

무선 홈 네트워크 환경에서의 ICE 미들웨어를 사용한 다중 로봇 관리 시스템 설계

이운기*, 민덕기**

*건국대학교 컴퓨터 정보통신학과, **건국대학교 컴퓨터 정보통신학과

Lee, Woon Ki, Min, Dug-ki

Konkuk University, Konkuk University

E-mail : comandu9@konkuk.ac.kr, dkmin@konkuk.ac.kr

요약

가까운 미래사회는 유비쿼터스 컴퓨팅 기술이 구현된 기술발전이 고도로 이루어진 시대가 될 것이다. 주변 환경의 자동인식과 관련된 센서네트워크 기술은 이미 급격한 속도로 성장하고 있으며, 지능형 로봇과 관련된 로봇 서비스 기술 또한 많은 관심 속에 전 세계적으로 연구가 진행되고 있다. 특히 지능형로봇은 유비쿼터스 컴퓨팅 기술이 실현되기 위해서 없어서는 안 될 존재가 될 것이며, 미래의 각 가정에서는 다양한 역할과 기능을 가진 다수의 로봇이 필요하게 될 것으로 보인다. 본 논문에서는 미래사회에서 다양한 로봇들이 홈네트워크 환경에서 필요할 것이라고 보고, 이와 관련하여 다수의 로봇을 관리하고 필요한 서비스를 사용자에게 제공할 수 있는 로봇 관리시스템을 제안한다. 로봇 관리시스템은 ICE 미들웨어를 통해 설계되었으며, 이것은 로봇 간의 원활한 통신 및 사용을 지원 한다.

1. 서론

홈 네트워크시스템은 정보의 처리, 관리, 전달 및 저장을 위해서, 가정 내에 설치되어 각종 계산, 관리, 감시 및 통신기능을 수행하는 기기들을 연결하고 통합할 수 있게 해주는 구성요소들로 이루어져 있는 자동 시스템이다. 그러나 그동안의 홈네트워크 서비스는 보안 및 위협예방과 같은 수동적인 서비스에만 머물러 있으며, 잦은 시스템 에러를 발생시켜 신뢰성에 많은 의문점을 제기하였다. 이러한 단점을 보완하기 위해서 최근 지능형 홈로봇[1]을 홈 네트워크에 적용하는 사례가 늘고 있다. 지능형 홈로봇은 능동적인 원격 감시기능을 통해 효율적인 서비스를 사용자에게 제공할 수 있는 장점을 가지고 있다. 하지만 지능형 로봇 한 대에 자동 맵 생성 기능, 센서 감지 기능, 문제해결 서비스 등을 모두 탑재하기 위해서는 엄청난 비용과 시간이 들어가게 된다. 이를 해결하기 위해서 국내

로봇연구단에서는 URC(Ubiquitous Robotic Companion)라는 네트워크 로봇[2]을 도입하여 위치인식 및 경로 추적과 같은 고비용의 기술을 다른 곳으로 분산시키고, 사용자에게 제공되는 로봇의 기능을 단순화시킴으로써 비용 및 시간문제를 해결하고 있다. 또 다른 해결 방법으로는 기능이 서로 다른 여러 대의 로봇이 홈 네트워크 시스템에 분산된 형태로 존재하여 서로 간의 협력을 바탕으로 서비스를 제공하는 것이다. 다수의 로봇을 한 가정에서 사용하면 로봇의 역할 분담으로 인해 서비스의 전문화가 이루어지므로 훨씬 만족도 높은 서비스를 사용자에게 제공할 수 있다. 이와 같이 다수의 로봇이 홈네트워크 시스템에서 사용될 경우, 로봇을 효과적으로 관리하기 위해서 본 논문에서는 ICE 미들웨어기반 로봇 관리 시스템을 제안 및 설계하였다. 논문의 2절에서는 관련된 배경지식을 설명하며, 3절에서는 본 논문에서 제안한 로봇 관리

시스템을 설명한다. 4절에서는 제안된 로봇관리시스템의 세부 설계를 알아보고 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 과제를 설명한다.

2. 관련연구

1) 무선 홈 시스템

무선 홈네트워크는 무선랜(IEEE 802.11b/g), 초광대역통신(UWB), 직비(ZigBee), 블루투스(Bluetooth), 홈RF, 무선1394 등의 기술들을 통해 가정 내 네트워크를 구축하는 시스템이다[3]. 이것은 별도의 배선작업이 필요 없고 기기에 대한 이동성을 보장할 수 있기 때문에 홈네트워크 시스템을 통해서 가정에서는 동적으로 홈로봇을 사용하고, 다양한 서비스를 제공할 받을 수 있다.

2) 지능형 로봇

지능형 로봇은 인공지능을 가지고 모든 사물에 대한 인지 능력을 보유하고 있으며, 모든 상황과약 및 대처능력을 보유하고 있다. 이를 통해 지능형 로봇은 인간과 상호작용을 통하여 인간의 명령 및 감정을 이해하고, 반응하며 정보통신기술을 바탕으로 인간에게 다양한 서비스를 제공한다.

지능형 서비스 로봇은 인간과 상호작용을 통하여 인간의 명령 및 감정을 이해하고, 반응하며 정보통신기술을 바탕으로 인간에게 다양한 서비스를 제공하는 로봇 또는 환경의 인식, 정보의 획득, 지능적 판단, 자율적인 행동 등의 인공지능기술을 이용하여 인간을 지원하고, 어려운 상황에서 인간을 대신하거나 특수한 작업을 수행하는 기계, 전자, 정보, 생체공학의 복합체 또는 인공지능 등 IT 기술을 바탕으로 인간과 서로 상호작용하면서 가사 지원, 교육, 엔터테인먼트 등 다양한 형태의 서비스를 제공하는 인간 지향적인 로봇으로 정의 할 수 있다.[4]

현재 로봇 시장은 생산 분야에서 지능형 서비스 로봇으로 발전하고 있으며 홈네트워크, 차세대 PC 등의 기술과 밀접한 관계를 통해 네트워크로 통제되는 URC(Ubiquitous Robotics Companion) 형태로 발전 하고 있다. 이러한 홈로봇은 장차 가정에서 필수품으로 자리 잡기 위해 기존의 홈 네트워크

시스템과의 연계를 통해 지속적인 서비스 모델을 제시하고 있다.

3) ICE 미들웨어

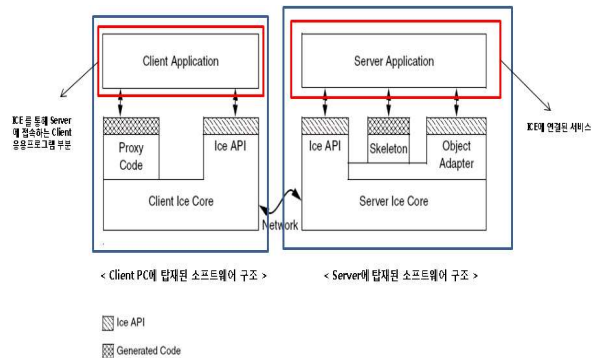
ICE(Internet Communication Engine)는 ZeroC사에서 개발한 네트워크 통신 미들웨어로서 이기종 환경에서의 객체 지향적인 미들웨어 플랫폼을 지원한다. 다음은 ICE미들웨어의 주요 특징이다.[5]

- 다양한 종류의 도메인에 설치된 분산 응용 프로그램을 개발할 수 있는 환경을 지원한다.
- 불필요한 복잡성을 없애, 어려운 분산 응용 프로그램을 쉽게 개발 할 수 있다.
- 네트워크 대역폭, 메모리 사용 및 CPU 오버헤드에 효과적인 설계를 제공한다.
- 보안사항이 미리 설계된 채로 개발 할 수 있다.

● 아키텍처 소개

ICE미들웨어의 아키텍처는 [그림 1]과 같다. ICE미들웨어는 크게 Client와 Server 측면으로 나눌 수 있는데 Server에서는 외부에 제공할 서비스가 등록 되며, Client에서는 서비스 Proxy를 통하여 서버에 접근하여 해당 서비스를 제공 받는다.

Server와 Client는 분산된 환경이며, Server에서 제작된 프로그램 언어와 Client의 프로그램언어가 서로 달라도 Client가 서비스를 제공 받을 수 있다. 이것은 ICE에서 제공 하는 SLICE(Specification Language for Ice) 라는 명세형 언어 때문에 가능하며, 개발자는 SLICE를 통해 자신이 개발한 프로그램의 인터페이스 및 관련 인자를 정의하고 외부에 공개 할 수 있다.



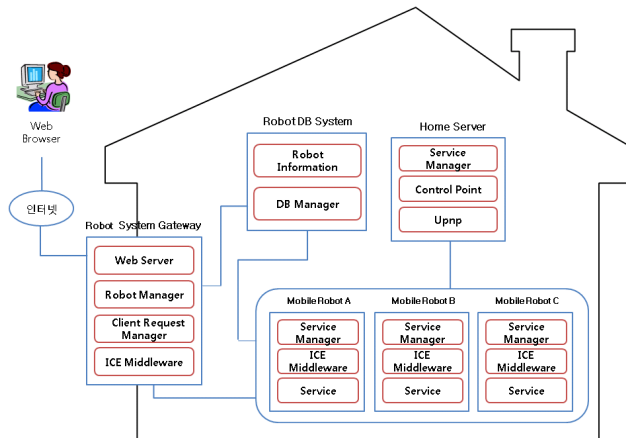
[그림 1] ICE의 주요 아키텍처 설명

SLCIE로 작성된 인터페이스 함수는 C++, C#, Java 등으로 컴파일 되어 지는데, Client 측에서는 SLCIE파일이 컴파일되어 생성된 서비스 Proxy 클래스를 사용하여 Server측에 서비스를 요청 할 수 있다. Proxy클래스를 사용하여 서비스에 접근하므로 사용자는 네트워크 연결과 관련된 복잡한 프로그래밍 설계를 직접 하지 않고도 손쉽게 네트워크 프로그래밍이 가능하다.

3. 시스템 구성

1) 전체 시스템 구성

[그림 2]는 본 논문에서 제안하는 로봇 관리시스템의 전체적인 구조이다. 기본적으로 Robot system Gateway와 Robot DB system, Mobile Robot로 구성되어 있다.



[그림 2] 로봇 관리시스템의 전체 구성도

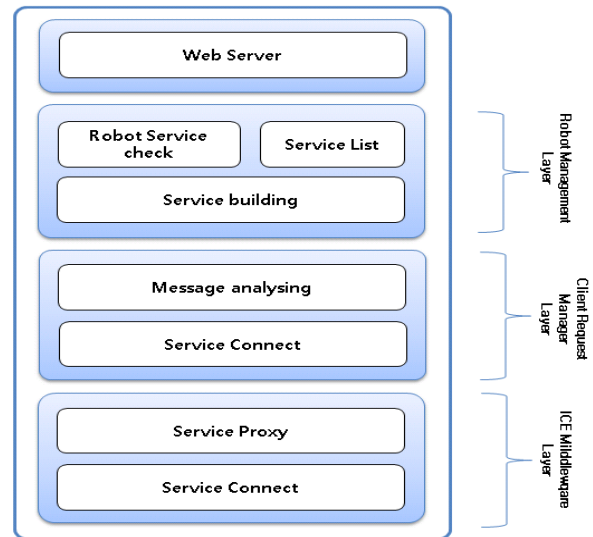
Robot system Gateway은 외부로부터의 접근을 허용하며, 수시로 Robot DB system에 접근하여 가정 내에 존재하는 모바일 로봇의 서비스 정보를 갱신한다. Robot DB system은 모바일 로봇으로부터의 서비스 정보를 저장 및 관리하며, Robot System Gateway나 모바일 로봇으로부터의 서비스 정보 요청에 대한 적절한 동작을 수행한다. Mobile Robot은 ICE Middleware 를 사용하며, 여기에 로봇이 제공하는 모든 서비스가 탑재되어 외부에 제공된다. 모바일 로봇은 자신이 제공하는 서비스가 변경되었을 경우 Robot DB system에게 변경된 정보를 알리며, 필요한 경우 다른 로봇의 서비스

정보를 얻어와 자신의 내부 시스템에 서비스를 추가 할 수 있다. 마지막으로 모든 로봇은 가정 내의 Home Server에 접근하여 가정기기를 동작시킬 수 있으며, 이때 Home Server는 가정기기를 동작시키기 위해서 UPnP 프로토콜을 사용한다.

사용자는 웹 브라우저를 통해 외부로부터 가정 내의 Robot system Gateway에 접속하게 된다. Robot system Gateway에서는 집안에 설치되어 있는 로봇들의 이름과 제공 서비스를 미리 파악하고 있으며, 사용자의 서비스 요청에 따라 적절한 서비스를 제공할 수 있다. Robot system Gateway에서 사용자의 요청에 적합한 서비스가 선택되면, 이 정보를 ICE에서 제공되는 서비스 Proxy에 의해 선택된 모바일 로봇에게 전달하게 된다. 그 뒤 모바일 로봇은 해당 요청에 맞는 서비스를 제공하며, 필요할 경우 Home Server와 연동하여 가정 내의 기기를 움직이도록 명령 한다.

2) Robot System Gateway

Robot System Gateway는 [그림 3]처럼 크게 로봇 관리 계층(Robot Management Layer), 사용자 요구처리계층(ClientRequest Manager Layer), ICE 미들웨어 계층(ICE Middlewqare Layer)으로 구성 된다.



[그림 3] Robot System Gateway 아키텍처

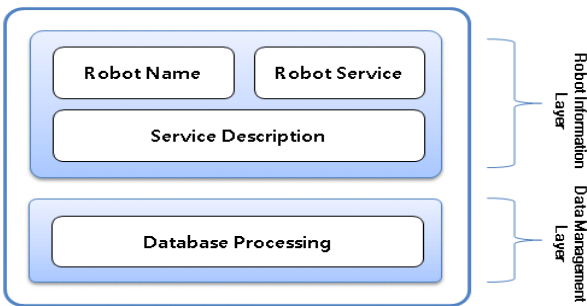
로봇 관리 계층에서는 외부로부터의 서비스 요청이 오기 전에, 가정 내 존재하는 모든 모바일 로봇

의 정보 및 제공 가능한 서비스를 파악해 놓는다. 이를 위해서 Robot DB system에 접근하여 필요한 정보를 가져오게 되며, 외부에서 로봇의 서비스를 이용할 수 있도록, 사용가능한 인터페이스를 생성하게 된다. Robot DB system으로부터 가져온 정보는 ICE에서 제공된 SLICE 정의 파일로 작성되어 있는데, 이것은 Service building 모듈을 통하여 현재 시스템에서 사용가능한 프로그램 Library로 변형된다. 그 뒤 Service building 모듈에서 사용자가 이용 가능한 형태로 인터페이스를 작성하면 외부로부터 사용가능한 서비스가 생성되게 된다.

사용자가 웹브라우저를 통해 Robot System Gateway에 접근하면 Web Server에서 이것을 수신하여 해당 요청 메시지를 사용자 요구 처리 계층의 Message Analysing 모듈로 넘기게 된다. Message Analysing 모듈은 요청 메시지를 분석하고, 이것을 현재 제공 가능한 서비스와 연결시켜 관련 정보를 ICE Middle ware 계층으로 전달한다. ICE Middle ware 에서는 넘겨받은 정보를 토대로 선택된 서비스 Proxy클래스를 사용하여, 서비스 요구사항을 가정 내의 모바일 로봇에게 전달한다.

3) Robot Database System

Robot Database System은 로봇 정보 계층(Robot Information Layer)과 데이터 관리 계층(Data Management Layer)으로 나누어져 있다. [그림 4]은 Robot Database System의 아키텍처이다.



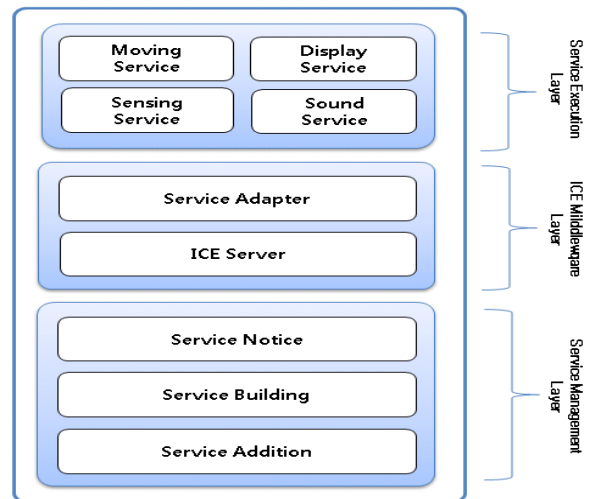
[그림 4] Robot Database System 아키텍처

데이터 관리 계층의 Database Processing 모듈에서는 모바일 로봇으로부터의 서비스 정보 요청을 수신 받아 관련 정보를 저장해놓으며, 모바일 로봇이나 Robot System Gateway로부터의 서비스 정

보 요청에 대하여 적절한 데이터를 넘겨주는 역할을 한다. 로봇의 정보 데이터는 로봇 정보 계층에서 저장되며 이 때 로봇의 이름(Robot Name)과 로봇이 제공하는 서비스(Robot Service), 서비스 명세(Service Description)로 분류 되어 저장 된다. 로봇의 서비스는 ICE의 SLICE 파일로 정의 되어 저장되며, 서비스 명세에서는 Robot System Gateway에서 서비스 인터페이스를 작성할 때 필요한 정보가 기술 된다.

4) Mobile Robot

[그림 5]와 같이 Mobile Robot은 서비스 실행 계층(Service Execution Layer), ICE Middleware 계층, 서비스 관리 계층(Service Management Layer)으로 구성되어 있다.



[그림 5] Mobile Robot 아키텍처

모바일 로봇은 로봇의 Wheel 모터 움직임, 웹캠을 통한 주변 환경의 이미지 전송, 센서를 사용한 환경 감시, 음성 송출 기능과 같은 서비스를 제공한다. 이 때 각각의 모바일 로봇은 서로 다른 다양한 형태의 서비스를 가질 수 있다.

ICE Middleware계층에서는 Service Adapter를 사용하여 로봇이 제공하는 서비스들을 ICE Server에 등록하며, ICE Server는 등록된 로봇의 서비스를 외부에서 접근 가능한 형태로 배포한 후 서버로 동작한다. 모바일 로봇들끼리 가지고 있는 서비스가 서로 다른 형태여도 ICE Middleware 위에서 서

비스가 제공되기 때문에 ICE에서 정의한 호출 양식만 따른다면 어떠한 서비스든지 서로 이용 가능하게 된다.

서비스 관리 계층에서는 Service Notice를 통하여 현재 모바일 로봇이 제공하는 서비스정보를 Robot Database System에 전달한다. 이 때 전달되는 정보는 자신의 로봇 이름과 서비스에 해당하는 SLICE 파일 및 서비스 명세로 구분 된다.

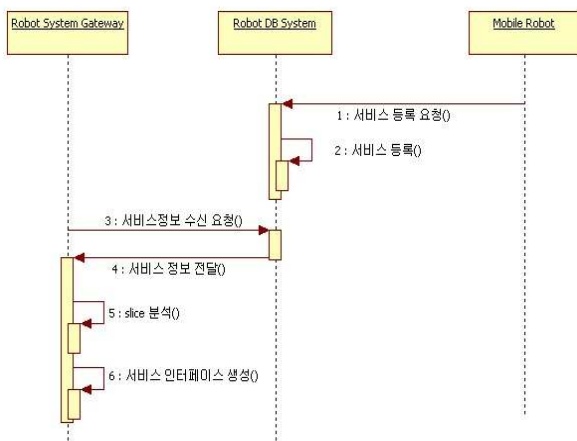
Robot system Gateway와 마찬가지로 모바일 로봇에서도 Service Building을 통하여 다른 모바일 로봇의 서비스정보를 Robot Database System에서 가져온 후 자신만의 서비스인터페이스를 생성하여 다른 로봇이 제공하는 특정 서비스를 이용할 수 있다.

4. 시스템 설계

다음은 로봇 관리 시스템에서 발생하는 새로운 로봇 서비스 추가, 로봇 자체에서 생성되는 협업 서비스 생성 및 추가, Home Server를 통한 가정기기 이용서비스에 대한 설계이다.

1) 새로운 로봇의 추가 및 서비스 등록

[그림 6]은 집안에 새로운 로봇이 추가 되었을 경우 로봇 관리 시스템에서의 서비스 등록 과정을 나타낸 것이다.



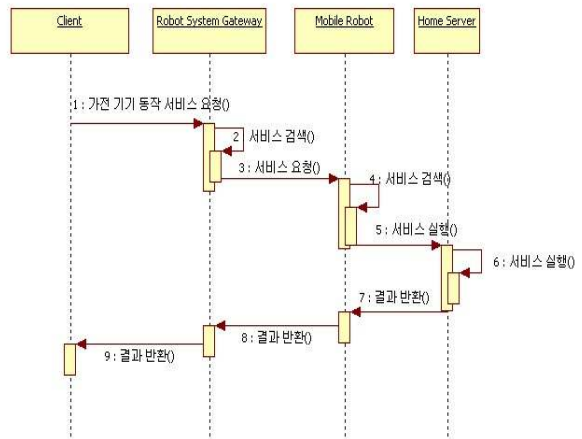
[그림 6] 로봇 DB System에 서비스 추가 설계

가정 내에 새로운 모바일 로봇이 추가 되었을 경우 로봇은 먼저 Robot Database System에 자신의

서비스 정보를 알리게 된다. 이 때 서비스 정보는 로봇의 이름, 서비스가 정의된 ICE의 SLICE 파일, 서비스 명세가 포함되어 있으며, Robot Database System은 이 정보를 수신 받아 자신의 DB에 저장하게 된다. 그 뒤 Robot system Gateway로부터 서비스 변경 상황 수신에 대한 요청이 오면 Robot Database System은 새로운 서비스 정보를 전달하게 되며, 이 정보를 토대로 Robot system Gateway는 SLICE 파일 정보를 분석하여 사용자에게 제공할 수 있는 서비스 인터페이스를 생성한다.

2) 홈디바이스 서비스 이용

[그림 7]는 사용자의 요청을 받아 가정 내의 홈디바이스를 제어하는 과정을 나타낸 것이다.



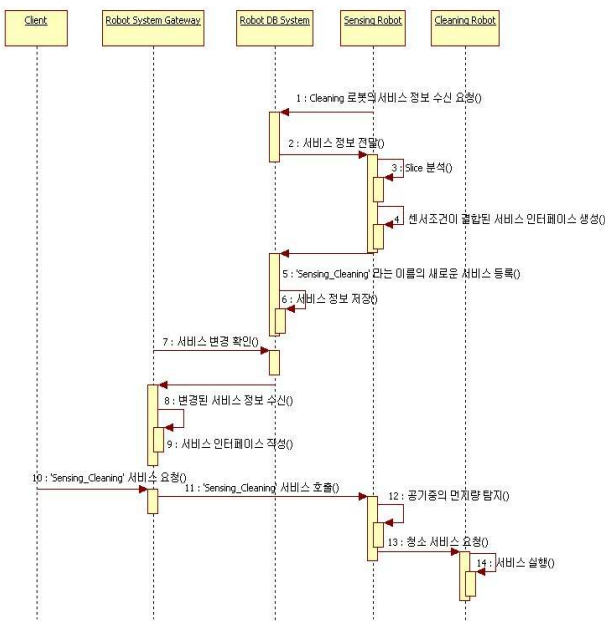
[그림 7] 홈 기기 제어 서비스 설계

클라이언트로부터 가전 기기 동작을 요청 받은 Robot system Gateway는 관련된 서비스를 검색한 뒤 ICE 미들웨어에 접근할 수 있는 서비스 Proxy를 생성한다. 그 뒤 서비스 Proxy를 통하여 서비스 요청이 모바일 로봇에게 전송되며, 모바일 로봇은 전송 받은 서비스를 검색한 후 다시 Home Server에 요청하여 가전기기제어를 요청하게 된다. 명령을 받은 HomeServer는 가전 기기를 제어하고 다시 결과 값을 모바일 로봇에게 넘겨주며, 모바일 로봇은 이 정보를 클라이언트가 확인할 수 있도록 Robot system Gateway에 정보를 넘겨준다.

3) 로봇 협업 서비스 추가

홈 네트워크 시스템 내부에 센서 감지 로봇(Sensi

ng Robot)과 청소 로봇(Cleaning Robot)이 있을 경우 센서 감지 로봇에 청소 로봇의 서비스를 결합한 새로운 서비스의 생성 및 서비스 이용과정을 [그림 8]을 통해 나타내었다. 먼저 센서 감지 로봇은 Robot Database System에 청소 로봇의 서비스 정보를 요구하여 관련된 서비스 정보를 로봇 내부에 받아 온다. 그 뒤 수신 받은 ICE SLICE 파일을 분석하여 청소로봇에 접근할 수 있는 서비스 인터페이스를 작성한 후 이것에 자신의 센서기능을 결합한 'Sensing_Cleaning' 서비스를 생성한다.



[그림 8] 다른 로봇의 서비스 추가 설계

그 뒤 생성된 서비스를 Robot Database System에 등록하고, Robot system Gateway서는 변경된 서비스 정보를 수신 받아 새로운 서비스 인터페이스를 추가한다. 사용자로부터 Sensing_Cleaning에 대한 서비스 요청이 오면 Robot system Gateway는 관련된 서비스 Proxy를 생성한 후 ICE 미들웨어를 통해 센서 감지 로봇에게 서비스 요청을 하게 된다. 그 뒤 명령을 받은 센서 감지 로봇은 실내 공기의 먼지 상태를 감지하고, 일정 기준이상 먼지가 많이 발생 하였을 경우 청소 로봇의 서비스를 요청하게 된다. 명령을 받은 청소 로봇은 해당 서비스를 처리하고 결과 값을 반환하여, 센서 감지 로봇은 이것을 다시 Robot system Gateway

에 전달하여 사용자가 결과 값을 확인 할 수 있도록 한다.

5. 결론 및 향후 계획

본 논문에서는 무선 홈 네트워크 환경에서 여러 대의 로봇이 존재할 경우 로봇의 서비스 등록 및 관리를 효과적으로 할 수 있는 로봇 관리 시스템을 설계하였다. 로봇 관리 시스템은 ICE 미들웨어를 사용하여 로봇의 동적인 추가, 삭제를 가능하게 하였으며, 새롭게 추가될 로봇이 ICE 미들웨어 위에서 서비스를 제공한다면, 사용한 운영체제, 개발 언어, 플랫폼과 관련 없이 바로 추가되어 해당 서비스를 이용할 수 있도록 하였다. 또한 로봇간의 협업 서비스에 대해 설계함으로써 미래 사회에서 다양하게 쓰일 수 있는 로봇의 역할을 알아보았다.

향후 과제로서 로봇 관리시스템의 실제 구현을 위한 테스트 베드를 구축하고 효과적으로 다중 로봇을 관리할 수 있는 시스템을 연구하기로 한다.

[참고문헌]

[1] KETI 기술기획실, 가정용 서비스 로봇, 전자 부품 연구원, 2004(12).
 [2] 김현, 이강우, 이주행, 강태근, 문애경, 서영호, 조준면, "URC에서의 소프트웨어 로봇 기술" 한국전자통신 연구원, 2004
 [3] 권수갑, 무선 Home Network 개념과 동향, 전자 부품연구원, 2005(2).
 [4] 정연구, 지능형 서비스 로봇 - 기술 개발, TTA Journal No. 101, 2005. 10.
 [5] <http://www.zeroc.com>
 [6] 남규태, 정호원, 배성호, 오세웅, "무선 홈네트워크 환경에서의 네트워크 기반 홈로봇 시스템의 설계", 동명정보대학교 멀티미디어공학과, 2005(07)