

BMA와 JTC를 이용한 스테레오 물체추적

고 정환*, 이 재수**, 이 용선*, 김 은수*

*광운대학교 전자공학과

**김포대학 전자정보계열

전화 : (02) 940-5118, FAX : (02) 941-5979

Stereo Object Tracking using BMA and JTC

*Jung-hwan Ko, **Jae-Soo Lee, *Yong-Sun Lee, and *Eun-Soo Kim

*School of Electronic Eng., Kwangwoon University

**Dept. of Electron & Information, Kimpo College

Email : misagi@explore.kwangwoon.ac.kr

요 약

스테레오 물체 추적기는 좌, 우측 카메라의 스테레오 입력 영상에서 이동 물체의 주시각을 제어하면서 자동으로 추적 물체가 항상 영상의 중앙에 위치하도록 제어해야 한다.

본 논문에서는 복잡한 배경이 존재하고 카메라가 움직이는 경우 스테레오 물체 추적을 위한 방법으로 블록 정합 알고리즘(BMA)으로 추적 물체와 배경을 분리하고, JTC를 이용해 주시각 및 팬/틸트 제어 값을 구하여 좌, 우측 카메라를 제어하는 스테레오 자동 물체 추적 시스템을 제시하였다. 추적결과 배경잡음에 상관없이 적용적으로 작용하여 정확히 이동 물체의 위치를 스테레오로 추적할 수 있었다.

I. 서 론

스테레오 물체 추적은 주시각 제어기능 이외에 추적 물체가 화면의 중앙에 항상 위치하도록 스테레오 카메라의 관측 방향을 제어할 수 있는 팬/틸트 기능을 지니고 있어야 한다. 일반적으로 2차원(2-D) 물체 추적

에 여러 가지 방법이 사용되고 있지만 그 중에서 입력 영상에서 물체의 중심을 구해 물체를 추적하는 무게 중심법(centroid method)과 연속적으로 입력되는 물체의 상관을 통해 일치 정도를 구하는 상관기법(correlation method)등이 많이 사용되고 있다.

본 논문은 스테레오 비전 시스템에서 복잡한 배경이 존재하고 카메라가 움직이는 경우의 스테레오 물체추적기 구성을 위한 새로운 접근 방법으로 움직임 보상 부호화(Motion Compensated Coding, MCC)에서 사용되고 있는 블록 정합 알고리즘(Block Matching Algorithm, BMA)으로 한 쪽 영상에서 추적 물체와 배경을 분리하고, 좌, 우 두 영상간에 JTC를 실행하여 추적 물체의 위치좌표를 구하여 이 위치 좌표값을 이용해 스테레오 카메라의 주시각과 팬/틸트를 동시에 제어할 수 있는 스테레오 물체추적 시스템을 제시하고자 한다.

II. 본 론

그림 1은 스테레오 물체 추적을 위한 구성도를 보여 주고 있다. 좌, 우측 카메라의 입력 영상은 입체(3D)

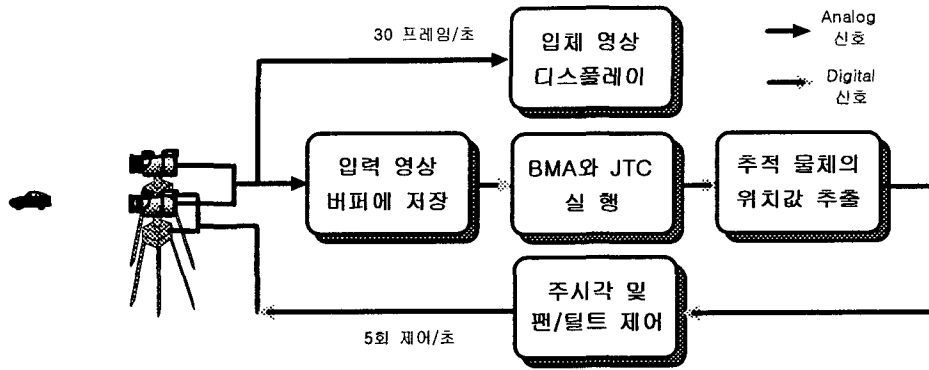


그림 1 스테레오 물체추적기의 구성도

디스플레이 장치를 통해 초당 30프레임의 아날로그 신호를 직접 디스플레이 시켜주므로 실시간 물체 추적을 스테레오로 볼 수 있다. 반면에 카메라의 주시각 및 팬/틸트 제어를 위한 신호 처리는 이동 물체의 속도를 감안하여 초당 5회 정도만 처리해도 물체를 추적하는데 지장이 없을 것이다. 이 처리 과정은 좌,우측 입력 영상을 컴퓨터 메모리 버퍼에 저장한 후 이 영상들로부터 BMA와 JTC를 수행하여 추적 물체의 위치 좌표값을 구한다.

스테레오 물체 추적기에서 물체 추적이 실시간으로 이루어진다고 가정하면 항상 추적 물체가 영상의 중심에 근사해 있다고 볼 수 있다. 따라서 추적 물체는 항상 입력 영상의 중심에서 약간 이동해 있으므로 BMA의 전역 탐색 알고리즘(FSA)을 입력 영상의 중심 범위만 한정하여 적용하면 전역 탐색의 문제점인 계산량을 줄일 수 있다. 따라서 본 논문에서는 제한된 블록에만 전역 탐색 알고리즘(FSA)을 적용하여 추적 물체와 배경을 분리하고자 하였다.

입력 영상 $I(t-1)$ 과 $I(t)$ 의 전체 화면은 그림 2처럼 256x256으로 저장을 한다. 영상의 중심 좌표를 (0,0)으로 정하면, x, y축 범위의 좌표는 각각 -128~128(256x256 픽셀)로 나타낼 수 있다. 그리고 입력 영상의 1/2(-64~64, 128 픽셀)블록을 탐색 영역으로 한정하였다.

이동 성분을 구하는 방법은 입력 영상 $I(t-1)$ 과 $I(t)$ 에서 1/2로 분할된 블록(-64~64)에 대하여 정합의 척도인 식(1)의 절대 평균오차 (Mean Absolute Difference, MAD)로 비교하였다.

$$MAD(i, j) = \frac{1}{S^2} \sum_{y=1}^S \sum_{x=1}^S |I_t(x_i, y_j) - I_{t-1}(x_i, y_j)| \quad (1)$$

여기에서 S는 블록 정합을 위한 블록의 크기이며, $I_t(x_i, y_j)$ 와 $I_{t-1}(x_i, y_j)$ 은 t와 t-1 프레임에서 각각의 화소값이다. 그리고 S는 8로 고정된 크기의 8x8 화소(pixel)의 블록으로 탐색을 실시하였다.

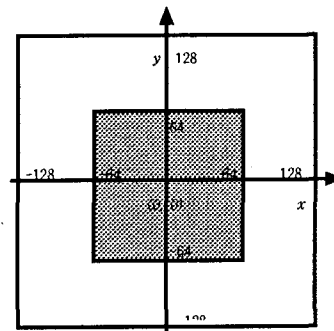


그림 2. 입력 영상과 탐색 영역

식 (1)에서 MAD값이 크게 나타나는 영역은 추적 물체가 이동한 영역이므로 이 영역에 대하여 블록 윈도우(window)를 씌우고 나머지를 모두 제거하면, 이동 성분이 없는 블록은 배경으로 모두 제거되어 추적 물체만 남게 된다. 따라서 좌측영상에서 추적 물체가 존재하는 블록 윈도우의 위치를 통해 추적 물체의 위치 좌표를 구할 수 있으므로 추적 물체만 영상의 중심으로 이동시킬 수 있다.

다음에는 좌측의 $I'(t)$ 영상과 우측의 $I(t)$ 영상간의 JTC를 수행하여 우측 영상에서 추적 물체의 위치값을 구하게 된다.

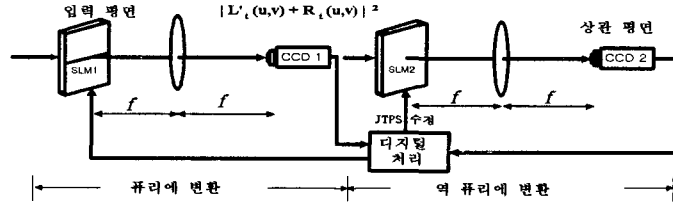


그림 3. 입력에 대한 광 JTC 시스템의 구성도

그림 3은 t 시간의 $I'(t)$ 와 $r(t)$ 영상간에 대한 광 JTC 시스템의 구성도를 나타낸 것이다. 입력평면에서 SLM1의 영상은 컴퓨터에서 $I'(t)$ 와 $r(t)$ 영상을 입력 받게 된다.

$$\begin{aligned}
 c_{JTC}(x,y) &= \mathcal{F}^{-1}\{E_{JTC}(u,v)\} \\
 &= I'_i(x,y) \otimes I'_i(x,y) + r_i(x,y) \otimes r_i(x,y) \\
 &\quad + I'_i(x,y) \otimes r_i(x,y) * \delta[x + \Delta x_R, y + \Delta y_R - w] \\
 &\quad + r_i(x,y) \otimes I'_i(x,y) * \delta[x - \Delta x_R, y - \Delta y_R + w]
 \end{aligned} \quad (3)$$

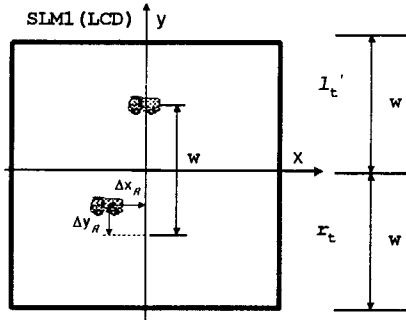


그림 4. JTC 시스템의 입력평면

그림 3에서 푸리에 입력 평면(SLM1)을 그림 4와 같이 2단으로 분리하여 JTC 입력 평면으로 나타낼 수 있다. 그림 4에서 입력되는 좌측 영상 $I'(t)$ 와 우측 영상 $r(t)$ 는 각각 $I'_i(x, y - \frac{w}{2})$ 와 $r_i(x - \Delta x_R,$

$y - \Delta y_R + \frac{w}{2})$ 로 나타낼 수 있다. 여기에서 $2w$ 는 LCD의 높이이고, $(\Delta x_R, \Delta y_R)$ 는 t 시간에 우측 영상의 추적 물체가 중심으로부터 떨어진 거리가 된다.

이 때 기준영상 $I'(t)$ 와 비교영상 $r(t)$ 간에 푸리에 변환한 광 간섭세기 분포(JTPS, CCD1)는 식 (2)로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 E_{JTC}(u,v) &= |L'_i(u,v) + R_i(u,v)|^2 \\
 &= |L'_i(u,v)|^2 + |R_i(u,v)|^2 \\
 &\quad + L'_i(u,v) R_i^*(u,v) + L_i^{**}(u,v) R_i(u,v)
 \end{aligned} \quad (2)$$

식(2)을 다시 역 푸리에 변환하면 식(3)과 같다.

식(3)에서 세 번째 항과 네 번째 항은 두 영상간의 상호 상관성분으로 상관 침두치는 DC를 중심으로 좌표 $[\pm \Delta x_R, \pm(\Delta y_R - w)]$ 에 원점 대칭으로 나타난다. 이 두 영상간의 최종 상관 침두치 $[\pm \Delta x_R, \pm(\Delta y_R - w)]$ 로부터 이동물체의 이동 위치 좌표 $(\Delta x_R, \Delta y_R)$ 를 얻을 수 있다.

그림 5에서 상관 침두치는 JTC를 실행한 결과 상관 평면에서 나타나는 값을 보여주고 있다.

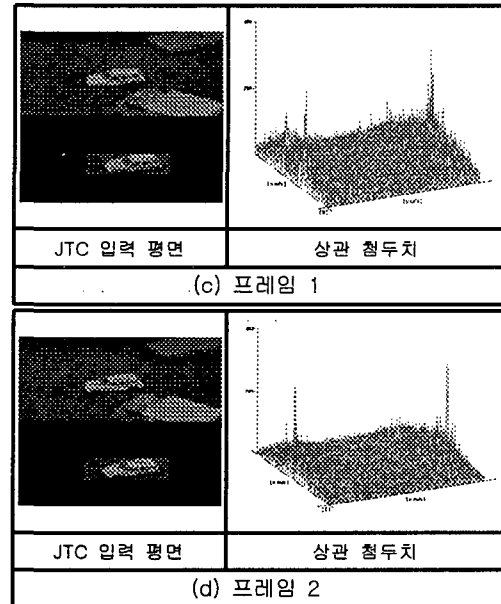


그림 5 JTC 결과

여기에서 위치 좌표 값은 스테레오 물체 추적의 주시각 및 팬/틸트 제어값으로써 좌측 카메라는 $(-\Delta x_L, -\Delta y_L)$ 만큼 이동시키고, 우측 카메라는 $(-\Delta x_R, -\Delta y_R)$ 만큼 이동시키면 두 영상을 동시에 화면의 중심에 위치시킬 수 있으므로 스테레오 자동 물체추적 시스템이 가능하다.

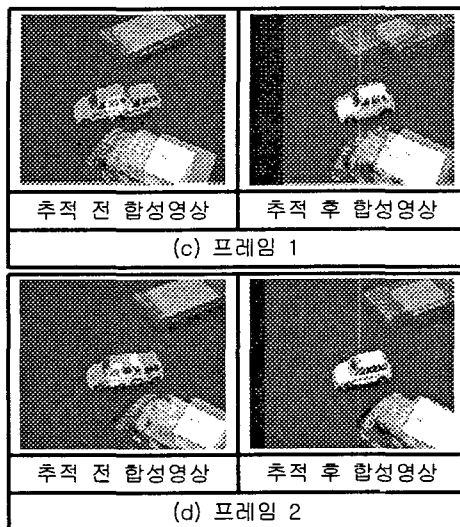


그림 6. 이동물체의 시뮬레이션 추적결과

그림 6은 입력 영상에서 $l(t)$ 와 $r(t)$ 의 2 프레임 영상에 대하여 추적하기 전의 스테레오 합성영상과 추적한 후의 스테레오 합성영상을 보여주고 있다. 그림 6에서 보면, 추적 전의 합성영상은 추적물체 영상이 겹쳐 나타나 입체화면으로 정확한 입체감을 느낄 수 없을 뿐만 아니라 눈의 피로감을 느끼게 된다. 또한 추적 물체가 화면의 중앙에 있지 않기 때문에 물체를 추적하기가 곤란하다. 반면에 추적후의 스테레오 합성영상은 추적 물체는 하나로 보이고 주변의 배경은 양안 시차를 지니고 있기 때문에 정확한 입체감을 느낄 수 있다. 또한 추적 물체가 화면의 중앙에 위치하므로 스테레오 물체 추적이 가능하다.

V. 결론

복잡한 배경이 존재하고 카메라가 움직이는 스테레오 영상에서 블록 정합 알고리즘(BMA)으로 추적 물체와 배경을 분리하였다. 또한, JTC를 이용하여 주시

각 및 팬/틸트 제어 값을 구하여 좌, 우측 카메라를 제어하는 스테레오 자동 물체 추적 시스템을 제시하였다. 추적결과 배경잡음과 상관없이 적응적으로 작용하여 정확히 이동물체의 위치를 스테레오로 추적할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] T. J. Olson and D. J. Coombs, "Real-Time Vergence Control for Binocular Robots," Intl. J. of Computer Vision, Vol.7, No.1, pp.67-89, 1991
- [2] 이재수, 김성호, 김규태, 김은수, "광 JTC를 이용한 이동 물체의 스테레오 주시각 시차 추출", 대한전자공학회, 제35권, D편, 12호, pp.99-107, 1998
- [3] C. Tam, T.S. Yu, A. Gregory, D. Juday, "Autonomous real time object tracking with an adaptive JTC," Opt. Eng., Vol.29, No.4, p314-320, 1990
- [4] 이재수, 김규태, 김은수, "광 JTC를 이용한 스테레오 물체추적 시뮬레이터의 구현", 대한전자공학회, 제36권, D편, 8호, pp.68- 78, 1999
- [5] Ken Sauer, Brian Schwartz, "Efficient Block Motion Estimation Using Integral Projections", IEEE, Vol. 6, No. 5, October 1996