

촬영 장면 가이드를 이용한 고속 파노라마 영상 생성 방법

김태우^{1*}, 유현중², 손규식¹

High Speed Construction Method of Panoramic Images Using Scene Shot Guider

Tae-Woo Kim^{1*}, Hyeon-Joong Yoo² and Kyu-Seek Sohn¹

요약 파노라마 영상은 여러 장의 겹쳐지는 영상을 하나의 큰 영상으로 병합하여 만들어진다. 그 방법에는 크게 특징 기반 방법과 직접 방법의 두 종류가 있으며, 특징 기반 방법은 직접 방법에 비해 처리 속도가 빠른 장점이 있다. 그러나 모바일 단말기와 같은 처리속도가 느린 환경에서 구현하기에는 어려움이 있다. 본 논문에서는 고속 파노라마 영상 생성 방법을 제안하였다. 이 방법은 촬영 장면 가이드를 적용함으로써 정합 파라미터의 개수를 줄여 정합 속도를 크게 향상시켰다. 또한, 적은 수의 파라미터 사용에 따른 정합 오차를 줄이기 위해 국소 정합법을 추가로 적용하였다. 실험에서, 320×240 크기의 24비트 칼라 영상에 대해 약 0.078초의 처리속도로 기존의 특징 기반 방법보다 처리속도 면에서 약 17배의 처리 속도 개선을 보였다.

Abstract A panorama image is constructed by merging several overlapped images to a big one. There are two kinds of methods, feature based and direct method, in the construction. Feature based one has a merit of processing speed faster than direct one. But, it is difficult to be implemented under slower processing environments such as mobile device. This paper proposed high speed construction method of a panorama image. The algorithm extremely improved matching speed by reducing the number of matching parameters using scene shot guider, and additionally adapted local matching technique to reduce matching error caused by the fewer matching parameters. In the experiments, it was shown that the proposed method required about 0.078 second in processing time, about 17 times shorter than the feature based one, for 24-bit color images of 320×240 size.

Key words : feature-based method, high speed panorama, panoramic image.

1. 서론

최근 디지털 영상은 때와 장소를 가리지 않고 촬영할 만큼 빈번하게 생성되고 있다. 이는 디지털 카메라의 발전으로 가격이 저렴한 영향이며, 휴대폰과 같은 모바일 장치에서는 필수적인 요소가 되었다. 손쉽게 디지털 사진을 찍을 수 있는 만큼 이들의 활용도 많아지게 되었다. 이들 활용 중의 하나가 파노라마 영상의 생성[1]이다.

파노라마 영상은 어떤 장면에 대한 여러 장의 영상들을 일부 겹치도록 촬영한 후 하나의 큰 장면 영상으로 병

합한 것이다. 크고 고해상도의 파노라마 영상의 자동 생성은 광도 측정, 컴퓨터 비전, 영상 처리, 컴퓨터 그래픽스 등의 분야에서 활발히 연구되는 분야이다. 그 응용은 영상들을 촬영한 후 큰 항공 및 위성 영상의 생성, 장면의 안정화 및 변화 검출, 비디오 압축, 비디오 인덱싱, 카메라의 초점 거리 향상과 해상도 향상, 사진 편집 등이 될 수 있다[2].

파노라마 영상을 생성하는 방법은 직접 방법(direct method)[2-3]과 특징 기반 방법(feature-based method)[2][4]으로 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 특징 기반 방법은 점, 선 등과 같은 특징들 간의 대응점을 이용하는 방법이다. 예를 들면, Harris 꼭지점[5]을 추출하여 밝기값들의 정규

¹한양사이버대학교 정보통신공학과

²상명대학교 정보통신공학과

*교신저자: 김태우(twkim2@hycu.ac.kr)

화된 값들을 사용하여 정합하는 것이다. 직접 방법은 겹치는 영역에서 밝기값의 차이에 기반한 오차 함수를 최소화함으로써 카메라 파라미터를 추정하는 반복적인 방법이다. 직접 방법은 모든 영상 데이터를 이용할 수 있으므로 매우 정확한 정합을 수행할 수 있는 것이 장점이다. 반면 정합할 영상 간의 밝기값 변화가 없다고 가정해야 하고 반복적인 방법이므로 초기화에 따라 그 결과가 달라질 수 있다.

파노라마 영상을 생성하기 위해 최근 불변 특징들을 이용하는 방법들[4,7,15]이 제안되었다. 이들 특징들은 Harris 꼭지점을 이용하는 상호 상관도와 같은 전통적인 방법보다 좀 더 반복성이 좋고 정합성이 좋은 것이 특징이다. Harris 꼭지점은 영상의 크기 변화에 불변성이 없고 영상 조각의 상호 상관도는 영상의 회전에 불변하지 않다. 그러나, 불변 특징들은 영상의 이동, 회전, 크기 변화 등의 변화에 불변해야 한다. 이러한 특성을 가진 특징은 밝기값의 변화와 유사 변환(affine transform)에 불변하는데, SIFT(Scale Invariant Feature Transform)[6]와 방향 조종 필터(steerable filter)[14]가 성능이 우수한 것으로 알려져 있다[14]. Brown 등[14]은 LoG, SIFT 불변 특징 묘사, RANSAC, k-d 트리 등을 이용하였다. 장성갑 등[17]은 비디오 영상에서 FFT, 유사 특징점, 블록 정합 알고리즘을 이용하는 방법을 제안하였다. 이청우 등[16]은 단계적 잔여 움직임 추정을 통해 지역적 정합을 수행하였다. 전재춘 등[18]은 다중 기선, 계층적 방법, 특징 기반 방법 등을 사용하였다.

이들 방법들은 파노라마 영상 생성에서 비교적 처리 속도가 빠른 방법들이다. 그러나, 휴대 단말기와 같은 모바일 환경에 적용하기에 처리 속도가 현저히 느려서 어려움이 따른다. 실린더형 파노라마 합성법[7]은 처리 속도가 빠르지만 병합하려는 두 영상이 단순 이동(simple shift)된 경우에만 적용 가능하다. 그러나, 삼각대를 사용하지 않는 모바일 장치와 같은 디지털 카메라로는 단순 이동된 두 영상을 촬영하기가 쉽지 않다.

따라서, 본 논문에서는 고속으로 파노라마 영상을 생성하기 위하여 실린더형 파노라마 생성법을 적용할 수 있는 방법을 제안한다. 이 방법은 영상 촬영시 촬영 장면 가이드(scene shot guider)와 국소 정합법을 사용하여 정합 정확도를 높이면서도 고속 정합이 가능하다. 본 논문에서는 제안한 방법을 촬영 장면 가이드를 활용한 파노

라마 영상 생성기(SSGPIC: Scene Shot Guider Panorama Image Creator)라 부른다. 실험에서 파노라마 영상 생성에 대해 불변 특징 기반 방법과 제안한 방법으로 파노라마 영상의 품질과 처리속도를 비교하여 제안한 방법의 장점을 보여준다.

2. 기존의 불변 특징 기반 파노라마

불변 특징 기반의 파노라마 영상 생성 방법은 먼저 병합될 두 영상을 실린더형 영상으로 변환하고, 변환된 영상에 대해 특징점을 추출하여, SIFT 불변 특징 묘사자로 특징 벡터를 생성한다. 특징 벡터는 RANSAC 방법[10]과 최근방 정합[9]을 이용해 정합하고, 정합 파라미터를 이용하여 두 영상을 병합한다. 이 과정에서 처리 속도를 높이기 위해 영상을 축소하고 영상의 모서리(edge)를 추출하여 추출된 에지 위치에서만 특징점들을 추출함으로써 처리 속도를 개선하는 방법이 연구되었다[13].

실린더형 영상으로 변환은 실린더형 파노라마(cylindrical panorama)[7]에서 사용하는 방법으로 카메라의 초점거리를 알고 있다면 각 원근 영상은 식 (1), (2)와 같이 실린더형 좌표로 변환된다.

$$\theta = \tan^{-1}(x/z) \quad (1)$$

$$v = y/\sqrt{x^2 + y^2} \quad (2)$$

여기서, (x, y, z) 는 실세계 좌표, (θ, v) 실린더형 장면 좌표를 나타낸다.

특징점 추출은 식 (4)로 표현되는 스케일 공간(scale-space)[9]에서 극점(extrema)을 찾는 것으로 식 (5)와 같이 계산된다.

$$G(x, y, \sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-(x^2 + y^2)/2\sigma^2} \quad (3)$$

$$L(x, y, \sigma) = G(x, y, \sigma) * I(x, y) \quad (4)$$

$$D(x, y, \sigma) = L(x, y, k\sigma) - L(x, y, \sigma) \quad (5)$$

여기서, 각각 $L(x, y, \sigma)$ 는 스케일 공간, $G(x, y, \sigma)$ 는 가우스 함수, $I(x, y)$ 는 입력 영상, *는 x, y 에 대한 컨벌루션 연산자를 나타낸다.

영상에서 의미 있는 정보가 대부분 에지에 있다고 가정하여, 라플라시안 연산자[12]를 이용하여 에지를 추출한 후, 추출된 에지 위치의 화소들에 대해서만 특징점을 추출하여 계산량을 줄인다[13].

추출된 극점의 위치에서 SIFT 특징 묘사자(descriptor)[6]를 이용하여 특징벡터로 표현되고, 이를 이용하여 최근방 정합(nearest neighbor matching)[9]과 RANSAC[10] 알고리즘을 이용하여 두 영상 간 정합 파라미터를 구한다.

3. 고속 파노라마 영상 생성 방법

3.1 촬영 장면 가이드

일반적인 파노라마 영상은 그림 1과 같이 겹치게 촬영된 두 영상을 하나의 큰 영상으로 병합하는 것이다. 이때 두 번째 촬영된 영상은 이동, 회전, 확대(축소)와 카메라 렌즈에 의한 변형 등에 대한 파라미터를 계산하기 위하여 첫 번째 영상과 정합하게 된다.

반면, 실린더형 파노라마 영상 생성은 그림 2와 같이 병합할 두 영상이 단순 이동되어 있어야 정합과 병합이 가능하다. 영상 촬영 시 두 영상이 단순 이동되도록 촬영하기란 쉽지 않다. 삼각대와 같은 도구를 사용하면 그나마 가능하겠지만, 모바일 장치에 달린 카메라로는 단순 이동된 영상의 촬영은 상당히 어려운 일이다.

본 논문의 SSGPIC에서는 단순 이동된 영상을 획득하기 위해서 *촬영 장면 가이드(scene shot guider)*를 설정하였다. 그림 3과 같이 첫 번째 촬영한 영상의 일부를 뷰파인더에 위치시켜 두 번째 영상을 맞추어 촬영하도록 하는 것이다. 이 가이드는 뷰파인더에 첫 번째 촬영한 영상의 일부를 현재 촬영할 장면의 영상과 겹치도록 보여주는 역할을 한다. 사용자는 이 가이드에 장면이 겹치도록 맞추어 촬영하게 된다. 최근 모바일 장치의 카메라 뷰파인더(view finder)는 상당히 큰 LCD를 장착하므로 촬영 장면 가이드의 사용이 용이하다. 이 가이드는 디지털 카메라나 디지털 카메라가 장착된 모바일 장치에 소프트웨어적으로 쉽게 구현할 수 있다. 또한 촬영 장면 가이드를 뷰파인더의 좌측 뿐 아니라 아래측에 구현하여 상하 파노라마를 고속으로 생성할 수 있다.

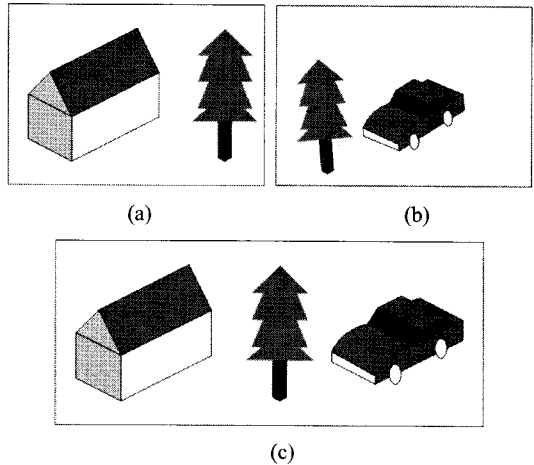


그림 1. 촬영된 2장의 영상으로부터 파노라마 영상 생성: (a) 첫 번째 촬영 영상, (b) 두 번째 촬영 영상, (c) 파노라마 영상.

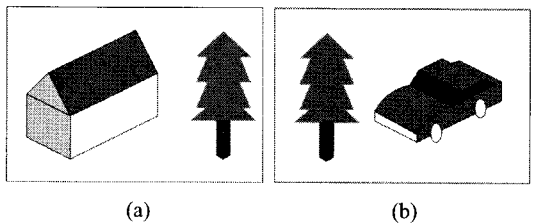


그림 2. 파노라마 영상 생성을 위해 촬영된 단순 이동된 2장의 영상: (a) 첫 번째 촬영 영상, (b) 두 번째 촬영 영상.

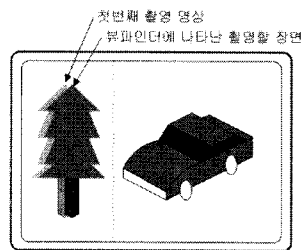


그림 3. 두 번째 영상 촬영시 카메라 뷰파인더에 나타난 촬영 장면 가이드.

3.2 영상 정합

영상 정합은 파노라마 영상을 만들기 위해 첫 번째 영상과 두 번째 영상 간에 식 (6) 과 같은 변환 파라미터를 계산하는 과정이다. 본 논문의 영상정합은 전역적 정합(global matching)[11]과 국소적 정합(local matching)[11]으로 구성된다. 전역적 정합에서는 촬영 장면 가이드를 사용하여 촬영된 두 번째 영상이 첫 번째 영상에 대해 단

순 이동된 영상으로 가정한다. 이때 변환행렬 M 으로 표현하면, 두 번째 변환은 식 (6)에서 $m_0 = m_4 = m_8 = 1$, $m_1 = m_3 = m_6 = m_7 = 0$ 이 되어 계산이 매우 간단해진다.

$$\mathbf{x}' = \mathbf{M}\mathbf{x} = \begin{bmatrix} m_0 & m_1 & m_2 \\ m_3 & m_4 & m_5 \\ m_6 & m_7 & m_8 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

여기서, $\mathbf{x} = (x, y, 1)$, $\mathbf{x}' = (x', y', 1)$ 이다. 정합은 템플릿 정합[8][12]을 사용하며, 에러 매트릭(error metric)[8]은 식 (7)과 같이 SAD(sum of absolute difference)[2]를 사용한다.

$$E_{SAD}(\mathbf{u}) = \sum_i |I_1(\mathbf{x}_i + \mathbf{u}) - I_0(\mathbf{x}_i)| = \sum_i |e_i| \quad (7)$$

여기서, $I_0(\mathbf{x})$ 는 템플릿 영상, $I_1(\mathbf{x})$ 는 템플릿 영상에 정합될 영상, $\mathbf{u} = (u, v)$ 는 변위, $e_i = I_1(\mathbf{x}_i + \mathbf{u}) - I_0(\mathbf{x}_i)$ 는 에러를 나타낸다. 영상 정합 문제는 E_{SAD} 함수를 최소화시키는 파라미터 \mathbf{u} 를 찾는 것이 된다.

전역적 정합은 정합될 두 영상이 카메라 렌즈에 의한 변형과 같이 단순 이동된 관계가 아닌 경우 정합에 오차가 발생할 수 있다. 이러한 오차를 줄이기 위해서 국소적 정합을 적용한다. 국소적 정합은 정합될 영역을 작은 여러 개의 국소 영역으로 나눈 후, 나누어진 각 영역에 대해 식 (7)을 최소화하는 국소 정합 파라미터를 구하는 것이다. 국소적 정합은 그림 6과 같이 두 영상이 병합되는 접합점을 중심으로 수행된다.

3.3 영상 병합

영상 병합은 두 영상 간의 정합 파라미터를 이용하여 하나의 큰 영상으로 병합하는 것이다. 이때, 합성될 영상들 간의 밝기값과 칼라의 불연속을 줄이기 위해서 병합점으로 거리에 비례하도록 각 영상의 화소들에 가중치를 주는 방법인 간단한 블렌딩 알고리즘(blending algorithm)[7]을 적용한다.

$$C(x) = \frac{\sum_k w(d(x)) \tilde{I}_k(x)}{\sum_k w(d(x))} \quad (8)$$

여기서, w 는 거리에 따른 가중치 함수, $d(x)$ 는 모서리(edge)로부터 거리를 나타낸다.

4. 실험 결과 및 토의

기존의 불변 특징 기반 방법과 제안한 방법에 의한 파노라마 영상의 품질과 처리 속도를 비교하기 위하여 그림 4, 7, 10과 같이 실내와 실외에서 촬영 장면 가이더가 구현된 모바일 장치의 디지털 카메라로 영상을 획득하였다. 영상은 320×240, 640×480 크기의 24비트 칼라 영상이다. 실험은 1.6 GHz Dual Core CPU, 1 GB 메모리가 장착된 노트북 컴퓨터에서 Microsoft Visual C++ 6.0 을 사용하여 진행했다.

먼저, 불변 특징 기반 방법과 제안한 SSGPIC의 파노라마 영상의 품질을 비교하였다. 영상 전체에 대해 불변 특징 기반 방법을 그대로 적용한 것을 “불변 특징 방법 a”라고 하고, 정합 파라미터를 구하기 위해 불변 특징 기반 방법을 두 영상의 겹치는 부분에만 적용하는 것을 “불변 특징 방법 b”라 하였다. 이는 SSGPIC의 실험 조건과 유사하게 하기 위해서이다. 그림 4와 같이 촬영된 320×240 크기의 두 영상에 대해 그림 5 (a)는 불변 특징 기반 방법에 의해 생성된 파노라마 영상이고, 그림 5 (b)는 SSGPIC의 결과이다. 그림 4의 우측 영상의 좌측에 촬영 장면 가이더가 구현된 예를 보여준다. 그림 5의 결과를 보면 파노라마 영상의 품질이 비슷한 것을 볼 수 있다. 그러나, 파노라마 영상 생성에 걸린 시간은 각각 약 1.314초, 약 0.078초로 SSGPIC의 처리 속도가 크게 향상된 결과를 보였다.

그림 6은 국소적 정합의 결과를 보여준다. 그림 6(a)는 전역적 정합만 수행했을 때 정합점을 보여주며, 그림 6(b)는 국소적 정합을 수행한 결과를 보여준다. 국소적 정합은 정합점의 유연성을 줄 수 있어서 접합점이 더 정확해진다.

그림 7은 실외와 실내에서 촬영된 20쌍의 영상들 중 전형적인 영상을 보였다. 영상의 크기는 각각 640×480, 320×240이다. 이들 영상에 대해 불변 특징 기반 방법과

SSGPIC으로 파노라마 영상을 생성하였다. 그림 7의 영상에 대해 SSGPIC에 의해 생성된 파노라마 영상을 그림 8에 보였다. 그림에서 파노라마 영상의 결과들은 정합이 잘 된 것을 볼 수 있다. 이것은 촬영 장면 가이드를 사용했기 때문에 단순 이동된 형태의 영상들을 손쉽게 얻을 수 있기 때문이다. 그림 9는 3장의 영상에 대해 SSGPIC를 적용한 결과이다. 표 1에 두 장의 영상에 대해 파노라마 영상 생성에 걸린 시간을 측정된 결과를 보여준다. 640×480 크기와 320×240 크기의 영상에 대해 제안한 방법은 불변 특징 방법보다 각각 11.24배, 16.85배 처리 시간이 개선되었다. 또한 촬영시 단순 이동된 형태가 아니라 약간의 촬영 오차가 생기더라도 국소적 정합을 통해 오차를 극복할 수 있다. 그림 10(a)는 이런 오차의 영향을 보여 주기 위해서 영상 획득시 단순 이동된 영상이 되지 않도록 일부러 약간 기울여 촬영하였다. 그림 10(b)는 국소적 정합을 적용하지 않은 결과에서는 병합점에서 정합이 잘 되지 않은 것을 볼 수 있다. 국소 영역의 크기는 20×20 화소, 탐색 영역은 40×40으로 하였다. 정합 시 기준이 되는 영상은 바로 이전에 촬영한 영상이 된다. 국소적 정합을 적용한 그림 10(c)는 국소적 정합을 사용하지 않은 결과보다 정합 오차가 줄어든 것을 볼 수 있다. 국소적 정합에 드는 추가 시간은 표 2에 나타내었다. 국소적 처리를 하기 위해서는 2배 이상의 처리 시간 더 필요한 것을 볼 수 있다. 처리 시간을 줄이기 위해서는 국소적 정합을 하지 않는 것이 유리한데, 그러기 위해서는 영상 촬영시 촬영 장면 가이드에 장면을 잘 겹쳐서 촬영해야 한다. 그림 11은 단순 이동된 경우가 아닌 상하로 카메라 방향이 심하게 변화된 영상에 대한 결과를 보여준다. 국소적 정합을 적용하더라도 예러는 남게 된 것을 볼 수 있다. 이러한 문제점은 사용자가 촬영시 촬영 장면 가이드를 사용하여 약간의 주의를 기울인다면 쉽게 해결할 수 있다. 실험을 통해 촬영 장면 가이드는 사용자가 큰 주의를 기울이지 않고서도 손쉽게 단순 이동된 영상을 촬영할 수 있었다. 그리고 제안한 방법이 기존의 불변 특징 방법의 파노라마 결과에 비해 품질에 큰 저하 없이 처리 시간을 크게 향상시킬 수 있었다. PC에서 처리 결과가 약 0.078초인 고속 파노라마 방법을 사용하면, 처리 속도가 훨씬 느린 모바일 단말기와 같은 환경에서도 실시간 처리가 가능하여 활용도가 높다.

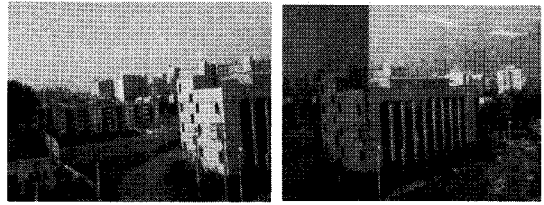
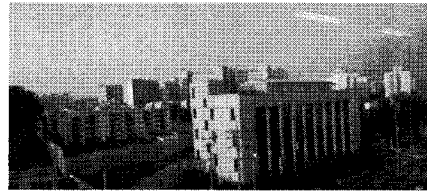
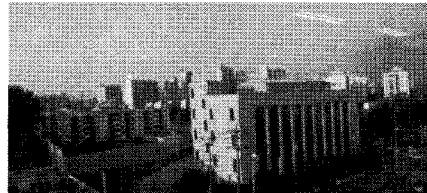


그림 4. 촬영 장면 가이드가 구현된 디지털 카메라로 촬영한 두 영상: 우측 영상은 좌측 영상(직전 촬영)의 우측 30%를 뷰파인터에 나타낸 것임.

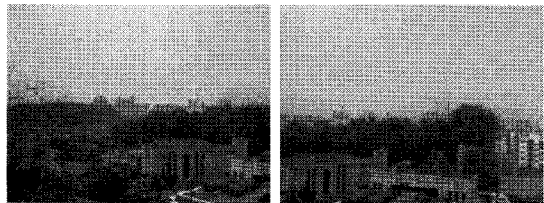


(a)

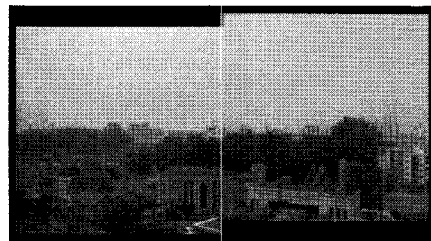


(b)

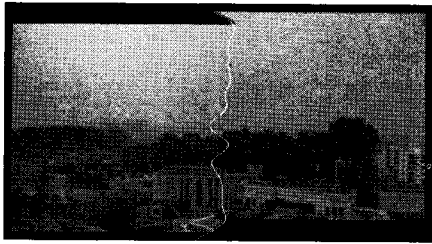
그림 5. 그림 4로부터 생성된 파노라마 영상: (a) 기존의 불변 특징 방법, (b) 제안한 방법.



(a)



(b)



(c)

그림 6. 두 영상(a)에 대한 전역적 정합의 정합점(b)과 국소적 정합의 정합 점(c): 정합점을 흰색 선으로 표시했음.



(a)

(b)

그림 7. 촬영 장면 가이드가 구현된 디지털 카메라로 촬영한 두 영상: (a) 첫 번째 촬영 영상, (b) 두 번째 촬영 영상.

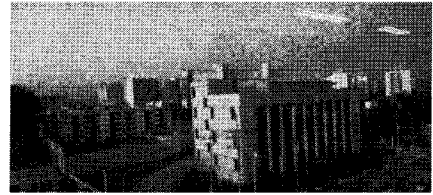
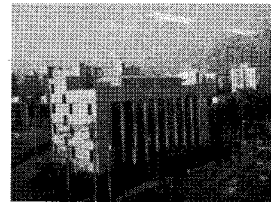
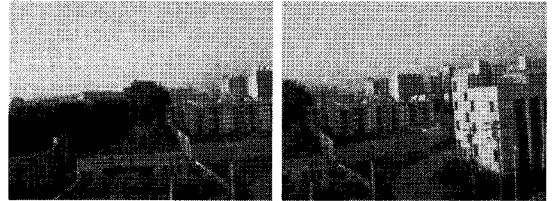


그림 8. 그림 7에 대하여 제안한 방법으로 생성한 파노라마 영상.



(a)



(b)

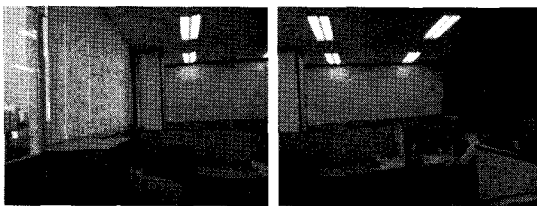
그림 9. 3장의 영상에 대한 SSGPIC에 의한 파노라마 생성 결과: (a) 촬영 장면 가이드를 이용한 촬영된 3장의 영상, (b) 파노라마 영상.

표 1. 파노라마 영상 생성의 처리 속도 비교.

영상 크기	불변 특징 방법 a (초, A)	불변 특징 방법 b (초, B)	제안한 방법(초, C)	대비(A/C)	대비(B/C)
640×480	2.925±0.736	1.754±0.589	0.156±0.027	18.75	11.24
320×240	2.753±0.512	1.314±0.497	0.078±0.006	35.30	16.85

표 2. 제안한 방법에서 국소적 정합의 적용 여부에 따른 파노라마 영상 생성 속도 비교.

영상 크기	국소적 정합 미사용(초, A)	국소적 정합 사용(초, B)	대비(B/A)
640×480	0.055±0.011	0.156±0.027	2.84
320×240	0.035±0.005	0.078±0.006	2.23



(a)

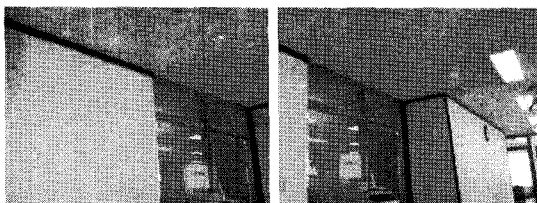


(b)

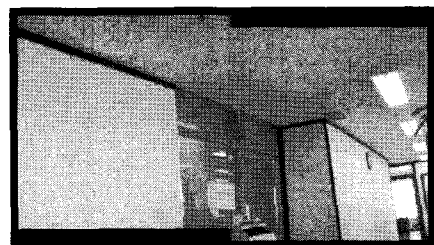


(c)

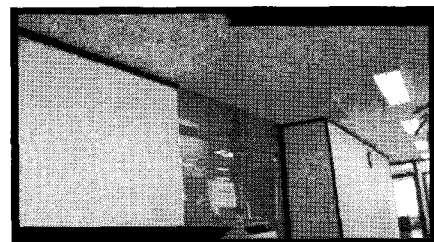
그림 10. 국소적 정합의 효과: (a) 단순 이동된 경우가 아닌 두 영상, (b) 국소적 정합 미적용, (c) 국소적 정합 적용.



(a)



(b)



(c)

그림 11. 단순 이동된 영상이 아닌 경우의 정합 예러: (a) 카메라의 상하 방향 변화가 심한 두 영상, (b) 국소적 정합 미적용, (c) 국소적 정합 적용.

5. 결론

본 논문에서는 고속 파노라마 생성 방법(SSGPIC)을 제안하였다. 이 방법은 장면 촬영 가이드(scene shot guider)를 사용함으로써 정합 파라미터의 개수를 줄여 정합 속도를 크게 향상시켰다. 또한, 적은 수의 파라미터를 사용에 따른 정합 오차를 줄이기 위해 국소 정합법을 추가로 적용하였다. 실험에서, SSGPIC으로 처리한 결과 640×480 크기와 320×240 크기의 24비트 칼라 영상에 대해 각각 약 0.16초, 0.078초로 기존의 특징 기반 방법보다

각각 11.24배, 16.85배의 처리 속도에서 크게 개선된 결과를 보였다. 또한 촬영시 단순 이동된 형태가 아니라 약간의 촬영 오차가 생기더라도 국소적 정합을 통해 오차를 줄일 수 있었다. 실험을 통해 촬영 장면 가이더는 사용자가 큰 주의를 기울이지 않고서도 손쉽게 단순 이동된 영상을 촬영할 수 있었다. 그리고 SSGPIC가 기존의 불변 특징 방법의 파노라마 결과에 비해 품질에 큰 저해 없이 처리 시간을 크게 향상시킬 수 있음을 보여 주었다. 향후 모바일 단말기와 같은 처리 속도가 훨씬 느린 환경에서 활용도가 높을 것이다. 또한 사용자의 촬영 자유도를 완화하기 위해 카메라 회전과 방향 변화에도 강인하면서도 고속 처리가 가능한 방법에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

[1] Santos, C. C. D., Stoeter, S. A., Rybski, P. E., Papanikolopoulos, N. P., "Mosaicking Images," *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 62-67, 2004.

[2] Szeliski, R., "Image Alignment And Stitching: A Tutorial," *Technical Report*, MSR-TR-2004-92, 2004.

[3] Szeliski, R., Kang, S. B., "Direct Methods For Visual Scene Reconstruction," *IEEE Workshop on Representations of Visual Scenes*, 26-33, 1995.

[4] Brown, M., Lowe, D., "Invariant Features From Interest Point Groups," *Proceedings of the 13th British Machine Vision Conference*, 253-262, 2002.

[5] Harris, C., Stephens, M., "A Combined Corner And Edge Detectors," *Alvey Vision Conference*, 1988.

[6] Lowe, D., "Object Recognition From Local Scale-Invariant Features," *Proceedings of the International Conference on Computer Vision*, 1150-1157, 1999.

[7] Shum, H., Szeliski, R., "Panoramic Image Mosaics," *Technical Report*, MSR-TR-97-23, 2003.

[8] Szeliski, R., "Video Mosaics For Virtual Environments," *IEEE Computer Graphics and Applications*, 22-30, 1996.

[9] Lowe, D., "Distinctive Image Features From Scale-Invariant Keypoints," *International Journal of Computer Vision*, 2004.

[10] Fischler, M., Bolles, R., "Random Sample Consensus: A Paradigm For Model Fitting With Applications To Image Analysis And Automated Cartography," *Communications of the ACM*, 24(6), 381-395, 1981.

[11] Shum, H., Szeliski, R., "Construction Of Panoramic Mosaics With Global And Local Alignment," *International Journal of Computer Vision*, 36(2):101-130, 2000.

[12] Gonzalez, R. C., Woods, R. E., *Digital Image Processing*, Addison Wesley, 1992.

[13] 김태우, 유현중, "불변 특징 기반 파노라마 영상의 생성," *한국산학기술학회논문지*, 제7권, 제6호, 1214-1218, 2006.

[14] Mikolajczyk, K., Schmid, C., "A Performance Evaluation Of Local Description," *In Proceedings of the Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 257-264, 2003.

[15] Brown, M., Lowe, D., "Recognising Panoramas," *In Proceedings of the 9th International Conference on Computer Vision*, vol. 2, 1218-1225, 2003.

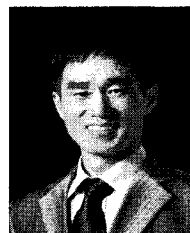
[16] 이청우, 최재각, 이시웅, "이음매없는 모자이크 구성을 위한 단계적 잔여 움직임 추정," *정보과학회논문지*, 제32권 제6호, 512-522, 2005.

[17] 장성갑, 김재신, "보간 검색을 이용한 Panning 비디오 영상에서의 모자이크 기법," *전자공학회논문지*, 제42권 SP편 제5호, 63-72, 2005.

[18] 전재춘, 서용철, "3차원 다중 기선을 사용한 비데오 영상 모자이크 기술," *Korean Journal of Remote Sensing*, Vol. 20, No.2, 125-137, 2004.

김 태 우(Tae-Woo Kim)

[종신회원]



- 1990년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 (공학사)
- 1992년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 (공학석사)
- 1995년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 (공학박사)
- 2003년 3월 ~ 현재 : 한양사이버대학교 전자통신공학과 교수

<관심분야>

영상처리, 영상통신, 생체인식, 생체신호처리.

유 현 중(Hyeon-Joong Yoo)

[정회원]



- 1982년 2월 : 서강대학교 전자공학과 (공학사)
- 1991년 7월 : 미주리대학교 전기 및컴퓨터공학과 (공학석사)
- 1996년 5월 : 미주리대학교 전기 및컴퓨터공학과 (공학박사)
- 1996년 10월 ~ 현재 : 상명대학교 정보통신공학과 교수

<관심분야>

인공신경망, 패턴인식, 영상신호처리

손 규 식(Kyu-Seek Sohn)

[정회원]



- 1982년 2월 : 한양대학교 전자공학과 (공학사)
- 1984년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 (공학석사)
- 2003년 8월 : 한국과학기술원 전자전산학과 (공학박사)
- 2004년 3월 ~ 현재 : 한양사이버대학교 전자통신공학과 교수

<관심분야>

네트워크품질, 네트워크신뢰성, 센서네트워크, 광대역통합네트워크