



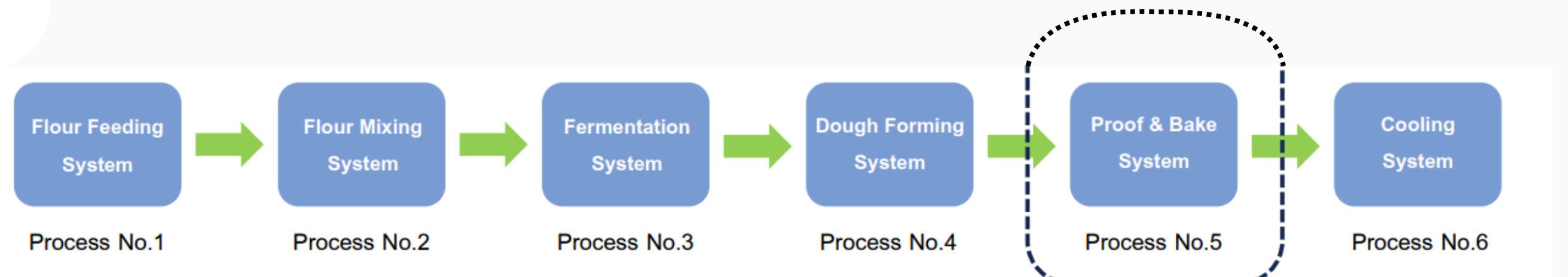
NECTEC
a member of NSTDA



เครื่องตรวจคุณภาพ แบบชนมปั่งหลังบ่ม^{บ่ม} (Proof) แบบอัตโนมัติ

cp Yam

ที่มา



ที่มา

- การผลิตขนมปังคุณภาพสูงจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพในทุกขั้นตอน ตั้งแต่การผสม การหมัก ไปจนถึงการบ่ม (Proofing) ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อความพูด เนื้อสัมผัส และรสชาติของขนมปัง หากผลิตภัณฑ์ไม่ได้มาตรฐาน อาจส่งผลเสียต่อห้องคุณภาพสินค้าและต้นทุนการผลิต ดังนั้น การวัดคุณภาพเป็นหลักการบ่มจึงเป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยลดความเสี่ยงและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต"
- การตรวจสอบด้วยแรงงานคนมีข้อจำกัดด้าน ความแม่นยำ ความสม่ำเสมอ และความรวดเร็ว ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการผลิตสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพ
- การนำระบบอัตโนมัติมาใช้ถือเป็นการลงทุนที่สำคัญ ซึ่งแม้จะมีต้นทุนเริ่มต้นและความซับซ้อนในขั้นตอนติดตั้ง แต่ช่วยให้เพิ่มคุณภาพของแป้งขนมปังได้อย่างยั่งยืนในระยะยาว



ความสำคัญและวัตถุประสงค์

ความสำคัญ

- ลดการสูญเสียเบ็ดเจ้ากระบวนการตรวจสอบด้วยคน (เพราะไม่มีการสัมผัสกับตัวแพ็งขนมปัง)
- ระบบอัตโนมัติช่วยลดเวลาการตรวจสอบ
- ข้อมูลจากการตรวจวัดจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูลกลาง (Database) สำหรับเก็บและวิเคราะห์ผล ช่วยให้บริษัทสามารถปรับปรุงลดความสูญเสีย และช่วยเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจ ได้อย่างรวดเร็ว

วัตถุประสงค์

- เพื่อให้สามารถเรียนรู้ กระบวนการทำงานที่ซ้ำๆ และ ออกแบบระบบอัตโนมัติเพื่อทดแทนการทำงานในรูปแบบเดิม
- เพื่อให้มีทักษะในการออกแบบการตรวจวัดคุณภาพสินค้า แบบอัตโนมัติ ด้วยการใช้เทคนิค การประมวลผลจากภาพ (Image processing)



เกณฑ์ที่ใช้ในการตรวจเช็คคุณภาพ

หลังจากแป้งผ่านกระบวนการบ่ม

ความสูงของแป้งเทียบกับแม่พิมพ์

- แป้งต้องสูงเทียบเท่ากับขอบแม่พิมพ์ หรือ
- แป้งต้องพูขึ้นมาถึง 40%
- แป้งหลังพูมีความสูงอยู่ที่ 5.5 cm. (พู 40%)
- แป้งก่อนพูมีความสูงอยู่ที่ 3.93 cm. (ยังไม่พู)
- ค่าที่วัดได้จะต้องไม่สูงหรือต่ำกว่า 5% จาก 40%
- (35% - 45%) หรือ
- ค่าที่วัดได้ไม่ต่ำหรือสูงกว่า 5.3 - 5.7 cm.

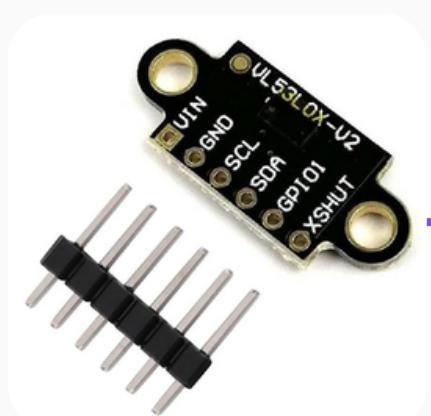
ความพรุนของแป้ง

- ผิวน้ำแป้งควรเรียบเนียน ไม่มีความพรุน
- ระบบจะต้องไม่สามารถตรวจจับความพรุนได้



System Overview

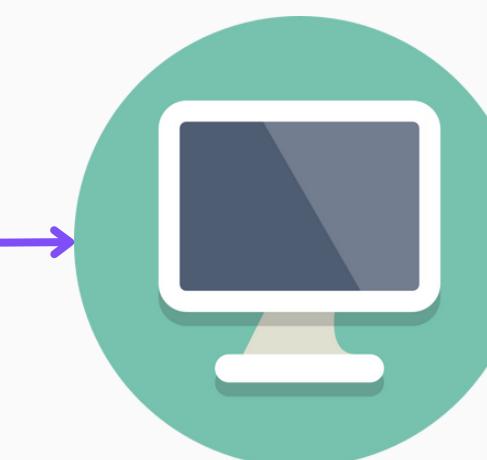
INPUT



ค่าความสูง



ความพรุน

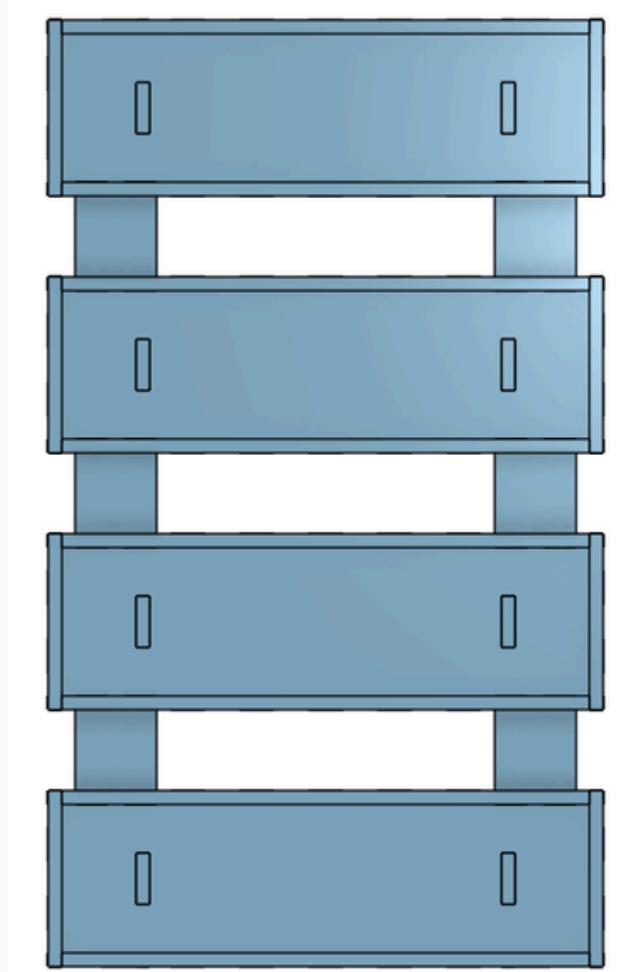
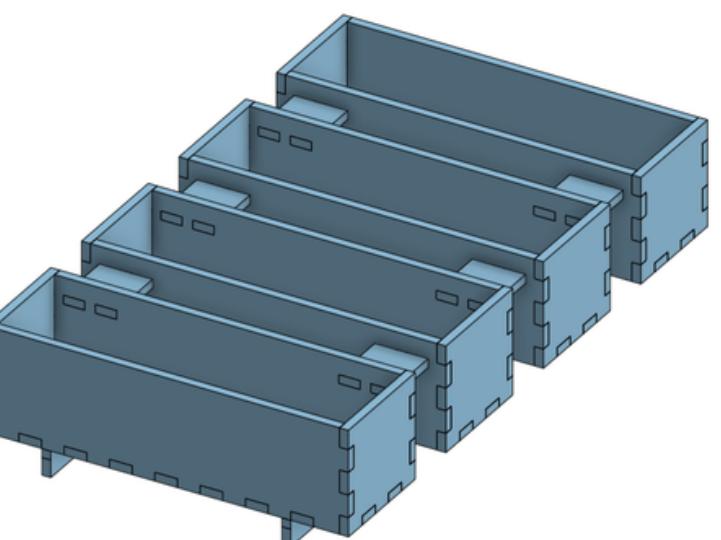
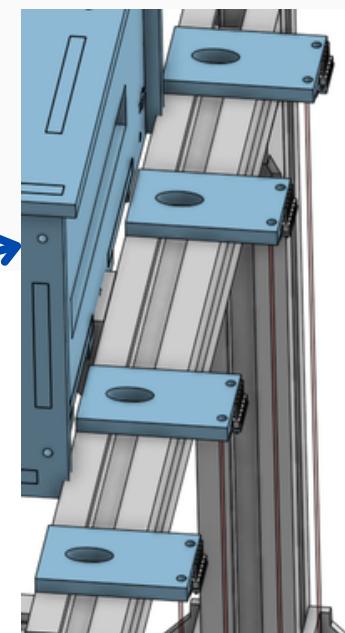
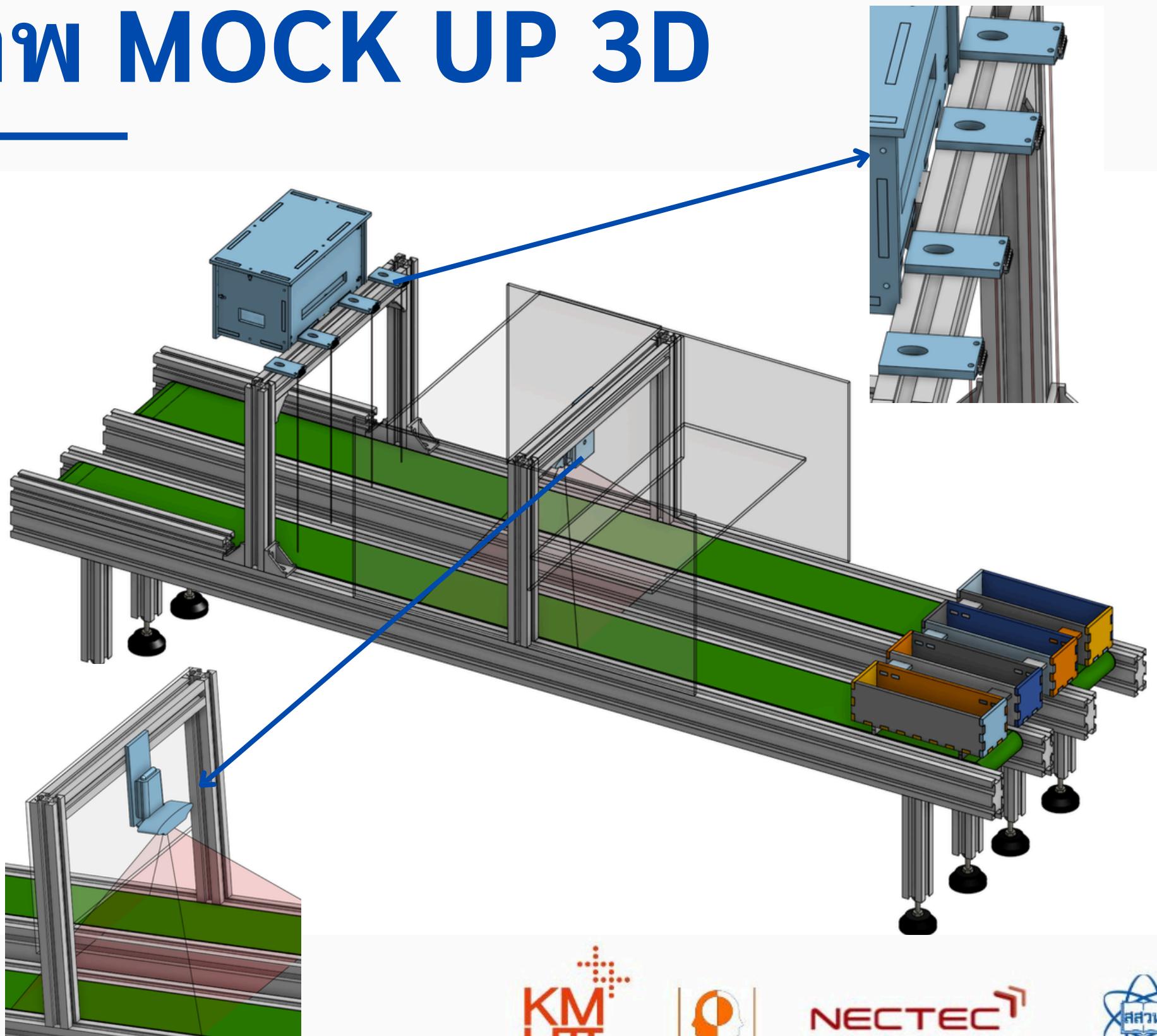


Database

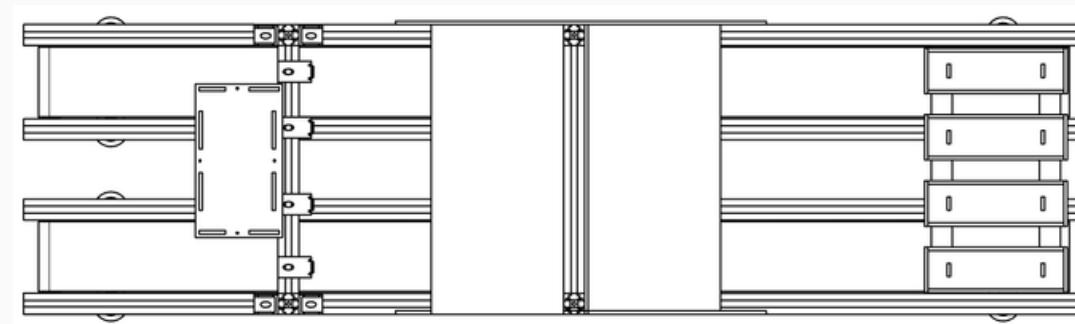


Google Sheets

ภาพ MOCK UP 3D



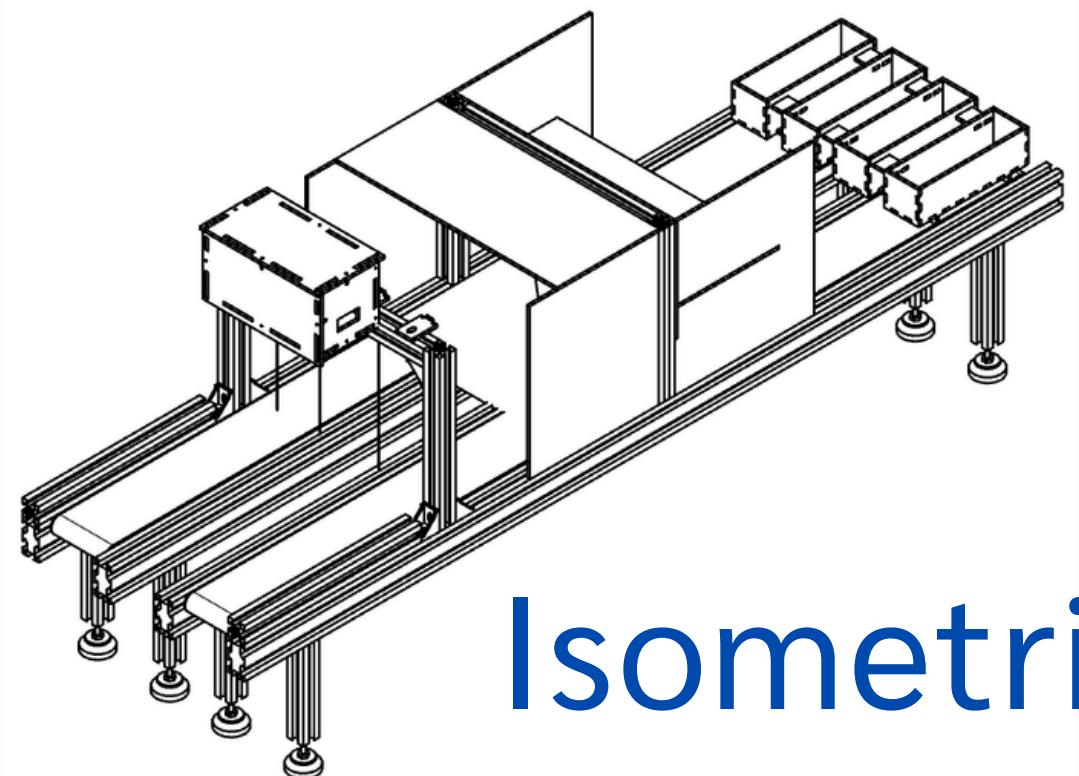
ภาพ MOCK UP 3D



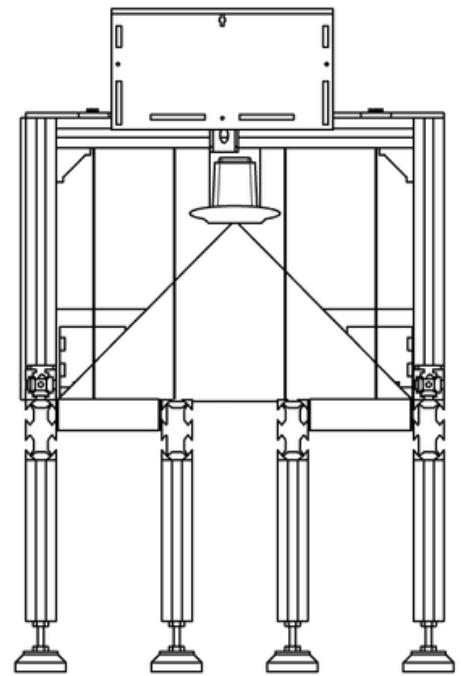
Top View



Side View



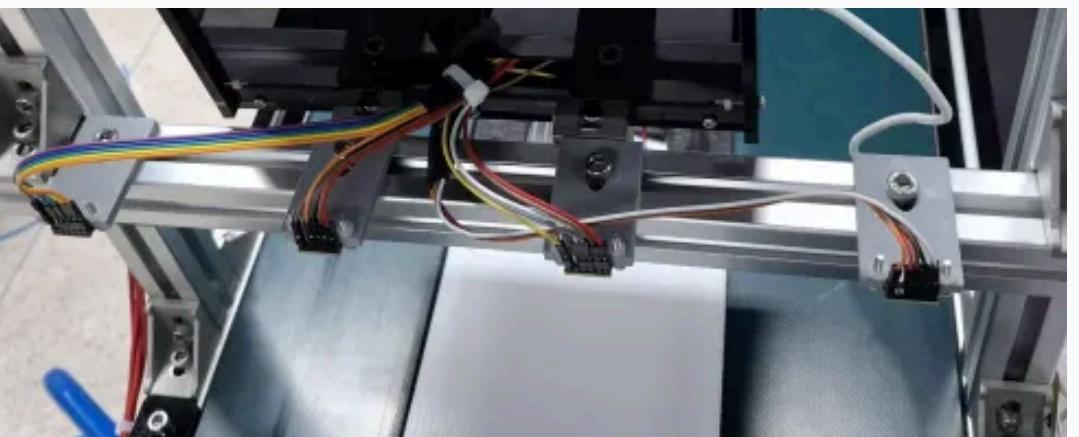
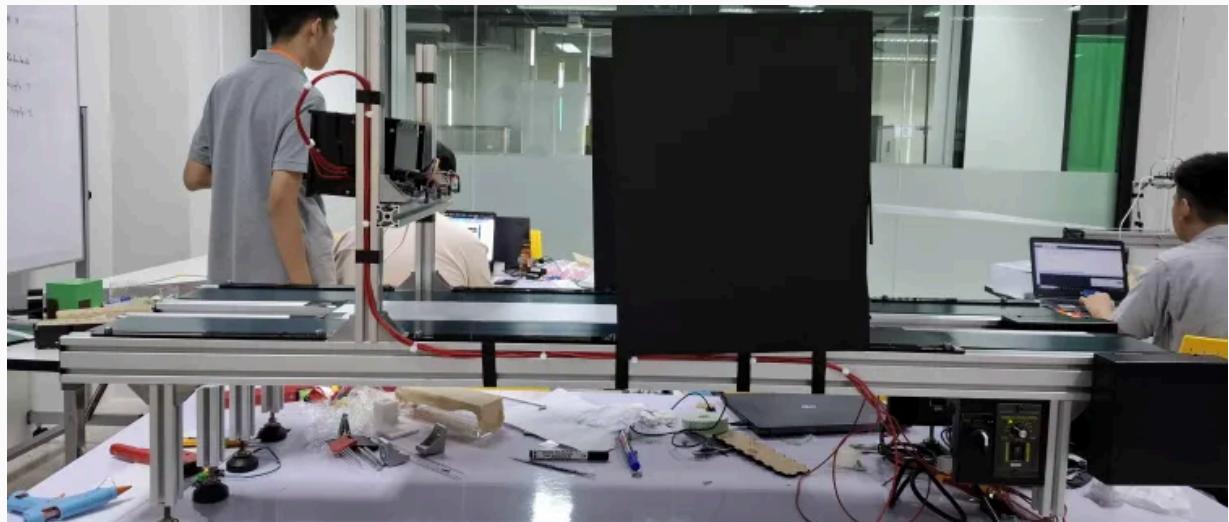
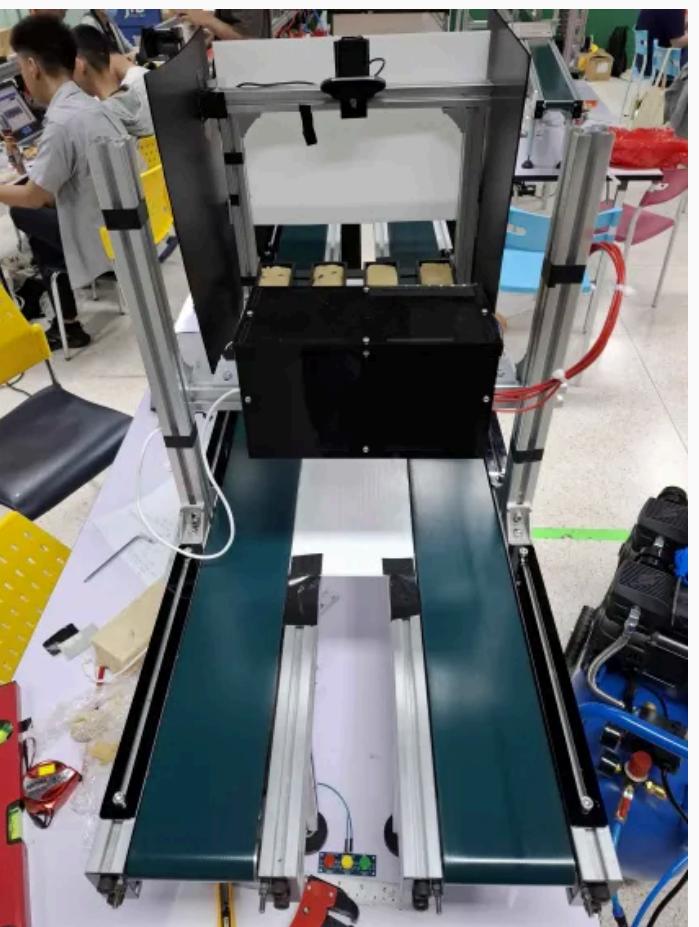
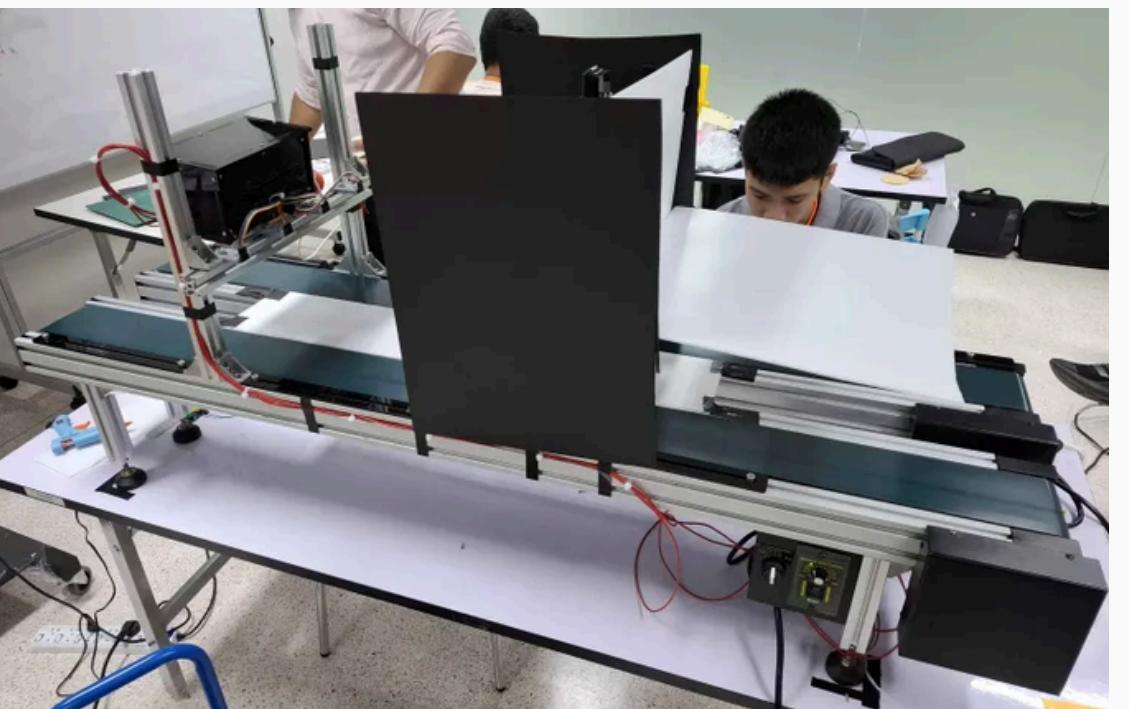
Isometric View



Front View



ภาพชีนงานจริง



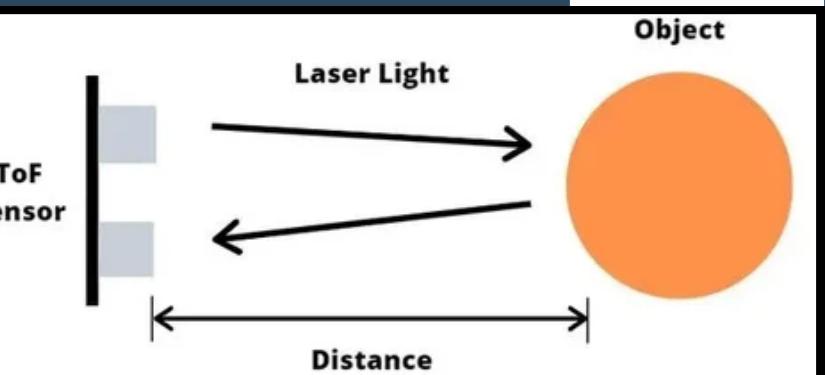
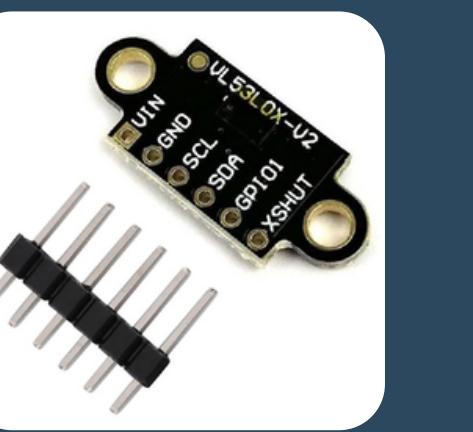
อุปกรณ์ที่เราเลือกนำมาใช้

การใช้ TOF SENSOR ช่วยให้เราวัดความสูงและประเมินระดับความพูดได้อย่างแม่นยำ ในขณะที่ กล้อง ช่วยตรวจสอบความพรุนของ เป็น ซึ่งเป็นตัวชี้วัดสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทั้งสองอุปกรณ์ช่วยให้กระบวนการตรวจสอบมีความแม่นยำและประหยัดเวลา

ความพูด

TOF Sensor : VL53L0X V2

- ความแม่นยำในการวัดระยะทาง
- ทำงานแบบเรียลไทม์
- ไม่ถูกรบกวนจากสภาพแวดล้อม



ความพรุน

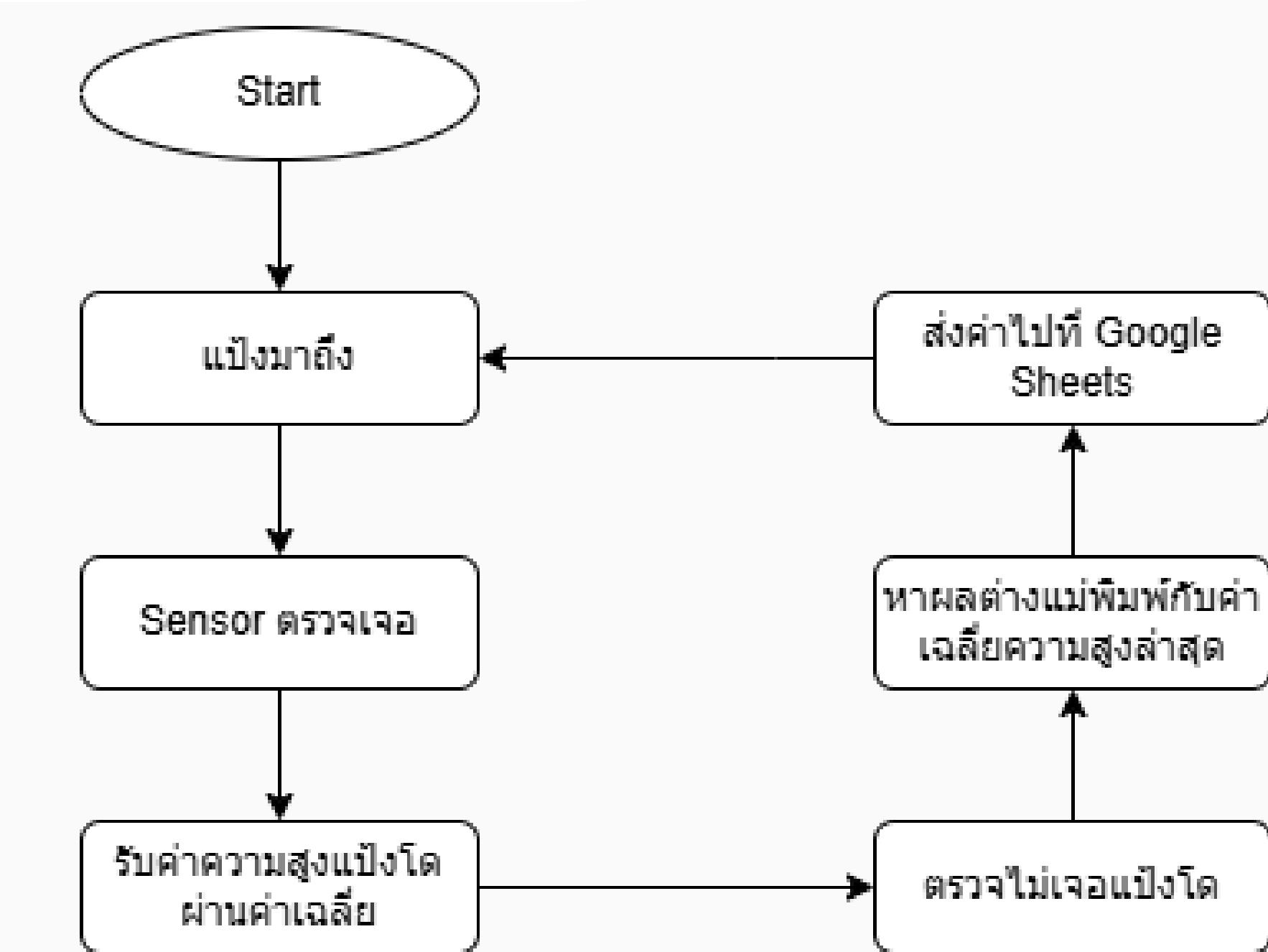
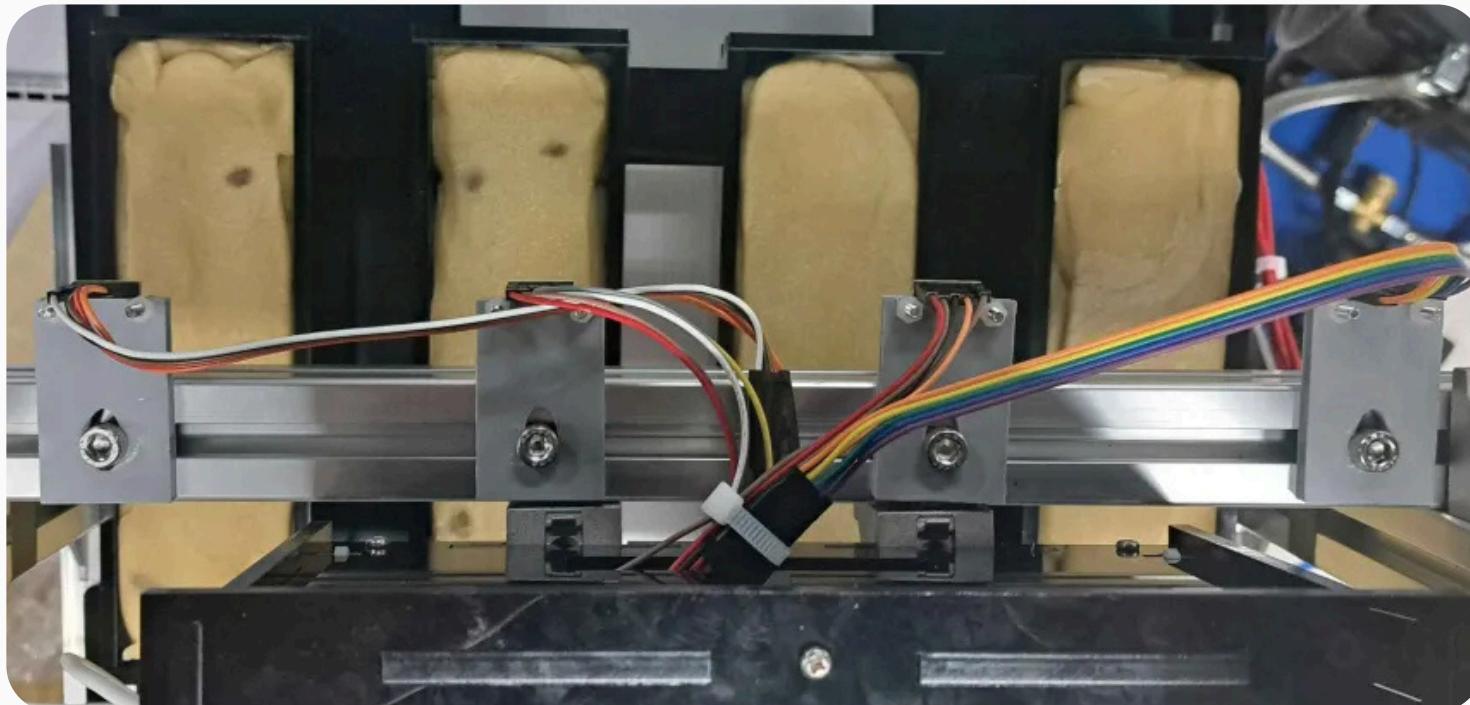
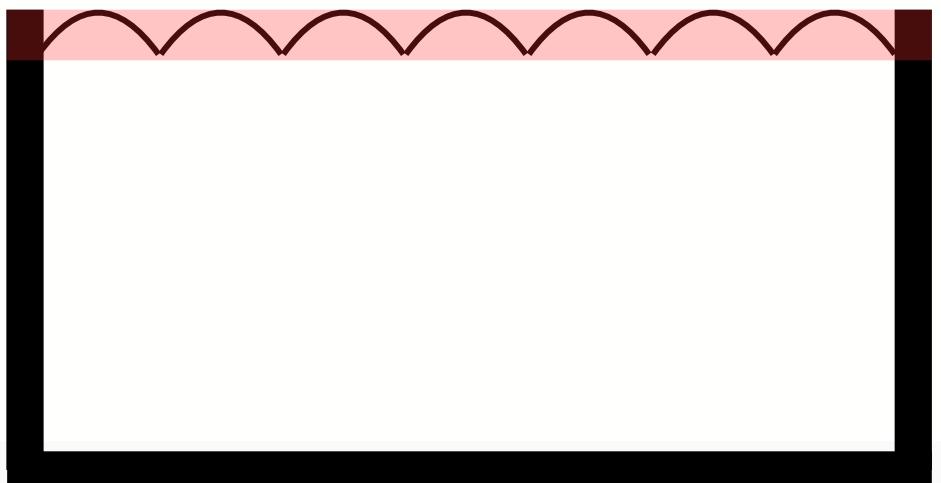
Logitech C930E WEBCAM

- การถ่ายภาพและ Video มีความคมชัด
- ตั้งทุนคุ้มค่าและติดตั้งง่าย
- รองรับการประมวลผลภาพแบบต่อเนื่อง



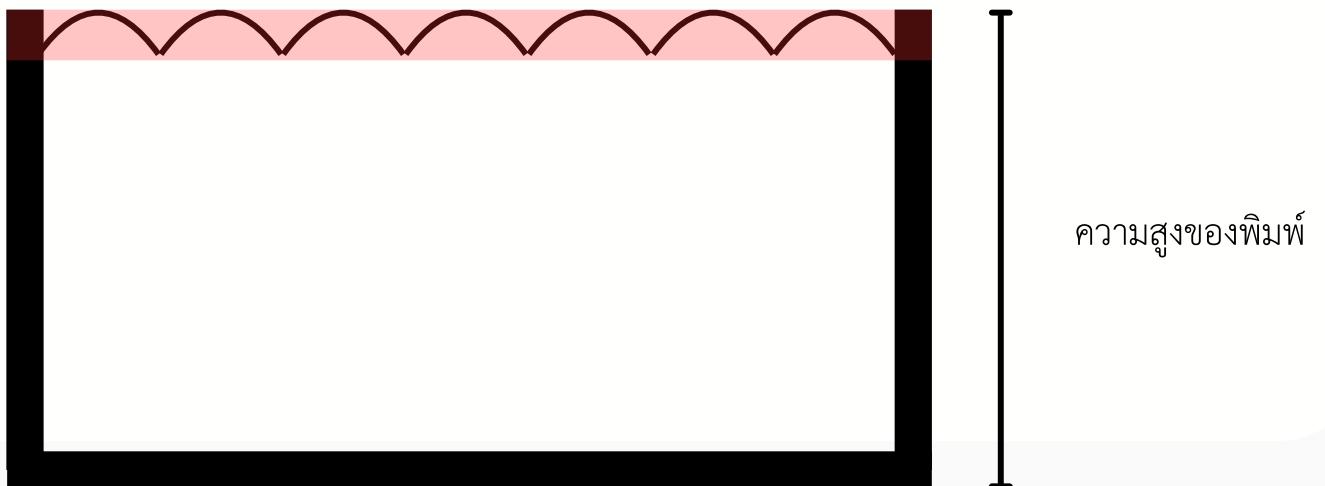
ความสูงของแป้งเทียบกับแม่พิมพ์

ค่าเฉลี่ยความสูงของแป้ง



ความสูงของแป้งเทียบกับแม่พิมพ์

ค่าเฉลี่ยความสูงของแป้ง

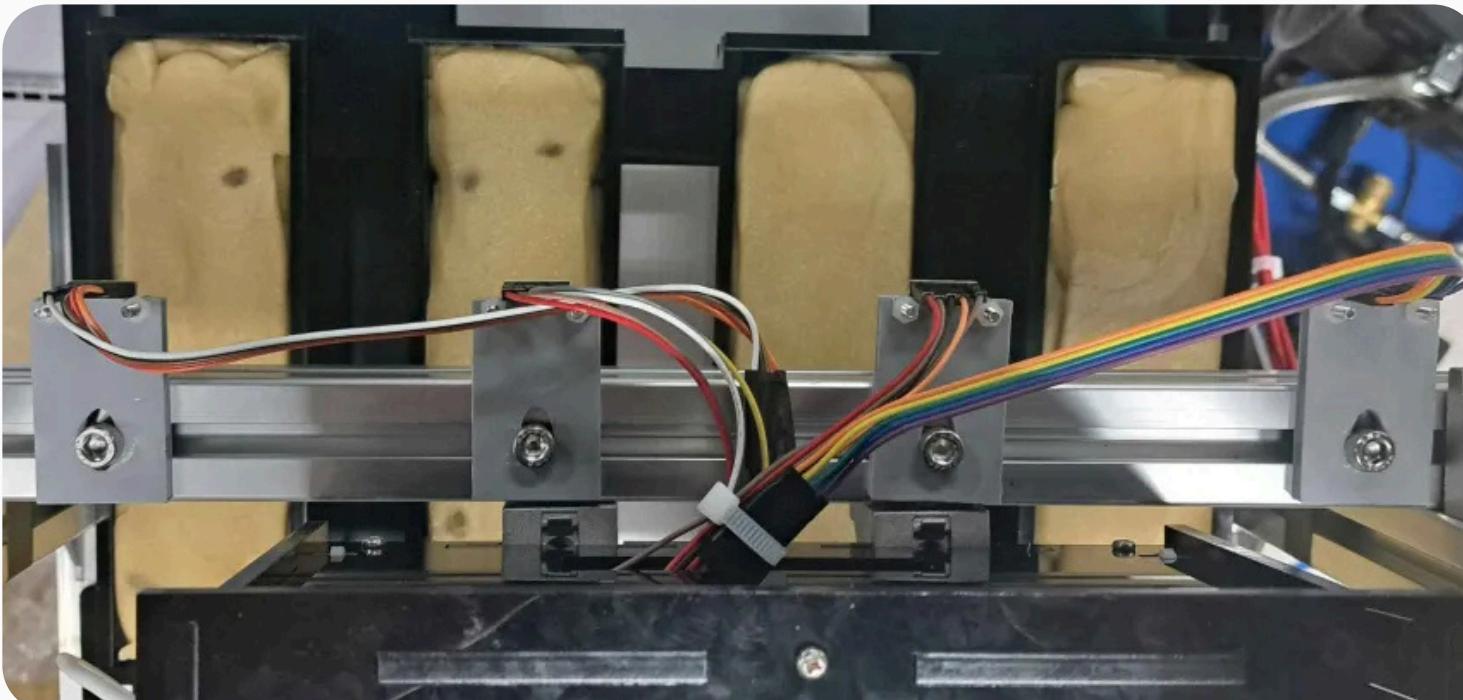


$$H_{dough} = H_{base} - H_{avg}$$

H_{dough} = ความสูงของแป้งขนมปัง

H_{base} = ความสูงจากฐานแม่พิมพ์

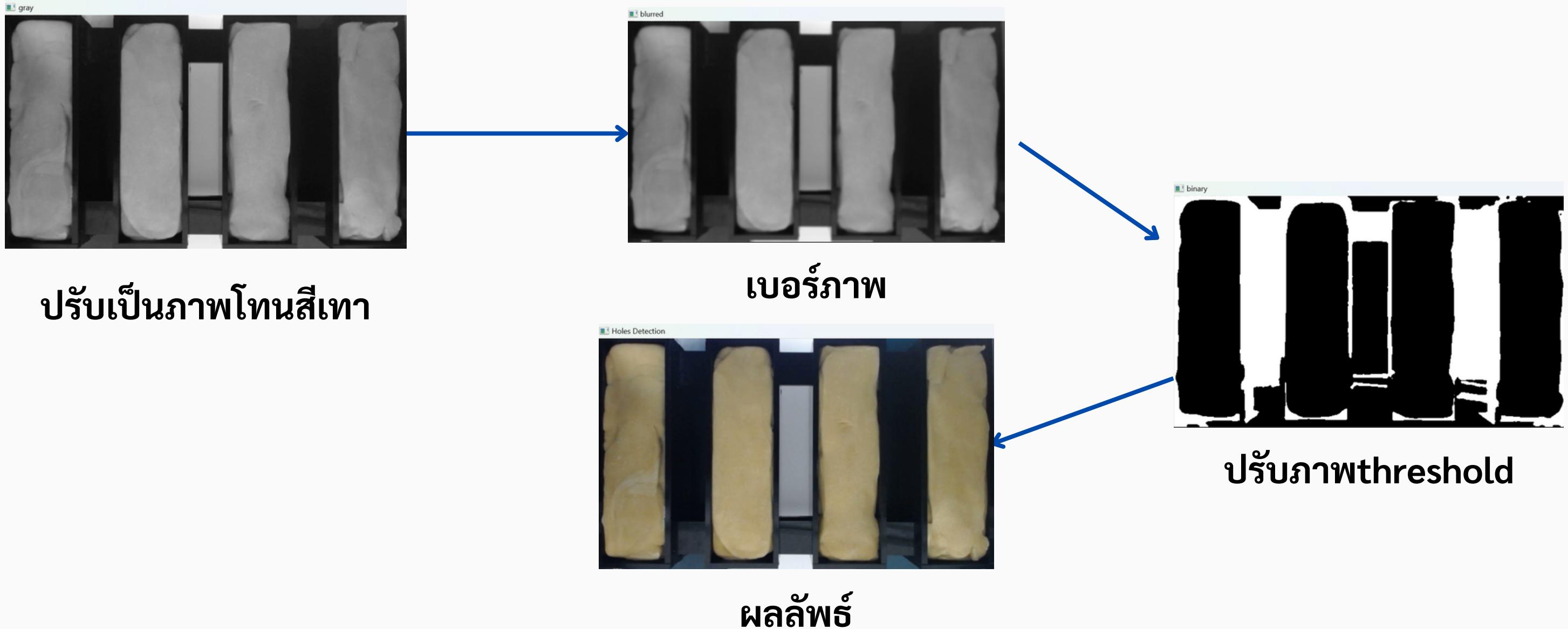
H_{avg} = ค่าเฉลี่ยความสูงของแป้ง
หลังบ่ม



ความพรุน



ความพรุน



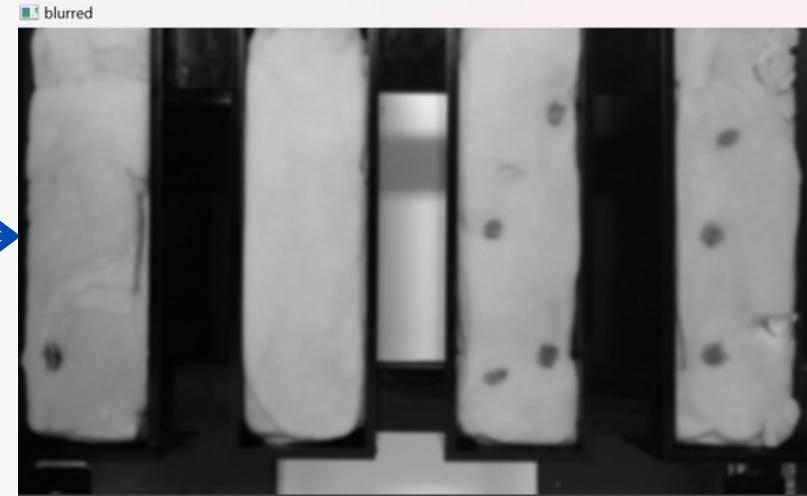
NECTEC
a member of
NSTDA



ความพรุน



ปรับเป็นภาพโทนสีเทา



เบอร์สภาพ



ปรับภาพthreshold



Datasheet

| Timestamp | Time (ms) | Sensor 1 | CHECK1 | Sensor 2 | CHECK2 | Sensor 3 | CHECK3 | Sensor 4 | CHECK4 | OverallAverage | Hour |
|----------------------|-----------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------------|------|
| 27/10/2024, 15:47:07 | 1593 | 40 | FALSE | 42 | FALSE | 50 | FALSE | 49 | FALSE | 45.25 | 0 |
| 27/10/2024, 15:47:13 | 7113 | 43 | FALSE | 42 | FALSE | 49 | FALSE | 49 | FALSE | 45.75 | 0 |
| 27/10/2024, 15:47:18 | 12808 | 43 | FALSE | 41 | FALSE | 49 | FALSE | 50 | FALSE | 45.75 | 0 |
| 27/10/2024, 15:47:25 | 19854 | 43 | FALSE | 41 | FALSE | 49 | FALSE | 50 | FALSE | 45.75 | 0 |
| 27/10/2024, 15:49:50 | 164105 | 52 | FALSE | 50 | FALSE | 55 | TRUE | 53 | TRUE | 52.5 | 0 |
| 27/10/2024, 15:49:54 | 168246 | 53 | TRUE | 50 | FALSE | 56 | TRUE | 55 | TRUE | 53.5 | 0 |
| 27/10/2024, 15:49:58 | 173458 | 52 | FALSE | 49 | FALSE | 55 | TRUE | 53 | TRUE | 52.25 | 0 |
| 27/10/2024, 15:50:01 | 176936 | 53 | TRUE | 50 | FALSE | 54 | TRUE | 54 | TRUE | 52.75 | 0 |
| 27/10/2024, 16:51:07 | 3776936 | 53 | TRUE | 52 | FALSE | 56 | TRUE | 53 | TRUE | 53.5 | 1 |
| 27/10/2024, 16:51:12 | 3782123 | 53 | TRUE | 50 | FALSE | 56 | TRUE | 53 | TRUE | 53 | 1 |
| 27/10/2024, 16:51:17 | 3787558 | 52 | FALSE | 51 | FALSE | 56 | TRUE | 54 | TRUE | 53.25 | 1 |
| 27/10/2024, 16:51:24 | 3794507 | 53 | TRUE | 52 | FALSE | 55 | TRUE | 54 | TRUE | 53.5 | 1 |
| 27/10/2024, 16:53:30 | 3920397 | 52 | FALSE | 52 | FALSE | 54 | TRUE | 55 | TRUE | 53.25 | 1 |

+ ≡ OverallData ▾ avg ▾



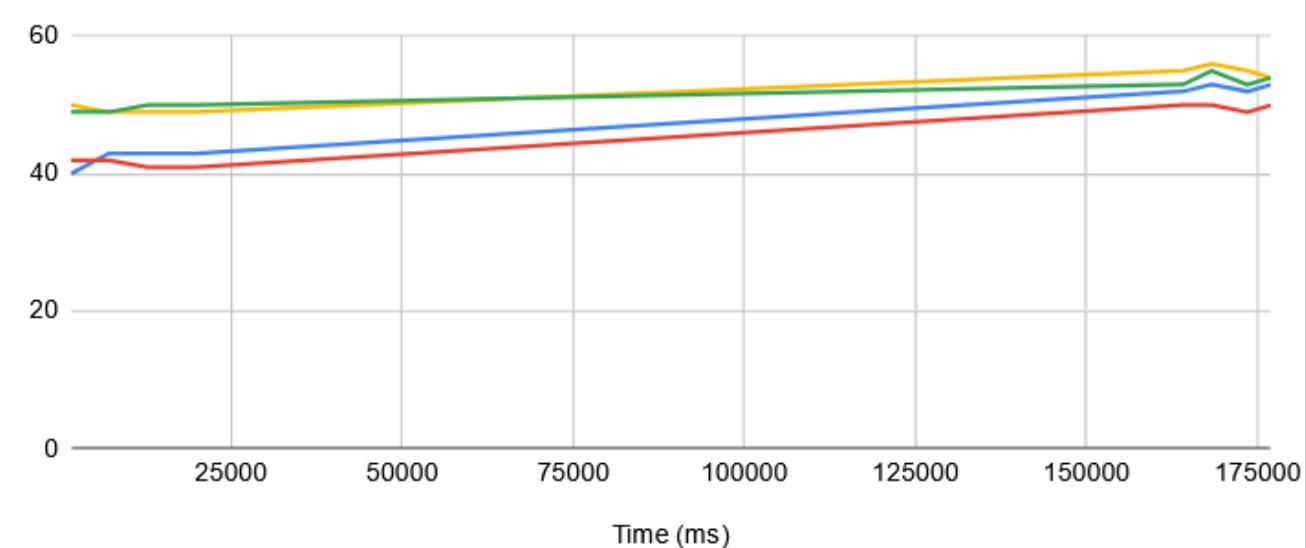
Datasheet

| 1 | Timestamp | Time (ms) | Sensor 1 | CHECK1 | Sensor 2 | CHECK2 | Sensor 3 | CHECK3 | Sensor 4 | CHECK4 | OverallAverage | Hour | DATA LEN | TRUE | FALSE | Dough items | PROOFING EFFICIENCY | | |
|----|----------------------|-----------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------------|------|----------|-------|--------|-------------|---------------------|--------|---------|
| 2 | 27/10/2024, 15:47:07 | 1593 | 40 | FALSE | 42 | FALSE | 50 | FALSE | 49 | FALSE | 45.25 | 0 | 8 | 10 | 22 | 32 | 31.25% | | |
| 3 | 27/10/2024, 15:47:13 | 7113 | 43 | FALSE | 42 | FALSE | 49 | FALSE | 49 | FALSE | 45.75 | 0 | | | | | | | |
| 4 | 27/10/2024, 15:47:18 | 12808 | 43 | FALSE | 41 | FALSE | 49 | FALSE | 50 | FALSE | 45.75 | 0 | | | | | | | |
| 5 | 27/10/2024, 15:47:25 | 19854 | 43 | FALSE | 41 | FALSE | 49 | FALSE | 50 | FALSE | 45.75 | 0 | | | | | | | |
| 6 | 27/10/2024, 15:49:50 | 164105 | 52 | FALSE | 50 | FALSE | 55 | TRUE | 53 | TRUE | 52.5 | 0 | | | | | | | |
| 7 | 27/10/2024, 15:49:54 | 168246 | 53 | TRUE | 50 | FALSE | 56 | TRUE | 55 | TRUE | 53.5 | 0 | 0 | TRUE | 2 | 0 | 4 | 4 | 10 |
| 8 | 27/10/2024, 15:49:58 | 173458 | 52 | FALSE | 49 | FALSE | 55 | TRUE | 53 | TRUE | 52.25 | 0 | 0 | FALSE | 6 | 8 | 4 | 4 | 22 |
| 9 | 27/10/2024, 15:50:01 | 176936 | 53 | TRUE | 50 | FALSE | 54 | TRUE | 54 | TRUE | 52.75 | 0 | 0 | Avg | 47.375 | 45.625 | 52.125 | 51.625 | 49.1875 |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

+ OverallData avg

Sensor 0, Sensor 1 and Sensor 2

Sensor 1 Sensor 2 Sensor 3 Sensor 4



Datasheet

| Timestamp | Time (ms) | Sensor 1 | CHECK1 | Sensor 2 | CHECK2 | Sensor 3 | CHECK3 | Sensor 4 | CHECK4 | OverallAverage | Hour | DATA LEN | TRUE | FALSE | Dough items | PROOFING EFFICIENCY | | |
|----------------------|-----------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------------|------|----------|--------|----------|-------------|---------------------|----------|-------|
| 27/10/2024, 16:51:07 | 3776936 | 53 | TRUE | 52 | FALSE | 56 | TRUE | 53 | TRUE | 53.5 | 1 | 5 | 11 | 5 | 16 | 68.75% | | |
| | | | | | | | | | | | | Input | Output | | | | | |
| 27/10/2024, 16:51:12 | 3782123 | 53 | TRUE | 50 | FALSE | 56 | TRUE | 53 | TRUE | 53 | 1 | Hour | Sensor | Sensor 1 | Sensor 2 | Sensor 3 | Sensor 4 | TOTAL |
| 27/10/2024, 16:51:17 | 3787558 | 52 | FALSE | 51 | FALSE | 56 | TRUE | 54 | TRUE | 53.25 | 1 | 1 | TRUE | 3 | 0 | 4 | 4 | 11 |
| 27/10/2024, 16:51:24 | 3794507 | 53 | TRUE | 52 | FALSE | 55 | TRUE | 54 | TRUE | 53.5 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 27/10/2024, 16:53:30 | 3920397 | 52 | FALSE | 52 | FALSE | 54 | TRUE | 55 | TRUE | 53.25 | 1 | 1 | 52.6 | 51.4 | 55.4 | 53.8 | 53.3 | |

1 and Sensor 2

The chart displays four data series: Sensor 1 (blue), Sensor 2 (red), Sensor 3 (yellow), and Sensor 4 (green). The x-axis represents Time in ms, ranging from approximately 3800000 to 3900000. The y-axis represents the sensor value, ranging from 0 to 60. All sensors show relatively stable values around 50-55 ms, with minor fluctuations.

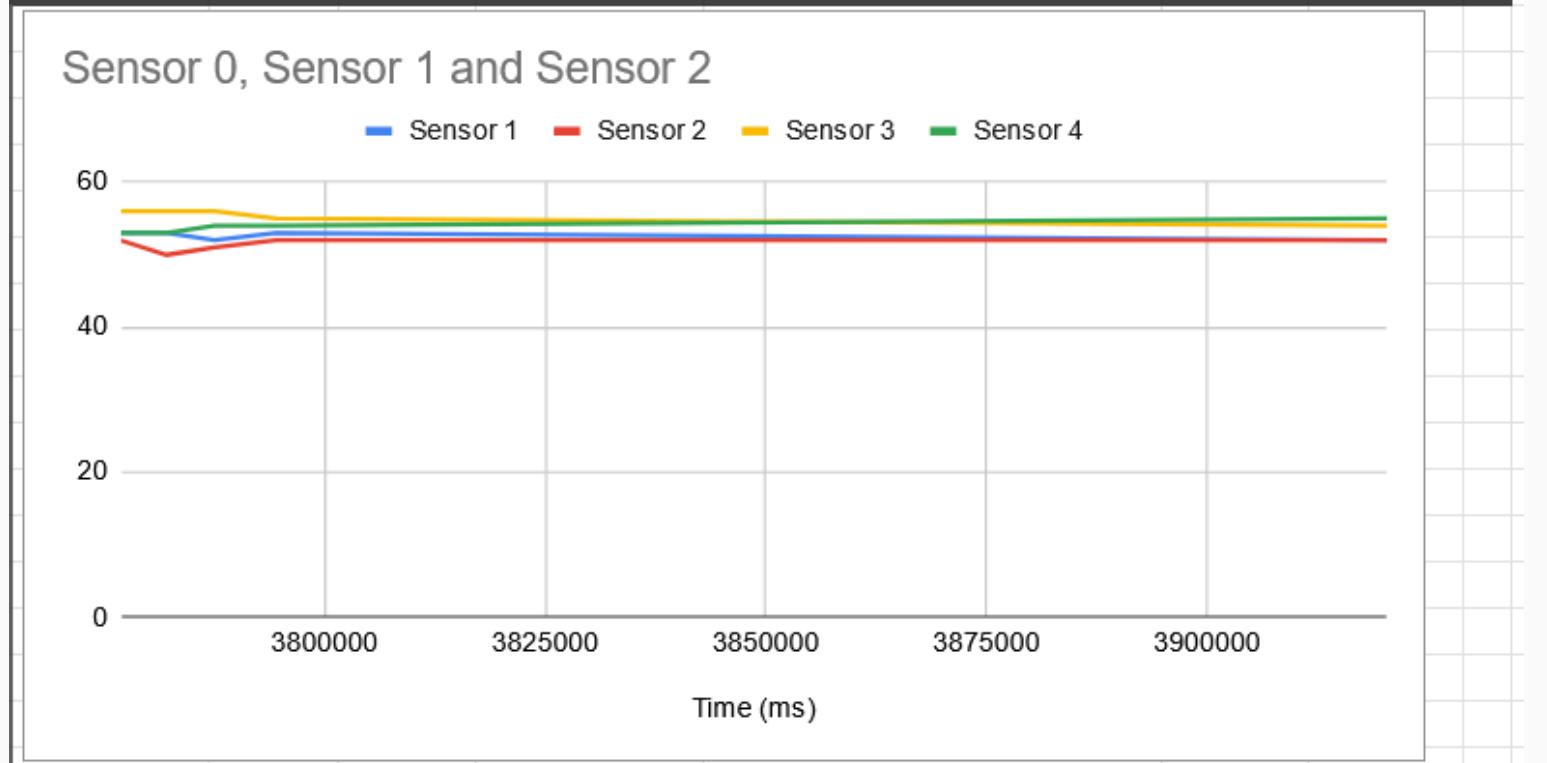
| Time (ms) | Sensor 1 | Sensor 2 | Sensor 3 | Sensor 4 |
|-----------|----------|----------|----------|----------|
| 3800000 | 50 | 50 | 55 | 55 |
| 3825000 | 50 | 50 | 55 | 55 |
| 3850000 | 50 | 50 | 55 | 55 |
| 3875000 | 50 | 50 | 55 | 55 |
| 3900000 | 50 | 50 | 55 | 55 |



Datasheet

PROOFING EFFICIENCY

| DATA LEN | TRUE | FALSE | Dough items | PROOFING EFFICIENCY | | |
|----------|--------|----------|-------------|---------------------|----------|-------|
| 5 | 11 | 5 | 16 | 68.75% | | |
| Input | Output | | | | | |
| Hour | Sensor | Sensor 1 | Sensor 2 | Sensor 3 | Sensor 4 | TOTAL |
| 1 | TRUE | 3 | 0 | | 4 | 11 |
| | FALSE | 1 | 4 | | 0 | 5 |
| | AVG | 52.6 | 51.4 | 55.4 | 53.8 | 53.3 |



$$P = \left(\frac{N_s}{N_t} \right) \times 100$$

P = ประสิทธิภาพการบ่มขนมปัง (%)

N_s = จำนวนขนมปังที่บ่มได้มาตรฐาน

N_t = จำนวนขนมปังที่บ่มทั้งหมด



สรุป

เครื่องตรวจคุณภาพแป้งขนมปังหลังบ่ม (Proof) แบบอัตโนมัติ

- ToF Sensor (VL53L0X V2): ใช้สำหรับวัด ความสูงของแป้ง เพื่อประเมินความพูเทียบกับมาตรฐานของแม่พิมพ์
- Webcam (Logitech C930E): ใช้ถ่ายภาพแป้งและ วิเคราะห์ความพรุน ผ่านการประมวลผลภาพ (Image Processing)
- Google Sheets: ระบบเก็บข้อมูลการตรวจดูแบบเรียลไทม์ ทำหน้าที่เป็น ฐานข้อมูลกลาง (Database) เพื่อใช้ในการติดตามและวิเคราะห์ ประสิทธิภาพการบ่ม

ข้อดี (Advantages)



- ลดการพึ่งพาแรงงานคนและลดของเสียจากการตรวจสอบด้วยคน
- ลดเวลาการตรวจสอบ ตรวจแป้งได้มากขึ้น ฐานข้อมูลมีปริมาณมากขึ้น
- ติดตามได้ทันที: บันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์
- ต้นทุนสูงในช่วงการติดตั้ง แต่จะประหยัดทุนในระยะยาว

ข้อเสีย (Disadvantages)



- ข้อมูลที่ได้มีความแคบ เช่นเซอร์และกล้องเท่านั้น
 - อาจเจอข้อจำกัดด้านความเร็วและความจุเมื่อปริมาณข้อมูลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว
- เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ได้มาจากการเคค

แผนการพัฒนาต่อ

- ศึกษาและทำระบบ Image Processing ให้สามารถตรวจสอบความพรุนของแป้งได้อย่างแม่นยำ
- ศึกษา เทคโนโลยีทางเลือก เช่น การใช้ Deep Learning ในการประเมินคุณภาพแป้งจากข้อมูลเชิงปริมาณ
- ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ระบบเดียวกันกับ ขนมปังชนิดอื่น ๆ หรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องการการควบคุมคุณภาพที่คล้ายคลึงกัน เช่น โดนัทหรือพาย
- พัฒนาระบบแจ้งเตือนเมื่อพบค่าเบี่ยงเบนจากมาตรฐาน เพื่อให้สามารถปรับกระบวนการผลิตได้ทันที
- เพิ่มขีดความสามารถในการรองรับข้อมูลจำนวนมากใน Google Sheets หรือพัฒนาการเชื่อมต่อกับ ฐานข้อมูลคลาวด์ ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า



สมาชิก

นายนภัสกรณ์ โพธิ์หล้า
โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รัษฎา

นายศักรันต์ ศรีสวัสดิ์
โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รัษฎา

นายชวัลกร ฐาน พงศ์พันธุ์
โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รัษฎา