

모핑기술을 이용한 어류 성장과정 시스템

Fishes Growth Process System using Morphing Techniques

류남훈*, 서승완*, 반경진*, 송승헌**, 김응곤*
 순천대학교 컴퓨터학과*, 광양만권 u-IT 연구소**

NamHoon Ryu*, SeungWan Seo*, KyeongJin Ban*,
 SeungHeon Song**, EungKon Kim*
 Dept. of Computer Science, Sunchon National
 University*, Ubiquitous Gwangyang & Global IT
 Institute**

요약

디지털 콘텐츠 관련 산업은 급속도로 성장하고 있으며, 고부가가치를 창출하는 산업으로 주목받고 있다. 디지털 영상 콘텐츠 산업에서 컴퓨터 그래픽스 기술은 핵심기술이라 할 수 있는데, 이 기술은 실제 카메라를 사용하여 촬영하기 어려운 장면이나 연출을 가능하게 함으로써 콘텐츠 제작의 폭을 훨씬 넓혀 주었다. 최근 컴퓨터 그래픽스 기술은 블록버스터 영화, 게임, 교육용 콘텐츠, 시뮬레이션 등 다양한 분야에 적용되고 있으며, 콘텐츠를 구성하는 각 객체의 움직임이나 객체 변화의 자동화에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다. 본 논문에서는 3D 모핑 기술을 활용하여 어류의 성장 첫 단계인 알에서부터 성어가 되기까지의 과정을 보여주며, 성장에 영향을 미치는 여러 가지 환경요인들에 따라 성장 후 정상적인 성어와의 차이를 알아볼 수 있는 어류 성장과정 시스템을 설계하고자 한다.

Abstract

Industry related to digital contents is growing rapidly and is noticed as a higher value-added business. In digital reflex contents industry, computer graphics techniques are core techniques. Because they make production or scene that is difficult to photograph possible with real camera, expand a range of contents making. Lately, computer graphics techniques apply various fields such as blockbuster movie, game, educational contents, simulation etc, and there are many studies about movement of each object made up of contents or automation of object change. This paper shows the process of fishes growth, from spawn to a full-grown fish making use of 3D morphing techniques and want to plan fish growth process system that can know difference between fishes that are applied to 3D morphing techniques and normal full-grown fishes according to various environmental factors that affect growth.

I. 서론

고도의 특수 시각효과를 필요로 하는 영화나 광고, 게임, 뮤직 비디오 등에서 모핑(Morphing) 기법이 응용되고 있다. 이 기법은 실제 카메라를 사용하여 촬영하기 어려운 환상적인 영상을 연출해 낼 수 있다. 마이클 잭슨의 뮤직 비디오 "Black or White"와 영화 "터미네이터 2", 그리고 "구미호" 등에서 사용되면서 세상에 알려지기 시작했다[1]. 본 논문에서는 어류의 알에서부터 성어까지의 성장과정을 보여주는 어류 성장과정 시스템에 모핑 기법을 접목하고자 한다. 지금까지의 모핑 기법에 대한 연구는 2D 및 3D로 이루어진 객체 A에서 객체 B로의 변환과정에 대한 연구가 주류를 이루었다. 이처럼 지금까지의 연구는 주로 정적인 객체, 혹은 이동하는 객체의 변환과정에 대한 연구였지만, 본 연구에서는 물속을 헤엄치는 물고기처럼

일정 프레임의 반복이 일어나는 객체에 대한 변환기법인 프레임 모핑 기법을 제안하고, 어류의 성장과정에 영향을 미치는 여러 가지 환경적인 요인들의 변화에 따라 달라진 성장 후의 모습을 시뮬레이션 하는 시스템을 설계하고자 한다. 예를 들어 성장과정 중 먹이 섭취량이 적은 경우 물고기의 크기가 정상치에 비하여 적게 성장하거나 바이러스에 감염되어 피부에 흰색의 반점이 생기는 등의 변환과정을 시뮬레이션 하게 된다.

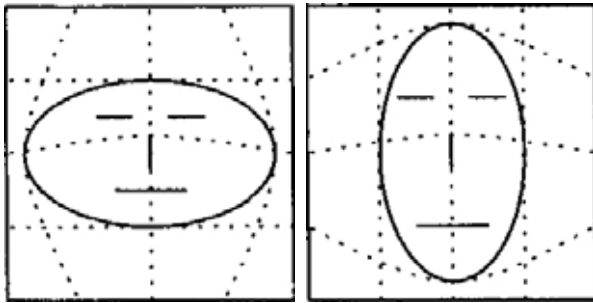
본 논문에서는 II장에서 모핑 기법에 대해서 알아보고, III장에서는 어류 성장과정 시스템을 설계하며, 마지막 IV장에서는 결론을 맺는다.

II. 모핑 기법

변형을 뜻하는 "Metamorphosis"에서 유래된 모핑 기법은 컴퓨터 그래픽스의 한 분야로써, 한 영상을 서서히 변화시켜 다른 영상으로 변환하는 기술로[2], 두 영상을 닮은 중간 영상을 생성한다. 주어진 두 영상의 중간 영상을 생성하는 간단한 방법으로 색상 혼합법(Color Blending)이 있다. 또한, 원 영상(Source Image)은 점차 Fade-out하고, 동시에 대상 영상(Destination Image)은 Fade-in 하면서 두 영상을 혼합함으로써 한 영상에서 점차 다른 영상으로 변하는 애니메이션을 생성할 수 있다. 영상 모핑 알고리즘은 변경될 부분의 형태를 지정하는 방법에 따라 메쉬 와핑, 장 모핑, 얇은 막 생성을 이용한 모핑, 에너지 최소화 기법, 다단계 자유 변형 기법 등으로 나뉜다.

1. 메쉬 와핑(Mesh Warping)

메쉬 와핑은 두 영상 상에 동일한 위상(Topology)의 격자를 이용하여 특징의 대응관계를 지정한 후, 격자점을 움직여 격자의 형태를 변경한다[3][4]. 격자 와핑 기법은 자연스러운 중간 영상을 생성하지만 격자가 영상 전체를 덮고 있으므로 제어선을 설정하기가 불편하며, 특징이 없는 부분에 대해서도 격자점을 조절해야 한다는 단점을 가지고 있다. 영화 "Willow"의 모핑 애니메이션은 메쉬 와핑 기법을 이용하여 제작한 것이다. 그림 1은 메쉬를 이용하여 특징을 설정한 예이다.

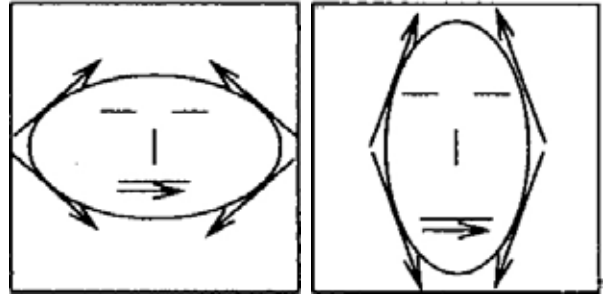


▶▶ 그림 1. 메쉬 와핑의 특징 지정

2. 장 모핑(Field Morphing)

Beier와 Neely는 특징 지정 시 사용하기 편한 인터페이스를 제공하기 위하여 이차원 벡터를 이용하여 특징들 간의 대응관계를 지정하는 모핑 기법인 장 모핑 기법을 제안하였다. 이 기법은 소스 영상과 목적 영상에 상호 대응되는 제어선들을 설정한 후 제어선 길이의 비율과 각 개별 화소로부터 각 제어선까지의 이격 거리를 이용하여 변형을 수행하는 알고리즘이다[5]. 특징 부분에만 벡터를 표시함으로써 메쉬를 이용한 방법보다 빠르고, 쉽게 특징을 지정할 수 있으나, 곡선 형태의

특징을 정확하게 지정하기 위해서는 많은 수의 벡터가 필요하며, 영상 상의 각 점의 대응점을 찾기 위하여 특징 벡터들을 모두 고려하여야 하므로 수행 속도가 느리며, 예기치 못한 모핑 결과가 생성되기도 한다. 마이클 잭슨의 뮤직 비디오 "Black or White"에서 사람들의 얼굴이 연속적으로 변하는 애니메이션은 장 모핑 기법에 의해서 제작된 것이다. 그림 2는 장 모핑의 특징 지정 예이다.



▶▶ 그림 2. 장 모핑의 특징 지정

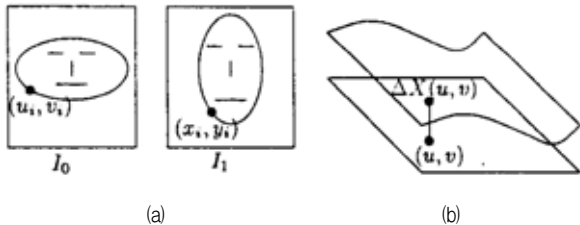
3. 얇은 막 생성을 이용한 모핑

영상 위의 특징에 점을 찍어줌으로써 사용자는 편리하게 특징 대응을 지정할 수 있다. 특징 지정이 점으로 이루어진 경우 점들을 보간하는 곡면을 생성함으로써 와핑 함수를 계산하는 기법이 얇은 막 생성 기법이다[6][7]. 그림 3의 (a)에서와 같이, I_0 영상과 I_1 영상 각각에 n 개의 특징점(u_i, v_i)와 특징점(x_i, y_i)들이 지정되어 있다고 하자. I_0 영상의 임의의 점(u, v)의 대응하는 새로운 위치를 결정하는 와핑 함수 $W(u, v)$ 를 $(u + \Delta X(u, v), v + \Delta Y(u, v))$ 와 같이 정의할 수 있다. $\Delta X(u, v)$ 와 $\Delta Y(u, v)$ 각각에 대한 곡면을 생성하여 W 를 구한다. $\Delta X(u, v)$ 는 $\Delta X(u, v; i) = x_i - u, 1 \leq i \leq n$ 을 지나는 곡면이고, $\Delta Y(u, v)$ 는 $\Delta Y(u, v; i) = y_i - v, 1 \leq i \leq n$ 을 지나는 곡면이다(그림 3(b)). 이 기법에 의해서 구해진 와핑 함수는 일대일 대응을 만족하지 않는다.

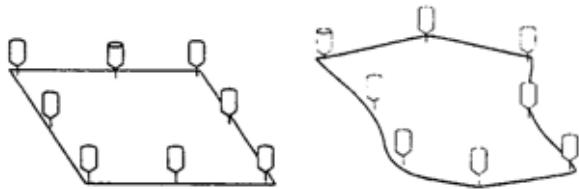
4. 에너지 최소화 기법

에너지 최소화 기법은 일대일 대응을 만족하는 기법이며, 점들을 이용하여 특징을 지정한다. 이 기법은 네모난 고무막을 시뮬레이트하여 와핑 함수를 구한다. 네모난 고무막에는 압정이 달려 있어서 고무막의 형태를 바꿀 수 있다. 고무막의 압정을 움직이면 고무막이 변형된다. 특징점의 위치와 대응관계는 압정 역할을 한다. 고무막의 성질, 즉 압정의 위치 제약을 준수하고, 연속적이며 일대일 대응을 만족하는 성질을 각각 에너지 항으로 표현하고, 이들의 합을 최소화하여 와핑 함수를 계산한

대[8]. 에너지 최소화 기법은 물리적으로 의미 있는 에너지 항을 계산하므로, 변형이 자연스럽게 일대일 대응인 와핑 함수를 생성한다. 그러나 와핑 함수를 계산할 때 많은 시간이 소요된다. 그림 4는 고무막을 이용한 에너지 최소화 기법의 예이다.



▶▶ 그림 3. 얇은 막 생성 기법



▶▶ 그림 4. 에너지 최소화 기법

4. 자유 변형 기법

Sederberg와 Pary가 제안한 자유 변형 기법(FFD : Free-Form Deformation)은 삼차원 그래픽 물체를 쉽게 변형할 수 있는 도구이다[9]. 변형하고자 하는 물체를 평형 육면체 형태의 조정 격자로 둘러싼 후, 격자점들을 움직여서 삼차원 물체의 형태를 변형한다. 이차원 FFD는 이차원 평면상의 판(Plate)을 덮는 조정 격자의 격자점을 움직임으로써 판을 변형한다.

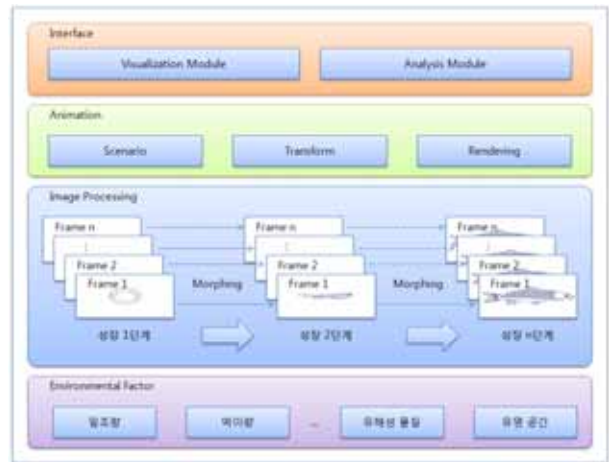
5. 다단계 자유 변형 기법

다단계 자유 변형 기법(MFFD : Multiple Free-Form Deformation)은 FFD 개념을 확장한 모핑 기법으로, 점으로 특징을 지정한다[10]. 사용자가 지정한 특징점 p가 대응하는 점 q로 움직이기 위해서 p주위의 격자점들이 어떻게 움직여야 하는가를 계산하고, 조정 격자점을 움직임으로써 판, 즉 영상을 변형한다. 와핑 함수가 일대일 대응을 만족하기 위한 충분 조건을 제시하고, 특징점의 위치 제약을 만족하도록 계층적인 조정 격자들을 사용한다. 계층적인 조정 격자 각각에 대해서 판을 여러 단계에 걸쳐 변형한다. 이 방법은 에너지 최소화 기법보다 계산 속도가 빠르며, 일대일 대응을 만족하는 와핑 함수를 계산한다.

III. 어류 성장과정 시스템 설계

80년대 이후 빠르게 진행된 공업화, 도시화는 산업폐수 발생량을 증가시켜 지난 15년 동안 4.5배가 증가할 정도로 오염물질의 발생량이 크게 늘고 있다. 오염물질의 급증은 곧 수질오염을 심화시키게 되어 적조발생 건수와 피해액도 계속 증가하고 있다[11]. 수질오염을 야기하는 독성 무기물들이 어류 성장에 미치는 영향은 대단히 크며, 이 외에도 수온, 일조량, 규칙적인 먹이 섭취 등 많은 요인들이 성장에 영향을 미친다. 이처럼 어류의 성장에 영향을 미치는 환경요인들의 값에 따라 달라지는 어류의 성장과정을 시뮬레이션 할 수 있는 어류 성장과정 시스템을 설계한다.

기존의 모핑에 관한 연구는 2D 혹은 3D로 제작된 객체의 변환 과정에 대한 연구가 주류를 이루었다. 본 논문에서는 어류의 성장단계에서 n단계와 n+1단계의 변환을 프레임 단위로 모핑하여 처리하고자 한다. 또한, 환경요인들로 인해 미치는 영향을 성장과정에 적용하여 피부에 흰색 반점이 생기거나 비이상적으로 유평하는 형태 등의 성장과정을 표현하고자 한다. 그림 5는 성장과정 시스템의 구성도를 나타낸 것이다.



▶▶ 그림 5. 성장과정 시스템 구성도

1. 환경 요인

어류는 성장단계에서 많은 환경적인 요인들의 영향을 받게 된다. 표 1은 성장에 영향을 미치는 대표적인 요인들과 그로 인해 발생하게 되는 일반적인 증상들이며, 표 2는 성장에 영향을 미치는 환경 인자별 가중치를 나타내었다.

성장에 영향을 미치는 환경 요인은 표 1의 요인 외에도 다양한 환경요인이 존재할 수 있으나, 본 연구는 일조량, 먹이량, 유해성물질, 질병, 스트레스 지수 등 개략적인 환경요인을 이용하여 객체가 모핑 되어지는 것을 추적해보는 시스템에 중점을 둔다.

[표 1] 성장에 영향을 미치는 환경 요인

환경요인	일반적인 증상 및 세부설명
수 온	수온의 변화에 따른 적조로 인해 폐사하기도 함
일 조 량	체색이 변화가 일어나기도 하며 저항력이 약해져 질병에 걸릴 확률이 높아짐
먹 이 량	규칙적인 먹이의 공급이 이루어지지 않으면 성장속도가 떨어지며 저항력이 약해져 질병에 걸릴 확률이 높아짐
유 해 성 물 질	유해성 물질의 종류에 따라 허리가 굽거나 난폭해져 비이상적인 유영을 하기도 함
세 균 성 질 병	먹이를 잘 먹지 못하고 체색의 변화가 일어나며, 힘없이 유영하거나 수류를 따라 빙글 빙글 돌기도 함
기생충성 질 병	체표와 지느러미에 미세한 흰점이 발생하거나 과도한 점액 분비와 빈혈 증상을 보이며, 수면에 힘없이 떠 있기도 함
바이러스성 질 병	먹이를 잘 먹지 못하고, 바닥에 가라앉거나, 비이상적으로 유영하면서 머리를 밑으로 향함
스트레스 지 수	지구온난화에 따른 수온의 변화나 소음, 탁도 등의 비정상적인 자연환경 스트레스와 먹이사슬의 불균형으로 인한 스트레스 등의 증가로 인하여 체색, 크기, 유영 형태의 변화가 일어남



▶▶ 그림 6. 어류의 일반적인 성장과정

[표 2] 성장에 영향을 미치는 환경 인자별 가중치

환경 인자	모핑 기법 적용 대상		시나리오 적용대상	비 고
	체색	크기	유영형태	
일조량	◎	△	△	◎ : 영향 많음 △ : 영향 보통 • : 영향 적음
먹이	섭 취 량	•	◎	
	규 칙 성	•	◎	
스트레스 지수	△	△	◎	
질병	세 균 성	◎	△	
	기생충성	◎	△	
	바이러스성	○	△	

2. 이미지 처리 모듈

일반적인 어류의 성장은 1단계인 알에서 전기자어기, 후기자어기, 치어기를 거쳐 성어기까지 n단계의 과정을 거친다. 이 과정을 거치면서 알의 경우는 현 위치에서, 그 외의 경우는 물속에서 위치를 바꿔가면서 유영하게 된다. 이처럼 입이나 아가미, 지느러미 등이 움직이는 물고기에게 대해 성장 n단계에서 성장 n+1단계로의 과정 변화를 단순한 모핑으로 처리할 수는 없다. 그래서 성장 n단계와 성장 n+1단계로의 변환과정에 대해 각각 프레임 간의 모핑을 이용해 변환을 하게 된다.

여러 가지 환경적인 요인들로 인해 질병에 걸린다거나 체색의 변화, 혹은 특정부위의 크기가 이상적으로 커지거나 작아지기도 한다. 이러한 변화의 과정을 모핑 기법을 활용하여 구현하고자 한다. 그림 6은 어류의 일반적인 성장과정을 나타낸 것이며, 그림 7과 8은 질병 및 독성 무기질로 인한 성장의 비이상적인 변화과정을 모핑 기법을 적용하여 구현하는 과정이다.



▶▶ 그림 7. 질병으로 인한 변화과정의 모핑 처리



▶▶ 그림 8. 독성 무기질로 인한 변화과정의 모핑 처리

3. 애니메이션 모듈

어류의 종류에 따라 물속을 유영하는 형태에 차이가 있다. 이러한 유영 형태는 피치, 롤, 요에 해당하는 세 축의 각도와 속도를 나타내는 이동거리로 표현이 가능하다. 어류의 특성에 따른 유영 형태를 세 축의 각도와 이동거리를 조합한 시나리오를 정의하여 어류의 유영 애니메이션에 활용한다. 질병에 걸리는 등의 여러 가지 환경요인으로 인해 급격한 방향 선회를 하거나 속도의 급격한 증가 등의 비이상적인 유영 형태에 대해서는 일반적인 유영 형태에 환경요인으로 발생하게 되는 여러 가지 증상을 조합하여 애니메이션 한다.

4. 사용자 인터페이스 모듈

사용자에게 효율적인 인터페이스를 제공하기 위해 어류의 성장과정을 표현하는 각종 속성들에 대해 수치 및 이미지, 차트 등을 활용하여 표현하고, 슬라이더와 텍스트 상자 등을 통해 매개변수를 대화식으로 입력하도록 한다.

5. 개발환경 및 성능

운영체제 Windows Vista와 개발 툴 Visual C++ 6.0에서 OpenGL API를 이용하여 환경요인에 따른 어류 성장과정 시스템 구현을 위한 3D 모핑 기술을 연구한다.

IV. 결 론

본 연구는 모핑 기법에서 지금까지 연구되지 않았던 프레임 모핑 기법을 새롭게 제안하고, 어류의 성장과정에 영향을 미치는 여러 가지 환경요인들로 인해 정상적인 성어와는 다른 모습으로 변화하는 과정을 모핑 기법을 이용하여 구현하는 과정을 제안하였다. 이 시스템은 어류의 성장과정을 이미지 형태로만 전시하는 정적인 형태의 박물관에서 애니메이션을 통해 어류가 성장하는 과정을 빠르게 진행시켜 볼 수 있는 동적인 형태로, 그리고 여러 가지 환경요인들로 인해 성장 후의 달라진 모습을 보게 됨으로써 환경에 대한 중요성을 인식시키는데 큰 역할을 할 것으로 본다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(IITA-2008-C1090-0801-0001)

■ 참고 문헌 ■

- [1] 신성용, 김호경, 이승용, "영상 모핑", 대한전자공학회지 제23권 제6호, pp. 648-658, 1996. 6.
- [2] 신중홍, 장선봉, 지인호, "디지털 영상처리 입문", pp. 344-349, 한빛미디어, 2008.
- [3] George Wolberg, "Digital Image Warping", IEEE Computer Society Press, 1990.
- [4] Prashant K. Oswal and Prashanth Y.Govindaraju, "Image Morphing: A Comparative Study", Department of Electrical and Computer Engineering, Clemson University, Clemson.
- [5] 이형진, 광노윤, "필드 기반 워핑과 모핑을 위한 영상 보간 필터의 성능 분석에 관한 연구", 한국산학기술학회논문지, Vol. 5, No. 6, pp. 504-510, 2004.
- [6] Seung-Yong Lee, Kyung-Yong Chwa, James Hahn, and Sung Yong Shin, "Image Morphing Using Deformable Surfaces", Proceedings of Computer Animation '94, pp. 31-39, 1994.
- [7] George Wolberg, "Image morphing: a survey", The Visual Computer, Vol. 14, No. 12, pp. 360-372, 1998.
- [8] Seung-Yong Lee, Kyung-Yong Chwa, James Hahn, and Sung Yong Shin, "Image Morphing Using Deformation Techniques", The Journal of Visualization and Computer Animation, 7권, pp. 3-23, 1996.
- [9] Thomas W. Sederberg and Scott R. Parry, "Free-Form Deformation of Solid Geometric Models", Computer Graphics, 20권, 4호, pp. 151-160, 1986.
- [10] Seung-Yong Lee and Kyung-Yong Chwa and Sung Yong Shin and George Wolberg, "Image Morphing Using Snakes and Free-Form Deformation", Computer Graphics Proceedings, pp. 439-448, 1995.
- [11] <http://www.fish.go.kr/product/environment/env.php>