
가중치 차 영상과 움직임 벡터를 이용한 두드러진 움직임 정보 검출 방법

김선우* · 하태령* · 박춘배* · 최연성*

Salient Motion Information Detection Method Using Weighted Subtraction Image and Motion Vector

Sun-Woo Kim · Tae-Ryeong Ha · Chun-Bae Park · Yeon-Sung Choi

요 약

비디오 감시를 위한 움직이는 객체의 검출은 매우 중요하다. 많은 환경에서 움직임은 관심 있는 움직임과 관심 없는 움직임으로 나눌 수 있다. 관심 있는 움직임을 갖는 연구는 이미 많은 논의가 있어 왔다. 이 논문에서, 우리는 최신의 MPEG-4 EPZS 알고리즘을 이용한 움직임 벡터로부터 많은 움직임을 갖는 블록 영상을 구한 뒤, 시간에 대한 가중치를 부여한 차 영상과의 결합에 의한 복합적인 환경에서의 현저한 움직임 검출 방법을 제안한다. 우리의 방법은 기존의 배경 차 방법과 비교하여 눈에 띄게 좋은 결과영상을 얻을 수 있었다. 제안된 검출 방법은 다른 움직임의 간섭이 있는 복잡한 환경에서의 객체 검출에 매우 효과적이다.

ABSTRACT

Moving object detection is very important for video surveillance in modern days. In special case, we can categorize motions into two types - salient and non-salient motion. In this paper, we first calculate temporal difference image for extract moving objects and adapt to dynamic environments and next, we also propose a new algorithm to detect salient motion information in complex environment by combining temporal difference image and binary block image which is calculated by motion vector using the newest MPEG-4 and EPZS, and it is very effective to detect objects in a complex environment that many various motions are mixed.

키워드

motion vector; EPZS; salient motion detection; temporal difference

I. 서 론

비디오 스트림 내의 움직이는 객체를 검출하는 것은 매우 중요하고도 어려운 연구 과제로 이미 알려져 있다. 많은 실제 환경에서, 움직임은 관심 있는(현저한) 움직임과 관심 없는 움직임으로 나눌 수 있다. 현저한 움직임

(salient motion)은 산들바람에 초목이 흔들리는 것과 찰랑거리는 물결 또는 물방울이 떨어지는 분수와 같은 산발적인 움직임에 반하는 대표적인 감시 타겟(사람 또는 차량)의 움직임이라 정의할 수 있다.^[1] 이러한 복합적인 상황 내에서의 산발적인 움직임은 움직임 검출의 문제에서 더욱 많은 과제를 우리에게 남긴다.

* 군산대학교 전자정보공학부

접수일자 : 2007. 1. 24

현저한 움직임을 검출하기 위한 움직임 기반 방법은 이전에도 이미 논의되었었다. Wildes는 시간과 공간의 필터링을 사용하여 현저한 움직임을 측정하는 것을 제안하였다.^[2] 객체는 시간과 공간의 필터들의 속력에 의존한 성질 때문에 일정한 속도로 이동한다고 가정한다. 그러나 이 방법은 천천히 움직이는 객체 또는 흐름이 일정치 않은 객체를 위한 검출을 하지는 않았다.

Wixson은 연속적인 방향으로 흐름이 동일한 움직임에 대한 현저한 움직임 검출 방법을 제안하였다.^[3] 각 프레임 상에서, 그것은 동일한 방향으로 이동하는 연속적인 점들의 거리를 통하여 한 방향으로 연속적인 값들을 업데이트하였다. 그러나 그들의 방법은 매우 많은 시간을 소비하고 객체에 의한 두드러진 ‘흔적’을 남긴다.^[6]

이 논문에서, 우리는 일정 시간내에서 명암도의 차이에 의한 차 영상과 MPEG-4에서 제안된 EPZS(Enhanced Predictive Zonal Search)^[5] 알고리즘에 의하여 계산된 움직임 벡터로부터 이진 블록 영상을 구한 뒤 이들의 결합을 통하여 현저한 움직임 영상을 최종적으로 검출한다.

2장에서는 제안된 현저한 움직임 검출 방법의 단계 및 기술을 설명하고, 3장에서는 기존 방법과의 비교를 통하여 제안된 방법과의 차이가 명확히 표현된 실험을 보이며, 마지막으로 본 방법의 장단점을 통하여 차후 연구방향을 논의한다.

II. 제안된 현저한 움직임 검출 방법

현저하게 움직이는 객체를 검출하기 위하여 우리는 다음과 같은 4단계를 거친다.

(1) 원 영상으로부터 시간적인 차이의 가중치를 갖는 차 영상을 계산한다. (2) 원 영상으로부터 EPZS 기법을 이용하여 움직임 벡터 값을 검출한다. (3) 검출된 움직임 벡터 값 x, y 의 평균을 위한 z 값을 찾아내어, 평균 z 의 값이 현저한 움직임의 임계치 값 T_m 과 비교하여 16×16 의 블록을 갖는 이진영상을 만든다. (4) 첫 번째 단계에서 검출된 차영상과, 세 번째 단계에서 검출된 EPZS의 결과 영상인 블록영상과의 결합을 통하여 현저한 움직임을 갖는 움직임 영상을 추출한다.

그림 1은 제안된 움직임 검출 방법의 흐름을 나타낸 것이다.

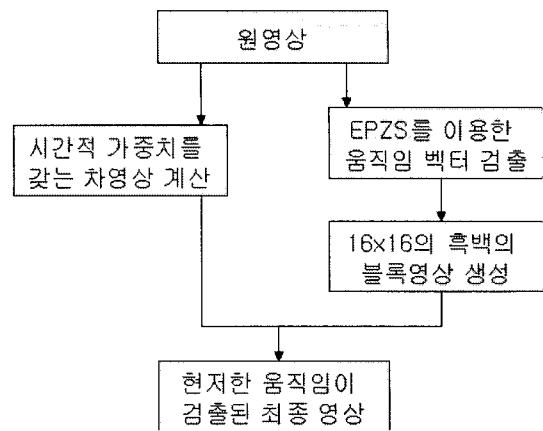


그림 1. 제안된 현저한 움직임 검출방법의 흐름도
Fig. 1 Proposed salient motion detection algorithm flow

2.1. 시간적인 가중치 차 영상

시간적 차이는 움직이는 객체를 추출하고 다이나믹한 환경을 적용하기 위한 가장 간단한 방법이다. 그러나 일정한 명암도로 움직이는 객체의 완전한 외양은 검출할 수 없다. 이 논문에서는 연속해서 일어나는 이미지들 $I(x, y, t)$ 와 $I(x, y, t+1)$ 를 차감하고, 차영상은 변화된 영역을 얻기 위하여 차 영상은 임계치 값 T_d 에 의하여 계산된다. 우리는 느린 움직임 또는 시간적으로 정지된 객체의 상태를 검출하기 위하여, 고정된 웨이트값을 설정하여 시간적 차 영상을 계산하기 위하여 사용하였다.

$I_{difference}(x, y, t)$ 는 다음의 식으로 보여진다.

$$I_{difference}(x, y, t+1) =$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} 1, & \text{if } (I_{accum}(x, y, t+1) > T_d) \\ 0, & \text{otherwise} \end{array} \right\} \quad (1)$$

$$I_{accum}(x, y, t+1) = (1 - W_{accum})I_{accum}(x, y, t) + W_{accum} |I(x, y, t+1) - I(x, y, t)| \quad (2)$$

W_{accum} 은 차영상의 계산을 위하여 시간적 범위를 서술하는 계산된 파라미터이다. 시스템에서 $I_{accum}(x, y, t-1)$ 은 빈 영상으로 초기화되며, 동일한 결과를 위하여 T_d 는 15, W_{accum} 은 0.5로 설정한다. 다양한 실험을 통해서 T_d 는 15일 때 영상의 잡음을 많이 덜어낼 수 있었다. 이미

지내의 영역 크기는 $(0,0)$ 에서 (w,h) 로부터 변화한다. w 와 h 는 각각 입력 영상의 폭과 높이이다. 원영상의 크기는 352×240 이다. 모든 영상을 사용하는 대신에, 변화된 영역은 움직임을 위한 시간 필터를 적용하기 위하여 나중에 사용된다. 그럼 2는 바람이 부는 수풀 앞을 사람이 지나가는 영상을 보인 것이다. 일반적인 차 영상인 (b)는 배경의 산란한 움직임까지 표현되어 많은 false positive를 나타낸다. 이에 반해, 위에서 계산된 시간적 차 영상은 (c)와 같이 나타난다. 일반적인 차 영상 (b)와 비교하여 많은 주변 영상이 삭제된 것을 볼 수 있다.

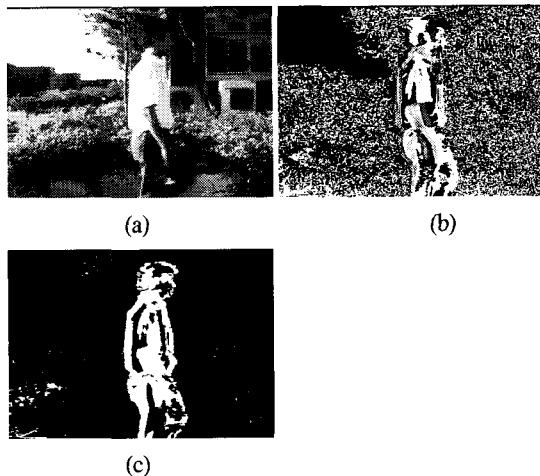


그림 2. 시간적 가중치 차 영상의 방법의 예. (a)원 영상, (b) 일반 차 영상 (c) 시간적 가중치 차 영상
Fig. 2 An example of the temporal difference method.
(a) Original image, (b) background subtraction, (c) the weighted temporal difference image

2.2. EPZS

우리는 최신의 MPEG-4 고속 움직임 추정 알고리즘 방식인 EPZS 알고리즘을 이용하여 움직임 추정 및 보상을 계산한다. EPZS는 MPEG-4의 PMVFAST와 APDZS 보다 향상된 새로운 알고리즘이다.^[4] EPZS는 더 효율적으로 선택되어진 초기 정지 표준을 사용하여 예측점을 부가적으로 설정함으로써 성능을 향상 시킨다. 더욱 이 예측점의 개선된 신뢰성에 의해, 단지 한 개의 검사점이 알고리즘에 관련된 상당한 오버헤드를 줄이는데 사용되어진다. 이 알고리즘은 예측 단계 고효율로 인해, 탐색의 패턴을 많이 단순화 하여 더 강하고 효율적으로

적응 임계치를 계산한다. 이것은 빠른 처리 능력과 정확한 움직임 탐색기법으로 널리 알려져 있다. 우리는 원 영상에서 EPZS를 이용하여 이동하는 객체의 움직임 벡터 값을 추출하여, 배경과 구별되는 객체의 흐름을 검출하였다. 이는 시간적인 차 영상과의 계산을 통하여 현저한 움직임을 검출하는 데에 사용된다. 다음은 EPZS 알고리즘에서 움직임 벡터를 추출해내기 위해 실질적으로 사용되는 함수이다. 매개 변수 중 mx, my 가 움직임 벡터 X 와 Y 의 값들이다.

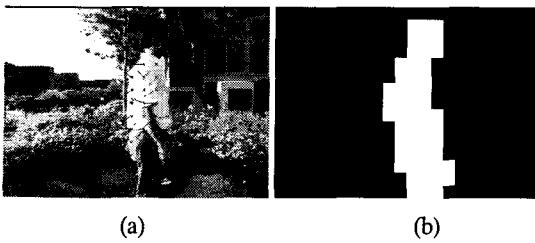
```
simpleme_epzs_motion_search(s, 0, &mx, &my, P, pred_x,
pred_y, rel_xmin, rel_ymin, rel_xmax, rel_ymax,
s->p_mv_table, (1<<16)>>shift,
mv_penalty);
```



그림 3. (a) 원 영상, (b) EPZS 수행 후 결과 영상
Fig. 3 (a) original image ,(b) using EPZS to detect object's motion vector

2.3. 움직임 벡터를 이용한 블록 영상 추출

움직임 벡터를 가진 객체는 주위 다른 배경영상과는 달리 특별한 움직임을 갖는 객체이다. 일반적으로, 2절에서 계산된 움직임 벡터의 이동 값은 어느 특정 영역에 움직임이 집중되어 있다. 이 특징을 이용하여 우리는 움직임이 많은 부분을 가지는 영역을 구하기 위하여 움직임 벡터로부터 x 축과 y 축의 움직임의 정도를 계산하여 x, y 의 평균 움직임이 임계치 값 T_m 보다 큰 영역을 이진의 16×16 의 블록 영상으로 표현하였다. 이를 그림 4에 나타내었다.



(a) (b)

그림 4. (a) 추출된 움직임 벡터 영상, (b) 움직임 벡터로부터 추출된 이진 16X16 블록 영상
Fig. 4 . (a) image of detect motion vector, (b) 16x16 binary block image from motion vector

임계치 T_m 은 및 블록영상은 임의대로 설정할 수 있으나, T_m 의 값이 4일 때 눈에 띠는 움직임을 가장 잘 검출할 수 있었다.

z 의 공식 및 블록영상 I_{block} 의 검출 알고리즘은 다음과 같다.

$$z = \sqrt{x^2 + y^2}, \\ I_{block} = \left\{ \begin{array}{ll} \text{white block, if } (z > T_m) \\ \text{black block, otherwise} \end{array} \right\} \quad (3)$$

2.4. 제안된 현저한 영상 검출 방법

흔들리는 배경에서 현저한 움직임을 찾기란 매우 복잡하고도 어려운 일이다. 우리는 연속적으로 움직이는 현저한 움직임을 검출하기 위하여 EPZS로부터 추출한 영상과 시간적 가중치가 적용된 영상을 혼합하여 새로운 영상을 생성한다.

현저한 영상 $I_{salient}(x, y, t)$ 은 원영상 $I_{original}(x, y, t)$ 에서 추출한 가중치 영상 $I_{weight}(x, y, t)$ 과 움직임 벡터 영상 $I_{epzs}(x, y, t)$ 에서 추출한 블록 영상 $I_{block}(x, y, t)$ 의 중복 영상이다. 이를 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$\therefore I_{salient}(x, y, t) = \\ (I_{weight}(x, y, t)) \& (I_{block}(x, y, t))$$

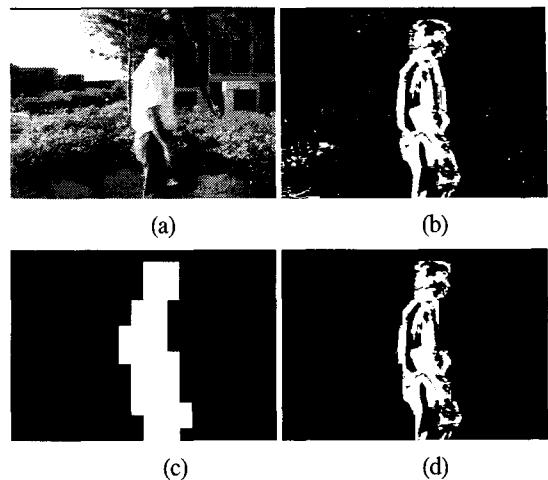


그림 5. (a) 원 영상 (b) 시간적 가중치 값을 적용한 차 영상, (c) EPZS 수행 후 추출한 블록 영상, (d) 최종 검출된 현저한 영상
Fig. 5 (a) original image, (b) weighted temporal difference image, (c) 16x16 binary block image from motion vector, (d) final salient motion image

III. 실험 및 결과

현저한 움직임의 검출을 위하여 제안된 알고리즘의 효율은 바람에 흔들리는 수풀, 도로를 지나가는 차량, 분수 등에서 다양하게 실험되었다. 동일한 결과를 위하여 임계값 및 파라미터는 동일한 값을 사용하였다.

그림 6은 물이 떨어지는 분수대의 배경의 앞을 사람이 지나가는 영상을 보인다. 그림 6에서 (c)의 영상은 (a)의 원 영상에서 EPZS를 이용한 움직임 벡터를 구한 영상이다. 여기에서 구해진 움직임 벡터를 일정 임계치 값보다 큰 변화 값을 갖는 블록영상을 구한 것이 (d) 영상이다. (e)는 2-1절에서 구해진 시간적인 차영상이다. 일반적인 차영상인 (b)와는 다른 영상을 보인다. (f)는 최종 구해진 현저한 움직임을 갖는 영상이다. (e)는 (d)와 (e)의 영상을 복합한 현저한 움직임을 갖는 최종 영상을 보인다.

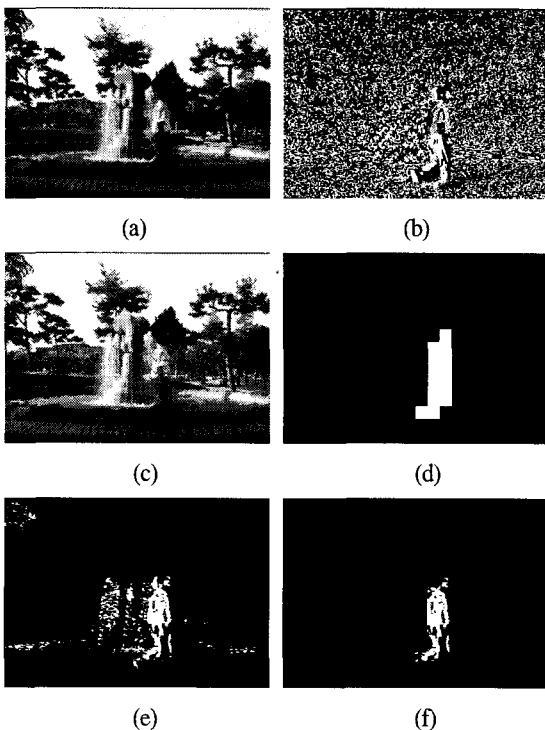


그림 6. (a) 원 영상. (b) 일반적인 차 영상, (c) EPZS를 이용하여 검출된 움직임 영상, (d) (c)에서 구한 블록영상 영상, (e) 시간적인 가중치를 적용한 배경 차 영상, (f) 최종 검출된 현저한 움직임 영상
Fig. 6 (a) original image, (b) background subtraction image, (c) image of detect motion vector using EPZS, (d) 16x16 binary block image get from (c), (e) weighted temporal difference image, (f) final salient motion image

그림 7은 또 다른 검출 방법의 예를 보인다. 그림 7은 바람이 심하게 부는 배경 내에서 자동차가 오른 쪽에서 왼쪽으로 이동하는 영상을 보인다. 또한 그림 8은 바람이 부는 수풀 앞을 지나가는 사람의 영상을 보인다. 사람이 지나가거나, 자동차가 지나갈 때, 우리는 관심 있는 객체에 비하여 작은 움직임을 갖는 수풀영상을 원하지 않는다. 그러한 영상을 검출하는데 있어 본 알고리즘은 상당한 효율을 보인다.

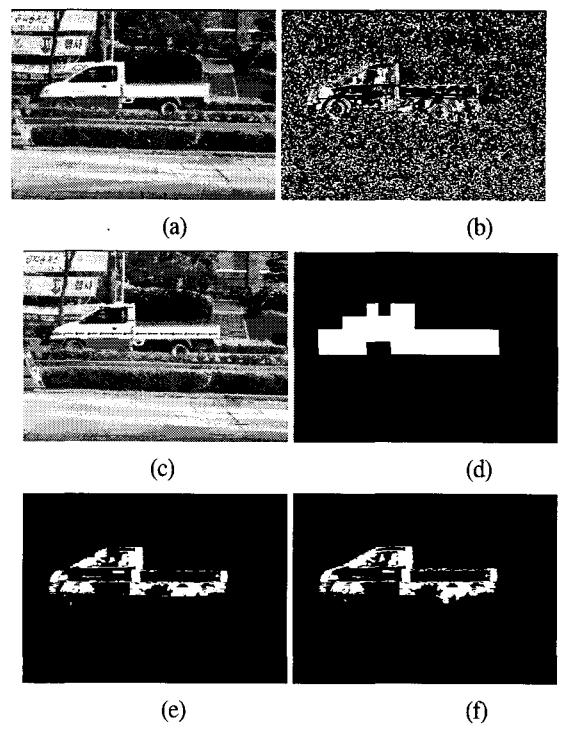
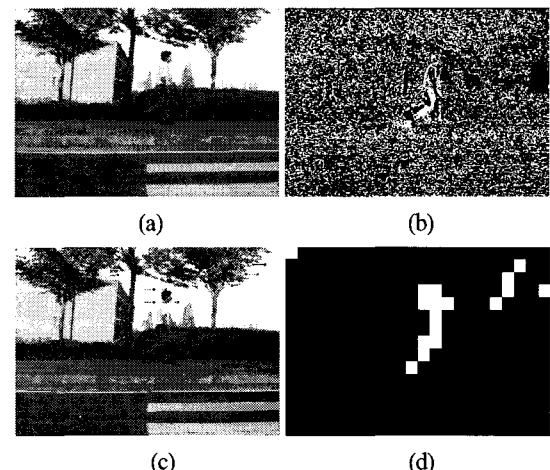


그림 7. (a) 원 영상. (b) 일반적인 차 영상, (c) EPZS를 이용하여 검출된 움직임 영상, (d) (c)에서 구한 블록영상 영상, (e) 시간적인 가중치를 적용한 배경 차 영상, (f) 최종 검출된 현저한 움직임 영상
Fig. 7 (a) original image, (b) background subtraction image, (c) image of detect motion vector using EPZS, (d) 16x16 binary block image get from (c), (e) weighted temporal difference image, (f) final salient motion image





(e) (f)

그림 8. (a) 원 영상, (b) 일반적인 차 영상, (c) EPZS를 이용하여 검출된 움직임 영상, (d) (c)에서 구한 블록영상 영상, (e) 시간적인 가중치를 적용한 배경 차 영상, (f) 최종 검출된 현저한 움직임 영상
Fig. 8 (a) original image, (b) background subtraction image, (c) image of detect motion vector using EPZS, (d) 16x16 binary block image get from (c), (e) weighted temporal difference image, (f) final salient motion image

지금까지의 실험 결과를 통해서 제안된 방법은 기존의 방법들에 비해서 두드러진 움직임을 검출하는데 상당히 효과적이라는 것을 알 수 있다.

IV. 결 론

우리는 실시간 감시 시스템에 적용하기 위한 현저하게 움직이는 객체를 검출하기 위하여 EPZS에서 추출된 움직임 벡터를 이용한 블록 영상과 시간적인 가중치가 적용된 차 영상의 결합에 의한 새로운 검출 방법을 선보였다. 현저하게 움직이는 객체란 움직임 벡터가 찾아낸 영상과 동일한 영역이라고 가정한다. 그러나 이것은 움직임 벡터가 검출하는 모든 영상을 찾아내기 때문에 움직임의 분포에 따라 이전의 블록 영상을 구하고 이를 시간적인 차 영상과의 중복을 구하여 최종 움직임 영역을 검출하였다.

본 논문에서 제시한 방법은 이전의 감시 시스템에서 사용하던 일반적인 차 영상에 의한 움직임 검출 방법과 비교하여, 장시간 영상 모니터링 시에 분석자의 피로를 덜어주며 이동 방향 또는 객체의 크기에 따른 분석을 하는 특수한 추적에 보다 효율적으로 적용될 수 있다는 장점이 있다. 또한 DVR을 비롯한 각종 감시 시스템, 특정 형태의 물체 검출 및 능동적인 팬/틸트 카메라 등에 이용될 수 있을 것이다. 그러나 느리게 움직이거나, 지그재그로 움직이는 객체 및 변화의 정도가 작은 움직임을 검출

하는 것에 대하여는 더욱 많은 논의가 필요할 것이다. 움직이는 물체가 16*16 블록보다도 더 작은 미세한 객체라면 검출 에러를 발생할 것입니다. 그러나 이는 사용 환경에 따른 블록의 크기 조절로 가능하다고 생각합니다. 또한 움직임이 있는 다중 영상이 존재할 경우의 처리 방법에 대해서도 향후에 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] H. Hung and S. Gong, "Detecting and Quantifying Unusual Interactions by Correlating Salient Motion", In IEEE International Conference on Advanced Video and Signal based Surveillance, 2005
- [2] R. P. Wildes, "A Measure of Motion Salience for Surveillance Applications," In Proc. Of IEEE International Conference on Image Processing,
- [3] L. Wixson, "Detecting Salient Motion by accumulating Directionally Flow", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2000
- [4] 조혜진, "움직임 검출시스템에서 효과적인 카메라 패닝 보상기법", 군산대학교 석사학위논문, 2005
- [5] A. M Tourapis, O.C. Au, and M.L. Liou, "New results on zonal based motion estimation algorithms - advanced predictive diamond zonal search," 2001 IEEE International Symposium on Circuits and Systems(ISCAS-2001), vol.5, pp. 193-186, Sydney, Australia, May 6-9, 2001.
- [6] 정영기, 호요성, "능동 카메라를 이용한 특정기반의 물체 추적", 한국 해양 정보 통신 학회 논문지, Vol.8, No.3, PP. 694 - 701, 2004.

저자소개

김 선 우(Sun-Woo Kim)



2000년-2002년 군산대학교
정보통신공학과 공학 석사
2005년- 현재 군산대학교
전자정보공학부 박사과정

※ 관심분야: 영상 압축, 워터마킹, DVR, 영상회의

하 태 령(Tae-Ryeong Ha)



2000년-2003년 원광교육대학원
정보, 컴퓨터 교육전공(교육학석사)
2004년-현재 군산대학교
전자정보공학부 박사과정

2003년-현재 명신대학교 조교수

※ 관심분야: 영상처리, 정보검색

박 춘 배(Chun-Bae Park)



1993년 광주대학교 전자공학과 학사
1996년 군산대학교 정보통신공학과
공학석사

2003년-현재 군산대학교 전자정보공학부 박사과정

1990년-1993년 중앙전파관리소 광주분소

1993년-1995년 전북체신청 전파과

1996년-현재 전북체신청 전파업무과, 전파기술과

※ 관심분야: 영상처리, 초고속멀티미디어통신

최 연 성(Yeon-Sung Choi)



1982년 중앙대학교 전자공학사
1984년 중앙대학교 정보공학석사
1989년 중앙대학교 정보공학박사

1997년-2005년 한국해양정보통신학회 감사 및 상임이사

1989년-1991년 국립제주대학교 조교수

1991년-현재 국립군산대학교 전자정보공학부 교수

※ 관심분야: 인공지능, 영상 처리, 멀티미디어 시스템,
신호 처리 시스템