



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0082944
(43) 공개일자 2017년07월17일

- | | |
|--|--|
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
<i>G11B 20/00</i> (2006.01) <i>H04N 21/845</i> (2011.01)
<i>H04N 5/915</i> (2006.01)
(52) CPC특허분류
<i>G11B 20/00007</i> (2013.01)
<i>G11B 20/00181</i> (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0002313
(22) 출원일자 2016년01월07일
심사청구일자 2017년07월12일 | (71) 출원인
에스케이텔레콤 주식회사
서울특별시 중구 을지로 65 (을지로2가)
(72) 발명자
김봉모
서울특별시 중구 을지로 65 SK T-타워
(74) 대리인
이철희 |
|--|--|

전체 청구항 수 : 총 10 항

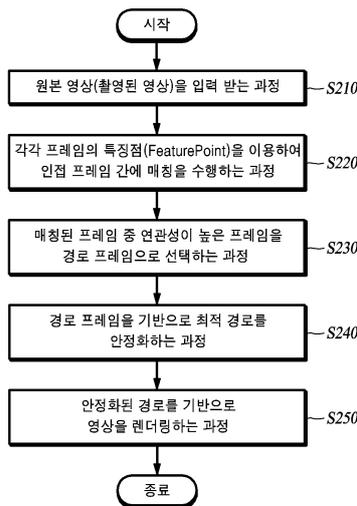
(54) 발명의 명칭 **영상을 배속 재생하는 방법 및 장치**

(57) 요약

영상을 배속 재생하는 방법 및 장치를 개시한다.

고정형 카메라가 아닌 일반적인 촬영 장비에서 별도의 안정화 장비 없이 촬영한 영상을 대상으로 프레임 간의 변화량 분석을 이용하여 다양한 배속으로 부드럽고 안정화된 영상을 재생할 수 있도록 하는 영상을 배속 재생하는 방법 및 장치를 제공한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H04N 21/8455 (2013.01)

H04N 5/915 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

영상 배속 재생 장치의 동작 방법에 있어서,

원본 영상을 입력받는 입력 과정;

상기 원본 영상의 프레임(Frame) 각각에 대한 특징점(Feature Point)을 서로 비교하는 방식으로 매칭(Matching)하여 상관관계 매트릭스(Homography)를 계산하는 프레임 매칭 과정;

상기 상관관계 매트릭스를 기반으로 프레임 간의 연관성을 비교한 비용 매트릭스(Cost Matrix)를 계산하고, 상기 비용 매트릭스를 기반으로 프레임 간의 연관성이 가장 높은 경로 프레임만을 선택하는 프레임 선택 과정; 및

상기 경로 프레임을 기반으로 배속 재생을 위한 영상을 렌더링(Rendering)하는 렌더링 과정

을 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 배속 재생 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 프레임 매칭 과정은,

상기 원본 영상에 포함된 모든 프레임 각각에 대한 특징점을 추출하는 추출 과정;

상기 모든 프레임 각각에 대한 특징점 별로 서술자(Descriptor)를 확인하는 확인 과정; 및

상기 모든 프레임 중 인접 프레임 간에 상기 서술자들을 서로 비교하는 방식으로 매칭하여 프레임 간의 상기 상관관계 매트릭스를 계산하는 과정

을 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 배속 재생 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 상관관계 매트릭스는,

상기 인접 프레임 간의 변화량 파라미터로서, x축 이동량(t_x) 파라미터, y축 이동량(t_y) 파라미터, 회전 각도(Angle)(θ) 파라미터, 크기(Scale) 파라미터, 종횡비(Aspect Ratio) 파라미터, 전단(Shear) 파라미터 및 사영(Perspective) 파라미터 중 적어도 두 개 이상의 파라미터를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 배속 재생 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 상관관계 매트릭스 계산과정은,

상기 인접 프레임 간의 상기 서술자를 비교하는 방식으로 매칭할 때 무작위 샘플 데이터에서 최대 컨센서스(Consensus)를 갖는 모델을 선택하는 알고리즘을 이용하여 오류(Outlier)를 제거하는 과정을 선택적으로 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 배속 재생 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 프레임 선택 과정은,

상기 상관관계 매트릭스 중 최초 프레임의 값을 기준으로 이후 재생 배속의 기 설정된 배수가 되는 프레임까지의 값을 각각 비교하여 최소 변화값을 갖는 제 1 경로 프레임을 선택하는 과정;

상기 상관관계 매트릭스 중 상기 최소 변화값을 갖는 프레임을 기준으로 이후 기 설정된 배수가 되는 프레임까지의 값을 각각 비교하여 다시 최소 변화값을 갖는 제 2 경로 프레임을 선택하는 과정; 및

최소 변화값을 갖는 경로 프레임을 선택하는 과정을 상기 상관관계 매트릭스의 마지막 프레임까지 반복하는 과정

을 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 배속 재생 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 프레임 선택 과정은,

최초 프레임의 상관관계 매트릭스를 기준으로 이후 프레임이 재생 배속의 두 배가 되는 프레임까지의 상관관계 매트릭스를 각각 비교한 변화값들로 프레임 간 연관성을 계산하는 과정;

프레임 별로 사용자가 기 설정한 배속을 만족시키기 위한 배속 만족값을 계산하는 과정; 및

상기 프레임 간 연관성과 상기 사용자가 기 설정한 배속을 만족시키기 위한 값을 조합하여 상기 비용 매트릭스를 계산하고, 상기 비용 매트릭스 중 최소값을 갖는 프레임을 상기 경로 프레임으로 선택하는 과정을 마지막 프레임까지 반복하는 과정

을 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 배속 재생 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 배속 만족값을 계산하는 과정에서 i 번째 프레임 인덱스(i), j 번째 프레임 인덱스(j), 사용자가 설정 배속 재생값(v), 임계치(τ_s)에 근거하여 상기 배속 만족값(C_s)을 계산하며,

상기 반복하는 과정에서 영상 이동량과 겹침 정도에 대한 양(C_m), 배속을 지키는 값에 대한 가중치(λ_s), 상기 배속 만족값(C_s)에 근거하여 상기 비용 매트릭스를 계산하는 것을 특징으로 하는 영상 배속 재생 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 연관성을 계산하는 과정에서,

기준이되는 프레임의 상관관계 매트릭스와 이후 프레임들의 상관관계 매트릭스를 곱하여 상기 프레임 간 연관성을 계산하는 것을 특징으로 하는 영상 배속 재생 방법.

청구항 9

하드웨어와 결합되어

원본 영상을 입력받는 입력 과정;

상기 원본 영상의 프레임 각각에 대한 특징점을 서로 비교하는 방식으로 매칭하여 상관관계 매트릭스를 계산하는 프레임 매칭 과정;

상기 상관관계 매트릭스를 기반으로 프레임 간의 연관성을 비교한 비용 매트릭스를 계산하고, 상기 비용 매트릭스를 기반으로 프레임 간의 연관성이 가장 높은 경로 프레임만을 선택하는 프레임 선택 과정; 및

상기 경로 프레임을 기반으로 배속 재생을 위한 영상을 렌더링하는 렌더링 과정

을 실행시키기 위하여 기록매체에 저장된 컴퓨터프로그램.

청구항 10

원본 영상을 입력받는 입력부;

상기 원본 영상의 프레임 각각에 대한 특징점을 서로 비교하는 방식으로 매칭하여 상관관계 매트릭스를 계산하는 프레임 매칭부;

상기 상관관계 매트릭스를 기반으로 프레임 간의 연관성을 비교한 비용 매트릭스를 계산하고, 상기 비용 매트릭스를 기반으로 프레임 간의 연관성이 가장 높은 경로 프레임만을 선택하는 프레임 선택부; 및

상기 경로 프레임을 기반으로 배속 재생을 위한 영상을 렌더링하는 렌더링부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 배속 재생 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 실시예는 영상을 배속 재생하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이하에 기술되는 내용은 단순히 본 실시예와 관련되는 배경 정보만을 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것이 아니다.

[0003] 일반적으로 ‘타임-랩스’ (Time Lapse)란 인터벌(Interval)을 두고 정지 화상 데이터를 연속적으로 촬영하여 한 개의 동영상 데이터로 기록하는 촬영 방식이다. 예컨대, ‘타임-랩스’ 는 식물의 성장의 과정이나 날씨 변화를 소정의 시간 간격(인터벌)으로 촬영한 후 한 개의 동영상 데이터로 저장하는 촬영 방식이다.

[0004] 최근 들어, 핸드헬드(Handheld) 카메라 또는 고프로 히어로(GoPro HERO)와 같은 ‘스포츠’ / ‘액션’ / ‘생활’ 캠코더, ‘웨어러블 카메라’ 또는 ‘스마트폰’ 등과 같은 일반적인 촬영 장비가 발전함에 따라 일상생활, 극한의 상황, 촬영 불가능한 스포츠 등을 빈번하게 촬영, 저장 및 공유하고 있는 추세이다. 하지만, 일반적인 촬영 장비(‘스포츠’ / ‘액션’ / ‘생활’ 캠코더 또는 ‘스마트폰’)로 촬영한 영상은 나중에 사용자가 시청하기에는 영상이 너무 길거나 복잡하고, 단조로운 문제가 있다.

[0005] 전문적인 문제점을 해결하기 위한 종래기술로는 일반적인 촬영 장비(‘스포츠’ / ‘액션’ / ‘생활’ 캠코더 또는 ‘스마트폰’)로 촬영한 영상을 전문가의 편집이 없이 타임-랩스를 적용하여 기 설정된 배속(예컨대, ‘10 배속’)에 해당하는 프레임만을 샘플링하는 기술이 이용되어 왔다. 다시 말해, 전문가가 촬영하여 편집하지 않은 대다수의 비디오는 그 길이가 길고 보기에 단조롭기 때문에 특정 업체에서 비디오 길이를 줄여주는 타임-랩스 기능을 제공하고 있다.

[0006] 하지만, 단순히 기 설정된 배속에 해당하는 프레임을 샘플링하여 재생(영상 배속 재생)하는 경우, 영상이 흔들려 보이거나 불안정(Shaky)해 보이게 된다. 다시 말해, 타임-랩스는 사용자 지정 배속에 따라 프레임을 스킵(Skip)하게 되는데, 촬영 장비를 안정화하는 전문적인 장비없이 촬영자가 이동하면서 촬영한 영상의 경우, 불안정한 카메라 경로를 갖게 되어 시청하기에 불편한 문제가 있다. 특히, 고정형 카메라가 아닌 이동상황에서 촬영한 영상을 배속 재생하는 경우, 타임-랩스가 적용된 최종 결과물에 해당하는 영상이 크게 흔들릴 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 실시예는 고정형 카메라가 아닌 일반적인 촬영 장비에서 별도의 안정화 장비 없이 촬영한 영상을 대상으로 프레임 간의 변화량 분석을 이용하여 다양한 배속으로 부드럽고 안정화된 영상을 재생할 수 있도록 하는 영상을 배속 재생하는 방법 및 장치를 제공하는 데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 실시예의 일 측면에 의하면, 영상 배속 재생 장치의 동작 방법에 있어서, 원본 영상을 입력받는 입력 과정;

상기 원본 영상의 프레임(Frame) 각각에 대한 특징점(Feature Point)을 서로 비교하는 방식으로 매칭(Matching)하여 상관관계 매트릭스(Homography)를 계산하는 프레임 매칭 과정; 상기 상관관계 매트릭스를 기반으로 프레임 간의 연관성을 비교한 비용 매트릭스(Cost Matrix)를 계산하고, 상기 비용 매트릭스를 기반으로 프레임 간의 연관성이 가장 높은 경로 프레임만을 선택하는 프레임 선택 과정; 및 상기 경로 프레임을 기반으로 배속 재생을 위한 영상을 렌더링(Rendering)하는 렌더링 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 배속 재생 방법을 제공한다.

[0009] 본 실시예의 다른 측면에 의하면, 하드웨어와 결합되어 원본 영상을 입력받는 입력 과정; 상기 원본 영상의 프레임 각각에 대한 특징점을 서로 비교하는 방식으로 매칭하여 상관관계 매트릭스를 계산하는 프레임 매칭 과정; 상기 상관관계 매트릭스를 기반으로 프레임 간의 연관성을 비교한 비용 매트릭스를 계산하고, 상기 비용 매트릭스를 기반으로 프레임 간의 연관성이 가장 높은 경로 프레임만을 선택하는 프레임 선택 과정; 및 상기 경로 프레임을 기반으로 배속 재생을 위한 영상을 렌더링하는 렌더링 과정을 실행시키기 위하여 기록매체에 저장된 컴퓨터프로그램을 제공한다.

[0010] 본 실시예의 다른 측면에 의하면, 원본 영상을 입력받는 입력부; 상기 원본 영상의 프레임 각각에 대한 특징점을 서로 비교하는 방식으로 매칭하여 상관관계 매트릭스를 계산하는 프레임 매칭부; 상기 상관관계 매트릭스를 기반으로 프레임 간의 연관성을 비교한 비용 매트릭스를 계산하고, 상기 비용 매트릭스를 기반으로 프레임 간의 연관성이 가장 높은 경로 프레임만을 선택하는 프레임 선택부; 및 상기 경로 프레임을 기반으로 배속 재생을 위한 영상을 렌더링하는 렌더링부를 포함하는 것을 특징으로 하는 영상 배속 재생 장치를 제공한다.

발명의 효과

[0011] 이상에서 설명한 바와 같이 본 실시예에 의하면, 고정형 카메라가 아닌 일반적인 촬영 장비에서 별도의 안정화 장비 없이 촬영한 영상을 대상으로 프레임 간의 변화량 분석을 이용하여 다양한 배속으로 부드럽고 안정화된 영상을 재생할 수 있도록 하는 효과가 있다.

[0012] 본 실시예에 의하면, 일반적으로 기 설정된 배속에 해당하는 프레임을 샘플링하는 경우, 영상이 흔들려 보이거나 불안정해 보이는 반면, 상관관계 매트릭스를 기반으로 프레임 간의 연관성을 비교한 비용 매트릭스를 계산하여 최적의 카메라 경로가 결정될 수 있도록 하여 데이터 처리 연산량을 줄여서 수행 속도를 높일 수 있는 효과가 있다.

[0013] 본 실시예에 의하면, 모든 프레임에 대해서 비용 매트릭스를 계산하는 것이 아니라, 탐욕적인(Greedy) 방법으로 선택된 경로 프레임에 대해서만 상관관계 매트릭스를 비교하여 비용 매트릭스를 계산하므로 연산량이 감소하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1a 및 도 1b는 본 실시예에 따른 영상 배속 재생 장치를 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.
 도 2는 본 실시예에 따른 영상 배속 재생 과정을 전반적으로 설명하기 위한 순서도이다.
 도 3a 내지 도 3c는 영상 배속 재생에 따른 일반적인 카메라 경로, 안정화된 카메라 경로를 비교 설명하기 위한 도면이다.
 도 4는 본 실시예에 따른 프레임 매칭 과정을 설명하기 위한 순서도이다.
 도 5는 본 실시예에 따른 프레임 선택 과정을 설명하기 위한 순서도이다.
 도 6은 본 실시예에 따른 비용 매트릭스를 설명하기 위한 예시도이다.
 도 7a 내지 도 7b는 정배속 재생시 프레임 선택과 본 실시예에 따른 프레임 선택을 비교 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 본 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
 [0016] 본 실시예에 기재된 ‘배속 재생’은 기본적으로 스피드 업 비디오(Seep Up Video)를 제공할 뿐 아니라, 안정된 카메라 모션(Stable Camera Motion)으로 동작하는 영상을 의미한다. 다시 말해, 본 실시예에 기재된 ‘배속 재

생'은 안정적인 카메라 경로에서 움직이는 빠른 영상(안정적으로 빠르게 재생되는 영상)을 의미한다.

- [0017] 본 실시예에 기재된 '안정적인 영상'이란 전문가가 촬영한 카메라 경로에 부합하는 영상이 출력되는 것을 의미한다. 통상 전문가는 이동하면서 촬영하는 경우에 촬영 보조 기구를 이용하여 영상이 흔들리지 않는 카메라 경로로 촬영한다.
- [0018] 본 실시예에 기재된 '상관관계 매트릭스(Homography)'는 인접 프레임 간의 변화량 파라미터를 포함한 매트릭스를 의미한다. '상관관계 매트릭스'는 x축 이동량(t_x) 파라미터, y축 이동량(t_y) 파라미터, 회전 각도(Angle)(θ) 파라미터, 크기(Scale) 파라미터, 종횡비(Aspect Ratio) 파라미터, 전단(Shear) 파라미터 및 사영(Perspective) 파라미터 중 적어도 두 개 이상의 파라미터를 포함한다. '상관관계 매트릭스'는 3×3 매트릭스일 수 있다. '상관관계 매트릭스'는 한 번만 계산해서 저장하면 다시 계산할 필요가 없다.
- [0019] 본 실시예에 기재된 '비용 매트릭스(Cost Matrix)'는 프레임 간의 상관관계 매트릭스를 비교한 일종의 스칼라 값을 의미한다. '비용 매트릭스'는 사용자가 입력한 배속에 따라 기 저장된 '상관관계 매트릭스'를 이용하여 새롭게 계산된다. '비용 매트릭스'를 계산하는 과정에서 연산 처리 속도를 빠르게 하기 위해 인접 프레임 간의 상관관계 매트릭스에 연쇄법칙(Chain Rule)이 적용될 수 있다.
- [0020] 도 1a 및 도 1b는 본 실시예에 따른 영상 배속 재생 장치를 개략적으로 나타낸 블록 구성도이다.
- [0021] 본 실시예에 따른 영상 배속 재생 장치(100)는 입력부(110), 프레임 매칭부(120), 프레임 선택부(130), 경로 안정화부(140) 및 렌더링부(150)를 포함한다. 영상 배속 재생 장치(100)에 포함된 구성요소는 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0022] 영상 배속 재생 장치(100)에 포함된 각 구성요소는 장치 내부의 소프트웨어적인 모듈 또는 하드웨어적인 모듈을 연결하는 통신 경로에 연결되어 상호 간에 유기적으로 동작할 수 있다. 이러한 구성요소는 하나 이상의 통신 버스, 신호선 또는 무선통신을 이용하여 통신한다.
- [0023] 도 1에 도시된 영상 배속 재생 장치(100)의 각 구성요소는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 소프트웨어적인 모듈, 하드웨어적인 모듈 또는 소프트웨어와 하드웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0024] 본 실시예에 기재된 영상 배속 재생 장치(100)는 기본적으로 스피드 업 비디오를 제공할 뿐 아니라, 안정된 카메라 경로로 영상(안정적으로 빠르게 재생되는 영상)을 출력하는 장치를 의미한다.
- [0025] 영상 배속 재생 장치(100)는 (i) 각종 기기 또는 유무선 네트워크와 통신을 수행하기 위한 통신 모듈 등의 통신 장치, (ii) 각종 프로그램과 데이터를 저장하기 위한 메모리, (iii) 프로그램을 실행하여 연산 및 제어하기 위한 마이크로프로세서 등을 구비하는 다양한 장치이다. 적어도 일 실시예에 따르면, 메모리는 램(Random Access Memory: RAM), 롬(Read Only Memory: ROM), 플래시 메모리, 광 디스크, 자기 디스크, 솔리드 스테이트 디스크(Solid State Disk: SSD) 등의 컴퓨터로 판독 가능한 기록/저장매체일 수 있다. 적어도 일 실시예에 따르면, 마이크로프로세서는 명세서상에 기재된 동작과 기능을 하나 이상 선택적으로 수행하도록 프로그램될 수 있다. 적어도 일 실시예에 따르면, 마이크로프로세서는 전체 또는 부분적으로 특정한 구성의 주문형반도체(Application Specific Integrated Circuit: ASIC) 등의 하드웨어로써 구현될 수 있다. 영상 배속 재생 장치(100)의 구성 요소가 소프트웨어적인 모듈로 구현된 경우, 메모리 내에 저장될 수 있다.
- [0026] 입력부(110)는 원본 영상을 입력받는다.
- [0027] 프레임 매칭부(120)는 원본 영상의 프레임(Frame) 각각에 대한 특징점(Feature Point)을 서로 비교하는 방식으로 매칭(Matching)하여 상관관계 매트릭스(Homography)를 계산한다. 프레임 매칭부(120)는 특징점 추출부(122), 서술자 확인부(124) 및 상관관계 계산부(126)를 포함한다.
- [0028] 특징점 추출부(122)는 원본 영상에 포함된 모든 프레임 각각에 대한 특징점을 추출한다. 서술자 확인부(124)는 모든 프레임 각각에 대한 특징점 별로 서술자(Descriptor)를 확인한다.
- [0029] 상관관계 계산부(126)는 모든 프레임 중 인접 프레임 간에 서술자들을 서로 비교하는 방식으로 매칭하여 프레임 간의 상관관계 매트릭스를 계산한다. 상관관계 매트릭스는 3×3 매트릭스로서, 인접 프레임 간의 변화량 파라미터로서, x축 이동량(t_x) 파라미터, y축 이동량(t_y) 파라미터, 회전 각도(θ) 파라미터, 크기 파라미터, 종횡비 파라미터, 전단 파라미터 및 사영 파라미터 중 적어도 두 개 이상의 파라미터를 포함한다. 상관관계 계산부(126)는 인접 프레임 간의 서술자를 비교하는 방식으로 매칭할 때 무작위 샘플 데이터에서 최대 컨센서스(Consensu)를 갖는 모델을 선택하는 알고리즘을 이용하여 오류(Outlier)를 제거하는 과정을 선택적으로 수행한

다.

- [0030] 프레임 선택부(130)는 상관관계 매트릭스를 기반으로 프레임 간의 연관성을 비교한 비용 매트릭스(Cost Matrix)를 계산하고, 비용 매트릭스를 기반으로 프레임 간의 연관성이 가장 높은 경로 프레임만을 선택한다. 프레임 선택부(130)는 연관성 계산부(132), 가중치 계산부(134) 및 비용 계산부(136)를 포함한다.
- [0031] 연관성 계산부(132)는 첫 번째 프레임의 상관관계 매트릭스를 기준으로 이후 프레임이 재생 배속의 두 배가 되는 프레임까지의 상관관계 매트릭스를 각각 비교한 변화값들로 프레임 간 연관성을 계산한다. 연관성 계산부(132)는 프레임의 상관관계 매트릭스와 이후 프레임들의 상관관계 매트릭스를 곱하여 프레임 간 연관성을 계산한다.
- [0032] 가중치 계산부(134)는 프레임 별로 사용자가 기 설정한 배속을 만족시키기 위한 값을 계산한다. 가중치 계산부(134)는 i 번째 프레임 인덱스(i), j 번째 프레임 인덱스(j), 사용자가 설정 배속 재생값(v), 임계치(τ_s)에 근거하여 사용자가 기 설정한 배속을 만족시키기 위한 배속 만족값(C_s)을 계산한다.
- [0033] 비용 계산부(136)는 프레임 간 연관성과 사용자가 기 설정한 배속을 만족시키기 위한 값을 조합하여 비용 매트릭스를 계산하고, 비용 매트릭스 중 최소값을 갖는 프레임을 경로 프레임으로 선택하는 과정을 마지막 프레임까지 반복 수행한다. 비용 계산부(136)는 영상 이동량과 겹침 정도에 대한 양(C_m), 배속을 지키는 값에 대한 가중치(λ_s), 사용자가 기 설정한 배속을 만족시키기 위한 배속 만족값(C_s)에 근거하여 비용 매트릭스를 계산한다.
- [0034] 경로 안정화부(140)는 프레임 선택부(130)로부터 수신된 경로 프레임을 기반으로 카메라 경로를 최적화 및 안정화한다. 렌더링부(150)는 안정화된 카메라 경로를 기반으로 배속 재생을 위한 영상을 렌더링(Rendering)한다. 렌더링부(150)는 경로 안정화부(140)를 경유하지 않고, 프레임 선택부(130)와 통신하여 경로 프레임을 기반으로 배속 재생을 위한 영상을 렌더링할 수 있다.
- [0035] 도 2는 본 실시예에 따른 영상 배속 재생 과정을 전반적으로 설명하기 위한 순서도이다.
- [0036] 영상 배속 재생 장치(100)는 원본 영상(촬영된 영상)을 입력받는다(S210). 예컨대, 영상 배속 재생 장치(100)는 1초에 30 FPS(Frame Per Second)를 갖는 1분짜리 동영상의 원본 영상(1,800 개의 프레임)을 입력받는다. 단계 S210에서, 원본 영상은 고정형 카메라가 아닌 일반적인 촬영 장비에서 별도의 안정화 장비 없이 촬영한 영상의 의미한다.
- [0037] 영상 배속 재생 장치(100)는 원본 영상에 포함된 프레임(1,800 개의 프레임) 각각의 특징점(Feature Point)을 추출한다. 영상 배속 재생 장치(100)는 각각의 프레임의 특징점을 이용하여 인접 프레임 간에 매칭을 수행한다(S220). 예컨대, 영상 배속 재생 장치(100)는 모든 프레임(1,800 개의 프레임) 중 인접 프레임('1~2번째 프레임', '2~3번째 프레임', '3~4번째 프레임' ... '1,799~1,800번째 프레임') 간의 프레임 매칭을 수행한다. 영상 배속 재생 장치(100)는 인접 프레임('1~2번째 프레임', '2~3번째 프레임', '3~4번째 프레임' ... '1,799~1,800번째 프레임') 간의 상관관계 매트릭스를 계산한다. 인접 프레임 간의 상관관계 매트릭스는 한 번만 계산해 놓으면 다시 계산할 필요가 없다. 단계 S220에서, 영상 배속 재생 장치(100)는 원본 영상의 프레임 각각에 대한 특징점을 서로 비교하는 방식으로 매칭하여 상관관계 매트릭스를 계산한다. 상관관계 매트릭스를 계산하는 구체적인 동작 방법은 이하, 도 4에서 설명하도록 한다.
- [0038] 영상 배속 재생 장치(100)는 매칭된 프레임 중 연관성이 가장 높은 프레임을 경로 프레임으로 선택한다(S230). 단계 S230에서 영상 배속 재생 장치(100)는 상관관계 매트릭스를 기반으로 프레임 간의 연관성을 비교한 비용 매트릭스를 계산한다. 영상 배속 재생 장치(100)는 비용 매트릭스를 이용하여 프레임 간의 연관성이 가장 높은 프레임을 경로 프레임으로 선택한다. 예컨대, 영상 배속 재생 장치(100)는 배속 재생이 16배속으로 설정된 경우, 1번째 프레임(기준 프레임)과 2~32번째 프레임(배속 \times 2)을 비교하여 1번째 프레임(기준 프레임)과 연관성이 가장 높은 프레임을 경로 프레임으로 선택한다.
- [0039] 영상 배속 재생 장치(100)는 1번째 프레임(기준 프레임)과 2~32번째 프레임(배속 \times 2)의 연관성을 확인하기 위해 비용 매트릭스를 계산한다. 예컨대, 배속 재생이 16배속으로 설정된 경우, 영상 배속 재생 장치(100)는 1번째 프레임(기준 프레임)과 2~32번째 프레임(배속의 2배)까지를 비교하는 비용 매트릭스를 계산한다.
- [0040] 먼저, 영상 배속 재생 장치(100)는 '1번째 프레임' 과 '2번째 프레임' 의 변화량을 확인하고, '1번째 프레임' 과 '3번째 프레임' 의 변화량을 확인하고, '1번째 프레임' 과 '4번째 프레임' 의 변화량을 확인하고, ... '1번째 프레임' 과 '32번째 프레임' 의 변화량을 확인한다. 이후, 영상 배속 재생 장치(100)는 변화량 중 최

소값을 갖는 프레임이 '1번째 프레임' 과 연관성이 가장 높은 경로 프레임으로 선택한다. 비용 매트릭스를 계산하는 구체적인 방법은 이하, 도 5에서 설명하도록 한다.

- [0041] 영상 배속 재생 장치(100)는 단계 S220에서 인접 프레임 간의 상관관계 매트릭스를 모두 계산해 놓기 때문에, 단계 S230에서는 사용자가 선택한 배속에 따른 비용 매트릭스만을 계산하여 배속에 따라 연관성이 높은 프레임으로 이루어진 최적 경로를 쉽게 확인할 수 있다.
- [0042] 영상 배속 재생 장치(100)는 연산 처리 속도를 빠르게 하기 위해 인접 프레임 간의 상관관계 매트릭스에 연쇄법칙을 적용할 수 있다. 예컨대, 영상 배속 재생 장치(100)는 '1번째 프레임' 과 '10번째 프레임' 이 얼마나 차이가 나는지 확인하고자 하는 경우, '1~2번째 프레임의 상관관계 매트릭스' , '2~3번째 프레임의 상관관계 매트릭스' , '3~4번째 프레임의 상관관계 매트릭스' ... '9~10번째 프레임의 상관관계 매트릭스' 를 모두 곱하는 '연쇄법칙' 을 적용하여 '1번째 프레임' 과 '10번째 프레임' 의 차이를 빠르게 계산할 수 있다.
- [0043] 인접 프레임 간의 상관관계 매트릭스는 한 번만 계산해 놓으면 다시 계산할 필요가 없기 때문에, 사용자가 설정하는 배속에 따라서 비용 매트릭스만을 다시 계산하여 사용자가 배속을 조절할 때마다 빠르게 연산 처리를 수행할 수 있다.
- [0044] 영상 배속 재생 장치(100)는 기본 프레임 및 경로 프레임을 기반으로 계산된 최적 경로를 안정화한다(S240).
- [0045] 영상 배속 재생 장치(100)는 안정화된 경로를 기반으로 영상을 렌더링한다(S250). 단계 S250에서 영상 배속 재생 장치(100)는 단계 S240을 경유하지 않고 경로 프레임을 기반으로 배속 재생을 위한 영상을 렌더링할 수 있다.
- [0046] 도 2에서는 단계 S210 내지 단계 S250을 순차적으로 실행하는 것으로 기재하고 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 다시 말해, 도 2에 기재된 단계를 변경하여 실행하거나 하나 이상의 단계를 병렬적으로 실행하는 것으로 적용 가능할 것이므로, 도 2는 시계열적인 순서로 한정되는 것은 아니다.
- [0047] 전문한 바와 같이 도 2에 기재된 본 실시예에 따른 영상 배속 재생의 전반적인 동작 과정은 프로그램으로 구현되고 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록될 수 있다. 본 실시예에 따른 영상 배속 재생의 전반적인 동작 과정을 구현하기 위한 프로그램이 기록되고 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다.
- [0048] 도 3a 내지 도 3c는 영상 배속 재생에 따른 일반적인 카메라 경로, 안정화된 카메라 경로를 비교 설명하기 위한 도면이다.
- [0049] 도 3a는 일반적인 촬영 방식으로 영상을 촬영한 경우의 카메라 경로를 나타낸 도면이다. 핸드헬드 카메라 또는 고프로 히어로와 같은 촬영 장비로 일상생활, 극한의 상황, 촬영이 불가능한 스포츠 등을 촬영하고, 촬영된 영상을 재생하는 경우, 영상이 너무 길거나 복잡하고, 단조로운 문제가 있다. 다시 말해, 전문적인 보조 장비 없이 일반적인 촬영 장비로 촬영한 영상은 전문가의 편집이 없기 때문에, 도 3a에 도시된 바와 같이, 불안한(Shaky) 카메라 경로를 갖게 된다.
- [0050] 도 3b는 일반적인 촬영 방식으로 촬영한 카메라 경로를 하나의 부드러운 카메라 경로(Smooth Camera Path)로 나타낸 도면이다. 일반적으로 도 3a에 도시된 바와 같은 불안정한 카메라 경로를 안정화하는 경우, 도 3b에 도시된 바와 같이, 부드러운 카메라 경로가 생성된다.
- [0051] 도 3c는 불안한(shaky) 경로가 안정화(Stabilized) 경도를 갖도록 변화된 예시를 나타낸 도면이다. 본 실시예에 기재된 영상 배속 재생 장치(100)는 단순히 기 설정된 배속에 해당하는 프레임을 샘플링하여 재생(영상 배속 재생)하는 것이 아니라, 원본 영상의 프레임 각각에 대한 특징점을 서로 비교하는 방식으로 매칭하여 상관관계 매트릭스를 계산하고, 상관관계 매트릭스를 기반으로 프레임 간의 연관성을 비교한 비용 매트릭스를 계산한 후 비용 매트릭스를 기반으로 프레임 간에 연관성이 가장 높은 경로 프레임만을 선택하기 때문에, 도 3c에 도시된 바와 같이, 부드러운 카메라 경로로 변경된다. 예컨대, 일반적으로 영상에 비디오 안정화를 수행한 후 타임 랩스(예컨대, 10 배속)를 수행하거나 영상을 빠르게 기 설정된 배속으로 재생한 후 영상 안정화를 수행할 수 있으나, 모두 불안정한 카메라 경로가 크게 안정화되지는 않는다. 하지만, 본 실시예에서는 단순히 사용자가 입력한 정배속에 해당하는 프레임만을 샘플링하는 것이 아니라 계산된 상관관계 매트릭스를 이용해 비용 매트릭스를 계산한 후 사용자가 설정한 재생 배속과 프레임간 정합도를 고려하여 가변적인 간격으로 프레임 선택하므로, 불안정한 카메라 경로가 크게 안정화된다. 본 실시예의 경우, 영상 배속 재생 장치(100)가 불안정한 카메라 경로를 안정화시키기 위해 별도의 캘리브레이션(Calibration)을 수행하거나 카메라의 포컬 렉스(Focal Length) 등

을 확인할 필요가 없다.

- [0052] 도 4는 본 실시예에 따른 프레임 매칭 과정을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0053] 영상 배속 재생 장치(100)는 원본 영상에 포함된 모든 프레임(1,800 개의 프레임) 각각에 대한 특징점을 추출한다(S410). 예컨대, 단계 S410에서, 영상 배속 재생 장치(100)는 1번째 프레임에서 ‘500개’의 특징점을 추출할 수 있고, 2번째 프레임에서 ‘495개’의 특징점을 추출할 수 있고, 3번째 프레임에서 ‘497개’의 특징점을 추출할 수 있고, 1,800 번째 프레임에서 ‘490개’의 특징점을 추출할 수 있다.
- [0054] 영상 배속 재생 장치(100)는 모든 프레임 각각에 대한 특징점 별로 서술자(Descriptor)를 확인한다(S420). 서술자는 해당 특징점에 대한 일종의 속성 정보 또는 특징 정보(Uniqueness)를 포함한다. 예컨대, 단계 S420에서, 영상 배속 재생 장치(100)는 1번째 프레임에서 추출한 ‘500개’의 특징점에 대한 ‘500개’의 서술자를 확인하고, 2번째 프레임에서 추출한 ‘495개’의 특징점에 대한 ‘495개’의 서술자를 확인하고, 3번째 프레임에서 추출한 ‘497개’의 특징점에 대한 ‘497개’의 서술자를 확인하고, ... 1,800 번째 프레임에서 추출한 ‘490개’의 특징점에 대한 ‘490개’의 서술자를 확인한다.
- [0055] 영상 배속 재생 장치(100)는 모든 프레임 중 인접 프레임 간에 서술자들을 서로 비교하는 방식으로 매칭하여 인접 프레임 간의 상관관계 매트릭스를 계산한다(S430). 예컨대, 단계 S430에서, 영상 배속 재생 장치(100)는 인접 프레임인 ‘1~2번째 프레임’, ‘2~3번째 프레임’, ‘3~4번째 프레임’ ... ‘1,799~1,800번째 프레임’ 간의 서술자 비교하는 방식으로 매칭하여 각 프레임에 대한 상관관계 매트릭스를 계산한 후 저장한다. 영상 배속 재생 장치(100)는 ‘1,800 개의 프레임’에 대해 단계 S430을 수행한 결과로 ‘1,799 개’의 상관관계 매트릭스를 계산하여 저장한다.
- [0056] 단계 S430에서, 영상 배속 재생 장치(100)는 인접 프레임 간의 서술자를 비교하는 방식으로 매칭할 때 무작위 샘플 데이터에서 최대 컨센서스(Consensu)를 갖는 모델을 선택하는 알고리즘(RANSAC(RANdom SAmple Consensu) 알고리즘)을 이용하여 오류(Outlier)를 제거하는 과정을 선택적으로 수행한다.
- [0057] 상관관계 매트릭스는 3×3 매트릭스로서, 3×3 매트릭스에서 1개를 제외한 최대 8개의 변화값 파라미터를 포함한다. 상관관계 매트릭스는 3×3 매트릭스로서, 인접 프레임 간의 변화량 파라미터로서, x축 이동량(t_x) 파라미터, y축 이동량(t_y) 파라미터, 회전 각도(θ) 파라미터, 크기 파라미터, 중횡비 파라미터, 전단 파라미터 및 사영 파라미터 중 적어도 두 개 이상의 파라미터를 포함한다.
- [0058] 이하, 상관관계 매트릭스(H(t))에 대해 설명한다.
- [0059] 상관관계 매트릭스(H(t))가 2 DOF(Degree Of Freedom)를 포함하는 변환 모션 모델(Translation Motion Model)로 이루어진 경우, x축 이동량(t_x) 파라미터, y축 이동량(t_y) 파라미터를 포함한다.

[0060]

$$H(t) = \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} & H_{13} \\ H_{21} & H_{22} & H_{23} \\ H_{31} & H_{32} & H_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- [0061] 상관관계 매트릭스(H(t))가 3 DOF를 포함하는 유클리디안 모션 모델(Euclidean Motion Model)로 이루어진 경우, x축 이동량(t_x) 파라미터, y축 이동량(t_y) 파라미터, 회전 각도(θ) 파라미터를 포함한다.

[0062]

$$H(t) = \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} & H_{13} \\ H_{21} & H_{22} & H_{23} \\ H_{31} & H_{32} & H_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & t_x \\ \sin \theta & \cos \theta & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

[0063] 상관관계 매트릭스(H(t))가 4 DOF를 포함하는 유사성 모션 모델(Similarity Motion Model)로 이루어진 경우, x축 이동량(t_x) 파라미터, y축 이동량(t_y) 파라미터, 회전 각도(θ) 파라미터, 크기 파라미터를 포함한다.

$$H(t) = \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} & H_{13} \\ H_{21} & H_{22} & H_{23} \\ H_{31} & H_{32} & H_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s & 0 & 0 \\ 0 & s & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & t_x \\ \sin \theta & \cos \theta & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

[0064]

[0065] 상관관계 매트릭스(H(t))가 6 DOF를 포함하는 어파인 모션 모델(Affine Motion Model)로 이루어진 경우, x축 이동량(t_x) 파라미터, y축 이동량(t_y) 파라미터, 회전 각도(θ) 파라미터, 크기 파라미터, 종횡비 파라미터, 전단 파라미터를 포함한다. 어파인 모션 모델의 경우 평행선이 보존된다.

$$H(t) = \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} & H_{13} \\ H_{21} & H_{22} & H_{23} \\ H_{31} & H_{32} & H_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

[0066]

[0067] 상관관계 매트릭스(H(t))가 8 DOF를 포함하는 사영 모션 모델(Perspective Motion Model)로 이루어진 경우, x축 이동량(t_x) 파라미터, y축 이동량(t_y) 파라미터, 회전 각도(θ) 파라미터, 크기 파라미터, 종횡비 파라미터, 전단 파라미터, 사영 파라미터를 포함한다. 사영 모션 모델의 경우 평행선이 보존되지 않는다.

$$H(t) = \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} & H_{13} \\ H_{21} & H_{22} & H_{23} \\ H_{31} & H_{32} & H_{33} \end{bmatrix} = w \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & 1 \end{bmatrix}$$

[0068]

[0069] 도 4에서는 단계 S410 내지 단계 S430을 순차적으로 실행하는 것으로 기재하고 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 다시 말해, 도 4에 기재된 단계를 변경하여 실행하거나 하나 이상의 단계를 병렬적으로 실행하는 것으로 적용 가능할 것이므로, 도 4는 시계열적인 순서로 한정되는 것은 아니다.

[0070] 전술한 바와 같이 도 4에 기재된 본 실시예에 따른 프레임 매칭 과정은 프로그램으로 구현되고 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록될 수 있다. 본 실시예에 따른 프레임 매칭 과정을 구현하기 위한 프로그램이 기록되고 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다.

[0071] 도 5는 본 실시예에 따른 프레임 선택 과정을 설명하기 위한 순서도이다.

[0072] 영상 배속 재생 장치(100)는 상관관계 매트릭스를 기반으로 프레임 간의 상관관계 매트릭스를 이용하여 프레임 간의 연관성(C_m)을 계산한다(S510). 단계 S510에서, 영상 배속 재생 장치(100)는 프레임 간의 상관관계 매트릭스를 기준으로 첫 번째 프레임과 이후 프레임에서 최대 재생 배속의 두 배가 되는 프레임까지의 상관관계 매트릭스를 비교한 변화값들로 프레임 간의 연관성(C_m)을 계산한다. 일반적으로 최대 재생 배속은 16 또는 32의 값을 가진다.

[0073] 프레임 간의 연관성(관계)을 찾는 과정으로서, 영상 배속 재생 장치(100)가 16배속으로 영상 재생 시 '1번째 프레임' 과 '2~32번째 프레임' 을 비교하여 프레임 간의 연관성을 계산한다.

[0074] 일반적인 방식으로 '1번째 프레임' 과 '10번째 프레임' 의 연관성을 확인하기 위해서는 '1번째 프레임' 에서

추출한 '500개'의 특징점과 서술자 조합을 '10번째 프레임'에서 추출한 모든 특징점과 서술자 조합을 비교하는 방식으로 매칭하여 매트릭스를 계산해야 한다.

[0075] 하지만, 본 실시예에서는 단계 S430을 수행하여 미리 계산한 '1,799개'의 상관관계 매트릭스를 이용하여 빠르게 사용자가 입력한 배속에 해당하는 비용 매트릭스를 계산할 수 있다.

[0076] 단계 S510에서 영상 배속 재생 장치(100)는 연산 처리 속도를 빠르게 하기 위해 인접 프레임 간의 상관관계 매트릭스에 연쇄 법칙을 적용할 수 있다. 예컨대, 영상 배속 재생 장치(100)는 '1번째 프레임'과 '10번째 프레임'이 얼마나 차이가 나는지 확인하고자 하는 경우, '1~2번째 프레임의 상관관계 매트릭스', '2~3번째 프레임의 상관관계 매트릭스', '3~4번째 프레임의 상관관계 매트릭스' ... '9~10번째 프레임의 상관관계 매트릭스'를 모두 곱하는 연쇄 법칙을 적용하여 '1번째 프레임'과 '10번째 프레임'의 차이를 빠르게 계산할 수 있다. 인접 프레임 간의 상관관계 매트릭스는 한 번만 계산해 놓으면 다시 계산할 필요가 없기 때문에, 사용자가 설정하는 배속에 따라서 비용 매트릭스만을 다시 계산하여 사용자가 배속을 조절할 때마다 빠르게 연산 처리를 수행할 수 있다.

[0077] 일반적인 프레임 비교 방식으로 계산하는 경우 '1~2번째 프레임'을 비교하는 방식으로 매칭하여 상관관계 매트릭스 계산하고, '1~3번째 프레임'을 비교하는 방식으로 매칭하여 상관관계 매트릭스 계산하는 방식으로 계산할 수 있다. 전술한 방식으로 상관관계 매트릭스를 계산하는 경우 연산량이 많아지게 되므로, 본 실시예와 같은 '1,799개'의 상관관계 매트릭스를 계산하는 것이 아니라 '57,568개'의 상관관계 매트릭스를 계산해야 한다. 영상 배속 재생 장치(100)는 첫 번째 프레임의 상관관계 매트릭스와 이후 프레임의 상관관계 매트릭스를 곱하여 프레임 각각의 비용 매트릭스를 계산할 수 있다.

[0078] 단계 S510에서 영상 배속 재생 장치(100)에서 프레임 간의 연관성(C_m)을 계산하는 방법은 [수학식 1]과 같다.

수학식 1

$$C_r(i, j) = \|T(i, j)(1, 1)^T\|$$

$$C_o(i, j) = \|(x_0, y_0)^2 - T(i, j)(x_0, y_0)^T\|_2$$

$$C_m(i, j) = \begin{cases} C_o(i, j) & C_r(i, j) < \tau_c \\ \Gamma & C_r(i, j) \geq \tau_c \end{cases}$$

[0079]

[0080] C_r : i번째 프레임과 j번째 프레임 사이의 영상 이동량, T : i번째 프레임과 j번째 프레임 사이의 상관관계 함수, i : i번째 프레임 인덱스(Index), j : j번째 프레임 인덱스, C_o : i번째 프레임과 j번째 프레임 사이의 영상 겹침 정도에 대한 양, x_0 : 영상의 중심 x 좌표값, y_0 : 영상의 중심 y 좌표값, C_m : 프레임 간의 연관성으로서, 영상 이동량과 겹침 정도에 대한 양으로 전체 이동 수준을 결정하는 값, Γ : 최대 임계치. 예컨대, $C_r(i, j)$ 값이 τ_c 보다 큰 경우 최대값으로 Γ 의 값을 사용한다. τ_c : 임계치(Threshold)

[0081] 일반적으로 프레임 간의 연관성이 높은 프레임을 계산 방식은 2D 기하학적인 재투영 에러(Geometric Reprojection Error)의 평균값을 사용하기 위해 모든 특징점들에 대한 연산을 수행해야 하며, 빠른 연산을 위한 연쇄법칙을 적용하지 못한다. 본 실시예에 따른 영상 배속 재생 장치(100)는 모션 매트릭스(Motion Matrix)의 기하학적인 dx, dy 매그니튜드(Magnitude)를 특징값으로 사용하기 때문에, '연쇄법칙'에 의해 빠른 연산이 가능하다.

[0082] 영상 배속 재생 장치(100)는 프레임 별로 사용자가 기 설정한 배속을 만족시키기 위한 배속 만족값(C_s)을 계산한다(S520). 단계 S520에서, 영상 배속 재생 장치(100)는 i번째 프레임 인덱스(i), j번째 프레임 인덱스(j), 사용자가 기 설정한 배속 재생값(v), 임계치(τ_s)에 근거하여 사용자가 기 설정한 배속을 만족시키기 위한 배속 만족값(C_s)을 계산한다. 보다 구체적으로 영상 배속 재생 장치(100)는 [수학식 2]를 이용하여 사용자가 기 설정한

배속을 만족시키기 위한 배속 만족값(C_s)을 계산한다.

[0083] 단계 S520에서 영상 배속 재생 장치(100)는 16배속으로 영상을 재생하는 경우, 16배속을 만족시키기 위한 배속 만족값(C_s)을 계산한다. 예컨대, 프레임 간 스킵 정도에 있어서 유사도 만을 고려 해버리면 사용자가 원하는 배속을 만족 시키기 어렵기 때문에 [수학식 2]를 이용하여 계산한다. 영상 배속 재생 장치(100)가 계산하는 비용 매트릭스의 종합 비용 함수는 [수학식 2]와 같다.

수학식 2

$$C(i, j, v) = C_m(i, j) + \lambda_s C_s(i, j, v)$$

$$C_s(i, j, v) = \min(\| (j - i) - v \|_2^2, \tau_s)$$

[0084]

[0085] i : i 번째 프레임 인덱스, j : j 번째 프레임 인덱스, v : 사용자가 설정 배속 재생값. 예컨대, 2, 4, 8, 16 등의 값이 입력된다. C_m : 영상 이동량과 겹침 정도에 대한 양으로 i 번째 영상과 j 번째 영상 간의 전체 이동 수준을 결정하는 값, λ_s : 배속을 지키는 값에 대한 가중치로서, 0.0 ~ 1.0 사이의 값을 주로 사용한다. C_s : 사용자가 기 설정한 배속을 만족시키기 위한 배속 보정값. 예컨대, 사용자의 희망 배속이 8인 경우, C_s 값은 i 와 j 의 차이가 8일 때 가장 작은 값이 된다. C_s 값이 필요한 이유는 영상 간의 일치도가 가장 인접한 프레임일수록 가장 높은 확률을 갖는데, 가장 인접한 프레임만 선택을 하게 되면 사용자가 원하는 배속을 만족할 수 없기 때문이다. $C(i, j, v)$: 최종적으로 비용 매트릭스에서 사용하는 값. $C(i, j, v)$ 값은 영상의 일치도와 프레임 점프(스킵) 수준을 포함하는 값이다. $C(i, j, v)$ 값은 추후 최적화 경로 계산을 할 때, $C(i, j, v)$ 값을 최소가 되도록 하는 i, j 값을 찾아내는 방식으로 이용된다. τ_s : 임계치(Threshold)로서, 프레임 재생 배속의 가중치 값이 너무 커지면 프레임 결정을 하는데 영향을 미치기 때문에 기 설정한 상한값이다. τ_s 는 일반적으로 200의 값을 사용할 수 있으나, 구체적인 수치는 설정에 따라 변경될 수 있다.

[0086] 영상 배속 재생 장치(100)는 단계 S510에서 계산한 프레임 간의 연관성(C_m)과 단계 S520에서 계산한 배속 만족값(C_s)을 조합하여 비용 매트릭스를 계산한다. 영상 배속 재생 장치(100)는 비용 매트릭스 중 최소값을 갖는 프레임을 경로 프레임으로 선택하는 과정을 마지막 프레임까지 반복하여 경로 프레임만으로 이루어진 최적 경로를 계산한다(S530). 단계 S530에서 영상 배속 재생 장치(100)는 단계 S510에서 계산한 프레임 간의 연관성(C_m), 단계 S520에서 계산한 배속 만족값(C_s)을 조합하여 비용 매트릭스를 계산한다. 보다 구체적으로 영상 배속 재생 장치(100)는 [수학식 2]를 이용하여 비용 매트릭스($C_{(i,j,v)}$)를 계산한다.

[0087] 영상 배속 재생 장치(100)는 단계 S530에서 계산된 비용 매트릭스 중 최소값을 갖는 프레임을 경로 프레임으로 선택한다. 영상 배속 재생 장치(100)는 경로 프레임만으로 최적 경로를 계산한다. 예컨대, 영상 배속 재생 장치(100)는 배속 재생이 16배속으로 설정된 경우, 영상 배속 재생 장치(100)는 1번째 프레임과 2~32번째 프레임(배속의 2배)까지를 비교하는 프레임 간 연관성(C_m)을 계산한다.

[0088] 먼저, 영상 배속 재생 장치(100)는 ‘1번째 프레임’ 과 ‘2번째 프레임’ 의 변화량을 확인하고, ‘1번째 프레임’ 과 ‘3번째 프레임’ 의 변화량을 확인하고, ‘1번째 프레임’ 과 ‘4번째 프레임’ 의 변화량을 확인하고, ... ‘1번째 프레임’ 과 ‘32번째 프레임’ 의 변화량을 확인한다.

[0089] 영상 배속 재생 장치(100)는 프레임 별로 사용자가 기 설정한 배속을 만족시키기 위한 배속 만족값(C_s)을 계산한다. 이후, 영상 배속 재생 장치(100)는 1번째 프레임과 2~32번째 프레임(배속의 2배)까지를 비교하는 프레임 간 연관성(C_m), 배속을 지키는 값에 대한 가중치(λ_s), 사용자가 기 설정한 배속을 만족시키기 위한 배속 만족값(C_s)에 근거하여 비용 매트릭스를 계산한다.

[0090] 영상 배속 재생 장치(100)는 1번째 프레임과 2~32번째 프레임까지를 비교한 비용 매트릭스에서 최소값을 갖는

프레임이 ‘1번째 프레임’ 과 연관성이 가장 높은 경로 프레임으로 선택한다.

[0091] 영상 배속 재생 장치(100)는 단계 530에서 계산한 최적 경로를 프로그래밍(Greedy Programming)한다. 프로그래밍 예시는 다음과 같다.

```

Input : v
Initialization:
p = <>
  for i = 1 to g do
    for j = i + 1 to i + w do
       $D_v(i, j) = C_m(i, j) + \lambda_s C_s(i, j, v)$ 
    end for
  end for
k = argmini=1, j=i+1g, i+w Dv(i, j)
p = append(p, k)

Greedy: trace min cost path
  for i = k to T do
    for j = i + 1 to i + w do
       $D_v(i, j) = C_m(i, j) + \lambda_s C_s(i, j, v)$ 
    end for
    s = argminj=i+1i+w Dv(i, j)
    p = append(p, s)
    i = s
  end for

Return p

```

[0092]

[0093] 영상 배속 재생 장치(100)는 [수학식 2]를 이용하여 계산한 비용 매트릭스를 를 기반으로 최적화 경로 계산을 진행한다.

[0094] 영상 배속 재생 장치(100)는 DTW(Dynamic Time Warping) 방식과는 다르게 탐욕적(Greedy) 방식으로 최적화 경로를 찾아낸다. 탐욕적인 알고리즘의 특성상 완벽한 최적화 값을 계산할 수는 없지만 최적화에 가까운 값을 높은 확률로 효과적으로 찾아낼 수 있다.

[0095] 도 5에서는 단계 S510 내지 단계 S530을 순차적으로 실행하는 것으로 기재하고 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 다시 말해, 도 5에 기재된 단계를 변경하여 실행하거나 하나 이상의 단계를 병렬적으로 실행하는 것으로 적용 가능할 것이므로, 도 5는 시계열적인 순서로 한정되는 것은 아니다.

[0096] 전술한 바와 같이 도 5에 기재된 본 실시예에 따른 프레임 선택 과정은 프로그램으로 구현되고 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록될 수 있다. 본 실시예에 따른 프레임 선택 과정을 구현하기 위한 프로그램이 기록되고 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다.

[0097] 도 6은 본 실시예에 따른 비용 매트릭스를 설명하기 위한 예시도이다.

[0098] 영상 배속 재생 장치(100)는 입력된 원본 영상에서 모든 프레임의 모션 정보를 계산한다. 일반적인 모션 정보 계산 방법은 HARRIS + BRIEF 방식에 RANSAC 알고리즘을 이용하여 모션 정보를 계산하는 방식이나, 본 실시예에서는 ORB(Oriented FAST and Rotuted BRIEF) + ORB 방식에 RANSAC 알고리즘을 이용하여 모션 정보를 계산하는 방식이다.

- [0099] 영상 배속 재생 장치(100)는 계산한 모션 정보를 기반으로 비용 매트릭스를 계산한다. 영상 배속 재생 장치(100)는 비용 매트릭스 계산에 있어서 기존의 동적 프로그래밍(Dynamic programming) 방식이 아닌 탐욕적인(Greedy) 방식으로 필요한 프레임에 대해서만 계산을 수행한다. 영상 배속 재생 장치(100)는 획득한 경로 정보를 기반으로 안정화된 결과 영상을 생성한다.
- [0100] 영상 배속 재생 장치(100)는 1초에 30 FPS(Frame Per Second)를 갖는 1분짜리 동영상의 원본 영상(1,800 개의 프레임)을 입력받는다. 영상 배속 재생 장치(100)는 원본 영상에 포함된 모든 프레임(1,800 개의 프레임) 각각에 대한 특징점을 추출한다. 영상 배속 재생 장치(100)는 예컨대, 1번째 프레임에서 '500개'의 특징점을 추출할 수 있고, 2번째 프레임에서 '495개'의 특징점을 추출할 수 있고, 3번째 프레임에서 '497개'의 특징점을 추출할 수 있고, ... 1,800 번째 프레임에서 '490개'의 특징점을 추출할 수 있다.
- [0101] 영상 배속 재생 장치(100)는 모든 프레임 각각에 대한 특징점 별로 서술자를 확인한다. 영상 배속 재생 장치(100)는 1번째 프레임에서 추출한 '500개'의 특징점에 대한 '500개'의 서술자를 확인하고, 2번째 프레임에서 추출한 '495개'의 특징점에 대한 '495개'의 서술자를 확인하고, 3번째 프레임에서 추출한 '497개'의 특징점에 대한 '497개'의 서술자를 확인하고, ... 1,800 번째 프레임에서 추출한 '490개'의 특징점에 대한 '490개'의 서술자를 확인한다.
- [0102] 영상 배속 재생 장치(100)는 모든 프레임 중 인접 프레임 간에 서술자들을 서로 비교하는 방식으로 매칭하여 인접 프레임('1~2번째 프레임' , '2~3번째 프레임' , '3~4번째 프레임' ... '1,799~1,800번째 프레임') 간의 상관관계 매트릭스를 계산한다. 영상 배속 재생 장치(100)는 '1,800 개의 프레임' 중 인접 프레임 간에 서술자들을 서로 비교하는 방식으로 매칭하여 '1,799 개'의 상관관계 매트릭스를 계산하여 저장한다. 상관관계 매트릭스는 한 번만 계산해서 저장해 놓으면 다시 계산할 필요가 없다. 이후 사용자가 설정한 배속에 따라서 배속에 따라 비용 매트릭스를 바로바로 계산하여 영상을 렌더링할 수 있다. 일반적인 방식에서는 모든 프레임에 대한 비용 매트릭스 전체를 계산해야 하지만, 본 발명에서는 전체 비용 매트릭스를 계산할 필요가 없는 것이다.
- [0103] 이하, 비용 매트릭스 계산 방식에 대해 설명한다.
- [0104] 도 6에 도시된 바와 같이, 영상 배속 재생 장치(100)는 '1번째 프레임'의 상관관계 매트릭스를 기준으로 이후 프레임이 재생 배속의 두 배가 되는 프레임('2~32번째 프레임')까지의 상관관계 매트릭스를 비교한 변화값들로 프레임 간의 연관성(비용 매트릭스)을 계산한다.
- [0105] 도 6에 도시된 바와 같이, 영상 배속 재생 장치(100)는 연산량을 빠르게 처리하기 위해 인접 프레임 간의 상관관계 매트릭스에 연쇄 법칙을 적용할 수 있다. 예컨대, 영상 배속 재생 장치(100)는 '1번째 프레임'과 '15번째 프레임'이 얼마나 차이가 나는지 확인하고자 하는 경우, '1~2번째 프레임의 상관관계 매트릭스' , '2~3번째 프레임의 상관관계 매트릭스' , '3~4번째 프레임의 상관관계 매트릭스' ... '14~15번째 프레임의 상관관계 매트릭스'를 모두 곱하는 연쇄 법칙을 적용하여 '1번째 프레임'과 '15번째 프레임'의 차이를 빠르게 계산할 수 있다.
- [0106] 영상 배속 재생 장치(100)는 '1번째 프레임'의 상관관계 매트릭스를 기준으로 이후 프레임이 재생 배속의 두 배가 되는 프레임('2~32번째 프레임')까지의 상관관계 매트릭스를 비교한 변화값 중 최소값을 갖는 프레임('15번째 프레임')을 '1번째 프레임'과 연관성이 가장 높은 프레임으로 인식하여 경로 프레임으로 선택한다.
- [0107] 이후 도 6에 도시된 바와 같이, 영상 배속 재생 장치(100)는 경로 프레임('15번째 프레임')의 상관관계 매트릭스를 기준으로 이후 프레임이 재생 배속의 두 배가 되는 프레임('16~47번째 프레임')까지의 상관관계 매트릭스를 비교한 변화값들을 비용 매트릭스로 계산한다.
- [0108] 도 6에 도시된 바와 같이, 영상 배속 재생 장치(100)는 연산 처리 속도를 빠르게 하기 위해 인접 프레임 간의 상관관계 매트릭스에 연쇄 법칙을 적용할 수 있다. 예컨대, 영상 배속 재생 장치(100)는 '15번째 프레임'과 '23번째 프레임'이 얼마나 차이가 나는지 확인하고자 하는 경우, '15~16번째 프레임의 상관관계 매트릭스' , '16~17번째 프레임의 상관관계 매트릭스' , '17~18번째 프레임의 상관관계 매트릭스' ... '23~24번째 프레임의 상관관계 매트릭스'를 모두 곱하는 연쇄 법칙을 적용하여 '15번째 프레임'과 '23번째 프레임'의 차이를 빠르게 계산할 수 있다.
- [0109] 영상 배속 재생 장치(100)는 경로 프레임('15번째 프레임')의 상관관계 매트릭스를 기준으로 이후 프레임이 재생 배속의 두 배가 되는 프레임('16~47번째 프레임')까지의 상관관계 매트릭스를 비교한 변화값 중 최소값을 갖는 프레임('23번째 프레임')이 비용 매트릭스에서 첫 번째 선택된 경로 프레임('15번째 프레임')과 연

관성이 가장 높은 프레임으로 인식하여 두 번째 경로 프레임으로 선택한다.

- [0110] 본 실시예에 따른 영상 배속 재생 장치(100)는 모든 프레임에 대해서 비용 매트릭스를 계산하는 것이 아니라, 선택된 프레임부터 배속의 두 배만큼의 상관관계 매트릭스를 비교하여 비용 매트릭스를 계산하는 방식이다. 일반적인 방식은 16배속으로 가정하는 경우, '1번째 프레임' 과 '2~32번째 프레임' 을 비교한 후 다시 '2번째 프레임' 과 '3~32번째 프레임' 을 비교하는 과정을 마지막 프레임까지 비교해야 한다. 즉, 모든 비교를 수행해야 한다. 하지만, 본 실시예에 따른 영상 배속 재생 장치(100)는 '1번째 프레임' 과 '2~32번째 프레임' (배속 두 배)을 비교하여 비용 매트릭스를 계산한다. 이후 영상 배속 재생 장치(100)는 '1번째 프레임' 과 연관성이 높은 프레임을 경로 프레임으로 선택하며, 이후 선택된 경로 프레임과 나머지 프레임의 비용 매트릭스를 계산하는 점에서 연산량을 크게 줄일 수 있는 차이점이 존재한다. 예컨대, 프레임 간의 변화량을 한번 비교하는데 1 MS(Milli-Second)가 소요되는 것으로 가정하더라도 32번을 수행하면, 32 MS가 소요되므로, 비용 매트릭스를 계산하는데 많은 리소스가 소모되어 속도 저하가 발생하게 된다.
- [0111] 도 7a 내지 도 7b는 정배속 재생시 프레임 선택과 본 실시예에 따른 프레임 선택을 비교 설명하기 위한 도면이다.
- [0112] 도 7a는 영상의 배속 재생시 선택된 프레임을 비교 설명하기 위한 도면이다. 도 7a에 도시된 점선은 실제 사람이 런닝(Running)할 때 카메라가 얼마만큼 'y축' 방향으로 움직였는지를 관찰한 값을 토대로 재구성한 그래프이다. 실제 사람이 런닝중이므로, 'y축' 은 '50 프레임' 내에서도 '-100 내지 100' 의 픽셀 범위로 움직임이 나타나고 있다. 즉, 점선 그래프로 볼 때 영상이 많이 흔들리는 것을 알 수 있다.
- [0113] 도 7a에 도시된 원형점(○)은 정배속으로 프레임을 선택한 경우를 나타낸 그래프이다. 예컨대, '8 배속' 의 타임 랩스의 경우, '16 프레임', '24 프레임', '32 프레임' 등을 선택하는 경우, 도 7a에 도시된 원형점(○)과 같이 선택된 프레임으로 안정화를 하더라도, 안정화 결과가 좋지 못하다.
- [0114] 도 7a에 도시된 별모양점(*)은 본 실시예에 따른 방식으로 프레임을 선택한 경우를 나타낸 그래프이다. 도 7a에 도시된 별모양점(*)과 같이, 배속 재생을 위해 프레임을 선택할 때 '8 배속' 이라고 하더라도, 한번은 '15 프레임' 으로 선택했다가 한번은 '30 프레임' 으로 선택하여 프레임 간의 연관성이 높은 프레임이 선택되도록 한다. 즉, '8 배속' 보다 좀 지난 후의 위치한 프레임을 선택하거나, 지나지 전의 프레임을 선택하여 프레임 간의 연관성이 높은 프레임을 선택할 수 있다. 다시 말해, 본 실시예에 따른 영상 배속 재생 장치(100)는 프레임을 스킵(Skip)할 때, 정배속 간격으로 선택하는 것이 아니라, 가변적으로 프레임을 선택하게 된다.
- [0115] 도 7b에 도시된 실선 그래프 상의 원형점(○)이 정배속으로 프레임을 선택한 결과이고, 실선 그래프 상의 별모양점(*)이 가변적인 간격으로 프레임을 선택한 결과이다.
- [0116] 도 7b에 도시된 원형점이 표시된 그래프와 별모양점이 표시된 그래프를 비교하는 경우, 가변적인 간격으로 프레임 선택하는 경우에 안정성이 높은 것을 알 수 있다. 3차원 카메라 패스를 추정하는 경우 정확도를 높일 수 있지만 연산량이 너무 많아서 속도가 너무 느리게 된다. 본 실시예에서는 2차원 방식으로 배속 재생을 구현하지만, 연산량을 줄여서 빠른 계산이 가능하다.
- [0117] 본 실시예에서는 영상 배속 재생 장치(100)가 프레임 간에 연관성이 높은 프레임을 선택하기 위해 도 7b와 같이 비용 매트릭스를 계산한다. 예컨대, 16 배속의 경우, 영상 배속 재생 장치(100)가 1번째 프레임과 2~32번째 프레임까지를 비교(배속의 2배)한다. 영상 배속 재생 장치(100)는 미리 계산된 인접 프레임 간의 상호관계 매트릭스를 기반으로 배속의 2배까지의 프레임과의 변화량을 비용 매트릭스로 계산한다. 이후, 영상 배속 재생 장치(100)는 비용 매트릭스를 이용하여 '1번째 프레임' 과 '2번째 프레임' 의 변화량을 확인하고, '1번째 프레임' 과 '3번째 프레임' 의 변화량을 확인하고, '1번째 프레임' 과 '4번째 프레임' 의 변화량을 확인하고, ... '1번째 프레임' 과 '32번째 프레임' 의 변화량을 확인한다. 이때, 각 프레임의 변화량은 인접 프레임 간의 상관관계 매트릭스로 이미 다 계산해 놓는다. 즉, 영상 배속 재생 장치(100) 1번째 프레임과 2~32번째 프레임까지를 확인한 결과 변화량이 가장 적은 프레임을 연관성이 가장 높은 프레임으로 선택하게 되는 것이다.
- [0118] 도 7b에 도시된 바와 같이, 정배속으로 프레임을 선택한 경우의 원형점 그래프와 가변적인 간격으로 프레임 선택한 별모양점 그래프를 비교하는 경우, 해칭선의 그래프가 배속 재생을 위해 프레임을 선택할 때 '16 배속' 이라고 하더라도, '16 배속' 보다 좀 전에 위치한 프레임을 선택하거나, 좀더 지난 후의 프레임을 선택한 것을 알 수 있다.
- [0119] 도 7a의 이점쇄선과 같이 최적 프레임 선택만을 통해서도 y축 이동량의 변화가 적은 안정적인 결과가 생성됨을 확인할 수 있다. 즉, 배속 재생을 위해 프레임을 선택할 때 가변적인 간격으로 프레임을 선택하여 연관성이 높

은 프레임을 선택할 수 있으며, 결과적으로 배속 재생시 안정적인 결과물을 출력할 수 있다.

[0120] 이상의 설명은 본 실시예의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 실시예들은 본 실시예의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 실시예의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 실시예의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 실시예의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

산업상 이용가능성

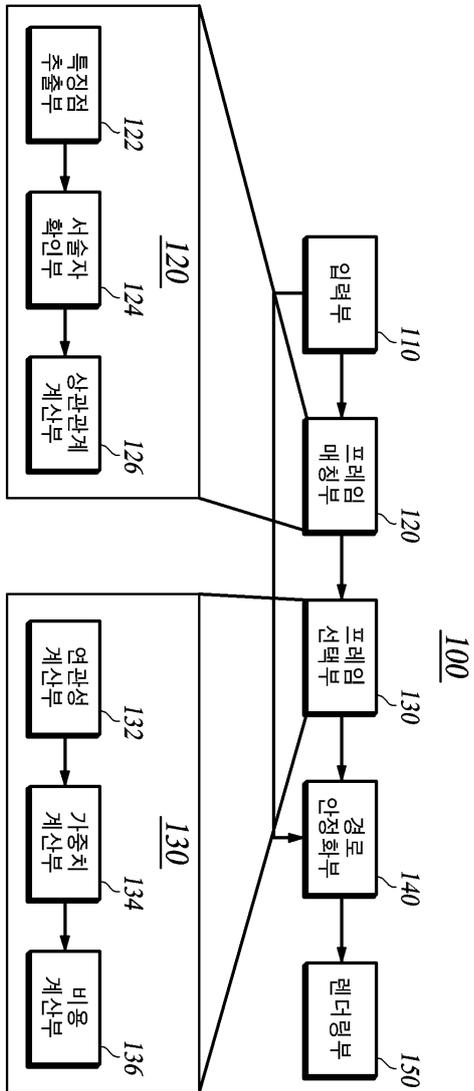
[0121] 이상에서 설명한 바와 같이 본 실시예는 컴퓨터 그래픽스 분야 중 영상 분석(Scene Analysis) 분야에 적용되어, 별도의 안정화 장비 없이 촬영한 영상을 대상으로 프레임 간의 변화량 분석을 이용하여 다양한 배속으로 부드럽고 안정화된 영상을 재생할 수 있는 효과를 발생하는 유용한 발명이다.

부호의 설명

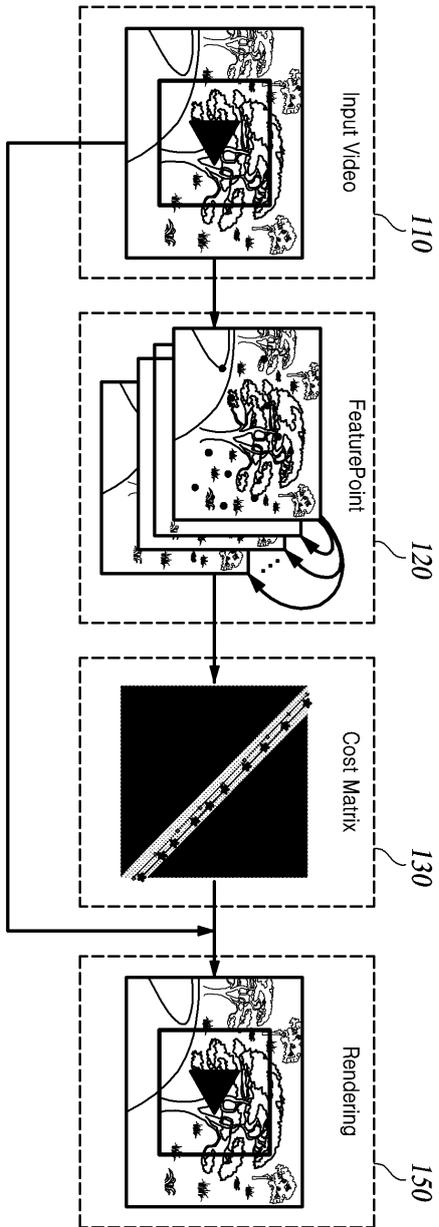
- [0122] 100: 배속 재생 장치
 110: 입력부 120: 프레임 매칭부
 130: 프레임 선택부 140: 경로 안정화부
 150: 렌더링부
 122: 특징점 추출부 124: 서술자 확인부
 126: 상관관계 계산부
 132: 비용 계산부 134: 프레임 확인부
 136: 최적 경로 계산부

도면

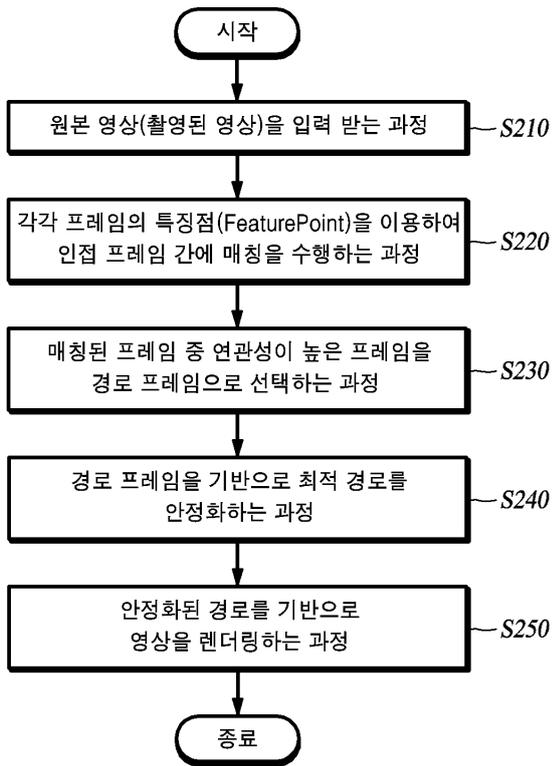
도면1a



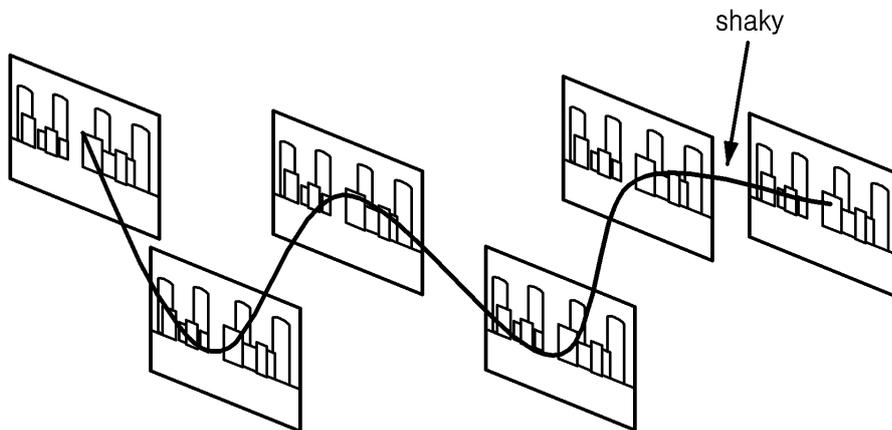
도면1b



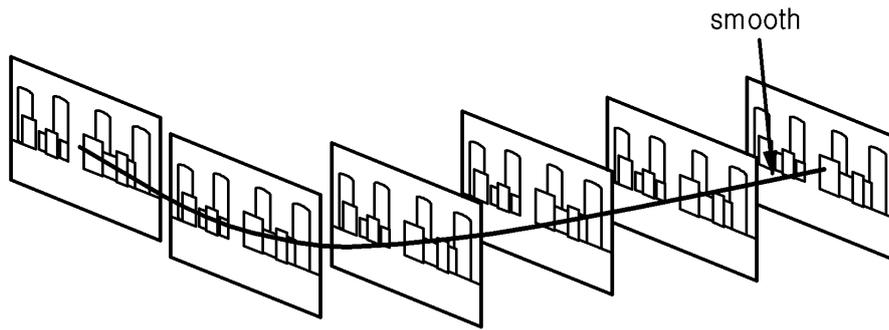
도면2



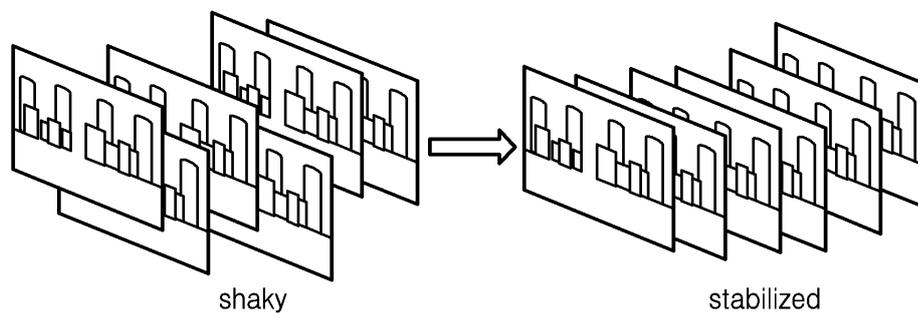
도면3a



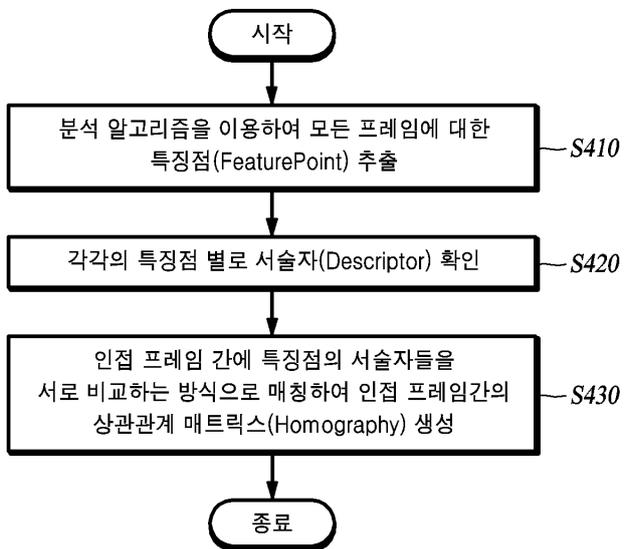
도면3b



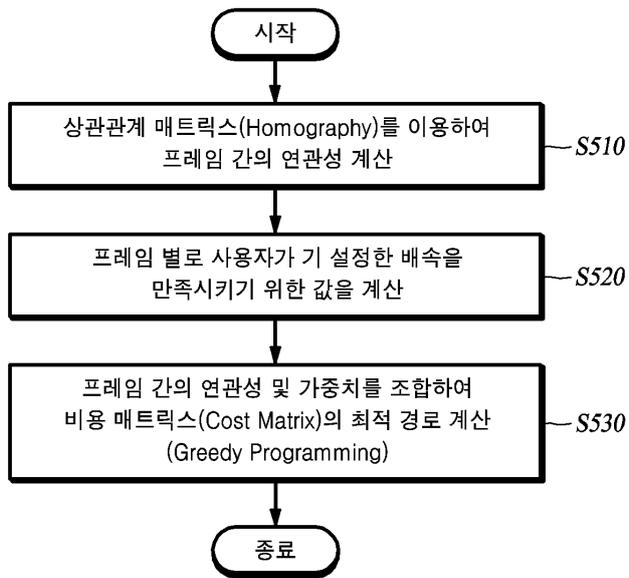
도면3c



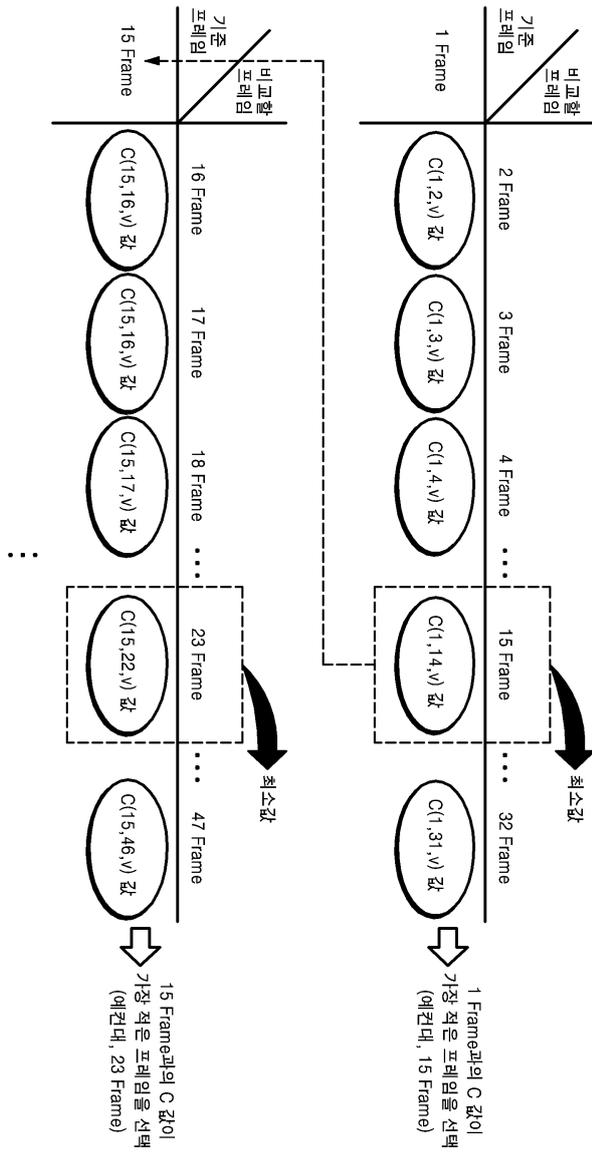
도면4



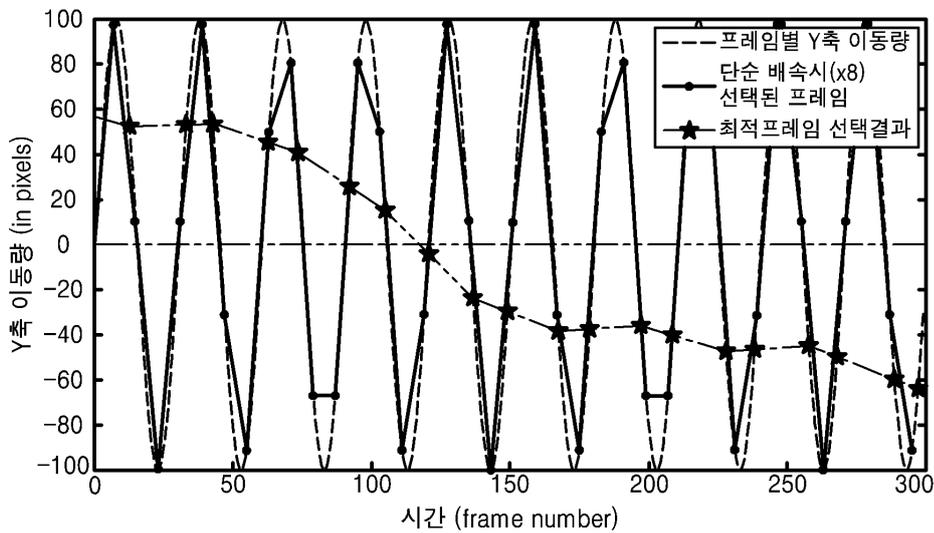
도면5



도면6



도면7a



도면7b

