บทที่ 3

การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการตรวจจับเหตุการณ์รถหยุดผิดปกติบนถนนโดยใช้การประมวลผลภาพวีดิทัศน์แบบทันกาล

ในบทนี้เป็นการนำเสนอวิธีการตรวจจับรถหยุดผิดปกติบนถนน โดยการประมวลผลข้อมูลภาพที่ได้จากสัญญาณวีดิทัศน์ ภาพที่ได้จะเป็นภาพที่มองจากมุมสูงลงไปยังช่องจราจรที่ต้องการตรวจจับรถหยุดผิดปกติ ลักษณะของภาพที่ได้จะเป็นภาพฉายเปอร์สเปคทีฟ (Perspective) ซึ่งมีลักษณะลู่เข้า โดยที่บริเวณด้านล่างของภาพถนนจะกว้างกว่าเพราะอยู่ใกล้กล้องมากกว่า ส่วนบริเวณด้านบนของภาพเป็นบริเวณที่อยู่ไกลออกไป ดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 ภาพฉายเปอร์สเปคทีฟของถนน

3.1 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการตรวจจับเหตุการณ์รถหยุดผิดปกติ

การตรวจจับเหตุการณ์รถหยุดผิดปกติบนถนน จะใช้สัญญาณภาพที่ได้จากกล้องวีดิทัศน์ ซึ่งบันทึกภาพจากสภาพจราจรบนถนนจริง โดยสภาพจราจรบนถนนจริงนั้น มีหลายสภาพ ได้แก่ สภาพการจราจรคล่องตัว สภาพการจราจรหนาแน่น สภาพการจราจรติดขัด ทั้งนี้ สภาพการจราจรติดขัดในถนนมีได้หลายสาเหตุ เช่น การจราจรติดขัดเนื่องจากมีรถหนาแน่น การจราจรติดขัดเนื่องจากมีอุบัติเหตุกีดขวางหรือมีรถจอดเสียขวางช่องจราจร และสำหรับในการวิจัยนี้ รถหยุดผิดปกติ หมายถึง รถที่หยุดนิ่งเป็นเวลานานตามที่กำหนด คือ t วินาที ในขณะที่สภาพจราจรขณะนั้นอยู่ในสภาพที่รถคันนั้นควรวิ่งได้ตามปกติ โดยที่ค่า t วินาที อาจจะปรับเปลี่ยนตามความเหมาะสมได้ โดยสามารถจำแนกกรณีที่เกิดรถหยุดผิดปกติ ดังนี้

กรณีที่ 1 รถที่จอดอยู่นิ่ง ๆ

กรณีที่ 2 รถที่อยู่ในช่องจราจรที่ไม่มีสัญญาณไฟแดงและไม่มีการต่อแถวคอย หรือขณะที่ช่องจราจรด้านหน้าว่างแต่รถไม่สามารถวิ่งไปได้ เช่น รถเสีย รถจอดขวางช่องจราจร

กรณีที่ 3 รถชนกันและไม่สามารถวิ่งต่อไปได้

เมื่อตรวจจับได้เหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง จากเหตุการณ์ใน 3 กรณีข้างต้น โปรแกรมจะแจ้งเตือนว่าเกิดเหตุการณ์รถหยุดผิดปกติได้ทันกาล ในการวิจัยนี้ทันกาล หมายถึง การที่โปรแกรมสามารถตรวจสอบพบรถหยุดผิดปกติแล้วแจ้งเตือนได้ทันที

ขั้นตอนการตรวจจับเหตุการณ์รถหยุดผิดปกติบนถนนโดยใช้การประมวลผลภาพวีดิทัศน์แบบทันกาลมีขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

1) กำหนดบริเวณตรวจจับในช่องจราจรที่ต้องการตรวจจับ

2) อ่านข้อมูลภาพวีดิทัศน์จำนวน 1 เฟรม (เฟรมปัจจุบัน)

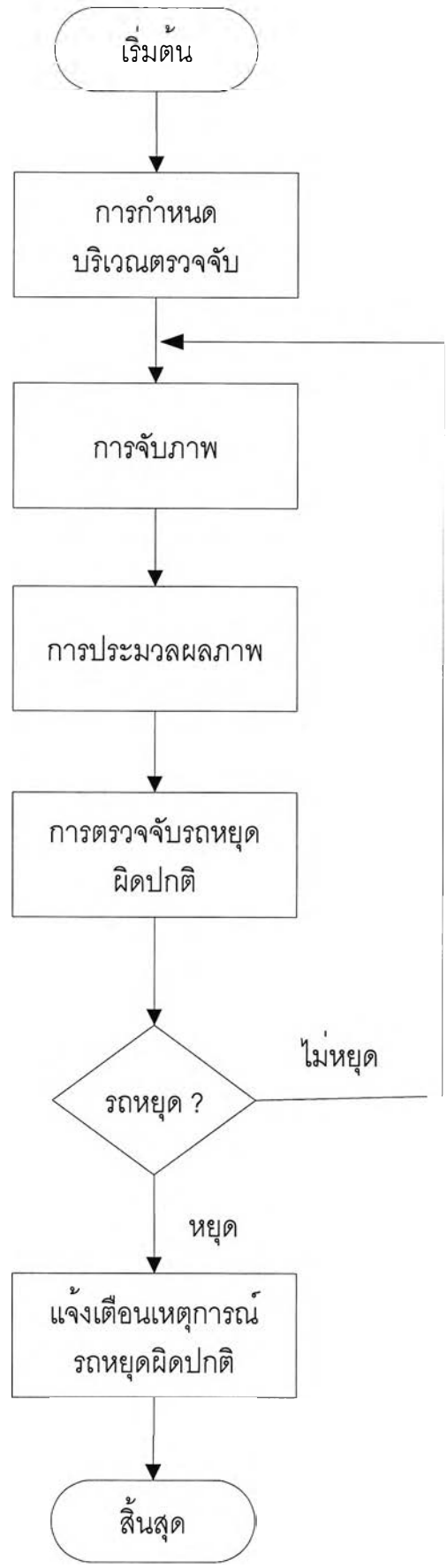
3) ประมวลผลภาพและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นในภาพเฟรมปัจจุบันด้วยการหาขอบของบริเวณตัวรถในบริเวณตรวจจับ ถ้าตรวจหาขอบรถได้แสดงว่ามีรถปรากฏอยู่ ถ้าตรวจหาขอบรถไม่ได้แสดงว่าไม่มีรถปรากฏอยู่ และแยกรถกับพื้นหลัง

4) ตรวจสอบการปรากฏของขอบหน้ารถในเฟรมปัจจุบันและเฟรมก่อนหน้าเพื่อเปรียบเทียบหาความเปลี่ยนแปลงของขอบหน้ารถ

5) อ่านข้อมูลภาพวีดิทัศน์เฟรมใหม่จำนวน 1 เฟรมและดำเนินการตามข้อ 3 และข้อ 4

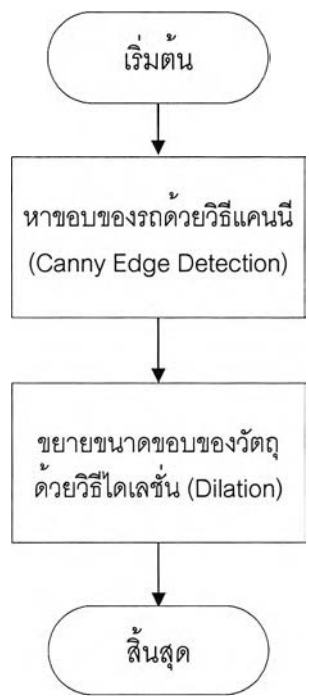
6) ถ้าขอบหน้ารถในในเฟรมปัจจุบันและเฟรมก่อนหน้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นเวลา t วินาที ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าเกิดรถหยุดผิดปกติ

7) ทำตามขั้นตอนที่ 5 และ 6 ต่อไปจนกว่าภาพวีดิทัศน์จะหมดหรือสั่งหยุดโปรแกรมโดยสามารถเขียนเป็นแผนผังแสดงการทำงานได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ผังแสดงการทำงานของโปรแกรม

รูปที่ 3.3 ผังแสดงการทำงานของการประมวลผลภาพ



รูปที่ 3.4 ผังแสดงการตรวจสอบการปรากฏของรถจากการพิจารณาขอบรถ

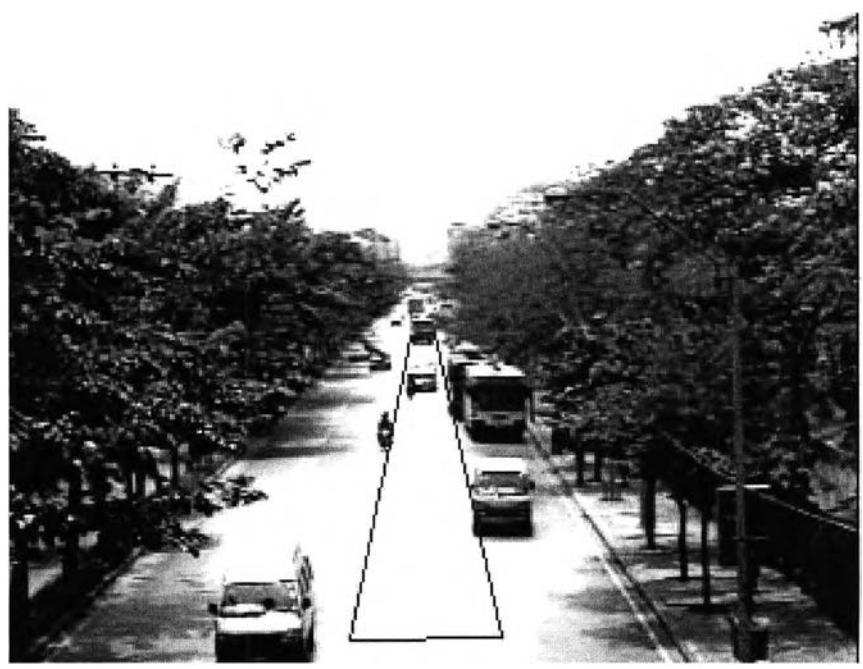
หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมตรวจจับเหตุการณ์รถหยุดผิดปกติบนถนนนั้น จะต้องเริ่มด้วยการตั้งค่าต่าง ๆ ก่อนที่ผู้ใช้จะสามารถตรวจจับรถหยุดผิดปกติได้ โดยกำหนดบริเวณตรวจจับ (บริเวณตรวจจับ คือ ช่องจราจรที่เราสนใจจะตรวจจับรถหยุดผิดปกติ) ที่ต้องการตรวจจับ 1 ช่องจราจร จากนั้นโปรแกรมจะประมวลผลภาพเฉพาะบริเวณตรวจจับ โดยจะตรวจสอบว่ามีรถในบริเวณตรวจจับหรือไม่ ด้วยการหาขอบของรถแล้วหาค่าโพรไฟล์การฉายเพื่อหาค่าความแตกต่างของบริเวณที่เป็นรถกับบริเวณที่เป็นถนน จากนั้นจะกำหนดเส้นตรวจสอบสำหรับสแกนจากด้านล่างของภาพไปด้านบน เพื่อพิจารณาขอบหน้ารถที่หยุดอยู่ที่เดิมเป็นเวลา t วินาที

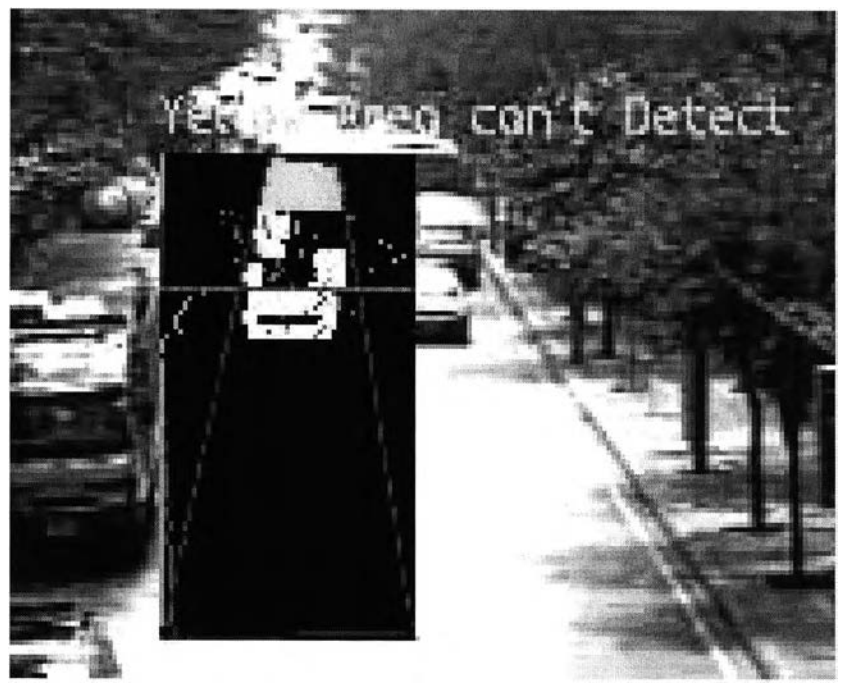
3.2.1 การกำหนดบริเวณตรวจจับ

โดยทั่วไปแล้วภาพวีดิทัศน์ที่จะนำมาประมวลผลมีขนาดใหญ่ทำให้ใช้เวลาในการประมวลผลภาพมาก ถ้าต้องการให้ใช้เวลาในการประมวลผลภาพเร็วขึ้นจะต้องลดจำนวนจุดภาพในการประมวลผลลง ดังนั้น เมื่อรับภาพวีดิทัศน์เข้ามาผู้ใช้จะต้องกำหนดบริเวณตรวจจับในช่องจราจรที่ต้องการตรวจจับเพียง 1 ช่องจราจร ซึ่งในการประมวลผลภาพจะประมวลผลเฉพาะในบริเวณตรวจจับที่กำหนด ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การกำหนดบริเวณตรวจจับรถหยุดผิดปกติ

ถ้าผู้ใช้กำหนดบริเวณตรวจจับที่มีระยะห่างจากกล้องมาก ทำให้ความกว้างของช่องจราจรด้านหลังมีขนาดน้อยเกินไป จะทำให้โปรแกรมไม่สามารถตรวจจับรถหยุดผิดปกติในบริเวณนั้นได้ ดังนั้น โปรแกรมจะมีข้อความเตือนว่า "Yellow area can't detect" และบริเวณที่ไม่สามารถตรวจจับได้นั้น จะถูกกำหนดเป็นสีเหลืองเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเห็นความแตกต่างได้ชัดเจน ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้กำหนดบริเวณที่ไม่สามารถตรวจจับได้

3.2.2 การประมวลผลภาพ

ในการตรวจจับเหตุการณ์รถหยุดผิดปกติบนถนนสำหรับงานวิจัยนี้ ได้กำหนดว่าจะสามารถตรวจจับเหตุการณ์รถที่หยุดผิดปกติได้ในเวลากลางวันที่มีแสงสว่างเพียงพอ โดยจะต้องตรวจหาการปรากฏของรถเพื่อแยกรถออกจากพื้นถนนในบริเวณที่ต้องการตรวจจับ ด้วยการตรวจหาการปรากฏของรถจากการพิจารณาขอบของรถ และหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของโพรไฟล์การฉายตามแนวนอนของรถสำหรับนำไปเปรียบเทียบกับค่าขีดแบ่งที่กำหนด (SD Threshold) เพื่อแยกรถกับพื้นหลังออกจากกัน โดยจะอธิบายรายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ของแต่ละวิธีดังต่อไปนี้

3.2.2.1 การตรวจสอบการปรากฏของรถจากการพิจารณาขอบรถ

จากการวิเคราะห์ภาพวีดิทัศน์เฉพาะบริเวณตรวจจับสังเกตได้ว่าแต่ละจุดภาพที่เป็นพื้นถนนจะมีค่าความเข้มแสงที่มีความใกล้เคียงกันมาก แต่ในขณะที่มีรถปรากฏอยู่จะทำให้เกิดความ

แตกต่างของค่าความเข้มแสงระหว่างพื้นถนนกับรถมาก ทำให้เกิดเป็นลักษณะขอบของรถขึ้นมา จึงทำให้สามารถแบ่งส่วนของรถออกจากพื้นถนนได้ จากสมมติฐานเบื้องต้นนี้เองจึงใช้ข้อมูลของขอบในการตรวจหาการปรากฏของรถ ซึ่งมีขั้นตอนย่อยดังนี้

3.2.2.1.1 การหาขอบของรถโดยใช้วิธีแคนนี

การตรวจหาขอบของรถโดยใช้วิธีแคนนี (Canny) เป็นวิธีการหาขอบที่มีประสิทธิภาพ เพราะสามารถแสดงขอบภาพที่มีอยู่จริงและสัญญาณรบกวนจะแสดงออกมาเป็นขอบน้อยที่สุด โดยเริ่มจากการแปลงภาพสีเป็นภาพระดับเทา จากนั้นจึงตรวจหาขอบภาพด้วยวิธีแคนนี ซึ่งการหาขอบโดยวิธีแคนนีนั้น ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอน คือ

1. นำภาพระดับเทามาทำภาพให้เรียบเพื่อขจัดสัญญาณรบกวน

2. หาเส้นขอบรถโดยใช้ตัวดำเนินการโซเบล

3. ทำเส้นขอบรถให้บางด้วยวิธีการกำจัดค่าที่ไม่มากสุดเพื่อกำจัดจุดภาพที่มีค่าระดับเทาต่ำกว่าจุดภาพใกล้เคียง

4. หาแนวเส้นขอบรถที่มีอยู่จริงโดยใช้การกำหนดค่าขีดแบ่ง 2 ค่า คือ ค่าขีดแบ่งต่ำสุดและค่าขีดแบ่งสูงสุด

ผลลัพธ์หลังจากการหาขอบของรถโดยวิธีแคนนีแล้ว จะได้ภาพลักษณ์ฐานสองแสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3.7

(ก) ภาพต้นฉบับ

(ข) ภาพหลังจากการหาขอบ

รูปที่ 3.7 ตัวอย่างการหาขอบของรถโดยใช้วิธีแคนนี

3.2.2.1.2 การขยายขนาดขอบรถโดยใช้วิธีไดเลชั่น

การขยายขนาดขอบรถเพื่อให้ขอบรถมีขนาดใหญ่ขึ้นด้วยวิธีไดเลชั่น (Dilation) เพื่อนำไปใช้หาโพรไฟล์การฉายตามแนวนอนในขั้นตอนต่อไป โดยถ้าจุดศูนย์กลางของส่วนประกอบโครงสร้างตรงกับค่า '1' ในภาพ ให้ดำเนินการด้วยตัวดำเนินการทางตรรกะออร์ (OR) ระหว่างภาพกับส่วนประกอบโครงสร้าง

ผลลัพธ์หลังจากการหาขยายขนาดขอบรถโดยวิธีไดเลชั่นแล้ว จะได้ภาพลักษณ์ฐานสองแสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3.8

(ก) ภาพต้นฉบับ

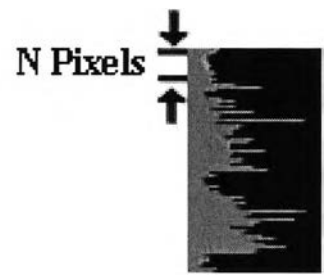
(ข) ภาพหลังจากการขยายขนาดเส้นขอบรถ

รูปที่ 3.8 ตัวอย่างการขยายขนาดเส้นขอบรถโดยใช้วิธีไดเลชั่น (Dilation)

3.2.2.1.3 **โพรไฟล์การฉายของภาพ**

หลังจากได้ขอบรถแล้วนำภาพที่ได้มาหาโพรไฟล์การฉายตามแนวนอนจากการหาจำนวนจุดภาพ โดยหาค่าเฉลี่ยความสูงจากการโพรไฟล์การฉายภาพทีละ 5 จุดภาพ (N = 5) ตามแนวตั้ง สำหรับนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3.9

(ก) ภาพต้นฉบับ



(ข) ภาพหลังจากการฉายโพรไฟล์ของรถ

รูปที่ 3.9 ตัวอย่างโพรไฟล์การฉายตามแนวนอนของรถ

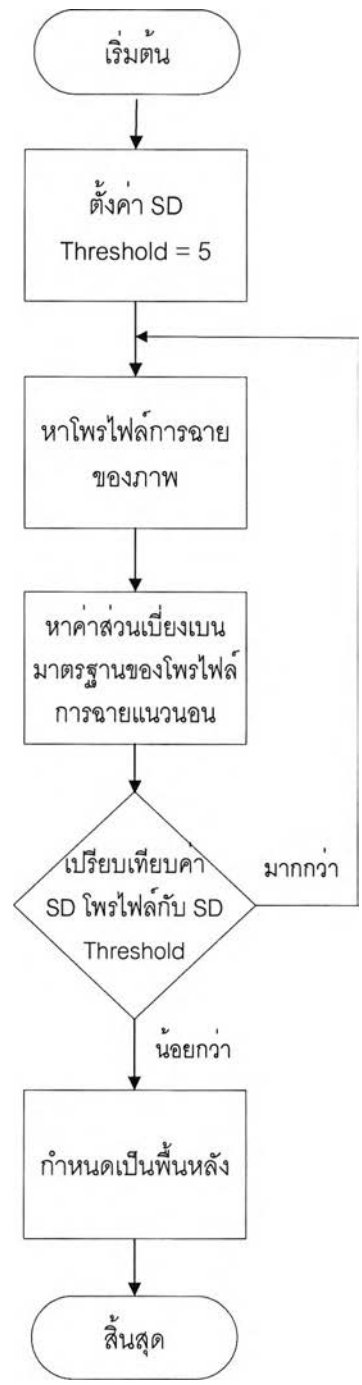
3.2.2.1.4 **หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของโพรไฟล์การฉายตามแนวนอนแต่ละเส้น**

หลังจากได้โพรไฟล์การฉายตามแนวนอนแต่ละเส้นแล้ว นำมาหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) สำหรับโพรไฟล์แต่ละเส้น เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานขีดแบ่ง (SD Threshold) ถ้าน้อยกว่าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานขีดแบ่ง ก็จะกำหนดค่านั้นเป็นค่าของพื้นหลังใหม่ ซึ่งในการวิจัยนี้กำหนดค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานขีดแบ่ง (SD Threshold) มีค่า 5 ในการแยกรถกับพื้นหลัง แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3.10 และแสดงขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 3.11

(ก) ภาพต้นฉบับ

(ข) ภาพหลังจากการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โพรไฟล์การฉายตามแนวนอนแต่ละเส้น

รูปที่ 3.10 ตัวอย่างการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โพรไฟล์การฉายตามแนวนอนแต่ละเส้น



รูปที่ 3.11 ผังแสดงการทำงานของการกำหนดพื้นหลัง

3.2.3 การตรวจจับรถหยุดผิดปกติ

หลังจากกำหนดพื้นหลังแล้วจะสามารถหาขอบภาพรถได้สะดวกขึ้น โดยสแกนหาขอบภาพรถจากด้านล่างไปยังด้านบนของภาพ เมื่อพบพิกเซลที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าพิกเซลจากดำเป็นขาวก็จะกำหนดเป็นขอบภาพหน้ารถ จากนั้นจะกำหนดเส้นตรวจจับตำแหน่งขอบภาพหน้ารถ ซึ่งเส้นตรวจจับ คือ เส้นสมมติที่เราใช้ในการตรวจสอบหาขอบภาพหน้ารถ เพื่อใช้เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการปรากฏของรถในเฟรมก่อนหน้าและการปรากฏของรถในเฟรมปัจจุบัน โดยเปรียบเทียบตำแหน่งของเส้นตรวจจับขอบภาพหน้ารถ ถ้าตำแหน่งของเส้นตรวจจับขอบภาพหน้ารถในเฟรมก่อนหน้าและในเฟรมปัจจุบันยังอยู่ ณ ตำแหน่งเดิม โปรแกรมจะเริ่มนับเวลา พร้อมทั้งมีข้อความว่า "Probable Incident" ขึ้นมาเตือน และเมื่อเวลานับครบจนถึง t วินาที ก็สรุปได้ว่า ณ ตำแหน่งนั้น มีรถหยุดผิดปกติอยู่ โดยที่ t เป็นระยะเวลาที่เริ่มนับเมื่อเปรียบเทียบเฟรมภาพที่อยู่ติดกันแล้วเส้นตรวจจับขอบภาพหน้ารถไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งใช้กำหนดว่ารถได้หยุดนานพอจะเรียกได้ว่าผิดปกติ จากนั้นจะมีข้อความขึ้นมาแจ้งเตือนว่าเกิดเหตุการณ์รถหยุดผิดปกติ แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3.12 และรูปที่ 3.13 ตามลำดับ

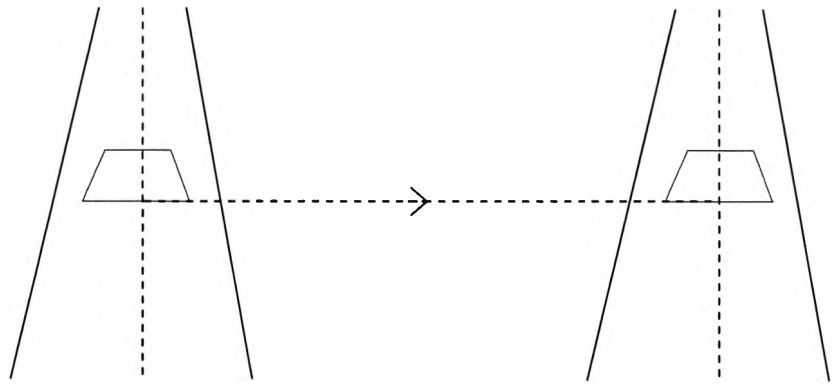
รูปที่ 3.12 ตัวอย่างเส้นตรวจจับตำแหน่งขอบภาพหน้ารถ นับเวลาถึง t วินาที

รูปที่ 3.13 ข้อความแจ้งเตือนการเกิดเหตุการณ์รถหยุดผิดปกติ

การพิจาณารถหยุดผิดปกติแบ่งเป็น 2 กรณี ดังนี้

1) รถหยุดบนถนน ข้างหน้าและข้างหลังว่าง

ถ้ามีรถหยุดบนถนนคันเดียว ด้านหน้าและด้านหลังไม่มีรถ ขณะที่ถนนด้านหน้าว่างและนับเวลาจนถึงเวลาที่กำหนด t วินาที แสดงดังรูปที่ 3.14

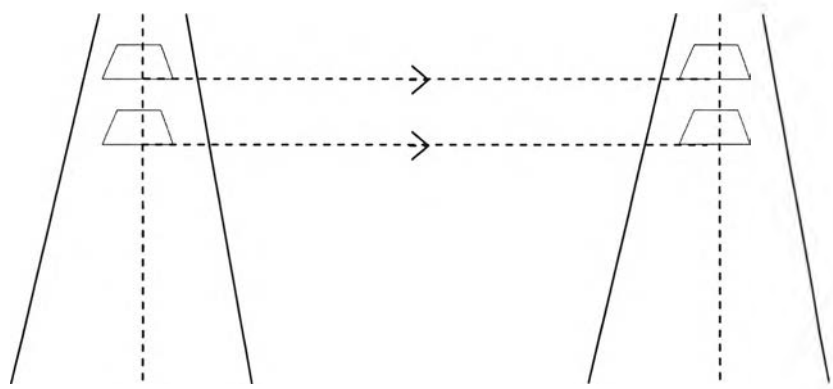


(ก) ภาพของรถจากเฟรมก่อนหน้า (ข) ภาพของรถจากเฟรมปัจจุบัน

รูปที่ 3.14 กรณีรถหยุดบนถนน ข้างหน้าและข้างหลังว่าง

2) รถหยุดบนถนนแล้วมีแถวคอยต่อท้ายโดยที่ไม่ใช่คันแรกที่รอสัญญาณไฟแดง

ถ้ามีรถหยุดบนถนนแล้วมีแถวคอยต่อท้ายโดยที่ไม่ใช่คันแรกที่รอสัญญาณไฟแดง ขณะที่ถนนด้านหน้าว่าง และนับเวลาจนถึงเวลาที่กำหนด t วินาที แสดงดังรูปที่ 3.15



(ก) ภาพของรถจากเฟรมก่อนหน้า (ข) ภาพของรถจากเฟรมปัจจุบัน

รูปที่ 3.15 กรณีรถหยุดบนถนนและมีแถวคอยต่อท้าย

สำหรับ กรณีที่รถติดเป็นคันแรกตรงเส้นแนวจอดรอสัญญาณไฟแดง ไม่สามารถสรุปได้ด้วยค่า t แต่ถ้ารถคันแรกหยุดนานเกินค่า t_{Max} ค่าหนึ่ง (t_{Max} คือ เวลาที่รถคันแรกหยุดรอสัญญาณไฟแดงไม่ควรเกินเวลานี้) อาจใช้เป็นเงื่อนไขในการคาดว่าเป็นการหยุดผิดปกติได้