(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0062635
(43) 공개일자 2015년06월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 15/08 (2011.01) *A61B 5/055* (2006.01)
A61B 6/03 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0147491
(22) 출원일자 2013년11월29일
심사청구일자 2013년11월29일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
정창성
서울특별시 노원구 노원로 214 6-905 (하계동, 선경아파트)
김기현
강원도 강릉시 해안로 93-8 303동 201호 (송정동, 신도브래뉴로얄카운티아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인충현

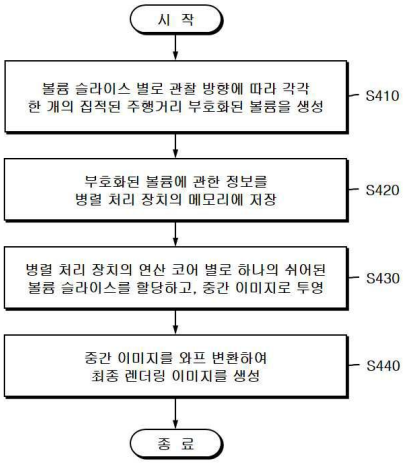
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **병렬 쉬어 와프 분해를 이용한 볼륨 렌더링 방법**

(57) 요 약

병렬 쉬어 와프 분해를 이용한 볼륨 렌더링에 관한 것으로, 볼륨 렌더링 방법에 따르면, 렌더링 대상에 대한 복수 개의 볼륨 슬라이스(volume slice) 별로 관찰 방향(viewing axis)에 따라 각각 한 개의 집적된 주행거리 부호화(integrated run-length encoding)된 볼륨을 생성하고, 생성된 부호화된 볼륨에 관한 정보를 병렬 처리 장치의 메모리에 저장하고, 병렬 처리 장치의 연산 코어 별로 하나의 쉬어된(sheared) 볼륨 슬라이스를 할당하고, 중간 이미지(intermediate image)로 투영하며, 투영된 중간 이미지를 와프(warp) 변환하여 최종 렌더링 이미지를 생성한다.

대 표 도 - 도4



(72) 발명자

김수현

경기도 군포시 고산로643번길 9 1241동 402호 (산본동, 한국공영아파트)

김윤기

서울특별시 동작구 장승배기로20길 46 301호 (노량진동)

손인규

서울특별시 강서구 화곡로 296 라동-140호 (화곡동, 강서아파트)

윤상덕

경기도 파주시 조리읍 공릉장터길 27 다동 111호 (무궁화아파트)

정인용

서울특별시 성북구 안암로 145 고려대학교 공학관 752호 (안암동5가)

조창우

서울특별시 동대문구 무학로44길 47-12 201호 (제기동)

한병전

서울특별시 성북구 안암로 145 고려대학교 공학관 752호 (안암동5가)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415128733(H0301-13-3006)
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	정보통신산업진흥원
연구사업명	대학IT연구센터 육성지원사업
연구과제명	소셜 미디어 서비스를 위한 클라우드 플랫폼 및 응용서비스 기술 개발
기 여 율	0.5/1
주관기관	건국대학교 산학협력단
연구기간	2013.01.01 ~ 2013.12.31이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호	2010-0020723
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	차세대정보컴퓨팅기술개발사업
연구과제명	Super Mobile 구현을 위한 시스템SW 원천기술 연구
기 여 율	0.5/1
주관기관	한국과학기술원산학협력단
연구기간	2013.07.01 ~ 2014.06.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

쉬어 와프 분해(shear-warp factorization)를 이용한 볼륨 렌더링 방법에 있어서,

렌더링 대상에 대한 복수 개의 볼륨 슬라이스(volume slice) 별로 관찰 방향(viewing axis)에 따라 각각 한 개의 집적된 주행거리 부호화(integrated run-length encoding)된 볼륨을 생성하는 단계;

생성된 상기 부호화된 볼륨에 관한 정보를 병렬 처리 장치의 메모리에 저장하는 단계;

병렬 처리 장치의 연산 코어 별로 하나의 쉬어된(sheared) 볼륨 슬라이스를 할당하고, 중간 이미지(intermediate image)로 투영하는 단계; 및

투영된 상기 중간 이미지를 와프(warp) 변환하여 최종 렌더링 이미지를 생성하는 단계;를 포함하되,

상기 부호화된 볼륨에 관한 정보의 3차원 좌표 축인 3방향 이동 좌표 정보를 상기 병렬 처리 장치에 저장하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 병렬 처리 장치의 메모리에 저장하는 단계는,

상기 병렬 처리 장치의 메모리에 상기 부호화된 볼륨에 관한 정보를 이동시키고자 할 경우, 호스트 장치의 호스트 고정 메모리에 기초하여 수행되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 병렬 처리 장치의 메모리에 저장하는 단계는,

상기 부호화된 볼륨에 관한 정보를 상기 병렬 처리 장치의 텍스처 메모리(texture memory)에 저장함으로써, 반복적인 병렬 렌더링 작업이 요구될 경우 상기 텍스처 메모리로부터 상기 부호화된 볼륨에 관한 정보를 독출하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 3방향 이동 좌표 정보는,

이미지 할당 크기에 따라 결정되며,

상기 병렬 처리 장치의 상수 메모리(constant memory)에 저장됨으로써, 뱅크 충돌(bank conflict)을 감소시키는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 이미지 할당 크기는,

'1'의 크기를 갖는 제 1 축, 이미지의 너비를 나타내는 제 2 축, 및 이미지의 너비와 높이의 곱을 나타내는 제 3 축에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 집적된 주행거리 부호화된 볼륨을 생성하는 단계는,

상기 볼륨 슬라이스의 스캔 라인들을 동시에 두 줄씩 가로지르면서 연속적으로 불투명한 복셀(voxel)을 식별하되, 두 개의 이웃한 주행거리 부호화에 기초하여 불투명한 복셀을 수집하여 압축된 오페이크 복셀(compressed opaque voxel)로 저장하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 중간 이미지로 투영하는 단계는,

상기 주행거리 부호화된 볼륨의 정보에 기초하여 상기 압축된 오페이크 복셀을 검사함으로써 상기 불투명한 픽셀들을 렌더링하지 않고 건너뛰는(skip) 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 중간 이미지로 투영하는 단계는,

이미지 크기의 복수 개의 스레드(thread)를 설정하여 상기 병렬 처리 장치의 연산 코어 별로 각각 쉬어된 볼륨 슬라이스를 2차원 중간 이미지 평면으로 투영함으로써 중간 이미지를 생성하되, 상기 스레드들은 병렬적으로 동작하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 병렬 처리 장치는 GPU(graphics processing unit)인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중에 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 3차원 객체 내부를 가시화하기 위한 모델링 기법에 관한 것으로, 특히 표면 모델로의 변환 없이 볼륨 데이터를 직접 도시화하는 볼륨 렌더링 기술 중 쉬어 와프 분해를 이용하는 렌더링 방법 및 그 방법을 기록한 기록매체에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 볼륨 데이터(volume data)란 3차원 정규 격자계(regular grid) 상에 정의된 데이터 값의 조합을 의미하며 샘플링(sampling), 시뮬레이션(simulation), 모델링(modeling) 등에 의해 얻어진다. 컴퓨터 기술의 비약적인 성장과 데이터 획득 방법의 발전으로 3차원 볼륨 데이터는 학문과 산업 그리고 의료분야의 중요한 일부분이 되었다. 자기 공명과 컴퓨터 단층 촬영과 같은 의료영상 기술은 3차원 볼륨 데이터를 구성할 수 있으며 인체 내부의 장기를 실제적으로 표현할 수 있어 의사가 절개 시술 없이도 진단을 내릴 수 있는 시대가 도래하였다. 또한 전산유체역학에 기초한 시뮬레이션의 경우 3차원 격자상의 데이터를 생성하여 자동차 설계, 공기 유동의 예측에 사용될 수 있으며 국소 영역의 기온 분포와 같은 예측 결과 분석에도 활용할 수 있다.

[0003] 3차원 볼륨 데이터를 도시화하기 위한 방법으로는 크게 표면 렌더링(surface rendering) 기법과 볼륨 렌더링(volume rendering) 기법이 알려져 있으며, 이 중 볼륨 렌더링은 3차원 볼륨 데이터를 직접 표현하는 방법으로서 작은 장기에 대해서도 효과적인 3차원 도시가 가능할 뿐만 아니라 전처리 과정이 비교적 단순하다는 장점을 갖는다. 그러나, 일반적으로 볼륨 데이터는 그 양이 방대하기 때문에 렌더링 시간이 많이 소요된다. 이를 해결하기 위해 3차원 데이터의 전처리 과정에서 볼륨 데이터를 알맞게 부호화(encoding)함으로써, 렌더링에 참여하

는 데이터의 수를 감소시켜 렌더링 속도를 향상시키는 방법들이 필요하게 되었다.

[0004] 이러한 방법들 중, 쉬어 와프 분해(shear-warp factorization) 방법은 관찰 방향(viewing axis)에 따라 볼륨 데이터를 쉬어링(shearing)시킨 후, 쉬어된 데이터를 수직 광선으로 투영, 렌더링하여 중간 영상(intermediate image)을 생성하고, 이러한 중간 영상을 와핑(warping)함으로써 원래 각도의 최종 볼륨 영상을 생성하는 볼륨 렌더링 방법이다. 이러한 쉬어 와프 분해 방법의 볼륨 렌더링에 관한 연산 과정은 이하에서 제시하는 선행기술문헌을 통해 확인할 수 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0005] (비특허문헌 0001) "Fast Volume Rendering Using a Shear-Warp Factorization of the Viewing Transformation", Philippe Lacroute, Marc Levoy.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 종래의 쉬어 와프 분해를 이용한 볼륨 렌더링 방법에서 메모리 사용량이 증가하여 시스템 부하가 가중되고, 전처리(pre-processing) 과정에서 많은 시간이 소요되는 문제점을 해소하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 쉬어 와프 분해(shear-warp factorization)를 이용한 볼륨 렌더링 방법은, 렌더링 대상에 대한 복수 개의 볼륨 슬라이스(volume slice) 별로 관찰 방향(viewing axis)에 따라 각각 한 개의 집적된 주행거리 부호화(integrated run-length encoding)된 볼륨을 생성하는 단계; 생성된 상기 부호화된 볼륨에 관한 정보를 병렬 처리 장치의 메모리에 저장하는 단계; 병렬 처리 장치의 연산 코어 별로 하나의 쉬어된(sheared) 볼륨 슬라이스를 할당하고, 중간 이미지(intermediate image)로 투영하는 단계; 및 투영된 상기 중간 이미지를 와프(warp) 변환하여 최종 렌더링 이미지를 생성하는 단계;를 포함하되, 상기 부호화된 볼륨에 관한 정보의 3차원 좌표 축인 3방향 이동 좌표 정보를 상기 병렬 처리 장치에 저장한다.

[0008] 일 실시예에 따른 상기 쉬어 와프 분해를 이용한 볼륨 렌더링 방법에서, 상기 병렬 처리 장치의 메모리에 저장하는 단계는, 상기 병렬 처리 장치의 메모리에 상기 부호화된 볼륨에 관한 정보를 이동시키고자 할 경우, 호스트 장치의 호스트 고정 메모리에 기초하여 수행될 수 있다.

[0009] 일 실시예에 따른 상기 쉬어 와프 분해를 이용한 볼륨 렌더링 방법에서, 상기 병렬 처리 장치의 메모리에 저장하는 단계는, 상기 부호화된 볼륨에 관한 정보를 상기 병렬 처리 장치의 텍스처 메모리(texture memory)에 저장함으로써, 반복적인 병렬 렌더링 작업이 요구될 경우 상기 텍스처 메모리로부터 상기 부호화된 볼륨에 관한 정보를 독출할 수 있다.

[0010] 일 실시예에 따른 상기 쉬어 와프 분해를 이용한 볼륨 렌더링 방법에서, 상기 3방향 이동 좌표 정보는, 이미지 할당 크기에 따라 결정되며, 상기 병렬 처리 장치의 상수 메모리(constant memory)에 저장됨으로써, 뱅크 충돌(bank conflict)을 감소시킬 수 있다. 또한, 상기 이미지 할당 크기는, '1'의 크기를 갖는 제 1 축, 이미지의 너비를 나타내는 제 2 축, 및 이미지의 너비와 높이의 곱을 나타내는 제 3 축에 의해 결정될 수 있다.

[0011] 일 실시예에 따른 상기 쉬어 와프 분해를 이용한 볼륨 렌더링 방법에서, 상기 집적된 주행거리 부호화된 볼륨을 생성하는 단계는, 상기 볼륨 슬라이스의 스캔 라인들을 동시에 두 줄씩 가로지르면서 연속적으로 불투명한 복셀(voxel)을 식별하되, 두 개의 이웃한 주행거리 부호화에 기초하여 불투명한 복셀을 수집하여 압축된 오페이크 복셀(compressed opaque voxel)로 저장할 수 있다. 또한, 상기 중간 이미지로 투영하는 단계는, 상기 주행거리 부호화된 볼륨의 정보에 기초하여 상기 압축된 오페이크 복셀을 검사함으로써 상기 불투명한 픽셀들을 렌더링하지 않고 건너뛸(skip) 수 있다.

[0012] 일 실시예에 따른 상기 쉬어 와프 분해를 이용한 볼륨 렌더링 방법에서, 상기 중간 이미지로 투영하는 단계는,

이미지 크기의 복수 개의 스레드(thread)를 설정하여 상기 병렬 처리 장치의 연산 코어 별로 각각 쉬어된 볼륨 슬라이스를 2차원 중간 이미지 평면으로 투영함으로써 중간 이미지를 생성할 수 있다.

[0013] 한편, 이하에서는 상기 기재된 쉬어 와프 분해를 이용한 볼륨 렌더링 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공한다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 실시예들은, 쉬어 와프 볼륨 렌더링 방법을 별도의 병렬 처리 장치를 이용하여 동시에 처리함으로써, 렌더링 과정에 수반되는 연산 속도를 향상시키고, 외적 자원을 이용함으로써 렌더링 시스템 자체의 부하를 감소시키며, 영상의 품질을 일정하게 유지하면서도 고속으로 다량의 볼륨 데이터를 실시간으로 렌더링하여 결과 이미지를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 쉬어 와프의 개념을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 쉬어 와프 알고리즘을 도시한 도면이다.

도 3은 쉬어 와프 볼륨 렌더링을 병렬적으로 처리하기 위한 본 발명의 개괄적인 아이디어를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 쉬어 와프 분해를 이용한 볼륨 렌더링 방법을 도시한 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 도 4의 볼륨 렌더링 방법에서 병렬 처리를 이용하여 중간 이미지를 생성하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 4의 볼륨 렌더링 방법에서 3방향 이동 좌표계를 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 4의 볼륨 렌더링 방법에서 중간 이미지로부터 최종 렌더링 이미지를 생성하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 본 발명의 실시예들을 설명하기에 앞서, 쉬어 와프 기술에 관해 개괄적으로 소개하고, 이를 이용한 볼륨 렌더링 기법의 문제점들을 검토한 후, 이들 문제점을 해결하기 위해 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 기술적 수단을 순차적으로 소개하도록 한다.

[0017] 볼륨 렌더링 기법은 모든 물체가 3차원의 복셀(voxel)로 이루어졌다고 가정하고, 이 복셀들이 화면의 화소에 어떤 영향을 미치는 것인가에 관심을 가진다. 여기서, 복셀은 3차원 공간의 한 점을 정의한 일단의 그래픽 정보를 의미하는 것으로 볼륨 데이터의 단위 원소에 해당한다. 통상적으로 화소(pixel)가 2차원 공간에서 x-y좌표로 된 점을 정의한 것이기 때문에 제3의 좌표 z가 필요한데, 3차원 정보를 포함하는 복셀에서 각 좌표는 위치, 컬러 및 밀도를 나타내며, 이 정보와 3차원 소프트웨어를 이용하여 다양한 각도에서 2차원 화면을 생성할 수 있다. 즉, 화면을 구성하는 하나의 화소의 색깔을 계산하기 위하여, 화소에 영향을 미치는 복셀을 모두 고려할 필요가 있다. 화소로부터 화면에 수직인 가상의 선(시선 또는 관찰 방향을 의미한다.)을 가정할 경우, 이러한 복셀은 시선 상에 있거나 가까운 복셀들로부터 3차원 보간을 통해 유추될 수 있다. 이때, 이러한 복셀들이 얼마나 밝은지, 무슨 색깔인지, 얼만큼 투명한지가 검사된다.

[0018] 도 1 및 도 2는 각각 쉬어 와프의 개념과 쉬어 와프 알고리즘을 도시한 도면이다.

[0019] 이상에서 개괄적으로 소개한 바와 같이, 볼륨 데이터의 단위 원소를 복셀, 볼륨 데이터가 투영되는 평면을 투영 평면(projected image plane)이라고 하며, 투영 평면의 한 화소(pixel)로부터 볼륨 데이터가 존재하는 3차원 공간으로 나가는 직선들이 시선을 나타내게 된다.

[0020] 도 1을 참조하면, 쉬어 와프 알고리즘은 투영(projection)을 용이하게 하기 위해 2축에 대해 슬라이스면을 평행 이동시키는 쉬어(shear) 과정과 시선 방향의 회전 특성을 보완하기 위한 와프(warp) 과정으로 이루어진다.

[0021] 보다 구체적인 쉬어 와프 알고리즘은, 도 2에 도시된 바와 같다.

[0022] STEP 1: 볼륨 데이터의 슬라이스를 주 슬라이스 축에 수직한 방향으로 평행 이동시키고,

[0023] STEP 2: 쉬어된 이미지를 2차원 중간 이미지 평면에 투영시키며,

[0024] STEP 3: 중간 이미지 평면상의 이미지는 왜곡된 형상이므로 와프 및 리샘플링을 통해 최종 렌더링 이미지로 변환된다.

[0025] 이상의 과정을 수행하기 위해서는 뷰잉 매트릭스(viewing matrix)를 이용하여 주 슬라이스 축(principal slice axis)를 계산하여야 한다. 이 축은 시선 방향의 수직 방향과 가장 작은 각을 이루는 x, y, z 축 중의 하나를 의미한다. 볼륨 데이터에 대한 시선 방향의 회전은 뷰잉 매트릭스를 이용하여 표현되며 쉬어 와프 기법은 뷰잉 매트릭스를 2개의 매트릭스로 분해하여 단순화된 매트릭시 식으로 변환하는 것이 가능하다. 즉, 시선 벡터는 뷰잉 매트릭와 뷰잉 매트릭스에 의해 회전된 시선 백터에 의해 표현될 수 있다. 이제, 주 슬라이스 축을 z 축으로 가정한다면, z 축에 대해 쉬어된 x, y 축의 기울기가 표현 가능하고, 이로부터 쉬어 매트릭스와 와프 매트릭스가 도출될 수 있다. 상기된 과정을 통해 오브젝트 중심 알고리즘의 3차원 샘플링 방법을 2차원 계산으로 변환하는 것이 가능하며, 데이터의 컬러와 불투명도의 계산은 이미지 중심의 방법을 적용할 수 있다.

[0026] 그런데, 이러한 쉬어 와프 기법을 이용한 볼륨 렌더링 방법에서는 메모리 사용량의 증가에 따른 시스템 부하 및 전처리 과정에서의 시간 소요가 문제점으로 지적되었다. 따라서, 이들 문제점을 해결한 개선된 쉬어 와프 볼륨 렌더링 방법이 요구된다.

[0027] 도 3은 쉬어 와프 볼륨 렌더링을 병렬적으로 처리하기 위한 본 발명의 개괄적인 아이디어를 나타낸 도면으로서, 하드웨어 가속 장치를 활용하여 쉬어 와프 렌더링 처리를 병렬적으로 수행함으로써 이상에서 지적된 문제점을 해소하고자 한다. 이러한 병렬 처리를 위한 하드웨어 가속 장치는 GPU(graphics processing unit)로서 구현될 수 있으나, 이하에서 제안되는 본 발명의 실시예들에서 병렬 처리 장치는 단지 GPU에 제한되지 않는다.

[0028] 도 3을 참조하면, 쉬어 스큐 변환(shear skew transformation)에 의해 샘플링된 볼륨 데이터로부터 중간 이미지가 획득된다. 원본 볼륨 데이터(310)가 호스트(host) 메모리 상의 고정 메모리(fixed memory)에 할당되기 전, 볼륨 데이터의 샘플링 값이 GPU 장치(320)의 텍스처 메모리로 복사된다. 본 발명의 실시예들이 채택하는 볼륨 렌더링 방법은 텍스처 메모리를 이용하여 반복 쉬어 스큐 및 중간 이미지 투영을 수행함으로써 렌더링 속도의 향상을 도모한다. 또한, x, t, z 축의 값(3방향 이동 좌표 정보)은 GPU의 상수 메모리에 복사됨으로써 상수 메모리가 동시에 요구되는 경우의 뱅크 충돌(bank conflict)을 감소시킬 수 있다. 이제, GPGPU를 이용한 와핑(warping) 및 업스케일링(up-scaling) 과정을 통해 최종 렌더링 이미지(330)가 중간 이미지로부터 변환된다.

[0029] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 구체적으로 설명하도록 한다. 다만, 하기의 설명 및 첨부된 도면에서 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 공지 기능 또는 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0030] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 쉬어 와프 분해(shear-warp factorization)를 이용한 볼륨 렌더링 방법을 도시한 흐름도로서 다음의 과정들을 포함한다. 이들 과정은 복수의 연산 코어(core)를 갖는 병렬 처리 장치를 구비한 볼륨 렌더링 장치에 의해 수행될 수 있다.

[0031] S410 단계에서, 볼륨 렌더링 장치는, 렌더링 대상에 대한 복수 개의 볼륨 슬라이스(volume slice) 별로 관찰 방향(viewing axis)에 따라 각각 한 개의 집적된 주행거리 부호화(integrated run-length encoding)된 볼륨을 생성한다.

[0032] 보다 구체적으로, S410 단계는 볼륨 슬라이스의 스캔 라인들을 동시에 두 줄씩 가로지르면서 연속적으로 불투명한 복셀(voxel)을 식별하여 부호화시키는 주행거리 부호화(run-length encoding, RLE)을 활용한다. 주행거리 부호화는 동일 데이터가 자주 연속되는 경우, 데이터값과 연속되어 있는 길이만으로 정보를 표현하여 정보량을 줄이는 방식으로, 동일한 데이터가 연속되어 있는 것이 런(run)이며, 그 연속된 길이가 런 렝스(length)인데 이 데이터값과 그 길이만으로도 원래의 정보를 재현할 수 있다는 원리에 기초한다. 이 과정에서 두 개의 이웃한 주행거리 부호화에 기초하여 불투명한 복셀을 수집하여 압축된 오페이크 복셀(compressed opaque voxel)로 저장한다. 즉, 집적된 주행거리 부호화된 볼륨은 상기된 주행거리 부호화 과정과 오페이크 복셀을 결합하여 구성함으로써 얻을 수 있다.

[0033] 한편, S410 단계에서, 1개의 주행거리 부호화된 볼륨만을 생성하여 볼륨 렌더링에 이용할 수도 있다. 이러한 방법을 활용할 경우 메모리 사용량 및 전처리 과정에 소요되는 시간을 효과적으로 감소시킬 수 있다. 만약 1개의 주행거리 부호화된 볼륨을 사용할 경우, 이로부터 3가지 방향의 결과 영상을 모두 생성하고, 쉬어 와프 알고리즘에서 사용되는 가속화 기법을 적용하기 위해 스큐 변환(skew transformation)이 이용될 수도 있을 것이다. 여기서, 여러 장의 2D이미지가 겹쳐져서 3D 볼륨 데이터가 만들어지는데, 볼륨 데이터를 회전시킬 때의 각도와 방향에 따라 일정 행렬이 계산을 통에 생성되고, 이 행렬에 의해 볼륨 데이터를 비스듬히 움직여서 데이터를 변환시키게 되는 스큐 변환 과정이 수행되게 된다.

[0034] S420 단계에서, 볼륨 렌더링 장치는, 앞서 S410 단계를 통해 생성된 부호화된 볼륨에 관한 정보를 병렬 처리 장치의 메모리에 저장한다. 이때, 상기 부호화된 볼륨에 관한 정보의 3차원 좌표 축인 3방향 이동 좌표 정보를 상기 병렬 처리 장치에 저장한다.

[0035] S420 단계에서, 만약 병렬 처리 장치의 메모리에 부호화된 볼륨에 관한 정보를 이동시키고자 할 경우, 호스트 장치의 호스트 고정 메모리(fixed memory)에 기초하여 수행되는 것이 바람직하다. 여기서, 호스트 고정 메모리는 CPU 상의 메모리(RAM)에 GPU에서 사용할 메모리를 직접 지정하는 방법으로서, 기존의 CPU의 다른 프로그램에서 사용을 금지하면서 이와 동시에 GPU에서 직접 해당 메모리에 접속함으로써 속도를 향상시킬 수 있다. 즉, 원본 볼륨 데이터가 호스트 메모리 상의 고정 메모리에 할당됨으로써 볼륨 데이터의 전송 속도를 크게 향상시킬 수 있다.

[0036] S430 단계에서, 볼륨 렌더링 장치는, 병렬 처리 장치의 연산 코어 별로 하나의 쉬어된(sheared) 볼륨 슬라이스를 할당하고, 중간 이미지(intermediate image)로 투영한다.

[0037] S440 단계에서, 볼륨 렌더링 장치는, 상기 S430 단계를 통해 투영된 중간 이미지를 와프(warp) 변환하여 최종 렌더링 이미지를 생성한다.

[0038] 도 4를 통해 제안된 본 발명의 일 실시예에 따르면, 쉬어 와프 볼륨 렌더링 방법을 별도의 병렬 처리 장치를 이용하여 동시에 처리함으로써 렌더링 과정에 수반되는 연산 속도를 향상시키고, 외적 자원(병렬 처리 장치)을 이용함으로써 렌더링 시스템 자체의 부하를 감소시킬 수 있다.

[0039] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 도 4의 볼륨 렌더링 방법에서 병렬 처리를 이용하여 중간 이미지를 생성하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0040] 도 5를 참조하면, 병렬 처리시 이미지 크기의 복수 개의 스레드(thread)(510)를 설정하여 병렬 처리 장치의 연산 코어 별로 각각 쉬어된 볼륨 슬라이스를 2차원 중간 이미지 평면으로 투영함으로써 중간 이미지(520)를 생성한다. 이때, 상기 스레드들은 병렬적으로 동작함으로써 빠른 이미지 투영 처리가 가능하다. 여기서, 이미지는 픽셀 단위의 크기를 의미하며, 2차원 이미지는 예를 들어 400pixels * 300pixels, 또는 256pixels * 256pixels 등으로 표기할 수 있다.

[0041] 이를 위해 스레드와 블록의 수를 결정할 필요가 있는데, 본 실시예에서 하나의 스레드는 볼륨 슬라이스의 하나의 화소를 담당하며, 각각의 스레드들은 병렬 처리 장치 내에서 병렬적으로 수행된다. 여기서, 스레드는 하나의 단일 연산을 의미하고, 이러한 스레드가 모여서 블록을 구성한다. 또한, GPU는 다수의 프로세스 유닛(process unit) 또는 프로세서 코어로 이루어지는데, 여기서 하나의 프로세스 유닛이 한 번에 블록 한 개를 가져와서 블록을 구성하는 스레드를 처리하고, 이러한 스레드에 대한 처리가 끝나면, 또 다른 블록을 가져와서 연산을 수행하게 된다. 이러한 블록이 모여서 그리드(grid)를 이루는데 이는 전체 작업(task)을 의미한다. 예를 들어 본 실시예에서는, 512*512 크기의 볼륨 슬라이스를 동시에 처리하기 위해서는 32*32 블록(하나의 블록 당 256개의 스레드)이 필요하다.

[0042] 또한, 중간 이미지(520)로 투영함에 있어서, 주행거리 부호화된 볼륨의 정보에 기초하여 압축된 오페이크 복셀을 검사함으로써 불투명한 픽셀들을 렌더링하지 않고 건너뛸(skip) 수 있는데, 이러한 연산을 통해 렌더링 속도의 향상을 도모할 수 있다. 이러한 주행거리 부호화된 볼륨을 이용하여 중간 이미지(520)에 투영할 때, 최근거리 픽셀 맵핑(mapping to nearest pixel) 방법을 활용할 수도 있을 것이다.

[0043] 나아가, 병렬 처리 장치의 메모리에 저장하는 과정에서, 부호화된 볼륨에 관한 정보를 병렬 처리 장치의 텍스처 메모리(texture memory)에 저장함으로써, 반복적인 병렬 렌더링 작업이 요구될 경우 텍스처 메모리로부터 부호화된 볼륨에 관한 정보를 독출할 수 있으므로, 데이터 호출 및 처리 속도를 향상시킬 수 있다. 이러한 텍스처 메모리는 이미지 처리에 특화되어 빠른 메모리 접근이 가능한 하드웨어이다.

[0044] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 4의 볼륨 렌더링 방법에서 볼륨 정보(620)의 3방향 이동 좌표계(610)를 나타내는 도면이다.

[0045] 도 6을 참조하면, 3방향 이동 좌표 정보는, 이미지 할당 크기에 따라 결정될 수 있는데, 이러한 이미지 할당 크기는, '1'의 크기를 갖는 제 1 축($x=1$), 이미지의 너비를 나타내는 제 2 축($y=width$), 및 이미지의 너비와 높이의 곱을 나타내는 제 3 축($z=width*height$)으로 설정 가능하다.

[0046] 나아가, 이러한 데이터는, 병렬 처리 장치의 상수 메모리(constant memory)에 저장됨으로써, 뱅크 충돌(bank conflict)을 최소화하여 연산 속도를 향상시킬 수 있다. 뱅크 충돌은, GPU의 글로벌 메모리 등 기타 메모리에서 동시 접근이 불가능한 사유로 인하여, 프로세스 유닛에서 동시에 같은 메모리 공간을 접근 시, 유닛들간에 서로 충돌을 일으켜 하나의 유닛씩 해당 메모리에 접근하게 되는 현상을 말한다. 따라서, 본 발명의 실시예에 따르면, 상수 메모리는 읽기만 가능하고 그 값들에 대하여 수정(쓰기)을 할 수 없는 특성을 가지고 있으므로, 접근이 빠르고 하나의 메모리 공간을 동시에 접근할 수 있는 장점을 최대한 활용할 수 있게 된다.

[0047] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 4의 볼륨 렌더링 방법에서 중간 이미지로부터 와프 변환 행렬을 적용하여 최종 렌더링 이미지를 생성하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0048] 도 7을 참조하면, 와핑 과정에서 최종 이미지(720)의 모든 픽셀에 대해서 중간 이미지(710)에 대한 역 매핑(reverse mapping) 과정을 이용해 최종 결과 이미지(720)를 생성하게 된다. 이러한 과정은 앞서 소개한 스큐 변환(skew transformation)에서 계산되어진 행렬을 가지고 변환 행렬을 만들어 중간 이미지를 해당 변환 행렬로 계산하여 원하는 최종 이미지를 만드는 과정에 해당한다.

[0049] 상기된 본 발명의 실시예들에 따르면, 쉬어 와프 볼륨 렌더링 방법을 별도의 병렬 처리 장치를 이용하여 동시에 처리함으로써, 렌더링 과정에 수반되는 연산 속도를 향상시키고, 외적 자원을 이용함으로써 렌더링 시스템 자체의 부하를 감소시키며, 영상의 품질을 일정하게 유지하면서도 고속으로 다량의 볼륨 데이터를 실시간으로 렌더링하여 결과 이미지를 제공할 수 있다.

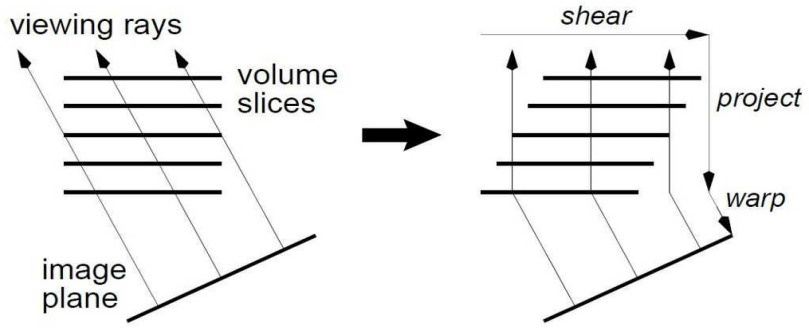
[0050] 한편, 본 발명의 실시예들은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다.

[0051] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현하는 것을 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의하여 용이하게 추론될 수 있다.

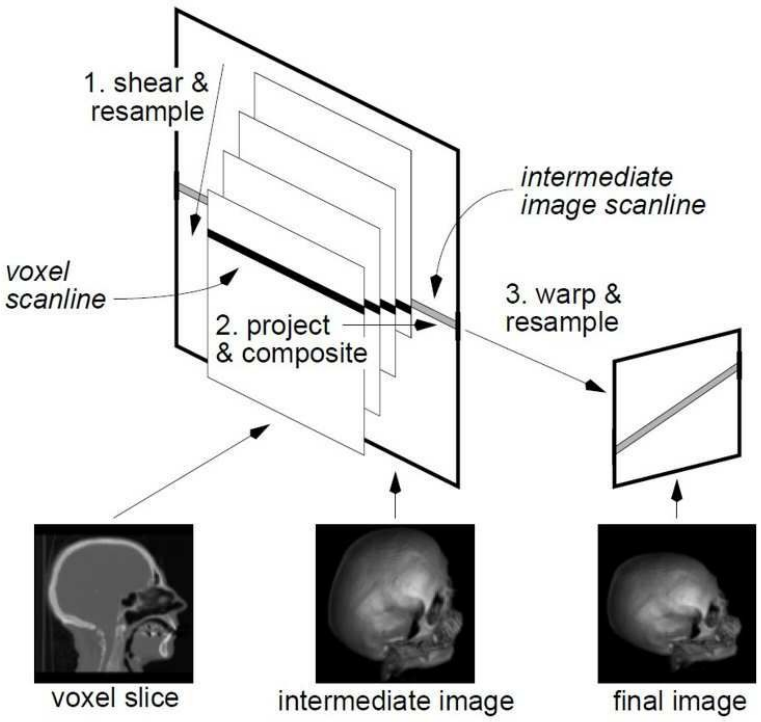
[0052] 이상에서 본 발명에 대하여 그 다양한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명에 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

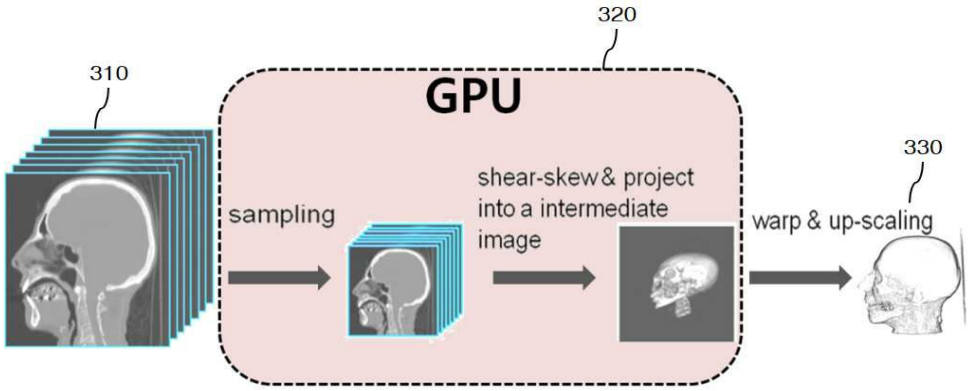
도면1



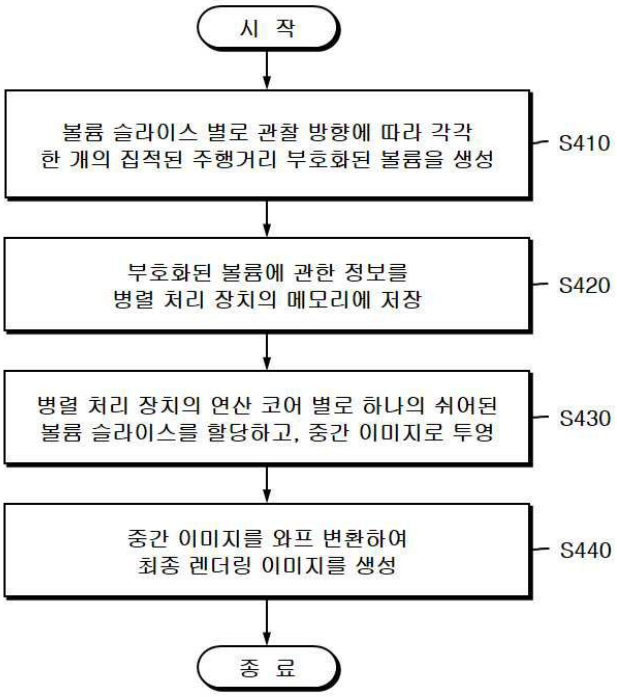
도면2


1. shear &
resample
intermediate
image scanline
voxel
scanline
2. project
& composite
3. warp &
resample
voxel slice
intermediate image
final image

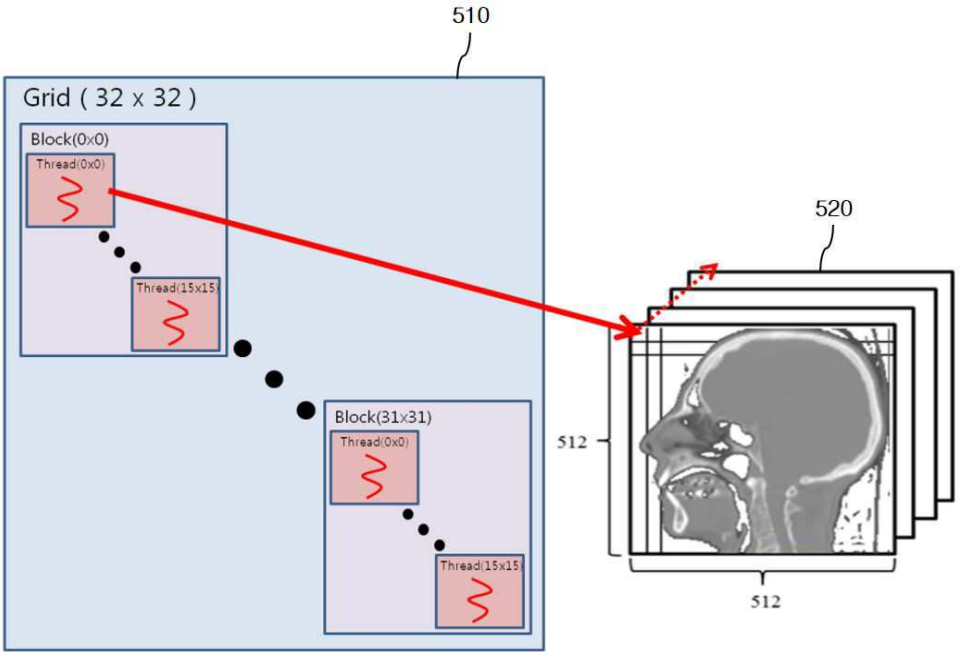
도면3


320
310
GPU
330
shear-skew& project
into a intermediate
image
sampling
warp & up-scaling

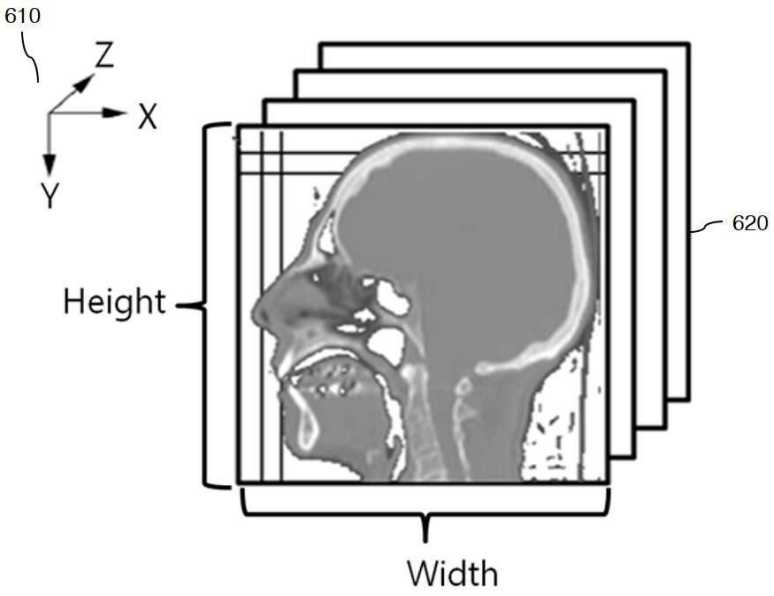
도면4


시 작
볼륨 슬라이스 별로 관찰 방향에 따라 각각 한 개의 집적된 주행거리 부호화된 볼륨을 생성
S410
부호화된 볼륨에 관한 정보를 병렬 처리 장치의 메모리에 저장
S420
병렬 처리 장치의 연산 코어 별로 하나의 쉬어된 볼륨 슬라이스를 할당하고, 중간 이미지로 투영
S430
중간 이미지를 와프 변환하여 최종 렌더링 이미지를 생성
S440
종 료

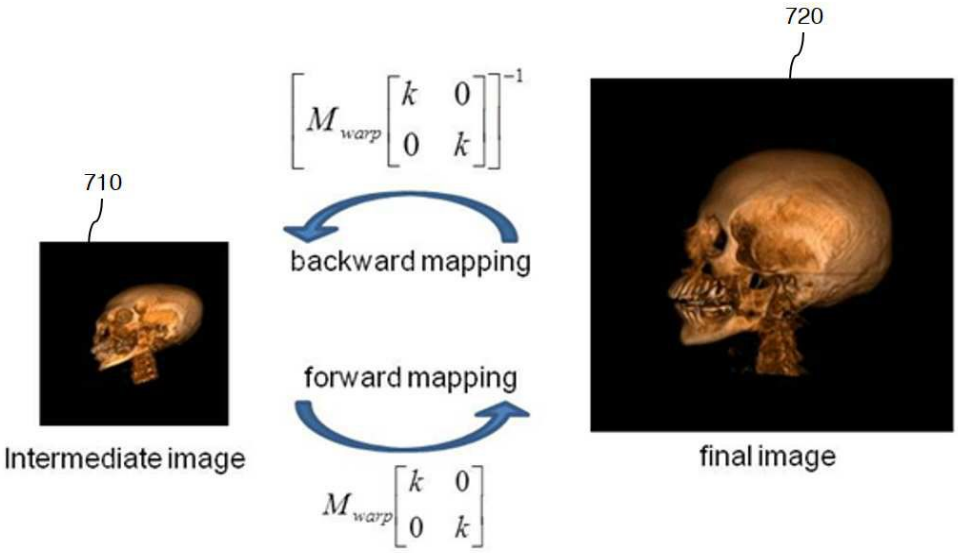
도면5


510
Grid (32 x 32)
Block(0x0)
Thread(0x0)
Thread(15x15)
Block(31x31)
Thread(0x0)
Thread(15x15)
520
512
512

도면6


610
Z
X
Y
620
Height
Width

도면7


720
710
$\left[M_{warp}\begin{bmatrix}k & 0\\ 0 & k\end{bmatrix}\right]^{-1}$
backward mapping
forward mapping
$M_{warp}\begin{bmatrix}k & 0\\ 0 & k\end{bmatrix}$
Intermediate image
final image