



การตรวจสอบพื้นที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงโดยใช้วิธีการอาณานิคมมด

A Monitoring for High Speed Internet Services Area with Ant Colony Optimization

นันทพร สถาพรจนา (Nunthaporn Sathapornwajana)* และ พุสดี บุญรอด (Pudsadee Boonrawd)*

บทคัดย่อ

อินเทอร์เน็ตความเร็วสูงเป็นบริการที่สามารถรองรับการส่งข้อมูลจำนวนมาก และสื่อสารข้อมูลได้หลายรูปแบบโดยวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อพัฒนาโปรแกรมจำลองการตรวจสอบพื้นที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงโดยใช้วิธีการอาณานิคมมด (Ant Colony Optimization: ACO) สำหรับค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดที่มากกว่าหนึ่งคำตอบ ซึ่งจะทำให้การวิเคราะห์ตำแหน่งจุดเชื่อมต่อสัญญาณที่เหมาะสมต่อสถานที่ติดตั้ง และขอบเขตพื้นที่การให้บริการ โดยแสดงผลข้อมูลผ่านแผนที่กูเกิลแมป พร้อมทั้งรายละเอียดของจุดเชื่อมต่อสัญญาณ จึงได้ทดสอบประสิทธิภาพการตรวจสอบพื้นที่ให้บริการพิจารณาจากตำแหน่งที่จุดเชื่อมต่อสัญญาณอยู่ใกล้สิ่งกีดขวาง ได้แก่ แม่น้ำ ถนนใหญ่ และหมู่บ้าน ผลทดสอบประสิทธิภาพโดยเปรียบเทียบค่าข้อมูลเดิมกับผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมจำลองพบว่า โดยภาพรวมได้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) เท่ากับร้อยละ 84.60 จากผลการวิจัยพบว่าจุดเชื่อมต่อสัญญาณที่มีค่าน้ำหนักของฟีโรโมนมากที่สุดจะเป็นคำตอบที่ดีที่สุด และเรียงลำดับคำตอบจากมากไปน้อย ซึ่งโปรแกรมจำลองสามารถตรวจสอบพื้นที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้สะดวกและง่ายต่อการใช้งานยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: วิธีการอาณานิคมมด อินเทอร์เน็ตความเร็วสูง จุดเชื่อมต่อสัญญาณ ฟีโรโมน

Abstract

Broadband services are capable of sending large amounts of data and provide a variety of ways to communicate over multiple formats. The purpose of this research is to create a

* คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

* Faculty of Information Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok.

simulation program to observe high speed internet serviced areas. This will be achieved by applying Ant Colony Optimization to searches and then analyzing suitable location of access point for installation location and boundary service of each access point. Information will be displayed via Google maps including the detail of each access point. The monitoring service will also consider the locations of access points that are close to the rivers, main streets and villages. The program evaluation was a comparison between values from previous data and results from this newly developed simulator program. From the results, overall accuracy of the developed program equaled 84.60%. In conclusion, this simulator achieved the goal of monitoring high speed internet areas effectively with convenience and ease of use.

Keywords: Ant Colony Optimization, High Speed Internet, Access Point, Pheromone.

1. บทนำ

ในปัจจุบันอินเทอร์เน็ตมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันหลายด้านไม่ว่าจะเป็นด้านการศึกษา ด้านบันเทิง และด้านธุรกิจ เป็นต้น จากข้อมูลสำนักงานสถิติแห่งชาติในช่วงปีพ.ศ. 2554 ถึงพ.ศ. 2558 การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในครัวเรือนไทยพบว่าผู้ใช้อินเทอร์เน็ต 24.6 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 39.9 โดยสถานที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตส่วนใหญ่ใช้งานที่บ้านหรือที่พักอาศัย จากผลการสำรวจจะช่วยให้ภาครัฐและภาคเอกชนนำไปใช้ในการวางแผนให้เหมาะสมต่อการเข้าถึงบริการบรอดแบนด์อินเทอร์เน็ตของผู้ใช้บริการได้อย่างทั่วถึงและรองรับความต้องการของผู้ใช้บริการที่มี

ปริมาณเพิ่มขึ้นในปัจจุบัน

การให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง โดยลูกค้าจะแจ้งข้อมูลสถานที่ติดตั้งให้กับพนักงานผู้ให้บริการ จากนั้นพนักงานผู้ให้บริการจะทำการค้นหาจุดเชื่อมต่อสัญญาณซึ่งอาจเกิดข้อผิดพลาดในการเลือกตำแหน่งจุดเชื่อมต่อสัญญาณที่คลาดเคลื่อนต่อสถานที่ติดตั้ง ซึ่งเกิดจากสิ่งกีดขวางที่ไม่อำนวยความสะดวกสถานที่ติดตั้ง เช่น แม่น้ำ ถนนใหญ่ และหมู่บ้าน เป็นต้น ทำให้ช่างติดตั้งไม่สามารถดำเนินการติดตั้งจุดเชื่อมต่อสัญญาณเข้าสู่บ้านของลูกค้าได้ทันที ดังนั้นช่างติดตั้งจะแจ้งข้อมูลมายังหน่วยงานส่วนกลาง เพื่อทำการตรวจสอบพื้นที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตใหม่อีกครั้ง จึงทำให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินการติดตั้งจุดเชื่อมต่อสัญญาณเข้าสู่บ้านของลูกค้า

จากปัญหาดังกล่าววัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อพัฒนาโปรแกรมจำลองการตรวจสอบพื้นที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงโดยใช้วิธีการอาณานิคมมดที่อาศัยการเลียนแบบพฤติกรรมกรรมการหาอาหารของมดในธรรมชาติ และสามารถวิเคราะห์ค่าน้ำหนักของฟีโรโมนในการค้นหาตำแหน่งจุดเชื่อมต่อสัญญาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งบทความวิจัยนี้แบ่งเนื้อหาหลักออกเป็น 6 ส่วน บทนำ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิธีการดำเนินการวิจัย ผลการดำเนินการวิจัย สรุปผลการวิจัย และเอกสารอ้างอิง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

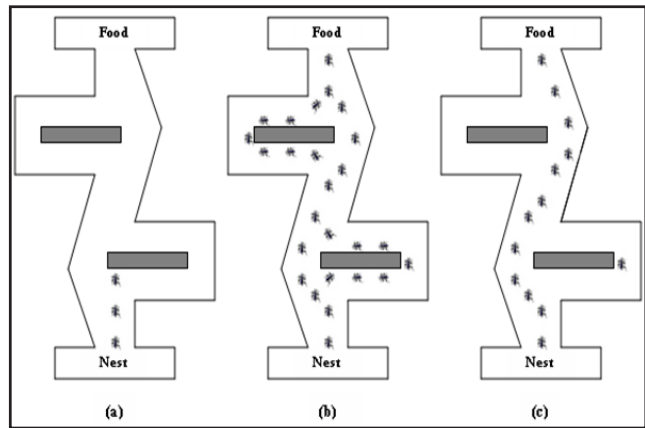
2.1 เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ความเร็วสูง

การสื่อสารข้อมูลความเร็วสูงที่สามารถรองรับการส่งข้อมูลในปริมาณมากผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และนำมาประยุกต์ใช้โดยแบ่งการให้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ความเร็วสูง ออกเป็น 2 บริการหลัก ได้แก่ การให้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ความเร็วสูงผ่านสายทองแดง (Asymmetric Digital Subscribers Line: ADSL) ที่มีอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลไม่เท่ากัน เพราะอัตราการรับข้อมูลมากกว่าอัตราการส่งข้อมูล [1] คุณภาพการรับส่งข้อมูลจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของคู่สาย โดยโครงสร้างพื้นฐานการใช้งานอินเทอร์เน็ต จะทำการรับส่งข้อมูลบนสัญญาณความถี่ที่สูงกว่าความถี่โทรศัพท์ ผ่านทางบริษัทผู้ให้บริการ ซึ่งข้อมูลจะถูกส่งผ่านอุปกรณ์กรองสัญญาณความถี่ที่ติดตั้งอยู่กับสถานที่ติดตั้งของผู้ใช้งาน และการให้บริการอินเทอร์เน็ต

บรอดแบนด์ความเร็วสูงผ่านใยแก้วนำแสง (Fiber to the x: FTTx) สามารถรับส่งข้อมูลที่มีความเร็วและมีประสิทธิภาพ ซึ่งการรับส่งข้อมูลจะผ่านอุปกรณ์แยกแสง (Splitter) อุปกรณ์จะทำการเปลี่ยนสัญญาณแสงจากใยแก้วนำแสงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า และกระจายสัญญาณไปยังสถานที่ติดตั้งของผู้ใช้ปลายทาง [2] เพื่อป้อนให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในการใช้งาน เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ เป็นต้น

2.2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบมด

ระบบมด (Ant System) เป็นพฤติกรรมกรรมการเลียนแบบการหาอาหารของมดในธรรมชาติ [3] โดยมดจะค้นหาเส้นทางจากรังไปยังแหล่งอาหาร และมีสารเคมีที่เรียกว่าฟีโรโมน (Pheromone) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การค้นหาเส้นทางจากรังไปยังแหล่งอาหาร

โดยการเพิ่มปริมาณของฟีโรโมนจะขึ้นอยู่กับระยะทางหรือคุณภาพของผลเฉลย จึงได้ปรับปรุงและพัฒนาระบบมดให้มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีขึ้น เพื่อช่วยลดระยะเวลาการค้นหาคำตอบที่ดีที่สุด ด้วยวิธีการอาณานิคมมด (Ant Colony Optimization) ซึ่งมดตัวก่อนหน้าจะปล่อยฟีโรโมนลงบนพื้น เมื่อมดตัวถัดไปเดินมาพบฟีโรโมนของตัวก่อนหน้าจะทำการปรับปรุงฟีโรโมนลงบนพื้นอีก [3], [4] ซึ่งฟีโรโมนเป็นข้อมูลที่สำคัญในการค้นหาเส้นทาง โดยแบ่งโครงสร้างของวิธีการอาณานิคมมดเป็น 2 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.2.1 กระบวนการกำหนดเส้นทางเดินของมด ในการสร้างเส้นทางเดินมดจะทำการสุ่มเมืองโดยใช้กฎความน่าจะเป็น (Probability) ที่จะเลือกเมืองถัดไป ซึ่งจะนำค่าที่ได้ไปใช้ในการกำหนดเส้นทางไปยังเมืองถัดไป

2.2.2 การเพิ่มร่องรอยของฟีโรโมน เมื่อมดทุกตัวเดินครบทุกเมืองแล้ว จะหาค่าระยะทางทั้งหมดของมดแต่ละ

ตัวได้ ซึ่งจะกำหนดให้แต่ละตัวมีการเพิ่มปริมาณฟีโรโมน (Update pheromone) บนเส้นทาง [5] หลังจากที่ได้เดินทางผ่านเส้นทางนั้นๆ มาพร้อมกับมีการระเหยของฟีโรโมนในทุกๆ เส้นทางด้วย เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการสะสมของฟีโรโมนบนเส้นทางที่มากเกินไป

เมื่อผลเฉลยหรือระยะทั้งหมดของมด ที่ได้เดินทางผ่านเส้นทางนั้นๆ โดยคำนวณได้จากระยะทางระหว่างเมืองไปจนถึงแหล่งอาหาร ซึ่งผลเฉลยที่มีค่าน้ำหนักของฟีโรโมนมากที่สุดจะเป็นคำตอบที่เหมาะสมที่สุด

2.3 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาคำตอบที่ดีที่สุด โดยคณะผู้วิจัยจึงได้ทบทวนตัวอย่างงานวิจัยซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ คือ ในการเปรียบเทียบการค้นหาคำตอบที่ดีที่สุด 3 วิธีการ คือ วิธีการชฟเฟิลฟรอกลีปปิง (Shuffled Frog Leaping Algorithm) ให้กับแต่ละตัวเป็นตัวแทนของผลลัพธ์จะประเมินความแข็งแรงของกบทั้งหมด โดยเรียงลำดับตามความแข็งแรงจากมากไปน้อย และแบ่งเป็นกลุ่มย่อยๆ เรียกว่ามีมีเพล็กซ์ (Memplex) จากผลการศึกษาพบว่าผลเฉลยมีมากกว่าหนึ่งคำตอบ โดยกบที่มีมีเพล็กซ์มากที่สุดจะเป็นคำตอบที่ดีที่สุด ซึ่งวิธีการนี้จะใช้เวลาในการคำนวณค่อนข้างมากในการค้นหาคำตอบ [6] วิธีการ Dijkstra's Algorithm ให้ผลเฉลยการค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดเพียงเส้นทางเดียว ในกรณีเส้นทางที่เลือกเกิดปัญหาไม่สามารถใช้งานได้ จะต้องทำการค้นหาคำตอบใหม่อีกครั้ง ส่งผลให้วิธีการนี้ใช้เวลามากในการค้นหาคำตอบแต่ละครั้ง [7] วิธีการอาณานิคมมดจะให้ผลเฉลยการค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดที่มากกว่าหนึ่งคำตอบ กรณีคำตอบที่เลือกพบปัญหาจะสามารถรู้คำตอบที่เหมาะสมรองตามลำดับ จากผลการศึกษาพบว่าวิธีการอาณานิคมมดมีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ เช่น การปรับปรุงสถานการณ์การจราจรในเมือง โดยนำระบบเส้นทางเดินทางแบบไดนามิกสรวมกับวิธีการอาณานิคมมดซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดระยะเวลาการเดินทางของรถยนต์ได้ดี

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

จากปัญหาการตรวจสอบพื้นที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง ซึ่งอาจพบข้อผิดพลาดในการเลือกตำแหน่งจุดเชื่อมต่อสัญญาณที่ไม่เหมาะสมต่อสถานที่ติดตั้ง คณะผู้วิจัย

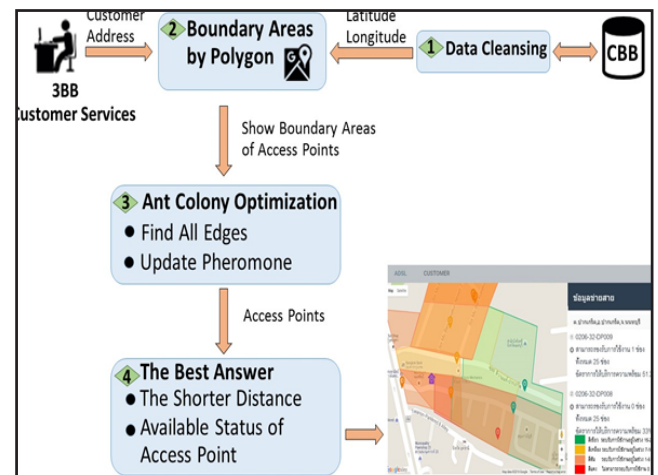
จึงได้นำเสนอการตรวจสอบพื้นที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงโดยใช้วิธีการอาณานิคมมด เพื่อค้นหาตำแหน่งจุดเชื่อมต่อสัญญาณที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมต่อสถานที่ติดตั้งบริการ ซึ่งมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษารวบรวมข้อมูล

งานวิจัยใช้กรณีศึกษาข้อมูลบริษัท ทริปเปิ้ลที บรอดแบนด์ จำกัด (มหาชน) จำนวน 5 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - พ.ศ. 2558 โดยเบื้องต้นทดสอบจากเขตพื้นที่การให้บริการภายในจังหวัดนนทบุรี

3.2 การวิเคราะห์และการออกแบบโปรแกรมจำลอง

คณะผู้วิจัยจึงได้จัดทำกรวิเคราะห์และออกแบบแนวคิดของการวิจัย โดยพนักงานผู้ให้บริการจะทำการกรอกข้อมูลสถานที่ติดตั้ง เพื่อนำข้อมูลมาทำการตรวจสอบพื้นที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดของการวิจัย

การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleansing) เป็นกระบวนการตรวจสอบและแก้ไขรายการข้อมูลที่ไม่ถูกต้องภายในตารางหรือฐานข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลที่น่ามาใช้มีคุณภาพ และเหมาะสมต่อการใช้งาน ซึ่งฐานข้อมูลที่น่ามาใช้จาก (Checking Broadband: CBB) ได้แก่ ข้อมูลของจุดเชื่อมต่อสัญญาณ ละติจูด ลองจิจูด จำนวนช่องสัญญาณที่สามารถให้บริการ และขอบเขตพื้นที่การให้บริการอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

3.2.2 การสร้างขอบเขตพื้นที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงของจุดเชื่อมต่อสัญญาณ ได้ใช้ชุดคำสั่งการสร้างขอบเขตพื้นที่โดยการนำชุดข้อมูล ได้แก่ ละติจูด และ

ลองจิจุด ที่รูปแบบข้อมูลประเภท (JavaScript Object Notation: JSON) เข้าสู่คำสั่งการเรียกใช้ฟังก์ชันการสร้างขอบเขตพื้นที่ (Polygon) ผ่านเว็บเซอร์วิส เพื่อแสดงขอบเขตพื้นที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตของแต่ละจุดเชื่อมต่อสัญญาณ ดังภาพที่ 3

```
<shape ng-repeat="polygonArr in arrPolyContain"
  name="polygon"
  on-click="mouseEvent()"
  stroke-color="#27ae60"
  stroke-opacity="1"
  stroke-weight="2"
  fill-color="#2ecc71"
  fill-opacity="0.3"
  path="{ {polygonArr.arrPoint} }"
</shape>
```

ภาพที่ 3 ตัวอย่างชุดคำสั่งการสร้างขอบเขตพื้นที่ให้บริการ

3.2.3 ซึ่งการประยุกต์ใช้วิธีการอานานิคมมด สำหรับการคำนวณจุดเชื่อมต่อสัญญาณที่เหมาะสมต่อสถานที่ติดตั้ง โดยระยะทางจากสถานที่ติดตั้งไปยังจุดเชื่อมต่อสัญญาณ และจำนวนช่องสัญญาณที่สามารถให้บริการ ซึ่งมีการจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับคำนวณจุดเชื่อมต่อสัญญาณที่เหมาะสมต่อสถานที่ติดตั้ง ดังสมการที่ (1)

$$j = \left\{ \arg \max_j \{ [\tau_{ij}]^\alpha * [n_{ij}]^\beta \} \right\} \text{ ถ้า } q \geq q_0 \quad (1)$$

โดยการเลือกจุดเชื่อมต่อสัญญาณถัดไปจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าถ่วงน้ำหนักของฟีโรโมน (α) และค่าถ่วงน้ำหนักของการสุ่มอย่างมีเหตุผล (β) ถ้า $\alpha = 0$ คือจุดเชื่อมต่อสัญญาณถัดไปมีความเป็นไปได้ที่มีโอกาสเลือกมากกว่าจุดเชื่อมต่อสัญญาณอื่นๆ แต่ถ้า $\alpha > 1$ จะได้ผลเฉลยที่ไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด

เมื่อ q = จำนวนจริงที่ได้จากการสุ่มประชากรที่มีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอในช่วง $[0, 1]$

q_0 = ค่าความจริงสูงสุดที่เกิดขึ้นในช่วง $[0, 1]$

j = ความน่าจะเป็นสูงสุด

τ = ค่าของฟีโรโมน

$\eta = 1/\delta$ = ส่วนกลับของระยะทาง หรือความใกล้เคียง

ระยะทางเมือง i ไป j

δ = ระยะทางระหว่างเมือง i ไป j

α = เลขยกกำลังในการคำนวณผลคูณระหว่างฟีโรโมนกับระยะทาง (ค่าถ่วงน้ำหนักของปริมาณฟีโรโมน)

β = เลขยกกำลังในการคำนวณผลคูณระหว่างฟีโรโมนกับระยะทาง

จากสมการที่ (1) ถ้า q ที่สุ่มมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ q_0 แล้ว มดจะทำการเลือกจุดเชื่อมต่อสัญญาณที่ค่าผลคูณระหว่างฟีโรโมน และระยะทางใกล้เคียงที่สุด เมื่อเดินครบทุกจุดเชื่อมต่อสัญญาณแล้ว เส้นทางที่มีระยะที่สั้นที่สุด จะมีการปล่อยฟีโรโมนซ้ำ เพื่อให้การสร้างเส้นทางชัดเจนยิ่งขึ้น ดังสมการที่ (2)

$$\tau_{ij} = \tau_{ij} + \frac{m}{k} \Delta \tau_{ij}^k, \forall (i,j) \in L \quad (2)$$

เมื่อ τ_{ij}^k ปริมาณของฟีโรโมนที่มดตัวที่ k จะเพิ่มให้กับเส้นทางที่ได้เดินผ่านมาแล้ว โดยที่ปริมาณของฟีโรโมนที่มดตัวที่ k ที่จะเพิ่มให้กับเส้นทางสามารถหาได้ดังสมการที่ (3)

$$\Delta \tau_{ij}^k = \begin{cases} \frac{1}{C^k}, & \text{if } arc(i,j) \text{ belong to } T^k \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

เมื่อ C^k เป็นผลเฉลยหรือระยะทั้งหมดของมดตัวที่ k ได้เดินผ่านเส้นทางนั้นๆ ซึ่งคำนวณได้จากระยะทางระหว่างสถานที่ติดตั้งไปจนถึงจุดเชื่อมต่อสัญญาณ ซึ่ง T^k หากจุดเชื่อมต่อสัญญาณใดที่ไม่มีมดเดินผ่านเส้นทางจะให้ค่าเป็น 0 ซึ่งจากการทดสอบจุดเชื่อมต่อสัญญาณจำนวน 30 จุด ได้ค่าที่เหมาะสมดังนี้ $\alpha = 0.6$, $\beta = 0.4$ และ $q_0 = 1$

3.2.4 การจัดลำดับคำตอบที่ดีที่สุด เป็นการนำผลลัพธ์จากการคำนวณค่าน้ำหนักของฟีโรโมน ปริมาณการรองรับการให้บริการ และระยะทางจากจุดเชื่อมต่อสัญญาณไปยังสถานที่ติดตั้งบริการ โดยนำค่าดังกล่าวมาทำการคำนวณหาอัตราร้อยละของแต่ละจุดเชื่อมต่อสัญญาณ ซึ่งจุดเชื่อมต่อสัญญาณที่มีอัตราร้อยละสูงที่สุดจะเป็นคำตอบที่ดีที่สุด แต่ถ้าพื้นที่ให้บริการมีการทับซ้อนมากกว่าหนึ่งจุดเชื่อมต่อสัญญาณจะทำการเรียงลำดับคำตอบจากมากไปน้อยตามลำดับ

3.3 การพัฒนาโปรแกรมจำลอง

คณะผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมจำลองในรูปแบบแอปพลิเคชัน โดยเลือกใช้โปรแกรม Webstorm 11 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมจำลอง ที่ใช้ภาษาเอชทีเอ็มแอลห้าและ

จาวาสคริปต์ ที่มีการนำเสนอรูปแบบการตรวจสอบพื้นที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงด้วยแผนที่ออนไลน์กูเกิลแม็พผ่านเว็บเซอร์วิส (Google Map API) ซึ่งเรียกใช้ฟังก์ชันการระบุตำแหน่ง (Geolocation) และการสร้างพื้นที่ (Polygon) ส่วนการจัดการฐานข้อมูลใช้ Oracle 11g และมีการจำลองเซิร์ฟเวอร์โดยใช้ Wildfly ซึ่งมีหลักการพัฒนาโปรแกรมจำลองให้สามารถใช้งานได้อย่างง่ายและสะดวก

4. ผลการดำเนินงานการวิจัย

ผลการวิจัยนี้พบว่าการพัฒนาโปรแกรมจำลองการตรวจสอบพื้นที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงโดยใช้วิธีการอาณานิคมด ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังต่อไปนี้

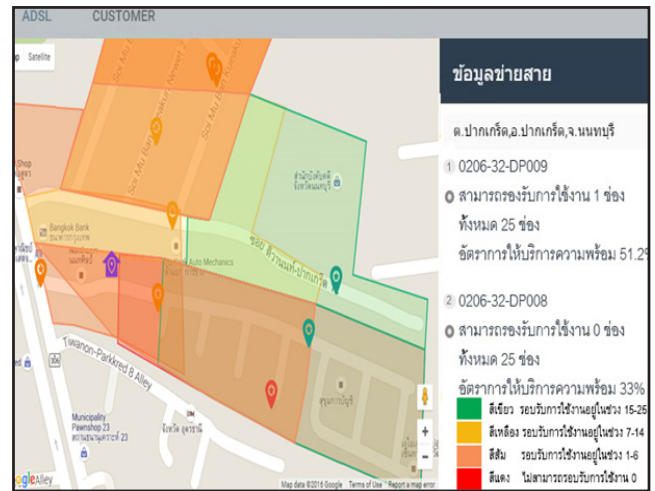
4.1 โปรแกรมจำลองการตรวจสอบพื้นที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง

โปรแกรมจำลองมีการแสดงขอบเขตพื้นที่การให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงของแต่ละจุดเชื่อมต่อสัญญาณ โดยแสดงขอบเขตพื้นที่ที่เป็นสีตามสถานะความพร้อมการแสดงผลที่จุดเชื่อมต่อสัญญาณ พร้อมทั้งแสดงสถานะความพร้อมให้บริการจะแบ่งออกเป็น 4 สีดังนี้ สีแดงคือจุดเชื่อมต่อสัญญาณที่มีสถานะเต็มโดยไม่สามารถรองรับการให้บริการได้ สีส้ม คือจุดเชื่อมต่อสัญญาณที่มีสถานะเกือบเต็ม โดยสามารถรองรับการให้บริการอยู่ในช่วง 1 - 6 จุดเชื่อมต่อสัญญาณ สีเหลือง คือจุดเชื่อมต่อสัญญาณที่มีสถานะปานกลาง โดยสามารถรองรับการให้บริการอยู่ในช่วง 7 - 14 จุดเชื่อมต่อสัญญาณ และสีเขียว คือจุดเชื่อมต่อสัญญาณที่มีสถานะว่าง โดยสามารถรองรับการให้บริการอยู่ในช่วง 15 - 25 จุดเชื่อมต่อสัญญาณ ซึ่งข้อมูลเรียงตามลำดับอัตราความพร้อมการให้บริการของแต่ละจุดเชื่อมต่อสัญญาณ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการให้พนักงานผู้ให้บริการสามารถพิจารณาการเลือกจุดเชื่อมต่อสัญญาณที่เหมาะสมในการติดตั้งอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง ดังภาพที่ 4

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพโปรแกรมจำลอง

การตรวจสอบพื้นที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง จึงได้แก่ปัญหาการตรวจสอบพื้นที่ให้บริการที่สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 ประเภทแม่น้ำ (River) คือ ตำแหน่งที่จุดเชื่อมต่อสัญญาณอยู่ใกล้บริเวณแม่น้ำหรือลำคลอง



ภาพที่ 4 ตัวอย่างหน้าจอโปรแกรมจำลองการตรวจสอบพื้นที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง

ประเภทที่ 2 ประเภทถนนใหญ่ (Highway) คือ ตำแหน่งที่จุดเชื่อมต่อสัญญาณอยู่ใกล้บริเวณถนนใหญ่

ประเภทที่ 3 ประเภทหมู่บ้าน (Village) คือ ตำแหน่งที่จุดเชื่อมต่อสัญญาณอยู่ภายในโครงการหมู่บ้าน

ตารางที่ 1 สรุปนั้รแบ่งตามประเภทจักรยานยนต์ (คัน)

Problem	SAS		CBB		SAS Accuracy (%)	CBB Accuracy (%)
	Path Distance	DP Available	Path Distance	DP Available		
River	99.6	6.7	40.4	224	64.14	90.29
Highway	54.8	8.8	20.2	15	63.12	86.17
Village	86.3	11	55.4	18.4	60.34	77.35
Average Accuracy					65.23	84.60

จากตารางที่ 1 แสดงคำตอบที่ได้จากการค้นหาจุดเชื่อมต่อสัญญาณที่เหมาะสมต่อสถานที่ติดตั้ง ซึ่งใช้กลุ่มตัวอย่างของจำนวนจุดเชื่อมต่อสัญญาณจำนวน 30 จุด โดยแบ่งปัญหาการตรวจสอบพื้นที่ให้บริการ 3 ประเภท ซึ่งกำหนดให้ Path Distance คือระยะทางจากสถานที่ติดตั้งไปยังจุดเชื่อมต่อสัญญาณที่สัดส่วนร้อยละ 60 และ DP Available คือจำนวนช่องสัญญาณที่สามารถให้บริการได้ที่สัดส่วนร้อยละ 40 จากนั้นนำระบบเดิม (SAS) และโปรแกรมจำลอง (CBB) ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพความถูกต้องของตำแหน่งจุดเชื่อมต่อสัญญาณด้วยการคำนวณหาร้อยละความถูกต้องจาก Path Distance และ DP Available พบว่าการใช้งานระบบเดิมมีความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 62.53 และการใช้งาน

โปรแกรมจำลองที่พัฒนามีความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 84.60 ตามลำดับ ซึ่งจากปัญหาสถานที่ติดตั้งบริเวณเดียวกันพบว่าโปรแกรมจำลองที่พัฒนาขึ้นให้ความถูกต้องแม่นยำมากกว่าระบบเดิม

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะของการวิจัย

การตรวจสอบพื้นที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงโดยวิธีการอณานิคมมดมีความเหมาะสมต่อผู้ใช้งาน เนื่องจากการค้นหาจุดเชื่อมต่อสัญญาณที่สามารถรองรับการให้บริการได้จะเป็นผลเฉลยที่ดีที่สุดที่มากกว่าหนึ่งคำตอบ ในกรณีที่พบปัญหาสถานที่ติดตั้งบริการไม่อยู่ในขอบเขตพื้นที่ให้บริการ และจำนวนช่องสัญญาณไม่สามารถให้บริการได้ ซึ่งโปรแกรมจำลองจะแสดงจุดเชื่อมต่อสัญญาณถัดไปที่เหมาะสม โดยพนักงานผู้ให้บริการไม่จำเป็นต้องค้นหาพื้นที่ให้ใหม่ จึงช่วยลดระยะเวลาในการค้นหาพื้นที่ให้บริการ จากผลการทดสอบประสิทธิภาพโปรแกรมจำลองด้วยปัญหาการตรวจสอบพื้นที่ให้บริการ 3 ประเภท พบว่าการใช้งานโปรแกรมจำลองที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 84.60 จากผลการวิจัยนี้พบปัญหาจากการระบุขอบเขตพื้นที่ให้บริการของแต่ละจุดเชื่อมต่อสัญญาณ ผู้ทำการระบุขอบเขตหากขาดความรู้และทักษะในด้านสายอาชีวศึกษาให้เกิดความคลาดเคลื่อนของขอบเขตพื้นที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตและส่งผลให้การเลือกจุดเชื่อมต่อสัญญาณเกิดข้อผิดพลาด ดังนั้นถ้าระบุขอบเขตพื้นที่ให้บริการที่ถูกต้องจะทำให้การตรวจสอบพื้นที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

การวิจัยในอนาคตหากนำวิธีการอณานิคมมดมาประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ ได้อีกหลายด้านเพื่อให้ได้ผลเฉลยในการค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดและคำตอบรองที่เหมาะสมจะทำให้เกิดประโยชน์ต่อการนำไปใช้งานเป็นอย่างมาก รวมถึงการตรวจสอบพื้นที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อสถานที่ติดตั้ง

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] J. M. Cioffi, V. Oksman, J. J. Werner, J. S. Chow, and K. S. Jacobsen. "Very-High-Speed Digital Subscriber Lines." *IEEE Communications Magazine*, pp. 79, April 1999.
- [2] M. M. Al-Quzwini. "Design and Implementation of a Fiber to the Home FTTH Access Network based on GPON." *International Journal of Computer Applications*, Al-Nahrain University Baghdad, pp. 975 – 8887, 2014.
- [3] J. Kponyo, Y. Kuang, and E. Zhang. "Dynamic Travel Path Optimization System Using Ant Colony Optimization." *UKSim-AMSS 16th International Conference on Computer Modelling and Simulation*, pp. 141-146, 2014.
- [4] Y. Li, C. Ban, and R. Li. "Riverview on ant colony optimization algorithms." *World Journal of Engineering*, Vol. 10 Issue 5, pp. 491 – 496, 2013.
- [5] Y. Lu and W. Hu. *A Research on the dynamic routing of Internet of Things Based on Ant Colony Algorithm*. School of Computer and Information Engineering Harbin University of Commerce China, 2013.
- [6] J. Liu and Y. L. "An improved shuffled frog leaping algorithm and its application." *International Conference on Intelligent Systems Research and Mechatronics Engineering*, 2015.
- [7] Y. Y. Gong Jianya. "An Efficient Implementation of Shortest Path Algorithm Based on Dijkstra Algorithm." *Journal of Wuhan Technical University of Surveying and Mapping*, pp. 208, 1999.