

碩士學位論文

개선된 차영상 분석기법을 이용한
움직임검출



濟州大學校 大學院

情報工學科

梁 榮 秀

2001 年 12 月

개선된 차영상 분석기법을 이용한 움직임검출

指導教授 金壯亨

梁 榮 秀

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY
2001年12月

梁榮秀의 工學碩士學位 論文을 確認함

審査委員長 郭 鎬 榮 印

委 員 邊 翔 庸 印

委 員 金 壯 亨 印


濟州大學校 大學院

2001 年 12 月

The Motion Detection Using Improved Difference
Image Analysis Method

Young-Soo Yang

(Supervised by professor Jang-Hyung Kim)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF
ENGINEERING

DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

2001. 12

목 차

SUMMARY

I. 서론	1
II. 움직임 물체 검출 기법	4
1. 움직임 검출의 필요성 및 원리	4
2. 동영상 내에서의 동작 정보 검출	6
2.1 동영상 데이터의 구조	6
2.2 동작 정보 추출	8
2.3 동영상 동작 정보 검출	12
III. 차영상(Difference image)분석 기법을 이용한 움직임 물체 검출	14
1. 영상의 디지털화	15
2. 개선된 차영상 기법을 이용한 이동물체 검출	22
2.1 밝기 분포도	26
2.2 히스토그램평활화	28
2.3 움직임 물체 영역 설정	31
IV. 구현 및 결과 고찰	32
V. 결론	41
[참고문헌]	43

ABSTRACT

At this paper, it was dealt with motion detection that the frames containing motion and extracting the motion-area from image sequences. Motion detection is part of the real-time image-processing.

As a fundamental study of a existing popular method for motion detection, the difference image using pixel-value is analyzed and its problem is addressed. Then its improved approach is supposed and its efficiency is presented through experiment.

It is presented that motion detection using a difference image reacts sensitively to the frames containing the only noise and illumination changes. To improve that problem, adapting the image-spreading method that contains the proper critical value(threshold) and analyzing the pixel as the parts of image-preprocessing, it is possible to get the result of robust on the noise and illumination change.

I. 서론

시차를 두고 연속적으로 입력되는 동영상을 분석하여 실세계에 대한 정보를 추론하는 작업은 하드웨어 기술의 급속한 발전과 더불어 그 중요성이 강조되고 있다. 특히 움직이는 물체를 탐지하고 탐지된 물체의 동작 정보를 검출하는 작업은 군사 및 보안산업 분야에 적용될 수 있는 매우 흥미 있고 유용한 연구분야이다[1].

최근에는 컴퓨터에 의한 영상인식이 인공지능의 그 어떤 분야보다 어려운 것임이 점차 드러나고 있다. 영상인식을 위해서 디지털 컴퓨터가 해야할 일은 자연 영상의 아날로그 신호를 디지털 영상신호로 변환시키는 작업으로부터 시작된다. 디지털 영상은 외부에서 입력되는 영상 신호를 디지털 컴퓨터에 알맞게 변조시킨 영상이다. 즉, 영상의 각 점을 픽셀(pixel)이라 하고, 각 픽셀에서의 광강도(light intensity)를 측정하여 그 정도를 일정 구간의 자연수로 나타내는 방식에 의하여 메모리나 보조기억장치에 기억시키고 필요할 때 시현 시킬 수 있는 영상이다.

인공지능의 한 분야로써 시각에 의한 영상인식은 매우 중요한 과제이다. 두뇌가 지능적인 기능을 수행하고자 하면 외부로부터의 기초적 자료가 필요하다. 그 대부분의 자료는 시각자료이다. 두뇌가 영상자료를 입력받고 그 자료로부터 여러 가지 정보를 추출하여 내듯이 컴퓨터가 영상입력으로부터 어떻게 정보를 추출하여 낼 것인가는 그간 끊임없이 연구되어 왔다[20].

인간의 시각 구조는 움직임에 매우 민감하여, 움직임이 있는 곳에 초점을 맞추게 되며, 움직임이 있는 물체를 쉽게 감지할 수 있다. 움직임 정보를 얻기 위해 연속적으로 입력되는 동영상을 분석하여 실세계에 대한 정보를 추론하는 작업은 하드웨어 기술의 급속한 발전과 더불어 그 중요성이 강조되고 있으며, 특히 시차를 두고 연속적으로 입력되는 시변영상(time-varying)에 대하

여 컴퓨터를 통한 분석은 영상인식(image recognition)분야에서 많이 연구되고 있다.

먼저 영상인식을 위한 영상처리의 여러 분야에서 목표물의 정확한 인식은 대단히 중요한 문제이다. 이를 위해 입력된 영상에서 배경영역을 제거하고 원하는 물체만을 검출해냄으로써 인식 결과를 높일 수 있다.

본 논문은 실시간 영상 처리를 목적으로 연속된 프레임(frame)에서 움직임이 있는 프레임을 찾아내고, 움직임 영역을 추출하는 움직임 검출에 관한 연구이다.

움직임 검출에 관한 기반연구로써 아날로그 영상의 디지털화 과정과 동영상 데이터의 구조 및 움직임 검출 방법에 대하여 정리하였고, 움직임 검출 기법의 종류와 그 필요성 및 원리에 대해서 고찰하였다.

움직임을 검출하기 위하여 계산량이 적고 처리시간이 짧아 일반적으로 실시간 영역 추출에 가장 많이 사용하는 화소값 차영상 기법을 적용하였다. 감지 영상에서 시차를 두고 입력된 프레임 영상과 참조 프레임과의 화소값 차를 이용하여 움직임이 있는 프레임을 감지하고 움직임 영역을 영역화하여 추출함으로써 추출된 영상만을 저장 또는 전송할 수 있으므로 보다 효율적인 감지영상 시스템을 구축할 수 있다.

그러나 화소값 차영상 기법은 움직임이 있는 화소변화에 대해서는 빠르게 접근할 수 있으나 잡음과 조명변화에는 민감하다는 단점을 가지고 있다.

따라서 본 논문에서는 감지영상에서 움직임 물체를 쉽고 빠르게 검출하고, 잡음과 조명 변화에 효율적으로 적용할 수 있도록 하기 위하여 전처리과정에서 히스토그램 평활화 기법을 적용함으로써 잡음과 조명 변화에 대한 오차를 줄이고 적정 임계값을 적용하여 배경물체에서 움직임 물체의 영역만을 추출하였다.

본 논문의 구성은 모두 5장으로 구성하였다. 1장 서론에서는 본 논문의 연구 동향에 대해서 서술하였고 2장에서는 입력 영상을 통한 영상인식 및 추출의

필요성과 영상인식 기법 및 영상추출 알고리즘의 연구동향에 대하여 서술하였다. 3장에서는 디지털 영상처리의 전처리 과정과 본 논문에서 제안한 프레임간 차영상 기법을 제시함으로써 기존 문제점에 대한 해결 방안을 제안하였고 4장에서는 제안한 알고리즘을 실험을 통하여 그 실효성을 보였으며 끝으로 5장 결론에서 본 논문에서 제안한 개선 알고리즘의 실효성과 적용범위 및 향후 연구방향을 모색하였다.



II. 움직임 물체 검출 기법

1. 움직임 검출의 필요성 및 원리

입력되는 영상에서 움직임 검출은 움직임이 있는 부분의 영역화로 표현할 수 있다. 입력 정보란 인간의 시각체계와 유사한 카메라로부터 3차원 실세계 영상을 2차원으로 수집한 평면 정보 데이터이며, 영역화란 입력되는 정보로부터 동일 특징을 갖는 영역으로 구분하는 과정을 의미한다. 주로 사용되는 방법은 움직임이 있는 영상 정보를 일정 시간 간격으로 나누어 입력 한 후, 이전에 입력된 영상 정보와의 차이를 조사하는 방법으로 각 프레임의 차이를 이용하여 움직임이 있는 영역을 찾아내고 그 영역의 특징을 이용하여 움직이는 물체를 정의하며 추적한다.

지금까지 이동 물체의 움직임을 추정 및 검출하는 알고리즘이 많이 개발되었으며 크게 Fig. 1과 같이 분류할 수 있다.

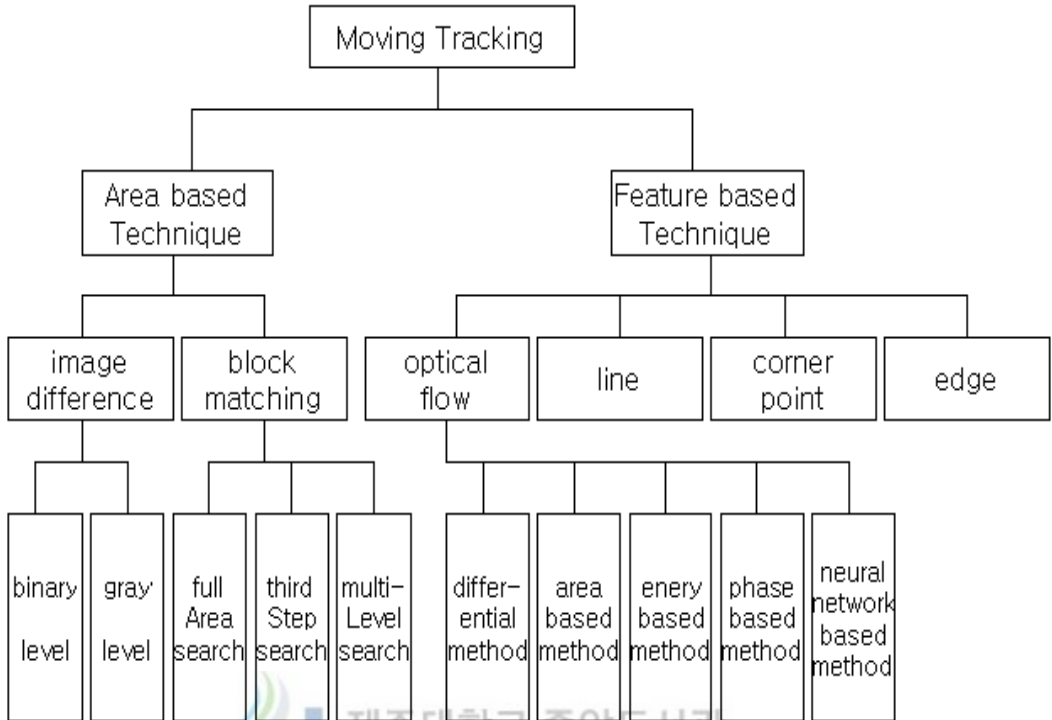


Fig. 1 A Distribution Diagram of Moving Detection Algorithm

소개된 이들 기법들은 기본적으로 다음과 같은 몇가지 유형으로 분류될 수 있다. 첫째는 연속적인 영상을 분석하여 각 화소 또는 영역에 속도 벡터를 할당하고, 유사한 속도벡터를 갖는 화소 또는 영역들의 그룹을 감지하여 이동 물체에 대한 동작 정보를 검출하는 방법이다. 예를 들어, 점대점 대응 관계로부터 속도 벡터를 추출하는 방법[2], (K-1)영상에서 추출된 움직임 정보와 K 영상에서 추출된 특징점을 사용하여 이동 물체를 추적하는 방법[3], 영역 정보를 이용하여 후보 영역간의 정합을 시도함으로써 이동 물체를 추적하는 방법[4][5] 그리고 영상내에서 각 화소의 속도 벡터 변화는 완만하다는 제약 조건을 사용하여 광류를 측정하는 방법과 측정된 광류 완화법(Relaxation method)을 사용하여 이동 물체를 검출하는 방법[6][7] 등이 제안되었다.

두 번째 유형은 인접 영상간의 명암차(difference of gray-values)에 의하여 형성된 차영상(difference images)을 분석하여 물체의 이동형태에 대한 정보를 추론하는 방법으로 인접 영상간의 명암차를 이용하여 정지 영역과 동작 영역을 분리하는 방법[8]과 차연산 결과와 에지 연산 결과를 병합하여 물체의 동작 정보를 검출하는 방법[9], 차연산과 적응 예측자를 사용한 방법[10] 등이 제안되었다.

2. 동영상 내에서의 동작 정보 검출 기법

동영상과 같은 멀티미디어 형태의 자료들로부터 의미정보 검출에 기본이 되는 특징 검출은 동영상의 장면 전환 검출 방법과 동작 정보 검출로 구분할 수 있다. 전자인 장면 전환 검출은 동영상에서 장면이 바뀌는 부분을 검출하는 것으로 동영상의 특징 검출을 위해 전체 동영상을 유사한 장면들로 구분하는 기본적인 전처리 단계라고 볼 수 있으며, 이 방법은 연속하는 두 프레임에서 급격하게 장면이 바뀌는 부분과 여러 프레임에 걸쳐서 서서히 장면이 바뀌는 부분이 있다. 후자인 동영상의 동작 정보 검출은 동영상에서 카메라의 동작 인수를 검출하고 이를 바탕으로 움직이는 물체의 이동궤적으로 표현되는 동작정보 검출을 의미한다.

이러한 동영상 내의 동작정보 검출을 수행하기에 앞서 동영상의 구조와 의미를 살펴본다.

2.1 동영상 데이터의 구조

동영상 또는 CCTV의 접근성을 개선하기 위해서는 다음과 같은 계층적인 모델구조를 갖는다.

전체 동영상을 시퀀스(sequence) 라는 수준으로 나누고 시퀀스를 다시 장면(scene) 수준으로, 장면 수준을 다시 샷(shot) 수준으로 분할하고, 각각의 샷을 대표할 수 있는 대표 프레임을 검출하는 것이다.

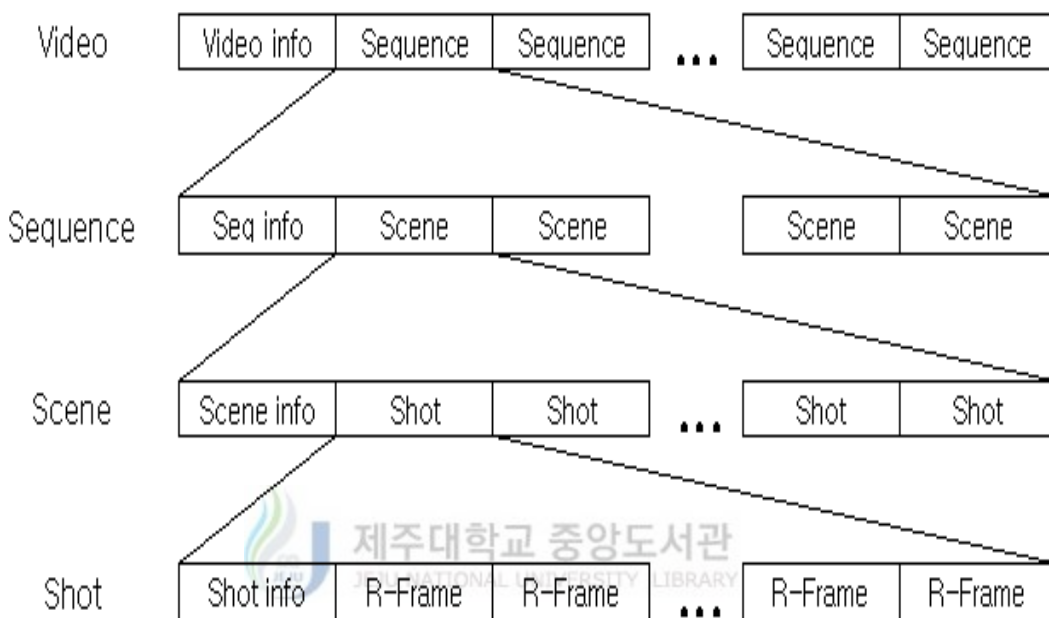


Fig. 2 A Moving Picture Hierarchy

이와 같은 계층 구조에 있어서 시퀀스나 장면은 고도의 내용 정보(Semantic Information)에 의존하는 개념으로 현재의 기술로는 자동화하기가 매우 곤란한 반면, 샷 개념은 하나의 동작이 끝나고 다른 동작으로 넘어가기까지의 프레임의 집합이므로 일반적으로 그 경계 부근에서 커다란 변화를 보여주기 때문에 영상처리 기술을 이용한 자동 검출이 가능한 부분이라 할 수 있다.

동영상 데이터에 대한 내용기반 검색 방법은 정지영상에 대한 내용기반 검색 방법에 기반을 두어 접근하고 있다. 이는 동영상 데이터를 매우 많은 정지영상의 연속으로 다루는 방법으로 특정 장면에 대한 분석과 검색을 수행함으

로서 유사성을 판단하고 이를 기반으로 내용기반 검색을 구현한다. 이를 위해서 먼저 방대한 분량의 동영상 데이터로부터 분석과 비교의 대상으로 사용할 키-프레임(key-frame)을 추출해야 한다. 일반적으로 동영상 데이터는 카메라 시점의 변화 또는 중요한 객체가 나타나고 사라지는 시점을 기준으로 작은 단위인 장면(scene)으로 나눌 수 있다. 하나의 장면에서 다른 장면으로 전환되는 지점을 장면 전환 지점(scene change)이라 하며, 장면을 구성하는 복수개의 프레임(frame)들은 전체적인 구도와 색상 분포면에서 동일한 특성을 가지므로 이 중에서 하나를 키-프레임으로 사용하게 된다. 따라서 움직임을 검출하기 위해서는 비디오 데이터에서부터 장면 전환이 일어나는 지점을 검출하여야 한다.

2.2 동작 정보 추출

이동물체 추적 시스템은 동영상의 각 프레임에 대한 분석을 통하여 추적 대상을 검출하고 위치 변화를 계산하여 이동물체의 이동 방향, 속도 정보를 검출하거나, 카메라를 통하여 지속적으로 이동물체를 감시할 수 있도록 제어한다[11]. 이동물체를 추적하기 위해서는 입력된 영상에 대한 분석, 예측 및 판단까지 진행하여야 한다.

동영상에서의 동작 정보를 검출하는 기법은 검출 방법 및 필요성에 따라 크게 비압축 기반 검출기법과 압축 기반 검출 기법이 있다.

2.2.1 비압축 기반

움직이는 물체를 탐지하고 이동 물체의 동작 정보를 검출하는 방법에는 적용 방법에 따라 차영상 분석기법, 블록 정합기법, 모델 기반기법 및 광류에 의한 기법 등으로 나눌 수 있다[12].

① 차영상 분석

차영상 분석기법을 이용한 연구는 연속적인 영상 프레임의 차영상을 이진화한 뒤 CCL(Connected Component Labeling)에 의해 이동 물체를 분리하는 방법[13]과 연속적인 입력영상에서 배경을 추정한 뒤 현재 프레임과 추정된 배경의 차이에 임계치 연산을 적용하여 움직이는 물체를 검출하는 방법[14]이 주축을 이루고 있다. 그러나 차영상을 이용한 이동물체 검출 및 추적 알고리즘은 비교적 간단하고 처리 속도가 빠르다는 장점은 있지만, 배경 변화가 심하거나 카메라가 움직이는 경우는 적용이 힘들며, 이동물체의 정확한 판별을 위하여 퍼지추론이나 신경회로망 기법을 적용한다[15].

② 블록정합

블록 정합기법은 영상이 블록으로 구성되어 있다고 가정하고, 움직임을 추정하려는 각 화소를 고정 크기의 블록으로 구성한 후 인접 프레임의 탐색 영역을 조사하여 정합이 가장 양호하게 수행되는 블록의 위치를 찾는 방식으로 인접 프레임간 특정 물체의 밝기값이 유사하므로 효율적이기는 하지만 최적의 블록 크기를 판단하기가 어렵고 매칭 과정에서 많은 계산이 요구된다는 단점을 가지고 있다[16].

③ 모델기반

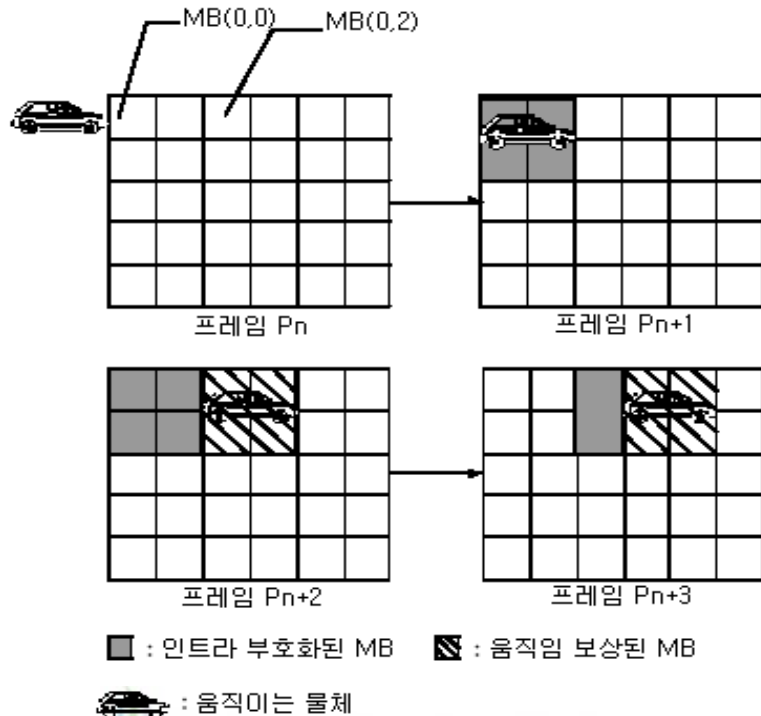
모델기반 기법은 사전에 정의된 특정 물체의 모델이나 추적의 초기 단계에서 취득한 모델의 프레임간 특징점 정합에 의해 이루어지므로 프레임사이의 움직임이 클 경우에도 적합하며, 휘도의 변화, 배경의 움직임 등의 영향을 적게 받으나 물체의 형태가 프레임 사이에 유지되어야 한다는 제약이 따르게 된다. 따라서 모델기반 기법은 추적 과정에서 이동물체의 형태변화에 적응하는 능력이 추적 성능을 좌우하게 된다[17].

④ 광류기반

광류에 의한 기법은 밝기의 국부적인 시공간 경사와 속도 사이의 관계를 모델링한 광류 제약 방정식을 사용하여 각 화소의 밀집된 속도장을 얻는다. 그러나 물체 표면의 광강도값은 일정해야 하며, 주위의 인접해 있는 점들은 같은 형태로 움직인다는 속도 평활화 제약(smoothness constraint)을 갖고 있다. 이 기법은 위의 두가지 가정을 만족할 경우는 좋은 결과를 산출하지만 프레임과 프레임 사이의 간격이 넓거나, 조명이 변화하거나, 잡음에 의해 고정 형태를 유지하지 않을 경우와 물체의 형태가 시간에 따라 변하는 경우는 비효율적인 결과를 산출하는 단점이 있다. 일반적으로 광류 추정에서는 물체의 각 화소에서 관측된 밝기값이 시간에 관계없이 항상 일정하며, 화소에서 발생하는 밝기의 변화는 전적으로 물체의 움직임에 기인한다고 가정한다[18][19]. 그러나 이러한 가정에 근거한 광류 제약 방정식은 속도장(velocity field)의 부정해만 구할 수 있다면 문제점(ill-posed problem)을 갖는다. 따라서 완전한 속도장의 표현을 위해서는 또 다른 가정이 필요하다.

2.2.2 압축기반

압축기반 추출기법은 대표적으로 MPEG 시스템을 들 수 있다. MPEG 스트림 상에서 DC 값들을 검출하여 비교하는 과정으로써 부호화된 데이터 영역에서 MPEG 비트 스트림으로부터 효과적인 움직임은 물체 검출과정으로 부호화된 비트스트림에서 직접적으로 검출될 수 있는 움직임 정보같은 부호화된 정보만을 이용한다.



이 경우는 프레임 P_n 에서 물체가 왼쪽으로부터 등장하고 프레임 P_{n+1} 에서 물체는 프레임 안으로 이동한다. 그리고 MB(0,0)과 같은 물체를 가지는 패쇄 매크로 블록은 인트라 부호화된다. 프레임 P_{n+2} 에서 물체가 MB(0,2) 지역까지 움직인 후에 배경이 나타나고 매크로 블록 MB(0,0)은 참조 블록인 프레임 P_{n+1} 에서 이용가능하지 않기 때문에 다시 인트라 부호화 되어질 것이다.

다른 방법으로 MB(0,2)는 프레임 P_{n+1} 에서 물체를 참조할 수 있기 때문에 움직임 보상되어질 것이다. 이러한 관계를 이용하여 다음에 따르는 움직임 물체 후보자를 결정할 수 있다.

움직임이 프레임 안에서 움직일 때, 현재 프레임에서 물체에 의해서 폐쇄 매크로 블록들은 일반적으로 인트라 부호화되어진다. 다음에 따르는 프레임에서 폐쇄 매크로 블록들은 움직임 보상을 이용하는 방법이다.

2.3 동영상 동작 정보 검출

동영상에서 카메라의 동작인수를 검출하고 이를 바탕으로 물체의 이동 궤적으로 나타나는 동작 정보를 검출한다.

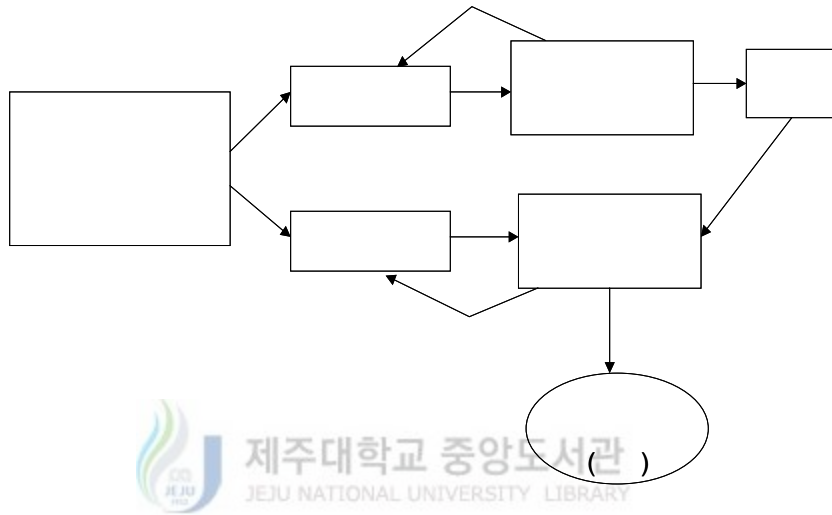


Fig. 4 A Sampling Model of Action of Moving Picture

본 논문에서는 카메라가 고정되어 있고 물체가 이동하는 상황에서 시차가 있는 두 영상간의 명암차를 이진화하여 물체 이동에 의해 형성된 동작 영역과 배경의 정지 영역을 분리한 후, 분리된 영역을 분석함으로써 움직임을 검출하는 방법을 제안하였다. 본 논문에서 사용된 차영상은 시차가 있는 두 영상의 명암차를 이진화하여 동작 영역과 정지 영역으로 구성된 영상을 의미한다. 차영상의 동작 영역은 물체 이동에 의하여 형성되는 영역으로서 물체의 이동에 의하여 드러나는 배경 영역(uncover area)과 감추어지는 배경영역(covered area)으로 구성된다. 드러나는 배경 영역은 전시점(previous time)에서 이동 물체가 위치하던 영역의 일부를 나타내고, 감추어지는 배경 영역은 현 시점(current time)에서 이동물체가 위치하는 영역의 일부를 나타낸다. 따

라서, 동작 영역을 분석하여 이동 물체의 동작 특성을 검출하기 위해서는 주어진 동작 영역을 드러나는 배경 영역과 감추어지는 배경 영역으로 분류하는 작업이 선행되어야 한다. 이를 위하여 본 논문에서는 차영상의 동작 영역과 두 입력 영상을 비교하여 드러나는 배경 영역과 감추어지는 배경 영역을 분류하고 이를 히스토그램으로 나타내어 현 시점에서 분류된 물체를 움직임 영역 사각형(Moving Area Rectangle, MAR)에 수렴되도록 정확한 영역을 설정하기 위하여 화소값 분포를 조사하고 이를 임계값으로 설정하여 움직임 물체만을 검출할 수 있는 방법을 제안한다.



Ⅲ. 차영상(Difference image)분석 기법을 이용한 움직임 물체 검출

Ⅱ장에서는 움직임 물체 검출의 원리와 그 필요성에 대하여 고찰하였다. 이를 위하여 동영상에서의 움직임 검출을 위한 여러 기법들을 소개하였으며, 소개된 기법 중에서 실시간 처리를 위한 움직임 검출을 위하여 처리속도가 가장 빠른 차영상 분석기법을 이용하였다.

이 장에서는 본 논문에서 제안한 프레임간 차영상 기법을 이용한 움직임 물체 검출 기법에 대해서 고찰한다.

기존 화소값 차영상 기법은 단순히 대응되는 화소의 차이값을 이용하여 움직임을 검출한다. 따라서 미세한 잡음이나 조명의 변화에 대해서도 움직임으로 간주하여 하나의 컷으로 발견함으로써 잡음과 조명에 매우 민감함을 알 수 있다.

이를 개선하기 위하여 본 논문에서는 화소값 차영상 기법의 전처리 과정에 히스토그램 평활화기법을 제안하였다. Fig. 5는 본 논문에서 제안한 움직임 검출의 전체적인 흐름도이다.

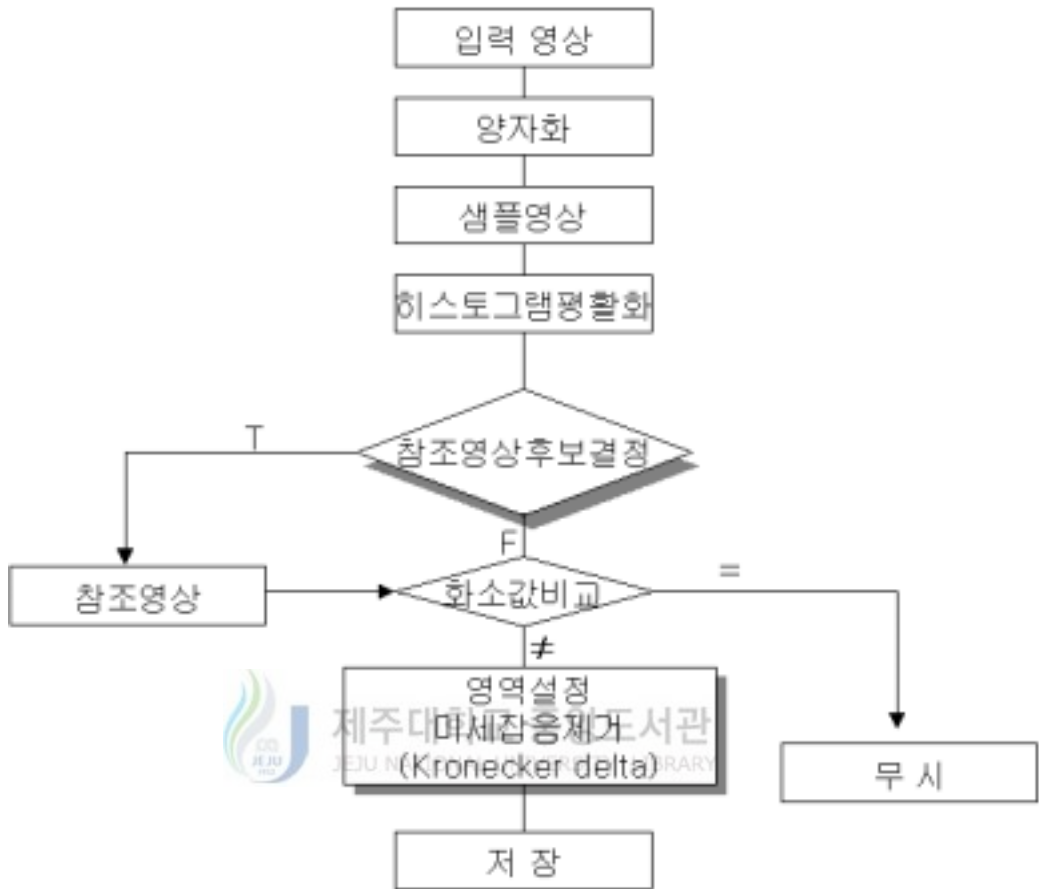


Fig. 5 The Proposed Algorithm

양자화를 거친 영상의 화소값 분포를 조사하고, 히스토그램 평활화기법을 적용하여 영상의 명암값을 재분배하였다. 영상 화소의 평활화 과정을 거친 영상을 참조영상과 비교하여 차이를 보이는 영상에 대해서 영역을 설정하고 움직임 검출한다.

1. 영상의 디지털화

아날로그 영상에 비해 디지털 영상은 0과 1만을 사용하므로 잡음에 강하고, 고화질 처리가 가능하며, 프레임 메모리와 같은 고기능의 처리가 가능하고, 처리회로를 VLSI로 구현하기 쉬우므로 시스템이 작아지며 안정성이 높은 회로를 저가로 실현할 수 있게 되며, 영상과 음성 및 데이터를 동일 형식으로 처리할 수 있어 멀티미디어 처리를 가능하게 해준다. Fig. 6과 같이 영상 화면의 좌표를 (x,y) 로 표시할 때, 임의 지점의 픽셀은 (x,y) 로 나타낸다. 여기서 x 와 y 는 정수이다.

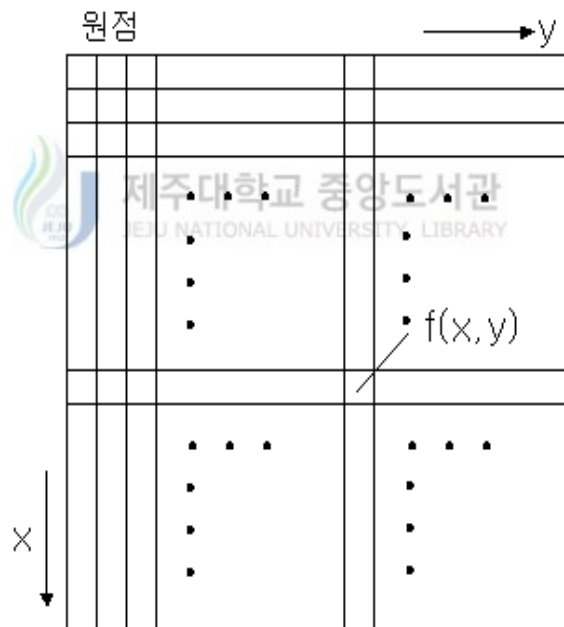


Fig. 6 Coordinate of Image Plane

픽셀 (x,y) 에서의 광강도는 대응하는 지점의 영상의 밝기 정도를 의미한다. 픽셀 (x,y) 에서의 광강도를 명암도 수치인 자연수로 나타내기 위하여 디지털

이징을 한다. 그 값을 $f(x, y)$ 로 표시하면, $f(x, y)$ 는 0~255의 명암도(gray level)를 나타낸다. 디지털 영상을 얻는 하드웨어 시스템은 Fig. 7과 같다.



Fig. 7 A Process of the Acquirement of Digital Image

영상처리기는 영상처리 시스템의 핵심이다. 영상처리기는 하드웨어 모듈로 되어 있으며 다음과 같은 4가지 기본 기능을 수행한다.

- ① 영상 획득(image acquisition)
- ② 영상 저장(image storage)
- ③ 저급 영상 처리(low level image processing)
- ④ 영상 디스플레이(image display)

영상 획득 장치는 영상 신호를 전기 신호로 입력받아 이를 디지털 신호의 형태로 변환시킨다. 입력 영상 신호를 $I(x, y)$ 라 한다면 이를 숫자로 바꾸는 양자화(quantization)과정을 거친다. 대부분의 영상 처리 장치는 한 화면을 단위 프레임 시간에 디지털타이징 한다. 그리고 각 픽셀에 대응하는 지점의 광강도를 전류량으로 바꾸는 표본화(sampling) 과정을 수행한다[20].

1.1 표본화와 양자화

1.1.1 균등 표본화와 양자화

컴퓨터 처리에 적합하기 위해서 영상 함수 $f(x, y)$ 는 공간적으로나 그 크기 면에서나 디지털화 되어야 한다. 좌표 (x, y) 의 공간적 디지털화를 영상 표본화라고 하고 크기의 디지털화를 명암도 양자화라 한다. 연속적인 영상 $f(x, y)$ 가 식(1)처럼 $N \times M$ 의 등간격의 표본 배열로 이루어 가정한다. 여기에서 각 배열 요소는 이산크기이다.

$$f(x, y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix} \quad (1)$$

식(1)의 우변을 일반적으로 디지털 영상이라 한다.

수학적으로 정형화된 표본화와 양자화가 유용한 경우가 있다. Z 와 R 을 각각 정수와 실수의 집합이라 하면, 표본화는 평면 x, y 를 격자로 나눠서 분할한 것처럼 보인다. 각 격자의 중심의 좌표는 $Z \times Z$ 직교 곱으로부터 온 정수 a, b 의 순서쌍인 (a, b) 들의 집합이다. 좌표 (x, y) 가 Z 에 속하는 정수라면, $f(x, y)$ 가 디지털 영상이므로 f 는 각 (x, y) 좌표쌍들의 명암도 값을 할당하는 함수이다. 이 함수적 할당이 앞서 서술한 양자화 과정이다. 만일 명암도 역시 정수라면 Z 가 R 을 대신하고, 디지털 영상은 좌표와 그 크기 값이 정수인 2차원 함수가 된다. 이 디지털화 과정은 N, M 및 각 화소의 이산적 명암도수의 결정과정이다. 디지털 영상처리에서는 다음 값들을 2의 거듭제곱의 값으로 한다. 즉,

$$N = 2^n, M = 2^k \quad (2)$$

그리고

$$G = 2^m \quad (3)$$

이다.

여기서 G 는 명암도수를 의미한다. 이산 단계들이 명암도 범위 0과 L 사이에서 등간격이라고 가정하면, 식(2)와 식(3)을 이용하여 하나의 디지털 영상으로 저장하는데 필요한 비트수, b 를 얻을 수 있다.


$$b = N \times M \times m \quad (4)$$

JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

만일 $M = N$ 이면,

$$b = N^2 m \quad (5)$$

이다.

Table. 1은 일반적인 범위의 N 과 m 에 대해 식(5)를 이용한 b 값의 요약이다.

Table. 1 Storage Capacity

N \ m	1	2	3	4	5	6	7	8
32	1,024	2,048	3,072	4,096	5,120	6,144	7,168	8,192
64	4,096	8,192	12,288	16,384	20,480	24,576	28,672	32,768
128	16,384	32,768	49,152	65,536	81,920	98,304	114,688	131,072
256	65,536	131,072	196,608	262,144	327,680	393,216	458,752	524,288
512	262,144	524,288	786,432	1,048,576	1,310,720	1,572,864	1,835,008	2,097,152
1,024	1,048,576	2,097,152	3,145,728	4,194,304	5,242,880	6,291,456	7,340,032	8,388,608

예를 들어 128×128 크기에 64단계의 명암도를 가지 영상은 98,304 비트의 저장 공간을 필요로 한다.



1.1.2 비균등 표본화와 양자화

고정된 공간 해상도를 갖는 영상에 대해 영상의 특징에 따라 표본을 추출하는 적응적 방법을 이용하면 많은 경우에 영상의 형상을 개선시킬 수 있다. 일반적으로, 급격한 명암도 전이가 일어나는 근처에서는 미세한 표본화를, 비교적 평단한 영역에서는 거친 표본화를 사용하는 것이 유용하다. 예를 들어 단색의 단조로운 배경에 사람의 얼굴이 있는 영상을 고려할 때, 분명히 배경은 매우 상세도가 낮은 정보이고 이 부분은 거친 표본화를 이용하여 적절히 나타낼 수 있다. 얼굴 부분은 배경보다는 상세한 정보가 있다. 만일 배경 부분에서 사용되지 않은 표본을 이 부분에 이용한다면 더 나은 영상이 될 것이다. 이 얼굴과 배경의 경계와 같은 명암도가 크게 변화되는 경계부에 표본들의 분포가 더 많이 집중되어야 한다. 대략적이라 할지라도 경계부의 구분이 필요한 것이 이 비균등 표본의 결정적인 단점이다. 이 방법은 또한 비교적 작은 균등한 구역을 갖는 영상에 대해 적용하기에는 실용적이지 않다. 실제 비균등

표본화는 사람들이 밀집해 있는 영상에는 적용하기 어렵다. 명암도의 수를 적게 유지할 필요가 있을 때는 서로 다른 간격의 양자화를 이용하는 것이 바람직하다. 이 방법은 앞에서 말한 비균등 표본화 기법과 비슷하게 한 영상에 있어서 명암도의 분포를 이용하는 것이다. 그러나, 우리의 눈은 급격한 명암도 단계 변화 근처에서는 명암도를 잘 구별할 수 없기 때문에 경계부분에서는 작은 수의 명암도를 사용한다. 남은 명암도 단계를 비교적 부드럽게 변하는 부분에서 사용한다. 그래서 거친 양자화 때문에 나타날 수 있는 허위 윤곽선 현상을 줄이거나 피할 수 있다. 이런 방법은 경계 검출과 내부의 상세도에 관한 앞선 관찰이 있어야 한다. 명암도 분배를 위해 특별히 매력적인 대안은 허용된 범위의 명암도의 빈도를 계산하여 이용하는 것이다. 만약 특정 영역의 명암도 변화가 자주 발생하고 다른 영역의 명암도 변화는 적게 발생한다면, 양자화시 이 영역을 정교하게 그 외의 영역은 거칠게 양자화를 한다. 이런 방법을 차등 양자화(tapered quantization)라고 한다[21].



시간적으로 변화하는 동영상의 경우에는 추가적으로 시간적인 샘플링의 간격, 즉 매초 몇 장의 프레임을 취급할 것인가를 고려하여야 한다. 사람이 물체를 보는 경우, 사람이 갖고 있는 시간적인 시각 특성인 잔상 특성을 생각해 볼 필요성이 있다. TV동영상에서 사람의 잔상 특성은 약 30msec이므로 기본적으로 매초 30장 이상의 영상을 전송하고 있는 것으로 간주될 수 있다. 영상 계측인 경우에는 대상으로 하는 현상의 상태 변화 속도에 의존한다.

대상의 상태 변화를 푸리에(Fourier) 변환하여 얻은 주파수 스펙트럼의 최고 주파수를 f_{\max} 라고 가정하면 샘플링 정리에 의하여 매초 $2f_{\max}$ 장의 영상을 기록, 보존할 필요성이 발생한다. 움직임이 빠른 동영상에 대해서는 정보 처리, 전송에서 많은 정보량의 처리가 필요하게 된다. 예를 들면, 800×600 픽셀에서 양자화 비트수가 8비트인 영상 1장의 정보량은 480 KB/frame 이며, 1초당 30장의 영상을 전달한다고 하면, 14.4MB/sec가 된다. 이러한 경우 1시

간 분의 영상을 저장하려고 하면 51.84 GB의 대용량 메모리가 필요하게 된다. 따라서 동영상 처리 및 전송을 하기 위해서는 영상 데이터의 효율적인 처리를 위한 연구가 필요하다[22].

2. 개선된 차영상 기법을 이용한 이동물체 검출

연속적인 영상의 해석은 각 프레임들을 정지영상의 연속으로 처리하는 것을 기초로 하며 샘플링된 배경영상의 프레임은 정지영상이 되므로 그 휘도차는 시간적 변화에 관계없이 일정하다[23].

2차원 연속 영상에서 이동물체를 검출하기 위해서는 일반적으로 차영상을 검출하며, 차영상은 프레임과 프레임 사이의 영상계조도(Gray Level)차에 의해 얻어진다.

2차원 연속영상의 프레임들을 일정한 시간간격 Δt 로 Fig. 8과 같이 시간적으로 인접해 있는 프레임을 샘플링 한다.

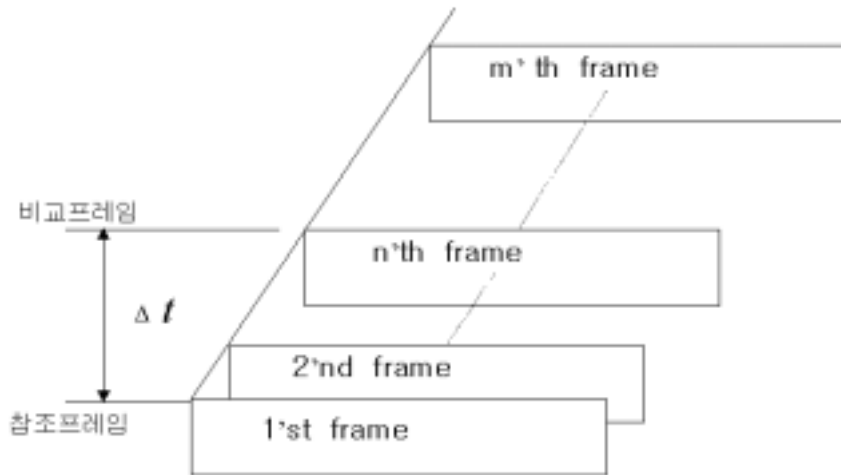


Fig. 8 Frame Sampling

이때 기준영상은 초기에 배경 영상만을 샘플링하여 $B_v(x,y,t)$ 로 놓고 기준영상과 동일한 배경에서 물체가 이동하고 있을 때 $t=t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ 인 시간에 각각 샘플링한 영상을 $G(x,y,t_1), G(x,y,t_2), \dots, G(x,y,t_n)$ 라 한다.

선정된 기준영상 $B_v(x,y,t)$ 와 각 샘플링된 영상 $G(x,y,t_1), G(x,y,t_2), \dots, G(x,y,t_n)$ 들 사이에는 이동물체에 의해서 휘도차가 존재하므로 기준영상 $B_v(x,y,t)$ 와 Δt 간격으로 샘플된 각 영상을 가지고 Fig. 9와 같은 과정을 거쳐 차영상 $DIB(x,y,t)$ 를 얻는다[24][25].

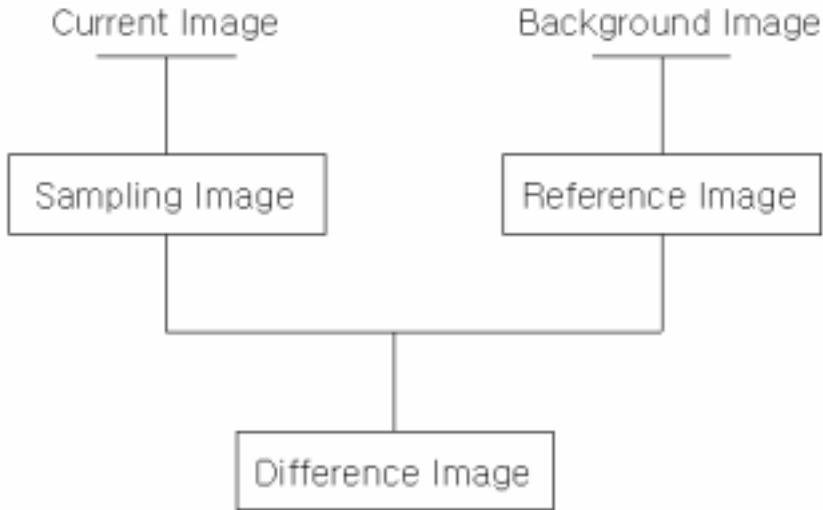


Fig. 9 Difference Image Sampling

기준영상 $Bv(x,y,t)$ 의 휘도차는 행렬로 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$Bv(x, y, t) = \begin{bmatrix} Bv(x1, y1, t) & Bv(x1, y2, t) & \cdots & Bv(x1, ym, t) \\ Bv(x2, y1, t) & Bv(x2, y2, t) & \cdots & Bv(x2, ym, t) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ Bv(xn, y1, t) & Bv(xn, y2, t) & \cdots & Bv(xn, ym, t) \end{bmatrix} \quad (6)$$

또한 기준영상내의 물체가 이동하고 있다면, Δt 간격으로 샘플되는 $G(x, y, t)$ 의 휘도차는 다음의 식(7)과 같다.

$$G(x, y, tn) = \begin{bmatrix} G(x1, y1, tn) & G(x1, y2, tn) & \cdots & G(x1, ym, tn) \\ G(x2, y1, tn) & G(x2, y2, tn) & \cdots & G(x2, ym, tn) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ G(xn, y1, tn) & G(xn, y2, tn) & \cdots & G(xn, ym, tn) \end{bmatrix} \quad (7)$$

그리고 기준영상 $Bv(x, y, t)$ 와 영상 $G(x, y, t_n)$ 사이의 차영상 $DIB(x, y, t)$ 는 식(8)과 같다.

$$DIB(x, y, t) = Bv(x, y, t) - G(x, y, t_n) \quad (8)$$

이와 같은 현재 연구된 차영상 분석 기법 알고리즘은 단지 일정 시간단위로 샘플링한 프레임과 참조프레임의 화소값의 차이를 분석하여 새로운 이미지를 찾아내고 이를 움직임으로 인식한다.

이는 주위 조명의 변화로 인한 화소값이 변화와 영상입력과정에서 추가되는 잡음(noise)으로 인한 화소값이 변화등 단순변화에 대해서도 움직임으로 인식하여 해당 프레임을 움직임으로 검출하는 오류가 발생한다.

이러한 문제점을 극복하기 위해 종래에는 일정한 임계값만을 설정하여 수렴 여부를 확인하는 연구가 많이 진행되어 왔다. 그러나 이러한 임계값 설정만으로는 정확한 움직임에 대한 프레임 검출에 해결해야 할 과제들이 많이 존재한다. 물론 잡음제거를 위해 잡음제거에 강인한 필터를 이용하여 잡음은 제거된다 하여도 주위의 갑작스런 밝기 변화는 잘못된 움직임을 검출할 수 있다. 예로서 감지영상 범위안에 조명이 비추지면 화소값의 변화은 크게 일어나고 이를 움직임으로 검출하게 된다. 조명의 밝기차로 인한 화소값 증폭은 일정 임계값의 범위를 설정하기가 상당히 어려운 과제로 남겨있다. 실례로 은행의 24시간 서비스업무를 위하여 설치한 자동인출기 박스의 내부구조는 적외선 센서를 이용하여 전등을 조절한다. 즉 사람이 출입하면 이를 센서가 감지하여등을 점화시킨다. 그러나 문이 열리는 동작에도 등은 점화된다. 이를 화소값 기반의 차영상 기법에서는 문이 열리는 동작만으로도 자동인출기 앞에 사람 즉, 움직임 물체가 없는데도 밝기 변화가 크게 일어나므로 하나의 컷으로 발견하게 된다.

따라서 본 논문에서는 이러한 차영상 분석기법의 문제점을 개선하기 위하여 입력영상의 참조 프레임과 샘플링된 프레임의 화소값의 밝기 분포를 조사하여 히스토그램을 이용 입력영상의 참조 프레임과 샘플링된 프레임에 차영상을 구하는 전처리 단계에 히스토그램 평활화 기법을 적용하여 프레임의 밝기 분포도를 평활화하여 감지영역에 조명의 변화로 인한 오류 검출을 최소화할 수 있는 방법을 제안하였다. 히스토그램 평활화 기법을 적용하기 위해서는 먼저 영상내의 밝기 분포를 조사하여야 한다.

2.1 밝기 분포도

통계학적으로 물체와 배경에 대한 밝기 분포를 분석하고, 주어진 화소가 물체와 배경 중 어디에 해당하는가를 정하기 위해서는 디지털 영상에 대한 밝기의 분포도를 만드는 것이 필요하다. 카메라에서 FOV(Field of View)내의 화면을 $n \times m$ 행렬 형태가 되도록 디지털화 하면

$$P = (P_{ij})_{n, m} \quad (9)$$

으로 화소의 밝기 P_{ij} 를 통하여 표시할 수 있다. 이렇게 구성된 행렬 형태를 영역 R 이라면, R 내에서의 밝기 분포도 $h^r(x)$ 는 도메인(domain)이 $[0, d]$, 범위(range)는 $[0, r]$ 이 된다. 여기서 d 는 A/D변환기의 동적범위(dynamic range)를 나타내고, r 은 영역 R 에 포함된 화소의 수이다. $h^r(x)$ 의 도메인은 정수의 부분집합(subset)이므로 $h^r(x)$ 를 다음과 같이 1차원 정수 배열로 정의하는 것이 편리하다.

$$h(0), h(1), h(2), \dots, h(d)$$

따라서 (d+1)개의 분포도 메모리를 필요로 한다.

x_i 를 x 의 도메인에서 i 번째 원소(element)라 하고(예로서, $x_{21} = 20$), $x(j)$ 는 영역 R 에서 j 번째 화소를 표시한다면 분포도 $h^r(x)$ 는 다음의 식으로 계산할 수 있다.

$$h^R(x_i) = \sum_{j=1}^r \delta_{xi}, x(j) \quad (10)$$

여기서 δ 는 kronecker delta함수이다.

$$\delta_{i,j} = \begin{cases} 0 & i \neq j \\ 1 & i = j \end{cases} \quad (11)$$

식(10)은 하나의 x_i 에 대하여 매번 영역 R 내의 표본 모두를 스캔(scan)하여야 한다. 실제 계산을 위해서 영역 R 내의 표본을 단 한번만 스캔 하는 것으로 모든 x_i 에 대한 분포도를 계산할 수 있는 형태로 표시하면 다음과 같다.

$h^R(x)$ 를 구성하는 (d+1)개의 1차원 배열을 영역 R 에서 처리하기 전에 미리 0으로 만들어준다.

$$h^R(x_i) = 0 \quad \text{for} \quad i = 1, 2, \dots, d+1 \quad (12)$$

영역 R 에서 각 화소를 처리할 때 마다, (d+1)개의 배열 중 단지 하나만 증가시킨다.

$$h[x(j)] \leftarrow h[x(j)] + 1 \quad (13)$$

전체 영역을 스캔하고 나면 h 는 이 영역내의 화소의 밝기에 대한 분포를 갖게 된다. 이렇게 구한 h 를 영역 R 에서의 분포도라 하며, 다음의 등식을 만족해야 한다.

$$r = \sum_{i=1}^{d+1} h^R(x_i) \quad (14)$$

2.2 히스토그램 평활화

영상처리를 하는 데이터는 컬러, 그레이, 이진으로 분류할 수 있다. 컬러 영상 데이터는 흔히 대중 매체에서 접하는 연속극이나 뉴스의 한 장면을 연상할 수 있다. 그레이 영상 데이터는 흔히 흑백 사진을 예로 들 수 있으며, 흑백사진은 원하는 장면을 농담으로서 나타내므로 색깔의 구분은 없지만, 명암으로서 입체적인 감각을 느낄 수 있으며 영상처리에서 많이 사용된다. 이진 영상데이터는 영상의 경계값(threshold)을 이용하여 흑과 백의 두가지 색으로 데이터를 취급하는 데이터라고 할 수 있다. 그러므로 이진 영상 데이터는 처리에 있어서 단순하여 실용적인 시스템에 널리 이용되고 있다. 여기서 경계값 처리는 입력 영상의 각 화소에 대해서 명도가 있는 일정값 이상의 경우에 대응하는 출력 영상의 화소값을 1로서, 그 외의 경우는 0으로 한다. 이를 식으로 나타내면 식(15)와 같이 표현할 수 있다.

$$g(x, y) = \begin{cases} 1, & f(x, y) \geq t \\ 0, & f(x, y) < t \end{cases} \quad (15)$$

여기에서 $f(x, y)$, $g(x, y)$ 는 각각 영상처리 후의 (x, y) 에 있는 화소의 농담값을, t 는 경계값을 나타낸다. 경계값을 어떻게 설정하고, 경계 값을 기준으

로 어떻게 영상 데이터를 처리하는가에 따라서 다양한 결과 값을 얻을 수 있다.

명암 값의 분포가 한쪽으로 치우치거나 균일하지 못한 영상은 히스토그램 평활화 처리를 이용하여 명암 값의 분포의 균일화로 영상이 향상될 수 있다. 히스토그램 평활화의 궁극적 목적은 일정한 분포를 가진 히스토그램을 생성하는 것이다. 따라서 평활화를 수행한 히스토그램은 보다 균일한 분포를 가질 것이다. 다시 말해 한 곳에 집중되어 있는 명암 값을 펼쳐서 명암 값이 균일한 분포를 갖도록 하는 것이다. 이 결과는 어두운 영상은 밝아지고 너무 밝은 영상은 조금 어두워져 적당한 명도 값을 유지하게 된다. 따라서 히스토그램 평활화는 영상이 어두운 영역에서 세밀한 부분을 가질 경우 효과적으로 수행될 수 있으며 명도 값 분포를 수정함으로써 영상 전체적인 콘트라스트 밸런스가 좋게 개선된다.

히스토그램 평활화는 정규화된 축적 히스토그램을 그레이 스케일 매핑함수를 이용하여 구현된다. 여기서 정규화(Normalize)란 변환함수에 의해 변환된 값은 변환되어야 하는 값을 넘어설 때가 있다. 이러한 값들을 원하는 일정범위 안에 재매핑시키기 위해 조정하는 것을 말한다. 히스토그램 평활화를 수식으로 나타내면 식(16)와 같이 표현할 수 있다.

$$k_i = \frac{g_{\max}}{n_i} H(i) \quad (16)$$

여기서 n_i 은 영상에서의 화소의 총 개수이고, g_{\max} 는 명도의 최대 값을 말하며, $H(i)$ 는 각 화소의 명암값을 나타낸다. Fig. 10은 원영상의 화소값 분포를 식(16)을 적용하여 히스토그램 평활화 과정을 보여주고 있다.

4	4	3	3
4	4	3	3
4	1	2	3
0	1	2	3

	Sum	Normalized Sum Φ
0	1	0.43
1	3	1.31
2	5	2.18
3	11	4.81
4	16	7.00
5	16	7.00
6	16	7.00
7	16	7.00

7	7	5	5
7	7	5	5
7	1	2	5
0	1	2	5

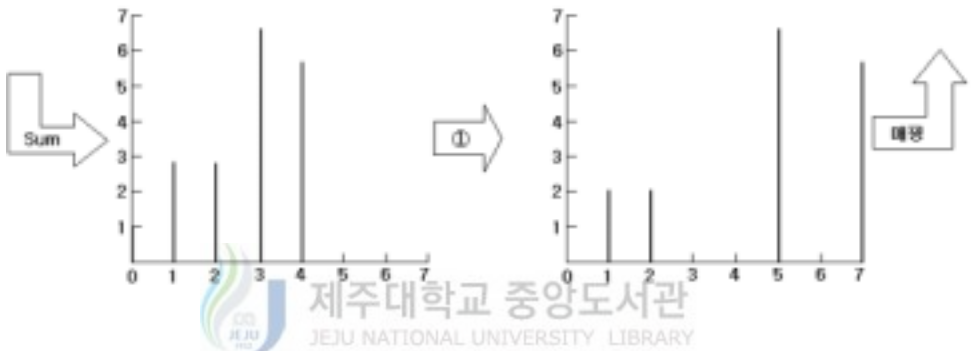


Fig. 10 Histogram Equalization

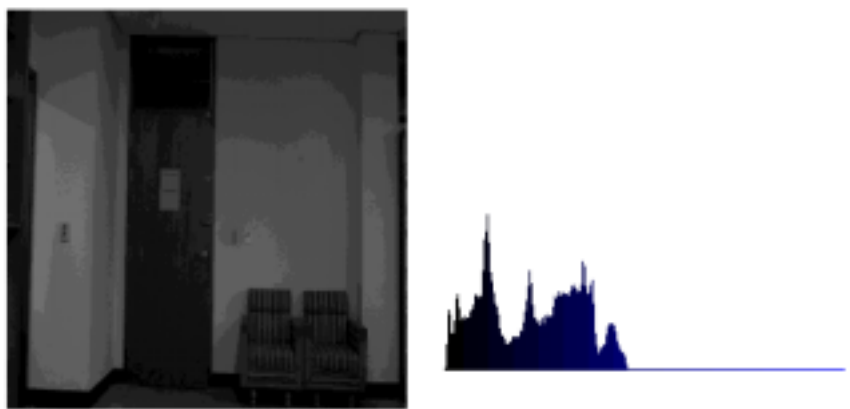


Fig. 11 The Histogram of Original Image

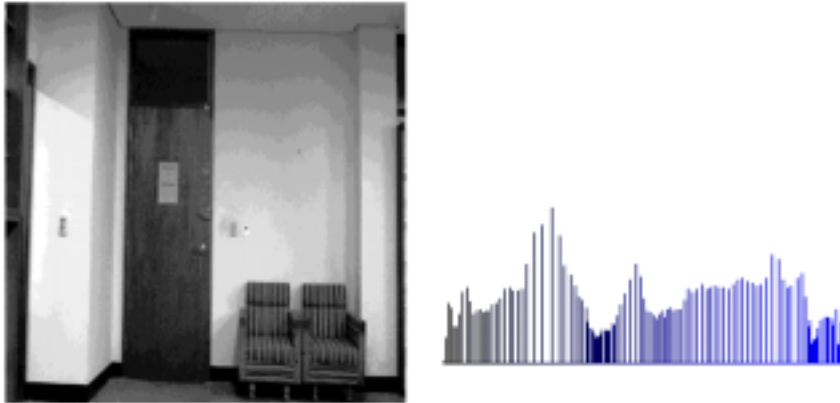


Fig. 12 The Histogram of Equalized Image

Fig. 12는 원영상인 Fig. 10의 명도 값 분포를 히스토그램 평활화 기법을 이용하여 수정함으로써 영상의 전체적인 콘트라스트 밸런스가 좋게 개선됨을 보여주고 있다.



2.3. 움직임 물체 영역 설정

제안된 알고리즘을 적용 움직임을 발견한 프레임에 대하여 움직임 영역으로 인식되어진 참조 프레임과 샘플링된 프레임의 화소값 차이가 있는 픽셀 부분을 포함하는 영역을 최소 포함 사각형(MER: Minimum Enclosing Rectangle)으로 설정하였다. 여기서 그림자 또는 히스토그램 평활화 과정에서 생겨나는 오차의 범위를 줄이기 위하여 화소값에 실험을 통한 임계값을 부여하여 임계값 이상의 화소값이 변환된 부분에 대한 x와 y좌표의 최대, 최소값을 구하고, MER를 설정함으로써 향후 카메라의 움직임을 조작 움직임 물체의 추적과 줌(Zoom)기능을 이용한 보다 정확하고 선명한 이미지를 얻을수 있도록 한다.

IV. 구현 및 결과 고찰

본 논문에서 제안한 화소값 차이 분석기반 움직임 검출 알고리즘 개선기법은 움직임 추출을 위한 최적의 임계치 선택과 정확한 해당 프레임 검출을 목표로 한다.

이 장에서는 3장에서 제안된 시변영상 화소값 차이 분석기법의 전처리과정에서 참조프레임과 샘플링된 프레임에 화소값을 분석하고 히스토그램 평활화 기법을 적용한 방법에 대한 효용성을 보이기 위하여, 시스템을 구성하고 제안 알고리즘을 구현하여 기존기법과 제안기법에 대하여 실험적 평가를 한다.

1. 실험 환경



본 논문에서 제안된 움직임 추출 시스템의 프레임 영상은 CCD 카메라를 통해 얻어진 영상을 256×256의 크기를 가지는 그레이(gray) 영상이다. 전체 시스템을 관리하는 컴퓨터 시스템은 Pentium-II 128MB를 사용하였다. 이 컴퓨터는 CCD 카메라로부터 영상을 입력받아 참조 프레임과 매 초당 샘플링된 프레임을 비교분석하여 움직임 영역을 검출한다.

입력된 영상을 처리하기 위하여 Visual C++ 6.0 프로그래밍 언어를 이용하여 구현하였다.

Table. 2는 움직임 검출 시스템의 실험에 사용된 실험 환경과 영상에 대하여 요약한 것이다.

Table. 2 Simulation Environments

시스템 사양	Pentium II processor, 128MB RAM
OS	Window 98 second edition
프래그램 언어	Visual C++ 6.0
비교 프레임 수	100개
입력 영상의 해상도	256×256, Gray Scale
입력영상 파일 포맷	RAW

2. 움직임 검출과 영역설정

실험에서 제안한 기법의 실험적 성능평가를 위하여 기존의 화소차 분석기법과 임계값 적용기법 그리고 제안한 히스토그램 분석을 통한 히스토그램 평활화 기법을 적용한 제안기법을 비교 평가 하였다. Table. 3은 본 실험에서 이용한 샘플링된 프레임들이다.

Table. 3 Sampling Frame



샘플링된 프레임을 이용하여 먼저 기존 화소값 분석을 이용한 움직임 검출 기법을 적용한 결과 Table. 4와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 화소값의 차만을 이용한 기법은 결과와 같이 참조 프레임을 제외한 샘플링된 화소값 차가 있는 모든 프레임을 검출하였다. 영역설정 또한 해당 프레임 전체를 영역으로 설정함으로써 화소값 차가 있는 프레임은 검출하였지만 움직임 영역에 대해서는 인지하지 못하는 결과를 보임으로써 효율성이 매우 떨어짐을 입증하였다.

Table. 4 Difference Image of Analyzing Pixels-value

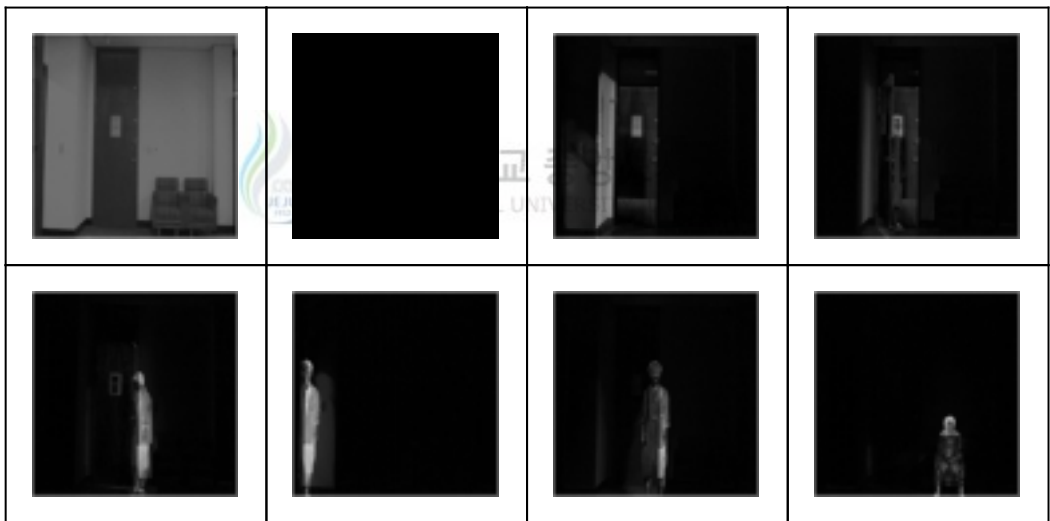


Table. 4의 결과를 토대로 움직임이 검출된 프레임의 움직임 영역을 효율적으로 추출하기 위하여 임계값을 적용하고 kronecker delta함수를 이용하여 미세 잡음을 제거한 후 움직임영역을 검출하였다.

Table. 5 determination of critical value

= 0	= 255
= 10	= 20
= 60	= 70
= 80	= 90

Table. 5 determination of critical value



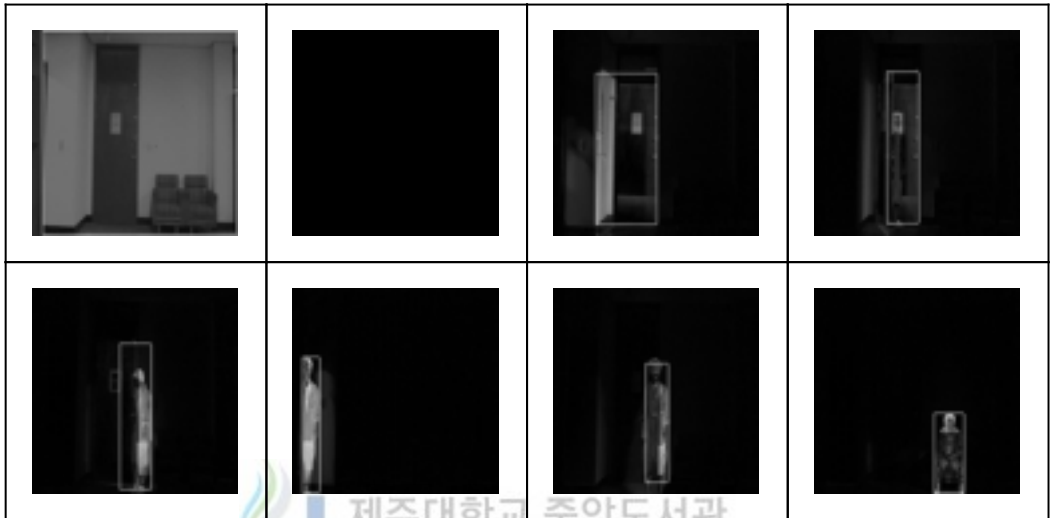
Table. 5는 움직임 영역을 검출하기 위하여 임계값을 결정하기 위한 실험단계이다. 임계값을 명도값 0에서부터 255까지 10단위로 나누어서 단계별로 적용하여 실험하였다. 영역검출에 대한 인식률은 최소 포함 사각형의 면적으로 검증하였다. 임계값 0에서는 기존 차영상 분석기법의 실험결과와 같은 전체 영상을 영역으로 설정하였으며, 이와 반대로 임계값을 255로 설정한 결과 움직임을 전혀 인식하지 못하였다. 임계값 60~100 사이에서 약간의 차이를 보였지만 움직임 영역을 정확히 검출해냈다. 따라서 본 논문에서는 영역설정 임계값을 60~100의 중간값인 그레이 수준 80으로 설정하고 그 이상의 화소차가 생기는 부분만을 영역으로 설정하였다.

그 결과 Table. 6의 결과를 얻을 수 있었으며, 화소값 분석 차영상 기법의 결과에서 보다 움직임 영역에 대해서는 영역추출을 효율적으로 하였으나 움직임이 없이 조명의 변화에 의해 샘플링된 프레임에 대해서도 임계값 이상의 화소차를 보인 부분에 대해서 영역설정을 함으로써 인식 효율이 떨어짐을 보였다.

따라서 본 논문에서 제안한 히스토그램 평활화 기법을 영상검출의 전처리과정에 삽입함으로써 영상의 명암을 적절히 재분배하여 영상의 해상도 전체를 평활화 하였다. 평활화된 샘플링 영상을 참조 프레임과의 화소차를 비교한 결

과를 Table. 7에 나타내었다.

Table. 6 The Motion-area being applied with a Critical Value



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

Table. 8은 제안기법 실험결과 조명의 변화 즉 감지영상 내에 아무런 움직임이 없이 단지 밝기의 변화만 있는 프레임에 대해서는 움직임이 없는 프레임으로 인식하는 결과를 얻을 수 있었다.

Table. 7 The Result of Motion Dection
 (Showing Remved Background)

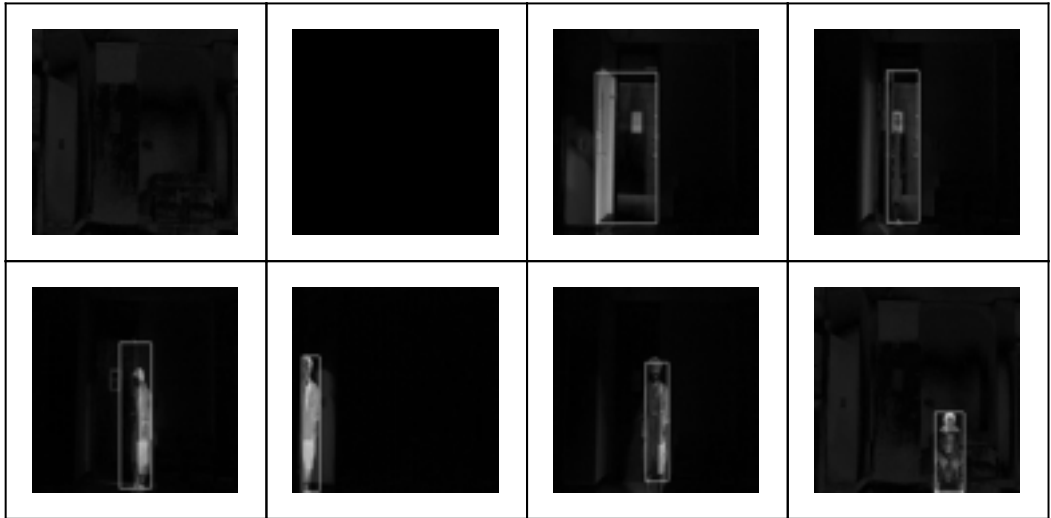


Table. 8 The Result of Motion Detection
 (Showing Original Image Sequence)

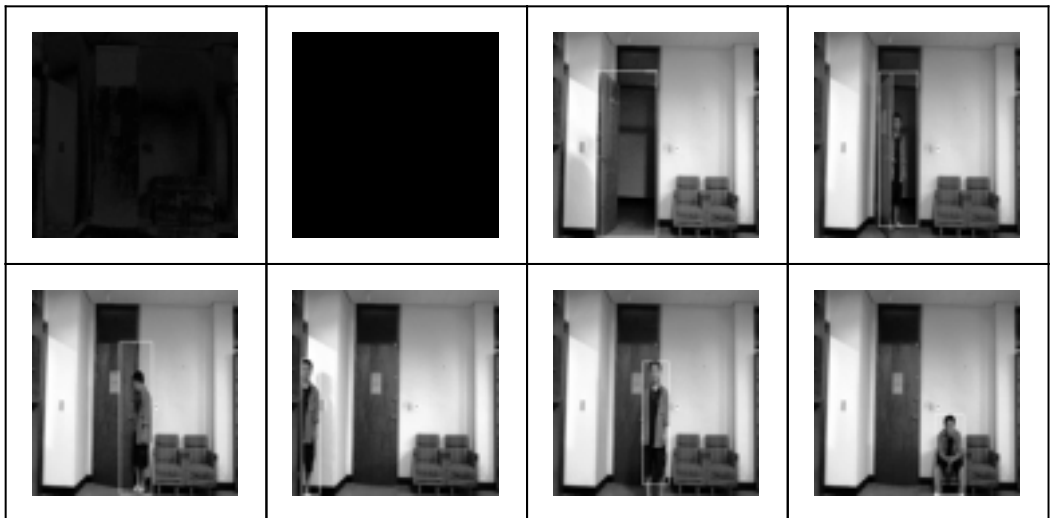




Fig. 13 The Result of being applied with Pixel-value

Fig. 13은 기존의 차영상 분석기법을 이용하여 움직임이 없고 단지 조명의 변화만이 생긴 프레임에 대한 움직임 검출 결과로서 움직임이 없는데도 프레임 전체(면적=65025)를 움직임으로 잘못 인식하는 결과를 보였다.

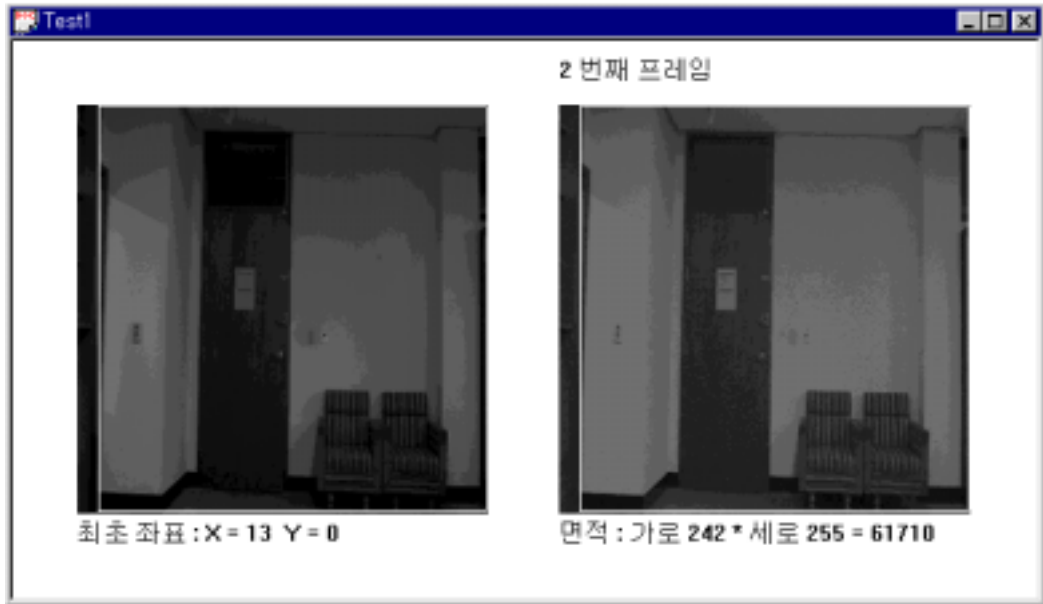


Fig. 14 The Result of being applied with Critical-value



Fig. 14는 차영상 분석기법에 임계값(80)을 추가 적용하여 움직임이 없는 조명변화에 대한 프레임검출 결과이다. 기존 차영상 분석기법의 결과보다는 모든 영역을 움직임으로 인식하지는 않았지만 움직임이 없는데도 움직임영역(면적=61710)을 검출하는 인식오류 결과를 보였다.



Fig. 15 The Result of being applied with the Proposed Method



Fig. 15는 본 논문에서 제안한 기존 차영상 분석기법의 전처리단계에서 시간차를 두고 샘플링된 입력영상에 히스토그램 평활화기법을 적용하여 입력영상의 명암값 분포를 수정함으로써 영상 전체의 콘트라스트 밸런스를 좋게 개선한 후 참조영상과 비교하고 적정 임계값을 적용하여 조명의 변화에 대한 움직임 검출한 결과이다. 제안기법을 적용한 결과 움직임 영역(면적=0)을 설정하지 않고 있음을 볼 수 있다. 따라서 본 논문에서 제안한 임계값적용 히스토그램 평활화 기법이 기존 차영상 분석기법에서 보다 조명의 변화에 강인함을 확인할 수 있다.

Fig. 16은 영역감지를 통하여 움직임을 검출한 전체 시스템을 보여주고 있다.

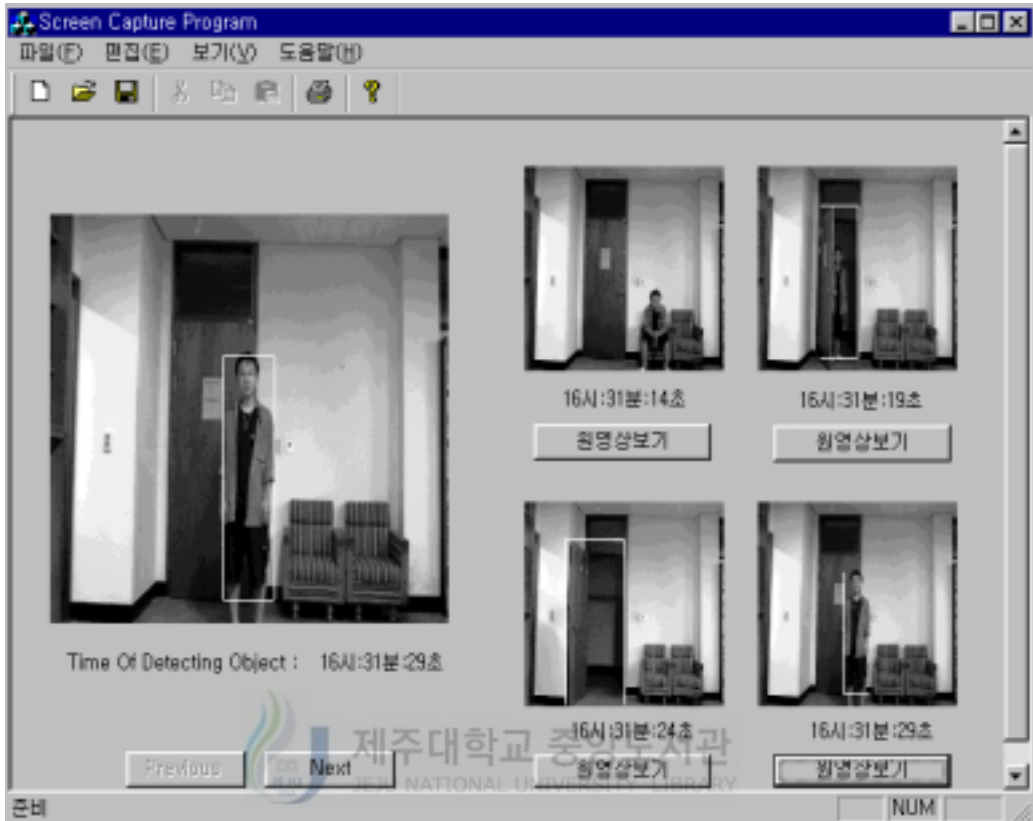


Fig. 16 The Captured Screen of the System

3. 실험 결과 및 고찰

본 장의 실험에서는 100개의 샘플링된 프레임 중 8개의 대표 프레임을 이용하여 실시간 처리를 위한 움직임 검출기법에서 가장 보편적으로 이용되어지는 화소값 차영상 분석기법의 문제점을 찾아내고 개선점을 제안하여 실험하였다.

Table. 9 The Range and Effects of the Critical Value

임계값	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	255
기존 기법	65025	41211	7965	7353	4959	4446	3910	3570	3570	3400	3042	2856	840	0
제안 기법	65025	65025	49405	31635	7353	7182	5301	4590	3740	3570	3400	2873	2520	0

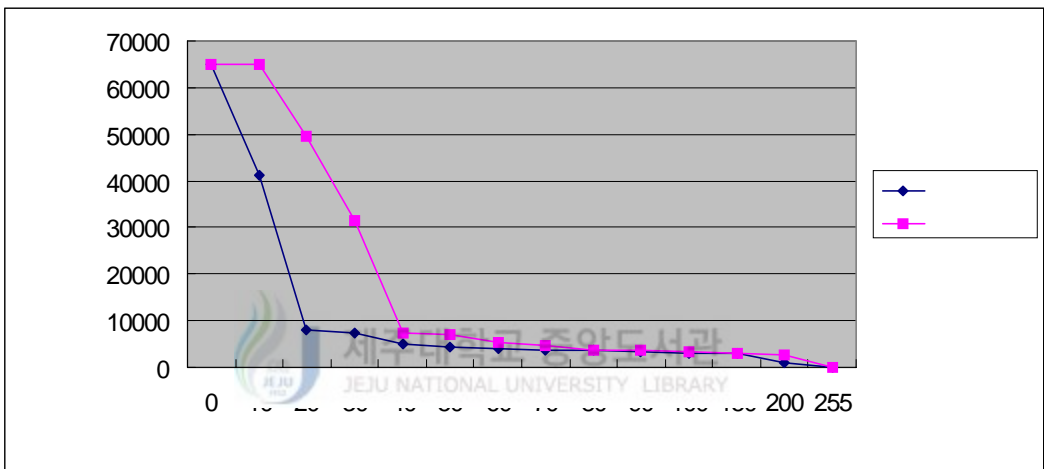


Fig. 62 T도 Result(Showing Variation of Critical Value)

Table. 9는 움직임이 검출된 프레임의 움직임 영역을 검출하기 위하여 임계값을 단계별로 설정하여 실험한 결과이다. 결과 Fig. 17과 같이 임계값 80에서부터 변화량이 크게 감소하고 실제 영상에서 움직임 영역검출의 가장 적절한 임계값으로 평가되어 본 실험에서 적정 임계값으로 설정하였다.

Table. 10 The Range and Effects of the Illumination Value

임계값	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	255
기존 기법	65025	65025	65025	65025	65025	65025	65025	65025	61710	56144	53261	14010	0	0
제안 기법	65025	65025	60515	39330	270	0	0	0	0	0	0	0	0	0

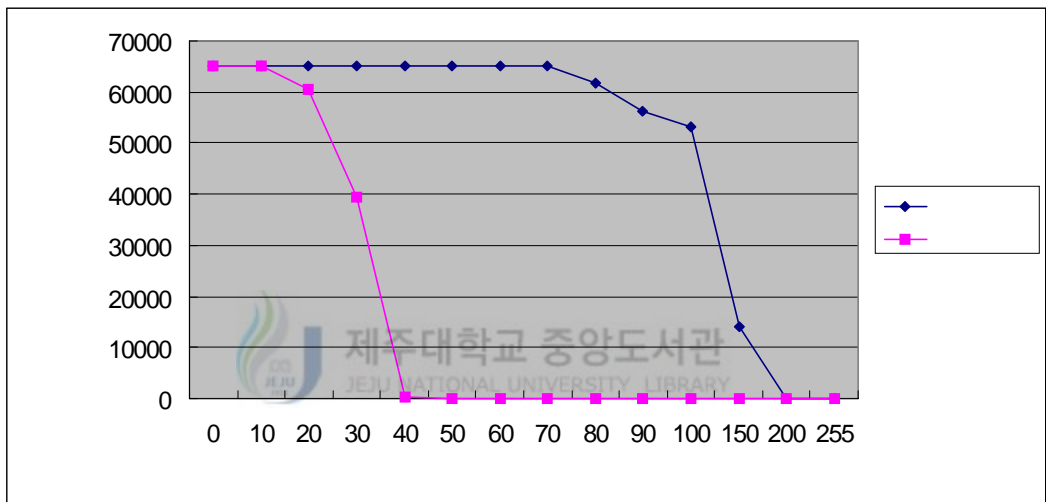


Fig. 18 The Result(Showing Variation of Illumination Value)

Table. 10은 조명변화에 대한 움직임영역설정을 위하여 임계값을 단계별로 설정하여 실험한 결과이다. Fig. 18과 같이 기존기법에서는 임계값 200이전까지는 조명변화의 프레임을 움직임으로 인식하여 영역을 설정하는 오류가 발생하고 있으나 제안기법에서는 임계값 40부터 조명변화의 프레임에 대하여 영역설정을 하지않으므로써 인식오류를 범하지 않고있음을 실험을 통하여 확인할 수 있었다. 따라서 본 논문에서는 제안한 기법의 영역검출을 위한 최적의 임계값을 80으로 결정하였다.

위 실험 결과에서 보였듯이 화소값 차영상 분석기법은 감지영상내의 변화에

대해서는 정확히 해당 프레임을 찾아내었으나 물체의 움직임이나 변화가 없는 단지 조명에 의한 화소값이 변화된 프레임까지 움직임으로 인식하여 검출하는 오류를 보였다. 따라서 이러한 문제점을 보완하기 위하여 입력영상의 전처리과정에서 샘플링된 프레임의 화소값 분포를 분석한 후 히스토그램을 이용한 평활화 기법을 적용하여 영상의 화소값 분포를 평활하게 재분배하였다.

히스토그램 평활화를 거친 샘플링 프레임에서의 움직임 검출 및 영역설정 실험결과 조명에 의한 밝기 변화에 대해서 해당 프레임을 검출하지 않았으며, 또한 감지영상내의 모든 움직임을 검출하였다.

따라서 본 논문의 실험결과 제안한 화소값 차영상 분석기법의 전처리 과정에서 입력영상에 히스토그램 평활화 기법을 적용함으로써 부분적인 조명의 변화에는 좀 더 개선할 필요성이 있지만 전체적인 조명의 변화에는 강인한 움직임 검출을 할 수 있음을 증명하였다.



V. 결론

본 논문은 실시간 영상 처리를 목적으로 연속된 프레임(frame)에서 움직임이 있는 프레임을 찾아내고, 움직임 영역을 추출하는 움직임 검출에 관한 연구이다.

움직임 검출을 위한 기반연구로서 움직임 검출기법에 가장 고전적이고 계산량이 적은 화소값 차영상 분석기법을 이용한 움직임 검출기법을 분석하여 문제점을 찾아내어 개선점을 이론적으로 제안하고, 실험을 통하여 그 효용성을 보였다.

실험에서 일반적인 화소값 차영상 분석기법은 아주 단순한 화소값 변화에서도 민감한 반응을 보였으며, 특히 감지 영역에 아무런 움직임이 없이 영상의 잡음 또는 조명의 변화에도 움직임으로 인식하여 해당 프레임을 검출하였다. 동일한 환경에서 적정 임계값을 추가하여 실험한 결과 영상의 잡음에는 어느 정도 적응하였으나 일반적인 화소값 차영상 분석기법에서와 같은 조명의 변화에서는 동일한 매우 민감한 반응을 보였다. 따라서 본 논문에서는 실험을 통하여 화소값 분석기법을 이용한 움직임 검출기법이 영상의 잡음과 조명의 변화에 매우 민감함을 확인하고, 이를 개선하기 위하여 영상입력의 전처리과정에서 히스토그램 평활화 기법을 적용하여 영상의 화소값 분포를 재배치함으로써 영상의 잡음과 조명변화에 강인함을 실험을 통하여 확인하였다.

본 논문에서 제안한 방법의 효용성을 높이고 실시간 처리 시스템에 활용하기 위해서는 다음의 문제점에 대한 지속적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

먼저 차영상의 이진화 과정에서 필요로 하는 임계값의 결정을 감시 영상 환경의 변화에 적응적으로 대처하며 수행하는 방법에 대한 연구가 요구된다. 즉, 현재와 같이 사용자에게 의하여 미리 정의된 임계값을 고정적으로 사용하지 않고, 시스템이 스스로 임계값을 결정하는 자동 임계 설정 방법에 대한 연구

가 필요하다. 또한 계산 시간을 더욱 감축하고 실시간 처리를 수행하기 위해서는 히스토그램 분석, 차연산, 임계설정 등과 같은 저수준 처리(Low-level processing)를 위한 영상 처리 전용 프로세서 또는 병렬처리 알고리즘에 의하여 수행하는 방법에 대한 연구가 필요하다. 또한 본 논문에서는 움직임 검출을 위한 움직임물체의 대략적인 정보만을 추론하였다. 본 논문에서 제안하는 방법을 확장하여 동작 물체의 속도 및 방향 정보를 추론할 수 있도록 하는 연구와, 영상 취입장치의 줌(Zoom) 기능과 상하좌우 움직임 기능이 이루어져야 한다. 이러한 점들이 보완된다면 본 논문에서 제안한 방법은 동영상 분할, 이동 물체의 탐지 및 추적작업 등과 같은 동영상 분석의 기반기술로서 활용될 수 있을 것으로 기대된다.



[참고문헌]

- [1] 김용현, “광류를 이용한 이동물체의 영역화”, 석사학위논문, 광운대, 1994.
- [2] William B. Thompson, Pamela Lechleider, and Elizabeth R. Stuck, “Detecting moving objects using the rigidity constraint,” IEEE Transaction on pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI-15, NO.2, pp.162-169, 1993.
- [3] Vincent S. S. Hwang, “Tracking feature points in time-varying images using an opportunistic selection approach,” Pattern Recognition, Vol.22, No.3, pp.247-256, 1989.
- [4] W. K. Chow and J. K. Aggarwal, “Computer analysis of planar curvilinear moving images,” IEEE Transaction Computer, C-26, pp.179-185, 1977.
- [5] Hsi Jian, Lung Fa Huang, and Z. Chen, “Multiframe ship detection and tracking in a infrared image sequence,” Pattern Recognition, Vol.23, No.7, pp.785-798, 1990.
- [6] Berthold K. P. Horn and Brian G. Schunck, “Determining optical flow,” Artificial Intelligence, Vol.17, pp.481-493, 1981.
- [7] A. Rognone, M. Campani, and A. Veri, “Detecting moving objects from

optical Flow," Pattern Recognition and Image Analysis, vol.2, No.1, pp.109-111, 1991.

[8] R. Jain, D. Militer, and H. H. Nagel, "Separating non-stationary from stationary scene components in a sequence of real world TV-images, " Proc 5th Int. Joint Conf. Artificial Intelligence, pp.612-618, 1977.

[9] Ramesh Jain, "Extarction of motion information from peripheral processes," IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI-3, No.5, pp.489-503, September, 1981.

[10] Liang-Hwa Chen and Shyang Chang, "A video tracking system with adaptive predictors," Pattern Recognition, Vol.25, No.10, pp.1171-1180, 1992.

[11] D.P. Huttenlocher, j.j. Noh, W. j. Rucklidge, "Tracking Non-Rigid Objects in Complex Scenes", Proceedings of 4th ICCV, pp. 93-010, May 1993.

[12] P.A Laplante and A.D. Stoyenko. "Real-Time Imaging Theory, Techniques, and Applications." IEEE PRESS. 1996.

[13] R.C. jane, "Segmentation of Frame Sequences PAMI, vol 6. no 5. pp. 624-629, 1984.

[14] M.K. Leung, "Human Body Motion Segmentation in A Complex Scene", Pattern Recognition, vol. 20. no1, pp. 55-64, 1987.

- [15] 이주신, 이명길, “DCT와 신경회로망을 이용한 패턴인식에 관한 연구”, 한국통신학회논문지, vol. 22, no.3, pp. 481-492, 1997.
- [16] 김규택, 김형철, 맹승렬, 조정완, “화소 정합 알고리즘을 이용한 이동추정”, 정보과학회논문지, 제21권 제1호, pp.94-102, 1994.1
- [17] 장대식, 김계영, 최형일, “모델에 기반한 이동물체의 추적”, 정보과학회 논문지(B), 제23권 제12호, pp.1298-1308, 1996.12.
- [18] A.M. Tekalp, Digital Video Processing, Prentice Hall PTR, 1995.
- [19] D.J. Fleet and K. Langley, “Recursive Filters for optical flow” IEEE Trans. PAMI, vol. 17, no. 1, pp61-67, jan. 1995.
- [20] 김희승. “영상인식” 1993.
- [21] 하영호, 임재권, 남재열, 김용석 “디지털 영상처리”. 1998.
- [22] 천인국.윤영택, “영상처리” 1998.
- [23] 김운호, 이주신. “2-D 이동물체의 형태정보 분석을 위한 특징파라미터 추출. 한국통신학회논문지. vol.16. no.11.
- [24] A.Pugh. “Robot vision” IFS press. UD. 1983.

[25] J.leu and L.chen. "Polygonal approximation of 2-D shapes though boundary merging" pattern recognition letters, vol.7. pp.231-238. April. 1988.



감사의 글

살아가면서 모든 일의 시작은 설레임과 두려움으로 출발하고, 끝은 언제나 아쉬움으로 남습니다. 하지만 이 아쉬움은 또 다른 시작을 준비할 수 있도록 저를 채찍질해 줍니다.

이제 2년간의 대학원 생활을 마무리하면서 늘 세심한 배려와 지도로 저의 부족함을 채워주시고 지도해주신 김장형 교수님께 감사드립니다. 그리고 결실을 맺기까지 항상 관심과 지도편달을 아끼지 않으신 안기중 교수님, 곽호영 교수님, 변상용 교수님, 이상준 교수님, 송왕철 교수님께도 감사의 마음을 전합니다.

연구실에서 공부하는 동안 후배의 모자란 부분을 채워주기 위해 충고와 조언을 아끼지 않은 박사과정 강진석 선생님, 강영도 선생님, 박창희 선생님, 박재필 선생님, 김정효 선생님. 석사과정의 강명화 선생님, 변태보 선생님, 허동진 선배님. 김선희 선생님, 이정하 선배님께도 진심으로 감사드립니다. 그리고 멀티미디어 연구실의 여러 식구들에게 감사의 마음을 전합니다.

두 번의 저술밤을 같이 지새웠던 대학원 선배님, 동기들과 후배들에게 감사의 마음을 전하며 언제나 기쁘고 감사한 일이 함께 하길 기원합니다.

저에게 언제나 아버지의 빈자리를 채워주며 격려를 아끼지 않았던 큰형님, 작은형님 그리고 큰형수님, 작은형수님께 보답할 수 없는 감사의 마음을 전합니다. 논문이 완성되기까지 저를 믿어주신 장인어른과 장모님, 처제와 동서, 처남에게도 감사드립니다.

신혼에도 불구하고 늦게까지 공부하며 며칠씩 귀가하지 못하는 남편을 두고도 한 번 얼굴을 찌푸리지 않으며 저를 항상 따뜻하게 맞아주고 격려를 아끼지 않았던 아내 김연정씨와 앞으로 태어날 우리 아기에게 이 자그마한 결실에 사랑을 담아 감사의 마음을 전합니다.

끝으로 무한한 희생과 사랑으로 이 아들을 걱정해 주시는 어머님과 돌아가신 아버님의 영전에 이 논문을 바칩니다.