

บทที่ 3

ระบบตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

ปัจจุบันเทคโนโลยีในการตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพได้มีการนำมาประยุกต์ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย เนื่องจากช่วยประหยัดแรงงาน และเวลาในการตรวจสอบ นอกจากนี้การใช้คนทำหน้าที่ในการตรวจสอบทำให้เกิดปัญหาขึ้นมากมาย เช่น

- ความล่าช้าในการตรวจสอบ
- ความอ่อนล้าของผู้ทำการตรวจสอบ
- ผลของความสว่างของพื้นที่ที่ใช้ในการตรวจสอบ

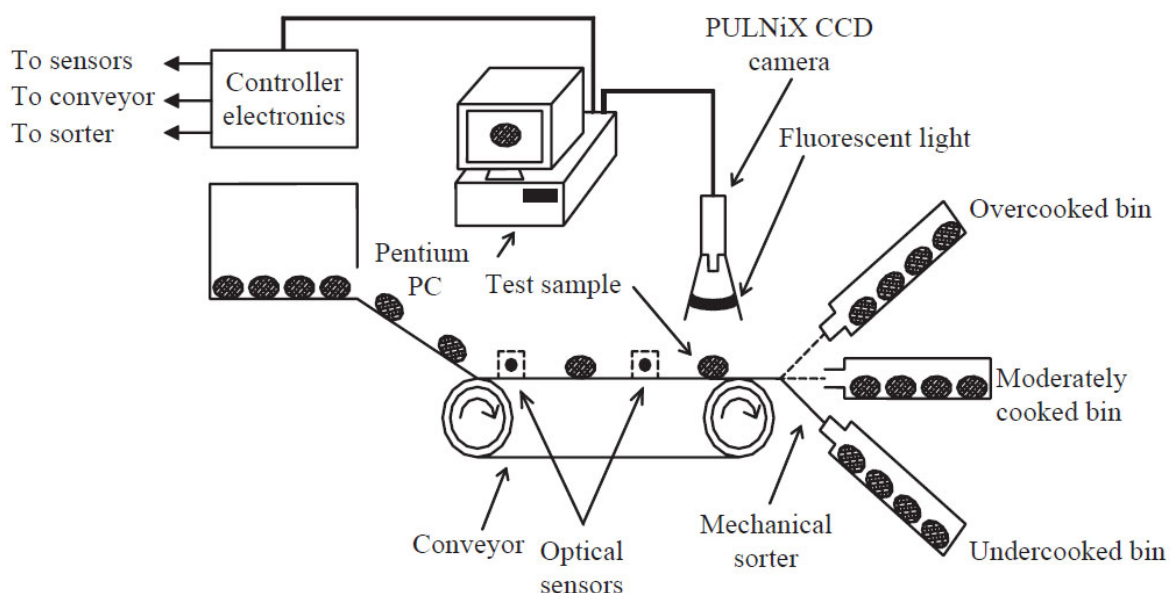
จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ในปัจจุบันมีการพัฒนาระบบสำหรับใช้ตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพขึ้นมามากมายเพื่อนำมาประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบคุณภาพของอุตสาหกรรมต่างๆ

3.1 การประยุกต์ใช้งานระบบตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในงานด้านต่างๆ

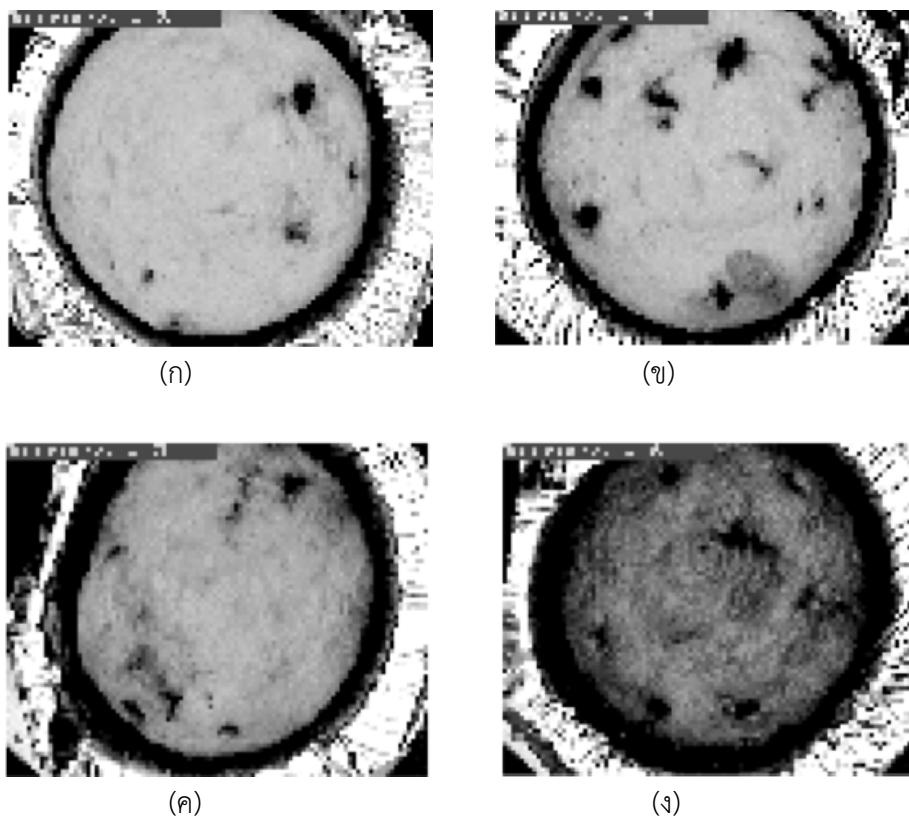
สำหรับในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานเทคนิคการประมวลผลภาพในงานด้านต่างๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

3.1.1 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในอุตสาหกรรมการผลิตขนมปัง

สำหรับการประยุกต์ใช้งานเทคนิคการประมวลผลภาพในอุตสาหกรรมการผลิตขนมปังจะนิยมนำมาใช้ในการตรวจสอบคุณสมบัติของขนมปังต่างๆ เช่น การตรวจสอบขนมปังที่ผ่านการอบว่าเหมาะสมในการนำไปจำหน่ายหรือไม่ การตรวจสอบขนมปังที่ผ่านการอบว่ามีอาการแตกหักหรือไม่ เป็นต้น ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.1 และรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างของระบบการตรวจสอบขนมปังที่ผ่านการอบ [26]



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างภาพของขมปังกี่ผ่านการอบภายใต้เงื่อนไขต่างๆ [26]

- (ก) ขมปังกี่ผ่านการอบด้วยเวลาที่น้อยไป
- (ข) ขมปังกี่ผ่านการอบด้วยเวลาพอดี
- (ค) ขมปังกี่ผ่านการอบด้วยเวลามากเกินไปเล็กน้อย
- (ง) ขมปังกี่ผ่านการอบด้วยเวลามากเกินไป

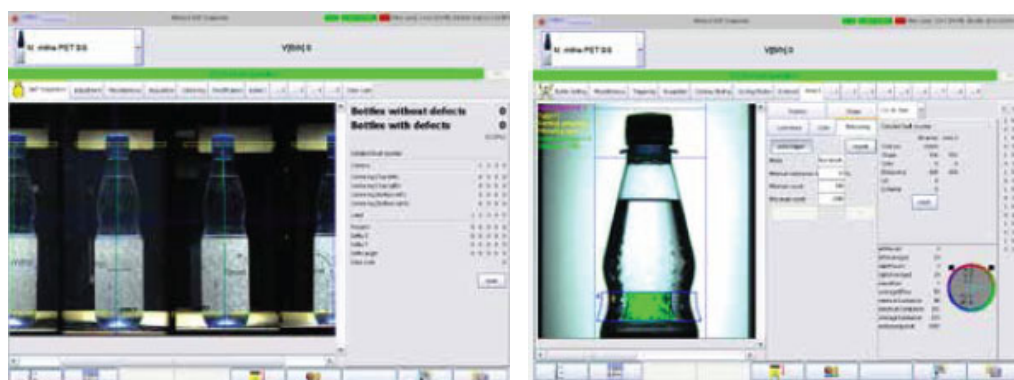
จากรูปที่ 3.1 แสดงระบบการตรวจสอบขมปังกี่ผ่านการอบ โดยระบบจะประกอบด้วยส่วนประกอบหลักคือคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการตรวจสอบและประมวลผลภาพ, สายพานสำหรับลำเลียงชิ้นขมปังกี่เข้าไปตรวจสอบ หลังจากทำการตรวจสอบแล้วก็จะทำการส่งสัญญาณผ่านวงจรควบคุมไปยังระบบคัดแยกตามประเภทของขมปังกี่ว่าเป็นขมปังกี่ผ่านการอบด้วยเวลาที่น้อยไป ขมปังกี่ผ่านการอบด้วยเวลาพอดี หรือ ขมปังกี่ผ่านการอบด้วยเวลามากเกินไป เป็นต้น

3.1.2 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการตรวจจกระดับของเหลวในขวด

สำหรับในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องดื่มต่างๆ การตรวจจกระดับของเหลวในขวดนั้นมีความสำคัญมาก ซึ่งในกระบวนการผลิตต้องมีการตรวจสอบระดับของของเหลวที่บรรจุอยู่ในขวดว่าได้ระดับที่ถูกต้องหรือไม่ ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.3 และรูปที่ 3.4



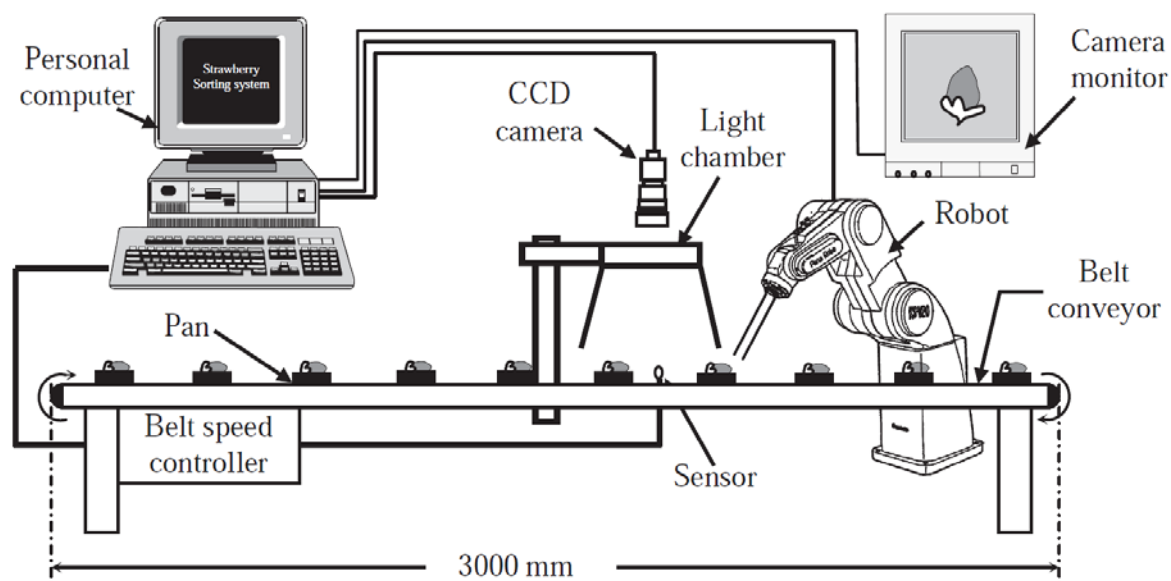
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างระบบตรวจจกระดับของเหลวในขวด ของบริษัท MIHO Inspektions systeme GmbH
: www.miho.de



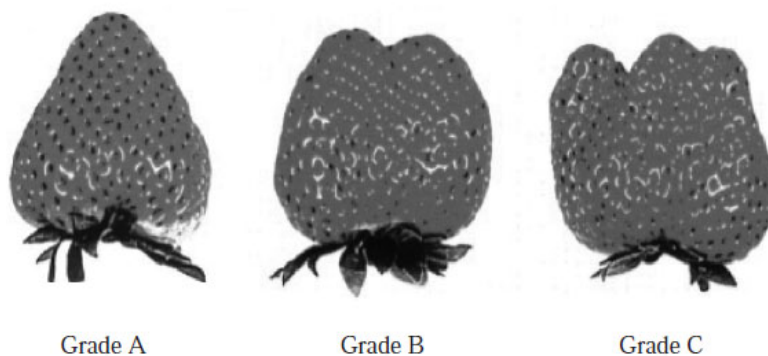
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างภาพที่ได้จากระบบตรวจจกระดับของเหลวในขวด ของบริษัท MIHO Inspektions
systeme GmbH : www.miho.de

3.1.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในอุตสาหกรรมเกษตร

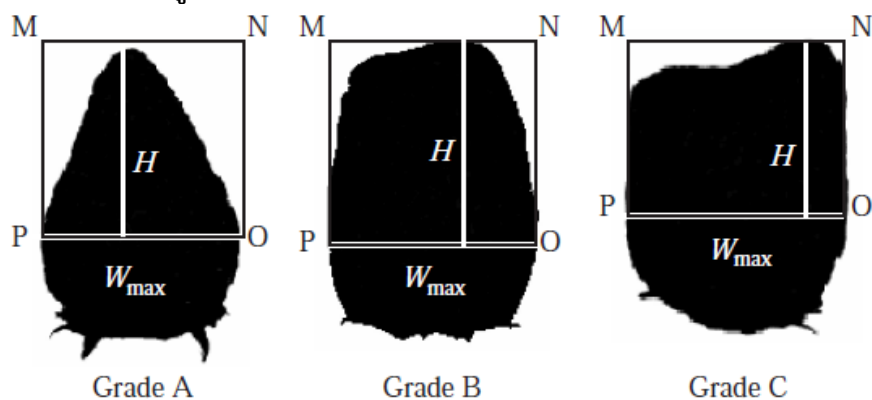
สำหรับในอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าทางการเกษตร สิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงก็คือคุณภาพและความปลอดภัยของสินค้า ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำเอาเทคนิคการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้ในการผลิตสินค้าทางการเกษตรมากมาย เช่น การคัดเกรดของผลไม้ต่างๆ เช่น ส้ม สตอเบอร์รี่ มะนาว เป็นต้น การคัดแยกขนาดของผลไม้ต่างๆ การตรวจหารอยชำรุดของผลไม้ต่างๆ ซึ่งตัวอย่างของการประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในอุตสาหกรรมเกษตร สามารถแสดงได้ดังในรูปที่ 3.5 ถึงรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างของระบบคัดเกรดสโตเบอร์รี่ด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ [26]



รูปที่ 3.6 ตัวอย่างการคัดเกรดของสโตเบอร์รี่ [26]



รูปที่ 3.7 ตัวอย่างการนำเอาอัตราส่วนของพื้นที่(Criteria area ratio) มาใช้ในการคัดเกรดของสโตเบอร์รี่ในรูปที่ 3.6 [26]

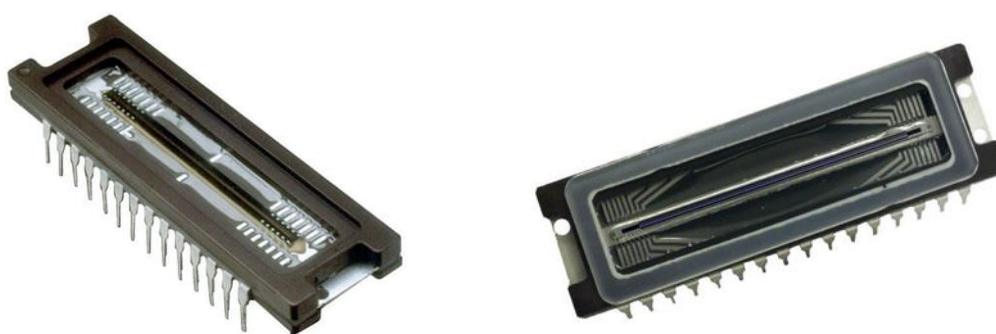
จากตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีการประมวลผลภาพในงานด้านต่างๆ จะเห็นว่าระบบตรวจสอบคุณภาพที่ใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพจะให้ความเร็วและคุณภาพการตรวจสอบที่สูง ซึ่งต่อไปผู้วิจัยจะได้อธิบายถึงส่วนประกอบของระบบการประมวลผลภาพต่อไป

3.2 เซนเซอร์สำหรับการประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

โดยปกติแล้วเซนเซอร์ที่ใช้ทั่วไปในการตรวจสอบคุณภาพจะใช้เซนเซอร์ประเภทโซลิดสเตต (Solid state sensor) ทั้งแบบซีซีดี (CCD) และแบบโฟโตไดโอดอาร์เรย์ (Photo diode arrays) นอกจากนี้ในงานบางประเภทยังมีการใช้กล้องวิดีโอ (Video cameras : VIDICON) และ Line scan cameras อีกด้วย ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.8 ถึงรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างของเซนเซอร์แบบซีซีดีของบริษัท Truesense Imaging Inc. : <http://www.truesenseimaging.com/>



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างของเซนเซอร์แบบโฟโตไดโอดอาร์เรย์ของบริษัท Truesense Imaging Inc. : <http://www.truesenseimaging.com/>



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างของ Line scan cameras ของบริษัท JAI : <http://www.jai.com/>

จากรูปที่ 3.8 ถึงรูปที่ 3.10 แสดงตัวอย่างของเซนเซอร์แบบต่างๆ ที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการประมวลผลภาพ ดังนั้นในการเลือกใช้เซนเซอร์แบบต่างๆ มาประยุกต์ใช้งานจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับประเภทของการประยุกต์ใช้งาน ซึ่งโดยปกติแล้วคุณสมบัติหลักของเซนเซอร์ที่นำมาใช้ในการพิจารณามีดังนี้

1. ขนาดและรูปแบบเซนเซอร์ (Shape of sensor)

ถึงแม้ว่า Line scan cameras จะเหมาะสมในงานทางด้านอุตสาหกรรม แต่สำหรับในการตรวจสอบคุณภาพทางอุตสาหกรรมที่อาจมีความต้องการซิงโครไนส์ (Synchronization) กันระหว่างสายพานลำเลียงและกล้อง ดังนั้นจึงทำให้ยากในการใช้งาน

2. ความเร็วในการอ่านค่า (Readout speed)

สำหรับความเร็วในการอ่านค่าของเซนเซอร์นับว่าเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญมากของการตรวจสอบด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ เนื่องจากระบบต้องการความเร็วในการประมวลผลหรือการตรวจสอบที่สูง ซึ่งเซนเซอร์แบบกล้องวิดีโอจะให้ความเร็วในการอ่านค่าสูงกว่ากล้องแบบโซลิตสเตรท

3. ไดนามิกเรนจ์ (Dynamic range)

สำหรับค่าไดนามิกเรนจ์ของเซนเซอร์ที่นำมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ ระบบต้องการค่าไดนามิกเรนจ์ที่สูง ซึ่งในกล้องประเภทโซลิตสเตรทจะให้ค่าไดนามิกเรนจ์ที่สูงกว่ากล้องวิดีโอทั่วไป

4. ย่านการตอบสนองของเซนเซอร์ (Spectral sensitivity)

สำหรับย่านการตอบสนองของเซนเซอร์ที่นำมาใช้จะขึ้นอยู่กับประเภทของการตรวจสอบด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ

3.3 การจัดแสงให้กับชิ้นงานที่นำมาตรวจสอบ (Lighting setup)

สำหรับการจัดแสงให้กับวัตถุที่นำมาทดสอบนับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากในการถ่ายรูปวัตถุที่นำมาทดสอบ เนื่องจากการถ่ายรูปวัตถุที่นำมาทดสอบให้มีความชัดเจนจะต้องอาศัยการจัดวางแหล่งกำเนิดแสง ตลอดจนอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ให้เหมาะสมกับตำแหน่งของวัตถุ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ภาพถ่ายที่มีความชัดเจนปราศจากเงา เพื่อนำภาพถ่ายที่ได้ไปใช้ในการประมวลผลภาพและตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง ซึ่งการจัดแสงจะประกอบด้วยองค์ประกอบที่จะต้องทำการพิจารณาดังต่อไปนี้

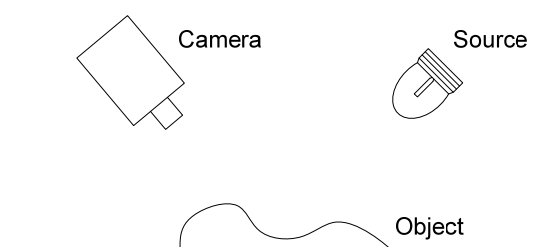
- ความเข้มของแหล่งกำเนิดแสง
- เสถียรภาพของแหล่งกำเนิดแสง
- ความยาวคลื่นของแสงที่ใช้
- ความยาวคลื่นของตัวกรองความถี่แสงและอุปกรณ์ประกอบ
- ค่าดัชนีการหักเหของแสงในวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้
- รูปแบบของแหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ แบบคงที่ (Steady) แบบแฟลช (Flashing) หรือ แบบอิมพัลส์ (Impulse)
- โพลาไรเซชัน (Polarization) ของแสง
- สภาพแวดล้อมที่ทำการติดตั้ง

จากองค์ประกอบต่างๆ ของการจัดแสง ดังที่กล่าวมาข้างต้น เราต้องนำมาใช้ประกอบในการพิจารณาเลือกใช้แหล่งกำเนิดแสงตลอดจนอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ให้เหมาะสม สำหรับรูปแบบในการจัดแสงที่สำคัญมีด้วยกัน 3 แบบ คือ

1. การจัดแสงด้านหน้า (Front lighting)
 2. การจัดแสงด้านหลัง (Back lighting)
 3. การจัดแสงตามโครงสร้างของวัตถุ (Structured lighting)
- สำหรับรายละเอียดการจัดแสงแต่ละแบบสามารถแสดงได้ดังนี้

3.3.1 การจัดแสงด้านหน้า

สำหรับรูปแบบการจัดแสงด้านหน้าสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.11

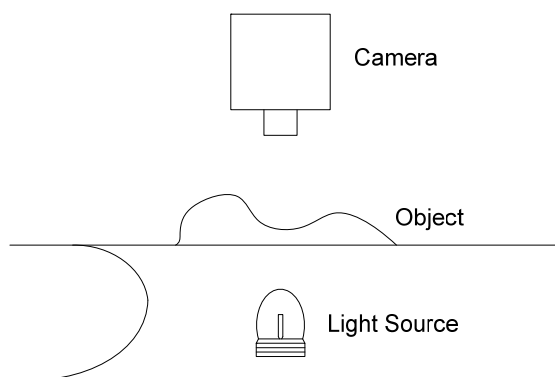


รูปที่ 3.11 รูปแบบการจัดแสงด้านหน้า

จากรูปที่ 3.11 แสดงลักษณะการจัดรูปแบบการจัดแสงด้านหน้า สำหรับการจัดแสงแบบนี้ตัวกล้องและแหล่งกำเนิดแสงจะถูกติดตั้งอยู่ด้านเดียวกัน

3.3.2 การจัดแสงด้านหลัง

สำหรับรูปแบบการจัดแสงด้านหลังสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.12

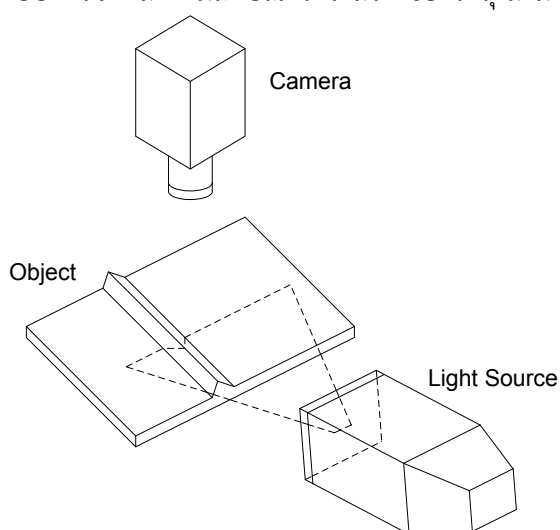


รูปที่ 3.12 รูปแบบการจัดแสงด้านหลัง

จากรูปที่ 3.12 แสดงลักษณะการจัดรูปแบบการจัดแสงด้านหลัง สำหรับการจัดแสงแบบนี้ตัวกล้องและแหล่งกำเนิดแสงจะถูกติดตั้งอยู่ด้านตรงข้ามกัน การจัดรูปแบบการให้แสงแบบนี้จะให้ความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบภายในของวัตถุได้ดี แต่อย่างไรก็ตามการจัดแสงแบบนี้ไม่เหมาะสำหรับการตรวจรอยบกพร่องบนผิวของวัตถุ

3.3.3 การจัดแสงตามลักษณะโครงสร้างของวัตถุ

สำหรับรูปแบบการจัดแสงตามลักษณะโครงสร้างของวัตถุ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 3.13 รูปแบบการจัดแสงตามลักษณะโครงสร้างของวัตถุ

จากรูปที่ 3.13 แสดงลักษณะรูปแบบการจัดแสงตามลักษณะโครงสร้างของวัตถุ การจัดแสงแบบนี้จะใช้กับแหล่งกำเนิดแสงที่มีลักษณะเป็น Dot array ซึ่งจะฉายแสงให้กับวัตถุโดยตรงตามแนวระนาบของแหล่งกำเนิดแสงด้วยค่ามุมที่แตกต่างจากตัวกล้องที่ทำหน้าที่จับภาพ ซึ่งรูปแบบการให้แสงแบบนี้จะเหมาะสำหรับการตรวจสอบลักษณะพื้นผิวของวัตถุ (Contour)

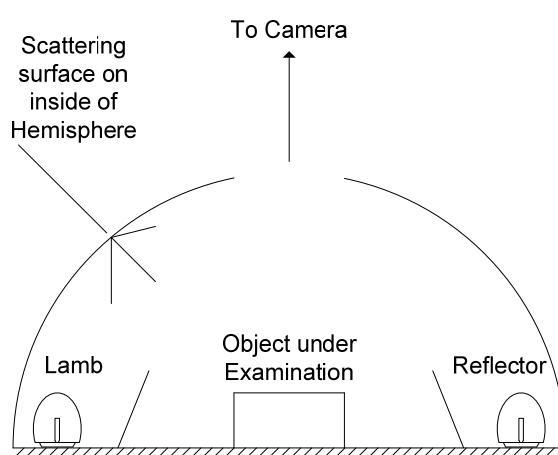
3.3.4 การแก้ปัญหาเรื่องแสงสำหรับรูปแบบการจัดแสงด้านหน้า

จากรูปแบบการจัดแสงแบบต่างๆ ดังที่กล่าวมา รูปแบบการจัดแสงด้านหน้าจะมีการใช้งานมากที่สุด และถูกเลือกนำมาใช้ในการจัดแสงสำหรับโครงการวิจัยนี้ ดังนั้นเราจะทำการพิจารณาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบที่ใช้รูปแบบการจัดแสงด้านหน้าเป็นหลัก โดยในการจัดแสงด้านหน้าจะมีปัญหาหลักอยู่ 4 ประการ คือ

- การสะท้อนแสงของพื้นผิว (Glinting) เนื่องจากผิวของวัตถุที่นำมาตรวจสอบมีความมันเงา
- เงาที่เกิดจากวัตถุ
- ความไม่คมชัดของมุม (Edges) ระหว่างวัตถุส่วนต่างๆ
- ความไม่คมชัดของมุมระหว่างวัตถุกับสายพานที่ใช้ในการเคลื่อนวัตถุเข้ามาทำการตรวจสอบ

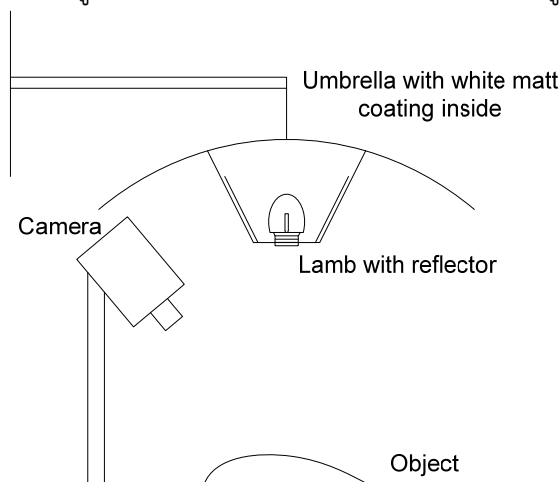
จากปัญหาต่างๆ ดังที่กล่าวมา จึงได้มีการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาดังที่กล่าวมาทั้ง 4 ประการ ด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้

วิธีที่ 1 การจัดแสงโดยใช้แหล่งกำเนิดแสงที่มีลักษณะโค้งครึ่งวงกลม (Circular) เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบวงกลม ใช้แผงสะท้อนแบบครึ่งวงกลม เป็นต้น โดยลักษณะการจัดแสงแบบนี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.14



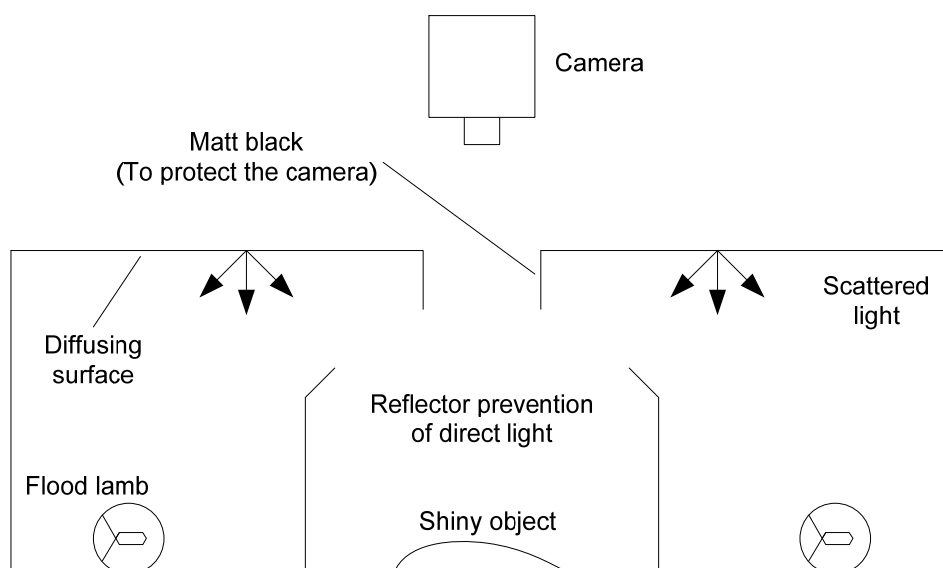
รูปที่ 3.14 การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 1 แบบที่ 1

จากรูปที่ 3.14 จะเห็นว่าตัวกล้องสำหรับจับภาพจะถูกติดตั้งอยู่บริเวณกึ่งกลางของแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งรูปแบบการจัดแสงแบบนี้จะช่วยแก้ปัญหาเรื่องเงาที่เกิดขึ้นกับภาพถ่ายวัตถุที่ถ่ายได้ สำหรับการแก้ปัญหาเรื่องเงาที่เกิดขึ้นด้วยวิธีที่ 1 สามารถจัดรูปแบบการให้แสงได้อีกแบบหนึ่งดังแสดงในรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 1 แบบที่ 2

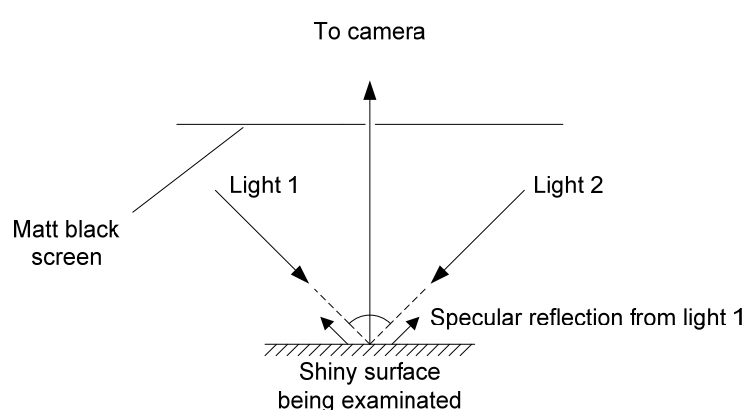
วิธีที่ 2 สำหรับการแก้ปัญหาของการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 2 นี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหการสะท้อนแสงของผิววัตถุโดยลักษณะการจัดแสงสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.16



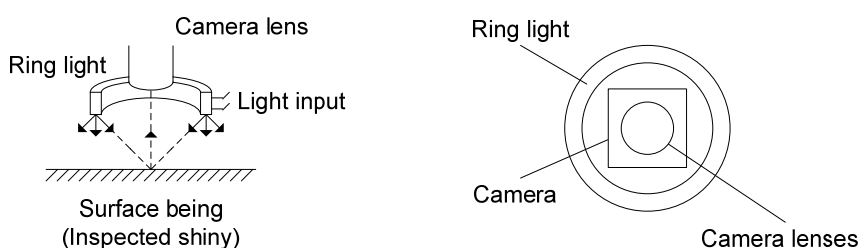
รูปที่ 3.16 การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 2

จากรูปที่ 3.16 สำหรับการแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 2 นี้ เราทำการจัดแสงให้กับวัตถุทางอ้อมโดยอาศัยการสะท้อนของแสงแทนการให้แสงโดยตรงกับวัตถุ ซึ่งวิธีการนี้จะช่วยลดแสงสะท้อนที่เกิดจากวัตถุต่างๆ ได้

วิธีที่ 3 สำหรับวิธีการแก้ปัญหาของการจัดแสงวิธีที่ 3 นี้ จะช่วยแก้ปัญหการสะท้อนของแสงที่ตกกระทบวัตถุ โดยรูปแบบการให้แสงกับวัตถุจะทำให้แสงไปที่วัตถุในลักษณะทำมุม 45 องศา โดยไม่ต้องอาศัยการสะท้อนเหมือนในแบบวิธีที่ 2 ซึ่งลักษณะรูปแบบการแก้ปัญหการการจัดแสงด้วยวิธีที่ 3 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.17 และรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.17 การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 3 แบบที่ 1

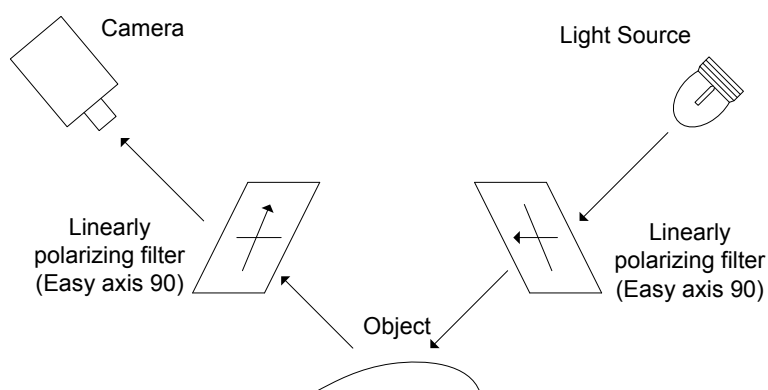


รูปที่ 3.18 การแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 3 แบบที่ 2

จากรูปที่ 3.17 และรูปที่ 3.18 แสดงการแก้ปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 3 โดยแบบที่ 1 จะใช้หลอดไฟสำหรับจ่ายแสงจำนวน 2 ดวง ให้แสงที่ทำมุม 45 องศา และแบบที่ 2 จะใช้หลอดไฟชนิดวงแหวน (Ring light) เพียงดวงเดียวในการให้แสงกับวัตถุ

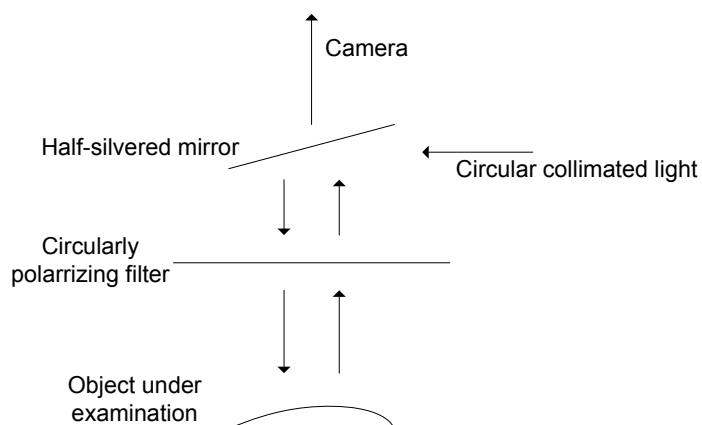
วิธีที่ 4 สำหรับวิธีการแก้ปัญหาของการจัดแสงวิธีที่ 4 นี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อลดทอนการสะท้อนของแสงเช่นเดียวกัน แต่จะเน้นไปที่วัสดุที่ทำหน้าที่รองรับวัตถุ เช่น โลหะ พลาสติก เซรามิก เป็นต้น โดย

ลักษณะการจัดแสงจะใช้แผ่นโพลาไรส์ 2 แผ่น ในการกำหนดโพลาไรส์ของแสงทั้งทางด้านแหล่งกำเนิดแสง และทางด้านกล้องสำหรับถ่ายภาพ โดยลักษณะการแก้ไขปัญหาเรื่องแสงด้วยวิธีที่ 4 นี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 การแก้ไขปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 4

วิธีที่ 5 สำหรับการแก้ไขปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 5 นี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อลดแสงสะท้อนที่เกิดจากวัตถุ โดยลักษณะของการจัดแสงสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 การแก้ไขปัญหาเนื่องจากการจัดแสงด้านหน้าวิธีที่ 5

จากรูปแบบการแก้ไขปัญหาของการจัดแสงด้านหน้าทั้ง 5 วิธีที่ได้กล่าวมาข้างต้น เราสามารถสรุปข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธีได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อดีข้อเสียของแต่ละวิธีในการแก้ปัญหาการจัดแสงด้านหน้า

Criteria	Method 1		Method 2	Method 3		Method 4	Method 5
	Fig. 3.14	Fig. 3.15	Fig. 3.16	Fig. 3.17	Fig. 3.18	Fig. 3.19	Fig. 3.20
Shadow free	++	+	+	-	-	+	++
No glinting	+	+	++	+	+	++	++
Sharp edges	+	+	+	+	+	+	++
Parasitic effects	++	+	-	+	+	-	-
Reliability	-	++	++	-	-	-	-
Maintenance	-	+	+	+	-	-	-
Price	-	+	-	-	-	--	--

+ = Good, - = Bad