

물체 색정보와 예전 제거기록을 활용하는 새로운 그림자 제거방법

최 혜 승[†] · 왕 아 곤^{**} · 소 영 성^{***}

요 약

칼라 교통 영상열에서의 물체 추출을 위해 우선 MOG(Mixture of Gaussians)에 기반한 배경차이 방법을 이용한다. 추출한 물체에는 그림자가 포함되어 있을 수 있다. 이 그림자로 인해 물체의 정확한 위치를 찾기 힘들고 때에 따라서는 옆의 물체와 붙어 버릴 수도 있다. 그림자 제거를 위한 여러 가지 방법이 제안되었다. 기존 연구는 대개 칼라나 텍스처 성분이 그림자 밑에 유지되고 있는 것으로 가정하였으며 이 가정이 성립하지 않는 경우에는 어려움이 있다. 본 논문에서는 이 가정이 성립하지 않는 경우에도 견고하게 그림자를 제거하는 방법을 제안하였다. 우선 색정보에 기반하여 그림자 화소 후보를 추출하고 전체 물체 크기에 대한 그림자 화소수의 비율을 계산한다. 비율이 적절하면 그림자 화소 후보를 제거하고, 과도하면 예전 제거 기록을 가지고 있는 history array를 활용하여 그림자를 제거한다. 제안된 방법을 실제 칼라 교통 영상열에 적용하여 좋은 결과를 얻었다.

키워드 : 물체추출, 그림자 제거, 배경차이

A New Shadow Removal Method using Color Information and History Data

Hye-Seung Choi[†] · Akun Wang^{**} · Young-Sung Soh^{***}

ABSTRACT

Object extraction is needed to track objects in color traffic image sequence. To extract objects, we use background differencing method based on MOG(Mixture of Gaussians). In extracted objects, shadows may be included. Due to shadows, we may not find exact location of objects and sometimes we find adjacent objects are glued together. Many methods have been proposed to remove shadows. Conventional methods usually assume that color and texture information are preserved under the shadow. Thus these methods do not work well if these assumptions do not hold. In this paper, we propose a new robust shadow removal method which works well in those situations. First we extract shadow pixel candidates by analysing color information and compute the ratio of shadow pixel candidates over the total number of pixels. If the ratio is reasonable, we remove shadow candidate pixels and if not, we use data in history array containing previous removal records. We applied the method to real color traffic image sequences and obtained good results.

Key Words : Object Extraction, Shadow Removal, Background Differencing

1. 서 론

모든 추적 시스템에서 물체 추적을 위해서는 물체 추출이 선행되어야 한다. 물체 추출을 위해 흔히 사용되는 방법으로 배경차이 방법이 있다. 이 방법은 물체 추출을 위해 배경 모델을 유지, 갱신하면서 배경 모델과 현재 프레임 간의 차이를 비교한다. 다양한 배경 모델들이 제안되었는데 이중 MOG(Mixture of Gaussians)[1, 2]가 모델링 정확도, 실행시간 등의 면에서 다른 모델에 비해 우수한 성능을 보인다. 본 논문에서는 물체 추출을 위해 MOG에 기반한 배경차이 방법을 사용한다. 추출된 물체 영역에는 물체에 의한 그림

자가 존재할 수 있다. 물체를 정확하게 추적하기 위해서는 물체영역을 정확하게 추출해야 한다. 그러나 물체 그림자의 영향으로 물체 영역이 왜곡될 수 있고 옆의 다른 물체와 붙어서 한 물체로 나타날 수 있다. 따라서 강건한 추적 시스템에서 물체를 정확하게 추적하기 위해서는 물체 그림자를 제거할 필요가 있다. 그림자 제거를 위한 다양한 방법들이 제안되었다. Stephen 등[3]은 normalized color를 이용해서 물체 그림자를 제거하는 방법을 제안하였는데 이 방법은 칼라 특성이 부족한 농담계열 입력영상에서는 좋지 않은 결과를 보인다. Javed 등[4]은 gradient 방향을 이용한 방법을 제안하였는데 이 방법은 배경 표면에 강한 텍스처 성분이 있는 경우에만 좋은 결과를 보인다. Grest 등[5]은 color normalized cross correlation을 이용한 방법을 제안하였다. 이 방법에서는 입력영상의 HSL칼라 정보를 사용하여 현재

[†] 준 회원 : 나인정보(주) 선임연구원

^{**} 준 회원 : 명지대학교 정보통신공학과 박사과정

^{***} 종신회원 : 명지대학교 정보공학과 교수

논문접수 : 2005년 2월 19일, 심사완료 : 2005년 5월 26일

프레임과 배경 이미지의 cross-correlation을 구하여 물체 그림자를 제거하였으나 그림자 화소값이 배경 화소값보다 항상 어두워야 하고 correlation을 사용하기 위해 배경 표면에 텍스처 모양이 존재해야함을 가정한다. MaKenna 등[6]은 [3]과 유사한 접근방법을 사용하였는데 전경과 배경의 chromaticity 차이가 거의 없는 경우를 구별하기 위해 gradient 정보를 추가로 사용하였다. KaewTraKulPong 등[7]은 RGB 공간에서 효율적인 칼라 모델을 구축하기 위해 색과 밝기 왜곡 모델을 사용하였는데 여기서 정해진 범위내의 색과 밝기 차이를 갖는 화소를 그림자 화소로 분류하였다. 이 방법 또한 영상이 거의 농담계열일 때 어려움을 겪는다. 칼라 교통 영상의 경우 차량을 추적하기 위해서는 차량의 그림자를 제거해야하는데 도로의 특성상 칼라 성분이 거의 없는 농담계열이며 텍스처 또한 거의 없기 때문에 기존의 방법들을 적용하기 힘들다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 색정보와 예전 제거기록을 활용하는 새로운 물체 그림자 제거 방법을 제안하였다.

2. 관련연구

이전의 연구에서 다양한 그림자 제거 방법이 제안되었는데 본 논문에서는 이중 대표적인 세 방법을 살펴본다.

2.1 Normalized RGB(NRGB)

NRGB방법[3]은 칼라영상에서의 물체 그림자는 그림자 영역과 배경 영역간의 화소의 chromaticity 변화량은 적지만 밝기 변화량은 크다는 특성을 이용하였다. 기존 RGB 모델에서 chromaticity 성분을 추출하기위해 normalized RGB를 (식 1)과 같이 구하였다.

$$\begin{aligned} r &= \frac{R}{R+G+B} \\ g &= \frac{G}{R+G+B} \\ b &= \frac{B}{R+G+B} \end{aligned} \quad (식 1)$$

물체로 추출된 영역에서 물체 화소와 그에 해당하는 배경 화소에 대한 normalized RGB를 비교하여 서로 유사한 성분을 가지고 있을 경우에 그 화소를 그림자 화소로 판단하여 제거하였다. 이 방법은 교통영상에서의 도로부분이 chromaticity 성분이 거의 없는 농담계열에 가깝기 때문에 좋지 않은 결과를 보인다.

2.2 Gradient Direction Correlation(GDC)

GDC방법[4]은 gradient 방향을 이용하여 그림자를 제거하는 방법이다. 추출된 물체 영역과 그에 상응하는 배경 부분을 비교하여 어두운 화소들을 그림자 후보 화소로 분류한다. 그림자 후보 화소와 그에 대응되는 배경화소의 gradient 방향은 (식 2)를 사용하여 계산한다.

$$\theta = \arctan \frac{f_y}{f_x} \quad (식 2)$$

f_y, f_x 는 각각 세로와 가로 성분의 gradient이다. 그림자 후보 화소와 그에 대응되는 배경화소의 gradient 방향의 correlation을 구한 후에 correlation의 기준 문턱치를 설정하여 그 값보다 크면 그림자 화소로 판단하여 그 화소를 제거하였다. 그러나 이 방법은 배경 표면에 강한 텍스처 성분이 있는 경우에만 좋은 결과를 보인다.

2.3 Color Normalized Cross Correlation(CNCC)

CNCC방법[5]은 HSL칼라 모델을 사용하여 그림자 영역과 배경 영역간의 화소의 칼라 유사도를 측정하여 물체 그림자를 제거한다. 그림자 영역내 (x, y) 위치의 화소를 a라 하고 배경 영역내 같은 위치의 화소를 b라 하면 a화소의 HSL 칼라 벡터는 $\vec{c}^a = (h^a, s^a, L^a)$ 로 나타낸다. 좌표 (x, y)에 위치한 a 화소와 b 화소를 중심으로 한 MxN 영역에서의 $CNCC_{x,y}$ 는 (식 3)으로 계산한다.

$$CNCC_{x,y} = \frac{\sum_i (C_{i,j}^a \cdot C_{i,j}^b) - \bar{L}^a \bar{L}^b}{\sqrt{VAR^a VAR^b}}$$

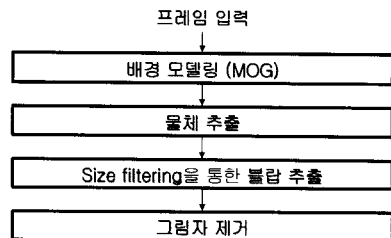
$$VAR^k = \left(\sum_i (C_{i,j}^k \cdot C_{i,j}^k) - MN \bar{L}^k \right)$$

$$C_{i,j}^a \cdot C_{i,j}^b = (h_{i,j}^a, s_{i,j}^a) \cdot (h_{i,j}^b, s_{i,j}^b) + (L_{i,j}^a, L_{i,j}^b) \quad (식 3)$$

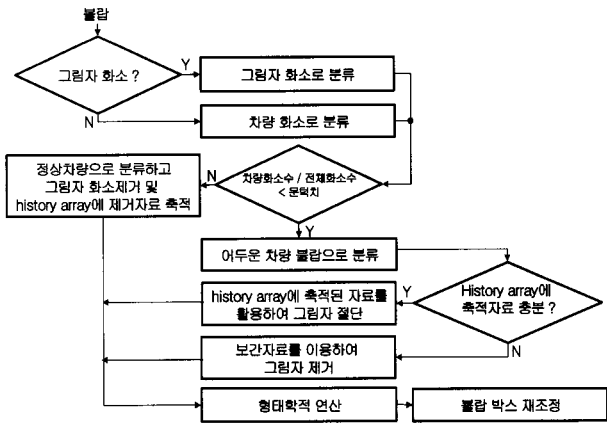
여기서 i의 범위는 $(x - \frac{M-1}{2})$ 에서 $(x + \frac{M-1}{2})$ 이고, j의 범위는 $(y - \frac{N-1}{2})$ 에서 $(y + \frac{N-1}{2})$ 이다. \bar{L}^a 는 a화소를 중심으로 한 MxN 영역에서의 밝기의 평균이고 $k \in \{a, b\}$ 이다. CNCC방법은 그림자의 화소값이 항상 배경의 화소값 보다 어두울 경우에만 그림자 화소를 찾아낼 수 있고 배경 표면에 텍스처가 존재함을 가정한다.

3. 제안된 방법

(그림 1)에 제안된 방법의 전체 순서도가 나타나 있다. 프레임이 입력되면 MOG를 사용하여 배경을 모델링하고 물체를 추출한다. 추출된 물체들의 크기를 측정하고 일정 문턱치 이상의 크기를 갖는 물체들만을 골라내기 위해 size filtering을 하며 이 filtering을 통과한 물체를 블랍이라 부른다. 추출된 블랍들에 대해 새로운 그림자 제거 방법을 사용



(그림 1) 전체 시스템 순서도



(그림 2) 그림자 제거 순서도

하여 블랍내의 물체 그림자를 제거한다. (그림 2)에 그림자 제거를 위한 순서도가 나타나 있으며 각 부분의 기능은 다음과 같다.

3.1 그림자 화소와 차량 화소 분류

각 블랍의 모든 화소를 그림자 화소와 차량 화소로 분류한다. 그림자 화소로 판단하는 기준은 (식 4)와 같다.

조건1 : $\sigma_{RGB}^2 \leq TH_{\sigma^2}$

조건2 : $Min_{RGB} < R, G, B < Max_{RGB}$

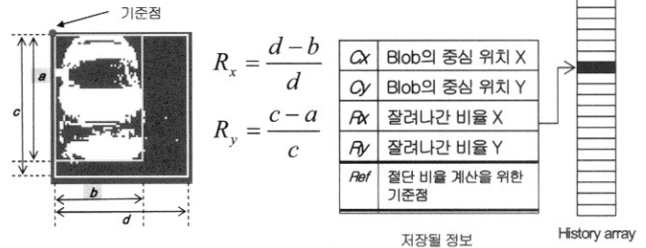
여기서, $\sigma_{RGB}^2 = (R - \mu_{RGB})^2 + (G - \mu_{RGB})^2 + (B - \mu_{RGB})^2$

$$\mu_{RGB} = \frac{R+G+B}{3} \tag{식 4}$$

첫 번째 조건은 해당 화소값이 칼라가 아닌 농담값에 얼마나 가까운지를 측정하고 있으며 두 번째 조건은 그림자가 가질 수 있는 밝기의 범위를 나타낸다. 이 두 조건을 동시에 만족하는 화소를 그림자 화소로 분류하고 나머지 화소는 차량 화소로 분류한다.

3.2 차량 분류 및 자료 축적

각 블랍에서 전체 화소 개수와 차량 화소로 분류된 화소 개수의 비율을 계산하여 기준 문턱치 보다 작으면 어두운 차량 블랍으로, 크면 정상차량 블랍으로 분류한다. 즉 차량 자체가 어두워 그림자 색과 비슷한 경우 어두운 차량으로 분류된다. 현재 프레임 내의 모든 블랍 중에 어두운 차량 블랍이 아닌 정상차량 블랍들에 대해 그림자 화소로 분류된 화소들을 모두 제거한다. 이 때 해당 블랍의 수평, 수직 성분으로 잘려나간 그림자의 비율 정보와 블랍의 중심위치, 그리고 절단 기준점을 (그림 3)과 같이 history array에 저장한다. 절단 기준점은 블랍의 네 꼭지점 중의 하나이며 수평과 수직 방향 모두에서 절단이 일어나지 않은 꼭지점을 선택하는데 이 기준점은 시간대에 따라 그림자의 방향이 변할 수 있기 때문에 필요하다. (그림 3)의 예에서는 기준점의

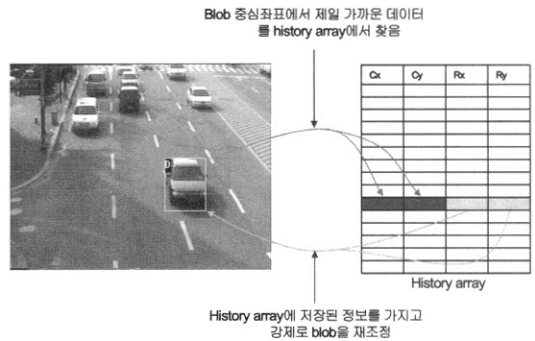


(그림 3) History array와 저장될 정보

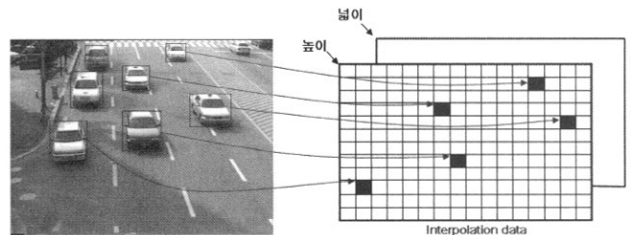
위치가 좌측 상단이 되며 그림자의 방향이 바뀌면 기준점도 바뀔 수 있다. History array의 크기는 L개로 제한되어 있고 큐 형태의 자료구조를 갖으며 가장 최근, 최대 L개의 그림자가 제거된 정상차량 블랍의 중심위치와 수평/수직 절단 비율, 그리고 기준점 정보가 저장된다. History array가 L개의 자료로 가득 차 있는 상황에서 추가자료가 들어오면 오래된 자료순으로 history array를 빠져 나간다.

3.3 어두운 차량 블랍에서의 그림자 제거

어두운 차량 블랍으로 분류된 블랍들에 대해서는 기본적으로 history array를 이용하여 그림자 화소들을 제거한다. 그림자 제거 대상인 어두운 차량 블랍이 나타나면 그 중심위치와 history array에 기저장된 중심위치 중에서 가장 가까운 거리에 있는 중심위치를 찾고 그 중심위치와 함께 저장된 수직, 수평 성분의 절단비율과 기준점을 가지고 강제 절단하여 해당 블랍의 그림자 화소들을 제거한다. 즉 비슷한 시간대, 비슷한 위치에서의 그림자 패턴은 유사하다는 사실을 활용하는데 이 과정이 (그림 4)에 나타나 있다. (그림 4)에서 왼쪽 영상의 큰 박스가 그림자 제거 전의 블랍 박스인데 이 블랍의 중심위치를 계산하고 이 중심위치와 가



(그림 4) History array를 이용한 어두운 차량



(그림 5) 보간자료 획득 방법



(그림 6) 형태학적 연산 및 블랍 재조정

장 가까운 중심위치 자료를 오른쪽의 history array에서 찾는다. 그 중심위치에 해당하는 절단자료를 가져와 강제 절단하는데 절단 후의 블랍 박스가 왼쪽 영상에 작은 박스로 나타나 있다. 만약 history array의 저장된 정보가 충분하지 않다면(시스템 운영 초기 혹은 통행 차량이 많지 않을 때 발생할 수 있음) 사전에 만들어 둔 보간자료를 이용하여 어두운 차량 블랍의 그림자 화소들을 제거한다. (그림 5)에 보간자료 획득 과정이 나타나 있다. 보간자료는 입력 프레임의 가로와 세로의 크기에 해당하는, 블랍의 넓이 행렬과 블랍의 높이 행렬로 구성된다. 먼저 다수의 샘플 영상에서 차량을 수동으로 추출하고 해당 차량 블랍의 높이와 넓이를 각 행렬의 차량 블랍중심 위치에 해당하는 장소에 저장하고 값이 없는 행렬공간은 bilinear 보간 방법으로 모두 채워 넣음으로써 보간자료를 완성한다. 즉 (그림 5)의 왼쪽 영상과 같은 영상 샘플을 다수 확보하고 영상내 차량을 수작업으로 추출한다.(각 차량을 감싸는 박스 참조) 박스의 중심위치가 (x, y)이고 높이가 h, 넓이가 w라 하면, 높이 배열의 (x, y) 위치에 값 h를 넣고, 넓이 배열의 (x, y) 위치에 값 w를 넣는다. 다수의 샘플영상에 존재하는 많은 차량에 대해 이 작업을 행하면 높이와 넓이 배열의 일부 엔트리가 채워지게 된다. 이 때 채워지지 않은 엔트리는 bilinear 보간을 함으로써 채우게 된다. 차중에 따라 보간된 값이 옳지 않을 수도 있으나 본 연구에서는 중형 승용차를 가정하여 근사하였다. 따라서 예전 그림자 제거자료가 충분히 저장되어 있지 않는 경우에 어두운 차량 블랍의 그림자 제거는 보간자료의 차량 블랍의 높이와 넓이를 가지고 강제로 또한 근사적으로 조정한다.

3.4 형태학적 연산 및 블랍박스 재조정

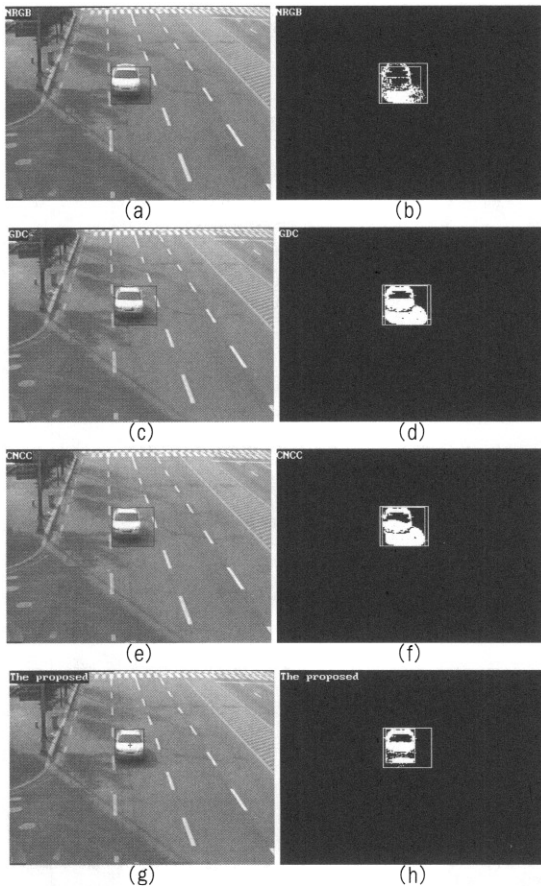
그림자 제거 과정에서 생긴 잡음들을 제거하기 위하여 형태학적 연산중 3x3 Opening 연산을 사용한다. 그림자와 잡음 제거 후 블랍이 작아질 수 있으므로 그 결과에 따라 차량 블랍을 감싸는 박스를 재조정하였는데 그 예가 (그림 6)에 나타나 있다. 위의 왼쪽 영상이 원 영상, 위의 가운데 영상은 배경 모델링을 통해 추출한 물체 영상, 위의 오른쪽

영상은 size filtering을 통해 작은 물체들을 제거한 결과 영상이다. 아래 왼쪽 영상은 그림자 화소 제거 후인데 그려져 있는 박스는 그림자 제거 전의 블랍, 즉 위의 오른쪽 영상에 있는 블랍을 감싸는 박스이다. 박스 내부의 오른쪽 부분에 작은 크기의 잡음들이 존재하는데 이를 없애기 위해 형태학적 연산을 적용한 결과가 아래 가운데 영상에 나타나 있다. 남은 블랍 화소만을 감싸기 위해 블랍박스를 재조정(축소)한 결과가 아래 오른쪽 영상에 박스로 그려져 있다.

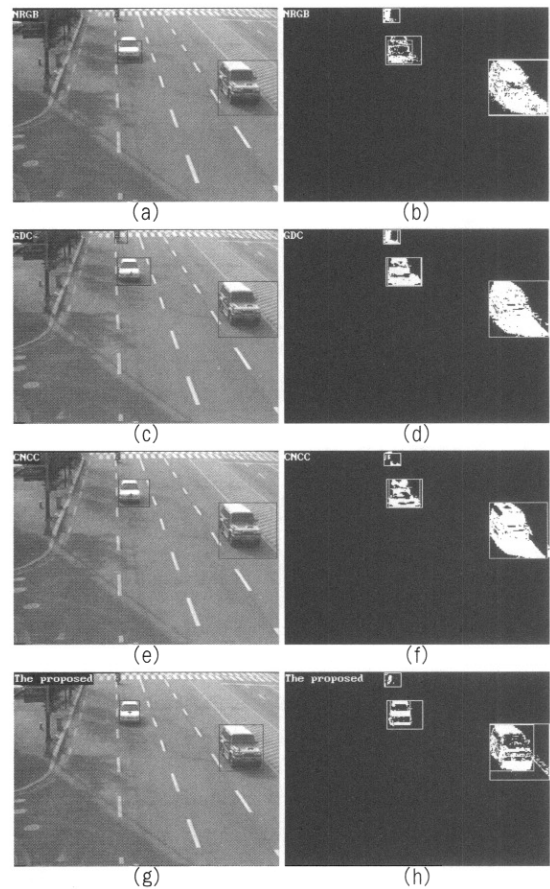
4. 실험 결과

본 실험에서는 서울 지하철 내방역과 수색역 인근 도로 영상을 녹화한 칼라 비디오 테잎에서 취득한 프레임들 가지고 실험하였다. 각 프레임은 320x240의 크기를 가지며 각 화소는 RGB 칼라로 구성되어있다. 실험 영상열들은 차량이 겹치지 않은 간단한 경우에 대하여 내방역 500프레임과 수색역 619프레임, 차량이 겹치는 복잡한 경우에 대하여 내방역 2000프레임과 수색역 600프레임을 취득하여 사용하였다. VCR로부터의 입력을 Matrox사의 Meteor II로 디지털화하여 사용하였다.

(그림 7)과 (그림 8)은 그림자 제거 방법들을 비교한 영상이며 실험 대상 프레임은 내방역에서 차량 통행이 단순한 경우에 취득한 500프레임을 사용하였다. 각 그림의 (a), (c), (e), (g)는 각 그림자 제거 방법을 적용한 결과를 박스 형태로 다시 입력 영상에 overlay하여 나타내었고 (b), (d), (f), (h)는 입력 영상에서 물체를 추출하여 블랍을 잡은 후에 각각의 그림자 제거 방법을 적용한 영상으로 바깥쪽 박스는 그림자 제거 전이고 안쪽 박스는 그림자 제거 후의 결과를 보여준다. 적용한 그림자 제거방법은 (a), (b)는 NRGB방법, (c), (d)는 GDC방법, (e), (f)는 CNCC방법, (g), (h)는 본 논문에서 제안한 방법을 사용하였다. NRGB방법, CNCC방법과 GDC방법의 경우 그림자를 거의 제거하지 못하고 있음을 보여주고 있다. 즉 각 그림의 (b), (d), (f)에서 바깥쪽 박스와 안쪽 박스가 거의 일치되어 한 개의 박스로 보인다. NRGB방법과 CNCC방법의 경우 그림자 밑이 배경의 칼라



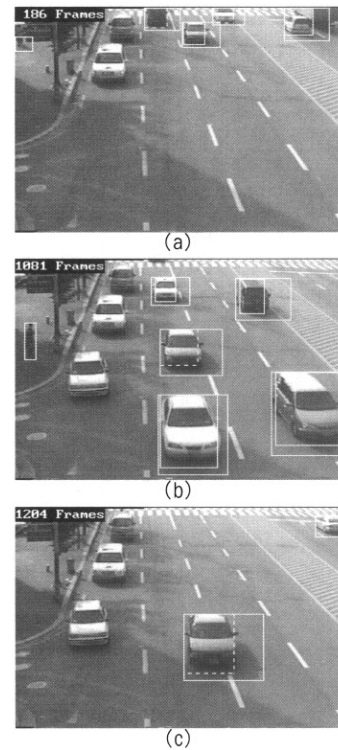
(그림 7) 그림자 제거 방법들을 비교한 내방역 실험 영상1



(그림 8) 그림자 제거 방법들을 비교한 내방역 실험 영상2

성분을 그대로 유지하고 있다는 가정을 하고 있는데 실험영상에서는 도로 바닥과 그림자가 거의 칼라가 아닌 농담계열인 관계로 이 가정이 무너져 그림자를 제거하지 못하였다. GDC방법은 그림자 밑이 강한 텍스처 성분을 가지고 있음을 가정하는데 도로 바닥의 경우 텍스처 성분이 거의 존재하지 않기 때문에 그림자를 제거하지 못하였다. 본 논문에서 제안한 방법을 사용한 (g), (h)에서는 (h)에서 안쪽 박스로 표시된 것처럼 차량의 그림자가 잘 제거되어 차량 블랍을 정확하게 잡은 것을 볼 수 있다.

(그림 9)는 어두운 차량 블랍일 경우 차량 그림자를 제거한 실험 결과이다. 실험 대상 프레임은 내방역에서 차량 통행이 복잡한 경우에 취득한 2000프레임을 사용하였으며 (그림 9) (a)는 186번째 프레임, (b)는 1081번째 프레임, (c)는 1204번째 프레임이다. 각 블랍마다 두 개의 박스가 씌워져 있는데 바깥 박스는 그림자 제거 전이며 안쪽 박스는 그림자 제거 후이다. 차량 분류시 어두운 차량으로 분류된 블랍은 안쪽 박스를 점선으로 표시하였고 정상 차량으로 분류된 블랍은 안쪽 박스를 실선으로 표시하였다. (그림 9) (a)는 186번째 프레임이므로 history array에 저장된 정보가 충분하지 않아 보간자료를 이용해 어두운 차량 블랍의 그림자 화소들을 제거한 반면, (그림 9) (b)와 (c)는 1000프레임 이상이므로 history array에 저장된 자료가 충분하여 그 자료를 가지고 어두운 차량 블랍의 그림자 화소를 제거하였다.



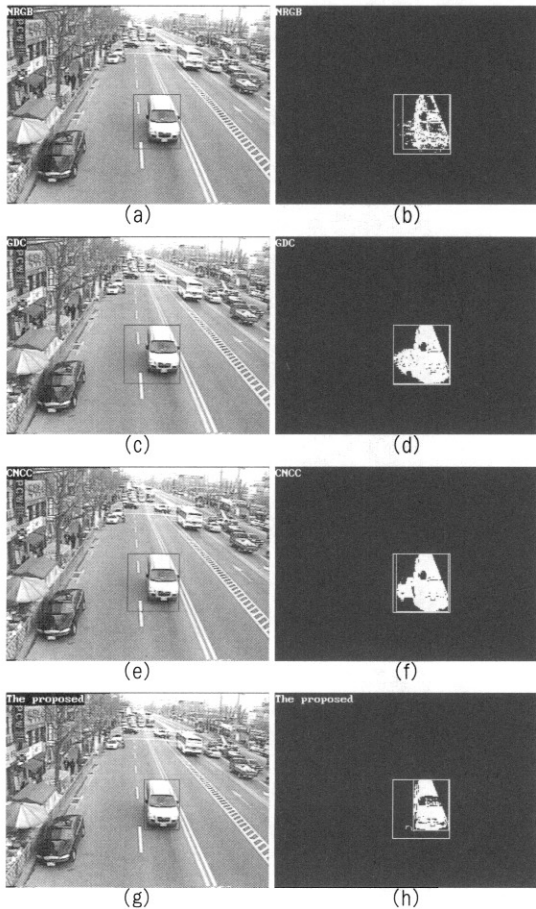
(그림 9) 어두운 차량 블랍일 경우 차량 그림자 제거(내방역 실험 영상)

이 실험에서는 history array의 크기를 100으로 했는데 history array가 꽉 차있는 경우에만 축적된 자료를 사용하였으며 꽉 차있지 않은 경우에는 보간자료를 사용하였다. 즉 시스템이 운용되기 시작하여 history array에 100개까지 자료가 채워져 가는 동안에는 보간자료를 사용하여 근사적으로 그림자를 제거하고 일단 100개가 차면 그 때부터는 history array를 사용하여 그림자를 제거하였다. History array는 큐 형태를 갖기 때문에 항상 최근의 자료 100개를 갖는다. (그림 9) (a), (b), (c) 모두 어두운 차량 블랍에 대해 보간자료나 history array를 적용하여 그림자 화소를 강제로 제거한 결과 차량 블랍이 대부분 정확하게 추출된 것을 볼 수 있다. 여기서 history array의 크기를 작게 잡으면 근사를 위한 자료의 수가 너무 적어 부정확한 근사가 이루어지고 크기를 크게 잡으면 근사를 위한 자료의 수는 늘어나지만 자료 확보를 위해 오랜 시간이 필요하므로 그 동안 그림자의 방향 등이 변할 수 있어 역시 부정확한 결과를 초래할 수 있다. 또한 history array의 크기는 통행량에 따라 달라져야 하는데 본 연구에서 사용한 영상열에서는 여러 번의 실험 결과 history array의 크기를 100으로 잡는 것이 적절하였다.

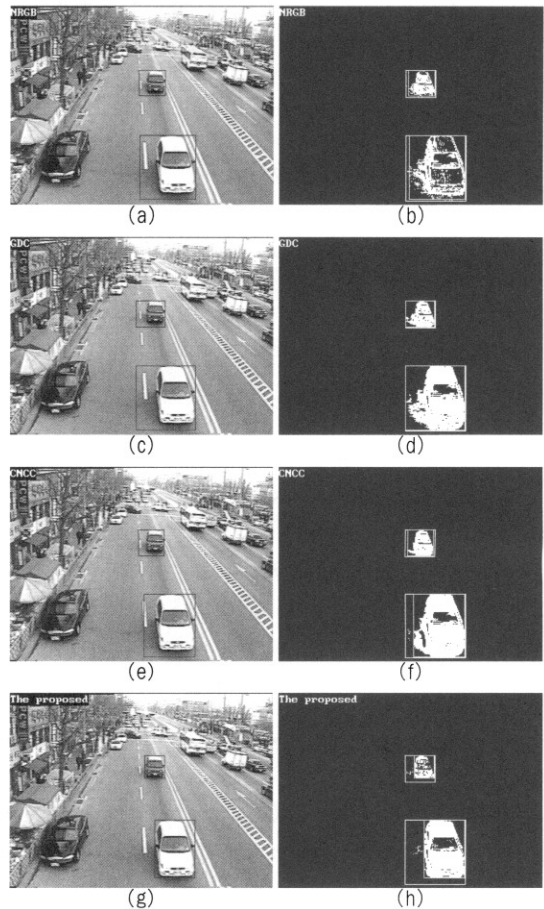
(그림 7)부터 (그림 9)까지의 실험 영상열은 그림자가 차량의 남동쪽으로 있는 경우인데 그림자 방향 변화에 따른

제안된 방법의 견고성 시험을 위해 다른 그림자 방향을 갖는 영상열도 실험하였다. 이 영상열에서의 그림자 방향은 남서쪽이며 실험결과가 (그림 10)부터 (그림 12)까지에 나타나 있다.

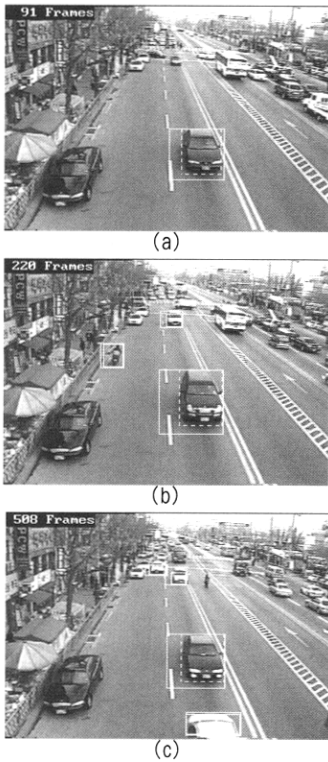
(그림 10)과 (그림 11)은 수색역에서 차량 통행이 단순한 경우에 취득한 619프레임을 사용하였다. 각 그림의 (a)~(h)에 그려있는 박스의 의미와 적용된 방법은 (그림 7)과 (그림 8)에서 설명한 바와 같다. GDC방법의 경우 그림자를 거의 제거하지 못하고 있고 NRGB방법과 CNCC방법의 경우 다소 제거는 하고 있으나 매우 부족한 수준임을 보여주고 있다. (그림 7)과 (그림 8)에서 본 바와 같이 NRGB방법과 CNCC방법의 경우 그림자 밑이 배경의 칼라 성분을 그대로 유지하고 있다는 가정을 하고 있는데 실험영상에서는 도로 바닥과 그림자가 거의 칼라가 아닌 농담계열인 관계로 이 가정이 무너져 그림자를 제거하지 못하였다. GDC방법은 그림자 밑이 강한 텍스처 성분을 가지고 있음을 가정하는데 도로 바닥의 경우 텍스처 성분이 거의 존재하지 않기 때문에 그림자를 제거하지 못하였다. 본 논문에서 제안한 방법을 사용한 (g), (h)에서는 (h)에서 안쪽 박스로 표시된 것처럼 차량의 그림자가 잘 제거되어 차량 블랍을 정확하게 잡은 것을 볼 수 있다.



(그림 10) 그림자 제거 방법들을 비교한 수색역 실험 영상1



(그림 11) 그림자 제거 방법들을 비교한 수색역 실험 영상2



(그림 12) 어두운 차량 blob일 경우 차량 그림자 제거(수색역 실험영상)

(그림 12)는 어두운 차량 블랍일 경우 차량 그림자를 제거한 실험 결과이다. 실험 대상 프레임은 수색역에서 차량 통행이 복잡한 경우에 취득한 600프레임을 사용하였으며(그림 12) (a)는 91번째 프레임, (b)는 220번째 프레임, (c)는 500번째 프레임이다. 각 블랍마다 표시된 박스의 의미는(그림 9)와 동일하다. (그림 12) (a)는 91번째 프레임이므로 history array에 저장된 정보가 충분하지 않아 보간자료를 이용해 어두운 차량 블랍의 그림자 화소들을 제거한 반면, (그림 12) (b) 와 (c)는 history array에 저장된 자료가 충분하여 그 자료를 가지고 어두운 차량 블랍의 그림자 화소를 제거하였다. (그림 12) (a), (b), (c) 모두 어두운 차량 블랍에 대해 보간자료나 history array를 적용하여 그림자 화소를 강제로 제거한 결과 차량 블랍이 대부분 정확하게 추출된 것을 볼 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구

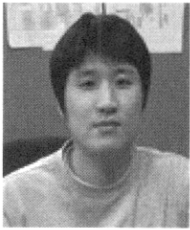
본 논문에서는 칼라 교통 영상열에서의 정확한 물체 추출을 위해서 색정보와 예전 제거기록을 활용하는 새로운 물체 그림자 제거 방법을 제안하였다. 그림자 제거를 위해 블랍 내 모든 화소를 차량 화소와 그림자 화소로 분류하였다. 그림자 화소가 과도하지 않은 블랍에 대해서는 정상차량으로 분류하여 그림자 화소를 제거하고 형태학적 연산을 하였으

며, 그림자 화소가 과도한 블랍에 대해서는 어두운 차량 블랍으로 판정하여 보간자료 혹은 history array에 저장된 자료를 이용하여 강제로 그림자 부분을 절단하였다. 이 방법을 차량 통행이 원활한 실험 영상열과 차량 통행이 복잡한 실험 영상열에 적용하여 좋은 결과를 얻었다. 또한 그림자 방향이 서로 다른 영상열에 제안된 방법을 적용하여 견고하게 그림자 제거를 할 수 있음을 보였다.

본 연구에서 제안된 방법은 다음과 같은 단점을 지니고 있다. (그림 7)부터 (그림 12)까지의 영상에서 인도와 붙은 차선에 있는 일부 차량들에 차량을 탐지했다는 박스가 없음을 볼 수 있다. 이 차량들은 시스템이 가동되기 전부터 정차해 있던 차량들로 본 방법이 배경 모델링을 위해 사용하고 있는 MOG 방법이 그 차량들을 배경으로 흡수해 버렸기 때문에 탐지하지 못하였다. 그림자에는 물체의 그림자가 물체영역이 아닌 곳에 생기는 cast shadow와 물체영역인 곳에 생기는 self shadow가 있다. 도로영상내의 차량의 경우 차량의 일부분이 광원에 전혀 노출되지 않아 self shadow로 나타날 수 있다. 본 방법은 이 두 종류의 그림자를 구별하지 못하여 self shadow까지 제거함으로써 차량의 일부분이 유실될 수 있다. 이상은 향후 연구에서 해결해야할 과제이다.

참고 문헌

- [1] C. Stauffer and W. E. L. Grimson, "Adaptive background mixture models for real-time tracking" Proc. of CVPR, pp.246-252, 1999.
- [2] P. W. Power and J. A. Schoonees, "Understanding Background Mixture Models for Foreground Segmentation", Proc. of Image and Vision Computing, Auckland, New Zealand, pp.267-271, Nov., 2002.
- [3] J. M. Stephen, J. Sumer, and D. Zoran, "Tracking Groups of People", Computer Vision and Image Understanding, Vol.80, pp.42-56, 2000.
- [4] O. Javed and M. Shah, "Tracking and Object Classification for Automated Surveillance", Proc. of Seventh European Conference on Computer Vision, 2002.
- [5] D. Grest, J. Frahm, and R. Koch, "A Color Similarity Measure for Robust Shadow Removal in Real Time", Proc. of Vision, Modeling, and Visualization, pp.253-260, 2003.
- [6] S. MaKenna, S. Jabri, Z. Duric, and A. Rosenfeld, "Tracking Groups of People", Proc. of Computer Vision and Image Understanding Workshop, pp.42-56, 2000.
- [7] P. KaewTraKulPong and R. Bowden, "An Improved Adaptive Background Mixture Model for Real-time Tracking with Shadow Detection", Proc. 2nd European Workshop on Advanced Video based Surveillance System, pp.1-5, Sept., 2001.



최혜승

e-mail : hyeseung@mju.ac.kr
2003년 명지대학교 정보통신공학과(학사)
2005년 명지대학교 정보통신공학과(석사)
2005년~현재 나인정보(주) 선임연구원
관심분야: 컴퓨터 비전, 패턴 인식



소영성

e-mail : soh@mju.ac.kr
1978년 서울대학교 공업교육학과 전기전공(학사)
1986년 미국 South Carolina 대학 전산학과(석사)
1989년 미국 South Carolina 대학 전산학과(박사)



왕아곤

e-mail : wykluck@hotmail.com
2001년 중국 하남경제대학교 컴퓨터소프트웨어학과(학사)
2003년 명지대학교 정보통신공학과(석사)
2003년~현재 명지대학교 정보통신공학과 박사과정
관심분야: 패턴 인식, 컴퓨터 비전

1989년~1990년 Systems Engineering Research Institute(SERI) 패턴인식실장
1991년~1994년 명지대학교 정보통신공학과 조교수
1995년~1999년 명지대학교 전자정보통신공학과 부교수
1999년~2000년 미국 Univ. of Massachusetts 전산과 교환교수
2000년~2002년 명지대학교 전자정보통신공학과 교수
2002년~현재 명지대학교 정보공학과 교수
관심분야: 컴퓨터 비전, 패턴 인식, 영상처리