

Results of Developing Product Quality Control Systems for Underwear Type with Active Contour Algorithm

ผลการพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพของสินค้า ประเภทกางเกงใน ด้วยอัลกอริทึม Active Contour

นนท์ปวิธ ทนทอง^{1*}, พลวัต บุญนา¹

Nonpawit Thonthong^{1*}, Ponlawat Bunnark¹

¹สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

¹Department of Computer Science, Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University

*Corresponding author: Nonpawit Thonthong (cs61122420102@srnu.ac.th)

Article Types

Research Article

Article Info

Received 9 January 2023

Revised 15 April 2023

Accepted 28 April 2023

Abstract

This research's objectives were: 1. To develop a product quality control system for underwear type with an active contour algorithm and 2. to evaluate the efficiency and effectiveness of the developed product quality control system. This research was research and development. The development used an active contour algorithm for the measurement of the length of the product according to standards. The research data analysis by measuring precision selected the measurements of the configuration matrix to measure the speed of the quality control process and comparing human and tool timing. The research results showed that the system could verify the identity of employees, able to select the product model, measure the product length using an active contour algorithm for confirming corrected size, could record and display data for adding, deleting and editing the product quality data, and data reporting system. In addition, the results of the evaluation of the efficiency and effectiveness of the system found that the system could work correctly and the average time of the measurement speed groups between tools and people were different at the statistically significant of .05. The average time measured by tools taking less time than measured by humans.

Keywords: Product Quality Control Systems, Underwear, Active Contour Algorithm

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพของสินค้า ประเภทกางเกงใน ด้วยอัลกอริทึมแอ็กทีฟคอนทัวร์ และ 2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพ และประสิทธิผลระบบควบคุมคุณภาพของสินค้าที่พัฒนาขึ้น งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา โดยใช้อัลกอริทึมแอ็กทีฟคอนทัวร์ วัดความยาวให้เป็นไปตามมาตรฐาน การวิเคราะห์ข้อมูลวิจัย โดยการวัดความแม่นยำ เลือกการวัดจากเมทริกซ์คอนทัวร์ และการวัดความเร็วของกระบวนการควบคุมคุณภาพโดยการจับเวลาเปรียบเทียบระหว่างคน และเครื่องมือ ผลการวิจัยพบว่า พบว่า ระบบสามารถยืนยันตัวตนพนักงาน สามารถระบบเลือกรุ่นผลิตภัณฑ์ สามารถวัดความยาวผลิตภัณฑ์โดยการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมแอ็กทีฟคอนทัวร์ได้ สามารถยืนยันขนาดถูกต้อง สามารถจัดเก็บและแสดงผลข้อมูลการตรวจสอบ เพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลคุณภาพสินค้า และมีระบบ

รายงาน นอกจากนี้ผลการประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลระบบ พบว่า ระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องและค่าเฉลี่ยเวลากลุ่มความเร็วในการวัดของเครื่องมือและคนมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ค่าเฉลี่ยเวลาที่วัดด้วยเครื่องมือใช้เวลาน้อยกว่าการวัดด้วยคน

คำสำคัญ: ระบบควบคุมคุณภาพของสินค้า, กางเกงใน, อัลกอริทึมแอ็กทิฟคอนทัวร์

1. บทนำ

การควบคุมคุณภาพของสินค้า (Quality Control: QC) ประเภทกางเกงใน หนึ่งในปัจจัยที่สำคัญ คือ การวัดความยาวของกางเกงในให้เป็นไปตามมาตรฐานของตัวสินค้า แต่ปัจจุบันขั้นตอนนี้ยังอาศัยบุคลากรของโรงงาน ซึ่งอาจมีปัญหาด้านความแม่นยำของการวัด และใช้เวลาสูงต่อการประเมินสินค้าแต่ละชิ้น ดังนั้นการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการ QC จึงมีความสำคัญ

อัลกอริทึม Active Contour เป็นเทคนิคด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) สำหรับการหาขอบของภาพ (Edge Detection) ในกระบวนการประมวลผลภาพ และถูกนำมาใช้สำหรับการคาดคะเนหาพื้นที่ของวัตถุในภาพสองมิติ (2D Image) [1]-[3] ซึ่งหนึ่งในการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมที่น่าสนใจ คือ การนำไปใช้เพิ่มประสิทธิผล (Effectiveness) ของขั้นตอนการประเมินคุณภาพสินค้ากางเกงในภายในโรงงานอุตสาหกรรม แต่ในปัจจุบันยังไม่มีงานนำอัลกอริทึมดังกล่าวมาประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์ประเมินคุณภาพสินค้าอย่างเป็นระบบ และยังไม่มีการประเมินความแม่นยำที่จะสามารถนำไปใช้เป็นอุปกรณ์ช่วยประเมินคุณภาพสินค้าประเภทกางเกงในได้ ดังนั้นการแก้ปัญหาจึงต้องการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ช่วยงานตรวจสอบคุณภาพสินค้า และระบบจัดเก็บและแสดงข้อมูลสถิติสินค้าประเภทกางเกงใน ที่สามารถประยุกต์ใช้ได้จริงในโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้เทคนิค Active Contour เป็นเซ็นเซอร์วัดความยาวให้เป็นไปตามมาตรฐาน ออกแบบและประดิษฐ์อุปกรณ์สำหรับงาน QC พร้อมกับระบบจัดเก็บและแสดงผลข้อมูลทางสถิติ เพื่อเพิ่มประสิทธิผลในขั้นตอนการควบคุมคุณภาพของสินค้าประเภทกางเกงในในโรงงานอุตสาหกรรมได้

สำหรับงานวิจัยนี้ จะออกแบบอุปกรณ์สำหรับการควบคุมคุณภาพสินค้า โดยใช้ซอฟต์แวร์จัดทำโมเดล และปรับโดยใช้เครื่องปริ้นสามมิติ แล้วติดตั้งกล่องเชื่อมเข้ากับคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก Raspberry Pi และนำภาพจากกล่องมาประมวลผลด้วยเทคนิค Active Contour พร้อมแสดงผลความยาวของสินค้ากางเกงในแบบทันที จากนั้นพัฒนาหน้าต่างส่งข้อมูลไปเก็บที่เซิร์ฟเวอร์ผ่านระบบ Application Programming Interface (API) พร้อมกับแสดงผล เพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลผ่านเว็บแอปพลิเคชันได้

งานวิจัยนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิผลของการตรวจคุณภาพสินค้ากางเกงในให้ได้ปริมาณมากขึ้น ช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบคุณภาพสินค้าต่อชิ้นได้ ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มาเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานตรวจสอบคุณภาพได้

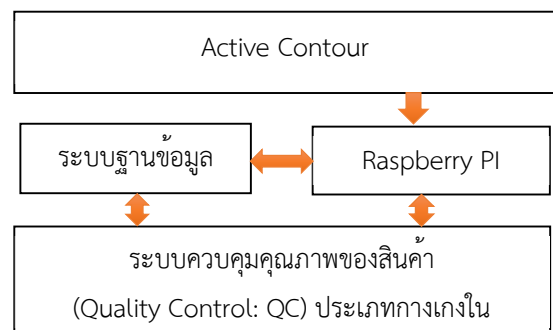
2. วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพของสินค้า (Quality Control: QC) ประเภทกางเกงใน ด้วยอัลกอริทึม Active Contour

2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลระบบควบคุมคุณภาพของสินค้า (Quality Control: QC) ประเภทกางเกงใน ที่พัฒนาขึ้น

3. กรอบแนวคิดงานวิจัย

งานวิจัยนี้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

4. การทบทวนวรรณกรรม

Active Contour คือ อัลกอริทึมประมวลผลภาพเพื่อหาเส้นขอบของวัตถุ โมเดลแอ็กทิฟคอนทัวร์ (The active contour model) ถูกนำเสนอครั้งแรกโดย Kass et al. (1988) [4] โดยพื้นฐาน model นี้จะเป็นการลดลงของพลังงานของรูปภาพแบบต่อเนื่องภายใต้อิทธิพลแรงของภาพ (image forces) และแรงจากภายนอก (external constraint forces) โดยแรงภายนอกและแรงภายในถูกกำหนดให้เป็นเส้นโค้งหรือพื้นผิว แรงภายนอกคือแรงที่ทำให้เกิดรูปทรงเริ่มต้น และเปลี่ยนรูปร่างนั้นให้เป็นรูปร่างของวัตถุในภาพโดยอัตโนมัติ

ระบบฐานข้อมูล (Database System) [5] หมายถึง กลุ่มของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน และถูกจัดเก็บไว้ร่วมกันอย่างเป็นระบบ ตามวัตถุประสงค์ของการจัดเก็บกลุ่มของข้อมูลนั้น

ราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi) [6] หมายถึง อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ประเภทหนึ่งที่มีขนาดของบอร์ดเล็กแต่มีประสิทธิภาพสูง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการฝึกเขียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ การสร้างเกม การวางระบบกล้องเว็บแคม การทำเว็บไซต์เฟิร์มแวร์ การสร้างอุปกรณ์ควบคุมฮาร์ดแวร์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในบ้าน หรืออุปกรณ์อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things : IoTs)

5. วิธีดำเนินงานวิจัย

5.1 รูปแบบ/ ขั้นตอนการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพของสินค้า (Quality Control: QC) ประเภทกางเกงใน โดยมุ่งหวังเพิ่มประสิทธิผลของการตรวจคุณภาพสินค้าประเภทกางเกงในให้ได้ปริมาณมากขึ้น และช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบคุณภาพสินค้าต่อชิ้นได้ เป็นการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานตรวจสอบคุณภาพ

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบเป็น 2 ส่วน คือ 1) โปรแกรมจัดการและบริหารข้อมูล พัฒนาโดยใช้ Fuse Angular Framework เป็นระบบหน้าบ้านเพื่อจัดการข้อมูล และใช้โปรแกรม MySQL Workbench เป็นฐานข้อมูล และ 2) โปรแกรมควบคุมคุณภาพ พัฒนาโดยใช้ Python ไลบรารีที่สำคัญ ได้แก่ OpenCV, Contours, Resquest เป็นต้น

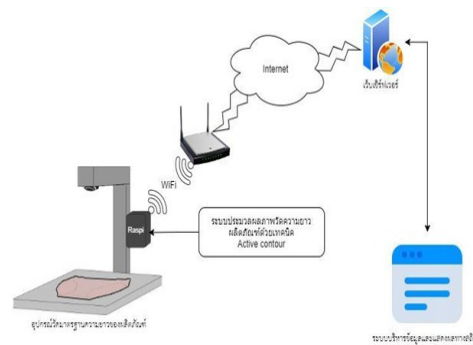
5.2.1 ความต้องการของระบบ

โปรแกรมจัดการและบริหารข้อมูลระบบ ความต้องการ ได้แก่ 1) ระบบลงชื่อเข้าสู่ระบบ 2) หน้าโปรแกรมแสดงข้อมูลสมาชิก และการแก้ไขข้อมูล 3) หน้าโปรแกรมแสดงข้อมูลเครื่องมือวัด และการแก้ไขข้อมูล 4) หน้าโปรแกรมแสดงรุ่นผลิตภัณฑ์ และการแก้ไขข้อมูล 5) หน้าโปรแกรมแสดงสถิติการวัดที่สามารถใช้ตัวกรอง ได้แก่ วัน เดือน และปี และ 6) ปุ่มออกจากระบบ

โปรแกรมควบคุมคุณภาพ ความต้องการ ได้แก่ 1) ระบบลงชื่อเข้าสู่ระบบเพื่อตรวจสอบสถานะการเป็นพนักงาน 2) ระบบเลือกผลิตภัณฑ์เพื่อระบุผลิตภัณฑ์ที่ต้องการวัด 3) ระบบวัดความยาวผลิตภัณฑ์โดยใช้กล้องเพื่อวัดความกว้างและความยาว และ 4) ระบบแจ้งสถานะการส่งข้อมูลเพื่อยืนยันการส่งข้อมูลสำเร็จหรือไม่สำเร็จ

5.2.2 การออกแบบระบบ

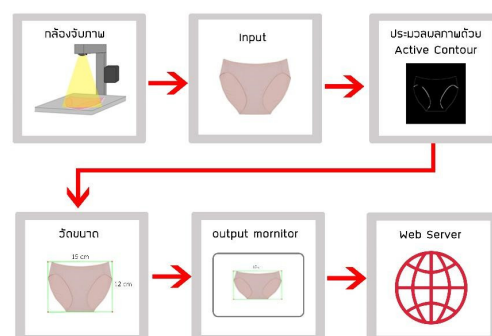
การออกแบบระบบโดยรวม ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ระบบโดยรวม

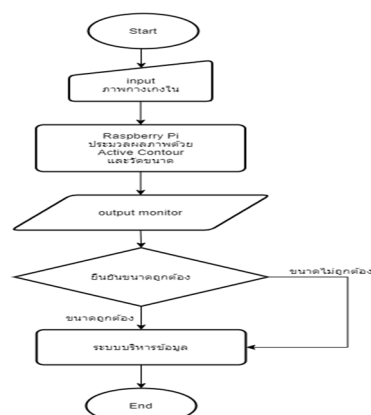
จากภาพที่ 1 แสดงการเชื่อมต่อระบบโดยรวม ประกอบด้วย 1) กล้องประมวลผลภาพกางเกงใน วัดขนาดแล้วกดยืนยัน 2) Raspberry Pi ส่งข้อมูลผ่าน Wifi ไปที่เว็บไซต์เฟิร์มแวร์ และ 3) เข้าระบบบริหารข้อมูลและแสดงผลทางสถิติ

ขั้นตอนการประมวลผลภาพ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการประมวลผลภาพ

5.2.3 การออกแบบ Flowchart



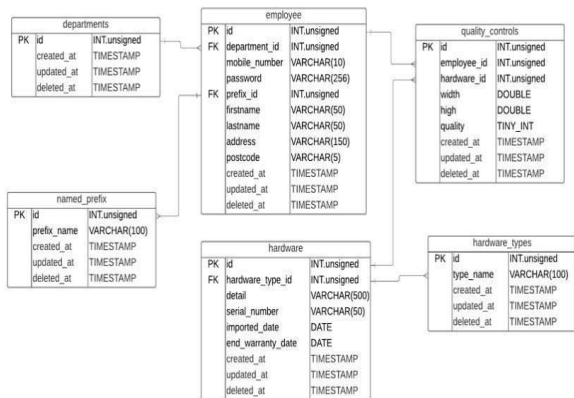
ภาพที่ 4 Flowchart ระบบ

จากภาพที่ 4 ขั้นตอนการทำงาน โดยเริ่มต้นอัปโหลดภาพกางเกงใน ใส่ในโปรแกรม จากนั้นประมวลผลภาพด้วย Active Contour และวัดขนาด หน้าจอจะแสดงผล

ออกทางหน้าจอ ผู้ใช้งานจะต้องยืนยันความถูกต้องของขนาด และระบบก็จะตรวจสอบ และสิ้นสุดการทำงาน

5.2.4 การออกแบบ ER Diagram

แบบจำลองอธิบายโครงสร้างของฐานข้อมูลและความสัมพันธ์ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ER Diagram

จากภาพที่ 5 ฐานข้อมูล ประกอบด้วย ตาราง departments (แผนก) ตาราง employee (ข้อมูลพนักงาน) ตาราง named_prefix (คำนำหน้าชื่อพนักงาน) ตาราง quality_controls (ข้อมูลการวัด) ตาราง hardware (ข้อมูลอุปกรณ์) และตาราง hardware_types (ชนิดของอุปกรณ์)

5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย

การทดลองที่ 1 นับ FP, FN, TP, TN จากการทดลองทั้งหมด 30 ครั้ง

การทดลองที่ 2 เก็บข้อมูลเวลาที่ใช้นับทางเงนใน 10 ตัว จากการทดสอบ 20 ครั้ง

5.4 การวิเคราะห์ข้อมูลวิจัย

5.4.1 การวัดความแม่นยำ

งานวิจัยนี้เลือกการวัดแบบ Confusion Matrix คือ การประเมินผลลัพธ์การทำนาย (หรือผลลัพธ์จากโปรแกรม) เปรียบเทียบกับผลลัพธ์จริงที่หาโดยคน ตารางตรวจสอบความแม่นยำ กำหนดให้

- True Positive (TP) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าจริง และคนบอกว่ามันจริง
- True Negative (TN) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าไม่จริง และคนบอกว่ามันไม่จริง
- False Positive (FP) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าจริง แต่คนบอกว่าไม่จริง
- False Negative (FN) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่าไม่จริง แต่คนบอกว่าจริง

- Precision Positive Predictive Value (PPR) คือ % การตรวจสอบที่มีความแม่นยำ หาได้จาก $PPR = TP / (TP + FP)$
- Recall/ Sensivity True Positive Rate (TPR) คือ % ความแม่นยำจากกลุ่มข้อมูลที่นำเข้า หาได้จาก $TPR = TP / (TN + FN)$
- Specificity (SPC) True Negative Rate คือ % ความแม่นยำในการ ตรวจสอบจากกลุ่มข้อมูลที่นำเข้า แบบ Negative หาได้จาก $SPC = TN / (TN + FP)$
- Accuracy (ACC) คือ ค่าที่บอกว่าโปรแกรมสามารถทำนายได้แม่นยำขนาดไหน หาได้จาก $(TP + TN) / (TP + TN + FP + FN)$

ดังนั้น การวัดความแม่นยำโดยการคำนวณ % ความถูกต้องจากการวัดทั้งหมด

$$Accuracy(ACC) = (TP + TN) / (TP + TN + FP + FN)$$

5.4.2 การวัดความเร็วของกระบวนการ QC

ดำเนินการวัดความเร็วโดยการจับเวลาในการวัดขนาดทางเงนใน 30 ตัว ระหว่างคนและเครื่องมือ ตามสมการ

$$T1 = \{1, 2, 3, \dots, n\}$$

$$T2 = \{1, 2, 3, \dots, n\}$$

เมื่อ T1 คือ ระยะเวลาที่เครื่องมือวัด

T2 คือ ระยะเวลาที่คนวัด

จากนั้นคำนวณช่วงความเชื่อมั่นและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มความเร็วในการวัดของเครื่องมือและคน

1) คำนวณช่วงความเชื่อมั่น (Confidence Interval) คือ ช่วงของค่าประมาณที่ประกอบไปด้วยค่าต่ำสุด (a) และค่าสูงสุด (b) ที่คำนวณขึ้นมา ช่วงดังกล่าวจะคลุมค่าของพารามิเตอร์ ด้วยความน่าจะเป็นตามที่กำหนด ที่ระดับความเชื่อมั่นนี้ จะเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์

$$(1-\alpha)100\% \text{ โดยที่ } 0 < \alpha < 1$$

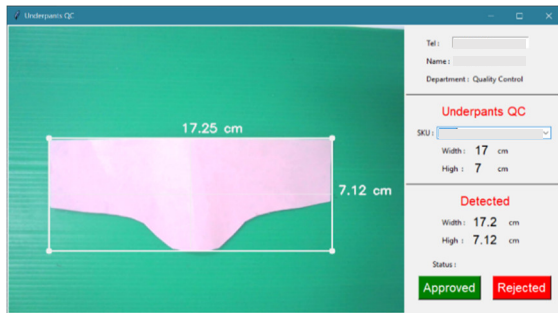
เมื่อ $1-\alpha$ คือ สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น (Confidence Coefficient)

2) T-Test for Independent Samples เพื่อประเมินความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (Mean) ของกลุ่มความเร็วในการวัดของเครื่องมือและคน

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการดำเนินการพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพของสินค้า (Quality Control: QC) ประเภทกางเกงใน ด้วยอัลกอริทึม Active Contour

ผลการพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพของสินค้าของบริษัท ABC ดังภาพที่ 6

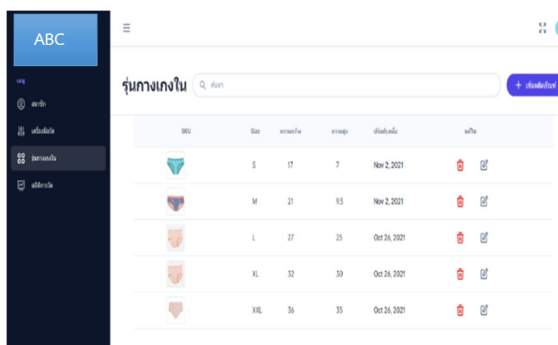


ภาพที่ 6 ผลการพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพของสินค้า

จากภาพที่ 6 สามารถอธิบายรายละเอียดการบันทึกข้อมูลมีรายละเอียด ดังนี้

- 1) ระบบลงชื่อเข้าใช้ บัญชีหมายเลขโทรศัพท์ที่ช่อง Tel เพื่อยืนยันตัวตนพนักงานก่อนการวัดมาตรฐานความยาว
- 2) ระบบเลือกรุ่นผลิตภัณฑ์ ที่ต้องการวัดจากเมนู SKU จากนั้นโปรแกรมจะแสดงข้อมูลความยาวมาตรฐาน
- 3) ระบบวัดความยาวผลิตภัณฑ์ โดยอ่านค่าได้จากจอภาพแสดงผลการวัดและช่อง Detected จากนั้นกดยืนยันขนาดถูกต้อง (Approve) หรือขนาดไม่ถูกต้อง (Rejected)
- 4) ระบบแจ้งสถานะ ช่อง Status แสดงผลการส่งข้อมูลสำเร็จหรือไม่สำเร็จ

เมื่อเข้าสู่ระบบเข้าสู่หน้าจัดการผลิตภัณฑ์ จะแสดงข้อมูลผลิตภัณฑ์ทั้งหมด โดยระบบจะสามารถจัดการเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลได้ ดังภาพที่ 7



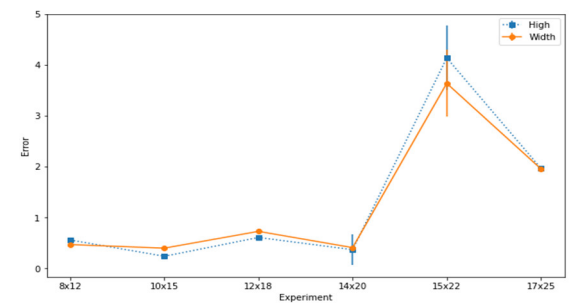
ภาพที่ 7 หน้าจัดการผลิตภัณฑ์

จากภาพที่ 7 สามารถจัดการรายละเอียดข้อมูลภาพสินค้า ขนาดของกางเกงใน ความกว้าง ความสูง และวันที่ปรับปรุงข้อมูล

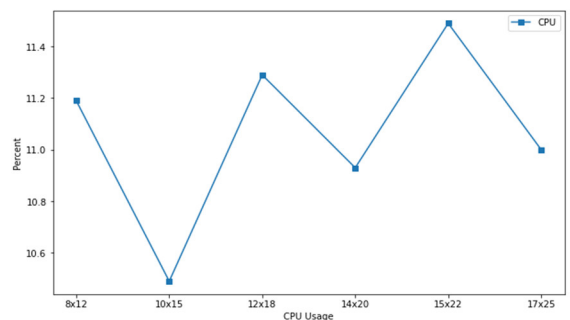
6.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลระบบควบคุมคุณภาพของสินค้า (Quality Control: QC) ประเภทกางเกงในที่พัฒนาขึ้น

6.2.1 การวัดความแม่นยำ

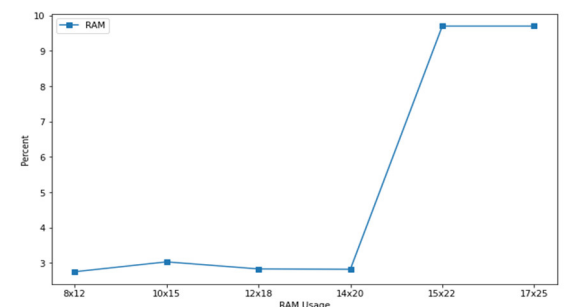
ผลการทดลองวัดความแม่นยำจากการเก็บข้อมูลการวัดกางเกงใน 6 ขนาด ได้แก่ ขนาด 8x12, 10x15, 12x18, 14x20, 15x22 และ 17x25 เซนติเมตร ตัวละ 1000 ครั้ง แล้วนำข้อมูลมาประมวลผลหาค่าเฉลี่ยความผิดพลาดของโปรแกรม (ดังภาพที่ 8) ข้อมูลการใช้ซีพียูในกระบวนการวัด (ดังภาพที่ 9) ข้อมูลการใช้แรมในกระบวนการวัด (ดังภาพที่ 10)



ภาพที่ 8 กราฟแสดงความผิดพลาดของโปรแกรม



ภาพที่ 9 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การใช้ซีพียู



ภาพที่ 10 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การใช้แรม

6.2.2 การวัดความเร็วของกระบวนการ QC

งานวิจัยนี้ได้วัดความเร็วของกระบวนการ QC ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการบันทึกแต่ละครั้งในการวัดคุณภาพทางเงาใน

ครั้งที่	เครื่องมือวัด 30 ตัว ใช้เวลา (นาท)	คนวัด 30 ตัว ใช้เวลา (นาท)
1	2.15	4.47
2	2.20	4.30
3	2.01	4.26
4	2.13	4.15
5	2.40	4.32
6	2.24	4.11
7	2.36	4.32
8	2.42	4.17
9	2.21	4.22
10	2.05	4.10

จากตารางที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลการวัดด้วยเครื่องมือวัด 30 ตัว กับคนวัด 30 ตัว พบว่าข้อมูลการเครื่องมือจะใช้เวลาน้อยกว่าการวัดด้วยคนทุกครั้ง ซึ่งส่งผลให้เกิดการลดเวลาในการทำงานลง

ผลการประเมินความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (Mean) ของกลุ่มความเร็วในการวัดของเครื่องมือและคน ด้วยสถิติ T-Test for Independent Samples ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มความเร็วในการวัดของเครื่องมือและคน

การวัด	n =	$\bar{X}$	S.D.	t	df	Sig.
คุณภาพ	20					
โดย						
เครื่องมือ	10	2.22	0.14	-35.170	18	.000*
คน	10	4.24	0.12			

*p<.05

จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยเวลากลุ่มความเร็วในการวัดของเครื่องมือและคนมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ค่าเฉลี่ยเวลาที่วัดด้วยเครื่องมือใช้เวลาน้อยกว่าการวัดด้วยคน

7. สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพของสินค้า (Quality Control: QC) ประเภททางเงาใน โดยใช้เทคนิค Active Contour มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในด้านความเร็วและความแม่นยำ จากผลการทดลองจะเห็นได้ชัดว่า ระบบที่พัฒนานั้นสามารถวัดได้เร็วกว่าการวัดโดยพนักงาน และมีความแม่นยำสูง ถือว่าเป็นการเพิ่ม

ประสิทธิภาพการทำงานให้กับโรงงานอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ยังมีระบบจัดการข้อมูลพนักงาน เครื่องมือวัด และข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานสะดวก และยังสามารถเรียกดูข้อมูลทางสถิติย้อนหลัง โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ในสถานที่วัดนั้น ๆ เพียงแค่สถานที่นั้น ๆ มีสัญญาณอินเทอร์เน็ตให้เชื่อมต่อก็สามารถเรียกดูสถิติผลการวัดพนักงานผู้วัด และข้อมูลเครื่องมือวัดได้

8. อภิปรายผลการวิจัย

ระบบควบคุมคุณภาพของสินค้าที่พัฒนาขึ้น สามารถยืนยันตัวตนพนักงาน สามารถระบุเลือกรุ่นผลิตภัณฑ์ สามารถวัดความยาวผลิตภัณฑ์โดยการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมแอกทิฟคอนทัวร์ได้ สามารถกดยืนยันขนาดถูกต้อง สามารถจัดเก็บและแสดงผลข้อมูลการตรวจสอบเพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลคุณภาพสินค้า และมีระบบรายงาน โดยคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้นเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างคุณภาพที่ดีสำหรับผู้ผลิต ในการผลิตสินค้าให้มีมาตรฐาน รวมไปถึงการผลิตที่มีประสิทธิภาพด้วยการลดระยะเวลาในการทำงาน ส่งผลให้เพิ่มการผลิตต่อวันได้ เกิดกระบวนการผลิตแบบใช้แนวคิด Zero Defects กล่าวคือ การผลิตที่ไม่เกิดของเสียขึ้น หรือเกิดความผิดพลาดจากการทำงานของคน เพื่อให้ระดับการเกิดของเสียไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ และสามารถทำการผลิตได้อย่างถูกต้องตามตัวแปรที่ต้องการ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Butthphorm [7] ที่จำเป็นต้องสร้างรายการตรวจสอบให้ได้ตามเป้าหมายที่ต้องการ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประดิษฐ์ ทศพงศ์ และ วสุ กิรติวุฒิเศรษฐ์ [8] ในการนำโปรแกรมบริหารจัดการระบบคลังสินค้า มาช่วยลดความสูญเสียและเพิ่มคุณค่ากระบวนการการทำงานให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการนำระบบควบคุมคุณภาพของสินค้าจะมาช่วยให้เจ้าของธุรกิจสามารถผลิตสินค้าได้มาตรฐาน ตรงตามความต้องการลูกค้า นำสู่การเติบโตของธุรกิจอย่างต่อเนื่อง

9. ข้อเสนอแนะงานวิจัย

9.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ควรจัดหาซีพียูและแรมที่มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการรันโปรแกรมและประมวลผล เนื่องจากการติดตั้งโปรแกรมลง Raspberry Pi นั้นจะให้คุณสมบัติของซีพียูและแรมสูง เช่น การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในการติดตั้งและรันโปรแกรม เป็นต้น

2. เนื่องจากโปรแกรมควบคุมคุณภาพยังไม่สามารถ Responsive ตามขนาดของหน้าต่างโปรแกรมได้ ดังนั้นจึงควรเลือกจอแสดงผลที่เหมาะสมในการทำงานงาน

9.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรพัฒนาตัวโปรแกรมควบคุมคุณภาพให้มีการใช้ซีพียูให้น้อยลง เพื่อให้โปรแกรมเสถียรมากขึ้น

2. ควรพัฒนาตัวโปรแกรมควบคุมคุณภาพให้สามารถ Responsive ตามขนาดของหน้าต่างโปรแกรมได้

3. ควรพัฒนาระบบให้ลดการใช้แรงงานคน เช่น ระบบ รางควบคุมมาตรฐานผลิตภัณฑ์อัตโนมัติ

เอกสารอ้างอิง

1. Buachan S, Kasetkasem T, Marukatat S, Kunieda H. Background Subtraction using an Active Contour Model. Science & Technology Asia. 2012;17(2):41-55.
2. Ismael MR. Edge Enhancement Based on an Active Contour Model for the Segmentation of Brain Tumors in MRI Images. 2021; 19(3):353-362.
3. วิไลพร กุลตั้งวัฒนา และ กริช สมกันธา. การ แยกแยะภาพหัวใจห้องล่างซ้ายในภาพคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าหัวใจโดยแอ็กทีฟคอนทัวร์โมเดล. วารสารวิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2558;28(92):61-70.
4. Kass M, Witkin A, Terzopoulos D. Snakes: Active Contour Models [Internet]. [Retrieved August 29th, 2022], Available from: <https://www.cs.ait.ac.th/~mdailey/cvreadings/Kass-Snakes.pdf>.
5. ศุภชัย จิระรังสิน. ระบบฐานข้อมูล Oracle Database 12c จากเริ่มต้นสู่มืออาชีพ. กรุงเทพฯ : เทรณลิสต์. 2559.
6. Talil. Raspberry Pi คืออะไร ? มีประโยชน์อย่างไร ทำไมถึงน่าใช้ ? [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 2 กรกฎาคม 2565]. สืบค้นจาก: <https://tips.thaiware.com/1813.html#conclusion-about-raspberry-pi>.
7. Buthphorm O. Quality Improvement through DMAIC: A Case Study of Wire Harness Tape Manufacturing. Journal of Multidisciplinary in Social Sciences. 2563;17(2):40-47.
8. ประดิษฐ์ ทศพงศ์ และ วสุ กิรติวุฒิสเรษฐ. การ ปรับปรุงกระบวนการวางแผนการผลิตระยะกลาง กรณีศึกษาบริษัทผู้ผลิตเอปซี. วารสารวิทย สารสนเทศและเทคโนโลยี. 2564;2(2):37-50.