

การประมาณค่าน้ำหนักบรรทุกด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล

นรวิชัย เชื้อมรัมย์¹ และ อ.วิระ ศรีมาลา²

¹คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี

²อาจารย์ วิชาภูมิสารสนเทศ คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี

Email: nor_wit_@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้มีการนำเสนอเรื่องการประมาณค่าน้ำหนักของสิ่งบรรทุกอยู่บนรถที่ได้จากการประมวลผลภาพดิจิทัล เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายของถนน การประมาณค่าน้ำหนักของรถที่มีการบรรทุกน้ำหนักนี้ได้มีการนำเทคนิคการประมวลผลภาพดิจิทัลเข้ามาประยุกต์ใช้ในงาน โดยเริ่มจากการเตรียมรถทั้ง 3 คันมาเตรียมการประมวลผลผลภาพดิจิทัลขั้นที่สองเริ่มด้วยการถ่ายภาพยางของยานพาหนะทั้งที่ไม่มีน้ำหนักและมีน้ำหนักในการบรรทุกและนำเข้าโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ในการประมวลผลภาพดิจิทัลเพื่อตรวจสอบการยุบตัวของยางโดยมีเส้นสีแดงเป็นเส้นรัศมีเป็นเส้นรอบวงส่วนเส้นสีเหลืองเป็นตัวขีดแบ่งการยุบตัวของยางและจากนั้นนำภาพที่ได้จากการถ่ายยาล้อรถที่ได้มีการเพิ่มน้ำหนักขึ้นไปเรื่อยๆ นั้นมาเก็บข้อมูลและกรอกข้อมูลน้ำหนักลงในโปรแกรม เพื่อที่จะสร้างกราฟและตารางเปรียบเทียบค่าน้ำหนัก และนำภาพเข้าตัวโปรแกรมที่ใช้ในการประมวลผลภาพหาภาพวงกลมในภาพของยางรถเพื่อบอกการยุบตัวของยาง

Abstracts

The objective of this study is to estimate weights of payloads on a truck using digital image processing technique. The images of truck's wheels with payload and without payload are captured and compared. The radius of tire rims and wheels are detected using the classical Hough circle transformation technique. Finally, the weights of the payload are estimated by evaluating the changing of radius of tire rims and wheels.

คำสำคัญ การประมาณค่า; การประมวลผลภาพดิจิทัล; การถ่ายภาพ;

1. บทนำ

ถนนเป็นเส้นทางการสัญจรของยานพาหนะหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นรถยนต์ รถจักรยานยนต์ และ รถบรรทุก เป็นต้น ซึ่งถนนก็สามารถแบ่งได้หลายประเภท เช่น ถนนลูกรัง ถนนคอนกรีต และ ถนนลาดยาง ซึ่งถนนเหล่านี้ก็ต้องได้รับการซ่อมแซมอยู่บ่อยครั้ง โดยที่ความเสียหายนั้นเกิดได้หลายสาเหตุ เช่น สภาพลมฟ้าอากาศ และรถที่มีการบรรทุกน้ำหนักเกินกว่าที่ถนนจะรับได้หรือใช้งานถนนผิดประเภทสาเหตุหลักของความเสียหายของถนนมีสาเหตุหนึ่งที่เป็นสาเหตุระดับต้นๆ ของเรื่องนี้คือการบรรทุกเกินน้ำหนักมาตรฐานที่ถนนนั้นจะรับได้ไม่น้อยไม่เกิน 25 ตัน (กรมทางหลวง, 2549) แม้บางพื้นที่จะมีด่านชั่งน้ำหนักเพื่อทำการตรวจชั่งน้ำหนัก แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าถนนจะไม่เสียหาย เพราะบางครั้งเครื่องชั่งน้ำหนักอาจจะไม่ได้แม่นยำเสมอไป ประกอบกับการที่เจ้าหน้าที่ด่านชั่งที่มีไม่เพียงพอต่อการทำงานของด่านจึงทำให้เกิดการผิดพลาดในการตรวจสอบได้

จากปัญหาดังกล่าวซึ่งมีความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องได้รับการป้องกันนั้นจึงการนำเอาความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์เข้ามาแก้ไขปัญหาด้วยการนำเอาเทคโนโลยีการประมวลผลภาพดิจิทัล (digital image processing : DIP) เข้ามาประยุกต์ใช้ในงานซึ่งจะถ่ายภาพของยางรถที่ไม่มีน้ำหนักและมีการเพิ่มน้ำหนัก เพื่อนำมาทำการประมวลผลภาพประมาณค่าของรถที่มีน้ำหนักเกิน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานได้ดีสะดวกสบาย และช่วยลดปัญหาเรื่องของ

เจ้าหน้าที่ที่มีไม่เพียงพอต่อต้านได้ การนำเทคโนโลยีนี้มาใช้จะทำให้มีการประมวลผลได้เร็วและทันทั่วทั้ง

ผู้วิจัยจึงได้นำเทคโนโลยีการถ่ายภาพประมวลผลภาพดิจิทัลที่มีหลักการทำงานที่อาจจะเป็นประโยชน์ในการประมาณค่าของน้ำหนักที่บรรทุกอยู่มากขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจในการประมวลผลภาพดิจิทัลน้ำหนักของรถที่มีการเพิ่มน้ำหนัก โดยที่แสดงการถ่ายภาพของล้อ เพื่อหาขนาดยางและนำมาประมวลผลได้โดยที่นำเข้าโปรแกรมที่ได้มีการเขียนมีการเขียนโปรแกรมขึ้นมา เพื่อหาค่าน้ำหนักของสิ่งที่บรรทุกได้ เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายให้แก่เจ้าหน้าที่พนักงานกรมทางหลวงได้และสามารถลดความเสียหายของถนนได้

2. วัตถุประสงค์

- 1) เป็นการศึกษาการประมาณค่าน้ำหนักสิ่งของที่บรรทุกอยู่บนรถ โดยการประมวลผลภาพ
- 2) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการประมาณค่าของภาพได้

3. ขอบเขตการศึกษา

เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของการประมาณค่าของสิ่งของที่บรรทุกอยู่บนรถโดยใช้รถในการทดสอบทั้ง 3 คันเป็นรถกระบะที่มีลักษณะต่างกัน การเติมลมยางต่างกันและการยุบตัวของช่วงล่างที่ต่างกันเพื่อตรวจสอบถึงการยุบตัวของยางว่ามีการยุบตรงที่ปริมาณน้ำหนักเท่าไรและยางยุบตัวมากที่สุดไหม

4. วิธีการศึกษา

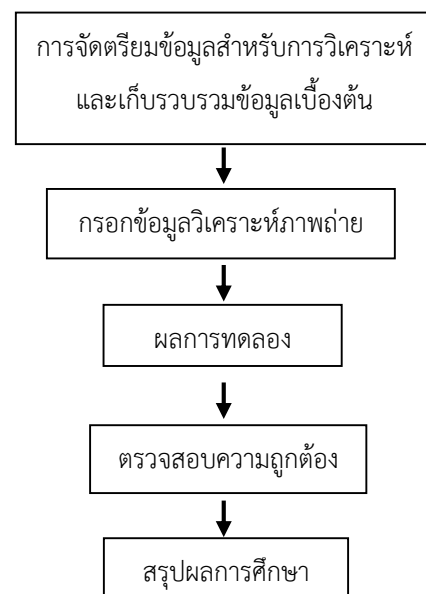
การศึกษานี้ใช้การประมวลผลภาพดิจิทัลสำหรับการประมาณค่าน้ำหนัก ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลและใช้ภาษา Matlab ในการเขียนโปรแกรม ที่ใช้ในการวิเคราะห์การประมวลผลแสดงค่าน้ำหนักและเลือกวิธีการวิเคราะห์ได้อย่างเหมาะสม และสามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการบอกค่าน้ำหนักของยานพาหนะนั้นได้ โดยผู้วิจัยได้ทำการเลือกใช้ทฤษฎีของการหาค่าวงกลมด้วยเทคนิค การแปลงฮัฟแบบวงกลม (Hough circle transform) ในการหาค่าการยุบตัวของยาง ขั้นที่หนึ่งเริ่มจากการจัดเตรียมข้อมูลของรถทั้งสามคันที่ได้นำมาทำการทดสอบดังรูปที่ 1 คือ (ก) รถ ISUZU DRAGON SPACE CAB (ข) รถ ISUZU D-Max 4 ประตู และ (ค) รถ Toyota hilux vigo ขั้นที่สองเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นโดยจัดยี่ห้อ รุ่น การรับน้ำหนักการเพิ่มน้ำหนักและ

การเติมลมยางขั้นที่สามเมื่อได้ข้อมูลจากขั้นที่สองนั้นแล้วนำข้อมูลมากรอกลงตารางและนำภาพที่ถ่ายมาประมวลผลภาพดิจิทัลในโปรแกรม ขั้นที่สี่ดูผลการประมวลผลภาพว่ามีกรยุบตัวเท่าไร ขั้นที่ห้าเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของการประมวลผลภาพดิจิทัล และขั้นที่หกเป็นการสรุปผลการศึกษาในการทำงาน โดยจะแสดงขั้นตอนดังรูปที่ 2



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 1. รถที่ใช้ทดลอง



รูปที่ 2. ขั้นตอนการทำงาน

4.1 การจัดเตรียมข้อมูล

ขั้นที่แรกเริ่มจากการเตรียมรถที่ใช้ในการทดสอบ จำนวน 3 คัน ขั้นที่สองเตรียมหาคนมาเพิ่มน้ำหนักบนรถจำนวนเท่าที่จะหาได้จนเต็มหลังกระบะรถ สำหรับขั้นที่สามเริ่มถ่ายภาพยางรถที่ยังไม่มีการเพิ่มน้ำหนักและถ่ายไปเรื่อยๆจนคนสุดท้ายที่ขึ้นรถหลังจากนั้นคือขั้นที่สี่ขั้นสุดท้ายของการเตรียมข้อมูลหาข้อมูลการรับน้ำหนักของรถแต่ละประเภทที่ได้มีการนำมาทดลอง โดยแสดงดังรูปที่ 3 (ก) เป็นการแสดงรถที่สามารถบอกค่าน้ำหนักได้ถูกต้อง ภาพ (ข) เป็นรถที่มีช่วงล่างยกสูงและ ภาพ (ค) เป็นรถที่มีการถ่ายภาพติดเงาของรถ



รูปที่ 3. รถที่ใช้ในการทดลองที่ต่างกัน

4.2 เก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

เริ่มจากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นนั้นโดยเริ่มจากการนำรถยนต์คันที่หนึ่งคือรถยนต์ยี่ห้อ อีซูซุ ดราก้อน สเปสแคป (ISUZU DRAGON SPACE CAB) ที่จะใช้ในการทดลองมาเตรียมวัดลมยางกว่าเติมลมเท่าไร จากนั้นจึงยี่ห้อรถ รุ่นรถ และการรับน้ำหนักของรถทดลองเก็บข้อมูลแบบนี้เหมือนเดิมกับรถยนต์อีก 2 คัน หลังจากนั้นขั้นที่สองเริ่มด้วยการวัดล้อรถ จากนั้นวัดหน้ายางจากพื้นจนถึงขอบล่าง และวัดจากซุ้มล้อจนถึงหน้ายางขอบบน ดังรูปที่ 4 เป็นการวัดเก็บข้อมูลทั้งหมดโดยผู้ศึกษาจะเน้นส่วนที่เป็นน้ำหนักที่เพิ่มลงไปเพื่อดูการยุบตัว ต่อมาเน้น ระยะระหว่างซุ้มล้อกับยางรถและระยะห่างระหว่างยางกับพื้นเพราะจะเป็นตัวที่นำมาทำการหาค่าของการยุบตัวต่อเพื่อที่จะแสดงเป็นการกราฟ



รูปที่ 4. แสดงการวัดเก็บข้อมูล

4.2.1 การเติมลมยางและการรับน้ำหนักของรถที่ใช้ในการทดลอง

ตาราง 1. แสดงข้อมูลการเติมลมยางของรถ

รถ	รุ่น	ลมยาง (PSI)	การรับน้ำหนัก
ISUZU	DRAGON SPACE CAB	32	1.1 ตัน
ISUZU	D-Max	35	2 ตัน
TOYOTA	Huilux Vigo	30	1.5 ตัน

จากตารางที่ 1 การเติมลมยางที่ไม่เท่ากันมีผลต่อการรับน้ำหนักของรถโดยที่คันที่หนึ่งนั้นเป็นการเติมลมยางมาตรฐานอยู่ที่ 32 PSI ส่วนคันที่สองเนื่องจากเป็นรถกระบะยกสูงการเติมลมยางต้องมากกว่าคันแรกโดยเติมลมไปที่ 35 PSI และคันที่สามนั้นมีการเติมลมยางน้อยกว่าคันแรกโดยเติมไปที่ 32 PSI (ซึ่งหน่วย PSI นั้นเป็นหน่วยวัดความดัน คือ ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) จึงทำให้ผลการยุบตัวมากกว่ายางของคันแรกและส่วนของการรับน้ำหนักของรถนั้นมีมาตรฐานต่างต่างกันคันแรกจะรับน้ำหนักได้ 1.1 ตันไม่เกินนี้ คันที่สองรับน้ำหนักไม่เกิน 2 ตันและคันที่สามรับได้ไม่เกิน 1.5 ตัน ตามมาตรฐานของรถนั่นเอง

4.3. กรอกข้อมูลและวิเคราะห์ภาพถ่าย

ขั้นตอนนี้เริ่มด้วยการเพิ่มน้ำไปที่ละคนและจดน้ำหนักของคนทีขึ้นไปบนรถทีละคนและถ่ายภาพของล้อเก็บไว้ทุกครั้งที่มีการเพิ่มน้ำหนักเข้าไปตั้งแต่รถไม่มีการเพิ่มน้ำหนักจนถึงคนสุดท้ายที่ขึ้นไปบนรถ เพื่อนำข้อมูลมากรอกลงในตารางนั้น ขั้นที่สองคือการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลภาคสนามมากรอกข้อมูลลงในตารางเพื่อดูกราฟเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงของยางดังตารางที่ 2 พร้อมกับภาพอธิบายตารางในรูปที่ 4

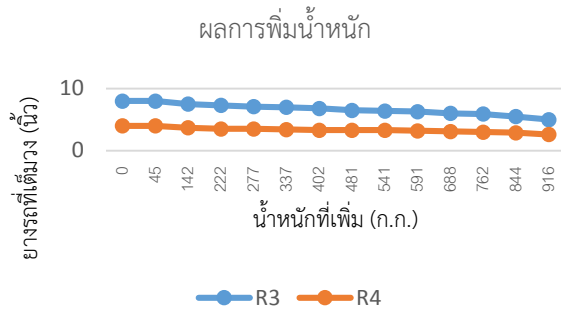
ตาราง 2. แสดงข้อมูลที่ได้เก็บข้อมูลจากภาคสนาม (หน่วย: นิ้ว)

H	W	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆
0	0	15	4	8.0	4.0	9	9
45	45	15	4	8.0	4.0	9	9
97	142	15	4	7.5	3.7	9	9

จะเห็นว่าผู้วิจัยได้ทำการเน้นตัว W ,R₃ ,R₄ เพราะทั้งสามตัวนี้เป็นส่วนสำคัญในการทำงานนี้ โดยที่ W คือ น้ำหนักที่เพิ่มลงไป

เพื่อให้รถได้มีการรับน้ำหนัก จากนั้นส่วน R_3 คือ ระยะระหว่าง ชุมล้อกับยางเพื่อดูการยุบลงมาตอนที่มีการเพิ่มน้ำหนักและเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับ R_4 และสุดท้ายคือ R_4 ส่วนนี้คือส่วนที่สำคัญที่สุดเพราะเป็นระยะระหว่างยางกับพื้น เพื่อดูการยุบตัวของยางนั่นเอง

นำค่า R_3 และ R_4 มาแสดงเป็นกราฟเพื่อดูความสัมพันธ์ของกราฟผลการเพิ่มน้ำหนักว่าออกมาเป็นไปในรูปแบบไหนแสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5. แสดงผลค่า R_3 และ R_4

เมื่อได้ผลจากข้อ 4.3 แล้วก็เริ่มขั้นตอนไปเป็นการหาการยุบตัวในภาพโดยนำค่าของ $R_1+R_2 =$ ค่าของ L_0 และนำค่า R_1+R_4 จะได้ = ค่าของ L_1 เพื่อนำทั้งสองค่ามาหาค่า โดยค่าในช่อง L_0 มาหารกับค่าในช่อง L_1 เพื่อแสดง ค่าในช่อง R_t ออกมาและส่วน R_c ที่ได้มาจากการคำนวณและการประมวลผลภาพในตัวโปรแกรมจะนำค่าที่ประมวลผลได้มาใส่ในช่องของ R_c โดยมีการเขียนตัวโค้ดคำสั่งของตัวโปรแกรมไว้แล้ว เมื่อทราบค่านั้นแล้วก็นำค่ามารอกในช่องตาราง R_c ภาพที่นำไปประมวลผลในโปรแกรมนั้นจะแสดงผลออกมามาดังรูปที่ 6



รูปที่ 6. แสดงผลการประมวลผลภาพ

โดยที่ สีแดง นั้นเป็นการหารคัมมัลเส้นรอบวงของยาง สีฟ้า เป็นการหารคัมมัลเส้นรอบวงของขอบแม่เหล็กของรถและส่วน สีเหลือง ถือว่า

เป็นสีที่สำคัญสำหรับงานไม่น้อย คือ สีเหลือง เป็นการบอกค่าการยุบตัวของยางที่ไม่เต็มวงหรือคือค่า R_c ในตารางนั่นเอง และได้ทำเส้นขีดแบ่งไว้ว่าอย่างไรจากวงไปเท่าไร แต่บางภาพนั้นอาจจะมีเส้น สีเหลือง อยู่หลายเส้นผู้วิจัยจึงทำการเลือกเส้นที่ ยางติดพื้นมากที่สุด

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้มีการนำภาพเข้าการแปลงฮัฟแบบวงกลม จะมีการเปลี่ยนแปลงไล่ตามลำดับลงมาเรื่อยๆจนถึงน้ำหนักสุดท้ายที่ขึ้นบนรถ โดยที่กำกับกำหนดครีมาสำหรับค้นหาวงกลม ไว้เป็น ระหว่าง 65 ถึง 110 พิกเซล ที่กำหนด 65 ถึง 110 พิกเซล นั้นคือระยะของการหาค่าในภาพ ที่มีวงกลมสีแดงเป็นครีมาเส้นรอบวงกำกับวงของยางนั้น

หากจะดูการเปลี่ยนแปลงต้องดูตรงเส้นสีเหลืองที่จะขีดแบ่งไว้ตรงส่วนของยางที่หายไปจากวงกลมสีแดงนั้นแสดงดังรูปที่ 7 และเมื่อได้ภาพจากการประมวลผลภาพในตัวโปรแกรมนั้นแล้วผู้ศึกษาจะนำค่า R_c ในตัวโปรแกรมของแต่ละภาพมารอกใส่ตารางเพื่อสร้างกราฟแสดงการยุบตัวของยางดังตารางที่ 3



รูปที่ 7. แสดงเส้นขีดแบ่ง

ตาราง 3. แสดงค่าอัตราส่วนของการยุบตัว

L_0	L_1	R_t	R_c
19.00	19.00	1.00	0.97
19.00	19.00	1.00	0.96
19.00	18.70	0.98	0.97
19.00	18.50	0.97	0.97
19.00	18.50	0.97	0.96
19.00	18.40	0.97	0.96
19.00	18.30	0.96	0.95
19.00	18.30	0.96	0.94
19.00	18.30	0.96	0.94
19.00	18.20	0.96	0.95
19.00	18.10	0.95	0.94

เมื่อจะทำการหาค่า L_0 นั้นคือการหาค่าที่ได้จากการที่นำค่า R_1 ขอบล้อบวกกับค่าของ R_2 หนัayangข้างบน ถึงจะทราบค่าของ L_0 โดยแสดงดังสมการที่ 1

$$R_1 + R_2 = L_0 \quad (1)$$

จากนั้นทำการหาค่า L_1 นั้นคือการหาค่าที่ได้จากการที่นำค่า R_1 ขอบล้อบวกกับค่าของ R_4 ระยะระหว่างยางกับพื้น ถึงจะทราบค่าของ L_1 แสดงดังสมการที่ 2

$$R_1 + R_4 = L_1 \quad (2)$$

เมื่อได้ค่า L_0 และ L_1 นั้นแล้วก็นำทั้งสองค่านี้นำมาหารกันเพื่อที่จะได้ทราบของ R_t แสดงดังสมการที่ 3

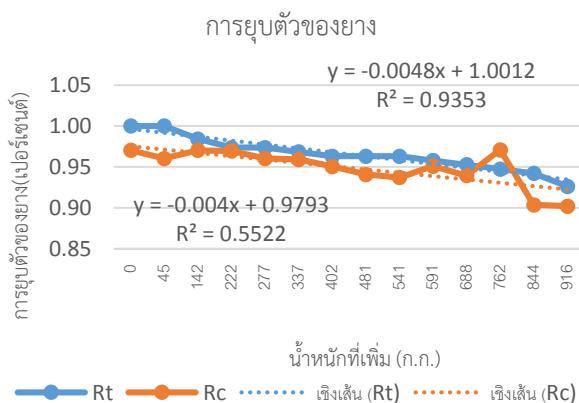
$$L_0 + L_1 = R_t \quad (3)$$

และสุดท้ายการหาค่าของ R_c คือ การหาค่าที่ได้จากการคำนวณในโปรแกรม Matlab

ซึ่งค่า R_c นั้นถ้ามีค่ามากจะมีการยุบตัวของยางน้อย แต่ถ้าค่า R_c น้อยที่สุดนั่นคือค่า 0.90 ในตารางนั้นคือค่าที่ยางมีการยุบตัวมากที่สุดแต่จะสังเกตได้ว่าจะมีค่าที่โดดขึ้นมาในช่วง 0.94 เป็น 0.95 และกลับมาเป็น 0.94 และมีค่าที่โดดขึ้นมามากที่สุดคือค่าที่เป็นจาก 0.94 เป็น 0.97 จึงทำให้เส้นที่แสดงในกราฟนั้นมีการโดดขึ้นมานั่นเอง

5. ผลการทดลอง

ผู้วิจัยได้นำค่า R_t และ R_c มาแสดงผลในรูปแบบของกราฟ เพื่อที่จะตรวจสอบการยุบตัวของยางและดูสมการที่ได้จากการคำนวณจะแสดงดังรูปที่ 8 เป็นภาพกราฟที่บอกการยุบตัวของยางโดยที่แกนนอนเป็นการบอกน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นส่วนแกนตั้งเป็นการบอกค่าการยุบตัวของยาง ส่วนเส้นสีฟ้าเป็นเส้นที่ได้จากการวัดและเส้นสีส้มเป็นค่าที่ได้จากการคำนวณในโปรแกรม



รูปที่ 8. แสดงค่าอัตราส่วนการยุบของยางและสมการในการคำนวณ

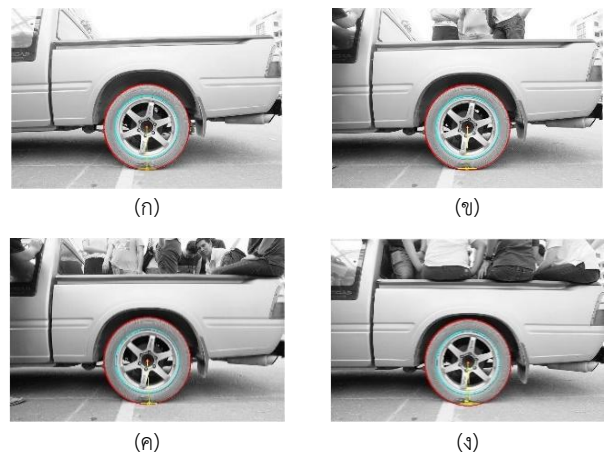
ส่วนเส้นประสองเส้นเป็นสมการเชิงเส้นที่บอกแนวโน้มของการยุบของยางโดยที่เส้นสีฟ้ามีการแสดงดังสมการเชิงเส้นที่ 4

$$y = -0.0048x + 1.0012 \quad (4)$$

และเส้นสีส้มมีการแสดงสมการเชิงเส้นที่ 5

$$y = -0.004x + 0.9793 \quad (5)$$

ซึ่งจะสังเกตได้ว่าค่าของเส้นนี้มีความต่างกันนั้นคือการบอกถึงค่าที่ระยะของเส้นที่มีความต่างกัน และส่วนค่า R^2 หรือค่า R-Squared นั้นจะเป็นการบอกถึงความผันแปรที่สามารถอธิบายได้หรือความผันแปรทั้งหมด โดยที่ค่า R-Squared จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0% - 100%



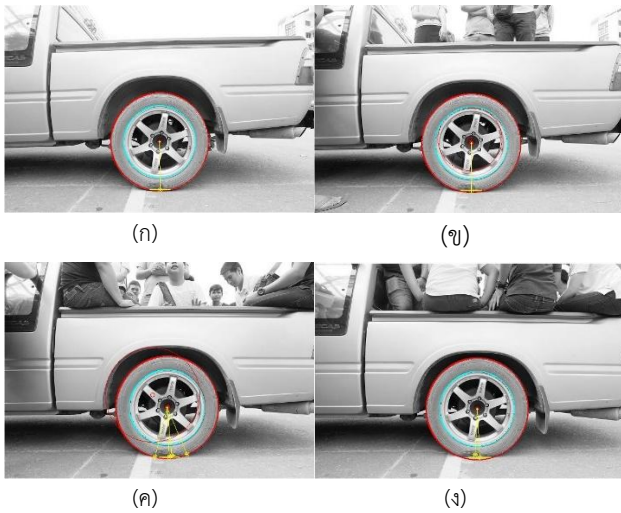
รูปที่ 9. แสดงการประมวลผลภาพดิจิทัล

จากรูปที่ 9 ทั้งหมดนี้จะเห็นได้ถึงการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ภาพ (ก) ที่ยังไม่มีการเพิ่มน้ำหนักไถ่มาเรื่อยๆ จนถึงภาพ (ข) ที่เริ่มมีการเพิ่มน้ำหนักลงไปและมีการเปลี่ยนแปลงโดยยางเริ่มมีการยุบลงเรื่อยๆ จากนั้นไถ่มาถึงภาพ (ค) ยางเริ่มมีการยุบตัวมากขึ้นจนถึงภาพ (ง) ที่ยางมีการยุบตัวมากที่สุด จากทั้งหมด 14 ภาพนั้น

6. ตรวจสอบความถูกต้อง

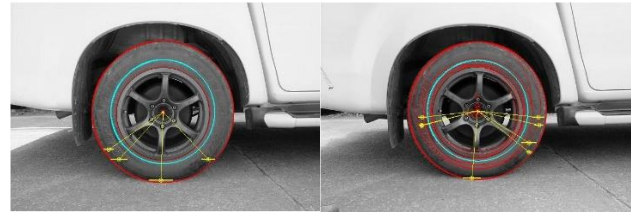
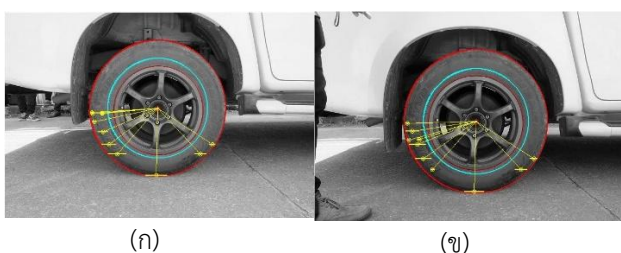
การแสดงผลรศันที่หนึ่งดังรูปที่ 10 เมื่อได้กราฟที่แสดงถึงค่าอัตราส่วนการยุบของยางนั้น ผู้วิจัยจะสามารถทราบถึงผลของการทดลองของรศันที่หนึ่งมีภาพทั้งหมด 14 ภาพโดยมีเส้นสีแดงเป็นเส้นรัศมีเส้นรอบวงของยางส่วนเส้นสีเหลืองนั้นเป็นเส้นขีดแบ่งการยุบตัวของยางที่หายไปจากวงเส้นสีแดง จากนั้นก็คือผลจากยางที่เต็มวงมีค่าเท่ากับ 1.00 โดยประมาณแสดงดังภาพ (ก) และเพิ่มน้ำหนักขึ้นมอดังภาพ (ข) จากนั้นไถ่มายังภาพ (ค) และไถ่มาจนถึงภาพ (ง) แต่ค่า 0.89 เป็นค่าที่รถสามารถรับ

น้ำหนักได้ไม่เกินนี้ตามมาตรฐานการรับน้ำหนักของรถ แต่ผู้วิจัยได้ทำให้รถคันนี้มีการบรรทุกไป 0.90 หรือ 916 ก.ก. เพราะถ้าไม่ต่ำกว่า 0.89 นั้นแสดงว่ารถคันนี้ยังบรรทุกไม่เกินน้ำหนักมาตรฐานที่รถสามารถรับได้



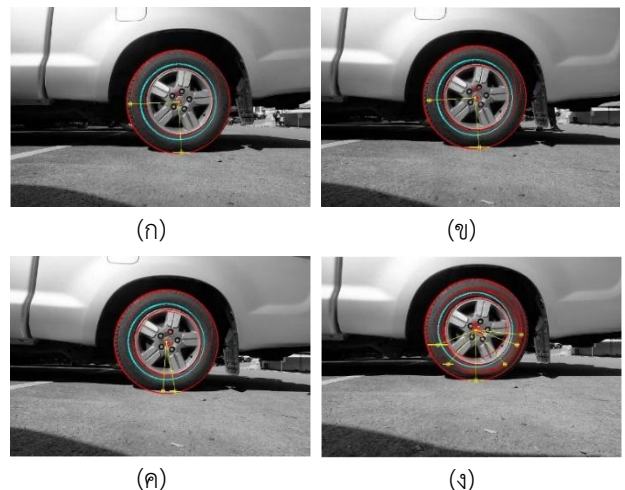
รูปที่ 10. การยุบตัวของยางของรถคันที่หนึ่ง

การแสดงผลรถคันที่สองดังรูปที่ 11 ส่วนคันที่สองนั้นมีภาพทั้งหมด 16 ภาพโดยจะสังเกตแบบเดียวกันกับคันแรกและภาพ (ก) เริ่มจากไม่มีน้ำหนักใส่มาหาภาพ (ข) ภาพ (ค) และภาพ (ง) ตามลำดับการเพิ่มน้ำหนัก แต่ในรถคันที่สองนี้มีเส้นสีเหลืองอยู่หลายเส้น ผู้วิจัยจึงต้องเลือกเส้นที่ยางติดพื้นมาที่สุดเพื่อดูค่าการยุบของยางที่หายไปจากวงเส้นสีแดง จากนั้นคือผลจากยางที่เต็มวงมีค่าเท่ากับ 1.00 โดยประมาณ แต่ค่า 0.80 เป็นค่าที่รถสามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกินนี้ตามมาตรฐานการรับน้ำหนักของรถ แต่ผู้วิจัยได้ทำให้รถคันที่สองนี้มีการบรรทุกไป 0.95 หรือ 1.1 ตัน โดยประมาณเพราะถ้าไม่ต่ำกว่า 0.80 นั้นแสดงว่ารถคันนี้ยังบรรทุกไม่เกินน้ำหนักมาตรฐานที่รถสามารถรับได้แต่คันที่สองนี้เป็นรถกระบะประเภทกระบะยกสูงจึงทำผลมีความคลื่อนอยู่นั่นเอง



รูปที่ 11. การยุบตัวของยางของรถคันที่สองที่มีการยกกระบะสูง

การแสดงผลรถคันที่สามดังรูปที่ 12 คันที่สามนั้นมีภาพทั้งหมด 14 ภาพโดยมีลักษณะการได้ค่าคล้ายๆกับรถคันที่สองแสดงดังภาพ (ก) เริ่มจากไม่มีน้ำหนักใส่มาหาภาพ (ข) ภาพ (ค) และภาพ (ง) ตามลำดับการเพิ่มน้ำหนัก แต่ในรถคันที่สามนี้มีเส้นสีเหลืองอยู่หลายเส้นผู้ศึกษาจึงต้องเลือกเส้นที่ยางติดพื้นมาที่สุดเพื่อดูค่าการยุบของยางที่หายไปจากวงเส้นสีแดง จากนั้นคือผลจากยางที่เต็มวงมีค่าเท่ากับ 1.00 โดยประมาณแต่ค่า 0.85 เป็นค่าที่รถสามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกินนี้ตามมาตรฐานการรับน้ำหนักของรถ แต่ผู้วิจัยได้ทำให้รถคันที่สองนี้มีการบรรทุกไป 0.96 หรือ 930 ก.ก. โดยประมาณเพราะถ้าไม่ต่ำกว่า 0.85 นั้นแสดงว่ารถคันนี้ยังบรรทุกไม่เกินน้ำหนักมาตรฐานที่รถสามารถรับได้แต่รถคันนี้เติมลมยางมาน้อยกว่ามาตรฐานและยังมีการถ่ายภาพของยางที่ติดเงาด้วยจึงทำให้มีความคลื่อนของการคำนวณเช่นกัน



รูปที่ 12. การยุบตัวของยางของรถคันที่สามที่เติมลมน้อยและถ่ายติดเงา

7. อภิปราย

ในการศึกษานี้อาจจะมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้างเพราะว่ารถที่ใช้แต่ละคันมีประเภทต่างกัน มีการรับน้ำหนักต่างกัน ยางต่างกัน จึงทำให้ไม่อาจจะใช้ขีดแบ่งเดียวกันได้ทุกคันและการเติมลมยางก็มีผลต่อการยุบตัวของยาง อีกประการหนึ่งก็คือ

การศึกษาการประมวลผลภาพนี้มีการเขียนคำสั่งในโปรแกรมเพื่อหาวงกลมเป็นหลัก โดยมีค่า รัศมี เป็นตัวค้นหาขอบยาง เพื่อประมวลผลภาพในโปรแกรมนั้นบางภาพอาจจะได้ทันที แต่บางภาพอาจจะมีหลายวงซ้อนกัน ซึ่งอาจจะเกินได้หลายปัจจัย เช่น ค่า รัศมี มากกว่าล้นหรือน้อยกว่าก็ได้ หรือ การหาค่าการยุบของยางนั้นที่มีเส้นบอกว่ายุบเท่าไหร่นั้นบ้างที่อาจจะมีหลายเส้น เพราะว่าอาจจะเกิดหลายปัจจัยเช่นกัน เช่น เงาของยางที่ติดกับพื้น จึงทำให้ภาพนั้นมีการคาดเคลื่อนได้

8. สรุปผลการศึกษา

รายงานผลการศึกษาระบบเพื่อการประมาณค่าน้ำหนักของสิ่งที่ย่อยอยู่บนรถที่ได้จากการประมวลผลภาพดิจิทัลนั้น เป็นการประเมินค่าที่เป็นการใช้รถกระบะในการทดลองเพื่อจะตรวจสอบความแม่นยำของการประมวลผลภาพซึ่งผลการทำงานของระบบเป็นการค้นหาล้อรถในภาพและมาทำการวัดการยุบตัวของยางรถในภาพ จากภาพรถที่ไม่มีการบรรทุกน้ำหนักไปจนถึงภาพที่มีการบรรทุกน้ำหนักมากที่สุดเพื่อทำการหาการยุบตัวของยางว่ามี การยุบตัวลงในช่วงไหนมากที่สุดเพื่อลดความเสียหายของถนนได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ปัญหาของถนนต่างๆ, (2009). [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 ก.พ. 2560. จาก <http://www.chemroad.com/th/คลังรูปภาพ/ปัญหาของถนนต่างๆ>
- [2] กรมทางหลวง. กรมทางหลวงกำหนดน้ำหนักบรรทุกไม่เกิน 50.5 ตัน. (2557). [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 มี.ค. 2560. จาก http://www.highwayweigh.go.th/announce/doh_1.html
- [3] Rhody H. Hough Circle Transform (2005). [Online]. Available at https://www.cis.rit.edu/class/simg782/lectures/lecture_10/lec782_05_10.pdf
- [4] เกษตร ศิริสันติสัมฤทธิ์ อีระชาติ แสนชัย และ ศศิ ศรีสัตตบุตร. การปรับปรุง Hough transform ให้ดีขึ้น, (2017). [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มี.ค. 2560. จาก <http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/KC3911029.pdf>
- [5] การเติมลมยางรถยนต์เท่าไรถึงดี, (2017). [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มี.ค. 2560. จาก <http://รักขรถ.com/การเติมลมยางรถยนต์เท่าไรถึงดี-มีคำตอบ/>

- [6] สุวดี น้าพาเจริญ และ ชลธิชา จำรัสพร. การวิเคราะห์สมการถดถอย การแปลความหมายค่า R-Square และการประเมินตัวแบบว่าเหมาะสมหรือไม่, (2556). [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อวันที่ 29 มี.ค. 2560. จาก <http://solutioncenterminitab.com/web2014/web/html/blogs/CaseStudy3.pdf>