

모듈화 개념의 퍼스널 로봇 플랫폼 개발

최무성*, 양광웅, 원대회, 박삼덕, 김흥석(한국생산기술연구원)

Development of a Personal Robot Based on Modularization

M. S. Choi, K. W. Yang, D. H. Won, S. Park, H. S. Kim(KITECH)

ABSTRACT

If a personal robot is popularized like a personal computer in the future, many kinds of robots will appear and the number of manufacturers will increase as a matter of course. In such circumstances, it can be inefficient, in case each manufacturer makes a whole platform individually. The solutions for this problem are to modularize a robot component (hardware and software) functionally and to standardize each module. Each module is developed and sold by each special maker and a consumer purchases desired modules and integrates them. The standardization of a module includes the unification of electrical and mechanical interface. In this paper, the standard interfaces of modules are proposed and CMR(Component Modularized Robot)-P2 made with the modules(brain, sensor, mobile, arm) is introduced. In order to simplify and to make the modules light, a frame is used for supporting a robot and communication/power lines. The name of a method and the way to use that are defined dependently on the standard interfaces in order to use a module in other modules. Each module consists of a distributed object and that can be implemented in the random language and platform. The sensor, mobile and arm modules are developed on Pentium or ARM CPU and embedded Linux OS using the C programming language. The brain module is developed on Pentium CPU and Windows OS using the C, C++ and RPL(Robot Programming Language). Also tasks like pass planning, localization, moving, object perception and face perception are developed. In our test, modules got into gear and CMR-P2 executed various scenarios like guidance, errand and guarding completely.

Key Words : Personal robot (퍼스널 로봇), Modularization (모듈화), Standardization (표준화), Distributed computing (분산 컴퓨팅)

1. 서론

지난 20 여년 전 IBM PC(Personal Computer)가 탄생한 이후 퍼스널 컴퓨터 시장은 급속히 커졌으며 오늘날 보급률 또한 전체 가구의 70% 이상이 될 만큼 대중화 되었다[1]. 이렇게 퍼스널 컴퓨터 시장이 발전하게 된 중요한 이유 중 하나를 꼽으라면 ‘개방성’을 들 수 있다. 컴퓨터의 부품들이 각 기능별로 모듈화 됨으로써 확장과 업그레이드가 용이하고, 이에 따른 전문적인 부품 제조 회사들이 생겨났으며, 같은 제품을 생산하는 회사들끼리 기술적, 비용적인 면에서 서로 경쟁함으로써 결국 지금과 같은 고성능, 저가격 컴퓨터의 출현이 가능하게 되었다[2][3].

이와 같은 발전의 흐름을 퍼스널 로봇 산업에도 적용하기 위해 본 연구가 시작되었으며, 이는 산업

용 로봇 중심에서 퍼스널 로봇 중심으로 이동하는 현재의 로봇 산업에서 로봇 시장의 활성화를 위해 반드시 필요한 연구 주제이기도 하다. 지금까지의 퍼스널 로봇 개발 과정을 살펴보면, 각 로봇 개발업체나 연구소에서 독자적인 기술을 가지고 하나의 로봇 플랫폼을 개발하는 것이 일반적이다[4][5]. 그렇기 때문에 각자가 가지고 있는 기술을 타 로봇 플랫폼에 적용하는 것이 어려웠으며, 폐쇄적인 개발로 인해 중복되는 기술도 많이 있는 등 전체 로봇 산업에서 봤을 때 매우 비효율적이었다. 현재까지의 이러한 개발 방식을 바꾸기 위해서는 퍼스널 컴퓨터와 같은 모듈화, 표준화 과정이 필요하다.

따라서 본 논문에서는 퍼스널 로봇에 모듈화 개념을 적용시키고, 합리적인 표준 인터페이스를 제안한다. 또한 본 연구에서 개발되었던 플랫폼인 CMR(Component based Modularized Robot),



Fig. 1 Modules of CMR-P2

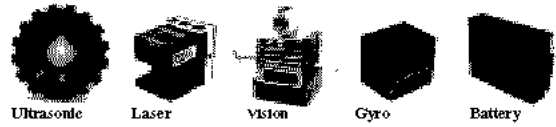


Fig. 2 Sub-modules of CMR-P2

FMR(Function based Modularized Robot)의 기구적 모듈화 방식을 개량하고 소프트웨어 아키텍처와 라이브러리를 보강한 CMR-P2 를 소개하고, 이를 이용하여 정해진 시나리오를 구현하였다.

2 장에서는 모듈과 서브모듈을 정의하고 모듈의 구조를 설명한다. 3 장에서는 기계적, 전기적 표준 인터페이스를 제안하고, 모듈별 표준 IAPI 를 소개한다. 본 논문에서 제안한 모듈화 된 로봇 플랫폼의 개발 용이성과 성능을 검증하기 위하여 구현된 시나리오를 4 장에서 설명한다. 마지막으로 5 장에서는 제안된 개념의 타당성을 설명하고 결론을 내린다.

2. 모듈화

2.1 모듈

본 논문의 모듈(module)이라는 용어는, 독립되어 있는 하나의 소프트웨어와 하드웨어로서, 특정 기능을 수행하는 단위를 지칭하는데 사용되며, 독립적으로 설치되고, 교체되고, 사용될 수 있도록 설계된 구성 요소를 말한다[6]. Fig. 1 은 이러한 정의를 기준으로 로봇을 기능별로 나누어 실제 제작된 모듈이다. 브레인 모듈은 각 모듈로부터 정보를 받아서 판단을 하고 명령을 내리는 역할을 하며 사용자와의 인터페이스를 담당한다. 센서 모듈은 각종 센서들로부터 정보를 수집, 처리하여 브레인 모듈의 요청에 따라 센서 정보를 보내주는 기능을 한다. 모바일 모듈을 로봇의 이동을 담당하며, 암 모듈은 작업 기능을 위해 필요하다.

Fig. 3 은 모듈의 구성에 관한 그림이다. 모듈은 가상머신과 공개된 인터페이스를 가진다. 모듈의 인터페이스는 프라퍼티(property)와 메소드(method)로 구성되며, 프라퍼티는 객체가 가지는 고유한 값(value)이고, 메소드는 해당 객체에 어떤 행동을 규정하는 것으로, 일종의 프로시저(함수)가 여기에 해당된다. 이 모듈 인터페이스는 외부로 공개되어 다른 모듈이 이를 사용하게 된다.

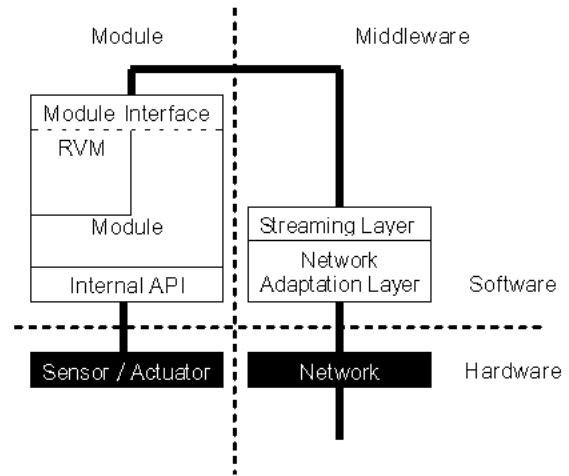


Fig. 3 Structure of module

본 연구에서 개발된 가상머신인 RVM(Robot Virtual Machine)은 모듈의 기능을 확장하기 위해 사용되며, 다양한 하드웨어 기반 플랫폼에 포팅(poring)되어 로봇 제어프로그램에 이식성과 호환성을 제공한다. 윈도우 95/98/NT, Linux 등과 같은 기존의 운영체제 또는 각종 Real-time 운영체제 등, 여러 가지 플랫폼에 설치되어 사용될 수 있으며, 모듈에서는 로봇 프로그래밍을 위해 개발된 언어인 RPL(Robot Programming Language)로 작성된 프로그램을 바이트코드로 컴파일하여 로봇 제어 프로그램을 실행시키기 위하여 이 가상머신을 이용하게 된다.

이미 분산 환경에서 객체간 통신을 위한 DCOM, CORBA 같은 것이 있지만 이들은 범용적인 목적으로 개발되었기 때문에 과도한 자원을 필요로 하고, 실시간성을 보장하지 못한다. 이러한 이유로 Fig. 3 과 같은 구조의 미들웨어를 개발하였다. 이는 모듈간 통신을 위해 사용되며, 응용프로그램에 미들웨어의 서비스를 제공하는 스트리밍 계층(Streaming Layer, SL), 종류가 다른 여러 네트워크를 수용하는 네트워크 적응 계층(Network Adatation Layer, NAL), 네트워크 의존적인 기능을 담당하는 네트워크 인터페이스 계층(Network Interface Layer, NIL)의 세 계층으로 구성되어 있다.

2.2 서브모듈

Fig. 2 와 같이 기계적, 전기적 인터페이스를 가지고 있어서 프레임과 착탈(着脫)이 가능하지만 자체 계산 능력이 없기 때문에 모듈에 종속되어 사용되는 구성 요소를 서브모듈(Sub-module)이라고 정의한다. 상용의 센서나 카메라 등을 제안된 표준 인터페이스에 맞도록 개조하였다.

2.3 프레임

CMR은 프레임 없이 모듈을 쌓아가는 방법으로 제작된 플랫폼이었다[6]. 모듈이 로봇의 하중을 지지해야 하기 때문에 강성이 있는 재료로 만들어져야 하고, 모듈의 모양에 따라 로봇 전체의 외형도 결정이 되기 때문에 소비자의 로봇 외형 디자인에 대한 다양한 요구를 따라가기에는 비합리적인 방법이었다. 이러한 이유로 CMR-P2에서는 프레임을 사용하였다.

프레임은 각 모듈 및 로봇의 전체 하중을 지지하고, 모듈에 전원을 공급하며, 모듈 사이에 통신을 할 수 있도록 선로를 제공한다. 모듈과 프레임은 전기적, 기계적 표준 인터페이스로 접속된다. 프레임에는 전원 관리 보드와 Terminal server, Hub 등이 장착된다. 각 모듈은 Hub를 통하여 TCP/IP 인터페이스로 연결되고, 각종 센서들은 RS-232 인터페이스로 Terminal server를 통하여 센서 모듈로 연결된다.

3. 표준 인터페이스

3.1 기계적 인터페이스

모듈과 프레임의 물리적인 결합을 위해 필요하다. 여러 제조업체에서 개발된 모듈을 자신의 PR(Personal Robot)에 사용하기 위해서는 Fig. 4와 같은 기계적인 표준 인터페이스가 요구되며, 이 표준 인터페이스는 착탈이 쉽고, 견고해야 한다. 모듈과 프레임의 기계적인 커넥터는 볼트 체결 없이 착탈이 가능한 구조이며 대부분의 모듈이 이 방향으로 힘을 받지 않기 때문에 간단한 멈춤 장치로 고정 가능하다. 모바일 모듈과 암 모듈같이 힘을 받는 모듈에는 키(key)를 사용하여 고정을 확실하게 한다. 전원, 통신 상의 연결을 위한 전기적 커넥터로는 HARTING社의 Type M 모델을 사용하였고, 이는 4개의 전원용 핀과 60개의 통신용 핀으로 구성되어 있어서 다양한 통신 인터페이스의 지원이 가능하다. 통신용 핀은 Ethernet용 2개, USB용 3개, IEEE1394용 2개, RS-232용 4개, RS-485용 2개, CAN용 2개로 나누어 사용한다.

3.2 전기적 인터페이스

본 연구에서 제안한 표준 플랫폼인 CMR-P2에서 지원하는 통신 인터페이스로는 TCP/IP, USB, IEEE1394, RS-232, RS-485, CAN 등이 있으며 각각의 신호의 전압, 주파수, 타이밍과 같은 전기적 특성은 각 통신 인터페이스의 표준 규약을 따른다. 모듈에 공급되는 전원은 직류 24V이며 추가로 다른 전압의 전원 공급이 가능하다.

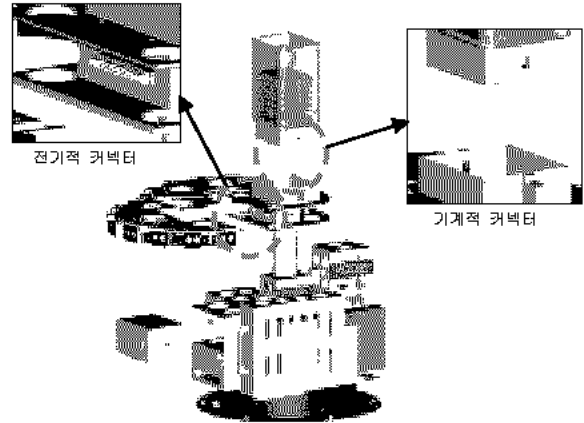


Fig. 4 Mechanical interface of CMR-P2

3.3 표준 IAPI

IAPI(Internal Application Programming Interface)는 윈도우 API와 같이 운영 체제에서 개발자가 응용 프로그램을 제작할 수 있도록 제공해 주는 디바이스 드라이버와 같은 것이다. 즉, IAPI는 RPL 언어로 로봇 하드웨어를 제어하고 모니터링 하는 프로그램을 개발하기 위해 사용할 수 있는 라이브러리라고 할 수 있으며 Table 1과 같은 모듈별 표준 IAPI가 필요하다.

Table 1 IAPI according to modules

Mobile		
void turnInDegree(int degree)	현재 위치에서 degree 값 만큼 회전	
void goTo(float xcm, float ycm, float degree)	현재 점에서 절대 위치 (x, y)로 이동한 후 degree 만큼 제자리에서 회전	
void stop(void)	정지	
void setVelocity(float velocity)	위치모드에서 로봇이 이동할 수 있는 최대 속도를 설정	
float getPosition(void)	로봇의 위치 반환 (x, y degree)	
void setPotion(float xcm, float ycm, float deg)	로봇의 현재 위치 설정	
Sensor interface		
int getSensorData(void)	초음파 센서의 값을 반환	
Vision		
byte[2] getImageSize()	이미지의 크기를 반환	
byte[] getImage()	이미지 raw data를 반환	
void initVision(void)	통신 포트 초기화 및 저장된 초기 위치로 이동	
void stopVision(void)	비전모듈의 움직임 정지	

4. 동작 테스트

본 논문에서 제안한 모듈화 된 로봇 플랫폼의 개발 용이성과 성능을 검증하기 위하여, 안내, 심부름, 경비 등 응용 가능한 시나리오를 만들고 이에 따라 로봇의 기능을 구현하였다. 시나리오 구현을 위하여 경로 계획, 위치 추적, 이동, 물체 인식, 얼굴 인식 등의 태스크(task)를 개발하였다. 각 시나리오에 Fig. 5와 같이 필요한 모듈을 조립하고 태스크를 탑재하여 구현된다.

안내 시나리오를 위해서는 브레인(camera, HRD), 모바일(장애물 회피 알고리즘, wall-following 알고리즘, 원격 수동 제어), 센서(laser scanner, infrared, ultrasonic, localization 알고리즘) 모듈이 사용된다. 심부름 시나리오는 사용자가 내린 명령에 해당하는 물건을 찾아서 가져와야 하기 때문에 안내 시나리오에서 사용한 플랫폼에 암 모듈을 장착하고, 물체 인식, 얼굴 인식 등의 태스크를 탑재하여 구현한다. 경비 시나리오에서는 외부인 출입 시 관리자에게 e-Mail 이나 SMS 문자메시지를 보내는 기능 등을 브레인 모듈에 탑재하고, 암 모듈이 필요 없을 경우 분리한다.

각 시나리오는 모듈을 교체하고, 라이브러리를 탑재함으로써 손쉽게 구현이 가능하였으며, 특히 모바일, 암과 같이 외부 업체에서 개발된 모듈들도 교체되어 사용하는데 문제가 없었다. 시나리오 구현을 통하여 동작 테스트를 하면서 모듈간 통신 테스트를 한 결과는 Table 2와 같다. 네트워크별 응답 시간은 모두 1ms 이내의 값으로 매우 만족할만한 성능을 보여주고 있다.

Table 2 Response time according to interface

인터페이스	응답시간(msec)
IEEE1394	0.345
Ethernet	0.420
USB	1.000

5. 결론

본 논문은 모바일 로봇을 기능별로 모듈화, 표준화하여 전문적인 모듈 개발을 가능하게 함으로써 성능과 비용면에서 좀 더 효율적인 로봇을 개발할 수 있는 방법을 제안하였다. 개발된 플랫폼(CMR-P2)은 4 개의 모듈과 5 개의 서브모듈, 그리고 프레임으로 구성되어 있으며, 각각은 서로 기계적·전기적인 표준 인터페이스로 접속한다. 각 모듈은 분산 객체로 이루어져 있고 표준 인터페이스를 만족하도록 구현된다. CMR-P2 를 테스트 하기 위하여 안내, 심부름, 경비 시나리오를 설정한 후, 각 시나

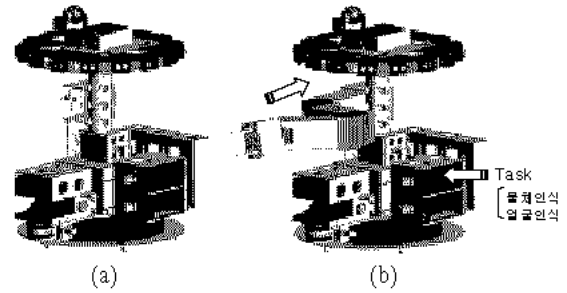


Fig. 5 Module configuration for scenarios (a)Guidance (b)Errand

리오에 따라 필요한 모듈을 조립하고 태스크를 설치하였다. 테스트 결과 CMR-P2 의 각 모듈에서 태스크는 정해진 기능을 수행하였고, 모든 시나리오를 성공적으로 수행하였다. 향후 좀 더 최적화된 형태의 모듈이 개발되어야 하며, 모듈 개발자가 도입하여 사용하기 쉽도록 인터페이스의 표준화에 대한 연구가 계속되어야 한다.

후 기

본 연구는 산업자원부 퍼스널 로봇 기반기술 개발 과제 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. 이종원, "개인용 컴퓨터 산업의 현황과 장래", 대한기계학회지, 제 23 권, 제 4 호, pp. 255-258, 1983.
2. Yoffie, David B., "Introduction: CHESSE and Computing in the Age of Digital Convergence", Harvard Business School Press, pp. 1 - 36, 1997.
3. 배영자, "정보산업의 세계화와 한국과 대만의 개인용 컴퓨터 산업 발전: 초국적 생산 네트워크와 기업구조의 역할을 중심으로", 한국정치학회보, Vol.36, No.3, pp. 353 - 375, 2002.
4. Aramaki, S., Shirouzu, H., Kurono, S., Mino, M., Uno, Y., Hara, K., Tanaka, H., Tsuruoka, T., "Development of autonomous mobile humanoid robot", The 25th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Vol. 2, pp. 529 - 534, 1999.
5. Kaloutsakis, G., Tsurveloudis, N., Spanoudakis, P., "Design and development of an automated guided vehicle", IEEE International Conference on Industrial Technology, Vol. 2, pp. 990 - 993, 2003.
6. Roh, S. G., Baek, S. M., Lee, D. H., Park, K. H., Moon, T. K., Ryew, S.W., Kim, J. Y., Kuc, T. Y., Kim, H. S., Lee, H. G., Choi, H. R., "Development of Personal Robot Platform : Approach for Modular Design," ICCAS, pp. 2313-2318, 2002.