บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาการจราจรคับคั่งเป็นปัญหาสำคัญที่ต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน โดยมักเกิดขึ้นตามเมืองใหญ่ๆของหลายประเทศทั่วโลกรวมถึงกรุงเทพฯและจังหวัดใหญ่อีกหลายจังหวัดในประเทศไทย สังเกตได้จากปริมาณรถที่มีมากขึ้นทุกวัน จำนวนทางแยกที่มีมากมาย และถนนมีพื้นที่จำกัด จึงก่อให้เกิดการสะสมของปริมาณรถในหลายพื้นที่ โดยปัญหาดังกล่าวก่อให้เกิดความเสียหายในด้านต่างๆเป็นอย่างมาก เช่น ด้านเศรษฐกิจ ประเทศไทยต้องจ่ายเงินเพื่อการนำเข้าน้ำมันเป็นจำนวนมหาศาล เนื่องจากประเทศไทยไม่สามารถผลิตน้ำมันให้เพียงพอกับความต้องการของประชาชนได้ น้ำมันที่ใช้ส่วนใหญ่จึงต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ ด้านสิ่งแวดล้อมเกิดความเสียหายเช่นกัน โดยทำให้เกิดมลพิษทั้งในอากาศ น้ำ เสียงรบกวน และมลพิษอื่นๆ ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพของการดำรงชีพ คือ เสียสุขภาพจิต เสียเวลา และเสียเงินในการคมนาคม ทำให้ปัญหาจราจรกลายเป็นปัญหาที่หลายฝ่ายพยายามคิดหาวิธีแก้ไข

ปัจจุบันได้มีระบบที่สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยใช้เงินลงทุนที่ไม่สูงมาก และได้รับการพิสูจน์จากหลายประเทศว่าสามารถแก้ไขปัญหาจราจรได้ดีจนถึงระดับหนึ่ง ระบบดังกล่าวเรียกว่าระบบขนส่งอัจฉริยะ หรือ Intelligent Transport System (ITS) [3-5] ระบบนี้เป็นการนำเทคโนโลยีทางด้านสารสนเทศและการสื่อสารโทรคมนาคม เข้ามาช่วยแก้ไขปัญหาการจราจรให้มีประสิทธิภาพในด้านต่างๆดีขึ้น เช่น ลดระยะเวลาที่สูญเสียไปในการเดินทาง ลดอุบัติเหตุ และเพิ่มความสะดวกสบายในการเดินทาง เป็นต้น ในปัจจุบันระบบขนส่งอัจฉริยะกำลังเป็นที่นิยมในหลายประเทศทั่วโลก โดยประเทศที่เป็นผู้นำของระบบนี้ ได้แก่ ยุโรป สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น สำหรับในประเทศไทยนั้นมีหลายหน่วยงานที่สนใจและได้วิจัยพัฒนาระบบขนส่งอัจฉริยะมาอย่างต่อเนื่อง ผลงานที่เป็นที่รู้จัก ได้แก่ ป้ายจราจรอัจริยะที่สามารถบอกสภาพการจราจรบนท้องถนนได้ว่าติดขัดในเส้นทางใด ระบบประมวลภาพวิดีโอจราจรที่สามารถตรวจวัดความเร็วรถได้ ระบบเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อนับจำนวนรถยนต์ โปรแกรมอ่านป้ายทะเบียนรถอัตโนมัติ และระบบตรวจสภาพจราจรผ่านเว็ปไซด์แบบเวลาจริง แต่สิ่งสำคัญที่สุดของระบบขนส่งอัจฉริยะ คือ การเก็บข้อมูลจราจร เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับนำไปวิเคราะห์และประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ในปัจจุบันความต้องการอุปกรณ์ตรวจจับรถเพื่อใช้เก็บข้อมูลจราจรอัตโนมัติมีมากขึ้นตามปริมาณจราจรที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น จึงได้มีการนำเทคโนโลยีต่างๆมาใช้เพื่อตรวจจับรถ

เช่น กล้องวงจรปิด ท่อลม กล้องอินฟราเรด แต่เทคโนโลยีเหล่านี้ยังไม่แพร่หลายนัก เนื่องจากมีราคาสูง และความยากในการใช้งาน จึงทำให้เทคโนโลยีขดลวดเหนี่ยวนำ (Inductive Loop Detectors) กลายเป็นที่นิยมนำมาใช้ตรวจจับรถ เนื่องจากมีความน่าเชื่อถือสูง และราคาไม่แพงมาก แต่มีข้อจำกัดอยู่ที่กระบวนการติดตั้งรวมถึงการบำรุงรักษาทำได้ไม่สะดวก เพราะต้องขุดเจาะพื้นผิวถนน ดังนั้นจึงเกิดการพัฒนาเทคโนโลยีตรวจจับรถชนิดใหม่ขึ้น โดยทำงานในรูปแบบการวัดค่าสนามแม่เหล็กเช่นเดียวกับขดลวดเหนี่ยวนำ แต่อาศัยการตรวจจับค่าสนามแม่เหล็กโลกแทนการตรวจจับค่าจากสนามแม่เหล็กที่ขดลวดเหนี่ยวนำสร้างขึ้นเอง เทคโนโลยีชนิดนี้เรียกว่า แมกเนติคเซ็นเซอร์ (Magnetic Sensor) ซึ่งเทคโนโลยีนี้ได้ออกแบบมาให้มีขนาดเล็กทำให้ใช้พื้นที่ในการติดตั้งเพียงเล็กน้อย ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการติดตั้ง การติดตั้งและบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่ายและสะดวก โดยสามารถนับจำนวนรถได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าเทคโนโลยีขดลวดเหนี่ยวนำ แต่อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ตรวจจับรถที่มีประสิทธิภาพยังคงมีความต้องการเป็นอย่างมาก เนื่องจากไม่มีเทคโนโลยีชนิดใดที่สามารถตอบสนองความต้องการได้อย่างครบถ้วน

การสื่อสารระยะใกล้เป็นการสื่อสารที่เหมาะสมกับระบบตรวจสภาพการจราจร เนื่องจากระบบนี้ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ตรวจจับรถจำนวนมากที่ต้องส่งข้อมูลตลอดเวลา และในอนาคตจำนวนอุปกรณ์อาจมากขึ้นตามการขยายตัวของการจราจร อีกทั้งความหลากหลายของเทคโนโลยีจะมีมากขึ้นเช่นกัน ดังนั้น ระบบการสื่อสารที่ใช้จึงควรมีคุณสมบัติที่สามารถขยายเครือข่ายได้ทันกับความต้องการ และควรใช้โปรโตคอลมาตรฐานสากลเพื่อให้เทคโนโลยีต่างชนิดกันสามารถสื่อสารกันได้ มาตรฐาน IEEE 802.15.4 เป็นมาตรฐานสำหรับการสื่อสารระยะใกล้ที่มีความเร็วต่ำ โดยมีคุณลักษณะ คือ อัตราการรับส่งข้อมูลต่ำกว่าหรือเท่ากับ 250 kbps ใช้พลังงานต่ำ มีราคาถูก ทนต่อการรบกวนสูง และสามารถประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ต่างๆได้

งานวิจัยนี้เลือกใช้เทคโนโลยีแมกเนติคเซ็นเซอร์เป็นอุปกรณ์ตรวจจับรถยนต์ โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลหลายประการด้วยกัน ได้แก่ นับจำนวนรถยนต์ แยกประเภทรถยนต์ออกเป็น 3 ประเภท คือ รถเก๋ง รถกระบะ และรถตู้ วัดความเร็วรถยนต์ ศึกษาผลกระทบที่เกิดจากรถยนต์ในช่องทางจราจรข้างเคียง และทดสอบการทำงานของเครือข่ายแมกเนติคเซ็นเซอร์ไร้สาย ในด้านการสื่อสารของงานวิจัยนี้เลือกใช้การสื่อสารระยะใกล้ โดยใช้อุปกรณ์ไร้สายของบริษัท Digi ที่ชื่อ XBee Pro [24] ซึ่งสามารถรับส่งข้อมูลได้สูงสุดที่ 250 kbps ใช้ความถี่ 2.4 GHz อุปกรณ์นี้มีขนาดเล็ก ใช้พลังงานต่ำ การติดตั้งและบำรุงรักษาทำได้ง่ายและสะดวก สามารถรับส่งข้อมูลได้ระยะทางไกลประมาณ 1 ไมล์ และสามารถขยายขนาดเครือข่ายให้เป็นเครือข่ายขนาดใหญ่ได้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งเนื้อหาเป็น 5 บท ในส่วนต่อไปเป็นบทที่ 1 บทนำ กล่าวเกี่ยวกับความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของการวิจัย ขอบเขตและข้อจำกัดของการวิจัย ความหมายหรือนิยามศัพท์เฉพาะ สถานที่ทำการวิจัย ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย ในบทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงเทคโนโลยีที่ใช้ในการตรวจจับรถและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เซ็นเซอร์ AMR (Anisotropic Magneto-Resistive Sensor) เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Network) โปรโตคอล ZigBee ปัญหาที่พบในการส่งสัญญาณ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ATDA (Adaptive Threshold Detection Algorithm) Hill Climbing Algorithm โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) และการคำนวณหาความเร็ววัตถุ ในบทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย อธิบายเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การออกแบบระบบ หลักการทำงานของระบบ และวิธีการทดลองทั้ง 5 การทดลอง คือ วิธีการทดลองนับจำนวนรถยนต์ แยกประเภทรถยนต์ วัดความเร็วรถยนต์ การทดลองผลกระทบที่เกิดจากรถยนต์ในช่องทางจราจรข้างเคียง และการทดลองการทำงานของเครือข่ายแมกเนติคเซ็นเซอร์ไร้สาย ในบทที่ 4 กล่าวถึง ผลการวิจัยและอภิปรายผลการทดลองทั้ง 5 และส่วนสุดท้ายเป็นบทที่ 5 กล่าวถึงข้อสรุป ข้อเสนอแนะ และการประยุกต์ใช้ในอนาคต

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 สามารถสร้างและพัฒนาเครือข่ายแมกเนติคเซ็นเซอร์ไร้สายได้

2.2 สามารถนำค่าสนามแม่เหล็กโลกที่แมกเนติคเซ็นเซอร์ตรวจจับมาวิเคราะห์เพื่อนับจำนวนรถยนต์ แยกประเภทรถยนต์ได้อย่างน้อย 3 ประเภท ได้แก่ รถเก๋ง รถกระบะ และรถตู้ พร้อมทั้งวัดความเร็วรถยนต์ได้

3. ขอบเขตและข้อจำกัดของการวิจัย

งานวิจัยนี้สร้างเครือข่ายแมกเนติคเซ็นเซอร์ไร้สายขึ้นมาเพื่อใช้ตรวจจับค่าสนามแม่เหล็กโลกที่เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเคลื่อนที่ของรถยนต์ในบริเวณนั้น และนำค่าดังกล่าวมาวิเคราะห์ผลหลายประการ คือ

3.1 นับจำนวนรถยนต์โดยใช้วิธีการ ATDA (Adaptive Threshold Detection Algorithm) [29]

3.2 เปรียบเทียบความถูกต้องในการแยกประเภทรถยนต์ระหว่างวิธีการ Back-propagation Neural Networks [9, 26] กับ Hill climbing [1, 10] โดยทดลองแยกประเภทรถยนต์ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ รถเก๋ง รถกระบะ และรถตู้

3.3 วัดความเร็วรถยนต์ [2] ขณะที่มีความเร่งคงที่และขับด้วยความเร็วไม่เกิน 70 กม./ชม.

3.4 ศึกษาผลกระทบที่เกิดจากรถยนต์ในช่องทางจราจรข้างเคียง

3.5 ทดสอบการทำงานของเครือข่ายแมกเนติคเซ็นเซอร์ไร้สายที่ประกอบด้วยเซ็นเซอร์โหนด 8 โหนด และแอคเซสพอยต์ 1 โหนด โดยจำลองการทำงานและติดตั้งให้เหมือนกับบริเวณทางแยกที่ควบคุมด้วยไฟสัญญาณจราจร พร้อมทั้งหาเวลาที่เกิดความผิดพลาดขึ้นเนื่องจากการประมวลผลของแอคเซสพอยต์

4. ความหมายหรือนิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 ZigBee หมายถึง ข้อกำหนดสำหรับการติดต่อสื่อสารระยะใกล้ที่มีความเร็วต่ำของโปรโตคอลระดับสูง ชิฟเซ็นเซอร์มีขนาดเล็ก ใช้พลังงานต่ำ โดยมีพื้นฐานอยู่บนมาตรฐาน IEEE 802.15.4

4.2 ค่าสนามแม่เหล็กโลก หมายถึง ค่าสนามแม่เหล็กโลกในบริเวณนั้นที่แมกเนติคเซ็นเซอร์สามารถตรวจจับได้ โดยค่าสนามแม่เหล็กโลกนี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีรถยนต์เคลื่อนที่อยู่ในบริเวณดังกล่าว

5. สถานที่ทำการวิจัย

5.1 ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

5.2 ลานจอดรถของศูนย์อาหารและบริการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

5.3 ลานจอดรถและถนนหลังหอประชุมกาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยขอนแก่น

5.4 ริมบึงสีฐาน มหาวิทยาลัยขอนแก่น

6. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

6.1 ศึกษาและค้นคว้าการทำงานของระบบขนส่งอัจฉริยะ

6.2 ศึกษาและค้นคว้าการทำงานของแมกเนติคเซ็นเซอร์

6.3 ศึกษาและค้นคว้าการทำงานของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

6.4 ออกแบบและพัฒนาเครือข่ายแมกเนติคเซ็นเซอร์ไร้สาย ที่ประกอบด้วยเซ็นเซอร์โหนด 2 โหนด และแอคเซสพอยต์ 1 โหนด

6.5 ออกแบบการทดลองนับจำนวนรถยนต์ ทำการทดลอง ปรับปรุงแก้ไข บันทึกผลที่ได้ และสรุปผลการทดลอง

6.6 ออกแบบการทดลองแยกประเภทรถยนต์โดยนำข้อมูลจากการทดลองนับจำนวนรถยนต์มาแยกประเภท ทำการทดลอง ปรับปรุงแก้ไข บันทึกผลที่ได้ และสรุปผลการทดลอง

6.7 ออกแบบการทดลองวัดความเร็วรถยนต์ ทำการทดลอง ปรับปรุงแก้ไข บันทึกผลที่ได้ และสรุปผลการทดลอง

6.8 ออกแบบการทดลองผลกระทบที่เกิดจากรถยนต์ในช่องทางจราจรข้างเคียงทำการทดลอง ปรับปรุงแก้ไข บันทึกผลที่ได้ และสรุปผลการทดลอง

6.9 เพิ่มจำนวนเซ็นเซอร์โหนดในเครือข่ายที่สร้างขึ้นจนมีเซ็นเซอร์โหนดครบ 8 โหนด ทดสอบและปรับปรุงการทำงาน

6.10 ออกแบบการทดสอบการทำงานของเครือข่ายแมกเนติคเซ็นเซอร์ไร้สายที่สร้างขึ้นทำการทดลอง ปรับปรุงแก้ไข และสรุปผลการทดลอง

6.11 เขียนวิทยานิพนธ์

6.12 นำเสนอวิทยานิพนธ์

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

7.1 เพื่อสร้างและเรียนรู้การทำงานของเครือข่ายแมกเนติคเซ็นเซอร์ไร้สาย

7.2 เพื่อเรียนรู้และพัฒนาระบบตรวจสภาพจราจร โดยสามารถนับจำนวน แยกประเภท และวัดความเร็วรถยนต์ได้

7.3 เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยและพัฒนาปรับปรุงระบบตรวจสภาพจราจรในอนาคตต่อไป