

# 컴퓨터 비전을 이용한 휴머노이드 로봇의 축구 승부차기

한청희\* · 이장해\* · 장세인\* · 박충식\* · 이호준\*\* · 문석환\*\*

\*영동대학교 컴퓨터공학과

\*\*영동대학교 임베디드소프트웨어학과

Kicks from The Penalty Mark of The Humanoid Robot using Computer Vision

Chung-Hui Han\* · Jang-Hae Lee\* · Se-In Jang\* · Choong-Shik Park\*

Ho-Jun Lee\*\* · Seok-Hwan Moon\*\*

\*Department of Computer Engineering, Youngdong University

\*\*Department of Embedded Software, Youngdong University

E-mail : madosa3000@naver.com, leejanghae@naver.com, 75100113106s@gmail.com,

leciel@youngdong.ac.kr, gnvhghwns@nate.com, shmoon@youngdong.ac.kr

## 요 약

기존의 자율형 휴머노이드 로봇 축구승부차기에서는 거리센서와 시각센서를 모두 이용한다. 본 논문에서는 시각센서만을 사용하는 사람과 유사한 승부차기 시스템을 제안한다.

이를 위하여 시각센서가 유연하게 움직일 수 있는 적합한 로봇의 조립 형태와 지능적 3차원 공간 분석을 채용한다.

지식표현과 추론은 자체 개발한 지식처리 시스템인 NEO를 사용하였고, 그 NEO 시스템에 지능적 처리를 위한 영상처리 라이브러리인 OpenCV를 탑재한 시스템 VisionNEO를 사용하였다.

## 키워드

Humanoid, Robot, Soccer, Penalty Shootout, Computer Vision, VisionNEO

## I. 서 론

로봇 축구는 첨단 과학기술과 대중과의 만남을 피하며, 체계적인 경기 규칙 제정과 함께 KAIST의 김종환 교수에 의해 1995년 10월 한국에서 창안되었고, 사람들이 가장 좋아하는 스포츠인 축구와 다개체 시스템의 연구 분야를 접목해서 로봇 축구를 만들었다[1]. 로봇 축구 시스템은 크게 4부분으로 구분되어 있는데, 축구 로봇, 비전 시스템, 통신 장비, 주 컴퓨터로 이루어진다. 거리센서로 거리를 측정하고 시각센서로 물체를 판별하나 주 컴퓨터를 이용한 무선 조종기로 조종을 하거나 거리센서 위주의 2가지를 쓰고 있는 것이다. 그렇기에 자율형 휴머노이드 로봇은 위의 2가지를 동시에 사용하기 위해 복합적인 시스템 구조를 가지게 된다. 그래서 효율성이 떨어지게 되며 2가지를 구현하다보니 기술적으로 구현하기 어렵다.

본 논문에서는 컴퓨터 비전을 이용하여 공과

골대라는 물체를 인식한 후 휴머노이드 로봇의 축구 승부차기를 수행하는 로봇의 구현방법을 소개한다. 또한 휴머노이드 로봇의 구조 및 자율형 휴머노이드 로봇구현을 위해 자체 개발한 시스템인 VisionNEO를 이용하였다. 로봇의 시각화와 공과 골대를 찾아 자율적으로 로봇 축구 승부차기를 효과적으로 처리하며 휴머노이드 로봇의 지능적 처리를 위해 영상처리 라이브러리인 OpenCV를 이용하였다.

2장에서는 로봇 축구의 플랫폼과 로봇의 비전, 3장에서는 로봇 하드웨어 부분의 설명, 4장에서는 로봇에서 이용하는 VisionNEO의 설명을 비롯한 소프트웨어적인 측면을 기술하였고, 5장에서 로봇이 승부차기를 하는 부분의 알고리즘, 6장에서 로봇을 이용한 실험을 하였으며, 7장에서 결론 및 향후 연구방향에 대하여 기술하였다.

## II. 관련 연구

로봇 축구의 관심이 높아짐에 따라 지능형 휴머노이드 로봇에 대한 연구 개발이 활성화 되고 있다. Robotics사의 ERSP(Evolution Robotics Software Platform), Microsoft사의 MSRS(MicroSoft Robotics Studio), OROCOS (Open ROBot C Ontrol Soft ware), Skilligent, URBI(Universal Real-time Behavior Interface), Webots, Player/Stage/Gazebo 등의 많은 로봇 소프트웨어 플랫폼에 대한 연구와 다양한 플랫폼들이 존재한다[2]. 로봇 플랫폼은 로봇응용과 개발을 손쉽게 할 수 있는 기능을 제공하고 있다. 하지만 로봇 스스로 판단하고 행동하거나 학습할 수 있는 부분은 미비하다고 할 수 있다.

컴퓨터 비전에서는 장면이나 특징을 이해하기 위해 수학적 기초지식을 갖추고 그에 대한 기법을 실제영상에 적용하는 과정이 필요하다. 이런 과정을 용이하게 처리해주는 영상처리 라이브러리가 존재하고 있다.

### III. 로봇 하드웨어

로봇의 중앙제어장치인 CM-5, 로봇전용 서보모터인 AX-12, 로봇의 센서모듈, 프레임으로 구성되어 있다. CM-5는 다이내믹셀을 연결해 나가는 조립형 중앙제어장치이며, 이 장치에 연결된 다이내믹셀은 관절 역할을 하고, 그 위에 센서 모듈인 CCD 무선 카메라 모듈과 Zig-bee 모듈을 붙여 무선통신이 가능한 구조를 가지게 되었다 [3]. 로봇은 관절 역할을 하는 다이내믹셀 16개와 사람의 시각 역할을 하는 CCD 무선 카메라 모듈을 결합하여, 지능적 공간분석 능력을 가지게 되었으며, 이 로봇은 중앙제어장치에 로봇모션이 들어 가게 된다. CCD 무선 카메라 모듈을 사용하여 PC로 영상데이터를 가지고 오며, PC는 그 영상을 VisionNEO로 처리하여, 다시 로봇에게 Zig-bee 모듈로 데이터를 주는 처리를 할 수 있는 구조를 가졌다[4]. [그림1]은 휴머노이드 로봇 축구 승부차기의 시스템 전체구조를 보여주고 있다.

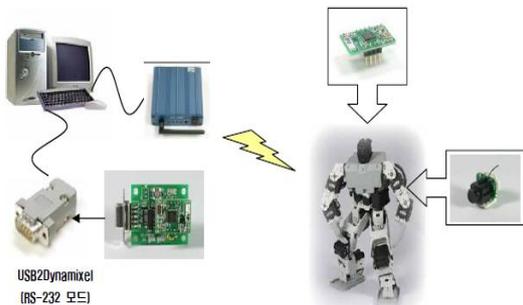


그림 1. 로봇 영상처리 시스템 전체구조

### IV. 로봇 소프트웨어

로봇 소프트웨어의 구조는 로봇의 모션을 기억시키고 그것을 플레이 시키는 방식의 모션티칭 프로그램, 로봇의 기능을 어떤 방식으로 수행하는지를 표현하는 행동제어 프로그램, 그리고 로봇의 두뇌가 되는 VisionNEO 프로그램으로 3가지 프로그램으로 구성이 된다.

로봇의 모션을 기억시키는 모션티칭 프로그램은 중앙처리장치인 CM-5의 Atmega128 메모리에 기억이 되고, 언제든지 사용자가 변경이 가능한 프로그램의 형태를 가진다. 로봇의 기능을 어떤 방식으로 수행하는지를 표현하는 행동제어 프로그램은 C언어로 프로그램 가능하며, C 프로그램의 바이너리 파일을 생성하고, embedded board에서 실행되는 프로그램이다. 로봇의 두뇌가 되는 프로그램인 VisionNEO는 [그림2]에서처럼 인공지능 규칙처리 추론엔진을 토대로 한 NEO(Name Equals Object) 시스템과 비전 처리 시스템, 지능형 로봇을 결합한 로봇 소프트웨어 플랫폼이다 [5]. 또한 IAS(Intelligent Agent System)를 이용하여 각 에이전트 끼리 정보를 전달할 수 있도록 이루어져있고 지능형 로봇과 영상처리 시스템을 NEO에서 간단한 명령어로 사용할 수 있다.

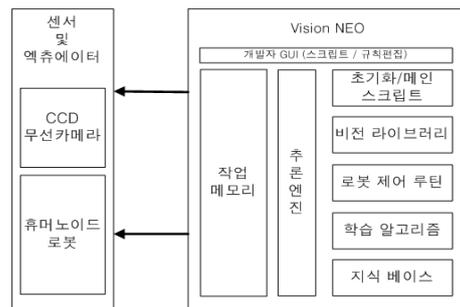


그림 2. VisionNEO의 구조

NEO는 스크립트 기반의 인공지능 규칙처리 추론엔진을 토대로 한 시스템이다. NEO에서는 모든 개체는 리스트로 이루어져 있다. 리스트는 문자나 숫자로 이루어진 구성요소를 나열한 것이며, 그렇게 이루어진 구성요소도 또 다른 리스트의 구성요소가 될 수 있다. NEO는 함수 언어 기능, 객체지향 기능, 규칙추론 기능 등을 지원하지 않지만 이러한 기능을 이루는 함수, 객체, 속성, 메서드, 사실, 규칙 등 모든 구성요소가 리스트 형태로 표현되고, 관리된다. 모든 구성요소가 리스트로 구성, 관리되는 이유는 시스템의 모든 자원을 투명하고 일관성 있게 처리하기 위함이다. NEO의 수행방식이나 함수 언어 기능은 LISP와 유사하지만, 내부적으로 처리되는 방식과 내장 함수들은 서로 다르며, 객체지향 기능이나, 규칙추론 기능은 지식기반 시스템 개발을 위한 환경이 된다.

NEO의 핵심 기능은 DLL형태로 이루어져 있기 때문에 인공지능 프로그램을 개발할 때 내장하여 이용할 수 있으며, GUI를 Visual Basic, Visual C++를 이용하여 구현할 수 있다. NEO의 개발환경은 Windows 95/NT에서 수행되는 명령어 인터프리터 형태로 되어있는데 이 또한 NEO의 DLL을 이용하여 만들어진 것이다.

### V. 알고리즘

휴머노이드 로봇 승부차기는 로봇이 공과 골대를 인식하여 지능적 공간분석 능력을 가지는 것에서부터 시작된다. 또한 공의 위치뿐만 아니라 거리까지 계산하여야한다. 알고리즘의 순서는 [그림3]과 같다.

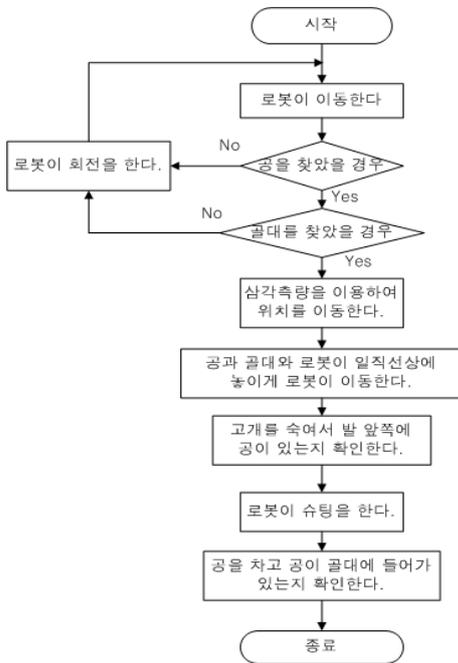


그림 3. 로봇의 승부차기 알고리즘

위치를 측정하는 방법은 공과 골대의 위치를 측정한 뒤 자신의 위치를 이동하고 삼각측량법을 사용하여 공과 골대와 로봇의 위치를 인식하게 한다. 그 후 로봇이 공의 바로 앞쪽으로 이동한 후 공을 찬다. 삼각측량은 [그림4]처럼 어떤 한 점의 거리를 삼각형의 성질을 이용하여 알아내는 방법이다.

[그림4]에서 A는 공, B는 골대, C는 로봇이라 하면 삼각측량의 계산식으로 공과 로봇의 거리인 AC와 골대와 로봇의 거리인 BC를 구하기 위해서는 공과 골대의 길이인 AB와 각도  $\alpha$ ,  $\beta$ 는 주어져야 한다. 식(1)과 식(2)를 이용하여 AC와 BC를 다음과 같이 구할 수 있으며, 로봇이 이동할 거리를 계산할 수 있다.

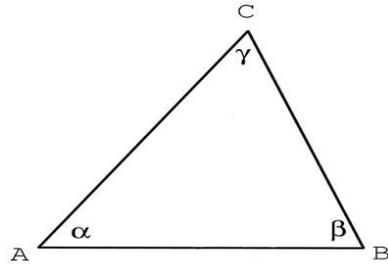


그림 4. 삼각측량 계산의 기본도형

$$\gamma = 180^\circ - \alpha - \beta \quad (1)$$

$$AC = \frac{AB \cdot \sin\beta}{\sin\gamma} \quad BC = \frac{AB \cdot \sin\alpha}{\sin\gamma} \quad (2)$$

이러한 삼각측량 방식을 이용하여 로봇이 이동할 위치를 정하고 VisionNEO의 영상처리 기법을 적용하여 로봇이 공에서 원의 모양과 골대에서 사각형의 모양을 찾아낼 수 있다. [그림5]는 VisionNEO의 영상처리 기법을 적용하여 로봇이 공과 골대를 인식한 영상이다.



그림 5. 공과 골대를 인식한 영상

### VI. 실험 결과

휴머노이드 로봇의 승부차기 실험은 골대와 공을 승부차기의 규정에 맞게 위치시키고, 로봇을 공과 골대가 보이는 입의 위치에 놓은 후 시작 버튼을 누르면 초기 다이내믹셀 값이 세팅 된다. Zig-bee 통신을 초기화하고 카메라로 들어오는 영상을 받아들이면, 로봇이 [그림5]처럼 영상처리 기법을 통해 공과 골대를 추출한 후 삼각측량을 하기위하여 이동한다. 그리고 삼각측량의 결과를 이용하여 로봇이 공과 골대가 일직선이 되게 이동한다. 로봇은 고개를 숙여 공의 위치를 확인하

고, 발을 뺀어 슈팅한다. 로봇이 골대 안에 공이 들어간 것인지 확인 하기위해 공과 골대를 볼 수 있게 고개를 들어 확인한다는 것을 실험을 통하여 확인하였다. 공을 슈팅하고 노골일 경우 실패로 결정하며, 다시 공과 골대를 규정에 맞게 위치한 후 로봇이 처음부터 실행할 수 있도록 실험을 진행하였다. [그림6]은 실험에 사용된 로봇, 공 그리고 골대의 모습이고 [그림7]은 로봇이 승부차기하는 실험장면이다.

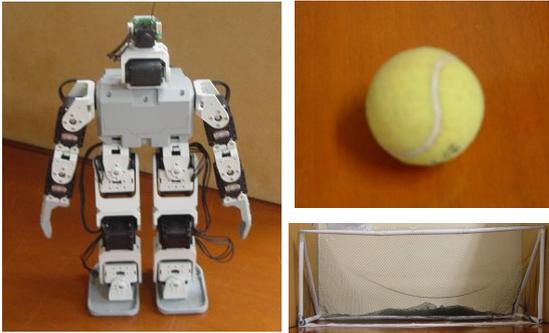


그림 6. 실험에 사용하는 로봇, 공, 골대

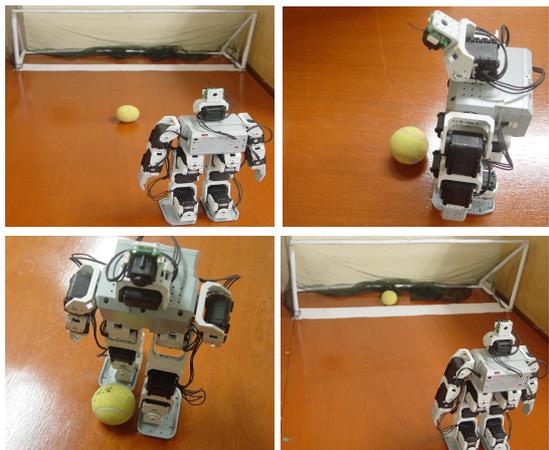


그림 7. 로봇축구 승부차기 실험장면

기술이 로봇 축구에만 적용되는 것이 아니라 다른 종류의 시각시스템에 사용되어 생활 속에 많은 도움이 될 것이다. 로봇의 인공지능과 행동화는 머지않아 로봇이 인간과 유사한 행동을 하는 밑바탕이 될 것이다.

## VII. 참고문헌

- [1] 최승환, 김종환, “로봇 축구를 위한 소프트웨어 구조 및 비전 처리”, 정보과학회지, v.24, n.3, pp. 59-65, 2006.
- [2] 정승욱, 이승익, 김성훈, “네트워크 로봇을 위한 로봇 소프트웨어 플랫폼에 대한 연구”, 정보과학회지, v.26 no.4, pp. 38-48, 2008.
- [3] ROBOTIS, 바이올로이드 전문교육서, 2006.
- [4] Yong Jiang Yaling Du, Jie Cao, "Unmanned Air Vehicle Landing Based on Zigbee and Vision Guidance", Intelligent Control and Automation, v.2, pp. 10310-10314, 2006.
- [5] 장세인, 박충식, 우영운, 김광백, “지능형 로봇 비전 프레임워크: VisionNEO”, 한국해양정보통신학회 춘계학술대회, 2009.

## VII. 결 론

본 논문에서는 자율적으로 로봇축구 수행이 가능한 이족보행로봇을 구현하고, 실제 구성된 다양한 환경에서 실험하여 가능성을 검증하였다.

무선 카메라와 자체개발한 시스템인 VisionNEO의 영상처리기법을 이용하여 공과 골대를 정확히 추출함으로써 승부차기 성공률을 높였고, 자율적인 축구 수행이 가능함을 보였다.

앞으로 이족보행로봇을 위한 보다 지능적이고 강인한 자율보행 및 VisionNEO를 이용한 세밀한 영상처리기법을 통해 다양한 위치에서 슈팅의 성공률을 높일 수 있는 방법을 연구할 예정이며, 이