

# 영상 이동변위 기반의 휴대 장치의 새로운 사용자 인터페이스

진홍익<sup>†</sup>, 박시내<sup>\*\*</sup>, 심동규<sup>\*\*\*</sup>, 남궁재찬<sup>\*\*\*\*</sup>

## 요 약

본 논문에서는 이동변위를 기반으로 하는 휴대기기의 새로운 입력 방법을 제안한다. 이를 위하여 휴대기기에 장착되어 있는 카메라를 이용하여 영상을 연속적으로 획득하고, 획득된 영상간의 변위를 실시간으로 계산함으로써 휴대기기의 이동 변위를 추정하였다. 제안하는 알고리즘은 획득된 영상간의 변위를 실시간으로 계산하기 위하여 계산량이 적은 SUSAN 코너 검출기를 사용하여 두 영상에서 특징 점 들을 추출하였다. 다음으로 추출된 특징점 사이의 매칭작업을 수행하기 위하여 투 패스 알고리즘을 적용한 보로노이 평면을 생성하고, 두 영상의 거리 값인 SAD (Sum of absolute difference)를 계산함으로써 두 영상간의 변위를 계산하였다. 실험결과에서는 총 1500장의 영상을 이용하여 변위 추정알고리즘의 성능을 평가하였다. 그 결과 최대 90% 이상 매칭 성공률을 보였으며, 연산 속도는 5 ms 이내였다.

## A Study on DRM Model using Electronic Cash System

Hong-Yik Jin<sup>†</sup>, Sea-Nae Park<sup>\*\*</sup>, Dong-Gyu Sim<sup>\*\*\*</sup>, Jae-Chan Namkung<sup>\*\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

This paper is regarding a new input interface based on displacement of mobile devices having a camera. The mobile device can capture consecutive images by the camera, the displacement of the device is estimated by computing the displacement between consecutive images in real-time. The proposed system extracts feature points based on SUSAN corner detector which has low computational complexity. We generate Voronoi domain by using the two-pass algorithm to match extracted features. Finally, the displacement of a mobile device is estimated by calculating SAD values between two consecutive images. We evaluated the performance of the proposed algorithm with 1500 images. True matching accuracy of the proposed algorithm is 90% and the computation for each image is conducted in 5m sec.

**Key words:** SUSAN(SUSAN), Interface(인터페이스), Voronoi (보로노이), Mosaic (모자이크)

## 1. 서 론

최근 전자사전, 디지털 카메라, mp3 플레이어, DMB 플레이어, 게임기 등의 다양한 휴대기기들이

현대 생활의 필수품으로 자리 잡고 있다. 대표적인 예로 휴대폰의 경우 정보통신부의 조사에 의하면 2006년 6월 기준으로 보급률이 83%에 달하고 있다고 한다. 또한 mp3, PMP등의 다양한 멀티미디어 휴

※ 교신저자(Corresponding Author) : 남궁재찬, 주소 : 서울특별시 노원구 월계동(139-701), 전화 : (02)940-5125, FAX : (02)941-2754, E-mail : namjc@kw.ac.kr  
접수일 : 2007년 7월 11일, 완료일 : 2008년 3월 10일  
<sup>†</sup> 준회원, 삼성전자 디지털미디어 총괄 (E-mail : widewingjin@korea.com)  
<sup>\*\*</sup> 준회원, 광운대학교 컴퓨터공학과 박사과정

(E-mail : pseal118@kw.ac.kr)  
<sup>\*\*\*</sup> 정회원, 광운대학교 전자정보대학, 컴퓨터공학과 부교수 (E-mail : dgsim@kw.ac.kr)  
<sup>\*\*\*\*</sup> 정회원, 광운대학교 컴퓨터공학과 교수  
※ 이 논문은 2007년도 광운대학교 교내학술연구비 지원에 의해 연구되었음

대기기들의 보급률도 무선 인터넷의 발전과 멀티미디어에 대한 다양한 소비자의 욕구 증대에 따라 빠르게 증가하고 있다. 특히 이러한 휴대기기들의 경우 점차 하나 이상의 다양한 기능들을 함께 제공하는 형태로 진화하고 있다.

이렇게 다양한 용도로 휴대기기를 이용하게 되면서 지금의 단순 버튼식 입력방법은 이용에 있어 많은 불편을 주고 있다. 특히 소형가전이라는 휴대기기의 특성상 기계의 입력버튼의 개수는 제한적이기 때문에 다양한 정보 입력을 요구하는 휴대기기에서 단순 버튼식 입력방법은 적합하지 않을 수 있다. 예를 들어 휴대용 게임기의 경우 게임 조작을 위해 여러 번 버튼을 눌러야 원하는 정보를 입력할 수 있고, 휴대폰의 경우도 문자를 입력하기 위해서는 버튼을 여러 번 눌러야 하기 때문에 사용이 용이하지 않다. 이러한 버튼식 입력 방법의 단점을 극복하고자 최근 대형가전제품에서 입력수단으로 쓰이던 터치스크린이나 태블릿을 이용한 방법이 휴대기기의 입력방법으로 응용되고 있다. 이는 기존의 버튼식 입력방법의 한계를 넘어 사용자의 입력을 다양한 각도로 받아들일 수 있게 함으로써, 다양한 어플리케이션이 개발, 적용되고 사용자의 편리성을 증대시키는 결과를 가져왔다.

현재 국내 및 국외에서 생산되어 국내에 보급된 휴대기기의 대부분에는 디지털 카메라가 내장되어 있다. 기기별 성능차이는 있지만 휴대기기에 내장된 카메라는 기본적으로 200~300 만 화소를 지원하며 동영상 촬영 시 초당 최대 30 프레임까지 촬영할 수 있다. 따라서 휴대기기를 움직여 가며 초당 30 프레임으로 촬영을 하면 움직임이 아주 크지 않은 이상 연속되는 두 장의 이미지는 중첩되는 영역을 가지게 되고, 두 영상 사이의 중첩되는 영역의 차이를 보면 휴대기기의 변위를 알아 낼 수 있다 [1-3].

중첩되는 영역을 이용하여 두 영상사이의 변위를 알아내기 위해서는 중첩영역에 대한 특징점 추출 [4-8]이 필요하다. 여기서 특징점이란 영상에서 주변과의 차이가 뚜렷하여 영상의 특징이 될 수 있는 점으로, 특정 변화에 강인한 성질은 갖는 점으로 정의되기도 하고 여러 방향에서 높은 미분 값을 갖는 점으로 정의되기도 한다. 일반적으로 영상에서 특징점을 뽑아내는 방법은 크게 세 가지 그룹으로 분류할 수 있는데, 첫 번째로 에지를 이용한 방법이 있고,

두 번째로 그레이 레벨의 영상에서 상관관계를 보는 방법 [9], 그리고 세 번째로 미분기하 또는 모델에 의한 방법이 있다. 이들 중 현재 특징 점 추출 방법으로 가장 보편화 되어있는 방법인 그레이레벨의 영상에서 상관관계를 보는 방법은 영상의 화소 값의 관계를 이용하는 방법이다. 모델기반 방법은 가우시안 필터링을 한 영상을 이용해 정확한 코너를 찾는데 이용하지만 계산시간이 많다는 단점이 있다. Smith와 Brady는 1997년 SUSAN 코너 검출기(SUSAN corner detector)를 제안하였다. 이는 밝기 값 비교를 기반으로 하는 방법으로 방향성 미분을 기반으로 하는 Plessey 방법이나 모폴로지(Morphology) 방법보다 속도가 빠르고 신뢰성이 뛰어나다 [10].

본 논문에서는 새로운 휴대기기 정보 입력방법의 하나로써 카메라로 취득한 연속된 영상간의 변위차를 이용하여 휴대기기의 움직임 정보를 계산하고, 이를 휴대기기 입력 방법으로 이용하는 방법을 제안한다. 즉, 휴대기기의 이동 변위를 마우스와 같은 포인팅 입력 시스템으로 활용함으로써 별도의 추가 장비 없이 마우스와 같은 2차원 포인팅 입력방법을 제안하였다. 이를 위하여 휴대기기에 장착되어 있는 카메라를 사용하여 영상을 획득하고, 획득된 영상간의 변위를 실시간으로 계산함으로써 휴대기기의 이동 변위를 추정하였다. 제안하는 알고리즘에서는 획득된 영상간의 변위를 실시간으로 계산하기 위하여 계산량이 적으면서 신뢰성이 뛰어난 SUSAN 코너 검출기를 사용하여 두 영상의 특징 점을 추출하였다. 추출된 특징점을 이용하여 두 영상사이의 움직임 차이를 계산하기 위해서는 매칭되는 특징점을 찾아야 한다. 따라서 두 영상 사이의 특징점에 대한 매칭작업을 수행하기 위하여 계산량이 적고, 특징점의 개수와 상관없이 일정한 속도를 보이는 투 패스 알고리즘을 적용한 보로노이 평면을 생성하고, 이를 이용하여 매칭 모델을 선정하였다. 마지막으로 두 영상의 매칭모델 사이의 거리를 SAD (Sum of absolute difference)를 사용하여 계산함으로써 선정된 매칭모델의 정확도를 검증하고, 검증된 매칭모델을 통해 변위를 계산하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 제안하는 실시간 변위추정 방법에 대하여 기술하고, III장에서는 제안한 알고리즘에 대한 실험 결과와 그 결과에 대한 분석이 이루어진다. 그리고 IV장에서 결론과

향후 연구과제에 대해서 논한다.

## 2. 실시간 변위 추정 방법

본 장에서는 휴대기기의 이동변위를 새로운 정보 입력 방법으로 활용하기 위해 필요한 실시간 변위 추정 방법에 대하여 기술한다. 그림 1은 본 논문에서 제안하는 알고리즘의 전체적인 구성을 보여준다. 그림 1에서 Frame 1, Frame 2, Frame 3는 연속된 영상을 나타낸다. 제안한 알고리즘에서는 우선 카메라를 통해 연속 프레임이 들어오면 특징 추출 알고리즘을 통해 각 영상의 특징 점을 추출한다. 다음으로 Frame1에서는 Frame2와 비교할 모델을 선정하고, Frame2에서는 특징 점을 기준으로 Frame1과 비교하기 위한 보로노이 평면을 생성한다. 마지막으로 생성된 보로노이 평면을 Frame1에서 선정한 모델과 매칭하고, 매칭 작업이 끝나면 이를 검증해 최종적인 결과를 얻게 된다. 이를 연속적으로 들어온 프레임에 대하여 반복적으로 수행함으로써 실시간 변위예측을 수행하였다.

### 2.1 특징점 추출

본 논문에서는 실시간 변위 예측을 위하여 SUSAN 코너 검출기를 사용하여 특징점을 추출하였다. SUSAN 코너 검출기 (Smallest univalue segment assimilating nucleus corner detector)는 특징점 추출 방법 중에서 방향성 기반으로 하는 Plessey 방식이나 모폴로지 방법보다 속도가 빠르고 신뢰성이 뛰어나다는 장점 이외에도, 영상의 전체적인 밝기의 증가나 전체적인 밝기의 감소에도 뛰어난 적응력을 지닌다는 장점을 가진다 [10].

알고리즘의 동작방법은 다음과 같다. 이미지 상에 위치하는 한 점  $p(x, y)$ 와  $p(x, y)$ 를 중심으로 하는

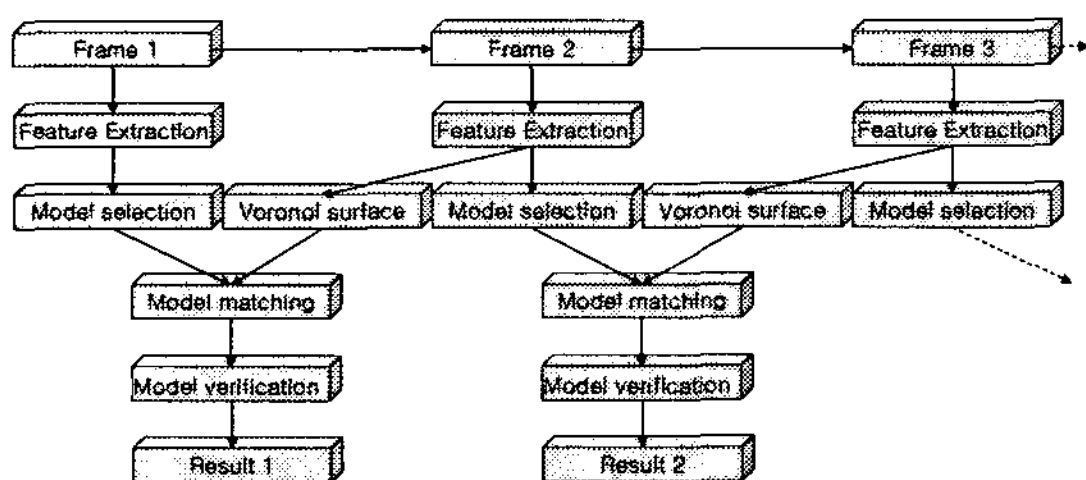


그림 1. 제안하는 알고리즘

일정 크기의 마스크 윈도우가 있다고 하자. 마스크 윈도우내의  $p(x, y)$ 와 다른 한 점  $q(x, y)$ 의 밝기 값을  $I(p), I(q)$ 라 하면  $p$ 와  $q$ 의 밝기 값 유사도는 다음 식에 의해 결정된다.

$$S(p, q) = \begin{cases} 1 & \text{if } |i(p) - i(q)| < t \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

식 (1)에서  $S$ 는 점  $p$ 에 대한 각 점  $q$ 의 유사도 값이 되고  $t$ 는 밝기 값의 유사 정도를 나타내는 임계치 값이다. 이렇게 각 점  $q$ 에 대한  $S$ 가 구해지면 아래의 식에 의해 특징 점이 결정된다.

$$N(p) = \sum_w S(p, q) \quad (2)$$

일반적으로  $N(p)$ 의 값이 마스크 윈도우의 크기의 절반보다 작으면 점  $p$ 는 특징 점으로 볼 수 있다. 본 논문에서는 계산량 감소를 위하여 마스크 윈도우의 크기를  $3 \times 3$ , 즉 9로 설정하였다. 따라서  $N(p)$ 이 4이하의 값이 나오게 되면 특징 점으로 보게 된다.

그림 2의 (a)에서 X로 표시된 점은 임의의 영상에서의 한 점  $p$ 를 나타내고, 주변의 사각형 테두리는 점  $p$ 를 기준으로 하는 중심으로 하는 마스크 윈도우를 나타낸다. (b)는 마스크 윈도우내의 영상만을 추출하여 나타낸 것이고, (c)는 (b)의 각 픽셀의 밝기 값을 나타낸 것이다. (d)는 임계치 값  $t$ 를 70으로 적용했을 때  $S(p, q)$ 의 결과를 나타낸 것으로, 마스크 윈도우의 크기가 9이고,  $N(p)$ 의 결과가 9의 절반인 4.5보다 작은 3이므로  $p$ 는 특징 점이 된다.

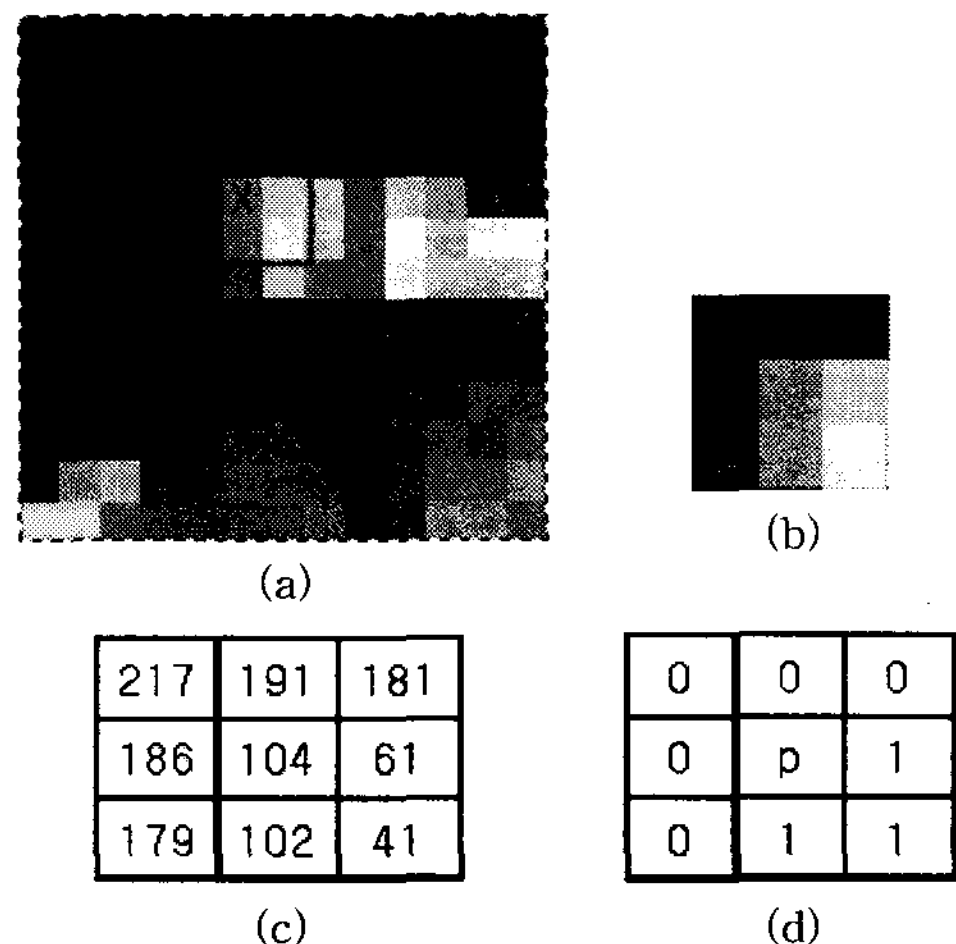


그림 2. SUSAN 코너 검출기의 설명

### 2.2 보로노이 평면 생성

본 논문에서는 보로노이 평면 (Voronoi surface)이 어떤 점이 주어졌을 때 가장 가까운 P점과 그 거리를 구할 수 있다는 점에 착안하여, 모델 영역의 특징 점들과 주변 픽셀들 사이의 관계를 나타내는 방법으로 이용하였다. 그림 3은 보로노이 평면의 예를 나타내었다. 그림 3에서 0의 값을 가지는 픽셀은 이전 단계에 특징점으로 결정된 픽셀에 해당된다. 주어진 영상에서 특징점이 구해지면 특징 점과 그 주변 픽셀사이의 거리관계를 그림 3과 같이 보로노이 평면으로 형성된다. 그림에서 각 숫자 값은 가장 가까운 특징 점과의 픽셀거리를 의미한다. 본 논문에서는 이때 계산량이 적고 특징 점의 개수와 상관없이 일정한 속도를 보이는 투 패스 알고리즘 (Two pass algorithm)을 적용해 보로노이 평면을 생성하였다.

### 2.3 비교 모델 선정

본 알고리즘에서 비교 모델 선정은 영상의 전체영역인 120×120 영상에서 중앙 영역 60×60을 구하고, 그 안에서 특징 점의 개수가 적당한 20×20의 크기의 특정 부분을 선택하여 이를 비교 모델로 선정한다. 모델 선정 시 특징 점의 개수를 기준으로 하는 이유는 모델의 특징점이 너무 적은 경우 비교 시 일부만 비슷한 부분에서도 결과 값이 작게 나와 오류를 낼 가능성이 높기 때문이다. 또, 모델 내의 특징 점의 수가 너무 많은 경우는 주변과 구분이 안 되는 단점이 있기 때문에 모델이 될 블록을 중앙 영역에서 탐색하며 모델 내부의 특징 점의 개수가 모델 영역의 크기의 1/3 이상 2/3 이하로 나오는 영역을 모델로 선택했다. 이 값은 본 논문에서 실험적으로 결정된

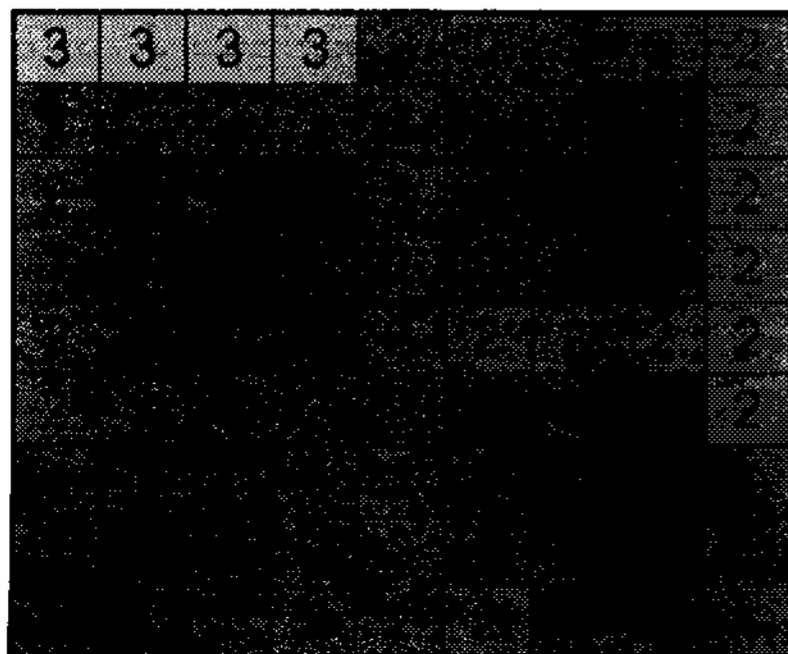


그림 3. 보로노이 평면의 예



그림 4. 모델 선택의 예

값이다.

또한 제안된 알고리즘의 정확도를 높이기 위하여 한 영역 안에서 두 개의 모델을 선택하게 된다. 그림 4는 이러한 모델 선택의 예를 나타낸다. 비교 모델 정을 위하여 중앙으로부터 특정 영역까지 서로 다른 방향으로 루프를 돌면서 두 개의 모델 영역 블록을 선정한다. 정확도를 높이려면 모델 블록의 크기를 키우는 방법이 있지만, 본 논문에서 두 개의 모델블록을 이용한 이유는 같은 면적의 모델을 이용하면서 더 높은 정확도를 보이는 것을 실험적으로 확인하였기 때문이다.

### 2.4 모델 매칭

본 알고리즘에서는 중첩 영역을 찾기 위해 첫 번째 프레임에서 특징 점 추출과 보로노이 평면 형성, 그리고 모델선정과정을 통해 비교할 모델을 선정하고, 두 번째 프레임에서 특징 점 추출과 보로노이 평면형성 과정을 통해 형성된 보로노이 평면에서 첫 번째 프레임에서 선정된 모델을 비교하는 매칭작업을 수행하게 된다.

그림 5는 특징 모델 매칭과정의 예를 나타낸다. 그림 5의 상단부의 작은 사각형이 첫 번째 프레임에서 선택된 모델이고, 흰 점  $F1, F2, F3$ 이 모델 내의 특징점이다. 하단부의 큰 사각형은 두 번째 프레임에

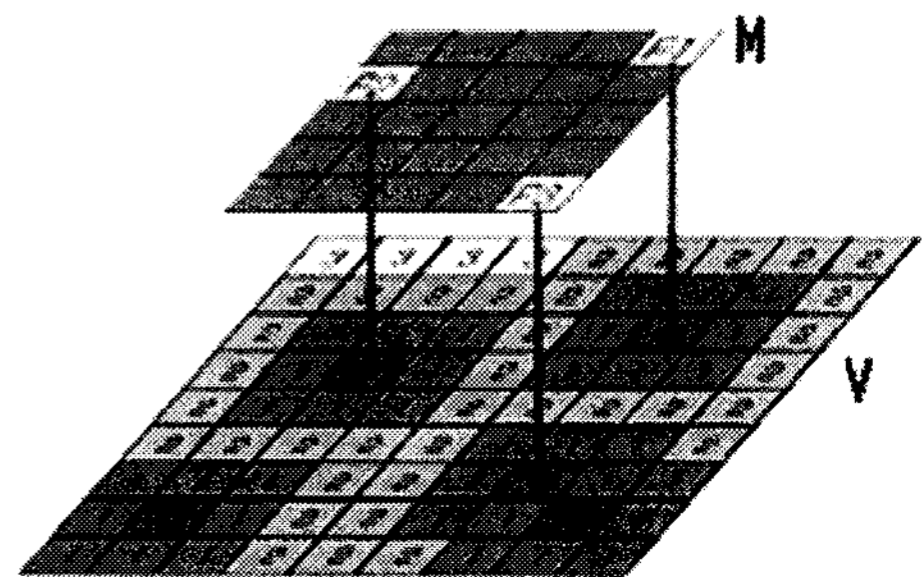


그림 5. 특징모델의 매칭 과정의 예

서 형성된 보로노이 평면이고, 각각의 숫자는 특징 점에서의 거리를 의미한다. 그림 5의 과정에서 특징 점의 리스트를 가지고 있으므로 탐색은 리스트의 순서에 맞추어 진행된다. 순차적으로 모델을 움직여 가면서 모델내의 특징 점의 위치에 해당하는 보로노이 평면의 값을 식 (3)과 같이 합산한다.

$$f(t) = \sum_{F_n \in M} d(F_n, V) \tag{3}$$

식 (3)에서  $F_n$ 은 모델 내의 특징 점을 의미하고,  $V$ 는 보로노이 평면의 각점을 의미하며,  $d$ 는 두 점 사이의 거리를 의미한다. 이상적으로 모델의 특징 점과 보로노이 평면의 특징 점들이 일치하게 되면 0의 값을 얻을 수 있다.

### 2.5 검증

특징 모델에 대한 매칭 과정을 거쳐 매칭 되는 후보 영역을 찾은 후 그 영역이 모델과 실제로 일치하는 영역인지 검증하는 작업을 거친다. 검증은 영상간의 상관관계에 의해 수행되는데 계산 량이 적고 간단해 일반적으로 많이 쓰이는 식 (4)과 같은 SAD (Sum of absolute difference)를 사용한다.

$$e_{region} = \sum_{region} |I_r(x,y) - I_m(x,y)| \tag{4}$$

이 식에서  $x, y$ 는 해당 이미지의 좌표를 의미하고  $I_r$ 은 비교대상의 밝기 값을 의미하며  $I_m$ 은 모델의 밝기 값을 의미한다. 보로노이 평면을 이용하여 매칭 과정을 거쳐 얻어낸 블록이 정말 모델과 유사한 밝기를 가지는지를 검사 하게 되는 것이다. 여기서 유사한 밝기가 아니라 판정되면 해당 결과를 버리게 되고 다음 프레임을 받아들여 2.2장의 과정부터 다시 수행

하게 된다. 전체의 에러에 대한 SAD를 계산해 정해진 수치 이하의 경우 정확한 매칭이라 판단해 결과로 인정하게 되어 모델의 위치와 찾아진 결과 블록의 위치에 대한 변위를 최종 결과로 사용하게 된다.

## 3. 실험결과

### 3.1 실험 환경

실험은 PC 환경에서 이루어졌으며, 실험 PC의 사양은 인텔 펜티엄 4, 운영체제는 윈도우즈 XP 프로페셔널에서 수행하였다. 시뮬레이션 툴로는 마이크로소프트 VC++ 6.0을 사용했고, MFC를 이용해 실험 프로그램을 제작했다. 실험 영상 획득 장비로는 로지텍에서 제작된 Quick Cam pro 4000이라는 모델의 웹캠을 사용 하였고, 웹캠을 제어하기 위한 라이브러리는 영상처리에 관련된 API를 제공하는 OpenCV를 이용하여 간단한 제어 어플리케이션을 제작하였다. OpenCV는 영상처리에 관련된 수많은 API를 제공하기 때문에 영상처리에 관련된 코드를 간결하게 작성할 수 있다는 장점이 있다. 또한 인텔 CPU에 최적화된 자체 라이브러리를 포함하고 있어서 퍼포먼스 측면에서도 굉장히 많은 효과를 기대할 수 있는 라이브러리이다. 실험을 위한 영상은 가로 120 픽셀 세로 120 픽셀의 그레이 스케일 영상을 초당 60 프레임의 속도로 취득했다. 책상에서 정면을 바라보고 가로, 세로를 cm별로 이동해가며 얻은 영상 300 장과 책상에서 자유로운 움직임을 촬영한 300 장 실내에서 자유로운 움직임을 찍은 300 장 실외에서 낮에 촬영한 300 장과 밤에 촬영한 300 장의 영상으로 총 1500 장의 영상이 실험에 사용되었다. 표 1은 테스트 시퀀스 조건을 나타내고, 그림 6은 실험에 사용된 영상의

표 1. 테스트 시퀀스 환경

	Sequence1	Sequence2	Sequence3	Sequence4	Sequence5
Location	Desk	Desk	Room	Outdoor	Outdoor
Time	X	X	X	Day	Night
Total	300	300	300	300	300
Movement	Regular	Free	Free	Free	Free
Height	120	120	120	120	120
Width	120	120	120	120	120
Color	8bit Gray	8bit Gray	8bit Gray	8bit Gray	8bit Gray
Format	Raw	Raw	Raw	Raw	Raw

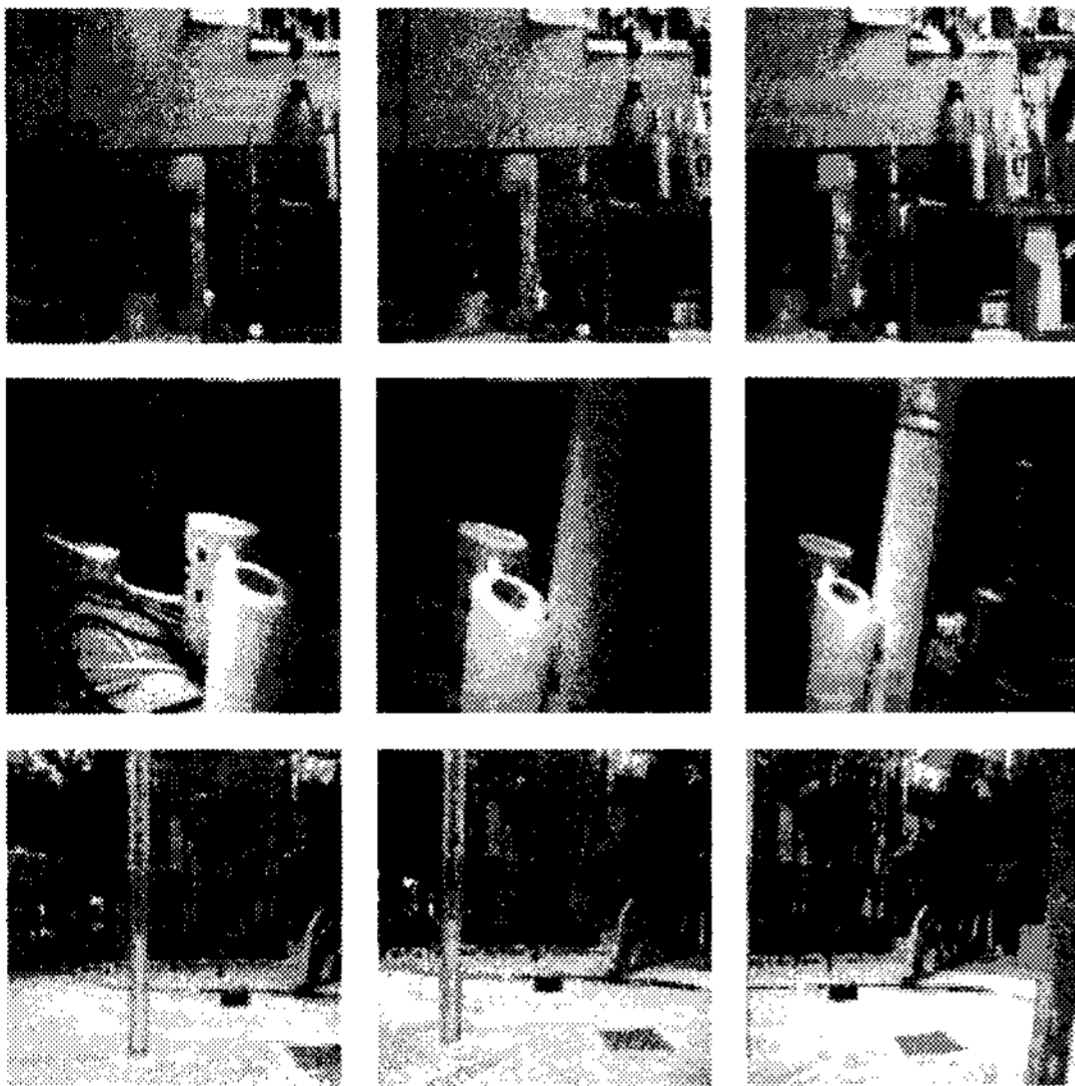


그림 6. 테스트 시퀀스 샘플 예제

샘플을 나타내었다.

### 3.2 정확도

2.1장에서 설명과 같이 SUSAN 코너 검출기는 임계치 값  $t$ 에 따라 특징 점의 개수가 차이 나게 된다. 특징점이 너무 부족하게 되면 제대로 비교가 되지 않아 올바른 결과를 낼 수 없게 되며,  $t$ 를 아주 작은 값으로 설정해 특징 점의 개수를 너무 많게 해도 수행속도가 떨어지게 되고 정확한 결과를 낼 수 없게 된다. 가장 좋은 성능을 보이는 특징 점의 개수를 알기 위해  $t$ 의 값을 변경해 가며 실험하였다.

그림 7은  $t$ 를 조절해 가며 특징 점의 분포에 따른 이미지의 장수를 파악한 것이다. 보이는 결과에서와 같이 1500 개에서 3500 개 사이의 구간에서 가장 많

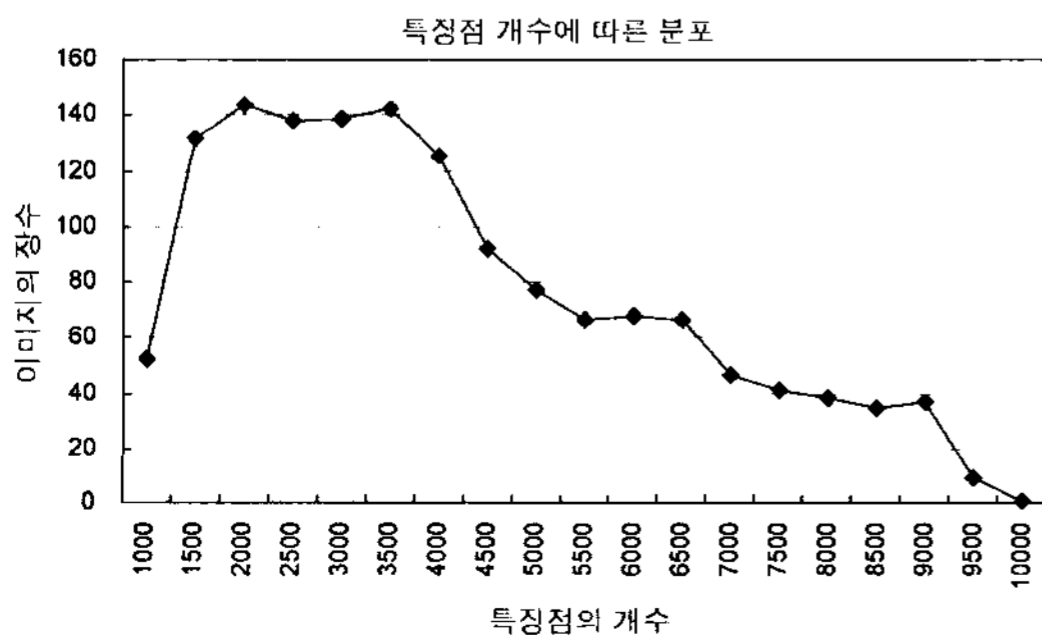


그림 7. 특징점 개수 분포

은 분포를 보였다. 다음으로 특징 점의 개수를 구간 별로 나누어 정확도를 측정하였다. 그 결과로 그림 8과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 3500 개의 구간에서 90%가 넘는 비율로 모델의 정확한 결과를 내주었다. 2000 개 이하의 구간에서는 특징 점의 수가 너무 적어 모델선정과정에서 비교할 수 있는 모델을 찾지 못해 매칭 작업을 하지 않는 비율이 50% 가까이 되었고 7000 개가 넘어가는 구간에서는 50%이하의 결과가 나왔다. 그림 9는 일반적인 책상 환경에서 75cm 떨어진 곳을 1cm씩 이동시켜가면서 두 장의 영상을 비교해 픽셀의 움직임을 예측한 결과이다. 그림의 우측 하단에 보면 실험 영상에 대한 변위가 나타나는 것을 확인 할 수 있다. 실험 결과 1cm씩 카메라를 이동 시켰을 때 영상에서는 2 픽셀씩 변화함을 볼 수 있다.

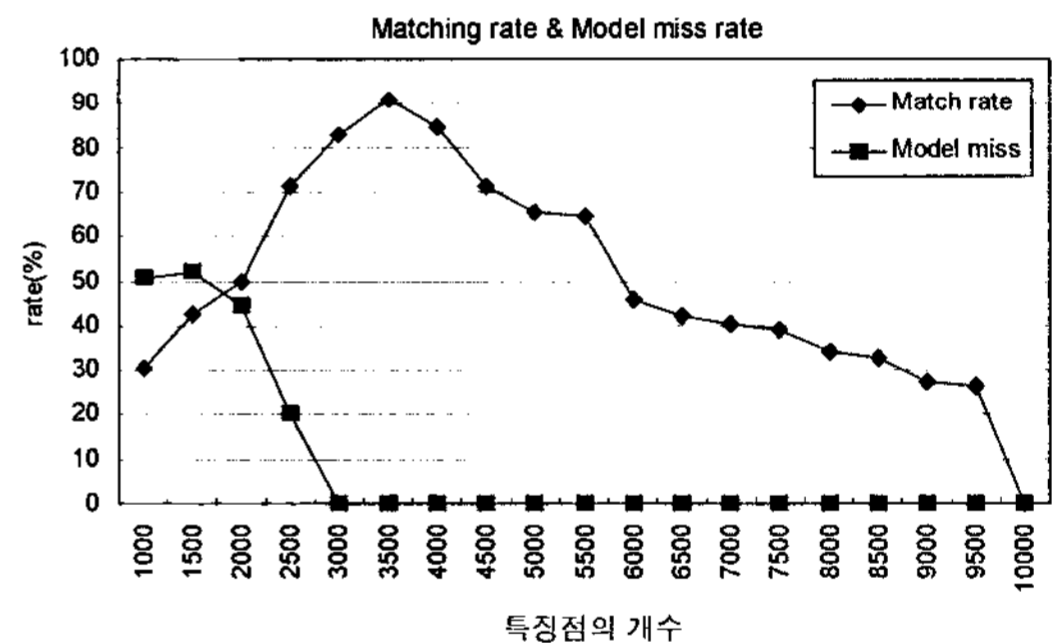


그림 8. 매칭률과 모델 실패율

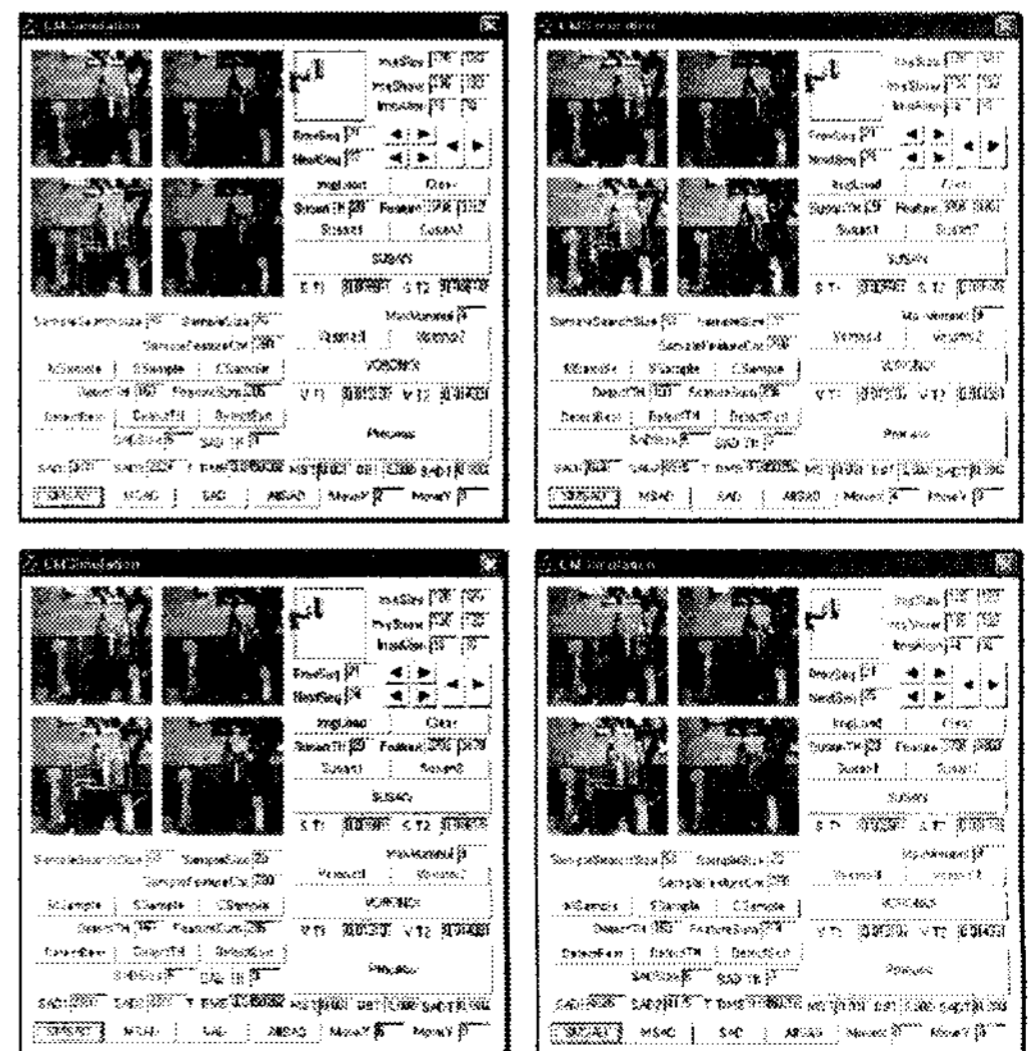


그림 9. 변위 예측 결과

### 3.3 수행속도

2.1장의 설명과 같이 SUSAN 코너 검출기는 임계치 값  $t$ 에 따라 특징 점의 개수가 달라지고 특징 점의 개수는 정확도뿐만이 아니라 알고리즘의 속도에도 영향을 미치게 된다. 그림 10은 특징 점의 개수에 따라 각 과정을 수행하는데 걸리는 시간을 ms 단위로 측정된 결과이다. 수행 시간에서 많은 부분을 차지하는 과정은 SUSAN 코너 검출 과정과 모델 선정 과정과, 그리고 매칭과정 이다. 그래프에서도 알 수 있듯이 특징 점의 수가 많을수록 연산 시간이 길어지게 된다. 모델 선정 시간은 특징 점의 수가 아주 적을 때와 많을 때에 많은 시간을 소비하는 것을 알 수 있다. 모델 내의 특징 점의 개수를 이용해 선정하기 때문에 특징점이 아주 적거나 아주 많게 되면 적당한 모델을 찾을 수 없기 때문에 이러한 결과를 보인다. 매칭 시간은 특징 점의 개수와 비례해서 증가하는 양상을 보인다. 매칭 작업이 특징 점의 개수만큼 이루어지기 때문에 이런 결과가 나오게 된다. 보로노이 평면 생성은 투 패스 알고리즘으로 특징 점의 개수와 상관없이 동일한 속도를 내는 것을 확인 할 수 있었고 검증 작업 역시 동일한 구역에 대해 검증을 수행하므로 특징 점의 개수와 시간은 관계가 없었다.

그림 11은 각 특징 점의 개수에 따른 알고리즘 전체의 수행시간과 정확도를 그래프로 표현한 것이다. 수행속도는 특징 점의 개수가 많아질수록 높은 경향을 보였고, 매칭률은 3500~4000 구간까지는 증가하다가 감소하는 모습을 보였다. 실험결과 특징 점의 개수가 3500~4000개인 구간에서 90%이상의 높은 정확도를 보였고, 이 구간에서는 모델을 선정하지 못하는 비율도 0%에 가까웠다. 또한 수행 속도도 최저치에 가까운 4ms에 가까운 수치를 보여 본 알고리즘

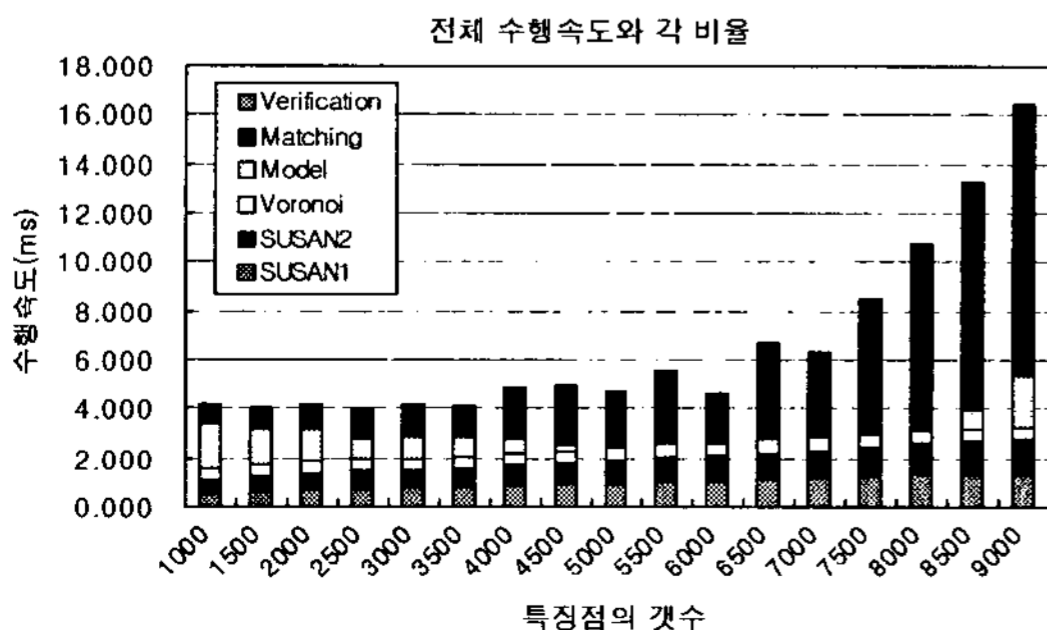


그림 10. 전체 수행 시간

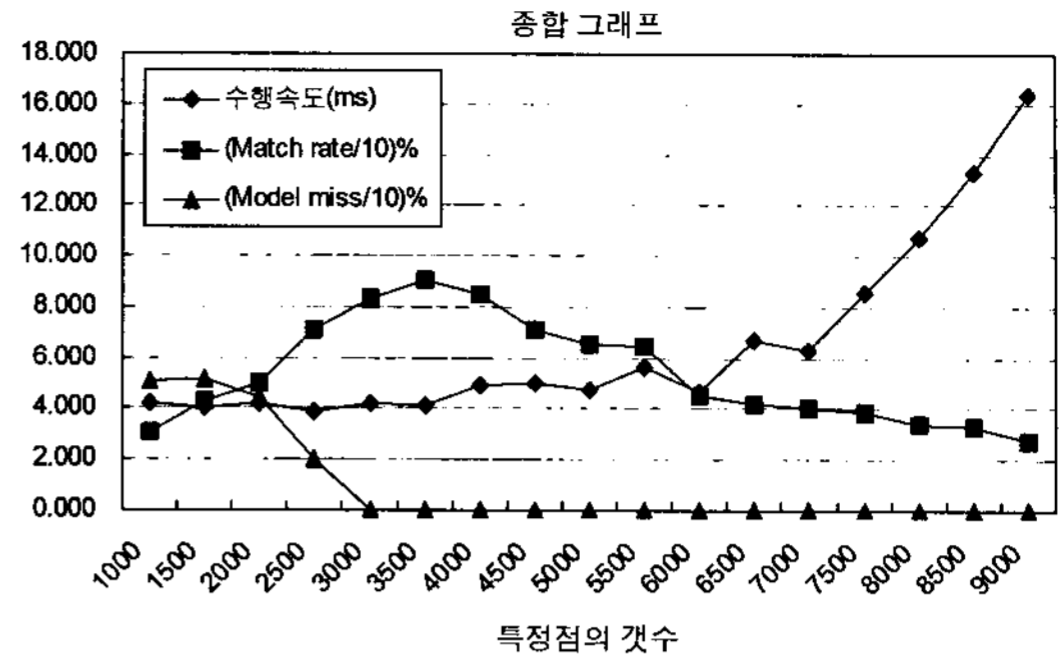


그림 11. 성능 그래프

을 수행하기에 가장 적합한 구간이라 판단되었다.

### 4. 결론

본 논문에서는 새로운 휴대기기 입력방법의 하나로 휴대기기의 움직임정보를 이용하는 방법과 이를 위한 실시간 변위예측 방법을 제안하였다. 최근 많은 휴대기기들이 다양한 서비스를 제공하기 위하여 휴대기기 내에 카메라를 내장하는 경우가 증가하고 있다. 따라서 제안한 알고리즘에서는 이러한 내장 카메라를 휴대기기의 움직임 정보를 획득하는 수단으로 이용함으로써 별도의 물리적 장비가 필요 없는 새로운 입력 방법을 제시하였다. 이를 위하여 본 논문에서는 실시간으로 변위를 추정하는 방법을 제안하였다. 실시간으로 변위를 추정하기 위하여 계산량이 적고, 신뢰도가 높은 SUSAN코너 검출기를 사용하여 영상의 특징점을 추출하고, 투-패스 보르노이 알고리즘을 이용하여 특징점과 매칭되는 영역을 선정함으로써 두 영상간의 변위를 추정할 수 있었다. 실험 결과 최대 90% 이상의 정확한 매칭결과와 5ms 이내의 연산속도를 얻을 수 있었다. 향후 연구 과제로 현재와 같은 실시간성을 유지하며 보다 높은 성공률을 보일 수 있는 알고리즘에 대한 연구가 계속되어야 할 것이다.

### 참고 문헌

[1] H. Y. Shum and R. Szeliski, "Panoramic image mosaicing," *Technical Report MSR-TR-97-23*, Microsoft Research, Sept. 1997.  
 [2] H. Y. Shum and R. Szeliski, "Creating Full

View Panoramic Image Mosaics and Environment Maps," *Proc. of Siggraph 97*, pp. 251-258, L.A., Aug. 1997.

- [3] L. McMillan, G. Bishop and "Plenoptic Modeling : An Image based Rendering System," *Proc. of Siggraph 95*, pp. 39-46, L.A., Aug. 1995.
- [4] Laurent Meunier and Moritz Borgmann, "High-Resolution Panoramas Using Image Mosaicing," *Stanford University EE368 (Digital Image Processing) Final Project*, May 2000.
- [5] Jezching Ton and Anil K. Jain, "Registering Landsat Images By Point Matching," *IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing*, Vol.27, No.5, pp. 642-651, Sept. 1989.
- [6] Naoki Chiba, Hiroshi Kano, Minoru Higashihara, Masashi Yasuda, and Osumi, "Feature-based Image Mosaicing," *Proc. IAPR Workshop on Machine Vision Applications*, pp. 5-10, Tokyo, Nov. 1998.
- [7] Z. Imad, O. Faugeras, and R. Deriche, "Using geometric corners to build a 2D mosaic from a set of images," *Proc. 1997 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 420-425, Jun. 1997.
- [8] L. G. Brown, "A Survey of Image Registration Techniques," *ACM Computing Surveys*, Vol. 24, No.4, pp. 325-376, Dec. 1992.
- [9] Pekka J. Toivanen and Hesham Elmongui, "Sequential local transform algorithms for gray-level distance transforms," *EUSIPCO' 98. Proceedings of the 9th European Signal Processing Conference*, Vol.8, No.11, pp. 577-580, Greece, Sept. 1998.
- [10] S. M. Smith and J. M. Brady, "SUSAN - A New Approach to Low Level Image Processing," *Int Journal of Computer Vision*, Vol.23, No.1, pp. 45-78, May 1997.



**진 홍 익**

2005년 2월 광운대학교 컴퓨터 공학과 공학사  
 2007년 2월 광운대학교 컴퓨터 공학과 공학석사  
 2006년 3월~현재 삼성전자 디지털미디어 총괄  
 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터비전



**박 시 내**

2004년 2월 광운대학교 컴퓨터 공학과 공학사  
 2006년 2월 광운대학교 컴퓨터 공학과 공학석사  
 2006년 3월~현재 광운대학교 컴퓨터공학과 박사과정

관심분야 : MVC, FTV, H.264/AVC, 영상압축



**심 동 규**

1993년 2월 서강대학교 전자공학과 공학사  
 1995년 2월 서강대학교 전자공학과 공학석사  
 1999년 2월 서강대학교 전자공학과 공학박사  
 2000년 9월 현대전자, 기반기술 연구소, 선임연구원  
 2002년 3월 바로비전, 뉴미디어 연구소, 선임연구원  
 2005년 2월 Univ. Washington, Senior research engineer  
 2005년 3월~현재 : 광운대학교 전자정보대학, 컴퓨터 공학과 부교수  
 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터비전, 멀티미디어, 영상압축



**남궁재찬**

1970년 2월 인하대학교 전자공학과 공학사  
 1976년 2월 인하대학교 전자공학과 공학석사  
 1979년 3월~현재 : 광운대학교 컴퓨터공학과 교수  
 1982년 2월 인하대학교 전자공학과 공학박사  
 1984년 1월 일본 동북대학교 객원 연구원  
 1998년 한국 표준 연구소 객원 연구원 역임, JTC/SC18 국내 위원장 역임, 한국산업표준원(사무시스템 연구분과위원회)0 위원장 역임,  
 관심분야 : 패턴인식, 영상처리, 컴퓨터 비전, 신경망,