

스플라인과 웨이블릿을 적용한 그레이영상의

영상모핑에 관한 연구

정은숙* · 허창우* · 류광렬*

* 목원대학교 IT공학부 컴퓨터비전분과

A Study on Gray Image Morphing Using Spline and Wavelet

Eun-Suk Jung * · Chang-wu Hur * · Kwang-Ryol Ryu *

* Mokwon University

E-mail : ryol@mokwon.ac.kr

요 약

본 논문은 그레이영상에 대해 2D 스플라인 보간법과 2D 웨이블릿 변환을 적용하여 영상모핑을 실현한 연구이다. 프레임 간 특징 점 지정에 스플라인 함수로 B-스플라인 보간법을, 생성되는 중간 영상에 웨이블릿 변환 기법을 적용하였다. 그 결과 스플라인에 의해 유동적인 곡선변형과 웨이블릿 변환에 의해 블러킹 열화가 제거되어 중간 영상들의 자연스러운 모핑이 이뤄졌다.

ABSTRACT

A study on gray image morphing using 2D spline interpolation and 2D wavelet transform is presented. The B-spline of splines is used for interframe specified points to determine and the wavelet transform of transforms is applied for generating interframe images. The results are a smoothing image transfer by 2D spline and a removed degrading images as a blocking by 2D wavelet transform is making a good morphing image.

1. 서 론

최근 영상의 모핑은 영화, 광고, 뮤직비디오 등의 분야에서 그 필요성이 증가하고 있으며 자연스러운 영상모핑을 위해 많은 연구가 제시되고 있다. 최근 연구된 모핑 기법들로는 두 영상에 동일한 위상의 격자를 이용하여 특징의 대응관계를 지정한 격자 와핑(mesh Warping)[1], 이차원 벡터를 이용하여 특징 점간의 대응관계를 지정하는 필드 모핑 (Field morphing)[2], 얇은 막 생성을 이용한 모핑 (Thin plate splines)[3], Radial Basis Functions[4]과, 에너지 최소화기법 (Energy minimization)[5], 그리고 다 단계 자유변형 기법 [6] 등이 있다. 격자 와핑은 격자를 이용하여 특징을 지정하며, 영상을 자연스럽게 변형하지만, 임의의 특징을 격자로 지정하는 것이 어렵다. 사용자 인터페이스를 개선한 필드 모핑은 벡터를 이용하여 특징을 지정한다. 그러나 특징 지정이 간결한 반면, 영상의 변형이 자연스럽지 않다. 또한 최근에 개발된 얇은 막 생성, 에너지최소화, 다단계 자유 변형 기법은 점을 이용한 스플라인의 스네이크 기법을 이용함으로써 특징 지정이 간편한 반면, 와핑 함수가 일대일이 아니다. 에너지 최소화 기법은 일대일 대응을 만족하는 와핑 함수를 생성하지만, 많은 계산 시간이 소요된다[3,4,5]. 영상모핑

시에 생성되는 중간 영상은 두 영상이 겹쳐 보이기도하고, 블러킹 잡음도 생성되며 명도 차가 심한 영상모핑에서는 특히 심하게 불규칙 잡음들이 나타난다. 그 중 블러킹 잡음은 영상의 질을 떨어뜨리는 중요한 요소로 영상 전반에 걸쳐 발생하는 불규칙 잡음보다 화질을 더 저하시킨다. 영상처리에서 영상 대부분의 영역은 저주파 성분이며 고주파 성분에 해당되는 모서리나 사물의 경계는 영상의 에너지에는 중요하지 않지만 시각을 통한 인식에는 큰 영향을 미친다[7][8]. 웨이블릿 변환은 고주파 영역의 신호는 짧은 윈도우를 사용하고 저주파영역의 신호는 긴 윈도우를 사용한다는 점이다. 즉 이것은 시간 분해능을 좋게 하기 위해서는 고주파를 사용하고 주파수 분해능을 좋게 하기 위해서는 저주파를 이용한다. 컴퓨터 비전에서 복잡한 모양을 간단하고 정확하며 또 조작성이 쉬운 내부적 형태로 표시하는데 B-스플라인이 유용하게 쓰인다[10]. 이것은 곡선이나 면을 분할화하고 인식하는 작업에 도움을 준다. 따라서 본 연구에서는 그레이영상을 이용한 영상 모핑 과정에서 생성되는 중간 영상에 2D 스플라인 보간법과 2D 웨이블릿 변환을 적용시켜 부드럽고 자연스러운 모핑을 제시하고자 한다.

II. 2D 스플라인 2D 웨이블릿 모핑

2. 1 영상모핑 기법

본 연구는 2D 스플라인 보간법과 2D 웨이블릿 변환기법을 적용하여 영상을 모핑한다. 스플라인은 지정된 특징 점들의 곡선 변형을 유동적으로 보간하며, 웨이블릿은 중간 영상들의 블록킹 열화를 제거한다. 따라서 그림 1과 같이 이 두 특성을 적용하여 그레이영상 영상 f 를 영상 g 로 모핑한다.

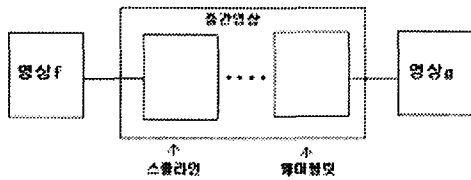


그림 1. 스플라인과 웨이블릿을 적용한 모핑

영상 f 를 영상 g 로 모핑하기 위해 특징점 지정시 스플라인 함수를 적용하고 모핑 과정에서 생성되는 중간 영상에 웨이블릿 변환을 적용한다.

2. 2 2D 스플라인

스플라인은 하나 이상의 곡선조각들이 서로 순조롭게 연결된 n 차원 이하의 단편적 다항식 함수이다. 다항식의 그려진 조각들은 n 개이고, $n+1$ 개의 매듭으로 연결된다. 매듭은 $t=0$ 과 $t=1$ 의 설정에 의해 그릴 수 있으며, 곡선조각의 끝점과 시작점이다. x - y 축에서 Q_u 를 2차원 토막곡선이라 할 때 제어점 (P_{u-1}, P_u, P_{u+1}) 을 u 로 나타내면,

$$Q_u(t) = [P_{u-1} \ P_u \ P_{u+1}] \cdot [x(t) \ y(t)]^T$$

$$\begin{cases} 0 \leq t \leq 1 \\ 0, \text{그외} \end{cases}$$

이다.

$$\sum_{u=1}^{N_u} Q_u(p_{u-1}, p_u, p_{u+1}, t' - u + 1),$$

$$0 \leq t' \leq Np + 1.$$

전체곡선 Q 의 차수계산 시 토막곡선에 Np 가 존재하면 모든 토막곡선은 독립적으로 계산할 수 있다.

$$M = \begin{pmatrix} 0.5 & -1.0 & 0.5 \\ -1.0 & 1.0 & 0.0 \\ 0.5 & 0.5 & 0.0 \end{pmatrix}$$

2차원 B-스플라인 곡선은 기본 행렬 M 을 따른다. 보통 $n=1$ 일때, 스플라인, $n=2$ 이면 2차 스플라인이라 불리는데 B-스플라인은 $n+1$ 구간에서 0이되는 스플라인을 의미한다.

B-스플라인은 복잡한 모양을 간단하고 정확하며 또 조작이 쉬운 내부적 형태로 표시할 수 있기 때문에 중간적 모델로서도 유용하고 원 영상으로부터 무엇인가 쓸만한 정보형상을 추출하여 내는데에도 유용하다. 이것은 곡선이나 면을 분할화하고 인식하는 작업에 도움을 준다.

2. 3 2D 웨이블릿

웨이블릿 변환은 비정상 신호의 해석에 대해 지금까지 사용해 왔던 푸리에 변환과는 다른 관점으로 접근을 했다. 지금까지의 신호해석은 해석의 용이함 때문에 정상신호로 가정하였으나 웨이블릿 변환의 가변적인 분해능은 이런 신호를 적절하게 변환하여 해석할 수 있다. 웨이블릿의 장점은 시간 주파수 영역의 특성을 동시에 결합하는 면을 제공한다. 이는 것이다.

다음 그림. 2는 두 영상 f 와 g 를 웨이블릿 함수를 적용시킨 모핑 알고리즘이다. 2^{-M} 에서 $A_2^d f$ 와 $A_2^d g$ 의 사이의 조합(C)에 자연스럽게 접근하면서 처음에 재구성한 후 다음에 전후를 스플라인 보간(I)적용한다.

$$(D_{2^j} f)_n = 2^{-j|2} (f(u), \phi_{j,n})$$

$$(A_2^d f)_n = 2^{-j|2} (f(u), \phi_{j,n})$$

$$A_2^d f = \sum_{n=-\infty}^{\infty} (A_2^d f)_n \phi(2^j t - n)$$

$$H(n) = (2^{-1} \phi(2^{-1} u), \phi(u - n))$$

$$G(n) = (2^{-1} \psi(2^{-1} u), \psi(u - n))$$

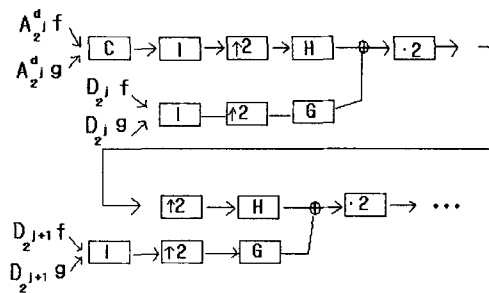


그림 2 2D 스플라인 웨이블릿 모핑과정

여기서 H 는 웨이블릿 함수이고, G 는 스케일 함수이며 $j(-1 \geq j \geq -M)$ 는 순회 알고리즘이다.

모핑영상의 화질을 개선시키기 위해 그림 3.의 모핑 알고리즘에 쌍직교(Biothogonal) 웨이블릿 함수를 적용시켜 블록킹 열화를 제거한다. 본 논문에서 사

융합 쌍직교 웨이블릿은 쌍직교성, 완전복원, 대칭성 등의 특성을 가지며 가장 중요한 성질 바로 스플라인 함수를 명백하게 표현한다. 또한 쌍직교 웨이블릿 기저에 근거를 둔 필터는 조건이 엄격하지 않아 직교 웨이블릿 기저의 경우보다 용이하다. 스플라인 성격을 갖는 쌍직교 웨이블릿을 적용하여 그레이영상을 모핑한다.



그림 3-d)

그림 3-e)

그림 3. 영상 모핑 그림 a) 원 영상, 그림 b), c), d), e), f), g) 중간 영상, 그림 h) 변환 후 영상

III. 실험 결과 및 고찰

본 실험에서는 먼저 512x512 크기의 정지영상 그림 3-a)와 그림 3-b)를 그레이 레벨로 변환한 후 고릴라 영상을 나의 모습으로 24개의 프레임으로 나눠 프레임당 0.01초의 변환시간을 두고 JPEG영상을 이용하여 모핑한 후 AVI로 저장했다. AVI로 저장하면서 압축하고 24장의 프레임을 모두 제시할 수 없어 3프레임 당 하나씩 선택에 그림으로 제시한 결과 그림 3-b~g와 같다. 두 영상의 배경이 서로 다르고, 명암 차가 커 영상이 부자유스럽고, 영상에 전체적으로 블록킹 열화가 발생하여 더욱 더 화질을 저하시킨다.

위 같이 얻어진 중간영상에 웨이블릿 변환을 실행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.



그림 4-a)



그림 3-a)



그림 3-h)



그림 4-b)



그림 3-b)



그림 3-g)



그림 4-c)



그림 3-c)



그림 3-f)



그림 4-d)

그림 4. 웨이블릿 변환후 영상

그림 5-a)는 그림 4-b)의 영상, 5-b)는 그림 4-c)의 영상, 5-c) 그림은 4-d)의 영상, 5-d) 그림 4-e)의 영상을 쌍직교 웨이블릿 변환을 이용하여 얻은 영상 블록킹 열화가 제거되어 화질이 개선되고, 쌍직교 웨이블릿 함수를 사용하여 스플라인의 보다 선형적 보간에 의해 영상이 좀더 자연스럽다.

IV. 결 론

본 논문에서는 그레이영상에 2D 스플라인 보간 법과 2D 웨이블릿 변환기법을 이용한 영상 모핑을 제시하였다. 제시한 방법에서는 원 영상과 변형 후의 영상에 특징 점 지정에 스플라인 함수 중 B-스플라인을 사용함으로써 특징 점들의 유동적인 곡선 변형으로, 생성되는 중간 영상에 웨이블릿 함수를 이용하여 영상의 블록킹 열화를 제거해 중간영상들이 부드럽고 자연스러운 모핑 과정을 보였다.

참고문헌

- [1] George Wolberg. "Digital Image" Warping. IEEE Computer Society Press, 1990
- [2] Thaddeus Beier and Shawn Neely, "Feature-Based Image Metamorphosis", Computer Graphics, 26권, 2호, p.35-42, 1992
- [3] Seung-Yong Lee, Kyung-Yong Chwa, James Hahn, and Sung-Yong Shin. "Image Morphing Using Deformable Surfaces. Proceedings of Computer Animation '94, p.31-39, 1994.
- [4] Arad N, Dyn N, Reissfeld D, Yeshurun Y, "Image Warping by radial basis function: Applications to facial expressions," CVGIP : Arapical Models and Image Processing, 56(2):161-172, March 1994.
- [5] Seung-Yong Lee, Kyung-Yong Chwa, James Hahn, and Sung-Yong Shin. "Image Morphing Using Deformable Techniques" The Journal of Visualization and Computer Animation, 7권, p.3-23, 1996.
- [6] Seung-Yong Lee, Kyung-Yong Chwa, James Hahn, and Sung-Yong Shin. "Image Metamorphosis Using Snakes and Free-Form Deformation", Computer Graphics Proceedings, p.439-448, 1995
- [7] Michael F. Barnsley and Alan D, Sloan, both of Atlanta, Ga, "Iterated Systems", U.S patent Documents, Inc, Norcross, Ga. no, 104, 412. pp.1-16, 1987.
- [8] A.Jacquin, "fractal image coding based on a theory of iterated contractive image transformation", Proc. SPIE. Visual comm. and Imageproc. 1990, pp.227-239.
- [9] A. Cohen, I. Daubechies, and J. C. Feuv-eau, "Biorthogonal base of compactly supported wavelets, " Commun. Pure. Appl. Math., vol.XLV, pp.485-560, 1992.
- [10] Guido M. Scbustr, Gerry Melnikov, and Aggelos K. Katssggelos, IEEE SIGNAL PROCESSING MAGAZINE, NOV. 1998.