วิธีฮิวริสติกสำหรับฐานตาราง กรณีศึกษาหมากรุกไทย ช่วงปลายกระดานในรูปแบบมวยเม็ด

Heuristic method for tablebases: A Case Study of Thai chess endgame in King-Knight-Queen-King pattern

ธนาพล ทัดสวน* และ เกียรติกูล เจียรนัยธนะกิจ

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Thanapon Tudsuan* and Kietikul Jearanaitanakij

Department of Computer Engineering, School of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

***Corresponding Author E-mail:** thanapon.tu@kmitl.ac.th

Received: May 7, 2021 **Revised:** June 16, 2021 **Accepted:** June 16 , 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างฐานข้อมูลปลายกระดาน (Endgame Tablebases) และออกแบบฮิวริสติก (Heuristic) สำหรับการเล่นหมากรุกไทยในรูปแบบมวยเม็ด กล่าวคือฝ่ายไล่มี ขุน 1 ตัว, ม้า 1 ตัว, เม็ดหรือเบี้ยหงาย 1 ตัว และฝ่ายหนีมี ขุน 1 ตัว ซึ่งรวมตัวหมากทั้งหมดเป็น 4 ตัว สำหรับฮิวริสติกที่ได้ออกแบบในการไล่รูปแบบมวยเม็ด มีทั้งหมด 5 ตาราง ได้แก่ 1) ค่าตารางของระยะห่างของขุนฝ่ายสีขาวและสีดำ 2) ค่าตารางของขุนฝ่ายหนี 3) ค่าตารางของขุนฝ่ายไล่ 4) ค่าตารางของม้าฝ่ายไล่ 5) ค่าตารางของเม็ดฝ่ายไล่ ซึ่งใช้วิธีการอัลฟาเบตา (Alpha-beta pruning) โดยทำการค้นหาคำตอบด้วยวิธีการค้นหาในแนวลึกแบบวนเพิ่มความลึก (Iterative Deepening Depth-First Search) โดยใช้ความลึกที่ 10 ในการทดสอบฮิวริสติกที่ได้ออกแบบไว้ เมื่อใช้ความลึกคงที่เท่ากับ 10 ในการทดสอบไล่โปรแกรม SeniorSoft ThaiChess Master V3 จำนวน 100 กระดาน เพื่อบันทึกผลใน 4 ด้าน ได้แก่ 1) อัตราการรุกจน (รุกจนหมายถึงทำให้ชนะ) 2) จำนวนครั้งเฉลี่ยที่ใช้ในการรุกจน 3) เวลาเฉลี่ยใน 1 ตาเดินที่นับเฉพาะการเดิน 10, 15, 20 ครั้ง และ 4) เวลาที่ใช้รุกจนเฉลี่ยต่อ 1 เกม โดยเปรียบเทียบด้วยวิธี 3 แบบ ได้แก่ 1) Quiescence Search 2) โปรแกรม Prorp (ดัดแปลงมาจาก Stockfish) และ 3) ผู้เล่นที่เคยได้รับรางวัลจากการแข่งขันระดับชาติ สรุปผลการทดลองได้ว่าผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้ดีที่สุด คือ 1) มีอัตราการรุกจน 100.00 เปอร์เซ็นต์ 2) จำนวนครั้งเฉลี่ยที่ใช้ในการรุกจน คือ 33 ครั้ง 3) เวลาเฉลี่ยใน 1 ตาเดินที่นับเฉพาะการเดิน 10, 15, 20 ครั้ง คือ 3.908, 3.695, 3.400 วินาที ตามลำดับ และ 4) เวลาที่ใช้รุกจนเฉลี่ยต่อ 1 เกม คือ 84.658 วินาที และสำหรับผลลัพธ์ของฐานข้อมูลปลายกระดานที่สามารถทำให้เกิดการรุกจนที่ได้สร้างขึ้นมีทั้งหมด 472,900 ตำแหน่ง และจำนวนครั้งที่ใช้ไล่นานที่สุดเป็น 36 ครั้ง (ฝ่ายสีขาวเริ่มเดินก่อนและนับจำนวนครั้งเฉพาะตาที่ฝ่ายสีขาวเดินเท่านั้น)

คำสำคัญ: การตัดกิ่งแบบอัลฟา-เบตา ฮิวริสติก ฐานข้อมูลปลายกระดาน หมากรุกไทย

Abstract

This research aims to develop the endgame tablebases and design the heuristic for playing Thai chess in King-Knight-Queen-King Pattern. The chasing side includes a King, a Knight, and a Queen, whereas the other has only a King (a total of four pieces). The heuristic designed in King-Knight-Queen-King Pattern consists of 5 tables as follows: 1) King Distance Table 2) Black King Table 3) White King Table 4) White Knight Table and 5) White Queen Table. Alpha-beta pruning was applied in this study. Iterative Deepening Depth-First Search with a depth of 10 was used to evaluate the heuristic. The researcher tested the program by competing with Senior Soft Thai Chess Master V3 of 100 games and recorded the results in 4 parts: 1) winning rate 2) the average number of times it took to win by checkmate 3) the average time per move counted at 10, 15, 20 moves and 4) the average length of checkmate per game. Afterward the results were compared with three methods consisting of 1) Quiescence search 2) Prorp program (adapted from Stockfish) and 3) National Thai chess players. After comparing the result with three methods, the findings showed that this research is most effective, which can be explained as follows: 1) winning rate is 100 percentage 2) the average number of times it took to win by checkmate is 33 moves 3) the average time per move counted at 10, 15, 20 moves are 3.908, 3.695, 3.400 second and 4) the average length of checkmate per game is 84.658 second. The result of the endgame tablebases, all the positions have 472,900 positions for checkmate. The longest checkmate is 36 moves (White to move and checkmate in 64-move rule).

Keywords: Alpha-beta pruning, Heuristic, Endgame tablebases, Thai chess

1. บทนำ

ในปี ค.ศ. 1997 ปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกสร้างขึ้นจากมนุษย์ในรูปแบบโปรแกรมหมากรุกที่มีชื่อว่า Deep Blue [1] สามารถเอาชนะแชมป์หมากรุกสากลมือหนึ่งของโลกชาวรัสเซีย Garry Kasparov จากการแข่งขัน 6 เกม โดย Deep Blue ชนะ 2 แพ้ 1 และเสมอ 3 เกม [2] และในปีนั้น Deep Blue กลายเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องแรกที่สามารถเอาชนะแชมป์หมากรุกสากลของโลกได้ ต่อมาปี ค.ศ. 2011 ในการแข่งขันปัญญาประดิษฐ์หมากรุกสากลรายการ Top Chess Engine Championship (TCEC) ครั้งที่ 1 ปรากฏว่าโปรแกรมหมากรุกที่มีชื่อว่า Houdini ได้รับรางวัลชนะเลิศเป็นครั้งแรกที่มีการจัดการแข่งขันรายการนี้เกิดขึ้น และในปัจจุบัน (ค.ศ. 2021) โปรแกรมหมากรุก Stockfish [3] มีชื่อขึ้นในทำเนียบว่าได้รับรางวัลชนะเลิศมากที่สุดตั้งแต่มีการจัดการแข่งขันรายการ TCEC ขึ้นมาแล้ว 20 ครั้ง

สำหรับเกมหมากรุกไทยเป็นเกมกระดานที่มีลักษณะการเล่นใกล้เคียงกับหมากรุกสากล โดยแชมป์โลกหมากรุกสากล วลาดีมีร์ ครัมนิค ได้ระบุว่า “หมากรุกไทยเป็นเกมที่ต้องใช้กลยุทธ์มากกว่าหมากรุกสากล ซึ่งต้องมีการวางแผนอย่างระมัดระวังเนื่องจากหมากรุกไทยสามารถเปรียบเทียบได้กับปลายกระดานของหมากรุกสากล” [4] ซึ่งปลายกระดานในหมากรุกไทยและหมากรุกสากลนั้นมีความแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง ทั้งในแง่ของกฎกติกาและศักยภาพของตัวหมากที่สามารถทำให้เกิดการรุกจนได้ [5]

โดยงานวิจัยนี้ได้ศึกษาปลายกระดานในเกมหมากรุกไทยรูปแบบที่มีชื่อว่ามวยเม็ด [6] และจัดได้ว่าเป็นกลยุทธ์ที่ลึกลับที่สุดในกระบวนศักดิ์หมาก การไล่ - หนีในหมากรุกไทย กล่าวคือเมื่อปลายกระดานของเกมหมากรุกไทยตัวหมากทั้งหมดบนกระดานเหลือรูปแบบมวยเม็ด (ฝ่ายไล่มี ขุน 1 ตัว, ม้า 1 ตัว, เม็ดหรือเบี้ยหงาย 1 ตัว และฝ่ายหนีมี ขุน 1 ตัว) จะปรากฏตำแหน่งต่าง ๆ มากมายที่สามารถทำให้เกิดการรุกจนและรุกไม่จนได้ โดยที่งานวิจัยนี้ได้ใช้ประโยชน์จากคอมพิวเตอร์ในการพิสูจน์หาคำตอบเพื่อสร้างฐานข้อมูลปลายกระดานของรูปแบบมวยเม็ด [7] ซึ่งคำตอบที่ได้นับว่าเป็นฐานข้อมูลที่เป็นมาตรฐานและสามารถพิสูจน์ได้เป็นข้อเท็จจริงว่าจะมีตำแหน่งที่สามารถทำให้เกิดการรุกจนและรุกไม่จนทั้งหมดกี่ตำแหน่ง

สำหรับปัญญาประดิษฐ์ที่ได้สร้างขึ้นของงานวิจัยนี้ เป็นการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมอัลฟาเบตา [8] ในเกมหมากรุกไทยรูปแบบมวยเม็ด โดยทำการค้นหาคำตอบด้วยวิธีการค้นหาในแนวลึกแบบวนเพิ่มความลึก [9] ซึ่งได้เน้นไปที่การแสดงให้เห็นถึงหลักการสร้างค่าฮิวริสติกที่ได้ออกแบบจากการพิจารณาฐานข้อมูลที่ได้รับร่วมกับตำแหน่งที่มีแนวโน้มเกิดขึ้นจริงในเกมหมากรุกไทย

ซึ่งในบทที่ 1 จะกล่าวถึงที่มาและปัญหาของงานวิจัยที่เกิดขึ้น ตามด้วยบทที่ 2 เป็นการนำความรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งเป็นการอธิบายขั้นตอนการสร้างความรู้ใหม่เพื่อสนับสนุนงานวิจัย ในส่วนของบทที่ 3 เป็นส่วนของการออกแบบการทดลองและผลลัพธ์การทดลองของงานวิจัย ซึ่งในบทที่ 4 เป็นการสรุปผลการทดลองที่เกิดขึ้น รวมถึงข้อเสนอแนะของงานวิจัยนี้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

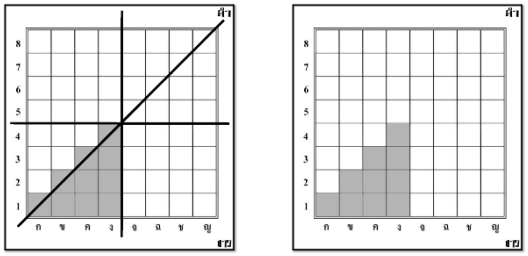
2.1 ฐานข้อมูลปลายกระดาน (Endgame Tablebases)

การสร้างฐานข้อมูลปลายกระดานถูกสร้างขึ้นด้วยหลักการเดินย้อนกลับจากตำแหน่งที่ถูกรุกจนในทุกตาเดินของจำนวนตัวหมากที่ได้กำหนดอย่างละเอียด [10] ซึ่งสามารถบอกผลลัพธ์ได้ทันทีว่าเกมจะจบลงด้วยผลเสมอหรือแพ้ - ชนะ โดยคอมพิวเตอร์จะบันทึกในทุกกรณีที่อยู่บนกระดานทุกตำแหน่งต่าง ๆ ว่าใช้จำนวนตาเดินอีกกี่ครั้งเพื่อทำให้เกิดการรุกจน (ในกรณีที่สามารถทำให้เกิดการรุกจนได้) การแก้ปัญหาได้พัฒนาความเข้าใจของนักหมากรุกเกี่ยวกับทฤษฎีปลายกระดานอย่างลึกซึ้ง ซึ่งบางตำแหน่งที่มนุษย์วิเคราะห์ว่าเสมอกัน แต่คอมพิวเตอร์ได้ทำการพิสูจน์แล้วว่าสามารถเกิดการชนะได้ [11, 12] โดยการวิเคราะห์ฐานข้อมูลสามารถค้นหาตำแหน่งรุกจนได้ในการ

เดินมากกว่าห้าร้อยครั้ง ซึ่งไกลเกินกว่าความสามารถของมนุษย์จะมองออกในระหว่างที่ได้ทำการเล่นบนกระดานจริง สำหรับการสร้าง Endgame Tablebases (EGTB) ในหมากรุกสากลนั้น เมื่อปี ค.ศ 2018 Bojun Guo [13] ได้สร้างฐานข้อมูลที่มีตัวหมากรวมกันทั้งสิ้น 7 ตัว โดยใช้ความจุทั้งสิ้นประมาณ 17 TB

2.1.1 หลักการสมมาตรของฐานข้อมูลปลายกระดาน

เมื่อใช้หลักการสมมาตรเพื่อช่วยลดทรัพยากรในการหาคำตอบในทุก ๆ ตำแหน่งของรูปมวยเม็ด จะเห็นได้ว่าตำแหน่งอ้างอิงของขุนฝ่ายหนีเพียง 1 ใน 8 ส่วนของกระดานหมากรุกก็สามารถกระจายผลลัพธ์ของทุกตำแหน่งทั่วกระดานได้ [14] โดยใช้ 10 ตำแหน่งบนกระดาน ประกอบด้วย ตำแหน่ง ก1, ข1, ข2, ค1, ค2, ค3, ง1, ง2, ง3 และ ง4 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1



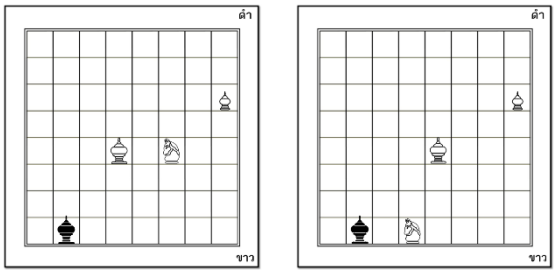
รูปที่ 1 หลักการสมมาตรที่ใช้ลดทรัพยากรในการสร้างฐานข้อมูล

2.1.2 ฐานข้อมูลปลายกระดานรูปแบบมวยเม็ด

งานวิจัยนี้ได้ทำการสร้างฐานข้อมูลปลายกระดานของหมากรุกไทยที่มีชื่อเรียกว่ามวยเม็ด รวมตัวหมากบนกระดานทั้งสิ้น 4 ตัว ประกอบด้วย ขุน 2 ตัว (หนีและไล่) + ม้า 1 ตัว + เม็ดหรือเบี้ยหงาย 1 ตัว ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากคอมพิวเตอร์โดยหลักการสมมาตร [14] สามารถทำให้ทราบว่ามีตำแหน่งเริ่มต้นที่ได้จากการสร้างฐานข้อมูลปลายกระดานจำนวน 59,146 ตำแหน่งที่สามารถทำให้เกิดการชนะได้ (ฝ่ายไล่เป็นฝ่ายเดินก่อน) นั่นคือตำแหน่งที่ฝ่ายไล่และฝ่ายหนีเดินได้ดีที่สุด และเมื่อทำการกระจายตำแหน่งเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ทั้งหมดของกระดาน ผลปรากฏว่ามีจำนวนตำแหน่งทั้งหมดเป็น 472,900 ตำแหน่งที่เข้ารูปชนะได้ และมีจำนวน 11,457,116 ตำแหน่ง ที่เข้ารูปเสมอ (เสมอเพราะกฎการนับศักดิ์หมากของหมากรุกไทย คือ 64 ครั้ง) จากตำแหน่งเริ่มต้นที่เป็นไปได้อย่างถูกกติกาทั้งสิ้นจำนวน 11,930,016 ตำแหน่ง สามารถแสดงผลลัพธ์ได้ดังตารางที่ 1 ซึ่งในขณะเดียวกันจำนวนครั้งที่สามารถทำให้เกิดการชนะที่นานที่สุดเป็น 36 ครั้ง (นับเฉพาะฝ่ายไล่เดินเพียงฝ่ายเดียว) สามารถดูตัวอย่างได้ดังรูปที่ 2

ตารางที่ 1 ผลลัพธ์ของจำนวนครั้งที่ฝ่ายไล่ใช้เดินเพื่อชนะของจำนวนตำแหน่งที่สามารถเกิดขึ้นได้บนกระดาน จากการสร้างฐานข้อมูลปลายกระดานในรูปแบบมวยเม็ด

ครั้ง	ตำแหน่ง	ครั้ง	ตำแหน่ง	ครั้ง	ตำแหน่ง
1	67	**13**	1,823	**25**	3,469
2	30	**14**	2,724	**26**	2,930
3	49	**15**	2,623	**27**	2,941
4	182	**16**	2,753	**28**	2,518
5	217	**17**	2,380	**29**	2,096
6	745	**18**	2,185	**30**	1,515
7	683	**19**	1,871	**31**	969
8	1,990	**20**	2,232	**32**	1,302
9	879	**21**	2,139	**33**	964
10	1,906	**22**	2,251	**34**	412
11	1,449	**23**	3,080	**35**	27
12	2,302	**24**	3,437	**36**	6
				รวม	59,146



ก) ตัวอย่างที่ 1 ข) ตัวอย่างที่ 2

รูปที่ 2 ตัวอย่าง 2 จาก 6 ตำแหน่ง ในกรณีที่ฝ่ายไล่และฝ่ายหนีเดินดีที่สุด โดยที่ฝ่ายไล่เป็นฝ่ายเริ่มเดินก่อนและสามารถทำให้เกิดการชนะที่นานที่สุด คือ 36 ครั้ง

2.2 ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)

ปัญญาประดิษฐ์ หรือ Artificial Intelligence (AI) คือ เครื่องจักร (Machine) ที่มีฟังก์ชันที่มีความสามารถในการทำความเข้าใจ เรียนรู้องค์ความรู้ต่าง ๆ อาทิเช่น การรับรู้ การเรียนรู้ การให้เหตุผล และการแก้ปัญหาต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่ง AI ก็ถูกแบ่งออกเป็นหลายระดับตามความสามารถหรือความฉลาด [15] โดยวัดจากความสามารถในการให้เหตุผล การพูด และทัศนคติของ AI ตัวนั้น ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับมนุษย์อย่างเรา ๆ หรือเรียกว่าขั้นตอนวิธีหรืออัลกอริทึม (Algorithm) [16]

2.2.1 อัลฟาเบตา (Alpha-Beta)

ชื่อของ Alpha-Beta มาจากสองตัวแปรในอัลกอริทึม โดยที่อัลกอริทึมนี้เหมาะสำหรับการเล่นเกมที่แข่งขันกันระหว่างผู้เล่น 2 คน ประเภทการวางหมากหรือเดินหมากผลัดกันคนละ 1 ตา เช่น เกมหมากรุก หมากล้อม เป็นต้น ซึ่ง Alpha-Beta เป็นการปรับปรุงมาจาก Minimax เพื่อที่จะช่วยลดจำนวนในการค้นหาตำแหน่งต่าง ๆ ที่ไม่จำเป็น ทำให้มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าการค้นหาแบบ Minimax [17]

2.2.2 Quiescence Search

Quiescence search (QS) เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ใน Minimax เหมาะสำหรับใช้ในการเล่นเกมเชิงตรรกะที่มีผู้เล่นสองคน [18] เช่น หมากรุก หมากฮอส หมากล้อม เป็นต้น สำหรับอัลกอริทึม QS มีจุดประสงค์คือการประเมินการค้นหาสำหรับโหนดที่ไม่เสถียร [19] กล่าวคือในเกมหมากรุกที่ตำแหน่งนั้น ๆ มีโอกาสที่จะมีการกินกันเกิดขึ้น ฟังก์ชันนี้จะเลื่อนการประเมินออกไปจนกว่าตำแหน่งนั้น ๆ จะไม่มีการกินกันเกิดขึ้น

2.2.3 โปรแกรมหมากรุกไทย Prorp

โปรแกรมหมากรุกไทยโปรอาร์พีได้ถูกดัดแปลงมาจากโปรแกรมหมากรุกสากล Stockfish [3] โดยพัฒนาจาก Fishtest ของ official-stockfish ซึ่งทีมงาน Redghost ได้ปรับปรุงค่าข้อมูลในช่วงปลายกระดานเพื่อให้เป็นโปรแกรมหมากรุกไทยที่สมบูรณ์แบบมากยิ่งขึ้น ปัจจุบัน (ค.ศ. 2021) นักหมากรุกไทยระดับสุดยอดเซียนของประเทศไทยยังไม่มีใครที่สามารถเอาชนะโปรแกรมหมากรุกไทย Prorp ได้

2.2.4 ฮิวริสติก (Heuristic)

เพื่อการชี้นำให้ปัญญาประดิษฐ์ค้นหาตำแหน่งที่จะนำไปสู่การรุกจน [20] นับว่าเป็นความฉลาดที่ได้กำหนดขึ้น จึงจำเป็นต้องมีฮิวริสติกเพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกเดินตำแหน่งต่าง ๆ ให้มีโอกาสที่จะทำให้เกิดการรุกจนได้ [21] ซึ่งได้ออกแบบจากการพิจารณาของฐานข้อมูลปลายกระดาน (มวยเม็ด) ร่วมกับตำแหน่งที่มีแนวโน้มเกิดขึ้นจริงในเกมหมากรุกไทย เพื่อโอบต้อนขุนฝ่ายหนีที่อยู่ในตำแหน่งเสมอ 11,457,116 ตำแหน่ง ให้เข้าไปสู่ในตำแหน่งที่แพ้ 472,900 ตำแหน่งได้ โดยตัวหมากที่เหลือบนกระดานจะต้องประกอบไปด้วย ฝ่ายไล่มี ขุน 1 ตัว, ม้า 1 ตัว, เม็ดหรือเบี้ยหงาย 1 ตัว และฝ่ายหนีเหลือขุนเพียงตัวเดียว

สำหรับค่าหมากที่ได้กำหนดเพื่อให้ความสำคัญของตัวหมาก เพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกเดินตัวหมากในตาเดินนั้น ๆ ซึ่งได้กำหนดให้ตัวหมากขุน, ม้า และ เม็ด คือ 10000, 1000 และ 100 คะแนนตามลำดับ โดยได้พิจารณาให้ขุนของทั้งสองฝ่ายมีคะแนนที่เท่ากัน เนื่องจากในเกมหมากรุกไทยการยึดพื้นที่ที่ดีที่สุดคือการใช้ขุน ดังนั้นเราจึงกำหนดคะแนนของขุนให้มีค่ามากที่สุด คือ 10000 คะแนน รองลงมาเป็นคะแนนของม้า คือ 1000 คะแนน เพราะว่าม้าในเกมหมากรุกไทย สามารถยึดพื้นที่ได้ดีกว่าเม็ด กล่าวคือม้าสามารถคุมพื้นที่ได้มากที่สุด คือ 8 ช่อง แต่เม็ดคุมพื้นที่ได้มากที่สุด คือ 4 ช่อง ทั้งนี้การใช้งานตัวหมากม้าให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยึดพื้นที่จะต้องใช้งานร่วมกันกับตัวหมากขุนของฝ่ายเดียวกันให้มีความสัมพันธ์กัน และสุดท้ายเป็นคะแนนของเม็ด คือ 100 คะแนน เนื่องจากเม็ดสามารถคุมพื้นที่ได้น้อยกว่าขุนและม้า คือ เม็ดสามารถคุมพื้นที่ได้ 4 ช่อง เราจึงกำหนดคะแนนของเม็ดให้มีค่าน้อยที่สุด เพื่อให้คอมพิวเตอร์ตัดสินใจเลือกเดินเม็ดเป็นลำดับสุดท้าย

จากการออกแบบของค่าหมากที่กล่าวมาทั้งหมดเหมาะสำหรับเฉพาะการไล่หมากปลายกระดาน กล่าวคือคู่ต่อสู้หรือฝ่ายหนีเหลือขุนเพียงตัวเดียวเพราะเป็นการออกแบบค่าหมากที่ไม่สามารถกินแลกตัวหมากกันได้ โดยสามารถสรุปได้ว่าช่วงคะแนนของตัวหมากทุกตัวไม่ควรมีค่าคะแนนที่น้อยจนเกินไปเพื่อทำให้คอมพิวเตอร์สามารถตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีข้อแนะนำว่าควรใช้คะแนนของตัวหมากทุกตัวให้มีค่าคะแนนตั้งแต่ 100 คะแนนขึ้นไป ซึ่งคะแนนของขุนควรมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือม้าและเม็ดตามลำดับ (คะแนนของขุนมากกว่าม้า และคะแนนของม้ามากกว่าเม็ด) โดยมีระยะห่างของค่าคะแนนระหว่างตัวหมากแต่ละตัวให้เห็นได้อย่างชัดเจน

โดยการออกแบบคะแนนของฮิวริสติกต่าง ๆ ได้กำหนดไว้ 5 รูปแบบดังนี้

1) ค่าระยะห่างระหว่างขุนฝ่ายไล่และฝ่ายหนี
2) ค่าตารางฮิวริสติกของขุนฝ่ายหนี
3) ค่าตารางฮิวริสติกของขุนฝ่ายไล่
4) ค่าตารางฮิวริสติกของม้าฝ่ายไล่
5) ค่าตารางฮิวริสติกของเม็ดฝ่ายไล่

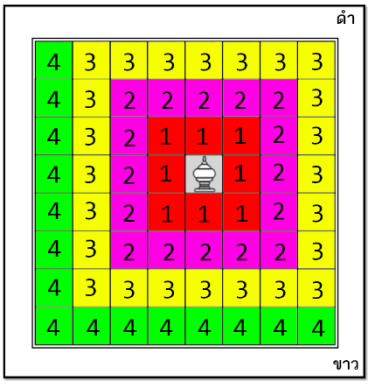
ใน 5 รูปแบบ มีความสำคัญที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งในเกมหมากรุกไทยการไล่รูปแบบมวยเม็ดจะสามารถเป็นผู้ชนะได้ก็ต่อเมื่อฝ่ายหนีเดินขุนเข้าไปอยู่ในมุมที่เม็ดหรือเบี้ยหงายตรงมุม (เม็ดหรือเบี้ยหงายสามารถเดินเข้าไปอยู่ในตามุมได้) ซึ่งจะมีเพียง 2 มุมจากทั้งหมด 4 มุมเท่านั้น ดังนั้นการให้คะแนนของฮิวริสติกของรูปแบบมวยเม็ดจะต้องมีการออกแบบค่าคะแนนที่แตกต่างกับการไล่ศักดิ์หมากในรูปแบบอื่น ๆ ที่เห็นได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะค่าคะแนนของฮิวริสติกรูปแบบที่ 2 (ค่าตารางฮิวริสติกของขุนฝ่ายหนี) หรือพูดในเชิงภาษานักหมากรุก คือ ค่าตารางฮิวริสติกของเม็ดหรือเบี้ยหงายที่ตรงมุมและไม่ตรงมุม โดยจะต้องออกแบบค่าตารางฮิวริสติกที่ไม่เหมือนกับการไล่ศักดิ์หมากในรูปแบบอื่น ๆ เนื่องจากการไล่ในรูปแบบอื่น ๆ เช่น ขุน+โคน 2 ตัว ขุน+เรือ ฯลฯ สามารถทำให้เกิดการรุกจนได้ทั้ง 4 มุมของกระดาน (สามารถรุกจนได้ทุกมุม) และในส่วนค่าตารางฮิวริสติกรูปแบบที่ 1, 3, 4 และ 5 ที่ได้ออกแบบไว้ได้มีแนวคิดคล้ายกับการไล่ศักดิ์หมากในรูปแบบอื่น ๆ คือต้องการยึดพื้นที่ให้ขุนฝ่ายหนีมีตาเดินที่น้อยลง รวมถึงการเดินตัวหมากของฝ่ายไล่ในแต่ละตัวไปยังตำแหน่งที่สามารถเดินได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ อีกทั้งเป็นตำแหน่งที่สำคัญเมื่อถ้าเกิดขึ้นจริงบนเกมหมากรุกไทยแล้วผู้เล่นส่วนใหญ่จะเลือกเดินไปในตำแหน่งนั้น ๆ โดยเรียงความสำคัญของคะแนนที่ได้ออกแบบบนค่าตารางฮิวริสติกยิ่งมีค่าผลรวมของคะแนนที่มาก คอมพิวเตอร์มีโอกาสสูงกว่าที่จะตัดสินใจเลือกเดินไปยังตำแหน่งที่มีผลรวมของคะแนนที่น้อย

รูปแบบที่ 1

ค่าฮิวริสติกของระยะห่างระหว่างขุนฝ่ายไล่และฝ่ายหนี

<u>แนวคิดในการออกแบบ</u>

เนื่องจากการยึดพื้นที่ที่ดีที่สุดคือการใช้ขุน เพราะฉะนั้นแล้วระยะทางระหว่างขุนฝ่ายไล่และฝ่ายหนี [22] ที่อยู่ห่างกันจึงสามารถนำมาสร้างเป็นค่าฮิวริสติกเพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกเดินในตำแหน่งนั้น ๆ โดยใช้ค่าระยะห่างระหว่างขุนฝ่ายไล่และฝ่ายหนีคูณด้วย 10 เพื่อใช้คำนวณในการค้นหาคำตอบนั้น ๆ สามารถแสดงค่าตัวเลขได้ดังรูปที่ 3



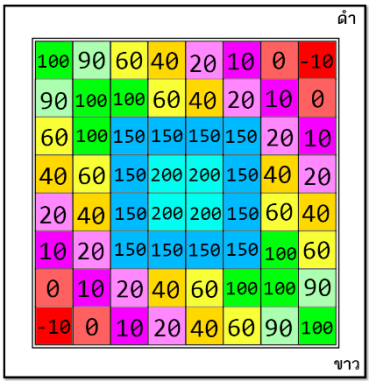
รูปที่ 3 ระยะห่างระหว่างขุนบนกระดานหมากรุก

รูปแบบที่ 2

ค่าตารางฮิวริสติกของขุนฝ่ายหนี

<u>แนวคิดในการออกแบบ</u>

ค่าตารางฮิวริสติกนี้ นับว่าเป็นหัวใจของรูปแบบมวยเม็ด กล่าวคือฝ่ายไล่ต้องการให้ขุนฝ่ายหนี หนีไปอยู่ที่เม็ดตรงมุม (สามารถเดินไปอยู่ในมุมได้) จึงสามารถสร้างค่าตารางฮิวริสติกที่มีค่าตัวเลขมากกว่าในทุก ๆ ตาราง สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4



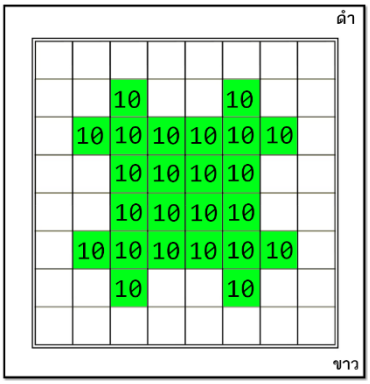
รูปที่ 4 ค่าตัวเลขบนกระดานที่ได้ออกแบบในฮิวริสติกของขุนฝ่ายหนี

รูปแบบที่ 3

ค่าตารางฮิวริสติกของขุนฝ่ายไล่

<u>แนวคิดในการออกแบบ</u>

ตาเดินของขุนสามารถเลือกเดินได้สูงสุด 8 ช่องที่อยู่ล้อมรอบตัวขุนได้ เพราะฉะนั้นการออกแบบค่าตารางของขุนจึงเน้นตำแหน่งกลางกระดาน (Center) เป็นหลัก สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5



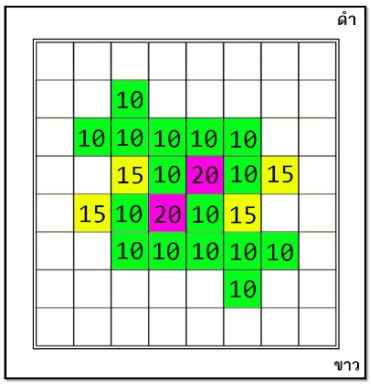
รูปที่ 5 ค่าตัวเลขบนกระดานที่ได้ออกแบบในฮิวริสติกของขุนฝ่ายไล่

รูปแบบที่ 4

ค่าตารางฮิวริสติกของม้าฝ่ายไล่

แนวคิดในการออกแบบ

ตาเดินของม้าสามารถเลือกเดินได้สูงสุด 8 ตา เพราะฉะนั้นการออกแบบค่าตารางของม้าจึงเน้นตำแหน่งกลางกระดาน (Center) เป็นหลัก ซึ่งกำหนดให้ค่าตัวเลขในตารางส่วนใหญ่มีค่าเป็น 10 และในขณะที่การเน้นตำแหน่งของม้าที่สามารถทำให้ขุนของฝ่ายหนีอยู่ในที่เม็ดตรงมุมได้ จึงออกแบบค่าตัวเลขให้เรียงลำดับตามความสำคัญและมีค่ามากกว่า 10 คือ 15 และ 20 ตามลำดับ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 6



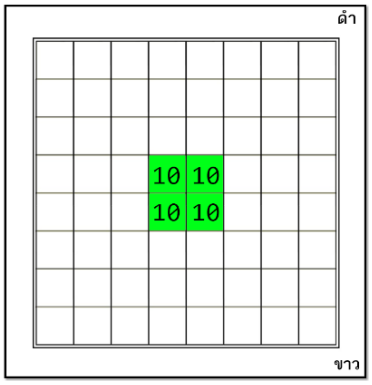
รูปที่ 6 ค่าตัวเลขบนกระดานที่ได้ออกแบบในฮิวริสติกของม้าฝ่ายไล่

รูปแบบที่ 5

ค่าตารางฮิวริสติกของเม็ดฝ่ายไล่

แนวคิดในการออกแบบ

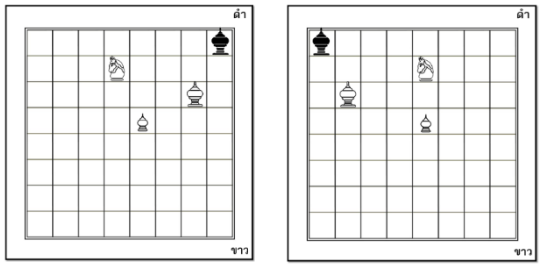
เม็ดมีความสำคัญรองจากขุนและม้า เนื่องจากคุมพื้นที่ได้น้อยกว่า ทำให้การออกแบบค่าตารางฮิวริสติกของเม็ดให้ความสำคัญเป็นลำดับสุดท้าย โดยเน้นไปที่ตำแหน่งกลางกระดาน (Center) เป็นหลัก สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ค่าตัวเลขบนกระดานที่ได้ออกแบบในฮิวริสติกของเม็ดฝ่ายไล่

สำหรับการนำค่าตารางฮิวริสติกที่ได้ออกแบบไปใช้สำหรับงานวิจัยนี้ กล่าวคือเมื่อตัวหมากทุกตัวทั้งฝ่ายไล่และฝ่ายหนีอยู่ตำแหน่งใด ๆ บนกระดาน ค่าของตัวเลขในตารางฮิวริสติกที่ได้ออกแบบจะนำมาคิดคำนวณเพื่อตัดสินใจสำหรับการเดินในครั้งนั้น ๆ โดยที่การตัดสินใจเลือกเดินจะมาจากการนำค่าคะแนนทั้งหมดมารวมกัน ซึ่งถ้ามีค่าคะแนนที่มาก โปรแกรมหมากรุกก็จะมีโอกาสที่จะเลือกเดินไปยังตำแหน่งนั้น ๆ ได้มากกว่าผลรวมที่มีค่าคะแนนที่น้อย แต่ทั้งนี้จะต้องพิจารณาค่าคะแนนของอีกฝ่ายหนึ่งด้วย

สำหรับการให้คะแนนของค่าตารางฮิวริสติก สามารถดูตัวอย่างการคิดค่าคะแนนฮิวริสติกได้ดังรูปที่ 8



ก) ตัวอย่างที่ 1 ข) ตัวอย่างที่ 2

รูปที่ 8 ตัวอย่างการคิดค่าคะแนนฮิวริสติกที่ได้ออกแบบไว้จากตำแหน่งต่าง ๆ

ตัวอย่างการคิดค่าคะแนนฮิวริสติกจาก 5 รูปแบบ โดยกำหนดให้ ม้า = 1000, เม็ด = 100

1) ค่าระยะห่างระหว่างขุนฝ่ายไล่และฝ่ายหนี
2) ค่าตารางฮิวริสติกของขุนฝ่ายหนี
3) ค่าตารางฮิวริสติกของขุนฝ่ายไล่
4) ค่าตารางฮิวริสติกของม้าฝ่ายไล่
5) ค่าตารางฮิวริสติกของเม็ดฝ่ายไล่

<u>จากตัวอย่างที่ 1</u>

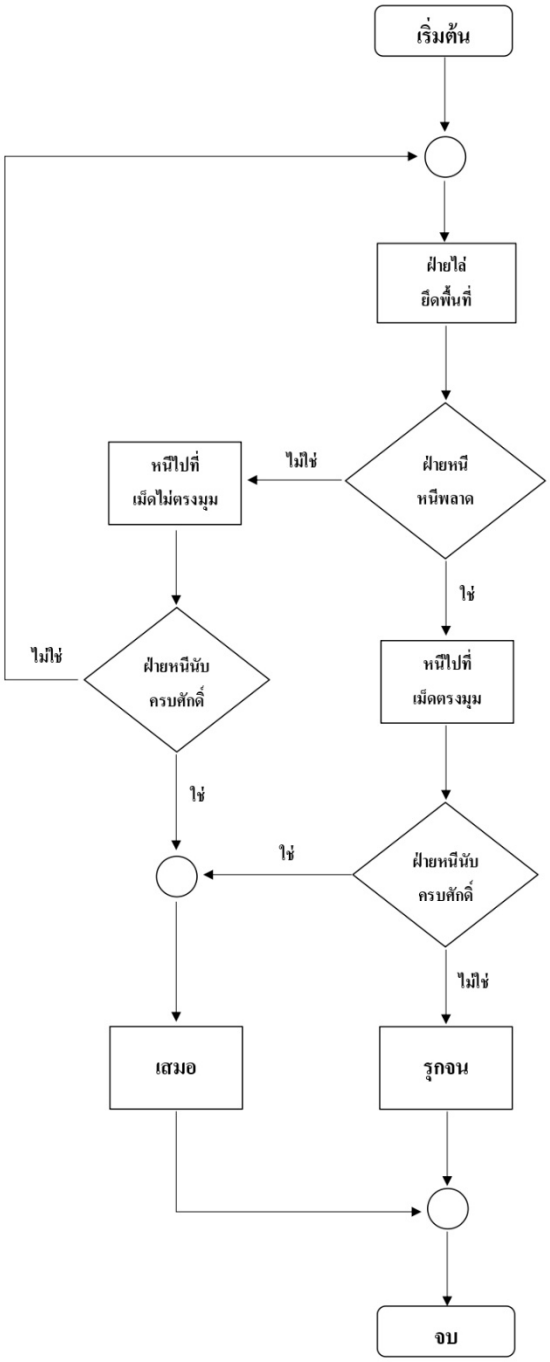
รวม 5 รูปแบบ คือ -20 + 10 + 10 + 0 + 10 = 10 คะแนน
คิดคำนวณเพื่อแสดงผล คือ 1100 + 10 = 1110 คะแนน

<u>จากตัวอย่างที่ 2</u>

รวม 5 รูปแบบ คือ -20 - 100 + 10 + 0 + 10 = -100 คะแนน
คิดคำนวณเพื่อแสดงผล คือ 1100 - 100 = 1000 คะแนน

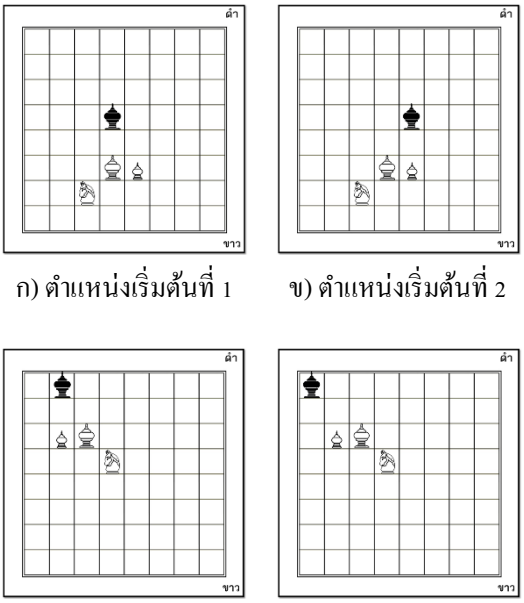
3. การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองของปัญญาประดิษฐ์ถูกพัฒนาด้วยภาษา JavaScript บน Notebook (ASUS) Intel(R) Core(TM) i7-9750H CPU @ 2.60GHz และ RAM 16.0 GB ด้วยวิธีการอัลฟาเบตา (Alpha-Beta pruning) โดยใช้วิธีค้นหาคำตอบด้วยวิธีการค้นหาในแนวลึกแบบวนเพิ่มความลึก (Iterative Deepening Depth-First Search) เพื่อโอบต้อนขุนฝ่ายหนีที่อยู่ในตำแหน่งเสมอ (11,457,116 ตำแหน่ง) ให้เข้าไปสู่การชนะได้ โดยสามารถแสดงแผนภาพลำดับการทำงานของปัญญาประดิษฐ์หมากรุกไทยในการไล่รูปแบบมวยเม็ด (Flowchart) ได้ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 แผนภาพลำดับการทำงานของปัญญาประดิษฐ์หมากรุกไทยในการไล่รูปแบบมวยเม็ด

สำหรับตำแหน่งเริ่มต้นในการไล่ เราได้กำหนดไว้ 4 ตำแหน่ง ซึ่งแต่ละตำแหน่งนั้นเป็นตำแหน่งที่เสมอ (อยู่ใน 11,457,116 ตำแหน่งที่สามารถเสมอได้) ซึ่งหากฝ่ายหนีเดินได้อย่างถูกต้องผลลัพธ์จะออกมาเสมอกัน โดยได้กำหนดการทดลองแต่ละตำแหน่งเริ่มต้นอย่างละ 25 กระดาน (ฝ่ายไล่เป็นฝ่ายเดินก่อน) รวมทั้งสิ้น 100 กระดาน เพื่อบันทึกผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 10



ก) ตำแหน่งเริ่มต้นที่ 1 ข) ตำแหน่งเริ่มต้นที่ 2

ค) ตำแหน่งเริ่มต้นที่ 3 ง) ตำแหน่งเริ่มต้นที่ 4

รูปที่ 10 ตำแหน่งเริ่มต้นที่ใช้ในการทดสอบการไล่ทั้ง 4 ตำแหน่ง รวมทั้งสิ้น 100 กระดาน

สำหรับการทดลองนี้ เป็นการทดสอบค่าฮิวริสติกที่ได้ออกแบบไว้ 5 รูปแบบที่ได้นำเสนอข้างต้น โดยได้ทำการทดลองหาความลึกที่เหมาะสม ในการกำหนดให้ทำการไล่กับโปรแกรมหมากรุกไทย SeniorSoft ThaiChess Master V3 ที่ความลึก 6-12 อย่างละ 100 กระดาน เพื่อหาระดับความลึกที่เหมาะสม ผลปรากฏว่าความลึกที่ 10 มีอัตราการชนะที่มากกว่าความลึกที่ 6-9 อย่างเห็นได้ชัดเจน และใช้เวลาได้เหมาะสมกว่าความลึกที่ 11-12 ที่ใช้เวลามากเกินไป ดังนั้นจึงเลือกใช้ค่าความลึกที่ 10 ในการทดลองเพื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น ๆ

โดยมีวิธีการเปรียบเทียบการไล่ด้วยกันทั้งหมด 3 วิธี คือ 1) วิธี Quiescence Search 2) โปรแกรมหมากรุกไทย Prorp (ดัดแปลงมาจาก Stockfish) และ 3) ผู้เล่นที่เคยได้รับรางวัลจากการแข่งขันระดับชาติ ซึ่งทำการเปรียบเทียบโดยการไล่โปรแกรมหมากรุกไทย SeniorSoft ThaiChess Master V3 วิธีละ 100 กระดาน (ตำแหน่งเริ่มต้นในการไล่ 4 ตำแหน่ง อย่างละ 25 กระดาน) และบันทึกข้อมูลเพื่อทำการเปรียบเทียบทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ 1) อัตราการรุกจน 2) จำนวนตาเดินเฉลี่ยที่ใช้รุกจนใน 1 กระดาน 3) เวลาเฉลี่ยที่ใช้สำหรับการเดินใน 1 ตาเดิน (โดยคิดจาก 10, 15 และ 20 ตาเดินแรก) และ 4) เวลาเฉลี่ยที่ใช้สำหรับการรุกจนใน 1 กระดาน

3.1 ด้านอัตราการรุกจน

การทดสอบเพื่อหาอัตราการรุกจนใน 100 กระดาน (ตำแหน่งเริ่มต้นในการไล่ 4 ตำแหน่ง อย่างละ 25 กระดาน) ด้วยการไล่โปรแกรมหมากรุกไทย SeniorSoft ThaiChess Master V3 ผลปรากฏว่าวิธีการของวิจัยนี้และวิธี Quiescence Search มีอัตราการรุกจนที่ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ ผู้เล่นที่เคยได้รับรางวัลจากการแข่งขันระดับชาติ และ โปรแกรมหมากรุกไทย Prorp มีอัตราการรุกจนที่ 91 และ 76 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สามารถแสดงผลลัพธ์ได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบทั้ง 4 วิธีในด้านอัตราการรุกจนที่เกิดขึ้น

วิธีที่ใช้ทดสอบ	**อัตราการรุกจน (เปอร์เซ็นต์)**
งานวิจัยนี้	100
Quiescence Search	100
Prorp	76
ผู้เล่นระดับชาติ	91

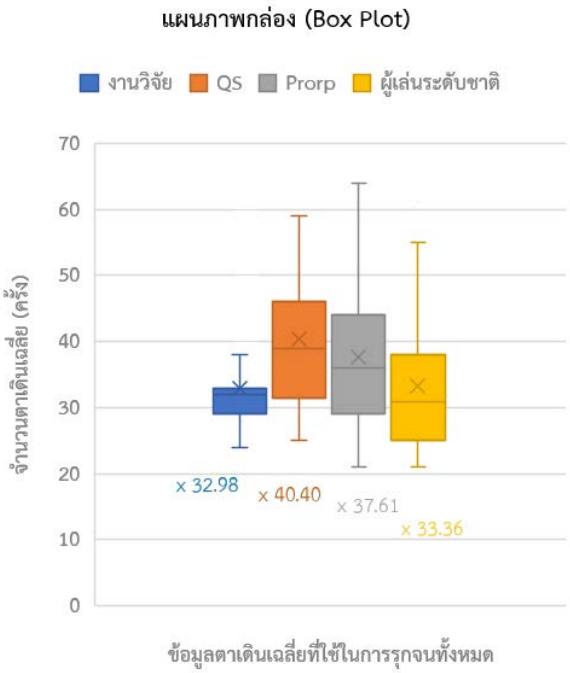
3.2 ด้านจำนวนตาเดินเฉลี่ยที่ใช้รุกจนใน 1 กระดาน

การทดสอบแต่ละวิธีเพื่อบันทึกข้อมูลของจำนวนตาเดินเฉลี่ยที่ใช้รุกจนใน 1 กระดาน เราจะอ้างอิงถึงกฎการนับศักดิ์หมากในหมากรุกไทย กล่าวคือการนับศักดิ์หมากจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อทั้ง 2 ฝ่ายไม่มีเบี้ยคว่ำเหลืออยู่บนกระดานและฝ่ายเป็นรองเหลือขุนเพียงตัวเดียว ซึ่งจะเริ่มนับรวมตัวหมากทั้งหมดของทั้งสองฝ่ายที่มีอยู่บนกระดาน จากนั้นให้เริ่มนับจำนวนตาเดินต่อจากนั้น โดยที่ฝ่ายเป็นรองเป็นผู้นับเพียงฝ่ายเดียว ในกรณีถ้าฝ่ายเป็นรองสามารถนับได้ถึง 64 ตาเดิน (ศักดิ์ของม้า 1 ตัว) และฝ่ายไล่ไม่สามารถทำให้เกิดการรุกจนได้ จะถือว่าผลการแข่งขันในเกมนั้น ๆ เสมอกันทันที

สำหรับการทดสอบในด้านนี้ เราจะนำเฉพาะจำนวนกระดานที่ฝ่ายไล่สามารถทำการรุกจน (ชนะ) มาคิดคำนวณเพื่อหาจำนวนตาเดินเฉลี่ยที่ใช้ใน 1 กระดาน ซึ่งผลการทดสอบที่เกิดขึ้นนั้นชี้ให้เห็นว่าวิธีการของงานวิจัยนี้ใช้จำนวนตาเดินเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 33 ครั้ง รองลงมาเป็นวิธีการไล่ของผู้เล่นที่เคยได้รับรางวัลจากการแข่งขันระดับชาติที่ 34 ครั้ง สำหรับโปรแกรมหมากรุกไทย Prorp ใช้จำนวน 38 ครั้ง และวิธี Quiescence Search ใช้จำนวนตาเดินที่มากที่สุด คือ 41 ครั้ง สามารถแสดงผลลัพธ์ได้ดังตารางที่ 3 และแสดงข้อมูลแผนภาพกล่องของข้อมูลได้ดังรูปที่ 11

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์ที่ได้การจากทดสอบทั้ง 4 วิธีในด้านจำนวนตาเดินเฉลี่ยที่ใช้รุกจนใน 1 กระดาน

วิธีที่ทดสอบ	จำนวนตาเดินเฉลี่ยที่ใช้ต่อ 1 เกม (ครั้ง)
งานวิจัยนี้	33
Quiescence Search	41
Prorp	38
ผู้เล่นระดับชาติ	34



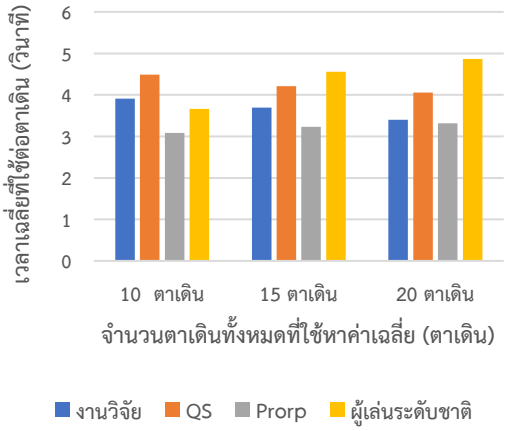
รูปที่ 11 กราฟแสดงแผนภาพกล่องสำหรับข้อมูลของฝ่ายไล่ที่ใช้จำนวนตาเดินในการรุกจนทั้งหมดของทุกวิธี

3.3 ด้านเวลาเฉลี่ยที่ใช้สำหรับการเดินใน 1 ตาเดิน

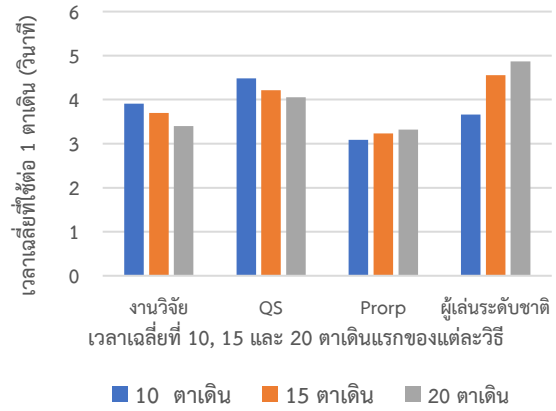
ในทุก ๆ วิธีที่ใช้เวลาในการไล่ โดยให้ความสนใจไปที่เวลาที่ใช้สำหรับการเดินใน 1 ตาเดิน ซึ่งได้นำข้อมูลของตาเดินที่ 10, 15 และ 20 ตาเดินแรกมาคิดคำนวณและบันทึกข้อมูล เนื่องจากการไล่บางกระดานของทุก ๆ วิธีที่ใช้ในการทดสอบจะใช้จำนวนตาเดินในการรุกจนที่ไม่เท่ากัน เราจึงนำเฉพาะ 10, 15 และ 20 ตาเดินแรก เพื่อกำหนดให้มีการใช้ตาเดินที่เท่ากันและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ดูแนวโน้มของแต่ละวิธีที่ใช้ทดสอบนั้นว่าใช้เวลาที่เพิ่มมากขึ้นหรือน้อยลงในการทดสอบไล่คู่ต่อสู้ด้วยจำนวนตาเดินที่มากขึ้น ซึ่งสามารถคำนวณได้จากการนำจำนวนเวลาทั้งหมดของ 10, 15 และ 20 ตาเดินแรกในการไล่ 100 กระดานมารวมกัน แล้วหารด้วยจำนวนตาเดินที่ใช้ไปทั้งหมด คือ 1000, 1500 และ 2000 ตามลำดับ

ซึ่งผลปรากฏว่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการไล่ต่อ 1 กระดาน ใน 10, 15 และ 20 ตาเดินแรกของงานวิจัยนี้คือ 3.908, 3.695 และ 3.400 วินาทีตามลำดับ สำหรับ

วิธี Quiescence Search ใช้เวลา 4.484, 4.212 และ 4.053 วินาที ตามด้วยโปรแกรมหมากรุกไทย Prorp ใช้เวลา 3.086, 3.230 และ 3.316 วินาที และการไล่ของผู้เล่นที่เคยได้รับรางวัลจากการแข่งขันระดับชาติ ใช้เวลา 3.659, 4.556 และ 4.869 วินาที สามารถแสดงผลลัพธ์ได้ดังรูปที่ 12 และรูปที่ 13



รูปที่ 12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลของจำนวนเวลาเฉลี่ยที่ใช้ใน 1 ตาเดิน โดยคิดค่าเฉลี่ยจากการเดินจำนวน 10, 15 และ 20 ตาเดินแรกในแต่ละวิธี



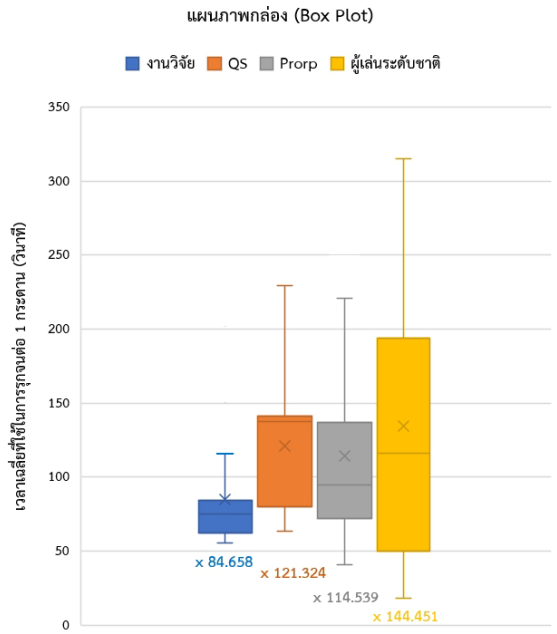
รูปที่ 13 กราฟแสดงข้อมูลของจำนวนเวลาเฉลี่ยที่ใช้ใน 1 ตาเดิน โดยคิดค่าเฉลี่ยจากการเดินจำนวน 10, 15 และ 20 ตาเดินแรกในแต่ละวิธี

3.4 ด้านเวลาเฉลี่ยที่ใช้สำหรับการรุกจนใน 1 กระดาน

การบันทึกข้อมูลจำนวนกระดานที่แต่ละวิธีสามารถทำการรุกจนได้ สามารถคำนวณได้จากการนำเวลาทั้งหมดของกระดานที่รุกจนมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนกระดานที่รุกจนทั้งหมด ซึ่งผลลัพธ์ที่ออกมา คือ งานวิจัยนี้ใช้เวลาเฉลี่ย 84.658 วินาทีต่อกระดาน สำหรับวิธี Quiescence Search ใช้เวลาเฉลี่ย 121.324 วินาทีต่อกระดาน ในส่วนโปรแกรมหมากรุกไทย Prorp ใช้เวลาเฉลี่ย 114.539 วินาทีต่อกระดาน และการไล่ของผู้เล่นที่เคยได้รับรางวัลจากการแข่งขันระดับชาติ ใช้เวลาเฉลี่ย 144.451 วินาทีต่อกระดาน สามารถแสดงผลลัพธ์ได้ดังตารางที่ 4 และรูปที่ 14

ตารางที่ 4 ผลลัพธ์ที่ได้การจากทดสอบทั้ง 4 วิธีในด้านเวลาเฉลี่ยที่ใช้สำหรับการรุกจนใน 1 กระดาน

วิธีที่ใช้ทดสอบ	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ต่อกระดาน (วินาที)
งานวิจัยนี้	84.658
Quiescence Search	121.324
Prorp	114.539
ผู้เล่นระดับชาติ	144.451



รูปที่ 14 กราฟแสดงแผนภาพกล่องสำหรับข้อมูลของฝ่ายไล่ที่ใช้เวลาเฉลี่ยในการรุกจนทั้งหมดของทุกวิธี

4. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการทดลอง

จากงานวิจัยนี้สรุปได้ว่าถ้าในเกมหมากรุกไทยเหลือรูปแบบมวยเม็ด (ฝ่ายไล่มี ขุน 1 ตัว, ม้า 1 ตัว, เม็ดหรือเบี้ยหงาย 1 ตัว และฝ่ายหนีมี ขุน 1 ตัว) ถ้าในกรณีที่ฝ่ายไล่เริ่มเดินก่อน จะมีตำแหน่งที่สามารถทำให้เกิดการรุกจน (ชนะ) ได้ 472,900 ตำแหน่ง จากตำแหน่งที่ถูกกติกาทั้งหมด 11,930,016 ตำแหน่ง ซึ่งถ้าตำแหน่งเริ่มต้นอยู่นอกเหนือ 472,900 ตำแหน่ง แล้วฝ่ายหนีเดินได้ถูกต้องทุกตาเดินจะทำให้ฝ่ายไล่ไม่สามารถทำการรุกจนได้ (ตามกฎการนับศักดิ์หมากของหมากรุกไทย คือ 64 ครั้ง และถือว่าเสมอกันไปในที่สุด)

สำหรับค่าตารางฮิวริสติกของงานวิจัยที่ได้ออกแบบเพื่อใช้สำหรับการไล่รูปมวยเม็ดนี้ จากการทดสอบไล่โปรแกรมหมากรุกไทย SeniorSoft ThaiChess Master V3 ใน 100 กระดาน โดยได้กำหนดตำแหน่งเริ่มต้นที่ใช้สำหรับการไล่ 4 ตำแหน่ง ซึ่งทำการทดสอบการไล่ตำแหน่งละ 25 กระดาน สำหรับการทดลองเพื่อหาความลึกเหมาะสมที่ใช้ในการค้นหาในช่วงความลึกที่ 6-12 ผลคือความลึกที่ 10 มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ทดสอบมากที่สุด

ในการทดสอบเพื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีต่าง ๆ ผลปรากฏว่าวิธีของงานวิจัยนี้มีผลลัพธ์ที่ดี ได้แก่ 1) มีอัตราการรุกจน 100.00% 2) จำนวนครั้งเฉลี่ยที่ใช้ในการรุกจน คือ 33 ครั้ง 3) เวลาเฉลี่ยใน 1 ตาเดินที่นับเฉพาะการเดิน 10, 15 และ 20 ครั้ง คือ 3.908, 3.695 และ 3.400 วินาที ตามลำดับ และ 4) เวลาเฉลี่ยที่ใช้รุกจนต่อ 1 เกม คือ 84.658 วินาที

4.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับผู้ที่สนใจสร้างปัญญาประดิษฐ์หมากรุกไทย สามารถที่จะนำค่าตารางฮิวริสติกที่ได้จากการออกแบบของงานวิจัยนี้ไปต่อยอดได้ โดยข้อจำกัดของงานวิจัยนี้มีอยู่ 2 ด้าน คือ 1) ด้านเวลาที่ใช้หาคำตอบ และ 2) ด้านความลึกในการค้นหาคำตอบที่สั้นเกินไป กล่าวคืองานวิจัยนี้เมื่อใช้ความลึกในการค้นหาที่มากกว่าความลึกที่ 10 จะต้องใช้เวลาเฉลี่ยในการเดิน 1 ครั้ง มากกว่า 10 วินาที ซึ่งไม่เหมาะสมในการนำมาใช้คิดคำนวณเพราะเป็นการใช้เวลาที่มากเกินไป ดังนั้นถ้าผู้พัฒนาสามารถสร้างอัลกอริทึมที่สามารถลดระยะเวลาในการค้นหาคำตอบได้ส่งผลให้งานนั้น ๆ สามารถที่จะเพิ่มค่าความลึกในการค้นหาให้มีค่ามากกว่า 10 และถ้าทำการค้นหาคำตอบแล้วผลลัพธ์ที่ได้มีแนวโน้มสูงที่จะมีประสิทธิภาพดีกว่างานวิจัยนี้อย่างแน่นอน

5. เอกสารอ้างอิง

[1] V. Janko and M. Guid, Development of a program for playing progressive chess, in: Advances in Computer Games (ACG 2015), in: Lecture Notes in Computer Science, Vol. 9525, pp. 122–134, Springer, 2015.

[2] W. Saletan, "Chess Bump: The triumphant teamwork of humans and computers," 11 May 2007. [Online]. Available: https://slate.com/technology/2007/05/the-triumphant-teamwork-of-humans-and computers.html. [Accessed 15 January 2020].

[3] "CCRL 40/15," 11 January 2010. [Online]. Available: computerchess.org.uk. [Accessed 13 January 2020].

[4] R. Gralla, "Kramnik plays Makruk Thai," 2004. [Online].Available: https://www.chessvariants.com /oriental.dir/thaikramnik.html. [Accessed 10 July 2020].

[5] D.B. Pritchard and J.D. Beasley, The Classified Encyclopedia of Chess Variants, J. Beasley, UK, 2007.

[6] Siamsport, "Siamsport," 22 October 2017. [Online]. Available: https://www.siamsport.co.th/column /detail/68156. [Accessed 29 January 2020].

[7] M. Guid, M. Moˇzina, A. Sadikov and I. Bratko, "Deriving Concepts and Strategies from Chess Tablebases," Advances in Computer Games 12th

International Conference ACG 2009, Pamplona, Spain, 2009.

[8] O. Marckel, "Alpha-beta Pruning in Chess Engines," Minnesota, USA, 2017.

[9] M. Luštrek, M. Gams and I. Bratko, "Is real-valued minimax pathological?," Elsevier, Vol. 170, No. 6, pp. 620-642, 2006.

[10] E. A. Heinz, "Endgame Databases and Efficient Index Schemes for Chess," ICCA Journal, Vol. 22, No. 1, pp. 22-32, 1999.

[11] A. Castelli, S. Progressivi and M. Eccellenti, (in Italian; "Progressive Chess. Excellent Checkmates"), Macerata-Italy, 1996.

[12] A. Castelli, S. progressivi and F. di Partita, (in Italian; “Progressive Chess. Endgames”), Macerata-Italy, 1997.

[13] G. M. Haworth, "Chess Endgame News: 7-man ‘Syzygy’ DTZ 50 EGTs," ICGA journal, Vol. 40, No. 10, pp. 1-2, 2019.

[14] G. Breda, KRK Chess Endgame Database Knowledge Extraction and Compression, Darmstadt Germany, 2006.

[15] L. Kocsis and C. Szepesvári, Bandit based Monte-Carlo planning, in: Machine Learning: ECML 2006, Springer, pp. 282–293, 2006.

[16] D. E. Knuth and R. W. Moore, "Artificial Intelligence," Elsevier, Vol. 6, No. 4, pp. 293-326, 1975.

[17] W. B. Putra and L. Heryawan, " Applying alpha-beta algorithm in a chess engine," Jurnal Teknosains, Vol. 6, No. 1, pp. 37-43, 2017.

[18] G. Schrufer, "A Strategic Quiescence Search," ICCA Journal, Vol. 12, No. 1, pp. 3-9, 1989.

[19] M. H. Winands, "Quiescence Search for Stratego," The 21st Benelux Conference on Artificial Intelligence, Eindhoven, 2009.

[20] J. Schaeffer, "The History Heuristic," ICCA Journal, Vol. 6, No. 3, pp. 16-19, 1983.

[21] V. Janko and M. Guid, "A program for Progressive chess," Elsevier, Vol. 644, No. 1, pp. 76-91, 2016.

[22] D. M. J. Tax, R. Duin and D. D. Ridder, Classification, Parameter Estimation and State Estimation: An Engineering Approach Using MATLAB, John Wiley & Sons, USA, 2004.