

특징점 기반 이미지 스티칭을 이용한 파노라마 시스템 구현

최재학*·이용환**·김영섭*†

*† 단국대학교 전자전기공학부, **원광대학교 디지털콘텐츠공학과

Implementation of the Panoramic System Using Feature-Based Image Stitching

Jaehak Choi*, Yonghwan Lee** and Youngseop Kim*†

*† Dept. of Electronic and Electrical Engineering, Dankook University

**Dept. of Digital Contents, Wonkwang University

ABSTRACT

Recently, the interest and research on 360 camera and 360 image production are expanding. In this paper, we describe the feature extraction algorithm, alignment and image blending that make up the feature-based stitching system. And it deals with the theory of representative algorithm at each stage. In addition, the feature-based stitching system was implemented using OPENCV library. As a result of the implementation, the brightness of the two images is different, and it feels a sense of heterogeneity in the resulting image. We will study the proper preprocessing to adjust the brightness value to improve the accuracy and seamlessness of the feature-based stitching system.

Key Words : Panorama, Feature-based Stitching, SIFT algorithm, Feature Point, Alignment, Blending

1. 서 론

최근 구글, 페이스북 등 VR (Virtual Reality) 많은 관심을 보이고 있다[1]. VR은 360도로 펼쳐지는 영상을 가지고 가상 세계를 만들어 다양한 체험을 할 수 있는 기술이다. VR시장이 커지면서 360영상과 360 카메라에 대한 관심이 확대되고 있다. 이로 인해 저렴한 보급형 360카메라가 출시되며 기존 2D이미지로 360영상을 만드는 이미지 스티칭 기술에 대해 많은 관심과 연구가 진행되고 있다.

360영상을 파노라마 영상이라고도 하는데, 파노라마는 그리스어로 모든 경치를 뜻하는 용어로 일반 영상과 달리 광각의 이미지를 담고 표현한다.

광각의 이미지를 표현하기 위해서 일반 2D이미지 여러 장을 겹치게 촬영하여 중첩되는 부분을 붙이는 이미지 스티칭 기술을 사용하여 360영상을 만든다[2]. 이미지 스티

칭 기술에는 크게 두 가지 방법으로 나뉘는데, 직접적인 픽셀값을 사용하는 Direct-based Stitching 방법과 이미지에서 특징점을 추출하여 특징점과 특징점 서술자를 이용하는 Feature-based Stitching 방법이 있다. Direct-based Stitching 방법은 ROI (Region Of Interesting)의 모든 픽셀값을 비교하여 부적합한 비교범위를 가지게 되므로 회전 변환이나 크기 변환에 성능이 떨어진다. 그에 반면, Feature-based Stitching 기술은 이미지에서 특징점을 추출하여 그 특징점을 설명하는 서술자로 이미지 매칭이 이루어지기 때문에 회전변환, 크기변환에 강력하고 이미지 스티칭 정확도도 높아 많이 사용된다[3,10]. 본 논문에서는 Feature-based Stitching 기술에 대해서 서술하며 또한 Feature-based Stitching 기술을 직접 구현하여 스티칭 결과를 보여준다.

본 논문의 2장에서는 Feature-based Stitching에 대한 이론을, 3장에서 Feature-based Stitching 구현 및 실험에 대해서 논의하고 우리의 새로운 알고리즘을 제안한다. 마지막으로 4장에서 결론을 보여준다.

†E-mail: wangcho@dankook.ac.kr

2. 이 론

2.1 Basic Feature-based Stitching

Fig. 1은 Basic Feature-based Stitching 알고리즘이다. 본 논문에서 구현한 알고리즘을 바탕으로 각 단계에서 사용된 알고리즘들에 대한 이론을 서술하도록 하겠다.

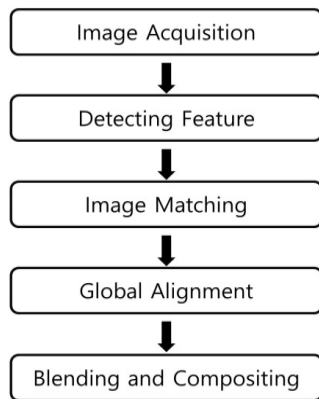


Fig. 1. 이미지 스티칭 알고리즘.

2.1.1 SIFT (Scale Invariant Feature Transform)

SIFT알고리즘은 총 5가지의 목표로 제안되었다. 1. 크기(Scaling)에 관계없이, 2. Orientation에 관계없이 3. 조도에 관계없이, 4. 아핀변환(Affine Transform)에 관계없이 5. 노이즈(Noise)에 관계없이 영상을 비교한다. 이러한 매칭 목적에 부합되게 회전 변환과 크기변환에 강인하다는 장점이 부각되는 특징점 추출 알고리즘이다.

SIFT 알고리즘은 크기에 강한 특성을 가지고 위해 가우시안 피라미드(Gaussian Pyramid)를 사용하였다. 가우시안 피라미드는 이미지의 스케일(Scale)을 다양하게 만드는, 여러 크기의 이미지 집합이라고 말할 수 있다. 기존 이미지 피라미드와 달리 가우시안 피라미드는 스케일 변환에 다운 샘플링(Down Sampling)만 사용한 것이 아니다. 다운 샘플링하기 전에 가우시안 필터링(Gaussian Filtering)을 사용하여 5개의 이미지로 구성되는 Octave를 구성하는 방법이다. Fig. 2를 보면, 다운 샘플링하기 전에 가우시안 필터링을 하여 한 Octave에서 스케일이 다른 5개의 이미지를 구성시킨다. 가우시안 필터링은 대표적인 블러링 필터(Blurring Filter)인데, 블러링을 통해서 이미지를 직접 확대하거나 축소하지 않고도 스케일을 변환하여 여러 스케일에서 특징점을 계산할 수 있게 된다. 그러므로 SIFT 알고리즘이 스케일에 관계없이 매칭시킨다는 특성을 갖게 된다[4,5].

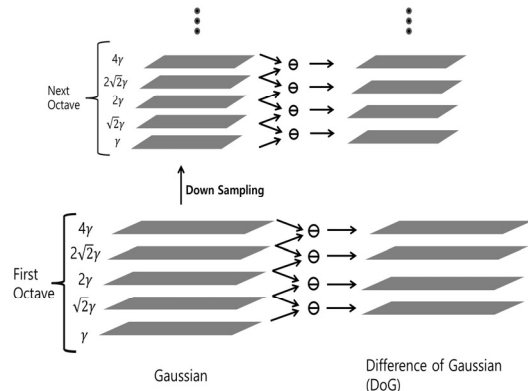


Fig. 2. 가우시안 피라미드(Gaussian pyramid).

Fig. 3은 SIFT 알고리즘을 보여준다. 먼저, 조도의 변화에 대한 불변한 특징(invariant feature)을 잡기 위해서 물체의 극소, 극대점을 잡는데, 여기에서 가우시안 피라미드를 사용한다. 한 개의 점을 찾기 위해서 위, 아래의 스케일 공간에서 3×3 블록안에 모든 점들, 총 26개의 점들을 비교하게 된다. 추출한 특징점들 중 대비(Contrast)가 낮거나 에지(Edge)부분에서 검출된 특징점들은 Key값으로는 좋은 특징점이 아니라 그 값들을 제거해준다. 그리고 추출한 Key의 방향을 계산해주는데, 이것은 회전 변환에도 강한 매칭 성능을 위해 처리된다. 계산된 Key값에 방향과 크기는 상대적인 값들이라서 실제 이미지와 매칭이 불가능하기 때문에 SIFT Descriptor를 계산 한다. 그리고 나서 계산된 SIFT Descriptor와 타겟 이미지의 각 Key와의 거리를 유클리드 거리(Euclidean distance)를 사용하여 구한다. 마지막으로 제대로 매칭되었는지 확인함으로써 SIFT 알고리즘은 종료하게 된다.

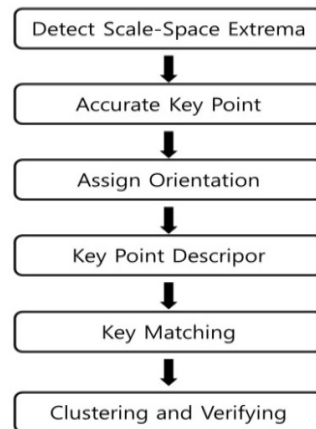


Fig. 3. SIFT 알고리즘 (SIFT Algorithm).

2.2 Alignment

Alignment를 사용하는 목적은 부정합되는 경우를 줄이기 위해서 사용된다. 이미지쌍에 정합 파라미터 셋을 위치시키는데, 쉽게 말해 크기와 회전 변환하여 이미지의 크기와 시점을 맞춰준다[6].

2.2.1 호모그래피(Homography)

2D 이미지를 스티칭 할 때 이미지들은 촬영한 시점(View Point)이 다른 경우 이상하게 매칭된다. 이러한 오차를 감소시키기 위해 입력 이미지들의 관계를 구하여 시점을 맞춰주게 되는데 이때 사용되는 기술이 호모그래피이다. 다시 말해, 한 평면을 다른 평면으로 투영(Projection)시켰을 때, 각 평면의 점들은 변환관계를 가지고 있다. 이 변환관계는 일정하다. 이 변환관계를 호모그래피라고 한다[7].

$$\begin{pmatrix} x'_1 \\ x'_2 \\ x'_3 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}$$

Fig. 4. 호모그래피 3x3행렬 (Homography 3x3 matrix).

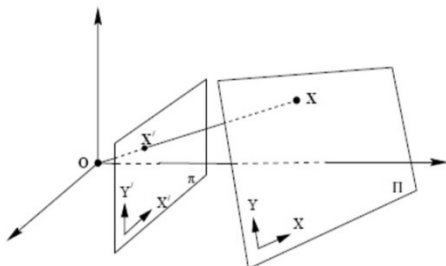


Fig. 5. 호모그래피(Homography 3x3 matrix).

Fig 4는 호모그래피 3x3 행렬을 보여주고 Fig. 5는 호모그래피의 기본 개념인 한 평면을 다른 평면에 투영(projection)시켰을 때 각 평면의 점들의 관계를 보여준다.

2.3 Blending

시점과 조도량이 서로 다른 두 이미지를 스티칭 하다가 보면 이음새 부분에 이질감을 느낄 수 있는데 이러한 이질감을 없애주는 기술이다[8]. Feathering, Multi-band Image Blending, Image pyramid 등 여러 블렌딩이 있는데 그 중 대표적인 알파 블렌딩(Alpha Blending)을 사용하였다.

2.3.1 Alpha Blending (Feathering)

이미지 블렌딩이란 두 이미지를 붙이거나 삽입할 때

경계부분에 나타나는 이질감을 없애기 위해 사용되는 기술로, 두 이미지 중 하나의 픽셀값을 선택하여 경계선 부분의 픽셀값으로 설정하는 것이 아니라 두 이미지의 픽셀값을 사용하여 이질감을 없애준다. 그 중 가장 많이 사용되는 알파 블렌딩은 알파 채널을 더 추가하여 4개의 채널로 수행하는 기술이다. 기존 영상을 구성하고 있는 픽셀은 RGB (Red, Green, Blue)의 3개의 채널로 표현하게 되는데, 여기에 경계선에 투명하게 비치게 하기 위해 알파라는 채널을 추가하여 픽셀당 4개의 값을 할당하게 된다. 예로 들면, 한 채널 당 8bit로 RGB값을 표현하였다면, 8bit 알파값을 추가하여 한 픽셀당 32bit로 표현하게 된다[6,9].

Fig 6은 알파 블렌딩의 공식과 처리 예시를 나타내고 있다. Fig 6의 식을 보면, 한 픽셀을 4개의 채널로 표현하고 있는 것을 확인할 수 있다.

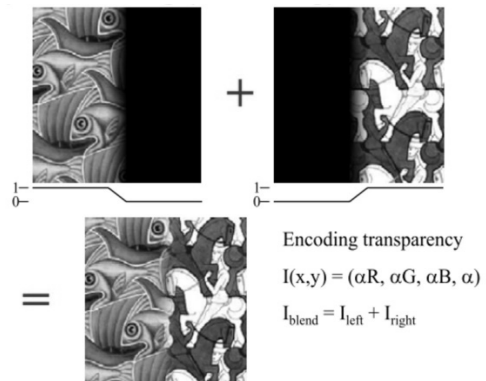


Fig. 6. 알파블렌딩 공식(Alpha blending formula).

3. 이미지 스티칭 구현 및 실험

3.1 실험환경

실험환경은 Windows 10 Home, Intel® Core™ i5-5200U CPU, 8.00GB RAM, Visual Studio 2013, OpenCV Library를 사용하였다.

3.1.1 스티칭 알고리즘 구현 내용

두 개의 이미지를 입력받아 이미지 스티칭하는 스티칭 알고리즘을 구현하였다. Fig. 7은 제안한 스티칭 알고리즘을 서술하고 있다. 먼저 두 입력이미지를 SIFT 알고리즘을 사용하여 특징점을 추출하고 Descriptor를 계산한다. 계산된 벡터값을 FLANN Matcher를 사용하여 매칭시킨다. 여기에서 Key값들의 최대, 최소거리를 계산하여 최적화된 Key값들로 호모그래피를 수행한다. 구해진 호모그래피값을 사용하여 한 이미지를 와핑변환 시킨다. 와핑변환된 이미지와 다른 원본 이미지를 오버랩핑(Overlapping) 한다.

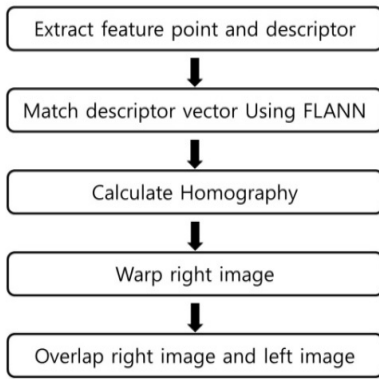


Fig. 7. 제안한 이미지 스티칭 알고리즘.

Fig 8은 두 개의 입력 이미지 셋을 보여주며, Fig 9는 두 개의 입력 이미지 셋 중 우측 이미지들을 와핑변환한 이미지를 보여주고 Fig 10은 결과 영상인 파노라마 이미지를 보여준다.



Fig. 9. 와핑변환(Warping Transform) 된 이미지(우).



Fig. 8. 입력 이미지 (좌, 우).



Fig. 10. 이미지 스티칭 된 파노라마 영상.

3.12 실험결과

두 번의 스티칭을 진행하였는데, 결과 영상인 Fig. 10을 보면, 첫 번째 이미지셋(Image set)은 두 이미지가 명도차이가 거의 없어서 스티칭 된 이음새(Seam) 부분이 이질감 없이 스티칭 되었다. 하지만 두 번째 이미지셋의 결과 영상을 보면 이음새 부분에 이질감을 느낄 수 있다. 블렌딩을 처리하지 않은 부분도 있으나 입력 이미지의 명도차가 커 결과 영상과 같이 이질감을 느낄 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 두 개의 2D 이미지를 특징점을 사용하여 이미지 스티칭 시스템을 구현하였다. 명도가 비슷한 이미지는 이음새 부분에 이질감 없이 스티칭 되었으나 명도 차이가 있는 입력 이미지에 대해선 이질감이 크게 느낄 수 있었다.

특징점 추출 알고리즘은 FAST, SIFT, SURF, Harris Corner Detector 등 여러 알고리즘이 있다. 각 특징점 알고리즘의 정확도를 평가한 Moushumi Zaman Bonny et 의 연구 결과를 보면, SURF 알고리즘이 95.99%로 가장 정확했으며 Harris corner detector는 94.68%, FAST 알고리즘은 50.74% 순으로 평가되었다[9]. 이후 연구에서는 SURF 알고리즘이 가장 정확한 특징점 알고리즘이라는 것을 이용하여 SIFT 알고리즘을 SURF 알고리즘으로 바꿔 실험할 것이다. 또한, 입력 이미지들 간의 명도 차이를 전처리(Preprocessing)를 하여 이질감을 최소화하는 연구를 진행할 것이다.

감사의 글

이 논문은 2017년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임(No 2017-0-00329, 360도 카메라와 스마트폰을 이용한 멀티미디어 집합(DTL파일 포맷) 저작 및 AR 기반 표출 기술 개발)

참고문헌

1. Jongho Kim, Siyoung Park, Jisang Yoo, "Panorama image generation using FAST algorithm", Kwangwoon University, Korean Broadcasting Engineering Conference, 2015.
2. Heejae Kim, "Authoring System using Panoramas of Real World", Sejong University, thesis for a degree, 2014.
3. Fanni Molnar, Andras Kovacs, "360-degree image stitching with GPU support", Obuda University, John von Neumann Faculty of Informatics, IEEE international Conference on Intelligent Systems, 2016.
4. Sungpil Choi "Scale-Invariant-Feature Transform (SIFT)", Department of Electrical and Electronic Engineering, KAIST, 2014.
5. Matthew Brown, Richard Szeliski, Simon Winder, "Multi-image Matching using Multi-Scale Oriented Patches", IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2005.
6. Richard Szeliski, "Image Alignment and Stitching", Foundations and Trends® in Computer Graphics and Vision, 2006.
7. R Sukthankar, R.G. Stockton, M.D. Mullin, "Smarter Presentations : exploiting homography in camera projector system.", IEEE International Conference on Computer Vision, 2001.
8. Hyung Il Koo, Nam Ik Cho, "Feature-based Registration Algorithm for image Stitching on Mobile Devices", IEEE Transactions on Consumer Electronics, 2011.
9. A.Zomet, A.Levin, S.Peleg, Y.Weiss, "Seamless Image Stitching by minimizing false edge", IEEE Transactions on Image Processing, 2006.
10. Moushumi Zaman Bonny, Mohammad Shorif Uddin, "Feature-Based Image Stitching Algorithm", IEEE International Workshop on Computational Intelligences (IWCi), 2016.

접수일: 2017년 6월 4일, 심사일: 2017년 6월 19일,
 게재확정일: 2017년 6월 22일