

## 로봇 분야에서의 깊이 카메라 활용 예

글 \_이주형 \_ETRI 로봇/인지시스템연구부 \_joohaeng@etri.re.kr

### 1. 들어가는 글

마이크로소프트에서 개발한 키넥트(Kinect)는 Xbox 게임 콘솔을 위한 동작 기반 사용자 인터페이스 장치이다 [1,2]. 닌텐도 Wii에서 Wii Remote라는 작은 장치를 손에 들고 동작 기반 게임을 했던 것과는 달리, 마이크로소프트는 키넥트를 통해 맨손으로 더 나아가 온몸으로 게임을 조정하는 새로운 인터페이스를 개발하였다. 이 장치는 단 기간에 최고의 판매 대수를 올린 가전기기로 기네스 세계기록을 세우기도 하였다.

키넥트는 이스라엘의 프라임센스(PrimeSense)의 적외선 깊이 카메라 기술에 기반하고 있다 [3]. 키넥트

는 적외선 패턴을 물체에 투영하고 적외선 센서로 패턴을 측정하여 깊이 정보를 획득한다. 일반 카메라를 사용하는 것에 비해 주변광(ambient light)에 간섭이 없고, 밤에도 사용가능한 장점이 있다. 일반 RGB 카메라도 함께 장착하고 있기 때문에, 특정 픽셀에서의 깊이 정보를 계산하는데, 최종적으로 RGBD 4채널 데이터를 제공하게 된다. 이를 이용하여 별도의 동작 인식 기술을 통해 사용자의 자세를 인식하게 된다. 동작 인식 기반 게임 및 소프트웨어는 마이크로소프트의 자회사인 레어(Rare)의 기술에 기반하고 있다 [4]. 키넥트에 대한 자세한 기술적 원리는 본고에서는 다루지

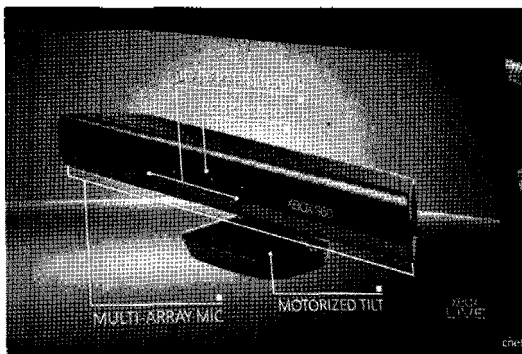


그림 1. 마이크로소프트 키넥트 장치



그림 2. 마이크로소프트 키넥트를 활용한 동작 기반 게임의 예

않는다.

키넥트는 무엇보다 가격 경쟁력이 우수하여 원래의 목적외로 연구자들에게 폭발적인 인기를 끌고 있는 점이 흥미롭다. 연구를 위해 기존에 사용되던 레이저 센서는 정밀도가 높은 대신 매우 고가로, 주로 3차원 볼체나 환경의 정밀 측정 등의 제한적 범위에서 사용되었다. 최근까지는 키넥트를 구동하는 소프트웨어가 마이크로소프트에서 공개되지 않아서 연구자들은 주로 OpenKinect, OpenNI, PCL과 같은 오픈소스를 사용하고 있다[5,6,7].

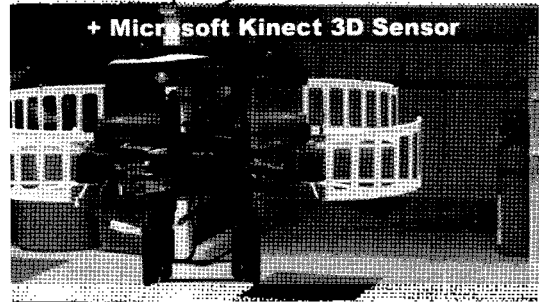
깊이 정보 및 3차원 영상 획득이 중요한 로봇 분야에서 키넥트가 기존의 센서들을 대체하며 빠르게 채택이 되고 있다. 본고에서는 최근에 IEEE의 로봇 전문 블로그[8]에 제시된, 로봇과 키넥트를 결합한 10개의 흥미로운 프로젝트를 소개하노록 한다. 각 프로젝트에 대한 홈페이지와 YouTube 동영상은 출처[8]를 통해서 접속해 보길 권한다.

## 2. 로봇과 키넥트의 결합

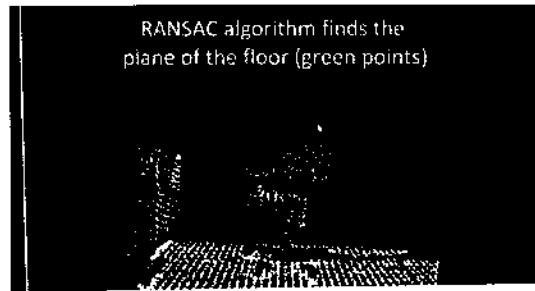
### 2.1 Kinect Quadrotor

버클리 EECS Hybrid Systems Lab에서 연구하고 있는 이 사운 헬리콥터는 상단에 키넥트를 부착하여, 운항중에 실시간으로 3차원 지도를 만들면서, 자율 비행과 충돌 회피를 할 수 있도록 하였다.

시스템적으로는, 키넥트의 센서 데이터를 ROS PCL을 통해 처리하고 RANSAC 알고리즘을 통해 환경을 재구성하도록 하였고, 이를 기반으로 높이를 제어하게 된다. 그외 VICON 보션 캡처 시스템을 이용하여 좌우 이동 및 회전에 필요한 정보를 얻게 된다. 계산과 정은 본체에서 모두 처리된다. 본체는 인텔 아톰 프로세서를 탑재하고 리눅스로 구동된다. 이 프로젝트는 Willow Garage에서 주최한 ROS 3D Contest에 발표되었고, 소프트웨어 프레임워크는 오픈소스로 제공되고 있다.



(a) 키넥트를 장착한 4륜 헬리콥터



(b) 키넥트로 획득한 포인트클라우드로부터 환경 구성



(c) 충돌 회피의 예

그림 3. Quadrotor

### 2.2 Hands-Free Roomba

뽀바는 상업적으로 가장 성공한 로봇 청소기이다. 로봇 청소기는 자율적으로 공간을 청소하게 되는데, 사용자와의 상호작용이 단절되어 있다. 하지만, 이 프로젝트에서는 사용자의 동작으로 뽀바의 동작을 제어하는 시도를 보여주고 있다. 사용자가 손잡이가 달린 일반 진공청소기를 다루듯이 제스처를 하면, 이에 따라 뽀바가 이동하게 된다. 이런 상호작용을 통해 뽀바



그림 4. 키넥트를 이용한 동작기반 로봇 청소기 제어

에서 청소 공간을 지정할 수 있게 된다.

시스템적으로는, 환경내의 컴퓨터에 장착된 키넥트가 사용자의 동작을 인식한다. 이렇게 분석된 정보는 룸바의 이동을 제어하는 신호로 변환되어 블루투스 무선통신을 통해 룸바에 전달된다.

### 2.3 iRobot AVA

iRobot의 아바(AVA) 프로젝트는 두 개의 깊이 카메라(프라이믹센스)를 동시에 사용하고 있는 예를 보여 준다. 아바는 텔리프레즌스 로봇의 개념인데, 각종 센서(깊이 카메라, 레이저, 초음파, 관성, 범프)를 이용하여 자율 주행이 가능하다. 상단에는 팬-틸트 모터위에 테블릿 피씨(Apple iPad)가 장착되어 있다. 테블릿 피씨에는 카메라, 터치센서가 작동하고, 다양한 응용이 구동된다. 바로 밑에는 첫번째 키넥트가 사람과 동작을 인식하는데 사용된다. 중간부에는 자동/수동으로 높이 조절이 가능한 바(bar)가 장착되어 있다. 하단부에는 구동장치 및 센서 데이터를 처리하는 컴퓨터가 장착되어 있다. 하단부의 키넥트는 충돌 회피 등을 위해서 사용된다.

아바는 텔리프리센스와 관련되어 회의, 의료, 러닝, 제조 현장, 보안, 키오스크 접견 등 폭 넓은 응용을 목표로 하고 있다.

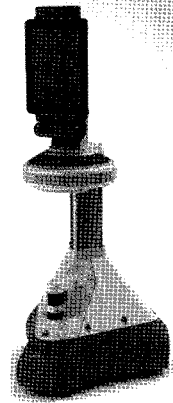


그림 5. iRobot AVA 및 활용 개념

### 2.4 Bilibot

키넥트는 기존의 저가형 로봇에서 상상할 수 없는 수준의 비전기술을 가능하게 하고 있다. 빌리봇(Bilibot)은 iRobot Create 플랫폼을 기반으로 하고 있으며, 약 \$650 정도의 가격으로 기본적인 모바일 로봇의 기

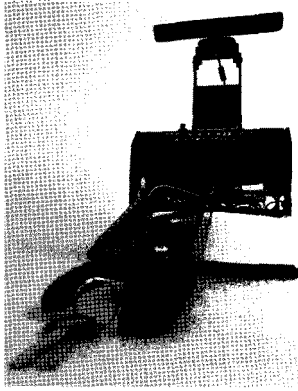


그림 6. 빌리봇

능을 제공한다. 또한 팔(BiliArm)의 장착도 가능하다. 이 로봇 플랫폼에서의 키넥트의 활용은 다른 예에서와 유사하다.

### 2.5 Gesture Surgery

미국 NSF ERC인 CISST(Computer-Integrated Surgical Systems and Technology)에서 수행중인 이 프로젝트에서는 키넥트로 사용자의 동작을 입력받아 수술 로봇 다빈치를 제어하는 예를 보여주고 있다. 당장 키넥트를 실제 수술에 적용할 수 있는 수준은 아니지만, 미래 연구로서 의미가 있다고 본다. 데모에서는 사용자가 두 팔의 제스처를 이용하여 다빈치 로봇의 자세를 제어하는데, 수술비늘로 봉합하고, 집게로 작은 물체를 잡는 등의 미세한 동작 제어가 가능함을 보여주고 있다.

### 2.6 PR2 Teleoperation

구글의 로봇 분야 투자회사인 Willow Garage의 PR2 로봇 플랫폼은 이미 자체적인 깊이 카메라를 장착하고 있지만, 이 프로젝트에서는 별도로 키넥트를 장착하여 원격조작(Teleoperation)의 예를 보여주고 있다. 특히, 이 프로젝트에는 Willow Garage의 ROS (운영

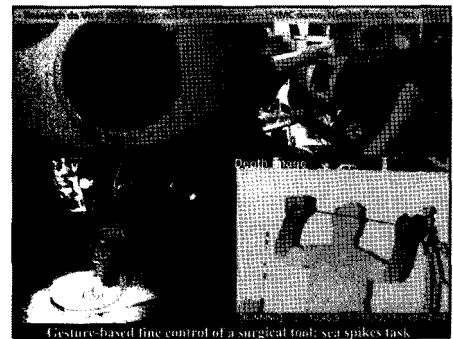
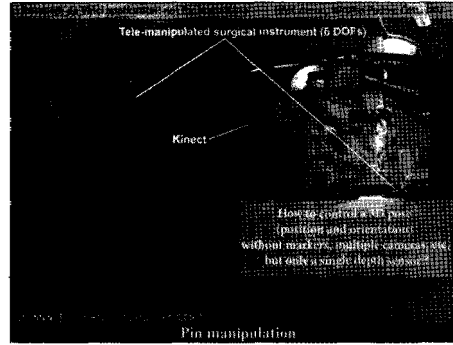


그림 7. 동작으로 다빈치 수술 로봇을 제어하는 예

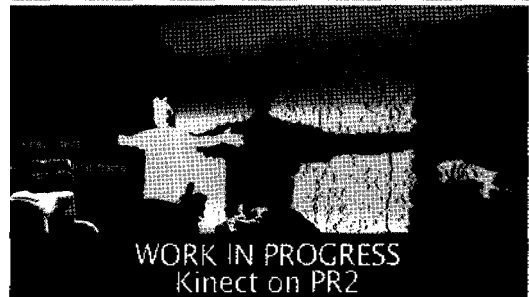
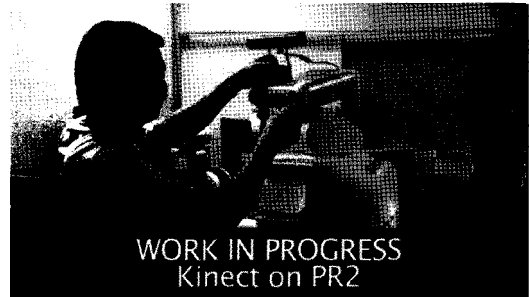


그림 8. 동작으로 PR2 로봇을 제어하는 예

체제)에 OpenKinect를 통합한 결과의 예이다.

이 프로젝트의 데모에서는 두개의 키넥트를 사용하여 사용자의 동작을 인식하고, 이를 이용하여 PR2가 원격지에서 물건을 잡을 수 있는 것을 보여주고 있다.

### 2.7 Nao Banana Cut

알데바란(Aldebaran)의 나오(Nao) 로봇 플랫폼은 휴머노이드 형태로 연구 및 교육용으로 인기가 높다. 이 프로젝트에서는 키넥트와 닌텐도 위모트(Wiimote)를 이용하여 원격제어 방식으로 나오 로봇이 바나나를 자르고 껍질을 벗기는 예를 보여준다. 다빈치 수술 로봇의 예에 비하면 정밀도는 매우 낮지만, 흥미로운 상호작용의 가능성을 보여주고 있다. 데모에서 전체적인 동작은 키넥트의 제스처 인식으로 칼을 집었다 놓는 등의 손가락 세부 동작은 위리모트의 단추로 처리되고 있다.

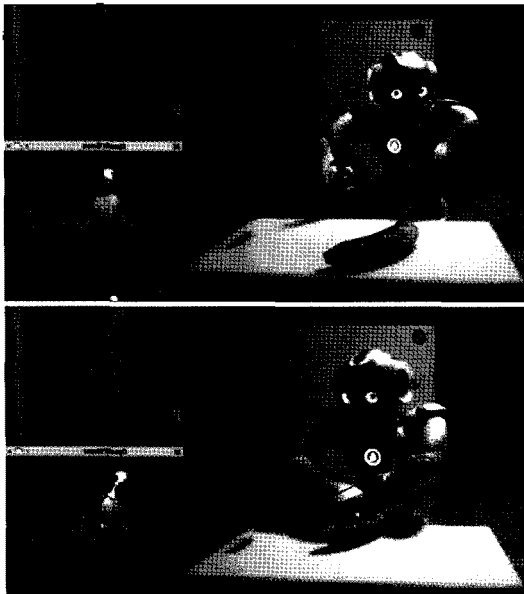


그림 9. 사용자의 동작으로 나오 로봇을 원격제어하여 바나나를 자르는 예

### 2.8 Car Navigation

DARPA가 주최한 Grand Challenge에 참가한 무인 자동차들은 최첨단의 센서들로 중무장 하였지만, 이 프로젝트에서와 같은 작은 환경에서는 키넥트 만으로도 무인주행이 가능한 것 같다. 독일의 뮌헨 대학에서 수행중인 이 프로젝트에서 키넥트는 환경과 장애물을 인식하는 센서로 사용되었고, 환경 정보에 대해서 reactive navigation 기법으로 주행 경로를 생성하였다.

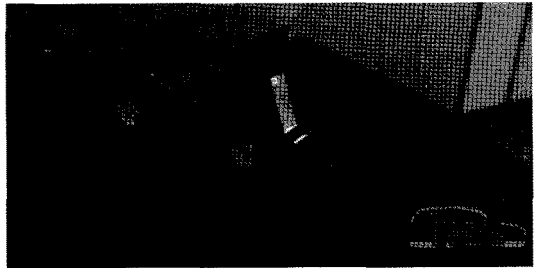


그림 10. 키넥트를 장착한 미니 자율주행 로봇

### 2.9 Delta Robot

델타 로봇은 세 개의 로봇 팔이 한 개의 작용점(end-effector)에 연결되어 있는 특징을 갖는 독특한 구조의 로봇이다. 이 프로젝트에서는 사용자는 한 손의 동작으로 로봇의 위치, 회전, 잡는 동작을 제어하고 있고, 여기에 키넥트 센서가 사용되고 있다.



그림 11. 동작으로 제어하는 델타 로봇

## 2.10 3D Object Scanning

많은 로봇 프로젝트에서 키넥트를 이용하여 3차원 환경 정보를 획득하고 있는데, 이 프로젝트에서는 키넥트를 ABB4400 로봇팔에 장착하여 높은 정밀도의 3차원 스캐너로 활용하는 예를 보여준다. 로봇의 동작은 Robot Studio와 Robot Master를 통해 생성되었고, RAPID 코드를 로봇에 전송하여 동작을 제어하였다. 각 위치에서 키넥트로 획득한 포인트 클라우드 데이터는 실시간에 정합된다. 정합된 데이터는 고해상도를 갖게 된다.

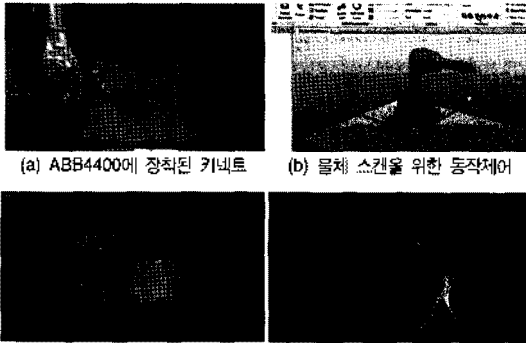


그림 12. 키넥트와 로봇팔을 활용한 정밀 3차원 스캔

## 3. 맺음말

이상에서 로봇 분야에서 깊이 카메라를 적용한 다양한 예들을 살펴 보았다. 본고에서 소개된 것 외에도 국내외의 적용 사례는 무척 많을 것으로 생각되며, 향후 더 증가할 것으로 예상된다.

특히, 마이크로소프트가 공식적으로 키넥트를 구동하는 소프트웨어 개발도구까지 지원하게 되었으며, 하드웨어 원천기술을 보유한 프라임센스가 아수스(Asus)와 공동으로 게임 장치가 아닌 컴퓨터용 전용 센서를 출시할 예정이어서, 다양한 분야에서의 응용 개발은 더욱 가속화될 전망이다.

## 참고문헌

1. 위키피디아, <http://en.wikipedia.org/wiki/Kinect>
2. 키넥트 홈페이지, <http://www.xbox.com:80/en-US/kinect/>
3. 프라임센스, <http://www.primesens.com/>
4. 레어, <http://www.rare.net/>
5. OpenKinect, <http://openkinect.org/>
6. OpenNi, <http://www.openni.org/>
7. PCL, <http://www.ros.org/wiki/pcl>
8. Evan, Ackeman, "Top 10 Robotic Kinect Hacks," IEEE Spectrum. 2011년 3월. <http://goo.gl/SegoJ> (2011년 6월20일 접속.)