

논문 2009-5-13

유비쿼터스 환경과 상호작용을 위한 착용형 도움 슈트 개발

Development of Wearable Assistance Suite for Interaction with Ubiquitous Environment

서용호*, 한태우**

Yong-Ho Seo, Tae-Woo Han

요 약 일상생활의 상황을 이해하고 다양한 전자매체들과 지능적으로 의사소통할 수 있는 착용형 컴퓨터가 유비쿼터스 환경에서 사용자를 위한 에이전트로서 매우 유용할 것이다. 본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자가 다양한 정보 에이전트들과 상호작용할 수 있는 새로운 형태의 컴퓨팅 시스템으로서 착용형 도움 슈트를 제안한다. 개발된 시스템은 사용자가 사용하거나 통신하기를 원하는 상호작용형 전자매체를 자동으로 감지할 수 있다. 이러한 상호작용 능력을 활용하여 사용자와 각각의 매체들을 중재하고 이 시스템을 착용하고 있는 사용자에게 친숙한 인터페이스를 제공한다. 또한 유비쿼터스 환경에서 상호작용형 전자매체들과 상호작용하는 모습을 연출함으로써 제안된 시스템의 사용법을 설명한다.

Abstract The wearable computer that can understand the context of human life and intelligently communicate with various electronic media in ubiquitous computing environment would be very useful as an assistant for humans. In this paper we introduce an intelligent wearable assistance suite. The proposed wearable suite can interact with both humans and electronic media in ubiquitous computing environment. The developed system can sense the interactive electronic media that a user wants to use and also communicate with it. By utilizing these interaction capabilities, it intermediates between each media and the user and offers a friendlier interface to the user who wears this system. We also show the usages of the proposed system by demonstrating its interaction with the interactive electronic media in ubiquitous computing environment.

Key Words : Wearable Computer, Human Computer Interaction, Environment Sensing, Ubiquitous Computing

I. 서 론

정보기술의 발달로 컴퓨터, 휴대폰, TV와 같은 전자 기기는 물론 일상생활 주변의 모든 사물들과 환경이 점점 더 지능화되어 가고 있다. 머지않아 우리 주변 도처에 널려있는 수많은 전자매체와 빈번하게 상호작용하는 환경을 경험하게 될 것이다[1]. 이러한 유비쿼터스 환경에

서는 정보의 흐름이 아주 빈번하게 발생하여 사용자가 모든 정보를 처리하기가 어렵기 때문에 정보를 선별하고 조정, 관리하는 컴퓨팅 디바이스가 필요하다[2,3]. 착용형 컴퓨터(Wearable computer)가 다양한 채널을 통해 정보들을 수집하고 분석하여 사용자에게 적절한 서비스를 제공하는 것이 가능하기 때문에 이러한 환경에서 사용자를 보조하는데 사용될 수 있을 것이다.

유비쿼터스 컴퓨팅 파라다임에서는 일상생활 속에 숨겨져 있는 전자 칩들을 통해 사용자에게 특화된 서비스

*정회원, 남서울대학교 컴퓨터학과

**정회원, 우송대학교 게임멀티미디어학과

접수일자 2009.9.3, 수정일자 2009.10.4

를 제공한다. 그리고 착용형 컴퓨팅 파라다임에서는 혈압, 맥박, 취미, 특기 등의 개인적인 정보를 인지하고 관리한다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 개인의 정보를 정확히 알아내야 맞춤형 서비스를 제공하는 것이 가능한데, 개인 정보들을 환경 속에 있는 정보 디바이스들이나 서버에 전송해야 하기 때문에 개인정보 유출과 같은 심각한 보안 문제가 발생할 수 있으며, 착용형 컴퓨팅을 사용하는 경우에는 이러한 문제가 해결될 수 있다.

우리가 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 착용형 컴퓨팅 기술을 적절하게 적용한다면 개인정보를 보호하면서 개인에게 더욱 특화된 지능형 서비스를 제공하는 것이 가능해질 것이다[8]. 유비쿼터스 환경 속에 존재하는 정보 디바이스들이 훨씬 더 지능화되었다고 하더라도 그러한 디바이스들을 제어하는 시스템이 어딘가에는 필요하기 때문에 착용형 컴퓨터가 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 중요한 역할을 할 것이다[4].

또한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 모든 사물들과 지나칠 정도로 많은 상호작용이 발생할 것으로 예상되며, 이러한 상호작용을 줄이지 않으면 사용자들이 불편함을 느끼게 될 것이다. 그래서 수많은 유비쿼터스 컴퓨팅 디바이스들과 사람이 상호작용하는 것을 보조하는 지능적인 착용형 컴퓨터를 설계하고 개발할 필요가 있다.

본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 다양한 정보 에이전트들과 상호작용하는 것이 가능한 새로운 형태의 컴퓨팅 시스템으로서 착용형 도움 슈트(WAS; Wearable Assistance Suite)를 제안한다. 실험결과로 유비쿼터스 환경에 있는 다양한 정보 디바이스들과 상호작용하는 것을 연출함으로써 착용형 도움 슈트의 가능성과 효용성을 보여준다.

II. 착용형 도움 슈트와 유비쿼터스 환경

착용형 도움 슈트(WAS; Wearable Assistance Suite)는 수많은 유비쿼터스 컴퓨팅 디바이스들을 감지하고 제어하며 통신할 수 있는 일종의 착용형 컴퓨터이다. WAS의 주요 목적은 사람과 유비쿼터스 컴퓨팅 디바이스들 사이에 직관적이고 편리한 상호작용 방법을 제공하는 것이다. 그림 1과 같이 사용자는 디바이스들에 대한 메뉴얼이나 전문지식이 없이도 이 인터페이스를 통하여 유비쿼

터스 컴퓨팅 환경에 퍼져 있는 디바이스들을 쉽게 제어하고 상호작용할 수 있다.

WAS는 인지 능력과 통신 능력을 활용하여 각각의 매체들과 사용자를 중재하고 이 시스템을 착용하고 있는 사용자에게 친숙한 인터페이스를 제공한다. WAS는 사용자의 사용 의도를 자동으로 감지하여 사용하고자 하는 유비쿼터스 컴퓨팅 디바이스를 알아낸 후 그 디바이스에 대한 정보를 파악해야 한다. 게다가 WAS는 사용자의 의도에 따라 전자 디바이스에서 제공되는 기능을 수행해야만 한다. 즉, 유비쿼터스 환경에서 WAS는 사람을 편안하게 해 주는 에이전트인 동시에 사람과 유비쿼터스 컴퓨팅 디바이스들을 중재하는 인터페이스이다.

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 위와 같은 일이 가능하기 위해서는 전자매체들이 상황이나 사용자의 감정 상태에 따라 작동이 되어야 한다. 본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자의 명령에 의해 제어될 뿐만 아니라 상황이나 사용자의 감정 상태에 반응하는 전자매체를 상호작용형 전자매체(IEM; Interactive Electronic Media)라고 정의한다. 이 상호작용형 전자매체는 TV, 비디오 플레이어, 에어컨 등과 같은 전자제품뿐만 아니라 사용자의 접근상태에 따라 자동으로 열리고 닫히는 커튼이나 사용자의 감정 상태에 따라 빛의 밝기를 조절하는 전등과 같은 지능형 매체들을 포함한다. 이 새로운 개념의 전자매체는 임베디드 컴퓨터 칩이나 센서들이 장착된 모든 일상생활의 사물들을 포함하는 개념이다.

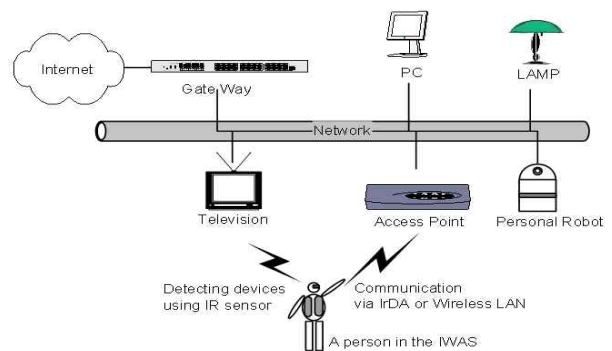


그림 1. WAS 개념도
Fig. 1. Concept of WAS

III. 착용형 도움 슈트 개발

본 장에서는 개발된 착용형 도움 슈트의 하드웨어 구

조와 입출력 구성에 대해 설명한다. 개발된 착용형 도움 슈트인 WAS는 터치센서, 제스처 검출을 위한 3축 위치 센서 및 음성입력을 위한 마이크를 기본 입력장치로 탑재하고 있다. 또한 유비쿼터스 환경에 존재하는 각각의 전자매체들과 통신하기 위해 IRID(Infrared Identification) 리더와 범용 리모트 컨트롤 하드웨어를 자체 개발하여 탑재하였다. 특히 이들 입력 하드웨어들은 USB 인터페이스를 이용해 메인컴퓨터와 연결되어 있다. 출력 장치로는 소형 스피커와 단안 투과형 HMD(Monocular See-through HMD)가 착용형 슈트에 장착되어 있다.

개발되어진 착용형 도움 슈트 WAS의 외형은 그림 2와 같다. 이 프로토타입은 착용형 컴퓨터의 전형적인 구성을 가지며 특히 실재환경에서 착용하기에 용이하도록 조끼 형태로 디자인되어 있다.



그림 2. 착용형 도움 슈트 프로토타입
Fig. 2. The Prototype of the WAS

개발된 WAS 프로토타입의 하드웨어 구조도는 그림 3과 같다. 이 프로토타입의 입력 장치들을 고안할 때, 사용자 편의성 측면에서 양팔의 자율성을 최대한 고려하였다. 따라서 개발된 프로토타입은 음성입력을 위해 HMD 측면에 헤드셋 형태의 마이크로폰을 탑재하였으며, 터치센서로 Tekscan사의 FSR(Force Sensing Register) 센서를 이용한 센서 유닛들을 슈트 전면 가슴부위에 내장하였다. 또한 제스처 검출을 위해 마이크로인피니티사의 3축 위치 센서(3-axis Postural Sensor)인 MI-A330LS를 FM방식의 무선 데이터 전송 인터페이스를 자체 개발하여 탑재하였다. 이 제스처 검출 모듈은 팔목에 탈부착이 용이하도록 스포츠 밴드 형태로 고안되어졌다. 제작된 FSR

센서 유닛과 무선 3축 위치 센서 모듈은 그림 4와 같다.

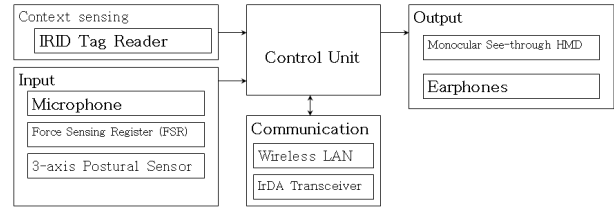


그림 3. 착용형 도움 슈트 WAS 하드웨어 구조도
Fig. 3. Hardware Structure of the WAS

슈트에 장착된 여러 개의 FSR센서 유닛들은 사용자가 슈트를 눌렀을 때 눌러진 압력 값을 측정하여 메인컴퓨터로 전달한다. 제스처 검출을 위한 무선 3축 위치센서 모듈은 Roll, Pitch, 그리고 Yaw의 3축 회전각과 각 축에서의 가속도 값을 RS232인터페이스로 출력한다.

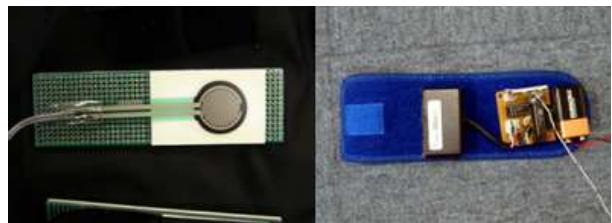


그림 4. FSR센서 유닛과 3축 위치센서 모듈
Fig. 4. FSR Sensor Unit and 3-axis Postural Sensor Module

프로토타입의 출력장치로 고안된 소형 스피커와 단안 투과형 HMD는 메인 컴퓨터에 직접 연결되어져 있다. 또한 착용형 도움 슈트의 메인컴퓨터로는 JVC사의 모바일 미니 노트 PC가 사용되었다. 기존 착용형 컴퓨터 시스템들이 산업용 소형 PC 보드들을 사용하는데 비해 본 프로토타입 개발에는 최근의 향상된 컴퓨터 성능과 소형화 및 배터리를 탑재한 컴퓨터의 필요성, 빠르고 손쉬운 개발 등을 고려해 모바일 미니 노트북을 최종적으로 선정하였다.

착용형 도움 슈트의 메인 컴퓨터인 미니 노트북은 무선 LAN, USB, PCMCIA 및 IEEE1394 등과 같은 다양한 입력 인터페이스를 지원한다. 미니 노트북은 제작된 슈트의 등 부분 안쪽에 마련된 포켓에 장착되어졌다.

본 논문에서는 그림 1에서 표현된 향후 유비쿼터스 환경에 존재하게 될 여러 전자매체들과 사용자를 대신해 상호작용하기 위한 도구로 WAS를 정의하였다. 따라서 이들 전자매체와 상호작용하는 일반적인 인터페이스로

무선 LAN과 블루투스 등을 고려하고 있다. 하지만 현시점에서 네트워크 환경에 접속되어 있으면서 통신과 제어 가능한 전자매체는 찾아보기가 힘들다. 따라서 기존에 존재하는 TV 혹은 비디오 등과 같은 기존 전자매체들을 위한 인터페이스로 적외선 방식의 범용 원격 조종기를 탑재하였다.

착용형 컴퓨터에서 사용자가 어느 전자매체를 사용하고자 하는지 그 의도를 파악하는 것은 매우 중요한 기능이다. 이를 위해 본 논문에서는 착용형 도움 슈트가 사용자의 위치정보를 파악하기 위해 IRID Tag 송신기를 각 전자매체의 정면에 배치하였다. 또한 이를 감지하기 위한 IRID 리더를 착용형 도움 슈트에 장착하여 사용자가 바라보는 전자매체를 검출해냄으로써 사용자의 의도정보를 파악하였다. 전자매체에 장착된 각각의 IRID Tag 송신기는 해당하는 전자매체를 의미하는 고유코드를 주기적으로 전자매체를 바라보는 방향으로 송출한다. IRID 리더는 착용형 슈트에 장착된 HMD 옆에 장착하였다. 이는 일반적으로 사용자가 해당 전자매체를 사용하고자 할 때 그 전자매체가 있는 방향을 주시하는데 착안하여 IRID 리더 위치를 선정된 것이다.

이러한 적외선기반 장치들을 이용해 착용형 슈트는 사용자가 특정 전자매체에 접근하였을 때 그 위치와 해당 전자매체의 정보를 파악하게 할 수 있게 되었다. 또한 장착된 범용 원격 조종기를 이용해 파악된 해당 전자매체의 종류에 따라 원하는 제어명령을 전달할 수 있게 되었다. 제작된 범용 원격 조종기와 IRID 리더 및 IRID Tag는 그림 4와 같다.

본 논문에서는 앞서 설명한 착용형 슈트의 입력장치들인 FSR센서 유닛들의 아날로그 신호입력 값 처리, 무선 제스처 검출 모듈로부터 수신된 데이터 처리 및 IRID 리더에서 수신된 적외선 코드의 신호처리와 범용 원격 조종기의 인터페이스를 위해 통합 컨트롤러를 자체 개발하였다. 개발된 이 통합 컨트롤러는 측정된 값들을 주기적으로 USB 인터페이스를 통해 메인 컴퓨터로 전달하며, 메인 컴퓨터에서 전달된 원격 조정 신호를 범용 원격 조종기로 전달한다. 이 통합 컨트롤러 제작에는 8채널의 10비트 A/D변환기와 두 개의 UART 시리얼 통신포트 및 다수의 범용 입출력 포트를 내장한 ATMEL사의 8비트 마이크로컨트롤러인 ATMEGA 163이 사용되었다. 메인 컴퓨터와의 USB 인터페이스를 위해 FTDI사의 시리얼-USB 컨버터칩인 FT232를 보드에 내장하였다.

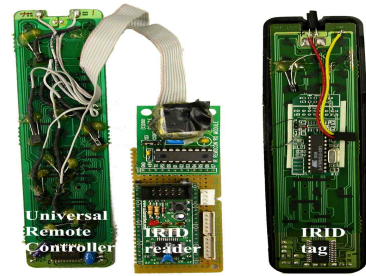


그림 4. 범용 원격 조종기와 IRID 리더 및 IRID Tag
Fig. 4. Universal Remote Controller and IRID Tag Reader and IRID Tag

IV. IRID를 이용한 착용형 도움 슈트의 전자매체 자동 감지 및 상호작용 실험

유비쿼터스환경에서 사용자의 위치를 파악하는 것은 사용자의 의도를 파악하는데 매우 중요한 정보 중 하나이다. 음성 인식과 제스처 인식은 사용자의 의도를 파악하는데 사용되어지지만 이들 두 인식기법 모두 특정한 형태의 입력조건을 필요로 한다. 가령 사용자의 음성을 인식하기 위해 특정 신호대잡음 비율(SNR) 이상의 조건을 만족해야 하거나 제스처 인식에서 시작과 종료를 검출하기 위해 사용자가 팔의 움직임을 임의의 시간동안 멈추어야 하는 것 등이 이러한 특정 입력조건에 예이다. 이에 비해 위치정보는 가장 직관적이고 특정 입력조건 없이 검출이 가능하다는 장점이 있다. 또한 사용자가 현재 어떤 전자매체와 상호작용하고자 하는지 그 의도를 알아내는데 있어 매우 신뢰할만한 단서를 제공한다. 예를 들어 사용자가 TV를 시청하고 싶은 경우, 먼저 사용자는 TV 근처로 이동해 TV를 바라보는 행동을 취할 것이다. 따라서 제안된 착용형 슈트는 사용자가 향하고 있는 방향에서 임의의 거리 내에 있는 전자매체를 자동으로 감지하는 기술을 이용해 사용자의 의도를 파악하게 하였다. 사용자나 특정 물체의 위치파악과 관련된 연구로는 컴퓨터 비전기반 감지기법, RFID를 이용한 기법 및 적외선을 이용한 감지기법 등이 제안되어 졌다[5,6,7].

본 연구에서는 이들 기법 중 적외선기반의 감지기법을 채택하였다. 개발된 IRID Tag를 이용한 전자매체 자동 감지시스템의 구성요소는 다음과 같다. 첫째, 전자매체 구분을 위한 IRID Tag들, 둘째 이들 Tag를 읽을 수 있는 IRID 리더, 마지막으로 IRID 리더로부터 입력된 연속된 Tag 데이터들을 처리하여 전자매체를 최종 인식하

는 부분이다.

각 IRID tag들은 해당하는 전자매체에 장착되어져 있으며, 초당 5번씩 주기적으로 IRID를 앞쪽 방향으로 송신한다. 착용형 도움 슈트를 입은 사용자가 해당 전자매체 IRID Tag를 검출 가능한 거리 이내에 들어와서 전자매체를 바라볼 경우 IRID 리더는 Tag 데이터를 감지하게 된다.

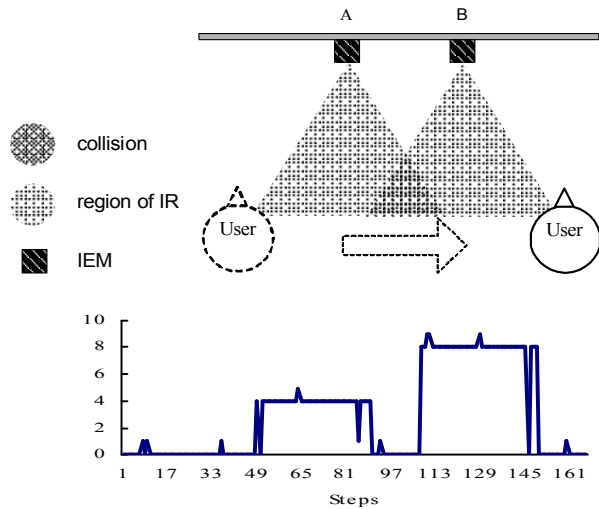


그림 5. IRID를 이용한 전자매체 자동 감지 실험
Fig. 5. Automatic Media Identification Experiment using IRID

그림 5는 제작된 전자매체 자동 감지 시스템을 이용해 사용자가 같은 벽면에 존재하는 두 개의 전자매체를 지나가면서 바라볼 경우의 실험결과를 보여준다. 실험결과에서 알 수 있듯이 본 시스템은 두 개의 전자매체가 송신하는 IRID Tag의 시야가 겹치는 구간에서 발생한 신호 혼선(Collision)으로 인한 Tag정보의 손실을 감안하고서라도 매우 정확한 전자매체 감지 성능을 보여주었다. 특히 전자매체를 최종 인식하는 부분에서는 이러한 잡음(Noise) 데이터의 처리를 위해 IRID 리더에서 입력된 Tag 데이터들을 누적하여 급격한 감지 결과의 변화와 경쟁상태(Race Condition)를 처리하였다.

적외선기반 전자매체 자동 감지 시스템은 비전기반 혹은 RFID 방식과 비교해 다음과 같은 장점을 가진다. 첫째, 제작과 설치, 유지보수에 있어 가격적으로 매우 저렴하다. 둘째, 비전기반 방법에 비해 실내 환경의 조명변화에 강인하다. 즉 야간에 조명이 없는 환경에서도 동작이 가능하다. 마지막으로 적외선센서를 사용해 Tag 자체

가 지향성을 가지고 있어 바라보는 방향에서만 인식이 가능하며, 적외선 송신 센서를 변경하여 송신 범위와 각도를 용이하게 조정할 수 있다. 또한 RFID와 비교해 한 순간에 한 개의 전자매체만을 감지해 내는 특징이 있다. 이는 RFID의 경우 그림 6에서와 같이 Tag를 정확히 감지하기 위해 최대한 리더가 Tag에 근접해야하며 송신출력을 높일 경우 이에 비례해 충돌이 매우 빈번하게 일어나거나 한 번에 여러 개의 Tag가 동시에 감지되는 문제점이 있다.

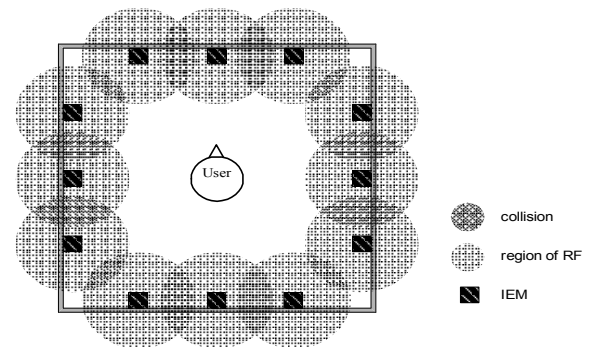


그림 6. RFID를 이용한 매체 인식과 충돌사례
Fig. 6. RFID Media Identification and its Collision Map

그림 7은 착용형 도움 슈트가 IRID Tag를 감지하여 TV를 자동으로 인식한 후 관련 도움메뉴 출력하는 상호작용 실험장면이다.



그림 7. IRID Tag를 통한 TV인식 및 도움메뉴 출력
Fig. 7. Identification of TV using IRID Tag and Showing its Help Menu

V. 결론

본 연구에서는 유비쿼터스 환경과 상호작용을 위한

착용형 도움 슈트를 제안하고 그 프로토타입을 제작하였다. 제안된 착용형 도움 슈트는 사용자를 대신해 유비쿼터스 환경에 존재하는 수많은 전자매체들과의 상호작용을 수행하고 전자매체와 사용자 사이의 지능적인 중재 역할을 수행하기 위해 고안되어 졌다. 또한 착용형 도움 슈트의 프로토타입을 제작하였으며, 사용자 의도 파악을 위해 IRID기반 전자매체 자동 감지방범 시스템을 제작하여 탑재하였다. 마지막으로 IRID를 이용한 전자매체 자동 감지 실험과 감지 후 전자매체와의 상호작용 실험을 통해 제작된 착용형 도움 슈트의 효용성과 향후 적용 가능성에 대해 검증하였다.

마지막으로 그림 8에서와 같이 제안된 착용형 도움 슈트가 적용될만한 응용 사례로는 장애인 혹은 노약자의 응급상황을 감시하고 도우미(Helper), 공장 혹은 야외현장에서 기계의 검사 및 수리, 조립방법을 도와주는 조언자(Adviser), 테마파크, 박물관, 미술관 등에서 이 장치를 착용한 방문객들이 현재 관람중인 전시품들에 대한 정보를 알려주는 여행가이드(Tour Guider), 상호작용형 매체 예술 작품을 위한 상호작용 인터페이스 등을 포함해 다양한 분야에 적용될 수 있을 것이다.

향후에는 제작된 시스템을 이용해 단순 전자매체 인식의 개념을 넘어 현재 사용자와 전자매체간의 상호작용 패턴 및 행동패턴 분석을 통한 문맥인식(Context awareness) 방법과 오픈 에이전트 구조(Open Agent Architecture)를 적용한 기존 소프트웨어 에이전트와의 연동 방법에 대하여 연구할 것이다.

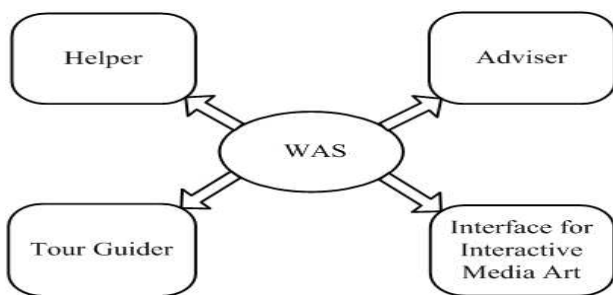


그림 8. WAS의 향후 응용사례
Fig. 8. Applications of the WAS

the ACM, July 1993

[2] Chris Thompson, Lawrence J. Najjar, and Jennifer J. Ockerman, "Wearable computer based training and performance support systems", In S. Aronberg(Ed.), 19th Interservice/Industry Training, Simulation and Education Conference Proceedings, Arlington, VA: National Training Systems Association, pp. 746-752.

[3] Eric L. Jorgensen, "The Interactive Electronic Technical Manual Overview - Setting the Stage", AFEI CALS Expo International 1994, Oct., 1994.

[4] Steve Mann, "Wearable Computing: a first step toward personal imaging", IEEE Computer, Vol. 30, No. 2, 1997, pp. 25-32.

[5] Thad Starner, Bernt Schiele, and Alex Pentland, "Visual Contextual Awareness in Wearable Computing", IEEE International Symposium on Wearable Computers, 1998.

[6] Sanjay E. Sarma, Stephen A. Weis, and Daniel W. Engels, "RFID Systems and Security and Privacy Implications", Workshop on Cryptographic Hardware and Embedded Systems, 2002.

[7] Thad Starner, Dana Kirsch, and Solomon Assefa, "The Locust Swarm: An Environmentally-powered, Networkless Location and Messaging System", IEEE International Symposium on Wearable Computers, Cambridge, MA, 1997.

[8] Rhodes, B. J., Minar N., & Weaver, J. (1999). Wearable Computing Meets Ubiquitous Computing: Reaping the best of both worlds. In proceedings of the ISWC, 141-149.

참 고 문 헌

[1] Mark Weiser, "Some Computer Science Problems in Ubiquitous Computing", Communications of

저자 소개

서 용 호(정회원)



- 1999. KAIST 전산학 학사
- 2001. KAIST 전자전산학 석사
- 2007. KAIST 전자전산학 박사
- 2007. 미국 MS로보틱스그룹 인턴연구원
- 2008. 미국 쉐컴 과장
- 2009~현재 남서울대학교 컴퓨터학과

전임강사

<주관심분야 : 지능로봇, 휴머노이드, 유비쿼터스 컴퓨팅, 임베디드시스템>

한 태 우(정회원)



- 1996. KAIST 전산학과 학사
- 1998. KAIST 전산학과 석사
- 2005. KAIST 전자전산학과 박사
- 2005~2007. KAIST 정보전자연구소
- 2007~현재 우송대학교 게임멀티미디어학과 전임강사

<주관심분야 : 컴퓨터비전, 혼합현실감, 게임제작, 멀티미디어, 디지털콘텐츠, 엔터테인먼트로봇>