

웹 서비스 기반 로봇 감시제어에 관한 연구

임성호, 이경희, 박승민
한국전자통신연구원, 임베디드S/W연구단

A Study on the Robot Monitoring and Control Based on Web Service

Sung-Ho Im, Gyung-Hee Lee, Seung-Min Park
ETRI, Embedded S/W Research Division

Abstract - URC(Uniform Resource Identifier) 로봇은 기존의 로봇 자체에서 처리하던 기능을 네트워크를 통하여 외부로 분산시켜 외부의 센싱 기능과 프로세싱 기능을 활용하여 효율적으로 구동하기 위한 것이다. 즉 많은 파워가 요구되는 센싱 기능이나 프로세싱 기능을 외부에 있는 서버를 활용하여 서비스를 제공함으로써 간단한 로봇으로도 고도의 서버를 제공이 가능토록하여 가격 경쟁력을 갖도록 하기 위함이다. 본 논문에서는 URC 로봇을 원격에서 모니터링 및 제어가 가능하도록 웹 서비스 기술을 임베디드 시스템 환경에 맞게 최적화하였다. 웹 서비스는 인터넷 기반의 SOAP 프로토콜을 통하여 교환되는 XML 기반 메시지를 통하여 다른 응용 에이전트들과 직접적인 상호작용을 지원함으로써 이기종간 호환 및 표준 플랫폼을 지원할 수 있다. 본 논문에서는 URC 시범서비스 참가 로봇인 네토로(한울로보틱스)에 본 연구결과를 적용하여 기능 및 안정성을 검증하였다.

1. 서 론

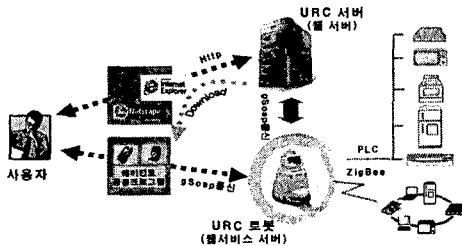
유비쿼터스 환경은 시간과 공간의 제약을 극복한다는 의미로서, 서비스 사용자와 제공자는 주변의 여건을 의식하지 않아도 서비스가 가능하게 한다. 이러한 유비쿼터스 환경을 이용하여 복잡한 로봇을 단순화하여 구현하기 위한 URC라는 새로운 개념의 로봇이 태동하게 되었다. URC 로봇은 네트워크기술을 기반으로 언제 어디서나 사용자와 함께 하며 사용자에게 필요한 다양한 서비스를 제공하는 로봇을 말한다. URC 로봇은 기존의 컴퓨터가 사용자의 사용 여부에 따라 서비스를 제공하는 수동적인 측면이 강했다면, 이젠 직접 사용자에게 다가가 사용자가 원하는 서비스를 제공하는 능동적인 서비스를 제공한다.

본 연구는 이러한 URC의 기본 개념에서 내장형 웹 서비스 기술을 탑재하여 실시간 원격 로봇 감시제어 기법을 구현하는데 있으며, 사용자는 로봇을 떠나 언제 어디서나 다양한 로봇의 서비스는 물론 로봇에게 명령전달이나 로봇의 상태를 인지할 수 있도록 한다. 내장형 웹 서비스 기반 로봇 감시제어는 언제 어디서나 인터넷으로 연결된 컴퓨터와 이 컴퓨터에 설치된 웹 브라우저 또는 응용 프로그램만 있으면 사용할 수 있다는 장점이 있다. 본 논문에서는 웹 서비스 기술을 임베디드 실시간 리눅스 기반인 Qplus 운영체제 상에서 적용하였으며, URC 서버에 웹 서버를 구축하고 gSOAP 프로토콜을 통한 통신 모델을 구축하였다. URC 로봇은 웹 서비스 서버를 탑재하여 사용자에게 의한 웹 서버에 응답하며, 또한 실시간 영상 서버에 의해 로봇과 클라이언트 간에 실시간 영상 전송을 할 수 있도록 하였다.

2. 시스템 구성

2.1 시스템 운용 환경

URC 로봇은 최소한의 자원으로 가전 임베디드 시스템 구조이며, 홈네트워크를 통하여 가전 기기를 제어하고 로봇 원격 관리 지원 서버로서 웹 서비스 서버를 두어 네트워크 상의 URC 서버와 연동하도록 설계 되었다. 사용자는 웹 브라우저 또는 응용 에이전트 GUI를 통하여 로봇 서버와 정합하기 위한 방법으로 gSOAP에 의한 XML 메시지 교환 방식을 적용한다. 사용자가 언제 어디서나 웹을 통해 직접 로봇에 접속하여 로봇을 원격 모니터링 할 수 있는 운용 환경 구성을 <그림 1>에 나타냈다.



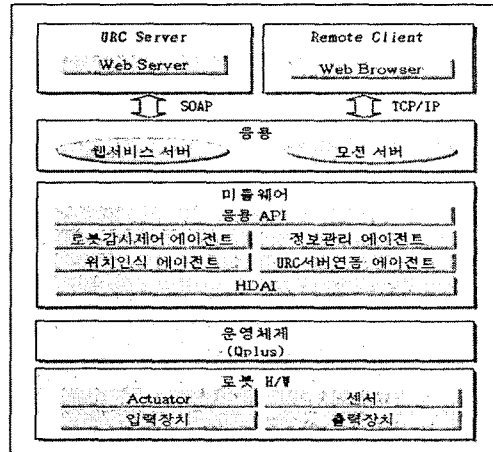
<그림 1> 시스템 운용 환경

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구원진흥원의 IT신성장동력핵심기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [2006-S-038-02, 모바일 컨버전스 컴퓨팅을 위한 단말적용형 임베디드 운영체제 기술]

로봇 서버는 웹 서비스 포트를 제공하며, URC 서버에 구축된 AXIS엔진을 내장한 웹 서버나 기타 웹 서비스 클라이언트에서 동작되는 응용 에이전트 프로그램을 통하여 접속이 가능하다.

2.2 소프트웨어 구성

URC 로봇의 사용 환경은 URC 로봇 외에 URC 서버의 지원이 필수적이다. URC 로봇의 상태 정보를 수집하여 제공하여야 하며, 사용자의 요구에 따라 적절한 제어도 가능하여야 한다. 이러한 서비스를 웹 환경에서 제공하기 위한 플랫폼 설계는 로봇 하드웨어, 로봇운영체제, 미들웨어, 응용으로 구성된 로봇 자체에 탑재된 플랫폼과 웹 서비스를 지원하기 위하여 웹 서버가 탑재된 URC 서비스 서버 플랫폼으로 구성된다. 즉 URC 로봇 소프트웨어 플랫폼은 URC 로봇의 기본 운영체제를 제공하고, 웹 환경에서 로봇의 원격감시제어 및 웹 서비스를 제공하기 위한 것으로서 전체의 플랫폼 구조를 <그림 2>에 나타냈다.



<그림 2> 소프트웨어 플랫폼 구조

3. 시스템 구현

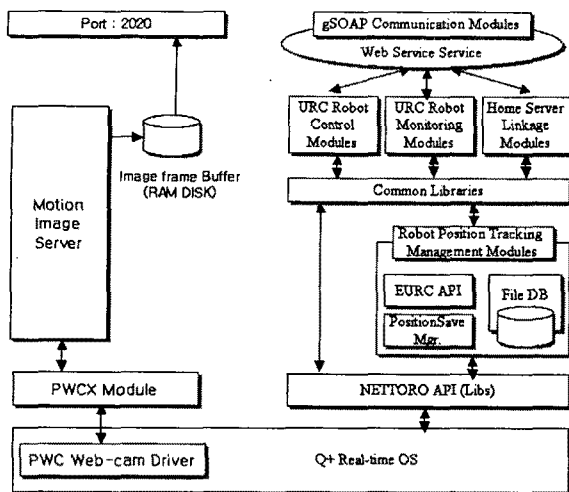
3.1 로봇 플랫폼 구현

URC 로봇은 웹 서비스 서버와 영상 서버를 탑재 운영한다. <그림 3>은 URC 로봇 서버 구성을 나타냈으며, 웹 서비스 서버는 gSOAP 통신 모듈을 외부 인터페이스로 메시지 송/수신을 담당하고, 하부에 로봇 기능인 URC 로봇 제어 모듈, URC 로봇 모니터링 모듈 그리고 홈 서버 연동 모듈로 구성된다.

DB는 플래시 메모리에 임베디드 실시간 DB 기능을 구현하여 로봇의 모니터링 정보의 추적 감시를 위한 로깅 및 로봇 좌표 맵 관리, 로봇의 위치 추적, 청소 영역 추적 등을 위해 구현한다. 타겟 로봇인 네토로는 실시간 운영체제인 Qplus를 탑재하여 네토로의 시스템 API를 제공함으로써 API 규격에 맞게 작성되어 실시간 감시 제어가 가능한 데몬 프로세스를 구동하고 있다. 영상 서버는 2020 포트를 개방하여 인증 서버로부터의 접속과 동시에 프레임 전송을 가능하게 한다. 웹 캠으로부터 수신된 영상은 랩 디스크인 이미지 프레임 버퍼에 큐 타입으로 스트리밍하여 포트를 통해 출력한다.

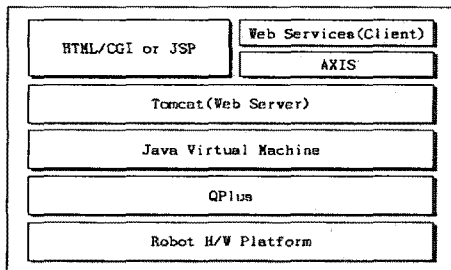
3.2 웹 서버 플랫폼 구현

웹 서버는 사용자에게 웹 화면을 제공하는 것을 목적으로 한다. 웹 화면의 구성을 위해 필요시 웹 서버는 URC 로봇의 웹 서비스를 호출하는데, 이때 AXIS기반의 웹 서비스 클라이언트 모듈이 사용된다. AXIS는 APACHE에서 제공하는 SOAP 라이브러리로서, 웹 서비스의 생성, 배치, 그리고 호출에 필요한 기능을 부가적으로 포함하고 있다. 웹 서비스 호출 모듈의 경우, AXIS에서 제공하는 WSDL2JAVA 기능을 이용하여 로봇에서 제공하는 웹 서비스의 WSDL를 입력으로 만들어진다.



〈그림 3〉 소프트웨어 플랫폼 구조

웹 서버는 UR 로봇을 위한 네트워킹 상의 지원 서버로서 AXIS 엔진을 탑재한 JAVA 환경의 TOMCAT 서버를 이용하였다. 웹 서버는 원격 제어 및 모니터링을 위한 다양한 웹 페이지로 구성되며, 로봇 사용자로부터 웹 서버에 내려진 명령이 웹 서버와 UR로봇의 웹 서비스가 연동되도록 AXIS기반의 웹 서비스 클라이언트 모듈을 사용하여, 웹 서비스의 생성, 배치, 호출에 필요한 기능을 포함하였다. 〈그림 4〉에 웹 서버 시스템 구성도를 나타냈다.

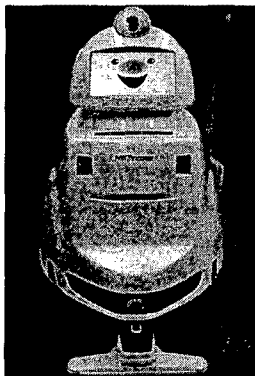


〈그림 4〉 웹 서버 시스템 구성도

4. 시스템 적용 및 시험

4.1 시스템 적용

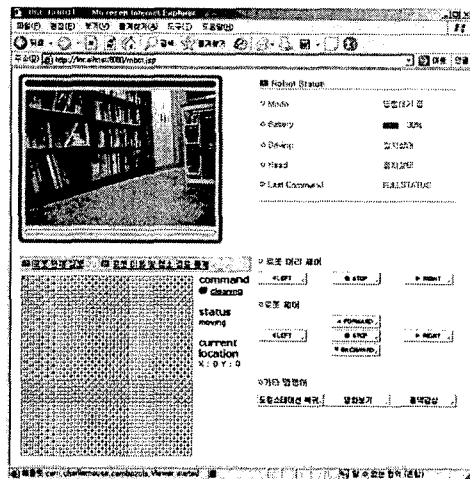
웹 서비스를 구현하여 적용한 네트로 로봇을 〈그림 5〉에 나타냈다. 네트로의 주요 기능은 머리에 카메라 및 LCD가 있고, 이동을 위한 바퀴, 위치 인식 및 충돌 방지를 위한 다양한 센서, 청소 기능 및 기타 센서 및 통신기능이 내장되어 있다.



〈그림 5〉 적용 로봇 (네트로)

4.2 시험 결과

브라우저를 이용하여 로봇 모니터링 화면을 〈그림 6〉에 나타냈으며, 주요 적용 시험 결과는 다음과 같다.



〈그림 6〉 적용 로봇 (네트로)

● 로봇 모니터링

로봇의 모니터링 기능은 원격에서 로봇 감시제어뿐만 아니라 홈 모니터링 등에도 활용할 수 있는 중요한 서비스이다. 로봇에서 제공하는 각종 센서 및 상태정보를 사용자는 정확하고 편리하게 볼 수 있어야 하고, 이를 바탕으로 로봇을 편리하게 제어 할 수 있어야 한다.

네트로에서 구현한 로봇 모니터링 모듈은 로봇의 현재 수행 모드, 현재 충전 상태, 청소 및 이동 상태, 머리 움직임 상태와 마지막 로봇에 반영된 명령어가 실시간으로 표시된다.

● 로봇 제어

네트로에서 구현한 로봇 제어 모듈은 이동 제어부, 머리의 카메라 제어부, 청소 제어부로 구성된다. 이동 제어부는 전방, 후방 및 좌, 우의 방향 전환 및 이동이 가능하고, 카메라 제어부는 카메라 위치를 좌, 우 제어가 가능하도록 하며, 청소 제어부는 청소 시작 및 중지할 수 있도록 하였다. 기타 충전을 위한 도킹 스테이션 복귀 명령, 영화 보기, 음악 감상 등의 제어 기능을 제공한다.

● 영상 정보 처리

로봇의 영상은 로봇 서버 내에 위치한 영상 서버인 Motion서버에 연결되어 영상 이미지를 스트리밍하여 끊김 없는 동영상을 제공해 준다. 영상 서버는 프레임을 파일로 저장하여 포트 2020을 통하여 배출하면, 원격 사용자는 웹 서버를 통하여 프레임을 발취하여 브라우저의 자바 애플릿인 캠보콜라를 통하여 동영상으로 표시한다.

3. 결 론

본 논문에서는 UR 로봇의 원격 모니터링 서비스를 웹 상에서 구현함에 있어, 임베디드 시스템에 적합하도록 구현하여 적용하였다. 언제 어디서나 접속이 가능한 웹 브라우저 인터페이스를 위해 자바 환경의 TOMCAT 웹 서버를 구축하였으며, 하부에 ASIX 엔진을 장착하여 로봇 서버와 gSoap 프로토콜을 통한 웹 서비스를 제공토록 하였다.

본고에서 구현한 웹 서비스를 URC 시범사업에 참가한 네트로에 적용하여 로봇 카메라, 청소, 로봇 움직임의 감시 및 제어, 실시간 영상 처리 등의 서비스를 제공하여 원격에서도 접근 가능하도록 하였다. 이러한 서비스는 표준적인 웹 서비스를 가지므로 연계를 원하는 응용 프로그램에서는 WSDL를 이용하여 자동적으로 호출 모듈을 만들어낼 수 있게 함으로써, 다양한 방식의 응용 프로그램 작성이 용이하게 구성되었다.

향후, UR 로봇의 웹 서비스는 로봇의 기능에 따라 지원 서비스가 확장되어야 하며, 다양한 로봇 적용이되도록 표준 인터페이스 규격 및 API가 규정되어야 할 것이다. 또한 UR 로봇의 중요 응용 분야가 가정임을 고려하여 표준 규격을 따른 홈네트워크와의 연동과 로봇의 지식을 이용하여 가 전기기의 효율적인 제어가 가능하도록 확장해야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 임성호, 권기규, 양만석, 박대준, 임동선, "URC 로봇 소프트웨어 플랫폼 연구," NCS 2004, Vol.1, pp. 40-43, 2004.
- [2] 임성호, 김주만, "웹 서비스 기반 UR 로봇 원격 모니터링 기술의 설계 및 구현," 한국콘텐츠공학회논문지, Vol.6, No.11, 2006.
- [3] 이승익, 장철수, 정승욱, 김중배, "로봇 소프트웨어 아키텍처의 연구 동향과 현황," 전자통신동향분석 20권2호, 2005
- [4] 임성호, 김형주, 임창규, 양만석, 임동선, 김주만, "URC 로봇 원격 감시 제어 웹 서비스 기술," 제1회 한국로봇공학회 하계종합학술대회 논문집, 2006. 6, pp.62-68
- [5] Beetz, M., "Plan-based control of robotic agents," LNAI 2554 of Lecture Notes in Artificial Intelligence. Springer Publishers, 2002.