

지능제어기를 이용한 자율 이동로봇의 운항

Navigation of Autonomous Mobile Robot with Intelligent Controller

최정원, 김연태, 이석규

Jeong-Won Choi, Yeon-Tae Kim*, Suk-Gyu Lee

영남대학교 전기공학과, *안동정보대학 전기과

요 약

본 논문은 장애물에 대한 사전 정보를 가지고 있지 않은 공간에서 장애물의 회피와 지정된 목표점으로 이동할 수 있는 자율이동로봇을 위한 지능제어 알고리즘을 제안하고, 제안된 제어기의 효용성을 실험을 통하여 검증한다. 제시하는 지능제어기는 계층구조의 알고리즘으로써, 그 하부에 로봇이 목표에 도달하기 위한 퍼지 알고리즘과 주행 중 만날 수 있는 장애물들에 대한 회피를 수행하는 퍼지-뉴럴 알고리즘이 존재하고, 상부의 가중치 퍼지 알고리즘은 로봇이 이동하면서 만날 수 있는 여러 가지 상황에 따라서 하부의 두 알고리즘에 적당한 가중치를 부여하여 장애물 회피동작과 목표점 도달동작을 수행할 수 있도록 구성되어 있다. 그리고 로봇의 현재 운동정보와 장애물까지의 거리정보를 바탕으로 가중치 퍼지 알고리즘의 출력부 소속도 함수를 조절함으로써 오목한 장애물에 대해서도 장애물 회피 동작을 수행하도록 하였다. 제작된 로봇으로 제시한 알고리즘의 실효성을 검증하였다.

Abstract

This paper proposes an intelligent navigation algorithm for multiple mobile robots under unknown dynamic environment. The proposed algorithm consists of three basic parts as follows. The first part based on the fuzzy rule generates the turning angle and moving distance of the robot for goal approach without obstacles. In the second part, using both fuzzy and neural network, the angle and distance of the robot to avoid collision with dynamic and static obstacles are obtained. The final adjustment of the weighting factor based on fuzzy rule for moving and avoiding distance of the robots is provided in the third stage. The experiments which demonstrate the performance of the proposed intelligent controller is described.

Key Words : Unknown dynamic environment, multiple mobile robots

1. 서 론

자율 이동로봇을 미지의 환경에서 주행할 수 있도록 제어를 구성하는 것은 매우 힘든 작업이다. 로봇이 주변환경을 인식하기 위하여 사용하는 여러 가지 센서의 부정확성, 센서의 실시간 계측, 센서정보를 이용한 외부 환경의 모델링, 센서정보를 이용한 로봇용 제어기의 설계 등 수 많은 어려움이 있다. 이동 로봇이 장애물에 대한 어떠한 사전 정보도 가지고 있지 않은 공간에서 지정된 목표점으로 이동하기 위해서 로봇이 기본적으로 갖추어야할 기능은 장애물 회피 기능과 목표점 도달 기능이다. 로봇이 동작하는 환경에 대한 어떠한 정보 즉 환경 내에서 존재할 수 있는 여러 가지 형태의 고정 장애물 및 이동 장애물에 대한 정보를 갖고 있지 않으므로 이 장애물들에 대하여 로봇이 지능적으로 회피할 수 있게 하는 장애물 회피 기능이 필요하다. 또한 이러한 장애물 회피 과정을 통하여 목표점을 지향하던 로봇의 진행 방향이 바뀔 수 있으므로 장애물 회피 동작 후 항상 로봇이 목표점을 지

향하도록 하고 그 이동 속도를 조정하여 목표점에 정확하게 도달하도록 목표점 도달 기능 또한 필요하다. 이와 같은 개념을 이용한 로봇의 경로 계획법은 국지적 경로 계획법과 전역 경로 계획법이 있다. 국지적 경로 계획법은 전역 경로 계획법에 비하여 최적의 경로를 생성하기는 힘들지만, 장애물에 대한 사전정보가 없는 동적인 환경에서 로봇의 운항은 센서기반의 국지적 경로 계획법이 필수적이다. 국지적 경로 계획(Local path-planning)은 전체 동작환경에 대한 국지적인 환경 정보 즉 로봇이 가진 센서 정보만을 이용하여 on-line으로 경로계획을 수립하는 형태로서 동작 환경의 모델 또는 지도 등의 정보를 사용하여 off-line으로 경로 계획을 하는 전역 경로계획 방식에 비해서 최적의 경로 계획 결과를 얻기는 어려우나 강인한 경로 계획 결과를 얻을 수 있다. 이러한 국지적 경로 계획은 위에서 밝힌 바와 같이 센서 정보만을 이용하여 자율 이동 로봇의 필수적인 기능들인 목표점 도달 기능과 장애물 회피 기능을 수행하여야 하는데 이의 지능적인 수행을 위한 접근 방법으로는 장애물 회피를 위한 조작자의 경험을 퍼지 논리로 기술하는 방법을 개발하는 방법 [2][3], 이동 로봇의 센서정보를 입력으로 하는 신경망을 통하여 주행 제어를 위한 퍼지 규칙을 얻도록 학습시키는 방법, 유전 알고리즘과 퍼지 이론을 합성하여 환경 적응 기능

접수일자 : 2002년 8월 26일

완료일자 : 2003년 1월 2일

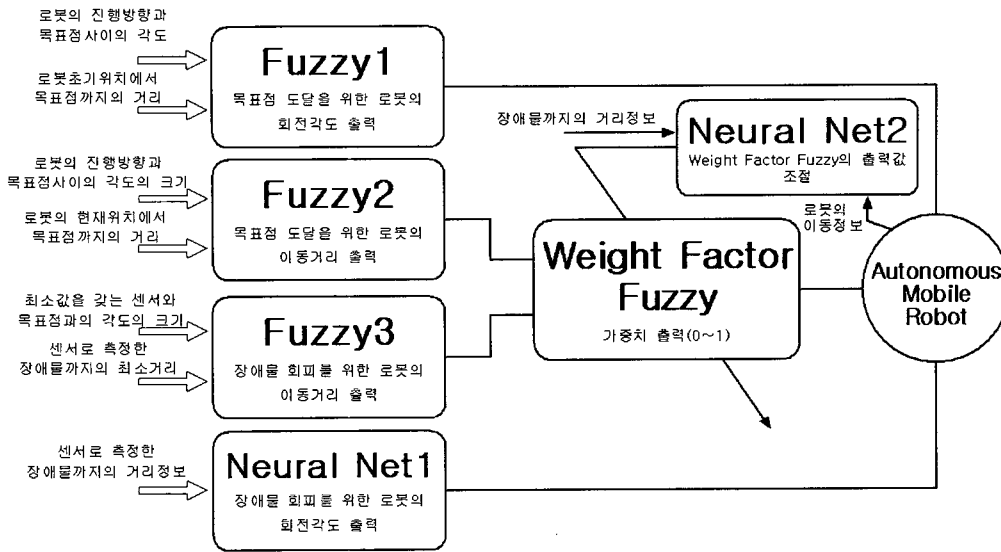


그림 1. 계층적 알고리즘의 구성도

Fig. 1. Structure of the proposed hierarchical algorithm

을 가진 알고리즘을 개발[4]하는 방법, 이동 로봇이 동작하는 환경에 대한 센서 정보를 통하여 확률적인 위치 정보를 가진 지도를 구축하여 이 지도 정보를 통하여 경로계획[5]을 수행하는 방법 등 여러 가지 방법이 있다. 이에 본 논문에서는 목표점 접근을 위한 이동 로봇의 진행 각도와 속도를 제어하기 위해서 각각에 대한 퍼지 규칙을 만들어 적용하고 로봇간의 회피 및 장애물 회피를 위한 이동 로봇의 진행 각도와 속도를 제어하기 위해서 장애물 회피 각도는 신경망을 통해서 그리고 회피 속도는 퍼지 논리를 통해서 얻도록 제어기를 구성하였다. 그리고 로봇이 처한 상황에 따라 목표물 접근 알고리즘과 장애물 회피 알고리즘 간의 가중치를 조절해 주는 가중치 알고리즘을 퍼지로 구성하여 전체 제어기를 총괄하도록 함으로써 계층적 제어기를 구성하여 여러 이동 로봇들이 고정 장애물을 회피하여 목표점에 도달하도록 할 뿐만 아니라, 국부 최소점(Local minimum) 및 다른 이동 로봇들에 대한 회피를 수행하며 안정적으로 목표점에 도달할 수 있는 기능을 가지도록 하였다. 제시한 알고리즘의 실용성을 검증하기 위하여 자율 이동로봇을 제작하였다. 개발한 자율이동 로봇은 Pioneer DXII 로봇에 장착되어 있었던 내부회로는 제거하고, DSP, 마이크로 컨트롤러를 이용하여 새롭게 내부회로를 설계, 제작하였으며, 외부에는 PC 보드를 장착하였다.

2. 제어 알고리즘

이동로봇이 미지공간에서 운항하면서 나타나는 장애물을 회피하여 목표점에 도달하기 위하여 이동로봇은 장애물 회피 능력과 목표점 도달 능력을 갖추어야 한다. 지능제어기를 이용한 계층구조 알고리즘의 구성도를 그림1에 나타낸다. 계층구조의 하층부에 해당하는 Fuzzy1, Fuzzy2, Fuzzy3, Neural Net1은 초음파센서를 이용한 장애물까지의 거리정보와 목표점까지의 거리정보를 이용하여 장애물 회피기능과 목표점 도달기능을 수행하도록 하였다. 여기서 Fuzzy1, Fuzzy2는 목표점 접근을 위한 알고리즘으로서 로봇과 목표점이 이루는 각도와 목표점까지의 거리를 입력변수로 사용하여, 로봇이

목표점에 도달하기 위한 회전각도와 이동거리를 출력한다. Fuzzy3, Neural Net1은 장애물회피를 위한 알고리즘이며, Fuzzy3은 장애물까지의 거리와 목표점까지의 거리를 입력변수로 사용하여 로봇이 장애물을 회피하기 위한 이동거리를 출력한다. Neural Net1은 장애물까지의 거리를 입력받아서 로봇이 장애물을 회피하기 위한 회전각도를 출력한다. 목표점 도달 알고리즘과 장애물 회피 알고리즘은 장애물이 존재할때는 서로 상반되는 기능을 수행하게 되는데, 두 알고리즘이 같은 가중치를 갖고 있다면 국부최소점 문제에 취약한 성능을 보인다. 그러므로 장애물이 존재하는 환경에서 로봇이 장애물을 회피하고 있을때는 로봇이 목표점으로 이동하지 않도록 장애물 회피 알고리즘에 가중치를 많이 부여하고, 장애물이 없다면 로봇이 목표점으로 이동할 수 있도록 목표점 접근에 가중치를 많이 부여하도록 하여야 한다. 이런 기능을 수행하는 것이 계층구조의 상층부에 해당하는 Weight Factor Fuzzy와 Neural Net2이다. 계층구조의 하층부에서 출력되는 이동거리는 계층구조의 상층부인 Weight Factor Fuzzy, Neural Net2에 의해 조절된다. 계층구조의 상층부는 로봇이 이동하면서 만나는 여러 가지 상황에 대하여 장애물 회피 또는 목표물 접근 알고리즘에 가중치를 부여하여 안정된 장애물 회피와 목표점 도달을 가능하게 한다.

2.1 목표점 접근을 위한 퍼지 알고리즘

목표점 접근 퍼지 알고리즘은 목표점에 도달하기 위하여 로봇이 이동해야 할 방향을 출력하는 Fuzzy1과 로봇이 이동해야 할 거리를 출력하는 Fuzzy2로 구성되어 있다. Fuzzy1은 항상 로봇이 목표점을 향하여 이동할 수 있도록 로봇의 각도를 조절하며, 로봇과 목표점과의 거리에 따라서 로봇의 이동속도가 바뀌어야 하는데 Fuzzy2는 이동속도를 결정한다.

2.1.1 Fuzzy 1

목표점 접근을 위한 Fuzzy1은 관측변수로 로봇의 진행 방향과 목표점이 이루는 각도와 로봇의 초기 위치에서 목표점까지의 거리를 사용하고, 출력변수는 로봇이 목표점에 도달하기 위하여 회전해야할 각도이다.

표 1은 현재 이동로봇이 이동하는 방향에 대해 목표점이 위치해 있는 각도와 목표점까지의 거리에 대한 퍼지규칙들이다. 목표점이 로봇의 정면에 대해서 왼쪽(LS, LM, LB)에 있다면 로봇은 왼쪽으로 이동하게 하였고, 목표점까지의 거리에 따라 회전각도의 크기를 조절하여 안정되게 목표점에 도달하게 하였다.

표 1. 목표점 접근을 위한 Fuzzy1 규칙
Table 1. Fuzzy rules1 for goal approach

Angle \ Dist	ZE	PS	PM	PB
LB	LB	LB	LB	LM
LM	LB	LM	LM	LS
LS	LM	LM	LS	LS
ST	ST	ST	ST	ST
RS	RM	RM	RS	RS
RM	RB	RM	RM	RS
RB	RB	RB	RB	RM

2.1.2 Fuzzy 2

목표점 접근을 위한 Fuzzy 2의 관측변수는 로봇의 이동 방향과 목표점이 이루는 각도의 크기 즉 절대값과 로봇의 현재 위치에서 목표점까지의 거리이며 출력변수는 로봇이 목표점까지 한 스텝동안 이동해야 할 거리이다.

표 2는 이동로봇과 목표점이 이루는 각도와 목표점까지의 거리에 대한 퍼지 규칙들이다. 목표점이 멀리 있으면 로봇을 빠르게 움직이게 하였고, 목표점이 멀지만 로봇방향이 목표점방향과 반대이면 이동거리를 작게하여 목표방향으로 회전하도록 하였다.

표 2. 목표점 접근을 위한 Fuzzy 2 규칙
Table 2. Fuzzy rules 2 for goal approach

Angle \ Dist	ZE	PS	PM	PB
ZE	PS	PM	PB	PB
PS	PS	PM	PB	PB
PM	ZE	PS	PS	PS
PB	ZE	PS	PS	ZE

2.2. 장애물 회피 알고리즘

장애물 회피 알고리즘의 입력변수는 이동 로봇과 장애물 사이의 각도와 거리이며, 출력변수는 이동 로봇이 장애물을 회피하기 위한 각도를 출력으로 하는 Neural Net1과 장애물 회피를 위해 한 스텝동안 로봇이 이동하여야 할 거리를 출력하는 Fuzzy 3으로 구성되어 있다. 본 논문에서의 모의 실험에 채용한 로봇 모델은 24개의 거리 센서를 15° 씩의 각도 차를 두고 로봇에 원형으로 장착하고 있다. 모의 실험에서의 로봇은 직경 10픽셀의 원형이고 거리 센서는 최고 센서 방향 100픽셀까지 측정한다고 가정하고 모의 실험을 수행하였다.

2.2.1 Neural Net 1

본 논문에서 Neural Net 1에 사용한 신경망은 이동 로봇의 거리 센서를 통해 얻어진 장애물과의 거리 및 각도 정보를 통하여 로봇의 장애물 회피 각도를 출력하는 기능을 수행

한다. 신경망의 구조는 입력층이 24개, 은닉층이 35개, 출력층은 13개로 구성되어 있고 이 다층의 신경망을 학습시키기 위하여 일반적으로 많이 사용되는 오차 역전파 방식을 사용하였다. 24개의 센서로 측정된 장애물까지의 거리가 뉴럴넷에 입력되며, 출력층은 로봇이 장애물을 회피하기 위해 회전하여야 할 13개 방향을 나타낸다. 이는 로봇의 현재 위치에서 회전하여야 할 각도를 30° 씩 각도 차를 갖는 12개의 방향과 목표점으로의 방향을 나타낸다. 본 논문에서는 이동 로봇이 주행하는 가운데 만날 수 있는 여러 가지 상황을 설정하고, 로봇이 실제로 장애물까지의 거리를 센서로 측정하도록 하였다. 이 측정값들이 입력될 때 로봇이 이동하여야 할 방향은 인간의 경험적 지식을 바탕으로 효과적인 장애물 회피를 위한 각도를 정해주는 것을 신경망의 학습 데이터 쌍으로 구성했으며 이것을 신경망의 최종 학습목표로 삼았다. 그러므로 이 신경망의 학습 패턴은 장애물에 대한 센서들의 거리 값과 이에 대한 이동 로봇의 회피 각도로 구성되어 있고 신경망 학습을 위해 사용된 패턴의 수는 32개이고 학습율은 0.03, 관성상수는 0.8로 설정하였으며 오차가 0.05이하가 될 때까지 학습하였다. 로봇이 이동하면서 장애물회피를 실패할 경우에는 그 위치에서 다시 센서정보를 얻고 학습패턴을 생성하여 신경망을 학습하도록 하였다.

2.2.2 Fuzzy 3

장애물 회피를 위한 Fuzzy 3은 로봇의 거리 센서 값 즉 장애물까지의 거리 값 중 가장 작은 값과 이 가장 작은 값을 가지는 센서와 목표점이 이루는 각도의 크기를 입력 변수로 가지고 장애물 회피를 위한 로봇의 이동 거리를 출력으로 한다.

표 3은 로봇이 장애물 회피를 위한 거리출력을 위한 퍼지 규칙을 나타낸다.

표 3. 장애물 회피를 위한 Fuzzy 3 규칙
Table 3. Fuzzy rules 3 for obstacle avoidance

Angle \ Dist	ZE	PS	PM	PB
ZE	ZE	PS	PS	PM
PS	ZE	PS	PM	PM
PM	ZE	PM	PM	PB
PB	PS	PM	PB	PB

2.3 Weight Factor Fuzzy

가중치 퍼지 규칙은 로봇의 목표점 접근을 위한 이동 거리와 장애물 회피를 위한 이동 거리 사이에 가중치를 각각 적용하여 주변 환경에 맞추어 지능적으로 로봇을 이동시키기 위한 제어 알고리즘으로 이를 통하여 복잡한 환경에서 이동 로봇의 필수 기능인 목표점 도달 기능과 장애물 회피기능을 동시에 충족시켜준다. 이 가중치 퍼지 알고리즘의 관측변수는 장애물까지의 최소거리 - 목표점까지 거리와 장애물까지의 최소거리이고 그 출력은 목표점 접근 알고리즘에서의 이동거리와 장애물 회피 알고리즘에서의 회피를 위한 이동 거리에 대한 가중치이다. 장애물까지의 거리보다 목표점이 더 멀리 있다면(NS, NM, NB) 로봇은 장애물을 회피하여야 하므로 가중치 퍼지 규칙의 출력은 장애물 회피 알고리즘에 가중치를 많이 부여한다. 반대로 목표점이 더 가까이 있다면(PS, PM, PB) 로봇은 목표점으로 이동해야 하므로 목표점 접근 알고리즘에 가중치를 많이 부여한다.

표 4는 가중치 퍼지규칙을 나타낸다. 장애물과 가까이 있으면 장애물 회피 퍼지규칙에 더 많은 가중치를 부여하도록 하였다.

표 4. 가중치 퍼지규칙
Table 4. Weight factor fuzzy rules

Dist \ Dist1	NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB
ZE	ZE	ZE	PS	PS	PM	PM	PB
PS	ZE	PS	PS	PM	PM	PB	PB
PM	PS	PM	PM	PM	PB	PB	PB
PB	PM	PB	PB	PB	PB	PB	PB

2.4 Neural Net2

Neural Net2는 로봇의 현재 이동상태와 장애물까지의 거리정보를 이용하여 가중치 퍼지 규칙의 출력부 소속도 함수를 조절한다. 로봇의 현재 이동방향이 목표점 방향과 각도차가 크다면 로봇은 장애물을 회피하고 있는 중이다. 그리고 로봇의 이동방향이 목표점 방향과 비슷하면 로봇은 목표점으로 이동하고 있다. 로봇이 장애물을 회피하고 있고, 장애물까지 거리가 가깝다면 Neural Net2는 가중치 퍼지 규칙의 출력부 소속도 함수의 폭을 조절하여 더욱 더 장애물 회피 알고리즘에 가중치를 많이 부여하도록 한다. 반대로 로봇이 목표점 방향으로 이동하면서 장애물까지의 거리가 멀다면 장애물과 부딪히지 않는 상황이므로 목표점 접근 알고리즘에 가중치를 더욱 더 많이 부여한다. Neural Net2에서 사용한 뉴럴네트워크는 오류 역전파 방식을 사용하였으며, 학습패턴수는 21개, 학습율은 0.03, 관성상수는 0.8로 설정하였으며, 오차가 0.05이하가 되면 학습이 완료된다.

3. 실험장치의 개발과 실험

개발한 로봇시스템은 Pioneer II DX 로봇의 프레임에 사용하였으며, 로봇 상부에 PentiumIII-600MHz 컴퓨터와 Manipulator를 장착하였다. Pioneer II 로봇은 내부에 16비트 소형 마이크로 컨트롤러가 내장되어있었으나 외부에 장착한 여러 장치를 제어하기 위해서는 사용이 불가능했기에 내장 컨트롤러는 제거시키고 각각의 기능부에 DSP (TMS320F240) 및 16비트 컨트롤러(80C196KC) 보드를 직접 개발하였으며, 모터 구동부도 새롭게 설계하여 로봇에 장

착하였다. 중앙 컴퓨터인 PC와 각 기능부의 통신은 링 형태의 RS-232로 구성하여 다중 프로세서를 사용함으로써 중앙 컴퓨터의 부하를 줄이고 차후에 다른 부가장치의 연결을 용이하도록 하였다.

개발한 로봇은 기능별로 크게 4가지로 분류 할 수 있는데, 모터구동부, 센서부, 매니플레이터(manipulator) 부, 중앙 컴퓨터(PC) 이다. 그림 2는 개발한 로봇의 시스템 구성도이다. 다양한 형태의 작업을 수행하기 위하여 매니플레이터와 CCD 카메라를 장착하였다. 그러나 본 논문에서는 사용을 하지 않고 있다.

그림 3은 개발한 자율이동로봇 시스템의 외형도이다. 로봇의 이동은 2개의 구동바퀴와 1개의 보조 바퀴를 이용하며, 외부환경을 인식하기 위하여 80C196KC에 의해 구동되는 초음파 센서가 장착되어 있다. 초음파 센서의 상부에 모든 알고리즘을 처리하는 펜티엄 컴퓨터가 장착되어 있고, 전원장치와 무선통신장치가 장착되어 있다. 차후에 로봇이 장애물을 판별하거나 스스로 이동시켜야할 물체를 인식하고 물체를 잡을 때 정확히 잡을 수 있도록 하기 위하여 매니플레이터에 CCD 카메라가 장착되어 있다.

그림 4는 DSP와 EPLD를 사용한 모터구동부의 구성도이다. RS-232 통신을 통하여 중앙 컴퓨터에서 내려온 지령을 받아 DSP는 속도 및 위치 제어를 행한다. 모터는 PID제어를 사용한 PWM방식에 의해서 제어되며 모터의 엔코더 신호는 EPLD에서 신호처리 후 다시 DSP로 보내어 정확한 제어를 수행하고 있다.

그림 5는 마이크로 콘트롤러를 사용한 초음파 센서부의 구성도이다. 로봇이 주변 환경을 인식하기 위하여 초음파 센서를 사용하였다. 초음파 센서 모듈은 내부에 자체발전기를 가진 구동부와 수신된 신호를 증폭, 검파, 비교할 수 있는 회로가 내장되어 있다. 마이크로 콘트롤러는 초음파 센서모듈에 어떤 센서를 구동할것인지 결정하여 펄스 신호를 내보내면 초음파 센서 모듈은 초음파신호를 출력하여 장애물에 반사된 신호를 증폭, 비교하여 펄스 형태의 출력을 낸다. 이 신호를 마이크로 콘트롤러가 받아서 장애물까지의 반사시간을 측정하여 장애물까지의 거리를 계산하고 RS-232 통신을 통하여 중앙 컴퓨터로 측정된 거리 정보를 전달한다. 그리고 CDD 카메라와 무선통신장치는 차후 다른 용도로 사용하기 위하여 장착하였다.

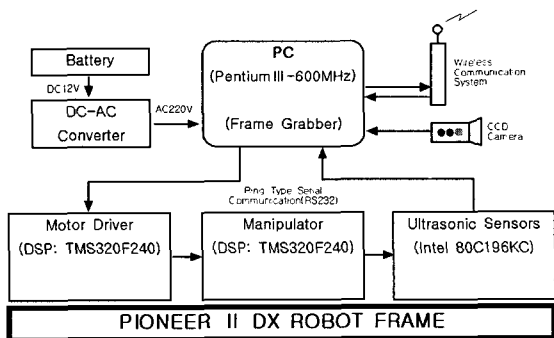


그림 2. 로봇 시스템의 구성도

Fig. 2. Block diagram of the developed robot system

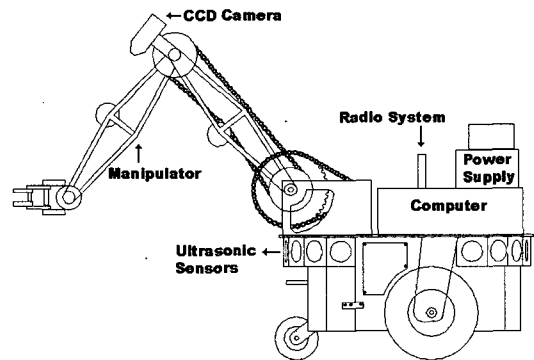


그림 3. 로봇의 외형

Fig. 3 Shape of the robot

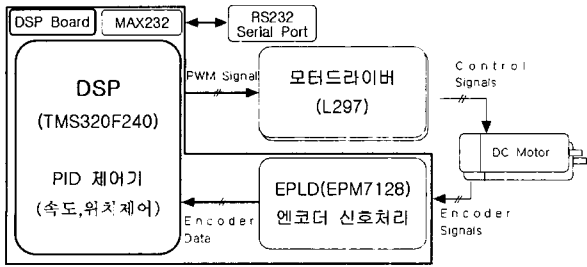


그림 4. 모터구동부의 구성도

Fig. 4 Block diagram of the developed motor driver

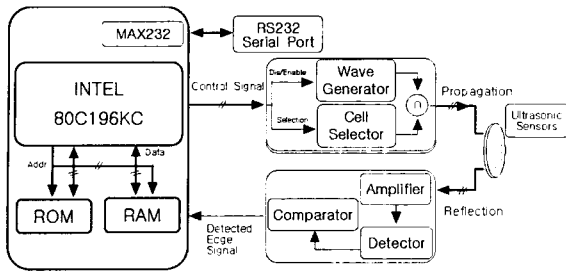


그림 5. 초음파 센서부의 구성도

Fig. 5. Block diagram of the ultrasonic sensor part

3.1 구동실험

개발한 이동로봇에 제안한 알고리즘을 탑재하여 실제 구동실험을 행하였다. 출발점과 목표점은 객체가 아니고 좌표이다. 그림 6은 긴 막대형 장애물을 사이에 두고 출발점과 목표점이 대칭을 이루고 있을때의 실험 결과이다. 로봇이 출발하여 목표점으로 이동하다가 정면에 장애물을 만나서 좌측으로 회피동작을 하여 목표점에 도달하는 과정을 나타낸다.

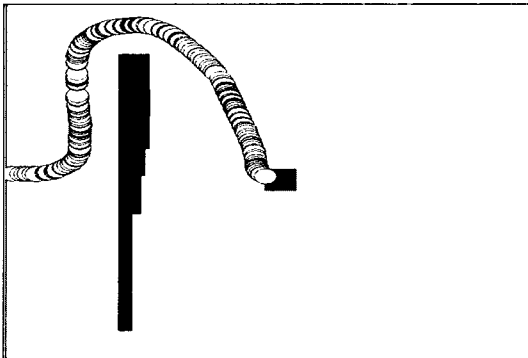


그림 6. 막대형 장애물에 대한 구동실험과 궤적

Fig. 6. Experiment on robot with bar type obstacles and trajectory

극부최소점에 빠지기 쉬운 오목한 장애물에 대한 실험으로서 ㄷ자형 장애물에 대하여 구동 실험한 결과를 그림 7에 나타낸다. 출발점에서 출발한 로봇은 목표점을 향하여 이동하다가 ㄷ자형 장애물의 오목한 부분으로 이동하여 정면에 장애물을 만나서 회피동작을 하고 있다. 장애물을 완전히 회피한 후 로봇은 목표점에 안정되게 도달하였다. 지그재그 형태의 통로에 대하여 실험 결과를 그림 8에 나타낸다. 출발하자마자 마주치는 장애물에 대하여 오른쪽으로 회피한 후 목표점으로 이동하던 로봇은 다시 정면에 나타난 장애물을 왼쪽

방향으로 회피하여 목표점에 도달하였다.

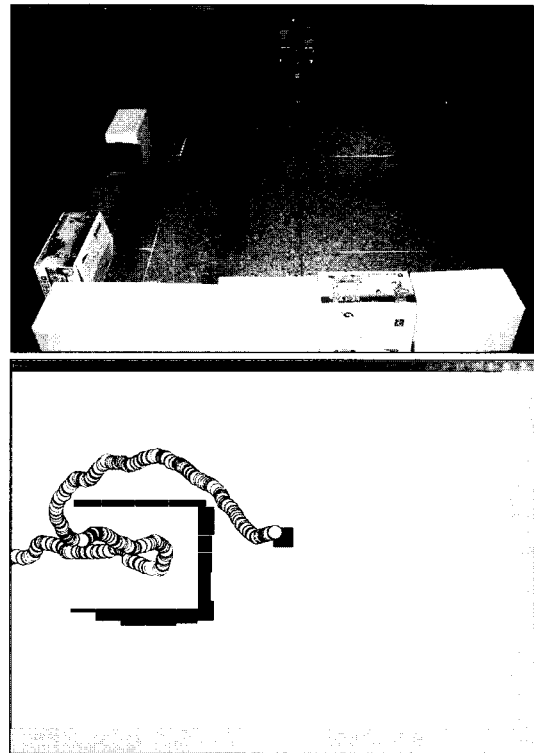


그림 7. ㄷ자형 장애물에 대한 구동실험과 궤적

Fig. 7. Experiment on robot with ㄷ type obstacles and trajectory

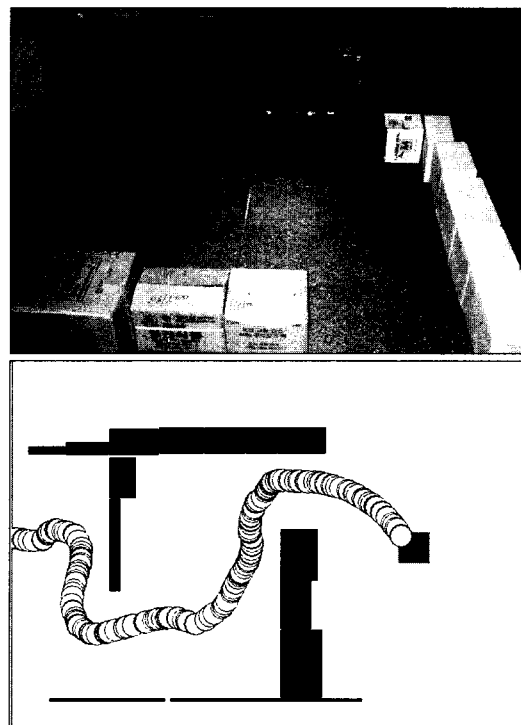


그림 8. 통로형 장애물에 대한 실험과 궤적

Fig. 8. Experiment on robot with passageway type obstacles and trajectory

그림 9는 사각형과 원형 장애물이 임의로 배치된 공간에서의 실험결과이다. 출발하면서 왼쪽에 감지된 장애물을 회피한 후 원형 장애물을 차레로 회피하여 목표점에 도달하였다.

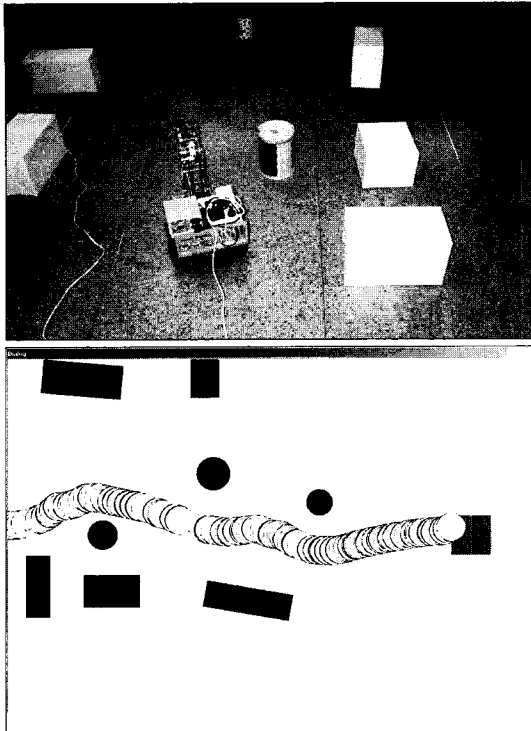


그림 9. 흩어진 장애물에 대한 실험과 궤적
Fig. 9. Experiment on robot with scattered obstacles and trajectory

4. 결론

본 논문에서는 미지공간에서 로봇의 장애물 회피와 목표점 도달을 위한 계층구조의 알고리즘을 제시하였다. Pioneer DXII의 프레임, PC, DSP 및 마이크로 컨트롤러를 사용한 이동로봇을 개발하여 제시한 알고리즘을 탑재하여 구동실험을 하였다. 구동 실험 결과, 제안된 알고리즘이 미지의 공간에서 여러 형태의 고정 장애물 회피 및 목표점 도달이라는 기능 수행에 대단히 유효함을 확인하였다.

연구과제로는, 보다 정확한 주변환경의 인식이 가능한 복합 센서 시스템의 개발과 이를 이용한 정밀한 로봇운항 수법의 개발을 들 수 있다.

참고문헌

[1] Jung W. Choi, Soon H. Kwon, Hae Y. Lee and Suk G. Lee "Navigation Strategy of an Intelligent Mobile Robot Using Fuzzy Logic" Proceedings of the 1998 IEEE International Conference on Fuzzy Systems : FUZZ-IEEE'98 - Volume 1, pp. 602-605, 1998.
[2] T. Hessburg and M. Tomizuka "Fuzzy logic control for lateral vehicle guidance," IEEE Control Systems, Vol. 14, No. 4, 1994.

[3] C. B. Ban, K. B. Sim, "Learning Rules for AMR of Collision Avoidance using Fuzzy Classifier System", Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems, Vol.10, No.5, pp.506-512, 2000.
[4] Hani Hagra, Victor Callaghan, Martin Colley, Malcom Carr-West, "A Fuzzy-Genetic Based Embedded-Agent Approach to Learning & Control in Agricultural Autonomous Vehicles". Proceedings of the 1999 IEEE ICRA Detroit, Michigan. pp.1005-1010, May 1999.
[5] Nicholas Roy, Wolfram Burgard, Dieter Fox, Sebastian Thrun, "Coastal Navigation Mobile Robot Navigation with Uncertainty in Dynamic Environments" Proceedings of the 1999 IEEE ICRA Detroit, Michigan. pp.35-40, May 1999.
[6] V. Santos, J. G. M. GonÇalves, and F. Vaz, "Perception maps for the local navigation of a mobile robot: a neural network approach", Proc. 1994 IEEE Conference on Robotics and Automation, Vol. 3, pp. 2193-2198, 1994.
[7] Qiuming Zhu, "Hidden Markov Model for Dynamic Obstacle Avoidance of Mobile Robot Navigation" IEEE TRANSACTION ON ROBOTICS AND AUTOMATION, VOL 7, NO3. pp.390-397, JUNE 1991.

저 자 소 개



최정원(Jeong-Won Choi)

1995년 : 영남대학교 전기공학과(공학사)
1997년 : 영남대학교 전기공학과(공학석사)
2002년 : 영남대학교 전기공학과(공학박사)
관심분야 : 이동 로봇, 지능 시스템,
Linear Motor Control



김연태(Yeon-Tae Kim)

1991년 : 영남대학교 전기공학과(공학사)
1993년 : 영남대학교 전기공학과(공학석사)
1999년 : 영남대학교 전기공학과(공학박사)
현재 : 안동정보대학 자동화전기과 조교수
관심분야 : 로봇공학, Motion Control



이석규(Suk-Gyu Lee)

1979년 : 서울대학교 전기공학과(공학사)
1981년 : 서울대학교 전기공학과(공학석사)
1989년 : Dept. of Electrical Eng.,
University of California, Los Angeles(공학박사)
현재 : 영남대학교 전자정보공학부 교수
관심분야 : Home Networking, Mobile Robot, Embedded System, Linear Motor Control, Internet Based Control