บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้มีการวิจัยในระบบการนำทางเป็นจำนวนมาก โดยยังไม่มีระบบใดที่จะมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง เช่นในระบบการควบคุมรถอัตโนมัติ ซึ่งหมายถึงระบบการขับรถที่ไม่ใช้คนขับ งานวิจัยส่วนใหญ่ให้ความสนใจกับการนำภาพที่ได้จากกล้องมาวิเคราะห์หาเส้นทางด้วยระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปใช้ในระบบการควบคุมรถอัตโนมัติ มีเทคนิคมากมายในการวิเคราะห์ภาพเพื่อหาเส้นทาง ซึ่งประสบความสำเร็จภายใต้สภาพแวดล้อมที่ถูกควบคุมภายในห้องทดลอง แต่จากเทคนิคดังกล่าวไม่พอเพียงที่จะนำไปใช้แก้ปัญหาในสภาพแวดล้อมจริง เนื่องจากภายใต้สภาพแวดล้อมจริงเต็มไปด้วยการเปลี่ยนแปลงของแสงสว่างต่างๆ ที่คาดเดาไม่ได้ ถนนในลักษณะต่างๆ เช่นถนนลาดยาง ถนนคอนกรีต และถนนที่เป็นดิน เป็นต้น ตลอดจนอุปสรรคจากสภาพถนนแบบต่างๆ ได้แก่ ถนนเปียก ถนนที่มีรอยเปื้อน ถนนที่มีเงาของต้นไม้ หรือหญ้าปรากฏ เป็นต้น

ดังนั้นการวิเคราะห์ภาพเพื่อหาเส้นทางในโลกของความเป็นจริง เป็นเรื่องที่ใหญ่และมีขอบเขตของงานวิจัยที่กว้างมาก ซึ่งมีการนำเทคนิคและวิธีการต่างๆ มากมายมาใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว เพื่อให้เกิดความเข้าใจภาพและหาเส้นทางที่ถูกต้องภายใต้สภาวะที่เป็นอุปสรรคต่าง ๆ จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า Crisman and Thorpe [2] เสนอการใช้อัลกอริทึม (Algorithm) Unsupervised Culstering Applied to Road Following เรียกย่อว่า UNSCARF ใช้ตรวจหาแนวถนนที่ไม่มีโครงสร้างที่แน่นอน โดยไม่มีเส้นที่แสดงขอบทางบนถนน แต่มีเงาต้นไม้และรอยต่างๆ ปรากฏบนผิวถนนเป็นต้น รายละเอียดของ UNSCARF ประกอบด้วยการนำภาพสีขนาด 480×512 จุดภาพ ที่ได้จากกล้องมาลดขนาดของภาพให้มีขนาด 60×64 จุดภาพ เพื่อลดเวลาในการประมวลผล โดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบ่งแยกกลุ่มจุดภาพ (Pixel) ในภาพ ซึ่งพิจารณาจากสีและตำแหน่ง แล้วนำไปตัดขอบระหว่างกลุ่มจุดภาพ จากนั้นนำเส้นขอบที่ได้ไปเปรียบเทียบกับรูปแบบถนนที่มีอยู่ เพื่อให้ได้รูปแบบที่เหมาะสมที่สุดแล้วนำไปแทนที่ในรูปก็จะได้แนวถนนในการนำทางรถ, Kahn et al. [5] พัฒนาอัลกอริทึมการหาเส้นที่รวดเร็ว (Fast Line Finder) เรียกย่อว่า FLF สำหรับการมองเห็น

เพื่อนำทางหุ่นยนต์ ใช้การตัดเส้นที่รวดเร็วอาศัยหลักการของการเกรเดียนต์ (Gradient) โดยให้ความสนใจส่วนของการทำรหัสให้เหมาะที่สุด และกระบวนการเลือก โดยประมวลผลในส่วนที่คาดว่าจะเป็นเส้นขอบของถนน พิจารณาจากขนาด และทิศทางของการเกรเดียนต์ และความยาวของเส้น เส้นที่ยาวจะเป็นส่วนที่แสดงขอบถนนและมีจำนวนที่น้อยกว่าเส้นอื่นๆ ซึ่งลดจำนวนส่วนที่ต้องประมวลผล ทำให้ลดเวลาในการประมวลผลลงอย่างมาก, Kluge and Johnson [6] เสนอการพัฒนาอัลกอริทึมของระบบการมองเห็นสำหรับการตรวจหาและติดตามขอบทางบนถนนที่ทำเครื่องหมายด้วยการทาสีภายใต้สภาพแวดล้อมการเปลี่ยนแปลงของแสงและสภาพดินฟ้าอากาศ ภาพของเส้นแถบสีที่แสดงขอบทางบนถนนได้จากกล้องที่ติดบนรถพ่วงอยู่ด้านหลังรถ การหาขอบแถบสีพิจารณาค่าฮีสโทแกรมความเข้ม (Intensity Histogram) ในแต่ละภาพโดยเลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยน (Threshold) เพื่อใช้แยกจุดภาพส่วนของพื้นถนน หรือแถบสีบริเวณขอบแถบสีขาวหาโดยวิธีการประมาณค่า และแบ่งจุดบรรจบของเส้นที่ดูไกลออกไป ตลอดจนอาศัยคุณสมบัติของแถบสีขาวโดยพิจารณาจากค่าความกว้าง ความสว่าง และคอนแทรสต์ ที่ได้จากการทดสอบแล้วเก็บเป็นสถิติ เพื่อประโยชน์ในการแยกแยะส่วนของแถบสีออกจากพื้นถนน วิธีนี้เรียกว่าคุณลักษณะทางสถิติของภาพเครื่องหมายที่แสดงขอบทางจากการทาสี, Shigeki et al. [8] แสดงวิธีนำทางรถอัตโนมัติโดยใช้การรู้จำเส้นขาวที่วาดเส้นตามพื้น โดยใช้กล้องซีซีดีที่ติดตั้งบนตัวรถตรวจหาเส้นขาว โดยใช้ภาพระดับสีเทา (Gray – Level) 256 ระดับ กำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนใหม่ ในการตรวจหาเส้นสีขาวจากภาพเปรียบเทียบภาพที่ได้กับรูปแบบเส้นขาวที่รู้จำ ถ้าถูกต้องเลือกเส้นทางที่จะไปตามที่กำหนด โดยควบคุมล้อและมอเตอร์ของรถเพื่อเดินทาง ถ้ารูปแบบที่ได้ไม่ถูกต้องรถจะหยุดเพราะคิดว่ามีสิ่งกีดขวางอยู่ คำนวณค่าขีดเริ่มเปลี่ยนใหม่ ถ้าได้รูปแบบเส้นทางที่ถูกต้องรถก็จะเดินทางต่อ ถ้าไม่ได้รถก็จะหยุด แสดงว่ามีสิ่งกีดขาวจริง, Thomas et al. [10] ได้เสนอการวิเคราะห์ภาพเวลาจริง โดยพัฒนาสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ขนานให้สามารถวิเคราะห์ภาพเส้นทางจากกล้องซีซีดีที่ติดไว้ด้านหน้าของรถเพื่อวิเคราะห์หาแนวเส้นทางด้วยวิธีการตรวจหาขอบ (Edge Detection) ของถนน โดยหาขอบในระนาบภาพกับหาตำแหน่งขอบถนนในระนาบโลกจริง และการแบ่งส่วนพื้นผิว โดยพิจารณาจากความเข้มของจุดภาพ เพื่อหาพื้นที่ส่วนที่เป็นถนน ซึ่งวิธีการทั้งหมดนี้สามารถนำไปใช้ควบคุมการเดินรถบนเส้นทางได้ถูกต้อง แต่ให้คุณสมบัติที่ต่างกันและเกิดความผิดพลาดภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ต่างกัน

จากผลงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าเป็นการใช้เทคนิคต่างๆ เพื่อหาเส้นทางสำหรับรถอัตโนมัติ ได้แก่การตรวจหาขอบ โดยพิจารณาจากขนาดและทิศทางของการเกรเดียนต์ กำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่เหมาะสม เพื่อแยกแยะเส้นแถบสีออกจากพื้นถนน จะได้แนวขอบทางถนนที่ถูก

ต้อง ซึ่งวิธีดังกล่าวส่วนใหญ่จะใช้กับภาพระดับความเข้มสีเทา แต่ถ้าเป็นภาพสีจะใช้วิธีการแบ่งกลุ่มเพื่อแบ่งแยกกลุ่มจุดภาพ โดยพิจารณาจากค่าสีและตำแหน่ง เพื่อแยกแยะพื้นที่ส่วนที่เป็นถนนและส่วนที่ไม่ใช่ถนน จากงานวิจัยดังกล่าวจะพบปัญหาว่า การใช้วิธีการตรวจหาขอบในการหา เส้นทางภายใต้สภาพแวดล้อมการเปลี่ยนแปลงของแสง และเงาต่างๆ ที่ปรากฏบนพื้นผิวถนน เป็นไปไม่ได้ที่จะเลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนซึ่งแยกแยะขอบของสัญญาณรบกวนออกจากเส้นขอบมากมายที่แสดงในภาพได้ ดังนั้นการตรวจหาขอบไม่เพียงพอที่จะหาขอบทางที่ถูกต้องได้เนื่องจากความบกพร่องของภาพถนนที่ได้จะมีเส้นขอบเงาปรากฏรวมอยู่ด้วย ส่วนการใช้วิธีการแบ่งกลุ่มกับภาพสี เพื่อแบ่งแยกกลุ่มจุดภาพ โดยพิจารณาจากค่าสีและตำแหน่ง เพื่อแสดงพื้นที่ส่วนที่เป็นถนน ซึ่งเหมาะสมสำหรับถนนที่มีลักษณะเป็นทางตรง ถ้าเป็นถนนที่มีค่าความโค้งจะให้ผลได้ไม่ถูกต้อง วิธีนี้จะใช้เวลาในการประมวลผลมาก และต้องปรับตำแหน่งกล้องให้เหมาะสมตลอด เพื่อให้ได้ภาพถนนที่สัมพันธ์กับรูปแบบถนนที่มีในข้อมูล

ดังนั้นงานวิจัยนี้ ขอเสนอการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว เพื่อหาเส้นทางจากถนน 2 ช่องทางไป – กลับที่มีแนวเส้นสีขาวและสีเหลืองแสดงขอบทางบนผิวถนนแบบลาดยางและแบบคอนกรีต โดยถนนมีระดับที่เท่ากัน ตลอดจนความบกพร่องของแถบสีที่แสดงขอบทางที่เกิดขึ้นภายใต้สภาวะการเกิดเงาบนถนนจากต้นไม้ เสาไฟฟ้า อาคาร โดยความเข้มของเงาเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของแสงสว่างจากดวงอาทิตย์

1.2 สรุปสาระสำคัญและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Crisman and Thorpe [2] เสนอการใช้อัลกอริทึม UNSCARF ใช้ตรวจหาแนวถนนที่ไม่มีโครงสร้างที่แน่นอน โดยไม่มีเส้นที่แสดงขอบทางบนถนน แต่มีเงาต้นไม้และรอยต่างๆ ปรากฏบนผิวถนนเป็นต้น รายละเอียดของ UNSCARF ประกอบด้วยการนำภาพสีขนาด 480 × 512 จุดภาพ ที่ได้จากกล้องมาลดขนาดของภาพให้มีขนาด 60 × 64 จุดภาพ เพื่อลดเวลาในการประมวลผล โดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบ่งแยกกลุ่มจุดภาพในภาพ ซึ่งพิจารณาจากสีและตำแหน่ง แล้วนำไปตัดขอบระหว่างกลุ่มจุดภาพ จากนั้นนำเส้นขอบที่ได้ไปเปรียบเทียบกับรูปแบบถนนที่มีอยู่ เพื่อให้ได้รูปแบบที่เหมาะสมที่สุดแล้วนำไปแทนที่ในรูปก็จะได้แนวถนนในการนำทางรถ

Kahn et al. [5] พัฒนาอัลกอริทึม FLF สำหรับแนะนำการมองเห็นเพื่อนำทางหุ่นยนต์ ใช้การตัดเส้นที่รวดเร็วอาศัยหลักการของการเกรเดียนต์ และบริเวณโดยให้ความสนใจในส่วนของ

การทำรหัสให้เหมาะที่สุด และกระบวนการเลือก โดยประมวลผลในส่วนที่คาดว่าจะเป็นเส้นขอบของถนน พิจารณาจากขนาดและทิศทางของการเกรเดียนต์ และความยาวของเส้น เส้นที่ยาวจะเป็นส่วนที่แสดงขอบถนนและมีจำนวนที่น้อยกว่าเส้นอื่นๆ ซึ่งจะลดจำนวนส่วนที่ต้องประมวลผล ทำให้ลดเวลาในการประมวลผลลงอย่างมาก

Kluge and Johnson [6] เสนอการพัฒนาอัลกอริทึมของระบบการมองเห็นสำหรับการตรวจหา และติดตามขอบทางบนถนนที่ทำเครื่องหมายด้วยการทาสีภายใต้สภาพแวดล้อมการเปลี่ยนแปลงของแสง และสภาพดินฟ้าอากาศ ภาพของเส้นแถบสีที่แสดงขอบทางบนถนนได้จากกล้องที่ติดบนรถพ่วงอยู่ด้านหลังรถ การหาขอบแถบสีพิจารณาค่าฮีสโตแกรมความเข้ม ในแต่ละภาพโดยเลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยน เพื่อใช้แยกจุดภาพส่วนของพื้นถนนหรือแถบสีบริเวณขอบแถบสีขาวหาโดยการประมาณค่าและแบ่งจุดบรรจบของเส้นที่คู่ไกลออกไป ตลอดจนอาศัยคุณสมบัติของแถบสีขาว โดยพิจารณาจากค่าความกว้าง ความสว่าง และคอนแทรสต์ ที่ได้จากการทดสอบแล้วเก็บเป็นสถิติเพื่อประโยชน์ในการแยกแยะส่วนของแถบสีออกจากพื้นถนน วิธีการนี้เรียกว่าคุณลักษณะทางสถิติของคุณลักษณะของภาพเครื่องหมายที่แสดงขอบทางจากการทาสี

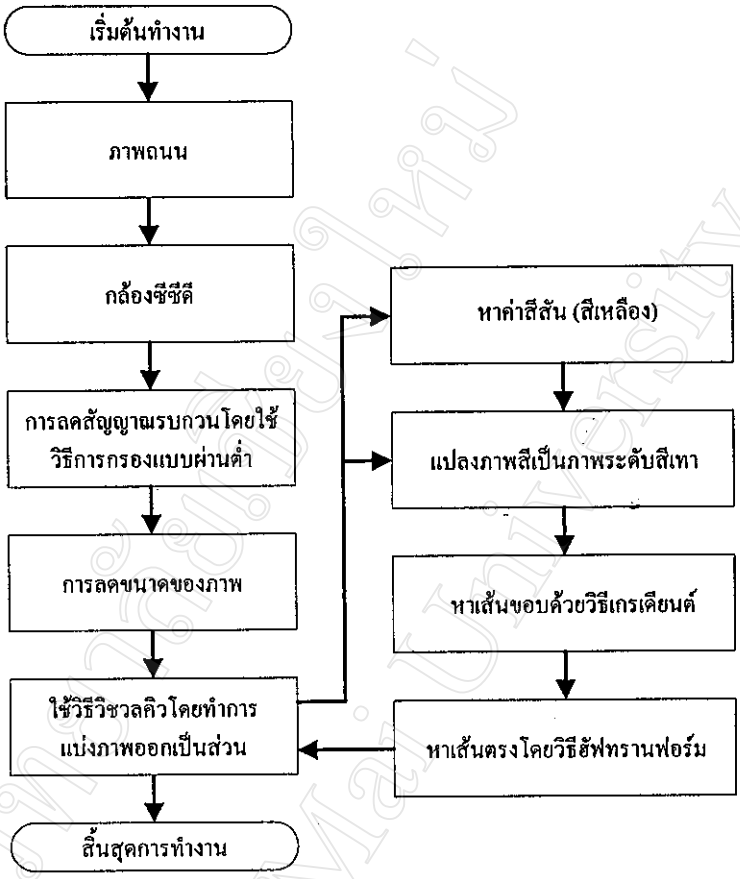
Shigeki et al. [8] แสดงวิธีนำทางรถอัตโนมัติโดยใช้การรู้จำเส้นขาวที่วาดเส้นตามพื้นโดยใช้กล้องซีซีดีที่ติดตั้งบนตัวรถตรวจหาเส้นขาว โดยใช้ภาพระดับสีเทา 256 ระดับ กำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนใหม่ในการตรวจหาเส้นสีขาวจากภาพ เปรียบเทียบภาพที่ได้กับรูปแบบเส้นขาวที่รู้จำถ้าถูกต้องเลือกเส้นทางที่จะไปตามที่กำหนด โดยควบคุมล้อและมอเตอร์ของรถเพื่อเดินทาง ถ้ารูปแบบที่ได้ไม่ถูกต้องรถจะหยุดเพราะคิดว่ามีสิ่งกีดขวางอยู่ คำนวณค่าขีดเริ่มเปลี่ยนใหม่ ถ้าได้รูปแบบเส้นทางที่ถูกต้องรถก็จะเดินทางต่อ ถ้าไม่ได้รถก็จะหยุดแสดงว่ามีสิ่งกีดขวางจริง

Thomas et al. [10] ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์ภาพเวลาจริง โดยพัฒนาสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ขนานให้สามารถวิเคราะห์ภาพถ่ายเส้นทางจากกล้องซีซีดีที่ติดไว้ด้านหน้าของรถเพื่อวิเคราะห์หาแนวเส้นทางด้วยวิธีการตรวจหาขอบถนน โดยหาขอบในระนาบภาพกับหาตำแหน่งขอบถนนในระนาบโลกจริง และการแบ่งส่วนพื้นผิว โดยพิจารณาจากความเข้มของจุดภาพ เพื่อหาพื้นที่ส่วนที่เป็นถนน ซึ่งวิธีการทั้งหมดนี้สามารถนำไปใช้ควบคุมการเดินรถบนเส้นทางได้ถูกต้อง แต่ให้คุณสมบัติที่ต่างกันและเกิดความผิดพลาดภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ต่างกัน

1.3 หลักการและเหตุผลในการแก้ปัญหา

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้เสนอการตรวจหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว โดยนำกล้องซีซีดีไปใช้ถ่ายภาพถนนภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด จากนั้นนำภาพถ่ายสีจากกล้องซีซีดีมาจัดเก็บในเครื่องคอมพิวเตอร์อย่างเป็นหมวดหมู่ เพื่อนำไปใช้ในการประมวลผลภาพ โดยลดขนาดของภาพให้มีขนาดที่เล็กลง เพราะต้องการลดเวลาในการประมวลผล จากนั้นใช้วิธีวิชวลคิวแบ่งภาพออกเป็นส่วนย่อย และแต่ละส่วนย่อยประมวลผลดังนี้ ขั้นตอนแรกนำภาพสีส่วนย่อยส่วนที่หนึ่งมาแปลงเป็นภาพระดับสีเทา และหาค่าสีสันจากภาพสีส่วนย่อยส่วนที่หนึ่ง เพื่อหาส่วนที่แสดงแถบสีที่แสดงขอบทางบนถนนออกจากพื้นผิวถนน ด้วยการพิจารณาค่าสีสัน โดยพิจารณาแถบที่แสดงขอบทางสีเหลือง จุดภาพที่แสดงเส้นขอบทางสีเหลืองถูกกำหนดให้เป็นสีขาวและแสดงลงในภาพระดับสีเทาส่วนย่อยส่วนที่หนึ่ง จากนั้นนำภาพที่ได้มาหาขอบด้วยการเกรเดียนต์ขนาด กำหนดขีดเริ่มเปลี่ยนส่วนที่เป็นขอบแสดงด้วยจุดภาพสีขาว ส่วนอื่นๆ เป็นสีดำ เพื่อให้ได้เส้นขอบที่บางลง จึงนำมาหาขอบด้วยการเกรเดียนต์ทิศทางอีกครั้ง กำหนดช่วงทิศทางที่ต้องการให้แสดงขอบด้วยสีเหลือง ส่วนอื่นๆ กำหนดเป็นสีดำ เมื่อได้ภาพที่แสดงเส้นขอบของแถบที่แสดงขอบทางบนถนนและขอบที่แสดงส่วนอื่นๆ เช่นขอบที่เกิดจากไหล่ทาง เสาไฟฟ้า อาคาร ตลอดจนความบกพร่องของแถบสีที่แสดงขอบทางที่เกิดขึ้นภายใต้สภาวะการเกิดเงาบนถนนจากต้นไม้ เสาไฟฟ้า อาคาร โดยความเข้มของเงาเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ที่ปรากฏบนถนน ดังนั้นขอบที่แสดงขอบทางอาจมีความบกพร่องคือไม่มีความต่อเนื่อง และมีจำนวนมาก ดังนั้นจึงใช้วิธีฮัฟทรานฟอร์ม (Hough Transform) เพื่อแยกแยะและหาเส้นขอบที่แสดงขอบทางที่ถูกต้อง โดยพิจารณาจาก ทิศทาง และความยาว และลากเส้นเชื่อมจุดภาพให้ได้ขอบของแถบที่แสดงขอบทางถนนที่สมบูรณ์และถูกต้อง ทำการประมวลผลซ้ำจนกว่าจะครบทุกส่วนย่อย เมื่อครบทุกส่วนย่อย นำแต่ละส่วนย่อยมาร่วมเข้าด้วยกัน เพื่อแสดงขอบของแถบที่แสดงขอบทางบนถนนได้อย่างถูกต้องเหมาะสม จากนั้นนำภาพจากกล้องมาประมวลผลต่อไป ดังแสดงบล็อกไดอะแกรมการตรวจหาขอบขอบทางโดยวิธีวิชวลคิวในรูปที่ 1.1

ในงานวิจัยนี้สีของภาพถ่ายถนนเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของถนน เงารูปแบบต่างๆ ที่ปรากฏบนผิวถนน ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไปในแต่ละเวลา ดังนั้นเพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่ใช้กำหนดขีดเริ่มเปลี่ยนในส่วนต่างๆ จึงมีการทดลองกับภาพจำนวนมากในสภาพดังกล่าวเพื่อเก็บข้อมูล



รูปที่ 1.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว

ภาพถ่ายที่ใช้ในการวิจัยเพื่อทดสอบความเป็นไปได้ในการทำงานของโปรแกรมการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางบนผิวถนนแบบลาดยางและแบบคอนกรีตที่ปรากฏเงาต้นไม้บนถนน โดยเริ่มถ่ายภาพเวลา 7.00 – 17.00 น. ทุกระยะ 1 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังรวมถึงภาพถ่ายที่แสดงลักษณะของเงาแบบต่างๆ ที่ปรากฏบนผิวถนน ซึ่งเกิดจากต้นไม้ อาคาร และเสาไฟฟ้า เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ของโปรแกรมการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว เพื่อหาขอบทางบนถนนที่มีเงารูปแบบต่างๆ ปรากฏ และมีระดับความเข้มของเงาค่าต่างๆ กันไป ภาพถ่ายจำนวน 50 ภาพเพียงพอกับความต้องการในการทดสอบการทำงานของโปรแกรม เพราะครอบคลุมเงื่อนไขที่ต้องการ

1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.4.1 เพื่อนำความรู้ทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลภาพ มาแก้ปัญหาในงานวิเคราะห์ตรวจหาขอบทางบนถนนภายใต้สภาพแวดล้อมการเปลี่ยนแปลงของแสงและเงาที่ปรากฏบนพื้นผิวถนน

1.4.2 เพื่อออกแบบ และสร้างโปรแกรมการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว

1.4.3 เพื่อนำโปรแกรมไปทดสอบวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการตรวจหาขอบทางบนถนนโดยเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขต่างๆ ได้แก่ความยาวการแบ่งช่วงถนน ขั้นตอนก่อนการประมวลผล และขั้นตอนประมวลผล

1.5 ขอบเขตของการศึกษาวิจัย

1.5.1 รูปแบบถนนในการทดสอบคือถนน 2 ช่องทางไป – กลับ ที่มีแนวเส้นสีขาวและสีเหลืองแสดงขอบทางบนผิวถนนแบบลาดยางและแบบคอนกรีต โดยถนนมีระดับที่เท่ากัน ตลอดจนความบกพร่องของแถบสีที่แสดงขอบทางที่เกิดขึ้นภายใต้สภาวะการเกิดเงาบนถนนจากต้นไม้ เสาไฟฟ้า อาคาร โดยความเข้มของเงาเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ ใช้ภาพสีที่ได้จากกล้องซีซีดี ซึ่งแสดงตัวอย่างถนนในสภาวะต่างๆ จำนวน 50 ภาพ เพื่อนำมาใช้ในการทดสอบการทำงานของโปรแกรมการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว

1.5.2 ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว สำหรับการทดสอบหาขอบทางบนถนนที่มีรูปแบบดังแสดงในข้อ 1.5.1

1.5.3 การวัดผลหาค่าความถูกต้องพิจารณาจากแนวเส้นที่แสดงขอบทางบนถนนด้วยโปรแกรมการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว แล้วนำมาเปรียบเทียบกับภาพถ่ายที่ได้จากกล้องซีซีดี

1.5.4 หาค่าความเร็วในการประมวลผลของโปรแกรมการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว

1.6 ขั้นตอนการทำวิจัย

1.6.1 ศึกษาทฤษฎีการประมวลผลภาพและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

1.6.2 ศึกษาการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาเดลไฟล์บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

1.6.3 กำหนดขั้นตอนการทำงานและผังงาน (Flowchart) ของโปรแกรม

1.6.4 เขียนโปรแกรมตามผังงานที่ได้ออกแบบ

1.6.5 ทดสอบการทำงานของโปรแกรมและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

1.6.6 วิเคราะห์วิจารณ์ผลการทดสอบของงานวิจัย

1.6.7 สรุปผลการวิจัย และแสดงข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาระบบต่อไป

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 นำทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลภาพ ไปใช้ในระบบการมองเห็น และประยุกต์ใช้ในระบบการขับรถที่ไม่มีคนขับในเวลาจริง

1.7.2 สามารถพัฒนาระบบการตรวจหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว สำหรับหาขอบทางบนถนนภายใต้สภาพแวดล้อมการเปลี่ยนแปลงของแสงและเงาที่ปรากฏบนพื้นผิวถนน

1.7.3 ได้ผลการวิจัยเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการวิเคราะห์หาขอบทางบนถนนที่สมบูรณ์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University