

유비쿼터스 휴먼 인터페이스†

세종대학교 김용국 · 백성욱 · 권태경 · 최수미* · 유성준**

1. 서 론

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 휴먼 인터페이스는 언제, 어디에서나 사용자의 의도를 인식하고 그에 따른 처리 결과를 전달해 줄 수 있는 특징을 갖고 있어야 한다. 세부적으로는 사용자의 취향 및 선호도 등을 고려하고 그 때 그 때 사용자 및 컴퓨팅 환경을 고려한 인터페이스를 지원할 수 있어야 한다. 아울러 많은 사람들이 공유하는 환경에서는 각 사용자별 프라이버시 등에 대한 문제 등을 고려한 인터랙션 방식도 연구해야 하는 과제 중 하나이다.

아울러 현재 유비쿼터스 사업에서 중요한 키워드로 고려하고 있는 situation Awareness, 커뮤니티 컴퓨팅, 자율컴퓨팅 기능[1]도 향후 연구에서 검토되어야 할 주요 기술이다. 이러한 분야에 대한 연구는 아직 활발하게 진행되고 있지 않고 있어서 이 논문에서는 현재 사용자 인터페이스 분야에서 연구되고 있는 분야 중 인식 분야를 제외한 이슈 중 향후 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 되면서 새로이 검토되어야 하는 분야 네 개를 선정하고 이들의 최근 연구 동향에 대해 기술한다.

첫 번째는 **멀티모달 인터랙션 분야**이다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 사용자 주변에 마이크, 카메라, 기타 센서 등이 산재해 있어 사용자의 음성, 표정, 제스처, 생체 신호 등을 입력으로 받아들일 수 있다. 인간은 상대방의 의도를 파악할 때 이 모든 정보를 통합적으로 분석하여 판단하는 것처럼 컴퓨터에서도 통합 인식을 할 수 있는 기능이 연구되고 있다. 2장에 이에 대한 최근 연구 내용을 기술한다. 두 번째는 **상황인식 대상으로서의 인간 감정 인식**을 위한 인터페이스 기술이다. 기존의 상황인식 정보 외에 감정을 새로운 상황정보로 취급해야 하는 필요성에 의해 감정컴퓨팅 기술에 대한 동향을 3장에

서 살펴본다. 세 번째는 **입출력 인터랙션 모델링**에 대한 분야이다. 유비쿼터스 환경에서의 입출력 인터랙션 방식도 정해진 장소에서 정해진 디바이스만을 통한 기존의 인터페이스로부터, 어디서든지 모든 사물에 존재할 수 있는 사용자 인터페이스를 통한 상호작용을 개별적으로 또는 여러 사람이 동시에 수행할 수 있도록 하는 환경을 고려해야 하므로 이에 대한 연구가 필요하다. 4장에서는 유비쿼터스 인터랙션 기술의 최근 연구 동향을 언급한다.

2. 멀티모달 인터랙션

얼마 전까지만 해도 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 기술 개발이 기반 기술로 유/무선 통신망을 인간이 활동 가능한 모든 영역에 구축하는데 초점을 맞추었다. 그러나 최근 들어, 이런 통신망 인프라 위에 여러 센서들을 부착하여, 그 기반 위에 인간이 환경과 자연스럽게 인터페이스 할 수 있는 멀티모달 인터랙션이 많은 연구자들에 의해 연구가 진행되고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 멀티모달 인터랙션은 궁극적으로 매우 중요한 기술로 인간에게 제공해 줄 수 있는 가장 필요한 혜택이라 볼 수 있다. 본 절에서는 멀티모달 인터랙션에 대한 기본적인 내용과 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 요구되는 멀티모달 인터랙션 기술에 대한 특성들을 소개한다.

2.1 멀티모달 인터랙션 개요

인간과 상호작용적인 모달리티(modality)는 인간의 생리학적인 반응을 나타내는 Sight, Sound, Touch 등을 포함하는데, 이들 모달리티들은 각각 비주얼 프로세싱, 오디오 프로세싱, 촉각 프로세싱들을 통해 처리된다. 그 프로세싱들에서 처리되는 내용(상호적인 시그널)은 다음과 같다.

- 1) 비주얼 프로세싱: 눈동자 움직임[1], 얼굴 표정, 손과 팔의 제스처, 몸체 제스처[3] 등
- 2) 오디오 프로세싱: 스피치, 음의 톤, 소리 등
- 3) 촉각 프로세싱: 심장 박동수, 피부의 끈적함의 정도, 체온, 호흡 속도 등 (신체 부위에 측정 장치들

† 본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 정보통신부의 유비쿼터스컴퓨팅 및 네트워크원천기반기술개발사업의 지원에 의한 것임.

* 정회원

** 종신회원

부착해 인간의 생리학적인 반응 데이터를 획득하는 경우)

인간의 감각 기관처럼, HCI(인간-컴퓨터 상호작용)에서도 단일 모달리티에 의한 판단보다는 다중 모달리티를 융합한 보다 종합적인 분석을 신뢰할 수 있다. 예를 들면 얼굴 제스처와 몸체 제스처[4] 그리고 손 제스처와 대화내용[5, 6] 등은 함께 분석될 때 보다 신뢰성이 높아진다. 다중 모달리티들을 융합 (fusion)하는 과정은 인간 감각 기관에서는 탁월하게 수행을 하지만, 현재의 컴퓨팅 기술에서는 극복해야 할 문제점들이 많이 존재한다. 예를 들면, 어떻게 여러 감각 시그널들을 융합할 것인가? 각각의 감각 정보들의 판단이 서로 다를 때, 어떻게 대처해야 하는가? 등이다. 서로 다른 모달리티 간의 융합과 동일 모달리티의 서로 다른 시그널들간의 융합을 통한 분석이 멀티모달 인터랙션에서 가장 중요하다. 현재까지 수행되었던 융합 기술 방식은 세가지로 정리할 수 있다[7](그림 1).

- 1) 데이터 단계 융합: 센서들에 의해 데이터를 획득했을 때, 같은 종류의 모달리티 혹은 같은 시그널인 경우만 융합이 가능하다. 그래서 실제로 다중 모달리티에는 사용이 불가능하다.
- 2) 특징 단계 융합: 센서들로부터 데이터를 획득한 후, 분석에 필요한 특징들을 추출한 후에, 그 특징들을 융합한다. 노이즈가 있는 경우나 특정 시점에서 데이터 획득에 실패한 경우에도 안전성이 있어, 동기화된 모달리티들간의 융합에 가장 이상적이다.
- 3) 의사 결정 단계 융합: 특징 단계 융합은 동일 시간대에 획득한 데이터를 기반으로 이루어짐으로, 다른 시간대에 획득한 데이터들 간의 상호관계를 전혀 고려하지 못하는 결함이 있다. 의사결정 단계에서는 획득한 데이터들을 분석한 후에 최종적인 근거를 기반으로 하는 융합임으로 특징단계 융합의 약점을 보완할 수 있다. 그러나 상호보완 관계성이 깊은 다중 모달리티 센싱 데이터들을 처리하는데 있어, 의사 결정 단계 융합은 현실성이 떨어진다고 볼 수 있다.

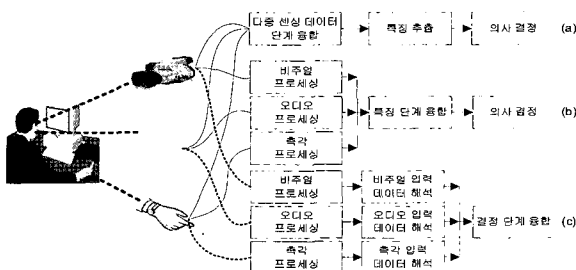


그림 1 다중 센싱 모달리티 융합 a) 데이터 단계 융합, b) 특징 단계 융합, c) 의사결정단계 융합

2.2 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 멀티모달 인터랙션 기술의 특성

현재 진행 중인 멀티모달 인터랙션 기술들이 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 적합하게 구현되기 위해서는 다음과 같은 핵심적인 특성들이 고려되어야 한다.

- **암시적인 인터랙션** - 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 컴퓨터에게 언어나 명시적 행동을 통해 명시적으로 명령함으로써, 사용자의 명확한 의도를 전달할 수 있는 의도적인 인터랙션 (explicit interaction) 보다는 암시적인 인터랙션 (implicit interaction) 이 인간에게 더욱 편리함을 제공해 줄 수 있다. 암시적인 인터랙션은 자연적으로 발생하는 사용자의 행동이나 센서들에 의해 파악되는 동작들을 통해 사용자의 의도가 은연중에 전달되는 것을 의미한다.
- **모달리티간의 동기화** - 모달리티간의 동기화는 인터페이스의 사용성을 결정하는데 중요하다. 각각의 모달리티들은 서로 다른 상호작용 특성이 있기 때문에, 의도적인 인터랙션과 암시적인 인터랙션간에 서로 동기화가 이뤄지지 않을 경우 모달리티를 인지하기 위한 부하가 증가할 수 있으며, 인터랙션의 혼란을 가중시킬 수 있다. 따라서 효과적인 동기화를 위해서는 각각의 인터랙션에 대한 상호명확성이 보장되어야 하며 병렬통신 방식을 통해 사용자의 의도가 정확하게 전달되도록 해야 한다.
- **모달리티들간의 상호작용 상태 공유** - HCI에서 멀티모달 인터랙션이 실행될 때, 여러 모달리티를 통해 현재의 상호작용 상태를 갱신하게 되는데 이때 각각의 모달리티 간에 공통적인 상호작용 상태를 공유하는 것은 매우 중요하다. 모달리티 간에 공통의 상호작용 상태를 공유함으로써 사용자와 컴퓨팅 기기와의 효율적인 상호작용이 가능하며, 사용자의 의도가 훼손되지 않고 정확하게 전달 될 수 있도록 해준다.
- **선별적 선택(Fission)** [7] - 선별적 선택은 각각의 상황에 따라 가장 이상적인 모달리티들이 무엇인가를 파악하여 선택 활용하는 기술이다. 예를 들어 인간이 TV를 시청하는 동안 눈의 움직임을 통한 인터랙션은 의미가 없으므로, 다른 모달리티를 통한 인터랙션을 시도하게 된다.
- **예측 가능성** - 예측 가능성은 인터랙션의 지능성을 결정하는데 중요하다. 사용자와의 인터랙션을 통해 구축된 정보를 지속적으로 갱신하는 과정에서 사용자의 반복적인 행동 패턴을 인지하여 향후 사용자의 행동을 예측할 수 있어야 한다.

- **적응성** - 주어진 사용자 환경에 따라 사용자의 의도가 적절히 전달되도록 하기 위해서는 적응성이 필요하다. 멀티모달 인터랙션의 적응성은 사용자의 요구와 능력, 연결된 장치의 성능, 상호작용에 따른 가용대역폭, 사용자 환경에 따른 공간적 제한 등에 따라 결정된다.
- **다중 사용자와 다중 기기 간의 인터페이스**[8] - 일반적인 HCI에서는 단일 기기와 단일 사용자 간의 인터페이스에 초점을 맞춘다. 그러나 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 다중 기기들과 예상치 못한 다중 사용자들과의 인터페이스 기술이 요구된다.

3. Affective Computing

3.1 개요

인간 상호작용(Human-Computer Interaction)의 궁극적인 목적을 Invisible Computing이라고 주장한 Donald Norman은, 아마도 유비쿼터스 컴퓨팅을 미리 예견한지도 모른다. 이는 우리주변에 산재한 물체나 장소에 구애 받지 않고 네트워크로 연결된 컴퓨터와 자연적으로 컴퓨터와 상호작용할 수 있는 환경을 지칭한다. 이에 한걸음 더 나아가 컴퓨터가 인간의 필요한 감정을 이해하고 그에 상응하도록 감정을 표현하여 반응할 수 있다면, 우리는 완전한 의미에서의 유비쿼터스 사회로 나아갈 수 있다고 생각된다. 이렇게 인간의 여러 모달리티를 통해 표현되는 신호를 종합하여 이해하고 표현하는데 필요한 기술을 affective computing이라고 한다.

이를 위해 필요한 것은 우선 인간의 감정의 발생 기작, 표현 방법, 상호작용 등에 관한 연구가 그 근간이 되며, 얼굴표정, 맥박, 심전도, 땀, 음성 포함된 감정 상태를 독립적 혹은 이런 모달리티를 연합하여 분석하게 된다. 그 중에 가장 주목을 받고 있는 기술은 얼굴표정을 분석하여 감정을 분석하는 것으로 이는 비 접촉식 카메라를 그 센서로 사용하는 장점도 가지고 있다.

3.2 얼굴표정

인간 얼굴표정에 관한 선두연구자인 Charles Darwin (9)은 인간의 기본 감정(prototypical emotions)은 6가지(그림 2)이며 이는 종족이나 문화에 관계없이 일반적이란 유명한 가설을 남겼고, 그 가설은 20세기에 와서 많은 과학자들에 의해 실증적인 실험들에 의해 증명되었다.



그림 2 인간의 여섯 가지 감정 표현(왼쪽부터 놀람, 공포, 슬픔, 분노, 역겨움, 행복)

얼굴표정 연구로 유명한 심리학자 Paul Ekman (10)은 얼굴표정을 만드는(그림 3) 여러 근육을 기본으로 Action Unit (AU)을 정의하고, 이의 조합으로 표정을 규정하는 코딩방식(Facial Action Coding System)을 제안하였고, 이 FACS는 일반적인 얼굴표정 분석은 물론 MPEG4 표준[11] 얼굴 분석 및 렌더링에서도 채택되어 사용되고 있다.

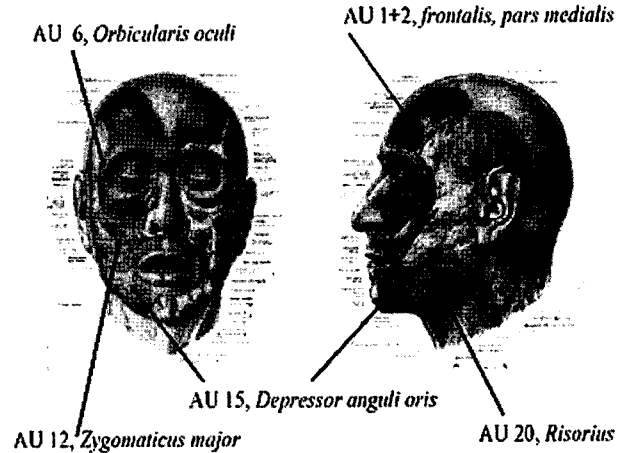


그림 3 얼굴 형성 근육

3.3 얼굴표정인식

현재 컴퓨터를 이용한 얼굴표정 방식은 얼굴의 기하학적 특징을 기반으로 얼굴 특징점 들을 추적하는 기하학적 방식과, 얼굴전체를 각종필터나 템플레이트를 이용하여 분석하는 Holistic 방식으로 대분된다. 기하학적인 방법에서는 얼굴의 대표적인 특징점(예를 들어 눈, 코, 입)을 추출하여 표정이 변할 때의 특징점 변화를 추적하는 방식을 주로 사용한다. 그림 4는 CMU의 얼굴표정 인식 시스템으로, 얼굴을 상하부로 나누어 각각 분석한 후에 이를 다시 종합 얼굴 전체에 퍼져있는 표정변화 시 움직인 AU들을 찾아내는 시스템이다. 이는 많은 주목을 받은 시스템이지만 표정 트래킹 시작 시 매뉴얼로 지정해 주어야 하는 문제 등의 문제점을 가지고 있다.

AU Recognition System v.2

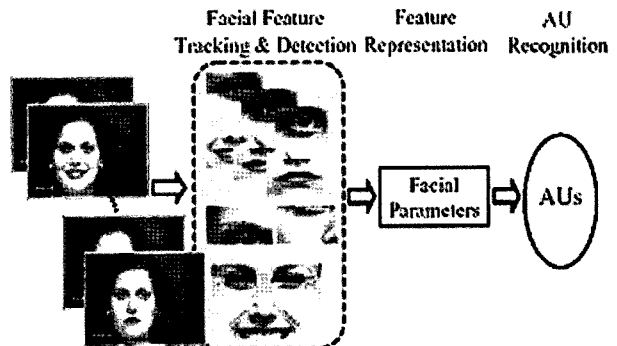


그림 4 CMU의 표정 인식 시스템

한편 Holistic 방법은 기존의 얼굴인식에 사용하는 PCA(Principal Component Analysis) 알고리즘 등을 이용하여 얼굴전체의 특징을 추출하고 Fisher Discriminant 방법(그림 5)을 이용하여 다른 종류의 얼굴 표정을 분류하는 방식이다. 이 방식은 얼굴검출기술과 연동하여 얼굴표정인식 전체과정을 완전 자동화 할 수 있는 점과 고효율을 얻을 수 있는 장점이 있지만[12], 기본 감정이 아닌 특이표정(non-prototypical emotions)을 인식하는 데에는 한계가 있다.



그림 5 Fisher Discriminant 방식을 이용한 얼굴표정인식

3.4 응용

가장 대표적인 얼굴표정인식 감정 아바타(그림 5)로서 이는 모바일 단말기를 통해 원격지 유저와 감성 정보를 주고받을 수 있다. 또한, 얼굴표정인식은 미국에서 거짓말 탐지기로 사용되고 있음을 Ekman이 보여줌으로써 많은 관심을 보이고 있다. 이는 또한 감시카메라를 통한 정신 환자 관리 등에도 널리 사용된다.

미래는 환경과 감성의 시대라고 한다. 감성은 인간의 가장 기본적이면서도 최고의 정신생활의 일부라고 할 수 있다. 인간과 컴퓨터가 감정을 교환하고 그에 맞는 양질의 서비스를 제공할 수 있는 컴퓨터를 개발하는 일은 앞으로 남은 새로운 도전이다.

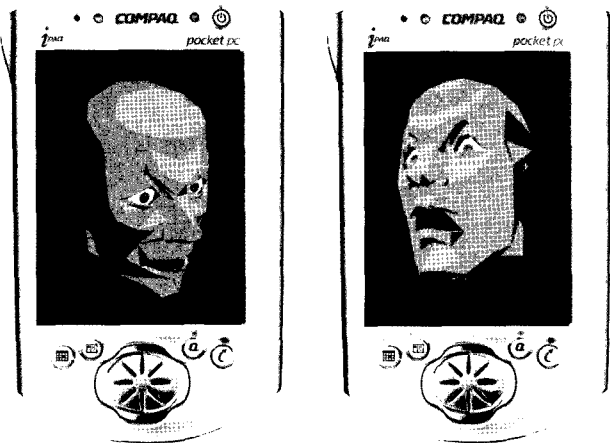


그림 6 PDA에 구현된 감정 아바타

4. 유비쿼터스 디스플레이 인터랙션

유비쿼터스 컴퓨팅 기술의 궁극적인 목표는 언제 어디서나 누구나 이용할 수 있는 컴퓨팅 환경을 추구함과

동시에 사용자가 의도적으로 주의(attention)를 집중하지 않더라도 사용자의 상황(situation awareness)에 따라 반응하는 컴퓨팅 환경을 제공하는 것이다. 보이지 않는 컴퓨터, 사라지는 컴퓨터, 조용한 기술(calm technology) 등은 이러한 특징을 기반으로 한 컴퓨팅 모델이다.

이 장에서는 유비쿼터스 디스플레이를 위한 사용자 인터페이스 특징, 사용자 주의집중 정도에 따른 인터랙션 방법, 개인용 및 공유형 앰비언트 디스플레이 기술에 대하여 살펴보고자 한다. 사용자 주의집중 정도와 복잡도에 따라 유비쿼터스 앰비언트 디스플레이 유형을 분류해 보면 그림 7과 같다. 각 유형별 디스플레이에서의 핵심 세부 기술은 옆에 기술되어 있다.

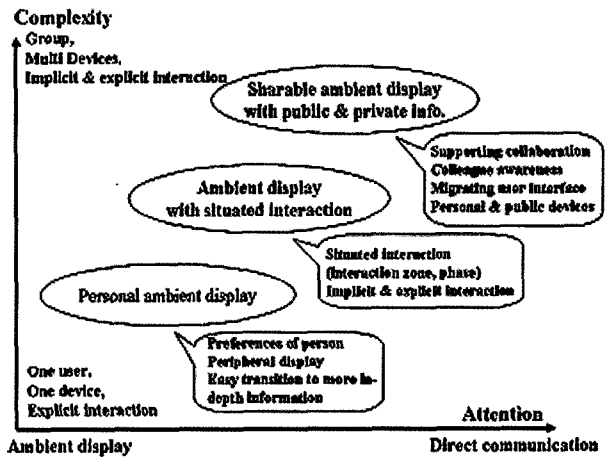


그림 7 사용자 주의집중 정도와 복잡도에 따른 유비쿼터스 앰비언트 디스플레이 분류.

4.1 유비쿼터스 디스플레이를 위한 인터페이스 특징

현재 데스크탑 컴퓨터에서는 사용자 인터페이스로 대부분 WIMP(Windows-Icon-Menu-Pointer) 방식을 채택하고 있다. 이러한 WIMP 방식이 유비쿼터스 디스플레이에서도 그대로 이어질 것인가? 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용되는 디스플레이는 크기, 형태, 방식 면에서 기존의 데스크탑 컴퓨터와 차별화 된다.

유비쿼터스 디스플레이를 위한 사용자 인터페이스는 다음과 같은 요구사항을 충족시켜야 한다. 첫째, 개인의 요구나 상황에 따라 인터페이스가 유연하게 변경되어야 하며, 사용자가 필요 이상으로 주의를 기울이지 않도록 하여야 한다. 둘째, 상이한 디스플레이 간에도 일관성을 제공하여야 한다. 즉, 비디오 윌과 같은 대형 스크린에서의 인터페이스가 PDA 또는 휴대폰과 같은 소형 스크린에서도 일관된 형태로 제공되어야 한다. 셋째, 마우스나 키보드와 달리 명시적이지 않은 다양한 멀티모달 입력 방식(제스처인식, 시선인식, 감정인식 등) 과도

잘 작동해야 한다. 넷째, 공공 디스플레이 또는 개인 디스플레이를 통한 다자간 협동작업이 용이해야 한다.

예를 들어, 인텔에서 제안한 software lenses[14, 15]는 휴대폰과 같은 소형 디스플레이와 비디오 월과 같은 대형 디스플레이 둘 다에 적합하도록 신축적인 종이(rubber sheet) 메타포를 사용하였다. 특히, 협동작업에 용이하도록 상이한 장비들 상에서 가능한 기본 프리젠테이션과 보다 상세한 정보를 주는 프리젠테이션을 구분하도록 하였고, 이들간의 변경이 자연스럽게 되도록 하였다. 위와 같은 요구사항을 바탕으로 새로운 방식의 인터페이스들이 개발되고 있으나 유비쿼터스 디스플레이 환경에 보편적으로 사용되기 위해서는 향후 많은 연구들이 필요한 상태이다.

4.2 사용자 주의집중 정도에 따른 인터랙션

유비쿼터스 앰비언트 디스플레이를 실현하기 위한 접근방법으로 컴퓨터를 의자, 책상, 벽(그림 8)과 같은 일상생활 공간에 임베딩 시키거나 사용자의 주의 정도를 파악하여 동일한 디바이스에서도 다른 단계의 인터랙션을 제공하고자 하는 연구들이 진행되고 있다[16, 17, 18].

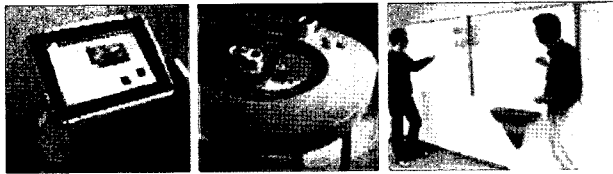


그림 8 사용자 주변 공간에 내장된 유비쿼터스 디스플레이 [17]

유비쿼터스 디스플레이의 큰 특징인 앰비언트 디스플레이 즉 사용자 주의를 필요 이상으로 끌지 않기 위해서는 현재 사용자의 개입 정도를 파악하여야 한다. 예를 들어 개입 정도는 무자각 개입, 소극적 개입, 적극적 개입 등의 단계로 나누어 볼 수 있다. 그림 9는 독일 프라운호퍼 IPSI에서 개발한 앰비언트 디스플레이 인터랙션의 예로써 월(GossipWall)과의 거리에 따라 사용자 영역을 세 가지(ambient zone, notification zone, interaction zone)로 나누고 상이한 인터랙션을 제공하도록 설계하였다[16]. 즉, 앰비언트 영역에서는 일반적인 정보를 디스플레이하고 특정 사용자를 인지하게 되면 해당 사용자에게 해당하는 내용을 디스플레이 해준다. 보다 세부적인 정보를 얻기 위해서는 인터랙션 영역에 접근한 후 모바일 단말기 디스플레이를 사용하여 외부와 연결할 수 있다. 그러나 이는 단지 월과의 거리에 의존적이어서 향후 사용자의 시선 트래킹과 결합된 주의 집중 정도 파악이 필요하고, 감정인식 등과 결합된 상황에 따른 정보 디스플레이 기술이 필요하다.

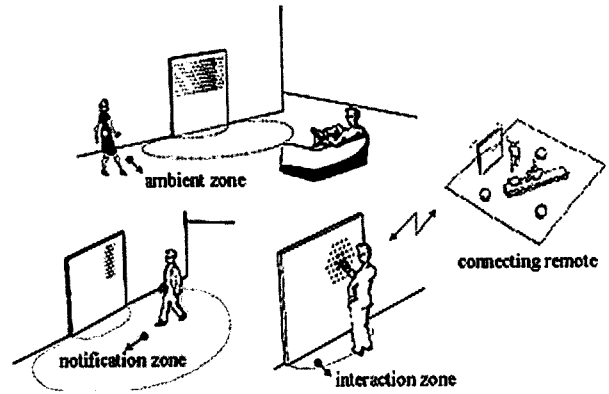


그림 9 사용자 영역에 따른 인터랙션 방식의 분류

4.3 다중사용자 유비쿼터스 디스플레이 화면 공유

기존의 데스크탑 디스플레이가 주로 개인적인 업무에 사용되어졌다면, 미래의 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 공유형 대형 디스플레이와 무선 연결된 소형 디스플레이들을 사용해서 빌딩, 사무실, 가정 등의 공공 또는 개인 공간에서 다양한 유비쿼터스 협동 작업이 이루어 질 것이다. 이러한 다중사용자용 디스플레이 인터랙션을 위해서는 각 개인이 생성한 화면을 유지하면서 다른 사람들과 자신의 상태를 공유하기 위한 새로운 기술들이 필요하다. 이와 관련되어 최근에 연구개발된 시스템들을 살펴보면 다음과 같다.

스탠포드 대학의 iROOM(그림 10a)은 대형 디스플레이와 소형 인터랙션 디바이스를 결합한 인터랙티브 워크스페이스를 제공한다. iROOM은 단순히 단일 사용자가 작업 공간 안에 있는 장치들과 디스플레이 등을 조작하는 것을 넘어서, 다수의 사람들이 함께 작업하고 이동하면서도 데이터와 장치 조작을 할 수 있도록 Event-Heap라는 이벤트 처리 시스템을 제공한다. 이 연구에서는 수직형의 월과 수평형의 테이블을 사용하였다. 수직형의 월은 Interactive Mural라고 하여 9-메가 픽셀의 해상도와 2미터의 길이의 터치스크린 구조를 채택하고 있다. 그리고 iTable이라고 하는 수평형의 테이블은 비디오 연결을 위한 카메라와 iRoom 시스템 내의 다른 장치들과의 연결을 제공하기 위하여 스캐너와 무선 네트워크 환경, 그리고 무선 탭저블 (Tangible) 입력 장치로 구성된다.

프라운호퍼 IPSI 연구소에서는 “Cooperative Building”을 구축하기 위하여 다양한 컴포넌트들을 개발하였다. 그림 10b에서 보여지는 인터랙티브 월(DynaWall), 테이블(InteracTable), 의자(CommChair), 책상(ConnecTable)과 그림 10c의 앰비언트 디스플레이 (HelloWall)를 개발하였다. DynaWall은 크기가 4.5미터 x 1.1미터의 크기를 갖는 수직형의 디스플레이로서 터치

스크린 형태로 인터랙션을 수행하도록 해준다. 그리고 InteracTable은 수평형의 디스플레이로서 자체적으로 인터랙션을 처리할 수 있도록 구성되어 있다. 또한 CommChair는 개인과 여러 사람들이 그곳에 앉도록 하여 공유할 작업 공간을 제공한다. Hello.Wall은 2.0미터 x 1.8미터의 대형 디스플레이로서 배열의 형태로 조직된 발광 셀들을 사용하여 역동적인 발광 패턴을 제공하고, 이를 활용하여 여러 형태의 정보들을 보여 준다. 마지막으로 무선 PDA 장비인 ViewPort는 Hello.Wall로부터 제공되는 발광 패턴으로부터 추가적인 상세 정보를 확인하기 위하여 사용된다.

IBM의 Almaden 연구센터에서는 그림 10d의 BlueBoards라는 시스템을 개발하였다. BlueBoard는 터치 스크린과 개인 확인을 위한 배지 리더 (Badge reader)의 기능을 포함하는 플라즈마 디스플레이 기반의 대형의 인터랙티브 디스플레이 장치이다. 이 장치는 공동 작업을 수행하는 사람들이 자신의 작업 내용들(이메일, 작업 스케줄, 프리젠테이션)을 네트워크 환경을 통하여 신속하고 간단하게 이용하고 공유하도록 해준다.

세 시스템 모두 유비쿼터스 환경에서 그룹작업을 어떻게 지원할 것인가? 하는가가 공통된 주제이다. 유비쿼터스 환경에서 그룹작업을 제공하기 위해서는 다음과 같은 디자인 가이드라인이 필요하다.

첫째, 공동작업 환경 내에서 특정 작업들을 처리하기 위해서 다양한 이기종의 장치들을 사용하게 된다. 기본적으로 워크스테이션, 노트북, 무선 네트워크 환경의 PDA 등이 유비쿼터스 환경 내에서 공유된 인터랙션이나 디스플레이를 제공하기 위하여 사용된다. 이러한 장치들에 포함된 소프트웨어들이 서로 다른 환경에서 작동됨에도 불구하고 공동 작업을 수행하기 위해서는 상이한 입력/출력 환경을 갖는 서로 다른 크기의 디스플레이를 통하여 작업을 유연하고 효과적으로 수행하도록 도와주는 인터페이스가 필요하다. 둘째, 협동작업이 요구되는 작업 환경에서는 반복적으로 짧은 시간에 처리되는 작업들과 긴 시간동안 지속적으로 변화하고 진행되는 작업들이 동적으로 변화한다. 따라서 이러한 동적인 작업 특성을 고려하여 상호작용 작업들을 처리해 주어야 한다. 셋째, 단순히 개인에 의해 수행되는 작업이 아니라 폭넓은 환경에서 많은 사람들이 상호작용하는 작업 환경에서는 일시적인 작업 실패나 변화에 대하여 안정적인 시스템을 구성할 필요가 있다. 따라서 작업 실패의 경우에는 일반적인 경우로 예상하여 예외 처리보다는 자동 혹은 단순한 과정을 거쳐 신속하게 문제를 해결할 수 있어야 한다.

상기에서 소개했던 세 시스템 모두 해당 시스템에 적합한 인터랙션 방법을 제공해야 한다. 길고 규모가 큰

월 공간에서는 DynaWall의 토스 또는 셔플링 기법이나 iRoom의 줌 기능처럼 해당 시스템의 크기와 위치에 적합한 인터랙션 방법이 필요하다. 공동 작업을 수행하는 그룹 내의 사람들은 서로를 쉽게 확인할 수 있는 방법이 필요하다. (예로서 BlueBoard의 pcon badge-in)의 방법이 필요하다. 동시에 이렇게 큰 규모의 환경에서의 인터랙션은 작동이 쉬워야 한다. 예를 들어, 제스처 기반 혹은 증강 현실 기반의 방법들이 있다. 유비쿼터스 환경에서의 그룹 기반의 작업들은 가능하면 특정한 상황에 집중하지 않으면서 다수의 사람들과 작업 활동을 할 수 있도록 해야 한다. 즉 각 개인의 소유물이 아니라 공동의 자원으로 작업 환경을 이용할 수 있어야 하는 것이다.

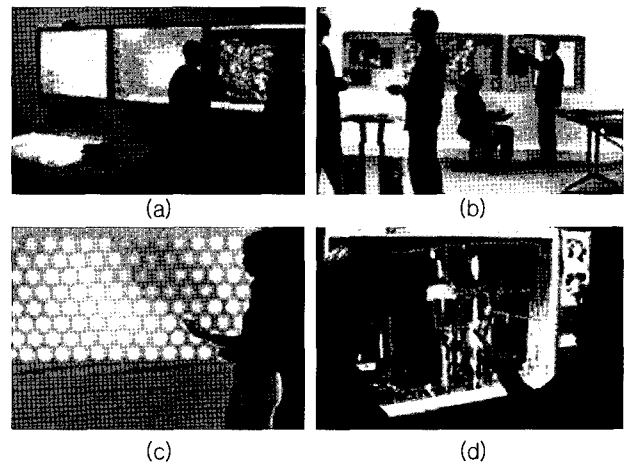


그림 10 다중사용자를 위한 유비쿼터스 디스플레이

5. 유비쿼터스 장치의 입출력 데이터 처리 기술

기존의 컴퓨팅 환경에서는 데이터 처리를 위해서 사용자가 직접 입출력 장치를 조작 혹은 인지해야 했으나, 미래의 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 궁극적으로 사용자 및 주변 상황의 변화에 따라서 능동적으로 반응하는 유비쿼터스 장치, 보이지 않는 컴퓨터의 입출력 장치를 통해서 휴먼 인터페이스가 제공될 것이다.

이와 같은 유비쿼터스 인터페이스는 다음과 같이 기존의 휴먼 인터페이스와는 구별된 기능을 제공해야 한다.

- 1) Autonomy : 데이터의 자율적 자동적 수집 및 처리
- 2) Flexibility : 다양한 목적을 위한 유연한 입출력 기능
- 3) Organic cooperation : 여러 장치 간의 유기적 협업을 통한 데이터 가공 등

즉 미래의 컴퓨팅 환경에서는 다양한 종류의 입출력 장치가 서비스 측면에서 서로 융합되도록, 이기종 유비쿼터스 장치의 자율적인 협업과 효과적인 입출력 데이터

처리가 이루어져야 한다[19, 20].

예를 들어 각 입력 장치를 통해 수집된 데이터는 주로 해당 미디어에 따라 표현되거나 저장되는데, 이것을 융합하거나 다른 유형의 출력 장치를 통해서 사용자에게 전달하려고 할 경우 사용자 주변에 있는 출력 장치의 특성이나 주변 상황에 맞도록 변형해야 하며, 특히 출력 장치의 미디어 처리능력과 보안수준 등을 고려한 필터링 및 변환을 수행해야 한다. 하지만, 유비쿼터스 장치는 기능, 성능, 크기 면에서 그 종류가 매우 다양할 뿐만 아니라 대규모 네트워크를 통해서 연결되므로 기존의 데이터 처리 기술만으로는 어려움이 있다. 본 장에서는 유비쿼터스 휴먼 인터페이스를 위해서 필요한 유비쿼터스 장치의 입출력 데이터 처리 기술에 대해서 간략히 살펴본다.

5.1 유비쿼터스 입력 장치 제어 및 수집된 데이터의 융합처리 기술

유비쿼터스 입력 장치는 자율적인 데이터 수집과 상호간 협업을 통해서 데이터 처리를 하며, 특히 기능, 성능, 크기 면에서 그 종류가 매우 다양해질 것으로 기대된다. 예를 들어 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구현하기 위한 핵심 요소인 센서네트워크는 Smart-Its, Motes, MICA, U-cube 등과 같이 각종 무선 노드로 구성되는데, 이것은 다양한 종류의 입력 혹은 센싱 장치를 갖는 소형 장치로서 일반적으로 8MHz~128MHz 정도의 클럭속도와 제한된 메모리 및 계산 능력을 갖는다. 즉 센서 네트워크를 구성하는 다수의 유비쿼터스 입력 장치는 다양한 모달리티와 각기 다른 미디어 품질을 갖는 소형 장치로써 구성될 수 있다. 한편, 기존의 입력 장치와 함께, 인간-컴퓨터 상호작용을 고려한 고성능 입력장치가 함께 공존하게 되므로 유비쿼터스 입력 장치는 기능, 성능, 크기 면에서 매우 큰 편차를 보이게 될 것이다[21].

따라서 지역적으로 분산되어 있는 다수의 서로 다른 유비쿼터스 입력 장치를 통해서 데이터를 수집하기 위해서는 우선 모달리티 및 미디어 품질을 고려한 데이터 집성(aggregation) 기술이 필요하다. 특히 데이터 집성을 위해서는 다양한 집성 데이터의 정규화 및 의미있는 데이터를 추출하기 위한 기술이 요구된다. 이를 위해서는 각종 장치의 확실적인 제어를 위한 장치 ID, 상황/사건, 판단조건 등에 대한 체계적인 사전정의와 함께 규칙기반의 동적 레이블링 기술이 필요하다. 그림 11에서는 이와 같은 개념을 바탕으로 일본 NEC사에서 개발한 유비쿼터스 칩 인터페이스를 위한 규칙기반 데이터 코딩의 예를 보여주고 있다.

NEC에서 개발한 유비쿼터스 칩에 연결된 각종 입력 장치는 그림 11과 같이 체계적인 코딩에 따라서 메시지

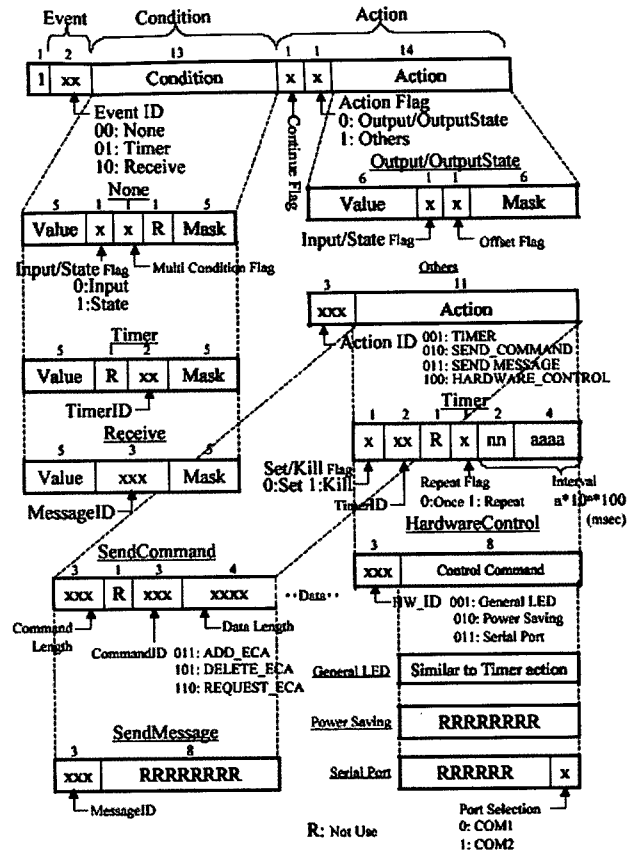


그림 11 유비쿼터스 칩 인터페이스의 규칙기반 데이터 코딩 예

를 정의하며 이를 통해서 명령과 데이터를 주고받을 수 있다. 우리는 이 예에서 이기종 입력장치를 통해서 체계적인 방법으로 데이터를 집성하며, 규칙 기반으로 융합하는 예를 살펴볼 수 있다. 소형 유비쿼터스 칩은 보이지 않는 컴퓨터 입력장치를 위해서 다양하게 응용될 수 있을 것이며, 이를 바탕으로 유비쿼터스 입력 장치를 위한 기술 개발을 고려해볼 수 있을 것이다.

5.2 자원의 동적 상황에 대한 적응형 프리젠테이션 및 변환 기술

유비쿼터스 입력 장치를 통해서 수집된 데이터는 해당 모달리티나 매체의 특성에 따라 저장되거나, 다른 유형의 데이터와 융합될 것이다. 특히 저장된 데이터와 다른 유형의 모달리티나 매체를 갖는 출력 장치를 통해서 출력하려고 할 경우, 각종 모드별 데이터의 semantic representation 및 semantic mapping 기술이 필요하다. 예를 들면, 오디오, 비디오, 온도, 습도 등을 융합한 데이터를 특정 네트워크를 통해서 사용자 주변의 다른 유형의 디스플레이를 통해서 출력하려고 할 경우, 사용자가 편리하게 전달 받을 수 있도록 동적인 모달리티 변환 및 매체 변환이 필요하다. 이를 위해서는 우선 장

치, 네트워크 등 유비쿼터스 컴퓨팅 자원과 데이터 유형 간의 레이블링 및 관리 기술이 요구되며, 사람 주변의 유비쿼터스 출력 장치 상황에 따른 데이터의 동적 변환 기술이 요구된다. 이와 같은 동적 변환은 해당 출력 자원의 성능, 품질, 보안수준 등을 고려하여 이루어져야 하며, 결과적으로 데이터의 graceful degradation이 발생할 수 있다. 데이터의 graceful degradation이란 보다 낮은 기능을 갖는 출력 장치에 고품질 데이터를 출력하려고 할 경우 혹은 프라이버시 보호를 위해서 특정 데이터를 삭제하고 출력해야 하는 경우에 발생할 수 있는 피해를 최소화하기 위한 기술을 의미한다.

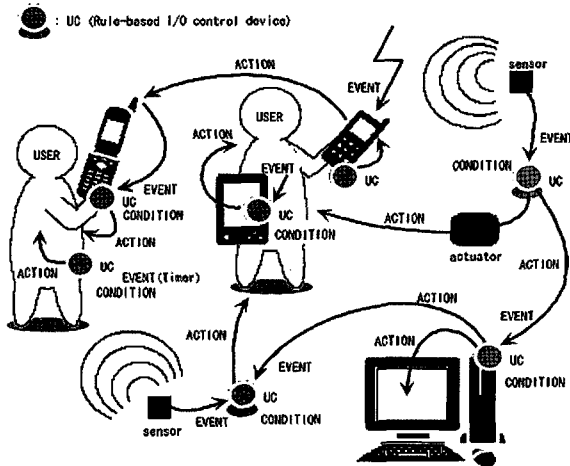


그림 12 유비쿼터스 칩 인터페이스에 의한 각종 데이터 플로우 예

그림 12에서는 유비쿼터스 칩에 연결된 각종 입출력 장치를 통해서 다양한 정보를 수집하고 이를 변환하거나, 다양한 유형의 출력 장치에 전달하는 흐름의 예를 보여주고 있다. 하지만 유비쿼터스 칩 실험의 사례를 살펴보면, 간단한 센싱 데이터와 단순한 사건 중심의 데이터 처리만을 다루고 있으며 이 분야의 향후 발전 가능성을 보여주고 있다.

유비쿼터스 입출력 장치의 데이터 처리는 향후 유비쿼터스 장치가 갖는 자율성, 유연성, 유기적 협업 기능과 함께, 장치간의 기능, 성능, 크기의 큰 편차를 고려한 각종 데이터의 집성, 변환, 전달 기술에 관한 연구가 될 것으로 기대된다.

6. 결 어

이상에서 유비쿼터스 휴먼인터페이스 관련 네가지 분야에 대한 최근 연구 동향에 대하여 기술하였다. 향후 기존의 인식 기술 이외에 유비쿼터스 컴퓨팅 환경으로 가면서 새롭게 이슈가 되는 분야에 대한 연구는 전세계적으로 시작 단계이다. 본 고에서 기술한 네가지 분야에

대해 커뮤니티 컴퓨팅, situation awareness, 자율 컴퓨팅 환경에 적합한 휴먼 인터페이스를 연구하는 것이 향후 과제이다.

참고문헌

- [1] 조위덕, Ubiquitous Computing, UCT Workshop 2005, 2005. 4.
- [2] Kyung-Nam, K., Ramakrishna, R. S., Vision-Based Eye-Gaze Tracking for Human Computer Interface, IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. 2, 1999.
- [3] Wu, Y., and Huang T. S., Vision-Based Gesture Recognition: A Review, LNAI, No. 1739, pp. 103-115, 1999.
- [4] Gunes, M., Piccardi, M., and Jan T., Face and Body Gesture Recognition for a Vision-Based Multimodal Analyzer, Conferences in Research and Practice in Information Technology, Vol. 36, 2004.
- [5] Sowa, T., Frohlich, M., and Latoschik, M. E., Temporal Symbolic Integration Applied to a Multimodal System Using Gestures and Speech, LNAI, No. 1739, pp.291-302, 1999.
- [6] LaViola, J. J., A Multimodal Interface Framework for Using Hand Gestures and Speech in Virtual Environment Applications, LNAI, No. 1739, pp. 303-314, 1999.
- [7] Pantic, M., and Rothkrantz, L. J. M., Towards an Affect-Sensitive Multimodal Human-Computer Interaction, Proceedings of the IEEE, Vol. 91, No. 9, pp. 1370-1390, 2003.
- [8] Kray, C., Wasinger, R., and Kortuem, G., Concepts and issues in interfaces for multiple users and multiple devices, Proceedings of the workshop on Multi-User and Ubiquitous User Interfaces(MU3I), ISSN 0944-7822, pp. 77-11, 2004.
- [9] C. Darwin, The expression of emotions in man and animals. John Murray, London, 1872.
- [10] P. Ekman and W. Friesen, Unmasking the Face. A guide to recognizing emotions from facial clues. Palo Alto. Consulting Psycho-

logists Press, 1975.

- [11] Pandzic, R. Forchheimer, MPEG-4 facial animation - the standard, implementations, and applications, John Wiley & Sons, 2002.
- [12] Non-photorealistic 3-D Facial Animation on the PDA Based on Facial Expression Recognition, Smart Graphics 2004, LNCS 3031, pp. 11-20, 2004.
- [13] S-M Choi, Y-G Kim, D-S Lee, S-O Lee and G-T Park.
- [14] Light, J., and Miller, J.D., Miramar: A 3D Workplace. In Proceeding of the IEEE IPCC 2002, 271-282, Portland.
- [15] Light, J., Considering Ubiquitous Display Interactions, IR-TR-2004-237, Reserach Library, Intel Research, 2004.
- [16] Streitz, N., Roecker, C., et al., Situated Interaction with Ambient Information: Facilitating Awareness and Communication in Ubiquitous Work Environments. HCI International 2003.
- [17] Russell, D.M., Streitz N., Winograd T., Building Disappearing Computers, Communications of the ACM, Vol. 48, No. 3, 2005.
- [18] Vogel, D., Balakrishnan, R., Interactive Public Ambient Displays : Transitioning from Implicit to Explicit, Public to Personal, Interaction with Multiple Users, Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, 2004.
- [19] Terada, T., Tsukamoto, M., Hayakawa, K., and Kashitani, A., Ubiquitous Computing Using Rule-Based I/O Control Devices, NEC Res. & Develop., Vol. 44, No. 4, October 2003, pp. 321-327.
- [20] Terada, T., et al., Ubiquitous Chip: a Rule-based I/O Control Device for Ubiquitous Computing, LNCS, Pervasive 2004.
- [21] Zeidler, A., User Interface Design for Ubiquitous Computing, 2004.

김 용 국



1982 고려대학교 전기공학(학사)
 1984 고려대학교 전기공학(석사)
 1997 University of Cambridge(박사)
 1984~1986 LG전자 중앙연구소 연구원
 1986~1989 KT 연구소 전임연구원
 1995~1997 네덜란드 Helmholtz Robot Institute, EU Research Fellow
 1998~2001년 미국 Smith-Kettlewell Vision Institute, Research Associate

2001~현재 세종대학교 컴퓨터공학부 부교수
 관심분야: Human-Computer/Robot Interaction, 얼굴 및 표정인식, Machine Learning
 E-mail : ykim@sejong.ac.kr

백 성 옥



1987 서울대학교 계산통계학과(학사)
 1992 미국 Northern Illinois University (석사)
 1999 미국 George Mason University (박사)
 1997~2002 미국 버지니아 Datamat Systems Research Inc. Senior Scientist
 2002~현재 세종대학교 컴퓨터공학부 조교수, 부교수

관심분야: 컴퓨터비전, 데이터마이닝, 데이터베이스, 이미지프로세싱, 컴퓨터 게임, 가상현실, 디지털콘텐츠
 E-mail : sbaik@sejong.ac.kr

권 태 경



1992 연세대학교 컴퓨터학과(학사)
 1995 연세대학교 컴퓨터학과(석사)
 1999 연세대학교 컴퓨터학과(박사)
 1999~2000 U.C. Berkeley, Post-Doc 연구(과학재단 및 삼성전자 후원)
 2000. 10~2001. 2 데이터웨이브 이사
 2001~현재 세종대학교 컴퓨터공학부 조교수

관심분야: 정보보호, 암호프로토콜, 컴퓨터 네트워크, 센서네트워크 보안,
 E-mail : tkwon@sejong.ac.kr

최 수 미



1993 이화여자대학교 전자계산학과(학사)
 1995 이화여자대학교 전자계산학과(석사)
 2001 이화여자대학교 컴퓨터학과(박사)
 1998. 6~1998. 12 Fraunhofer Institute for Computer Graphics, Germany, 방문연구원
 2001~2002 이화여자대학교 정보통신 연구소 연구전임강사
 2002~2004 세종대학교 컴퓨터공학부 전임강사

2004. 3~현재 세종대학교 컴퓨터공학부 조교수
 관심분야: 컴퓨터 그래픽스, 가상/증강현실, 인간과 컴퓨터 상호작용, 의료영상처리
 E-mail : smchoi@sejong.ac.kr

유 성 준



1982 고려대학교 전자공학과(학사)
1990 고려대학교 전자공학과(석사)
1996 시라큐스대학교 전산학과(박사)
1982~2000 한국전자통신연구원 책임
연구원 팀장
2000~2002 서치케스트 기술연구소장
2002~현재 세종대학교 컴퓨터공학부
조교수, 부교수
관심분야: 상황인지 기반 유비쿼터스 컴퓨
팅, 멀티미디어 시맨틱 웹, 데이터베
이스, 유비쿼터스 휴먼 인터페이스

E-mail : sjyoo@sejong.ac.kr
