บูรณาการของวิธีการคิดวิเคราะห์แบบลำดับชั้นและตรรกศาสตร์คลุมเครือสำหรับการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นของเกมหลากหลายผู้เล่นออนไลน์

Integration of Analytic Hierarchy Process and Fuzzy Logic for Player Group Allocation of Multiplayer Online Games

จักรกฤตย์ โชติเกียรติคุณ

Jakkrit Chotkiattikun

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Computer Engineering
Prince of Songkla University

2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บูรณาการของวิธีการคิดวิเคราะห์แบบลำดับชั้นและตรรกศาสตร์คลุมเครือสำหรับการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นของเกมหลากหลายผู้เล่นออนไลน์

Integration of Analytic Hierarchy Process and Fuzzy Logic for Player Group Allocation of Multiplayer Online Games

จักรกฤตย์ โชติเกียรติคุณ
Jakkrit Chotkiattikun

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Computer Engineering
Prince of Songkla University
2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ บูรณาการของวิธีการคิดวิเคราะห์แบบลำดับชั้นและตรรกศาสตร์คลุมเครือ สำหรับการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นของเกมหลากหลายผู้เล่นออนไลน์
ผู้เขียน นายจักรกฤตย์ โชติเกียรติคุณ
สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนทร วิทูสุรพจน์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ดร.สูรีนา มะตาหยง)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนทร วิทูสุรพจน์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติศักดิ์ เกิดประสพ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งสาง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนทร วิทูสุรพจน์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(นายจักรกฤตย์ โชติเกียรติคุณ)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....
(นายจักรกฤตย์ โชติเกียรติคุณ)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ บูรณาการของวิธีการคิดวิเคราะห์แบบลำดับชั้นและตรรกศาสตร์คลุมเครือสำหรับการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นของเกมหลากหลายผู้เล่นออนไลน์
ผู้เขียน นายจักรกฤตย์ โชติเกียรติคุณ
สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

เกมหลากหลายผู้เล่นออนไลน์จำเป็นที่จะต้องจัดการให้ผู้เล่นหลากหลายประสบการณ์รวมอยู่กันเป็นกลุ่มๆ เพื่อที่จะเล่นเกมหรือกีฬาได้อย่างสนุกสนาน การที่จะบรรลุความต้องการนี้ จึงนิยมใช้เทคนิควิธีสามัญที่ทำงานอยู่บนพื้นฐานของการสุ่ม หรือการเปรียบเทียบเชิงกฎแบบง่ายๆ จากระดับของทักษะความสามารถในการเล่นเกมนั้นๆ หรือพิกัดทางภูมิศาสตร์ เพื่อนำมาใช้พัฒนาระบบโดยปริยาย ด้วยลักษณะการทำงานเช่นนี้ ทำให้ระบบเหล่านั้นไม่ได้นำความต้องการของผู้เล่นเข้ามาพิจารณาร่วมด้วยในการจัดสรรทีม และอาจนำไปสู่ปัญหาวิกฤตในเรื่องของความไม่เป็นธรรมระหว่างทีมขึ้นได้ การพัฒนาระบบที่เหมาะสมกว่าจึงควรนำเกณฑ์ความต้องการของผู้เล่นเข้ามาพิจารณาร่วมด้วย เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้ปัญหานี้เกิดขึ้นได้ จากบริบทของเกมดังกล่าวข้างต้นนี้ จึงได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเทคนิควิธีเชิงแบบจำลอง สำหรับใช้ตอบโจทย์ปัญหาการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ และทำการทดลองด้วยการวิเคราะห์เชิงตัวเลขจากกลุ่มผู้เล่นจำลองพบว่าเทคนิควิธีกระบวนการคิดวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (AHP) มีความน่าสนใจ เนื่องจากสามารถนำเกณฑ์พิจารณาที่เป็นได้ทั้งแบบเกณฑ์เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพมาพิจารณาพร้อมกันได้ และยังรองรับการระบุลำดับความสำคัญได้อีกด้วย อย่างไรก็ตาม เทคนิควิธี AHP นี้ยังจำเป็นต้องนำการเปรียบเทียบเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือเข้ามาใช้งานร่วมด้วย เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของการจัดสรรกลุ่มผู้เล่นที่เหมาะสมมากขึ้นด้วย อย่างไรก็ตาม แม้ว่าผลจากการศึกษานี้จะทำให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่ดี แต่ยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในสิ่งแวดล้อมที่เป็นจริง เพื่อยืนยันให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบอย่างแท้จริง

Thesis Title Integration of Analytic Hierarchy Process and Fuzzy Logic for Player Group Allocation of Multiplayer Online Games
Author Mr Jakkrit Chotkiattikun
Major Program Computer Engineering
Academic Year 2017

ABSTRACT

Many multiplayer online games need to organize their players with a variety of game experiences as a team for playing games or sports with fun. To meet this requirement, it is often that some simple technique working on a random basis or a simple rule-based comparison of skill or geo-location of those players are popularly implemented as defaults. By working in this manner, this sort of implementations overlooks taking players' requirements into account for team assignments and hence may introduce a critical problem of unfair competitiveness among teams. We argue that a better implementation should take players' criteria into the assignment loop so that such a problem can be potentially avoided. In this regard, we investigate some model-based multi-criteria decision making techniques and conducts experiments via numerical analysis. It is found that the Analytic Hierarchy Process seems to be attractive due to allowing qualitative and quantitative criteria to be considered altogether. However, it needs some involvement of Fuzzy rule-based concerns so that more efficient method of team assignment can be achieved. While our study can provide a promising solution, it yet requires some further study on experiments in actual game environments for realistic performance confirmation.

กิตติกรรมประกาศ

ขอแสดงคำขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนทร วิทูสุรพจน์ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ที่ได้กรุณาอุทิศเวลาให้คำปรึกษา แนะนำความรู้ในด้านการทำวิจัย เอกสาร ข้อมูลต่างๆ เป็นอย่างดี รวมทั้งแนวความคิดและกำลังใจในการแก้ปัญหา ตลอดจนตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้ดำเนินไปอย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ดร.สุรีนา มะตาหยง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และตรวจทานวิทยานิพนธ์ให้ดำเนินไปอย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติศักดิ์ เกิดประสพ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และตรวจทานวิทยานิพนธ์ให้ดำเนินไปอย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ทุก ๆ ท่านที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ มาโดยตลอด จนกระทั่งงานสำเร็จลุล่วง

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ที่ให้ความช่วยเหลือด้านการประสานงานต่าง ๆ

ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อน ๆ และน้องๆ นักศึกษาปริญญาโท - เอก ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยเฉพาะกลุ่มงานวิจัยห้อง WIG ซึ่งมี นายแวซำซูดิน แวดอกอ นางสาวกลิ่นสุคนท์ นิ่มกาญจนา นายณัฐวุติ วิจิตร นางสาวอาวาตีฟ อาบูดายอ และทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษา และเป็นกำลังใจที่ดีมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอน้อมรำลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา พี่น้องของข้าพเจ้า และนางสาวจินต์วรา สุวรรณมณี ที่ส่งเสริมสนับสนุน ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ให้กำลังใจ แก่ข้าพเจ้าตลอดมาจนกระทั่งทำให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จ

จักรกฤตย์ โชติเกียรติคุณ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ. ..... (5)
ABSTRACT ..... (6)
กิตติกรรมประกาศ. ..... (7)
สารบัญ ..... (8)
สารบัญตาราง ..... (11)
สารบัญภาพประกอบ ..... (13)
สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ ..... (15)
ศัพทานุกรม ..... (16)

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ 3
1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์ 3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.5 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ 5
2.1 บทนำ 5
2.2 รูปแบบการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น 5
2.3 เกณฑ์พิจารณาในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น 5
2.4 กระบวนการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ 6
2.4.1 เทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ 7
2.4.2 เทคนิควิธี AHP 10
2.4.3 เทคนิควิธีแบบลูกผสม 13
2.5 การประเมินค่าความสอดคล้องตามเกณฑ์ 15
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15
2.6.1 การจัดสรรกลุ่มผู้เล่นเกม MOG ด้วยเทคนิควิธีของ 15
โจทย์ปัญหาแบบ MCDM
2.6.2 การประยุกต์ใช้เทคนิควิธี AHP เพื่อจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น 16
ภายในเกม MOG

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG ระหว่างเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ กับเทคนิควิธี AHP 17
3.1 บทนำ 17
3.2 เกณฑ์การจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น 17
3.3 การจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG ด้วยเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ 17
3.4 การจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG ด้วยเทคนิควิธี AHP 19
3.5 การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม ระหว่างเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ กับเทคนิควิธี AHP 24
3.5.1 วัตถุประสงค์การทดลอง 24
3.5.2 การเตรียมการทดลอง 24
3.5.3 ผลการทดลองการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG ด้วยเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ 26
3.5.4 ผลการทดลองการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG ด้วยเทคนิควิธี AHP แบบลำดับความสำคัญเกณฑ์หลักเท่ากัน 26
3.5.5 ผลการทดลองการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG ด้วยเทคนิควิธี AHP แบบลำดับความสำคัญเกณฑ์หลักต่างกัน 26
3.5.6 สรุปผล 27
3.6 การศึกษาประสิทธิภาพของเทคนิควิธี AHP เมื่อจำนวนเกณฑ์เพิ่มขึ้น 28
3.6.1 เกณฑ์ที่เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลต่อความสอดคล้องตามเกณฑ์ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกมได้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น 28
3.6.2 เกณฑ์ที่เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นได้นานมากยิ่งขึ้น 31

บทที่ 4 การประเมินประสิทธิภาพทางด้านความคลาดเคลื่อนระหว่างเทคนิควิธี AHP และเทคนิควิธี Fuzzy AHP 33
4.1 บทนำ 33
4.2 การจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG ด้วยเทคนิควิธี Fuzzy AHP 33
4.3 สมมติฐานเบื้องต้น 34
4.4 แนวความคิดในการทดลอง 35
4.5 ผลการทดลองการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธี AHP และ Fuzzy AHP 37

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.6 สรุปผลการทดลอง 38
4.7 การศึกษาแนวทางเพิ่มเติมการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG 38
ด้วยเทคนิควิธี Fuzzy AHP แบบ Chang
4.8 แนวทางการพัฒนาระบบในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG 41

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 42
5.1 สรุปผลการวิจัย 42
5.2 ข้อเสนอแนะ 43

เอกสารอ้างอิง 44
ภาคผนวก 46
ภาคผนวก ก. ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่จากวิทยานิพนธ์ 47
ภาคผนวก ข. ตัวอย่างข้อมูลทดสอบ 55
ภาคผนวก ค. โปรแกรมประยุกต์เพื่อการทดสอบ 62
ประวัติผู้เขียน 64

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 ข้อมูลเปรียบเทียบรูปแบบในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น 6
ตารางที่ 2-2 ตัวอย่างการใช้เทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกะแบบบูล 8
ตารางที่ 2-3 กฎตรรกศาสตร์คลุมเครือ 9
ตารางที่ 2-4 ตารางเมตริกซ์การตัดสินใจเป็นรายคู่ 11
ตารางที่ 2-5 ค่าระดับความสำคัญ 11
ตารางที่ 2-6 ดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม 12
ตารางที่ 2-7 ตัวเลขฟัซซีซีนัมเบอร์แบบสามเหลี่ยม 13
ตารางที่ 2-8 เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิควิธีของโจทย์ปัญหาแบบ MCDM 16
ตารางที่ 2-9 เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิควิธี AHP ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน 16
ตารางที่ 3-1 กฎตรรกศาสตร์คลุมเครือ 18
ตารางที่ 3-2 ตารางเมตริกซ์การตัดสินใจเป็นรายคู่ 20
ตารางที่ 3-3 วิธีการรวมผลรวมของแต่ละคอลัมน์ในตารางเมตริกซ์ 20
ตารางที่ 3-4 วิธีการนำผลรวมแนวตั้งหารด้วยตัวเลขในแต่ละคอลัมน์ 21
ตารางที่ 3-5 วิธีการหาค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญ 21
ตารางที่ 3-6 วิธีการคำนวณหาค่า λ_{max} 22
ตารางที่ 3-7 ผลลัพธ์ของเกณฑ์การตัดสินใจย่อยด้วยเทคนิควิธี AHP 22
ตารางที่ 3-8 ตัวอย่างข้อมูลทดสอบชุดที่ 1 25
ตารางที่ 3-9 ผู้เล่นที่ถูกจัดลำดับด้วยเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ 26
ตารางที่ 3-10 ผู้เล่นที่ถูกจัดลำดับด้วยเทคนิควิธี AHP แบบลำดับความสำคัญเกณฑ์หลักเท่ากัน 26
ตารางที่ 3-11 ผู้เล่นที่ถูกจัดลำดับด้วยเทคนิควิธี AHP แบบลำดับความสำคัญเกณฑ์หลักต่างกัน 27
ตารางที่ 3-12 ผลลัพธ์ในการจัดลำดับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ 27
กับเทคนิควิธี AHP
ตารางที่ 3-13 ตัวอย่างข้อมูลทดสอบชุดที่ 6 29
ตารางที่ 3-14 ตัวอย่างของเกณฑ์ความต้องการที่เพิ่มขึ้น 29
ตารางที่ 3-15 ผลลัพธ์จากการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นจำนวน 2 เกณฑ์ 30
ตารางที่ 3-16 ผลลัพธ์จากการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นจำนวน 3 เกณฑ์ 30
ตารางที่ 3-17 ผลลัพธ์จากการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นจำนวน 4 เกณฑ์ 30

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4-1 ตัวอย่างข้อมูลทดสอบชุดที่ 7 36
ตารางที่ 4-2 ผู้เล่นที่ถูกจัดลำดับด้วยเทคนิควิธี AHP แบบดั้งเดิม 37
ตารางที่ 4-3 ผู้เล่นที่ถูกจัดลำดับด้วยเทคนิควิธี Fuzzy AHP 37
ตารางที่ 4-4 ตารางเมตริกซ์การตัดสินใจเป็นรายคู่ด้วยเทคนิควิธี Fuzzy AHP แบบ Chang 38
ตารางที่ 4-5 เกณฑ์การตัดสินใจย่อยด้วยเทคนิควิธี Fuzzy AHP 40
ตารางที่ 4-6 ผู้เล่นที่ถูกจัดลำดับด้วยเทคนิควิธี AHP แบบดั้งเดิมแบบ Chang 40

สารบัญภาพประกอบ

หน้า

ภาพที่ 2-1 แนวความคิดการจัดระดับชั้นความสำคัญของเกณฑ์ในระดับต่างๆ กัน 6
ภาพที่ 2-2 การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ 7
ภาพที่ 2-3 ตัวอย่าง (ก) ค่าตรรกะแบบบูล และ (ข) ค่าตรรกศาสตร์คลุมเครือ 7
ภาพที่ 2-4 กระบวนการทำงานของเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ 8
ภาพที่ 2-5 รูปแบบฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (ก) ระดับทักษะความสามารถ (ข) ระดับคะแนน..... 9
ทางด้านทักษะความสามารถ (ค) ระดับช่วงอายุ และ (ง) ระดับคะแนนทางด้านอายุ
ภาพที่ 2-6 ผลลัพธ์ของเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ 10
ภาพที่ 2-7 กระบวนการทำงานของเทคนิควิธี AHP 10
ภาพที่ 2-8 แบบจำลองลำดับชั้นของเทคนิควิธี AHP 10
ภาพที่ 3-1 รูปแบบฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ 18
ภาพที่ 3-2 ผลลัพธ์จากการเลือกผู้เล่นด้วยเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ 19
ภาพที่ 3-3 แบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธี AHP 20
ภาพที่ 3-4 แบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นแบบมีค่าถ่วงน้ำหนัก..... 23
ความสำคัญของเกณฑ์หลักต่างกัน
ภาพที่ 3-5 แบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นแบบมีค่าถ่วงน้ำหนัก..... 23
ความสำคัญของเกณฑ์หลักเท่ากัน
ภาพที่ 3-6 แบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG..... 28
(ก) 2 เกณฑ์, (ข) 3 เกณฑ์, (ค) 4 เกณฑ์ ด้วยเทคนิควิธี AHP
ภาพที่ 3-7 ผลลัพธ์จากการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเมื่อจำนวนเกณฑ์เพิ่มขึ้น..... 31
ภาพที่ 3-8 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเกณฑ์ที่สอดคล้องกับเวลาที่ใช้ 31
ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น
ภาพที่ 3-9 แสดงความเป็นไปได้ของเวลาที่ใช้ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม 32
ด้วยเทคนิควิธี AHP
ภาพที่ 4-1 (ก) รูปแบบฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของระดับทักษะความสามารถ และ..... 33
(ข) ระดับคะแนนทางด้านทักษะความสามารถ
ภาพที่ 4-2 (ก) รูปแบบฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของระดับช่วงอายุ และ 34
(ข) ระดับคะแนนทางด้านอายุ
ภาพที่ 4-3 (ก) รูปแบบฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของระดับความสามารถเล่นได้หลายบทบาท 34
และ (ข) ระดับคะแนนทางด้านความสามารถเล่นได้หลายบทบาท
ภาพที่ 4-4 แบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น ก) เทคนิควิธี AHP และ..... 35
(ข) เทคนิควิธี Fuzzy AHP

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4-5 แบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นด้วย 38
เทคนิควิธี Fuzzy AHP แบบ Chang
ภาพที่ 4-6 เปรียบเทียบการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกมด้วยเทคนิควิธี AHP, เทคนิควิธี..... 41
Fuzzy AHP ที่นำเสนอ และเทคนิควิธี Fuzzy AHP แบบ Chang
ภาพที่ 4-7 แนวทางการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG ก) ผู้เล่นเป็นคนเลือกกลุ่ม..... 41
ที่จะเล่น และ ข) ผู้เล่นที่เป็นหัวหน้ากลุ่มเลือกผู้เล่น

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ

MOG	Multiplayer Online Games
MCDM	Multi Criteria Decision Making
AHP	Analytic Hierarchy Process
TFNs	Triangular Fuzzy Numbers
MSE	Mean Square Error

ศัพทานุกรม

การจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น	Matchmaking
การตัดสินใจเป็นรายคู่	Pairwise comparison
ค่าระดับความสำคัญ	Preference level
ตรรกศาสตร์คลุมเครือ	Fuzzy Logic
จุดศูนย์ถ่วง	Central of Gravity
ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	Weighted average
ฟัซซีเซต	Fuzzy set
ฟัซซิฟิเคชัน	Fuzzification
ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก	Membership Function
การอนุมานหรือตีความจากกฎ	Inference Engine
ดีฟัซซิฟิเคชัน	Defuzzification
พจน์ภาษา	Linguistic
ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง	Mean Square Error
ความสอดคล้องกันของข้อมูล	Consistency Ratio
ดัชนีวัดความสอดคล้อง	Consistency Index
ดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม	Random Consistency Index

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์

เกมหลากหลายผู้เล่นออนไลน์ (Multiplayer Online Games หรือ MOG) [1] ได้รับความนิยมเพิ่มมากในปัจจุบัน เนื่องจาก เกมเหล่านี้มีการเปิดโอกาสให้ผู้เล่นได้มีกิจกรรมเชิงกลุ่มร่วมกับผู้เล่นอื่นๆ อีกหลายคนผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น

- การทำภารกิจงานร่วมกันกับผู้เล่นภายในทีมเดียวกัน เพื่อเพิ่มของรางวัลให้กับทีม เช่น เกม Ragnarok Online[1] หรือ โยวกัง ยุทธภพครบสลึง (Yulgang)[2] เป็นต้น หรือ
- การรวมทีมเพื่อแข่งขันต่อสู้กับทีมอื่นๆ เช่น เกม Dota 2 (Defense of the Ancients 2)[3] หรือ League of Legends[4] เป็นต้น

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเกมแบบ MOG กับเกมแบบที่ผู้เล่นแข่งขันกับโปรแกรมชาญฉลาดแบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ภายในคอมพิวเตอร์แล้ว เกมแบบ MOG ซึ่งเล่นระหว่างผู้เล่นที่เป็นมนุษย์ด้วยกัน มีความน่าสนใจ ความท้าทาย และความสนุกเร้าใจกว่ามาก [2] ดังนั้น หากพิจารณาจากบริบทงานของเกมแบบ MOG ข้างต้นแล้ว จะเห็นได้ว่ากลไกการจัดสรรผู้เล่นเกมเพื่อจัดให้เป็นกลุ่มอย่างเหมาะสม (Matchmaking) [2] มีความสำคัญมาก เนื่องจากจะสามารถเชื่อมโยงไปถึงความหลากหลายของผู้เล่นที่ประกอบกันเข้าเป็นทีม ซึ่งอาจดำเนินการได้อย่างหลากหลายรูปแบบ/นโยบาย ต่างๆ เช่น

- การจัดกลุ่มตามเกณฑ์ของระดับทักษะความสามารถ (Skill-based criteria) [3, 4] เพื่อจัดให้มีการผสมผสานผู้เล่นหลายระดับ หรืออยู่ระดับที่ใกล้เคียงกัน หรือ
- การจัดกลุ่มเชื่อมต่อตามตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geo-location-based criteria) [5, 6] เพื่อให้ผู้เล่นที่อยู่ในบริเวณหรือภูมิภาคเดียวกันกับเซิร์ฟเวอร์ให้บริการเกม (Game Server) ถูกจัดอยู่ภายในกลุ่มเดียวกัน จึงใช้ระยะเวลาสั้นในการเดินทางของสัญญาณภายในเครือข่ายอินเตอร์เน็ตระหว่างผู้เล่นในทีม ส่งผลดีต่อประสบการณ์ของผู้เล่น (Player Experience) ในการเล่นเกมนั้นๆ เป็นต้น

---

[1] http://ro.exe.in.th

[2] http://yulgang.playpark.com

[3] http://www.dota2.com

[4] https://na.leagueoflegends.com

ตัวอย่างของเกณฑ์พิจารณาทั้งสองข้างต้นนั้น แม้ว่าจะนิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในทางปฏิบัติ [1] เนื่องจากข้อดีของความไม่ซับซ้อนที่จะนำไปพัฒนาเป็นโปรแกรม (Implementation) เพื่อจัดสรรผู้เล่นแบบออนไลน์จำนวนมากๆ เข้ากลุ่มได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม ข้อด้อยสำคัญของแนวทางที่นำเกณฑ์พิจารณาข้างต้นนี้มาใช้งานนั้น อยู่ที่การพิจารณาเพียงเฉพาะจากมุมมองของผู้ให้บริการเกมเป็นสำคัญ (Game-server centric viewpoint) เท่านั้น โดยที่ไม่ได้นำความต้องการจากมุมมองของผู้เล่น (Game-player viewpoint) มาร่วมพิจารณาด้วย จึงไม่สามารถรองรับเกมบางประเภท ซึ่งอาจต้องการให้มีการจัดกลุ่มแบบคละผู้เล่นหลากหลายระดับทักษะความสามารถต่างๆ ตามที่ผู้เล่นต้องการ ไม่ว่าจะเป็นเพื่อจุดประสงค์ของการฝึกหัดเกม หรือเพื่อสร้างความท้าทายใหม่ๆ ภายในเกมขึ้นก็ตาม การลดข้อด้อยข้างต้นในการตัดสินใจจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม จึงควรศึกษาถึงเทคนิควิธีต่างๆ ที่จะเอื้อให้มีการนำเกณฑ์ความต้องการต่างๆ ของผู้เล่นเกมเข้ามาร่วมพิจารณาด้วย ซึ่งหากพิจารณาว่าเป็นโจทย์ปัญหาการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making หรือ MCDM) [7] ก็สามารถจะนำเทคนิควิธีต่างๆ ในการแก้ปัญหาประเภทนี้เข้าสนับสนุนได้โดยตรง ตัวอย่างของเทคนิควิธีที่มีความน่าสนใจ เช่น

- การเปรียบเทียบเชิงกฎ (Rule-based approach) แบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) [8] จากคุณลักษณะเด่นในการคิดวิเคราะห์เกณฑ์แบบคลุมเครือได้ (ตัวอย่างเช่น การแบ่งระดับทักษะความสามารถเกมเป็นค่าระดับแบบมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยมาก เป็นต้น) หรือ
- กระบวนการคิดวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process หรือ AHP) จากคุณลักษณะเด่น [9] เช่น ก) การสร้างให้เป็นแบบจำลองเพื่อแก้ปัญหา และ ข) การนำเกณฑ์พิจารณาทั้งแบบเชิงปริมาณ (เช่น อายุของผู้เล่น เป็นต้น) และเชิงคุณภาพ (เช่น ระดับทักษะความสามารถ เป็นต้น) เข้ามาพิจารณาร่วมกันได้ และ
- เทคนิควิธีแบบลูกผสมของสองเทคนิควิธีข้างต้น (Fuzzy AHP) [10] จากคุณลักษณะเด่นในการใช้เกณฑ์แบบคลุมเครือ เข้ามาใช้แทนที่การกำหนดค่าระดับความสำคัญแบบตายตัว (เช่น จากการใช่ค่าของจำนวนเต็ม ระหว่าง 1 - 9 แทนการไล่ระดับจากน้อยไปหามากที่สุด ในจำนวนทั้งหมด 9 ระดับ เป็นต้น) ใน AHP แบบดั้งเดิม

จากการศึกษาในเบื้องต้น พบว่าเทคนิควิธีเหล่านี้ต่างก็สามารถนำไปใช้เพื่อแก้ปัญหาโจทย์ในประเด็นที่ต้องการได้ก็ตาม แต่ในทางปฏิบัติแล้ว เทคนิควิธี AHP ดูจะมีความน่าสนใจมากที่สุด จากการใช้ข้อดีของการใช้แบบจำลองลำดับชั้น (Hierarchical Model) เพื่อแก้ปัญหาในเชิงแบบจำลองแทนที่จะใช้แก้ปัญหาในลักษณะของการเปรียบเทียบเชิงกฎพื้นฐานแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ ซึ่งยุ่งยากกว่ามาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีเมื่อเกณฑ์พิจารณามีจำนวนมากขึ้นๆ นอกจากนี้แล้วเทคนิควิธี AHP ยังเป็นพื้นฐานให้กับเทคนิควิธี Fuzzy AHP อีกด้วย อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้มุ่งที่จะหาคำตอบให้กับคำถามวิจัยสำคัญสองข้อ ดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยต่างๆ ในบริบทของเกม MOG เช่น จำนวนของเกณฑ์พิจารณา จำนวนผู้เล่นที่รอคอยการจัดสรร และระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผล เป็นต้น มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการจัดสรรกลุ่มด้วยเทคนิควิธี AHP ในการนำไปใช้เชิงปฏิบัติอย่างไร
2. การนำตรรกศาสตร์คลุมเครือมาใช้ในกำหนดระดับความสำคัญ จะช่วยทำให้เทคนิควิธี AHP ดั้งเดิมมีประสิทธิภาพในการจัดสรรกลุ่มให้ผู้เล่นเกม MOG มากขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

ผลลัพธ์จากการตอบคำถามวิจัยข้างต้นนี้มีความสำคัญมากต่อวงการเกม MOG ในการที่จะส่งเสริมให้มีเทคนิควิธีที่เหมาะสมมากขึ้นกับปัจจุบัน ซึ่งควรคำนึงถึงความต้องการของผู้เล่นมาใช้ประกอบการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นจำนวนมากๆ ด้วย แทนที่จะมุ่งไปยังความสะดวกของผู้ให้บริการเกมเป็นสำคัญ

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1.2.1 ศึกษาและพัฒนาเทคนิควิธีแบบลูกผสม สำหรับการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG

1.2.2 ประเมินประสิทธิภาพทางด้านความคลาดเคลื่อนของเทคนิควิธีแบบลูกผสม กับเทคนิควิธี AHP แบบดั้งเดิม

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1.3.1 ศึกษาการจัดสรรกลุ่มผู้เล่นเกมด้วยเทคนิควิธี AHP จากข้อมูลเกณฑ์ความต้องการเพื่อการทดสอบ จำนวน 10 เกณฑ์ และกลุ่มผู้เล่นที่รอคอยการจัดสรรไม่น้อยกว่า 100 คน

1.3.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยจำนวนเกณฑ์ ระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผล และจำนวนผู้เล่นที่รอคอย ด้วยการทดสอบจากแบบจำลองด้วยเทคนิควิธี AHP

1.3.3 เปรียบเทียบเชิงวิเคราะห์ด้านความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นแบบหลายเกณฑ์ด้วยเทคนิควิธี AHP เปรียบเทียบกับเทคนิควิธี Fuzzy AHP

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 แนวทางการประยุกต์ใช้เทคนิควิธี Fuzzy AHP โดยนำความต้องการของผู้เล่นเข้ามาร่วมพิจารณา สำหรับจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG

1.4.2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางด้านความคลาดเคลื่อนระหว่างเทคนิควิธี Fuzzy AHP กับเทคนิควิธี AHP แบบดั้งเดิม

1.4.3 เทคนิควิธีที่เหมาะสมสำหรับผู้พัฒนาเกม สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม และทำให้ผู้เล่นเกมเกิดความอรรถรสมากยิ่งขึ้น

1.5 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้ได้จัดวางโครงสร้างเป็นบทๆ รวมทั้งสิ้นเป็นจำนวน 5 บท ดังต่อไปนี้

- บทที่ 1 เป็นบทนำซึ่งกล่าวถึงความสำคัญและที่มาของงานวิจัยรวมถึงวัตถุประสงค์ ขอบเขต และประโยชน์ที่ได้รับ
- บทที่ 2 กล่าวถึงหลักการที่เกี่ยวข้องกับการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG ด้วยเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ, เทคนิควิธี AHP และเทคนิควิธีแบบลูกผสม รวมถึงการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- บทที่ 3 เป็นการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG ระหว่างเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ กับเทคนิควิธี AHP พร้อมการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางด้านจำนวนเกณฑ์ จำนวนผู้เล่นที่รอคอย และเวลาที่ใช้ในการประมวลผล
- บทที่ 4 เป็นการประเมินประสิทธิภาพทางด้านความคลาดเคลื่อนระหว่างเทคนิควิธี AHP และเทคนิควิธี Fuzzy AHP พร้อมเสนอแนะแนวทางการจัดการ
- บทที่ 5 เป็นบทสรุป พร้อมข้อแนะนำที่มีประโยชน์ต่อการวิจัยต่อไป

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 บทนำ

ในบทนี้จะเป็นการอธิบายถึงเกณฑ์ต่างๆ ที่ได้นำมาใช้จัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG รวมถึงการอธิบายเบื้องต้นเกี่ยวกับเทคนิควิธีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ เพื่อช่วยแก้ปัญหาการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (MCDM) ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นของเกม MOG ซึ่งจะได้นำมาใช้ในงานวิจัยนี้โดยตลอด นอกจากนี้ ยังจะมีการทบทวนงานวิจัยที่ได้นำเทคนิควิธี AHP ไปใช้สนับสนุนการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG เพื่อช่วยทำให้ทราบถึงแนวความคิดวิจัยในเชิงเปรียบเทียบระหว่างงานวิจัยนี้กับงานวิจัยอื่นๆ ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2.2 รูปแบบการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น

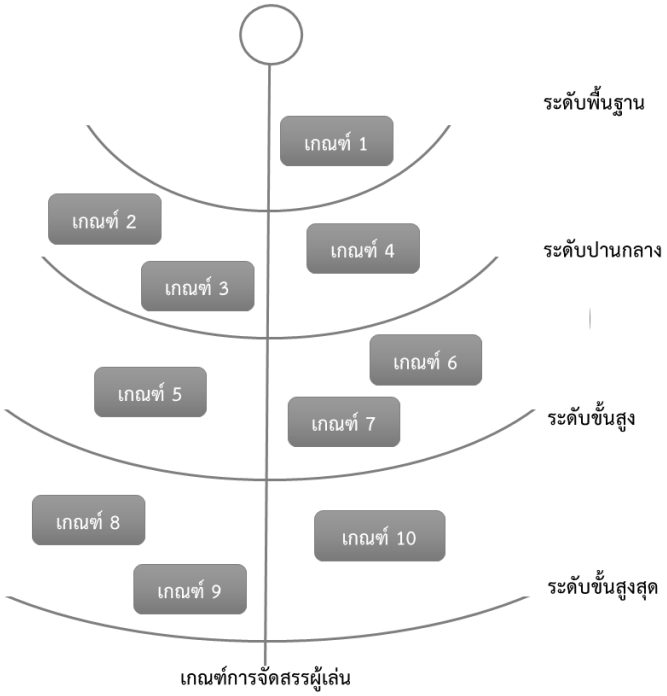
การจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกมแบบ MOG มีจุดประสงค์เพื่อรวบรวมผู้เล่นเข้าเป็นกลุ่มแข่งขันหรือกลุ่มทำงานร่วมกัน โดยสามารถดำเนินการได้ใน 2 รูปแบบ คือ 1) แบบที่ผู้เล่นเป็นผู้เลือกกลุ่มด้วยตนเอง หรือ 2) แบบที่ระบบให้บริการเกมเป็นผู้เลือกกลุ่มให้ แต่ส่วนมากนิยมใช้รูปแบบที่ 2 แม้ว่าจะมีข้อด้อยสำคัญในการนำความต้องการเข้ามาพิจารณาร่วมด้วยก็ตาม (ดูตารางที่ 2-1 ประกอบ) โดยมีสาเหตุสำคัญในเรื่องของ ก) ความสะดวกในการพัฒนาอัลกอริทึมภายในโปรแกรม และ ข) ความรวดเร็วในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น ในวิทยานิพนธ์นี้เห็นแย้งว่าระบบให้บริการเกม MOG สมัยใหม่ ควรมีลักษณะเป็นแบบลูกผสม (Hybrid system) ของรูปแบบทั้งสอง กล่าวคือ ผู้เล่นเกมเป็นผู้ให้คุณลักษณะหรือเกณฑ์ที่ต้องการกับระบบให้บริการเกม และระบบให้บริการเกม จะสามารถดำเนินการได้ใน 2 ลักษณะ คือ ก) เป็นผู้เรียงลำดับกลุ่ม (Group Ranking) ตามเกณฑ์ที่ผู้เล่นต้องการเพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเลือกกลุ่มได้โดยเหมาะที่สุด (Optimal Selection) หรือ ข) เป็นผู้จัดสรรสมาชิกภายในกลุ่มให้สอดคล้องกับเกณฑ์ความต้องการให้มากที่สุด

2.3 เกณฑ์พิจารณาในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น

เกณฑ์พิจารณาในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น สามารถนำมาจำแนกตามลำดับความสำคัญได้หลายระดับ ดังเช่นตัวอย่างในภาพที่ 2-1 แนวความคิดของเกณฑ์การจัดสรรในระดับต่างๆ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ กล่าวคือ เกณฑ์ในระดับพื้นฐาน (Basic Level) เป็นเกณฑ์เบื้องต้นที่จะต้องคำนึงถึงเป็นลำดับแรก ส่วนเกณฑ์ในระดับที่สูงขึ้นๆ (จาก Intermediate level Advance level และ Supreme level) จึงค่อยๆ เพิ่มเกณฑ์พิจารณามากขึ้นๆ ตามลำดับ ซึ่งแน่นอนว่า จะต้องใช้ระยะเวลาในการพิจารณาเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วยเช่นกัน [14]

ตารางที่ 2-1 ข้อมูลเปรียบเทียบรูปแบบในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น

รูปแบบ	ข้อดี	ข้อเสีย
ผู้เล่นเป็นผู้เลือกกลุ่มเอง	● ได้กลุ่มที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เล่น	● เป็นการตัดสินใจเลือกโดยลำพัง โดยไร้ตัวช่วยจากระบบให้บริการเกม
ระบบให้บริการเป็นผู้เลือกกลุ่มให้	● มักดำเนินการแบบสุ่ม เพื่อจัดสรรผู้เล่นเข้ากลุ่มได้อย่างรวดเร็ว	● ไม่ได้นำความต้องการของผู้เล่นเกมเข้ามาร่วมพิจารณาในการเลือกกลุ่ม ● ไม่จำเป็นต้องได้กลุ่มที่สอดคล้องของความต้องการของสมาชิก

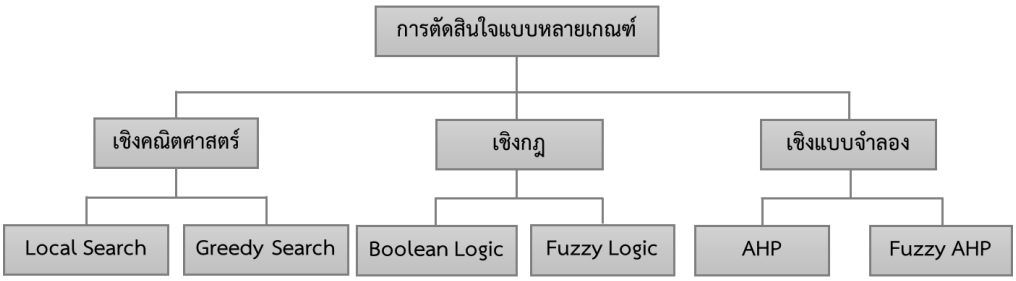


ภาพที่ 2-1 แนวความคิดการจัดระดับชั้นความสำคัญของเกณฑ์ในระดับต่างๆ กัน

2.4 กระบวนการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์

ในโจทย์ปัญหาของการตัดสินใจที่มีเกณฑ์หลายตัวเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยนั้น สามารถนำเทคนิควิธีการหลากหลายลักษณะเข้ามาช่วยดำเนินการ ซึ่งตามภาพที่ 2-2 ได้จำแนกออกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่

- กลุ่มที่ใช้แนวทางแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์: เป็นการนำสูตรการคำนวณทางคณิตศาสตร์มาพิจารณาเพื่อหาคำตอบ เช่น การค้นหาแบบเฉพาะที่ (Local Search) และ Greedy Search เป็นต้น



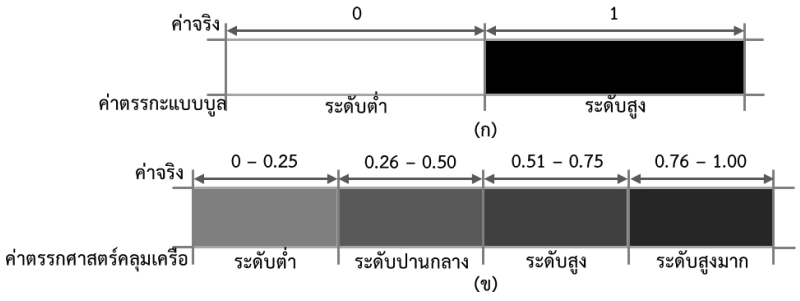
ภาพที่ 2-2 การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์

- กลุ่มที่ใช้แนวทางแก้ปัญหาเชิงกฎ: เป็นการสร้างกฎเปรียบเทียบเพื่อหาคำตอบ เช่น ตรรกกะแบบบูล (Boolean Logic) และตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic)
- กลุ่มที่ใช้แนวทางแก้ปัญหาเชิงแบบจำลอง: เป็นการสร้างแบบจำลองขึ้นมาสำหรับแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ เช่น เทคนิควิธี AHP และ เทคนิควิธี Fuzzy AHP เป็นต้น

ซึ่งในวิทยานิพนธ์นี้สนใจในกลุ่มที่ใช้แนวทางแก้ปัญหาเชิงกฎ กับเชิงแบบจำลอง เนื่องจาก ความสะดวกในการใช้งานผ่านกระบวนการที่ไม่ซับซ้อน ในขณะที่ กลุ่มที่ใช้แนวทางการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ มีความซับซ้อนในการแก้ปัญหามากกว่า ดังนั้น รายละเอียดของเทคนิควิธีของกลุ่มที่สนใจ จะอธิบายในหัวข้อถัดไป

2.4.1 เทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ

เทคนิควิธีเชิงกฎ ถูกนำมาใช้เพื่อตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ [8] ใน 2 รูปแบบ คือ 1) แบบตรรกะแบบบูล และ 2) แบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ ดังแสดงในภาพที่ 2-3 ตัวอย่าง (ก) ระดับทักษะความสามารถแบบตรรกะแบบบูล และ (ข) ระดับทักษะความสามารถแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ โดยทั้งสองรูปแบบมีความแตกต่างตรงที่ค่าจริง ก) ได้ค่าจริง 2 ค่า คือ 0 (ระดับต่ำ) กับ 1 (ระดับสูง) โดยรูปแบบนี้เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการตัดสินใจที่รู้ค่าที่แน่นอน ส่วน ข) ได้ค่าจริงเป็นช่วงระหว่าง 0 - 1 เช่น ระดับต่ำ ระดับปานกลาง ระดับสูง และระดับสูงมาก เป็นต้น โดยรูปแบบนี้เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการตัดสินใจที่รู้ค่าที่ไม่แน่นอน ตัวอย่างการใช้เทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกะแบบบูล ดังแสดงในตารางที่ 2-2 ดังนี้

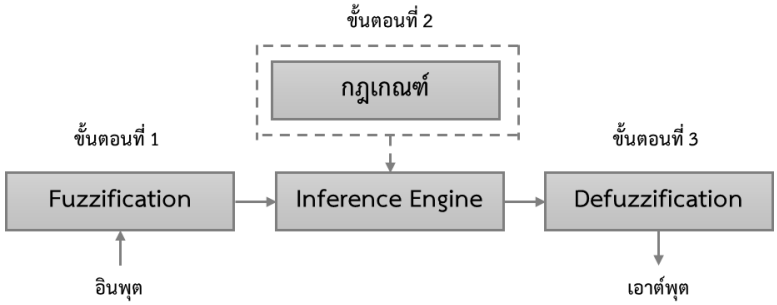


ภาพที่ 2-3 ตัวอย่าง (ก) ค่าตรรกะแบบบูล และ (ข) ค่าตรรกศาสตร์คลุมเครือ

ตารางที่ 2-2 ตัวอย่างการใช้เทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกะแบบบูล

ความต้องการที่ 1	**กฎ**
ทักษะความสามารถ < 7	ถ้า (ทักษะความสามารถ < 7) และ (อายุ > 20) ผลลัพธ์ คือ 1 (ได้ตรงกับความต้องการ)
อายุ > 20	
ความต้องการที่ 2	**กฎ**
ทักษะความสามารถใกล้เคียง 7	?
อายุใกล้เคียง 20	

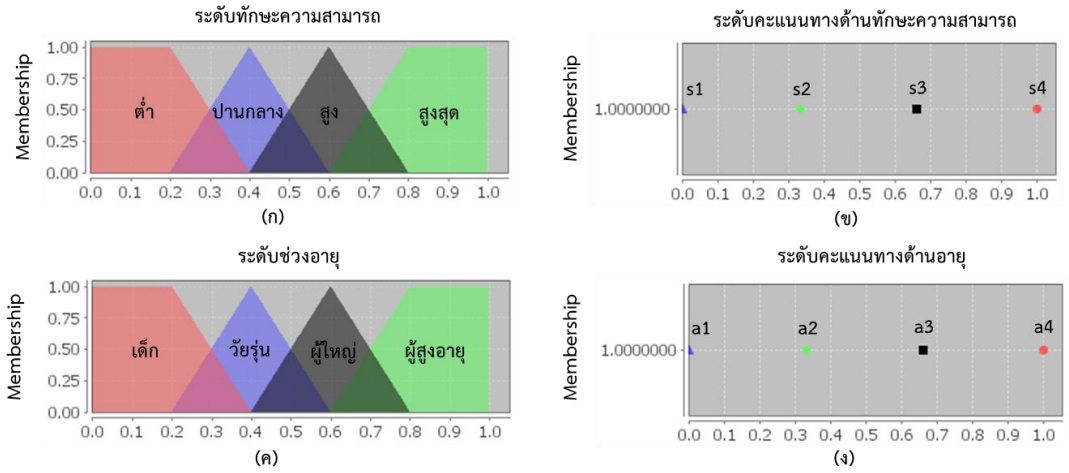
จากตารางที่ 2-2 จะเห็นได้ว่า ความต้องการที่ 1 สามารถนำเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกะแบบบูลมาสร้างเป็นกฎได้ เช่น ถ้าทักษะความสามารถน้อยกว่า 7 และอายุมากกว่า 20 ผลลัพธ์ คือ 1 (ได้ตรงกับความต้องการ) ส่วนความต้องการที่ 2 เทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกะแบบบูลไม่สามารถหาค่าที่คลุมเครือได้ เช่น ทักษะความสามารถใกล้เคียง 7 หรือ อายุใกล้เคียง 20 เป็นต้น ดังนั้น เทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือจึงมีความเหมาะสมมากกว่า เพื่อหาผลลัพธ์ โดยกระบวนการทำงานของเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 2-4 ดังนี้



ภาพที่ 2-4 กระบวนการทำงานของเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ

ขั้นตอนที่ 1 ฟัซซิฟิเคชัน (Fuzzification): เป็นการแปลงอินพุตแบบตัวเลขให้อยู่ในรูปแบบของอินพุตแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ โดยการสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership Function) ยกตัวอย่างเช่น ในสถานการณ์ความต้องการที่ 2 ข้างต้น จะได้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกดังแสดงในภาพที่ 2-5 (ก) ระดับทักษะความสามารถ (ข) ระดับคะแนนทางด้านทักษะความสามารถ (ค) ระดับช่วงอายุ และ (ง) ระดับคะแนนทางด้านอายุ

ขั้นตอนที่ 2 การอนุมานหรือตีความจากกฎ (Inference Engine): พิจารณาตามรูปแบบ IF (ถ้า) <เงื่อนไข> THEN (แล้ว) <ผลที่ตามมา> ดังแสดงในตารางที่ 2-3 กฎตรรกศาสตร์คลุมเครือสำหรับหาค่าคะแนนของทักษะความสามารถ และอายุ



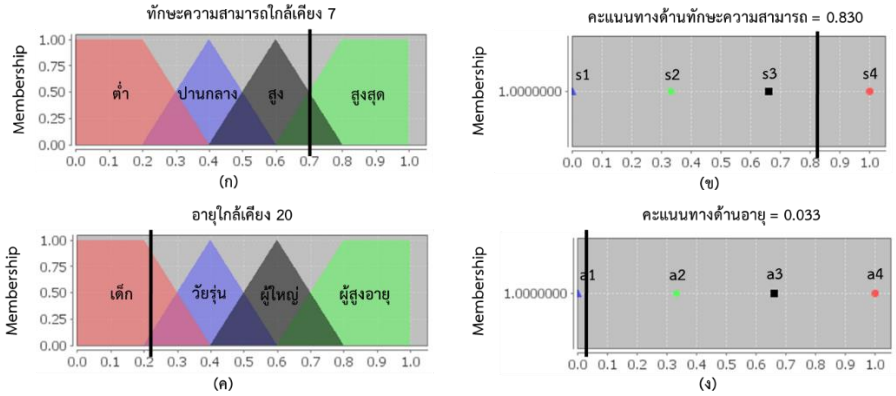
ภาพที่ 2-5 รูปแบบฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (ก) ระดับทักษะความสามารถ (ข) ระดับคะแนนทางด้านทักษะความสามารถ (ค) ระดับช่วงอายุ และ (ง) ระดับคะแนนทางด้านอายุ

ตารางที่ 2-3 กฎตรรกศาสตร์คลุมเครือ

กฎที่	อินพุต คือ ทักษะความสามารถ, อายุ			
	ทักษะความสามารถ	ผลลัพธ์	อายุ	ผลลัพธ์
1	ต่ำ	s1	เด็ก	a1
2	ปานกลาง	s2	วัยรุ่น	a2
3	สูง	s3	ผู้ใหญ่	a3
4	สูงสุด	s4	ผู้สูงอายุ	a4

ขั้นตอนที่ 3 ดีฟัซซิฟิเคชัน (Defuzzification): เป็นการสรุปผลโดยการแปลงอินพุตแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือให้อยู่ในรูปแบบของอินพุตแบบตัวเลข ซึ่งมีอยู่หลายวิธี เช่น การหาจุดศูนย์ถ่วง (Central of Gravity หรือ COG) หรือวิธีการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weighted average method) เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยนี้สนใจ วิธีการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักไปใช้สำหรับการหาค่าผลลัพธ์ของคะแนน เนื่องจากสอดคล้องกับลักษณะข้อมูลเชิงกฎที่นำมาประมวลผล

จากโจทย์ความต้องการที่ 2 ข้างต้น โดยการใช้เทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ สามารถนำมาใช้ในการสร้างกฎเพื่อหาคำตอบแบบคลุมเครือได้ ดังแสดงในภาพที่ 2-6 ผลลัพธ์ของเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ ก) อินพุต คือ ทักษะความสามารถใกล้เคียง 7 ข) เอาต์พุต คือ คะแนนทางด้านทักษะความสามารถมีค่าเท่ากับ 0.830 ค) อินพุต คือ อายุใกล้เคียง 20 และ ง) เอาต์พุต คือ คะแนนทางด้านอายุมีค่าเท่ากับ 0.033

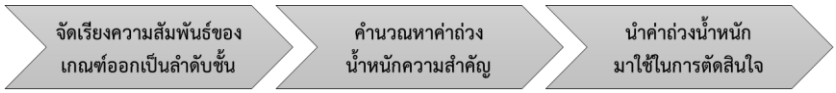


ภาพที่ 2-6 ผลลัพธ์ของเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ

ดังนั้น เทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ จึงมีความน่าสนใจสำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG ที่ผู้เล่นสามารถเลือกเกณฑ์ความต้องการที่มีความคลุมเครือได้

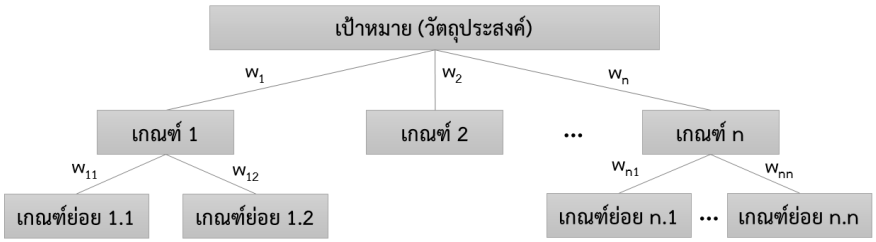
2.4.2 เทคนิควิธี AHP

เทคนิควิธี AHP เป็นวิธีการตัดสินใจที่สามารถนำปัจจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพมาเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจร่วมกันได้ โดยกระบวนการทำงานของเทคนิควิธี AHP [9] ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 2-7



ภาพที่ 2-7 กระบวนการทำงานของเทคนิควิธี AHP

ขั้นตอนที่ 1 จัดเรียงความสัมพันธ์ของเกณฑ์ออกเป็นลำดับชั้น: การจัดเรียงความสัมพันธ์ของเกณฑ์ประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้ 1) เป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ 2) เกณฑ์การตัดสินใจ อาจจะมีเกณฑ์การตัดสินใจย่อยมีหรือไม่มี ดังแสดงในภาพที่ 2-8 แบบจำลองลำดับชั้นของเทคนิควิธี AHP โดย w_1, w_2 ไปจนถึง w_n คือ ค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์หลัก ส่วน w_{11} และ w_{12} คือ ค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ย่อยในเกณฑ์ 1 และ w_{n1} ไปจนถึง w_{nn} คือ ค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ย่อยในเกณฑ์ n



ภาพที่ 2-8 แบบจำลองลำดับชั้นของเทคนิควิธี AHP

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญ: มีการคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจ ดังนี้

เปรียบเทียบเกณฑ์การตัดสินใจทีละคู่ โดยการสร้างตารางเมตริกซ์การตัดสินใจเป็นรายคู่ (Pairwise comparison) ดังแสดงในตารางที่ 2-4 จะเห็นได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบค่าระดับความสำคัญทีละคู่ระหว่างเกณฑ์ 1 และเกณฑ์ 2 เท่ากับ x1 ในทางกลับกันค่าระดับความสำคัญระหว่างเกณฑ์ 2 และเกณฑ์ 1 จะเท่ากับ 1 / x1 ทำให้การคิดวิเคราะห์มีความสมเหตุสมผลมากขึ้น โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาจำนวนครั้งในการเปรียบเทียบ ดังแสดงในสมการที่ 2.1 และใช้ค่าระดับความสำคัญ (Preference level) ดังแสดงในตารางที่ 2-5 เพื่อประเมินระดับความสำคัญของเกณฑ์

ตารางที่ 2-4 ตารางเมตริกซ์การตัดสินใจเป็นรายคู่

เกณฑ์การตัดสินใจ	เกณฑ์ 1	เกณฑ์ 2	เกณฑ์ 3	เกณฑ์ 4
เกณฑ์ 1	1	x_1	x_2	x_3
เกณฑ์ 2	1 / x_1	1	x_4	x_5
เกณฑ์ 3	1 / x_2	1 / x_4	1	x_6
เกณฑ์ 4	1 / x_3	1 / x_5	1 / x_6	1

$$N = \frac{(\boldsymbol{n^2} - n)}{2} \qquad (2.1)$$

โดย N คือ จำนวนครั้งในการเปรียบเทียบ
n คือ จำนวนเกณฑ์ที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ

ตารางที่ 2-5 ค่าระดับความสำคัญ

ค่าระดับความสำคัญ	คำนิยาม	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน (Equal importance)	ทั้ง 2 เกณฑ์มี ความสำคัญเท่ากัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง (Moderate importance)	เกณฑ์ 1 มีความสำคัญ กว่าเกณฑ์ 2 เล็กน้อย
5	สำคัญกว่าอย่างเห็นได้ชัด (Strong importance)	เกณฑ์ 1 มีความสำคัญ กว่าเกณฑ์ 2 มาก
7	สำคัญกว่าอย่างชัดเจนมาก (Very strong importance)	เกณฑ์ 1 มีความสำคัญ กว่าเกณฑ์ 2 ค่อนข้างมาก
9	สำคัญกว่าที่สุด (Extreme importance)	เกณฑ์ 1 มีความสำคัญ กว่าเกณฑ์ 2 มากที่สุด
2, 4, 6, 8	ความสำคัญที่อยู่ระหว่างแต่ละระดับ (Intermediate judgment value)	ทั้ง 2 เกณฑ์มีความสำคัญ อยู่ระหว่างคำนิยามข้างต้น

คำนวณผลรวมของค่าน้ำหนักที่ได้จากการเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละคู่ทุกคู่ และทำให้เป็นบรรทัดฐาน (Normalize) ข้อมูล และรวมข้อมูลในแต่ละแถว โดยผลลัพธ์คือค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญที่ได้จากการพิจารณาข้อมูลแต่ละคู่

วิธีการจัดค่าลำดับความสำคัญ [16] มีอยู่ 3 วิธี คือ 1) หาผลลัพธ์จากแบบสอบถาม (Questionnaire Result) 2) ประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ (Expert Experiences) และ 3) การทบทวนวรรณกรรม (Literature Survey) อย่างไรก็ตาม วิทยานิพนธ์นี้เลือกประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ เนื่องจาก ไม่มีหลักฐานที่ชัดเจน เพราะขึ้นอยู่กับผู้พัฒนาเกมจัดค่าลำดับความสำคัญ

การคำนวณอัตราส่วนความสอดคล้องกันของข้อมูล (Consistency Ratio: CR) โดยอัตราส่วนความสอดคล้องกันของข้อมูลพิจารณาจากสมการที่ 2.2

$$Consistency\ Ratio\ (CR) = \frac{Consistency\ Index\ (CI)}{Random\ Consistency\ Index\ (RI)} \quad (2.2)$$

โดย Consistency Index (CI) คือ ดัชนีวัดความสอดคล้อง
Random Consistency Index (RI) คือ ดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม

การคำนวณค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง แสดงดังสมการที่ 2.3

$$Consistency\ Index\ (CI) = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \quad (2.3)$$

โดย λ_{max} คือ Maximum eigenvalue
n คือ ขนาดของเมตริกซ์

ดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่มพิจารณาจากตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 ดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม

n	1	2	3	4	5
RI	0	0	0.58	0.9	1.12

n	6	7	8	9	10
RI	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

โดยผลลัพธ์จากการคำนวณอัตราส่วนความสอดคล้องกันของข้อมูลมีค่าน้อยกว่า 0.1 แสดงว่าการเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้มีความสมเหตุสมผล ถ้ามากกว่า 0.1 แสดงว่าการเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ไม่มีความสมเหตุสมผล ควรจะพิจารณาเกณฑ์การตัดสินใจใหม่

ขั้นตอนที่ 3 นำค่าถ่วงน้ำหนักมาใช้ในการตัดสินใจ: ผ่านสมการที่ 2.4 เพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

$$x = \sum_{i=1}^{n} w_i c_i \quad (2.4)$$

โดย x คือ ค่าคะแนน
n คือ จำนวนเกณฑ์
i คือ ค่าตัวเลขเริ่มจาก 1, 2, 3 จนถึง n
w คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของเกณฑ์ที่ i
c คือ ค่าคะแนนของเกณฑ์ที่ i

ดังนั้น เทคนิควิธี AHP จึงมีความน่าสนใจสำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG ที่ผู้เล่นสามารถจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ที่ต้องการได้

2.4.3 เทคนิควิธีแบบลูกผสม

เทคนิควิธีแบบลูกผสม เป็นการนำเทคนิควิธี AHP มาทำงานร่วมกับเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ เพื่อประเมินระดับการให้ความสำคัญแทนที่ค่าจริงที่อยู่ในช่วง 1-9 [10] โดยพิจารณาเป็นค่ารูปแบบฟังก์ชันความเป็นสมาชิกแทน โดยมีวิธีการคำนวณอย่างง่าย โดย Chang [11, 12] ดังนี้

กำหนดให้ M $\in$ F(R) เป็น Fuzzy Number ถ้า $X_0 \in R$ ที่ทำให้ $\mu_m(X_0) = 1$ และ $\forall\lambda \in (0, 1)$, $M\lambda = [x, \mu_m(X) \geq \lambda]$ ในการหา μ_m เป็น Membership Function ของ $M : R \rightarrow [0, 1]$ ดังสมการที่ 2.5

$$\mu_M(x_0) = \begin{cases} \dfrac{(x - l)}{(m - l)}, & X \in [l, m] \\ \dfrac{(x - u)}{(m - u)}, & X \in [m, u] \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2.5)$$

โดย l และ u เป็นค่าล่างและค่าบนของสมาชิกตามลำดับ และ m เป็นค่ากลาง ของ M และฟัซซีนัมเบอร์แบบสามเหลี่ยม (Triangular Fuzzy Numbers: TFNs) แสดงเป็น (l, m, u) แสดงดังตารางที่ 2-7 ตัวเลขฟัซซีนัมเบอร์แบบสามเหลี่ยม

ตารางที่ 2-7 ตัวเลขฟัซซีนัมเบอร์แบบสามเหลี่ยม

ระดับการให้ความสำคัญ (Linguistic Scale)	ตัวเลขฟัซซีแบบสามเหลี่ยม (Triangular Fuzzy Scale)	ตัวเลข AHP (AHP Scale)
มีความสำคัญเท่ากัน	(1, 1, 3)	1
มีความสำคัญมากกว่าเล็กน้อย	(1, 3, 5)	3
มีความสำคัญมากกว่าปานกลาง	(3, 5, 7)	5
มีความสำคัญมากกว่ามาก	(5, 7, 9)	7
มีความสำคัญมากกว่ามากที่สุด	(7, 9, 9)	9

คำนวณค่าขอบเขตสังเคราะห์ฟัซซี ดังสมการที่ 2.6 – 2.9

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \otimes \left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1} \tag{2.6}$$

โดยที่

$$\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left[\sum_{j=1}^{m} l_j, \sum_{j=1}^{m} m_j, \sum_{j=1}^{m} u_j\right] \tag{2.7}$$

และ

$$\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_i}\right) \tag{2.8}$$

เมื่อ

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{i=1}^{n} l_i, \sum_{i=1}^{n} m_i, \sum_{i=1}^{n} u_i\right) \tag{2.9}$$

คำนวณหาระดับของความเป็นไปได้ของ $S_i \geq S_j$ เมื่อ $S_i = (l_i, m_i, u_i)$, $S_j = (l_j, m_j, u_j)$; $i \neq j$ จากสมการที่ 2.10

$$V(S_i \geq S_j) = \begin{cases} 1 & m_i \geq m_j \\ 0 & l_j \geq u_i \\ \dfrac{(l_j - u_i)}{(m_i - u_i) - (m_j - l_j)} & \text{other} \end{cases} \tag{2.10}$$

คำนวณหาระดับความเป็นไปได้ของ $S_i \geq S_j$ เมื่อ $i \neq j$ จากสมการที่ 2.11

$$S_i \geq S_j \mid j = 1, 2, \ldots, m; i \neq j = \min V(M \geq M_i \mid i = 1, 2, \ldots, k) \tag{2.11}$$

คำนวณหาเวกเตอร์ความสำคัญ จากสมการที่ 2.12

$$W_i' = \min V\left(S_i \geq S_j \,\middle|\, j = 1, 2, \ldots, m;\ i \neq j\right) \tag{2.12}$$

จะได้เวกเตอร์ความสำคัญ W' ของเมตริกซ์ ดังสมการที่ 2.13

$$W' = (W_1', W_2', \ldots, W_n')^T \tag{2.13}$$

และทำการ Normalization ด้วยสมการที่ 2.14

$$W_i = \frac{W_i'}{\sum_{i=1}^{n} W_i'} \tag{2.14}$$

จากนั้นจะได้เวกเตอร์ความสำคัญใหม่ ดังสมการที่ 2.15

$$W = (W_1, W_2, \dots, W_n)^T \quad (2.15)$$

โดยที่ W_1, W_2,...,W_n คือ ค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญ

ดังนั้น เทคนิควิธีแบบลูกผสม จึงมีความน่าสนใจสำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG ที่ผู้เล่นสามารถจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ที่ต้องการได้

2.5 การประเมินค่าความสอดคล้องตามเกณฑ์

การประเมินค่าความสอดคล้องตามเกณฑ์ เป็นวิธีการคำนวณหาค่าความสอดคล้องตามเกณฑ์ที่พิจารณา เพื่อใช้วัดประสิทธิภาพของเทคนิควิธี ซึ่งค่าความสอดคล้องตามเกณฑ์ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.16 และค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Mean Square Error หรือ MSE) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.17 [13]

ค่าความสอดคล้องตามเกณฑ์ = 1 - MSE (2.16)

$$Mean\ Square\ Error\ (MSE) = \frac{1}{|n|} \sum_{i=1}^{n} (x_{true} - x_{measure})^2 \quad (2.17)$$

โดย MSE คือ ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง
x_{true} คือ ค่าจริงจากความต้องการ
$x_{measure}$ คือ ค่าที่ได้จากการคำนวณ
ในกรณีนี้ ถ้า เกณฑ์ตรงกับความต้องการ ผลลัพธ์ คือ 1 ถ้าไม่ตรง ผลลัพธ์ คือ 0

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 การจัดสรรกลุ่มผู้เล่นเกม MOG ด้วยเทคนิควิธีของโจทย์ปัญหาแบบ MCDM

วิธีการตั้งโจทย์ปัญหาแบบ MCDM สามารถแบ่งออกได้หลายวัตถุประสงค์การใช้งาน ซึ่งสามารถสรุปจากตัวอย่างงานวิจัย ได้ดังตารางที่ 2-8 เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิควิธีของโจทย์ปัญหาแบบ MCDM จะเห็นได้ว่า บทความที่ 3, 5, 6 และ 1 ใช้การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์เชิงคณิตศาสตร์ โดยมีจุดประสงค์การใช้งานที่แตกต่างกัน คือ จัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นตามทักษะความสามารถ จัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นตามพิกัดทางภูมิศาสตร์ และจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นตามเกณฑ์จากมุมมองของผู้ให้บริการเกมเท่านั้น ตามลำดับ ส่วนบทความที่ 4 ใช้การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์เชิงกฎ โดยมีจุดประสงค์การใช้งาน คือ จัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นตามทักษะความสามารถ แต่ในวิทยานิพนธ์นี้มุ่งเน้นการพิจารณาจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นตามเกณฑ์ส่วนตัว โดยใช้การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์เชิงแบบจำลอง (เทคนิควิธี AHP และเทคนิควิธี Fuzzy AHP) และเชิงกฎ (เทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ) เป็นหลัก เนื่องจากเป็นรูปแบบที่ใช้งานง่าย และมีความซับซ้อนน้อยกว่าแบบเชิงคณิตศาสตร์

ตารางที่ 2-8 เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิควิธีของโจทย์ปัญหาแบบ MCDM

บทความ	การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์			จุดประสงค์การใช้งาน
	เชิงคณิตศาสตร์	เชิงแบบจำลอง	เชิงกฎ	
[3]	✓	✗	✗	จัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นตามทักษะความสามารถ
[4]	✗	✗	✓	
[5, 6]	✓	✗	✗	จัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นตามพิกัดทางภูมิศาสตร์
[1]	✓	✗	✗	จัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นตามเกณฑ์จากมุมมองของผู้ให้บริการเกมเท่านั้น
งานวิจัยนี้	✗	✓	✓	จัดสรรกลุ่มผู้เล่นตามเกณฑ์ส่วนตัว

2.6.2 การประยุกต์ใช้เทคนิควิธี AHP เพื่อจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG

ผลการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เทคนิควิธี AHP จำนวนมาก ดังที่ได้สรุปในเอกสารอ้างอิงของบทความเชิงทบทวนวรรณกรรม [7] อย่างไรก็ตาม พบเพียงงานวิจัยส่วนน้อยที่เกี่ยวข้องกับการนำเทคนิควิธี AHP มาประยุกต์ใช้ภายในเกม MOG ดังสรุปในตารางที่ 2-9 การเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิควิธี AHP ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน จะเห็นได้ว่า บทความที่ 14 จะเน้นเลือกทรัพยากรให้ตรงกับความต้องการของผู้เล่น เช่น Video Resolution, Video Frame-rate เป็นต้น และบทความที่ 15 จะเน้นเลือกแนวเกมให้ตรงกับความต้องการของผู้เล่น เช่น แนวเกม RPG, RTS เป็นต้น แต่ในปัจจุบันพบว่ายังไม่มีงานวิจัยใดที่นำเทคนิควิธี AHP มาใช้สำหรับการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น โดยยึดความต้องการของผู้เล่นเป็นหลัก ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จะศึกษา และพัฒนาแบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG โดยใช้เทคนิควิธี AHP

ตารางที่ 2-9 เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิควิธี AHP ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน

บทความ	วัตถุประสงค์	การประเมิน	
		วิธีการ	Consistency Ratio
[14]	เลือกทรัพยากร (Multimedia content) ให้ตรงกับความต้องการ	Performance Index	✓
[15]	เลือกแนวเกม (Game Genre) ให้ตรงกับความต้องการ	✗	✓
งานวิจัยนี้	จัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น (Players) ให้ตรงกับความต้องการ	MSE	✓

บทที่ 3
การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG ระหว่างเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ กับเทคนิควิธี AHP

3.1 บทนำ

ในบทนี้ เริ่มต้นด้วยการแนะนำเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม จากนั้น จึงนำเกณฑ์ที่พิจารณามาเข้าสู่กระบวนการทำงานของเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ และเทคนิควิธี AHP เพื่อจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG พร้อมทั้งเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นของเทคนิควิธีทั้งสอง เพื่อนำเทคนิควิธีที่มีประสิทธิภาพไปประยุกต์ใช้สำหรับการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG โดยจะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางด้านจำนวนเกณฑ์ จำนวนผู้เล่นที่รอคอย และเวลาที่ใช้ในการประมวลผล

3.2 เกณฑ์การจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น

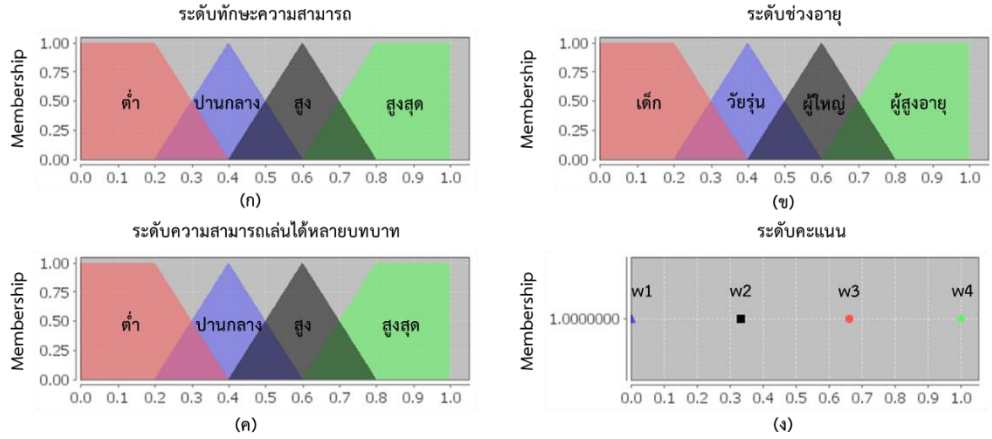
ตัวอย่างเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น ประกอบด้วย 3 เกณฑ์ คือ 1) ทักษะความสามารถ 2) อายุ และ 3) ความสามารถเล่นหลายบทบาท โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ทักษะความสามารถ (Skill) มี 4 ระดับ คือ 1) ระดับต่ำ (Low) 2) ระดับปานกลาง (Medium) 3) ระดับสูง (High) และ 4) ระดับสูงสุด (Very High)
- อายุ (Age) มี 4 ช่วง คือ 1) เด็ก (Very Young) 2) วัยรุ่น (Young) 3) ผู้ใหญ่ (Adult) และ 4) ผู้สูงอายุ (Old)
- ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท (Versatility) มี 4 ระดับ คือ 1) ระดับต่ำ (Low) 2) ระดับปานกลาง (Medium) 3) ระดับสูง (High) และ 4) ระดับสูงสุด (Very High)

3.3 การจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG ด้วยเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ

เทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ เป็นเทคนิควิธีที่มีความสามารถในการตัดสินใจภายใต้ความไม่ชัดเจนของคุณสมบัติของผู้เล่นได้ โดยมี 3 ขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ฟัซซีฟิเคชัน: เป็นการนำเกณฑ์ที่พิจารณา เช่น ทักษะความสามารถ อายุ และความสามารถเล่นได้หลายบทบาท และคะแนน เป็นต้น มาแปลงให้อยู่ในรูปแบบของฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ดังแสดงในภาพที่ 3-1 ก) ระดับทักษะความสามารถ ข) ระดับช่วงอายุ และ ค) ระดับความสามารถเล่นได้หลายบทบาท และ ง) ระดับคะแนน



ภาพที่ 3-1 รูปแบบฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ

ขั้นตอนที่ 2 การอนุมานหรือตีความจากกฎ: จากตารางที่ 3-1 กฎตรรกศาสตร์คลุมเครือ โดยหลักการทำงานจะรับค่าอินพุตเข้ามา จากนั้นนำค่าดังกล่าวมาตรวจสอบผ่านกฎแต่ละข้อที่กำหนด แสดงเป็นค่าเอาต์พุตออกมาสำหรับกฎแต่ละข้อ ซึ่งค่าเอาต์พุตดังกล่าวจะกลายเป็นข้อมูลอินพุตสำหรับแปลงเป็นตัวเลขในขั้นตอนที่ 3

ตารางที่ 3-1 กฎตรรกศาสตร์คลุมเครือ

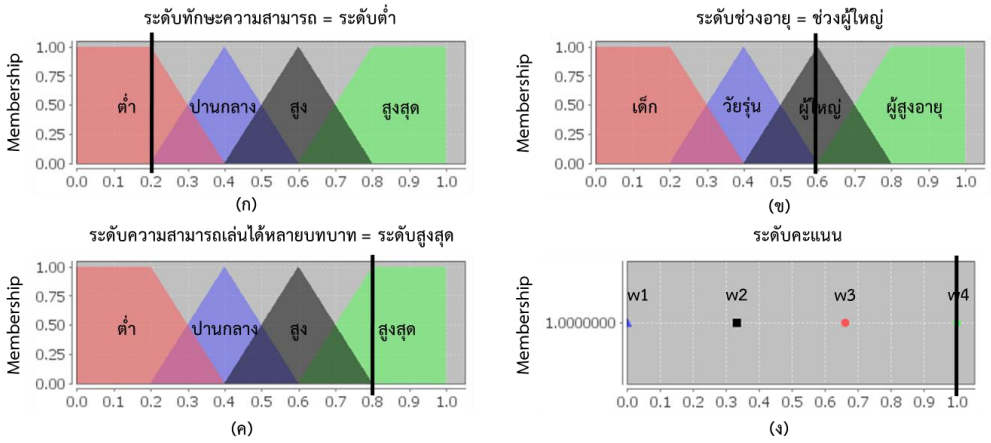
กฎที่	อินพุต			เอาต์พุต
	ทักษะความสามารถ	อายุ	ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท	คะแนน
1	ต่ำ	เด็ก	ต่ำ	w2
2	ต่ำ	เด็ก	ปานกลาง	w2
3	ต่ำ	เด็ก	สูง	w2
...	...	...	...	...
12	ต่ำ	ผู้ใหญ่	สูงสุด	w4
...	...	...	...	...
63	สูงสุด	ผู้สูงอายุ	สูง	w1
64	สูงสุด	ผู้สูงอายุ	สูงสุด	w2

ขั้นตอนที่ 3 ดีฟัซซิฟิเคชัน: โดยใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weighted average method) ดังสมการที่ 3.1

$$Weighted\ average = \frac{\sum_{i=1}^{n}(p_i * x_i)}{\sum_{i=1}^{n} x_i} \quad (3.1)$$

โดย Weighted average คือ ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก
p คือ ค่าที่ได้จากฟังก์ชันความเป็นสมาชิก
x คือ ค่าที่ได้จากกฎ
i คือ จำนวนของกฎที่ถูกเลือก

ตัวอย่าง การเลือกผู้เล่นโดยพิจารณาเกณฑ์ความต้องการ คือ ระดับทักษะความสามารถ คือ ระดับต่ำ (0.2), อายุ คือ ช่วงผู้ใหญ่ (0.6) และความสามารถเล่นได้หลายบทบาท คือ ระดับสูงสุด (0.8) จะได้ผลลัพธ์ดังแสดงในภาพที่ 3-2 ผ่านกฎ ข้อ 12 และได้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ดังนี้



ภาพที่ 3-2 ผลลัพธ์จากการเลือกผู้เล่นด้วยเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ

$$\mathrm{w} = \frac{p1 * score(1) + p2 * score(1) + p3 * score(1)}{p1 + p2 + p3}$$

$$\mathrm{w} = \frac{1 * 1 + 1 * 1 + 1 * 1}{1 + 1 + 1}$$

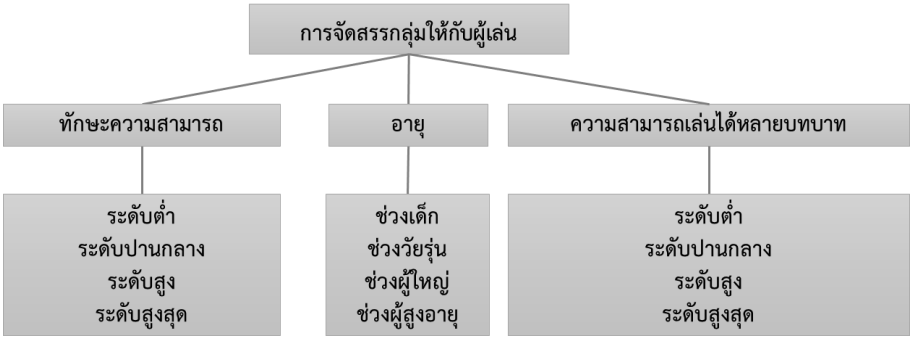
$$\mathrm{w} = 1$$

เพราะฉะนั้น คะแนนเท่ากับ 1 แสดงว่าตรงกับความต้องการทุกเกณฑ์ ดังนั้น จะเห็นได้ว่าเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ สามารถนำมาประยุกต์ใช้สำหรับจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG ได้

3.4 การจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG ด้วยเทคนิควิธี AHP

เทคนิควิธี AHP เป็นเทคนิควิธีที่สามารถนำความต้องการมาแจกแจงลำดับความสำคัญของเกณฑ์ได้ เพื่อหาผลลัพธ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้เล่น โดยมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จัดเรียงความสัมพันธ์ของเกณฑ์ออกเป็นลำดับชั้น: ดังแสดงในภาพที่ 3-3 แบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น ประกอบด้วย เกณฑ์การตัดสินใจหลัก มี 3 เกณฑ์ คือ 1) ทักษะความสามารถ และมีเกณฑ์ย่อย คือ ระดับต่ำ, ระดับปานกลาง, ระดับสูง และระดับสูงสุด 2) อายุ และมีเกณฑ์ย่อย คือ เด็ก, วัยรุ่น, ผู้ใหญ่ และผู้สูงอายุ 3) ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท และมีเกณฑ์ย่อย คือ ระดับต่ำ, ระดับปานกลาง, ระดับสูง และระดับสูงสุด



ภาพที่ 3-3 แบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธี AHP

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญ: มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

สร้างตารางเมตริกซ์การตัดสินใจเป็นรายคู่ ดังแสดงในตารางที่ 3-2 โดยการนำค่าระดับความสำคัญ (ค่าตัวเลขในช่วง 1 - 9) มาพิจารณา และคำนวณหาจำนวนครั้งในการเปรียบเทียบได้ค่าเท่ากับ 3 (N)

ตารางที่ 3-2 ตารางเมตริกซ์การตัดสินใจเป็นรายคู่

เกณฑ์การจัดสรร	ทักษะความสามารถ	อายุ	ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท
ทักษะความสามารถ	1	3	5
อายุ	1/3	1	3
ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท	1/5	1/3	1

$$N = \frac{(\boldsymbol{n^2} - n)}{2} = \frac{(\boldsymbol{3^2} - 3)}{2} = 3 \text{ ครั้ง}$$

รวมผลรวมของแต่ละคอลัมน์ในตารางเมตริกซ์ ดังแสดงในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 วิธีการรวมผลรวมของแต่ละคอลัมน์ในตารางเมตริกซ์

เกณฑ์การจัดสรร	ทักษะความสามารถ	อายุ	ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท
ทักษะความสามารถ	1	3	5
อายุ	1/3	1	3
ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท	1/5	1/3	1
ผลรวมแนวตั้ง	1.533	4.333	9

นำผลรวมแนวตั้งที่ได้จากตารางที่ 3-3 ในที่นี้คือ 1.533, 4.333 และ 9 หารด้วยตัวเลขที่ได้ในแต่ละคอลัมน์ ดังแสดงในตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 วิธีการนำผลรวมแนวตั้งหารด้วยตัวเลขในแต่ละคอลัมน์

เกณฑ์การจัดสรร	ทักษะความสามารถ	อายุ	ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท
ทักษะความสามารถ	0.652	0.692	0.556
อายุ	0.217	0.231	0.333
ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท	0.130	0.077	0.111
ผลรวมแนวตั้ง	1	1	1

หาผลรวมในแต่ละแถว และทำการหารด้วยจำนวนเกณฑ์การจัดสรร (ในที่นี้มีค่าเท่ากับ 3) จะได้ค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 วิธีการหาค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญ

เกณฑ์การจัดสรร	ทักษะความสามารถ	อายุ	ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท	ค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญ (ผลรวมในแต่ละแถว / 3)
ทักษะความสามารถ	0.652	0.692	0.556	0.633
อายุ	0.217	0.231	0.333	0.260
ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท	0.130	0.077	0.111	0.106
ผลรวมแนวตั้ง	1	1	1	1

เพราะฉะนั้น ค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของแบบจำลองลำดับชั้นสำหรับการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม คือ ทักษะความสามารถ = 0.633, อายุ = 0.260, ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท = 0.106

การคำนวณหาอัตราส่วนความสอดคล้องกันของข้อมูลสามารถทำได้ดังนี้

คำนวณหาค่า λ_{max} ดังแสดงในตารางที่ 3-6 โดยการนำค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญมาคูณกับค่าในแต่ละแถวของตารางที่ 3-2 จากนั้นหาผลรวมในแต่ละแถวหารด้วยค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญในแต่ละคอลัมน์

ตารางที่ 3-6 วิธีการคำนวณหาค่า λ_{max}

เกณฑ์ การจัดสรร	ทักษะ ความสามารถ	อายุ	ความสามารถเล่น ได้หลายบทบาท	ผลรวม ในแต่ละแถว
ทักษะความสามารถ	1*0.633	3*0.260	5*0.106	1.943
อายุ	1/3*0.633	1*0.260	3*0.106	0.789
ความสามารถเล่นได้ หลายบทบาท	1/5*0.633	1/3*0.260	1*0.106	0.320
ผลรวมในแต่ละแถว หารด้วยค่าถ่วงน้ำหนัก ความสำคัญ	1.943/0.633 = 3.070	0.789/0.260 = 3.035	0.320/0.106 = 3.019	9.124

เพราะฉะนั้น λ_{max} = 9.124 / 3 = 3.041

หาค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง เมื่อ n = 3 จะได้

$$Consistency\ Index\ (CI) = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)} = \frac{(3.041 - 3)}{(3 - 1)} = \frac{0.041}{2} = 0.021$$

หาค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม เมื่อ n = 3 จะได้ 0.58

หาค่าอัตราส่วนความสอดคล้องกันของข้อมูล

$$Consistency\ Ratio\ (CR) = \frac{0.021}{0.58} = 0.036$$

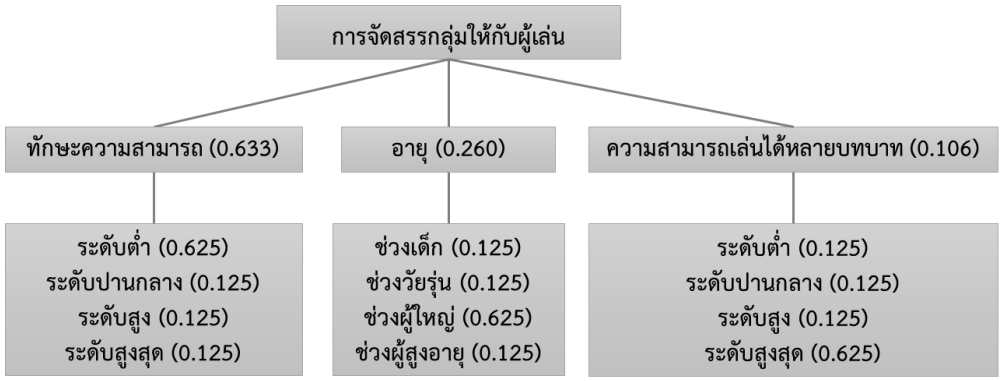
สรุป อัตราส่วนความสอดคล้องกันของข้อมูลเท่ากับ 0.036 ซึ่งน้อยกว่า 0.1 แสดงว่าการเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้มีความสมเหตุสมผล

สำหรับเกณฑ์การตัดสินใจย่อย พิจารณาตามขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญ จะได้ผลลัพธ์ของเกณฑ์การตัดสินใจย่อย ดังแสดงในตารางที่ 3-7

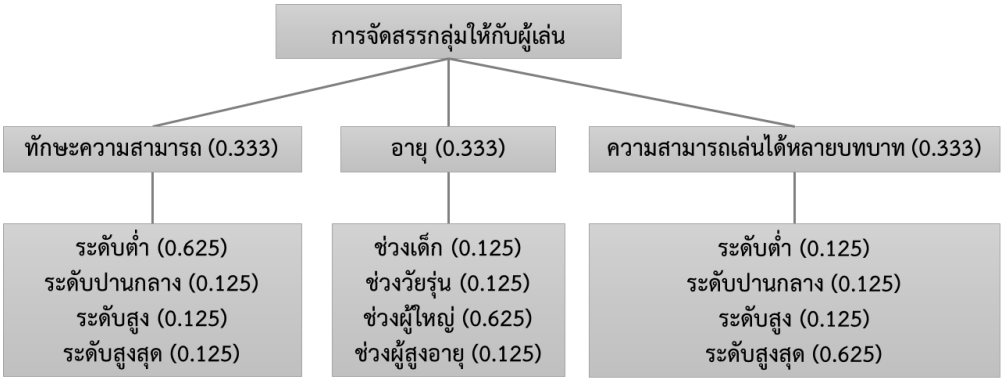
ตารางที่ 3-7 ผลลัพธ์ของเกณฑ์การตัดสินใจย่อยด้วยเทคนิควิธี AHP

เกณฑ์การ ตัดสินใจหลัก	เกณฑ์การตัดสินใจย่อย				CR
ทักษะ ความสามารถ	**ต่ำ**	**ปานกลาง**	**สูง**	**สูงสุด**	0
	0.625	0.125	0.125	0.125	
อายุ	**เด็ก**	**วัยรุ่น**	**ผู้ใหญ่**	**ผู้สูงอายุ**	0
	0.125	0.125	0.625	0.125	
ความสามารถเล่น ได้หลายบทบาท	**ต่ำ**	**ปานกลาง**	**สูง**	**สูงสุด**	0
	0.125	0.125	0.125	0.625	

ดังนั้น จะได้แบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นแบบมีค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์หลักต่างกัน ดังแสดงในภาพที่ 3-4 และในภาพที่ 3-5 แบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นแบบมีค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์หลักเท่ากัน



ภาพที่ 3-4 แบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นแบบมีค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์หลักต่างกัน



ภาพที่ 3-5 แบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นแบบมีค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์หลักเท่ากัน

ขั้นตอนที่ 3 นำแบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธี AHP ไปใช้งาน:

$$x = \sum_{i=1}^{n} w_i c_i$$

ตัวอย่างที่ 1: การคำนวณหาค่าคะแนน (x) พิจารณาจากแบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นแบบมีค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์หลักต่างกัน

ผู้เล่นมีเกณฑ์ คือ ทักษะความสามารถ = ปานกลาง, อายุ = ผู้ใหญ่, ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท = สูงสุด

เมื่อพิจารณาผ่านแบบจำลองจะได้ค่าคะแนน = (0.633*0.125) + (0.260*0.625) + (0.106*0.625) = 0.079 + 0.163 + 0.066 = 0.308

ตัวอย่างที่ 2: การคำนวณหาค่าคะแนน (x) พิจารณาจากแบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นแบบมีค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์หลักเท่ากัน

ผู้เล่นมีเกณฑ์ คือ ทักษะความสามารถ = ปานกลาง, อายุ = ผู้ใหญ่, ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท = สูงสุด

เมื่อพิจารณาผ่านแบบจำลองจะได้ค่าคะแนน = (0.333*0.125) + (0.333*0.625) + (0.333*0.625) = 0.042 + 0.208 + 0.208 = 0.458

เพราะฉะนั้น เทคนิควิธี AHP สามารถนำมาประยุกต์ใช้สำหรับการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกมได้

3.5 การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกมระหว่างเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ กับเทคนิควิธี AHP

3.5.1 วัตถุประสงค์การทดลอง

เป็นการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกมด้วยเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ และเทคนิควิธี AHP พร้อมกับเปรียบเทียบผลลัพธ์ของเทคนิควิธีทั้งสอง ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG

3.5.2 การเตรียมการทดลอง

ในการทดสอบเทคนิควิธีเพื่อการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น ได้กำหนดค่าเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา ออกเป็น 3 เกณฑ์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- เกณฑ์ทางด้านทักษะความสามารถ มี 4 ระดับ คือ 1) ระดับต่ำ มีค่าช่วงระหว่าง 0.00 - 0.25 2) ระดับปานกลาง มีค่าช่วงระหว่าง 0.26 - 0.50 3) ระดับสูง มีค่าช่วงระหว่าง 0.51 - 0.75 และ 4) ระดับสูงสุด มีค่าช่วงระหว่าง 0.76 - 1.00
- เกณฑ์ทางด้านอายุ มี 4 ช่วง คือ 1) เด็ก มีค่าช่วงระหว่าง 0.00 - 0.25 2) วัยรุ่น มีค่าช่วงระหว่าง 0.26 - 0.50 3) ผู้ใหญ่ มีค่าช่วงระหว่าง 0.51 - 0.75 และ 4) ผู้สูงอายุ มีค่าช่วงระหว่าง 0.76 - 1.00
- เกณฑ์ทางด้านความสามารถเล่นได้หลายบทบาท มี 4 ระดับ คือ 1) ระดับต่ำ มีค่าช่วงระหว่าง 0.00 - 0.25 2) ระดับปานกลาง มีค่าช่วงระหว่าง 0.26 - 0.50 3) ระดับสูง มีค่าช่วงระหว่าง 0.51 - 0.75 และ 4) ระดับสูงสุด มีค่าช่วงระหว่าง 0.76 - 1.00

สร้างข้อมูลโดยวิธีการสุ่มข้อมูลทดสอบขึ้นมา 5 ชุด (ตามภาคผนวก ข) ดังแสดงในตารางที่ 3-8 ตัวอย่างข้อมูลทดสอบชุดที่ 1 มีการกำหนดความต้องการที่ใช้ทดสอบของเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ คือ ทักษะความสามารถ = 0.2, อายุ = 0.6 และความสามารถเล่นได้หลายบทบาท = 0.8 และกำหนดความต้องการที่ใช้ทดสอบของเทคนิควิธี AHP คือ ทักษะความสามารถ = ต่ำ, อายุ = ผู้ใหญ่ และความสามารถเล่นได้หลายบทบาท = สูงสุด โดยมีกติกาการเลือก คือ เลือกผู้เล่นมา 5 คน จาก 20 คน ต่อ 1 ชุดข้อมูล ที่มีลำดับคะแนนสูงสุด การทดสอบด้วยเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือผ่านโปรแกรม jFuzzyLogic [17] และการทดสอบด้วยเทคนิควิธี AHP ผ่านต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมา

ตารางที่ 3-8 ตัวอย่างข้อมูลทดสอบชุดที่ 1

ผู้เล่น	ทักษะความสามารถ	ค่า	อายุ	ค่า	ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท	ค่า
1	ปานกลาง	0.4	ผู้ใหญ่	0.6	ต่ำ	0.2
2	ต่ำ	0.2	ผู้ใหญ่	0.6	สูงสุด	0.8
3	สูง	0.6	ผู้สูงอายุ	1.0	ต่ำ	0.2
4	สูงสุด	0.8	ผู้ใหญ่	0.6	สูง	0.6
5	สูง	0.6	ผู้ใหญ่	0.6	สูงสุด	0.8
6	สูงสุด	0.8	ผู้ใหญ่	0.6	ปานกลาง	0.4
7	ปานกลาง	0.4	วัยรุ่น	0.4	ต่ำ	0.2
8	ปานกลาง	0.4	วัยรุ่น	0.4	สูงสุด	0.8
9	ต่ำ	0.2	วัยรุ่น	0.4	สูงสุด	1.0
10	ปานกลาง	0.4	วัยรุ่น	0.4	ปานกลาง	0.4
11	สูงสุด	0.8	เด็ก	0.2	สูงสุด	1.0
12	สูงสุด	1.0	วัยรุ่น	0.4	สูง	0.6
13	ปานกลาง	0.4	เด็ก	0.2	ต่ำ	0.2
14	ต่ำ	0.2	ผู้สูงอายุ	1.0	ปานกลาง	0.4
15	ปานกลาง	0.4	ผู้สูงอายุ	1.0	สูงสุด	1.0
16	ต่ำ	0.2	ผู้สูงอายุ	0.8	ต่ำ	0.2
17	สูง	0.6	ผู้ใหญ่	0.6	ปานกลาง	0.4
18	สูง	0.6	ผู้ใหญ่	0.6	สูง	0.6
19	สูงสุด	0.8	ผู้ใหญ่	0.6	ปานกลาง	0.4
20	สูง	0.6	วัยรุ่น	0.4	สูงสุด	0.8

3.5.3 ผลการทดลองการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG ด้วยเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ

ผลลัพธ์ของผู้เล่นที่ถูกจัดลำดับด้วยเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ ดังแสดงในตารางที่ 3-9 ดังนี้

ตารางที่ 3-9 ผู้เล่นที่ถูกจัดลำดับด้วยเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ

ผู้เล่น	ทักษะความสามารถ	อายุ	ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท	คะแนน
2	ต่ำ	ผู้ใหญ่	สูงสุด	1
5	สูง	ผู้ใหญ่	สูงสุด	0.66
9	ต่ำ	วัยรุ่น	สูงสุด	0.66
1	ปานกลาง	ผู้ใหญ่	ต่ำ	0.33
4	สูงสุด	ผู้ใหญ่	สูง	0.33

3.5.4 ผลการทดลองการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG ด้วยเทคนิควิธี AHP แบบลำดับความสำคัญเกณฑ์หลักเท่ากัน

ผลลัพธ์ของผู้เล่นที่ถูกจัดลำดับด้วยเทคนิควิธี AHP แบบลำดับความสำคัญเกณฑ์หลักเท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 3-10 ดังนี้

ตารางที่ 3-10 ผู้เล่นที่ถูกจัดลำดับด้วยเทคนิควิธี AHP แบบลำดับความสำคัญเกณฑ์หลักเท่ากัน

ผู้เล่น	ทักษะความสามารถ	อายุ	ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท	คะแนน
2	ต่ำ	ผู้ใหญ่	สูงสุด	0.624
5	สูง	ผู้ใหญ่	สูงสุด	0.458
9	ต่ำ	วัยรุ่น	สูงสุด	0.458
1	ปานกลาง	ผู้ใหญ่	ต่ำ	0.291
4	สูงสุด	ผู้ใหญ่	สูง	0.291

3.5.5 ผลการทดลองการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG ด้วยเทคนิควิธี AHP แบบลำดับความสำคัญเกณฑ์หลักต่างกัน

ผลลัพธ์ของผู้เล่นที่ถูกจัดลำดับด้วยเทคนิควิธี AHP แบบลำดับความสำคัญเกณฑ์หลักต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3-11 ดังนี้

ตารางที่ 3-11 ผู้เล่นที่ถูกจัดลำดับด้วยเทคนิควิธี AHP แบบลำดับความสำคัญเกณฑ์หลักต่างกัน

ผู้เล่น	ทักษะความสามารถ	อายุ	ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท	คะแนน
2	ต่ำ	ผู้ใหญ่	สูงสุด	0.624
9	ต่ำ	วัยรุ่น	สูงสุด	0.494
14	ต่ำ	ผู้สูงอายุ	ปานกลาง	0.441
16	ต่ำ	ผู้สูงอายุ	ต่ำ	0.441
5	สูง	ผู้ใหญ่	สูงสุด	0.308

3.5.6 สรุปผล

จากผลการทดลองข้อมูลทดสอบทั้ง 5 ชุด สามารถสรุป ดังแสดงในตารางที่ 3-12 ผลลัพธ์ในการจัดลำดับผู้เล่นของทั้งสองวิธีมีความยืดหยุ่นในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น โดยยอมให้มีการประนีประนอมเกณฑ์ได้ แต่เทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ และเทคนิควิธี AHP แบบลำดับความสำคัญของเกณฑ์หลักเท่ากัน ให้ค่าผลลัพธ์ในการจัดลำดับผู้เล่นที่เท่ากันจากการทดลอง ส่วนเทคนิควิธี AHP แบบลำดับความสำคัญของเกณฑ์หลักต่างกัน ให้ค่าผลลัพธ์ในการจัดลำดับผู้เล่นที่แตกต่างกันจากการทดลอง เนื่องจาก ความแตกต่างทางด้านลำดับความสำคัญ จะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม ดังนั้นในงานวิทยานิพนธ์นี้ จึงเห็นว่าเทคนิควิธี AHP มีประสิทธิภาพในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นที่ดีกว่าเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ จึงเลือกเทคนิควิธี AHP พร้อมศึกษาประสิทธิภาพด้านความสอดคล้องตามเกณฑ์เมื่อจำนวนเกณฑ์เพิ่มขึ้น และทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางด้านจำนวนเกณฑ์ จำนวนผู้เล่นที่รอคอย และเวลา พร้อมเสนอแนะแนวทางการนำไปใช้งาน

ตารางที่ 3-12 ผลลัพธ์ในการจัดลำดับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธีตรรกศาสตร์คลุมเครือกับเทคนิควิธี AHP

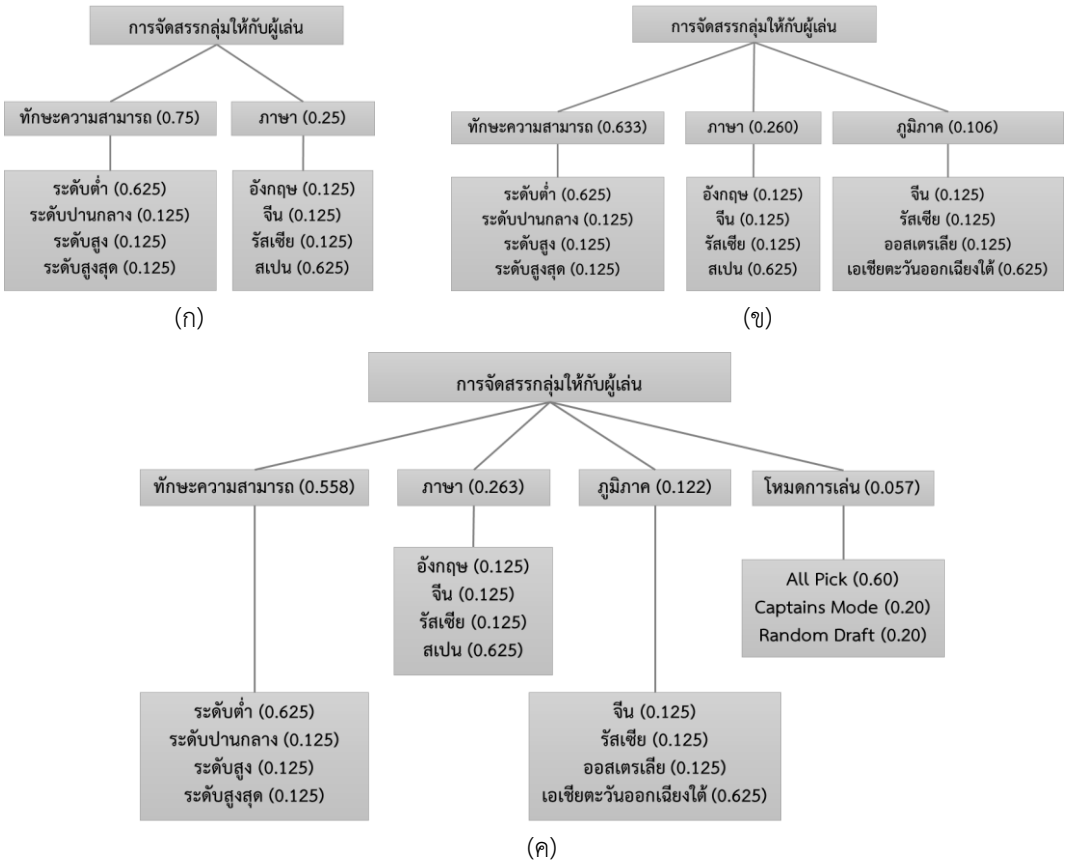
ชุดข้อมูลทดสอบ	ผลลัพธ์ในการจัดลำดับผู้เล่น		
	เชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ	AHP แบบลำดับความสำคัญเกณฑ์หลักเท่ากัน	AHP แบบลำดับความสำคัญเกณฑ์หลักต่างกัน
1	2, 5, 9, 1, 4	2, 5, 9, 1, 4	2, 9, 14, 16, 5
2	5, 8, 16, 1, 6	5, 8, 16, 1, 6	5, 16, 11, 19, 8
3	10, 1, 3, 5, 6	10, 1, 3, 5, 6	10, 3, 9, 15, 1
4	9, 10, 17, 1, 2	9, 10, 17, 1, 2	10, 17, 1, 5, 11
5	2, 6, 11, 16, 17	2, 6, 11, 16, 17	6, 11, 2, 16, 17

3.6 การศึกษาประสิทธิภาพของเทคนิควิธี AHP เมื่อจำนวนเกณฑ์เพิ่มขึ้น

เป็นการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพในการจัดสรรกลุ่มให้ผู้เล่นเกม MOG ด้วยเทคนิควิธี AHP โดยมี สมมติฐาน 2 ข้อ คือ 1) เกณฑ์ที่เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลต่อความสอดคล้องตามเกณฑ์ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม ได้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น และ 2) จำนวนเกณฑ์ที่เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นได้นานมากยิ่งขึ้น

3.6.1 เกณฑ์ที่เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลต่อความสอดคล้องตามเกณฑ์ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกมได้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

การทดลองโดยการสุ่มข้อมูลทดสอบขึ้นมา 1 ชุด ดังแสดงในตารางที่ 3-13 ตัวอย่างข้อมูลทดสอบชุดที่ 6 (ในภาคผนวก ข) เริ่มจาก 2 เกณฑ์ เพิ่มทีละเกณฑ์ไปจนถึง 4 เกณฑ์ พิจารณาเกณฑ์เริ่มจาก ทักษะความสามารถ และภาษา จากนั้นเพิ่มเกณฑ์ภูมิภาค และสุดท้ายเพิ่มเกณฑ์โหมดการเล่น ตัวอย่างของเกณฑ์ความต้องการที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 3-14 และแบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG ดังแสดงในภาพที่ 3-6 ส่วนผลลัพธ์จากการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นจำนวน 2 เกณฑ์ , 3 เกณฑ์, และ 4 เกณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 3-15, 3-16 และ 3-17 ตามลำดับ



ภาพที่ 3-6 แบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG
(ก) 2 เกณฑ์, (ข) 3 เกณฑ์, (ค) 4 เกณฑ์ ด้วยเทคนิควิธี AHP

ตารางที่ 3-13 ตัวอย่างข้อมูลทดสอบชุดที่ 6

ผู้เล่น	จำนวนเกณฑ์การจัดสรรผู้เล่น			
	2 เกณฑ์		3 เกณฑ์	4 เกณฑ์
	ทักษะความสามารถ	ภาษา	ภูมิภาค	โหมดการเล่น
1	ปานกลาง	อังกฤษ	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	All Pick
2	ต่ำ	สเปน	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	All Pick
3	ปานกลาง	จีน	จีน	Captains Mode
4	สูงสุด	สเปน	ออสเตรเลีย	Random Draft
5	ต่ำ	จีน	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	All Pick
6	ต่ำ	สเปน	รัสเซีย	Captains Mode
7	ต่ำ	สเปน	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	Random Draft
8	ปานกลาง	รัสเซีย	จีน	Random Draft
9	ต่ำ	รัสเซีย	ออสเตรเลีย	Random Draft
10	สูง	จีน	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	Random Draft
11	ต่ำ	จีน	จีน	Captains Mode
12	สูงสุด	สเปน	รัสเซีย	Random Draft
13	ปานกลาง	อังกฤษ	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	Random Draft
14	สูง	สเปน	รัสเซีย	Captains Mode
15	สูงสุด	จีน	รัสเซีย	Captains Mode
16	สูงสุด	จีน	จีน	Captains Mode
17	ต่ำ	รัสเซีย	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	Random Draft
18	ปานกลาง	รัสเซีย	รัสเซีย	All Pick
19	สูง	สเปน	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	All Pick
20	สูงสุด	จีน	จีน	Random Draft

ตารางที่ 3-14 ตัวอย่างของเกณฑ์ความต้องการที่เพิ่มขึ้น

เกณฑ์ความต้องการ	ทักษะความสามารถ	ภาษา	ภูมิภาค	โหมดการเล่น
2	ต่ำ	สเปน	×	×
3	ต่ำ	สเปน	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	×
4	ต่ำ	สเปน	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	All Pick

ตารางที่ 3-15 ผลลัพธ์จากการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นจำนวน 2 เกณฑ์

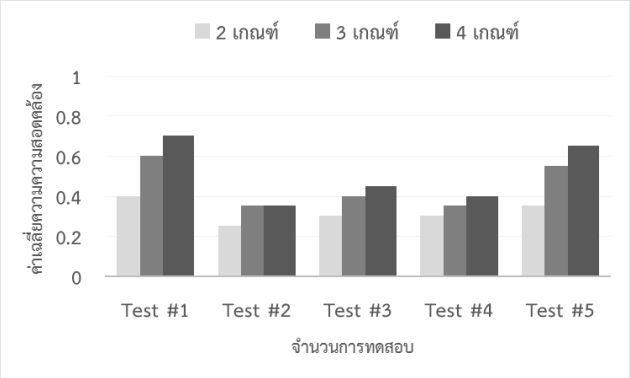
ผู้เล่น	เกณฑ์ที่พิจารณา		คะแนน	ความสอดคล้องตามเกณฑ์
	ทักษะความสามารถ	ภาษา		
2	ต่ำ	สเปน	0.625	0.50
6	ต่ำ	สเปน	0.625	0.50
7	ต่ำ	สเปน	0.625	0.50
5	ต่ำ	จีน	0.500	0.25
9	ต่ำ	รัสเซีย	0.500	0.25
ค่าเฉลี่ยความสอดคล้องตามเกณฑ์ของการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น				0.40

ตารางที่ 3-16 ผลลัพธ์จากการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นจำนวน 3 เกณฑ์

ผู้เล่น	เกณฑ์ที่พิจารณา			คะแนน	ความสอดคล้องตามเกณฑ์
	ทักษะความสามารถ	ภาษา	ภูมิภาค		
2	ต่ำ	สเปน	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	0.624	0.75
7	ต่ำ	สเปน	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	0.624	0.75
6	ต่ำ	สเปน	รัสเซีย	0.571	0.50
5	ต่ำ	จีน	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	0.494	0.50
17	ต่ำ	รัสเซีย	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	0.494	0.50
ค่าเฉลี่ยความสอดคล้องตามเกณฑ์ของการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น					0.6

ตารางที่ 3-17 ผลลัพธ์จากการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นจำนวน 4 เกณฑ์

ผู้เล่น	เกณฑ์ที่พิจารณา				คะแนน	ความสอดคล้องตามเกณฑ์
	ทักษะความสามารถ	ภาษา	ภูมิภาค	โหมดการเล่น		
2	ต่ำ	สเปน	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	All Pick	0.624	1
7	ต่ำ	สเปน	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	Random Draft	0.601	0.75
6	ต่ำ	สเปน	รัสเซีย	Captains Mode	0.540	0.5
5	ต่ำ	จีน	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	All Pick	0.492	0.75
17	ต่ำ	รัสเซีย	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	Random Draft	0.469	0.5
ค่าเฉลี่ยความสอดคล้องตามเกณฑ์ของการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น						0.7

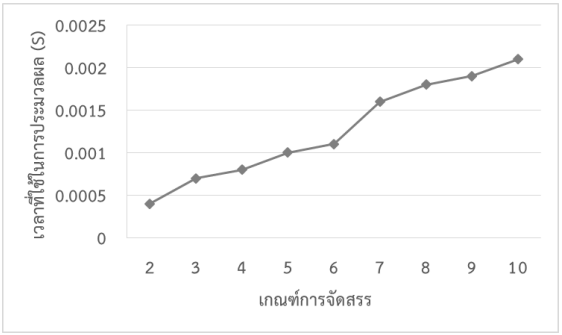


ภาพที่ 3-7 ผลลัพธ์จากการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเมื่อจำนวนเกณฑ์เพิ่มขึ้น

จากภาพที่ 3-7 แสดงถึงผลลัพธ์จากการเพิ่มจำนวนเกณฑ์จาก 2 เกณฑ์ เพิ่มเป็น 3 เกณฑ์ และเพิ่มเป็น 4 เกณฑ์ จะเห็นได้ว่าเมื่อจำนวนเกณฑ์เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าเฉลี่ยความสอดคล้องตามเกณฑ์มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย จากการทดสอบในครั้งที่ 1, 3, 4 และ 5 ส่วนในการทดสอบครั้งที่ 2 พบว่าเมื่อจำนวนเกณฑ์เพิ่มขึ้นจากจำนวน 2 เกณฑ์เพิ่มขึ้นเป็น 3 เกณฑ์ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยความสอดคล้องตามเกณฑ์เพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มจำนวนเกณฑ์จาก 3 เกณฑ์เป็น 4 เกณฑ์พบว่าค่าเฉลี่ยความสอดคล้องตามเกณฑ์มีค่าเท่าเดิม เนื่องจากเกณฑ์ที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวไม่ส่งผลให้เกิดการจับคู่เกิดขึ้น ดังนั้นค่าเฉลี่ยความสอดคล้องตามเกณฑ์เพิ่มขึ้นจากการเพิ่มจำนวนเกณฑ์จะส่งผลต่อความสอดคล้องตามเกณฑ์ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG ได้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

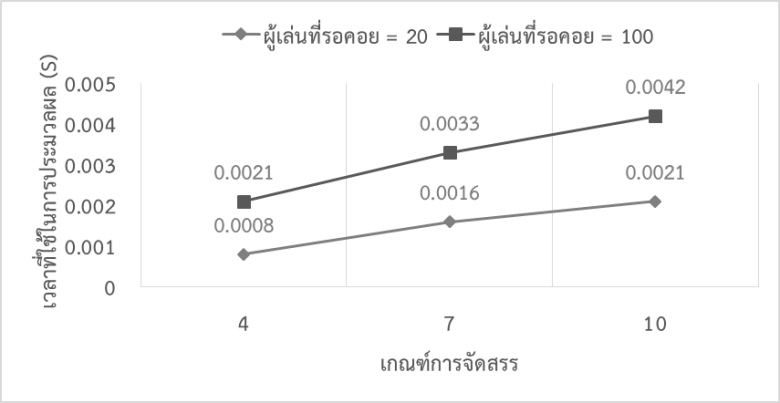
3.6.2 เกณฑ์ที่เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นได้นานมากขึ้น

ดังแสดงในภาพที่ 3-8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเกณฑ์ที่สอดคล้องกับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG ผ่านต้นแบบที่พัฒนาขึ้น จะเห็นได้ว่า เมื่อจำนวนเกณฑ์เพิ่มมากขึ้น เวลาที่ใช้สำหรับจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเพิ่มมากขึ้นด้วย [18] เนื่องจากการคำนวณผลลัพธ์ที่ได้ด้วยเทคนิควิธี AHP ซึ่งต้องมีการสร้างตารางเมตริกซ์การตัดสินใจเป็นรายคู่ โดยเฉพาะหากมีจำนวนเกณฑ์เพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ใช้เวลาคำนวณนานขึ้น



ภาพที่ 3-8 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเกณฑ์ที่สอดคล้องกับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น

ตัวอย่างสถานการณ์: เมื่อเกม MOG ประเภทหนึ่งกำหนดเงื่อนไขของเวลาที่ใช้ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกมไม่เกิน 0.0021 วินาที



ภาพที่ 3-9 แสดงความเป็นไปได้ของเวลาที่ใช้ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกมด้วยเทคนิควิธี AHP

จากภาพที่ 3-9 แสดงความเป็นไปได้ของเวลาที่ใช้ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG ด้วยเทคนิควิธี AHP เมื่อมีผู้เล่นที่รอคอย 20 คน และ 100 คน มีการกำหนดเกณฑ์พิจารณาเป็น 4, 7 และ 10 เกณฑ์ตามลำดับ จากเงื่อนไขต้องการใช้เวลาในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นไม่เกิน 0.0021 วินาที ซึ่งมีความเป็นไปได้ 2 รูปแบบ คือ

- รูปแบบที่ 1 กำหนดจำนวนผู้เล่นที่รอคอย 20 คน โดยพิจาณาเกณฑ์ที่ใช้ในการคำนวณได้มากที่สุดจำนวน 10 เกณฑ์
- รูปแบบที่ 2 กำหนดจำนวนผู้เล่นที่รอคอย 100 คน โดยพิจาณาเกณฑ์ที่ใช้ในการคำนวณได้มากที่สุดจำนวน 4 เกณฑ์

โดยทั้ง 2 รูปแบบใช้เวลาในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นไม่เกิน 0.0021 วินาที ซึ่งต้องเลือกระหว่างการลดจำนวนเกณฑ์ในการพิจารณาลงเหลือเพียง 4 เกณฑ์ เมื่อมีผู้เล่นที่รอคอยถึง 100 คนหรือลดจำนวนผู้เล่นที่รอคอยให้น้อยลงเหลือเพียง 20 คน เมื่อใช้เกณฑ์พิจารณาจำนวน 10 เกณฑ์ แต่ในความเป็นจริง ระบบไม่สามารถควบคุมจำนวนผู้เล่นที่เข้ามาเล่นเกมได้ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างจำนวนผู้เล่นที่รอคอย, เกณฑ์พิจารณา และเวลาที่ใช้ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น ระบบจะต้องถูกออกแบบให้สามารถเพิ่มและลดจำนวนเกณฑ์ตามความเหมาะสมตามจำนวนผู้เล่นภายใต้เงื่อนไขของผู้พัฒนาเกมกำหนด ดังนั้นเทคนิควิธี AHP จึงมีความน่าสนใจในการนำมาประยุกต์ใช้ภายในเกม MOG

บทที่ 4
การประเมินประสิทธิภาพทางด้านความคลาดเคลื่อนระหว่างเทคนิควิธี AHP และเทคนิควิธี Fuzzy AHP

4.1 บทนำ

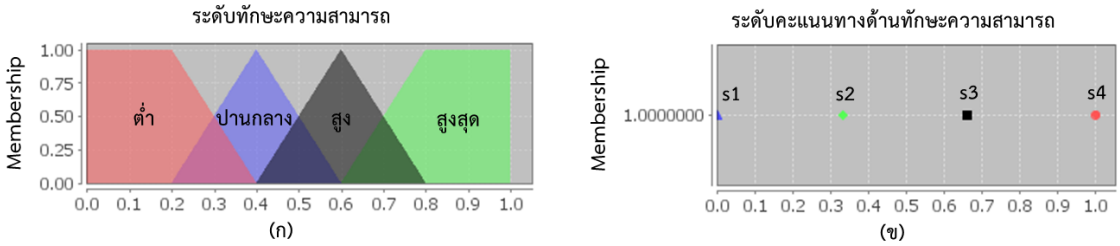
ในบทที่ผ่านมาเป็นการศึกษาวิจัยในการประยุกต์ใช้เทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ กับเทคนิควิธี AHP ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG พร้อมทั้งเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิควิธีทั้งสอง สุดท้ายจึงเลือกเทคนิควิธี AHP เนื่องจากสามารถแจกแจงลำดับความสำคัญของเกณฑ์ได้ อย่างไรก็ตาม เทคนิควิธี AHP มีข้อด้อยในเรื่องของการพิจารณาค่าที่มีความคลุมเครือ ดังนั้น ในบทนี้จึงนำเสนอเทคนิควิธี Fuzzy AHP เปรียบเทียบกับเทคนิควิธี AHP แบบดั้งเดิม พร้อมผลการทดลองและสรุปผล

4.2 การจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG ด้วยเทคนิควิธี Fuzzy AHP

เทคนิควิธี Fuzzy AHP โดยการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม มีขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

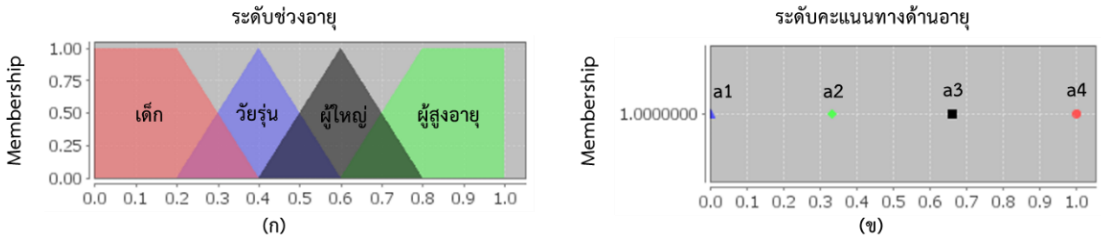
1) แปลงค่าข้อมูลอินพุตความต้องการให้อยู่ในรูปแบบของฟังก์ชันความเป็นสมาชิก โดยพิจารณาตามเกณฑ์ ดังนี้

- ทักษะความสามารถ (Skill) มี 4 ระดับ คือ 1) ระดับต่ำ 2) ระดับปานกลาง (Medium) 3) ระดับสูง (High) และ 4) ระดับสูงสุด (Very High) และระดับคะแนนทางด้านทักษะความสามารถ มี 4 ระดับ คือ s1, s2, s3 และ s4 ดังแสดงในภาพที่ 4-1 (ก) และ (ข)



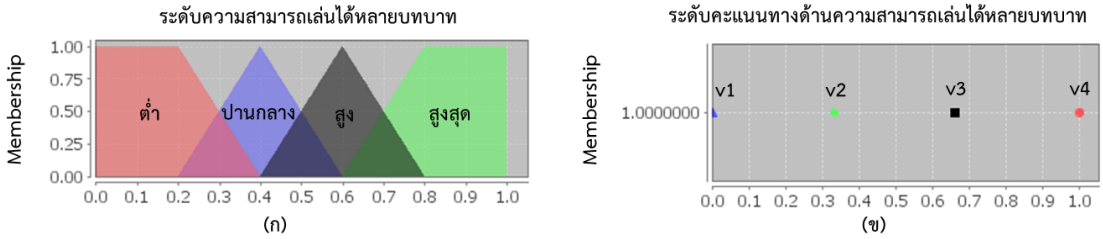
ภาพที่ 4-1 (ก) รูปแบบฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของระดับทักษะความสามารถ และ (ข) ระดับคะแนนทางด้านทักษะความสามารถ

- อายุ (Age) มี 4 ช่วง คือ 1) เด็ก (Very Young) 2) วัยรุ่น (Young) 3) ผู้ใหญ่ (Adult) และ 4) ผู้สูงอายุ (Old) และระดับคะแนนทางด้านอายุ มี 4 ระดับ คือ a1, a2, a3 และ a4 ดังแสดงในภาพที่ 4-2 (ก) และ (ข)



ภาพที่ 4-2 (ก) รูปแบบฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของระดับช่วงอายุ และ (ข) ระดับคะแนนทางด้านอายุ

- ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท (Versatility) มี 4 ระดับ คือ 1) ระดับต่ำ (Low) 2) ระดับปานกลาง (Medium) 3) ระดับสูง (High) และ 4) ระดับสูงสุด (Very High) และระดับคะแนนทางด้านความสามารถเล่นได้หลายบทบาท มี 4 ระดับ คือ v1, v2, v3 และ v4 ดังแสดงในภาพที่ 4-3 (ก) และ (ข)



ภาพที่ 4-3 (ก) รูปแบบฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของระดับความสามารถเล่นได้หลายบทบาท และ (ข) ระดับคะแนนทางด้านความสามารถเล่นได้หลายบทบาท

2) สร้างแบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธี AHP เพื่อหาค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์หลัก สำหรับนำมาพิจารณาร่วมกับค่าที่ได้จากความต้องการของผู้เล่นผ่านเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ

3) นำแบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์ร่วมกับเทคนิควิธี AHP ไปใช้งาน

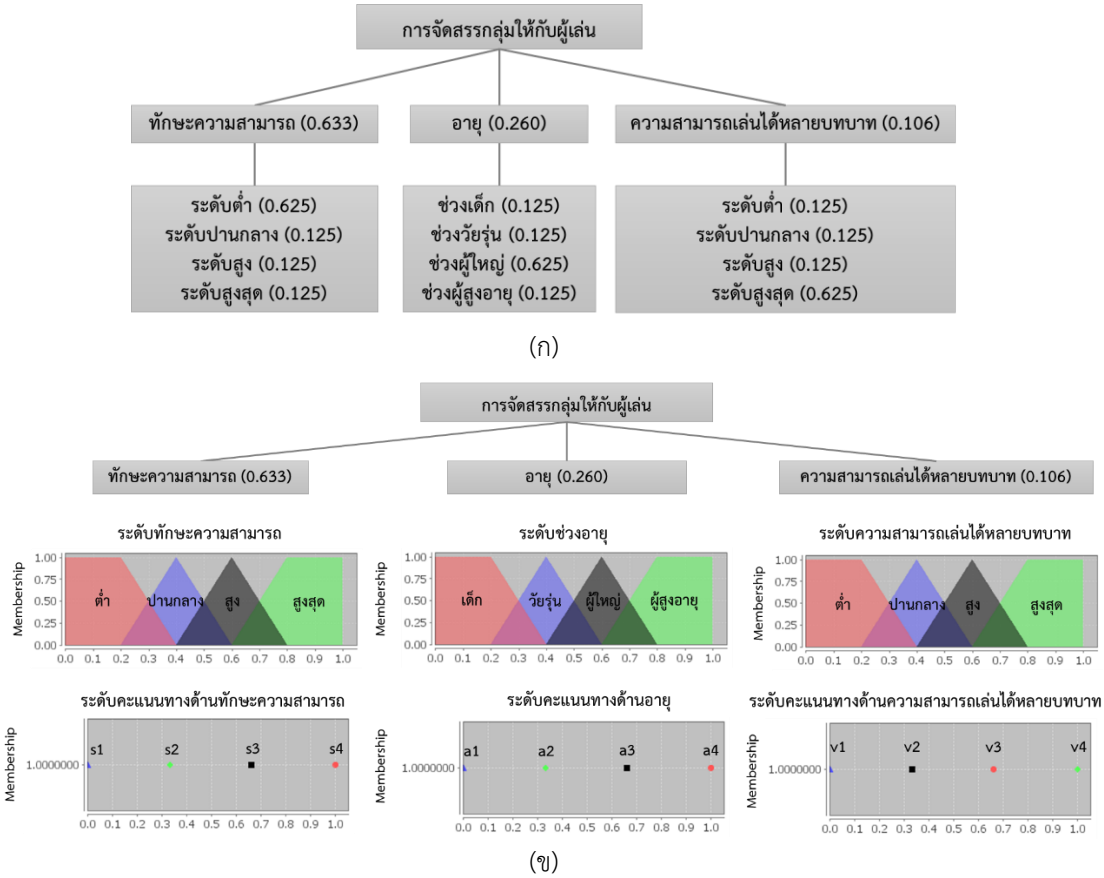
4.3 สมมติฐานเบื้องต้น

ตามข้อสังเกตของผู้วิจัยเบื้องต้นเชื่อว่าการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธี Fuzzy AHP จะช่วยให้ได้ผลลัพธ์มีความสอดคล้องตามเกณฑ์มากยิ่งขึ้น เมื่อเทียบกับเทคนิควิธี AHP แบบดั้งเดิม ดังนั้น จึงจะศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางด้านความคลาดเคลื่อนของเทคนิควิธี AHP และ Fuzzy AHP สำหรับการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG

4.4 แนวความคิดในการทดลอง

ในการทดสอบสมมติฐานเบื้องต้นตามที่ได้ตั้งข้อสังเกตไว้แล้วนั้น ได้กำหนดการทดสอบ ดังนี้ 1) สร้างข้อมูลโดยวิธีการสุ่มข้อมูลทดสอบขึ้นมา 1 ชุด (ในภาคผนวก ข) ดังแสดงในตารางที่ 4-1 ตัวอย่างข้อมูลทดสอบชุดที่ 7 2) ทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธี AHP และเทคนิควิธี Fuzzy AHP พร้อมหาค่าความคลาดเคลื่อน (พิจารณาตามสมการที่ 4.1) ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม และ 3) สรุปผลการทดลอง โดยแบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น ดังแสดงใน ภาพที่ 4-4 และพิจารณาตามโจทย์ความต้องการต่อไปนี้ คือ 1) ทักษะความสามารถ = ใกล้เคียงระดับต่ำ (0.2) 2) อายุ = ค่อนข้างไปทางผู้ใหญ่ (0.6) และ 3) ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท = ใกล้เคียงกับระดับสูงสุด (0.7)

ค่าความคลาดเคลื่อน = | ค่าที่วัดได้ - ค่าจริง | (4.1)



ภาพที่ 4-4 แบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น ก) เทคนิควิธี AHP และ (ข) เทคนิควิธี Fuzzy AHP

ตารางที่ 4-1 ตัวอย่างข้อมูลทดสอบชุดที่ 7

ผู้เล่น	ทักษะความสามารถ	อายุ	ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท	ค่าที่ใช้พิจารณาเป็นอินพุตเข้าเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ		
1	ปานกลาง	ผู้ใหญ่	ต่ำ	0.3	0.6	0.2
2	สูงสุด	ผู้ใหญ่	สูง	0.8	0.7	0.7
3	สูงสุด	ผู้ใหญ่	สูง	0.8	0.7	0.6
4	ปานกลาง	ผู้สูงอายุ	สูงสุด	0.5	0.8	0.9
5	ปานกลาง	ผู้ใหญ่	สูง	0.4	0.7	0.6
6	สูงสุด	ผู้ใหญ่	สูงสุด	0.8	0.6	0.8
7	สูง	เด็ก	สูงสุด	0.6	0.2	1
8	สูงสุด	ผู้ใหญ่	สูง	0.8	0.6	0.7
9	ต่ำ	วัยรุ่น	ต่ำ	0.1	0.5	0.1
10	ต่ำ	ผู้สูงอายุ	สูงสุด	0.2	1	1
11	สูงสุด	ผู้ใหญ่	สูง	0.9	0.6	0.7
12	ปานกลาง	ผู้ใหญ่	ปานกลาง	0.5	0.7	0.3
13	สูงสุด	ผู้ใหญ่	สูง	1	0.6	0.7
14	ปานกลาง	วัยรุ่น	สูงสุด	0.4	0.3	1
15	สูงสุด	เด็ก	สูงสุด	0.9	0.2	0.8
16	สูง	วัยรุ่น	สูง	0.7	0.4	0.6
17	ต่ำ	ผู้สูงอายุ	ต่ำ	0.2	0.9	0.1
18	ปานกลาง	ผู้สูงอายุ	ปานกลาง	0.5	0.8	0.5
19	สูงสุด	ผู้สูงอายุ	ต่ำ	1	0.8	0.1
20	ปานกลาง	วัยรุ่น	ต่ำ	0.5	0.5	0.1

ตัวอย่าง การจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธี Fuzzy AHP โดยการคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญผ่านเทคนิควิธี AHP จะได้ทักษะความสามารถ = 0.633, อายุ = 0.260 และความสามารถเล่นได้หลายบทบาท = 0.106 จากนั้นนำค่าความต้องการ (ในกรณีนี้ คือ ทักษะความสามารถ = 0.2, อายุ = 0.6 และความสามารถเล่นได้หลายบทบาท = 0.7) เข้าสู่กระบวนการของเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ จะได้ทักษะความสามารถ = 0, อายุ = 0.66 และความสามารถเล่นได้หลายบทบาท = 0.83

พิจารณาผู้เล่นมีเกณฑ์ คือ ทักษะความสามารถ = 0.3, อายุ = 0.6 และความสามารถเล่นได้หลายบทบาท = 0.2 เข้าสู่กระบวนการของเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ จะได้ทักษะความสามารถ = 0.165, อายุ = 0.66 และความสามารถเล่นได้หลายบทบาท = 0

หาค่าความแตกต่างในแต่ละเกณฑ์ระหว่างความต้องการกับผู้เล่น จะได้ค่าความแตกต่างทางด้านทักษะความสามารถ = | 0 - 0.165 | = 0.165 ค่าความแตกต่างทางด้านอายุ = | 0.66 - 0.66 | = 0 และค่าความแตกต่างทางด้านความสามารถเล่นได้หลายบทบาท = | 0.83 - 0 | = 0.83 จากนั้นคำนวณหาค่าคะแนนโดยนำค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญคูณกับผลลัพธ์ของค่าความแตกต่างในแต่ละเกณฑ์ จะได้ 0.633*0.165 + 0.260*0 + 0.106*0.83 = 0.192

หาค่าความคลาดเคลื่อน = | 0.192 - 0 | = 0.192 (ในกรณีนี้ค่าจริง = 0)

4.5 ผลการทดลองการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธี AHP และ Fuzzy AHP

จากผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4-2 และ 4-3 จะเห็นได้ว่า ผลลัพธ์ในการจัดลำดับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธี AHP และ Fuzzy AHP มีค่าต่างกัน ในส่วนของเทคนิควิธี AHP นั้น เมื่อพิจารณาความสำคัญทางด้านทักษะความสามารถเป็นหลัก จะได้ผู้เล่นที่มีความสอดคล้องตรงความต้องการเกณฑ์เฉพาะผู้เล่นที่ 10, 9 และ 17 ส่วนผู้เล่น 6 และ 1 ถูกพิจารณาตามเกณฑ์อายุ คือ ผู้ใหญ่ ซึ่งต่างจากเทคนิควิธี Fuzzy AHP นั้นได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับความต้องการมากกว่า กล่าวคือ ผู้เล่นที่ใกล้เคียงระดับต่ำ และถ้าไม่ได้ผู้เล่นระดับต่ำก็เอาผู้เล่นที่มีความใกล้เคียงกันคือระดับปานกลาง คือ ผู้เล่น 1 และ 5

ตารางที่ 4-2 ผู้เล่นที่ถูกจัดลำดับด้วยเทคนิควิธี AHP แบบดั้งเดิม

ผู้เล่น	ทักษะความสามารถ	อายุ	ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท	ค่าที่ใช้พิจารณาเป็นอินพุต			ค่าความคลาดเคลื่อน
10	ต่ำ	ผู้สูงอายุ	สูงสุด	0.2	1	1	0.106
9	ต่ำ	วัยรุ่น	ต่ำ	0.1	0.5	0.1	0.131
17	ต่ำ	ผู้สูงอายุ	ต่ำ	0.2	0.9	0.1	0.176
6	สูงสุด	ผู้ใหญ่	สูงสุด	0.8	0.6	0.8	0.651
1	ปานกลาง	ผู้ใหญ่	ต่ำ	0.3	0.6	0.2	0.192
ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน							0.251

ตารางที่ 4-3 ผู้เล่นที่ถูกจัดลำดับด้วยเทคนิควิธี Fuzzy AHP

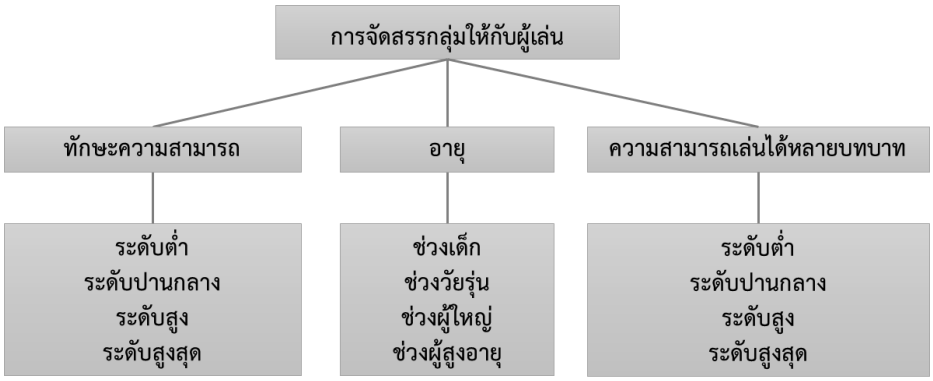
ผู้เล่น	ทักษะความสามารถ	อายุ	ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท	ค่าที่ใช้พิจารณาเป็นอินพุต			ค่าความคลาดเคลื่อน
10	ต่ำ	ผู้สูงอายุ	สูงสุด	0.2	1	1	0.106
9	ต่ำ	วัยรุ่น	ต่ำ	0.1	0.5	0.1	0.131
17	ต่ำ	ผู้สูงอายุ	ต่ำ	0.2	0.9	0.1	0.176
1	ปานกลาง	ผู้ใหญ่	ต่ำ	0.3	0.6	0.2	0.192
5	ปานกลาง	ผู้ใหญ่	สูง	0.4	0.7	0.6	0.271
ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน							0.175

4.6 สรุปผลการทดลอง

เมื่อพิจารณาชุดข้อมูลทดสอบข้างต้น จะเห็นได้ว่าตรงกับสมมติฐานเบื้องต้นที่ได้คาดการณ์ไว้ กล่าวคือการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธี Fuzzy AHP จะช่วยให้ได้ผลลัพธ์มีความสอดคล้องตามเกณฑ์มากยิ่งขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิควิธี AHP แบบดั้งเดิม โดยค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของเทคนิควิธี AHP = 0.251 ส่วนเทคนิควิธี Fuzzy AHP = 0.175 ในกรณีที่มีความต้องการในรูปแบบคลุมเครือ เช่น ทักษะความสามารถ = ใกล้เคียงระดับต่ำ, อายุ = ค่อนข้างไปทางผู้ใหญ่ และความสามารถเล่นได้หลายบทบาท = ใกล้เคียงกับระดับสูงสุด เป็นต้น

4.7 การศึกษาแนวทางเพิ่มเติมการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG ด้วยเทคนิควิธี Fuzzy AHP แบบ Chang

กระบวนการทำงานของเทคนิควิธี Fuzzy AHP แบบ Chang โดยนำมาประยุกต์ใช้เพื่อจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้ จัดเรียงความสัมพันธ์ของเกณฑ์ออกเป็นลำดับชั้น: ดังแสดงในภาพที่ 4-5 แบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่น



ภาพที่ 4-5 แบบจำลองลำดับชั้นการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธี Fuzzy AHP แบบ Chang

คำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญ: โดยการสร้างตารางเมตริกซ์การตัดสินใจเป็นรายคู่ ดังแสดงในตารางที่ 4-4 โดยการนำค่าระดับการให้ความสำคัญในรูปแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือมาพิจารณา

ตารางที่ 4-4 ตารางเมตริกซ์การตัดสินใจเป็นรายคู่ด้วยเทคนิควิธี Fuzzy AHP แบบ Chang

เกณฑ์การจัดสรร	ทักษะความสามารถ	อายุ	ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท
ทักษะความสามารถ	(1, 1, 3)	(1, 3, 5)	(3, 5, 7)
อายุ	(1/5, 1/3, 1)	(1, 1, 3)	(1, 3, 5)
ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/5, 1/3, 1)	(1, 1, 3)

คำนวณค่าขอบเขตสังเคราะห์ฟัซซี

$S_{ทักษะความสามารถ}$ = (1+1+3, 1+3+5, 3+5+7)
= (5, 9, 15) * (1/28.333, 1/14.866, 1/8.543)
= (0.175, 0.603, 1.755)

$S_{อายุ}$ = (1/5+1+1, 1/3+1+3, 1+3+5)
= (2.2, 4.333, 9) * (1/28.333, 1/14.866, 1/8.543)
= (0.077, 0.29, 1.053)

$S_{ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท}$ = (1/7+1/5+1, 1/5+1/3+1, 1/3+1+3)
= (1.343, 1.533, 4.333) * (1/28.333, 1/14.866, 1/8.543)
= (0.047, 0.103, 0.507)

คำนวณหาระดับของความเป็นไปได้ของ $S_i \geq S_j$ เมื่อ $S_i = (l_i, m_i, u_i)$, $S_j = (l_j, m_j, u_j)$; $i \neq j$ จะได้

$V(S_{ทักษะความสามารถ} \geq S_{อายุ})$ = 1

$V(S_{ทักษะความสามารถ} \geq S_{ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท})$ = 1

$V(S_{อายุ} \geq S_{ทักษะความสามารถ})$ = (0.175-1.053)/[(0.29-1.053)-(0.603-0.175)] = 0.737

$V(S_{อายุ} \geq S_{ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท})$ = 1

$V(S_{ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท} \geq S_{ทักษะความสามารถ})$ = (0.175-0.507)/[(0.103-0.507)-(0.603-0.175)] = 0.399

$V(S_{ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท} \geq S_{อายุ})$ = (0.077-0.507)/[(0.103-0.507)-(0.29-0.077)] = 0.697

คำนวณหาระดับความเป็นไปได้ของ $S_i \geq S_j$ เมื่อ $i \neq j$

$S_{ทักษะความสามารถ}$ = min(1, 1) = 1

$S_{อายุ}$ = min(0.737, 1) = 0.737

$S_{ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท}$ = min(0.399, 0.697) = 0.399

คำนวณหาเวกเตอร์ความสำคัญ จะได้เวกเตอร์ความสำคัญ W' ของเมตริกซ์

$$W' = (1, 0.737, 0.399)$$

และทำการ Normalization จะได้เวกเตอร์ความสำคัญใหม่

$$W = (0.468, 0.345, 0.187)$$

สำหรับเกณฑ์การตัดสินใจย่อยพิจารณาตามหัวข้อที่ 2 ข้างต้น จะได้เกณฑ์ตัดสินใจย่อย ดังแสดงในตารางที่ 4-5 และผลลัพธ์การจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธี Fuzzy AHP แบบ Chang ดังแสดงในตารางที่ 4-6

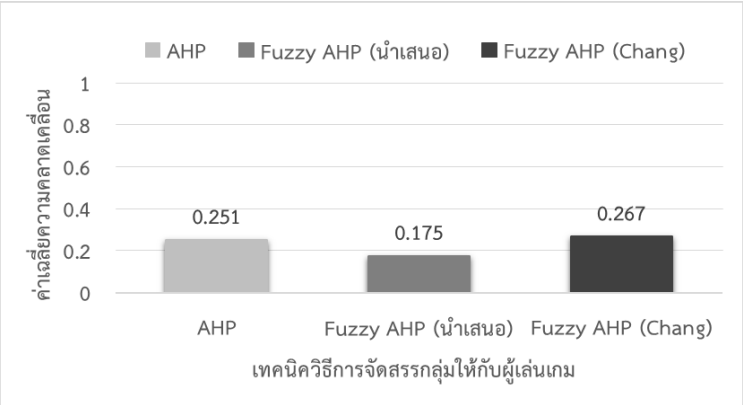
ตารางที่ 4-5 เกณฑ์การตัดสินใจย่อยด้วยเทคนิควิธี Fuzzy AHP แบบ Chang

เกณฑ์การตัดสินใจหลัก	**เกณฑ์การตัดสินใจย่อย**			
ทักษะความสามารถ	**ต่ำ**	**ปานกลาง**	**สูง**	**สูงสุด**
	0.477	0.174	0.174	0.174
อายุ	**เด็ก**	**วัยรุ่น**	**ผู้ใหญ่**	**ผู้สูงอายุ**
	0.174	0.174	0.477	0.174
ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท	**ต่ำ**	**ปานกลาง**	**สูง**	**สูงสุด**
	0.174	0.174	0.174	0.477

ตารางที่ 4-6 ผู้เล่นที่ถูกจัดลำดับด้วยเทคนิควิธี Fuzzy AHP แบบ Chang

ผู้เล่น	**ทักษะความสามารถ**	**อายุ**	**ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท**	**ค่าที่ใช้พิจารณาเป็นอินพุต**			**ค่าความคลาดเคลื่อน**
10	ต่ำ	ผู้สูงอายุ	สูงสุด	0.2	1	1	0.106
6	สูงสุด	ผู้ใหญ่	สูงสุด	0.8	0.6	0.8	0.651
9	ต่ำ	วัยรุ่น	ต่ำ	0.1	0.5	0.1	0.131
17	ต่ำ	ผู้สูงอายุ	ต่ำ	0.2	0.9	0.1	0.176
5	ปานกลาง	ผู้ใหญ่	สูง	0.4	0.7	0.6	0.271
ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน							0.267

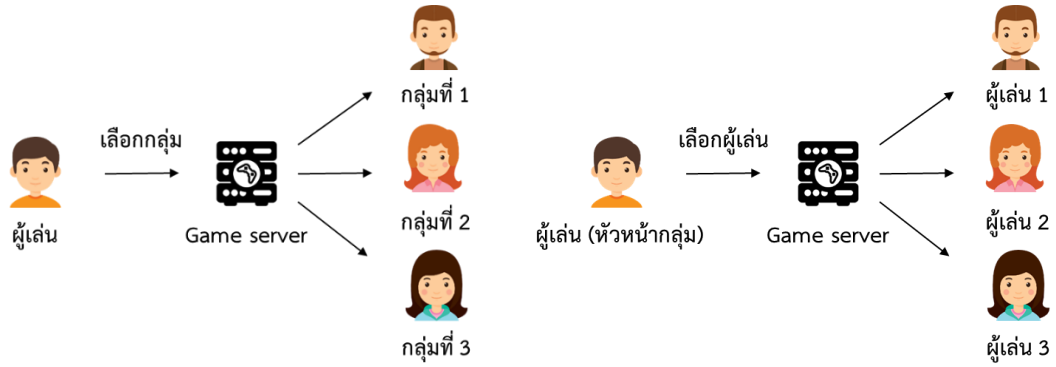
สรุปจากการศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพทางด้านความคลาดเคลื่อนด้วยเทคนิควิธี AHP, เทคนิควิธี Fuzzy AHP ที่นำเสนอ และเทคนิควิธี Fuzzy AHP แบบ Chang พบว่าเทคนิควิธี Fuzzy AHP ที่นำเสนอมีประสิทธิภาพมากกว่าเทคนิควิธี AHP และเทคนิควิธี Fuzzy AHP แบบ Chang โดยเทคนิควิธี Fuzzy AHP ที่นำเสนอมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน = 0.175, เทคนิควิธี AHP มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน = 0.251 และเทคนิควิธี Fuzzy AHP แบบ Chang มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน = 0.267 ดังแสดงในภาพที่ 4-6 เปรียบเทียบการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกมด้วยเทคนิควิธี AHP, เทคนิควิธี Fuzzy AHP ที่นำเสนอ และเทคนิควิธี Fuzzy AHP แบบ Chang จะเห็นได้ว่ายิ่งค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนน้อย จะส่งผลต่อความสอดคล้องตามเกณฑ์มากยิ่งขึ้น ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงเสนอแนะแนวทางของเทคนิควิธี AHP, เทคนิควิธี Fuzzy AHP ที่นำเสนอ และเทคนิควิธี Fuzzy AHP แบบ Chang สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG



ภาพที่ 4-6 เปรียบเทียบการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกมด้วยเทคนิควิธี AHP, เทคนิควิธี Fuzzy AHP ที่นำเสนอ และเทคนิควิธี Fuzzy AHP แบบ Chang

4.8 แนวทางการพัฒนาระบบในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG

การนำเทคนิควิธี AHP และเทคนิควิธี Fuzzy AHP ที่นำเสนอ ที่ดำเนินการศึกษาที่ผ่านมาข้างต้นไปใช้งานผ่านระบบผู้ให้บริการเกม สามารถดำเนินการได้เป็นสองรูปแบบ ตามภาพที่ 4-7 ซึ่งความแตกต่างของรูปแบบทั้งสองจะอยู่ที่ ก) ผู้เล่นเป็นคนเลือกกลุ่มที่จะเล่นผ่านระบบผู้ให้บริการเกม หรือ ข) ผู้เล่นที่เป็นหัวหน้ากลุ่มเลือกผู้เล่นที่รอคอยผ่านระบบผู้ให้บริการเกม โดยทั้งสองรูปแบบ สามารถนำเทคนิควิธี AHP และเทคนิควิธี Fuzzy AHP ที่นำเสนอไปประยุกต์ใช้ตามความเหมาะสม แต่ในวิทยานิพนธ์นี้นำเสนอเฉพาะรูปแบบ (ข) แบบผู้เล่นที่เป็นหัวหน้ากลุ่มเลือกผู้เล่นที่รอคอยผ่านระบบผู้ให้บริการเกม



ภาพที่ 4-7 แนวทางการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นภายในเกม MOG ก) ผู้เล่นเป็นคนเลือกกลุ่มที่จะเล่น และ ข) ผู้เล่นที่เป็นหัวหน้ากลุ่มเลือกผู้เล่น

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาแนวทางที่จะช่วยการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม MOG เป็นไปอย่างเหมาะสมที่สุด โดยนำความต้องการของผู้เล่นเกมเข้าร่วมพิจารณาด้วยเป็นสำคัญนั้น พบว่าการพิจารณาเป็นโจทย์ปัญหาการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์นั้น สามารถช่วยทำให้นำเทคนิควิธีในการแก้ปัญหาแบบต่างๆ เข้ามาใช้งานได้โดยสะดวก ซึ่งผลจากการศึกษาเปรียบเทียบตัวอย่างของเทคนิควิธีในกลุ่มของเชิงแบบจำลอง (เนื่องจากเหตุผลของความง่าย/สะดวกในการคิดคำนวณผ่านแบบจำลอง) ที่นำมาใช้จำนวน 3 แบบ สามารถสรุปข้อดี/ข้อเสีย ได้ดังต่อไปนี้

- **เทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ** แม้ว่าจะมีข้อดีด้านการทำให้สามารถนำเกณฑ์ความต้องการทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพเข้ามาพิจารณาร่วมกันได้โดยง่าย แต่มีข้อเสียในด้านของการสร้างกฎการเปรียบเทียบตามเงื่อนไขต่างๆ ซึ่งซับซ้อนมากขึ้นตามจำนวนของเกณฑ์ที่เพิ่มมากขึ้นด้วย และยังไม่สามารถที่จะกำหนดระดับความสำคัญให้กับเกณฑ์ต่างๆ ที่นำมาพิจารณาได้เลย
- **เทคนิควิธี AHP แบบดั้งเดิม** แม้ว่าจะสามารถระบุความสำคัญให้กับเกณฑ์ที่นำมาพิจารณาได้ แต่การกำหนดค่าก็ทำในลักษณะของตัวเลขจำนวนเต็ม ซึ่งอาจจะทำให้ผลลัพธ์ของกลุ่มจัดสรรมีค่าความสอดคล้องตามเกณฑ์ต่ำได้ หรืออาจไม่มีผู้เล่นเหมาะสมกับกลุ่มเลยได้ ในกรณีที่เกณฑ์พิจารณาแต่ละตัวๆ นั้นไม่ตรงกัน
- **เทคนิควิธี AHP แบบลูกผสมกับการให้ค่าเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ** สามารถช่วยให้ผู้เล่นกำหนดเกณฑ์เป็นแบบเชิงประมาณได้ ทำให้โอกาสที่จะได้ผู้เล่นตามเกณฑ์มีสูงมากขึ้น ส่งผลให้ความสอดคล้องตามเกณฑ์ของกลุ่มจัดสรรที่ได้มีค่าสูงตามไปด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับ AHP แบบดั้งเดิม

ผลจากการศึกษาข้างต้นนี้ ช่วยทำให้การนำเทคนิควิธี AHP แบบดั้งเดิมหรือแบบลูกผสม สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาระบบจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นใน 2 ลักษณะ คือ

1. ผู้ให้บริการเกม พิจารณาจากผู้เล่นเกมที่รอคอย และจัดสรรกลุ่มที่เหมาะที่สุดให้ตามเกณฑ์ของผู้เล่นไปเรื่อยๆ จนครบ หรือ
2. ผู้ให้บริการเกม คัดเลือกผู้เล่นเกมที่รอคอย เพื่อกำหนดให้เป็นหัวหน้ากลุ่ม ซึ่งจะใช้เทคนิควิธีข้างต้น เพื่อเลือกจากรายการของผู้เล่นที่รอคอยที่เหมาะที่สุดจนครบจำนวน

ซึ่งผลจากการศึกษาวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้พัฒนาเกม ในการนำไปใช้ในการจัดสรรกลุ่มให้ได้ผู้เล่นตรงกับความต้องการ ไม่ว่าจะเพื่อจุดประสงค์ของความท้าทายหรืออรรถรสที่มากขึ้นก็ตาม

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการศึกษาทดลองเทคนิควิธีที่นำเสนอข้างต้น เป็นแบบการวิเคราะห์เชิงตัวเลข (Numerical Analysis) ผ่านชุดข้อมูลทดลองภายในห้องปฏิบัติการ ดังนั้น การทดลองในสิ่งแวดล้อมของเกมที่เป็นจริง จะช่วยทำให้สามารถศึกษาในประเด็นของคุณลักษณะการปรับขยายได้ (Scalability feature) สำหรับผู้เล่นจำนวนมากๆ ขึ้น ได้อย่างสะดวกมากขึ้น

บรรณานุกรม

[1] J.-R. Jiang, G.-Y. Sung, and J.-W. Wu, “LOM: A LEADER ORIENTED MATCHMAKING ALGORITHM FOR MULTIPLAYER ONLINE GAMES.”

[2] T. Graepel and R. Herbrich, “Ranking and matchmaking,” *Game Developer Magazine*, vol. 25, p. 34, 2006.

[3] N. Prakannoppakun and S. Sinthupinyo, “Skill rating method in multiplayer online battle arena,” in *2016 8th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI)*, 2016, pp. 1–6.

[4] O. Delalleau, E. Contal, E. Thibodeau-Laufer, R. C. Ferrari, Y. Bengio, and F. Zhang, “Beyond Skill Rating: Advanced Matchmaking in Ghost Recon Online,” *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, vol. 4, no. 3, pp. 167–177, Sep. 2012.

[5] S. Agarwal and J. R. Lorch, “Matchmaking for online games and other latency-sensitive P2P systems,” in *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 2009, vol. 39, pp. 315–326.

[6] J. Manweiler, S. Agarwal, M. Zhang, R. Roy Choudhury, and P. Bahl, “Switchboard: a matchmaking system for multiplayer mobile games,” in *Proceedings of the 9th international conference on Mobile systems, applications, and services*, 2011, pp. 71–84.

[7] R. de FSM Russo and R. Camanho, “Criteria in AHP: a systematic review of literature,” *Procedia Computer Science*, vol. 55, pp. 1123–1132, 2015.

[8] D. Balas-Timar and S. Ignat, “Conceptual applicant screening model with fuzzy logic in industrial organizational contexts,” *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 203, pp. 257–263, 2015.

[9] N. F. Aziz, S. Sorooshian, and F. Mahmud, “MCDM-AHP method in decision makings,” *ARPN J. Eng. Appl. Sci*, vol. 11, pp. 7217–7220, 2016.

[10] C. Kahraman, S. C. Onar, and B. Oztaysi, “Fuzzy multicriteria decision-making: a literature review,” *International Journal of Computational Intelligence Systems*, vol. 8, no. 4, pp. 637–666, 2015.

[11] D.-Y. Chang, “Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP,” *European journal of operational research*, vol. 95, no. 3, pp. 649–655, 1996.

[12] D. E. Asuquo and F. E. Onuodu, “A Fuzzy AHP Model for Selection of University Academic Staff,” *International Journal of Computer Applications*, vol. 141, no. 1, 2016.

[13] M. Chen and P. Liu, “Performance Evaluation of Recommender Systems,” *International Journal of Performability Engineering*, vol. 13, no. 8, p. 1246, 2017.

[14] A. Rueangprathum, S. Limsiroratana, and S. Witosurapot, “AHP-based Adaptive Resource Selection for Cognitive Platform in Cloud Gaming Service,” *GSTF Journal on Computing*, vol. 4, no. 4, pp. 52–58, Apr. 2016.

[15] E. Lotfi, B. Amine, and B. Mohammed, “Application of Analytic Hierarchical Process Method for Video Game Genre Selection,” *International Journal of Computer Applications*, vol. 96, no. 16, 2014.

[16] G. Işıklar and G. Büyüközkan, “Using a multi-criteria decision making approach to evaluate mobile phone alternatives,” *Computer Standards & Interfaces*, vol. 29, no. 2, pp. 265–274, 2007.

[17] P. Cingolani and J. Alcala-Fdez, “jFuzzyLogic: a robust and flexible Fuzzy-Logic inference system language implementation,” in *Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), 2012 IEEE International Conference on*, 2012, pp. 1–8.

[18] R. K. Dewi, B. T. Hanggara, and A. Pinandito, “A Comparison Between AHP and Hybrid AHP for Mobile Based Culinary Recommendation System,” *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, vol. 12, no. 1, pp. 133–140, 2018.

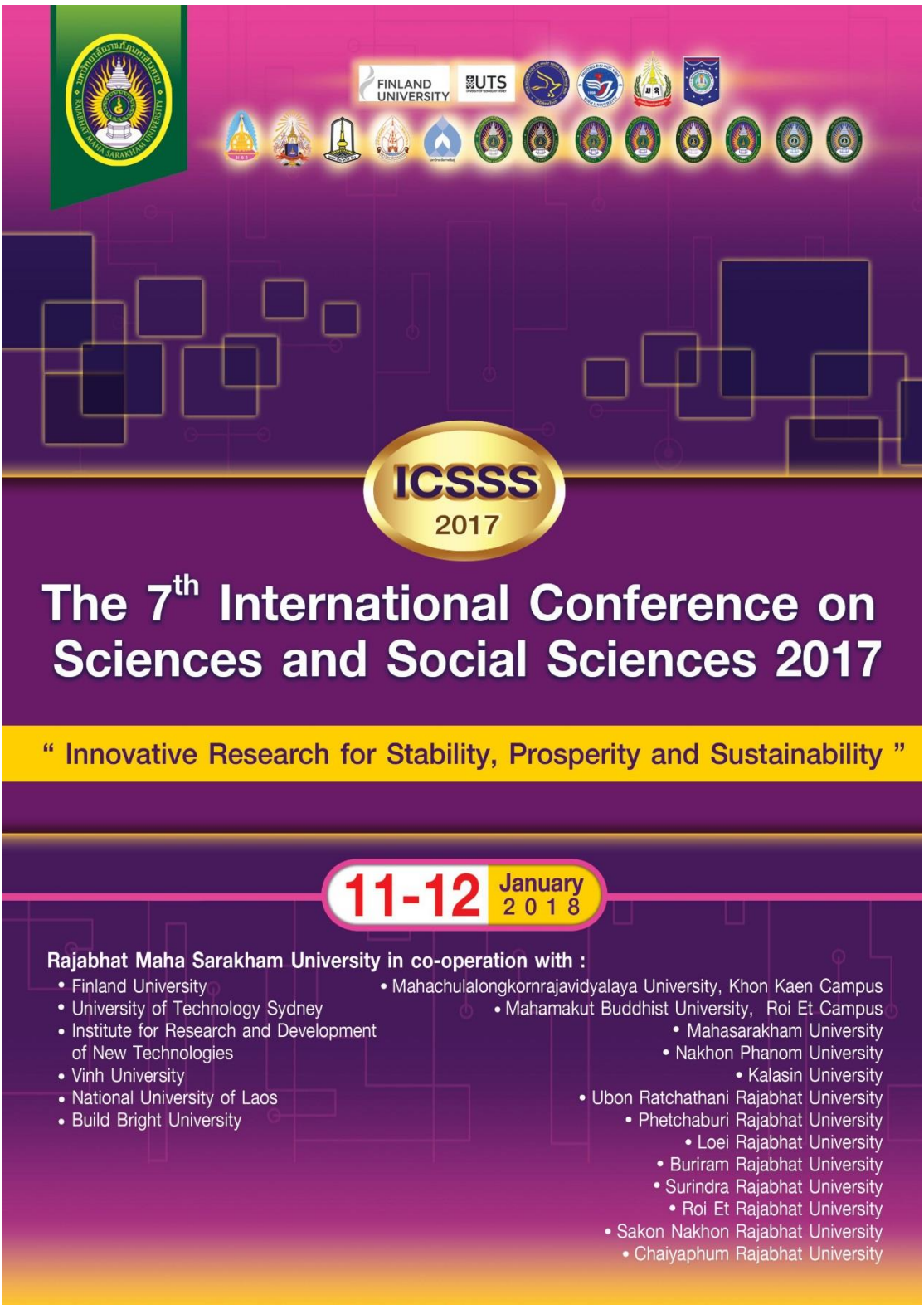
[19] A. Özdağoğlu and G. Özdağoğlu, “Comparison of AHP and fuzzy AHP for the multi-criteria decision making processes with linguistic evaluations,” 2007.

[20] G. Kabir and M. A. A. Hasin, “Comparative analysis of AHP and fuzzy AHP models for multicriteria inventory classification,” *International Journal of Fuzzy Logic Systems*, vol. 1, no. 1, pp. 1–16, 2011.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่จากวิทยานิพนธ์

J. Chotkiattikun and S. Witosurapot, “A PERFORMANCE STUDY OF ANALYTIC HIERARCHY PROCESS FOR ORGANIZING DYNAMIC TEAM IN MULTIPLAYER ONLINE GAMES,” in *The 7 th Int. Conf. on Sciences and Social Sciences (ICSSS 2017)*, Maha Sarakham, Thailand, Jan. 2018, pp. 661-666.


FINLAND UNIVERSITY
UTS
ICSSS
2017
The 7th International Conference on Sciences and Social Sciences 2017
" Innovative Research for Stability, Prosperity and Sustainability "
11-12 January 2018
Rajabhat Maha Sarakham University in co-operation with :
• Finland University
• University of Technology Sydney
• Institute for Research and Development of New Technologies
• Vinh University
• National University of Laos
• Build Bright University
• Mahachulalongkornrajavidyalaya University, Khon Kaen Campus
• Mahamakut Buddhist University, Roi Et Campus
• Mahasarakham University
• Nakhon Phanom University
• Kalasin University
• Ubon Ratchathani Rajabhat University
• Phetchaburi Rajabhat University
• Loei Rajabhat University
• Buriram Rajabhat University
• Surindra Rajabhat University
• Roi Et Rajabhat University
• Sakon Nakhon Rajabhat University
• Chaiyaphum Rajabhat University

ICSSS 2017
The 7th International Conference
on Sciences and Social Sciences

A PERFORMANCE STUDY OF ANALYTIC HIERARCHY PROCESS FOR ORGANIZING DYNAMIC TEAM IN MULTIPLAYER ONLINE GAMES

Jakkrit Chotkiattikun* and Suntorn Witosurapot

Department of Computer Engineering
Prince of Songkla University, Thailand
Corresponding E-mail: Jakkrit.ch@outlook.com and wsuntorn@coe.psu.ac.th

ABSTRACT

Many multiplayer online games need to organize their players with a variety of game experiences as a team for playing games or sports. This is considered a critical problem that will cause the unfair competitiveness of the team, if some inefficient method of team assignment is employed. However, we are in favor of the method that empowers players to be involved into the assignment process for enabling a better engagement to the game. This is in contrast to typical method that takes merely the players' skill into consideration. In this paper, we study how such a requirement can be accomplished by using the multiple decision approach of Analytic Hierarchy Process. Based on our numerical analysis, the results of selection process look promising and the system can be flexible to provide the optimal selection of players to a team, depending on the players' requirements.

KEYWORDS: Multiplayer Online Games, Priority-based Matchmaking, Multi-Criteria Decision Making, Analytic Hierarchy Process

INTRODUCTION

Multiplayer Online Games, also known as MOGs [1] has drastically gained its popularity since it can allow multiple players to join as a team for fulfilling the common objective as found in various games of Multiplayer Online Battle Arena, such as Defense of the Ancients 2 (DOTA 2), League of Legends (LOL) and Heroes of Newerth (HON), etc. However, this sort of game only takes a viewpoint of game server into consideration for assigning players to suitable teams owing to their skills [2 - 4] or geographical location [5]. While this sort of game server-centric approach is rather straightforward to select a compatible team for certain player, it does not take the player's preferences into consideration. Therefore, it is not well-suited for serving a game policy that may require the assorted levels of skilled players, either for practicing or more challenging purposes in games. In this regard, some form of priority-based matchmaking mechanism will be needed for enabling the required game policy.

Among several choices of Multi-Criteria Decision Making (MCDM), the choice of Analytic Hierarchy Process (AHP) [6] is in favor, due to many salient features [7] as follows: a) allowing both qualitative and quantitative criteria to be considered together in the system, b) computing relative priorities of decision criteria using pairwise-based comparisons, and c) enabling the inconsistency detection of data involved into the decision-making process. So far, AHP has not yet found applying in the online game environment [8]. However, the system architecture under consideration involving with AHP in the matchmaking mechanism (the circle number 2) can be depicted in the Fig. 1. It can be noticed that a player's preference (the circle number 1) will need to be fed as an input to the system and the output will be the list of players assigning to the same team (the circle number 3) will be given as a result. In this paper, we aim to determine how different criteria and sub-criteria should be constituted for building an efficient hierarchical structure needed for the AHP model working in the MOG environment.

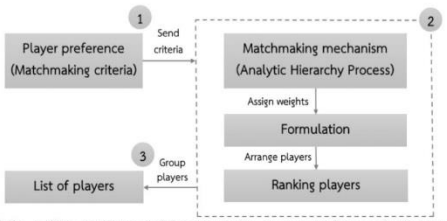


Fig. 1 The system architecture of a game engine and players

MATERIALS AND METHODS

In this section, we summarize the AHP method that will be used to organize players with different playing skills and personal preferences in dynamic teams of MOGs. Indeed, AHP is a ranking process that derives ratio scales from paired comparisons of criteria, and allows for some small inconsistencies in judgments, which are subjective opinions, such as player's skill and preferences, in our case, but are transformed to 1-9 numeric scale of relations. By working in this manner, AHP will allow us to weight coefficients and compare alternatives with relative ease. In essence, the AHP method helps us to prioritize the selection criteria, and differentiate the more important criteria from the less important ones in an easy manner. Using AHP [9], it is required that the problem must be modelled as a hierarchy structure so that a) possible decision criteria, sub-criteria, and alternatives can be known, and b) the most significant criteria with respect to the decision objective can be selected. Then, the pairwise comparisons will be performed in such a way that logical inconsistencies can be discovered and corrected if necessary. The similar step will continue for the sub-criteria so that the final result of priorities for alternatives can be known, and calculated further for obtaining the ranking value of certain player as desired.

Based on the AHP process [9] described briefly above, our proposed AHP model will be described in the next section, following with the empirical study on the performance of our model. In this regard, DOTA 2 game[1] will be considered as an example in the paper. Due to the nature of multiplayer online battle arena game,

[1] http://dota2.com/

it demands two teams of five players to fight against each other. So, many issues of skill, language, region, and the game mode can be well-used for formulating the strength of a team. As shown in Table I, these issues will be needed to classify into levels so that various combinations of these issues can be arbitrarily formed. Noted that the other issues can be used, depending on the kind of games, such as roles in collaborative game (e.g. Ragnarok Online[2]), or ages in horror games (e.g. Home Sweet Home[3]) etc. Nevertheless, our experiment will demonstrate on the case of DOTA 2 game. In this experiment, the description of player's preference metrics as given in Table I will be considered, and a dataset of 20 simulated players and preferences as seen in Table II will be involved. Here, we assume that the desired requirement for recruiting players to a team is as follows: Skill = Low, Language = Spanish, Region = Southeast Asia and Game Mode = All Pick. In addition, to highlight our proposed method, the experiments will be conducted and compared with the typical method, where the same issues will be similarly concerned, but the "if-else" style of operations will be sequentially performed.

Table 1 : Preference metrics of players in the DOTA 2 game

Issues	Levels
Skill	Low, Medium, High, Very High
Language	English, Chinese, Russian, Spanish
Region	China, Russia, Australia, Southeast Asia
Game Mode	All Pick, Captains Mode, Random Draft

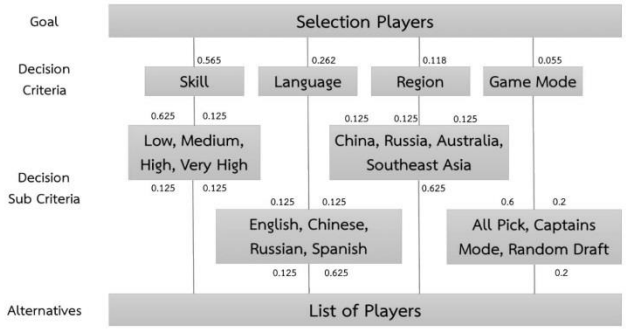


Fig. 2 The proposed AHP model involving player's skill and preferences for team selection.
(Note: All weighted values are assumed to be the experiment of case 2)

[2] https://ro.exe.in.th/

[3] https://www.homesweethomegame.com/

Table 2 Dataset of players

Player No.	Skill	Language	Region	Game Mode
1	Medium	English	Southeast Asia	All Pick
2	Low	Spanish	Southeast Asia	All Pick
3	Medium	Chinese	China	Captains Mode
4	V. High	Spanish	Australia	Random Draft
5	Low	Chinese	Southeast Asia	All Pick
6	Low	Spanish	Russia	Captains Mode
7	Low	Spanish	Southeast Asia	Random Draft
8	Medium	Russian	China	Random Draft
9	Low	Russian	Australia	Random Draft
10	High	Chinese	Southeast Asia	Random Draft
11	Low	Chinese	China	Captains Mode
12	V. High	Spanish	Russia	Random Draft
13	Medium	English	Southeast Asia	Random Draft
14	High	Spanish	Russia	Captains Mode
15	V. High	Chinese	Russia	Captains Mode
16	V. High	Chinese	China	Captains Mode
17	Low	Russian	Southeast Asia	Random Draft
18	Medium	Russian	Russia	All Pick
19	High	Spanish	Southeast Asia	All Pick
20	V. High	Chinese	China	Random Draft

RESULTS AND DISCUSSION

In Fig. 2, we show our proposed AHP hierarchical model that looks promising for serving the general MOGs, but are especially focused on the case of DOTA 2 game for the ease of understanding. In what follows; let assume the weights of criteria and the normalized weights of sub-criteria under each criteria as shown in Table III and IV respectively. We conduct our experiments in two testing scenarios as follows:

Case 1: Equal normalized weights of decision criteria
(Skill = 0.25, Language = 0.25, Region = 0.25 and Game Mode = 0.25)

Case 2: Different normalized weights of decision criteria
(Skill = 0.565, Language = 0.262, Region = 0.118 and Game Mode = 0.055)

Table 3 : Weights of each decision criteria: Case 1 (left) and Case 2 (right)

Decision Criteria	Weight	Consistency Ratio	Ranking	Decision Criteria	Weight	Consistency Ratio	Ranking
Skill	0.25	0	1	Skill	0.565	0.043	1
Language	0.25		1	Language	0.262		2
Region	0.25		1	Region	0.118		3
Game Mode	0.25		1	Game Mode	0.055		4

Table 4 : Normalized weights of decision sub-criteria under each criteria

Decision Criteria	Decision Sub-criteria				Consistency Ratio (CR)
Skill	*Low* 0.625	*Medium* 0.125	*High* 0.125	*Very High* 0.125	0
Language	*English* 0.125	*Chinese* 0.125	*Russian* 0.125	*Spanish* 0.625	0
Region	*China* 0.125	*Russia* 0.125	*Australia* 0.125	*Southeast Asia* 0.625	0
Game Mode	*All Pick* 0.60	*Captains Mode* 0.20	*Random Draft* 0.20		0

Table 5 : Total score of top 5 players (Case 1)

Player No.	Skill	Language	Region	Game Mode	Total score
2	Low	Spanish	Southeast Asia	All Pick	0.61875
7	Low	Spanish	Southeast Asia	Random Draft	0.51875
5	Low	Chinese	Southeast Asia	All Pick	0.49375
19	High	Spanish	Southeast Asia	All Pick	0.49375
6	Low	Spanish	Russia	Captains Mode	0.49375

Table 6 : Total score of top 5 players (Case 2)

Player No.	Skill	Language	Region	Game Mode	Total score
2	Low	Spanish	Southeast Asia	All Pick	0.623625
7	Low	Spanish	Southeast Asia	Random Draft	0.601625
6	Low	Spanish	Russia	Captains Mode	0.542625
5	Low	Chinese	Southeast Asia	All Pick	0.492625
17	Low	Russia	Southeast Asia	Random Draft	0.470625

After randomized selection of players, it can be noticed we can potentially obtain a different set of players in a team according to the all settings in decision criteria and sub-criteria as seen in Table V and VI above. Here, only the top 5-ranking players will be selected from the list ranking with total score to fit a 5-player team.

- In the case 1: All weights of criteria are equal. Only a player (Player No.2) in the team is exactly matched to the desired specification as shown in Table V. The rest of players are selected via the compromise among the other criteria (by the AHP algorithm) from the sorted list by the total score).
- In the case 2: The "Skill" criteria has the highest weight compared with the other one, but specifying with the "low" sub-criteria. According to the AHP algorithm, all "low-skilled" players can be best-selected to form a team as shown in Table VI.

Based on the bar graphs shown in Fig. 3, it can be clearly seen that AHP-based method of player selection is indeed more flexible than that of typical rule-based method. It is in the sense that the compromised criteria can be applied to fill up the required number of players. Unlike the typical rule-based one, only the exact match of all criteria will be strictly concerned, hence the lower number or none of players may be possibly obtained.

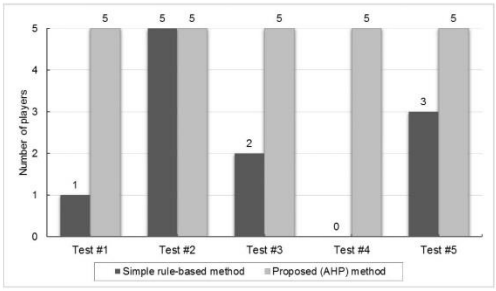


Fig. 3 Comparison of experiments on both methods

CONCLUSION

We have investigated on the performance of the Analytic Hierarchy Process applying to the case of Multiplayer Online Games. With the advantages of AHP, it becomes easy to take both players' skill and personal preferences into account for selecting a suitable team for certain players to the game. By working in contrast to typical server-centric view of operation, our proposed AHP-based mechanism has shown its efficiency and flexibility for coping with different policies as seen in comparative results of our preliminary experiments. Therefore, it can give extreme benefits to the world of MOGs in many cases that may demand the mixed levels of players' skills within a team for some purposes. However, the performance study in a realistic game environment will be needed. This is already scheduled in our future plan.

REFERENCES

[1] J. R. Jiang, G. Y. Sung, and J. W. Wu, "*LOM: A LEADER ORIENTED MATCHMAKING ALGORITHM FOR MULTIPLAYER ONLINE GAMES,*" 2015.

[2] T. Graepel and R. Herbrich, "Ranking and matchmaking," *Game Developer Magazine*, 25–34, 2006.

[3] Prakannoppakun, N., & Sinthupinyo, S. (2016, June). "Skill rating method in multiplayer online battle arena," *In Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI), 8th International Conference on* (pp. 1-6). IEEE, 2016.

[4] O. Delalleau, E. Contal, E. Thibodeau-Laufer, R. C. Ferrari, Y. Bengio, and F. Zhang, "Beyond skill rating: advanced matchmaking in ghost recon online," *IEEE Trans. on Computational Intelligence and AI in Games*, 4 (3), 167-177, 2012.

[5] S. Agarwal and J. R. Lorch, "Matchmaking for online games and other latency-sensitive P2P systems," *in Proc. of ACM SIGCOMM Conference on Data Communication*, 315-326, 2009.

[6] R. Russo, R. Camanho, "Criteria in AHP: a Systematic Review of Literature," *Procedia Computer Science*, 55, pp. 1123-1132, 2015.

[7] A. Rueangprathum, S. Limsiroratana, and S. Witosurapot, "AHP-based Adaptive Resource Selection for Cognitive Platform in Cloud Gaming Service," *GSTF Journal on Computing* (JoC), vol. 4, no. 4, 2016.

[8] E. Lotfi, B. Amine, B. Mohammed, "Application of Analytic Hierarchical Process Method for Video Game Genre Selection," *International Journal of Computer Applications*, vol. 96, no.16, pp. 30-37 2014.

[9] N. F. Aziz, S. Sorooshian and F. Mahmud, "MCDM-AHP METHOD IN DECISION MAKINGS," *ARPN J. of Engineering and Applied Sciences*, vol.11, no.11, June 2016.

ภาคผนวก ข. ตัวอย่างข้อมูลทดสอบ

ตารางที่ ข-1 ตัวอย่างข้อมูลทดสอบชุดที่ 1

ผู้เล่น	ทักษะความสามารถ	ค่า	อายุ	ค่า	ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท	ค่า
1	ปานกลาง	0.4	ผู้ใหญ่	0.6	ต่ำ	0.2
2	ต่ำ	0.2	ผู้ใหญ่	0.6	สูงสุด	0.8
3	สูง	0.6	ผู้สูงอายุ	1.0	ต่ำ	0.2
4	สูงสุด	0.8	ผู้ใหญ่	0.6	สูง	0.6
5	สูง	0.6	ผู้ใหญ่	0.6	สูงสุด	0.8
6	สูงสุด	0.8	ผู้ใหญ่	0.6	ปานกลาง	0.4
7	ปานกลาง	0.4	วัยรุ่น	0.4	ต่ำ	0.2
8	ปานกลาง	0.4	วัยรุ่น	0.4	สูงสุด	0.8
9	ต่ำ	0.2	วัยรุ่น	0.4	สูงสุด	1.0
10	ปานกลาง	0.4	วัยรุ่น	0.4	ปานกลาง	0.4
11	สูงสุด	0.8	เด็ก	0.2	สูงสุด	1.0
12	สูงสุด	1.0	วัยรุ่น	0.4	สูง	0.6
13	ปานกลาง	0.4	เด็ก	0.2	ต่ำ	0.2
14	ต่ำ	0.2	ผู้สูงอายุ	1.0	ปานกลาง	0.4
15	ปานกลาง	0.4	ผู้สูงอายุ	1.0	สูงสุด	1.0
16	ต่ำ	0.2	ผู้สูงอายุ	0.8	ต่ำ	0.2
17	สูง	0.6	ผู้ใหญ่	0.6	ปานกลาง	0.4
18	สูง	0.6	ผู้ใหญ่	0.6	สูง	0.6
19	สูงสุด	0.8	ผู้ใหญ่	0.6	ปานกลาง	0.4
20	สูง	0.6	วัยรุ่น	0.4	สูงสุด	0.8

ตารางที่ ข-2 ตัวอย่างข้อมูลทดสอบชุดที่ 2

ผู้เล่น	ทักษะความสามารถ	ค่า	อายุ	ค่า	ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท	ค่า
1	สูงสุด	0.8	วัยรุ่น	0.4	สูงสุด	1.0
2	สูงสุด	0.8	ผู้สูงอายุ	0.8	ปานกลาง	0.4
3	สูงสุด	0.8	ผู้สูงอายุ	1.0	ปานกลาง	0.4
4	ปานกลาง	0.4	ผู้สูงอายุ	1.0	สูง	0.6
5	ต่ำ	0.2	ผู้สูงอายุ	0.8	สูงสุด	1.0
6	สูง	0.6	เด็ก	0.2	สูงสุด	1.0
7	สูงสุด	0.8	ผู้สูงอายุ	0.8	สูงสุด	1.0
8	ปานกลาง	0.4	ผู้ใหญ่	0.6	สูงสุด	1.0
9	สูงสุด	1.0	วัยรุ่น	0.4	สูง	0.6
10	ปานกลาง	0.4	ผู้สูงอายุ	1.0	สูง	0.6
11	ต่ำ	0.2	วัยรุ่น	0.4	สูง	0.6
12	สูง	0.6	วัยรุ่น	0.4	สูง	0.6
13	สูง	0.6	วัยรุ่น	0.4	ปานกลาง	0.4
14	สูงสุด	1.0	เด็ก	0.2	สูง	0.6
15	สูงสุด	1.0	เด็ก	0.2	สูงสุด	0.8
16	ต่ำ	0.2	วัยรุ่น	0.4	สูงสุด	1.0
17	สูงสุด	1.0	ผู้สูงอายุ	0.8	ปานกลาง	0.4
18	ปานกลาง	0.4	ผู้สูงอายุ	1.0	สูงสุด	1.0
19	ต่ำ	0.2	เด็ก	0.2	ต่ำ	0.2
20	สูงสุด	1.0	เด็ก	0.2	ต่ำ	0.2

ตารางที่ ข-3 ตัวอย่างข้อมูลทดสอบชุดที่ 3

ผู้เล่น	ทักษะความสามารถ	ค่า	อายุ	ค่า	ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท	ค่า
1	ปานกลาง	0.4	ผู้ใหญ่	0.6	สูง	0.6
2	สูงสุด	0.8	ผู้สูงอายุ	1.0	สูง	0.6
3	ต่ำ	0.2	วัยรุ่น	0.4	ปานกลาง	0.4
4	สูงสุด	0.8	วัยรุ่น	0.4	ปานกลาง	0.4
5	สูงสุด	1.0	วัยรุ่น	0.4	สูงสุด	0.8
6	ปานกลาง	0.4	ผู้สูงอายุ	0.8	สูงสุด	1.0
7	สูงสุด	1.0	วัยรุ่น	0.4	สูงสุด	1.0
8	สูงสุด	0.8	วัยรุ่น	0.4	สูงสุด	1.0
9	ต่ำ	0.2	ผู้สูงอายุ	0.8	ต่ำ	0.2
10	ต่ำ	0.2	ผู้ใหญ่	0.6	สูงสุด	0.8
11	สูง	0.6	เด็ก	0.2	ปานกลาง	0.4
12	สูงสุด	1.0	ผู้สูงอายุ	0.8	ต่ำ	0.2
13	สูงสุด	0.8	ผู้สูงอายุ	1.0	ปานกลาง	0.4
14	ปานกลาง	0.4	วัยรุ่น	0.4	สูงสุด	1.0
15	ต่ำ	0.2	ผู้สูงอายุ	0.8	สูง	0.6
16	สูงสุด	1.0	ผู้สูงอายุ	1.0	สูง	0.6
17	สูง	0.6	ผู้สูงอายุ	0.8	ปานกลาง	0.4
18	สูง	0.6	วัยรุ่น	0.4	สูงสุด	0.8
19	ปานกลาง	0.4	ผู้สูงอายุ	1.0	ต่ำ	0.2
20	สูง	0.6	เด็ก	0.2	สูงสุด	0.8

ตารางที่ ข-4 ตัวอย่างข้อมูลทดสอบชุดที่ 4

ผู้เล่น	ทักษะความสามารถ	ค่า	อายุ	ค่า	ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท	ค่า
1	ต่ำ	0.2	ผู้สูงอายุ	0.8	ปานกลาง	0.4
2	สูงสุด	1.0	ผู้ใหญ่	0.6	ปานกลาง	0.4
3	สูง	0.6	วัยรุ่น	0.4	ต่ำ	0.2
4	สูงสุด	0.8	วัยรุ่น	0.4	สูง	0.6
5	ต่ำ	0.2	เด็ก	0.2	ต่ำ	0.2
6	ปานกลาง	0.4	ผู้สูงอายุ	0.8	ปานกลาง	0.4
7	สูง	0.6	วัยรุ่น	0.4	สูงสุด	0.8
8	สูง	0.6	เด็ก	0.2	สูงสุด	0.8
9	ปานกลาง	0.4	ผู้ใหญ่	0.6	สูงสุด	0.8
10	ต่ำ	0.2	ผู้สูงอายุ	1.0	สูงสุด	0.8
11	ต่ำ	0.2	ผู้สูงอายุ	1.0	ต่ำ	0.2
12	สูง	0.6	วัยรุ่น	0.4	ต่ำ	0.2
13	สูงสุด	1.0	ผู้สูงอายุ	1.0	ปานกลาง	0.4
14	สูงสุด	1.0	เด็ก	0.2	สูงสุด	0.8
15	สูง	0.6	เด็ก	0.2	สูงสุด	0.8
16	ปานกลาง	0.4	ผู้สูงอายุ	0.8	สูงสุด	0.8
17	ต่ำ	0.2	วัยรุ่น	0.4	สูงสุด	1.0
18	ปานกลาง	0.4	ผู้ใหญ่	0.6	สูง	0.6
19	สูง	0.6	วัยรุ่น	0.4	สูงสุด	0.8
20	ปานกลาง	0.4	วัยรุ่น	0.4	ต่ำ	0.2

ตารางที่ ข-5 ตัวอย่างข้อมูลทดสอบชุดที่ 5

ผู้เล่น	ทักษะความสามารถ	ค่า	อายุ	ค่า	ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท	ค่า
1	ต่ำ	0.2	วัยรุ่น	0.4	สูง	0.6
2	ต่ำ	0.2	วัยรุ่น	0.4	สูงสุด	0.8
3	ปานกลาง	0.4	ผู้สูงอายุ	1.0	สูงสุด	1.0
4	ต่ำ	0.2	ผู้สูงอายุ	1.0	ต่ำ	0.2
5	สูงสุด	0.8	ผู้ใหญ่	0.6	ปานกลาง	0.4
6	ต่ำ	0.2	ผู้ใหญ่	0.6	ปานกลาง	0.4
7	ต่ำ	0.2	ผู้สูงอายุ	1.0	ต่ำ	0.2
8	สูงสุด	1.0	ผู้สูงอายุ	0.8	ต่ำ	0.2
9	สูงสุด	1.0	ผู้สูงอายุ	1.0	ปานกลาง	0.4
10	ปานกลาง	0.4	วัยรุ่น	0.4	ต่ำ	0.2
11	ต่ำ	0.2	ผู้ใหญ่	0.6	ต่ำ	0.2
12	ปานกลาง	0.4	วัยรุ่น	0.4	ปานกลาง	0.4
13	ปานกลาง	0.4	เด็ก	0.2	สูงสุด	0.8
14	สูงสุด	0.8	วัยรุ่น	0.4	ต่ำ	0.2
15	สูง	0.6	ผู้สูงอายุ	0.8	สูง	0.6
16	ต่ำ	0.2	ผู้สูงอายุ	0.8	สูงสุด	0.8
17	ต่ำ	0.2	ผู้สูงอายุ	1.0	สูงสุด	0.8
18	สูง	0.6	วัยรุ่น	0.4	สูงสุด	0.8
19	สูงสุด	0.8	ผู้ใหญ่	0.6	ปานกลาง	0.4
20	สูงสุด	0.8	ผู้สูงอายุ	1.0	สูงสุด	0.8

ตารางที่ ข-6 ตัวอย่างข้อมูลทดสอบชุดที่ 6

ผู้เล่น	จำนวนเกณฑ์การจัดสรรผู้เล่น			
	2 เกณฑ์		3 เกณฑ์	4 เกณฑ์
	ทักษะความสามารถ	ภาษา	ภูมิภาค	โหมดการเล่น
1	ปานกลาง	อังกฤษ	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	All Pick
2	ต่ำ	สเปน	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	All Pick
3	ปานกลาง	จีน	จีน	Captains Mode
4	สูงสุด	สเปน	ออสเตรเลีย	Random Draft
5	ต่ำ	จีน	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	All Pick
6	ต่ำ	สเปน	รัสเซีย	Captains Mode
7	ต่ำ	สเปน	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	Random Draft
8	ปานกลาง	รัสเซีย	จีน	Random Draft
9	ต่ำ	รัสเซีย	ออสเตรเลีย	Random Draft
10	สูง	จีน	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	Random Draft
11	ต่ำ	จีน	จีน	Captains Mode
12	สูงสุด	สเปน	รัสเซีย	Random Draft
13	ปานกลาง	อังกฤษ	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	Random Draft
14	สูง	สเปน	รัสเซีย	Captains Mode
15	สูงสุด	จีน	รัสเซีย	Captains Mode
16	สูงสุด	จีน	จีน	Captains Mode
17	ต่ำ	รัสเซีย	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	Random Draft
18	ปานกลาง	รัสเซีย	รัสเซีย	All Pick
19	สูง	สเปน	เอเชียตะวันออกเฉียงใต้	All Pick
20	สูงสุด	จีน	จีน	Random Draft

ตารางที่ ข-7 ตัวอย่างข้อมูลทดสอบชุดที่ 7

ผู้เล่น	ทักษะความสามารถ	อายุ	ความสามารถเล่นได้หลายบทบาท	ค่าที่ใช้พิจารณาเป็นอินพุตเข้าเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ		
1	ปานกลาง	ผู้ใหญ่	ต่ำ	0.3	0.6	0.2
2	สูงสุด	ผู้ใหญ่	สูง	0.8	0.7	0.7
3	สูงสุด	ผู้ใหญ่	สูง	0.8	0.7	0.6
4	ปานกลาง	ผู้สูงอายุ	สูงสุด	0.5	0.8	0.9
5	ปานกลาง	ผู้ใหญ่	สูง	0.4	0.7	0.6
6	สูงสุด	ผู้ใหญ่	สูงสุด	0.8	0.6	0.8
7	สูง	เด็ก	สูงสุด	0.6	0.2	1
8	สูงสุด	ผู้ใหญ่	สูง	0.8	0.6	0.7
9	ต่ำ	วัยรุ่น	ต่ำ	0.1	0.5	0.1
10	ต่ำ	ผู้สูงอายุ	สูงสุด	0.2	1	1
11	สูงสุด	ผู้ใหญ่	สูง	0.9	0.6	0.7
12	ปานกลาง	ผู้ใหญ่	ปานกลาง	0.5	0.7	0.3
13	สูงสุด	ผู้ใหญ่	สูง	1	0.6	0.7
14	ปานกลาง	วัยรุ่น	สูงสุด	0.4	0.3	1
15	สูงสุด	เด็ก	สูงสุด	0.9	0.2	0.8
16	สูง	วัยรุ่น	สูง	0.7	0.4	0.6
17	ต่ำ	ผู้สูงอายุ	ต่ำ	0.2	0.9	0.1
18	ปานกลาง	ผู้สูงอายุ	ปานกลาง	0.5	0.8	0.5
19	สูงสุด	ผู้สูงอายุ	ต่ำ	1	0.8	0.1
20	ปานกลาง	วัยรุ่น	ต่ำ	0.5	0.5	0.1

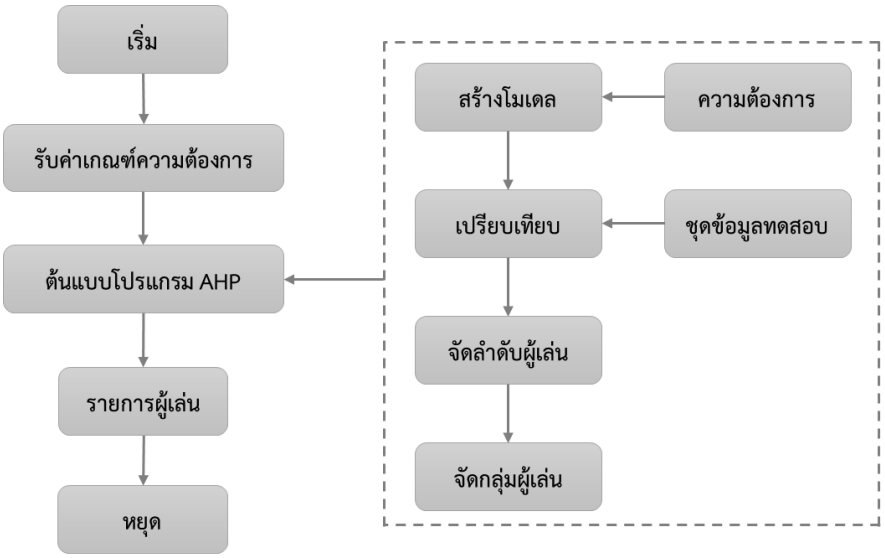
ภาคผนวก ค. โปรแกรมประยุกต์เพื่อการทดสอบ

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพในการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นเกม ประกอบด้วย

- ซอฟต์แวร์: jFuzzyLogic สำหรับใช้ทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิควิธีเชิงกฎแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) และเทคนิควิธี Fuzzy AHP ที่นำเสนอ
- ฮาร์ดแวร์: คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล สำหรับใช้ในการคำนวณหาค่าเวลาที่ใช้ในการประมวลผลด้วยเทคนิควิธี AHP โดยมีรายละเอียด ดังนี้
    - Processor: Intel(R) Core(TM) i3-2120 CPU @ 3.30GHz
    - RAM: 8.00 GB DDR3
- ไดอะแกรมโปรแกรมการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธี Fuzzy Logic

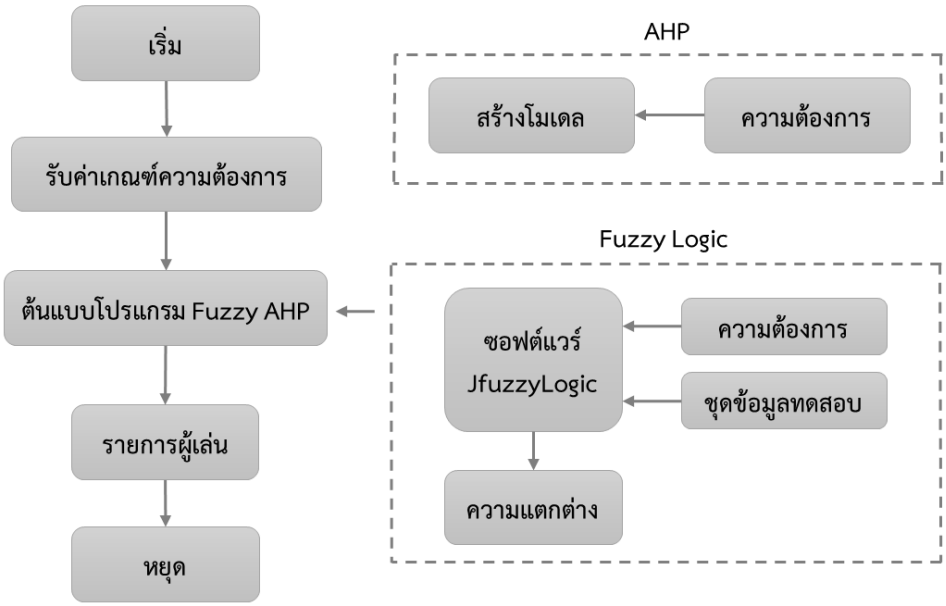
ภาพภาคผนวกที่ ค-1 ไดอะแกรมโปรแกรมการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธี Fuzzy Logic

- ไดอะแกรมโปรแกรมการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธี AHP



ภาพภาคผนวกที่ ค-2 ไดอะแกรมโปรแกรมการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธี AHP

- ไดอะแกรมโปรแกรมการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธี Fuzzy AHP



ภาพภาคผนวกที่ ค-3 ไดอะแกรมโปรแกรมการจัดสรรกลุ่มให้กับผู้เล่นด้วยเทคนิควิธี Fuzzy AHP

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายจักรกฤตย์ โชติเกียรติคุณ

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5610120005

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2554

ทุนการศึกษา

ทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2558

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

J. Chotkiattikun and S. Witosurapot, “A PERFORMANCE STUDY OF ANALYTIC HIERARCHY PROCESS FOR ORGANIZING DYNAMIC TEAM IN MULTIPLAYER ONLINE GAMES,” in *The 7 th Int. Conf. on Sciences and Social Sciences (ICSSS 2017)*, Maha Sarakham, Thailand, Jan. 2018, pp. 661-666.