



บทที่ 4

รายงานและวิเคราะห์ผลการทดลอง

รายงานผลการทดลอง

ผลที่ได้จากการทดลองทั้ง 5 ชุดนี้ แต่ละชุดเป็นการแสดงจำนวนโหนด (No. of Nodes) ที่สร้างได้ และเวลาเฉลี่ย (Time) ที่ใช้ของแต่ละอัลกอริทึม รวมถึงค่าคะแนนของหมากที่เหลืออยู่บนกระดาน (MV) เมื่อสิ้นสุดเกมการแข่งขัน

ตารางรายงานที่แสดงผลของการทดลองแต่ละชุดนั้น แต่ละหัวข้อมีความต่อไปนี้

- D of AB คือ ความลึกในการสืบค้นของอัลฟาเบตา
 - CT คือ ค่าขีดแบ่งของตัวเลขคอนสไปเรซี
 - BF of CN คือ จำนวนกิ่งแยกของตัวเลขคอนสไปเรซี
 - P คือ รูปแบบของการเปิดสมุดตาเดิน (0-ไม่เปิด)
 - 1st Move คือ อัลกอริทึมที่เปิดเกมก่อน
 - Result คือ ผลที่ชนะคืออัลกอริทึมใด (D-เสมอ)
 - Average คือ แถวที่แสดงค่าเฉลี่ยตามคอลัมน์ที่เกี่ยวข้อง
- Result ในส่วนนี้จะแสดงสัดส่วนจำนวนชนะระหว่าง CN และ AB (ไม่นับเกมที่เสมอ)

ผลการทดลองชุดที่ 1

D of AB	CT	BF of CN	P	1st Move	CN			AB			Result			
					No. of Nodes	Time (sec)	MV	No. of Nodes	Time (sec)	MV				
2	2	15	0	CN	246	7.9	250	97	1.0	250	D			
				AB	247	7.6	250	106	1.0	250	D			
			1	CN	245	10.3	140	301	1.0	85	CN			
				AB	194	8.6	180	362	1.0	50	CN			
			2	CN	259	12.8	230	268	1.0	150	CN			
				AB	257	12.0	240	444	1.0	230	CN			
			1/2	CN	268	13.8	255	275	1.0	225	CN			
				AB	260	9.5	135	412	1.0	150	AB			
			2/1	CN	260	1.1	170	387	1.0	165	CN			
				AB	275	12.7	195	477	1.0	195	D			
			Average					251	9.6	205	313	1.0	175	6:1

ตารางที่ 2 ผลการทดลองชุดที่ 1

ผลการทดลองชุดที่ 2

D of AB	CT	BF of CN	P	1st Move	CN			AB			Result			
					No. of Nodes	Time (sec)	MV	No. of Nodes	Time (sec)	MV				
2	2	30	0	CN	316	10.3	250	97	1.0	250	R			
				AB	297	9.5	250	151	1.0	250	R			
			1	CN	701	14.6	195	282	1.0	160	CN			
				AB	834	26.0	180	553	1.0	130	CN			
			2	CN	493	11.8	205	267	1.0	50	CN			
				AB	878	20.3	240	320	1.0	235	CN			
			1/2	CN	767	18.7	220	264	1.0	150	CN			
				AB	797	16.2	125	440	1.0	60	CN			
			2/1	CN	733	19.1	230	355	1.0	150	CN			
				AB	500	10.7	150	296	1.0	55	CN			
			Average					632	15.7	205	303	1.0	149	8:0

ตารางที่ 3 ผลการทดลองชุดที่ 2

ผลการทดลองชุดที่ 3

D of AB	CT	BF of CN	P	1st Move	CN			AB			Result			
					No. of Nodes	Time (sec)	MV	No. of Nodes	Time (sec)	MV				
3	2	15	0	CN	257	8.4	240	3786	3.1	245	AB			
				AB	232	8.3	105	3404	2.4	55	CN			
			1	CN	263	13.6	225	5449	3.9	190	CN			
				AB	259	10.6	190	6228	4.5	220	AB			
			2	CN	237	11.6	175	7683	5.6	180	AB			
				AB	248	11.1	155	4705	3.6	80	CN			
			1/2	CN	261	12.1	240	4464	1.6	240	R			
				AB	242	7.9	90	3842	2.6	140	AB			
			2/1	CN	222	6.8	115	4952	3.7	170	AB			
				AB	235	9.1	110	5769	4.0	105	CN			
			Average					246	9.9	164	5028	3.5	163	4:5

ตารางที่ 4 ผลการทดลองชุดที่ 3

ผลการทดลองชุดที่ 4

D of AB	CT	BF of CN	P	1st Move	CN			AB			Result			
					No. of Nodes	Time (sec)	MV	No. of Nodes	Time (sec)	MV				
3	4	30	0	CN	1637	67.7	225	4201	3.3	165	CN			
				AB	1505	78.1	195	3251	2.3	210	AB			
			1	CN	1020	59.3	80	2804	2.1	55	CN			
				AB	1545	99.2	180	8667	5.6	160	CN			
			2	CN	1421	85.8	190	7932	5.7	175	CN			
				AB	1676	114.1	225	6151	4.4	200	CN			
			1/2	CN	1358	75.6	160	3650	2.3	155	CN			
				AB	1194	53.7	165	4489	1.7	65	CN			
			2/1	CN	1422	77.4	100	6160	4.2	140	AB			
				AB	1402	76.7	115	5440	3.7	120	AB			
			Average					1418	78.8	164	5275	3.5	145	7:3

ตารางที่ 5 ผลการทดลองชุดที่ 4

ผลการทดลองชุดที่ 5

D of AB	CT	BF of CN	P	1st Move	CN			AB			Result			
					No. of Nodes	Time (sec)	MV	No. of Nodes	Time (sec)	MV				
4	2	15	0	CN	376	14.0	170	24896	17.9	225	AB			
				AB	973	9.0	150	63013	40.0	175	AB			
			1	CN	258	10.8	145	35144	25.3	195	AB			
				AB	353	12.4	110	36377	38.3	65	CN			
			2	CN	408	14.8	160	18904	12.6	160	CN			
				AB	250	9.8	135	46574	31.5	75	CN			
			1/2	CN	256	11.6	240	28376	20.8	240	D			
				AB	225	8.5	95	19706	134.3	95	AB			
			2/1	CN	258	10.8	145	5144	25.2	180	AB			
				AB	239	10.4	165	74853	51.3	165	CN			
			Average					360	11.2	152	35299	39.7	158	4:5

ตารางที่ 6 ผลการทดลองชุดที่ 5

วิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดลองชุดที่ 1 เมื่อกำหนดพารามิเตอร์ของอัลกอริทึมอัลฟาเบตาด้วยความลึก 2 และกำหนดพารามิเตอร์ของอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซีด้วยค่า CT เป็น 2 และค่า BF เป็น 15 ซึ่งทำให้ได้จำนวนโหนดที่สร้างได้จากแต่ละอัลกอริทึมใกล้เคียงกัน ผลคือ CN ชนะ AB ด้วยสัดส่วน 6:1

การทดลองชุดที่ 2 เมื่อกำหนดพารามิเตอร์ของอัลกอริทึมอัลฟาเบตาด้วยความลึก 2 และกำหนดพารามิเตอร์ของอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซีด้วยค่า CT เป็น 2 และค่า BF เป็น 30 จะเห็นได้ว่า CN ชนะ AB ด้วยสัดส่วน 8:0 ซึ่งเป็นการยืนยันว่าถ้าเพิ่มจำนวนโหนดของอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซีจะทำให้ได้ผลที่ดีขึ้น (ชนะมากขึ้น)

การทดลองชุดที่ 3 เมื่อกำหนดพารามิเตอร์ของอัลกอริทึมอัลฟาเบตาด้วยความลึก 3 และกำหนดพารามิเตอร์ของอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซีด้วยค่า CT เป็น 2 และค่า BF เป็น 15 จากการทดลองชุดที่ 1 และ 2 จะเห็นว่าเวลาของ CN มากกว่าเวลาของ AB มาก การทดลองนี้จึงเพิ่มเวลาการสืบค้นให้กับ AB โดยการเพิ่มความลึกในการสืบค้น ซึ่งตาเดินที่ได้ใช้เวลาในการสร้างภายใน 15 วินาที แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มความลึกในการสืบค้นสำหรับ AB ส่งผลทำให้ AB ชนะมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองในชุดที่ 1

การทดลองชุดที่ 4 เมื่อกำหนดพารามิเตอร์ของอัลกอริทึมอัลฟาเบตาด้วยความลึก 3 และกำหนดพารามิเตอร์ของอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซีด้วยค่า CT เป็น 4 และค่า BF เป็น 30 จากการทดลองในชุดที่ 3 จำนวนโหนดที่สร้างได้จาก AB มากกว่าจำนวนโหนดที่สร้างได้จาก CN มาก ในการทดลองนี้จึงพยายามเพิ่มจำนวนโหนดของ CN ด้วยการตั้งค่าพารามิเตอร์ดังกล่าว ทำให้ทั้งสองอัลกอริทึมสามารถสร้างโหนดได้เป็นจำนวนมากพอ ๆ กัน (1000 โหนดขึ้นไป) ผลปรากฏว่า CN ชนะด้วยสัดส่วน 7:3 ซึ่งมากกว่าในการทดลองชุดที่ 3 ที่มีสัดส่วนเป็น 4 : 5

การทดลองชุดที่ 5 เมื่อกำหนดพารามิเตอร์ของอัลกอริทึมอัลฟาเบตาด้วยความลึก 4 และกำหนดพารามิเตอร์ของอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซีด้วยค่า CT เป็น 2 และค่า BF เป็น 15 เพื่อให้ทั้งสองอัลกอริทึมใช้เวลาจำนวนมาก ๆ ในการสร้างตาเดิน (ประมาณ 1 นาที) แม้ว่าสัดส่วนของการชนะระหว่าง CN และ AB จะเป็น 3:5 แต่ก็ถือว่าสามารถชนะเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสัดส่วน 4:5 ในการทดลองชุดที่ 4

เปรียบเทียบสองอัลกอริทึมในโปรแกรมหมากรุกไทย

1. คุณภาพของตาเดิน

โดยส่วนใหญ่แล้วอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซีจะสร้างตาเดินที่ดีกว่าอัลกอริทึมอัลฟาเบตาเมื่อกำหนดให้จำนวนโหนดของการสืบค้นในต้นไม้เกมมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากลักษณะของการสืบค้นด้วยตัวเลขคอนสไปเรซีจะเลือกสืบค้นในแนวลึกตามเส้นทางที่สนใจเท่านั้น (เป็นเส้นทางที่มีค่าตัวเลขคอนสไปเรซีตรงตามเงื่อนไข) ทำให้มองได้ลึกล่วงหน้ากว่าอัลกอริทึมอัลฟาเบตา

แต่เมื่อกำหนดให้แต่ละอัลกอริทึมจะต้องสร้างตาเดินและทำการเดินภายในระยะเวลาที่กำหนดแล้ว อัลกอริทึมอัลฟาเบตาจะสร้างตาเดินได้ดีขึ้น เนื่องจากอัลกอริทึมอัลฟาเบตาสามารถสร้างโหนดในต้นไม้เกมได้มากกว่าอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซี

2. ระยะเวลาที่ใช้สร้างตาเดิน

อัลกอริทึมอัลฟาเบตาใช้เวลาในการสร้างตาเดินได้น้อยกว่าอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซี แม้ว่าอัลกอริทึมทั้งสองจะทำงานโดยอาศัยหลักการของรีเคอร์ซีฟ อัลกอริทึมอัลฟาเบตาจะไม่เสียเวลาในการสร้างต้นไม้เกมเพื่อเก็บข้อมูล แต่จะอาศัยการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการประเมินกับค่าอัลฟา หรือเบตา เพื่อเลือกเส้นทางในการสืบค้นและทำการบันทึกเส้นทางเหล่านั้น ส่วนอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซีจะต้องเสียเวลาในการสร้างต้นไม้เกมในหน่วยความจำเพื่อเก็บข้อมูล และยังคงเสียเวลาในการปรับปรุงค่าตัวเลขคอนสไปเรซีที่เก็บไว้ที่โหนดของต้นไม้เกมเมื่อมีการส่งค่าย้อนกลับไปที่ราก

3. หน่วยความจำที่ใช้

อัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซีจะใช้หน่วยความจำมากกว่าอัลกอริทึมอัลฟาเบตา เนื่องจากอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซีจะต้องจองพื้นที่หน่วยความจำสำหรับสร้างต้นไม้เกม ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อขนาดของพื้นที่หน่วยความจำของอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซีคือ ช่วงของค่ามินิแมกซ์ที่เป็นไปได้ อัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซีจะต้องเก็บตัวเลขคอนสไปเรซีของค่ามินิแมกซ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดของแต่ละโหนดในต้นไม้เกม หากช่วงค่าที่เป็นไปได้ของค่ามินิแมกซ์กว้างมากก็จะทำให้เปลืองพื้นที่หน่วยความจำมากขึ้นด้วย ช่วงของค่ามินิแมกซ์ที่เป็นไปได้นี้จะขึ้นอยู่กับกรอบแบบฟังก์ชันฮิวริสติก ถ้าค่ามินิแมกซ์

ที่มากที่สุดและค่ามิเนแมกซ์ที่น้อยที่สุดมีช่วงกว้างมากจะทำให้ช่วงของค่ารากที่เป็นไปได้ที่เก็บไว้ใน แต่ ละหนดของต้นไม้เกมกว้างขึ้นตามไปด้วย

4. ความสามารถในการใส่และเพิ่มกฎ

อัลกอริทึมทั้งสองสามารถที่จะรับรู้กฎเกณฑ์การเล่นเกมหมากรุกไทยที่ใส่เข้าไปได้ และ นำไปใช้สร้างตาเดินตามกฎเกณฑ์เหล่านั้น กฎเกณฑ์ดังกล่าวต้องมีการออกแบบและกำหนดให้กับ อัลกอริทึมในช่วงที่พัฒนาโปรแกรม หลังจากที่พัฒนาเสร็จเรียบร้อยแล้วการเพิ่มหรือการลดกฎจะต้องมี การคอมไพล์โปรแกรมใหม่อีกครั้ง

5. ความสามารถในการเรียนรู้

อัลกอริทึมทั้งสองที่นำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมหมากรุกไทยนั้น ยังไม่มีความสามารถ ในการเรียนรู้จากตาเดินที่อีกฝ่ายหนึ่งเลือกเดินได้

ปัจจัยที่มีผลต่อโปรแกรมหมากรุกไทย

1. ทักษะและความชำนาญในเกมหมากรุกไทยของผู้พัฒนาโปรแกรม

โปรแกรมหมากรุกไทยจะมีความสามารถเพิ่มมากขึ้นหากผู้พัฒนาโปรแกรมมีความรู้ มี ทักษะความชำนาญในการเล่นเกมหมากรุกไทยเป็นอย่างดี ทราบถึงจุดที่สำคัญ ข้อดี/ข้อเสียของการ เดินหมากแต่ละประเภท วิธีเดินบุกเข้าไปหาขุนฝ่ายตรงข้าม และวิธีการเดินหมากเพื่อแก้สถานการณ์ ต่าง ๆ

2. ฟังก์ชันฮิวริสติก

การสร้างตาเดินที่ดีมีคุณภาพนอกจากจะขึ้นอยู่กับอัลกอริทึมที่ใช้ในการสืบค้นแล้ว ยังมี ส่วนของฟังก์ชันฮิวริสติกที่ใช้ในการประเมินค่าของตาเดินด้วย กล่าวคือ การออกแบบฟังก์ชันฮิวริสติก สำหรับแต่ละอัลกอริทึมนั้นว่าจะประกอบขึ้นด้วยคะแนนจากส่วนใดบ้าง แต่แต่ละส่วนมีการให้คะแนนเป็น อย่างไร น้ำหนักของคะแนนที่ให้ในแต่ละส่วนมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด สำหรับการวิจัยนี้เนื่อง จากต้องการเปรียบเทียบอัลกอริทึมอัลฟาเบตากับอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรซี ดังนั้นฟังก์ชันฮิวริสติก ของทั้งสองอัลกอริทึมนี้เป็นฟังก์ชันเดียวกัน

3. เทคนิคการเขียนโปรแกรม

การนำอัลกอริทึมแต่ละชนิดมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมนั้นย่อมมีข้อกำหนดของ แต่ ละอัลกอริทึม ไม่ว่าจะเป็นเรื่องการเก็บข้อมูล ตลอดจนการคำนวณต่าง ๆ การมีเทคนิคของการเขียน โปรแกรมที่ดีจะช่วยทำให้ประสิทธิภาพของอัลกอริทึมานั้น ๆ ดีขึ้น เช่น การที่อัลกอริทึมอัลฟาเบตไม่มี การเก็บข้อมูลของต้นไม้เกมทั้งต้นขณะสร้างตาเดิน ทำให้ประหยัดพื้นที่หน่วยความจำและความเร็ว ใน การทำงานก็เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ในการเขียนโปรแกรมได้ใช้เทคนิคของรีเคอร์ซีฟเข้ามาช่วย ในส่วนของอัลกอริทึม

ตัวเลขคอนสไปเรชั่นนั้น เนื่องจากต้องเก็บข้อมูลของต้นไม้เกมทั้งต้นเพื่อไว้ใช้คำนวณตัวเลขคอนสไปเรชั่น ทำให้ใช้พื้นที่หน่วยความจำจำนวนมาก และเวลาในการทำงานก็ยาวกว่าเพราะต้องปรับปรุงค่าตัวเลขคอนสไปเรชั่นและค่ามินิแมกซ์ของโหนดพ่อแม่ตามเส้นทางที่สืบค้นลงมา

4. ขีดความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์

เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยความจำมาก และมีความเร็วในการทำงานสูง จะทำให้การทำงานของอัลกอริทึมในโปรแกรมหมากรู๊กไทยมีความรวดเร็ว จากการทดลองพบว่า เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วในการประมวลผล 66 เมกะเฮิร์ตซ์และหน่วยความจำ 4 เมกะไบต์ สามารถรองรับการใช้งานของอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรชั่นได้ที่ค่าขีดแบ่งเป็น 2 ถ้ากำหนดให้ค่าขีดแบ่งเป็น 3 แล้ว อัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรชั่นจะใช้พื้นที่หน่วยความจำมากขึ้นกว่าเดิมและมีการทำงานกับฮาร์ดดิสซึ่งทำให้เสียเวลามาก แต่ถ้านำโปรแกรมนี้ไปใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะสูงกว่านี้ ผลการตอบสนองจากอัลกอริทึมตัวเลขคอนสไปเรชั่นจะเป็นที่น่าพอใจมากกว่านี้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย