

การพัฒนาโปรแกรมเพื่ออ่านค่าแถบสีตัวต้านทานด้วยการประมวลผลภาพ

Program development for reading resistance color band

by the image processing

เอกลักษณ์ สุ่มนพันธ์^{1*} ธานินทร์ สุเชียง¹ ชชาติชาย ธนะ¹ และ ณัฐพันธ์ ยังกฤต¹
Ekkalak Sumonphan^{1*}, Thanin Suchiang¹, Chartchai Thana¹ and Natthaphan Yangkrut¹

บทคัดย่อ

การอ่านค่าตัวต้านทานในปัจจุบันยังเป็นการอ่านค่าในลักษณะของการพิจารณาบริเวณค่าแถบสีบนตัวต้านทานด้วยสายตา เนื่องจากตัวต้านทานมีขนาดเล็กส่งผลให้การอ่านค่าแถบสีแปลเป็นค่าตัวต้านทานทำได้ยากสำหรับผู้ที่มีสายตาสั้นหรือตาบอดสีจะไม่สามารถแปลค่าความต้านทานได้ งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาโปรแกรมที่ใช้อ่านค่าตัวต้านทานด้วยหลักการประมวลผลภาพ โดยเก็บภาพจากกล้องเว็บแคมแล้วนำไปประมวลผลคัดแยกแถบสีของตัวต้านทานด้วยฟัซซีซีมีนจากตัวต้านทานแบบ 4 แถบสี ทั้งหมด 20 ตัว สำหรับฝึกสอนระบบ ประเมินความแม่นยำโดยการทำ 10 เฟอร์เซนต์ ครอสวาไรเดชัน และสุ่มตัวต้านทานจำนวน 9 ตัว สำหรับทดสอบระบบ จากนั้นทำการระบุค่าแถบสีเพื่อทำการแปลเป็นค่าความต้านทานด้วยขั้นตอนวิธีการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้เคียง จากผลการทดลองพบว่าตัวโปรแกรมสามารถแปลค่าความต้านทานจากแถบสีที่ทำการวิเคราะห์ โดยมีความแม่นยำในการแปลค่าความต้านทานอยู่ที่ 86 เฟอร์เซนต์

คำสำคัญ : ค่าแถบสี ตัวต้านทาน ฟัซซีซีมีน ค้นหาเพื่อนบ้านใกล้เคียง

Abstract

By the perception, presently, the value of resistors was read in the area consideration of color bands on the resistor. Since the resistance is smaller, the result of the reading resistor color bands value was difficult to those who were short-sighted or had color blind. It could not translate resistance values. This research had developed the program for reading the resistor with the image processing with collecting images from the webcam. Then the processing separated color bands of a resistor with Fuzzy C-min from all 20 resistors. There were 4 color bands of the training system which assessing the accuracy 10% cross validation, and the 9 resistors were randomized for testing the system and identified the color bands for translating the resistance value with the K-Nearest Neighbor algorithm. From the experimental program, this could translated the resistance from color bands accurately at 86%.

Keywords : color band, resistor, Fuzzy C-min, K-Nearest Neighbor

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก 63000

¹ Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna Tak, 63000

* Corresponding author. E-mail: Email: Ekkalak@mutl.ac.th

บทนำ

ในปัจจุบันตัวต้านทาน (Nectec, 2554) มีความสำคัญอย่างมากในเรื่องของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ หรือแม้กระทั่งในรถยนต์ยังมีตัวต้านทานอยู่ในนั้น ในการอ่านค่าตัวต้านทาน (ชานาญ, 2555) ในปัจจุบันยังคงใช้การดูด้วยตาเปล่าแปลค่าจากแถบสีบนตัวต้านทานหรือใช้เครื่องมือพื้นฐานในการวัดค่า ซึ่งต้องใช้เวลาในการอ่านค่าตัวต้านทานไม่ใช่น้อย ยิ่งในปัจจุบันตัวต้านทานได้มีขนาดที่เล็กลง ทำให้การอ่านค่าตัวต้านทานยากและเสียเวลามากยิ่งขึ้น และยังเป็นปัญหาต่อผู้ที่มีปัญหาเรื่องสายตา เช่น สายตาสั้นและตาบอดสีเป็นต้นฯ ถึงแม้ในปัจจุบันจะมีเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าความต้านทานที่เรียกว่าดิจิตอลโห้มมิเตอร์ (digital ohmmeters) (สุพจน์, 2552) ผู้ที่ทำการอ่านค่าจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ในการใช้งานตัวเครื่อง ซึ่งถ้าเป็นผู้ที่เริ่มต้นในการเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้งานก็อาจจะอ่านค่าผิดพลาดได้ ดังนั้นถ้าหากมีเครื่องมืออ่านวัดความสะดวกที่สามารถช่วยในการอ่านค่าตัวต้านทานในรูปแบบที่วิเคราะห์จากภาพถ่ายค่าแถบสีของตัวต้านทานและแปลค่าความต้านทานได้แบบอัตโนมัติสามารถช่วยให้การเรียนรู้การอ่านค่าตัวต้านทานเบื้องต้นสำหรับผู้เริ่มฝึกหัดการอ่านค่ามีความน่าสนใจและทำได้ง่ายขึ้น

งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการนำหลักการประมวลผลภาพมาใช้วิเคราะห์สีของตัวต้านทาน (Mitani *et al.*, 2008) ได้นำเสนอหลักการประมวลผลภาพเพื่อใช้อ่านค่าความต้านทาน โดยการคัดแยกภาพแถบสีของตัวต้านทานที่มี 4 แถบสี สามารถคัดแยกแถบสีได้ 11 สี ขั้นตอนการทำงานเริ่มโดย

ทำการแบ่งส่วน (segmentation) ภาพด้วยอัลกอริทึม K-Mean จากนั้นทำการทดสอบโหมดสี $L^*a^*b^*$ พบว่าเป็นย่านสีที่มีประสิทธิภาพในการระบุค่าแถบสีด้วย 1-NN แต่วิธีการดังกล่าวจำเป็นจะต้องถ่ายภาพสีตัวต้านทานที่มีสภาพแวดล้อมของแสงแตกต่างกันถึง 3 สภาพแสง งานวิจัยนี้ได้ออกแบบระบบถ่ายภาพที่ควบคุมแสงสว่างที่ตกกระทบตัวต้านทานให้มีความใกล้เคียงกันในแต่ละครั้งที่ทำการถ่ายภาพ สำหรับการคัดแยกแถบสีบนตัวต้านทาน (Dutta and Chaudhuri, 2009) ได้นำเสนอการคัดแยกขอบของภาพจากโหมดภาพสีด้วยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยสูงสุดของความแตกต่างค่าสี เพื่อใช้เป็นค่าแบ่งระดับ (Threshold) ในการแยกขอบของวัตถุภาพที่สนใจออกจากพื้นหลัง จากนั้นทำการแปลงเป็นโหมดสี HSV (Sural *et al.*, 2002) ซึ่งได้วิเคราะห์องค์ประกอบของย่านสี HSV พบว่าย่านสี HSV สามารถคัดแยกส่วนของวัตถุภาพที่สนใจออกจากพื้นหลังได้ดีกว่าย่านสี RGB เมื่อได้ตำแหน่งบริเวณพื้นที่แถบสีของตัวต้านทานจะนำไปหาค่าเฉลี่ยย่านสี RGB เพื่อใช้เก็บค่าเป็นคุณลักษณะเด่น (feature) เป็นชุดฝึกสอนที่ใช้อัลกอริทึมการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้เคียง (Yu *et al.*, 2011) ได้นำเสนอประสิทธิภาพของอัลกอริทึมการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้เคียงจากข้อมูลที่มีหลายมิติ (dimension) จัดกลุ่มให้เหลือเพียง 1 มิติด้วยการเปรียบเทียบค่าความเหมือนจากจุดอ้างอิงบนเทคนิคของค่า iDistance เมื่อได้ข้อมูลจากชุดฝึกสอนแล้วก็นำไปทดสอบระบบด้วยการทำ 10 เฟอร์เซนต์ครอสวาลิเดชัน (cross validation) ภายในพิกเซล (pixel) เพื่อให้สามารถบอกได้ว่าตัวต้านทานนั้นมีค่าความต้านทานเท่าไร โดยออกแบบ

ฐานวางตัวต้านทานที่ติดตั้งกล้องเว็บแคม (web camera) ไว้ด้านบนพร้อมหลอดไฟแสงส่องสว่างแบบแอลอีดี เพื่อควบคุมปริมาณแสงที่ตกกระทบบนตัวต้านทานให้คงที่ จากไฟล์ภาพตัวต้านทานที่ได้จะนำไปประมวลผลภาพเพื่อคัดแยกแถบสีแปลงผลเป็นค่าความต้านทานต่อไป ในการวัดค่าความถูกต้องของการทดลองได้ใช้หลักการพื้นฐานของการอ่านค่าแถบสีบนตัวต้านทาน เทียบผลกับการอ่านค่าแถบสีตามตัวอัลกอริทึมของหลักการประมวลผลภาพ โดยทดลองอ่านค่าตัวต้านทานจำนวน 9 ตัว ที่มีทั้ง 4 แถบสี และ 5 แถบสี วิเคราะห์ประเมินค่าผิดพลาดด้วยค่าทางสถิติพื้นฐาน สรุปเป็นเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการอ่านค่าตัวต้านทานจากแถบสีด้วยภาพประมวลผลภาพ

วิธีการศึกษา

ขั้นตอนแรกสุดจะเป็นการถ่ายภาพตัวต้านทานในโหมดสี RGB ที่มีการรวมกันระหว่างแม่สีหลักและความสว่าง จึงต้องทำการแปลงเป็นโหมดสี HSV ที่แยกแม่สีหลักออกจากค่าความสว่างและใช้งานเฉพาะย่าน S และ V เท่านั้นเพื่อเป็นข้อมูลในการคัดแยกแถบสีด้วยฟัซซีซีมีน จากนั้นค่าแถบสีแต่ละแถบมีการนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยย่านสี R, G และ B เพื่อใช้วัดระยะห่างแบบยูคลิเดียนในการบอกแถบสีด้วยการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้เคียง ขั้นตอนต่างๆ แสดงดัง (Figure 1)

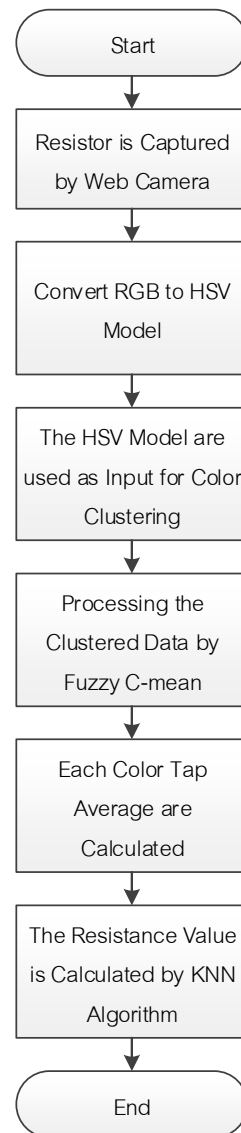


Figure 1 The process of reading the resistance by image processing.

การออกแบบการทดลอง

การทดลองได้ใช้ตัวต้านทานครึ่งละ 1 ตัว แบบ 4 แถบสีวางบนฐานวางตัวต้านทาน ในแนวนอนตามแนวระนาบ มีขาตั้งกล้องที่สามารถปรับขึ้นลงได้ (Figure 2) ในการทดลองได้ใช้ระยะห่างจากกล้อง

ถึงวัตถุ 5 เซนติเมตร จากการทดลองพบว่าเป็นระยะโฟกัสที่ดีที่สุดด้วยให้ภาพคมชัดที่สุด ผ่านการสังเกตภาพหนึ่งตัวต้านทานที่ได้จากกล้องแสดงบนหน้าจอเครื่องคอมพิวเตอร์

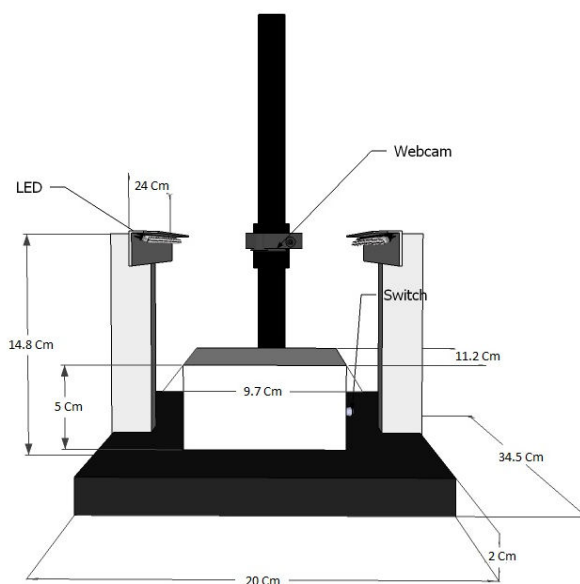


Figure 2 Resistors placed on a base designed to control the amount of light.

(Figure 2) การทดลองได้ใช้หลอดไฟแสงสองสว่างแบบแอลอีดี (LED: light emitting diode) เพื่อเพิ่มแสงในการถ่ายภาพของตัวต้านทาน การทดลองนี้จะใช้กล้อง Logitech C525 ซึ่งเป็นกล้องแบบมีระบบโฟกัสแบบอัตโนมัติ ทำให้ได้ภาพที่มีความคมชัดมากขึ้น จากนั้นทำการถ่ายภาพ ดัง (Figure 3) เพื่อนำไปทำการแยกกลุ่มข้อมูลด้วยพีซีซีมีน



Figure 3 The resistance image file.

(Figure 3) เมื่อทำการถ่ายรูปจากกล้องเว็บแคม ทำให้ได้รูปที่อยู่ในระบบสี RGB จากนั้นทำการแปลงโหมดของรูปภาพให้อยู่ในระบบสี HSV เพื่อตัดส่วนผสมของแสงออกและทำให้แถบสีมีความชัดเจนมากขึ้น เข้าสู่ขั้นตอนการแยกกลุ่มแถบสีด้วยพีชชีซีมีน โดยแบ่งกลุ่มข้อมูลเป็นทั้งหมด 3 กลุ่ม เพื่อแยกแถบสีออกจากพื้นหลัง ภาพที่ได้จากกระบวนการพีชชีซีมีนจะเป็นภาพระดับเทา โดยแถบสีจะเป็นสีขาว จากนั้นทำเป็นภาพไบนารี เพื่อนำตำแหน่งของแถบสีไปเทียบกับตำแหน่งในภาพจริง แล้วทำการหาค่าเฉลี่ยของแถบสีแต่ละแถบเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับตาราง

ค่าเฉลี่ยของกลุ่มสีว่าอยู่ในกลุ่มไหน ในการทำตารางเทียบค่าเฉลี่ยสีนั้นมีการใช้ตัวด้านทานจำนวน 20 ตัว ถ่ายรูปแต่ละตัวจำนวน 10 ภาพ ทำการหาค่าเฉลี่ยโดยมีรายละเอียดตาม

จาก Table 1 เป็นค่าแถบสี 4 แถบ บนตัวด้านทานจำนวน 20 ตัว สำหรับใช้ฝึกสอนระบบในการหาค่าเฉลี่ยจะทำแถบสีละ 20 ครั้งโดยใช้ทั้งระบบสี RGB และระบบสี HSV ซึ่งใช้เพียง แค่น่านสี S และ V เท่านั้น จากนั้นนำแถบสีที่ได้จากการทดลองมาเปรียบเทียบกับเป็นข้อมูลอยู่ในกลุ่มไหนเพื่อระบุว่า เป็นสีอะไรในตารางค่าเฉลี่ย

Table 1 Color band with resistors are used in this system.

No.	1 st color band	2 nd color band	3 rd color band (multiplier)	4 th color band (error value)	number of captured image
1	green	black	black	gold $\pm$ 5%	10
2	yellow	purple	orange	gold $\pm$ 5%	10
3	red	purple	yellow	gold $\pm$ 5%	10
4	brown	gray	red	gold $\pm$ 5%	10
5	red	blue	orange	gold $\pm$ 5%	10
6	brown	black	black	gold $\pm$ 5%	10
7	brown	black	red	gold $\pm$ 5%	10
8	orange	black	black	gold $\pm$ 5%	10
9	orange	black	red	gold $\pm$ 5%	10
10	red	black	red	gold $\pm$ 5%	10
11	brown	black	red	gold $\pm$ 5%	10
12	yellow	purple	red	gold $\pm$ 5%	10
13	red	red	orange	gold $\pm$ 5%	10
14	gray	red	brown	gold $\pm$ 5%	10
15	brown	green	black	gold $\pm$ 5%	10
16	green	blue	orange	gold $\pm$ 5%	10
17	brown	black	red	gold $\pm$ 5%	10
18	brown	red	red	gold $\pm$ 5%	10
19	green	brown	red	gold $\pm$ 5%	10
20	red	red	brown	gold $\pm$ 5%	10

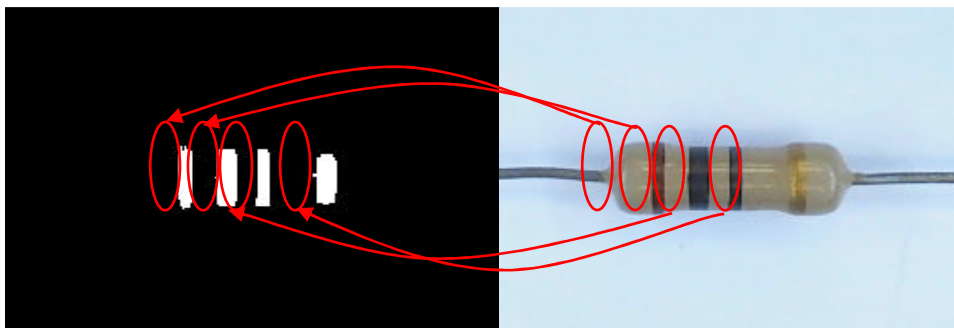


Figure 4 The color band compared with position in the actual color resistor.

(Figure 4) เมื่อทำการเปรียบเทียบตำแหน่งในแต่ละแถบทั้ง ค่า R, G และ B เพื่อเก็บไว้เป็นตารางในภาพจริง จนได้พิกเซลที่เป็นตำแหน่งแถบสี คุณลักษณะเด่นของแต่ละสี วิธีการหาค่าเฉลี่ยสี R, G ออกมาแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการหาค่าเฉลี่ยแถบสี และ B ของแถบสีตัวด้านทานที่ได้เป็นไปตามสมการที่ 1

$$Average_RGB = \frac{1}{3n} \left(\sum_{i=1}^n R_i + \sum_{i=1}^n G_i + \sum_{i=1}^n B_i \right) \quad (1)$$

โดยที่ R_i คือ ค่าพิกเซลสีแดงตำแหน่งที่ i
 G_i คือ ค่าพิกเซลสีเขียวตำแหน่งที่ i
 B_i คือ ค่าพิกเซลสีน้ำเงินตำแหน่งที่ i
 n คือ จำนวนพิกเซลทั้งหมดของสีตัวด้านทานที่กำลังพิจารณา

ส่วนการเทียบสีแถบตัวด้านทาน

การเทียบแถบสีตัวด้านทาน โดยนำค่าเฉลี่ยในการทดลองใช้หลักการจัดกลุ่มข้อมูลตามอัลกอริทึมที่ชื่อว่า การค้นหาเพื่อนบ้านใกล้เคียง เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการจัดกลุ่มข้อมูล (classification) ซึ่งเป็นอัลกอริทึมที่อยู่ในกลุ่มของการเรียนรู้แบบมีผู้ฝึกสอน (supervised learning) ข้อมูลที่นำมาเรียนรู้ต้องมีชื่อ (label) คอยบอกไว้ว่าคือข้อมูลใด ในงานวิจัยนี้ได้เลือกชุดข้อมูลที่ใช้เป็นค่าคุณลักษณะเด่น (feature) จำนวน 3 คุณลักษณะเด่นประกอบไปด้วย ค่าเฉลี่ยย่านสี R, G และ B จากจำนวนชุดข้อมูลทั้งหมด 200 ชุด ทำการทดสอบความแม่นยำของชุดฝึกสอนระบบ

ด้วยการทำ 10 เปรอร์เซนต์ ครอสวารีเดชัน (cross validation) จากหลักการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้เคียง เป็นการจัดกลุ่มข้อมูลที่อยู่ใกล้กันเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายไม่ซับซ้อนมีขั้นตอนการทำงานโดยเลือกค่าการวัดระยะห่างแบบยูคลิดีเนียน (euclidian distance) ตามสมการ (2) จากค่า K ที่เป็นจำนวนข้อมูลที่นำมาพิจารณา เช่น ถ้า K = 3 หมายถึงให้ทำการพิจารณาข้อมูลจำนวน 3 จุดที่อยู่ใกล้เคียงจุดที่ต้องการพิจารณา ควรกำหนด K ให้เป็นเลขคี่เสมอ เนื่องจากการวัดระยะทางที่ใกล้ที่เคียงจะตัดสินใจจากกลุ่มระยะทางที่ใกล้มากกว่า กรณีที่เป็นเลขคู่จะไม่มีโอกาสเท่ากัน โดยในการทดลองนี้ใช้ค่า K=3

5, 7 และ 9 ผลจากการทดลองกับชุดข้อมูลฝึกสอน ระบบพบว่าการกำหนดค่า $K = 5$ ให้ข้อผิดพลาดจากการจับกลุ่มที่น้อยที่สุดจากการกำหนดค่า K จากนั้นนำระยะทางที่ได้ไปเทียบกับชื่อผลลัพธ์ ก็จะได้ลำดับ

ของแถบสี เช่น สีแดงมีค่าเท่ากับ 2 สีดำมีค่าเท่ากับ 0 จากนั้นนำตำแหน่งที่ได้ไปทำการคำนวณ โดยแถบสีแต่ละตำแหน่งไปคูณกับค่าประจำหลักของตัวด้านทาน

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{i,k} - x_{j,k})^2} \quad (2)$$

โดยที่ $d(x_i, x_j)$	คือ	ระยะห่างระหว่างตัวอย่าง x_i กับตัวอย่าง x_j
n	คือ	จำนวนคุณสมบัติทั้งหมดของตัวอย่าง
$x_{i,k}$	คือ	คุณสมบัติตัวที่ k ของตัวอย่าง x_i

ผลการศึกษา

ส่วนของการถ่ายภาพตัวด้านทาน

การทดลองได้ใช้ตัวด้านทานครั้งละ 1 ตัว วางในแนวนอนตามแนวระนาบ ใช้ระยะห่างจากกล้องถึงฐานวางตัวด้านทาน 5 เซนติเมตร จากนั้นเปิดไฟแอลอีดี เพื่อลดทอนสัญญาณรบกวน และเงา

ดัง (Figure 5) ภาพถ่ายตัวด้านทานทำการถ่ายในห้องปิดที่มีการควบคุมแสงสว่างจากภายนอก บนชุดฐานที่ทำการออกแบบได้มีการติดตั้งหลอดไฟส่องสว่างแบบแอลอีดีเพิ่มเติม เพื่อควบคุมปริมาณแสงที่ตกกระทบตัวด้านทานให้มีปริมาณใกล้เคียงกันในแต่ละครั้งทำการถ่ายภาพ

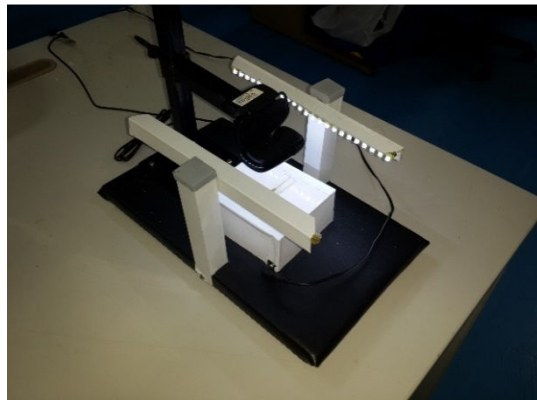
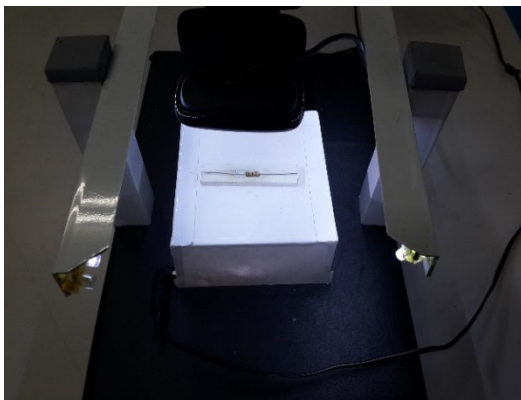


Figure 5 The resistor is placed by the base design which has controlling illumination.

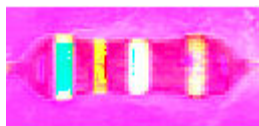
การแยกส่วนที่เป็นสีตัวด้านทาน

การคัดแยกส่วนที่เป็นสีตัวด้านทานนั้น สำหรับขั้นตอนนี้สิ่งสำคัญคือการทำให้อาเยื่อของภาพมีความแตกต่างกันชัดเจนมากยิ่งขึ้น เนื่องจากโหมดสีของภาพตัวด้านทานที่ได้จากการ

ถ่ายภาพอยู่ในโหมดสี RGB ซึ่งจะมีค่าสี ค่าแสง และค่าความสว่าง รวมอยู่ด้วยกัน ดังนั้นในการทดลองนี้ได้นำโหมดสีของ HSV มาใช้ โดยการแปลงภาพสีในโหมด RGB ให้เป็นโหมดสี HSV ผลที่ได้แสดงดัง (Figure 6)



(A) RGB color



(B) HSV color



(C) gray scale color

Figure 6 Convert the RGB into HSV and then by gray scale color.

จาก (Figure 6 A) คือโหมดสี RGB ทำการแปลงเป็นโหมดสี HSV โดยกำหนดให้ย่านสี S และ V เท่านั้น เนื่องจากการทดลองพบว่า การใช้ย่านสี S และ V ทำให้ได้แถบสีที่เด่นชัดที่สุด (Figure 6 B) เพื่อเป็นอินพุตป้อนให้กับพีซีซีพียูใช้ในการคัดแยกเฉพาะที่เป็นแถบสีของตัวด้านทาน เมื่อทำการแปลงโหมดสีของภาพตัวด้านทานแล้วพบว่ารายละเอียดความแตกต่างของสีกับแสง มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้กระบวนการพีซีซีพียูสามารถคัดแยกสีตัวด้านทานได้ง่ายขึ้น ผลลัพธ์ในขั้นตอนสุดท้ายจะทำให้ได้ส่วนของพิกเซลที่เป็นสีขาวซึ่งเป็นส่วนพิกเซลของสีตัวด้านทานเป็นสีต่างๆ เพื่อนำไปหาค่าเฉลี่ย

กระบวนการของพีซีซีพียูในการทดลองนี้กำหนดกลุ่มของข้อมูล จำนวน 3 กลุ่ม และคำนวณค่าของความเป็นสมาชิกในกลุ่มข้อมูลแต่ละกลุ่ม นำค่าที่ได้ไปปรับปรุงค่าของจุดศูนย์กลางของกลุ่มแต่ละกลุ่มตัวอย่าง ผลที่ได้แสดงดัง (Figure 6 C)

จากนั้นทำการแปลงจากภาพระดับเทาเป็นภาพไบนารี เพื่อเอาเฉพาะแถบสี เมื่อได้ภาพไบนารีที่มีตำแหน่งแถบสีในภาพจริงแล้ว ทำการเทียบตำแหน่งเพื่อเอาตำแหน่งแถบสีในภาพจริง จากนั้นทำการหาค่าเฉลี่ยทั้งย่านสี R, G และ B เก็บไว้เป็นตารางคุณลักษณะเด่น ดังแสดงค่าใน (Figure 7)

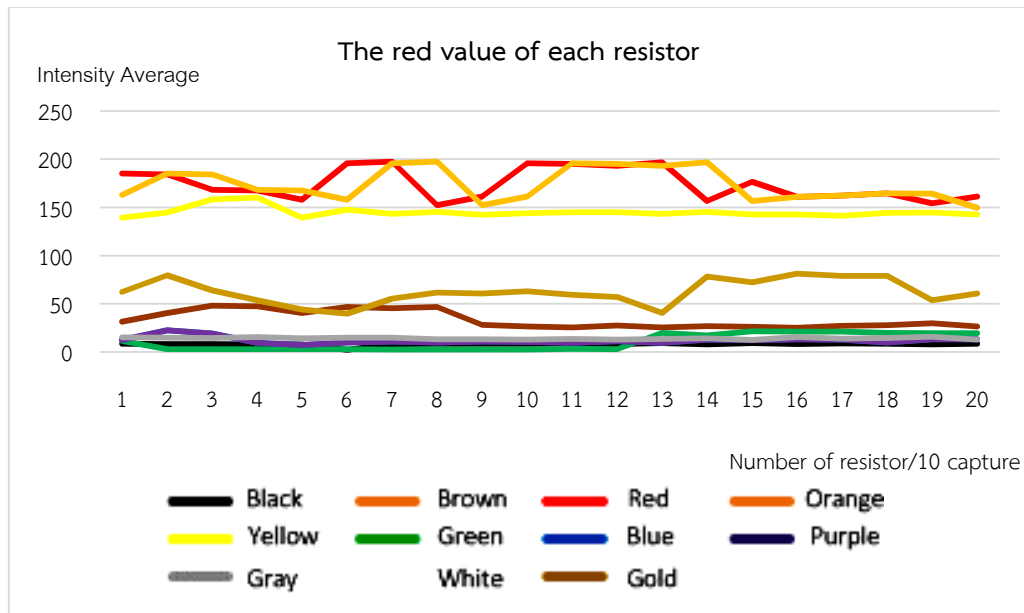


Figure 7 The red average value of each resistor.

(Figure 7) เป็นการเก็บค่าเฉลี่ยของค่าสีแดงของแต่ละแถบสี เพื่อใช้เป็นตัวเทียบสีในการทดลอง จะเห็นได้ว่าสีแดง สีส้ม และสีเหลือง จะมีค่าสีแดงใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจส่งผลกระทบในการทดลองด้วยเช่นกัน กรณีของการเก็บค่าสีน้ำเงินของแต่ละแถบสี เพื่อใช้เป็นตัวเทียบสีในการทดลองพบว่าสีม่วง สีน้ำเงิน และสีเทา จะมีค่าเฉลี่ยสีน้ำเงินใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจส่งผลกระทบในการทดลองด้วยเช่นกัน จึงจำเป็นต้องใช้ค่าเฉลี่ยย่านสี G และ B สำหรับเก็บเป็นชุดข้อมูลฝึกสอนระบบร่วมในการตัดสินใจจัดกลุ่มข้อมูล เมื่อทำการหาค่าเฉลี่ยของตัวด้านทานที่จะเก็บเป็นตัวอย่างเสร็จแล้ว จากนั้นนำมาเก็บไว้เป็นตารางลักษณะเด่น โดยมี 3 ลักษณะเด่นคือ ค่าเฉลี่ยของย่านสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน สำหรับใช้ในการจัดกลุ่มข้อมูลด้วยหลักการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้เคียงต่อไป

การทดลอง

การทดสอบอ่านค่าตัวด้านทานโดยสุ่มตัวด้านทาน 9 ตัว แบ่งเป็นตัวด้านทาน 4 แถบสี จำนวน 8 ตัว สำหรับทดสอบความแม่นยำในการอ่านค่าตัวด้านทาน และ 5 แถบสี จำนวน 1 ตัว กรณีของตัวด้านทาน 5 แถบสีซึ่งแถบสีน้ำเงินจะใกล้เคียงกับสีตัวด้านทานที่เป็นสีฟ้า ใช้สำหรับทดสอบการคัดแยกกลุ่มข้อมูลด้วยฟัซซี่ซีมีน จากนั้นทำการถ่ายภาพ 10 ครั้งต่อตัวด้านทาน เก็บเป็นไฟล์ภาพ เพื่อหาค่าเฉลี่ยของแถบสี โดยวัดระยะทางของจุดศูนย์กลางข้อมูลแบบยุคลิดเดียวน ในการทดลองอ่านค่าสีตัวด้านทานพบว่าที่ $K = 5$ ให้เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องมากที่สุด จากการทดสอบกับชุดข้อมูลฝึกสอนระบบ แล้วนำมาหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องด้วยสมการค่าผิดพลาดเปอร์เซ็นต์สัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE: mean absolute percentage error) ตามสมการ (3)

$$\frac{1}{N} \sum_{k=1}^n \frac{|F_k - A_k|}{A_k} \quad (3)$$

โดยที่ F_k คือ ค่าข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์จากการจัดกลุ่ม
 A_k คือ ค่าข้อมูลจริงของการจัดกลุ่ม
 N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

เมื่อทดลองอ่านค่าความต้านทานที่ทำการ ต้านทานด้วยแถบสีจากสายตาให้ผลการทดลอง
 ประมวลผลพบว่าผลที่ได้เมื่อเทียบกับการอ่านค่าตัว แสดงใน (Figure 8)

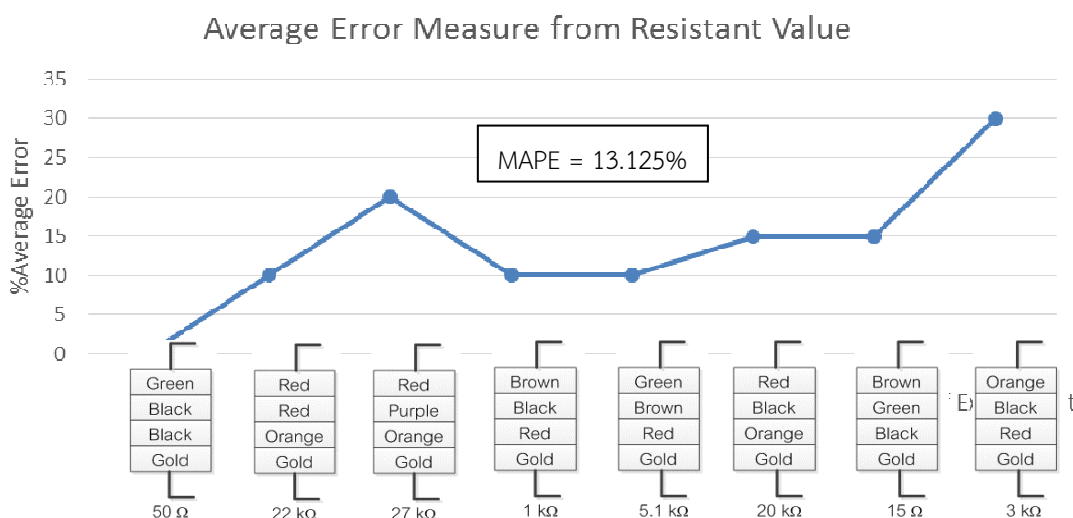
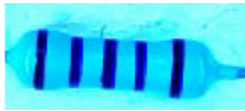


Figure 8 The comparing result of reading resistant value.

จากกราฟของผลการทดลองใน (Figure 8) ตัวต้านทานที่มีแถบสีแดงและส้มพบข้อผิดพลาดจากการประมาณค่าได้ง่ายเนื่องจากแถบสีแดงเหลืองที่เก็บเป็นคุณลักษณะเด่นมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ตัวต้านทานที่ 1 ให้ค่าผิดพลาดที่น้อยที่สุดจากการทดลองเนื่องจากการวิเคราะห์แถบสีดำและเขียว ซึ่งมีค่าเหลืองที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ภาพรวมของการทดลองงานวิจัยนี้ให้ความแม่นยำในการวิเคราะห์ค่าความต้านทานด้วยการวิเคราะห์ค่าแถบสีเพื่อนำไป

จัดกลุ่มข้อมูลด้วยการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้เคียงให้ ความแม่นยำอยู่ที่ 86 เปอร์เซ็นต์

นอกจากนี้ยังได้ทำการทดลองโดยนำตัวต้านทานที่มีค่า 100 โอห์ม แบบ 5 แถบสีมาทำการถ่ายภาพแล้วทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง ซึ่งสีของตัวต้านทานแบบ 5 แถบสีเป็นสีฟ้าที่มีความใกล้เคียงกับแถบสีจริงบนตัวต้านทาน ส่งผลให้อัลกอริทึมของพีซีซีมีนจัดกลุ่มสีตัวต้านทานเป็นกลุ่มเดียวกันกับแถบสีค่าตัวต้านทาน จึงไม่สามารถทำการคัดแยกกลุ่มข้อมูลแถบสีตัวต้านทานได้ดัง (Figure 9)



(A) 5 Band Resistor



(B) The result is shown after clustering process

Figure 9 Clustering data in 5 band resistors.

อภิปรายผล

จากผลการทดลองทั้ง 9 ครั้ง โดยแต่ละค่าใช้ตัวต้านทานทั้งหมด 9 ตัว เลือกแบบสุ่ม ทำการถ่ายต่อตัวต้านทานครั้งละ 10 ภาพ โดยใช้ตัวต้านทานแบบ 4 แถบสี 8 ตัว และ 5 แถบสี 1 ตัว พบว่าการทดลองกับตัวต้านทาน 4 แถบสี สามารถทำการคัดแยกกลุ่มข้อมูลได้ และสามารถบอกย่านสีได้ โดยสีที่ให้ความแม่นยำที่สุดคือสีดำและสีเขียว ซึ่งมีค่าเฉลี่ยแถบสีที่แตกต่างออกไปจากสีอื่นอย่างชัดเจน ส่วนการทดลองกับตัวต้านทานแบบ 5 แถบสีนั้นพบว่าไม่สามารถ คัดแยกกลุ่มข้อมูลได้เนื่องจากสภาพแวดล้อมของพื้นหลัง มีความใกล้เคียงกับสีตัวต้านทาน (Figure 9) จึงไม่สามารถแยกแถบสีออกจากสีของตัวต้านทานที่เป็นสีฟ้าได้

จากการทดลองพบว่า การอ่านค่าเฉลี่ยแถบสีที่แปลค่าได้ยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ เนื่องจากปริมาณแสงสะท้อนที่ตกกระทบตัวต้านทานไม่สม่ำเสมอในแต่ละครั้ง รอยเป็นบนแถบสีของตัวต้านทาน ค่าคุณลักษณะเด่นที่ใช้เก็บข้อมูลในชุดฝึกสอนในแถบสีที่มีความใกล้เคียงกันเช่นแถบสีแดงกับสีส้ม สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำของระบบในการแปลค่าความต้านทาน

สรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการอ่านค่าตัวต้านทานด้วยการประมวลผลภาพ จากวิเคราะห์พบปัญหาในสองลักษณะใหญ่ คือ สีของตัวต้านทานและแถบสีของตัวต้านทาน ในผลการทดลองนั้นพบว่าเมื่อใช้ตัวต้านทานแบบ 4 แถบสี สามารถเข้ากระบวนการแยกกลุ่มข้อมูลได้ โดยสามารถระบุย่านสีของตัวต้านทานแบบ 4 แถบสีได้ โดยสีที่มีความถูกต้องมากที่สุดคือสีดำและสีเขียว ด้วยองค์ประกอบของแสงตลอดจนชุดข้อมูลลักษณะเด่นที่เป็นชุดฝึกสอนมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ใกล้เคียงกันในทุกชุดข้อมูล ส่วนการทดลองกับตัวต้านทานแบบ 5 แถบสีนั้นพบว่าไม่สามารถคัดแยกกลุ่มข้อมูลได้เนื่องจากสภาพแวดล้อมของพื้นหลัง มีความใกล้เคียงกับสีตัวต้านทาน เนื่องจากสีของตัวต้านทานเป็นสีฟ้า และแถบสีของตัวต้านทานแบบ 5 สี โดยปกติแล้วการอ่านด้วยตาเปล่าก็ทำได้ยากพอสมควร เพราะแถบสีมีความกลมกลืนกับสีของตัวต้านทาน โดยความถูกต้องจากผลการทดลองทั้งหมดนั้น 86 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในสภาวะแวดล้อมการทดลองนั้น ได้ใช้พื้นหลังที่เป็นสีขาว เพื่อให้สีของตัวต้านทานมีความเด่นชัดมากขึ้น

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลตัว
ด้านทาน และสถานที่ทำการทดลอง จากห้องปฏิบัติการ
วงจรรีเลย์ทรอนิกส์ สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
ล้านนา ตาก 41 ม.7 ถ.พหลโยธิน อ.เมือง จ.ตาก 63000

เอกสารอ้างอิง

- Nectec ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
แห่งชาติ. 2554. ตัวต้านทาน. ก้าวทันโลก
อิเล็กทรอนิกส์. ฝ่ายพัฒนาศักยภาพเยาวชนด้านไอซี
ที่ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และ คอมพิวเตอร์
แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีแห่งชาติ, ปทุมธานี.
- ชำนาญ เขาวีร์ดิพงษ์. 2555. อิเล็กทรอนิกส์ดิจิทัล ใน:
เอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับเทคโนโลยี
สารสนเทศและการสื่อสาร เล่มที่ 2 หน่วยที่ 12
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 12-9 – 12-12.
- สุพจน์ ตุงคเศรวงศ์. 2552. มาตรฐานและการสอบกลับ
มาตรฐานการวัดค่าความต้านทาน. *Testing &
Calibration* 139: 124-125.
- Mitani, Y, Y. Sugimura and Y. Hamamoto. 2008. A
method for reading a resistor by image
processing techniques. *KES 5177*: 433-439.
- Dutta, S. and B.B. Chaudhuri. 2009. A color edge
detection algorithm in RGB color space. pp.
337-340. *In: International conference on
advances in recent technologies. IEEE
computer society.*
- S. Sural, G. Qian and S. Pramanik. 2002. Segmentation
and histogram generation using the hsv color
space for image retrieval. *IEEE icip*. pp. 589-
592. *In: Proceedings international conference
on image processing.*
- Yu, C., B.C. Ooi, K.L. Tan and H.V. Jagadish. 2001.
Indexing the distance: An efficient method to
KNN processing. pp. 421-431. *In: Proceedings
of the 27th VLDB conference Roma, Italy.*