

수직면 부착이동 로봇을 위한 실시간 시스템 구현

*이상희, *양석원, *김원배, **박주이, **김수호
*고등기술연구원, **대우조선해양

Development of a Real Time System for The Vertical Mobile Robot

*Sang-Hoey Lee, *Suk-Won Yang, *Won-Bae Kim, **Ju-Yi Park, **Soo-Ho Kim
*Institute for Advanced Engineering, **Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering

Abstract - this paper is described the Vertical Mobile Robot problem which can be generated a lot of error like gravity, mobile error between main control system of robot and application program and solution which is installed RTX(Real Time Extension) Kernel to Embedded XP of main control board because it needs to guarantee real time between the main control board of robot and the motion drive board and to develop the remote operation system for real time robot control also in case The Vertical Mobile Robot that needs fast and stable mobile control so it is proposed a guaranteed real time system

르기 위한 방법으로는 자석식과 공압식 두 가지 방안을 제작하여 실험해 보았다. 제어부는 크게 메인제어부와 파워와 각종 센서입력을 받는 POWER & IO 보드 서보 드라이버 보드를 제어하는 모션드라이버 보드 모터를 제어하는 서보 드라이버 보드로 구성되어 있으며 그림 4'7에 잘 나타나 있으며 기타 리모컨보드와 영상보드는 움직임제어와 상관이 없어서 생략 하였다.

1. 서 론

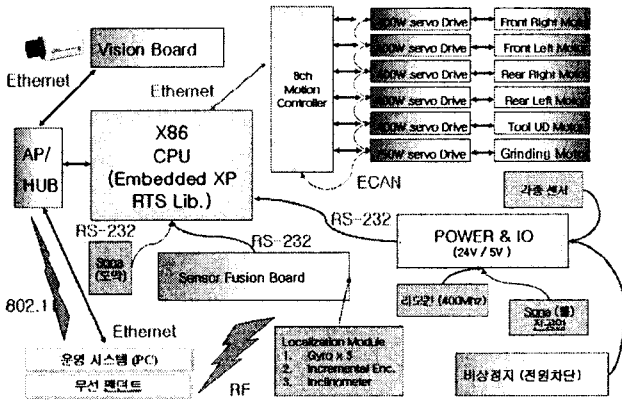
최근 국내 조선산업의 국제 경쟁력은 설계기술 부문에서는 세계 1위인 일본에 대한 기술경쟁력을 가지고 있으나, 생산기술 분야에는 일본 대비 약 70% 수준으로 생산기술 분야에서 중장기적인 기술 개발이 필요하다. 특히, 중국 조선소의 수주량이 최근 수년 사이 급증하고 있으며 이러한 추세는 앞으로도 지속될 것으로 조선업계에서는 예상하고 있어 선진 조선소와의 격차를 줄이고 중국 조선소의 추격을 뿌리치어 국제경쟁력을 강화함으로써 조선산업을 지속적으로 유지하는 것이 국내 조선소의 당면과제 중 하나이다. 이러한 과제를 해결하기 위한 방안으로 생산 자동화 기술 확보에 만전을 기하고 있다.

특히 로봇을 이용해 생기는 이득으로 최근에는 사용자가 직접 현장에 존재하지 않아도 되어 좀 더 안전한 생활을 추구하고 3D 업종을 기피함에 따라 인간을 대신할 수 있어 로봇의 필요성은 점점 커져가고 있으며 작업환경이 열악하여 인간이 작업하기에 적합하지 않은 경우에도 생산라인의 무인 자동화가 필요하다.

이에 따라 이러한 생산 자동화 기술 개발 과제 중 한가지인 수직면부착이동 로봇의 실시간시스템의 구성을 보았으며 최근에 관심이 증대되어 지고 있는 이동로봇의 시스템 구성방안과 원격 제어 운영프로그램의 설계방법등도 제안하여 보았다.

2. 본 론

2.1 수직부착 이동 로봇의 시스템 구성



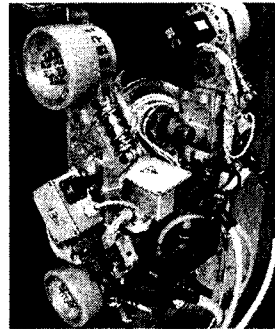
<그림 1> 수직부착 이동로봇 시스템 구성도

수직 부착이동 로봇에는 크게 하드웨어와 소프트웨어로 구성되며 하드웨어 4축의 모바일 플랫폼과 2축의 톨 제어용으로 구성 하였지만, 본 논문에서는 모바일 플랫폼을 위주로 작성하였으며 소프트웨어에는 RTX라는 실시간 프로그램을 Embedded Xp에 적용하여 실시간성 보장 하였으며 실시간 보장 프로그램을 작성하여 실험해 보았다.

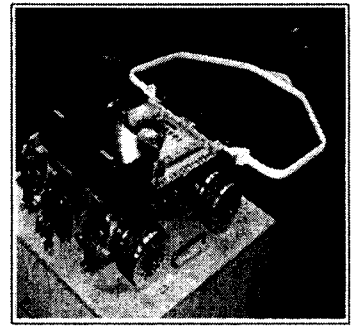
2.2 하드웨어

하드웨어는 크게 기구부와 제어부로 나뉘며 기구부에는 로봇의 바디 역할을 하는 프레임과 바퀴 역할을 하는 모터로 구성되어지며 수직 벽을 오

2.2.1 기구부



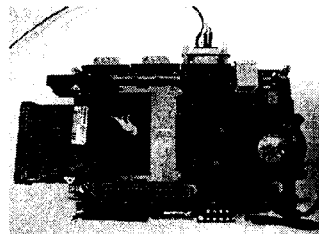
<그림 2> 진공압모바일 로봇



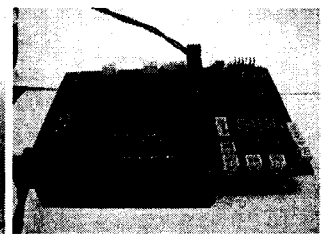
<그림 3> 자석 모바일로봇

기구부의 경우 진공 압을 이용한 흡착식 로봇과 자석을 이용한 자석식 로봇으로 수직 벽에 실험한 결과 자석식의 경우 자석자체의 자력이 많은 무게를 많이 지탱하지 못하였고 진공 압의 경우 100Kg의 무게에서도 지탱하며 수직 벽을 타고 올라갔다. 자석식의 경우 자력이 약하므로 자석을 보완하려하였지만 자력으로 인한 주변장치의 문제점으로 더 이상 진행할 수 없었으며 현재 진공압 로봇은 좀 더 슬림하게 개발 진행 중에 있다.

2.2.2 제어부 보드

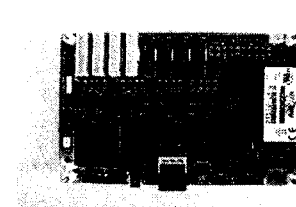


<그림 4> MAIN 보드(x86)

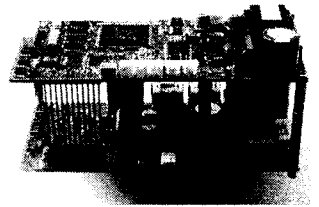


<그림 5> POWER & IO 보드

제어의 메인보드는 x86계열 싱글보드컴퓨터로 센트리노CPU가 장착되어 있으며 시리얼 5포트와 진동의 안정성을 고려하여 DOM 플래쉬 메모리를 이용하였으며 5V 단일전원으로 구동된다. 파워는 파워&IO 보드로부터 24V와 5V를 공급해주며 프로세서는 DSP2811을 이용하였다. 2개의 ADC로 진공 압을 알 수 있으며 릴레이와 포토커플러를 이용하여 입출력을 할 수 있도록 설계하였다. 통신에는 2개의 시리얼과 한 개의 CAN을 가지고 있어 직접 서보드라이버를 제어 기능도 포함하고 있으며 리모컨을 이용한 메인



<그림 6> 8축 모션 드라이버 보드



<그림 7> 서보 드라이버 보드

보드의 리셋도 가능하다.

모션 드라이버 보드는 8축제어가 가능하도록 설계되어있으며 일본 교판 칩(x7083)을 DSP2812에 인터페이스 하여 심플하게 개발하였다. USB, Ethernet, CAN, RS-232 등의 통신방식을 이용하여 제어가 가능하며 모터 구동 알고리즘을 계속 추가 중에 있다. 서보드라이버 보드는 DSP2812와 모션 드라이버와 CAN통신으로 명령이 전달되며 400w구동 드라이버이다. 로봇에 탑재 할 수 있도록 크기 최소화 및 여러 방열기법을 사용하였다. 모터는 현재 타마가와 AC서보모터에 개발 중에 있다.

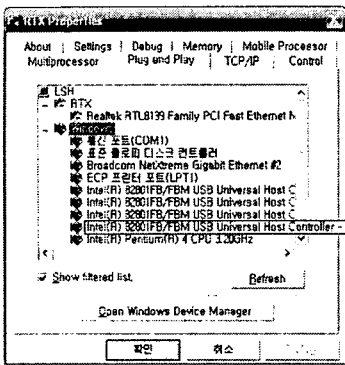
위의 메인보드, 모션보드, 파워&IO 보드는 크기가 서로 같게하여 슬롯화 하였으며 로봇자체에 탑재할 수 있도록 크기를 최소화하였다.

2.3. 소프트웨어

소프트웨어는 메인제어기에 들어가는 메인제어프로그램과 운영프로그램 무선펜던트용 프로그램으로 나누어지며 이 모든 프로그램들 간의 상호 통신을 한다. 운영프로그램과 메인제어 프로그램은 실시간 시스템이 구현되어 야 하며 이를 이용하여 로봇의 상태이상을 방지할 수 있도록 설계 하였다.

2.3.1 실시간 시스템 구축

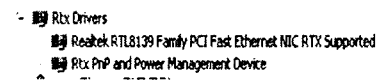
실시간 시스템을 구축하기에는 RTOS를 포팅하거나 실시간성을 보장해 줄 수 있는 툴을 사용한다. 수직면 부착이동로봇에는 실시간성을 보장하기 위해 RTX라는 툴을 이용하여 메인제어기와 모션 드라이브 간에 Ethernet 통신에 실시간성을 부여하여 로봇의 움직임제어에 보다 빠른 응답성을 구현 하였다. 또한 각각의 보드들의 펌웨어들은 인터럽트를 이용하여 바로바로 응답 할 수 있도록 하였다.



<그림 9> RTX 제어판



<그림 10> 일반 전송타임



<그림 12> RTX 드라이버

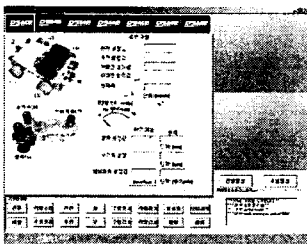


<그림 11> RTX

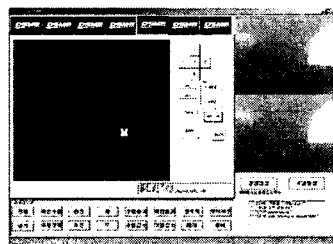
위의 그림8~12 처럼 RTX 구조와 RTX의 응답성능을 확인하였다. 윈도우즈에서의 일반 Tcp/Ip 데이터 전송 시는 그림10에서처럼 최고 3571 us가 소요되는 반면에 RTX(그림9)를 이용한 경우 최고 82 us만 소요되었다. 이처럼 RTX 사용 시에 문제 발생은 바로 프로그램 상에서 응답하여 오차나 오류를 잡을 수 있어 아래의 응용프로그램에서도 이 툴을 적용하여 원격과 제어와 시스템 하드웨어간의 통신도 실시간 성을 보장하였다.

2.3.2 응용 프로그램 문제점 해결방안 및 구성

응용프로그램에는 메인운영프로그램과 제어기프로그램 그리고 무선펜던트 프로그램 등이 있으며 각각의 프로그램에는 TCP/IP 서버와 클라이언트를 포함하고 있다. 하지만 이 세가지 프로그램과 DSP보드 및 각각 하드웨어 부팅시간이 다르므로 각각의 프로그램클라이언트는 접속 실패 시는 항상 역세스를 할 수 있도록 구현하여 프로그램간의 안정성을 보장하였다.

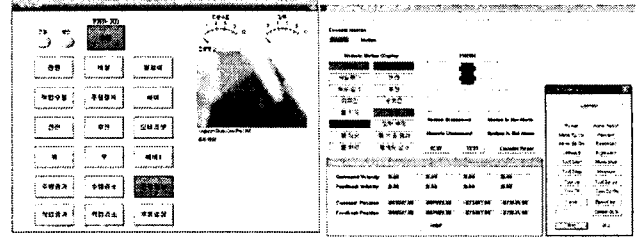


<그림 13> 운영(세팅부)



<그림 14> 운영(모션)

메인운영프로그램(그림 13~14)은 로봇의 전반적인 모터세팅을 담당하는 세팅부와 로봇의 움직임을 제어하는 모션부 실시간 영상출력기능과 영상DB 관리하고 머신비전 처리를 하는 비전영상처리부 기타 센서와 입출력을 제어하는 제어부 등으로 구성되어 있다. 특히 모션부에는 OPENGL로 작성 하였으며 로봇의 실시간 경로해석기능을 가지고 있어 시작점과 도착점 입력시 위치에 스스로 찾아가는 Pathplanning 기능이 내재되어 있다.



<그림 15> 무선 펜던트

<그림 16> 메인제어

무선펜던트(그림 15)는 원격으로 간편하게 로봇을 제어 하기위해 개발한 프로그램으로 간단히 로봇의 운전과 상태확인용 목적으로 하고 있으며 제어기프로그램(그림16)은 메인운영프로그램과 명령을 전달받고 각종 하드웨어들에게 명령을 전달하며 로봇자체에 여러 기능들을 내포하고 있으며 현재 이러한 모든 기능들은 추가 또는 업그레이드 하고 있다.

2.4 원격 운영프로그램 설계

원격 운영 프로그램은 무선펜던트 프로그램과 운영프로그램 이에 속한다. 이 프로그램들은 유무선 통신이 모두 가능하며 TCP/IP 통신을 하여 명령을 전달하면 메인제어 프로그램에서 받아 처리 한다. 또한 실시간 시스템의 구축을 위해선 메인제어에 모든 기능이 구동 또는 연결 되어 있어야 하며 메인제어 프로그램에서는 원격프로그램에게 항상 자신의 정보를 항상 공유하게 설계해야 원격프로그램에서 로봇의 상태를 감시 및 명령을 전달 할 수 있다. 이러한 최소 조건을 우선 갖추어야 하며 위에서 언급한 접속유지가 된다면 좋은 성능의 원격프로그램이라 생각되며 우리의 응용프로그램 또한 이에 맞게 설계 되었다.

3. 결 론

본 논문에서는 조전자동화기술 개발의 한가지인 고소 작업로봇 개발 중 수직면 부착이동 로봇기술에 필요한 자율주행 제어에 발생하는 많은 오차와 문제점을 해결하고자 실시간 시스템 개발을 제안하여 보았다.

첫 번째 제안사항으로 실시간성이 보장 없는 윈도우OS에서 가질 수 없는 응답성을 RTX라는 솔루션을 이용함으로써 응답시간 1ms 이하를 구현 하였으며 이로 하여금 발생하는 여러 오차를 줄 이 수 있어 수직면 부착이동중의 중력과 슬립 오차의 발생으로 인한 밀림에 바로 대처하고 위치인식을 실시간 수행함으로써 오차 범위를 줄 이 수 있었다.

두 번째로 하드웨어의 OS 및 펌웨어의 부팅 타임이 서로 다르므로 이를 접속 할 수 있도록 멀리 쓰래드 접속유지방식을 사용하여 언제나 각각의 하드웨어가 부팅하였을 경우 접속 유지 할 수 있도록 하였다. 이는 영상 전송 시에 발생 할 수 있는 끈어짐 등을 방지하고 바로 자동 연결되어 항상 깨끗한 영상을 유지 할 수 있게 해주며 문제 발생 시 바로 알 수 있어 명령전달 확실하게 전달하여 준다. 이러한 이점들로 하여금 여러 장치들 간의 안전성도 보장하였다.

위에서 실행한 두 가지의 제안으로 수직부착이동로봇의 자율주행에 보다 안정된 성능을 보여 주었고 이를 이용한 몇 가지 시뮬레이터에서도 여러 축을 동시에 실시간으로 제어 할 수 있게 많은 이점을 가지게 되었다.

또한 앞으로 진행되어질 향후 연구로서 탑재형 제어기를 보다 현실적으로 슬림화하여 빠르고 정확한 움직임을 제어하기 위해 위치인식기반 시스템과 trajectory planning 등의 알고리즘을 적용하여 실행할 계획이다.

본 연구는 산자부 지역 산업 기술 개발 사업의 “고소 작업용 로봇 플랫폼 및 제어시스템 개발” 과제에서 연구비가 지원되어 수행되었음

[참 고 문 헌]

- [1] TaeHee Lee “remote controlled robot system using real-time operating system”, journal of control, automation and systems engineering, vol 10 no 8, 689-694, 2004
- [2] Marian P.Kazmierkowski, Luigi Malesani, “Current Control Techniques for Three-Phase Voltage-Source PWM Converter: A Survey”, IEEE Trans. on electronics vol.45.no, pp.691-702, OCTOBER 1998
- [3] Texas Instruments, “TMS320F2812 Digital Signal Processor” data manual, pp.13, April 2001
- [4] C.H.Lee and C. Mavroidis, “PC based control of robotic and mechatronic systems under MS-windows NT workstation”, IEEE/ASME Trans. on Mechatronics, vol. 6, no. 3, pp. 311-321, 2001.
- [5] RTX, ardence, http://www.ardence.com/