

# 영상 모자이킹을 위한 사영 변환 행렬의 정밀도 개선

노현영\* · 이상욱\*

\*경상대학교

## Improvement of Accuracy of Projective Transformation Matrix for Image Mosaicing

Hynu-Young No\* · Sang-Wook Lee\*

\*Gyeong Sang National University

E-mail : gusdud0620@hotmail.com

### 요 약

본 논문은 영상 모자이킹을 위한 사영 변환 행렬의 정밀도를 개선하는 방법을 제안한다. Shift Theorem을 이용하여 영상간의 전역 이동 성분을 추출하고 구해진 이동 성분을 이용하여 영상간의 일치점을 찾음으로서 기존의 일치점 검출의 문제점을 해결하였다. 일치점 집합을 RANSAC 알고리즘을 적용하여 신뢰도가 높은 일치점을 추출함으로써 잡음의 영향에 강인하도록 하였으며 일치점의 좌표를 정규화 하여 사영변환 행렬의 정밀도를 개선하였다.

### ABSTRACT

This paper proposes a method of improvement of accuracy of projective transformation matrix for Image Mosaicing. Using shift theorem, we extracted global translation components between images and using translation components, we found matching points between images so we solve general matching point problem. we extracted highly trusted matching point using RANSAC algorithm. we normalized matching point coordinates and improved accuracy of projective transformation matrix.

### 키워드

Projective transformation matrix, Mosaicing, HARRIS, RANSAC

## I. 서 론

카메라로 얻어진 영상으로부터 새로운 영상을 생성하는 이미지 기반 렌더링(image based rendering)은 원격 존재(tele-presence)또는 가상현실 체험(virtual reality experience)을 시뮬레이션하는데 유용한 방법이다[1]. 이러한 기술을 통해 외부경치나 내부 건축물과 같은 복잡한 장면을 별도의 모델링 없이 새로운 시점에서 이미지를 실시간으로 만들어 낼 수 있어 가상세계를 실감 있게 표현할 수 있다.

실세계의 환경으로부터 표현된 파노라마(panorama)영상을 이용하여 가상환경을 표현하게 되면 특별한 용도의 값비싼 하드웨어의 필요 없이 실시간 표현이 가능

하여, QuickTime VR[2,3]나 Surround Video[4]와 같은 가상현실 시스템에서 가상 환경 도구로서 널리 이용되고 있다. 파노라마 영상을 얻기 위해 몇 가지 방법이 있다. 특별한 렌즈나 넓은 시각영역의 거울을 장착한 단일 카메라를 사용하거나 다중 카메라(multiple camera) 또는 현대의 회전 카메라(rotating camera)를 사용하여, 단일 파노라마로 접합하는 것이다. 카메라로 획득한 여러 장의 영상들을 하나의 넓은 시야의 영상으로 합치는 과정을 영상 모자이킹(Image Mosaicing)이라고 한다. 모자이킹 방법으로는 상관관계에 기반한 방법(correlation-based method)[5,6]과 특징점의 대응관계에 기반한 방법(feature-based method)[7]등으로 구분된다. 상관관계에 기반한 방법은 작은 카메라의

움직임을 대상으로 연구되어 왔다. 카메라의 움직임이 큰 경우에는, 계층적 매칭 방법(hierarchical matching)과 위상 상관관계(phase correlation)[8]를 이용한 방법 등이 있다. 특징점의 대응관계에 기반한 방법은 비교적 큰 움직임을 대상으로 연구되어 왔다. 상관관계에 기반한 방법이 카메라의 좌·우 회전만을 고려했다면 특징점의 대응관계에 기반한 방법은 카메라의 광 중심(optical center)을 기준으로 자유로운 회전을 고려하였다. 해상 환경과 같은 무 특징 환경에서는 기존의 모자이킹 방법을 이용하기가 어려우므로 새로운 모자이킹 방법이 필요하다.

본 논문에서는 영상 모자이킹을 위한 사영변환 행렬(projective transformation matrix)[5,6,9]의 정밀도를 개선하는 방법을 제안한다. Shift Theorem [10]을 이용하여 영상간의 전역 이동 성분을 추출하고 구해진 이동 성분을 이용하여 영상간의 일치점을 찾음으로써 기존의 일치점 검출의 문제점을 해결하였다. 일치점 집합을 RANSAC 알고리즘[13,14,15,16]을 적용하여 신뢰도가 높은 일치점을 추출함으로써 잡음의 영향에 강인하도록 하였으며 일치점의 좌표를 정규화 함으로써 사영변환 행렬의 정밀도를 개선하였다.

## II. 모자이킹(Mosaicing)

촬영된 영상으로부터 모자이킹 영상 생성 기술 개발과정은 중첩된 부분이 있는 촬영영상들 사이의 2차원 사영 변환을 최소화 알고리즘을 사용하여 영상들로부터 자동으로 복원한다. 이를 위해서는 촬영된 이미지를 임의의 표면에 매핑(mapping)해야 하는데, 하나 이상의 평면에 영상들을 매핑하는 평면 모자이킹 영상 집합이 있다. 이를 통해, 특정범위의 영상시야를 해상도 저해없이 넓힐 수 있다. 그림 1은 영상 모자이킹의 개념을 보여준다.

일반적인 모자이킹에 대한 처리 흐름도는 그림 2과 같다.[12] 크게 세 부분으로 나누어 지역 레지스트링(local registration), 전역 레지스트링(global registration), 혼합(blending)부로 나뉜다.

지역 레지스트링에서는 입력으로 주어지는 영상들 중 공간적으로 겹치는 영상의 쌍들에 대한 사영 변환 행렬을 구하는 작업을 수행한다. 이렇게 구해진 각각의 사영 변환 행렬은 입력 영상 중 기준 영상 평면으로 사영하기 위해 다시 재조정되어야 하며 전역 레지스트링에서 처리한다. 최종 입력영상들에 재조정된 사영변환 행렬을 적용하여 단일 파노라마 영상을 만들기 위해 혼합작업을 거친다.

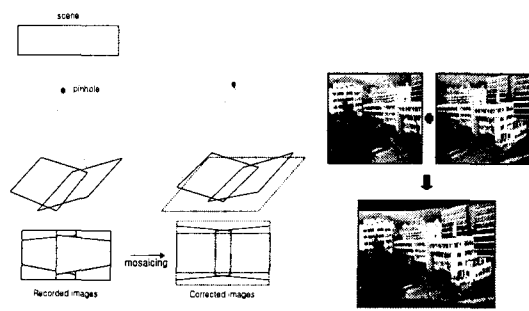


그림 1. 영상 모자이킹의 개념도

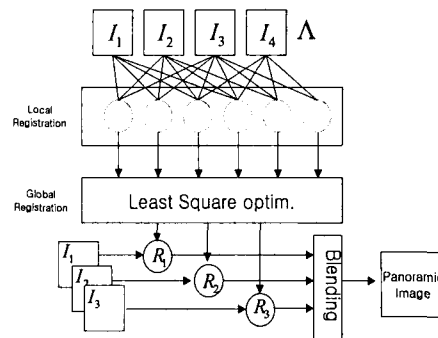


그림 2. 일반적인 모자이킹 처리 블록도

### 2.1 local registration

지역 레지스트링은 두 영상간의 상대적 이동정보 또는 각 영상들의 기하학적 변형, 밝기의 변형등을 알아내고 보정하는 것으로서 영상처리 분야에서 가장 기본이 되는 문제 중의 하나이다.

레지스트링의 문제 중에서 가장 기본적이고 현재 활발히 연구 중인 것으로는 주어진 큰 탐색 영상 내에서 작은 기준 영상과 가장 유사한 부 영상의 위치를 찾아내는 것이다. 기존의 방법으로는 크게 영상 내 색상 정보의 상관에 기반한 방법과 특징점의 대응관계에 기반한 방법 등이 있다. 상관에 기반한 방법은 주로 비디오 연속 영상을 대상으로 하여 작은 카메라의 모션을 대상으로 한다. 카메라의 움직임이 큰 경우, 피라미드 형의 계층적인 방법으로 반복 계산하는 방법과 푸리에 변환(fourier transformation)[8]에 따른 주파수 공간에서의 최대 임펄스를 이용하여 정합한 후 이를 구체화하는 방법들이 있다.

지역 레지스트링은 그림 3과 같이 먼저 인접한 두 영상사이의 일치점을 찾은 후 두 영상간의 기하구조를 나타내는 사영 변환 행렬을 계산하게 된다.

두 영상 사이의 일치점을 찾는 방법으로 크게 특징을 기반으로 한 방식(Feature-based method) [6]과 특징 제외방식(Featureless Method)[10,11]으로 나눌 수 있다.

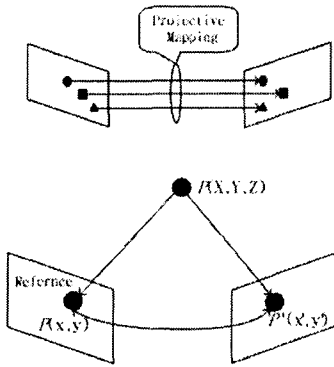


그림 3. 지역 레지스트링 과정

2.2 Global Registration

지역 레지스트링에서는 인접한 두 영상간의 기하구조를 나타내는 사영변환 행렬을 계산하였다. 일반적으로 영상 모자이킹은 입력 영상의 수가 여러 장이므로 입력영상 중 한 영상을 기준으로 다른 영상들을 이 기준 영상 평면으로 사영되어야 한다. 이 때 지역 레지스트링을 기반으로 모든 입력 영상의 기준 영상 평면으로의 사영 변환 행렬을 계산하는 과정을 전역 레지스트링이라고 한다.

그림 4는 전역 레지스트링에 대한 처리 과정을 보여준다.

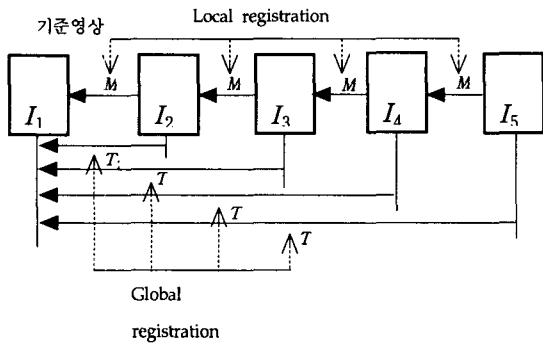


그림 4. 지역 레지스트링과 전역 레지스트링의 관계

III. 제안한 모자이킹 영상 알고리즘

카메라의 움직임이 큰 경우 획득 영상의 모자이킹은 기존의 알고리즘으로는 정확한 일치점을 검출할 수 없기 때문에 사영 변환 행렬의 정밀도가 낮아져 결과 모자이킹 영상의 왜곡을 초래하게 된다. 본 논문에서는 이 문제점을 해결함과 동시에 사영변환 행렬의 정밀도를 향상하기 위해 Shift Theorem[10], RANSAC [13,14,15,16], 정규화 과정을 거쳐 결과 모자이킹 영상

의 왜곡을 극복하였다.

3.1 일치점 추출

사영 변환 행렬은 인접한 두 영상 사이의 일치점으로부터 계산되어 진다. HARRIS 통해 일치점을 찾는다.[13]

$$M = \begin{bmatrix} (\frac{\partial I}{\partial x})^2 & (\frac{\partial I}{\partial x})(\frac{\partial I}{\partial y}) \\ (\frac{\partial I}{\partial x})(\frac{\partial I}{\partial y}) & (\frac{\partial I}{\partial y})^2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$I(x, y)$ 는 grey level intensity이다.

어느 한 점에서의 행렬  $M$ 의 두 값이 클 때, 어느 방향으로의 작은 움직임으로도 grey level의 큰 변화를 일으킨다. 그 변화점이 corner이다. corner의 응답 함수 comerness함수는

$$R = \det M - k(\text{trace} M)^2 \quad (2)$$

과 같이 정의되고  $k$ 은 0.004로 간주한다.

3.2. outlier제거

구해진 일치점으로 사영 변환 행렬을 계산할 때 가장 중요한 문제가 올바르지 않는 점들의 쌍(outlier)들이다. 사영 변환 행렬의 파라미터를 얻기 위해 outlier를 제거한 가능한 정확한 데이터의 집합을 사용한다. outlier가 제거되면 outlier가 아닌 것으로 증명된 점들의 집합 (inlier)을 사영 변환 행렬의 해를 구하기 위한 입력으로 사용한다.

outlier의 제거 방법으로 본 연구에서는 RANSAC (Random Sample Consensus)을 사용하였다. RANSAC은 입력 데이터의 집합에서 랜덤하게 표본을 추출 (random sampling)하고 추출된 표본에 의해 사영변환 행렬을 계산한다. 랜덤 샘플링 과정을 반복적으로 수행하여 구해진 사영변환 행렬 중 가장 최상의 행렬을 정답으로 간주하게 된다. 구체적인 절차는 다음과 같다.

단계 1. 입력일치점들 중 사영변환행렬을 계산하기 위한 최소개의 일치점을 랜덤하게 선택한다.

단계 2. 각 일치점에 대해 거리  $d = |\tilde{x}_2 - T_{12}\tilde{x}_1|$ 을 계산한다.

단계 3. 각 일치점에 대한 거리  $d$  거리가 문턱치 미만인 일치점(inlier)의 수를 카운터한다.

단계 4. 단계 1부터 3까지 N번 반복 수행한다.

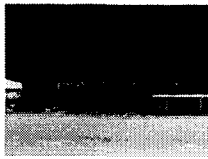
단계 5. N번 시행 중 inlier의 개수가 가장 많은 사영변환 행렬을 선택한다.

단계 6. 단계 5에서 선택된 모든 inlier를 데이터로

해서 최종 사영변환 행렬을 재 계산한다.

#### IV. 실험결과

지금까지 제시한 모자이킹 알고리즘을 사용하여 파노라마 영상을 재구성하는 모의 실험을 하였다 실험은 Pentium III 800MHz에서 Visual C++ 6.0으로 구현하였다. 실험에 쓰이는 영상은 320×240크기의 RGB 컬러 영상을 사용하였다.



(a) # 1

(b) # 2

(c) # 3

(d) # 4

(e) 모자이킹 결과영상

그림 3. 실험영상

#### V. 결 론

본 논문에서는 영상 모자이킹을 위한 사영변환 행렬의 정밀도를 개선하는 방법을 제안하였다. Shift Theorem을 이용하여 영상간의 전역 이동 성분을 추출하고 구해진 이동 성분을 이용하여 영상간의 일치점을 찾음으로써 기존의 일치점 검출의 문제점을 해결하였다. 일치점 집합을 RANSAC 알고리즘을 적용하여

신뢰도가 높은 일치점을 추출함으로써 잡음의 영향에 강인하도록 하였으며 일치점의 좌표를 정규화 함으로써 사영변환 행렬의 정밀도를 개선하였다.

#### 참고문헌

- [1] Richard Szeliski, Heung-Yeung Shum "Creating Full View Panoramic Image Mosaics and Environment Maps", 1997
- [2] S. E. Chen. "QuickTime VR - an image-based approach to virtual environment navigation. Computer Graphics (SIGGRAPH'95)", p.29~38, August 1995.
- [3] <http://qtv.quicktime.apple.com>
- [4] <http://www.bdiamon.com>
- [5] R. Szeliski. "Video mosaics for virtual environment", IEEE computer Graphics and Application, 1998
- [6] I. Zoghiani, O. Faugeras, R. Deriche, "Using geometric corners to build a 2D mosaic from a set of image." IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and pattern Recognition, 1997
- [7] Laurent meunier and moritz Borgmann, "High-Resolution Panoramas using Image Mosaics ", Stanford University IEEE368 (Digital Image Processing)Final Project, May,2000
- [8] B. Srinivasa Reddy, B. N. Chatterji, " An FFT-Based Technique for translation, Rotation and Scale Invariant Image Registration", IEEE Transactions on Image Processing, Vol.5 No. 8, Aug. 1996
- [9] Richard Szeliski, "Image Mosaicing for Tele-Reality Applications", Cambridge Research laboratory Technical Report, 1994
- [10] Thomas J. Naughton Department, " Fourier Transform Basics for Optical Image Processing", Department of computer science national university of Ireland, March 1998
- [11] R. Szeliski, S. B. Kang, "Direct Methods for Visual Scene Reconstruction," IEEE Workshop on Representations of Visual Scenes, p.26~33, Massachusetts, June 1995.
- [12] Eun-Young Kang Isaac, " A Graph-based Global Registration for 2D Mosaics", 15th International Conference on Pattern Recognition, 2000,

Barcelona, Spain

- [13] Etienne Vincent and Robert Laganiere, "Matching feature point in stereo pairs A comparative Study of some matching strategies", School of Information Technology and Engineering University of Ottawa, 2000
- [14] A. J. Lacey, N. Pinitkarn and N. A. Thacker, "An Evaluation of Performance of RANSAC Algorithms for Stereo Camera Calibration", 2000
- [15] Chu-Song Chen, "RANSAC-based DARCES: A New Approach to Fast Automatic.", 1999
- [16] Torr, Murray, "Outlier Detection and Motion Segmentation", 1995