

## 퍼스널 로봇을 위한 이기종 네트워크 운용 방안

### Interoperating Methods of Heterogeneous Networks for Personal Robot System

추성호\*, Vitaly Li\*\*, 이정배, 박태규, 장익규, 정기덕, 최동희<sup>\*3</sup>, 박홍성<sup>\*4</sup>

(Seongho Choo, Vitaly Li, Jungbae Lee, Taikyu Park, Ikgyu Jang, Kideok Jung, Donghee Choi, Hongseong Park)

**Abstract** - Personal Robot System in developing, have a module architecture, each module are connected through variety network system like ethernet, WLAN (802.11), IEEE 1394 (firewire), bluetooth, CAN, or RS-232C. In developing personal robot system. We think that the key of robot performance is interoperability among modules. Each network protocol are well connected in the view of network system for the interoperability. So we make a bridging architecture that can routing converting, and transporting packets with matching each network's properties. Furthermore, we suggest a advanced design scheme for realtime / non-realtime and control signal (short, requiring hard-realtime) / multimedia data (large, requiring soft-realtime).

**Key Words** : Personal Robot, Interoperating, Routing, Bridging, CAN, IEEE1394, Ethernet, USB, 802.11, Bluetooth

#### 1. 서 론

##### 1.1 개요

현재 차세대신기술개발사업으로 진행되고 있는 퍼스널 로봇 시스템은 모듈 기반 구조로 개발되어지고 있다. 또한 퍼스널 로봇 내부의 각 모듈들은 다양한 네트워크 시스템으로 서로 연결되어질 수 있도록 하고 있다. 각 모듈들의 상호 연동 운용을 위해서 다양한 네트워크 간의 프로토콜 변환과 패킷 전달 수단이 필요하다. 본 논문에서는 퍼스널 로보에서 쓰이는 다양한 특성을 가지는 네트워크 간의 연동 운용을 위한 네트워크 미들웨어 구조를 제안한다.

##### 1.2 퍼스널 로봇에서 쓰이는 네트워크 시스템

퍼스널 로봇은 가정용 홈 네트워크와 연결되어 다양한 기능을 수행할 수 있어야 하고, 이를 위해서 로봇 내부와 외부 간의 여러 가지 다른 종류의 네트워크가 사용된다. (그림.1) 현재까지 지원하고 있는 네트워크 시스템은 무선 네트워크 시스템은 Bluetooth, IEEE 802.11 (WLAN), CDMA이며, 유선 네트워크 시스템으로는 Ethernet, IEEE 1394 (Firewire), USB, CAN, RS-232C이다. 이런 다양한 네트워크 시스템 위에 다양한 종류의 데이터들이 상호 교환되어지게 된다. 하드웨어 제어를 위한 모듈에서부터 멀티미디어 장치까지 다양한 종류

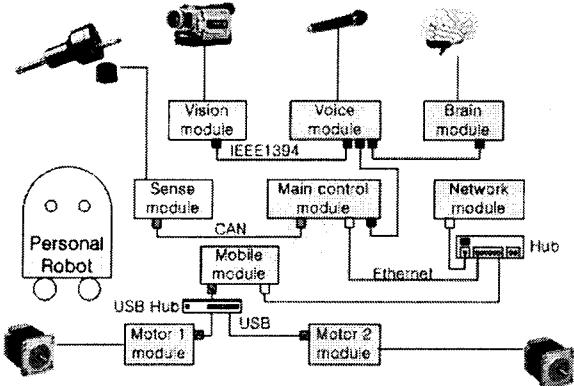


그림.2 퍼스널 로봇 내부 구조

의 내/외부 장치들을 연결되어 운용되기 때문에, 작은 크기지만 실시간성을 염격히 요구하는 제어 데이터들에서부터, 많은 양의 데이터가 전달되어져야 하는 멀티미디어 데이터들이 모두 원활하게 변환 및 전송이 되어져야 한다.

이런 환경에서 적합하게 사용될 수 있는 네트워크 미들웨어 구조는 이미 설계를 완료했으며, 현재 개발 중인 내용은 더 많은 네트워크 프로토콜의 지원과 네트워크 미들웨어의 안정성 및 성능 개선을 위한 연구 등이다.

##### 1.3 네트워크 상호 운용을 위한 미들웨어 구조

미들웨어의 존재 목적은 크게 두가지로 볼 수 있다. 하나는 하부 네트워크 간의 상호 연동 운용 방안을 제공해주는 브릿지 또는 게이트웨이 기능이며, 또 하나는 네트워크 프로토콜의 종류와 사용방법에 구애받지 않는 공통된 네트워크 접근 수단을 상위 계층에 제공하고자 하는 것이다. 이런 기능을 제

##### 저자 소개

- \* 學生會員 : 江原大學校 電氣電子情報通信工學部 博士修了
- \*\* 非會員 : 江原大學校 電氣電子情報通信工學部 博碩士統合課程
- <sup>\*3</sup> 非會員 : 江原大學校 電氣電子情報通信工學部 碩士課程
- <sup>\*4</sup> 正會員 : 江原大學校 電氣電子情報通信工學部 正教授 · 工博

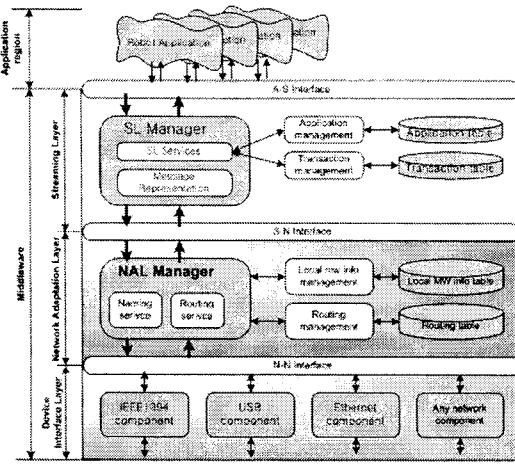


그림 3 퍼스널 로봇을 위한 미들웨어 구조

공하기 위해 설계된 미들웨어는 그림 2에서 보는 바와 같이 세 개의 계층을 이루고 있다. 각각의 계층은 서로 독립적으로 동작하며, 계층 간의 연결은 함수 형태로 제공되는 정의된 인터페이스를 이용하게 된다.

#### 1.4 미들웨어 동작 환경

효율적인 데이터 전송을 위해서는 미들웨어가 가능한 한 모든 모듈에서 동작하고 있어야 한다. 하지만, 퍼스널 로봇의 모듈 구조에서는 각 모듈들이 다양한 운영체제, 하드웨어 플랫폼, 시스템 환경을 가지고 있다. 이 부분에 대해서도 많은 개발 작업이 이루어지고 있으며, 현재 Microsoft Windows 환경, WindowsCE 기반 PocketPC 3.2, Linux 기반 환경을 제공하고 있으며, Realtime OS를 위한 연구도 계속 진행 중에 있다.

본 논문에서는 이기종 네트워크 간의 프로토콜 변환 및 전송을 담당하는 하부 두 개 계층, 즉, NAL(Network Adaptation Layer)과 NIL(Network Interface Layer) 부분에 대해서 설명하고 이를 응용한 테모 시스템을 통해 응용성과 적합성을 검증해 보고자 한다.

## 2. 퍼스널 로봇의 미들웨어 하부 구조

### 2.1 NIL (Network Interface Layer)

NIL은 네트워크 의존적인 기능을 담당하는 계층으로서 각 네트워크 프로토콜을 접근할 수 있는 프로토콜의 의존적인 코드

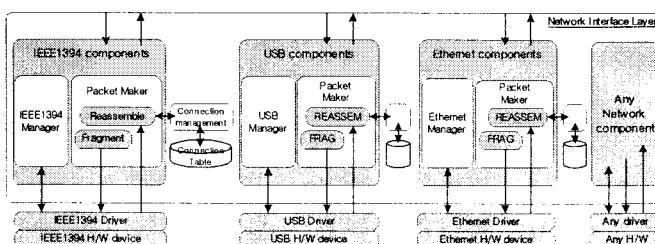


그림 4 네트워크 인터페이스 계층

컴퍼넌트들로 구성되어져 있으며, 각 컴퍼넌트들은 디바이스 드라이버, 네트워크 하드웨어 접근 라이브러리 등의 형태로 존재한다. 실질적인 데이터의 송수신을 담당하게 된다.

### 2.2 NAL (Network Adaptation Layer)

NAL은 프로토콜 변환 및 이기종 네트워크 간의 연결을 담당하는 계층으로서 명명 서비스(naming service)와 라우팅 서비스(routing service) 제공하는 NAL 관리자(NAL manager)가 위치하고 있으며 NAL 관리자의 동작을 위한 내부 정보 테이블과 라우팅 테이블을 가지고 동작하게 된다.

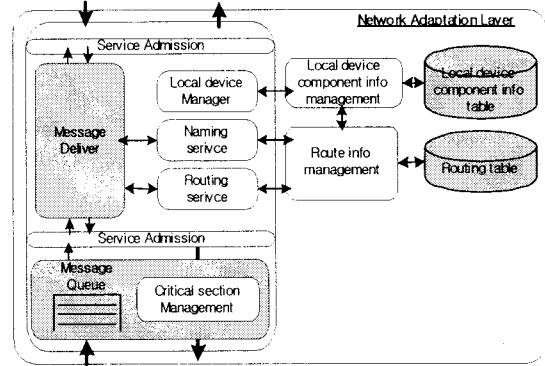


그림 5 네트워크 적용 계층

퍼스널 로봇 내부의 모듈들은 모두 고유의 모듈 ID를 가지게 되고, 이를 이용하여 루트 정보를 구성하게 된다. 라우팅 알고리즘은 link state protocol의 OSPI [3] 방법과 유사하다.

## 3. 미들웨어 응용

미들웨어 구현 중에 퍼스널 로봇을 위한 홈 네트워크 미들웨어로서의 기능과 성능을 검증 받기 위해 다양한 테모 시스템을 개발하여 시연하였다.

### 3.1 IEEE 1394에서의 동작 확인

3 대의 리눅스 기반 PC를 각각 brain, base, arm 모듈이라고 가정하고 상호 운용하는 것을 확인해 보았다. 라우팅의 안정성을 확인하기 위해 동작 중간에 네트워크 라인 연결의 구성을 변경해도 이상없이 동작하였다.

### 3.2 퍼스널 로봇과 가정용 장치들 연동

퍼스널 로봇을 통해 가정용 기기들 (TV 등) 을 제어하는 모습과 가정 내에서 긴급 상황이 발생했을 때 퍼스널 로봇이 이에 적절히 대처하는 모습을 시나리오로 한 테모 시스템으로 가정용 장치들은 컴퓨터 내에서 시뮬레이션을 통해 디스플레이 되게 하였다. 가스 누출이나 화재가 발생했을 경우, 가스 감지기 또는 화재 감지기에서 발생된 정보는 퍼스널 로봇으로 전송되어지고 퍼스널 로봇은 이에 대한 대책으로 환기를 시키거나 소화 장치들을 기동시키는 역할을 한다.

### 3.3 다기종 네트워크 통신

Ethernet, IEEE 1394, CAN, USB으로 순차적으로 연결의

종단과 종단 간에 데이터 교환을 하게한 시스템으로서 다양한 이기종 네트워크 간의 패킷 변환 및 전송을 통해 데이터들이 잘 전달된다는 것을 보여줄 수 있었다.

### 3.4 휴대용 PDA를 이용한 멀티미디어 서비스

실질적인 멀티미디어 서비스를 위해 윈도즈 기반 PC에 연결된 캠코더에서 입력받은 스트리밍 영상이 Ethernet을 통해 802.11 Access Pointer 장비를 거쳐, WindowsCE PocketPC 3.0이 장착된 PDA로 실시간 전송되는 시스템으로 무선 네트워크를 통해 대용량의 데이터들이 전송되는 방안과 Microsoft Windows 및, WindowsCE 운영체제 하에서의 미들웨어 동작을 확인할 수 있었다.

### 3.5 SMS 서비스

퍼스널 로봇에 Ethernet과 CDMA 망을 통해 사용자의 핸드폰에 문자 메시지를 보낼 수 있는 방안을 마련하였다. 가정 내에서 긴급 상황이 발생했을 시, 주인에게 화재 경보, 가스 누출 사고 등의 문자 메시지를 보낼 수 있는 방안을 마련하여 갑작스런 사고에 대한 대처를 할 수 있도록 하였다.

## 4. 결 론

본 논문에서는 현재 3차년도 사업이 진행되고 있는 퍼스널 로봇 개발 과제 중에서 퍼스널 로봇을 위한 홈 네트워크 미들웨어에 대한 부분에 대한 내용을 설명하였다. 다양한 이기종 네트워크 간에 전송되어야 할 다양한 크기와 특성의 데이터 패킷들의 원활한 처리를 위한 미들웨어 구조를 설계하고 구현하였으며, 적절성의 검증을 위해 몇 가지 데모 시스템을 구현하였다.

현재 더 많은 프로토콜과 운영체제를 지원하기 위해 노력 중에 있으며, 한편으로 기존 설계의 문제점과 동작 상의 견실성 및 실시간성 제고를 위해 많은 연구를 진행하고 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] 윤건, “모듈기반 퍼스널 로봇을 위한 미들웨어 구조에 대한 연구”, 석사 학위 논문, 강원대학교 대학원 제어계 측공학과, 2003. 6.
- [2] 윤건, 김형육, 박홍성, “모듈기반 퍼스널 로봇을 위한 미들웨어 구조”, 제어·자동화·시스템공학 논문지
- [3] William Stallings, "High-Speed Networks and Internets Performance and Quality of Service", 2nd Edition., 2000
- [4] Hayes, J.P., "Pseudo-Boolean Logic Circuits", IEEE Trans. Computers, vol. C-35, no. 7, pp. 602-612, July 1988.
- [5] T.Fukuta, R. Michlini, V. Potkonjak, S. Tzafestas, K. Valavanis, and M. Vukorbratovic, "How far away is "Artificial Man?"", IEEE Robotics & Automation Magazine, pp. 66-73, Mar 2001
- [6] Rondey A. Brooks, "A robust layered control system for a mobile robot," IEEE Journal of Robotics and Automation, RA-2(1):14-23, 1996
- [7] Makelainen, T, Kaikkonen, J, Hakala, H, "Interfacing functional modules within mobile robots," Intelligent Robots and Systems '91. Intelligence for Mechanical Systems, Proceedings IROS'91. IEEE/RSJ International Workshop on, 3-5 Nov 1991
- [8] Fryer, J.A, McKee, G.T, Schenker, P.S, "Configuring robots from modules: and object oriented approach ", Advanced Robotics, 1997. ICAR'97. Proceeding. 8th Internaltional Conference on, 7-9 Jul 1997
- [9] Ishiguro, H., Kanda, T., Kimoto, K., Ishida, T., "A robot architecture based on situated modules"Intelligent Robots and Systems, 1999. IROS'99. Proceedings. 1999 IEEE/RSJ International Conference on. Volume:3,199
- [10] Chatila, R, Ferraz de Camargo, R, "Open architecture design and inter-task/inter module communication for an autonomous mobile robot," Intelligent Robots and Systems'90. 'Towards a New Frontier of Applications', Proceedings. IROS'90, IEEE International Workshop on, 3-6 Jul 1990
- [11] IEEE standard for a High Performance Serial Bus"IEEE std 1394-1995, IEEE1394 std 1394a-2000"
- [12] Universal Serial Bus Specification revision 1.1: September 23, 1998
- [13] CAN specification Part A and Part B
- [14] Bluetooth SIG groups, Specification of the Bluetooth System, Ver1.1 Draft Oct 2000.
- [15] P.A.Bernstein, "Middleware: A Model for Distributed System Services," Communications of the ACM, vol. 39, pp.86-98, 1996
- [16] RMI specification. <http://java.sun.com/products/jdk/rmi/index.html>
- [17] The Common Objcet Request Broker: Architeture and Specification revision 2.3: Jun 1999
- [18] COM and DCOM specification. <http://www.microsoft.com/com/resources/specs.asp>