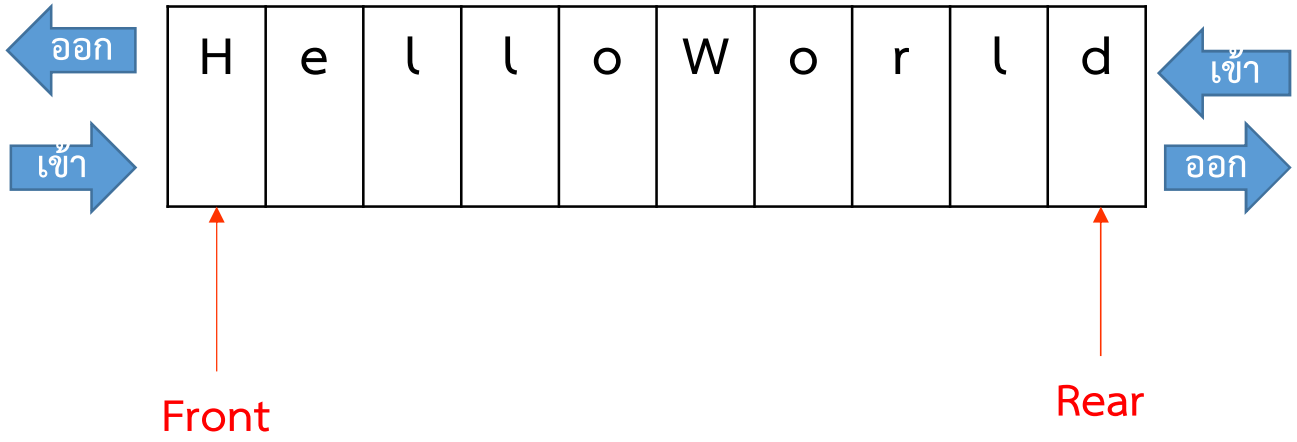
3) Heap ใช้เวลา add น้อยกว่า O(N)
(จะกล่าวถึงในบทถัดไป)

# Queues: Double-Ended Queues

Double-Ended Queues (Deque : ออกเสียงว่า deck)

คือแถวคอยที่สามารถใส่ข้อมูล หรือนำข้อมูลออกได้ทั้ง สองด้าน

- นิยมใช้เนื่องจาก สามารถใช้เป็นแถวลำดับ และทำงานเป็น stack ได้ด้วย
- อาจมีการจำกัดให้ ใส่ข้อมูลเพิ่มได้เพียงด้านเดียว แต่ลบได้สองด้าน จะเรียกว่า Input-restricted Deque
- หากมีการจำกัดให้สามารถลบข้อมูลได้เพียงด้านเดียว แต่เพิ่มข้อมูลได้ทั้งสองด้าน จะเรียกว่า Output-restricted Deque



# Queues: Double-Ended Queues

Double-Ended Queues สามารถใช้ในการเลื่อนข้อมูลไปทาง ซ้าย และขวาได้ และหากสร้างให้เป็นแบบ circular ก็สามารถเลื่อนข้อมูลจาก ท้ายสุด กลับมาหน้าสุดได้ จึงนิยมใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์

## คลาส Deque ของ Java

| | First Element (Head) | | Last Element (Tail) | |
|---|---|---|---|---|
| | *Throws exception* | *Special value* | *Throws exception* | *Special value* |
| **Insert** | `addFirst(e)` | `offerFirst(e)` | `addLast(e)` | `offerLast(e)` |
| **Remove** | `removeFirst()` | `pollFirst()` | `removeLast()` | `pollLast()` |
| **Examine** | `getFirst()` | `peekFirst()` | `getLast()` | `peekLast()` |

| Queue Method | Equivalent Deque Method |
|---|---|
| `add(e)` | `addLast(e)` |
| `offer(e)` | `offerLast(e)` |
| `remove()` | `removeFirst()` |
| `poll()` | `pollFirst()` |
| `element()` | `getFirst()` |
| `peek()` | `peekFirst()` |

| Stack Method | Equivalent Deque Method |
|---|---|
| `push(e)` | `addFirst(e)` |
| `pop()` | `removeFirst()` |
| `peek()` | `peekFirst()` |