



### บทที่ 3

## การออกแบบโปรแกรมหมากรุกไทยและการออกแบบ การทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึม

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบโปรแกรมหมากรุกไทย ซึ่งประกอบด้วย การดัดแปลงกฎของหมากรุกไทยเพื่อให้คอมพิวเตอร์รับรู้ โครงสร้างของโปรแกรมหมากรุกไทย การออกแบบฟังก์ชันฮิวริสติกในโปรแกรมหมากรุกไทย และการออกแบบการทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึมทั้งสอง

### การดัดแปลงกฎเพื่อให้คอมพิวเตอร์รับรู้

#### 1. กระดานหมากรุกไทย

ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กระดานหมากรุกไทยจะถูกแทนด้วย array ขนาด  $8 \times 8$  เพื่อใช้เป็นการอบในการเดินของแต่ละอัลกอริทึม และใช้ในการอ่านค่าเพื่อทำการแสดงผลออกทางจอภาพ โดยเขียนอธิบายเป็นภาษาซี ได้ดังนี้

```
int board[8][8];
```

โดยที่มิติที่ 1 จะบอกแถวบนของกระดาน และ มิติที่ 2 จะบอกแถวหลักของกระดาน ซึ่งแถวบนและแถวหลักจะเป็นเลขจำนวนเต็มที่มีค่าอยู่ระหว่างตั้งแต่ 0 จนถึง 7 ส่วนค่าของ board นั้นจะมีค่าอยู่ระหว่างตั้งแต่ -6 จนถึง 6

#### 2. ตัวหมากรุกไทย

ตัวหมากรุกไทยจะถูกแปลงให้กลายเป็นเลขจำนวนเต็ม กำหนดให้ดังนี้

ฝ่ายขาว	ขุน	แทนด้วย	6
	เรือ	แทนด้วย	5
	ม้า	แทนด้วย	4
	โคน	แทนด้วย	3
	เม็ด	แทนด้วย	2
	เบี้ย	แทนด้วย	1
ฝ่ายดำ	ขุน	แทนด้วย	-6
	เรือ	แทนด้วย	-5
	ม้า	แทนด้วย	-4

โคน	แทนด้วย	-3
เม็ด	แทนด้วย	-2
เบี้ย	แทนด้วย	-1

### 3. ช่องว่างในกระดานหมากรูกไทย

ตำแหน่งของกระดานที่ไม่มีหมากตัวใดวางอยู่นั้นจะแทนค่าด้วยเลขจำนวนเต็ม 0 ซึ่งเป็นการบอกให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้รับรู้ว่า ที่ตำแหน่งแถวบนและแถวหลักของกระดานไม่มีหมากตัวใดวางอยู่ ตัวอย่างเช่น  $\text{board}[4][4] = 0$  หมายความว่าที่แถวบนที่ 4 และแถวตั้งที่ 4 เป็นตำแหน่งว่าง

### 4. การอ้างอิงตำแหน่งของหมากที่อยู่บนกระดาน

จากการที่ได้กำหนดให้ array 2 มิติที่มีขนาด  $8 \times 8$  ใช้แทนกระดาน ดังนั้นในการอ้างอิงตำแหน่งของหมากในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จึงต้องระบุด้วยเลขจำนวนเต็ม 2 ชุด ชุดแรกจะบอกแถวบน ชุดที่สองจะบอกแถวหลัก เลขจำนวนเต็มดังกล่าวมีค่าอยู่ระหว่างตั้งแต่ 0 ถึง 7 ซึ่งค่าดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับการกำกับตำแหน่งของการเล่นเกมหมากรูกไทยดังนี้

สำหรับแถวบน :	เกมหมากรูกไทย	โปรแกรมหมากรูกไทย
	8 แทนด้วย	0
	7 แทนด้วย	1
	6 แทนด้วย	2
	5 แทนด้วย	3
	4 แทนด้วย	4
	3 แทนด้วย	5
	2 แทนด้วย	6
	1 แทนด้วย	7

สำหรับแถวตั้ง :	เกมหมากรูกไทย	โปรแกรมหมากรูกไทย
	ก แทนด้วย	0
	ข แทนด้วย	1
	ค แทนด้วย	2
	ง แทนด้วย	3
	จ แทนด้วย	4
	ฉ แทนด้วย	5
	ช แทนด้วย	6
	ญ แทนด้วย	7

5. ตำแหน่งเริ่มต้นของตัวหมาก

เมื่อเริ่มต้นเกม โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะอ่านค่าเริ่มต้นของกระดานจาก board ซึ่งค่าที่อ่านได้ทำให้คอมพิวเตอร์รับรู้ได้ว่า มีหมากอยู่ที่ตำแหน่งใดบ้างบนกระดาน ซึ่งคอมพิวเตอร์ก็จะทำการเก็บค่าในรูปที่แสดงดังต่อไปนี้

0	-5	-4	-3	-2	-6	-3	-4	-5
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	1	1	1	1	1	1	1
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	5	4	3	6	2	3	4	5
	0	1	2	3	4	5	6	7

รูปที่ 11 ค่ากระดานตอนเริ่มต้นในโปรแกรม

6. การเดินของตัวหมาก

การเดินของตัวหมากจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปของการย้ายค่าตัวเลขจำนวนเต็มที่ใช้เป็นตัวแทนของหมาก จากตำแหน่งเดิมไปยังตำแหน่งใหม่ และทำการเปลี่ยนค่าหมากของตำแหน่งเดิมให้เป็นเลข 0 เพื่อให้เกิดเป็นช่องว่างหลังจากที่หมากตัวนั้นได้ย้ายไปอยู่ในตำแหน่งใหม่แล้ว ตัวอย่างเช่น การเดินเบี้ยฝ่ายขาว จากตำแหน่ง ข3 ไปยังตำแหน่ง ข4 สามารถเขียนแทนได้ดังนี้



นั่นคือ ที่ตำแหน่งเดิมคือ board[5][1] มีค่า 1 คือมีเบี้ยของฝ่ายขาววางอยู่ และต้องการเดินหมากตัวนี้ไปยังที่ตำแหน่งใหม่คือ board[4][1] ก่อนที่จะทำการเดินนั้นต้องมีการตรวจสอบว่าการเดินนี้ถูกต้องตามกฎการเดินของเบี้ยหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องก็จะไม่ทำการเดิน ถ้าถูกต้องก็จะมีกรย้ายค่าดังนี้

ที่ตำแหน่งใหม่ :  $\text{board}[4][1] = 1;$

ที่ตำแหน่งเดิม :  $\text{board}[5][1] = 0;$

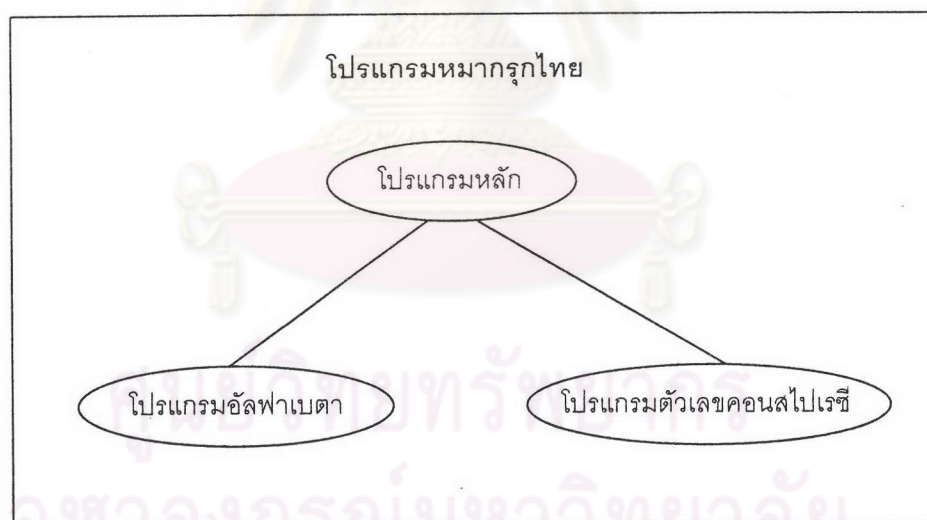
หลังจากนั้นก็ทำการปรับปรุงรูปภาพที่อยู่นจอภาพให้สอดคล้องตรงกับข้อมูลที่อยู่ใน board

#### 7. การกำหนด Initial Stage และ Goal Stage

เมื่อเริ่มต้นเกม คอมพิวเตอร์สามารถรับรู้ Initial stage ได้จากการอ่านค่าของ board เพื่อนำไปสร้างตาเดิน และพัฒนาเป็น stage ถัดไป ส่วน Goal stage นั้นโดยปกติในเกมหมากรุกไทยจะหมายถึงการที่สามารถรุกฆาตขุนของฝ่ายตรงข้ามได้ อย่างไรก็ตามการที่แต่ละอัลกอริทึมจะสามารถสืบค้นเพื่อหา Goal stage ดังกล่าวนั้นทำได้ยาก เพราะขนาดของต้นไม้เกมของเกมหมากรุกไทยมีขนาดใหญ่มาก ดังนั้น Goal stage จึงกำหนดเป็นตาเดินที่มีคะแนนดีที่สุดตามการพิจารณาของแต่ละ อัลกอริทึม

#### โครงสร้างของโปรแกรมหมากรุกไทย

โปรแกรมหมากรุกไทยที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 3 ส่วนดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 12 โครงสร้างโปรแกรมหมากรุกไทย

### 1. โปรแกรมหลัก

ทำหน้าที่ติดต่อประสานงานระหว่างผู้ใช้โปรแกรมกับโปรแกรมต่าง ๆ รับคำสั่งจากผู้ใช้ งาน แสดงผลในรูปกราฟฟิกส์ แปลงข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมให้อยู่ในรูปทั่วไปที่ผู้ใช้งานสามารถอ่านเข้าใจได้ ตรวจสอบสถานะของกระดานว่าจบเกม มีการรุกฆาต มีการแพ้/ชนะ มีการเสมอหรือไม่ นอกจากนี้ยังรวมถึงการควบคุมสลับลำดับของการเล่นระหว่างผู้เล่นฝ่ายขาว และ ฝ่ายดำ

### 2. โปรแกรมอัลฟาเบตา

โปรแกรมในส่วนนี้จะทำงานตามหลักการของอัลกอริทึมอัลฟาเบตาในการสร้างตาเดิน ลักษณะการทำงานจะเป็นแบบรีเคอร์ซีฟ (recursive) จะไม่มีการสร้างต้นไม้เกมทั้งต้นเพื่อเก็บค่าตาเดินไว้ในหน่วยความจำ แต่จะเก็บเส้นทางที่ดีที่สุด ในขณะที่นั้น และส่งค่าย้อนกลับไปให้โปรแกรมหลัก

ความสามารถในการมองตาเดินล่วงหน้าของโปรแกรมอัลฟาเบตา จะขึ้นอยู่กับความลึกที่กำหนดให้ในการสืบค้น เนื่องจากอัลกอริทึมนี้จะทำการสืบค้นในทางลึกก่อน และเมื่อถึงความลึกที่กำหนดให้ก็จะหยุดสืบค้นในเส้นทางนั้น และจะทำการสืบค้นในเส้นทางอื่นต่อไป แล้วนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาค่าที่ดีที่สุด แต่ในทางปฏิบัติแล้วการกำหนดให้มีความลึกมาก ๆ จะมีข้อจำกัดทางด้านเวลาและพื้นที่หน่วยความจำที่ใช้ สำหรับในงานวิจัยนี้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถกำหนดพารามิเตอร์ความลึกของการสืบค้นได้สูงสุดไม่เกิน 4 หากกำหนดเกินกว่านี้จะทำให้ใช้เวลานานในการสืบค้นตาเดิน

### 3. โปรแกรมตัวเลขคอนสไปเรซี

โปรแกรมในส่วนนี้ จะทำงานตามหลักการของอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซีในการสร้างตาเดิน ลักษณะของการทำงานจะเป็นการเรียกใช้งานแบบ รีเคอร์ซีฟ เช่นเดียวกับโปรแกรมอัลฟาเบตา แต่จะต้องมีการเก็บข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นไว้ที่แต่ละโหนด เพื่อนำมาสร้างเป็นต้นไม้เกม ข้อมูลที่เก็บได้แก่ ตาเดินของกิ่งแยกต่าง ๆ ค่าที่ประเมินได้ของแต่ละตาเดิน ตัวเลขคอนสไปเรซีของแต่ละตาเดิน ค่ามินิแมกซ์ของโหนด

พารามิเตอร์ที่กำหนดในโปรแกรมตัวเลขคอนสไปเรซีได้แก่

3.1 ค่าขีดแบ่ง (Conspiracy Threshold) คือ ตัวเลขคอนสไปเรซีที่น้อยที่สุดที่กำหนดให้ในการพิจารณาค่าที่ไม่เหมาะสม นั่นคือ ค่าที่มากกว่าขีดแบ่งนี้จะไม่นำมาพิจารณาหาค่ามากที่สุด ( $V_{max}$ ) และค่าน้อยที่สุด ( $V_{min}$ ) ที่เป็นไปได้ งานวิจัยนี้กำหนดให้ค่าขีดแบ่งเริ่มต้นจาก 2 สำหรับในการทดลองสามารถที่จะปรับเปลี่ยนค่าขีดแบ่งดังกล่าวได้ถึง 4

3.2 ช่วงกว้าง เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้วัดความถูกต้องของค่ามินิแมกซ์ของโหนดราก โปรแกรมตัวเลขคอนสไปเรซีจะหยุดการสร้างโหนดของต้นไม้เกม เมื่อผลต่างระหว่าง  $V_{max}$  และ  $V_{min}$  น้อยกว่าหรือเท่ากับช่วงกว้างนี้ งานวิจัยกำหนดให้ช่วงกว้างเป็นศูนย์

3.3 จำนวนกิ่งแยกของโหนด (branching factor) เป็นจำนวนทางเลือกของตาเดิน โดยเฉลี่ยแล้วจำนวนกิ่งแยกของโหนดในเกมหมากรุกไทยมีค่า 37 แต่เนื่องจากโปรแกรมตัวเลขคอน-

สไปเรซีต้องเก็บช่วงค่าที่เป็นไปได้ทั้งหมดไว้ที่แต่ละโหนดของต้นไม้เกม เพื่อคำนวณตัวเลขคอนสไปเรซีจึงต้องเก็บต้นไม้เกมทั้งต้นไว้ในหน่วยความจำตลอดเวลาที่ทำงาน ในกรณีที่ช่วงค่าที่เป็นไปได้ทั้งหมดมีขนาดใหญ่เกินไปจะเกิดปัญหากับหน่วยความจำ ดังนั้นจึงไม่สามารถนำโหนดทั้ง 37 โหนดมาใช้ในการสืบค้นทั้งหมดได้ ในที่นี้จึงกำหนดให้มีการเลือก 15 โหนดที่มีค่ามินิแมกซ์ดีที่สุดจาก 37 โหนดมาใช้ในการสืบค้นต่อไป นอกจากนี้ในการทดลองได้กำหนดให้ใช้จำนวนกิ่งแยกของโหนดเป็น 30 เพิ่มอีกทางเลือกหนึ่ง

### ฟังก์ชันฮิวริสติกสำหรับโปรแกรมหมากรุกไทย

โปรแกรมหมากรุกไทยที่พัฒนาขึ้นเพื่อทำการทดสอบอัลกอริทึมทั้งสองนั้น ได้กำหนดให้แต่ละอัลกอริทึมใช้ฟังก์ชันฮิวริสติกเหมือนกัน ซึ่งทำให้สามารถเปรียบเทียบในแง่ของประสิทธิภาพของการสืบค้นได้

ฟังก์ชันฮิวริสติก ที่ออกแบบประกอบด้วยผลรวมของคะแนนจาก 3 ส่วนย่อยดังนี้

- คะแนนของตัวหมากที่เหลืออยู่ในกระดาน
- คะแนนของการคุมกำลังพลกันเองของตัวหมาก
- คะแนนของการบุกรุกเข้าหาขุนของฝ่ายตรงข้าม

คะแนนทั้งสามส่วนนี้ ถ้าเป็นของฝ่ายขาวจะมีค่าเป็น บวก ถ้าเป็นของฝ่ายดำจะมีค่าเป็น ลบ ถ้าผลรวมของคะแนนทั้งสามมีค่าเป็นบวก แสดงว่าฝ่ายขาว (ฝ่ายที่เดินก่อน) ได้เปรียบ ถ้าเป็น ศูนย์ แสดงว่าไม่มีการได้เปรียบเสียเปรียบ และถ้ามีค่าเป็นลบ แสดงว่าฝ่ายขาวเสียเปรียบ

#### 1. คะแนนของตัวหมากที่เหลืออยู่ในกระดาน

คะแนนนี้คิดมาจากค่าสำหรับตัวหมากที่เหลืออยู่ในกระดานรวมกัน คะแนนของหมากแต่ละตัวกำหนดดังนี้

ขุน	มีค่าคะแนนของตัวหมากเป็น	50
เรือ	มีค่าคะแนนของตัวหมากเป็น	35
ม้า	มีค่าคะแนนของตัวหมากเป็น	25
โคน	มีค่าคะแนนของตัวหมากเป็น	15
เม็ด	มีค่าคะแนนของตัวหมากเป็น	10
เบี้ย	มีค่าคะแนนของตัวหมากเป็น	5

ค่าที่กำหนดให้นี้ได้มาจากการทำการทดลองหาค่าที่เหมาะสมของตัวหมาก แล้วพิจารณาพฤติกรรมของอัลกอริทึม ซึ่งตัวเลขดังกล่าวให้ผลดีและเหมาะสมกว่าตัวเลขชุดอื่น ๆ

## 2. คะแนนของการคุมกำลังพลกันเองของตัวหมาก

คะแนนนี้คิดมาจากค่าซึ่งตัวหมากพยายามคุมกำลังพลกันของผู้เล่นฝ่ายตนเอง กล่าวคือ ที่ตำแหน่งใด ๆ ที่หมากของฝ่ายตนเองสามารถคุมกันหมากตัวอื่นของฝ่ายเดียวกันได้ จะได้คะแนนการคุมกำลังพลกันเองเพิ่มขึ้น ตามตัวหมากที่คุมกันหมากละ 2 คะแนน

สำหรับตัวเลขที่กำหนดขึ้นนี้ได้มาจากการทดลองเช่นเดียวกันกับกรณีคะแนนของตัวหมากที่เหลืออยู่ในกระดาน

## 3. คะแนนของการบุกรุกเข้าหาขุนของฝ่ายตรงข้าม

คะแนนนี้คิดจากค่าซึ่งตัวหมากต่าง ๆ ของผู้เล่นฝ่ายตนเองพยายามที่จะรุกเข้าไปหาขุนของผู้เล่นฝ่ายตรงข้าม กล่าวคือ

หมากอยู่ห่างจากขุนฝ่ายตรงข้าม 0 ช่อง	ได้คะแนน	1
หมากอยู่ห่างจากขุนฝ่ายตรงข้าม 1 ช่อง	ได้คะแนน	6
หมากอยู่ห่างจากขุนฝ่ายตรงข้าม 2 ช่อง	ได้คะแนน	5
หมากอยู่ห่างจากขุนฝ่ายตรงข้าม 3 ช่อง	ได้คะแนน	4
หมากอยู่ห่างจากขุนฝ่ายตรงข้าม 4 ช่อง	ได้คะแนน	3
หมากอยู่ห่างจากขุนฝ่ายตรงข้าม 5 ช่อง	ได้คะแนน	3
หมากอยู่ห่างจากขุนฝ่ายตรงข้าม 6 ช่อง	ได้คะแนน	2
หมากอยู่ห่างจากขุนฝ่ายตรงข้าม 7 ช่อง	ได้คะแนน	1

## การออกแบบการทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึม

การวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึมนั้นได้ออกแบบการทดลองออกเป็น 5 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองเป็นการแข่งระหว่างอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซีและอัลกอริทึมอัลฟาเบตาเป็นจำนวน 10 เกม เพื่อพิจารณาผลที่ได้จากการปรับค่าพารามิเตอร์ของแต่ละอัลกอริทึมในแง่ของจำนวนโนนดที่สร้างได้จากแต่ละอัลกอริทึมประมาณได้ใกล้เคียงกัน และสร้างตาเดินได้ภายในระยะเวลาที่กำหนดให้

ในแต่ละชุดการทดลองจะมีรูปแบบของการใช้สมุดตาเดิน และสลับลำดับของการเริ่มต้นเป็นผู้เปิดเกม เมื่อสิ้นสุดเกมการแข่งขันจะมีการวัดค่าคะแนนของหมากที่เหลืออยู่บนกระดานของแต่ละอัลกอริทึมซึ่งเป็นคะแนนที่อ้างอิงจากฟังก์ชันฮิวริสติกที่ได้ออกแบบไว้ อัลกอริทึมใดมีคะแนนมากกว่าก็จะถือว่าเป็นฝ่ายชนะ การสิ้นสุดเกมหนึ่ง ๆ พิจารณาเมื่อ เกิดการเดินวนซ้ำ หรือในช่วงท้ายเกมที่ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งไม่สามารถไล่หมากของอีกฝ่ายหนึ่งให้จนได้ หรือมีการกินขุน หรือรุกฆาตเกิดขึ้น

การทดลองชุดที่ 1 กำหนดให้พารามิเตอร์ของอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซี มีค่าขีดแบ่งเป็น 2 และจำนวนกิ่งแยกของโนนดเป็น 15 ส่วนพารามิเตอร์ของอัลกอริทึมอัลฟาเบตา มีค่าความลึก เป็น 2

การทดลองชุดที่ 2 กำหนดให้พารามิเตอร์ของอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซี มีค่าขีดแบ่งเป็น 2 และจำนวนกิ่งแยกของโหนดเป็น 30 ส่วนพารามิเตอร์ของอัลกอริทึมอัลฟาเบตา มีค่าความลึก เป็น 2

การทดลองชุดที่ 3 กำหนดให้พารามิเตอร์ของอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซี มีค่าขีดแบ่งเป็น 2 และจำนวนกิ่งแยกของโหนดเป็น 15 ส่วนพารามิเตอร์ของอัลกอริทึมอัลฟาเบตา มีค่าความลึก เป็น 3

การทดลองชุดที่ 4 กำหนดให้พารามิเตอร์ของอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซี มีค่าขีดแบ่งเป็น 4 และจำนวนกิ่งแยกของโหนดเป็น 30 ส่วนพารามิเตอร์ของอัลกอริทึมอัลฟาเบตา มีค่าความลึก เป็น 3

การทดลองชุดที่ 5 กำหนดให้พารามิเตอร์ของอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซี มีค่าขีดแบ่งเป็น 2 และจำนวนกิ่งแยกของโหนดเป็น 15 ส่วนพารามิเตอร์ของอัลกอริทึมอัลฟาเบตา มีค่าความลึก เป็น 4

สมุดตาเดินมาตรฐาน (เขียนป่อง, 2535) ได้มาจากตาเดินที่มักนิยมใช้เล่นกันในเกมหมากกรุกไทย โดยที่ในงานวิจัยได้นำมาเพียง 2 รูปแบบดังนี้ (โดยที่ บ-เบี้ย, ด-เม็ด, ค-โคน, ม-ม้า, ร-เรือ, ช-ขุน)

#### ตาเดินมาตรฐานรูปแบบที่ 1

กรณีฝ่ายขาว	กรณีฝ่ายดำ
1. ม,ข1-ง2	ม,ข6-ง7
2. ค,ค1-ค2	ค,ค8-ค7
3. บ,ข3-ข4	บ,ข6-ข5
4. บ,ค3-ค4	บ,ค6-ค5
5. ม,ข1-ค3	บ,ข8-ค6
6. บ,จ3-จ4	บ,ง6-ง5
7. ด,จ1-ค2	ด,ง8-ค7
8. ค,ค1-จ2	ค,ค8-ง7

#### ตาเดินมาตรฐานรูปแบบที่ 2

กรณีฝ่ายขาว	กรณีฝ่ายดำ
1. ค,ค1-ค2	ค,ค8-ค7
2. บ,ค3-ค4	บ,ค6-ค5
3. ม,ข1-ค3	ม,ข8-ค6
4. ม,ข1-ง2	ม,ข8-ง7
5. บ,จ3-ค2	บ,ง8-ค7
6. ด,จ1-ค2	ด,ง8-ค7
7. ด,ค2-ค3	ด,ค7-ง6
8. บ,จ4-จ5	บ,ง5-ง4