ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
249576

ระบบตรวจนับ วัดความเร็ว และแยกประเภทรถยนต์ โดยเครือข่ายแมกเนติคเซ็นเซอร์ไร้สาย

VEHICLE DETECTION, SPEED MEASUREMENT AND CLASSIFICATION USING WIRELESS MAGNETIC SENSOR NETWORK

นางสาวศุษฎี ทวีรรัฒนูลย์

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาโทรคมนาคม
พ.ศ.2553

boe2539n3

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
249576

ระบบตรวจนับ วัดความเร็ว และแยกประเภทรถยนต์ โดยเครือข่ายแมกเนติคเซ็นเซอร์ไร้สาย

VEHICLE DETECTION, SPEED MEASUREMENT AND CLASSIFICATION USING WIRELESS MAGNETIC SENSOR NETWORK

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

นางสาวดุษฎี ทวีวรรณบูลย์

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2553

ระบบตรวจนับ วัดความเร็ว และแยกประเภทรถยนต์ โดยเครือข่ายแมกเนติคเซ็นเซอร์ไร้สาย

นางสาวดุษฎี ทวีวรรณบูลย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2553

VEHICLE DETECTION, SPEED MEASUREMENT AND CLASSIFICATION USING WIRELESS MAGNETIC SENSOR NETWORK

MISS DUSSADEE THAWEEWANNABOON

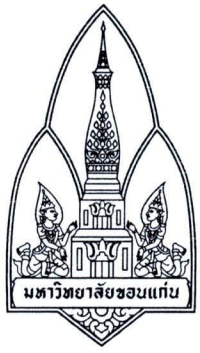
A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING

IN COMPUTER ENGINEERING

GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY

2010



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

หลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ชื่อวิทยานิพนธ์: ระบบตรวจนับ วัดความเร็ว และแยกประเภทรถยนต์
โดยเครือข่ายแมกเนติคเซ็นเซอร์ไร้สาย

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: น.ส.ดุษฎี ทวีวรรณบูลย์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ดร. วรินทร์	สุวรรณวิสูตร	ประธานกรรมการ
ผศ. ดร. ชุติมา	พรหมมาก	กรรมการ
ดร. ชัชชัย	คุณบัว	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:

.....
(ดร.ชัชชัย คุณบัว) อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ลำปาง แม่นมาตย์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมนึก ธีระกุลพิศุทธิ์)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ดุษฎี ทวีวรรณบูลย์. 2553. **ระบบตรวจนับ วัดความเร็ว และแยกประเภทรถยนต์ โดยเครือข่ายแมกเนติคเซ็นเซอร์ไร้สาย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ดร. ชัชชัย คุณบัว

บทคัดย่อ

249576

ปัญหาการจราจรหนาแน่นเป็นปัญหาสำคัญของหลายประเทศทั่วโลกรวมถึงประเทศไทย ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายทั้งในด้านเศรษฐกิจและสังคมเป็นอย่างมาก สิ่งสำคัญในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว คือ การทราบปริมาณรถที่ใช้ในแต่ละเส้นทาง เพื่อให้สามารถบริหารจัดการจราจรให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยงานวิจัยนี้ได้ทดลองนับจำนวนรถยนต์ แยกประเภทรถยนต์ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ รถเก๋ง รถกระบะ และรถตู้ วัดความเร็วรถยนต์ ศึกษาผลกระทบที่เกิดจากรถยนต์ในช่องทางข้างเคียง และทดสอบการทำงานของเครือข่ายไร้สาย โดยเลือกใช้เทคโนโลยีแมกเนติคเซ็นเซอร์เป็นตัวตรวจจับรถยนต์ การส่งข้อมูลภายในเครือข่ายเป็นแบบไร้สายจึงเกิดความสะดวกในการนำผลไปวิเคราะห์และประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ โดยผลการทดลองนับจำนวนรถยนต์ด้วยวิธี Adaptive Threshold Detection Algorithm สามารถนับรถยนต์ได้ถูกต้องร้อยละ 98.46 การทดลองแยกประเภทรถยนต์ด้วยอัลกอริทึม Back-propagation Neural Networks และอัลกอริทึม Hill climbing แยกประเภทรถยนต์ได้ถูกต้องร้อยละ 65 และร้อยละ 70.83 ตามลำดับ การวัดความเร็วรถยนต์มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยประมาณ 2 กม./ชม. และเครือข่ายไร้สายนี้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีระยะเวลาระหว่างรถยนต์ตั้งแต่ 3.75 วินาทีขึ้นไป

Dussadee Thaweewannaboon. 2010. **Vehicle Detection, Speed Measurement and Classification Using Wireless Magnetic Sensor Network.** Master of Engineering Thesis in Computer Engineering, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisor: Dr. Chatchai Khunboa

ABSTRACT

249576

Traffic density is an important problem in most cities around the world including Thailand. It causes impact on the economy and society. Knowing amount of vehicles is a major factor which could manage traffic as efficiently as possible. The purpose of this research is to count vehicle, to classify vehicles into 3 types (car, truck and van), to measure vehicle speed, to study impact by vehicle in nearby lanes, and to test of wireless network connectivity. By using a magnetic sensor for vehicle detection, data are transmitted via a wireless network. Thus, it presents a convenient way to analyze and apply. In this project, vehicles were counted by Adaptive Threshold Detection Algorithm is shown to has the accuracy of 98.46%. Vehicles were classified by Back-propagation Neural Networks Algorithm and by Hill climbing Algorithm are shown to have the accuracy of 65% and 70.83% respectively. Also, our system shows 2 km/hr vehicle average speed error. Finally, the wireless network works effectively with an inter-arrival time between vehicles more than 3.75 seconds.

งานวิทยานิพนธ์นี้ขอมอบส่วนดีให้บุพการีและคณาจารย์

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เพราะได้รับการสนับสนุนและความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย ดังนี้

ขอขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำหรับการสนับสนุนทุนในการศึกษาวิจัยจากกองทุนวิจัย ประเภททุนเริ่มต้นวิจัย

ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมโทรคมนาคม (สพท.) สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กทช.) ที่ให้การสนับสนุนการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อ. ดร. ชัชชัย คุณบัว ที่กรุณาให้ความรู้และคำปรึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีต่างๆ แนะแนวทางในการศึกษาและค้นคว้าความรู้ทางวิชาการทั้งหลายที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย พร้อมทั้งเป็นแบบอย่างที่ดีในการทำงานอย่างทุ่มเท อุตสาหะ จนกระทั่งวิทยานิพนธ์นี้ประสบสัมฤทธิ์ผลและสำเร็จเรียบร้อยตามวัตถุประสงค์ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวทวีวรรณบูลย์ ที่คอยเป็นกำลังใจและให้คำแนะนำในการทำงาน สร้างแรงบันดาลใจให้เกิดความมานะ และอดทน จนกระทั่งมีวันนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นทุกท่านที่ได้กรุณาให้ความรู้และประสบการณ์ต่างๆอันมีค่ายิ่ง

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ในสำนักเลขานุการภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เจ้าหน้าที่ฝ่ายบัณฑิตศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่นทุกท่านที่กรุณาอำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือในกระบวนการดำเนินการทางเอกสารต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณพี่และเพื่อนๆ นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นทุกท่าน สำหรับกำลังใจ คำปรึกษา และความช่วยเหลือต่างๆ ตลอดมา

ดุษฎี ทวีวรรณบูลย์

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ข
คำอุทิศ		ค
กิตติกรรมประกาศ		ง
สารบัญตาราง		ช
สารบัญภาพ		ซ
บทที่ 1	บทนำ	1
	1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
	3. ขอบเขตและข้อจำกัดของการวิจัย	3
	4. ความหมายหรือนิยามศัพท์เฉพาะ	4
	5. สถานที่ทำการวิจัย	4
	6. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย	4
	7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	5
บทที่ 2	วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
	1. เทคโนโลยีที่ใช้ในการตรวจจับรถและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
	2. เซ็นเซอร์ AMR (Anisotropic Magneto-Resistive Sensor)	18
	3. เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Network)	23
	4. โปรโตคอล ZigBee	26
	5. ปัญหาที่พบในการส่งสัญญาณ	36
	6. ATDA (Adaptive Threshold Detection Algorithm)	41
	7. Hill Climbing Algorithm	41
	8. โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)	42
	9. การคำนวณหาความเร็ววัตถุ	48

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 3	วิธีการดำเนินการวิจัย	49
	1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	49
	2. การออกแบบระบบ	50
	3. หลักการทำงานของระบบ	51
	4. วิธีการทดลองนับจำนวนรถยนต์	52
	5. วิธีการทดลองแยกประเภทรถยนต์	55
	6. วิธีการทดลองวัดความเร็วรถยนต์	61
	7. วิธีการทดลองผลกระทบที่เกิดจากรถยนต์ในช่องทางจราจรข้างเคียง	63
	8. วิธีการทดลองการทำงานของเครือข่ายแมกเนติคเซ็นเซอร์ไร้สาย	64
บทที่ 4	ผลการวิจัยและอภิปรายผล	66
	1. ผลการทดลองนับจำนวนรถยนต์	66
	2. ผลการทดลองแยกประเภทรถยนต์	67
	3. ผลการทดลองวัดความเร็วรถยนต์	69
	4. ผลการทดลองผลกระทบที่เกิดจากรถยนต์ในช่องทางจราจรข้างเคียง	70
	5. ผลการทดลองการทำงานของเครือข่ายแมกเนติคเซ็นเซอร์ไร้สาย	71
บทที่ 5	ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ	73
	1. สรุปผลการวิจัย	73
	2. ข้อเสนอแนะ	74
	3. การประยุกต์ใช้ในอนาคต	75
บรรณานุกรม		76
ภาคผนวก		80
ประวัติผู้เขียน		104

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	ผลการทดลองงานวิจัย [33]	7
ตารางที่ 2.2	ผลการทดลองงานวิจัย [14]	9
ตารางที่ 2.3	ผลการทดลองงานวิจัย [29]	11
ตารางที่ 2.4	ผลการทดลองงานวิจัย [28]	12
ตารางที่ 2.5	ผลการทดลองงานวิจัย [13]	14
ตารางที่ 2.6	ผลการทดลองงานวิจัย [12]	16
ตารางที่ 2.7	ผลการทดลองงานวิจัย [7]	17
ตารางที่ 2.8	เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคโนโลยีต่างๆที่ใช้ในการตรวจจับรถ	18
ตารางที่ 2.9	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับความหนาแน่นของสนามแม่เหล็กที่เซ็นเซอร์ตรวจจับได้	21
ตารางที่ 2.10	กลุ่มความถี่และคุณสมบัติอื่นๆของมาตรฐาน IEEE 802.15.4	27
ตารางที่ 2.11	ลักษณะเฉพาะและคุณสมบัติที่สำคัญของ XBee Pro	40
ตารางที่ 4.1	ผลการทดลองนับจำนวนรถยนต์	66
ตารางที่ 4.2	ผลการทดลองแยกประเภทรถยนต์โดยอัลกอริทึม Back-propagation Neural Network	67
ตารางที่ 4.3	ผลการทดลองแยกประเภทรถยนต์โดยอัลกอริทึม Hill climbing	68
ตารางที่ 4.4	เปรียบเทียบผลการแยกประเภทรถยนต์ของ 2 อัลกอริทึม	69
ตารางที่ 4.5	ผลการทดลองวัดความเร็วรถยนต์	70
ตารางที่ 4.6	ค่าความผิดพลาดเมื่อมีรถยนต์จำนวนมากและระยะห่างระหว่างรถยนต์มีน้อย	71

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 2.1	ตัวอย่างเทคโนโลยีขดลวดเหนี่ยวนำ	7
ภาพที่ 2.2	การติดตั้งและสัญญาณที่ได้รับจากเบลดเซ็นเซอร์	8
ภาพที่ 2.3	ลักษณะสนามแม่เหล็กโลกที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากรถยนต์	10
ภาพที่ 2.4	ตัวอย่างเทคโนโลยีแมกเนติคเซ็นเซอร์	10
ภาพที่ 2.5	ตัวอย่างเทคโนโลยีเลเซอร์เซ็นเซอร์	13
ภาพที่ 2.6	ตัวอย่างกล้องวงจรปิดและรูปภาพที่ได้จากกล้องวงจรปิด	15
ภาพที่ 2.7	ตัวอย่างภาพความร้อนและอินฟราเรดเซ็นเซอร์	17
ภาพที่ 2.8	แผนภาพเชิงไฟฟ้าของเซ็นเซอร์ AMR	19
ภาพที่ 2.9	เซ็นเซอร์ AMR แบบสองแกน	20
ภาพที่ 2.10	สนามแม่เหล็กโลกที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเคลื่อนที่ของรถยนต์	20
ภาพที่ 2.11	ทิศทางของสัญญาณตามแนวแกน X	21
ภาพที่ 2.12	ความผิดพลาดที่เกิดจากรถในช่องทางจราจรข้างเคียง	22
ภาพที่ 2.13	ความผิดพลาดที่เกิดจากอุณหภูมิ	23
ภาพที่ 2.14	โครงสร้างลำดับชั้นของมาตรฐาน IEEE 802.15.4/ZigBee	27
ภาพที่ 2.15	ย่านความถี่ของมาตรฐาน IEEE 802.15.4	28
ภาพที่ 2.16	ตัวอย่างเครือข่ายของ ZigBee	29
ภาพที่ 2.17	โครงสร้างเครือข่ายแบบดาว	31
ภาพที่ 2.18	โครงสร้างเครือข่ายแบบเมช	31
ภาพที่ 2.19	โครงสร้างเครือข่ายแบบกลุ่มต้นไม้	31
ภาพที่ 2.20	วิธีการค้นหาเส้นทางของโปรโตคอล AODV	34
ภาพที่ 2.21	รูปแบบการกระจายสัญญาณของเสาอากาศแบบ U.FL RF Connector	35
ภาพที่ 2.22	รูปแบบการกระจายสัญญาณของเสาอากาศแบบวิฟ	36
ภาพที่ 2.23	รูปแบบการกระจายสัญญาณของเสาอากาศแบบชิฟ	36
ภาพที่ 2.24	เปรียบเทียบช่องสัญญาณของ IEEE 802.15.4 และ IEEE 802.11	39
ภาพที่ 2.25	แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมในคอมพิวเตอร์	42
ภาพที่ 2.26	โครงสร้างวงจรโครงข่ายประสาทเทียม	44

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 2.27	ลักษณะวงจรโครงข่ายการส่งข้อมูลแบบไม่ย้อนกลับ	45
ภาพที่ 2.28	ลักษณะวงจรโครงข่ายการส่งข้อมูลแบบย้อนกลับ	46
ภาพที่ 3.1	เซ็นเซอร์โหนด	50
ภาพที่ 3.2	แอคเซสพอยต์	51
ภาพที่ 3.3	โครงสร้างและการทำงานของระบบ	51
ภาพที่ 3.4	สถานที่และการติดตั้งในการทดลองนับจำนวนรถยนต์	53
ภาพที่ 3.5	สัญญาณแรงดันไฟฟ้าของรถยนต์ 5 คัน ที่เซ็นเซอร์ตรวจจับได้	54
ภาพที่ 3.6	การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณแรงดันไฟฟ้าในขณะที่มีรถยนต์ขับผ่าน 1 คัน	54
ภาพที่ 3.7	กระบวนการนับจำนวนรถยนต์ของ 1 แกน	55
ภาพที่ 3.8	ตัวอย่างโปรแกรม Neural Network ขณะทำการสอน	57
ภาพที่ 3.9	ตัวอย่างโปรแกรม Neural Network เมื่อเสร็จสิ้นการสอน	57
ภาพที่ 3.10	ตัวอย่างโปรแกรม Neural Network แสดงผลการแยกประเภทรถยนต์	58
ภาพที่ 3.11	กระบวนการแยกประเภทรถยนต์โดยวิธี Back-propagation Neural Network	58
ภาพที่ 3.12	ตัวอย่างรูปแบบอ้างอิงของรถยนต์แต่ละประเภท	60
ภาพที่ 3.13	ตัวอย่างโปรแกรม Hill climbing แสดงผลการแยกประเภทรถยนต์	60
ภาพที่ 3.14	กระบวนการแยกประเภทรถยนต์โดยวิธี Hill climbing	61
ภาพที่ 3.15	การติดตั้งโหนดต่างๆในการทดลองวัดความเร็วรถยนต์	62
ภาพที่ 3.16	กราฟรถยนต์ 1 คัน ในการทดลองวัดความเร็ว	62
ภาพที่ 3.17	กระบวนการวัดความเร็วรถยนต์	63
ภาพที่ 3.18	สถานที่และการติดตั้งโหนดต่างๆ	64
ภาพที่ 3.19	การติดตั้งโหนดต่างๆ เพื่อทดสอบการทำงานของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย	65
ภาพที่ 4.1	ค่าความผิดพลาดเมื่อมีรถยนต์จำนวนมากและระยะห่างระหว่างรถยนต์มีน้อย	72