

การกำหนดบริเวณฟันจากภาพถ่ายช่องปากโดยการประมวลผลภาพดิจิทัล Teeth Region Determination in Oral Cavity Images using Digital Image Processing

ศักดินี รัตนนา^{1*} และ เจษฎา ตันธนุช¹

Sakdinee Rattana¹ and Jessada Tanthanuch¹

¹สาขาวิชาคณิตศาสตร์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วันที่ส่ง : 3 พฤษภาคม 2562 วันที่แก้ไข : 20 ธันวาคม 2562 วันที่ตอบรับ : 20 ธันวาคม 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ต้องการประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพถ่ายดิจิทัล กำหนดบริเวณฟันจากภาพถ่ายช่องปากซึ่งได้จากการถ่ายด้วยโทรศัพท์มือถือ ซึ่งผลภาพที่ได้จะสามารถนำไปใช้ในการวินิจฉัยโรคฟันผุได้ต่อไปในอนาคต จากภาพตัวอย่างที่ได้รับมาซึ่งเป็นภาพถ่ายดิจิทัลแบบสี ได้ใช้ขีดแบ่งของค่าความเข้มในแต่ละองค์ประกอบค่าสี RGB ของส่วนต่าง ๆ ของภาพ ร่วมกับการใช้การดำเนินการเชิงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในการจำแนกได้ส่วนของแนวฟัน พบว่าวิธีดังกล่าวสามารถกำหนดบริเวณฟันจากภาพถ่ายช่องปากบางภาพได้เป็นอย่างดี แต่พบว่าวิธีนี้ทำให้สูญเสียรายละเอียดภาพบริเวณฟันที่อยู่ลึกเข้าไปเนื่องจากภาพส่วนดังกล่าวมืด จึงได้พิจารณาใช้อัตราส่วนขององค์ประกอบค่าสี RGB ของพื้นที่แทนการใช้ขีดแบ่งของค่าความเข้มแต่ละองค์ประกอบค่าสี พบว่าช่วยให้สามารถแสดงรายละเอียดของฟันที่อยู่ลึกเข้าไปได้มากขึ้น

คำสำคัญ : ฟัน, การประมวลผลภาพถ่าย, องค์ประกอบค่าสี RGB, การดำเนินการเชิงการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง

Abstract

This research aimed to apply digital image processing to determine teeth region in human oral cavity images, captured by mobile phone camera. The results can be further used in order to detect tooth decay. The obtained images are digital color images. The threshold of intensity for each RGB color components of different and morphological operations techniques were applied to determine the teeth region. The process performed well for some images. However, the obtained images lost some detail for the deeper teeth since they were in the dark parts. Then the ratio of color components was applied instead of the threshold of color intensity. The latter method could present more deeper teeth parts than the prior one did.

*ที่อยู่ติดต่อ. E-mail address : aussie.b.koala@gmail.com

Keywords : Teeth, image processing, RGB color components, morphological operation

1. บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ฟันผุ คือหลุมในฟันที่เกิดจากการกระทำของแบคทีเรีย [1] มีกระบวนการที่ซับซ้อนและเกิดเฉพาะที่ โรคฟันผุเป็นโรคที่เกิดจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น พฤติกรรมการรับประทานอาหาร ปัญหาเชิงพันธุกรรม [2] การตรวจเพื่อระบุโรคฟันผุมักกระทำโดยผู้เชี่ยวชาญด้านทันตกรรม เช่น ทันตแพทย์ หรือทันตสาธารณสุข แต่การเข้าถึงผู้เชี่ยวชาญเหล่านี้มีค่าใช้จ่ายซึ่งอาจสร้างความไม่สะดวกแก่ผู้ป่วยบางกลุ่ม ถ้าหากมีการพัฒนาระบบการตรวจฟันโดยใช้เครื่องมือที่สามารถเข้าถึงได้โดยง่าย คือ โทรศัพท์มือถือ ก็อาจลดภาระค่าใช้จ่ายและประหยัดเวลาของผู้ป่วยในการเดินทางไปพบผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้งอาจลดระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจต่อผู้ป่วยหนึ่งรายของผู้เชี่ยวชาญลงและทำให้สามารถรองรับผู้ป่วยจำนวนมากขึ้นได้

การพัฒนาระบบช่วยตรวจฟันโดยโทรศัพท์มือถืออาจแบ่งออกได้เป็นสามส่วนคือ การประมวลผลภาพ, การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ และการสร้างโปรแกรมประยุกต์สำหรับใช้งาน งานวิจัยนี้จะเป็นการศึกษาส่วนแรก คือการประมวลผลภาพ เนื่องจากตัวอย่างภาพถ่ายฟันที่ได้รับมานั้นเป็นภาพถ่ายของช่องปากทั้งหมด ซึ่งมีส่วนของภาพที่ไม่จำเป็นในการตรวจหารอยโรคฟันผุอยู่ด้วย จึงจะต้องหาขั้นตอนการปรับปรุงภาพเพื่อตัดทอนรายละเอียดที่ไม่ต้องการออกจากภาพ และให้เหลือเพียงบริเวณของฟัน ซึ่งจะสามารถนำไปวิเคราะห์หารอยฟันผุต่อไป

แนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ภาพดิจิทัล

ภาพที่สามารถเก็บได้โดยอุปกรณ์ดิจิทัล คือภาพดิจิทัล เกิดจากหน่วยภาพเล็ก ๆ คือพิกเซล (pixel) ที่แต่ละพิกเซลมีค่าความเข้มแสงสี (intensity) (ต่อไปจะเรียก “ค่าสี”) ต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน มาประกอบกันเป็นภาพใหญ่ เนื่องจากภาพเป็นวัตถุสองมิติ เราจึงสามารถกำหนดพิกัดจำนวนเต็มสองมิติให้กับแต่ละพิกเซลในภาพได้ และค่าสีต่าง ๆ ในแต่ละพิกเซล สามารถกำหนดให้เป็นฟังก์ชันของแต่ละพิกเซลได้ กำหนดให้ $\Omega \subset Z^2$ เป็นบริเวณภาพ ซึ่ง Ω เป็นเซตของพิกเซล $x = (x_1, x_2)$ และค่าสีต่าง ๆ ของแต่ละพิกเซลสามารถเขียนได้เป็น $f(x) = f(x_1, x_2)$

ระบบเก็บค่าสีของภาพดิจิทัล

วิธีการเก็บค่าสีในพิกเซลมีหลายระบบ เช่น

ระบบ RGB คือแต่ละพิกเซลจะเก็บค่าสี 3 ค่า คือแสงสีแดง (R - red) แสงสีเขียว (G - green) และแสงสีน้ำเงิน (B - blue) ซึ่งแต่ละแสงสีจะมีค่าความเข้มได้ตั้งแต่ 0 (มืดที่สุด) ถึง 255 (สว่างที่สุด)

ระบบ HSI หรือ HSV คือแต่ละพิกเซลเก็บค่า 3 ค่า ได้แก่ สี (H - hue) ใช้การไล่ลำดับสี แดง - ส้ม - เหลือง - เขียว - ฟ้า - ม่วง เทียบกับค่า $0^\circ - 360^\circ$ ความอิ่มตัวของสี (S - saturation) คือปริมาณของสีที่ปนอยู่ในแสงสีขาว ค่า S ต่ำ คือมีสีปนอยู่น้อย ค่า S สูง คือมีสีปนอยู่มาก หรือมีความสดใสน่า และความสว่าง (I - intensity / V - value) คือความสว่างของพิกเซล

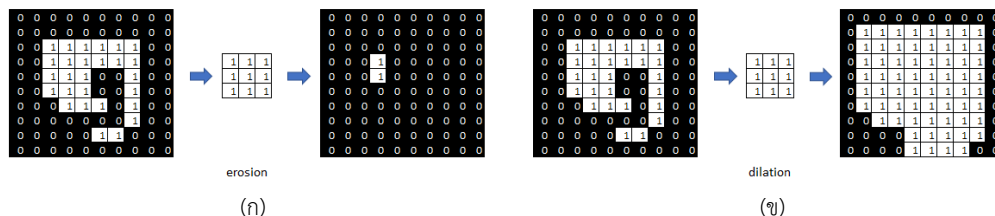
นอกจากนี้ยังมีระบบเก็บค่าสีแบบอื่น ๆ เช่น ระบบ YIQ หรือ CMYK ซึ่งสามารถเลือกใช้ระบบต่าง ๆ เพื่อวัตถุประสงค์การใช้งานภาพที่ต่างกันได้

การปรับปรุงภาพด้วยขีดแบ่ง (Threshold)

ภาพดิจิทัลสีซึ่งแต่ละพิกเซลเก็บค่าองค์ประกอบแสงสีค่าต่าง ๆ ไว้ สามารถถูกทำให้กลายเป็นภาพไบนารี (binary) หรือภาพขาวดำ ได้โดยการปรับปรุงภาพด้วยการกำหนดขีดแบ่ง (threshold) หรือค่าตัวเลขหนึ่ง ๆ ขึ้นเพื่อเป็นค่าเทียบกับค่าฟังก์ชันหนึ่ง ๆ ของพิกเซลในภาพ ถ้าหากค่าฟังก์ชันที่เลือกไว้ของพิกเซลใดในภาพสูงกว่าขีดแบ่งค่าฟังก์ชันนั้น ๆ ในพิกเซลเหล่านั้นจะถูกเปลี่ยนให้กลายเป็นค่าความเข้มแสงสูงสุดหรือพิกเซลกลายเป็นสีขาว กลับกัน ถ้าค่าฟังก์ชันในพิกเซลใดต่ำกว่าขีดแบ่งค่าฟังก์ชันของพิกเซลเหล่านั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นค่าความเข้มแสงต่ำสุด คือพิกเซลกลายเป็นสีดำ ภาพไบนารีสามารถถูกนำไปดำเนินการเชิงตรรกะระหว่างกันได้ ซึ่งมีประโยชน์ในการกำหนดบริเวณภาพที่ต้องการนำไปใช้ประโยชน์และตัดบริเวณที่ไม่จำเป็นออกไป

การดำเนินการเชิงการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Morphological Operations)

การดำเนินการเชิงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นเครื่องมือหนึ่งซึ่งช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพด้วยคอมพิวเตอร์ [3] โดยมีอัลกอริทึมที่สามารถแยกวัตถุในภาพไบนารีออกจากพื้นหลังได้ (เนื่องจากภาพไบนารีมีสีเพียงสองสีเท่านั้น) ตัวอย่างเช่น การหาขอบวัตถุ (edge detection) การเติมเต็มพื้นที่ (filling) และการค้นหาส่วนของวัตถุที่เชื่อมติดกัน (finding connected components of the object) มีตัวดำเนินการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุในภาพไบนารี เพื่อเพิ่มหรือลดรายละเอียดที่ผู้ต้องการได้ เช่น การกร่อนวัตถุ (erosion) ซึ่งลดพื้นที่บริเวณขอบของวัตถุและทำให้วัตถุมีบริเวณมุมแหลมมากขึ้น และการขยายวัตถุ (dilation) ซึ่งเพิ่มพื้นที่บริเวณขอบวัตถุและทำให้มุมแหลมของวัตถุมีความมนขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 1 (ก) และ รูปที่ 1 (ข) ตามลำดับ



รูปที่ 1. ตัวอย่างการดำเนินการเชิงการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (ก) การกร่อนวัตถุ (ข) การขยายวัตถุ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Baltzer and Kaufmann-Jinoian (2004) พัฒนาระบบสีที่สามารถใช้ระบุสีของพืชนุสรณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับใช้ในงานด้านทันตกรรม โดยใช้องค์ประกอบค่าสีสามอย่าง ได้แก่ ความสว่าง, ความเข้มของสี และโทนัส [4]

Datta and Chaki (2015) ใช้การเปลี่ยนระบบสีภาพจาก RGB เป็น HSI เพื่อคัดบริเวณฟันแยกออกจากส่วนอื่น ๆ ในภาพถ่ายบริเวณฟันหน้า (frontal view) [5]

Akash, Mollah, and Akhand (2016) พิจารณาเพิ่มประสิทธิภาพของการตรวจจับใบหน้ามนุษย์ด้วย Haar feature โดยการเพิ่มการกรองภาพด้วยความสัมพันธ์ของค่าสี RGB ของสีผิวมนุษย์ ทำให้ลดความผิดพลาดในการตรวจจับใบหน้าลงได้ [6]

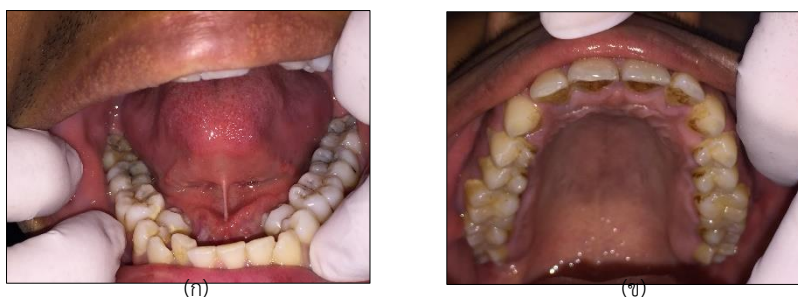
Kang, et al. (2017) ค้นหาขีดแบ่งที่เหมาะสมสำหรับการแปลงภาพฟันที่เป็นภาพโทนสีเทาให้กลายเป็นภาพไบนารี เพื่อช่วยในการระบุตำแหน่งฟันที่ถูกถอนและรักษารากฟันอยู่ [7]

Ramon, et al. (2017) ใช้ภาพถ่ายฟันจากด้านบนและด้านล่าง (occlusal upper/lower view) โดยใช้กล้องดิจิทัลขนาดเล็กกับกระจกตรวจฟันช่วยในการเก็บภาพภายในช่องปาก และนำภาพที่ได้มาปรับปรุงโดยเปลี่ยนจากระบบสี RGB เป็น YCbCr ก่อนนำภาพไประบุตำแหน่งฟันโดยใช้การกรองภาพด้วยขีดแบ่งและการดำเนินการเชิงการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง [8]

2. วิธีการทดลอง

ชุดภาพถ่ายตัวอย่าง

ภาพถ่ายที่นำมาใช้เป็นชุดภาพถ่ายช่องปากซึ่งได้รับจาก พันเอก ทพ.ธนกฤต นพคุณวิชัย หน่วยแพทย์พระราชทาน พระตำหนักทักษิณราชินีเวสต์ เป็นภาพถ่ายสีขนาด 3264x2448 พิกเซล โดยได้นำมาใช้จำนวน 18 ภาพ สามารถแบ่งได้เป็นสองกลุ่มหลัก คือ ภาพถ่ายฟันล่าง 9 ภาพ ซึ่งมีรายละเอียดหลักในภาพได้แก่ ฟันล่าง ลิ้น เหงือก กระพุ้งแก้ม นิ้วมือที่ใส่ถุงมือช่วยในการจับขยายช่องปากเพื่อเก็บภาพ (ต่อไปจะเรียกว่าถุงมือ) ดังตัวอย่างในรูปที่ 2 (ก) และภาพถ่ายฟันบน 9 ภาพ โดยมีรายละเอียดหลักในภาพได้แก่ ฟันบน ขอบปากบน เพดานเหงือก และถุงมือ ดังตัวอย่างในรูปที่ 2 (ข)



รูปที่ 2. ตัวอย่างภาพถ่ายฟันที่ได้รับมา (ก) ภาพถ่ายฟันล่าง (ข) ภาพถ่ายฟันบน

ภาพถ่ายที่ได้ ถ่ายจากด้านหน้าช่องปากโดยใช้เพียงอุปกรณ์ถ่ายภาพอย่างง่าย และใช้มือช่วยในการเปิดช่องปากขึ้นเท่านั้น ทำให้การบันทึกภาพทำได้ง่ายและรวดเร็ว ต่อไปจะพิจารณาเครื่องมือในการปรับปรุงภาพดิจิทัล เพื่อนำมาจำกัดบริเวณฟันในภาพถ่ายที่ได้ โดยจะสร้างภาพไบนารีกรอบฟันเพื่อนำไปทำเป็น mask กำหนดบริเวณที่เป็นฟัน และแปลงค่าพิกเซลของส่วนอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ฟันให้กลายเป็น 0 (สีดำ)

การใช้ค่าความเข้มแสงสีในการแยกบริเวณพื้นออกจากช่องปาก

พิจารณาองค์ประกอบค่าสี 3 สี คือ แดง เขียว น้ำเงิน และกับภาพโทนสีเทา พบว่าใช้ขีดแบ่งกับค่าแสงสีเขียวให้ผลที่น่าพอใจมากที่สุดในการกรองเอาส่วนของ ช่องปาก, ลิ้น และ เหงือก ออก แล้วยังคงเก็บส่วนของฟันไว้ได้มากที่สุด ใช้ขีดแบ่ง 0.5 สำหรับพื้นล่าง และ 0.55 สำหรับพื้นบน โดยขีดแบ่งในที่นี้ มีค่าอยู่ในช่วง $[0, 1]$ เป็นค่าที่ถูกแปลงเชิงเส้นตรงจากค่าความเข้มต่ำสุด - สูงสุดของแสงสีนั้น ๆ เนื่องจากภาพถ่ายทั้งหมดถูกถ่ายในโอกาสเดียวกัน จึงอาจอนุมานได้ว่าค่าความเข้มต่ำสุด - สูงสุดของแสงสีต่าง ๆ ของภาพถ่ายชุดนี้ น่าจะใกล้เคียงกัน

จากนั้นกรองส่วนของถุงมือ ขั้นแรกต้องการใช้ขีดแบ่งกับแสงสีน้ำเงิน เนื่องจากพบว่าส่วนของถุงมือมีความขาวกว่าส่วนของฟัน ฟันมีความเหลืองกว่าถุงมือ ซึ่งแปลว่าส่วนของถุงมือมีค่าความเข้มแสงสีน้ำเงินสูงกว่าส่วนของฟัน แต่พบว่าภาพไบนารีที่ได้จากการใช้ขีดแบ่งกับค่าแสงสีน้ำเงิน เมื่อนำไปซ้อนทับกับภาพที่ใช้ขีดแบ่งกับแสงสีเขียว ไม่สามารถกรองถุงมือออกไปได้หมด ยังคงเหลือขอบของบริเวณถุงมืออยู่มาก

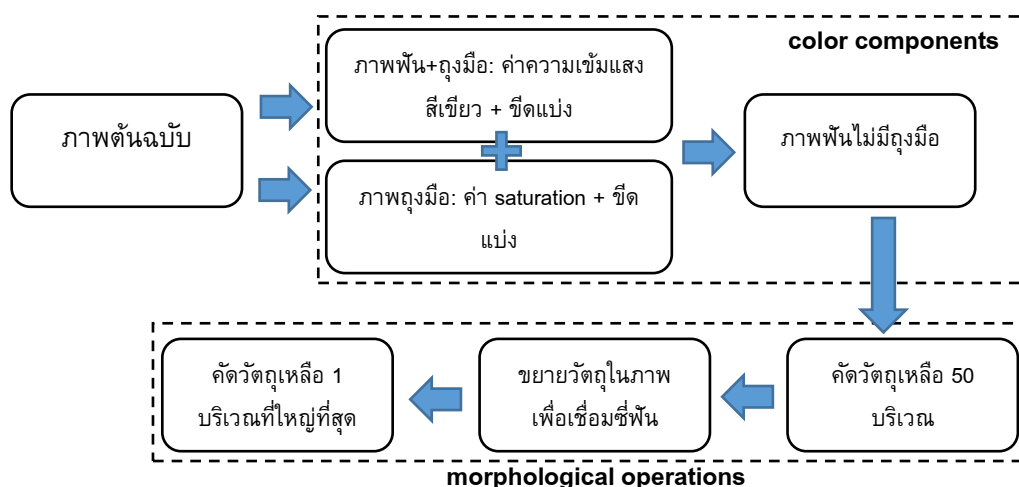
ทดลองเปลี่ยนระบบสีภาพต้นฉบับเป็น HSV พบว่าใช้ขีดแบ่งกับค่า S ที่ 0.25 กรองถุงมือออกได้ และเมื่อนำภาพที่ได้ไปซ้อนทับกับภาพที่ใช้ขีดแบ่งกับแสงสีเขียว สามารถกรองส่วนถุงมือออกไปได้เกือบหมด

ต้องการเชื่อมพื้นที่ฟันที่ถูกขีดแบ่งกรองจนพื้นที่แยกออกเป็นซี่ ๆ ให้ติดกัน แต่ยังคงมีปัญหาเรื่องสัญญาณรบกวนซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากพื้นที่ภายในช่องปากสะท้อนแสงไฟที่ใช้ถ่ายรูปหลงเหลืออยู่ ลักษณะเป็นจุดสีขาวเล็ก ๆ

เนื่องจากลักษณะของสัญญาณรบกวนอาจมองเป็นวัตถุขนาดเล็กได้ จึงใช้เครื่องมือคัดขนาดวัตถุในภาพ ที่สามารถคัดวัตถุในภาพ ที่มีขนาดใหญ่สุดไล่ไปหาขนาดเล็ก เป็นจำนวนเท่าที่ต้องการได้ เลือกเก็บวัตถุในภาพ 50 บริเวณ เพื่อให้สูญเสียส่วนของฟันน้อยที่สุดแต่กรองเอาสัญญาณรบกวนดังกล่าวออกไปได้

เชื่อมพื้นที่ฟันด้วยการขยายวัตถุ เพื่อให้วัตถุในภาพที่อยู่แยกกันมีพื้นที่ซ้อนทับกัน โดยวงกลมค่ารัศมี 33 พิกเซลเป็นค่าที่เชื่อมส่วนของซี่ฟันได้หมดสำหรับภาพส่วนใหญ่ (ในภาพที่มีความละเอียดต่างไปจากภาพที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ อาจต้องใช้ค่ารัศมีค่าอื่น) จากนั้นจึงใช้เครื่องมือคัดขนาดวัตถุในภาพอีกครั้ง เพื่อให้เหลือวัตถุที่มีขนาดใหญ่ที่สุดเพียงบริเวณเดียวคือ บริเวณฟัน

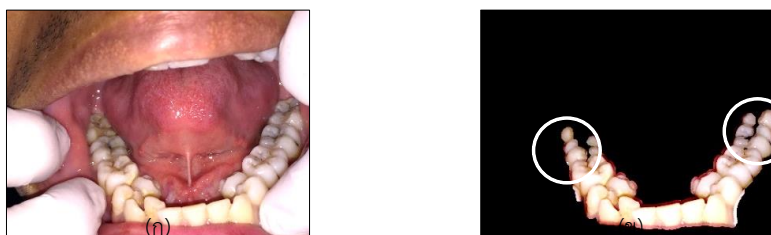
ขั้นตอนทั้งหมดสามารถสรุปเป็นแผนผังโดยย่อได้ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนทั้งหมดเป็นสองกลุ่มการดำเนินการหลัก คือการใช้องค์ประกอบค่าสี (color components) และการใช้การดำเนินการเชิงการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (morphological operations)



รูปที่ 3. แผนภาพการปรับปรุงภาพโดยใช้ขีดแบ่งกับองค์ประกอบค่าสี

การใช้อัตราส่วนค่าความเข้มแสงสีต่าง ๆ ในการแยกบริเวณฟันออกจากช่องปาก

การใช้ขีดแบ่งของค่าแสงสีเขียวเพียงอย่างเดียวมีปัญหาคือไม่สามารถแสดงบริเวณฟันในที่มีมืดมาได้ บริเวณฟันซี่ในสุดของช่องปาก เมื่อถูกถ่ายภาพมักจะเป็นบริเวณที่มีมืดเนื่องจากแสงสว่างเข้าไปถึงน้อย ดังแสดงในรูปที่ 4 จากต้นฉบับ (ก) ทำให้กำหนดได้แนวฟันที่ต้องการ แต่ไม่สามารถเก็บรายละเอียดฟันซี่ในสุดได้ (ข)

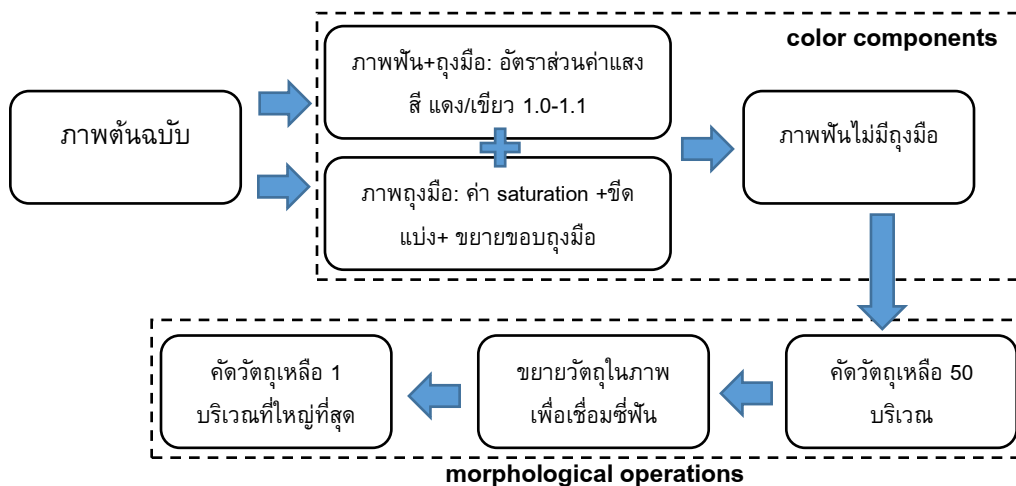


รูปที่ 4. ภาพต้นฉบับ(ก) และภาพที่ถูกกำหนดบริเวณฟันแล้วด้วยการใช้ค่าขีดแบ่งกับค่าแสงสีเขียว(ข)

พิจารณาการกรองภาพด้วยอัตราส่วนสี อาศัยแนวคิดที่ว่าพื้นที่ที่มีสีที่ต้องการ ไม่ว่าจะมืดหรือสว่าง อัตราส่วนค่าความเข้มแสงสีแดง:เขียว:น้ำเงิน จะต้องเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน บริเวณฟันควรจะมีย่ออัตราส่วนค่าสีแดง:เขียว:น้ำเงิน ประมาณ 1:1:b โดย $b < 1$ แต่เนื่องจากการกำหนดอัตราส่วนค่าสีน้ำเงินให้สัมพันธ์กับค่าสีแดงหรือเขียว มีผลทำให้ส่วนของฟันบางส่วนถูกกรองออกไปโดยไม่จำเป็น การกำหนดเพียงอัตราส่วนค่าสีแดง:เขียว อยู่ในช่วงระหว่าง 1.0 ถึง 1.1 สามารถทำให้กรองส่วนของฟันในที่มีมืดได้มากกว่า การใช้ขีดแบ่งกับค่าแสงสีเขียวเพียงอย่างเดียว แต่ก็ยังคงติดส่วนของถุงมือมาด้วยอยู่

พิจารณาข้อบกพร่องที่กรองด้วยอัตราส่วนสี กับภาพที่ใช้ขีดแบ่งกับค่า S ที่ทำให้ติดส่วนของถุงมือออกได้ดีเมื่อนำไปซ้อนกับภาพที่ใช้ขีดแบ่งกับค่าแสงสีเขียว พบว่า ทั้งสองภาพยังซ้อนกันไม่สนิท ยังคงเหลือขอบ

ถุงมือ แก้ปัญหาด้วยการขยายวัตถุ คือภาพถุงมือ ด้วยวงกลมที่คาร์สมี่ 17 พิกเซล และนำมาซ้อนกับภาพที่กรองด้วยอัตราส่วนสี พบว่าตัดส่วนของถุงมือออกไปได้อย่างน่าพอใจ จากนั้น เชื่อมพื้นที่ของฟันด้วยการขยายวัตถุ ในกรณีนี้ สามารถใช้วงกลมคาร์สมี่ 13 พิกเซลได้ และทำการคัดวัตถุให้เหลือเพียงบริเวณเดียว ซึ่งคาดว่าจะเป็นบริเวณฟันที่ต้องการ



รูปที่ 5. แผนผังการปรับปรุงภาพโดยใช้อัตราส่วนค่าแสงสี

ขั้นตอนทั้งหมดสามารถสรุปเป็นแผนผังโดยย่อได้ดังแสดงในรูปที่ 5 โดยลำดับขั้นตอนจะมีความคล้ายกับการปรับปรุงภาพโดยใช้ขีดแบ่งกับองค์ประกอบค่าสี ในภาพที่ 3 จุดที่แตกต่างกันที่สำคัญคือการเก็บภาพฟันและถุงมือโดยใช้อัตราส่วนค่าแสงสีแดง/เขียว แทนการใช้ค่าความเข้มแสงสีเขียว ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันคือ เก็บบริเวณฟันที่อยู่ลึกเข้าไปข้างในได้มากกว่า ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6. เปรียบเทียบภาพต้นฉบับ (ก), ภาพที่ถูกกำหนดบริเวณฟันแล้วด้วยการใช้อัตราส่วนค่าสีแดง/เขียว (ข) และภาพที่ถูกกำหนดบริเวณฟันด้วยการใช้ขีดแบ่งกับค่าแสงสีเขียว (ค)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการดำเนินการปรับปรุงภาพตามขั้นตอนที่ได้นำเสนอ กับภาพถ่ายช่องปากจำนวน 18 ภาพ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 1. ประสิทธิภาพของวิธีการที่ใช้ในการปรับปรุงภาพสองวิธี และเปรียบเทียบ

วิธี	จำนวนภาพที่กำหนดได้แนวฟันที่ต้องการ	จำนวนภาพที่กำหนดบริเวณฟันที่อยู่ลึกที่สุดได้ (จับภาพฟันที่อยู่ลึกที่สุดทั้งสองข้างได้มากกว่า 50% ของพื้นที่ซี่ฟัน)	จำนวนภาพที่ใช้อัตราส่วนสี่กำหนดบริเวณฟันที่อยู่ลึกได้มากกว่าการใช้ขีดแบ่งกับค่าแสงสี
การใช้ขีดแบ่งกับค่าแสงสี	18	7	12
การใช้อัตราส่วนสี่	14	13	

จะได้ว่าขั้นตอนการปรับปรุงภาพที่ได้นำเสนอทั้งสองวิธี สามารถกำหนดแนวฟันในภาพถ่ายช่องปากส่วนใหญ่นำมาใช้ทดลองได้ อย่างไรก็ตาม ยังคงมีบางภาพที่ขั้นตอนที่ได้นำเสนอไม่สามารถใช้กำหนดบริเวณฟันได้ โดยปัญหาหลักมักอยู่ที่ขั้นตอนของการดำเนินการเชิงการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง พิจารณาจากจำนวนภาพที่จับได้แนวฟันที่ต้องการ ของวิธีการใช้อัตราส่วนสี่ เทียบกับของวิธีการใช้ขีดแบ่งกับค่าแสงสี ซึ่งในวิธีการใช้อัตราส่วนสี่มีการใช้การดำเนินการเชิงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างมากกว่า ถ้าหากมีหลายขั้นตอนมากเกินไปจะทำให้จับไม่ได้วัตถุที่ต้องการ คือบริเวณฟัน เนื่องจากรูปร่างของวัตถุไม่ได้เป็นลักษณะที่ใช้ระบุเจาะจงถึงวัตถุได้มากนัก

การใช้อัตราส่วนสี่สามารถทำให้กำหนดบริเวณฟันที่อยู่ลึกเข้าไปข้างในได้ดีกว่าการใช้ขีดแบ่งกับค่าแสงสี โดยสามารถกำหนดบริเวณฟันที่อยู่ลึกที่สุดได้มากกว่าการใช้ขีดแบ่งกับค่าแสงสี ทำให้ได้ว่าอัตราส่วนสี่ของฟันสามารถถูกนำไปใช้ในการกำหนดบริเวณแนวฟันได้ดีกว่า โดยในการเก็บภาพถ่ายช่องปากด้วยโทรศัพท์มือถือครั้งต่อ ๆ ไป อาจแนะนำให้ใช้ถุงมือสีอื่นซึ่งมีสีแตกต่างจากฟันและบริเวณอื่น ๆ ในช่องปากมาก ๆ เช่น สีในกลุ่มสีฟ้า จะช่วยให้สามารถทำให้กำหนดบริเวณแนวฟันได้ง่ายขึ้น และอาจช่วยลดขั้นตอนของการดำเนินการเชิงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลงได้

4. สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ต้องการค้นหาขั้นตอนการปรับปรุงภาพถ่ายช่องปาก ที่ถ่ายด้วยโทรศัพท์มือถือ เพื่อให้ได้บริเวณแนวฟันที่สามารถนำไปตรวจหารอยโรคฟันผุต่อได้ ซึ่งภาพถ่ายที่ได้ เป็นภาพที่ถ่ายจากด้านหน้าช่องปากเข้าไปด้านใน โดยมีมือช่วยในการเปิดช่องปากให้กว้างขึ้น เป็นวิธีการเก็บภาพที่สะดวก รวดเร็ว ไม่ต้องใช้เครื่องมือเก็บภาพที่มีขั้นตอนการใช้งานซับซ้อน

ลักษณะภาพที่ต้องการ คือภาพกรอบฟัน ที่จะนำไปซ้อนทับกับภาพถ่ายช่องปากต้นฉบับแล้วทำให้เหลือแค่บริเวณฟัน เพื่อที่จะสามารถนำภาพซ้อนที่ได้ไปใช้วิเคราะห์ต่อได้

จากการทดลอง ทำให้ได้วิธีการปรับปรุงภาพสองวิธี คือการใช้ขีดแบ่งกับค่าแสงสี และการใช้อัตราส่วนสี ทั้งสองวิธีทำร่วมกับการดำเนินการเชิงการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ซึ่งทั้งสองวิธีสามารถทำได้ ภาพกรอบฟันจากชุดภาพถ่ายที่นำมาทดลองได้ โดยมีรายละเอียดที่ต่างกัน คือวิธีการใช้อัตราส่วนสี ผ่านขั้นตอนการดำเนินการเชิงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างมากกว่าวิธีการใช้ขีดแบ่งกับค่าแสงสี ทำให้จับภาพแนวนั้นได้น้อยกว่า แต่ในภาพที่อัตราส่วนสีจับภาพแนวนั้นได้ถูกต้อง สามารถเก็บบริเวณฟันที่อยู่ลึกเข้าไปข้างในได้มากกว่า

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ พันเอก ทพ.ธนภุต นพคุณวิทย์ หน่วยแพทย์พระราชทาน พระตำหนักทักษิณราชนิเวศน์ ที่ได้เสนอแนวความคิดในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการตรวจฟัน และสนับสนุนชุดภาพถ่ายช่องปากสำหรับนำมาทำงานในครั้งนี้

ขอขอบคุณสาขาวิชาคณิตศาสตร์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ และ ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านวิศวกรรมแพทย์ (Center of Excellent in Biomechanics Medicines) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ช่วยในการสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้

งานวิจัยชิ้นนี้ดำเนินการจนสำเร็จในระหว่างที่ผู้วิจัยกำลังศึกษาเล่าเรียน ด้วยทุนพระราชทานจากสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ผู้วิจัยรู้สึกสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณเป็นล้นเกล้าล้นกระหม่อมหาที่สุดมิได้

เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] คลินิกทันตกรรมคอสเดนท. 2561. ฟันผุคืออะไร. แหล่งข้อมูล: <https://www.cosdentbyslc.com/dentist-advise/knowledge/2015-0065-ฟันผุคืออะไร>. ค้นเมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน 2561.
- [2] ชุตินา ไตรรัตน์วรกุล และคณะ. 2554. ทันตกรรมป้องกันในเด็กและวัยรุ่น. พิมพ์ครั้งที่ 4. บริษัทเบสท์ บุ๊คส์ ออนไลน์ จำกัด, กรุงเทพฯ. [Chutima Triratworakul, et al. 2011. Preventive Dentistry in Children and Teens. 4th ed, Best Books Online Co., Ltd., Bangkok. (in Thai)]
- [3] Gonzalez, R.C. and Woods, R.E. 1992. Digital Image Processing. Massachusetts: Addison-Wesley.
- [4] Baltzer, A. and Kaufmann-Jinoian, V. 2004. The Determination of the Tooth Colors. *Quintessenz Zahntechnik*, 30, 726-740.
- [5] Datta, S. and Chaki, N. 2015. Person Identification Technique Using RGB Based Dental Images. 14th International Conference on Computer Information Systems and Industrial Management Applications · CISIM 2015, Warsaw, Poland, 169-180.

- [6] Akash, A.A., Mollah, A.S., and Akhand, M.A.H. 2016. Improvement of Haar Feature Based Face Detection in OpenCV Incorporating Human Skin Color Characteristic. *Journal of Computer Science Applications and Information Technology*, 1(1), 8.
- [7] Kang, X, et al. 2017. Dental Bio-Metrics Information used for Binary Image Processing, Segmentation and Matching. *Journal of Clinical and Medical Case Studies*, 2, 22-30.
- [8] Ramon, A.S.L., et al. 2017. Use of Support Vector Machine for Teeth Recognition from Occlusal Intraoral Digital Photographic Images. XIII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil, 1747-1752.