

큐빅 형태의 모듈러 로봇 디자인

오준영*, 김대선*, 박노수*, 이보희*, 서남길**, 이창***
 * 세명대학교, ** 엔지서포터즈, *** (주)카이맥스

Design of a Cube-Style Modular Robot

Jun-Young Oh*, Dea-Sun Kim*, No-Su Park*, Bo-Hee Lee*, Nam-Gil Seo**, Chang Lee***
 * Semyung University, ** Ngsupporters, *** Kaimax

Abstract - This paper deals with design of a cube-style modular robot. The modular robot can change its own form according to the working environment. Therefore it is suitable to work in the search and rescue area with the shape of snake, legged robot and humanoid robot. Each of modular unit has to install its own controller on the body and driving mechanism in order to give it mobility autonomously. And also they should attach and detach each other with docking mechanism and algorithm. Using this mechanism, they can make union, separation, recombination. The other important point is that some information of each cell should be exchanged to reconfigure their shape and to make some docking of the modular cell. In this paper we suggested a design concept of our modular robot focused on the docking mechanism of the robot.

현할 수 있는 셀로써 정밀 제어를 내장하고 있다. 이러한 셀들의 도킹 메커니즘과 알고리즘을 개발하여 로봇을 결합, 분리 재조합 할 수 있도록 한다. 그리고 이러한 셀 하나가 독립성을 가지고 있고, 단독 셀로서의 기초 작업성을 확보함과 더불어 셀들 간의 무선 센서 네트워크 기술을 이용하여 서로간의 정보를 공유하고 이를 기초로 서로간의 결합 재조합을 가능토록 한다. 이와 더불어 여러 개의 셀이 결합하여 하나의 고등의 형상으로 변형되었을 때, 이들을 제어하기 위한 지능 시스템을 삽입하여 복잡한 동작을 수행할 수 있는 방법을 연구한다. 그림 1은 구현된 실제 모듈 셀이다.

1. 서론

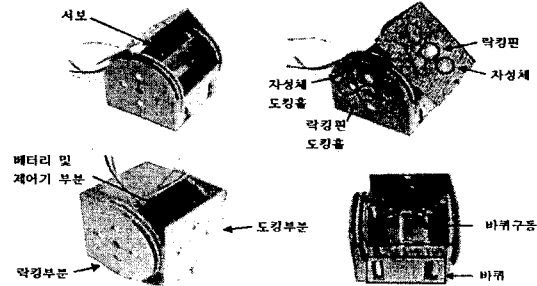
최근에 활발한 로봇 연구에 의해 다양한 종류의 로봇이 개발되었다. 인간의 형태를 가진 휴머노이드형 로봇에서부터 다리를 가진 보행 로봇이 있으며, 바퀴를 이용한 모바일 로봇에 이르기까지 다양하다. 특히 재해를 위한 휠체어 형태의 로봇과 인명 구조용 탐사 로봇에 대해서는 광범위한 로봇의 발전을 가져오고 있다. 그러나 대부분의 정형화된 로봇의 경우 움직임에 한계를 가지고 있다. 예를 들면 보행 로봇의 경우는 부드러운 지형이나 계단에서의 움직임이 문제점이 있고, 바퀴로 이동하는 로봇의 경우는 요철 등이 존재하는 공간에서 움직임의 한계를 보여주고 있다. 또한 정형화된 로봇의 형태에 따른 작업의 한계가 있으며, 하나의 로봇으로 여러 가지의 작업을 할 때는 로봇의 형태 및 소프트웨어를 변경해 주어야 할 필요성을 느끼게 되었다. 이러한 것들을 극복하기 위해서 형태 변형이 가능한 모듈러 로봇을 제안 한다.^{[1][2]} 대표적인 예로 외국에서는 주로 대학 연구소를 위주로 활발한 연구를 진행하고 있으며 그중 스위스 EPFL의 Swarm-bot,^[3] 미국의 PARC의 Polybot G1-G4^[4] 시리즈, USC 대학의 CONRO,^[5] SUPERBOT,^[6] 일본의 AIST에서 개발한 M-Trans^[7] 시리즈가 대표적이다. 이러한 모듈 기반의 로봇은 하나의 자체 구동기를 지닌 셀을 가지고 분리, 결합, 재구성을 통하여 원하는 형태로의 변형이 가능하며 상황의 적합한 형태로 변형하여 적절한 움직임을 보일 수 있는 장점을 가진 로봇이다. 따라서 로봇이 주위 환경에 적합한 형태로 변형이 가능한 모듈러 로봇으로서 작업의 효율성을 기대 할 수 있다. 이러한 로봇의 형태는 특히 인명 구조 및 탐색 등 알 수 없는 주위의 환경에 대처하며, 작업을 수행하여야 하는 상황에 적합하다. 그러나 기존의 재구성 로봇은 재결합을 이용한 이동성 연구의 초점을 두었고, 복잡하고 다양한 형태의 지형에 대해서는 적응성이 떨어진다. 또한 모듈 셀의 독립적인 움직임에 대한 연구가 진행되어 있지 않아서 로봇에 모듈 셀을 추가하는 데에 문제를 지니게 되었다. 또한 사용자가 요구하는 고속의 움직임을 표현하는 데에는 한계를 지니고 있다. 더욱이 복잡하고도 험난한 지형에 빠르게 대처하기에는 무리가 있다. 따라서 이러한 다양한 지형 및 장애물에서도 빠르게 형태를 재 변형 할 수 있는 로봇이 요구되는 상황이다.

본 연구는 이러한 모듈 형태의 로봇을 기반으로 하여 모듈 셀들을 재구성하여 형태를 변형 할 수 있는 로봇을 연구 및 구현 하고자 한다. 각종 공사 현장 및 재해 현장에서 보다 효율적으로 주변 환경에 적응하기 위해서는 주위의 환경에 적합하도록 형태를 변형하여 각종 형상 즉 뱀, 다족 보행, 휴머노이드 등의 형태로 변형하여 보다 자율적인 움직임을 만드려고 한다.

2. 모듈러 로봇 기구부 설계

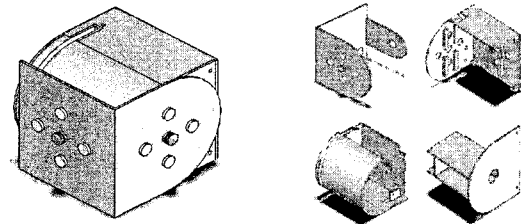
2.1 모듈러 로봇 구조

본 연구는 재구성 모듈을 이용하여 환경에 알맞도록 로봇의 형상을 변형하고 이를 기초로 환경에 알맞은 움직임을 수행함을 목적으로 한다. 이를 구현하기 위해 먼저 다양한 형상으로 변형 가능한 모듈을 개발한다. 이러한 모듈은 뱀, 다족보행, 휴머노이드 로봇을 구



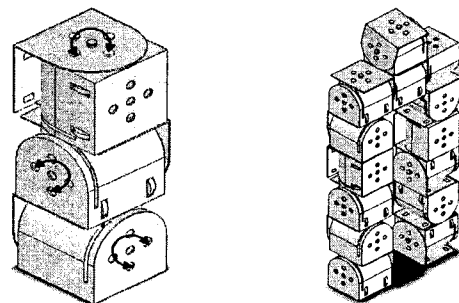
<그림 1> 모듈 셀

모듈 셀의 외형은 한 변이 5cm 미만의 큐빅 모양으로 작은 형태를 가지고 있으며 단위 모듈이 서로 조립되어 다양한 형태를 표현할 수 있는 구조로 되어 있다. 그림 2는 모듈 셀의 분해도이다.



<그림 2> 모듈 셀의 분해도

단위 모듈 셀들의 결합은 큐빅 형태의 4면이 결합되는 구조를 가지고 있어서 이를 이용하여 특정한 형태를 만들 수 있다. 그림 3은 보행 로봇의 변형 형상을 보여주고 있다.



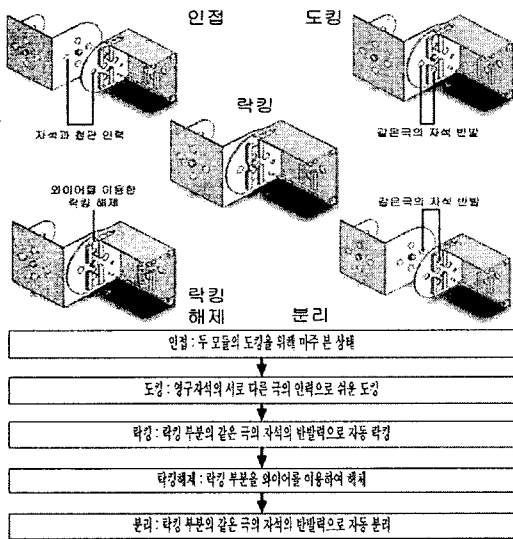
<그림 3> 모듈러 로봇 형상

결합 형태는 기본 형태로 배치된 상태에서 서로를 인식하여 도킹 할 수 있는 구조를 가지고 있으며 쉽게 결합과 분리가 가능한 구조로 되어 있다. 또한 단위 모듈은 장착된 모터를 구동하는 모터 제어부, 모듈간의 작탈을 도와주는 도킹 메커니즘, 모듈 셀의 상태 및 주위의 상황을 인지하는 센서부, 구동부의 동력 전달을 위한 기어 열

설계에 이르기 까지 기계부와 전자부의 회로로 구성된다. 아울러 단 위 모듈 내에는 전장부의 동력 전달을 위한 소형이면서 고 성능을 발휘할 수 있는 배터리의 장착이 필요하다. 모듈 셀들이 도킹 시 모듈 셀은 서로 링크와 조인트 역할을 하여 여러 형태의 로봇으로 재 구성하고 외형을 만든다. 또한 특정한 면이 기준이 되는 것이 아니라 상황에 따라 어느 면이든 기준이 될 수 있다.

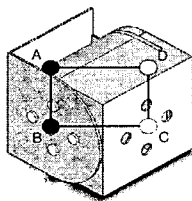
2.2 도킹 및 락킹 시스템

모듈 로봇의 각 면에 자성체를 장착 후 모듈이 일정 거리 안에서 움직이며 센서 네트워크를 이용하여 도킹의 지령을 받고, 도킹될 면의 자성체의 인력을 이용하여 결합이 되고, 분리는 모듈 셀 안의 분리를 위해 구조물을 탑재 하여 자성체의 반발력을 이용하여 분리를 하게 된다. 또한 자성체의 인력만으로 도킹 시에 주위 충격에 분리될 가능성이 있으므로 보다 견고한 조립을 위해 락킹 구조를 설계할 필요가 있다. 그림 4는 도킹 및 락킹 시스템을 보여주고 있다.

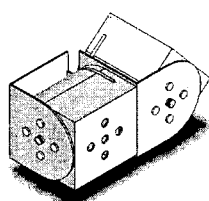


〈그림 4〉 도킹 및 락킹 시스템

각각의 모듈을 도킹 하기 위해서는 PC에서 모듈 ID와 각 면의 면 Data를 메인 Node 보드에 전송하고, 메인 Node에 전송된 ID와 면 Data는 모든 모듈로 전송한다. 각각의 모듈들은 정해진 Node ID를 확인하여 선택적으로 Data를 수신한다. 그리고 모듈의 결합은 각각의 모듈의 수신 Data의 송신 면 Data와 수신 면 Data를 비교하여 매칭 되는 면 끼리 도킹 및 락킹을 하게 된다. 그림5는 모듈의 면 설정을 보여주고 있다.

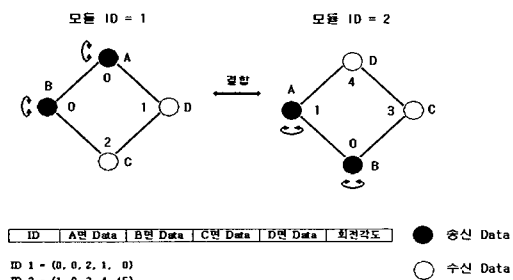


〈그림 5〉 도킹 시스템



〈그림 6〉 도킹 시스템

그림 6은 두 개의 모듈이 결합된 상태를 보여주고 있다. 이때 두 모듈의 Data는 그림 7과 같은 형식의 Data를 가지고 있다.



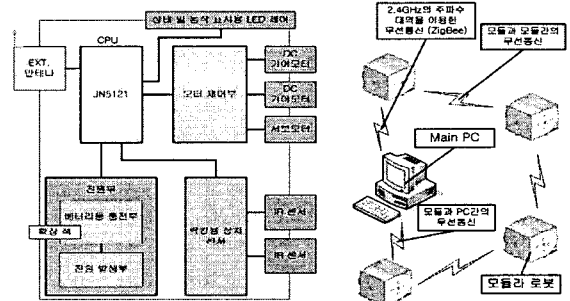
〈그림 7〉 도킹 시스템

그림 7에서 알 수 있듯이 ID 1 모듈의 D면과 ID 2 모듈의 A면의 면 Data가 일치 하는 것을 볼 수 있다. 일치된 Data를 가지고 있는 두면은 도킹 및 락킹을 하게 된다. 그리고 ID 1 모듈은 회전각이 0도 이며 ID 2 모듈의

회전각은 45도 이다. 위의 정보를 조합하여 두 모듈을 결합 하면 그림 7과 같은 형상이 된다는 것을 알 수 있다.

3. 모듈라 로봇 제어부 설계

제어부는 모터제어, 무선 네트워크, 배터리 컨트롤러를 총괄 제어하는 장치로서 제닉(JN5121)의 CPU에 내장시켰다. 모듈라 로봇은 공간상으로 제어기를 장착 할 수 있는 충분한 공간이 없기 때문에 소형화 및 다양한 기능이 한 개의 소자에 집적된 형태의 제어기를 설계 하였다. 그림 8은 제어기의 개념도와 모듈간의 통신 방법을 나타내고 있다.



〈그림 8〉 제어기 구성도

셀 간의 정보 교환은 무선 방식을 사용하며 각 셀의 상태 및 주변 환경 정보를 PC와 정보교환을 이루며 셀 간의 협조를 통해 도킹 및 해제를 하는데 필요한 정보를 제공하며 원격에서 모듈라 로봇의 결합 상태를 전달 받게 할 수 있는 구조를 만들었다. 모듈라 로봇에 장착된 3종의 모터를 제어하고 내장된 적외선 센서와 방위각 센서의 정보를 읽고 전송할 수 있는 알고리즘을 만들었다. 또한 배터리의 잔량을 수시로 확인하고, 배터리의 양이 적을 시에는 경고신호를 주어 사용자가 교환하거나 충전을 할 수 있게 하였다.

4. 결 론

본 연구는 큐빅 모양의 모듈 형태를 기반으로 하여 모듈 셀들을 재구성하여 형태를 변형 할 수 있는 로봇을 제안하고 그 결합 방식을 설계 및 구현 하였다. 또한 모듈 셀의 독립적인 움직임을 위한 자체 내의 구동 방식을 제안하였고 모듈간의 결합 및 해제를 위한 알고리즘을 제안 하고 구현하였다.

추후 정확하게 주위의 환경에 반응하는 센서 시스템의 설계와 모듈 셀 간의 정보를 효율적으로 공유하는 방식 대한 연구가 요구되며 이를 이용하여 다양한 형태의 변형 로봇의 구조를 만들어야 할 것이다.

후기

본 연구는 중소기업기술혁신사업(2007-11-S1022545) 지원으로 수행되었음.

참고 문헌

- [1]Murata, S.; Yoshida, E.; Tomita, K.; Kurokawa, H.; Kamimura, A.; Kokaji, S. "Hardware design of modular robotic system", 2000. (IROS 2000). Proceedings. 2000 IEEE/RSJ International Conference on Volume 3, Issue , 2000 pp2210 - 2217 vol.3
- [2] Akiya Kamimura et al, "Automatic Locomotion Design and Experiments for a Modular Robotic System", IEEE Transaction on Mechatronics, Vol.10, No.3, pp314-325, 2005
- [3] Francesco Mondata et al, "Swarm-Bot: A New Distributed Robotic Concept", Autonomous Robots, Kluwer Academic Publisher, Vol.17, p193-221, 2004
- [4] M. Yim, D. G. Duff, and K. D. Roufas, "Polybot: A modular reconfigurable robot," Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation (ICRA2000), pp. 514-520, 2000.
- [5] Andres Castano et al, "The Conro Modules for Reconfigurable Robots", IEEE Transaction on Mechatronics, pp100-106, 2002
- [6] Behnam Salemi, Moll, M. Wei-Min Shen, "SUPERBOT: A Deployable, Multi-Functional, and Modular Self-Reconfigurable Robotic System", Information Sciences Institute, University of Southern California, Marina del Rey, USA. Intelligent Robots and Systems, 2006 IEEE/RSJ International Conference on Oct. 2006 pp3636-3641 Location: Beijing, China,
- [7] S. Murata, E. Yoshida, A. Kamimura, H. Kurokawa, K. Tomita, and S. Kokaji, "M-TRAN: Self-Reconfigurable Modular Robotic System," IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, Vol.7, No. 4, pp. 431-441, 2002.