

영상정보를 이용한 자율 이동 로봇의 장애물 회피 및 경로계획에 대한 알고리즘

구본민, 최중경, 류한성, 박무열, *윤석영
창원대학교 전자공학과 산업전자제어연구실 *거창전문대학
전화 : 051-283-635353 / 핸드폰 : 011-886-8845

The Obstacle Avoidance and Path Planning Algorithm for Self Controlled Mobile Robot Using Image Information

Bonmin Koo, Jungkeying Choi, Hansung Ryu, Mooyurl Park, Sukyung Yoon
Dept. of Electrical, Electronics, Changwon National University
E-mail : kolio@hananet.net

Abstract

In this paper, we has been studied self controlled mobile robot system with CCD camera. This system consists of TMS320F240 digital signal processor, step motor, RF module and CCD camera. we used wireless RF module for movable command transmitting between robot and host PC. This robot go straight until 95 percent filled screen from input image. And the robot recognizes obstacle about 95 percent filled something, so it could avoid the obstacle and conclude new path plan.

I. 서론

최근 급격히 발전하는 하드웨어 기술과 컴퓨터를 이용한 신호처리 및 비전기술의 발전에 따라 물체의 자동인식 및 윤곽추출 그리고 이를 이용한 이동로봇에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이동로봇이 주변 상황에 유연하게 대처하면서 장애물을 회피하며 목표하는 지점까지의 경로를 구성하여 찾아가기 위해서는 양질의 주변 환경 정보를 획득하고 이를 효과적으로 이용하는 것이 필요하다. 본 논문은 CCD카메라로 부

터 들어오는 영상신호를 여러 가지 영상신호처리를 이용한 진처리 과정을 거친 후, 제한된 공간상에서 장애물을 회피하며 초기에 지정된 목표지점까지 간략한 경로를 계획하여 추적해 나가는 알고리즘을 구현해 보고자 한다. 로봇이 계획된 경로대로 이동할 수 있도록 무선으로 명령을 전달하고 현 지점의 절대좌표값으로부터 목표지점까지의 좌표를 입력받아 이동로봇이 이동해야할 거리값을 계산한 후 이동로봇에 탑재된 CCD 카메라로부터 입력되는 영상 신호를 매 샘플링 시간마다 캡처하여 한 화면에서 장애물이 차지하는 비율을 따져서 장애물의 유무를 판별한 후 좌 혹은 우로 회전하여 장애물을 회피하고 이동한 거리를 PC로 전송하는 시스템을 구현하고 그 성능을 확인해 보고자 한다.

II. 시스템의 구성 및 실험 환경 설정

본 논문에서 구성한 이동로봇은 고정된 한 대의 CCD카메라만을 사용하여 전방의 장애물을 인식하도록 하였으며 구동모터로는 프로세서를 통한 펄스구동이 용이한 스테핑 모터를 두 개 사용하였다. 모든 영상정보와 지령신호 그리고 이동 데이터는 무선으로 송수신이 가능하도록 하였으며 이를 관장하는 프로세서로는 TI사의 TMS320F240을 사용하여 전체적인 시스템을 제어하였다. 그림 1.에 전체적인 블록도를 나타내었다.

면을 나타내었다. 멀리 있는 장애물이 좌우로 치우쳐 있을 때 카메라가 장애물 높이보다 많이 낮으면 장애물에 근접하기도 전에 검은색 Pixel이 0.5% 이하가 되는 것을 막기 위해 장애물의 높이를 카메라 높이보다 약간만 높게 설정하였다.

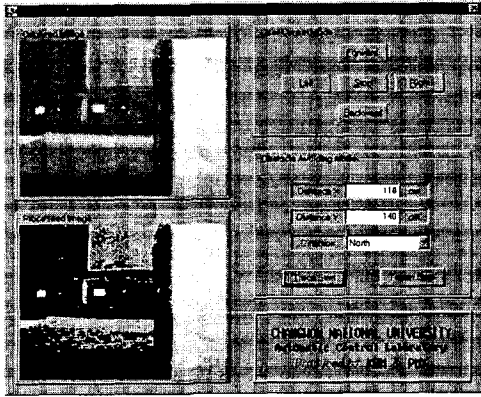


그림 2. 장애물이 우측으로 치우친 경우

4.3 장애물 회피

초기에 현재 이동 로봇의 위치에 대한 상대 좌표값인 X축과 Y축의 좌표를 입력한 후 이동 로봇을 장애물 회피 모드로 구동시키게 된다. 이동 로봇은 계속해서 PC쪽으로 CCD카메라를 통해 획득한 영상과 자신이 이동한 거리를 전송하게 되고 Host PC에서는 그 영상정보를 이용하여 전방의 장애물 유무와 현재 이동 로봇과 목표지점까지의 거리 오차를 계속해서 모니터링 한다. 이동로봇의 구동 모터는 스텝핑 모터를 사용하였고, 이동 거리는 입력 펄스의 개수로 결정이 되며 속도는 입력 펄스의 주파수로 결정된다. 입력 펄스에 비례한 거리만큼을 이동하지만 실제로 구동 시켜본 결과 매 실험 때마다 이동 거리의 오차가 발생하여 50cm를 이동하는데 필요한 펄스의 개수를 수 차례 실험을 통해서 얻어낸 후 그 평균값을 사용하여 2cm 이동 할 때마다 PC쪽으로 이동 결과를 전송하여 PC에서 이동로봇의 이동거리를 모니터링 할수 있도록 하였다.

4.4 경로 추정

이동 로봇이 장애물 회피 모드로 구동되게 되면 초기에 입력받은 목표지점의 Y쪽 오차 값을 줄여나가는 방향을 진행한다. 이동 로봇이 이동한 거리를 계속해서 PC쪽으로 전송하기 때문에 PC쪽에서는 이동로봇과 목표지점까지의 거리 오차값을 계속해서 모니터링 하

면서 이동 로봇의 진행 방향을 결정하게 된다. Y쪽 오차값을 줄이는 방향으로 진행 하다가 첫 번째 장애물을 만나게 되면 목표지점 X쪽 좌표값의 부호를 판별하여 양이면 우회전, 음이면 좌회전을 해서 X쪽 오차값을 줄여 나가는 방향으로 진행하게 된다. 이 경우 역시 PC쪽으로 이동 거리를 전송하고, PC쪽 프로그램에서는 계속해서 입력된 영상과 이진화를 거친 영상 그리고 목표지점과의 남은 오차값을 디스플레이 하게 된다. 이후 이차 장애물을 만나게 되면 목표지점 Y쪽 좌표의 부호를 판별하여 이전 X축 이동 방향과 조합하여 부호에 따른 좌회전과 우회전을 결정한다. X축 양의 방향으로 이동한 경우는 Y축 좌표값이 양이면 좌회전, 음이면 우회전을 하게 되고 X축 좌표값이 음이라면 그 반대방향으로 회전하게 된다. 이러한 알고리즘으로 초기에 입력받은 상대 좌표값까지 경로를 설정하여 이동하게 된다.

V. 실험 결과

본 논문에서는 이동 로봇에 장착된 CCD카메라로부터 입력되는 영상 정보만으로 장애물을 회피 할 수 있도록 구현되었다. 실험은 초기 이동 로봇으로부터 목표지점까지의 거리를 측정하여 PC에 Cm단위로 X축과 Y축 거리를 입력하면 화면의 좌측 혹은 우측의 20%이상에서 검은색이 차지하는 비율이 5%이하가 되면 전방에 장애물이 있는 것으로 인식하고 경로 추정 알고리즘을 적용하여 목표지점에 근접할 수 있는 방향으로 회전하여 진행을 계속하게 된다. 실제 실험에서는 목표지점에 반경 20cm정도의 타원을 그린 후 이동 차량이 목표지점을 추정하여 타원 안에 들어가는 횟수를 측정해본 결과 거의 대부분의 경우 경로를 추정하여 타원 안에 들어감을 확인할 수 있었다.



그림 3-(a)
초기 시작지점의
이동로봇

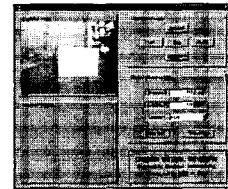


그림 3-(b)
초기 시작지점에서
전송된 영상



그림 4-(a)
1차 장애물 감지

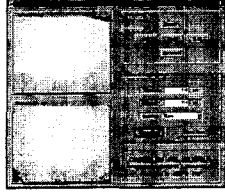


그림 4-(b)
1차 장애물 인식 화면

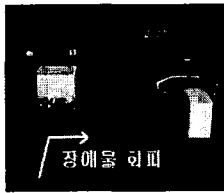


그림 5-(a)
1차 장애물 회피

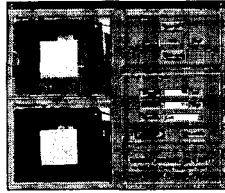


그림 5-(b)
1차 장애물 회피영상



그림 6-(a)
2차 장애물 인식

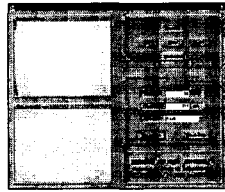


그림 6-(b)
2차 장애물 인식 화면

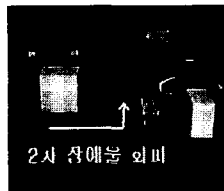


그림 7-(a)
2차 장애물 회피

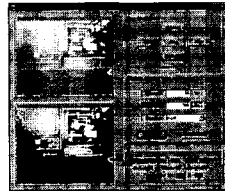


그림 7-(b)
2차 장애물 회피 화면

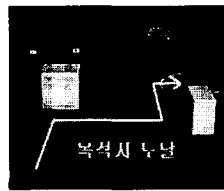


그림 8-(a)
목적지점 도착

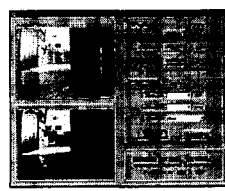


그림 8-(b)
목적지점 도착 영상

그림 3-(a)부터 그림 8-(a)까지 실제 이동 로봇이 주행하는 화면을 원격지에서 캡처한 화면이고 그림 3-(b)에서 그림 8-(b)까지는 PC쪽 프로그램의 실행화면이다. 본 화면에 나타난 실험은 장애물을 이동차량의 정면에 위치시키고 실험한 경우로 목표지점값을 X축 110, Y축 170을 입력한 경우로 두 축 모두 양의 값을 가진다. 따라서 1차 장애물을 인식 후 회피를 위해 우회전을 하였고 2차 장애물 인식 후 회피를 위해 좌회전을 하였다. 그림 8-(a)에서 볼 수 있듯이 이동 차량이 정확하게 목표지점의 타원에 들어감을 확인할 수 있었다.

V. 결론

본 논문은 이동 로봇에 장착된 한 개의 CCD 카메라를 통해 입력되는 영상 정보를 이용하여 초기에 지정된 목표지점까지 중간에 장애물을 회피하면서 도달하기 위한 알고리즘을 제안하였으며 실제 실험을 통해 결과를 확인해 보았다. 복잡한 영상 처리 알고리즘을 배제하고 입력영상을 픽셀 단위로 처리하여 히스토그램과 임계치 설정만을 이용하는 간략한 영상처리 알고리즘을 적용하여 이동로봇 전방의 장애물을 인식할 수 있도록 하였다. 명령전달은 이동 로봇과 PC간의 무선 양방향 통신을 구현하여 모든 제어 명령과 데이터 전송을 무선으로 구현하였다. 본 논문에서 강조하고자 하는 내용은, 기존에 사용했던 복잡한 영상처리 알고리즘을 이용한 장애물 회피가 아니라 하드웨어 시스템 구현을 통하여 간략한 영상처리 알고리즘 만으로도 충분히 장애물을 회피시킬 수 있음을 보이는 것이다. 또한 본 논문에서 밝힌바와 같이 장애물을 회피하면서 목표지점까지의 거리를 계산하여 최종 지점까지 이동할 수 있음을 보였다. 차후 과제는 좀더 복잡한 장애물과 돌발적인 장애물을 추가했을 때 자율이동이 가능한 로봇을 구현하는 것이다.

참고문헌(또는 Reference)

- [1] TMS320F/C240 DSP Controllers CPU and Instruction Set Reference Guide, Texas Instrument, 1999.
- [2] TMS320F/C240 DSP Controllers Peripheral Library and Specific Devices Reference Guide, Texas Instrument, 1999.
- [3] 황광일, "Visual C++ Professional Programming Bible", 영진출판사, 1999