

보행 로봇의 자세제어를 위한 외부 환경에 강인한 비전 기반 위치 추정 퓨전 센서

Vision based Position Estimation Fusion Sensor Robust to Environment for Biped Robot Attitude Control

박진성† · 박영진* · 박윤식**

Jinseong Park, Youngjin Park and Youn-Sik Park

1. 서론

인간형 로봇과 같은 이족 보행 로봇의 경우 대부분 비전 센서를 사용하고 있다. 보행 로봇은 사물을 인식하기 위해 비전 센서를 사용하지만, 사람이 자세를 유지하는 것과 마찬가지로 비전 센서를 이용하여 보행 로봇의 경사각을 추정 할 수 있다.

자세제어를 위해 로봇의 경사각을 측정하는 비전 센서의 알고리즘은 Ryo Kurazume의 템플릿 매칭(template matching)방법과 Hong⁽²⁾의 특징 점 추출(feature point extraction)방법 등이 있다. 각각의 방법은 병진운동에 강건하지 못하거나 계산 시간이 긴 단점이 있다. 또한 Ryo의 방법과 Hong의 방법 모두 자세 정보를 얻기 위해 현재의 영상과 초기 영상을 비교하여 계산하기 때문에 추정 가능한 범위가 제한되어 있다는 문제점이 있다.

비전 센서는 자이로 센서(gyro sensor)나 가속도계(accelerometer) 등의 경사각 센서와는 달리 초기 영상을 절대 좌표 계의 원점에서 얻을 경우 항상 절대 좌표 계에서의 기울기 값을 얻을 수 있다는 장점이 있다. 하지만 카메라가 보는 환경의 변화로부터 경사각을 측정하므로 물체가 화면을 가리거나, 빛의 양이 변하는 경우 기울기를 정확히 측정 할 수 없는 한계가 존재한다.

본 논문에서는 병진 운동에 강건한 Hong의 방법을 사용하고자 한다. Hong의 계산시간이 긴 단점은 Song의 센서 퓨전(sensor fusion)방법과 자이로 센서를 이용하여 해결 할 수 있다. 하지만 센서 퓨전의 경우 비전 센서가 항상 정확한 값을 가진다는 것을 가정하므로 환경의 변화로 인한 비전 센서 신호의 문제점은 해결 할 수 없다. 따라서 본

논문에서는 외부 환경의 변화에 따라 발생하는 비전 센서의 문제점을 파악하고 센서 퓨전에 반영함으로써 외부 환경에 강건한 비전 기반 퓨전 센서를 제안하고자 한다.

2. 비전 기반 퓨전 센서

본 연구에서 사용하는 Hong⁽²⁾의 방법의 경우 병진운동에 강건한 장점이 있지만, 계산 시간이 길기 때문에 샘플링 주파수가 최대 25Hz 까지만 가능하고, 추정 시간 지연이 최대 0.1 초까지 발생하므로 성능을 개선해야 한다. 이를 위하여 Song의 퓨전 필터를 응용하고자 한다.

Song의 퓨전 필터는 비전 센서와 자이로 센서를 융합함으로써 비전 센서의 낮은 샘플링 주파수와 추정 시간 지연 문제 그리고 자이로 센서의 드리프트를 상호 해결할 수 있는 방법이다. 퓨전 필터의 구조는 확장형 칼만 필터를 기반으로 한 수정된 개별 융합 모델(modified track to track fusion model)을 적용한다. 서로 다른 샘플링 시간을 가지는 두 센서의 퓨전을 위해 공통된 예측과정과 각각의 개정과정을 거쳐 상태변수를 융합한다.

본 논문에서는 가장 열악한 조건을 고려하여 비전 센서의 샘플링 주파수를 10Hz로 고정하였으며, 비전 센서의 추정 시간 지연 문제를 보완하기 위해 비전 센서의 지연만큼 자이로 센서 신호의 적분 값을 사용한다.

3. 외부 환경에 강건한 퓨전 센서

3.1 비전 센서 발산

비전 센서는 외부 환경을 물체로 가리거나 빛의 크기가 변하는 등 초기 영상과 완전히 다른 영상을 얻을 경우 기울기를 측정하지 못하고 발산 하게 된다. 그림. 1에서 볼 수 있듯이 약 15 초 부근에서부터 손으로 카메라를 가리게 되면 비전 센서는 발산 하게 되며, 약 20 초 부근에서처럼 다시 원래 환경으로 돌아오면 기울기를 측정하게 된다. 이 경우 비전

† 교신저자; KAIST 기계공학과

E-mail : kai-js@kaist.ac.kr

Tel : (042) 350-3076, Fax : (042) 350-8220

* KAIST 기계공학과

** KAIST 기계공학과

센서의 추정 가능 범위인 ± 7 도 내에서 기울기를 측정하였다.

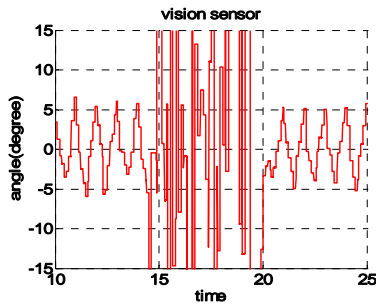


그림. 1 비전 센서의 기울기 측정

3.2 자이로 센서 드리프트(drift)

자이로 센서는 단독으로 기울기를 추정 할 경우 저주파수 노이즈가 누적되어 드리프트 현상이 발생하게 된다. 그림. 2 와 같이 300 초 동안 자이로를 사용하여 기울기를 측정한 경우 평균적으로 초당 0.07 도의 드리프트가 발생하게 된다. 이를 제거 하기 위해 비전 센서와의 센서 퓨전이 필요하다.

하지만 3.1 절과 같이 비전 센서가 발산 할 경우 드리프트를 효과적으로 제거 할 수 없다. 따라서, 이 경우 센서 퓨전을 하여 잘못된 값을 얻는 것 보다 퓨전을 하지 않고 드리프트의 손해만을 보는 것이 더욱 안정적이라 할 수 있다.

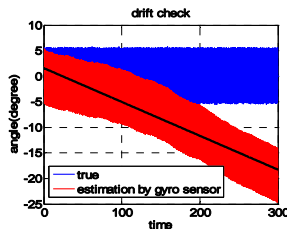


그림. 2 자이로 센서의 드리프트 확인

3.3 퓨전 시간 결정

보행 로봇 주위로 사람이 지나가는 상황 등 외부 환경이 짧은 시간 동안만 변한 뒤 다시 원래대로 돌아온다고 가정하면, 자이로 센서의 드리프트 속도를 고려하여 환경이 변한 시간 동안만 퓨전을 하지 않는 간단한 방법으로 비전 센서의 문제점을 해결 할 수 있다. 이는 비전 센서가 초기 영상을 가지고 있으면 환경이 원래대로 돌아 온 뒤 정확하게 기울기를 측정 할 수 있는 장점 때문이다.

그림. 3 과 같이 비전 센서는 trigger 신호를 이용하여 10Hz 로 샘플링을 하며, 신호를 받을 때마다 퓨전 한다. 추정 가능 범위인 ± 7 도를 벗어난 경

우를 발산한 경우라고 판단 할 수 있으며, 이를 이용하여 그림. 3 의 vision check 와 같이 퓨전 시간을 결정 할 수 있다. 즉, trigger 신호와 vision check 신호가 동시에 1 의 값을 가질 경우에만 퓨전을 함으로써 비전 센서의 발산에 의한 문제를 해결 할 수 있다.

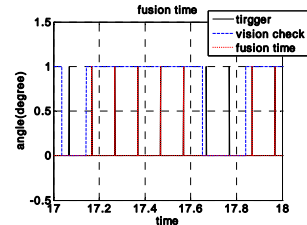
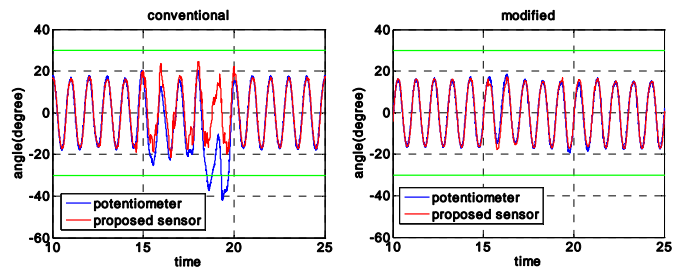


그림. 3 퓨전 시간 결정

4. 실험 결과

실험은 최대 ± 25 도까지 측정범위를 확장 할 수 있는 Park 의 퓨전 센서 시스템을 이용하여 수행 하였으며 결과는 그림. 4 와 같다. 실험은 그림. 1 과 마찬가지로 15 초 지점에서 5 초 동안 비전 센서를 손으로 가렸으며, 기존의 방법은 신호가 불안정하지만 제안한 방법의 경우 안정적으로 기울기를 측정할 수 있다는 것을 알 수 있었다.



(a) 기존의 방법

(b) 제안한 방법

그림. 4 실험 결과

5. 결론

본 논문에서는 환경이 갑자기 변할 경우 발생하는 비전 센서의 발산을 판단하여 퓨전 방법을 개선하였고, 기존의 방법보다 개선된 결과를 실험적으로 확인하였다.

후 기

본 연구는 한국과학기술원 국방무인화기술 특화연구센터를 통한 국방과학연구소 연구비 지원과 두뇌 한국(BK)21 사업의 협력으로 수행되었습니다.