

논문 2008-03-18

네트워크 기반 실내 감시 로봇 시스템 개발

(Development of an Indoor Networked Security Robot System)

박근영, 허근섭, 이상룡, 이춘영*

(Keun Young Park, Guen-Sub Heo, Sang Ryong Lee, Choon-Young Lee)

Abstract : Mobile robots can offer services like intelligent monitoring in an indoor environment using network connection with remote users. In this paper, we designed and developed a networked security robot system with various sensors, such as flame detector, gas detector, sound monitoring module, and temperature sensor, etc. The robot can be accessed through a web service and the user can check the status of the environment. Using ADAMS software, we defined the motor specification for a worst-case condition of climbing over a obstacle. We applied the robot system in monitoring office condition.

Keywords : Security robot, Mobile robot, Network based robot, Monitoring system

1. 서론

현재 시장의 규모가 커지고 있는 서비스 로봇은 여러 로봇 분야 중에서 일상적인 인간의 활동과 가장 관련이 있는 분야이다. 서비스 로봇의 특징이라고 하면 사용하는 목적에 맞도록 프로그램이 가능하고 여러 가지 센서를 사용하여 로봇이 활동하는 환경에서 일어나는 여러 가지 정보를 수집하여 물건의 이송, 청소, 경비 등의 기본적인 인간의 활동을 유용하게 도우는 것이라고 할 수 있다 [1]. 최근에는 심전도 및 혈압 등 사람의 기초적인 생체 신호를 계속하여 노약자나 환자의 건강관리까지 담당할 서비스 로봇에 대한 연구도 활발하게 이루어지고 있다.

지능형 서비스 로봇은 센서를 통한 환경의 인식, 정보의 획득 및 획득된 자료를 바탕으로 지능적 판단, 자율적인 행동 등의 인공지능 기술을 이용하여 인간을 지원하고, 어려운 상황에서 인간을 대신하

나 특수한 작업을 수행하는 기계, 전자, 정보, 생체공학 기술의 복합체이다.[2] 또한 산업용 로봇과 달리 하드웨어적인 구동기술 보다는 인공지능, 휴먼 인터페이스, Ubiquitous 네트워크, 소프트웨어 등 IT 기술이 집적된 퓨전 시스템으로서 인간과 서로 상호작용 하면서 가사지원, 교육, 엔터테인먼트 등 다양한 형태의 서비스를 제공하는 로봇을 말한다 [3,4].

서비스 로봇에는 소니에서 개발된 AIBO와 같은 엔터테인먼트 로봇에서부터 가장 최초의 양산된 로봇인 청소로봇, 공공장소의 안내로봇 및 경비로봇, 환자의 재활의 도우미 역할을 하는 재활로봇 등이 속한다. 경비로봇은 서비스 로봇의 여러 분야 중 경비를 주목적으로 연구 및 제작 되는 로봇으로써, 경비 시스템과의 연동 또는 독립적으로 제한적인 지역의 감시와 보안 업무를 담당하고 재산 및 인명을 외부의 위협으로부터 보호함으로써 인간에게 안정된 생활을 할 수 있도록 도와주는 경비 서비스 로봇이다[5]. 경비로봇이 활용될 수 있는 곳은 좁게는 일반 가정에서부터 넓게는 빌딩 및 주요 시설용을 예로 들 수 있다. 낮 시간에 비어 있는 집이 많은 최근 가정에서는 청소기능 다음으로 필요성이 높아지고 있으며, 또한 경비원의 대체를 통한 인건비 절감 및 인텔리전트 빌딩과 같은 중앙 통제를 통한 효율적인 통합 관리를 원하는 곳에 활용할 수 있는 로봇에 대한 개발 필요성 및 요구가 사회 전반에 걸쳐 증대되고 있다. 경비로봇의 예로 Alsok의

* 교신저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2008. 4. 30., 채택확정 : 2008. 8. 28.

허근섭, 박근영, 이상룡, 이춘영 : 경북대학교 기계공학과

※ 본 연구는 지식경제부의 에너지기술혁신 프로그램으로 지원되었으며, 이 논문은 “차세대에너지안전연구단”의 연구결과 임.

(세부과제번호 : 2007-M-CC23-P-04-1-000)

GuardRobo I, Sanyo의 Banryu, SECOM의 RobotX 등이 있다 [6]. 일본, 미국 등 주요 선진국에서는 로봇기반기술을 바탕으로 국가주도로 지능형로봇 기술개발에 주력하고 있으며 경비용 로봇에 대한 연구 또한 일부 포함되어 있다. 그리고 지능형 로봇 기술개발에서 확보된 경비 로봇의 핵심기반기술을 기반으로 경비 로봇 시장도 점차 성장할 것으로 예상되고 있다.

자율이동로봇을 사용한 실내 환경의 감시 및 보안을 위해, 전통적인 로봇기술인 장애물 회피 및 주행 등의 성능과 함께, 출입이 허가되지 않은 지역에 사람의 이동 등을 감시하는 로봇에 관해 얼굴 추적 및 이동체 감시기법을 적용한 연구가 수행되었다 [7]. 또한, 여러 대의 이동로봇을 사용하여 확률적인 접근을 통해 실내 환경을 모니터링 하는 기법과 지능형 센서 네트워크 및 유비쿼터스 환경을 응용한 기법도 연구되었다 [8][9][10].

원격지 감시를 위해 CCD카메라를 유선으로 직접 연결하여 사용하던 것이 오늘날의 IT기술 및 인터넷의 발달과 보급으로 네트워크 연결을 통해 원격지에서 웹 또는 PDA를 통해 CCD카메라로부터 들어오는 영상을 확인 할 수 있는 기술이 개발되어 현재 활용되고 있다. 이는 CCD카메라가 네트워크에 연결만 되어 있으면 인터넷에 접속이 되어 있는 컴퓨터 또는 PDA를 통해 어디서든지 CCD카메라에 접속을 하여 영상을 확인 할 수 있다는 것으로, 비워져 있는 시간이 많은 가정이나 야간의 사무실을 원격지에서 확인 하는 방법으로 최근에는 많이 활용되고 있는 추세이다. 카메라의 설치 및 네트워크 연결만으로도 수년전에 많은 비용을 들여야 했던 방법/경비용 CCD카메라의 영상을 인터넷이 연결된 곳이라면 어디서든지 확인 할 수 있다는 장점이 있지만 이 역시 넓은 지역과 여러 곳을 감시하기 위해서는 여러대의 카메라를 설치해야 한다는 단점이 있다.

이에 본 논문에서는 연구의 필요성이 대두 되고 관심이 증가되고 있는 가정용 방법 로봇을 네트워크 기반 CCD카메라를 활용하여 원격지에서 조종이 가능하고 영상정보와 음성정보를 교환할 수 있는 로봇을 개발하였다. 실질적인 가정 경비로봇을 구현하기 위하여 무선 네트워크와 연동된 가정 경비로봇의 개발과정과 주요기능을 소개한다. 본 과제에서 개발된 로봇은 반자동 원격이동 로봇시스템이며 주요한 기능은 다음과 같다.

- 음성 및 화상 데이터 양방향 전송 기능
- 순찰 주행 기능

- 가정 방법 기능
- 원격 조작/감시 기능
- 위급 상황(화재/가스누출/창문 깨짐) 통보 기능
- 5cm의 문턱 넘기 가능

본 논문에서 소개되는 경비로봇은 원격지에서 네트워크를 통해 사용자에게 의해서 수동으로 조작하도록 되어 있으며, 각종 센서를 이용하여 화재, 가스누출, 외부의 침입을 감시하여 가정의 경비 및 방법을 담당하게 된다. 로봇이 동작되는 과정에서 센서에서 측정된 값을 판독하면서 이상이 있다고 판단될 때 사용자에게 경고 표시와 같은 알람의 형식으로 위험사항을 알리고 파악 하여 신속하게 대처할 수 있도록 한다. 경비로봇은 문턱과 같은 가정 내에서의 로봇의 이동을 방해하는 것을 극복할 수 있고 장판 또는 카펫과 같은 주로 사용되는 바닥에 대한 조사를 거쳐 바퀴의 크기와 적절한 토크의 모터를 선정하여 제작하였다. 바퀴의 크기와 모터를 선정하는데 있어서 보다 정확하고 효율적인 결정을 할 수 있도록 상용 소프트웨어인 ADAMS를 사용하여 시뮬레이션을 수행하였고 이 결과에 근거하여 선정하였다.[11, 12]

본 논문은 다음과 같이 구성된다. II절에서는 경비로봇과 전체 로봇 시스템의 구성에 대해 설명하고, III절에서는 ADAMS 시뮬레이션 결과를 바탕으로 한 로봇 구동기 선정에 관해 기술하고, IV절에서는 실험 내용과 그 결과에 대해 논의하며, 마지막 V절에서는 추후 연구 내용을 포함한 결론을 맺는다.

II 시스템 구성

전체적인 시스템은 그림 1과 같다. 차동 구동방식으로 구동되는 두 바퀴와 로봇의 균형을 위한 캐스터로 이루어진 경비로봇부와 네트워크에 접속하여 원격지로 영상정보와 음성정보를 전달 할 수 있도록 해주는 네트워크 카메라 부분으로 크게 나눌 수 있다.

로봇의 이동과 각종 센서를 인터페이스 하기 위하여 마이크로프로세서로 ATmega128을 사용하였고, 네트워크 카메라와 마이크로프로세서는 RS-232통신을 통하여 센서정보 및 동작명령을 서로 주고 받는다. 네트워크카메라는 무선 또는 유선으로 가정에서 사용되고 있는 라우터에 접속하여 네트워크에 연결된다. 사용자는 인터넷이 사용가능한 원격지에서 네트워크 카메라로 접속을 하고 웹상에서 로봇

의 동작을 조종하여 가정이나 실내의 감시하고자 하는 곳으로 방범로봇을 이동 시킬 수 있다.

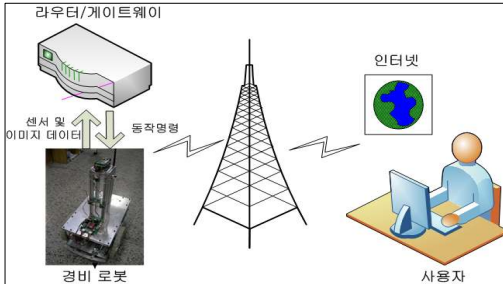


그림 1. 전체 시스템의 구성도
Fig. 1. System Layout

1. 경비로봇

실험에 사용된 경비로봇은 그림 2와 같다. 로봇의 구동에는 엔코더가 부착된 DC모터가 사용되었고, PID제어를 통하여 로봇의 속도를 제어한다.

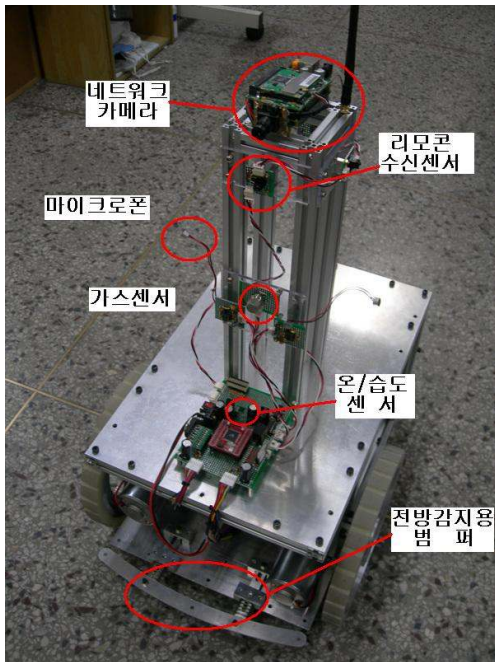


그림 2. 경비로봇의 모습
Fig. 2. The developed security robot

최고 속도는 0.5m/s이고, 카메라가 로봇의 상단에 부착되어있기 때문에 상대적으로 취약한 로봇 하단 전방에는 충돌 감지를 위한 범퍼를 부착하여

좌/우/전방의 충돌을 사용자에게 알려 줄 수 있도록 하였다. 또한, 가정에서는 네트워크 카메라에 접속하지 않아도 방범로봇을 쉽게 조종할 수 있도록 리모콘 센서를 부착하여 리모콘으로 조종이 가능하도록 하였다.고 웹상의 컨트롤 버튼을 이용하여 로봇의 이동을 인터넷을 통하여 조종 할 수 있다. 아울러 네트워크 카메라에서 지원하는 양방향 음성데이터 전송 기능을 이용하여 집안에 있는 사람과 음성 통화를 할 수 있다. 네트워크 카메라의 무선 연결은 때에 따라서 접속이 원활하지 않는 경우가 발생한다. 이 불안정성을 보완하기 위하여 로봇을 이동 시킬 때 사용자로부터 1분간 신호가 들어오지 않을 경우에는 로봇을 자동으로 멈추도록 해 놓았다.

2.1 경비로봇의 구조

경비로봇의 세부적인 시스템구성은 표1 과 같다. 구동방식으로는 2축 차동 구동방식을 선택하였으며, 등반의 안정성 및 주행성을 고려하여 구동축을 앞쪽에 위치하도록 하였으며, 뒤쪽에는 바퀴형 캐스터를 장착하였다.

표 1 경비로봇의 시스템 구성
Table1. Specifications of security robot

성능	내용
크기	W380 L500 H650 mm
무게	20kg
이동속도	Max. 0.5m/s
장애물높이	Max 50mm
구동방식	2바퀴 차동 구동방식
센서시스템	<ul style="list-style-type: none"> ◆주행 초음파 센서 전방 범퍼 센서 ◆화재감시 불꽃감지센서 ◆가스검출 가스센서 ◆실내상태측정 온/습도센서 마이크로폰
메인 제어모듈	Atmega128

바퀴직경과 구동에 필요한 모터 토크는 5cm 의 토크를 넘는 것을 조건으로 설계되었다. 위에서 설계

된 구조는 사용 소프트웨어인 ADAMS을 통하여 검증하였다. 바퀴의 크기를 선택하고 그에 따른 나머지 설계를 적용하여 가용 모터 토크를 산출하였다. 시뮬레이션에 대한 자세한 내용은 III절에 자세하게 설명하겠다.

2.2 Robot System

방법로봇의 제어부는 앞에서 설명한 기능들을 구현하기 위해 통신 모듈, 센서모듈, 메인 제어모듈, 구동 모터 모듈로 이루어져 있다. 각각의 부품들은 모듈화를 통해 센서의 고장 등 문제가 발생할 경우 교체를 용이하게 하였고, 제작한 센서모듈은 다른 지능형 로봇들에 동일하게 사용되는 것을 선정하여 사용함으로써 신뢰성과 경제성을 확보 하였다. 센서 모듈의 센서들은 Analog-to-digital converter, I²C통신 및 외부인터럽트를 이용하여 인터페이스 하였고, 내부 감시를 위한 화상카메라는 이더넷을 통하여 연결되어 무선LAN을 통하여 원격지의 장치인 PC로 정보를 전달한다. 경비로봇에 장착된 센서들은 다음과 같다. 장애물을 인식하기 위한 범퍼, 로봇의 기울어짐과 넘어짐을 감지하기 위한 TILT 센서, 실내 온도와 습도를 측정하는 온/습도센서, 실내 가스누출 여부 검출을 위한 가스센서, 내부 화재 발생을 감지하기 위한 불꽃감지센서, 외부로부터의 침입을 파악하기 위한 마이크로폰으로 구성된다. 원격지에서 로봇을 조종하게 되면 시간지연이 발생하게 되는데 범퍼 센서는 이와 같은 경우를 대비하여 로봇이 이동 중 전방의 장애물과 부딪혔을 때 파손을 방지하기 위한 목적으로 장착되어있다. TILT센서는 로봇이 장애물을 넘거나 이동 중 자세의 기울어짐이 크게 발생하게 되면 로봇이 넘어질 위험이 있다는 경보를 사용자에게 알려 주기 위한 장치이다. 가스센서는 가스 누출로 발생할 수 있는 중독 혹은 화재로 인한 피해를 예방하고, 불꽃센서는 화재 시 주인에게 신속하게 화재경보를 하고 큰 불로 번지기 전에 소화할 수 있도록 한다. 마이크로폰은 생활소음 이상의 즉, 창문의 깨짐과 같은 충격음 등을 감지하여 외부로부터의 침입을 감시한다. 각 센서에서 발생된 신호는 메인 컨트롤 보드에서 처리, 분석 후 단말기로 정보를 전달한다. 구동 모터는 PID 제어를 위해 광학식 엔코더가 장착된 제품을 선정하였다.

III. 시뮬레이션

다물체 동역학 시스템의 해석에 있어 ADAMS와 DADS와 같은 범용 다물체 동역학 해석 프로그램의 도움으로 대규모의 해석이 가능하게 되었다. 다양한 동적 거동에 대한 동역학 해석을 수행하여 초기 설계 단계에서의 과도한 설계 적용을 줄일 수 있고, 주행 상태에서 발생하는 반력과 동적 거동 등을 예측하고 이를 설계에 반영할 수 있다.

위에서 언급했듯이 본 연구에서 제작된 로봇은 가정 내 사용을 목적으로 하기 때문에 가격적인 측면을 고려하여 최대한 단가를 낮추면서 요구되는 성능을 구현하기 위하여, 실내에서 존재할 수 있는 장애요소들을 선정하여 가장 험한 조건에서도 문제없이 구동할 수 있어야 한다. 그를 위해 ADAMS을 사용하여 시뮬레이션을 통해 설계의 검증을 수행하였다.

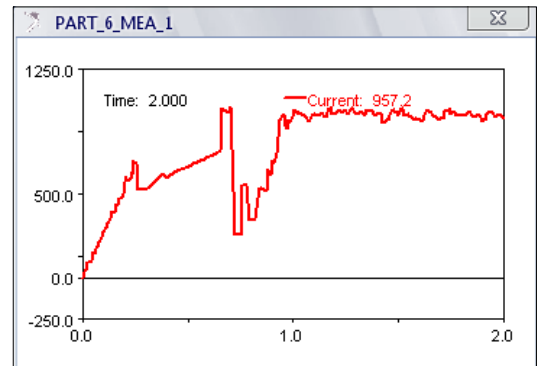


그림 3. 모터 전류 시뮬레이션 결과

Fig. 3. Simulation result for motor current

그림 4는 시뮬레이션의 결과를 나타내는 그래프 프로세서 퍽을 넘을 때의 모터에 걸리는 전류의 변화를 나타낸다. 약 0.8초 지점에서 로봇이 퍽을 넘기 시작하고 그때 순간적으로 1000mA의 전류가 필요하고 넘고 나서는 순간적으로 전류의 양이 감소되는 것을 확인 할 수 있다. ADAMS는 기계 조립품의 복잡한 거동을 해석하기 위한 운동 시뮬레이션 제품으로 물리적인 조립과 시험 없이 성능, 안전성 등을 가상 시험을 통하여 할 수 있게 함으로서 초기 설계오류로 인한 부적절한 역학적 거동을 미리 알아내어 설계를 수정할 수 있다. ADAMS를 사용함으로써 설계과정에서 드는 비용을 줄일 수 있고 제품 신뢰성을 확보할 수 있다 [13, 14].

우선 실내에 존재할 수 있는 장애물들은 각종 문턱과 실내 바닥 재질이 있다. 이 중 가장 높은 현관 문턱 높이와 카펫의 재질을 설계변수로 정하고 시뮬레이션 작업을 수행하였다. 본 과제에서 사용될 수 있는 재료는 모두 기성품을 원칙으로 하여 추가적인 가공비용이 들지 않도록 하는 것을 기본으로 하였다. 우선 50mm의 문턱을 안정적이게 넘을 수 있는 지름 250mm의 휠을 가정하고 후보로 선정된 모터의 스펙에 따라 시뮬레이션을 수행하고 최종 구동 모터를 정하였다. 모터를 정할 때 필요한 데이터는 구동을 위한 토크와 원하는 속도를 내는데 필요한 RPM이다.

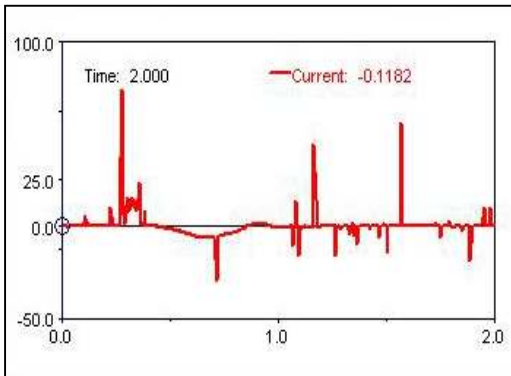


그림 4 시뮬레이션 과정에서의 토크 변화치
Fig. 4. Torque profile in the simulation

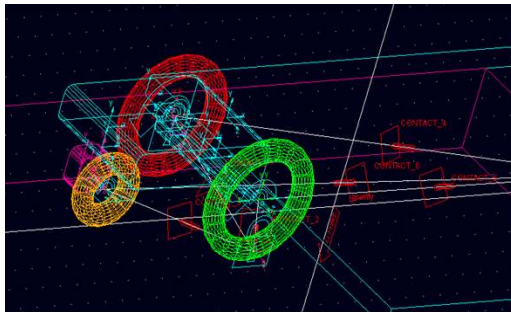


그림 5. 다양한 연속 장애물 통과 시뮬레이션
Fig. 5. Simulation of obstacle climbing

기타 외부요소들 즉, 바퀴의 재질, 바퀴와 바닥의 마찰력 및 각 부분 무게가 있다. 바퀴의 재질은 기존 타이어의 재질에서 X, Y, Z 축의 단면 2차 관성 모멘트 값을 찾아 적용하고, 바닥과 바퀴의 마찰계수는 문턱의 재질을 나무로 지정하고 그에 따라 타이어 재질과 관련된 마찰계수를 ADAMS 메뉴얼에

서 미리 제공하는 수치에 따라 적용하였다. 초기 토크 값은 홀센서 타입의 엔코더를 내장한 모터의 출력 토크 값을 바탕으로 측정하였다. 그림 5는 시뮬레이션 과정동안의 토크 변형값을 나타낸다.

시뮬레이션은 총 2초 동안 수행되는데, 출발점을 문턱에서 1cm 떨어진 장소로 하여 정지 상태에서 바로 문턱을 넘을 수 있는 데이터를 얻고자 하였다. 휠 직경이 200mm인 경우의 평판 바디로 가정하였을 때 시뮬레이션을 한 결과 문턱을 넘을 수 있다는 결과를 얻었지만 추후 장비될 카메라 모듈과 모터위치 등을 고려하여 휠 직경을 250mm로 고정하였다. 그림 6은 로봇과 연속 장애물의 시뮬레이션을 모델링한 모습이다. 로봇의 진행속도를 0에서 점진적으로 50cm/s가 되도록 설정하고 시뮬레이션 한 결과를 살펴보면, 그림 5에서 알 수 있듯이 약 0.3초인 지점에서 문턱을 올라 넘어가면서 충격이 있던 후 50cm/s의 속도에 가까운 수치로 변하는 것을 알 수 있다. 또한, 약 0.3초에서 바퀴의 회전 중심축에 걸리는 토크가 근사적으로 85N임을 알 수 있다. 이에 따라 전체 무게를 지탱하며 최대속력과 진행 토크를 얻기 위해 67RPM에 9kg/cm 이상의 출력이 나오는 모터를 선정하면 된다는 결과를 얻었다.

이러한 시뮬레이션을 통하여 기구부의 설계의 신뢰성을 높일 수 있고, 설계 오류로 인한 비용의 발생을 줄일 수 있다.

IV 실험

실험실 환경에서, 경비로봇을 원격으로 제어하면서, 가스, 불꽃감지 등의 실험을 수행하였다.

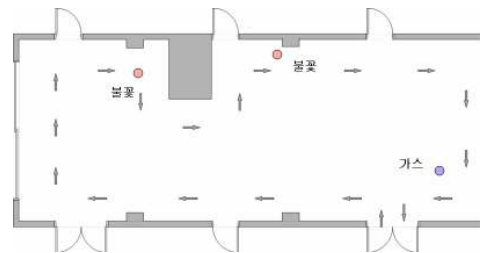


그림 6. 로봇의 이동 궤적 및 불꽃 소스와 가스 소스의 위치

Fig. 6. Robot trajectory and the positions of flame source and gas leakage

가스는 부탄가스의 로봇 주변에 임의로 누출하여 테스트하였고, 불꽃은 라이터 불꽃을 이용하여

감지능력을 실험하였다. 그림 7은 로봇의 이동 궤적을 나타내었으며, 임의로 구성된 불꽃 소스의 위치와 가스 누출 위치를 표현하였다.

실험결과, 불꽃 감지는 불꽃과 센서의 각도에 따라 영향을 받으나, 3m 내외의 거리에서 불꽃을 감지할 수 있어, 실내 화재시 초기 대응이 가능함을 알 수 있었다.

가스 센서는 알코올과 연기에는 둔감하고 200ppm이상의 가스 농도를 판별할 수 있는 것을 선택하였다. 정확한 가스농도에 따른 인식 실험은 향후 연구계획으로 하고, 로봇의 센서에 부탄가스가 직접 접촉할 때를 기준으로 인식여부를 실험하였다. 실내 감시를 위한 실험에서 충분히 그 활용성을 파악하였고, 향후, 가스의 농도, 온도의 분포 등을 로봇의 이동 궤적에 따른 결과를 가시화하는 연구를 수행할 것이다.

V. 결론

가정 및 빌딩의 감시를 위한 경비로봇의 필요성이 높아지고 있고, IT와 인터넷의 발달 및 보급으로 네트워크를 기반으로 한 감시 카메라 및 감시 로봇의 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 기존의 연구에서는 반자동 또는 완전 자율형 양방향 정보 전달이 이루어지는 경비로봇이 개발되어 실제 경비 업체와 로봇의 온라인으로 연동되어 사용되는 실례도 있었다. 하지만, 가격이 너무 비싸서 일반인들이 구입하여 사용하기에는 힘든 실정이었다.

이에 본 논문에서는 네트워크 카메라 기반에서 로봇의 자율성을 없앤 사용자의 조종에 의해서 움직이는 로봇을 개발하였다. 사용자는 인터넷을 통하여 네트워크 카메라에 접속을 하여 전송되는 화상 정보를 통하여 가정의 상황을 확인할 수 있고, 로봇을 자신이 원하는 위치로 이동시킬 수 있다. 아울러 네트워크 카메라에서 지원하는 음성 데이터 통신 기능을 활용하여 가정에 있는 다른 가족들과 음성 통화도 가능하다. 또한, 로봇에 모듈 형식으로 부착되어 있는 불꽃센서, 가스센서, 온/습도 센서 및 마이크를 통하여 화재감지 및 가스누출, 외부의 침입과 환경 정보를 얻을 수 있다. 본 연구에서는 각종 감지에 대한 정보를 사용자가 네트워크 카메라에 접속을 한 경우에만 확인할 수 있다는 단점이 있다. 따라서, 추후에는 각종 이동통신사와 협조가 된다면 화재감지, 가스누출, 외부의 침입과 같은 위급상황에 대한 정보는 SMS나 전화를 통한 위급

상황을 알려주는 기능이 구현이 된다면 보다 더 확실한 감시 및 경비 로봇의 기능이 될 것이라 생각한다. 아울러 네트워크 카메라의 무선인터넷 접속이 원활하지 않는 상황에 대한 부분에 대한 연구가 이루어져서 보다 높은 안정성을 갖는 경비로봇을 구현해야 하겠다. 또한, 여러개의 불꽃 또는 가스의 누출이 있는 경우 이들의 위치를 파악하는 방법과 원격제어에 의존하지 않고, 자율적으로 실내를 모니터링하는 기능 등에 관하여 연구할 계획이다[15].

참고 문헌

- [1] 박정호, 신동관, 우준규, 김형철, 권용관, 최병욱, "가정용 지능형 경비 로봇 시스템 개발", 제어·자동화·시스템공학 논문지, 제 13 권, 제 8 호, pp. 810-816, 2007.
- [2] 권영일, "지능형 서비스 로봇의 사업화 환경 분석", 한국콘텐츠학회 종합학술대회 논문집, pp.24-25, 2007.
- [3] 오상록, "네트워크기반 지능형 서비스 로봇", 한국정보과학회지, 제23권, 제2호, pp.48-55, 2005.
- [4] 조영조, 오상록, "지능형 서비스 로봇과 URC", 한국통신학회지, 제 21권, 10호, pp.13-21, 2004.
- [5] 이상무, 백문홍, 이호길, "사회 안정을 위한 경비로봇 기술동향", 전자공학회지, 제33권, 제7호, pp.761-771, 7. 2006.
- [6] Shimosasa Y, Kanemoto J, Hakamada K, Hori H, Ariki T, Sugawara T, Kojo F, Kimura A, and Yuta S, "Some results of the test operation of a security service system with autonomous guard robot", 26th Annual Conference of the IEEE on Industrial Electronics Society, vol. 1, pp.405-409, 2000(IECON2000).
- [7] C. Micheloni, G. L. Foresti, C. Piciarelli, and L. Cinque, "An autonomous vchicle for video surveillance of indoor environments," IEEE Trans. on Vehicular Technology, pp.487-498, 2007.
- [8] Michael Pauly, and Karl-Friedrich Kraiss, "Monitoring indoor environments using intelligent mobile sensors," IECON, pp.2198-2203, 1998.
- [9] Taehong Kim, Young-Guk Ha, Jihoon Kang, Daeyoung Kim, et. al, "Experiments on building ubiquitous robotic space for mobile robot using wireless sensor networks," AINAW, pp.662-667, 2008.
- [10] M. Moors, T. Rohling, and D. Schulz, "A probabilistic approach to coordinated multi-robot indoor surveillance," IROS, pp.3447-3452, 2005.

[11] 한국 MSC.Software-www.mscsoftware.co.kr.
 [12] 이치범, 계경태, 김영준, "ADAMS/CSM을 이용한 차량동역학 해석", 2001 Korea ADAMS User Conference, pp.1-8, 2001.
 [13] 전형호, 탁대호, "Adams Insight를 이용한 1톤 상용 트럭의 동역학 해석 및 최적화", Journal of Industrial Technology, Kangwon National University, No. 23 A, pp.15-20, 2003.
 [14] 고경은, 김희원, "ADAMS 를 이용한 휠로더의 동역학 해석 및 주행 해석", 대한기계학회 춘계 학술대회, pp.1068-1073, 2005.
 [15] G. Ferri, M. V. Jakuba, E. Caselli, V. Mattoli, B. Mazzolai, D. R. Yoerger, P. Dario, "Localizing multiple gas/odor sources in an indoor environment using bayesian occupancy grid mapping," IROS, pp.566-571, 2007.

저 자 소 개

박 근 영(Keun Young Park)



2007년 2월 : 경북대학교 기계공학과 학사.
 2007년 3월~현재 : 경북대학교 기계공학과 석사과정.

관심분야 : 지능제어 및 로봇 시스템.
 Email : geniusca@knu.ac.kr

허 근 섭(Geun sub Heo)



2005년 3월~현재 : 경북대학교 기계공학과 학사과정.

관심분야 : 로봇 시스템 및 메카트로닉스.
 Email : angriu@hotmail.com

이 상 룡(Sang Ryong Lee)



1980년 2월 : 서울대학교 기계공학과 학사.
 1982년 2월 : 한국과학기술원 석사.
 1989년 : Georgia Institute of Technology 박사.
 1982년~현재 : 경북대학교 기계공학부 교수.

관심분야 : 시스템 제어 및 자동화.
 Email : srlee@knu.ac.kr

이 춘 영(Choon-Young Lee)



1996년 2월 : 한양대학교 전자공학과 학사.
 1998년 2월 : 한국과학기술원 석사.
 2003년 2월 : 한국과학기술원 박사.
 2005년~현재 : 경북대학교 기계공학부 교수.

관심분야 : 지능제어 및 메카트로닉스, 로봇 시스템
 Email : cylee@knu.ac.kr