

## IoMTW 에서의 웨어러블 응용을 위한 손 제스처 검출 및 인식

양안나, 홍정훈, 강 한, \*천승문, 김재곤  
항공대학교, \*인시그널

nayang@kau.kr, [\\*smchun@insignal.co.kr](mailto:*smchun@insignal.co.kr), [jgkim@kau.ac.kr](mailto:jgkim@kau.ac.kr)

### Detection of Hand Gesture and its Recognition for Wearable Applications in IoMTW

Anna Yang, Jeong Hun Hong, Han Kang, Sungmoon Chun, and Jae-Gon Kim  
Korea Aerospace University, \*Insignal

#### 요 약

손 제스처는 스마트 글라스 등 웨어러블 기기의 NUI(Natural User Interface)를 구현하기 위한 수단으로 각광받고 있다. 최근 MPEG 에서는 IoT(Internet of Things) 및 웨어러블 환경에서의 미디어 소비를 지원하기 위한 IoMTW(Internet of Media-Things and Wearables) 표준화를 진행하고 있다. 본 논문에서는 손 제스처를 웨어러블 기기의 NUI 로 사용하여 웨어러블 기기 제어 및 미디어 소비를 제어하기 위한 손 제스처 검출과 인식 기법을 제시한다. 제시된 기법은 스테레오 영상으로부터 깊이 정보와 색 정보를 이용하여 손 윤곽선을 검출하여 이를 베지어(Bezier) 곡선으로 표현하고, 표현된 손 윤곽선으로부터 손가락 수 등의 특징을 바탕으로 제스처를 인식한다.

#### 1. 서론

최근 MPEG 에서는 IoT(Internet of Thing) 및 웨어러블 환경에서의 미디어 소비를 위한 표준으로 IoMTW(Internet of Media-Things and Wearables)의 표준화를 사전 작업을 진행하고 있다[1]. IoMTW 는 IoT 및 웨어러블 응용을 위한 표준 기술로 API(Application Programming Interface) 및 인터페이스 데이터를 서술하기 위한 메타데이터 등을 포함하고 있다. 손 제스처는 스마트 글라스 등의 웨어러블 기기의 NUI(Natural User Interface)로 각광받고 있으며, 손 제스처의 효율적인 검출 및 인식 기능이 요구된다[2].

본 논문에서는 웨어러블 기기의 제어 및 미디어 소비 제어를 위한 손 제스처 검출 및 인식 기법을 제시한다. 제시된 기법은 스테레오 영상으로부터 깊이 정보와 색 정보를 이용하여 손 윤곽선을 검출하여 이를 베지어(Bezier) 곡선으로 표현하고, 표현된 손 윤곽선으로부터 손가락 수 등의 특징을 바탕으로 제스처를 인식한다.

본 논문에서는 제 2 장에서는 제스처 기반 웨어러블 응용시나리오를 제시하고 제 3 장에서는 제스처 검출 및 검출된 제스처를 베지어(Bezier) 곡선으로 표현하는 기법을 제시한다. 제 4 장에서는 베지어(Bezier) 곡선으로 표현된 제스처를 이용하여 손 제스처 인식하는 기법을 제시하고 5 장에서는 본 논문의 결론을 제시한다.

#### 2. 제스처 기반 웨어러블 응용 시나리오

IoMTW 에서는 그림 1 과 같은 제스처 기반의 스마트 글라스 응용을 유즈 케이스(use case)의 하나로 고려하고 있다[2]. 스마트 글라스에서 손 제스처는 양손을 작업 등에 자유롭게 사용할 수 있도록 해주는 중요한 사용자 인터페이스로 부각되고 있다[3]. 사용자가 스마트 글라스 등의 웨어러블 기기에서 미디어 소비를 위한 응용 어플리케이션을 효율적으로 제어하기 위해서는 손 제스처 인식 기능이 IoMTW 플랫폼에서 사용될 수 있어야 한다.

IoMTW 는 그림 1 과 같이 사용자(user), IoMT, 처리기(Processing Unit: PU)으로 구성되며, 사용자는 손 모양과 움직임 경로의 손 제스처를 이용하여 웨어러블 기기를 제어하고 웨어러블 기기를 통하여 다양한 미디어 소비를 즐긴다. 이를 위한 제스처 기반의 사용자 명령을 웨어러블 기기가 인식하기 위한 손 모양(contour)와 손 움직임 경로(trajjectory) 검출 및 인식 기능을 포함한다.

스마트 글라스에 장착된 스테레오 카메라를 통하여 입력된 스테레오 영상은 PU 로 전달되어 손 제스처 검출 및 인식이 이루어진다. 본 논문에서는 제스처 검출과 제스처 인식이 별도의 PU 에서 수행되는 것을 가정한다. 이는 1) 검출된 손 모양 또는 움직임 경로가 주어진 응용에 따라서 다양한 형태의 제스처 명령으로 인식될 수 있는 경우와 2) PU 의 계산 성능이 검출과 인식을 모두 수행하기에 충분하지 않은 경우를 고려한 것이다 [4], [5].

손 제스처 인식 과정에서는 사용자의 손 제스처에 해당하는 명령을 생성한다. 명령은 주어진 응용에서 미리 정의되어 있다. 생성된 명령은 웨어러블 기기를 제어하거나 웨어러블 기기의 응용 SW 를 제어한다. 특히, 제스처 명령을 통하여 효과적인

인 미디어 소비를 기능을 제공한다.

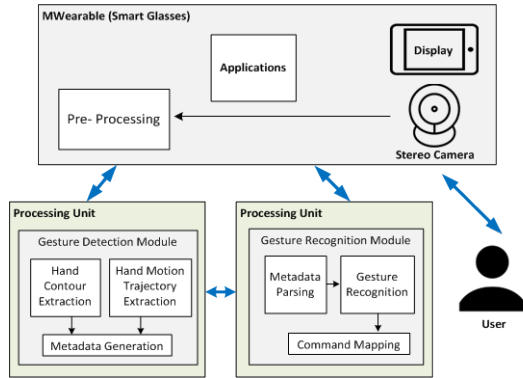


그림 1. 손 제스처 기반의 웨어러블 응용 시나리오

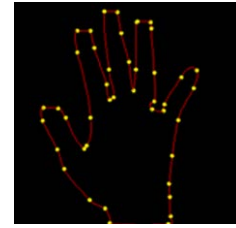


그림 3. Bezier 곡선을 이용한 손 윤곽선 표현

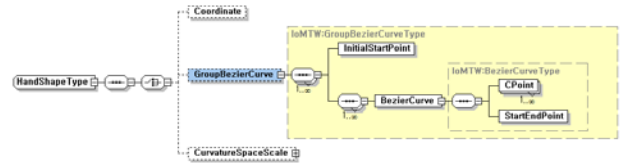


그림 4. 제스처의 메타데이터 형성 스키마

### 3. 손 제스처 검출 및 표현

손 제스처에 대한 메타데이터를 형성하기 위해서는 입력으로 들어온 RGB 영상으로부터 대표되는 손의 윤곽선을 찾아 베지어 곡선으로 표현해주어야 한다. 그림 2 와 같이 스테레오 카메라로 들어온 좌, 우 영상을 스테레오 매칭하여 깊이(Depth) 영상을 획득한 한다. 스마트 글라스의 특성상 사용자의 손은 카메라로부터 특정한 거리(30cm~50cm)에 떨어져 있다고 가정하고 깊이 영상으로부터 손 영역을 분리해낸다. 깊이 영상으로부터 얻은 손 영역에 대한 컬러 영상에 임계값을 적용하여 보다 정확한 손의 영역을 얻어내고 잡음 제거를 위해 모폴로지(Morphology)연산을 수행한다.

본 논문에서 손의 외곽선을 표현하기 위해 3 차 베지어 곡선을 사용한다. 베지어 곡선은 곡선 위에 점인 시작점과, 끝점 그리고 곡률을 조절하기 위한 조절점으로 이루어져있다. 조절점의 위치에 따라 베지어 곡선의 모양이 결정된다. 그림 3 은 베지어 곡선을 이용하여 손 윤곽선을 표현한 것이다. 에러에 대한 임계값을 설정하여 손의 윤곽선을 분할해 가면서 임계값 이하의 에러를 가지는 베지어 곡선들을 그리면 각 곡선의 시작점과 끝점, 조절점이 얻어진다. 연속된 베지어 곡선을 대표하는 점들을 이용하여 손 제스처 스키마[4]에 따라 메타데이터로 기술된다.

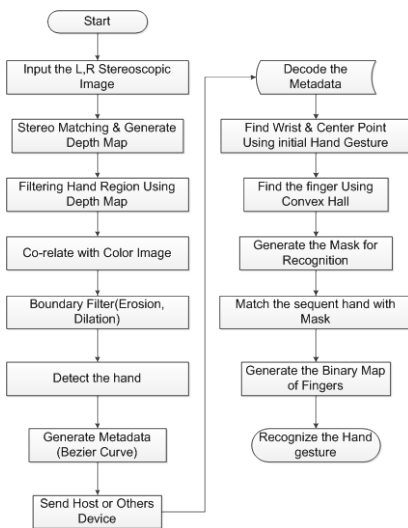


그림 2. 손 윤곽선 검출, 서술 및 인식을 위한 순서도

### 4. 손 제스처 인식

그림 5 와 같이 전송 받은 베지어 곡선을 이용하여 손 제스처를 인식하기 위해서는 마스크를 형성하기 위한 초기값으로써 최초로 손을 편 상태의 영상을 입력 받아야 한다. 손을 편 상태의 입력 영상을 토대로 마스크가 형성되면 마스크에 따라 각 손가락의 ‘ 접힘 ’, ‘ 펴짐 ’ 을 이진화 하여 나타낼 수 있다. 이진화 된 손가락의 움직임을 이용하여 손 자세와 손의 각도를 토대로 명령을 인식하고 수행한다.

우선, 복원된 손의 윤곽선에서 손의 중심점을 정확하게 찾기 위해서는 손목을 검출해야 할 필요성이 있다. 그림 5 과 같이, 팔에서 손의 방향으로 각 픽셀의 개수를 세면 대부분 손목을 지나 손이 시작되는 부분에서 픽셀의 개수가 증가하는 특징을 가지는데 이를 이용하여 픽셀의 수가 일정 간격에서 임계값 이상으로 증가하는 부분을 손목이라고 가정하여 손목을 분리한다. 손목을 분리한 손 영역에 대해서 중심점 좌표를 얻어낸다. 또, 그림 6 과 같이 컨벡스 홀을 이용하여 손 외곽을 잇는 다각형을 만든 후 일정 이상의 깊이를 가지는 defects 를 찾아 손가락 사이의 골짜기를 찾아 낸다.

찾아낸 골짜기의 점과 임의로 지정한 외곽 선분의 점과 연결하면, 각 손가락의 영역으로 나뉘게 된다. 이때, 임계값 이상의 픽셀이 나누어진 영역 내에서 검출될 경우 손가락이 퍼진 것으로 간주하고 ‘ 펴짐 ’ 으로 나타낸다.

이렇게 ‘ 펴짐 ’, ‘ 접힘 ’ 에 따라 ‘ 1 ’ 과 ‘ 0 ’ 의 이진화된 정보가 형성되고, 미리 정의된 값에 따라 손의 자세에 맞는 명령을 수행하게 된다.

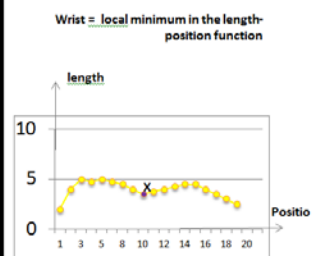
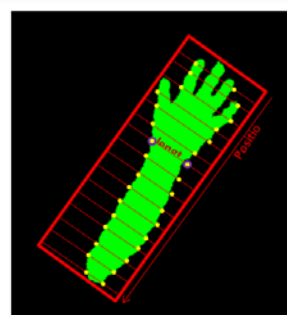


그림 5. 손목 검출 방법

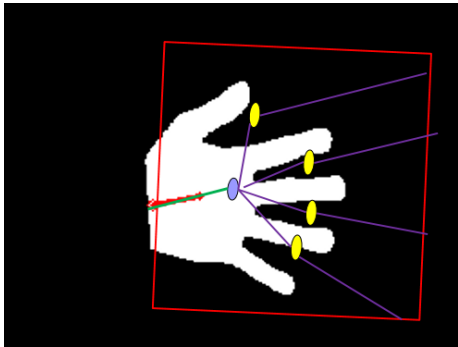


그림 6. 손 마스크 생성

## 5. 결론

본 논문은 IoMTW 에서 제스처 기반의 스마트 글라스 응용을 위한 손 제스처검출과 Bezier 곡선을 이용한 손 윤곽선을 표현하고 인식하는 기법 제시하였다. 실험결과를 통하여 제시된 기법이 손 제스처를 효과적으로 인식하고 표현함으로써 스마트 글라스 등의 웨어러블 응용에 활용될 수 있음을 확인하였다. 추가적으로 손가락의 접힘 정도에 따른 손 제스처의 인식 및 손의 움직임에 따른 명령을 인식하기 위한 알고리즘의 개발을 진행할 예정이다.

## 참 고 문 헌

- [1] “ Draft Call for Proposals on Media Things and Wearables (IoMTW),” ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N16347, Geneva, Swiss, June 2016.
- [2] M. Mitrea, S.-K. Kim, S. Chun “ Use cases for Internet of Media-Things and Wearables,” ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N16345, Geneva, Swiss, June 2016.
- [3] 천승문, "웨어러블(Wearable) MPEG 국제표준기술: 멀티미디어 통신과 제스처 인식", 방송과 미디어, 제20권, 제 2호, 2015년 4월.
- [4] 양안나, 박도현, 천승문, 김재근, “ IoMTW에서의 웨어러블 응용을 위한 손 제스처 검출 및 서술,” 2016년 한국방송/미디어공학회 하계학술대회, 제주, 2016년 7월.
- [5] A. Yang, S. Chun, H. Ko, and J. G. Kim, “ Hand Gesture Description for Wearable Applications in IoMTW,” ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 m38526, Geneva, CH, May 2016.