

지능형 6족 보행 로봇의 개발

Development of an Intelligent Hexapod Walking Robot

서 현 세*, 성 영 휘**

Hyeon-se Seo*, Young-whee Sung**

요약

6족 보행 로봇은 2족 또는 4족 보행 로봇에 비하여 안정적인 보행이 가능한 장점이 있다. 따라서 6족 보행 로봇은 이러한 보행의 안정성을 기반으로 다양한 지능적인 동작을 수행하기에 유리한 구조이다. 본 논문에서는 전형적인 6족 보행 로봇과는 달리 로봇의 진행 방향에 대하여 전후 다리와 좌우에 각각 한 쌍의 다리를 갖는 6족 보행 로봇을 제안하고 제안된 로봇을 사용하여 다양한 지능형 동작을 수행한다. 26개의 모듈형 모터를 사용하여 로봇 기구부를 구성하고 호스트 PC, DSP 주제어기, AVR 보조 제어기, 스마트폰/스마트패드로 구성되는 제어기를 구현한다. 구현된 로봇은 스테레오 카메라, 적외선 센서, 초음파 센서, 접촉 센서 등 다양한 센서 데이터를 사용하여 비평탄면 보행, 공차기, 원격 제어 및 3차원 모니터링 등 다양한 지능형 동작을 수행할 수 있음을 실험을 통하여 검증한다.

ABSTRACT

Hexapod walking robots are superior to biped or quadruped ones in terms of walking stability. Therefore hexapod robots have the advantage in performing intelligent tasks based on walking stability. In this paper, we propose a hexapod robot that has one fore leg, one hind leg, two left legs, and two right legs and can perform various intelligent tasks. We build the robot by using 26 motors and implement a controller which consists of a host PC, a DSP main controller, an AVR auxiliary controller, and smart phone/pad. We show by several experiments that the implemented robot can perform various intelligent tasks such as uneven surface walking, tracking and kicking a ball, remote control and 3D monitoring by using data obtained from stereo camera, infrared sensors, ultra sound sensors, and contact sensors.

Keywords : Hexapod Robot, Intelligent Robot, DSP controller, Uneven surface walking, 3D monitoring

I. 서론

보행 로봇은 바퀴형 로봇 또는 트랙형 로봇에 비해 평탄하지 않은 지형에서의 이동에 있어서 유리하기 때문에 많은 연구가 진행되어왔다. 보행 로봇은 대개 2족, 4족, 6족을 가지고 있는 것이 일반적인데 보행의 안정성 및 보행 속도가 중요한 응용에서는 6족 보행 로봇이 가장 유리하다. 한편 로봇에서 보행이 중요한 이유는 특정한 동작을 수행함에 있어서 효율성을 높이기 위해서는 이동 기능이 필요하기 때문이다. 따라서 지능적인 작업을 포함한 다양한 작업을 효율적으로 하기 위해서는 안정되고 빠른 보행이 가능한 6족 보행이 장점을 갖는다.

본 논문에서는 안정되고 빠른 보행을 위하여 기존의 전형

적인 6족 보행 로봇과는 달리 로봇의 진행 방향에 대해서 1개씩의 전후 다리와 한 쌍의 좌측다리, 한 쌍의 우측 다리를 가지며 다양한 센서 데이터를 바탕으로 주변 환경을 인지하여 자율적으로 특정한 작업을 수행할 수 있는 지능형 6족 보행 로봇의 구현에 관하여 기술한다.

기존의 지능형 보행 로봇으로는 스테레오 비전을 이용하여 국소맵을 구한 후 장애물을 회피하거나 넘어가도록 하는 바퀴와 6족 혼합형 로봇[1, 2], 초음파 센서와 적외선 센서를 사용하여 장애물을 회피하는 6족 보행 로봇[3,4], 바퀴와 다리의 중간 형태인 회전하는 다리 형태를 가지고 보행 게이트를 조절하여 비평탄 지형을 이동하거나 계단을 오르는 로봇[5], 다리에 FSR(Force Sensing Resistor)을 장착하여 지면과의 접촉 여부를 판별하여 비평탄면을 보행할 수 있는 대벌레를 모사한 6족 보행 로봇[6], 한 대의 카메라의 틸팅 운동을 능동적으로 제어하여 물체를 추적한 6족 보행 로봇[7] 등이 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II 장에서는 전체 로봇 시스템에 대하여 각 세부 구성 요소 별로 자세히 설명한다. III 장에서 다양한 지능형 동작에 대한 실험을 수행하고 그 결과에 대해 고찰한 후, 마지막으로 IV 장에서 결론을 맺는다.

* i3system

** 금오공과대학교 전자공학부

투고 일자 : 2013. 1. 31 수정완료일자 : 2013. 4. 15

게재확정일자 : 2013. 4. 30

※이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단 기초연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2011-0015021)

II. 전체 로봇 시스템

전체 로봇 시스템은 기구부와 로봇 제어부, 호스트 PC 및 스마트폰/스마트패드 그리고 센서 시스템으로 나눌 수 있다. 로봇 제어부의 주제어기인 DSP는 로봇의 경로를 생성하고 모터를 제어하며 센서와 스테레오 카메라의 영상처리결과를 수신해 지능적 동작수행을 위한 데이터 처리를 하고, 보조제어기인 AVR은 센서의 제어를 담당한다. 호스트 PC에는 로봇의 무선 스테레오 카메라로부터 얻어진 영상정보를 수신하는 리시버가 장착되어 있어 이를 통해 영상 처리를 수행하며 영상 처리된 결과를 주제어기로 전송한다. 또한 스마트폰을 통한 제어와 모니터링을 위한 TCP/IP 통신부 등이 있다. 개발된 6족 보행 로봇에는 로봇 자세 제어를 위한 3축 가속도 센서, 2축 자이로 센서 주변 환경을 감지하기 위한 8개의 적외선 센서, 4개의 초음파 센서, 온도 센서, 스테레오 카메라, 보행을 위한 6개의 접촉 센서를 장착하고 있다. 그림 1은 전체 로봇 시스템의 구성도를 나타낸다.

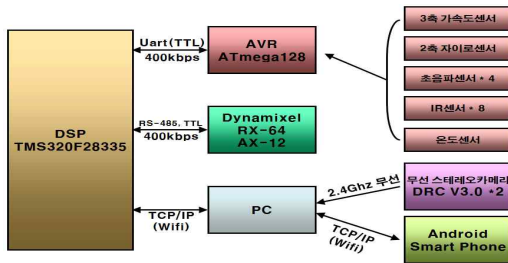
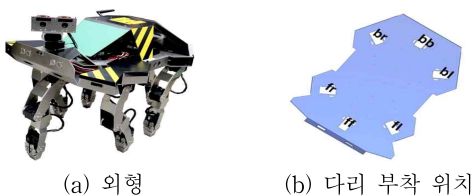


그림 1. 6족 보행 로봇의 전체 시스템 구성도
Fig. 1. The overall system configuration of the hexapod walking robot

2.1 로봇 기구부

제작된 6족 보행 로봇은 한 다리에 4자유도와 목에 팬, 틸트의 2자유도를 가져서 총 26 자유도를 가진다. 각각의 다리는 4 자유도를 가지고 있어 기본적인 보행뿐만 아니라 좌·우 보행, 회전 보행등의 보행 동작을 안정하고 빠르게 수행할 수 있다[8]. 로봇을 구동하는 액츄에이터로는 로보티즈사의 다이내믹셀을 채택하였는데, 각 자유도마다 하나의 다이내믹셀로 구성하였다. 사용된 모터는 2종류로 다리에는 64kg·cm의 토크를 갖는 RX-64를, 목 관절에는 12.0kg·cm의 토크를 갖는 AX-12를 사용하였다.

그림 2의 (a)는 로봇의 외형을 (b)는 로봇의 다리부착 위치를 보이고 있다. 그림에서 ff와 bb는 전후다리, fl과 bl은 왼쪽 앞다리와 왼쪽 뒷다리, fr과 br은 오른쪽 앞다리와 오른쪽 뒷다리를 나타낸다.



(a) 외형 (b) 다리 부착 위치
그림 2. 개발된 6족 보행 로봇
Fig. 2. Implemented hexapod walking robot

그림 3에 나타난 바와 같이 각 다리의 첫 번째 관절은 나머지 세 관절과 회전 방향이 다르다. 첫 번째 관절은 로봇의 회전 보행을 담당한다. 나머지 세 관절은 첫 번째 관절 좌표계의 $x-z$ 평면에서 운동한다. 따라서 나머지 세 관절은 잘 알려진 3축 평면 머니폴레이터와 같은 방식으로 해석할 수 있다[9].

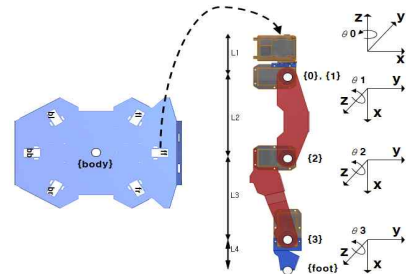


그림 3. 다리의 구조 및 좌표계
Fig. 3. Configuration of legs and coordinates system

2.2 로봇 제어부

지능형 6족 보행 로봇의 제어기는 주제어기, 보조제어기, 호스트 PC 및 스마트폰의 계층적 구조로 되어 있다. 주제어기는 매 샘플링 시간마다 실시간으로 로봇의 경로를 계획하고 역기구학을 풀어 보행 데이터를 생성하고 26개의 모터를 신속하고 정확하게 제어해야하며 호스트 PC, 보조 제어기 등과 통신도 해야 한다. 따라서 부동소수점 연산이 가능한 32bit MCU인 TI사의 TMS320F28335를 이용하여 구현하였다.

보조제어기로는 ATmega128을 채택하였으며 그림 1에 나타난 바와 같은 다양한 센서 데이터 처리를 전담하여 주제어기의 연산 부담을 덜어주는 역할을 한다.

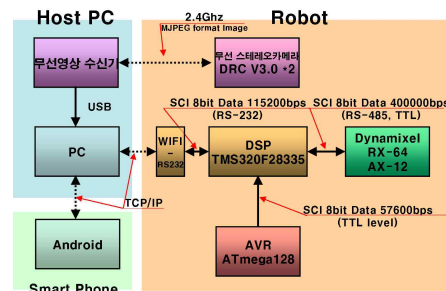


그림 4. 제어기 구조
Fig. 4. Architecture of the controller

주제어기인 TMS320F28335는 3개의 SCI유닛을 가지고 있어서 다양한 주변 기기와의 통신을 용이하게 수행할 수 있다. 주제어기는 호스트 PC와 WiFi-RS232 모듈을 통해 TCP/IP로 연결되는데 호스트 PC로부터 영상처리된 결과 또는 로봇에 대한 수동제어 명령을 수신한다. 또한 RS-485형태의 반이중통신 방식으로 액츄에이터인 다이내믹셀에 관절 값에 해당하는 명령 데이터를 송신하여 5ms의 샘플링 시간으로 동시 구동시킴으로써 로봇의 보행 동작을 구현한다. 한편 보조 제어기 ATmega128로부터는 TTL 레벨 통신으로 센서 데이터 값들을 수신하게 된다. 그림 4는 로봇의 제어기 계층 사이에서의 신호 흐름을 나타내고 있다.

2.3 호스트 PC 및 스마트폰/패드

구현된 지능형 6족 보행 로봇은 사용자가 로봇을 직접 조절할 수 있는 원격 조정 모드와 로봇이 스스로 주변 환경을 인지하여 필요한 작업을 수행하는 자율 동작 모드가 있다. 원격 조정 모드는 호스트 PC에서 구동되는 그래픽 사용자 인터페이스를 통하여 로봇의 보행 및 동작을 조절할 수 있다. 자율 동작 모드에서는 로봇이 획득된 센서 데이터에 기반하여 동작하는데 영상정보는 계산량이 많기 때문에 호스트 PC로 영상 데이터를 무선으로 전송하고 호스트 PC에서 영상 데이터 처리를 수행한 뒤 3차원 거리 정보 등을 로봇에게 재전송하는 방식으로 구현하여 로봇 제어기의 연산 부담을 줄였다.

호스트 PC에서는 사용자 명령 또는 영상처리 결과 값을 로봇으로 전송하고, 로봇에서 전송되어 온 영상 데이터를 스마트폰에서 모니터링 할 수 있도록 하기 위한 영상전송 및 명령 수신을 위해 윈도우 소켓을 사용하여 TCP/IP방식으로 통신한다. 호스트 PC는 서버로 동작하게 되어 스마트폰과 로봇의 접속을 대기하고, 연결이 되면 통신을 시작하게 된다. TCP/IP차체에서 오류제어과정을 거치기 때문에 에러 검사 및 처리과정은 불필요하다.

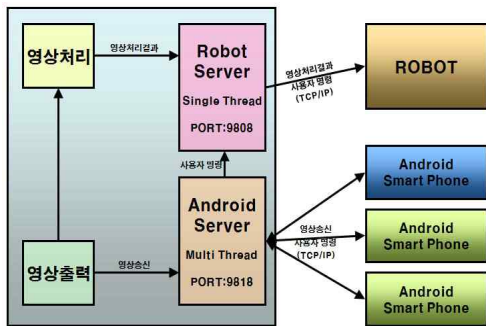


그림 5. MFC 프로그램의 구조
Fig. 5. MFC Program structure

그림 5는 호스트 PC의 MFC프로그램 구조를 나타내었다. MFC 프로그램 내에서 두 가지 서버가 쓰레드형태로 로봇과 스마트폰의 통신을 담당하게 된다. 로봇과의 통신을 담당하는 서버는 싱글 쓰레드로 로봇과 1:1통신을 하게 되고, 스마트폰과의 통신을 담당하는 서버는 멀티쓰레드 방식으로 최대 5개의 스마트폰의 접속을 허용하여 1:N 통신을 수행하게 된다. 접속된 스마트폰 중 한 개의 스마트 폰만이 로봇의 제어를 담당할 수 있게 되고 그 권한은 호스트 PC에서 부여한다.

III. 지능형 동작의 구현

3.1 비평탄 지역 보행

제안된 로봇은 그림 2의 (b)에 표기된 앞다리 ff, 뒤쪽 좌우다리 bl과 br 등 세 개의 다리와 뒷다리 bb, 앞쪽 좌우다리 fl과 fr 등 세 개의 다리를 교대로 이동하여 보행함으로써 전형적인 6족 보행 로봇에 비해 넓은 지지다각형을 형성할 수 있어서 평지는 물론 비 평탄 지역에서 안정되고 빠른 보행을 수행할 수 있다.

비평탄 지역에서도 보행을 할 수 있도록 하기위하여 로봇의 각 발바닥에 접촉식 스위치를 부착하여 접촉 센서를 구현하고 이를 통하여 각 발바닥이 닿는 바닥면을 인식할 수 있도록 하였다. 그림 6은 로봇의 발바닥에 부착된 스위치를 보이고 있다. 그림 6의

(a)는 하나의 발바닥의 앞, 뒤의 중앙부에 하나씩 2개의 스위치를 부착한 모양이고 (b)와 (c)는 스위치가 장착된 두 점에서뿐만 아니라 바닥과 닿는 발바닥의 임의의 부분에서도 스위치가 눌릴 수 있도록 위 아래로 움직임이 가능한 커버가 부착된 모습이다. (b)는 발바닥의 아래 부분 모습이고 (c)는 발바닥과 발목을 포함한 옆모습이다. 발바닥에 부착된 전기식 스위치의 출력은 주 제어기인 DSP와 직접 연결 되며, 발바닥의 앞, 뒤 스위치 중 하나라도 눌리게 되면 로봇의 해당 발바닥이 지면과 닿았다고 판단하게 된다.

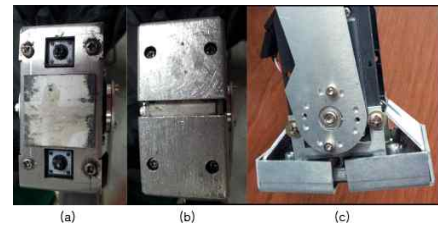


그림 6. 바닥 감지를 위해 제작된 센서
Fig. 6. Implemented contact sensors for surface sensing

로봇의 비평탄 지역 보행 알고리즘은 그림 7에 나타내었다. 로봇 보행에서 로봇을 지지하는 다리 외에 이동을 하는 스윙 (swing) 다리들은 보행 주기의 1/4 이상일 때부터 다리를 지면으로 하강하도록 계획계획이 되어 있는데 이때부터 로봇의 발이 지면을 인식하는 동작을 수행하게 된다. 아직 지면에 닿지 않은 하강중인 발바닥의 스위치를 검사 하다가 스위치가 ON 되는 경우에 발바닥이 지면에 닿았다고 판단을 하게 되고 다리의 하강을 멈추게 된다. 정해진 보행 주기에 맞춰 발바닥이 지면에 닿는 경우는 평지와 같은 높이의 바닥인 것이고, 보행 주기보다 일찍 닿는 경우는 평지보다 높이 솟아 있는 바닥이다. 보행 주기가 끝나도 발바닥이 닿지 않는 경우는 바닥이 평지보다 더 밑으로 내려가 있는 것으로 판단하고 다음 보행으로 넘어가지 않고 다리를 설정해 놓은 한계까지 더 하강시켜 모든 다리를 지면에 닿게 한다. 이 과정을 모든 스윙다리에 대해서 반복한다.

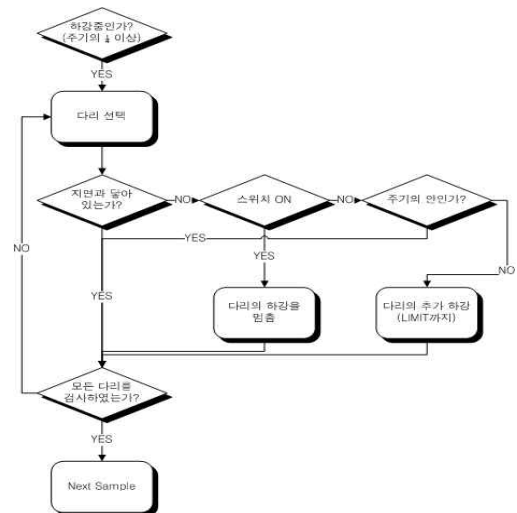


그림 7. 로봇의 비평탄 지역 보행 알고리즘
Fig. 7. Algorithm for uneven surface walking

개발된 6족 보행 로봇은 앞, 뒤로 56cm, 좌,우로 44cm의 크기를 가지며 다리의 링크의 길이는 허벅지와 종아리 부분이 13cm, 발목 관절로부터 발바닥까지는 3cm이다. 제한한 비평탄 지형 보행 알고리즘을 검증하기 위하여 다음과 같이 실험을 수행하였다. 비평탄 지역은 그림 8과 같이 송판을 쌓아서 제작하였으며 비평탄 지역의 전체 면적은 120×120cm 이다. 송판 한 장의 두께는 약 3cm이고 제일 높은 부분은 약 12cm이다.

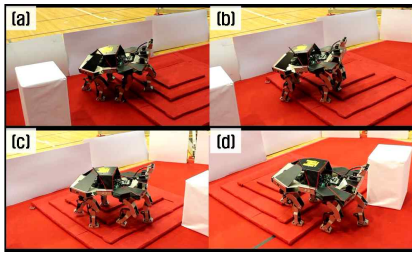


그림 8. 비평탄 지역 보행
Fig. 8. Uneven surface walking

그림 8은 제안된 로봇이 발바닥의 접촉 스위치와 가속도, 자이로센서에서 출력되는 기울기 정보를 이용하여 비평탄 지역을 보행하는 과정을 보이고 있다. 로봇은 평지에서 보행을 시작하여 그림 8의 (a)와 (b)에서 위로 솟은 비평탄 지형을 올라가고 있으며 (c)와 (d)에서 비평탄 지형을 내려오고 있다. 그림에서 하얀색 육면체는 장애물이며 로봇은 초음파 센서와 적외선 센서를 이용하여 장애물을 회피하면서 비평탄 지형 보행을 수행한다. 로봇에게 지형에 대한 정보는 아무것도 주어지지 않았으며 전술한 알고리즘에 따라 비평탄 지형 보행을 성공적으로 수행하였다.

3.2 공 추적 및 차기

개발된 로봇은 머리부에 두 대의 카메라를 장착하고 있어서 관심있는 물체의 3차원 거리 정보를 구할 수 있다. 이 절에서는 동적으로 변화하는 공을 추적하여 다리를 이용하여 공을 차는 동작의 구현에 대하여 기술한다.

본 연구에서는 물체의 3차원 거리 정보를 얻기 위해서 바렘시 스타프사의 무선 DRC카메라 두 대를 사용하여 스테레오 카메라를 구현하였다. DRC카메라의 특성은 표 1과 같다.

표 1. DRC 카메라 특성
Table 1. Specification of a DRC camera

항목	사양
USB	USB 1.1
CAMERA	CMOS(VGA)
영상포맷	MJPEG 압축 (160×120 : 15 ~ 30fps)
무선	2.4GHz
입력전압	5V
크기	48mm × 38mm

그림 9의 (a)는 로봇에 사용된 DRC카메라와 수신기를 (b)는 두 대의 카메라를 실제 로봇의 머리에 나란히 장착하여 스테레오 카메라를 구성한 모습이다.

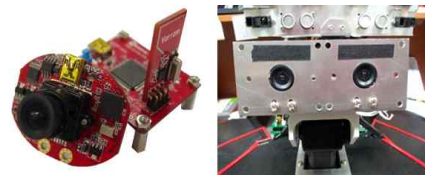


그림 9. 스테레오 카메라
Fig. 9. Stereo camera

무선 스테레오 카메라로부터 획득되는 영상은 카메라 내부에서 MJPEG포맷으로 압축되어 2.4GHz의 무선신호로 전송된다[10]. 두 대의 카메라로부터 전송된 무선신호는 PC에 장착된 한 쌍의 수신기로 수신되고 HSV 색공간을 분할하여 추적할 물체인 공의 색을 선택하고 이진화와 라벨링 과정을 거쳐 물체의 위치를 찾고 3차원 거리정보를 얻는다. 그림 10에 영상데이터 처리 과정을 나타내었다.

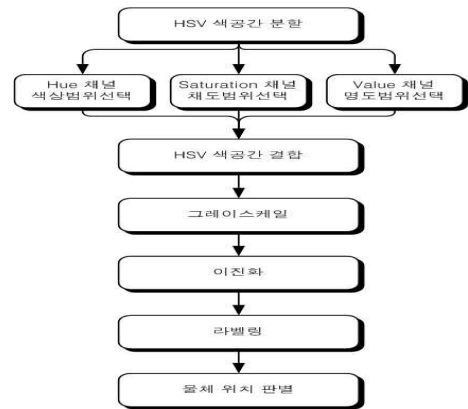


그림 10. 영상처리 과정
Fig. 10. Vision data processing

획득된 공의 3차원 위치 데이터는 카메라와 로봇 중심좌표계 사이의 변환행렬을 사용하여 로봇 좌표계에서 표현된 공의 3차원 거리를 계산한 후, 로봇의 앞다리에 대한 역기구학해를 풀어 로봇의 현재 위치에서 앞다리를 사용하여 공을 찰 수 있는지를 판단한다. 로봇의 앞다리가 닿을 수 있는 거리이면 공을 차고 닿을 수 없을 만큼 떨어져 있는 경우에는 로봇의 현재 위치와 방향을 고려하여 공이 로봇의 전면에 놓이고 앞다리를 이용하여 찰 수 있도록 실시간으로 보행 궤적 계획을 수립하여 보행을 수행한 후 공을 찬다.

그림 11은 스테레오 카메라를 이용한 공 추적 및 차기 실험결과를 보이고 있다.

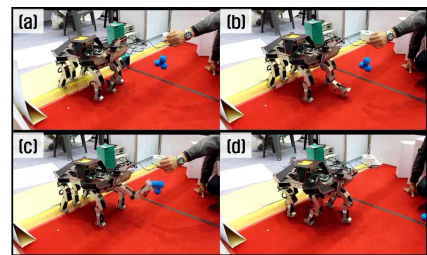


그림 11. 공 추적 및 차기
Fig. 11. Ball tracking and kicking

그림 11의 (a)에서 로봇은 스테레오 카메라를 이용하여 동적으로 이동하는 파란색 공을 발견하고 3차원 위치 정보를 계산한다. 공을 찾을 수 없는 위치에서는 실시간 로봇 궤적 계획을 통하여 공을 추적하면서 공을 찾을 수 있는 위치까지 지속적으로 이동한다. 그림 (b)에서는 공을 찾을 수 있는 위치로 판단하여 로봇의 앞다리에 대한 역기구학 해를 구하고 앞다리의 현재 위치에서 공을 차는 위치까지의 궤적 계획을 통해 그림 (c)에서와 같이 공을 친다. 그림 (d)에서는 공이 다시 이동하고 로봇이 공을 추적하는 상황을 보여준다. 실험 결과 다양한 위치에 놓인 공을 추적하여 차기를 성공적으로 수행하였다.

3.3 원격 제어 및 모니터링

개발된 로봇은 호스트 PC와 스마트폰/패드를 사용하여 로봇을 제어할 수 있으며 로봇이 보내오는 주변 환경에 대한 영상을 3차원으로 모니터링할 수 있는 기능이 있다. 호스트 PC에 최대 5개까지의 스마트폰/패드가 TCP/IP 로 연결이 되며, 그 중 한 개의 스마트폰만이 로봇을 제어할 수 있는 권한을 갖도록 구현하였다. 호스트 PC와의 연결은 스마트폰 내장의 WiFi, 즉, IEEE 802.11을 통해 연결이 된다. 그림 12는 원격 제어 및 모니터링의 개념도를 나타낸다.

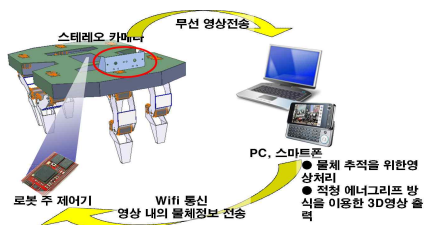
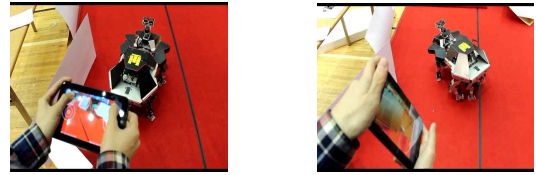


그림 12. 원격제어 및 3차원 모니터링

Fig. 12. Remote control and 3D monitoring

최근에 출시 된 안드로이드 기반의 스마트폰은 대부분 정전식 멀티터치를 지원한다. 적계는 2점부터 많게는 10점까지 동시 터치가 가능한데 범용성을 위해 2점 터치만을 이용하여 로봇을 제어하는 어플리케이션을 제작하였다. 스마트패드의 왼쪽 지점과 오른쪽 지점을 터치하게 되면 첫 터치지점을 기준으로 한 그래픽 패드가 화면상에 그려지게 된다. 이 첫 지점을 기준으로 하여 패드의 방향을 조절하여 해당되는 명령이 호스트 PC를 통해 로봇으로 전달된다. 양쪽 모두를 화면의 위쪽으로 올리면 전진, 아래 방향으로 내리면 후진, 서로 반대방향으로 이동하면 회전동작을 수행하도록 구현하였다. 그림 13의 (a)는 스마트패드 멀티터치를 이용하여 사용자가 로봇을 제어하는 과정을 보이고 있다.

또한, 출시 된 모든 안드로이드 기반의 스마트폰은 내부에 가속도센서가 장착되어 있고, 고급기종의 경우 자이로센서까지 포함되어 있어 이를 통해 생성된 기울기 값을 운영체제에서 어플리케이션으로 제공해 준다. 이를 이용하여 스마트폰의 기울기에 따라 로봇이 보행동작을 수행하도록 구현하였다. 즉 스마트폰을 앞으로 기울이면 전진, 뒤로 기울이면 후진, 좌·우로 기울이면 회전동작을 수행한다. 그림 13의 (b)는 사용자가 스마트패드를 우측으로 기울여서 로봇을 회전시키는 과정을 보이고 있다.



(a) 멀티터치를 이용한 제어 (b) 기울기 센서를 이용한 제어

그림 13. 스마트패드를 이용한 로봇 제어

Fig. 13. Robot control by using smart pad

개발된 로봇은 주변 환경에 대한 영상을 원격지에서 3차원으로 모니터링할 수 있다. 로봇의 머리 부분에 부착된 스테레오 카메라로부터 호스트 PC에서 수신한 영상은 실시간으로 JPEG파일형태로 압축하여 스마트폰으로 다시 송신하게 된다. 스마트폰에서 카메라의 왼쪽, 오른쪽 영상을 선택하여 모니터링이 가능하며 두 개의 영상을 하나로 합쳐 입체 영상으로도 모니터링이 가능하다. 그림 14는 적청 에너지프(Cyan-Red Anaglyph) 방식으로 입체영상을 생성하는 과정이다. 왼쪽 영상은 녹색, 청색 채널을 삭제하고, 오른쪽 영상은 빨간색 채널을 삭제 한 후 이 영상을 합치면 입체영상이 생성된다. 이렇게 생성된 영상을 왼쪽에는 적색 오른쪽은 청색의 투명한 아크릴이 달린 적청안경을 착용하면 입체영상으로 볼 수 있다.

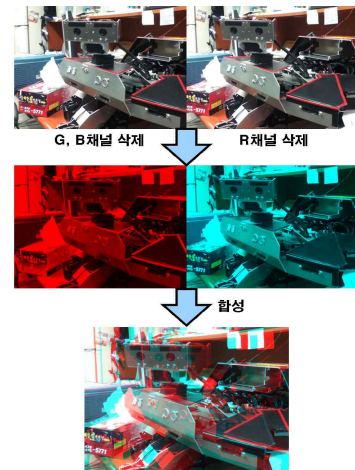


그림 14. 적청 에너지프 방식을 이용한 입체영상 생성

Fig. 14. Cyan-Red Anaglyph 3D image generation

IV. 결론

본 논문에서는 지능형 6족 보행 로봇의 개발에 대하여 소개하였다. 전체 시스템은 기구부와 로봇 제어부, 호스트 PC와 스마트폰/패드, 센서 시스템으로 구성되어 있으며 개발된 6족 보행 로봇은 전형적인 6족 보행 로봇에 비해 안정되고 빠른 보행이 가능한 구조이다. DSP 주제어기는 실시간으로 매 샘플링 시간마다 보행 궤적을 생성하고 로봇의 관절을 제어하며, ATmega128 보조 제어기로부터 센서 데이터를 수신한다. 보조제어기는 로봇에 부착된 초음파 센서, 적외선 센서, 기울기 센서등 각종 센서의 정보를 처리하며, 처리한 정보를 주 제어기로 송신하는 역할을 한다.

개발된 로봇은 초음파 센서, 적외선 센서, 그리고 발바닥에 설치된 접촉센서를 이용해 장애물이 있는 비평탄 지역을 안정적으로 충돌없이 보행할 수 있음을 실험을 통하여 보였다. 또한 스테레오 카메라를 통해 3차원 공간 상에서 동적으로 이동하는 공을 추적하여 공을 차는 지능적인 동작을 수행할 수 있음도 보였다. 사용자 인터페이스를 위하여 호스트PC와 스마트폰/패드를 이용하여 로봇을 원격 제어하거나 로봇의 주변 환경에 대한 영상을 3차원으로 모니터링할 수 있도록 개발되었다. 추후과제로는 로봇이 더 주변 환경의 변화와 내/외부 외란에 보다 유연하게 대응하여 동작을 할 수 있도록 하고, 로봇의 자립도 향상을 위해 현재 호스트 PC에서 수행되는 영상 처리과정이 로봇 제어기 내부에서 이뤄지도록 할 예정이다.

참 고 문 헌

[1] 노경곤, 김진걸, "스테레오 비전을 이용한 6족 로봇의 장애물 회피를 위한 국소맵 빌딩 및 경로생성에 관한 연구," 한국정밀공학회지, 제 27권 7호, pp.36-48, 2010

[2] 유영국, 공정식, 김진걸, "복잡한 지형에서 변형 가능한 6족 로봇의 구현," 한국정밀공학회지, 제 25권 12호, pp.65-74, 2008

[3] XiaochuanZhao, Qingsheng Luo, and Baoling Han, "Research on the real time obstacle avoidance control technology of biologically inspired hexapod robot," *Proceedings of the 7th World Congress on Intelligent Control and Automation*, pp. 2306 - 310, 2008

[4] 이상무, 김상훈, "영상처리와 센서융합을 활용한 지능형 6족 이동 로봇," 제어 로봇 시스템공학회 논문지, 제 15권 4호, pp. 365-371, 2009

[5] G. Clark Haynes and Alfred A. Rizzi, "Gaits and gait transitions for legged robots," *Proceedings of the 2006 IEEE International Conference on Robotics and Autoamtion*, pp. 1117 - 1122, 2006

[6] Willian A. Lewinger and Roger D. Quinn, "A hexapod walks over irregular terrain using a controller adapted from an insect's nervous system," *Proceedings of the 2010 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 3386 - 3391, 2010

[7] Mladen Milushev, Plamen Petrov, and Ognian Boumbarov, "Active target tracking from a six-legged robot," *Proceedings of the 4th IEEE Conference on Intelligent Systems*, pp. 56 - 61, 2008

[8] 서현세, 성영휘, "빠른 보행이 가능한 6족 로봇," 대한전기학회 논문지, 제 62권, 제 4호, 2014

[9] Mark W. Spong and M. Vidyasagar, "Robot

dynamics and control," John Wiley & Sons, 1989

[10] 바렘시스템社, website, DRC v3.0 매뉴얼, [online] : <http://varram.com/>



서 현 세(Hyeon-se Seo)

2010년 2월 금오공대 전자공학부(공학사)
 2012년 2월 금오공대 전자공학과
 (공학석사)
 2012년 3월~ 현재 ㈜ i3system 연구원

※주관심분야 : DSP 응용, 지능로봇, 임베디드 시스템



성 영 휘(Young-whee Sung)

正會員

1988년 2월 고려대 전자공학과(공학사)
 1991년 2월 KAIST 전기및전자공학
 (공학석사)
 1996년 2월 KAIST 전기및전자공학
 (공학박사)

1995년 9월 ~ 1996년 8월 옥스퍼드대학교 박사후연구원

1995년 9월 ~ 1998년 2월 LG산전 선임연구원

1998년 3월 ~ 현재 금오공과대학교 전자공학부 교수

※주관심분야 : 지능 로봇, DSP 응용