

증강현실을 이용한 3D 헤어스타일 시뮬레이터의 개발

김성호

상지대학교 컴퓨터정보공학부

Development of the 3D Hair Style Simulator using Augmented Reality

Sung-Ho Kim

School of Computer, Information and Communication Engineering, Sangji Univ.

요약 최근 증강현실에 대한 관심이 증가하면서 최신 증강현실 기술을 이용한 다양한 응용 프로그램들이 연구 및 개발되어지고 있다. 특히 고객의 취향에 맞는 다양한 헤어스타일을 실시간으로 체험해볼 수 있는 헤어스타일 시뮬레이터에 대한 연구들이 오랫동안 진행되어져 왔으며 서비스를 진행하고 있는 업체도 있다. 그러나 현재 서비스되고 있는 제품들은 증강현실 기술을 적용하지 않은 2D 헤어스타일 시뮬레이터가 대부분이고, 증강현실 기술이 적용된 3D 헤어스타일 시뮬레이터일지라도 NUI의 기능이 미흡한 상태이다. 그러므로 본 논문에서는 증강현실 기술의 핵심인 NUI와 EHCI 기반의 3D 헤어스타일 시뮬레이터를 개발한다. 그리고 10명의 사용자로 하여금 체험하게 하고 3D 헤어스타일 시뮬레이터의 효율성을 검증한다.

주제어 : 증강현실, 3D 헤어스타일, 시뮬레이터, OpenCV, 웹캠, NUI

Abstract Recent, there is increasing interest in AR(Augmented Reality). And various AR application programs using the latest Augmented Reality technology have been developed. In particular, researches about hair style simulator have been conducted for a long time. It can experience real-time a variety of hair styles to fit the taste of the customer. And some company has conducted the hair style simulator services. However, the most service products are the 2D hair style simulator did not apply the AR technology. Even though 3D hair style simulator has applied AR technology, a function of the NUI was lack. Therefore, in this paper have developed the 3D hair style simulator based on the core technology of AR like NUI as well as EHCI. 10 people was experienced the 3D hair style simulator. Finally, in this paper verifies the effectiveness of the 3D hair style simulator.

Key Words : Augmented Reality, 3D Hair Style, Simulator, OpenCV, WebCam, NUI

1. 서론

PC 환경에서부터 연구 개발이 시작된 증강현실은 사

용자가 눈으로 보는 현실세계에 부가정보를 갖는 가상의 객체를 겹쳐서 하나의 영상으로 보여주는 가상현실 기술의 한 분야이다. 증강현실을 구현하기 위해서 사용되는

* 본 논문은 2013년도 상지대학교 교내연구비 지원에 의한 것임.

Received 7 October 2014, Revised 21 November 2014

Accepted 20 January 2015

Corresponding Author : Sung-Ho Kim

(The Society of Digital Policy)

Email: kimsh1204@sangji.ac.kr

ISSN: 1738-1916

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

증강현실 SDK는 컴퓨터의 운영체제, 개발환경 및 사용 기기 등에 따라 달라지는데, 주로 많이 사용되는 증강현실 SDK의 종류는 [1]과 같다. 그러나 증강현실 SDK의 대부분은 Marker를 기본적으로 사용하여 카메라가 Marker의 네 모서리를 모두 보여줄 때만 증강현실의 기능을 제대로 발휘하게 되는 것들이 대부분이다. 물론 Markerless 증강현실 SDK도 있지만 충분한 데이터베이스가 구축되어지지 않으면 실용화하기에는 문제가 많은 것이 사실이다. 그래서 최근에는 증강현실 SDK를 사용한 증강현실 응용 프로그램 개발을 위해 HCI(Human Computer Interface)의 기능을 향상시켜왔으며 증강현실 응용 프로그램 개발에 필수적인 요소가 되었다. 그 중에서도 NUI(Natural User Interface)는 HCI의 급성장과 함께 증강현실 응용 프로그램 개발에 있어서 필수적인 UI(User Interface)가 되었다. NUI는 키보드나 마우스 등과 같은 입력 장치를 사용하지 않고 웹캠 등과 같은 카메라를 기반으로 인체의 동작 등을 UI의 기본 도구로 사용하는 최신 기술이다. 최근 3D Virtual Fitting Room[4] 및 3D Virtual Hair Style Simulator 등과 같이 NUI를 사용한 응용 프로그램들이 출시되었다. 그러나 3D Virtual Hair Style Simulator는 아직도 키보드나 마우스를 기본적으로 사용하면서 부분적으로 NUI를 사용하고 있는 단점이 있다. 본 논문에서는 웹캠을 사용한 증강현실 기술 기반의 3D 헤어스타일 시뮬레이터를 설계하고 구현하기 위해 OpenCV[3] 및 EHCI[2]를 사용한다. EHCI(Enhanced human computer interface through webcam image processing library)는 인간의 머리, 손 및 전신 등의 움직임으로부터 이벤트를 생성하기 위한 OpenCV 기반의 웹캠 이미지 처리 라이브러리이다.

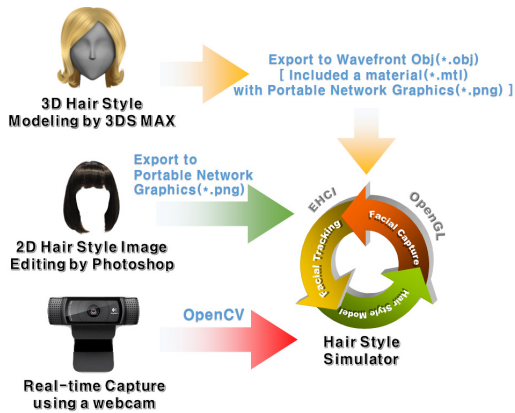
본 논문의 구성과 각 장의 내용은 다음과 같다. 2장은 본 논문의 주제와 관련된 기존의 연구 결과들에 대하여 기술하고, 3장에서는 전체 시스템의 구성에 대하여 기술한다. 4장에서는 헤어스타일 시뮬레이터에서 사용될 헤어스타일 모델링에 대하여 기술하고, 5장에서는 NUI의 설계에 대하여 기술한다. 6장에서는 시스템의 구현 결과에 대하여 기술하고, 마지막 7장에서는 결론 및 향후 연구 과제에 대하여 기술하고 끝을 맺도록 한다.

2. 관련 연구

2D 및 3D 헤어스타일 시뮬레이터 개발과 관련된 다수의 연구결과들이 최근에 발표되었다. 헤어스타일 시뮬레이터를 개발하기 위해서는 얼굴의 특징 점을 인식하고 추적하는 과정이 우선되어야 하는데, OpenCV 환경에서 4개의 얼굴 특징 점을 기반으로 3D 얼굴 자세 추적 시스템[5]이 개발되어졌으며, 또한 얼굴 특징 점을 기반으로 가상 안경 시뮬레이션[6]을 개발한 연구 결과도 있었다. 그리고 3D 얼굴 추적을 이용한 증강현실 시스템[7]이 개발되었다. 그러나 이들 연구 결과들은 얼굴 특징 점을 이용한 얼굴 추적이 목적이므로 본 논문의 연구결과 및 활용 부분과는 직접적으로 관련이 있는 것은 아니다. 물론 얼굴 추적에 대한 부분은 참고하여 알아둘 필요가 있다. 본 논문에서 제안하는 시스템과 가장 유사한 연구결과로는 3D 헤어스타일 시뮬레이션 시스템[8], Optimus Prime, Virtual hairdresser[9] 및 HairART[10] 등이 있는데, [8, 9]는 사업성이 가능한 결과들이며, [10]은 이미 기업체에서 제품화하여 상용용으로 사용하고 있는 좋은 사례이다. 그러나 증강현실 기술을 사용하는 비중이 본 논문과 비교하면 다소 약하며 기존의 HCI와 같이 키보드와 마우스를 함께 사용해야하기 때문에 NUI의 기능이 불편하다. 추가적으로 증강현실 기술을 이용한 3D 가상 피팅룸 시뮬레이터의 개발[11]에 대한 연구가 있었는데, 웹캠 영상의 가운데에 의상을 고정시켜놓고 고객이 본인의 신체에 맞게 조절해보는 불편함을 가지고 있다. 또한 2D 헤어스타일 시뮬레이션의 사례 연구[12]가 있었고, 증강현실 및 가상 체험기반 헤어스타일 앱 사용자 데이터 해석과 평가분석[13,14]이 있었으며, 웹캠을 이용한 실시간 얼굴인식과 이상적 헤어스타일 적용방법에 관한 연구[15]가 있었다. 그러나 모두 체험해볼 수 있는 시뮬레이션으로 구현되지 않고 분석 및 이론적인 연구에 그치고 있다.

3. 전체 시스템의 구성도

본 논문은 웹캠으로 실시간 캡처한 얼굴 영상에 3D 헤어스타일 모델을 사용자의 머리에 시뮬레이션해볼 수 있는 시스템을 개발하는 것을 목적으로 하고 있다.



[Fig. 1] System Configuration

[Fig. 1]은 본 논문에서 제안하는 전체 시스템의 구성도이다. 3D 헤어스타일 모델은 3D Studio MAX를 사용하여 모델링하고, 모델링한 헤어스타일은 Wavefront OBJ 파일(*.obj, 이하 OBJ 파일)로 저장하여 사용하도록 한다. 이때 Obj 파일은 객체의 Material 파일(*.mtl)을 함께 생성하게 되는데, Texture Mapping에 사용된 2D 이미지 파일을 Portable Network Graphics 파일(*.png, 이하 PNG 파일)로 저장하여 사용하는데, 그 이유는 투명도 값을 가질 수 있는 장점을 가지고 있기 때문이다. 본 논문에서 실험에 사용한 웹캠은 720p 이상의 해상도를 지원한다. 헤어스타일 시뮬레이터는 MS Visual Studio C++ 환경에서 최신 버전의 OpenCV, OpenGL 및 EHCI를 기반으로 개발되어진다.

4. 헤어스타일 모델링

본 논문에서 제안하는 3D 헤어스타일 시뮬레이터는 2D 및 3D 환경을 기본적으로 제공한다. 그러므로 본 논문에서는 2D 헤어스타일 및 3D 헤어스타일 시뮬레이션을 각각 체험해볼 수 있도록 구분한다. 그래서 2D 헤어스타일 모델은 [Fig. 2]와 같이 헤어스타일 사진을 Photoshop에서 헤어스타일 시뮬레이션에 맞게 편집하고 투명도를 위해 PNG 파일로 저장하여 사용한다. 또한 [Fig. 3]과 같은 3D 헤어스타일 모델은 3D Studio MAX를 사용하여 모델링한다. 약 10,000개 내외의 정점들로 구성되어진 3D 헤어스타일 모델은 OBJ 파일로 저장하

며, Material 파일(*.mtl)을 함께 생성한다.



[Fig. 2] Models of 2D hair style



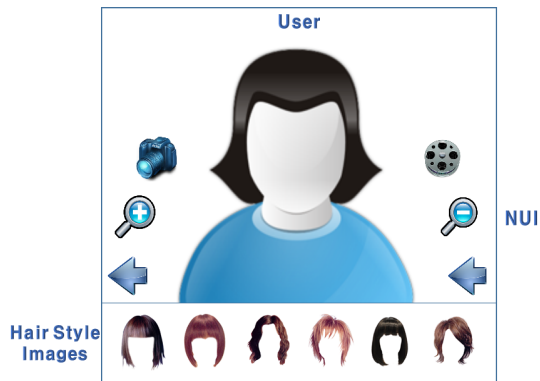
[Fig. 3] Models of 3D hair style

이때 Material 파일에서 호출하는 Texture Map 파일은 투명도를 위해 PNG 파일로 저장한다. 헤어스타일 시뮬레이터에서 사용할 2D 및 3D 헤어스타일 모델을 생성할 때 주의할 점은 시뮬레이터에서 웹캠으로부터 캡처된 영상 위에 2D 및 3D 헤어스타일 모델을 올려놓는 방법으로 실행되기 때문에 헤어스타일 모델의 뒷부분 즉, 뒤통수 부분의 헤어가 사용자의 얼굴을 가리면 안 된다. 그러므로 사용자의 얼굴이 잘 보여 질 수 있도록 불필요한 부분을 모두 삭제해야 한다.

5. NUI의 설계

본 논문에서 제안하는 헤어스타일 시뮬레이터는 웹캠이 설치된 PC에서 쉽게 시뮬레이션해볼 수 있도록 한다.

본 논문에서 설계한 사용자 인터페이스는 NUI를 기반으로 하고 있으며, 대표적인 기능으로는 헤어스타일을 선택할 수 있도록 하기 위한 좌우 이동, 축소 및 확대, 카메라 사진 촬영 및 동영상 촬영 등이 있다. [Fig. 4]는 이와 같은 기능들을 모두 포함하는 사용자 인터페이스의 초안이다. 아래 부분의 헤어스타일 이미지들은 사용자가 2D 및 3D 헤어스타일을 선택할 때 현재 선택한 헤어스타일의 위치를 파악하고 이전 및 이후의 헤어스타일을 선택하는데 도움을 주기 위한 것이다.



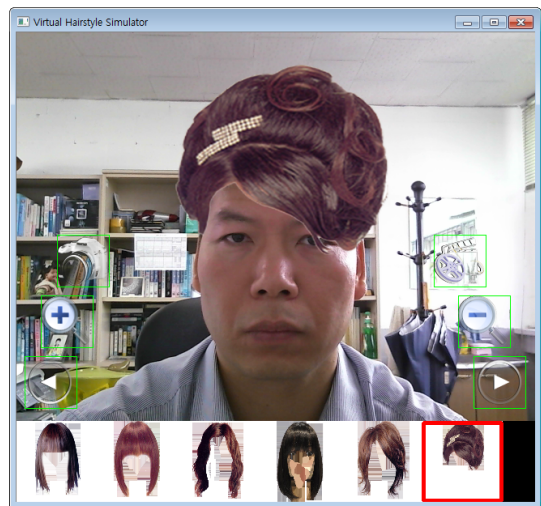
[Fig. 4] Design of NUI

그리고 NUI들은 사용자가 손 및 손가락 등으로 모니터를 보면서 선택하게 되면 실행되는 메뉴들이다. 이와 같이 사용자는 손동작 등을 이용하여 다양한 메뉴들을 선택 및 사용할 수 있으며 모니터에서 실시간으로 확인할 수 있게 된다.

6. 시스템 구현결과

본 논문의 결과물인 헤어스타일 시뮬레이터는 웹캠이 설치된 PC가 있는 곳이면 언제 어느 곳에서든지 다양한 2D 및 3D 헤어스타일을 사용자의 머리에 맞게 직접 시뮬레이션해볼 수 있도록 하기 위한 시스템이다. [Fig. 5]는 헤어스타일 시뮬레이터를 사용하여 2D 헤어스타일을 시뮬레이션해본 결과이다. 사용자 인터페이스는 NUI를 기반으로 헤어스타일의 크기를 축소 및 확대할 수 있도록 하고 있으며, 헤어스타일의 종류를 좌우 이동 버튼을 사

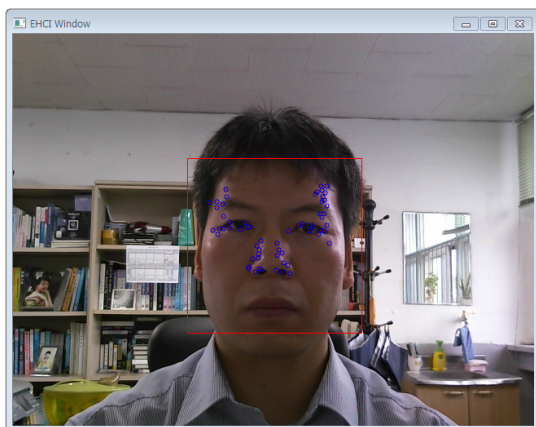
용하여 선택할 수 있도록 하고 있다. 그러므로 모니터만 보면서 손동작으로 모든 메뉴들을 사용할 수가 있다. 본 논문에서는 2D 헤어스타일 시뮬레이터를 10명의 학생들로 하여금 체험을 시켜본 결과, NUI 기반의 메뉴들을 손동작으로 선택하였을 때 그 기능들이 매우 직감적이고 편리하다고 하였다. 또한 웹캠을 기반으로 하는 NUI 방식으로 모든 메뉴들이 사용되어지기 때문에 모니터로부터 1~3M 정도 적당히 떨어진 거리에서도 충분히 사용할 수 있어 의상과 함께 헤어스타일 코디를 위해서도 매우 유익하다고 하였다.



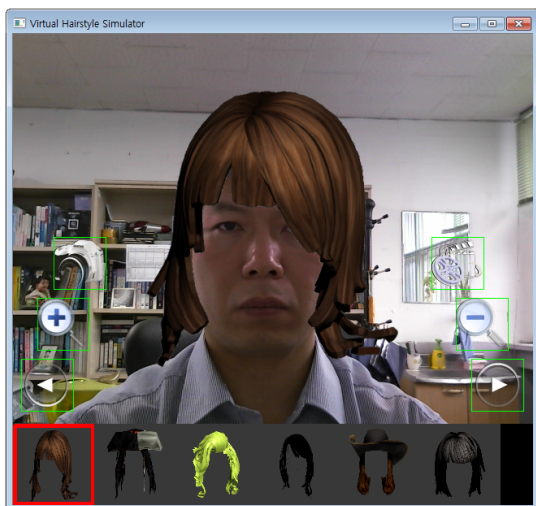
[Fig. 5] Result of 2D hair style simulation

그러나 2D 헤어스타일 시뮬레이션의 경우에는 웹캠을 정면으로 바라볼 때에만 제대로 시뮬레이션해 볼 수 있도록 제한되어져 있다. 그러므로 2D 헤어스타일 시뮬레이터는 좌우 이동 및 회전에는 부적합하다는 단점을 가지고 있다.

[Fig. 6]은 헤어스타일 시뮬레이터를 사용하여 3D 헤어스타일 시뮬레이션을 해본 결과이다. 사용자 인터페이스에서 2D 헤어스타일 시뮬레이션과 다른 부분은 사용자가 머리를 좌우 이동 및 회전을 할 때 3D 헤어스타일 모델이 사용자 얼굴의 위치 및 회전 각도를 인식하여 동일하게 이동 및 회전을 한다는 것이다.



(A) 3D facial feature point extracting



(B) Select of a 3D hair style model



(C) Screen shots of 3D hair style simulation

[Fig. 6] The result of 3D hair style simulation

이를 위해서 사용되는 것이 EHCI이다. 즉, 사용자의 얼굴 특징 점을 인식하고 연속된 프레임에서 추적해나감으로서 3D 헤어스타일 모델의 위치와 회전을 가능하게 한다. 또한 머리의 크기, 웹캠으로부터 머리까지의 거리 및 위치 등은 Calibration에 의해 자동으로 조정되어 별도의 작업이 필요하지 않다. 본 논문에서는 3D 헤어스타일 시뮬레이터를 10명의 학생들을 대상으로 체험 및 평

가를 실시하였으며, 체험과 평가 항목 및 결과는 <Table 1>과 같다.

(Table 1) Questionnaire for the experience and evaluation

Question	Item	Num
Which is the good performance better in 2D and 3D?	2D	3
	3D	7
Does the hair style model go well along your head part when you move or rotate your head part?	Yes	8
	No	2
What is the limit range of the angle in which the 3D hair style simulator works best ?	Up	<Table 2>
	Down	
	Left	
	Right	

그 결과 3D 헤어스타일 시뮬레이터가 2D 헤어스타일 시뮬레이션보다 훨씬 더 직감적이고 입체적이어서 성능 및 효율성 부분에 대한 긍정적인 평가를 보였다. 그러나 <Table 2>와 같이 상하좌우로 머리를 각각 회전시킬 때 3D 헤어스타일 모델이 제대로 따라가지 못하는 현상이 발생하는 단점이 있어 향후 보완할 사항으로 나타났다.

(Table 2) The success ratio of hair style simulation by recognition of face feature point in accordance with the direction and angle.(%)

Dir \ Angle	0	30	45	60	90
Up	100	100	100	90	0
Down	100	100	50	0	0
Left	100	100	100	90	0
Right	100	100	100	90	0

<Table 2>의 헤어스타일 시뮬레이터의 성공률은 머리를 상하좌우로 회전시킬 때 헤어스타일 모델이 머리의 방위각에 맞게 얼마나 적합하게 잘 조화를 이루면서 따라가는지에 대해 실험한 성공 비율을 의미한다. 여기서 성공률이 낮은 것은 머리를 상하좌우로 회전할수록 웹캠으로부터 얼굴 특징점이 제대로 인식되지 못하는 것 때문에 발생하는 문제로서 알고리즘의 개선 및 향상된 알

고리즘의 개발이 필요하다. 본 논문에서 개발한 3D 헤어스타일 시뮬레이션의 적정 실행 환경은 Windows XP/7/8, 2GB 이상의 RAM이 설치된 PC에 웹캠이 설치되어 있어야 하는데, 웹캠은 720p 이상 급의 고화질일수록 좋다.

7. 결론 및 향후 연구

본 논문의 결과물은 3D 헤어스타일 시뮬레이터로서 720p 이상의 해상도를 지원하는 웹캠이 설치된 PC에서 언제 어디서든지 시뮬레이션해볼 수 있다는 장점이 있다. 또한 본 논문의 결과물을 인터넷, 스마트폰 등과 연동하면 실시간으로 본인의 머리에 잘 맞는 각종 헤어스타일을 2D 및 3D로 직접 체험해볼 수 있는 매우 효율적인 장점 때문에 미용 분야 업계에 매우 유용하게 사용될 수 있다고 기대된다. 본 논문에서 개발한 헤어스타일 시뮬레이터는 헤어스타일뿐만 아니라 가발, 수염 및 모자 등과 같이 머리에 쓰고, 각종 액세서리 등과 같이 귀에 걸고, 안경 등과 같이 눈에 쓰는 등의 다양한 시뮬레이션 분야에서 활용 가능하기 때문에 향후 추가적으로 연구 및 개발해야 할 분야이기도 하다. 3D 헤어스타일 시뮬레이터에서 사용하고 있는 3D 헤어스타일 모델은 2D 헤어스타일 모델에 비하면 매우 부자연스러운 것이 사실이다. 왜냐하면 3D 헤어스타일을 모델링하는 과정에서 머리카락을 한 올씩 모델링하는 것이 아니라 덩어리 형식으로 모델링하고 Texture Map을 사용하여 Mapping하기 때문이다. 그러므로 향후 연구에서는 3D 헤어스타일 모델이 2D 헤어스타일 모델처럼 자연스럽게 보일 수 있도록 하기 위한 방법에 대해서도 연구 및 개발이 필요하다. 또한 사용자의 머리의 크기와 형태에 맞게 헤어스타일 모델이 자동적으로 맞도록 조정되도록 개선할 필요도 있다.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by Sangji University Research Fund, 2013

REFERENCES

- [1] <http://t9t9.com/459>
- [2] <http://code.google.com/p/ehci/>
- [3] <https://github.com/MasteringOpenCV/code>
- [4] <http://www.virtualfitting.co.kr/>
- [5] <http://www.youtube.com/watch?v=6LbTN3hWE4>
- [6] <http://www.youtube.com/watch?v=RjFZBE3aCqo>
- [7] http://www.youtube.com/watch?v=i_bZNVmHJ2o
- [8] <http://vimeo.com/43180037>
- [9] http://urbaninteractives.nl/en/2012/08/augmented-reality-ready-for-the-next-level/#.U88r_LnlqM8
- [10] <http://arhunt.com/new/> - HairART
- [11] Sung-Ho Kim, Development of the 3D Virtual Fitting Room Simulator using Augmented Reality, Journal of Digital Convergence, Vol. 11, No. 11, pp. 449-454, 2013.
- [12] Yun Hwangbo, Kyu Soo Ha, Gyoo Soon Chang, Application Case Study of Computer Simulation on Hairdressing Industry, Proceedings of the Korea Contents Association, Vol. 7, No. 1, pp. 191-196, 2009.
- [13] Taejin Kim, Seongah Chin, Users' Rating Analysis and Evaluation for an Augmented Reality based Hair Style App 'Hair Style Magic Mirror App', Proceeding of the Institute of Electronic and Information Engineers, Vol. 35, No. 1, pp. 883-884, 2012.
- [14] Taejin Kim, Seongah Chin, Analysis and Evaluation of Users' Rating Targeted on Virtual experienced App, 'Hair Style Magic Mirror App', Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 13, No. 12, pp. 6105-6110, 2012.
- [15] Kang, Nam-Soon, A study of Real-Time Face Recognition using Web CAM and Ideal Hair style Adaption Method, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 11, No. 2, pp. 532-539, 2010.

김 성 호(Kim, Sung Ho)



- 1998년 8월 : 숭실대학교 컴퓨터학
과(공학석사)
- 2005년 2월 : 숭실대학교 컴퓨터학
과(공학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 상지대학교
컴퓨터정보공학부 교수
- 관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, 컴퓨
터 애니메이션, 모션 캡처, 가상현

실/증강현실, 컴퓨터게임, Web3D, 멀티미디어, 지리정보시
스템

· E-Mail : kimsh1204@sangji.ac.kr