

## 이동로봇의 위치 감지 기능을 갖는 바닥면 전력 공급 시스템

진 상 윤\* · 이 수 영\*  
\*국립 전북대학교 전자정보공학부

### Ground power supply system with position sensing for mobile robot

Sang-Yun Jin\*, Soo-Yeong Yi\*  
\*Div. of Elec. and Info. Eng Chonbuk Nat'l Univ.

**Abstract** - In this paper, we developed a ground power supply system through the ground electrodes for a mobile robot moving in the constrained region. By external scan circuit through the electrodes, it is also possible to detect the absolute position of the robot without any additional sensors. Since the heavy weighted-battery for electric power supply and the expensive absolute position sensors are removable from the robot by using for proposed system, the resulting mobile robot system becomes cost-effective and dynamically fast.

용자 혼자 게임하는 방식을 생각해보자. 사용자 조종 이동로봇을 상대하는 이동로봇은 컴퓨터에서 자동으로 조종되어야 한다. 이를 위해서는 이동로봇의 위치와 방향을 감지하기 위한 센서 시스템을 필요로 하게 된다. 이동로봇의 위치를 감지하기 위해서 공간상에서의 위치를 감지하는 센서와 방향을 감지하는 센서와 제어모듈을 추가적으로 필요하게 된다.

본 논문에서는 이동로봇의 자동 조종을 위한 위치 감지와 전력 공급 문제를 통합적으로 해결하기 위해 바닥면에 전극을 배치하여 운전중인 이동로봇의 위치를 감지하고, 또한 전력도 공급할 수 있는 새로운 장치 및 방법을 개발하였다.

## 1. 서 론

최근들어 컴퓨터 그래픽 상에서 주로 이루어지던 게임이 소프트웨어 게임의 가상성, 정지성을 극복하고, 실재성, 운동성을 부여하는 방향으로 게임기 개발의 방향이 바뀌고 있다. 이러한 게임기를 아케이드형 게임기라 한다. 대표적으로 정해진 테이블 위에서 소형 이동로봇을 무선으로 조정하여 공을 상대방의 골문에 넣는 축구로봇 게임기를 들 수 있다. 이러한 이동로봇을 이용한 게임을 하기 위해서는 이동로봇에 항상 전력을 공급할 수 있어야 하며, 순간순간 변하는 이동로봇의 위치와 방향도 알 수 있어야 한다. 지금까지 이동로봇에 전력을 공급하는 방법은 충전지를 탑재하는 방식과 전원라인을 직접 연결하여 공급하는 방법을 이용하였으나 전자는 충전지의 충전시간에 비해 방전시간과 수명이 짧으며, 후자는 유지보수 측면은 좋을 수 있으나 전원공급 라인에 의한 이동성의 저하나, 지속적인 이동시 전원라인의 엉킴으로 인해 진행을 방해 할 수 있다.

이러한 문제들을 해결하기 위해서 아케이드형 게임기에서는 이동로봇이 움직이는 바닥면에 양극과 음극의 전도체를 교대로 배치하고, 이동로봇의 전극과 바닥면의 전극 사이에 항상 접점이 형성 되도록 하여 외부로부터 전력을 공급하는 방식이 사용되기도 한다.

한편, 컴퓨터에 의한 자동조종과 시스템 운영을 위해서 이동로봇의 위치와 방향을 감지해야 할 필요가 있다. 예로서 축구 로봇과 같은 아케이드형 게임기에 있어 사

## 2. 본 론

본 위치 감지 및 전력공급 시스템은 이동로봇이 운동 중 자신의 위치 감지와 구동에 필요한 전력 공급을 바닥면에 마름모꼴 형태로 설치된 전극배열 판을 통해 이루고자 한다. 이를 위해서 본 시스템은 이동로봇이 운동하는 일정한 공간의 바닥면에 전력 공급과 위치 감지를 위한 전극 배열판과 전력 공급 주기 및 스캔 주기를 제어하고 위치를 추정하기 위한 제어부로 구성하였다.

### 2.1 시스템의 원리 및 동작

본 시스템의 원리는 키폰등과 같이 많은 입력 스위치 배열을 갖는 시스템에서 키 입력을 감지하기 위한 시스템으로 사용되는 방식과 같다.

그림1은 접촉 스위치 배열 중에서 닫힌 스위치를 감지하기 위한 것이다.  $T_1, T_2, T_3$ 은 스캔을 위한 펄스 신호 입력 및 전력 공급단자,  $T_1^c, T_2^c, T_3^c$ 은 신호 감지를 위한 단속과 전력 공급시 접지와 연결되는 출력단자, 그리고  $S_{22}$ 는 저항  $R_L$ 의 크기를 갖는 접촉 스위치이다. 예로서  $S_{22}$ 가 닫혔을때, 이를 검사하기 위해서는 펄스 입력단자에 순차적으로 전원을 인가하고 출력단자를 스캔하면, 연산 증폭기의 작용에 의해  $O_2$ 에는 출력 신호가 반전되어 나타나게 된다. 그러므로 전체적인 스위치 배열에서 닫힌 스위치들을 감지하기 위해서는 입력단자에 순차적으로 펄스 전원을 가하면서 반복적으로 출력단

을 스캔하면 된다.

그림 1의 회로에서 저항  $R_L$ 이 이동로봇의 부하 저항이라 보고, 스위치 배열이 평면 공간상의 위치를 나타내는 것으로 보면, 이동로봇의 부하 저항에 의해 접점이 형성 되었을 때 부하 저항을 통해 전류가 흐르게 되므로 이동로봇에 전력이 공급되며, 또한 스위치 배열에서 상기한 스캔 방법으로 이동로봇의 위치도 감지할 수 있다.

본 위치 감지 및 전력 공급 시스템은 이동로봇의 위치 감지를 위한 스캔 주기와 전력을 공급하는 전력 공급 주기를 100ms로 하여 한 주기가 되도록 하였다. 이동로봇의 위치를 감지 하기위한 스캔 주기는 각 열마다 1ms 주기로 하여 16개의 열 전극에 순차적으로 펄스 신호를 인가하고, 이때 21개 행 전극에 연결된 연산 증폭기의 출력 신호를 스캔 해서 이동로봇의 위치를 확인한다. 나머지 시간 동안은 이동로봇에 전력을 공급 하는 전력 공급 주기로 나누어서 동작 하도록 하였다.

스캔 주기에서는 열 단위 전극에 순차적으로 펄스 신호를 가하고, 행 전극에 연결된 연산 증폭기의 출력 신호를 반복적으로 스캔 한다. 이때 행 전극에 연결된 스위치 트랜지스터를 OFF시켜 행 전극들이 모두 접지와 분리되게 하여 저 전력으로 우측의 연산 증폭기가 작용 하도록 하였다.

전력 공급 주기에서는 스캔 주기에서 감지한 이동로봇의 전극대의 위치에 따라 해당 행과 열의 스위치 트랜지스터를 ON시켜 대 전력을 공급하여 효율적으로 전력 공급을 할 수 있도록 하였다. 이동로봇은 스캔 주기 동안은 외부로부터 구동에 필요한 전력이 공급되지 않으므로 안정된 전력 공급을 위해 콘덴서에 의한 완충 효과를 갖는 일반적인 전원 장치를 갖도록 하였다.

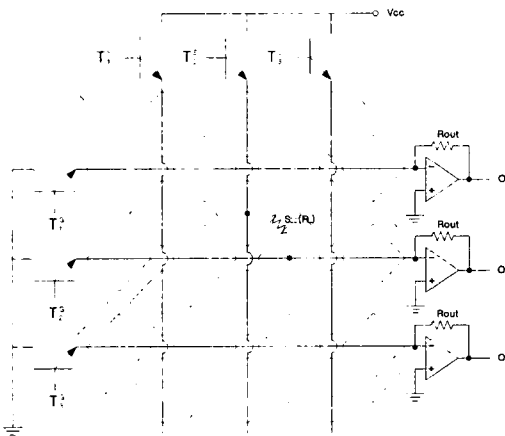


그림 1. 접촉 스위치 배열

## 2.2 시스템의 설계 및 제작

일정한 공간상에서 운동하는 이동로봇에 전력 공급과 위치 감지를 위해 그림 2와 그림 3 같이 전력 공급 및 위치 감지 시스템을 제작하였다. 이동로봇의 하부에 3개의 단자로 이루어진 전극대를 갖도록 하여 바닥 면으로

부터 운전에 필요한 전력을 공급받으며, 위치를 확인 할 수 있도록 하였다. 이동로봇이 운동하는 바닥 면은 전력공급 효율을 높이고, 위치 감지를 정확하게 하기 위해 13mm×13mm 크기의 마름모꼴 전극을 16열×21행으로 배치하여 PCB기판을 제작하였다. 바닥면에 배치된 각각의 열 전극들은 스위치 트랜지스터에 의해 외부 전원과 연결되어 있으며, 행 전극들의 한쪽 끝은 연산 증폭기를 연결하고 다른 한쪽 끝은 스위치 트랜지스터를 각각 연결하였다. 행 전극에 연결된 연산 증폭기를 통해 전력을 공급할 경우 연산 증폭기의 허용 전류가 작고, 연산증폭기의 저항  $R_{OUT}$ 이 전력을 불필요하게 소비하기 때문에 부하 저항  $R_L$ 에 대해 전력을 공급하는 방식으로 쓰기 어렵다. 그래서 스위치 트랜지스터를 통해 접지 전위와 연결하여 이동로봇의 구동에 필요한 대 전력을 공급 할 수 있도록 하였다. 행 전극의 나머지 한쪽 끝에 연결된 연산 증폭기는 스캔 주기에 이동로봇의 위치를 감지할 수 있도록 반전된 신호를 출력한다. 이동로봇의 부하 저항 값이 적기 때문에 연산 증폭기를 통해 출력되는 신호는 2V 보나 낮은 값이 출력된다. 이 신호를 이용해 위치를 확인해야 하는데 출력 신호의 레벨이 낮고 '0'레벨과 구분하기 위해 연산 증폭기의 비교값은 가변 저항을 이용하여 재 설정해줘야 한다.

각각의 스위치 트랜지스터는 ON/OFF시 높은 베이스 전류를 공급해 주어야 하며, 이동로봇이 10V이상의 고 전압을 필요로 하므로 일반 TTL 소자로는 충분한 베이스 전류를 공급하기 어려우므로 Darlington Array TR인 ULN2803을 이용하여 제어하도록 하였다. 제어용 마이크로프로세서는 PIC16F877 2개를 이용하였는데, 이는 16열×21행의 전극 배열판을 제어할 때 16개의 열 전극은 스캔 주기에 각각의 열 전극이 별도로 제어되어야 하기 때문이다. 제어부에서 스캔 주기에 연산 증폭기를 통해 출력되는 21개의 신호를 개별적으로 입력이 되어야 하므로 3개의 포트를 필요로 하며, 접지전위와 연결된 스위치 트랜지스터는 가용 포트를 확보하기 위해 몇 개를 묶어 제어 하도록 하였다. 이동로봇의 위치 데이터를 전송하기 위한 통신포트와 2개의 PIC를 동기화 시키기 위한 포트를 모두 합하면 전체적으로 7개의 포트를 필요로 하기 때문에 단일 컨트롤러를 사용할 수 없어 2개의 PIC 마이크로프로세서를 이용하였다. 전력 공급 및 스캔을 위한 스위치 트랜지스터와 연산 증폭기를 통해 출력되는 신호를 입력받기 위한 제어용 PIC 2개를 사용하게 되는데, 2개의 PIC의 동기가 일치되어야 정확한 신호를 감지할 수 있게 된다. 정확한 신호 감지를 위해 전력을 제어하는 PIC측에서 스캔용 펄스 신호 발생시 출력 신호 감지용 PIC에 인터럽트를 걸어 정확한 타이밍에 신호를 감지하도록 하였다. 연산 증폭기를 통해 감지된 신호는 마이크로프로세서에서 이동로봇의 위치를 추정하고 결과를 시리얼 통신을 이용해 PC에 전송하고, PC에서 수신한 DATA를 화면에 표시하여 사용자가 쉽게 확인 할 수 있도록 하였다.

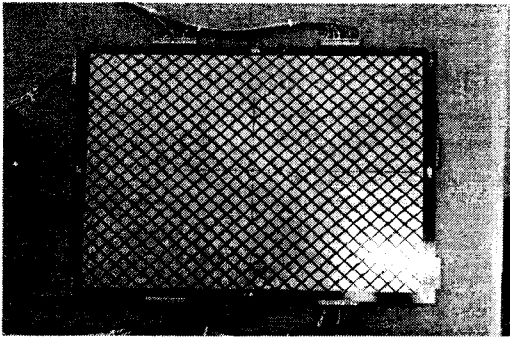


그림 2. 전극 배열판

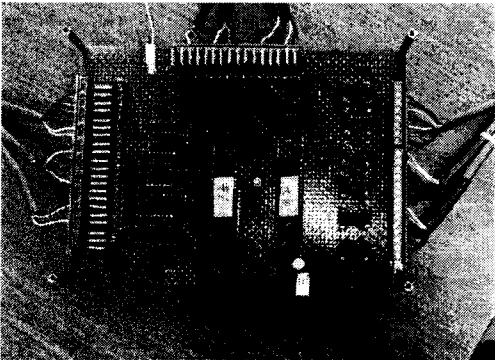


그림 3. 전력공급 및 자세감지 시스템 제어부

### 2.3 특성 평가 및 검토

이동로봇의 구동을 위해서 전압 10V를 공급 하였으나 실제 시스템 동작시 이동로봇에 공급되는 평균 전압은 7.5V가 공급 되었다. 이는 전력 공급 주기와 스캔 주기를 구분하여 펄스 방식으로 전원을 공급하고, 또한 스위칭을 하기 위해 트랜지스터를 사용하여 트랜지스터의 동작 전압을 필요로 하여 위와 같은 전압의 전력이 공급되게 되었다.

위치 감지 성능을 확인 하기위해 이동로봇의 주행 궤적을 대각선 방향으로 이동 하도록 하면서 이동로봇의 위치를 측정하였다. 그림 4에서 점선으로 표시된 선이 이동로봇의 주행 계획된 궤적이고 실선으로 표시된 선이 실제 주행 궤적이다. 이동로봇의 위치 값이 정확하게 나오는데, 이동로봇의 위치에 대한 값이 계단식으로 나오는데, 이는 바닥면에 설치된 전극판이 마름모꼴 형태의 패턴으로 되어있으며, 전극 패턴의 크기가 비교적 크기 때문이다. 궤적을 더 정확하게 추종하게 하기 위해서는 전극 패턴을 더 작게 하면 되나, 이는 이동로봇이 충분히 크기 때문에 운전에는 문제가 되지 않는다. 이동로봇의 하부에 3개의 전극대를 하나의 쌍으로 하는 3쌍의 전극대를 설치하면 이동로봇의 위치 뿐만 아니라 방향까지 감지 할 수 있게 된다.

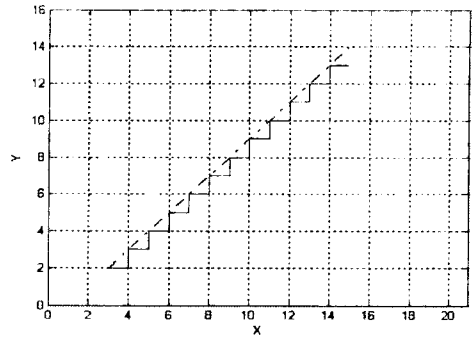


그림 4 이동로봇의 궤적계획에 대한 실 주행

### 3. 결 론

본 논문에서는 이동로봇의 위치 감지 기능을 갖는 바닥면 전력 공급 시스템을 개발하였다. 이를 이용해 전력 공급과 별도의 외부센서 없이 이동로봇의 위치를 확인할 수 있었다. 본 시스템을 이용하여 별도의 센서 없이 이동로봇의 위치 감지가 가능해지고 또한 전력을 공급할 수 있으며, 따라서 이동로봇 제작에 있어서 경제성과 유지, 보수의 효율성을 극대화 할 수 있다. 현재는 이동로봇의 위치만을 확인할 수 있으나, 향후 시스템의 개선을 통해 더욱 정확한 위치와 방향을 감지하도록 개선하도록 할 것이다.

### [참 고 문 헌]

- [1] Sh. Ohyama, J. Iizukas, J. Takayama, A. Kobayasi "Position Measurement Using an Enclosed Signal Field With pulse Width Modulated Function." Sensors and Actuators A: 12 may 2004.
- [2] Bar Shalom, Y., Li, X. R., 1993. Estimation and Tracking Principles, Techniques and Software..
- [3] M. Tounsi, J.F. Le Corre. "Trajectory Generation For Mobile Robots" Mathematics and Computers in Simulation 41 1996.
- [4] T. D. Barfoot and C. M. Clark "Motion planning for formations of mobile robots " Robotics and Autonomous Systems, Volume 46, Issue 2, 29 February 2004, Pages 65-78
- [5] Shih Jeng Wang "Remote table-based log-in authentication upon geometric triangle" computer standards & interfaces 26 2004