

การโปรโมทสินค้าทางอ้อมโดยใช้อัลกอริทึมพันธุหลายวัตถุประสงค์ Indirect Promotion Plans Using Multi-Objective Genetic Algorithms

รัฐพล ชูเกาะทวด¹ และ ธันวาท ศรีประมอญ²

¹ บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

² ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530

Manuscript received December 15, 2013

Revised March 18, 2014

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวคิดวิธีการโปรโมทสินค้าทางอ้อม เพื่อนำเสนอการโปรโมทสินค้าที่มีข้อจำกัด เช่น ข้อจำกัดทางกฎหมาย หรือสินค้าที่มียอดขายไม่เป็นไปตามเป้าหมายหรืออื่นๆ โดยใช้สินค้าที่ไม่มีข้อจำกัดเพื่อโปรโมทแทนสินค้าที่มีข้อจำกัด และสามารถบอกข้อสินค้าตัวแทนว่าเป็นสินค้าชนิดใดบ้าง โดยเสนอระบบอัตโนมัติที่รวมอัลกอริทึมพันธุหลายวัตถุประสงค์และวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาแบบ TSP และอัลกอริทึมสำหรับการค้นหาความสัมพันธ์ของการเกิดไอเทม เพื่อหาความสัมพันธ์ของรายการขายของสินค้าในฐานข้อมูล โดยนำเสนอผลคำตอบในรูปแบบโครโมโซมสินค้า โดยที่ยีนคือรายการสินค้าที่ไม่ซ้ำกัน และในโครโมโซมต้องประกอบด้วยสินค้าที่มีข้อจำกัดที่จะโปรโมทอยู่ โดยเป็นแนวคิดและวิธีที่เสนอขึ้นใหม่แทนที่วิธีการแก้ปัญหาทั่วไปคือการทำ Data Mining เพื่อค้นหาความสัมพันธ์โดยใช้อัลกอริทึมที่นิยมในการหาความสัมพันธ์ เช่น Apriori และ FP-Growth แล้วนำกฎที่ได้มาผ่านกระบวนการพิจารณาเลือกกลุ่มสินค้าอีกครั้งหนึ่งตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยที่เงื่อนไขอาจมีมากกว่าหนึ่งเงื่อนไขซึ่งเป็นวิธีที่มีหลายขั้นตอนและมีความยุ่งยากในการพิจารณาและใช้งาน วิธีการที่งานวิจัยนี้เสนอสามารถนำไปวางแผนหรือทำโปรโมชัน เช่น จัดวางสินค้าในกลุ่มที่ได้บนชั้นวางเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน รวมทั้งการวางแผนการตลาดเพื่อคาดหวังยอดขายของสินค้าในกลุ่มหรือสินค้าที่มีข้อจำกัดจะมียอดขายเพิ่มขึ้นตามยอดขายของสินค้าที่นำไปโปรโมทแทนได้

ABSTRACT

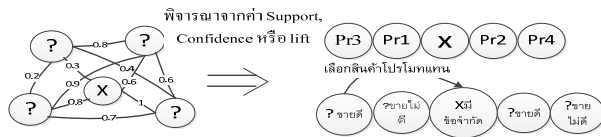
This paper proposes multi-objective genetic algorithms and TSP to solve for indirect promotion planning. Where by association rule can discover the relationship between items in the database but if the products have prohibition rules it will difficult to choose products to promote. Thus this paper proposes a method to help decide for selected group of product by use confidence and lift and some regulation to select products for make promotion plan by can expect some product that have prohibition rules will increase sales via promote another product instead of.

Keywords: Genetic Algorithms, GAs,

1. บทนำ

ปัจจุบันกระบวนการการวางแผนการตลาดหรือการวางแผนการโปรโมทสินค้าจะนิยมใช้กฎที่ได้จากการค้นหาความสัมพันธ์จากการทำ Data Mining ของธุรกรรมรายการขาย เช่นกฎที่ได้จากการหาความสัมพันธ์จาก ค่าสนับสนุน ค่าความเชื่อมั่น และค่าลิฟท์ แล้วนำกฎมาใช้ประโยชน์ตามความต้องการแต่หากสินค้าที่ต้องการจะโปรโมทที่ปรากฏในกฎความสัมพันธ์มีข้อจำกัด เช่นทางกฎหมาย หรือยอดขายไม่ดีหรืออื่นๆ วิธีการค้นหาความสัมพันธ์ที่นิยมใช้ ก็จะมี ความยุ่งยากในการค้นหาคำตอบว่าต้องใช้สินค้าชนิดใดเป็นสินค้าแทนได้บ้าง โดยการนำกฎที่ได้ไปทำการพิจารณาหรือคัดเลือกตามข้อกำหนดอีกครั้ง โดยทั่วไปอาจใช้ ค่าสนับสนุน หรือ ค่าความเชื่อมั่น หรือ ค่าลิฟท์ค่าใดค่าหนึ่งมาพิจารณา แต่หากต้องการใช้

หลายๆค่าเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเลือกสินค้าตัวแทนนั้นก็จะเกิดความยุ่งยากมากยิ่งขึ้นและมีหลายขั้นตอน



รูปที่ 1 แนวคิดการโปรโมทสินค้าทางอ้อม

มีงานวิจัยที่ใช้ข้อมูลธุรกรรมการขายโดยการเรียนรู้ความถี่ของการเกิดไอเทม เพื่อนำมาใช้หาความสัมพันธ์สำหรับวิเคราะห์การตลาด โดยมีอัลกอริทึมที่นำเสนอและภายหลังเป็นที่นิยมใช้ เช่น ปี 1994 มีอัลกอริทึม Apriori นำเสนอโดย Agrawal และคณะ[1] - [2] และปี 2004 มีอัลกอริทึม FP-Growth นำเสนอโดย Han และคณะ [5] นอกเหนือจากนั้น มีงานวิจัยที่มุ่งเน้นการวิเคราะห์แผนการตลาดโดยใช้ค่าที่ได้จากความสัมพันธ์ เช่น Van den Poel และคณะ [13] ได้เสนองานวิจัยที่ใช้ค่าลิฟท์ในการทำการวิเคราะห์การตลาดเพื่อโปรโมทสินค้าทางตรงและทางอ้อม งานวิจัยของ Ling และ Li [8] Yang และ Hoa [14] ได้เสนอวิธีการช่วยตัดสินใจเลือกสินค้าสำหรับการวางแผนการเพื่อโปรโมท ในส่วนของอัลกอริทึมพันธุ์และวิธีการแก้ปัญหาแบบ TSP ที่เป็นวิธีการที่จะนำมาแก้ปัญหาในงานวิจัยนี้ มีงานวิจัยที่ทำการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมพันธุ์ในการหาความสัมพันธ์ [4], [11], [12] และมีผู้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา TSP ด้วยอัลกอริทึมพันธุ์ไว้ เช่น Braun [3] ที่เสนอเมื่อปี 1990 และภายหลังมีงานวิจัยตามออกมาอีกหลายงานวิจัย เช่น Potvin [10] เสนอในปี 1996 รวมทั้ง Khan และคณะ [6] เสนอในปี 2009 ส่วนในปี 2013 ได้มีผู้นำเสนอเรื่องนี้คือ Mandal และคณะ [9]

แต่งานวิจัยที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ยังไม่สามารถนำมาใช้หาคำตอบในการโปรโมทสินค้าที่มีข้อจำกัด เช่น ข้อจำกัดทางกฎหมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหาสินค้าตัวแทนในขั้นตอนเดียวโดยมีเงื่อนไขในการพิจารณาหลายเงื่อนไข เช่น ต้องมีสินค้าที่มีข้อจำกัดทางกฎหมายปรากฏอยู่ในคำตอบ และใช้ความสัมพันธ์ที่มากกว่า 1 กฎในการพิจารณาหาคำตอบ งานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาแบบ TSP โดยใช้อัลกอริทึมพันธุ์หลายวัตถุประสงค์ และใช้ค่าความเหมาะสมของสินค้าแต่ละชนิดที่ได้จากความสัมพันธ์ทั้งค่าความเชื่อมั่นและค่าลิฟท์ แทนค่าระยะทางระหว่างเมืองตามวิธีการแก้ปัญหา TSP เพื่อในการช่วยตัดสินใจเลือกกลุ่มสินค้าที่ไม่ซ้ำกันเพื่อทำการวางแผนโปรโมทสินค้า

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 กฎความสัมพันธ์ (Association Rules) [2]

คือการค้นหากฎความสัมพันธ์ของข้อมูลจากฐานข้อมูลเพื่อนำกฎความสัมพันธ์ไปประยุกต์ใช้

ตารางที่ 1 ตัวอย่างทรานเซกชันการขาย

Transaction Id	Items
1	{A,B}
2	{A,B,D}
3	{B,C}
4	{A,B,C,D}
5	{A,C,D}

ค่าสนับสนุน คือ เปอร์เซนต์ของจำนวนไอเทมทั้งหมดที่เกิดขึ้นในฐานข้อมูล เขียนอยู่ในรูปสมการที่ (1)

$$\text{supp}(X) = \text{จำนวนที่เกิด}X/\text{จำนวนทรานเซกชันทั้งหมด} \quad (1)$$

ค่าความเชื่อมั่น(confidence)คือเปอร์เซนต์ของจำนวนไอเทมของกฎที่เกิดขึ้นในฐานข้อมูลต่อจำนวนไอเทมที่เกิดขึ้นทางด้านซ้ายมือของกฎ เขียนอยู่ในรูปสมการที่(2)

$$\text{Conf}(X \Rightarrow Y) = \text{supp}(X \cup Y)/\text{supp}(X) \quad (2)$$

ค่าลิฟท์(Lift)คือเปอร์เซนต์ของจำนวนไอเทมของกฎที่เกิดขึ้น ในฐานข้อมูลต่อจำนวนไอเทมที่เกิดขึ้นทางด้านซ้ายมือของกฎและจำนวนไอเทมที่เกิดขึ้นทางด้านขวามือของกฎเขียนอยู่ในรูปสมการที่ (3)

$$\text{Lift}(x \Rightarrow Y) = \frac{\text{supp}(X \cup Y)}{\text{supp}(X) \times \text{supp}(Y)} \quad (3)$$

ตัวอย่าง จากตารางที่1 ค่าสนับสนุนของ $\text{supp}(A)$ แทนค่าในสมการที่ (1) สามารถคำนวณหาค่าสนับสนุนได้เท่ากับ 0.8 หากต้องการหาค่าความเชื่อมั่นของสินค้า $\text{Conf}(A \Rightarrow D)$ แทนค่าในสมการที่(2)จะได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75 และหากต้องการหาค่าลิฟท์ของ $\text{Lift}(A \Rightarrow D)$ แทนค่าในสมการที่ (3) จะได้ค่าลิฟท์มีค่าเท่ากับ 1.25

2.2 Genetic Algorithms (GAs) [7]

เป็นเทคนิคสำหรับค้นหาคำตอบของปัญหาโดยอาศัยหลักการจากทฤษฎีวิวัฒนาการ และการคัดเลือกพันธุ์ตามธรรมชาติ ซึ่งมีชีวิตที่เหมาะสมที่สุดจึงจะอยู่รอด

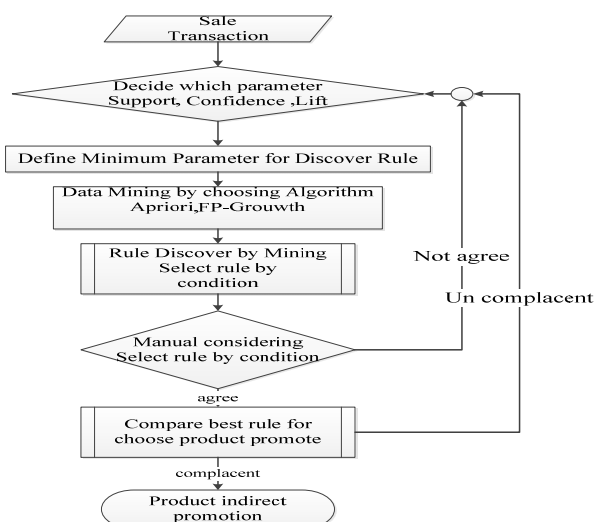
องค์ประกอบของ Genetic Algorithms

1. Chromosome Encoding คือการเข้ารหัสวิธีการที่เป็นที่นิยมประกอบด้วย Binary Encoding, Permutation Encoding, Value Encoding
2. Initial population คือ การสุ่มเลือกเพื่อสร้างประชากรต้นแบบขึ้นมาเพื่อใช้เป็นจุดเริ่มต้นของขั้นตอนการวิวัฒนาการ ขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนแรกที่เกิดขึ้นก่อนที่จะเริ่มเข้ากระบวนการของ Genetic Algorithms
3. Fitness Function เป็นวิธีการสำหรับประเมินค่าความเหมาะสม เพื่อให้คะแนนสำหรับคำตอบต่างๆที่เป็นไปได้ของปัญหา ค่าความเหมาะสมใช้สำหรับพิจารณาเพื่อนำมาใช้สืบทอดพันธุกรรมสำหรับสร้างประชากรรุ่นต่อไป
4. Genetic Operator เป็นวิธีการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบของข้อมูลทุกขั้นตอน Genetic Algorithms ซึ่งมีกระบวนการพื้นฐาน 3 ส่วน ดังนี้ Crossover, Mutation, Reproduction

2.3 Traveling Salesman Problem (TSP)[3]

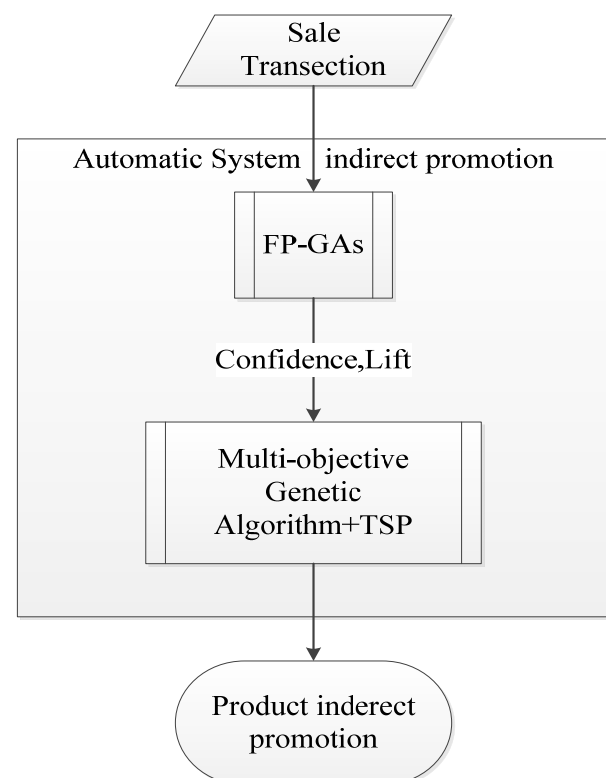
เป็นรูปแบบหนึ่งของวิธีในการดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งจัดอยู่ใน Class ของปัญหา NP-complete โดยที่จะค้นหาระยะทางที่สั้นที่สุดในการเดินทางระหว่างเมืองโดยที่ไม่เดินทางซ้ำเมืองเดิมของเซลแมน

3. การออกแบบและวิธีการดำเนินการวิจัย



รูปที่2 ระบบการหาสินค้าเพื่อโปรโมททางอ้อมแบบทั่วไปที่ทำได้

รูปที่ 2 เป็นการใช้ อัลกอริทึมที่มีอยู่บน application ที่มีอยู่มาประยุกต์แก้ปัญหาเรื่องการโปรโมทสินค้าทางอ้อมจะเห็นว่ามีกระบวนการพิจารณาและขั้นตอนหลายขั้นตอนโดยในกระบวนการค้นหาจะมีการกำหนดค่าขั้นต่ำเพื่อค้นหากฎ ปัญหาที่เกิดขึ้นจากวิธีการค้นหาความสัมพันธ์ที่ได้กล่าวถึง คือกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจะมีจำนวนมากน้อยขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าขั้นต่ำของค่าที่นำมาพิจารณา ทำให้กฎที่เกิดขึ้นอาจมีการตัดคำตอบที่มีความเป็นไปได้ที่จะเป็นคำตอบหลาย ๆ ค่าทิ้งไป



รูปที่3 ระบบการหาสินค้าเพื่อโปรโมททางอ้อมที่เสนอ

รูปที่ 3 เป็นวิธีการที่นำเสนอโดยการทำระบบอัตโนมัติจากอัลกอริทึมพื้นฐานหลายวัตถุประสงค์และวิธีการแก้ปัญหาแบบ TSP โดยนำกฎที่ได้จากการค้นหาความสัมพันธ์ที่ได้มาจากอัลกอริทึม FP-GAs ที่นำเสนอในงานวิจัยนี้โดยไม่ใช้ค่าขั้นต่ำของค่าสนับสนุน และสามารถพิจารณาหลายค่าทั้งค่าความเชื่อมั่นและค่าลิฟท์ผ่านการจัดลำดับความสำคัญซึ่งคือค่า Fitness Function ซึ่งอยู่ในขั้นตอนของอัลกอริทึมพื้นฐานหลายวัตถุประสงค์

3.1 อัลกอริทึม FP-GAs

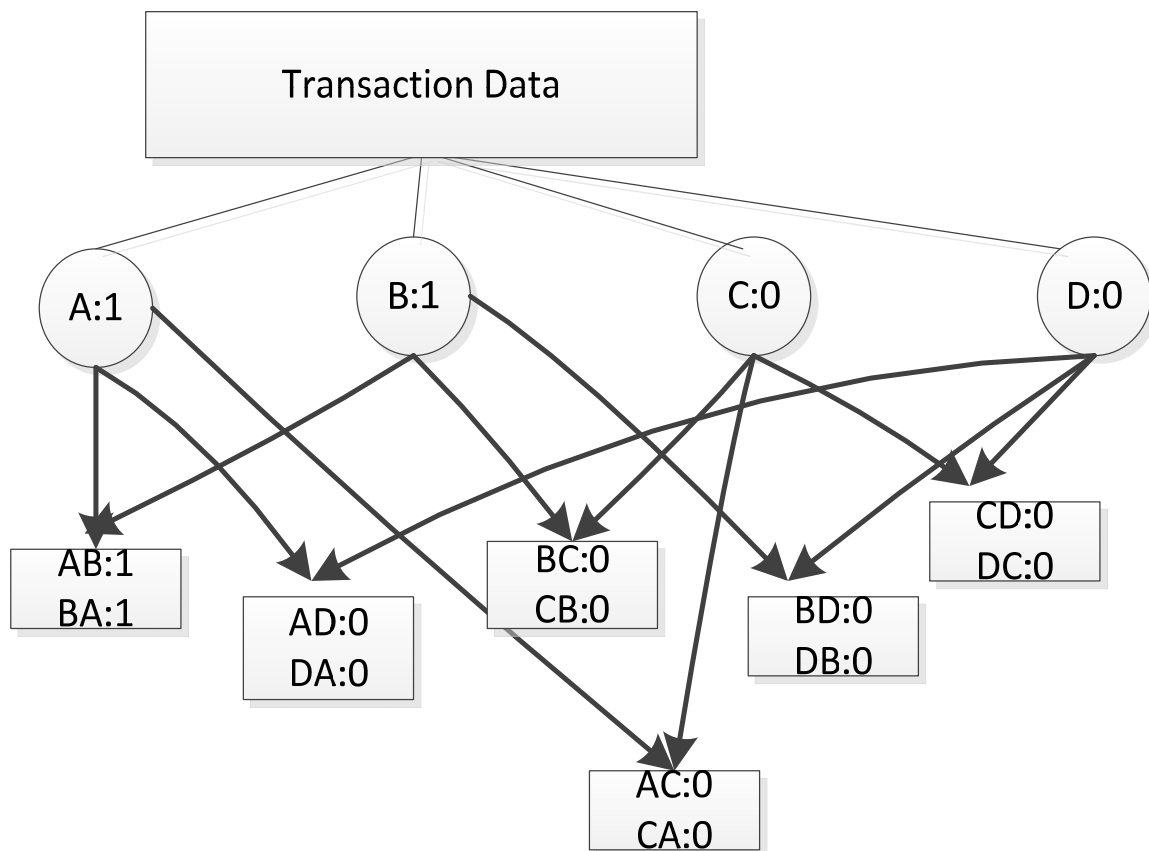
ในงานวิจัยนี้เสนออัลกอริทึมสำหรับนับความถี่โดยเรียกชื่อ

อัลกอริทึมว่า FP-GAs จากรูปที่1 ระบบที่นำเสนอสนใจการเกิดกฎความสัมพันธ์ที่พิจารณาไอเทมต่อไอเทมแล้วนำมาเรียงต่อในรูปแบบโครโมโซม โดยที่ผลรวมค่ากฎที่นำมาเรียงต่อกันเพื่อพิจารณาคือค่าความเหมาะสม

ตารางที่2 แสดงความถี่จากตารางที่1

Item	A	B	C	D
ความถี่	4	4	3	3

จากความรู้ที่เกิดขึ้นแต่ละทรานเซคชั่น นำมาพิจารณาความเป็นไปได้ โดยอธิบายตามแผนภาพต้นไม้ของเซตไอเทมที่สัมพันธ์กันที่มีขนาด 1 และ 2 ที่สามารถเกิดขึ้นทั้งหมด ในรูปที่ 4 แสดงตัวอย่างแผนภาพต้นไม้ โดยการนับความถี่ในทรานเซคชั่นแรก จากตารางที่ 1 นั่นคือเซตไอเทม {A, B} จากเซตไอเทมที่เป็นไปได้ของระบบ {A, B, C, D} โดยทำการอัปเดตโหนดที่เกิดขึ้นที่เป็นไปได้

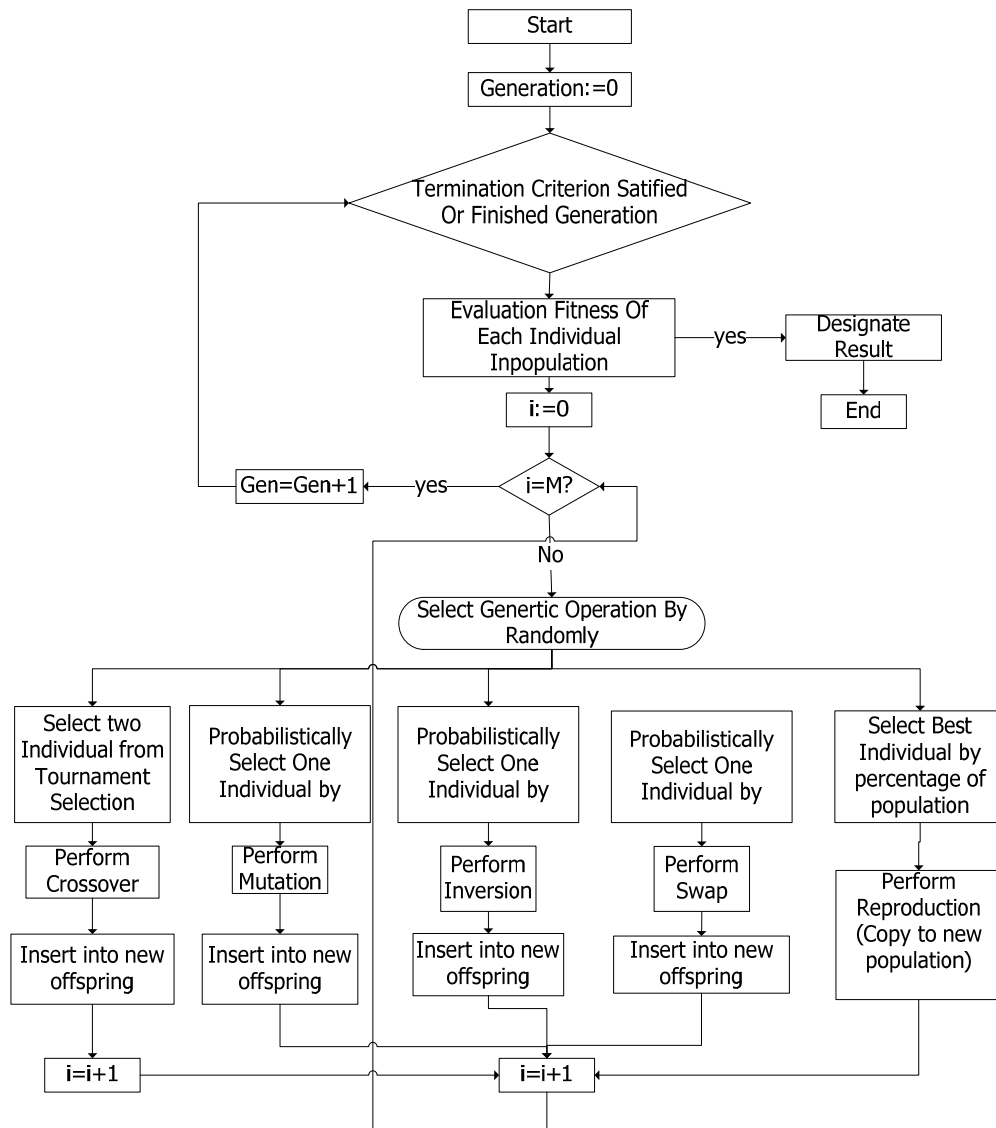


รูปที่ 4 FP-GAs process Tree

Algorithm FP-GAs

```

Begin if IndexTransaction < count(Transaction)
    Update values Node Items Possible
    IndexTransaction ++;
end
  
```



รูปที่ 5 Evolutionary Process ระบบ

3.2 Evolutionary Process ของระบบ

จากรูปที่ 5 เป็นกระบวนการที่ทำการปรับปรุงมาจาก Evolutionary Process [7] โดยปรับปรุงในกระบวนการคัดเลือกพันธุ์โดยใช้วิธีการ tournament selection ในการคัดเลือกพันธุ์โดยธรรมชาติ และเพิ่มส่วนของการ Inversion และ swap เข้ามาใน Genetic Operator เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดเลือกสายพันธุ์ไปสู่รุ่นต่อไปในส่วนของการแข่งขันพันธุกรรม เป็นวิธีการพื้นฐานที่ใช้ใน Evolutionary Process เพื่อหาความตอบของระบบ

ดังนั้นเพื่อให้ได้คำตอบมีความเหมาะสมที่สุด จึงเพิ่มวิธีการในการปรับปรุงเพื่อหาคำตอบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นโดยอธิบายได้ดังนี้

Tournament Selection

เป็นการคัดเลือกพันธุ์โดยธรรมชาติ เป็นการเปรียบเทียบโครโมโซมเป็นกลุ่มแล้วแต่ขนาดที่กำหนด เพื่อทำการเปรียบเทียบค่าความเหมาะสม และทำการเลือกตัวที่เหมาะสมกว่าเข้าสู่ประชากร

รุ่นถัดไป โดยทำการ crossover เพื่อเป็นการปรับปรุงสายพันธุ์ หรือ ตำแหน่งของยีนหรือเรียกว่าเป็นการปรับปรุงค่าตอบโดยใช้ค่าความเหมาะสม ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้ทำการแบ่งประเภทของค่าความเหมาะสมออกเป็นสองแบบคือ

1. **Soft constraint** คือ ค่าความเหมาะสมที่ประกอบการตัดสินใจ ไม่จำเป็นต้องได้ตามข้อกำหนด เนื่องจากไม่มีเป้าประสงค์ชัดเจนว่า ต้องมีค่าเป็นเท่าใด

2. **Hard constraint** คือ ค่าความเหมาะสมที่ต้องได้ตามข้อกำหนด จึงถือว่าการวิวัฒนาการสิ้นสุด กล่าวคือโปรแกรมจะหยุดทำงานเมื่อ เป็นไปตามข้อกำหนด การทำจัดอันดับค่าน้ำหนักความเหมาะสมสิ่ง ที่เป็น Priority ตามลำดับดังนี้

Priority 1 = สายของโครโมโซมสินค้าต้องปรากฏสินค้าที่มี
ข้อจำกัด เช่น ข้อจำกัดทางกฎหมาย

Priority 2 = ผลรวมของ สมการ (1) ต้องเป็นค่าน้อยที่สุด

Priority 3 = ผลรวมของ สมการ (2) ต้องเป็นค่ามากที่สุด

โดยที่ Priority 1 เป็น Hard constraint ส่วน Priority 2 และ Priority 3 เป็น Soft constraint และพิจารณาอันดับจาก Priority 2 ก่อนหากเท่ากันมองที่ Priority 3

3.3 ฟังก์ชันค่าความเหมาะสม(Fitness function)

จากรูปที่ 1 แนวคิดการโปรโมทสินค้าทางอ้อมที่อยู่ในกลุ่มที่ พิจารณายอมเลือกขึ้นมาจากค่าที่ได้จากกฎความสัมพันธ์มาเรียงต่อกันเช่นเดียวกับวิธีการแก้ปัญหาแบบ TSP โดยที่พิจารณาลำดับ ความสำคัญจากสินค้าที่มีข้อจำกัดโดยใช้ค่าที่ได้จากกฎความสัมพันธ์ ในการพิจารณา ในระบบนี้ใช้ค่าความเชื่อมั่น และค่าลิฟท์ในการ พิจารณา เช่น ในรูป X คือสินค้าที่มีข้อจำกัด Pr1 และ Pr2 ต้องมีค่า ความเชื่อมั่นระหว่าง X, Pr1 และ X และ Pr2 ตีกว่าสินค้าชนิดอื่น และค่าความเชื่อมั่นระหว่าง Pr1 และ Pr3 รวมถึง Pr2 และ Pr4 ต้องมีค่าความเชื่อมั่นที่มีต่อกันที่ตีกว่าสินค้าชนิดอื่น และ Pr4 ต้องมี ค่าความเชื่อมั่นกับ Pr3 ด้วยเช่นกัน โดยที่ไม่สนใจตำแหน่งของ X ว่า อยู่ที่สามารถสลับตำแหน่งได้แต่ต้องมีความสัมพันธ์กันดังที่กล่าว มาข้างต้น

$$\text{Parameter1 } P1f_{ij} = \sum_{k=1}^n 1 - C_{ij} \quad (3)$$

$$\text{Parameter2 } P2f_{ij} = \sum_{k=1}^n L_{ij} \quad (4)$$

โดยที่

k = ลำดับเริ่มต้นของไอเทม

n = ลำดับสุดท้ายของไอเทม

C_{ij} = ค่าความเชื่อมั่นของไอเทมแต่ละตำแหน่ง

L_{ij} = ค่าลิฟท์ของไอเทมแต่ละตำแหน่ง

หมายเหตุ $P1f_{ij} \neq P1f_{ji}$ และ $P2f_{ij} = P2f_{ji}$

C_{ij} และ L_{ij} ได้มาจากอัลกอริทึม FP-GAs ของระบบ

3.4 การประยุกต์วิธีการดำเนินการแก้ปัญหา TSP

ตารางที่ 3 ฟังก์ชันค่าความเหมาะสมที่ใช้แทนระยะทาง

*	T0	T1		Tn
T0	*	Pf_{T0T1}		Pf_{T0Tn}
T1	Pf_{T1T0}	*		Pf_{T1Tn}
...	...	...	*	...
Tn	Pf_{TnT0}	Pf_{TnT1}		*

ให้ T0, T1,..., Tn คือชื่อสินค้า โดยที่ Pf_{ij} ใช้แสดงค่าความ เหมาะสมที่ได้จากฟังก์ชันค่าความเหมาะสมระหว่าง Product i และ Product j แทนค่าระยะทางระหว่างเมืองในตารางที่อธิบายโดยใช้ Hungarian algorithm

3.5 ตัวอย่างรูปแบบโครโมโซมสินค้าและการแปลความหมาย

กลุ่มสินค้านำเสนอในรูปแบบโครโมโซมสินค้าที่ผ่านวิธีการใน งานวิจัยเรียงกันพิจารณาตามค่าน้ำหนักความเหมาะสมที่พิจารณาจาก กฎความสัมพันธ์ที่มากกว่าหนึ่งกฎและข้อกำหนดที่ต้องมีสินค้าที่มี ข้อจำกัดอยู่ในโครโมโซมสินค้า

T_2	T_1	I_0	T_3	T_4
-------	-------	-------	-------	-------

รูปที่ 5 ตัวอย่างโครโมโซมสินค้า

จากรูปโครโมโซมประกอบด้วยยีนที่เป็นตัวแทนสินค้าแต่ละชนิด เรียงตำแหน่งด้วยค่าความเหมาะสมตามค่าน้ำหนัก โดยที่สามารถ แปลความหมายจากโครโมโซมได้ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 สมมุติให้ T_0 เป็นสินค้าเป้าหมายที่มีข้อจำกัดทาง กฎหมาย หากต้องการโปรโมทสินค้าดังกล่าวโดยใช้สินค้าอีกชนิด เป็นสินค้าแทนในการโปรโมทจะพิจารณาจากสินค้าในโครโมโซม เช่นโปรโมท T_1 ก็จะมีผลทำให้ยอดขายของ T_0 เพิ่มขึ้นตามไปด้วย

ตัวอย่างที่ 2 โปรโมทสินค้า T_2 แทนที่การโปรโมทสินค้า T_0 ก็ จะ ทำให้ยอดขายของ T_0 เพิ่มขึ้นไปผ่านการโปรโมทสินค้าทางอ้อมที่

คาดหวังได้ว่า โปรโมทสินค้า T_2 แล้วจะทำให้ยอดขาย T_1 เพิ่มขึ้นซึ่งจะทำให้ T_0 มียอดขายเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

ตัวอย่างที่ 3 ถ้าสินค้า T_0 สลับตำแหน่งกับ T_3 ในรูปที่ 5 การโปรโมทสินค้า T_4 ย่อมจะคุ้มค่ากว่าการโปรโมทสินค้า T_2 เพื่อคาดหวังให้ T_0 ที่มีข้อจำกัดทางกฎหมาย มียอดขายเพิ่มขึ้นเนื่องจากใช้สินค้าน้อยชนิดกว่าและมีตำแหน่งในยี่ห้อที่ใกล้เคียงกับ T_0 มากกว่าค่าความสัมพันธ์จากกฎที่นำมาพิจารณาย่อมมีน้ำหนักมากกว่า T_2

3.6 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล (pre-processing)

วิธีการเตรียมข้อมูลเพื่อทำการวิจัย ในที่นี้ผู้ทำการวิจัยต้องการหาสินค้าที่ต้องการจะทำการโปรโมทสินค้า เพื่อเพิ่มยอดขายสินค้านั้นผ่านความสัมพันธ์ของสินค้าแต่ละชนิด ดังนั้นการที่จะทำการวิจัยนั้นก็ต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับการขายหรือธุรกรรมการขายสินค้าของห้างร้านที่สนใจ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เพื่อทดลองตามแบบวิธีการในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอ งานวิจัยนี้จึงใช้การสำรวจข้อมูลจากตัวอย่าง 500 คน ในการซื้อสินค้า 15 ชนิดโดยมีเงื่อนไขคือต้องเลือกซื้ออย่างน้อย 2 ชนิดขึ้นไป ชื่อรายการสินค้าที่ทำการสำรวจจาก จำนวน 500 ตัวอย่างกำหนดให้ T_0 =เหล้า เบียร์, T_1 =น้ำผลไม้, T_2 = น้ำอัดลม, T_3 =เฮลบลูบอย, T_4 =ช็อกโกแลต, T_5 =โยเกิร์ต, T_6 =ขนมขบเคี้ยว, T_7 =เครื่องดื่มแก๊สมา, T_8 =หมูแพ็ค, T_9 =ซอสปรุงรส, T_{10} =บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป, T_{11} = ที่เปิดขวด, T_{12} =ผลไม้กระป๋อง, T_{13} =ทิชชู, T_{14} =ผ้ากันเปื้อน

3.7 กำหนดค่าเริ่มต้นของตัวแปร(Processing)

Population size	= 50
Mutation Rate	= 25%
Crossover Rate	= 15%
Inversion Rate	= 20%
Swap Rate	= 10%
Reproduction Rate	= 30%
Set Items	= [$T_0, T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6, T_7, T_8, T_9, T_{10}, T_{11}, T_{12}, T_{13}, T_{14}$]
Item Interesting	= [T_0] (เหล้าและเบียร์)
Parameter 1	= ค่าความเชื่อมั่น จากอัลกอริทึม FP-GAs
Parameter 2	= ค่าลิฟท์ จากอัลกอริทึม FP-GAs

4. ผลการทดลอง

ผลการทดลองแรกใช้software สำหรับทำ Data Mining และหากกลุ่มสินค้าที่จะทำการโปรโมทด้วยวิธีการคัดเลือกหา สินค้าเพื่อทำการโปรโมทโดยใช้ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ และไม่ใช้ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ

แต่ปรับค่าความเชื่อมั่น กำหนดให้สินค้าที่มีข้อจำกัดคือ T_0 = เหล้า เบียร์

ตารางที่ 4 ใช้โปรแกรมเพื่อแก้ปัญหาโดยใช้ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ

ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ	จำนวนกฎที่เกิด	กฎที่มี T_0 ปรากฏ
0.9	ไม่เกิด	ไม่เกิด
0.5	34	8 กฎ
0.3	270	69 กฎ
0.2	1,020	295 กฎ
0.1	5,718	1629 กฎ

ตารางที่ 5 ใช้โปรแกรมปรับค่าความเชื่อมั่น (ไม่ใช้ค่าสนับสนุน)

ค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ	จำนวนกฎ	กฎที่มี T_0 ปรากฏ
1	627,922	200,336 กฎ
0.5	1,106,660	212,235 กฎ
0.1	1,840,136	519,968 กฎ

เนื่องจากวิธีการที่ใช้ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ แบบค้นหาคำตอบเองนั้น จะมีผลคำตอบในช่วงค่าสนับสนุนขั้นต่ำ 0.2 ที่มี T_0 ปรากฏอยู่ที่ 295 กฎ และในกฎที่เกิดขึ้น มีกฎที่ประกอบด้วยสินค้า 5 ชนิดที่มี T_0 ปรากฏอยู่ 12 คำตอบ นำมาพิจารณาโดยใช้ fitness function

ตารางที่ 6 ค่า fitness function โดยวิธีการ Data Mining

โครโมโซม	Fitness Priority1	Fitness Priority2
$T_{12}T_{13}T_7T_2T_0$	3.029	7.879
$T_{13}T_7T_4T_{12}T_0$	3.831	3.674
$T_{12}T_{13}T_7T_2T_0$	3.029	7.879
$T_{12}T_{13}T_7T_6T_0$	3.069	7.492
$T_{12}T_{13}T_2T_6T_0$	3.029	7.349
$T_{13}T_7T_2T_6T_0$	2.958	5.465
$T_{12}T_2T_6T_7T_0$	2.543	8.135
$T_{12}T_{13}T_7T_4T_0$	3.882	5.783
$T_{12}T_7T_2T_6T_0$	2.537	8.190
$T_{12}T_{13}T_5T_7T_0$	2.976	8.557
$T_{13}T_7T_5T_{12}T_0$	3.591	3.554
$T_{12}T_{13}T_7T_5T_0$	3.689	5.135

ผลคำตอบของการใช้วิธีการที่นำเสนอโดยวิธีการที่นำเสนอทำภายในขั้นตอนเดียวผลคำตอบจะทำงานแบบอัตโนมัติเพื่อหาค่าที่มีความเหมาะสมมากที่สุดจนได้คำตอบ



รูปที่ 6 ค่าความเหมาะสมสู่เข้าหาเป้าหมาย

ในงานวิจัยนี้ รุ่นของประชากร ความหมายคือจำนวนการทำซ้ำเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด ผลจากการทดลองของสินค้าเป้าหมาย T_0 สายโครโมโซมสินค้าที่ได้ คือ

ตารางที่ 7 ผลการทดลองและค่า fitness function

โครโมโซม	Fitness Priority1	Fitness Priority2
$T_6T_7T_0T_3T_4$	1.562	7.509

4.1 วิเคราะห์ผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการหาคำตอบแบบเดิมที่มีอยู่โดยใช้โปรแกรมด้าน Data Mining และนำกฎที่เกิดขึ้นมาพิจารณาเลือกสินค้าตามข้อกำหนดอีกครั้งนั้น เป็นวิธีที่ยุ่งยากและมีหลายขั้นตอน จะเห็นได้ว่าวิธีที่นำเสนอมีความสามารถหาคำตอบของวิธีการโปรแกรมสินค้าทางอ้อมได้ในขั้นตอนเดียว และสามารถใช้พารามิเตอร์ในการพิจารณามากกว่าหนึ่งค่า ทั้งค่าความเชื่อมั่นและค่าลิฟท์ในการพิจารณา รวมทั้งข้อกำหนดที่ต้องปรากฏสินค้าที่มีข้อจำกัด เช่น ข้อจำกัดทางกฎหมายที่ต้องปรากฏอยู่ในคำตอบ

ในส่วนผลการทดลองเมื่อผลการทดลองไม่มีการปรับปรุงค่าความเหมาะสมที่ดีขึ้น ภายใน 10 รุ่นจะถือว่าคำตอบที่ได้เป็นค่าที่มีความเหมาะสมที่เข้าใกล้ค่าที่ยอมรับได้ โดยหลักการแล้วไม่สามารถตอบได้ว่าค่าความเหมาะสมใดดีที่สุดคือค่าใด ในงานวิจัยนี้ทำการสำรวจสินค้า 15 ชนิด จากการสำรวจ 500 ตัวอย่าง และกำหนดกลุ่มสินค้าที่ต้องการไว้ที่ประกอบด้วยสินค้า 5 ชนิด ความน่าจะเป็นที่จะเกิดการเรียงของสายโครโมโซมโดยไม่ซ้ำกัน

$$\text{ความน่าจะเป็น} = \left(\frac{14!}{10!} \right) = 24024$$

ผลของการทดลองที่ได้เกิดค่าความเหมาะสมบริเวณรุ่นที่ 18 แต่พิจารณาไปอีก 10 รุ่น จากจำนวนประชากร 50 อัตราส่วนระหว่างความน่าจะเป็นเปรียบเทียบกับผลการทดลอง $= \frac{24024}{28 \times 50} = 17.6$ เท่า และเมื่อพิจารณาจากความสัมพันธ์โดยไม่ใช้ค่าสนับสนุนขั้นต่ำในการค้นหา โดยพิจารณาจากค่าความเชื่อมั่นที่มีค่าเท่ากับ 1 จะมีกฎความสัมพันธ์ที่ปรากฏ T_0 มีจำนวนถึง 200336 กฎ หากต้องการค้นหากฎที่ประกอบด้วยสินค้า 5 ชนิดเรียกต่อกันและมีค่าความเหมาะสมเมื่อพิจารณาจาก fitness function แล้วดีที่สุดในนั้น ย่อมจะมีขั้นตอนที่ยุ่งยากกว่าวิธีการที่นำเสนอและสามารถทำเสร็จได้ภายในขั้นตอนเดียว

จะเห็นว่าอัตราส่วนระหว่างความน่าจะเป็นเปรียบเทียบกับผลการทดลอง และความเป็นไปได้ในการพิจารณากฎต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นมีค่าที่ชี้ให้เห็นว่าวิธีการนี้มีประสิทธิภาพและสามารถใช้เพื่อช่วยตัดสินใจเลือกกลุ่มสินค้าเพื่อทำการโปรโมททางอ้อม เมื่อเปรียบเทียบกับความน่าจะเป็นในการสุ่มเลือกสินค้าแบบทั่วไปและการใช้วิธีการเดิม

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ต้องการนำเสนอความคิดหรือแนววิธีการที่ช่วยในการตัดสินใจเลือกสินค้าเพื่อทำการโปรโมททางอ้อมโดยใช้อัลกอริทึมพันธุหลายวัตถุประสงค์และวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาแบบ TSP ในการแก้ปัญหา รวมถึงใช้ FP-GAs สำหรับหาความถี่เพื่อหาความสัมพันธ์ของรายการขาย ผลการทดลองค่าความเหมาะสมจะเข้าใกล้ค่าที่เหมาะสมที่สุด แต่บางครั้งผลคำตอบที่สนใจก็ไม่ได้เกิดขึ้นหรือค่าที่ได้อาจไม่เข้าใกล้คำตอบที่ต้องการ อาจมีสาเหตุมาจากกระบวนการสุ่มประชากรที่มีสินค้าเป้าหมายมีการกระจายของประชากรเป้าหมาย หรือความหลากหลายน้อยเกินไป ทำให้คำตอบที่ได้บางครั้งอาจไม่ใช่ค่าที่เหมาะสมที่สุด

5.1 ปัญหาและการปรับปรุง

เนื่องจากห้างสรรพสินค้าหรือร้านค้าการขอข้อมูลรายการขายเป็นไปได้อย่างยากเพราะเหตุผลทางธุรกิจ จึงทำให้ต้องใช้การทำการสำรวจพฤติกรรมการซื้อขายเพื่อวิเคราะห์รายการขายแทน รวมทั้งจำนวนสินค้าในการสำรวจอาจไม่ได้มากเท่ากับความเป็นจริงที่มีเป็นจำนวนมากเนื่องจากข้อจำกัดและความเหมาะสมในการทำสำรวจ

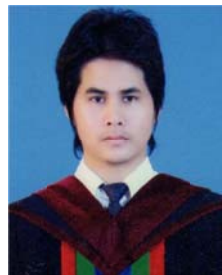
5.2 ข้อเสนอแนะ

กระบวนการที่ใช้ Genetic Algorithms ที่นำเสนอในการ

แก้ปัญหาหรือช่วยตัดสินใจการโปรโมทสินค้าทางนี้นั้นอาจไม่ใช่วิธีการที่ดีที่สุด อาจสามารถเลือกใช้วิธีหรือกระบวนการอื่นในการแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ เช่น Ant colony optimization หรือ practical swarm optimization ซึ่งกระบวนการดังกล่าวก็สามารถประยุกต์ช่วยแก้ปัญหาได้ ทั้งนี้ทั้งนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยในการเลือกใช้กระบวนการต่างๆในที่นี้เลือกใช้ Genetic Algorithms เพราะสามารถหาคำตอบแบบหลายวัตถุประสงค์ และยังสามารถใช้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาแบบ TSP ทำให้มีความสอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหาที่งานวิจัยนี้นำเสนอ

เอกสารอ้างอิง

- [1] R. Agrawal and R. Srikant, "Fast algorithms for mining association rules in large databases" in VLDB, 1994.
- [2] R Agrawal, T Imielinski, A Swami (1993) "Mining Association Rules between Sets of Items in Large Database" In Proc. Of the ACM SIGMOD Conference on Management of Data, pp. 207-216
- [3] H. Braun (1990), "On Solving Travelling salesman Problems by Genetic Algorithms". In SCHWEFEL H.-P., MÄNNER R., Eds., Parallel Problem Solving from Nature, pp. 129–133,
- [4] MJ del Jesus, JA Gámez, P González "On the discovery of association rules by means of evolutionary algorithms" Knowledge Discovery, 2011
- [5] J. Han, J. Pei, Y. Yin and R. Mao, "Mining Frequent Patterns without Candidate Generation: A Frequent-Pattern Tree Approach," Data Mining and Knowledge Discovery, vol. 8, no. 1, pp. 53-87, 2004.
- [6] F H Khan, N Khan, S Inayatullah, ST Nizami, "Solving TSP Problem by using Genetic Algorithm". International Journal of Basic & Applied Sciences, 9(10), 79-88, 2009.
- [7] J R Koza, Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection. Cambridge, MA: MIT Press, 1992.
- [8] C X Ling, C Li, "Data Mining for Direct Marketing Problems and Solutions". In: Proceedings of the Fourth International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, New York pp. 73 – 79, 1998.
- [9] R. N. Mondal, M. R. Hossain, S. K. Saha, "An Approach for Solving Traveling Salesman Problem" International Journal of Applied Operational Research Vol. 3, No. 2, pp. 15 - 26, 2013.
- [10] J. Y. Potvin, "Genetic algorithms for the traveling salesman problem". Annals of Operations Research, 63:339-370, 1996.
- [11] M Rana, PS Mann, "Association Rule mining with Multi-Fitness Function Genetic Algorithm" International Journal for Science and Emerging Technologies with Latest Trends 8(1) 14 – 23, 2013.
- [12] VK Shrivastava, DP Kumar, DK Pardasani, "Extraction of Interesting Association Rules using GA Optimization", Global Journal of Computer Science and Technology, Vol. 10, Issue 5, Ver. 1.0, pp. 81 – 84, 2010.
- [13] D Van den Poel, JD Schamphelaere, G Wets, "Direct and indirect effects of retail promotions on sales and profits in the do-it-yourself market". Expert Systems with Applications, 27(1):53–62, 2004.
- [14] Y Yang, C Hao, "Product selection for promotion planning". Knowl Inf Syst 29(1):223 – 236, 2011.



รัฐพล ชูเกาะทวด จบการศึกษาปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ปี 2008 ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มีความสนใจทางด้านการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมกับการวิเคราะห์ข้อมูล



อันวา ศรีประมวง สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีและโท สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯลาดกระบัง และจบการศึกษาระดับปริญญาเอก ด้าน Electrical and Electronic Engineering, Imperial College, London ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร