



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년06월10일
(11) 등록번호 10-2263609
(24) 등록일자 2021년06월04일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 9/00 (2019.01) G06T 17/20 (2006.01)
H04N 19/124 (2014.01) H04N 19/597 (2014.01)
H04N 19/82 (2014.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
G06T 9/00 (2019.01)
G06T 17/20 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2019-0163040</p> <p>(22) 출원일자 2019년12월09일
심사청구일자 2019년12월09일</p> <p>(56) 선행기술조사문헌
JP2012068881 A*
JP2012200005 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌</p> | <p>(73) 특허권자
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50</p> <p>(72) 발명자
심재영
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
정세원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50</p> <p>(74) 대리인
특허법인 무한</p> |
|--|---|

전체 청구항 수 : 총 15 항

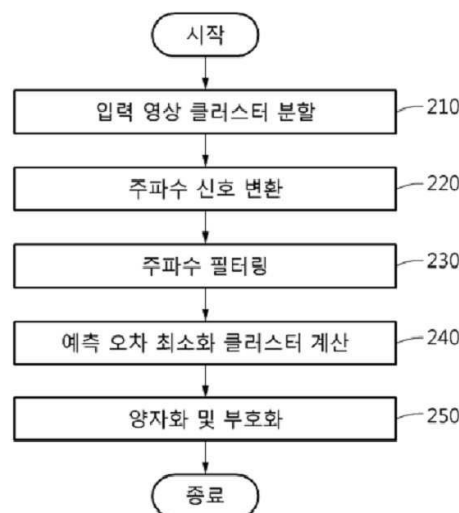
심사관 : 권영학

(54) 발명의 명칭 데이터 압축 장치 및 방법

(57) 요약

컴퓨터에 의해 적어도 일시적으로 수행되는 데이터 압축 방법에 연관된다. 일실시예에서 입력 영상을 프레임(Frame)마다 메쉬의 연결 정보에 기반하여 클러스터로 분할하는 단계; 상기 클러스터를 대응하는 주파수 신호로 변환하는 단계; 제1 프레임의 제1 클러스터의 크기에 기초하여, 상기 제1 클러스터에 대응하는 주파수 신호 및 제2 프레임의 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들을 필터링하는 단계; 상기 제1 클러스터에 대응하는 주파수 신호와 상기 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들을 비교하여 차이 값이 가장 작은 제2 클러스터를 계산하는 단계; 및 상기 차이 값에 해당하는 주파수 신호를 양자화 및 부호화하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H04N 19/124 (2015.01)

H04N 19/597 (2015.01)

H04N 19/82 (2015.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711093802
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	범부처GigaKOREA사업(R&D)
연구과제명	(4D실감-총괄/1세부)4D 복원 및 동적 변형 거동 모델 기반의 초실감 서비스 기술 개
발	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	전자부품연구원
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

컴퓨터에 의해 적어도 일시적으로 수행되는 데이터 압축 방법에 있어서,

입력 영상을 프레임(Frame)마다 메쉬의 연결 정보에 기반하여 클러스터로 분할하는 단계;

상기 클러스터를 대응하는 주파수 신호로 변환하는 단계;

제1 프레임의 제1 클러스터의 크기에 기초하여, 상기 제1 클러스터에 대응하는 주파수 신호 및 제2 프레임의 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들을 필터링하는 단계;

상기 필터링 이후, 상기 제1 프레임의 상기 제1 클러스터에 대응하는 주파수 신호와 상기 제2 프레임의 상기 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들을 비교하여 차이 값이 가장 작은 제2 클러스터를 계산하는 단계; 및

상기 차이 값에 해당하는 주파수 신호를 양자화 및 부호화하는 단계

를 포함하고,

상기 필터링하는 단계는

상기 제1 프레임의 상기 제1 클러스터의 크기에 기초하여, 저주파 대역의 범위를 지시하는 필터링 파라미터를 결정하는 단계; 및

상기 필터링 파라미터에 따라 상기 제1 프레임의 상기 제1 클러스터 및 상기 제2 프레임의 상기 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들에 대하여 상기 저주파 대역을 초과하는 영역을 제거하는 단계

를 포함하는 데이터 압축 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 필터링하는 단계는

상기 제1 프레임의 상기 제1 클러스터 및 상기 제2 프레임의 상기 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들의 DC 성분을 제거하는 단계

를 더 포함하는 데이터 압축 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 주파수 신호로 변환하는 단계는,

상기 클러스터의 꼭지점을 노드로 하는 그래프로 변환하는 단계; 및

상기 그래프에 그래프 푸리에 변환을 수행하여 주파수 신호로 변환하는 단계

를 포함하는 데이터 압축 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제2 클러스터를 계산하는 단계는

상기 제1 프레임의 상기 제1 클러스터에 대응하는 주파수 신호의 절대값과 상기 제2 프레임의 상기 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들의 절대값들을 비교하는 단계

를 포함하는 데이터 압축 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제2 클러스터에 대응하는 주파수 신호의 부호를 별도로 압축하는 단계

를 더 포함하는 데이터 압축 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 양자화 및 부호화하는 단계는,

상기 제1 클러스터에 대응하는 주파수 신호 중 필터링에 의하여 제거되는 고주파 대역의 주파수 신호를 양자화 및 부호화하는 단계

를 더 포함하는 데이터 압축 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1 클러스터의 제거되는 DC 성분을 매 프레임마다 별도로 압축하는 단계

를 더 포함하는 데이터 압축 방법.

청구항 9

입력 영상을 프레임(Frame)마다 메쉬의 연결 정보에 기반하여 클러스터로 분할하고, 상기 클러스터를 대응하는 주파수 신호로 변환하고, 제1 프레임의 제1 클러스터의 크기에 기초하여 상기 제1 클러스터에 대응하는 주파수 신호 및 제2 프레임의 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들을 필터링하며, 상기 필터링 이후 상기 제1 프레임의 상기 제1 클러스터에 대응하는 주파수 신호와 상기 제2 프레임의 상기 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들을 비교하여 차이 값이 가장 적은 제2 클러스터를 계산하고, 상기 차이 값에 해당하는 주파수 신호를 양자화 및 부호화하는 프로세서; 및

상기 양자화 및 부호화되는 주파수 신호를 저장하는 저장부

를 포함하고,

상기 프로세서는,

상기 제1 프레임의 상기 제1 클러스터의 크기에 기초하여, 저주파 대역의 범위를 지시하는 필터링 파라미터를 결정하고, 상기 필터링 파라미터에 따라 상기 제1 프레임의 상기 제1 클러스터 및 상기 제2 프레임의 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들에 대하여 상기 저주파 대역을 초과하는 영역을 제거하는 데이터 압축 장치.

청구항 10

삭제

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제1 프레임의 상기 제1 클러스터 및 상기 제2 프레임의 상기 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들의 DC 성분을 제거하는 데이터 압축 장치.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 클러스터의 꼭지점을 노드로 하는 그래프로 변환하고, 상기 그래프에 그래프 푸리에 변환을 수행하여 주파수 신호로 변환하여 상기 클러스터를 대응하는 주파수 신호로 변환하는 데이터 압축 장치.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제1 프레임의 상기 제1 클러스터에 대응하는 주파수 신호의 절대값과 상기 제2 프레임의 상기 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들의 절대값들을 비교하는 데이터 압축 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제2 클러스터에 대응하는 주파수 신호의 부호를 별도로 압축하고,

상기 저장부는,

상기 부호를 압축한 데이터를 저장하는 데이터 압축 장치.

청구항 15

제9항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제1 클러스터에 대응하는 주파수 신호 중 필터링에 의하여 제거되는 고주파 대역의 주파수 신호를 양자화 및 부호화하는 데이터 압축 장치.

청구항 16

제9항에 있어서,
 상기 프로세서는,
 상기 제1 클러스터의 제거되는 DC 성분을 매 프레임마다 별도로 압축하고,
 상기 저장부는,
 상기 DC 성분을 압축한 데이터를 저장하는 데이터 압축 장치.

청구항 17

하드웨어와 결합되어 제1항 및 제3항 내지 제8항 중 어느 하나의 항의 방법을 실행시키기 위하여 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 데이터 압축 장치 및 방법에 연관된다. 보다 상세하게는, 영상 데이터를 압축하는 장치 및 방법에 연관된다.

배경 기술

[0002] 4D 객체 표현 방식인 시변 메쉬(Time-Varing Mesh, TVM) 방법은 시간에 따라 꼭지점의 수가 매번 변하는 독립적인 메쉬로 구성되어 더욱 효율적이고 자세하게 4D 영상을 표현할 수 있다.

[0003] 최근 AR/VR 기술이 접목 가능한 다양한 산업에 활용 가능한 핵심기술로 부상하고 있고, 3D 콘텐츠 이용이 가능한 단말기의 보급 증가로 인해 관련 3D 콘텐츠의 소비가 증가하고 있다.

[0004] 방대한 크기의 4D 영상 정보를 빠르고 효율적으로 전송하기 위해서는 압축 기술이 매우 중요한 역할을 하며, 따라서 많은 용량의 4D 영상을 효과적으로 압축하기 위한 4D 영상 압축 기술의 개발이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국 등록특허 10-1131756호 (공고일자 2012년04월06일)는 메쉬 기반 비디오 압축 기술을 제시한다. 에러 예측을 수행하여 이미지 데이터를 압축하는 기술에 관한 발명이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0006] 일 측에 따른 컴퓨터에 의해 적어도 일시적으로 수행되는 데이터 압축 방법은 입력 영상을 프레임(Frame)마다 메쉬의 연결 정보에 기반하여 클러스터로 분할하는 단계; 상기 클러스터를 대응하는 주파수 신호로 변환하는 단계; 제1 프레임의 제1 클러스터의 크기에 기초하여, 상기 제1 클러스터에 대응하는 주파수 신호 및 제2 프레임의 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들을 필터링하는 단계; 상기 필터링 이후, 상기 제1 프레임의 상기 제1 클러스터에 대응하는 주파수 신호와 상기 제2 프레임의 상기 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들을 비교하여 차이 값이 가장 적은 제2 클러스터를 계산하는 단계; 및 상기 차이 값에 해당하는 주파수 신호를 양자화 및 부호화하는 단계를 포함한다.

[0007] 상기 필터링하는 단계는 상기 제1 프레임의 상기 제1 클러스터의 크기에 기초하여, 저주파 대역의 범위를 지시하는 필터링 파라미터를 결정하는 단계; 및 상기 필터링 파라미터에 따라 상기 제1 프레임의 상기 제1 클러스터

및 상기 제2 프레임의 상기 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들에 대하여 상기 저주파 대역을 초과하는 영역을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 필터링하는 단계는 상기 제1 프레임의 상기 제1 클러스터 및 상기 제2 프레임의 상기 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들의 DC 성분을 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0009] 상기 주파수 신호로 변환하는 단계는, 상기 클러스터의 꼭지점을 노드로 하는 그래프로 변환하는 단계; 및 상기 그래프에 그래프 푸리에 변환을 수행하여 주파수 신호로 변환하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 제2 클러스터를 계산하는 단계는 상기 제1 프레임의 상기 제1 클러스터에 대응하는 주파수 신호의 절대값과 상기 제2 프레임의 상기 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들의 절대값들을 비교하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 데이터 압축 방법은 상기 제2 클러스터에 대응하는 주파수 신호의 부호를 별도로 압축하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0012] 상기 양자화 및 부호화하는 단계는, 상기 제1 클러스터에 대응하는 주파수 신호 중 필터링에 의하여 제거되는 고주파 대역의 주파수 신호를 양자화 및 부호화하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0013] 상기 데이터 압축 방법은 상기 제1 클러스터의 제거되는 DC 성분을 매 프레임마다 별도로 압축하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0014] 일 측에 따른 데이터 압축 장치는 입력 영상을 프레임(Frame)마다 메쉬의 연결 정보에 기반하여 클러스터로 분할하고, 상기 클러스터를 대응하는 주파수 신호로 변환하고, 제1 프레임의 제1 클러스터의 크기에 기초하여 상기 제1 클러스터에 대응하는 주파수 신호 및 제2 프레임의 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들을 필터링하며, 상기 필터링 이후 상기 제1 프레임의 상기 제1 클러스터에 대응하는 주파수 신호와 상기 제2 프레임의 상기 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들을 비교하여 차이 값이 가장 적은 제2 클러스터를 계산하고, 상기 차이 값에 해당하는 주파수 신호를 양자화 및 부호화하는 프로세서; 및 상기 양자화 및 부호화되는 주파수 신호를 저장하는 저장부를 포함한다.

[0015] 상기 프로세서는, 상기 제1 프레임의 상기 제1 클러스터의 크기에 기초하여, 저주파 대역의 범위를 지시하는 필터링 파라미터를 결정하고, 상기 필터링 파라미터에 따라 상기 제1 프레임의 상기 제1 클러스터 및 상기 제2 프레임의 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들에 대하여 상기 저주파 대역을 초과하는 영역을 제거할 수 있다.

[0016] 상기 프로세서는, 상기 제1 프레임의 상기 제1 클러스터 및 상기 제2 프레임의 상기 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들의 DC 성분을 제거할 수 있다.

[0017] 상기 프로세서는, 상기 클러스터의 꼭지점을 노드로 하는 그래프로 변환하고, 상기 그래프에 그래프 푸리에 변환을 수행하여 주파수 신호로 변환하여 상기 클러스터를 대응하는 주파수 신호로 변환할 수 있다.

[0018] 상기 프로세서는, 상기 제1 프레임의 상기 제1 클러스터에 대응하는 주파수 신호의 절대값과 상기 제2 프레임의 상기 클러스터들에 대응하는 주파수 신호들의 절대값들을 비교할 수 있다.

[0019] 상기 프로세서는, 상기 제2 클러스터에 대응하는 주파수 신호의 부호를 별도로 압축하고, 상기 저장부는, 상기 부호를 압축한 데이터를 저장할 수 있다.

[0020] 상기 프로세서는, 상기 제1 클러스터에 대응하는 주파수 신호 중 필터링에 의하여 제거되는 고주파 대역의 주파수 신호를 양자화 및 부호화할 수 있다.

[0021] 상기 프로세서는, 상기 제1 클러스터의 제거되는 DC 성분을 매 프레임마다 별도로 압축하고, 상기 저장부는, 상기 DC 성분을 압축한 데이터를 저장할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 일실시예에 따른 데이터 압축 장치의 구성을 도시한다.

도 2는 일실시예에 따른 데이터 압축 방법을 도시한 흐름도이다.

도 3a는 일실시예에 따른 변환된 주파수 신호를 도시한 그림이다.

도 3b는 일실시예에 따른 각 프레임마다 메쉬의 클러스터를 형성하는 모습을 도시한다.

도 3c는 일실시예에 따른 x , y , z 좌표별 클러스터의 주파수 신호를 도시한 그래프이다.

도 4a는 일실시예에 따른 클러스터에 대응하는 그래프를 푸리에 변환한 주파수 신호를 도시한다.

도 4b는 일실시예에 따른 모델 별로 필터링 파라미터를 예측하는 모델을 도시한 도면이다.

도 5a는 일실시예에 따른 클러스터들을 도시한다.

도 5b는 일실시예에 따른 클러스터들의 주파수 신호들을 도시한다.

도 6a는 일실시예에 따른 예신 신호를 도시한다.

도 6b는 일실시예에 따른 예측 오차를 계산하는 과정을 도시한다.

도 7은 일실시예에 따른 예측 오차와 고주파 성분 주파수 신호를 별도로 압축하는 모습을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하에서, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 권리범위는 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0024] 아래 설명에서 사용되는 용어는, 연관되는 기술 분야에서 일반적이고 보편적인 것으로 선택되었으나, 기술의 발달 및/또는 변화, 관례, 기술자의 선호 등에 따라 다른 용어가 있을 수 있다. 따라서, 아래 설명에서 사용되는 용어는 기술적 사상을 한정하는 것으로 이해되어서는 안 되며, 실시예들을 설명하기 위한 예시적 용어로 이해되어야 한다.
- [0025] 또한 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 설명 부분에서 상세한 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 아래 설명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌 그 용어가 가지는 의미와 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 이해되어야 한다.
- [0027] 3차원 영상 데이터를 저장하고 표시하기 위해서는 메쉬를 이용할 수 있다. 시간에 따라 변화하는 3차원 영상 데이터를 메쉬를 이용하는 표시하는 경우에 시변 메쉬(TVM) 방법을 사용할 수 있다. 시변 메쉬 방법이란 시간에 따라 변화하는 독립적인 메쉬를 이용하여 3차원 영상 데이터를 표시하는 방법이다.
- [0028] 일실시예에 따른 데이터 압축 장치 및 방법은 프레임별 메쉬의 클러스터에 대한 주파수 신호를 추출하고, 상기 프레임 간의 오차를 측정하여 효율적으로 압축을 수행할 수 있다. 이하에서는 일실시예에 따른 데이터 압축 장치 및 방법에 대해 상세히 설명한다.
- [0030] 도 1은 일실시예에 따른 데이터 압축 장치의 구성을 도시한다. 일실시예에 따른 데이터 압축 장치(100)는 프로세서(110) 및 저장부(120)로 구성될 수 있다.
- [0031] 프로세서(110)는, 메쉬로 표현되는 3D 입력 영상을 클러스터 단위로 분할하고, 상기 클러스터를 주파수 신호로 변환할 수 있다. 변환된 상기 주파수 신호에 대하여 특정 영역을 필터링하고, 이전 프레임에서 현재 프레임의 클러스터에 대한 예측 오차가 최소화되는 클러스터를 계산할 수 있다. 그리고 상기 예측 오차와 고주파 신호를 별도로 양자화 및 부호화를 통해 압축을 수행할 수 있다.
- [0032] 저장부(120)는 입력 영상 및/또는 상기 프로세서(110)에 의해 압축되는 정보들을 저장할 수 있다. 예를 들어 입력 영상과 상기 입력 영상이 압축되는 압축 파일을 함께 저장할 수 있다.
- [0033] 상기 프로세서(110)의 구체적인 동작은 데이터 압축 방법을 설명하는 도 2에서 상세히 설명한다.
- [0035] 도 2는 일실시예에 따른 데이터 압축 방법을 도시한 흐름도이다. 일실시예에 따른 데이터 압축 방법은 입력 영상을 클러스터로 분할하는 단계(210), 클러스터 마다 주파수 신호로 변환하는 단계(220), 주파수 필터링 단계(230), 예측 오차가 최소화되는 클러스터를 계산하는 단계(240) 및 양자화 및 부호화 단계(250)를 포함한다.
- [0036] 입력 영상을 클러스터로 분할하는 단계(210)는 입력되는 전체 3D 메쉬 영상을 개별 클러스터들로 나누는 단계이다. 구체적으로, 3D 메쉬 영상의 매 프레임 마다 메쉬의 연결관계와 지역적 특성을 고려하여 클러스터로 분할할 수 있다.
- [0037] 예시적으로 그러나 한정되지 않게 클러스터로 분할하기 위해 METIS 알고리즘을 사용할 수 있다. 상기 METIS 알고리즘을 이용하여 메쉬의 연결정보에 기반한 균일한 형태의 클러스터들로 입력 메쉬 영상을 분할할 수 있다. 일실시예에서는 클러스터의 개수를 50개로 설정할 수 있으며, 통상의 기술자의 입장에서 변경이 가능하다.

[0038] 클러스터 마다 주파수 신호로 변환하는 단계(220)는 클러스터를 대응하는 그래프로 변환하고 상기 그래프를 푸리에 변환하여 주파수 신호로 변환하는 단계이다.

[0039] 상세히 설명하기 위해 입력 3D 영상의 특정 프레임에서 k번째 클러스터를 $M(V_k, E_k)$ 라고 정의한다. 상기 클러스터 $M(V_k, E_k)$ 의 꼭지점을 노드로 하고 연결정보가 동일한 그래프를 형성하고, 상기 그래프 노드 마다 대응하는 꼭지점의 형상 정보로 그래프 신호 f 를 형성한다.

[0040] 다음으로 상기 그래프 신호 f 에 대하여 그래프 푸리에 변환(Graph Fourier Transform)한 값인 $\hat{f}$ 를 정의하기 위하여, 먼저 해당 그래프의 연결정보에 기반한 라플라시안 행렬(Laplacian Matrix) L 을 다음의 수학적 식 1과 같이 정의한다.

수학적 식 1

[0041]
$$L = D - A$$

[0042] 여기서 A 는 인접 행렬(Adjacency Matrix)로서, A 의 성분 a_{ij} 는 꼭지점 v_i 와 v_j 가 연결된 경우 1, 연결되지 않은 경우 0의 값을 갖는다. D 는 공간가중행렬 W 로서, 각 행 별로 성분을 합한 값을 성분 d_{ij} 로 하는 대각 행렬이다. 상기 행렬 D 에서 A 를 빼서 라플라시안 행렬 L 을 구할 수 있다.

[0043] 상기 라플라시안 행렬 L 에 대한 고유 벡터(Eigenvector)와 고유 값(Eigenvalue)을 수학적 식 2를 이용하여 계산한다.

수학적 식 2

[0044]
$$Lu_l = \lambda_l u_l$$

[0045] 여기서, λ_l 은 서로 다른 $|V_k|$ 개의 음이 아닌 고유 값으로 표현된다. 상기 고유 값에 대응하는 그래프 푸리에 변환 값 $\hat{f}$ 은 다음의 수학적 식 3과 같이 정의할 수 있다.

수학적 식 3

[0046]
$$\hat{f}(\lambda_i) = \sum_{i=1}^{|V_k|} f(i)u_i(i)$$

[0047] 상기 수학적 식 3에 의해 계산되는 그래프 푸리에 변환 값인 $\hat{f}$ 의 그래프는 도 3a에 도시된다. 상기 단계들(210, 220)을 통해 3D 메쉬 영상이 각 클러스터로 분할되고 주파수 신호로 변환되는 과정을 설명했다.

[0048] 다음으로 주파수 필터링 단계(230)는 변환된 주파수 신호에 대하여 DC 성분의 주파수 신호를 제거하는 필터링을 수행하는 단계를 포함할 수 있다. 각 클러스터 마다 주파수 신호의 DC 성분인 $\hat{f}(\lambda_0)$ 는 주파수 오차 예측에서 제외한다.

[0049] 그래프 푸리에 변환을 통해 얻어진 주파수 신호의 0번째 신호인 $\hat{f}(\lambda_0)$ 는 DC 성분으로서, 클러스터에 대응하는 그래프 신호의 주파수적 특성이 아닌 모든 신호들의 평균값에 해당한다. 따라서 DC 성분을 함께 압축하는 경우에는, 위치정보를 그래프 신호로 볼 때 클러스터의 모양이 같아도 위치에 따라 그 값이 크게 변화하므로 주파수 특성을 예측하는데 비효율적이고, 의도치 않은 성능저하가 일어나기 때문이다.

[0050] 또한 고주파 영역을 필터링 한다. DC 성분을 제외한 주파수 신호들 중에서 저주파 영역의 성분이 유의미한 예측 결과를 얻을 수 있기 때문에 고주파 영역의 성분은 필터링을 통해 제거할 수 있다. 아래에서 상세하게 설명

하겠으나, 일 실시예에 따르면, 모델 별로 고주파 영역을 필터링하기 위한 필터링 파라미터를 예측하는 모델(예를 들어, 선형 모델)이 생성되며, 해당 모델을 이용하여 클러스터의 크기에 따라 클러스터 별로 필터링 파라미터가 결정될 수 있다.

[0051] 예측 오차가 최소화되는 클러스터를 계산하는 단계(240)는 DC 성분이 제거되고 고주파 영역이 필터링 된 주파수 신호에 대하여 예측 오차가 최소화되는 클러스터를 계산하는 단계이다.

[0052] 3D 메쉬 영상에서, i 번째 프레임의 j 번째 클러스터의 주파수 신호 중 DC 성분을 제외한 주파수 신호를 $s_j^i(1)$, $s_j^i(2)$, ..., $s_j^i(N_j^i)$ 라고 정의한다. 이 때 각 프레임 마다의 주파수 신호는 다음과 같은 절차로 부호화 한다.

[0053] j 번째 클러스터의 DC성분을 제외한 주파수 신호들인 $s_j^i(1)$, $s_j^i(2)$, ..., $s_j^i(N_j^i)$ 중 유의미한 예측 효과를 갖는 K_j^i 개의 저주파 성분들을 예측 대상으로 선별한다. 그리고 $i-1$ 번째 프레임의 각 클러스터에 대한 주파수 신호의 K_j^{i-1} 개의 저주파 성분과 비교하여 절대값의 차이가 가장 적은 클러스터의 주파수 신호 $s_k^{i-1}(1)$, $s_k^{i-1}(2)$, ..., $s_k^{i-1}(K_j^{i-1})$ 를 예측 신호로 정의한다. 상기 예측 신호는 상기 $i-1$ 번째 프레임의 각 클러스터에 대한 복원된 주파수 신호일 수 있다. i 번째 프레임을 압축하는 경우에 그 이전 프레임인 $i-1$ 번째 프레임은 $i-2$ 번째 프레임의 데이터와 비교하여 압축이 되어 있으므로, $i-1$ 번째 프레임의 압축된 데이터를 복원하여 주파수 신호 간의 비교를 수행할 수 있다.

[0054] 압축 데이터를 복원하는 경우에 압축 과정을 역으로 수행한다. $i-1$ 번째 프레임의 j 번째 클러스터를 복원하는 경우에, 압축된 데이터의 복호화 및 역양자화를 거쳐 예측 오차를 먼저 복원하고, 이전 $i-2$ 번째 프레임에서 대응되는 클러스터에 대하여 같은 원리로 복원된 주파수 신호를 더한다.

[0055] 상기 과정에서 압축한 데이터를 복원할 때는 i 번째 프레임의 예측 오차와 $i-1$ 번째 프레임의 복원된 주파수 신호만을 이용하여 복원한다. 압축부에서 예측 오차를 계산하는 경우에 원본 데이터를 사용하면, 복원부는 원본 신호를 알 수 없기 때문에 오차가 커지는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 이를 방지하기 위해 예측 신호를 원본 신호가 아닌 복원부에 의해 복원된 신호로 정의하여, 복원 과정의 오차를 최소화할 수 있다.

[0056] 상기 예측 신호와 i 번째 프레임 j 번째 클러스터의 선별된 신호와의 예측 오차 크기 δ 를 다음의 수학적 식 4를 이용하여 계산한다.

수학적 식 4

$$\delta(c_j^i, c_l^{i-1}) = \sqrt{\sum_{k=1}^{K_j^i} (|s_j^i(k)| - |\bar{s}_l^{i-1}(k)|)^2}$$

[0057]

[0058] 간단히 말해 특정 프레임(i 번째 프레임)의 j 번째 클러스터(c_j^i)와 이전 프레임($i-1$ 번째 프레임)의 클러스터(c_l^{i-1})들을 비교하여 절대값의 차이 값들의 평균 제곱근 편차인 예측 오차 크기 δ 를 계산한다. c_j^i 에 대한 예측 오차 크기가 가장 작은 클러스터인 $c_{j'}^{i-1}$ 를 찾아내고, 예측 오차 신호 $r_j^i(1)$, $r_j^i(2)$, ..., $r_j^i(K_j^i)$ 를 다음의 수학적 식 5를 이용하여 계산한다.

수학적 식 5

$$r_j^i(k) = |s_j^i(k)| - |\bar{s}_{j'}^{i-1}(k)|$$

[0059]

[0060] 마지막으로 양자화 및 부호화 단계(250)는 상기 예측 오차 신호 와 나머지 비예측 신호에 대하여 미리 지정되는

비트로 독립적인 양자화 및 부호화를 수행하는 단계이다. 예시적으로 그러나 한정되지 않게 상기 합산된 신호를 Q비트로 양자화하고 엔트로피 부호화를 수행할 수 있다. 또한 프레임별로 예측 신호의 부호를 별도로 부호화한다.

- [0061] 입력되는 3D 메쉬 영상의 첫번째 프레임의 경우에는 이전 프레임이 없기 때문에, 예측 오차를 최소화하는 클러스터를 별도로 계산하지 않고, 클러스터 마다 주파수 신호들을 각각 미리 지정되는 비트로 양자화하여 부호화를 수행할 수 있다. 반면에 두번째 프레임 부터는 상기 설명한 방법에 따라 압축을 수행할 수 있다.
- [0062] 일실시예에서는 보다 효율적인 압축 성능을 위하여 i 번째 프레임의 압축이 완료된 클러스터의 주파수 신호도 함께 비교할 수 있다. 즉, i 번째 프레임의 $j-1$ 번째 클러스터까지 포함하여 예측 오차를 최소화하는 클러스터를 찾을 수 있다.
- [0064] 도 3b는 일실시예에 따른 각 프레임마다 메쉬의 클러스터를 형성하는 모습을 도시한다. 상세히 살펴보면, 좌측에는 3D 영상에서 사람이 움직이는 모습을 시간이 변화함에 따라($t-1$, t , $t+1$) 메쉬로 표현한 모습을 도시한다. 우측에는 시간 $t-1$ 과 시간 t 에서의 메쉬 정보를 클러스터로 분류하는 모습을 도시한다.
- [0065] 예시적으로 시간 t 에서 사람의 가슴부분을 표현하는 메쉬를 상세히 도시하고 있다. 각 메쉬는 M_1^t , M_2^t , M_3^t , M_4^t 등으로 표시하였다. 시간 $t-1$ 에서의 메쉬는 M_1^{t-1} 등으로 표시될 수 있으며, 시변 메쉬(TVM)이므로 시간 t 에서의 메쉬와 다르게 구성될 수 있다. 도 3c는 일실시예에 따른 x , y , z 좌표별 클러스터의 주파수 신호를 도시한 그래프이다.
- [0067] 도 4a는 일실시예에 따른 클러스터에 대응하는 그래프를 푸리에 변환한 주파수 신호를 도시한다. 도 4의 주파수 신호는 앞서 도 2에서 설명한 특정 클러스터에 대응하는 그래프를 푸리에 변환한 주파수 신호이다. 신호가 의미 있는 구간은 저주파 영역이며, 고주파 영역의 경우에는 신호의 의미가 크지 않다.
- [0068] 따라서 상기 그래프를 푸리에 변환한 주파수 신호는 압축 효율을 위해 저주파 영역과 고주파 영역을 분리해서 압축을 수행한다. 저주파 영역의 주파수 신호는 이전 프레임의 클러스터와 비교하여 예측 오차가 최소화되는 클러스터를 찾고, 해당 클러스터의 예측 오차와 고주파 영역의 주파수 신호를 별도로 압축한다.
- [0069] 도 4b는 일실시예에 따른 모델 별로 필터링 파라미터를 예측하는 모델을 도시한 도면이다. 도 4b를 참조하면, 각 클러스터(예를 들어, 그래프)의 특성에 최적화된 필터링 파라미터 K 를 찾는 예측 알고리즘을 이용될 수 있다. 구체적으로, 모델 별로 미리 정해진 수의 초기 프레임들(예를 들어, 초기 20 프레임들 정도)을 여러 클러스터들로 분할한 다음, 클러스터의 크기(예를 들어, 클러스터에 포함된 정점의 수)와 엔트로피 기반 예상 압축률을 향상시키는(예를 들어, 최대화하는) K (예를 들어, K_1^t)를 추정하는 통계적 선형 모델이 생성될 수 있다.

표 1

첫 프레임은 METIS를이용해 P 개의 클러스터 $c_1^1, c_2^1, \dots, c_P^1$ 로 분할하고, 각 클러스터의 주파수 신호들을 Q비트로 양자화 및 엔트로피 부호화 합니다. 그 후 i 번째 프레임 ($i > 1$) 부터 아래와 같은 절차를 반복합니다.

1. i 번째 프레임을 METIS를이용해 P 개의 클러스터로 나누고, 각 클러스터 c_j^i 별로 K_j^i 개의 저주파 신호 $s_j^i(1), s_j^i(2), \dots, s_j^i(K_j^i)$ 를선별합니다.
2. $(i-1)$ 번째 프레임에 속한 P 개의 클러스터들의 복호화된 주파수 신호 $s_1^{i-1}(1), s_1^{i-1}(2), \dots, s_1^{i-1}(K_1^i)$ 와 예측 오차 크기 $\delta(c_j^i, c_1^{i-1}) = \sqrt{\sum_{k=1}^{K_j^i} (|s_j^i(k)| - |s_1^{i-1}(k)|)^2}$ 를 정의합니다.
3. i 번째 프레임의 각 클러스터 c_j^i 마다 $\delta(c_j^i, c_1^{i-1})$ 를 최소화하는 $c_{j'}^{i-1}$ 를 찾습니다. 즉, $j' = \arg \min_j \delta(c_j^i, c_1^{i-1})$ 를 만족하는 $c_{j'}^{i-1}$ 을 c_j^i 의 예측 대상 클러스터로 정의합니다.
4. $c_{j'}^{i-1}$ 와 c_j^i 의 주파수의 절대값 차이 $r_j^i(k) = |s_j^i(k)| - |s_{j'}^{i-1}(k)|$ ($k = 1, \dots, K_j^i$)를 예측 오차로 정의하고, i 번째 프레임의 모든 클러스터의 $r_j^i(k)$ 값들을 모아 Q비트로 양자화 및 엔트로피 부호화를 합니다. 그리고 $s_j^i(k)$ 들의 부호를 별도로 압축하고, i 번째 프레임의 클러스터별 비예측 고주파신호 $s_j^i(k+1), \dots, s_j^i(N_j^i)$ 들을 예측신호와는 별도로 Q비트로 양자화 및 엔트로피 부호화 합니다.

[0070]

- [0071] 표 1은 일 실시예에 따른 데이터 압축 알고리즘이다. 일 실시예에 따르면, 2번 스텝에서 단순히 두 신호의 차이를 오차로 정의하는 대신, 두 신호의 절대값의 차이를 오차로 정의할 수 있다. 이 경우, 예측대상인 신호의 부호는 별도로 엔트로피 부호화될 수 있다. 또한, 일 실시예에 따르면, 4번 스텝에서 예측 오차와 비선형 신호

(예를 들어, 고주파 대역의 주파수 신호)는 서로 통계적인 특성이 달라 각각 독립적으로 엔트로피 부호화될 수 있다. 이하, 도 5a 내지 도 7을 통하여, 데이터 압축 기법을 보다 상세하게 설명한다.

- [0073] 도 5a는 일실시예에 따른 클러스터들을 도시한다. 도 5a를 참조하면, 시간 t 에서의 첫번째 및 두번째 클러스터(M_1^t , M_2^t)를 도시한다.
- [0074] 도 5b는 일실시예에 따른 클러스터들의 주파수 신호들을 도시한다. 도 5b의 좌측에는 각 클러스터의 주파수 신호에 대해 DC 성분이 필터링된 신호를 도시한다. 도 5b의 우측에는 클러스터의 주파수 신호의 절대값을 도시한다.
- [0076] 도 6a는 일실시예에 따른 예측 신호를 도시하고, 도 6b는 상기 예측 신호를 이용하여 예측 오차를 계산하는 과정을 도시한다. 예측 오차를 계산하기 위해서는 먼저 예측 신호를 계산한다. 시간 $t-1$ 에서의 클러스터들 중 시간 t 에서의 클러스터(M_1^t , M_2^t)에 대한 DC 성분이 제거된 주파수 신호의 절대값과의 오차가 가장 적은 예측 신호를 계산한다.
- [0077] 상기 시간 t 에서의 클러스터(M_1^t , M_2^t)에 대한 DC 성분이 제거된 주파수 신호의 절대값과의 오차를 계산하는 경우에 전 구간의 주파수 신호를 비교하지 않고, 필터링 파라미터(K)에 의하여 지시되는 저주파 영역의 주파수 신호만을 필터링하여 비교한다. 예를 들어 필터링 파라미터에 의하여 지정되는 주파수 이하의 저주파 영역 신호만을 비교할 수 있다. 도 6a에서는 예시적으로 상기 저주파 영역을 K_1^t , K_2^t 로 표시한다.
- [0078] 이어서 도 6b를 참조하면, 특정 클러스터 M_1^t 에 대하여 가장 예측 오차가 적은 예측 신호 M_{p1}^{t-1} 과 차이가 예측 오차이다. 예를 들어, 예측 오차는 $M_1^t - M_{p1}^{t-1}$ 로 표현할 수 있다. 이와 유사하게 동일한 프레임의 다른 특정 클러스터 M_2^t 에 대하여 가장 예측 오차가 적은 예측 신호 M_{p2}^{t-1} 과 차이가 예측 오차이며 $M_2^t - M_{p2}^{t-1}$ 로 된다.
- [0079] 일 실시예에 따르면, 주파수 신호의 절대값의 차이로 예측 오차를 산출하는 경우, 향후 복원을 위하여 예측 신호의 부호를 별도로 압축하여 저장할 수 있다.
- [0081] 도 7은 일실시예에 따른 예측 오차와 고주파 성분의 주파수 신호를 별도로 압축하는 모습을 도시한다. 상기 예측 오차는 K_1^t 의 저주파 영역 주파수 신호만을 포함하므로, K_1^t 를 초과하는 고주파 영역에 대한 정보를 별도로 압축하는 것이 필요하다. 따라서 상기 특정 클러스터 M_1^t 에 대한 예측 오차 $M_1^t - M_{p1}^{t-1}$ 와 상기 M_1^t 의 고주파 영역 신호를 별도로 압축한다.
- [0082] 도 7을 살펴보면, 클러스터(M_1^t , M_2^t)의 10 이하의 저주파 영역에 대한 예측 오차와 10 초과와 고주파 영역 주파수 신호는 서로 다른 통계적 특성을 가지므로, 이들을 합산하여 함께 압축하는 대신 별개로 압축함으로써 압축 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0083] 각 클러스터(M_1^t , M_2^t)의 데이터를 압축하기 위해서 양자화 및 부호화를 수행할 수 있다. 양자화 및 부호화의 과정은 데이터 처리에서 통상적으로 사용되는 방법으로서 자세한 설명은 생략한다. 상기 부호화 방법은 예시적으로 엔트로피 부호화 방법을 이용할 수 있다.
- [0084] 결과적으로 상기 설명한 데이터 압축 방법을 이용하여 시간에 따라 변하는 3D 영상의 메쉬 정보를 효율적으로 압축할 수 있다.
- [0086] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를

접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0087] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

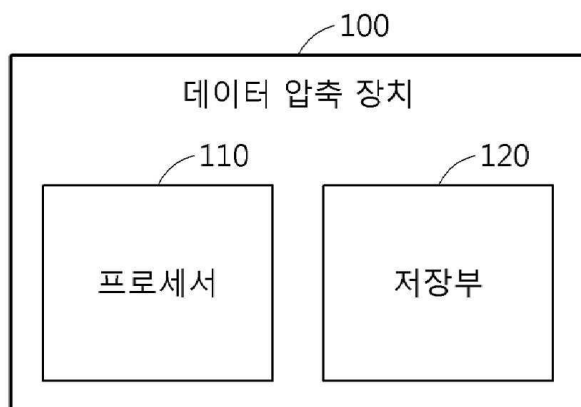
[0088] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0089] 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

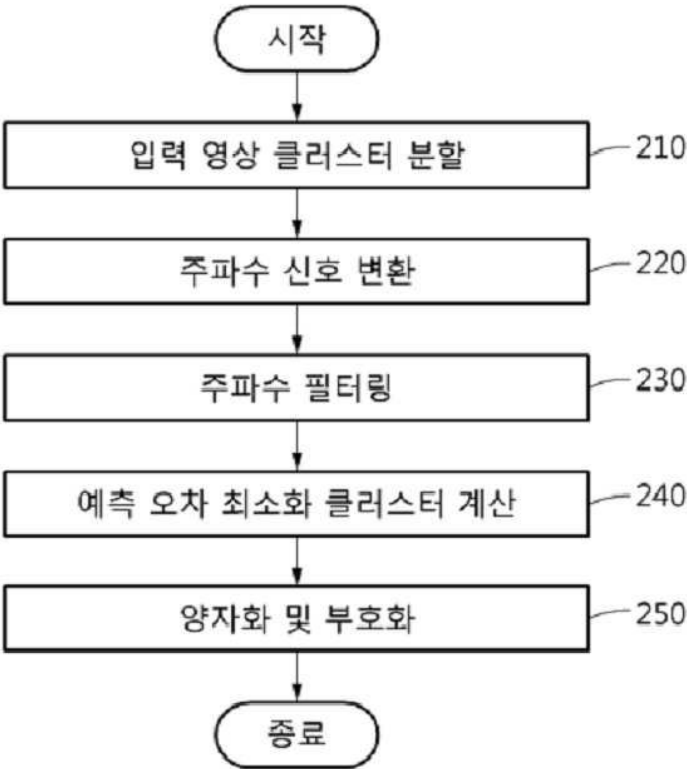
[0090] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

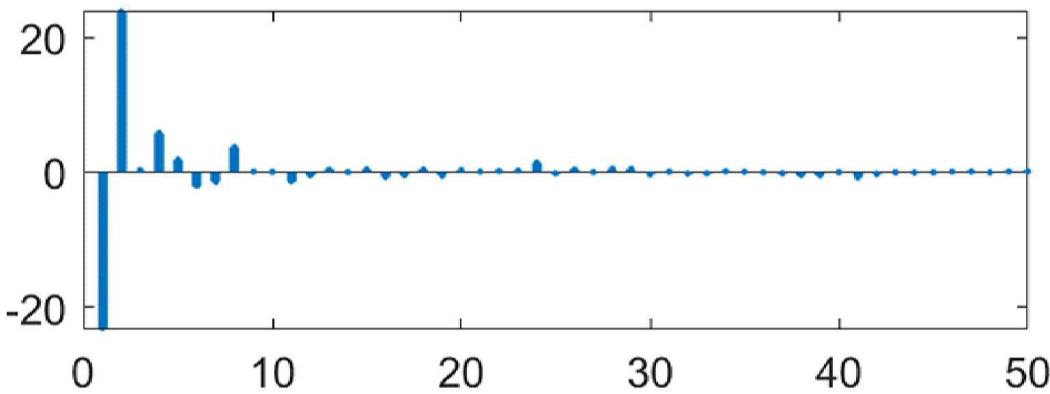
도면1



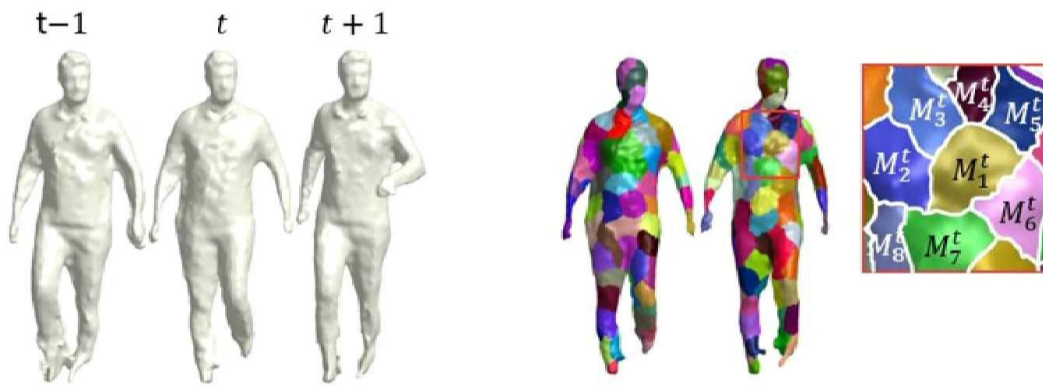
도면2



도면3a



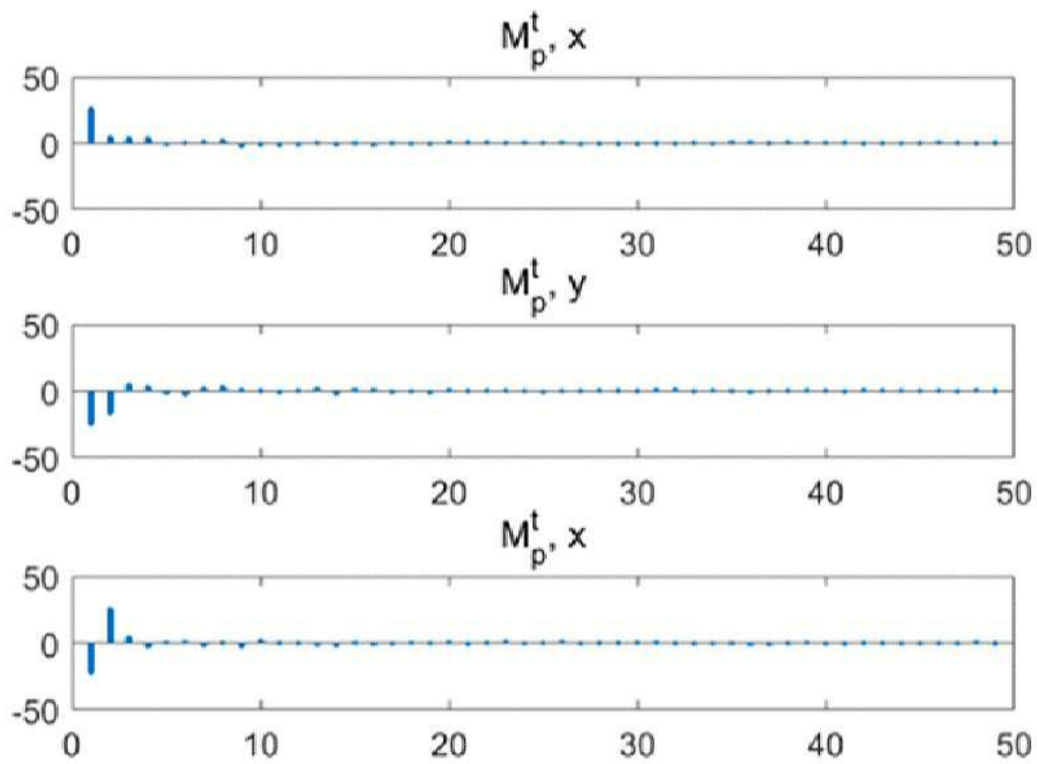
도면3b



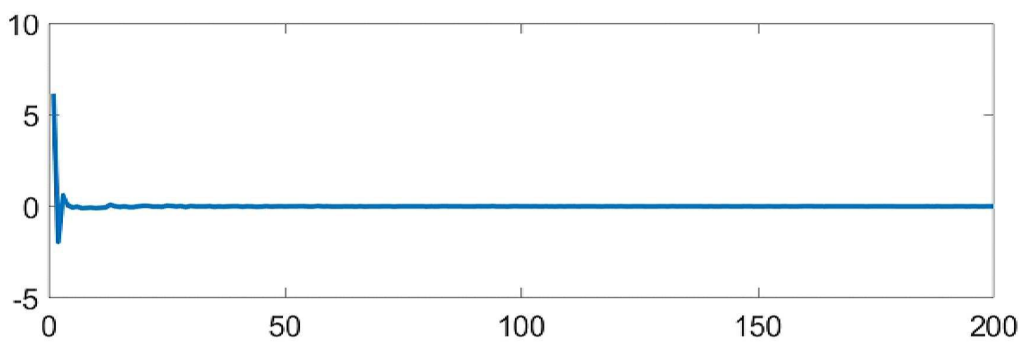
각 프레임별 동적 메쉬

동적 메쉬의 클러스터 형성

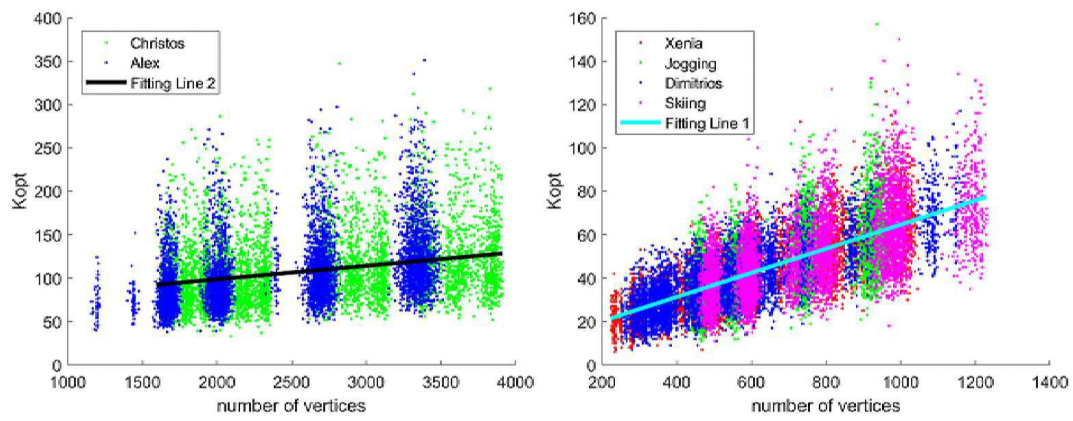
도면3c



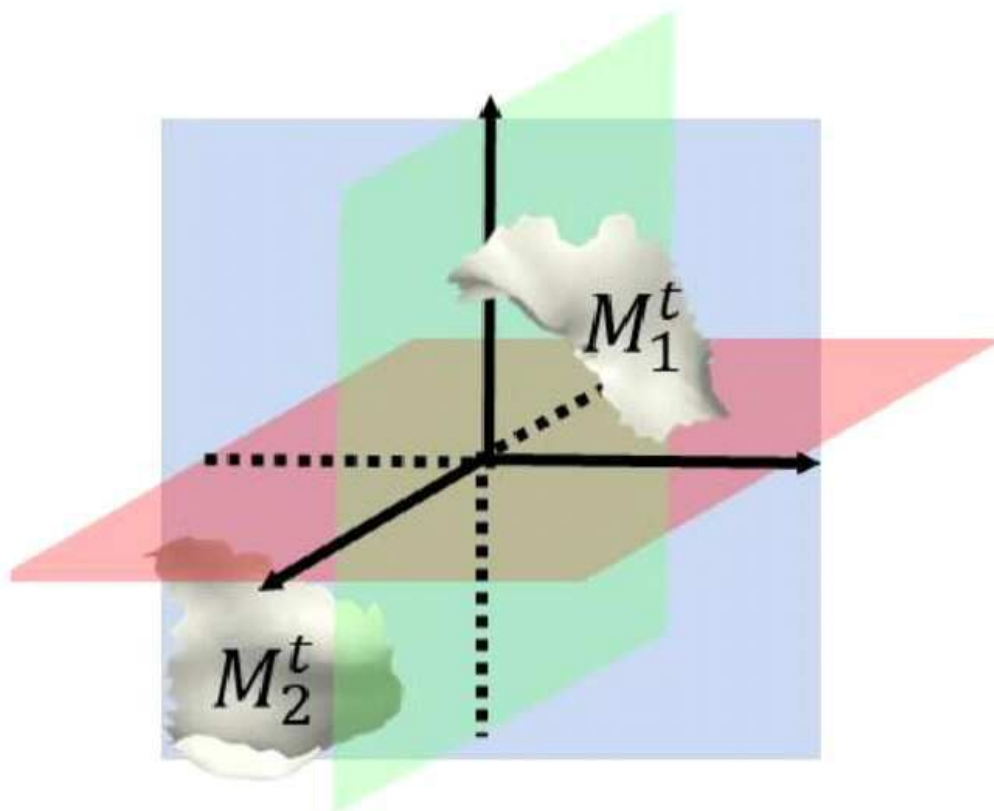
도면4a



도면4b

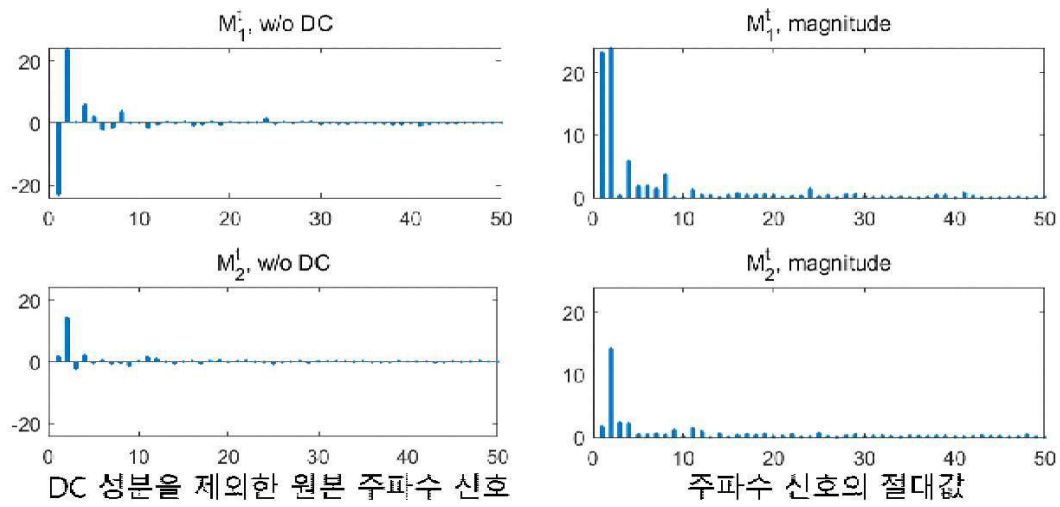


도면5a

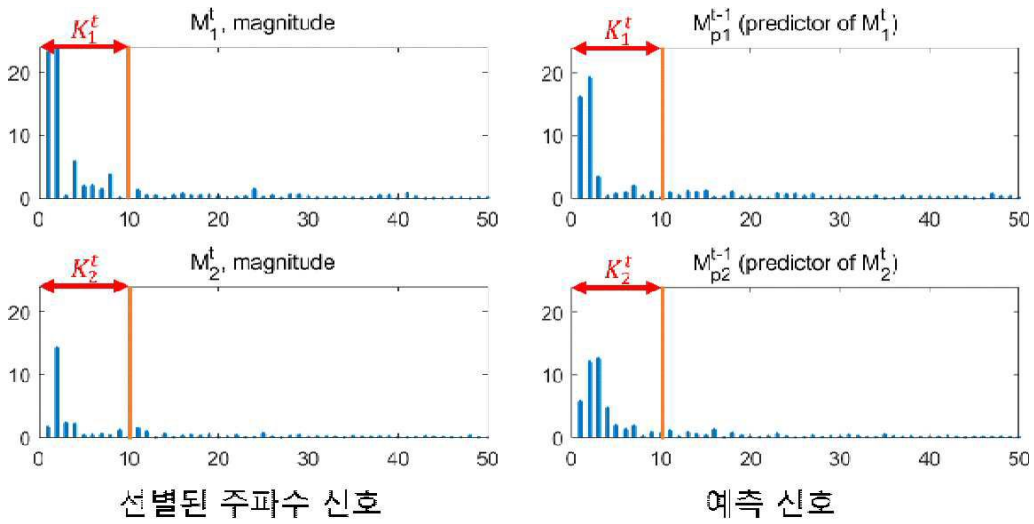


클러스터 위치

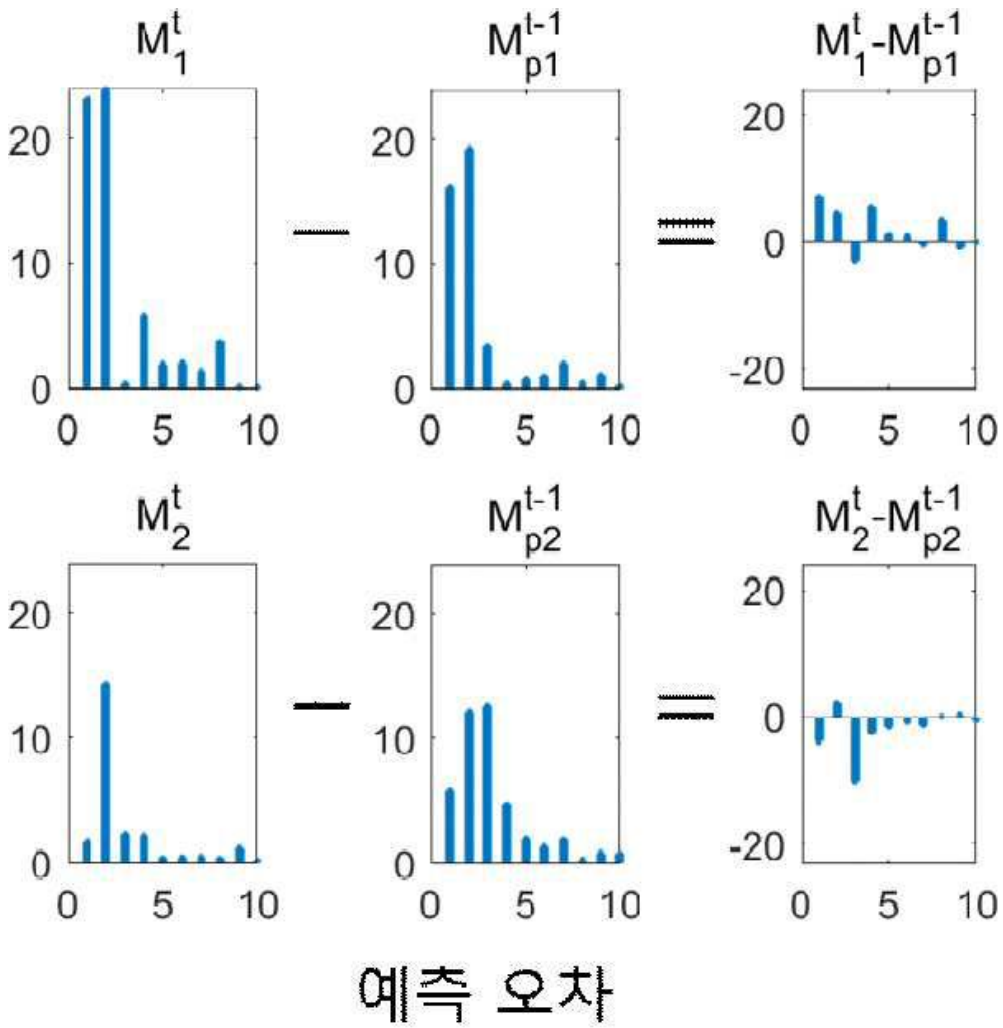
도면5b



도면6a



도면6b



도면7

