부분 외곽선 정보를 이용한 이동물체의 추적 알고리즘

조 영 석[†] · 이 주 신[††]

요 약

본 연구에서는 배경과 구분되는 이동물체를 추적하기 위한 방법으로 부분 외곽선 정보를 이용한 이동물체 추적 알고리즘을 제안하였다. 이동물체의 추적은 이동물체의 외곽선을 검출한 다음 외곽선 정보를 이동물체의 특징으로 정하여 추적하는 알고리즘을 사용하였다. 먼저 이동물체 외곽선 정보를 이용하여 연속한 동영상 입력에 대하여 고속 BMA(Block Matching Algorithm)을 이용하여 움직임 벡터를 추출하고 움직임 벡터를 기초로 이동물체를 추출한다. 다음은 이동물체 초기 특징 벡터 생성단계로서 이동물체에 대한 외곽선을 추출한다. 이동물체의 외곽선 영역 중 상하좌우의 외곽선 일부분을 특징벡터로 정한다. 다음은 추적단계로 이전 프레임에서 얻은 특징벡터를 이용하여 현재 프레임에서 이동물체의 추적을 수행하였다. 제안된 알고리즘에 대하여 실제영상을 가지고 이동물체추적 모의 실험을 수행한 결과 기존 능동 윤곽선 추적알고리즘은 물체 외곽선 전체를 추적하기 때문에 물체의 외곽선 길이에 따라 처리시간이 변화하지만 제안된 알고리즘은 이동물체의 외곽선 영역을 특징정보로 하여 추적하기 때문에 추적 연산이 간단하였다. 제안된 이동물체 추적 알고리즘 중 이동벡터를 추출하는 BMA 연산은 기존 알고리즘 보다 연산량이 약 39% 감소였으며, 상하 좌우 외곽선 정보를 이용하여 이동물체를 추적한 결과 추적오차는 특징벡터의 크기가 [10×5]일 때 검색오차가 2 화소 이하로 양호하게 나타났다. 또한 기존 능동 윤곽선 추적알고리즘은 물체 외곽선 크기에 따른 처리시간이 변화하지만 제안된 알고리즘은 특징벡터의 크기가 일정하기 때문에 동일한 처리시간이 필요하였다.

A Study on Tracking Algorithm for Moving Object Using Partial Boundary Line Information

Youngseok Cho[†] · Ju-Shin Lee[††]

ABSTRACT

In this paper, we propose that fast tracking algorithm for moving object is separated from background, using partial boundary line information. After detecting boundary line from input image, we track moving object by using the algorithm which takes boundary line information as feature of moving object. we extract moving vector on the input image which has environmental variation, using high-performance BMA, and we extract moving object on the basis of the moving vector. Next, we extract boundary line on the moving object as an initial feature-vector generating step for the moving object. Among these boundary lines, we consider a part of the boundary line in every direction as feature vector. And then, as a step of tracking moving object, we extract moving vector from feature vector generated under the information of the boundary line of the moving object on the previous frame , and we perform tracking moving object from the current frame. As a result, we show that the proposed algorithm using feature vector generated by each directional boundary line is simple tracking operation cost compared with the previous active contour tracking algorithm that changes processing time by boundary line size of moving object. The simulation for the proposed algorithm shows that BMA operation is reduced about 39% in real image and tracking error is less than 2 pixel when the size of feature vector is [10x5] using the information of each direction boundary line. Also the proposed algorithm just needs 200 times of search operation but processing cost is varies by the size of boundary line on the previous algorithm.

키워드 : 이동물체(Moving object), BMA, 부분 외각선 정보(partial boundary line infornation), 특징벡터(Feature vector), 추적오차(Tracking error)

1. 서 론

영상처리는 움직임 정보 유무에 따라 정지영상 처리와 동영상 처리로 나누어진다. 한편 고성능 마이크로 컴퓨터의 급속한 발전으로 PC를 이용한 실시간 처리와 정확한 동작 파라미터 추출 등에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이들 중 동영상처리에 대한연구는 배경의 변화여부에 따라 여러 가지 관점에서 연구가 진행되고 있으며, 이동물체의 추출, 이동물체의 정합, 이동벡터계산 그리고 카메라이동에 따른 동작벡터의 추출 등이 주요 연구과제로 부각되고 있다[1-4, 9-16].

이동물체를 추적하기 위한 동영상처리의 첫 번째 단계는 영상 평면 내에 이동물체를 검출하고 정확한 이동물체의

† 정 회 원 : 극동정보대학 전산정보처리과 교수
†† 정 회 원 : 청주대학교 이공대학 첨단공학부 교수
논문접수 : 2001년 2월 6일, 심사완료 : 2001년 8월 24일

영역을 배경으로부터 분리하는 것이다. 카메라가 고정되어 배경영상이 변하지 않는 경우 현재의 입력영상에서 배경영상으로 저장된 표준 영상의 차를 구하는 차영상 기법이 많이 이용되지만 배경이 변화하는 경우 적용이 곤란하다. 따라서 이동물체 주위의 환경변화가 존재하는 연속 영상에서 이동벡터를 구하여 이동영역을 추출하는 방법을 이용하여야 한다.

이동물체를 추적방법으로는 모델을 기반으로 하는 방법, 영역을 기반으로 하는 방법, 능동 윤곽선을 기반으로 하는 방법, 특징을 기반으로 하는 방법 등이 있다[5-7]. 모델을 기반으로 하는 방법은 정확한 기하학적 모델이 주어져야 하고 소수의 추적 모델에 한정된다는 단점이 있으며, 영역기반 방법은 연속영상에서 특정 영역을 구하고 영역의 상관 도를 측정하여 이동물체를 추적하는 방법이다. 능동윤곽선을 기반으로 하는 방법은 물체의 경계를 윤곽선으로 표현하고 그것을 동적으로 갱신하면서 추적하는 방법으로 영역기반에 비해 복잡한 계산이 줄어들지만 추적 물체가 부분적으로 가려질 경우 이동물체를 추적하기 어렵다는 단점이 있다. 특징기반 방법은 물체의 전체를 추적하지 않고 이동물체의 특징을 추출한 다음 추적하는 기법으로 부분적인 가려짐이 발생해도 추적이 가능하다. 이들 영역기반추적과 능동 윤곽선을 기반으로 하는 이동물체의 추적시 배경이 변화하는 경우 이동물체의 윤곽선을 검출하기 위해 많은 연산이 필요하다. 따라서 고속으로 이동물체를 추적하기 위한 방법으로 추적 창을 이용하는 방법이나 확률 분포함수를 이용하여 계산된 예측치를 바탕으로 신뢰 구간을 이용하는 방법들이 발표되고 있다[17-19]. 이와 같이 검색영역을 축소하여 빠르게 이동물체를 추적하는 기법으로 이동물체의 외곽선을 검출하고 이동물체 외곽선 중 특징 영역만을 검색하여 이동물체의 검출하게되면 추적시간을 더욱 감소시킬 수 있다. 또한 검출된 외곽선의 정보를 특징정보로 이용하면 이동물체의 일부가 가릴 경우에도 추적이 가능하게 된다[8].

본 연구에서는 이동물체를 추적하기 위한 방법으로 부분 외곽선 정보를 이용한 특징기반 이동물체 추적 알고리즘을 제안하였다.

연속된 동영상 입력영상에 대하여 고속 BMA을 이용하여 움직임 벡터를 추출하고 움직임 벡터를 기초로 이동물체를 추출한 후, 이동물체 초기 특징 벡터 생성단계로서 이동물체에 대한 외곽선을 추출한다. 이들 외곽선 영역 중 상하좌우의 외곽선 일부분을 특징벡터로 정한다. 이동물체 추적단계로 이동물체의 외곽선 정보를 이용하여 생성된 특징벡터를 이용해 이동벡터를 추출하여 이동물체의 추적을 수행한다. 이동물체의 일부가 가려질 경우 나머지 특징벡터들의 이동벡터를 기초로 이동물체 외곽선을 추정함으로서 이동물체를 추적하도록 구성하였다.

2. 이동 벡터 추출과 이동영역 분할

연속된 동영상으로부터 이동벡터를 추출하기 위한 방법은 카메라 모델에 의해 결정된다.동 영상 취득을 위한 카메라 모델은 카메라와 배경이 모두 고정된 모델, 배경이 고정되고 카메라는 움직이는 모델, 카메라와 배경이 모두 움직이는 모델 등 크게 세 가지로 나눌수 있다. 본 연구에서는 카메라와 물체가 모두 움직이는 모델에서 이동물체 영역과 배경영역을 분리하는 방법에 대하여 고찰하였다.

고정된 배경에서 고정된 카메라를 이용한 이동물체를 추적은 입력영상과 배경영상사이에 차이 값을 계산하여 이동물체의 출현여부를 검출하는 차영상 기법이 일반으로 많이 이용되지만 배경이 변화할 경우 적용이 곤란하다. 이와 같이 배경과 물체가 모두 움직일 경우 Optical Flow를 이용하는 방법이 일반적이나 계산이 복잡하다.

배경이 변화하는 상황에서 이동물체 검출은 이전 영상과 현재 영상과 유사도가 가장 높은 영역을 구하는 방법이며 평균자승오차를 이용하여 이동벡터를 구한다. 일반적인 이동벡터의 계산은 블록 매칭 알고리즘을 이용하여 검색하고자하는 현재 영상을 이전영상에서 설정된 탐색영역에 대하여 가장 잘 일치되는 위치를 찾는 방법을 이용하게 된다. 이때 사용되는 매칭의 척도는 MAD(mean absolute difference)를 이용하였고 MAD는 식 (1)과 같다.

$$MAD(x,y) = \frac{1}{N^2} \sum_{i=-\frac{N-1}{2}}^{\frac{N-1}{2}} \sum_{j=-\frac{N-1}{2}}^{\frac{N-1}{2}} | I_t(k+i,l+j) - I_{t-1}(k+x+i,l+y+j) | \quad (1)$$

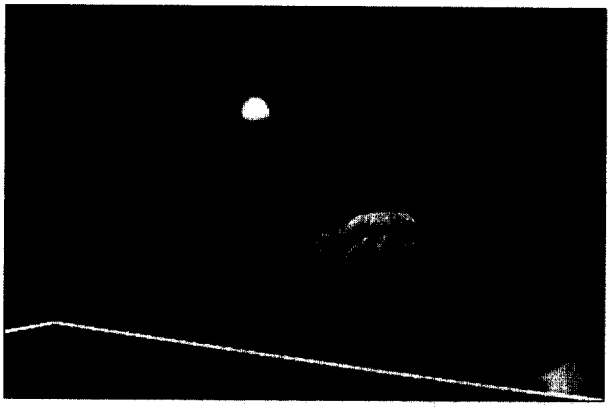
식 (1) 에서 I_t는 현재 영상이고 I_{t-1}는 이전 영상이며 N은 검색 영역의 크기이고 K, l은 검색영역의 중심좌표이며, x, y는 탐색영역에서 탐색 점의 좌표를 의미한다.

MAD를 이용한 화소 I(k, l)의 움직임 벡터 $v_{(k,l)}$의 계산은 식 (2)를 이용한다.

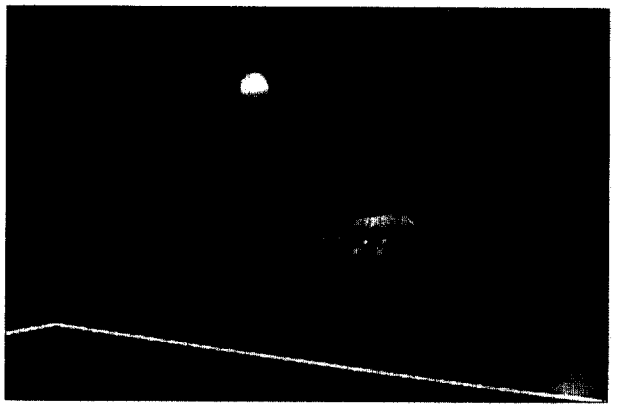
$$v_{(k,l)} = \min MAD(x,y) \quad (2)$$

BMA를 이용하여 움직임 벡터를 추정할 경우 전역 탐색 블록매칭 알고리즘으로서 정합 가능한 모든 화소에 대하여 MAD를 구하고 가장 작은 MAD값을 가지는 탐색 점 (x, y)의 값을 움직임 벡터로 정하는 방법이다. 전역 탐색 블록 매칭 알고리즘은 모든 탐색 점을 탐색하여야 하므로 계산이 많은 문제점이 있다.

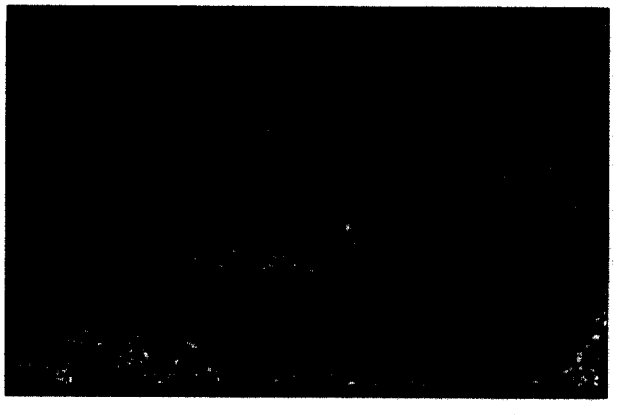
(그림 1)과 (그림 2)는 입력 영상이고 (그림 3)은 전역 탐색 블록 매칭알고리즘에 의해 계산된 이동벡터의 크기를 보였다. (그림 3)에서 밝기는 이동벡터 중 크기를 나타내는 것으로 밝은 부분은 이동벡터의 크기가 크고 검은 부분은 이동벡터가 존재하지 않는다는 것을 의미한다.



(그림 1) 입력 영상(프레임 #00)



(그림 2) 입력영상(프레임 #01)



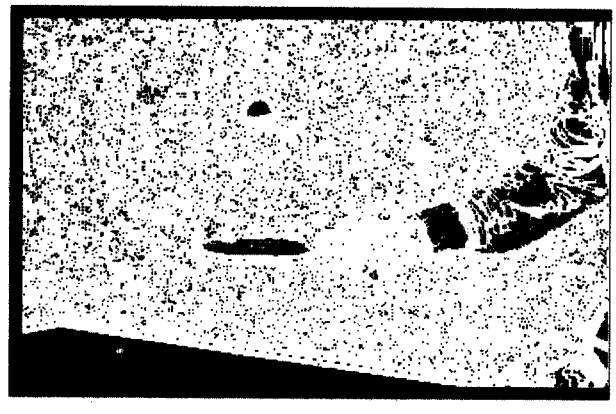
(그림 3) 전역 BMA에 의한 이동벡터

이와 같이 전역 탐색 블록 매칭 알고리즘의 계산량을 줄이기 위한 방법으로 여러 가지 방법들이 제시되고 있으나 본 연구에서는 탐색 점에서 공간 기울기인 에지를 구한 다음 에 지의 값이 기준 값보다 큰 경우 이동벡터를 계산하고자 한다. <표 1>은 고속 이동벡터 계산 알고리즘이다.

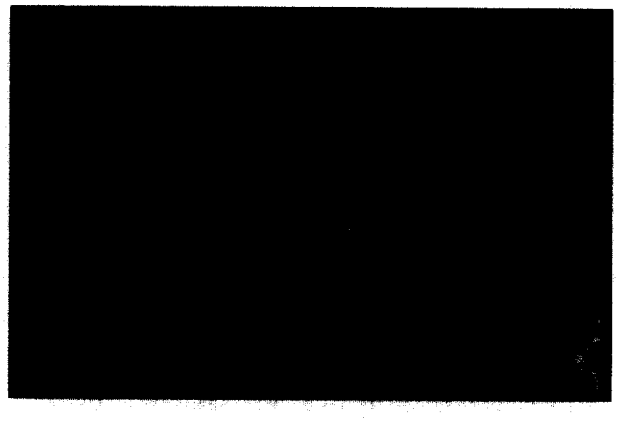
〈표 1〉 고속 이동벡터의 계산 알고리즘

```
Step 1 : 검색좌표 초기화( x = 2, y = 2 )
Step 2 : 탐색 블록 초기화( I = 0 , j = 0)
Step 3 : 현재 탐색점의 에지 계산
Step 4 : 에지 값이 기준 값보다 작으면 다음 검색좌표로 이동
Step 5 : MAD 계산
Step 6 : 이동 벡터 계산
Step 7 : I, j loop goto 3
step 8 : x, y loop step 2
```

(그림 4)는 이동벡터를 계산할 후보영역이고, (그림 5)는 고속 이동벡터 알고리즘에 의해 계산된 이동벡터를 표시하였다. 고속 이동벡터 계산 알고리즘에서 후보 영역의 결정은 먼저 계산영역의 공간 기울기인 에지를 구한 다음 에지의 크기가 설정 값보다 큰 경우 고속 이동벡터를 구하도록 함으로서 연산량을 줄이도록 구성하였다.



(그림 4) MAD 계산 후보 점(흰색영역)



(그림 5) 제안된 알고리즘에 의한 이동벡터

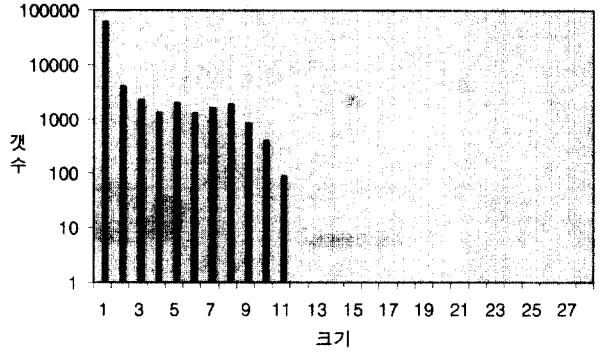
이동벡터를 구한 후 이동물체영역과 배경영역의 분할은 이동벡터의 크기와 방향성분을 이용하여 분할하고자 한다.

이동영역 분할을 위해 첫 번째로 이동벡터에 포함된 잡음을 제거한다. 이동벡터에 중 고립점을 검색하여 제거한다. <표 2>는 고립점을 탐색하여 제거하기 위한 마스크로 고립점은 검색마스크 중심점(x, y)이 이동벡터 값이 존재하며 주변 화소들의 이동벡터를 검색하여 같은 이동벡터가 3개미만이면 고립 점으로 정하였고 고립점이 검색되면 마스크내의 가장 많은 빈도를 갖는 이동벡터로 값을 조정한다.

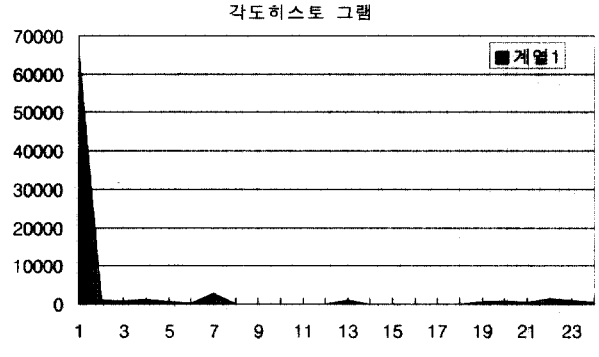
〈표 2〉 고립점 검색 마스크

x-2, y-2	x-1, y-2	x, y-2	x+1, y-2	x+2, y-2
x-2, y-1	x-1, y-1	x, y-1	x+1, y-1	x+2, y-1
x-2, y	x-1, y	x, y	x+1, y	x+2, y
x-2, y+1	x-1, y+1	x, y+1	x+1, y+1	x+2, y+1
x-2, y+1	x-1, y+1	x, y+1	x+1, y+1	x+2, y+1

두 번째 단계로 이동벡터를 분할하기 위하여 이동벡터 크기 히스토그램을 구한다. 이동벡터의 분할은 이동벡터 히스토그램으로부터 피크 치의 개수를 구하고 전체 히스토그램을 피크 수로 그룹을 나누어 같은 그룹의 영상영역을 병합하여 다중 분할기법을 이용하여 영상을 분할한다. 세 번째로 이동벡터의 각도에 대한 이웃 화소와의 차이 값을 구하여 차이 값 히스토그램을 계산한다. 같은 방법으로 각도 차의 평균값을 구하여 평균값보다 큰 경우 다시 영역을 분할한다. (그림 6)과 (그림 7)은 이동벡터의 크기와 각도에 대한 히스토그램을 표시하였고 (그림 8)은 이동영역 분할 결과를 표시하였다.



(그림 6) (그림 5)의 이동벡터 크기 히스토그램



(그림 7) (그림 5)의 이동벡터 각도히스토그램

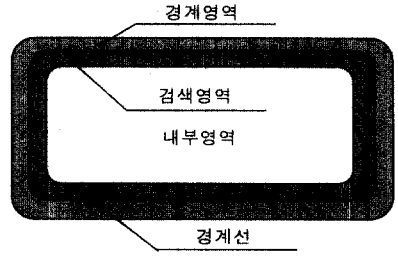
(그림 8) 이동영역 분할

3. 부분 외곽선 정보를 이용한 이동물체 추적

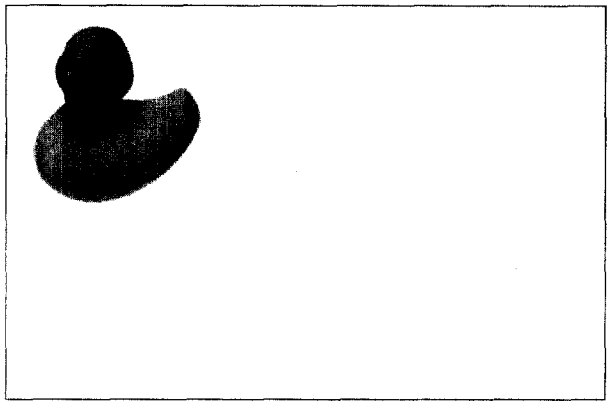
초기 이동물체의 이동벡터에 의하여 이동물체가 검출되면 다음단계로 이동물체 추적을 위한 특징 벡터를 추출한다.

첫 번째로 이동 영역내의 이동물체에 대한 외곽선을 추출한다. 이동물체의 외곽선은 이동영역부분에 대하여 에지를 구한 다음 에지를 추적하여 외곽선을 구한다.

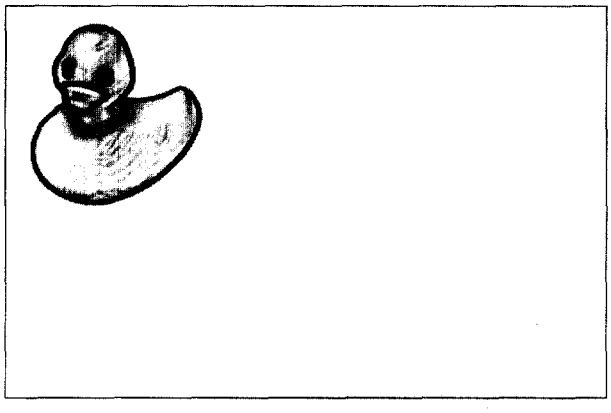
두 번째 단계로 이동물체의 외곽선으로부터 특징벡터를 구한다. 3차원공간에서 이동하는 이동물체가 2차원 공간으로 투시 변환되면 시간에 따라 변화하기 때문에 이동물체의 경계선이 변하게 된다. 외곽선 정보를 이용하여 이동 물체의 추적하기 위하여 경계선영역을 추출한다. 이동물체의 경계영역을 3가지부분으로 나누면 이동물체 내부 영역과 외곽선 영역 그리고 이동물체 외부영역인 배경영역으로 나눌 수 있으며, 현재 프레임에서 이동물체의 경계선 정보를 검출하고 다음 프레임에서 경계를 검색하여 이동물체를 추적한다. (그림 9)는 이동물체의 검색영역과 경계영역 그리고 배경영역에 대하여 표시하였다. 능동 윤곽선모델에서 경계선의 일부분이 다른 이동물체에 가려질 경우 추적이 곤란한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 특징기반 영상추적 모델에서 이용하는 곡률 이나 분기점 교차점과 같은 특징 요소를 검색하는 대신 상하좌우 경계선을 특징벡터로 하여 검색함으로서 일부 경계선이 가려질 경우에도 이동물체를 추적할 수 있도록 구성하고자 한다. 입력 영상이 (그림 10)과 같을 때 (그림 11)과 같이 이동물체의 경계선을 구하고 상하 좌우의 경계선으로부터 특징벡터를 구하였다. (그림 12)는 (그림 10)의 실험영상에 대한 것으로 이동물체의 상하의 경계영역 [11×3]과 좌우의 경계영역 [3×11]크기의 이동물체 영상 데이터를 특징 벡터로 사용하기 위해 저장한다. <표 3>은 크기와 내용이 입력영상에 따라 변화하는 비정형 템플릿으로서 이동물체 추적을 위한 특징벡터의 예이다.



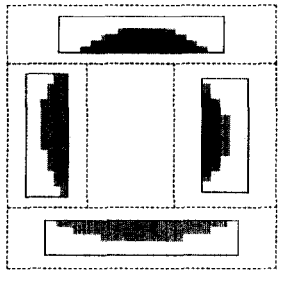
(그림 9) 이동물체의 영역



(그림 10) 입력영상의 예



(그림 11) 이동물체의 경계검출



(그림 12) 이동물체 특징벡터 영상

〈표 3〉 특징벡터의 예

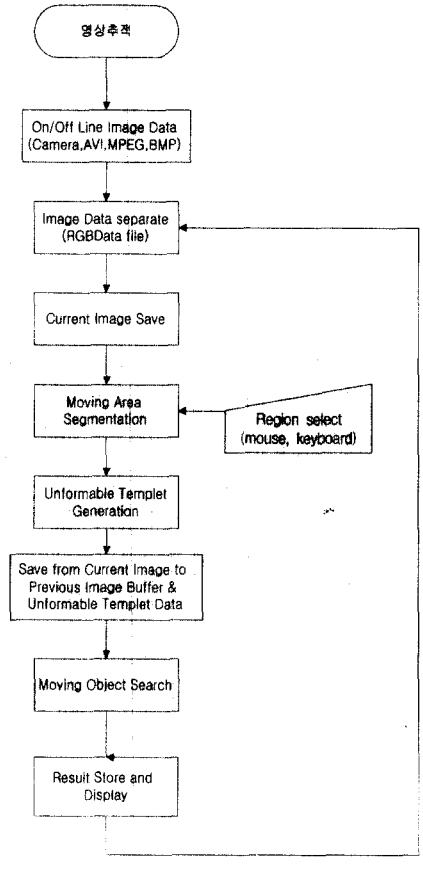
39	63	63	63	63	63	63	63	63	39	39
63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
00	39	63						63	63	00
39	39	39						63	63	39
39	39	39						63	63	39
39	39	39						63	63	39
39	39	39						63	63	39
39	39	39						63	63	39
39	39	39						63	63	39
39	39	39						63	63	39
39	63	63						63	63	39
39	39	63						63	63	00
00	39	63						63	63	00
39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39

세 번째 단계로 특징벡터와 현재 프레임사이의 MAD를 이용하여 이동물체를 추적한다. <표 4>와 같이 이전 프레임으로부터 추출한 특징 벡터를 이용하여 현재 영상에서 이전프레임의 이동물체 좌표로부터 특징 벡터의 일정한 영역에 대한 MAD를 구하고 MAD 값이 가장 작은 영역을 특징 벡터의 이동 좌표로 한다.

네 번째 단계로 특징 벡터를 갱신한다. 이동물체는 추적 과정에서 3차원 회전이나 이동에 의해 외곽선이 변하게 된다. 본 논문에서는 추적 대상의 형태변화에 적응하기 위하여 매 프레임마다 특징 벡터를 갱신한다. 좌표계산이 종료되면 이동물체에 대한 외곽선 정보를 취득하여 다시 특징 벡터로 저장한다.

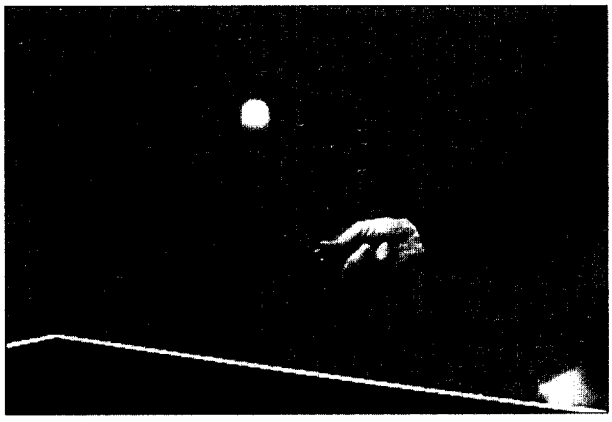
4. 실험 및 고찰

본 실험은 고속이동물체 추적 알고리즘의 성능 평가하기 위하여 352×240크기의 stennis 영상과 용인근처의 외각 도로에서 디지털 캠코더로 직접 얻은 [310×240×8Bit]크기의 영상을 이용하였고 PⅢ-500이 장착된 컴퓨터에서 C언어를 이용하여 프로그램을 작성하여 수행하였다. (그림 13)은 처리 순서도이다.

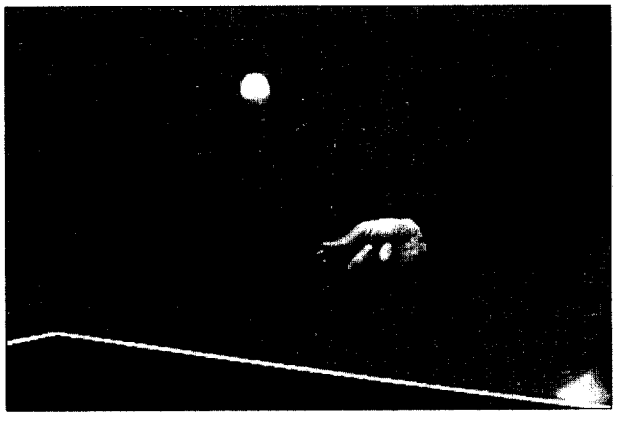


(그림 13) 부분 외곽선 정보를 이용한 이동물체 추적 알고리즘에 대한 순서도

(그림 14)와 (그림 15)는 stennis의 입력 영상이고 이동벡터 계산은 검색영역의 크기를 [3×3]으로 정하였고, 탐색영역의 크기는 [15×15]로 정하여 수행하였다. (그림 16)은 기존의 전역검색 BMA에 의한 이동벡터를 추출한 것이다.



(그림 14) 프레임 No 00



(그림 15) 프레임 No 01

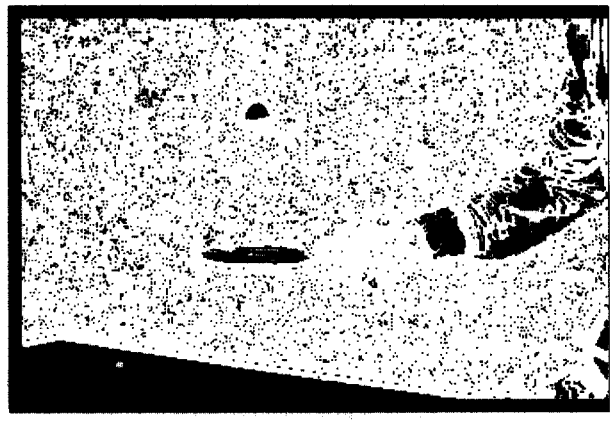
(그림 16) 전역 검색에 의한 이동벡터

전역 탐색 알고리즘과 제안된 고속 이동벡터 계산 알고리즘의 연산 량을 비교하면 검색영역의 크기가 3×3 이고 탐색영역의 크기가 15×15일 경우 다음 <표 4>와 같다.

〈표 4〉 전역탐색알고리즘과 제안된 알고리즘의 단위 화소당 연산량 비교

항 목	기존전역탐색 BMA	제안된 알고리즘의 계산량	
		조건 판별 시	이동벡터 계산 시
가산/감산	2025([3×3]×15×15)	11	2025
승산/제산	0	2	0
비 교	2250	1	2250

(그림 17)은 이동벡터의 계산 후보 화소를 표시하였고 (그림 18)은 고속 이동벡터 계산알고리즘에 의해 계산된 이동벡터에 대하여 보였다. 이때 BMA 수행시 연산 량은 <표 5>와 같다.



(그림 17) 이동벡터 계산 후보 화소

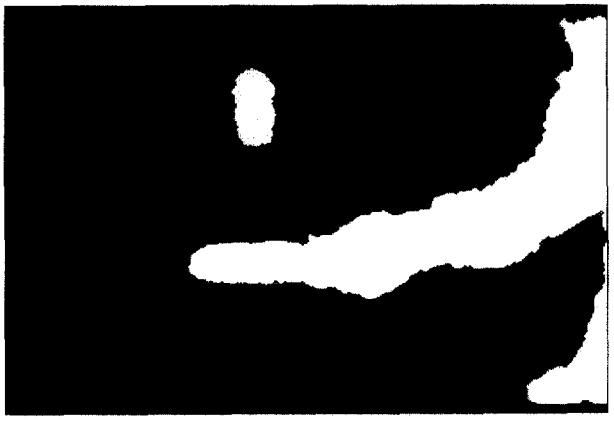
(그림 18) 제안된 알고리즘에 의한 이동벡터

〈표 5〉 입력 영상에 대한 전역탐색 BMA와 제안된 알고리즘의 연산량 비교

항 목	전역탐색 BMA	제안된 알고리즘	연산량 비교
BMA연산수	77,970	63,730	18.26% 감소
가산/감산	157,889,250	129,910,920	17.72% 감소
승산/제산	0	155,940	155,940 증가
비교 연산	175,432,500	143,470,470	18.21% 감소
전체 연산량	333,321,750	273,537,330	17.94% 감소

<표 5>에서 기존의 전역탐색 BMA 알고리즘과 제안된 알고리즘의 비교로 BMA 연산은 약 18.3%감소하였고 가산/감산과 비교연산이 각각 17.7%와 18.2% 감소하였다. 그러나 제안된 알고리즘은 공간기울기인 에지 연산을 수행하기 때문에 에지연산 중 승산/제산이 필요하였다.

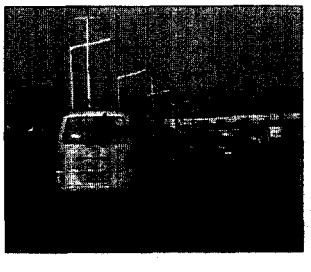
(그림 19)는 입력영상을 이동벡터의 크기와 각도를 이용하여 분할한 것이고, (그림 20)은 이동영역부분의 이동물체를 보였다.



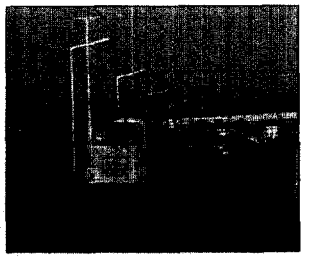
(그림 19) 이동영역 분할

(그림 20) 이동물체 검출

초기 이동물체가 검출되면 다음단계로 이동물체를 추적하는 단계이다. 다음의 (그림 21)은 디지털 캠코더로 취득된 실험영상이다.



(a) Frame #01



(b) Frame #03

(c) Frame #05

(d) Frame #07

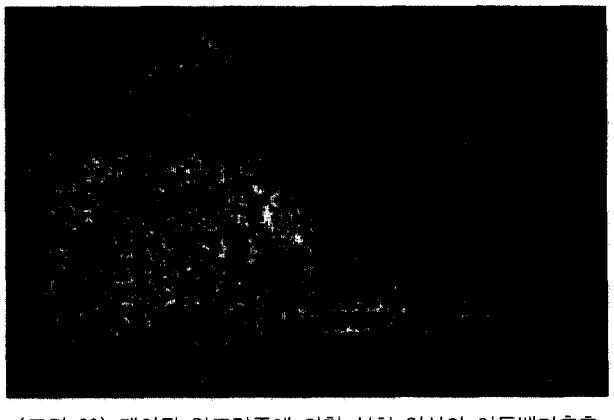
(e) Frame #09

(f) Frame #11

(그림 21) 실험 영상

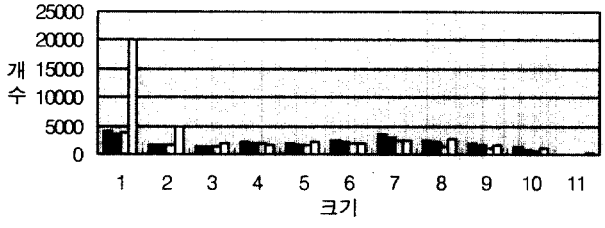
(그림 22)는 전역검색 BMA에 의하여 추출된 이동벡터이고 (그림 23)은 본 논문에서 제안된 고속 이동벡터 계산 알고리즘에 의하여 계산된 결과로 이때 TH 값은 반복실험으로부터 가장 결과가 양호한 15로 정하여 수행하였다.

(그림 22) 전역 검색 BMA에 의한 실험영상의 이동벡터 추출

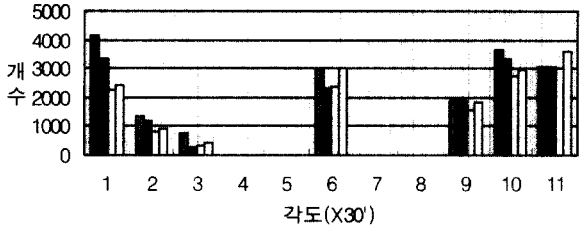


(그림 23) 제안된 알고리즘에 의한 실험 영상의 이동벡터추출

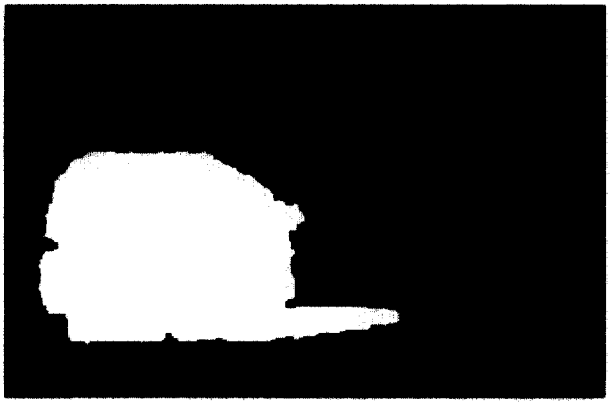
이때 전역검색 BMA의 경우 66,896번 BMA 계산하였으며 제안된 알고리즘은 평균 40500회 BMA 계산을 수행함으로서 39%의 BMA 연산을 감소시켰으며 이동벡터에 대한 각도와 크기 히스토그램은 (그림 24)와 (그림 25)와 같고 이동영역 분할결과 (그림 26)과 같으며 (그림 27)은 이동영역에서 이동물체의 윤곽선 정보의 예이다.



(그림 24) 이동벡터 크기 히스토 그램



(그림 25) 이동벡터 각도히스토 그램



(그림 26) 이동영역 분할

(그림 27) 이동영역에서 외곽선 검출

이동물체 추적을 위한 특징벡터는 이동물체의 경계영역 중 상하좌우 데이터를 이용하였다. 다음의 <표 7>에서 <표 10>은 특징 벡터의 크기별 추적 결과를 표시하였다.

〈표 7〉 [5X3] 특징 벡터에 의한 추적 오차

추적좌표								추적오차							
상		하		좌		우		상		하		좌		우	
x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
63	91	42	204	21	71	205	188	8	0	-1	-2	-1	-1	-2	0
76	96	54	200	37	68	204	184	8	-1	0	-3	-1	0	0	2
78	98	69	196	54	68	205	184	18	0	-1	-3	-2	-1	1	0
87	103	81	192	67	116	208	182	21	0	1	-3	0	-2	0	0
93	108	94	187	84	162	210	180	26	-1	1	-2	-1	-1	0	-1
96	109	105	184	98	160	213	176	32	1	1	-2	-2	-1	-1	0
104	114	117	179	109	158	214	175	33	-2	0	0	0	-1	0	-1
105	115	123	178	122	156	215	173	41	0	-1	-2	-2	-1	0	0
112	116	137	172	131	154	216	170	43	1	-1	0	-1	-1	1	0
122	117	142	170	135	154	216	178	36	1	0	1	0	-1	1	0
137	119	146	171	141	153	218	189	25	1	1	-1	0	0	0	-2

〈표 8〉 [5X5] 특징 벡터에 의한 추적 오차

추적좌표								추적오차							
상		하		좌		우		상		하		좌		우	
x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
63	91	42	204	21	71	205	188	8	0	-1	-2	-1	-1	-2	0
76	96	54	200	37	68	204	185	8	-1	0	-3	-1	0	0	1
78	97	67	196	54	68	205	184	18	1	1	-3	-2	-1	1	0
87	103	81	192	67	116	208	184	21	0	1	-3	0	-2	0	-2
93	108	94	187	84	162	210	180	26	-1	1	-2	-1	-1	0	-1
96	111	106	184	98	160	212	176	32	-1	0	-2	-2	-1	0	0
104	114	117	179	109	158	214	175	33	-2	0	0	0	-1	0	-1
105	114	123	178	122	156	213	173	41	1	-1	-2	-2	-1	2	0
112	116	137	172	131	154	216	170	43	1	-1	0	-1	-1	1	0
122	117	142	170	135	154	217	176	36	1	0	1	0	-1	0	2
137	119	146	171	141	153	218	187	25	1	1	-1	0	0	0	0

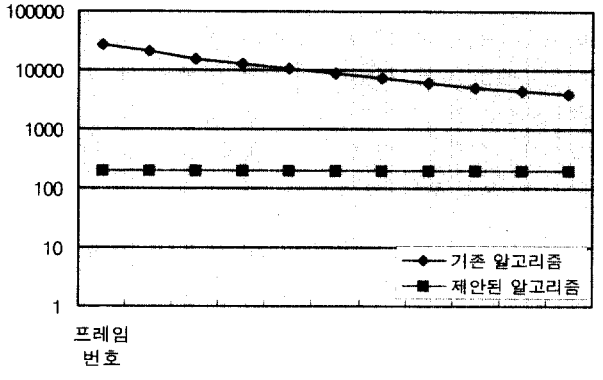
〈표 9〉 [10X3] 특징 벡터에 의한 추적 오차

추적좌표								추적오차							
상		하		좌		우		상		하		좌		우	
x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
68	91	42	204	21	71	205	188	3	0	-1	-2	-1	-1	-2	0
80	96	54	200	37	68	204	185	4	-1	0	-3	-1	0	0	1
93	98	69	196	54	68	205	184	3	0	-1	-3	-2	-1	1	0
96	103	81	192	67	116	208	182	12	0	1	-3	0	-2	0	0
107	108	94	187	84	162	210	180	12	-1	1	-2	-1	-1	0	-1
118	109	105	184	98	160	210	176	10	1	1	-2	-2	-1	2	0
126	114	117	179	109	158	214	175	11	2	0	0	0	-1	0	-1
134	115	123	178	122	156	215	173	12	0	-1	-2	-2	-1	0	0
145	116	137	172	131	154	216	170	10	1	-1	0	-1	-1	1	0
150	117	142	170	135	154	216	178	8	1	0	1	0	-1	1	0
156	119	146	171	141	153	218	187	6	1	1	-1	0	0	0	0

〈표 10〉 [15×5] 특징벡터에 의한 추적오차

추적좌표								추적오차							
상		하		좌		우		상		하		좌		우	
x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
69	91	41	204	20	71	203	188	2	0	0	-2	0	-1	0	0
86	96	52	200	36	68	204	185	-2	-1	2	-3	0	0	0	1
99	98	68	196	53	68	205	184	-4	0	0	-3	-1	-1	1	0
111	103	82	192	67	115	207	182	-3	0	0	-3	0	-1	1	0
117	108	94	187	84	162	210	180	2	-1	1	-2	-1	-1	0	-1
130	109	106	184	99	160	212	176	-2	1	0	-2	-2	-3	0	0
136	114	117	179	109	158	214	175	1	-2	0	0	0	-1	0	-1
145	115	121	178	121	156	215	174	1	0	1	-2	-1	-1	0	-1
157	116	136	172	131	154	216	170	-2	1	0	0	-1	-1	1	0
159	117	112	170	135	154	217	178	-1	1	1	1	0	-1	0	0
162	119	147	171	141	153	217	187	0	1	0	-1	0	0	1	0

특징 벡터 크기별로 실제 좌표와 검색좌표의 오차를 표시한 것으로 [10×5]크기의 특징 벡터를 이용하여 이동물체를 추적한 결과 가장 양호한 결과를 얻었으며, 오차가 2화소 미만으로 나타났다. (그림 28)은 전체 외곽선을 검색하는 기존의 알고리즘과 제안된 알고리즘과의 연산 량을 비교한 것으로 초기 23760회의 검색 연산이 필요하였고 이동물체가 이동함에 따라 크기가 작아져 20820회, 15075회, 10752회로 감소하였으며 제안된 알고리즘의 경우 물체의 크기에 관계없이 특징벡터의 크기에 따른 검색 연산이 필요하였다.



(그림 28) 기존 알고리즘과 제안된 알고리즘의 연산량 비교

5. 결 론

본 연구에서는 외곽선 정보를 이용하여 경계선부근의 검색영역을 이용한 특징 기반 이동물체 추적 알고리즘을 제시하였고 제시된 알고리즘과 기존의 추적 알고리즘에 대한 비교 평가결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

① 초기 이동벡터 계산시 고속 이동벡터 알고리즘을 이용한 결과 stennis 영상에서는 약 17%, 실제로 촬영된 영상의 경우 39%의 BMA 연산량을 줄일 수 있음을 보였다.
② 이동영역의 분할은 고립된 이동벡터를 검색 마스크를 이용하여 제거한 다음 이동벡터의 각도와 크기를 이용하여 분할하였다.
③ 이동물체의 상하좌우 경계영역의 데이터를 이용하여 특징기반 이동물체추적을 위한 특징벡터로 정하고 특징벡터의 크기가 [10×5] 일때 2화소 이하으로 정확한 이동물체 추적이 가능함을 보였다.
④ 실제 영상에 대하여 기존의 전체 외곽선을 검색하는 기존의 경우 20820회의 연산이 필요하였으나 제안된 알고리즘을 적용하여 이동물체를 추적할 경우 200회의 검색 연산이 필요하였다.
⑤ 경계선 중 상하좌우의 경계영역을 이용하여 이동물체를 추적함으로서 기존 알고리즘에 비해 연산량이 적은 이동물체의 추적이 가능함을 보였다.

향후 연구과제로는 마이크로 콘트롤러와 같은 낮은 성능의 프로세서를 이용한 이동물체 추적장치 구현에 적합하도록 알고리즘을 발전시키는 것과 이동물체의 크기에 전체 외곽선과 따라 다양한 크기의 모델에 대한 특징벡터 추출에 대한 연구와 예측모델을 이용한 고속 다중 이동물체 추적에 관한 연구라 하겠다.

참 고 문 헌

[1] D. P. Huttenlocher, J. J. Noh, W. J. Rucklidge, "Tracking Non-Rigid Objects in Complex Scenes," Proceedings of 4th ICCV, pp.93-101, May, 1993.
[2] R. C. Jane, "Segmentation of Frame Sequences Obtained by A Moving Observer," IEEE Trans. PAMI, Vol.6. No.5. pp.624-629, 1984.
[3] M. K. Leung, "Human Body Motion Segmentation in A Complex Scene," Pattern Recognition, Vol.20. No.1, pp.55-64, 1987.
[4] Y. Mae, S. Yamamoto, Y. Shirai, and J. Miura, "Optical Flow Based Realtime Object Tracking by Active Vision System," Proc. 2nd Japan-France Congress on Mechatronics, Vol.2, pp.545-548, 1994.
[5] J. C. Clarke, A. Zisserman, "Detection and Tracking of Independent Motion," Image and Vision Computing, pp.565-572, 1996.
[6] G. L. Foresti, "A Real-Time System for Video Surveillance of Unattended Outdoor Environments," IEEE Trans. on Circuit and Systems for Video Tech., Vol.8 No.6, pp.142-145, Oct. 1998.
[7] F. J. Hampson, RE. Franich, J. C. Pesquet, J. Biemond, "Pel-recursive Motion Estimation in the Presence of Illumination Variations," ICIP 96, Vol.1, pp.101-104, 1996.
[8] Joon Hee Han, Jong Seung Park, "Contour Matching Using Epipolar Geometry," PAMI,VOL. 22, No.4, pp.358-370, 2000.
[9] 이주신, 김윤호, "퍼지 추론에 의한 2-D이동물체의 동일성 판별", 한국통신학회논문지, Vol.17, No.4, pp.346-360, 1992.
[10] 이주신, 이명길, "DCT와 신경 회로망을 이용한 패턴인식에 관한 연구", 한국통신학회논문지, Vol.22, No.3, pp.481-492. 1997.
[11] 전춘, 김태식, 이명길, 이주신, "동적 배경에서 Hausdorff 거리를 이용한 이동물체의 추적", 한국통신학회 하계종합학술대회논문집, Vol.19, No.1, pp.537-540, 1999.
[12] 김준식, 박래홍, 이병욱, "가산투영을 이용한 2단계 고속 블록정합 알고리듬", 전자공학회논문지, 제30권 B편 제1호, pp. 45-54, 1993.
[13] 이규원, 김영호, 이재규, 박규태, "무인감시장치 구현을 위한 단일 이동물체 추적 알고리즘", 전자공학회논문지, 제31권 B편, 제11호, pp.11-52, 1995.
[14] 장석환, 김인행 등, "실시간 다중 물체 추적 시스템", 신호처리합동학술대회논문집, 제11권 1호, pp.499-502, 1998.
[15] 강재열, 김성대, "가산투영을 이용한 시공간 경사 추적기법", 신호처리합동학술대회논문집, 제7권 1호, pp.545-548, 1994.
[16] 이철헌, 김형태, 설성욱, 남기곤, 이장명, "칼만필터를 이용한 다중차량추적 알고리즘", *대한전자공학회논문집*, 제36권 S편, 제3호, pp.89-95, 1999.
[17] 이상욱, 설성욱, 남기곤, 권태하, "특징기반 다중물체 추적에 관한 연구", *대한전자공학회논문집*, 제36권 S편, 제11호, pp.

95-101, 1999.
[18] 정원식, 이법기, 이경환, 최정현, 김경규, 김덕기, 이건일,"탐색영역 부표본화 및 이웃화소간의 차를 이용한 고속전역 탐색블록정합 알고리즘", *대한전자공학회논문집*, 제36권 S편, 제11호, pp.102-111, 1999.
[19] 이연석, 천승환,"신뢰구간을 이용한 다중표적 시스템의 설계", 대한전자공학회 제36권 S편, 제7호, pp.43-49, 1999.

조 영 석

e-mail : yscho@cs.kdc.ac.kr
1991년 청주대학교 전자공학과 졸업(학사)
1993년 청주대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
1999년 청주대학교 대학원 전자공학과 박사과정(수료)
1998년~2001년 극동정보대학 전산정보처리과 조교수
관심분야 : 디지털 영상처리, 영상 추적, 영상 감시시스템 등

이 주 신

e-mail : jushin2@chongju.ac.kr
1975년 명지대학교 전자공학과 공학사
1977년 홍익대학교 대학원 전자공학과 전자재료 전공(공학석사)
1986년 명지대학교 대학원 전자공학과 영상처리 전공(공학박사)
1980년~1982년 청주대학교 이공대학 전자공학과 학과장
1988년~1992년 청주대학교 이공대학 교학과장
1992년~1994년 청주대학교 산업과학연구소 연구소장
1995년~1998년 청주대학교 이공대학 학장
1998년~1999년 청주대학교 기획관리처 기획관리처장
1992년~현재 청주대학교 이공대학 첨단공학부 교수
관심분야 : 영상처리, 패턴인식, 이동물체추적, 퍼지/신경망 회로 영상통신 등