

URC 로봇 원격 모니터링기술 설계 및 구현

The Design and Implementation of Remote Monitoring Technology for URC Robot

이태희, 임동선, 김주만*

한국전자통신연구원, 부산대학교*

Lee Tae-Hee, Lim Dong-Sun, Kim Joo-Man*

ETRI, Pusan Univ.*

요약

본 논문은 URC(Ubiquitous Robotic Companion)라는 지능형 로봇의 원격 실시간 감시/제어 방법을 제안한다. URC는 기존의 로봇에 네트워크 및 정보 기술을 접목하여 유선 및 무선 통신이 가능한 외부 디지털 장치와 상호 연동하도록 설계된 지능형 로봇이다. 본 논문에서는 ISSAC4라는 로봇을 타겟으로 본 연구 결과를 구현하여 실용적 가치를 검증하였다. 로봇의 다양한 Controllers, Devices, Actuators, Sensors 등의 상태 정보를 획득하고 연속성을 보장하는 Client-Pull 방식의 실시간 영상 전송 방식 및 로봇의 움직임 제어 등 위치에 상관없이 웹 브라우저를 통한 원격 제어가 가능하도록 설계 및 구현하였다.

Abstract

In this paper, We are proposed the real-time monitor and control mechanism for intelligent robot called URC(Ubiquitous Robotic Companion). URC are intelligent robots designed as to interact with external digital device that can communicate through wire or wireless by integration the network and information technology into traditional robot. In this paper, we implemented the result of this study into the target robot called ISSAC4 and proved its practical worth. We designed it as be able to control on remote by such web browser as anywhere and anytime that show a status information for several controllers, devices, actuators and sensors of robot and guarantee a continuity of real-time image transferring by Client-Pull method and moving control of robot.

I. 서론

최근 초고속 인터넷 기술의 확산으로 인터넷을 기반으로 하는 새로운 시장 창출이 다각화 되고 있다. 특히 인터넷이 개인 생활 속으로 파고들면서 유비쿼터스 환경 구축을 향한 서비스 개발이 가전기거나 개인정보 단말기등 서비스 접점의 위치와 시간에 비 의존적인 서비스 개발이 활발하게 진행되고 있다.[1-3] 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 분담시킴으로써 로봇 구성을 단순화하고, 가능한 외부의 고기능 서버를 활용하여 협업하는 구조를 지향하는 새로운 개념의 지능형 로봇으로 국민 보급형 로봇으로 개발 중에 있다[6].

일반적으로 로봇은 센싱하고, 판단하며 이를 바탕으로 결정된 행동을 수행하는 기본적인 기능을 가진다. URC 로봇은 이들 세 가지 기능을 네트워크와 연동하여 주변의 고성능 서버나 제어기기에 기능을 분산하자는 것이며, 네트워크를 통하여 원격지에서 인지할 수 있도록 하자는 개념이 내포되어있다[6]. 본 연구는 이러한 URC의 기본 개념 하에 실시간 원격 모니터

링 기법을 구현하는데 있으며, 사용자는 로봇을 떠나 언제 어디서나 다양한 로봇의 서비스는 물론 로봇에게 명령전달이나 로봇의 상태를 인지할 수 있을 것이다[4][5].

본 논문에서는 임베디드 시스템의 제한된 자원을 수용하면서, 원격지 웹 브라우저를 통한 동영상 및 상태 및 제어 신호가 실시간 교환이 가능하도록 실시간 운영체제인 QPlus 기반의 웹기반 로봇 모니터링 기법을 설계하고 구현하였으며 향후 가 사용 로봇의 원격 사용자 인터페이스를 위한 URC/GUI를 제공할 것이다.

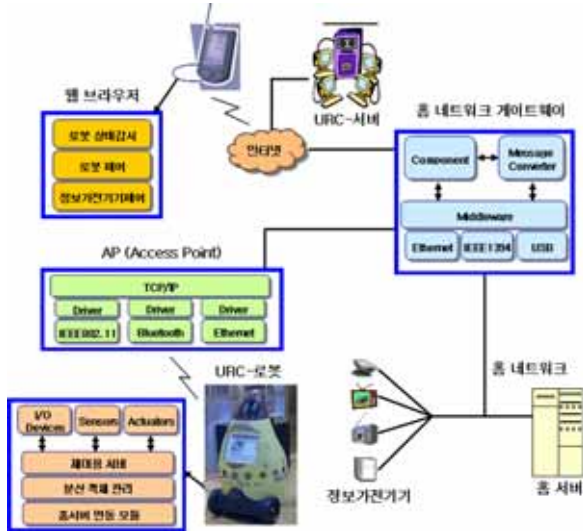
II. 시스템 구조

1. 시스템 운용 환경

URC 로봇은 홈네트워크 게이트웨이에 무선 AP에 결합되고, 인터넷상의 URC 서버나 다양한 통신 단말기의 웹 브라우저에서 접근할 수 있는 경로를 제공한다. 가정의 정보 가전기는 홈 네트워크에 연결되어 URC 로봇을 통하여 모니터링이 가능하도록 조직 되었다.

사용자 인터페이스는 기본적으로 웹을 통해서 모든 기능을

사용할 수 있도록 하며, 사용자는 음성이나 터치스크린을 이용하여 가정에서 URC 로봇을 사용할 수도 있으며, 웹을 통하여 원격에서 집안 내부의 영상을 보거나, 안정상의 문제점을 이동통신 디바이스를 통해 전달 받을 수 있으며 로봇을 통해 홈 네트워크에 접속된 모든 가전기기의 제어가 가능하게 된다.



▶▶ 그림 1. URC 로봇 운용 구조

2. URC 로봇 하드웨어 구조

URC 로봇은 다양한 센서와 액추에이터, 모터 등으로 구성되어 있다. 원격 모니터링이란 이러한 제어기나 자원들의 상태 및 제어를 원격에서 가능하도록 하는 사용자 인터페이스의 제공이다. 이들 자원들은 리눅스 실시간 운영체제인 Q+ 하에서 구동되는데, 각 자원들에 대한 API를 라이브러리 형태로 제공한다. 각 자원의 항목들은 제어 및 모니터링 대상이며, 로봇 웹 서버의 후면 서버인 CGI는 이들 자원의 API를 사용하여 자원들에 접근하게 된다.

3. 소프트웨어 구조

URC 로봇에는 BOA 웹 서버가 탑재되며, 후면 (Background) CGI 서버에 의해 로봇 기능을 제어하거나 모니터링 한다. 이들 후면 CGI 서버는 기능적으로 제어 모듈, 모니터링 모듈 그리고 홈 서버 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 트레이스를 제공할 수 있는 소형 임베디드 실시간 데이터베이스이다.

III. 로봇 모니터링 모듈의 설계

1. 구성 모듈의 설계

1.1 로봇 제어 모듈

로봇 제어 모듈은 웹 인터페이스를 통해서 들어온 사용자 입력에 따라 로봇 제어를 수행하는 3개의 서브 모듈로 구성된다.

- 제어 I/O Handler
- 로봇 상태정보 관리자
- 로봇 제어 인터페이스

1.2 모니터링 모듈

모니터링 모듈은 사용자 입력에 반응하여 로봇의 상태 및 영상 정보를 로봇의 관점에서 사용자 뷰에 제공하도록 처리하는 모듈로서 2개의 서브 모듈로 구성된다.

- 모니터링 I/O Handler
- 모니터링 인터페이스

1.3 홈서버 연계 모듈

홈서버 연계 모듈은 로봇의 사용자의 입력에 반응하여 홈서버와 인터페이스 하도록 연동되며, 소켓에 의한 연결을 제공한다. 홈서버 연계 모듈은 3개의 서브 모듈로 구성된다.

- 홈서버 I/O Handler
- 홈네트워크 상태 관리자
- 홈서버 인터페이스

1.4 공통 모듈

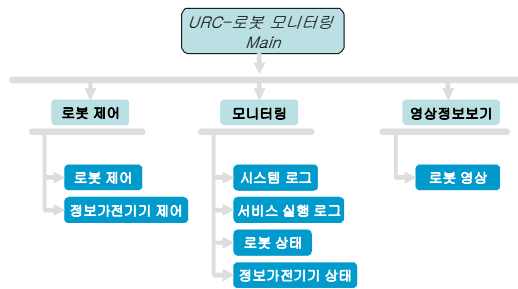
공통 모듈은 실시간 운영체제인 커널인 Q+와 DB에 접속하기 위해 라이브러리 형태로 구현된다. 이 공통모듈은 이기종간 표준 인터페이스로서 모듈간의 호환성과 적응성을 고려한 디바이스 드라이버 형식을 갖는다.

- Device Driver
- DB Driver

2. 사용자 인터페이스(UI) 설계

2.1 UI Map

사용자 인터페이스 맵은 기능에 따라 그림 2와 같이 크게 로봇 제어와 로봇 모니터링, 그리고 영상정보보기로 나눌 수 있다. 사용자 인터페이스는 웹 서버 상에서 HTML과 CGI로 작성되었다.



▶▶ 그림 2. 사용자 인터페이스 맵

로봇에서 제공하는 웹 서버의 경우, 로봇을 제어하거나 상태를 모니터링 한다는 점에서 임의의 사용자가 사용하는 것이 아니기 때문에 웹 인터페이스의 초기화면에는 사용자 인증을 통하여 로봇 세션 관리 권한을 갖도록 한다. 웹 서버의 후면 서버는 CGI로 프로그래밍 되며, 로봇 운영체제인 Q+ 시스템 호출 프로그램에 의해 로봇 센서나 장치 제어 프로그래밍 또는 DB API로 프로그래밍 하였다.

2.2 웹 인터페이스 UI

사용자 인터페이스 맵에 따라 로봇 서버의 URL로 접속할 때 처음 메인 UI로부터 사용자 접속 화면 구성은 다음과 같다.

- 메인 UI
- 접속 인증 UI
- 로봇 제어 UI
- 로봇 상태 정보 UI
- 가전기기 제어 UI
- 가전기기 상태 표시 UI
- 서비스 실행 로그 UI
- 실행 로그 UI

3. URC 로봇의 영상 정보 전송

3.1 영상 전송 방식 선정 기준

영상 전송 방식의 선정은 다음의 기준에 따라 선정하였다.

- 목표 지향성
- 편의성
- 호환성
- 성능

Client Pull방식은 클라이언트에서 주기적으로 웹 서버에 접속하거나, 웹 서버의 특정파일을 읽어 사용자에게 보여주는 방식이다. Java Applet은 URC 로봇내의 영상정보를 제공하는 서버와 연결되어 사용자의 웹 브라우저에 영상정보를 계속해서 갱신하는 방식으로 사용자에게 마치 동영상을 보는 듯한 효과를 제공한다. 또한 HTML 메타 태그와 Java Script와는

달리 깜빡임 현상이나 성능에 있어 더 나은 결과를 보여주고 있다.

3.2 URC 로봇 영상 서버

영상전송 서버는 제공하는 정보가 스트림(동영상)인가, 이미지인가에 따라 영상 스트림 서버와 영상 이미지 서버로 구분한다.

영상 스트림 전송 방식은 영상 스트림 형식의 인코딩하는 시간으로 인해, 빠른 응답시간을 위해서는 추가적인 하드웨어 업그레이드가 요구된다. 또한 실시간 동영상을 사용자의 웹 브라우저에 보여주기 위해서는 웹 브라우저에 윈도우 미디어 플레이어와 같은 외부 프로그램이 임베드되어 사용되어야 하는데, 임의의 웹 브라우저에서나 윈도우 미디어 플레이어의 버전에 민감한 특징이 있다.

지금까지 비교한 내용에 따라, URC 로봇에 영상 이미지 서버인 motion을 구축하고, 클라이언트에 Java applet를 사용하여 구현하였다.

IV. 로봇 모니터링 구현

1. URC 로봇 관리 환경 구축

1.1 BOA 웹 서버 설치

본 연구에서는 BOA 웹서버를 로봇 서버의 환경에 적합하도록 환경 구성 파일을 조정하여 설치하였다.

1.2 카메라(웹캠) 설치

URC 로봇의 눈에 부착된 카메라는 로봇의 움직임에 대한 영상정보를 제공하며, 사용자는 웹 브라우저를 통하여 영상을 볼 수 있다. 웹 서버를 통하여 웹캠의 영상 정보를 획득하기 위해서는 Q+용 웹캠 디바이스 드라이버를 설치하여야 한다. 본 논문에서 사용한 카메라는 Philips Chipset을 채용한 Logitech QuickCam Pro 4000으로 Q+를 위해 Philips Chipset Driver인 pwc, pwcx를 조정 설치 하였다.

1.3 영상 이미지 서버 설치

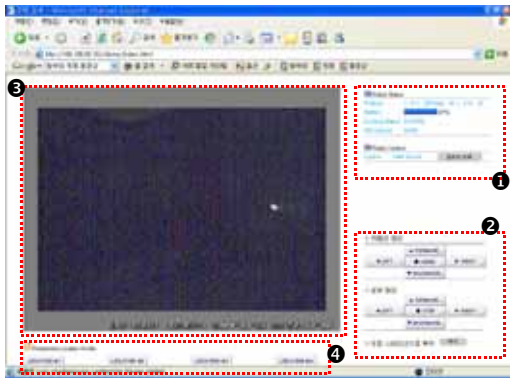
영상 이미지 서버는 웹캠을 통해 계속적으로 정지화면 이미지를 제공받아 클라이언트에게 제공한다.

데몬으로 실행되는 영상 이미지 생성 서버로서 motion이라는 영상 서버를 사용하였으며, 웹 서버와 별도로 실행되어 웹 브라우저내의 애플릿과 직접 연결되어 영상이미지를 전달한다. 본 논문에서는 motion에서 "live webcam server" 기능을 이용하였으며, 환경에 적합하도록 설정을 변경하여 설치하였다.

2. URC 로봇 모니터링 구현 결과

2.1 모니터링 통합 화면

로봇 서버의 URL을 통해 웹 브라우저 화면을 통해 접속하면 인증과정을 거쳐 로봇 세션 매니저에 의해 세션 진입을 한다. 제어 및 모니터링을 위한 모듈간의 통합된 화면은 그림 3과 같이 모듈 단위의 기능에 대한 전체 메뉴로 구성된다. 모니터링 영역, 제어 영역, 영상 뷰 영역 및 위치 4개의 영역으로 구성되어있다.



▶▶ 그림 3. 원격 모니터링 통합 화면

1) 모니터링 UI 영역

모니터링 영역에서는 로봇 좌표, 전원잔량, 도킹스테이션 센서인지, PSD 센서 인지, 제어권한 및 마지막 수행 명령을 실시간으로 표시한다.

2) 로봇 제어 UI 영역

로봇 제어 영역에서는 로봇 눈에 해당하는 카메라의 상·하·좌·우 방향 제어, 구동부에 대하여 전진, 후진, 좌·우 방향 회전등과 도킹 스테이션 복귀 명령으로 제어할 수 있는 버튼 그룹이다.

3) 로봇 영상 표시 영역

로봇의 카메라로부터 입력된 영상은 원격 웹 브라우저의 로봇 영상 표시 영역에 실시간으로 표시된다. 영상의 크기는 Java Applet 코드에서 설정하며, 영상의 품질이나 초당 프레임은 영상 서버인 motion의 설정 파일에서 조정 가능하다.

4) 로봇 위치 예약 버튼

가정의 특정 위치를 미리 설정해 두어 자동 이동이 가능하도록 하는 단축 버튼 그룹이다. 예를 들어 각 버튼에 안방, 거실, 부엌 등으로 설정해 두었다가 해당 버튼 입력 시 직접 설정된 위치로 이동하도록 하는 단축 버튼이다.

2.2 로봇 이미지 링크

ISSAC4 로봇의 이미지의 부위별 제어 및 모니터링 링크를 제공한다. 마우스를 점점에 위치시키면 간단한 정보를 제공하고, 클릭하면 제어 또는 상태 모니터링 화면으로 이동하도록 하였다.



▶▶ 그림 4. 사용자 인터페이스 맵

V. 결론

본 논문에서는 URC 로봇을 원격 웹 브라우저를 통하여 모니터링 가능하도록 임베디드 웹서버 및 실시간 영상 모니터링 기술을 설계 구현하였다. 결과물은 국민형 로봇인 ISSAC4라는 로봇에 탑재하여 실용적 가치를 검증하였다.

로봇의 다양한 Controllers, Devices, Actuators, Sensors 등의 상태 정보를 획득하고 연속성을 보장하는 Client-Pull 방식의 실시간 영상 전송 방식 및 로봇의 움직임 제어 등 위치에 상관없이 웹 브라우저를 통한 원격 제어가 가능하도록 설계 및 구현하였다.

본 기술은 향후 로봇의 외부 인터페이스에 대한 표준화를 선도하고, 로봇이 가정의 도우미로서 실용화 될 때, 원격에서 로봇의 상태 및 로봇 주변 환경 인식과 원격 명령을 통한 가전기기 제어, 보안 및 방재, 간호 도우미, 보육 기능을 통한 U-KOREA를 실현하는데 기여할 것이다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] B. McCombie, "Embedded Web servers now and in the future," Real-Time Magazine, No.1, pp.82-83, March 1998.
- [2] A. Wilson, "The Challenge of embedded Internet," Electronic Product Design, pp.31-34, Jan. 1998.
- [3] I. Agranat, "Embedded Web Servers in Network Devices," Communication Systems Design, pp.30-36, March 1998.
- [4] I. Agranat, "Engineering web technologies for embedded application," IEEE Internet Computing, Vol.2, No.3, pp.40-45, May 1998.
- [5] 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.
- [6] 이승익, 장철수, 정승욱, 김중배, "로봇 소프트웨어 아키텍처의 연구 동향과 현황", 전자통신동향분석 20권 2호, 2005.