

김 경 진*
 변 중 남

한국과학기술원
 전기및 전자공학과

1. 서 문

대부분의 동적 영상 분석에 관한 연구는 정지된 카메라로부터 얻어진 일련의 영상을 그 대상으로 하고 있다. 그러나, 로보틱스, 무인 주행차등의 경우 카메라 자체의 이동에 의해 배경이 움직이게 되므로, 물체 인식의 문제가 보다 복잡해진다.

현재까지 제안된 동적영상 분석기법을 살펴보면, Differencing operation [1,2]은 카메라가 이동할 경우 그 적용이 어려운점이 있으며, optical flow 분석법[5] 계산량이 많고 노이즈에 약한 면이 있다.

본 연구에서는 카메라와 물체가 동시에 이동할 경우에 적합한 새로운 카메라 세트를 제안한후, 그 특성과 응용에 대하여 고찰하였다.

2. 동축 카메라

동축 카메라는 광로차 (optical path difference)를 Od 만큼 차이가 나게 두개의 카메라를 그림 1과 같이 배치한 것을 지칭한다. 이는 optical flow 분석에서 카메라의 이동속도가 무한대 일때와 개념적으로 동일하며,

Focus-of-Expansion 이 물체의 운동과 무관하게 원점에서 유일하게 결정됨을 알 수 있다.

$A(t)$ 와 $B(t)$ 는 각각 A/B 카메라로 부터 t 시간에 얻어진 영상을 지칭한다.

3. 극좌표 변환과 거리 측정

$B(t)$ 를 기준영상으로 하여 $A(t)$ 를 비교분석하면 영상내의 모든점은 극좌표 (r, θ) 에서 보면, θ 는 항상 일정하며, r 만 변화함을 할 수 있다. 따라서 일반 직교좌표 영상을 극좌표로 변환하면 모든점의 운동이 r 만의 함수가 되므로 분석이 간편해진다[3].

똑같은 광학적 특성을 갖는 두대의 카메라를 그림 2와 같이 배치하면,

$$r = fR / (z - f) \dots\dots\dots (1)$$

$$r' = fR / (z - Od - f) \dots\dots (2)$$

측정된 disparity 즉 $(r - r')$ 를 Dp 라고 하면 그점과 텐즈까지의 거리 z 는

$$z = r(Od/Dp) + f \dots\dots\dots (3)$$

로 표현됨을 알 수 있다. (f 는 focal length)

이때 복기할 사항으로

- 1) 보통의 stereo vision 과는 달리 depth Z 가 disparity 뿐만 아니라 그점의 위치와도 관련된 함수가 된다.
- 2) 화면의 원점을 항상 일치하므로, tie-point [9]의 역할을 할 수 있다. 그러나 이 부근의 거리정보는 결정이 힘들다.
- 3) r과 Dp가 영상메모리 상의거리, 즉 pixel 의 숫자로 측정될 경우, 영상 메모리의 주소와 부영화면과 연관을 맺어주는 scale factor가 서로 상쇄되기 때문에, 이를 실제거리로 변환시키는 과정이 필요없게 된다.
4. 이동 카메라에 의한 동적 영상분석

Differencing operation 은 영상을 정적인 성분과 동적인 성분으로 나누는데 매우 유용하다는 점은 많은 연구를 통해 입증되었으나, 카메라와 물체가 동시에 이동하는 경우, 배경 역시 FOE를 중심으로 방사선 방향으로 운동하므로 그 적용이 힘들게 된다.

이러한 점을 해결하기 위해, 제안된 카메라 세트를 이용하여, Difference Picture D(t')를 A(t)와 B(t')의 pixel by pixel operation에 의해 구한다. 이때, 카메라의 운동방향과 광축이 일치하고, 조명의 변화가 없다고 가정할때, t와 t'는 다음 관계를 만족해야 한다.

$$Dd = \int_t^{t'} U(\tau) dt \dots\dots\dots (4)$$

(U(τ)는 카메라의 속도)

이 과정을 graph로 설명하면, α(t), β(t)를 각각 A/B 카메라의 z 방향의 운동 궤적이며 α(t₁)의 위치에서 얻은 영상을

A(t₁)라고 할때, (4)식을 만족하는 시간 t₂=t'₁은 α(t₁)에서 그은 수평선과 β와 만나는 점이된다.

그림 3. 은 3장이상의 영상 메모리가 있는 image acquisition system 의 구성도이다.

5. 실험및 결과

사진 1.은 실험대상 화면으로 우측상단의 흰원이 이동물체이다. 사진 2.은 A(t)와 B(t)의 두 영상을 이용하여 Differencing operation을 한 결과이다. 동적인 물체와 정적인 배경이 카메라의 이동에 의해 잘 구분이 되지 않고 있다. 사진 3.은 A(t)와 B(t')을 이용한 결과 동적인 물체만이 추출된 결과이다.

그림 4,5 에서는 각 입력영상 및 결과의 수평방향의 profile 이 비교되고 있다. 그림 6,7은 이동물체가 있는 경우, 카메라를 시간에따라 전진하면서 얻은 frame sequence 를 같은 방법으로 분석한 결과이다.

6. 결 론

로봇트의 팔끝에 부착가능한 동축카메라 세트를 제안하여, 이동물체를 추적하는 경우 그 유용성을 보였다. 정적인 stereo-vision 과 동적영상 분석에 동시에 적용이 가능하므로, 그 응용분야가 넓을것으로 보인다.

참 고 문 헌

- [1] W.N. Martin and J.K. Aggarwal, "SURVEY Dynamic Scene Analysis," Comput. Graphics Image Processing, vol 7, pp. 356-374, 1978.
- [2] Ramesh Jain, W.N. Martin, and J.K. Aggarwal, " Segmentation through the Detection of Changes Due to Motion," Comput. Graphics Image processing, vol 11, pp.13-34,1979.
- [3] Ramesh C. Jain, "Segmentation of Frame Sequences Obtained by a Moving Observer," IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell., vol. PAMI-6, No.5, pp. 624-629, 1984.
- [4] R. A. Jarvis, "A perspective on Range finding Techniques for Computer Vision," IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell., vol. PAMI-5, No.2, pp. 122-139, 1983.
- [5] W.F. Clocksin, "Perception of surface slant and edge labels from optical flow: A computational approach," perception, vol.9, pp.253-269, 1980
- [6] T.D. Williams, "Depth from camera motion in a real world scene," IEEE Trans. pattern Anal. Machine Intell., vol.PAMI-2, No.6, pp. 511-516, Nov. 1980.
- [7] B. K. P. Horn and B. G. Schunck, "Determining optical flow," Artificial Intell., 1981.
- [8] R. Jain, "Direct computation of the focus of expansion," IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell., vol. PAMI-5, pp. 58-64, Jan. 1983.
- [9] M.D. Levine, "Computer Determination of Depth Maps," Comput. Graphics Image processing, vol 2, pp. 131-150, 1973.



사진 1.

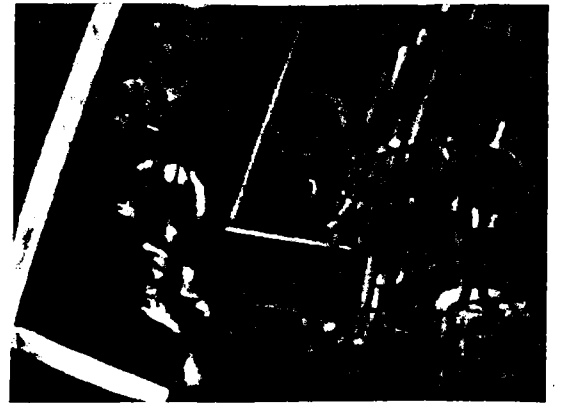


사진 2.

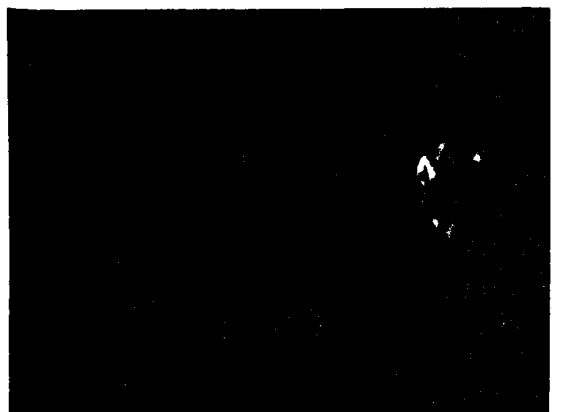


사진 3.

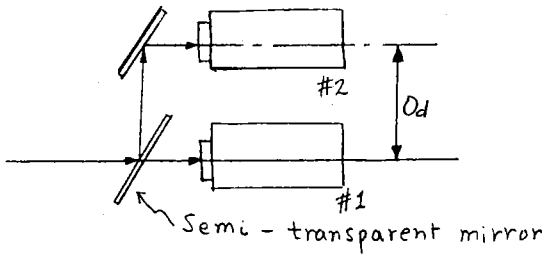


그림 1. 동축 카메라

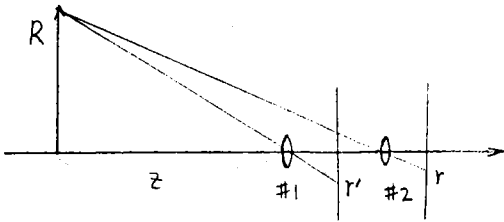
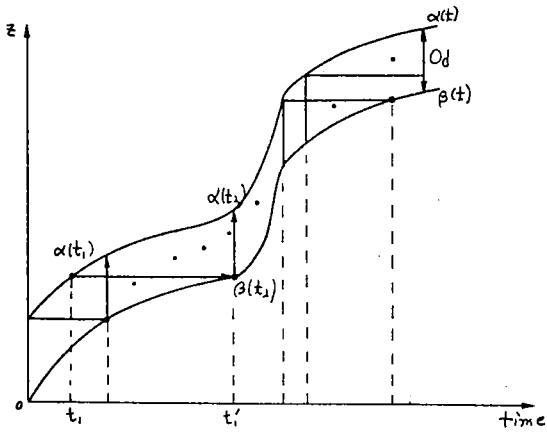


그림 2. Equivalent Imaging Geometry of co-axial camera



Graphical representation of sampling instant

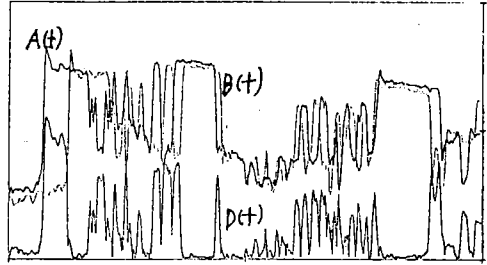


그림 4.

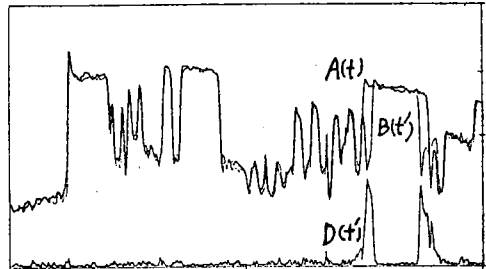


그림 5

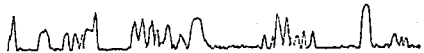
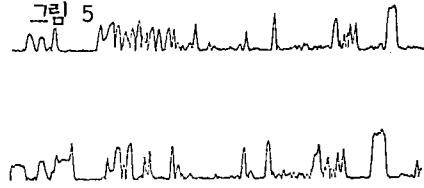


그림 6.

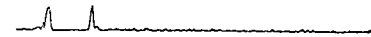


그림 7.