

가상 아바타의 홍채색과 동공 조절에 따른 시각적 실재감에 대한 실감표현요소

Realistic Expression Factors According to Visual Presence in Terms of Iris color and Pupil Accommodation of Virtual Avatar

원명주*, 박상인*, 이의철**, 황민철***

상명대학교 대학원 감성공학과*, 상명대학교 소프트웨어대학 컴퓨터학과**,
상명대학교 소프트웨어대학 미디어소프트웨어학과***

Myoung Ju Won(dnjsaudwn@naver.com)*, Sang-In Park(ini0630@naver.com)*,
Eui Chul Lee(eclee@smu.ac.kr)**, Min-Cheol Whang(whang@smu.ac.kr)***

요약

가상환경에서 가상 아바타는 말과 감정을 전달하는 주요한 의사소통 수단이다. 본 연구에서는 가상 아바타의 홍채색과 동공 조절 요소를 기반으로 사용자의 시각적 실재감에 대한 반응을 평가하고자 한다. 이를 위해 홍채색과 동공 조절 요소를 적용한 가상 아바타를 모델링하였다. 32명의 피실험자를 대상으로 상기 이미지를 제시한 후, 선행연구를 기반으로 설문문항(18 문항)을 구성하여 5점 척도로 보고하게 하였다. 실험결과, 동공 크기변화가 적용된 경우 높은 실감을 느끼는 것으로 나타났으며, 홍채색은 실재감에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 이 결과는 새로운 시각적 실감 표현요소를 제안하고, 제안된 실감 표현요소의 타당성을 검증함으로써 실재감 있는 가상 아바타를 설계하기 위한 기초 연구로써 활용 가능할 것으로 사료된다.

■ 중심어 : | 가상 실감화 | 가상 아바타 | 홍채색상 | 동공 조절 |

Abstract

The virtual avatar is a principal way as media for communicating language and affective feelings in virtual environment. As similar purpose, this study evaluates user's visual feeling according to the changes of iris color and pupil size of virtual avatar which is considered as new factors for representing realistic avatar. Virtual avatars were configured by pupil accommodation and iris color(green, brown). After presenting above image to 32 participants, a questionnaire (18 items) based on previous studies was created, and reported as a 5-point scale. Experimental result showed that the case of adopting pupil accommodation induced more realistic visual feeling of subjects. This result can be regarded as a basis for designing realistic virtual avatar by confirming the effectiveness of pupil accommodation of avatar in terms of representing visual presence.

■ keyword : | Virtual Realization | Virtual Avatar | Iris Color | Pupil Accommodation |

* 이 논문(저서)은 2013년 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 <실감교류 인체감응솔루션> 글로벌프런티어사업으로 수행된 연구임(2013M3A6A3054312).

접수일자 : 2014년 01월 17일

심사완료일 : 2014년 01월 15일

수정일자 : 2014년 01월 14일

교신저자 : 황민철, e-mail : whang@smu.ac.kr

1. 서론

인간과 컴퓨터 상호작용(Human Computer Interaction)에서 가상 아바타의 얼굴은 말과 감정을 전달하는 주요한 의사소통 수단이다. 가상 아바타는 가상과 현실을 이어주며, 가상현실을 경험하는 사용자의 온라인상의 자아(stable online personality)를 의미한다. 최근 가상 아바타는 광고, 영화제작, 게임디자인, 원격회의(teleconference)등의 다양한 분야에서 유용하게 사용되고 있으며, 의료사업 및 범죄수사 분야까지 그 응용범위가 확대되고 있다[1][2]. 또한, 단순히 실재감 높은 가상환경을 제공하는 것 이상으로 가상공간에서 사용자와 여러 상호작용을 통하여 사실적인 가상 환경을 표현할 수 있는 도구로써 부각되고 있다[3]. 특히 가상 아바타가 표현하는 표정이나 시선 등의 실감적 표현요소들은 사용자에게 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다[4]. 이에 따라 가상현실에 구현된 객체나 환경에 대해서 사용자가 실재처럼 지각하는 '실재감(Presence)' 요소는 중요한 목표로 대두되고 있다[5-7].

가상환경에서 가상현실로 구현된 환경을 사용자가 실재처럼 느끼도록 하는 것은 중요한 목표다[5-7]. 이러한 이유로 많은 연구자들은 해부학적 관점에서 사실적인 얼굴 모델을 개발하기 위한 다양한 방법을 제안하였다. 인간의 얼굴은 가장 쉽게 그 사람의 특징을 확인할 수 있으며, 상대방과의 상호작용에 대한 중요한 의사소통의 수단으로 여겨지고 있다. 또한, 상대방의 얼굴 표정으로부터 다양한 감정을 전달받을 수 있다. 상대방과 대화 시 입술 모양의 변화를 통해서도 대화의 내용의 이해에 대한 중요한 요소로 작용한다[8]. 이에 따라 더욱 실제적인 얼굴 모델 설계를 위하여 가상 아바타의 얼굴 근육, 안구 모델, 근육의 움직임 및 텍스처 합성 등이 고려된 연구들이 다양하게 진행되고 있다[9-13]. 그러나 기존 연구모델은 단지 가상 아바타의 해부학적 관점에서 개발되었다. 구체적으로 세분화하거나 사실적인 감성을 표현할 수 있는 실감 표현요소에 관해 확인한 연구는 미비하다. 따라서 가상 아바타를 실재와 같이 표현할 수 있는 새로운 실감 표현요소에 관한 연구가 진행될 필요성이 있다. 이러한 이유로 선행연구에서

는 각막면에 비친 반사영상(eye reflection) 요소를 기반으로 사용자의 시각적 실재감에 대한 반응을 평가하였으며, 새로운 시각적 실감표현요소를 제안하였다[4].

가상 환경에서 사용자가 미디어에 의해 표현된 환경을 느끼는 지각적 상태를 '실재감(presence)'라 한다. 이는 가상 실감화의 질적 평가도구로 사용되며, 사용자가 가상환경을 실제로 받아들이는 정도를 측정한다[14]. 가상현실에서 실재감을 표현하기 위한 감각적 요소는 시각적 요소가 가장 큰 비중을 차지하며, 다른 감각적 요소들을 포함하기도 하지만 오히려 부정적인 요인으로 작용한다고 보고한다[15][16]. 사용자는 가상현실에서 자신의 감각적 정보에 의해 생성되는 환상(illusion)에 의존하기 때문에 사용자의 경험을 이해하는데 실재감은 중요하다. 이에 더 높은 사실감과 현실감을 반영하기 위하여 질감(texture), 면의 개수(number of polygons), 시야각(visual field of view) 등의 시각적 요소가 사용된다. 시각적 요소의 정밀도가 높아질수록 가상현실에서 사용자가 느끼는 현실감도 증가한다[17-20]. 따라서 제작자는 가상현실에서 사용자에게 높은 실재감을 제공하기 위해서는 현실과 같은 물리적, 감정적 피드백이 가능하도록 가상환경의 객체를 설계 및 제작해야 한다.

일반적으로 가상 아바타를 세부적으로 표현한 경우에는 눈썹, 눈꺼풀의 움직임, 입모양, 얼굴 및 근육의 형태 표현 등으로 진행되었다[9]. 가상 아바타에 사실적인 표현과 감성적 상호작용을 반영하기 위해서 사용자와 가상 아바타 사이의 실감 표현요소는 중요하다. 특히 가상환경에 주어진 매체를 사용자가 받아들이는 과정에서 사용자가 가상 환경에서 매체를 어떻게 경험하는가와 주어진 매체를 사용자는 어떻게 받아들이는지는 매우 중요하다. 이때의 경험은 실재감을 제공하는 기술적인 부분과 관련이 있고, 평가는 가상 매체를 받아들이는 사용자의 심리적 부분과 관련이 있다. 따라서 본 연구에서는 이 두 측면을 고려하여 눈 표현을 중심으로 한 가상 아바타의 실감 표현요소를 기반으로 실재감을 평가하고 이를 적용할 수 있는 실감 표현요소를 제안하고자 한다.

일반적으로 비의사소통의 대표적인 눈은 대화의 호

를 조절하거나 두 사람의 상호작용에 대한 피드백 신호로 사용된다. 서로의 눈길을 통하여 두 사람 간의 관계를 파악할 때, 현재의 감성을 표현할 때, 다른 사람의 행동에 영향을 주거나 정보를 찾고자 할 때 역시 중요한 요소로 작용한다. 이러한 이유로 3D 모델 엔지니어나 애니메이션 제작자들은 게임 설계 및 영화제작, 캐릭터 애니메이션 분야 등에 적용하기 위하여 인간의 사실적인 눈 모델을 개발하고 있다. 이는 눈의 표현이 섬세할수록 많은 유형의 성격들을 파악할 수 있기 때문이다. 실제로 극사실적으로 표현하여 높은 실재감을 제공하는 <아바타>, <파이널 판타지>, <베오울프> 등이 있다. 따라서 본 연구에서는 실제 가상 아바타의 눈을 중심으로 홍채 색과 동공 조절(Pupillary accommodation)의 표현요소가 사용자의 시각적 실재감에 영향을 주는 지 평가하고자 한다. 또한 본 연구의 실감 표현요소를 기반으로 사실적인 가상 아바타를 설계하기 위한 기초 연구로서 활용하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 피실험자

본 연구에 참여한 피실험자는 일반인을 포함하여 대학생 및 대학원생 32명(여 16, 평균나이 27.0±1.83)을 대상으로 하였다. 모든 피실험자로부터 연구목적을 제외하고 실험에 대하여 대략적인 설명을 진행 후, 자발적 의지에 대한 동의를 얻었다. 또한 참여도를 높이기 위해 실험에 참여한 대가로 소정의 금액을 지불하였다.

2. 홍채색 및 동공 조절에 따른 가상 아바타 설계

본 연구에서 사용된 가상 아바타와 안구모형은 3D Studio Max (Autodesk, 2010)와 Photoshop CS3 (Adobe, 2007) 및 Unity 3D(Unity Technologies, united State, 2010)를 사용하여 제작하였다. 안구모형의 경우 대표적인 모형안인 Gullstrand 모형안 [21]에 기초하여 크게 안구(eyeball), 홍채(Iris), 동공(pupil)으로 구성하였으며, 자세한 내용은 [그림 1]과 같다.

동양인의 경우 홍채색에 의해서 동공 조절 정도가 명

확하게 보이지 않을 수 있기 때문에 홍채색상에 따른 영향력에 차이가 있을 것으로 생각된다. 초기 연구자들은 홍채색을 밝음과 어두움 또는 파랑과 갈색으로 분류하였다[22][23]. 또한 홍채의 갈색소나 황색소에 따라 주관적으로 5 가지(파랑, 회색, 녹색, 밝은 갈색, 갈색)로 분류하기도 하며[24], Hammond 등(1996)은 파랑과 회색, 녹색과 커피색, 갈색과 검은색으로 단순하게 분류하여 연구되었다[25]. 이에 따라 본 연구에서는 홍채색상의 경우 크게 밝음과 어두움으로 구분하여 녹색에 가까운 색과(Red: 109, Green: 97, Blue: 69)과 갈색에 가까운 색(Red: 66, Green: 58, Blue: 52)으로 모델링하였다. 두 가지 홍채 색상이 아바타에 적용된 예는 [그림 1]과 같다.

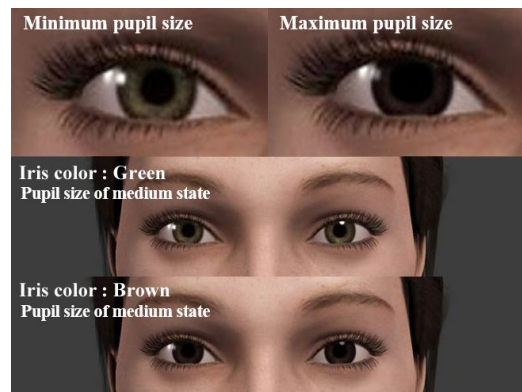


그림 1. 홍채색 및 동공 조절에 따른 가상 아바타

동공 조절의 경우 크게 세 가지 경우로 첫째; 일반상태, 둘째; 쾌-불쾌 상태, 셋째; 각성-이완 상태에 따른 동공크기를 구분하여 표현하였다. 동공은 홍채의 중심에 있어 빛이 망막에 전달되는 통로이다. 홍채를 구성하는 괄약근(Sphincter Muscle)과 산대근(Dilator Muscle)의 수축으로 크기가 결정된다. 동공 수축의 경우 홍채의 괄약근이 부교감신경계의 영향을 받아 수축하며, 동공 확장은 홍채의 산대근이 교감신경에 의해 수축하면서 이루어진다. 가상 아바타에 표현된 동공 조절 정도는 [그림 2]와 같다.

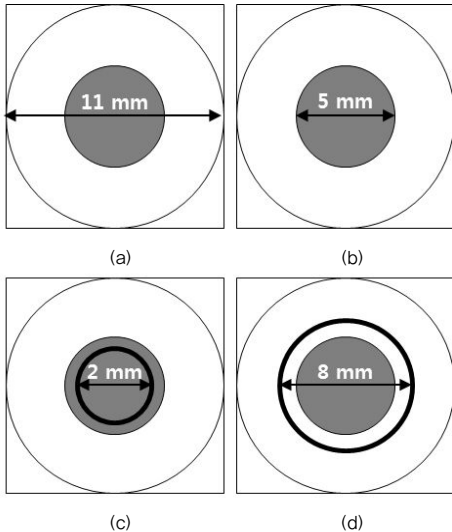


그림 2. 안구모형 (a) 홍채크기 (b) 동공 평균 크기 (c) 동공 최소 크기 (d) 동공 최대 크기

3. 가상 실감화 측정

본 연구에서는 선행연구에서 개발되어진 가상 실감 화질적 평가도구를 사용하여[26], 사용자가 느끼는 주관적 실재감을 측정하였다. 상기 가상 실감화 측정 모델은 세 가지 요인으로 구성되어있다. 자세한 내용은 [표 1]과 같다.

표 1. 실재감에 관한 가상 실감화 평가의 세 가지 요인

요인	정의
시각적실재감 (Visual Presence)	사용자에게 주어진 가상 환경이 어떻게 지각되는지에 대한 정도
시각적 몰입감 (Visual Immersion)	사용자에게 주어진 가상 환경이 얼마나 극사실적으로 표현되었는지에 대한 정도
시각적 상호작용 (Visual Interaction)	사용자가 가상 환경을 통하여 매개 환경의 형태나 내용에 대해 상호작용이 가능한지에 대한 정도

측정 문항의 경우 시각적 실재감(visual presence, 1-3) 3문항, 시각적 몰입감(visual immersion, 4-10) 7 문항, 시각적 상호작용(visual interaction, 11-14) 4문항으로 구성되었다. 또한, 설문조사과정에서 성실하게 응답하지 않은 응답자를 구분하고, 측정 문항의 신뢰성을 확보하기 위하여 4개의 역문항(15-18)을 포함하였다. 자세한 주관평가 문항 내용은 [표 2]와 같다.

표 2. 실재감 평가를 위한 가상 실감화 평가 총 문항

요인	문항 수	평가 문항 내용
시각적 실재감 (Visual presence)	1	화면 속 환경 전체의 일반적인 사실성은 높은 수준이었습니까?
	2	화면 속 환경의 움직임은 매우 사실적이었다고 생각 됩니까?
	3	화면 속 환경의 상하좌우 움직임은 매우 자유롭게 느껴졌습니까?
시각적 몰입감 (Visual immersion)	4	화면 속 환경이 자연스러워 보였습니까?
	5	화면 속 환경에 몰입하고 있다고 느꼈습니까?
	6	화면 속의 환경이 실재와 같이 느껴졌습니까?
	7	화면 속 환경이 사실이라는 느낌이 강하게 들었습니까?
	8	화면 속 환경이 나에게 닿을 수도 있다고 느꼈습니까?
	9	화면 속 환경이 현실 세계의 일부라고 느꼈습니까?
	10	화면 속 환경의 시각적인 질(Quality)은 높은 수준(현실과 같은)이었습니까?
시각적 상호작용 (Visual interaction)	11	화면 속 환경과 상호작용 할 수 있다고 느꼈습니까?
	12	화면 속 환경에 대하여 자신이 반응하여 움직였다고 지각되었습니까?
	13	화면 속 환경의 일부가 나에게 반응하고 있는 것처럼 지각되었습니까?
	14	화면 속의 물체(인물)가 나를 보고 있다는 느낌이 들었습니까?
역문항 (Reversed items)	15	화면 속 환경이 어딘가 어색하게 보였습니까?
	16	화면 속 환경에 몰입하기 어려웠습니까?
	17	화면 속 환경의 시각적 표현이 매우 어색했습니까?
	18	화면 속 환경의 움직임이 어색하였습니까?

4. 홍채 색과 동공 조절에 따른 실재감평가

일반적으로 동양인의 경우 동공 조절 정도가 명확하게 보이지 않을 수 있기 때문에 인종에 따른 홍채 색상 간의 영향력에 차이가 있을 수 있다. 홍채의 색상과 무늬에 대한 연구는 개인이나 인종의 특성을 파악하는데 중요한 요소로 작용한다. 피실험자는 두 가지 홍채 색(녹색, 갈색)과 동공크기 변화가 적용된 가상 아바타 이미지를 본 후, 실감 정도를 측정하기 위한 주관평가를 5점 척도로 보고하였다(1점: 매우 그렇지 않다, 3점: 보통이다, 5점: 매우 그렇다). 이때 제시된 이미지는 피실험자가 예측할 수 없도록 순서효과를 제거하여 랜덤하게 제시하였다. 본 실험에 이용된 실험 절차는 [그림 3]과 같다.

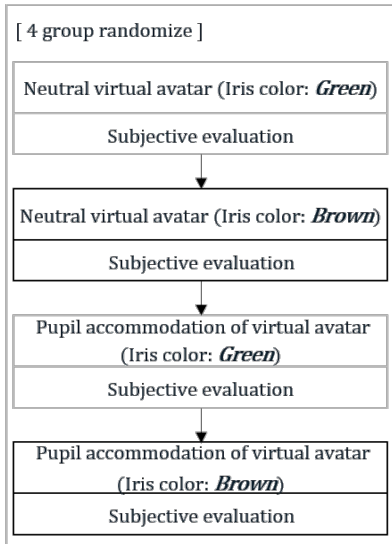


그림 3. 실험절차

III. 연구 결과

가상 아바타의 홍채색과 동공 조절의 표현에 따른 가상 실감화를 측정된 결과는 [그림 4]와 같다. 분석 결과 사용자는 동공크기 변화가 적용된 경우 더 높은 실재감을 느끼는 것으로 나타났다. 이를 기반으로 홍채색과 동공크기 변화 요소에 대하여 주효과(main effect)와 상호작용효과(interaction effect)를 확인하고자 Two-way ANOVA(factorial design)분석을 시행하였다($\alpha < .05$). 통계 검증결과 시각적 실재감, 시각적 몰입감 및 시각적 상호작용의 모든 요인에서 상호작용효과의 경우 통계적으로 유의미한 결과를 확인하였다(시각적 실재감 : $F = 7.425, p = .007$, 시각적 몰입감 : $F = 16.212, p = .000$, 시각적 상호작용 : $F = 16.279, p = .000$). 또한, 모든 요인에서 동공크기 변화에 따른 실감 표현요소의 적용 유무에 따라 가상실감화 정도에 차이가 있는 것으로 나타났다(시각적 실재감 : $F = 26.924, p = .000$, 시각적 몰입감 : $F = 17.336, p = .000$, 시각적 상호작용 : $F = 7.287, p = .008$). 반면 홍채색의 변화는 가상 실감화 정도에 차이가 없는 것으로 나타났다(시각적 실재감 : $F = 1.060, p = .194$, 시각적 몰입감 : $F = 3.214, p = .075$, 시각적 상호작용 : $F = .001, p = .977$).

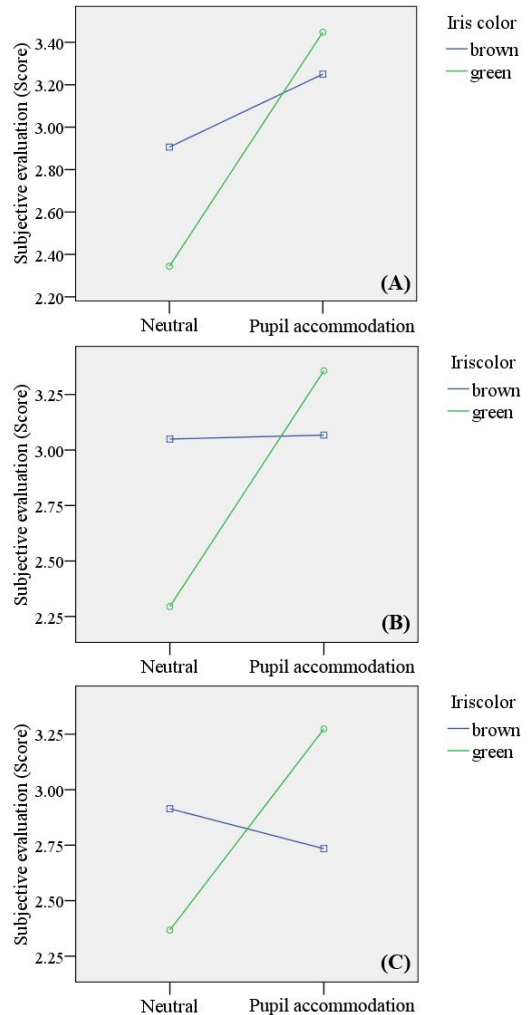


그림 4. 가상 실감화 측정 결과(A) : 시각적 실재감, (B) : 시각적 몰입감, (C) : 시각적 상호작용]

IV. 결론 및 논의

본 연구에서는 동공 조절의 실감 표현요소에 대하여 가상 실감화를 측정할 수 있는 주관모델을 사용해 사용자가 느끼는 실재감을 평가하였다. 이를 통해 가상현실에서 더 높은 실재감을 제공하기 위하여 동공 조절의 표현요소가 실재감을 향상하기에 유의미한 요소인지에 대한 가능성을 확인하였다. 주관평가 결과 시각적 실재

감, 시각적 몰입감, 시각적 상호작용의 모든 요인에서 주관적 실재감이 더 크게 유발된 것을 확인하였다. 이는 사용자가 가상 객체(아바타)와 공존하고 있는 시각적 느낌이 반영된 것으로 해석가능하다[27]. 또한, 상호작용효과가 유의적이므로 홍채색에 따라서 동공 조절의 표현요소에 대한 실재감의 패턴이 다르다고 할 수 있다. 그러나 홍채색 단일 표현요소에 따른 실재감은 차이가 나타나지 않았다. 본 연구에서는 홍채색과 동공 조절에 따른 새로운 실감 표현요소에 대하여 사용자 반응을 평가한 점에 큰 의미를 갖는다. 홍채색의 경우 밝은 경우보다 오히려 어두운 경우에 시각적 실재감이 높게 평가된 것은 인종에 따른 영향력이 반영된 것으로 생각한다. 특히 사용자는 가상현실에서 경험하는 내용이 현실의 경험과 일치될수록 높은 사실감을 느끼기 때문에 높은 실재감을 유발한 것으로 보인다. 또한, 동공 조절은 자율신경계의 통제에 의해 조절되는 것으로 자율신경계의 감정적인 반응이 사용자의 실재감에 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다. 반면 홍채색 단일 표현요소 결과와 다르게 홍채색이 녹색일 때 사용자는 더 큰 실재감을 평가하였다. 이러한 이유는 홍채색이 녹색인 경우 갈색에 비하여 동공과 홍채의 구분이 뚜렷하기 때문에 동공 조절 정도를 더 정확하게 받아들인 것으로 해석할 수 있다. 가상 환경의 매체의 현실감 수준에 따라 사용자의 만족도가 달라질 수 있다. 즉, 가상환경 매체의 현실감이 높아질수록 사용자의 만족도는 높아지게 되고, 가상 환경 내에서 효율적으로 작업을 수행할 수 있도록 유도하기 때문에 실재감은 중요하게 고려해야 하는 요소다. 따라서 동공 조절에 따른 실감 표현요소를 실제 적용할 때 홍채색을 고려하여 제작한다면 더 큰 효과를 가져 올 수 있을 것으로 기대한다. 그러나 동공 조절의 경우 실시간으로 사용자의 동공 조절이 반영되어 표현되는 것이 아니라 임의의 세 가지 상태(일반, 쾌/불쾌, 각성/이완)의 변화를 랜덤하게 제시한 한계점을 지닌다. 따라서 실시간으로 변화하는 사용자의 동공 조절을 적용하여 사용자 반응 평가를 진행해 볼 필요성이 있다.

본 연구에서는 홍채색과 동공 조절의 실감 표현요소가 사실적인 가상 아바타를 제작할 수 있는 새로운 요

소를 제안하였으며, 타당성을 검증하였다. 추후 연구에서는 자율신경계 측정방법 중 심전도 (Electrocardiogram, ECG)를 사용하여 QRS Complex의 간격 변화(interbeat time)를 반영하는 심박변이율 (Heart Rate variability, HRV)과 동공 조절의 상관성을 확인하여 실제 사용자의 자율신경계 변화가 가상 아바타에 적용되었을 때 실재감을 평가하고자 한다.

본 연구에서 제안된 실감 표현요소를 기반으로 사실감 있는 가상 아바타를 제작할 수 있으며, 이는 가상현실 아바타를 설계하는 기초 연구로 활용이 가능할 것이라고 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] J. Harber and D. Terzopoulos, *Facial Modeling and Animation*, SIGGRAPH 2004 Course Notes, 2004.
- [2] K. Lee and S. Jang, "3D avatar gesture representation for collaborative virtual environment design," J. of Contents Association, Vol.5, No.4, pp.122-132, 2005.
- [3] W. Bainbridge, "The Scientific Research Potential of Virtual Worlds," J. of Science, Vol.317, No.5837, pp.472-476, 2007.
- [4] M. J. won, E. C. Lee, and M. Whang, "Realistic Expression Factor to Visual Presence of Virtual Avatar in Eye Reflection," J. of Contents Association, Vol.13, No.7, pp.9-15, 2013.
- [5] S. Mills and J. Noyes, "Virtual Reality: An Overview of User-related Design Issues - Revised Paper for Special Issue on 'Virtualreality: User Issues' in Interacting With Computers May1998," J. of Interacting with computers, Vol.11, No.4, pp.375-386, 1999.
- [6] 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.
- [7] J. Jin, M. Park, H. Ko, and H. Byun, "Immersive Telemeeting with Virtual Studio and CAVE," Proceedings of International Workshop on Advanced Image Technology, pp.15-20, 2001.
- [8] B. Chang, "The Design and Implementation of real-time Emotional Avatar Based on a Facial Expression Recognition," Unpublished doctoral dissertation, University of Daejeon, pp.1-50, 2005.
- [9] N. Adamo-Villani, G. Beni, and J. White, "3D Simulator of Ocular Motion and Expression," ICIT 2005-International Conference on Information Technology, pp.122-127, 2005.
- [10] J. Cassell, H. Vilhjlmsson, and T. Bickmore, "BEAT: the Behavior Expression Animation Toolkit," Proceedings of the 28th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, pp.477-486, 2001.
- [11] D. Decarlo, D. Metaxas, and M. Stone, "An Anthropometric Face Model Using Variational Techniques," Proceedings of the 25th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, pp.67-74, 1998.
- [12] E. Petajan, "Very low bitrate face animation coding in MPEG-4," In Encyclopedia of Telecommunications, Vol.17, pp.209-231, 1999.
- [13] S. Kim, "Realtime facial expression control of 3D avatar by isomap of motion data," J. of Contents Association, Vol.7, No.3, pp.9-16, 2007.
- [14] 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.
- [15] M. L. Heilig, "El Cine del Futuro : The cinema of future," J. of In Presence, Vol.1, No.3, pp.279-294, 1992.
- [16] J. H. Hong, D. H. Jeong, S. Y. Sim, and C. G. Song, "Analysis of Effectiveness of Multiple Sensory Modalities in Virtual Environment," J. of The Korea Information Science Society, Vol.27, No.9, pp.931-941, 2005.
- [17] W. Barfield and C. Hendrix, "The effect of update rate on the sence of presence in virtual environment," J. of Virtual reality: Research, Development, Applications, Vol.1, No.1, pp.3-15, 1995.
- [18] C. Hendrix and W. Barfield, "Presence within virtual environments as a function of visual display parameters," J. of Presence: Teleoperators and Virtual Environments, Vol.5, No.3, pp.274-289, 1996a.
- [19] C. Hendrix and W. Barfield, "The sense of presence with auditory virtual environments," J. of Presence: Teleoperators and Virtual Environments, Vol.5, No.3, pp.290-301, 1996b.
- [20] S. Kim, M. Kim, and J. Kang, "An analysis of the visual characteristic of directing for three dimensional films," J. of Contents Association, Vol.11, No.2, pp.229-237, 2011.
- [21] A. Gullstrand and R. Tigerstedt, *Einführung in die Methoden der Dioptrik des Auges*, Leipzig : Verlag von S. Hirzel, 1911.
- [22] J. Dillon, C. Tyhurst, and R. Yolton, "The mydriatic effect of tropicamide on light and dark irides," J. of the American Optometric Association, Vol.48, No.5, p.653, 1977.
- [23] J. Lovasik and H. Kergoat, "Time course of cycloplegia induced by a new phenylephrine-tropicamide combination drug," J. of Optometry & Vision Science, Vol.67, No.5, pp.352-358, 1990.
- [24] J. Seddon, C. Sahagian, R. Glynn, and R. Sperduto, "Evaluation of an iris color classification system. The Eye Disorders

- Case-Control Study Group,” J. of Optometry & Vision Science, Vol.31, No.8, pp.1592-1598, 1990.
- [25] B. R. Hammond, K. Fuld, and D. Snodderly, “Iris Color and Macular Pigment Optical Density,” J. of Experimental eye research, Vol.62, No.3, pp.293-298, 1996.
- [26] 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.
- [27] F. Biocca, C. Harms, and J. Burgoon, “Toward a more robust theory and measure of social presence: Review and suggested criteria,” Presence, Vol.12, No.5, pp.456-480, 2003.

저 자 소 개

원 명 주(Myoung Ju Won)

정회원



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

<관심분야> : Emotion Engineering, Emotional Design, Micro-expression, HCI, 3D

박 상 인(Sang-In Park)

정회원



- 2013년 2월 : 상명대학교 감성공학(공학석사)
- 2013년 3월 : 상명대학교 감성공학(박사과정)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 상명대학교 박사과정

<관심분야> : Emotion Engineering, Social Emotion, Human Factor, 3D

이 의 철(Eui Chul Lee)

정회원



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

▪ 2012년 ~ 현재 : 상명대학교 컴퓨터학과 교수
<관심분야> : Computer vision, Image processing, Pattern recognition, HCI

황 민 철(Min-Cheol Whang)

정회원



- 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