

URC에서의 소프트웨어 로봇 기술

김 현, 조영조(한국전자통신연구원 지능형로봇연구단)

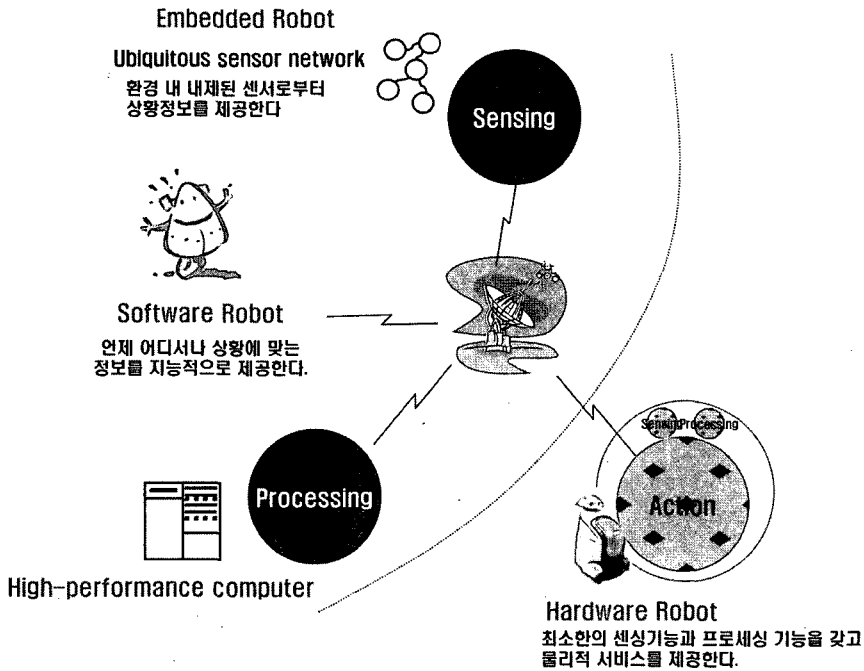
요 약

URC(Ubiquitous Robotic Companion)는 기존 로봇에 네트워크 및 정보 기술을 접목한 지능형 서비스 로봇의 새로운 개념으로서, 언제, 어디서나 나와 함께하며, 나에게 필요한 서비스를 제공하는 네트워크 기반 로봇이다. URC에서의 서비스는 물리적인 로봇뿐만 아니라 환경 내 내재된 임베디드 로봇 및 소프트웨어 로봇을 통해서 제공받을 수 있게 된다. 소프트웨어 로봇은 "유비쿼터스 네트워크 환경에서 언제 어디서나 상황에 맞는 정보와 서비스를 능동적으로 제공하는 새로운 개념의 지능형 소프트웨어"로 정의된다. 본 고에서는 이러한 소프트웨어 로봇의 개념과 이 개념을 지원하기 위한 시스템에 대해 논의한다.

1. 서 론

URC(Ubiquitous Robotic Companion)는 IT 기반 지능형 서비스 로봇의 새로운 패러다임으로서, "언제 어디서나 나와 함께 하며 나에게 필요한 서비스를 제공하는 로봇"이다. 기존 로봇

에 네트워크 및 정보 기술 등의 IT 인프라를 최대한 활용함으로써, 단품 로봇의 차별성과 더불어 편리성을 제공하고자 하는 것이 목표이다. 즉, URC에서 궁극적으로 추구하고자 하는 바는 로봇 자체에서 처리되던 센싱, 프로세싱 및 행위 기능을 네트워크를 통해 분산하자는 것이고, 나아가서는 외부의 센싱 기능과 외부의 프로세싱 기능을 네트워크를 통해 충분히 활용할 수 있도록 하는 것이다(그림 1). 즉, 로봇 자체의 센싱 기능을 늘려가기 보다는 외부 환경에 내재된 센서 기능을 활용할 수 있게 하고, 기존 로봇의 프로세싱을 높이기보다는 원격지의 고기능 서버를 활용할 수 있게 하자는 것이다. 센싱 기능이 보완된다면, 외부 환경 및 사용자의 상황 인지가 훨씬 더 좋아질 수 있으며, 이에 따라 로봇이 보다 능동적으로 행동을 할 수 있게 된다. 또한 프로세싱의 제약이 극복됨으로써, 로봇의 기능이 그만큼 확장되고, 다양한 서비스가 가능해지며, 궁극적으로는 로봇의 지능이 높아질 수 있게 된다. 나아가, 사용자는 로봇을 떠나 있어도 원격지 서버에 접속하여 언제 어디서나 다양한 로봇 서비스를 받을 수 있게 된다. 따라서 URC 서비스는 물리적인 로봇뿐만 아니라 환경 내 내재된



〈그림 1〉 URC의 개념

임베디드 로봇 및 소프트웨어 로봇을 통해서 제공받을 수 있게 된다. 본 고에서는 URC에서의 소프트웨어 로봇에 대해 논의한다. 본 고의 구성은 다음과 같다. II장에서는 소프트웨어 로봇의 개념 및 기능에 대해 기술한다. III장에서는 소프트웨어 로봇을 위한 시스템 구성 및 그 내용에 대해 설명한다. IV장에서는 본고의 결론을 논의한다.

II. 소프트웨어 로봇의 개념

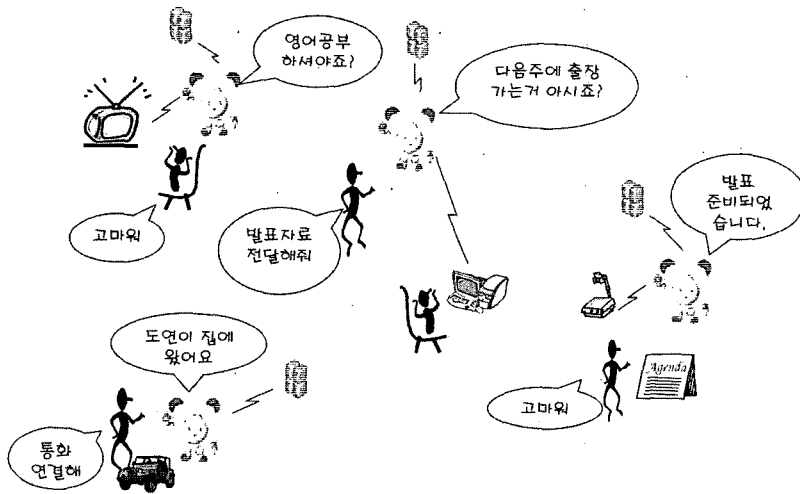
URC에서 소프트웨어 로봇은 “유비쿼터스 네트워크 환경에서 실세계 객체와 통신하며, 언제 어디서나 상황에 맞는 정보와 서비스를 사용자에게 능동적으로 제공하는 새로운 개념의 지능형 소프트웨어”로 정의한다. 소프트웨어 로봇은 하드웨어 로봇과 마찬가지로 환경 정보를 센싱

하고 그 정보를 기반으로 할 일을 계획하며, 그 결과를 수행하거나 그 행위를 로봇이나 주변의 다른 기기에게 대행하도록 한다. 소프트웨어 로봇의 역할은 나와 함께 생활하면서, 지적, 감성적 동반자로서 개인 비서, 친구 또는 가정의 집사가 될 수 있다. 그림 2는 소프트웨어 로봇의 서비스 예를 보여준다.

소프트웨어 로봇은 URC의 개념과 같은 서버/클라이언트 구조를 구성되며, 고성능 서버(URC 서버)와의 통신을 통해 다음과 같은 몇가지 목표 기능을 제공한다.

첫째, 나를 알아보고 내 말을 알아듣는다.

이는 소프트웨어 로봇의 가장 중요한 기능 중의 하나인 사용자와 상호작용을 위한 기능으로 음성인식 및 영상인식 기술 등과 연관된다. URC에서의 소프트웨어 로봇은 프로세싱 능력



〈그림 2〉 소프트웨어 로봇의 서비스 예

이 충분하지 않은 단말에서도 서비스를 제공하기 때문에 음성 및 영상인식 기능은 URC 서버를 통해 지원받게 된다. 따라서 소프트웨어 로봇의 목표 기능 중의 하나는 로봇이 URC 서버를 통해 보다 효율적으로 음성 및 영상인식을 할 수 있도록 하는 것이다.

둘째, 언제 어디서나 서비스를 제공한다.

소프트웨어 로봇은 기본적으로 네트워크를 통해 원격지의 서버에서 제공하는 서비스를 사용자가 언제 어디서나 제공받을 수 있도록 해야 한다. 이는 공간적/시간적 제약이 없어야 할 뿐만 아니라 사용자의 디바이스에 제약이 없이 서비스를 제공할 수 있어야 한다는 의미이다. 소프트웨어 로봇이 탑재된 단말이 네트워크에 연결되어 있다면, 공간적/시간적 제약은 해결될 수 있지만 사용자 디바이스의 제약을 해결하는 것은 중요한 이슈 중의 하나이다. 즉 원격지의 서비스를 수행을 위해 필요한 프로그램 코드가 사용자의 정보단말(device)에 동적으로 이동해 올 수

있어야 하며, 사용 정보 단말의 특성을 어떤 방법으로든 인식하여 인식된 디바이스의 특성에 맞도록 서비스를 재구성할 수 있어야 한다.

셋째, 현재의 상황을 이해해서 그 상황에 맞는 서비스를 능동적으로 제공한다.

URC에서의 소프트웨어 로봇은 주변 환경에 내재된 센서 또는 응용 시스템으로부터 정보를 쉽게 얻을 수 있으며, 따라서 “서비스가 실행되는 환경”과 “서비스를 받는 사용자”에 대한 상황 인식이 훨씬 더 좋아질 수 있다. 상황을 인식한다는 것은 서비스 수행과 관련된 많은 정보들을 사용자가 일일이 명시적으로 입력해주지 않더라도 소프트웨어 로봇이 상황을 이해해서 그 상황에 맞는 서비스를 제공할 수 있어야 한다는 것을 의미한다. 이를 위해서는 외부 환경과 사용자에 대한 상황을 인식할 수 있어야 한다. 환경을 인식한다는 것은 서비스가 실행되는 공간을 인식하고 그 공간 내 존재하는 객체 및 그 객체의 상태를 인식한다는 것이다. 또한 사용자를 인식

한다는 것은 사용자가 누구이고 그 사용자의 취향, 감성 및 의도 등을 인식한다는 것이다. 또한 수집된 정보는 필요한 응용에 적절해 분배되어 활용될 수 있도록 해야 한다.

넷째, 성장한다.

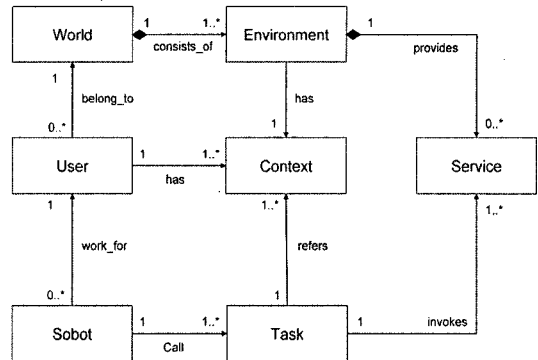
소프트웨어 로봇이 성장한다는 것은 지식과 감성을 갖고 있음을 전제하고 있고, 이러한 지식과 감성이 사용자와의 상호작용을 통해 시간에 따라 성장해간다는 의미이다. 이를 위해서 소프트웨어 로봇은 지식을 저장하고 관리하고 있어야 하며, 그 지식을 학습을 통해 발전시킬 수 있어야 한다. 또한 소프트웨어 로봇이 제공하는 서비스 역시 새로운 서비스에 대한 사용자의 요구에 의해 지속적으로 갱신되어야 한다. 소프트웨어 로봇은 감성을 갖는다. 이는 소프트웨어 로봇을 통해 표현되는 Characteristics, Emotion 및 Behavior Pattern 등을 갖는 것을 의미한다. 시간이 지나면서 감성이 풍부해질 수 있어야 한다.

본 고에서는 이러한 소프트웨어 로봇의 목표 기능을 만족하기 위해 ETRI에서 개발 중인 시스템에 대해 논의하고자 한다.

III. 소프트웨어 로봇 시스템 소개

1. 개요

소프트웨어 로봇 관점에서의 실세계는 물리공간 (Physical World)과 가상공간(Cyber World)으로 구성된다. 물리공간은 실제적인 물리객체 (Physical Object)들로 구성되어 있으며, 사람은 이러한 물리객체와의 상호작용을 통해 일을 한다. 가상공간은 물리공간을 추상화 것으로써, 물

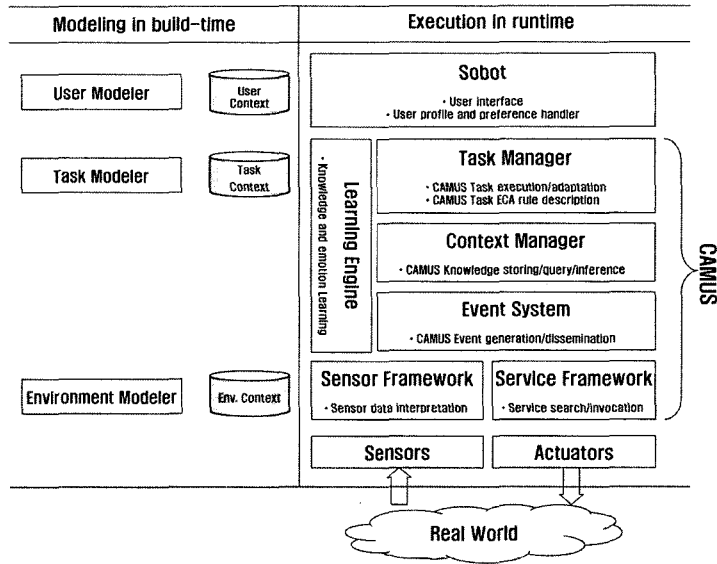


〈그림 3〉 소프트웨어 로봇 시스템의 개념 모델

리객체들을 매핑한 전산 자원들로 모델링된다. 소프트웨어 로봇은 사람을 대신하여 가상공간과의 상호작용을 통해 일을 한다. 예를 들어, 물리공간에서 커피포트가 있다고 하고 이 커피포트에 네트워크 통신이 가능한 센서와 제어기가 부착될 수 있다면, 이 커피포트는 가상공간에서 커피포트 객체로 존재할 수 있다. 물리공간에서의 커피포트와 관련된 정보(물이 들어 있는지, 뜨거운지 등)는 센서를 통해 가상공간에서의 커피포트 객체로 전달될 수 있다. 소프트웨어 로봇이 사용자가 커피를 마실 수 있도록 하기 위해서는 가상공간에서의 커피포트 객체의 속성 중 전원값을 ON으로 변경함으로써, 물리공간의 커피포트에 전원을 ON시키게 된다.

이러한 배경에서 소프트웨어 로봇 시스템은 상위 개념에서 그림 3과 같은 추상화된 개체들로 모델링된다.

World는 물리공간을 추상화한 가상공간으로서 여러 개의 Environment를 갖는다. Environment는 임의의 한정된 공간을 추상화한 것으로 컴퓨터와 통신이 가능하고 고유의 식별자를 갖는 각종 센서와 장치들로 구성된다. Service는 Environment 내에 존재하는 다양한 자원의 물



〈그림 4〉 소프트웨어 로봇 시스템의 구조도

리적 기능을 가상공간에서 수행할 수 있는 컴퓨터 프로그램 모듈이다. 사용자 역시 식별자, 프로파일 정보, 선호사항 정보 등을 갖는 가상공간상의 사용자로 매핑된다. 실세계의 사용자는 Sobot이라는 인터페이스를 통해 가상공간에 접근한다. Sobot은 실세계의 로봇과 같은 역할을 하며, World의 상태를 받아들이고 이에 따른 작업을 수행하여 World의 상태를 변화시킨다. 이러한 과정은 Task의 수행에 의해 이루어진다. Task는 사용자의 요청이나 필요한 상황에 따라 수행해야 할 일련의 행위의 집합이다. Context는 Task가 특정한 상황에 맞게 수행함에 있어서 필요한 제반 정보 및 지식을 의미한다. 다양하고 복잡한 Context의 의미와 그 상관관계를 이해하여 Task를 수행하는 것은 소프트웨어 로봇의 지능적이고 능동적인 특성이 된다. Context의 추출은 기본적으로 특정 Environment의 데이터를 기술한 사실 및 이들 간의 관계를 조합하여 새로운 정보를 얻을 수 있는 추론 규칙에 기반한다.

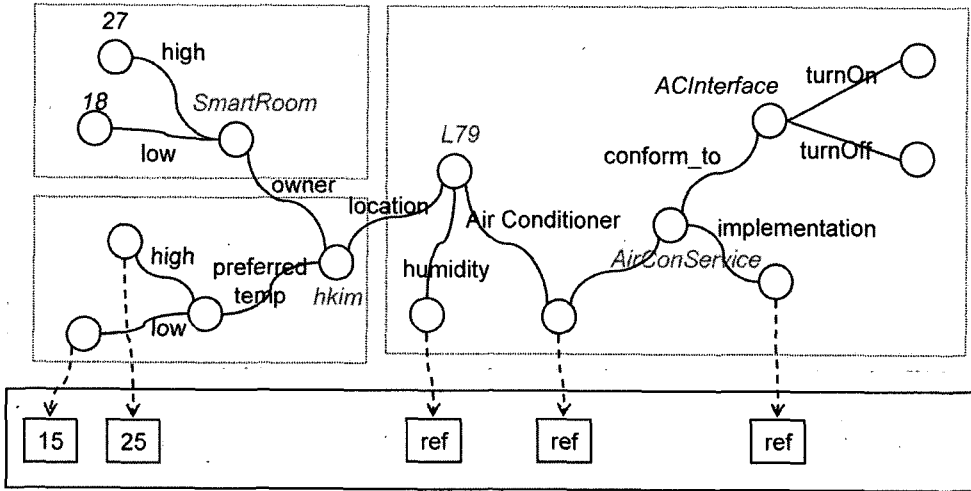
2. 시스템 구조

그림 4는 본 고에서 제시하고자 하는 시스템의 구조를 보여준다. 시스템은 물리공간에 대한 가상공간 모델링 부분과 소프트웨어 로봇의 작업 실행 부분 및 소프트웨어 로봇 인터페이스로 나뉘어진다.

3. 가상공간 모델링

가상공간 모델링은 크게 환경 모델링 (Environment Modeling), 사용자 모델링 (User Modeling) 및 작업 모델링 (Task Modeling) 등으로 구성된다.

환경 모델링은 물리공간의 한정된 영역과 해당 영역에 존재하는 가용 자원 (센서와 디바이스)에 대한 모델링으로써, 물리 공간 내의 임의 영역 내 센서와 기기를 가상 공간으로 매핑하는 작업이다. 이 때, 네트워크로 통신할 수 없는 센



〈그림 5〉 Universal Data Model 예

서나 기기 등은 의미가 없으며, 이들 매핑된 센서나 기기는 소프트웨어 로봇 시스템과 상호작용이 가능하게 된다.

사용자 모델링은 소프트웨어 로봇 사용자에 대한 프로파일 정보와 초기 선호사항 정보 등을 포함한다. 초기 사용자 선호사항 정보는 소프트웨어 로봇과 상호작용을 통해 학습된다.

작업 수행을 위해서는 작업 모델링이 이루어져야 한다. 이는 기존에 모델링된 환경 정보를 이용하여, 특정 작업을 수행하기 위해 필요한 특정 상황정보를 모델링하고, 해당 작업 수행에 필요한 작업 규칙(Task Rule)을 작성하는 것이다.

모델러를 통해 모델링된 정보는 소프트웨어 로봇 시스템 내에서 Universal Data Model (UDM)로 표현되어 상황정보로써 관리된다. UDM에서는 모든 상황 정보를 노드와 노드 사이의 연관으로 표현한다. 노드는 가상공간에서 개체를 표현하며 사람, 장소, 작업, 서비스 등이 된다. 모든 노드는 각각 고유한 식별자와 타입을 갖는다. 또한 노드의 특정 타입으로 “valued” 노

드가 있으며, 이는 임의의 Java 객체로부터 값을 얻어올 수 있는 노드이다. 연관은 노드 사이의 관계를 기술하며, 방향성을 갖는 화살표로 표현되며 그 의미를 표현하는 이름을 갖는다. 화살표가 시작되는 노드를 시작 노드(from node)로, 화살표가 끝나는 노드를 종료 노드(to node)라 부른다. 그림 5는 UDM을 통한 모델링의 간단한 예를 보여준다.

4. 작업 수행

실세계 환경의 변화 및 상황은 센서들에 의해 감지되어 센서 프레임워크(Sensor Framework) 계층을 통해 상위 계층에 전달된다. 이 계층에서 센서들은 상황변화에 적절한 이벤트를 발생시키고 이벤트 인자를 통해 감지된 정보를 제공한다. 발생한 이벤트는 이벤트 시스템(Event System) 계층에 의해 상황 관리자(Context Manager)와 작업 관리자(Task Manager) 계층으로 전달된다. 센서 프레임워크 계층은 물리 공간

의 센서를 가상 공간으로 매핑하고, 이들 센서 정보로부터 상황 데이터를 추출하여 상황 관리자와 작업 관리자에게 제공함으로써 상황 기반 응용, 즉, 소프트웨어 로봇 Task가 능동적으로 서비스를 제공할 수 있도록 지원한다. 이 계층에서는 상황 정보의 추출뿐만 아니라 정보의 필터링이나 조합을 통한 센서 정보의 추상화도 이루어진다.

이벤트 시스템 계층은 네트워크를 통해 물리적으로 분산된 환경으로부터 생성되는 다양한 이벤트를 관리하고 시스템의 각 컴포넌트 간 메시지 교환을 담당한다. 특히, 분산된 여러 환경에 설치된 센서로부터 생성되어 전달되는 이벤트를 상황 관리자와 작업 관리자에게 배포하여 상황 기반 응용 즉, 소프트웨어 로봇 Task가 상황 변화를 인지할 수 있도록 하며 상황 모델을 갱신하도록 한다.

상황 관리자(Context Manager) 계층은 센서 프레임워크로부터 이벤트를 통해 전달된 상황 정보와 이 정보를 바탕으로 암묵적인 지식을 추론하여 저장하고 관리한다. 이 계층에서 관리되는 상황 지식은 추후 소프트웨어 로봇 Task가 실행될 때 참조된다. 따라서, 상황 지식 관리자는 상황 지식을 표현을 위한 상황 모델과 함께 센서 프레임워크가 상황 정보를 추가하거나 수정하는 기능, 상황 지식 검색 기능, 그리고 암묵적인 지식의 추론 기능을 제공한다.

작업 관리자(Task Manager) 계층은 개별 소프트웨어 로봇 Task를 기동시키고 수행 중인 Task를 관리 또는 제어하는 역할을 한다. 각 Task는 다시 다수의 작업 규칙(Task Rule)을 기반으로 동작하며 이 작업 규칙은 ECA(Even Condition Action)로 표현된다. 즉, 환경 및 상황의 변화와 사용자 또는 응용에서의 요구사항은 이벤트

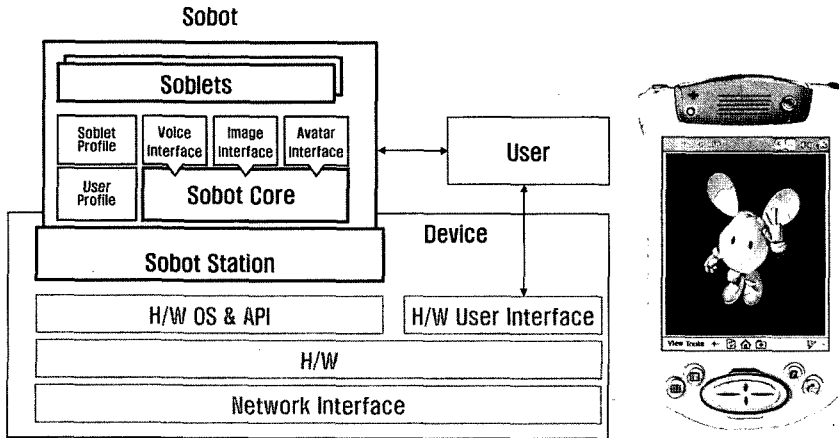
(event)와 조건(condition)에 기술되며, 임의의 상황이 발생할 때 수행할 서비스는 행동(action)으로 기술된다. ECA 작업 규칙이 수행될 때 필요한 상황 지식은 상황 관리자(Context Manager)를 통해 참조된다.

서비스 프레임워크(Service Framework) 계층은 로봇 플랫폼, 가전기기 등의 장치 제어, 그리고 음성/영상 처리, 일정 관리와 같이 소프트웨어 로봇 Task가 이용할 서비스(컴퓨터 프로그램 모듈)들에 대한 인터페이스와 이들의 구현 코드를 관리한다. 이 계층은 소프트웨어 로봇 Task에 의해 요구되는 서비스를 탐색하고 실제 구현 모듈을 호출하는 역할도 한다.

학습 엔진(Learning Engine)은 사용자와의 상호작용을 통해 언제, 어디서 누가 어떤 작업을 수행했는지에 정보를 입력으로 학습을 수행하며, 이의 결과로 필요한 시점에서 사용자에게 능동적인 서비스를 스스로 제공한다.

5. 사용자 인터페이스

사용자와 소프트웨어 로봇 시스템 간의 상호작용은 소봇(Sobot)에 의해 이루어진다. 소봇은 사용자의 명령을 받아 시스템에 전달하거나 시스템으로부터의 메시지를 사용자에게 전달하는 역할을 한다. 그림 6은 소봇의 구조 및 GUI를 보여준다. 소봇은 소봇 스테이션(Sobot Station)이 탑재된 다양한 정보단말기 상에서 구동하며, 소봇 코어(Sobot Core)와 소블릿(Soblet)들로 구성된다. 소봇 코어는 소봇이 구동되기 위한 최소 핵심부이며, 소봇 스테이션과의 통신, 음성, 영상을 포함한 입출력 처리, 아바타 모션 처리, 소블릿 다운로드 등의 기능을 한다. 또한 소블릿의 프로파일 정보를 관리하고 서비스 중에 습득한



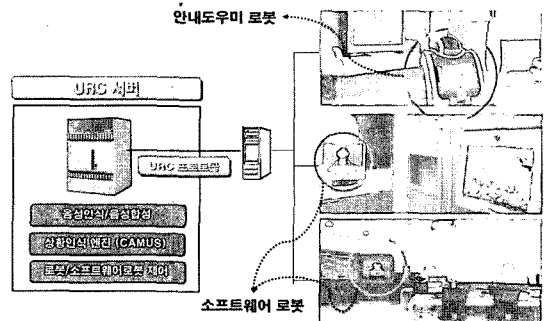
〈그림 6〉 소봇의 구조 및 GUI

지식 및 사용자 선호사항을 관리한다. 소블릿은 특정 서비스와 연관되어 클라이언트에서 요구되는 각종 프로그램 모듈들로서, 소봇 코어에 의해 필요한 시점에 다운로드 된다.

V. 결 론

현재 소프트웨어 로봇 시스템은 정보통신부 유비쿼터스 드림 전시관(<http://www.u-dream.or.kr>)의 가정과 사무실 공간에 적용되어 운용 중에 있다.

URC에서의 하드웨어 로봇이 주로 인간의 육체적 활동을 도와 주는 것을 목적으로 한다면, 소프트웨어 로봇은 지식 및 정보 서비스를 통해 인간의 정신 활동을 도와주는 것을 목적으로 한다. 특히, 소프트웨어 로봇은 미래의 유비쿼터스 환경에서 사용자가 언제 어디에 있던지 친근한 감성적 인터페이스로 다가와 사용자와 상호작용하며 지능화된 서비스를 능동적으로 제공하는 지식 정보 파트너가 될 수 있을 것으로 기대한다.



〈그림 7〉 유비쿼터스 드림 전시관에서의 시스템 적용 예

저자소개



김 현

1984년 한양대학교 기계설계학과 학사
 1987년 한양대학교 기계설계학과 석사
 1997년 한양대학교 기계설계학과 박사
 1990년-현 재 한국전자통신연구원 소프트웨어
 로봇연구팀장
 1998년-1999년 한양대학교 산업공학과 겸임교수
 주관심분야 지능시스템, 분산컴퓨팅, 상황인식 컴퓨
 팅, CAD/CAM



조 영 조

1989년-1998년 KIST 선임연구원 (분산제어시스템설계)
 1993년-1994년 일본통산청 기계기술연구소 로봇공학
 부 초빙연구원 (가상현실기반 텔레로
 봇 제어)
 1997년 Univ. of Massachusetts at Amherst 초빙연구
 원 (로봇 제어구조 설계)
 1998년-2001년 KIST 책임연구원 (로봇지능제어)
 2001년-2004년 아이콘트롤스 기술연구소장/상무 (홈
 게이트웨이 및 빌딩용 DDC 개발)
 2004년-현 재 ETRI 지능형로봇단장