

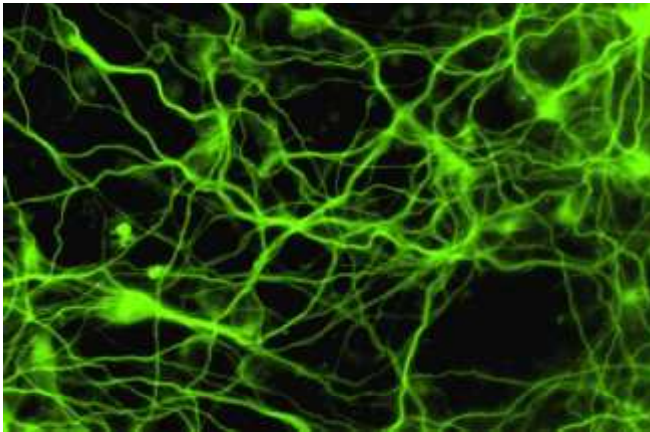
# NEURAL NETWORK

357353 – Artificial Intelligence  
Choopan Rattanapoka

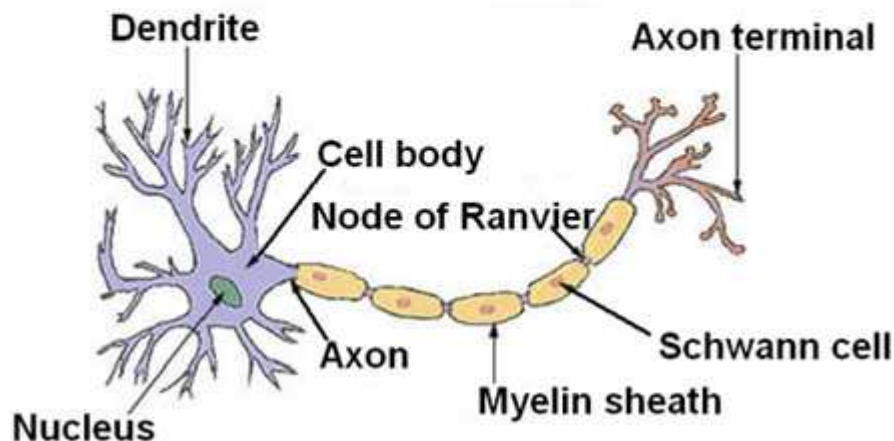
# เครือข่ายประสาท (Neural Network)

- การนำปัญญาประดิษฐ์มาประยุกต์ใช้เพื่อเลียนแบบความคิด และการกระทำของมนุษย์ ไม่สามารถทำได้อย่างสมบูรณ์ เนื่องจาก
  - ▣ มีขั้นตอนที่ตายตัวเกินไป
  - ▣ ใช้หลักทฤษฎีทางด้านตรรกศาสตร์
- จึงมีการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ในรูปแบบใหม่ขึ้นมา เรียกว่า “เครือข่ายประสาท”
- บางครั้งเรียกว่า “เครือข่ายประสาทเทียม” (Artificial neural network : ANN)
- เป็นการจำลองการทำงานของสมองมนุษย์ โดยใช้การประมวลผลแบบขนาน
- สามารถใช้จดจำและมีการเรียนรู้จากประสบการณ์

# การทำงานของโครงข่ายประสาทในสมอง

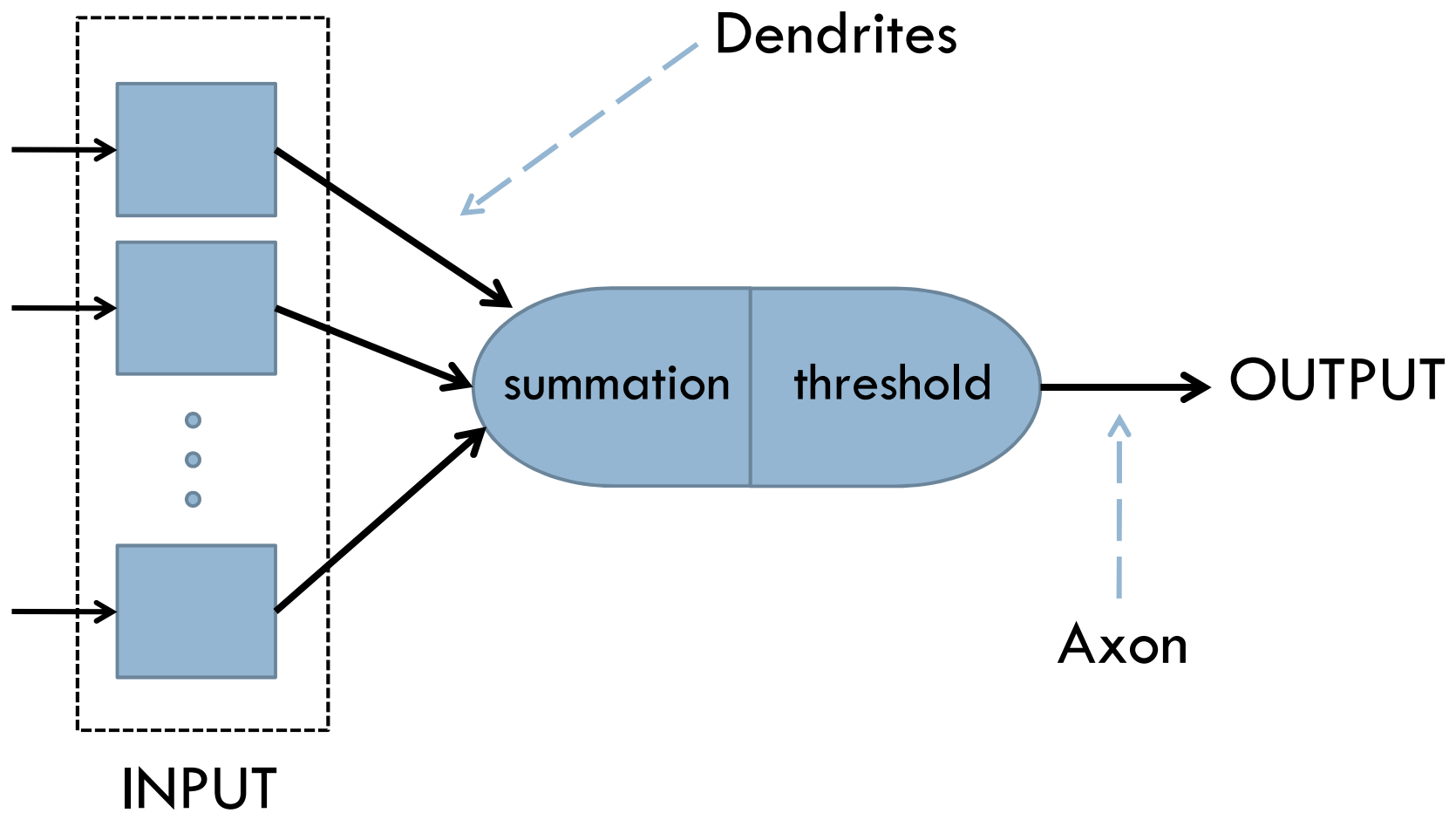


Structure of a Typical Neuron

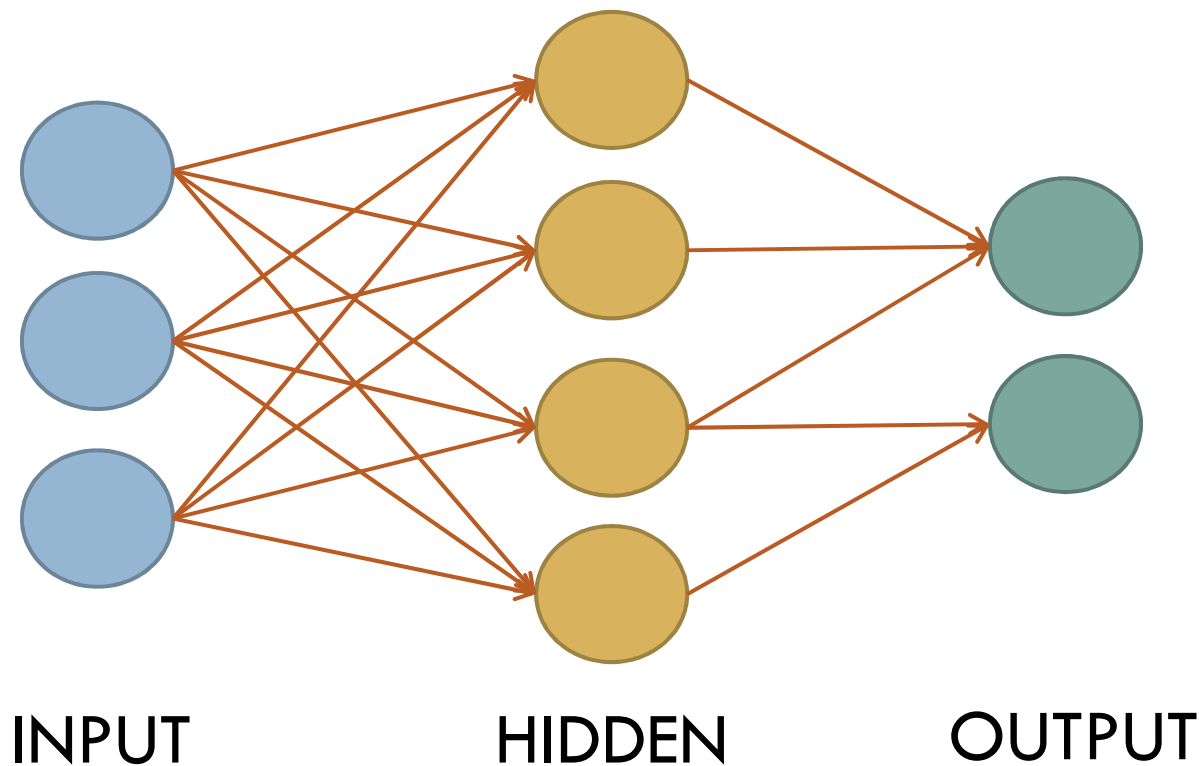


- ในสมองจะประกอบไปด้วย **neuron** จำนวนมาก
- แต่ละ **neuron** จะมีเส้นประสาท “**Dendrite**” แตกแขนงออกมา
- เส้นประสาทที่แยกออกมาจะไปเชื่อมกับ **neuron** อื่น
- **Synapse** คือส่วนของปลายเส้นประสาท
- **Axon** มีหน้าที่ส่งผ่านประจุไฟฟ้าไปยัง **neuron** อื่นๆ

# การทำงานของโครงข่ายประสาทในสมองเทียม

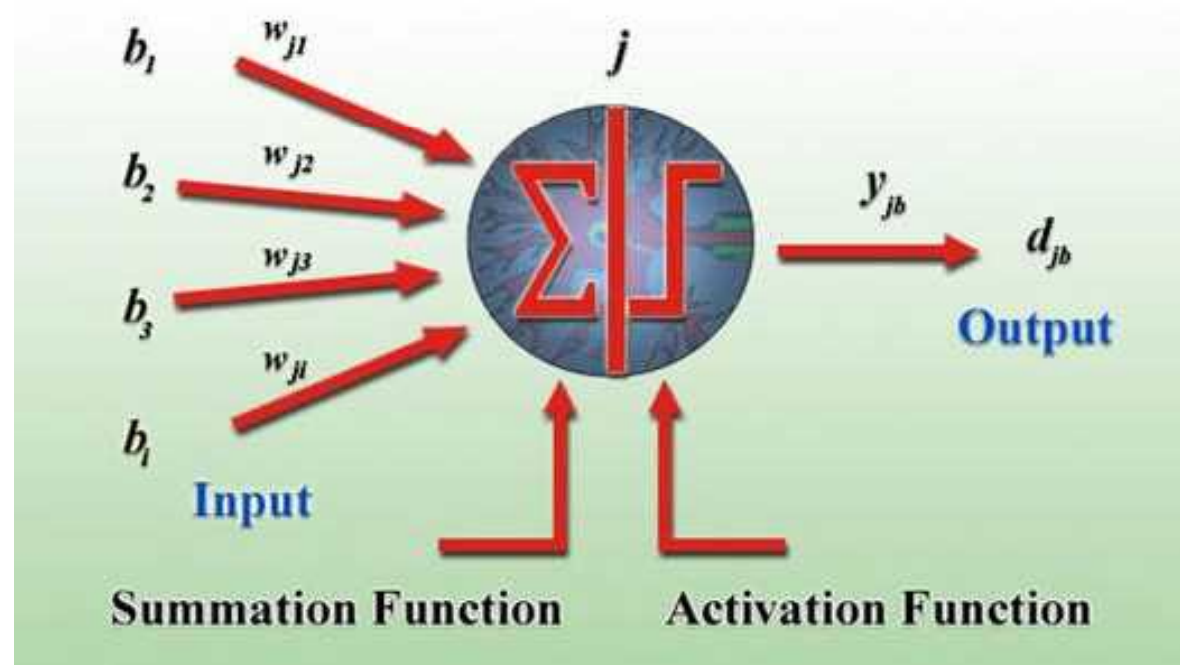


# การแบ่งชั้นของโครงข่ายประสาทเทียม



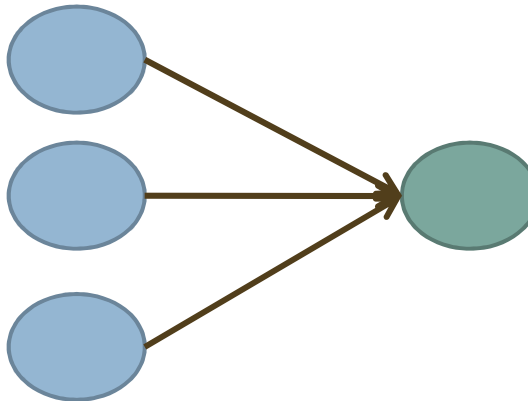
# องค์ประกอบของโครงข่ายประสาท

- **Node(neuron)** บางครั้งจะเรียกว่า **Unit** ซึ่งจะเชื่อมโยงต่อกันด้วยเส้นเชื่อมโยง (**Link**) ซึ่งแต่ละเส้นจะมีค่าน้ำหนักกำหนดไว้



# Perceptron

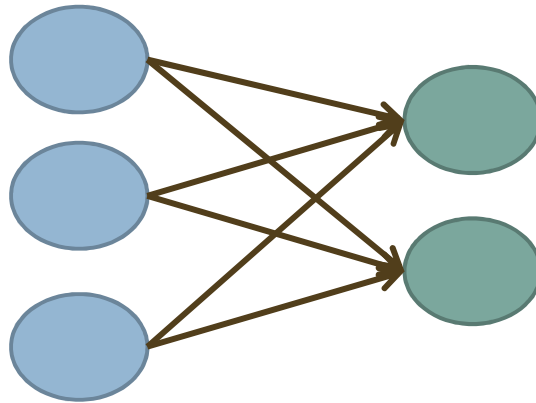
- เป็นโครงข่ายประสาท ที่แต่ละโหนดจะเชื่อมต่อไปยังโหนดในชั้นถัดไปทุกจุด
- ถ้าโหนดผลลัพธ์มีเพียงโหนดเดียวจะเรียกว่า **“Single network”**



- สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภทคือ
  - ▣ Single Layer Perceptron (SLP)
  - ▣ Multi Layer Perceptron (MLP)

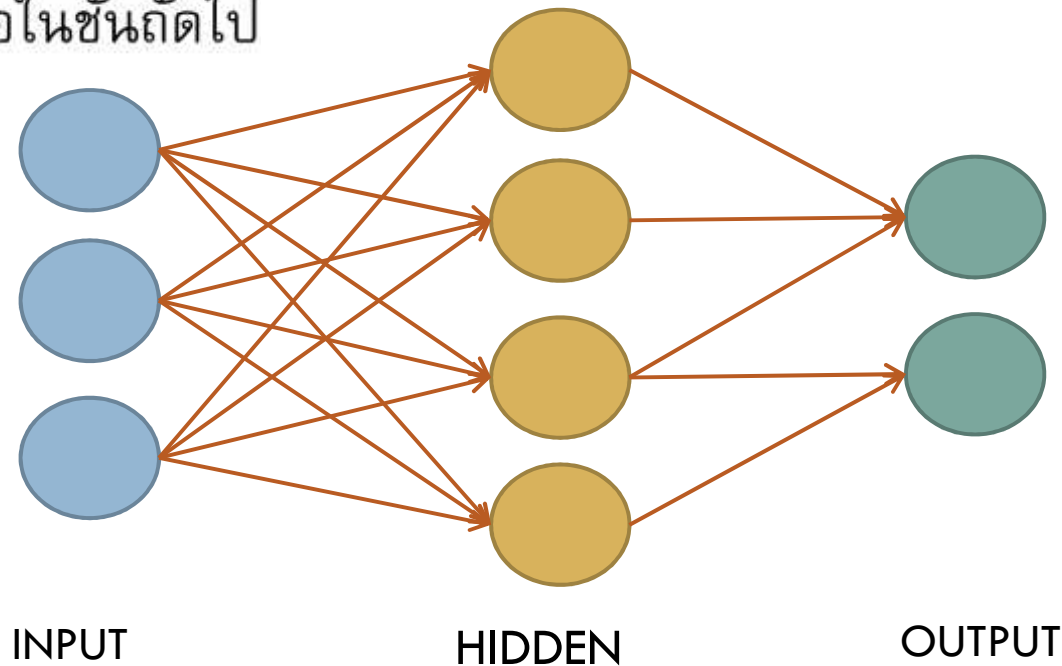
# Single Layer Perceptron (SLP)

- เป็น **perceptron** ที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน
- ซึ่งประกอบไปด้วยชั้นของผลลัพธ์เพียงชั้นเดียวเท่านั้น
- โดยผลลัพธ์จะได้จากผลรวมของข้อมูลนำเข้าและค่าน้ำหนักของแต่ละจุดที่เชื่อมโยงกัน



# Multi Layer Perceptron (MLP)

- เป็น **perceptron** ที่มีมากกว่า 1 ชั้น
- ซึ่งแต่ละชั้นจะมีการรับค่าและคำนวณค่าผลรวมของข้อมูลนำเข้าและค่าน้ำหนักของแต่ละจุดที่เชื่อมโยงกัน และส่งต่อค่าเหล่านั้นไปยังโหนดที่เชื่อมต่อในชั้นถัดไป



# ตัวอย่าง

□ สร้าง Single Network เพื่อแทนการทำงานของ AND

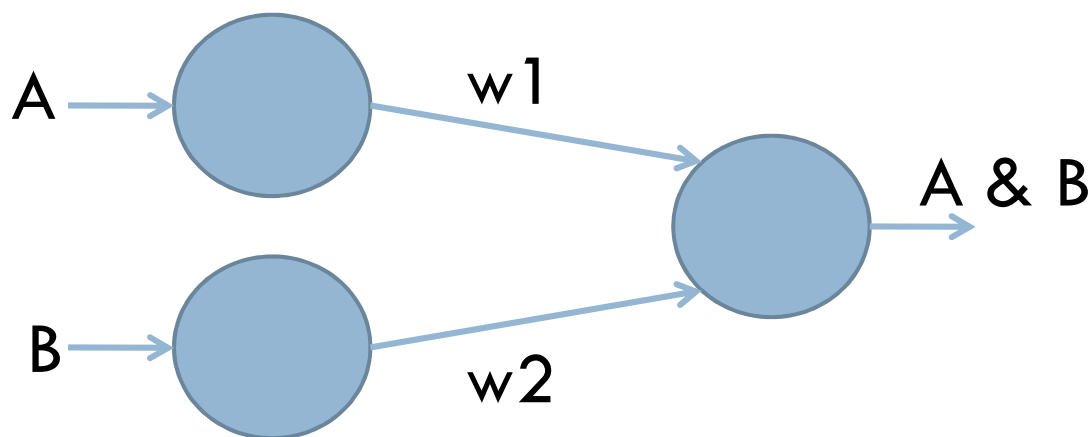
| A | B | A & B |
|---|---|-------|
| 0 | 0 | 0     |
| 0 | 1 | 0     |
| 1 | 0 | 0     |
| 1 | 1 | 1     |

$$\text{Summation function}(x) = \sum_{i=0}^n b_i w_i$$

Activation function =

- 0 ถ้า  $X \leq 1$
- 1 ถ้า  $X > 1$

กำหนด  $w1$  และ  $w2 = 1$



# Backpropagation

- เป็นโครงข่ายแบบ **Perceptron** หลายชั้น จะมีการคำนวณค่า **error** ที่เกิดจากการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่คำนวณได้ กับ ผลลัพธ์ที่ต้องการให้เป็น
- เรียกอีกอย่างว่า เป็นการเรียนรู้จากตัวอย่างที่ให้มา
- การทำงานของ **Backpropagation** มีขั้นตอนดังนี้
  - ▣ สุ่มค่าน้ำหนักให้กับ **link**
  - ▣ นำค่าข้อมูลเข้าไปในโครงข่าย
  - ▣ คำนวณค่าผลลัพธ์ที่ได้จากโครงข่ายและคำนวณค่า **error**
  - ▣ นำค่า **error** ส่งกลับไปเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักภายใน
- การทำงานแบบนี้จะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจ แต่ไม่ถูกต้อง 100%

# EVOLUTIONARY COMPUTATION

357353 – Artificial Intelligence  
Choopan Rattanapoka

# การคำนวณเชิงวิวัฒนาการ

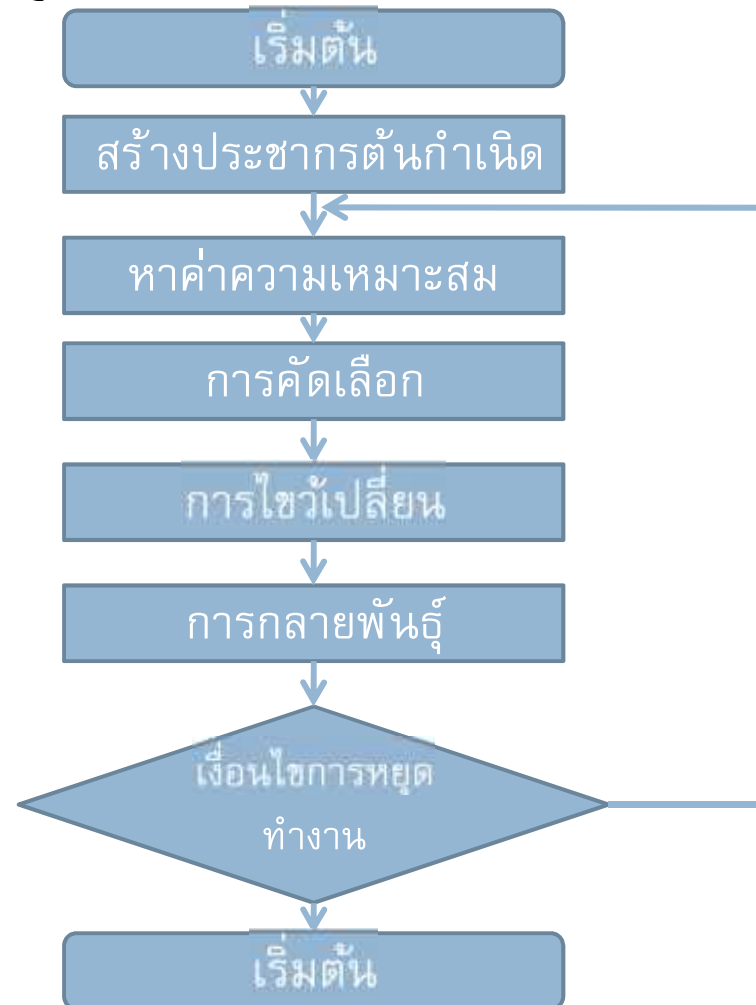
- เป็นการเรียนรู้ที่เลียนแบบมาจากวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
- ตัวอย่างเทคนิคที่ใช้การคำนวณเชิงวิวัฒนาการ คือ Genetic Algorithm
- ในปี ค.ศ. 1858 Charles Darwin ได้นำเสนอทฤษฎีเชิงวิวัฒนาการ ซึ่งกล่าวไว้ว่า
  - ▣ สิ่งมีชีวิตบนโลกจะเกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เรียกว่า สิ่งมีชีวิตต้องมีการวิวัฒนาการ (Evolution) เพื่อปรับตัวให้เหมาะสม (fitness) กับสภาพแวดล้อม
  - ▣ สิ่งมีชีวิตที่ปรับตัวไม่ได้ จะไม่สามารถดำรงเผ่าพันธุ์อยู่ได้
  - ▣ กระบวนการทางธรรมชาตินี้เรียกว่า การคัดเลือกทางธรรมชาติ (Natural Selection)

# ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมของมนุษย์

- สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมือนกัน จะมีลักษณะทางพันธุกรรม (Genetic) ที่คล้ายกัน เนื่องจากสิ่งมีชีวิตสามารถถ่ายทอดพันธุกรรมไปสู่รุ่นลูกรุ่นหลานได้
- สิ่งจะถ่ายทอดพันธุกรรมที่เรียกว่า ยีน (Gene)
- ลูกหลานที่ได้รับพันธุกรรม จากพ่อแม่โดยตรง เช่น
  - สีส้ม สีผิว ความสูง etc..
- ยีนเป็นส่วนหนึ่งของ DNA ที่ปรากฏอยู่บนตำแหน่งโครงสร้างของ โครโมโซม (Chromosome) เพื่อทำหน้าที่ถ่ายทอดและควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม
- มนุษย์มีโครโมโซมทั้งหมด 23 คู่ (46 แท่ง) มาจากพ่อ 23 แท่ง และมาจากแม่ 23 แท่ง มาไขว้เปลี่ยนกัน (Crossover)
- แต่หากกรณีที่ได้รับถ่ายทอดมียีนที่แตกต่างจากพ่อแม่จะเรียกว่า การกลายพันธุ์ (Mutation)

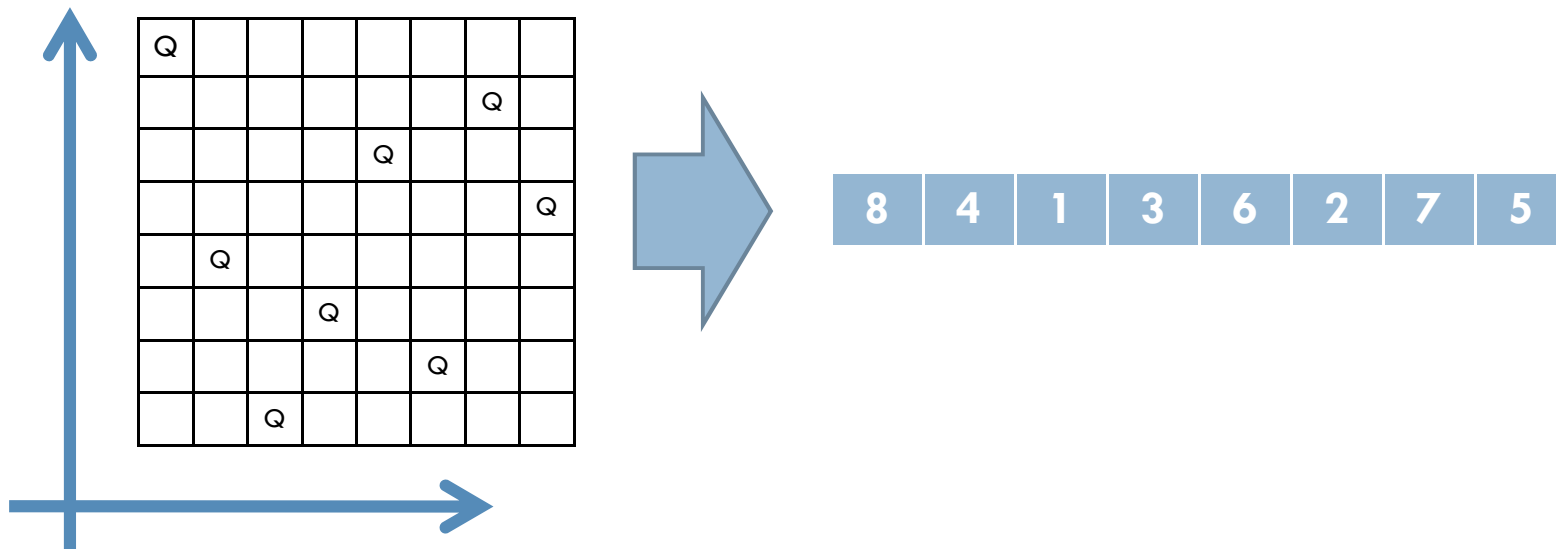
# องค์ประกอบของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

- ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม สามารถแบ่งออกเป็นวิธีดังนี้



# การสร้างโครโมโซม

- เป็นการสร้างทางเลือกสำหรับปัญหาให้อยู่ในรูปแบบของโครโมโซม (Chromosome Encoding) ซึ่งจะมีลักษณะเป็นสาย (string) ที่มีขนาดจำกัด
- ข้อมูลภายในโครโมโซมจะเปรียบเสมือนยีนเพื่อบ่งบอกลักษณะของโครโมโซม



# การสร้างประชากรต้นกำเนิด

- ประชากรต้นกำเนิดเรียกว่า “Initial Population”
- เกิดจากการสุ่ม (Random) กลุ่มโครโมโซมขึ้นมาจำนวนหนึ่งเรียกว่า ประชากร (Population)
- ประชากรกลุ่มนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นสำหรับถ่ายทอดพันธุกรรมให้กับรุ่นต่อไป
- การสร้างประชากรต้นกำเนิด จะต้องกำหนดพารามิเตอร์ขนาดของประชากร ให้เหมาะสม
  - ▣ ขนาดของประชากร (Population Size)
  - ▣ อัตราการไขว้เปลี่ยน (Crossover Rate)
  - ▣ อัตราการกลายพันธุ์ (Mutation Rate)

# ฟังก์ชันความเหมาะสม

## □ ฟังก์ชันความเหมาะสม (Fitness function : $f$ )

- เป็นฟังก์ชันที่ใช้วัดความเหมาะสมของโครโมโซมที่สามารถอยู่รอดเพื่อนำไปขยายพันธุ์ต่อได้
- ลักษณะของฟังก์ชันความเหมาะสมจะมีสมการคณิตศาสตร์พื้นฐานหลายรูปแบบสำหรับบอกความเหมาะสมของโครโมโซม ขึ้นอยู่กับแต่ละปัญหาที่พิจารณา

## □ ตัวอย่าง fitness function

- ฟังก์ชันความเหมาะสมที่บ่งบอกผลลัพธ์เป็น 0 หรือ 1 เท่านั้น
- ฟังก์ชันความเหมาะสมที่บ่งบอกผลลัพธ์เป็นร้อยละ

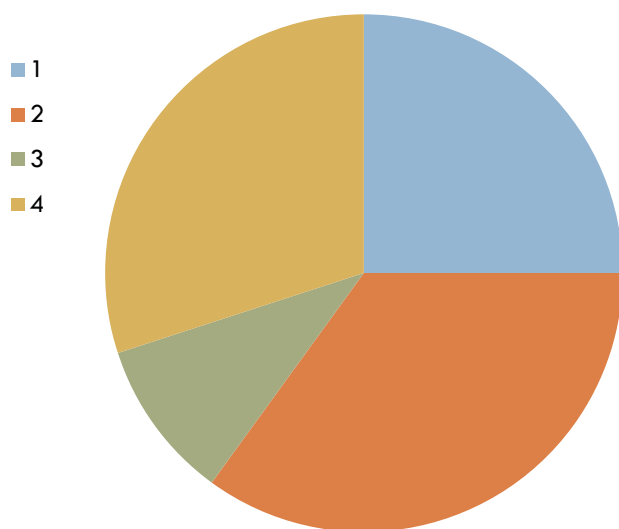
| ประชากรต้นกำเนิด | คุณภาพของโครโมโซม | ค่าความเหมาะสม (ร้อยละ) |
|------------------|-------------------|-------------------------|
| โครโมโซม A       | 5                 | 25                      |
| โครโมโซม B       | 7                 | 35                      |
| โครโมโซม C       | 2                 | 10                      |
| โครโมโซม D       | 6                 | 30                      |

# การคัดเลือก (Selection)

- การเลือกทางธรรมชาติ เป็นกระบวนการคัดสรรสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่ถูกคัดเลือกจะสามารถดำรงชีวิต และขยายพันธุ์ต่อไปได้
- **GA** ได้นำหลักการนี้มาคัดเลือกโครโมโซมที่เหมาะสมจากประชากรต้นกำเนิด เพื่อนำไปเป็นโครโมโซมพ่อ และแม่ เพื่อสร้างเป็นโครโมโซมลูกในรุ่นถัดไป
- หลักการคัดเลือกโครโมโซมที่เหมาะสมส่วนใหญ่จะใช้วิธี **Roulette wheel**

# การคัดเลือก (Selection)

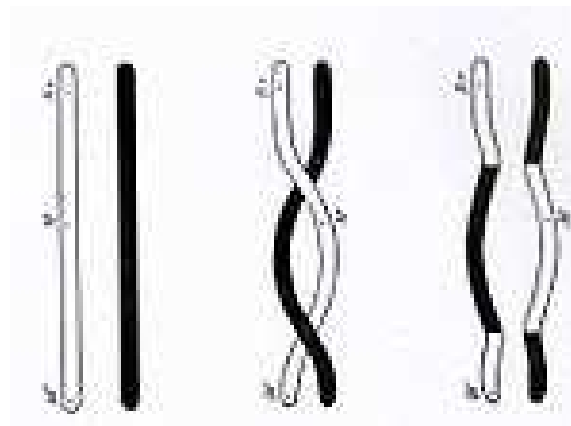
| ประชากรต้นกำเนิด | คุณภาพของโครโมโซม | ค่าความเหมาะสม (ร้อยละ) |
|------------------|-------------------|-------------------------|
| โครโมโซม A       | 5                 | 25                      |
| โครโมโซม B       | 7                 | 35                      |
| โครโมโซม C       | 2                 | 10                      |
| โครโมโซม D       | 6                 | 30                      |



- สุ่มเลือกโครโมโซมจากวงล้อ
- โครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมมากมีโอกาที่จะถูกเลือกมากกว่า

# การไขว้เปลี่ยน (Crossover)

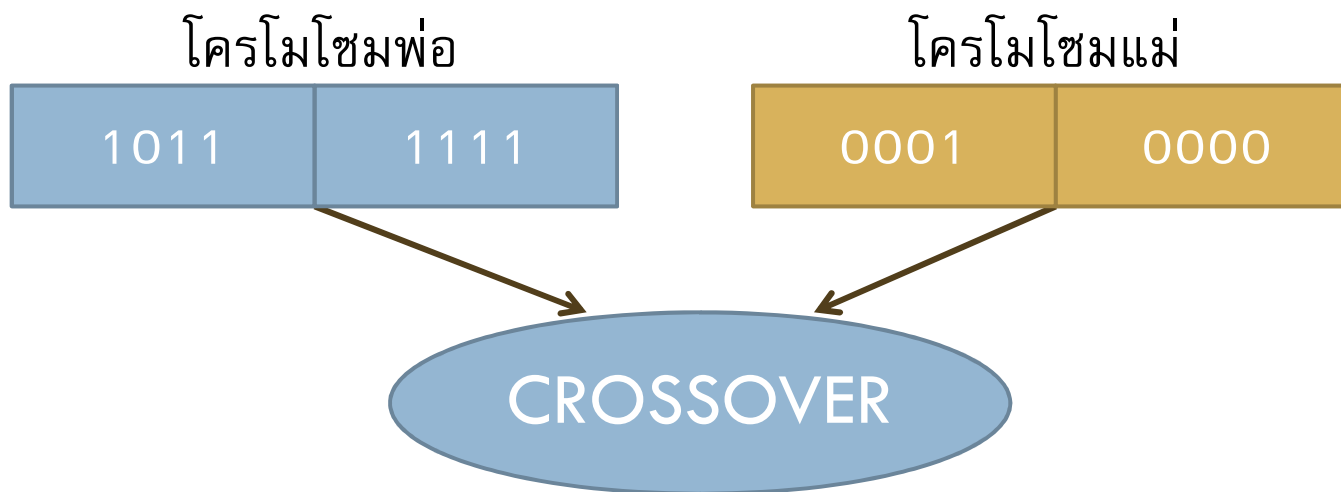
- การไขว้เปลี่ยนโครโมโซมในทางพันธุศาสตร์ จะเกิดขึ้นหลังจากสิ่งมีชีวิตผสมพันธุ์กัน โดยโครโมโซมพ่อจะจับตัวกับโครโมโซมแม่เพื่อรวมโครโมโซม



- ใน GA จะนำเอาโครโมโซมที่ผ่านการคัดเลือก 2 ตัวมาจับคู่กันเพื่อสร้างโครโมโซมลูกขึ้นมา
- การไขว้เปลี่ยนโครโมโซมมี 2 แบบใหญ่ๆคือ
  - ▣ การไขว้เปลี่ยนแบบจุดเดียว
  - ▣ การไขว้เปลี่ยนแบบสองจุด

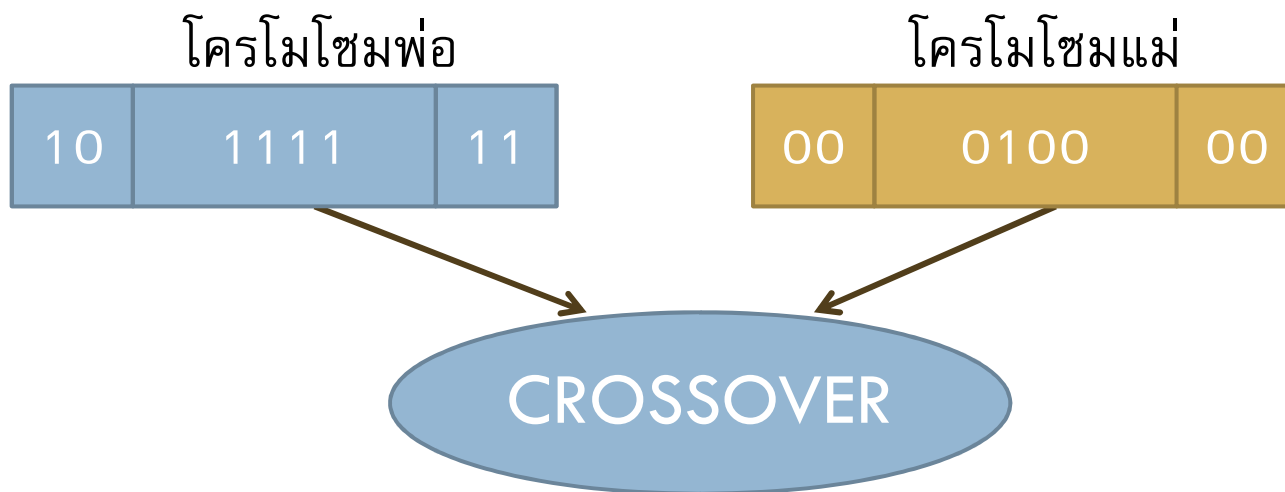
# การไขว้เปลี่ยนแบบจุดเดียว

- จุดเป็นการ สุ่ม จุดตัดขึ้นมาเพียงจุดเดียวบนโครโมโซมพ่อกับโครโมโซมแม่ เพื่อใช้เป็นจุดไขว้เปลี่ยน



# การไขว้เปลี่ยนแบบ 2 จุด

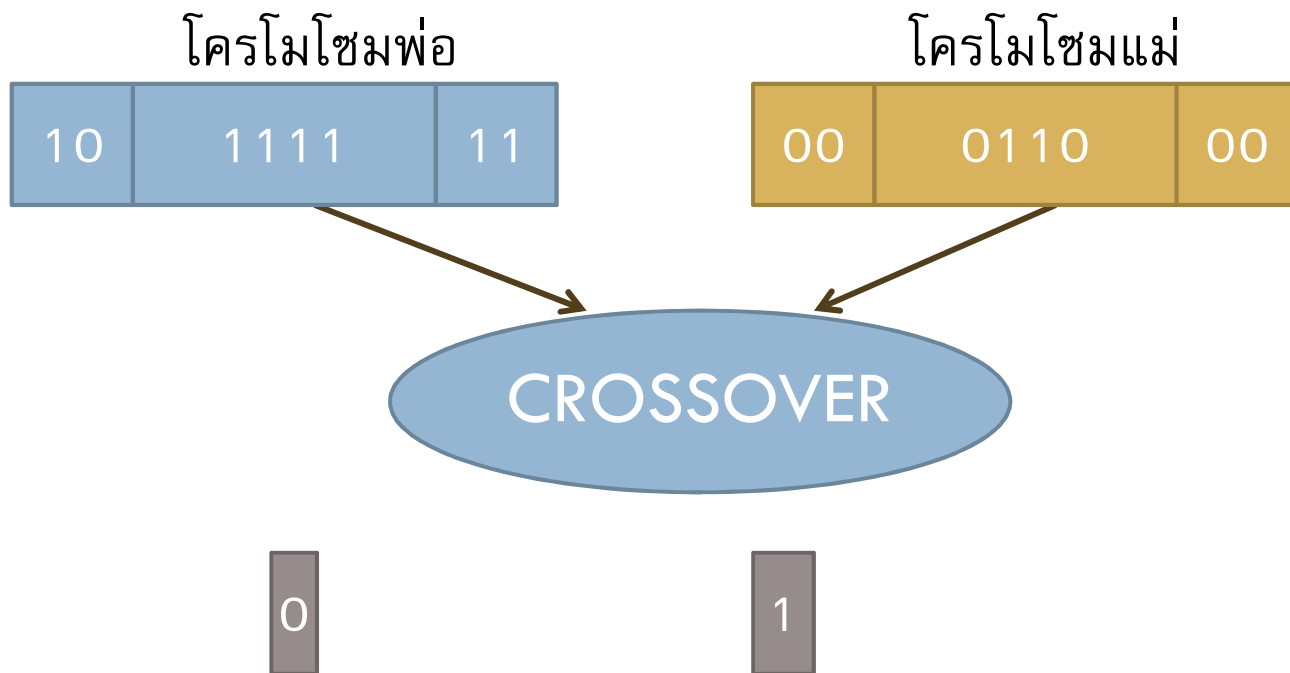
- จะสุ่มจุดตัดขึ้นมา 2 จุดบนโครโมโซมพ่อและแม่ และไขว้เปลี่ยนข้อมูลที่อยู่ระหว่างจุดตัดทั้ง 2



# การกลายพันธุ์ (Mutation)

- การกลายพันธุ์ในทางพันธุศาสตร์ มักจะเกิดขึ้นหลังจากกระบวนการไขว้เปลี่ยนโครโมโซม แต่จะมีโอกาสเกิดขึ้นน้อยมาก
- ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เกิดการกลายพันธุ์ จะแตกต่างจากพ่อแม่โดยสิ้นเชิง เนื่องจากมียีนบางส่วนภายในโครโมโซมเกิดการกลายพันธุ์
- ใน **GA** ได้อาศัยหลักการการกลายพันธุ์เพื่อมาช่วยในการสร้างคำตอบใหม่ โดยจะยอมให้ค่าในโครโมโซมสามารถกลายพันธุ์ได้ ตำแหน่งในโครโมโซมที่จะกลายพันธุ์ จะมาจากการสุ่ม และจะต้องกำหนดระดับของการกลายพันธุ์ด้วย
- สำหรับ ไบนารีโครโมโซม การกลายพันธุ์ คือการเปลี่ยนจากค่า 0 เป็น 1 และ 1 เป็น 0

# การกลายพันธุ์



# ตัวอย่างการใช้งาน GA แก้ปัญหา 8-Queen

- ตัวอย่างจะใช้เลขจำนวนเต็มในข้อมูลของโครโมโซม
- ใช้วิธีไขว้เปลี่ยนแบบจุดเดียว (single point crossover)
- กำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้
  - ▣ กำหนดขนาดของประชากรเป็น 4
  - ▣ อัตราการไขว้เปลี่ยนเป็น 1 (หมายถึงไขว้เปลี่ยนทุกครั้ง)
  - ▣ อัตราการกลายพันธุ์เป็น  $1/8 = 0.125$  (จะมีอย่างมากที่สุด 1 ข้อมูลในโครโมโซมที่ถูกกลายพันธุ์)

# ตัวอย่าง : สร้างประชากรเริ่มต้น

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q |   |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   |   |   |   | Q |   |
|   |   |   |   | Q |   |   |   |
|   |   |   |   |   |   |   | Q |
|   | Q |   |   |   |   |   |   |
|   |   |   | Q |   |   |   |   |
|   |   |   |   |   | Q |   |   |
|   |   | Q |   |   |   |   |   |

โครโมโซม A

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 7 | 4 | 8 | 5 | 5 | 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

โครโมโซม B

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 2 | 7 | 5 | 2 | 4 | 1 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

โครโมโซม C

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 4 | 1 | 5 | 1 | 2 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

โครโมโซม D

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 2 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

# ตัวอย่าง : หาค่าความเหมาะสม (1)

โครโมโซม A

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 7 | 4 | 8 | 5 | 5 | 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

โครโมโซม B

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 2 | 7 | 5 | 2 | 4 | 1 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

โครโมโซม C

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 4 | 1 | 5 | 1 | 2 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

โครโมโซม D

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 2 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

หาจากสูตร

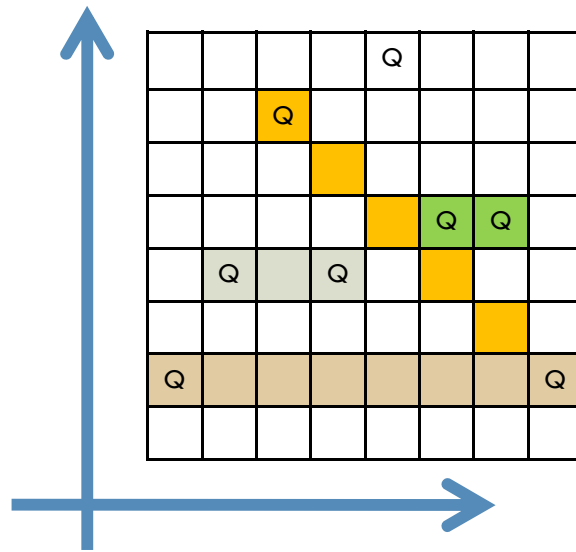
$$Q(n) = 28 - n$$

- **28** มาจากจำนวน Queen บนกระดานจะโจมตีกันได้มากที่สุด 28 วิธี
- **n** มาจากจำนวนที่ Queen ในโครโมโซมนั้นโจมตีกันได้
- ถ้า  $Q(n) = 0$  หมายถึงไม่ดี
- ถ้า  $Q(n) = 28$  หมายถึงผลลัพธ์ที่ต้องการ

## ตัวอย่าง : หาค่าความเหมาะสม (2)

โครโมโซม A

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 7 | 4 | 8 | 5 | 5 | 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|



□ มีทั้งหมด 4 คู่ที่โจมตีกันได้

□  $Q_A = 28 - 4 = 24$

โครโมโซม B

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 2 | 7 | 5 | 2 | 4 | 1 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

$Q_B = 23$

โครโมโซม C

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 4 | 1 | 5 | 1 | 2 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

$Q_C = 20$

โครโมโซม D

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 2 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

$Q_D = 11$

# ตัวอย่าง : กระบวนการคัดเลือกโครโมโซม

□ เมื่อเรียงค่าความเหมาะสมของโครโมโซม A, B, C และ D

โครโมโซม A   

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 7 | 4 | 8 | 5 | 5 | 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

 $Q_A = 24$    ร้อยละ 31

โครโมโซม B   

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 2 | 7 | 5 | 2 | 4 | 1 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

 $Q_B = 23$    ร้อยละ 29

โครโมโซม C   

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 4 | 1 | 5 | 1 | 2 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

 $Q_C = 20$    ร้อยละ 26

โครโมโซม D   

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 2 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

 $Q_D = 11$    ร้อยละ 14



โครโมโซม B   

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 2 | 7 | 5 | 2 | 4 | 1 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

โครโมโซม A   

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 7 | 4 | 8 | 5 | 5 | 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

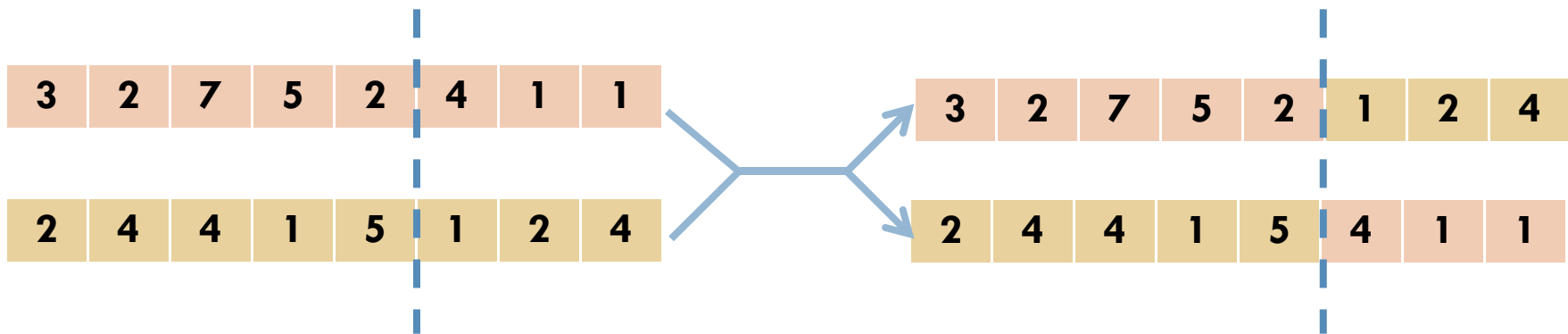
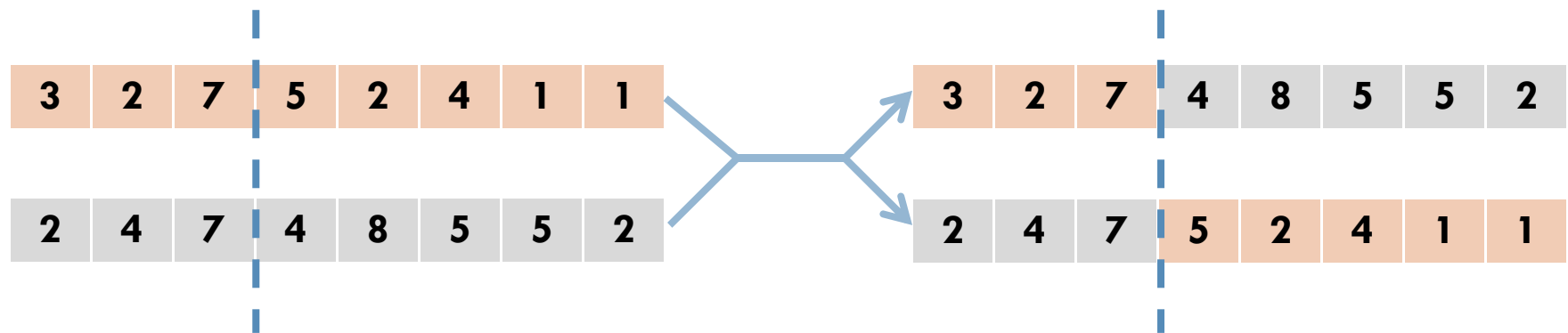
โครโมโซม B   

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 2 | 7 | 5 | 2 | 4 | 1 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

โครโมโซม C   

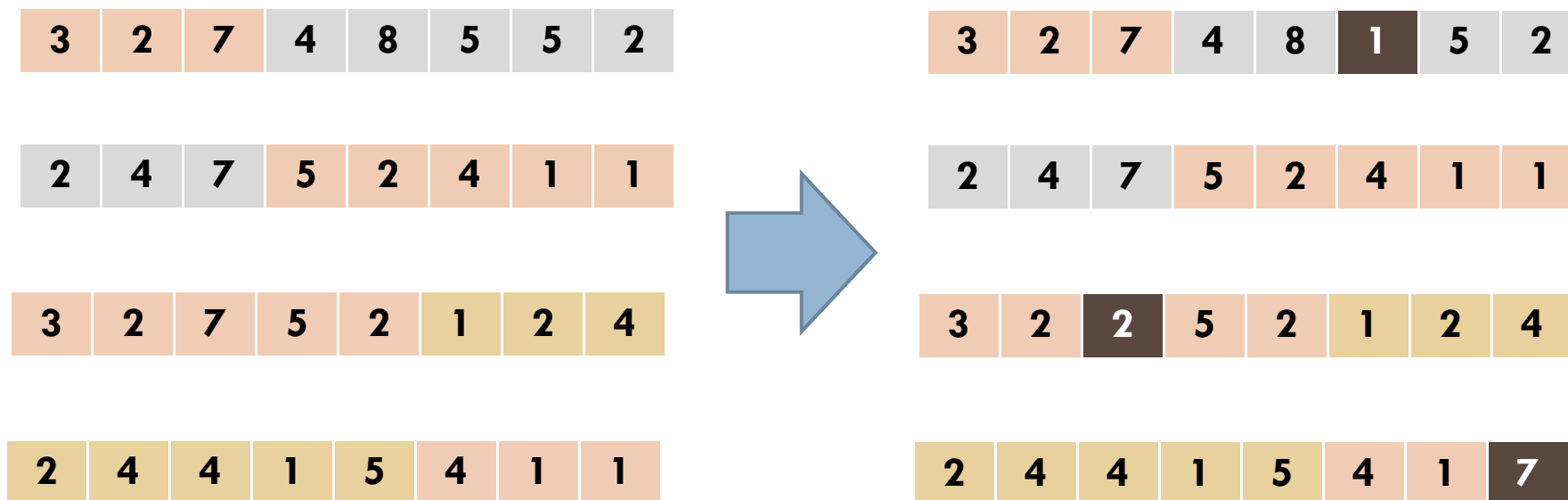
|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 4 | 4 | 1 | 5 | 1 | 2 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

# ตัวอย่าง : กระบวนการไขว้เปลี่ยนโครโมโซม

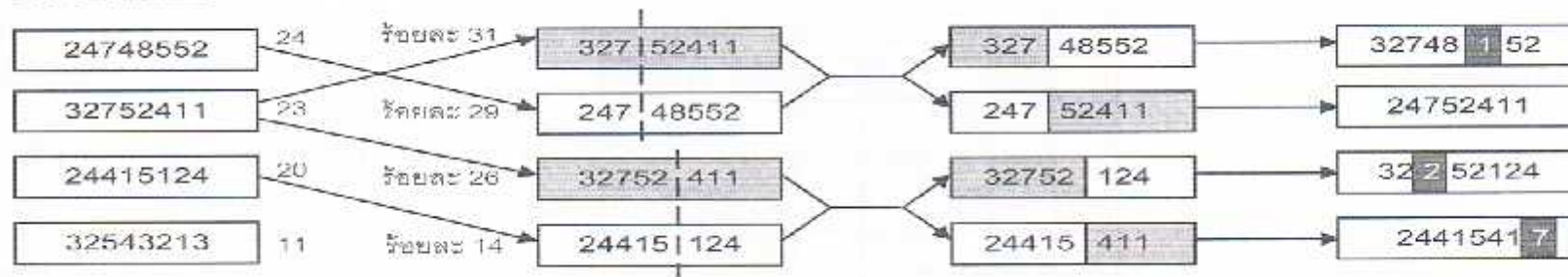


# ตัวอย่าง : กระบวนการกลายพันธุ์

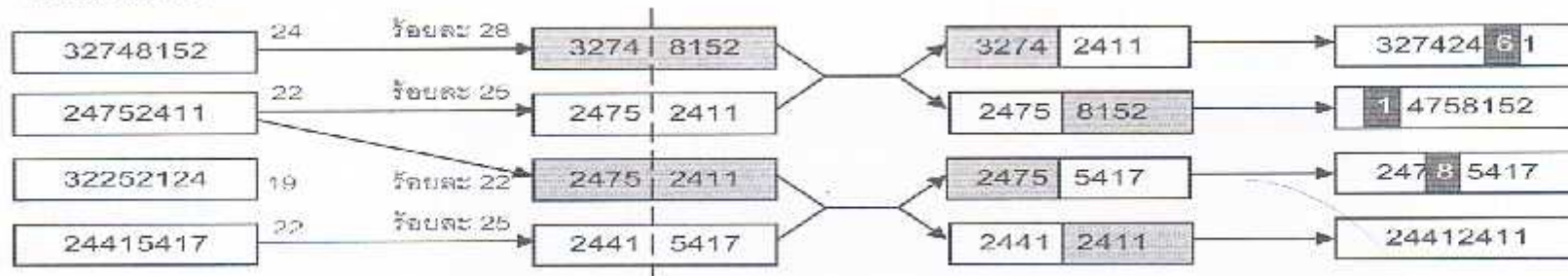
อัตราการกลายพันธุ์เป็น  $1/8 = 0.125$   
(จะมีอย่างมากที่สุด 1 ข้อมูลในโครโมโซมที่ถูกกลายพันธุ์)



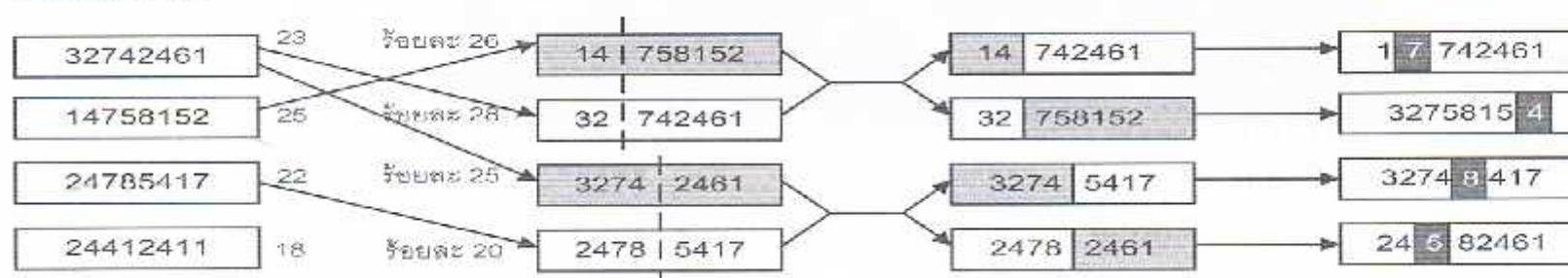
Generation: 1



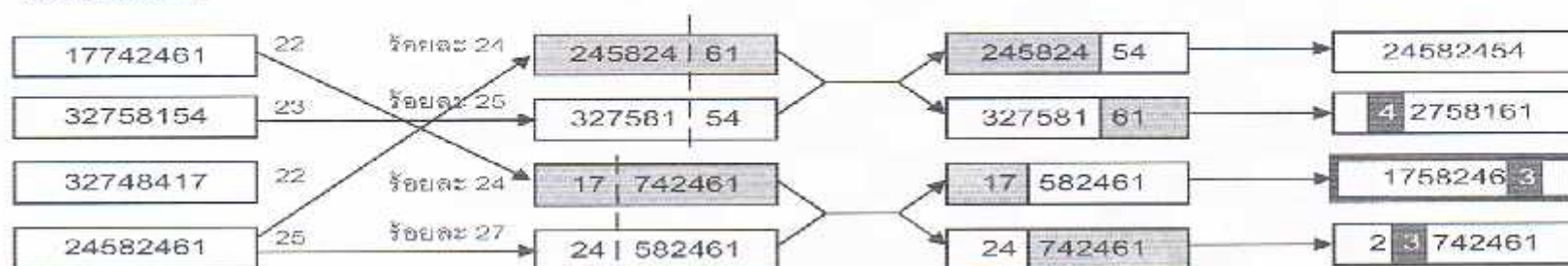
Generation: 2



Generation: 3



Generation: 4



พบค่าเดบ  
ของปัญหา

# SWARM INTELLIGENCE

357353 – Artificial Intelligence  
Choopan Rattanapoka

# ความฉลาดแบบกลุ่ม

- **Swarm intelligence** เป็นการเรียนรู้เลียนแบบพฤติกรรมแบบกลุ่มของสัตว์
- นิยมแก้ปัญหาค่าที่เหมาะสมที่สุด **optimization**
- ตัวอย่างเทคนิคที่ใช้ เช่น
  - ▣ **Ant colony optimization** นำวิธีการหาอาหารของมดมาใช้
  - ▣ **Particle swarm optimization** นำแนวคิดจากการหาอาหารของฝูงนกหรือฝูงปลามาใช้