맵핑 테이블을 이용한 전역 밝기 보상

Global Intensity Compensation using Mapping Table

오상진, 이지홍, 고윤호
(Sang-Jin Oh, Jihong Lee, Yun-Ho Ko)

Abstract -This paper presents a new global intensity compensation method for extracting moving object in a visual surveillance system by compensating time variant intensity changes of background region. The method that compensates a little changes of intensity due to time variant illumination change and automatic gain control of camera is called global intensity compensation. The proposed method expresses global intensity change with a mapping table to describe complex form of intensity change while the previous method models this global intensity change with a simple function as a straight line. The proposed method builds the mapping table by calculating the cross histogram between two images and then by selecting an initial point for generating the mapping table by using Hough transform applied to the cross histogram image. Then starting from the initial point, the mapping table is generated according to the proposed algorithm based on the assumption that reflects the characteristic of global intensity change. Experimental results show that the proposed method makes the compensation error much smaller than the previous GIC method

Key Words :global intensity change; global intensity compensation; hough transform; GIC

1. 서론

영상감시 시스템에서 이동물체 추출을 하기 위해서 입력 영상열 로부터 현재 영상에 대한 배경을 추정한 후 추정된 배경과 입력 영상간의 밝기 차이에 기반 하여 이동 물체 영역을 추출하는 접근방식을 사용할 수 있다. 이와 같은 방식이 효율적으로 적용되기 위해 추정 배경부분과 입력영상의 배경부분의 밝기 차이가 없이 완벽하게 일치해야 한다. 그러나 실제 시스템에서는 조명의 변화와 카메라의 제어특성에 따라 입력영상의 배경부분과 배경추정영상이 같은 밝기 값을 가지지 않는다.

이동 물체 추출을 위해 서로 다른 두 입력영상에서 배경영역에 해당 하는 두 영상의 밝기를 최대한 같게 만들어 주는 것을 전역 밝기 보상이라고 한다. 일반적으로 두 이미지의 밝기가 어떻게 변화되었는지를 확인하기 위해 그림 1.1과 같은 상호도수 분포도(cross histogram)(상호도수 분포도는 한 영상의 밝기 값 p가 전역 밝기 변화에 의해 다른 밝기 값 q로 변화된 빈도를 이차원 함수로 표현한 것이다)를 이용할 수 있다. 전역밝기 변화를 기존 논문에서는 상호도수 분포의 경향을 선형 및 비선형 모형으로 표현하였으나 본 논문에서는 위 분포의 경향을 함수가 아닌 맵핑 테이블로 표현하는 방법을 제한다. 2장과 3장에서는 각각 기존방법 및 제안된 방법 소개 4장에서는 실험영상을 가지고 기존 방법과 제안된 방법을 비교 분석하여 제안된 방법이 더 우수함을 보였다.

저자 소개
* 오상진: 忠南大學 메카트로닉스 工學科 碩士課程
** 이지홍: 忠南大學 메카트로닉스 工學科 政敎授 · 工博
*** 고윤호: 忠南大學 메카트로닉스 工學科 專任講師 · 工博

그림 1.1 상호 도수 분포도

2. 기존방법 소개

현 영상과 목표영상사이의 전역밝기 변화는 식2.1과 같이 선형적으로 모형화 할 수 있다. 이때 전역밝기변화를 추정한다는 것은 이 두 영상을 이용하여 전역밝기변화 모형의 계수 즉 선형모형의 경우 흑색수준 B 와 제한수준 C , 그리고 전역밝기변화계수 A 를 추정하는 것을 말한다.

$$g(I(x,y,t)) = \min(B + A(I(x,y,t) - B), C) \qquad (2.1)$$

또한 전역밝기변화를 보상한다는 것은 추정된 전역밝기변화 모형의 계수들을 이용하여 원 영상을 원영상과 목표영상 사이의 전역밝기변화가 보상된 영상으로 만드는 과정을 말한다.

$$\tilde{I}(x,y,t') = g(I(x,y,t)) \qquad (2.2)$$

식 (2.1)에의 선형모형에 대한 모형계수들의 추정/보상 시 흑색수준 B 와 제한수준 C 는 각각 주어진 영상 획득 장치의 최소 및 최대 출력에 해당하고 전역밝기변화계수 A 는 시각 t 와 t ′ 에 획득된 두 영상 간의 상호도수분포(cross-

histogram) H(p,q)에 의해 추정가능하다. 영상 $I(x,y,t)$와 $I(x,y,t')$간에 전역밝기변화를 제외한 다른 밝기 변화(예: 물체의 이동에 의한 밝기 변화)가 존재하며, 이러한 변화가 추정 과정에서 외부자(outlier)로 작용한다.

따라서 그림 2.1에 보인 바와 같이 두 영상 간의 상호도수분포 H(p,q) 의 정의역 평면상에서 추정하고자 하는 전역밝기변화함수로부터 δ_0(모형오차(modeling error)와 관측 잡음(observation noise))보다 큰 거리에 위치한 자료는 외부자로 간주하고, δ_0범위 내의 자료를 대상으로 식 2.3와 같이 추정을 수행하는 방식을 사용한다. 식 2.3에서 up(p)와 down(p)는 주어진 p에 대한 상/하부 δ_0범위를 나타낸다. (그림 2.1 참조)

$$\hat{A}=\arg Max\Big(\sum_{p}\sum_{down(p)\le q\le up(p)} H(p,q)\,|\hat{g}(p)-q|\Big) \qquad (2.3)$$

where $up'(p)=\min(B+A(p-B)+\delta_0\sqrt{1+A}/A, C+\delta_0)$

and $down(p)=\min(B+A(p-B)+\delta_0\sqrt{1+A}/A, C-\delta_0)$

이러한 계수 추정 결과 식 2.1 2.2에 의해 전역 밝기가 보상된 이미지는 식 2.4 와 같이 나타낼 수 있다.

$$\tilde{I}(x,y,t)=\hat{g}(I(x,y,t))=\min(B+\hat{A}(I(x,y,t)-B, C) \qquad (2.4)$$

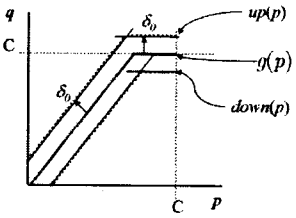

그림 2.1 전역밝기 변화 계수의 추정을 위한 상/하부 δ_0범위

3. 제안된 기법

전역밝기 변화를 일으키는 조명의 변화 및 카메라의 자동 이득제어 등과 같은 요인들 전체를 특정 수학 함수로 모델링하는 것은 한계가 있다. 특히 전역밝기 보상하고자 하는 두 영상간의 시간 간격이 크거나 급격한 조명 변화가 있거나 큰 물체 영역이 갑작스럽게 나타나는 경우 전역 밝기 변화를 정확하게 보상하기 위해 매우 복잡한 함수가 요구된다. 이러한 함수는 많은 수의 파라미터를 요구하게 되고 파라미터를 구하기 위한 알고리즘도 복잡해진다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 극복하기 위해 두 영상간의 밝기 변화를 맵핑 테이블(mapping table)로 표현하는 방법을 제안한다. 즉 그림 3.1에서와 같이 상호도수분포표 상에 나타나는 두 영상간의 밝기 변화를 테이블 형식으로 표현하는 것이다. 전역밝기 보상은 그림 3.1에 도시된 맵핑 테이블을 이용하여 배경영상에서의 밝기값 p를 현재 입력 영상의 밝기값 $q=M(p)$로 보상하게 된다. 본 논문에서는 상호도수분포표를 이용하여 전역밝기 변화를 반영하는 맵핑 테이블을 생성시키는 방법을 제안한다.

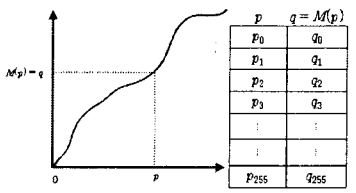

그림 3.1 제안된 맵핑 테이블의 개념

제안된 맵핑 테이블 생성 알고리즘은 다음의 두 가지 사실을 근거로 한다. 첫째 전역밝기 변화는 급격한 변화를 가지지 않는다. 즉, 전역밝기 변화가 복잡한 함수 형태로 나타날 수는 있지만 그림 1.1의 상호도수분포표에서 나타난 것과 같이 그 변화가 갑작스럽게 변할 수는 없다. 둘째 전역밝기 변화는 단조 증가하는 경향을 가진다. 즉, 배경영상에서 상대적으로 어두웠던 곳이 현재 입력영상에서 상대적으로 밝아질 수는 없다.

제안된 알고리즘은 p_{i-1}에 대한 맵핑 테이블값 $M(p_{i-1})$이 주어지는 경우 위 두 가지 사실을 기반으로 p_i에 대한 맵핑 테이블값 $M(p_i)$를 식 (3.1)과 같이 구한다.

$$M(p_i)=\arg\max_{q\in\Psi} H(p_i,q) \qquad (3.1)$$

여기서 Ψ는 식 (3.2)와 같으며 δ_0는 크기가 작은 상수이다.

$$\Psi=\{q|M(p_{i-1})\le q\le M(p_{i-1})+\delta_0\} \qquad (3.2)$$

즉, $M(p_i)$를 구하기 위해 급격한 변화가 없다는 것과 단조증가한다는 가정 하에 식(3.2)에서와 같은 좁은 범위를 설정한 후 해당 범위에서 주어진 p_i에 대하여 상호도수분포 값 $H(p_i,q)$를 최대로 하는 q값을 구하고 이를 $M(p_i)$로 할당한다. 만약 p_{i+1}에 대한 맵핑 테이블값 $M(p_{i+1})$이 주어지는 경우 p_i에 대한 맵핑 테이블값 $M(p_i)$를 구하기 위해서는 Ψ가 식 (3.3)와 같이 수정되어 진다.

$$\Psi=\{q|M(p_{i+1})-\delta_0\le q\le M(p_{i+1})\} \qquad (3.3)$$

식 (3.1)과 (3.2)로 표현된 알고리즘에 따라 맵핑 테이블을 생성하기 위해서는 최초 맵핑 테이블 값을 선택해야 한다. 이러한 초기값이 잘못 설정되는 경우 제안된 알고리즘에 따라 얻어진 맵핑 테이블이 전역밝기 변화를 적절히 표현하지 못하게 된다. 본 논문에서는 전체적인 전역밝기 변화의 경향을 반영하는 초기값을 설정하기 위해 먼저 상호도수분포표상에 Hough Transform을 적용하여 식 (3.4)와 같은 직선을 구한 후 식 (3.5)에 따라 맵핑 테이블의 초기값 $(p_{initial}, M(p_{initial}))$을 얻는다.

$$ht(x)=ax+b \qquad x\in 0,1,...,255 \qquad (3.4)$$

$$(p_{initial}, M(p_{initial}))=\arg\max_{(p,q)\in\Lambda} H(p,q) \qquad (3.5)$$

여기서 영역 Λ는 식 (3.6)과 같이 표현될 수 있는데 이는 그림 3.2에 도시된 것과 같은 영역이다.

$$\Lambda=\{(x,y)|x\in[0,255], y\in[ht(x)-\gamma, ht(x)+\gamma]\} \qquad (3.6)$$

따라서 제안된 맵핑 테이블을 형성하기 위한 과정은 그림 3.3과 같이 요약될 수 있다. 먼저 두 입력 영상에 대한 상호도수 분포도를 구한 후 상호도수분포도에 Hough 변환을 적용하여 전역밝기 변화의 전반적 경향을 반영하는 대표 직선

을 얻는다. 이 대표 직선을 중심으로 하는 그림 3.2의 영역에서 최대 빈도를 나타내는 지점을 초기값으로 설정하고 식 (3.1)~(3.3)에 따라 순차적으로 맵핑 테이블을 형성한다.

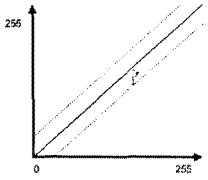

그림 3.2 초기값 선택을 위한 영역

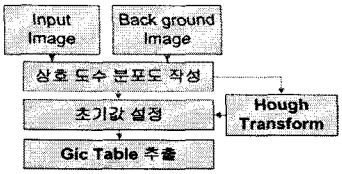

그림 3.3 제안된 전역밝기 보상순서도

4. 실험 결과

그림 4.1과 그림 4.2는 같은 한 사무실 내에서 인위적으로 조명을 변화 하였을 때의 영상이다. 그림 4.3은 그림 4.1과 4.2의 상호도수 분포도를 나타낸 것으로 그림4.3을 통해 전역 밝기 변화를 유추하였을 때 그 변화 경향은 선형이 아니라 비선형 인 것을 확인 할 수 있다. 그림 4.4에서 확인 할 수 있듯이 기존기법에서는 전역밝기변화를 직선으로 표현하였고 제안된 방법 에서는 GIC경향을 그림 4.3과 유사한 형태로 표현한 것을 볼 수 있다.

배경영상을 GIC보상하여 입력영상과 같은 밝기값을 만들어주고 입력영상과 GIC보상된 배경영상의 절대 차 이미지를 생성한 후 문턱치 값을 수식 2.1의 B로 설정한 후 문턱치 변환한 결과가 그림4.5과 그림 4.6이다. 입력영상이 급격히 변화되었을 때 기존 방법에서는 전역밝기 보상을 잘하지 못하여 어느 부분이 움직이는 물체인지 구분이 잘 안가지만 그림 4.6에서는 정확하게 움직인 물체를 구분해 내었다.

GIC 보상의 성능을 정량적으로 평가하기 위해 입력영상과 GIC보상된 배경영상의 절대 차 이미지에서 이의 평균 표준편차를 구하여 비교하였다. GIC는 두 영상의 배경영역에 대한 전역 밝기 보상을 목표로 하므로 그림 4.7와 같이 인위적으로 물체영역을 추출한 후 배경영역에 의해서만 이러한 비교를 수행하였다. 표 4.1은 각기 다른 3가지 영상 열에 대해 비교한 결과이다. 표에서도 볼 수 있듯이 모든 경우에서 제안된 기법이 기존 방법보다 우수한 성능을 보이는 것을 확인 할 수 있었다.

표 3.1 기존 기법과 제안된 방법으로 GIC 보상 후 배경영역의 평균, 표준편차 비교표

	기존방법			제안된 방법		
샘플	1	2	3	1	2	3
평균	75	34	70	43	14	9
표준편차	116	86	114	96	58	49

그림 4.1 3번 배경이미지

그림 4.2 3번입력이미지

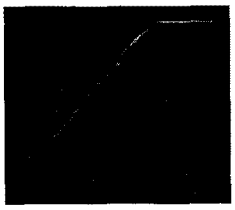

그림43 3번 상호도수 분포도

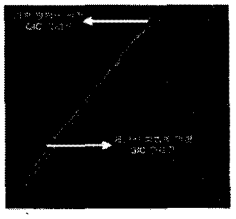

그림 4.4 GIC 그래프

그림 4.5 2번 기존 방법

그림 4.6 2번 제안된방법

그림 4.7 3번 마스크

5. 결론

본 논문에서는 이동물체를 추출하기 위한 전처리 단계로 영상간 전체적인 밝기 변화인 전역밝기 변화를 맵핑 테이블로 보상하는 방법을 제시하였다. 실험 결과를 통해 제시한 방법이 이동물체 추출에 더 효율적임을 보였다.

참 고 문 헌

[1] 김휘용 "화상감시를 위한 이동물체 추출 및 동영상 부호화 기법" 한국과학기술원 졸업논문 2004

[2] R. Klette, K. Schlüuns, and A. Koschan, ""Computer Vision: Three-Dimensional Data from Images,"" Springer-Verlag Singapore Pte. Ltd. pp. 43-80, 1998.

[3] Y. Hashimoto, M. Yamamoto, and T. Asaida, ""Cameras and Display Systems,"" Proc. IEEE, vol. 83, pp. 1032-1043, 1995.

[4] D. G. Luenberger, ""Linear and Nonlinear Programming,"" 2nd Ed., Addison- Wesley Pub. 1984.

[5]Rafael C. Gonzalez, Digital Image Processing Second Edition, Prentice Hall, New Jersey 2002 p.587 Global Processing via the hough Transform