

논문 2005-42SP-4-10

도심영상 입체 가시화 중 발생하는 원거리 환영현상 해소를 위한 3차원 파노라믹 모자이크

(3D Panoramic Mosaicking to Suppress the Ghost Effect at Long Distance Scene for Urban Area Visualization)

전 재 춘*, 김 형 석**

(Jaechoon CHON and Hyongsuk KIM)

요 약

3차원 영상 모자이크 방법은 도시지의 도로를 따라 움직이는 카메라로부터 취득된 영상을 3차원 다중 투영평면에 투영하여 도시지를 입체적으로 가시화하기 위한 것이다. 카메라가 교차로와 같은 원거리 가시 지점을 통과할 때, 취득된 영상에 대해 3차원 영상 모자이크 방법을 적용 하면, 모자이크 된 영상에서 동일한 대상물의 영상이 반복하여 나타난다. 이 현상을 환영현상(ghost effect)이라고하는데, 이 환영현상을 줄이기 위해서 원거리 대상물이 있는 곳의 영상 프레임을 찾고, 이 곳에 나타나는 환영현상을 효과적으로 제거하는 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 3차원 공간에서 계산된 가상의 초점과 영상 프레임의 초점을 지나는 벡터를 이용하여 영상 프레임들을 3차원 다중평면에 투영 하는 것이다. 이를 위한 가상 초점은 원거리 대상물이 보이기 시작하는 영상 프레임과 원거리 대상물이 사라지기 시작하는 영상 프레임을 이용하여 계산된다. 본 논문에서는 원거리 대상물 지역에 제안한 방법을 적용 했을 때, 환영현상이 효과적으로 제거될 수 있음을 실험적으로 보였다.

Abstract

3D image mosaicking is useful for 3D visualization of the roadside scene of urban area by projecting 2D images to the 3D planes. When a sequence of images are filmed from a side-looking video camera passing long distance areas, the ghost effect in which same objects appear repeatedly occurs. To suppress such ghost effect, the long distance range areas are detected by using the distance between the image frame and the 3D coordinate of tracked optical flows. The ghost effects are suppressed by projecting the part of image frames onto 3D multiple planes utilizing vectors passing the focal point of frames and a virtual focal point. The virtual focal point is calculated by utilizing the first and last frames of the long distance range areas. We demonstrate an algorithm that creates efficient 3D panoramic mosaics without the ghost effect at the long distance area.

Keywords: 3 차원 모자이크, 다중 투영평면, 가시화, 환영현상(ghost effect), 가상초점.

I. 서 론

인터넷 웹 사이트에서는 도시지 영상 가시화를 위해 주로 단 사진 영상을 이용하고 있는데, 단 사진 영상을 이용한 도시지 가시화는 이용자에게 단조로움을 주기

때문에 최근 일부 인터넷 웹 사이트에서 파노라마 영상 가시화 기능을 제공하고 있다. 그러나, 현재 제공되고 있는 방법들은 시점이 고정되어 있기 때문에 실감이 적다는 약점이 있다. 결국 효과적인 가시화를 위해서는 시점의 이동이 가능한 방법인데, Zhao나 Fruh등은 GIS 데이터와 카메라 영상을 이용한 3차원 가시화 (Web addresses for visualization projection in cities) 를 위해서 시점 이동이 가능한 영상 가시화 방법을 제안하였다^{[1][2]}. 여기서의 GIS데이터와 카메라 영상은 일반적으

* 학생회원, 동경대학
(The University of Tokyo)

** 정회원, 전북대학교
(Chonbuk National University)

접수일자: 2005년1월18일, 수정완료일: 2005년5월10일

로 자동차 뱀 시스템으로부터 취득되는데, 자동차 뱀 시스템은 레이저 스캐너, CCD 카메라, IMU와 GPS로 구성 되어있으며, 도심지 건물의 외벽의 상세한 3차원 데이터와 영상 텍스처를 취득할 수 있는 시스템이다. 이와는 달리, 레이저 스캐너 대신 스테레오 카메라 시스템을 이용함으로써, 건물 외벽의 3차원 데이터를 취득하는 방법도 제안되었다^{[3][4]}.

상세한 데이터를 현재의 인터넷, 핸드폰, PDA를 통해 전송하는 것은 한계가 있을 뿐 만 아니라, 3차원 데이터를 취득하기 위하여 많은 경비와 시간이 소요된다. 따라서 인터넷, 핸드폰, PDA를 통해 효과적인 가시화 기능을 제공하고, 데이터 취득 경비와 시간소요를 감소시키기 위해서는 영상 모자이크 방법을 적용하는 것이 효과적이다. 그런데, 도심지 도로를 따라 움직이는 카메라에서 취득된 영상을 이용하여 일반적인 영상 모자이크를 생성하는 것은 경로가 3차원 이기 때문에 효과적이지 않다. 이 문제를 해결하기 위해서 3차원 모자이크 방법이 개발되었는데^[5], 3차원 모자이크 방법은 취득된 각 영상 프레임에 3차원 공간에서 다수의 독립적인 투영면들을 설정하여 투영하는 것이다. 이 방법에 의한 결과는 건물의 전체적인 윤곽에 대한 정보의 제공이 가능할 뿐만 아니라, 자세한 3차원 정보가 표현된 영상을 제공 함으로써 사용자에게 3차원 공간 인식을 가능케 해준다. 그러나 이 방법은 카메라와 물체간의 거리가 먼 경우에는 동일한 물체의 영상이 반복적으로 나타나는 환영현상(Ghost Effect)가 나타나는 문제가 있다. 이 현상은 카메라가 교차로를 통과할때 카메라와 카메라에 투영된 대상물 지역과의 거리가 멀어지기 때문에 빈번하게 나타난다.

이 문제를 해결 하기위해 본 논문은 선택적으로 3차원 공간에서 3차원 파노라믹 모자이크 방법을 적용 하는 알고리즘을 제안하였다. 이를 위해 영상 간에 연속적으로 추적된 광류의 3차원 좌표를 이용하여 카메라와 건물간의 거리가 근접인지 원거리인지 결정 하였다. 이때, 근접 영역인 경우엔 3차원 모자이크 방법을 사용하였으나, 원거리인 경우엔 3차원 파노라믹 모자이크 방법을 사용 하였는데, 이 3차원 파노라믹 모자이크 방법은 3차원 공간에서 계산된 가상의 초점과 영상 프레임의 초점을 지나는 벡터를 이용하여 영상 프레임의 일부를 3차원 다중평면에 투영 하는 것이다. 이 가상 초점은 원거리 대상물이 보이기 시작하는 프레임과 원거리 대상물이 사라지기 시작하는 프레임을 이용하여 계산된다. 본 알고리즘은 특징점 추출 및 정합, 에피폴라 라인

을 기반으로 한 에지라인 상의 특징점 추적, 추적된 특징점을 이용한 카메라 외부표정 계산, 카메라와 건물간의 거리 계산, 영상 모자이크 생성을 위한 3차원 투영면 계산, 투영면 경계에서 부드러운 영상 모자이크를 생성하기 위한 seam-line 추출과 영상 가시화를 위한 영상 렌더링으로 구성되어 있다.

II. 광류 추출과 카메라 외부표정

3차원 다중 평면을 계산할 때는, 영상 프레임에 투영된 대상물의 3차원 좌표를 필요로 한다. 영상 프레임에 투영된 대상물이 3개의 연속된 영상 프레임에 나타나면, 3 차원 좌표를 계산할 수있으므로 본 연구에서는 3개의 연속된 영상 프레임에서 안정적으로 다량의 광류를 추적하는 방법을 사용하였다. 이 방법은 특징점 추출, 상관정합을 이용한 광류추적, 잘 못 추적된 광류 제거, 난수 발생 하여 8점을 선택후 이를 이용한 에피폴라 라인 계산, 계산된 에피폴라라인 정보기반으로 에지 지라인의 각 화소 정합으로 이루어져 있다. 3개의 연속된 영상 프레임에 광류추적을 하기 위해서는 특징점 추출, 상관정합을 이용한 광류추적을 수행하는데, 추적된 광류들을 제거했을 때는 추적된 광류수가 적어서 카메라 외부표정 계산에 사용하기가 어려운 경우가 빈번하게 발생한다.

연속된 영상에서 동일한 점을 자동으로 추적하는 광류 추출방법에는 Gradient based^[6], Frequency based^[7], Feature based^[8]등이 있는데, Gradient based 방식은 Horn and Schunck 알고리즘에서와 같이 시간적으로 인접한 두 영상에서 최대의 영상 변화방향을 이용하는 방법이다^[9]. 또, Frequency based은 Gabor filters^[7]와 같이 속도에 대한 band-pass filter를 적용한 방법이다. 두 방법을 이용한 광류계산은 빠른 계산이 어려울 뿐만 아니라 영상이동이 1픽셀 이내 일 경우에만 적용 가능하다는 단점이 있다.

광류를 이용하여 카메라 외부표정을 구하기 위해서는 영상의 모든 픽셀에서 광류가 필요하지 않다. 적은 수의 광류라고 하더라도, 정확한 광류를 추출한다면 보다 더 정확한 카메라 외부표정을 계산할 수 있게 된다. 특징점 기반 방법은 이와 같은 응용에 적합한 알고리즘인데, 화소의 움직임 파악이 용이한 특징점 화소들만을 대상으로 추출한 광류들을 이용한다. 이 때의 특징점으로는 코너점 (corner point)을 많이 이용하는데, 대표적인 코너점 추출방법으로는 Plessey^[10], Kitchen

/Rosenfeld^[11], Curvature Scale Space^[12], SUSAN^[13] 방법 등이 있다. 이 중에서 본 논문에서는 공간영역에서 강도(intensity) 차이를 Gaussian operation을 적용한 SUSAN 방법^[13]을 사용하였다.

영상 프레임간 추출된 특징점의 정합은 상관정합(Cross Correlation)을 이용 하였다. 정합후의 추출된 광류는 추적이 잘된 광류와 오류의 광류가 동시에 존재하게 된다. 추적이 잘된 광류를 추출하기 위한 방법으로는 가변2차원 히스토그램 방법을 사용 하였다^[14]. 이 방법은 오류광류가 90%까지 포함을 할 경우에도 강인하게 제거하는 방법이다.

오류광류가 제거된 광류 중에서 에피폴라라인에 가장 잘 맞는 8개의 광류를 찾기 위하여, RANSAC(Random Sample Consensus) 기반으로 한 에피폴라라인을 이용 하였다^[15]. 이 방법은 난수를 발생하여 임의의 8개의 광류를 추출한 후, 공선조건식(Collinearity condition equations)과 공면 조건식(Coplanarity condition equation)을 기반으로 유도되는 에피폴라라인에 가장 적합한 8개의 광류를 추출 하는 것이다.

계산된 에피폴라라인을 기반으로 하여 추출된 에지 라인상의 각 화소 정합을 한다. 연속된 3프레임에서 에지라인상의 각 화소 정합률을 합산한 정합강도의 영상을 만든다. 3개의 영상프레임을 이용하여 카메라 외부표정을 계산시, 이용되는 광류 수는 최소 3개 이므로, 이 광류는 영상 전체에 잘 분포되어 있어야 외부표정 계산 에러가 줄어든다. 일반적으로 카메라 외부표정은 광속조정법(Bundle Adjustment)을 사용하지만, 모든 프레임의 광류를 이용하여 모든 프레임의 카메라 외부표정을 계산하기 때문에, 프레임수가 많을 경우 개인용 컴퓨터에 구현하기가 힘들다. 따라서 이전 프레임에서 계산된 광류의 3차원 좌표를 이용하여 현재 프레임의 외부표정을 계산하는 triplet방법을 이용 하였다. 잘 분포된 적은 수의 광류를 선택하기 위해, 정합강도의 영상을 바둑판 모양으로 5X5로 분류하여 각 블록에서 정합강도가 가장 높은 광류를 추출 하였다. 본 논문에서 외부표정을 계산하기 위해서 각 블록에서 추출된 광류 중에서 RANSAC 방법을 이용하여 5개의 광류를 선택 후 계산 하였다.

계산된 이전 프레임과 현재 프레임의 카메라 외부표정을 이용하여 이전 프레임과 현재 프레임에서 추출된 광류의 3차원 좌표를 계산 할 수 있다. 이 계산된 3차원 좌표를 기반으로 하여 3차원 영상 모자이크를 수행 한다.

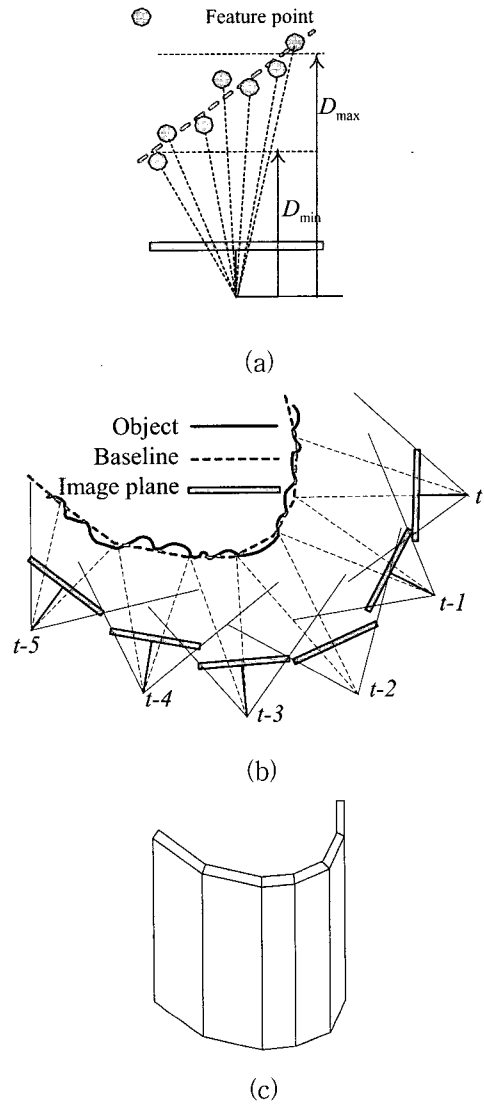


그림 1. 다중 투영면의 검출 (a) 독립투영면 (b) 2차원에서 다중 투영면 (c) 3 차원에서 다중 투영면

Fig. 1. Determination of multiple projection planes. (a) independant projection plane, (b)multiple projection plane on 2D space, (c) multiple projectin plane on 2D space.

III. 3차원 영상 모자이크를 생성하기 위한 다중 투영면

본 절에서는 3차원 영상 모자이크를 생성하기 위한 다중 투영면 설계에 대하여 서술한다. 다중 투영면은 각 영상 프레임의 독립 투영면이 연결되어 있는 다면체 평면으로서 카메라의 주시 방향과 수직인 물체면을 대표하는 면이다.

독립투영면은 1차원 방정식으로써 그림 1(a)와 같이 광류의 3차원 좌표정보를 이용하여 계산하는데, 원거리

대상물의 광류를 사용할 경우, 3차원 가시화 할 때 속도가 떨어질 수 있기 때문에, 독립 투영면을 계산에 모든 광류를 이용하지 않고 거리 D_{min} 와 거리 D_{max} 사이에 위치하는 광류만 이용한다. 독립 투영면은 3차원 공간에 생성 되지만, 카메라의 Y축 방향이 도심지 건물의 세로축 방향과 유사하다는 (지면과 수직) 것을 의미한다. 따라서 독립 투영면은 XZ좌표계에서 1차 방정식으로 계산 할 수 있다. 만약 도심지의 건물 외벽이 그림 1(b)에서의 굽은 곡선이고 카메라 움직임이 이 벽면을 보면서 선회 한다면, 다중 투영면은 굽은 점선과 유사한 면이 될 것이다. 그림 1(c)는 이 굽은 점선을 3차원 공간에서 나타내면 그림 3(c)와 같다^[5].

IV. 원거리 대상물 지역에서 투영면과 파노라믹 모자이크

그림 2(a)에서와 같이 카메라와 도심지 건물과의 거리가 원거리 대상물 지역 일때, 3차원 모자이크 방법을

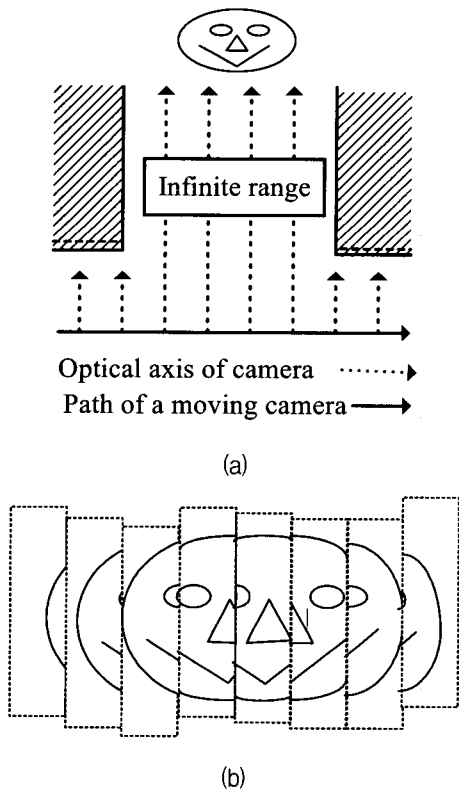


그림 2. 3 차원 모자이크 과정에서 카메라가 원거리 대상물 지역을 통과할 때(a) 발생하는 환영 현상 (b)
 Fig. 2. Ghost Effect (b) occurring at the long distance scene (a) for 3D image mosaicking.

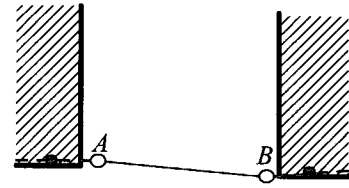


그림 3. 원거리 지역에서 투영면
 Fig. 3. A projective plane in the long distance area.

적용하면 그림2(b)와 같이 동일한 대상물의 영상이 영상 모자이크 된 하나의 영상에서 연속적으로 나타나는 환영 현상(Ghost Effect)가 발생한다. 본 논문은 이 부분의 문제점을 해결 하기 위하여 자동적으로 원거리 대상물 지역을 인식후 3차원 공간에서 파노라믹 모자이크를 적용하는 알고리즘을 제안 하였다.

4.1. 원거리 대상물 지역의 검출

원거리 지역 인식은 광류의 크기를 이용하여 찾아 낼 수 있다. 카메라로 영상을 연속 촬영하면, 프레임 간에서 구할 수 있는 물체들의 광류는 가까운 물체에 대해서는 크기가 크지만, 먼 곳의 광류는 작게된다. 따라서 원거리 물체와 근거리 물체의 구별은 이 광류의 크기에 의해 수행할 수 있다.

원거리 지역에서 카메라가 지날때, 인접 프레임 그림 3(a)와 같이 원거리 지역이 시작되는 점A와 원거리 지역이 사라지는 점 B를 연결하는 선을 따라 이 파노라믹 모자이크를 하기위한 투영면이다. 카메라와 근접 지역과 원거리지역에서 각각 계산된 독립 투영면을 연결 하면 그림 3(b)와 같은 다중 투영면을 만들수 있다.

4.2. 파노라믹 모자이크

원거리 대상물 투영면에 부드럽게 연결된 영상 모자이크를 생성 하기 위하여, 투영면에 그림 3(a)에서와 같이 원거리 대상물 지역의 시작점 A가 투영된 영상 프레임에서 카메라 진행 방향의 반대쪽 부분 영상을 투영하고, 원거리 대상물 지역의 끝점 B가 투영된 프레임에서 카메라 진행 방향과 동일한 부분 영상을 투영하면 부드럽게 연결된 영상 모자이크를 생성 할 수 있다(그림 4 참조). 하나의 영상 프레임에 원거리 대상물 지역이 전부 투영되는 그림5(a)와 같은 경우와 여러 영상 프레임에 투영되는 그림5(b)와 같은 경우가 있다. 원거리 대상물 지역이 투영된 프레임에서 파노라믹 모자이크에 사용될 프레임을 추출 하기 위해, 왼쪽 프레임부터 원거리 대상물이 사라지기 시작하는 프레임을 찾은 후, 오른쪽 프레임부터 원

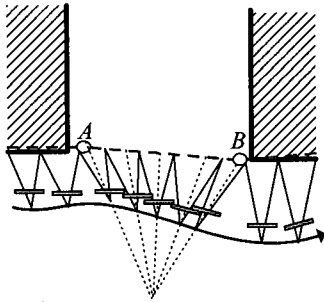
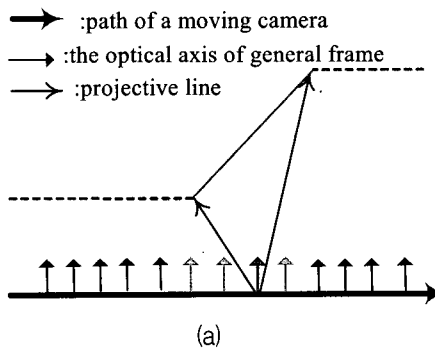
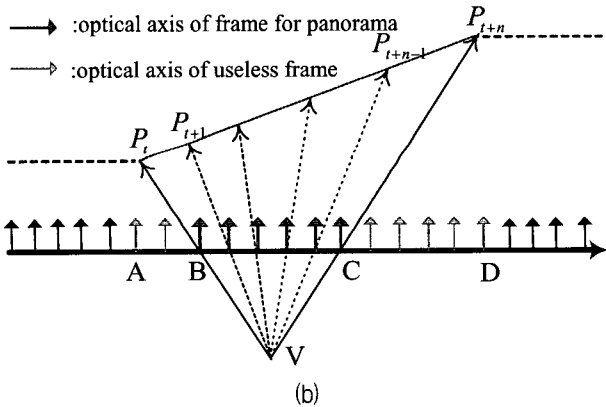


그림 4. 가상 초점을 이용한 파노라마 모자이크.
Fig. 4. Panoramic mosaics using a virtual focal point.



(a)



(b)

그림 5. 원거리 대상물에 대한 파노라마 모자이크 방법
(a) 중간 프레임을 선택하는 경우 (b) 가상 초점을 이용하는 경우.

Fig. 5. Panoramic mosaicking in the long distance range area utilizing (a) middle frame (b) virtual focal point.

거리 대상물이 사라지기 시작하는 프레임을 찾는다. 이 과정에서 추출된 두 프레임이 처음과 마지막 프레임 일 때 그림 5(a) 경우이며, 그 외는 그림 5(b)에서와 같이 프레임 B와 프레임 C가 추출된다.

그림 5(a) 경우는 원거리 대상물 지역을 포함하는 프레임 중에서 중간 프레임을 선택하여 투영면에 투영한다. 그림 5(b) 경우에는 영상 모자이크를 생성 하기 위해, 가상 초점이 필요로 한다. 그림 5(b)에서 벡터 $\overline{P_t B}$ 와 벡터 $\overline{P_{t+n} C}$ 를 이용하여 계산되는 가상 초점V는 다음식으로

유도된다.

$$V = P_t + K_t \overline{P_t B} = P_{t+n} + K_{t+n} \overline{P_{t+n} C} \quad (1)$$

여기서, $K_{t+n} = \frac{X_{P_t} + K_t X_{P_t B} - X_{P_{t+n}}}{X_{P_{t+n} C}}$,

$$K_t = \left(Z_{P_{t+n}} + \left(\frac{X_{P_t} - X_{P_{t+n}}}{X_{P_{t+n} C}} \right) Z_{P_{t+n} C} - Z_{P_t} \right) \left(Z_{P_t B} - \frac{X_{P_t} Z_{P_{t+n} C}}{X_{P_{t+n} C}} \right)$$

이다. 점 P_t 과 점 P_{t+n} 을 통과하는 직선위의 점 P 는 가상 초점V와 각 프레임 초점을 지나는 벡터를 이용하여 계산 할 수 있다.

$$P = k \overline{VF} + V \quad (2)$$

여기서, F 는 각 프레임의 초점이며, $k = \frac{aX_V + b - Z_V}{Z_{VF} - a_P X_{VF}}$ 이다. 파노라마 모자이크를 생성하

기 위해 각 프레임에서 추출 되는 영역은 계산된 점 P_{t+i} 을 중심으로 이웃하는 점 P_{t+i+1} 의 중간점

$$\frac{P_{t+i} + P_{t+i+1}}{2}$$

으로 설정 하였다.

V. 실험 결과

본 논문에서 제안한 3차원 파노라마 모자이크 방법과 3차원 영상 모자이크 방법을 실제 영상 프레임에 적용하였다. 실제 영상 프레임은 도심지 내에서 움직이는 전철 내부에 설치된 비디오 카메라로부터 취득된 것으로서 450 영상 프레임을 사용 하였다. 제안한 알고리즘은 Visual C++ 6.0으로 구현하였으며, 알고리즘 결과물의 디스플레이는 3D 디스플레이 라이브러리 인 OpenGL을 사용하였다. 그림 6(a)는 3차원 공간에서 연속된 영상 프레임과 추적된 광류의 점들을 보여주고 있다. 추적된 광류의 점들 중 밝은 점은 원거리 대상물을 의미한다. 그림 6(b)는 각 영상 프레임을 독립 투영면에 투영 할 경우를 보여주고 있다. 그림 6(c)는 카메라와 건물 외벽이 근접한 영역에서 3차원 다중 투영면을 보여주고 있으며, 그림 6(d)는 원거리 대상물 지역의 3차원 다중 투영면을 추가했을 경우이다.

그림 7은 그림 6와 같이 계산된 3차원 투영면에 영상 프레임을 투영하여 3차원 모자이크를 생성한 경우이다. 그림 7(a)는 그림 6(c)에서 나타낸 3차원 다중 투영면에 영상 프레임을 투영하여 영상 모자이크를 생성한 것이

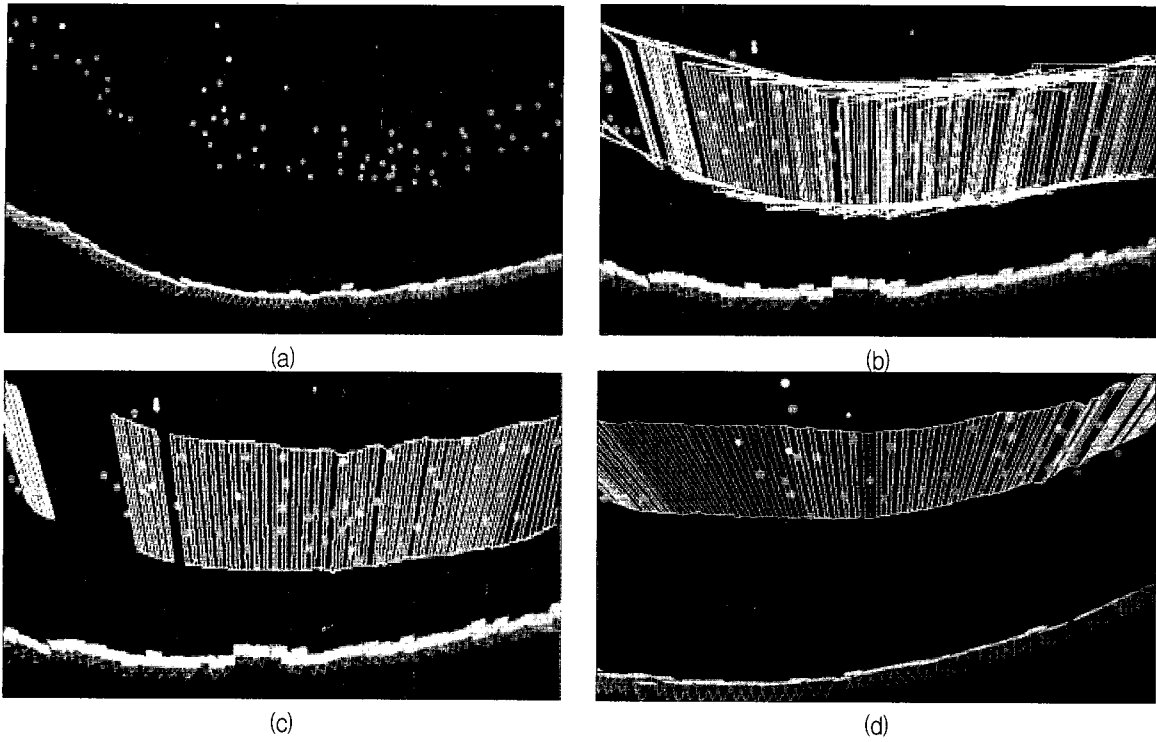
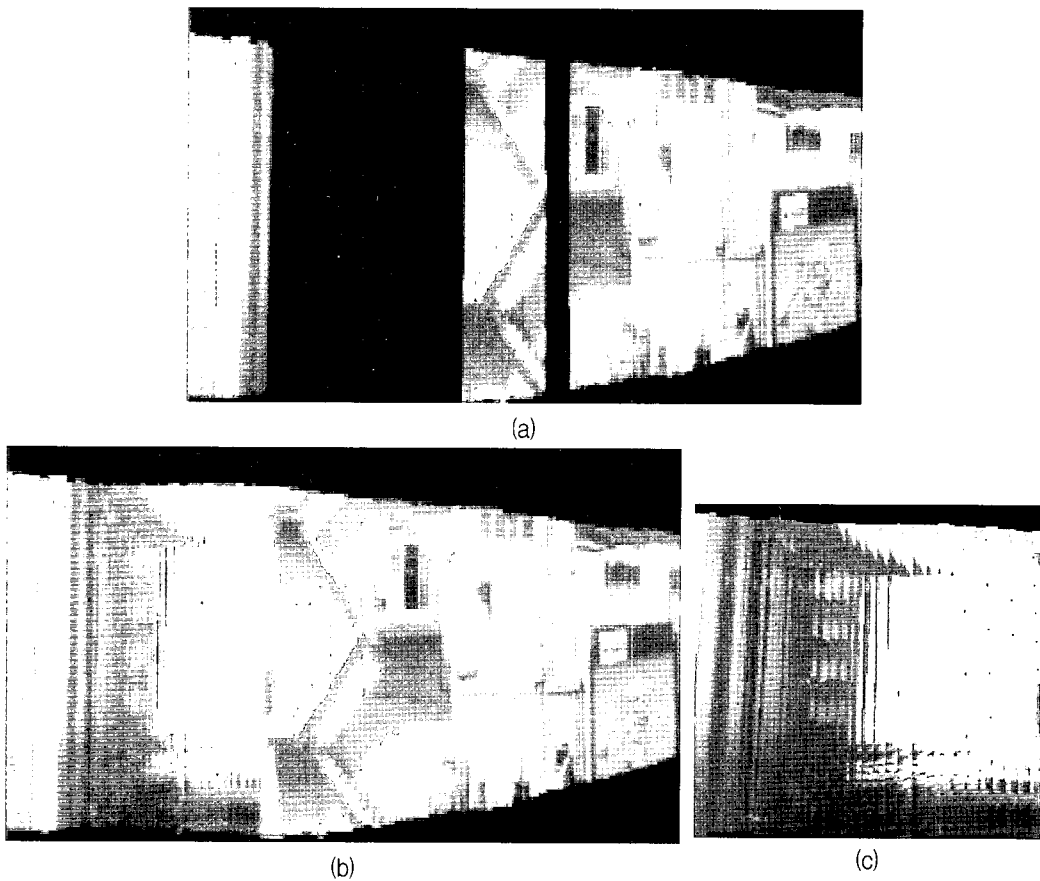


그림 6. 3차원 다중 투영면. (a) 영상 프레임과 추적된 광류의 점들 (b) 독립 투영면 (c) 근거리 물체에 대한 3차원 다중 투영면 (d) 원거리지역을 포함하는 3차원 다중 투영면

Fig. 6. 3D multiple projective planes. (a) Image frames and detected optical flows (b) independent projection planes (c) 3D multiple planes in the close range area (d) 3D multiplied planes including the long distance range area.



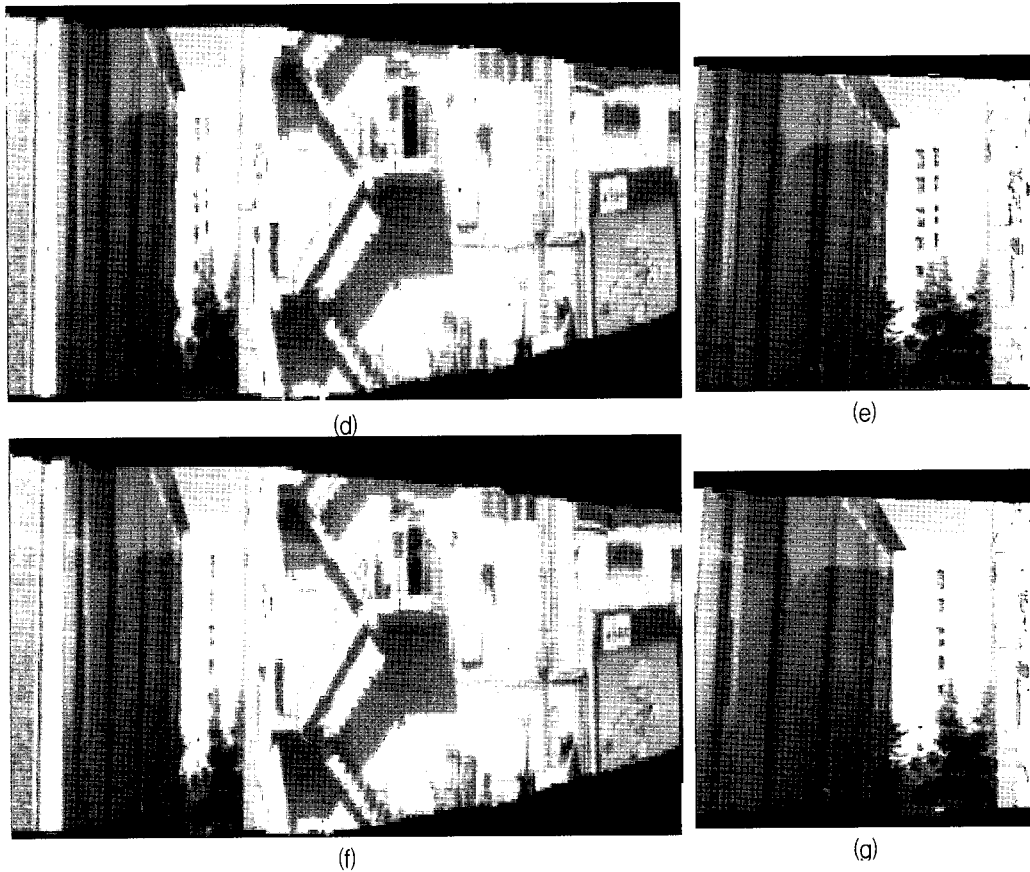


그림 7. 3차원 다중 투영면에 영상 프레임 투영. (a) 근거리 지역에서 3 차원 다중 투영면에 영상프레임 투영 (b)원거리 지역에 대한 가상초점 알고리즘 사용않은 경우 (c)원 거리지역에 대한 환영현상 확대 (d)원거리 지역에 가상초점 알고리즘 적용한 경우 (e) 가상초점 사용한 경우의 확대그림 (f)잔여 환영영상 제거위해 동적계획법 사용 결과

Fig. 7. Image projection onto 3D multiple projective planes. Projections of the image frames onto the multiple 3D projection planes (a) in the closer distance region, (b) in the long distance region without the virtual focal point algorithm. Close-up of the long distance area in (b) is (c). (d) is the result with the virtual focal point algorithm and (e) is the close-up of (d). (f) is the result of the dynamic programming to remove the remainings of the ghost effect.

다. 그림 7(b)는 카메라와 원거리 대상물 지역에서 3차원 영상 모자이크 방법을 적용 했을 경우로서, 원거리 대상물 지역의 영상 모자이크는 그림 5(b)에서와 같이 환영 현상(ghost effect)가 발생 하였다. 그림 7(c)는 원거리 대상물 지역의 영상 모자이크 부분을 확대한 것이다. 그림 7(d)는 파노라믹 모자이크 방법을 적용한 그림 6(d)의 다중 평면에 파노라믹 모자이크를 생성한 경우이고, 그림 7(e)는 원거리 대상물 지역의 영상 모자이크 부분을 확대한 것이다. 그림 7(e)에서 보듯이 파노라믹 모자이크 방법을 적용 했을때, 환영 현상이 줄어든 것을 알수 있다. 그림 7(e)에서 환영 현상이 남아 있기 때문에, 환영 현상을 완전히 제거 하기 위해, 동적계획법을 이용하여 seam-line을 찾은 후, 이 seam-line을 따라 영상 모자이크 생성 하였다^[16]. 그림 7(f)는 Seam-line을 이용하여 영

상 모자이크를 생성 한 것이며, 7(g)는 원거리 대상물 지역의 영상 모자이크 부분을 확대한 것이다.

VI. 결 론

3차원 영상 모자이크를 카메라와 도심지 대상물과의 거리가 원거리 지역에서 취득된 영상 프레임에 적용하면 환영현상(ghost effect)가 발생한다. 본 논문은 이 환영 현상을 줄이기 위하여 3차원 파노라믹 모자이크 방법을 제안 하였다. 제안한 3차원 파노라믹 모자이크 방법은 3차원 공간에서 계산된 가상의 초점과 영상 프레임의 초점을 지나는 벡터를 이용하여 영상 프레임의 일부를 3차원 다중평면에 투영 하는 것이다. 제안한 방법을 카메라와 원거리 대상물 지역이 투영된 실제 영상

프레임에 적용한 결과, 환영 현상이 효과적으로 제거 되는 것을 보였다. 도심지 도로를 따라 움직이는 카메라로 부터 취득한 영상 프레임에 3차원 영상 모자이크 방법과 3차원 파노라믹 모자이크 방법을 동시에 사용하면 부드럽게 연결된 영상 모자이크를 생성 할 수 있으므로, 도심지 3차원 가시화에 효과적으로 적용 될 수 있을 것으로 사료된다.

생성된 3차원 영상 모자이크는 4개의 3차원 좌표를 가진 독립 투영면과 영상 프레임의 일부 영상으로 이루어져 있기 때문에 MPEG-4 데이터가 될 수 있다. 따라서, 생성된 3차원 영상 모자이크는 실시간 적으로 사용자에게 전송될 수 있는 장점이 있기 때문에, 차세대 네비게이트 시스템의 데이터가 될 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] Zhao, H. and R. Shibasaki, "A vehicle-borne urban 3D acquisition system using single-row laser range scanners," IEEE Transaction on SMC Part B: Cybernetics, vol.33, no. 4, 2003.
- [2] Fruh, C. and A.Zakhor, "Data processing algorithms for generating textured 3D building facade meshes from laser scans and camera images," Proc. 3D Data Processing, Visualization and Transmission 2002, Padua, Italy, 2002.
- [3] Pollefeys, M., R. Koch, M. Vergauwen, L. Van Gool, "Automated reconstruction of 3D scenes from sequences of images," ISPRS Journal Of Photogrammetry And Remote Sensing vol. 4, no. 55, pp. 251-267, 2000.
- [4] Sato, T., M. Kanbara and N. Yokoya, "Dense 3D reconstruction of an outdoor scene by hundreds-baseline stereo using a hand-held video camera. In IJCV, vol. 47, no. 1/2/3, pp. 119-129, 2002.
- [5] 전재춘, 김형석, " 3D image mosaics using multiple planes for urban visualization ", 전자공학회지, 제42권, SP편, 제 3호, pp. 41-50, 2005년 5월.
- [6] Kearney, J. K., W. B. Thompson, and D. L. Boley, "Optical flow estimation: An error analysis of Gradient-based methods with local optimization," IEEE Tr. on PAMI, Vol.9, No. 2, pp. 229-244, 1987.
- [7] Adelson, E. H. and J. R. Bergen, "Spatiotemporal energy models for the perception of motion," Journal of Optical Society of America, A, Vol. 2, No. 2, pp. 284-299, 1985.
- [8] Smith, S.M. and J. M. Brady, "Real-Time Motion Segmentation and Shape Tracking," IEEE Tr. on PAMI, vol. 17, no. 8, 1995.
- [9] Horn BKP, Schunck BG, "Determining Optical Flow," Artificial Intelligence, pp 185-203, 1981.
- [10] Harris, G., "Determination of Ego-Motion from Matched Points," 1987.
- [11] Kitchen, L. and A. Rosenfeld, "Gray Level Corner Detection," Pattern Recognition Letters, pp. 95-102, 1982.
- [12] Farzin Mokhatarian and Riku Suomela, "Robust Image Corner Detection Through Curvature Scale Space," IEEE Tr. on PAMI, VOL. 12, 1998.
- [13] Smith, S.M., J.M. Brady, "SUSAN - a new approach to low level image processing," In IJCV, vol. 1, no. 23, pp. 45-78, 1997.
- [14] 전재춘, 김형석, "가변 분해능을 가진 2차원 히스토그램을 이용한 강건한 광류인식," 전자공학회지, 제42권, SP편, 제 3호, pp. 51-64, 2005년 5월.
- [15] Hartley, R.I., 1997, "In defense of the eight-point algorithm," IEEE Tr. on PAMI, Vol. 19, No. 6, pp.580-593.
- [16] 전재춘, 김형석, "적응 정합 값 변환을 이용한 영상 모자이크 과정에서의 최적 seam-line 결정," 대한전기학회논문지, 제 54D권, 3호, pp.148-155, 2005년 3월.

저 자 소 개



전 재 춘(학생회원)
1998년 전북대학교
정밀기계공학 졸업.
2000년 전북대학교 대학원 제어
계측공학과 졸업.
2002년 한국전자통신연구원
연구원.

2002년~현재 동경대학 토목공학과 (박사)



김 형 석(정회원)
1980년 한양대학교
전자공학과 졸업.
1982년 전북대학교 대학원
전자공학과 졸업.
1992년 University of Missouri,
Columbia, Dept. of Electrical
and Computer Eng. 박사.

1993년 9월~현재 전북대학교 정교수