

웹서비스 기반 원격 감시제어 S/W 플랫폼에 관한 연구

A Study on S/W Platform for Remote Monitoring Based-On Web Service

이태희*, 서상희*, 임성호**, 임동선**, 김주만*
부산대학교*, 한국전자통신연구원**

Lee Tae-Hee*, Seo Sang-Hee*, Lim Sung-Ho**,
Lim Dong-Sun**, Kim Joo-Man*
Pusan National University*, ETRI**

요약

본 논문은 URC(Ubiquitous Robotic Companion)라는 지능형 로봇에 웹서비스 기반의 실시간 감시/제어 방법을 제안한다. URC는 유무선 통신이 가능한 각종 외부 디지털 디바이스와 상호 연동하도록 설계된 지능형 로봇이다. 본 논문에서는 NETTORO라는 로봇을 타겟으로 본 연구 결과를 구현하여 실용적 가치를 검증하였다. 로봇의 각종 Sensors, Actuators 등의 정보를 획득하여 원격에서 감시 및 제어 할 수 있도록 웹 서비스 기술을 임베디드 시스템 환경에 최적화시켜 설계 및 구현하였으며, 명령 포트를 WSDL에 기술하여 gSOAP전송 프로토콜을 통한 AXIS 엔진에서 웹 서버나 응용 프로그램 등 다양하게 적용할 수 있도록 하였다.

Abstract

In this paper, We propose the real-time monitor and control mechanism based-on web service for intelligent robot called URC(Ubiquitous Robotic Companion). URC is intelligent robot designed to interact with external digital device that can communicate through wire or wireless. In this paper, we designed the result of this study into the target robot called NETTORO and proved its practical worth. we optimized web-service technology in Embedded system environment so that can monitor and control indoors in remote place through acquired information from various sensors / actuators and then we designed. Also, we described command port to WSDL, so that can apply variously such as web server or application program in AXIS engine through gSOAP transmission protocol.

I. 서론

최근 정보기술의 발달과 초고속 인터넷 기술의 확산으로 통신네트워크 개념을 초월하여 사람과 사람, 조직과 조직이 만나 사회경제적 활동과 기능을 수행할 수 있는 실제적 공간으로서의 전자공간이 탄생했다. 유비쿼터스 세상은 이러한 시간과 공간의 간격을 좁힌다는 의미로서, 사용자와 제공자는 주변의 여건에 가능한 의식하지 않아야 한다. 이와 함께 관련 기술에 대한 끊임없는 기술개발이 진행되면서 URC(Ubiquitous Robotic Companion)라는 새로운 개념의 로봇이 태동하게 되었다[4]. URC(Ubiquitous Robotic Companion)는 기존의 로봇에 네트워크 및 정보 기술을 접목하여 유선 및 무선 통신이 가능한 외부 디지털 장치와 상호 연동하거나, 각종 센서 인식으로 처리하여야 할 기능을 외부 장치에 분담시켜 로봇 구성을 단순화하고, 가능한 외부의 고기능 서버를 활용하여 협업하는 구조를 지향하는 새로운 개념의 지능형 로봇으로 국민 보급형 로봇으로 개발중에 있다. 일반적으로 로봇은 센싱하고, 판단하며 이를 바탕으로 결정된 행동을 수행하는 기본적인 기

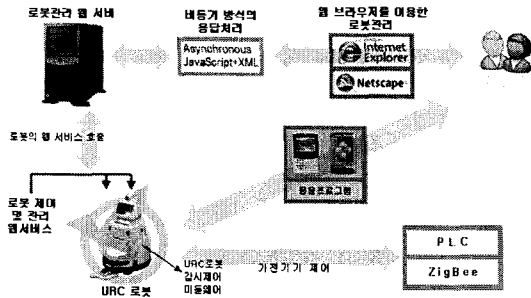
능을 가진다. URC 로봇은 이들 세 가지 기능을 네트워크와 연동하여 주변의 고성능 서버나 제어기기에 기능을 분산시키는 것이며, 네트워크를 통하여 원격지에서 인지할 수 있도록 하자는 개념이 내포되어 있다.

본 연구는 이러한 URC의 기본 개념 하에 내장형 웹 서비스 기술을 탑재한 실시간 원격 감시제어 기법을 구현 및 검증하는데 있으며, 사용자는 언제 어디서나 다양한 로봇의 서비스는 물론 로봇에게 명령전달이나 로봇의 상태를 인지할 수 있을 것이다[2][3].

본 논문에서는 웹서비스 기술을 임베디드 실시간 리눅스인 Q+ 위에 적용하였으며, 네트워크에 고성능 서버에 웹 서버를 구축하여 Gsoap 프로토콜을 통한 통신 모델을 구축하였다. URC 로봇은 웹 서비스 서버를 탑재하여 사용자에게 의해 웹서버로부터 응답하며, 응답받은 결과를 AJAX를 통해서 웹에서의 실시간성을 보장받는다. 또한 실시간 영상 서버에 의해 로봇과 클라이언트 간에 실시간 영상 전송을 구현하였다.

II. 시스템 구조

URC 로봇에 탑재된 미들웨어의 기능은 로봇의 기능을 관리하고 제어하는데 목적이 있으며 구성은 홈 네트워크 게이트 웨이에 무선 AP에 결합되고, 인터넷상의 URC 서버나 다양한 통신 단말기의 웹 브라우저에서 접근할 수 있는 경로를 제공한다. 가정의 정보 가전기기는 홈 네트워크에 연결되어 URC 로봇을 통하여 모니터링이 가능하도록 조직 되었다.



▶▶ 그림 1. 시스템 구조도

그림 1에서처럼 URC로봇은 로봇관리 웹서버와 연계되어 있고 로봇에서 제공하는 웹 서비스와 홈 서버와 연결되어 로봇 및 홈 서버의 정보를 웹 서버를 통해 사용자에게 제공한다. 또한 로봇에서 제공하는 웹 서비스를 이용하여 응용프로그램에서 로봇의 서비스를 직접 호출하여 로봇 및 홈 네트워크에 접속된 모든 가전기기를 제어할 수가 있다.

III. 웹 서비스의 개요

웹 서비스는 웹상에서 정의된 모듈화된 소프트웨어 컴포넌트로서, 개방형 표준 데이터 표현 기법인 XML (eXtensible Markup Language)과 인터넷 프로토콜을 결합시킨 새로운 패러다임에 의해서 탄생된 분산 컴퓨팅 기술이다[5][6][7].

웹 서비스의 사용은 역할에 따라 “서비스 제공자”, “서비스 사용자”, “서비스 등록저장소”로 나눌 수 있는데, 서비스 제공자는 자사의 자원을 개방형 표준에 의해 서비스화 하여 등록 저장소에 공개한다. 웹 서비스에서는 WSDL, UDDI, SOAP의 세 가지 핵심기술을 활용한다.

- SOAP(Simple Object Access Protocol)

SOAP은 XML로 인코딩된 데이터를 전달하기 위한 표준적인 방법을 정의한 메시지 구조에 대한 명세이다. 메시지를 주고받는 양 끝단 간에 SOAP 메시지를 전달하기 위한 기반 커뮤니케이션 프로토콜로서 HTTP에 바인딩하는 방법을 정의하고 응용 프로그램들의 연동이 가능하도록 한다[3].

- WSDL(Web Services Description Language)

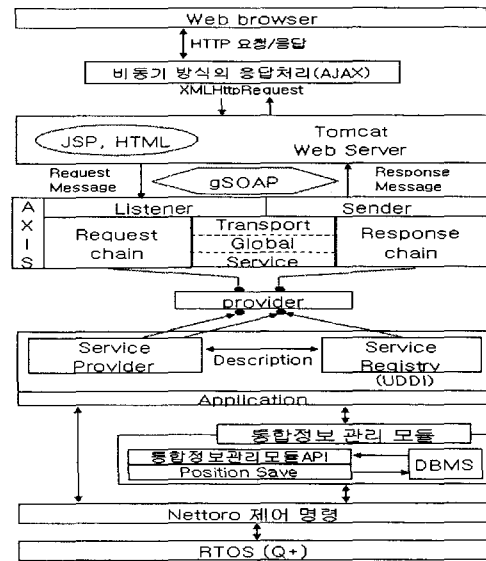
WSDL은 웹 서비스를 기술하는 문법이다. 웹 서비스가 수행하는 작업, 호출 가능한 메소드, 메소드에 전달해야 하는 파라미터, 파라미터 타입, 사용되는 바인딩 프로토콜 등, 웹 서비스의 목적을 기술한다. 기술한 WSDL문서를 통해서 웹 서비스의 기능을 호출할 수가 있다[7].

- UDDI(Universal Description, Discovery, and Intergration)

UDDI는 웹 서버의 사용자 또는 제공자가 웹 서비스를 발견하거나 등록할 수 있는 표준적인 방법을 제공하며 웹 서비스 제공자가 등록하는 웹 서비스의 정보를 저장하기 위하여 Business Entity, Business Service, Binding Template, Technical Model과 같은 핵심 데이터 구조를 정의하며 웹 기반의 글로벌 레지스트리 기능을 제공한다.

IV. 시스템 설계 및 구현

1. URC 로봇의 웹 서비스 시스템 구성



▶▶ 그림 2. URC로봇의 웹 서비스 시스템 구성

URC 로봇의 웹 서비스는 로봇 제어 라이브러리와 웹 서비스의 SOAP메시지를 처리하는 모듈을 포함하는 데몬 프로세스로 운영하는데 제어명령에 관한 API와 DBMS에 의한 API가 분리되기 때문에 application단에서 처리하도록 하였고 웹캠의 영상을 전달하는 영상이미지 서버를 따로 두어 웹 서비스 데몬과 다른 포트를 사용하며 같이 동작하게 되므로 사용자는 로봇의 영상과 로봇의 제어 및 관리를 선택적으로 필요에 의해 사용할 수 있다. 또한 로봇의 웹서비스 정보를 웹서버

를 통해 전달할 때 웹 브라우저의 상단 레이어에 위치하는 AJAX엔진을 통해서 클라이언트상의 실시간성을 보장하였다.

웹 서비스의 구축은 적은 메모리에서도 동작이 가능한 gSOAP 라이브러리를 사용하였으며, 영상이미지 서버는 motion서버를 사용하였다.

2. 로봇 웹 서비스의 구현

웹 서비스를 기술하는 문법인 WSDL를 설계하기 위해 먼저 PortType의 Operation을 정의하였으며, 각각의 입출력을 위한 메시지를 설계하였다. 메시지에서는 각각의 웹 서비스에서 사용되는 입출력의 파라미터와 타입이 정의된다. Binding은 PortType에서 정의된 Operation의 인코딩 방식을 정의하며, Services는 웹 서비스의 물리적 접점 정보를 가지고 있다.

3. 웹 서버의 시스템 구성

AXIS기반의 웹 서비스 클라이언트 모듈을 사용하여 로봇 사용자로부터 웹 서버에 내려진 명령이 웹 서버와 URCL로봇의 웹 서비스가 연동되도록 하였고, 웹 서비스의 생성, 배치, 호출에 필요한 기능을 포함하였다.

4. 소프트웨어 구성

웹 서버를 통해서 사용자에게 제공되는 기능에 따라, URCL로봇 제어 모듈, URCL로봇 모니터링 모듈, 홈서버 연동 모듈로 구성된다. 공통 모듈은 DBMS나 장치 정합을 위한 공통 라이브러리 모듈이다. DBMS는 로봇의 상태를 주기적으로 갱신하면서 일정 기간의 이벤트를 기록하며, 원격지 요청에 따라 시간 트레이서를 제공할 수 있는 소형의 임베디드 실시간 데이터베이스이다. 각각의 모듈은 공통적으로 데이터베이스 및 로봇의 내부 모듈과 통신하는 기능이 필요한데, 이런 기능을 공통 모듈로 설계하였다.

5. 로봇과 웹 서버간의 통신

로봇과 웹 서버와의 통신은 SOAP 프로토콜을 사용하여 로봇과 웹 서버 간에 WSDL에서 정의한 입출력 형식에 따라 XML형식으로 표현되어 송수신 된다. 그림 3과 그림 4는 로봇과 웹 서버사이에서 웹 서비스의 실행 요청과 응답에서 송수신되는 XML 메시지로서, RobotHeadLeft 명령에 해당되는 웹 서비스를 예로 든 것이다.

```

RobotHeadLeft Request Message
[Web Control]
statusjsp?command=NETTORO_HEADLEFT
&parameter1=30&parameter2=1

[XML Message]
<SOAP-ENV:Body SOAP-ENV:
encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/">
<ns2:RobotHeadLeft>
  <degree>30</degree> // 머리회전 각도
  <mode>1</mode> // 절대각도모드
</ns2:RobotHeadLeft>
</SOAP-ENV:Body>
</SOAP-ENV:Envelope>
  
```

▶▶ 그림 3. RobotHeadLeft 요청 메시지

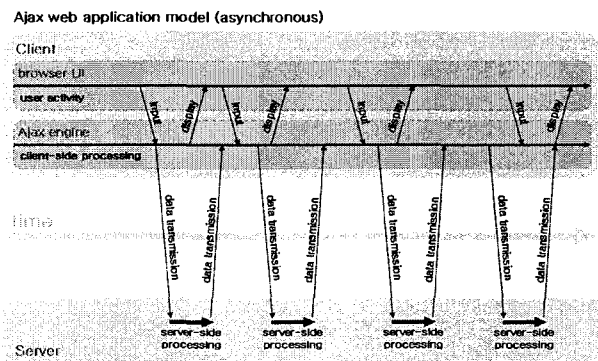
```

RobotHeadLeft Response Message
<SOAP-ENV:Body SOAP-ENV:
encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/">
<ns2:RobotHeadLeftResponse>
  <code>1</code> // 정상적으로 실행
</ns2:RobotHeadLeftResponse>
</SOAP-ENV:Body>
</SOAP-ENV:Envelope>
  
```

▶▶ 그림 4. RobotHeadLeft 응답 메시지

6. 웹서버와 AJAX엔진간의 통신

기존의 웹 어플리케이션에서는 웹 브라우저가 웹 서버와 통신을 하고, 요청 결과는 HTML로 생성되어 웹 브라우저는 응답받은 HTML을 분석한 뒤 그 내용을 화면에 다시 그려줌으로써 사용자 입장에서는 페이지 이동이 발생하게 되었다. 본 연구에서는 이런 페이지이동 없이 사용자입장에서의 실시간성을 보장하기 위해 별도의 브라우저 플러그인이나 ActiveX를 사용하지 않고 Ajax의 XMLHttpRequest를 사용해서 Ajax엔진과 웹서버간의 통신으로 변경 결과만을 웹브라우저에 반영시켰다. 그림 5은 Ajax의 비동기방식의 통신방법의 구조도이다.

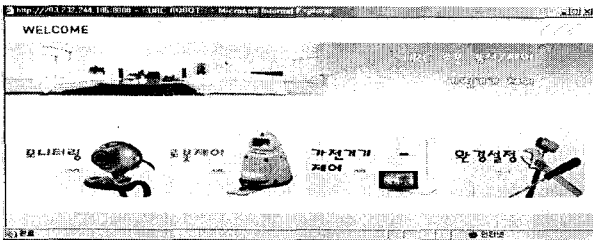


▶▶ 그림 5. Ajax엔진의 구조도

V. 테스트 결과 및 분석

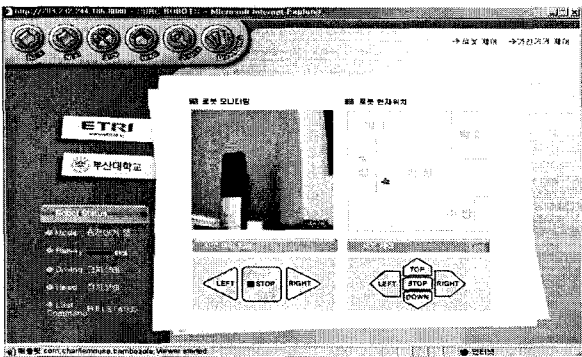
1. 웹 브라우저에서의 제어 및 구동

관리자의 인증과증을 거치면, 웹 서버는 클라이언트에게 세션 번호를 부여하여 로봇제어와 상태정보, 홈네트워킹으로의 가전기기 제어와 상태정보를 확인할 수 있도록 하며 사용자의 환경설정으로 로봇의 이동거리, 머리회전 각도, 홈네트워킹 구조등을 설정할 수 있게 한다.



▶▶ 그림 6. 관리자 인증 후의 메뉴선택 화면

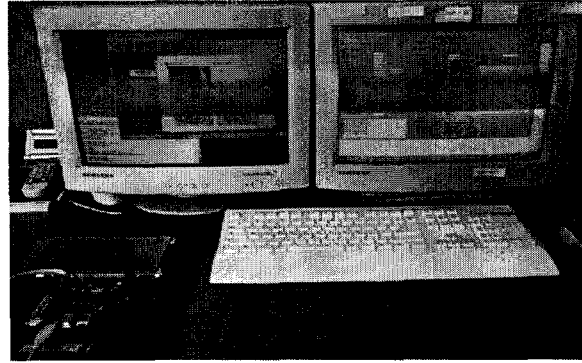
그림 7의 로봇의 영상, 로봇의 상태, 로봇의 움직임을 파악할 수 있는 위치정보 미니맵, 그리고 로봇의 움직임을 제어할 수 있는 화면과 홈네트워킹을 통한 에어컨, 냉장고, 전등, 블라인드를 제어할 수 있는 화면을 선택적으로 보여준다.



▶▶ 그림 7. 로봇 관리 페이지

로봇의 영상은 영상서버와 연결되어 영상 이미지를 계속해서 받아 마치 동영상처럼 보이게 하는 슬라이딩 방식의 애플릿으로 이루어져 있으며 이 애플릿은 로봇에 있지 않고 웹 서버에 있어 보안문제가 발생할 수 있기 때문에 Signed 애플릿으로 구성하였다. 미니맵은 50x50으로 이루어져 있는데, 주기적으로 현재의 위치정보를 얻어와 화면에 출력하도록 하였으며 미니맵의 특정위치를 클릭함으로써 명령이 가능하도록 하였다. 로봇제어는 로봇의 머리와 움직임, 그리고 도킹 세션으로의 복귀를 위한 것이며, 홈네트워킹 제어는 각각의 가전기기를 PLC, ZigBee의 선택적 제어를 위한것이다. 사용자가 버튼을 클릭하게 되면 내부적으로 웹 서비스가 호출되도록 하였으며, 각각의 상태창을 통해서 그 결과를 확인할 수 있다

2. 시뮬레이션을 통한 구동 확인



▶▶ 그림 8. 시뮬레이션을 통한 검증

URC로봇은 2단의 중앙 처리장치로 구성되어 있으며 양단의 시스템은 UART Device로 연계되어있다. 응용 프로그램에서 로봇의 서비스를 호출하면 상단의 로봇서버에서 UART 포트에 하단의 시스템에 명령이 전달되어지는데, 이 UART포트를 개발환경의 PC와 연결하여 시뮬레이션을 통해 명령이 전달되었는지를 검증할 수 있다. 본 논문에서는 UART 직렬 포트를 사용하여 API에 정의된 각각의 로봇 서비스가 제대로 호출되는지 확인하였다

VI. 결론

본 논문에서는 URC 로봇이 웹 서비스를 통해 로봇의 상태 제어와 관리, 가전기기의 상태제어와 관리를 웹 서버를 통해 가능하도록 시스템을 구성하고 구축하였고 결과물은 국민형 로봇인 NETTORO라는 로봇에 탑재하여 실용적 가치를 검증하였다. URC로봇은 40개의 로봇의 기능별 제어와 가전기기의 제어 및 관리를 위한 웹 서비스를 제공하여 원격에서도 표준적인 방법을 통해 접근 가능하도록 구성되었으며, URC 로봇이 표준적인 웹 서비스를 가지므로 연계를 원하는 응용 프로그램에서는 언제든지 WSDL를 이용하여 자동적으로 호출 모듈을 만들어낼 수 있게 되어, 연계가 빠르고 간편하게 이루어질 수 있다.

참고 문헌

- [1] I. Agranat, "Embedded Web Servers in Network Devices," *Communication Systems Design*, pp.30-36, March 1998.
- [2] I. Agranat, "Engineering web technologies for embedded application," *IEEE Internet Computing*, Vol.2, No.3, pp.40-45, May 1998.
- [3] M. F. Zakaria, S. H. M. Amin and R. Marmat, "Design and development of control system for Internet-based

- telerobotics”, Proc. TENCON 2000, Vol.2, pp.338-342, 2000.
- [4] 이승익, 장철수, 정승욱, 김종배, “로봇 소프트웨어 아키텍처의 연구 동향과 현황”, 전자통신동향분석 20권2호, 2005.
- [5] 이강찬, 이승윤, “웹 서비스 표준 기술 동향과 전망”, 한국정보과학회지 웹서비스 특집, 22권 10호, 2004. 10
- [6] gSOAP, <http://www.cs.fsu.edu/~engelen/soap.html>
- [7] WSDL, <http://www.w3.org/TR/wsdl20/>
- [8] 김주만, “URC 로봇 원격 모니터링 기술 개발”, 한국콘텐츠학회 논문지, 제6권 제8호, 2006. 8
- [9] 이태희, 권기규, 임성호, 김광수, 임동선, 김주만, “URC 로봇 원격 감시제어 설계 및 구현”, 대한임베디드공학회지, 제1권 제2호, 2006. 5