ปัญญาประดิษฐ์ในเกมสลับตัวเลข 16 ช่อง

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN 16-PUZZLE GAME

นายสดายุ มอยบุตร รหัส 46360145

i 5080599

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 15 มี.ค. 2550
เลขทะเบียน 5000093
เลขเรียกหนังสือ ปร. ส162ป 2549
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2549

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน ปัญญาประดิษฐ์ ในเกมสลับตัวเลข 16 ช่อง

ผู้ดำเนินโครงงาน นายสดายุ มอยบุตร รหัส 46360145

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สุรเดช จิตประไพกุลศาล

สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2549

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ
(ดร.สุรเดช จิตประไพกุลศาล)

.....กรรมการ
(ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล)

.....กรรมการ
(ดร.สมยศ เกียรติวนิชวิไล)

หัวข้อโครงงาน	ปัญญาประดิษฐ์ ในเกมสลับตัวเลข 16 ช่อง
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายสดายุ มอยบุตร รหัส 46360145
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สุรเดช จิตประไพกุลศาล
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2549

บทคัดย่อ

โครงงานนี้พัฒนาโปรแกรมปัญญาประดิษฐ์ที่ใช้ในการสลับตัวเลขของเกมสลับตัวเลข 16 ช่อง โปรแกรมนี้ใช้หลักการของการกำหนดขอบเขตพื้นที่เพื่อตัดสินใจสลับตำแหน่งของตัวเลข การกำหนดทิศทางการไหลของตัวเลข และการออกแบบแต่ละขั้นตอนของการเลื่อนค่าตัวเลข โดยในการพัฒนาโปรแกรมนี้ได้มีการตรวจสอบสมมติฐานว่าปัญญาประดิษฐ์ที่ทำการพัฒนาขึ้นนั้นสามารถแก้ปัญหาและสามารถเลื่อนหาคำตอบได้จริงโดยมีการกำหนดรูปแบบการจัดเรียงให้หลากหลายมากขึ้นถึงสี่รูปแบบการจัดเรียงด้วยกัน จากผลการทดลองพบว่าโปรแกรมสามารถทำการตัดสินใจในการสลับตัวเลขให้มีการจัดเรียงใหม่ตามแบบฟอร์มต่างๆที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องทุกรูปแบบ

Project title	Artificial Intelligence in 16-Puzzle Game
Name	Mr.Sadayu Moiboot ID. 46360145
Project advisor	Dr.Suradet Jitprapaikulsarn
Major	Computer Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic year	2006

Abstract

This project develops an artificial intelligence program for finding the solution for the 16-puzzle games. Our algorithm defines the area that each piece within this area is allowed to move. Moreover, the defined area is used to specify the direction of movement and the steps of the movement. We apply our algorithm to 4 different configurations of the 16-puzzle games. Based on our observation, our algorithm can solve any arrangements of each one of the four configurations.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์สำเร็จได้ด้วยดี ก็เนื่องจากความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุรเดช จิตประไพกุลศาล ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำวิธีการในพัฒนาโปรแกรม ตลอดถึงแนวทางการตรวจสอบการทำงานของตัวโปรแกรม พร้อมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขตลอดระยะเวลาการทำโครงงาน สุดท้ายต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านและเพื่อนทุกคนที่ให้คำปรึกษา และให้การสนับสนุนในการทำโครงงานครั้งนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... ก

Abstract ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญรูป ..... ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์โครงงาน 1

1.3 ขอบข่ายการทำงาน 1

1.4 ขั้นตอนดำเนินงาน 2

1.5 แผนการดำเนินงาน 2

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.7 งบประมาณ 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี

2.1 กฎกติกาในการเล่นเกม 16-Puzzle 4

2.2 หลักการลดทอนพื้นที่ในการจัดเรียง 5

2.3 หลักการแบ่งบริเวณสลับค่าในแต่ละขั้นตอนของการจัดเรียง 6

2.4 แนวคิดขั้นตอนการทำงานของปัญญาประดิษฐ์ 9

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ

3.1 สถาปัตยกรรมของซอฟต์แวร์ในปัญญาประดิษฐ์ 11

3.2 การเก็บค่าและตำแหน่งที่ถูกต้องของเกมในแต่ละรูปแบบของการจัดเรียง 12

3.3 การตัดสินใจในการสลับตัวเลขของปัญญาประดิษฐ์โดยการพิจารณาจากขั้นตอนและบริเวณในการตัดสินใจ 13

หน้า

3.4 การแก้ปัญหาในกรณีพิเศษที่ปัญญาประดิษฐ์ทำการสลับตัวเลขแล้วจะทำให้เกิดผลกระทบต่อการเดินที่ถูกต้อง 21
3.5 การจัดการให้ปัญญาประดิษฐ์ทำการสลับตัวเลขเพื่อการจัดเรียงในรูปแบบที่ถูกต้องในแต่ละขั้นตอน 27

บทที่ 4 ผลการทดลอง
4.1 ผลการเริ่มการทำงานโปรแกรมเกม 16-Puzzle Game 29
4.2 ผลการทำงานของปุ่มต่างๆ ในโปรแกรมเกม 16-Puzzle Game 30
4.3 ผลการทำงานของปัญญาประดิษฐ์ ในโปรแกรมเกม 16-Puzzle Game 34
4.4 ผลการทำงานของปัญญาประดิษฐ์ ในโปรแกรมเกม 16-Puzzle Game ในแต่ละรูปแบบการจัดเรียง 43

บทที่ 5 บทสรุป
5.1 สรุปผลการใช้โปรแกรมปัญญาประดิษฐ์สลับค่าจัดเรียงให้ถูกต้อง 46
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 46
5.3 ข้อเสนอแนะ 47

เอกสารอ้างอิง 48
ประวัติผู้เขียนโครงงาน 49

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 แสดงผลการหาคำตอบที่ถูกต้องของปัญญาประดิษฐ์ 44
4.2 ตารางสรุปผลการทำงานของปัญญาประดิษฐ์ในการจัดเรียงทั้ง 4 รูปแบบ 45

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงตัวอย่างเกม 16 – Puzzle และทิศทางการสลับค่า 4
2.2 แสดงตำแหน่งที่ต้องจัดเรียงในขั้นตอนที่ 5
2.3 แสดงตำแหน่งที่ต้องจัดเรียงในขั้นตอนที่ 1 5
2.4 แสดงบริเวณที่ 1 ในช่วงขั้นตอนที่ 1 6
2.5 แสดงบริเวณที่ 2 ในช่วงขั้นตอนที่ 1 6
2.6 แสดงบริเวณที่ 3 ในช่วงขั้นตอนที่ 1 7
2.7 แสดงบริเวณที่ 4 ในช่วงขั้นตอนที่ 1 7
2.8 แสดงบริเวณที่ 5 ในช่วงขั้นตอนที่ 1 7
2.9 แสดงบริเวณที่ 1 ในช่วงขั้นตอนที่ 6 7
2.10 แสดงบริเวณที่ 2 ในช่วงขั้นตอนที่ 2 8
2.11 แสดงบริเวณที่ 3 ในช่วงขั้นตอนที่ 2 8
2.12 แสดงบริเวณที่ 4 ในช่วงขั้นตอนที่ 2 8
2.13 แสดงบริเวณที่ 5 ในช่วงขั้นตอนที่ 2 8
2.14 รูปแบบการทำงานของปัญญาประดิษฐ์ 10
3.1 แสดงโครงสร้างสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ในปัญญาประดิษฐ์ 12
3.2 แสดงตำแหน่งการจัดเก็บค่าของปัญญาประดิษฐ์ในขั้นตอนที่ 1 12
3.3 แสดงตำแหน่งการจัดเก็บค่าของปัญญาประดิษฐ์ในขั้นตอนที่ 2 12
3.4 แสดงบริเวณในการเลื่อนสลับค่าในช่วงขั้นตอนที่ 1 13
3.5 แสดงบริเวณที่ 1 ในช่วงขั้นตอนที่ 1 และทิศทางการเลื่อน 13
3.6 แสดงบริเวณที่ 2 ในช่วงขั้นตอนที่ 1 และทิศทางการเลื่อน 14
3.7 แสดงบริเวณที่ 3 ในช่วงขั้นตอนที่ 1 และทิศทางการเลื่อน 15
3.8 แสดงบริเวณที่ 4 ในช่วงขั้นตอนที่ 1 และทิศทางการเลื่อน 16
3.9 แสดงบริเวณที่ 5 ในช่วงขั้นตอนที่ 1 และทิศทางการเลื่อน 17
3.10 แสดงบริเวณในการเลื่อนสลับค่าในช่วงขั้นตอนที่ 2 17
3.11 แสดงบริเวณที่ 1 ในช่วงขั้นตอนที่ 2 และทิศทางการเลื่อน 18
3.12 แสดงบริเวณที่ 2 ในช่วงขั้นตอนที่ 2 และทิศทางการเลื่อน 18
3.13 แสดงบริเวณที่ 3 ในช่วงขั้นตอนที่ 2 และทิศทางการเลื่อน 19
3.14 แสดงบริเวณที่ 4 ในช่วงขั้นตอนที่ 2 และทิศทางการเลื่อน 19

รูปที่ หน้า

3.15 แสดงบริเวณที่ 5 ในช่วงขั้นตอนที่ 2 และทิศทางการเลื่อน 20
3.16 แสดงกรณีพิเศษเงื่อนไขที่ 1 ขั้นตอนที่ 1 21
3.17 แสดงกรณีพิเศษเงื่อนไขที่ 2 ขั้นตอนที่ 1 22
3.18 แสดงกรณีพิเศษเงื่อนไขที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 24
3.19 แสดงกรณีพิเศษเงื่อนไขที่ 2 ขั้นตอนที่ 2 25
3.20 แสดงลำดับทิศทางการสลับเพื่อจัดเรียงในรูปแบบ 1 27
3.21 แสดงทิศทางการสลับค่าเพื่อจัดเรียงสู่ตำแหน่งที่ถูกต้องในรูปแบบ 1 27
3.21 แสดงลำดับทิศทางการสลับเพื่อจัดเรียงในรูปแบบ 2 28
3.22 แสดงทิศทางการสลับค่าเพื่อจัดเรียงสู่ตำแหน่งที่ถูกต้องในรูปแบบ 2 28
4.1 โปรแกรมเกม 16-Puzzle Game 29
4.2 แสดงปุ่ม Type order ต่างๆที่ใช้ในการเลือก 30
4.3 ผลการเลือกปุ่มรูปแบบการจัดเรียงที่ 1 30
4.4 ผลการเลือกปุ่มรูปแบบการจัดเรียงที่ 2 30
4.5 ผลการเลือกปุ่มรูปแบบการจัดเรียงที่ 3 31
4.6 ผลการเลือกปุ่มรูปแบบการจัดเรียงที่ 4 31
4.7 แสดงผลการเลือกปุ่ม Random เพื่อคละการเรียงลำดับ 31
4.8 แสดงผลการเลือกปุ่ม Human 32
4.9 แสดงผลการคีย์ค่าลงในโปรแกรมเกมโดยบุคคลเล่น 32
4.10 แสดงผลการเลือกปุ่ม AI Robot 33
4.11 แสดงผลการทำงานของ AI Robot 33
4.12 แสดงผลระยะของช่องว่างกับค่าที่ต้องการ 34
4.13 แสดงผลเมื่อช่องว่างอยู่ใกล้ค่าที่ต้องการ 34
4.21 แสดงผลระยะของช่องว่างกับค่าที่ต้องการ 38
4.22 แสดงผลเมื่อช่องว่างอยู่ใกล้ค่าที่ต้องการ 39
4.23 แสดงผลเมื่อค่าที่ต้องการเข้าสู่จุดที่กำหนดไว้ 39
4.24 แสดงปัญญาหาจากเงื่อนไขพิเศษที่ 1 40
4.25 แสดงผลการแก้ปัญหาจากเงื่อนไขพิเศษที่ 1 40
4.26 แสดงปัญญาหาจากเงื่อนไขพิเศษที่ 2 41
4.27 แสดงผลการแก้ปัญหาจากเงื่อนไขพิเศษที่ 2 41
4.28 แสดงผลการจัดเรียงในขั้นตอนที่ 2 42
4.29 แสดงผลการจัดเรียงเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง 42

รูปที่ หน้า

4.30 แสดงรูปแบบการจัดเรียงทั้ง 4 รูปแบบ 43

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องด้วยปัจจุบันมีเกมในรูปแบบต่างมากมาย ซึ่งแต่ละเกมล้วนสร้างแนวคิดให้กับผู้เล่นตามแนวเกมที่ออกแบบ ซึ่งมีทั้งส่วนที่สร้างเสริมปัญญา และสร้างความเพลิดเพลินให้กับผู้เล่น ซึ่งในส่วนของโครงการนี้ต้องการที่จะทำแนวเกมที่สร้างเสริมสติปัญญาและความเพลิดเพลินให้กับผู้เล่นไปพร้อมกัน ในที่นี้จึงเลือกทำการศึกษาพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ในเกม "16-Puzzle"

เกม 16-Puzzle เป็นการสลับตัวเลขขนาด 4x4 ซึ่งมีจำนวนตัวเลขตั้งแต่ 1- 15 และช่องว่างอีกหนึ่งช่อง โดยที่เราจะต้องทำการสลับเลขไปมาเพื่อให้เลขเรียงตามลำดับ 1-15 เมื่อเรียงถูกต้องแล้วก็จะเป็นผู้ชนะ

ในโครงการนี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญที่จะพัฒนาในส่วนที่เป็น AI (Artificial Intelligence) ให้สามารถตัดสินใจในการเลื่อนตัวเลขอย่างฉลาด ถูกต้อง

1.2 วัตถุประสงค์โครงงาน

1. มีความเข้าใจในกฎกติกาและวิธีการเล่นของเกม 16-Puzzle
2. สามารถพัฒนา Engines ของเกม 16-Puzzle โดยใช้ภาษา C#
3. สามารถพัฒนาในส่วนของ AI (Artificial Intelligence) ของเกม 16-Puzzle โดยใช้ภาษา C#

1.3 ขอบข่ายการทำงาน

1. ศึกษากฎกติกาของเกม 16-Puzzle
2. ศึกษาวิธีการเล่นเกม 16-Puzzle
3. สร้างและพัฒนาเกม 16-Puzzle โดยใช้ภาษา C#
4. สร้างและพัฒนาในส่วนของ AI (Artificial Intelligence) ของเกม 16-Puzzle โดยใช้ภาษา C#

1.4 ขั้นตอนดำเนินงาน

1. ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีและหลักการต่างๆดังนี้
   - รูปแบบและกฎกติกาของการเล่นเกม 16-Puzzle
   - วิธีการเล่นเกม 16-Puzzle
   - การเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษา C#
   - ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในส่วนที่เป็นแนวคิดของ AI
2. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรม
3. ทดสอบโปรแกรม
4. ทำการปรับปรุงและแก้ไขโปรแกรม
5. วิเคราะห์การทดสอบพร้อมทั้งสรุปผล
6. จัดทำเป็นรูปเล่ม

1.5 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	ปี 2549					ปี 2550			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. รูปแบบและกฎกติกาของการเล่นเกม 16-Puzzle , วิธีการเล่นเกม 16-Puzzle, วางแนวคิดของ AI และ การเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษา C#	←	→							
2. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรม	←	—	—	—	—	→			
3. ทดสอบโปรแกรม					←	—	—	→	
4. ปรับปรุงและแก้ไขโปรแกรม						←	—	→	
5. วิเคราะห์การทดสอบพร้อมทั้งสรุปผล							←	→	
6. จัดทำรูปเล่มโครงงาน								←	→

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจรูปแบบและวิธีการเล่นของเกม 16-Puzzle
2. สามารถสร้างและพัฒนาเกม 16-Puzzle ได้
3. เข้าใจหลักการสลับจัดเรียงตัวเลขที่ถูกต้องของเกม 16-Puzzle
4. สามารถสร้างและพัฒนา AI (Artificial Intelligence) ของเกม 16-Puzzle ได้

1.7 งบประมาณ

1.	ค่าวัสดุสำนักงาน	เป็นเงิน	500	บาท
2.	ค่าถ่ายเอกสาร	เป็นเงิน	500	บาท
		รวมเป็นเงินทั้งสิ้น	1,000	บาท (หนึ่งพันบาทถ้วน)

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

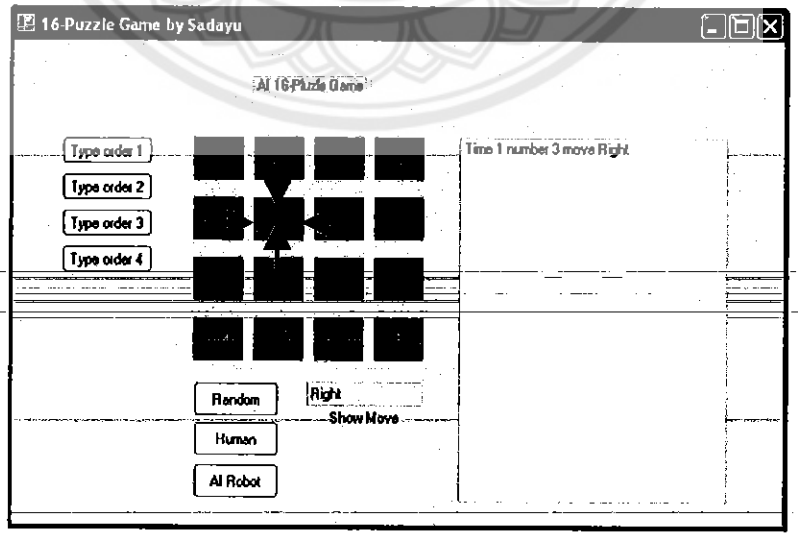
บทนี้จะกล่าวถึงหลักการและทฤษฎีในการคิดพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ เพื่อใช้ในการสลับค่าตัวเลขจัดเรียงในเกม 16 – Puzzle โดยทำการพิจารณาแนวทางจากกฎกติการในการเล่นเกมเพื่อใช้พัฒนาในส่วนของการเลื่อนสลับค่าที่ถูกต้อง และการสังเกตุทิศทางการจัดเรียงเพื่อหาแนวทางที่ใช้ในการจัดเรียงตัวเลขที่ถูกต้องมากที่สุด โดยอธิบายในหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 กฎกติกาในการเล่นเกม 16-Puzzle

เกม 16-Puzzle เป็นเกมที่ผู้เล่นจะต้องทำการเลื่อนสลับค่าที่ต้องการเลื่อนโดยสามารถสลับได้กับช่องว่างเท่านั้น ซึ่งสามารถสลับได้ 4 หรือ 3 หรือ 2 ทิศทางเท่านั้น รูปแบบทิศทางการเลื่อนจะสามรถเลื่อนได้ในทิศ บน ล่าง ซ้าย ขวา ระหว่างค่าที่ต้องการเลื่อนกับช่องว่าง

กฎกติกาในการเล่นเกมมีดังนี้

- ผู้เล่นจะสามารถทำการเลื่อนค่าที่ต้องการกับช่องว่างเท่านั้น
- ทิศทางในการเลื่อนมีได้เพียงสี่ทิศทางรอบช่องว่างนั้นคือ บน ล่าง ซ้าย และขวา
- ผู้เล่นจะต้องทำการสลับค่าไปเรื่อยๆ จนกว่าค่าภายในเกมมีการเรียงถูกต้องตามรูปแบบการจัดเรียงที่กำหนดไว้ในครั้งแรก
- เมื่อมีการจัดเรียงถูกต้องตามรูปแบบที่กำหนดเกมจะจบลงทันที

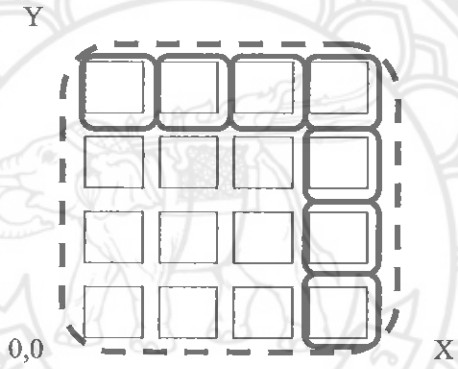


รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างเกม 16 – Puzzle และทิศทางการสลับค่า

2.2 หลักการลดทอนพื้นที่ในการจัดเรียง

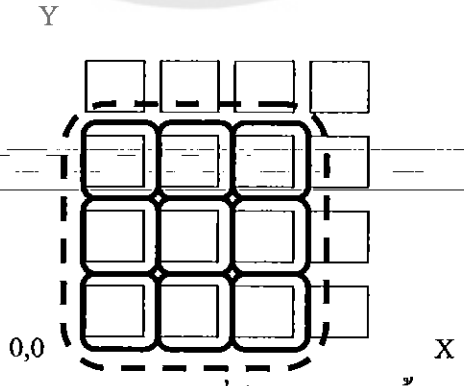
เนื่องจากในส่วนของเกม 16-Puzzle นี้มีพื้นที่ในการสลับค่าได้ทั้งสิ้น 16 ช่อง ซึ่งในแต่ละช่องก็สามารถสลับได้ทั้ง 2 3 และ 4 ทิศทางในการสลับเลื่อนกับช่องว่างซึ่งทำให้เกิดเหตุการณ์ในการสลับจำนวนมาก ด้วยเหตุนี้เราต้องการที่จะให้ปัญญาประดิษฐ์สามารถทำการจัดเรียงให้ถูกต้องและมีจำนวนในการสลับที่น้อยที่สุด จึงมีแนวคิดว่าถ้าทำการลดพื้นที่ในการจัดเรียงโดยที่ จากที่ต้องสลับจัดเรียงค่าในพื้นที่ทั้งหมด 16 ช่อง (4x4) ลดลงเป็น 9 ช่อง (3x3) ตามลำดับจะทำให้การสลับจัดเรียงนั้นไวขึ้น และถูกต้อง โดยสามารถอธิบายได้ ดังนี้

เริ่มต้นจากการแบ่งการจัดเรียงช่วงขั้นตอนที่ 1 เป็นการจัดเรียงบนพื้นที่ 4x4 ซึ่งจะต้องทำการจัดเรียงค่าในตำแหน่งรอบนอก ซึ่งในที่นี้ได้ทำการกำหนดค่าที่ต้องจัดเรียงในขั้นตอนที่หนึ่งตามตำแหน่ง ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.2 แสดงตำแหน่งที่ต้องจัดเรียงในขั้นตอนที่ 1

เมื่อทำการจัดเรียงในขั้นตอนที่ 1 อย่างถูกต้องเป็นที่เรียบร้อยจะทำให้เกิดพื้นที่ในส่วนที่ยังมีได้ทำการจัดเรียงมีขนาด 3x3 ซึ่งในส่วนนี้ก็จะทำการจัดเรียงในส่วนขั้นตอนที่ 2 ดังรูปที่ 2.2



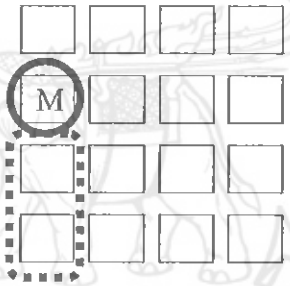
รูปที่ 2.3 แสดงตำแหน่งที่ต้องจัดเรียงในขั้นตอนที่ 1

จากหลักการดังกล่าวจะทำให้พื้นที่ในการสลับจัดเรียงมีพื้นที่ในการจัดเรียงลดลงในแต่ละขั้นตอนการทำงาน ซึ่งจะทำให้เหตุการณ์ที่ใช้ในการตัดสินใจของปัญญาประดิษฐ์ลดลงไปด้วย ซึ่งจะทำให้การจัดเรียงนั้นถูกต้องและรวดเร็ว

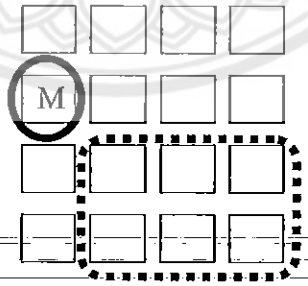
2.3 หลักการแบ่งบริเวณสลับค่าในแต่ละขั้นตอนของการจัดเรียง

ในที่นี้ได้จัดแบ่งบริเวณในการจัดเรียงโดยพิจารณาจากตำแหน่งของค่าที่ต้องการซึ่งเทียบกับตำแหน่งที่กำหนดไว้ (M) ซึ่งสามารถแบ่งออกมาในแต่ละขั้นตอนเป็นขั้นตอนละ 5 บริเวณด้วยกัน ซึ่งแต่ละบริเวณจะเป็นเงื่อนไขให้กับปัญญาประดิษฐ์ในการตัดสินใจสลับค่า ซึ่งประกอบไปด้วยบริเวณ ดังต่อไปนี้

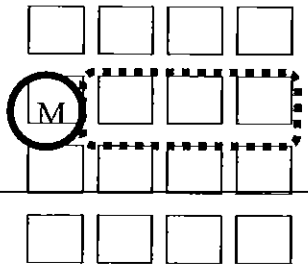
ในแต่ละขั้นตอนนั้นค่าที่ต้องการจะต้องเลื่อนเข้าตำแหน่งที่กำหนดไว้ (M) อยู่ในบริเวณที่ดังรูปต่อไปนี้



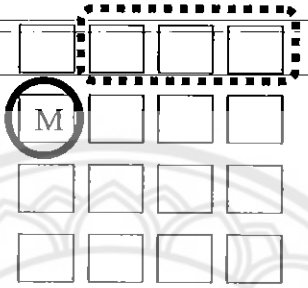
รูปที่ 2.4 แสดงบริเวณที่ 1 ในช่วงขั้นตอนที่ 1



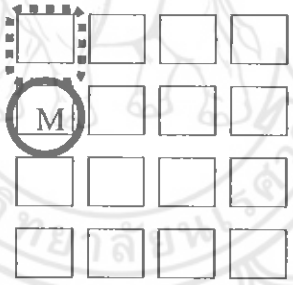
รูปที่ 2.5 แสดงบริเวณที่ 2 ในช่วงขั้นตอนที่ 1



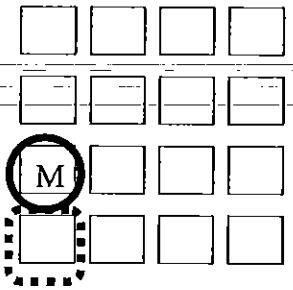
รูปที่ 2.6 แสดงบริเวณที่ 3 ในช่วงขั้นตอนที่ 1



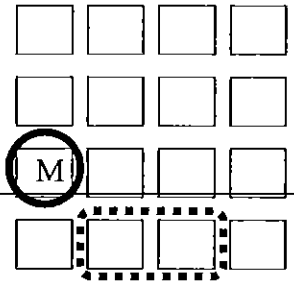
รูปที่ 2.7 แสดงบริเวณที่ 4 ในช่วงขั้นตอนที่ 1



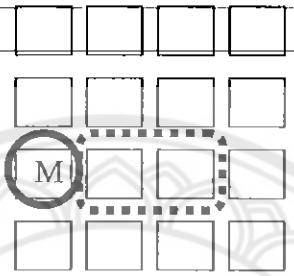
รูปที่ 2.8 แสดงบริเวณที่ 5 ในช่วงขั้นตอนที่ 1



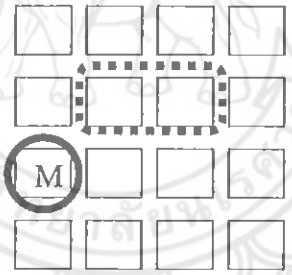
รูปที่ 2.9 แสดงบริเวณที่ 1 ในช่วงขั้นตอนที่ 2



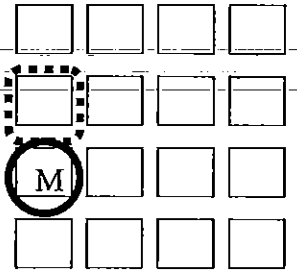
รูปที่ 2.10 แสดงบริเวณที่ 2 ในช่วงขั้นตอนที่ 2



รูปที่ 2.11 แสดงบริเวณที่ 3 ในช่วงขั้นตอนที่ 2



รูปที่ 2.12 แสดงบริเวณที่ 4 ในช่วงขั้นตอนที่ 2

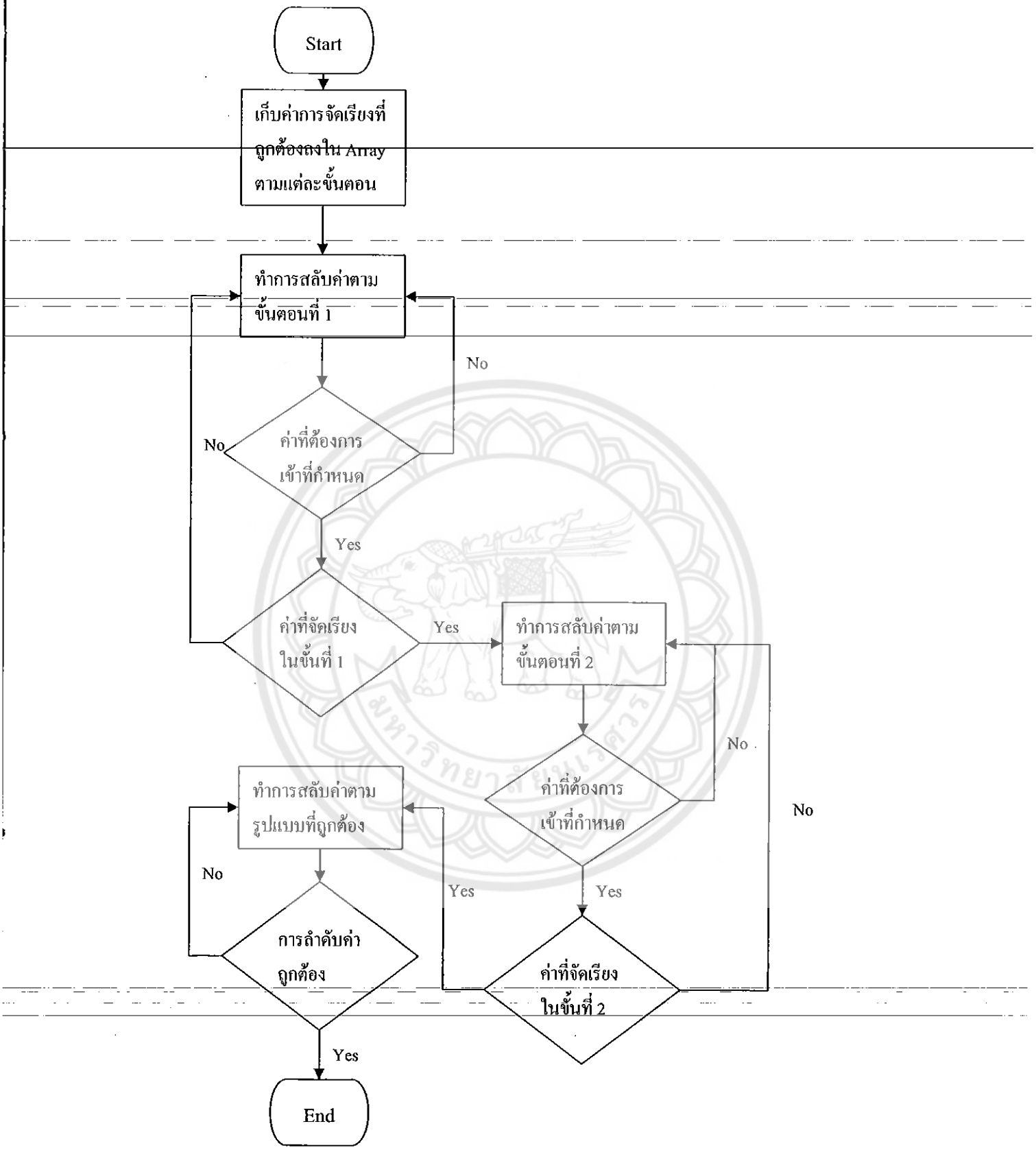


รูปที่ 2.13 แสดงบริเวณที่ 5 ในช่วงขั้นตอนที่ 2

เมื่อมีการแบ่งบริเวณในแต่ละขั้นตอนแล้วจะทำให้การตัดสินใจของปัญญาประดิษฐ์ในแต่ละขั้นตอนมีรูปแบบการตัดสินใจที่แน่นอนและถูกต้องตามที่ต้องการ ซึ่งในส่วนของทิศทางการสลับตัวเลขจะทำการสลับตามการพิจารณาบริเวณดังกล่าวซึ่งในแต่ละบริเวณจะมีทิศทางการเลื่อนสลับค่าตัวเลขที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับเหตุการณ์รอบข้างนั้นคือบริเวณที่ค่าที่ต้องการอยู่ นั้นเป็นขั้นตอนที่เท่าไร และพิจารณาเงื่อนไขพิเศษต่างๆที่เกิดขึ้น เป็นตัวบ่งบอกว่าปัญญาประดิษฐ์ควรตัดสินใจเลื่อนไปในทิศทางใดจึงจะถูกต้องมากที่สุด

2.4 แนวคิดขั้นตอนการทำงานของปัญญาประดิษฐ์

ขั้นตอนการทำงานของปัญญาประดิษฐ์จะมีลำดับการทำงานโดยเริ่มจากการจำตำแหน่งที่ถูกต้องของตัวเลข ซึ่งจะใช้ Array ทำการเก็บค่าไว้ โดยที่ Array ที่ใช้เก็บค่าจะใช้เท่ากับจำนวนขั้นตอนในการจัดเรียง และมีขนาดเท่ากับจำนวนตำแหน่งในแต่ละขั้นตอนนั้นๆ ในที่นี้มีทั้งสิ้น 2 ขั้นตอนด้วยกัน เมื่อทำการจัดเก็บค่าตำแหน่งแล้ว เมื่อทำการเริ่มเกมปัญญาประดิษฐ์จะทำการแก้ปัญหาการสลับค่าโดยเริ่มจากขั้นตอนจัดเรียงที่1 ทำการหาค่าตำแหน่งของช่องว่างและค่าตำแหน่งของเลขที่ต้องการนำมาจัดเรียง จากนั้นทำการเลื่อนสลับค่าระหว่างช่องว่างกับเลขต่างๆ โดยมีจุดประสงค์ที่จะทำให้ค่าที่ต้องการมาอยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ เมื่อค่าที่ต้องการมาอยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้แล้ว ก็นำค่าที่ต้องการเลื่อนเพื่อเข้าสู่ตำแหน่งที่ถูกต้องและจะทำเช่นนี้ไปจนกว่าจะครบตามค่าใน Array ที่เก็บตำแหน่งของขั้นตอนที่ เมื่อขั้นตอนที่ 1 อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องแล้วก็จะเริ่มทำงานในส่วนของขั้นตอนที่สองซึ่งจะมีหลักการทำงานที่คล้ายกับขั้นตอนที่ 1 แต่ที่แตกต่างคือทิศทางในการจัดเรียงเพื่อเข้าสู่ตำแหน่งที่ถูกต้องคือเมื่อค่าใน Array ของขั้นตอนที่ 2 ครบแล้ว ก็จะทำการเลื่อนค่าสู่ตำแหน่งของตัวเลขที่ถูกต้อง ซึ่งลักษณะการจัดเรียงสามารถดูได้ในบทที่ 3 หัวข้อ การจัดการให้ปัญญาประดิษฐ์ทำการสลับตัวเลขเพื่อการจัดเรียงในรูปแบบที่ถูกต้องในแต่ละขั้นตอน โดยการทำงานของปัญญาประดิษฐ์จะเสร็จสิ้นก็ต่อเมื่อค่าของตัวเลขในตารางอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องทั้งหมด ซึ่งขั้นตอนการทำงานของปัญญาประดิษฐ์ที่กล่าวมานี้ สามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 2.14 ดังนี้



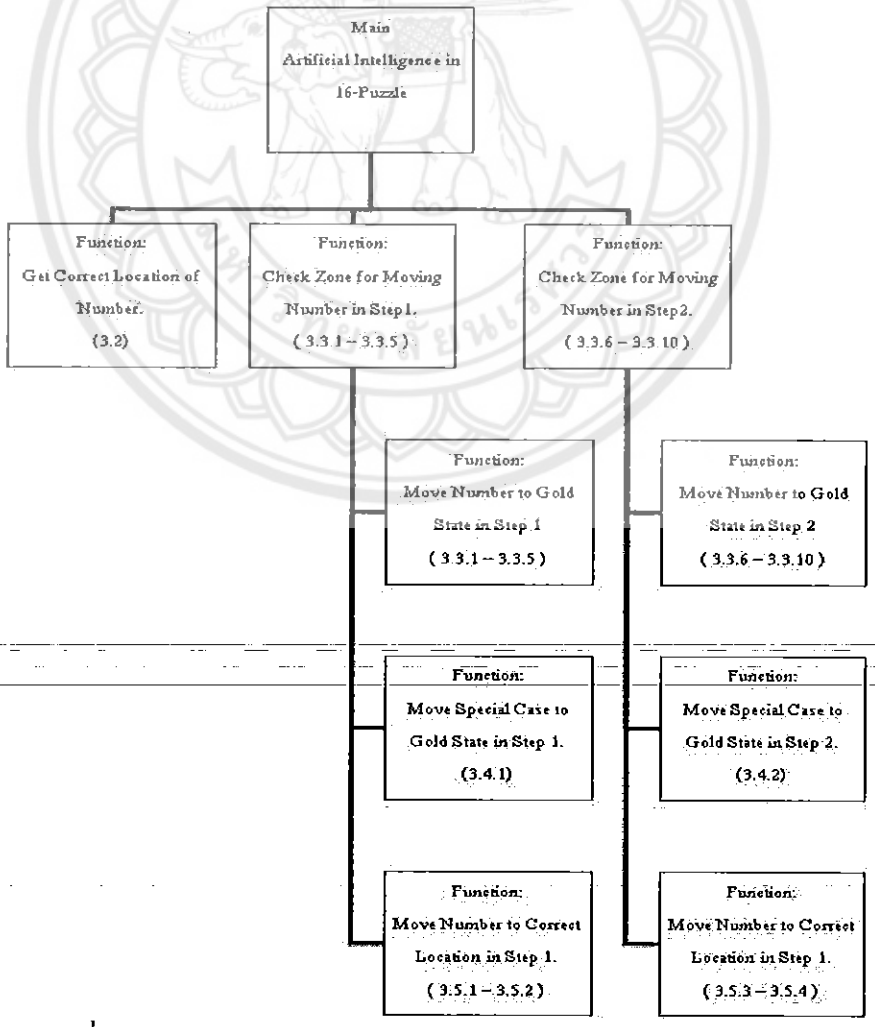
รูปที่ 2.14 รูปแบบการทำงานของปัญญาประดิษฐ์

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการ

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินการของปัญญาประดิษฐ์ในการจัดเรียงตัวเลข โดยจะเริ่มต้นการการที่ปัญญาประดิษฐ์ทำการเก็บค่าตำแหน่งที่ถูกต้องของตัวเลขเพื่อใช้เป็นตัวพิจารณาหาค่าที่ต้องการมาทำการจัดเรียงให้ถูกต้อง การเลื่อนค่าตำแหน่งตัวเลขของปัญญาประดิษฐ์ในแต่ละบริเวณและแต่ละขั้นตอน และวิธีแก้ปัญหาของการสลับตัวเลขที่เกิดกรณีพิเศษนั้นคือเมื่อทำการสลับแล้วจะทำให้ค่าที่จัดเรียงเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งสามารถอธิบายขั้นตอนการดำเนินงานของปัญญาประดิษฐ์ได้ ดังนี้

3.1 สถาปัตยกรรมของซอฟต์แวร์ในปัญญาประดิษฐ์

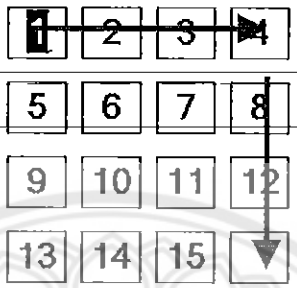
สถาปัตยกรรมของซอฟต์แวร์ในส่วนของปัญญาประดิษฐ์นั้นมีส่วนประกอบการทำงานของฟังก์ชัน ดังต่อไปนี้



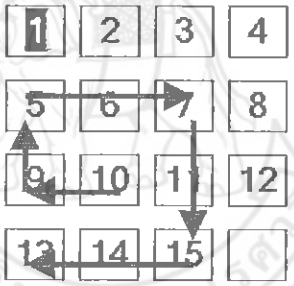
รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ในปัญญาประดิษฐ์

3.2 การเก็บค่าและตำแหน่งที่ถูกต้องของเกมในแต่ละรูปแบบของการจัดเรียง

ในการจัดเก็บค่าและตำแหน่งที่ถูกต้อง จะต้องทำการพิจารณาจากรูปแบบการจัดเรียงที่ถูกต้อง โดยปัญญาประดิษฐ์จะเก็บค่าในตำแหน่งที่ถูกต้องในแต่ละขั้นตอนดังรูป 3.1 และ 3.2 โดยจะนำค่าดังกล่าวเก็บไว้เป็น Array ตามทิศทางที่ลูกศรชี้ในรูปเพื่อนำมาใช้ในการลำดับการสลับตัวเลขว่าจะเลื่อนค่าใดก่อนหลัง



รูปที่ 3.2 แสดงตำแหน่งการจัดเก็บค่าของปัญญาประดิษฐ์ในขั้นตอนที่ 1



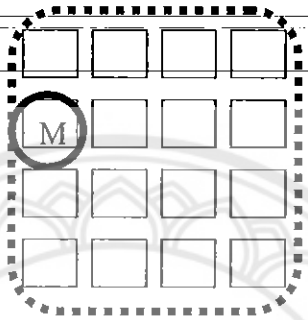
รูปที่ 3.3 แสดงตำแหน่งการจัดเก็บค่าของปัญญาประดิษฐ์ในขั้นตอนที่ 2

เมื่อทำการเก็บค่าตำแหน่งที่ถูกต้องของตัวเลขตามรูปด้านบนแล้ว ก็จะนำเอาค่าที่ได้นี้มาใช้เป็นลำดับในการหาค่าที่ต้องโดยค่าที่ต้องการ โดยจะเริ่มตั้งแต่ Array ตำแหน่งที่ 0 ถึงตัวสุดท้าย เมื่อทำการจัดเรียงค่าถึงตัวสุดท้ายแล้วก็จะทำการจัดค่าใน Array ที่เก็บค่าตำแหน่งในขั้นตอนต่อไป ในที่นี้เกม 16 – Puzzle มีขนาด 4x4 จึงมีการจัดเก็บค่าตำแหน่งที่ถูกต้องจำนวน 2 Array ด้วยกัน

3.3 การตัดสินใจในการสลับตัวเลขของปัญญาประดิษฐ์โดยการพิจารณาจากขั้นตอนและบริเวณในการตัดสินใจ

ในการเลื่อนสลับตัวเลขของปัญญาประดิษฐ์นั้นได้มีการจัดบริเวณในการตัดสินใจออกเป็น 2 ขั้นตอน และแต่ละขั้นตอนก็จัดออกเป็น 5 บริเวณในการตัดสินใจซึ่งสามารถอธิบายการสลับค่าได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

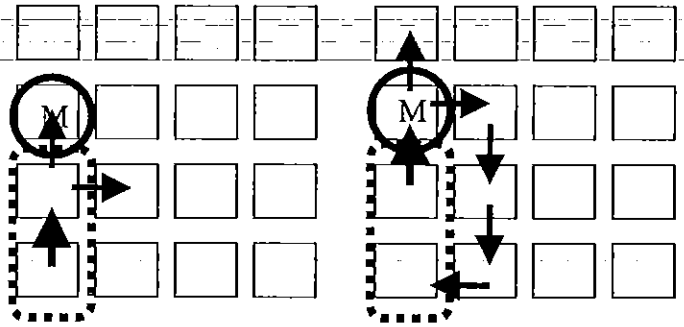


รูปที่ 3.4 แสดงบริเวณในการเลื่อนสลับค่าในช่วงขั้นตอนที่ 1

ในช่วงขั้นตอนที่ 1 นั้น มีการกำหนดตำแหน่งเพื่อทำการจัดเรียงไว้ในตำแหน่งที่ (0, 1) ซึ่งในที่นี้กำหนดให้เป็นตำแหน่ง M ดังรูปที่ 3.3

3.3.1 บริเวณที่ 1 ขั้นตอนที่ 1

ในบริเวณที่ 1 จะมีขอบเขตดังรูป 3.4 โดยค่าที่อยู่ในบริเวณนี้จะต้องเลื่อนขึ้นเพื่อเข้าหาตำแหน่ง (0,1) ที่กำหนดไว้ ซึ่งในบริเวณนี้จะมีรูปแบบการเดินพิเศษในกรณี ตำแหน่ง (0 , 2) เป็นเลขที่จัดเรียงไว้ก่อนแล้ว และ ตำแหน่ง (0 , 3) เป็นเลขที่ต้องจัดเรียงลำดับต่อไป ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อการแก้ปัญหากรณีพิเศษ

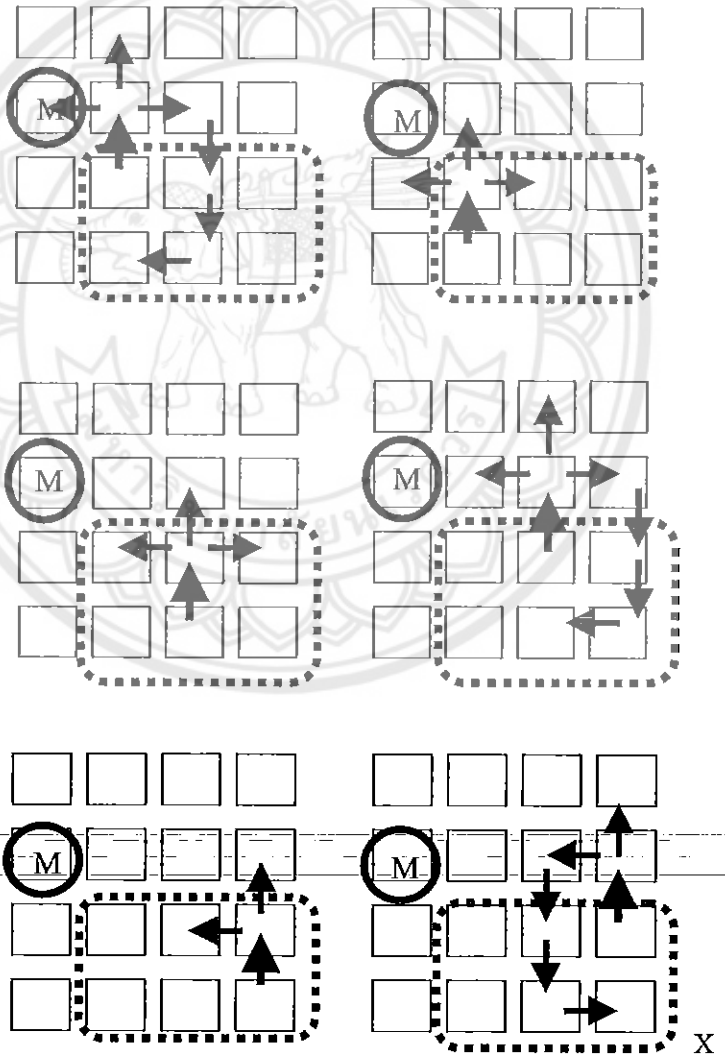


รูปที่ 3.5 แสดงบริเวณที่ 1 ในช่วงขั้นตอนที่ 1 และทิศทางการเลื่อน

จากรูปที่ 3.4 ในส่วนบริเวณนี้ปัญญาประดิษฐ์จะทำการสลับค่าที่ต้องการกับช่องว่างโดยการเลื่อนค่าขึ้นตามทิศทางลูกศรใหญ่เพื่อจะเลื่อนเข้าไปยังตำแหน่ง M ในส่วนลูกสรเล็กเป็น ทิศทางการเลื่อนค่ารอบข้างเพื่อให้สามารถเลื่อนค่าที่ต้องการขึ้นไปยังตำแหน่ง M ได้

3.3.2 บริเวณที่ 2 ขั้นตอนที่ 1

ในบริเวณที่ 2 จะมีขอบเขตดังรูป 3.5 โดยค่าที่อยู่ในบริเวณนี้จะต้องเลื่อนขึ้นไปยังบริเวณที่ 3 เพื่อเข้าหาตำแหน่ง (0 , 1) ที่กำหนดไว้ ซึ่งในบริเวณนี้จะมีรูปแบบการเดินแบบพิเศษในกรณีตำแหน่ง (2 , 3) เป็นเลขที่จัดเรียงไว้ก่อนแล้ว และ ตำแหน่ง (3 , 3) เป็นเลขที่ต้องจัดเรียงลำดับต่อไป ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อการแก้ปัญหากรณีพิเศษ

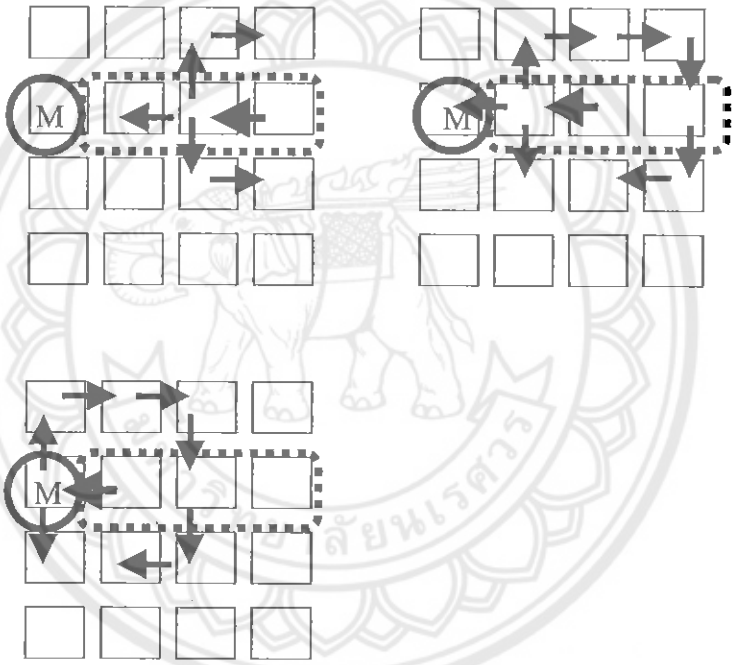


รูปที่ 3.6 แสดงบริเวณที่ 2 ในช่วงขั้นตอนที่ 1 และทิศทางการเลื่อน

จากรูปที่ 3.5 ในส่วนบริเวณนี้ปัญญาประดิษฐ์จะทำการสลับค่าที่ต้องการกับช่องว่างโดยการเลื่อนค่าขึ้นตามทิศทางลูกศรใหญ่ไปยังบริเวณที่ 3 ก่อนจะเลื่อนเข้าไปยังตำแหน่ง M สาเหตุที่ทำการเลื่อนขึ้นตามลูกศรใหญ่ไปยังบริเวณที่ 3 ก่อนก็เพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อค่าที่เคยผ่านจุด M มาก่อนแล้วซึ่งอยู่ในตำแหน่งที่ 1 ในส่วนลูกสรเล็กเป็นทิศทางการเลื่อนค่ารอบข้างเพื่อให้สามารถเลื่อนค่าที่ต้องการขึ้นไปยังบริเวณที่ 3 ได้

3.3.3 บริเวณที่ 3 ขั้นตอนที่ 1

ในบริเวณที่ 3 จะมีขอบเขตดังรูป 3.6 โดยค่าที่อยู่ในบริเวณนี้จะต้องเลื่อนไปทางซ้ายเพื่อเข้าหาตำแหน่ง (0 , 1) ที่กำหนดไว้

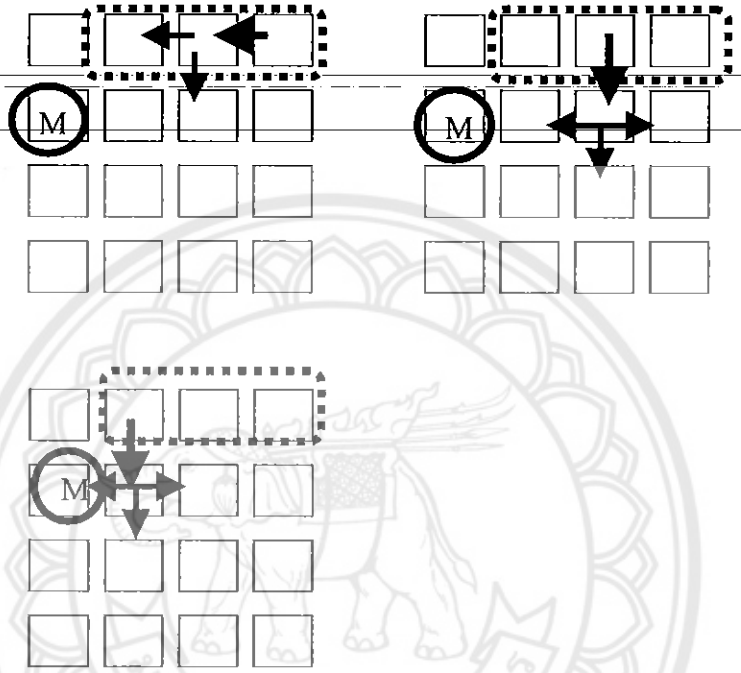


รูปที่ 3.7 แสดงบริเวณที่ 3 ในช่วงขั้นตอนที่ 1 และทิศทางการเลื่อน

จากรูปที่ 3.6 ในส่วนบริเวณนี้ปัญญาประดิษฐ์จะทำการสลับค่าที่ต้องการกับช่องว่างโดยการเลื่อนค่าไปทางซ้าย เพื่อจะเลื่อนเข้าไปยังตำแหน่ง M ในส่วนลูกสรเล็กเป็นทิศทางการเลื่อนค่ารอบข้างเพื่อให้สามารถเลื่อนค่าที่ต้องการขึ้นไปยังตำแหน่ง M ได้

3.3.4 บริเวณที่ 4 ขั้นตอนที่ 1

ในบริเวณที่ 4 จะมีขอบเขตดังรูป 3.7 โดยค่าที่อยู่ในบริเวณนี้จะต้องเลื่อนลงเพื่อเข้าหาตำแหน่ง (0 , 1) ที่กำหนดไว้ ซึ่งในบริเวณนี้จะมีรูปแบบการเดินพิเศษในกรณี ตำแหน่ง (3 , 1) เป็นเลขที่จัดเรียงไว้ก่อนแล้ว และ ตำแหน่ง (3 , 0) เป็นเลขที่ต้องจัดเรียงลำดับต่อไป ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อการแก้ปัญหากรณีพิเศษ

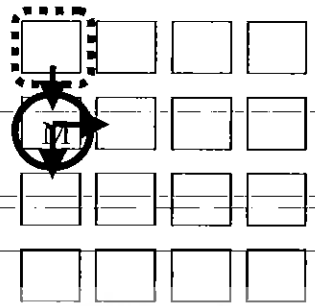


รูปที่ 3.8 แสดงบริเวณที่ 4 ในช่วงขั้นตอนที่ 1 และทิศทางการเลื่อน

จากรูปที่ 3.7 ในส่วนบริเวณนี้ปัญญาประดิษฐ์จะทำการสลับค่าที่ต้องการกับช่องว่างโดยการเลื่อนค่าลงตามทิศทางลูกศรใหญ่ไปยังบริเวณที่ 3 ก่อนจะเลื่อนเข้าไปยังตำแหน่ง M และตำแหน่ง (3, 0) จะทำการสลับค่าที่ต้องการไปทางซ้ายเพื่อหลีกเลี่ยงกรณีพิเศษ ในส่วนลูกสรเล็กเป็นทิศทางการเลื่อนค่ารอบข้างเพื่อให้สามารถเลื่อนค่าที่ต้องการขึ้นไปยังบริเวณที่ 3 ได้

3.3.5 บริเวณที่ 5 ขั้นตอนที่ 1

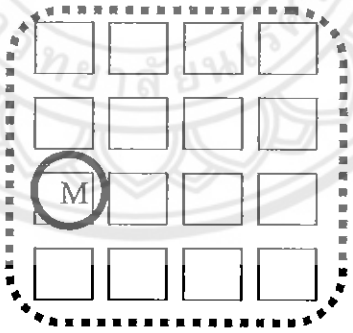
ในบริเวณที่ 5 จะมีขอบเขตดังรูป 3.8 โดยค่าที่อยู่ในบริเวณนี้จะต้องเลื่อนเพื่อเข้าหาตำแหน่ง (0 , 1) ที่กำหนดไว้



รูปที่ 3.9 แสดงบริเวณที่ 5 ในช่วงขั้นตอนที่ 1 และทิศทางการเลื่อน

จากรูปที่ 3.8 ในส่วนบริเวณนี้ปัญญาประดิษฐ์จะทำการสลับค่าที่ต้องการกับช่องว่างโดยการเลื่อนค่าลงตามทิศทางลูกศรใหญ่ไปยังตำแหน่ง M ในส่วนลูกสรเล็กเป็นทิศทางการเลื่อนค่ารอบข้างเพื่อให้สามารถเลื่อนค่าที่ต้องการขึ้นไปยังตำแหน่ง M ได้

ขั้นตอนที่ 2

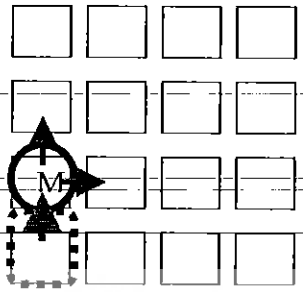


รูปที่ 3.10 แสดงบริเวณในการเลื่อนสลับค่าในช่วงขั้นตอนที่ 2

ในช่วงขั้นตอนที่ 2 นั้น มีการกำหนดตำแหน่งเพื่อทำการจัดเรียงไว้ในตำแหน่งที่ (0, 2) ดังรูปที่ 3.3

3.3.6 บริเวณที่ 1 ขั้นตอนที่ 2

ในบริเวณที่ 1 จะมีขอบเขตดังรูป 3.10 โดยค่าที่อยู่ในบริเวณนี้จะต้องเลื่อนเพื่อเข้าหาตำแหน่ง (0,2) ที่กำหนดไว้

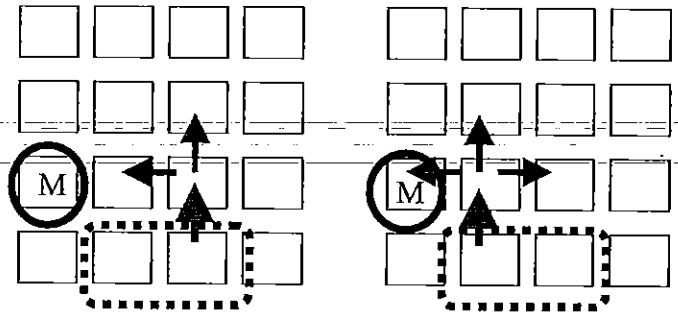


รูปที่ 3.11 แสดงบริเวณที่ 1 ในช่วงขั้นตอนที่ 2 และทิศทางการเลื่อน

จากรูปที่ 3.10 ในส่วนบริเวณนี้ปัญญาประดิษฐ์จะทำการสลับค่าที่ต้องการกับช่องว่างโดยการเลื่อนค่าขึ้นตามทิศทางลูกศรใหญ่ไปยังตำแหน่ง M ในส่วนลูกสรเล็กเป็นทิศทางการเลื่อนค่ารอบข้างเพื่อให้สามารถเลื่อนค่าที่ต้องการขึ้นไปยังตำแหน่ง M ได้

3.3.7 บริเวณที่ 2 ขั้นตอนที่ 2

ในบริเวณที่ 2 จะมีขอบเขตดังรูป 3.11 โดยค่าที่อยู่ในบริเวณนี้จะต้องเลื่อนขึ้นเพื่อเข้าหาตำแหน่ง (0 , 2) ที่กำหนดไว้ ซึ่งในบริเวณนี้จะมีรูปแบบการเดินพิเศษในกรณี ตำแหน่ง (1 , 3) เป็นเลขที่จัดเรียงไว้ก่อนแล้ว และ ตำแหน่ง (2 , 3) เป็นเลขที่ต้องจัดเรียงลำดับต่อไป ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อการแก้ปัญหากรณีพิเศษ

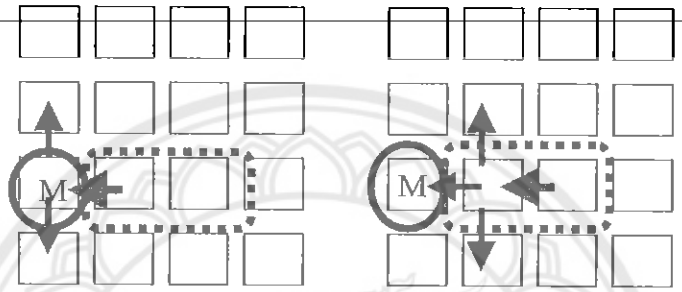


รูปที่ 3.12 แสดงบริเวณที่ 2 ในช่วงขั้นตอนที่ 2 และทิศทางการเลื่อน

จากรูปที่ 3.11 ในส่วนบริเวณนี้ปัญญาประดิษฐ์จะทำการสลับค่าที่ต้องการกับช่องว่างโดยการเลื่อนค่าขึ้นตามทิศทางลูกศรใหญ่ไปยังบริเวณที่ 3 ก่อนจะเลื่อนเข้าไปยังตำแหน่ง M ในส่วนลูกสรเล็กเป็นทิศทางการเลื่อนค่ารอบข้างเพื่อให้สามารถเลื่อนค่าที่ต้องการขึ้นไปยังบริเวณที่ 3 ได้

3.3.8 บริเวณที่ 3 ขั้นตอนที่ 2

ในบริเวณที่ 3 จะมีขอบเขตดังรูป 3.12 โดยค่าที่อยู่ในบริเวณนี้จะต้องเลื่อนซ้าย เพื่อเข้าหาตำแหน่ง (0 , 2) ที่กำหนดไว้

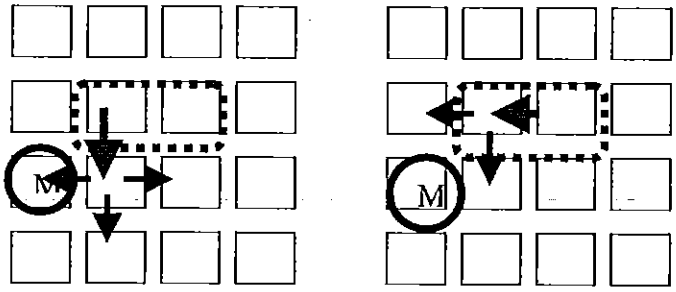


รูปที่ 3.13 แสดงบริเวณที่ 3 ในช่วงขั้นตอนที่ 2 และทิศทางการเลื่อน

จากรูปที่ 3.12 ในส่วนบริเวณนี้ปัญญาประดิษฐ์จะทำการสลับค่าที่ต้องการกับช่องว่างโดยการเลื่อนค่าไปทางซ้ายตามทิศทางลูกศรใหญ่ไปยังตำแหน่ง M ในส่วนลูกสรเล็กเป็นทิศทางการเลื่อนค่ารอบข้างเพื่อให้สามารถเลื่อนค่าที่ต้องการขึ้นไปยังตำแหน่ง M ได้

3.3.9 บริเวณที่ 4 ขั้นตอนที่ 2

ในบริเวณที่ 4 จะมีขอบเขตดังรูป 3.13 โดยค่าที่อยู่ในบริเวณนี้จะต้องเลื่อนซ้าย หรือเลื่อนลงเพื่อเข้าหาตำแหน่ง (0 , 2) ที่กำหนดไว้ ซึ่งในบริเวณนี้จะมีรูปแบบการเดินพิเศษในกรณี ตำแหน่ง (2 , 2) เป็นเลขที่จัดเรียงไว้ก่อนแล้ว และ ตำแหน่ง (2 , 1) เป็นเลขที่ต้องจัดเรียงลำดับต่อไป ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อการแก้ปัญหากรณีพิเศษ

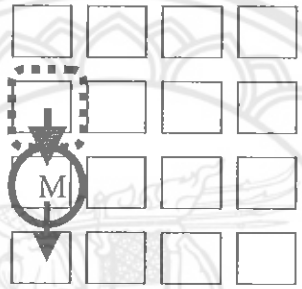


รูปที่ 3.14 แสดงบริเวณที่ 4 ในช่วงขั้นตอนที่ 2 และทิศทางการเลื่อน

จากรูปที่ 3.13 ในส่วนบริเวณนี้ปัญญาประดิษฐ์จะทำการสลับค่าที่ต้องการกับช่องว่างโดยการเลื่อนค่าซ้ายหรือลงตามทิศทางลูกศรใหญ่ไปยังบริเวณที่ 3 ก่อนจะเลื่อนเข้าไปยังตำแหน่ง M ในส่วนลูกสรเล็กเป็นทิศทางการเลื่อนค่ารอบข้างเพื่อให้สามารถเลื่อนค่าที่ต้องการขึ้นไปยังบริเวณที่ 3 ได้

3.3.10 บริเวณที่ 5 ขั้นตอนที่ 2

ในบริเวณที่ 5 จะมีขอบเขตดังรูป 3.14 โดยค่าที่อยู่ในบริเวณนี้จะต้องเลื่อนเพื่อเข้าหาตำแหน่ง (0 , 2) ที่กำหนดไว้ M



รูปที่ 3.15 แสดงบริเวณที่ 5 ในช่วงขั้นตอนที่ 2 และทิศทางการเลื่อน

จากรูปที่ 3.14 ในส่วนบริเวณนี้ปัญญาประดิษฐ์จะทำการสลับค่าที่ต้องการกับช่องว่างโดยการเลื่อนลงค่าตามทิศทางลูกศรใหญ่ไปยังตำแหน่ง M ในส่วนลูกสรเล็กเป็นทิศทางการเลื่อนค่ารอบข้างเพื่อให้สามารถเลื่อนค่าที่ต้องการขึ้นไปยังตำแหน่ง M ได้

3.4 การแก้ปัญหาในกรณีพิเศษที่ปัญญาประดิษฐ์ทำการสลับตัวเลขแล้วจะทำให้เกิดผลกระทบต่อการเดินที่ถูกต้อง

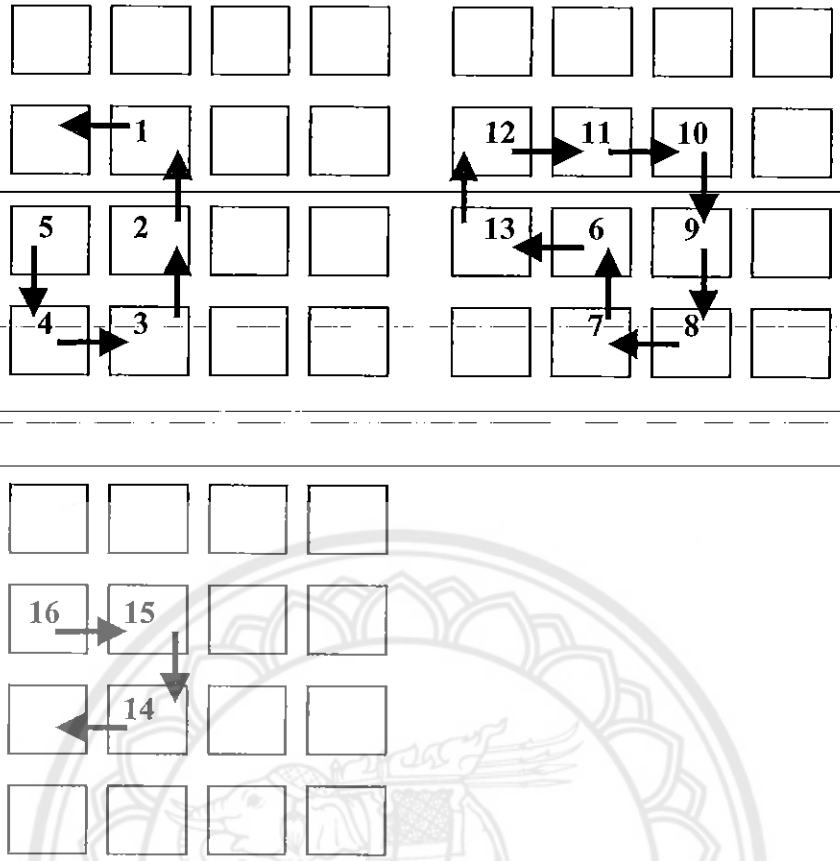
จากการเลื่อนโดยทั่วไปจากหัวข้อข้างต้น จะทำให้เกิดกรณีพิเศษขึ้นในบางบริเวณของกรณีที่ 1 และ 2 ซึ่งแต่ละเงื่อนไขมีลำดับขั้นตอนที่เฉพาะเพื่อให้ปัญญาประดิษฐ์สามารถเดินตามที่วางไว้และไม่ส่งผลกระทบต่อการเลื่อนจัดเรียงทั่วไปได้ โดยสามารถอธิบายการแก้ปัญหาการจัดเรียงค่าได้ ดังต่อไปนี้

3.4.1 ปัญหาในช่วงขั้นตอนที่ 1

- เงื่อนไขที่ 1 ปัญญาประดิษฐ์จะทำเงื่อนไขนี้ก็ต่อเมื่อเกิดเหตุการณ์ตามรูปที่ 3.15

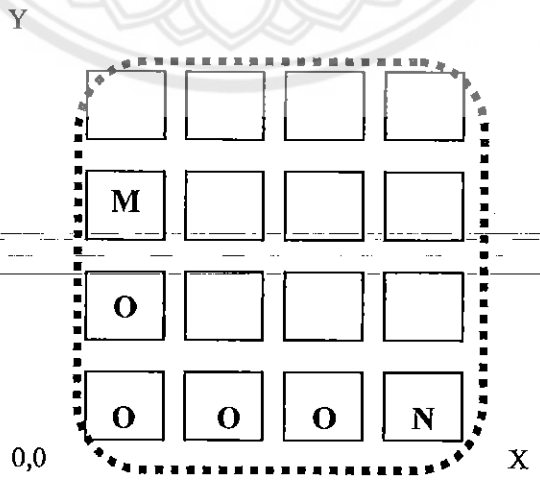
รูปที่ 3.16 แสดงกรณีพิเศษเงื่อนไขที่ 1 ขั้นตอนที่ 1

เมื่อเกิดปัญหาในกรณีดังกล่าว จะต้องทำการเซตค่าในเงื่อนไขของปัญญาประดิษฐ์ให้ทำงานตามทิศทางการสลับที่ถูกต้องเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยทิศทางที่สามารถแก้ไขได้นั้นมีทั้งหมด 16 ครั้งในการสลับค่าตัวเลขกับช่องว่าง เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง โดยสามารถแสดงเป็นลำดับการเลื่อนของค่าไปยังตำแหน่งต่างๆ สามารถอธิบายลำดับการเลื่อนจากรูปที่ 3.15.1 ซึ่งปลายลูกศรจะเป็นทิศทางสลับค่ากับช่องว่าง ดังรูป 3.15.1 นี้



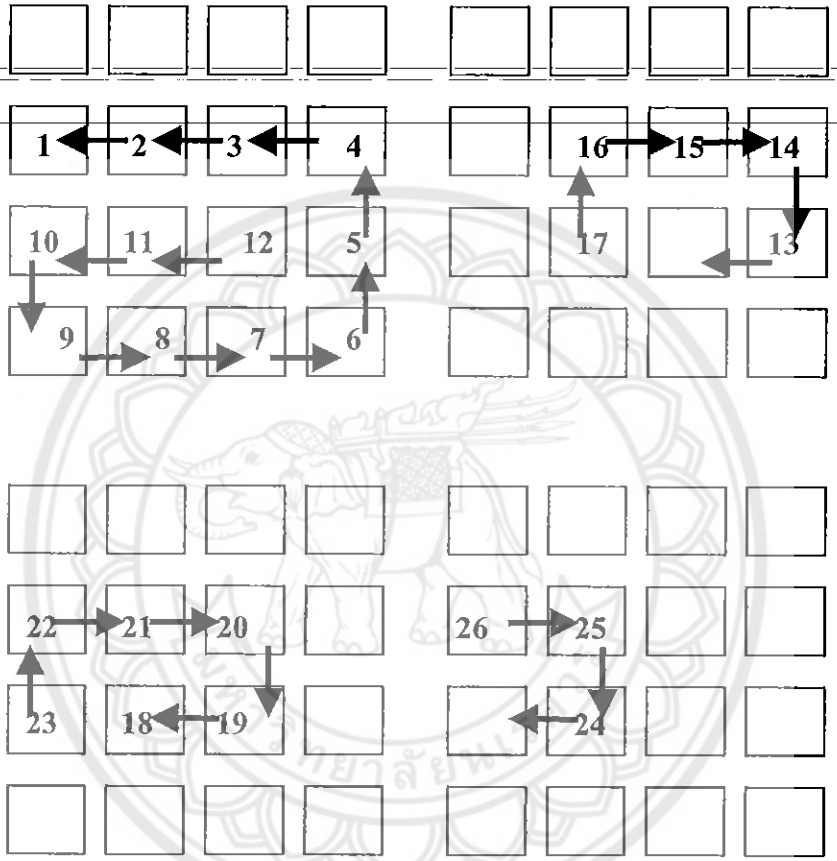
รูปที่ 3.16.1 แสดงทิศทางการเลื่อนแก้ปัญหาเงื่อนไขที่ 1ขั้นตอนที่ 1

- เงื่อนไขที่ 2 ปัญญาประดิษฐ์จะทำเงื่อนไขนี้ก็ต่อเมื่อเกิดเหตุการณ์ตามรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.17 แสดงกรณีพิเศษเงื่อนไขที่ 2 ขั้นตอนที่ 1

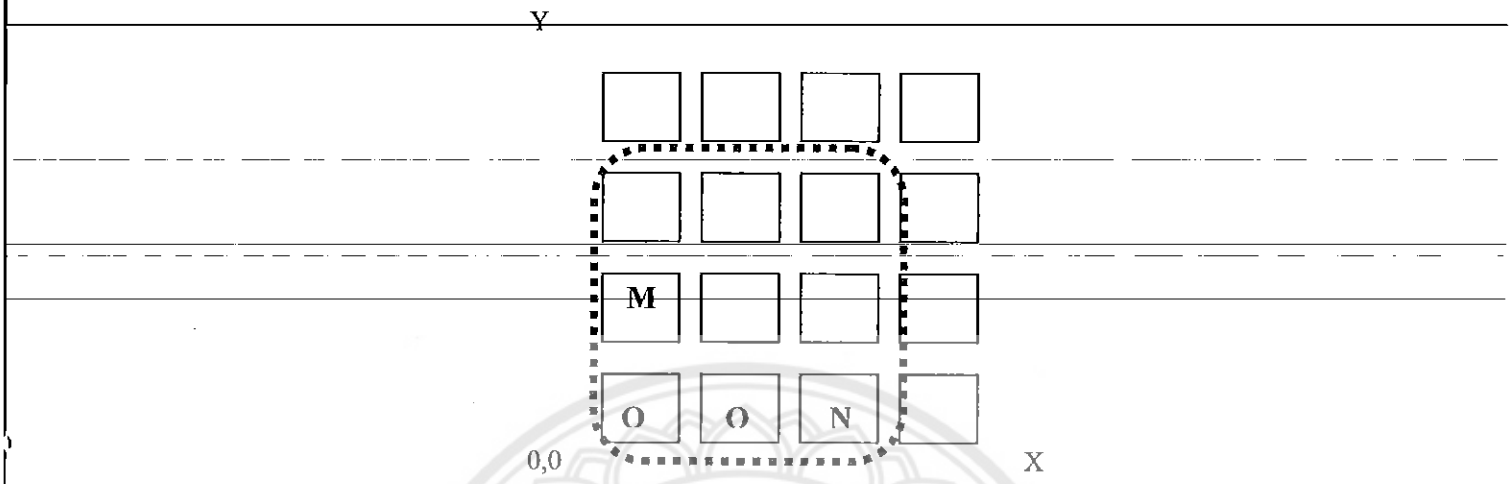
เมื่อเกิดปัญหาในกรณีดังกล่าว จะต้องทำการเซตค่าในเงื่อนไขของปัญญาประดิษฐ์ให้ทำงานตามทิศทางการสลับที่ถูกต้องเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยทิศทางที่สามารถแก้ไขได้นั้นมีทั้งหมด 26 ครั้งในการสลับค่าตัวเลขกับช่องว่าง เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง โดยสามารถแสดงเป็นลำดับการเลื่อนของค่าไปยังตำแหน่งต่างๆ สามารถอธิบายลำดับการเลื่อนจากรูปที่ 3.16.1 ซึ่งปลายลูกศรจะเป็นทิศทางสลับค่ากับช่องว่าง ดังรูปที่ 3.16.1 นี้



รูปที่ 3.17.1 แสดงทิศทางการเลื่อนแก้ปัญหาเงื่อนไขที่ 2 ขั้นตอนที่ 1

3.4.2 ปัญหาในช่วงขั้นตอนที่ 2

- เงื่อนไขที่ 1 ปัญญาประดิษฐ์จะทำเงื่อนไขนี้ก็ต่อเมื่อเกิดเหตุการณ์ตามรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 แสดงกรณีพิเศษเงื่อนไขที่ 1 ขั้นตอนที่ 2

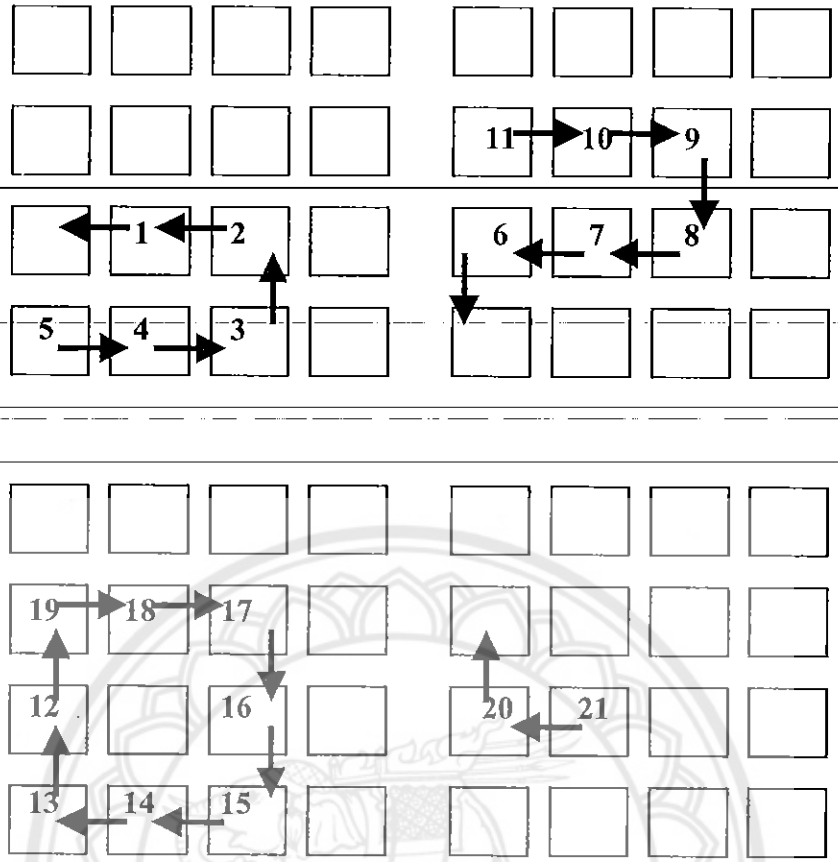
เมื่อเกิดปัญหาในกรณีดังกล่าว จะต้องทำการเซตค่าในเงื่อนไขของปัญญาประดิษฐ์ให้ทำงานตามทิศทางการสลับที่ถูกต้องเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยทิศทางที่สามารถแก้ไขได้นั้นมีทั้งหมด 21 ครั้งในการสลับค่าตัวเลขกับช่องว่าง เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง โดยสามารถแสดงเป็นลำดับการเลื่อนของค่าไปยังตำแหน่งต่างๆ สามารถอธิบายลำดับการเลื่อนจากรูปที่ 3.17.1 ซึ่งปลายลูกศรจะเป็นทิศทางสลับค่ากับช่องว่าง ดังนี้

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

เ 5080519.

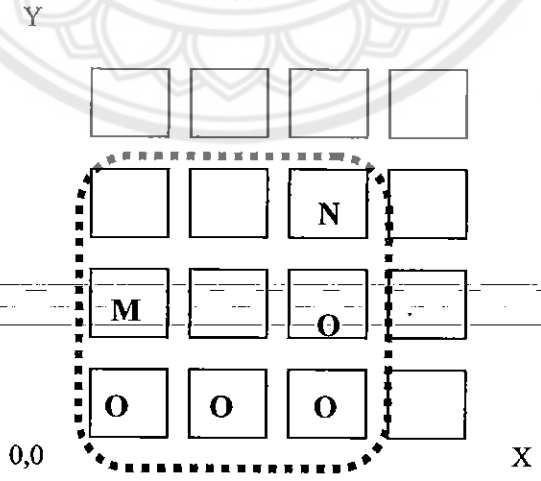
5000093

ปร.
ส162ป
2547



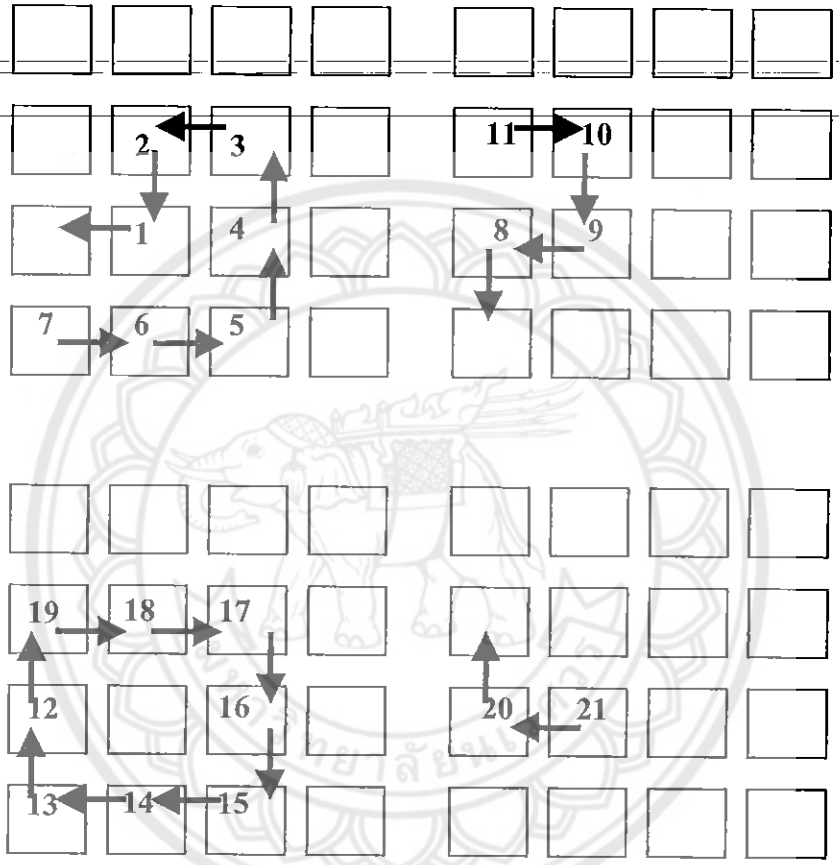
รูปที่ 3.18.1 แสดงทิศทางการเลื่อนแก้ปัญหาเงื่อนไขที่ 1ขั้นตอนที่ 2

- เงื่อนไขที่ 2 ปัญญาประดิษฐ์จะทำเงื่อนไขนี้ก็ต่อเมื่อเกิดเหตุการณ์ตามรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 แสดงกรณีพิเศษเงื่อนไขที่ 1 ขั้นตอนที่ 2

เมื่อเกิดปัญหาในกรณีดังกล่าว จะต้องทำการเซตค่าในเงื่อนไขของปัญญาประดิษฐ์ให้ทำงานตามทิศทางการสลับที่ถูกต้องเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยทิศทางที่สามารถแก้ไขได้นั้นมีทั้งหมด 21 ครั้ง ในการสลับค่าตัวเลขกับช่องว่าง เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง โดยสามารถแสดงเป็นลำดับการเลื่อนของค่าไปยังตำแหน่งต่างๆ สามารถอธิบายลำดับการเลื่อนจากรูปที่ 3.18.1 ซึ่งปลายลูกศรจะเป็นทิศทางสลับค่ากับช่องว่าง ดังนี้

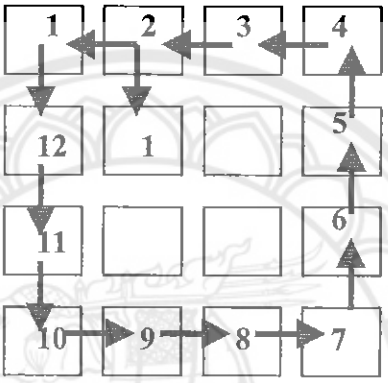


รูปที่ 3.19.1 แสดงทิศทางการเลื่อนแก้ปัญหาเงื่อนไขที่ 1ขั้นตอนที่ 2

3.5 การจัดการให้ปัญญาประดิษฐ์ทำการสลับตัวเลขเพื่อการจัดเรียงในรูปแบบที่ถูกต้องในแต่ละขั้นตอน

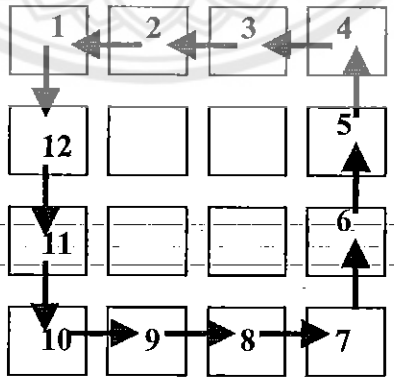
การจัดการให้ปัญญาประดิษฐ์ทำการสลับเพื่อจัดเรียงตัวเลขนั้นมีรูปแบบการเลื่อนอยู่หลายรูปแบบซึ่งจะดำเนินการในหลักอยู่ 2 ช่วงนั้นคือ ช่วงหลังจากที่ทำการเลื่อนค่าที่ต้องการเข้าสู่จุดที่กำหนดไว้ และช่วงหลังจากตัวเลขทั้งหมดที่ต้องการเลื่อนเข้าจุดที่กำหนดหมดแล้ว ซึ่งแต่ละส่วนมีการแบ่งแยกย่อยตามขั้นตอน โดยมีรูปแบบทิศทางการไหลค่าที่ต้องการจัดเรียง ดังนี้

3.5.1 การจัดเรียงหลังจากค่าที่ต้องการเข้าสู่จุดที่กำหนดไว้ ขั้นตอนที่ 1



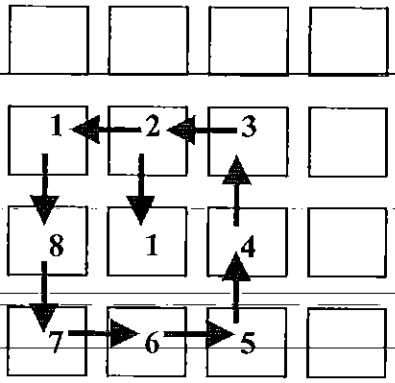
รูปที่ 3.20 แสดงลำดับทิศทางการสลับค่าเพื่อจัดเรียงในรูปแบบ 1

3.5.2 การจัดเรียงหลังจากค่าที่ต้องการเข้าสู่จุดที่กำหนดไว้ทั้งหมด ขั้นตอนที่ 1



รูปที่ 3.21 แสดงทิศทางการสลับค่าเพื่อจัดเรียงสู่ตำแหน่งที่ถูกต้องในรูปแบบ 1

3.5.3 การจัดเรียงหลังจากค่าที่ต้องการเข้าสู่จุดที่กำหนดไว้ ขั้นตอนที่ 2



รูปที่ 3.22 แสดงทิศทางการสลับค่าเพื่อจัดเรียงในรูปแบบ 2

3.5.4 การจัดเรียงหลังจากค่าที่ต้องการเข้าสู่จุดที่กำหนดไว้ทั้งหมด ขั้นตอนที่ 2

รูปที่ 3.23 แสดงทิศทางการสลับค่าเพื่อจัดเรียงสู่ตำแหน่งที่ถูกต้องในรูปแบบ 2

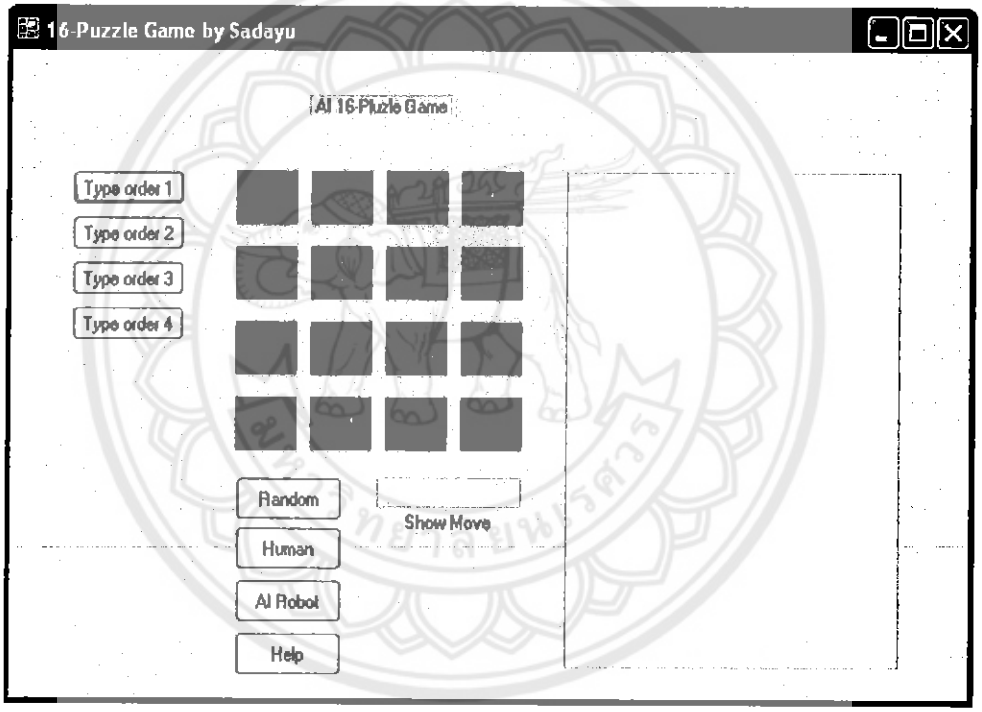
บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการเริ่มการทำงานโปรแกรมเกม 16-Puzzle Game

ในการทดลองนั้น ต้องการพิสูจน์ความสามารถในการตัดสินใจสลับตัวเลขเพื่อจัดเรียงของปัญญาประดิษฐ์ที่ทำการพัฒนาขึ้นว่าสามารถที่จะทำการจัดเรียงข้อมูลได้ถูกต้องหรือไม่ ซึ่งจากการพิสูจน์ทำการเริ่มต้นโปรแกรมจะได้ผลลัพธ์ในการทำงานของปัญญาประดิษฐ์ ได้ดังนี้

เมื่อทำการเปิดโปรแกรมเกมเข้ามา จะแสดงหน้าจอของเกม ดังรูปที่ 4.1

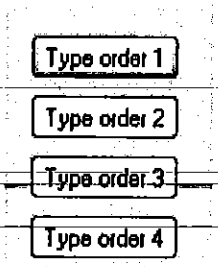


รูปที่ 4.1 โปรแกรมเกม 16-Puzzle Game

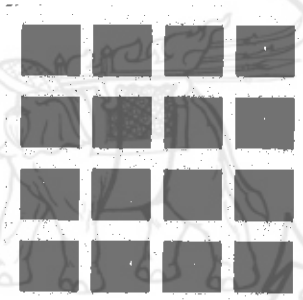
4.2 ผลการทำงานของปุ่มต่างๆ ในโปรแกรมเกม 16-Puzzle Game

4.2.1 แสดงผลของปุ่มที่ใช้ในเลือกรูปแบบการจัดเรียง (Type order)

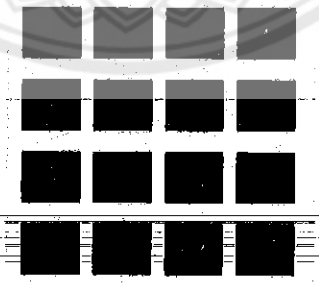
เมื่อทำการเลือกที่ปุ่ม "Type order" ต่างจะแสดงผลออกมา ดังต่อไปนี้



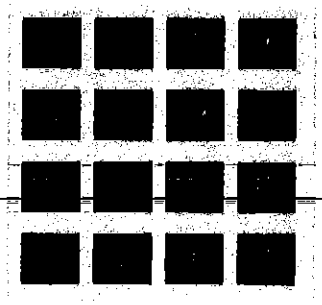
รูปที่ 4.2 แสดงปุ่ม Type order ต่างๆที่ใช้ในการเลือก



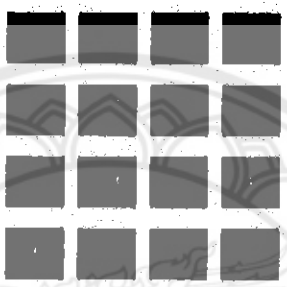
รูปที่ 4.3 ผลการเลือกปุ่มรูปแบบการจัดเรียงที่ 1



รูปที่ 4.4 ผลการเลือกปุ่มรูปแบบการจัดเรียงที่ 2



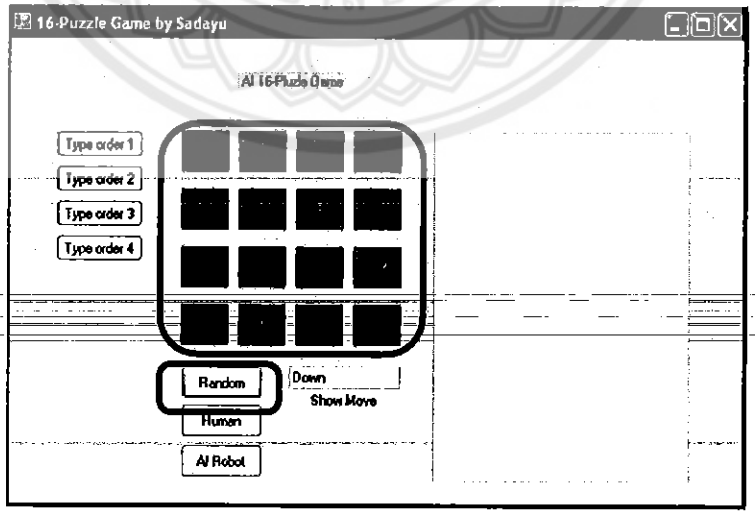
รูปที่ 4.5 ผลการเลือกปุ่มรูปแบบการจัดเรียงที่ 3



รูปที่ 4.6 ผลการเลือกปุ่มรูปแบบการจัดเรียงที่ 4

4.2.2 แสดงผลของปุ่มที่ใช้ในการคละลำดับของตัวเลข (Random)

เมื่อทำการเลือกที่ปุ่ม "Random" ต่างจะแสดงผลออกมา ดังต่อไปนี้

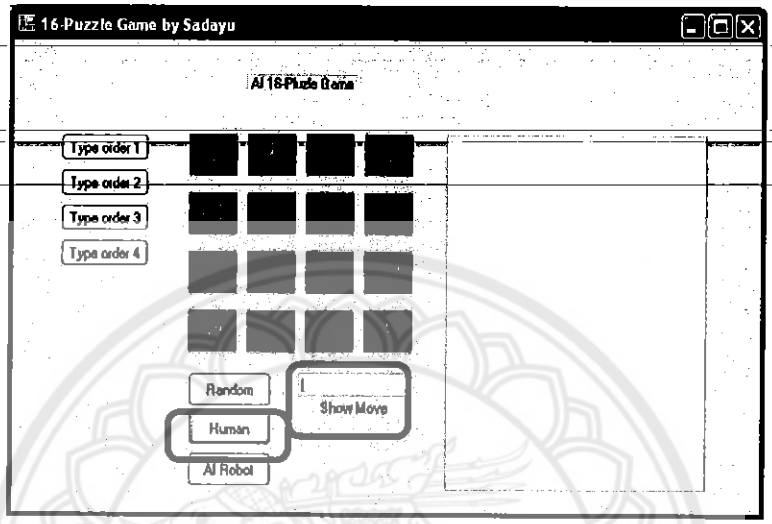


รูปที่ 4.7 แสดงผลการเลือกปุ่ม Random เพื่อคละการเรียงลำดับ

จะสามารถเลือกปุ่ม Random ก็ต่อเมื่อทำการเลือกที่ปุ่ม Type order ต่างๆ แล้วเท่านั้น

4.2.3 แสดงผลของปุ่มที่ใช้ในการให้บุคคลเล่นเอง (Human)

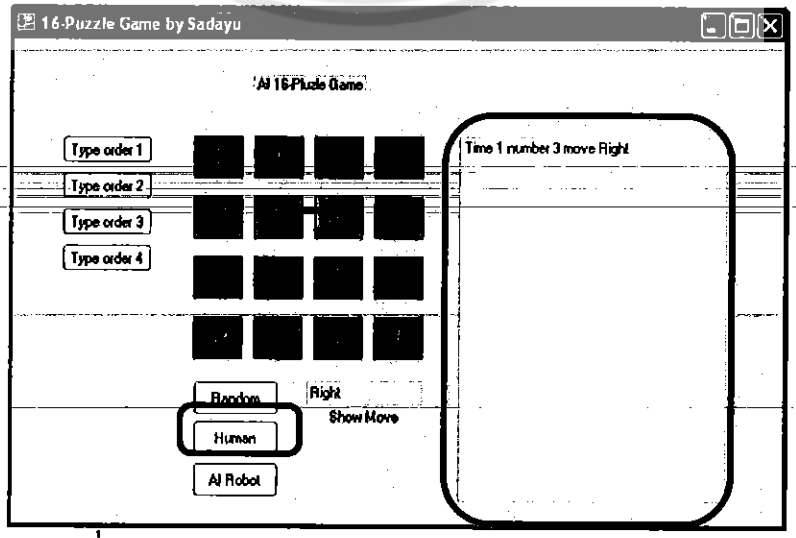
เมื่อทำการเลือกที่ปุ่ม "Human" จะเป็นการเล่นเกมด้วยตัวบุคคล ซึ่งสามารถใช้ปุ่มลูกศรบนคีย์บอร์ดในการควบคุมทิศทางการสลับค่าระหว่างช่องว่างกับตัวเลข ซึ่งเมื่อทำการกดเลือกทิศทางค่าที่ได้จะแสดงบน Text box และ Text list ดังรูป



รูปที่ 4.8 แสดงผลการเลือกปุ่ม Human

จะสามารถเลือกปุ่ม Human ได้ก็ต่อเมื่อทำการเลือกที่ปุ่ม Type order ต่างๆ และกดปุ่ม Random แล้วเท่านั้น

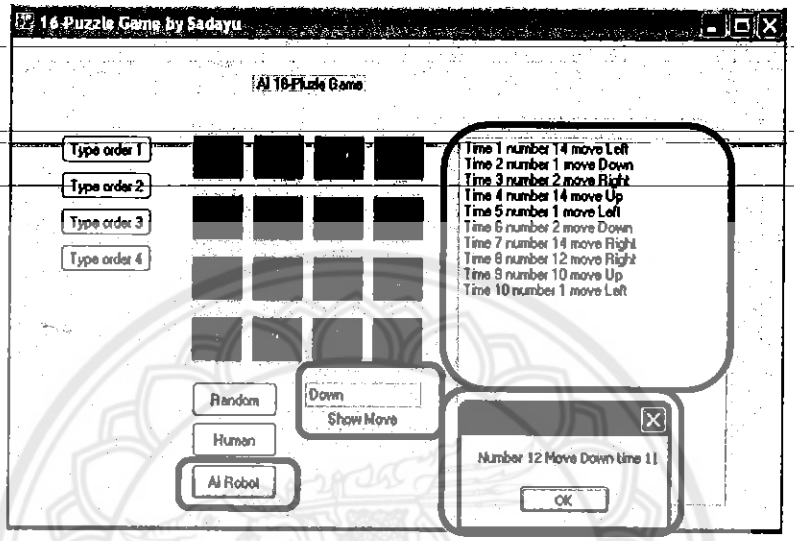
เมื่อทำการ Key ค่าจากคีย์บอร์ด โดยกดที่ปุ่มลูกศรบนคีย์บอร์ด จะทำการสลับค่าตัวเลขกับช่องว่าง ดังรูปที่ 4.5 ซึ่งจะแสดงค่าบน Text list ดังรูป



รูปที่ 4.9 แสดงผลการคีย์ค่าลงในโปรแกรมเกมโดยบุคคลเล่น

4.2.4 แสดงผลของปุ่มที่ใช้ในการให้ปัญญาประดิษฐ์เล่นเกม (AI Robot)

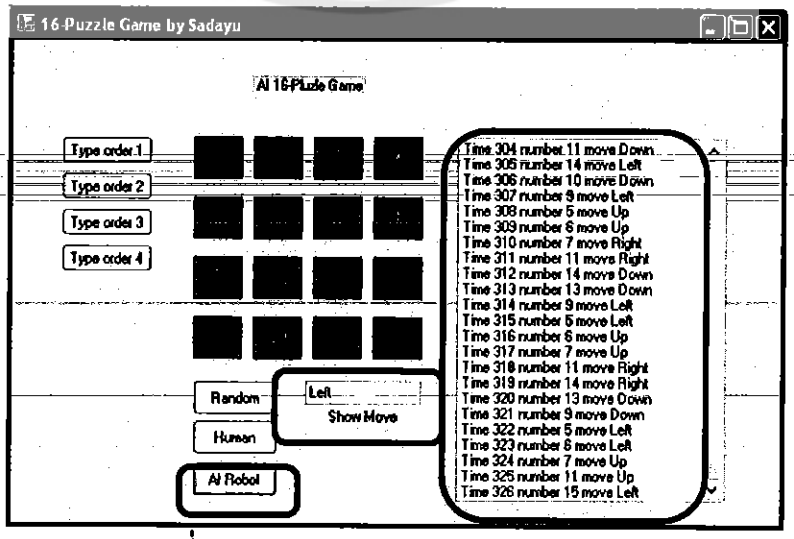
เมื่อทำการเลือกที่ปุ่ม "AI Robot" จะเป็นการเล่นเกมด้วยปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งตัวโปรแกรมปัญญาประดิษฐ์จะทำการหาคำตอบเอง ค่าขั้นตอนการทำงานที่ได้จะแสดงบนMessage box, Text box และ Text list ดังรูป



รูปที่ 4.10 แสดงผลการเลือกปุ่ม AI Robot

จะสามารถเลือกปุ่ม AI Robot ได้ก็ต่อเมื่อทำการเลือกที่ปุ่ม Type order ต่างๆ และกดปุ่ม Random แล้วเท่านั้น

เมื่อกด Enter บน message box จนจบการทำงานของปัญญาประดิษฐ์จะเป็นขั้นตอนการทำงานของปัญญาประดิษฐ์ทั้งหมด และการจัดเรียงถูกต้องตามที่เลือกไว้



รูปที่ 4.11 แสดงผลการทำงานของ AI Robot

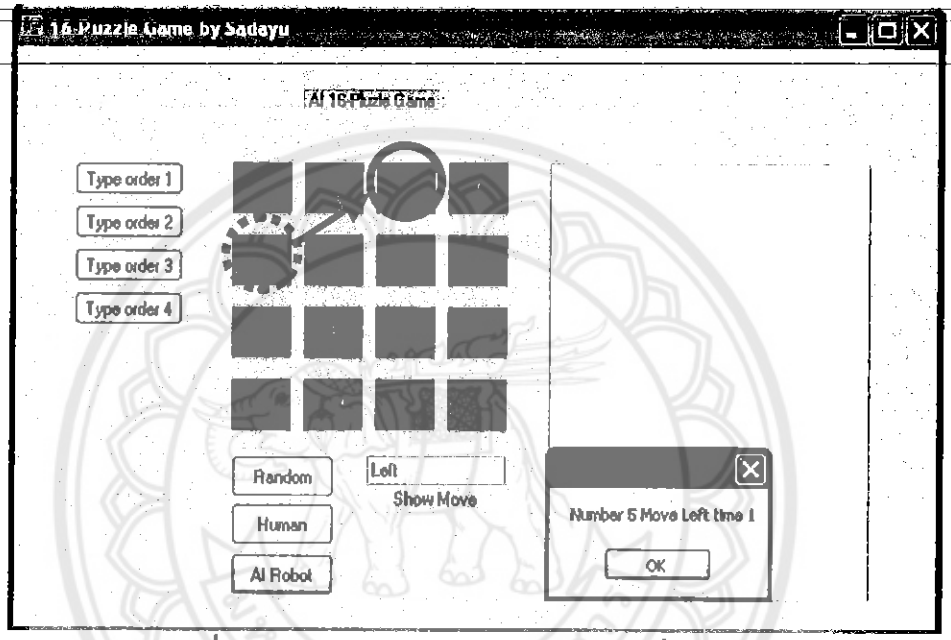
4.3 ผลการทำงานของปัญญาประดิษฐ์ในโปรแกรมเกม 16-Puzzle Game

สามารถแบ่งผลการทำงานของปัญญาประดิษฐ์ได้ 2 ขั้นตอนหลัก ได้ดังนี้

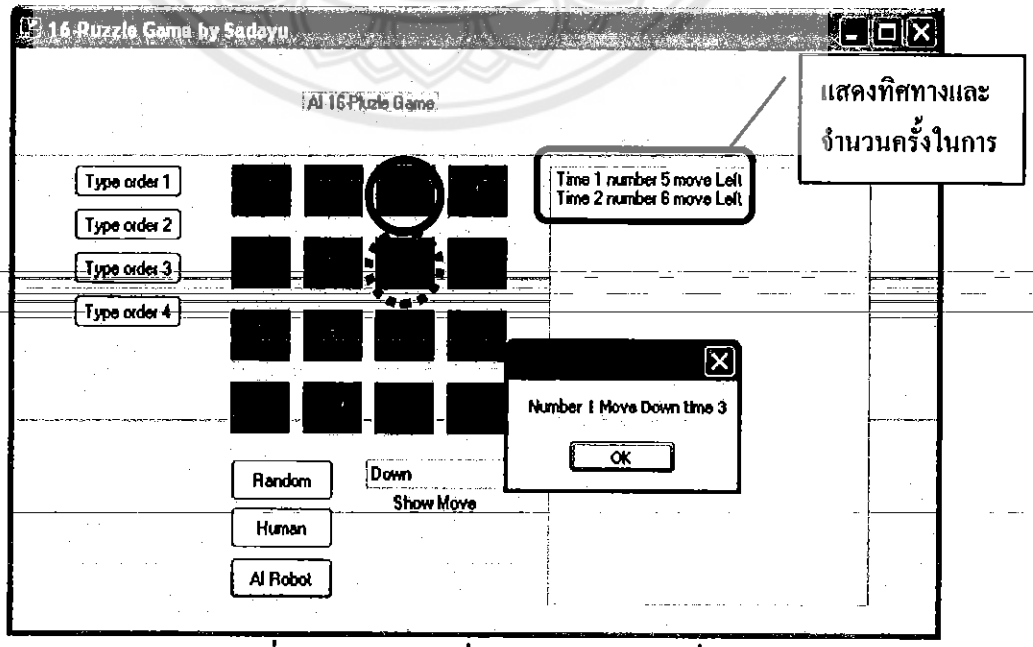
4.3.1 ผลการทำงานของปัญญาประดิษฐ์ในช่วงขั้นตอนที่ 1

ในช่วงขั้นตอนที่ 1 นี้สามารถแสดงผลการทำงานของปัญญาประดิษฐ์ได้เป็นช่วงการทำงาน ดังนี้

- ผลการทำงานช่วงการสลับค่าตัวเลขกับช่องว่างเพื่อเลื่อนเข้าใกล้ตัวเลขที่ต้องการ

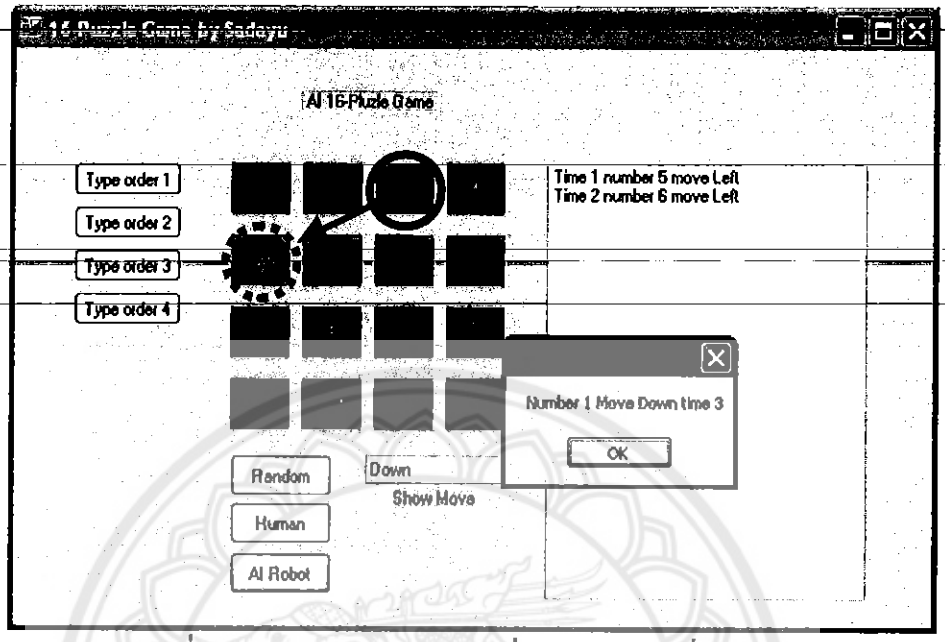


รูปที่ 4.12 แสดงผลระยะของช่องว่างกับค่าที่ต้องการ

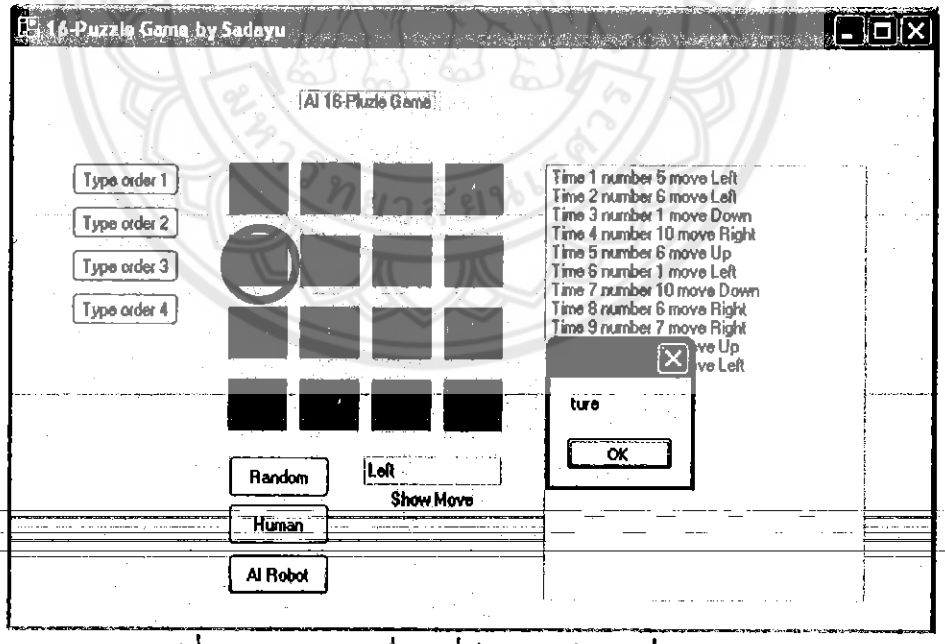


รูปที่ 4.13 แสดงผลเมื่อช่องว่างอยู่ใกล้ค่าที่ต้องการ

- ผลการทำงานช่วงการสลับค่าตัวเลขกับช่องว่างเพื่อเลื่อนตัวเลขที่ต้องการสู่จุดที่ทำการกำหนดไว้

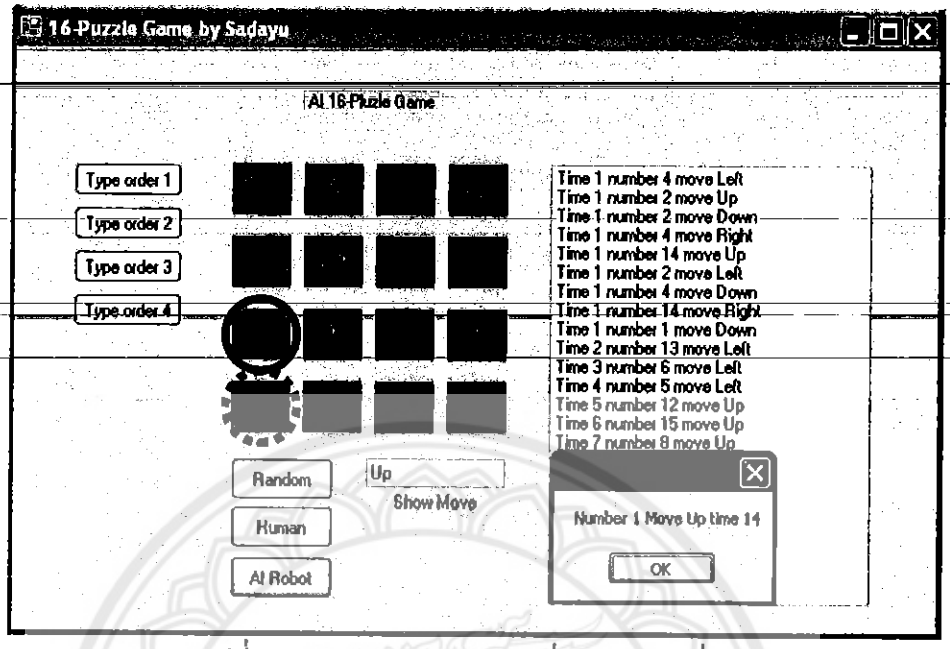


รูปที่ 4.14 แสดงผลระยะของค่าที่ต้องการกับจุดที่กำหนด

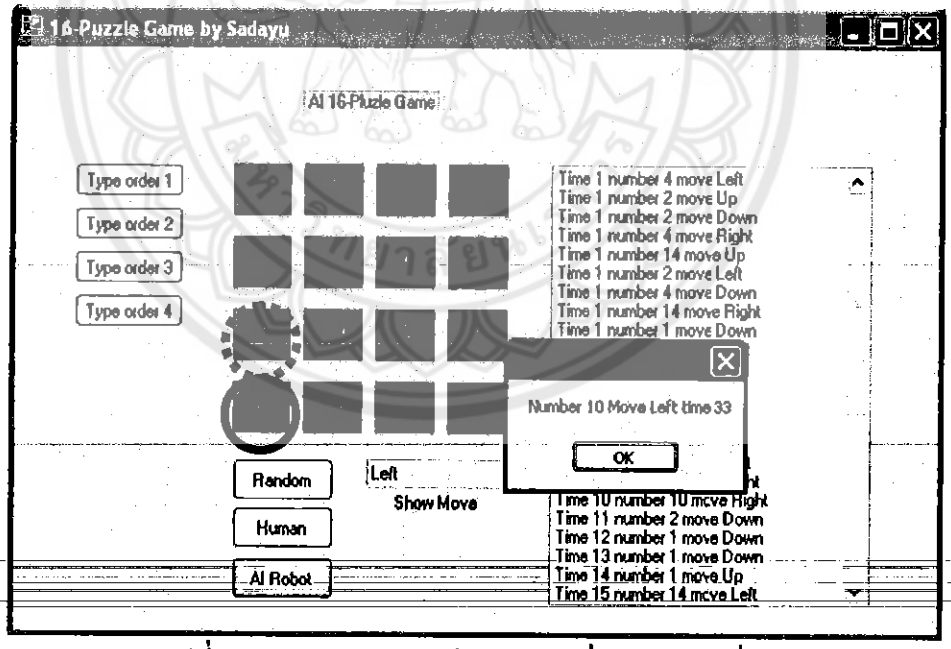


รูปที่ 4.15 แสดงผลเมื่อค่าที่ต้องการเข้าสู่จุดที่กำหนดไว้

- ผลการทำงานช่วงการสลับตัวเลขกับช่องว่างที่เป็นปัญหาพิเศษเงื่อนไขที่ 1

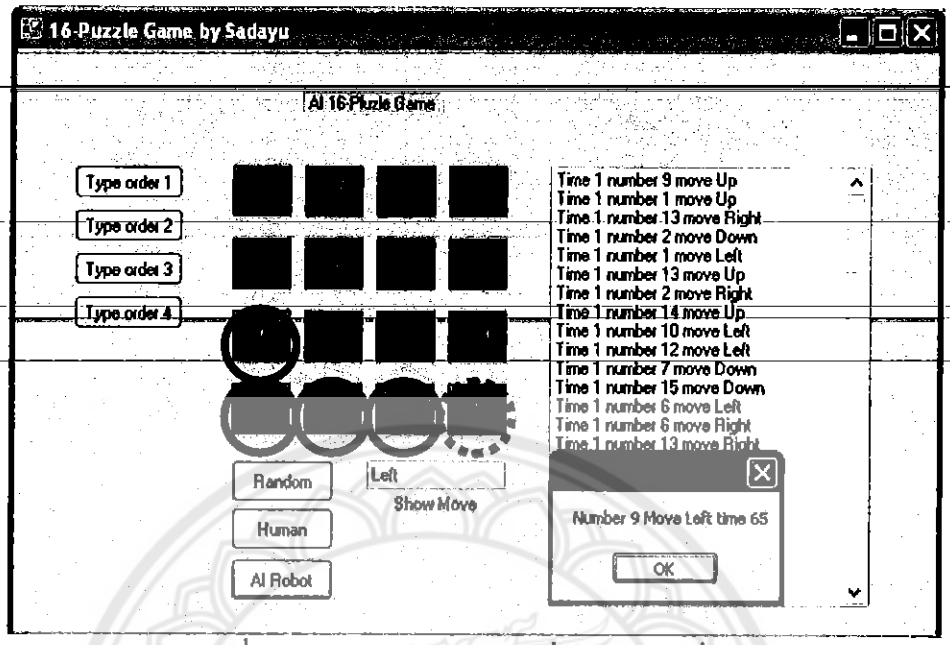


รูปที่ 4.16 แสดงปัญญาหาจากเงื่อนไขพิเศษที่ 1

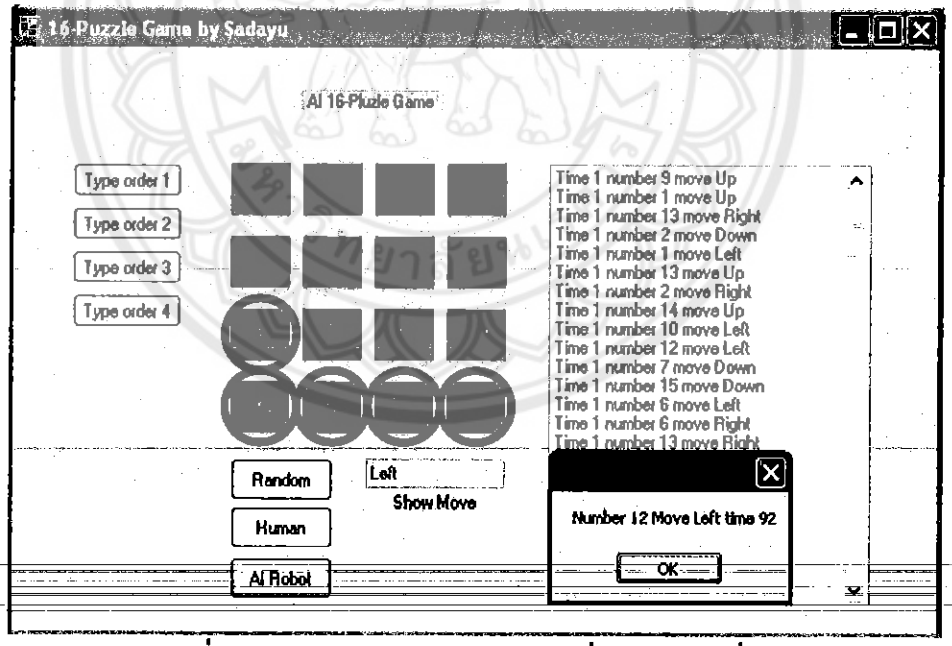


รูปที่ 4.17 แสดงผลการแก้ปัญหาจากเงื่อนไขพิเศษที่ 1

- ผลการทำงานช่วงการสลับตัวเลขกับช่องว่างที่เป็นปัญหาพิเศษเงื่อนไขที่ 2

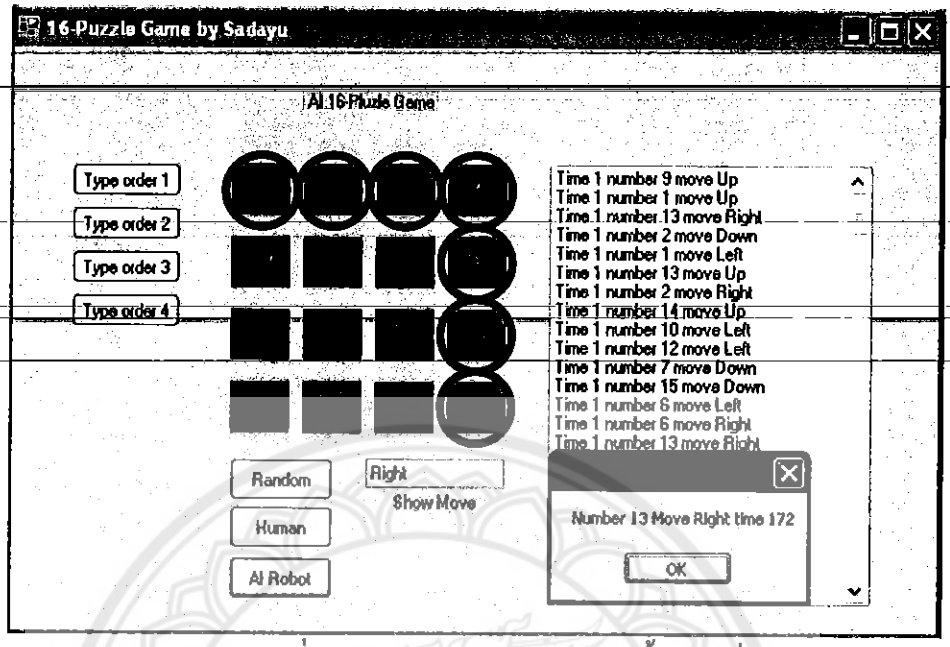


รูปที่ 4.18 แสดงปัญญาหาจากเงื่อนไขพิเศษที่ 2



รูปที่ 4.19 แสดงผลการแก้ปัญหาจากเงื่อนไขพิเศษที่ 2

- ผลการจัดเรียงที่เสร็จสิ้นของขั้นตอนที่ 1

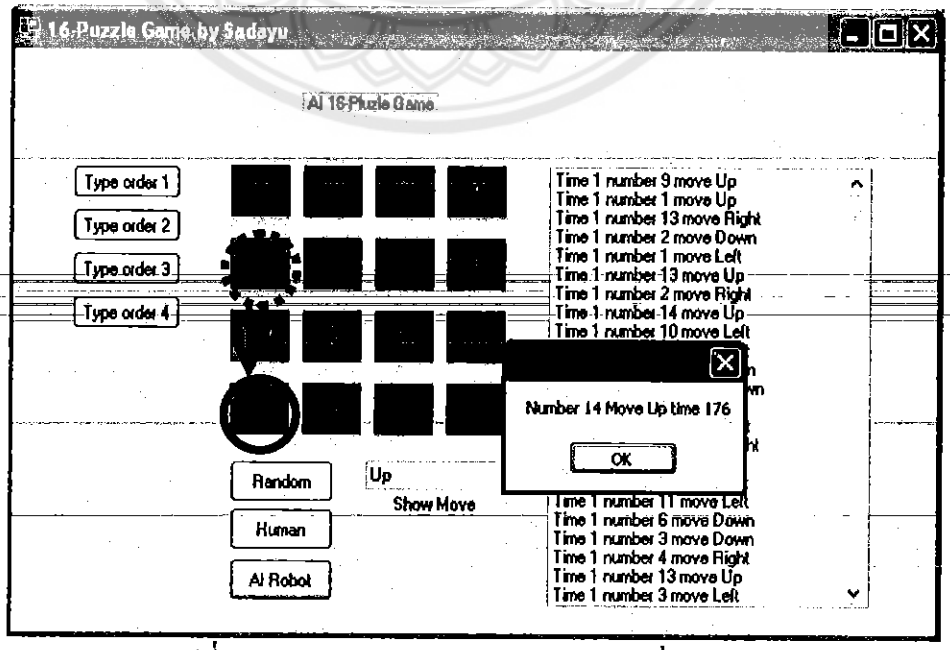


รูปที่ 4.20 แสดงผลการจัดเรียงในขั้นตอนที่ 1

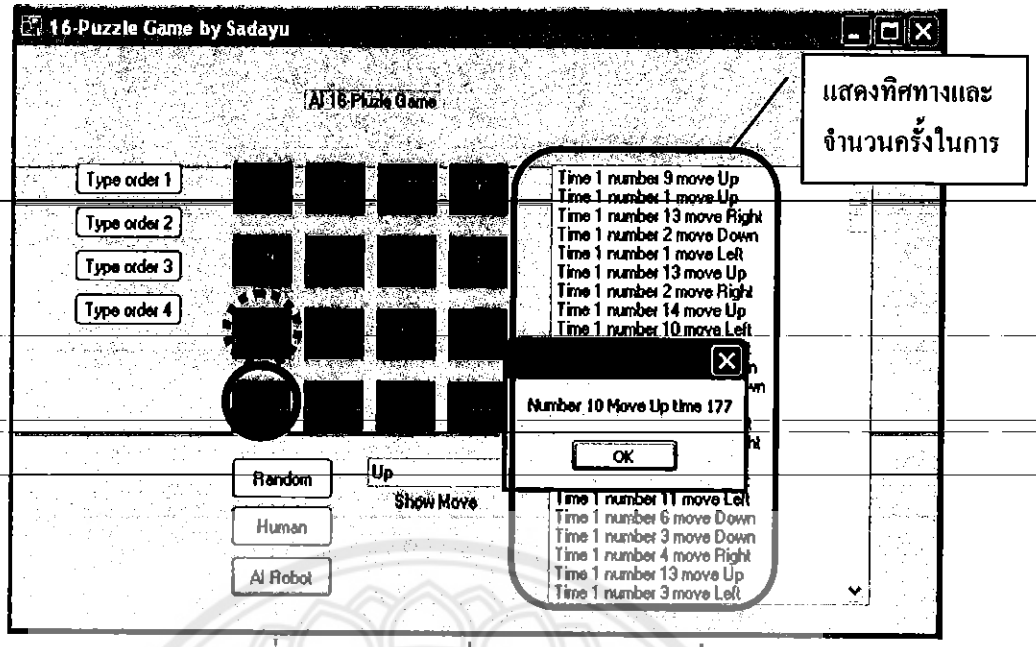
4.3.2 ผลการทำงานของปัญญาประดิษฐ์ในช่วงขั้นตอนที่ 2

ในช่วงขั้นตอนที่ 2 นี้สามารถแสดงผลการทำงานของปัญญาประดิษฐ์ได้เป็นช่วงการทำงาน ดังนี้

- ผลการทำงานช่วงการสลับค่าตัวเลขกับช่องว่างเพื่อเลื่อนเข้าใกล้ตัวเลขที่ต้องการ

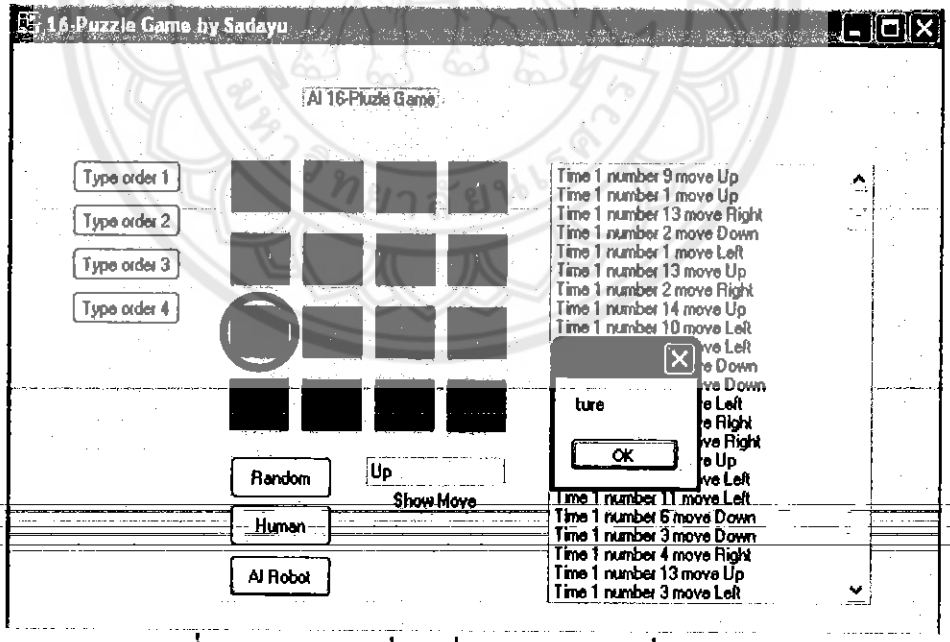


รูปที่ 4.21 แสดงผลระยะของช่องว่างกับค่าที่ต้องการ



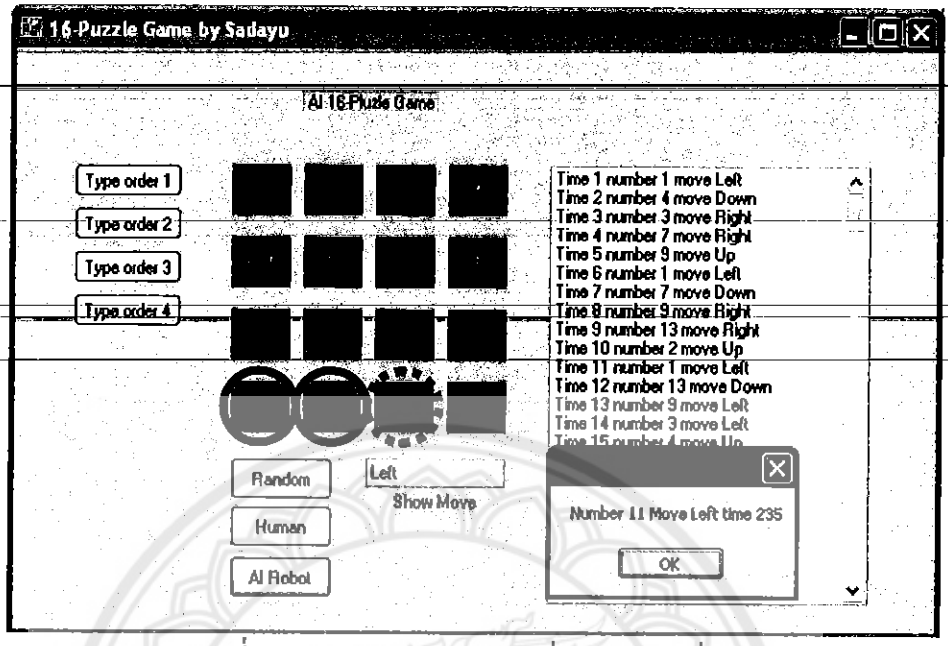
รูปที่ 4.22 แสดงผลเมื่อช่องว่างอยู่ใกล้ค่าที่ต้องการ

- ผลการทำงานช่วงการสลับค่าตัวเลขกับช่องว่างเพื่อเลื่อนตัวเลขที่ต้องการสู่จุดที่ทำการกำหนดไว้

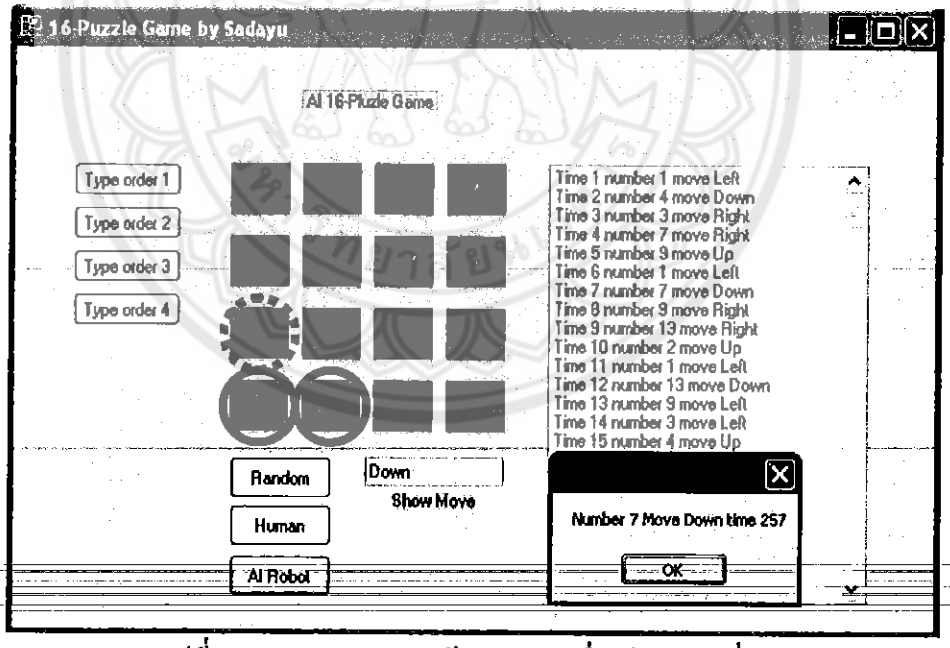


รูปที่ 4.23 แสดงผลเมื่อค่าที่ต้องการเข้าสู่จุดที่กำหนดไว้

- ผลการทำงานช่วงการสลับตัวเลขกับช่องว่างที่เป็นปัญหาพิเศษเงื่อนไขที่ 1

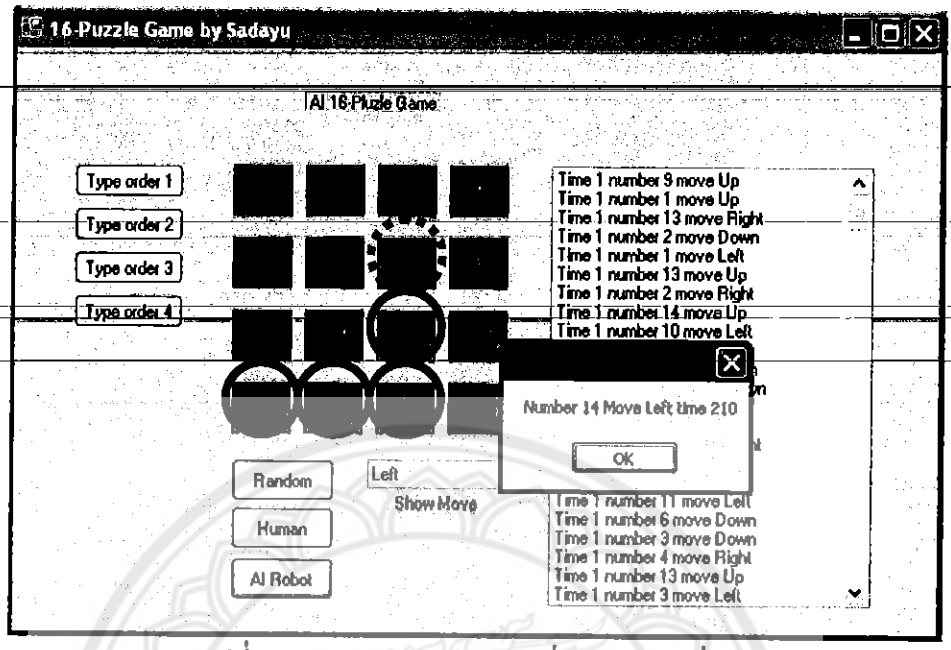


รูปที่ 4.24 แสดงปัญญาหาจากเงื่อนไขพิเศษที่ 1

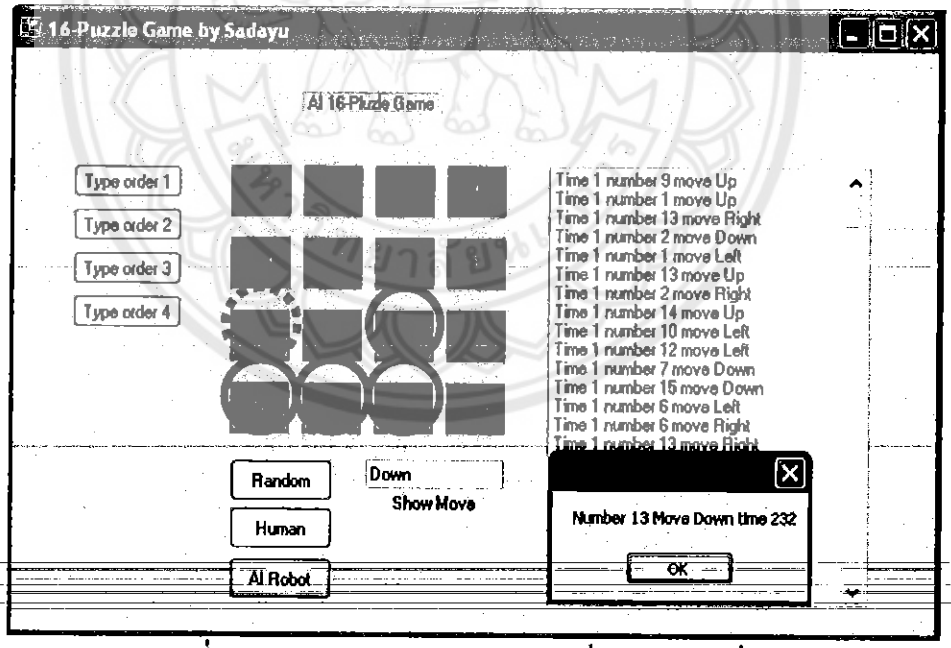


รูปที่ 4.25 แสดงผลการแก้ปัญหาจากเงื่อนไขพิเศษที่ 1

- ผลการทำงานช่วงการสลับตัวเลขกับช่องว่างที่เป็นปัญหาพิเศษเงื่อนไขที่ 2

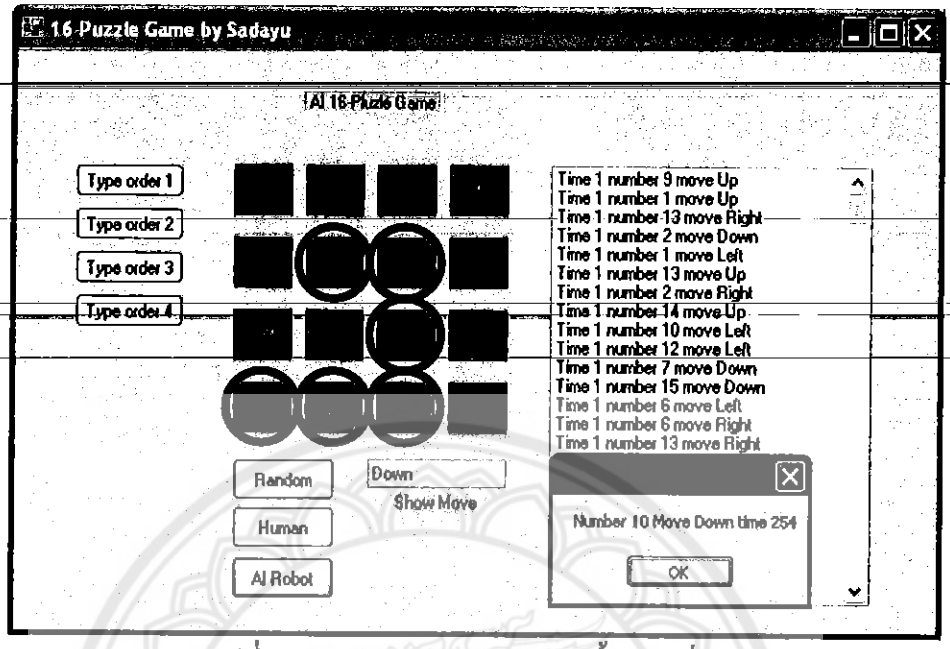


รูปที่ 4.26 แสดงปัญญาหาจากเงื่อนไขพิเศษที่ 2



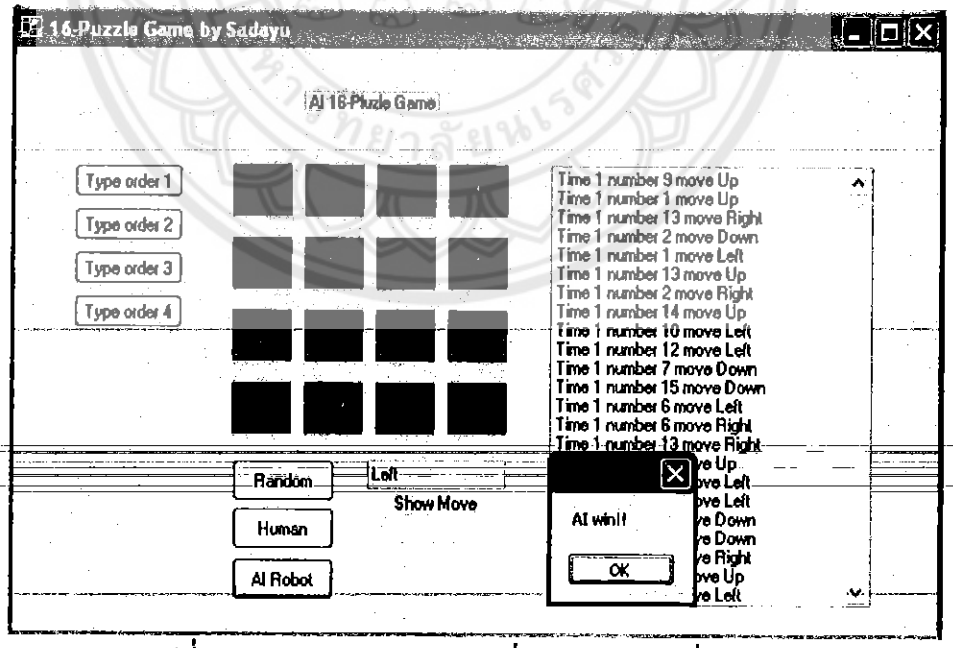
รูปที่ 4.27 แสดงผลการแก้ปัญหาจากเงื่อนไขพิเศษที่ 2

- ผลการจัดเรียงที่เสร็จสิ้นของขั้นตอนที่ 2



รูปที่ 4.28 แสดงผลการจัดเรียงในขั้นตอนที่ 2

- ผลการจัดเรียงเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องโดยใช้กระบวนการจัดเรียงค่าที่ถูกต้อง

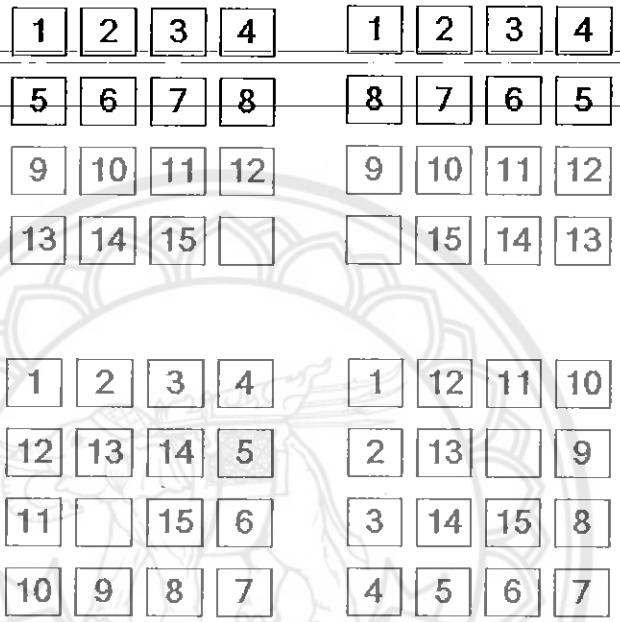


รูปที่ 4.29 แสดงผลการจัดเรียงเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

4.4 ผลการทำงานของปัญญาประดิษฐ์ในโปรแกรมเกม 16-Puzzle Game ในแต่ละรูปแบบการจัดเรียง

4.4.1 การออกแบบการทดลอง

- กำหนดให้ปัญญาประดิษฐ์ทำสลับแก้ปัญหาเกม 16-Puzzle ทั้งหมด 4 รูปแบบการจัดรียง



รูปที่ 4.30 แสดงรูปแบบการจัดเรียงทั้ง 4 รูปแบบ

- ในแต่ละรูปแบบการจัดเรียงนั้นกำหนดให้มีการแก้ปัญหาของปัญญาประดิษฐ์รูปแบบละ 30 ครั้ง
- บันทึกผลการทดลอง และทำการสรุปผลที่ได้

4.4.2 ผลการทดลองการสลับค่าจัดเรียงของปัญญาประดิษฐ์

จากที่ได้ทำการทดลองพบว่าปัญญาประดิษฐ์สามารถแก้ปัญหาโดยการสลับเลขได้ถูกต้องทุกครั้ง และจำนวนการเลื่อนในแต่ละครั้ง มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการสลับหาคำตอบที่ถูกต้องจำนวน 30 รอบของปัญญาประดิษฐ์ ทั้งหมด 4 รูปแบบ

ครั้งที่	จำนวนครั้งในการสลับจนถูกต้อง			
	Type order 1	Type order 2	Type order 3	Type order 4
1	288	268	277	248
2	270	228	253	271
3	272	254	270	266
4	303	267	273	259
5	316	260	260	297
6	314	274	262	247
7	311	230	266	264
8	298	261	251	257
9	294	230	269	298
10	306	275	254	278
11	301	244	298	286
12	272	247	274	274
13	313	240	254	254
14	319	291	268	268
15	324	294	235	312
16	294	288	301	268
17	269	316	286	244
18	318	232	298	268
19	318	272	245	257
20	294	282	267	277
21	303	269	256	298
22	310	286	257	244
23	293	250	266	269
24	328	277	269	288
25	270	238	283	293
26	288	282	277	321
27	284	281	264	258
28	323	273	276	264
29	241	245	285	278
30	322	258	265	295
เฉลี่ย	298.5333	262.8667	268.6333	273.3667

4.4.3 สรุปผลการทดลองการสลับค่าจัดเรียงของปัญญาประดิษฐ์

จากผลการทดลองที่ผ่านมาสามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ตารางสรุปผลของปัญญาประดิษฐ์ในการจัดเรียงทั้ง 4 รูปแบบ จำนวน 30 ครั้ง

รูปแบบที่	น้อยที่สุด	มากที่สุด	ค่าเฉลี่ยในการสลับหาคำตอบ	
รูปแบบที่ 1 (Type order 1)	241	328	298.5333	299
รูปแบบที่ 2 (Type order 2)	228	316	262.8667	263
รูปแบบที่ 3 (Type order 3)	235	301	268.6333	269
รูปแบบที่ 4 (Type order 4)	244	321	273.3667	273

บทที่ 5

บทสรุป

จากการทำการทดลองเล่นเกม 16 – Puzzle โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ที่พัฒนาขึ้นโปรแกรมได้ทำการจัดเรียงตัวเลขที่ถูกคละไว้ให้จัดเรียงอยู่ในรูปแบบใหม่ที่ถูกต้อง โดยอาศัยหลักการและทฤษฎีที่คิดค้นขึ้นเพื่อเป็นแนวทางการตัดสินใจของปัญญาประดิษฐ์ เช่น หลักการลดทอนพื้นที่ในการจัดเรียง หลักการแบ่งบริเวณเพื่อการตัดสินใจในการจัดเรียง เป็นต้น โดยทฤษฎีดังกล่าวนำมาพัฒนากระบวนการขั้นตอนการทำงานเพื่อให้การจัดเรียงค่าตัวเลขถูกต้อง เช่น การจัดแบ่งบริเวณเพื่อใช้ในการตัดสินใจ หรือการกำหนดเงื่อนไขในการตัดสินใจสลับค่าในแต่ละบริเวณ การออกแบบทิศทางการเดิน โดยการกำหนดจุดหมายของค่าที่ทำการสลับ และการกำหนดวิธีการเดินเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่จะส่งผลกระทบต่อการจัดเรียงที่ถูกต้องในกรณีพิเศษต่างๆ เป็นต้น ซึ่งผลการทำงานของปัญญาประดิษฐ์ที่ทำการพัฒนาขึ้นสามารถทำงานตามเป้าหมายที่วางไว้ โดยสามารถสรุปการทำงานได้ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการใช้โปรแกรมปัญญาประดิษฐ์สลับค่าจัดเรียงให้ถูกต้อง

จากการทดลองเริ่มการทำงานของปัญญาประดิษฐ์กับเกม 16-Puzzle พิจารณาจากผลของขั้นตอนการสลับค่าหาคำตอบทั้งสิ้น 30 ครั้งในแต่ละรูปแบบ ปัญญาประดิษฐ์สามารถสลับค่าได้ถูกต้องทั้ง 4 รูปแบบ จึงสามารถมั่นใจได้ว่า ปัญญาประดิษฐ์สามารถทำการสลับค่าหาคำตอบที่ถูกต้อง

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ในการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์นั้นได้เกิดปัญหาในการทำงานของโปรแกรม โดยมีปัญหาและวิธีแก้ไข ดังนี้

- ปัญหาจากการ Random ตัวเลข 0 -15 แล้วนำไปใส่ในช่องว่างเพื่อเป็นการคละค่า ซึ่งเหตุการณ์นี้จะทำให้เกิดปัญหาที่ว่า เมื่อทำการจัดเรียงไปแล้วจะเกิดเหตุการณ์ที่ไม่สามารถจัดเรียงให้ถูกต้องได้จะเหลือคู่ตัวเลขหนึ่งที่ไม่สามารถเข้าตำแหน่งได้ เนื่องการจากการซุ่มดังกล่าวทำให้เกิดความสัมพันธ์ในการสลับที่ผิดออกไปนั้นคือ การสลับค่าในเกมนี้นั้นจะเกิดความสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือ 2 คู่ตัวเลข เนื่องจากการสลับหนึ่งครั้งจะอยู่ในรูปแบบ 2x2 ค่าที่เปลี่ยนแปลงตำแหน่งจะเปลี่ยนแปลงแบบคู่ ดังนั้นถ้าทำการซุ่มแบบเดิมจะทำให้เกิดความสัมพันธ์ที่ผิดเพี้ยน

ด้วยเหตุนี้จึงทำการแก้ไขโดยทำการคละโดยการซุ่มสลับนั้นคือทำการซุ่มทิศทางการสลับค่าเป็นจำนวนหลายๆ รอบ ซึ่งการทำแบบนี้จะยังอยู่ในความสัมพันธ์ในการสลับที่ถูกต้องอยู่ เมื่อเปลี่ยนมาใช้วิธีดังกล่าวแล้วก็ไม่เกิดปัญหาการหาคำตอบไม่ได้อีกต่อไป

- ปัญหาเนื่องจากตอนเริ่มการทำงานของปัญญาประดิษฐ์ต้องแสดงค่าเสมอเพื่อการแสดงขั้นตอนในแต่ละการสลับค่า ซึ่งในที่นี้ต้องการที่จะให้ปัญญาประดิษฐ์ทำงานเองโดยที่โชว์ค่าด้วยการหน่วงเวลา จึงทำการแก้ไขโดยการใส่ฟังก์ชันหน่วงเวลาในแต่ละการสลับโดยกำหนดค่าเวลาแต่ละครั้งของการสลับอยู่ที่ 0.125 วินาทีต่อการสลับ 1 ครั้ง ทำให้การทำงานของปัญญาประดิษฐ์ต่อเนื่อง และเห็นทิศทางการเดินได้ชัดเจนมากขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ที่ใช้ในการสลับค่าตัวเลขเพื่อทำการจัดเรียงตัวเลขตามรูปแบบที่ถูกต้องได้แล้วนั้น โปรแกรมปัญญาประดิษฐ์นี้ยังสามารถนำไปพัฒนาต่อได้ ดังนี้

- จากเดิมที่เป็นขนาด 4 x 4 แล้วยังสามารถที่จะนำไปพัฒนาเป็นขนาด M x N ได้
- ไม่เพียงแต่การนำไปจัดเรียงตัวเลขในขนาดต่างๆเท่านั้น ยังสามารถนำพัฒนาใช้กับการจัดเรียงรูปภาพได้ในขนาดต่างๆ ได้เช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

[1] Stuart J. Russell and Peter Norvig. Artificial Intelligence A Modern Approach Second Edition.
PRENTICE HALL, USR, NJ 07458

ประวัติผู้เขียนโครงงาน

ชื่อ นายสดายุ มอยบุตร

ภูมิลำเนา 282 หมู่ 8 ต.ทุ่งเสลี่ยม อ.ทุ่งเสลี่ยม จ.สุโขทัย 64150

ประวัติการศึกษา

- จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนทุ่งเสลี่ยมชนูปถัมภ์ จังหวัดสุโขทัย
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail Sadayu_Kwang@hotmail.com