

역전파 신경망을 이용한 옷감소재 자동 평가 방법 *

이상곤, 이은우, 남양희⁰
이화여대 뉴미디어기술연구소, 이화여대 디지털미디어학부⁰
e-mail : coolbr@hanmail.net sangkon78@hanmail.net
yanghee@ewha.ac.kr⁰

An Auto-Evaluation Method of Cloth Material Using Back-Propagation Neural Network

Eun-Woo Lee Sang-Kon Lee Yang-Hee Nam⁰
Division of Digital Media, Ewha Womans University⁰

요 약

의상 애니메이션은 영화나 게임, 의류 전자상거래 등 다양한 분야에서 활용될 수 있는 컴퓨터 그래픽스 분야에서 연구되어왔던 기술이다. 하드웨어의 발달과 빠르고 효율적인 물리학적 모델과 수치적 적분법 등의 등장으로 옷감의 움직임을 모델링 하는데에 그치지 않고, 더 나아가 실제 옷감 처럼 자연스러운 움직임을 얻고자하는 방향으로 연구의 초점이 맞추어졌다. 본 연구에서는 사실적인 의상 애니메이션을 위해 역전파 신경망을 이용하여 실제 옷감소재를 자동으로 평가하는 옷감소재 자동 평가 알고리즘을 제시하고 실험하였다. 실험을 통해 실제 옷감과 유사한 가상 옷감을 생성할 수 있었다.

1. 서론

의상 애니메이션은 영화나 게임, 의류 전자상거래 등 다양한 분야에서 활용될 수 있는 컴퓨터 그래픽스 분야에서 연구되어왔던 기술이다. 하드웨어의 발달과 빠르고 효율적인 물리학적 모델과 수치적 적분법 등의 등장으로 옷감의 움직임을 모델링 하는데에 그치지 않고, 더 나아가 실제 옷감처럼 자연스러운 움직임을 얻고자하는 방향으로 연구의 초점이 맞추어졌다.

본 연구는 자연스러운 의상 애니메이션을 위하여 옷감소재의 특성을 자동으로 추출하는 방법을 제시한다. 시뮬레이션 된 가상 옷감과 실제 옷감의 외형적 차이를 추출하고 이를 통해 역전파 신경망을 훈련하여 자동으로 옷감소재의 파라미터를 추출하는 방법을 제안하고 실험하였다.

지원에 의한 연구임.

2. 기존 연구

질량-스프링 모델[1,2,3,4] 이나 유한요소 연속체 모델[5,6]이 등장으로 옷감의 움직임을 모델링할 수 있게 되었다. 하지만 이 모델들은 실제 옷감이 가지는 독특하고 다양한 특성(두께, 질감, 뽀뽀한 정도 등)을 반영할 수 없어 옷감 소재의 특성을 살린 사실적인 의상 애니메이션을 나타내기 어려운 한계를 가지고 있다. 따라서 사실적인 의상 애니메이션을 얻기 위하여 옷감소재의 고유한 특성을 평가하고자 하는 연구들이 있었다. 가와바타 평가 시스템[7,8], 시각적 유사성을 이용한 옷감평가 방법[9,10]이 그것이다.

가와바타 평가 시스템은 옷감소재의 특성을 평가하기 위해 Tension, Bending, Surface, Shear, Compression, 그리고 Weight and Thickness 의

* 이 연구는 2002 학년도 이화여자대학교 교내연구비

6 가지 기준을 세우고, 각 기준에 대해 전문적인 기계 장비를 통해 옷감소재의 특성을 평가하였다. 이 시스템은 정확하게 평가할 수 있는 장점은 있지만, 고가의 기계 장비를 구비할 수 없는 곳에서는 혼합직물 등 무한히 추가되는 옷감소재의 특성을 조사분석하기 어렵다는 단점이 있다.

시각적 유사성을 이용한 옷감평가 방법은 동일 환경에서 실험한 실제 옷감과 가상 옷감의 시각적으로 비교하여 유사성을 분석한다. 실제 옷감과 가상 옷감이 유사하다고 여겨질 때까지 이 작업을 반복하는 과정을 통해 실제 옷감과 유사하게 옷감을 만들 수 있는 값들을 얻을 수 있는 것이다. 하지만 이 방법은 실험하는 사람마다 다른 평가를 할 수 있고, 익숙지 않은 사람에게는 어떤 파라미터를 움직일 때에 가상 옷감이 실제 옷감처럼 보일 수 있는지 알기 어렵기 때문에 사용 층이 숙련된 사람에 국한되는 단점이 있다.

본 연구는 기존 연구의 단점들에 착안하여 장비가 없는 곳에서도 옷감을 평가할 수도 있으며, 사람의 시각 정보를 근거로 수동적으로 옷감소재를 평가하는 불편함을 제거할 수 있도록 기계학습법을 통해 자동으로 옷감소재를 평가하는 역전파 신경망 기반 옷감소재 자동 평가 알고리즘을 제안하고 실험하였다.

3. 자동 평가 알고리즘

3.1 평가 파라미터

본 연구는 이에 앞서 구현한 시각적 유사성을 통한 옷감평가 시스템[9]에 바탕을 두고 출발하였고, 옷감의 소재 차이는 시각적으로 주름 패턴, 늘어짐 정도 등에 의해 구분되기 때문에 아래 [표 1]과 같은 파라미터들을 설정하였다. 즉, Stretch, Shear, Bending, Mass 의 파라미터를 통해 옷감의 주름이나 형태를 형성하도록 하였고, Transparency 를 통해 옷감의 투명한 정도를 표현하도록 하였다.

기준	기능
Stretch	늘어나는 정도를 표현
Shear	휘어지는 정도를 표현
Bending	접히는 정도를 표현
Spring	스프링의 탄성 정도를 표현
Mass	무게를 표현
Transparence	비치는 정도를 표현

[표 1] 옷감소재 파라미터

본 연구의 목적은 사람의 시각정보에만 의지하여 [표 1]의 파라미터 값을 수동으로 얻었던 기존의 방법[9,10]과 달리, 신경망을 이용하여 자동으로 옷감소재를 평가하여 파라미터 값을 얻는 데에 있다.

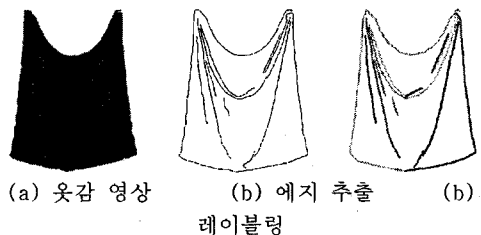
[표 1]의 파라미터 값을 자동으로 측정하기 위해서 2 가지 과정을 거친다. 첫번째는 옷감소재의 외형을 결정하는 Stretch, Shear, Bending, Spring, Mass 파라미터를 추출하기 위한 외형적 특성 자동 추출 과정이다. 그리고 두번째는 Transparency 값을 측정하는 투명도 자동 추출 과정이다.

먼저 외형적 특성 자동 추출 과정은 외형적 특성을 실제 옷감과 가상 옷감의 외형적인 차이를 구체적인 수치로 표현할 수 있는 기준을 필요로 한다. 본 연구에서는 다음 [표 2]와 같이 가로길이, 세로길이, 에지개수, 에지방향의 4 가지 기준을 설정하여 실제 옷감과 가상 옷감의 외형적인 차이를 표현하였다.

기준	설명
가로길이	옷감의 전체 가로길이
세로길이	옷감의 전체 세로길이
에지 개수	주름에 의해 생성되는 에지 개수
에지 방향	에지가 가지는 방향

[표 2] 외형적 차이의 표현기준

각 옷감에 대해서 [표 2]의 표현기준에 해당하는 값을 얻기 위해서는 옷감영상에 적절한 영상처리 알고리즘을 적용하는 과정이 필요하다. 본 연구에서는 에지(Edge) 추출 알고리즘[13]과 레이블링 (Labeling) 알고리즘[13]으로 이루어진 전처리 과정을 통해 표현기준 값을 추출하였다. 아래 [그림 1]은 에지 추출 알고리즘과 레이블링 알고리즘을 통한 [표 2]의 표현기준 값을 추출하는 과정을 보인다.

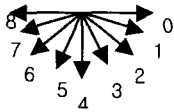


[그림 1] 옷감 영상에서 표현기준 값을 추출하는 과정

추출된 에지 정보를 통해 가로길이, 세로길이를 알 수 있다. 그리고 레이블링 정보를 통해 옷감이 가지는 주름의 개수와 각 주름들이 향하는 방향들을

특성 데이터로 쓸 수 있게 된다. 예지 방향은 [그림 2]와 같은 하향 8 방향 코드를 이용했다.

한편, 투명도 자동 추출 과정에서는 실제 옷감이 가지는 투명도를 추출하는 작업이 이루어진다. 투명도는 아래 [식 1]과 같이 얻을 수 있다.



[그림 2] 예지 방향

$$T = \frac{\text{혼합색} - \text{배경색}}{\text{옷감색} - \text{배경색}}$$

T: 투명도

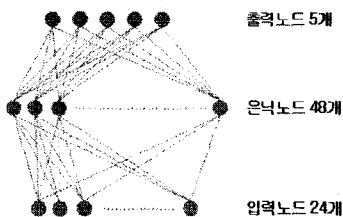
[식 1] 투명도 추출 식

옷감색은 옷감소재의 실이 가지는 고유의 색을 의미한다. 배경색은 옷감을 제외한 나머지 부분의 색을 의미한다. 본 연구에서는 흰색을 사용하였다. 혼합색은 배경위에 옷감을 올려놓았을 때 얻어지는 색으로, 옷감이 투명하면 투명할수록 옷감색에 배경색이 가미되는 정도가 커지게 될 것이다. 영상캡처 장비를 통해 쉽게 옷감색과 배경색 그리고 혼합색을 얻을 수 있기 때문에, [식 1]을 통해 쉽게 투명도를 얻을 수 있다.

3.2 역전파 신경망 기반 자동 파라미터 추출 알고리즘

신경망은 Hopfield, Hamming, Carpenter, Kohonen 그리고 SON 등 다양한 종류가 존재한다[11,12]. 본 연구에서는 특징벡터를 입력으로 하여 옷감 파라미터를 학습하게 하는 역전파 신경망을 사용하였다.

본 연구에서 역전파 신경망의 입력노드는 총 24 개로서 3.1 절의 과정을 통해 얻어진 값 즉, 가상 옷감과 실제 옷감 각각 12 개씩의 값을 입력으로



[그림 3] 역전파 신경망의 구성

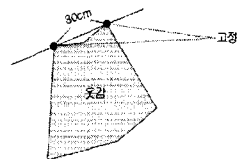
받게 된다. 그리고 출력노드는 Transparence 를 제외한 Stretch, Shear, Bend, Spring, Mass 에 해당하는 5 개이고, 은닉노드는 입력노드의 2 배인 48 개로 설정하였다. 아래 [그림 3]이 본 연구에서 사용되는 역전파 신경망의 모습을 보인다.

3.3 역전파 신경망 훈련 데이터

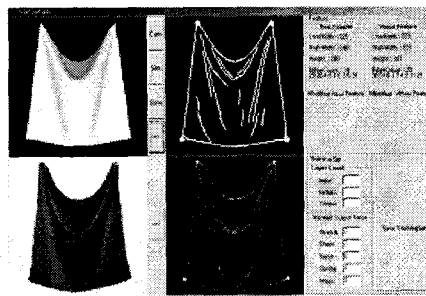
본 연구는 [그림 4]과 같이 50cmX50cm 의 옷감소재를 준비하여 두 모서리를 거리가 30cm 떨어지게 고정한 후 영상을 얻었다. 가상 옷감도 이와 동일한 환경으로 설정하고, 시뮬레이션 하여 가상 옷감의 영상을 얻었다.

훈련 데이터는 24 개의 입력 값과 5 개의 출력 값으로 이루어지는데, 24 개의 입력 값은 가상 영상과 실제 영상을 3.1 절의 처리과정을 통해 얻을 수 있다. 출력 값 5 개는 Stretch, Shear, Bend, Spring, Mass 의 변경치로서, 사람이 가상 영상과 실제 영상을 보고 판단하였을 때에, 어떤 값이 변경되면 가상 영상이 실제 영상과 유사해지는 쪽으로 갈 수 있는지 적당한 값을 설정해 줌으로 얻어진다.

아래 [그림 5]은 가상 영상과 실제 영상으로부터 훈련 데이터를 생성하는 것을 보여준다.



[그림 4] 옷감소재의 시뮬레이션 환경



[그림 5] 훈련 데이터 생성기

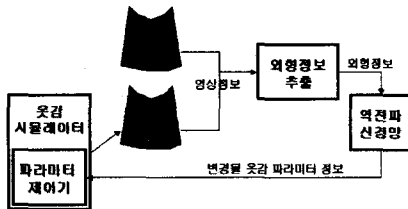
위의 [그림 5]를 보면 4 개의 창이 있음을 알 수 있다. 왼쪽의 위와 아래의 두 창은 가상 옷감과 실제 옷감의 모습이며, 오른쪽의 위와 아래 두 창은 가상 옷감과 실제 옷감 각각의 추출된 정보를 보여준다. 사용자는

가상 옷감과 실제 옷감을 보며, 적절한 출력 값을 설정해 줌으로써 24 개의 입력과 5 개의 출력으로 이루어진 훈련 데이터를 얻을 수 있다.

4. 실험 및 결과

4.1 시스템 구조

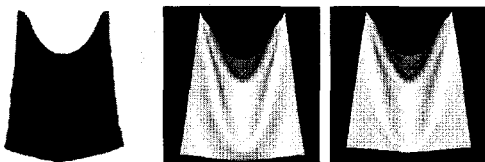
[그림 6]은 외형적 특성 실험을 위한 시스템 구조도를 보인다. 옷감 시뮬레이터에 의해 얻어진 가상 옷감 영상과 영상캡처 장비에 의해 얻어진 실제 옷감 영상 정보는 외형정보 추출 모듈에 의해 외형 정보가 추출된다. 역전과 신경망은 이 외형 정보는 입력으로 받아 변경되어야 할 옷감 파라미터 정보를 출력한다. 옷감 시뮬레이터는 변경되어야 할 옷감 파라미터 정보를 받아 가상 옷감에 적용하여 실제 옷감과 좀 더 유사해진 가상 옷감을 생성하게 된다. 이러한 과정은 변경되어야 할 옷감 파라미터 값이 임계치 이하로 줄어들 때까지 계속 반복된다.



[그림 6] 외형적 특성 실험을 위한 시스템 구조도

4.2 결과 영상

다음 [그림 8]은 시각적 유사성을 이용한 방법으로 옷감을 평가한 후의 영상과 역전과 신경망을 통해 옷감을 평가한 후 학습된 파라미터를 기반으로 시뮬레이션한 영상을 보여준다. 이와 같이, 본 논문의 역전과 신경망을 통해 자동으로 옷감소재를 평가한 방법이 실제와 유사한 주름 패턴을 만드는 것을 알 수 있다.



(a) 실제 옷감 (b) 시각적 유사기법 [9] (c) 역전과 신경망

[그림 8] 시각적 유사기법과 역전과 신경망 방법의 결과

5. 결론

본 논문에서는 사실적인 의상 애니메이션을 위한 옷감소재 자동평가 알고리즘을 제안하고, 실험하였다. 향후 다양한 옷감소재에 대한 실험과 옷감소재 평가 기준의 다양화를 통해 자동평가 알고리즘의 신뢰도와 정확도를 높이고자 한다.

참고문헌

[1] X. Provot, "Deformation constraints in a mass-spring model to describe rigid cloth behaviour", Proceedings of Graphics Interface 141-155, 1995.
 [2] T. Vassilev, B. Spanlang, Y. Chrysanthou, "Fast Cloth Animation on Walking Avatars", proc. Eurographics, September, 2001.
 [3] P. Volino, N. Magnenat-Thalmann, "Developing Simulation Techniques for an Interactive Clothing System", Proc. VSM'97, 109-118, 1997.
 [4] Breen, David E., Donal H. House, and Michael J. Wozny, "A Particle-Based Model for Simulation th Draping Behavior of Woven Cloth", Textile Research Journal, 663-685, 1994.
 [5] Terzopoulos, D., j. Platt, A. Barr and K. Fleischer, "Elastically Deformable Models," Computer Graphics (Proc. SIGGRAPH), 21(4): 205-214, 1987.
 [6] P. Volino, M. Courchesne, N. Magnenat Thalmann, "Ver-satile and efficient techniques for simulating cloth and other deformable objects", Computer Graphics (Proc. SIGGRAPH), 1370 144, 1995.
 [7] Kawabata Evaluation System-Fabrics (KES-F), http://www.cgl.uwaterloo.ca/~tjlahey/cgl_talks/oct26_98/KES.html
 [8] Textile Protection And Comport Center(T-PACC), <http://www.tx.ncsu.edu/research/tpacc/comfort/KES/keslab.htm>
 [9] 이상곤, 남양희 "의상 애니메이션을 위한 직물 소재의 모델링", 한국정보과학회, 2002.
 [10] Dimitris Protopsaltou, Christiane Luble, Marlene Arevalo, Nadia Magnenat-Thalmann "A body and garment creation method for an Internet based virtual fitting room", To be published at CGI2002 (Computer Graphics International 2002), July 2002.
 [11] 김대주, "신경망 이론과 응용(1)", 하이테크정보, 1992
 [12] Joy Rogers, "Object-Oriented Neural Networks in C++", ACADEMIC PRESS, 1997
 [13] J.R. Parker, "Algorithms for Image Processing and Computer Vision", WILEY, 1996