

영상 상관을 이용한 목표물 추적 알고리즘에 관한 연구

○ 김 용 호*

왕 병 원**

*,** 한국항공대학 통신정보공학과

A Study on the Moving Target Tracking Algorithm by Using Image Correlation

Yong Ho Kim*

Byong Won HWANG**

*,** Dept. of Telecom. and Information Eng., Hankuk Aviation College

ABSTRACT: A moving target tracking algorithm by using image correlation is discussed. A target is detected by two stage processing in order to reduce computation costs. In first detection, the candidate position is selected by using deviation value of difference as similarity measure. In second detection, the best match position of target was determined by using normalized correlation coefficient as similarity measure. Two similarity measures are best related to each other. The two stage detection method is applied to tracking algorithm, which is simulated on digital computer.

1. 서 론

영상 처리 분야에서 상관 기법은 매우 중요한 위치를 점유하고 있으며 실제로 FLIR, SAR, 가시 영역 센서등을 이용하여 MAP 데이터, 항공 사진, 이동 정보 추출 처리를 함으로써 Night Vision, 자동 항법, 물체 검출 및 추적 시스템등에 응용되고 있다.

대부분의 경우 상관 기법은 영상내의 목표물(패턴)을 검출하거나 위치를 찾는 데 적용되고 있다. 검출될 패턴은 크기와 형상이 단순한 것부터 전경과 배경에 의해 왜곡된 복잡한 것에 이르기까지 다양하므로 상관 기법의 복잡성은 적용하고자 하는 응용에 따라 다르다[1].

일반적으로 동 영상을 처리하기 위한 시스템은 두 가지 관점 즉, 정확도 및 처리 시간을 고려하여야 한다.

이러한 관점에서 정규화된 직교 상관식(상관 계수)을 유사성(similarity)의 척도로 사용하는 시스템은 차별대값의 합, 직교 상관식을 사용하는 시스템보다 정확도는 높으나 계산량이 상당하다[2]. 처리량을 감소시키

기 위하여 고속 변환 기법을 이용하여 변환 영역에서 처리하는 알고리즘이 보고되었다[3]. 그러나 FFT를 사용하는 경우 기준 영상(원도우)의 크기를 정방향으로만 들여야 하는 단점이 있다. 또한 병렬 처리 시스템 및 반도체 소자의 급속한 발달로 인하여 목표물의 크기가 크지 않은 경우 직접 공간 영역에서 빠른 속도로 처리가 가능하나 처리 시간을 더욱 단축시키기 위한 방향으로 연구가 진행되고 있다.

정확도 관점에서 초기의 상관 시스템은 기준 영상과 입력 영상의 규정된 영역내에서 그레이 레벨의 통계적 특성에 근거하여 추적하였으나 이는 배경과 목표물 사이의 대비가 큰 경우 잘 적용되었으나 복잡한 지형적 환경 내에 있는 목표물의 추적은 실패하는 경우가 생겼다. 또한 목표물이 전경에 가려지는 경우 대비, 전경의 크기, 배경과 목표물의 대비에 의해서 추적이 잘못되었다. 이를 보완하기 위하여 상관과 물체 검출 방법이 결합된 추적 시스템이 독일에서 개발되었다[4].

본 논문에서는 한 단계만 거치는 방법보다도 계산량을

감소시키기 위하여 목표물 검출을 2 단계로 나누고 첫 단계 검출 방법이 두 번째 단계의 검출 방법과 상호 밀접한 관계를 갖는 유사성의 척도 제시 및 이를 추적 알고리즘에 응용하였다.

2. 목표물 추적 알고리즘

영상 레지스터레이션은 두 영상간의 상대적인 변위를 결정하기 위해서 센서로 부터 유도된 영상과 기준 영상을 매칭하는 과정이다. 이 변위 추정은 센서의 위치를 결정하는 데 이용된다. 매칭될 두 영상은 회전 및 잡음에 의한 기하학적 왜곡이 존재하나 미지의 명진 운동에 의해서만 다르다고 가정한다. 영상 레지스터레이션은 크게 템플레이트 매칭, 특징 매칭으로 분류된다. 템플레이트 매칭 과정은 입력된 영상의 탐색 영역에 걸쳐 템플레이트를 전이시키면서 그것이 놓여있는 동일 크기의 입력 영상과 템플레이트의 유사성을 계산하고 최대가 되는 경우 동일 물체로 인식하는 것이다.

템플레이트는 목표물 영상 또는 기준 영상의 의미로 사용되며 유사성 척도로 차 절대값의 합(평균), 차 제공 평균, 상관 계수 등이 사용된다.

특징 매칭 방법은 탐색 영역내의 특징 또는 블록 특징을 기준 영상과 매칭함으로써 레지스터레이션을 수행한다. 특징 파라미터로 에지, 인접 화소간의 상관 계수[5] 등이 이용되며 기준 영상의 종류가 많은 경우 일단 탐색 영역내의 블록 특징이 계산되면 각각의 기준 영상의 특징을 매칭함으로써 템플레이트 방법보다도 효율적이다.

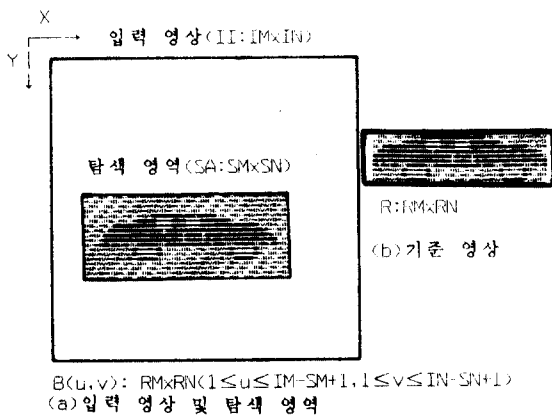


그림1. 변수의 정의

여기서는 템플레이트 매칭 방법을 적용하여 목표물의 위치를 검출한다.

그림1.에 입력 영상, 탐색 영역, 기준 영상의 변수를 정의하였으며 탐색 영역내의 기준 영상 크기의 입력 영상 영역을 블록으로 정의한다.

그림2.에 추적 알고리즘의 블록도를 나타내었으며 주요 동작은 시간 T_n 에서 추적하고자 하는 목표물이 검출되었다고 가정할때 시간 T_{n+1} 에서 기준 영상의 일부와 유사성의 척도로 차 분산값을 적용하여 후보 위치를 검출하고 (1 단계 검출), 이 후보 위치에서 기준 영상 전부와 상관 계수를 적용하여 목표물의 위치를 결정한다 (2 단계 검출).

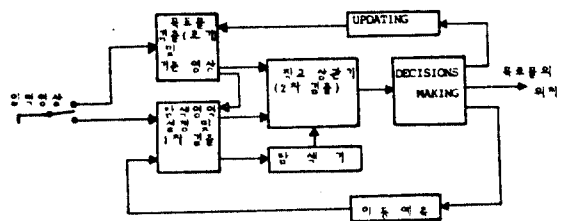


그림2. 상관 추적 알고리즘의 블록도

2-1 1 단계 검출

1 단계에서 사용되는 검출 방법으로는 차 절대값의 합을 유사성의 척도로 하는 경우 기준 영상의 일부만[6]을 매칭하고, 상관 계수를 이용하는 경우 기준 영상내의 각 화소의 그레이 레벨 값을 랜덤하게 샘플링하여 그것들에 대응하는 블록내의 값과 매칭함으로써[7]서 후보 위치를 찾는다. 목표물의 위치를 2 단계로 나누어서 결정하는 경우 첫 단계에서 템플레이트 일부만을 사용하고 마지막 단계에서 전체 템플레이트를 사용하는 방법은 표1.과 같다.

표1. 템플레이트 일부만을 사용하는 경우(1단계) 유사성 및 각 단계의 처리

각 단계 \ 유사성	차 절대값의 평균	상관 계수
1 단계	템플레이트의 특징한 영역	템플레이트 내의 검출 랜덤하게 추출
2 단계	템플레이트 전부	템플레이트 전부

그밖에도 항상 정보를 이용한 가산 부정법등이 있다[8].

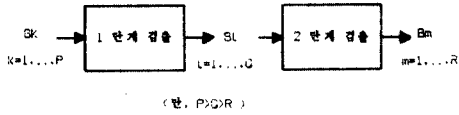


그림3. 각 단계의 블록도

그림3.에 나타낸 바와같이 목표물 검출을 두 단계로 나누는 목적은 모든 블록에 대하여 상관 계수를 사용하여 매칭하는 정교한 검출 방법을 실현하는 데는 계산량이 상당히 많으므로 목표물 성분만 가지고 있는 블록에 비해 배경 성분이 많은 블록을 제거하기 위한 거칠은 방법을 적용하고 선택된 후보 블록에 대하여 정밀한 검출을 수행함으로써 계산량을 감축시킬 수 있기 때문이다. 각 검출 단계의 방법은 상호 연관성을 갖고 있어야 한다.

차의 분산값과 상관계수는 다음과 같은 관계를 갖는다. 즉,

$$D=R-B \quad (1)$$

$$\sigma_D^2 = \sigma_R^2 + \sigma_B^2 - 2\sigma_{RB} \quad (2)$$

$$\rho_{RB} = \sigma_{RB} / (\sigma_R \sigma_B) \quad (3)$$

$$\rho_{RB} = \frac{\sigma_R^2 + \sigma_B^2 - \sigma_D^2}{2\sigma_R \sigma_B} \quad (4)$$

(D,R,B는 블록으로 2차원 배열이다.)

이다.그런데 탐색 영역내에는 목표물 성분이 배경 성분보다 많고 목표물 근방에서 σ_D^2 의 변화는 작으므로 식(4)에서 ρ_{RB} 는 σ_D^2 에 따라서 변한다. 즉, σ_D^2 가 증가함에 따라 ρ_{RB} 는 감소한다.따라서 첫 단계의 방법으로 차의 분산값을 유사성의 척도로 하고 기준 영상의 1/4만을 사용하여 매칭과정을 수행한다.차의 분산값의 누적 분포함수를 구하고 여기서 10%만을 선택하고 나머지는 제거한다.여기서 10%에 해당하는 값을 한계값

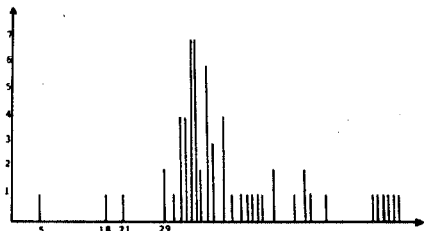


그림4. 차 분산값의 분포도

으로 설정하고 이 한계값보다 작은 값을 갖는 블록을 후보 위치로 선정한다. 그림4.에 차의 분산값의 분포도를 나타내었고 그림5.에 결정된 한계값보다 작은 값을 갖는 후보 위치를 표시하였다.

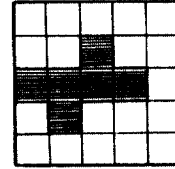


그림5. 후보 위치

2-2 상관 계수의 계산 (2 단계 검출 과정)

상관 분석이란 두 변수 II, RI가 모두 확률 변수일 때 이들 변수 사이의 선형 관계성에 대하여 조사하는 것이다.1 단계 검출에서의 출력인 후보 위치들로 기준 영상을 이동 시키고(탐색기) 이 위치에서 상관계수(정규화된 직교 상관 함수)를 계산한다.

상관 계수를 구하는 식은 다음과 같다.

$$C(u,v) = \frac{1/SE R(x,y)II(r,s) - 1/SE R(x,y)EI(r,s)}{[1/SE R(x,y)^2 1/SE R(x,y)^2]^{1/2} [1/SE II(r,s)^2 1/SE II(r,s)^2]^{1/2}} \quad (5)$$

$$(S=1/KL, r=x+u-1, s=y+v-1)$$

위의 식은 다음과 같은 형태로 분리된다.

$$A=1/SE R(x,y)II(r,s) \quad (6)$$

$$B=1/SE R(x,y) \quad (7)$$

$$D=1/SE R(x,y) \quad (8)$$

$$E=1/SE II(r,s) \quad (9)$$

$$F=1/SE II(r,s) \quad (10)$$

그러므로

$$C(u,v) = \frac{A-BE}{\text{SORT}[(D-BB)(F-EE)]} \quad (11)$$

이 된다.

따라서 식(11)은 병렬 처리로 가능하다.

$C(u,v)$ 의 값은 기준 영상과 탐색 영역내의 블록이 얼마나 선형적으로 관계가 있는가를 지시한다. 즉, C=1인 경

우 두 영상은 동일하며 C=0인 경우 전혀 상관이 없다.

2-3 DECISION MAKING

2-3-1 목표물의 위치 및 속도 계산

최대 상관 계수를 갖는 점이 목표물의 위치로 결정되며 이것이 추적기의 출력이 된다. 이 위치와 전 프레임에서의 위치 변위를 시간 t로 나누면 속도가 계산된다.

즉,

$$V(TK) = \frac{P(TK) - P(TK-1)}{t}$$

이다.

여기서 t는 프레임간의 시간, P(TK) 와 V(TK)는 시각 TK에서 각각 속도 벡터, 위치 벡터를 나타낸다.

2-3-2 이동 예측 및 기준 영상의 최근화

속도가 거의 일정하다면 정확한 예측이 가능하나 그렇지 않은 경우에는 부정확하다. 평균 이동 속도, 전 프레임에서의 속도, 현 프레임에서의 속도를 평가하여 목표물의 진행 방향을 결정할 수 있다. 또한 조도 변화에 의한 목표물의 그레이 레벨의 비선형 변화분을 감소시키기 위하여 기준 영상을 최근화한다.

3. 시뮬레이션 및 검토

사용되는 영상 데이터는 64x64x6비트로 배경, 목표물을 순서적으로 중첩하여 만들었다. 배경의 그레이 레벨 분포는 가우시안으로 가정하고 목표물은 homogenous 영역들로 구성하고 목표물의 최대 변위를 ±4 화소로 하였다. 그림6.에 중첩된 목표물의 영상을 나타내었다.

본 알고리즘 적용시 매우 정확한 결과를 얻었으며 계산량도 상당히 감축되었다. 전경에 가려지는 경우와 추적 알고리즘의 타당성을 증명하는 정확한 수학적 영상 모델 설정 및 병렬성에 관하여 연구중에 있다.

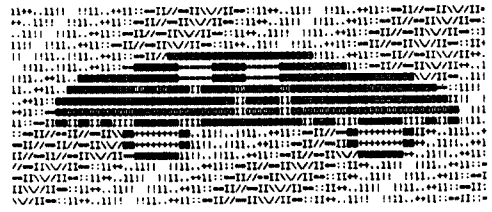


그림6. 목표물이 중첩된 영상의 예

참 고 문 헌

- [1] Kendall Preston, Jr. Leonard Uhr, Multicomputer and image processing, Academic Press, pp.87-91, 1982
- [2] M. Svedlow, C. D. Mcglien, P. E. Anuta, "Image registration: similarity measure and preprocessing methods comparison," IEEE Trans. on AES, vol. AES-14, No. 1, pp. 141-150, Jan., 1978.
- [3] K. R. Rao, Discrete transforms and their applications, Van Nostrand Reinhold Company: New York, pp. 230-233, 1985.
- [4] T. S. Huang, Image sequence processing and dynamic scene analysis, NATO ASI Series, pp. 493-501, 1982.
- [5] H. S. Rnaganath, S. G. Shiva, "Correlation of adjacent pixel for multiple image registration," IEEE Trans. on Comput., vol. C-34, No. 7, pp. 674-677, July, 1985.
- [6] G. J. Vanderburg, A. Rosenfeld, "Two stage template matching," IEEE Trans. on Comput., vol. C-26, No. 4, pp. 384-393, April, 1977.
- [7] A. Goshtasby, S. H. Gage, J. F. Bartholic, "A two stage cross-correlation approach to template matching," IEEE Trans. on PAMI, vol. PAMI-6, No. 3, pp. 374-378, May, 1984.
- [8] S. Ishikawa, M. Yamada, S. Ozawa, "A method of estimating the target position on image tracking system of moving target," Proceeding of CVPR, pp. 9-12, 1984