



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년05월31일
(11) 등록번호 10-1741699
(24) 등록일자 2017년05월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 5/265 (2006.01) G03B 37/00 (2006.01)
G06T 3/40 (2006.01) H04N 5/232 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04N 5/265 (2013.01)
G03B 37/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0010211
(22) 출원일자 2016년01월27일
심사청구일자 2016년01월27일
(56) 선행기술조사문헌
Wang, Oliver, et al. "Videosnapping:
Interactive synchronization of multiple
videos." ACM Transactions on Graphics (TOG)
33.4 (2014): 77., 2014.07.31.*
KR100519929 B1*
JP2014519739 A
JP2014127735 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
임인성
서울특별시 양천구 목동서로 70 224동 1504호 (목동, 목동2단지아파트)
김지선
서울특별시 서대문구 북아현동 3-453
(74) 대리인
이지연

전체 청구항 수 : 총 6 항

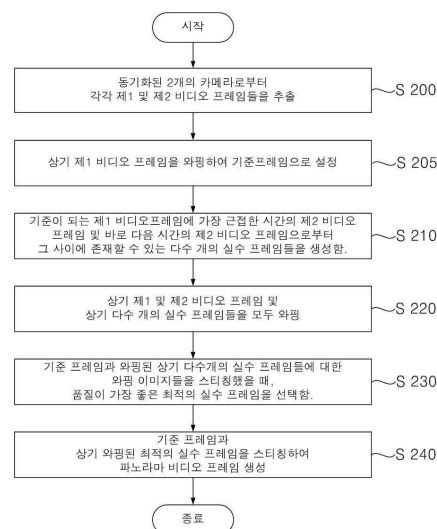
심사관 : 진민숙

(54) 발명의 명칭 **끊김 현상을 감소시킨 파노라마 비디오 생성 방법**

(57) 요약

본 발명에 따른 파노라마 비디오 생성 방법은 동기화된 2개의 카메라로부터 얻은 비디오 프레임의 한 쌍을 추출하고, 대상이 되는 비디오 프레임과 그 바로 다음의 비디오 프레임 사이의 실제 존재하지 않은 다수 개의 실수 프레임들을 생성하며, 다수 개의 실수 프레임들 중 가장 끊김 현상이 적은 최적의 실수 프레임을 선택하여, 기준이 되는 프레임과 선택된 프레임을 와핑한 후 스티칭하여 파노라마 비디오 프레임을 생성하는 것을 특징으로 한다. 파노라마 이미지의 심 영역에 대한 끊김 현상이 가장 작은 최적의 실수 프레임을 선택하기 위하여, 각 파노라마 이미지의 심 영역에서의 이미지 밝기, 밝기의 변화량 및 밝기 변화의 변화량을 이용하여 심 영역에 대한 끊김 현상이 가장 작은 실수 프레임을 선택한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G06T 3/4038 (2013.01)

H04N 5/23238 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 R2215-15-1003

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터(IITP)

연구사업명 SW중심대학 지원사업

연구과제명 개방형ICT융합과정지원사업

기 여 율 1/1

주관기관 서강대학교산학협력단

연구기간 2015.10.01 ~ 2016.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

- (a) 동기화된 제1 및 제2 카메라들로부터 각각 제1 및 제2 비디오 프레임들을 추출하는 단계;
- (b) 상기 제1 비디오 프레임을 와핑하여 기준 프레임으로 설정하는 단계;
- (c) 상기 제1 비디오 프레임에 가장 근접한 시간의 제2 비디오 프레임 및 바로 다음 시간의 제2 비디오 프레임으로부터 그 사이에 존재하는 다수 개의 실수 프레임들을 생성하는 단계;
- (d) 상기 제1 및 제2 비디오 프레임들을 비롯하여 상기 생성된 모든 실수 프레임들을 각각 와핑하는 단계;
- (e) 상기 기준 프레임과 와핑된 각 실수 프레임을 스티칭하여 파노라마 이미지들을 생성하고, 상기 생성된 파노라마 이미지들 중 심(seam) 영역에 대한 끊김 현상이 가장 작은 파노라마 이미지를 구성하는 실수 프레임을 최적의 실수 프레임으로 선택하는 단계;
- (f) 상기 기준 프레임과 상기 와핑된 최적의 실수 프레임을 스티칭(stitching)하여 파노라마 이미지를 생성하는 단계;

를 구비하고, 상기 (e) 단계에서 파노라마 이미지에서의 심 영역에 대한 끊김 현상이 가장 작은 실수 프레임을 선택하기 위하여, 각 파노라마 이미지의 심 영역에서의 이미지 밝기, 밝기의 변화량 및 밝기 변화의 변화량을 이용하여 심 영역에 대한 끊김 현상이 가장 작은 실수 프레임을 선택하되,

상기 이미지 밝기는 심 영역에 대한 파노라마 이미지, 기준 프레임, 실수 프레임의 픽셀당 기울기 차이의 총합($G(t)$)을 이용하여 구해지고, 상기 밝기의 변화량은 심 영역에 대한 파노라마 이미지, 기준 프레임, 실수 프레임 간의 평균 제곱 오차($MSE(t)$)를 이용하여 구해지고, 상기 밝기 변화의 변화량은 심 영역에 대한 $MSE(t)$ 로부터 얻은 PSNR(Peak-Signal-to-Noise-Ratio)($L(t)$)를 이용하여 구해지는 것을 특징으로 하는 파노라마 이미지 생성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 (c) 단계는 상기 제1 비디오 프레임에 가장 근접한 시간의 제2 비디오 프레임과 바로 다음 시간의 제2 비디오 프레임에 대하여 옵티컬 플로우 추정 기법(optical flow estimation)을 이용하여 프레임 보간(frame interpolation)하여 그 사이에 존재하는 다수 개의 실수 프레임들을 생성하는 것을 특징으로 하는 파노라마 이미지 생성 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 $G(t)$, $MSE(t)$, 및 $L(t)$ 는 아래의 수학식에 의해 구해지는 것을 특징으로 하는 파노라마 이미지 생성 방법.

$$G(t) = \sum_{\vec{p} \in \omega} \left(W(\vec{p}) \|\nabla I_{pano}(\vec{p}) - \nabla I_0(\vec{p})\|_2^2 + (1 - W(\vec{p})) \|\nabla I_{pano}(\vec{p}) - \nabla I_{1,t}(\vec{p})\|_2^2 \right)$$

$$MSE(t) = \frac{1}{|\omega|} \sum_{\vec{p} \in \omega} \left(W(\vec{p}) \|\nabla I_{pano}^g(\vec{p}) - \nabla I_0^g(\vec{p})\|_1 + (1 - W(\vec{p})) \|\nabla I_{pano}^g(\vec{p}) - \nabla I_{1,t}^g(\vec{p})\|_1 \right)^2$$

$$L(t) = \sum_{\vec{p} \in \omega} \left(W(\vec{p}) \left\| \nabla^2 I_{pano}(\vec{p}) - \nabla^2 I_0(\vec{p}) \right\|_1 + (1 - W(\vec{p})) \left\| \nabla^2 I_{pano}(\vec{p}) - \nabla^2 I_{1,t}(\vec{p}) \right\|_1 \right)$$

- $W(\vec{p}) \in [0.0, 1.0]$: I_{pano} 의 한 픽셀 $\vec{p}$ 에 $I_0(\vec{p})$ 라는 색을 얼마나 칠해야 하는지 알려주는 마스크
- I_0^g : I_0 의 8비트 그레이 스케일 이미지
- $I_{1,t}^g$: $I_{1,t}$ 의 8비트 그레이 스케일 이미지
- I_{pano}^g : I_{pano} 의 8비트 그레이 스케일 이미지
- $G(t)$: ω 영역에서 I_{pano} 와 I_0 및 $I_{1,t}$ 간의 픽셀 당 기울기(gradient) 차이의 총합
- $MSE(t)$: ω 영역에서 I_{pano}^g 와 I_0^g 및 $I_{1,t}^g$ 간의 평균 제곱 오차
- $PSNR(t)$: ω 영역에서 $MSE(t)$ 로부터 얻은 PSNR(Peak-Signal-to-Noise-Ratio)
- $L(t)$: ω 영역에서 I_{pano} 와 I_0 및 $I_{1,t}$ 간의 픽셀 당 라플라시안(Laplacian)차이의 총합
- $t^* \in [0.0, 1.0]$: 실수 프레임 선택 방법(GLAP1, GLAP2, GLAP3)에 따라 선택된 최적의 실수 프레임 위치

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 (e) 단계에서 파노라마 이미지에서의 심 영역에 대한 끊김 현상이 가장 작은 실수 프레임을 선택하기 위하여, 아래의 수학적식을 이용하여 구한 값이 가장 작은 실수 프레임을 선택하는 것을 특징으로 하는 파노라마 이미지 생성 방법.

$$t^* = \min_t \frac{G(t) \sqrt{L(t)}}{PSNR(t)}$$

$$PSNR(t) = 10 \log \frac{255^2}{MSE(t)}$$

여기서,

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 (e) 단계에서 파노라마 이미지에서의 심 영역에 대한 끊김 현상이 가장 작은 실수 프레임을 선택하기 위하여, 아래의 수학적식을 이용하여 구한 값이 가장 작은 실수 프레임을 선택하는 것을 특징으로 하는 파노라마 이미지 생성 방법.

$$t^* = \min_t \frac{G(t)}{PSNR(t)} + \sqrt{L(t)}$$

$$PSNR(t) = 10 \log \frac{255^2}{MSE(t)}$$

여기서,

청구항 8

제5항에 있어서, 상기 (e) 단계에서 파노라마 이미지에서의 심 영역에 대한 끊김 현상이 가장 작은 실수 프레임을 선택하기 위하여, 아래의 수학적식을 이용하여 구한 값이 가장 작은 실수 프레임을 선택하는 것을 특징으로 하는 파노라마 이미지 생성 방법.

$$t^* = \min_t \frac{\sqrt{L(t)}}{PSNR(t)} + G(t)$$

$$PSNR(t) = 10 \log \frac{255^2}{MSE(t)}$$

여기서, $MSE(t)$ 임.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 파노라마 비디오 생성 방법에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는 필수적인 시간적 동기화의 오차를 갖는 비디오 프레임들을 스티칭하여 파노라마 비디오를 생성함에 있어서 필연적으로 발생하는 영상의 끊김 현상을 감소시킬 수 있는 파노라마 비디오 생성 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 파노라마 비디오를 생성하기 위해서는 비디오의 각 프레임에 해당하는 파노라마 이미지를 생성할 수 있어야 한다. 먼저 동기화된, 즉 시간적으로 가장 근접한 프레임들의 쌍을 찾아낸 카메라들로부터 각각의 입력 프레임들을 얻으면, 입력 프레임의 이미지들 간의 특징점들을 찾아 이미지 대응점들을 정한다. 이로부터 평면 원근 투영(planar perspective projection)을 통해 호모그래피 행렬(homography matrix)을 계산함으로써 카메라들의 내부 행렬(intrinsic matrix)을 추정한다. 한편 일반적으로 촬영하는 카메라들의 뷰 벡터는 서로 평행하지 않으므로 입력 프레임들은 필연적으로 시차 문제를 가진다. 따라서 입력 이미지들은 하나의 이미지로 스티칭되기 위해 미리 찾은 이미지 대응점들이 잘 이어 붙도록 적절히 와핑되어야 한다. 입력 프레임들이 적절히 와핑되었으면 이들을 이어 붙일 영역, 즉 심(seam) 영역을 찾아 스티칭하여 파노라마 비디오를 생성하게 된다.

[0003] 도 1은 두 개의 카메라로부터 얻은 한 쌍의 입력 프레임을 스티칭하여 파노라마 영상을 생성하는 것을 도식화한 그림이다. 도 1을 참조하면, I_0 및 I_1 은 제1 및 제2 카메라로부터 각각 얻은 입력 프레임을 와핑한 이미지들이며, I_{pano} 는 I_0 와 I_1 을 스티칭하여 생성된 파노라마 이미지이며, ω 는 I_0 와 I_1 의 중복되는 영역이다. 여기서, 제1 카메라를 기준이 되는 카메라로 설정하고, 제2 카메라를 대상이 되는 카메라로 설정하면, 두 입력 프레임에 대한 심 영역은 ω 안에 존재하며, 이 영역을 중심으로 스티칭이 이루어진다.

[0004] 이러한 파노라마 비디오를 생성하기 위한 연구는 이제껏 많이 진행되지 않고 있는 실정이다. 또한, 현재까지는 각 카메라에서 촬영된 영상들에서 중복되는 영역에 대하여 깊이(depth) 정보나 모션 필드(motion field) 정보를 이용하였다. 하지만, 이와 같은 정보를 이용하더라도 카메라들의 촬영된 시점이 정확히 같지 않음으로써 발생하는 시간적 동기화 문제는 여전히 남게 된다. 또한 나아가 이러한 동기화 문제는 결과 파노라마 영상에 끊김 현상(discontinuity)이나 고스팅 현상(ghosting)을 일으킨다.

[0005] 인접한 카메라들의 뷰 벡터(view vector)가 서로 평행하지 않은 상태에서 이 카메라들로부터 촬영된 이미지들이 부분적으로 중복되어 있는 경우, 시차(parallax) 문제가 고려되어야 한다. 시차 문제를 해결하기 위해, 2차원 공간에서 이미지들을 와핑(warping)하여 스티칭(stitching)할 수 있는데, 이는 이미지들 간의 중복된 영역에서의 이미지 대응점들(image correspondences)을 중심으로 이루어진다. 하지만 촬영된 이미지들이 시간적으로 정확히 동기화되어 있지 않은 경우, 파노라마 비디오 생성에는 큰 문제가 된다. 촬영 중인 카메라나 물체(object)가 이동하는 경우, 또는 카메라도 이동하고 물체도 이동하는 경우에 촬영 시간이 다르다는 것은 촬영 장소가 달라짐을 의미하며, 이는 촬영된 이미지들 간의 중복된 영역이 계속해서 변함을 의미한다. 나아가 이는 입력 이미지들의 와핑 정도가 이전 프레임들에 대한 와핑 정도와 달라지게 만든다. 하지만 동영상의 특성상 비디오 프레임의 크기, 즉 결과 파노라마 비디오 프레임의 크기와 이미지 내에 존재하는 물체들의 크기는 일정해야 하므로, 동기화 문제는 매우 중요하다.

[0006] 한편 비디오 프레임은 이산적인 정보이므로, 다수의 카메라들로부터 시간적으로 정확히 일치하는 비디오 프레임들을 선별하는 것은 일반적으로 불가능하다. 즉 상용 소프트웨어를 비롯하여 일반적으로 카메라들을 동기화한다는 것은 시간적으로 가장 근접한 비디오 프레임들의 쌍들을 찾는 것을 의미하며, 정확히 동일한 시각에 촬영된 비디오 프레임들을 의미하지는 않는다. 만일, 카메라가 움직이지 않고, 촬영 중에 움직이는 물체가 없다면 이러한 시간적 불일치는 문제가 되지 않을 수 있다. 그러나 동영상을 촬영하는 대부분의 경우, 사람과 같은 움직이는 물체가 있을 확률이 높고 무엇보다도 주변의 여러 환경을 이리저리 둘러보며 촬영할 가능성이 높으므로, 이러한 시간적 불일치는 큰 문제가 된다. 이러한 이유로, 단순히 시간적으로 근접한 프레임들의 쌍을 찾는 동기화는 결과 파노라마 영상에 여전히 끊김 현상을 남기게 된다.

[0007] 한편, 본 발명은 인접한 두 비디오 프레임 사이에 실제로 존재하지 않는 실수 프레임들을 생성하고, 생성된 실수 프레임들 중에서 기준 프레임과 가장 시간적으로 정밀하게 대응되는 실수 프레임을 선택하는 기술을 제안하고자 한다. 본 명세서에 사용되는 "실수 프레임"은 인접한 두 비디오 프레임 사이에서 생성되는 실제로 존재하지 않는 서브프레임(subframe)들을 의미한다.

[0008] 한편, 기준 프레임과 가장 시간적으로 정밀하게 대응되는 실수 프레임을 선택함에 있어서, 카메라가 촬영하는 동안에 내부적으로 찍는 타임 스탬프(time stamp)에 접근하여 어떤 실수 프레임을 선택할지 미리 알 수도 있겠으나, 여기에는 여러 기술적인 한계가 있다. 먼저, 동일 프레임 레이트(frame rate), 가령 60 프레임 레이트로 촬영을 하더라도 엄밀하게 살펴보면 정말로 카메라가 정확히 1/60초마다 프레임들을 기록했는지는 알 길이 없으므로, 비디오 프레임들 간의 시간적 간격이 1/60초로 일정하다고 단정할 수는 없다. 또한, 1/60초는 무한 소수이므로 타임 스탬프를 찍기 위해서는 적당한 소수점 자리에서 반올림을 해야 한다. 하지만, 이와 같은 반올림 방법에도 저마다의 차이가 있으며, 어떤 방법을 사용하든 반올림 오차는 누적된다. 그러므로 인접한 두 비디오 프레임 사이에서 생성 가능한 모든 실수 프레임을 생성하고, 이들 중에서 가장 결과 영상의 품질을 좋게 만드는 실수 프레임을 선택할 방법이 필요하다. 따라서 본 발명은 여러 실수 프레임들 중 결과 영상을 보다 우수하게 만드는 실수 프레임을 선택하는 방법을 제안한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보 제 10-2009-0097613호
(특허문헌 0002) 한국등록특허공보 제 10-1470442호
(특허문헌 0003) 한국공개특허공보 제 10-2013-0104691호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 전술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 끊김 현상을 감소시킬 수 있는 파노라마 비디오 생성 방법을 제공하는 것이다.
- [0011] 본 발명의 다른 목적은 다수 개의 실수 프레임들을 생성하고 최적의 실수 프레임을 선택하여 파노라마 비디오를 생성하는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 전술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 파노라마 이미지 생성 방법은, (a) 동기화된 제1 및 제2 카메라들로부터 각각 제1 및 제2 비디오 프레임들을 추출하는 단계; (b) 상기 제1 비디오 프레임을 와핑하여 기준 프레임으로 설정하는 단계; (c) 상기 제1 비디오 프레임에 가장 근접한 시간의 제2 비디오 프레임 및 바로 다음 시간의 제2 비디오 프레임으로부터 그 사이에 존재하는 다수 개의 실수 프레임들을 생성하는 단계; (d) 상기 제1 및 제2 비디오 프레임들을 비롯하여 상기 생성된 모든 실수 프레임들을 각각 와핑하는 단계; (e) 사전 설정된 방법에 따라 상기 와핑된 다수 개의 실수 프레임 중 최적의 실수 프레임을 선택하는 단계; (f) 상기 기준 프레임과 상기 와핑된 최적의 실수 프레임을 스티칭(stitching)하여 파노라마 이미지를 생성하는 단계;를 구비한다.
- [0013] 전술한 특징에 따른 이미지 생성 방법에 있어서, 상기 (c) 단계는 상기 제1 비디오 프레임에 가장 근접한 시간의 제2 비디오 프레임과 바로 다음 시간의 제2 비디오 프레임에 대하여 옵티컬 플로우 추정 기법(optical flow estimation)을 이용하여 프레임 보간(frame interpolation)하여 그 사이에 존재하는 다수 개의 실수 프레임들을 생성하는 것이 바람직하다.
- [0014] 전술한 특징에 따른 이미지 생성 방법에 있어서, 상기 (e) 단계는 상기 기준 프레임과 와핑된 각 실수 프레임을 스티칭하여 파노라마 이미지들을 생성하고, 상기 생성된 파노라마 이미지들 중 심(seam) 영역에 대한 끊김 현상이 가장 작은 파노라마 이미지를 구성하는 실수 프레임을 최적의 실수 프레임으로 선택하는 것이 바람직하다.

[0015] 전술한 특징에 따른 이미지 생성 방법에 있어서, 상기 (e) 단계에서 파노라마 이미지에서의 심 영역에 대한 끊김 현상이 가장 작은 실수 프레임을 선택하기 위하여, 각 파노라마 이미지의 심 영역에서의 이미지 밝기, 밝기의 변화량 및 밝기 변화의 변화량을 이용하여 심 영역에 대한 끊김 현상이 가장 작은 실수 프레임을 선택하는 것이 바람직하다.

[0016] 전술한 특징에 따른 이미지 생성 방법에 있어서, 상기 (e) 단계에서 파노라마 이미지에서의 심 영역에 대한 끊김 현상이 가장 작은 실수 프레임을 선택하기 위하여, 아래의 수학식에 따른 $G(t)$, $MSE(t)$, 및 $L(t)$ 를 이용하여 최적의 실수 프레임을 선택하는 것이 더욱 바람직하다.

$$[0017] \quad G(t) = \sum_{\vec{p} \in \omega} \left(W(\vec{p}) \|\nabla I_{pano}(\vec{p}) - \nabla I_0(\vec{p})\|_2^2 + (1 - W(\vec{p})) \|\nabla I_{pano}(\vec{p}) - \nabla I_{1,t}(\vec{p})\|_2^2 \right)$$

$$[0018] \quad MSE(t) = \frac{1}{|\omega|} \sum_{\vec{p} \in \omega} \left(W(\vec{p}) \|\nabla I_{pano}^g(\vec{p}) - \nabla I_0^g(\vec{p})\|_1 + (1 - W(\vec{p})) \|\nabla I_{pano}^g(\vec{p}) - \nabla I_{1,t}^g(\vec{p})\|_1 \right)^2$$

$$[0019] \quad L(t) = \sum_{\vec{p} \in \omega} \left(W(\vec{p}) \|\nabla^2 I_{pano}(\vec{p}) - \nabla^2 I_0(\vec{p})\|_1 + (1 - W(\vec{p})) \|\nabla^2 I_{pano}(\vec{p}) - \nabla^2 I_{1,t}(\vec{p})\|_1 \right)$$

- $W(\vec{p}) \in [0.0, 1.0]$: I_{pano} 의 한 픽셀 $\vec{p}$ 에 $I_0(\vec{p})$ 라는 색을 얼마나 칠해야 하는지 알려주는 마스크
- I_0^g : I_0 의 8비트 그레이 스케일 이미지
- $I_{1,t}^g$: $I_{1,t}$ 의 8비트 그레이 스케일 이미지
- I_{pano}^g : I_{pano} 의 8비트 그레이 스케일 이미지
- $G(t)$: ω 영역에서 I_{pano} 와 I_0 및 $I_{1,t}$ 간의 픽셀 당 기울기(gradient) 차이의 총합
- $MSE(t)$: ω 영역에서 I_{pano}^g 와 I_0^g 및 $I_{1,t}^g$ 간의 평균 제곱 오차
- $PSNR(t)$: ω 영역에서 $MSE(t)$ 로부터 얻은 PSNR(Peak-Signal-to-Noise-Ratio)
- $L(t)$: ω 영역에서 I_{pano} 와 I_0 및 $I_{1,t}$ 간의 픽셀 당 라플라시안(Laplacian)차이의 총합
- $t^* \in [0.0, 1.0]$: 실수 프레임 선택 방법(GLAP1, GLAP2, GLAP3)에 따라 선택된
최적의 실수 프레임 위치

[0020]

[0021] 전술한 특징에 따른 이미지 생성 방법에 있어서, 상기 (e) 단계에서 파노라마 이미지에서의 심 영역에 대한 끊김 현상이 가장 작은 실수 프레임을 선택하기 위하여, 아래의 수학식들 중 하나를 이용하여 구한 값이 가장 작은 실수 프레임을 선택할 수 있다.

$$[0022] \quad t^* = \min_t \frac{G(t) \sqrt{L(t)}}{PSNR(t)}$$

$$[0023] \quad t^* = \min_t \frac{G(t)}{PSNR(t)} + \sqrt{L(t)}$$

$$[0024] \quad t^* = \min_t \frac{\sqrt{L(t)}}{PSNR(t)} + G(t)$$

$$[0025] \quad PSNR(t) = 10 \log \frac{255^2}{MSE(t)} \text{ 임.}$$

[0026] 발명의 효과

본 발명에 따른 파노라마 비디오 생성 방법은 다수 개의 실수 프레임을 생성하고, 생성된 실수 프레임들 중 최적의 실수 프레임을 선택함으로써, 파노라마 비디오 생성 시 발생하는 끊김 현상이나 고스팅 현상을 크게 줄일 수 있다. 이는 단순히 시간적으로 가장 근접한 프레임들의 쌍만을 추정하는 일반적인 동기화 방법보다 우수한 결과를 보인다. 실제, 상용 소프트웨어들은 실수 프레임까지 추정하지 않으며, 무엇보다도 동기화 과정에 제한

사항이 많은 문제점이 있다. 가령, 오디오로 자동 동기화를 하는 경우 마이크에 잡음이 들어가는 것에 예민하게 주의해야 하며, 모션(motion)으로 동기화하는 경우 정확도를 높이기 위해 촬영 전 카메라들을 고정시킨 틀을 빠르게 회전시키기를 권장한다. 또한, 플래시로 동기화를 할 수도 있는데, 이는 카메라 렌즈에 빛이 빠르게 들어오는 상황을 만들어야 한다는 제한점이 있다.

[0027] 따라서, 본 발명은 시간적으로 근접한 프레임들의 쌍을 찾아내어 카메라들을 동기화한다면, 실수 프레임까지 고려하여 그보다 우수한 파노라마 비디오 결과 영상을 만들어 낼 수가 있다. 또한 일반적으로 촬영되는 물체들 중 단색으로만 이루어진 물체는 거의 없으며, 오히려 여러 가지의 색상이 어우러진 물체들이 많다. 만일, 이렇게 색상이 급변하는 부분이 심 영역에 들어오면, 밝기의 변화뿐만 아니라 밝기 변화의 변화까지 고려되어야 보다 안정된 계산을 할 수가 있다. 이러한 측면에서 본 발명은 파노라마 비디오를 생성하기 위해 GLAP((Gradient-Laplacian-PSNR)이라는 방법을 제안한다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 두 개의 카메라로부터 얻은 한 쌍의 입력 프레임을 와핑한 뒤 스티칭하여 파노라마 영상을 생성하는 것을 도시화한 그림이다.

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 파노라마 비디오 생성 방법을 구체적으로 도시한 흐름도이다.

도 3은 종래의 방법에 따라 동기화만을 적용하여 생성한 파노라마 이미지와 부분 확대 모습이며, 도 4는 본 발명에 따른 파노라마 생성 방법에 있어서 GLAP1을 적용하여 생성한 파노라마 이미지와 부분 확대 모습이며, 도 5는 본 발명에 따른 파노라마 생성 방법에 있어서 GLAP2를 적용하여 생성한 파노라마 이미지와 부분 확대 모습이며, 도 6은 본 발명에 따른 파노라마 생성 방법에 있어서 GLAP3을 적용하여 생성한 파노라마 이미지와 부분 확대 모습이다.

도 7 내지 도 9는 본 발명에 따른 GLAP1 내지 GLAP3의 비교 실험 결과를 도시한 것들로서, 도 7은 GLAP1을 적용하여 생성한 파노라마 이미지와 부분 확대 모습이며, 도 8은 GLAP2를 적용하여 생성한 파노라마 이미지와 부분 확대 모습이며, 도 9는 GLAP3을 적용하여 생성한 파노라마 이미지와 부분 확대 모습이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 본 발명에 따른 파노라마 비디오 생성 방법은 동기화된 2개의 카메라로부터 얻은 비디오 프레임의 한 쌍을 추출하고, 대상이 되는 비디오 프레임과 그 바로 다음의 비디오 프레임 사이의 실제 존재하지 않은 다수 개의 실수 프레임들을 생성하며, 다수 개의 실수 프레임들 중 가장 끊김 현상이 적은 최적의 실수 프레임을 선택하여, 기준이 되는 프레임과 선택된 프레임을 와핑한 후 스티칭하여 파노라마 비디오 프레임을 생성하는 것을 특징으로 한다.

[0030] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 파노라마 비디오 생성 방법을 구체적으로 설명한다.

[0031] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 파노라마 비디오 생성 방법을 구체적으로 도시한 흐름도이다. 도 2를 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 파노라마 비디오 생성 방법은, 먼저 동기화된 2개의 카메라, 즉 제1 및 제2 카메라들로부터 한 쌍의 제1 및 제2 비디오 프레임들을 추출한다(단계 200).

[0032] 다음, 상기 제1 비디오 프레임을 와핑하여 기준이 되는 비디오 프레임으로 설정한다(단계 205).

[0033] 다음, 상기 제1 비디오 프레임에 가장 근접한 시간의 제2 비디오 프레임 및 바로 다음 시간의 제2 비디오 프레임으로부터 그 사이에 존재할 수 있는 다수 개의 실수 프레임들을 생성한다(단계 210). 이때, 다수 개의 실수 프레임들을 생성하기 위하여, 상기 제1 비디오 프레임에 가장 근접한 시간의 제2 비디오 프레임과 바로 다음 시간의 제2 비디오 프레임에 대하여 옵티컬 플로우 추정 기법(optical flow estimation)을 이용하여 프레임 보간(frame interpolation)하여 그 사이에 존재하는 다수 개의 실수 프레임(subframe)들을 생성하게 된다. 다만, 두 개의 영상 프레임에 대하여 보간하는 방법은 매우 다양하게 존재하며, 이러한 다양한 프레임 보간 방법들 중 하나를 선택하여 사용할 수 있으며, 이러한 다양한 프레임 보간 방법들은 영상 처리 분야에서 이미 널리 알려진 공지 기술들이므로 본 명세서에서는 이에 대한 구체적인 설명은 생략한다.

[0034] 다음, 제1 및 제2 비디오 프레임들을 비롯하여 다수 개의 실수 프레임들도 와핑한다(단계 220). 이 때 생성된 다수 개의 실수 프레임들을 와핑한 이미지를 $I_{1,t}$ 라 하며, $t \in [0.0, 1.0]$ 값에 따라 실수 프레임의 위치가

결정된다. 따라서, $\Delta t = 0.1$ 로 설정했을 때, $I_{1,0.1}$ 부터 $I_{1,0.9}$ 까지 9장의 와핑된 실수 프레임들을 생성하게 된다.

[0035] 다음, 상기 기준이 되는 와핑된 제1 비디오 프레임(I_0)과 상기 다수 개의 실수 프레임들에 대한 와핑 이미지들($I_{1,t}$, $t \in [0.0, 1.0]$)을 스티칭했을 때, 품질이 가장 좋은 최적의 실수 프레임을 선택한다(단계 230). 최적의 실수 프레임의 위치를 t^* 라고 하면, 와핑된 최적의 실수 프레임은 I_{1,t^*} 이 될 수 있다. 품질이 가장 좋은 실수 프레임(I_{1,t^*})은 파노라마 이미지의 심(seam) 영역에 대한 끊김 현상이 가장 작은 실수 프레임으로 설정할 수 있으며, 필요에 따라 그 외의 다른 방법도 선택될 수 있다. 상기 단계 230에 있어서, 파노라마 이미지에서의 심 영역에 대한 끊김 현상이 가장 작은 실수 프레임을 선택하기 위하여, 각 파노라마 이미지의 심 영역에서의 이미지 밝기, 밝기의 변화량 및 밝기 변화의 변화량을 이용하여 심 영역에 대한 끊김 현상이 가장 작은 실수 프레임을 선택하는 것이 바람직하다.

[0036] 다음, 상기 선택된 실수 프레임을 와핑한 후, 상기 기준이 되는 와핑된 제1 비디오 프레임(I_0)과 와핑된 상기 선택된 실수 프레임을 스티칭(stitching)하여 파노라마 비디오 프레임(I_{pano})을 생성한다(단계 240).

[0037] 이하, 본 발명에 따른 파노라마 비디오 생성 방법에 있어서, 각 파노라마 이미지의 심 영역에서의 이미지 밝기, 밝기의 변화량 및 밝기 변화의 변화량을 이용하여 심 영역에 대한 끊김 현상이 가장 작은 실수 프레임을 선택하는 방법들에 대하여 구체적으로 설명한다. 본 발명에 따른 파노라마 비디오 생성 방법에 있어서, 최적의 실수 프레임을 선택하기 위한 3가지 방법을 제안하는데, 모두 GLAP(Gradient-Laplacian-PSNR)이라는 요소를 갖게 된다. GLAP은 통상적으로 이미지의 밝기, 밝기의 변화 및 밝기의 변화의 변화량까지 고려하게 된다. 스티칭된 결과 파노라마 이미지의 모습의 품질이 우수하려면, 심 영역에서의 끊김 현상이 없어야 한다. 즉, 대체로 심 영역에서의 이미지 밝기, 밝기의 변화 및 밝기의 변화의 변화량이 적을수록 이미지가 자연스럽게 스티칭되었다고 볼 수 있다. 따라서, 본 발명은 라플라시안을 고려하므로 알록달록하거나 일정한 무늬가 반복되는 물체를 스티칭하는 데에 보다 적합하다.

수학식 1

$$G(t) = \sum_{\vec{p} \in \omega} \left(W(\vec{p}) \|\nabla I_{pano}(\vec{p}) - \nabla I_0(\vec{p})\|_2^2 + (1 - W(\vec{p})) \|\nabla I_{pano}(\vec{p}) - \nabla I_{1,t}(\vec{p})\|_2^2 \right)$$

[0038]

수학식 2

$$MSE(t) = \frac{1}{|\omega|} \sum_{\vec{p} \in \omega} \left(W(\vec{p}) \|\nabla I_{pano}^g(\vec{p}) - \nabla I_0^g(\vec{p})\|_1 + (1 - W(\vec{p})) \|\nabla I_{pano}^g(\vec{p}) - \nabla I_{1,t}^g(\vec{p})\|_1 \right)^2$$

[0039]

수학식 3

$$PSNR(t) = 10 \log \frac{255^2}{MSE(t)}$$

[0040]

수학식 4

$$L(t) = \sum_{\vec{p} \in \omega} \left(W(\vec{p}) \|\nabla^2 I_{pano}(\vec{p}) - \nabla^2 I_0(\vec{p})\|_1 + (1 - W(\vec{p})) \|\nabla^2 I_{pano}(\vec{p}) - \nabla^2 I_{1,t}(\vec{p})\|_1 \right)$$

[0041]

[0042] 본 명세서의 수학적 식 1 내지 수학적 식 7에서 사용된 부호는 아래와 같다.

[0043] 본 발명에 따른 최적의 실수 프레임 선택 방법 중 첫 번째 방법(GLAP1)은, 전술한 $G(t)$, $L(t)$, $PSNR(t)$ 를 이용한 것으로서, 아래의 수학적 식 5에 의해 구할 수 있다.

수학적 식 5

$$t^* = \min_t \frac{G(t)\sqrt{L(t)}}{PSNR(t)}$$

[0044]

[0045] 본 발명에 따른 최적의 실수 프레임 선택 방법 중 두 번째 방법(GLAP2)은, 전술한 $G(t)$, $L(t)$, $PSNR(t)$ 를 이용한 것으로서, 아래의 수학적 식 6에 의해 구할 수 있다.

수학적 식 6

$$t^* = \min_t \frac{G(t)}{PSNR(t)} + \sqrt{L(t)}$$

[0046]

[0047] 본 발명에 따른 최적의 실수 프레임 선택 방법 중 세 번째 방법(GLAP3)은, 전술한 $G(t)$, $L(t)$, $PSNR(t)$ 를 이용한 것으로서, 아래의 수학적 식 7에 의해 구할 수 있다.

수학적 식 7

$$t^* = \min_t \frac{\sqrt{L(t)}}{PSNR(t)} + G(t)$$

[0048]

[0049] 도 3은 종래의 방법에 따라 동기화만을 적용하여 생성한 파노라마 이미지와 부분 확대 모습이며, 도 4는 본 발명에 따른 파노라마 생성 방법에 있어서 GLAP1을 적용하여 생성한 파노라마 이미지와 부분 확대 모습이며, 도 5는 본 발명에 따른 파노라마 생성 방법에 있어서 GLAP2를 적용하여 생성한 파노라마 이미지와 부분 확대 모습이며, 도 6은 본 발명에 따른 파노라마 생성 방법에 있어서 GLAP3을 적용하여 생성한 파노라마 이미지와 부분 확대 모습이다.

[0050] 한편, 도 7 내지 도 9는 본 발명에 따른 GLAP1 내지 GLAP3의 비교 실험 결과를 도시한 것들로서, 도 7은 GLAP1을 적용하여 생성한 파노라마 이미지와 부분 확대 모습이며, 도 8은 GLAP2를 적용하여 생성한 파노라마 이미지와 부분 확대 모습이며, 도 9는 GLAP3을 적용하여 생성한 파노라마 이미지와 부분 확대 모습이다.

[0051] < GLAP1 >

[0052] 도 4를 참조하여 본 발명에 따라 GLAP1을 적용한 경우를 살펴보면, 도 4와 도 3의 동기화만 적용한 경우를 비교하면, 본 발명에 따른 GLAP1이 끊김 현상이 현저히 줄어들었음을 알 수 있다. 한편 버스의 창문이 비교적 크기 때문에 라플라시안의 영향이 크지 않으므로, 도 5 및 도 6의 GLAP2 및 GLAP3 방법들과 비교하였을 때 큰 차이를 보이지는 않는다.

[0053] 하지만, 도 7을 참조하면, 도 8 및 도 9의 GLAP2 및 GLAP3 방법들과 비교하여 큰 차이를 보이는데, 이는 벤치부터 계단 부분까지 밝기 차이가 심한 무늬가 반복적으로 나타나고 있기 때문이다. 따라서 다른 방법과 비교하여 라플라시안의 영향을 가장 크게 받고 있는 GLAP1의 끊김 현상이 가장 적다.

[0054] < GLAP2 >

[0055] 도 5를 참조하여 본 발명에 따라 GLAP2를 적용한 경우를 살펴보면, 도 5와 도 3의 동기화만 적용한 경우를 비교하면, 본 발명에 따른 GLAP2가 끊김 현상이 현저히 줄어들었음을 알 수 있다. 한편 도 8을 참조하면, 도 7 및

도 9의 GLAP1 및 GLAP3의 방법들과 비교하여 큰 차이를 보이는데, 다른 GLAP1 및 GLAP3의 방법과 비교하여 GLAP2의 끊김 현상이 두 번째로 가장 적다. 이는 라플라시안의 영향이 GLAP1보다는 적게 받으나, GLAP3보다는 비교적 크게 받기 때문이다.

[0056] < GLAP 3 >

[0057] 도 6을 참조하여 본 발명에 따라 GLAP3을 적용한 경우를 살펴보면, 도 6과 도 3의 동기화만 적용한 경우를 비교하면, 본 발명에 따른 GLAP2가 끊김 현상이 현저히 줄어들었음을 알 수 있다. 한편, 도 9를 참조하면, 도 7 및 도 8의 다른 GLAP1 및 GLAP2의 방법들과 비교하여 큰 차이를 보이는데, 다른 방법과 비교하여 GLAP3의 끊김 현상이 가장 크다. 이는 GLAP3이 라플라시안의 영향을 가장 적게 받기 때문이며, 오히려 기울기의 영향을 더 우선적으로 받기 때문이다. 하지만 GLAP3의 성능이 다른 방법들에 비해 무조건 떨어진다고 말할 수는 없는데, 가령 일정한 무늬가 촘촘히 반복되지 않고 듬성듬성 반복되는 경우, 즉 기울기의 영향이 라플라시안의 영향보다 우선되어야 하는 상황에 적용할 수 있다.

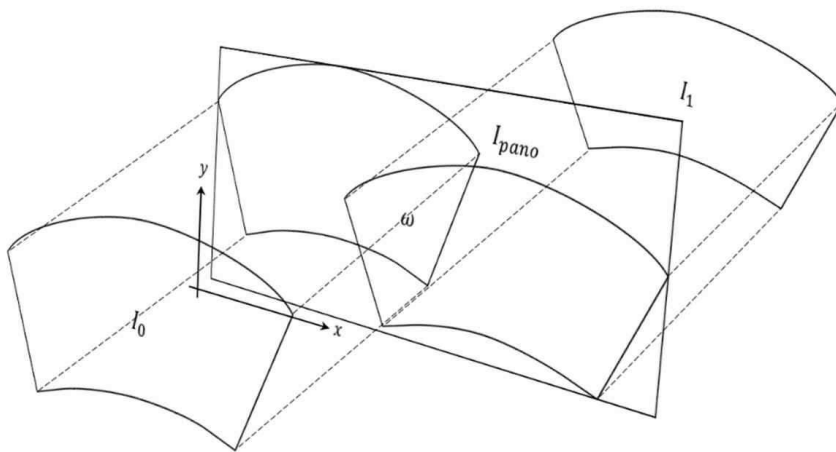
[0058] 이상에서 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예를 중심으로 설명하였으나, 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 그리고, 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

산업상 이용가능성

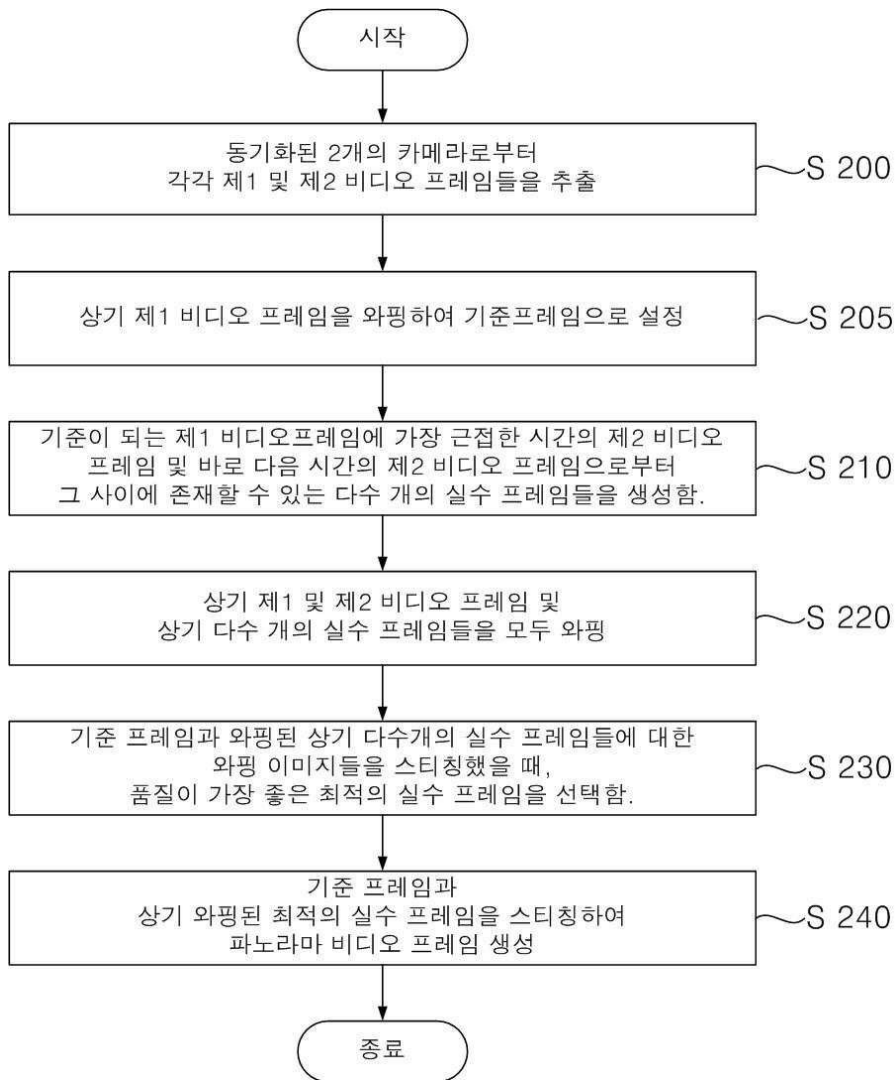
[0059] 본 발명에 따른 파노라마 비디오 생성 방법은 영상 처리 분야에 널리 사용될 수 있다.

도면

도면1



도면2



도면3



도면4



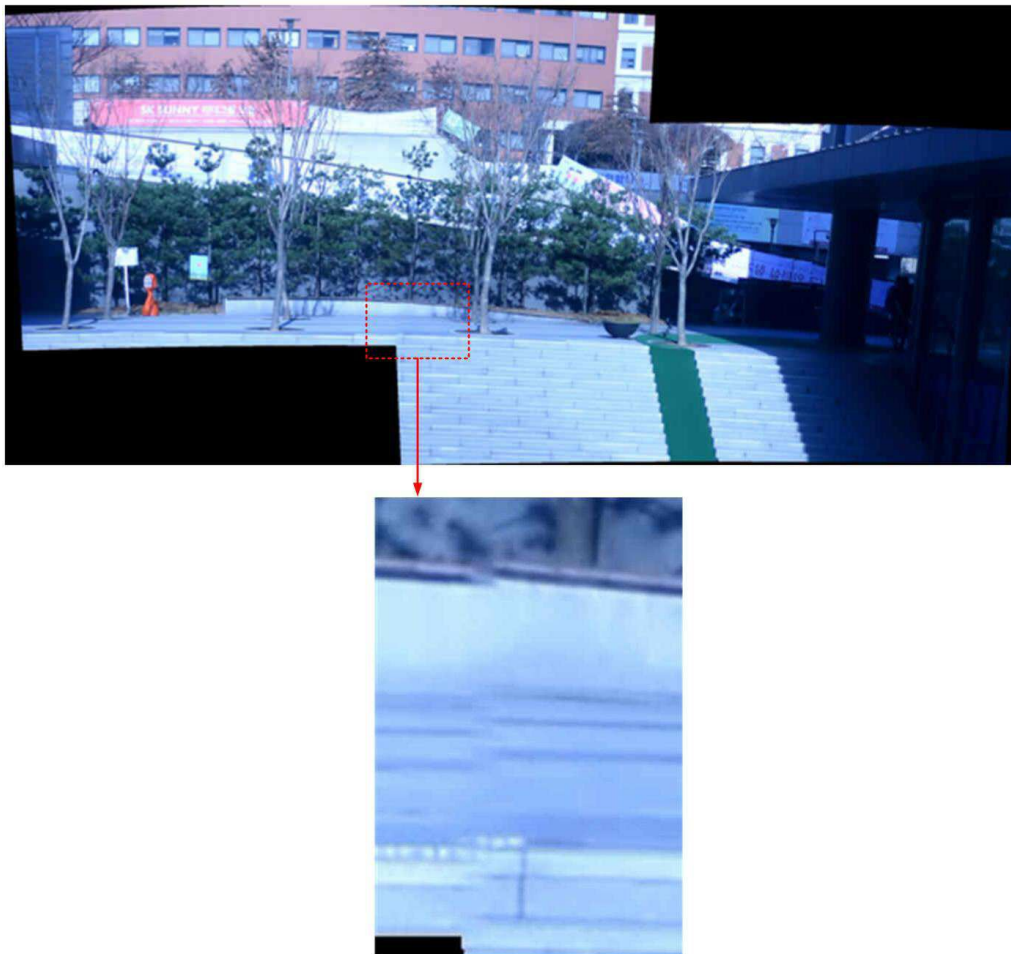
도면5



도면6



도면7



도면8



도면9

