

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2015 년 8 월 13 일 (13.08.2015)



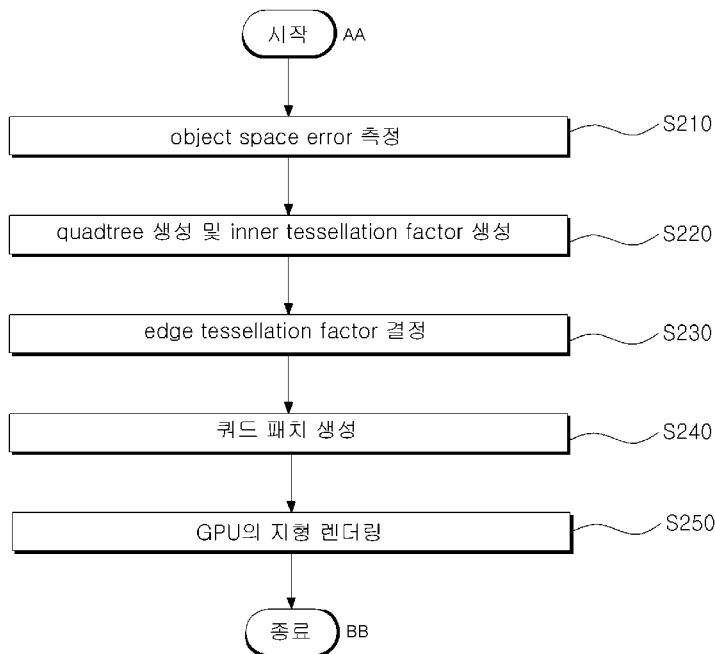
(10) 국제공개번호
WO 2015/119325 A1

- (51) 국제특허분류: *G06T 17/05* (2011.01) *G06T 15/00* (2011.01) 151-849 서울시 관악구 행운 2 길 54 501 호(행운동), Seoul (KR).
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2014/002497 (74) 대리인: 송인호 (SONG, In-Ho); 135-935 서울시 강남구 강남대로 62 길 38(역삼동, 동림빌딩 5 층), Seoul (KR).
- (22) 국제출원일: 2014 년 3 월 25 일 (25.03.2014)
- (25) 출원언어: 한국어 (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2014-0014101 2014 년 2 월 7 일 (07.02.2014) KR
- (71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) [KR/KR]; 136-701 서울시 성북구 안암로 145 (안암동), Seoul (KR).
- (72) 발명자: 한정현 (HAN, Jung-Hyun); 135-838 서울시 강남구 선릉로 206 105 동 301 호(대치동, 동부센트레빌), Seoul (KR). 강형엽 (KANG, Hyeong Yeop); 133-794 서울시 성동구 왕십리로 36 104 동 803 호(성수동 1 가, 건영아파트), Seoul (KR). 장한용 (JANG, Han Young);
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: TERRAIN RENDERING METHOD

(54) 발명의 명칭 : 지형 렌더링 방법



S210 ... Measure object space error
S220 ... Generate quadtree and generate inner tessellation factor
S230 ... Determine edge tessellation factor
S240 ... Generate quad patch
S250 ... Perform terrain rendering by GPU
AA ... Start
BB ... End

(57) Abstract: The present invention relates to a multi-resolution terrain rendering method using GPU tessellation. The terrain rendering method according to an embodiment of the present invention, which uses GPU tessellation, comprises the steps of: generating a quad patch, to which an inner tessellation factor and an edge tessellation factor are allocated, using a quadtree including a parent node and a child node; generating a base mesh using the quad patch; and restoring a terrain by applying a displacement map to the base mesh.

(57) 요약서: 본 발명은 GPU 테셀레이션(tessellation)을 이용한 다중 해상도 지형 렌더링 방법에 관한 것이다. 본 발명의 일실시예에 의한 지형 렌더링 방법은 GPU 테셀레이션(tessellation)을 이용한 지형 렌더링 방법에 있어서, 부모 노드 및 자식 노드를 포함하는 quadtree 를 이용하여 inner tessellation factor 및 edge tessellation factor 가 할당된 쿼드패치(quad patch)를 생성하는 단계; 상기 쿼드패치를 이용하여 베이스 메쉬를 생성하는 단계; 및 상기 베이스 메쉬에 디스플레이스먼트 맵(displacement map)을 적용하여 지형을 복원시키는 단계를 포함할 수 있다.



TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, **공개:**

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,

MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,

GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 지형 렌더링 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 지형 렌더링 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 GPU 테셀레이션을 이용한 다중 해상도 지형 렌더링 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 지형 렌더링(terrain rendering)은, 지리 정보 시스템(Geographic Information System; GIS), 비행 시뮬레이션, 대화식 컴퓨터 게임 등과 같은 다양한 분야에서 이용되고 있다. 지형 렌더링을 위한 방법으로 삼각형 메쉬나 다른 다각형 모델들이 흔히 사용되고 있다.
- [3] 지형 렌더링에 필요한 지리 정보 데이터의 크기는 적게는 수백 GB 에서 수십 TB까지 그 용량의 크기가 매우 크기 때문에, 이를 실시간에 렌더링 하기 위해서는, 사용자의 시점과 표면의 굴곡 등을 고려하여 mesh를 간략화하여 렌더링 할 수 있는 기법들을 적용해야 한다. 관련된 선행문헌으로 대한민국 등록특허 제10-0726031호가 있다.
- [4] 지형 렌더링 기법은 크게 두 가지로 그룹으로 분류 할 수 있다. 첫 번째 그룹은 regular hierarchical structure를 사용하는 그룹인데 가장 대표적인 예가 hierarchies of right triangles (HRT) 이다. 두 번째 그룹은 triangulated irregular networks (TINs)이다. TINs은 지형을 비균일하게 샘플링 할 수 있기 때문에 불필요한 삼각형의 수를 최소화 시킬 수 있다는 장점이 있으나, multi-resolution을 달성하기 위해 복잡한 연산과 더 큰 저장 공간이 필요하다는 단점이 있다.
- [5] 따라서 최근에는 multi-resolution을 효율적으로 달성하기 위한 지형 렌더링 기법에 대한 연구가 필요한 실정이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 발명의 목적은 크랙(crack) 문제를 해결하면서, 다중 해상도를 달성할 수 있는 지형 렌더링 방법을 제공하는 데 있다.

과제 해결 수단

- [7] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일실시예에 의하면, GPU 테셀레이션(tessellation)을 이용한 지형 렌더링 방법에 있어서, 부모 노드 및 자식 노드를 포함하는 quadtree를 이용하여 inner tessellation factor 및 edge tessellation factor가 할당된 쿼드패치(quad patch)를 생성하는 단계; 상기 쿼드패치를 이용하여 베이스 메쉬를 생성하는 단계; 및 상기 베이스 메쉬에 디스플레이스먼트 맵(displacement map)을 적용하여 지형을 복원시키는 단계를 포함하는 지형 렌더링 방법이 제공된다.
- [8] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일실시예에 의하면, GPU

테셀레이션(tessellation)을 이용한 지형 렌더링 장치에 있어서, 부모 노드 및 자식 노드를 포함하는 quadtree를 이용하여 inner tessellation factor 및 edge tessellation factor가 할당된 쿼드패치(quad patch)를 생성하는 연산 처리부; 및 상기 쿼드패치를 이용하여 베이스 메쉬를 생성하고, 상기 베이스 메쉬에 디스플레이스먼트 맵(displacement map)을 적용하여 지형을 복원시키는 그래픽 처리부를 포함하는 지형 렌더링 장치가 제공된다.

발명의 효과

- [9] 본 발명의 일실시예에 의한 지형 렌더링 방법 및 장치는 다중 해상도를 달성하면서도 크랙 문제를 해결할 수 있다.
- [10] 또한, 본 발명의 일실시예에 의하면, GPU의 Tessellator를 이용해 빠른 속도로 지형을 렌더링 할 수 있으면서도, 지형의 굴곡 정보와 카메라의 위치에 따라 적응적인 해상도를 결정할 수 있어서 불필요하게 소모되는 렌더링 자원을 최소화 할 수 있다.
- [11] 또한, 본 발명의 일실시예에 의하면, 전체 지형이 quadtree라는 간략화된 데이터 구조를 통해 관리되기 때문에, 대용량 지형이라도 매우 적은 메모리 소모만을 통하여 관리할 수 있으며, 적응적 해상도를 결정하고, 데이터를 업데이트 하는 일들을 매우 빠르고 효율적이며 간단하게 처리 할 수 있어 전반적인 성능이 큰 폭으로 향상된다.

도면의 간단한 설명

- [12] 도 1은 본 발명의 일실시예와 관련된 지형 렌더링 장치의 블록도이다.
- [13] 도 2는 본 발명의 일실시예와 관련된 지형 렌더링 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [14] 도 3은 본 발명의 일실시예와 관련된 지형 렌더링 방법에서 오브젝트 스페이스 에러를 계산에 이용되는 메쉬의 계층 구조를 나타낸다.
- [15] 도 4는 본 발명의 일실시예와 관련된 지형 렌더링 방법에서 각 타일에 대한 quadtree를 생성을 설명하기 위한 도면이다.
- [16] 도 5는 본 발명의 일실시예와 관련된 지형 렌더링 방법에서 그래픽 처리부(GPU)에서 지형 렌더링 파이프 라인을 나타낸다.
- [17] 도 6은 본 발명의 일실시예와 관련된 지형 렌더링 방법에서 height map과 특징 보존 기하학 이미지(FGI, Feature preserving Geometry Image)을 이용하여 지형을 복원하는 결과를 나타낸다.
- [18] 도 7은 본 발명의 일실시예와 관련된 지형 렌더링 방법에서 FGI를 사용하여 돌출된 기하 이미지를 복원하는 예를 나타낸다.
- [19] 도 8은 본 발명의 일실시예와 관련된 지형 렌더링 방법에서 FGI를 생성하는 과정을 나타내는 도면이다.
- [20] 도 9은 본 발명의 일실시예와 관련된 지형 렌더링 방법에서 노드 머징(merging) 알고리즘을 나타낸다.
- [21] 도 10은 본 발명의 일실시예와 관련된 지형 렌더링 방법에서 노드

스플리팅(splitting) 알고리즘을 나타낸다.

- [22] [부호의 설명]
- [23] 100: 지형 렌더링 장치
- [24] 110: 전처리부
- [25] 120: 연산 처리부
- [26] 130: 그래픽 처리부

발명의 실시를 위한 형태

- [27] 이하, 본 발명의 일실시예와 관련된 지형 렌더링 방법 및 장치에 대해 도면을 참조하여 설명하도록 하겠다.
- [28] 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.
- [29] 도 1은 본 발명의 일실시예와 관련된 지형 렌더링 장치의 블록도이다.
- [30] 도시된 바와 같이, 지형 렌더링 장치(100)는 전처리부(110), 연산 처리부(120) 및 그래픽 처리부(130)를 포함할 수 있다.
- [31] 전처리부(110)는 지형 렌더링 수행 전의 전처리 절차를 수행할 수 있다. 예를 들어, 전처리부(110)는 오브젝트 스페이스 에러(Object-space Errors)를 측정할 수도 있고, 지형 메쉬(terrain mesh)를 파라미터화(parameterization)하여 기하 이미지(Geometry Image)를 생성할 수 있다. 오브젝트 스페이스 에러 및 기하 이미지에 대해서는 후술하도록 하겠다.
- [32] 연산 처리부(120)는 그래픽 처리부(130)에서 지형 렌더링을 수행하기 위한 다양한 데이터를 연산하거나 생성할 수 있다. 예를 들어, 연산 처리부(120)는 측정된 오브젝트 스페이스 에러를 이용하여 quadtree를 생성하고 inner tessellation factor를 결정할 수 있다. 그리고 연산 처리부(120)는 상기 inner tessellation factor를 이용하여 edge tessellation factor를 결정할 수 있다.
- [33] 그래픽 처리부(130)는 상기 연산 처리부(120)에서 처리된 데이터를 이용하여 지형 렌더링을 수행할 수 있다. 그래픽 처리부(130)는 GPU(Graphics Processing Unit)이라 할 수 있다. 예를 들어, 그래픽 처리부(130)는 상기 연산 처리부에서 생성된 쿼드패치(quad patch) 정보를 이용하여 지형을 복원할 수 있다. quadtree에 포함된 복수의 노드 중 하나의 노드가 쿼드패치(quad patch)가 될 수 있다.
- [34] 하나의 쿼드패치 당 고려해야 하는 tessellation factor는 총 6개로 각 edge에 대한 tessellation factor 4개와 내부의 가로, 세로 분할 수에 해당하는 inner tessellation factor 2개가 있다.
- [35] 상기 연산처리부(120)와 상기 그래픽 처리부(130)에서 수행되는 작업은

전처리부(110)와 달리 매 프레임마다 수행된다.

- [36] 도 2는 본 발명의 일실시예와 관련된 지형 렌더링 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [37] 전처리부(110)는 오브젝트 스페이스 에러를 측정할 수 있다(S210). 상기 오브젝트 스페이스 에러는 스크린 스페이스 에러(screen-space error)를 구하는데 이용될 수 있다. 오브젝트 스페이스 에러가 screen상에서 몇 pixel에 해당하는지를 나타내는 값이 스크린 스페이스 에러이다. 오브젝트 스페이스 에러는 다음과 방식으로 측정될 수 있다.
- [38] 도 3은 본 발명의 일실시예와 관련된 지형 렌더링 방법에서 오브젝트 스페이스 에러를 계산에 이용되는 메쉬의 계층 구조를 나타낸다. 도 3(a)는 height map 지형(Height-mapped terrain)이고, 도 3(b)는 특징 보존 기하 지형(FGI-mapped terrain)이다. height map이 3차원 좌표상에서 메쉬 구조의 각 버텍스(vertex)를 높이에 맞게 단순히 수직으로 올려 생성한 맵이라면, 특징 보존 기하 이미지 지형(FGI)은 3차원 좌표상에서 메쉬 구조의 각 버텍스(vertex)을 지형을 특징을 고려한 벡터에 따라 올려 생성한 맵이라 할 수 있다.
- [39] 이하 실시예에서는 디스플레이스먼트 맵(displacement map)이 최대 513×513 의 해상도를 가지는 경우에 대해 예를 들어 설명하기로 한다. 이 경우, 그래픽 처리부(130)에서 처리할 수 있는 최대 해상도는 하드웨어적인 한계로 인해 65×65 이다.
- [40] 오브젝트 스페이스 에러는 전처리 단계에서 도 3과 같이 지형의 해상도(resolution)를 순차적으로 낮춰가면서 각 메쉬(mesh) 버텍스(vertex)에서의 높이를 512 level의 메쉬(mesh) 버텍스의 높이와 비교하여 그 차이를 계산하고 최종적으로 가장 큰 값이 각 레벨에서의 오브젝트 스페이스 에러(object space error)로 결정된다. 즉, 513×513 의 해상도를 가지는 지형의 오브젝트 스페이스 에러는 총 8×8 의 block으로 쪼개져, 그 영역 내에서 가장 큰 높이값의 차이가 level 별 오브젝트 스페이스 에러가 된다. 이는 지형이 513×513 의 최대 해상도를 가질 경우 해상도를 반씩 나뉘가면서 영역 내에서 가장 큰 높이값의 차이를 저장하는 것인데, 513×513 에서부터 $257 \times 257, \dots, 3 \times 3, 2 \times 2$ 까지 해상도를 낮춰가면서 영역내의 최대값(최대 높이값의 차이)이 저장된다. $(2^n + 1) \times (2^n + 1)$ 개의 버텍스를 갖는 메쉬를 2^n 레벨이라 한다.
- [41] 스크린 스페이스 에러(screen-space error)는 상기 오브젝트 스페이스 에러를 screen space(모니터에서 보여지는 실제 위치)로 프로젝션(projection) 했을 때, 몇 pixel에 해당하는지를 나타내는 값이다.
- [42] 연산 처리부(120)는 상기 스크린 스페이스 에러를 이용하여 quadtree를 생성하고, inner tessellation factor를 결정할 수 있다(S220). 각 node는 2의 승수에 해당하는 inner tessellation factor를 가지며, 그래픽 처리부(130)에서 처리할 수 있는 최대 해상도는 65×65 이기 때문에 최대 64의 값을 가질 수 있다.
- [43] 가장 처음에 quadtree를 구성할 때에는 가장 성긴 레벨에서부터 시작한다(Level 1). 각 8×8 의 object-space error 영역에 대해, 영역 내에서 viewpoint에 가장 가까운

점에 해당 error를 위치시키고, screen-space로 projection시켜 screen-space error 값을 구한다. 만약 스크린 스페이스 에러가 미리 정해진 한계값(threshold)보다 작다면, 해당 타일의 inner tessellation factor는 1로 설정된다.

- [44] 하지만 스크린 스페이스 에러가 상기 한계값(threshold)보다 크다면, level을 하나씩 증가시키면서 error값이 threshold 이하가 될 때까지 반복한다. 만약 타일의 inner tessellation factor가 64보다 크다면 GPU의 한계를 넘어서게 되므로, 타일을 4개의 patch로 쪼개고(즉, 자식 노드(child node)를 생성함), 각 쪼개진 patch들에 대해 다시 level에 따른 error값을 측정한다. 지형의 최대 해상도가 513×513인 경우에는 quadtree의 depth는 4로 제한된다.
- [45] 그리고 이하 실시예에서는 가로 분할 수에 해당하는 inner tessellation factor와 세로 분할 수에 해당하는 inner tessellation factor가 동일한 값을 가지는 것을 가정하고 설명하기로 한다.
- [46] 연산 처리부(120)는, quadtree의 모든 자식 노드(leaf 노드)에 대하여 inner tessellation factor가 결정되면, edge tessellation factor를 계산할 수 있다(S230).
- [47] 테셀레이션(tessellation)을 통해서 생성되는 삼각형의 숫자를 최대한 줄여야 하므로, 연산 처리부(120)는 threshold를 만족하는 최소의 edge tessellation factor 값을 결정할 수 있다. 이는 만들어진 quadtree를 breadth-first 순회하여 결정하게 된다.
- [48] 도 4는 본 발명의 일실시예와 관련된 지형 렌더링 방법에서 각 타일에 대한 quadtree(quad tree)를 생성을 설명하기 위한 도면이다.
- [49] 도 4에서 inner tessellation factor 8을 가지는 노드(node) A를 보면, 더 작은 inner tessellation factor를 가지는 노드(node)인 B, C와 edge를 공유하고 있다. 노드 B와 C는 똑같이 inner tessellation factor 2를 가지고 있는데, 노드 A와 비교하기 위해 이들을 동일한 비율로 증가시키면 inner tessellation factor가 4가 된다. 즉, 노드 B와 C의 edge 길이를 노드 A의 edge 길이와 통일시키기 위해서 노드 B와 C의 edge 길이를 2배 증가시키면, 노드 B와 C의 inner tessellation factor는 4가 된다. 그러면 [4,8] 사이의 영역에서 가장 작은 크기이고 다음의 2가지 조건을 만족하는 수가 해당 edge에서의 edge tessellation factor로 결정된다.
- [50] 1) 추출되는 숫자는 2의 승수이어야 함
- [51] 2) edge 길이 비에 따라 크기 비에 따라 나누어져 자연수를 가질 수 있는 값이어야 함
- [52] 상기 조건을 만족하는 최소의 수는 4이므로, 연산 처리부(120)는 노드 A의 왼쪽 edge tessellation factor에 4로 설정하고, 노드 B와 노드 C에는 edge 길이 비에 따라 4를 나눠 각각 2씩 설정한다.
- [53] 노드 A의 위쪽 edge를 보면, 서로 다른 크기를 갖는 노드 D, E, F와 edge를 공유하고 있다. 노드 D, E, F에서 길이 비에 따라 증가시킨 inner tessellation factor 값들 중 가장 큰 값은 64이다. 그리고 노드 A는 8이므로 edge tessellation factor의 범위는 [8, 64]이다. 여기서 전술한 2가지 조건을 만족시키는 값은 8이다.

그러므로 노드 A의 위쪽 edge tessellation factor 는 8로 설정되고, 노드 D, E, F에는 길이 비에 따라 이 값이 나뉘지면서 각각 4, 2, 2의 값을 가진다.

- [54] 노드 G의 아래쪽 edge를 보면, G보다 작은 노드 B와 H가 위치하고 있다 노드 G의 값은 1이고, 노드 H, B의 길이 비에 따른 값은 4이다. 그러므로 edge tessellation factor의 범위는 [1,4]가 된다. 여기서 1은 길이 비에 따라 나뉘질 수 없어, 상기 2번 조건을 만족시키지 못하므로 2가 노드 G의 아래쪽 edge tessellation factor로 결정됨과 동시에 H와 B에 각각 1씩 설정된다. 같은 크기를 가지는 노드 E와 노드 I의 inner tessellation factor 중 작은 값은 16이며 따라서 이 값을 E와 I의 edge tessellation factor로 결정한다.
- [55] 상기 설명한 방법에 의해 타일의 해상도가 결정되면, crack이 없이 다중 해상도를 가질 수 있게 된다. 상기 과정은 2개의 타일에 의해 공유된 edge에 대해서도 동일하게 적용된다. 이를 위해 edge tessellation factor가 계산되기 전에, view frustum 내의 모든 타일에 대한 quadtree 데이터와 inner tessellation factor 값들이 결정되어야 한다.
- [56] 연산 처리부(120)는 quadtree, 생성된 inner tessellation factor 및 edge tessellation factor를 이용하여 도 4와 같은 쿼드패치(quad patch)를 생성할 수 있다(S240).
- [57] 상기 쿼드패치에 대한 정보는 그래픽 처리부(130)로 입력될 수 있다. 그래픽 처리부(130)는 입력된 쿼드패치 정보 및 테셀레이터(tessellator)를 이용하여 지형 렌더링을 수행할 수 있다(S250).
- [58] 도 5는 본 발명의 일실시예와 관련된 지형 렌더링 방법에서 그래픽 처리부(GPU, 130)에서 지형 렌더링 파이프 라인을 나타낸다.
- [59] 먼저 그래픽 처리부(130)의 입력으로 쿼드패치 정보가 입력된다. 쿼드패치 정보는 semi-uniform (u,v) grid 라 불리는 평평한 베이스 메쉬(base mesh)를 만드는데 사용되는 정보이다. 추후에 domain shader에서 높이값(displacement map으로 height map 적용 시) 또는 vector값(displacement map으로 FGI 적용 시)을 이용하여 상기 베이스 메쉬의 각 점을 3차원 좌표계에서 이동시켜 지형을 복원한다.
- [60] hull shader는 연산 처리부(120)에서 결정된 tessellation factor를 tessellator로 전해주는 역할을 한다. Tessellator는 입력된 tessellation factor에 맞는 해상도를 갖는 patch인 semi-uniform (u,v) grid를 실제로 생성하는 부분이다. 이렇게 생성된 grid는 domain shader 단계에서 displacement map이라는 지형의 정보를 이용해서 각 점을 이동시킴으로써 최종 지형을 복원하여 렌더링을 수행할 수 있다. 상기 displacement map은 height map, 기하 이미지(Geometry Image) 등을 포함할 수 있다. 상기 기하 이미지(Geometry Image)의 예로 변화율을 고려한 특징 보존 기하 이미지(FGI, Feature preserving Geometry Image)가 있다.
- [61] 도 6은 본 발명의 일실시예와 관련된 지형 렌더링 방법에서 height map과 특징 보존 기하 이미지(FGI, Feature preserving Geometry Image)을 이용하여 지형을 복원하는 결과를 나타낸다.

- [62] 도 6(a)는 충분한 해상도를 가지고 height map을 이용해 지형을 복원한 결과이고, 도 6(b)는 tessellation factor가 줄어들어 부족한 해상도를 가지게 된 상태를 나타내고, 도 6(c)는 FGI를 사용하여 정점들이 높은 변화율이 있는 곳으로 위치하게 되어 부족한 해상도로 복원한 상태를 나타낸다.
- [63] height map을 이용하여 복원하는 기술은 충분한 해상도를 가지지 못하면 변화율이 높은 지형을 제대로 복원하지 못하는 문제가 있다. 하지만 FGI를 사용하게 되면, 변화율이 높은 점으로 더 많은 정점이 위치하게 되어 적은 해상도로도 더 뛰어난 복원을 할 수 있다.
- [64] 도 7은 FGI를 사용하여 돌출된 기하 이미지를 복원하는 예를 나타낸다.
- [65] 도 7(a)는 돌출된 기하 이미지를 나타내고, 도 7(b)는 FGI를 이용하여 상기 도 7(a)를 복원한 예를 나타낸다.
- [66] 도시된 바와 같이, height map을 이용하는 경우는 도 7(a)와 같은 돌출된 기하 이미지를 제대로 복원할 수 없지만, FGI를 이용하여 도 7(a)와 같은 돌출된 기하 이미지도 제대로 복원할 수 있다.
- [67] FGI는 하기 수학적 식 1을 이용하여 생성될 수 있다.
- [68] 수학적 식 1

$$w_v = \alpha \frac{C_v}{\sum C} + (1 - \alpha) \frac{S_v A_v}{\sum S A}$$

$$C_v = \sum_{e \ni v} 2 \|e\| \sin \frac{\theta_e}{2}$$

$$S_v = \begin{cases} 2 & \text{if } v \in \text{ridges} \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_v = \sum_{t \ni v} A_t$$

- [69] 여기서,
 C_v , C_v
 는 굴곡 정도를 측정한 변수이고,
 S_v , S_v
 는 ridge에 포함된 점에 대하여 weight를 증가시키기 위해 주는 값이고,
 A_v , A_v
 는 버텍스(v, vertex)를 공유하는 삼각형의 넓이 합이다. 또한, α 는 user-defined parameter이고,

$$\theta_e$$

는 v에 연결된 edge e의 외부 이면각이다. weight는 변화율로 해석될 수 있으며, 변화율이 높은 지점이 높은 weight를 가지며, 변화율이 작은 지점은 낮은

weight를 가지게 된다.

[70] 도 8은 본 발명의 일실시예와 관련된 지형 렌더링 방법에서 FGI를 생성하는 과정을 나타내는 도면이다.

[71] 도 8(a)는 height map을 나타내고, 도 8(b)는 regular grid mesh를 나타낸다. 상기 수학식 1에 의해 측정된 vertex weight는 저장되고, 해당 mesh는 parameterization 될 수 있다.

[72] 도 8(b)를 보로노이 영역을 이용하여 weight가 큰 점이 조금 더 큰 영역을 가지고 weight가 작은 점이 조금 더 적은 영역을 가지도록 parameterization 결과를 수정할 수 있다. 상기 수정의 많은 반복을 통해 더 정확한 값을 가지도록 조정할 수 있다. 도 8(c)는 수정을 1번 반복한 결과이고, 도 8(d)는 상기 수정을 수백 번(약 500번) 반복한 결과이다. 그리고 도 8(e)는 parameterization 결과를 sampling하여 위치 값을 texture에 저장 함으로써 최종적으로 FGI이다.

[73] 한편, FGI를 사용하는 경우에는 전처리 단계에서 Zippering 과정을 수행해야 crack 발생을 방지할 수 있다.

[74] FGI는 parameterization 후에 sampling을 통해서 얻어내는 값을 텍스처화 한 것이기 때문에 boundary영역에서 미세한 값의 차이가 발생한다. 이는 같은 서로 인접한 타일 형식의 2개의 texture가 boundary에서 같은 영역을 참조함에도 불구하고, 미세한 값의 차이가 발생하여 완전히 동일한 값을 가지지 않게 되는 현상을 가져오고, 이는 결국 crack을 발생시키게 된다. 이를 방지하기 위해, 서로 인접한 boundary를 가지는 2개의 texture중 1개를 골라 해당 boundary영역의 데이터를 다른 texture에 강제로 복사하여 동일한 값을 맞춰 주는 방법을 Zippering이라 한다.

[75] 한편, 본 발명의 일실시예에 의하면, 상기와 같이 한 번 타일의 quadtree가 구성되고 난 후에는, view의 위치가 바뀔에 따라서 실시간에 quadtree가 업데이트될 수 있다. 이전 프레임에서 사용되었던 quadtree를 각각 merging과 splitting 과정을 통해 업데이트 함으로써 가장 처음에 quadtree를 구성할 때 보다 훨씬 적은 연산 자원을 사용하여 다중 해상도 타일을 구성할 수 있다.

[76] 도 9은 본 발명의 일실시예와 관련된 지형 렌더링 방법에서 노드 머징(merging) 알고리즘을 나타낸다.

[77] view가 변화하면, 연산 처리부(120)는 우선 merging을 수행한다. merging은 bottom-up 과 breadth-first 방법을 이용하여 4개의 자식 노드(leaf node)를 가지는 부모 노드(parent node)들에 대하여 tessellation factor 64를 이용하여 screen-space error를 측정해보고, error가 threshold 이하라면 leaf node를 제거하는 merging을 수행하고, 그렇지 않다면 그대로 두는 방식의 연산을 수행한다.

[78] 좀 더 구체적으로, 우선 Merging은 더 이상 조밀하게 표현할 필요가 없는 node에 대해서 수행하게 된다. 현재 node의 screen space error를 측정하였는데 충분한 resolution을 가지는 것으로 판명(error가 threshold 이하)되면, 자기와 같은 부모 node를 가지는 다른 자식들에서도 screen space error를 측정한다. 여기서도

error가 threshold 이하였다면 마지막으로, 부모 node에서도 다시 한번 screen space error를 측정한다. 여기서도 충분한 resolution을 가지는 것으로 판명되면 4개의 자식node들을 유지할 필요가 없으므로 4개의 자식 node들을 없애고 부모 node만 남긴다. 이 과정이 merging이다.

- [79] merging이 수행된 후에는 splitting을 수행한다.
- [80] 도 10은 본 발명의 일실시예와 관련된 지형 렌더링 방법에서 노드 스플리팅(splitting) 알고리즘을 나타낸다.
- [81] 각 자식 노드(leaf node)들에 대하여 tessellation factor 64로 screen-space error를 측정하여 error threshold 이하인지 체크한다. 만약 error가 threshold를 넘는다면, 4개의 leaf node를 생성하는 splitting을 수행한다.
- [82] 좀 더 구체적으로 splitting은 가장 말단의 node들을 순회하면서 변환된 Camera의 위치를 고려하여 측정한 screen space error가 threshold 이하인지를 판별한다. 만약 error가 threshold보다 크다면, 충분한 resolution을 가지지 못한 것이므로 추가적으로 노드를 쪼개어 4개의 자식 node들을 생성한다. 이 과정이 splitting이다.
- [83] 상기 merging과 splitting은 아래의 multi-resolution scheme을 만족하면서 수행될 수 있다.
- [84] 1. quadtree의 depth는 4로 한정되며, CPU의 자원을 최소한으로 사용하여 구성한다.
- [85] 2. quadtree는 GPU pipeline 내에서 서로 완전히 독립적으로 처리되지만, quadtree를 통해 생성된 전체 지형은 '기하학적 연속'을 만족한다.
- [86] 3. quadtree는 regular 구조이므로, GPU pipeline에 4개의 corner 점을 전송하는 대신, 한 node의 index 정보만 보내도 충분히 렌더링이 가능하다.
- [87] 전술한 본 발명의 일실시예에 의한 지형 렌더링 방법은 다중 해상도를 달성하면서도 크랙 문제를 해결할 수 있다.
- [88] 또한, 본 발명의 일실시예에 의하면, GPU의 Tessellator를 이용해 빠른 속도로 지형을 렌더링 할 수 있으면서도, 지형의 굴곡 정보와 카메라의 위치에 따라 적응적인 해상도를 결정할 수 있어서 불필요하게 소모되는 렌더링 자원을 최소화 할 수 있다.
- [89] 또한, quadtree를 통해 지형을 렌더링 하는데 필요한 tile들을 효율적이고 간단하게 관리하여 전반적인 성능이 향상되므로, 대용량 지형을 실시간에 렌더링 할 수 있다.
- [90] 상술한 지형 렌더링 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다. 이때, 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 한편, 기록매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도

있다.

- [91] 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체에는 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.
- [92] 한편, 이러한 기록매체는 프로그램 명령, 데이터 구조 등을 지정하는 신호를 전송하는 반송파를 포함하는 광 또는 금속선, 도파관 등의 전송 매체일 수도 있다.
- [93] 또한, 프로그램 명령에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상술한 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [94] 상기와 같이 설명된 지형 렌더링 방법 및 장치는 상기 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

청구범위

- [청구항 1] GPU 테셀레이션(tessellation)을 이용한 지형 렌더링 방법에 있어서,
부모 노드 및 자식 노드를 포함하는 quadtree를 이용하여 inner tessellation factor 및 edge tessellation factor가 할당된 쿼드패치(quad patch)를 생성하는 단계;
상기 쿼드패치를 이용하여 베이스 메쉬를 생성하는 단계; 및
상기 베이스 메쉬에 디스플레이스먼트 맵(displacement map)을 적용하여 지형을 복원시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 지형 렌더링 방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서, 상기 edge tessellation factor는 인접한 쿼드패치의 inner tessellation factor를 이용하여 결정되는 것을 특징으로 하는 지형 렌더링 방법.
- [청구항 3] 제 2 항에 있어서, 상기 edge tessellation factor는 2의 승수이고, edge 길이 비에 따라 크기 비에 따라 나누어져 자연수를 가질 수 있는 값 중 최소값인 것을 특징으로 하는 지형 렌더링 방법.
- [청구항 4] 제 3 항에 있어서, 상기 쿼드패치 생성 단계는 특정 노드에서 스크린 스페이스 에러가 설정된 한계값 이상인 경우, inner tessellation factor를 증가시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 지형 렌더링 방법.
- [청구항 5] 제 3 항에 있어서, 상기 디스플레이스먼트 맵은 height map 및 geometry image 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 지형 렌더링 방법.
- [청구항 6] 제 5 항에 있어서, 상기 geometry image는 하기 수학적 식 1에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 지형 렌더링 방법.

[수학적 식 1]

$$\begin{aligned}
 w_v &= \alpha \frac{C_v}{\sum C} + (1 - \alpha) \frac{S_v A_v}{\sum S A} \\
 C_v &= \sum_{e \ni v} 2 \|e\| \sin \frac{\theta_e}{2} \\
 S_v &= \begin{cases} 2 & \text{if } v \in \text{ridges} \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases} \\
 A_v &= \sum_{t \ni v} A_t
 \end{aligned}$$

(여기서, C_v , C_v 는 굴곡 정도를 측정한 변수이고, S_v , S_v 는 ridge에 포함된 점에 대하여 weight를 증가시키기 위해 주는 값이고, A_v , A_v 는 버텍스(vertex)를 공유하는 삼각형의 넓이 합이다. 또한, α 는 user-defined parameter이고, e 는 v 에 연결된 edge e 의 외부 이면각이다.)

- [청구항 7] 제 3 항에 있어서, 상기 지형 렌더링 방법은 뷰(view) 위치가 변화에 따라 상기 부모 노드의 스크린 스페이스 에러가 한계값 이하로 된 경우, 상기 부모 노드에 종속된 자식 노드를 삭제하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 지형 렌더링 방법.
- [청구항 8] 제 3 항에 있어서, 상기 지형 렌더링 방법은 뷰(view) 위치가 변화에 따라 상기 자식 노드의 스크린 스페이스 에러가 한계값을 초과한 경우, 상기 자식 노드를 복수 개의 노드로 분할하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 지형 렌더링 방법.
- [청구항 9] GPU 테셀레이션(tessellation)을 이용한 지형 렌더링 장치에 있어서, 부모 노드 및 자식 노드를 포함하는 quadtree를 이용하여 inner tessellation factor 및 edge tessellation factor가 할당된 쿼드패치(quad patch)를 생성하는 연산 처리부; 및 상기 쿼드패치를 이용하여 베이스 메쉬를 생성하고, 상기 베이스 메쉬에 디스플레이스먼트 맵(displacement map)을 적용하여 지형을 복원시키는 그래픽 처리부를 포함하는 것을 특징으로 하는 지형 렌더링 장치.
- [청구항 10] 제 9 항에 있어서, 상기 edge tessellation factor는 인접한 쿼드패치의 inner tessellation factor를 이용하여 결정되는 것을 특징으로 하는 지형 렌더링 장치.
- [청구항 11] 제 10 항에 있어서, 상기 edge tessellation factor는 2의 승수이고, edge 길이 비에 따라 크기 비에 따라 나누어져 자연수를 가질 수 있는 값 중 최소값인 것을 특징으로 하는 지형 렌더링 장치.
- [청구항 12] 제 11 항에 있어서, 상기 연산 처리부는 특정 노드에서 스크린 스페이스 에러가 설정된 한계값 이상인 경우, inner tessellation factor를 증가시키는 것을 특징으로 하는 지형 렌더링 장치.
- [청구항 13] 제 12 항에 있어서, 상기 디스플레이스먼트 맵은 height map 및 geometry image 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는

지형 렌더링 장치.

[청구항 14]

제 13 항에 있어서, 상기 geometry image는

하기 수학식 1에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 지형 렌더링 장치.

[수학식 1]

$$w_v = \alpha \frac{C_v}{\sum C} + (1 - \alpha) \frac{S_v A_v}{\sum S A}$$

$$C_v = \sum_{e \ni v} 2 \|e\| \sin \frac{\theta_e}{2}$$

$$S_v = \begin{cases} 2 & \text{if } v \in \text{ridges} \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_v = \sum_{t \ni v} A_t$$

(여기서, C_v C_v 는 굴곡 정도를 측정한 변수이고, S_v S_v 는

ridge에 포함된 점에 대하여 weight를 증가시키기 위해 주는

값이고, A_v A_v 는 버텍스(vertex)를 공유하는 삼각형의 넓이

합이다. 또한, α 는 user-defined parameter이고, θ_e 는 v에 연결된

edge e의 외부 이면각이다.)

[청구항 15]

제 12 항에 있어서, 상기 연산 처리부는

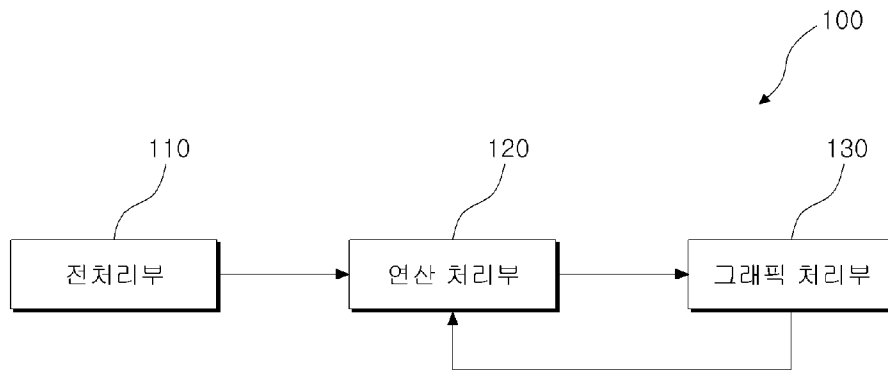
뷰(view) 위치가 변화에 따라 상기 부모 노드의 스크린 스페이스
에러가 한계값 이하로 된 경우, 상기 부모 노드에 종속된 자식
노드를 삭제하는 것을 특징으로 하는 지형 렌더링 장치.

[청구항 16]

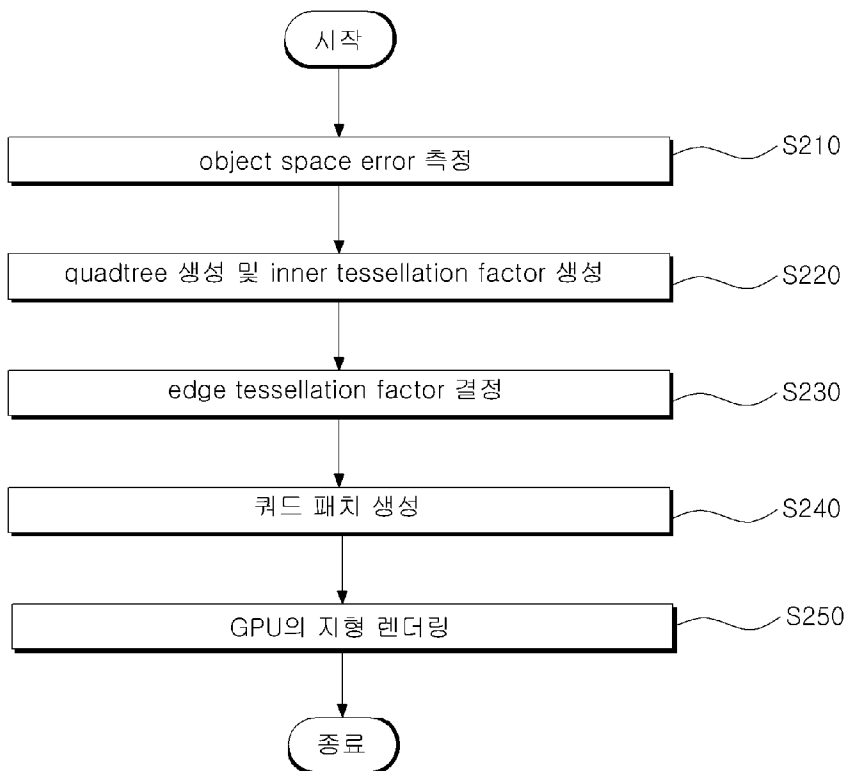
제 12 항에 있어서, 상기 연산 처리부는

뷰(view) 위치가 변화에 따라 상기 자식 노드의 스크린 스페이스
에러가 한계값을 초과한 경우, 상기 자식 노드를 복수 개의 노드로
분할하는 것을 특징으로 하는 지형 렌더링 장치.

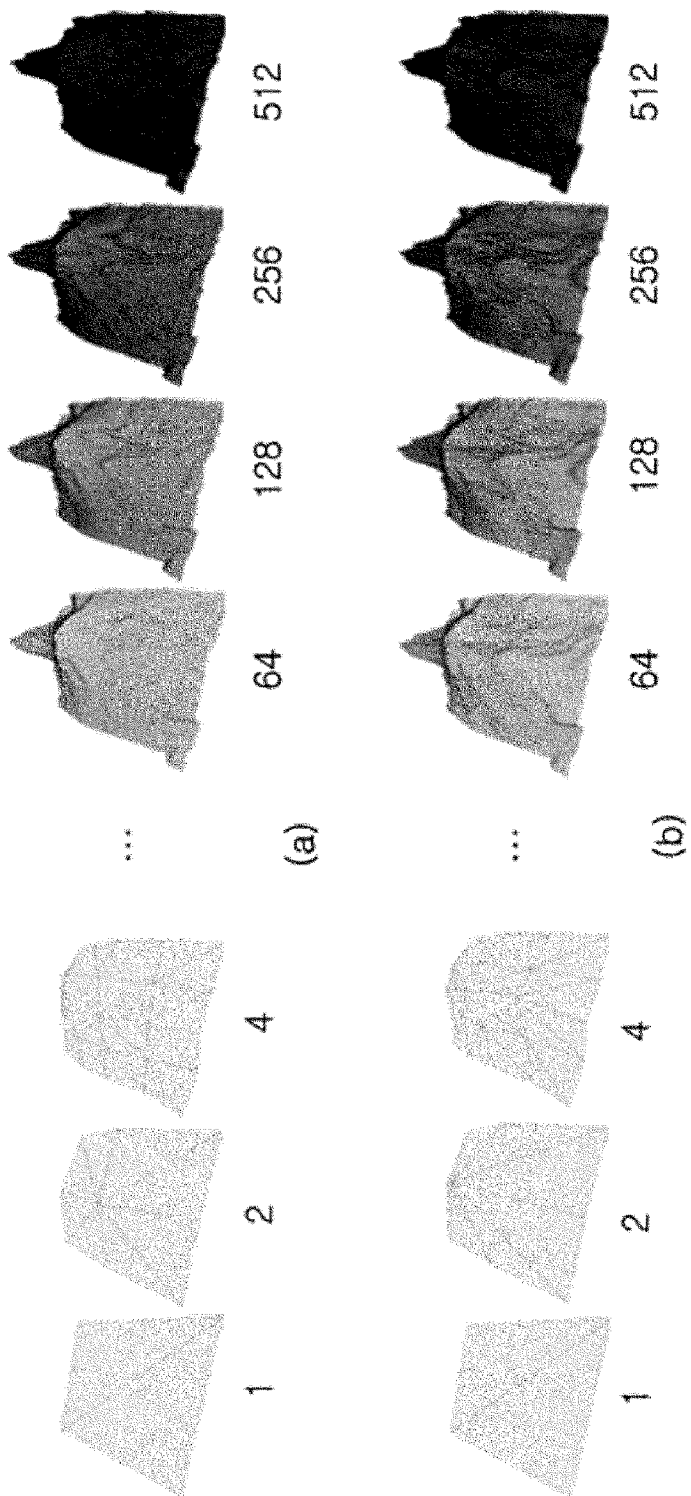
[Fig. 1]



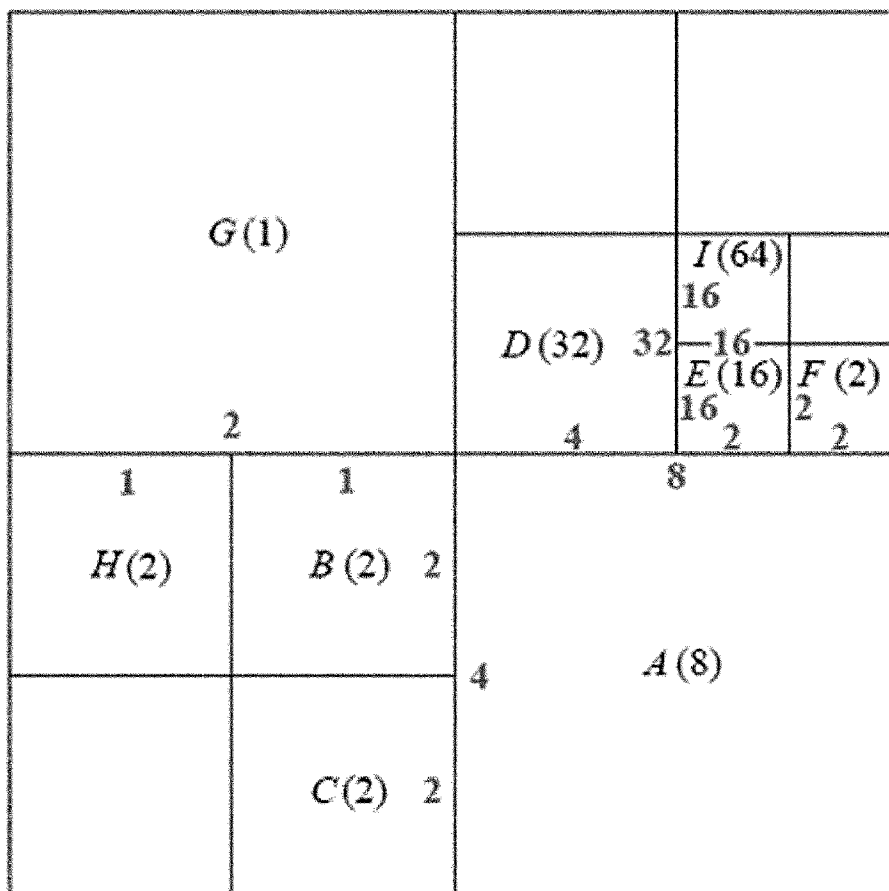
[Fig. 2]



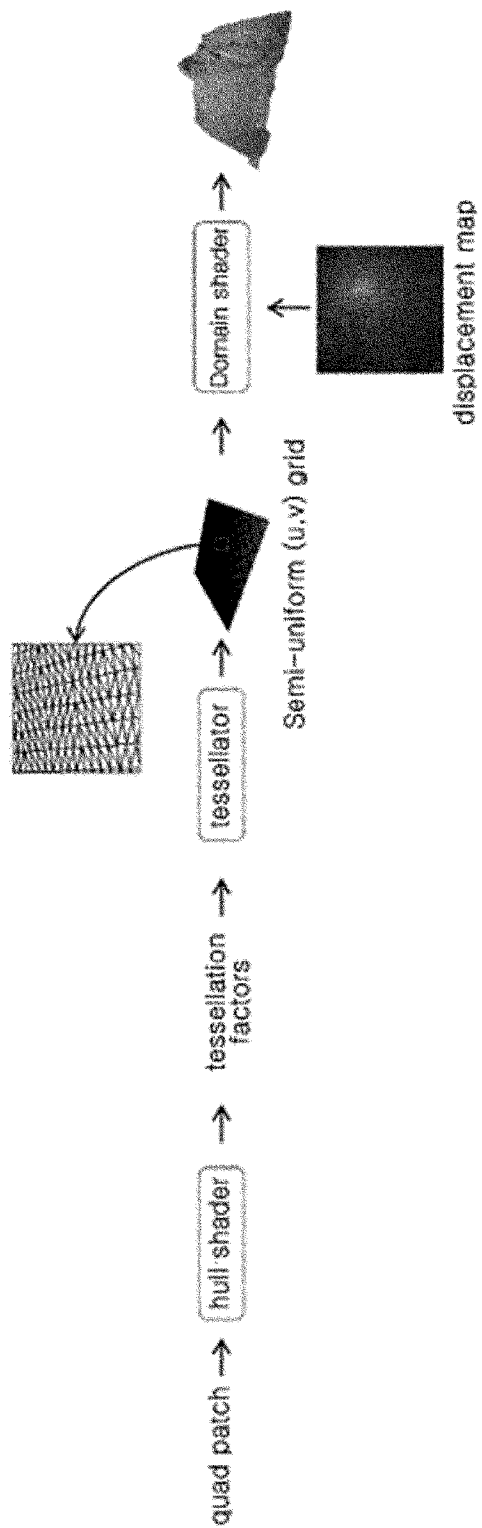
[Fig. 3]



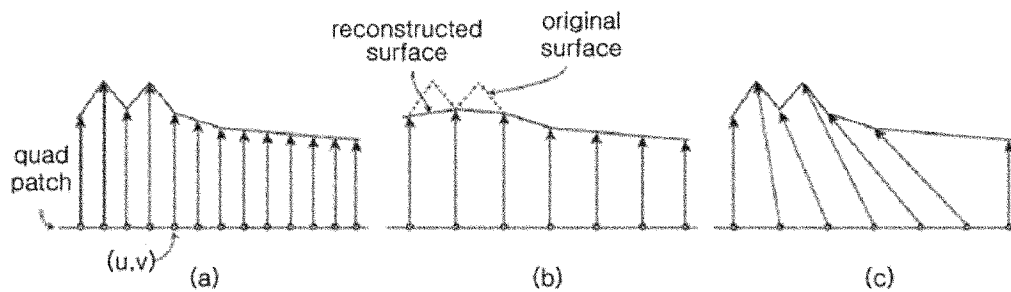
[Fig. 4]



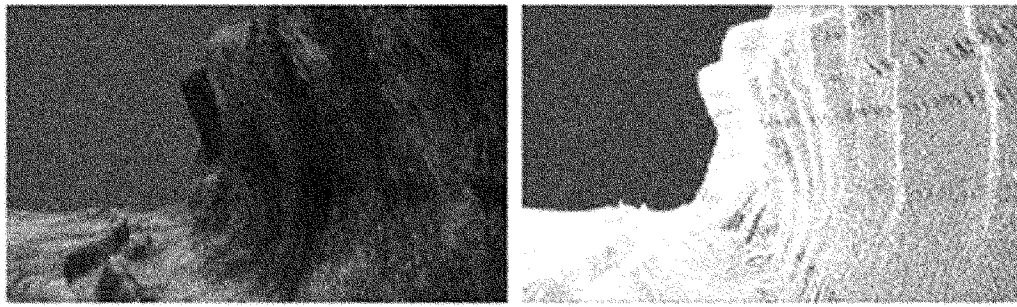
[Fig. 5]



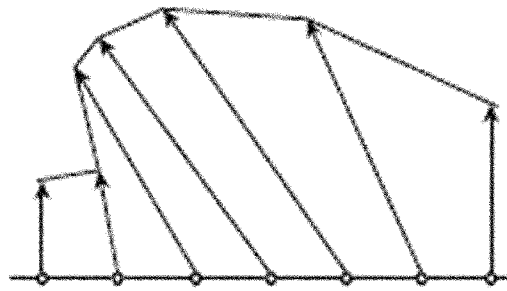
[Fig. 6]



[Fig. 7]

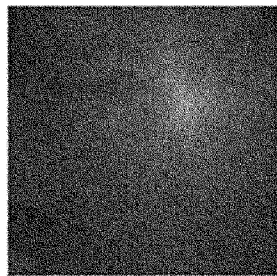


(a)

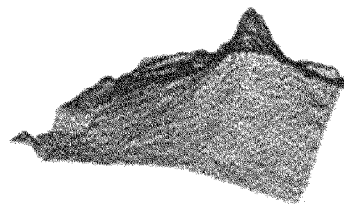


(b)

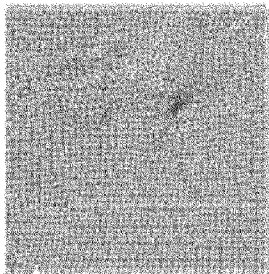
[Fig. 8]



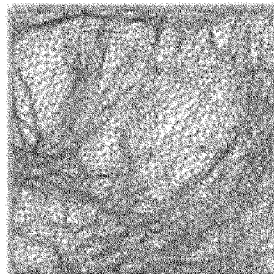
(a)



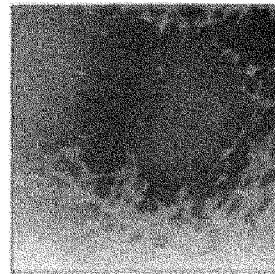
(b)



(c)



(d)



(e)

[Fig. 9]

Algorithm 1: Node merging

```

N = bottom_up_search_for_parent(quadtree)
while N do
  | if N's children are all leaf nodes then
  | | if LOD 64 is sufficient for N then
  | | | delete N's children
  | | end
  | end
  N = bottom_up_search_for_parent(quadtree)
end

```

[Fig. 10]

Algorithm 2: Node splitting

```

N = depth_first_search(quadtree)
while N do
  | if N is a leaf node then
  | | if LOD 64 is insufficient for N then
  | | | split N into four children
  | | end
  | end
  N = depth_first_search(quadtree)
end

```

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/002497**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G06T 17/05(2011.01)i, G06T 15/00(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T 17/05; G06T 15/00; G06T 17/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: GPU, quad tree, mesh, crack, displacement map, rendering

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CHOI, In Ji, "GPU-based Adaptive LOD Control for Quadtree-Based Terrain Rendering", Master's Thesis, Graduate School of Inha University Information technology, February 2009 (http://dspace.inha.ac.kr/pdfupload/19644.pdf) See pages 13-20.	1-2,9-10
A		3-8,11-16
A	JU, Jin Cheon et al., "Geomorphing Crack Elimination Technique for Improving Terrain Rendering Quality", Journal of 30th Autumn Conference of KIISE, Vol. 30, No. 2, pp. 709-711, 24-25 October 2003 (http://www.ioi2002.or.kr/conference/2003f/source/intro/intro_sub_poster309.html) See page 709.	1-16
A	WO 00-19380 A1 (SCHLUMBERGER LIMITED et al.) 06 April 2000 See page 29, line 10 - page 30, line 18.	1-16
A	US 2012-0182298 A1 (SUN, Wei) 19 July 2012 See paragraphs [0073]-[0084]; and figure 6.	1-16
A	US 2004-0257363 A1 (VEACH, Eric Hugh) 23 December 2004 See paragraphs [0032]-[0034]; and figure 2.	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

04 NOVEMBER 2014 (04.11.2014)

Date of mailing of the international search report

05 NOVEMBER 2014 (05.11.2014)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2014/002497

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
WO 00-19380 A1	06/04/2000	AU 2000-00399 A	17/04/2000
		AU 765743 B2	25/09/2003
		CA 2342351 A1	06/04/2000
		EP 1125254 A1	22/08/2001
		EP 1125254 B1	07/04/2004
		GB 2358570 A	25/07/2001
		GB 2358570 B	19/03/2003
		US 6313837 B1	06/11/2001
US 2012-0182298 A1	19/07/2012	CN 103403769 A	20/11/2013
		TW 201301196 A	01/01/2013
		WO 2012-096790 A2	19/07/2012
		WO 2012-096790 A3	11/10/2012
US 2004-0257363 A1	23/12/2004	US 6707452 B1	16/03/2004
		US 7277096 B2	02/10/2007

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G06T 17/05(2011.01)i, G06T 15/00(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G06T 17/05; G06T 15/00; G06T 17/20 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: GPU, 쿼드트리, 메쉬, 크랙, 디스플레이스먼트 맵, 렌더링		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	최인지, `사진트리 기반 지형렌더링을 위한 GPU 기반의 적응형 상세단계 조절 방법`, 석사논문, 인하대학교 대학원 정보공학과, 2009.02 (http://dspace.inha.ac.kr/pdfupload/19644.pdf) 페이지 13-20 참조.	1-2, 9-10
A		3-8, 11-16
A	주진천 외 1명, `지형렌더링 품질향상을 위한 기하모핑 크랙 제거 기법`, 제30회 한국정보과학회 가을 학술발표 논문집, Vol.30, No.2, pp.709-711, 2003.10.24-25 (http://www.ioi2002.or.kr/conference/2003f/source/intro/intro_sub_poster309.html) 페이지 709 참조.	1-16
A	WO 00-19380 A1 (SCHLUMBERGER LIMITED 외 7명) 2000.04.06 페이지 29, 라인 10 - 페이지 30, 라인 18 참조.	1-16
A	US 2012-0182298 A1 (WEI SUN) 2012.07.19 단락 [0073]-[0084]; 및 도면 6 참조.	1-16
A	US 2004-0257363 A1 (ERIC HUGH VEACH) 2004.12.23 단락 [0032]-[0034]; 및 도면 2 참조.	1-16
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2014년 11월 04일 (04.11.2014)		국제조사보고서 발송일 2014년 11월 05일 (05.11.2014)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-472-7140		심사관 안정환 전화번호 +82-42-481-8440 

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
WO 00-19380 A1	2000/04/06	AU 2000-00399 A AU 765743 B2 CA 2342351 A1 EP 1125254 A1 EP 1125254 B1 GB 2358570 A GB 2358570 B US 6313837 B1	2000/04/17 2003/09/25 2000/04/06 2001/08/22 2004/04/07 2001/07/25 2003/03/19 2001/11/06
US 2012-0182298 A1	2012/07/19	CN 103403769 A TW 201301196 A WO 2012-096790 A2 WO 2012-096790 A3	2013/11/20 2013/01/01 2012/07/19 2012/10/11
US 2004-0257363 A1	2004/12/23	US 6707452 B1 US 7277096 B2	2004/03/16 2007/10/02