'91 韓國自動制御學術會議論文集 1991. 10.22~24

이동 로보트 시스템을 위한 제어 언어의 설계

정 일 호* , 임 준 홍* , 김 경 기* , 이 준 수+ , 김 광 배+

* 한양대학교 전자공학과
+ 한국과학기술연구원 제어시스템 연구실

Design of Mobile Robot Control Language

I. Chung* , J. Lim* , K.K. Kim* , J.S. Lee+ , K.B. Kim+

* Dept. of Electronics Eng., Hanyang Univ.
+ Control Systems Lab., KIST

Abstract

The design of a control language of mobile robot system for autonomous operations is explained in this paper. The on-board controller consists of one-chip microcontroller-based system and communicates with the host computer. It decodes the received commands and controls the mobile robot. The control language is basically of interpreter type and is consisted of motion primitives and sensing primitives. The combinations of primitives are constructed for mobile robot operations.

1. 서론

Flexibie Automation을 위한 이동 로보트 시스템의 지능적이고 효율적인 이동방법을 연구하는 것이 본 연구의 목적이다. 이는 미래산업 설비의 궁극적인 목표인 무인화 공장을 위하여 기초기술로 중요한 과제중의 하나라 할 수 있다. 현재 물품이송을 위하여 주로 사용하는 무인 운반차인 AGV(Automated Guided Vehicle)의 효율적인 이용및 주행면에 유도 cable 등의 고정된 경로를 설치할 필요가 없는 자유 경로 방식의 무인 운반차를 대상으로 가능한 많은 flexibility를 이용하기 위하여 초음파등의 Sensor 융합(Fision)에 의한 환경인식을 토대로 기억된 map과 비교하여 강건하며(robust) 효율적으로 주어진 job을 수행할 수 있는 System 구성을 목표로 한다. 이러한 vericle의 유연하고 자율적인(flexible and autonomous) 성질을 고려하여 본 연구에서는 이를 이동 로보트(mobile robot)라 하기로 한다.

자율적인 이동로보트의 구현을 위해서는 다음의 여러가지 기능들이 필요하게 된다[1-9]. 첫째 주어진 task를 수행하기 위한 적절한 운동 계획 기술, 둘째 외부 세계 혹은 로보트 자체내에서부터 발생하는 예기치 못한 상황 혹은 초음파 등의 sensor를 이용하여 외부 세계로부터 정보를 얻어내는 기술과 환경을 이해하기 위하여 얻은 정보와 내부의 database와의 matching 기술, 넷째 로보트의 성능을 개선하기 위하여 경험을 통하여 학습하는 기술 또한 이러한 기술들을 통합하여 하나의 System으로 동작하게하는 총합기술등이 필요하게 된다. 특히 지능적인 로보트운동을 계획하는 방법과 sensing방법 및 sensor 신호의 해석과 이의 적절한 이용방법등이 핵심기술이라 할 수 있다.

이동로보트의 제어 및 응용은 우선 그 locomotion mechanism에 의해 매우 다르게 된다. 공장자동화를 위하여는 공장 현장의 환경이 우리가 조절할 수 있는 것이므로 wheel type의 robot이 적절하다고 할 수 있다. 본 연구에서는 같이 Front wheel steering 방식의 mobile robot을 대상으로 하여, 이동 로보트 의 효율적이고 지능적인 이용을 위하여 host computer와 robot control computer와의 과제를 계층적으로 분담하는 계층제어 시스템을 설계하고 이의 효율적인 운용을 위한 이동 로보트 제어 언어를 설계한다.

2. 이동 로보트 제어 시스템

2.1. 개요

전체 이동 로보트 시스템의 개념구조는 그림1과 같다.

이는 4개의 계층을 갖는 계층적 시스템으로 상위 두계층은 host computer에서 처리하고 하위 두계층은 mobile robot자체에 embed된 control computer가 전담한다. Task 혹은 job이 user에 의하여 주어지면 이를 해석하여 path-planning system에 Task의 요구사항을 넘겨준다.

path-planning system에서는 mobile robot의 Kinematics와 World Map 및 Sensor sysytem으로부터 오는 환경정보를 이용하여 mobile robot가 유연하게 움직일 수 있는 경로(path)를 계획하여 data를 하위 level의 On-line궤적계획시스템으로 전송

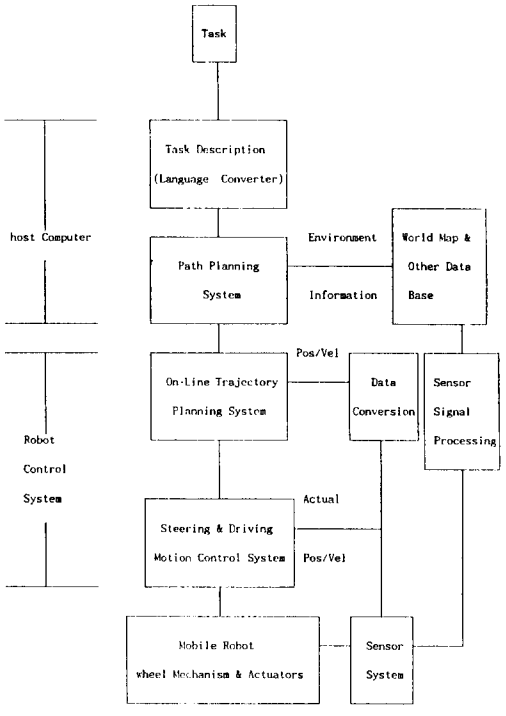

그림 1 전체 시스템의 개념 구조

한다. 이동 로보트의 Sensor 시스템으로부터 처리되어 얻어진 로보트의 위치및 속도등의 정보와 동특성을 고려하여 path planning system에서 부터은 요구사항이 만족되도록 Trajectory Planning system에서는 이동 로보트의 구체적인 위치및 속도에 대한 지령, 즉 trajectory를 생성한다. 이는 하위 계층인 Steering & Driving motion control System으로 지령을 넘겨주고, 이 최하위 system에서는 trajectory를 실제 필요한 steering과 Driving Motors에 대한 command로 전환하며 이를 충실히 따라가는 제어의 역할을 Sensor system과 더불어 수행한다.

상기한 제어 System을 구현하기 위하여서는 Mobile Robot Action 제어를 위한 MRCL (Mobile Robot Control Language)의 개발, 효율적인 path-planning Algorithm 개발, sensor-signal processing syatem, data-base 구축기술, 로보트의 특성을 고려한 Trajectory Planning 기술, Steering & Driving Motor제어 기술, 또한 host computer와 이동 로보트간의 통신 기술 연구등이 필요하게 된다.

본 연구에서는 80c196 one-chip microcontroller를 중심으로 효율적인 제어 System의 설계를 수행한다.

2.2. 이동로보트제어 시스템의 Hardware 설계

본연구에서는 이동로보트제어 시스템을 16 bit one-chip microcontroller를 주CPU로 이용하여 구성한다. 본연구에서의 이동로보트제어 시스템의 하드웨어 제원은 다음과 같다.

(1) Micro Controller

-16 bit 12 MHz 80c196 1 chip Micro Controller 사용

-32 kbyte ROM, 16 kbyte RAM, 4 kbyte I/O

-9600 baud, 8 data bit, 1 stop bit의 serial 통신

-2.3 μs 16x16 multiply

-4.0 μs 32/16 Divide

(2) 바퀴구동부(Wheel Drive)

-Step Motor를 사용한 방향전환 및 DC motor를 사용한 구동

-Pulse Width Modulation 구동방식

-64개의 속도설정가능

-적외선 sensor를 사용한 이동거리 측정

-350° 회전 가능

(3) Head 회전부

-Step Motor를 사용한 방향전환

-350° 회전 가능

-Pulsed Ultrasonic Sensor 탑재

(4) 초음파센서부(Ultrasonic Sensor)

-Pulsed Ultrasonic System

-최대 2.4 meter 거리측정가능

-range resolution: 1 centimeter

-Horizontal and Vertical Beam Width 약 30°

-Transmit Frequency는 약 32 kHz

본 이동로보트제어 시스템의 하드웨어에 대한 전체 hardware의 구성도는 그림 2와 같다. Hardware는 크게 80c196 1 chip Controller, ROM, RAM, RS232 serial 통신으로 구성된

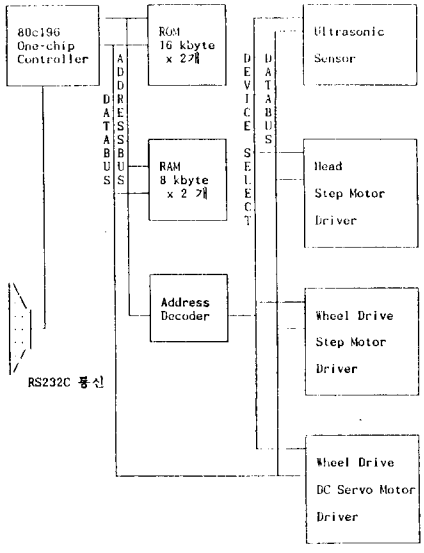

그림 2 전체 Hardware의 구성도

controller 부분과, Ultrasonic Sensor 송수신부분, Head의 방향전환을 위한 Step Motor Driver, Wheel Drive의 방향전환을 위한 Wheel Drive Step Motor Driver, Wheel Drive의 구동을 위한 Wheel Drive DC Servo Motor Driver로 구성되어 있다.

3. 이동로보트제어 시스템의 제어언어

3.1. Software의 구조

이동로보트제어 시스템의 전체 Software의 구조는 그림 3 과 같다. Host Computer로부터 command를 Serial port를 통하여 전송받아 이를 해석하여 처리하는 Serial 통신과 command interpreter가 있다. Command의 처리는 크게 Head 회전부, Wheel 방향, Wheel Drive 제어, 초음파 센서부의 4부분으로 나누어진다. 각 부분에서 처리되는 command의 종류 및 기능은 표 1과 같다. 이는 제어언어의 primitive들로 사용된다.

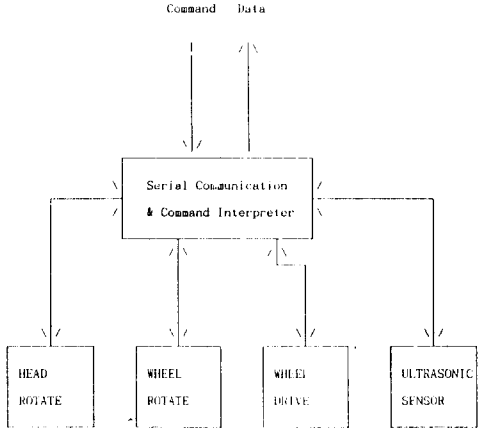

그림 3 Software의 구조

mnemonic	기능
HLC HHP HAP HRRP HRRD HRAP HRAD	Head의 limit check Head를 Home으로 회전 Head의 절대위치 보고 Head를 상대적인 pulse수만큼 회전 Head를 각만큼 회전 Head를 절대적인 pulse수만큼 회전 Head를 절대적인 각만큼 회전
WLC WHP WAP WRRP WRRD WRAP WRAD	Wheel의 limit check Wheel를 Home으로 회전 Wheel의 절대위치 보고 Wheel를 상대적인 pulse수만큼 회전 Wheel를 각만큼 회전 Wheel를 절대적인 pulse수만큼 회전 Wheel를 절대적인 각만큼 회전
MDC	거리를 측정하여 cm단위로 보고
WDCV WDCS WDCR	Wheel을 주어진 속도로 보고 Wheel의 구동을 멈춘다 Wheel의 위치를 보고

표 1 Command의 종류 및 기능

3.2. 제어 언어 구조

제어 언어는 interpreter 형태로 한 문장씩 수행하도록 한다. 이동 로보트의 제어를 위하여는 이동 로보트의 현재의 위치와 자세, 목표점 혹은 장애물들에 관한 정보들이 필요하고 이들의 관계를 표시하는 기준좌표계 설정을 하는 등의 초기화 문(statement)이 필요하다. 또한 운동제어를 위한 문이 필요하며, 환경의 모델링을 위한 문이 필요하다.

(1) 초기화 Statements

i) Make Home

로보트가 어떤 위치에 있던간에 limit switch로 hard home을 거쳐 정의된 soft home으로 움직이게 하며 로보트의 위치와 자세를 초기화한다.

ii) Make Reference

로보트로부터의 상대적인 위치와 자세로 기준좌표계를 설정한다. 로보트의 현 위치및 자세, 장애물등의 정보도 기준좌표계로 표시한다.

iii) Set Speeds

로보트 바퀴의 속도와 회전속도를 설정한다.

(2) 로보트 운동 제어 Statements

이동 로보트의 움직임을 제어하는 문은 수동으로 움직이는 Manual Motion Mode와 절대 좌표로 움직이는 Absolute Motion과 현재에서 상대적으로 움직이는 Relative Motion이 있다.

i) Manual Motion

이는 keyboard로 입력을 받아 한 motor씩 주어진 speed로 움직이며 현재 로보트의 위치및 자세를 update 한다.

ii) Absolute Motion

GO : STOP신호가 올때까지 설정된 속도로 움직인다.

GO TO loc IN time:loc으로 time 시간동안 움직인다.

STOP : 로보트를 멈춘다.

iii) Relative Motion

TURN BY degree : degree각 만큼 회전하여 자세를 바꾼다.

ROTATE BY degree : degree각 만큼 회전하여 자세를 바꾼다.

GO BY offset : offset만큼 위치와 자세를 바꾼다.

(3) 환경 모델링 Statements

i) Read Distance

현재 앞에 있는 물체와의 거리를 초음파 센서로 측정한다.

ii) Map from angle to angle

초음파 센서를 일정한 간격으로 움직이며 일정범위내의 물체들의 거리를 측정한다.

4. 결 론

본 연구에서는 이동 로보트의 효율적인 운용을 위한 이동 로보트 제어 시스템을 설계하고 기본적인 운동을 위한 제어 언어가 설계되었다. 앞으로의 과제는 지능적인 제어 언어를 개발을 위한 graphic simulator의 개발과 장애물의 인식과 충돌회피를 on-line으로 하는 algorithm및 제어 언어를 library 형태로 하는 compiler type의 제어 언어 개발이 필요하다.

참고문헌

[1] S.Y.Haron, "A report on the NATO workshop on mobile robot implementation",
Proc.of 1988 IEEE Conf.on R & A, pp604 - 610, 1988

[2] J.L. Crowley, "Navigation for an intelligent mobile robot",
IEEE J.of Robotics & Automation, vol.RA-1, No.1,
pp 31 - 41, 1985

[3] R.A. Brooks, "A robust layered control system for a mobile robot"
IEEE J.of Robotics & Automation, vol.RA-2, No.1,
pp 14 - 23, 1986

[4] U.Rembold, "The Karlsrushe Autonomous mobile assembly robot",
Proc.of 1988 ACC, pp 598 - 603, 1988

[5] A.M. Flynn & R.A.Brooks, "MIT mobile robots - What's next ?",
Proc.of 1988 ACC, pp 611 - 617, 1988

[6] K. Fujimura & H.Samet, "A Hierarchical strategy for path planning among moving obstacles",
IEEE J.of Robotics & Automation, vol.5, No.1,
pp 61 - 69, 1989

[7] T. Kohonen , "An introduction to Neural computing",
Neural Networks , vol.1, No.1, pp 3 - 16, 1988

[8] H.Frohm & W.Seelen, " VISOCAR:An autonomous industrial transport vehicle guided by visual navigation",
Proc. of IEEE Robotics & Autom. Conf.,
pp. 1155 - 1159, 1989

[9] R.Kuo & B.Barshan, " Navigating Vehicles through an unstructured environment with sonar",
Proc. of IEEE Robotics & Autom. Conf.,
pp. 1422 - 1426, 1989