

# 그레이영상에서의 모폴로지와 스플라인기법을 적용한 영상모핑에 관한 연구

정은숙<sup>\*</sup> · 허창우<sup>\*</sup> · 류광렬<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>목원대학교 IT공학부

## A Study on the Gray Images Morphing Using Morphology and Spline

Eun-suk Jung<sup>\*</sup> · Chang-wu Hu<sup>\*</sup> · Kwang-ryol Ryu<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>Mokwon University

E-mail : ryol@mokwon.ac.kr

### 요 약

본 논문은 그레이 영상에 대해 모폴로지 기법과 스플라인 보간법을 적용하여 영상 모핑을 실현한 연구이다. 모핑기법은 모핑 할 그레이 영상을 모폴로지 기법의 팽창으로 작은窟을 연결하고, 홀을 제거시킴으로서 영상 경계를 부드럽게 하고, 큐빅 스플라인으로 보간하여 특징 점을 추출하는 방법을 적용하였다. 실험 결과 처리시간단축과 보다 세밀하고 자연스러운 모핑 영상의 변환이 이뤄졌다.

### ABSTRACT

A study on the gray images morphing using morphology and spline interpolation is realized. The adapted method is that join the 2 broken line together with the dilation of morphology to the morphing image, remove the holes to be a soft edge at the image boundaries and extract the featuring points with the cubic spline interpolation. As a result of experiment the method elicits more smoothing image morphing in detail and speed up the interframe processing.

### 키워드

morphing, morphological, cubic spline

## 1. 서 론

최근 연구된 모핑 기법들로는 두 영상에 동일한 위상의 격자를 이용하여 특징의 대응관계를 지정한 격자 와핑[1], 이차원벡터를 이용하여 특징점간의 대응관계를 지정하는 필드 모핑[2], 얇은 막 생성을 이용한 모핑과 에너지 최소화기법, 다단계 자유변형 기법 등이 있다.[3,4] 격자 와핑은 영상을 자연스럽게 변형하지만, 임의의 특징을 격자로 지정하는 것이 어렵다. 벡터를 이용하여 특징 점을 지정하는 필드 모핑은 중간 영상이 자연스럽게 않다. 또한 최근에 개발된 얇은 막 생성, 에너지 최소화, 다단계 자유변형 기법은 특징 점 지정이 간편한 반면, 와핑 함수가 일대일이 아니다. 에너지 최소화 기법은 일대일 대응을 만족하는 성질을 각각의 에너지 항으로 표현하고, 이들의 합을 최소화하여, 와핑 함수를 생성하지만 계산시간이 증가한다. 반면에, 자유 변형기법을 확장한 다단계자유변형기법은 주어

진 점을 보간 하는 곡면을 생성함으로써 와핑 함수를 생성하고 계산시간도 감소한다. 현 모핑 기법들은 두 영상의 중간영상을 생성하고, 두 영상을 보간 하는 영상을 생성한다.[5] 특징지정에는 격자와 벡터, 그리고 점을 이용한다. 격자를 이용하여 특징을 지정하면 영상은 자연스럽게 변형하지만, 임의의 특징을 격자로 지정하는 것이 어렵다. 벡터를 이용하면 특징 지정이 간결하지만, 영상의 변형이 자연스럽게 못하고, 점을 이용하면 특징 지정이 간편하다.

본 연구기법은 그레이 영상에 대해 모폴로지 기법과 스플라인 보간법을 적용하여 영상의 모핑을 실현한다. 두 영상들의 모핑 시 특징 대응에 따라 모핑 결과가 다르게 생성되므로 원하는 중간영상들을 효율적이고, 자연스럽게 변환시키기 위해서는 특징 점을 어느 부분에 지정하느냐가 중요하다. 특징 점 지정을 용이하게 하기위해

서 모폴로지의 채움(closing)연산을 이용하여 팽창(Dilation)연산으로 확장하여 작은 홀들을 채우고, 침식(erosion)연산으로 축소하여 원 영상의 크기로 복원시킴으로써 끊어진 선을 잇는다. 큐빅(cubic) 스플라인으로 보간 하여 특징 점을 지정하는 과정으로 전개한다.

## II. 모폴로지-스플라인 모핑

### 2.1 영상 모핑 과정

본 논문은 그림 1과 같이 모핑 할 두개의 그레이 영상을 모핑을 실행하기 전에 모폴로지 기법과 스플라인 보간법을 적용하여 특징 점을 지정한 후 모핑을 실현한다.

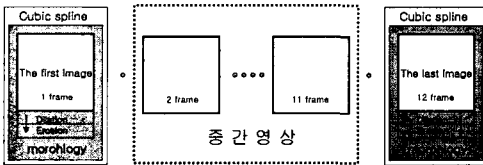


그림 1. 모폴로지-스플라인 영상 모핑 과정

모폴로지의 채움(closing)연산을 이용하여 팽창(Dilation)연산으로 확장시켜 작은 홀들을 채우고, 침식(erosion)연산으로 축소하여 원 영상의 크기로 복원시킴으로써 영상의 끊어진 선들을 잇는다. 처리된 영상을 큐빅(cubic)스플라인으로 보간하여 특징 점을 지정한다.

### 2.2 모폴로지 기법

모폴로지의 기본 연산법은 영상의 부분을 감소시키는 침식(Erosion), 증가시키는 팽창(Dilation), 제거(Opening), 채움(Closing)을 가반으로 이루어진다. 그레이 영상에서의 침식 연산 마스크는 그림 2와 같은 마스크의 구성과 동시에 모든 픽셀을 -255~0까지 변화시켜서 마스크를 구성하면 더욱 분명한 픽셀 단위 연산을 수행하는데 9개의 픽셀 중 가장 작은 명도 값을 가진 픽셀이 결과 영상의 명도 값으로 결정된다.

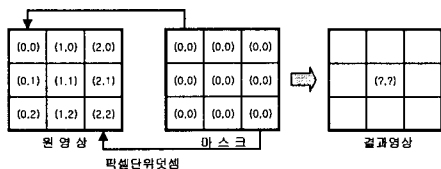


그림 2. 3x3 모폴로지 마스크 연산

침식 영상의 특징은 배경이 확장되어 흰색 물체의 축소로 영상을 어둡게 만든다. 팽창 연산의

마스크는 모든 픽셀을 0~255까지 변화시켜서 마스크를 구성할 수 있으며 가장 큰 명도 값을 가진 픽셀이 결과 영상의 명도 값으로 결정된다. 침식 연산의 반대로 흰색 물체의 확장하여 배경이 밝아지나 원 영상의 크기는 유지하지 못한다. 원 영상의 크기를 유지하면서 침식과 팽창의 효과를 얻기 위해서는 제거와 채움 연산을 수행하여야 한다. 제거 연산은 침식 연산 수행 후 팽창 연산을 수행함으로써 침식 연산의 효과를 가지면서 팽창 연산으로 원 영상의 크기를 유지한다. 채움 연산은 팽창 연산 수행 후 침식 연산을 수행함으로써 원 영상의 크기를 유지하면서 팽창과 침식 연산을 수행한다. 한 번씩 침식과 팽창의 연산 순서를 지키기도 하지만 침식 연산을 몇 번에 걸쳐 수행한 후 팽창 연산의 수만큼 수행하면 또 다른 효과가 생성된다.

### 2.3 큐빅 스플라인 기법

스플라인은 하나 이상의 곡선 조각들이 서로 순조롭게 연결된 n차원 이하의 단편적 다항식 함수로 불연속적인 다항식을 사용하여 표현된다. 다항식의 그려진 조각들은 n개이고, n+1개의 매듭으로 연결된다. 가장 일반적인 스플라인은 큐빅 스플라인으로 작은 곡선 조각을 사용하여 좀 더 복잡한 곡선을 표현한다. 큐빅 스플라인은 다음과 같이 회귀알고리즘으로 정의한다.

$$C^+(k) = S(k) + Z_1 C^+(k-1), \quad (k=1, \dots, N-1) \quad (1)$$

$$C^-(k) = Z_1 (C^-(k+1) - C^+(k)), \quad (k=N-2, \dots, 0) \quad (2)$$

그림 3과 같이 식(1)은 왼쪽에서 오른쪽으로, 식(2)는 오른쪽에서 왼쪽으로 실행된다.

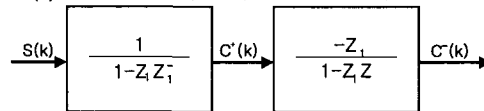


그림 3. 큐빅 스플라인 보간 과정

S(k)는 C(k)에 의해서 명도차가 큰 경계부분에 적용된다. 그 결과 중첩된 신호는 k∈Z에서 주기 (2N-2)를 갖는다. 사실상 임펄스반응이 식(1)을 통과했을 때 첫 번째 회귀알고리즘의 초기값은 지수의 기하급수적으로 산정된다. 또한 두개의 회귀알고리즘의 시작 값을 총당하는 조건을 지정하면, 식 (3)과 같다.

$$C^+(0) = \sum_{k=0}^{+\infty} S(k) Z_1^k = \sum_{i=0}^{+\infty} (Z_1^{2N-1})^i \sum_{k=0}^{2N-3} S(k) Z_1^k$$

$$= \frac{1}{1 - Z_1^{2N-2}} \sum_{k=0}^{2N-3} S(k) Z_1^k \quad (3)$$

$$(C^+(0) = \sum_{k=0}^{k_0} S(k) Z_1^k), \quad k_0 = \frac{\log \epsilon}{\log |Z_1|}$$

여기서 ε은 원하는 정밀도의 정도이다.

$$C(N-1) = \frac{Z_1}{1-Z_1^2} (C^+(N-1) + Z_1 C^+(n-2)) \quad (4)$$

식 (4)의 두 번째 회귀알고리즘에서는 좀더 효과적인 초기설정을 사용한다. 정확성의 기초가 되는 신호의 범위, 즉 사전에 계산된 값의 이점은 변환 함수에 대한 부분적인 곡선 조각의 합을 하나를 택할 여지를 가진다.

### III. 실험 및 고찰

본 실험에서는 256×256크기의 정지영상 그림 4(a), (b)를 그레이레벨로 변환한 후 두 영상의 배경을 동일하게 하고, 머리와 어깨를 같은 방향으로 향하도록 로테이션 작업을 통하여 그림 4(c), (d)와 같이 선행 작업을 한다.

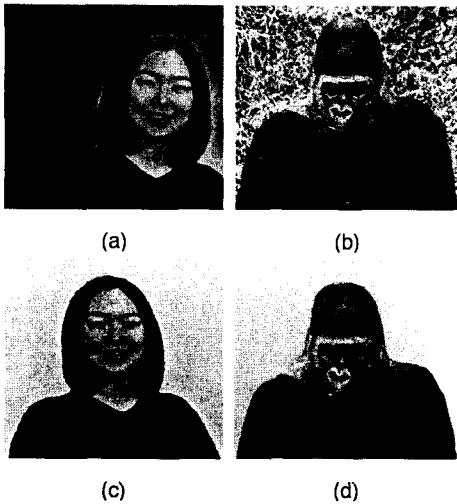


그림 4. 선행 과정(배경 동일, 미러링)  
(a), (b) 컬러 이미지(256×256),  
(c), (d) 그레이 이미지(256×256)

선행 작업을 거친 그림 4(c)와 (d)를 모핑을 하기 전에 특징 점 지정을 위해서 그림 2와 같이 3×3마스크를 픽셀 단위 연산으로 모폴로지 기법을 적용한다.

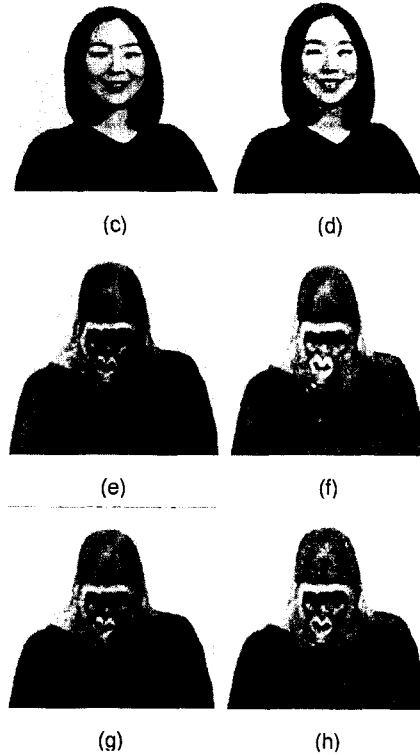
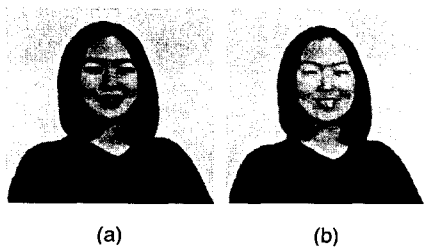


그림 5. 모폴로지 영상  
(a), (e) 침식 연산, (b), (f) 팽창 연산, (c), (g) 제거 연산, (d), (h) 채움 연산

채움 연산을 적용한 그레이 영상 그림 5(d)와 (h)에 일대일 대응으로 임의 특징 점을 찍은 후 큐빅 스플라인을 적용하여 그림 6 (a)와 (b)처럼 영상의 명도차가 큰 부분 즉 이웃하는 화소의 경계부분으로 이동시켜 적절한 특징 점을 추출한다.

추출된 특징 점을 적용하여 그림 4의 (c)를 (d)로 12개 프레임으로 동영상 모핑하면 그림 7과 같이 10개의 중간 영상으로 구성된다.

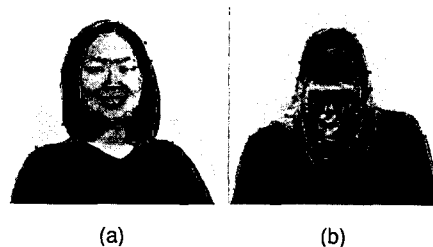
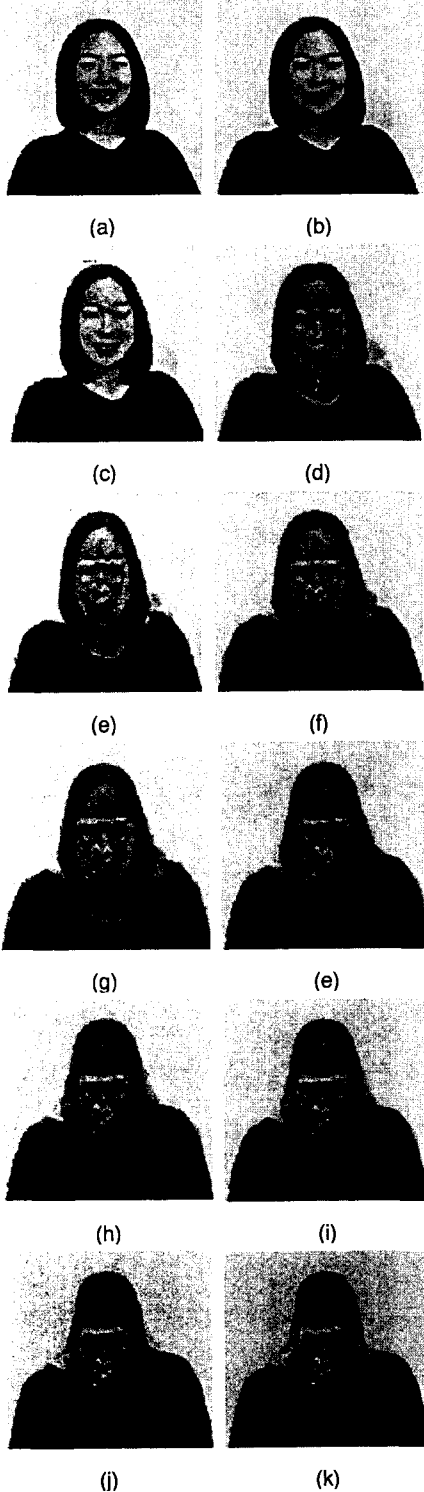


그림 6. 큐빅 스플라인을 적용한 특징점 지정

그림 5(d)와 (h)는 팽창 연산 수행 후 침식 연산을 수행함으로써 원 영상의 크기를 유지한다.



(a)초기 영상, (b)~(j)중간 영상, (k) 최종 영상  
그림 7. 모핑 영상(동영상 12frame/1sec)

그림 7의 모핑 과정을 위해서 모핑 영상에 수작업으로 특징 점을 재 지정 하지 않고 큐빅 스플라인을 적용하여 한 번의 지정만으로 특징 점을 추출한다

표 1. 적용기법에 따른 모핑 시간

적용기법	시 간		특징점 지정 수	총 모핑 시간
	특징점 지정 시	모핑 시간		
원영상	3분	10초	9	1710초 / 9회
원영상 + 큐빅 스플라인	3분	10초	1	190초 / 1회
(원영상)채움연산 + 큐빅 스플라인	1분	10초	1	70초 / 1회

#### IV. 결 론

본 논문에서는 큐빅 스플라인을 모폴로지 기법의 채움 연산을 적용한 영상에 적용함으로써 원 영상에 큐빅 스플라인을 적용한 영상보다 특징 점을 빠르게 지정할 수 있었다. 또한 수작업으로 특징 점을 지정할 때는 원하는 중간 영상을 얻기 위하여 여러번 재수정 과정이 필요하지만 적용기법은 재수정 과정 없이 모핑되므로 특징점 지정시간이 단축된다. 또한 특징 점을 정확히 지정함으로 모핑 시 생성되는 중간 영상들이 부드러운 모핑 과정을 보이며 세밀하고 자연스러운 모핑의 변환이 전개된다.

#### 참고문헌

- [1] George Wolberg, "Digital Image Warping", IEEE Computer Society Press, 1990
- [2] Thaddeus Beier and Shawn Neely, "Feature-Based Image Metamorphosis", Computer Graphics, Vol. 26, No. 2, p.35-42, 1992
- [3] Seung-Yong Lee, Kyung-Yong Chaw, James Hahn, and Sung-Yong Shin. "Image Morphing Using Deformable Surfaces", Proc. of Computer Animation 94, p.31-39, 1994 IEEE Computer Society Press
- [4] Seung-Yong Lee, Kyung-Yong Chwa, James Hahn and Sung-Yong Shin. "Image Morphing Using Deformable Techniques" The Journal of Visualization and Computer Animation, Vol. 7, p.3-23, 1996.
- [5] IEEE Signal Processing Magazine, IEEE, Vol. 16, No. 6, Nov. 1999.