

แนวทางการยกระดับคุณภาพและลดต้นทุนในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์พลาสติกด้วยปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence for Bottle Inspection)



ขวดพลาสติกเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรม เนื่องจากมีน้ำหนักเบา ใช้งานได้หลากหลาย และมีต้นทุนการผลิตที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม การควบคุมคุณภาพและความสม่ำเสมอของขวดตลอดกระบวนการผลิตยังเป็นความท้าทายสำคัญ เนื่องจากข้อบกพร่องแม้เพียงเล็กน้อยอาจส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์ ประสิทธิภาพการบรรจุและปิดผนึก ความพึงพอใจของผู้บริโภค ตลอดจนต้นทุนที่เกิดจากของเสีย การผลิตซ้ำ และการเรียกคืนสินค้า

ระบบตรวจสอบด้วยภาพที่ใช้ปัญญาประดิษฐ์ หรือ AI-based vision inspection system จึงได้รับการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อตรวจจับ จำแนก และวัดลักษณะข้อบกพร่องของขวดพลาสติกในสายการผลิต ระบบดังกล่าวอาศัยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์และการเรียนรู้ของเครื่อง เพื่อเพิ่มความรวดเร็ว ความแม่นยำ และความสม่ำเสมอในการตรวจสอบ เมื่อเทียบกับการตรวจสอบด้วยสายตาของผู้ปฏิบัติงานเพียงอย่างเดียว

ข้อบกพร่องที่พบบ่อยในการผลิตขวดพลาสติก

ข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการผลิตขวดพลาสติกมีหลายรูปแบบ โดยแต่ละประเภทอาจส่งผลกระทบต่อรูปลักษณะ ความแข็งแรง และการใช้งานของบรรจุภัณฑ์ ดังนี้

1. รอยขีดข่วนและตำหนิบนพื้นผิว (Surface Scratches and Marks)

รอยขีดข่วน รอยถลอก หรือตำหนิบนพื้นผิวอาจเกิดจากการสัมผัสกับชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวของเครื่องจักร การขนย้ายที่ไม่เหมาะสม หรือการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่ไม่ได้มาตรฐาน ข้อบกพร่องเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อความสวยงามของขวด และอาจรบกวนประสิทธิภาพการยึดติดของฉลาก

2. ความหนาของผนังขวดไม่สม่ำเสมอ (Uneven Wall Thickness)

ความแตกต่างของความหนาผนังขวดอาจทำให้ขวดขาดความแข็งแรง เกิดการยุบตัว หรือแตกหักได้ง่าย ปัญหานี้อาจเกิดจากความผิดปกติของเครื่องเป่าขึ้นรูป หรือการกระจายตัวของพลาสติกในชั้นงานไม่สม่ำเสมอ และอาจส่งผลกระทบต่อความสามารถในการรับแรงระหว่างการบรรจุ การขนส่ง และการจัดเก็บ

3. การเสียรูปหรือบิดเบี้ยว (Deformation/Ovality)

ขวดอาจเกิดการบิดเบี้ยวหรือเสียรูประหว่างการกระบวนการผลิต การทำให้เย็น หรือการขนย้ายหลังการผลิต รูปทรงที่ผิดปกติอาจทำให้เกิดปัญหาในการลำเลียง การวางซ้อน การเติมผลิตภัณฑ์ และการปิดผนึก

4. สิ่งปนเปื้อน (Foreign Contaminants)

สิ่งปนเปื้อนที่อาจพบ ได้แก่ ฝุ่น เศษวัสดุ อนุภาคพลาสติกที่หลอมไม่สมบูรณ์ หรือสิ่งแปลกปลอมอื่นที่เข้าสู่กระบวนการผลิต ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพและภาพลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ รวมถึงประสบการณ์ของผู้บริโภค

5. สีผิดเพี้ยน (Discoloration)

สีของขวดที่ไม่สม่ำเสมอหรือแตกต่างจากมาตรฐานอาจเกิดจากการผสมวัตถุดิบไม่ทั่วถึง หรือการเติมสารเติมแต่งและสารให้สีในปริมาณไม่เหมาะสม นอกจากส่งผลต่อรูปลักษณ์ของขวดแล้ว ยังอาจสะท้อนถึงความผิดปกติของกระบวนการผลิต

6. ขอบกพร่องบริเวณปากขวด (Lip cut)

การตั้งค่าเครื่องตัดคอขวดไม่เหมาะสม หรือความแปรปรวนของอุณหภูมิบริเวณใบมีด อาจทำให้ปากขวดถูกตัดไม่เรียบ มีขนาดคลาดเคลื่อน หรือมีรูปทรงผิดปกติ ขอบกพร่องดังกล่าวส่งผลโดยตรงต่อการปิดฝาและความสามารถในการป้องกันการรั่วซึม

7. รอยเส้นจากการไหลของพลาสติก (Flow Lines)

รอยเส้น ลวดลาย หรือแถบสีที่แตกต่างกันบนพื้นผิวขวดอาจเกิดจากการผสมหรือการกระจายตัวของวัสดุในพาริสันไม่สม่ำเสมอ ขอบกพร่องนี้ลดความสวยงามของขวด และอาจสะท้อนถึงความไม่สม่ำเสมอของกระบวนการขึ้นรูป

8. พื้นผิวขรุขระคล้ายเปลือกส้ม (Orange Peel)

พื้นผิวขวดที่มีลักษณะขรุขระ เป็นรอยบุ๋ม หรือไม่เรียบสม่ำเสมอ อาจเกี่ยวข้องกับความเร็ว การเกิดเหงื่อที่ผิวแม่พิมพ์ หรือการควบแน่นระหว่างกระบวนการผลิต

การประยุกต์ใช้ AI ในการตรวจสอบคุณภาพขวดพลาสติก

ระบบตรวจสอบด้วยภาพที่ใช้ AI สามารถวิเคราะห์ภาพของขวดแต่ละใบในระหว่างการผลิต เพื่อตรวจจับและจำแนกข้อบกพร่อง เช่น ผงังขวดบาง รอยขีดข่วน การเสียรูป ความผิดปกติของสี และตำหนิบริเวณปากขวด ระบบสามารถประมวลผลผลิตภัณฑ์จำนวนมากได้อย่างต่อเนื่อง จึงช่วยลดโอกาสที่ขวดซึ่งมีข้อบกพร่องจะหลุดผ่านไปยังขั้นตอนถัดไปของกระบวนการผลิต

การควบคุมคุณภาพแบบเวลาจริง

ระบบ AI สามารถตรวจสอบผลิตภัณฑ์และแจ้งความผิดปกติให้ผู้ปฏิบัติงานทราบได้ในระหว่างการผลิต ทำให้สามารถดำเนินการแก้ไขหรือปรับตั้งกระบวนการได้รวดเร็วขึ้น การตรวจพบปัญหาตั้งแต่ระยะเริ่มต้นช่วยลดปริมาณของเสีย ลดการหยุดสายการผลิต และป้องกันไม่ให้ข้อบกพร่องเกิดขึ้นซ้ำเป็นจำนวนมาก

การเพิ่มความสม่ำเสมอและความแม่นยำ

การตรวจสอบด้วยบุคคลอาจได้รับผลกระทบจากความเหนื่อยล้า ประสบการณ์ และความแตกต่างในการตัดสินใจของผู้ตรวจสอบแต่ละคน ขณะที่ระบบ AI สามารถใช้เกณฑ์เดียวกันในการตรวจสอบขวดทุกใบ และเรียนรู้รูปแบบของข้อบกพร่องจากข้อมูลที่ใช้พัฒนาระบบ จึงช่วยเพิ่มความสม่ำเสมอของผลการตรวจสอบ

การลดการคัดทิ้งผลิตภัณฑ์ที่ไม่จำเป็น

ระบบที่ได้รับการพัฒนาและฝึกสอนอย่างเหมาะสมสามารถแยกความแตกต่างระหว่างข้อบกพร่องที่แท้จริงกับความแปรปรวนตามปกติของผลิตภัณฑ์ได้ดีขึ้น จึงช่วยลดผลบวกลง หรือกรณีที่ระบบระบุว่าขวดมีข้อบกพร่องทั้งที่ผลิตภัณฑ์ยังอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ ส่งผลให้ลดการคัดทิ้งผลิตภัณฑ์โดยไม่จำเป็น

การเพิ่มผลิตภาพของสายการผลิต

ระบบตรวจสอบอัตโนมัติช่วยลดภาระของผู้ปฏิบัติงานในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ละชิ้น ทำให้รองรับการผลิตในปริมาณสูงและการตรวจสอบด้วยความเร็วที่สอดคล้องกับสายการผลิตได้ดีขึ้น ผู้ปฏิบัติงานจึงสามารถมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา การปรับปรุงกระบวนการ และการบำรุงรักษาเครื่องจักร

การติดตามย้อนกลับและการรายงานผล

ข้อมูลจากระบบ AI สามารถนำมาใช้จัดทำรายงานเกี่ยวกับประเภท จำนวน และแนวโน้มของข้อบกพร่องที่ตรวจพบในแต่ละช่วงเวลา ข้อมูลเหล่านี้ช่วยให้ผู้ผลิตสามารถวิเคราะห์สาเหตุรากของปัญหาที่เกิดขึ้นซ้ำ วางแผนปรับปรุงกระบวนการ และจัดเตรียมหลักฐานสำหรับการควบคุมคุณภาพและการปฏิบัติตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

ศักยภาพและประโยชน์ของการตรวจสอบด้วย AI

การนำระบบตรวจสอบด้วยภาพที่ใช้ AI มาใช้ในสายการผลิตช่วยเพิ่มความรวดเร็วและความแม่นยำในการตรวจสอบ ลดความคลาดเคลื่อนจากการตรวจสอบด้วยบุคคล และทำให้สามารถตรวจสอบผลิตภัณฑ์จำนวนมากได้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ ข้อมูลข้อบกพร่องที่บันทึกไว้ยังช่วยให้ผู้ผลิตเห็นแนวโน้มของปัญหาและนำข้อมูลไปใช้ประกอบการวิเคราะห์หรือปรับปรุงกระบวนการผลิตได้

ในด้านต้นทุน การตรวจพบข้อบกพร่องตั้งแต่ระยะเริ่มต้นช่วยลดการสูญเสียวัตถุดิบ ลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ต้องนำกลับมาผลิตใหม่ และลดความเสี่ยงจากการส่งมอบขวดที่ไม่ได้มาตรฐาน นอกจากนี้ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับข้อร้องเรียน การคืนสินค้า และการเรียกคืนผลิตภัณฑ์จากตลาด

อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของระบบขึ้นอยู่กับการออกแบบระบบรับภาพ การจัดแสง ตำแหน่งของกล้อง คุณภาพและความหลากหลายของข้อมูลที่ใช้ฝึกแบบจำลอง ตลอดจนการกำหนดเกณฑ์ยอมรับข้อบกพร่องให้เหมาะสมกับชนิดของขวด และข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการนำ AI มาใช้ควรดำเนินการร่วมกับการควบคุมกระบวนการผลิต การตรวจสอบสมรรถนะของระบบ และการปรับปรุงฐานข้อมูลอย่างต่อเนื่อง

การประยุกต์ใช้ระบบตรวจสอบด้วยภาพที่ใช้ AI เป็นแนวทางสำคัญในการยกระดับคุณภาพการผลิตขวดพลาสติก ระบบสามารถตรวจจับข้อบกพร่อง ควบคุมคุณภาพแบบเวลาจริง ลดความคลาดเคลื่อนในการตรวจสอบ และสนับสนุนการติดตามย้อนกลับของปัญหาได้อย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มคุณภาพและความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์แล้ว เทคโนโลยีดังกล่าวยังช่วยลดของเสีย ลดต้นทุนการผลิต และลดความเสี่ยงจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน การใช้ AI ในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพจึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน เสริมความสามารถในการแข่งขัน และสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์พลาสติกในระยะยาว

ที่มาของข้อมูล

1. <https://factree.ai/artificial-intelligence-for-bottle-inspection>
2. <https://imagevision.ai/bottle-inspection-with-vision-ai/>