

論文2003-40SP-6-16

다중 파노라마 영상기반 네비게이션에서 연속적인 시점이동을 위한 장면보간 방법

(View Interpolation Algorithm for Continuously Changing
Viewpoints in the Multi-panorama Based Navigatio)

金大顯*, 崔宗秀*

(Dae-Hyun Kim and Jong-Soo Choi)

요약

본 논문은 다수의 파노라마 영상을 이용하여 가상환경을 탐색하는 시스템에서 사용자가 한 시점에서 다른 시점으로 자연스럽게 시점을 이동할 수 있도록 중간 장면을 합성하는 알고리즘을 제안한다. 제안된 방법은 두 파노라마 영상에서 시선방향을 일치시키는 사전 교정(rewarping) 단계와 시선방향이 일치된 두 영상에서 대응점을 찾아 중간 시점의 영상을 생성하는 양방향 시차 몰핑(bidirectional disparity morphing) 단계로 나누어진다. 사전 교정은 푸리에(Fourier) 성질을 이용해서 두 영상간의 위상 상관 관계(phase correlation)를 분석한 후, 두 영상 사이의 상대적인 변위, 회전 그리고 축적 변화를 계산하여 시선방향을 일치시킨다. 그리고 양방향 시차 몰핑에서는 블록 단위의 시차 벡터(disparity vector)를 계산하고 가려짐 영역에 대한 정확한 시차를 추정하기 위해 가려짐 패턴(occluding pattern)을 이용하였다. 제안된 방법은 실제 파노라마 영상에 적용하여 실험하였고, 그 결과 두 파노라마 영상 사이를 자연스럽게 이동할 수 있었다.

Abstract

This paper proposes a new algorithm that generates the smooth and realistic transition views from one viewpoint to another on the multi-panorama based navigation system. The proposed algorithm is composed of two steps. One is prewarping that aligns the viewing directions of two panoramic images, and the other is the bidirectional disparity morphing(BDM) that generates the intermediate scene from the aligned panoramic images. For prewarping, we compute the phase correlation between two images in order to obtain the information, such as translation, rotation, and scaling. Then we align the viewing directions of two original images using these information. After prewarping, we compute the block based disparity vector(DV) and smooth them using two occluding patterns. As we apply these DVs to the BDM, we can generate the elaborate intermediate scene. We make an experiment on the proposed algorithm with some real panoramic images and obtain good quality intermediate scenes

Keyword : panorama based navigation, prewarping, disparity morphing, occluding pattern

* 正會員, 中央大學校 尖端映像大學院 映像工學科
(Dept. of Image Engr., Graduate School of Advanced
Imaging Science, Multimedia, and Film, Chung-Ang
University)

※ 본 연구는 교육부의 두뇌한국21 사업(BK21) 및 과학기술부의국가지정 연구실(MI020400 0079-02J00 00-07310) 지원으로 수행되었습니다.

接受日字:2003年7月15日, 수정완료일:2003年11月1日

I. 서론

가상현실 시스템에서 3차원 세계를 표현하는 대표적인 두 종류의 방법은 3차원 모델을 이용하는 모델기반 표현 방법(model based method)^[1,2]과 2차원 영상을 이용하는 영상기반 표현 방법(image based method)^[3-7]이다.

모델기반 표현 방법은 가상환경 내에 존재하는 모든 객체들에 대해서 3차원 모델을 생성하기 때문에 사실적인 표현이 가능하다. 그러나 3차원 모델을 생성하기 위해서는 긴 처리시간이 필요하고, 복잡한 모델은 표현할 수 있는 한계가 있다.

이에 반해, 영상기반 표현 방법은 여러 시점에서 취득된 영상들을 이용해서 사용자가 원하는 시점의 영상을 생성하는 방법이다. 이 방법은 2차원 영상만을 사용하기 때문에 모델기반 표현 방법에 비해서 데이터가 적고, 처리시간이 빨라서 실시간 구현이 가능하다. 또한 입력 영상을 그대로 가상환경에 사용하기 때문에 아무리 복잡한 장면에도 대해서도 쉽게 구현할 수 있다.

파노라마 영상을 이용한 네비게이션(navigation)^[8]은 대표적인 영상기반 표현 방법이다. 기존의 파노라마 영상기반 네비게이션 시스템에서 사용자는 고정된 시점에서 좌우 또는 위아래만 둘러볼 수 있다. 기존의 시스템에서는 <그림 1(a)>와 같이 첫 번째 파노라마 영상(기준영상)에서 두 번째 또는 세 번째 파노라마 영상(대상영상)으로 장면을 교체하는 방식으로 시점을 이동하였다. 장면교체 방법은 구현이 간단하여 실시간 처리가 가능하지만, 사용자에게 가상세계를 직접여행하거나 경험하는 느낌을 주지 못한다.

영상보간(image interpolation) 방법은 기준영상은 확대시키고 대상영상은 축소시킨 뒤, 일정한 가중치에 의해서 두 영상을 합성하는 것이다. 이 방법은 첫 번째 방법보다 훨씬 강한 몰입감을 사용자에게 제공할 수 있다. 그러나 확대 또는 축소된 두 영상의 대응관계가 정확하지 않기 때문에 객체들의 경계에서 이중의 열화 현상이 발생한다.

영상보간 방법에서 발생하는 열화 현상을 막기 위해서 Huang et al^[7]은 <그림 1(b)>와 같이 기준영상과 대상영상이 서로 중첩되도록 파노라마 영상을 취득하였다. 그리고 카메라 계수를 추정하여 두 영상의 시선을 일치시킨 다음, 시차 몰핑(disparity morphing)을 이

용해서 중간 시점의 장면을 생성했다. 이 방법은 앞에서 나열된 방법들에 비해서 훨씬 자연스럽게 장면을 전환할 수 있고, 보다 사실적인 표현이 가능하다. 그러나 카메라 계수를 추정하기 위해 카메라 교정(camera calibration)과 같은 구현이 쉽지 않은 별도의 작업을 요구하는 단점이 있다

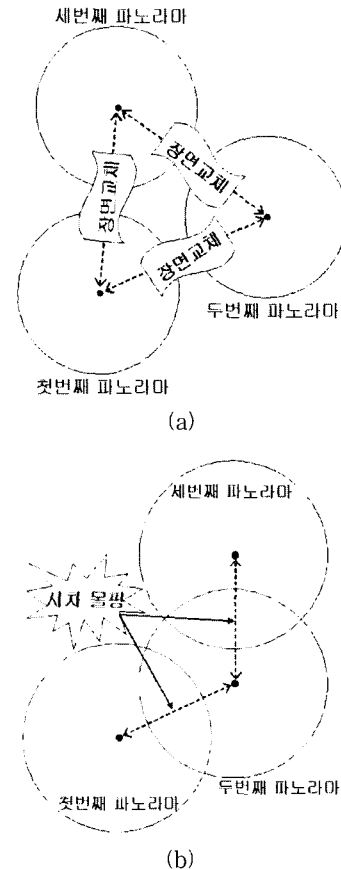


그림 1. 파노라마 영상기반 네비게이션 시스템에서 시점이동 방법. (a) 장면교체방법, (b) 시차보간 방법.

Fig. 1. Conventional methods for changing the viewpoints in the panorama based navigation system. (a) Zooming method, (b) view interpolation.

본 논문은 두 장의 파노라마 영상의 위상 상관 관계(phase correlation)를 분석하여 두 영상의 상대적인 변위(translation), 회전(rotation), 그리고 축적(scale)을 계산하고, 이 정보를 기반으로 두 영상의 시선을 일치시킨다. 이 단계를 사전 교정(prewarping)이라고 한다. 사전 교정을 거친 두 영상은 중간 시점의 영상을 생성하

기 위해서 두 영상간의 시차 벡터(DV, disparity vector)를 계산한다. 시차는 블록 단위로 계산되며, 두 영상 각각에 대해서 DV를 계산한다.

두 영상에서 시차를 계산할 때, 가려짐 영역에 대해서는 그 대응점을 찾을 수가 없다. 따라서 우리는 LRC (Left/Right Check)^[9] 방법을 이용해서 가려짐 영역을 구분하고, 가려짐 패턴(occluding pattern)을 이용해서 가려짐 영역의 DV를 추정한다.

시차 계산이 끝난 후에는 각각의 영상에 DV를 적용하여 중간 시점 영상을 생성한다. 이를 양방향 시차 물핑(BDM, bidirectional disparity morphing)이라 한다. 중간 시점 영상을 생성할 때, 가지성의 변화로 인해서 겹침(fold)과 홀(hole)이 발생한다. 겹침은 Z-버퍼 알고리즘을 이용하면 쉽게 해결할 수 있고, 홀은 BDM 과정에서 자연스럽게 제거된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서 푸리에 성질을 이용해서 두 파노라마 영상의 시선방향을 일치시키는 사전 교정을 설명한다. III장에서는 시선방향이 일치된 두 영상에 대해서 DV를 계산하고, 중간 시점의 장면을 생성하는 BDM을 설명한다. IV장에서는 제안된 알고리즘을 실제 파노라마 영상에 적용한 실험 결과를 보이고, V장에서는 결론을 맺는다.

II. 사전 교정(Prewarping)

파노라마 영상기반 네비게이션 시스템에서 기준이 되는 파노라마 영상에서의 시선 이동 변화량은 대상이 되는 파노라마 영상에서의 변화량과 서로 다르다. <그림 2(a)>와 같이 기준영상에서 대상영상으로 시선을 이동하는 경우 두 영상의 중심(O_0, O_1)이 서로 다른 위치에 존재하기 때문에 중간 장면을 보간하는 경우 사용자의 시선방향에 따라서 장면이 생성되지 못한다. 따라서 <그림 2(b)>와 같이 두 영상의 중심이 서로 동일한 축에 존재하도록 대상영상(또는 기준영상)에 대해서 사전 교정을 수행하는 것이 필요하다. 이상적인 경우, 사전 교정 후의 두 영상의 중심간의 거리($\overline{O_0O_1}$)는 0(zero)이다.

두 파노라마 영상에서 시선방향을 일치시키는 문제는 두 영상을 정합(registration)하는 것과 근본적으로 같다^[9, 10]. 본 논문에서는 푸리에 성질을 이용해서 두 영상의 시선방향을 일치시킨다. <그림 3>은 푸리에 성질을 이용해서 시선방향을 일치시키는 전체적인 과정

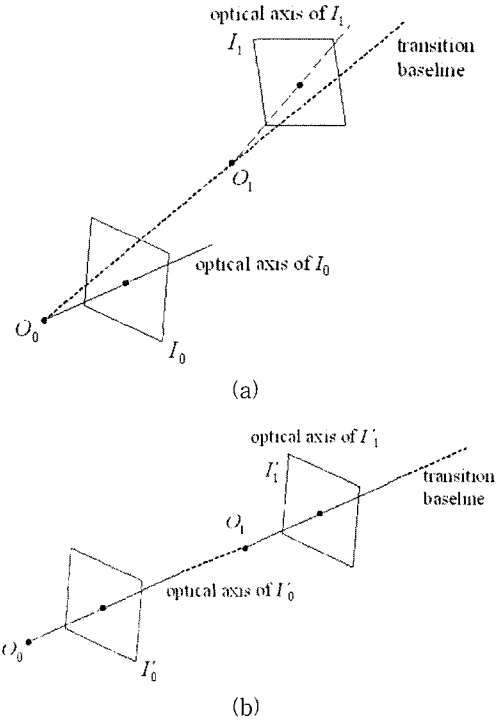


그림 2. 사전 교정 전과 후에 다른 장면의 시선방향. (a) 사전 교정 전, (b) 사전 교정 후
Fig. 2. Viewing directions (a) before prewarping and (b) after prewarping.

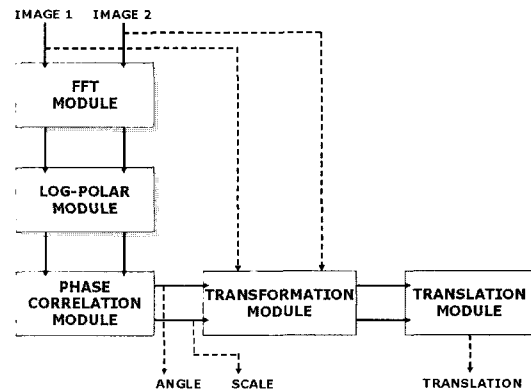


그림 3. 시선방향을 일치시키기 위한 전체적인 알고리즘 흐름도
Fig. 3. Overall procedure of the algorithm for aligning the viewing directions.

을 보이고 있다.

입력 영상을 푸리에 변환한 후, 크기 성분의 스펙트럼(spectrum)을 로그-극좌표계(log-polar coordinates)로 변환한다. 로그-극좌표계에서 한 축은 두 영상간의 축적 변화량, 그리고 다른 축은 회전각을 의미한다. 로

그-극좌표계로 변환된 스펙트럼에 대해서 위상 상관함수를 적용하면 스펙트럼간의 변위를 계산할 수 있고, 이로부터 기준영상과 대상영상 사이의 상대적인 축적과 회전각을 얻을 수 있다. 이 정보는 대상영상에 적용하여 두 영상의 축적과회전각을 동일하게 만들고, 변환된 영상의 위상 정보로부터 변위를 계산할 수 있다.

1. 변위 계산

두 영상의 변위 계산은 푸리에 변환의 이동 성질^[11]에 기반한다. 만일 f_2 가 식 (1)과 같이 f_1 에 대해서 (x_0, y_0) 만큼 이동한 영상이라면, 이들의 푸리에 영역에서의 관계는 식 (2)와 같이 표현할 수 있다.

$$f_2(x, y) = f_1(x - x_0, y - y_0) \quad (1)$$

$$F_2(\xi, \eta) = e^{-j2\pi(\xi x_0 + \eta y_0)} F_1(\xi, \eta) \quad (2)$$

그리고 두 영상 f_1, f_2 의 푸리에 영역에서의 위상 상관함수는 식 (3)과 같이 정의된다.

$$\frac{F_1(\xi, \eta) F_2^*(\xi, \eta)}{|F_1(\xi, \eta) F_2(\xi, \eta)|} = e^{j2\pi(\xi x_0 + \eta y_0)} \quad (3)$$

F_2^* 는 F_2 의 켈레 복소수(complex conjugate)이다. 식 (3)을 역 푸리에 변환하면 (x_0, y_0) 에서 임펄스(impulse)가 발생하고, 이 임펄스의 위치가 두 영상이 서로 정합되는 위치를 나타낸다.

2. 축적 변화 없이 회전만 존재하는 경우

f_2 는 f_1 이 (x_0, y_0) 만큼 이동하고, θ_0 만큼 회전한 영상이라면 그 관계는 식 (4)와 같고, 푸리에 영역에서의 f_1, f_2 의 관계는 식 (5)와 같이 표현된다.

$$f_2(x, y) = f_1(x \cos \theta_0 + y \sin \theta_0 - x_0, -x \sin \theta_0 + y \cos \theta_0 - y_0) \quad (4)$$

$$F_2(\xi, \eta) = e^{-j2\pi(\xi x_0 + \eta y_0)} \times F_1(\xi \cos \theta_0 + \eta \sin \theta_0, -\xi \sin \theta_0 + \eta \cos \theta_0) \quad (5)$$

F_1, F_2 의 크기를 각각 M_1, M_2 라 하면 식 (5)는 식 (6)과 같이 표현된다. 즉, M_2 는 M_1 을 θ_0 만큼 회전시킨 것과 같다. 식 (6)을 극좌표계로 변환하면 식 (7)과 같이 회전각에 대해서 변위 성분을 갖는 수식으로 변형된다. 따라서 M_1, M_2 를 영상으로 간주하여 2.1절과 같이 위상 상관함수에 적용하면 회전 성분을 계산할 수

있다.

$$M_2(\xi, \eta) = M_1(\xi \cos \theta_0 + \eta \sin \theta_0, -\xi \sin \theta_0 + \eta \cos \theta_0) \quad (6)$$

$$M_2(\rho, \theta) = M_1(\rho, \theta - \theta_0) \quad (7)$$

3. 축적과 회전이 모두 변하는 경우

(x, y) 가 $(x/a, y/a)$ 로 축적이 변했다면 이들의 극좌표 변환은 식 (8)-식 (11)과 같다.

$$\rho_1 = (x^2 + y^2)^{1/2} \quad (8)$$

$$\theta_1 = \tan^{-1}(y/x) \quad (9)$$

$$\rho_2 = ((x/a)^2 + (y/a)^2)^{1/2} = \rho_1/a \quad (10)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1}((y/a)/(x/a)) = \theta_1 \quad (11)$$

만약 f_2 는 f_1 이 $1/a$ 로 축적이 변하고 θ_0 만큼 회전한 경우라면, f_1, f_2 의 푸리에 스펙트럼을 극좌표계로 변환한 수식은 식 (12)와 같이 표현된다.

$$M_2(\rho, \theta) = M_1(\rho/a, \theta - \theta_0) \quad (12)$$

식 (12)에서 ρ 축을 로그 축적으로 변환하면 식 (13)과 같이 변형되고, 이는 식 (14)와 같이 다시 표현할 수 있다. 즉, 스펙트럼 영상에 대해서 변위 성분이 존재하는 영상으로 변환이 된다.

$$M_2(\log \rho, \theta) = M_1(\log \rho - \log a, \theta - \theta_0) \quad (13)$$

$$M_2(\xi, \theta) = M_1(\xi - d, \theta - \theta_0) \\ \xi = \log \rho, \quad d = \log a \quad (14)$$

식 (13)-식 (14)와 위상 상관함수를 이용하면 축적 a 와 회전각 θ_0 를 계산할 수 있다. 일단 축적과 회전각이 계산되면 주어진 영상은 각각 축적과 회전각에 따라서 영상을 변환시킨다. 그리고 변환된 영상들의 위상 상관관계로부터 변위 성분은 계산된다.

III. 양방향 시차 몰핑(bidirectional disparity morphing)

중간 시점의 영상을 만들기 위해서는 시선방향이 일치된 두 영상에 대해서 각 화소간의 대응관계를 알아야 한다. 공간상의 한 점은 두 영상에서 한 쌍의 대응

점 p , p' 을 형성한다. 만일 이 두 점이 두 영상에서 모두 보이면 대응점 사이의 거리는 화소 단위의 DV로 정의되고, 그 관계식은 식 (15)와 같다.

$$p' = \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x + d_x(x, y) \\ y + d_y(x, y) \end{bmatrix} = p + \begin{bmatrix} d_x(x, y) \\ d_y(x, y) \end{bmatrix} \quad (15)$$

$[d_x(\cdot), d_y(\cdot)]^T$ 는 각각 기준영상의 화소에 대응하는 대상영상의 화소까지의 DV 성분이다. 계산된 DV에는 잘못된 정합으로 인한 오류를 포함하고 있다. 따라서 본 논문에서는 가려짐 패턴^[8]을 x, y 방향의 시차에 각각 적용하여 잘못된 시차를 교정하였다.

대응점 p, p' 사이의 중간 위치의 좌표는 몰핑 계수 (morphing coefficient), $s(0 < s < 1)$ 에 의해서 결정된다.

p, p' 간의 DV인 $[d_x(\cdot), d_y(\cdot)]^T$ 의 크기를 1로 정규화시키면, 중간 위치의 좌표는 이 거리의 상대적인 거리에 의해서 결정된다. 기준영상에 대한 중간의 장면은 식 (16)의 시차 함수로 표현되며, 대상영상에 대해서도 같은 방법이 적용된다.

$$p_s = \begin{bmatrix} x_s \\ y_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x + s \cdot d_x(x, y) \\ y + s \cdot d_y(x, y) \end{bmatrix} = p + s \cdot \begin{bmatrix} d_x(x, y) \\ d_y(x, y) \end{bmatrix} \quad (16)$$

식 (16)을 이용해서 생성된 중간 시점의 장면들은 가시성의 변화로 인해서 홀과 겹쳐짐이 발생한다. 겹쳐짐은 Z-버퍼 알고리즘을 이용하면 쉽게 해결되고, 홀은 기준영상과 대상영상으로부터 각각 생성된 중간 영상을 식 (17)을 이용해서 합성하는 과정에서 자연스럽게 제거된다.

$$IP_s(x, y) = \begin{cases} (1-s) \cdot IP_{s, SRC}(x, y) + s \cdot IP_{s, TAR}(x, y) & \text{if } IP_{s, SRC} \neq 0, IP_{s, TAR} \neq 0 \\ IP_{s, SRC}(x, y) & \text{if } IP_{s, SRC} \neq 0, IP_{s, TAR} = 0 \\ IP_{s, TAR}(x, y) & \text{if } IP_{s, SRC} = 0, IP_{s, TAR} \neq 0 \\ Nearestneighborpixel & \text{if } IP_{s, SRC} = 0, IP_{s, TAR} = 0 \end{cases} \quad (17)$$

$IP_s(x, y)$ 는 (x, y) 에서의 합성된 화소값이고, $IP_{s, SRC}(x, y)$, $IP_{s, TAR}(x, y)$ 는 각각 기준영상과 대상영상으로부터 보간된 화소값이다. 좌우 영상으로부터 보간된 두 영상의 화소가 모두 0이 아닌 경우에는 몰핑 계수에 의해서 평균을 취하고, 두 영상 중 하나의 화소값이 0인 경우 0이 아닌 화소값으로 대체한다. 그리고 두 개의 화소값이 모두 0인 경우는 주변의 가장 가까운 화소값으로 보간한다.

로 보간한다.

IV. 실험 및 고찰

본 논문에서 제안한 알고리즘은 <그림 4>에 보이는 두 쌍의 파노라마 영상을 대상으로 실험하였다. 영상의 취득은 캐논 D30 디지털 카메라를 이용하였으며, 영상 취득단계에서 카메라의 회전은 없다고 가정하였다.

<그림 4>는 전체 파노라마 영상 중 일부분이고, 유사 특징점을 이용하여 파노라마 영상을 생성하였다^[4]. <그림 4>에서 사각형 영역은 현재 사용자의 시선방향에서 각각 기준영상과 대상영상에서 보이는 장면이라고 가정하였다. <그림 4>에서 알 수 있듯이, 기준영상에서의 시선방향과 대상영상에서의 시선방향이 서로 일치하지 않는다.

<표 1>은 각각의 파노라마 영상에 대해서 사전 교정을 수행한 결과를 정리한 것이다. 사전 교정을 통해서 우리는 영상간의 상대적인 축적 변화, 회전각, 그리고 변위를 계산할 수 있다. 이렇게 얻어진 정보는 다시 영상에 적용하여 두 영상의 시선방향이 일치하도록 파노라마 영상을 변환시킨다.

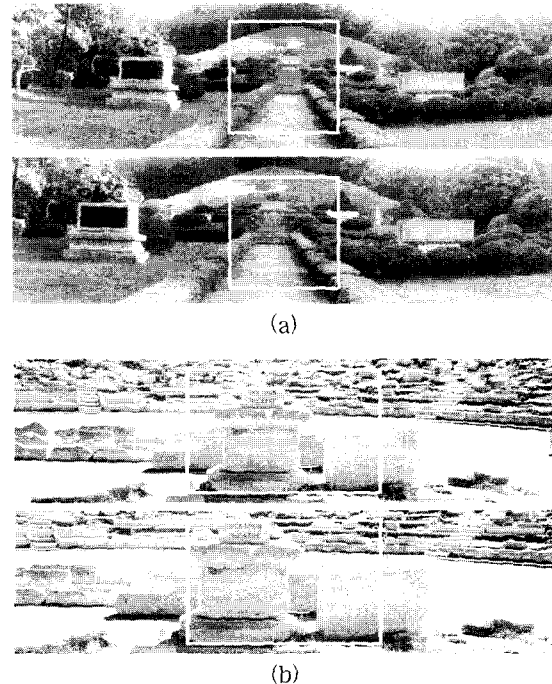
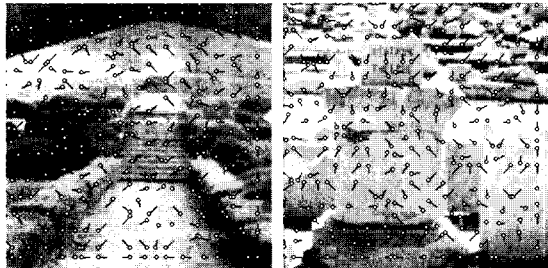


그림 4. 실험 영상
Fig. 4. Experimental panoramic images.

표 1. 사전 교정 결과 정보

Table 1. Estimated parameters through prewarping.

	그림 4(a)	그림 4(b)
축적(a)	1.145	1.176
회전(θ_0)	0	0
변위(dx, dy)	(24, 9)	(19, 19)



(a)



(b)

그림 5. 기준영상에서의 DV 검출 결과. (a) 사전 교정을 적용하기 전의 DV 검출 결과, (b) 사전 교정을 적용한 후의 DV 검출 결과

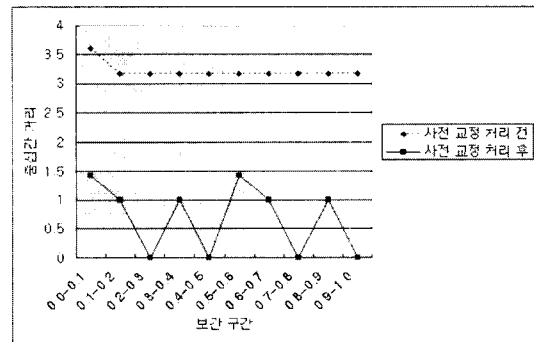
Fig. 5. Estimated DV in the source images. (a) DV before prewarping, (b) DV after prewarping.

<그림 5>는 <그림 4>의 사각형 영역의 기준영상과 대상영상 사이의 DV를 검출한 결과를 보여주고 있다. <그림 5(a)>는 사전 교정을 적용하지 않았을 때의 기준영상과 대상영상 사이의 DV를 검출한 결과이고, <그림 5(b)>는 사전 교정을 적용한 후의 DV를 검출한 결과이다. <그림 5>에서 알 수 있듯이, 사전 교정을 거치기 전에는 기준영상에서 대상영상으로의 DV의 방향이 일정하지 않다. 그러나 사전 교정을 거친 후에는 장면의 중심에서 방사형으로 DV가 분포하고 있다. 즉, 사전 교정을 적용함으로써 두 장면에 대한 시선방향이 일치되었음을 확인할 수 있다.

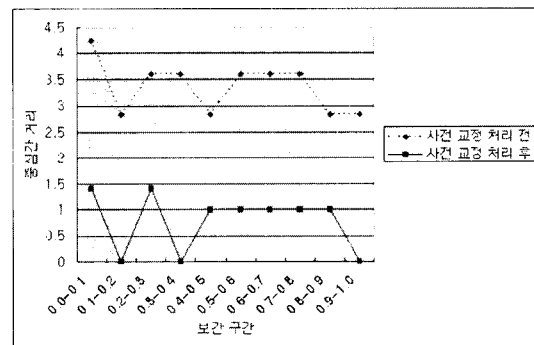
<그림 6>은 사전 교정을 수행하기 전과 수행한 후의 시선방향의 오차 즉, <그림 2>에서 두 영상의 중심간의

의 거리 $\overline{O_0O_1}$ 를 계산한 결과이다. <그림 6>에서 알 수 있듯이, 기준영상에서 대상영상으로 장면이 전환됨에 따라서 사전 교정을 거치지 않은 경우 그 오차가 상당히 크다. 이에 반해서, 사전 교정을 통해서 시선방향을 일치시킨 경우에는 그 오차가 현저하게 감소하였음을 알 수 있다. 이러한 결과는 <그림 5>와 함께 제안한 알고리즘은 사용자의 시선방향을 따라서 다른 파노라마 영상으로 이동할 때 사용자에게 보다 자연스럽게 장면의 변화를 제공한다는 것을 증명하는 것이다.

<그림 7>은 <그림 4>의 장면에 대해서 보간된 중간 시점 영상을 보이고 있다. <그림 7(a)>는 카메라로부터 멀리 떨어진 장면에 대한 보간이기 때문에 시선 이동에 따른 장면의 변화가 크게 나타나지 않는다. 이에 반해, <그림 7(b)>는 객체와 카메라의 거리가 가깝기 때문에 시선 이동에 대한 장면의 변화가 크게 반영되어 나타나고 있다.



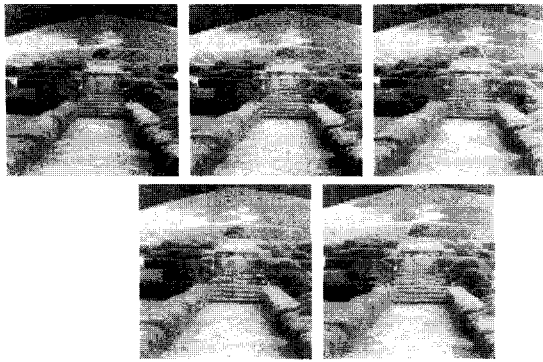
(a)



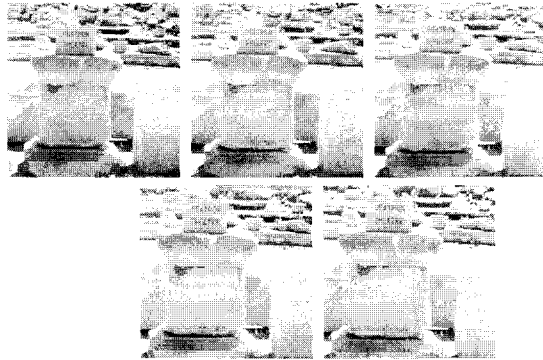
(b)

그림 6. 장면 보간에 따른 영상 중심 사이의 거리. (a) <그림 4(a)>의 결과, (b) <그림 4(b)>의 결과

Fig. 6. Distance between the centers of the consecutive intermediate images. (a) For Fig. 4(a), (b) for Fig. 4(b).



(a)



(b)

그림 7. <그림 4>에서 시선방향에 따라서 보간된 영상의 예. (a) <그림 4(a)>의 장면에 대한 보간 영상, (b) <그림 4(b)>의 장면에 대한 보간 영상

Fig. 7. Examples of the intermediate images. (a) For Fig. 4(a), (b) for Fig. 4(b)

V. 결 론

본 논문은 다수의 파노라마 영상을 이용하여 가상환경을 탐색하는 시스템에서 사용자가 한 시점에서 다른 시점으로 자연스럽게 시점을 이동할 수 있도록 중간 장면을 합성하는 알고리즘을 제안하였다. 우선 제안된 알고리즘은 푸리에 성질을 이용해서 기준영상과 대상 영상을 사전 교정하였다. 이 단계에서는 두 영상의 위상 정보만을 사용하기 때문에 카메라 교정과 같은 복잡한 작업은 필요하지 않다. 사전 교정된 두 영상에 대해서 블록 단위의 시차 벡터를 계산하고, 이를 양방향 시차 몰핑에 적용하여 두 파노라마 영상 사이의 중간 시점의 영상을 합성하였다. 제안된 알고리즘은 기존 방법에 비해서 사용자에게 연속적인 장면의 변화를 경험하게 함으로써 보다 사실적이고 실감나는 가상환경의

체험을 가능하게 한다. 향후에는 이러한 파노라마 영상 기반 네비게이션 시스템에 주석(annotation)을 삽입하여 보다 향상된 영상기반 네비게이션 시스템을 구현할 계획이다.

참 고 문 헌

- [1] A. Redert, E. Hendriks, and J. Biemond, "3D scene reconstruction with viewpoint adaptation on stereo displays," *IEEE Trans. On Circuits and Systems for Video Technology*, vol.10, no.4, pp. 550-562, June 2000.
- [2] T. Kanade, P. J. Narayanan, and P. W. Rander, "Virtualized reality: concepts and early results," *Proc. of IEEE Workshop on Representation of Visual Scenes*, pp. 69-76, 1995.
- [3] S. E. Chen, "QuickTime VR - an image-based approach to virtual environment navigation," *Computer Graphics (SIGGRAPH'95)*, pages 29-38, August 1995.
- [4] 김대현, 최종수, "유사특징점을 이용한 모자이크 영상의 구성," *대한전자공학회 논문지*, pp. 381-391, 제38권 SP편 제4호, 2001. 7
- [5] S. E. Chen and L. Williams, "View Interpolation for Image Synthesis," *Computer Graphics (SIGGRAPH' 93)*, pp.279-288, 1993.
- [6] S. M. Seitz and C. R. Dyer, "Physically-valid view synthesis by image interpolation," *Proc. of IEEE Workshop on Representation of Visual Scenes*, pp.18-25, 1995.
- [7] H. C. Huang, S. H. Nain, Y. P. Hung, and T. Cheng, "Disparity-based view morphing A new technique for image-based rendering," *ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST)*, Taipei, Taiwan, November, 1998.
- [8] D. H. Kim, J. H. Kim, Y. I. Yoon, I. H. Oh, and J. S. Choi, "A study on real-time implementation of the view interpolation system," *IEICE Trans. On Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Science*, vol. E-

- 86-A, no.6, pp.1344-1352, June 2003.
- [9] B. S. Reddy and B. N. Chatterji, "An FFT-Based Technique for Translation, Rotation, and Scale-Invariant Image Registration," IEEE Trans. On Image Processing, vol.5, no.8, pp. 1266-1271, August 1996.
- [10] A. Averbuch and Y. Keller, "FFT Based Image Registration," Proc. of IEEE Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing, vol.4, pp. 3608-3611, 2002.
- [11] A. Oppenheim, A. S. Willsky, and S. H. Nawab, Signals & Systems, Prentice-Hall, New Jersey 1997.

 저 자 소 개



金大顯(正會員)

1999년 : 중앙대학교 전자공학과 졸업(학사). 2001년 : 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 졸업(공학석사). 2001년~현재 : 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 박사과정. <주관심분야 : 컴퓨터 비

전, 컴퓨터 그래픽스, 가상현실>



崔宗秀(正會員)

1975년 : 인하대학교 전기공학과 졸업(학사). 1977년 : 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1981년 : Keio University(일본) 전기공학과 졸업(공학박사). 1981년 2월~1981년 9월 : Aloka Co. Ltd.

연구소 연구원. 1981년 9월~1999년 8월 : 중앙대학교 전자공학과 교수. 1999년 9월~현재 : 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 교수. <주관심분야 : 컴퓨터 비전, 증강현실, 영상합성, 영상압축, 영상통신>