

디지털 의상 디자인을 위한 E-textiles 시각화 시스템

이동욱*, 오승원**, 김진솔**, 한민수***

요약

디지털 의상은 기존의 무대의상에 다양한 표현이 가능한 발광장치를 부착하여 등장인물의 극중 표현을 강화하고 관람자에게 보다 강한 인상을 주기 위한 장치로 연극, 오페라, 뮤지컬 등의 다양한 공연에서 사용된다. 디지털 의상 제작에 있어 가장 중요한 과정은 디자인 과정으로, 이는 디지털 의상이 제작된 뒤에는 발광장치나 무대의상 고유의 디자인과 같은 특징 요소들을 수정하기가 어렵다는 점에 기인한다. 본 논문은 3차원 가상환경을 통해 가상 디지털 의상과 의상의 발광 효과를 시각적으로 표시하는 E-textiles(디지털 의상) 시각화 시스템을 제안한다. 디지털 의상 시각화 도구는 가상의 3차원 의상 모델에 사용자가 원하는 형태의 발광 효과를 조합하여 제공하며, 보다 실제와 비슷한 발광 효과를 생성하기 위해 Bloom 효과를 사용한다. 실제 디지털 의상과 유사한 발광 효과를 표현하기 위해 다양한 컨트롤 변수들을 사용하였으며, 실제 빛의 옹집 효과를 표현하기 위한 처리도 수행되었다. 결과적으로 제안된 시스템은 실제 디지털 의상의 디자인 과정에 필요한 기능과 시각적 효과를 제공한다.

E-textiles Visualization System for Digital Costume Design

Dongwook Lee*, Seungwon Oh*, Jinsul Kim**, Minsoo Hahn***

ABSTRACT

In Digital costume is clothing for performer which consists of lighting devices and clothing materials. It can provide stronger visual effects than traditional performer costume. Because the digital costume is hard to modify after built, design of the digital costume is one of the most important procedures. This paper proposes Digital costume visualizer, which visualizes digital costume in 3D virtual space. The visualizer creates virtual digital costume based on the costume model and luminous pattern which created by a user. To create a visual appearance which similar to the real digital costume we applied Bloom effect to the luminous patterns. By applying several control values to the Bloom effect, the visualizer can provide various visual effects. As a result, the visualizer provides enough functionalities and effects for design process of the digital costume.

Key Words : Digital Costume, Visualization, Bloom Effect, 3D Environment, Image Processing

* KAIST 디지털미디어연구소(✉aalee@kaist.ac.kr)

** 나사렛대학교 멀티미디어학과

*** KAIST 디지털미디어연구소

· 제1저자(First Author) : 이동욱 · 교신저자(Correspondent Author) : 한민수

· 접수일(2011년 10월 20일), 수정일(1차 : 2011년 11월 18일), 게재확정일(2011년 11월 21일)

I. 서 론

전자, 정보 기술의 발전은 다양한 분야에 영향을 끼쳐왔다. 특히 공연 및 예술 분야의 경우 기술 발전을 통해 창작자의 표현 가능 범위가 크게 확장되어 왔으며 현재도 다양한 표현이 시도되고 있다. 특히 공연 분야에서 흥미를 가지고 있는 주제 중의 하나는 의상 표현의 한계 확장이다. 전통적인 무대 의상의 경우 의상 소재와 디자인이라는 요소에 표현의 한계가 정해졌었다. 이 한정된 시각적 효과를 확장시키기 위해 전자 기기와 공연 의상이 조합되는 예들이 등장하고 있다.

E-textiles[1] 이라고도 불리우는 디지털 의상은 의상 내부에 장착되어 있는 발광장치를 통해 발생한 빛을 외부 재질을 통해 창작자가 원하는 형태로 확산시켜 전통적인 의상보다 강한 시각적 효과를 발생시킬 수 있다. 이러한 시각적 효과의 극대화를 바탕으로 디지털 의상은 광고[2], 패션[3] 등에서부터 공연[4] 및 교육[5] 등에 다양하게 적용되고 있으며, 매우 만족스러운 효과를 제공하고 있다고 평가된다.

그러나 디지털 의상의 제작은 전통적인 의상보다 제작 시간과 비용이 더 많이 소요되며, 안정성이나 유연성 측면에서 다소 약점을 가지고 있다. 특히 한번 제작된 디지털 의상은 이후에 발광 패턴이나 위치를 수정하기가 힘들다는 문제점을 가지고 있다. 디지털 의상의 제작 과정은 의상 디자인과 발광체 디자인, 회로 디자인 등의 다양한 과정들을 내포하고 있으며, 이러한 과정들은 서로 간에 유기적으로 연관되어 영향을 끼친다.

디지털 의상의 각 부분간의 상관관계를 낮추기 위해 디지털 의상의 디지털 의상의 내피와 외피를 구분하여 별도로 구성하는 연구[4]가 선행되었다. 디지털 의상의 모듈화를 통해 동력 및 통신 부분과 발광체 부분을 서로 분리함에 따라 디지털 의상의 유지보수 및 안정성을 보다 강화시킬 수 있었다. 그러나 디지털 의상의 시각적 효과에 주된 영향을 끼치는 의상 디자인

과 발광체 배치는 서로간의 상관관계가 매우 높기 때문에, 분리할 수 있는 방법이 없다. 예를 들어, 디지털 의상 상의의 무늬 부분이 변경될 경우, 무늬 부분과 관련된 발광체들의 위치와 색, 패턴의 변화 등이 함께 변경되어야 한다.

이러한 문제들을 해결하기 위해서는 디지털 의상의 제작에 앞서 재질이나 발광영역 등의 다양한 요소들이 고려되어야만 하고 고려된 요소들의 결과를 사전에 시각적으로 확인 및 검증해 볼 수 있는 방안이 필요하다.

공연이나 영화의 경우 스토리 보드를 3차원 가상 환경을 통해 시각화 하는 연구[6]가 활발히 진행되고 있다. 실제 영화세트와 매우 유사한 환경을 3차원 가상 공간에 구현하고, 가상의 배우들의 움직임을 통해 미리 영화나 공연의 결과를 예측할 수 있다. 또한 공연의 경우 실제 무대장치의 배치와 조명효과의 변화를 시뮬레이션 하는 상용 소프트웨어가 판매 중에 있다[7]. 그러나 이러한 공연 시뮬레이션 연구 및 제품들은 일반적인 공연 장치 및 환경에 초점을 맞추고 있기 때문에, 디지털 의상과 같은 특수한 장치의 시각적인 표현에 대해서는 한계를 가지고 있다.

본 논문은 디지털 의상의 제작에 앞서 디지털 의상의 발광 패턴과 의상 모델을 시각적으로 표현하는 디지털 의상 시각화 시스템을 제시한다. 디지털 의상 시각화 시스템은 3차원 가상공간을 통해 의상 모델과 사용자가 원하는 빛의 색, 모양 등을 합쳐서 시각적으로 제공한다. 사용자는 시각화 시스템을 통해 제작하고자 하는 디지털 의상의 의상 부분과 발광 패턴 부분의 조화를 제작 전에 시각적으로 조합해볼 수 있으며, 다양한 발광 패턴을 사용자가 직접 생성 및 수정할 수 있다.

II. 시스템 디자인

공연에서 사용되는 디지털 의상의 디자인과정은 일반적인 무대 의상의 디자인과는 다르다. 무대의상 디

자인의 요소들과 함께 발광 패턴 효과에 대한 요소들이 함께 고려되어야만 한다. 빛을 발광하는 부분을 감싸서 빛을 확산시키는 재질이 선택되어야 하고, 선택된 재질에 의해 확산되는 빛을 고려하여 전체적인 의상의 디자인을 만들어야 한다. 디지털 의상 제작에 대한 보다 자세한 사항은 [4]에 기술되어 있다.

디지털 의상 시각화 시스템을 설계하기에 앞서, 실제 디지털 의상을 디자인하는 과정에서 필요한 정보가 무엇인지를 파악할 필요가 있다. 이를 위해 실제 디지털 의상을 제작한 디자이너들을 설문조사를 진행하였으며, 다음 표와 같은 디지털 의상의 디자인 요소들을 도출하였다.

표 1에서 볼 수 있듯이, 디지털 의상의 디자인에는 시각적 요소가 주된 영향을 끼치고 있으며, 이는 가상 디지털 의상을 시각적으로 실제와 유사하게 표현할 필요가 있음을 나타낸다. 표 1의 요소들을 효과적으로 만족시키며, 가상 디지털 의상을 실제와 유사하게 표현하기 위해서는 3차원 가상공간을 통한 시각화를 적용하는 것이 가장 적합하다. 3차원 오브젝트인 의상 오브젝트를 바탕으로 사용자 입력에 따른 발광 패턴을 함께 적용시킴으로써, 실제 디지털 의상의 발광과 유사한 모습을 보일 수 있으며, 또한 표 1에서 제시하는 디자인 요소들을 대부분 지원할 수 있다.

표 2는 표 1의 디지털 의상의 디자인 요소들을 기반으로 도출된 디지털 의상 시각화 시스템의 요구사항이다. 표 1에서 제시된 디자인 요소들의 대부분이 시스템의 요구사항으로 적용되었다. 전자기기 및 발광체의 전력 소모량이나 유지보수 등에 대한 이슈들도 중요한 사항이나, 본 연구의 범위에는 속하지 않기에 제외하였다.

시각화 시스템의 요구사항은 크게 시각 요소 부분과 상호작용 요소 부분으로 나뉘어 구분된다.

시각 요소는 앞서 언급된 표 1의 디자인 요소들을 통해 도출된 요구사항이며, 상호작용 요소들은 추가적으로 적용된 시스템의 동작과 관련된 사항이다.

표. 1 디지털 의상의 디자인 요소들
Table 1. Design Issues of Digital Costume

디자인 요소	우선순위
발광 패턴 모양	높음
발광 패턴 색	높음
발광 패턴 색의 변화	중간
발광 패턴과 의상간의 조화	중간
재질에 따른 빛 확산 변화	중간
거리에 따른 빛 확산 변화	중간
여러 디지털 의상이 함께 보일 때의 느낌	낮음
전자기기 및 발광체의 전력 소모량	높음
전자기기 및 발광체의 유지보수성	중간
전자기기 및 발광체의 무게 및 부피	높음
디지털 의상 착용 시 행동 제한성	낮음

시각화 시스템의 예상 사용자가 컴퓨터 프로그램 사용에 익숙하지 않을 수 있다는 점을 고려할 때, 사용자와 시스템 간의 조작이 직관적이고 배우기 쉬워야 할 필요가 있다. 이러한 동작 요소들이 상호 작용 요소로 요구사항에 추가되었다. 디지털 의상 시각화 시스템의 요구사항은 기능적 명사로 작성되어 디지털 의상 시각화 시스템의 설계에 기반으로 적용되었다.

표 2. 디지털 의상 시각화 시스템의 요구사항
Table 2. Digital Costume Visualizer Requirements

구분	설명	우선순위
시각 요소	디지털 의상을 다양한 각도에서 볼 수 있어야 한다.	낮음
	발광 패턴의 모양, 색을 임의로 조작할 수 있어야 한다.	높음
	시간에 따른 발광 패턴의 변화를 시각적으로 나타내야 한다.	높음
	의상 재질에 따른 빛 확산 변화를 나타낼 수 있어야 한다.	중간
	다수의 디지털 의상의 표시가 가능해야 한다.	낮음
상호 작용 요소	발광 패턴의 모양 조작이 복잡하지 않아야 한다.	높음
	시점 조작이 어렵지 않아야 한다.	중간
	실시간 조작이 가능해야 한다.	높음

III. 연구방법

디지털 의상 시각화 시스템은 크게 발광 패턴 생성기(Pattern creator)와 디지털 의상 렌더러(Digital costume renderer)의 2가지 모듈과 가상 패턴 정보(Pattern Info.)라는 정보 단위로 구성된다. 패턴 생성기는 사용자 입력을 받아 디지털 의상의 발광 패턴을 생성 및 조작하는 모듈이다. 패턴 생성기를 통해 생성된 신호 및 정보들은 패턴 정보에 저장되며, 디지털 의상 렌더러는 저장된 패턴 정보를 기반으로 가상 디지털 의상을 화면에 표시한다. 그림 1은 모듈들과 정보 단위 간의 상호작용을 보이고 있다.

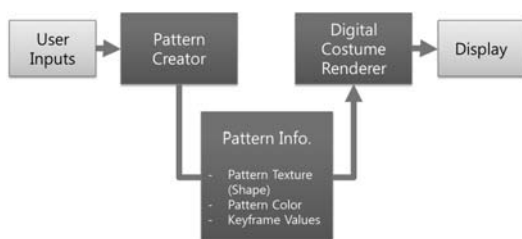


그림 1. 디지털 의상 시각화 시스템의 구조
Fig. 1 Structure of digital costume visualizer

디지털 의상 시각화 시스템은 Graphics Processing Unit (GPU)을 이용하는 Bloom 효과[8]를 기반으로 발광 패턴을 모사한다. Bloom 효과는 Gaussian blur와 같은 픽셀 단위의 이미지 프로세싱을 렌더링된 영상에 적용시킴으로써 확산 효과를 나타내는 테크닉이다.

Bloom 효과는 컴퓨터 그래픽스의 빛 표현 모델보다는 사실적이지 않은 것이 사실이나, 상대적으로 매우 적은 계산량과 이에 따른 실시간 처리의 용이성 때문에 게임과 같은 다양한 엔터테인먼트 어플리케이션에서 많이 사용되고 있다.

Bloom 효과는 렌더링 영상에서 강도가 강한 픽셀

들에 대해 이미지 프로세싱을 적용하여 시각적 효과를 발생시킨다.

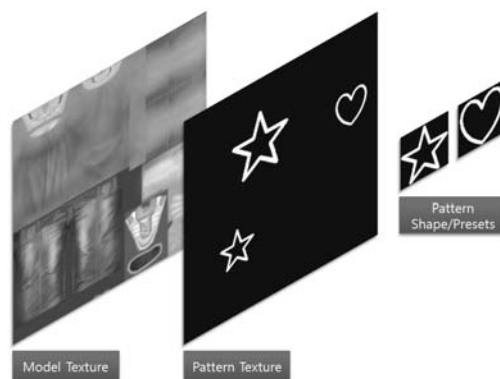


그림 2. 텍스처들간의 상관관계
(왼쪽: 의상 모델의 색상 텍스처,
가운데: 사용자가 생성한 패턴 텍스처,
오른쪽: 패턴 프리셋)

Fig. 2 Relation between textures
(Left: color texture of costume model,
Center: user created pattern texture, Right: pattern unit)

가상 디지털 의상의 경우, Bloom을 통한 발광 효과가 발광 패턴 부분에서만 발생해야 하므로 의상의 발광 패턴 부분에 대해서만 선택적으로 Bloom 효과를 적용해야 한다. 이를 위해서 시스템은 발광 패턴 영역을 텍스처화 하여 의상 모델에 적용한다. 발광 패턴 영역의 텍스처는 의상 모델이 가지고 있는 텍스처와 동일한 크기와 속성을 가지며, 따라서 모델 정점들의 색상 텍스처에 대한 좌표를 통해 발광 패턴 텍스처에 접근할 수 있다. 그림 2는 모델 텍스처와 발광 패턴 텍스처간의 관계를 보이고 있다. 이러한 다중 텍스처 구조는 구현에 있어 간단하고, 계산량이 적다는 장점이 있지만, 모델의 텍스처 구조에 대한 의존도가 높아진다는 단점이 있다.

가상 디지털 의상의 발광 패턴을 표현하기 위해서

는 패턴의 모양에 추가적으로 패턴의 색과 색의 변화에 대한 정보가 필요하다. 발광 패턴의 색은 0부터 255까지의 범위를 가지는 RGBA 형식으로 나타내며, 색의 변화는 키프레임 애니메이션을 통해 계산된다. 따라서 하나의 패턴은 특정 시점에 하나의 색만을 가지며, 표시되는 색은 키프레임간의 보간을 통해 결정된다. 가상 디지털 의상의 발광 패턴 텍스처, 색, 키프레임 정보들은 앞서 언급된 패턴 정보에 저장된다.

앞서 언급한 바와 같이 패턴 정보는 패턴 생성기를 통해 사용자의 입력을 기반으로 생성된다. 사용자의 입력을 텍스처화 하여 렌더링에 적용하기 위해서는 사용자가 입력하는 위치에 대한 텍스처 좌표가 필요하다. 텍스처 좌표는 커서의 위치에서 하나의 직선을 전사하여 충돌하는 삼각형 폴리곤과 폴리곤 내부에서의 충돌 위치 좌표를 찾은 뒤, 위치 좌표를 텍스처 좌표상으로 변환하여 도출한다. 그림 3의 왼쪽 그림에서 사용자 커서 위치를 텍스처 좌표로 변환하여 패턴 텍스처를 오버랩한 결과를 볼 수 있다. 모델 표면에 보이는 흰색의 별은 패턴 생성기에서 제공하는 별 모양의 패턴 단위가 전사된 것으로 커서의 위치를 나타낸다.

디지털 의상 렌더러는 사용자가 저장한 가상 디지털 의상의 정보들을 조합해 Bloom effect를 처리하여 결과를 화면에 보이는 역할을 가지고 있다. 패턴 텍스처 부분에 대해서만 Bloom effect를 적용하고, 모델이 겹치는 상황에 대해 판단하기 위해 다음과 같은 렌더링 과정을 진행한다.

1) Depth Rendering: 의상 모델의 깊이 값을 렌더링하여 저장한다.

2) Color Model Rendering: 의상 모델에 색상 텍스처를 적용하여 렌더링한 뒤 저장한다.

3) Pattern Model Rendering: 의상 모델에 패턴 생성기를 통해 저장된 텍스처를 적용하여 렌더링한 뒤 저장한다.

4) Image Processing: 3)의 결과에 Gaussian Blur를

적용한 뒤, 픽셀값을 강화시킨다.

5) Combine Render Results: 2)의 결과와 4)의 결과를 1)의 결과를 바탕으로 합성한다.

4)와 5) 과정에서 발광 패턴의 색과 형태가 결정되며, 발광 패턴의 다양한 표현을 위해 Blur amount, Bloom intensity, Base intensity, Bloom saturation, Base saturation에 대한 컨트롤 변수들을 설정하였다. Blur amount는 발광 패턴의 번짐 정도로, Bloom intensity는 Blur를 통해 번진 영역의 강도로, Base intensity는 Blur에 사용된 발광 패턴 영역의 강도로 적용되었다. 마찬가지로 Bloom saturation과 Base saturation은 각각 Bloom영역과 발광 패턴 영역의 채도 값의 강도로 적용된다.

그림 3의 왼쪽 부분이 상기 과정의 2)의 결과를, 가운데 부분이 상기 과정의 3), 4)의 결과를 오른쪽 부분이 상기 과정의 5)의 결과를 나타낸다.

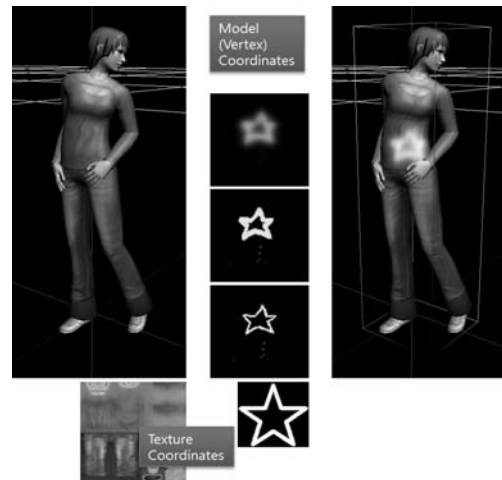


그림 3. 가상 디지털 의상의 렌더링 과정
(왼쪽: 색상 텍스처 렌더링,
가운데: 패턴 텍스처 렌더링,
오른쪽: 색상과 패턴의 혼합 렌더링)

Fig. 3. Virtual digital costume rendering procedure
(Left: color texture rendering, Center: pattern texture rendering, Right: combined rendering)

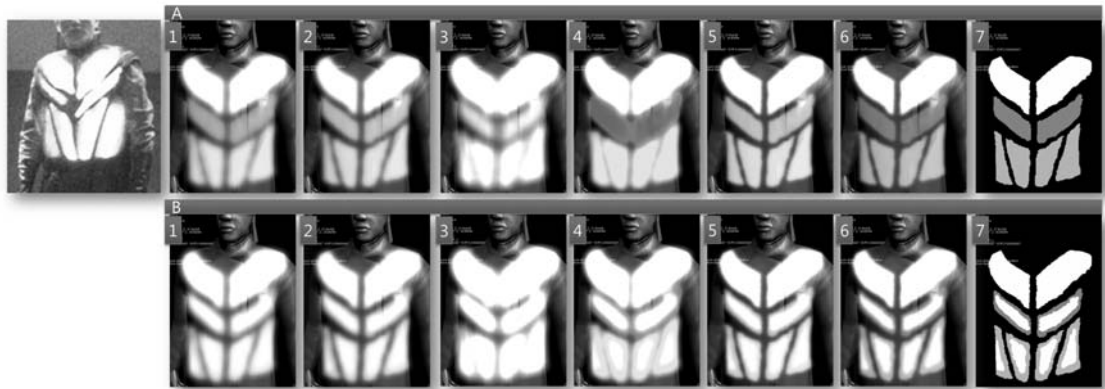


그림 4. 실제 디지털 의상과 다양한 렌더링 효과의 가상 디지털의상
(왼쪽 상단: 실제 디지털 의상, 가장 오른쪽 상단, 하단: 생성된 발광 패턴
상단: 일반 효과의 가상 디지털 의상, 하단: 빛 강화 효과가 추가된 가상 디지털 의상)

Fig. 4. Real digital costume and virtual digital costumes with various effects
(Leftmost: real digital costume, Upper-rest: normal virtual digital costumes, Lower-rest: virtual digital costumes with intensity enhancement
Rightmost: user-created luminous patterns)

IV. 시스템 구현 결과

가상 디지털 의상 시각화 시스템이 전송된 요구사항들을 만족하는지 알아보기 가상 디지털 의상의 발광 패턴을 실제 디지털 의상의 발광 패턴과 비교하였다.

그림 4는 실제 디지털 의상과 가상 디지털 의상의 모습들을 함께 보이고 있다. 그림의 가장 왼쪽은 실제 디지털 의상의 사진으로 3가지의 발광 패턴 색을 가지고 있다. 나머지 그림들은 가상 디지털 의상의 렌더링 결과들로, 그림의 7번 행에서 보이는 패턴 텍스처를 기반으로 렌더링 프로시저의 4), 5)에 각각 다른 값의 컨트롤 값들을 적용함으로써 각각 상이한 결과를 도출하였다.

그림에서 보이는 실제 디지털 의상의 경우 LED를 사용하여 발광 패턴을 구성하며, LED의 빛은 0부터 255까지의 RGB값에 의해 제어된다. 이 경우 발광 패턴에 흰색인 255, 255, 255가 아닌 다른 값을 입력하

라도, LED가 일정 영역에 집합되어 있기 때문에 빛의 합산을 통해 흰색을 가지게 된다. 이러한 빛의 특성을 고려한 결과가 그림 4의 B열이다. A열의 영상들은 패턴의 특정 색만을 가지고 렌더링 한 결과이며, B열의 영상들은 패턴 텍스처 중앙 밀집 부분의 픽셀 값을 강화시킨 결과이다.

렌더링 결과 중 실제 디지털 의상과 가장 유사한 모습을 보이는 것은 B열의 1로 그림 5에서 확대된 영상을 볼 수 있다. 실제 빛의 응집 효과로 인한 픽셀 값의 강화와 외곽 부분의 색 확산 효과가 잘 나타나있다.

한 가지 문제점으로는 모델 텍스처에 대한 의존도에 의해 발생하는 텍스처 접근의 제한 문제가 있다. 앞서 구현과정에서 언급되었던 것과 같이 시스템은 모델 텍스처와 동일한 포맷의 텍스처를 통해 발광 패턴을 표현한다. 따라서 모델 텍스처 자체가 작은 크기를 가지거나, 동일한 텍스처 영역을 많은 정점이 접근할 경우, 패턴 텍스처의 표현 범위가 크게 축소된다.



그림 5. 가상 디지털 의상의 확대된 모습
(그림 4의 B열 1)

Fig. 5. Magnified image of virtual digital costumes

따라서 시각화 시스템의 발광 패턴 표현을 강화하기 위해서는 모델 텍스처와 발광 패턴 텍스처간의 의존도를 낮추어, 독립적인 텍스처 및 좌표 운용이 필요한 것으로 판단되었다.

디지털 의상 시각화 시스템을 통해 도출할 수 있는 또 다른 결과로는 가상 캐릭터의 감정 표현에 대한 접근이다. 기존의 다른 연구들이 가상 캐릭터의 감정을 표현하기 위해 캐릭터의 주변 환경을 위주로 접근하는 경향이 있으나[9], 캐릭터 자체에서 발생하는 시각적 자극 또한 강한 감정표현을 나타낼 수 있을 것으로 사료된다. 본 연구의 시각화 시스템은 탄력적인 텍스처 접근 기능과 렌더링 기법을 제공하기 때문에 가상 캐릭터의 감정 상황에 따른 발광 패턴 효과를 생성할 수 있다. 실제 디지털 의상의 목적이 공연자의 표현을 강화시키기 위함이라는 것을 고려할 때, 본 시각화 시스템의 발광 패턴을 통한 가상 캐릭터의 감정 표현 또한 용이할 것으로 판단된다.

V. 결론

실제 디지털 의상의 프로토타입 제작 가격은 대략 300만원 정도로, 발광체인 LED, 통신 모듈, 배터리 및 의상 디자인 등이 포함된 가격이다. 대량생산을 고려할 경우 가격은 100만원 까지 절감을 고려해볼 수 있으나, 기존의 무대의상과 비교할 때 상대적으로 매우 비싼 가격이다. 따라서 디지털 의상의 제작은 디자인과 같은 제작 전 결정 과정이 큰 영향을 끼친다. 제안되는 시각화 시스템을 통해 디지털 의상의 제작 시간과 비용을 크게 단축시킬 수 있을 것이며, 결과적으로 디지털 의상의 사용 확대와 공연 분야에서의 표현방법의 확대에 큰 영향을 끼칠 수 있을 것으로 판단된다. 차후과제로는 앞서 언급된 텍스처 문제를 해결하기 위한 다중 직선을 통한 패턴 정교화를 고려하고 있다.

참고문헌

- [1] Diana Marculescu et al., Electronic textiles: A platform for pervasive computing, Proceedings of the IEEE, vol. 91, no. 12, pp. 1995 - 2018, Dec. 2003.
- [2] Philips. Lumalive, <http://www.research.philips.com/>
- [3] LumiGram. <http://www.lumigram.com/>
- [4] Seungwon Oh, Hyejung Byun, Sunyeon Jang, Minsoo Hahn, A digital costume with a LED controller for outdoor performances Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology, 2011,
- [5] Leah Buechley, Mike Eisenberg and Nwanua Elumeze, Towards a curriculum for electronic textiles in the high school classroom Proceedings of the 12th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education, 2007, pp.28-32
- [6] Yvonne Jung, Sebastian Wagner, Christoph Jung, Johannes Behr, Dieter Fellner, Storyboarding and pre-visualization with X3D, Proceedings of the 15th

International Conference on Web 3D Technology, 2010, pp.73-82

[7] Light Converse <http://lightconverse.net>

[8] Wolfgang Engel, ShaderX3: Advanced rendering techniques in DirectX and OpenGL, Charles River Media, Cambridge

[9] Celso De Melo, Ana Paiva, Expression of emotions in virtual humans using lights, shadows, composition and filters, Proceedings of the 2nd International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction, Springer, Heidelberg, 546 - 557.

감사의 글

본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2011년도 콘텐츠 산업기술지원사업의 연구결과로 수행되었음.

저자소개



이동욱(Dongwook Lee)

2004년 : 숭실대학교 미디어학부 (공학사)

2006년 : KAIST 정보통신공학과 디지털미디어전공 (구, ICU) (공학석사)

2006년 ~ 현재: KAIST 정보통신공학과 디지털미디어 전공 박사과정

※ 관심분야: 디지털미디어, 정보 시각화, HCI, AR 등



오승원(Seungwon Oh)

2007년 : 성균관대학교 정보통신공학부 컴퓨터공학전공 (공학학사)

2009년 : KAIST 정보통신공학과 디지털미디어전공 (구, ICU) (공학석사)

2009년 ~ 현재: KAIST 정보통신공학과 디지털미디어 전공 박사과정

※ 관심분야: 디지털미디어, 인공지능, 패턴인식, 이동로봇, SLAM 등

김진술(Jinsul Kim)



2001년 : Computer Science (BSCS), University of Utah, USA

2005년 : KAIST 정보통신공학과 디지털미디어 전공 (구, ICU) (공학석사)

2008년 : KAIST 정보통신공학과 디지털미디어 전공 (구, ICU) (공학박사)

2005년 ~ 2008년: ETRI 한국전자통신연구원 연구원

2009년 ~ 현재: 한국나사렛대학교 멀티미디어학과 교수

※ 관심분야: 방송.통신 융합미디어 처리, 디지털미디어 처리, 유비쿼터스 컴퓨팅, 휴먼-컴퓨터 인터랙션 등

한민수(Minsoo Hahn)



1979년 : 서울대학교 전자공학과 (공학사)

1981년 : 서울대학교 전자공학과 (공학석사)

1989년 : Electrical and Electronics engineering, University of Florida, USA (공학박사)

1982년~1985년: 한국표준과학연구원

1990년~1997년: 한국전자통신연구원

1998년~현재: KAIST 전자과 교수

※ 관심분야: VoIP, 음성 신호 처리, 음성 합성, 디지털미디어 등