

적응적인 임계값을 적용한 정확한 움직임 검출과 이를 이용한 효율적인 3-D 디인터레이싱 알고리즘

조대림[†], 송진모^{**}, 이동호^{***}

요 약

본 논문에서는 적응적인 임계값을 이용한 정확한 움직임 추정방법과 이진영상에서의 미리 정의한 패턴을 이용한 에지 기반 공간 필터링 방법을 이용한 적응적 3-D 디인터레이싱 알고리즘을 제안한다. 움직임 예측시 발생하는 움직임 미검출과 거짓 움직임 검출을 줄이기 위해서 영상내의 복잡도에 따라 적응적인 임계값을 적용 하였다. 움직임 영역에서의 공간 필터를 사용할 경우 완전한 대각 방향의 에지와 라인의 보간 성능을 높이기 위해 최근에 발표된 미리 정의한 이진 패턴을 이용한 에지기반의 필터링 방법에서 이진 패턴의 재구성을 통해 보간하는 방법을 제안하였다. 제안된 알고리즘을 사용할 경우 기존의 방법들에 비해 시각적으로 뛰어난 결과를 보이는 것을 모의실험을 통해 확인하였다.

An Efficient 3-D Deinterlacing Algorithm by Detecting Accurate Motions Using Adaptive-Thresholded Values

Dae-Rim Cho[†], Jin-Mo Song^{**}, Dong-Ho Lee^{***}

ABSTRACT

This paper proposes a motion-adaptive 3-D deinterlacing algorithm based on an adaptive-thresholded motion detection and an interpolation method using binary patterns to compensate motion missing and false motion errors. For efficient motion detection, we adaptively decided a threshold value according to the complexity of image. Many edge-based interpolation algorithms have been proposed to improve the subjective quality. Recently, to efficiently interpolate low angle edge and line, a method using predefined binary patterns has been proposed. In this paper, we propose an improved method by modifying the binary patterns. Simulation results have shown that the proposed method provides better performance than the existing methods.

Key words: Motion Detection(움직임 검출), Deinterlacing, Edge

1. 서 론

TV 방송에서는 전송 대역폭을 줄이기 위하여 짝수, 홀수 필드가 1/60초 간격으로 교차되어 하나의 프레임에 이루는 인터레이스 방법을 사용하여 왔다.

디인터레이싱이란 인터레이스 방법의 화질 열화를 줄이기 위해 각 필드를 프레임으로 복원하는 알고리즘이다. 디인터레이싱의 성능을 좌우하는 가장 큰 요소는 입력영상을 움직임이 있는 영역과 움직임이 없는 배경영역으로 구분하는 움직임의 감지와 움직임

※ 교신저자(Corresponding Author) : 이동호, 주소:경기도 안산시 상록구 사3동 1271, 전화 : 031)400-5216, FAX :031)418-9124, E-mail : dhlee77@hanyang.ac.kr
접수일 : 2010년 2월 13일, 수정일 : 2010년 8월 19일
완료일 : 2010년 9월 6일

[†] 정회원, LG전자 MC사업부 연구원
(E-mail : daerim.cho@gmail.com)

^{**} 준회원, 한화화학 종합연구소 연구원
(E-mail : nicesongkr@naver.com)

^{***} 정회원, 한양대학교 전자통신공학과 교수
(E-mail : dhlee77@hanyang.ac.kr)

이 있는 영역에 적용하는 공간 필터의 성능에 있다. 현재까지 다양한 방법들이 제시 되었는데, 특히 움직임 영역을 추정해서 다양한 공간 필터를 사용하여 움직임에 따라 적응적으로 보간하는 방법들이 제시 되었다[1-4,8].

기존의 움직임 추정 방법에는 3필드, 4필드, 5필드를 참조 필드로 이용하여 추정하는 방법들이 제시 되었다. 이런 방법들은 움직임을 구분하기 위하여 필드간의 차이 값을 비교하여 차이가 임계값보다 큰 경우에 움직임이 있는 영역으로 판단하고 적은 경우에 움직임이 없는 경우로 결정하였다. 기존의 움직임 추정 방법들은 공통적으로 움직임 영역과 정지영역을 나누기 위하여 고정된 임계값을 사용하였다. 하지만 고정 임계값을 사용 하는 경우에, 높은 임계값을 사용하는 경우에는 움직임 미검출이 발생하고 낮은 임계값을 사용하는 경우에는 거짓 움직임 검출이 발생하게 된다. 따라서 정확한 움직임을 추정하기 위하여 최적의 임계값을 결정하는 것이 중요한 문제이지만 영상마다의 최적의 임계값이 다르기 때문에 고정 임계값을 사용하는 경우에는 다양한 영상에서 정확한 움직임을 추출하기 어렵다. 따라서 본 논문에서는 영상내의 복잡 정도에 따라 적응적인 임계값을 적용 하였다. 실험 결과 영상내의 복잡한 영역은 거짓 움직임 검출이 발생할 확률이 높았으며 평탄한 영역에서는 움직임 미검출이 발생할 확률이 높았다. 이를 반영하여 움직임 미검출과 거짓 움직임 검출을 최소화 하도록 적응적인 임계값을 적용하여 다양한 영상에서 움직임 영역을 정확히 구분 할 수 있게 되었다.

기존의 공간 필터링 방법에서는 영상의 에지 부분이 눈에 매우 민감한 부분임에도 불구하고 그에 대한 고려가 충분히 되지 않아 주관적 화질 비교 시 화질 열화가 크게 느껴지게 된다. 이러한 에지 영역에서의 문제점을 해결하기 위하여 에지 기반의 영상 보간법들이 제시되었다. 널리 사용하는 방법으로 에지를 추출하여 이를 이용하여 보간하는 방법들이 간단한 계산과 구현의 용이성 때문에 많이 사용되었지만 작은 화소 값의 변화에 민감하고 잘못된 에지 정보를 이용하는 단점이 존재한다[5-7]. 최근에는 이러한 문제점들을 보완하기 위한 방법으로 이진영상에서 미리 정의한 패턴을 이용한 에지 기반의 필터링 방법이 제시 되었다[9]. 이러한 연구도 기존 방법들에 비해 상당한 성능 개선을 이루었지만 라인의 길이가 짧거나

잡음 패턴에 의해서 완만한 기울기의 에지나 라인에서의 패턴 검출이 잘 안 되는 단점이 존재한다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 보완하기 위하여 낮은 각도의 에지나 라인의 경우에도 방향성을 잘 찾을 수 있도록 패턴을 재정의 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존 알고리즘에 대해서 소개하고, 3장에서는 기존 알고리즘의 문제점을 개선한 새로 제안하는 알고리즘을 설명한다. 4장에서는 모의실험 결과를 보여주고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 기존의 디인터레이싱 알고리즘

2.1 기존의 움직임 추정 알고리즘

움직임 적응적 알고리즘의 성능을 좌우하는 가장 중요한 요소는 움직임 영역과 정지영역으로 구분하는 정확한 움직임 감지에 있다. 따라서 움직임을 추정하는 다양한 알고리즘이 소개 되었고 대표적으로 3-필드, 4-필드, 5-필드를 이용한 움직임 예측 알고리즘이 있다. 기존의 알고리즘에서는 최대 차분 값을 구해서 이것을 고정 임계값과 비교하여 움직임 영역과 정지영역을 구분 하였으나, 영상의 특성을 고려하지 않아 영상에 따라 거짓 움직임 검출이나 움직임 미검출이 발생하는 문제점이 있다.

2.2 에지 기반의 공간 필터링 알고리즘

기존의 공간 필터링 알고리즘은 에지 영역이 눈에 매우 민감한 부분임에도 불구하고 에지에 대한 고려가 되어 있지 않아 에지 영역에서 심각한 화질열화를 가져왔다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위하여 여러 가지의 에지 기반의 공간 필터링 알고리즘이 제안되었다[5-7,9].

에지 기반의 디인터레이싱의 알고리즘 중에서 가장 많이 사용하는 방법은 ELA이다. ELA방법은 손실라인을 보간하기 위해 3x3 윈도우를 사용하여 방향성 상관도를 계산하고 상관성이 가장 높은 방향의 두 화소간의 평균값으로 보간한다. 하지만 작은 화소 값에 민감하고 45도 보다 크거나 작은 각도에 대해서 성능이 떨어지는 심각한 단점을 가지고 있다.

그리고 최근 발표된 이진영상을 이용한 효율적인 디인터레이싱 알고리즘은 보간 할 화소의 에지의 방

향 판단을 이진화 된 이미지를 기반으로 판단하여 보간한다[9]. 따라서 기존 에지 기반 알고리즘에 비해 에지 방향 판단의 오류를 최소화하고 보다 완만한 에지 방향을 판단하여 보간함으로써 완만한 각도의 에지에 대해서 좋은 성능을 보이는 알고리즘이다. 그러나 정의된 패턴의 한계로 인해 작은 에 대를 가진 라인이나 에지 패턴에 대해서는 화질 열화가 발생하는 문제점이 있다.

3. 제안하는 디인터레이싱 알고리즘

제안하는 알고리즘은 정확한 움직임 추정과 효율적인 필터링 설계를 통해 디인터레이싱 성능을 개선하였다. 그림 1은 제안하는 알고리즘의 전체 순서도이다.

3.1 적응적인 임계값을 이용한 움직임 추정

움직임을 추정하기 위해서 4-필드의 입력 영상에서의 화소 차분의 최대값을 구하였고, 이에 대해 영상의 복잡도에 따라서 임계값을 적응적으로 적용 하였다.

3.1.1 최대 차분 값 결정

그림 2에서 보는 것처럼 3개의 참조 필드로부터 화소의 밝기 차이를 구하여 움직임 정보를 계산한다. 시간상으로 t의 위치에 있는 움직임 정보를 계산하기 위

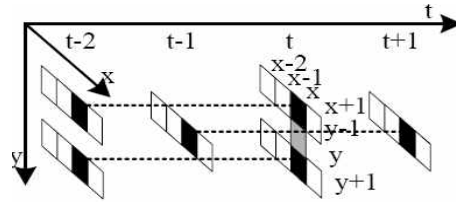


그림 2. 최대 차분 값 계산

해 최대 차분 값을 구하는 것은 식(1)과 같다. 최대 차분값과 적응적인 임계값을 이용하여 움직임 영역, 중간 영역, 정지 영역의 3가지 영역으로 구분 하게 된다.

$$out(x, y) = \max \begin{pmatrix} abs(p(x, y-1, t) - p(x, y-1, t-2)) \\ abs(p(x, y+1, t) - p(x, y+1, t-2)) \\ abs(p(x, y, t+1) - p(x, y, t-1)) \end{pmatrix} \quad (1)$$

3.1.2 적응적 임계 값 결정

위에서 구한 최대 차분값을 임계값과 비교해서 영역을 결정하기 때문에 임계값 결정이 매우 중요한 문제가 된다. 실험에 의하면 영상내의 복잡한 영역의 경우 영상의 차분값이 크게 나왔고 이로 인한 에러의 크기가 일반적으로 크게 나왔다. 따라서 정지 영역을 움직임 영역으로 잘못 판단하는 거짓 움직임 검출이 발생할 확률이 크기 때문에 다소 높은 임계값을 적용 하였고 반면 움직임 영역을 정지영역으로 판단하는 움직임 미검출의 경우는 다소 낮은 임계값을 적용하여도 차분값이 크게 나오기 때문에 거의 발생하지 않았다. 그리고 평탄한 영역의 경우에는 반대로 차분값이 작게 나오고 복잡한 영역에 비해서 차분값 에러가 작기 때문에 다소 낮은 임계값을 부여해서 움직임 미검출과 거짓 움직임 검출을 줄일 수 있었다.

최적의 임계값을 구하기 위하여 다양한 영상을 이용한 실험을 통해서 영상의 복잡도에 따른 움직임 미검출 빈도수와 거짓 움직임 검출 빈도수를 파악 하였다. 고정 임계값을 이용하는 경우에는 복잡한 영역일수록 거짓 움직임 검출이 발생하는 빈도수가 높았으며 평탄한 영역일수록 움직임 미검출이 발생할 확률이 높았다. 이에 따라서 영상 내 복잡도를 기준으로 임계값을 조정하도록 하였다. 최적의 임계값을 결정 하기 위해서 분산 구간을 기준으로 임계값의 수치를 변화 시켜가면서 최적의 임계값을 갖는 수치를 결정 하였으며, 영상의 복잡도 계산에는 7X18 윈도우 내의 화소 값의 분산값을 적용 하였다.

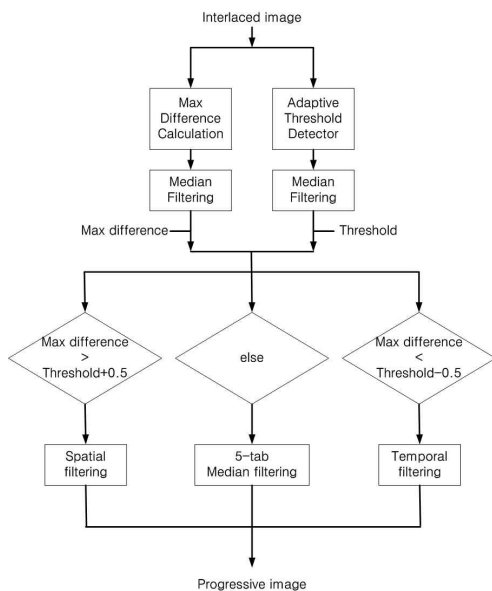


그림 1. 제안하는 알고리즘의 순서도

표 1. 분산 값에 따른 적응적인 임계값 결정

분산값	0~2	2~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~
임계값	2	3	4	5	6	7	8	9	10

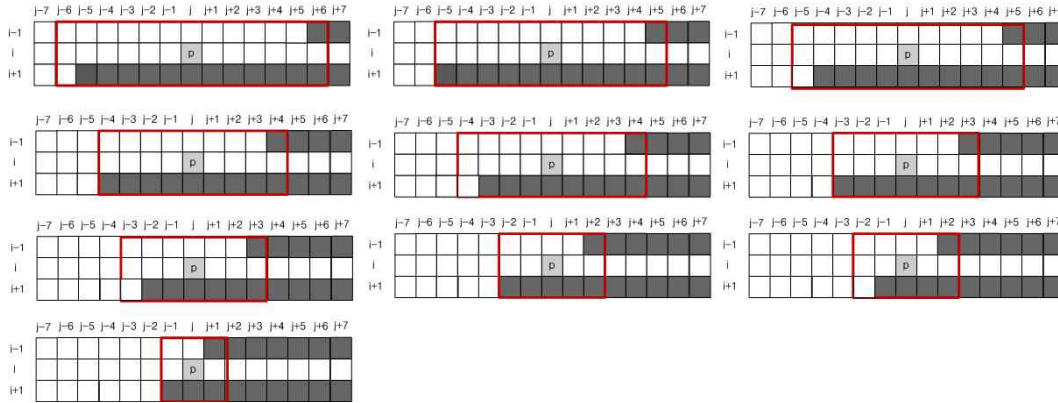


그림 3. 기존 알고리즘에서 사용되는 패턴의 예

다양한 실험을 통해 결정된 최적의 임계값은 표 1과 같다. 마지막으로 각 화소의 위치에서 위에서 구한 최대 차분값과 적응적으로 구한 임계값의 크기를 비교해서 움직임 영역과 정지영역을 결정한다.

3.2 시/공간 필터링 알고리즘

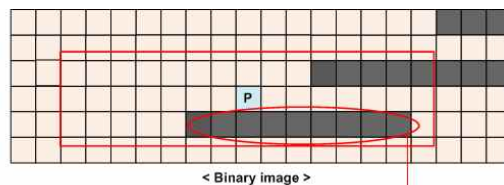
영상의 움직임 정보를 가지고 이에 따른 효율적인 필터링을 수행한다. 움직임 영역에는 이진 패턴을 이용한 보간 방법을 수행하고 정지 영역에서는 시간축 미디언 필터를 사용한다. 또한 중간 영역에는 논문에서 제안한 5-탭 미디언 필터링을 적용하여 보간함으로써 발생할 수 있는 에러를 최소화 하였다.

3.2.1 공간 필터링

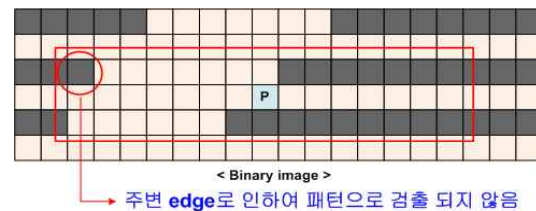
움직임 영역에서 공간 필터링을 적용하는 경우가 있어서 기존의 에지 기반 알고리즘 중에서 보다 성능이 우수한 미리 정의한 이진 패턴을 이용한 에지 기반 알고리즘을 사용하였다[9]. 그림 3과 같이 정의된 패턴을 사용하는 기존 알고리즘의 경우 그림 4, 5와 같이 이진 패턴의 라인의 폭이 짧거나 잡음 패턴에 의해서 완전한 기울기의 에지나 라인에서의 패턴 검출이 잘 안 되는 단점이 있기 때문에 이를 개선하기 위해서 본 논문에서는 그림 6과 같이 패턴을 재정의 하였다. 패턴의 재 정의를 통해서 기존 논문에서 찾지 못하는 보다 낮은 각도의 에지나 라인의 경우도

패턴의 검출이 잘 됨을 실험을 통해서 확인하였다.

영상의 보간은 기존 방법처럼 패턴에 따른 방향성을 결정하고 결정된 윈도우와 방향성에 따른 후보 화소를 결정한다. 후보 화소간 최소 상관도를 적용하여 평균값을 보간 값으로 사용 하였다. 일반적으로 보간 시에는 일률적인 윈도우 크기를 적용하는데, 이와 같은 경우에는 패턴이 가지는 기울기와는 상관없는 화소를 참조하여 계산상의 오류를 일으킬 가능성이 커질 뿐 아니라 불필요한 계산이 많아지는 단점이 있다. 하지만 패턴의 기울기에 따른 적응적인 윈도우



패턴의 길이가 짧아 패턴으로 검출이 되지 않음
그림 4. 이진 패턴의 길이가 짧아 검출이 안 되는 예



주변 edge로 인하여 패턴으로 검출 되지 않음
그림 5. 주변의 잡음 확대로 인해서 검출이 안 되는 예

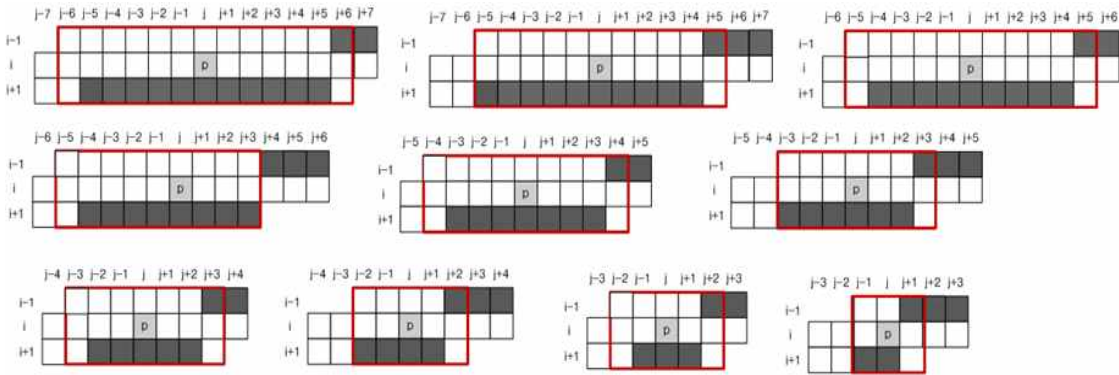


그림 6. 본 논문에서 제시한 이진 패턴의 예

를 결정해서 보간을 하는 경우 계산상의 효율성과 정확성을 높일 수 있다.

3.2.2 시간 필터링

정지영역일 경우에는 다른 필드에 있는 화소를 사용하여 효율적인 보간을 수행 하도록 하였다. 그림 7과 같이 현재 보간 하려는 화소의 같은 위치에 있는 이전필드의 화소 C와 현재 필드의 화소 A와 B의 중간 값을 선택함으로써 노이즈를 제거 하였다.

3.2.3 5-탭 미디언 필터링

중간 영역은 움직임 영역인지 정지 영역인지 경계가 애매한 영역을 말하며 발생할 수 있는 오류를 최소화하기 위해 임계 값 주변의 영역을 중간 영역으로 하였다. 중간 영역에서 움직임 미검출과 거짓 움직임 검출을 줄이기 위해서 5-탭 미디언 필터를 제안 하였으며, 그림 8과 같이 이전필드의 화소(A), 현재 필드의 실제 화소(B,C)와 보간 된 결과 화소(D,E)의 중간 값을 선택해서 영역이 애매한 경우에 잘못된 영역 설정으로 인해 생기는 화질 열화를 줄일 수 있도록 하였다.

4. 모의 실험 결과

본 논문에서는 움직임 추정, 공간 필터링, 최종 보간 영상에 객관적이고 주관적인 성능평가를 실시하였다. 객관적인 성능 평가는 PSNR 비교와 논문에서 제안한 움직임 미검출, 거짓 움직임 검출의 측정을 통해 수행하였고 주관적인 화질 평가는 다양한 영상으로부터의 다양한 패턴을 추출해서 비교하였다.

4.1 움직임 추정 성능 비교

적응적 임계값을 이용한 움직임 추정성능을 검증하기 위해서 영상을 움직임 영역과 정지영역으로 나눈 이진영상과 분산값에 따른 이진영상의 상관성을 비교 하였다. 그림 9의 그림(a)는 복원해야 할 영상이고 그림(b)는 필드 영상에 대해 고정 임계값을 사용해서 움직임 영역과 정지영역으로 나눈 이진 영상이다. 그림(c)는 복잡도에 따라 영상을 이진화 시킨 영

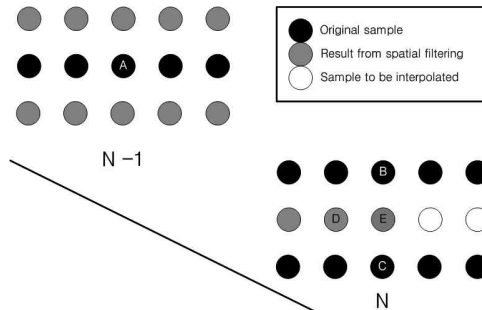


그림 7. 5-탭 미디언 필터

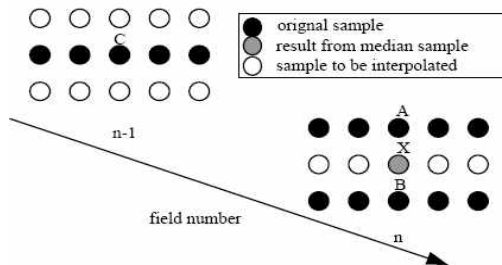


그림 8. 시간 미디언 필터

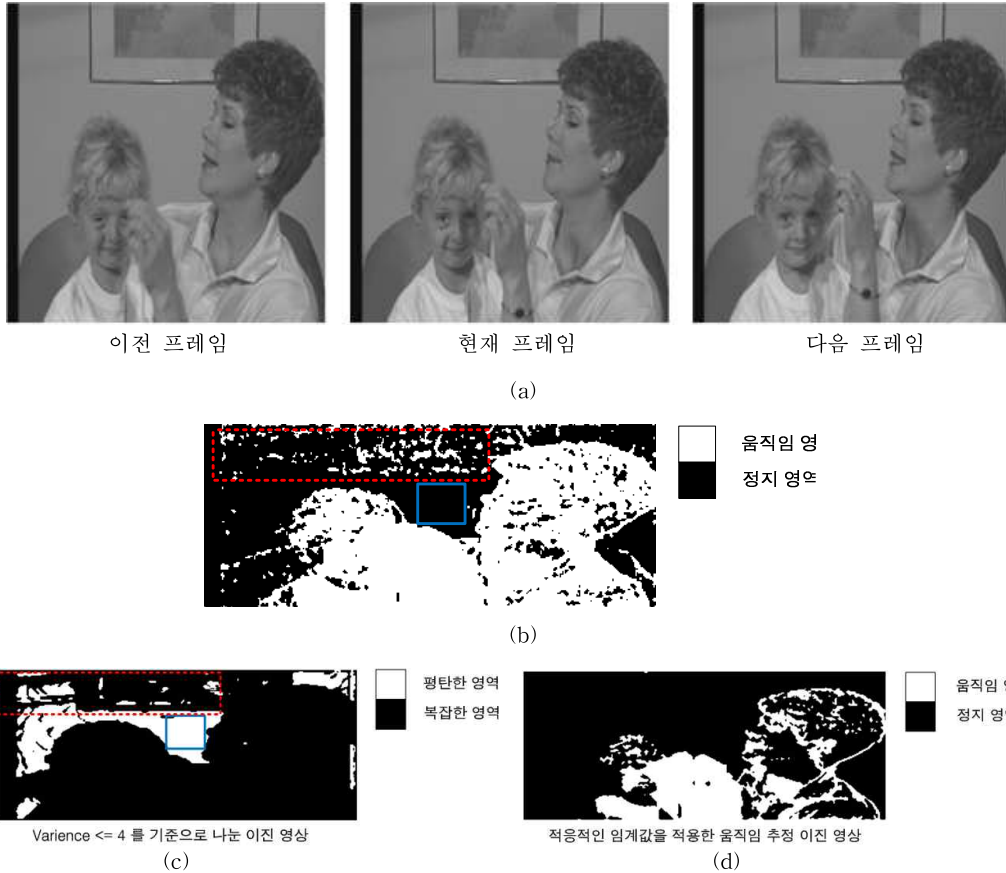


그림 9. 이진 영상에서의 적응적인 임계값 적용 검증 (a)원영상 연속 프레임, (b)임계값이 2인 경우에 움직임 추정 이진 영상, (c)분산값이 <=4인 경우에 이진영상, (d)적응적인임계값을 적용한 경우에 움직임 추정 이진 영상

상이다. 그림(b)와 그림(c)를 비교하면 점선 네모 안의 영역은 복잡한 영역으로 정지영역을 움직임영역으로 판단하는 거짓 움직임 검출이 많이 발생한 반면, 실선 안의 영역은 평탄한 영역으로 거짓 움직임 검출이 존재하지 않음을 알 수 있다.

이 외의 다른 다양한 영상에서의 실험에서도 복잡한 영역에서 거짓 움직임 검출의 발생 빈도가 높았고 평탄한 영역인 경우에는 움직임 미검출 발생 빈도가 높았다. 따라서 복잡한 영역에는 다소 높은 임계값을 적용해서 거짓 움직임 검출을 줄였고 평탄한 영역에서는 낮은 임계값을 적용해서 움직임 미검출을 줄였다. 그림(d)는 복잡도에 따른 적응적인 임계값을 적용해서 거짓 움직임 검출과 움직임 미검출을 줄인 이진 영상이다. 고정 임계값을 사용한 경우보다 움직임 영역과 정지영역이 정확하게 구분이 됨을 확인할 수 있었다. 복잡도에 따른 최적의 임계 값 결정은 다

양한 영상을 이용한 실험을 통해서 결정하였고, 결정된 복잡도에 따른 최적의 임계 값을 적용 했을 때 최종 보간 영상과 고정 임계 값을 적용한 최종 보간 영상과의 PSNR 을 비교하였다. 또한 식(2)와 (3)에 의해서 움직임 미검출 픽셀과 거짓 움직임 검출의 개수를 측정해서 제안한 방법을 검증한다.

움직임 미검출 화소 개수의 측정은 정지 영역에서의 시간 필터를 적용한 영역인 경우에 정지영역을 정확하게 구분하였다면 같은 위치에서 원 영상하고 같은 화소 값을 가져야 하고 만약 움직임을 정지 영역으로 잘못 판단한 경우에는 다른 값을 가지게 될 것이다. 따라서 최종 보간 영상과 원 영상의 화소 차분 값이 임계 값 보다 크다면 움직임 미검출 화소로 판단 한다. 식(2)와 같이 이상적인 경우는 차분값이 0이 아닐 경우에 움직임 미검출 픽셀로 판단하지만 노이즈로 인해서 임계값을 두었다.

거짓 움직임 검출이 발생한 화소 수의 측정은 움직임 영역에서의 시간 필터를 적용 하였을 경우에 움직임 영역을 정확하게 구분 하였다면 같은 위치의 보간 영상이 원 영상과 다른 값이 나와야 하고 만약 정지 영역을 움직임으로 판단한 경우에는 같은 값을 가질 것이다. 따라서 최종 보간 영상과 원 영상의 화소 차분 값이 임계 값 보다 작다면 정지 영역을 움직임 영역으로 잘 못 판단한 거짓 움직임 검출로 판단 하고 식(3)과 같이 개수를 세었다.

$$M = \sum_{i=0}^{v_size} \sum_{j=0}^{h_size} f_1(i, j) \tag{2}$$

where :

$$f_1(i, j) = \begin{cases} 1, & \text{if } |x(i, j) - y(i, j)| \geq \text{threshold} \\ 0, & \text{if } |x(i, j) - y(i, j)| < \text{threshold} \end{cases} \text{ and } (i, j) \text{ is stable region}$$

where : $x(i, j)$: original pixel
 $y(i, j)$: deinterlaced pixel

$$F = \sum_{i=0}^{v_size} \sum_{j=0}^{h_size} f_2(i, j) \tag{3}$$

where :

$$f_2(i, j) = \begin{cases} 1, & \text{if } |x(i, j) - y(i, j)| \leq \text{threshold} \\ 0, & \text{if } |x(i, j) - y(i, j)| > \text{threshold} \end{cases} \text{ and } (i, j) \text{ is moving region}$$

where : $x(i, j)$: original pixel
 $y(i, j)$: deinterlaced pixel

표 2는 앞에서 설명한 적응적인 임계값을 결정하기 위해서 다양한 영상에서 임계값을 다르게 주면서 식(2)와 (3)을 이용해서 움직임 미검출, 거짓 움직임 검출을 측정 하였다. 실험 결과 임계값이 1인 경우에는 움직임 미검출이 가장 적었지만 거짓 움직임 검출이 많이 발생하였기 때문에 움직임을 정확하게 구분 하기가 어려웠고 임계값이 3 이상일 경우는 움직임 미검출이 많이 발생하였기 때문에 보간 영상에 임펄스 노이즈가 발생 하였다. 따라서 적응적인 임계값을 2로 결정하게 되었고 움직임 미검출을 최소화 하면

서 거짓 움직임 검출도 줄일 수 있었다. 표 3은 분산 구간 별로 임계값의 증가 수치를 다르게 적용하면서 식(2)와 (3)을 이용해서 측정한 결과이다. 분산 구간 별로 증가 수치를 1이상으로 하였을 때 움직임 미검출이 증가되는 것에 비해 거짓 움직임 검출이 줄지 않은 것을 볼 수 있고 일반적으로 움직임 미검출이 증가 됨에 따라서 더 심각한 화질 열화가 발생하기 때문에 증가 수치를 +1로 정하였다. 마지막으로 표 4는 적응적인 임계값과 고정 임계값을 사용 하였을 경우에 식(2)와 (3)을 측정한 결과와 PSNR을 비교한 결과이다. 영상마다의 최적의 임계값이 다르기 때문에 고정 임계값을 적용 하면 어떤 영상에서는 좋은 결과를 얻지만 그렇지 못하는 경우가 발생한다. 고정 임계값으로 작은 값을 사용하는 경우에는 움직임 미검출이 최소화 되지만 거짓 움직임 검출이 대량으로 발생하는 것을 관찰 할 수 있고 이로 인해서 정지 영역에 공간 필터링을 수행하기 때문에 정확한 보간이 되지 않고 보간 영상이 뭉개짐 현상의 화질 열화를 보인다. 또한 임계값이 큰 경우에는 움직임 미검출이 많이 발생하고 거짓 움직임 검출이 줄어든다. 이 경우에는 공간 영역에 시간 필터링을 사용함으로써 보간 영상에 임펄스 노이즈가 생기게 되고 더욱 심각한 화질 열화를 가져오게 된다. 반면에 본 논문에서 제안한 적응적인 임계값을 사용하는 경우에는 다양한 영상에서 움직임 미검출을 최소화 하면서 거짓 움직임 검출을 줄이는 것을 알 수 있다. 일반적으로 거짓 움직임 검출로 인한 화질 열화보다 움직임 미검출로 인한 화질 열화가 심각하기 때문에 움직임 미검출을 많이 줄이는 것을 기준으로 하였다. 마지막으로 PSNR 비교시 영상마다 적응적인 임계 값 적용이 고정 임계값을 최적으로 적용한 영상과 PSNR이 비슷함을 알 수 있다.

그림 10과 11은 최종 보간 영상에서의 고정 임계

표 2. 적응적인 임계값의 초기 값에 따른 움직임 미검출, 거짓 움직임 검출 비교

Mother and daughter (352X288)			akiyo (352X288)		
초기값	움직임 미검출 오류율	거짓 움직임 검출 오류율	초기값	움직임 미검출 오류율	거짓 움직임 검출 오류율
1	0.09 %	0.81 %	1	0.12 %	0.76 %
2	0.24 %	0.58 %	2	0.35 %	0.64 %
3	0.40 %	0.44 %	3	0.76 %	0.53 %
4	0.57 %	0.37 %	4	1.29 %	0.37 %
5	0.84 %	0.30 %	5	1.72 %	0.30 %

표 3. 분산 구간별 임계 값 증가량에 따른 움직임 미검출, 거짓 움직임 검출 비교

Mother and daughter (352X288)			akiyo(352X288)		
분산 구간별 임계값 증가량	움직임 미검출 오류율	거짓 움직임 검출 오류율	분산 구간별 임계값 증가량	움직임 미검출 오류율	거짓 움직임 검출 오류율
+ 1	0.24 %	0.58 %	+ 1	0.38 %	0.65 %
+ 2	0.40 %	0.51 %	+ 2	0.76 %	0.61 %
+ 3	0.72 %	0.46 %	+ 3	1.24 %	0.58 %

표 4. 고정 임계 값 적용과 적응적인 임계값 적용의 움직임 미검출, 거짓 움직임 검출, PSNR 비교

Mother and daughter (352X288)				akiyo(352X288)			
임계값	움직임 미검출 오류율	거짓 움직임 검출 오류율	PSNR (db)	임계값	움직임 미검출 오류율	거짓 움직임 검출 오류율	PSNR (db)
2	0.03 %	1.42 %	36.271	2	0.04 %	0.89 %	43.310
5	0.28 %	0.57 %	41.727	5	0.67 %	0.59 %	43.143
10	0.92 %	0.30 %	41.957	10	2.17 %	0.27 %	43.064
15	1.79 %	0.16 %	41.840	15	3.56 %	0.14 %	43.589
20	3.18 %	0.08 %	41.791	20	4.89 %	0.08 %	43.606
Adaptive	0.24 %	0.58 %	41.939	Adaptive	0.37 %	0.65 %	43.323

값을 사용한 경우와 적응적인 임계값을 사용 했을 때의 주관적인 화질 비교를 한 것이다. 그림 10 (a)

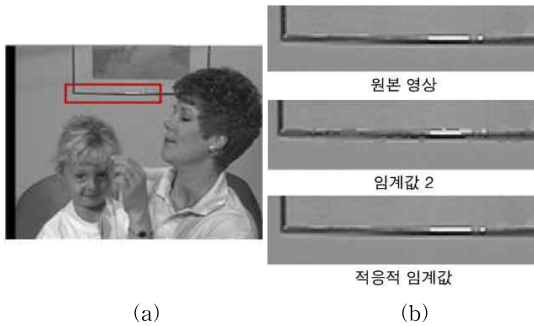


그림 10. 고정 임계 값 적용과 적응적인 임계 값 적용의 주관적인 화질 비교: (a)원영상, (b)보간 영상의 정지 영역의 확대

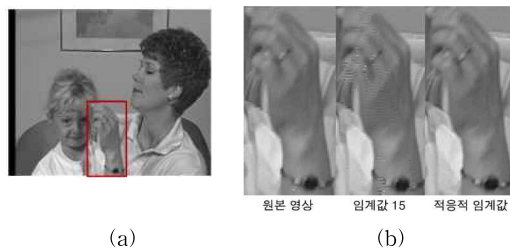


그림 11. 임계 값 적용과 적응적인 임계 값 적용의 주관적인 화질 비교: (a)원영상, (b)보간 영상의 움직임 영역의 확대

에 있는 원영상의 박스 안의 벽면은 움직임이 없는 영역이다. 그림 10 (b)를 보면 고정 임계값으로 낮은 값을 사용 하는 경우에 움직임이 없는 영역을 움직임 영역으로 판단하여 화질열화가 발생함을 알 수 있다. 그림 11 (b)의 경우에는 고정 임계값으로 큰 값을 사용하는 경우이고 움직임 영역을 정지 영역으로 판단하여 생기는 화질열화가 발생함을 알 수 있다. 반면에 적응적인 임계값을 이용하여 보간된 영상은 원영상과 거의 차이가 없음을 볼 수 있었다.

4.2 필터링 성능 비교

움직임 영역에서 사용하는 공간 필터링 성능 비교는 에지 기반의 영상보간 알고리즘인 ELA, 이진 영상의 패턴을 이용한 기존 알고리즘과의 비교를 통해서 제안하는 알고리즘의 성능을 검증 하였다. 테스트 영상에서 결과를 비교하기 위하여 확대한 부분은 완만한 각도의 에지와 라인에 대한 보간 결과를 나타내었다. 그림 12와 그림 13은 각각 다른 필터링을 통한 영상보간 결과 이다. 제안하는 알고리즘이 기존 알고리즘보다 훨씬 우수한 성능을 보이는 것을 확인할 수 있었다. 특히 완만한 각도의 에지나 라인에 대해서 블러링, 링잉현상과 같은 화질열화가 현저하게 감소하였다.

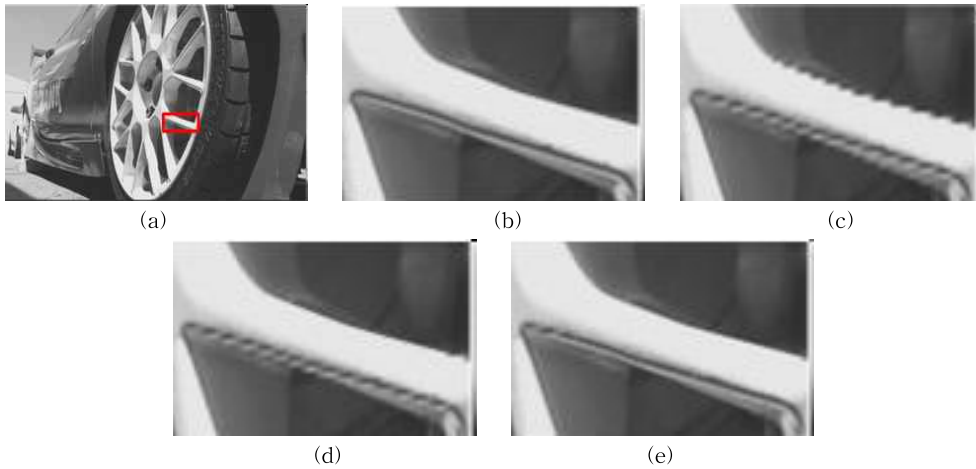


그림 12. Car영상에 대한 주관적 화질비교 : (a)원영상, (b)원영상 부분 확대, (c)ELA, (d)이진영상 패턴을 이용한 보간, (e)제안하는 알고리즘

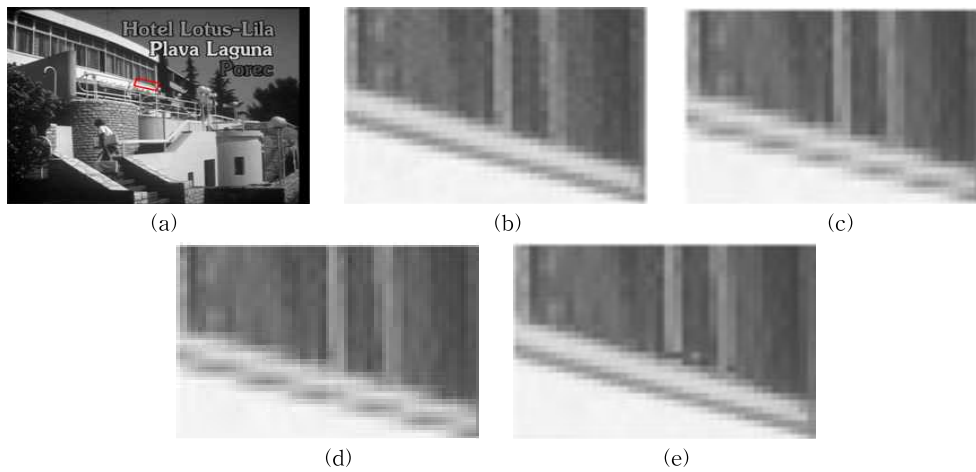


그림 13. Hotel영상에 대한 주관적 화질비교 : (a)원영상, (b)원영상 부분 확대, (c)ELA, (d)이진영상 패턴을 이용한 보간, (e)제안하는 알고리즘

4.3 보간 영상의 성능 비교

마지막으로 제안하는 알고리즘의 최종 보간 영상과 기존 움직임 적응적 기반 알고리즘[1,4]의 최종 보간 영상의 주관적, 객관적인 화질 비교를 통해서 앞에서 부분적으로 검증한 부분에 종합적인 검증을 실시하였다. 그림 14의 영상은 빠르게 움직이는 영역의 보간 영상이다. 기존 알고리즘의 경우에 빠르게 움직이는 영역에서 움직임 미검출로 인한 화질 열화가 발생하는데 반해서 제안하는 알고리즘의 경우에 화질열화가 발생하지 않고 원 영상과 거의 유사해짐을 보인다. 마지막으로 표 5에서는 객관적인 화질 비

교 결과를 나타내었는데, 역시 제안하는 알고리즘의 성능이 우수함을 확인할 수 있었다.

5. 결 론

본 논문에서는 움직임 기반의 적응적인 디인터레이싱 알고리즘으로서 임계 값을 영상의 복잡도에 따라서 적응적으로 적용하는 것을 제안 하였고 또한 주관적인 화질에 많은 영향을 미치는 에지 영역에서의 화질 열화를 최소화하는 에지 기반의 영상 보간 알고리즘을 제안 하였다. 움직임 기반 적응적인 필터

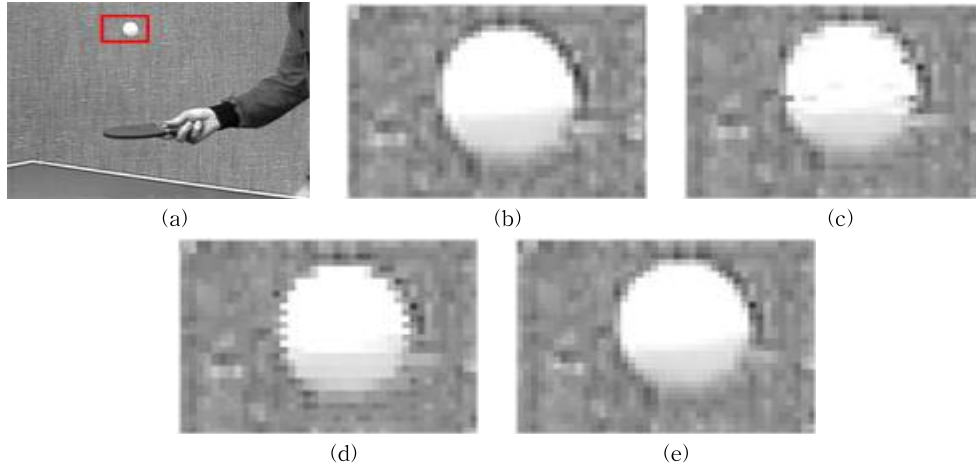


그림 14. 움직임 영역에 대한 주관적 화질비교 : (a)원영상, (b)원영상 부분 확대, (c)Ref[4], (d)Ref[1] (e) 제안하는 알고리즘

표 5. 기존 알고리즘과의 객관적인 화질 비교

algorithms	Foreman (352X288)	Mother (352X288)	Child (352X288)	Paris (352X288)	Silent (352X288)	Table (352X288)
Reference[1]	30.42	29.63	33.54	27.00	27.83	26.72
Reference[4]	30.43	29.42	33.34	31.10	28.01	26.60
Proposed algorithm	33.31	41.82	35.55	31.35	35.31	30.54

링 적용 알고리즘에서 가장 중요한 부분인 움직임 검출과 거짓 움직임 검출을 최소화하기 위해서 복잡도에 따른 적응적인 임계값을 사용하였고 실험에 의해서 좋은 성능을 보였다. 또한 이진 영상에서 미리 정의한 패턴방법을 사용해서 다양한 기술기의 에지와 라인에 대해서도 그 특성을 보존할 수 있도록 하였다. 모의실험 결과 대부분의 영상에서 기존의 알고리즘보다 전반적으로 좋은 성능을 보였고 특히 지나 라인이 원본 영상과 거의 유사해짐을 확인할 수 있었다.

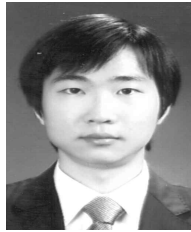
참 고 문 헌

[1] G.L. Li and M.J. Chen, "High Performance De-interlacing Algorithm for Digital Television Displays," *IEEE Trans. Display Technology*, Vol.2, No.1, pp.85-90, 2006.
 [2] B. Bhatt, F. Templin, B. Hogstrom, H. Dero-
 vanessian, S. Lamadrid, and J. Mailhot, "Gra-

nd Alliance HDTV Multi-format Scan Converter," *IEEE Trans. Consumer Electronics*, Vol.41, No.2, pp.1020-1031, 1995.
 [3] S.G. Lee and D.H. Lee, "A Motion-daptive De-nterlacing Method Using an Efficient Spatial and Temporal Interpolation," *IEEE Trans. Consumer Electronics*, Vol.49, No.4, pp.1266-1271, 2003.
 [4] Y. Shen, D. Zhang, Y. Zhang, and J. Li, "Motion Adaptive Deinterlacing of Video Data with Texture Detection," *IEEE Trans. Consumer Electronics*, Vol.52, No.4, pp.1403-1408, 2006.
 [5] T. Doyle, "Interlaced to Sequential Conversion for EDTV Applications," Proc. 2nd Int. Workshop on Signal Processing of HDTV, pp.412-430, Elsevier, 1998.
 [6] C.J. Kuo, C. Liao, and C.C. Lin, "Adaptive Interpolation Technique for Scanning Rate

Conversion," *IEEE Trans, Circuits Syst. Video Technol*, Vol.6, No.3, pp.317-321, 1996.

- [7] T. Chen, H.R. Wu, and Z.H. Yu, "An Efficient Edge Line Average Interpolation Algorithm for De-interlacing," *Visual Communications and Image Processing 2000*, Proceedings of SPIE, Vol.40, pp.67. 2000.
- [8] S.F. Lin, Y.L. Chang, and L.G. Chen, "Motion Adaptive Interpolation with Horizontal Motion Detection for Deinterlacing," *IEEE Trans. Consumer Electronics*, Vol.49, No.4, pp.1256-1265, 2003.
- [9] D.H. Lee, "A New Edge-based Intra- field Interpolation Method for Deinterlacing Using Locally Adaptive-thresholded Binary Image," *IEEE Trans. Consumer Electronics*, Vol.54, No.1, pp.110-115, 2008.
- [10] Gerard De Hann and Erwin B. Bellers, "Deinterlacing - An Overview," *Proceedings of IEEE*, Vol. 86, No. 9, pp. 1001-1008, 1998.
- [11] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, 2nd Addition, Wesley



조 대 림

2008년 2월 한양대학교 안산캠퍼스 전자컴퓨터공학부 학사
2010년 2월 한양대학교 전자전기 제어계측공학과 석사
2010년 2월~현재 LG전자 MC사업부 연구원

관심 분야: 디지털 영상처리, 영상 통신



송 진 모

2007년 8월 한양대학교 전자컴퓨터공학부 학사
2009년 8월 한양대학교 전자전기 제어계측공학과 석사
2010년 7월~현재 한화화학 종합연구소 연구원

관심분야: 디지털 신호처리, 영상신호처리 및 압축, 컴퓨터 비전



이 동 호

1986년 2월 한양대학교 전자공학과 학사
1988년 12월 Texas 대학 전기공학과 석사
1991년 5월 Texas 대학 전기공학과 박사

1991년 6월~1994년 2월 LG전자 영상미디어연구소 선임연구원
1994년 3월~현재 한양대학교 전자통신공학과 교수
관심분야: 디지털 영상처리, 디지털 TV, 영상 압축 및 통신