

การพัฒนาระบบแบ่งประเภทยานพาหนะ



นาย วิชัย เขียวดีตั้งสกุล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

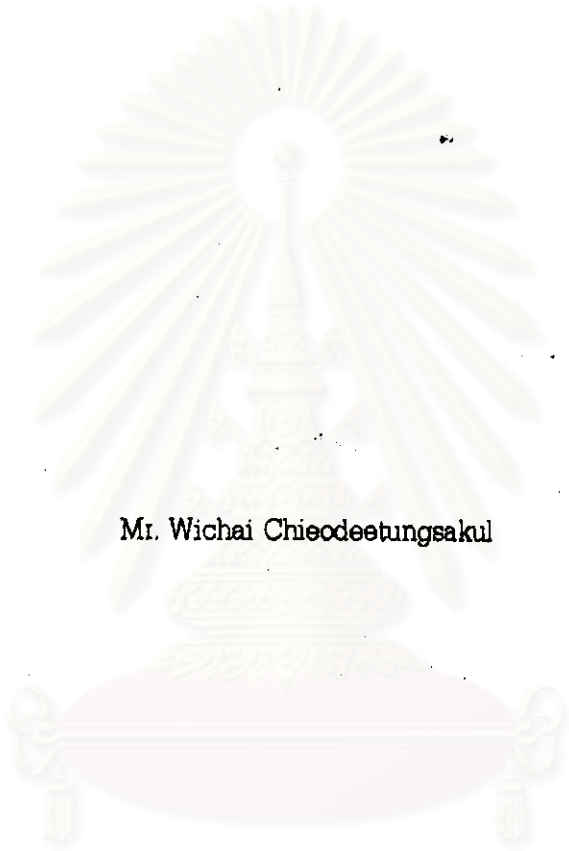
ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-331-543-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 1923 6554

DEVELOPMENT OF A VEHICLE CLASSIFICATION SYSTEM



Mr. Wichai Chieodeetungsakul

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Electrical Engineering

Department of Electrical Engineering

Graduate School

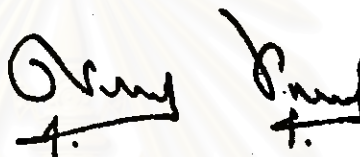
Chulalongkorn University

Academic Year 1998

ISBN 974-331-543-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาระบบแบ่งประเภทยานพาหนะ
โดย นาย วิชัย เชี่ยวติตั้งสกุล
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวธีรานนท์

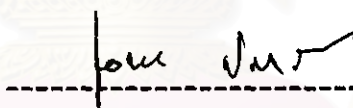
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต



คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุภวัฒน์ ชูติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. เอกชัย ลิลาวัณย์)



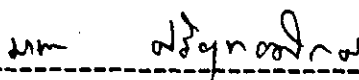
อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวธีรานนท์)



กรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. มงคล เดชนครินทร์)



กรรมการ

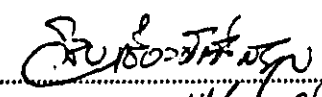
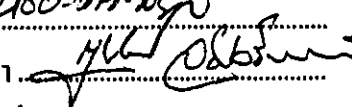
(รองศาสตราจารย์ ดร. มานะ ศรียุทธศักดิ์)

วิจัย เชี่ยวติตั้งสกุล : การพัฒนาระบบแบ่งประเภทยานพาหนะ (Development of A Vehicle Classification System) อ.ที่ปรึกษา รศ. กฤษดา วิศวธีรานนท์ , 60 หน้า. ISBN 974-331-643-8

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอวิธีการแบ่งประเภทยานพาหนะที่สามารถนำไปใช้งานในระบบการแบ่งประเภทยานพาหนะในระบบทางด่วน โดยการใช้ตัวตรวจวัดประเภทแสงอินฟราเรดติดตั้งในช่องทางสำหรับชำระค่าผ่านทาง เพื่อวัดความกว้างของหน้ายาง จากค่าอัตราส่วนความกว้างหน้ายางของล้อแรกและความกว้างหน้ายางของล้อที่สอง Tyre Projection Ratio (TPR) ที่แตกต่างกันจะสามารถบอกชนิดล้อที่เป็นล้อเดี่ยวหรือล้อคู่ได้ ระบบนี้สามารถแบ่งประเภทยานพาหนะตามจำนวนล้อและจำนวนเพลาได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ ยานพาหนะ 4 ล้อ ยานพาหนะ 6 ล้อ ยานพาหนะ 10 ล้อและยานพาหนะที่มีล้อมากกว่า 10 ล้อ ได้ทำการทดสอบติดตั้งระบบการแบ่งประเภทยานพาหนะนี้ที่ด่านเก็บเงินค่าผ่านทางของทางด่วน ผลการทดสอบจากจำนวนยานพาหนะทั้งหมด 14,409 คัน ได้ข้อผิดพลาดจากการแบ่งประเภทของยานพาหนะล้อเดี่ยว 2.1 เปอร์เซ็นต์ ข้อผิดพลาดของการแบ่งประเภทยานพาหนะประเภทล้อคู่ 4.6 เปอร์เซ็นต์และยานพาหนะประเภทล้อมากกว่า 10 ล้อ 26.8 เปอร์เซ็นต์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา ออกแบบวงจร
ปีการศึกษา 2541

ลายมือชื่อนิสิต 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

** C815909
KEY WORD

MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING
Vehicle Classification / Treadle / Inductive Loop / Toll System /

WICHAI CHIEODEETUNGSAKUL : DEVELOPMENT OF A VEHICLE CLASSIFICATION
SYSTEM, THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. KRISADA VISAVATEERANON, 60 PP.

ISBN 974-331-543-8

This thesis presents a method to classify vehicles that can be used for vehicle classification in a toll system. By installing an infrared sensor in the middle of a toll lane so that tyres width can be measured. Tyre Projection Ratio (TPR) of the first tyre and the second tyre width, can differentiate single tyre and double tyre. The system can classify vehicles by number of axles into 4 classes, i.e vehicles with 2 axles and 4 wheels, vehicles with 2 axles and 6 wheels, vehicles with 3 axles and 10 wheels, and vehicles with more than 10 wheels. The system was installed and tested in the toll booths at a tollway. The result of 14,409 vehicles, test showed a classification error rate of 2.1 % for single tyre vehicles, 4.6 % for dual tyre vehicles and 26.8 % for more than 10 wheels vehicles.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....

สาขาวิชา.....ออกแบบวงจร.....

ปีการศึกษา.....2541.....

ลายมือชื่อนิติ.....*วิชัย ชีเอเดตุงสกุล*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*Krisada Visavateeranon*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รศ. กฤษดา วิเศษรัตนนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ พร้อมทั้งช่วยในการติดต่อกับหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อหาข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ จึงใคร่ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ บริษัททางยกระดับดอนเมือง จำกัด (มหาชน) ที่ได้กรุณานุญาตให้ใช้ด้านเก็บเงินค่าผ่านทางในหลาย ๆ จุดในการทดลองติดตั้งตัวตรวจวัด รวมถึงเจ้าหน้าที่ในหน่วยงานซ่อมบำรุงที่ได้ช่วยในงานด้านการติดตั้งอย่างดียิ่ง

ท้ายที่สุดนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่ได้ให้การสนับสนุนในด้านต่าง ๆ ทุก ๆ ด้าน และให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | จ |
| กิตติกรรมประกาศ | ฉ |
| สารบัญ | ข |
| สารบัญภาพ | ฅ |
| สารบัญตาราง | ฉ |
| บทที่ | |
| 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 แนวเหตุผล | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย | 1 |
| 1.3 โครงสร้างระบบการเก็บเงินค่าผ่านทางของทางด่วน | 1 |
| 1.4 ขอบเขตการวิทยานิพนธ์ | 4 |
| 1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน | 5 |
| 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 5 |
| 2 ประเภทของตัวตรวจวัดที่ใช้ในการจราจร | 6 |
| 2.1 ประเภทใช้ความเหนียวนำทางแม่เหล็ก | 6 |
| 2.2 ประเภทที่ใช้การกดทับ (Treadle) | 7 |
| 2.3 ประเภทที่ใช้วัดด้วยเสียง | 9 |
| 2.4 ประเภทใช้แสงอินฟราเรด | 9 |
| 2.5 ประเภทใช้สัญญาณไมโครเวฟ | 10 |
| 2.6 ประเภทที่ใช้แสงเลเซอร์ | 10 |
| 2.7 ประเภทประมวลผลภาพ | 10 |
| 2.8 ประเภทใช้ TAG | 11 |
| 2.9 สรุป | 12 |
| 3 วิธีการแบ่งประเภทยานพาหนะที่ใช้ในระบบทางด่วน | 14 |
| 3.1 สิ่งที่ใช้ในการแบ่งประเภทยานพาหนะ | 14 |
| 3.2 ระบบการแบ่งประเภทยานพาหนะในต่างประเทศ | 16 |
| 3.3 ระบบการแบ่งประเภทยานพาหนะในประเทศ | 16 |
| 4 ระบบการตรวจวัดที่ออกแบบขึ้นใช้ | 23 |
| 4.1 ข้อดีข้อเสียของระบบที่ใช้อยู่ในระบบทางด่วนปัจจุบัน | 23 |
| 4.2 แนวความคิดในการออกแบบ | 24 |

| | หน้า |
|--|------|
| 4.3 ข้อกำหนดต่าง ๆ ในการออกแบบ | 25 |
| 4.4 ประเภทของยานพาหนะที่ระบบสามารถแยกประเภทได้ | 32 |
| 4.5 โครงสร้างของวงจรที่ใช้งาน | 33 |
| 4.6 โครงสร้างของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการแบ่งประเภทยานพาหนะ | 35 |
| 5 ผลการทดสอบ | 40 |
| 5.1 ค่าที่ได้จากการคำนวณ | 40 |
| 5.2 คุณสมบัติของตัวตรวจวัดที่ใช้ | 43 |
| 5.3 ลักษณะการติดตั้งตัวตรวจวัด | 44 |
| 5.4 ผลการทดสอบในขั้นแรก | 45 |
| 5.5 ผลการทดสอบใช้งานจริง | 47 |
| 5.6 สรุปผลการทดสอบ | 51 |
| บทที่ 6 สรุปวิทยานิพนธ์และข้อเสนอแนะ | 53 |
| 6.1 สรุปผลการทดสอบ | 53 |
| 6.2 ข้อเสนอแนะ | 53 |
| รายการอ้างอิง | 55 |
| ภาคผนวก | 58 |
| ประวัติผู้เขียน | 60 |

สารบัญภาพ

| | หน้า |
|--|------|
| รูปที่ 1.1 โครงสร้างของระบบในการเก็บค่าผ่านทางของระบบทางด่วน | 2 |
| รูปที่ 2.1 ตัวตรวจวัดที่ใช้หลักการของความเหนี่ยวนำแบบขดลวด | 6 |
| รูปที่ 2.2 สนามแม่เหล็กจากขดลวดที่มีอยู่ที่พื้นผิวการจราจร | 6 |
| รูปที่ 2.3 ตัวตรวจวัดความเหนี่ยวนำแบบแท่ง | 7 |
| รูปที่ 2.4 โครงสร้างภายในของตัวตรวจวัดประเภทที่ใช้การกดทับ | 8 |
| รูปที่ 2.5 การติดตั้งตัวตรวจวัดแบบอินฟราเรด | 9 |
| รูปที่ 2.6 ตัวตรวจวัดแบบอินฟราเรดที่ผลิตออกมาในเชิงพาณิชย์ | 10 |
| รูปที่ 2.7 โครงร่างของยานพาหนะขนาดเล็กที่ได้จากตัวตรวจวัดแบบเลเซอร์ | 11 |
| รูปที่ 2.8 ตัวอย่างหน้าจอของโปรแกรมประมวลผลภาพ | 11 |
| รูปที่ 2.9 TAG | 12 |
| รูปที่ 3.1 องค์ประกอบของระบบการเก็บเงินค่าผ่านทางของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย | 17 |
| รูปที่ 3.2 การนับจำนวนเพลลาของยานพาหนะประเภทต่าง ๆ | 18 |
| รูปที่ 3.3 การนับจำนวนล้อของยานพาหนะที่มีล้อคู่และล้อเดี่ยว | 19 |
| รูปที่ 3.4 การแยกประเภทยานพาหนะจากความสูง | 19 |
| รูปที่ 3.5 ระบบการแบ่งประเภทยานพาหนะของบริษัททางยกระดับดอนเมือง | 21 |
| รูปที่ 3.6 หลักการแบ่งประเภทระหว่างยานพาหนะเพลาล้อเดี่ยวและเพลาล้อคู่ | 21 |
| รูปที่ 4.1 แนวคิดในการออกแบบตัวตรวจวัด | 24 |
| รูปที่ 4.2 แผนภาพการวัดความกว้างของหน้ายาง | 25 |
| รูปที่ 4.3 สัญญาณที่วัดได้จากเพลลาแบบล้อเดี่ยวและเพลลาแบบล้อคู่ | 25 |
| รูปที่ 4.4 การคำนวณค่าเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระยะ 1.5 นิ้ว | 27 |
| รูปที่ 4.5 การคำนวณหาค่ามุม | 28 |
| รูปที่ 4.6 การกำหนดตำแหน่งตามแนวนอนของการติดตั้งตัวตรวจวัด | 29 |
| รูปที่ 4.7 ระยะช่วงกว้างของระยะล้อหน้าและระยะความสูงของยานพาหนะขนาดเล็ก | 29 |
| รูปที่ 4.8 ตำแหน่งการติดตั้งตัวตรวจวัดตามแนวการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ | 30 |
| รูปที่ 4.9 สัญญาณที่ได้จาก inductive loop ควบคู่กับสัญญาณที่ได้จากตัวตรวจวัด | 31 |
| รูปที่ 4.10 ตำแหน่งที่ควรติดตั้งตัวตรวจวัด | 31 |
| รูปที่ 4.11 ประเภทของยานพาหนะที่ระบบสามารถแบ่งประเภทได้ | 32 |
| รูปที่ 4.12 โครงสร้างของตัวระบบที่ออกแบบ | 33 |
| รูปที่ 4.13 วงจรรับสัญญาณจาก inductive loop | 34 |
| รูปที่ 4.14 วงจรรับสัญญาณจากตัวตรวจวัด | 35 |
| รูปที่ 4.15 วงจรของตัวตรวจวัด | 35 |

| | หน้า |
|---|------|
| รูปที่ 5.1 แผนภาพการติดตั้งตัวตรวจวัด | 40 |
| รูปที่ 5.2 ระยะความกว้างหน้ายางของล้อเดี่ยว | 41 |
| รูปที่ 5.3 ความแตกต่างของค่าความกว้างที่วัดได้จากล้อเดี่ยวและล้อคู่ | 41 |
| รูปที่ 5.4 ขนาดของกลุ่มล้อคู่ | 42 |
| รูปที่ 5.5 วิธีการติดตั้งตัวตรวจวัดกับพื้นผิวการจราจร | 44 |
| รูปที่ 5.6 การติดตั้งตัวตรวจวัดด้านที่ชิดกับเกาะ | 44 |
| รูปที่ 5.7 การตัวตรวจวัดบริเวณทางผ่านของยานพาหนะ | 44 |
| รูปที่ 5.8 กราฟความถี่ TPR ของยานพาหนะแบบล้อเดี่ยว | 45 |
| รูปที่ 5.9 กราฟความถี่ TPR ของยานพาหนะล้อคู่ | 45 |
| รูปที่ 5.10 ค่าความถี่ TPR ของยานพาหนะกลุ่มล้อคู่ | 46 |
| รูปที่ 5.11 การติดตั้งและทดสอบระบบการแบ่งประเภทยานพาหนะที่ช่องทางหมายเลข 11 | 47 |
| รูปที่ 5.12 การติดตั้งและทดสอบระบบการแบ่งประเภทยานพาหนะที่ช่องทางหมายเลข 26 | 48 |
| รูปที่ 5.13 กราฟความถี่ TPR ของยานพาหนะล้อเดี่ยว | 49 |
| รูปที่ 5.14 กราฟความถี่ TPR ของยานพาหนะล้อเดี่ยว | 50 |
| รูปที่ 5.15 กราฟความถี่ TPR ของยานพาหนะล้อคู่ | 50 |
| รูปที่ 5.16 กราฟความถี่ TPR ของยานพาหนะกลุ่มล้อคู่ | 51 |
| รูปที่ 6.1 การติดตั้งตัวตรวจวัดแบบแสงเพิ่มเพื่อใช้ในการวัดความเร็ว | 54 |

สารบัญตาราง

| | หน้า |
|---|------|
| ตารางที่ 2.1 สรุปข้อดีข้อเสียของตัวตรวจวัดแต่ละประเภท | 12 |
| ตารางที่ 3.1 การแบ่งประเภทยานพาหนะของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย | 20 |
| ตารางที่ 4.1 ขนาดของล้อยานพาหนะขนาดต่าง ๆ และมุมที่ได้ | 26 |
| ตารางที่ 5.1 ค่าสูงสุดและต่ำสุดของ TPR ที่ได้ | 43 |
| ตารางที่ 5.2 ค่าสูงสุดและต่ำสุดจากการทดลอง | 46 |
| ตารางที่ 5.3 ค่าสูงสุดและต่ำสุดที่ใช้ในการทดสอบ | 47 |
| ตารางที่ 5.4 สรุปผลการทดสอบ | 52 |



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย