

ระบบคัดแยกขนาดผลไม้บนสายพานลำเลียงร่วมกับจานหมุน Fruit Size Sorting System Using Aconveyor Belt With Rotary Mechanism

อภิญญา สุขประเสริฐ¹ สงกรานต์ กันทวงศ์¹ ศิริชัย เต็มโชคเกษม^{1*}

¹สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และหุ่นยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ sirichai.t@bu.ac.th*

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการพัฒนาระบบคัดแยกขนาดผลไม้บนสายพานลำเลียงร่วมกับจานหมุน ซึ่งออกแบบมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดแยกผลไม้ตามขนาด ระบบนี้ใช้สายพานลำเลียงเคลื่อนย้ายผลไม้ไปยังจุดคัดแยกขนาด โดยเป็นการคัดแยกขนาดด้วยจานหมุน ซึ่งทำหน้าที่คัดแยกผลไม้ตามขนาดโดยให้ผลไม้ที่มีขนาดพอดีตกลงในช่องที่กำหนดไว้แต่ละขนาด และบนจานหมุนมีเซ็นเซอร์อินฟราเรดที่ควบคุมและสั่งการด้วยบอร์ดอาดูโน้ ติดตั้งไว้ตามช่องแต่ละขนาดเพื่อทำการนับจำนวนผลไม้ที่ตกลงไปในช่องแต่ละขนาด โดยระบบนี้ช่วยเพิ่มความแม่นยำและความรวดเร็วในการคัดแยกผลไม้ ลดการใช้แรงงานคน และสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ: ระบบคัดแยกขนาดผลไม้บนสายพาน, การคัดแยกขนาดด้วยจานหมุน, Arduino UNO, PWM DC Motor Drive, เซ็นเซอร์อินฟราเรด, IR Sensor

Abstract

Fruit size sorting system using a conveyor belt integrated with a rotary. The system is designed to enhance the efficiency of automated fruit size sorting. It employs a conveyor belt to transport fruits to the sorting point, where size separation is performed using a rotary mechanism. The disc functions by sorting fruits according to their sizes, allowing appropriately sized fruits to fall through designated openings for each size category. The rotary is equipped with infrared sensors controlled by Arduino board, installed at each size opening to count the number of fruits that fall into each size category. This system improves the accuracy and speed of fruit sorting, reduces manual labor requirements, and can operate continuously.

Keywords: Fruit sorting, Conveyor belt, Rotary disc, Arduino, Infrared sensor

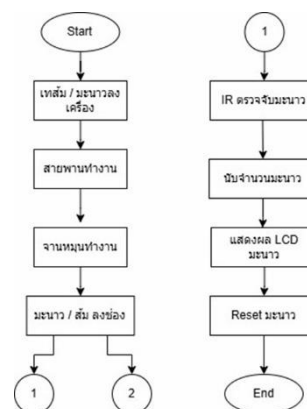
1. บทนำ

เนื่องจากธุรกิจเกษตรกรรมเป็นหนึ่งในภาคส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ การเพิ่ม ประสิทธิภาพกระบวนการผลิต และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อลดต้นทุนและสร้างความสามารถในการแข่งขัน คณะผู้จัดทำจึงพัฒนาระบบสายพานลำเลียงผลไม้เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับเกษตรกรรายย่อย สวนผลไม้ขนาดเล็กด้วยระบบนี้จะช่วยลดขั้นตอนการทำงาน ประหยัด แรงงาน ลดความเสี่ยงจากอุบัติเหตุในการขนถ่ายด้วยแรงงานคน และรักษาคุณภาพผลไม้ไม่ให้เสียหายในระหว่างขนส่ง เพื่อจัดส่งผลผลิตมีความรวดเร็ว เป็นระเบียบเรียบร้อยมากขึ้น ส่งผลให้สามารถส่งมอบ ผลผลิตสดใหม่ให้กับลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดทางคณะผู้จัดทำวิทยานิพนธ์จึงได้สุ่มเลือกชนิดผลไม้มา 2 ชนิด ได้แก่ มะนาวแป้น และส้มได้หัว

2. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวข้อง

เนื้อหาในส่วนนี้กล่าวถึงทฤษฎี แนวคิดพื้นฐาน และนิยามที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาระบบสายพานลำเลียงในการคัดแยกขนาดของมะนาวแป้นและส้มได้หัว โดยได้ใช้ตัวเซนเซอร์อินฟราเรดที่ใช้สำหรับตรวจจับวัตถุโดยอาศัยหลักการสะท้อนของแสงอินฟราเรดและตัวบอร์ด Arduino ในการใช้งาน

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน



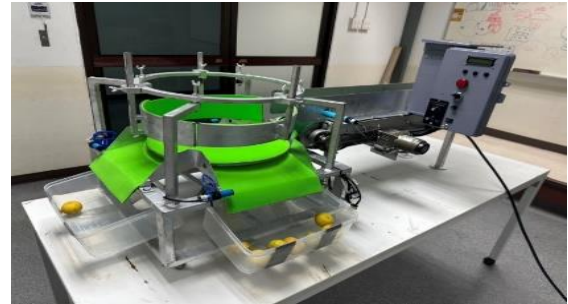
รูปที่ 1 Block Diagram ของระบบ

ขั้นตอนการคัดแยกผลไม้โดยเริ่มจากผลไม้จะถูกลำเลียงมาตามสายพาน เมื่อผลไม้ถูกลำเลียงมาถึงระบบคัดแยก จะมีจานหมุนจะทำหน้าที่คัดแยกผลไม้ตามขนาด โดยใช้กลไกในการหมุนและการกลิ้งของผลไม้ไปยังช่องที่ออกแบบไว้แต่ละขนาด แต่ละช่องจะมีเซ็นเซอร์อินฟราเรดเพื่อตรวจจับและนับจำนวนผลไม้ที่ตกลงในแต่ละตะกร้า ซึ่งจะช่วยในการตรวจสอบและเก็บข้อมูลสำหรับการจัดการจำนวนผลไม้ที่คัดแยกได้อย่างถูกต้อง

3.1 การทำงานของสายพานลำเลียงร่วมกับจานหมุน

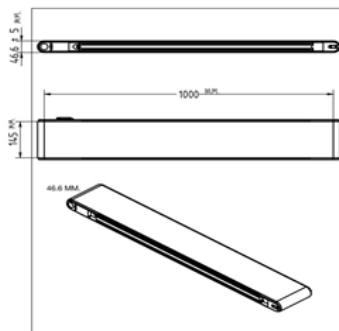
วงจรของระบบโดยใช้บอร์ด Arduino UNO เป็นตัวควบคุมหลัก โดยเซ็นเซอร์ IR 5 ตัว ที่ใช้ตรวจจับผลไม้บนสายพานผ่านขา Digital ของ Arduino จากนั้น Arduino จะส่งสัญญาณควบคุมไปยัง โมดูล Relay เพื่อเปิด-ปิดการทำงานของ มอเตอร์เกียร์ 12V ซึ่งทำหน้าที่หมุนจานคัดแยกผลไม้ และมอเตอร์เชื่อมต่อกับ โมดูลควบคุมความเร็ว (PWM DC Motor Driver) ซึ่งสามารถปรับความเร็วได้ด้วยปั๊มหมุน (Speed Control) การจ่ายไฟให้ระบบทั้งหมดใช้จาก Switching Power Supply โดยมีการเชื่อม GND ร่วมกันให้ครบทุกอุปกรณ์เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง

1. IR Sensor จำนวน 5 ตัวถูกติดตั้งในตำแหน่งต่าง ๆ ได้แก่ จุด ตรวจจับผลไม้เข้าสายพาน 1 ตัว และที่ช่องคัดแยกอีก 4 ตัว แต่ละตัวมีหน้าที่ตรวจสอบและนับจำนวนผลไม้ที่ตกลงในแต่ละช่อง
2. PWM DC Motor Drive จำนวน 2 ชุดใช้เพื่อควบคุมมอเตอร์เกียร์สำหรับงานหมุนและสายพาน โดยแต่ละชุดมีการปรับความเร็วแยกจากกัน ส่วน Speed Control ที่เห็นในภาพเป็นปุ่มปรับระดับความเร็วของมอเตอร์ เพื่อทดสอบอัตราการหมุนที่เหมาะสม

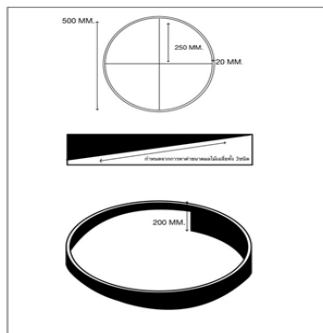


รูปที่ 6 ตัวเครื่องสายพานลำเลียงกับงานหมุน

3.2 การออกแบบโมเดล



รูปที่ 2 สายพานลำเลียงขนาด 14.5x100 โปรแกรม FreeCAD



รูปที่ 3 งานหมุนคัดแยกขนาดของผลไม้ โปรแกรม FreeCAD

4. ขั้นตอนการทดลอง



รูปที่ 4 ทดสอบคัดแยกขนาดของผลส้มได้ห้วน



รูปที่ 5 ทดสอบคัดแยกขนาดของมะนาวแป้น

5. สรุปผลการทดลอง

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการนับจำนวนมะนาวแป้น

ในการทดลองกับมะนาวแป้น ใช้ผลมะนาวจำนวน 20 ผลต่อรอบทำการทดสอบทั้งหมด 3 รอบ เลือกมะนาวที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-4 เซนติเมตร

รายการ	มะนาวแป้น (ทั้งหมด 20 ผล)			
	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	ผลเฉลี่ย
ลงถูกช่อง (ผล)	18	20	20	19
ลงถูกช่อง (%)	90 %	100 %	100 %	96.67 %
ลงผิดช่อง (ผล)	2	0	0	1
ลงผิดช่อง (%)	10 %	0 %	0 %	3.33 %
ที่นับได้ (ผล)	16	15	19	17
ที่นับได้ (%)	80 %	75 %	95 %	83.33 %
ที่นับไม่ได้ (ผล)	4	5	1	3
ที่นับไม่ได้ (%)	20 %	25 %	5 %	16.67 %

ตารางที่ 2 คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ข้อผิดพลาด (%Error) มะนาวแป้น
เปอร์เซ็นต์ข้อผิดพลาด (%Error) ของส้มและมะนาว IR Sensor ที่ติดตั้งไว้ในแต่ละช่องรับผลไม้ เพื่อนับจำนวนและตรวจสอบความถูกต้องการคัดแยกผลไม้ จากผลการทดลองพบว่า ระบบมีข้อผิดพลาดบางส่วนในการคัดแยก ซึ่งสามารถอธิบายได้จากการคำนวณ เปอร์เซ็นต์ข้อผิดพลาด

เปอร์เซ็นต์ลงถูกช่อง		เปอร์เซ็นต์ลงผิดช่อง	
รอบที่ 1	$118/20 \times 100 = 90\%$	รอบที่ 1	$2/20 \times 100 = 10\%$
รอบที่ 2	$20/20 \times 100 = 100\%$	รอบที่ 2	$0/20 \times 100 = 0\%$
รอบที่ 3	$20/20 \times 100 = 100\%$	รอบที่ 3	$0/20 \times 100 = 0\%$
เฉลี่ย (%)	$(90\% + 100\% + 100\%)/3 = 96.67\%$	เฉลี่ย (%)	$(10\% + 0\% + 0\%)/3 = 3.33\%$
เฉลี่ย (ผล)	$(18 + 20 + 20)/3 = 19.33 \approx 19$	เฉลี่ย (ผล)	$(2 + 0 + 0)/3 = 0.67 \approx 1$
เปอร์เซ็นต์ลงนับได้		เปอร์เซ็นต์ลงนับไม่ได้	
รอบที่ 1	$18/20 \times 100 = 90\%$	รอบที่ 1	$4/20 \times 100 = 20\%$
รอบที่ 2	$15/20 \times 100 = 75\%$	รอบที่ 2	$5/20 \times 100 = 25\%$
รอบที่ 3	$19/20 \times 100 = 95\%$	รอบที่ 3	$1/20 \times 100 = 5\%$
เฉลี่ย (%)	$(80\% + 75\% + 95\%)/3 = 83.33\%$	เฉลี่ย (%)	$(20\% + 25\% + 5\%)/3 = 16.67\%$
เฉลี่ย (ผล)	$(16 + 15 + 19)/3 = 16.67 \approx 17$	เฉลี่ย (ผล)	$(4 + 5 + 1)/3 = 3.33 \approx 3$

ตารางที่ 3 ผลการทดลองการนับจำนวนส้มได้หวัน

ในการทดลองกับส้มได้หวัน ผลส้มได้หวันจำนวน 20 ผลต่อรอบ เช่นเดียวกัน ทำการทดสอบ 3 รอบ โดยเลือกส้มที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5-6 เซนติเมตร

รายการ	ส้มได้หวัน (ทั้งหมด 20 ผล)			
	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	ผลเฉลี่ย
ลูกช่อ (ผล)	20	20	20	20
ลูกช่อ (%)	100%	100 %	100 %	100 %
ลูกผิดช่อ (ผล)	0	0	0	0
ลูกผิดช่อ (%)	0 %	0 %	0 %	0 %
ที่นับได้ (ผล)	18	19	15	17
ที่นับได้ (%)	90 %	95 %	75 %	86.67 %
ที่นับไม่ได้ (ผล)	2	1	5	3
ที่นับไม่ได้ (%)	10 %	5 %	25 %	13.33 %

ตารางที่ 4 การคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ข้อผิดพลาด (%Error) ส้มได้หวัน

เปอร์เซ็นต์ลูกช่อ		เปอร์เซ็นต์ลูกผิดช่อ	
รอบที่ 1	$20/20 \times 100 = 100\%$	รอบที่ 1	$0/20 \times 100 = 0\%$
รอบที่ 2	$20/20 \times 100 = 100\%$	รอบที่ 2	$0/20 \times 100 = 0\%$
รอบที่ 3	$20/20 \times 100 = 100\%$	รอบที่ 3	$0/20 \times 100 = 0\%$
เฉลี่ย (%)	$(100\% + 100\% + 100\%)/3 = 100\%$	เฉลี่ย (%)	$(0\% + 0\% + 0\%)/3 = 0\%$
เฉลี่ย (ผล)	$(20 + 20 + 20)/3 = 20$	เฉลี่ย (ผล)	$(0 + 0 + 0)/3 = 0$
เปอร์เซ็นต์ที่นับได้		เปอร์เซ็นต์ที่นับไม่ได้	
รอบที่ 1	$18/20 \times 100 = 90\%$	รอบที่ 1	$2/20 \times 100 = 10\%$
รอบที่ 2	$19/20 \times 100 = 95\%$	รอบที่ 2	$1/20 \times 100 = 5\%$
รอบที่ 3	$15/20 \times 100 = 75\%$	รอบที่ 3	$5/20 \times 100 = 25\%$
เฉลี่ย (%)	$(90\% + 95\% + 75\%)/3 = 86.67\%$	เฉลี่ย (%)	$(10\% + 5\% + 25\%)/3 = 13.33\%$
เฉลี่ย (ผล)	$(18 + 19 + 15)/3 = 17.33 \approx 17$	เฉลี่ย (ผล)	$(2 + 1 + 5)/3 = 2.67 \approx 3$

ตารางที่ 5 สรุปเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการนับ

รายการ	มะนาวแป้น (เฉลี่ย)	ส้มได้หวัน (เฉลี่ย)
ลูกช่อ (%)	96.67 %	100 %
ลูกผิดช่อ (%)	3.33 %	0 %
ที่นับได้ (%)	83.33 %	86.67 %
ที่นับไม่ได้ (%)	16.67 %	13.33 %

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าส้มสามารถคัดแยกได้อย่างถูกต้อง 100% ขณะที่มะนาวมีอัตราความผิดพลาดเฉลี่ยเล็กน้อย สาเหตุหนึ่งมาจากกรณีที่ผลมะนาวสองผลเคลื่อนที่มาพร้อมกัน ทำให้การตรวจจับของเซ็นเซอร์คลาดเคลื่อนความผิดพลาดของการนับเกิดขึ้นเมื่อผลมะนาวสองผลตกลงในเวลาใกล้เคียงกัน ทำให้เซ็นเซอร์ตรวจจับเพียงครั้งเดียวอีกสาเหตุคือรูปร่างของมะนาวที่ไม่กลมสมบูรณ์ ส่งผลให้การกลิ้งผ่านจานหมุนไม่สม่ำเสมอแนวทางแก้ไขเบื้องต้นคือการออกแบบรางบีบผลไม้ให้วิ่งเรียงเป็นแถวเดียว เพื่อป้องกันไม่ให้ผลไม้สองผลผ่านเข้ามาพร้อมกันจากการประเมินระบบ สามารถคัดแยกผลไม้ได้ประมาณ 600-800 ผลต่อชั่วโมง ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้งานในสวนผลไม้ขนาดเล็กหรือครัวเรือน อย่างไรก็ตาม หากผลไม้มีรูปร่างไม่กลม เช่น มะละกอหรือชมพู่ อาจทำให้เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสูงขึ้น เนื่องจากจานหมุนถูกออกแบบมาสำหรับผลไม้ที่มีลักษณะกลม

6. สรุปผลการดำเนินงาน

โครงการเครื่องคัดแยกขนาดผลไม้บนสายพานลำเลียงร่วมกับจานหมุนมีการทำงานแบบอัตโนมัติ โดยเริ่มต้นจากการตรวจจับวัตถุที่เข้าสู่สายพานลำเลียง หากไม่มีวัตถุเข้าสู่ระบบ ระบบจะหยุดทำงานชั่วคราวและจะเริ่ม

ทำงานใหม่เมื่อมีวัตถุเข้ามาอีกครั้ง จากนั้นผลไม้จะ

ถูกลำเลียงผ่านสายพานและจานหมุนเข้าสู่กระบวนการคัดแยกขนาด พร้อมทั้งนับจำนวน โดยระบบควบคุมสามารถสั่งหยุดการทำงานได้ผ่านสวิตช์ควบคุมหลัก

7. สรุปผลการทดลองการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

ในการนับจากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ระบบมีความแม่นยำในการปล่อยผลไม้ลงช่องในระดับสูง โดยเฉพาะในกรณีของส้มที่มีความแม่นยำถึง 100% ในทุกครั้งที่ทำการทดลอง ขณะที่มะนาวมีอัตราความผิดพลาดเฉลี่ยเล็กน้อย (3.33%) ในส่วนของการนับจำนวนผลไม้ พบว่าทั้งมะนาวและส้มยังมีอัตราการนับไม่ครบอยู่ โดยผลมะนาวมีอัตราหลุดนับเฉลี่ยสูงกว่าส้มเล็กน้อยปัจจัยที่อาจส่งผลต่อความแม่นยำของระบบ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง พฤติกรรมการกลิ้ง และพื้นผิวของผลไม้ ซึ่งอาจส่งผลต่อการตรวจจับของเซ็นเซอร์และการประมวลผลของระบบควบคุม เช่น ผลมะนาวที่มีขนาดเล็กและรูปร่างที่ไม่กลมสมบูรณ์ อาจทำให้ระบบตรวจจับทำงานได้ยากกว่าผลส้มที่มีขนาดและรูปร่างค่อนข้างสม่ำเสมอ

8. แนวข้อจำกัดของโครงการงานดังนี้

1. ผลไม้ที่เลือกมาทดสอบมีแค่ส้มและมะนาว ทำให้ไม่สามารถนำไปใช้คัดแยกขนาดผลไม้ชนิดอื่นได้
2. การออกแบบจานหมุนอาจยังไม่สามารถแยกผลไม้ที่มีรูปร่างไม่สมมาตรได้อย่างแม่นยำเท่าที่ควร
3. ในบางกรณีอาจมีการนับซ้ำหรือนับไม่ครบหากผลไม้เคลื่อนที่เร็วเกินไปหรือมีการติดกัน

9. ในการจัดทำโครงการงานปัญหาในการดำเนินงานดังนี้

1. ขั้นตอนของการสร้างและประกอบตัวเครื่องคัดแยกผลไม้ ซึ่งใช้เวลานานกว่าที่ไดวางแผนไว้ในตอนต้น
2. เทสกับมะนาวรวมกันในทีเดียวสายพานหยุดการทำงานเนื่องรับน้ำหนักไม่ไหว
3. แรงส่งของส้มกับมะนาวขณะเทลงโซลโรแรงจนมะนาวกับส้มตกลงจากสายพานลำเลียง

10. แนวทางการพัฒนาต่อดังนี้

1. เพิ่มชนิดผลไม้ในการทดสอบเพื่อขยายขอบเขตการใช้งาน
2. ออกแบบตัวเสริมติดเพิ่มบนจานหมุนแทนการตัดหรือเชื่อมเหล็กใหม่ เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นในการรองรับผลไม้รูปร่างต่างกัน
3. ปรับซอฟต์แวร์และตำแหน่งเซ็นเซอร์ให้แม่นยำมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] SBC Conveyor. สายพานลำเลียงกับประโยชน์ในอุตสาหกรรม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://www.sbcconveyor.co.th/blogrp-สายพานลำเลียงกับประโยชน์ในอุตสาหกรรม#>. [สืบค้นเมื่อ 23 กันยายน 2024].
- [2] Sumipol Corporation. ระบบสายพานลำเลียง (Conveyor System). [ออนไลน์]. Sumipol Corporation. 2024. เข้าถึงได้จาก: <https://www.sumipol.com/knowledge/conveyors/>. [สืบค้นเมื่อ 23 กันยายน 2024].
- [3] element14 Thailand. เทคโนโลยีการควบคุมมอเตอร์. [ออนไลน์]. element14Thailand.2024.เข้าถึงได้จาก:

<https://th.element14.com/motor-control-technology?>

[สืบค้นเมื่อ 30 กันยายน 2024].

- [4] BBULL. Rejection System - Pusher. [ออนไลน์]. BBULL. 2024. เข้าถึงได้จาก: <https://www.bbull.com/en>. [สืบค้นเมื่อ 11 ตุลาคม 2024].
- [5] Digital School Club. การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์. [ออนไลน์]. Digital School Club. 2024. เข้าถึงได้จาก: http://www.digitalschool.club/digitalschool/physics2_2_2/physics3/lesson3/. [สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2024].
- [6] SciMath. การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์. [ออนไลน์]. SciMath. 2024. เข้าถึงได้จาก: <https://www.scimath.org/>. [สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2024].
- [7] FMUSER. เซ็นเซอร์อินฟราเรด (IR Sensor คืออะไร). [ออนไลน์]. FMUSER. 2024. เข้าถึงได้จาก: <https://th.fmuser.net/wap/content/?21028.html>. [สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2024].
- [8] Zentech. การเลือกใช้เลเซอร์เซนเซอร์. [ออนไลน์]. Zentech. 2024. เข้าถึงได้จาก: https://zentech.in.th/select_laser_sensor/. [สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2024].

ประวัติผู้เขียน



นางสาวอภิญญา สุขประเสริฐ
37/3 ม.3 ต.บ้านกรด อ.บางปะอิน จ.พระนครศรีอยุธยา 13160
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และหุ่นยนต์
มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ปีการศึกษา 2567
มีความสนใจด้าน Arduino UNO