

비보정(un-calibrated) 영상으로부터 중간영상 생성을 위한 뷰 몰핑

(View Morphing for Generation of In-between Scenes from Un-calibrated Images)

송진영[†] 황용호^{**} 홍현기^{***}

(Jin-Young Song) (Yong-Ho Hwang) (Hyun-Ki Hong)

요약 영상들 간의 2차원 변환을 표현하는 영상 몰핑(morphing)기술은 대상 물체의 위치나 카메라 시점 변화를 반영하지 않기 때문에 부자연스러운 왜곡현상이 발생한다. 또한 기존의 뷰(view) 몰핑 방법은 사후 워핑(postwarping)을 위한 제어점이 필요하고 영상 내 가려짐 등에 대한 제약이 존재한다. 본 논문에서는 비보정(un-calibrated)된 카메라로부터 취득된 두 영상을 이용하여 임의의 중간(in-between) 시점에서의 영상을 자동으로 생성하는 새로운 몰핑 알고리즘이 제안된다. 제안된 방법은 두 영상의 기본행렬(fundamental matrix)을 구하여 영상을 교정(rectification)한 다음, 양방향 시차맵(disparity map)을 이용해 선형 보간(linear interpolation)한다. 그리고 대상 영상과 교정된 영상간의 변환행렬(homography)을 역투영(inverse projection)하여 중간영상들을 생성하였다. 제안된 방법은 카메라의 복잡한 보정(calibration) 과정과 대상 장면에 대한 3차원 정보가 필요 없기 때문에 사진이나 그림 등에 효과적으로 적용될 수 있다. 다양한 영상에 대한 실험결과로부터 제안된 방법의 성능을 확인하였으며, 생성된 중간영상은 가상 시스탬의 시뮬레이션 환경 및 영상통신 등의 분야에 활용될 수 있다.

키워드 : 뷰 몰핑, 기본행렬, 비보정 영상, 선형 보간, 시차맵

Abstract Image morphing to generate 2D transitions between images may be difficult even to express simple 3D transformations. In addition, previous view morphing method requires control points for postwarping, and is much affected by self-occlusion. This paper presents a new morphing algorithm that can generate automatically in-between scenes from un-calibrated images. Our algorithm rectifies input images based on the fundamental matrix, which is followed by linear interpolation with bilinear disparity map. In final, we generate in-between views by inverse mapping of homography between the rectified images. The proposed method may be applied to photographs and drawings, because neither knowledge of 3D shape nor camera calibration, which is complex process generally, is required. The generated in-between views can be used in various application areas such as simulation system of virtual environment and image communication.

Key words : view morphing, fundamental matrix, un-calibrated image, linear interpolation, disparity map

1. 서론

컴퓨터그래픽스 분야에서 사용되는 대부분의 3차원

데이터는 모델링 생성 툴이나 사용자 수작업 등의 기하학적 모델링 과정을 통해 얻어진다. 이렇게 기하학적으로 표현된 장면의 렌더링 시간은 대상 장면의 복잡도, 장면을 구성하는 면의 수 등에 크게 영향을 받는다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 영상기반 표현 기술이 활발히 제안되고 있다. 특히 물체에 대한 3차원 정보 없이도 상호 보간(interpolation)을 통해 중간(in-between) 영상을 생성하는 영상 몰핑(morphing) 연구가 활발하게 진행되고 있다[1].

기존의 영상 몰핑 기술은 영상 사이의 중간영상을 생

본 논문은 교육부 두뇌 한국 21(BK21) 사업 및 과학기술부 NRL 사업 지원에 의해서 연구되었습니다.

[†] 정회원 : 중앙대학교 영상공학과
song74jy@hanmail.net

^{**} 학생회원 : 중앙대학교 영상공학과
hwangyongho@hotmail.com

^{***} 종신회원 : 중앙대학교 영상공학과 교수
honghk@cau.ac.kr

논문접수 : 2004년 2월 2일

심사완료 : 2004년 9월 22일

성할 수 있지만, 카메라 시점의 변화를 반영하지 않기 때문에 임의의 중간 시점의 물평에서 부자연스런 왜곡이나 화질의 저하가 발생할 수 있다. 이를 해소하기 위해 Seitz가 제안한 뷰(view) 물평은 영상 물평과 사영 기하학의 기본 원칙을 사용하며, 시점이 다른 스테레오 영상의 물평에 따른 왜곡을 최소화하기 위해 사전 워핑(rewarping), 영상 물평, 사후 워핑(postwarping) 등의 3단계 알고리즘을 제안하였다[2]. 그러나 사후 워핑을 위해 사용자의 입력에 의한 제어점(control point)이 필요하고 중간 시점을 자동으로 생성하기 위해 카메라 시점을 알아야 하며, 영상 내의 가려짐에 의해 영향을 많이 받는 문제점이 있다.

본 논문에서는 기존 방법의 문제점을 해결하기 위해 비보정(un-calibrated)된 카메라로부터 취득된 두 영상을 이용하여 임의의 중간 시점에서의 영상을 자동으로 생성하는 새로운 물평 알고리즘이 제안된다. 사전 워핑 단계에서 비보정 카메라로부터 취득된 두 영상의 대응점들을 통해 기본행렬(fundamental matrix)을 구하여 영상을 교정(rectification)함으로써 영상교정을 위한 카메라 사전보정에 따른 제약점을 해결하였다. 교정된 영상에 대해 조밀한(dense) 스테레오 매칭으로 양방향 시차맵(disparity map)을 얻고, 이로부터 선형 보간된 영상을 생성함으로써 영상 내 가려짐에 의한 영향을 줄일 수 있다. 그리고 보간된 영상들을 교정과정에서 얻어진 변환행렬(homography)로 역사영(inverse projection)하

여 임의의 시점에서의 중간영상을 생성한다. 제안된 방법은 카메라의 사전보정(pre-calibration) 작업이나 사용자의 입력 및 대상 장면에 대한 3차원 정보 등을 이용하지 않는 자동화된 새로운 뷰 물평 알고리즘이다. 제안된 방법의 블록도를 그림 1에 보였다.

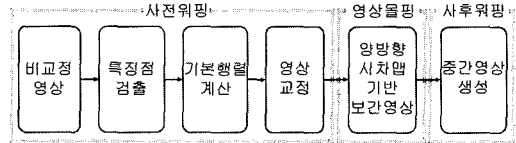


그림 1 제안된 방법의 블록도

본 논문의 2장에서 중간 시점의 영상을 생성하는 기존 연구를 살펴보고, 3장에서 제안된 알고리즘의 사전 워핑, 영상 물평, 사후 워핑 등을 각 단계별로 소개한다. 그리고 4장에서 다양한 영상에 대한 실험결과를 제시하고 이를 분석한 다음, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 기존 연구

입력된 주변 영상으로부터 임의의 시점의 장면을 생성하는 기존 연구를 표 1과 같이 입력 데이터로 영상 혹은 영상 및 3차원 정보를 동시에 이용하는 연구로 구분하였다. 영상만을 이용하는 연구는 제한된 시점의 영상

표 1 입력 데이터에 따른 기존 연구 분류

입력 데이터	기존 방법	내용	특징
영상	S. E. Chen [1]	다수 영상의 정합(register)을 통해 더 큰 해상도의 모자의 생성	- 주어진 시점에서 패닝에 적합 - 임의의 시점의 뷰 생성 불가능
	S. M. Seitz & C. R. Dyer [2]	두 영상으로부터 중간 뷰 생성	- 사용자 입력 필요 - 영상 내 가시성에 의한 영향
	N. L. Chang et al. [3]	비보정 영상 시퀀스에 대한 3차원 표현을 위한 접근 방법	- 조밀한 깊이 맵을 위한 카메라 움직임 및 기준 위치 설정
	D. Scharstein [4]	스테레오 시스템을 이용한 워핑 영상 생성	- 스테레오 시스템 보정 필수 - 가려짐 등의 문제 존재
	X. Sun and E. Dubois [5]	영상간의 에피폴(epipole)을 이용한 선형 보간 및 중간영상 생성	- 장면 내 물체의 배치 순서에 대한 가정 존재
	R. A. Manning & C. R. Dyer [6]	영상 내 물체를 사용자가 레이어로 적용하여 뷰 물평을 움직임이 있는 동영상에 적용	- 물체에 대한 사전 레이어 설정 - 카메라와 물체의 상대적 움직임에 대한 가정 존재
	T. Kanade & P. Tander [7]	3차원 돔에 51대의 카메라를 설치해 실시간 움직임 해석, 3차원 재구성, 임의의 시점에서의 장면 생성	- 동기된 다수 카메라로 영상 실시간 취득 및 해석 가능 - 스테레오 기반의 장면 재구성
영상 및 3차원 정보	H. Huang, et al. [8]	3D 공간상에서 정/역방향 물평함수 유도를 통해 가려짐의 문제 해결	- 장면의 시차맵과 카메라 내부 파라미터 등에 대한 사전정보 필요
	S. E. Chen & L. Williams [9]	3D 데이터와 렌더링된 두 영상으로부터 중간영상 생성	- 카메라 파라미터 설정 필요 - 대응관계 위한 3D 데이터 필요
	W. R. Mark, et al. [10]	렌더링된 기준 영상과 3D 데이터의 워핑 및 합성을 통한 중간영상 생성	- 워핑을 위한 3D 데이터 필요 - 렌더링된 영상의 설정 환경 이용

을 생성하거나 대상 장면에 대한 가정이 존재하며, 다양한 시점을 표현하기 위한 연구의 경우, 카메라 파라미터와 대상 시스네스 내에 존재하는 물체에 대한 사전 설정 등이 요구된다. 또한 실시간 시뮬레이션 환경에 적합한 프레임 율(rate)을 지원하기 위해 3차원 거리값 및 카메라 파라미터 등의 정보를 이용하는 연구 등이 있다. 그리고 다수의 카메라를 이용하여 대상 장면의 3차원 재구성 및 임의의 시점에서 새로운 장면을 생성하는 연구도 있다. 제안된 알고리즘은 3차원 정보를 사용하지 않고 내부(intrinsic) 및 외부(extrinsic) 파라미터를 모르는 카메라에 의해 취득된 비보정 영상을 대상으로 한다. 또한 대상 장면의 3차원 형태 등에 대한 가정 또는 사용자의 입력 없이 자동으로 임의의 중간영상을 생성하는 새로운 뷰 몰핑 방법이며, 기존의 그림, 사진 등의 다양한 영상에도 효과적으로 적용할 수 있다.

3. 제안된 자동 뷰 몰핑 알고리즘

3.1 기본행렬에 기반한 사전워핑

두 대의 카메라에서 얻어진 영상 사이의 관계는 에피폴라 기하(epipolar geometry)로 설명된다. 공간상의 임의의 점 X 를 서로 다른 위치의 카메라의 영상 평면에 투영하면 각 영상의 일치점 x, x' 에 맺힌다. 공간상의 점 X 와 두 카메라가 이루는 평면은 에피폴라 평면이며, 에피폴라 평면과 영상 평면이 교차되는 선을 에피폴라 선, 그리고 두 카메라의 중심축을 연결하는 기저선(baseline)과 각 영상 평면과의 교점을 에피폴라(epipole)이라고 한다. 공간상의 점 X 가 투영된 점 x, x' 는 에피폴라 구속(constraint) 조건에 따라 에피폴라 선상에 존재한다(그림 2). 기본행렬(F)은 이에 대한 대수적 표현(식 (1))이며, 두 카메라 사이의 내부 파라미터와 움직임 정보를 담고 있다. 본 논문에서는 두 영상에서의 일치점 정보로부터 대응관계(correspondence)를 구성했으며, 기존 연구[11]를 이용하여 기본행렬을 추정했다. 만약 두 카메라의 중심축을 연결하는 기저선이 두 영상 평면과 평행한 경우에 두 에피폴라는 무한 공간상에 놓이게 되며, 두 영상에 대응되는 에피폴라 선은 서로 평행하게 된다. 스테레오 영상의 카메라 중심을 변형하여 영상의 에피폴

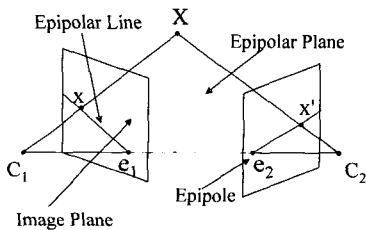


그림 2 에피폴라 기하

라 선을 수평축으로 평행하게 조정하고, 이 과정을 영상 교정 또는 사전 워핑이라 한다[12].

$$x'{}^T F x = 0 \quad (1)$$

두 카메라에서 얻어진 영상이 카메라의 중심축을 연결하는 기저선에 임의의 평행한 평면(Π_R)에 존재할 때까지 입력 영상의 카메라 중심을 회전하여 얻어진 교정 영상의 새로운 투영행렬은 $\Pi_1 = [H_1 | -H_1 C_1]$ 과 $\Pi_2 = [H_2 | -H_2 C_2]$ 로 정의된다. 교정된 투영행렬의 에피폴라는 무한 공간상에 존재하며 에피폴라 선은 평행하게 된다. 여기서 무한에 있는 점(i)은 $i = [1 \ 0 \ 0]^T$ 관계가 있고, 교정된 영상의 기본행렬은 식 (2)와 같이 정의된다.

$$\bar{F} = [i]_x = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

여기서 $[i]_x$ 은 비대칭행렬이다. H_1 와 H_2 는 두 입력 영상 I_1 과 I_2 에 적용하기 위한 변환행렬이고 $x_1 \in I_1$ 과 $x_2 \in I_2$ 은 식 (1)을 위한 대응점이며, 교정된 점(\bar{x}_1, \bar{x}_2)은 식 (3)으로 정의된다. 이 관계를 식 (1)에 대입하여 다음 식 (4)를 유도할 수 있다.

$$\bar{x}_1 = H_1 x_1, \quad \bar{x}_2 = H_2 x_2 \quad (3)$$

$$\bar{x}_2{}^T \bar{F} \bar{x}_1 = 0, \quad x_2{}^T H_2{}^T \bar{F} H_1 x_1 = 0,$$

$$F = H_2{}^T [i]_x H_1 \quad (4)$$

식 (4)에서 H_1 과 H_2 는 유일한 해를 가지지 않기 때문에 최적화 방법을 통해서 최적의 변환행렬을 구하였다. 그림 3에서 \bar{I}_1 과 \bar{I}_2 은 I_1 과 I_2 가 교정된 영상이며, 여기서 평면 Π_R 은 C_1 과 C_2 를 연결하는 기저선에 평행하다. 식 (4)를 이용하여 변환행렬 H_1 과 H_2 를 계산하고, 입력된 두 영상에 각각 변환행렬을 적용하여 영상을 교정한다.

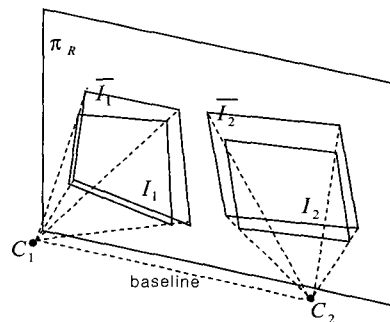


그림 3 교정된 평면

3.2 양방향 시차를 이용한 영상 몰핑

사전 워핑 과정에서 교정된 영상은 카메라가 수평 방

향으로만 떨어져 있고, 서로 평행한 카메라 모델로 볼 수 있다. 공간상의 임의의 점 P는 두 입력영상에서 한 쌍의 대응점 p_1 과 p_2 로 형성된다[13,14]. 만약 이 두 점이 두 영상에서 모두 보이면, 대응점 사이의 시차는 화소(pixel) 단위의 거리로 정의된다. 교정된 영상간의 시차는 수평 방향 성분만이 존재하며, 이 관계를 식 (5)에서 나타내었다.

$$p_2 = \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 + d_{L \rightarrow R}(x_1, y_1) \\ y_1 \end{bmatrix} = p_1 + \begin{bmatrix} d_{L \rightarrow R}(x_1, y_1) \\ 0 \end{bmatrix}. \quad (5)$$

여기서 $d_{L \rightarrow R}(x_1, y_1)$ 은 왼쪽 영상에서의 화소에 대응하는 오른쪽 영상에서의 화소까지의 시차이다.

두 대응점간의 거리를 1로 정규화(normalize)하여 상대적인 거리 $s \in [0, 1]$ 에 따라 중간영상을 생성한다. 주어진 왼쪽 영상에 대한 중간영상은 식 (6)과 같이 시차 함수로 표현되며, 오른쪽 영상에도 같은 방법이 적용된다. 교정된 두 영상에서 대응점은 x축 방향의 같은 스캔(scan) 선분 상에 존재하며, 따라서 y축 좌표는 같다.

$$p_s = \begin{bmatrix} x_s \\ y_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 + s \cdot d_{L \rightarrow R}(x_1, y_1) \\ y_1 \end{bmatrix}. \quad (6)$$

식 (6)을 통하여 보간된 영상에는 겹쳐짐(fold)과 홀이 발생한다. 겹쳐짐은 원 영상에서 보이는 화소가 보간된 영상에서 보이지 않는 경우, 보간된 한 화소에 여러개의 화소가 겹쳐지게 된다. 그러나 겹쳐지는 화소 중 최종적으로 영상에서 나타나는 화소는 관찰자에게 가장 가까운 곳에 존재하는 물체이고, 관찰자에게 가까운 물체일수록 시차 값이 크기 때문에 Z-버퍼 알고리즘을 이용하면 겹쳐짐 문제를 해결할 수 있다[2]. 홀은 왼쪽 영상에서 오른쪽 영상으로 변환될 때 왼쪽 영상에서 보이지 않던 화소가 보간된 영상에서 홀로 나타난다. 일반적으로 홀은 주변 화소를 가지고 보간을 하지만, 두 영상간의 시차가 큰 경우에는 주변 화소를 이용하여 보간하기 어렵다. 이런 문제점을 줄이기 위해 좌우 각각의 시차 맵으로 보간된 경우, 한쪽 영상에서 발생한 홀에 대해 다른 쪽 영상에서는 화소값이 존재하므로 식 (7)을

이용해 디졸브(dissolve)된 영상의 화소값을 결정한다 [15].

$$IP_s(x, y) = \begin{cases} (1-s) \cdot IP_{s, L \rightarrow R}(x, y) + s \cdot IP_{s, R \rightarrow L}(x, y) & \text{if } IP_{s, L \rightarrow R} \neq 0, IP_{s, R \rightarrow L} \neq 0 \\ IP_{s, L \rightarrow R}(x, y) & \text{if } IP_{s, L \rightarrow R} \neq 0, IP_{s, R \rightarrow L} = 0 \\ IP_{s, R \rightarrow L}(x, y) & \text{if } IP_{s, L \rightarrow R} = 0, IP_{s, R \rightarrow L} \neq 0 \\ \text{nearest neighbor pixel} & \text{if } IP_{s, L \rightarrow R} = 0, IP_{s, R \rightarrow L} = 0 \end{cases}, \quad (7)$$

여기서 $IP_s(x, y)$ 는 디졸브된 화소값이고, $IP_{s, L \rightarrow R}(x, y)$, $IP_{s, R \rightarrow L}(x, y)$ 는 각각 왼쪽에서 오른쪽, 그리고 오른쪽에서 왼쪽 영상으로부터 보간된 화소값이다. 좌우 영상으로부터 보간된 두 영상의 화소가 모두 0이 아닌 경우에는 몰핑 계수(s)에 의해서 평균을 계산하고, 두 영상 중 하나의 화소 값이 0인 경우 0이 아닌 화소 값으로 대체한다. 그리고 두개의 화소 값이 모두 0인 경우는 주변의 가장 가까운 화소값으로 보간한다. 그림 4의 단방향 및 양방향 시차맵을 이용해 얻어진 보간 결과로부터 양방향 시차맵이 보다 정확한 보간 결과를 얻을 수 있음을 확인했다.

3.3 사후워핑

입력영상과 교정된 영상은 카메라의 중심축을 기준으로 회전만 되었기 때문에 변환행렬이 존재한다. 보간된 중간영상(\bar{I}_s)의 시점은 두 입력 영상의 시점과 다르며, 교정된 영상을 원 시점으로 역변환하여 임의의 시점에서 자연스러운 중간영상($I_{in-between}$)을 생성할 수 있다. 식 (8)은 보간된 영상들을 임의의 시점으로 변환하는 관계식이고, 식 (9)는 보간된 중간영상(\bar{I}_s)을 계산된 변환행렬(H_s)로 역변환하여 두 입력영상 사이의 중간영상을 생성한다. 여기서 두 입력영상의 투영행렬은 $\Pi_1 = [H_1 | -H_1 C_1]$ 과 $\Pi_2 = [H_2 | -H_2 C_2]$ 의 관계가 존재한다.

$$\Pi_s = (1-s) \cdot \Pi_1 + s \cdot \Pi_2, \quad H_s = (1-s) \cdot H_1 + s \cdot H_2. \quad (8)$$

$$I_{in-between} = H_s^T \bar{I}_s. \quad (9)$$

제안된 뷰 모핑 과정(그림 5)은, 입력영상(I_1, I_2)을

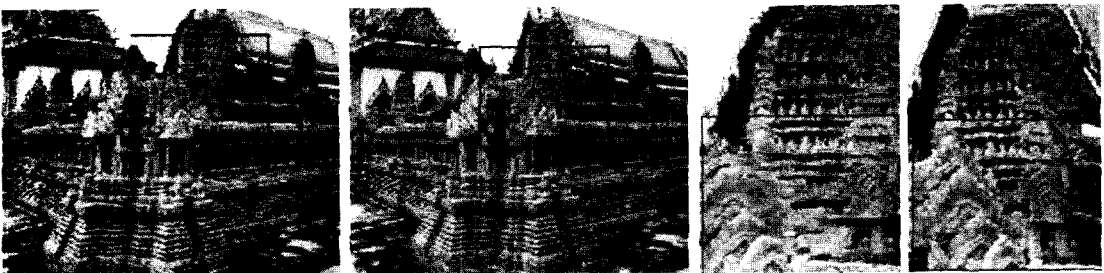


그림 4 단방향 및 양방향 시차맵을 이용한 보간 영상((a), (b)) 및 확대 영상((c), (d))

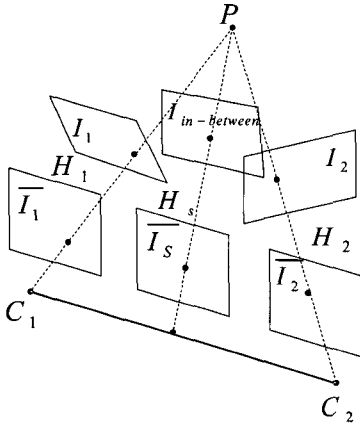


그림 5 뷰 몰핑 과정

교정된 영상(\bar{I}_1, \bar{I}_2)을 만드는 사전 워핑 과정, 사전 워핑된 영상을 선형 보간하여 중간영상(\bar{I}_s)을 생성하는 몰핑 과정, 그리고 몰핑된 영상(\bar{I}_s)을 역변환하여 임의 시점에서 중간영상을 만드는 사후 워핑 과정으로 정리된다.

4. 실험결과 및 검토

제안된 방법에 의해 생성된 영상의 정확도를 분석하기 위해 먼저, 3차원 애니메이션 S/W인 MAYA Ver. 4.5에서 임의의 장면과 카메라의 사영관계를 설정하여 영상 시퀀스를 생성하였다. 렌더링된 영상을 기준으로 제안된 방법에 의한 중간영상과의 PSNR(Peak Signal/Noise Ratio)을 일련의 시퀀스 상에서 각각 비교하였다. 그림 6은 대상 영상이며, 그림 7은 단방향 및 양방향 시차맵을 이용한 보간 영상의 PSNR 비교 그래프이다. 여기서 복원 영상의 객관적인 화질 평가를 나타내는 PSNR은 식 (10)을 이용하여 구할 수 있다.

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{MSE} \right) [dB]$$

$$MSE = \frac{1}{N^2} \sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^N [f_{original}(x, y) - f_{c-between}(x, y)]^2 \quad (10)$$

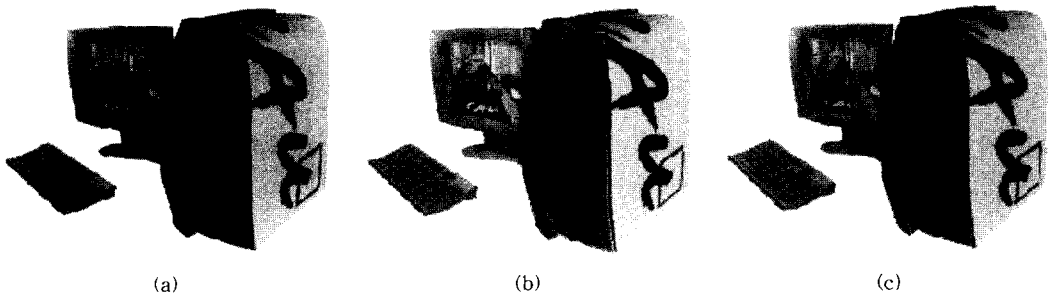


그림 6 PSNR 비교 (a) 렌더링된 실제 영상 (b) 단방향 시차맵 및 (c) 양방향 시차맵을 이용한 중간영상

그림 6과 7의 결과로부터 양방향 시차맵을 사용해 얻은 중간 영상이 단방향의 결과 보다 향상되었음을 정량적 및 정성적인 방법으로 확인하였다. 본 실험에서는 입력 영상의 취득 시점의 간격이 일반적인 영상통신에서 사용하는 프레임의 범위보다 훨씬 크에도 불구하고, PSNR 결과가 비교적 높았다. 즉, 입력영상은 설정된 공간에서 일정한 간격(0.2°)으로 카메라가 이동하면서 렌더링되었고, 일반적인 동영상 시퀀스보다 프레임율이 떨어진다. 제안된 방법은 제한된 프레임으로부터 다수의 중간영상을 필요로 하는 상황에 효과적으로 활용될 수 있다.

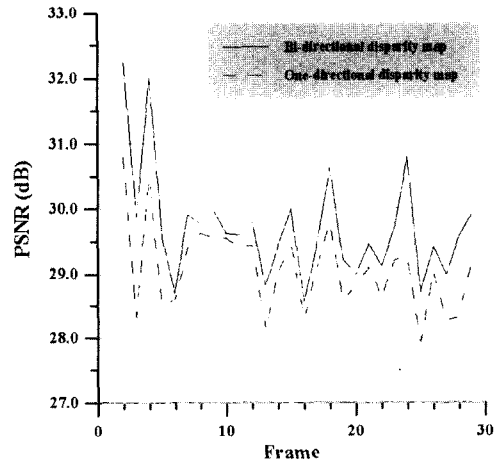


그림 7 양방향 및 단방향 시차맵을 이용한 중간영상의 PSNR 비교

실사 영상에 제안된 방법을 적용하였으며, 본 실험에서는 Canon G-2 카메라로 취득된 800×600 크기의 영상(그림 8)을 대상으로 하였다. 비교정된 입력영상을 대상으로 기본행렬을 이용하여 두 영상을 교정한 사전 워핑된 영상을 그림 9에 나타내었다. 사전 워핑된 두 영상에서 보간의 문제점인 겹쳐짐 현상을 Z-버퍼 알고리즘을 적용하여 해결하였고, 양방향 시차 맵을 이용한 보간

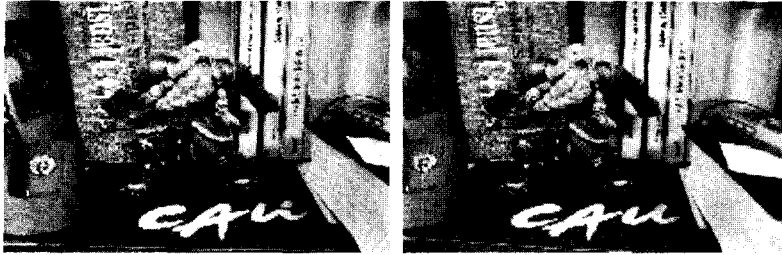
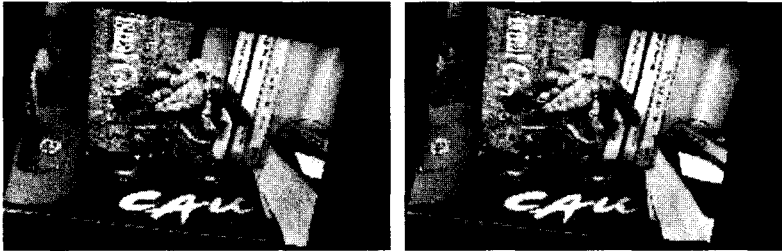
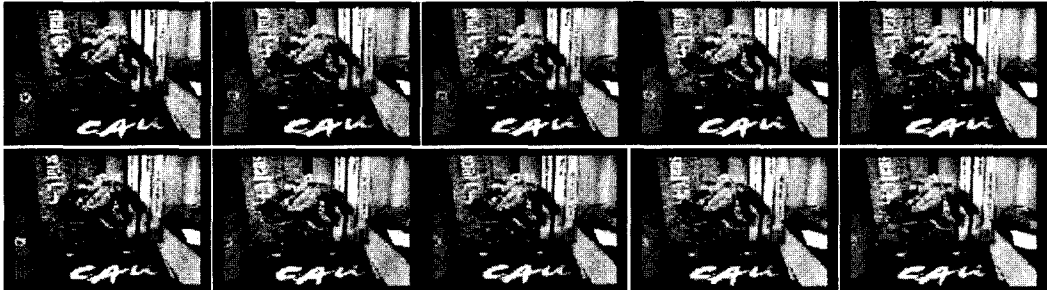
그림 8 비교정된 입력영상(왼쪽: I_1 , 오른쪽: I_2)그림 9 사전 워핑된 영상(왼쪽: \bar{I}_1 , 오른쪽: \bar{I}_2)

그림 10 사후 워핑된 중간영상(10 프레임)



(a) 왼쪽



(b) 오른쪽 입력영상



(c) 실제 영상



(d) 생성된 중간영상

그림 11 실제 취득된 영상과 생성된 영상 비교

을 통해 홀에 의한 영향을 줄였다. 사전 워핑 과정에서 얻어진 각 입력 영상간의 변환해렬을 역변환하여 원 영상 사이의 임의의 시점으로 변환된 중간영상 10 프레임 결과를 그림 10에 제시하였다.

실제 영상에서 제안된 방법의 정확도를 구체적으로 비교하기 위해 테이블에 의해 설정된 각도만큼 회전

하여 실제로 취득된 중간영상과 제안된 방법에 의해 생성된 중간영상을 그림 11에 비교하였다. 제안된 방법은 물체의 회전 등에 대한 설정 조건, 카메라 보정정보, 사용자의 입력 등을 전혀 이용하지 않았으며, 실험결과로부터 실제 취득된 영상과 매우 유사한 중간영상이 얻어짐을 확인하였다. 기존 방법[2]은 사용자의 입력 등을

필요로 하며, 두 영상간의 가려짐이 존재하는 영역에 대한 추가적인 고려가 필요하다. 제안된 알고리즘은 OpenCV 라이브러리[16]의 뷰 몰핑 방법과 마찬가지로 기본행렬 정보를 이용하지만, 얻어진 기본행렬로부터 사영행렬 및 기울임(shearing) 등의 다양한 변환 정보를 추가로 구할 수 있다[11]. 또한 OpenCV 방법은 스캔 선분 상에 물체간 가려짐을 충분히 고려하지 못해 몰핑 과정에서는 채울 수 없는 홀이 발생한다. 이를 제거하기 위해 라이브러리에서 제공되는 'DeleteMoire' 함수는 발생한 홀을 주위 영역의 화소값으로 단순하게 채우기 때문에 최종 영상의 화질이 떨어지게 된다. 본 논문에서는 교정된 두 영상의 대응관계 및 가려짐 문제를 해결하기 위해 양방향 시차맵을 구성하였으며, 정확한 보간 결과를 얻을 수 있음을 실험결과로부터 확인하였다. 제안된 방법은 입력 영상이 제한되어 있는 시퀀스로부터 다수의 중간 프레임을 생성할 수 있으며, 이는 가상 환경 구축, 영상 통신, 시각 효과(visual effects) 등에 유용하게 활용될 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 비교정 카메라로부터 취득된 두 영상을 이용하여 중간영상을 자동으로 생성하는 새로운 몰핑 방법이 제안되었다. 제안된 방법은 카메라의 자동보정유 이용하기 때문에 카메라에 대한 사전 보정이나 3차원 정보를 필요로 하지 않으며, 또한 영상 내에서 가려짐으로 발생하는 홀에 의한 문제를 양방향 시차 맵으로 개선하였다. 제안된 방법은 제한된 입력 영상으로부터 사실감이 높은 다수의 중간 프레임을 자동으로 생성하는 상황에 효과적으로 활용될 수 있다. 이후로는 가상 공간의 구현을 위한 실제적인 영상 지원 시스템 설계와 차세대 영상통신 분야로의 활용방안 등에 대한 연구가 계속될 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] S. E. Chen, "Quicktime VR—An image-based approach to virtual environment navigation," Proc. SIGGRAPH, pp. 29-38, 1995.
- [2] S. M. Seitz and Charles R. Dye, "View morphing," Proc. SIGGRAPH, pp. 21-30, 1996.
- [3] N L. Chang and A. Zakhor, "View generation for three-dimensional scenes from video sequences," IEEE Transactions on Image Processing, vol. 6, no. 4, pp. 584-598, 1997.
- [4] D. Scharstein, "Stereo vision for view synthesis," Proc. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 852-858, 1996.
- [5] X. Sun and E. Dubois, "A method for the synthesis of intermediate views in image-based

rendering using image rectification," Proc. of the Canadian Conference on Electrical & Computer Engineering, pp. 991-994, 2002.

- [6] R. A. Manning and C. R. Dyer, "Interpolating view and scene motion by dynamic view morphing," Proc. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 125-131, 1999.
- [7] T. Kanade and P. Tander, "Virtualized reality: constructing virtual worlds from real scenes," IEEE Multimedia, vol. 4, pp. 34-47, 1997.
- [8] H. Huang, S. Nain, Y. Hung, and T. Cheng, "Disparity-based view morphing - a new techniques for image-based rendering," Proc. SIGGRAPH, pp. 9-16, 1998.
- [9] S. E. Chen and L. Williams, "View interpolation for image synthesis," Proc. SIGGRAPH, pp. 279-288, 1993.
- [10] W. R. Mark, L. McMillan, and G. Bishop, "Post-rendering 3D warping," Proc. Symposium on Interactive 3D Graphics, pp. 7-16, 1997.
- [11] R. Hartley, "In defense of the eight-point algorithm," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 19, pp. 580-593, 1997.
- [12] Z. Zhang, "Computing rectifying homographies for stereo vision," Proc. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 125-131, 1999.
- [13] C. Tsai and A. K. Katsaggelos, "Dense disparity estimation with a divide-and-conquer disparity space image technique," IEEE Transactions on Multimedia, vol. 1, no. 1, pp. 18-29, 1999.
- [14] S. S. Intille and A. F. Bobick, "Disparity-space images and large occlusion stereo," 2nd European Conference on Computer Vision, pp. 179-186, 1994.
- [15] 김대현, 최종수, "양방향 시차 몰핑을 이용한 중간 시점 영상 보간," 대한전자공학회 논문지, pp. 215-223, 제 35권 SP편 제 2호, 2002년 3월.
- [16] Open Source Computer Vision Library Reference Manual, Intel Co., Dec. 2000.



송진영

2002년 세명대학교 전기공학과 공학사
2004년 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 공학석사, 2003년 12월~현재, (주)두비시스 영상처리 연구원 재직 중 관심분야는 영상처리, 컴퓨터 비전, 컴퓨터 그래픽스 등임



황 용 호

1996년 명지대학교 전자공학과 공학사
 1998년 명지대학교 대학원 전자공학과
 공학석사. 1998년 1월~2000년 3월 (주)
 윤익 C&C 부설연구소 연구원. 2000년 9
 월~2003년 7월 (주)콤텍시스템 기술연
 구소 주임연구원. 2003년 9월~현재, 중
 앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 박사과정 재학 중. 관
 심분야는 컴퓨터그래픽스, 컴퓨터 비전 등임



홍 현 기

1993년 중앙대학교 전자공학과 공학사
 1995, 1998년 중앙대학교 대학원 전자공
 학과 공학석사, 공학박사. 1998년 9월~
 1999년 8월 서울대학교 자동제어특화연
 구센터 연구원. 1999년 9월~2000년 2월
 중앙대학교 정보통신연구소 연구교수. 2002
 년 2월~2003년 1월 Univ. of Colorado at Denver 방문
 연구원. 2000년 3월~현재, 중앙대학교 첨단영상대학원 영
 상공학과 조교수 재직 중. 관심분야는 컴퓨터그래픽스, 컴퓨
 터 비전, 멀티미디어 응용 등임