

แอปพลิเคชันสำหรับการระบุอัตลักษณ์ของยาโดยใช้ Deep Learning และ K-means Clustering (ClinicYA: An Application for Pill Identification Using Deep Learning and K-means Clustering)

สุภาวดี ศรีคำดี
คณะวิทยาการสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยบูรพา
ชลบุรี ประเทศไทย 20131
srikamdee@buu.ac.th

อุไรรัฐ สุขสวัสดิ์ชน
คณะวิทยาการสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยบูรพา
ชลบุรี ประเทศไทย 20131
ureerat@go.buu.ac.th

จักริน สุขสวัสดิ์ชน
คณะวิทยาการสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยบูรพา
ชลบุรี ประเทศไทย 20131
jakkarin@go.buu.ac.th

วรวิทย์ วีระพันธุ์
คณะวิทยาการสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยบูรพา
ชลบุรี ประเทศไทย 20131
werapan@go.buu.ac.th

บทคัดย่อ

การระบุยาเป็นหนึ่งในงานที่สำคัญที่สุดในการรับรองความปลอดภัยของยา ด้วยกล้องสมาร์ทโฟนคุณภาพสูงทำให้เราสามารถสร้างแอปพลิเคชันบนมือถือเพื่อระบุยาที่ไม่รู้จักได้โดยอัตโนมัติ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่มีในปัจจุบันส่วนใหญ่ไม่สามารถตรวจจับและระบุยาเม็ดภายใต้สภาพแวดล้อมการใช้งานจริงที่ปราศจากการควบคุมปัจจัยต่างๆ เพื่อเอาชนะความท้าทายในการระบุยาในสภาพแวดล้อมของการใช้งานจริง งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการออกแบบ การพัฒนาและการประเมินแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือที่เรียกว่า ClinicYA การพัฒนา ClinicYA มีกระบวนการสำคัญ ได้แก่ แบบจำลองการจดจำเม็ดยาด้วยอัลกอริธึม Mask-RCNN ที่แยกรูปร่างของเม็ดยาและการจัดกลุ่มสีและจับคู่แม่แบบในแบบจำลองสี RGB และ HSV แอปพลิเคชัน ClinicYA ที่นำเสนอมีความแม่นยำมากกว่า 99.27% ในการระบุตำแหน่งและจัดรูปร่างของเม็ดยาสำหรับการตรวจจับสี วิธีการของเรามีความแม่นยำ 93.85% ด้วยโมเดลสี HSV สำหรับการระบุสีเดียว และสูงถึง 90.5% ในโมเดลสี HSV สำหรับการระบุสองสี

คำสำคัญ— Mask-RCNN, โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน, คอมพิวเตอร์วิทัศน์, การตรวจจับวัตถุ, การรับรู้ภาพเม็ดยาที่ไม่มีเงื่อนไข

บทนำ

ข้อผิดพลาดในการใช้ยาเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของยาเหล่านี้สามารถเกิดได้จากความผิดพลาดของใบสั่งยา การจ่ายยา แม้ว่าแพทย์และเภสัชกรจะเต็มใจในการให้บริการเพื่อให้ผู้ป่วยได้รับยาที่ถูกต้อง แต่ก็ยังมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นได้ ข้อผิดพลาดอาจเกิดจากพฤติกรรมของผู้บริโภคได้ด้วยหลายคนอาจเจอปัญหา เช่น เจอยาหลงทางในตู้ยา หรือ คนที่คุณรักอาจจะมีอาการสับสนโดยไม่ได้ตั้งใจ ปัญหาที่มีอีกอย่างคือ การจ่ายยาผิด เพราะฉลากหรือบรรจุภัณฑ์อ่านยากหรือชำรุด มีเหตุผลมากมายที่คุณอาจสงสัยว่า “นี่คือเม็ดยาอะไร”

การซื้อยาด้วยตนเองอาจเป็นอีกหนึ่งปัญหา ผู้ป่วยหรือผู้บริโภคทั่วไปซื้อยาจากร้านยาโดยไม่ได้รับคำแนะนำจากแพทย์ นอกจากนี้การซื้อยาจากร้านขายยาที่ไม่มีเภสัชกรประจำร้านอาจทำให้ผู้บริโภคได้รับยาผิดได้เนื่องจากมียาหลายชนิดที่มีลักษณะทางกายภาพคล้ายคลึงกัน ในฐานะผู้บริโภค คุณต้องป้องกันตัวเองและตรวจสอบให้แน่ใจว่าคุณมียาที่ถูกต้อง คุณต้องทราบยาและขนาดยาที่คุณควรได้รับ

เพื่อลดความเสี่ยงของความผิดพลาดในการใช้ยา จึงมีความจำเป็นในการพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถระบุยาเม็ดได้โดยอัตโนมัติ ปัจจุบันมีแอปพลิเคชันบนเว็บต่างๆ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการค้นหาข้อมูลยาเม็ด ตัวอย่าง ได้แก่ WebMD [1], Drugs.com [2] และ RxList Inc. [3] เว็บแอปพลิเคชันเหล่านี้กำหนดให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลด้วยตนเองหรือเลือกคุณลักษณะเม็ดยาจากรายการที่มี

ให้ เช่น รอยประทับ สี และรูปร่าง จากนั้นโปรแกรมจะแสดงรูปภาพให้ผู้ใช้งานตรวจสอบและระบุยาที่ใช้ใช้งานสอบถาม แม้ว่าเว็บแอปพลิเคชันเหล่านี้ได้รับการพัฒนาโดยใช้ฐานข้อมูลยาของสถาบันสุขภาพแห่งชาติ (NIH) แต่ก็ไม่มีสำหรับคนอเมริกันเท่านั้น ในประเทศไทย ‘Drug Identification Database’ โดยคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี [4] ได้รับการพัฒนาดังแต่ปี พ.ศ. 2558 สำหรับคนไทย โดยเป็นเว็บไซต์ระบุยาเม็ดและแคปซูล แม้ว่าเครื่องมือทั้งหมดที่กล่าวมาจะสามารถช่วยระบุยาเม็ดได้ แต่การป้อนข้อมูลด้วยตนเองนั้นใช้เวลานาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผู้สูงอายุ

ด้วยกล้องสมาร์ทโฟนคุณภาพสูง เราสามารถสร้างแอปพลิเคชันบนมือถือเพื่อจดจำเม็ดยาโดยอัตโนมัติด้วยการถ่ายภาพเม็ดยาแล้วแสดงข้อมูลเกี่ยวกับเม็ดยาล่านั้น สามารถแก้ปัญหาการป้อนข้อมูลด้วยตนเอง Lee et al. [5] ได้เสนอเครื่องมือระบุยาเม็ดแบบเคลื่อนที่โดยใช้ภาพเม็ดยา ผู้ใช้เพียงถ่ายภาพเม็ดยาโดยใช้สมาร์ทโฟน จากนั้นภาพเม็ดยาที่ตรงกันก็ปรากฏขึ้น แบบจำลองการรู้จำที่ใช้ในการวิจัยของ Lee ใช้ Hu invariant moments ของขอบเม็ดยาสำหรับการจำแนกรูปร่าง และใช้ฮิสโตแกรมสีเพื่อจำแนกสีของเม็ดยา Cunha et al. [6] เสนอแอปพลิเคชันบนมือถือเพื่อระบุยาสำหรับผู้สูงอายุ ระบบนี้สร้าง Masker เพื่อตรวจจับพื้นที่การประมวลผล จากนั้นจึงแยกสีและมิติของรูปร่างในขั้นตอนการเรียนรู้และการจดจำ

อัลกอริธึมการเรียนรู้เชิงลึกได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการแยกคุณสมบัติและการตรวจจับวัตถุ งานวิจัย [7-9] ได้เสนอการออกแบบแล้วใช้อัลกอริธึมการเรียนรู้เชิงลึกสำหรับการจดจำเม็ดยาโดยอัตโนมัติจากภาพโทรศัพท์มือถือ พวกเขาเสนอเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ที่ช่วยให้ผู้ป่วยหรือผู้บริโภครู้ชื่อยาเม็ดได้ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาแอปพลิเคชันระบุยาเม็ดยานมือถือยังคงเป็นสิ่งท้าทาย เนื่องจากคุณภาพของภาพถ่ายในสถานการณ์ต่างๆ ที่ไม่มีเงื่อนไข งานวิจัยส่วนใหญ่ใช้ภาพถ่ายที่ถ่ายในห้องปฏิบัติการที่มีการควบคุมด้วยกล้องความละเอียดสูงหรือพื้นหลังที่เหมือนกัน ทำให้หลายวิธีอาจล้มเหลวในการตรวจจับและระบุยาเม็ดในสถานการณ์จริง

ในบทความนี้ เรายังเสนอการออกแบบ การพัฒนา และการประเมินแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือชื่อ ClinicYA ซึ่งใช้ลักษณะที่ปรากฏ ได้แก่ รูปร่างและสีที่สกัดจากภาพถ่ายเม็ดยา เพื่อช่วยผู้ป่วยในการระบุยาเม็ด การวิจัยของเราใช้ Mask-RCNN สำหรับการจดจำรูปร่างพร้อมด้วยการจัดกลุ่มสีและการจับคู่เพื่อตรวจจับสี ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยสรุปได้ดังนี้

- ในงานนี้ เราสร้างชุดข้อมูลเองเพื่อให้ทำงานได้ดีขึ้นกับแบบจำลองการจดจำเม็ดยาในสถานการณ์การใช้งานจริง ทีมงานของเรารวบรวมภาพทั้งหมด 4,800 ภาพ ประกอบด้วยภาพที่มีทั้งยาเม็ดเดี่ยวและยาหลายเม็ด ภาพทั้งหมดถ่ายโดยอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ 2 เครื่องในแพลตฟอร์มที่แตกต่างกัน เพื่อจำลองการใช้งานจริงที่ไม่มีกรรมการควบคุม เช่น พื้นหลัง แสง แสงเงา และการวางแนวโทรศัพท์ที่หลากหลาย

- แอปพลิเคชัน ClinicYA ที่เรานำเสนอเป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นใหม่ และสามารถใช้งานได้ทั่วไป โดยเป็นแอปพลิเคชันบน Android ที่ช่วยให้ผู้ป่วย ผู้ใช้งานทั่วไป หรือแพทย์สามารถตรวจสอบเม็ดยาได้ และมีผลเชิงบวกที่สำคัญต่อสังคม

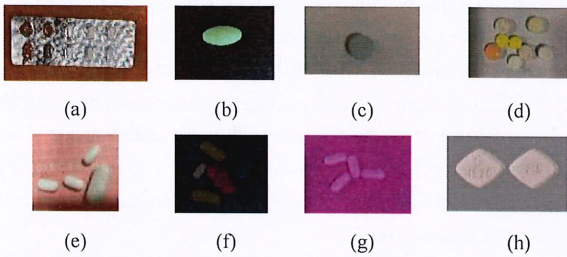
วิธีการที่นำเสนอ

งานวิจัยนี้ใช้ฐานข้อมูลยาที่จัดทำขึ้นโดยคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา แอปพลิเคชันมือถือชื่อ ClinicYA ช่วยให้ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลยาได้ 4 รูปแบบ ได้แก่ ค้นหาด้วยชื่อยา, ค้นหาด้วยรูปร่างและสีของเม็ดยา, ค้นหาโดยภาพถ่ายเม็ดยาจากโทรศัพท์ และค้นหาตามอาการของโรค

A. การเตรียมข้อมูล

นอกจากฐานข้อมูลทางเภสัชวิทยาที่สร้างโดยคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาแล้ว ทีมวิจัยของเรายังได้รวบรวมภาพที่ถ่ายด้วยสมาร์ทโฟนจำนวน 4,800 ภาพ เราใช้ชุดข้อมูลของเราเพื่อสร้างแบบจำลองที่สามารถระบุสีและรูปร่างของเม็ดยาในภาพถ่ายในสภาวะต่างๆ ได้แก่ แสงแตกต่างกัน พื้นหลังกลมกลืนกับวัตถุ ภาพที่มีขีด ฯลฯ การตั้งค่าที่หลากหลายนี้มีจุดประสงค์เพื่อเลียนการใช้งานแอปพลิเคชันในการใช้งานจริงของผู้ใช้ที่ปราศจากการควบคุม

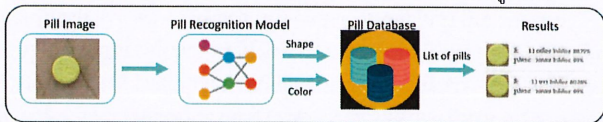
แปดรูปร่างที่แตกต่างกันถูกสร้างขึ้นสำหรับชุดข้อมูล ได้แก่ วงกลม, แคปซูล, วงรี, สีเหลี่ยมผืนผ้า, สามเหลี่ยม, shield, ห้าเหลี่ยมและหกเหลี่ยม โดยถ่าย 600 ภาพในแต่ละรูปทรง รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างของ 8 สถานการณ์ที่แตกต่างกัน



รูปที่ 1 ตัวอย่างชุดข้อมูลที่ใช้ในการจำรูปร่างและสีของเม็ดยา (a) ยาอยู่ในแพ็คเกจ (b) ยาเม็ดเดี่ยวภาพคมชัด, (c) ยาเม็ดเดี่ยวภาพเบลอ (d) ยาหลายเม็ดภาพคมชัด (e) ยาหลายเม็ดภาพเบลอ (f) ภาพถ่ายในที่มืด (g) สีเม็ดยากลืนกับพื้นหลัง (h) ภาพเม็ดยี่ห้อสินค้าจากอินเทอร์เน็ต

B. อัลกอริทึมระบุเม็ดยาจากภาพถ่ายด้วยสมาร์ทโฟน

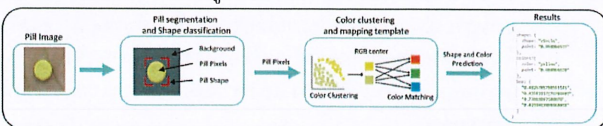
แบบจำลองการจดจำภาพที่ผ่านการฝึกสอนจะจดจำรูปร่างและสีของเม็ดยาในภาพ เมื่อผู้ใช้ถ่ายภาพเม็ดยาและคลิกปุ่มค้นหา จากนั้นแอปพลิเคชันจะค้นหายาในฐานข้อมูลโดยใช้ข้อมูลรูปร่างและสี และแสดงผลลัพธ์เป็นรายการยาที่เกี่ยวข้อง ภาพรวมของขั้นตอนวิธีที่นำเสนอแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ภาพรวมของอัลกอริทึมการค้นหาข้อมูลยาจากภาพถ่าย

C. การฝึกสอนแบบจำลองการรู้จำเม็ดยา

ข้อมูลการฝึกอบรมและการทดสอบสำหรับแบบจำลองการจดจำเม็ดยาถูกแบ่งในอัตราส่วน 80:20 ดังรูปที่ 3

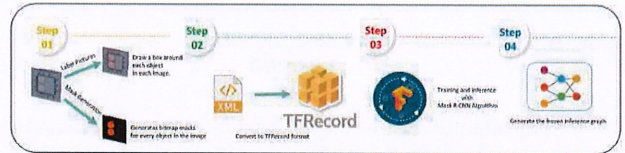


รูปที่ 3 ภาพรวมของกระบวนการฝึกสอนแบบจำลองการจดจำยา

มีสองขั้นตอนในการจำแนกลักษณะทางกายภาพของยาเม็ด ได้แก่ (1) ขั้นตอนการระบุบริเวณของเม็ดยาโดยตีกรอบล้อมรอบและจำแนกประเภทรูปร่างของยาแต่ละเม็ดภายในกรอบนั้น (2) นำผลลัพธ์จากขั้นตอนก่อนหน้ามาระบุสีโดยจัดกลุ่มสีและการจับคู่สีกับแม่แบบที่นำเสนอ

อาจมีหนึ่งหรือสองสีในยาแต่ละเม็ด ผลลัพธ์สุดท้ายของแบบจำลองประกอบด้วยข้อมูลสามส่วน ได้แก่ ค่าสีค่าที่แสดงถึงตำแหน่งของเม็ดยาประเภทรูปร่างพร้อมความน่าจะเป็น และสีพร้อมความน่าจะเป็น ความน่าจะเป็นยิ่งสูงแสดงถึงความมั่นใจที่มากขึ้นว่าจะเป็นรูปร่างหรือสีนั้น รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

- 1) การแบ่งส่วนเม็ดยาและการจำแนกรูปร่าง
- ขั้นตอนการระบุตำแหน่งและรูปร่างของเม็ดยาแสดงดังรูปที่ 4

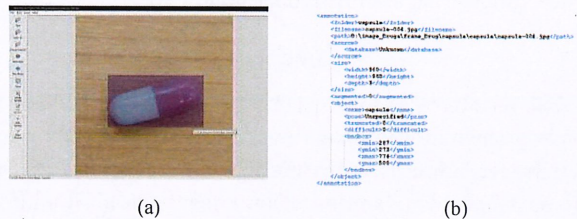


รูปที่ 4 ภาพรวมของกระบวนการแบ่งส่วนเม็ดยาและการจำแนกรูปร่าง

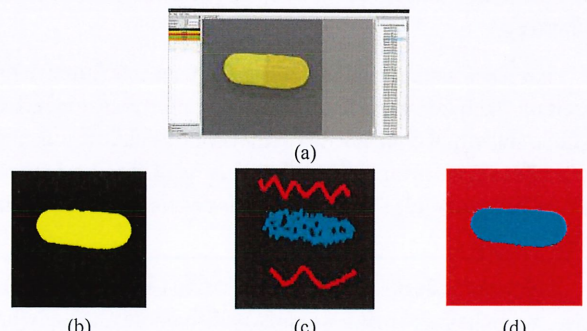
การตีกรอบสีเหลี่ยมล้อมรอบยาแต่ละเม็ดในรูปที่ 4 ใช้ LabelImg [10] เพื่อระบุเม็ดยาในแต่ละภาพ จากนั้นข้อมูลจะถูกบันทึกเป็นไฟล์ XML พร้อมระบุตำแหน่งของ xmin, ymin, xmax และ ymax รวมถึงฉลากระบุประเภทของรูปร่างเม็ดยา ตัวอย่างแสดงในรูปที่ 5

จากนั้นส่วนที่เป็นพิกเซลของเม็ดยาจะถูกหาสีแยกจากพื้นหลังโดยใช้ Mask Generation เมื่อบันทึกข้อมูลแล้วจะได้ ไฟล์ข้อมูล mask 3 ไฟล์จะถูกสร้างขึ้น ได้แก่ color_mask.png, mask.png และ watershed_mask.png ตัวอย่างแสดงในรูปที่ 6

ข้อมูลจากไฟล์ XML จะถูกแปลงเป็นรูปแบบ TFRecord เราฝึกโมเดลโดยใช้ TensorFlow และอัลกอริทึม Mask RCNN จนกว่าจะได้โมเดลที่เหมาะสมที่สุดท้าย frozen inference graph (.pb file) จะถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้โมเดลที่ผ่านการฝึกอบรมสำหรับใช้ในแอปพลิเคชันมือถือ



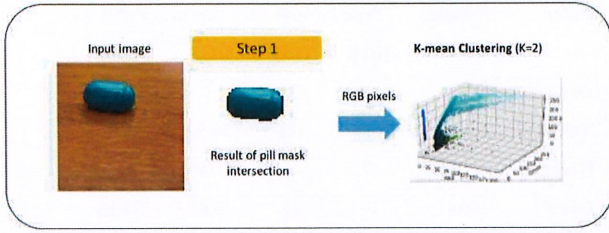
รูปที่ 5 ตัวอย่างการใช้โปรแกรมระบุตำแหน่งเม็ดยาและประเภทรูปร่างเพื่อเตรียมข้อมูลสำหรับกระบวนการฝึกโมเดล (a) การวาดกรอบเม็ดยาด้วย Labelimg (b) ตัวอย่างของไฟล์ XML



รูปที่ 6 ตัวอย่างการสร้าง mask ด้วย Pixel Annotation Tool (a) ระบายสียา (b) color_mask.png, (c) mask.png และ (d) watershed_mask.png

2) การจัดกลุ่มสีและแม่แบบการจับคู่สี

ภาพรวมของขั้นตอนการระบุสีเม็ดยาแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 การจัดกลุ่มสีของเม็ดยาโดยใช้อัลกอริทึม K-mean

เมื่อภาพต้นฉบับทับซ้อนกับภาพที่ผ่านขั้นตอนการแบ่งส่วนเม็ดยาจะเหลือเฉพาะพิกเซลที่คาดว่าจะเป็นส่วนของเม็ดยาแล้วใช้อัลกอริทึม K-mean จัดกลุ่มพิกเซลสีของเม็ดยา งานวิจัยนี้กำหนดพารามิเตอร์กลุ่มของคลัสเตอร์มีค่าเท่ากับ 2 โดยมีสมมติฐานว่าแต่ละเม็ดยาอาจมีสีได้สูงสุด 2 สี ดังนั้นหากมีสีเดียวใน 1 เม็ด ทั้งสองกลุ่มก็ยังคงระบุได้สีเดียวกัน เมื่อจบการทำงานของอัลกอริทึม K-mean จะได้ centroid ของแต่ละกลุ่ม จากนั้นค่า centroid ของแต่ละกลุ่มจะถูกจับคู่กับแม่แบบสีที่งานวิจัยนี้พัฒนาขึ้นเพื่อกำหนดว่าสีที่จัดกลุ่มตรงกับสีใดในแม่แบบ วัดความใกล้เคียงด้วยระยะทางแบบยุคลิดพร้อมกับคำนวณเปอร์เซ็นต์ของความคล้ายคลึงกันดังแสดงในสมการ (1)

$$per_sim = 100 - \left(\frac{diff}{max_diff} \times 100 \right) \quad (1)$$

โดยที่ diff คือความแตกต่างระหว่าง centroid และแม่แบบสี max_diff คือความแตกต่างที่เป็นไปได้สูงสุดโมเดลสี ในกรณีของสี RGB เราจะพบความแตกต่างระหว่าง [0,0,0] และ [255,255,255] ในขณะที่สี HSV เราจะพบความแตกต่างระหว่าง [0,0,0] และ [0,0,255]

จากการศึกษาฐานข้อมูลยาต่างๆ ในประเทศไทย เช่น ฐานข้อมูลยาของคณะเภสัชศาสตร์ ม.อุบลฯ เว็บไซต์นี้ระบุสียาสิบสองสี เนื่องจากไม่มีรหัสสีมาตรฐานสำหรับยาเม็ดในประเทศไทยและผู้ผลิตแต่ละรายอาจเลือกรูปแบบสีที่แตกต่างกัน ดังนั้นสำหรับแต่ละสีที่เลือกมางานวิจัยนี้จึงให้นักวิจัย 4 คนเลือกพิกเซลที่แสดงแต่ละเม็ดสีและทำการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละเม็ดของระบบสีนั้นเพื่อสร้างแม่แบบสี และแม่แบบสีที่สร้างขึ้นจะถูกใช้เพื่อเปรียบเทียบกับค่าสีในแต่ละ centroid และระบุสีของเม็ดยาจากภาพถ่าย

เนื่องจากมีหลายโมเดลสีในงานทางด้านคอมพิวเตอร์วิทัศน์ งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบว่าการระบุสีในระบบ RBG และ HSV มีประสิทธิภาพแตกต่างกันอย่างไร การกำหนดแม่แบบสีที่สร้างจากโมเดลสีทั้งสองแสดงในตารางที่ 1

ในตารางที่ 1 คอลัมน์แรกแสดงชื่อสี คอลัมน์ที่สองแสดงตัวอย่างยาที่มีสีนั้น คอลัมน์ที่สามคือค่าเฉลี่ย RGB ที่ใช้เป็นแม่แบบสีเพื่อระบุคำตอบ คอลัมน์ที่สี่และห้าแสดงขอบเขตล่างและบนของสีแต่ละสีในโมเดล HSV เนื่องจากโมเดลสี HSV เป็นสีบนระนาบวงกลม แต่ละสีจึงมีสองค่า

ในขั้นตอนสุดท้าย ประเภทรูปร่างที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 และสีจากขั้นตอนที่ 2 จะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับค้นหาหาฐานข้อมูลยา แล้วแสดงผลเป็นรายการยาที่เกี่ยวข้อง

การทดลองและอภิปรายผล

ส่วนนี้แสดงรายละเอียดของการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองการจำแนกรูปร่างเม็ดยาโดย Mask-RCNN ผลลัพธ์ของการระบุสีเม็ดยาโดยอัลกอริทึม K-mean และการจับคู่แม่แบบสีที่นำเสนอ และตัวอย่างหน้าจอผลลัพธ์เคชันมือถือสำหรับการค้นหาข้อมูลยาในรูปแบบต่างๆ

ตารางที่ 1 กำหนดแม่แบบสีที่ใช้ระบุสีของเม็ดยาจากโมเดล RGB และ HSV

| Color | Pill Example | RGB mean | HSV Range | |
|--------|--------------|---------------|-------------|---------------|
| | | | Lower | Upper |
| Red | | [167,31,23] | [0,145,80] | [180,255,255] |
| Brown | | [79,44,33] | [5,80,40] | [20,255,180] |
| Orange | | [253,165,77] | [7,50,150] | [20,255,255] |
| Yellow | | [233,212,63] | [17,40,60] | [43,255,255] |
| Green | | [8,80,50] | [40,55,27] | [80,255,255] |
| Cyan | | [48,194,196] | [80,29,50] | [106,255,255] |
| Blue | | [7,55,207] | [95,120,60] | [130,255,255] |
| Purple | | [123,0,152] | [135,80,50] | [148,255,255] |
| Pink | | [250,111,180] | [148,40,55] | [168,255,255] |
| White | | [253,250,235] | [0,0,180] | [255,80,255] |
| Gray | | [106,107,107] | [0,0,36] | [255,46,181] |
| Black | | [0,0,0] | [0,0,0] | [255,255,36] |

A. ตัววัดประสิทธิภาพ

ตัวชี้วัด 3 ตัว ได้แก่ precision, recall และ F1-score ถูกนำมาใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอัลกอริทึมในการจำแนกประเภทและการจัดกลุ่ม precision คือสัดส่วนของกรณีที่ถูกต้องจากกรณีที่ทำนายไปทั้งหมด สามารถคำนวณได้ด้วยสมการ (2)

$$Precision = \frac{True\ Positives}{True\ Positives + False\ Positives} \quad (2)$$

recall และเป็นเปอร์เซ็นต์ของกรณีที่ทำนายได้ถูกต้องเทียบกับทั้งหมด สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการ (3)

$$Recall = \frac{True\ Positives}{True\ Positives + False\ Negative} \quad (3)$$

F-score เป็นการหาค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิกของ precision และ recall สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการ (4).

$$F1 - Score = \frac{2 \times Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (4)$$

B. ประสิทธิภาพการระบุรูปร่างเม็ดยาด้วย Mask-RCNN

ข้อมูลทดสอบที่ถูกสุ่มเลือกมาจำนวน 960 ภาพถูกนำมาใช้เพื่อประเมินความแม่นยำของการจดจำรูปร่างเม็ดยาด้วยอัลกอริทึม Mask-RCNN ด้วย Precision, Recall และ F1-Scores นอกจากนี้ยังได้ศึกษาพารามิเตอร์ที่สำคัญ ได้แก่ จำนวนรอบการสอนอัลกอริทึม เพื่อค้นหาพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด โดย

กำหนดค่า 5 ค่า ได้แก่ 40000, 80000, 120000, 160000 และ 200000 ตามลำดับ ผลลัพธ์ของการจำแนกรูปร่างเม็ดยาแสดงในตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 การตั้งค่า 160,000 รอบให้ความแม่นยำสูงสุดถึง 99.27% จึงนำผลที่ได้นี้ไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจำแนกรูปร่างแต่ละประเภทต่อไปดังแสดงในตารางที่ 3 จากนั้นเราก็ใช้พารามิเตอร์นี้เพื่อกำหนดสีของเม็ดยาในขั้นตอนต่อไปด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบพารามิเตอร์พารามิเตอร์จำนวนรอบการทำงานของ MASK-RCNN

| #Iterations | Precision | Recall | F1-Score |
|-------------|-----------|--------|----------|
| 40,000 | 99.68% | 98.54% | 99.11% |
| 80,000 | 99.79% | 99.06% | 99.42% |
| 120,000 | 99.79% | 99.17% | 99.48% |
| 160,000 | 99.89% | 99.27% | 99.58% |
| 200,000 | 99.48% | 98.85% | 99.16% |








ตารางที่ 3 Confusion matrix ของการทำรูปร่างเม็ดยาด้วยอัลกอริทึม MASK-RCNN

| Correct Shape | Predicted Shape | | | | | | | | |
|---------------|-----------------|--------|---------|--------|------|----------|--------|----------|------|
| | capsule | circle | hexagon | oblong | oval | pentagon | shield | triangle | none |
| capsule | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| circle | 0 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| hexagon | 0 | 0 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| oblong | 0 | 0 | 0 | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Oval | 0 | 0 | 0 | 0 | 118 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| pentagon | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 117 | 1 | 0 | 2 |
| shield | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 118 | 0 | 2 |
| triangle | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 120 | 0 |

จากตารางที่ 3 มีทำรูปร่างที่ Mask-RCNN สามารถระบุได้ด้วยความแม่นยำ 100% ได้แก่ รูปทรงแคปซูล วงกลม หกเหลี่ยม สีเหลี่ยมผืนผ้า และสามเหลี่ยม มีเพียงภาพเดียวที่อัลกอริทึมระบุรูปร่างผิด มี 6 ภาพ ที่แอปพลิเคชันไม่สามารถระบุรูปร่างของเม็ดยาได้ ในตารางจะแสดงด้วยคอลัมน์ที่เป็น none รูปภาพที่มีการทำนายผิดแสดงในตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 เห็นได้ว่าข้อผิดพลาดส่วนใหญ่เกิดจากลักษณะการถ่ายภาพที่ไม่ดี เช่น ภาพเบลอ มีเงา และการจัดวางเม็ดยาที่ไม่เหมาะสม สิ่งเหล่านี้สะท้อนถึงปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือ อย่างไรก็ตาม ในกรณีส่วนใหญ่ หากมีการเบลอลเล็กน้อยหรือถ่ายภาพในที่แสงน้อย อัลกอริทึม Mask-RCNN ยังทำงานได้ดีเพียงพอสำหรับการใช้งานจริง

ตารางที่ 4 ภาพที่อัลกอริทึมไม่สามารถระบุรูปร่างได้อย่างถูกต้อง

| Shape | Missing 1 | Missing 2 | Missing 3 |
|----------|---|---|---|
| oval |  |  | |
| pentagon |  |  |  |
| Shield |  |  | |

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบผลการระบุสีเม็ดยาโดยใช้แม่แบบ RGB และ HSV

| Color | Number of Pills | True Positive | | Accuracy (%) | |
|--------|-----------------|---------------|-----|--------------|--------|
| | | RGB | HSV | RGB | HSV |
| Orange | 30 | 0 | 30 | 0.00 | 100.00 |
| Yellow | 149 | 111 | 146 | 74.50 | 97.99 |
| Green | 5 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| Cyan | 34 | 10 | 32 | 29.41 | 94.12 |
| Blue | 21 | 11 | 21 | 52.38 | 100.00 |
| Pink | 38 | 28 | 32 | 73.68 | 84.21 |
| White | 75 | 61 | 69 | 81.33 | 92.00 |
| Gray | 6 | 6 | 6 | 100.00 | 100.00 |
| Total | 358 | 227 | 336 | 63.41 | 93.85 |



รูปที่ 8 ภาพที่ทั้งสองแม่แบบระบุสีผิด

C. ประสิทธิภาพของการระบุสีเม็ดยาด้วยอัลกอริทึม K-mean

ในการทดสอบการระบุสีเม็ดยา เราเลือกภาพเม็ดยาที่มีเพียงเม็ดเดียวจากข้อมูลการทดสอบ 960 ในส่วนก่อนหน้า ทำให้ได้ภาพทั้งหมด 400 ภาพ การทดลองในหัวข้อนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบแบบจำลองการระบุสีสองแบบ: RGB และ HSV จึงแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 กรณี คือ กลุ่มยาเม็ดสีเดียวและกลุ่มยาเม็ดสีสองสี

1) ผลการระบุสีเม็ดยาในกรณีที่ยามีสีเดียว

ประเมินความแม่นยำดังนี้ รูปภาพจะถือว่าถูกต้องก็ต่อเมื่อสีที่ทำนายตรงกับสีของคำตอบ ผลการทดสอบถูกแยกออกเป็นกลุ่มของเม็ดยาแต่ละสี ผลลัพธ์แสดงในตาราง 5

ในตาราง 5 คอลัมน์แรกคือสีจริงที่พบในเม็ดยาที่ทดสอบ คอลัมน์ที่สองคือจำนวนภาพทั้งหมดในแต่ละกลุ่ม คอลัมน์ 3 และ 4 คือจำนวนรูปภาพที่ระบุสีได้อย่างถูกต้องเมื่อใช้แม่แบบ RGB และ HSV ตามลำดับ คอลัมน์ 5 และ 6 เป็นเปอร์เซ็นต์ของความแม่นยำเมื่อใช้แม่แบบ RGB และ HSV ตามลำดับ

ผลลัพธ์พบว่ากรณีสีเทา แม่แบบทั้งสองมีความถูกต้อง 100% ในทางตรงกันข้าม กรณีสีเขียว ทั้งสองแม่แบบระบุสีผิด โดยสีเขียวของเม็ดยาที่ทำนายผิดแสดงดังรูปที่ 8 แม่แบบ RGB จะระบุว่าป็นสีน้ำตาล ในขณะที่แม่แบบ HSV จะระบุว่าป็นสีเหลือง

ในกรณีของสีส้ม แม่แบบ RGB ระบุสีผิดทั้งหมด โดยระบุเป็นสีชมพู ขาว และเหลือง แต่ HSV นั้นระบุได้ถูกต้อง จากผลลัพธ์ สรุปได้ว่าโมเดลสี HSV ให้การระบุสีที่แม่นยำกว่าโมเดลสี RGB

2) ผลการระบุสีเม็ดยาในกรณีที่มีเม็ดยาสีสองสี

จากข้อมูลที่นำมาทดสอบ ยาเม็ดที่มี 2 สีสามารถแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม การทดลองมุ่งเน้นไปที่สองประเด็น คือ ความสามารถในการระบุสีทั้งสองอย่างถูกต้องและความสามารถในการระบุสีอย่างน้อยหนึ่งสีได้อย่างถูกต้อง ผลการเปรียบเทียบของทั้งสองแม่แบบในชุดข้อมูลนี้แสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้แม่แบบ RGB สีของเม็ดยาทั้งสองถูกระบุด้วยความแม่นยำ 33.3% ในขณะที่แม่แบบ HSV มีความแม่นยำ 47.6% ซึ่งดีกว่าประมาณ 14% นอกจากนี้ HSV สามารถระบุเม็ดยาได้อย่างถูกต้องอย่างน้อยหนึ่งสี 90.5% ซึ่งดีกว่า RGB ประมาณ 11.9% ในกรณีของสีแดงและสีดำ

ระบบสี RGB จะระบุเป็นสีชมพูและสีเขียว ซึ่งผิดเพี้ยนไปเล็กน้อย แต่ HSV สามารถระบุสีทั้งสองได้อย่างถูกต้อง

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบผลการระบุสีโดยใช้แม่แบบ RGB และ HSV

| | | Brown & Orange | Brown & Yellow | Red & Black | Yellow & Yellow | Green & Black | Total |
|-----------------------------------|-----|----------------|----------------|-------------|-----------------|---------------|-------|
| Number of images | | 6 | 4 | 1 | 12 | 19 | 42 |
| Both colors correct | | | | | | | |
| TP | RGB | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 14 |
| | HSV | 3 | 3 | 0 | 0 | 14 | 20 |
| accuracy | RGB | 0 | 0 | 0 | 0 | 73.7 | 33.3 |
| | HSV | 50 | 75 | 0 | 0 | 73.7 | 47.6 |
| At least one color correct | | | | | | | |
| TP | RGB | 6 | 4 | 0 | 4 | 19 | 33 |
| | HSV | 6 | 4 | 1 | 12 | 15 | 38 |
| accuracy | RGB | 100 | 100 | 0 | 33.3 | 100 | 78.6 |
| | HSV | 100 | 100 | 100 | 100 | 79 | 90.5 |



(a)



(b)

รูปที่ 9 ตัวอย่างของภาพที่ HSV ทำนายผิดพลาดเนื่องจากสีที่สว่างเกินไป (a) ภาพปกติ (b) ยามีสีเดียวกัน แต่แสงจ้าเกินไปเลยทำให้ทำนายเป็นสีอื่น

โดยสรุป HSV มีความแม่นยำสูงกว่า RGB ทั้งยาที่มีสีเดียวและสองสี อย่างไรก็ตาม วิธีการ HSV ยังคงต้องได้รับการปรับปรุง ปัญหาหนึ่งคือแสงและเงาของภาพถ่ายส่งผลกระทบต่อผลการทำนายและทำให้การระบุสีผิดเพี้ยนไป ในอนาคต เรวางแผนที่จะเพิ่มหรือปรับแต่งช่วงสีของแม่แบบ HSV เพื่อให้มีความแม่นยำยิ่งขึ้น

D. ตัวอย่างอินเทอร์เฟซของแอปพลิเคชันมือถือ

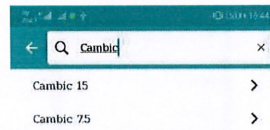
แอปพลิเคชันมือถือแสดงผลการสืบค้นข้อมูลยาจากฐานข้อมูลคณะเภสัชศาสตร์ ม.บูรพา

1) ค้นหาจากชื่อ: ผู้ใช้สามารถพิมพ์ชื่อยาในช่องค้นหา ดังรูปที่ 10(ก) จากนั้นเมื่อกดปุ่มค้นหา แอปพลิเคชันจะแสดงผล ดังรูปที่ 10(ข) ผู้ใช้สามารถคลิกดูรายละเอียดของยาที่ต้องการได้

2) ค้นหาจากอาการเจ็บป่วย: ผู้ใช้สามารถค้นหาที่ใช้รักษาโรคต่างๆ โดยพิมพ์อาการในช่องค้นหา ดังรูปที่ 11(a) จากนั้นจะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 11(b)

3) ค้นหาจากการถ่ายภาพเม็ดยา: ผู้ใช้สามารถกดปุ่มตรงกลางเพื่อถ่ายภาพหรือเลือกภาพถ่ายจากแกลเลอรีบนมือถือได้ดังรูปที่ 12(a) เมื่อกดปุ่มค้นหา รายการผลลัพธ์จะปรากฏขึ้น ดังรูปที่ 12(b) แอปพลิเคชันแสดงรูปร่างและสีของเม็ดยาที่ตรวจพบ ผู้ใช้สามารถคลิกเพื่อดูรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับยานั้นได้

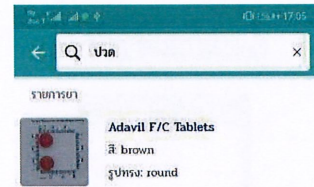
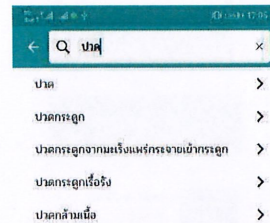
4) ค้นหาจากลักษณะทางกายภาพ (สี, รูปร่าง และ รอยประทับ): ผู้ใช้สามารถระบุลักษณะทางกายภาพของเม็ดยาได้ เช่น สี รูปร่าง และรอยประทับบนเม็ดยา ดังรูปที่ 13(ก) สีต่างๆ จะปรากฏขึ้นเมื่อกดที่สี ดังรูปที่ 13(ข) เมื่อกดที่ส่วนของรูปทรงจะปรากฏรายการให้เลือกดังรูปที่ 13(ค) หลังจากเลือกข้อมูลทั้งหมดแล้วกดปุ่มค้นหาจะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 13(ด)



(a)

(b)

รูปที่ 10 ตัวอย่างแอปพลิเคชันค้นหาจากชื่อ (ก) ป้อนชื่อยา (ข) ผลการค้นหา



(a)

(b)

รูปที่ 11 ตัวอย่างแอปพลิเคชันค้นหาตามอาการของโรค (ก) ป้อนอาการ (ข) ผลการค้นหา



(a)



(b)

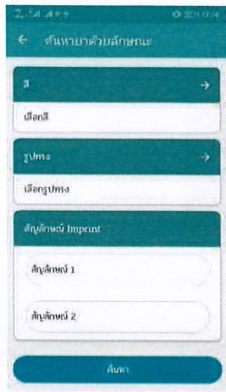
รูปที่ 12 ตัวอย่างแอปพลิเคชันค้นหาด้วยการถ่ายภาพเม็ดยา

สรุป

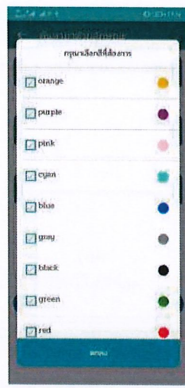
ในบทความนี้ได้นำเสนอระบบระบุเม็ดยาอัตโนมัติ วิธีการที่นำเสนอช่วยให้ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลยาได้ 4 แนวทาง ได้แก่ ชื่อยา รูปร่างและสีของเม็ดยา รูปเม็ดยา และอาการที่แสดงของโรค แอปพลิเคชันบนมือถือนี้รองรับการระบุภาพเม็ดยาที่ไม่รู้โดยไม่มีข้อจำกัด มีการใช้ตัวจำแนกประเภท CNN คือ Mask R-CNN เพื่อตรวจจับรูปร่างของเม็ดยา และมีการใช้การจัดกลุ่มสีและการจับคู่กับแม่แบบสีเพื่อจำแนกสีของเม็ดยา จากนั้นคุณสมบัติทั้งสอง ได้แก่ รูปร่างและสีของเม็ดยาจะถูกนำไปค้นหาในฐานข้อมูลยา ในการทดลอง Mask R-CNN ที่มีประสิทธิภาพและการตรวจจับสีที่งานวิจัยนี้นำเสนอสามารถจัดการกับปัญหาการไม่รู้ว่ายานี้คืออะไร หรือ ระบุชื่อยาผิดได้ ซึ่งมีความสำคัญต่อสังคมเป็นอย่างมาก

อ้างอิง

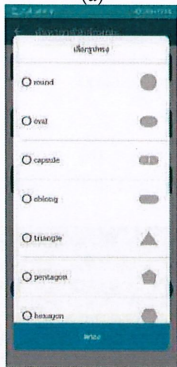
- [1] Pill Identifier Tool, <https://www.webmd.com/pill-identification/> (accessed September 25, 2022)
- [2] Pill Identifier, https://www.drugs.com/pill_identification.html (accessed September 25, 2022)
- [3] Pill Identifier Tool, <https://www.rxlist.com/pill-identification-tool/article.htm> (accessed September 25, 2022)
- [4] Drug Identification Database, <https://drugiden.ubu.ac.th/> (accessed September 25, 2022)
- [5] Y. B. Lee, U. Park and A. K. Jain, "PILL-ID: Matching and Retrieval of Drug Pill Imprint Images," in 20th International Conference on Pattern Recognition, 2010, pp. 2632-2635.
- [6] A. Cunha, T. Adão, and P. Trigueiros, "HelpmePills: A Mobile Pill Recognition Tool for Elderly Persons," *Procedia Technology*, vol. 16, pp. 1523-1532, 2014.
- [7] X. Zeng, K. Cao, and M. Zhang, "MobileDeepPill: A Small-Footprint Mobile Deep Learning System for Recognizing Unconstrained Pill Images," in *Proceedings of the 15th Annual International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services*, 2017, pp. 56-67.
- [8] Y. F. Wong, H. T. Ng, K. Y. Leung, K. Y. Chan, S. Y. Chan, and C. C. Loy, "Development of fine-grained pill identification algorithm using deep convolutional network," *J Biomed Inform.*, pp. 130-136, September 2017.
- [9] K. Cha, H.-K. Woo, D. Park, D. K. Chang, and M. Kang, "Effects of Background Colors, Flashes, and Exposure Values on the Accuracy of a Smartphone-Based Pill Recognition System Using a Deep Convolutional Neural Network: Deep Learning and Experimental Approach," *JMIR Med Inform.*, vol. 9, no. 7, July 2021.
- [10] L. Tan, T. Huangfu, L. Wu, and W. Chen, "Comparison of RetinaNet, SSD, and YOLO v3 for real-time pill identification," *BMC Med Inform Decis Mak.*, vol. 21, November 2021.



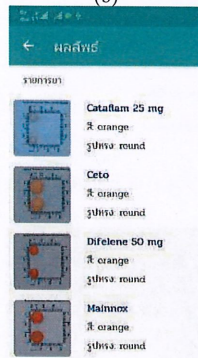
(a)



(b)



(c)



(d)

รูปที่ 13 ตัวอย่างหน้าจอแอปพลิเคชันเพื่อค้นหาตามลักษณะทางกายภาพ