

영상 처리 기반의 가위 바위 보 게임 로봇

안 호 석¹, 사 인 규², 백 영 민³, 안 윤 석⁴, 최 진 영⁵
 서울대학교^{1,3,5}, PIRC^{1,3,5}, ASRI^{1,3,5}, 삼성전자 TN사업부², 명지대학교⁴, DR Robots^{1,2,3,4}

Service Robot for the Game of Paper, Stone and Scissors Based on Image Processing

Ho Seok Ahn¹, In-Kyu Sa², Young Min Baek³, Youn Seok Ahn⁴, Jin Young Choi⁵
 Seoul National University^{1,3,5}, PIRC^{1,3,5}, ASRI^{1,3,5}, Samsung Electronics Co.², Myongji University⁴, DR Robots^{1,2,3,4}

Abstract - 로봇과 상호 작용하기 위한 수단으로 손동작 인식 시스템이 많이 사용되고 있으며, 본 논문에서는 손에 부가적인 장치를 장착하지 않은 상태에서 영상 처리를 이용하여 손동작을 인식하는 시스템을 구현하였다. 먼저 로봇은 영상 입력 장치로써 웹캠을 사용하고, 손 영상을 스킨 컬러를 바탕으로 영상 처리를 하여 추출해내고, 그 이미지를 분석하여 그 모양이 가위인지 바위인지 보인지 인식한다. 가위 바위 보 게임을 위하여 로봇이 손동작을 표현할 수 있도록 손가락이 네 개인 손을 설계 및 구현하였다. 이때, 기존의 와이어 방식이 아닌 기어를 이용한 손가락을 설계하였고, 각각의 손가락이 독립적으로 제어될 수 있기 때문에 가위 바위 보의 손동작을 표현할 수 있다. 그리고 음성 인식을 이용하여 사람과 동시에 가위 바위 보 중 하나를 결정한 후 표현하기 때문에 가위 바위 보 게임이 가능하다. 뿐만 아니라 로봇이 승패도 알 수 있다.

부분과 (c)의 검은 색 부분을 AND 연산 시켜서 (d)와 같이 스킨 컬러만 추출했다.

1. 서 론

사람은 컴퓨터에게 명령을 내리는 방법으로 주로 직접적인 입력 장치, 즉 키보드나 터치패드를 이용한다. 하지만 요즘은 이러한 부가적인 입력 장치를 사용하지 않고 컴퓨터와 상호 작용을 하기 위한 연구가 진행되고 있다. 특히 로봇은 키보드나 터치스크린과 같은 입력 장치는 디자인적인 측면이나 기능적인 측면에서 부적절하다. 이를 위하여 사용되는 기술이 Human Computer Interaction (HCI)이다. 특히 사람의 인체 중에서 가장 확실하고 다양한 동작을 만들어 낼 수 있는 부분인 손의 동작을 인식하는 것이 가장 편리하면서도 다양한 의사소통을 할 수 있다. 또한 수화를 인식하게 되면 장애인들도 컴퓨터와 로봇을 쉽게 사용할 수 있다.

최근 컴퓨터 비전 기반의 손동작 인식 연구는 Human Computer Interaction (HCI), 로봇 제어, 또는 수화 번역 등을 위해 활발히 진행되고 있다[1-3]. 특히 손동작 인식에는 여러 가지 방법들이 제안되고 있는데 크게 장비를 착용하는 방법과 영상 처리 방법이 있다. 첫 번째 방법은 손의 모양과 손가락의 움직임을 실시간으로 검출할 수 있으나 장비를 착용해야 하므로 손의 운동 범위가 제한될 수 있다. 또한 장비 착용 시 불편함을 느낄 수 있고, 장비가 고가일 수 있다는 점 등의 제약 조건이 따른다. 두 번째 방법으로 영상 처리 방법은 착용해야 하는 장비가 없으므로 손의 운동 범위에 제한이 없어 보다 자연스러운 동작이 가능하다. 하지만 영상만 이용하기 때문에 손이 움직이면서 발생하는 그림자 처리 문제나 주위 환경에 따른 입력 영상의 변화로 인식률의 변동이 크다는 단점이 있다.

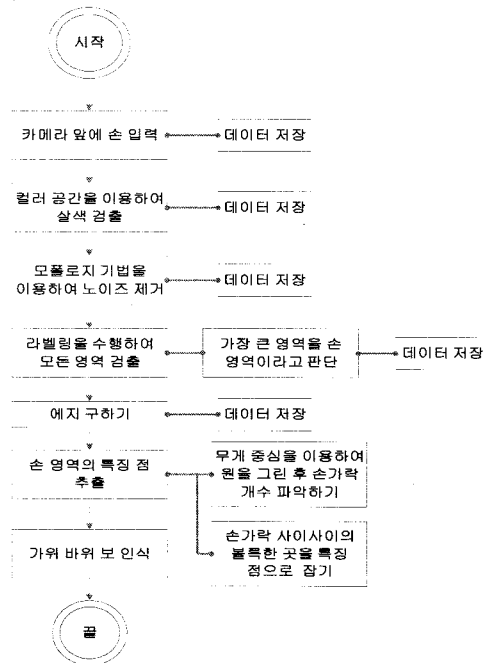
본 논문에서는 가위 바위 보의 손동작을 인식할 수 있는 알고리즘을 소개하고, 기어 구조 기반의 로봇 손가락을 설계 및 구현하였다. 이 두 가지를 이용하여 로봇과 사람이 가위 바위 보 게임을 할 수 있는 시스템을 소개한다. 2장에서는 손동작 인식 시스템을 설명하고, 3장에서는 기어 구조 기반의 로봇 손을 소개한다. 4장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

2. 손동작 인식 시스템

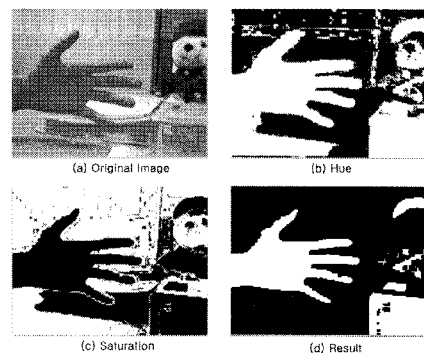
손동작 인식 시스템은 영상을 입력받아 손 영역을 추출한 후, 추출된 이미지를 분석하여 그 모양이 가위인지 바위인지 보인지 인식하는 시스템이다. 알고리즘은 그림 1과 같다. 먼저 컴퓨터에 카메라를 부착시킨다. 그런 후 사람의 손을 그 앞에 위치시켜 영상을 얻는다. 그 영상에서 손 영역을 추출해낸다. 추출하는 방법은 스킨 컬러를 이용하는 방법이다. RGB, HSV, YCbCr의 컬러 체계를 이용할 수 있는데 본 논문에서는 빛에 둔감한 HSV 컬러 체계를 이용하여 손의 영역을 추출해낸다. 모폴로지 알고리즘(Erosion or Dilation)을 사용하여 노이즈를 제거한 후, 라벨링을 사용하여 영역을 구분한다. 그 다음, 구분된 영역을 분석하여 손 모양만을 따로 추출해낸다. 최종적으로 추출된 손 모양의 특징점들을 분석하여 어떤 모양인지 구별해낸다. 영역의 무게 중심을 얻은 후 일정한 크기의 원을 그려 손가락의 유무를 판단하거나 손가락 사이의 굴곡을 분석해 손 모양을 판별한다.

2.1 스킨 컬러를 이용한 손 모양 추출

손 모양을 추출하기 위하여 HSV 컬러 체계를 이용한다. HSV는 다른 컬러 체계와는 달리 빛의 영향을 덜 받기 때문에 스킨 컬러 추출에 매우 적합하다. 그림 2는 손 모양을 추출한 결과이다. 그림 2에서 (a)는 RGB 기반의 원본 이미지이다. (b)는 Hue 항목에 임계값을 주어 얻었으며, 스킨 색 부분만 하얗게 변한 모습을 볼 수 있다. (c)는 Saturation 부분에 임계값을 주어 얻었으며, 스킨 색 부분만 까맣게 변한 모습을 볼 수 있다. (b)의 흰색



〈그림 1〉 손 동작 인식 시스템의 순서도



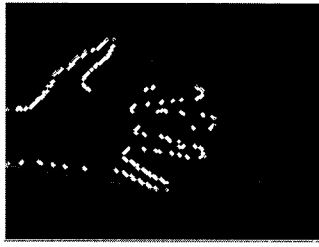
〈그림 2〉 스킨 컬러를 이용한 손 모양 추출 결과

2.2 추출된 영역의 노이즈 제거 및 영역 구분

HSV 컬러 체계를 이용한 손 추출은 스킨 컬러 또는 그와 비슷한 색상만을 추출하는 작업이다. 따라서 의도하지 않은 색상 및 많은 잡음이 섞여있다. 손의 특징점을 잡기 위해서는 이러한 잡음을 제거할 필요가 있다. 이를 위하여 모폴로지 알고리즘을 사용한다. 그리고 추출된 영상에 라벨링 알고리즘을 적용시켜 영역을 구분한다.

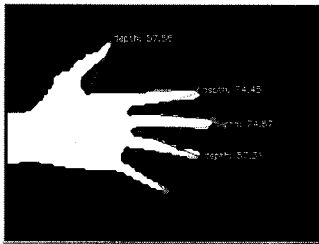
2.3 손의 특징점 추출

손 모양의 특징 점을 추출하기 위해 손의 볼록 외각 점을 이용하는 방법을 이용한다. 먼저 손의 외곽선을 구한 후, 그 외곽선을 분석하여 볼록 외각 점을 구하고, 구해진 각점들과 그 점들을 이은 결과는 그림 3과 같다.



〈그림 3〉 볼록 외각 점과 점들을 이은 결과

그 다음 굴곡이 심하게 일어나는 지점인 오목 점들을 구하고, 볼록 외곽 선을 이은 선들과 오목 점들을 수직으로 이어 그 길이를 잴다. 이를 통해 길이에 따라 손가락이 펴져 있는지 아닌지 판단할 수 있다. 그림 4는 그 결과이다. 그림 4에서 굴곡이 일어나는 시작점은 빨간색으로, 같이 파인 부분은 파란색으로, 그리고 굴곡이 끝난 시점은 녹색으로 표시하였다. 빨간색과 녹색을 선으로 이은 선분과 파란 점 사이의 길이 수치는 굴곡이 시작되는 지점인 빨간색 부분에 숫자로 표시하였다. 그러므로 빨간색점-파란색점-녹색점이 하나의 굴곡이 되는 것이다. 이러한 특징 점을 바탕으로 손 모양을 인식할 수 있다.



〈그림 4〉 볼록 외각 점과 점들을 이은 결과

2.4 손 모양 인식

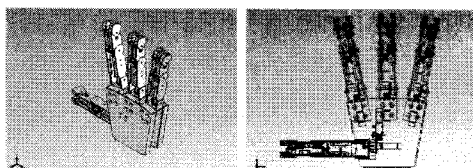
앞에서 얻어진 특징 점 분석을 통해 손의 모양을 인식할 수 있다. 본 논문에서는 가위 바위 보를 구분하는 것이므로, 세 가지 경우를 고려한다. 만약 바위를 내기 위하여 주먹을 쥔다면, 손이 동그랗게 되므로 볼록 점 또는 오목점이 많지 않다. 만약 보를 내기 위하여 손가락을 모두 폈다고 가정했을 경우, 많은 굴곡 점들이 발생할 것이고, 가위를 낸다면 바위보다는 많지만, 보 모양보다는 적은 수의 굴곡을 발생시킬 것이다. 이 과정을 통해 그림 5와 같은 결과를 얻었다.



〈그림 5〉 손 모양 인식 결과

3. 기어 구조 기반의 로봇 손

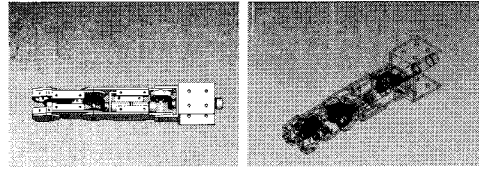
가위 바위 보 게임을 위하여 로봇이 손동작을 표현할 수 있도록 손가락이 네 개인 손을 설계 및 구현했다. 이 때, 기존의 와이어 동력 방식이 아닌 모터와 기어를 이용한 동력 전달 구조를 기반으로 손가락을 설계했다. 그리고 각각의 손가락이 독립적으로 제어될 수 있기 때문에 가위 바위 보의 손동작을 표현할 수 있다. 손은 그림 6과 같이 하나의 엄지 손가락 등 모두 네 개의 손가락과 손바닥으로 구성되어 있다.



〈그림 6〉 기어 구조 기반의 로봇 손 설계

3.1 손가락

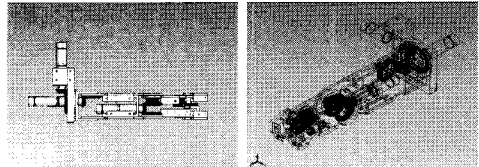
사람의 손가락은 세 개의 관절로 이루어졌다. 따라서 그림 7과 같이 두 개의 DC모터를 이용하여 설계하였다.



〈그림 7〉 손가락 설계

3.2 엄지 손가락

엄지 손가락은 다른 손가락과 달리 안장관절이라는 관절이 있다. 안장관절이란 앞뒤 좌우로 움직이는 관절을 의미한다. 이 안장관절로 인하여 사람은 물건을 강하게 또는 약하게 물건을 집을 수 있다. 그림 8과 같이 세 개의 모터를 이용하여 설계했다.



〈그림 8〉 엄지 손가락 설계

3.3 가위 바위 보 표현

설계한 손과 2장에서 설명한 영상 처리 엔진은 통합을 위하여 Heterogeneous Reconfigurable Modular Architecture[4]를 기반으로 구현했다. 그리고 그림 9와 같이 가위 바위 보를 표현할 수 있다.



〈그림 9〉 로봇 손을 이용한 가위 바위 보 표현

4. 결 론

손은 사람이 가장 확실하고 다양한 표현을 할 수 있는 부분이다. 따라서 로봇과의 인터랙션을 위하여 영상 처리 기반의 손 인식 알고리즘이 필요하다. 본 논문에서는 손 인식 알고리즘 중 가위 바위 보를 인식하는 알고리즘을 소개했다. 영상을 받아서 스캔 필터를 이용하여 손 영역을 추출하고, 이 이미지에서 노이즈를 제거하고 영역을 구분했다. 그리고 손의 특징점을 추출하고, 굴곡을 이용한 분석을 통해 손의 모양을 인식했다. 그리고 사람과 로봇이 가위 바위 보 게임을 하기 위하여 기어 구조 기반의 로봇 손을 설계 및 구현했다. 기존의 와이어 동력 전달 방식 대신 작은 손을 설계하기 위하여 기어 구조를 기반으로 설계하였다. 그리고 세 개의 모터를 사용한 하나의 엄지 손가락과 두 개의 모터를 사용한 세 개의 나머지 손가락 등 모두 네 개의 손가락을 이용하여 손을 구현하였다. 손가락은 독립적으로 구동될 수 있기 때문에 가위 바위 보를 표현할 수 있었다. 그리고 두 시스템을 통합하기 위하여 Heterogeneous Reconfigurable Modular Architecture를 기반으로 시스템을 구현하였다. 이 시스템과 음성 인식 시스템을 통합하여 사람과 로봇이 가위 바위 보 게임을 할 수 있었으며, 로봇은 영상 인식을 통해 로봇이 이겼는지 졌는지를 판단할 수 있다. 앞으로 세 가지 손 모양 인식이 아닌 수화 인식 알고리즘을 연구할 계획이다.

[참 고 문 헌]

[1] Bronstein, A.M., Bronstein, M.M., and Kimmel, R., "Rock, Paper, and Scissors: extrinsic vs. intrinsic similarity of non-rigid shapes," IEEE 11th International Conference on Computer Vision, pp. 1-6, 2007.
 [2] Hasuda, Y., Tshibashi, S., Kozuka, H., Okano, H., and Ishikawa, J., "A robot designed to play the game "Rock, Paper, Scissors"", IEEE International Symposium on Industrial Electronics, pp. 2065-2070, 2007.
 [3] Lae Kyoung Lee, Sungshin Kim, Young-Kiu Choi, and Man Hyung Lee, "Recognition of hand gesture to human-computer interaction," 26th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, vol. 3, pp. 2117-2122, 2000.
 [4] Ho Seok Ahn, Young Min Beak, In-Kyu Sa, Woo Sung Kang, Jin Hee Na, and Jin Young Choi, "Design of Reconfigurable Heterogeneous Modular Architecture for Service Robots," In Proceedings of the 2008 IEEE /RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2008), pp.1313-1318, 2008.