

태양광 CELL 제조 공정에서의 이탈 감지 모니터링 시스템

The monitoring system for breakaway detection in solarcell manufacture process

조 찬 일, 송 영 준, 김 동 우, 김 남
BITRC, 충북대학교

Cho chan-il, Song young-jun, Kim dong-woo, Kim nam
BITRC, Chungbuk National University

요약

본 논문은 태양광 Cell 제조공정에서 가격대비 우수한 성능을 낼 수 있고 공정관리를 효율적으로 하고자 웹카메라를 이용한 SolarCell 이탈 감지 모니터링 시스템을 구현하였다. 컨베이어 벨트에서 SolarCell 이송 시 윤곽선 검출을 이용하여 Cell의 움직임을 검출하였으며 다양한 조명 조건에서 실험을 하였다. 실험결과 Solar cell 이탈 감지 시 전체조명 정확도는 100%, 좌·우 조명 시 98.8%, 앞·뒤 조명 시 98.4%의 정확도를 보였다. 실험을 통해 최적의 조명 조건을 획득하였고 이탈 정도의 표시를 mm 단위로 환산하여 얻을 수 있는 시스템을 구현하였다.

I. 서론

태양광 에너지 모듈 생산을 위한 핵심공정인 SolarCell 제조 공정에서의 생산성이 증대되고 품질에 대한 중요성이 부각되어 카메라를 이용한 실시간 모니터링 시스템으로 제품의 안정성과 생산성을 높여려는 연구가 진행되어 왔다.

기존 시스템에서는 PAN/TILT와 스테핑 모터를 이용하여 범죄 예방을 위한 목적으로 180도 공간에서 일정시간 간격으로 감시하고 움직임이 감지되었을 때 녹화와 함께 움직임의 대상이 화면의 중앙에 오도록 카메라를 이동시키는 시스템이 있다[1]. 또한 움직임 검출 알고리즘을 이용하여 실시간 영상을 획득하는 원격지 관찰시스템을 적용하고 정보 신호와 캡처 화면을 웹서버에 전송하는 영상 감시 시스템이 있다[2].

본 시스템은 단순히 라인 이탈에 대한 정보를 중앙에서 전체 제조 라인을 통제하는 작업자에게 전송하여 생산 라인 진행의 여부를 판단하게끔 도와주는 시스템으로서, USB 웹카메라를 사용하여 저가의 시스템 구현을 실현하고자 한다.

본 논문의 구성은 2장에서는 제안하는 SolarCell 이탈 모니터링 시스템에 대해 설명하고 3장은 구현된 시스템에 의한 실험 결과를 분석하고, 4장은 결론 및 향후 연구 방향을 제시하였다.

II. SolarCell 이탈 모니터링 시스템 구현

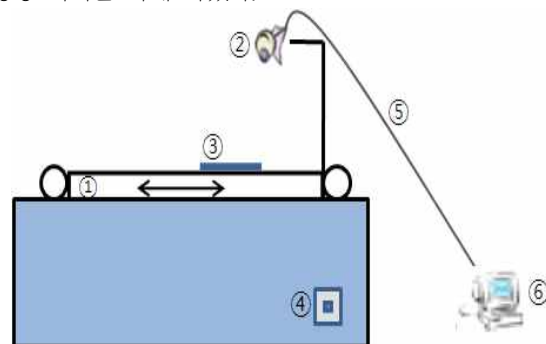
2.1. 시스템 개요

제안하는 시스템은 제조공정에서 제품의 이탈 방지를

위해 컨베이어 벨트내에서 SolarCell 크기에 따른 시스템 설정을 하는 프로세스를 포함하여 카메라 입력으로부터 SolarCell의 이탈 정도를 검출하여 임계값보다 작을 시 알람표시와 종료가 이루어져 컨베이어 벨트 내에서 정상적으로 SolarCell이 이동하는지, 비정상적으로 SolarCell이 이동하는지를 결정하게끔 한다.

이탈 감지 모니터링시스템은 검사 제품을 컨베이어 벨트(①)로 전달하고 웹카메라(②)를 통해 SolarCell(③)의 이탈 방지를 위해 그림 2.1과 같이 이탈 모니터링 시스템을 제작하였다.

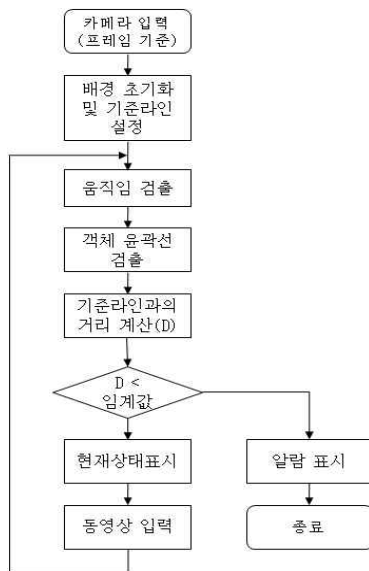
컨베이어 벨트의 배경은 검은색으로 하여 SolarCell의 검출이 용이하게 하였으며, 속도 조절이 가능한 구조이고 컨베이어 벨트의 방향은 전방향, 후방향으로 방향 조절이 스위치(④)에 의해 가능하도록 하였다. 또한 카메라는 수평을 유지시키고 카메라의 위치를 컨베이어 벨트 라인의 상단부에 고정시켜 SolarCell 라인 전체를 볼 수 있게 구성하였다. 그리고 카메라와 중앙 모니터링 시스템과는 USB(⑤)로 연결하여 컴퓨터(⑥)에 의해 실시간 영상 처리를 하게 하였다.



▶▶ 그림 2.1 제안하는 시스템 구성도

2.2. 프로그램 구현

제안하는 시스템의 프로그램은 아래 그림 2.2와 같이 먼저 카메라로부터 동영상을 입력받아 초기 30프레임 영상을 평균하여 배경 영상을 설정한다. 이를 그레이 영상으로 변환한 후, 차영상에 의해 객체의 움직임을 검출하고 에지 검출에 의해 SolarCell의 윤곽선을 검출하여 기준 라인과 거리 계산하여 임계값 이상일 경우 경보 메시지를 보내주고 생산 라인을 중단하는 과정으로 구성된다.



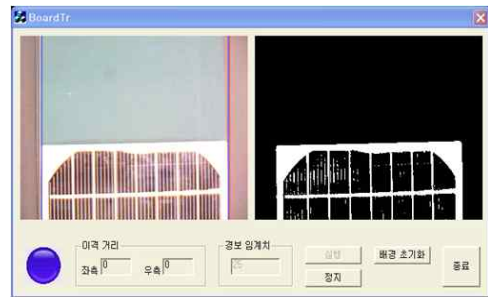
▶▶ 그림 2.2 프로그램 구성

III. 실험 결과

본 실험은 제조공정에서 모니터링 역할을 수행해야 하므로 설치된 장소의 모습을 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 하였다. 프로그램은 Visual C++ 6.0과 OpenCV 1.1을 사용하였고, 28,000 Lux의 LED 조명시스템을 사용하여 전, 후, 좌, 우 방향에서 비추어 조명의 영향을 최소화하였다.

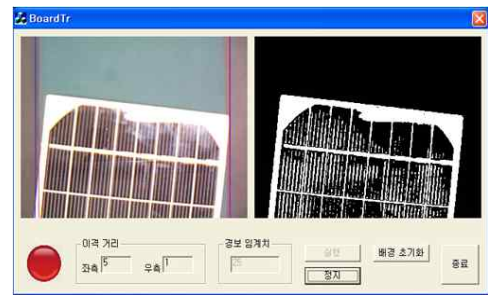
제안된 이탈 감지 모니터링 시스템을 확인하기 위해 총 100회 이상의 실험을 한 결과 SolarCell 이탈 감지 시 전체조명 정확도는 100%, 좌·우 조명 시 98.8%, 앞·뒤 조명 시 98.4%의 정확도를 보였다. 또한 조명의 밝기가 균일하지 못하고 한쪽의 조명으로 치우칠시 오류가 많아졌다.

실험결과 임계값 설정 후 SolarCell 이송 시 제품의 크기에 따라 입력을 달리하였을 경우 판정 정확도는 90%를 보였다. 그림 3.1은 정상적인 진행 실험결과이다. 하지만 이물질과 조명의 밝기로 인해 입력된 신호로 인한 잡음이 있을시 오류를 범할 수 있다.



▶▶ 그림 3.1 정상적인 진행 실험결과

실험결과 임계값 설정 후 SolarCell 이송 시 이탈 표시등이 빨간색으로 표시되어 불량으로 판별된다는 것을 그림 3.2를 통해서 알 수 있다.



▶▶ 그림 3.2 비정상적인 진행 실험결과

III. 결론

본 논문에서는 USB 웹 카메라를 이용한 실시간 모니터링 시스템을 SolarCell 제조 공정의 컨베이어 벨트에 적용하여 공정 라인에서의 SolarCell 이탈 감지 모니터링 방안을 제시하고 있다.

제안하는 시스템은 다양한 조명 조건 중에서 전체 조명이 효율적인 것을 보여주었고, SolarCell 이탈 감지 정도를 픽셀대비 간격(mm)에 대한 매칭율로 표현하여 사용자가 쉽게 이탈 정도를 알 수 있게 구현하였다. 따라서 이를 제조공정에서 사용 시 효율적인 생산성 향상을 가져올 것으로 기대된다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] 이희관, "PAN/TILT와 OpenCV를 이용한 카메라의 위치 제어 및 영상처리 구현," 충남대학교 석사학위논문, 2006.
- [2] 염성진, "움직임 검출 알고리즘을 이용한 WebCam 영상 감시 시스템 구현," 한남대학교 석사학위논문, 2001.
- [3] 임채산, "태양광발전 모듈의 효율적 운용 방식에 관한 연구," 동아대학교 석사학위논문, 2009.