

가상 아바타의 각막면에 비친 반사영상의 시각적 실재감에 대한 실감표현 요소

Realistic Expression Factor to Visual Presence of Virtual Avatar in Eye Reflection

원명주*, 이의철**, 황민철***

상명대학교 대학원 감성공학과*, 상명대학교 소프트웨어대학 컴퓨터학과**,
상명대학교 소프트웨어대학 디지털미디어학과***

Myoung Ju Won(dnjsaudwn@naver.com)*, Eui Chul Lee(eclee@smu.ac.kr)**,
Min-Cheol Whang(whang@smu.ac.kr)***

요약

최근 가상환경에서는 실재감 있는 인간의 얼굴 모델을 설계하기 위하여 얼굴의 형태나 근육의 움직임과 같이 단순히 일반적인 표현요소를 중심으로 모델링 되고 있다. 하지만, 이러한 얼굴 자체의 외형적 요소 이외에도 외적 요소에 의한 얼굴 부분의 변화 인자는 가상 아바타를 효과적으로 표현하기 위한 중요한 요소이다. 따라서 본 연구에서는 가상 아바타의 각막면에 비친 반사영상(eye reflection)을 기반으로 사용자의 시각적 실재감에 대한 반응을 평가한다. 실험결과, 각막면의 반사율을 크게 하여 반사영상이 뚜렷하게 나타난 경우 높은 실감을 느끼는 것으로 나타났다. 이 결과는 새로운 시각적 실감표현요소를 제안하고, 제안된 실감표현요소의 구체적인 표현 범위를 제시함으로써 사실적인 가상 아바타를 설계하기 위한 기초 연구로써 활용 가능할 것으로 사료된다.

■ 중심어 : | 가상 실감화 | 가상 아바타 | 각막면에 비친 반사영상 |

Abstract

In the VnR (Virtual and Real Worlds) of recent virtual reality convergence, the modelling of realistic human face is focused on the facial appearance such as the shape of facial parts and muscle movement. However, the facial changing parameters caused by environmental factors beyond the facial appearance factors can be regarded as important ones in terms of effectively representing virtual avatar. Therefore, this study evaluates user's visual feeling response according to the opacity variation of eye reflection of virtual avatar which is considered as a new parameter for representing realistic avatar. Experimental result showed that more clear eye reflection induced more realistic visual feeling of subjects. This result can be regarded as a basis for designing realistic virtual avatar by supporting a new visual realistic representing factor (eye reflection) and its degree of representation (reflectance ratio).

■ keyword : | Virtual Realization | Virtual Avatar | Eye Reflection |

* 이 논문(저서)은 2012년 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 <실감교류 인체감응솔루션> 글로벌프론티어사업으로 수행된 연구임(20100029756).

* 이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NO. 2013-0030824)

접수일자 : 2013년 05월 13일

심사완료일 : 2013년 07월 08일

수정일자 : 2013년 06월 26일

교신저자 : 황민철, e-mail : whang@smu.ac.kr

I. 서론

최근 가상과 현실의 융합을 의미하는 VnR(Virtual and Real Worlds)은 가상 혹은 현실 세계의 환경이나 상황을 현실 또는 가상 환경에 투영하거나, 가상 또는 다른 가상으로 구현하는 상호작용기술을 의미한다. 이러한 VnR 기술에서 다양한 각 분야에 따라 가상현실로 구현된 환경을 사용자가 실재처럼 느끼고 그 내용을 받아들이도록 하는 것은 중요한 목표로 대두되고 있다 [1-3]. 특히 가상현실은 가상 아바타(virtual avatar)의 등장으로 가상공간에서 가상 아바타와의 여러 상호작용을 통하여 단순히 사용자에게 실재감 있는 가상 환경을 제공하는 것 이상의 가상 환경을 표현할 수 있는 도구로써 부각되고 있다[4]. 이러한 가상 아바타는 단지 하나의 표현 객체가 아니라 사람과 같이 대인관계를 지니며, 가상 아바타가 표현하는 표정이나 시선 등의 실감적 표현 요소들은 사용자에게 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 또한 가상 아바타의 음성, 감성표현, 행동 등 미래의 새로운 인터랙션 표현의 가능성은 HCI (Human Computer Interaction)의 주요 이슈 중 하나로 미래의 상호작용에 대한 주요 실감 표현기술의 필요성을 강조하고 있다. 이에 따라 실감 표현요소가 고려된 가상아바타는 광고, 영화제작, 게임디자인, 원격회의 등 다양하게 응용되고 있다[5][6].

실감 표현요소가 고려된 사실적인 가상 아바타를 구현하기 위하여 많은 연구자들은 해부학적으로 사실적인 얼굴과 근육의 형태를 모델링하기 위한 다양한 방법을 제안하였다. 또한 여러 초기 연구에서는 인간의 얼굴 모델 설계 가운데 움직임에 대한 관심이 집중되면서 이를 단순히 시뮬레이션 할 수 있는 방법을 제안해 왔다. 이처럼 일반적으로 가상 환경의 실재감은 시각적 요소가 거의 필수적인 것으로 보고되고 있다. 실재감을 표현하는 구체적인 시각적 요소에는 질감(texture), 면의 개수(number of polygons), 시야각(visual field of view) 등으로 구성되어 표현되어 진다. 이는 더 자세한 시각적인 사실감과 현실감을 찾고자 하는 시각적 표현에 사용되고 있다[7]. 가상 아바타의 경우에는 사용자를 많은 수의 다각형 모델로 표현하여 실재감을 증대시키

기 위한 표현 모델링이 이루어지고 있다[8]. 이러한 이유로 상기 내용에 기반하여 보다 사실적인 얼굴 모델 개발을 위해서 얼굴 표현의 다양한 요소와 얼굴 근육 및 입모양의 동기화 그리고 텍스처 합성 등의 요소들을 고려한 연구들이 진행되어 왔다.

표 1. 가상 아바타 표현

Factor	Author & Year
Virtual avatar (eye, lib, head, body)	Adamo-Villani, N. and Beni, G., 2004; Cassel <i>et al.</i> , 2001; Lee <i>et al.</i> , 2002; Cole <i>et al.</i> , 2002; DeCarlo <i>et al.</i> , 1998; Petajan, 1999; Kalra <i>et al.</i> , 1992; Waters, 1987; Pelachaud <i>et al.</i> , 1996; Parke, 1974; Guenter <i>et al.</i> , 1998; Pighin <i>et al.</i> , 1998; Blanz, V. and Vetter, T., 1999.

Decarlo 등의 연구에서는 인간 얼굴의 다양한 기하학적 모델을 구축하는 방법을 제안하였으며[9], Petajan의 연구에서는 가상 에이전트(virtual agent) 사이의 사회적 상호작용이 있는 동안 시선 위치의 변화 패턴을 조사 했다[10]. 또한 Lee 등의 연구에서는 안구의 saccadic 움직임에 대한 연구를 진행하였다[11].

상기의 기존 연구모델은 대부분 단지 가상아바타의 해부학적인 얼굴 형태와 각각의 근육 움직임을 중점으로 개발되어졌으며, 좀 더 세분화하여 사실적으로 표현할 수 있는 새로운 실감 표현요소에 대해서 확인한 연구는 미비한 실정이다. 즉, 일반적으로 가상 아바타를 표현하기 위해서 크게 얼굴 전체의 움직임이나, 세분화된 경우에는 눈꺼풀(eyelid), 눈썹(eyebrow) 움직임 등으로 국한되어 진행되었다[12]. 이처럼 사실적이고 높은 감정 표현을 하기 위해서 사용자와 3D 아바타 사이의 새로운 매개 변수의 필요성이 강조되고 있다. 이를 위해 3D 모델 엔지니어 및 애니메이션 제작자들은 캐릭터 애니메이션 분야에서 게임 설계 및 영화제작에 적용하기 위하여 인간의 얼굴에서도 사실적인 눈 표현을 중심으로 한 모델링 개발이 진행 중에 있다.

실제로 실제 인물과 비슷하게 극사실적 묘사로 제작된 <아바타>, <파이널 판타지>, <베오울프>, <크리스마스 캐럴>, <폴라 익스프레스>등을 들 수 있다. 사실적인 눈은 실제 사람의 눈 형태에 가깝다. 섬세하고 풍부한 감정을 묘사하기에 효과적이며, 눈의 깜박임이나 눈동자의 위치, 눈꼬리의 위치 등에 따라 다양한 감정

을 표현할 수 있다. 이처럼 사실적으로 묘사된 아바타에서는 단순히 평면적으로 표현된 아바타보다 눈의 표현이 섬세하고 예민하여 많은 유형의 성격들을 파악할 수 있다. 특히 눈은 대화의 흐름을 조절하는데 도움을 주거나 두 사람의 상호작용에 대한 피드백 신호로 사용되고 있다. 또한 다른 사람의 행동에 영향을 주며, 정보를 찾고자 할 경우와 감정을 표현할 때 역시 중요한 요소로 작용한다고 보고되고 있다. 그러나 대부분의 연구는 눈이 비언어 의사소통의 주요 요소임에도 불구하고 눈을 중심으로 한 모델링이나 움직임 표현한 연구는 실제 미비하다. 따라서 본 연구에서는 눈 표현을 중심으로 가상 아바타의 각막면에 비친 반사영상(eye reflection) 차이에 따른 실제 시각적 실재감에 대한 사용자 반응에 영향을 주는지 평가하고자 한다. 또한 가상 아바타의 실재감을 표현할 수 있는 새로운 매개 변수의 가능성을 확인하고자 하였으며, 동시에 좀 더 정교한 실감 표현 범위를 규명하고자 한다.

II. 본 론

1. 피실험자

본 연구에 참여한 피실험자는 미디어 영상과 시각디자인 분야의 대학생과 대학원생 70명과(여 32, 평균나이 24.94±3.68) 일반인 80명(여 40, 평균나이 25.08±3.64)으로 총 150명(여 72, 평균나이 25.02±3.66)을 대상으로 하였다. 모든 피험자로부터 연구목적을 제외하고 실험에 대한 대략적인 사항에 대해 설명한 후, 자발적 의지에 대한 피험자 동의서를 얻었다. 또한 참여도를 높이기 위하여 실험에 참여한 대가로 소정의 금액을 지불하였다.

2. 각막면에 비친 반사영상에 따른 가상 아바타 설계

본 연구에서 사용된 가상 아바타는 3D Studio Max (Autodesk, 2010)와 Photoshop CS3 (Adobe, 2007)를 기반으로 모델링하였다.

또한, 가상 아바타의 각막면에 비친 반사영상(eye reflection)을 표현하기 위해서는 각막면에 비친 반사영상을 최대한으로 표현할 수 있는 범위와 실제 사용자가 반

사 정도를 구별할 수 있는 가능 범위를 확인하는 것이 선행되어야 한다. 이를 위해 미디어 영상 및 시각디자인 관련 분야 전문가 7명(여 4, 평균나이 29.14±1.64)을 대상으로 FGD (Focus Group Discussion)를 시행하였다. 이때 각막면에 비친 반사영상 정도는 반사율 0%부터 5% 단위로 증가시켜 표현 강도를 확인하였으며, 최소 반사율 25%가 변경됐을 때 실감 표현 차이를 느끼는 것으로 확인하였다. 이에 따라 반사율 25% 차이를 기준으로 4단계(반사율 75%, 반사율 50%, 반사율 25%, 반사율 0%)로 구분하여 가상 아바타에 적용하였다. 반사율 100%의 경우는 홍채와 동공이 보이지 않을 정도의 전반사에 해당되어 실험에서 고려하지 않았다. 이때 적용된 각막면에 비친 반사영상의 이미지의 경우, 사용자 간 상호작용을 하는 모습의 이미지를 기반으로 표현하였다. 적용된 가상 아바타는 다음 [그림 1]과 같다.



그림 1. 각막면에 비친 반사영상 요소(eye reflection)가 적용된 가상 아바타 모델링

3. 가상 실감화 측정

일반적으로 가상환경에서 미디어에 표현된 가상오브젝트에 대하여 사용자가 느끼는 지각적 상태를 실재감(presence)라고 한다. 이는 가상 실감화의 질적 평가도구로서 가상 환경을 실제로 받아들이는 정도를 측정하는 주요 요인으로 사용되고 있다[13]. 이에 따라 본 연구에서는 선행 연구를 기반으로 시각적 실재감(visual presence), 시각적 몰입감(visual immersion), 시각적 상호작용(visual interaction)의 세 개의 요인으로 구성

된 주관평가 모델을 사용하여 실재감을 평가하였다 [14]. 이때 시각적 실재감이란 사용자에게 주어진 가상 오브젝트가 어떻게 지각되는지에 대한 정도를 의미하며, 시각적 몰입감의 경우 표현 방식이 시각적으로 얼마나 극사실적인지에 대한 몰입 정도를 말하며, 마지막으로 시각적 상호작용의 경우 매개 환경의 형태나 내용에 의하여 사용자가 상호 영향을 받는 정도를 뜻한다. 측정 문항의 경우 설문조사과정에서 성실하게 응답하지 않은 응답자를 구분하고, 측정 문항의 신뢰성을 확보하기 위한 4개의 역문항이 포함되었다. 또한 시각적 실재감 3문항, 시각적 몰입감 7문항, 시각적 상호작용 4문항으로 총 18문항으로 구성되었다. 자세한 주관평가 문항 내용은 [표 2]와 같다.

표 2. 가상 실감화의 실재감 요소 평가 총 문항

No.	Measurement Items
1	How much was the degree of realization in this virtual environments?
2	How much did you feel the realistic degree of objects' movements in this virtual environment?
3	How much did you feel the natural degree of objects' movements in virtual environment?
4	How natural was this virtual environment?
5	How much was the degree of immersion in this virtual environment?
6	How similar was this virtual environment compared with its corresponding real environment?
7	How strongly did you feel the objects in this environment?
8	How contact-able was the objects in this virtual environment?
9	How much did you feel that this virtual environment is part of its corresponding real environment?
10	How much was the degree of representative quality of this virtual environment?
11	How much did you feel the degree of interaction-ability with this virtual environment?
12	How frequently did you move against the change of this virtual environment?
13	How much did you perceive feedbacks for your interactions in this virtual environment?
14	How much did you feel that someone gazed at you in this virtual environment?
15	How awkward did you feel somewhere in this virtual environment?
16	How difficult did you immerse into this virtual environment?
17	How awkward did you feel visual expression of this virtual environment?
18	How awkward did you feel movements of objects in this virtual environment?

4. 실험절차

피실험자는 제시된 각막면에 비친 반사영상 차이에 따른 가상 아바타 이미지를 본 후, 실감 정도를 측정하기 위한 주관평가를 5점 척도로 보고하였다. 제시된 이미지는 피험자가 예측할 수 없도록 무작위로 구성되어 순서효과를 제거하였으며, 각각의 이미지(반사율 75%, 반사율 50%, 반사율 25%, 반사율 0%)에 대하여 주관평가를 기록하였다. 본 실험에 이용된 실험 절차는 [그림 2]와 같다.

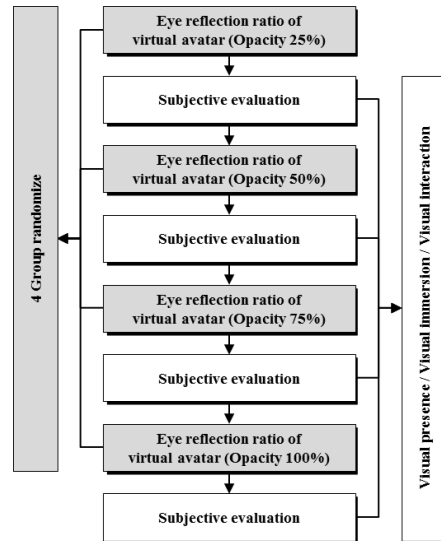


그림 2. 실험절차

III. 결과

가상 아바타의 각막면에 비친 반사영상 표현 정도에 따른 네 가지 경우의 집단 간 가상 실감화를 측정된 결과는 다음과 같다.

‘시각적 실재감 (visual presence)’의 결과는 [그림 3]과 같고, ‘시각적 몰입감 (visual immersion)’의 결과는 [그림 4]와 같으며, ‘시각적 상호작용 (visual interaction)’의 결과는 [그림 5]와 같다.

상기 세 가지 요인에 대해 주관평가 모델을 기반으로 가상 실감화 정도를 평가한 결과 실감 표현요소가 고려

될수록 높은 결과 값을 나타내었다. 이를 기반으로 네 가지 경우의 집단 간 통계적 유의차를 비교하기 위하여 SPSS 17.0K를 이용하였다. 이때 해당 데이터에 대한 정규성 검정을 실시 후, 비모수 추정인 Kruskal Wallis test를 수행하였다. 또한 다중의 종속변수에 대한 통계적인 1종 오류의 증가를 통제 하기 위해 본페로니 교정법 (Bonferroni correction)을 적용하여 유의 수준을 설정하였다.

통계 검증결과 네 가지 경우의 그룹에 대하여 '시각적 실재감'과 '시각적 몰입감'에서는 각막면에 비친 반사영상 표현 정도에 따라 유의미한 차이가 있음을 확인할 수 있었으나($p = .000$), '시각적 상호작용'에서 반사율 50%와 반사율 25% 사이에는 유의미한 차이가 나타나지 않았다($p = .520$).

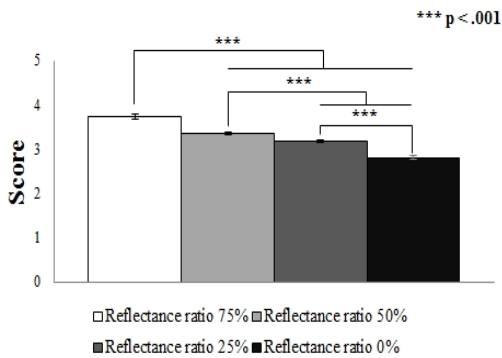


그림 3. Results of visual presence

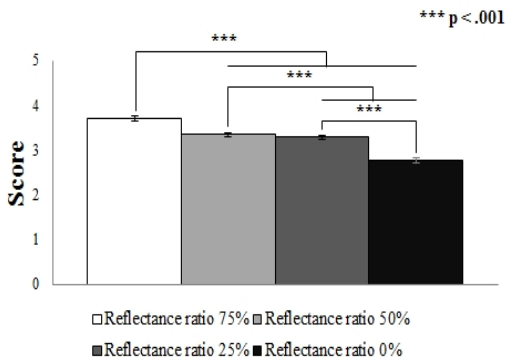


그림 4. Results of visual immersion

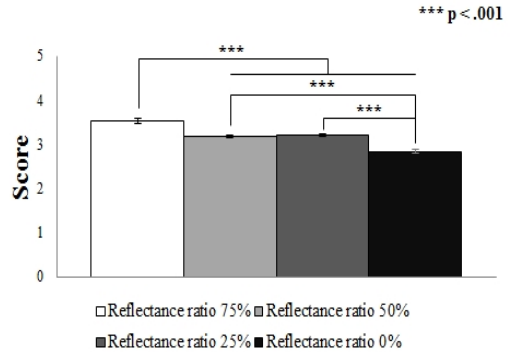


그림 5. Results of visual interaction

IV. 결론 및 논의

본 연구에서는 눈 표현을 중심으로 가상 아바타의 각막면에 비친 반사영상(eye reflection) 표현에 따라서 실제 시각적 실감표현에 의해 사용자가 느끼는 가상 실감화 정도의 차이가 있는지 확인하고자 하였다. 또한 가상 아바타의 실재감을 표현할 수 있는 새로운 매개 변수의 가능성을 확인하고자 하였으며, 동시에 좀 더 정교한 실감 표현 범위를 규명하고자 하였다. 이를 통해 가상 실감화를 표현하기 위한 디지털 실감 표현이 적용될수록 사용자가 느끼는 가상 실감화 정도에 차이가 있다는 결론을 도출 하였다. 또한 시각적 실재감(visual presence), 시각적 몰입감(visual immersion), 시각적 상호작용(visual interaction)에 대하여 반사율 75%로 실감 표현이 적용된 경우에서 모두 실감화 평가 점수가 높은 결과를 나타냈다.

본 연구에서는 각막면에 비친 반사영상 차이에 따른 디지털 실감표현을 기반으로 새로운 표현요소에 대한 사용자 반응을 평가한 점에 큰 의미를 갖는다. 또한 구체적인 표현 범위를 제시함으로써 사실적인 가상현실 아바타를 설계할 수 있는 기초 연구로 활용이 가능할 것으로 사료된다. 단, 각막면에 비친 반사영상의 경우 임의의 2차원 이미지를 적용하여 평가가 이루어진 한계점이 있다. 또한, 가상 아바타의 실감표현요소에 따른 시각적 실재감을 평가하는 것으로 가상공간에서 아바타를 사용한 경험이 있는 20대에서 30대까지의 연령

층으로 모집단을 제한하였기에 다양한 연령층에 따른 실재감의 차이를 확인해 볼 필요성이 있으며, 상대적으로 전문가와 비전문가 집단 간의 실재감을 느끼는 정도도 다를 수 있으므로 다양한 사용자를 대상으로 평가가 이루어져야 할 것이다. 따라서 추후 연구에서는 이러한 한계점을 보완하여 다양한 사용자를 대상으로 실제 가상 아바타가 사용자를 바라보는 실시간 영상을 적용한 후, 사용자와 가상 아바타 사이의 감정표현을 적용하기 위한 평가를 진행하고자 한다.

본 연구는 가상현실 아바타의 시각적 실감화를 높이기 위한 새로운 실감표현요소 및 세부 범위를 제안하였으며, 사용자의 주관적 실감화 평가를 통하여 실재감 여부를 평가한 연구로서 그 의미가 있을 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

- [1] S. Mills and J. Noyes, "Virtual reality: an overview of user-related design issues revised paper for special issue on "Virtual reality: User Issues" in *Interacting with Computers*, May 1998," *J. of Interacting with computers*, Vol.11, No.4, pp.375-386, 1999.
- [2] C. Greenhalgh and S. Benford, "Supporting rich and dynamic communication in large scale collaborative virtual environments," *J. of In Presence:Teleoperators and Virtual Environments*, Vol.8, No.1, pp.14-35, 1999.
- [3] J. Jin, M. Park, H. Ko, and H. Byun, "Immersive Telemeeting with Virtual Studio and CAVE," *J. of Proceedings of International Workshop on Advanced Image Technology*, pp.15-20.
- [4] W. S. Bainbridge, "The scientific research potential of virtual worlds," *J. of Science*, Vol.317, No.5837, pp.472-476, 2007.
- [5] S. Shirmohammadi and N. D. Georganas, "An end-to-end communication architecture for collaborative virtual environments," *J. of Computer Networks*, Vol.35, No.2, pp.351-367, 2001.
- [6] M. Slater, D. Pertaub, and A. Steed, "Public speaking in virtual reality: Facing an audience of avatars," *J. of Computer Graphics and Applications*, IEEE, Vol.19, No.2, pp.6-9, 1999.
- [7] W. Barfield and C. Hendrix, "The effect of update rate on the sense of presence in virtual environment," *J. of Virtual reality: Research, Development, Applications*, Vol.1, No.1, pp.3-15, 1995.
- [8] S. Gibbs, C. Arapis, C. Breiteneder, V. Lalioti, S. Mostatawy, and J. Speier, "Virtual studios: an overview," *J. of IEEE Multimedia*, Vol.5, No.1, pp.18-35, 1998.
- [9] D. Decarlo, D. Metaxas, and M. Stone, "An anthropometric face model using variational techniques," *J. of In Computer Graphics (SIGGRAPH '98 Proceedings)*, pp.67-74, 1998.
- [10] E. Petajan, "Very low bitrate face animation coding in MPEG-4," *J. of In Encyclopedia of Telecommunications*, Vol.17, pp.209-231, 1999.
- [11] Y. Lee, K. Waters, and D. Terzopoulos, "Realistic modeling for facial animation," *J. of In Computer Graphics (SIGGRAPH '95 Proceedings)*, pp.55-62, 1995.
- [12] N. Adamo-Villani, G. Beni, and J. White, "3D simulator of ocular motion and expression," *J. of ICIT 2005-International Conference on Information Technology*, pp.122-127, 2005.
- [13] K. Mania and A. Chalmers, "The Effects of Levels of Immersion on Memory and Presence in Virtual Environments: A reality Centered Approach," *J. of CyberPsychology & Behavior*, Vol.4, No.2, pp.247-264, 2001.
- [14] M. J. Won, S. Park, C. J. Kim, E. C. Lee, and M. Whang, "Visual factor Evaluation for the Measurement of Subjective Virtual Realization,"

J. of the Science of Emotion & Sensibility,
Vol.15, No.3, pp.389-398, 2012.

저 자 소 개

원 명 주(Myung ju Won)

정회원



- 2013년 8월 : 상명대학교 감성공학(공학석사)
- 2013년 9월 : 상명대학교 감성공학(박사과정)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 상명대학교 석사졸업

<관심분야> : Emotion engineering, HCI

이 의 철(Eui Chul Lee)

정회원



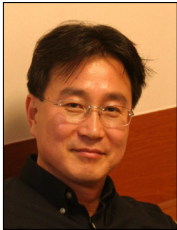
- 2005년 2월 : 상명대학교 소프트웨어학과(이학사)
- 2007년 2월 : 상명대학교 대학원 컴퓨터과학과(이학석사)
- 2010년 2월 : 상명대학교 대학원 컴퓨터과학과(이학박사)

▪ 2012년 ~ 현재 : 상명대학교 컴퓨터과학과 교수

<관심분야> : Computer vision, Image processing, Pattern recognition, Ergonomics, BCI

황 민 철(Min-Cheol Whang)

정회원



- 1983년 2월 : 인천대학교 의공학과(공학사)
- 1990년 2월 : Georgia Institute of Technology대학교 대학원 의공학(공학석사)
- 1994년 2월 : Georgia Institute of Technology대학교 대학원 의공학(공학박사)

▪ 1998년 ~ 현재 : 상명대학교 디지털미디어학과 교수

<관심분야> : Human factors, Emotion engineering, BCI, Neurocardiology