

물체의 컬러 정보를 이용한 그림자 제거 기법의 성능 향상

김희상[†], 김지홍^{**}, 최두현^{***}

요 약

영상 처리 기술에 기반한 경비 및 보안 감시 시스템이 보급되면서, 영상으로부터 정확하게 대상 물체를 추출하는 기술의 필요성이 증대되었다. 조명이 시시각각 변하는 경우 물체를 정확하게 추출하느냐는 더욱 어려운 문제가 된다. 영상으로부터 그림자를 제거한 물체를 추출해내기 위해서 많은 노력이 있었다. 여러 그림자 제거 방법들이 공통적으로 가지는 문제점이 있는데, 그림자 제거 시 물체의 일부도 손상시킨다는 점이다. 본 논문에서는 이런 문제점을 보완하기 위해서 그림자 제거 후 컬러 정보를 이용하여 물체의 손상된 영역을 복원하는 방법을 제안한다. 다양한 환경으로부터 획득한 영상에 제안한 방법을 적용하여 그 타당성을 검증하였다.

Performance Enhancement of Shadow Removal Algorithms Using Color Information of Objects

Hee-Sang Kim[†], Ji-Hong Kim^{**}, Doo-Hyun Choi^{***}

ABSTRACT

As supplying of automatic surveillance or patrol systems based on image processing, the needs on object extraction technology from images increases. The extraction is more difficult when the lighting condition is changed from time to time. There are many approaches to extract objects from images excluding shadow. They have a common problem something like loss of object region according with shadow removal. In this paper a restoration method using color information of objects to complement the problem is presented. The usefulness of the method is verified using images taken from different lighting conditions and selected from well-known DB.

Key words: Shadow Removal(그림자 제거), Region Growing(영역 확장), Object Restoration(물체 복원)

1. 서 론

영상 처리 기술의 발전으로 경비 및 보안 감시 시스템이 자동화되면서, 영상으로부터 정확하게 대상 물체를 추출하는 기술의 필요성이 대두되었다. 이러한 시스템에서 물체를 얼마나 정확하게 추출해내느냐는 시스템의 성능에 그대로 반영되므로 매우 중요

한 사안이다[1,2]. 영상으로부터 물체를 추출해 내기 위해서 그림자를 제거하기 위한 다양한 노력이 있었다. 영상에서 그림자의 균질성에 초점을 맞춘 그림자 제거 방법[3], 배경 영상과 전경 영상의 내적을 이용한 색과 빛의 왜곡 정도를 정의하여 그림자를 제거하는 방법[4] 등의 많은 연구가 이루어져 왔다. 하지만 이러한 그림자 제거 방법들은 물체만을 제거하는 것

※ 교신저자(Corresponding Author) : 최두현, 주소 : 대구 시 북구 산격동(702-701), 전화 : 053)950-5508, FAX : 053)950-5508, E-mail : dhc@ee.knu.ac.kr

접수일 : 2009년 4월 27일, 완료일 : 2009년 6월 10일

[†] 경북대학교 전자전기컴퓨터학부

(E-mail : betelguex@ee.knu.ac.kr)

^{**} 정희원, 동의대학교 영상정보공학과 부교수
(E-mail : arim@deu.ac.kr)

^{***} 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 부교수

이 아니라 물체의 일부까지도 제거하는 문제점을 갖는 것이 대부분이다. 따라서 이와 같은 문제점을 보완하기 위해서 물체의 특성을 고려한 물체 복원 마스크(ORM)이라는 것을 제안하여 물체 복원을 시도하기도 하였으며[5], 침식 및 팽창 연산을 이용하여 그림자를 제거하고 물체를 복원하는 방법[4] 등의 연구가 이루어져 왔지만 쉽게 보완해 낼 수는 없었다. 본 논문에서는 이런 문제점을 보완하기 위해서 그림자 제거 후 영역 확장 기법을 이용하여 물체의 손상된 영역을 복원하는 방법을 제안하고, 다양한 환경으로부터 획득한 영상에 이 방법을 적용하여 그 타당성을 증명한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에 사용한 그림자 제거 기법들에 대하여 간단하게 설명하고, 3장에서는 그림자 제거 후 영상의 물체 영역 복원 방법을 제안한다. 4장에서는 다양한 실제 영상과 여러 그림자 제거 기법들을 이용하여 그림자를 제거한 결과들과 본 논문에서 제안한 물체 복원 방법을 적용한 결과들을 비교하며, 5장에서 결론을 맺는다.

2. 그림자 제거 기법

본 장에서는 본 논문의 실험을 위한 그림자 제거 알고리즘에 대하여 소개한다. 오래전부터 배경 영상으로부터 물체만을 추출하기 위한 다양한 노력이 이루어져 왔으며, 특히 그림자를 제거하기 위한 시도가 이루어져 왔다. 대부분의 그림자 제거 알고리즘의 경우, 배경 영상을 기본적으로 알고 있다고 가정하고 있으며, 배경 영상과 전경 영상(배경 영상에 물체가 있는 영상)의 차로써 구한 차 영상(Difference image)을 시작점으로 하였다. 차 영상에는 배경과 차이가 나는 부분, 즉 물체와 그림자, 그 밖의 노이즈 등이 포함되어 있다. M. A. As'ari 등은 영상에서 그림자의 균질성을 정의하여 그림자 제거를 위한 시도를 하였으며[3], J. L. Landbaso 등은 배경 영상과 전경 영상의 내적을 이용한 색과 빛의 왜곡 정도를 정의하여 그림자를 제거하려 하였다[4]. 그림 1(b), (c), (d)는 [3]과 [4]의 알고리즘을 적용하여 그림자를 제거하고 물체를 추출한 결과인데, 결과에서 확인할 수 있듯이 배경 영상으로부터 물체만을 추출하기는 어려운 결과를 보여주었으며, 이 방법뿐만 아니라 대부분의 그림자 제거 알고리즘의 경우에도 그림자를 완

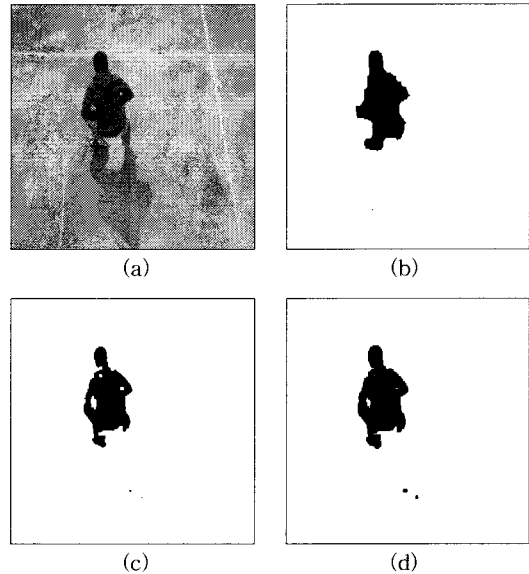


그림 1. (a) 원 영상 (b) [3]의 그림자 제거 결과 (c) [4]의 그림자 제거 결과 (d) [4]의 물체 복원 결과

전히 제거하지 못하고 남겨진 결과를 보여주거나 물체의 일부도 제거시키는 문제점을 유발하였다. 이와 같이 영상에서 물체의 일부도 손상되는 문제점을 보완하기 위한 시도도 이루어졌는데, J. L. Landbaso 등은 침식, 팽창 연산을 통하여 이를 극복하려 하였다[4]. 하지만 그림1(d)에서 확인할 수 있듯이, 만약 팽창 전의 영상에 노이즈 정보나 필요하지 않은 정보가 남아있을 경우 이것 또한 팽창 연산이 적용되어 좋지 않은 결과를 보여주었다. 본 논문에서는 그림자 제거 후의 결과를 출발점으로 하여 손상된 물체 영역을 복원하고자 하므로 그림자 제거 알고리즘은 [3]의 방법과 [4]의 물체 복원 전까지의 방법을 사용하도록 한다[6-10].

3. 물체 복원

2장에서 알아보았듯이 대부분의 그림자 제거 알고리즘을 적용하여 보면, 그림자뿐만 아니라 우리가 필요로 하는 물체 영역까지도 제거가 되는 문제가 발생한다. 또한 실험을 위하여 잘 갖추어진 단순한 배경을 갖고 있는 영상이 아닌 복잡한 배경 영상의 실제 영상을 이용하여 그림자를 제거하는 경우 몇몇 노이즈가 남아있는 것을 확인할 수 있는데, 이들은 물체 복원 시 문제를 일으킬 수 있으므로 물체를 복

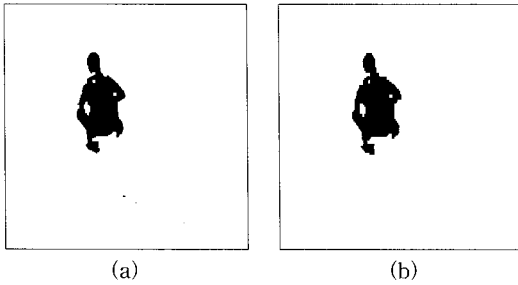


그림 2. (a) [4]의 그림자 제거 결과 (b) (a)의 노이즈 제거 결과

원하기에 앞서 노이즈를 제거하기 위한 전처리 과정이 필요하다. 그림자 제거 후 영상에는 물체, 약간의 노이즈 등이 포함될 수 있는데 일반적으로 노이즈는 물체에 비하여 매우 작은 범위의 영역을 가지므로, 일정 크기 이하의 영역은 노이즈로 간주하고 제거한다. 그림 2(a)는 [4]의 방법으로 그림자를 제거한 결과이며, 그림 2(b)는 본 논문에서 제시한 방법으로 노이즈를 제거한 후의 결과이다. 이와 같은 방법으로 노이즈를 먼저 제거하고 물체 영역 복원을 하면, 그림 1(d)와 같은 문제점을 방지할 수 있다.

그림자 제거 결과로부터 노이즈를 제거하면 이제 영상에 남아 있는 것은 손상된 물체뿐이다. 손상된 물체 영역을 복원하기 위해서 그림 2(b)와 같이 그림자와 노이즈 제거 후 영상을 기본 seed 점으로 하여 영역 확장을 시도한다. 영역 확장을 하기 위해서는 확장 기준을 정해야 하는데, 먼저 각각의 seed 점을 중심으로 하는 7×7 크기의 영역에 대하여 평균과 표준편차를 구한다. 이 때, 7×7 크기의 영역 안의 점 중에서 seed 점 외의 점들은 seed 인지 아닌지 신뢰할 수 없으므로 계산에서 제외시킨다. 추출된 7×7 영역의 점들은 가우시안 분포를 따른다고 가정할 때, 평균과 표준 편차를 이용하여 7×7 영역의 점들 중

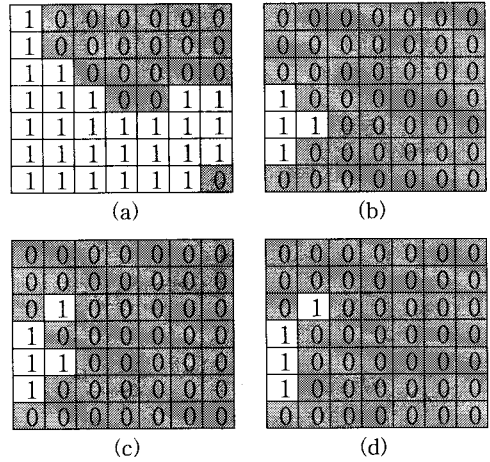


그림 3. (a) (62,107) 중심으로 추출된 7×7 영역 (b) R에 대하여 영역 확장한 결과 (c) G에 대하여 영역 확장한 결과 (d) B에 대하여 영역 확장한 결과

평균으로부터 ± 2.5%의 범위 안에 있는 점들은 seed와의 상관관계를 신뢰할 수 있다고 판단할 수 있으며 영역 확장을 통한 복원을 할 수 있다. 그림 3(a)는 그림 2(b)의 seed 점들 중 (62,107)를 중심으로 영역 확장을 하기 위한 기준을 정하기 위하여 추출된 7×7 크기의 영역이고, 그림 3(b), (c), (d)는 R, G, B 각각에 대하여 본 논문에서 제시한 기준으로 영역 확장을 한 결과이다. “0”은 물체, “1”은 배경을 의미한다. 이와 같은 방법으로 각각의 seed 점에 대하여 영역 확장을 시도하는데 위에서 아래의 방향으로 한번, 아래에서 위의 방향으로 한번 스캔하며 영역 확장을 한다. R, G, B 각각에 대하여 영역 확장을 하고, 이 결과들을 AND 연산을 하여 최종적인 물체 복원 결과를 얻을 수 있다. 그림 4는 그림 2(b)를 R, G, B 각각에 대하여 영역 확장 한 결과이고 그림 5는 그림 4의 결과를 AND 연산으로 얻은 최종 물체 복원 결과를 보여준다.

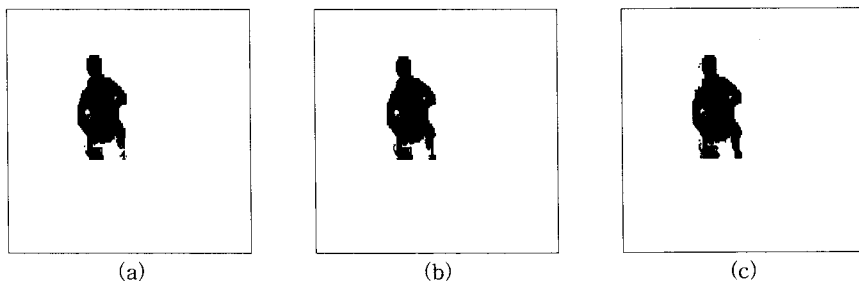


그림 4. (a) R에 대하여 영역 확장한 결과 (b) G에 대하여 영역 확장한 결과 (c) B에 대하여 영역 확장한 결과

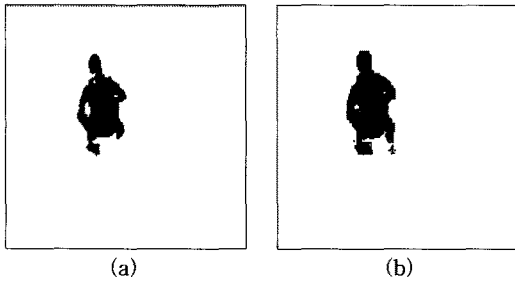


그림 5. (a) 물체 영역 복원 전 영상 (b) 물체 영역 복원 후 영상

4. 실험결과 및 분석

실험을 위하여 잘 준비된 환경에서 획득한 영상이 아닌 실제로 획득한 영상과 웹의 공개 영상들[11,12]을 이용하여 다양한 그림자 제거 방법으로 그림자를 제거한 후, 본 논문에서 제시한 방법으로 물체 영역

복원을 해 본 결과 그림자 제거 시 손실된 물체의 상당 부분이 복원되었다. 그림 6~9는 본 논문에서 제시한 방법으로 물체 영역 복원 전과 후를 비교한 결과이며, (a)는 입력 영상, (b)는 [3]의 방법으로 그림자를 제거한 후의 영상, (c)는 본 논문에서 제시한 방법으로 (b)의 물체 영역을 복원한 영상, (d)는 [4]의 방법으로 그림자를 제거한 후의 영상, (e)는 본 논문에서 제시한 방법으로 (d)의 물체 영역을 복원한 영상 (f)는 [4]의 방법으로 (d)의 물체 영역을 복원한 영상이다. [3]의 방법은 그림자를 제거하는 데 한계를 보였고, 오히려 물체 영역을 많이 손실시키는 현상도 발생하였으나, 본 논문에서 제시한 방법을 적용해보면 물체를 어느 정도 복원함을 확인할 수 있었다. 각 그림에서 (e)와 (f)를 비교하여 보면 본 논문에서 제시한 방법으로 물체를 복원한 결과가 훌륭함을 확인할 수 있다.

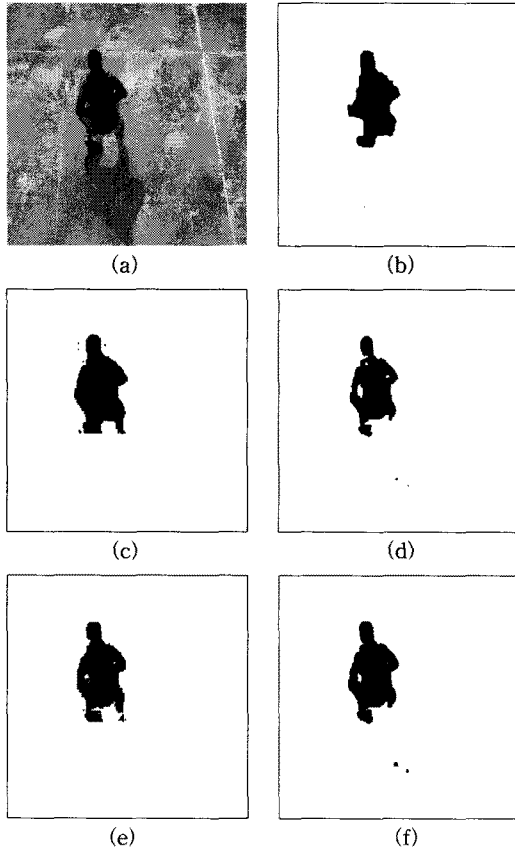


그림 6. (a) 입력 영상 (b) [3]의 결과 (c) 물체 복원 결과 (d) [4]의 결과 (e) (d)의 물체 복원 결과 (f) [4]의 방법으로 물체 복원 결과

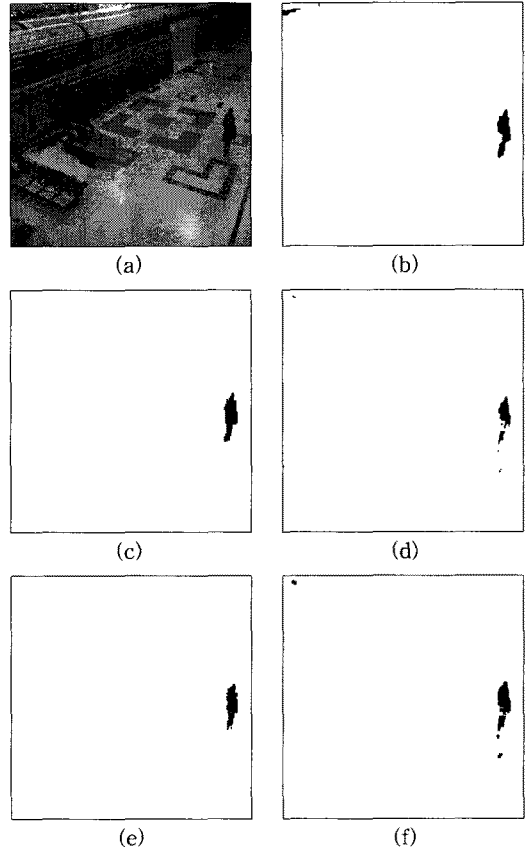


그림 7. (a) 입력 영상 (b) [3]의 결과 (c) 물체 복원 결과 (d) [4]의 결과 (e) (d)의 물체 복원 결과 (f) [4]의 방법으로 물체 복원 결과

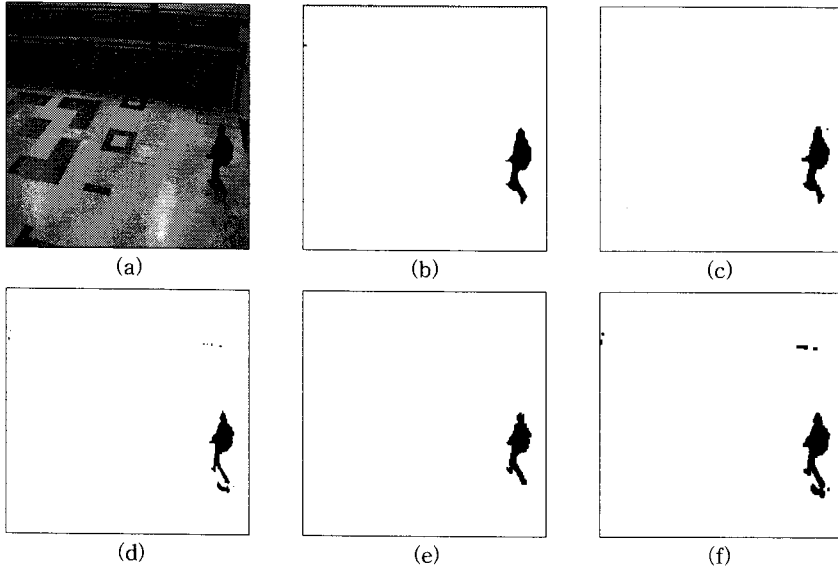


그림 8. (a) 입력 영상 (b) [3]의 결과 (c) (b)의 물체 복원 결과 (d) [4]의 결과 (e) (d)의 물체 복원 결과 (f) [4]의 방법으로 물체 복원 결과

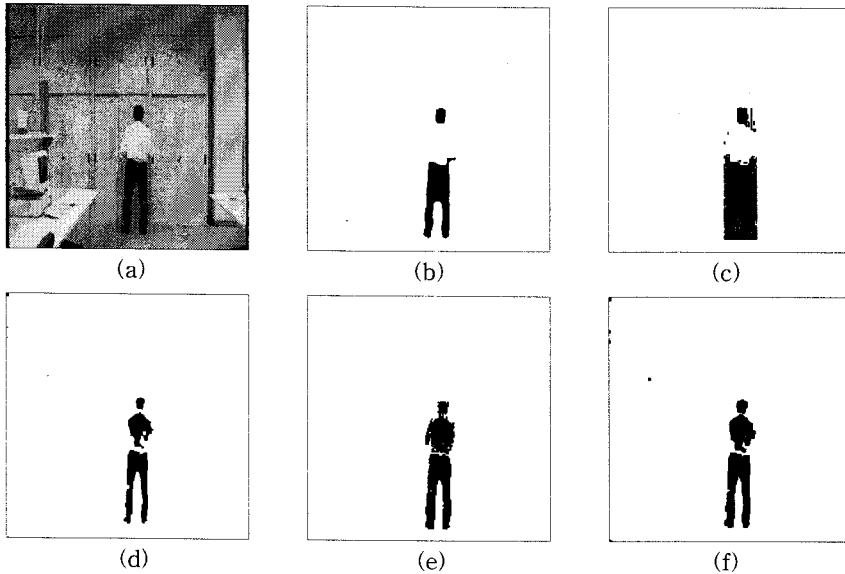


그림 9. (a) 입력 영상 (b) [3]의 결과 (c) (b)의 물체 복원 결과 (d) [4]의 결과 (e) (d)의 물체 복원 결과 (f) [4]의 방법으로 물체 복원 결과

5. 결 론

본 논문에서는 영상으로부터 물체를 추출하기 위하여 널리 사용되고 있는 그림자 제거 기법들의 문제점인 물체 영역 손실을 보완하기 위하여 영역 확장을 통한 물체 영역 복원을 제안하였다. 제안된 방법은

그림자 제거 후의 영상을 seed로 하여 영역 확장을 시도하는 방법이므로, 그림자 제거 후 영상이 심하게 손실되었을 경우 완전 삭제된 물체 영역에 대해서 복원을 하지 못하는 것은 당연한 결과이다. 또한 그림자 제거가 원활히 이루어지지 못하고 남아있을 경우, 물체 복원 후의 결과에 복원 전의 그림자 부분이

남아 있는 것 또한 당연한 결과이다. 인터넷에 공개된 영상과 다양한 실제 환경에서 획득한 영상을 사용하여 물체 영역을 복원해 본 결과 영상의 물체 영역 복원에 효과적임을 확인하였고, 이를 이용하여 여러 그림자 제거 기법들의 성능을 향상시킬 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] 엄창근, 최두현, "Color Layout Descriptor 가중치 보정을 통한 장면 전환 검출," 한국멀티미디어학회 춘계학술발표대회 논문집, 제8권 제1호, pp. 755-758, 2005.

[2] Z. Zhu, Y. Zhao, and H. Lu, "Sequential Architecture for Effeicient Car Detection," *IEEE CVPR'07*, 2007.

[3] M. A. As'ari, U. U. Sheikh, S. A. R. and Abu-Baker, "Object's Shadow Removal with Removal Validation," *Signal Processing and Information Technology, IEEE International Symposium*, 2007.

[4] J. L. Landbaso, M. Pardas, and Li-Qun Xu, "Shadow Removal with Blob-based Morphological Reconstruction for Error Correction," *IEEE ICASSP'05*, 2005.

[5] 김희상, 김태욱, 최두현, "그림자 제거 기법의 성능 향상을 위한 물체 복원 마스크," *IPIU2009*, Vol.1, pp. 86-89, 2009.

[6] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, 2008.

[7] Z. N. Li and M. S. Drew, *Fundamentals of Multimedia*, 2004.

[8] T. Acharya and A. K. Ray, *Image processing principles and applications*, 2005.

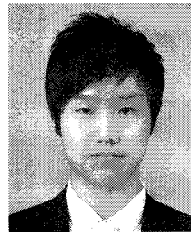
[9] R. Lukac and K. N. Plataniotis, *Color Image Processing : Methods and Applications*, 2007.

[10] S. Milan, V. Hlavac, and R. Boyle, *Image Processing, Analysis, and Machine Vision*, 2008.

[11] "PETS 2006 Benchmark Data," *Ninth IEEE International Workshop on Performance*

Evaluation of Tracking and Surveillance, <http://www.cvg.rdg.ac.uk/PETS2006/data.html>

[12] "ATON(Autonomous Agents for On-Scene Networked Incident Management) Benchmark Data," <http://cvrr.ucsd.edu/aton/shadow>



김희상

2008년 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 공학사
 2009년 경북대학교 대학원 전자공학과 공학석사
 관심분야 : 신호처리, 영상처리



김지홍

1986년 경북대학교 전자공학과 공학사
 1988년 경북대학교 대학원 전자공학과 공학석사
 1996년 포항공과대학교 대학원 전자전기공학과 공학박사

1988년~1996년 한국전자통신연구원 선임연구원
 1997년~2001년 부산외국어대학교 컴퓨터공학과 조교수
 2008년 미국 조지아공대 방문교수
 2002년~현재 동의대학교 영상정보공학과 부교수
 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터그래픽스, 컴퓨터비전



최두현

1991년 경북대학교 전자공학과 학사
 1993년 포항공과대학교 대학원 전자전기공학과 석사
 1996년 포항공과대학교 대학원 전자전기공학과 박사
 1996년~2000년 경북대학교 전자전기공학부 계약조교수

2003년~현재 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 부교수
 관심분야 : 신호처리, 영상해석, 비파괴검사, 지능 알고리즘, 무인자동차