

영상 기반 가상펜스의 사전 경보 영역 보정을 위한 근사화된 거리측정방법

김재준*, 김도연**

*순천대학교 컴퓨터학과

**순천대학교 컴퓨터공학과

e-mail: redforce01@sunchon.ac.kr*

dykim@sunchon.ac.kr**

Approximate Distance Measuring Method for Pre-Alarm Area of Image Based on Virtual Fence

Jae-Jun Kim*, Do-Yeon Kim**

*Computer Science, Sunchon National University

**Computer Engineering, Sunchon National University

요 약

영상에서 실제 거리를 알 수 없는 상태에서 영상 기반 가상펜스 설계 시, 사전 경보 영역을 설계하기 위한 거리 맵을 제작하기 위해 영상에 색인(Index)을 입력하여 거리에 따른 영역을 나누고 영역에 대한 가중치를 설정하고, 사전 경보 영역이 실제 거리에 비례하여 설정 될 수 있는 방법을 제안한다. 본 연구에서 제안하는 방법과 스테레오 비전 기술이 융합하여 거리 맵을 제작할 시 가상펜스의 사전 경보 영역이 영상의 거리에 비례하게 설정 되어 가상펜스 시스템의 완성도를 높여줄 것으로 기대한다.

1. 서론

최근 여러 분야에서 영상처리 기술을 이용한 지능형 CCTV(Closed Circuit Television)가 사회적으로 많은 이로움을 주고 있다. 범죄 예방과 안전사고 방지 등 방재용으로 주로 쓰이고 있는 이런 CCTV들은 대개 가상펜스를 활용하는 모습을 심심치 않게 접할 수 있다. 가상펜스는 보통 영상 위에 일직선상으로 영상에 구역을 나누어서 침입을 탐지하는 기준 선으로 활용 되는데, 대부분의 연구 또는 활용 사례들을 살펴보면 직선으로 구현 되어진 모습을 볼 수 있다. 그러나 사전경보 영역이 설정되어 있는 연구나 사용 사례들 대부분이 가상펜스와 평행한 형태로 구현되는 경우가 대부분이었음을 확인하였다. 만약 직선 형태로 가상펜스와 똑같이 일정 간격을 갖는 경보 영역이 설정 될 경우 영상에서 실제 거리가 먼 곳과 가까운 곳이 똑같은 거리 값을 갖고 경보 영역이 설정 되는 문제가 발생할 수 있다. 이 문제는 영상에서 가상펜스의 침입 탐지 능력을 저하시키는 요인이 될 수 있다.

본 논문에서는 이 문제를 해결하기 위해 영상기반 거리 맵을 제작하여 가상펜스의 사전경보 영역이 일정한 비례를 갖고 설정 될 수 있도록 거리 맵을 제작하는 방법을 제시하고, 거리 맵을 이용하여 스테레오 비전 기술[1]이나 거리측정 센서와 융합[2]할 시 가상펜스 시스템의 완성도를 높일 수 있을 것이라 기대한다.

2. 관련 연구

오프라인 형태의 CCTV에서는 여러 가지의 한계점들이 존재한다. 따라서 국내·외에서 지능형 CCTV를 개발하기 위한 연구를 다양한 센서 모듈과 융합하여 관제자의 감시 능력을 보완하여 주는 카메라들이 등장하였고, 영상처리를 통한 사람의 얼굴 인식, 행동 패턴 인식 등 객체 인식 기술이 보급됨에 따라 여러 분야에서 해당 기술을 응용한 사례들을 쉽게 접할 수 있게 되었다.

또한, 최근 스마트폰과 연동되는 IP카메라를 이용한 CCTV가 네트워크 통신을 통해 영상처리기술과 접목되어 CCTV 영상데이터를 분석하여 ICT(Information and Communications Technologies) 분야와 융합하는, 응용 프로그램들에 대한 시도로 지능형 CCTV를 이용한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 영상에서 거리 값을 얻기 위한 연구[3] 또한 로보틱스 비전(Robotics Vision)과 무인 항공기(Unmanned Aerial Vehicles)에 접목하고자 거리 영상에 대한 연구[4]가 활발히 진행되고 있다.

3. 감시 영역 구성

영상에서 감시 영역의 구성은 보호 영역, 가상펜스, 사전 경보 영역으로 구분한다. 각 영역들은 두 개의 기준선(가상펜스, 사전경보 라인)을 사이에 두고 분리된다. 첫 번째 보호 영역은 영상에서 침입 방식을 목적의 영역으로 인식된 객체가 침입 탐지 영역을 넘어서면 안 되는 영역이다. 두 번째 가상 펜스 영역은 보호 영역과 사전 경보

영역을 구분하는 기준선으로 펜스 역할을 하며 본 논문에서는 실제 펜스를 따라 제작 된 가상의 실선을 지칭한다. 세 번째 사전 경보 영역은 가상펜스에 접근 중이거나 가상펜스와 근접거리에서 침입 후보군이 될 수 있는 객체에 대한 주의를 주기 위한 영역으로써 설정되는 영역이다. 각 영역들은 그림1과 같이 설정 될 수 있으며 각 영역들의 간격은 감시 영역의 환경에 따라 다를 수 있다.



(그림 1) 감시 영역 구성(Composition of Surveillance Field)

4. 사전 경보 영역 설계를 위한 거리 맵 제작

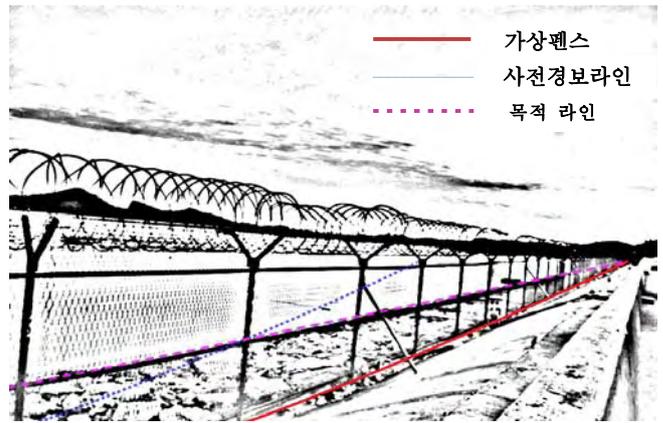
일반적인 영상 기반 가상펜스 환경에서는 균일한 거리를 갖는 사전 경보 영역을 설정하기 어려운 두 가지 문제가 존재한다. 첫 번째는 영상에서 실제 감시 영역에 대한 거리를 모른다는 점이다. 영상에서 먼 곳과 가까운 곳에 대한 구분을 사람은 쉽게 할 수 있으나, 컴퓨터는 처리하기 어렵기 때문에 원근법에 의거하여 비례하는 가상펜스 영역을 자동으로 설정하기 어렵다. 두 번째 문제는 가상펜스가 일직선이 아닌 곡선 형태로 구부러진 모양을 가질 시, 컴퓨터에서는 사전 경보 영역이 설정 될 방향을 3차원적으로 판단하기 어렵다는 점이다.



(그림 2) 원본 영상(Original Image)

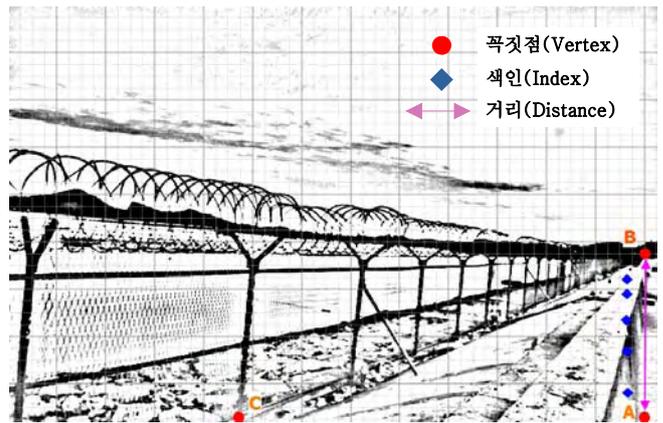
그림 2는 거리 맵 제작을 위해 사용한 원본 이미지이다. 본 논문에서는 뚜렷한 경계와 영역을 구분하기 위해 가독성을 높이고자 스케치 필터(Sketch Filter)를 적용한 영상을 사용한다. 실제 펜스를 따라 임의의 가상펜스와 일정 거리를 갖는 사전 경보 라인을 적용시킨 그림 3에서 보는 바와 같이, 가상펜스로부터 일정 거리 떨어진 평행한

구조를 갖는 사전경보 라인은 실제 사전경보영역으로 설정되어야 할 목적과는 다른 결과를 초래한다.



(그림 3) 스케치 필터가 적용 된 영상 (Image of Filtered Sketch)

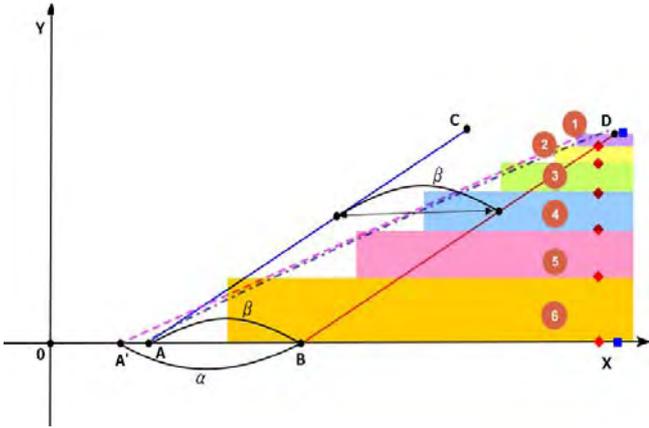
그림 3의 사전 경보 라인이 목적 라인(도트 선)에 근접하도록 설정되기 위해 첫 번째 단계로 일정한 간격을 갖는 가상의 격자 모양의 좌표계를 이용한다. 좌표계를 적용한 영상의 모습은 그림 4와 같다.



(그림 4) 격자 모양의 좌표계 영상 (Include Lattice Image of Filtered Sketch)

두 번째 단계로 그림 4와 같이 좌표계에 있는 가상펜스의 양 끝점 사이에 여러 개의 색인(Index)를 입력한다. 만약 색인들에 대한 가중치를 5W(\therefore weight, 5W=5m)라고 한다면 영상에서 추정거리 5m간격마다 색인을 입력한다. 이 색인을 이용하여 각 색인 사이의 Y축 영역들을 각각의 공간으로 분류하여 그림 4에서는 색인을 5개만 넣었으나 가능한 많은 색인을 넣을수록 정밀한 거리 맵이 제작 될 수 있다.

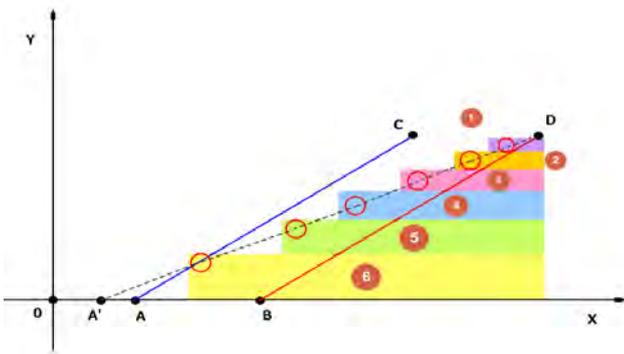
세 번째 단계로 분류한 각 색인들 사이의 공간의 값들 대비 영상의 해상도를 비교하여 거리 값 대비 영역을 할당한다. 그림 4와 할당 된 영역을 그래프로 표기하면 다음 그림 5와 같은 모습이 나온다.



(그림 5) 색인을 이용한 영역 분할
(Divide Field of Distance Using Index)

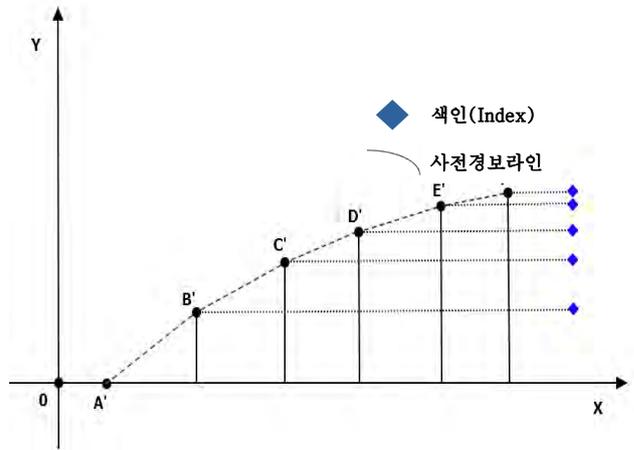
그림 5의 X축 방향, 점 A는 가상펜스의 시작 점(B)으로부터 일정 간격만큼 떨어진 위치로, 선분 \overline{AC} 와 \overline{BD} 는 평행한 구조로 되어 있다. 그러나 그림 3에서와 같이 사전 정보영역으로 설정되어야 하는 시작점의 위치는 A'와 같이 좀 더 먼 거리에서 시작하여 점 D가 있는 방향으로 설정되어야 한다는 것을 그림 3을 통해 쉽게 판단 할 수 있다.

점 A'에서 시작하여 D방향으로 이어지는 선분 $\overline{A'D}$ 를 설정하기 위해 그림 4에서 입력 한 색인들을 이용한다. X축으로부터 점 D까지의 거리가 만약 100m라고 가정하면 각 색인들 사이를 나눈 영역은 추정거리 15m에 대한 가중치를 가지고 있다고 가정한다. 선분 \overline{AC} 를 넘어가지 않는 각도에서 가중치만큼 선분의 각도가 바뀌도록 설정한다면 선분 \overline{AD} 는 기울기가 변화율이 매우 낮은 곡선 형태의 \overline{AD} 가 될 것으로 예상된다. 색인들의 가중치로 인해 변화하는 위치가 정해져 있기 때문에 색인의 개수만큼 직선으로 뻗은 선의 각도가 변화 되는 구간의 개수만큼 변화하기 때문에 기대하는 결과는 그림 6과 같다.



(그림 6) 각 영역들의 가중치에 따른 변화 직선
(Transmutative Straight Line Follow Weight of Each Field)

그러나 ○로 표시한 변화 구역을 살펴보면 외형적으로는 직선과 차이가 없는 것처럼 보일 수 있으나 가중치와 색인의 개수에 따라 직선의 부드러움이 매우 달라질 수 있다. 결과적으로 색인을 많이 입력할수록 부드러운 곡선의 형태가 나타날 것으로 보인다.



(그림 7) 색인의 개수에 따른 직선의 변화
(Transmutative Straight Line Follow the Number of Index)

5. 실험 계획 및 성능 평가 방법

거리 맵에 따른 사전정보라인이 실제 설정되어야 할 사전정보라인에서 어느 정도의 오차를 가지는지 실험하기 위해서는 두 단계에 걸친 실험이 필요하다.

첫 번째, 영상의 오프라인 환경에서 균일한 간격과 거리에 맞춰 기준 점이 될 깃발(Flag)을 사용하여 실영상에서 깃발을 따라 설정한 사전정보라인과 임의의 가중치를 입력하여 설정된 사전정보라인을 비교하여 임의의 가중치에 대한 값을 어느 정도로 설정해야 하는지 비교표를 제작한다.

두 번째, 스테레오 비전 카메라를 이용하여 설치한 깃발들의 거리 값을 획득하고 첫 번째 단계에서 제작한 거리 맵의 가중치 비교표를 이용하여 감시영역라인을 설정한다. 결과로 나온 두 개의 감시영역 라인을 비교하여 감시영역라인이 설정되어야 할 목적 라인의 부합 성을 검토하고 거리 맵을 교정한다.

6. 결론

본 연구에서 제안하는 방법은 거리에 따른 가중치를 대략적인 수치로 입력하기 때문에, 정확한 거리에 따른 가중치 표를 제작하기 위해서는 많은 데이터(100m~수 Km를 촬영한 영상)를 수집해야 할 필요가 있다.

또한, 실제 영상의 촬영 각과 해상도(Resolution)에 따라 영상의 Pixel 값 매칭이 기기마다 다를 수 있기 때문에 이 점 또한 고려하여 제한된 환경에서 실험을 진행할 필요가 있다. 실험을 위해 초기 실험의 시작을 위해 가중치로 입력되는 값들을 수동으로 입력해야하는 문제로 인해 비록 오차가 큰 폭으로 발생할 수 있으나 스테레오 비전 기술이나 거리 측정 센서와 융합하여 거리 맵을 제작하게 되면 목적라인에 근접하는 사전경보 라인이 나올 수 있으리라 기대한다.

감사의 글

본 연구는 원자력안전위원회의 재원으로 한국방사선안전재단의 지원을 받아 수행한 원자력안전연구개발사업의 연구결과입니다. (No. 1403025)

참고문헌

- [1] 서자원, 김창익, “스테레오 카메라 영상처리 기술 및 동향”, 대한전자공학회논문지 제38권, 2호, pp. 31-36, 2011.
- [2] 유성구, 정길도, “단일 영상과 거리센서를 이용한 SLAM 시스템구현”, 전자공학회논문지 제45권, SC편 제6호, pp. 149-156, 2008.
- [3] Joaquim C. Felipe, Paulo M. A. Marques, André G. R. Balan, Caetano Jr Traina, Agma J. M. Traina, “Comparing images with distance functions based on attribute interaction”, SAC '06 Proceedings of the 2006 ACM symposium on Applied computing. pp. 1398-1399.
- [4] Tsutomu Terada, Yuhki Suzuki, Masahiko Tsukamoto, “A distance estimation method using intra-frame optical flow with interlace camera”, ACM, MoMM '10 Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Mobile Computing and Multimedia, pp. 378-381. 2010.