การพัฒนาระบบนำทางเพื่อช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเลือกซื้อสินค้าในห้างสรรพสินค้าด้วยอาร์เอฟไอดี

ว่าที่ ร.ต.กฤษฎา บุญมีวิเศษ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF A MERCHANDISE SELECTION GUIDANCE SYSTEM FOR HELPING VISUAL DISABILITY PERSON IN A DEPARTMENT STORE USING RFID

Mr.Kritsada Boonmeewised

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Computer Engineering

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบนำทางเพื่อช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเลือกซื้อสินค้าในห้างสรรพสินค้าด้วยอาร์เอฟไอดี
โดย	ว่าที่ ร.ต. กฤษฎา บุญมีวิเศษ
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ทองทักษ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สาธิต วงศ์ประทีป)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ทองทักษ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร.วิเชียร เกตุสิงห์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กฤษฎา บุญมีวิเศษ : การพัฒนาระบบนำทางเพื่อช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเลือกซื้อสินค้าในห้างสรรพสินค้าด้วยอาร์เอฟไอดี. (DEVELOPMENT OF A MERCHANDISE SELECTION GUIDANCE SYSTEM FOR HELPING VISUAL DISABILITY PERSON IN A DEPARTMENT STORE USING RFID) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ.ดร. อาทิตย์ ทองทักษ์, 123 หน้า.

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นการพัฒนาโปรแกรมช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเลือกซื้อสินค้าบนห้างสรรพสินค้าโดยการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการเดินเลือกซื้อสินค้าโดยใช้ ANT Algorithm ซึ่งเป็น Algorithm แบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ที่มีแนวคิดจากพฤติกรรมวิธีการหาอาหารของมด นำมาใช้ในการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดจากจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางที่ต้องการ ในส่วนของโปรแกรมจะใช้ ANT Algorithm ที่ทำงานแบบ Multithreads ในการคำนวณหาเส้นทางและนำมาแสดงผลเป็นเส้นทางบนแผนที่

ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีต่างๆ เกิดขึ้นมากมายซึ่งโทรศัพท์มือถือได้เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่มีความก้าวหน้าจากโทรศัพท์ธรรมดาปัจจุบันกลายเป็นพีดีเอ(PDA) นอกจากยังมีในส่วนของเทคโนโลยี RFID (Radio Frequency Identification) ที่มีการนำมาใช้มากขึ้นในปัจจุบัน โดยในประเทศไทยมีผู้พิการทางสายตาอยู่ประมาณ 1.2 ล้านคน ทั่วประเทศ แต่เทคโนโลยีต่างๆ ที่มีนั้นกลับไม่ได้ถูกนำมาใช้เพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้พิการทางสายตางานวิจัยจึงได้นำเทคโนโลยีของพีดีเอ มาใช้ร่วมกับเทคโนโลยีของ RFID เพื่อช่วยผู้พิการทางสายตาในการเลือกซื้อสินค้าเพื่อให้คุณภาพชีวิตของผู้พิการทางสายตาได้ทัดเทียมกับบุคคลทั่วไปในสังคม

การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) ให้อยู่ในรูปแบบการสื่อสารด้วยเสียงในการระบุทิศทางและตำแหน่งให้กับผู้พิการทางสายตาทราบว่า ณ.ปัจจุบันผู้พิการทางสายตากำลังเข้าใกล้ชั้นวางของกลุ่มสินค้าอะไร ประกอบไปด้วยการทำงานที่สำคัญคือ การระบุกลุ่มสินค้าและการนำทางที่สั้นที่สุดให้กับผู้พิการทางสายตา โดยการจากทดสอบการทำงานต่างๆ ของแอพพลิเคชั่น จากผู้เข้าทดสอบจำนวน 10 คน พบว่าส่วนการระบุตำแหน่งชั้นวางสินค้าและระบุทิศทางสามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้ออกแบบไว้ในงานวิจัย ส่วนการทำงานในส่วนอื่นๆ สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง จากการทดสอบของกลุ่มบุคคลที่พิการทางสายตาและกลุ่มบุคคลที่ตาบอด สามารถสรุปผลการประเมินหาคุณภาพของระบบช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเลือกซื้อสินค้าได้ โดยระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ระดับ มาก

ภาควิชา .....วิศวกรรมคอมพิวเตอร์..... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมคอมพิวเตอร์.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา ..... 2552.....

4970212121: MAJOR COMPUTER ENGINEERING

KEYWORDS: VISUAL DISABILITY / MERCHANDISE / RFID

KRITSADA BOONMEEWISED: DEVELOPMENT OF A MERCHANDISE SELECTION GUIDANCE SYSTEM FOR HELPING VISUAL DISABILITY PERSON IN DEPARTMENT STORE USING RFID.THESIS ADVISOR: ASST. PROF. ARTHIT THONGTAK, D.ENG.123 pp.

This thesis aims at developing a program to assist the visually handicapped in their selection and purchase of goods at a department store. For their selection and purchase, shortest route was to be found. For this, artificial intelligence ANT Algorithm that learns from ant's food finding behavior was used. It was used to find the shortest route between the starting point to the desired ending point. Concerning the program, to calculate and find a route and to show the result as a route on the map, the ANT algorithm that works in a multithreads manner was used.

At present, there are so many technologies. Mobile phone is an advanced one. Ordinary phone has been developed into a PAD. Besides, there is also RFID (Radio Frequency Identification) technology that is currently more in use. In Thailand, there are approx. 1.2 million visually handicapped. Therefore, this research used PDA technology together with RFID technology to help the visually handicapped in their purchase of goods. This is to equalize the quality of life of the visually handicapped with that of general people in society.

The user interface was designed to be in a form of vocal communication that notified the visually handicapped the direction and position at which they were currently approaching the shelf of a certain kind of goods. This includes an important operation i.e. specification of categories of goods and shortest route for the visually handicapped. A test was made on 10 visually handicapped on different operations of the application. It was found out that the part that specified the position of the shelf of goods and specification of the direction could work in line with the objectives that had been designed for in the research. As for other parts, they could work in an accurate manner. From the test made on the visually handicapped and the blind, it was concluded that, concerning an assessment of the quality of the supportive system for the visually handicapped in their selection and purchase of goods, a "high" level of satisfaction was achieved.

Department: Computer Engineering Student's Signature:.....

Field of Study: Computer Engineering Advisor's Signature:.....

Academic Year: 2009

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ดีจากความกรุณาและความช่วยเหลือของคณาจารย์ทุกๆ ท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผศ.บุญชัย โสวรรณวณิชกุล และ ผศ.ดร อาทิตย์ ทองทักษ์ ซึ่งนอกจากได้ให้ความเมตตามาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และยังได้เสียสละเวลาเพื่อให้คำแนะนำพร้อมดูแลเอาใจใส่ดูแลให้แง่คิด ทั้งในการใช้ชีวิตและการทำวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ. ที่นี้

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สาธิต วงศ์ประทีป ประธานสอบวิทยานิพนธ์ และกรรมสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เศรษฐา ปานงาม, อาจารย์ ดร. วิเชียร เกตุสิงห์ ที่ให้ความกรุณาในการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของงานวิจัย รวมทั้งผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจสอบและให้คำแนะนำให้กับข้าพเจ้า

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณคณะครูผู้สอนตั้งแต่ ระดับอนุบาล - ปริญญาโท ทุกท่านที่ให้ความรู้แก่ข้าพเจ้า ช่วยชี้แนะและความช่วยเหลือในหลายสิ่งหลายอย่างจนกระทั่งลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ข้าพเจ้ากราบขอบพระคุณ พ่อทองชิตและแม่ประกาย บุญมีวิเศษ ที่เป็นบุพการีที่ข้าพพระเจ้าเคารพเป็นอย่างสูงผู้ซึ่งให้ทุกสิ่งทุกอย่างกับข้าพเจ้าในครั้งนี้ และที่ลืมไม่ได้เลยคือ อาจารย์ทองเกณฑ์ และผอ.ยุทธศาสตร์ สุทธิอาจ ผู้อำนวยการระดับ 9 ที่คอยเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าเสมอมา

ข้าพเจ้าขอขอบคุณเพื่อนๆและพี่ ๆ ภายในห้องปฏิบัติการ (DSEL) ที่คอยถามไถ่ด้วยความห่วงใยว่าเมื่อไหร่จะสำเร็จการศึกษา

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ นางสาวปิยนุช ธีระนุกูล ซึ่งคอยให้กำลังใจตลอดในเวลาที่ข้าพเจ้าถ้อถอยและแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อตัวข้าพเจ้าเสมอมา

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ รวมไปถึงเจ้าหน้าที่ภายในโดยเฉพาะเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ได้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ สถานที่และให้โอกาสในการศึกษาของข้าพเจ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญ.....ช
สารบัญตาราง.....ฎ
สารบัญภาพ.....ฐ
บทที่
1.บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 แนวทางการทำวิจัย.....3
1.3 วัตถุประสงค์ของการทำวิจัย.....3
1.4 ขอบเขตของการทำวิจัย.....3
1.5 ขั้นตอนการทำวิจัย.....4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....4
1.7 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย.....5
1.8 ผลงานที่ตีพิมพ์จากงานวิจัย.....5
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....6
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....6
2.1.1 ระบบบ่งชี้อัตโนมัติ (Auto-ID).....6
2.1.2 อาร์เอฟไอดี (RFID).....8
2.1.2.1 ประเภทของ RFID Tag.....8
2.1.2.2 องค์ประกอบของระบบ RFID.....9
2.1.2.3 เครื่องอ่านและเขียนอาร์เอฟไอดี (RFID Reader/Writer).....9
2.1.2.4 ลักษณะการทำงานของระบบ RFID.....10
2.1.3 Text-to-Speech Synthesis (การสังเคราะห์เสียงพูด).....11
2.1.3.1 ส่วนการวิเคราะห์ข้อความ (Text Analysis).....12
2.1.3.2 ส่วนการวิเคราะห์สัทสัมพันธ์ (Prosody Analysis).....13

บทที่ หน้า

2.1.4.3 ส่วนของการสังเคราะห์เสียง (Speech Synthesis) 14
2.1.4 เทคโนโลยีที่เกี่ยวกับระบบ Navigation System for the Blind..... 15
2.1.5 Ant Algorithm 16
2.1.5.1 กรณีศึกษาการคำนวณ Ant Algorithm..... 17
2.1.5.2 การกำหนดค่าของตัวแปร..... 19
2.1.6 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีต่างๆ กับระบบ RFID ที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบช่วยเหลือผู้พิการในปัจุบัน 20
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 22
2.2.1 งานวิจัยที่นำเสนอแนวคิดระบบช่วยเหลือลูกค้าในการซื้อของในห้างสรรพสินค้า 22
2.2.2 งานวิจัยที่นำเสนอระบบช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเดินไปยังจุดที่ต้องการโดยใช้เทคโนโลยี GPS ในการนำทาง.....22
2.2.3 งานวิจัยที่นำเสนอการนำโทรศัพท์มือถือมาทำงานร่วมกับอาร์เอฟไอดีเพื่องานทางด้านร้านค้า 23
2.2.4 งานวิจัยที่นำเสนอการนำอุปกรณ์อ่านรหัสต่างๆ เช่น อาร์เอฟไอดี รหัสแท่งและรหัสแท่งสองมิติมาใช้งานบนโทรศัพท์มือถือ..... 23
2.2.5 งานวิจัยที่นำเสนอเกี่ยวกับการให้ความช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเดินทางไปยังแต่ละสถานีของขนส่งมวลชน 23
2.2.6 งานวิจัยที่นำเสนอเกี่ยวกับการนำหุ่นยนต์เพื่อให้มาช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา 24
2.2.7 งานวิจัยที่นำเสนอเกี่ยวกับระบบนำทางเพื่อช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเดินภายในตัวอาคาร..... 24
3. การวิเคราะห์และการออกแบบ..... 26
3.1 การวิเคราะห์และการออกแบบการทำงานของระบบ 26
3.1.1 ส่วนของการแสดงข้อความเสียง 28
3.1.2 โครงสร้างภายในส่วนการแสดงข้อความเสียง..... 29
3.1.3 ส่วนการติดต่อผู้ใช้งาน (User Interface)..... 30
3.2 โครงสร้างและขั้นตอนการทำงานของระบบส่วนของซอร์ฟแวร์ 33

บทที่ หน้า

3.2.1 ส่วนวิเคราะห์ข้อมูลการแสดงผล 33
3.2.2 ส่วนของ Stage Application on Mobile 34
3.2.3 ส่วนของการวิเคราะห์เพื่อการระบุตำแหน่ง 35
3.2.4 ส่วนของการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด 38
3.3. Use Case Diagrams 40
3.3.1 Use Case Diagrams ส่วนของ Guidance Systems 40
3.3.2 Use Case Diagrams ส่วนของ PDA 45
3.3.3 ระบบฐานข้อมูล 50
4. การพัฒนาระบบ 52
4.1 Requirement Systems ของการพัฒนาระบบ 52
4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบที่นำมาใช้ในงานวิจัย 52
4.2.1 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 52
4.2.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 54
4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบที่นำมาใช้ในงานวิจัย 54
4.3.1 การพัฒนาต้นแบบของระบบ (System Prototype) 54
4.3.2 การพัฒนาโปรแกรม 55
4.3.2 Class Diagrams Ant Algorithms 67
5. การทดลองและผลการทำงานของระบบ 70
5.1 การทดสอบและผลการทำงานของระบบในการเลือกซื้อสินค้าของผู้พิการ 70
5.1.1 การทดสอบการบอกตำแหน่งและทิศทางของชั้นวางสินค้า 71
5.1.2 ผลการทดสอบการนำทางเส้นทางที่สั้นที่สุด 76
5.1.3 การประเมินผลการทำงานของระบบ 79
5.2 ผลการทดลองเพื่อหาค่าของตัวแปรของ Algorithm ที่ใช้การค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด .. 83
5.2.1 วิธีทำการทดลองและบันทึกผลหาค่าตัวแปรที่เหมาะสม 83
5.2.2 การทดลองเพื่อหาค่า Max Ant 84
5.2.3 การทดลองค่า Max Tour 87
5.2.4 การทดลองหาค่า Alpha และ Beta 89

บทที่ หน้า

5.2.5 การทดลองหาค่า Rho 92
5.2.6 วิเคราะห์ผลการทดลอง 95
5.3 สรุปผลการทดลอง 96
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 97
6.1 บทสรุป 97
6.2 ปัญหาที่พบในงานวิจัย 98
6.3 ปัญหาที่พบในการศึกษาทดลองการค้นหาเส้นทางบนแผนที่โดยใช้ Ant Algorithm 98
6.4 แนวทางในการพัฒนาต่อและข้อเสนอแนะ 99
6.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำวิจัย 99
รายการอ้างอิง 100
ภาคผนวก 103
ภาคผนวก ก 104
การใช้โปรแกรมและตัวอย่างการค้นหาเส้นทาง 104
ภาคผนวก ข 108
หลักการทำงานของ Ant Algorithm 108
ภาคผนวก ค 112
ส่วนรายละเอียดเพิ่มเติมส่วนประกอบภายในแต่ละ Class Ant Algorithm 112
ภาคผนวก ง 120
Personal-Information 120
ภาคผนวก จ 121
ตัวอย่างแบบสอบถามสำหรับผู้เข้าทดสอบการเลือกซื้อสินค้า 121
ภาคผนวก ฉ 122
ตัวอย่างชั้นวางสินค้าบนแผนที่ที่ใช้สำหรับผู้เข้าทดสอบระบบ 122
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 123

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

2.1 แสดงตารางย่านความถี่ต่างๆ ของระบบอาร์เอฟไอดีและการใช้งาน 11

2.2 แสดงตารางเปรียบเทียบเทคโนโลยีที่นำมาใช้กับระบบนำทางคนตาบอด 15

2.3 แสดงตารางค่าความสัมพันธ์ของ α และ β 19

2.4 แสดงตารางการเปรียบเทียบข้อแตกต่างของเทคโนโลยีในแต่ละระบบรายการ 19

3.1 แสดงรายละเอียดประกอบยูสเคส Register 40

3.2 แสดงรายละเอียดประกอบยูสเคส Shortest Path Search 41

3.3 แสดงรายละเอียดประกอบยูสเคส Add Position 43

3.4 แสดงรายละเอียดประกอบยูสเคส Search Position 43

3.5 แสดงรายละเอียดประกอบยูสเคส Load Map 45

3.6 แสดงรายละเอียดประกอบยูสเคส Guidance 46

3.7 แสดงรายละเอียดประกอบยูสเคส Voice Massage 48

3.8 แสดงรายละเอียดประกอบยูสเคส Path Detail 48

3.9 แสดงตารางที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับ RFID Tag 50

3.10 แสดงตารางที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับรหัสของชั้นวางสินค้า 50

3.11 แสดงตารางที่เก็บรายการเส้นทางบนแผนที่ 51

3.12 แสดงตารางที่เก็บข้อมูลของกลุ่มสินค้า 51

3.13 แสดงตารางฐานข้อมูลโหนดเส้นทางบนแผนที่ 51

5.1 การทดสอบกับผู้พิการทางสายตา โดยกำหนดให้พื้นที่การทดสอบจำลองการทดสอบจากแผนที่จริง 72

5.2 การทดสอบระบบเสียงกับผู้พิการทางสายตา จำนวน 5 คน 73

5.3 ผลการทดสอบค่าระยะห่างระหว่างผู้เข้าทดสอบกับชั้นวางสินค้า 74

ตาราง หน้า

5.4 การทดสอบการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด โดยกำหนดให้พื้นที่การทดสอบจำลองการทดสอบจากแผนที่จริง 77
5.5 แสดงตารางเกณฑ์การให้คะแนนของการประเมินผล 78
5.6 แสดงการประเมินผลและระดับความพึงพอใจของผู้เข้าทดสอบ 79
5.7 ผลการทดลองค่า Max Ant ครั้งที่ 1 85
5.8 ผลการทดลองค่า Max Ant ครั้งที่ 2 86
5.9 ผลการทดลองค่า Max Tour 87
5.10 แสดงผลการทดลองค่า Alpha และ Beta ครั้งที่ 1 89
5.11 แสดงผลการทดลองค่า Alpha และ Beta ครั้งที่ 2 91
5.12 ผลการทดลองการหาค่าของ Rho 92
5.13 ผลการทดลองการหาค่าของ Rho ครั้งที่ 2 94
5.14 แสดงค่าตัวแปรที่เหมาะสมในการใช้งาน 96

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

2.1 แสดงตัวอย่าง Auto-ID ในแต่ละประเภท 6
2.2 แสดงเทคโนโลยีระบบบ่งชี้อัตโนมัติในระบบปัจจุบัน..... 7
2.3 แสดงโครงสร้างของระบบการสังเคราะห์เสียง 12
2.4 แสดงเส้นทางและความเป็นไปได้ของ Ant Algorithm..... 27
2.5 แสดงระบบช่วยเหลือลูกค้าในการซื้อสินค้าในห้างสรรพสินค้า..... 22
2.6 แสดง RoboCart ที่ช่วยนำทางให้กับผู้พิการทางสายตา..... 24
2.7 แสดงการวางตำแหน่งของ RFID Tag เพื่อใช้นำทางผู้พิการทางสายตา..... 25
3.1 แสดงองค์ประกอบต่างๆ ของระบบ..... 26
3.2 แสดงภาพรวมการทำงานทั้งหมดของระบบ..... 27
3.3 แสดง Layout ของชั้นวางกลุ่มสินค้าที่ใช้เป็นต้นแบบในการทดสอบ..... 28
3.4 แสดงการ Mapping Actions ระหว่าง User กับ Guidance..... 31
3.5 แสดงโฟลว์ชาร์ตขั้นตอนการติดต่อระหว่าง RFID Reader กับ RFID Tag 32
3.6 แสดงโครงสร้างและขั้นการทำงานส่วนของซอร์ฟแวร์..... 33
3.7 แสดง Stage Application on Mobile ในการทำงานบนเครื่องพีดีเอ 34
3.8 แสดงขั้นตอนการทำงานของการระบุตำแหน่ง..... 35
3.9 แสดงโฟลว์ชาร์ตขั้นตอนการเลือกทิศทางในการระบุกลุ่มสินค้า..... 36
3.10 แสดงแผนที่แบบคอมพิวเตอร์กราฟฟิกเพื่อการแสดงผลบนโปรแกรม 38
3.11 แสดงขั้นตอนการกำหนดเส้นทางที่สั้นที่สุดให้กับผู้พิการทางสายตา 39
3.12 แสดง Use Case Diagrams ส่วนของ Guidance Systems 40
3.13 แผนภาพแอคทิวิตีแสดงกระบวนการสร้างเส้นทางบนแผนที่ของชั้นวางสินค้า 41
3.14 แผนภาพแอคทิวิตีแสดงกระบวนการการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด..... 42

ภาพประกอบ หน้า

3.15 แผนภาพแอคทิวิตีแสดงกระบวนการในการเพิ่มชั้นวางสินค้า 44

3.16 แผนภาพแอคทิวิตีแสดงกระบวนการค้นหาตำแหน่งของชั้นวางสินค้า 45

3.17 แสดง Use Case Diagrams ส่วนของ PDA 45

3.18 แผนภาพแอคทิวิตีแสดงกระบวนการเรียกใช้งานบนตารางแผนที่ของชั้นวางสินค้า 47

3.19 แผนภาพแอคทิวิตีแสดงขั้นตอนการนำทางผ่านตัวพีดีเอ 47

3.20 แผนภาพแอคทิวิตีแสดงกระบวนการส่งข้อความเสียง 49

3.21 แผนภาพแอคทิวิตีแสดงกระบวนการแสดงรายละเอียดในแต่ละเส้นทาง 50

4.1 แสดงต้นแบบของระบบ (System Prototype) 54

4.2 แสดง User Interface ของโปรแกรมบนตัว PDA 55

4.3 แสดงขั้นตอนการระบุตำแหน่งและทิศทางกลุ่มสินค้าให้กับผู้พิการทางสายตา 56

4.4 แสดงขั้นตอนการทำงานของฟังก์ชั่น Tracking Current Position 57

4.5 แสดงโครงสร้างส่วนการพัฒนาซอฟต์แวร์ 58

4.6 แสดง Sequence Diagram ของการค้นหากลุ่มสินค้าและเส้นทางที่สั้นที่สุด 63

4.7 แสดงขั้นตอนการทำงานของ Ant Algorithm 64

4.8 หน้าจอแสดงผลการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด 65

4.9 แสดงผลการคำนวณการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด 67

4.10 แสดง Class Map Application 68

4.11 แสดง Class Ant Algorithms 69

5.1 แสดงการทดสอบการแสดงผลการค้นหากลุ่มสินค้าบนชั้นวางสินค้า 70

5.2 แสดงผลการทดสอบการระบุชื่อกลุ่มสินค้า 71

5.3 แสดง Interface การทดสอบระบบเสียงนำทางบนตัว PDA 73

5.4 แสดงระยะห่างการรับ-ส่ง ข้อมูลระหว่างชั้นสินค้ากับผู้พิการทางสายตา 74

5.5 แสดงผลค่าความเหมาะสมจากระยะห่างจากชั้นวางสินค้ากับผู้พิการ 76

ภาพประกอบ หน้า

5.6 แสดงการบันทึกรายการสินค้าลงบนตัว PDA เพื่อใช้ในการนำทาง 77

5.7 แสดงการทำงานในส่วนนำทางที่สั้นที่สุดจากจุดต้นไปยังจุดปลายทาง 78

5.8 แสดงการเตือนผู้พิการทางสายตาให้เดินย้อนกลับไปยังจุดที่ผ่านมา 79

5.9 แสดงคะแนนระดับความพึงพอใจของกลุ่มบุคคลที่พิการทางสายตา 82

5.10 แสดงคะแนนระดับความพึงพอใจของกลุ่มบุคคลที่ตาบอด..... 82

5.11 แสดงจุดที่กำหนดไว้บนแผนที่ของชั้นวางสินค้าที่ใช้ในการทดลอง 84

5.12 แสดงระยะทางที่ได้จาก Ant Tour 88

5.13 แสดงระยะทางเส้นทางที่สั้นที่สุดของค่า Alpha=0.5,Beta=5 และ Alpha=1,Beta=2 90

5.14 แสดงระยะทางเส้นทางที่สั้นที่สุดของค่า Alpha=1,Beta=1และ Alpha=1,Beta=5 90

5.15 แสดงระยะทางเส้นทางที่สั้นที่สุด Alpha=0.5, Beta=5 และ Alpha=1, Beta=2 91

5.16 แสดงระยะทางเส้นทางที่สั้นที่สุด Alpha=1, Beta=1และ Alpha=1, Beta=5 91

5.17 แสดงผลการทดลองค่า Rho = 0.1 - 0.3 (การทดลองครั้งที่ 1) 93

5.18 แสดงผลการทดลองค่า Rho = 0.4 - 0.6 (การทดลองครั้งที่ 1) 93

5.19 แสดงผลการทดลองค่า Rho = 0.7 - 0.9 (การทดลองครั้งที่ 1) 93

5.20 แสดงผลการทดลองค่า Rho = 0.1 - 0.3 (การทดลองครั้งที่ 2) 94

5.21 แสดงผลการทดลองค่า Rho = 0.4 - 0.6 (การทดลองครั้งที่ 2) 95

5.22 แสดงผลการทดลองค่า Rho = 0.7 - 0.9 (การทดลองครั้งที่ 2) 95

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสังคมปัจจุบันผู้พิการทางสายตาเป็นส่วนหนึ่งที่อยู่ในสังคมเดียวกันกับคนปกติซึ่งความเสียเปรียบของผู้พิการทางสายตาคือ การที่ผู้พิการทางสายตาไม่สามารถปฏิบัติงานหรือทำกิจกรรมต่างๆ ได้ดังคนปกติซึ่งเป็นต้นเหตุของปัญหาโดยปัญหาหลักในลำดับต้นๆ ที่เกิดขึ้นในการดำเนินชีวิตประจำวันในสังคมของผู้พิการทางสายตานั้นจะมีปัญหาเรื่องการเดินทาง ปัจจุบันระบบนำทางผู้พิการทางสายตายังไม่มีการนำมาใช้ในประเทศไทยอย่างเด่นชัด เป็นเพียงการทดลองในระดับงานวิจัยเท่านั้น [1] ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองต่างๆ ที่ได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับระบบนำทางผู้พิการทางสายตาจากการศึกษาพบว่ายังมีคุณสมบัติไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ได้จริง เนื่องมาจากปัจจัยหลายๆ ด้านทั้งตัวอุปกรณ์ต่างๆ และราคาที่ยังไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้งานหรือเป็นข้อจำกัดเฉพาะกล่าวคือบางระบบบางอุปกรณ์จะทำงานได้ดีในที่กลางแจ้งหรือทำงานได้เฉพาะภายในตัวอาคาร [2] เป็นต้น

ซึ่งประเด็นที่ผู้ทำวิจัยให้ความสนใจคือการเลือกซื้อสินค้าของผู้พิการทางสายตาในห้างสรรพสินค้า จากการเก็บข้อมูลของผู้ทำวิจัยประการแรกเมื่อผู้พิการทางสายตาเข้ามาในห้างสรรพสินค้าแล้วจะทราบได้อย่างไรว่าตำแหน่งหรือจุดของสินค้าที่ต้องการอยู่ที่จุดไหนบนห้างสรรพสินค้า ประการที่สองเมื่อผู้พิการทางสายตาทราบถึงจุดที่ต้องการจะไปแล้วผู้พิการทางสายตาจะสามารถไปยังจุดที่มีกลุ่มสินค้าที่ต้องการได้อย่างไรโดยที่ไม่ต้องมีผู้นำทางไป ประการที่สามเมื่อผู้พิการทางสายตาต้องการจะทราบว่าผู้พิการถึงตำแหน่งหรือจุดของสินค้าที่ต้องการแล้วจะทราบได้อย่างไรโดยไม่มีผู้บอกว่าถึงจุดหรือสินค้าที่ต้องการแล้ว จากปัญหาดังกล่าวจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาระบบเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นให้กับผู้พิการทางสายตาเพื่อให้ผู้พิการทางสายตาสามารถเลือกซื้อสินค้าในห้างสรรพสินค้าได้ด้วยตัวเอง โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งผู้นำทางจึงได้มีแนวความคิดที่ทำวิจัยและพัฒนาระบบที่จะช่วยนำทางให้กับผู้พิการทางสายตาในการเลือกซื้อสินค้า โดยได้นิยามคำว่าระบบนำทางผู้พิการทางสายตาคือ ระบบใดๆ ที่สามารถช่วยนำทางให้กับผู้พิการทางสายตาหรือช่วยให้ผู้พิการทางสายตาเดินไปยังจุดและทิศทางที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง ซึ่งในอดีตสิ่งที่ช่วยนำทางให้กับผู้พิการทางสายตานั้นส่วนใหญ่จะใช้ไม้เท้าในการตรวจหาสิ่งกีดขวางต่างๆ ที่อยู่ระหว่างทางที่เดินไปและใช้สุนัขช่วยในการนำทางให้ไปถึงยังจุดหมาย ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านสารสนเทศและเทคโนโลยีทางด้านอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ได้รับการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ถ้านำเทคโนโลยีที่ทันสมัยเหล่านั้นมาใช้ในการพัฒนาระบบที่ต้องการจะทำให้

สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและความสะดวกให้กับผู้พิการทางสายตาได้มากยิ่งขึ้น ดังจะเห็นได้ว่าในหลายๆ ประเทศรัฐบาลได้จัดตั้งองค์กรขึ้นมาเพื่อให้การสนับสนุนทุนในการวิจัยและพัฒนาในระบบต่างๆ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้กับคนพิการ ยกตัวอย่างในประเทศไทยคือ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการ[3] เป็นต้น

ระบบนำทางสำหรับผู้พิการทางสายตาเป็นระบบหนึ่งที่ได้รับความสนใจที่ทำการวิจัยและพัฒนาเพื่อเลือกหาเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาใช้ในงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งในต่างประเทศงานวิจัยต่างๆ ได้รับการพัฒนาทดลองและนำไปใช้ได้จริงมีอยู่หลายประเทศ[4] สำหรับประเทศไทยถึงจะมีการสนับสนุนในการวิจัยแต่อยู่ในช่วงของการทดลอง[5] จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นเท่าที่ได้ศึกษางานวิจัยทางด้านระบบนำทางต่างๆ ที่เกี่ยวกับการให้ความช่วยเหลือกับผู้พิการทางสายตา ยังไม่มีงานวิจัยใดที่นำมาพัฒนาที่ใช้งานบนห้างสรรพสินค้า[6] โดยปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการใช้งานในระบบว่ามีประสิทธิภาพในการใช้งานได้ดีหรือไม่ ขึ้นอยู่กับเทคนิคที่นำมาใช้ของผู้ทำวิจัยและผู้ใช้ในระบบว่ามีความเข้าใจในระบบมากน้อยเท่าไร จึงเป็นเรื่องที่ไม่ง่ายที่จะออกแบบและพัฒนาระบบที่เป็นต้นแบบขึ้นมาให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ ถ้ามองในแง่ของระบบที่ได้มีการออกแบบมาให้มีประสิทธิภาพดีเยี่ยมแต่มีลักษณะรูปแบบของการใช้งานที่ยาก โดยทั่วไปปัญหาที่เกิดจากการใช้งานเช่น การติดต่อกับระบบหรืออุปกรณ์ทำได้ยากหรือไม่สามารถนำติดตัวและนำไปในสถานที่ต่างๆ ได้อย่างสะดวก ซึ่งปัญหาหลักๆ จากการรวบรวมข้อมูลของผู้พิการทางสายตาที่เป็นปัญหาอันเนื่องมากจากการที่เขามองไม่เห็นคือ

- ผู้พิการทางสายตาจะทราบได้อย่างไรว่า ณ.ปัจุบันเขาอยู่ที่จุดไหนของพื้นที่นั้นๆ
- ผู้พิการทางสายตาจะไปถึงยังจุดของกลุ่มสินค้าได้อย่างไร
- ผู้พิการทางสายตาจะทราบได้อย่างไรว่าตอนนี้ถึงจุดของกลุ่มสินค้าที่ต้องการแล้ว

ดังนั้นจากเหตุผลข้างต้นจึงเป็นเรื่องที่ผู้ทำวิจัยได้มองเห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นโดยในงานวิจัยเป็นการพัฒนาระบบเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้พิการทางสายตาด้วยการบอกตำแหน่งของวัตถุหรือกลุ่มสินค้าและทิศทางที่ผู้พิการทางสายตาให้สามารถเดินต่อไปได้รวมถึงเส้นทางที่สั้นที่สุดและเลือกสินค้าได้อย่างถูกต้อง จากการสำรวจห้างสรรพสินค้าในประเทศไทยยังไม่มีระบบที่คอยให้ความช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาเลย ในงานวิจัยนี้จะนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีเข้ามาช่วยโดยอาศัยหลักการการส่งข้อมูลกับชั้นวางสินค้าที่มีชื่อเรียกว่า ทรานสพอนเดอร์ (Transponder, Transmitter & Responder) หรือที่เรียกกันโดยทั่ว ไปว่า แท็ก (Tag) ซึ่งติดอยู่กับชั้นวางของกลุ่มสินค้าจะส่งสัญญาณเสียงเพื่อบอกตำแหน่งของชั้นวาง ชั้นวางถัดไปและทิศทางในการเดินเข้าไปหากลุ่มสินค้าบนชั้นวางสินค้า จะทำให้ผู้พิการทางสายตาเกิดความสะดวกในการเลือกซื้อสินค้าบนห้างสรรพสินค้า

1.2 แนวทางการทำวิจัย

ระบบช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเลือกซื้อสินค้าภายในห้างสรรพสินค้าเป็นงานวิจัยในลักษณะการพัฒนาระบบกล่าวคือ เป็นการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาพัฒนาปรับใช้ให้เหมาะสมกับปัญหาหรืองานในสภาพแวดล้อมบนห้างสรรพสินค้า โดยในขั้นตอนการนำไปปรับใช้อาจต้องเลือกใช้เทคโนโลยีบางส่วนเข้ามาช่วย ซึ่งจะต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตามกระบวนการทำงานหรือรวมเทคโนโลยีต่างๆ เข้าด้วยกันโดยมีจุดประสงค์หลักคือ ให้การสนับสนุนกระบวนการทำงานอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นตรงตามเป้าหมายของผู้ทำวิจัย สุดท้ายทำการวิเคราะห์การทำงานของอุปกรณ์และระบบโดยทำการเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีอื่นๆ รวมถึงการหาอัลกอริทึมที่เหมาะสมแล้วนำมาใช้ในงานวิจัยเพื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการนำทางและหาข้อจำกัดที่ได้จากการพัฒนาและการใช้งานในระบบระหว่างขั้นตอนการทำวิจัยเพื่อเขียนสรุปไว้ในบทสุดท้ายของวิทยานิพนธ์

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- พัฒนาระบบช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาเพื่ออำนวยความสะดวกและลดเวาลาในการเดินเลือกซื้อสินค้าด้วยตัวเองโดยใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี
- เปรียบเทียบเทคโนโลยีต่างๆ ที่เป็นระบบบ่งชี้อัตโนมัติ (Auto-ID) เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบต่อและงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในอนาคต
- ศึกษาถึงความเหมาะสมในการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาใช้ในการหาเส้นทางเดินและระยะห่างกับชั้นวางที่ได้จากอุปกรณ์มือถือหรือพีดีเอนำทางในการเดินเลือกซื้อสินค้าบนห้างสรรพสินค้า

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

- เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีสามารถตอบรับกับชั้นวางสินค้าและส่งข้อความเสียงออกมาจากเครื่องพีดีเอเพื่อใช้เพื่อระบุตำแหน่งและทิศทางไปยังกลุ่มสินค้าได้เท่านั้น
- เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบและพัฒนาระบบจะใช้ซอฟต์แวร์ชุดวิชวลสตูดิโอ 2008
- ระยะห่างที่เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีกับแท็ก ไม่เกิน 5-10 ซม.
- ชุดเครื่องอ่าน RFID Reader จะใช้ความถี่ที่ 13.56 MHz และชนิดของอาร์เอฟไอดีแท็กเป็นแบบพาสซีฟ (Passive Tag) โดยระยะที่อ่านไม่เกิน 10 ซม.
- ในการค้นหาเส้นทางระบบจะทำการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดได้เมื่อมีรายการสินค้าที่ผู้พิการทางสายตานำมาด้วยเท่านั้น
- ในการทดสอบระบบจะทำการจำลองชั้นวางสินค้าตาม Layout ที่ได้กำหนดเอาไว้

- จำนวนผู้เข้าทำการทดสอบและประเมินผลจะไม่เกิน 10 คน
- ระบบไม่สามารถใช้งานกับชั้นวางที่เป็นแบบวงกลมได้
- ระบบจะใช้ได้กลับ Layout ของชั้นวางสินค้าบนห้างสรรพสินค้าที่ได้กำหนดเอาไว้เท่านั้น
- ข้อความเสียงที่นำมาใช้ได้จากโปรแกรม Speech SDK (Speech Software Development Kit เวอร์ชั่น 5.1) และซอฟต์แวร์สังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทย VAJA รุ่น 5.0 มาใช้ในการทดลอง

1.5 ขั้นตอนการทำวิจัย

- ศึกษาค้นคว้างานวิจัยและผลงานที่เกี่ยวกับอาร์เอฟไอดีรวมถึงงานวิจัยที่มีการนำมาใช้กับระบบผู้พิการทางสายตาตลอดจนข้อจำกัดต่างๆ ในการใช้งาน
- ศึกษาการใช้งานเครื่องมือในการพัฒนาระบบงาน ซึ่งประกอบไปด้วยวิชวลสตูดิโอ 2008 และชุดซอฟต์แวร์จำลองสภาพการทำงานกับเครื่องคอมพิวเตอร์รวมถึงศึกษาความเหมาะสมในการเลือกใช้งานฐานข้อมูลที่สนับสนุนการใช้งานที่ระบุตำแหน่งโดยเฉพาะ
- ออกแบบและพัฒนาระบบซอฟต์แวร์เพื่อสนับสนุนระบบแล้วทำการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นและจำลองสถานะการห้างสรรพสินค้าการทำงานของระบบ
- วิเคราะห์ระบบงานการเก็บข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ที่มีในปัจจุบันรวมทั้งเครื่องมือต่างๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตลอดจนศึกษาแนวทางในการออกแบบส่วนต่อประสานสำหรับความเหมาะสมในการใช้งานบนเครื่องพีดีเอในภาวะการทำงานต่างๆ
- ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขต้นแบบของระบบนำทางเพื่อช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการซื้อสินค้าด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี
- สรุปผลและจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- สามารถรองรับในการแก้ปัญหาการเลือกซื้อสินค้าของผู้พิการทางสายตาได้
- สามารถประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์สื่อสารอื่นๆ และระบบต่างๆ ที่มีลักษณะเดียวกันได้
- สามารถนำความรู้ที่ได้จากการวิจัยนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาประยุกต์ใช้กับระบบนำทางอื่นๆ ได้
- อำนวยความสะดวกให้กับผู้พิการทางสายตาและช่วยลดเวลาของเส้นทางการเดิน

1.7 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการทำวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้ในบทที่ 2 จากนั้นนำเสนอการออกแบบระบบนำทางเพื่อช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเลือกซื้อสินค้าในห้างสรรพสินค้าในบทที่ 3 ซึ่งกล่าวถึงการวิเคราะห์และการออกแบบการทำงานของระบบ ส่วนบทที่ 4 กล่าวถึงการเลือกใช้เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนารวมถึงขั้นตอนในการพัฒนาซอฟต์แวร์ ในบทที่ 5 กล่าวถึงการทดสอบการทำงานของระบบโดยแสดงขีดความสามารถของระบบและการประเมินผลความพึงพอใจของผู้เข้าทดสอบ ในบทที่ 6 เป็นบทสุดท้ายซึ่งจะสรุปผลการวิจัยพร้อมทั้งข้อเสนอแนะและปัญหาต่างๆ ของงานวิจัย

1.8 ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์จากงานวิจัย

ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์นี้ได้รับการตีพิมพ์บทความทางวิชาการและนำเสนอในการประชุมวิชาการคือ

Kritsada Boonmeewised, Boonchai Sowanwanichakul, The Development of Merchandise Selection Guidance System for helping Visual Disability in a Department Store by using the RFID, The 2008 International Conference on Embedded Systems and Intelligent Technology, ICESIT 2008, Feb. 2008, Pages: 9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ระบบบ่งชี้อัตโนมัติ (Auto-ID) [7]

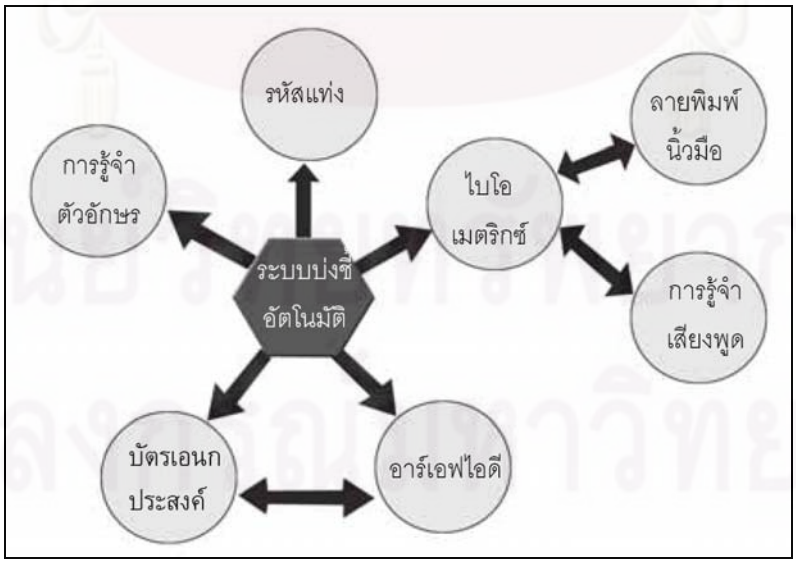
ความหมายของ Auto-ID หรือระบบบ่งชี้อัตโนมัติเป็นคำเรียกรวมๆ ของเทคโนโลยีที่ช่วยให้อุปกรณ์, เครื่องมือหรือเครื่องจักรสามารถบ่งบอกวัตถุ สิ่งของหรือสัตว์ได้โดยอัตโนมัติซึ่งโดยระบบจะประกอบด้วยส่วนที่อ่านหรือรับข้อมูลโดยอัตโนมัติแล้วทำการประมวลผลหรือส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์โดยอัตโนมัติ ในปัจจุบันได้นำมาให้ความช่วยเหลือกับผู้พิการอย่างเป็นที่แพร่หลายโดยขึ้นอยู่กับการใช้งานในแต่ละประเภทตามความเหมาะสมของการใช้งาน

รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่าง Auto-ID ในแต่ละประเภท [7]

วัตถุประสงค์ของระบบบ่งชี้อัตโนมัติเพื่อต้องการเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงานเพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์และลดเวลาของการจัดเก็บข้อมูล ตัวอย่างของเทคโนโลยีระบบบ่งชี้อัตโนมัติได้แก่ เทคโนโลยีรหัสแท่ง (Barcode) เทคโนโลยีบัตรอเนกประสงค์ (Smart Card) เทคโนโลยีด้านชีวมาตร (การบ่งชี้โดยวิธีการตรวจวัดสภาพทางร่างกาย หรือ Biometric) เช่น ระบบการรู้จำเสียงพูด (Voice Recognition) ระบบลายพิมพ์นิ้วมือ (Fingerprint Scan) ระบบสแกนม่านตา (Iris Scan) เทคโนโลยีการรู้จำลายเซ็น (Signature Recognition) และเทคโนโลยีการบ่งชี้วัตถุโดยใช้คลื่นความถี่วิทยุหรืออาร์เอฟไอดี

ในปัจจุบันการใช้ระบบตรวจสอบรหัสโดยใช้ความถี่วิทยุ (RFID) เป็นที่ยอมรับอย่างสูงว่าเป็นเทคโนโลยีที่เอื้ออำนวยต่อการใช้งานที่ต้องการการบ่งบอกความแตกต่างหรือข้อมูลเฉพาะของแต่ละบุคคลที่สามารถทำงานได้ถูกต้องแม่นยำรวดเร็วและมีความเป็นอัตโนมัติกว่าระบบตรวจสอบรหัสในระบบอื่นๆ เช่น รหัสแบบแท่ง (Barcode) การใช้งานที่ง่ายและยังเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการเสริมในเชิงพาณิชย์ด้านต่างๆ อีกทั้งยังสอดคล้องกับเทคโนโลยีทางการเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์เป็นผลให้การขยายตัวของการใช้งานอาร์เอฟไอดียิ่งสูงขึ้น

การระบุด้วยคลื่นวิทยุ เป็นเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทต่อการบริหารจัดการธุรกิจรูปแบบใหม่และอำนวยความสะดวกต่อการดำเนินชีวิตอย่างมากซึ่งจะมีส่วนในการเปลี่ยนเข้าสู่ระบบสารสนเทศของประเทศไทยโดยมีการใช้งานจริงหรือการทดสอบการใช้งานแล้วได้แก่ บัตรโดยสารรถไฟฟ้าใต้ดิน การทดสอบอาร์เอฟไอดีเพื่อการตรวจสอบย้อนกลับในอุตสาหกรรมอาหาร (Food Traceability) [8] การใช้อาร์เอฟไอดีในการบริหารจัดการสินค้าคงคลังและการกระจายสินค้า [9] จะเห็นได้ว่าอาร์เอฟไอดีเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มขีดการแข่งขันของประเทศเป็นอย่างมาก



รูปที่ 2.2 แสดงเทคโนโลยีระบบบ่งชี้อัตโนมัติในระบบปัจจุบัน [7]

2.1.2 อาร์เอฟไอดี (RFID) [10] [11] [12]

เทคโนโลยี RFID หรือในชื่อเต็มว่า **R**adio **F**requency **Id**entification เป็นวิธีการที่ใช้จัดเก็บและเรียกข้อมูลของวัตถุจากระยะไกล โดยใช้อุปกรณ์ ที่เรียกว่า RFID Tag (อาร์เอฟไอดีแท็ก) หรือ Transponder โดยที่อาร์เอฟไอดีเป็นชิ้นส่วนเล็กๆ ที่นำไปติดไว้กับสิ่งของหรือที่ตัวบุคคล โดยในแท็กจะมีส่วนที่ทำหน้าที่เป็นเสาอากาศที่สามารถรับและส่งคลื่นวิทยุไปยังเครื่องส่ง RFID สำหรับประเภทของ RFID Tag แบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ Passive Tag ซึ่งไม่ต้องใช้แหล่งพลังงานไฟฟ้าภายในตัว และประเภท Active Tag ที่ต้องมีแหล่งพลังไฟฟ้าอยู่ในตัวด้วย ปัจจุบันมีการนำ RFID มาใช้งานกันในงานหลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นในบัตรชนิดต่างๆ เช่น บัตรประจำตัวประชาชน, บัตรเอทีเอ็ม, บัตรจอดรถ และในฉลากของสินค้าหรือส่วนที่ใช้ฝังลงในตัวสัตว์เพื่อบันทึกประวัติ เป็นต้น การนำ RFID มาใช้งานเพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบการผ่านเข้าออกบริเวณใดบริเวณหนึ่ง หรือเพื่ออ่านหรือเก็บข้อมูลบางอย่าง ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่เป็นฉลากสินค้า RFID จะถูกนำมาใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับสินค้าเพื่อให้สามารถทราบถึงที่มาที่ไปของสินค้าชิ้นนั้นๆ ได้ สำหรับรูปแบบของเทคโนโลยี RFID ที่ใช้งานมีทั้งแบบสมาร์ทการ์ดที่สามารถเขียนหรืออ่านข้อมูลได้โดยไม่ต้องมีการสัมผัสกับเครื่องอ่านบัตรหรือคอนแทคเลสสมาร์ทการ์ด (Contact less Smart card), เหรียญ, ป้ายชื่อหรือฉลากซึ่งมีขนาดเล็กมากจนสามารถแทรกลงระหว่างชั้นของเนื้อกระดาษ เป็นต้น

2.1.2.1 ประเภทของ RFID Tag แบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังต่อไปนี้

Passive Tag ไม่มีแหล่งกำเนิดไฟฟ้าในตัวเอง กระแสไฟฟ้าที่อยู่ในเสาอากาศของ แท็กนั้นเกิดจากสัญญาณวิทยุที่ได้รับมาจากเครื่องอ่าน ซึ่งมีกำลังไฟฟ้ามากพอที่จะให้ แท็กใช้ส่งสัญญาณตอบสนองกลับไปยังเครื่องอ่าน RFID ได้ และเนื่องจากการมีพลังงานไฟฟ้าอยู่จำกัดสัญญาณตอบสนองของ Passive Tag จึงเป็นการส่งข้อมูลระยะสั้นๆ ด้วยเหตุที่ Passive Tag ไม่จำเป็นต้องใช้แหล่งพลังงานไฟฟ้า ทำให้มีขนาดเล็กมาก ซึ่งบางกว่าแผ่นกระดาษและบางประเภทไม่อาจจะมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ในการใช้งาน Passive Tag สามารถรับส่งสัญญาณได้ในระยะตั้งแต่ 10 มิลลิเมตร จนถึง 6 เมตร

Active Tag ต้องใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ภายในเพื่อการการทำงานและสามารถรับส่งสัญญาณที่มีข้อมูลจำนวนมากได้ในระยะทางที่ไกลกว่าแบบ Passive Tag ปัจจุบัน Active Tag ที่มีขนาดเล็กที่สุดมีขนาดประมาณเหรียญหนึ่งบาทสามารถรับส่งข้อมูลได้ในระยะห่างหลายสิบเมตรและมีแบตเตอรี่ที่สามารถใช้งานได้นานหลายปี โดยแท็กชนิดแอ็กทีฟจะมีหน่วยความจำภายในขนาดใหญ่ได้ถึง 1 เมกะไบต์ มีกำลังส่งสูงและระยะการรับส่งข้อมูลไกลสูงสุดถึง 6 เมตร ซึ่งไกลกว่าชนิดพาสซีฟแท็ก นอกจากยังทำงานในบริเวณที่มีสัญญาณรบกวนได้ดี ซึ่งแอ็กทีฟแท็กจะมีข้อดีอยู่หลายข้อแต่ก็มี

ข้อเสียอยู่ด้วยเหมือนกันเช่น ราคาต่อหน่วยแพง มีขนาดค่อนข้างใหญ่ และมีระยะเวลาในการทำงานที่จำกัด โดยแบ่งประเภทจากรูปแบบในการใช้งานได้เป็น 3 แบบ คือ

- แบบที่สามารถถูกอ่านและเขียนข้อมูลได้อย่างอิสระ (Read-write)
- แบบเขียนได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้นแต่อ่านได้อย่างอิสระ (Write-One, Read-Many หรือ WORM)
- แบบอ่านได้เพียงอย่างเดียว (Read-Only)

2.1.2.2 **องค์ประกอบของระบบ RFID** ประกอบขึ้นด้วยหลายส่วน ซึ่งได้แก่ แท็ก (Tag), เครื่องอ่าน (Reader), Middleware และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาจุดประสงค์ของการใช้ระบบ RFID เพื่อให้สามารถรับส่งข้อมูลระหว่างชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งคือ แท็กที่จะถูกอ่านโดยเครื่องอ่าน RFID และทำการประมวลผลข้อมูลที่อ่านได้ตามความต้องการใช้งานแล้วแต่โปรแกรมที่มีอยู่ โดยข้อมูลที่รับส่งจากแท็กอาจจะเป็นรหัสแสดงเอกลักษณ์หรือข้อมูลระบุตำแหน่ง หรือเป็นข้อมูลเฉพาะของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากจุดเด่นคือ สามารถติดตามวัตถุที่มีการโยกย้ายตำแหน่งได้

ในระบบ RFID ที่ใช้กันทั่วไปจะติดแท็กซึ่งลักษณะเป็นแผ่นวงจรเล็กๆ ไว้กับวัตถุที่ต้องการใช้งานรับส่งข้อมูลภายในแท็กจะมีชิปหน่วยความจำขนาดเล็กที่จะบันทึกรหัสเอกลักษณ์ประจำวัตถุนั้นไว้ แล้วจะมีเครื่องอ่านสัญญาณ ที่เรียกว่า Interrogator ที่มีเสาอากาศและตัวถอดรหัสอยู่ภายใน เครื่องอ่านสัญญาณจะส่งสัญญาณออกไปยังให้อาร์เอฟไอดีที่อยู่ในบริเวณที่รับคลื่นได้ และสามารถเขียนหรืออ่านข้อมูลลงในแท็กได้ เมื่อนำแท็กมาผ่านบริเวณที่มีสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าจากเครื่องอ่านสัญญาณเครื่องอ่านจะกระตุ้นให้แท็กส่งสัญญาณ แล้วตรวจจับสัญญาณจากแท็กจากนั้นจะถอดรหัสที่อยู่ภายในแท็กเพื่อนำไปประมวลผลในโปรแกรมที่กำหนดไว้ต่อไป

2.1.2.3 **เครื่องอ่านและเขียนอาร์เอฟไอดี (RFID Reader/Writer)**

องค์ประกอบของเครื่องอ่าน (Reader) และหน้าที่การทำงานโดยหน้าที่ของเครื่องอ่านคือ การเชื่อมต่อเพื่ออ่านหรือเขียนข้อมูลลงในแท็กด้วยสัญญาณความถี่วิทยุภายในเครื่องอ่านจะประกอบด้วยเสาอากาศที่ทำจากขดลวดทองแดงเพื่อใช้รับ-ส่งสัญญาณภาครับและภาคส่งสัญญาณวิทยุ และวงจรควบคุมการอ่าน-เขียนข้อมูลซึ่งมักจะเป็นวงจรจำพวกไมโครคอนโทรลเลอร์และส่วนของการติดต่อกับคอมพิวเตอร์

โดยทั่วไปหน่วยประมวลข้อมูลที่อยู่ภายในเครื่องอ่านเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งอัลกอริธึมที่อยู่ภายในโปรแกรมจะทำหน้าที่ถอดรหัสข้อมูล (Decoding) ที่ได้รับและทำ

หน้าที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยลักษณะขนาดและรูปร่างของเครื่องอ่านจะแตกต่างกันไปตามประเภทการใช้งานเช่น แบบมือถือขนาดเล็กหรือติดผนังจนไปถึงขนาดใหญ่เท่าประตู (Gate Size) เป็นต้น บางครั้งจะเรียกว่า Interrogator จะเป็นตัวส่งสัญญาณไปยังส่วนแท็ก ซึ่งสัญญาณที่ส่งไปจะถูกแยกออกเป็นคลื่นพาหะและคลื่นสัญญาณตัวคลื่นพาหะจะแปรเปลี่ยนเป็นพลังงานเพื่อจ่ายให้กับวงจรภายในแท็ก ส่วนคลื่นสัญญาณจะถูกนำไปใช้ในการอ่านหรือเขียนตามที่สั่งจากนั้นแท็กจะส่งสัญญาณตอบกลับมายังเครื่องอ่าน สำหรับเครื่องอ่านนี้จะมีระยะการทำงานแตกต่างกันตามความถี่ของคลื่นวิทยุมีทั้งแบบคลื่นความถี่ต่ำ (LF, Low Frequency) จนถึงคลื่นความถี่สูงมาก (UHF, Ultra-High Frequency) เป็นผลทำให้ระยะทำงานจะแตกต่างกันตั้งแต่ 3 ซม.จนถึง 10 เมตร

2.1.2.4 **ลักษณะการทำงานของระบบ** RFID

เป็นระบบที่นำเอาคลื่นวิทยุมาเป็นคลื่นพาหะเพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์สองชนิดที่เรียกว่า แท็ก (Tag) และตัวอ่านข้อมูล (Reader หรือ Interrogator) ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless) โดยการนำข้อมูลที่ต้องการส่งมาทำการมอดูเลต (Modulation) กับคลื่นวิทยุแล้วส่งออกผ่านทางสายอากาศที่อยู่ในตัวรับข้อมูล โดยการประยุกต์ใช้งาน RFID จะมีลักษณะการใช้งานที่คล้ายกับบาร์โค้ด (Bar code) และยังสามารถรองรับความต้องการอีกหลายอย่างที่บาร์โค้ดไม่สามารถตอบสนองได้ เนื่องจากบาร์โค้ดจะเป็นระบบที่อ่านได้อย่างเดียว (Read only) ไม่สามารถทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่อยู่บนบาร์โค้ดได้ แต่แท็กของระบบ RFID จะสามารถทั้งอ่านและบันทึกข้อมูลได้ ดังนั้นสามารถเปลี่ยนแปลงหรือทำการบันทึกข้อมูลที่อยู่ในแท็กได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน แท็กและตัวอ่านข้อมูลสามารถสื่อสารผ่านตัวกลางได้หลายอย่างเช่น น้ำ, พลาสติก, กระจก หรือวัสดุทึบแสงอื่นๆ ในขณะที่บาร์โค้ดทำไม่ได้

ในปัจจุบันคลื่นพาหะที่ใช้งานกันในระบบอาร์เอฟไอดีจะอยู่ในย่านความถี่พลเรือน ISM (Industrial-Scientific-Medical) ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่กำหนดในการใช้งานในเชิงการแพทย์ วิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม สามารถใช้งานได้โดยไม่ตรงกับย่านความถี่ที่ใช้งานในการสื่อสารโดยทั่วไป โดยมี 4 ย่านความถี่ใช้งานคือ

- ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency: LF) ต่ำกว่า 150 กิโลเฮิรตซ์ (kHz)
- ย่านความถี่สูง (High Frequency: HF) 13.56/27.125 เมกะเฮิรตซ์ (MHz)
- ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency: UHF) 433/868/915 เมกะเฮิรตซ์ (MHz)
- ย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave frequency) 2.45/5.8 กิกะเฮิรตซ์ (GHz)

ตารางที่ 2.1 แสดงตารางย่านความถี่ต่างๆ ของระบบอาร์เอฟไอดีและการใช้งาน [13]

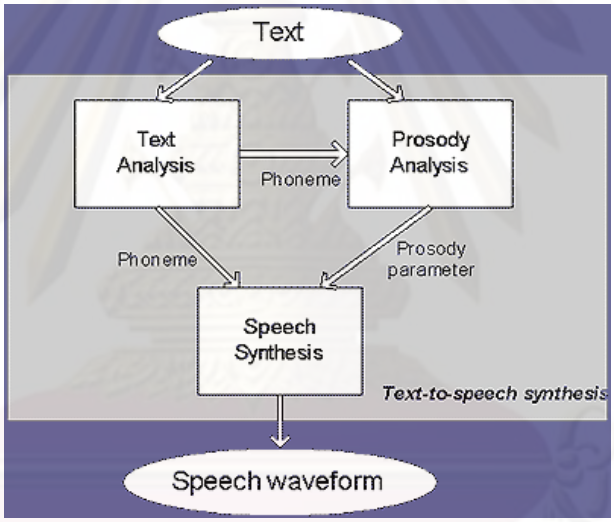
ย่านความถี่	คุณลักษณะ	การใช้งาน
ย่านความถี่ต่ำ 100-500 kHz ความถี่มาตรฐานที่ใช้งานทั่วไป คือ 125 kHz	- ระยะการรับส่งข้อมูลใกล้ - ต้นทุนไม่สูง - ความเร็วในการอ่านข้อมูลต่ำ - ความถี่ในย่านนี้เป็นที่แพร่หลายทั่วโลก	- Access Control - ระบบคงคลัง - รถยนต์
ย่านความถี่	**คุณลักษณะ**	**การใช้งาน**
ย่านความถี่กลาง 10 -15 MHz ความถี่มาตรฐานที่ใช้งานทั่วไป คือ 13.56 MHz	- ระยะการรับส่งข้อมูลปานกลาง - ราคามีแนวโน้มถูกลงในอนาคต - ความเร็วในการอ่านข้อมูลปานกลาง - เป็นย่านความถี่ที่นิยมใช้กันทั่วโลก	- Access Control - สมาร์ทการ์ด
ย่านความถี่	**คุณลักษณะ**	**การใช้งาน**
ย่านความถี่สูง 850-950 MHz และ 2.4-5.8 GHzความถี่มาตรฐานที่ใช้งานทั่วไปคือ 2.45 GHz	- ระยะการรับส่งข้อมูลไกล (10 เมตร) - ความเร็วในการอ่านข้อมูลสูง - ราคาแพง	- รถไฟ - ระบบเก็บค่าผ่านทาง

2.1.3 Text-to-Speech Synthesis (**การสังเคราะห์เสียงพูด**)

Text-to-Speech [14] เป็นเทคโนโลยีที่ใช้สร้างเสียงพูดสังเคราะห์ของมนุษย์ด้วยการผสมเสียงจากตัวอักษรที่ประกอบเป็นคำหรือประโยค เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถสร้างเสียงเลียนแบบเสียงมนุษย์และมีความหมายที่มนุษย์สามารถเข้าใจได้การแปลงคำพูดเป็นข้อความ (Speech Recognition) และการสังเคราะห์เสียง (Speech Synthesis) สำหรับผู้พิการทางสายตานั้น ไม่สามารถมองเห็นตัวอักษรแต่ผู้พิการทางสายตาสามารถได้ยินเสียงได้ เพราะฉะนั้นจึงนำเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์มาพัฒนาเพื่อปรับปรุงประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดสำหรับผู้พิการทางสายตา

การสังเคราะห์เสียงคือเทคโนโลยีที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถพูดได้โดยการ “การสังเคราะห์ (Synthesis)” จะหมายถึงการทำให้เสียงที่เปล่งออกมาเป็นคำพูดหรือวลีใดๆ นั้นกลายเป็นเสียงอิเล็กทรอนิกส์จากองค์ประกอบที่ใช้ในการสร้างเสียงใดๆก็ได้และเรียกเสียงนั้นว่า

“เสียงสังเคราะห์ (Synthesis Voice)” ซึ่งเทคโนโลยีสังเคราะห์เสียงพูด เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้เทคโนโลยี Text-to-Speech ที่ช่วยแปลงข้อความจากตัวหนังสือภาษาไทยให้มาเป็นเสียงพูดภาษาไทยโดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ ได้หลากหลายอาทิเช่น อุปกรณ์ช่วยเหลือคนพิการที่ช่วยในการอ่านข้อความบนเว็บไซต์หรือพัฒนาใช้ร่วมกับโทรศัพท์มือถือในการรับฟังอีเมล์และข้อมูลข่าวสารผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เทคโนโลยีสังเคราะห์เสียงพูดเป็นเทคโนโลยีที่สามารถสร้างเสียงคำพูดใดๆ ได้ตามความต้องการ ซึ่งในการใช้งานส่วนใหญ่จะต้องใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีด้านการประมวลผลภาษา (Language Processing Technology) ทำให้ได้เทคโนโลยีสังเคราะห์เสียงจากข้อความ (Text-to-Speech Synthesis: TTS) ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับข้อความภาษาไทย เพื่อหาวิธีอ่านข้อความแล้วแปลงข้อความจากตัวหนังสือภาษาไทยให้เป็นเสียงพูดภาษาไทย โครงสร้างของระบบสังเคราะห์เสียงโดยทั่วไปสามารถแบ่งการทำงานได้เป็น 3 ส่วนดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างของระบบการสังเคราะห์เสียง [14]

2.1.3.1 **ส่วนการวิเคราะห์ข้อความ (Text Analysis)** ส่วนนี้จะมีหน้าที่วิเคราะห์ข้อความอินพุทเพื่อแปลงเป็นข้อมูลเสียงอ่าน (Phoneme) ของคำนั้นและส่งต่อให้ส่วนของการสังเคราะห์เสียง (Speech Synthesis) ต่อไป นอกจากนี้ส่วนนี้ยังทำหน้าที่อย่างอื่น ได้แก่

- การแบ่งประโยคจากข้อความที่ยาว (Sentence Breaking)
- การทำข้อความให้อยู่ในรูปปกติ (Text Normalization) ได้แก่ การแปลงตัวเลข, คำย่อและเครื่องหมายอื่นๆ ที่ไม่ใช้ข้อความให้กลายเป็นข้อความ
- การหาขอบเขตของวลีของการอ่านในประโยค

2.1.3.2 **ส่วนการวิเคราะห์สัทสัมพันธ์ (Prosody Analysis)** ส่วนนี้ทำหน้าที่ในการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลสัทสัมพันธ์ (Prosody) ของประโยคใดๆ จากข้อมูลเสียงอ่านและข้อความข้อมูลสัมพันธ์ที่วิเคราะห์ออกมาได้ในระบบทั่วไปได้แก่

- Segment Duration คือ ความยาวของเสียงย่อยที่ต้องการสังเคราะห์ค่าจะมีผลต่อจังหวะของเสียงที่ทำการสังเคราะห์เช่น ถ้ากำหนดให้ค่าความยาวของเสียงย่อยที่ต้องการสังเคราะห์มีขนาดสั้น เสียงที่ทำการสังเคราะห์ก็จะเหมือนกับการพูดเร็ว
- Pitch Contour คือ ค่าความสัมพันธ์ของความถี่มูลฐานกับเวลาค่าเวลาจะมีผลต่อเสียงสูงต่ำ (Intonation) ของประโยคนั้นๆ

2.1.3.3 **ส่วนของการสังเคราะห์เสียง (Speech Synthesis)** ส่วนนี้ทำหน้าที่ในการสร้างสัญญาณคลื่นเสียงจากข้อมูลเสียงอ่าน (Phonetic Transcription) และข้อมูลสัทสัมพันธ์ (Prosody Transcription) จากข้อ 2.1.4.1 และ 2.1.4.2 และส่งออกสู่ User Interface เพื่อให้ได้ยินเสียงพูดประโยคนั้นๆ โดยทั่วไปส่วนนี้สามารถแบ่งตามเทคนิควิธีการสังเคราะห์เสียงได้ 2 ประเภท คือ

- Articulation Synthesis เป็นวิธีการที่ต้องการสังเคราะห์โมเดลให้อยู่ในรูปของค่าพารามิเตอร์ของโครงสร้างทางกายภาพของการเคลื่อนไหวของอวัยวะในช่องปากที่ทำให้เกิดเสียงต่างๆ วิธีการค่อนข้างยากในแง่การโมเดลเสียงต่างๆ ซึ่งจะต้องศึกษาจากอวัยวะในการออกเสียงจริงๆ
- Concatenation Synthesis เทคนิควิธีการนี้เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในปัจจุบัน โดยเสียงที่ทำการสังเคราะห์ขึ้นนี้เกิดจากการนำหน่วยเสียงย่อย ที่ทำการเก็บไว้ก่อนแล้วมาต่อกันเป็นเสียงพูดที่ต้องการ โดยทั่วไปหน่วยเสียงย่อยที่ทำเก็บไว้จะอยู่ระดับต่ำกว่าคำเช่น หน่วยของเสียงพยางค์หน่วยของเสียงครึ่งพยางค์ (Demisyllable) หน่วยของเสียงคู่เสียง (Diphone) เป็นต้น ปัจจุบันเป้าหมายของการพัฒนาระบบของการสังเคราะห์เสียงได้แก่
    - เสียงที่สังเคราะห์ออกมาสามารถฟังแล้วเข้าใจได้ (Intelligibility)
    - เสียงที่สังเคราะห์ออกมาเป็นธรรมชาติใกล้เคียงเสียงมนุษย์ (Naturalness)

2.1.4 เทคโนโลยีที่เกี่ยวกับระบบ Navigation System for the Blind ที่น่าสนใจ [15]

ในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีที่มีความสามารถสูงเข้ามาให้ใน Navigation System for the Blind ถ้านำเทคโนโลยีเหล่านี้ไปใช้งานจริงจะเพิ่มความสะดวกให้กับผู้พิการทางสายตาและคนตาบอดอย่างมาก ตัวอย่างของ Navigation System for the Blind ที่น่าสนใจมีดังนี้

- Talking Sign เป็นการนำเทคโนโลยีการรับส่งข้อมูลด้วย Infrared มาใช้หลัก การทำงานจะคล้ายกับรีโมตคอนโทรลของโทรทัศน์ โดยที่ข้อมูลเสียงจะถูกฝังติดกับอุปกรณ์ส่งสัญญาณที่ติดเอาไว้ตามจุดที่สำคัญในที่ต่างๆ และส่งข้อมูลเสียงนั้นด้วย Infrared มายังอุปกรณ์รับสัญญาณที่อยู่กับคนตาบอด จากนั้นอุปกรณ์รับสัญญาณจะทำการแปลงสัญญาณให้เป็นเสียงแล้วปล่อยออกมาทางลำโพงหรือหูฟังของอุปกรณ์รับสัญญาณทำให้คนตาบอดสามารถรับรู้ข่าวสารต่างๆ ได้เพื่อความสะดวกในการเดินทาง
- PINS (Personal Indoor Navigation System) เป็นระบบนำทางคนตาบอดภายในอาคารโดยที่คนตาบอดจะต้องมีอุปกรณ์รับสัญญาณ เริ่มแรกเมื่อเข้ามาในอาคารอุปกรณ์ที่อยู่กับคนตาบอดจะทำการโหลดแผนที่อาคารเข้ามาเก็บไว้ จากนั้นอุปกรณ์นั้นจะทำการตัดสินใจเพื่อหาเส้นทางที่ดีที่สุดให้กับคนตาบอด โดยเทคโนโลยีที่นำมาใช้ได้แก่ PDA Phone, RFID, Navigation Map และ Navigation Software for Pocket PC เป็นต้น
- An Integrated Navigation Systems for Visually Impaired and Disabled เป็นระบบนำทางที่ออกแบบมาให้กับคนที่มีปัญหาด้านสายตาโดยได้รวมเอา เทคโนโลยีหลายๆชนิดเข้าไว้ด้วยกันได้แก่ Wearable Computer, Voice Recognition and Synthesis, Wireless Networks, Geographic Information System (GIS) และ Global Positioning System (GPS)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 แสดงตารางเปรียบเทียบเทคโนโลยีที่นำมาใช้กับระบบนำทางคนตาบอดที่นิยมใช้ในปัจุบัน

Navigation System for the Visually Impaired	ข้อดี	ข้อเสีย
1. Talking Sign	1. ราคาอุปกรณ์รับสัญญาณที่อยู่กับคนตาบอดมีราคาถูก 2. สามารถใช้ได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร	1.ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์ส่งสัญญาณมีราคาสูง 2.ระยะการส่งสัญญาณมีระยะสั้นและถูกขัดขวางโดยสิ่งกีดขวางได้ง่าย
2. PINS (Personal Indoor Navigation System)	1.ไม่มีขอบเขตของระยะสัญญาณในพื้นที่ 2.สัญญาณไม่ถูกขัดขวางโดยสิ่งกีดขวาง 3. สามารถนำทางได้อย่างละเอียด	1.ใช้ได้เฉพาะในอาคารที่ติดตั้งอุปกรณ์ส่งสัญญาณเท่านั้น 2. ราคาของอุปกรณ์มีราคาสูง
3. An Integrated Navigation Systems	1.กำหนดตำแหน่งของคนตาบอดได้แม่นยำ 2.บอกเส้นทางได้ละเอียด 3.การติดต่อสื่อสารทำได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่มีขีดจำกัดเรื่องระยะทางหรือสิ่งกีดขวางรอบอาณาบริเวณ	1.มีราคาแพง เนื่องจากนำเทคโนโลยีชั้นสูงมาใช้ 2.คนตาบอดจะต้องนำอุปกรณ์ติดตัวไปด้วยหลายชิ้น 3.ไม่สามารถใช้ภายในอาคารได้ดี

ซึ่งในส่วนที่ 1 และ ส่วนที่ 3 จะใกล้เคียงกับงานวิจัยซึ่งในงานวิจัยนี้จะนำข้อเสียในแต่ละอย่างมาหาวิธีแก้ปัญหาอย่างมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เป็นระบบที่สามารถช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2.1.5 Ant Algorithm [16]

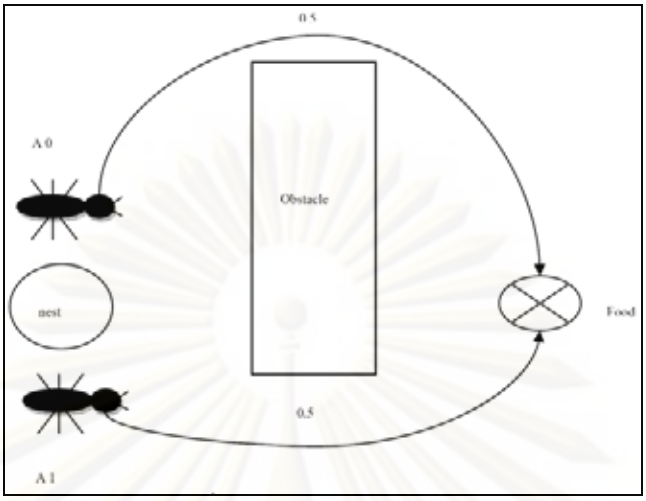
ในการตัดสินใจในการเลือกใช้เส้นทางใดในการเดินทาง การตัดสินใจของมนุษย์มีความไม่แน่นอนและมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดความผิดพลาด ทำให้ไม่สามารถเลือกใช้เส้นทางที่ดีในการเดินทางได้ ดังนั้นการประยุกต์ใช้งานคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจในการเลือกเส้นทางจึงเกิดขึ้นและ Ant Algorithm เป็น Artificial Intelligence ที่มีความสามารถในการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด โดยการศึกษาและทดลองเพื่อดูความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้งานในการหาเส้นทางในการเดิน ซึ่งในงานวิจัยกำหนดให้จะต้องมีการรันโปรแกรมใหม่ทุกครั้งเมื่อเปิดการใช้งานของระบบ

Ant Algorithm หรือ Ant Colony Optimization เป็นการเปรียบเทียบกับพฤติกรรมของมดในธรรมชาติ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ โดย Ant Algorithm สามารถแก้ปัญหาได้ทั้งแบบ Static Problems และ Dynamic Problems ยกตัวอย่างเช่น การหาเส้นทางในระบบเครือข่ายเป็นต้น ดังนั้น การศึกษาพฤติกรรมของมดตามธรรมชาติเป็น (AI) Artificial Intelligence ตัวหนึ่งที่มีความสามารถในการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

Ant: ใน Ant Algorithm ประกอบด้วย Ant เอเจนท์ (agent) จำนวนมากและเป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดย Ant แต่ละตัวมีกฎง่ายๆ ในการเลือกเส้นทางและเก็บรักษาโหนดที่เดินทางผ่านไปแล้วไว้ใน Tour list ซึ่งเป็นสิ่งตรวจสอบว่า Ant ไม่ได้เดินวนซ้ำทางเดิม ซึ่งใน Ant Algorithm ไม่อนุญาตให้ Ant ใช้เส้นทางที่เดินผ่านมาแล้ว การเดินทางของ Ant จบลงเมื่อไปถึงจุดหมาย มดตามธรรมชาติจะทำการปล่อยฟีโรโมนไว้ตามเส้นทางแต่ใน Ant Algorithm จะทำการคำนวณค่าฟีโรโมนในแต่ละเส้นทางเมื่อจบ Ant Tour

Ant Tour: คือการเริ่มส่ง Ant ออกไป จำนวนมดที่ปล่อยออกไปแรกเริ่มจะมีค่าเท่ากับจำนวนเส้นทางของจุดเริ่มต้นซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เนื่องจากเราต้องการให้แต่ละเส้นทางมีโอกาสเท่ากันในช่วงเริ่มต้นและ Tour จะจบลงเมื่อ Ant ทุกตัวไปถึงจุดหมายหรือหยุดการทำงานเมื่อ Ant ทุกตัวสิ้นสุดการเดินทางแล้ว จึงเริ่มการคำนวณของ Ant Algorithm ต่อไป ทำให้ในระหว่างที่ Ant Tour ยังไม่เสร็จสิ้นจะไม่มีการอัพเดทข้อมูลใดๆ เมื่อ Ant ทุกตัวสิ้นสุดการเดินทางแล้ว Ant Algorithmจะทำการคำนวณดังนี้

2.5.1.1 **กรณีศึกษาการคำนวณ** Ant Algorithm



รูปที่ 2.4 แสดงเส้นทางและความเป็นไปได้ของ Ant Algorithm [16]

จากรูปที่ 2.4 แสดงให้เห็นว่ามี Ant 2 ตัว คือ A0 และ A1 และมีเส้นทางไปยังอาหารได้ 2 เส้นทางเช่นกัน โดยค่าความเป็นไปได้ของแต่ละเส้นทางเท่ากับ 0.5 เส้นทางของ A0 มีระยะทาง 20 หน่วย เส้นทางของ A1 มีระยะทาง 10 หน่วย และกำหนดค่าดังต่อไปนี้ ρ =0.6, α=3, β=1, Q=10, InitPheromone = 0.1

เมื่อกำหนดให้ ρ เป็นค่าคงที่มีค่าระหว่าง 0 และ 1

InitP เป็นค่าเริ่มต้นของฟีโรโมน

Q เป็นค่าคงตัวที่กำหนดโดยมีความสัมพันธ์กับระดับของฟีโรโมน

α เป็นค่าความเข้มของฟีโรโมน

β เป็นค่าความสำคัญของฮิวริสทิค (Heuristic)

วิธีทำ คำนวณหาระดับฟีโรโมนในแต่ละเส้นทางโดยใช้สมการที่ 2.1

$$\text{Pheromone A0} = \frac{10}{20} = 0.5$$

$$\text{Pheromone A1} = \frac{10}{10} = 1$$

คำนวณหาปริมาณฟีโรโมนในแต่ละเส้นทางโดยใช้สมการที่ 2.2

Pheromone Level A0 = 0.1 + (0.5 * 0.6) = 0.4

Pheromone Level A1 = 0.1 + (1 * 0.6) = 0.7

คำนวณหาความเข้มของฟีโรโมนของแต่ละเส้นทาง โดยใช้สมการที่ 2.3

Pheromone Eva A0 = 0.4 * (1 – 0.6) = 0.16

Pheromone Eva A1 = 0.7 * (1 – 0.6) = 0.28

คำนวณหาค่าความเป็นไปได้ โดยใช้สมการที่ 2.4

$$\text{Probability A0} = \frac{(0.16)^3 \times (0.5)^1}{((0.16)^3 \times (0.5)^1) + ((0.28)^3 \times (1)^1)} = \frac{0.002048}{0.024} = 0.085$$

$$\text{Probability A1} = \frac{(0.28)^3 \times (0.1)^1}{((0.16)^3 \times (0.5)^1) + ((0.28)^3 \times (1)^1)} = \frac{0.002195}{0.024} = 0.915$$

เนื่องจาก Probability A1 > Probability A0 เพราะฉะนั้น เส้นทาง A1 เป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด

- **การคำนวณหาปริมาณของฟีโรโมน** (Pheromone) ที่ปล่อยไว้ในแต่ละเส้นทาง โดยเส้นทางที่สั้นจะมีระดับการปล่อยฟีโรโมนไว้มากกว่าเส้นทางที่ยาวกว่า โดยคำนวณได้จากสมการที่ 2.1

$$\text{Pheromone} = \frac{Q}{D} \qquad (2.1)$$

โดย Q เป็นค่าคงตัวที่กำหนดขึ้นเอง โดยมีความสัมพันธ์กับระดับของฟีโรโมนที่ปล่อยไว้ตามเส้นทาง

D เป็นค่าของระยะทาง

- **การคำนวณหาระดับของฟีโรโมน** (Pheromone Level) ในแต่ละเส้นทางของเอเจนท์แต่ละตัวตามสมการที่ 2.2

$$\text{PheromoneLevel} = \text{InitP} + (\text{P} * \rho) \qquad (2.2)$$

โดย ρ เป็นค่าคงที่มีค่าระหว่าง 0 และ 1

InitP เป็นค่าเริ่มต้นของฟีโรโมน

P เป็นปริมาณของฟีโรโมนที่หาได้จากสมการที่ 2.1

- **การคำนวณหาความเข้มของฟีโรโมน** (Pheromone Evaporation) ในแต่ละเส้นทางตามสมการที่ 2.3

$$\text{PheromoneEva} = \text{PL} * (1 - \rho) \qquad (2.3)$$

โดย PL คือค่าระดับฟีโรโมนจากสมการที่ 2.2

- **การคำนวณหาค่าความเป็นไปได้** (Probability) ในแต่ละเส้นทางตามสมการที่ 2.4

คำนวณหา เส้นทางที่ดีที่สุดจากเส้นทางที่มีโดยใช้สมการที่ 2.4 โดยค่าที่ได้ออกมาจะเป็นอัตราส่วนของโอกาสที่เอเจนท์จะเลือกเส้นทางนั้น โดยเส้นทางที่มีค่าความเป็นไปได้ (Probability) มากที่สุดหรือใกล้เคียง 1 มากที่สุดจะได้รับเลือกให้เป็นเส้นทางที่ดีที่สุด

$$\text{Probability} = \frac{\text{PE}^{\alpha} * \text{P}^{\beta}}{\sum_{\text{K}} \text{PE}^{\alpha} * \text{P}^{\beta}} \qquad (2.4)$$

โดย P เป็นค่าที่ได้จากสมการที่ 2.1 ของแต่ละเส้นทาง

PE เป็นค่าที่ได้จากสมการที่ 2.3 ของแต่ละเส้นทาง

α เป็นค่าความเข้มของฟีโรโมน

β เป็นค่าความสำคัญของฮิวริสทิค (Heuristic)

K เป็นค่าระยะทางทั้งหมดของมดตัวที่ได้เดินผ่านเส้นทางนั้นๆ

Ant Algorithm จะเก็บเส้นทางที่มี ค่าความเป็นไปได้ (Probability) มากที่สุดไว้และทำการเริ่ม Ant Tour ใหม่ เมื่อได้ค่าที่ดีที่สุดจะทำการคำนวณ Ant Algorithm เปรียบเทียบระหว่าง 2 เส้นทางและเก็บเส้นทางที่ดีที่สุดไว้ Ant Algorithm จะทำการสร้าง Ant Tour จนครบตามที่กำหนดและจะส่งเส้นทางที่ดีที่สุดกลับไป

2.5.1.2 การกำหนดค่าของตัวแปร

Marco Dorigo (ผู้คิดค้น Ant Colony Optimization) ได้ประกาศค่าของตัวแปรของ Ant Algorithm ไว้ในบทความ “The Ant System: Optimization by a Colony of Cooperating Agents” IEEE 96 [17] โดยรวมไว้ดังนี้

- **Alpha (α) และ Beta (β)**

Alpha (α) และ Beta (β) ค่าของ α และ β มีความสัมพันธ์เป็นสัดส่วนระหว่างความเข้มของฟีโรโมนและค่าความสำคัญของฮิวริสทิค (Heuristic) หรือระยะทางของเส้นทางซึ่งสามารถกำหนดค่าได้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าความสัมพันธ์ของ α และ β

α	β
0.5	5.0
1.0	1.0
1.0	2.0
1.0	5.0

- **Rho (ρ)**

เป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่มีความสัมพันธ์กับฟีโรโมนของ Ant ที่ปล่อยไว้ตามเส้นทาง จากการทดสอบของ Marco Dorigo [17] หากค่าของ Rho มากกว่า 0.5 จะให้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจ แต่หากค่า Rhoน้อยกว่า 0.5 ผลลัพธ์ที่ได้จะไม่น่าพอใจค่า Rho เป็นตัวแปรสำคัญในการให้ความสำคัญกับค่าของฟีโรโมนที่ Ant ได้ปล่อยไว้บนเส้นทางแต่ละเส้น

- **Max Ant**

คือ จำนวน Ant ที่ใช้ในการ Simulation มีผลโดยตรงกับประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ยิ่งใช้ Ant จำนวนมากผลลัพธ์ที่ได้จะใกล้เคียงกับผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยในงานวิจัยใช้ในการทดลองจำนวน 10000 Max Ant เพื่อให้ได้เส้นทางที่สั้นที่สุดจากโปรแกรม

- **Max Tour**

Max Tour เป็นค่าที่กำหนดจำนวนรอบของการทำงานของมดทั้งหมดจนครบ MAXANT และทำการเพิ่มค่าฟีโรโมนบนเส้นทางที่มดเดินผ่าน (โดยต้องเป็นมดที่สามารถเดินทางไปถึงจุดปลายทางเท่านั้น) ซึ่งจะมีผลต่อความน่าจะเป็นที่มดจะเลือกเส้นทางเดินในรอบ Tour

2.1.6 **การเปรียบเทียบเทคโนโลยีต่าง ๆ กับระบบ RFID ที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบช่วยเหลือผู้พิการในปัจุบันสรุปได้ดังต่อไปนี้** [18]

การเปรียบเทียบเทคโนโลยีบ่งชี้อัตโนมัติสำหรับผู้พิการในส่วนของอาร์เอฟไอดีและสมาร์ทการ์ดจะมีความใกล้เคียงกันในด้านเทคโนโลยีแต่เมื่อพิจารณาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้งานในทางปฏิบัติกับผู้พิการ จากตารางที่ 2.4 พบว่าเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีที่จะมีข้อดีมากกว่าเช่น สามารถอ่านค่าได้กับผู้พิการในระยะที่ห่างทั้งนอกอาคารและในตัวอาคาร, สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ด้วยคลื่นวิทยุ เป็นต้น อาร์เอฟไอดียังสามารถอ่านได้แม้ไม่เห็นตัวแท็กที่ติดอยู่ทำให้สามารถที่จะอำนวยความสะดวกในการช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาได้เป็นอย่างดี ในส่วนจีพีเอส (GPS) เป็นทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสำหรับการใช้งานในการนำทางผู้พิการโดยจะประยุกต์ใช้กับการให้บริการโดยใช้พิกัดตำแหน่งเป็นฐานในการบอกพิกัดตำแหน่ง ปัจจุบันมีการใช้ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่มาช่วยกับผู้พิการได้โดยตรงแต่จะใช้ได้ดีนอกตัวอาคารถ้าในตัวอาคารสัญญาณจะมีการขาดหายเป็นบางช่วง

ดังนั้นจึงทำให้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมีความได้เปรียบในการใช้งานมากกว่าเทคโนโลยีบ่งชี้อัตโนมัติแบบอื่นๆ ในการสื่อสารได้ระยะไกลในการอ่าน/เขียนข้อมูลของระบบ RFID ทำได้ตั้งแต่ 0-10 เมตร ซึ่งถือว่าไกลที่สุดในระบบ Auto ID ยกเว้น GPS เพราะมีข้อจำกัดในการใช้งานในตัวอาคารหรือที่อับสัญญาณ ทั้งนี้ระยะในการอ่าน/เขียน

ข้อมูล RFID จะขึ้นอยู่กับกำลังส่งของเสาอากาศและช่วงความถี่ที่ใช้งาน ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีจะมีราคาสูงแต่เนื่องจากข้อดีต่างๆ จึงทำให้มีความเชื่อว่าจะเป็นที่นิยมในการใช้งานสำหรับผู้พิการมากขึ้นในอนาคต ซึ่งจะส่งผลทำให้ราคาของอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมีราคาลดลง

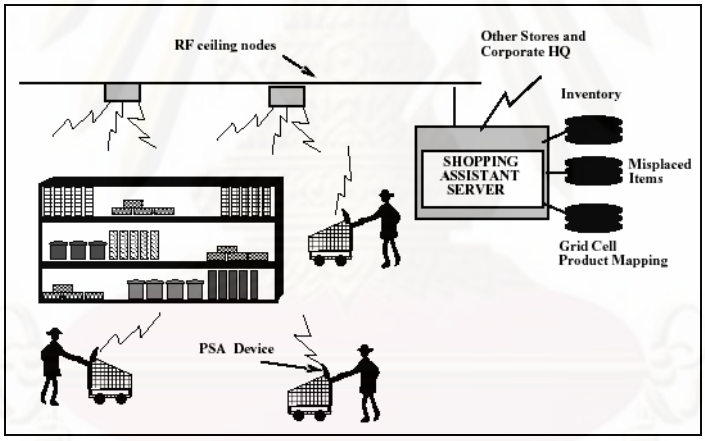
ตารางที่ 2.4 แสดงการเปรียบเทียบข้อแตกต่างของเทคโนโลยีในแต่ละระบบรายการ [18]

เทคโนโลยี	**จีพีเอส** (GPS)	**การรู้จำเสียงพูด** (Voice Recognition)	**บัตรเอนกประสงค์** (Smartcard)	**คลื่นวิทยุ** (RFID)
การอ่านข้อมูลโดยผู้พิการทางสายตา	ได้ง่าย	ได้	ได้	ได้ง่าย
ปัญหาเรื่องสิ่งกีดขวางผู้พิการทางสายตา	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ
ทิศทางการอ่านข้อมูลมีผลกระทบต่อของผู้พิการทางสายตา	ไม่มีผลกระทบ	-	อ่านได้แนวเดียว	ไม่มีผลกระทบ
ราคาอุปกรณ์ในการพัฒนาระบบช่วยเหลือผู้พิการ	ปานกลาง	แพงมาก	ต่ำถึงปานกลาง	แพง
ผลกระทบจากการอ่านผิดด้านหรือผิดมุม	ไม่มีผล	-	ต้องวางให้ถูกทิศทางตามขั้วของหน้าสัมผัส	ไม่มีผล
อัตราเร็วในการอ่านข้อมูลของเทคโนโลยี	เร็ว	ช้า (มากกว่า 3 วินาที)	ช้า (4 วินาที)	เร็วมาก (0.5 วินาที)
ระยะห่างผู้พิการ(เครื่องอ่านกับตัวเก็บข้อมูล)	-	0-50 ซม.	สัมผัสโดยตรง	0–5 ม. หรือมากกว่า
ผู้พิการอ่านเขียนข้อมูลได้ทุกทิศทางในระยะไกล	อ่านได้ดีภายนอกตัวอาคาร	ไม่สามารถอ่านได้	ไม่สามารถอ่านได้	อ่านได้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัยที่นำเสนอแนวคิดระบบช่วยเหลือลูกค้าในการซื้อของในห้างสรรพสินค้า [19]

โดยระบบประกอบด้วยเซอร์ฟเวอร์หลัก จุดรับสัญญาณย่อย และอุปกรณ์ลูกที่ติดอยู่บนรถเข็น ดังแสดงในรูปที่ 2.5 ซึ่งตัวอุปกรณ์ลูกจะประกอบด้วยหน้าจอ ลำโพง ไมโครโฟน ปุ่มกด และเสาอากาศ ระบบจะมีการโต้ตอบระหว่างลูกค้าที่มาเลือกซื้อสินค้าในห้างกับระบบตอบรับอัตโนมัติ อีกบริการหนึ่งที่ผู้วิจัยนำเสนอคือ บริการระบุตำแหน่งของสินค้า โดยเมื่อลูกค้าพูดชื่อสินค้าลงไป ระบบจะตอบเป็นสถานที่ที่สินค้านั้นๆ วางอยู่กลับมา สุดท้ายผู้วิจัยได้สรุปการถึงบริการเชิงตำแหน่งไว้ โดยใช้แนวคิดที่ว่าจะแบ่งเซอร์ฟเวอร์ออกเป็นเซอร์ฟเวอร์ย่อยๆ เพื่อรับผิดชอบการทำงานในบริเวณที่ต่างๆ กัน ซึ่งจะมีข้อดีที่ปริมาณข้อมูลต่อเซอร์ฟเวอร์จะลดลงถ้าเทียบกับระบบที่มีเซอร์ฟเวอร์เพียงอันเดียว สำหรับงานนี้ถูกตีพิมพ์ตั้งแต่ปี ค.ศ.1994 โดยยังคงเป็นแนวคิดและไม่ได้ทำออกมาจริง แต่ถือว่าเป็นงานที่จุดประกายความคิดให้กับงานวิจัยรุ่นหลังเกี่ยวกับบริการเชิงข้อมูล



รูปที่ 2.5 แสดงระบบช่วยเหลือลูกค้าในการซื้อสินค้าในห้างสรรพสินค้า [19]

2.2.2 งานวิจัยที่นำเสนอระบบช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเดินไปยังจุดที่ต้องการโดยใช้เทคโนโลยี GPS ในการนำทาง [20]

งานวิจัยนี้เป็นการทดสอบการทำงานระบบนำทางผู้พิการทางสายตาด้วยเทคโนโลยี GPS จากผลการทดลองทำให้ผู้พิการทางสายตาได้รับความปลอดภัยในการเดินบนถนนโดยสามารถบอกทิศทางในการเดินและตำแหน่งต่างๆ ได้แต่ข้อเสียคือ เมื่อนำมาใช้ในตัวอาคารซึ่งเทคโนโลยี GPS ไม่สามารถ Detecting ได้ดีเพราะอาจจะเกิดปัญหาจากดาวเทียมในการรับสัญญาณ ทำให้สามารถใช้งานได้นอกตัวอาคารเท่านั้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำ Text-To- Speech มาช่วยในการบอกทิศทางให้กับผู้พิการทางสายตาเพื่อไปยังจุดหมายปลายทาง

2.2.3 งานวิจัยที่นำเสนอการนำโทรศัพท์มือถือมาทำงานร่วมกับอาร์เอฟไอดีเพื่องานทางด้านร้านค้า [21]

โดยงานวิจัยนี้ได้เน้นไปทางให้ความสะดวกในการระบุชนิดสินค้าของลูกค้าที่ต้องการเลือกซื้อสินค้า โดยมีขั้นตอนคือ ทำการค้นหาสินค้ารอบตัวด้วยอาร์เอฟไอดีบนชั้นวางสินค้า เมื่อพบสินค้าชนิดต่างๆ จะสามารถให้รายละเอียดของสินค้านั้นๆ ได้ โดยการดาวน์โหลดจากเซอร์ฟเวอร์ผ่านตัวจีพีอาร์เอส (GPRS) ซึ่งในระบบยังคงยุ่งยากและช้าเนื่องจากหากมีสินค้าจำนวนมากการค้นหาแต่ละครั้งจะใช้เวลานานและการหาสินค้าในโทรศัพท์มือถือนั้นเป็นไปด้วยความลำบาก ประกอบกับการที่ต้องรับส่งข้อมูลกับเซอร์ฟเวอร์จึงทำให้เสียเวลาไปกับการดาวน์โหลดจากตัวเซอร์ฟเวอร์จำนวนหนึ่งอีกด้วยทำให้ระบบยังมีปัญหาเรื่องการประมวลผลของข้อมูลสินค้า

2.2.4 งานวิจัยที่นำเสนอการนำอุปกรณ์อ่านรหัสต่างๆ เช่น อาร์เอฟไอดี รหัสแท่งและรหัสแท่งสองมิติมาใช้งานบนโทรศัพท์มือถือ [22]

โดยในบทความนี้จะนำเสนอ การจ่ายเงินผ่านระบบโทรศัพท์หรือที่เรียกว่า โมบายเพเม้นท์ โดยหลักการคือ จะติดแท็กที่เก็บเบอร์โทรศัพท์ที่จัดการเรื่องการเก็บเงินไว้ที่ตู้ขายน้ำอัดลมอัตโนมัติ เมื่อนำมือถือเข้าไปใกล้ๆ ตู้แล้วโทรศัพท์จะโทรออกไปยังเบอร์นั้นๆ เพื่อตัดยอดเงินและรับสินค้า เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะมีขนาดเล็กเท่ากับโทรศัพท์มือถือโดยเป็นของโนเกีย ซึ่งจะเห็นได้ว่าผู้ผลิตโทรศัพท์มือถือเริ่มเตรียมพร้อมสำหรับการนำอาร์เอฟไอดี มาไว้บนโทรศัพท์มือถือแล้วเช่นกัน โดยงานวิจัยนี้ยังคงนำเสนอในแง่ทฤษฎีอยู่แต่ในงานได้นำเสนอสิ่งที่อาจจะสามารถใช้งานจริงได้ในอนาคตเช่น การเก็บเงินแบบอัตโนมัติผ่านโทรศัพท์มือถือโดยอิงข้อมูลการชำระเงินจากอาร์เอฟไอดีบนห้างสรรพสินค้า เป็นต้น จากการทดสอบการใช้งานพบว่าระบบง่ายต่อการใช้งาน โดยจะทำการประมวลผลบนโทรศัพท์มือถือ งานวิจัยนี้เป็นหนึ่งในงานวิจัยเกี่ยวกับอาร์เอฟไอดีที่สามารถนำไปใช้งานจริงได้

2.2.5 งานวิจัยที่นำเสนอเกี่ยวกับการให้ความช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเดินทางไปยังแต่ละสถานีของขนส่งมวลชน [23]

ในงานวิจัยทำเกี่ยวกับการให้ความช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเดินทางไปยังแต่ละสถานีของขนส่งมวลชนเพื่อต้องการให้ผู้พิการทางสายตาได้รับความสะดวกในการเดินทางด้วยระบบขนส่งมวลชน โดยงานวิจัยได้ติดตัว รับ-ส่ง Antennas ที่สามารถส่งสัญญาณพร้อมกล่องเสียงไว้ที่เสื้อ เมื่อผู้พิการทางสายตาเข้ามายังพื้นที่หรือบริเวณที่มีตัวรับสัญญาณโดยอาร์เอฟไอดีแท็กจะไปเปรียบเทียบค่าในฐานข้อมูลกลางว่าสถานีล่าสุดที่ผ่านมาคือ สถานีอะไร จะทำให้ผู้พิการทางสายตาหรือบุคลคนที่ตาบอดทำให้ทราบถึงสถานีที่ตัวเองอยู่ว่าอยู่ที่จุดไหนหรือสถานี

ไหนและสถานีต่อไป ในงานวิจัยนี้ช่วยให้เกิดแนวความคิดในการนำอาร์เอฟไอดีมาช่วยในการระบุตำแหน่งเพื่อช่วยหาทิศทางด้วยอาร์เอฟไอดีได้

2.2.6 งานวิจัยที่นำเสนอเกี่ยวกับการนำหุ่นยนต์เพื่อให้มาช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา [24]

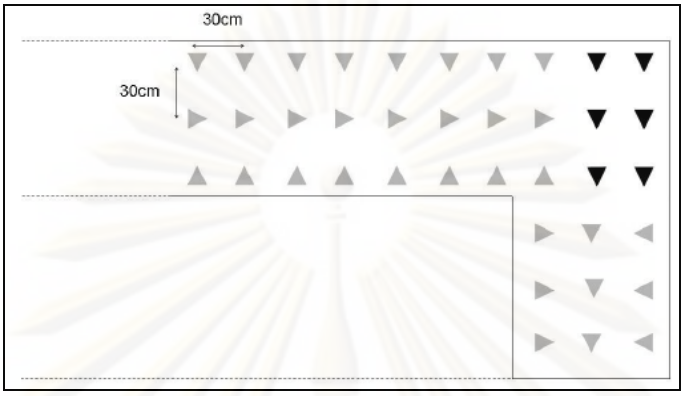
งานวิจัยนี้เป็นการนำทางด้วยหุ่นยนต์เพื่อใช้เป็นการนำทางผู้พิการทางสายตาโดยงานวิจัยนี้ได้ติดตั้งเส้นทางโปรแกรมไว้ที่ตัวหุ่นยนต์ เมื่อผ่านไปยังสินค้าที่ผู้พิการทางสายตาต้องการแล้วหุ่นยนต์จะหยุดเพื่อให้ผู้พิการทางสายตาได้เข้าไปหยิบสินค้านั้นได้ ซึ่งในงานวิจัยเป็นการนำทางไปยังจุดที่ต้องการสิ้นค้าตามที่ได้โปรแกรมเข้าไปในตัวหุ่นยนต์ทำ โดยการทดสอบหุ่นยนต์สามารถบอกได้ว่าทางซ้ายมือคือสินค้าประเภทไหน ขวามือคือสินค้าประเภทอะไร ส่วนข้อจำกัดคือเรื่องของทิศทางที่ผู้พิการต้องการไปยังจุดสินค้าที่ต้องการและยังเป็นการลงทุนที่สูงมากทำให้ยังไม่เป็นที่น่าสนใจของผู้ลงทุนธุรกิจในห้างสรรพสินค้าต่างๆ

รูปที่ 2.6 แสดง RoboCart ที่ช่วยนำทางให้กับผู้พิการทางสายตา [24]

2.2.8 งานวิจัยที่นำเสนอเกี่ยวกับระบบนำทางเพื่อช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเดินภายในตัวอาคาร [25]

โดยในงานวิจัยได้นำอาร์เอฟไอดีแท็กมาวางไว้ที่ระยะห่าง 30 ซม. ดังแสดงในรูปที่ 2.7 ซึ่งจะต้องเดินไปตามจุดที่มีแท็ก ในการเดินไปตามเส้นทางที่มีโดยแท็กที่ติดเอาไว้ที่พื้นซึ่งจะมีไม้เท้าเป็นตัวอ่านซึ่งมีประโยชน์คือ ทำให้ผู้พิการทางสายตาจะไม่ออกนอกเส้นทางและอยู่ในกรอบที่กำหนดเอาไว้ โดยผู้พิการทางสายตาจะต้องเดินภายในเส้นทางที่มีแท็กติดไว้ตามพื้นไปจนกว่าจะ

ถึงจุดตามที่ผู้วิจัยต้องการ ซึ่งในงานวิจัยยังได้เปรียบเทียบกับระบบของ GPS ในส่วนของการ Detecting นั้น อาร์เอฟไอดีมีการ Detecting ได้ดีกว่าแต่มีการจำกัดเฉพาะพื้นที่โดยในการลงทุนนั้นจะไม่คุ้มค่าเพราะมีต้นทุนที่สูงมาก



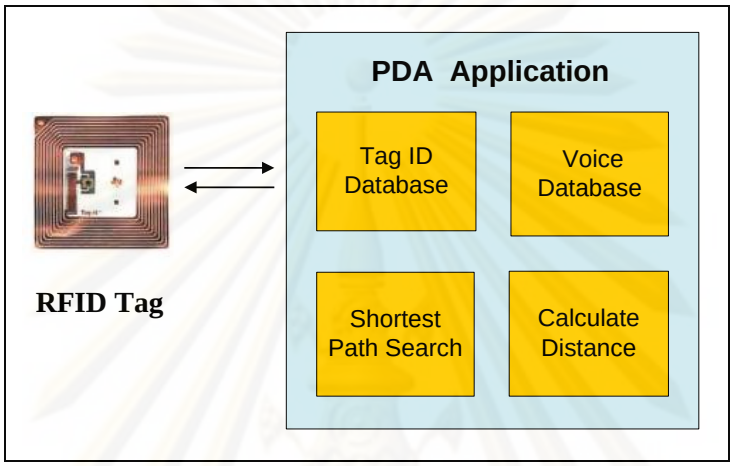
รูปที่ 2.7 แสดงการวางตำแหน่งของ RFID Tag เพื่อใช้นำทางผู้พิการทางสายตา [25]

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

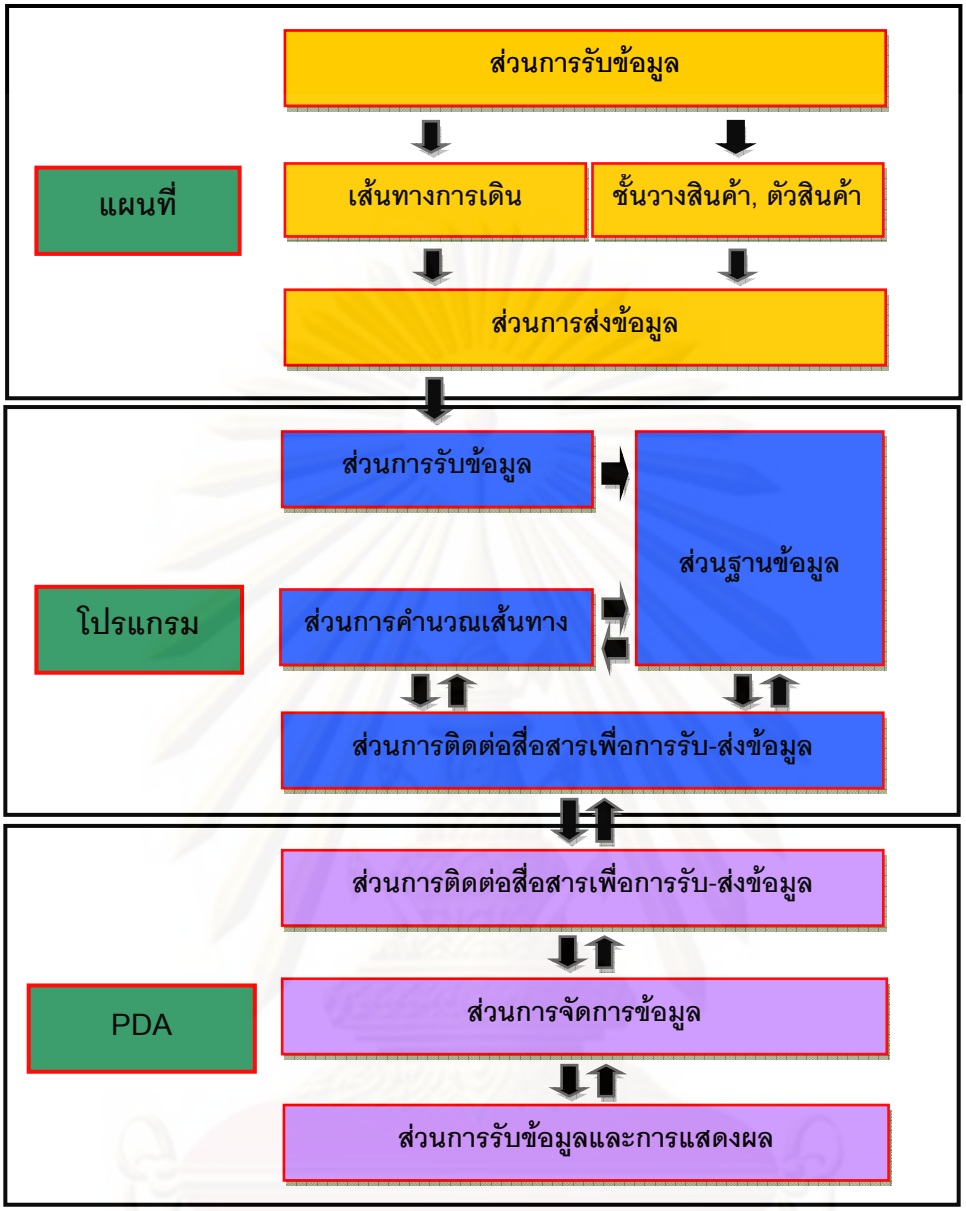
การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ

3.1 การวิเคราะห์และการออกแบบการทำงานของระบบ



รูปที่ 3.1 แสดงองค์ประกอบการทำงานของระบบ

ในงานวิจัยต่างๆ ที่ได้นำเสนอมาข้างต้นจะพบว่ามีงานวิจัยหลายชิ้นด้วยกันที่ทำเกี่ยวกับการใช้งานร่วมกันระหว่างอาร์เอฟไอดีกับสินค้า มีทั้งแบบที่เป็นเพียงแนวคิดและทั้งแบบที่สร้างขึ้นมาใช้ได้จริง ในการใช้งานของ RFID กับระบบช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาทำให้เป็นที่ให้ความสนใจของนักวิจัยและในการพัฒนาที่เกี่ยวกับอาร์เอฟไอดี ซึ่งจะเป็นงานวิจัยในลักษณะการพัฒนาระบบกล่าวคือ เป็นการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับปัญหาหรืองานในสภาพแวดล้อม โดยในขั้นตอนการนำไปปรับใช้อาจเป็นการเลือกใช้เทคโนโลยีบางส่วนซึ่งจะต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงานหรือเป็นการประสานเทคโนโลยีต่างๆ เข้าด้วยกัน โดยมีจุดประสงค์หลักคือ สนับสนุนกระบวนการทำงานให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากขึ้นตรงตามเป้าหมายของผู้ทำวิจัย สุดท้ายทำการวิเคราะห์และประเมินผลของระบบโดยในระหว่างการทำวิจัยก็จะได้ข้อจำกัดของการพัฒนาระบบและเทคโนโลยีในขั้นตอนของการทำวิจัยอีกด้วย

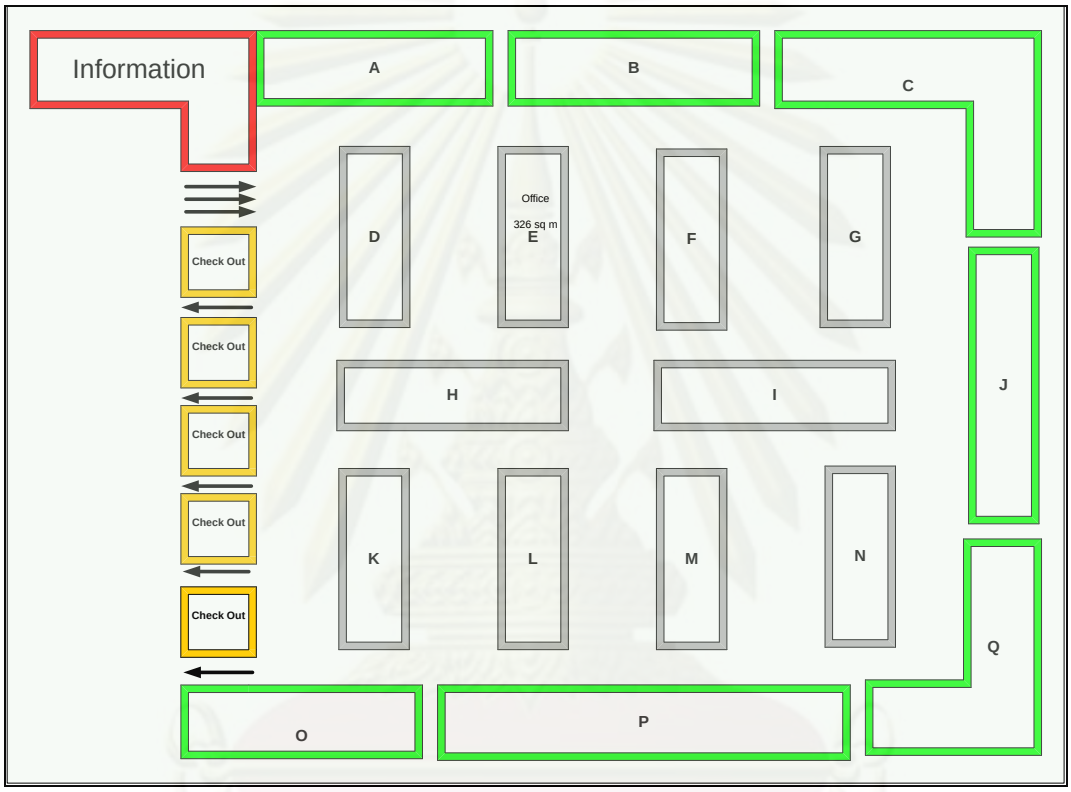


รูปที่ 3.2 แสดงภาพรวมการทำงานทั้งหมดของระบบ

ในงานวิจัยมีแนวคิดที่เป็นการวิจัยเชิงประยุกต์เน้นการออกแบบและพัฒนาให้ความช่วยเหลือแก่ผู้พิการทางสายตาด้วยอาร์เอฟไอดีระบุตำแหน่งซึ่งจะบอกทิศทางของกลุ่มสินค้าและชั้นวางเพื่อให้เหมาะกับการใช้งานในระบบที่ต้องการความถูกต้องดังรูปที่ 3.2 แสดงให้เห็นองค์ประกอบของระบบในการให้ความช่วยเหลือแก่ผู้พิการทางสายตา โดยงานวิจัยนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีแท็ก ซึ่งทำหน้าที่ระบุตำแหน่งของชั้นวางสินค้าและทำหน้าที่เป็นส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่มีความพิการทางสายตาช่วยในการบอกทิศทางและเส้นทางเพื่อเชื่อมต่อสองส่วนเข้าด้วยกัน ทำให้เป็นระบบที่สามารถบอกทิศทางว่ากลุ่มของสินค้าที่ต้องการอยู่จุดไหน และบริเวณชั้นวางรอบๆ ทางซ้าย-ขวามีสินค้าประเภทอะไรบ้าง เป็นการลดเวลาในการเดินเลือกซื้อสินค้าและได้

ระยะทางและทิศทางที่สั้นที่สุด แนวความคิดและวิธีการรวมถึงขั้นตอนต่างๆ โดยมี Layout ของชั้นวางสินค้าเป็นต้นแบบของการพัฒนาระบบ ดังรูปที่ 3.3 แสดงให้เห็นถึงจุดที่มีสินค้าอยู่แล้วผู้พิการทางสายตาต้องเดินมาเลือกสินค้าโดยระบบจะบอกทิศทางว่าทางไหนที่สั้นที่สุดเมื่อผู้พิการเข้ามายังจุด Information โดยการรับอุปกรณ์จะมีอยู่ 2 กรณี คือ

1. ถ้าต้องการเดินด้วยเส้นทางที่สั้นที่สุดจะต้องมีรายการสินค้ามาด้วย
2. ผู้พิการสามารถเดินไปได้ทุกเส้นทาง ซึ่งระบบจะบอกชนิดของกลุ่มสินค้าบนชั้นวางเท่านั้น



รูปที่ 3.3 แสดง Layout ของชั้นวางกลุ่มสินค้าที่ใช้เป็นต้นแบบในการทดสอบ

ในการออกแบบและพัฒนาระบบ RFID เพื่อแก้ปัญหาในการเลือกซื้อสินค้าของผู้พิการทางสายตาในการพัฒนาระบบนำทางผู้ทำวิจัยได้แบ่งส่วนที่สำคัญออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ มีดังต่อไปนี้

3.1.1 ส่วนของการแสดงข้อความเสียง

การแสดงข้อความเสียงเพื่อใช้ในการแสดงผลโดยจะนำข้อมูลที่อ่านได้จากตัว RFID Reader เข้ามาประมวลผลส่วนของฐานข้อมูลเสียง (Voice Database) โดยใช้โปรแกรมเปลี่ยนตัวแปลงผลโดยจะแสดงข้อความเสียงออกมาทางเครื่อง PDA ซึ่งจะแสดงผลเป็นภาษาไทยจะเป็นการระบุตำแหน่งและทิศทางต่างๆ ของจุดที่มีกลุ่มสินค้าใน

แต่ละชั้นของชั้นวางสินค้าโดยจะมีแท็กติดบนแต่ละชั้นวางกลุ่มสินค้าเพื่อให้สามารถระบุกลุ่มสินค้าว่าเป็นกลุ่มสินค้าอะไร ในส่วนนี้จะทำการทดลองโดยนำเครื่องมือมาใช้คือ SAPI (Speech Application Programming Interface) ที่อยู่ใน Speech SDK (Speech Software Development Kit เวอร์ชั่น 5.1) และซอฟต์แวร์สังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทย VAJA รุ่น 5.0 มาใช้ในการทดลองซึ่งจะมีรูปแบบการทำงานแบบฮิดเด็นมาร์คอฟโมเดลที่มีการวิเคราะห์คำพูดจากหน่วยเสียงก่อนเพื่อเป็นการสร้างโมเดลของหน่วยเสียงขึ้นมาแล้วเก็บเป็นฐานข้อมูลของค่าพารามิเตอร์ต่างๆ โดยการทำงานของส่วนการแสดงข้อความเสียงประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักๆ มีดังต่อไปนี้

3.1.1.1 **ส่วนการรับอินพุตของระบบ** เป็นส่วนที่ใช้ในการติดต่อกับผู้พิการทางสายตาเพื่อความสะดวกต่อผู้พิการทางสายตา ในงานวิจัยได้สร้างส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) ที่มีรูปแบบลักษณะพิเศษของการพัฒนาโปรแกรมด้วย Visual Studio 2008 ที่มีความสามารถในการสร้าง Application โดยการใช้ Resource และ Library ต่างๆ ในตัวโปรแกรมมาทำงานร่วมกับโปรแกรมที่ทำการพัฒนาขึ้นมาโดยการรับอินพุตของแท็กบนชั้นวางสินค้าเข้ามาแล้วส่งไปยังส่วนประมวลผลบนตัว PDA

3.1.1.2 **ส่วนการประมวลผล** เป็นส่วนที่รับข้อมูลจากการรับค่าของอาร์เอฟไอดีแท็กเข้ามาในโปรแกรมแล้วสร้างกระบวนการแปลง Tag ID ให้ออกมาเป็นข้อความเสียงที่พร้อมจะแสดงผลให้กับระบบ ดังนั้นส่วนประมวลผลจะประกอบไปด้วยการทำงานที่เกี่ยวกับฐานข้อมูลของเสียงและทิศทางต่างๆ ในการเดินบนแผนที่

3.1.1.3 **ส่วนการแสดงผลเอาท์พุต** เป็นส่วนที่สำคัญของโปรแกรมในพัฒนาประกอบด้วย 2 ส่วนได้แก่ ส่วนการแสดงข้อความเสียงของกลุ่มสินค้าผ่านเครื่อง PDA และการแสดงข้อความเสียงเพื่อการระบุตำแหน่งทิศทางในการเดินเลือกซื้อสินค้าของผู้พิการทางสายตา โดยซอฟต์แวร์ส่วนของเอาท์พุตที่จะแสดงผลออกมาจะทำการทดสอบที่ใช้ติดต่อกับผู้พิการทางสายตาทาง User Interface

3.1.2 โครงสร้างภายในส่วนการแสดงข้อความเสียง

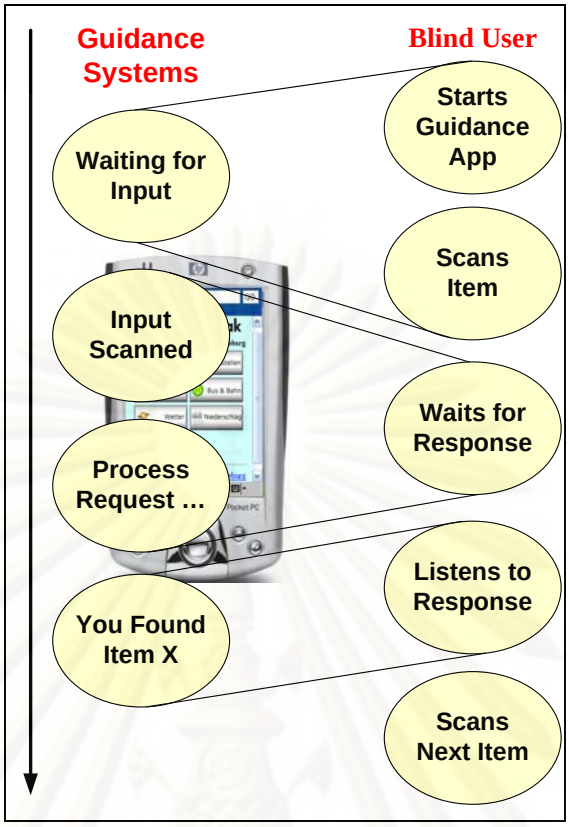
ส่วนการรับ-ส่งข้อมูล (Voice Data Transform) เป็นส่วนรอรับค่าการติดต่อผ่านทางเครื่อง PDA ซึ่งข้อมูลที่รับมาจากอาร์เอฟไอดีแท็ก จะแสดงถึงข้อมูลของตำแหน่งของชั้นวางสินค้า โดยเมื่อส่วนนี้ได้รับข้อมูลแล้วจะส่งไปให้ส่วนวิเคราะห์ข้อมูลและประมวลผล เมื่อมีการอ่านค่าจากแท็กแล้วส่วนรับ-ส่งข้อมูลจะส่งข้อมูลไปยังส่วนวิเคราะห์ข้อมูลและประมวลผล เพื่อเรียกฐานข้อมูลที่มีข้อความเสียงขึ้นมาให้ตรงกับหมายเลขของ Tag ID โดยภายในส่วนรับ-ส่งข้อมูลมีส่วนย่อยอีก 2 ส่วนคือ

- ส่วนการตรวจสอบข้อมูล : เป็นส่วนย่อยที่อยู่ภายในส่วนรับ-ส่งข้อมูลโดยการทำงานในส่วนนี้จะทำการตรวจสอบข้อมูลที่ได้รับมา Tag ID ว่าถูกต้องตรงกับฐานข้อมูลเสียงหรือไม่เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาข้อมูลผิดพลาดในการประมวลผล
- ส่วนการบันทึกข้อมูล : เป็นส่วนย่อยที่อยู่ภายในส่วนรับ-ส่งข้อมูลหลังจากที่ได้ตรวจสอบความถูกต้องของ Tag ID แล้วจะทำการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลเสียงเพื่อที่จะ Update ในการอ้างถึงตำแหน่งของชั้นวางถัดไป

3.1.3 **ส่วนการติดต่อผู้ใช้งาน** (User Interface)

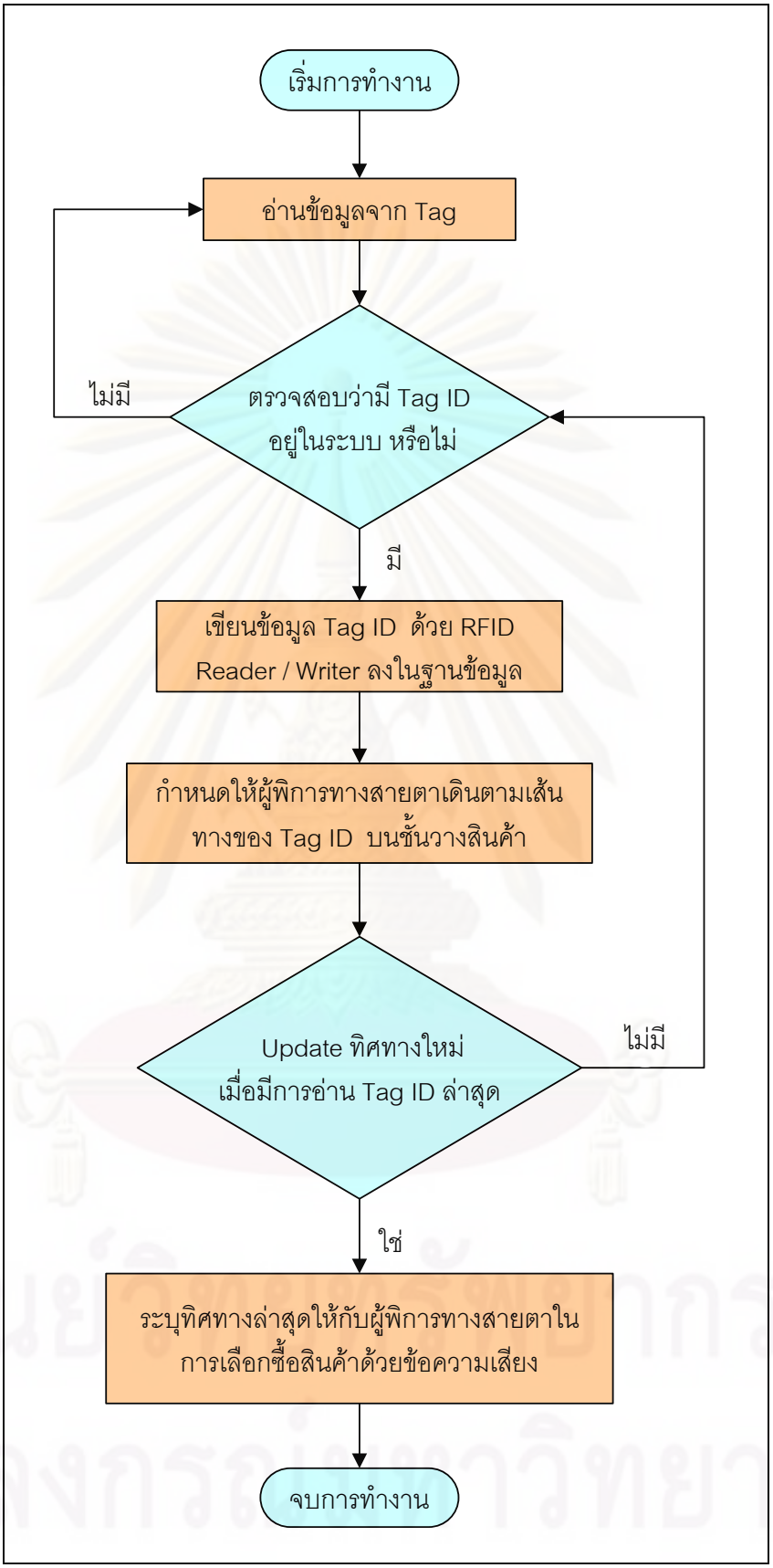
ในการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ซึ่งเป็นผู้พิการทางสายตา ดังนั้นโปรแกรมต้องมีเสียงในการทำงานเพื่อให้ทราบว่าระบบมีการตอบสนองทุกๆ ขั้นตอนในแต่ละเหตุการณ์ โดยลักษณะของส่วนการติดต่อกับผู้พิการทางสายตามีการออกแบบการทำงานคือ เมื่อผู้พิการทางสายตานำเครื่องพีดีเอมาอ่านที่ตัวแท็ก โปรแกรมทำการแสดงผลด้วยข้อความเสียงให้ทราบว่าชั้นวางทางซ้ายมือคือกลุ่มสินค้าประเภทอะไร และถัดไปจากทางซ้ายคือกลุ่มสินค้าประเภทอะไร และการนำทางที่สั้นที่สุดจะทำการคำนวณเส้นทางและทิศทางหากผู้พิการทางสายตานำรายการสินค้าที่ต้องการมาด้วย โดยขั้นตอนการทำงานส่วนการติดต่อผู้ใช้งาน เนื่องจากข้อจำกัดที่ผู้พิการทางสายตาที่ไม่สามารถมองเห็นหน้าจอของตัวพีดีเอ โดยผู้พิการทางสายตาสามารถรับสัญญาณของอาร์เอฟไอดีแท็ก บนชั้นวางสินค้าซึ่งระยะไม่เกิน 10 ซม. ส่วนการให้เอาต์พุตกับผู้พิการทางสายตาเนื่องจากผู้ใช้เป็นผู้พิการทางสายตาจึงไม่ต้องแสดงผลออกมายังหน้าจอแต่จะแสดงผลเป็นข้อความเสียงผ่านทางเครื่องพีดีเอ ซึ่งการทำงานจะต้องมีการเรียกข้อมูลไฟล์เสียงที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูลมาเปรียบเทียบกับหมายเลขของข้อความเสียงอาร์เอฟไอดีแท็ก ที่ได้รับ

ในการติดต่อระหว่างอาร์เอฟไอดีแท็กกับ RFID Reader บนเครื่องอ่านพีดีเอจะเริ่มส่งสัญญาณเมื่อเข้ามาอยู่ในระยะประมาณ 2-5 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะที่สัญญาณจาก RFID Reader จะมีกำลังแรงพอที่จะทำให้ Tag เริ่มทำงาน



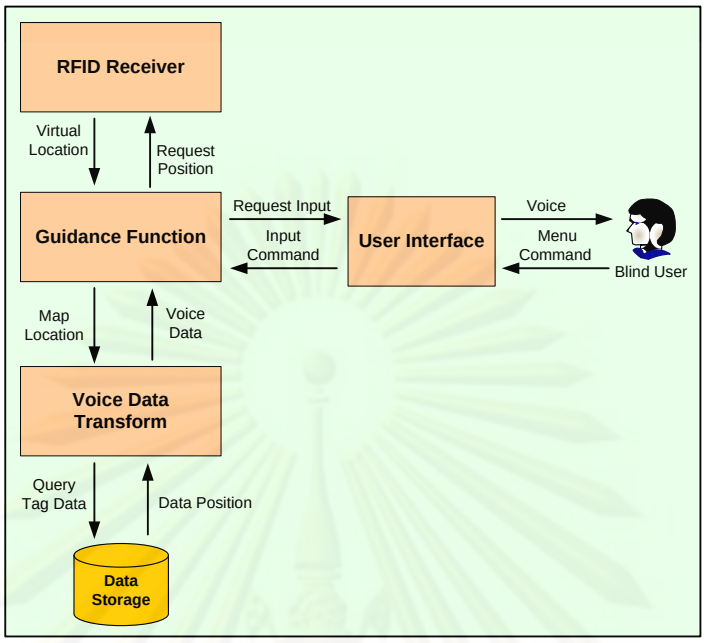
รูปที่ 3.4 แสดงการ Mapping Actions ระหว่าง User กับ Guidance

ส่วนการติดต่อระหว่างระบบกับผู้พิการทางสายตาซึ่งได้แสดงดังรูปที่ 3.4 เป็นการ Mapping Actions ระหว่างผู้พิการทางสาย (Blind User) กับ ระบบนำทาง (Guidance Systems) เมื่อผู้พิการทางสายตาต้องการทราบชื่อกลุ่มของสินค้าบนชั้นวางว่าเป็นสินค้าประเภทอะไร โดยระบบจะรอรับค่าจากตัวอาร์เอฟไอดีแท็กหากยังไม่พบก็ไม่สามารถระบุได้ว่าเป็นกลุ่มของสินค้าอะไร ระบบจะสามารถแจ้งให้กับผู้พิการทางสายตาทราบได้ ดังตัวอย่างจากรูปที่ 3.4 แสดงให้เห็นขั้นตอนการทำงานว่าตอนนี้ผู้พิการทางสายตายังไม่ได้เข้ามาถึงจุดรับข้อมูลหรืออยู่ห่างมากเกินไปจึงไม่สามารถทำให้อาร์เอฟไอดีแท็ก ทำงานได้ โดยระบบมีการตอบกลับว่า “ไม่พบสินค้าบนชั้นวางสินค้า” (Item Not Found in Shelf) ให้ผู้พิการทางสายตาได้รับทราบ ซึ่งผู้ทำวิจัยได้ออกแบบให้มีลักษณะการทำงานให้เกิดความผิดพลาดในการใช้ปุ่มต่างๆ และลดขั้นตอนการทำงานให้น้อยที่สุด ซึ่งจะทำให้ผู้พิการทางสายตาใช้งานได้อย่างสะดวก



รูปที่ 3.5 แสดงโฟลว์ชาร์ตขั้นตอนการติดต่อระหว่าง RFID Reader กับ RFID Tag

3.2 โครงสร้างและขั้นตอนการทำงานส่วนของซอร์ฟแวร์มีดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.6 แสดงโครงสร้างและขั้นการทำงานส่วนของซอร์ฟแวร์

3.2.1 ส่วนวิเคราะห์ข้อมูลการแสดงผลบนเครื่องพีดีเอ

ในส่วนการแสดงผลบนเครื่องพีดีเอ จะแสดงผลด้วยข้อความเสียงเท่านั้นส่วนตัวการคำนวณเส้นทางที่สั้นที่สุดระบบจะคำนวณตามตารางแผนที่ที่ได้กำหนดส่วนไว้ ซึ่งพีดีเอจะไม่แสดงผลเป็นแผนที่บนเครื่องพีดีเอ แต่จะนำผลไปวิเคราะห์ข้อมูลจากฐานข้อมูล โดยขั้นตอนการทำงานส่วนของซอร์ฟแวร์หลังจากได้รับ Tag ID ผ่านเครื่องพีดีเอจะทำหน้าที่นำข้อมูลมาวิเคราะห์และปร ะมวลผลเพื่อให้ระบบทำงานในด้านต่างๆ ซึ่งข้อมูลที่ทำการจัดเก็บในระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

3.2.1.1 **ข้อมูลเพื่อใช้ในการอ้างตำแหน่ง** คือข้อมูลที่จัดเก็บครั้งเดียวในการเขียนโปรแกรมซึ่งเป็นข้อมูลชนิดแบบคงที่ (Static Data) โดยเป็นข้อมูลที่จะนำมาใช้ในแผนที่หรือ Layout ของชั้นวางสินค้าบนห้างสรรพสินค้า ซึ่งงานวิจัยได้นำแผนที่หรือ Layout ที่อยู่ในขอบเขตของงานวิจัยมาใช้เพื่อเก็บข้อมูลในตำแหน่ง ณ.จุดต่างๆ บนแผนที่ที่กำหนดไว้ ลงฐานข้อมูลโดยข้อมูลจะถูกนำมาใช้ในการอ้างอิงกับข้อมูลชุดอื่นๆ เพื่อการหาตำแหน่งได้อย่างถูกต้อง โดย มีขั้นตอนการทำงานในการหาเส้นทางและตำแหน่งบนแผนที่ที่ได้กำหนดไว้ในงานวิจัยดังนี้

- ระบบจะจัดเก็บข้อมูลที่เป็นชุดข้อมูลของเส้นทางทั้งหมดในรูปแบบของฐานข้อมูลโดยการเปรียบเทียบจุดและตำแหน่งเพื่อใช้คำนวณหาเส้นทางว่าเส้นทางไหน ประกอบด้วยชั้นวางสินค้าประเภทใดเป็นจุด เริ่มต้นและ

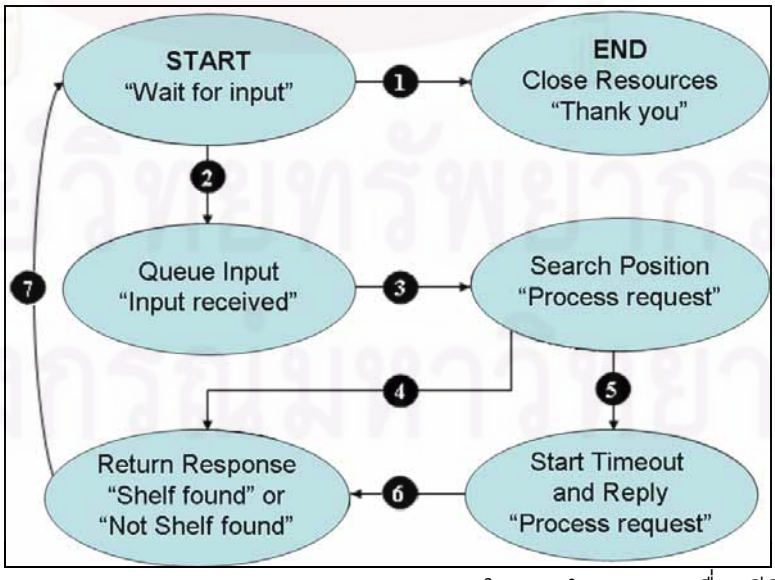
ชั้นวางสินค้าใดเป็นจุดปลายทางแล้วบันทึกลงในฐานข้อมูลอีกตารางหนึ่งซึ่งจะใช้ในการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด เพื่อใช้ในการเรียกข้อมูลขึ้นมาให้แสดงผลตามขั้นตอนของระบบซึ่งจะได้ตารางแผนที่ประกอบด้วยตารางดังต่อไปนี้

- ตารางจุด (Point) : เป็นตารางที่ใช้บันทึกจุดบนตารางแผนที่ที่ใช้ในการระบุจุดต้นทางและจุดปลายของเส้นทาง
- ตารางเส้นทาง (Path) : แต่ละเส้นทางเกิดจากจุด 2 จุดซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นและจุดปลายทาง

3.2.1.2 **ข้อมูลตารางแผนที่** คือข้อมูลที่รับมาจากอาร์เอฟไอดีแท็กโดยตรงจะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์การนำทางโดย Tag ID จะถูกส่งเข้ามายังเครื่องพีดีเอจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาถ้ามีการเดินไปที่ชั้นวางสินค้า ซึ่งในขั้นตอนของการเรียกใช้ข้อมูลเป็นขั้นตอนการเรียกข้อมูลจากฐานข้อมูลขึ้นมาโดยแบ่งออกเป็น 2 ตารางดังนี้

- ตารางข้อมูล Tag ID : ใช้บันทึกข้อมูลของ Tag ID ในการเดินซึ่งได้มาจากชุดอุปกรณ์ RFID Reader ซึ่งข้อมูลส่วนนี้จะเป็นส่วนสำคัญที่ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ทิศทางและเส้นทางที่สั้นที่สุดในการนำทาง
- ตารางข้อมูลการนำทาง : โดยเก็บข้อมูลลงในแผนที่ของชั้นวางสินค้าที่ได้กำหนดไว้เฉพาะที่เกี่ยวกับการเดินเลือกซื้อสินค้าของผู้พิการทางสายตาจากจุดเริ่มต้นไปจนถึงจุดสุดท้ายในการเดินเลือกซื้อสินค้าตามแผนที่ที่ได้กำหนดเอาไว้ในขอบเขตงานวิจัย

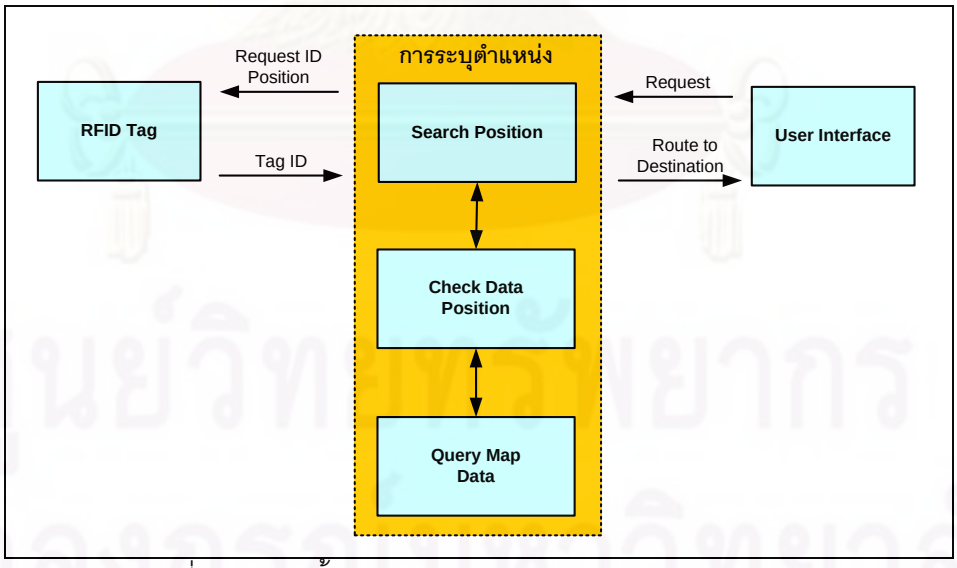
3.2.2 **ส่วนของ** Stage Application on Mobile



รูปที่ 3.7 แสดง Stage Application on Mobile ในการทำงานบนเครื่องพีดีเอ

ในการออกแบบ Application on Mobile ที่สามารถให้การตอบสนองกับระบบได้ทันทีเมื่อนำพีดีเอ เข้ามายังรัศมีของการส่งสัญญาณของอาร์เอฟไอดีแท็กโดยการทำงานจะเป็นไปอย่างอัตโนมัติจะทำให้ผู้พิการทางสายตาได้รับความสะดวกในการตัดสินใจว่าจะเดินไปในทิศทางไหนหรือได้พบกลุ่มสินค้าชนิดใดบนชั้นวางหรือไม่และชั้นถัดไปเป็นกลุ่มสินค้าประเภทอะไรซึ่งได้ออกแบบ Stage Application ในแต่ละส่วนของโปรแกรมเพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วในการติดต่อของระบบนำทาง จากรูปที่ 3.7 เป็นการแสดง Stage การติดต่อการทำงานของระบบ โดยการทำงานของ Mobile Application ในแต่ละ Stage จะเริ่มต้นตั้งแต่ Stage ของจุด Start ไปจนถึง Stage ของจุด End ซึ่งที่จุด Start จะมีการรอรับค่า “Wait for input” ที่เข้ามา เมื่อเข้าใกล้รัศมีของอาร์เอฟไอดีแท็กจะเป็นตัวกำหนดว่าต้องการทำอะไรต่อไป โดยมีสองทางเลือกคือ จบการทำงาน “Thank you” หรือ หาตำแหน่ง “Search Position” โดยถ้าพบก็จะระบุได้ว่ากลุ่มสินค้าที่พบนั้นเป็นประเภทไหนบนชั้นวางสินค้า แต่ถ้าการระบุตำแหน่งนั้นถ้าไม่พบจุดใดๆ ของอาร์เอฟไอดีแท็กจะมีการ Start Timeout Reply เพื่อรอรับค่าจากอาร์เอฟไอดีแท็กตัวใหม่บนชั้นวางสินค้าตัวใหม่ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะมีการรับค่าจากอาร์เอฟไอดีแท็ก

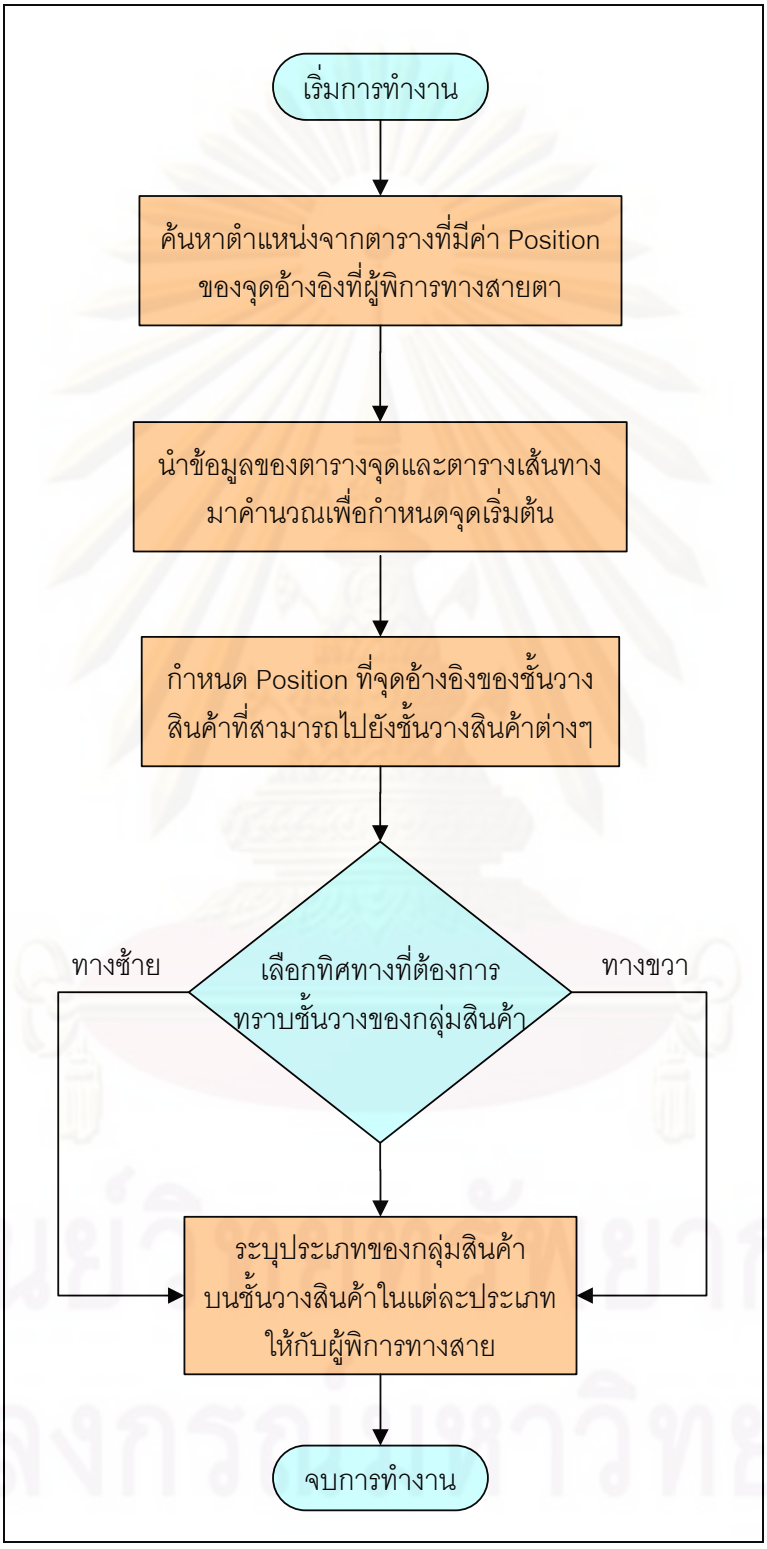
3.2.3 ส่วนของการวิเคราะห์เพื่อการระบุตำแหน่ง



รูปที่ 3.8 แสดงขั้นตอนการทำงานส่วนของการระบุตำแหน่ง

การหาตำแหน่งคือจุดของชั้นวางสินค้าบนแผนที่โดยนำมาใช้ในการจำลองการเดินเลือกซื้อสินค้ารวมทั้งใช้แสดงผลการวิเคราะห์ระยะทางบางส่วน โดยนำข้อมูลเชิง

พื้นที่ทั้ง 2 แบบไปวิเคราะห์แล้วบันทึกลงบนฐานข้อมูลจากนั้นส่วนของซอฟท์แวร์เป็นตัวประมวลผล โดยในงานวิจัยได้เขียนโปรแกรมวิเคราะห์สำหรับการคำนวณเส้นทางบนแผน



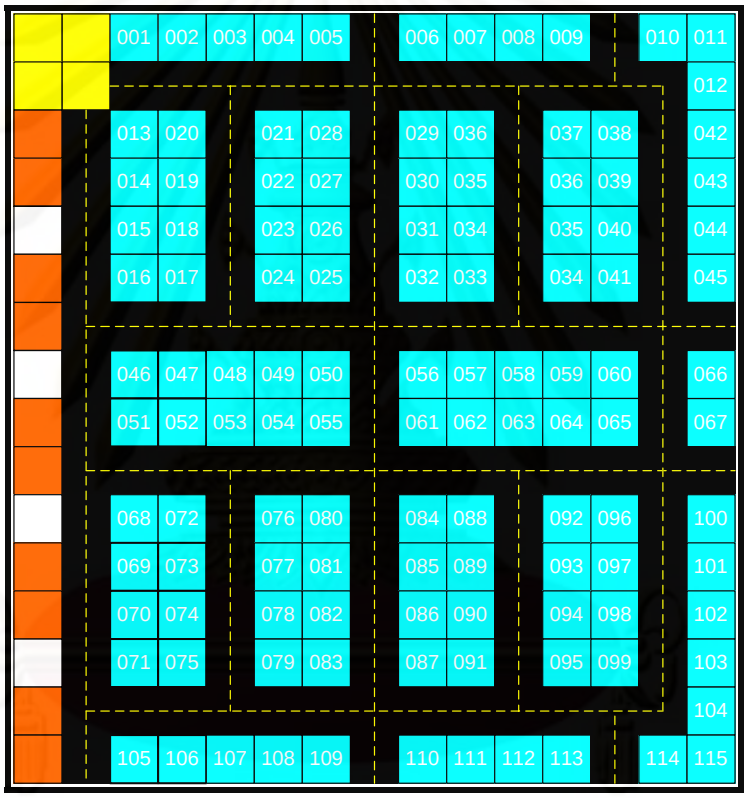
รูปที่ 3.9 แสดงโฟลว์ชาร์ตขั้นตอนการเลือกทิศทางในการระบุกลุ่มสินค้า

ที่มาช่วยในการออกแบบทั้งการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดและหาอัลกอริทึมที่เหมาะสม โดยหลักการคือจะนำข้อมูลแบบคงที่หรือตำแหน่งอ้างอิงที่ได้มาจากการเก็บข้อมูลบนแผนที่ไปคำนวณเพื่อหาตำแหน่งที่บนแผนที่ โดยข้อมูลตำแหน่งเชิงพื้นที่จะสามารถนำทางของผู้พิการทางสายตาได้อย่างถูกต้อง ในงานวิจัยทำการวิเคราะห์การหาตำแหน่งโดยนำข้อมูลมาใช้การนำทางในเลือกซื้อสินค้าของผู้พิการทางสายตาให้มีความถูกต้องมากที่สุด ซึ่งรายละเอียดของส่วนซอฟท์แวร์และการทำงานของระบบ มีดังต่อไปนี้

- ระบบสามารถจำลองการเดินและนำทางบนแผนที่ก่อนได้ ซึ่งจะทำให้ทราบเส้นทางการเดินของผู้พิการทางสายตาโดยจะแสดงที่จุด Information ของห้างสรรพสินค้าซึ่งจะมี User Interface แสดงบนด้านขวาของหน้าจอ
- ระบบสามารถตั้งค่าต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์การนำทางและการเดินของผู้พิการทางสายตาได้ตามความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมตามลักษณะการใช้งานในพื้นที่นั้นๆ
- การรับข้อมูลเข้าทำหน้าที่ในการนำเข้าข้อมูลเพื่อไปประมวลผลในการคำนวณเส้นทางการนำเข้าข้อมูลจะเป็นการนำเข้าข้อมูลโดยเครื่อง RFIID Reader ที่อยู่บนตัวพีดีเอ จะอ่านข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ในอาร์เอฟไอดีแท็ก
- การประมวลผลข้อมูลทำหน้าที่ในการรับข้อมูลจากการอ่านอาร์เอฟไอดีแท็กเพื่อใช้ในการประมวลผลเพื่อคำนวณหาเส้นทางในการเดินทางจากต้นทางไปยังปลายทาง
- การแสดงผลข้อมูลทำหน้าที่ในการแสดงผลจากการประมวลผลโดยแบ่งออก เป็น 2 ส่วน ได้แก่
    - ตำแหน่งบนแผนที่ : หลังจากการประมวลผลแล้วจะมีการส่งข้อมูลตำแหน่งของอาร์เอฟไอดีแท็กเพื่อแสดงผลไปยังแผ่นจอแสดงผล
    - ข้อความเสียง : แสดงผลเป็นข้อความเสียงหลังจากการประมวลผลแล้วส่งไปยังจุดที่อ่านข้อมูลนำเข้าจาก RFID

3.2.4 ส่วนของการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด

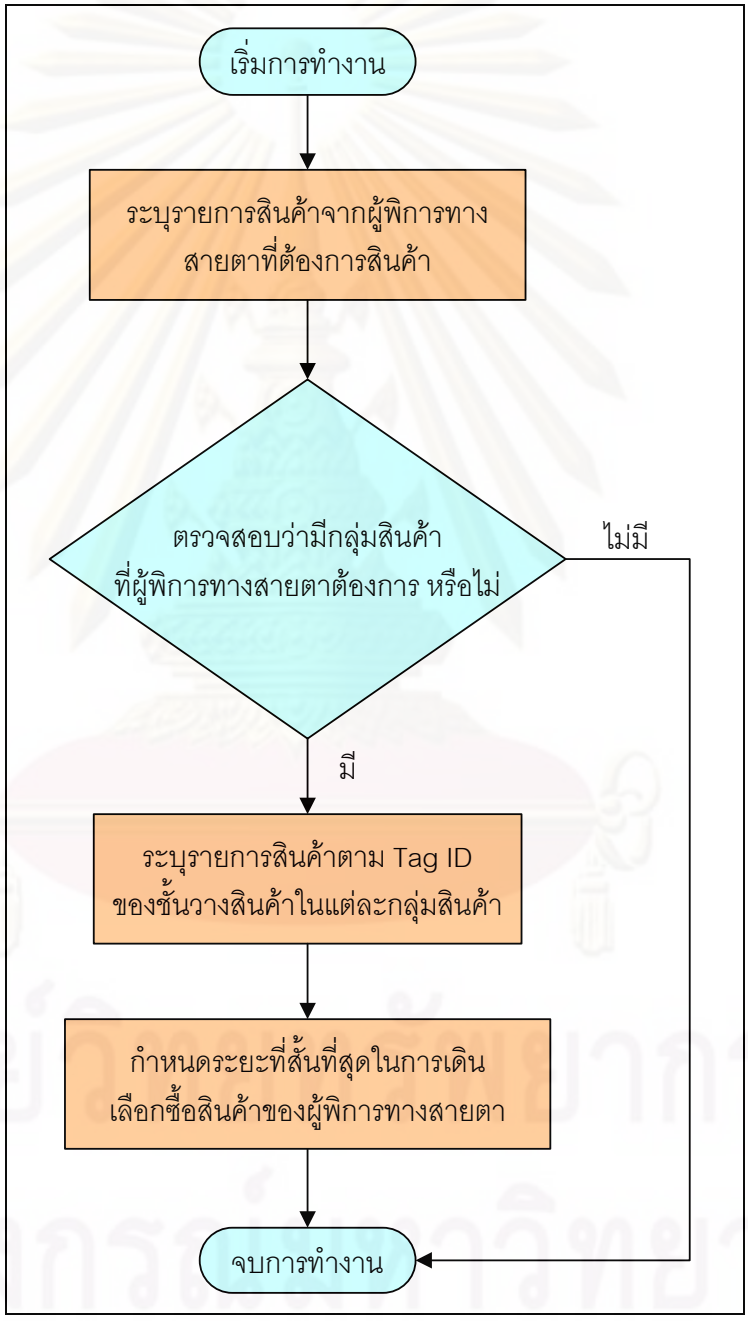
ในส่วนนี้จะมีฟังก์ชั่นการทำงานของ Ant Algorithm คือการหาเส้นทางจากตำแหน่งณ.ปัจจุบันที่ได้ทดสอบจากขั้นตอนแรกทำให้ทราบจุดของชั้นวางสินค้า ซึ่งขั้นตอนที่สองจะเป็นการค้นหาเส้นทางและทิศทางสั้นที่สุดด้วย Ant Algorithm เพื่อไปยังจุดของชั้นวางสินค้าที่ต้องการ การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงผลต่อผู้พิการทางสายตาเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างสะดวก ซึ่งที่จุด Information มีเจ้าหน้าที่ในส่วนของการเลือกจุดสินค้า โดยส่วนนี้จะใช้ในการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ (User Interface : UI) ได้แบ่งฟังก์ชั่นการทำงานออกเป็น 5 ส่วนดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.10 แสดงแผนที่แบบคอมพิวเตอร์กราฟฟิกเพื่อการแสดงผลบนโปรแกรม

- ส่วนการรับข้อมูล: ใช้รับข้อมูลจากรายการของผู้พิการทางสายตาที่นำมาแล้วบันทึกลงในจุดที่มีกลุ่มสินค้า
- ส่วนจำลองการเดิน: เป็นการจำลองการเดินการเลือกซื้อสินค้าของผู้พิการทางสายตาด้วย Ant Algorithm
- ส่วนแสดงข้อมูลของแต่ละตำแหน่ง: ประกอบด้วยทิศทางและตำแหน่งซึ่งข้อมูลในส่วนนี้จะแสดงขณะในจำลองการเดินของโปรแกรมเท่านั้น

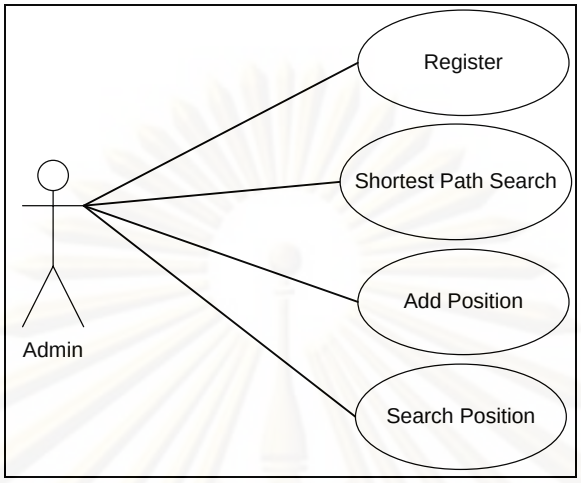
- ส่วนแสดงผลการนำทาง: ใช้ในการนำทางเลือกซื้อสินค้าของผู้พิการทางสายตาให้สามารถนำผู้พิการไปยังชั้นวางได้อย่างถูกต้อง
- ส่วนการตั้งค่าต่างๆ: ที่จุด Information สามารถตั้งค่าต่างๆ ในระบบที่ใช้ในการวิเคราะห์เส้นทางที่สั้นที่สุดในการเดินเลือกซื้อสินค้าของผู้พิการทางสายตาโดยผู้พิการต้องนำรายการสินค้าที่ต้องการมาด้วย



รูปที่ 3.11 แสดงขั้นตอนการกำหนดเส้นทางที่สั้นที่สุดให้กับผู้พิการทางสายตา

3.3 Use Case Diagrams

3.3.1 Use Case Diagrams **ส่วนของ** Guidance Systems



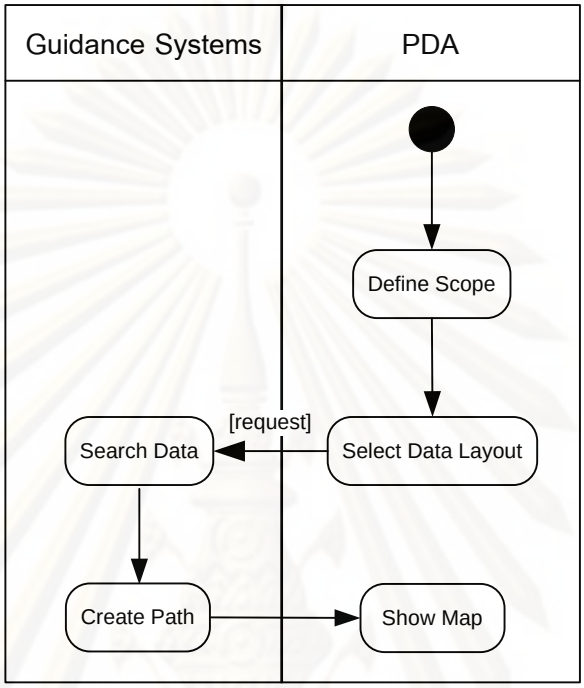
รูปที่ 3.12 แสดง Use Case Diagrams ส่วนของ Guidance Systems

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดประกอบยูสเคส Register

Use Case name : Register
Primary Actor : Admin System
Stake-Holder and Interests : ผู้ใช้โปรแกรม - สร้างทิศทางที่ตามรายการสินค้าของผู้พิการทางสายตาที่นำมาลงทะเบียน
Brief Description : ยูสเคสนี้อธิบายการทำงานของฟังก์ชั่นการกำหนดทิศทางให้กับผู้พิการทางสายตา
Trigger : เมื่อผู้พิการทางสายส่งรายการสินค้าให้กับเจ้าหน้าที่ที่จุด Information
Normal flow of events : 1. ระบบจะทำการกำหนดตัวสินค้าบนชั้นวางสินค้าที่ผู้พิการทางสายตาต้องการ 2. ระบบทำการเลือกเส้นทางของชั้นวางสินค้าตามข้อมูลที่ต้องการ 3. ระบบยืนยันทิศทางบนแผนที่และกำหนดจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายทาง 4. ระบบจะนำทางตามข้อมูลของรายการสินค้าที่ผู้พิการทางสายตาได้ลงทะเบียน 5. ระบบส่งข้อมูลกลับไปแสดงผลให้กับผู้พิการทางสายตา
Alternate/Exceptional Flow : 3a) ถ้าผู้ใช้ยกเลิก : ระบบจะไม่ส่งรายการสินค้าไปยังแอพพลิเคชัน 4a) ถ้าไม่มีรายการสินค้า : ระบบจะถูกกำหนดเองโดยผู้ใช้

3.3.1.1 กระบวนการกำหนดเส้นทางบนแผนที่

ในการสร้างเส้นทางบนแผนที่โดยเจ้าหน้าที่ จะต้องกำหนดขอบเขตจากรายการสินค้าจากผู้พิการทางสายตา กระบวนการสร้างแผนที่จะแสดงดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แผนภาพแอคทิวิตีแสดงกระบวนการสร้างเส้นทางบนแผนที่ของชั้นวางสินค้า

ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดประกอบยูสเคส Shortest Path Search

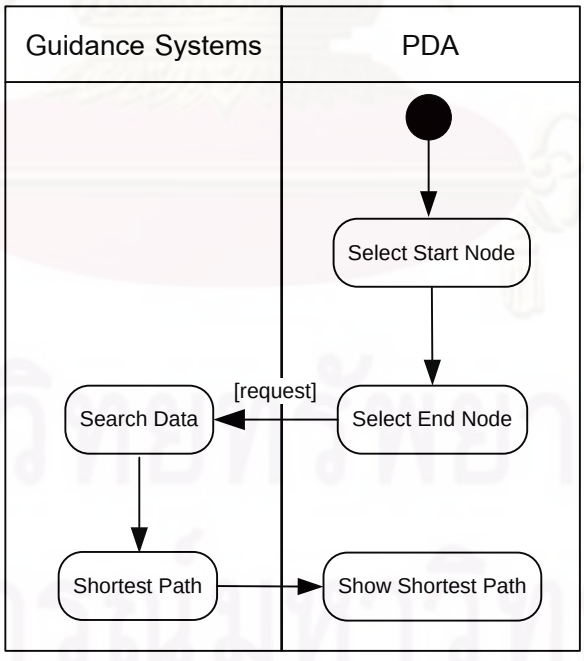
Use Case name : Shortest Path Search
Primary Actor : Admin System
Stake-Holder and Interests : ผู้ใช้โปรแกรม - ค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดให้กับผู้พิการทางสายตา
Brief Description : ยูสเคสนี้อธิบายการทำงานในการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด
Trigger : ระบบกำหนดตำแหน่งต้นทางไปยังตำแหน่งปลายทางตามลำดับให้กับผู้พิการทางสายตาจากรายการสินค้า
Normal flow of events : 1. ระบบกำหนดตำแหน่งต้นทางและปลายทางจากแผนที่จากรายการสินค้าที่มี 2. ระบบหาเส้นทางที่สั้นที่สุดเพื่อส่งค่ามายังแอพพลิเคชัน 3. ระบบทำการประมวลผลข้อมูลตามอัลกอริทึมที่นำมาทำการทดสอบ

ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดประกอบยูสเคส Shortest Path Search (ต่อ)

4. ระบบส่งข้อมูลเส้นทางที่สั้นที่สุดกลับไปยังผู้พิการทางสายตาโดยผ่านตัวพีดีเอ
Alternate/Exceptional Flow : 1a) ถ้าไม่มีการกำหนดรายการสินค้า : ระบบไม่สามารถกำหนดตำแหน่งต้นทางและปลายทางไปยังแอพพลิเคชัน
2a) ถ้าไม่กดปุ่มค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด : ระบบไม่สามารถทำการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดให้กับผู้พิการทางสายตาได้

3.3.1.2 กระบวนการการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด

ในการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดระบบจะต้องกำหนดจุดต้นทางไปยังปลายทางตามลำดับ ซึ่งในการกำหนดจุดต้นทางและปลายทางผู้ทำวิจัยได้ทำจุดอ้างอิงที่อยู่ตามจุดตัดของชั้นวางสินค้าในแต่ละชั้นวาง เพื่อให้ผู้ใช้ได้ทำการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดโดยมีการอ้างอิงตำแหน่ง เมื่อมีการกำหนดจุดต้นทางและจุดปลายทางแล้วจะส่งค่าในแต่ละจุดให้กับระบบเพื่อค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด เสร็จแล้วจะส่งค่าไปยัง User Interface ที่ติดต่อกับผู้พิการทางสายตาเพื่อใช้ในการนำทาง โดยกระบวนการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดจะแสดงไว้ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 แผนภาพแอคทิวิตีแสดงกระบวนการการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด

ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดประกอบยูสเคส Add Position

Use Case name : Add Position
Primary Actor : Admin System
Stake-Holder and Interests : ผู้ใช้โปรแกรม - บันทึกตำแหน่งชั้นวางสินค้าที่ผู้พิการทางสายตาต้องการสินค้าลงในฐานข้อมูล
Brief Description : ยูสเคสนี้อธิบายการทำงานในการบันทึกตำแหน่งหมายเลข Tag ID ของชั้นวางสินค้าที่ผู้พิการทางสายตาต้องการลงในฐานข้อมูลลงในโปรแกรม
Trigger : ระบบกำหนดตำแหน่งและทิศทางให้กับผู้พิการทางสายตา
Normal flow of events : 1. ระบบทำการระบุตำแหน่งข้อมูลบนขอบเขตของแผนที่ตามรายการสินค้า 2. ระบบสามารถเพิ่มชั้นวางสินค้าแล้วกำหนดตำแหน่งให้กับชั้นวางสินค้า 3. ระบบสามารถเพิ่มรายละเอียดตัวข้อมูลสินค้าในแต่ละประเภท 4. ระบบทำการบันทึกเพื่อส่งข้อมูลกลับมายังแอพพลิเคชันแล้วบันทึกลงในฐานข้อมูล
Alternate/Exceptional Flow : 2a) รายการสินค้าของผู้พิการทางสายตาไม่ได้อยู่บนชั้นวางสินค้า : ระบบจะทำการแจ้งเตือนให้กับเจ้าหน้าที่ให้ทำการเพิ่มรายการสินค้าก่อน 4a) เมื่อระบบไม่สามารถทำการบันทึกรายการสินค้าได้ : ระบบจะแจ้งกลับมายังเจ้าหน้าที่ที่ดูแลระบบเพื่อทำการตรวจสอบและแก้ไข

3.3.1.3 กระบวนการเพิ่มรายการสินค้าบนชั้นวางสินค้า

ในการเพิ่มรายการสินค้าบนชั้นวางสินค้าผู้ดูแลระบบจะต้องเป็นผู้บันทึกข้อมูลสินค้าพร้อมชั้นวางตามหมายเลขลงในฐานข้อมูลของระบบ โดยกระบวนการตรวจสอบของการเพิ่มรายการสินค้าบนชั้นวางสินค้าแสดงดังรูปที่ 3.15

ตารางที่ 3.4 แสดงรายละเอียดประกอบยูสเคส Search Position

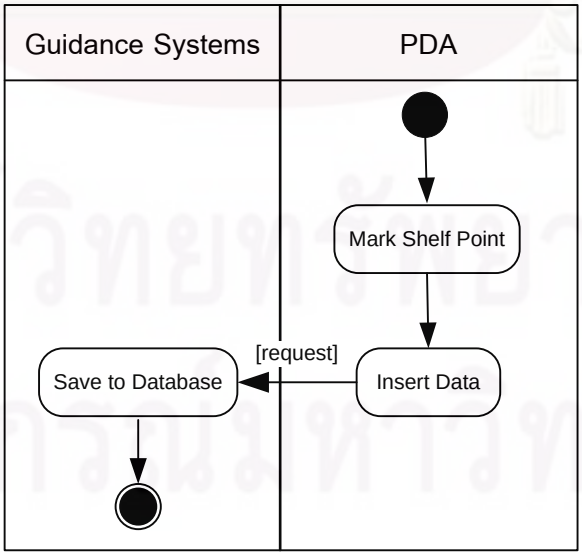
Use Case name : Search Position
Primary Actor : Admin System
Stake-Holder and Interests : ผู้ใช้โปรแกรม - ค้นหาตำแหน่งของชั้นวางสินค้าบนแผนที่
Brief Description : ยูสเคสนี้อธิบายการทำงานของการค้นหาชั้นวางสินค้าที่ผู้พิการทางสายตาต้องการต้องการทราบ

ตารางที่ 3.4 แสดงรายละเอียดประกอบยูสเคส Search Position (ต่อ)

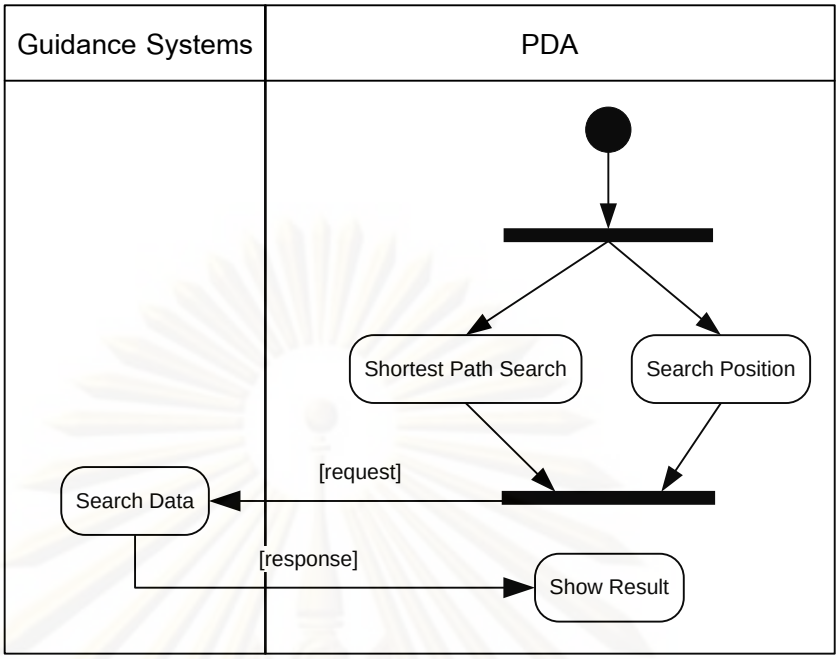
Trigger : เมื่อระบบทำการค้นหาตำแหน่งของสินค้าที่ต้องการ
Normal flow of events : 1. ระบบค้นหาตำแหน่งข้อมูลของรายการสินค้าในฐานข้อมูล 2. ระบบทำการประมวลผลข้อมูล 3. แสดงผลการค้นหาตำแหน่งของชั้นวางสินค้าไปยัง User Interface บนเครื่องพีดีเอ
Alternate/Exceptional Flow : 3a) ถ้ารายการสินค้าของผู้พิการไม่ได้อยู่บนชั้นวาง : ระบบจะทำการแจ้งเตือนแก่เจ้าหน้าที่ให้ทำการตรวจสอบสินค้าบนชั้นวางสินค้า 3b) ถ้าระบบไม่สามารถทำการบันทึกลงฐานข้อมูลได้ : ระบบจะแจ้งกลับมายังเจ้าหน้าที่ที่ดูแลระบบเพื่อทำการตรวจสอบและแก้ไข

3.3.1.4 กระบวนการค้นหาตำแหน่งและรายการสินค้าบนชั้นวางสินค้า

ในการค้นหาตำแหน่งของชั้นวางมีอยู่ 2 วิธีคือการบอกรายการสินค้าบนชั้นวางสินค้าและเส้นทางที่สั้นที่สุดของรายการสินค้า โดยจะใช้ Ant Algorithm ในการค้นหาตำแหน่งและเส้นทางที่สั้นที่สุด เมื่อเริ่มรับค่าจากตัวอาร์เอฟไอดีแท็กก็จะส่งผลกลั บไปยังตัวประมวลผลในโปรแกรมที่มี Ant Algorithm ใช้ในการคำนวณเส้นทางที่สั้นที่สุดไปยัง User Interface ให้กับผู้พิการทางสายตา โดยกระบวนการค้นหาประเภทกลุ่มสินค้าและทิศทางที่สั้นที่สุดของรายการสินค้าจะแสดงดังรูปที่ 3.16

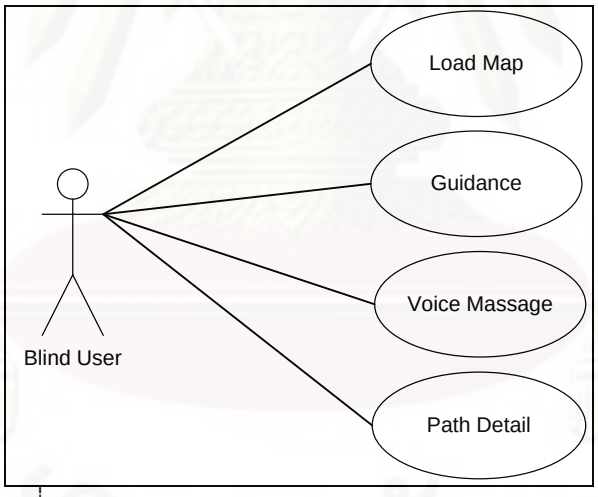


รูปที่ 3.15 แผนภาพแอคทิวิตีแสดงกระบวนการในการเพิ่มชั้นวางสินค้า



รูปที่ 3.16 แผนภาพแอคทิวิตีแสดงกระบวนการค้นหาตำแหน่งของชั้นวางสินค้า

3.3.2 Use Case Diagrams **ส่วนของ** PDA



รูปที่ 3.17 แสดง Use Case Diagrams ส่วนของ PDA

ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดประกอบยูสเคส Load Map

Use Case name : Load Map
Primary Actor : Blind User
Stake-Holder and Interests :
ผู้ใช้โปรแกรม – เรียกใช้แผนที่ของชั้นวางสินค้าเพื่อแสดงของกลุ่มชั้นวางสินค้า
Brief Description : ยูสเคสนี้อธิบายการทำงานของฟังก์ชั้นการเรียกใช้งานบนตารางแผนที่ของ

ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดประกอบยูสเคส Load Map (ต่อ)

Brief Description : ยูสเคสนี้อธิบายการทำงานของฟังก์ชั่นการเรียกใช้งานบนตารางแผนที่ของกลุ่มชั้นวางสินค้าหรือรายการสินค้าบนตัวโปรแกรม
Trigger : เมื่อผู้พิการทางสายตาเรียกใช้งานให้แผนที่ช่วยในการนำทางไปยังกลุ่มสินค้า
Normal flow of events : 1. ผู้พิการทางสายตาได้รับการโหลดแผนของรายการสินค้าลงบนตัวพีดีเอ ก่อนเดินออกจากจุด Information 2. ระบบค้นหาเส้นทางรายการสินค้าตามที่ผู้พิการทางสายตาได้กำหนดมา 3. แสดงผลการค้นหารายการสินค้า
Alternate/Exceptional Flow : 1a) ถ้าไม่สามารถโหลดลงบนตัวพีดีเอ : ระบบจะไม่ส่งรายการสินค้าไปยังแอพพลิเคชันในการนำทางให้กับผู้พิการทางสายตาได้

3.3.2.1 **กระบวนการเรียกใช้งานบนตารางแผนที่ของชั้นวางสินค้า**

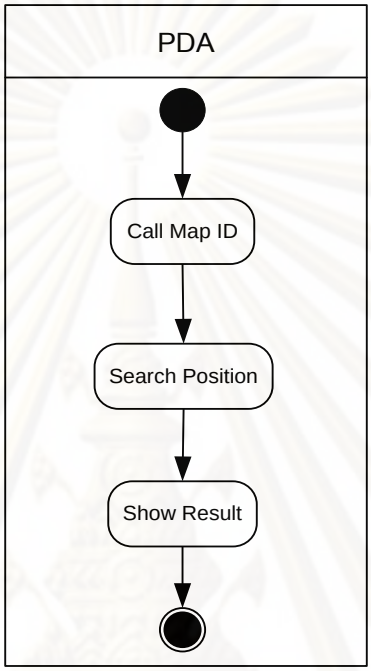
ในการเรียกใช้งานบนตารางแผนที่ของชั้นวางสินค้า ที่ใช้ในการนำทางคือกระบวนการค้นหาหมายเลขตำแหน่ง Tag ID จากรายการสินค้าที่ได้ลงทะเบียนในฐานข้อมูลที่จุด Information โดยกระบวนการ Load Map แสดงไว้ดังรูปที่ 3.18

ตารางที่ 3.6 แสดงรายละเอียดประกอบยูสเคส Guidance

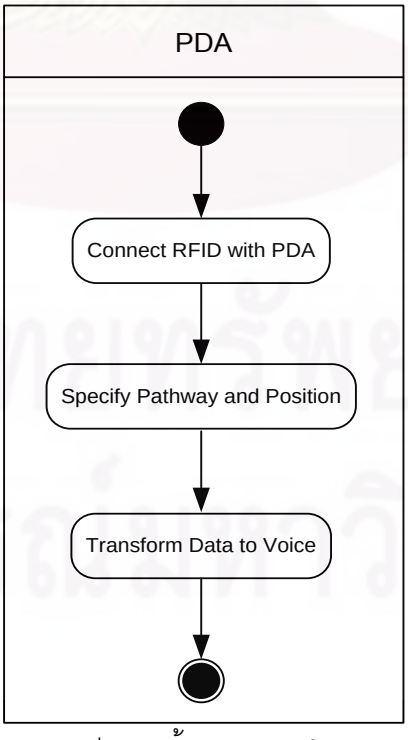
Use Case name : Guidance
Primary Actor : Blind User
Stake-Holder and Interests : ผู้ใช้โปรแกรม – ช่วยนำทางและทำให้ทราบตำแหน่ง ณ.ปัจจุบันของผู้พิการทางสายตา
Brief Description: ยูสเคสนี้อธิบายการทำงานในการนำทางและทำให้ทราบตำแหน่ง ณ.ปัจจุบัน
Trigger : เมื่อมีการรับ-ส่ง ข้อมูลระหว่าง RFID Reader กับ RFID Tag
Normal flow of events : 1. ผู้พิการทางสายตาติดต่อกับตัวพีดีเอ 2. ผู้พิการทางสายตากดปุ่มเริ่มการทำงานของระบบด้วยตัวเอง 3. ระบบช่วยนำทางและระบุตำแหน่งให้กับผู้พิการทางสายตาบนแผนที่
Alternate/Exceptional Flow : 2a) ถ้าผู้พิการทางสายตาไม่ได้กดปุ่มทำงาน : ระบบจะไม่สามารถนำทางผู้พิการทางสายตาได้

3.3.2.2 กระบวนการติดต่อ RFID เพื่อใช้การนำทาง

ในการใช้งานระบบนำทางจะต้องทำการติดต่อกับตัวอาร์เอฟไอดีแท็กด้วยตัวพีดีเอ เพื่อเป็นการอ่านค่าจากตัวอาร์เอฟไอดีแท็กเมื่อรับค่าแล้วจะนำไปแสดงผลออกมาในรูปแบบของเสียงตามหมายเลข (ID) ที่อยู่ในฐานข้อมูลเสียง โดยกระบวนการติดต่อระหว่าง RFID กับระบบ แสดงไว้ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.18 แผนภาพแอคทิวิตีแสดงกระบวนการเรียกใช้งานบนตารางแผนที่ของชั้นวางสินค้า



รูปที่ 3.19 แผนภาพแอคทิวิตีแสดงขั้นตอนการนำทางผ่านตัวพีดีเอ

ตารางที่ 3.7 แสดงรายละเอียดประกอบยูสเคส Voice Massage

Use Case name : Voice Massage
Primary Actor : Blind User
Stake-Holder and Interests : ผู้ใช้โปรแกรม – ระบบส่งข้อความเสียงให้กับผู้พิการทางสายตาเพื่อใช้นำทาง
Brief Description : ยูสเคสนี้อธิบายการทำงานของฟังก์ชั่นการส่งข้อความเสียงให้กับผู้พิการทางสายตา
Trigger : เมื่อผู้พิการทางสายตาต้องการทราบจุดและชั้นวางสินค้า
Normal flow of events : 1. เมื่อเข้ามาในรัศมีของการทำงานคลื่นความถี่ RFID ผู้พิการทางสายตาจะได้รับข้อความเสียงบนตัวพีดีเอ ในการระบุตำแหน่งและกลุ่มสินค้าบนชั้นวาง 2. ระบบค้นหาในฐานข้อมูลตามกลุ่มสินค้าและระบุทิศทางเป็นไฟล์เสียงให้กับผู้พิการทางสายตาทราบ
Alternate/Exceptional Flow : 1a) ถ้าผู้พิการทางสายตาไม่ได้เข้ามาในรัศมีความถี่ RFID : ระบบจะไม่มีเสียงตอบรับจากชั้นวางสินค้าให้กับผู้พิการทางสายตา

3.3.2.3 **กระบวนการส่งข้อความเสียง**

ในกระบวนการส่งข้อความเสียงระบบจะทำการค้นหาในฐานข้อมูลถ้าตรงกับหมายเลข ID ของอาร์เอฟไอดีแท็กที่ได้ระบุเอาไว้จะทำการส่งผ่านข้อความเสียงไปยังตัวพีดีเอ ตรงตาม ID ในฐานข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ โดยแสดงขั้นตอนไว้ดังรูปที่ 3.20

ตารางที่ 3.8 แสดงรายละเอียดประกอบยูสเคส Path Detail

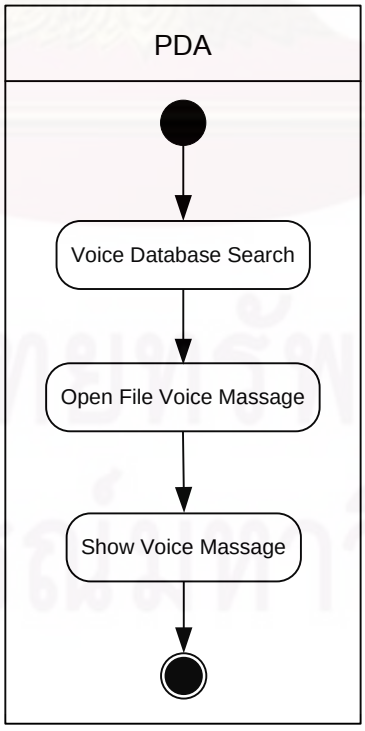
Use Case name : Path Detail
Primary Actor : Blind User
Stake-Holder and Interests : ผู้ใช้โปรแกรม – แสดงรายละเอียดในแต่ละเส้นทางตามเส้นทางที่ผู้พิการทางสายตาเดินไปตามชั้นวางสินค้า
Brief Description : ยูสเคสนี้อธิบายรายละเอียดในเส้นทางของผู้พิการทางสายตาที่ต้องการทราบเส้นทางและกลุ่มสินค้า
Trigger : เมื่อผู้พิการทางสายตาต้องการทราบเส้นทางของกลุ่มสินค้าถัดไปก่อนเดินออกจากชั้น

ตารางที่ 3.8 แสดงรายละเอียดประกอบยูสเคส Path Detail (ต่อ)

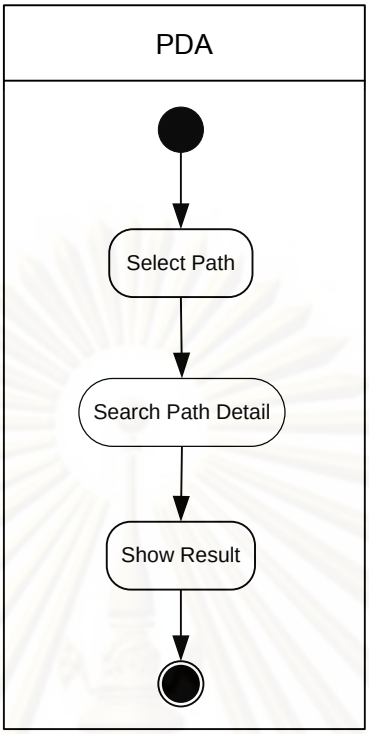
Trigger : เมื่อผู้พิการทางสายตาต้องการทราบเส้นทางของกลุ่มสินค้าถัดไปก่อนเดินออกจากชั้นวางสินค้า
Normal flow of events : 1. ระบบทำการค้นหารายละเอียดในแต่ละเส้นทาง 2. ระบบแจ้งละเอียดในแต่ละเส้นทางก่อนตัดสินใจเดินออกจากตำแหน่ง ณ. ปัจจุบัน 3. ระบบแสดงผลผ่านตัวพีดีเอ ไปยังผู้พิการทางสายตา
Alternate/Exceptional Flow : 1a) ถ้าไม่สามารถระบุตำแหน่งของ Tag ณ.ปัจุบันได้ : ระบบจะไม่สามารถแจ้งรายละเอียดของทิศทางการเดินให้กับผู้พิการทางสายตาได้

3.3.2.4 กระบวนการแสดงรายละเอียดในแต่ละเส้นทาง

ในการแสดงรายละเอียดในแต่ละเส้นทางตามชั้นวางสินค้าต่างๆ โดยในระบบนั้นจะต้องมีการเลือกเส้นทางที่เหมาะสมให้สำหรับผู้พิการทางสายตา ซึ่งเส้นทางที่ระบบทำการเลือกให้ผู้พิการทางสายตานั้นจะมีรายละเอียดของทิศทางที่ชัดเจนเพื่อลดความผิดพลาดในการเดินเลือกซื้อสินค้าของผู้พิการทางสายตา โดยแสดงขั้นตอนการให้รายละเอียดในแต่ละเส้นทางดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.20 แผนภาพแอคทิวิตีแสดงกระบวนการส่งข้อความเสียง



รูปที่ 3.21 แผนภาพแอคทิวิตีแสดงกระบวนการแสดงรายละเอียดในแต่ละเส้นทาง

3.4 ระบบฐานข้อมูล

ตารางที่ 3.9 เป็นตารางที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับอาร์เอฟไอดีแท็กมีรายละเอียดดังนี้

tb_Tag_ID: **ตาราง**			
No.	Fieldname	Data Type	Description
1.	tag_id	char (4)	รหัส Tag RFID
2.	shelf_id	char (4)	ชั้นวางที่ติด Tag
3.	location	text	ตำแหน่งที่ติดตั้ง Tag
4.	point_name	varchar (30)	ชื่อกลุ่มสินค้าที่ระบุบนแผนที่

ตารางที่ 3.10 เป็นตารางที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับรหัสของชั้นวางสินค้า มีรายละเอียดดังนี้

tb_shelf_id: **ตาราง**			
No.	Fieldname	Data Type	Description
1.	shelf_id	char (4)	รหัสชั้นวางบนแผนที่
2.	source	varchar (30)	จุดเริ่มต้นที่อ่าน Tag
3.	destination	varchar (30)	ปลายทางที่อ่าน Tag
4.	tag_id	char (4)	รหัส RFID Tag

ตารางที่ 3.11 เป็นตารางที่เก็บรายการเส้นทางบนแผนที่ มีรายละเอียดดังนี้

tb_Route: **ตาราง**			
No.	Fieldname	Data Type	Description
1.	reader_source_id	char (4)	รหัสของ Tag ที่อ่านจากต้นทาง
2.	reader_destination_id	char (4)	รหัสของ Tag ไปยังปลายทาง
3.	path	text	เส้นทาง RFID Reader ผ่าน
4.	shelf_id	char (4)	รหัสชั้นวางบนแผนที่
5.	point_name	varchar (30)	ชื่อกลุ่มสินค้าที่ระบุบนแผนที่

ตารางที่ 3.12 เป็นตารางที่เก็บข้อมูลของกลุ่มสินค้า มีรายละเอียดดังนี้

tb_product: **ตาราง**			
No.	Fieldname	Data Type	Description
1.	product_Id	Int	คีย์ของสินค้าต่างๆ (คีย์หลัก)
2.	productType	Varchar(20)	ประเภทของกลุ่มสินค้า
3.	productBrand	Varchar(30)	ยี่ห้อสินค้า(ถ้ามี)
4.	productPrice	Varchar(20)	ราคาสินค้า(ถ้ามี)

ตารางที่ 3.13 เป็นตารางฐานข้อมูลโหนดเส้นทางบนแผนที่ มีรายละเอียดดังนี้

tb_vertex: **ตาราง**			
No.	Fieldname	Data Type	Description
1.	path_id	Int	คีย์ของโหนดที่เป็นเส้นทาง
2.	position	Varchar(20)	ตำแหน่งของโหนดบนแผนที่
3.	description	Varchar(30)	รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับทิศทาง
4.	refName	varchar(50)	เก็บชื่อของจุดอ้างอิงตำแหน่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
การพัฒนาระบบ

4.1 Requirement Systems ของการพัฒนาระบบ

User Requirement

- สามารถบอกเส้นทางที่สั้นที่สุดจากจุดที่กำหนดไปถึงจุดหมายปลายทางที่กำหนดได้
- ระบบใช้เสียงเพื่อนำทางของผู้พิการทางสายตา
- รูปแบบของ Interface สามารถใช้งานง่ายและสะดวก

System Requirement

- อัลกอริทึมที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการเลือกซื้อสินค้าจะใช้ Ant Algorithm
- เมื่อได้เส้นทางที่ต้องการจะมีการวาดเส้นทาง Highlight โดยใช้การเน้นสีบนตัวโปรแกรม

Systems Limitations

- ระบบไม่มีการเชื่อมต่อใช้งานกับเครื่อข่ายหรือ Internet
- ระบบไม่มีเวลาเข้ามาเป็นตัวกำหนดการใช้งานโปรแกรม

ในขั้นตอนต่อไปหลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบระบบผู้ทำวิจัยได้พัฒนาระบบโดยมีรายละเอียดของการเลือกใช้เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนารวมถึงขั้นตอนในการพัฒนาดังต่อไปนี้

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบที่นำมาใช้ในงานวิจัย

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ผู้วิจัยได้กำหนดโดยแบ่งออกเป็นเครื่องมือที่เป็นฮาร์ดแวร์และเครื่องมือที่เป็นซอฟต์แวร์ ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

4.2.1 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

การกำหนดคุณสมบัติของฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบสามารถจำแนกออกเป็น 4 กลุ่มคือ

- **เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ**

  - หน่วยประมวลผลกลาง อินเทลเพนเทียมเอ็ม 3.0 กิกะเฮิรตซ์
  - หน่วยความจำหลัก 2 กิกะไบต์
  - Hard Disk ขนาด 150 กิกะไบต์

- **RFID Reader Modules**

เป็นตัวอ่านเขียนข้อมูลที่สนับสนุนแท็กมาตรฐาน Mifare Cards, ISO 14443 A and B Cards ถูกออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานได้หลายลักษณะและง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ในการออกแบบระบบมีรัศมีในการอ่าน 10 ซม.และมีการนำไปเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ได้ โดยมี คุณสมบัติทางเทคนิคของ RFID Reader Modules ดังนี้

- อ่านและเขียนข้อมูลได้
- การอ่านและเขียนลงบัตรโดยใช้โปรโตคอล T= 0 หรือ T = 1 สนับสนุนหน่วยความจำของบัตรด้วย SLE 4418/28/32/42
- รัศมีการทำงานไม่เกิน 10 cm
- ความถี่ที่ใช้งาน 13.56 MHz
- มาตรฐาน / การรับรอง ISO 14443 and Mifare®cards
- สนับสนุนการทำงานระบบ Windows 98, Me and XP

- **แท็กแบบพาสซีฟ (Passive Tag)**

คุณสมบัติของแท็กด้านการเชื่อมต่อคลื่นความถี่วิทยุ

- การถ่ายโอนข้อมูลและพลังงานแบบไร้สัมผัส (ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่)
- ระยะการทำงานไม่เกิน 5 cm
- ตอบสนองความถี่ 13.56 MHz ISD 14443A
- ความเร็วในการขนส่งข้อมูล: 16 Kbps
- การตรวจสอบความถูกต้อง: CRC 16 bit, Parity, Bit Coding, Bit Counting
- มีการป้องกันการชนกันของข้อมูล

คุณสมบัติของแท็กด้านหน่วยความจำ EEPROM

- หน่วยความจำแบบ EEPROM ขนาด 1 กิโลไบต์ หรือ 4 กิโลไบต์ ประกอบด้วย 16 sector แบ่งเป็น 4 Block แต่ละ Block มี 16 byte
- ข้อมูลมีอายุนาน 10 ปี
- สามารถเขียนซ้ำได้ 100,000 ครั้ง

คุณสมบัติของแท็กด้านระบบความปลอดภัย

- การพิสูจน์ตัวตนแบบ Mutual three pass authentication (ISO/IEC DIDS9798-2)
- การเข้ารหัสแบบ RF-Channel โดยมีการป้องกันการถูกแทรก
- มีรหัสป้องกันการเข้าถึง EEPROM บน Chip

- **เครื่อง พีดีเอ** (PDA)

คุณสมบัติของเครื่องพีดีเอ

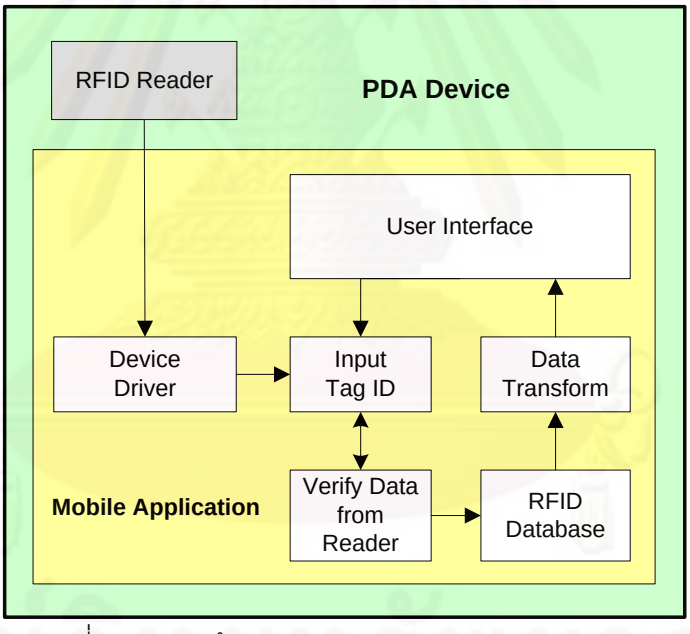
- เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์มือถือการติดต่อสื่อสารแบบไร้สาย
- มีหน่วยความจำและโปรเซสเซอร์ที่มีระบบปฏิบัติการ (OS) Windows Mobile
- การพัฒนาระบบของแอปปลิเคชั่นที่สามารถเรียกใช้คำสั่งต่างๆ ได้มากขึ้น

4.2.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

- ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows XP Professional
- เครื่องมือสำหรับการออกแบบและจัดทำเอกสาร Microsoft Office XP 2003 Professional และ Microsoft Office Visio Professional 2003
- โปรแกรม Microsoft Visual Studio 2008 Professional

4.3 ขั้นตอนในการพัฒนาระบบ

4.3.1 การพัฒนาต้นแบบของระบบ (System Prototype)



รูปที่ 4.1 แสดงต้นแบบของระบบ (System Prototype)

ในการพัฒนาระบบผู้วิจัยเริ่มต้นจากการพัฒนาระบบต้นแบบที่แสดงภาพรวมและโครงสร้างการทำงานทั้งหมดของระบบดังรูปที่ 4.1 นำไปเสนอต่อผู้ใช้ที่มีความพิการทางสายตาระบบ เพื่อทวนสอบความต้องการของผู้ใช้และรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้ใช้ ทั้งนี้เพื่อลดต้นทุนและเวลาที่จะเพิ่มขึ้นในการแก้ไขให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ในภายหลังเพื่อให้สามารถพัฒนาระบบได้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ที่มีความพิการทางสายตาให้ได้มากที่สุดซึ่งมีขั้นตอนในการพัฒนาระบบ มีดังต่อไปนี้

4.3.2 การพัฒนาโปรแกรม

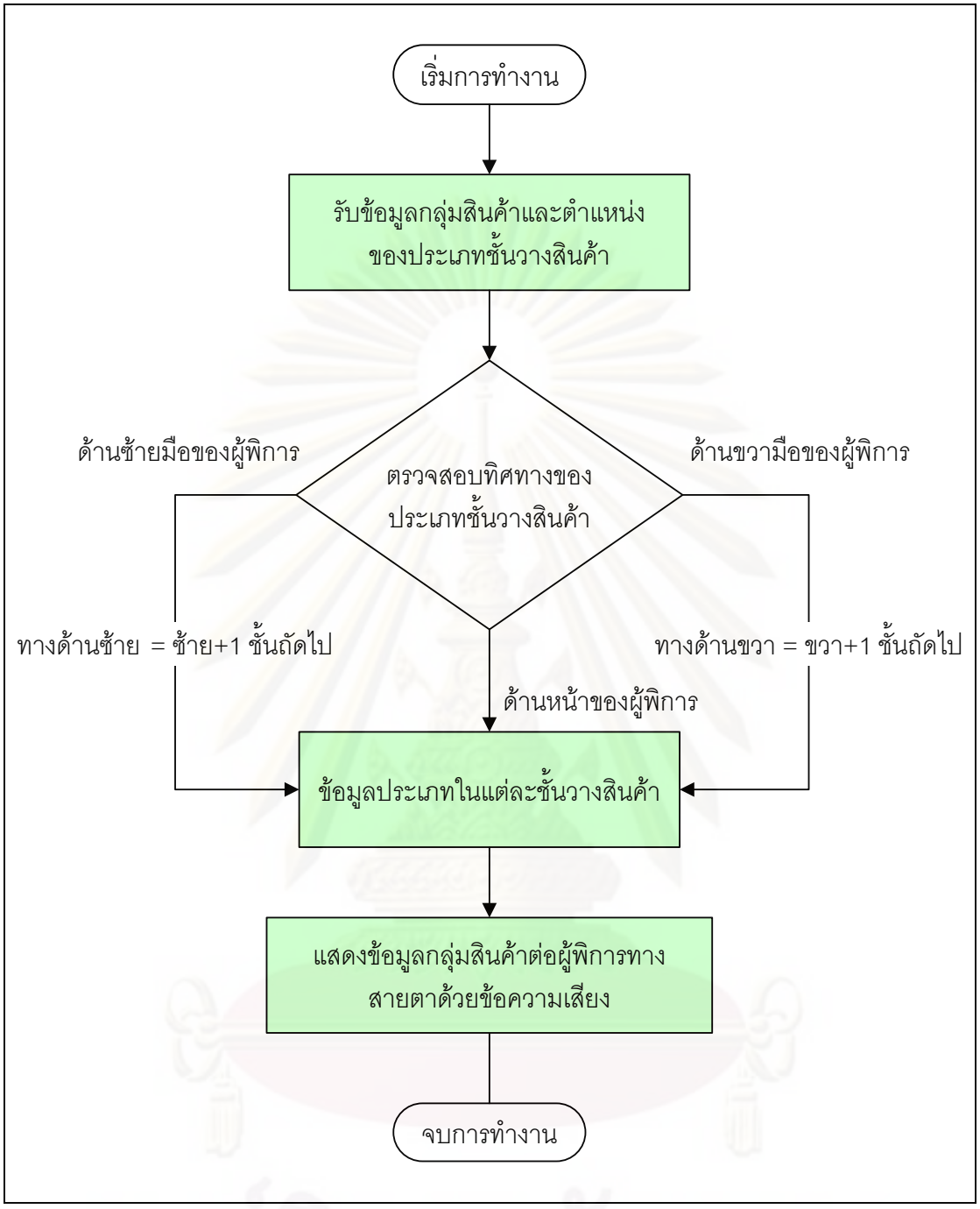
ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบโดยแบ่งโปรแกรมออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.3.2.1 การพัฒนาโปรแกรมระบุกลุ่มสินค้าตามชั้นวางสินค้า

การพัฒนาการะบุทิศทางโดยทำการรับตำแหน่งเข้ามาแล้วนำมาเทียบกับข้อมูลที่เก็บไว้และเป็นการหาตำแหน่ง ณ.ปัจุบันของผู้พิการทางสายตาว่าอยู่ที่จุดใดและอยู่ใกล้กับชั้นวางกลุ่มสินค้าประเภทไหน โดยวิธีการหา ตำแหน่งถัดไปของชั้นวางสินค้า จากนั้นโปรแกรมจะส่งการร้องขอตำแหน่งไปยังส่วนของอาร์เอฟไอดีแท็ก กว่าทางซ้ายมือหรือทางขวามือของผู้พิการเป็นกลุ่มสินค้าอะไรถัดไปจากตำแหน่งที่ผู้พิการยืนอยู่ โดยมีการทำงานดังต่อไปนี้

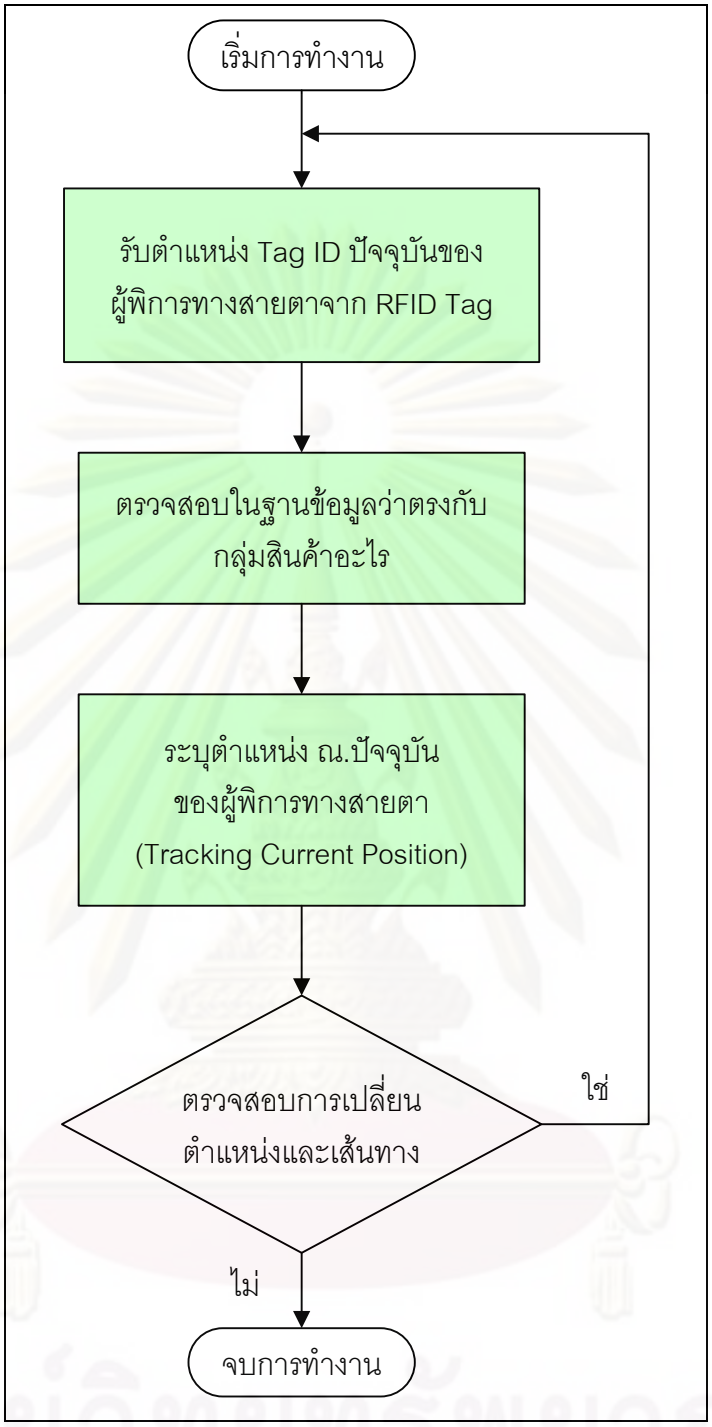
รูปที่ 4.2 แสดง User Interface ของโปรแกรมบนตัว PDA

- User Interface : ทำหน้าที่แสดงผลการนำทางและระบุชื่อกลุ่มสินค้ าไปยังผู้พิการทางสายตาโดยจะทำหน้าที่ในการรับข้อมูล (Tag ID) เข้ามาและส่งข้อมูลที่ได้ไปยังฐานข้อมูลผ่านตัวพีดีเอ
- PDA : จะแสดงข้อมูลที่ได้ให้ส่วน User Interface จากการรับค่าของ Write Module แล้วนำข้อความที่ได้ไปเทียบกับ Tag ID ในฐานข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อความเสียงออกมา โดยสามารถเพิ่ม -ลดและค้นหารายการสินค้าดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4.2



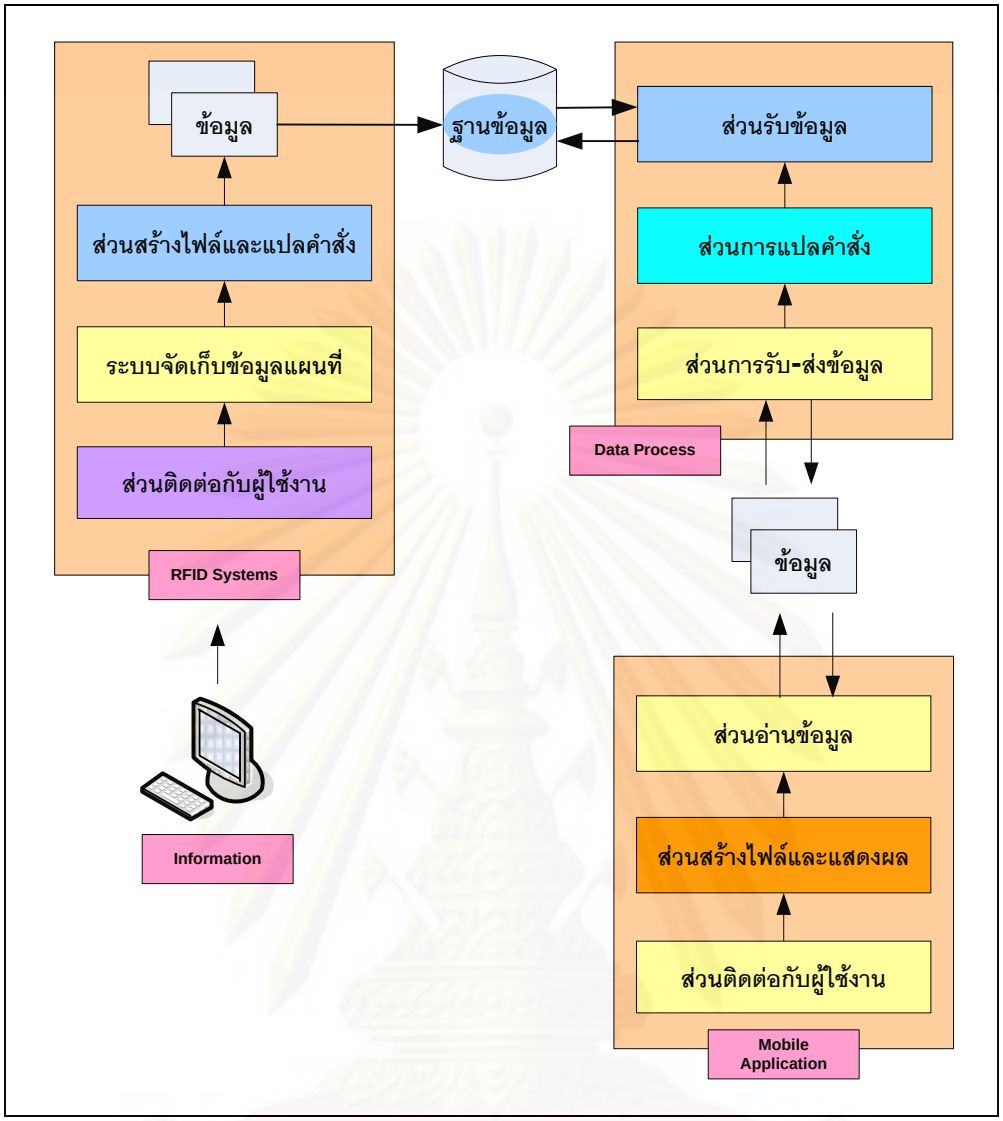
รูปที่ 4.3 แสดงขั้นตอนการระบุตำแหน่งและทิศทางกลุ่มสินค้าให้กับผู้พิการทางสายตา

การเปรียบเทียบค่าในการหาตำแหน่งเฉพาะจุดเมื่อผู้พิการทางสายตามีการเคลื่ อนที่หรือเปลี่ยนตำแหน่งในการตรวจสอบว่าตำแหน่งที่ผู้พิการทางสายตาอยู่ที่จุดไหนและวิธีการในการตรวจสอบว่าตำแหน่งที่อยู่ของผู้พิการทางสายตาอยู่ที่จุดไหน ซึ่งข้อมูลจะต้องมีการอัพเดทในการรับค่าจากอาร์เอฟไอดีแท็ก ขั้นตอนการทำงานของฟังก์ชั่นการตรวจสอบตำแหน่ง ณ .ปัจจุบัน (Tracking Current Position) มีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.4 แสดงขั้นตอนการทำงานของฟังก์ชั่น Tracking Current Position

ส่วนของ Tracking Current Position จะทำการรับตำแหน่งจากอาร์เอฟไอดีแท็กเข้ามาแล้วนำมาเทียบกับข้อมูลเพื่อหาตำแหน่ง ณ.ปัจจุบันของผู้พิการทางสายตาว่าอยู่ใกล้กับชั้นวางสินค้าประเภทไหนโดย Tracking Current Position จะเริ่มทำงานเมื่อมีคำสั่งค้นหาตำแหน่ง ณ.ปัจจุบันเข้ามายังระบบ



รูปที่ 4.5 แสดงโครงสร้างส่วนการพัฒนาซอฟต์แวร์

Class Map

Data Member

- private Hashtable<String, Node> nodes
  ตัวแปรเก็บข้อมูลในรูปแบบ Map ที่เก็บ Node ทั้งหมดในแผนที่โดยค้นหา Node ผ่าน String ที่เป็นชื่อชั้นวางสินค้า
- private ArrayList<Path> paths
  ตัวแปรเก็บข้อมูล ArrayList ของ Path เส้นทางทั้งหมดในแผนที่

Constructor

- public Map()

สร้าง Map ขึ้นมาโดยใช้ข้อมูลภายใน Database map

- Output : ตัวแปร Map ที่มีข้อมูลแผนที่ตามรายละเอียดใน Database

Method

- double calculatePathCost(Node n1, Node n2)

  คำนวนค่าระยะทางระหว่าง Node 2 ตัว

  - Input : n1 – ตัวแปรของ Node ที่ 1

    n2 – ตัวแปรของ Node ที่ 2
  - Output : ตัวแปร double ที่เป็นค่าระยะทาง
- public SimpleWeightedGraph<Node, Path> getMapGraph()
  - Output : ค่าของตัวแปร mapGraph
- public Hashtable<String, Node> getNodes()
  - Output : ค่าของตัวแปร nodes
- public ArrayList<Path> getPaths()
  - Output : ค่าของตัวแปร paths
- public ArrayList<Node> getFilteredNodes(String type)

  ค้นหา Node ภายในแผนที่ที่มีประเภทตรงกับค่าตัวแปร type ที่ส่งเข้ามา
  - Input : type – ตัวแปร String ที่เป็นประเภทของ Node ที่ต้องการค้นหา
  - Output : ตัวแปร ArrayList ของ Node ที่มีค่าตัวแปร type ตรงกับ input

Class Node

Data Member

- private String name

  ตัวแปรเก็บข้อมูลชื่อของชั้นวางสินค้า
- private int pixelX

  ตัวแปรเก็บข้อมูลตำแหน่งของชั้นวางสินค้าในพิกัด X ของรูปโดยมีหน่วยเป็น pixel
- private int pixelY

  ตัวแปรเก็บข้อมูลตำแหน่งของชั้นวางสินค้าในพิกัด Y ของรูปโดยมีหน่วยเป็น Pixel

- private String type

  ตัวแปรเก็บข้อมูลประเภทของชั้นวางสินค้า

Constructor

- public Node(String name , int x , int y , String type)

  สร้าง Node โดยกำหนดตำแหน่งชั้นวางสินค้า, พิกัด X, พิกัด Y และค่าตัวแปรที่รับเข้ามา

  - Input : name – ตัวแปร String ที่เป็นชื่อของกลุ่มสินค้า กำหนดค่าให้กับตัวแปร name ใน Node

    x – ตัวแปร int ที่เป็นพิกัด X กำหนดค่าให้กับตัวแปร pixelX ใน Node

    y – ตัวแปร int ที่เป็นพิกัด Y กำหนดค่าให้กับตัวแปร pixelY ใน Node
  - Output : ตัวแปร Node ที่มีการกำหนดค่าของ Data Member ตาม input ที่รับ

Method

- public String getName()
  - Output : ค่าของตัวแปร name
- public String getPixelX()
  - Output : ค่าของตัวแปร pixelX
- public String getPixelY()
  - Output : ค่าของตัวแปร pixelY
- public String getType()
  - Output : ค่าของตัวแปร type

4.3.2.2 การพัฒนาโปรแกรมหาเส้นทางที่สั้นที่สุด

เป็นการเขียนโปรแกรมโดยนำเอาส่วน Library จากโปรแกรม Speech SDK (Speech Software Development Kit เวอร์ชั่น 5.1)และซอฟต์แวร์สังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทย VAJA รุ่น 5.0 ในการระบุตำแหน่งบนแผนที่เพื่อการแสดงผลให้กับผู้พิการทางสายตาด้วยข้อความเสียง โดยส่วนนี้ทำหน้าที่หลังจากได้รับข้อมูลจากอาร์เอฟไอดีแท็ก โดยนำ Tag ID ที่ได้มาใช้ในการระบุตำแหน่งบนแผนที่ โดยนำเส้นทางมาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบชั้นวางสินค้าเพื่อให้ได้เส้นทางที่สั้นที่สุด เมื่อเข้าใกล้ชั้นวางสินค้าจะสามา รถแสดงตำแหน่งทิศทางได้ถูกต้องเช่น ให้เดินตรงไป , ให้เลี้ยวทางซ้ายมือ , ให้เลี้ยวทางขวามือ เป็นต้น

ในการพัฒนาการรับตำแหน่งจากเครื่องอ่านที่ตัวพีดีเอ ให้กำหนดเป็นจุดเริ่มต้นของชั้นวางสินค้าบนแผนที่ทำการหาเส้นทาง ซึ่งจะมีเส้นทางที่เป็นไปได้มากกว่า 1 เส้นทาง ซึ่งจะกำหนดให้เป็นจุดเริ่มต้นแล้วเริ่มแสดงผลด้วย Ant Algorithm จากนั้นระบบจะทำการระบุทิศทางไปเรื่อยๆ จนเสร็จสิ้นในการเดินเลือกซื้อสินค้าของผู้พิการทางสายตา โดยจะให้ อัลกอริทึม เป็นตัวสินใจ เลือกเส้นทางบนแผนที่ซึ่งจะมีการคำนวณไว้ที่ตัวโปรแกรม กรณีที่ผู้พิการไม่เดินไปตามเส้นทางที่ระบบร้องขอผู้พิการจะไม่ได้เส้นทางที่สั้นที่สุดในการเดินเลือกซื้อสินค้าชนิดนั้นและระบบจะไม่คำนวณเส้นทางต่อไปหลังจากที่ผู้พิการเดินไปยังจุดที่ผิดตำแหน่งของการคำนวณในตัวโปรแกรม ในการพัฒนาจะทำการหาจุดเริ่มต้นไปยังทุกเส้นทางที่เป็นไปได้แล้วกำหนดจุดที่ต้องการไปชั้นวางสินค้าให้แสดงเส้นทางไปเรื่อยๆ จนถึงจุดหมายที่ต้องการ โดยโครงสร้างของโปรแกรมประกอบไปด้วย 2 โครงสร้างหลัก คือ

- ส่วนการคำนวนค้นหาเส้นทางประกอบด้วยไฟล์ภายในแพ็คเกจ Ant Algorithm มีดังต่อไปนี้
  - Ant
  - AntFactory
  - Map
  - Node
  - Path
- ส่วนการแสดงผล GUI ประกอบด้วยไฟล์ภายในแพ็คเกจ AntGUI มีดังนี้
  - AlertDialog
  - AntComboBox
  - AntGUI
  - Main

หน้าที่การทำงานของแต่ละไฟล์

- AntFactory เป็น Class ที่ทำงานเป็นส่วนศูนย์กลางในการควบคุม Ant คำนวณระดับฟีโรโมนลงเส้นทางและเก็บระยะทางที่สั้นที่สุดที่ได้จาก Ant ทุกตัว
- Ant เป็น Class ที่ทำงานแบบ Thread โดยทำการเดินใน Map เพื่อค้นหาเส้นทางสามารถสร้างตัวเองขึ้นใหม่ในการเดินไปทุกเส้นทางหรือ

คำนวณความน่าจะเป็นและเลือกเส้นทาง ณ.ทางแยกได้ รวบรวมข้อมูลเส้นทางส่งให้กับ AntFactory เมื่อสามารถไปถึงปลายทางได้

- Map เป็น Class แทนถึงจุดต่างๆ และเส้นทางของแผนที่โดยรวมในโครงสร้างแบบ Array โดยมี Node แทนจุดต่างๆ และ Path แทนเส้นทางระหว่าง Node ที่เชื่อมต่อกัน Node จะมีชื่อและพิกัดของตัวเองเก็บไว้ และ Path จะเก็บค่าระยะทางและค่าฟีโรโมนที่เพิ่มขึ้นจากการที่ Ant เดินผ่าน
- Node เป็น Class แทนถึงจุดชั้นวางต่างๆ ภายในแผนที่โดยเก็บข้อมูลชื่อชั้นวางที่ตำแหน่งพิกัด X,Y ในหน่วย pixel และกลุ่มสินค้า
- Path เป็น Class แทนถึงเส้นทางต่างๆ ภายในแผนที่โดยเก็บข้อมูลระยะทางในหน่วย pixel ค่าปริมาณฟีโรโมน และชื่อของเส้นทางไปยังชั้นวางสินค้านั้น

Class Path

Data Member

- private double cost
  ตัวแปรเก็บข้อมูลค่าระยะทางของเส้นทาง
- private double pheromone
  ตัวแปรเก็บข้อมูลค่าฟีโรโมนบนเส้นทาง
- private String name
  ตัวแปรเก็บข้อมูลชื่อของเส้นทาง

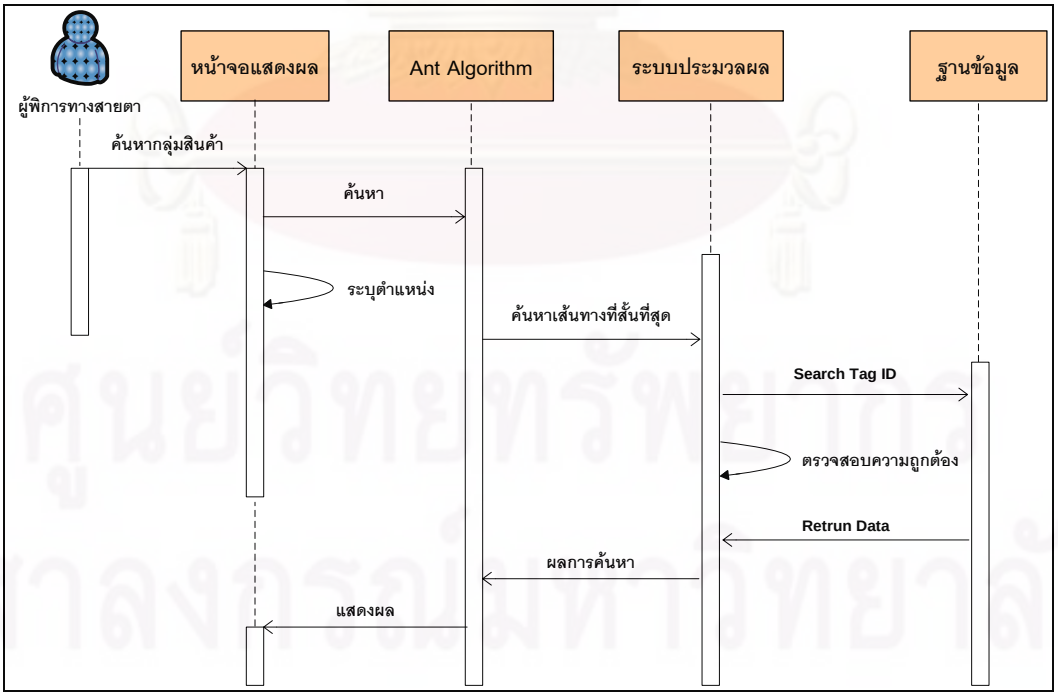
Constructor

- public Path(double cost , double pheromone , String name)
  สร้าง Path ที่มีค่าระยะทาง, ค่าฟีโรโมน และชื่อของเส้นทางตรงกับค่าตัวแปรที่รับ
  - Input : cost – ตัวแปร double ของค่าระยะทาง กำหนดค่าให้กับตัวแปร cost ใน Path
    pheromone – ตัวแปร double ของค่าฟีโรโมน กำหนดค่าให้กับตัวแปร pheromone ใน Path
    name – ตัวแปร string ของชื่อเส้นทาง กำหนดค่าให้กับตัวแปร name ใน Path
  - Output : ตัวแปร Path ที่มีการกำหนดค่าของ Data Member ตาม input ที่รับ

Method

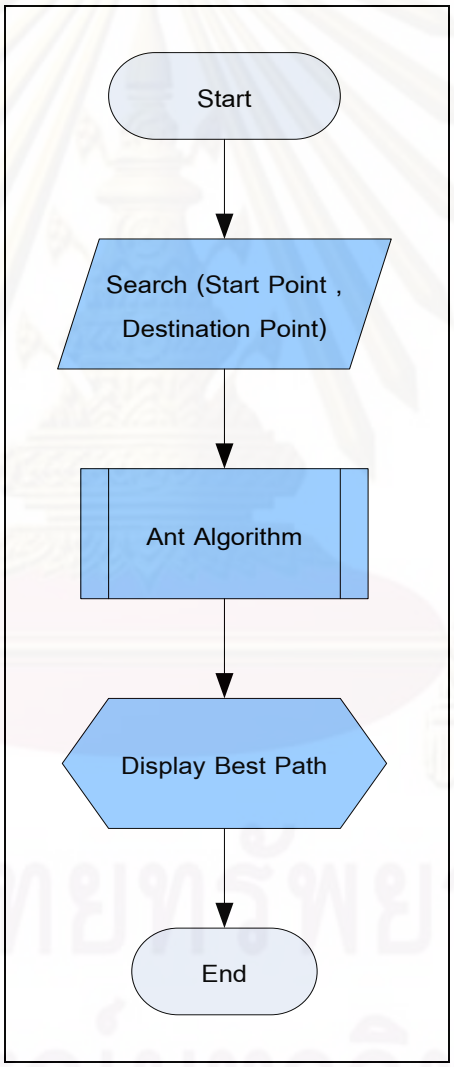
- public double getCost()
  - Output : ค่าของตัวแปร cost
- public double getPheromone()
  - Output : ค่าของตัวแปร pheromone
- public void setPheromone(double pheromone)
  - Input : pheromone – ตัวแปร double ที่กำหนดค่าให้กับตัวแปร pheromone
- public String getName()
  - Output : ค่าของตัวแปร name

การพัฒนาโปรแกรมการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดเป็นสิ่งที่สำคัญที่จะทำให้การทำงานของระบบมีประสิทธิภาพซึ่งอัลกอริทึมการทำงานของฟังก์ชั่น ในงานวิจัยได้นำ Algorithm ที่มีประสิทธิภาพในการหาเส้นทางและสามารถนำมาใช้ได้โดยไม่เกิดปัญหาในลักษณะของฟังก์ชันการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดเพื่อให้การนำทางของผู้พิการทางสายตาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 4.6 แสดง Sequence Diagram ของการค้นหากลุ่มสินค้าและเส้นทางที่สั้นที่สุด

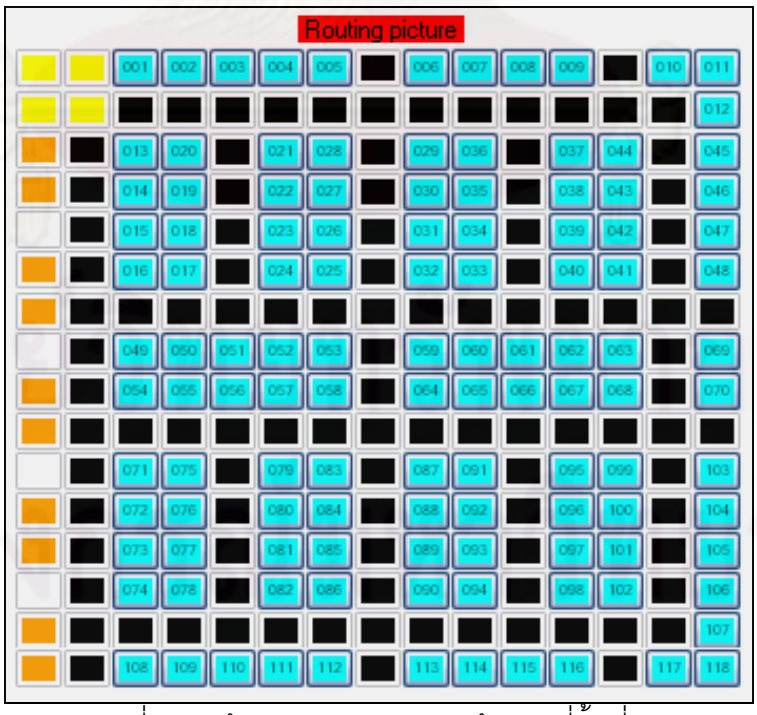
ในการพัฒนาการหาระยะเส้นทางที่สั้นที่สุดที่โดยการเดินจาก ตำแหน่ง ณ .ที่อยู่ปัจจุบันไปยังจุดที่ต้องการสินค้า ผู้ทำวิจัยได้นำ Ant Algorithm มาใช้ในการอ้างอิงตำแหน่งแล้วระบุตำแหน่งให้ได้เส้นทางที่สั้นที่สุด ขั้นตอนต่อไปคือ การหาเส้นทางและทิศทางที่สั้นที่สุดโดยการพิจารณาจากเส้นทางทั้งหมดที่สามารถไปได้ตั้งแต่โหนดเริ่มต้นไปยังโหนดปลายทาง ซึ่ง Ant Algorithm จะใช้เพื่อ ในการตรวจสอบว่าระยะทางและทิศทางไปถึงกลุ่ม สินค้าให้สั้นที่สุด โดยการค้นหาเส้นทางและทิศทางให้ได้อย่างถูกต้อง โดยจะต้องเลือกว่าเส้นทางใดเป็นเส้นทางที่ดีที่สุดเพียงเส้นทางเดียวในการเดินไปยังจุดหมาย โดยส่วนประกอบและขั้นตอนการทำงานการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดมีดังนี้



รูปที่ 4.7 แสดงขั้นตอนการทำงานของ Ant Algorithm

- เจ้าหน้าที่กำหนดจุดเริ่มตนและปลายทางที่จุดบริการลูกค้า(Information) ที่ผู้พิการทางสายตาตองการเดินไปยังจุดที่มีสิ้นค้าที่ต้องการ โดยการป้อนขอมูลรายการสินค้าผานทางโปรแกรมบนเครื่องที่มี Interface รอรับค่าและสั่งเริ่มการทำงานของระบบได้ทันที
- RFID Reader : ทำการอ่านข้อมูลที่บันทึกไว้ภายใน Tag
- Guidance Systems : ทำหน้าที่ในการแปลงข้อมูลที่ได้จากอาร์เอฟไอดีแท็กมาแปลง ID Tag ให้อยู่ในรูปของเสียงแล้วไปค้นหาในฐานข้อมูลไฟล์เสียง
- Voice Interface : ทำหน้าที่ในการแสดงไฟล์เสียงตามที่ได้รับลำดับมาจาก Guidance Systems ตาม Tag ID ที่ได้ระบุไว้
- โปรแกรมทำการประมวลผลเพื่อเลือกเสนทางที่สั้นที่สุดในการไปถึงตำแหน งปลายทางโดยในกรณีที่มีทางแยก
  - กรณีที่ถึงทางแยกแสด งวาผู้พิการทางสายตาได เคลื่อนที่มายังโหนดที่ตองเปลี่ยนทิศทางโดยจะต องเคลื่อนที่ไปแท็กบนชั้นวางซึ่งจะเป็นตัวกำหนดทิศทางตอไปในการเลี้ยวทางซายมือหรือเลี้ยวทางขวามือ
  - กรณีถาไมพบทางแยกใหเดินไปข้างหนาตามปกติ

4.3.3.3 **ส่วนการคำนวณการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด**



รูปที่ 4.8 หน้าจอแสดงผลการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด

การพัฒนาโปรแกรมส่วนการคำนวณการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด มีลักษณะดังต่อไปนี้

Class Ant

Data Member

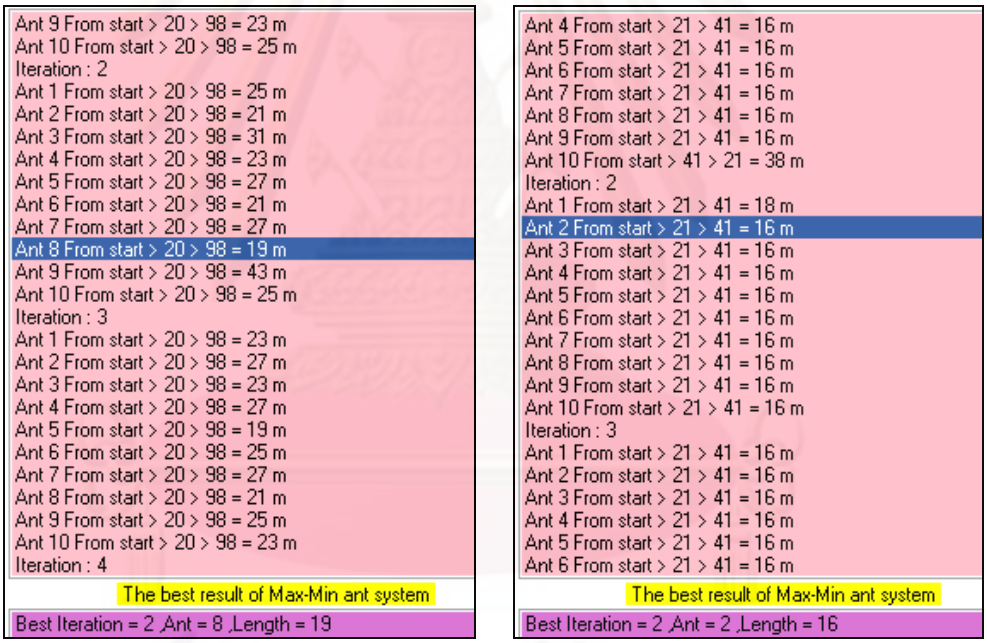
- public static final int MAXANT
  ตัวแปรที่เก็บค่าของ MAXANT ที่แสดงถึงจำนวน Ant สูงสุดที่สามารถสร้างได้
- public static final int MAXTOUR
  ตัวแปรที่เก็บค่าของ MAXTOUR ที่แสดงถึงจำนวนรอบของการค้นหาเส้นทาง
- public static final double ALPHA
  ตัวแปรที่เก็บค่าของ Alpha ที่ใช้ในการคำนวนค่าความน่าจะเป็น
- public static final double BETA
  ตัวแปรที่เก็บค่าของ Beta ที่ใช้ในการคำนวนค่าความน่าจะเป็น
- public static final double RHO
  ตัวแปรที่เก็บค่าของ Rho ที่ใช้ในการคำนวนค่าฟีโรโมน
- public static final double INITPHEROMONE
  ตัวแปรที่เก็บค่าของ InitP ที่เป็นค่าฟีโรโมนเริ่มต้นในแต่ละเส้นทาง
- private Node sourceNode
  ตัวแปรเก็บข้อมูล Node ที่กำหนดเป็นจุดเริ่มต้น
- private Node destNode
  ตัวแปรเก็บข้อมูล Node ที่กำหนดเป็นจุดปลายทาง
- private Map map
  ตัวแปรเก็บข้อมูล Map ที่เป็นแผนที่ที่ใช้ค้นหาเส้นทาง
- private int currentAnt
  ตัวแปรเก็บข้อมูลจำนวน Ant ทั้งหมดที่สร้างออกมาในปัจจุบัน
- private int activeAnt
  ตัวแปรเก็บข้อมูลจำนวน Ant ที่กำลังค้นหาเส้นทางอยู่
- private ArrayList<Ant> ants
  ตัวแปรเก็บข้อมูล ArrayList ของ Ant ที่ไปถึงจุดปลายทางในรอบ tour ที่ทำการค้นหา
- private int status
  ตัวแปรเก็บข้อมูลสถานะการทำงานของ AntFactory

- 0 : AntFactory ทำการค้นหาเส้นทางเสร็จสิ้น
- 1 : AntFactory กำลังทำการค้นหาเส้นทางอยู่

- private Ant bestAnt

  ตัวแปรเก็บข้อมูลของ Ant ที่สามารถค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดได้

ในการคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุดจะมี Input ที่สำคัญคือค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการคำนวณหาเส้นทางและทิศทางตามขอบเขตของแผนที่และรายการสินค้าหรือจุดที่ผู้พิการทางสายตาต้องการไปยังกลุ่มสินค้า โดยการแสดงผลการคำนวณการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดของโปรแกรมในการหาจุดระหว่างจุดที่ 20 ไปยังจุดที่ 98 และ จุดที่ 21 ไปยังจุดที่ 41 เป็นดังตัวอย่างจากรูปที่ 4.9 คือการแสดงผลการคำนวณการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด



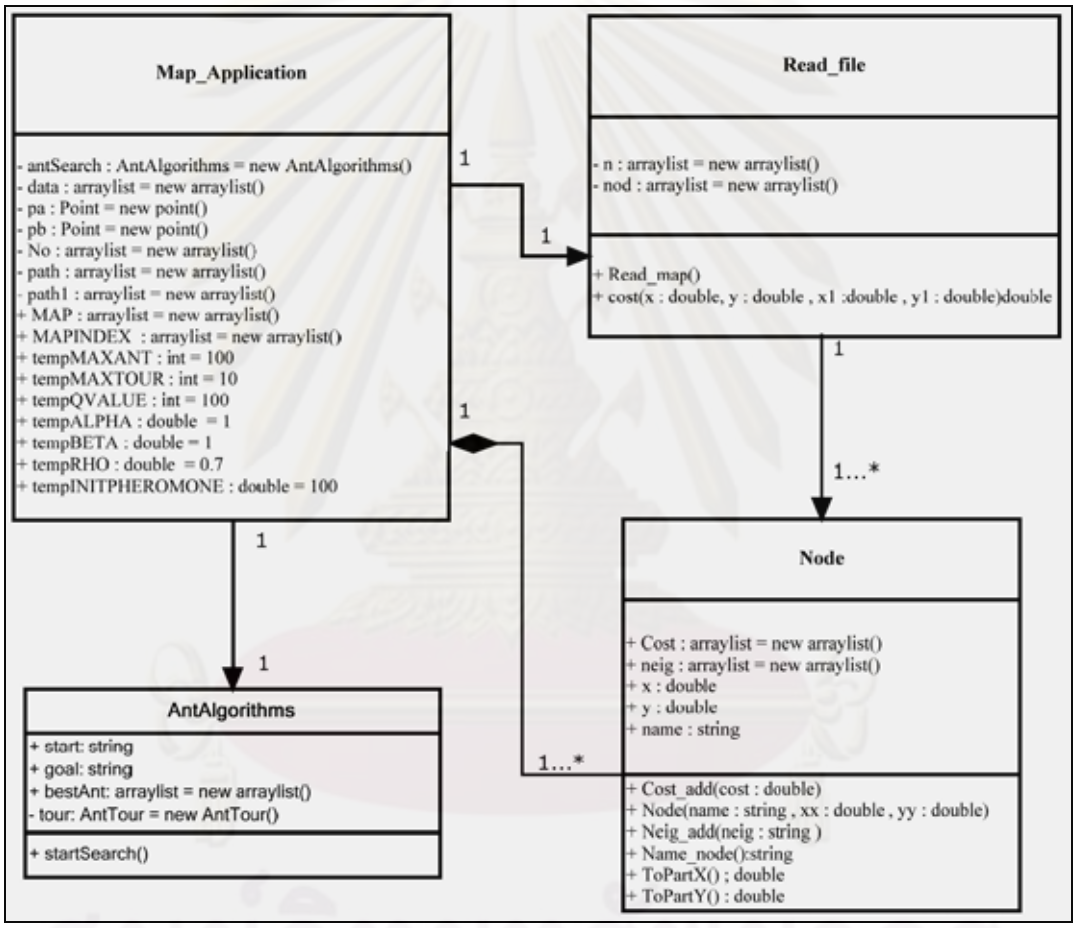
รูปที่ 4.9 แสดงผลการคำนวณการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด

4.3.3 Class Diagrams Ant Algorithms

เป็นการออกแบบ Object แต่ละตัวที่มีในโปรแกรม โดยจะแสดงถึงความสัมพันธ์กันระหว่าง Object รวมถึง Method และ Data ในแต่ละ Object ซึ่งในโปรแกรมสามารถแบ่ง Class ออกเป็น 2 ส่วนคือ

- **Class Map Application**

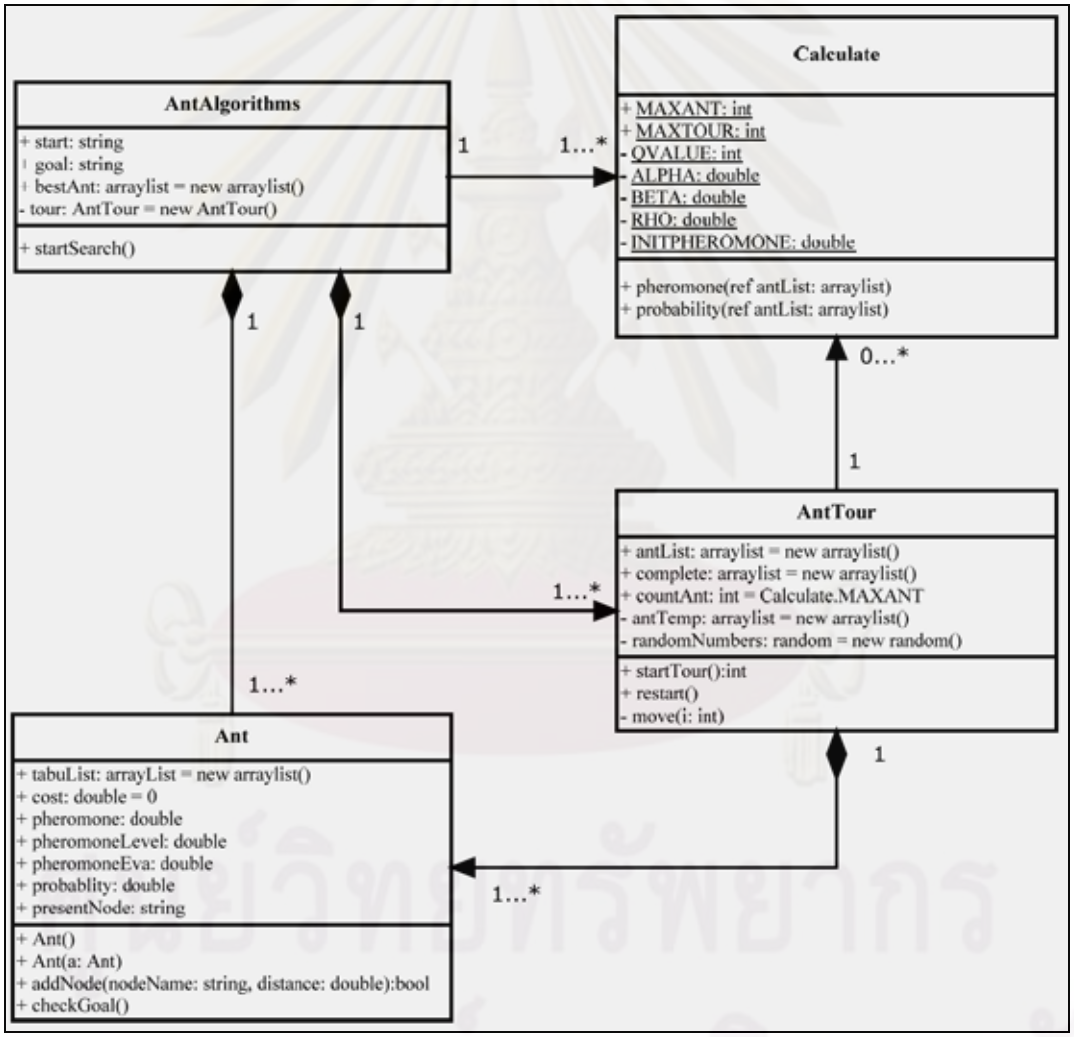
จากรูปที่ 4.10 Class Map Application จะทำการเรียก Method ของ Class Read file เพื่ออ่านข้อมูลแผนที่ที่ใช้ในการ Search มาเก็บไว้ โดยที่ Class Read file จะทำการเรียกใช้ Class Node เพื่อทำการเก็บข้อมูลที่อ่านมาให้อยู่ในรูปที่สามารถใช้ในการ Search ได้ง่ายๆและจะทำการคำนวณค่า Cost ของแต่ละโหนด เพื่อใช้เป็นของมูลอ้างอิงในการค้นหาเส้นทาง เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วและมีการกดปุ่ม Search หลังจากนั้น Class Map Application จะเรียกใช้ Class Ant Algorithms ในการค้นหาเส้นทาง



รูปที่ 4.10 แสดง Class Map Application

- **Class Ant Algorithms**

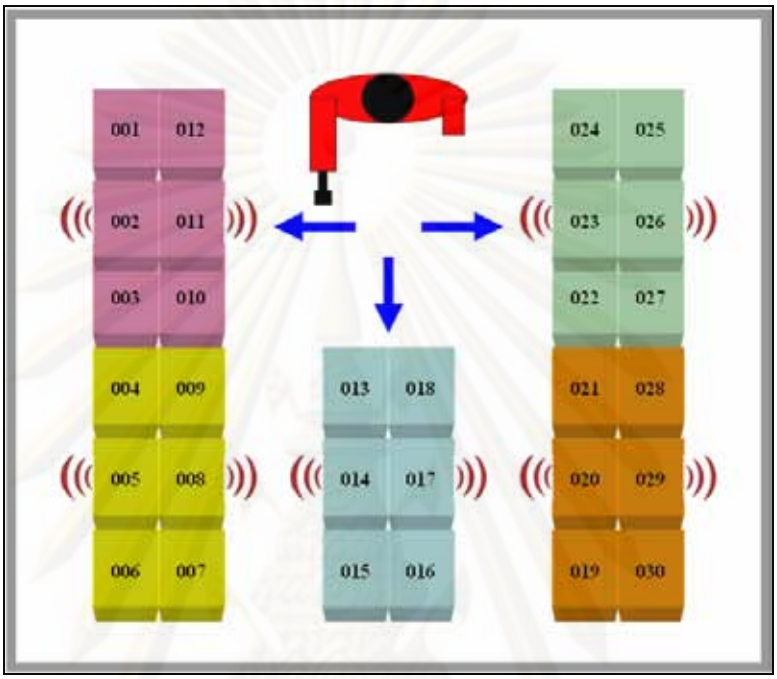
จากรูปที่ 4.11 Class Ant Algorithms จะประกอบไปด้วย Object ของ Class Ant และ Class Ant Tour และทำงานโดยการเรียกใช้ Class Ant Tour เมื่อ Class Ant Tour ถูกเรียกใช้จะทำการสร้าง Object ของ Class Ant ขึ้นและทำการค้นหาเส้นทาง จากนั้นทำการเรียก Class Calculate เพื่อคำนวณค่าต่างๆ และส่งเส้นทางที่สั้นที่สุดกลับไป Class Ant Algorithms จะทำการเริ่ม Ant Tour อีกครั้งเมื่อได้เส้นทางจะทำการคำนวณค่าฟีโรโมนใหม่โดยเรียกใช้ Class Calculate เมื่อทำการค้นหาเสร็จแล้วจะทำการส่งค่าเส้นทางที่สั้นที่สุดที่หาค่าได้กลับไป



รูปที่ 4.11 แสดง Class Ant Algorithms

บทที่ 5
การทดลองและผลการทำงานของระบบ

5.1 การทดสอบและผลการทำงานของระบบในการเลือกซื้อสินค้าของผู้พิการ



รูปที่ 5.1 แสดงการทดสอบการแสดงผลการค้นหากลุ่มสินค้าบนชั้นวางสินค้า

วิธีการทดสอบในการเลือกซื้อสินค้ามี 2 วิธีดังนี้

- วิธีที่ 1 คือใช้พีดีเอ ระบุชื่อกลุ่มสินค้าและชั้นวางถัดไป
- วิธีที่ 2 คือใช้การค้นหาด้วยพีดีเอ โดยการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด

ในการทดสอบความถูกต้องของการทำงานในฟังก์ชันต่างๆ งานวิจัยได้ทำการทดสอบการใช้งานของโปรแกรมการนำทางรวมถึงผลการทดสอบที่ได้จากผู้พิการทางสายตาในการจำลองการเดินเลือกซื้อสินค้าบนห้างสรรพสินค้าโดยในวิธีการแรกจะนำพีดีเอ เข้าไปในลักษณะที่ต้องการทราบชื่อของกลุ่มสินค้าที่วางอยู่บนชั้นวางสินค้าและต้องการทราบว่าชั้นวางถัดไปทางซ้ายมือหรือทางขวามือเป็นกลุ่มสินค้าประเภทอะไร ตำแหน่ง ณ.ปัจุบันอยู่ที่ไหน ในวิธีการที่สองจะทดสอบการนำทางด้วยเครื่องพีดีเอ ในการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการที่จะไปถึงกลุ่มหรือตัวสินค้าได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะทำการทดสอบฟังก์ชันการทำงานต่างๆ โดยมีหัวข้อผลการทดสอบดังต่อไปนี้

5.1.1 การทดสอบการระบุตำแหน่งและทิศทางของชั้นวางสินค้า

- **ผลการทดสอบการระบุชื่อกลุ่มสินค้าและทิศทาง**

การทดสอบการนำทางได้ทำการจำลองสถานะการในการเดินเลือกซื้อสินค้า โดยทำการทดสอบเพื่อดูความถูกต้องในการระบุชื่อของกลุ่มสินค้าและทิศทางของชั้นวางสินค้าถัดไป ในการทดสอบระบบได้ทำการทดสอบโปรแกรมบนตัวพีดีเอ ซึ่งสามารถช่วยในการระบุตำแหน่งของผู้พิการทางสายตาและชื่อกลุ่มสินค้าบนชั้นวางสินค้าได้อย่างถูกต้อง ส่วนของการนำไปใช้งานจริงได้โดยได้ประเมินความถูกต้องจากผลการทดสอบของการการระบุตำแหน่งโดยทำการทดสอบใน 2 กรณีคือ การบอกชื่อกลุ่มสินค้าบนชั้นวางสินค้าและการระบุตำแหน่งให้กับผู้พิการทางสายตา

รูปที่ 5.2 แสดงผลการทดสอบการระบุชื่อกลุ่มสินค้า

จากผลการทดสอบพบว่าผู้พิการสามารถใช้งานได้ดีซึ่งทำให้ผู้พิการทางสายตาไม่ต้องใช้มือในการสัมผัสกับตัวสินค้าและยังช่วยสามารถให้ผู้พิการทางสายตารับทราบชั้นวางถัดไปได้ก่อนที่จะตัดสินใจเดินต่อไปยังกลุ่มสินค้าอื่นๆ นอกจากนี้ระบบยังช่วยบอกทิศทางของกลุ่มสินค้าที่ต้องการจะไปแต่ผู้พิการที่สายตาที่ตาบอดสนิทจะมีปัญหาในการเดินเลือกซื้อสินค้าบ้างเช่น การนำเครื่องอ่านพีดีเอ ไปอ่านไม่ตรงกับจุดของอาร์เอฟไอดีแท็ก, การตัดสินใจในการเลี้ยวทางซ้ายมือและการเลี้ยวทางขวามือ ส่วนในผู้เข้าทดสอบที่มีความพิการทางสายตา (มองเห็นได้เล็กน้อย) สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกต่อการระบุ

ตัวกลุ่มสินค้าและการบอกทิศทางของชั้นวางสิ้นค้าต่างๆ เพราะมีการส่งเสียงบอกเมื่อนำเครื่องอ่านไปวางที่จุดของอาร์เอฟไอดีแท็กโดยผู้ทำวิจัยได้จำลองการทดสอบจากแผนที่จริงผลทดสอบเป็นดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 การทดสอบกับผู้พิการทางสายตา โดยกำหนดให้พื้นที่การทดสอบจำลองการทดสอบ จากแผนที่จริง

ชื่อของกลุ่มสินค้า	การแสดงข้อความเสียงระบุกลุ่มสินค้าในตัวโปรแกรม		การระบุตำแหน่งของกลุ่มสินค้าและทิศทางให้กับผู้พิการทางสายตา	
	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
A	✓		✓	
B	✓		✓	
C	✓		✓	
D	✓		✓	
E	✓		✓	
F	✓		✓	
G	✓		✓	
H	✓		✓	
I	✓		✓	
J	✓		✓	
K	✓		✓	
L	✓		✓	
M	✓		✓	
N	✓		✓	
O	✓		✓	
P	✓		✓	
Q	✓		✓	

ในตารางที่ 5.1 จำนวนผู้พิการทางสายตา 10 คน ที่เข้าทดสอบพบว่าผลที่ได้ถูกต้องทั้งผลการคำนวณรวมถึงการแสดงค่าออกทางหน้าจอของพีดีเอ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทั้งข้อมูลของระบบและการคำนวณมีความถูกต้อง จากผู้เข้าทดสอบทั้งพิการทางสายตาและตาบอด

- **ผลการทดสอบระบบเสียงนำทาง**

ในการทดลองการทำงานระบบเสียงนำทางว่าเสียงนั้นมีการทำงานที่ผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากโปรแกรมหรือไม่และการใช้งานมีปัญหาอะไรเกิดขึ้นทางด้านเสียง จากการทดสอบโปรแกรมมีปัญหาในการเล่นไฟล์เสียงขนาดใหญ่เพราะต้องคอมไพล์รวมเข้าไปกับโปรแกรมทำให้เวลาที่ใช้ในการคอมไพล์นานขึ้นและไฟล์โปรแกรมมีขนาดใหญ่ขึ้น

รูปที่ 5.3 แสดง Interface การทดสอบระบบเสียงนำทางบนตัว PDA

ผลจากการทดลองระบบเสียงนำทางให้กับผู้พิการทางสายตาว่าผู้เข้าทดสอบมีความเข้าใจกับประโยคหรือเสียงที่ได้ยิน สามารถรับทราบและทำตามเสียงที่ออกมาจากหน้าจอพีดีเอได้อย่างถูกต้อง โดยผู้เข้าทดสอบทั้งพิการทางสายตาและตาบอดให้ความสนใจในการเข้าทดสอบระบบนำทางด้วยเสียงเพราะไม่เคยใช้ระบบนำทางด้วยเสียงมาก่อนเลย

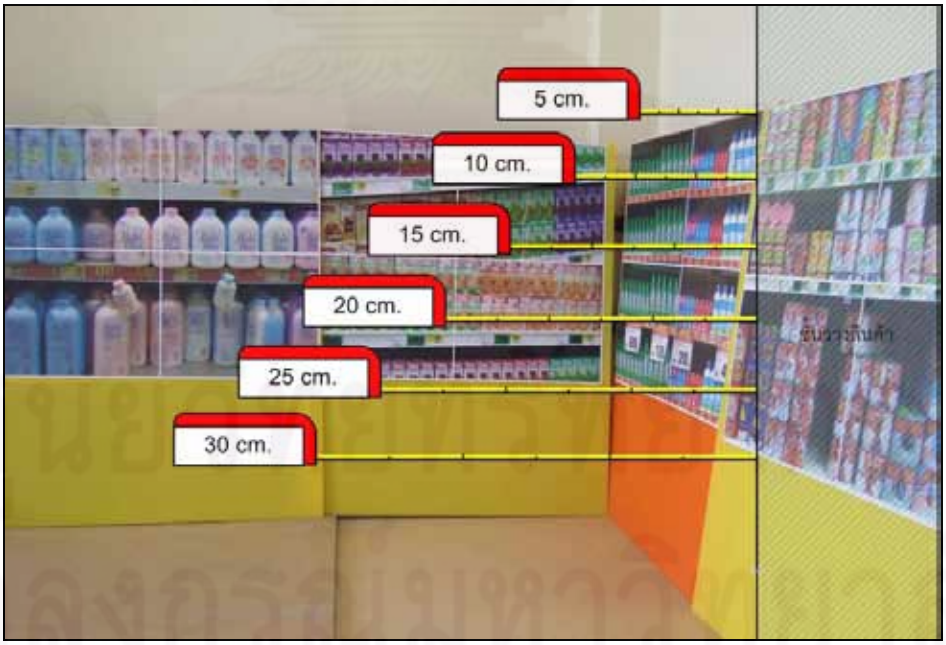
ตารางที่ 5.2 การทดสอบระบบเสียงกับผู้พิการทางสายตา จำนวน 5 คน

ประโยคของเสียงที่ผู้เข้าทดสอบได้ยิน	**ความเข้าใจต่อระบบของผู้เข้าทดสอบ**	
	เข้าใจและปฏิบัติตามได้	**ไม่มีความเข้าใจ**
ประโยคที่ 1: “ให้เลี้ยวทางซ้ายมือ”	✓	
ประโยคที่ 2: “ให้เลี้ยวทางขวามือ”	✓	

ประโยคที่ 3: “สินค้าชั้นถัดไปเป็นประเภทเครื่องดื่ม”	✓	
ประโยคที่ 4: “ชั้นวางทางซ้ายมือคือกลุ่มสินค้าอุปโภค”	✓	
ประโยคที่ 5: “ชั้นวางทางขวามือคือกลุ่มสินค้าบริโภค”	✓	
ประโยคที่ 6: “ให้เดินตรงไปแล้วเลี้ยวทางซ้ายมือ”	✓	
ประโยคที่ 7: “ให้เดินตรงไปแล้วเลี้ยวทางขวามือ”	✓	
ประโยคที่ 8: “ไม่มีสินค้าบนชั้นวางสินค้า”	✓	
ประโยคที่ 9: “ชั้นวางนี้คือกลุ่มสินค้าประเภทเครื่องดื่ม”	✓	
ประโยคที่ 10: “จุดที่ยืนอยู่คือกลุ่มสินค้าบริโภค”	✓	

จากข้อความเสียงในระบบเช่น “ชั้นวางนี้คือกลุ่มสินค้าประเภทเครื่องดื่ม”ช่วยให้ผู้พิการที่ตาบอดสนิททราบว่านี้คือกลุ่มของอะไร แต่ในบางประโยคเช่น การ “ให้เลี้ยวทางซ้ายมือ”และ“ให้เลี้ยวทางขวามือ” ผู้เข้าทดสอบที่สายตาบอดสนิทไม่สามารถมองเห็นทางแยกที่ต้องเลี้ยวได้จึงไม่สามารถที่จะเลี้ยวตามที่ระบบแจ้งให้ทราบ ซึ่งยังเป็นปัญหาของระบบนำทางด้วยเสียงให้กับผู้ที่ตาบอดจะต้องพัฒนาต่อไป

- **ผลการทดสอบระยะการรับ-ส่ง ข้อมูลระหว่าง** RFID Tag **กับ** PDA



รูปที่ 5.4 แสดงระยะห่างการรับ-ส่ง ข้อมูลระหว่างชั้นสินค้ากับผู้พิการทางสายตา

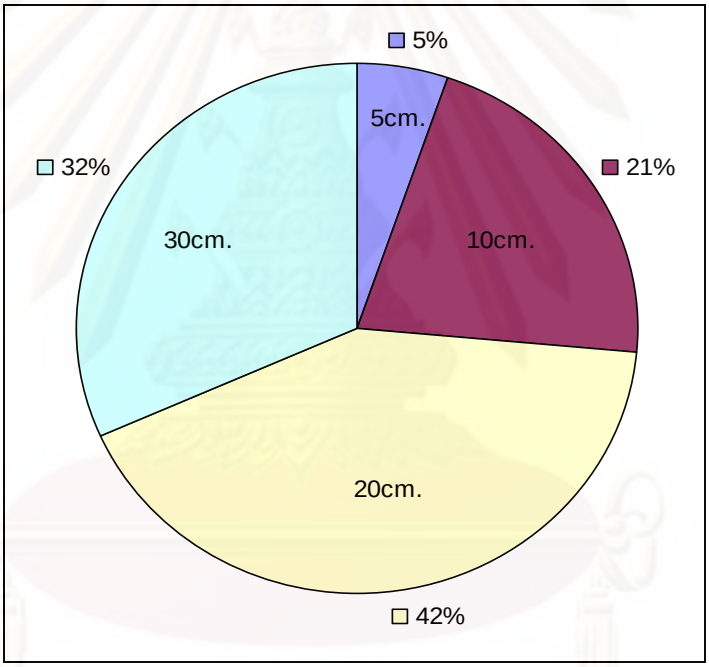
การทดสอบการรับค่าอาร์เอฟไอดีแท็กโดยค่าที่ได้รับจะนำมาใช้ในตัวโปรแกรมเพื่อระบุถึงตำแหน่ง ณ.ปัจจุบันและทิศทางที่ถูกต้อง จากการทำงานของระบบซึ่งผลของการรับค่าจากอาร์เอฟไอดีแท็กที่ได้ทำการทดสอบการระบุตำแหน่งในบางครั้งที่รับค่าไม่ได้เนื่องจากผู้พิการยืนห่างออกไปจากชั้นวางมากจนเกินไปทำให้โปรแกรมทำการรอรับค่าอาร์เอฟไอดีแท็กไม่ได้ ซึ่งดูเหมือนโปรแกรมหยุดทำงานแต่ที่จริงแล้วโปรแกรมกำลังรอรับค่าจากตัวอาร์เอฟไอดีแท็กอยู่ตลอดเวลาโดยต้องอาศัยความถี่จากเครื่องอ่านเข้ามาในรัศมีที่ทำงานได้ เมื่อรับค่า Tag ID ที่ได้เข้ามาแล้วโปรแกรมจึงสามารถที่จะบอกตำแหน่งและทิศทางของชั้นวางสินค้าได้ถูกต้องตามข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ในตัวโปรแกรม

ในส่วนของ Tag ID จะทำการเชื่อมต่อเข้ากับฐานข้อมูลที่ได้ทำขึ้นเพื่อนำข้อมูลไปประมวลผลบนตัวพีดีเอ โดยการไปรับค่ายังจุดต่างๆ ของชั้นวางสินค้าทั้งหมด จากการทดสอบการรับค่าเริ่มต้นในการรับค่าของอาร์เอฟไอดีแท็กจะยังไม่สามารถรับค่าได้ในทันทีเมื่ออยู่ต่อหน้าชั้นวางสินค้าเนื่องจากต้องเข้าใกล้ระยะที่อาร์เอฟไอดีแท็กสามารถทำงานได้ โดยได้ทดลองการรับค่าจากชั้นวางสินค้าต่างๆ ซึ่งพบว่าสามารถอ่านค่าตำแหน่งของอาร์เอฟไอดีแท็กบนชั้นวางสินค้าได้ปกติ ในการทดสอบผู้พิการทางสายตาจะนำเครื่องอ่านเข้าไปในระยะห่างจากชั้นวางสินค้าที่ผู้ทำวิจัยกำหนดไว้ โดยจะเริ่มจากระยะที่ 30 ซม. ไปจนถึง 5 ซม. จากนั้นให้ตอบแบบสอบถามจนกว่าจะครบระยะที่กำหนดไว้ โดยจะต้องเป็นระยะห่างระหว่างเครื่องอ่านกับชั้นวางสินค้าไม่ใช่ระยะห่างจากผู้พิการ

ตารางที่ 5.3 ผลการทดสอบค่าระยะห่างระหว่างผู้เข้าทดสอบกับชั้นวางสินค้า

ผู้เข้าทดสอบคนที่	ระยะห่างจากชั้นวางสินค้ากับผู้พิการ			
	5 cm.	10 cm.	20 cm.	30 cm.
1	✓	✓	✓	✓
2			✓	✓
3		✓	✓	
4			✓	✓
5			✓	
6		✓		
7				✓
8			✓	✓
9			✓	✓
10		✓	✓	

จากการทดสอบค่าระยะห่างระหว่างผู้เข้าทดสอบกับชั้นวางสินค้าว่ามีผลต่อระบบหรือไม่ โดยทำการวัดระยะห่างระหว่างผู้เข้าทดสอบกับชั้นวางสินค้าโดยให้ผู้เข้าทดสอบเดินเข้าหาตัวสินค้าเพื่อหาระยะที่เหมาะสมกับระบบว่าจะต้องมีระยะเท่าไรจึงเหมาะที่จะนำ RFID Reader มาใช้งานในระยะห่างจากชั้นวางสินค้าที่เหมาะสำหรับการช่วยเลือกซื้อสินค้า ซึ่งมีระยะห่างระหว่างผู้เข้าทดสอบกับชั้นวางสินค้า ดังตารางที่ 5.3 จากผู้เข้าทดสอบจำนวน 10 คน จากการทดสอบพบว่าระยะที่ผู้เข้าทดสอบให้ค่าเหมาะสมของเครื่องอ่านคือ ที่รัศมี 20-30 ซม. เพราะในระยะที่ต่ำกว่า 20 ซม. ผู้เข้าทดสอบเดินชนกับชั้นวางสินค้าเกือบทุกครั้ง เพราะเป็นระยะที่ใกล้กับชั้นวางสินค้ามากจนเกินไปทำให้สรุปได้ว่า ระยะที่เหมาะสมสำหรับเครื่องอ่านที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาในการระบุตำแหน่งจะต้องมีระยะห่างที่มากกว่าหรือเท่ากับ 20 ซม.



รูปที่ 5.5 แสดงผลค่าความเหมาะสมจากระยะห่างจากชั้นวางสินค้ากับผู้พิการ

5.1.2 ผลการทดสอบการนำทางเส้นทางที่สั้นที่สุด

ผลการนำทางเส้นทางที่สั้นที่สุดได้ทำการจำลองสถานะการในการเดินจากชั้นวางสินค้าหนึ่งไปยังชั้นวางสินค้าหนึ่ง โดยทำการทดสอบในระยะทางที่ 5-10ม. (จากต้นทางไปยังปลายทางผ่าน 2 จุด) เพื่อทดสอบดูความถูกต้องจากนั้นได้การเพิ่มระยะทางที่ไกลออกไปประมาณ 30ม. (จากต้นทางไปยังปลายทางผ่านมากกว่า 2 จุด) ในการนำทางโดยการทดสอบระบบได้ทำการทดสอบโปรแกรมบนพีดีเอ โดยได้ประเมินความถูกต้องของการค้นหาและลักษณะของเส้นทาง

ที่ได้จะทำการทดสอบใน 2 กรณีคือ การระบุกลุ่มสินค้าให้กับผู้พิการและการค้นหากลุ่มสินค้าจากต้นทางไปกลุ่มสินค้าปลายทางให้ได้เส้นทางที่สั้นที่สุด กำหนดโดยการใส่หมายเลขชั้นวางสินค้าทั้งในตำแหน่งต้นทางและปลายทางดังตารางที่ 5.7

รูปที่ 5.6 แสดงการบันทึกรายการสินค้าลงบนตัว PDA เพื่อใช้ในการนำทาง

การเลือกตำแหน่งของต้นทางและปลายทางที่ต่างกันแต่ผลการทดสอบโปรแกรมพบว่าการนำทางจากต้นทางไปยังปลายทางได้อย่างถูกต้องและเมื่อนำโปรแกรมดังกล่าวไปทดสอบกับผู้พิการทางสายตาทำให้มีผลการทดสอบเป็นดังนี้

ตารางที่ 5.4 การทดสอบการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด โดยกำหนดให้พื้นที่การทดสอบจำลองการทดสอบจากแผนที่จริง

ต้นทาง		**ปลายทาง**		**ผลการคำนวณจากโปรแกรม**		**การนำทางไปยังกลุ่มสินค้าที่สั้นที่สุด**	
กลุ่มสินค้า	ชั้นวาง	กลุ่มสินค้า	ชั้นวาง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
A	003	C	045	✓		✓	
C	010	I	058	✓		✓	
B	009	H	046	✓		✓	
D	014	G	037	✓		✓	

ตารางที่ 5.4 การทดสอบการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด โดยกำหนดให้พื้นที่การทดสอบจำลองการทดสอบจากแผนที่จริง (ต่อ)

ต้นทาง		ปลายทาง		ผลการคำนวณจากโปรแกรม		การนำทางไปยังกลุ่มสินค้าที่สั้นที่สุด	
กลุ่มสินค้า	ชั้นวาง	กลุ่มสินค้า	ชั้นวาง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง
C	010	D	018	✓		✓	
E	024	C	042	✓		✓	
I	065	B	006	✓		✓	
H	051	A	004	✓		✓	
H	049	B	009	✓		✓	
E	022	C	045	✓		✓	
F	031	D	013	✓		✓	
J	067	B	006	✓		✓	
D	015	J	067	✓		✓	
A	001	J	067	✓		✓	

รูปที่ 5.7 แสดงการทำงานในส่วนนำทางที่สั้นที่สุดจากจุดต้นไปยังจุดปลายทาง

จากรูปที่ 5.7 แสดงถึงการนำทางสั้นที่สุดของผู้พิการทางสายตาโดยการกำหนดจุดชั้นวางสินค้าต้นทางให้ไปยังปลายทางเริ่มต้นที่จุด 004 ไปจนถึงจุด 111 ซึ่งจากการทดสอบพบว่าสามารถนำทางให้กับผู้พิการทางสายได้อย่างถูกต้อง และหากมีการเดินผ่านหรือข้ามชั้นวางสินค้าไปที่ไม่มีการอ่านข้อมูลบนชั้นวางจุดที่ 098 ระบบจะทำการแจ้งเตือนเมื่อผู้พิการถึงจุดปลายทางแล้วพร้อมทั้งเส้นทางเดินให้กับผู้พิการทางสายตา ดังรูปที่ 5.8

รูปที่ 5.8 แสดงการเตือนผู้พิการทางสายตาให้เดินย้อนกลับไปยังจุดที่ผ่านมา

จากการทดลองยังพบปัญหาอยู่ในหลายๆ เรื่องเช่น การทำงานบนโปรแกรมจำลองบนเครื่อง PC จะมีความล่าช้ากว่าการทำงานบนเครื่องพีดีเอมากเพราะใช้ Resource บนเครื่อง PC ในการประมวลผลตัว Ant Algorithms และ Library ของ Speech SDK ซึ่งจะส่งผลทำให้การประมวลผลช้า ซึ่งจะต้องทำการศึกษาตรงจุดนี้เพิ่มเติมอีกทั้งผู้ทำวิจัยและสำหรับผู้ที่จะพัฒนาต่อเพื่อแก้ปัญหาโปรแกรมจำลองให้ระบบเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่านี้

5.1.3 การประเมินผลการทำงานของระบบ

การทดสอบระบบและการประเมินผลงานวิจัยในด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบหลังจากทำการทดสอบเพื่อหาคะแนนความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบว่าที่สามารถทำได้อย่างถูกต้องและตรงตามความต้องการของผู้ใช้ ผู้วิจัยจึงได้จัดทำแบบประเมินหาคะแนนความพึงพอใจของผู้ใช้โดยผู้ทำแบบประเมินได้เข้าทำการทดสอบระบบในด้านการตอบสนองของโปรแกรม, ด้านการ

ติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบและประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ ซึ่งจำนวนผู้ประเมิน 10 คน โดยแบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มบุคคลที่พิการทางสายตาและกลุ่มบุคคลที่ตาบอดโดยใช้สถิติในการประเมินระดับความพึงพอใจในการใช้งานของระบบคือ ตัวกลางเลขคณิต (Arithmetic Mean) หรือ ค่าเฉลี่ย (Average) [26]

จากสูตร

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อกำหนดให้

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจ

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนความพึงพอใจที่ได้จากผู้ประเมินในละคน

n = จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

ตารางที่ 5.5 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนของการประเมินผล [25]

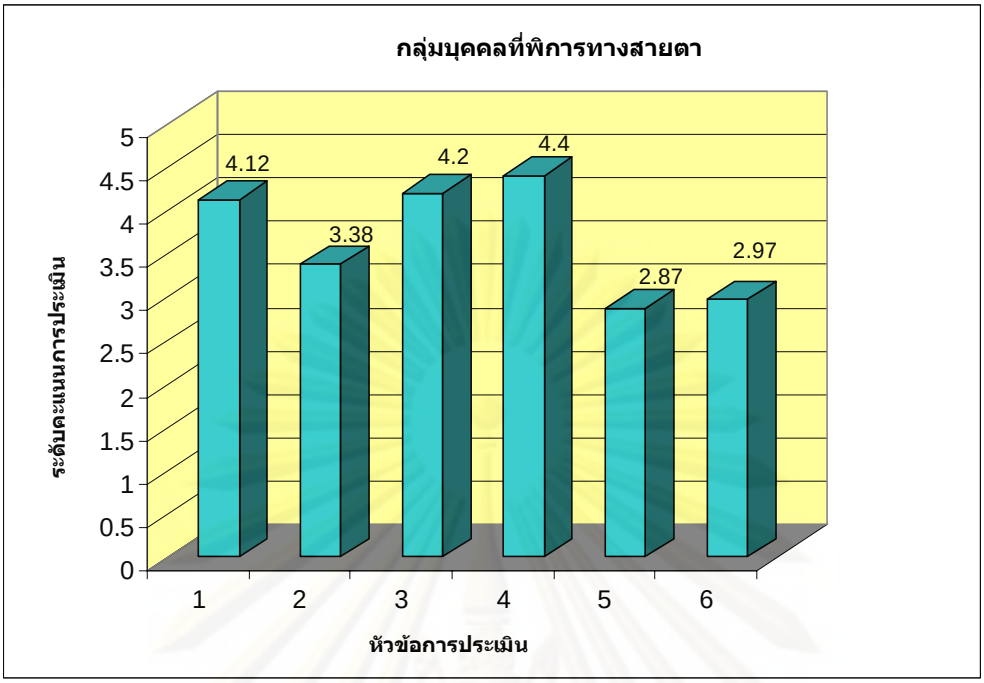
ระดับเกณฑ์การให้คะแนน		**ความหมาย**
เชิงคุณภาพ	**เชิงปริมาณ**	
มากที่สุด	4.50-5.00	ผู้พิการทางสายตามีความพึงพอใจมากที่สุด
มาก	3.50-4.50	ผู้พิการทางสายตามีความพึงพอใจมาก
ปานกลาง	2.51-3.50	ผู้พิการทางสายตามีความพึงพอใจปานกลาง
น้อย	1.50-2.00	ผู้พิการทางสายตามีความพึงพอใจน้อย
น้อยที่สุด	1.00-1.50	ผู้พิการทางสายตามีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

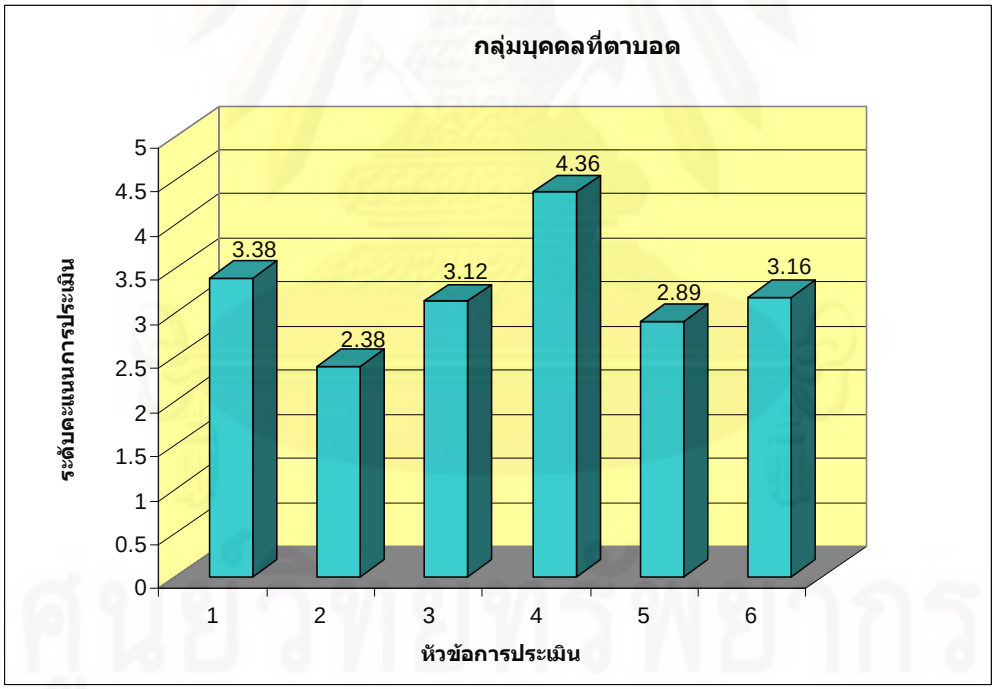
ตารางที่ 5.6 แสดงการประเมินผลและระดับความพึงพอใจของผู้เข้าทดสอบ

หัวข้อการประเมินผล	กลุ่มบุคคลที่พิการทางสายตา		กลุ่มบุคคลที่ตาบอด	
	$\overline{X}$	ระดับความพึงพอใจ	$\overline{X}$	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านการออกแบบระบบ (ลำดับขั้นตอนการทำงาน)	4.12	ระดับมาก	3.38	ระดับมาก
2. ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน	3.38	ระดับมาก	2.38	ระดับปานกลาง
3. ด้านความถูกต้องของการทำงานในระบบ	4.20	ระดับมาก	3.12	ระดับมาก
4. ด้านตรงตามความต้องการของผู้พิการทางสายตา	4.40	ระดับมาก	4.36	ระดับมาก
5. ด้านความรวดเร็วในการตอบสนองจากระบบ	2.87	ระดับปานกลาง	2.89	ระดับปานกลาง
6. ด้านความง่ายต่อการเรียนรู้ในระบบของผู้พิการทางสายตา	2.97	ระดับปานกลาง	3.16	ระดับมาก
ผลรวม	**3.65**	**ระดับมาก**	**3.22**	**ระดับมาก**

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.9 แสดงคะแนนระดับความพึงพอใจของกลุ่มบุคคลที่พิการทางสายตา



รูปที่ 5.10 แสดงคะแนนระดับความพึงพอใจของกลุ่มบุคคลที่ตาบอด

จากการทดสอบของกลุ่มบุคคลที่พิการทางสายตาหรือที่มีปัญหาทางด้านสายตา สามารถสรุปผลการประเมินความพึงพอใจของระบบช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเลือกซื้อสินค้าได้โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.65 คะแนน จากคะแนนเต็ม 5 อยู่ในเกณฑ์ระดับความพึงพอใจมาก และจากการทดสอบกลุ่มบุคคลที่ตาบอด สามารถสรุปผลการประเมินความพึงพอใจของระบบ

ช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเลือกซื้อสินค้าได้โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.22 คะแนน จากคะแนนเต็ม 5 อยู่ในเกณฑ์ระดับความพึงพอใจมาก โดยมีค่าระดับคะแนนความพึงพอใจ ดังตารางที่ 5.6

ผลการพัฒนาและออกแบบระบบช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเลือกซื้อสินค้า ในการประเมินหาความพึงพอใจพบว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับดี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเลือกซื้อสินค้า สามารถตอบสนองต่อการใช้งานได้เป็นอย่างดี ดังนั้นในการพัฒนาช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเลือกซื้อสินค้า จึงเป็นไปตามจุดมุ่งหมายและตรงตามสมมตุฐิานของการพัฒนาและออกแบบของงานวิจัยในครั้งนี้

5.2 การทดลองเพื่อหาค่าตัวแปรของ Ant Algorithm ที่เหมาะสมเพื่อใช้การค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด

งานวิจัยจะกล่าวถึงในส่วนของการทดลองเพื่อหาค่าของตัวแปรของ Ant Algorithm ที่เหมาะสมกับการใช้ค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดที่สามารถไปถึงจุดหมายปลายทางได้และทำการทดสอบใช้ Application ที่นำมาใช้ในงานวิจัยในการหาเส้นทางเพื่อผู้พิการทางสายตาจากค่าของตัวแปรที่ได้จากการทดลอง ซึ่งจุดบนแผนที่จากจุดที่ 001-118 ที่ได้กำหนดเอาไว้มีจุดและเส้นทางที่มีจำนวนมากระดับหนึ่ง จึงเหมาะที่จะนำ Ant Algorithm มาใช้ในการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด โดยค่าตัวแปรของ Algorithm ที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับค่า Max Ant กับ Max Tour เพราะการทดลองจะทำการเพิ่มจำนวนของมดขึ้นไปเรื่อยๆ และจำนวน Tour ที่มดไปจุดหมายทั้งหมด ซึ่งในการทดสอบจะทำการบันทึกข้อมูลในรูปแบบของตารางแล้วจะนำผลไปวิเคราะห์เป็นกราฟเพื่อเปรียบเทียบหาค่าตัวแปรที่เหมาะสมของ Algorithm ที่ใช้ในการทดสอบ

5.2.1 วิธีทำการทดลองและบันทึกผลหาค่าตัวแปรที่เหมาะสม

โดยเป็นข้อกำหนดของงานวิจัยที่จะใช้ในการทดลองต่อไปนี้ซึ่งสามารถแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ การหาค่าตัวแปรที่เหมาะสมและการทดสอบรัน Application จากค่าตัวแปรที่หาได้ เป็นการทดลองเป็นหาค่าตัวแปรที่ถูกต้องและเหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการค้นหาเส้นทางในแผนที่ของชั้นวางสินค้าโดยใช้ Ant Algorithm ซึ่งตัวแปรต่างๆ มีดังนี้ Max Ant, Max Tour, Alpha, Beta และ Rho โดยในการทดลองมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- กำหนดจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางของสินค้าไว้ที่จุดใดๆ ในแผนที่ของชั้นวางสินค้า (ดังรูปที่ 5.11)
- กำหนดค่าตัวแปรอื่นๆ ยกเว้นตัวแปรที่ต้องการทดลองไว้เป็นตัวแปรควบคุมซึ่งจะไม่มีการเปลี่ยนค่าตลอดการทดลอง

- ทดสอบโปรแกรมโดยใช้ค่าของตัวแปรที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดซึ่งได้มาจากกทดลองหาค่าของตัวแปรที่เหมาะสมซึ่งได้แก่ Max Ant, Max Tour, Alpha และ Beta และ Rho โดยจะมีการเปลี่ยนจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทาง
- ทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองโดยทำการเปลี่ยนค่าตัวแปรที่ต้องการทดลองและทำการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด
- การบันทึกผลจะทำการเปรียบเทียบค่าระยะทางของเส้นทางที่ได้จากการทดลองหรือบันทึกค่าอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
- จากนั้นทำการสรุปผลการทดลองเพื่อหาค่าตัวแปรที่เหมาะสมกับ Application

รูปที่ 5.11 แสดงจุดที่กำหนดไว้บนแผนที่ของชั้นวางสินค้าที่ใช้ในการทดลอง

5.2.2 การทดลองเพื่อหาค่า Max Ant

ค่าของ Max Ant มีผลต่อประสิทธิภาพของการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดแต่ไม่ได้มีการกำหนดค่าที่ตายตัวเอาไว้ ดังนั้นการทดลองนี้ทำเพื่อหาค่าของ Max Ant ที่เหมาะสมโดยการกำหนดค่าของ Max Ant เป็นตัวแปรอิสระซึ่งจะทำการเปลี่ยนแปลงและกำหนดค่าตัวแปรอื่นๆ เป็นตัวแปรควบคุมดังต่อไปนี้ MAXTOUR = 5, ALPHA = 1, BETA = 1และ RHO = 0.7

Start Point = จุดที่ 015

Goal Point = จุดที่ 118

ในการทดลองเพื่อหาค่า Max Ant ที่เหมาะสมค่าของผลลัพธ์จากการทดสอบที่น่าสนใจได้แก่

- จำนวนเส้นทางที่ได้ในแต่ละ Ant Tour คือจำนวนเส้นทางที่หาได้ในแต่ละ Tour ซึ่งจะไม่มีเส้นทางใดซ้ำกัน
- จำนวนเส้นทางรวม คือค่าผลรวมของเส้นทางทั้งหมดที่ได้มาตลอด 5 Ant Tour โดยอาจจะมีเส้นทางที่ซ้ำกันรวมอยู่ด้วย
- ค่าเฉลี่ยเส้นทาง /Ant Tour เนื่องจากใน Ant Algorithm การเดินทางของ Ant แต่ละตัวเมื่อ Max Ant ถึงข้อจำกัดจะทำการเดินทางแบบ Random ทำให้จำนวนเส้นทางที่ค้นหาได้มีจำนวนไม่แน่นอนจึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาค่าเฉลี่ยจำนวนเส้นทางที่ค้นพบ
- ระยะทางที่ดีที่สุดคือ ค่าของระยะทางที่ Ant Algorithm ตัดสินว่าเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดจากเส้นทางอื่นๆ ที่หามาได้

Max Ant เป็นตัวแปรอิสระซึ่งจะทำการเปลี่ยนแปลงค่าโดยเริ่มต้นเป็นการเปลี่ยนแปลงครั้งละ 10 แต่เนื่องจากเห็นค่าความแตกต่างได้น้อยจึงเปลี่ยนเป็นครั้งละ 50 ตามลำดับจนค่าระยะทางที่ดีที่สุดที่ได้ออกมามีความเสถียร โดยมีสมมติฐานว่าที่ค่าผลลัพธ์ของเส้นทางที่ดีที่สุดไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเมื่อได้เส้นทางที่สั้นที่สุดแล้วค่าระยะทางของเส้นทางก็จะคงที่ จึงทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่า Max Ant โดยมีการกำหนดค่าไว้ที่ 1000, 5000 และ 10000 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.7 ผลการทดลองค่า Max Ant ครั้งที่ 1

Max Ant	จำนวนเส้นทางที่ได้ในแต่ละ Ant Tour					จำนวนเส้นทางรวม	ค่าเฉลี่ยเส้นทาง/ Ant Tour	ระยะทางที่ดีที่สุด
	1	2	3	4	5			
10	0	0	0	0	0	0	0	-
20	0	0	0	0	0	0	0	-
30	0	1	0	0	0	1	0.2	227.6
40	0	1	0	0	1	2	0.4	106.1
50	0	2	2	1	0	5	1	78.1
60	2	1	1	1	0	5	1	79.5
70	1	3	1	1	2	8	1.6	82.6
80	2	2	2	1	1	8	1.6	82.6
90	3	1	4	3	2	13	2.6	79.5
100	2	3	3	1	3	12	2.4	78.3

150	3	9	3	3	5	23	4.6	78.1
200	4	5	8	4	3	24	4.8	78.1
250	6	5	7	5	7	30	4.8	78.1
300	13	11	7	13	13	57	11.4	79.5
350	**11**	**8**	**12**	**10**	**11**	**52**	**10.4**	**78.1**
400	15	14	13	17	14	73	14	78.1
450	14	14	13	19	12	72	14.4	78.1
500	24	17	19	13	17	100	20	78.1
1000	52	42	51	39	43	227	45.4	78.1
5000	313	313	332	308	315	1581	316.2	78.1
10000	892	887	881	894	880	4434	886.8	78.1

จากการทดลองในตารางที่ 5.7 จะเห็นได้ว่าค่าจำนวนเส้นทางที่พบจะแปรผันไปตามจำนวน Max Ant แต่ค่าระยะทางที่ได้เมื่อถึงจุดๆ หนึ่งจะมีค่าคงที่เมื่อ Max Ant มีค่าเท่ากับ 350 เพื่อทดสอบว่าผลการทดลองที่ได้รับมีความถูกต้อง จึงทำการทดลองอีกครั้งโดยค่าของตัวแปรอื่นๆ มีค่าคงเดิมแต่เปลี่ยน Start Point และ Goal Point เพื่อยืนยันว่าผลลัพธ์ที่ได้มาเป็นค่าที่สามารถใช้ได้กับทุกจุดบนแผนที่ ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นค่าดังต่อไปนี้

Start Point = จุดที่ 033

Goal Point = จุดที่ 111

ตารางที่ 5.8 ผลการทดลองค่า Max Ant ครั้งที่ 2

Max Ant	จำนวนเส้นทางที่ได้ในแต่ละ Ant Tour					จำนวนเส้นทางรวม	ค่าเฉลี่ยเส้นทาง/ Ant Tour	ระยะทางที่ดีที่สุด
	1	2	3	4	5			
10	0	0	0	0	0	0	0	-
20	0	1	0	0	0	1	0.2	98.8
30	2	0	0	1	1	4	0.8	87.7
40	1	0	0	2	0	3	0.6	77.6
50	1	2	0	0	2	5	1	73.6
60	0	1	1	0	3	5	1	73.7
70	1	1	2	3	1	8	1.6	70.3

80	1	1	4	1	3	10	2	70.4
90	3	3	2	3	4	15	3	70.4
100	4	3	3	3	6	19	3.8	70.4
150	1	6	5	7	4	29	5.8	70.4
200	6	7	7	13	3	36	7.2	70.3
250	7	9	14	9	8	47	9.4	70.4
300	**13**	**7**	**13**	**10**	**17**	**60**	**12**	**70.3**
350	14	18	10	18	13	73	14.6	70.3
400	23	17	17	18	23	98	19.6	70.3
450	15	23	23	25	20	106	21.2	70.3
500	23	22	32	27	28	132	26.4	70.3
1000	59	60	54	44	59	276	55.2	70.3
5000	287	264	284	266	283	1384	276.8	70.3
10000	520	509	518	537	517	2601	520.2	70.3

จากตารางที่ 5.8 แสดงให้เห็นว่าค่าของ Max Ant แปรผันโดยตรงกับจำนวนเส้นทางที่ไปถึงจุดหมาย ซึ่งตรงกันกับตารางที่ 5.7 แต่ค่า Max Ant ที่จุดคงที่ของตารางที่ 5.7 มีค่ามากกว่าตารางที่ 5.8 ดังนั้น ในการใช้งานจึงจำเป็นต้องเลือกค่าที่มากกว่าเพื่อได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการค้นหาเส้นทางที่จุดใดๆ จึงเลือกใช้งาน Max Ant ของตารางที่ 5.7

5.2.3 การทดลองค่า Max Tour

ค่าของ Max Tour คือค่าของจำนวนสูงสุดที่จะทำการรัน Ant Tour โดยการรัน Ant Tour นั้นมีผลต่อประสิทธิภาพของของเส้นทางที่ได้รับด้วยเช่นกัน เนื่องมาจากเป็นการเพิ่มโอกาสให้ Ant หาเส้นทางที่ไปถึงยังจุดหมายปลายทางได้มากขึ้น ในการทดลองนี้มีความจำเป็นจะต้องกำหนดค่า Max Ant ให้อยู่ในสภาวะไม่เสถียรเพื่อหาค่า Max Tour ที่เหมาะสมจึงมีการกำหนดค่าดังต่อไปนี้ MAXANT = 50, ALPHA = 1, BETA = 1 และ RHO = 0.7

Start Point = จุดที่ 028

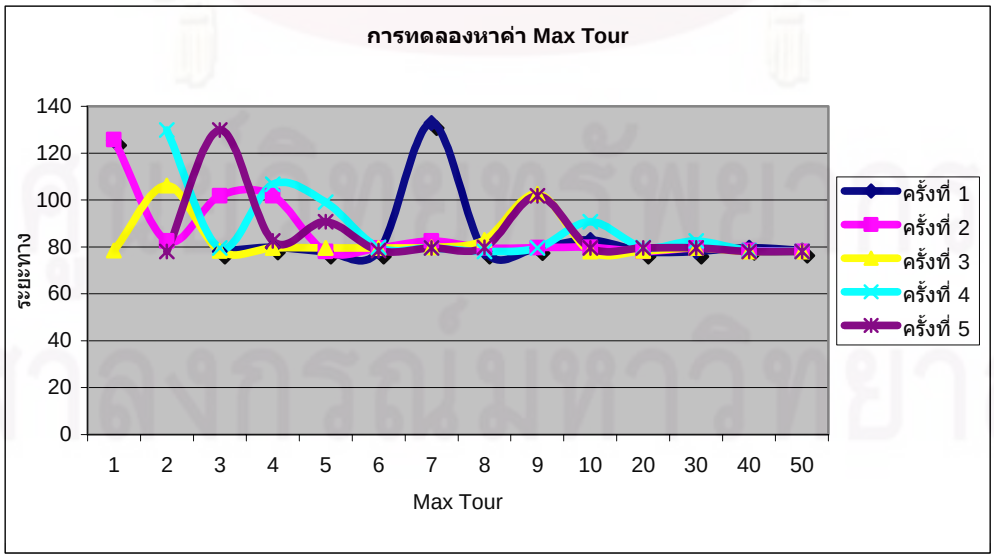
Goal Point = จุดที่ 094

จากตารางที่ 5.9 ค่าของ Max Tour จะเพิ่มขึ้นทีละ1 แต่เนื่องจากความแตกต่างยังมีน้อยเมื่อถึงจุดๆ หนึ่งจะทำการเพิ่มค่าครั้งละ 10 เพื่อให้เห็นความแตกต่างและแสดงผลเป็นกราฟใน

รูปที่ 5.4 โดยค่าผลลัพธ์ที่มีความสำคัญได้แก่จำนวนเส้นทางรวมและระยะทางที่ดีที่สุดและทำการทดลองทั้งหมด 5 ครั้งเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องมากที่สุด

ตารางที่ 5.9 ผลการทดลองค่า Max Tour

Max Tour	จำนวนเส้นทางรวม / ระยะทางที่ดีที่สุด				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
1	1/125.5	3/125.8	3/78.4	-	-
2	-	4/82.6	4/106.1	1/129.9	3/78.1
3	2/78.1	3/101.8	3/78.3	6/79.5	2/129.9
4	6/79.8	2/101.8	5/79.5	2/106.7	4/82.9
5	6/78.1	4/78.1	7/79.5	6/99.0	5/90.8
6	3/78.1	4/79.5	6/79.5	3/79.8	8/78.4
7	6/132.9	8/82.6	7/79.8	6/79.5	5/79.5
8	8/78.1	9/79.5	6/82.9	11/78.1	6/79.8
9	8/79.5	10/79.7	7/102.6	14/79.5	8/101.8
10	5/82.9	8/79.8	12/78.1	13/90.7	12/79.5
20	20/78.1	27/78.1	20/78.3	12/79.8	19/79.5
30	**23/78.1**	**27/79.5**	**34/79.5**	**38/82.6**	**29/79.5**
40	42/79.7	33/78.4	51/78.1	36/78.4	32/78.1
50	53/78.4	44/78.1	48/78.1	54/78.1	56/78.1



รูปที่ 5.12 แสดงระยะทางที่ได้จาก Ant Tour

จากผลลัพธ์ที่แสดงในตารางที่ 5.9 และแสดงในกราฟรูปที่ 5.12 จะเห็นได้ว่าค่าของระยะทางยังไม่ตรงกันในช่วงแรก เมื่อค่า Max Tour เพิ่มขึ้นทำให้ Ant Algorithm สามารถหาเส้นทางได้มากขึ้นทำให้เส้นทางที่ดีที่สุดที่หาได้ใกล้เคียงกับเส้นทางที่สั้นที่สุดมากเท่านั้น จนค่าของ Max Tour เริ่มคงที่เท่ากับ 30 ดังนั้นค่า Max Tour ตั้งแต่ 30 ขึ้นไปจึงเป็นค่าที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งานใน Application

5.2.4 การทดลองหาค่า Alpha และ Beta

ค่า Alpha และค่า Beta เป็นค่าที่ใช้ใน Ant Algorithm เพื่อคำนวณหาค่าความเป็นไปได้ที่จะเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด ซึ่งทั้ง 2 ตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นจะต้องทำการทดลองพร้อมๆ กันและมีการกำหนดค่าของ Alpha และ Beta เป็นมาตรฐานไว้ทั้งหมด 4 คู่ด้วยกันซึ่งจะทำการทดลองทั้งหมดจำนวน 10 ครั้ง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องโดยมีการกำหนดค่าตัวแปรอื่นๆ ดังต่อไปนี้ MAXANT = 100, MAXTOUR = 10 และ RHO = 0.7

Start Point = จุดที่ 011

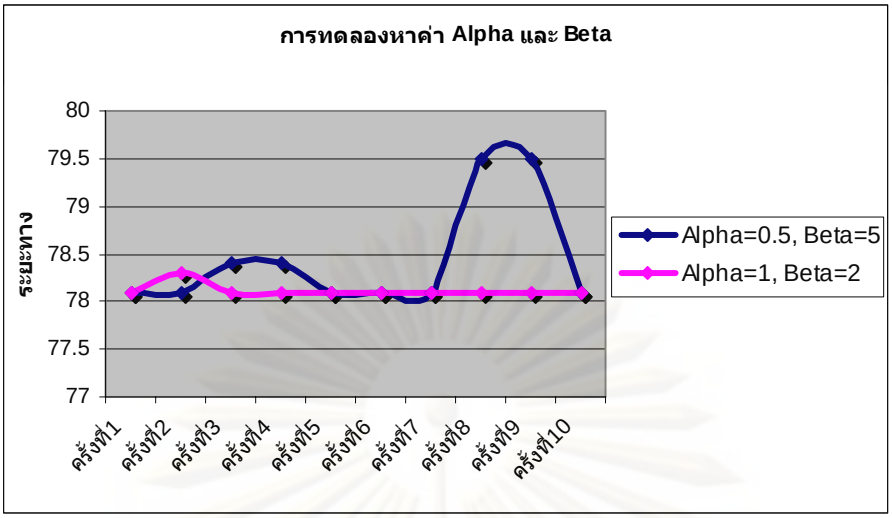
Goal Point = จุดที่ 085

ในการทดลองนี้ค่าผลลัพธ์ที่ต้องการมีเพียงค่าระยะทางของเส้นทางที่ดีที่สุดเท่านั้น เนื่องจากเส้นทางที่ดีที่สุดจะมีค่าความเป็นไปได้มากซึ่งจะแสดงในตารางที่ 5.10 กราฟรูปที่ 5.13 และ 5.14 ตามลำดับ

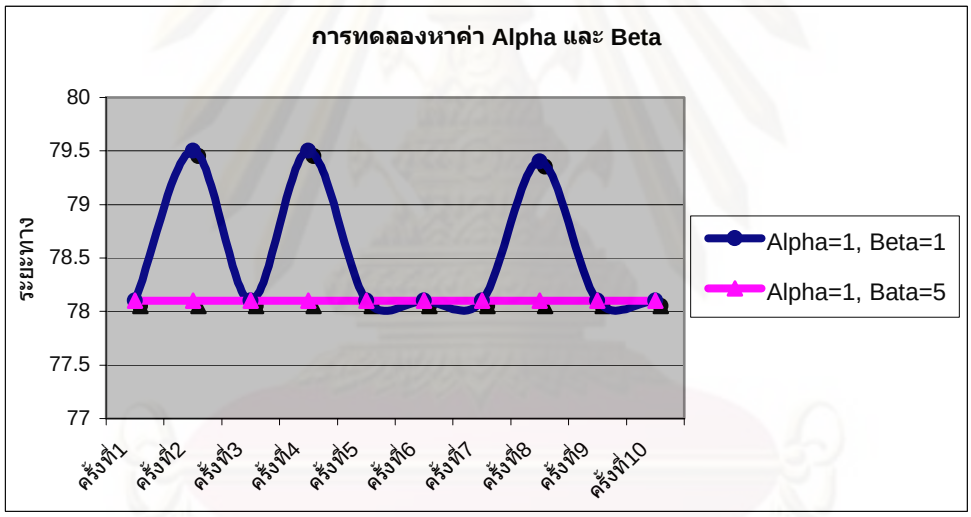
ตารางที่ 5.10 แสดงผลการทดลองค่า Alpha และ Beta ครั้งที่ 1

Alpha	Beta	ระยะทางของเส้นทางที่ดีที่สุด									
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่10
0.5	5	78.1	78.1	78.4	78.4	78.1	78.1	78.1	79.5	79.5	78.1
1	1	78.1	79.5	78.1	79.5	78.1	78.1	78.1	79.4	78.1	78.1
1	2	78.1	78.3	78.1	78.1	78.1	78.1	78.1	78.1	78.1	78.1
1	**5**	**78.1**	**78.1**	**78.1**	**78.1**	**78.1**	**78.1**	**78.1**	**78.1**	**78.1**	**78.1**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.13 แสดงระยะทางของเส้นทางที่สั้นที่สุดของค่า Alpha=0.5, Beta=5 และ Alpha=1, Beta=2



รูปที่ 5.14 แสดงระยะทางของเส้นทางที่สั้นที่สุดของค่า Alpha=1, Beta=1และ Alpha=1, Beta=5

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าชุดค่าของตัวแปร Alpha และ Beta ที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดและเหมาะสมสำหรับ Application คือค่า Alpha = 1 และ Beta = 5 แต่เพื่อถูกต้องจึงทำการทดลองอีกครั้งโดยเปลี่ยน Start Point และ Goal Point แต่ค่าตัวแปรอื่นๆ คงเดิมดังนี้

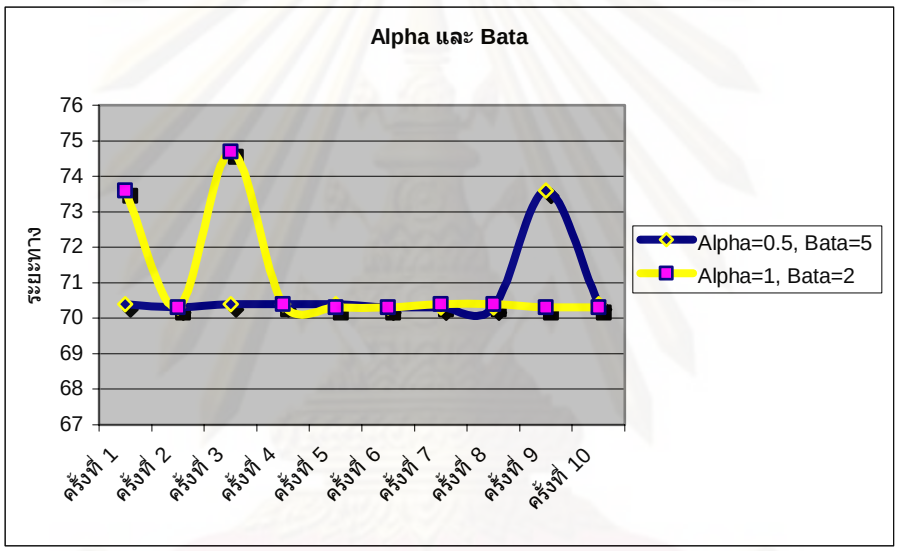
Start Point = จุดที่ 029

Goal Point = จุดที่ 098

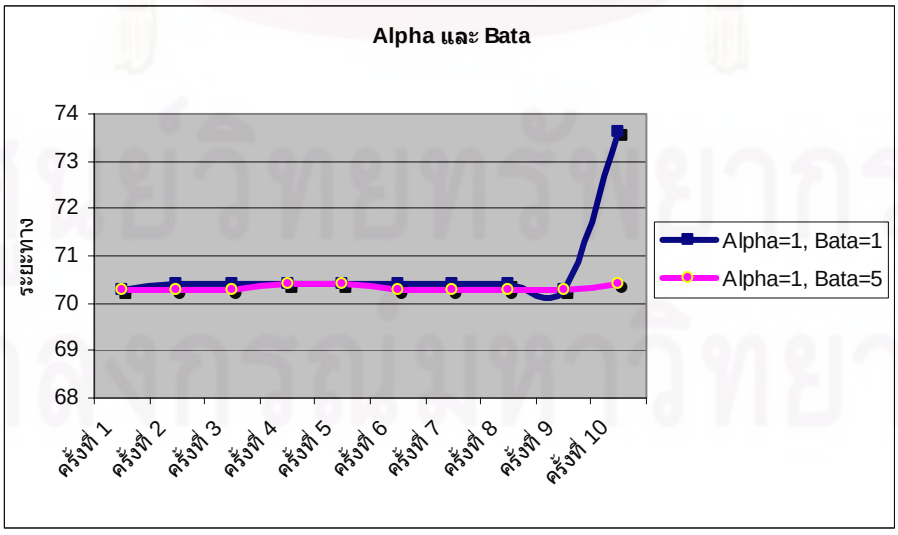
แล้วทำการบันทึกผลการทดลองที่ตารางที่ 5.11 และแสดงผลผ่านกราฟรูปที่ 5.15 และ 5.16

ตารางที่ 5.11 แสดงผลการทดลองค่า Alpha และ Beta ครั้งที่ 2

Alpha	Beta	ระยะทางของเส้นทางที่ดีที่สุด									
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่10
0.5	5	70.4	70.3	70.4	70.4	70.4	70.3	70.3	70.3	73.6	70.4
1	1	70.3	70.4	70.4	70.4	70.4	70.4	70.4	70.4	70.3	73.6
1	2	73.6	70.3	74.7	70.4	70.3	70.3	70.4	70.4	70.3	70.3
1	5	70.3	70.3	70.3	70.4	70.4	70.3	70.3	70.3	70.3	70.4



รูปที่ 5.15 แสดงระยะทางของเส้นทางที่สั้นที่สุด Alpha=0.5, Beta=5 และ Alpha=1, Beta=2



รูปที่ 5.16 แสดงระยะทางของเส้นทางที่สั้นที่สุด Alpha=1, Beta=1และ Alpha=1, Beta=5

จากผลการทดลองในตารางที่ 5.11 จะเห็นได้ว่าค่า Alpha และ Beta ที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด คือ ค่า Alpha = 1 และ Beta = 5 ซึ่งตรงกับผลการทดลองในตารางที่ 5.10 แม้จะเปลี่ยนจุดเริ่มต้นและปลายทางเป็นครั้งที่ 2 ทำให้เชื่อได้ว่าค่า Alpha = 1 และBeta = 5 เป็นค่าที่เหมาะสมกับ Application นี้มากกว่าค่าชุดอื่นๆ

5.2.5 การทดลองหาค่า Rho

ค่า Rho เป็นตัวแปรที่สำคัญตัวหนึ่งที่ใช้ในการคำนวณหาค่าฟีโรโมนบนเส้นทางเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาความเป็นไปได้ที่เส้นทางนั้นๆจะเป็นเส้นทางที่ดีที่สุด ในการรัน Ant Tour รอบนั้นๆ ดังนั้นจึงตั้งสมมติฐานได้ว่าเมื่อค่าฟีโรโมนมีค่ามากทำให้ค่าความเป็นไปได้มีค่ามากและเส้นทางใดๆ ที่มีค่าความเป็นไปได้มากที่สุดจะเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดทำให้ระยะทางของเส้นทางที่ดีที่สุดเป็นผลลัพธ์ที่มีความสำคัญโดยการกำหนดค่าตัวแปรอื่นๆ ดังต่อไปนี้ MAXANT = 100, MAXTOUR = 10, ALPHA = 1 และ BETA = 5

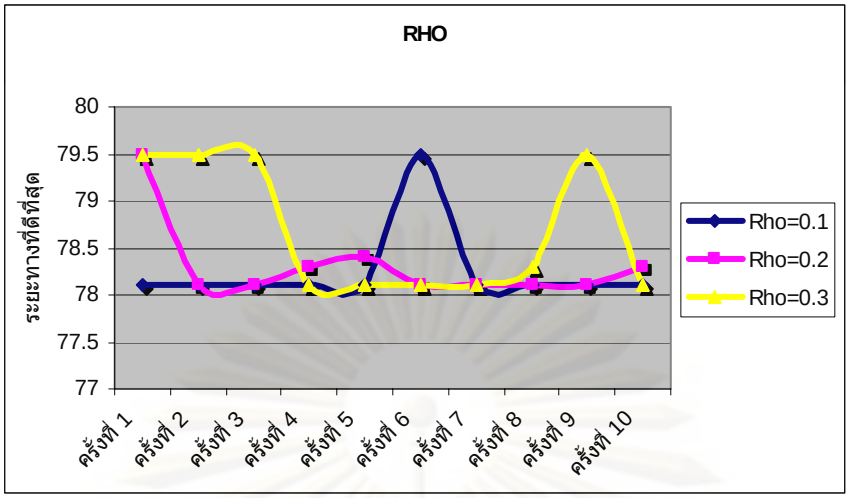
Start Point = จุดที่ 024

Goal Point = จุดที่ 112

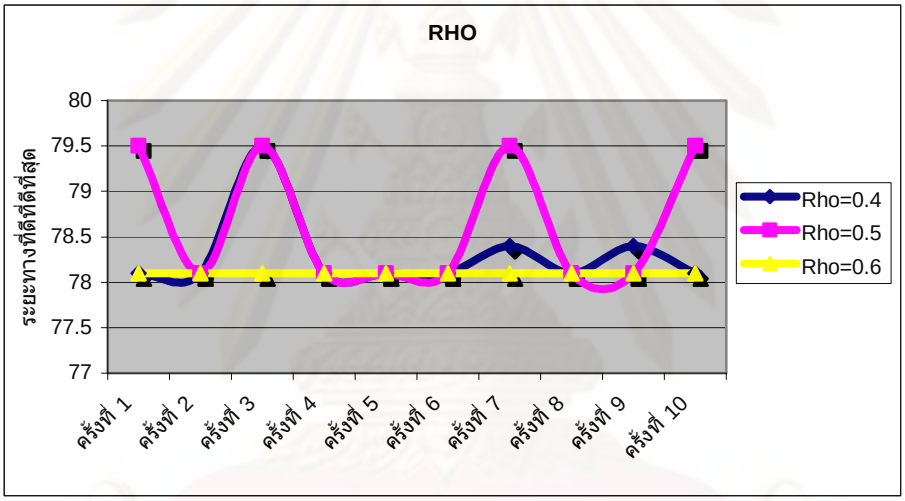
การบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 5.13 และแสดงในกราฟรูปที่ 5.17 - 5.19 ซึ่งในการทดลองจะทำการทดลองค่า Rho ตั้งแต่ 0.1- 0.9 เนื่องจากค่า Rho เป็นค่าที่อยู่ระหว่าง 0-1 และเพื่อผลลัพธ์ที่ถูกต้องจึงต้องทำการทดลองจำนวน 10 ครั้ง

ตารางที่ 5.12 ผลการทดลองการหาค่าของ Rho ครั้งที่ 1

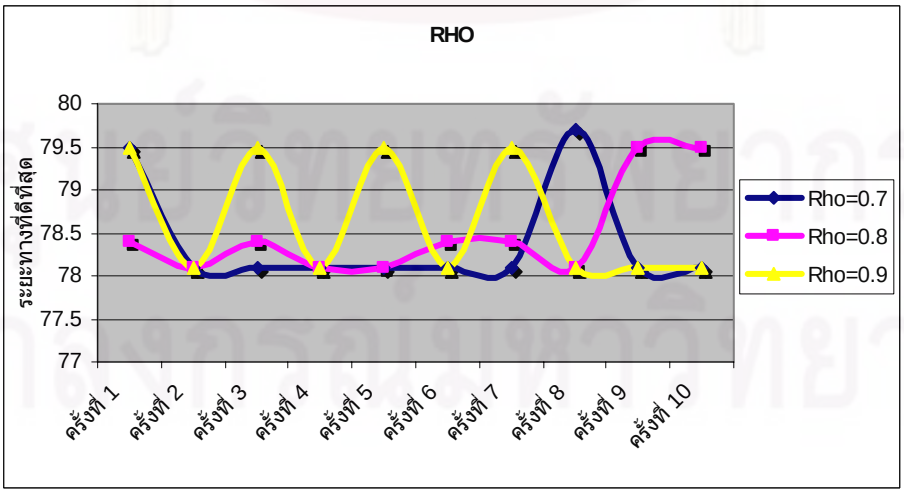
Rho	ระยะทางของเส้นทางที่ดีที่สุด									
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่10
0.1	78.1	78.1	78.1	78.1	78.1	79.5	78.1	78.1	78.1	78.1
0.2	79.5	78.1	78.1	78.3	78.4	78.1	78.1	78.1	78.1	78.3
0.3	79.5	79.5	79.5	78.1	78.1	78.1	78.1	78.3	79.5	78.1
0.4	78.1	78.1	79.5	78.1	78.1	78.1	78.4	78.1	78.4	78.1
0.5	79.5	78.1	79.5	78.1	78.1	78.1	79.5	78.1	78.1	79.5
0.6	**78.1**	**78.1**	**78.1**	**78.1**	**78.1**	**78.1**	**78.1**	**78.1**	**78.1**	**78.1**
0.7	79.5	78.1	78.1	78.1	78.1	78.1	78.1	79.7	78.1	78.1
0.8	78.4	78.1	78.4	78.1	78.1	78.1	78.4	78.1	79.5	79.5
0.9	79.5	78.1	79.5	78.1	79.5	78.1	79.5	78.1	78.1	78.1



รูปที่ 5.17 แสดงผลการทดลองค่า Rho = 0.1 - 0.3



รูปที่ 5.18 แสดงผลการทดลองค่า Rho = 0.4 - 0.6



รูปที่ 5.19 แสดงผลการทดลองค่า Rho = 0.7 - 0.9

เพื่อทดสอบว่าผลการทดลองที่ได้รับมีความถูกต้อง จึงทำการทดลองอีกครั้งโดยค่าของตัวแปรอื่นๆ มีค่าคงเดิมแต่เปลี่ยน Start Point และ Goal Point เพื่อยืนยันว่าผลลัพธ์ที่ได้มาเป็นค่าที่สามารถใช้ได้กับทุกจุดบนแผนที่ ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นค่าดังต่อไปนี้

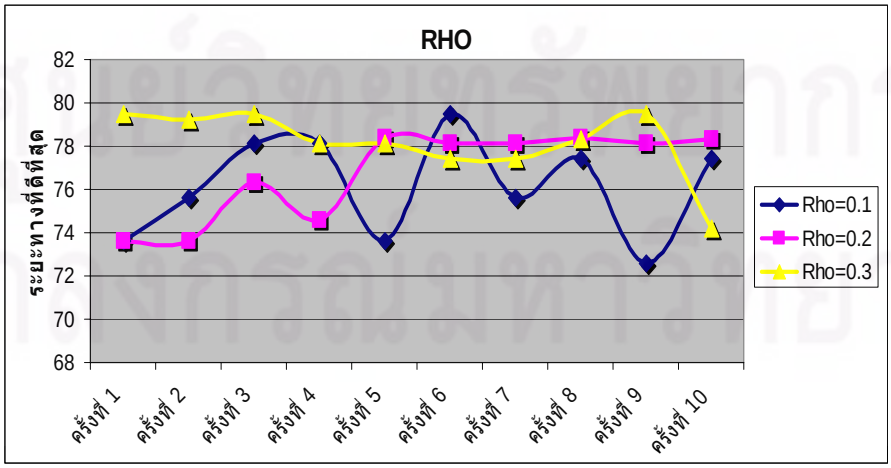
Start Point = จุดที่ 043

Goal Point = จุดที่ 105

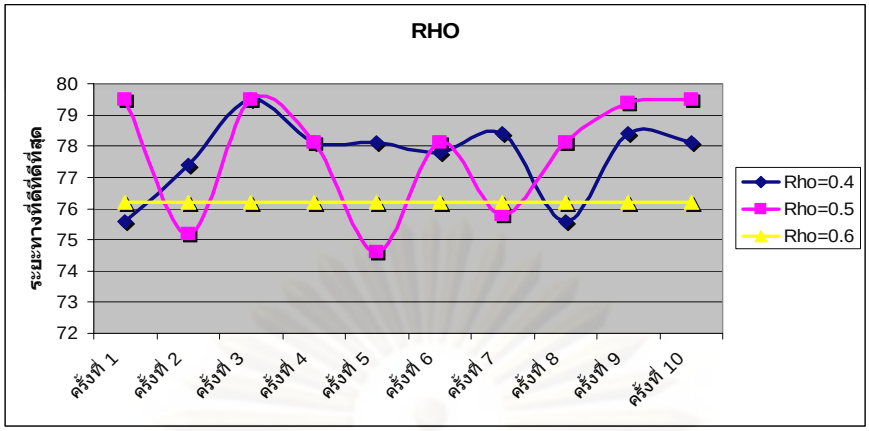
การบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 5.13 และแสดงในกราฟรูปที่ 5.20 - 5.22 ซึ่งในการทดลองจะทำการทดลองค่า Rho ตั้งแต่ 0.1- 0.9 เนื่องจากค่า Rho เป็นค่าที่อยู่ระหว่าง 0-1 และเพื่อผลลัพธ์ที่ถูกต้องจึงต้องทำการทดลองจำนวน 10 ครั้ง

ตารางที่ 5.13 ผลการทดลองการหาค่าของ Rho ครั้งที่ 2

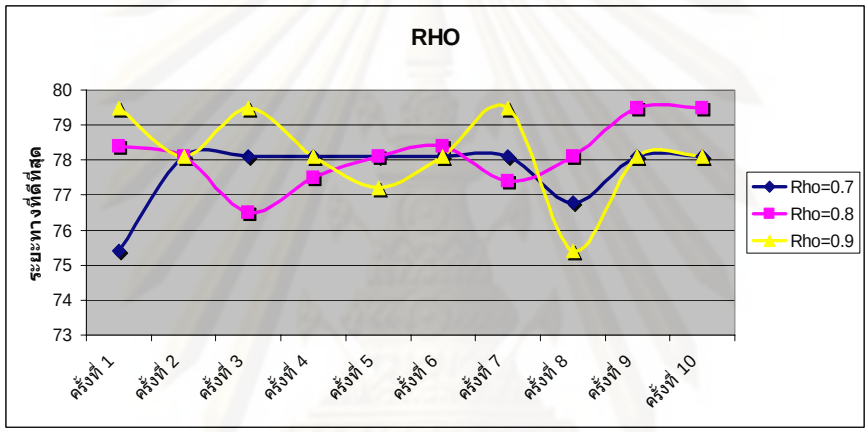
Rho	ระยะทางของเส้นทางที่ดีที่สุด									
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่10
0.1	73.6	75.6	78.1	78.1	73.6	79.5	75.6	77.4	72.6	77.4
0.2	73.6	73.6	76.3	74.6	78.4	78.1	78.1	78.4	78.1	78.3
0.3	79.5	79.2	79.5	78.1	78.1	77.4	77.4	78.3	79.5	74.2
0.4	75.6	77.4	79.5	78.1	78.1	77.8	78.4	75.6	78.4	78.1
0.5	79.5	75.2	79.5	78.1	74.6	78.1	75.8	78.1	79.4	79.5
0.6	76.2	76.2	76.2	76.2	76.2	76.2	76.2	76.2	76.2	76.2
0.7	75.4	78.1	78.1	78.1	78.1	78.1	78.1	76.8	78.1	78.1
0.8	78.4	78.1	76.5	77.5	78.1	78.4	77.4	78.1	79.5	79.5
0.9	79.5	78.1	79.5	78.1	77.2	78.1	79.5	75.4	78.1	78.1



รูปที่ 5.20 แสดงผลการทดลองค่า Rho = 0.1 - 0.3



รูปที่ 5.21 แสดงผลการทดลองค่า Rho = 0.4 - 0.6



รูปที่ 5.22 แสดงผลการทดลองค่า Rho = 0.7 - 0.9

จากผลการทดลองในตารางที่ 5.13 แสดงให้เห็นว่าให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเมื่อค่า Rho=0.6 โดยเปรียบเทียบกับค่า Rho อื่นๆ ซึ่งตรงกับการวิจัยของ Marco Dorigo [17] ที่ค่าของ Rho มากกว่า 0.5 จะให้ผลลัพธ์มีความผิดพลาดขึ้นได้น้อยแต่หากค่า Rho ต่ำกว่า 0.5 ผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่าความผิดพลาดเกิดขึ้นได้สูงจากการคำนวณ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าค่า Rho=0.6 ตามผลการทดลองเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับ Application ที่ได้นำมาทำการทดสอบในครั้งนี้

5.2.6 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ผ่านมาทำให้ได้ค่าตัวแปรที่เหมะสมในการใช้งานสำหรับการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดบนแผนที่ของชั้นวางสินค้าส่วนการจัดวางชั้นวางสินค้าเป็นไปตามแผนที่ที่ได้กำหนดเอาไว้ ซึ่งถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะของชั้นวางหรือห้องที่มีสิ้นค้าเปลี่ยนไปจะทำให้รูปแบบการคำนวณต้องมีการระบุจุดหรือกลุ่มของสินค้าใหม่ผ่านตัวโปรแกรม ซึ่งระบบที่พัฒนายังไม่ General หรือครอบคุมถึงเรื่องการเปลี่ยนตำแหน่งหรือชั้นวางที่เปลี่ยนไป ส่วนผลลัพธ์การหาค่าตัวแปรที่เหมาะสมในการใช้งานมีค่าดังตารางที่ 5.14

ตารางที่ 5.14 แสดงค่าตัวแปรที่เหมาะสมในการใช้งาน

ตัวแปร	ค่าที่เหมาะสม
Max Ant	350 ขึ้นไป
Max Tour	30 ขึ้นไป
Alpha	1
Beta	5
Rho	0.6

5.3 สรุปผลการทดลอง

จากระบบที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งสมุติฐานไว้กล่าวคือ สามารถบอกประเภทของกลุ่มสินค้าบนชั้นวางสินค้าและสามารถนำทางผู้พิการทางสายตาในการเลือกซื้อสินค้าโดยเริ่มจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายทางให้ได้เส้นทางที่สั้นที่สุด จากการคำนวณเส้นทางระหว่างจุดต่อจุดซึ่งได้ผลออกมาอย่างถูกต้อง ถึงผลการคำนวณของเส้นทางมีได้หลายทางในกรณีที่ค่าถ่วงน้ำหนักของเส้นทางมีความเท่ากันแต่โปรแกรมจะเลือกแสดงเส้นทางที่ดีที่สุดเส้นทางหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงความถูกต้องและความเร็วในการทำงานพบว่าผู้พิการทางสายตาต้องเสียเวลาเล็กน้อยในการใช้งานบนตัวพีดีเอ เนื่องจากผู้เข้าทดสอบบางคนยังไม่มีความคุ้นเคยกับเทคโนโลยี แต่ให้การแสดงผลที่ถูกต้องโดยช่วยให้ใช้เวลาในการเดินเลือกซื้อสินค้าลดลง หากพิจารณาถึงความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะพบว่าเกิดขึ้นกับตำแหน่งสินค้าที่อยู่ใกล้เคียงกันและอยู่บนเส้นทางเดียวกันทำให้การเลือกตัวสินค้าเกิดความผิดพลาดเป็นบางครั้ง

การพัฒนาและออกแบบระบบช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเลือกซื้อสินค้าโดยทำการประเมินหาความพึงพอใจพบว่าอยู่ในระดับดีขึ้นไปในทุกด้าน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเลือกซื้อสินค้าสามารถตอบสนองต่อการใช้งานได้เป็นอย่างดี ดังนั้นในการพัฒนาช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเลือกซื้อสินค้า จึงเป็นไปตามวัตถุประสงค์และตรงตามสมตุฐานของการพัฒนาและการออกแบบของงานวิจัยในครั้งนี้

จากการทดลองทำให้เห็นว่าการใช้ Ant Algorithm ในการค้นหาเส้นทางบนแผนที่สามารถค้นหาเส้นทางในการเดินทางที่สั้นที่สุดหรือใกล้เคียงได้ ในการใช้งาน Ant Algorithm มีส่วนที่สำคัญคือ การทดสอบหาค่าตัวแปรที่เหมาะสมกับแอพพลิเคชั่น ซึ่งถือได้ว่าเป็นส่วนที่ยากที่สุดในการใช้งาน ค่าตัวแปรมีผลอย่างมากต่อผลลัพธ์หากค่าตัวแปรที่ใช้ไม่เหมาะสมทำให้ผลลัพธ์มีความคลาดเคลื่อน ซึ่งค่าตัวแปรที่มีผลต่อผลลัพธ์มากที่สุดคือค่า “Max Ant” และ“Max Tour” เนื่องจากเป็นตัวแปรที่แสดงถึงข้อมูลเส้นทางที่รวบรวมเพื่อใช้ในการเลือกเส้นทางที่ดีที่สุด

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

จากงานวิจัยการศึกษาถึงระบบนำทางผู้พิการทางสายตาในการเลือกซื้อสินค้าบนห้างสรรพสินค้าของงานวิจัยต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและวิเคราะห์ระบบ โดยได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำอุปกรณ์ต่างๆ และเทคโนโลยีต่างๆ มาศึกษาเปรียบเทียบใช้ในงานวิจัยที่ทำให้เกิดความเหมาะสมต่อการพัฒนาระบบ ซึ่งศึกษาจากเทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันโดยนำมาเปรียบเทียบจุดเด่นและจุดด้อยเพื่อนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้งานให้เกิดประโยชน์มากขึ้นกว่าเดิม ในด้านการออกแบบในงานวิจัยได้ให้ความสำคัญโดยเน้นให้ผู้พิการทางสายตาสามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวก ซึ่งได้ทำการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) ให้อยู่ในรูปแบบการสื่อสารด้วยเสียงในการระบุทิศทางและตำแหน่งให้กับผู้พิการทางสายตาทราบว่า ณ.ปัจจุบันผู้พิการทางสายตากำลังเข้าใกล้ชั้นวางของกลุ่มสินค้าอะไร งานวิจัยได้ทำการพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนตัวพีดีเอ ที่มีระบบปฏิบัติการติดตั้งอยู่และทำการเชื่อมต่อตัวพีดีเอเข้ากับ RFID Redder โดยจะทำการจำลองการทำงานของพีดีเอมาประยุกต์ใช้กับแอพพลิเคชั่นที่พัฒนาขึ้นเพื่อเป็นตัวรับตำแหน่งของอาร์เอฟไอดีแท็ก ซึ่งข้อมูลที่รับได้จะเป็นข้อมูลในการนำไปใช้ในแอพพลิเคชั่นโดยภายในแอพพลิเคชั่นบนตัวพีดีเอ จะประกอบไปด้วยการทำงานที่สำคัญคือ การระบุกลุ่มสินค้าและการนำทางที่สั้นที่สุดให้กับผู้พิการทางสายตา โดยการจากทดสอบการทำงานต่างๆ ของแอพพลิเคชั่น ส่วนของการการระบุตำแหน่งชั้นวางสินค้าและระบุทิศทางสามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้ออกแบบไว้ในงานวิจัย ส่วนการทำงานในส่วนอื่นๆ สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพแต่ยังคงมีข้อจำกัดบางประการอยู่เช่น เรื่องของสภาวะแวดล้อมของชั้นวางสินค้าที่เปลี่ยนไปซึ่งต้องจัดแผนที่ให้ตรงกับขอบเขตทุกครั้งและถ้านำไปใช้งานจริงตัวสินค้าบางชนิดอาจจะมีผลต่อความถี่ เป็นต้น

จากทดลองการค้นหาเส้นทางบนแผนที่โดยใช้ Ant Algorithm สามารถหาเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือมีค่าใกล้เคียงกับเส้นทางที่สั้นที่สุดได้และ Ant Algorithm ยังแก้ปัญหาการวนซ้ำของเส้นทางโดยการใช้งาน Tour List ที่เป็นตัวเก็บเส้นทางที่เคยผ่านมาและทำการตรวจเช็คเสมอหากมีการวนซ้ำทางเดิมโดยเส้นทางนั้นๆ จะถูกลบทิ้งไปทันที เนื่องจาก Ant Algorithm จะมีการตัดสินใจว่าเส้นทางใดเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดจากการคำนวณค่าฟีโรโมน, ค่าความเป็นไปได้ ทำให้ตัวแปรที่เป็นค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณมีความสำคัญเป็นอย่างมากและจำเป็นจะต้องกำหนดค่าของตัวแปรให้เหมาะสมสำหรับการใช้งานในแต่ละ Application ซึ่งจะแตกต่างกันออกไปตามขนาดและวิธีใช้งาน ซึ่งตัวแปรที่สำคัญมากที่จะทำให้ Ant Algorithm ให้ผลลัพธ์ที่ดี

คือ ค่า “Max Ant” และค่า “Max Tour” เนื่องจากเป็นตัวแปรสำคัญในการเก็บรวบรวมข้อมูลของเส้นทางเพื่อนำมาทำการตัดสินใจเลือกเส้นทางใดเส้นทางหนึ่งจากเส้นทางที่รวบรวมมา

หากเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสีย ของรหัสแท่งกับอาร์เอฟไอดีที่อาจจะถูกนำมาใช้แทนรหัสแท่งในอนาคตจะพบว่าอาร์เอฟไอดีมีประโยชน์ทางด้านเทคนิคสูงกว่าใน หลายด้านเช่น สามารถอ่านและเขียนข้อมูลในแท็กได้ ในขณะที่รหัสแท่งทำไม่ได้ทำให้สามารถนำแท็กของอาร์เอฟไอดีกลับมาใช้ใหม่ได้เรื่อยๆ แต่ถ้าเป็นรหัสแท่งหากต้องการแท็กที่มีข้อมูลต่างออกไปจำเป็นต้องพิมพ์ใหม่เท่านั้น ข้อดีอีกหนึ่งอย่างของอาร์เอฟไอดีคือ การที่อาร์เอฟไ อดีส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุทำให้การรับ-ส่งข้อมูลสามารถที่จะทะลุผ่านตัวกลางบางชนิดเช่น น้ำ รวมทั้งวัตถุทึบแสงบางประเภทได้ส่งผลให้การใช้งานสะดวกกว่ารหัสแท่งมากแต่ข้อจำกัดที่ทำให้ไม่เป็นที่นิยมอยู่ใน ปัจจุบัน คือต้นทุนการผลิตอาร์เอฟไอดีซึ่งการผลิตยากกว่ารหัสแท่ งมากเพราะรหัสแท่งสามารถผลิตโดยการพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้ทันทีแต่แท็กอาร์เอฟไอดีเป็นวงจรต้องซื้อเป็นบัตรสำเร็จรูปมาเท่านั้น

6.2 ปัญหาที่พบในงานวิจัย

ในการพัฒนาระบบช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเลือกซื้อสินค้าให้สามารถใช้งานได้จริงตามแนวความคิดของงานวิจัยจำเป็นต้องอาศัยความเชี่ยวชาญในด้านการออกแบบระบบสำหรับการอ่านข้อมูลในอาร์เอฟไอดีแท็กสามารถเรียกอ่านผ่านเครื่องพีดีเอ โดยมีระยะความห่างจากอาร์เอฟไอดีแท็กสูงสุดไม่เกิน 5 ซม. เท่านั้น ในส่วนการศึกษาและทดลองการค้นหาเส้นทาง ที่สั้นที่สุด บนแผนที่โดยใช้ Ant Algorithm โดยค่าของตัวแปรที่เหมาะสมไม่แน่นอนและ มีการเปลี่ยนแปลงตามข้อมูลของแผนที่ทำให้ยากต่อการระบุให้ชัดเจนว่าค่าใดเป็นค่าที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดสำหรับสำหรับการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดบนแผนที่จากขอบเขตของงานวิจัย

6.3 ปัญหาที่พบในการศึกษาทดลองการค้นหาเส้นทางบนแผนที่โดยใช้ Ant Algorithm

6.3.1 เนื่องด้วย Ant Algorithm ที่ใช้ในการทดลองมีทำงานแบบมัลติเทรด หากกำหนดค่าจำนวนมด (Max Ant) มากเกินไปจะทำให้ใช้ทรัพยากรมากขึ้นซึ่งบางครั้งอาจทำให้หน่วยความจำไม่พอที่จะทำงานต่อ และไม่สามารถทำการทดลองต่อได้

6.3.2 การเลือกใช้แผนที่ในการทดลองที่ไม่เหมาะสมกับอัตราส่วนของแผนที่ทำให้ไม่สามารถอ้างอิงกับค่ามาตรฐานได้ ทำให้การทดลองต้องเสียเวลากับการจัดการแผนเพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมกับการใช้งาน

6.4 แนวทางในการพัฒนาต่อและข้อเสนอแนะ

แนวทางในการพัฒนาต่อจะต้องปรับปรุงในเรื่องของความยืดหยุ่นของแอพพลิเคชั่นบนตัวพีดีเอ ที่พัฒนาขึ้นให้สามารถจัดการกับข้อมูลต่างๆ ได้ด้วยตัวของผู้พิการทางสายตาเองเช่น ในส่วนของเมนูเสียง,การเพิ่มเส้นทางต่างๆ ,การโหลดรายการสินค้าลงบนตัวพีดีเอ, การกำหนดต้นทางจุดปลายทางของชั้นวางสินค้าต่างๆ ได้ด้วยตัวของผู้พิการทางสายตาเอง ซึ่งอาจจะนำวิธีการนำทางด้วยการรู้จำเส้นทางเข้ามาช่วย โดยการใช้งานบนตัวพีดีเอ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารขนาดใหญ่อื่นๆ ได้เช่น งานแสดงสินค้าหรืองานส่งเสริมการท่องเที่ยวต่างๆ ที่มีบริเวณการจัดงานขนาดกว้าง โดยสามารถทำได้จากขั้นตอนการใช้งานเดียวกันกับห้างสรรพสินค้า สุดท้ายหวังว่าในอนาคตประสิทธิภาพต่อราคาของอุปกรณ์รวมทั้งเทคโนโลยีจะมีราคาที่ถูกลงและมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นเพื่อที่นักพัฒนาระบบต่างๆ จะได้นำมาใช้กับแอพพลิเคชั่นที่มีอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพได้สูงสุด โดยอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้งานได้แต่ประสิทธิภาพในการใช้งานนั้นยังคงทำงานได้ดีในระดับหนึ่งเท่านั้น ซึ่งอาจจะพบกับปัญหาต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยในอนาคตสามารถเพิ่มเติมในส่วนของการให้บริการที่สามารถช่วยในด้านธุรกิจต่างๆ โดยการดาวน์โหลดเส้นทางที่ต้องการเดินเลือกซื้อสินค้าได้ด้วยตัวเองเพื่อเป็นประโยชน์กับผู้บริโภคและผู้ประกอบการในการนำไปใช้งาน ซึ่งจะช่วยให้ลูกค้าที่ใช้บริการได้รับความสะดวกและประหยัดเวลา อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมการขายสินค้าบนห้างสรรพสินค้านั้นๆ ส่วนในเรื่องของ Algorithm ควรจะต้องมีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับ Algorithm ตัวอื่นๆ เช่น A* เป็นต้น เพื่อให้เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด ซึ่งในส่วนของระบบที่พัฒนายังไม่สามารถรองรับกับเส้นทางที่เป็นทางตันหรือปิดตายเพราะในพื้นที่ในการทดลองมีจำกัดตามขอบเขตของงานวิจัย สุดท้ายในการพัฒนาต่อจะต้องออกแบบระบบให้เป็น Multiple Goal คือสามารถเลือกลำดับความสำคัญของตัวสินค้าหรือกลุ่มของสินค้าได้ในการนำทาง

6.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำวิจัย

6.5.1 รองรับในการแก้ปัญหาการเลือกซื้อสินค้าของผู้พิการทางสายตาได้

6.5.2 ช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้พิการทางสายตาและช่วยลดระยะเวลาของการเดินในการเลือกซื้อสินค้า

6.5.3 เป็นแหล่งข้อมูลสำหรับนักวิจัยและพัฒนาที่ต้องการข้อมูลทางเทคนิคเกี่ยวกับระบบ

รายการอ้างอิง

[1] โปรแกรมช่วยสื่อสารสำหรับคนพิการบนเครื่อง PDA [Online]. Available from: http://www.kemikalkreations.com/phpProxy/index.php?url=uggc%2Snfgrp.arpgrp.be.gu%2Scebqhpggbvaqhfgevny.cuc [2007,March 25]

[2] Mikhail Ackermann, Global Positioning System Technical (GPS). Journal of Surveying Engineering 118, p70-79 [August 1995]

[3] สถาบันวิศวกรรมฟื้นฟูสมรรถภาพและเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวก,วิจัยและพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อคนพิการและผู้ด้อยโอกาส [Online]. Available from: http://astec.nectec.or.th/ [2005,September 8]

[4] Assistive Technology Arizona, Cell Phone Reads to the Blind [Online]. Available from: http://www.atarizona.com/ [2007,October 5]

[5] เอกสารวิชาการ, เทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการทางสายตา [Online]. Available from: http://www.kemikalkreations.com/phpProxy/index.php?url=uggc% 2Snfgrp.arpgrp.be.gu%2Scebqhpggbvaqhfgevny.cuc [2008,July 7]

[6] งานวิจัยและพัฒนา, โครงการที่กำลังดำเนินการ [Online]. Available from: http://www.kemikalkreations.com/phpProxy/index.php?url=uggc%2Snfgrp.arpgrpbe.gu%2Sng_rlr.cuc%3Sz%3Q1 [2007,May 16]

[7] Klaus Finkenzeller. (2003), RFID Handbook - Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification (2nd Edition) [Electronic version], Giesecke & Devrient GmbH, Munich, Germany.

[8] ศูนย์พัฒนาธุรกิจออกแบบวงจรรวม, รู้จักกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี, ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, กรุงเทพมหานคร 2548

[9] นะระ คมนามูล ,ความหมายโลจิสติกส์ในด้านการขนส่ง [Online]. Available : http://www.tpa.or.th/writer/read_this_book_topic.php [2007,April 19]

[10] IT Digest, National Electronics and Computer Technology Center, RFID Technology [Online]. Available from: http://www.nectec.or.th/pub/it-digest/vol1-2004/20041016 /20041016%20IT%20Digest%20V1%20No8.htm [2006, June 14]

[11] SE-ED Co. Ltd., RFID Technology [Online]. Available from: http://industrial.se-ed.com/itr93/itr93_107.asp [June 25, 2006]

[12] Asthana A., Cravatts M. and Krzyzanowski P., An indoor wireless system for personalized shopping assistance, Mobile Computing Systems and Applications, 1994 Proceedings, Dec 1994

[13] ย่านความถี่สำหรับการใช้งานในประเทศไทยของระบบ RFID [Online]. Available from: http://kiosk.is.in.th/?md=content&ma= show&id=8 [2006,June 21]

[14] จุฑาทิพย์ เศรษฐ์จิรชัย, นิติกร พิมพาคุ. เครื่องมือที่ใช้ในการอ่านตัวหนังสือเป็นเสียง Text to Speech Tool [Online]. Available from: http://202.28.94.55/web/320491/2548/web1/g18/Document.doc [2005,February 17]

[15] เทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการทางสายตา [Online]. Available from: http://astec.nectec.or.th/event_ detail.php ?id=41 [2005,March 9]

[16] Eric Bonabeau, Marco Dorigo, Guy Theraulaz. 1999. Swarm Intelligence From Natural to Artificial Systems: Oxford Universiy Press

[17] Marco Dorigo, Vittorio Maniezzo, Alberto Colorni Dipartimento di Elettronica e Informazione, Politecnico di Milano., The Ant System: Optimization by a colony of cooperating agents, IEEE Transactions on Systems 2001

[18] เทคโนโลยีบ่งชี้อัตโนมัติ (Auto–ID: automatic identification), พื้นฐานเกี่ยวกับระบบบ่งชี้อัตโนมัติ, ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, กรุงเทพมหานคร หน้า 8-16, 2007

[19] LIONEL M.NI, YUNHAO LIU, YIU CHO LAU, ABHISHEK P. PATIL, LANDMARC: Indoor Location Sensing Using Active RFID, Wireless Networks 10, p. 701-710, 2004

[20] Faghri, A, Hamad, K, Kerr, D, Magdefrau, C, Stokes, JR, Yeung, W, 2003. Application of Global Positioning System (GPS) to Travel Time and Delay Measurements,University of Delaware, Newark, Delaware Center for Transportation, Newark.

[21] Rao, K.V.S. Intermec Technol. Corp., Hawthorne, NY, An Overview of Back Scattered Radio Frequency Identification System (RFID), Microwave Conference, 2004

[22] Lauri Pohjanheimo, Heikki Keranen and Heikki Ailisto, Implementing TouchMe Paradigm with a Mobile Phone, Proceedings of the 2005 joint conference on Smart objects and ambient intelligence: innovative context-aware services:

usages and technologies sOc-EUSAI '05, October 2005

[23] Goodrich, M. and Olsen, D. Seven, Load Balancing in Large-Scale RFID Systems, In Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, pp. 3943-3948. IEEE, October 2005.

[24] Carlo Maria Medaglia, Emanuele Panizzi, Alessandro D'Atri, RFID in Robot-Assisted Indoor Navigation for the Visually Impaired , International Conference on Systems 2007)

[25] Andrew Y. J. Szeto, Satish K. Sharma, RFID Based Indoor Navigational, International Conference, 2007

[26] ชูศรี วงศ์รัตนะ. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อทำการวิจัย.กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เจริญผล, 2541.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

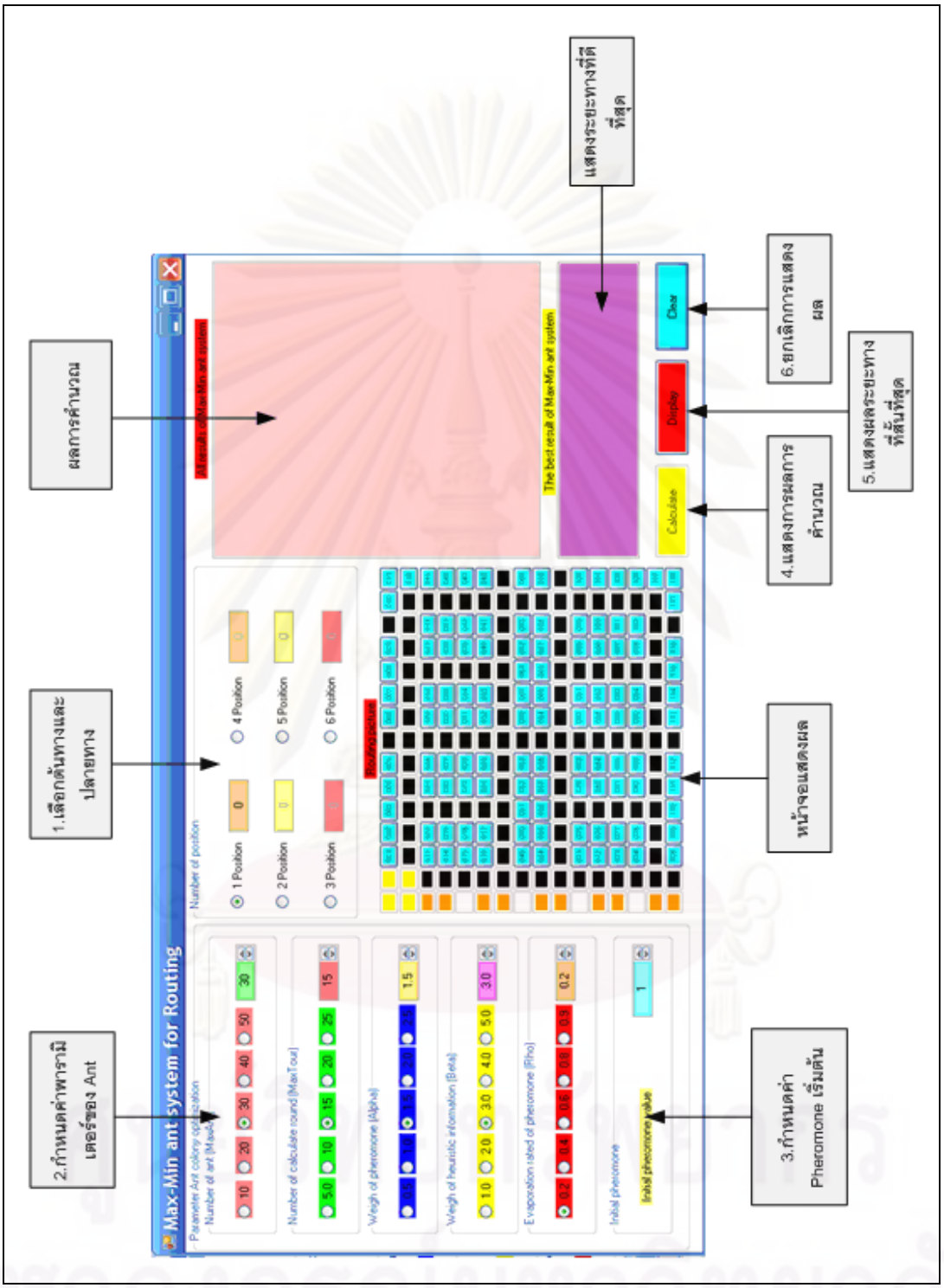
ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

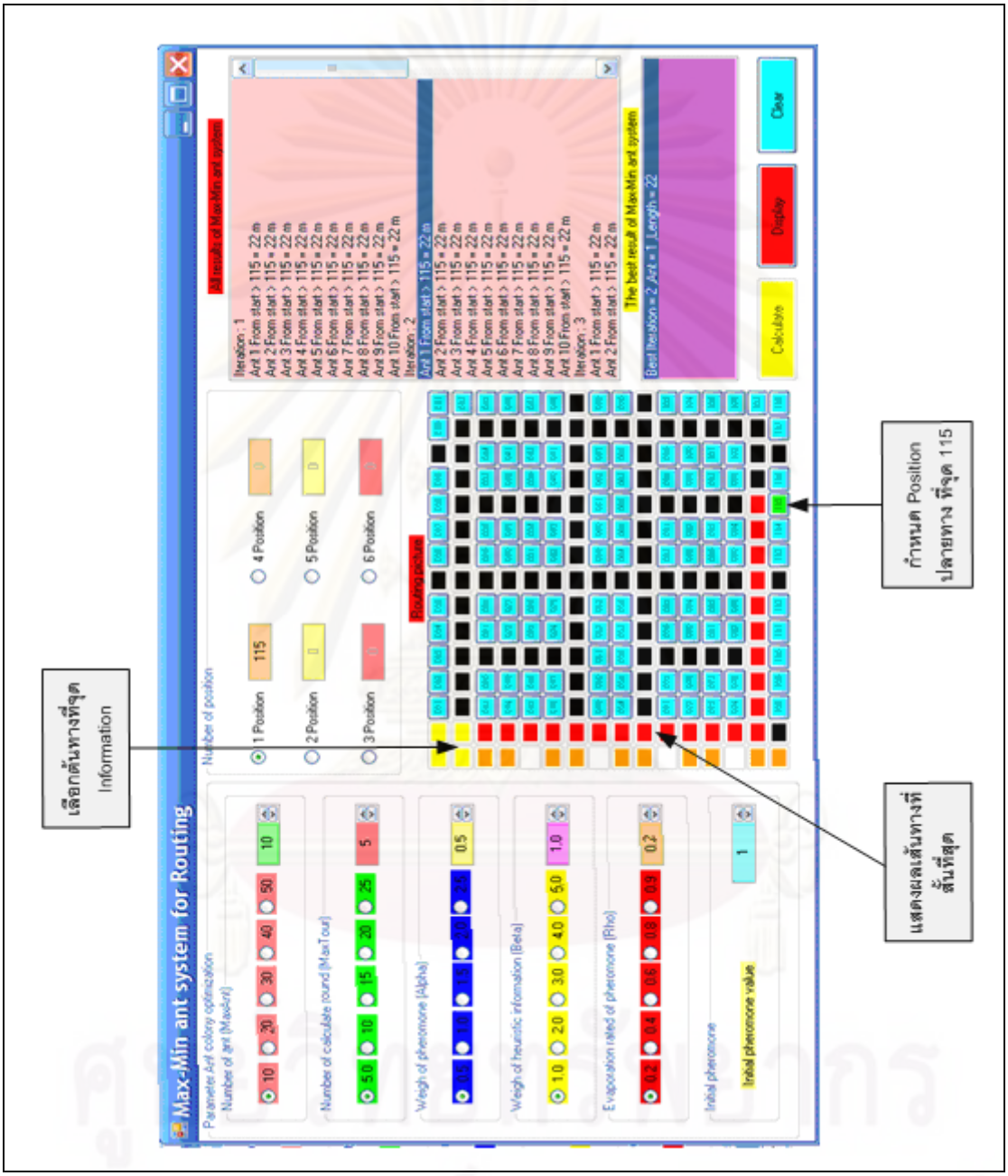
ภาคผนวก ก.
การใช้โปรแกรมและตัวอย่างการค้นหาเส้นทาง

1. ที่ช่อง Number of Position ให้เลือกต้นทางไปยังปลายทางปลายทาง
2. กำหนดค่าต่างๆ เช่น Max Ant, Max Tour, Rho , Alpha ,Beta, InitPheromone โดยการป้อนค่าลงไปในช่องแทนค่าเก่า ส่วนค่าของ Alpha และ Beta นั้นต้องเลือกที่เป็นค่าที่มีการกำหนดเป็นเอกลักษณ์เฉพาะ
3. กำหนดค่า Pheromone เริ่มต้นให้กับตัวโปรแกรม
4. กดปุ่ม Calculate หลังจากนั้นจะแสดง
5. การแสดงเส้นทางจะให้จุดสีแดงเป็นต้นทางและจุดสีเหลืองเป็นปลายทาง
6. หากต้องการเคลียร์ค่าทั้งหมดให้เป็นค่าเริ่มต้นให้กดปุ่ม Clear

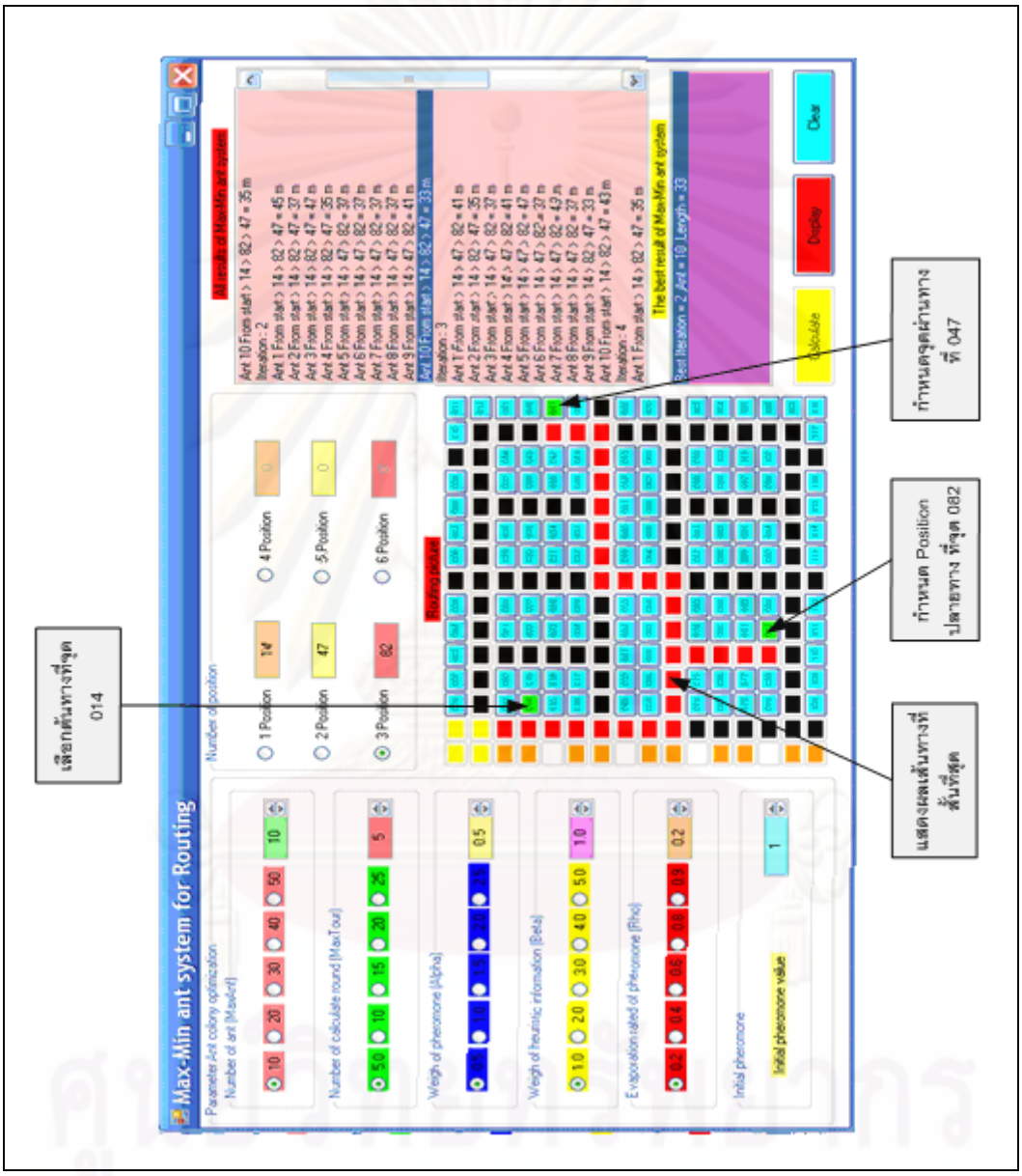
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.1 แสดงรายละเอียดของ Interface ของโปรแกรม



รูปที่ ก.2 แสดงเส้นทางจากจุด Information ไปยังชั้นวางที่ 115

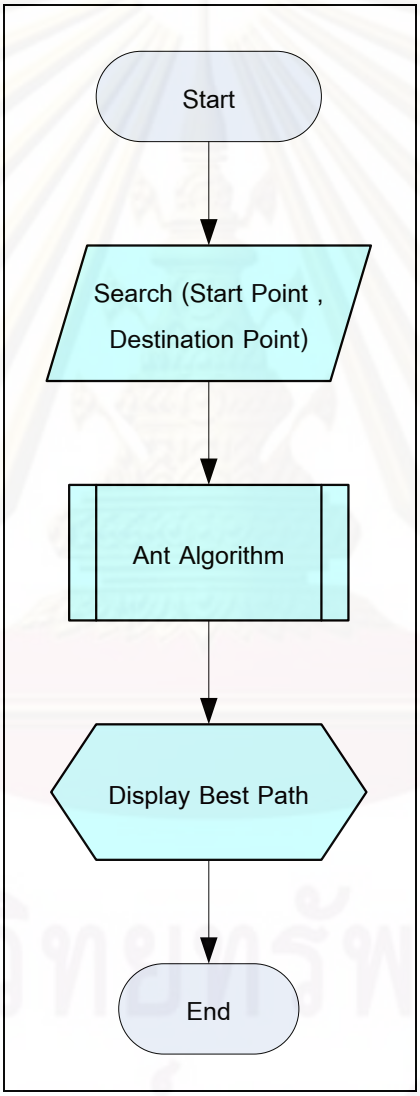


รูปที่ ก.3 แสดงเส้นทางจากจุดที่ 014 ไปยังชั้นวางที่ 082 โดยผ่านจุดที่ 47

ภาคผนวก ข.
หลักการทำงานของ Ant Algorithm

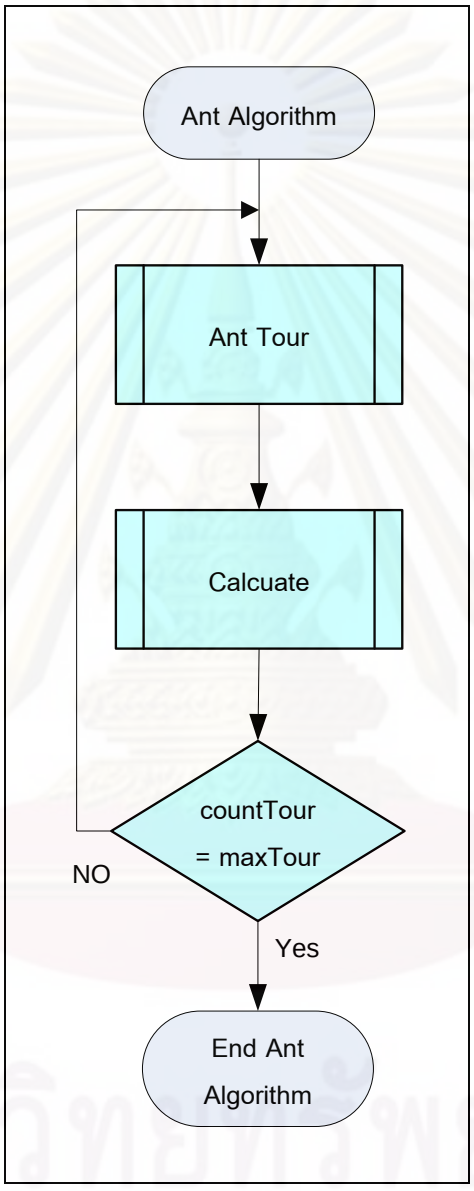
Flowchart

เป็นการอธิบายหลักการทำงานต่างๆ ของ Ant Algorithm ด้วย Flowchart เพื่อความเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น



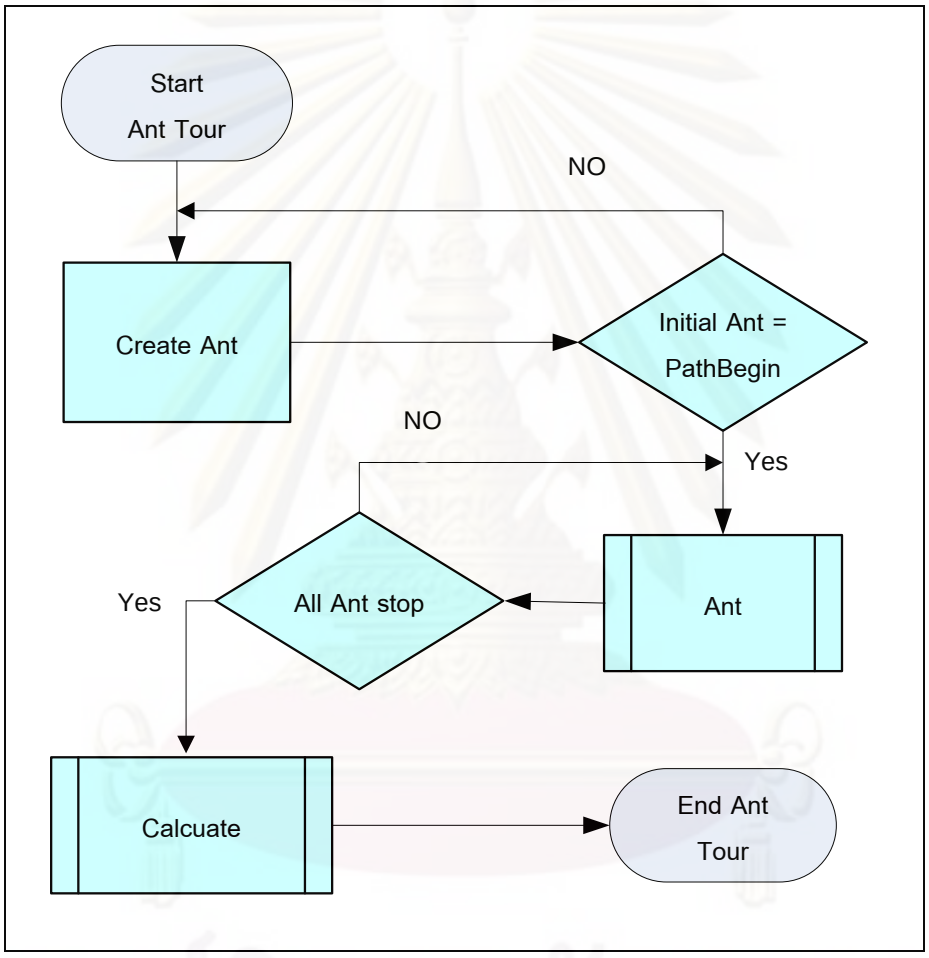
รูปที่ ข.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของการ Search

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



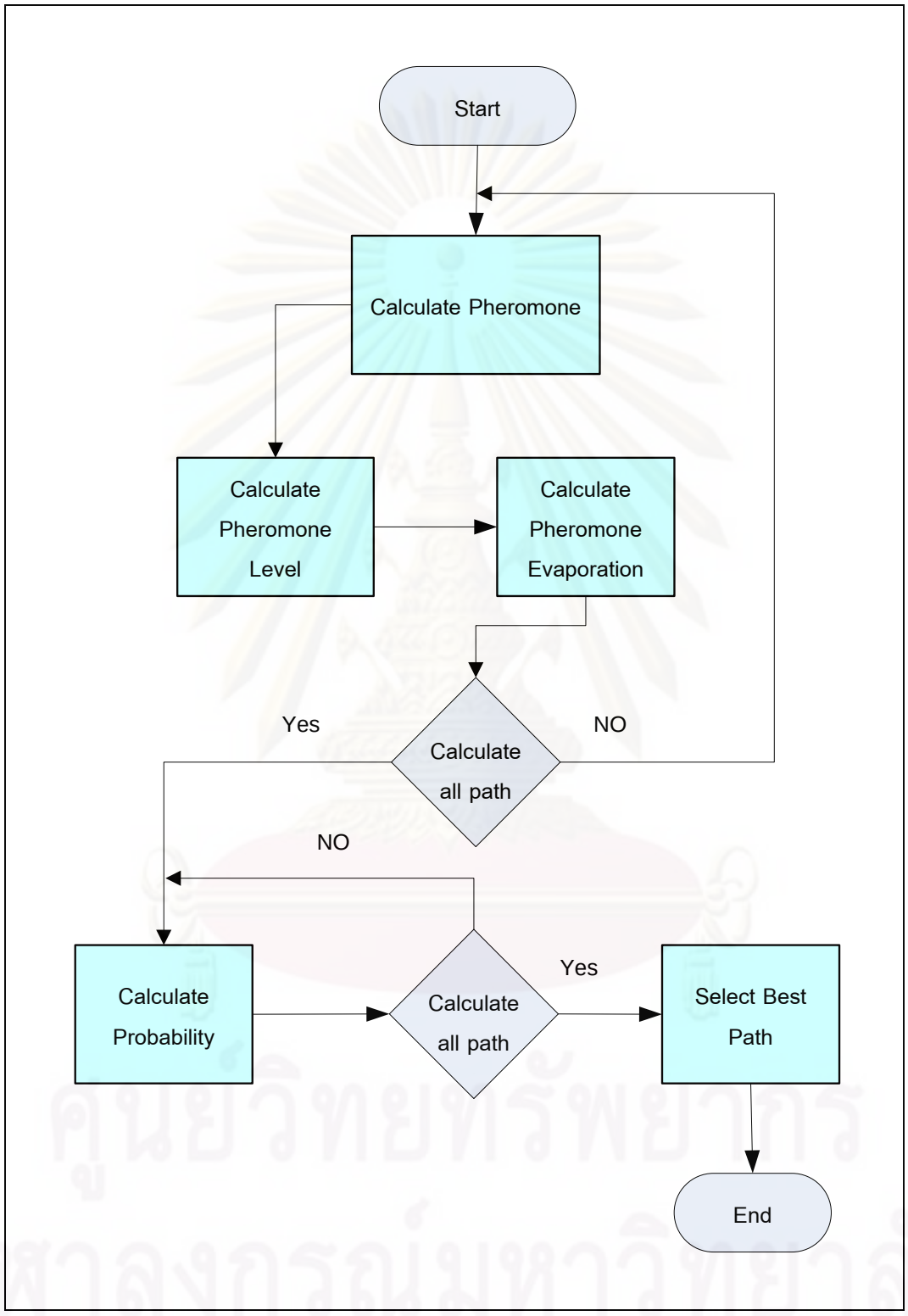
รูปที่ ข.2 แสดงขั้นตอนการทำงานส่วนของ Ant Algorithm

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ข.3 แสดงขั้นตอนการทำงานส่วนของ Ant Tour

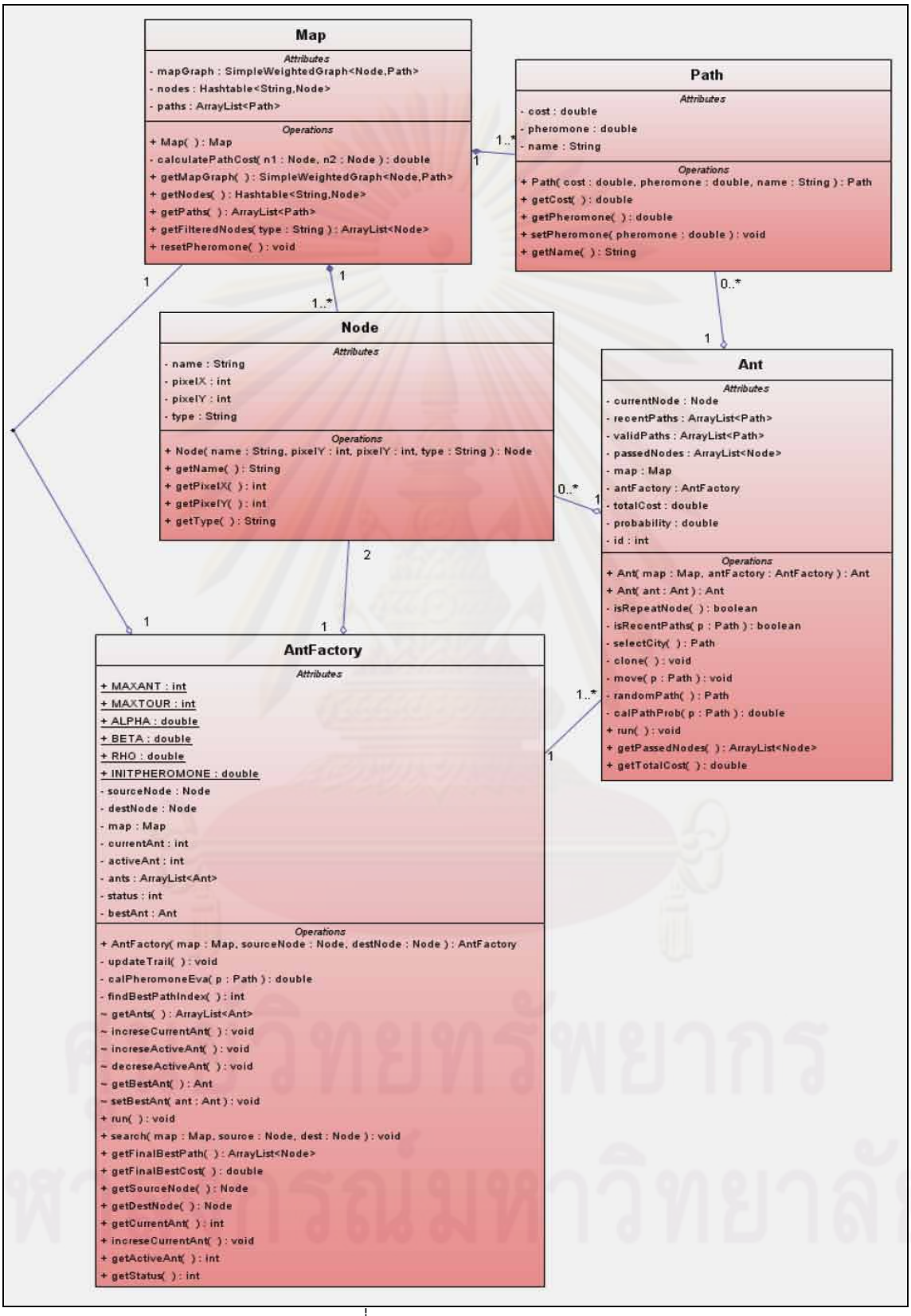
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ข.4 แสดงขั้นตอนการทำงานส่วนของ Calculate

ภาคผนวก ค.

รายละเอียดเพิ่มเติมส่วนประกอบภายในแต่ละ Class



รูปที่ ค.1 Class Diagram

รายละเอียดส่วนประกอบภายในแต่ละ Class

Class Ant

Data Member

- Private Node currentNode
  ตัวแปรเก็บข้อมูลของ Node ซึ่งเป็นตำแหน่งปัจจุบันที่ Ant อยู่
- private ArrayList<Path> recentPaths
  ตัวแปรเก็บข้อมูล ArrayList ของ Path ที่ Ant เพิ่งเลือกเดินผ่าน
- private ArrayList<Path> validPaths
  ตัวแปรเก็บข้อมูล ArrayList ของ Path ที่ Ant สามารถเลือกเดินได้ในขณะนั้น
- private ArrayList<Node> passedNodes
  ตัวแปรเก็บข้อมูล ArrayList ของ Node ที่ Ant เดินผ่านมาทั้งหมด
- private Map map
  ตัวแปรเก็บข้อมูลของแผนที่ที่ Ant ทำการค้นหาเส้นทาง
- private AntFactory antFactory
  ตัวแปรที่คอยควบคุม Ant ที่ทำงานอยู่
- private double totalCost
  ตัวแปรเก็บข้อมูลค่าระยะทางทั้งหมดที่ Ant เดินผ่านมา
- private double probability
  ตัวแปรเก็บข้อมูลค่าความน่าจะเป็นของ Path ที่ Ant กำลังจะเลือกในขณะนั้น
- private int id
  ตัวแปรเก็บข้อมูลหมายเลขประจำตัวของ Ant

Constructor

- public Ant(Map map, AntFactory antFactory)
  สร้าง Ant ตัวใหม่ ใช้เป็นตัวเริ่มต้นการค้นหาเส้นทาง
  - Input : map – ตัวแปร Map ที่ Ant ใช้เป็นแผนที่ที่ค้นหาเส้นทาง กำหนดค่าให้กับตัวแปร map ใน AntantFactory – ตัวแปร AntFactory ที่เป็นตัวสร้าง Ant ตัวแรก กำหนดค่าให้กับตัวแปร AntFactory ใน Ant
  - Output : ตัวแปร Ant ตัวใหม่ที่เป็นตัวเริ่มต้น

- public Ant (Ant ant)

  สร้าง Ant ตัวใหม่ ที่มีค่าของ Data Member เหมือนกับตัวแปร ant ที่ส่งเข้ามา

  - Input : ant – ตัวแปร Ant ที่ต้องการคัดลอกค่า
  - Output : ตัวแปร Ant ตัวใหม่ที่มีค่าของ Data Member เหมือนกับ ant

Method

- private boolean isRepeatNode()

  ตรวจสอบตัวแปร passedNode ว่า Ant เดินทางซ้ำ Node เดิมหรือไม่

  - Output :ตัวแปร boolean ซึ่งมีค่าเป็น true เมื่อ Ant มีการเดินซ้ำ Node เดิม หรือมีค่าเป็น false เมื่อ Ant ไม่ได้เดินซ้ำ Node เดิม

- private boolean isrecentPaths (Path p)

  ตรวจสอบว่าตัวแปร p เป็น Path ที่มีอยู่ในตัวแปร recentPaths หรือไม่เพื่อตรวจสอบว่าเป็นเส้นทางที่เพิ่งเลือกมาก่อนหน้านี้หรือไม่

  - Input : p – ตัวแปร Path ที่ทำการตรวจสอบ
  - Output : ตัวแปร boolean ซึ่งมีค่าเป็น true เมื่อมี p อยู่ในตัวแปร recentPaths หรือมีค่าเป็น false เมื่อไม่มี p อยู่ในตัวแปร recentPaths

- private Path selectNode ()

  กระบวนการเลือก Node ถัดไปของ Ant

  - Output : ตัวแปร Path ซึ่งมีรูปแบบ ดังนี้

    - Path แรกที่พบ และสร้าง Ant ตัวใหม่ไปยังเส้นทางอื่น
    - Path ที่สุ่มเลือกขึ้นมาจากการคำนวนค่าความเป็นไปได้
    - Path ที่เหลือเพียงเส้นทางเดียว
    - Path ที่เพิ่งเดินผ่านมา

- void cloneAnt()

  สร้าง Ant ตัวใหม่และเริ่มต้นการทำงานให้ Ant ที่สร้างขึ้นมาไปค้นหาเส้นทางอื่น เมื่อจำนวนยังไม่ถึง MAXANT

- private void move(Path p)

  เคลื่อนที่ Ant ไปยัง Node ต่อไปด้วยตัวแปร p ซึ่งเป็นเส้นทางที่เลือกมากจาก Method selectNode ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงตัวแปร currentNode, totalCost, และ recentPaths

- Input : p – ตัวแปร Path ที่เลือกเป็นเส้นทางเคลื่อนที่ไปยัง Node ต่อไป

- private Path randomPath()

  สุ่มเลือกเส้นทางจากการคำนวนความเป็นไปได้ของเส้นทางทั้งหมดที่สามารถไปได้

  - Output : ตัวแปร Path ที่ได้จากการสุ่มเลือกจากความน่าจะเป็น

- private double calPathProb (Path p)

  คำนวนค่าความน่าจะเป็นของตัวแปร p ที่รับเข้ามา

  - Input : p – ตัวแปร Path ที่จะคำนวนความน่าจะเป็น
  - Output : ตัวแปร double ที่เป็นค่าความน่าจะเป็นของตัวแปร p

- public void run()

  Override ของ Class Thread เพื่อเริ่มต้นการค้นหาเส้นทางของ Ant โดยทำงานแบบมัลติเทรด ซึ่งจะส่ง Ant ตัวเองให้กับ antFactory กำหนดเป็น bestAnt ถ้าสามารถค้นหาเส้นทางไปยังจุดปลายทางได้ หรือไม่ก็จะทำลายตัวเองถ้าเดินซ้ำ Node เดิมหรือใช้ระยะทางเกินกว่าระยะทางสั้นที่สุดที่เคยหาได้

- public ArrayList<Node> getPassedNodes()
  - Output : ค่าของตัวแปร passedNodes

- public double getTotalCost()
  - Output : ค่าของตัวแปร totalCost

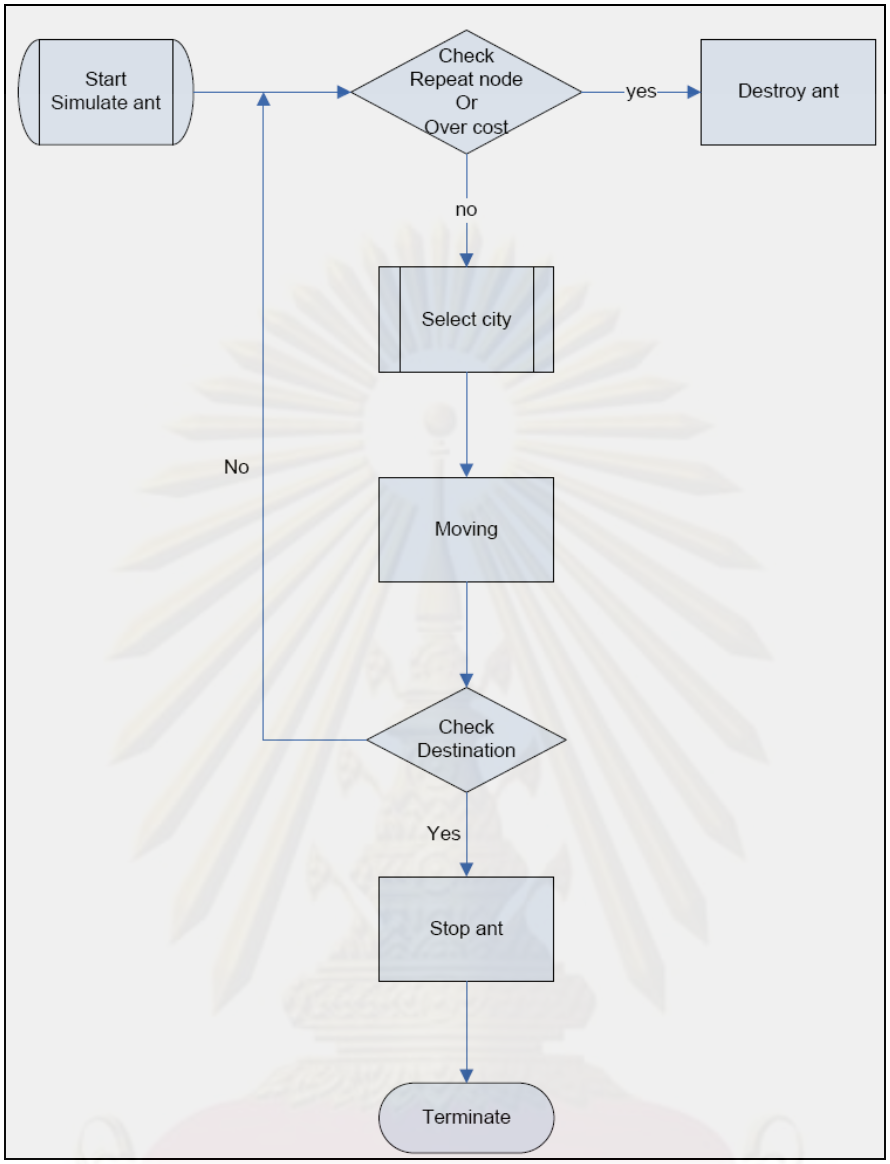
Class AntFactory

Constructor

- public AntFactory(Map map , Node sourceNode, Node destNode)

  สร้าง AntFactory ที่กำหนดแผนที่ที่ค้นหา จุดเริ่มต้น และจุดปลายทาง

  - Input : map – ตัวแปร Map ใช้เป็นแผนที่ที่ค้นหาเส้นทาง กำหนดค่าให้กับตัวแปร map ใน AntFactory
    sourceNode – ตัวแปร Node ที่เป็นจุดเริ่มต้น กำหนดค่าให้กับตัวแปรsourceNode ใน AntFactory
    destNode – ตัวแปร Node ที่เป็นจุดปลายทาง กำหนดค่าให้กับตัวแปร destNode ใน AntFactory
  - Output : ตัวแปร AntFactory ที่กำหนดค่าไว้พร้อมทำการค้นหา



รูปที่ ค.2 แสดง Flow Chart ของ Method run

Method

- private void updateTrail()
  เพิ่มค่าระดับฟีโรโ มนในเส้นทางที่ Ant ทั้งหมดในตัวแปร ants เดินผ่าน และคำนวนค่าฟีโรโมนใหม่ให้กับทุกเส้นทาง
- private double calPheromoneEva(Path p)
  คำนวนค่าฟีโรโมนในเส้นทาง p ที่รับเข้ามา
  - Input : p – ตัวแปร Path ที่ต้องการคำนวนหาค่าฟีโรโมน
  - Output : ตัวแปร double ค่าฟีโรโมนในเส้นทาง p

- ArrayList<Ant> getAnts()
  - Output : ค่าของตัวแปร ants
- void increseCurrentAnt()

  เพิ่มค่าของตัวแปร currentAnt ขึ้นมา 1
- void increseActiveAnt()

  เพิ่มค่าของตัวแปร activeAnt ขึ้นมา 1
- void decreseActiveAnt()

  ลดค่าของตัวแปร activeAnt ลง 1
- Ant getBestAnt()
  - Output : ค่าของตัวแปร bestAnt
- void setBestAnt(Ant bestAnt)
  - Input : bestAnt – ตัวแปร Ant ที่กำหนดค่าให้กับตัวแปร bestAnt
- public void run()

  Override ของ Class Thread เพื่อให้ AntFactory เริ่มค้นหาเส้นทางด้วย MethodSearch โดยทำงานแบบมัลติเทรด
- public void search(Map map, Node source, Node dest)

  ให้ AntFactory ค้นหาเส้นทาง โดยสามารถกำหนดแผนที่ จุดเริ่มต้น และจุปลายทางใหม่ได้ (ถ้าเรียกจาก run จะใช้ค่าเดิมจากที่กำหนดไว้ใน constructor) ซึ่งจะทำการสร้าง Ant ตัวแรกขึ้นมาและสั่งให้ทำการค้นหาจนครบ MAXANT จึงทำการเพิ่มค่าฟีโรโมนก่อนทำการค้นหาใหม่อีกรอบจนครบ MAXTOUR
  - Input : map – ตัวแปร Map ใช้เป็นแผนที่ที่ค้นหาเส้นทาง กำหนดค่าให้กับตัวแปร mapใน AntFactory

    sourceNode – ตัวแปร Node ที่เป็นจุดเริ่มต้น กำหนดค่าให้กับตัวแปร sourceNode ใน AntFactory

    destNode – ตัวแปร Node ที่เป็นจุดปลายทาง กำหนดค่าให้กับตัวแปร destNodeใน AntFactory
- public ArrayList<Node> getFinalBestPath()

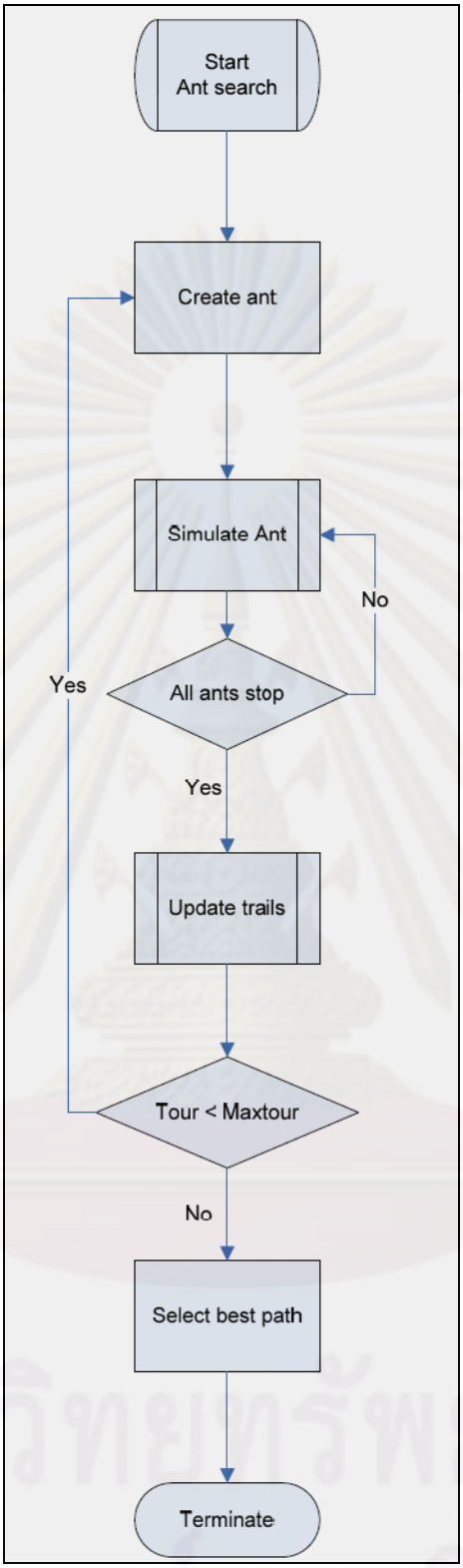
  ให้ผลลัพธ์ลำดับการเดินผ่าน Node ของเส้นทางที่สั้นที่สุด ต้องใช้หลังจากที่ AntFactory ทำการค้นหาเสร็จสิ้น (status = 0) เท่านั้น
  - Output : ค่าของตัวแปร passedNodes ของ bestAnt

- public double getFinalBestCost()

  ให้ผลลัพธ์ค่าระยะทางของเส้นทางที่สั้นที่สุด ต้องใช้หลังจากที่ AntFactory ทำการค้นหาเสร็จสิ้น (status = 0) เท่านั้น

  - Output : ค่าของตัวแปร totalCost ของ bestAnt
- public Node getSourceNode()
  - Output : ค่าของตัวแปร sourceNode
- public Node getDestNode()
  - Output : ค่าของตัวแปร destNode
- public int getCurrentAnt()
  - Output : ค่าของตัวแปร currentAnt
- public int getActiveAnt()
  - Output : ค่าของตัวแปร activeAnt
- public int getStatus()
  - Output : ค่าของตัวแปร status

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ค.3 แสดง Flow Chart ของ Method search

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง.

Personal-Information

ผู้เข้าทดสอบ	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10
อายุ	40	37	38	35	43	45	37	34	28	35
เพศ	ชาย	ชาย	ชาย	ชาย	ชาย	ชาย	ชาย	ชาย	หญิง	หญิง
อาชีพ	-	-	ขายฉลากกินแบ่งรัฐบาล	เจ้าหน้าที่ห้องสมุด	ขายฉลากกินแบ่งรัฐบาล	ขายฉลากกินแบ่งรัฐบาล	-	-	เจ้าหน้าที่ห้องสมุด	แม่บ้าน
ความพิการทางสายตา	ตาบอด	ตาบอด	ตาบอด	พิการทางสายตา	ตาบอด	ตาบอด	ตาบอด	ตาบอด	พิการทางสายตา	พิการทางสายตา
ใช้ PDA หรือ Pocket PC มาก่อน	เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	เคย	ไม่เคย	เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย
ใช้ระบบนำทางผู้พิการทางสายตามาก่อน	เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย
รู้จักเทคโนโลยี่ RFID	ทราบ	ทราบ	ไม่ทราบ	ทราบ	ไม่ทราบ	ทราบ	ไม่ทราบ	ทราบ	ทราบ	ไม่ทราบ

ภาคผนวก จ.

ตัวอย่างแบบสอบถามสำหรับผู้เข้าทดสอบการเลือกซื้อสินค้า

หัวข้อการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	(1) น้อยที่สุด	(2) น้อย	(3) ปานกลาง	(4) มาก	(5) มากที่สุด
1. ด้านการออกแบบระบบ (ลำดับขั้นตอนการทำงาน)					
2. ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน					
3. ด้านความถูกต้องของการทำงานในระบบ					
4. ด้านตรงตามความต้องการของผู้พิการทางสายตา					
5. ด้านความรวดเร็วในการตอบสนองจากระบบ					
6. ด้านความง่ายต่อการเรียนรู้ในระบบของผู้พิการทางสายตา					

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ.

ตัวอย่างชั้นวางสินค้าบนแผนที่ที่ใช้สำหรับผู้เข้าทดสอบระบบ

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ว่าที่ ร.ต. กฤษฎา บุญมีวิเศษ เกิดวันที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2524 สำเร็จปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ต่อมาในการศึกษา 2549 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย