บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันความต้องการใช้ยานพาหนะเพื่อการเดินทางเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้สภาพการจราจรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วก่อให้เกิดปัญหาที่สำคัญสำหรับชมชุนเมือง และนอกจากนี้ทำให้เกิดปัญหาอื่น ๆ ตามมาอย่างมากมาย เช่น ความแออัดของการจราจรทำให้เกิดความล้าช้าของการเดินทาง เกิดมลพิษทางอากาศ ปัญหาคุณภาพชีวิตลดลง เป็นต้น การควบคุมสัญญาณไฟจราจรเป็นวิธีการแก้ไขปัญหาความหนาแน่นของการจราจรที่เกิดขึ้นได้ดีที่สุด แต่ในปัจจุบันจะเป็นการควบคุมสัญญาณไฟแบบเวลาคงที่ (Fixed-time Control) คือ การควบคุมจราจรที่ถูกกำหนดเวลาของสัญญาณไฟในแต่ละทิศทางเอาไว้แน่นอน โดยจะต้องมีการเก็บข้อมูลมาก่อนเพื่อนำมาพิจารณาในการออกแบบ การควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบดังกล่าวจะสามารถแก้ไขปัญหาการจราจรที่มีความหนาแน่นในทุกทิศทางได้ดี แต่สำหรับสภาพการจราจรที่มีทางเอกและทางโทจะทำให้การควบคุมสัญญาณไฟจราจรมีประสิทธิภาพต่ำเพราะจะต้องให้สัญญาณไฟจราจรตามรอบเวลาที่กำหนดเอาไว้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบกระตุ้นด้วยยานพาหนะ (Vehicle Actuated: VA) คือ ยานพาหนะในทางเอกสามารถผ่านได้ตลอดเวลาเมื่อไม่มียานพาหนะมารอที่ทางโท แต่เมื่อมียานพาหนะมารอในทางโทจะเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจรให้ยานพาหนะในทางโทสามารถผ่านไปได้ ซึ่งเหมาะสมสำหรับการควบคุมสัญญาณไฟจราจรที่มียานพาหนะในทางโทมีปริมาณการจราจรที่ต่ำ การควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบ VA นี้จะให้ประสิทธิภาพมากกว่าแบบกำหนดเวลาคงที่

การตรวจจับว่ามียานพาหนะอยู่หรือไม่ เป็นหัวใจสำคัญของระบบ VA นี้ วิธีการตรวจจับยานพาหนะที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือการใช้ Loop Detector ซึ่งอาศัยคุณสมบัติการเปลี่ยนค่าความเหนี่ยวนำของ Loop ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวงจรกำเนิดความถี่ เมื่อค่าความเหนี่ยวนำของ Loop เปลี่ยนไปเนื่องจากยานพาหนะ ค่าความถี่ที่ได้จากวงจรกำเนิดความถี่ก็จะเปลี่ยนไปด้วย การตรวจนับความถี่ที่เปลี่ยนไปกระทำได้โดยใช้วงจรที่สามารถทำการคำนวณได้อย่างซับซ้อน เช่น Digital Signal Processing: DSP เพื่อคำนวณหาค่า FFT ของวงจรเพื่อทำการเปรียบเทียบและตัดสินใจว่าขณะนี้มียานพาหนะอยู่หรือไม่

นอกจากการใช้ Loop Detector แล้ว ปัจจุบันยังมีการนำเอาเทคนิค Digital Image Processing มาใช้ทำการประมวลผลภาพที่ได้จากกล้องที่จับอยู่บนถนน เพื่อตัดสินใจว่าในขณะนี้มียานพาหนะอยู่หรือไม่ หรือแม้กระทั่งใช้ Fiber Optic Sensors วางบนถนนเพื่อตรวจจับรถที่วิ่งผ่าน อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงความทนทานและราคาของตัวตรวจจับแล้วจะพบว่า Loop Detectors ยังมีความได้เปรียบระบบอื่นอยู่มาก

เนื่องจากระบบนี้ต้องทำงานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทั้งชีวิตและทรัพย์สินของคนหมู่มาก ความทนทานและความเชื่อถือได้ของระบบมีความสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณาในลำดับต้นๆ ทั้งที่ต้องทนทานต่อสภาพการใช้งานตามปกติ เช่น การที่ตัวตรวจจับต้องถูกยานพาหนะวิ่งทับอยู่เป็นประจำ การทนทานต่ออุณหภูมิที่สูงกว่าปกติเมื่อต้องทำงานอยู่กลางแดด เป็นต้น และต้องทนต่อสภาพการใช้งานที่ไม่ปกติ เช่น

สภาพแรงดันไฟฟ้าที่สูงหรือต่ำกว่าปกติ ซึ่งบ่อยครั้งจะพบว่าผู้ออกแบบจะคำนึงถึงแต่สภาพการณ์ที่ปกติเท่านั้น ซึ่งเมื่อมีเหตุการณ์ที่ไม่ปกติเกิดขึ้นปรากฏว่าระบบทำงานล้มเหลวอย่างสิ้นเชิง หรือแม้กระทั้งอาจก่อให้เกิดความเสียหายอย่างคาดไม่ถึงในลำดับต่อมา

1.2 วัตถุประสงค์

1. พัฒนา (สร้าง) เครื่องต้นแบบระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบกระตุ้นด้วยยานพาหนะ โดยใช้อุปกรณ์ประมวลสัญญาณซึ่งมีความไว และเสถียรภาพสูง สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี
2. พัฒนา (สร้าง) ส่วนตรวจจับ (Detector) ยานพาหนะประเภท Loop Detector เพื่อใช้ร่วมกับระบบควบคุมที่ได้พัฒนาขึ้น โดยส่วนตรวจจับนี้ต้องมีความไวเพียงพอที่จะใช้สำหรับตรวจจับยานพาหนะประเภทรถจักยานยนต์ได้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- ตัวตรวจจับที่ใช้จะเป็น Loop Detector ทั้งนี้เนื่องจากเป็นที่นิยม มีความทนทาน และราคาถูก
- ส่วนควบคุมต้องมีการป้องกันไม่ให้เกิดเหตุการณ์ที่เป็นอันตราย เช่น ให้ไฟเขียวทุกด้าน
- มีการป้องกันจากอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากฟ้าฝ่า เช่น การแยก Loop Detector ของจากวงจร
- มีความสามารถพื้นฐาน เช่นสามารถเปลี่ยนความถี่ได้ในช่วง 50 kHz เพื่อป้องกันการรบกวนกัน หรือตั้งระดับความไวในการตรวจจับได้

1.4 ขั้นตอนการวิจัย

- สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- ศึกษาข้อมูลทางเทคนิคของอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้
- พัฒนาส่วนควบคุมที่มีความสามารถตามต้องการ และมีความปลอดภัยภายใต้เงื่อนไขที่ต้องการ
- พัฒนาส่วนตรวจจับที่มีความไว และมีความปลอดภัยภายใต้เงื่อนไขที่ต้องการ
- ติดตั้งระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรที่ออกแบบเพื่อควบคุมสัญญาณไฟจราจร
- ติดตั้งขดลวดเหนี่ยวนำใต้พื้นถนนตรงจุดบริเวณทางโท โดยใช้ตัวตรวจจับยานพาหนะที่ออกแบบเป็นตัวตรวจสอบยานพาหนะ
- ทำการทดสอบวัดค่าความถี่ที่เปลี่ยนไปกับยานพาหนะแบบต่างๆ
- วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ

1.5 ประโยชน์ที่คิดว่าจะได้รับ

1. ได้ระบบควบคุมสัญญาณไฟแบบกึ่งอัตโนมัติที่ให้ประสิทธิภาพการทำงานที่ดีกว่าระบบเดิม
2. ได้ตัวตรวจจับยานพาหนะที่สามารถทำงานร่วมกับระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร
3. ได้ตัวตรวจจับยานพาหนะที่สามารถตรวจจับยานพาหนะขนาดเล็กได้
4. เพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมสัญญาณไฟจราจร โดยสามารถตรวจจับปริมาณการจราจรได้
5. ลดการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ