Journal of Korea Game Society 2017 Dec; 17(6): 113-120
http://dx.doi.org/10.7583/JKGS.2017.17.6.113

게임 인터페이스

손 제스처 인식에 기반한 Virtual Block 게임 인터페이스

윤민호, 김윤제, 김태영
서경대학교 컴퓨터공학과
{src8655, forteas2003, tykim}@skuniv.ac.kr

Virtual Block Game Interface based on the Hand Gesture Recognition

Min-Ho Yoon, Yoon-Jae Kim, Tae-Young Kim
Department of Computer Engineering, Seo-Kyeong University

요 약

최근 가상현실 기술의 발전으로 가상의 3D 객체와 자연스러운 상호작용이 가능하도록 하는 사용자 친화적인 손 제스처 인터페이스에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 대부분의 연구는 단순하고 적은 종류의 손 제스처만 지원되고 있는 실정이다. 본 논문은 가상환경에서 3D 객체와 보다 직관적인 방식의 손 제스처 인터페이스 방법을 제안한다. 손 제스처 인식을 위하여 먼저 전처리 과정을 거친 다양한 손 데이터를 이진 결정트리로 1차 분류를 한다. 분류된 데이터는 리샘플링을 한 다음 체인코드를 생성하고 이에 대한 히스토그램으로 특징 데이터를 구성한다. 이를 기반으로 학습된 MCSVM을 통해 2차 분류를 수행하여 제스처를 인식한다. 본 방법의 검증을 위하여 3D 블록을 손 제스처를 통하여 조작하는 'Virtual Block'이라는 게임을 구현하여 실험한 결과 16개의 제스처에 대해 99.2%의 인식률을 보였으며 기존의 인터페이스보다 직관적이고 사용자 친화적임을 알 수 있었다.

ABSTRACT

With the development of virtual reality technology, in recent years, user-friendly hand gesture interface has been more studied for natural interaction with a virtual 3D object. Most earlier studies on the hand-gesture interface are using relatively simple hand gestures. In this paper, we suggest an intuitive hand gesture interface for interaction with 3D object in the virtual reality applications. For hand gesture recognition, first of all, we preprocess various hand data and classify the data through the binary decision tree. The classified data is re-sampled and converted to the chain-code, and then constructed to the hand feature data with the histograms of the chain code. Finally, the input gesture is recognized by MCSVM-based machine learning from the feature data. To test our proposed hand gesture interface we implemented a 'Virtual Block' game. Our experiments showed about 99.2% recognition ratio of 16 kinds of command gestures and more intuitive and user friendly than conventional mouse interface.

Keywords : Hand Gesture Recognition, Interaction, Leap Motion, Support Vector Machine

Received: Nov. 7. 2017 Revised: Dec. 17. 2017
Accepted: Dec.. 20. 2017
Corresponding Author: Tae-Young Kim(Seo-Kyeong University)
E-mail: tykim@skuniv.ac.kr

ISSN: 1598-4540 / eISSN: 2287-8211

Ⓒ The Korea Game Society. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.otg/licenses/by-nc/3.0), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서 론

최근 그래픽스 기반의 가상현실 응용기술들이 발전하고 다양한 기기들이 보급됨에 따라 몰입감을 증폭시키는 가상현실 콘텐츠에 대한 요구가 증가되고 있다. 그러나 기존 가상현실 콘텐츠는 대부분 버튼 방식의 일반 컨트롤러를 사용하기 때문에 사용자와 3D 객체 사이의 상호작용이 부자연스럽고 직관성이 떨어지는 단점이 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해서 손 제스처를 인식하여 가상현실의 3D 객체와 자연스러운 상호작용을 위한 사용자 친화적인 인터페이스(NUI: Natural User Interface)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[1].

이와 관련하여 키넥트 출시 이후 깊이 카메라를 이용하여 손 제스처를 인식하는 연구들이 다수 진행 되어왔다[2,3,4,5,6]. 영상 기반의 기존 연구는 카메라를 통하여 얻어진 낮은 해상도의 깊이 값 정보를 이용하여 인식을 수행하므로 손을 이용한 상호작용을 제공하는데 한계가 있다. 때문에 키넥트를 사용한 연구는 손 제스처 보다는 몸의 동작을 인식하는 것이 대부분이며 손을 이용하더라도 아주 간단한 손동작을 인식한다.

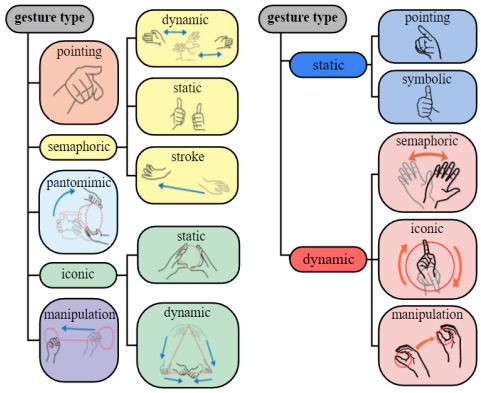
이러한 한계를 해결할 수 있는 립모션, 리얼센스, MYO 등 손에 대한 정확한 움직임을 감지할 수 있는 센서 기반의 다양한 장치들이 등장하면서 손을 이용한 상호작용에 대한 연구가 최근 활발히 시도되고 있다 [7,8,9,10,11]. 이러한 연구들은 기존 카메라 영상 기반의 손 제스처 인식 연구보다 정밀한 손 인식이 가능하지만 대부분 단순하고 적은 종류의 손 제스처를 사용한다.

본 논문은 기존 연구보다 다양한 손 제스처를 유형별로 분류 및 정의한 후 가상환경에서 손 제스처를 인식하여 3D 객체와 상호작용이 가능하도록 하는 인터페이스를 제안하고 이를 적용한 응용 프로그램을 개발하여 가상현실 응용의 활용 가능성을 보인다. 본 논문의 손 제스처 인식 방법은 립모션을 통해 입력 받아 전처리한 손 데이터를 이진 결정 트리로 1차 분류를 하고 분류된 손 데이터를 리샘플링 후 체인코드를 생성하고 히스토그램으로 특징 데이터를 구성한다. 그리고 난 후 학습된 MCSVM(MultiClass Support Vector Machine)을 통해 2차 분류를 수행하여 최종적으로 제스처를 인식한다. 실험결과 대부분의 제스처가 95% 이상으로 높은 인식률을 보였으며 기존의 인터페이스보다 손 제스처 인터페이스가 사용자의 흥미를 더 유발한다는 것을 알 수 있었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에서 정의한 손 제스처를 유형별로 분류하고 3장에서는 제스처 인식 과정에 대하여 설명한다. 4장에서는 본 연구의 인터페이스를 적용한 게임을 소개하고 동작을 설명한다. 5장에서는 개발 결과의 정량적 및 정성적 평가를 기술하고 6장에서 향후 연구 방향을 기술한 후 결론을 맺는다.

2. 손 제스처 유형 분류

본 논문은 기존연구[12]에서 분류한 손 제스처의 유형 [Fig. 1](a) 에 기반하여 전반적인 손 제스처 유형을 파악하기 쉽도록 제스처 유형을 정적(Static)과 동적(Dynamic)으로 분류하고 하위분류로 5가지로 구분하여 정의하였다 [Fig. 1](b). 이때 정적 제스처는 시작부터 끝까지 포스처와 위치가 변하지 않는 제스처를 뜻하고 동적 제스처는 변하는 제스처를 뜻한다. 정적 제스처는 지시(Pointing), 기호 및 상징(Symbolic)을 표현하는 제스처로 구분하고 동적 제스처는 의미전달(Semaphoric), 객체의 모양이나 크기(Iconic), 객체 조작(Manipulative)을 표현하는 제스처로 구분된다. [Table 1]은 손 제스처 유형 분류 체계에 따라 본 논문에서 사용할 손 제스처의 예를 표로 나타낸 것이다.



(a) Reference Paper (b) This Paper

[Fig. 1] Hand Gesture Classification

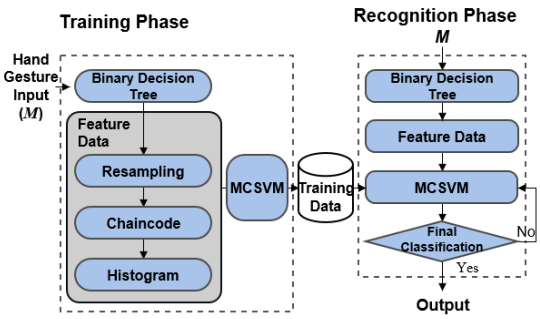
[Table 1] Hand Gesture Examples

Type	Gesture
Pointing	
Symbolic	
Semaphoric	
Iconic	
Manipulative	

3. 손 제스처 인식 과정

손 제스처 인식과정은 크게 학습단계와 인식단계로 구분된다[Fig. 2]. 학습단계에서는 립모션에서 입력된 손 데이터를 전처리를 통해 오인식된 값을 제거하고 이진 결정 트리로 1차 분류 한다. 그 후 특징 데이터를 구성하고 MCSVM을 통해 학습데이터를 생성한다. 그리고 인식단계에서는 입력된 손 데이터를 이진 결정 트리로 분류하고 특징 데이터를 구성한 후 학습된 데이터를 기반으로 MCSVM을 수행하여 손 제스처를 인식한다.

특징 데이터 구성 방법은 입력 받은 손 제스처 궤적의 구간을 일정하게 나누는 리샘플링을 하고 각 샘플에 대한 27 체인코드를 구성한 후 이에 대한 각 구간의 히스토그램으로 특징 데이터를 구성한다.



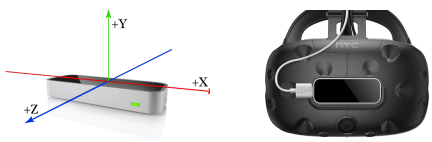
[Fig. 2] MCSVM-based Hand Gesture Recognition

4. 장치 및 응용 프로그램 소개

4.1 장치 소개

본 논문은 립모션을 사용하여 손 제스처를 인식한다[Fig. 3](a). 립모션은 USB 주변기기로 두 개의 적외선 카메라를 이용하여 가로·세로·높이 각각 60cm의 입체 공간에서 고정밀도로 손의 정보인식이 가능하다. 손의 모양을 자동으로 인식하여 립모션에서 제공하는 API로 손의 정보를 받아볼 수 있으며 마이크로소프트의 키넥트보다 정확한 작업이 가능하다[13].

본 논문은 가상현실 기기로 HTC와 Valve사에서 공동 출시한 Vive를 사용한다[Fig. 3](b). Vive는 기본적으로 사용자를 위한 인터페이스가 존재하는데 룸 스케일 기술로 걷기가 가능하고 Vive에서 제공하는 외부 컨트롤러를 사용해 손 컨트롤이 가능하지만 자유도가 떨어져 본 논문은 Vive의 컨트롤러를 사용하지 않고 손 제스처 인터페이스를 만들어 Vive와 립모션을 함께 연동하여 응용 프로그램을 개발한다.



(a) Leap Motion (b) HTC Vive

[Fig. 3] Devices

4.2 Virtual Block 게임

본 논문을 검증하기위하여 손 제스처 인터페이스를 적용한 Virtual Block 이라는 게임을 개발하였다. [Fig. 4]에서 보는바와 같이 Virtual Block 게임은 원하는 크기와 색상의 블록을 생성하고 잡아 던지고 쌓고 무너지게 하는 등 블록을 컨트롤하는 게임이다. 블록 잡기와 던지기를 제외한 모든 컨트롤은 손 제스처에 의해 진행된다. Virtual Block 게임을 선택한 이유는 장르 자체가 자유로운 형식의 게임이기 때문에 다양한 손 제스처를 테스트하기에 적합하다고 생각했기 때문이다.

[Fig. 4] Virtual Block Screen Shot

4.3 동작 설명

● 이동 (Move)

검지 손가락으로 앞 또는 왼쪽, 엄지손가락으로 뒤 또는 오른쪽을 가리키는 정적 제스처를 하면 그 방향으로 플레이어가 움직인다.

● 시간 선택 (Time Selection)

손가락으로 1 2 3을 표시할 때처럼 정적 제스처를 하면 각각 아침, 오후, 밤으로 시간이 변경된다.

● 중력 켜기/끄기 (Gravity On/Off)

손바닥을 펴서 위에서 아래로 내리는 동적 제스처를 하면 중력이 켜지고 아래에서 위로 올리는 동적 제스처를 하면 중력이 꺼진다.

● 색상 선택 열기/닫기 (Color Selection On/Off)

주먹을 쥐었다가 피면 손가락 위에 색상을 선택할 수 있는 색상 선택 박스들이 생성된다. 그리고 손가락으로 원하는 색상 선택 박스를 누르면 이후부터 블록을 생성할 때 선택한 색상으로 변한다. 색상 선택 박스가 떠있을 때 선택하지 않고 주먹을 쥐면 창이 닫힌다.

● 블록 생성 (Block Creation)

원하는 블록을 생성한다. 검지 손가락으로 원을 그리면 원 모양 블록이 나오고 사각형 모양을 그리면 사각형 모양 블록이 나오고 별 모양을 그리면 별 모양 블록이 나온다.

● 도움말 열기/닫기 (Help On/Off)

검지 손가락을 이용해 물음표 모양으로 그리면 도움말이 열리고 X 모양으로 그리면 도움말이 닫힌다.

● 사이즈 선택 (Size Selection)

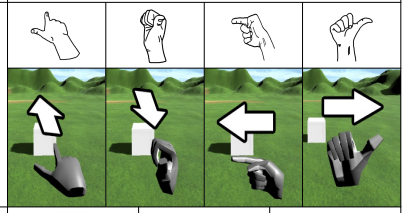
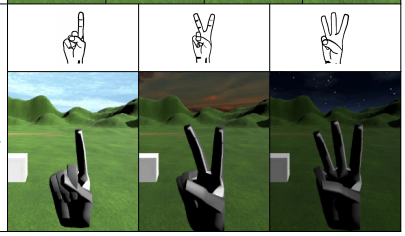
양손으로 사진을 찍는 포즈를 취하고 두 손의 거리에 따라 블록의 사이즈가 정해진다.

● 모든 블록 삭제 (All Block Deletion)

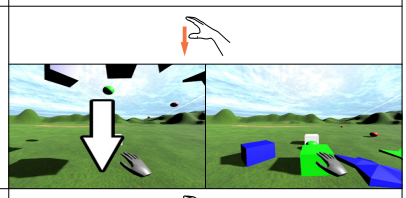
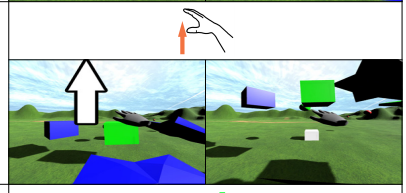
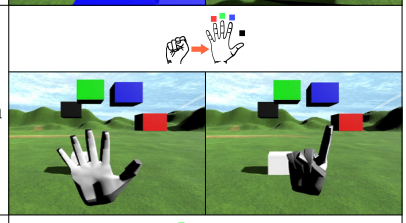
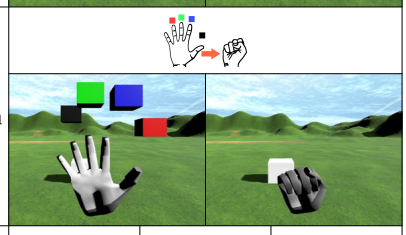
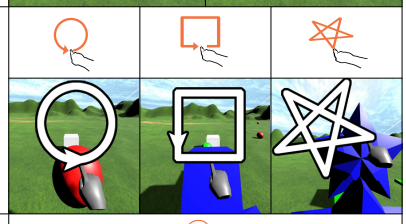
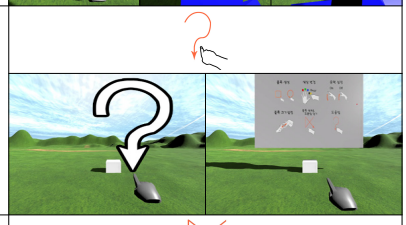
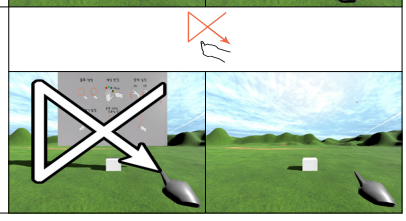
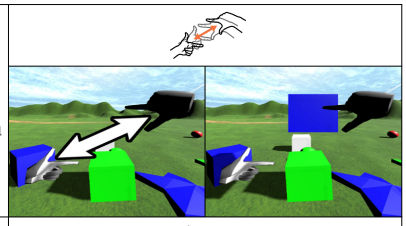
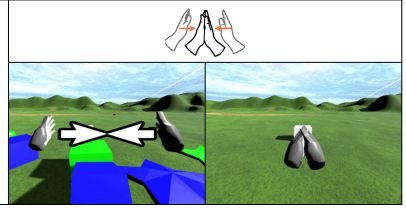
양손으로 박수를 치면 생성했었던 모든 블록들이 삭제된다.

다음 [Table 2]와 [Table 3]은 본 논문에서 정의한 제스처를 실행한 화면이다.

[Table 2] Static Commands

Type	Command			
Move				
Time Selection				

[Table 3] Dynamic Commands

Type	Command
Gravity On	
Gravity Off	
Color Selection On	
Color Selection Off	
Block Creation	
Help On	
Help Off	
Size Selection	
All Block Deletion	

5. 실험결과

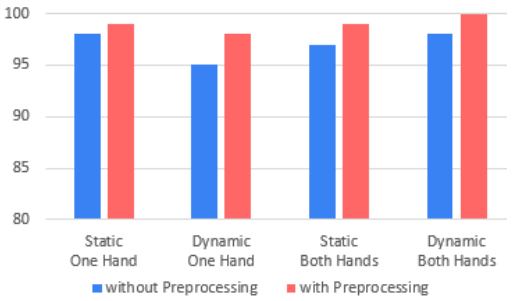
5.1 실험환경

Virtual Block은 Intel Core I5 7500 프로세서, GTX1060 그래픽 카드, Visual Studio 2017 환경에서 개발되었다. 게임 개발을 위하여 유니티 2017 엔진을 사용하였고 손 인식을 위하여 립모션 센서를 사용하였으며 MCSVM 기반 학습을 위하여 Accord-Framework 3.7의 라이브러리를 사용하였다.

5.2 정량적 평가

정량적 평가를 위하여 3명이 각 제스처에 대해 학습데이터를 만들고 90회씩 테스트하여 인식률을 비교해보았다.

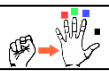
[Fig. 5]는 립모션 오인식에 따른 오류를 전처리로 필터링하여 전처리를 수행하지 않은 경우보다 평균 4%의 인식률이 향상됨을 보여준다.



[Fig. 5] Comparision of with-Preprocessing and without-Preprocessing

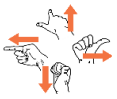
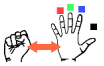
실행 도중 실험자의 의도하지 않은 동작들이 명령 제스처와 유사할 경우 그 명령이 실행되는 오류가 발생하였다. [Table 4]는 이와 같은 오작동을 일으키는 유사 제스처를 정리한 표이다. 본 논문에서는 이를 방지하기 위해 유사 제스처들을 학습시켜서 명령 제스처와 유사 제스처의 분류가 가능하도록 하였고 그 결과 약 15%이상 인식률이 향상되는 것을 확인할 수 있었다.

[Table 4] Similar Gestures

Type	Gesture	Similar Gestures
Pointing		
Symbolic		
Semaphoric		
		

[Table 5]는 유사제스처를 학습시키고 전처리를 적용한 후의 실험 결과이다. 실험 결과 전반적으로 95% 이상으로 높은 인식률을 보였다. 블록 생성의 경우 두 제스처의 모션이 흡사하기 때문에 서로 오인식을 하는 경우가 발생되었으나 유사한 제스처에 대한 학습량을 증가시켜 이 문제를 해결하였다.

[Table 5] Gesture Recognition Rate

Type	Command	Rate	Gesture
Pointing	Move	99.7%	
Symbolic	Time Selection	99.8%	
Semaphoric	Size Selection	100%	
	Gravity On/Off	98.8%	
	All Block Deletion	100%	
	Color Selection On/Off	98.3%	
Iconic	Block Creation	98.6%	
	Help On/Off	98.6%	

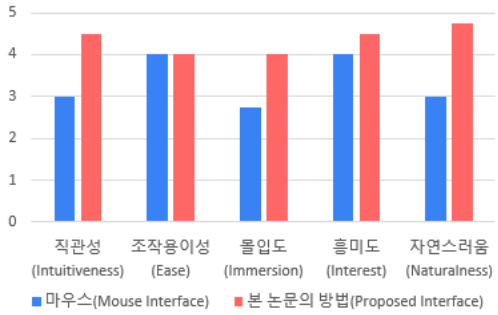
5.3 정성적 평가

정성적 평가를 하기 위하여 20대의 학생 10명에게 본 논문에서 제시한 인터페이스와 기존 마우스 기반의 사용자 인터페이스 각각에 대해 Virtual Block 게임을 체험시킨 후 [Table 6]의 기준에 따라 설문을 실시하였다.

[Table 6] Qualitative Evaluation

Evaluation Standards	Score
직관성 (Level of Intuitiveness)	0-5
조작의 용이성 (Level of Ease)	0-5
몰입도 (Level of Immersion)	0-5
흥미도 (Level of Interest)	0-5
자연스러움 (Level of Naturalness)	0-5

[Fig. 6]은 [Table 6]의 기준에 따라 실험한 결과를 그래프로 나타낸 것이다. 설문 결과 직관성, 몰입도, 자연스러움 부분에서 제스처 인터페이스가 더 높은 점수를 보였다. 마우스로 버튼을 클릭하여 명령을 실행하는 방식과 달리 손 제스처 인터페이스는 손 제스처에서 사용하고자 하는 명령의 의미가 연상되기 때문에 직관성과 자연스러움에서 많은 차이를 보였다. 몰입도 측면에서는 마우스 인터페이스가 사용자와 3D 객체 사이에 마우스라는 중간 단계를 거치는 반면 제스처 인터페이스는 직접 3D 객체와 상호작용을 하여 더 높게 평가되었다.



[Fig. 6] Qualitative Evaluation Result

6. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문은 MCSVM 기반 손 제스처 인식 방법을 제안하고 Virtual Block 게임 인터페이스에 적용하였다. 립모션을 통해 얻은 손 데이터를 전처리 과정을 통해 이상치를 제거하고 이진 결정 트리로 분류한 후 MCSVM을 통하여 학습한 정보를 이용해 다양한 손 제스처 인식이 가능한 인터페이스를 지원함으로써 다양한 가상현실 응용에 적용 가능함을 보여주었다.

키넥트나 립모션 같은 비전기반 장비는 특정영역의 어떤 물체에 의한 가림 현상에 의해 보이지 않는 영역은 추적이 어려운 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해 딥러닝(Deep Lerning)과 같은 인공지능 기술을 적용해 가림 현상 뿐 아니라 주변 환경에 강인한 손 제스처 인식 인터페이스를 개발하는 것이 향후 연구 방향이다.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by the Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education (No. NRF-2017R1D1A1B03029834).

REFERENCES

[1] Jung-Ho Ahn, Jae-pil Ko, "A Study on Tangible Gesture Interface Prototype Development of the Quiz Game", Journal of Digital Contents Society 13(2), 235-245, 2012.06.

[2] Ki-Chang Park, Seong-Chae Seo, Seung-Moon Jeong, Im-Cheol Kang, Byung-Gi Kim, "Design of Gesture based Interfaces for Controlling GUI Applications", Journal of the Korea Contents Association 13(1), 55-63, 2013.1.

[3] Min-Sam Ko, Kwang-Hee Lee, Chang-woo Kim, Jun-Ho Ahn, In-Jung Kim, "An Implementation of User Interface Using Vision-based Gesture Recognition", Korea Information Science Society 35(1C), 507-511, 2008.6.

[4] Ji-Seong Jeong, Jong-Oh Kim, Do-Hyeong Kim, Sun-Ock Kwon, Seong-Yeon Ju, Won-Keun Oh, Kwan-Hee Yoo, "A Hand Gesture Interface for Controlling 3D e-Books", Korean Society For Computer Game, Volume.25, No.4 December 2012.

[5] Pankoo Kim, "Hand Gesture and Character Recognition Based on Kinect Sensor", Hindawi Publishing Corporation International Journal of Distributed Sensor Networks, Vol. 2014,

Article ID 278460, pp. 6, 2014.
[6] Z. Ren, J. Meng, J. Yuan, Z. Zhang, "Robust hand gesture recognition with Kinect sensor", Proc. 19th ACM Int. Conf. Multimedia, pp. 759-760, 2011.
[7] In-ho Shin, Dong-hun Cheon, Han-hoon Park, "Implementing Leap-Motion-Based Interface for Enhancing the Realism of Shooter Games", Journal of the HCI Society of Korea No.1, May 2016.
[8] Hyang-han Joo, Min-soo Cho, Seung-Kyo In, Kyu-won Cho, Jun-Ki Min, "Development of Baseball Game Using Leap Motion Controllers", KIISE Transactions on Computing Practices, 21(5), 343-350. 2015.
[9] Jae-Hyun Nam, Seung-Hun Yang, Woong Hu, Byung-Gyu Kim, "A new study on hand gesture recognition algorithm using leap motion system", Journal of Korea Multimedia Society Vol. 17, No. 11, November 2014.
[10] Min-Jae Kim, Jeong-man Heo, Jin-Hyoung Kim, So-Young Park, Juno Chang, "Development and Evaluation of Leapmotion-based Game Interface Considering Intuitive Hand Gestures", Korean Society For Computer Game 27(4), 69-75. 2014.
[11] Bassem Khelil, Hamid Amiri, "Hand Gesture Recognition Using Leap Motion Controller for Recognition of Arabic Sign Language", Proceedings of Engineering & Technology (PET), Vol. 3, pp. 233-238, 2016.
[12] R. Aigner, D. Wigdor, H. Benko, M. Haller, D. Lindlbauer, A. Ion, S.Zhao et al, "Understanding Mid-Air Hand Gestures: A Study of Human Preferences in Usage of Gesture Types for HCI", Microsoft Research TechReport. MSR-TR-2012-111, 2012.
[13] https://developer.leapmotion.com/documentation/csharp/devguide/Leap_Overview.html

윤민호 (Yoon, Min Ho)

2013년 3월~ 현재 : 서경대학교 컴퓨터공학과 학사 재학

관심분야 : 게임프로그래밍, 가상현실

김윤제 (Kim, Yoon Jae)

2015년 3월~ 현재 : 서경대학교 컴퓨터공학과 학사 재학

관심분야 : 게임프로그래밍, 가상현실

김태영 (Kim, Tae Young)

1991. 2 이화여자대학교 전자계산학과 학사
1993. 2 이화여자대학교 전자계산학과 석사
1993. 3 - 2002. 2 한국통신 멀티미디어연구소 선임연구원
2001. 8 서울대학교 전기컴퓨터공학부 박사
2002.3 - 현재 서경대학교 컴퓨터공학과 교수

관심분야 : 실시간 렌더링, 증강현실, 영상처리, 모바일 3D