

การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับขนส่งผลิตผลทางการเกษตร
สู่ตลาดชุมชนโดยใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม
The Development of Decision Support Systems for Transporting
Agricultural Produce to Local Market Using Genetic Algorithm

อภินันท์ จุ่นกรณ^{1*}, ภรณยา ปาลวิสุทธิ², มงคล รอดจันทร์³ และธานีล ม่วงพูล⁴
Apinan Junkorn^{1*}, Paranya Palwisut², Mongkol Rodjan³ and Thanin Muangpool⁴

สาขาวิชาวิทยาการข้อมูล^{1,2}, สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์^{3,4} คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

Department of Data Science^{1,2}, Department of Computer Technology^{3,4}

Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University

E-mail: apinan@npru.ac.th^{1*}, paranya@npru.ac.th², mongkol@npru.ac.th³, signal@npru.ac.th⁴

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจส่งผลิตผลทางการเกษตรสู่ตลาดชุมชนโดยใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม และ 2) ประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบ กลุ่มเป้าหมายของการวิจัย คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบ จำนวน 5 คน และกลุ่มเกษตรกรผู้ใช้งานในจังหวัดนครปฐม จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจส่งผลิตผลทางการเกษตรสู่ตลาดชุมชนโดยใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม และแบบประเมินประสิทธิภาพของระบบ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ระบบสนับสนุนการตัดสินใจส่งผลิตผลทางการเกษตรสู่ตลาดชุมชนโดยใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม สามารถแสดงผลได้ทั้งคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและอุปกรณ์พกพา การทำงานของระบบแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ เว็บแอปพลิเคชันด้าน Front-End และเว็บแอปพลิเคชันด้าน Back-End เมื่อผู้กำหนดค่าพารามิเตอร์ให้กับระบบ ระบบจะคำนวณและแสดงลำดับตลาดชุมชนที่ดีที่สุด 3 ลำดับแรก พร้อมรายละเอียดของตลาดให้ผู้ใช้การขนส่งผลิตผลบนเส้นทางที่ดีที่สุดภายใต้วิธีการเชิงพันธุกรรม และ 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ ในภาพรวม อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.33, SD = 0.66)

คำสำคัญ: ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ, การขนส่งผลิตผลทางการเกษตร, วิธีการเชิงพันธุกรรม

Abstract

The purposes of this research are to 1) design and develop a decision support system for transporting agricultural products to local markets using genetic algorithm and 2) evaluate the system performance. The performance evaluation is assessed by experts and farmer groups. The statistics used in the research are mean and standard deviation.

The research results show that the system helps making decision planning for selling agricultural products. This system also helps finding a suitable market in order to sell agricultural produce with the best profit. The user determines the parameters of the system, the system calculates and displays the top 3 community market orders, along with the market details for the user to transport produce on the best route under genetic methods. In the system evaluation, the results shows that the system achieves a good ranking ($\bar{X}$ = 4.33, SD = 0.66)

Keywords: Decision Support Systems, Transportation of Agricultural Produce, Genetic Algorithm

บทนำ

การขนส่งมีความสำคัญต่อธุรกิจเกือบทุกประเภท ทั้งในส่วนของการจัดหาวัตถุดิบ การผลิต การขายและการจัดจำหน่าย ในหลายธุรกิจต้นทุนจากการขนส่งนับเป็นต้นทุนที่สำคัญ และส่งผลกระทบต่อต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์หรือบริการ [1] สำหรับการทำการเกษตรมักพบปัญหาว่า จะปลูกพืชผักอะไร เมื่อปลูกแล้วจะเอาไปขายที่ไหน [2] ถ้าเกษตรกรไม่สามารถขายผลผลิตเองได้ก็ต้องพึ่งพ่อค้าคนกลาง ซึ่งอาจจะทำให้ถูกกดราคา ดังนั้นการที่จะหาข้อมูลของตลาดก่อนว่าอยู่ที่ไหน ใครจะซื้อผลผลิตทางการเกษตรที่เกษตรกรเพาะปลูก ก่อนทำการเพาะปลูกจึงเป็นสิ่งจำเป็น และจะช่วยลดปัญหาการขาดทุนของเกษตรกรได้ ตลาดที่ใกล้ชิดเกษตรกรมากที่สุดก็คือตลาดชุมชน [3] ซึ่งเป็นตลาดที่สามารถขยายฐานการผลิตอันเป็นกิจกรรมพื้นฐานการพึ่งตนเอง เป็นตลาดที่ผู้มีสินค้าปริมาณน้อย ๆ ก็สามารถขายได้ และผู้ที่มีเงินจำนวนน้อยก็สามารถซื้อได้เพราะราคาไม่แพง ตลาดชุมชนได้ก่อให้เกิดแม่ค้ารายใหม่ ๆ ทุกเพศทุกวัย รวมไปถึงเยาวชนและเด็กก็มีโอกาสได้เรียนรู้การค้าขาย

ปัญหาด้านการหาตลาดหากมีระบบช่วยตัดสินใจสำหรับเกษตรกรเพื่อนำผลผลิตไปขาย ก็จะสามารถช่วยให้เกษตรกรเพาะปลูกพืชผักได้ตรงกับตลาดที่จะนำผลผลิตไปจำหน่าย และสามารถนำผลผลิตที่ได้เข้าสู่ตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากเหตุผลดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงมีระบบแนะนำแผนการเดินทางมาประยุกต์ใช้ โดยพัฒนาระบบแนะนำการส่งผลิตผลทางการเกษตรสู่ตลาดชุมชนในรูปแบบของการจัดเก็บ วิเคราะห์และแสดงผลข้อมูล รวมถึงการนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์เพื่อประกอบการตัดสินใจในการวางแผนการขนส่ง การนำผลผลิตไปจำหน่ายในตลาดชุมชนของเกษตรกรให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจส่งผลิตผลทางการเกษตรสู่ตลาดชุมชนโดยใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับขนส่งผลิตผลทางการเกษตรสู่ตลาดชุมชนโดยใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System)

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ [4] เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการ การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสร้างตัวแบบที่ซับซ้อน ภายใต้ซอฟต์แวร์เดียวกัน นอกจากนั้นระบบสนับสนุนการตัดสินใจยังเป็นการประสานการทำงานระหว่างบุคลากรกับเทคโนโลยีทางด้านซอฟต์แวร์ โดยเป็นการกระทำโต้ตอบกัน เพื่อแก้ปัญหาแบบไม่มีโครงสร้างและอยู่ภายใต้การควบคุมของผู้ใช้ ตั้งแต่เริ่มต้นถึงสิ้นสุดขั้นตอนหรืออาจกล่าวได้ว่า ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเป็นระบบที่โต้ตอบกันโดยใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อหาคำตอบที่ง่าย สะดวก รวดเร็วจากปัญหาที่ไม่มีโครงสร้างที่แน่นอน ดังนั้นระบบการสนับสนุนการตัดสินใจ จึงประกอบด้วยชุดเครื่องมือ ข้อมูล ตัวแบบ (Model) และทรัพยากรอื่น ๆ ที่ผู้ใช้ หรือนักวิเคราะห์นำมาใช้ในการประเมินผลและแก้ไขปัญหา

2.2 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม [5-7] เป็นขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายที่สุดเป็นขั้นตอนวิธีในการหาผลเฉลยจากสายของตัวเลข (Strings of Numbers) โดยการใช้ตัวดำเนินการ เช่น การผสมพันธุ์และการกลายพันธุ์ ขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการนี้มักใช้ในปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมจัดว่าเป็นเมทาฮิวริสติก (Metaheuristic) ซึ่งเป็นกลยุทธ์ระดับสูงที่ใช้ในการให้แนวทางในการหาคำตอบแบบการค้นหา

ซ้ำๆ ที่อาศัยพื้นฐานวิธีฮิวริสติก นั่นคือ เป็นกระบวนการให้แนวทางในการค้นหาพื้นที่คำตอบได้อย่างครอบคลุมและคาดหวังว่า คำตอบที่ได้นั้นเป็นคำตอบที่ดีที่สุด โดยขั้นตอนวิธีต่าง ๆ ที่จัดว่าเป็นเมทาฮิวริสติก เช่น ระบบโครงข่ายประสาทเทียม ขั้นตอนวิธีด้านวิวัฒนาการ และซิมูเลทแอนนัลลิ่ง (Simulated Annealing)

2.3 เทคโนโลยีกูเกิล แมปส์ (Google Maps Technology)

กูเกิล แมปส์ (Google Maps) เป็นโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โปรแกรมหนึ่ง เป็นการเปิดให้บริการของกูเกิลที่ให้บริการเทคโนโลยี ด้านแผนที่ประสิทธิภาพสูง ใช้งานง่าย มีคุณสมบัติที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะ ดังนี้ [8]

2.3.1 กูเกิล แมปส์ เอพีไอ (Google Maps API) ช่วยในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อแทรกกูเกิลแมปส์ เข้าไปเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งในเว็บเพจที่ต้องการโดยเขียนเป็นรหัส Html และ JavaScript กูเกิล แมปส์ เอพีไอ เน้นในด้านการนำเสนอข้อมูลแผนที่ในลักษณะหมุดปัก (Push Pin/Place Marker) ตัวอย่างดังภาพที่ 2 ซึ่งสามารถกำหนดให้แสดงข้อมูลประกอบแผนที่เมื่อผู้ใช้คลิกที่ตัวหมุดปักนั้น ๆ กูเกิล เอพีไอ ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ เว็บเซอร์วิส เซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการอย่างกูเกิล แมปส์ ก็คือข้อมูลแผนที่ และเว็บเซอร์วิส ไคลเอนต์ คือ โปรแกรมที่ผู้ใช้สร้างขึ้นมาเพื่อเรียกใช้การทำงานของเว็บเซอร์วิส

2.3.1 กูเกิล แมปส์ แมชอัป (Google Maps Mashups) แมชอัป คือ โปรแกรมประยุกต์ที่นำข้อมูลจากสองแหล่งขึ้นไปมาผสมรวมกันกลายเป็นหนึ่งเดียว ทำให้เกิดบริการรูปแบบใหม่ขึ้นมาเป็นจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น นำข้อมูลการเกิดอาชญากรรมในพื้นที่ต่าง ๆ มารวมกับแผนที่ กูเกิล แมปส์ กลายเป็นเว็บแผนที่แสดงการเกิดอาชญากรรม

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Tan, Le, & Ou. [9] ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาเส้นทางการขนส่งสินค้าให้ลูกค้า โดยทราบปริมาณความต้องการของลูกค้า และมีข้อจำกัดของเวลาในการจัดส่งสามารถจัดส่งได้ และข้อจำกัดเกี่ยวกับความสามารถของรถ ในการศึกษาได้สร้างฮิวริสติกส์โดยการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด

Baker & Ayechev [10] ได้นำอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมมาใช้แก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งจากสถานีขนส่งหนึ่งสถานีไปยังลูกค้าที่ทราบความต้องการ โดยในการศึกษานี้รถที่ใช้ขนส่งสามารถรับน้ำหนักได้ไม่จำกัด

ชูเดช ประสารวรรณ, ปุณณมี สัจจกมล, และโอลดา ตรีรัตน์ตระกูล [11] ได้ศึกษาการจัดตารางลำดับงานของรถคอนกรีตผสมเสร็จ จากเดิมจะอาศัยเพียงประสบการณ์ทำให้งานไม่มีประสิทธิภาพมากพอ จึงได้นำวิธีเชิงพันธุกรรมสำหรับเครื่องผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ 1 เครื่อง (Genetic Algorithm of Single Plant (GA+SP)) และวิธีเชิงพันธุกรรม สำหรับเครื่องผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ 2 เครื่อง (Genetic Algorithm of Multi Plant (GA+MP)) เพื่อหาระยะเวลารอคอยงานรวมของรถคอนกรีตผสมเสร็จ จำนวนโทษเนื่องจากการหยุดชะงักที่เกิดขึ้น และต้นทุนจากการรอกอยงานรวมของรถคอนกรีตผสมเสร็จและโทษเนื่องจากการหยุดชะงัก ผลการศึกษาพบว่าวิธี GA+SP สามารถลดระยะเวลาการรอกอยงาน จำนวนโทษเนื่องจากการหยุดชะงัก และต้นทุนรวม คิดเป็นร้อยละ 15.63, 18.50 และ 31.38 ตามลำดับ ส่วนวิธี GA+MPคิดเป็นร้อยละ 49.15, 2.63 และ 60.93 ตามลำดับ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือการวิจัย

- 1.1 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจและการใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม
- 1.2 แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการตัดสินใจและการใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ คือ

2.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบ จำนวน 5 คน

2.2 ผู้ใช้งานระบบ คือ กลุ่มเกษตรกรผู้ใช้งานในจังหวัดนครปฐม จำนวน 20 คน เป็นการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาเอกสารความรู้ งานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบสนับสนุนการตัดสินใจและการใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมมาแก้ปัญหาโดยศึกษาเอกสาร งานวิจัย บทความทางวิชาการ เพื่อกำหนดแนวทางและรูปแบบการดำเนินการวิจัย และลงพื้นที่เพื่อสำรวจและเก็บข้อมูลตลาดชุมชนในจังหวัดนครปฐม จำนวน 78 แห่ง

3.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบ เพื่อสร้างกรอบแนวคิดในการพัฒนาระบบ ทั้งส่วนของฐานข้อมูลและส่วนของการออกแบบหน้าจอ จากการวิเคราะห์ระบบได้แบ่งส่วนการทำงานให้สอดคล้องกัน เป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ส่วนงานนำเข้าข้อมูลตลาดชุมชนและตรวจสอบคุณภาพข้อมูล ซึ่งต้องตรวจสอบและปรับข้อมูลให้มีความถูกต้อง

ส่วนที่ 2 ส่วนงานพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจส่งผลผลิตทางการเกษตรสู่ตลาดชุมชน โดยใช้ความสามารถของ Google map api ร่วมกับขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เพื่อหาเส้นทางการขนส่งที่ดีที่สุดร่วมกับข้อมูลในส่วนที่ 1 เพื่อแนะนำตลาดชุมชนที่เกษตรกรควรเอาผลผลิตทางการเกษตรไปส่งขาย

ส่วนที่ 3 ส่วนงานแสดงผล เป็นส่วนที่อำนวยความสะดวกในการใช้งานของผู้ใช้ จะแสดงผลข้อมูลในรูปแบบที่เข้าใจง่ายโดยเน้นแสดงผลแบบกราฟิก บนอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้ในการพกพา

3.3 พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจส่งผลผลิตทางการเกษตรสู่ตลาดชุมชน โดยใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมสำหรับการหาจัดเส้นทางการขนส่ง เป็นการกำหนดเป้าหมายของการพัฒนาระบบโดยกำหนดค่าวัตถุประสงค์เป็น 2 ด้าน คือ ระยะทางสั้นที่สุด เป็นการคำนวณหาระยะทางแต่ละจุดโดยใช้วิธีการวัดจาก Google Map และค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ซึ่งค่าใช้จ่ายได้จากค่าเช่ารถ ค่าน้ำมัน และรวมถึงค่าเช่าแผง สามารถเขียนเป็นค่าฟังก์ชันตามที่กำหนดไว้ ดังนี้

$$\text{Minimize } \{f_{SP}(S), f_{Cost}(S)\} \quad (1)$$

โดยที่ $f_{SP}(S)$ คือ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์เส้นทางที่สั้นที่สุด

$f_{Cost}(S)$ คือ ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

ในการสร้างขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมสำหรับการหาจัดเส้นทางการขนส่ง กำหนดเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : การสร้างประชากรเบื้องต้น ตลาดชุมชนที่ได้จากเงื่อนไขของพารามิเตอร์ที่ต้องการนำสินค้าไปส่ง เช่น ต้องการไปส่งสินค้าในตลาดชุมชนที่มีร้านขายผัก และรัศมีที่ต้องการไปส่งไม่เกิน 50 กิโลเมตร เมื่อนำมาสร้างคำตอบเบื้องต้นอย่างสุ่มจำนวนเท่ากับจำนวนตลาดชุมชนที่ได้ โดยสุ่มมาจำนวน N โครโมโซม แต่ละโครโมโซมมีความยาวเท่ากับจำนวนตลาดทั้งหมด เช่น มีตลาดทั้งหมด 9 แห่ง โครโมโซมก็จะมีจำนวนยีนทั้งหมด 9 ค่า

ขั้นตอนที่ 2 : การประเมินค่าความแข็งแรงประชากรด้วยการจัดอันดับแบบพาเรโต แนวคิดเทคนิคนี้คือ การจัดลำดับเซตของสตริงคำตอบในประชากรคำตอบทั้งหมด โดยพิจารณาคำตอบที่ไม่มีคำตอบใดดีกว่าเซตคำตอบนี้เป็นอันดับแรกและจัดลำดับเป็นอันดับหนึ่ง ทำการเปรียบเทียบคำตอบในแต่ละสมาชิกคำตอบ

คำตอบที่ไม่ถูกรอรับจากคำตอบอื่น จะถูกจัดอันดับเป็นอันดับแรก จากนั้นจะพิจารณาเปรียบเทียบคำตอบที่เหลือ ถ้าคำตอบนั้นถูกรอรับจากคำตอบในอันดับแรกเพียงหนึ่งคำตอบ จะได้อันดับของคำตอบเป็นอันดับที่สอง ถ้าคำตอบนั้นถูกรอรับจากคำตอบอันดับแรก จำนวนสองคำตอบ จะได้คำตอบนั้นเป็นอันดับที่สาม

ขั้นตอนที่ 3: คัดเลือกเป็นประชากรรุ่นใหม่ วิธีการคัดเลือกจะใช้วิธีการคัดเลือกตามสัดส่วน ในงานวิจัยนี้มีประชากรที่จะนำไปใช้เป็นต้นแบบ 5 ค่า การคำนวณจะได้ค่า 0 ถึง 1 ค่าที่คำนวณได้อยู่ในช่วงของค่าสะสมค่าใด ก็ให้นำโครโมโซมค่านั้นไปเป็นต้นแบบของประชากรครั้งต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 : การไขว้ข้าม จะทำงานตามความน่าจะเป็นที่กำหนดไว้ ในการวิจัยนี้กำหนดไว้ที่ $P_c = 0.6$ ดังนั้นโครโมโซมที่จะถูกไขว้ข้ามจะมีประมาณ 60% ของโครโมโซมทั้งหมด หรือเท่ากับ $0.6 \times 6 = 3.6 \approx 4$ โครโมโซม การคัดเลือกโครโมโซมที่จะนำมาไขว้ข้าม เกิดจากการสุ่ม

ขั้นตอนที่ 5: การกลายพันธุ์ (Mutation) กระบวนการกลายพันธุ์ทำงานตามความน่าจะเป็นที่กำหนดไว้ ในงานวิจัยนี้กำหนดไว้ที่ $P_m = 0.05$ ดังนั้น โครโมโซมที่จะถูกกลายพันธุ์จะมีประมาณ 5% ของโครโมโซมทั้งหมด หรือเท่ากับ $0.05 \times 5 = 0.25 \approx 1$ ค่า ทำการเลือกโครโมโซมโดยพิจารณาจากโครโมโซมที่มีค่า C_i น้อยกว่าหรือใกล้เคียงค่า P_m จะทำการกลายพันธุ์โดยวิธีการเปลี่ยนค่า 1 ตำแหน่ง

ขั้นตอนที่ 6 : การประเมินค่าความแข็งแรงประชากร ทำการคัดเลือกโครโมโซมที่มีค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ต่ำที่สุด เท่ากับจำนวนประชากร = 5 ค่า ก็จะได้โครโมโซมคำตอบรุ่นลูก

ขั้นตอนที่ 7 : การแทนที่ประชากร จะทำการรวมโครโมโซมคำตอบ จากโครโมโซมเริ่มต้น และโครโมโซมรุ่นลูก และทำการเก็บค่าที่ดีที่สุดเท่ากับจำนวนโครโมโซมเริ่มต้น เท่ากับจำนวน 5 ค่า โครโมโซมที่ได้ทำการรวมกันแล้ว จะนำไปเปรียบเทียบค่าวัตถุประสงค์ แล้วจัดเรียงค่าจากน้อยไปมาก เมื่อจัดเรียงเสร็จแล้ว จะทำการคัดเลือกโครโมโซมคำตอบเพื่อทำการเก็บค่าที่ดีที่สุดของโครโมโซม

ขั้นตอนที่ 8 : การเลือกคำตอบไปใช้งาน จากที่มี 2 วัตถุประสงค์ ได้ทำการรวมให้เป็นวัตถุประสงค์เดียวกัน โดยใช้วิธี Weighted Sum คือ กำหนด Weight ให้กับแต่ละวัตถุประสงค์

3.3.2 การพัฒนาระบบ ประกอบด้วย 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนที่ 1 เว็บแอปพลิเคชันด้าน Front-End จะใช้ภาษา HTML5, Bootstrap4, jQuery ในการออกแบบและเขียนโปรแกรม และส่วนที่ 2 เว็บแอปพลิเคชันด้าน Back-End จะใช้บริการของ Apache Web Server และภาษา PHP

3.4 การทดสอบระบบและการเก็บรวบรวมข้อมูล สรุป วิเคราะห์ การทดสอบระบบ คณะผู้วิจัยใช้วิธีการแบบแบล็กบ็อกซ์ [12] โดยนำระบบให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ทำการทดสอบระบบและให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานระบบ จำนวน 20 คน พร้อมแจกแบบประเมิน รวบรวมผลการประเมินของทั้ง 2 กลุ่มมาวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของระบบต่อไป

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 หมายถึง ระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 หมายถึง ระดับปานกลาง

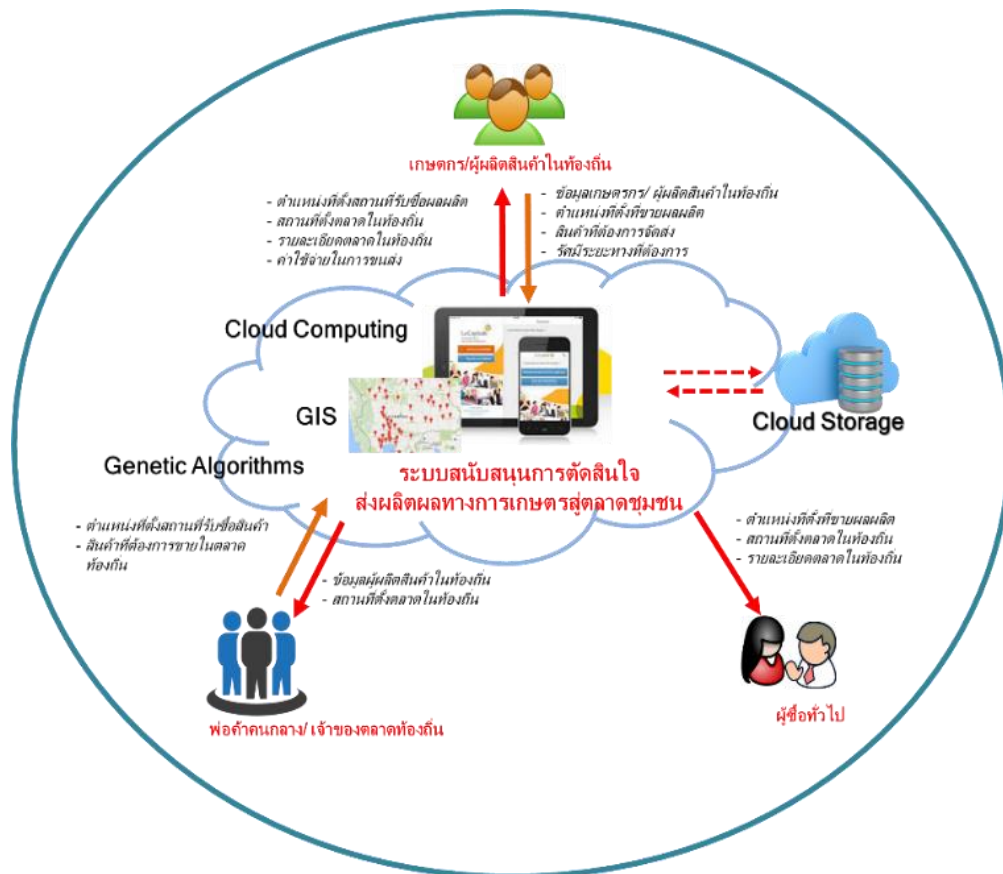
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 หมายถึง ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 – 1.50 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจส่งผลิตผลทางการเกษตรสู่ตลาดชุมชน

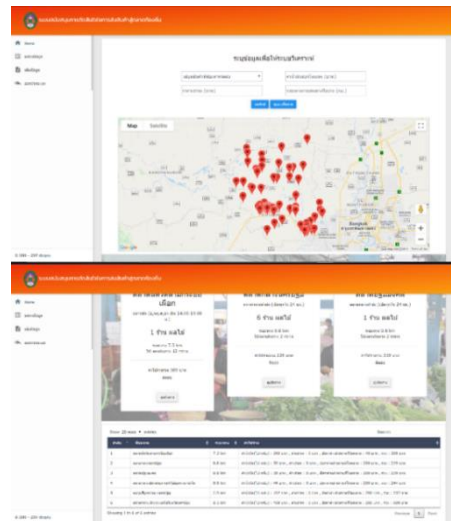
จากการเก็บรวบรวมข้อมูลตลาดชุมชนแล้วนำมาออกแบบให้อยู่ในรูปแบบฐานข้อมูล และคัดเลือกเส้นทางด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเพื่อหาเส้นทางที่ดีที่สุด สรุปเป็นภาพรวมการทำงานของระบบ ดังภาพที่ 1



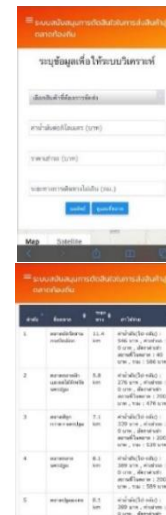
ภาพที่ 1 ภาพรวมการทำงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจส่งผลิตผลทางการเกษตรสู่ตลาดชุมชน

จากภาพที่ 1 แสดงผลการออกแบบภาพรวมการทำงานของระบบ จะแบ่งกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับระบบออกเป็น 3 กลุ่มหลักๆ ได้แก่ 1) กลุ่มพ่อค้าคนกลางหรือเจ้าของตลาด จะเป็นผู้กำหนดสินค้าที่ต้องการขายในตลาดของตนเอง และตำแหน่งของตลาดที่ขายสินค้า 2) กลุ่มเกษตรกรหรือผู้ผลิตสินค้าในท้องถิ่น กลุ่มนี้จะเป็นผู้ผลิตสินค้าเพื่อส่งให้กับตลาดท้องถิ่น โดยสามารถตรวจสอบระยะทางในการส่ง ค่าใช้จ่าย ตำแหน่งที่ตั้งของตลาด โดยจะแสดงลำดับตลาดชุมชนที่ดีที่สุดที่คำนวณได้ 3 ลำดับแรก และ 3) จะเป็นกลุ่มผู้ซื้อทั่วไป

ในส่วนของการพัฒนาแอปพลิเคชันการทำงานของระบบแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ เว็บแอปพลิเคชันด้าน Front-End และเว็บแอปพลิเคชันด้าน Back-End ดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3 ตามลำดับ



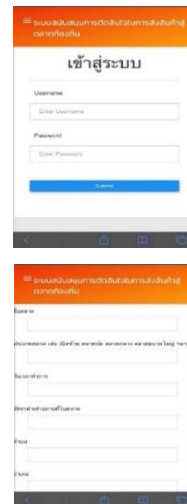
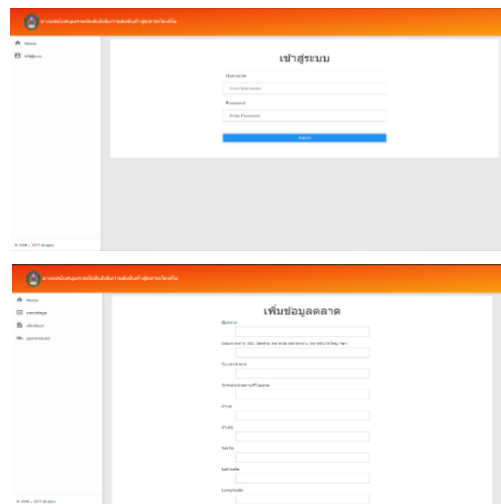
(ก)



(ข)

ภาพที่ 2 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจส่งผลผลการเกษตรสู่ตลาดชุมชนในส่วน Front-End

จากภาพที่ 2 แสดงผลเว็บแอปพลิเคชันด้าน Front-End ทั้งในส่วนของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (ก) และ อุปกรณ์พกพา (ข) ระบบจะแสดงภาพรวมของตลาดชุมชนและแสดงตำแหน่งของตลาดชุมชนที่มีอยู่ในระบบทั้งหมด และเมื่อผู้ใช้ใส่ค่าพารามิเตอร์เพื่อให้ระบบคำนวณ ได้แก่ ชนิดของสินค้าที่ต้องการจัดส่ง ค่าน้ำมันต่อกิโลเมตร รัศมีระยะทางที่ต้องการ ค่าเช่ารถกรณีที่ต้องเช่ารถ ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณจะแสดงจำนวนตลาด โดยจะแสดงลำดับตลาดชุมชนที่ดีที่สุด ที่คำนวณได้ 3 ลำดับแรก พร้อมรายละเอียดของตลาดนั้น ๆ เมื่อผู้ใช้เลือกตลาดในการขนส่ง ผลลัพธ์ระบบหาเส้นทางที่ดีที่สุดไปยังตลาดชุมชนที่ผู้ใช้เลือก



ภาพที่ 3 ระบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจส่งผลผลการเกษตรสู่ตลาดชุมชนในส่วน Back-End

จากภาพที่ 3 ผลเว็บแอปพลิเคชันด้าน Back-End สำหรับผู้ดูแลระบบ เพื่อไปทำการเพิ่มข้อมูล ลบข้อมูล อัปเดตข้อมูล

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับขนส่งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรสู่ตลาดชุมชนโดยใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม

ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ แสดงค่าคะแนนเฉลี่ย $\bar{X}$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของกลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบและกลุ่มผู้ใช้งานระบบ จำนวน 25 คน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความคิดเห็นด้านการใช้งานของระบบ

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ความชัดเจนของข้อความที่แสดงบนจอภาพ	4.33	0.62	มาก
2. ความเหมาะสมของการใช้สีของตัวอักษรพื้นหลัง รูปภาพประกอบ	4.58	0.62	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมของตำแหน่งการจัดวางส่วนต่างๆ บนจอภาพ	4.60	0.52	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมของปริมาณข้อมูลที่นำเสนอในแต่ละจอภาพ	4.10	0.74	มาก
5. คำสั่งของโปรแกรมเป็นคำสั่งที่ใช้สื่อสารกับผู้ใช้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์	4.10	0.74	มาก
6. ความรวดเร็วในการประมวลผล	4.50	0.64	มาก
7. ความง่ายในการใช้งาน	4.10	0.74	มาก
ประสิทธิภาพโดยรวม	4.33	0.66	มาก

จากตารางที่ 1 กลุ่มเป้าหมายผู้ใช้งานระบบมีความคิดเห็นด้านการใช้งานระบบ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.66) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า ความเหมาะสมของตำแหน่งการจัดวางส่วนต่าง ๆ บนจอภาพ มีผลประเมินมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.55) รองลงมา คือ ความเหมาะสมของการใช้สีของตัวอักษรพื้นหลัง รูปภาพประกอบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.58$, S.D. = 0.62) สำหรับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีผลประเมินน้อยที่สุดมี 3 ประเด็น คือ ความเหมาะสมของปริมาณข้อมูลที่นำเสนอในแต่ละจอภาพ คำสั่งของโปรแกรมเป็นคำสั่งที่ใช้สื่อสารกับผู้ใช้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ และความง่ายในการใช้งาน โดยทั้ง 3 ประเด็นมีผลการประเมินอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.10$, S.D. = 0.74)

อภิปรายผลการวิจัย

1. การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับขนส่งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรสู่ตลาดชุมชนโดยใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม คณะผู้วิจัยได้พัฒนาระบบแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) เว็บแอปพลิเคชันด้าน Front-End จะแสดงผลได้ทั้งในส่วนของคนขับรถส่วนบุคคลและอุปกรณ์พกพา ระบบจะแสดงตำแหน่งของตลาดชุมชนที่มีอยู่ในระบบทั้งหมด เมื่อผู้ใช้งานกดค่าพารามิเตอร์ให้กับระบบ ได้แก่ ชนิดของสินค้าที่ต้องการจัดส่ง ค่าน้ำมันต่อกิโลเมตร รัศมีระยะทางที่ต้องการ ค่าเช่ารถบรรทุกที่ต้องการเช่ารถ ระบบจะคำนวณและแสดงลำดับตลาดชุมชนที่ดีที่สุด 3 ลำดับแรก พร้อมรายละเอียดของตลาดนั้น ๆ เมื่อผู้ใช้เลือกตลาดในการขนส่งผลิตภัณฑ์ระบบหาเส้นทางที่ดีที่สุดไปยังตลาดชุมชนที่ผู้ใช้เลือกภายใต้การใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม และ 2) เว็บแอปพลิเคชันด้าน Back-End สำหรับผู้ดูแลระบบเพื่อเพิ่มข้อมูล ลบข้อมูล และอัปเดตข้อมูล

2. การประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน และกลุ่มผู้ใช้งานระบบ จำนวน 20 คน พบว่า ระบบมีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.66) ทั้งนี้เนื่องจากระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับขนส่งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรสู่ตลาดชุมชนโดยใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม เป็นระบบที่ช่วยประกอบการตัดสินใจในการวางแผนเพื่อการขายผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร โดยระบบจะช่วยเกษตรกรในการหาตลาดเพื่อจำหน่ายผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรทำให้เกษตรกรได้ผลตอบแทนที่ดีที่สุดได้สอดคล้องกับ วรณิษฐ์ ทองอยู่, กริช สมกันธา และวิไลพร กุลตั้งวัฒนา [13] ที่ได้วิจัยเรื่องระบบชาญฉลาดวางแผน

เส้นทางอัตโนมัติโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมออนไลน์ เป็นงานวิจัยสำหรับข้อมูลเส้นทางเดินของพนักงานจ่ายพัสดุของระบบบริการขนส่งแบบด่วนพิเศษในจังหวัดอุดรธานีให้ได้เส้นทางที่ดีที่สุด สั้นที่สุด ประหยัดเวลา และสะดวกสบาย จากการทดสอบความพึงพอใจของผู้ใช้พบว่าโดยรวมอยู่ในระดับดี เช่นกัน

ข้อเสนอแนะ

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับขนส่งผลผลิตทางการเกษตรสู่ตลาดชุมชนโดยใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมสามารถสนับสนุนการตัดสินใจแก่เกษตรกรในการส่งผลผลิตสู่ตลาดชุมชนและการเพาะปลูกพืช เกษตรกรสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการเพาะปลูกพืชได้อย่างเหมาะสม ลดปัญหาการขาดทุนและสอดคล้องกับความต้องการของตลาด การวิจัยในอนาคตในการส่งผลผลิตทางการเกษตรยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกหลายด้านที่ยังไม่ได้คำนึงถึง เช่น ช่วงเวลาเร่งด่วน สภาพท้องถนน ซึ่งปัจจัยที่กล่าวถึงสามารถนำมาวิเคราะห์และประมวลผลเพิ่มเติม เพื่อให้ระบบที่พัฒนามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น รวมถึงศึกษาอัลกอริทึมใหม่ ๆ เพิ่มเติม เพื่อมาใช้ในการปรับปรุงเพื่อให้คำตอบที่ได้รับมีคุณภาพมากขึ้นกว่าเดิม

เอกสารอ้างอิง

- [1] มณีสรา บารมีชัย และบุศรินทร์ ศรีสตริยานนท์. (2552). ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการขนส่งสินค้า. *กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ กระทรวงอุตสาหกรรม*.
- [2] ปลูกอะไรขายดี แล้วจะเอาไปขายใคร ตั้งเป้าตลาดก่อนแล้วค่อยปลูก. (2558). สืบค้นจาก: <http://www.ขายอะไรดี.com/2015/02/11/industrial-drop>
- [3] ไพศาล ชวงฉ่ำ. (2560). เรื่องเล่าจากดงหลวง 85 ตลาดชุมชน (3) สิ่งที่ไม่คาดคิด. สืบค้นจาก: <https://www.gotoknow.org/posts/93498>
- [4] กิตติ ภักดีวัฒนะกุล. (2546). *คัมภีร์ระบบสนับสนุนการตัดสินใจและระบบผู้เชี่ยวชาญ*. นนทบุรี: บริษัท เอ-บุ๊ค ดิสทริบิวชั่น จำกัด.
- [5] สุพัตรา ฤกษ์วัฒนากรณ์. (2558). การประยุกต์ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมสำหรับการจัดสถานทำงานในกระบวนการผลิต. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
- [6] ลิขิต แจ่มอุทัย และสมบุญรณ์ เอนกฤทธิ์มงคล. (2559). การแก้ปัญหาการจัดตารางสอบด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม สำหรับคณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2559 (RSU National Research Conference 2016)*, (น.432-440). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรังสิต.
- [7] ธวัช รวมทรัพย์. (2560). การจำแนกใบพืชโดยใช้คุณลักษณะรูปทรงและพื้นผิวของใบพืชด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยศรีปทุม, กรุงเทพฯ.
- [8] ธาณิ ม่วงพูล, อวยชัย อินทรสมบัติ และธรรมาภรณ์ เทศทอง. (2560). การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อยืนยันการออกตรวจของตำรวจสายตรวจ ณ ตำแหน่งจุดแดง แบบออนไลน์. ใน *การประชุมวิชาการระดับนานาชาติและระดับชาติด้านด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และระบบสารสนเทศประยุกต์ และการประชุมวิชาการด้านบริหารธุรกิจ*, ครั้งที่ 11 (น.163). กรุงเทพฯ: วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก.
- [9] Tan, K.C., Lee, L.H. and Ou, K. (2001). Artificial intelligence heuristics in solving vehicle routing problems with time window constraints. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 14(6), 825–837.
- [10] Barrie M. Baker and M.A. Ayechev. (2003). A genetic algorithm for the vehicle routing problem. *Computers & Operations Research*. 30(5), 787–800.
- [11] ชูเดช ประสารวรรณ ปุณณมี สัจจกมล และไอลดา ตริรัตน์ตระกูล. (2561). การประยุกต์ใช้วิธีเชิงพันธุกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดตารางลำดับงานของรถคอนกรีตผสมเสร็จ กรณีศึกษา: บริษัทคอนกรีตผสมเสร็จ. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. 25(2), 203-216.
- [12] Srinivas Nidhra. (2012). Black Box and White Box Testing Techniques - A Literature Review. *International Journal of Embedded Systems and Applications*. 2(2), 29–50.
- [13] วรณิทย ทองอยู่, กริช สมกันธา และวิไลพร กุลตั้งวัฒนา. (2561). ระบบชาญฉลาดวางแผนเส้นทางอัตโนมัติโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมออนไลน์. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*. 28(4), 789-798.