

## 멀티모달 정보를 이용한 응급상황 인식 시스템의 설계 및 구현

김영운\*, 강선경\*, 소인미\*, 권대규\*\*\*, 이상철\*\*\*, 이용주\*\*\*, 정성태\*\*\*

# Design and Implementation of Emergency Recognition System based on Multimodal Information

Eoung-Un Kim\*, Sun-Kyung Kang\*, In-Mi So\*, Tae-Kyu Kwon\*\*, Sang-Seol Lee\*\*\*, Yong-Ju Lee\*\*\*, Sung-Tae Jung\*\*\*

### 요약

본 논문은 비주얼 정보, 오디오 정보, 중력 센서 정보에 기반한 멀티 모달 응급상황 인식 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 비디오 처리 모듈, 오디오 처리 모듈, 중력 센서 처리 모듈, 멀티모달 통합 모듈로 구성된다. 비디오 처리 모듈과 오디오 처리 모듈 각각은 이동, 정지 기절 등의 동작을 인식하여 멀티모달 통합 모듈에 전달한다. 멀티모달 통합 모듈은 전달된 정보로부터 응급 상황을 인식하고 오디오 채널을 통하여 사용자에게 질문을 하고 대답을 인식함으로써 응급 상황을 재확인한다. 실험결과 영상에서는 91.5%, 착용형 중력센서는 94% 인식률을 보였으나 이들을 통합하면 응급상황을 100% 인식하는 결과를 보였다.

### Abstract

This paper presents a multimodal emergency recognition system based on visual information, audio information and gravity sensor information. It consists of video processing module, audio processing module, gravity sensor processing module and multimodal integration module. The video processing module and gravity sensor processing module respectively detects actions such as moving, stopping and fainting and transfer them to the multimodal integration module. The multimodal integration module detects emergency by fusing the transferred information and verifies it by asking a question and recognizing the answer via audio channel. The experiment results show that the recognition rate of video processing module only is 91.5% and that of gravity sensor processing module only is 94%, but when both information are combined the recognition result becomes 100%.

▶ Keyword : Emergency Recognition(응급상황인식), Multimodal Information(멀티모달정보), Gravity Sensor(중력센서), Faint Recognition(기절인식)

• 제1저자 : 김영운 교신저자 : 정성태

• 투고일 : 2008. 12. 2, 심사일 : 2008. 12. 19, 게재확정일 : 2009. 2. 10.

\* 원광대학교 컴퓨터공학과 대학원 \*\*\* 원광대학교 전기전자 및 정보공학부 교수

※ "이 논문은 2008년 교육과학기술부로부터 지원받아 수행된 연구임" (지역거점연구단육성사업/헬스케어기술개발사업단)

## I. 서 론

현대사회는 과학과 의료기술의 발달로 2000년에 65세 이상의 노인 비율이 7%를 넘어 고령화 사회로 진입 하였고 2018년에는 노인비율이 14%를 넘을 것으로 예상되고 있다. 이처럼 노인 인구가 증가됨에 따라 혼자 사는 독거노인이 증가되고 이를 위한 u-헬스케어 기술들이 연구되고 있다.

기절은 고령자들에게서 흔히 일어날 수 있고 부상이나 사망으로 이어질 수 있어서, 독거인의 건강을 위협하는 중요한 요소로 지적되고 있다. 기절에 대한 의료 처리 결과는 기절을 감지하여 구조 요청을 하고 응급 처치를 받기까지의 시간에 큰 영향을 받는다. 이러한 이유로 최근에 노인복지서비스 차원에서 독거노인관리프로그램 운영 및 농촌노인을 위한 재가 노인복지서비스 등을 전개하고 있고 해외에서는 독거노인들을 위한 홈 네트워크 시스템과 기기들이 다양하게 개발되고 있다. 이러한 응급상황을 미연에 방지하고자 하는 시스템들의 기술들은 유비쿼터스 시스템이나 지능형 센서 시스템, 원격제어, 원격 건강관리, 비디오 감시 장치 등과 연관되어 있다.[1,2]

초기 응급상황을 감지하고 대응하는 시스템으로는 기절 동작과 같은 응급상황이 발생했을 때 사용자가 직접 버튼을 조작하여 응급 호출하는 방식을 사용하였다. 응급 호출 장치는 사용자가 목걸이, 팔찌 등의 형태로 몸에 휴대하고 다니면서, 사용자가 기절할 것 같은 느낌을 받을 때에 응급 호출 버튼을 누르면 무선으로 응급 구조 요청을 구조 센터에 전송하는 방식으로 작동된다. 그러나 이 방식은 단순하고 비용이 저렴하다는 장점이 있지만 사용자가 장치를 몸에 휴대하고 다녀야만 하고 기절을 사용자 자신이 사전에 감지해야만 하는 문제점을 가지고 있다.

사용자가 응급 호출을 직접해야하는 문제를 해결하기 위한 방법으로 기절 동작을 자동으로 감지하여 응급 호출을 해주는 기절 동작 감지기들이 제안되었다[3-6]. 이 감지기들은 가속도 센서와 기울기 센서 등을 이용하여 기절동작을 감지한다. 이 감지기들은 사용자의 허리, 팔뚝, 머리 등에 부착되는데, 기절 동작이 발생할 때에는 수직 방향으로 큰 가속도가 감지되고 사람이 쓰러진 후에는 센서의 기울기가 크게 변화된다. 이와 같이 가속도 변화와 기울기 변화를 이용하여 기절 동작을 자동으로 감지하게 된다. 그러나 이 장치들도 사용자가 장치를 항상 휴대하고 다녀야 한다는 문제점을 가지고 있다.

사람이 장치를 항상 휴대해야 하는 문제를 해결하기 위한 방법으로 적외선 감지 센서를 이용한 방법[7], 진동 센서를

이용한 방법[8]이 제안되었다. 적외선 센서를 이용한 방법에서는 벽이나 천장에 많은 적외선 센서들을 격자 형태로 배치하여 사람이 방출하는 열을 감지함으로써 사람을 검출하고 추적한다. 진동 센서를 이용한 방법에서는 바닥에 진동 센서를 격자 형태로 배치하여 사람이 이동하거나 기절할 때에 발생하는 센서들의 진동 패턴을 인지함으로써 기절 동작을 인식한다. 이들 방법은 사람이 센서를 휴대해야 하는 문제를 해결했지만 많은 수의 센서들을 설치해야 하기 때문에 사용이 복잡하다는 단점이 있다.

사람이 장치를 항상 휴대해야 하는 문제를 해결하기 위한 또 다른 방법으로는 영상을 이용하는 방법이 있다[9-13]. 이들 방법에서는 카메라 영상으로부터 실시간으로 사람을 검출하고 추적하여 기절동작을 감지한다. 일반적으로 사용되는 카메라의 시야각은 90도 내외이기 이기 때문에 실내의 모든 영역을 촬영하기 위해서는 여러 대의 카메라가 사용되어야한다. 카메라의 수를 줄여서 간편화하기 위한 방법으로 시야각이 큰 어안렌즈(fish-eye lens) 카메라 또는 전방향(omni-directional) 카메라를 사용하는 방법이 제안되었다[14-18].

본 논문에서는 독거인의 대내 거주 시 발생될 수 있는 응급상황을 영상과 음성, 착용형 중력센서 세 가지의 멀티모달 정보를 이용하여 자동으로 인지할 수 있도록 하는 시스템을 제안한다. <그림 1>은 멀티모달 정보를 이용한 응급상황 인식 시스템 구성도 이다. 실내에 설치된 카메라로부터 수집된 영상 데이터를 통해 일련의 영상처리 방법을 사용하여 움직이는 객체 영역을 추출하여 독거인의 이동과 정지, 기절동작을 판단하고 정의 되어 있는 공간정보를 구분하여 위치 변화까지 판단할 수 있도록 한다. 또한 독거인의 몸에 착용한 중력센서의 측정 데이터를 이용하여 몸동작을 인식할 수 있도록 하고, 마이크로부터 소리를 입력받아 잡음 제거 등 전처리를 수행하고 음성과 비음성을 구분하여 음성에 대해서는 발성 단어를 인식하도록 한다. 멀티모달 통합 정보에 의해 인식된 결과에 따라 사용자에게 응급상황인지를 확인하는 메시지를 보내고 사용자의 응답을 인식하여 응급상황을 최종적으로 결정하여 응급 호출을 수행할 수 있도록 한다. 이와 같이 영상센서, 착용형 중력센서, 음성센서를 이용하여 응급상황을 인식하고 음성을 이용하여 응급상황을 재확인함으로써 본 논문에서 제안된 응급상황 감지 방법은 기존의 방법에 비하여 보다 안정적이다. 또한 어느 한 센서가 오작동 하거나 사용자가 착용형 중력센서를 착용하지 않거나 하는 경우에도 응급상황을 감지할 수 있는 장점을 가진다.

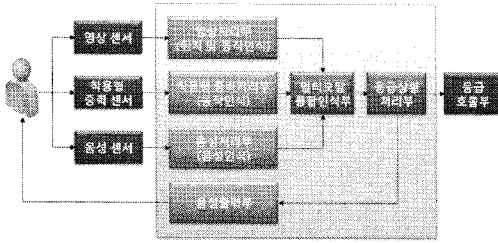


그림 1. 멀티모달 정보를 이용한 응급상황 인식 시스템 구성도  
Fig 1. Flowchart of the proposed system

## II. 영상 처리부

본 논문의 영상 처리부는 참고문헌[17-18]의 방법을 사용하였다. 화각이 175도인 어안렌즈가 부착된 카메라로부터 영상을 입력 받아 가우시안 혼합 모델기반의 적응적 배경 모델링 방법[19]을 이용해 조명변화에 강한 사람검출 및 추적을 수행하였다.

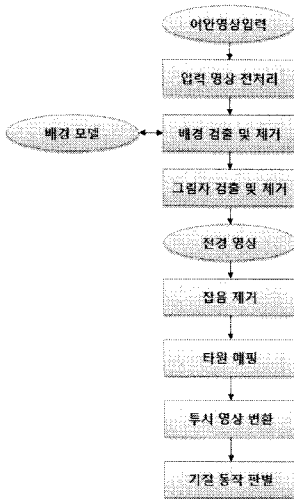


그림 2. 비주얼 정보를 이용한 기절동작 판별 과정  
Fig 2. Detection process of faint action based on visual information

〈그림 2〉에는 어안렌즈 카메라로부터 영상을 입력받아 사람을 검출 및 추적하고 기절동작을 판별 하는 과정이 나타나 있다. 처리 과정을 보면 먼저 영상 전처리를 통해 입력된 영상의 컬러 모델을 변환하고 조명 변화에 따른 영상보정을 수행한다. 전처리된 영상과 배경모델을 이용해 움직이는 객체에

대한 전경영상을 생성 한다. 생성된 전경영상에서 불필요한 잡음을 제거하기 위해 4개 이하의 픽셀로 구성된 영역은 제거하고 Morphology Close 연산[20]을 적용하여 서로 떨어져 있는 영역들을 합병하였다. 잡음이 제거된 전경 영상에서 움직이는 객체를 타원으로 매핑하기 위해서 윤곽선 검출 기법을 사용 하였으며, 연결되어 있는 전경 픽셀 영역들의 외곽점들을 추적하여 타원으로 매핑 하였다. [21,22]

본 논문에서는 어안 영상을 투시 영상으로 변환하여 사람의 몸에 매핑된 타원의 형태 변화와 움직임 속도 등을 이용하여 기절 동작을 판별 하였으며, 어안 렌즈 영상보다는 투시 영상에서 몸의 형태 변화가 더 분명하게 나타나므로 투시 영상을 이용해 기절 동작과정을 보이고 있다. 영상에서 볼 수 있듯이 사용자의 행동에 따라 타원의 크기와 위치가 변화 되는 것을 볼 수 있으며, 사용자가 서 있거나 걷거나 또는 눕는 동작을 하게 되면 타원의 가로 및 세로의 변화되는 값이 다르게 나오는 것을 알 수 있다.

또한 영상 처리부에서는 이동, 정지, 앉기, 눕기, 기절과 같은 동작 정보를 검출할 뿐만 아니라 영상에서 현관, 소파, 안방, 욕실 등과 같은 공간 정보를 이용하여 사용자가 방에 들어갔는지, 방에서 나왔는지, 욕실에 얼마동안 머무르고 있는지 등의 사용자 위치 정보도 검출하고, 사용자가 욕실에 필요 이상으로 너무 오래 동안 머무르는 등의 비정상적인 상황도 인식한다.

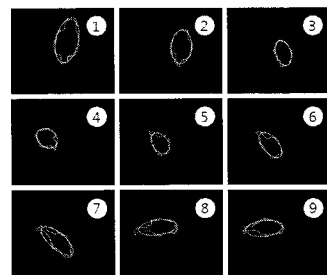


그림 3. 기절 동작의 투시 영상 장면  
Fig 3. Perspective images of a faint motion

## III. 음성 처리부

음성 처리부는 음성센서를 이용해 소리 정보를 입력 받아 채널 잡음과 배경잡음 등을 제거하고, 무음이 아닌 소리가 있는 부분만을 검출하는 끝점 검출을 수행한다. 검출된 소리 부

분으로부터 프레임별 특징을 추출하고 음성/비음성을 판별한 다음 음성인 경우에는 음성인식을 수행하고 비음성인 경우에는 소리분류를 수행한다. <그림 4>는 음성/비음성을 이용한 응급상황 판별 과정을 나타내고 있다.

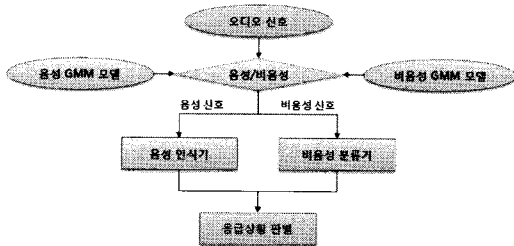


그림 4. 음성/비음성을 이용한 응급상황 판별 과정  
Fig 4. Emergency situations decision process based on voice and non-voice

음성 인식 및 소리 분류를 위한 특징으로는 멜프리컨시 캡스트럴 계수(Mel-Frequency Cepstral Coefficients, MFCC)를 사용한다. 여기에서 MFCC는 분석 구간의 오디오 신호에 푸리에 변환을 취하여 스펙트럼을 구한 후, 구한 스펙트럼에 대해 멜 스케일에 맞춘 삼각 필터 बैं크를 대응시켜 각 밴드에서의 크기의 합을 구하고 필터 बैं크 출력값에 로 그를 취한 후, 이산 코사인 변환을 하여 구해진 특징 벡터로써 음성 인식에서 많이 사용되며, 스펙트럼을 기반으로 인간의 청각 특성을 나타내는 것이다.

음성과 비음성의 판별을 위한 특징으로는 모듈레이션 에너지(Modulation Energy, ME), 캡스트럴 플럭스(Cepstral Flux, CF) 및 멜프리컨시 캡스트럴 모듈레이션 에너지(Mel-Frequency Cepstrum Modulation Energy, MCME) 등의 특징 벡터들을 구한다. MFCC가 임의의 시간에 존재하는 오디오 신호의 음향적 특징을 반영한다면 나머지의 특징 벡터들은 보다 넓은 시간 구간에서의 음향적 특징의 변화 양상을 나타내기 위해 사용되는 특징 벡터들이다. ME는 스펙트럼을 반영하는 필터 बैं크의 출력값의 벡터 열에 대하여 푸리에 변환을 취함으로써 스펙트럼의 시간에 따른 변화의 정도를 나타내는 특징 벡터이다. CF는 인접한 프레임에서부터 다소 멀리 떨어진 프레임까지 여러 프레임의 캡스트럴 거리(캡스트럴 성분들의 차의 제곱)를 계산하고 이들에 대한 평균을 구함으로써 캡스트럴의 시간에 따른 변화량을 나타낸다. MCME는 ME가 스펙트럼을 기반으로 하여 푸리에 변환을 수행하는 데 반하여 캡스트럴 영역에서 푸리에 변환을 수행한다. 오디오 신호의 스펙트럼은 피치 하모닉 성분 등 음정 변화에 따른 세밀한 스펙트럼의 변화에 민감하여 판별 성능이

캡스트럴 기반 방법보다 저하되는 문제점이 있다. 따라서, 스펙트럼보다 상호 상관성이 적은 캡스트럴을 이용하여 푸리에 변환을 수행하여 시간에 따른 변화양상을 측정함으로써 보다 신뢰도 높은 판별 성능을 보인다.

이 특징을 이용하여 입력된 소리가 사용자의 음성인지 아니면 음악소리 또는 유리창 깨지는 소리와 같은 비음성 소리를 판별한다. 판별된 결과가 음성으로 판별된 경우 음성인식기를 이용하여 사용자의 음성이 비상 상황의 처리를 위한 요청인지 아닌지 인식하여 만일 사용자의 음성이 '빨리 병원에 연락해줘'와 같은 비상 상황 요청의 경우 멀티모달 통합 인식부에 비상상황 요청이 있음을 알린다.

그러나 사용자의 음성이 비상 상황 요청이 아닌 일반적인 대화의 경우에는 일반적인 대화가 발생하고 있고 사용자가 활동하고 있음을 멀티모달 통합 인식부에 알린다. 음성/비음성에 판별에 따라 결과가 비음성으로 판별된 경우 소리분류기를 이용하여 유리창이 깨지는 소리 또는 컵이 깨지는 소리와 같은 비상 상황과 관련된 소리의 경우 멀티모달 통합 인식부에 비상상황 소리가 발생했음을 보내고, 일반적인 소리일 경우 사용자의 활동하고 있음을 멀티모달 통합 인식부에 보낸다. <그림 5>는 응급상황 발생시 사용자와 음성 처리부, 통합 인식부 간의 대화 모델이다.

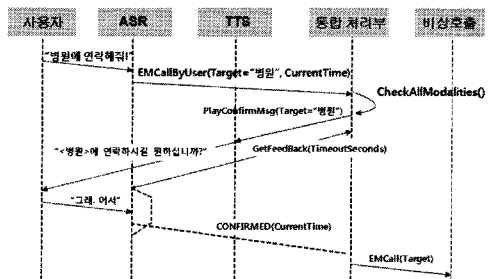


그림 5. 응급상황 대화 모델  
Fig 5. Emergency conversation model

#### IV. 착용형 중력센서 처리부

<그림 6>은 착용형 중력센서로부터 기울기를 측정해 기절 동작을 판별 하는 과정이 나타나 있다. 중력센서는 사용자의 몸에 부착하여 지구 중력을 측정하는 센서로써 x, y, z의 3축 정보를 측정하여 사용자의 움직임을 감지하고 응급상황을 인식하는데 사용된다. x, y, z의 3축 정보는 A/D 컨버터를 통해 마이크로프로세서로 입력받게 된다. 먼저, 센서의 기울어진 축을 보정하기 위해 3축 정보를 동일한 값으로 변환하고,

이 정보를 기준으로 x, y, z 각 축의 기울임 정도를 측정한다. 각 축의 변화를 통해 걷기, 눕기, 기절 등의 동작을 인식하게 된다. 걷기 동작은 축이 일정한 형태로 흔들릴 경우를 인식하며, 누움 동작은 축이 틀어진 후 일정하게 유지될 때 인식한다. 기절 동작의 경우 3축의 충격 파형이 검출되고 축이 틀어져 유지될 때 응급상황으로 판단하여 멀티모달 통합 인식부에 응급상황 데이터를 보낸다. 본 논문에서는 중력센서 칩(MMA7260Q), 마이크로프로세서(ATmega128), Bluetooth 칩 등을 이용하여 착용형 중력센서 모듈을 제작했다.

〈그림 7〉에는 제작된 모듈 사진이 나타나 있는데 그 크기가 40mm(w)x25mm(h)x20mm(d)로써 사용자가 허리에 간단하게 착용할 수 있다.

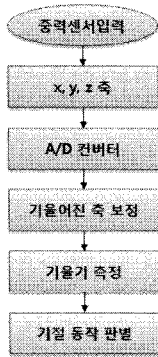


그림 6. 착용형 중력센서를 이용한 기절동작 판별  
Fig 6. Recognition of faint action using the wearable gravity sensor

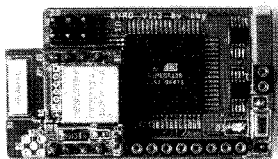


그림 7. 착용형 중력센서 모듈  
Fig 7. Wearable gravity sensor module

### V. 멀티모달 통합 인식부

〈그림 8〉은 멀티모달 통합 인식부의 처리 흐름도이다. 멀티모달 통합 인식부는 영상 처리부와 착용형 중력센서 처리부, 음성 처리부로부터 처리된 상태정보와 인식정보를 입력받아 멀티모달 통합 데이터베이스에 저장한다. 멀티모달 통합 데이터베이스에 저장된 정보를 바탕으로 기절 동작에 의한 응급상황을 판단하게 된다. 기절동작 전처리는 멀티모달 통합 데이터베이스에 저장된 데이터를 가져와 기절동작 인식에 필

요한 데이터를 가공해 기절 동작 인식모듈에 제공한다. 기절 동작 전처리는 기절 동작 인식모듈의 요청에 의해 필요한 데이터를 제공해 주는 역할을 하며, 영상정보, 음성정보, 기울기정보를 실시간 처리에 적합하도록 시간에 의한 자동 동기화 기능을 제공한다.

기절 동작 인식기는 영상 처리부, 음성 처리부, 착용형 중력센서 처리부로부터 기절 동작 인식정보가 들어오면 통합 인식 모델에 의해 최적의 인식결과를 얻어 높은 기절동작 인식률을 얻을 수 있다. 영상 처리부에서는 사용자의 카메라 In/Out, 움직임 및 정지, 이동 좌표 값, 공간정보와 같은 기본 정보와 앓기, 눕기, 기절과 같은 동작 정보를 수집해 제공한다. 착용형 중력센서 처리부에서는 사용자의 움직임(Moving), 대기(Idle), 주의(Attention), 응급(Emergency)으로 구분해 정보를 제공한다. 음성 처리부에서는 응급상황에 대한 호출 승낙, 거절, 타임아웃으로 구분해 제공하며, 사용자의 응급호출은 응급상황 대화모델링을 이용해 처리한다. 위와 같은 정보들을 바탕으로 기절동작과 같은 응급상황을 인식하게 된다.

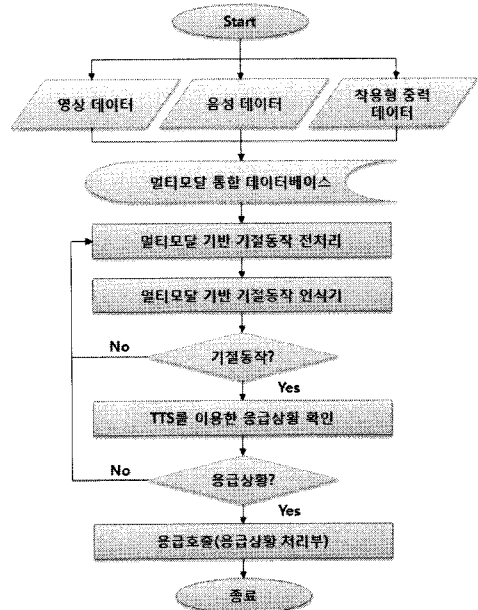


그림 8. 멀티모달 통합 인식부 처리 흐름도  
Fig 8. Flowchart of multimodal integration module

기절 동작 인식기로부터 기절동작이 인식 되면 TTS(Text to Speech)에 의해 음성으로 기절여부를 확인한다. 이를 위해 음성 처리부에서는 확인 메시지를 출력하고 질의에 대한

응답을 기다린다. <그림 8>의 응급상황을 판단하는 분기문에서는 일정 시간 동안 응답이 없거나 음성 처리부로부터 응급상황 발생 확인 신호를 받으면 즉시 응급 상황 처리부를 통해 보호자, 병원, 119 등에 응급 상황을 알릴 수 있도록 처리한다. 예를 들어 TTS에 의해 "비상연락 하시겠습니까?"라는 멘트가 출력되면, 사용자로부터 소리 신호를 입력 받아 사용자가 의식이 없어서 계속 목음이거나 "예", "그래", "빨리 연락해줘!" 등과 같은 긍정 신호가 인식되면 응급상황처리부를 통해 응급호출을 수행한다.

데이터 전송 방법에서 영상 및 음성 센서는 TCP/IP를 이용한 Socket 통신을 사용 하였으며, 착용형 중력 센서는 Bluetooth를 이용한 시리얼 통신을 사용하여 데이터를 전송한다. 또한 멀티모달 정보를 안정적으로 전송하기 위해 통신 프로토콜을 설계해 적용했다.

<그림 9>는 멀티모달 통합 인식부를 통해 응급상황을 인식하고 응급호출해 주는 화면이다. 화면 구성을 보면 먼저 영상 센서, 음성센서, 착용형 중력 센서 장치들과 멀티모달 통합 인식기 간의 물리적인 연결여부를 확인할 수 있도록 연결상태(Connection State) 정보를 제공 하고 있으며, 영상 데이터, 음성 데이터, 착용형 중력 데이터의 전송 상태를 모니터링 할 수 있는 화면을 제공 하고 있다. 또한 멀티모달을 이용한 응급상황 인식과 이에 대한 처리를 종합적으로 모니터링 할 수 있는 화면도 제공 하고 있다. 실행 화면은 영상 센서로부터 기절동작을 인식 하였고 착용형 중력센서로 부터 응급상황이 인식 되어 음성 센서를 통한 응급상황 여부를 확인하는 과정을 보여 주고 있다.

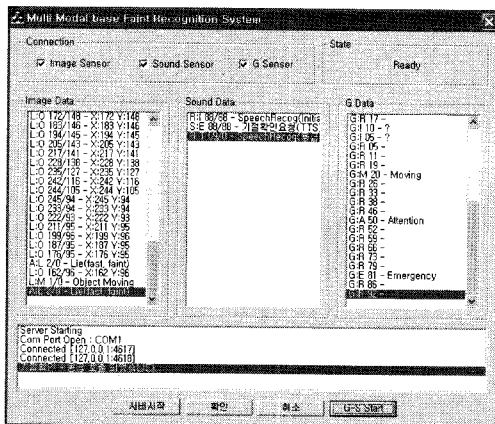


그림 9. 멀티모달 통합 인식부 실행 화면  
Fig 9. Program window of multimodal emergency recognition module

## VI. 실험결과

실험환경은 대내 공간인 거실에서 이루어 졌으며, 천정에 어안렌즈가 부착된 카메라를 설치하고 실험 대상자 허리에 착용형 중력센서를 착용하였다. 실험은 거실과, 욕실에서 이루어 졌으며, 실험자가 거실에서 200번, 욕실에서 20번, 모두 220번의 실험을 실시하였다. 실험자는 거실에서 앉기, 눕기, 기절의 3가지 동작을 실시하였으며, 앉는 동작은 10번, 눕는 동작은 10번, 기절동작은 180번 실시했다. 그리고 욕실에서는 중력 센서를 착용한 상태에서 10번, 착용하지 않은 상태에서 10번의 기절동작을 실시하였다.

실험에서는 영상 또는 착용형 중력센서를 이용해 기절동작이 감지되면 기절 여부를 확인하기 위하여 질의와 답변 형태로 음성출력과 음성인식을 통하여 사용자로 하여금 응급상황을 다시 확인하였다. 거실환경에서는 영상, 음성, 착용형 중력센서에서 발생하는 정보를 이용해 응급상황 여부를 확인할 수 있었다. 그러나 욕실 환경에서는 영상을 사용하여 실험 대상자가 욕실에 들어갔는지 나왔는지 만을 확인할 수 있다는 문제와, 욕실에서 샤워할 때는 착용형 센서를 벗어놓을 수밖에 없다는 문제가 있다. 따라서 욕실 내에서 중력 센서를 착용한 상태에서 발생한 응급상황은 센서와 음성을 사용하여 인식하였고 착용형 센서를 벗어놓고 발생한 응급상황은 영상으로부터 사용자가 욕실에서 지정한 시간 이상 나오지 않는 경우에 음성으로 확인하여 인식하였다.

기존 논문과의 실험 결과 비교가 <표 1>에 나타나 있다. 참고문헌 [4]에서는 가속도센서를 몸에 착용하여 기절동작을 인식 하였으며, 활동 후 동작은 88%, 비활동 후 동작은 94%의 인식률을 보였다. 참고문헌 [15]에서는 어안렌즈를 사용해 기절동작을 인식 하였으며, 개인정보 사용시 79.8%, 개인 정보 미사용시 68%의 인식률을 보였다. 또한 참고문헌 [23]에서는 일반 렌즈를 이용한 영상과 신경망을 이용해 기절동작을 인식 하였을 때 97.5%의 인식률을 보였다. 일반 렌즈를 이용하면 입력영상의 화각이 좁아 여러 대의 카메라를 사용해야 하는 단점을 가지고 있다.

표 1. 기존 논문과의 실험 결과 비교  
Table 1. Experimental results comparison with existing paper

방법	사용센서	인식률(%)	
		활동 후 동작	비활동 후 동작
참고문헌(4)	가속도센서	88	94
		79.8	68
참고문헌(15)	어안렌즈 영상	97.5	
참고문헌(23)	일반렌즈 영상	86	
본 논문	멀티모달	영상	91.5
		중력센서	94
		통합	100

본 논문에서는 <표 2>에 나타나 있는바와 같이 실험결과 거실에서 기절 동작에 대하여 영상에서는 91.5% 인식률을 보였으며 착용형 중력센서는 94% 인식률을 보였으나, 영상, 착용형 중력 센서, 음성을 통합한 경우에는 영상정보, 중력센서정보, 음성정보가 서로 상호 보완함으로써 응급상황을 100% 인식하는 결과를 얻을 수 있었다. 욕실에서는 중력 센서를 착용한 경우의 기절 동작 10번을 중력센서가 모두 정확하게 인식하였고 중력 센서를 착용하지 않은 경우의 기절 동작 10번을 영상 정보로부터 모두 정확하게 인식할 수 있었다. 전체 기절동작을 20번으로 했을때 중력센서와 영상 각각의 인식률은 50%가 되었지만 두 정보를 합한 멀티모달의 경우에는 인식률이 100%가 되었다.

표 2. 응급상황 인식 실험 결과  
Table 2. Emergency recognition experiment result

장소	동작 회수	인식률(%)		
		영상	중력 센서	멀티 모달
거실	200	91.5	94	100
욕실	20	50	50	100

<표 3>에는 거실에서의 동작 실험에 대해 비기절 동작과 기절 동작의 인식 결과가 나타나 있다. 표에 나타나 있는 바와 같이 기절 동작이 아닌 동작을 기절 동작으로 인식하는 경우가 있었는데, 이러한 경우는 음성을 이용하여 확인함으로써 기절 동작이 아닌 것으로 확인할 수 있었다. 기절동작을 비

기절동작으로 인식하는 경우가 발생하였는데, 본 실험에서는 한 동작에 대하여 영상과 중력센서가 동시에 비기절동작으로 인식하는 경우가 없어서 멀티모달의 인식 결과가 100%가 될 수 있었다. 만약 동시에 비기절동작으로 인식하는 경우가 있다면 멀티모달의 인식결과도 100%가 되지 않을 수 있다. 그런데, 본 실험에서 영상에서의 인식 결과는 동작이 발생한 즉시 계산된 결과를 나타낸 것이다. 동작이 발생한 즉시에는 비기절동작으로 인식을 하였더라도 사람이 기절하여 장시간 움직이지 않으면 기절 동작으로 인식할 수 있어서 영상에 의한 인식률이 100%로 높아지게 된다. 그러나 적절한 응급조치를 위해서는 기절동작이 발생한 즉시 인식이 가능해야 할 것이다.

표 3. 영상 및 중력 센서의 동작별 인식 결과  
Table 3. Action recognition result of video and gravity sensor

동작	실험 수	영상 인식 결과		중력센서 인식 결과	
		기절	비기절	기절	비기절
기절	180	166	14	170	10
비기절	20	3	17	2	18

## VII. 결론

본 논문에서는 사용자가 대내 공간인 거실에서 기절하거나 본인이 응급 상황임을 감지하고 이를 알리고자 할 때 또는 욕실에 들어 간 후 응급상황이 발생하여 욕실 밖으로 나오지 못했을 때 이를 응급상황으로 인식하고 처리하는 시스템을 제안하였다. 이러한 응급상황을 인식하고 처리하기 위해 영상 처리부와 음성 처리부, 착용형 중력센서부가 이를 감지하여 멀티모달 통합 인식부에 이를 알리고 멀티모달 통합 인식부에서는 정보를 종합적으로 판단하여 음성 인터페이스를 통해 응급상황을 재차 확인하여 응급상황으로 판별한다. 실험결과 본 논문에서 제안한 방법은 멀티모달 정보를 이용하여 상호 보완적인 역할을 하면서 높은 응급 상황 인식률을 보였다. 또한 음성 인터페이스를 통해 응급 상황을 다시 확인함으로써 잘못된 응급호출을 줄일 수 있었다. 현재 시스템은 PC 환경에서 구현되어 있는데, 독거인의 맥내에 응급 호출만을 위하여 PC를 24시간 운용하는 것은 현실적으로 어려울 수 있으므로, 향후에는 본 시스템을 저가의 임베디드 시스템에 구현하여 설치 및 사용이 용이하도록 할 계획이다.

## 참고문헌

- [1] J. K. Aggarwal and Q. Cai, "Human Motion Analysis: A Review," *Computer Vision and Image Understand*, Vol. 73, No. 3, pp.428-440, Mar. 1999.
- [2] C. Rigotti, P. Cerveri, G. Andreoni, A. Pedotti, and G. Ferrigno, "Modeling and Driving a Reduced Human Mannequin through Motion Captured Data: A Neural Network Approach," *IEEE Trans. on System, Man, and Cybernetics-part A*, Vol. 31, No. 3, pp.187-193, May 2001.
- [3] Y. B. Lee, J. K. Kim, M. T. Son and M. H. Lee, "Implementation of Accelerometer Sensor Module and Fall Detection Monitoring System based on Wireless Sensor Network," *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, pp.2315-2318, Aug. 2007.
- [4] M. R. Narayanan, S. R. Lord, M. M. Budge, B. G. Celler and N. H. Lovell, "Falls Management: Detection and Prevention, using a Waist-mounted Triaxial Accelerometer," *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, pp.4037-4040, Aug. 2007.
- [5] M. Kangas, A. Konttila, I. Winblad and T. Jamsa, "Determination of simple thresholds for accelerometry-based parameters for fall detection," *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, pp.1367-1370, Aug. 2007.
- [6] F. R. Allen, E. Ambikairajah, N. H. Lovell and B. G. Celler, "An Adapted Gaussian Mixture Model Approach to Accelerometry-Based Movement Classification Using Time-Domain Features," *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, pp.3600-3603, Aug. 2006.
- [7] A. Sixsmith and N. Johnson, "A smart sensor to detect the falls of the elderly," *IEEE Pervasive Computing*, Vol. 3, Issue 2, pp.42-47, April-June 2004.
- [8] M. Alwan, P. J. Rajendran, S. Kell, D. Mack, S. Dalal, M. Wolfe and R. Felder, "A Smart and Passive Floor-Vibration Based Fall Detector for Elderly," In *Proceedings of International Conference on Information and Communication Technologies*, Vol. 1, pp.1003-1007, 2006.
- [9] C. Rougier, J. Meunier, A. St-Arnaud and J. Rousseau, "Monocular 3D Head Tracking to Detect Falls of Elderly People," *International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, pp.6384-6387, Aug. 2006.
- [10] C. Rougier, J. Meunier, A. St-Arnaud and J. Rousseau, "Fall Detection from Human Shape and Motion History Using Video Surveillance," *International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops(AINAW '07)*, Vol 2, pp.875-880, May. 2007.
- [11] B. Jansen, and R. Deklerck, "Context aware inactivity recognition for visual fall detection," *Pervasive Health Conference and Workshops*, pp.1-4, December 2006.
- [12] N. Thome and S. Miguet, "A HHMM-Based Approach for Robust Fall Detection," *International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision*, pp.1-8, December 2006.
- [13] D. Anderson, J.M. Keller, M. Skubic, X. Chen, and Z. He, "Recognizing Falls from Silhouettes," *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, pp.6388-6391, Aug. 2006.
- [14] H. Nait-Charif and S. McKenna, "Activity summarisation and fall detection in a supportive home environment," In *Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition(ICPR)*, Vol. 4, pp.323-326, Aug. 2004.



- [15] S.-G. Miaou, P.-H. Sung, and C.-Y. Huang, "A Customized Human Fall Detection System Using Omni-Camera Images and Personal Information," Proc. of Distributed Diagnosis and Home Healthcare(D2H2) Conference, pp.39-42, Apr. 2006.
- [16] M.-L. Wang, C.-C. Huang and H.-Y. Lin, "An Intelligent Surveillance System Based on an Omnidirectional Vision Sensor," IEEE Conference on Cybernetics and Intelligent Systems, pp.1-6, June 2006.
- [17] 소인미, 한대경, 강선경, 김영운, 정성태, "어안렌즈 카메라를 이용한 기절동작 인식," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 13권, 제 4호, 97-103쪽, 2008년 7월.
- [18] 김영운, 강선경, 소인미, 한 대경, 김윤진, 정성태, "멀티모달 정보를 이용한 응급상황 인식 시스템," 대한전자공학회 하계학술대회, 제 3권, 제 1호, 757-758쪽, 2008년 6월.
- [19] C. Stauffer and W.E.L. Grimson, "Adaptive background mixture models for real-time tracking," IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Vol. 2, pp.246-252, June 1999.
- [20] R. Crane, "A simplified approach to image processing," Prentice Hall, 1997.
- [21] I. Pitas, "Digital Image Processing schemes and Application", New York, John Wiley and Sons Inc., 2000.
- [22] A. Fitzgibbon, M. Pilu and R.B. Fisher, "Direct least square fitting of ellipses," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 21, No. 5, pp.476-480, May 1999.
- [23] 이동규, 이기정, 황보택근, 임혁규, "신경망을 이용한 동작분석과 원격 응급상황 검출 시스템," 한국콘텐츠학회논문지, 제 6권, 제 9호, 2006년 9월.
- [24] 소인미, 강선경, 김영운, 이지근, 정성태, "헬스케어를 위한 영상기반 기절동작 인식시스템 개발," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 11권, 제 6호, 279-287쪽, 2006년 12월.

**저 자 소개**



**김 영 운**  
 2003년 2월 : 원광대학교 컴퓨터·정보통신공학부(공학사)  
 2005년 8월 : 원광대학교 컴퓨터 공학과(공학석사)  
 2006년 2월 ~ 현재 : 원광대학교 컴퓨터 공학과 박사 과정  
 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터비전, 패턴인식, HCI, 컴퓨터그래픽스



**강 선 경**  
 2000년 2월 : 원광대학교 전기·전자공학부 졸업  
 2004년 2월 : 원광대학교 정보·컴퓨터교육학과 석사학위 취득  
 2006년 2월 ~ 현재 : 원광대학교 컴퓨터 공학과 박사 과정  
 관심분야 : 휴먼 컴퓨터 인터페이스, 영상처리, 영상인식, 임베디드시스템



**소 인 미**  
 1994년 2월 : 원광대학교 컴퓨터공학과(공학사)  
 2002년 8월 : 원광대학교 정보컴퓨터교육전공(교육학석사)  
 2004년 3월 ~ 현재 : 원광대학교 컴퓨터공학과 박사 과정  
 관심분야 : 영상인식 컴퓨터 비전, 영상처리



**권 대 규**

1993년 2월 : 전북대학교 기계공학  
과(공학사)  
1995년 2월 : 전북대학교 기계공학  
과(공학석사)  
1999년 8월 : 일본동북대학 기계전  
자전공(공학박사)  
2004. 3 ~ 현재 : 전북대학교 바이  
오메디컬공학부 교수  
관심분야 : 바이오메카트로닉스, 생체  
역학 및 재활공학



**이 상 설**

1984년 2월 : 고려대학교 전자공학  
과 졸업  
1989년 2월 : 한국과학기술원 전기  
및전자공학과 석사학  
위 취득  
1994년 2월 : 한국과학기술원 전기  
및전자공학과 박사학  
위 취득  
1994년~현재 : 원광대학교 전기전자  
및정보공학부 교수  
관심분야 : 병렬컴퓨터구조, SoC,  
영상 및 통신 VLSI, 임  
베디드시스템



**이 용 주**

1976년 2월 : 고려대학교 전자공학  
과(공학사)  
1986년 2월 : 고려대학교 전자공학  
과(공학석사)  
1992년 2월 : 고려대학교 전자공학  
과(공학박사)  
1980년 ~ 1994년 : 한국전자통신  
연구소  
1994년 3월 ~ 현재 : 원광대학교  
전기전자및정보공학  
부 교수  
2001년 5월 ~ 현재 : 음성정보기술  
산업지원센터  
장  
관심분야 : 음성정보처리, 멀티미디어



**정 성 태**

1987년 2월 서울대학교 컴퓨터공학  
과(공학사)  
1989년 2월 서울대학교 컴퓨터공학  
과(공학석사)  
1994년 8월 서울대학교 컴퓨터공학  
과(공학박사)  
1995년 3월~현재 원광대학교 전기  
전자및정보공학  
부 교수  
관심분야 : 영상인식, 영상처리, 컴퓨  
터 그래픽스