

깊이 영상으로 사용자 키 검출 및 동작감지를 사용한 캐릭터 플로팅 홀로그램

(Character Floating Hologram using Detection of User's Height and Motion by Depth Image)

오 규 진¹⁾, 한 대 현²⁾, 권 순 각^{3)*}

(Oh KyooJin, Han DaeHyun, and Kwon SoonKak)

요 약 컴퓨터와 영상기술의 발달로 디지털 미디어의 제공방법이 다양해지고 이에 관한 관심이 커짐에 따라 많은 콘텐츠가 제작되고 있다. 이 콘텐츠들은 카메라나 컨트롤러를 통해 인체의 움직임과 사용자 정보를 활용하기 위한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 사용자의 정보를 이용한 콘텐츠는 공공장소에서 다양한 사람들에게 노출되어 광고로 사용 될 수 있다. 본 논문에서 사용자의 키 정보와 움직임 정보를 사용하여 구현되는 캐릭터 플로팅 홀로그램 시스템을 제안한다. 시스템은 깊이 영상에서 사용자의 키와 움직임을 감지하고 이 정보를 토대로 캐릭터를 생성한다. 생성된 캐릭터는 플로팅 홀로그램 디바이스를 이용하여 표현된다. 이 시스템은 사용자 정보를 이용한 마케팅, 광고 및 전시에서 사용될 수 있다.

핵심주제어 : 깊이정보, 사용자 정보 추정, 실시간, 플로팅 홀로그램

Abstract With the development of computer and video technology, a lot of contents are being produced as digital media methods to provide are being diversified and the interest in digital media increases. Such contents are actively researched using human motion and user's information through camera or controller. Contents using user's information can be exposed to various people in public places and used as an advertisement. This paper proposes the character floating hologram system that is implemented using detection of user's height and motion. The proposed system detects user's height and motion from depth images and creates corresponding character from the detected data. Then it is represented using a floating hologram device. This system can be used for marketing, advertising and exhibition events using user information.

Key Words : Depth Information, User Data Detecting, Real-Time, Floating Hologram

* Corresponding Author : skkwon@deu.ac.kr

+ 이 논문은 2018년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지역신산업선도인력양성사업 성과임 (No. 2018043621).

Manuscript received June 15, 2018 / revised June 29, 2018 / accepted July 3, 2018

1) 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과, 제1저자

2) 동의대학교 전자공학과, 제2저자

3) 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과, 교신저자

1. 서론

컴퓨터와 영상기술의 발달로 디지털 미디어의 제공방법이 다양해지고 이에 관한 관심이 커짐에 따라 많은 콘텐츠가 제작되고 있다[1]. 최근 많은 관심을 받고 있는 기술은 가상현실, 증강현실, 홀로그램, 미디어 파사드 등이 있다. 이러한 기술들과 다양한 분야들의 협업 혹은 융합을 통해 새로운 만족과 재미를 제공하는 콘텐츠를 제작한다. 그중에서 카메라와 컨트롤러를 이용하여 인체의 움직임과 사용자의 정보를 콘텐츠에 사용하는 연구가 활발하게 이루어지고 있다[2]. 사용자의 정보를 이용하는 콘텐츠는 다양한 장소에서 사용되며 카메라를 사용하여 실시간으로 사용자의 나이, 성별, 키, 체형, 걸음걸이 등을 추정하고 이 정보에 맞는 콘텐츠를 제공한다. 주로 사람이 많이 다니는 장소나 상업공간에서 다양한 광고와 정보를 제공하는 매체인 디지털 사이니지로 사용된다. 디지털 사이니지는 네트워크를 통해 원격 제어가 가능한 디지털 디스플레이를 공공장소나 상업공간에 설치하여 정보, 엔터테인먼트, 광고 등을 제공하는 디지털 미디어를 뜻하는데 단순한 디지털 정보를 보여주는 디지털 정보 디스플레이가 아니라 다양한 IT 및 콘텐츠 관련 기술과 융합되어 양방향 커뮤니케이션이 가능한 정보매체이다[3].

다양한 장소와 환경에서 콘텐츠를 제공하는 디지털 사이니지는 더욱 효과를 증진시키기 위하여 터치스크린이나 특수한 기능을 가진 하드웨어 디바이스를 사용하여 사용자가 직접 체험하면서 정보를 얻어갈 수 있도록 한다. 기존 디지털 사이니지의 연구는 양방향 커뮤니케이션을 위해 마이크로소프트사의 키넥트를 사용하여 제스처 인식과 움직임 인식을 중심으로 진행되었다.

본 논문에서는 깊이 영상을 통해 사용자의 키를 추정하고 이 정보를 사용하여 캐릭터를 만들어 사용자의 움직임을 사용하는 콘텐츠를 제안한다. 디스플레이는 사용자의 관심을 증가시키기 위하여 플로팅 방식의 홀로그램을 사용한다. 깊이 정보는 마이크로소프트사의 키넥트 기기를 사용하며 실시간으로 캐릭터를 만들고 키와 움직임을 연결시키기 위하여 언리얼 엔진을 사용한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 관련연구를 소개하고, 제 3장에서는 플로팅 홀로그램 시스템의 구성과 구현을 설명한다. 제 4장에서는 구현결과와 실험결과를 설명하고 제 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 키넥트 깊이 카메라

본 논문에서는 키 검출과 사용자의 동작 정보를 추정하기 위하여 깊이 영상을 사용한다. 깊이 영상을 촬영하는 기계로 적외선 센서와 RGB카메라를 포함하고 있는 마이크로소프트사의 키넥트를 선택하였다. 키넥트는 v2를 사용하는데 Table 1과 같이 깊이영상의 해상도가 512*424로 v1보다 높으며, 관절을 인식하는 범위가 25로 넓어져 움직임 추정을 더 정확하게 위하여 사용된다. 키넥트는 원래 게임에서 사용하는 기기로서 카메라의 활동 범위 내에서 플레이어의 움직임을 파악하는데 사용된다. 키넥트는 Fig. 1에서 구성요소를 볼 수 있다. RGB카메라의 색상 센서, IR Emitter, IR Depth Sensor, 4개의 Microphone array와 센서를 상하로 움직일 수 있도록 Tilt 모터로 구성된다. 키넥트의 카메라와 적외선 센서를 사용하여 영상내의 사용자 관절정보를 분석하고 인체의 움직임을 인식할 수 있다. 인체의 움직임은 디지털필터링을 통한 화상 정보로 처리되고 키넥트의 제스처 인식 알고리즘을 통해 선행데이터로 처리가 된다. Fig. 2는 처리된 데이터로 얻을 수 있는 관절 정보를 나타낸다.

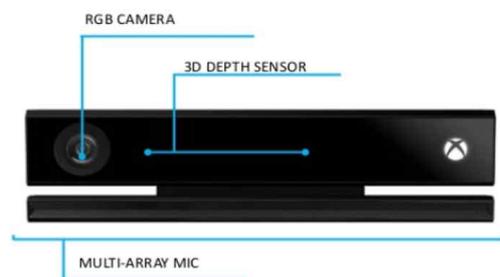


Fig. 1 Kinect V2 Components

Table 1 Kinect v1 and v2 Specification

Color	Resolu tion	Kinect v1 640*480	Kinect v2 1920*1080
	fps	30fps	30fps*3
Depth	Resolu tion	320*240	512*424
	fps	30fps	30fps
Player		6 people	6 people
Skeleton		2 people	6 people
Joints		20 joint/person	25 joint/person
Hand state		Developer Toolkit	SDK
Range of Depth		0.8 ~ 4.0m (Near mod 0.4m ~) (Extended depth ~ 10m)	0.5 ~ 0.8m
Range of Detection		0.8 ~ 4.0m (Near Mode 0.4 ~ 3.0m)	0.5 ~ 4.5m
Depth Angle	Horizo ntal	57°	70°
	Vertic al	43°	60°

와 같은 다양한 하드웨어와의 연결을 지원한다. 언리얼 엔진의 장점은 하나의 프로젝트로 다양한 플랫폼 어플리케이션으로 빌드가 가능하며, Window환경에서 구현하고 mac OS, Android 및 웹 환경의 제공이 가능하다. 활성화된 커뮤니티와 에셋 스토어를 통해 신속한 피드백 및 빠른 문제해결을 할 수 있다.

2.3 플로팅 홀로그램

홀로그래피는 빛에 의해 파동의 간섭현상을 이용하여 물체의 3차원 정보를 기록하고 재생하는 광학 기술이다[4]. 동일한 파장과 강도를 가진 두 광원의 빛이 결합되면 더 밝은 빛을 만들어내면서 홀로그램으로 보이는 것이다. 3D 홀로그램은 홀로그래피를 사용하여 360도 방향으로 볼 수 있는 3차원 이미지를 만드는 기술이다. 홀로그램은 현실감 넘치는 3D 감각을 제공하여 현실감과 몰입을 향상시킬 수 있는 장점이 있다. 그러나 3D 홀로그램을 상용화하기까지 5~10년 정도의 개발 시간이 소요될 것으로 예상되므로 유사 홀로그램 방법을 사용하여 콘텐츠를 제공한다[5].

최초의 유사 홀로그램은 1862년 영국의 발명가인 Henry Dirks가 발명한 페퍼의 유령이다[5]. 무대 아래의 어두운 방에서 피사체에 밝은 빛을 투사하여 피사체의 이미지를 45도로 기울어진 거울에 반사한다. 반사된 피사체는 무대 위의 반투명한 유리판에 투영됨으로써 무대 밖의 관객의 눈에는 어두운 배경과 반투명한 유리판의 이미지가 겹쳐지면서 허공에 유령이 떠있는 것처럼 보이게 된다. 이러한 현상이 현재의 유사 홀로그램의 원형이 되었다.

본 논문에서는 유사 홀로그램 중 플로팅 홀로그램 방식을 사용한다. 유사 홀로그램은 완전한 3D 입체영상을 보여주지는 못하지만 평면에 2차원 영상을 투영한다[6]. 플로팅 홀로그램은 1개의 필름을 사용하는 방법과 4개의 필름을 사용하는 피라미드형 방법이 있다. 피라미드 홀로그램은 1개의 필름을 사용하는 홀로그램의 응용버전이라고 볼 수 있다. 4개의 필름을 이용하여 물체의 전, 후, 좌, 우에 해당하는 영상을 볼 수 있다. 1개의 필름을 사용하는 홀로그램과 달리 피라미드

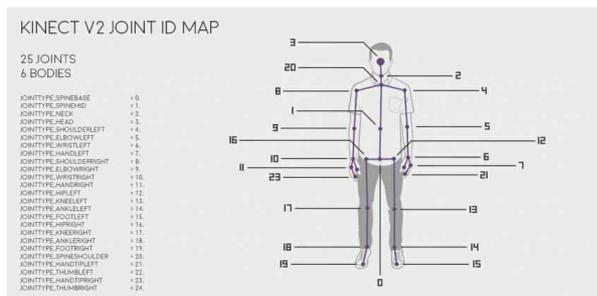


Fig. 2 Kinect v2 Joint Data Map

2.2 언리얼 엔진

본 논문에서 개발도구로 언리얼 엔진을 사용한다. 언리얼 엔진은 게임 및 콘텐츠 제작을 위한 통합 개발 도구이며 편리한 작업 환경을 제공하고 가상현실, 립모션, 키넥트 및 게임 컨트롤러

형 홀로그램은 투명한 피라미드 안에 3D 물체가 실제로 들어가 있는 것과 같은 느낌을 제공할 수 있다[7]. 유사 홀로그램은 다양한 디바이스와 소프트웨어를 활용하여 투영되는 영상과 현실이 상호작용 할 수 있다. Fig. 3은 광고 등에서 사용되는 피라미드 홀로그램 제품이다.

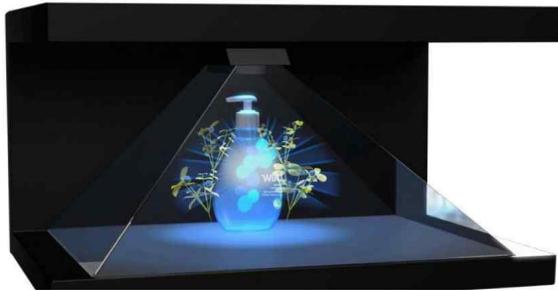


Fig. 3 Pyramid Hologram for Advertising

3. 캐릭터 플로팅 홀로그램 시스템

3.1 시스템 구성

본 논문은 깊이 카메라 앞에 서있는 사용자의 키와 움직임을 언리얼 엔진을 통해 캐릭터 콘텐츠로 구현하는 시스템을 개발한다. Fig. 4는 캐릭터 플로팅 홀로그램 시스템의 전체 구성도이다. 크게 키넥트의 이미지 처리, 언리얼 엔진을 이용하여 키와 움직임을 추정하고 실시간으로 캐릭터에 데이터를 맵핑 처리, 디바이스를 사용하여 출력하는 부분으로 나누어져있다.

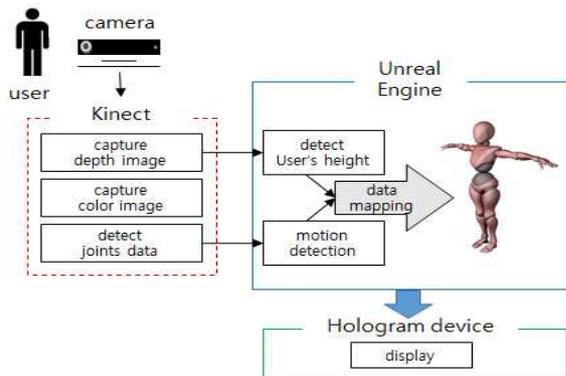


Fig. 4 Floating Hologram System Configuration

3.2 키 추정 방법

본 논문에서 키 추정 방법으로 깊이 정보를 이용한 키 추정 방법[10]을 사용한다. 정면에서 키를 추정하는 방법으로 키넥트를 바닥으로부터 120cm 높이에 바닥과 수평하게 설치하여 사용자를 촬영한다. 먼저 배경과 객체를 구분하기 위해서 배경 깊이 영상을 촬영하여 100프레임 축적하고 각 화소의 최솟값을 배경영상으로 사용한다. 여기서 일정 크기 이상의 객체가 인식되면 사람 객체로 가정한다. Fig. 5는 차 영상과 이진화된 영상을 나타낸다. 이때 Fig. 5 (b)와 같이 이진화된 영상에서 발 주변의 바닥이 객체로 이진화되는 문제가 발생한다. 이를 제거하고 정확한 이진화 영상을 얻기 위해 차 영상의 깊이 차가 100mm이하인 화소는 이진화 과정에서 제외를 하였다.



(a)



(b)



(c)

Fig. 5 Difference Image and Binary Image: (a) Difference Image, (b) Binary Image, and (c) Improved Binary Image

사람 객체에서 중심선을 찾기 위해 얼굴의 중심과 몸의 중심이 일치하므로, 얼굴의 중심을 찾는다. 먼저 얼굴의 중심을 찾기 위한 y축 위치가 얼굴영역에 있도록 gap값을 결정한다. gap값을 25로 설정하고 (0, gap)위치에서 수평방향으로 탐색하여 배경 영역에서 객체 영역으로 바뀌는 점을 left, 객체 영역에서 배경 영역으로 바뀌는 점을 right로 찾고 두 점의 중심을 중심점 mid로 한다. 머리카락 영역은 잡음이 많이 발생하여 정수리는 머리끝에서 수직방향 아래로 3만큼 아래에 위치한 (mid, 3)화소로 보정한다. 발바닥은 객체 중심선을 따라 아래로 수직 방향 끝에 해당하는 화소로 한다. 정수리와 발바닥 화소 사이의 거리를 키라고 추정한다.

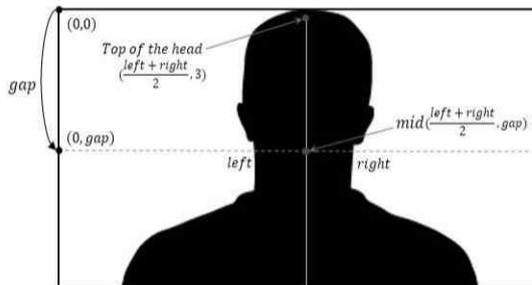


Fig. 6 Detection of Centerline and Top of Head

3.3 움직임 추정과 데이터 맵핑

움직임 추정 방법은 키넥트에서 제공하는 관절 정보를 이용한다. 각 관절의 회전 값과 위치 값을 캐릭터의 관절에 연결하여 사용한다. 키넥트의 관절 값이 변함에 따라 캐릭터의 움직임도 변하게 된다. 키넥트의 25개 관절 정보에서 21개의 정보를 맵핑시킨다. Fig. 7은 본 논문에서 사용된 관절 정보를 나타낸 것이다. Fig. 2의 관절 정보에서 먼저 0번 SPINEBASE(골반)부터 3번 HEAD(머리)까지 연결하여 몸의 중심과 상반신의 위치를 결정한다. 캐릭터의 상반신 부분을 먼저 연결한 다음 팔과 다리를 연결한다. 팔은 8번 SHOULDER(어깨), ELBOW(팔꿈치), WRIST(손목), HAND(손)의 순서로 연결한다. 다리는 HIP

(엉덩이), KNEE(무릎), ANKLE(발목), FOOT(발)의 순서로 연결한다. 각 관절 정보는 언리얼 엔진 내에서 Fig. 8과 같이 연결된다.

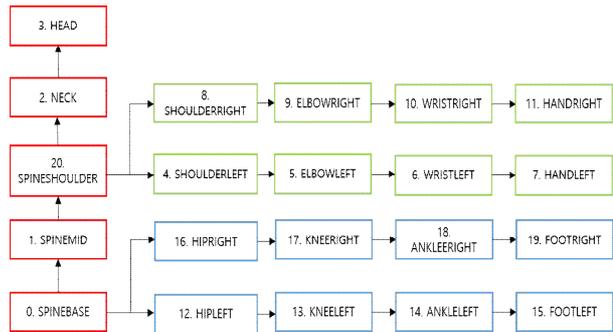


Fig. 7 Joint Connecting Section

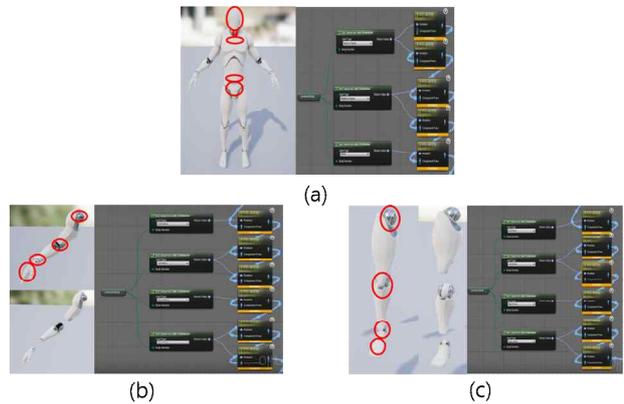


Fig. 8 Character Joints Mapping: (a) Spine Joints, (b) Arm Joints, and (c) Leg Joints

각 관절의 정보는 Roll, Pitch, Yaw로 나타낸다. 본 논문의 캐릭터는 실시간으로 실제 사용자의 움직임에 따라 변하기 때문에 실제 인체 관절의 한계 각도를 이용하여 정보를 보정하는 작업을 진행하였다. 보정 작업을 위해 Fig. 2의 번호가 낮은 관절의 정보가 (0, 0, 0)일 때 연결된 관절의 한계 각도를 정하여 값의 오차를 줄일 수 있도록 하였다. 어깨, 팔꿈치, 엉덩이, 무릎, 손목, 발목은 관절 각도의 오차가 크지 않지만 손목과 손, 발목과 발의 경우에는 각도의 변화가 크기 때문에 보정이 필수적으로 진행되어야 한다. 실제 사람이 빠르게 움직이거나 큰 동작을 할 때 손과 발의 각도 오차가 크게 발생한다. Fig. 9는

실제 움직임에 따라 캐릭터 팔의 오차가 발생할 때와 보정을 할 시에 각도 정보를 나타낸 것이다. 보정된 값은 팔목이 Roll값이 0, Pitch값이 0, Yaw값이 0일 때 손목은 Roll이 -30에서 30, Pitch가 -25에서 30, Yaw가 -40에서 40까지 한계 각도를 제한하여 정해진 각도를 벗어나지 못하도록 한다.

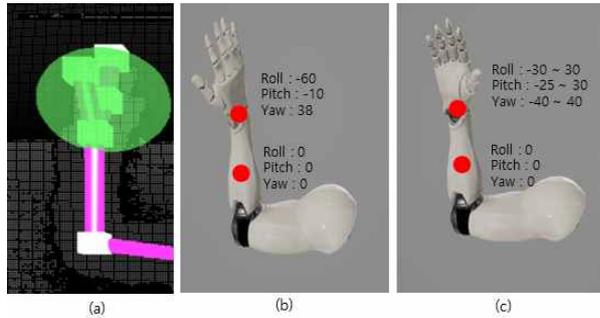


Fig. 9 Joints Data Correction: (a) Actual Joint Data, (b) Error Joint Data, and (c) Data Correction Value

Table 2는 관절 한계각도 보정을 적용한 뒤 캐릭터가 사용자의 움직임에 따라 잘 인식되는지를 표현한 것이다. 성능을 평가하기 위해 5명을 대상으로 정면, 후면, 왼쪽 측면, 우측 측면을 촬영하여 인식여부를 확인하였다. 수치는 1에서 5까지로 부드럽게 표현이 될 때를 5, 끊김이 있거나 인식이 느려지면 1로 정하였다. 정면과 후면의 경우 높은 인식률을 보였지만 양쪽 측면의 경우 몸과 팔, 다리가 겹치는 부분은 인식이 약해지는 것을 확인할 수 있다.

Table 2 Recognition Rate of Each Side according to Data Correction Value

Object	front side	back side	left side	right side
1	4	5	2	2
2	5	4	1	2
3	4	3	2	1
4	4	4	2	3
5	4	3	1	1

3.4 홀로그램 디바이스

본 논문의 시스템은 피라미드 형태의 플로팅 홀로그램 장치를 사용한다. 홀로그램 디바이스는 언리얼 엔진을 이용하여 만든 캐릭터 콘텐츠를 출력하는데 사용된다. 디바이스의 구성은 20inch 모니터 디스플레이와 4개의 투명한 필름과 전체를 이루는 프레임으로 구성된다. 4개의 투명한 필름은 영상을 투영하기 좋은 재료로 되어야 한다. 본 논문에서는 투명 아크릴을 사용한다. 필름에 해당하는 아크릴은 2T(2mm) 두께로 제작되었으며, 투영하는 영상이 굴절되지 않도록 아크릴의 두께는 3T 이하여야 한다. 모양은 피라미드 형태를 위하여 사다리꼴 형태로 재단을 한다. 크기는 밑면 300mm, 윗면 50mm, 높이 175mm이다. 디스플레이와 아크릴을 보호하고 지탱하기 위한 프레임은 천장, 바닥. 4개의 기둥과 영상을 뚜렷하게 보기 위한 검은 뒷면으로 구성된다. 4개의 기둥은 두께 20mm에 높이 175mm이다. Fig. 10은 아크릴 구성과 재단 디자인이다.

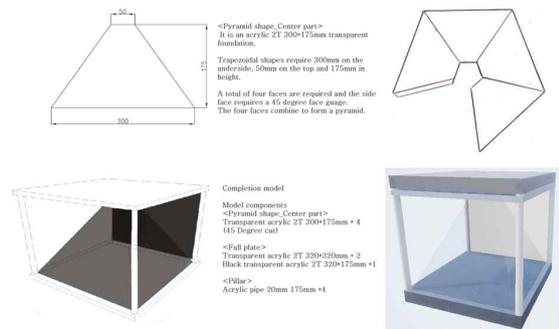


Fig. 10 Pyramid Hologram Design

4. 구현결과

이번 장에서는 제안한 방법의 구현결과에 대해서 정리한다. 실험에 사용한 마이크로소프트사의 Kinect v2는 바닥으로부터 120cm 높이에 바닥과 수평하게 설치하였다. 홀로그램 디바이스는 20inch 모니터를 디스플레이로 사용한다. Kinect v2와 사람의 거리는 사람의 전신이 촬영될 수 있도록 2m 거리로 떨어뜨렸다.

Table 3 Change in the ratio of the Character to the Estimated User's Height

Object	Actual Height(cm)	Estimated Height(cm)			Height correction(cm)	Character Ratio		
		Min	Max	Amplitude		X	Y	Z
1	155.2	154.1	155.8	1.7	150	1.5	1.0	1.0
2	164.8	164.2	166.1	1.9	160	1.6	1.2	1.1
3	165.5	165.1	166.7	1.6	170	1.7	1.3	1.1
4	179.2	178.4	180.7	2.3	180	1.8	1.4	1.1
5	190.6	189.1	192.5	3.4	190	1.9	1.5	1.2

Table 3은 성능과 구현결과를 도출하기 위하여 5명을 대상으로 키 추정을 진행하였으며, 캐릭터에 연결하기 위하여 키 보정과 캐릭터 비율 설정이 진행되었다. 깊이 카메라를 사용한 키 추정은 물리적인 방식과 다르게 값이 변하기 때문에 키를 -5에서 +5 정도 값을 보정하여 진행하였다. 캐릭터의 비율은 보정된 키의 값에 따라 변하게 된다. 캐릭터 비율에서 X는 높이, Y는 옆면 길이, Z는 앞뒤 두께를 나타낸다. Fig. 11은 Table 3의 객체에 대한 키 추정 값과 캐릭터로 표현되는 모습이다. 추정된 사람의 키에 따라 캐릭터의 길이와 크기가 변하는 것을 볼 수 있다.

현할 수 있는 방법과 사용자의 다양한 신체 정보를 활용할 수 있는 연구를 진행할 예정이다.

5. 결론

본 논문에서는 깊이 영상으로부터 사용자의 키와 움직임을 추정하고 이 정보를 이용하여 캐릭터를 만드는 콘텐츠 시스템을 제안하였다. 본 논문에서는 플로팅 홀로그램을 통해 사용자를 인식하고, 사용자와 유사한 캐릭터를 생성하고, 모션을 인식하여 캐릭터가 사용자 모션에 따라 움직임으로써 콘텐츠와 양방향 커뮤니케이션이 가능한 시스템을 구현하였다. 이 때 사용자와 비슷한 캐릭터를 생성하기 위해 Kinect를 이용하여 사람객체로부터 중심선을 찾고 정수리와 발바닥 사이의 거리를 통해 키를 추정하는 방법을 사용하여 정확한 키를 측정하는 방법을 이용하였다.

제안한 시스템은 디지털 사이니지의 한 종류로, 콘텐츠를 직접 체험하면서 정보를 얻을 수 있는 시스템이다. 제안된 시스템을 통해 고객의 신체적 특징을 이용하는 마케팅 분야 등에서 사용할 수 있다. 차후에는 부드러운 모션인식을 구

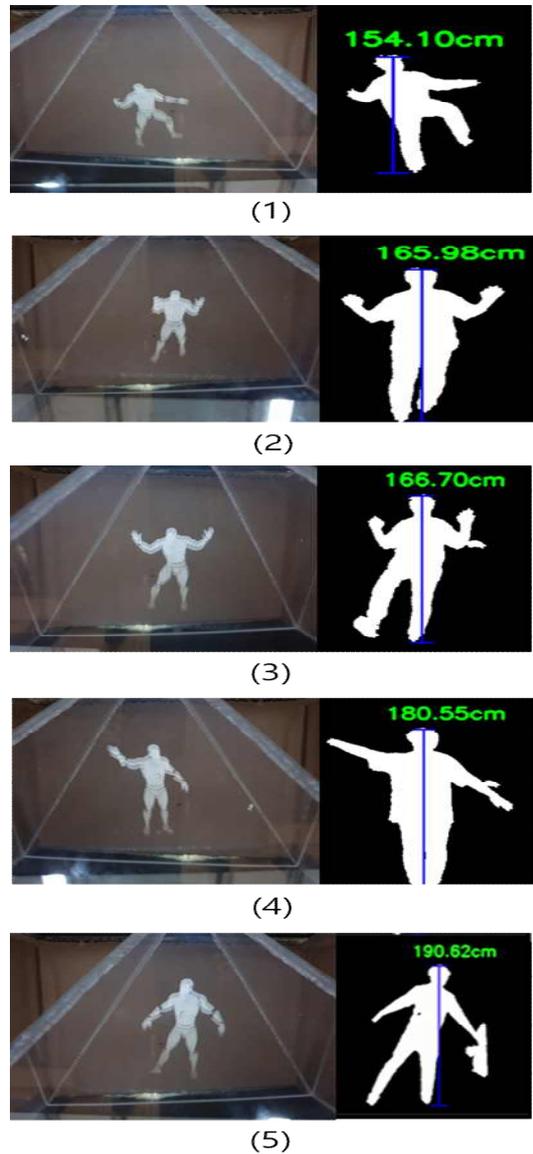


Fig. 11 Result of Character Hologram

References

- [1] Jung, H. S., Jo, S. R., Sin, D. W. and Kim, J. I., "Implementation of Real-time Floating Hologram by Kinect," Proceeding of KIIT Summer Conference, pp. 252-253, 2016.
- [2] Lee, S. and Lee, C. W., "Implementation of Game Interface using Human Head Motion Recognition," Journal of the Korea Industrial Information Systems Research, Vol. 19, No. 5, 2014.
- [3] Chae, S. H., "The Current Situation and Prospect of Digital Signage Based Contents Industry," Korea Creative Contents Agency, Vol. 54, No. 6, 2012.
- [4] Ahn, J. M., "Holography Technologies and Market Trends," Convergence Weekly TIP of Convergence Research Policy Center, Vol. 73, 2017.
- [5] Korea Creative Contents Agency, Recent Trends and Examples of 3D Hologram Technologies, 2014.
- [6] Korea Creative Contents Agency, In-depth Cultural Technology Report, 2011.
- [7] Ryu, J. H. and Lee, J. I., "A Study on the Design of Stage and Exhibition Space by Using Pseudo-hologram," Proceeding of Architectural Institute of Korea, pp. 1108-1109, 2016.
- [8] Kim, H. S. and Kwon, S. K., "Presentation Method Using Depth Information," Journal of Korean Society of Broad Engineers, Vol. 18, No. 3, pp. 409-415, 2013.
- [9] Lee, D. S. and Kwon, S. K., "Recognition Method of Multiple Objects for Virtual Touch Using Depth Information," Journal of Korea Industrial Information Systems Research, Vol. 21, No. 1, pp. 27-34, 2016.
- [10] Kim, H. J., Park, Y. H. and Kwon, S. K., "A Method of Estimating the Human Height Using Depth Images," Journal of the Korea Industrial Information Systems Research, Vol. 22, No. 2, pp. 53-60, 2017.



오 규 진 (Oh KyooJin)

- 정회원
- 동의대학교 컴퓨터소프트웨어 공학과 공학사
- 동의대학교 컴퓨터소프트웨어 공학과 석사과정
- 관심분야 : 인터랙티브 콘텐츠, 멀티미디어 신호 처리, 영상 인식



한 대 현 (Han DaeHyun)

- 정회원
- 경북대학교 전자공학과 공학사
- 포항공대 전자전기공학과 공학 석사
- 포항공대 전자전기공학과 공학박사
- 동의대학교 전자공학과 교수
- 관심분야 : 무선통신 소자 및 시스템



권 순 각 (Kwon SoonKak)

- 정회원
- 경북대학교 전자공학과 공학사
- KAIST 전기및전자공학과 공학 석사
- KAIST 전기및전자공학과 공학박사
- 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 교수
- 관심분야 : 멀티미디어처리, IOT