

영상처리를 이용한 태양추적 시스템에 대한 연구

A Study of Tracking the Sun Using Image-processing

홍순필*, 김문주*, 김은성*, 김두용*, 홍진우**, 김기완***

Soon-pil Hong, Mun-joo Kim, Dooyong Kim, Eun-sung Kim, Jin-woo Hong, Kiwan Kim

Abstract - The light gets darker from center to edge of the light source. Therefore, we can find the center of the sun using shading histogram. Moreover, we can track the exact position of the sun with the shading histogram. In this paper, we propose a new technique using image-processing of digital camera, in order to locate the position of the sun.

Key Words : image, tracker, solar, sun

1. 서 론

현재 태양빛은 청정 에너지원으로서 관심을 받으며 그 응용에 지속적인 연구와 발전을 가져오고 있다. 이에 따라, 태양 관측과 같은 학문 분야는 물론, 태양열 발전이나 그 응용에 있어서 정확한 태양의 위치를 추적하는 것은 매우 중요하다. 그러나 현재 사용되거나 제안되고 있는 방식들은 광량(光量)의 간단한 데이터만을 전달해 줄 수 있는 센서를 이용하거나 계산식을 사용^{[1][2][3]}하기 때문에 시각적으로 충분히 인식 가능한 이상적인 상황에서도 대략적인 위치만이 추정 가능하고 또한 검증이 힘들므로 더욱 정밀한 위치 추적과 확인이 요구되는 현장에 적합하지 않다.

카메라 영상을 통해 빛의 특성을 살펴보면, 그 광원을 중심으로 거리가 멀어질수록 점차 어두워진다. 이 음영의 등급을 몇 단계로 나누면 광원을 중심으로 원이 그려지며, 그 원들의 중심을 계산하면 태양의 위치를 추정할 수 있다. 또한, 건물이나 구름에 가려진 경우에도 나타나게 되는 일부 음영의 등급을 이용하여 전체 원을 유추할 수 있으며, 그 유추된 원의 중심을 추적함으로써 가려진 태양의 위치를 추정할 수 있다.

본 연구에서는 디지털 화상 카메라를 이용하여 태양을 실시간으로 관측하며 영상 처리를 이용하여 태양의 위치를 추적하는 새로운 방식을 제안하고 구현하였다.

또한, 실제 시스템에 적용 가능하도록 태양이 화면의 중심에서 벗어났을 때, 모터를 제어하여 화상의 중앙에 항상 태양이 위치하게 하였으며, 제안된 알고리즘에 의한 결과를 모니터에 보이는 영상을 통해 실시간으로 비교 분석할 수 있도록 구현하였다.

2. 영상처리를 이용한 태양의 위치 추적

2.1 빛의 특성을 이용한 추적

광원은 주변보다 항상 밝으며, 광원에서 멀어질수록 점점 어두워진다. 이것은 그림 1에서 확인 가능하며, 이미지의 음영을 확인해 보면 더욱 확실해 진다.

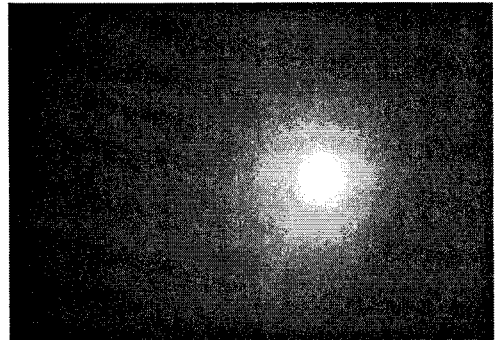


그림 1. 이상적인 상황에서 촬영된 태양

그림 1은 하늘에 구름 한 점 없이 태양이 명확히 보이는 이상적인 상황에서 디지털 카메라를 이용하여 태양을 촬영한 것으로, 태양을 중심으로 영상의 가장자리로 갈수록 점점 어두워지는 것을 확인할 수 있다. 이 음영의 변화를 히스토그램을 이용하여 몇 단계로 나누어 표시하면 그림 2와 같이 단계별 경계를 나타낼 수 있으며, 그 경계를 이용하여 원을 그리면 그림 3과 같이 나타낼 수 있다. 이와 같이 나타낸 원은 태양과 가까운 원일수록 그 중심이 태양의 중심과 일치하며, 그림 4와 같이 태양이 건물에 가려져 있는 경우에도 음영 단계에 따라 유추된 원의 중심을 이용하여 태양을 추적할 수 있다.

저자 소개

- * 순천향대학교 정보기술공학부
- ** 미래에너지기술
- *** 한국기술교육대 정보기술공학부

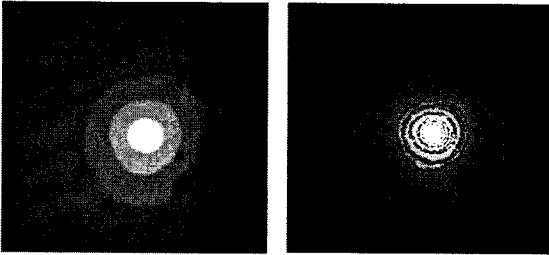


그림 2. 음영단계 표시

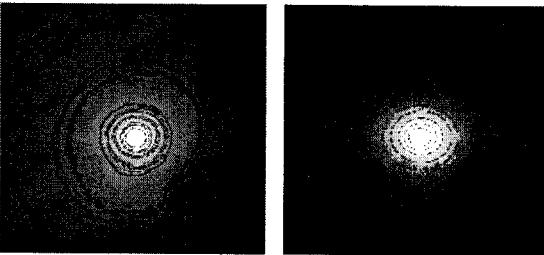


그림 3. 음영단계를 원으로 나타내기

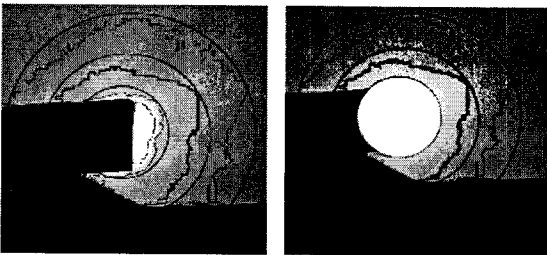


그림 4. 건물에 가려진 태양 추적

2.2 태양의 중점 찾기

원의 중점을 찾기 위해서 본 논문에서는 삼각형의 외접원을 구하는 공식을 이용하였다.

화상의 음영 중에 원하는 단계의 음영을 화상의 위, 왼쪽, 오른쪽, 아래의 네 방향 중에서 선택적으로 세 방향에서 스캔 하면, 그 음영을 처음으로 만나게 되는 서로 다른 세 점을 발견하게 된다. 그림 5에서 a, b, c 세 점은 각각 위, 왼쪽, 오른쪽의 세 방향에서 만나게 된 점들이다. 이 세 점을 연결하면 해당 음영으로 구성된 원의 외접원(그림 5에서 점선으로 표시된 원)으로 갖는 삼각형이 되며, 이 삼각형 두 변의 중점에서 각각 직교하는 두 직선의 교차점 d가 이 삼각형에 외접하는 외접원의 중심이 된다.

음영에 의해 나타나는 원은 태양에서 가까운, 즉 밝은 음영에 의해 나타나는 원의 중점일수록 태양의 중점과 일치하게 된다. 그러므로 밝은 음영에 의해 나타난 원을 이용할 수록 그 중점을 찾으면 실제 태양의 중점과 일치하게 된다.

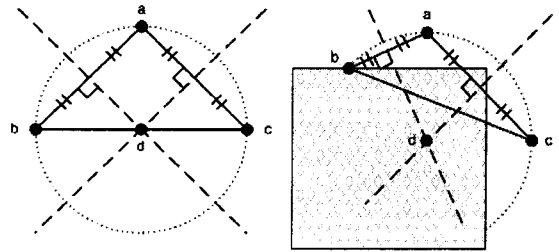


그림 5. 원의 중점 찾기

3. 태양추적 장치의 구성

3.1 시스템 구성

시스템은 그림 6에서처럼 PC와 연결되어 태양의 위치를 영상으로 실시간 전송해주는 카메라와 각각 방위각과 위상각을 맡아 카메라의 위치가 태양을 향하도록 움직여주는 스텝 모터 한 쌍, 영상처리에 의해 직렬 통신으로 태양의 위치를 알려주면, 그에 따라 모터를 구동시켜주는 마이크로프로세서 보드로 구성된다.

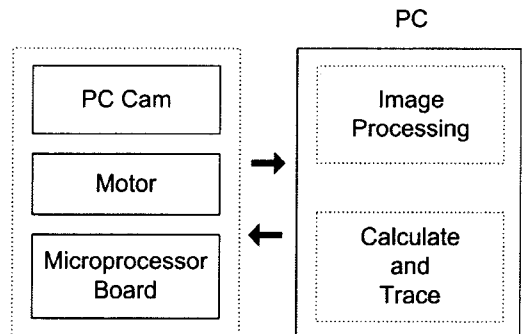


그림 6. 시스템 블록도

PC쪽 프로그램은 Visual C++를 이용하여 작성하였으며, PC Cam에서 입력받은 영상과, 영상처리를 이용하여 태양의 중심을 찾아낸 결과 화면을 같이 보여주어 실시간으로 비교 분석이 가능하도록 하였다.

PC와 통신하며 모터를 제어하는 보드에 사용된 프로세서는 RISC 구조의 8 비트 마이크로프로세서인 ATmega128을 사용하였으며, 빠른 연산 처리와 강력한 I/O 기능을 이용하여 PC에서 전송받은 데이터를 이용하여 모터를 제어하도록 하였다.

2. 태양추적 방법

태양을 추적하는 방법으로는 크게 광센서를 이용하는 방법과 태양의 위치를 계산하여 추적하는 프로그램, 센서와 프로그램을 병행하는 방법의 크게 세 가지 방법으로 나눌 수 있다¹⁴⁾.

본 논문에서는 태양의 음영을 이용하여 태양의 위치를 추적하는 방법을 기본으로 구름이 완전히 태양을 가리거나 비가 내리는 등 태양의 위치를 시각적으로 전혀 추적할 수 없는 태양 인식 실패의 경우, 태양의 위치를 계산하여 추적함으로써 예외상황에 효율적으로 대처할 수 있도록 하였다.

4. 실험 및 검토

본 시스템의 결과를 분석하기 위해 이상적인 상황, 즉 날씨가 맑고 태양이 뚜렷하게 보이는 상황과 태양이 건물에 가려진 상황으로 나누어 실험을 하였다.

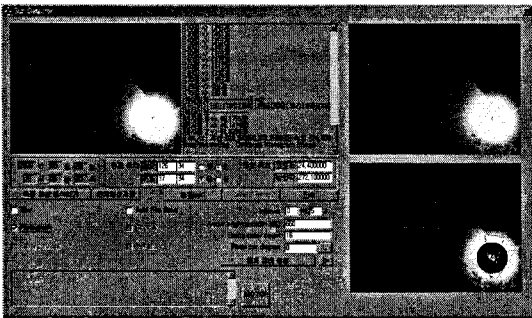
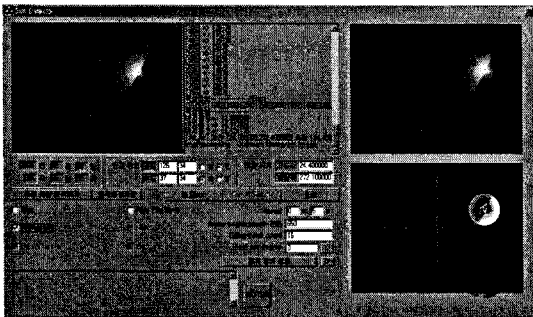
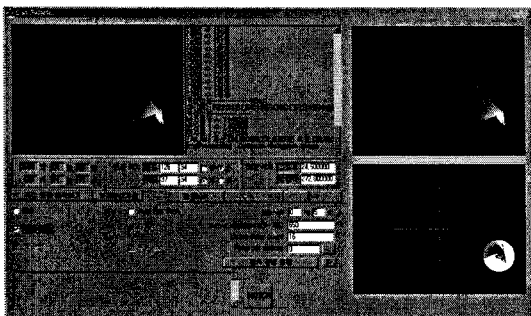


그림 7. 태양이 뚜렷하게 구별되는 상황



(a)



(b)

그림 8. 태양이 건물에 가려진 상황

그림 7은 태양이 건물에 가려지기 전 태양의 중심이 뚜렷이 드러나 있는 상황이다.

그림에서 프로그램의 실행화면 좌상단의 이미지는 PC Cam을 통하여 입력된 화상을 실시간으로 보여주며, 우상단의 이미지는 좌상단의 화상을 캡처한 이미지로, 이 이미지에서 태양의 위치를 우하단의 이미지처럼 추적하게 된다.

프로그램 실행화면 우하단의 이미지에서처럼 태양의 중심 추적이 끝나게 되면, 중심에서 벗어난 위상각과 방위각을 시리얼 통신을 통해 모터를 구동시켜주는 마이크로프로세서 보드로 전달한다.

위의 과정은 동이 트는 시간부터 시작하여 태양이 저무는 시간까지 계속 반복되며, 태양이 지게 되면 모터는 태양을 따라 움직였던 회전만큼을 거꾸로 회전하여 다음 해가 뜰 때 태양을 다시 추적할 수 있도록 준비상태에 있게 된다.

그림 8은 (a)와 같은 태양이 건물에 반쯤 가려진 상황과 (b)와 같이 태양이 거의 다 가려진 상황에도 프로그램을 통하여 태양을 성공적으로 추적하고 있음을 보이고 있다.

5. 결론

본 연구에서는 태양의 위치 추적을 위해 영상 인식을 이용하는 새로운 방법을 제안 및 구현하였다.

PC Cam을 이용하여 태양 인식에 적절한 영상 인식 알고리즘을 이용하여 건물에 태양의 중심이 가려진 열악한 상황에서도 정확한 태양 추적이 가능하며, 실시간으로 태양추적의 상태를 영상으로 확인할 수 있으므로 좀 더 정확하고 신뢰성 있는 추적이 가능하다.

또한, 태양 추적에 관련된 주요 기능이 일반 PC상에서 이루어지므로, 하드웨어의 구성이 비교적 간단하고 저가로 구현할 수 있다는 장점이 있다.

향후 본 구현에 사용된 저사양의 PC Cam이 아닌 태양 감시에 적합한 고성능의 특화된 Cam이 개발된다면 더욱 정밀한 화상을 바탕으로 더 나은 태양 추적 시스템이 가능할 것이다.

참고 문헌

- [1] 이양규, 강신영, 오명복, 손경중, 김광현, "태양광 위치 추적기를 이용한 태양광 가로등 연구", 전력전자 학술대회 논문집, pp. 559-562, 2002. 7.
- [2] 박영철, 박희열, 강용희, "PTC용 태양 추적 장치의 개발", 한국태양에너지학회 논문집, 제18권 제3호, pp. 25-30, 1998. 9.
- [3] 강신영, 박규남, 방성용, 김광현, "3kW급 추적식 태양광발전 시스템 개발", 전력전자 학술대회 논문집, pp. 687-691, 2003. 7.
- [4] 이양규, 강신영, 김광현, "소형 태양광 발전시스템 상용화를 위한 프로그램 방식의 태양위치추적기 개발", 전력전자학회 논문지, 제8권 제3호, pp. 260-265, 2003. 6.