# บทที่ 4

## บทวิจารณ์ (Discussions)

ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งขั้นตอนในการการทำงานออกเป็น 3 ส่วนหลัก โดยแต่ละขั้นตอนสามารถวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบกับวิธีการจำแนกประเภทยานพาหนะด้วยวิธีการอื่นๆ ดังนี้

### 4.1 ผลการทดลองในส่วนของการรับภาพจากกล้องวีดีทัศน์

ในการเลือกภาพยานพาหนะจากข้อมูลนำเข้าซึ่งเป็นภาพที่รับมาจากกล้องวีดีทัศน์ โดยจะต้องเลือกภาพที่มีภาพยานพาหนะอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม นั่นคือ จะต้องปรากฏภาพยานพาหนะที่แสดงวงล้อของยานพาหนะอย่างน้อยสองวงล้อ (วงล้อหน้าและวงล้อหลัง) ดังนั้นในการเลือกภาพให้ได้ตำแหน่งยานพาหนะตามที่ต้องการ ข้อมูลที่รับมาจากกล้องวีดีทัศน์ต่อหนึ่งวินาทีจะต้องมีจำนวนเฟรมที่มากพอเพื่อให้สามารถเลือกภาพยานพาหนะตรงตำแหน่งที่ต้องการ สำหรับงานวิจัยนี้ใช้ภาพจากด่านตรวจ ทำให้ความเร็วของยานพาหนะไม่สูงมากนัก จากการรับภาพจากกล้องวีดีทัศน์มีอัตราการส่งภาพที่ 24 ภาพต่อวินาทีและจากขอบภาพด้านซ้ายถึงเส้นตรวจยานพาหนะเท่ากับ 50 เซนติเมตร ในการคำนวณจะได้ความเร็วของยานพาหนะ ไม่เกิน 43.2 กิโลเมตรต่อชั่วโมงในภาพแรกหลังจากจะต้องเว้นเวลาประมาณ 6 วินาที ถึงจะพร้อมสำหรับภาพยานพาหนะต่อไป และระหว่างยานพาหนะแต่ละคันจะต้องมีช่องว่างในการตรวจสอบเพื่อจะเริ่มการประมวลผลจำแนกประเภทในภาพต่อไป

ในการเลือกภาพที่มียานพาหนะอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการจะตรวจสอบคือ เส้นแนวตั้งห่างจากขอบภาพด้านซ้าย 50 เซนติเมตร ค่าในเส้นตรวจมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าค่าเทรชโฮลด์ (Threshold) หรือไม่ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าเทรชโฮลด์ 20 ภาพต่อเนื่องจึงจะถือว่ามีภาพยานพาหนะอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ และในการปรับปรุงเส้นตรวจสอบตำแหน่งยานพาหนะในภาพ จะใช้วิธีปรับปรุงเป็นค่าปัจจุบันตลอดเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าค่าเทรชโฮลด์

### 4.2 ผลการทดลองในส่วนของการค้นหาข้อมูลสำคัญของยานพาหนะ

ในการค้นหาลักษณะสำคัญของยานพาหนะที่ใช้ในการจำแนกประเภทของยานพาหนะของงานวิจัยนี้ จะเป็นการตรวจหาจุดศูนย์กลางของวงล้อและรัศมีของวงล้อยานพาหนะ ซึ่งประสิทธิภาพของการตรวจหาข้อมูลดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับความคมชัดของเส้นขอบที่หาได้ในภาพ สำหรับการตรวจหาจุดศูนย์กลางของวงล้อและรัศมีของวงล้อยานพาหนะด้วยวิธีการแปลงฮัฟ จะต้องใช้เวลานานในการทำงานเนื่องจากจะต้องมีการโหวตทุกพิกเซลภายในภาพเพื่อพิจารณาหาตำแหน่งที่เป็นจุดศูนย์กลางของล้อยานพาหนะ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงลดจำนวนพิกเซลในการพิจารณาหาตำแหน่งที่เป็นจุดศูนย์กลางของล้อยานพาหนะ คือกำหนดบริเวณที่จะเกิดวงล้อยานพาหนะในภาพ

การปรับปรุงภาพก่อนที่จะหาลักษณะสำคัญของยานพาหนะ โดยการทำ Histogram Equalization จะทำการกำหนดบริเวณเฉพาะบริเวณที่จะเกิดวงล้อยานพาหนะในภาพ ทำให้การกระจายระดับความสว่างของภาพดีขึ้น เพราะไม่ต้องเฉลี่ยกับข้อมูลบริเวณอื่นในภาพที่ไม่เกี่ยวข้องกัน

### 4.3 ผลการทดลองการจำแนกประเภทยานพาหนะด้วยฟัซซี่เคมีน

ในการจำแนกประเภทยานพาหนะด้วยฟัซซี่เคมีน ซึ่งมีการแบ่งกลุ่มข้อมูลเพื่อใช้ในการสร้างกฎของฟัซซี่ของยานพาหนะในแต่ละประเภทจะแบ่งออกเป็นหลายกลุ่ม ซึ่งข้อมูลแต่ละกลุ่มที่ได้รับการแบ่งจะไม่มีการซ้อนทับกับข้อมูลของยานพาหนะในประเภทอื่น ทำให้มีข้อดีคือ ข้อมูลต้นแบบจะมีการจำแนกประเภทได้ถูกต้องร้อยละ 100 ซึ่งประสิทธิภาพการจำแนกประเภทยานพาหนะขึ้นอยู่กับการครอบคลุมของข้อมูลตัวอย่างที่นำมาใช้ในการสร้างกฎของฟัซซี่

### 4.4 ผลการทดลองในการใช้ภาพเคลื่อนไหวเป็นข้อมูลนำเข้า

ในการทดลองโดยใช้ภาพเคลื่อนไหวเป็นข้อมูลนำเข้าจะสามารถจำแนกประเภทานพาหนะได้ถูกต้อง 135 คัน หรือร้อยละ 81.81 จากจำนวนยานพาหนะที่เคลื่อนที่ทั้งหมด 165 คัน โดยไม่สามารถจำแนกประเภทได้ 25 ภาพ และมีการตรวจสอบไม่ทัน 5 ภาพ สาเหตุที่มีความถูกต้องในการจำแนกประเภทยานพาหนะน้อยกว่าภาพนิ่ง เพราะไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของยานพาหนะที่วิ่งผ่านกล้องวีดีทัศน์ได้ ทำให้ยานพาหนะบางคันผ่านโดยที่โปรแกรมยังไม่ได้ตรวจจับภาพเพราะโปรแกรมประมวลผลภาพยานพาหนะคันหน้ายังไม่เสร็จ ซึ่งแสดงภาพตัวอย่างการจับเวลาในภาพที่ 4.1 การจับเวลาเริ่มจับตั้งแต่เมื่อยานพาหนะคันแรกผ่านเส้นตรวจจับตำแหน่งจนกระทั้งยานพาหนะ

คันต่อมาผ่านเส้นตรวจจับตำแหน่ง จากการจับเวลาภาพ Car33 และภาพ Car34 ใช้เวลา 4.15 วินาที ซึ่งน้อยกว่าเวลาประมวลผลคือ 6 วินาที ทำให้การตรวจจับภาพยานพาหนะ Car34 ไม่ทันดังนั้น Car34 จึงไม่มีการประมวลผลจำแนกประเภทยานพาหนะ

ภาพที่ 4.1 ก ยานพาหนะ Car33 ผ่านเส้นตรวจจับตำแหน่ง

ภาพที่ 4.1 ข ยานพาหนะ Car33 Car34

ภาพที่ 4.1 ค ยานพาหนะ Car34

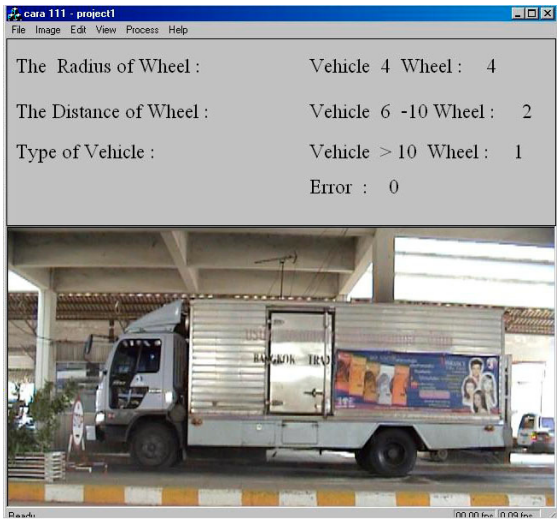
ภาพที่ 4.1 ง ยานพาหนะ Car34 ถึงเส้นตรวจตำแหน่ง

ภาพที่ 4.1 จับเวลาการเคลื่อนที่ของ ภาพ Car34 ที่ใช้เวลา 04.15 วินาทีในการผ่านเส้นตรวจจับตำแหน่ง

## 4.5 การวิเคราะห์ภาพที่ไม่สามารถจำแนกประเภทยานพาหนะได้

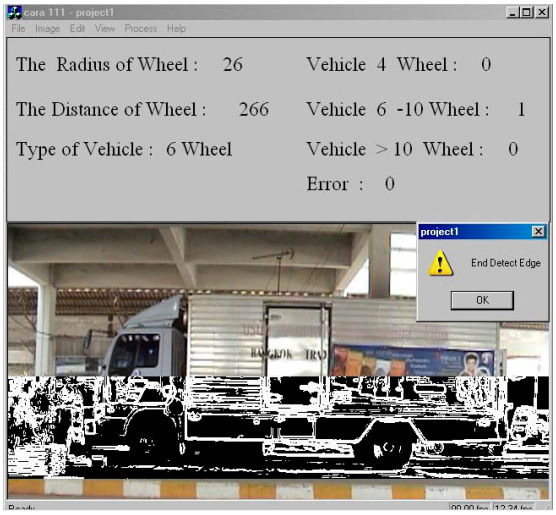
ในการทดลองจำแนกภาพยานพาหนะจำนวน 165 ภาพ ไม่สามารถจำแนกประเภทยานพาหนะได้ถูกต้องจำนวน 25 ภาพ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ไม่สามารถหาลักษณะสำคัญของยานพาหนะได้ คือไม่สามารถหาระยะห่างระหว่างล้อ และรัศมีวงล้อได้ โดยไม่สามารถหาจุดศูนย์กลางวงล้อได้ 18 ภาพ ใน 18 ภาพ หาจุดศูนย์กลางของวงล้อไม่ได้ทั้ง 2 ล้อ 7 ภาพ หาจุดศูนย์กลางของวงล้อได้ล้อเดียว 11 ภาพ และหาจุดศูนย์กลางของวงล้อได้แต่ไม่สามารถหารัศมีวงล้อได้ถูกต้อง 7 ภาพ ในการหาลักษณะสำคัญของยานพาหนะจะสามารถหาได้หรือไม่ จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของการหาเส้นขอบภาพ ซึ่งถ้าเส้นขอบวงล้อยานพาหนะไม่มีหรือไม่เป็นวงกลมก็ไม่สามารถหาระยะห่างระหว่างล้อและรัศมีวงล้อยานพาหนะได้ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง ภาพ Car111 เป็นภาพที่ไม่สามารถจำแนกประเภทยานพาหนะได้ ภาพ Car111 แสดงในภาพที่ 4.2 ไม่สามารถหาจุดศูนย์กลางของวงล้อได้ทั้ง 2 ล้อ



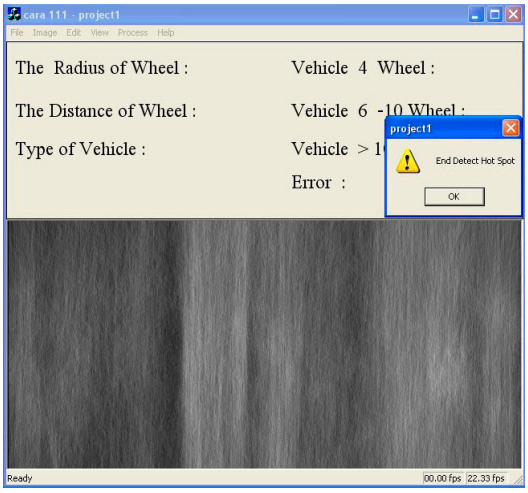

ภาพที่ 4.2 ภาพ Car111

ในการหาลักษณะสำคัญของยานพาหนะ จะทำการแปลงภาพเป็นภาพขาวดำและหาเส้นขอบผล ของการหาเส้นขอบจะชัดเจนหรือไม่ จะขึ้นอยู่กับความคมชัดของข้อมูลภาพ ภาพ Car111 เป็นภาพที่มีความคมชัดในบริเวณวงล้อยานพาหนะไม่ดี ทำให้ได้เส้นขอบของวงล้อไม่ดี ดังภาพที่ 4.3




ภาพที่ 4.3 ภาพการหาเส้นขอบบริเวณวงล้อยานพาหนะ Car111

เมื่อการหาเส้นขอบไม่ดีทำให้เมื่อใช้การแปลงฮัฟ หาจุดศูนย์การของวงล้อยานพาหนะไม่สามารถหาได้ เนื่องจากเมื่อไม่มีเส้นขอบของวงล้อ คะแนนในตารางโหวตมีค่าน้อย จากภาพ Car111 สามารถแสดงค่าในตารางโหวต ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ผลการโหวตหาจุดศูนย์กลางของวงล้อ ด้วยเทคนิคการแปลงฮัฟ ภาพ Car111

ถ้าคะแนนในตารางโหวตมากจะเกิดเป็นจุดขาวในภาพ จะสามารถหาจุดศูนย์กลางวงล้อได้ จากการวิเคราะห์ภาพทั้ง 25 ภาพ เป็นผลมาจากการหาเส้นขอบที่ได้มีเส้นขอบของวงล้อไม่เป็นวงกลมหรือมีการขาดของเส้นมาก และเกิดจากการที่ไม่สามารถหารัศมีของวงล้อได้ถูกต้อง เป็นผลให้การจำแนกประเภทผิดพลาด ผลการทดลองทั้ง 25 ภาพ ดูได้จาก ภาคผนวก ข

**4.6 ประสิทธิภาพของระบบ**

การทำงานของระบบสามารถรับภาพจากกล้องวีดีทัศน์ที่ 24 ภาพต่อวินาทีและจากขอบภาพด้านซ้ายถึงเส้นตรวจยานพาหนะเท่ากับ 50 เซนติเมตร ในการคำนวนจะได้ความเร็วของยานพาหนะที่ ไม่เกิน 43.2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เนื่องจากรถ 1 คัน ต้องใช้เวลาประมวลผลมากที่สุด 5.25 วินาที และมีช่องว่างระหว่างยานพาหนะ ดังนั้นยานพาหนะจะต้องทิ้งช่วงประมาณ 6 วินาทีใน 1 ชั่วโมง จะสามารถตรวจยานพาหนะได้ประมาณ 600 คัน