



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0083497  
(43) 공개일자 2019년07월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04B 17/00 (2015.01) H04B 17/30 (2014.01)  
(52) CPC특허분류  
H04B 17/0087 (2013.01)  
H04B 17/30 (2015.01)  
(21) 출원번호 10-2018-0001211  
(22) 출원일자 2018년01월04일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
연세대학교 산학협력단  
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)  
(72) 발명자  
한승구  
경기도 수원시 영통구 동탄원천로915번길 36, 304동 503호(매탄동, 주공그린빌)  
노원우  
서울특별시 강남구 삼성로51길 35, 201동 1202호(대치동, 래미안 대치 팰리스(2단지))  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
윤앤리특허법인(유한)

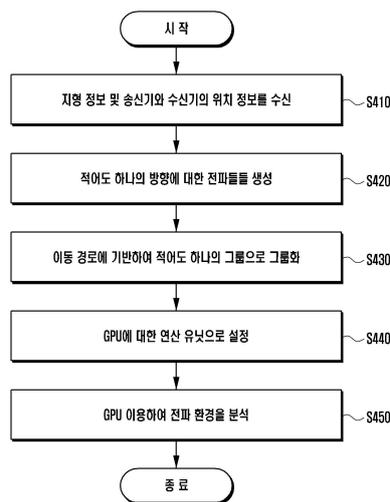
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 발명의 명칭 무선 통신 시스템에서 시뮬레이터의 전파환경 분석 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 무선통신 시스템에서 시뮬레이터의 전파환경 분석 방법에 대한 것으로서, 본 발명의 방법은 시뮬레이터가 지형 정보, 및 상기 지형 정보 내에서 송신기와 수신기가 위치할 수 있는 위치 정보를 수신하는 단계, 상기 위치 정보에 따른 임의의 위치에 배치된 시뮬레이터의 송신기로부터 반지름이 일정한 구의 적어도 하나의 방향에 대한 전파들을 생성하는 단계, 상기 생성된 전파들의 이동 경로에 기반하여 적어도 하나의 그룹으로 그룹화 하는 단계, 상기 각 그룹을 GPU(Graphics Processing Unit)에 대한 연산 유닛(Warp/Wavefront)으로 설정하는 단계 및 상기 연산 유닛이 설정된 상기 GPU를 이용하여 전파환경을 분석하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

**김병철**

경기도 성남시 분당구 수내로 174, 101동 101호(수내동, 푸른마을벽산아파트)

**윤명국**

서울특별시 서대문구 신촌로3나길 14, 204호(창천동, 심스빌)

**정현진**

인천광역시 남동구 백범로294번길 15, 101동 604호(간석동, 간석LH1단지)

**이영주**

서울특별시 광진구 아차산로 431, 101동 2402호(구의동, 강변에스케이뷰)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

무선통신 시스템에서 시뮬레이터(simulator)의 전파환경 분석 방법에 있어서,

지형 정보, 및 상기 지형 정보 내에서 송신기와 수신기가 위치할 수 있는 위치 정보를 수신하는 단계;

상기 위치 정보에 따른 임의의 위치에 배치된 송신기로부터 반지름이 일정한 구의 적어도 하나의 방향에 대한 전파들을 생성하는 단계;

상기 생성된 전파들의 이동 경로에 기반하여 적어도 하나의 그룹으로 그룹화 하는 단계;

상기 그룹을 상기 시뮬레이터의 GPU(Graphics Processing Unit)에 대한 연산 유닛(Warp/Wavefront)으로 설정하는 단계; 및

상기 연산 유닛이 설정된 상기 GPU를 이용하여 전파환경을 분석하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이터의 전파환경 분석 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 생성 단계는,

생성할 상기 전파들 사이의 각도를 결정하는 단계;

생성할 상기 전파들의 방향을 결정하는 단계; 및

상기 각도와 상기 방향으로 순차적으로 전파를 생성하는 단계인 것을 특징으로 하는 시뮬레이터의 전파환경 분석 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 전파들의 방향을 결정하는 단계는,

반지름이 일정하고 상기 송신기를 원점으로 하는 구를 설정하는 단계;

상기 구의 3차원으로 이루어진 방향축들 중 임의의 두 개의 축들로 이루어진 평면과 평행인 평면을 상기 구와의 접점에서부터 반대편 접점까지 임의의 간격으로 설정하는 단계;

상기 구와 상기 평면이 만나는 원을 확인하는 단계; 및

상기 송신기로부터 상기 원의 둘레를 향하는 방향으로 상기 전파들의 방향을 결정하는 단계인 것을 특징으로 하는 시뮬레이터의 전파환경 분석 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 그룹화 단계는,

상기 생성된 전파들을 일정한 개수의 인접한 전파들끼리 그룹화하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이터의 전파환경 분석 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 연산 유닛 설정 단계는,

상기 그룹에 속하는 적어도 하나의 전파에 대한 이동 경로를 추적하는 연산이 상기 GPU에서 수행될 경우, 상기 그룹에 속하는 서로 인접한 전파들의 전파 경로를 추적하는 연산과 동일한 타이밍에서 동일한 명령어를 실행하도록 설정하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이터의 전파환경 분석 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 분석 단계는,

전파 경로를 추적(Ray Tracing)하는 무선 통신망 시뮬레이션을 수행하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이터의 전파 환경 분석 방법.

**청구항 7**

제6항에 있어서, 상기 전파 경로를 추적하는 무선 통신망 시뮬레이션은,

상기 송신기에서 전송한 전파에 대한 정보와 적어도 하나의 수신기에서의 수신체크 결과에 기반하여 전파 경로를 추적하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이터의 전파환경 분석 방법.

**청구항 8**

제6항에 있어서, 상기 전파 경로를 추적하는 무선 통신망 시뮬레이션은,

상기 전파가 물체(object)와 만나는지 확인하는 단계;

상기 전파가 물체와 만나는 경우, 상기 전파의 최대 반사 횟수인지 확인하는 단계;

상기 확인 결과가 상기 전파의 최대 반사 횟수이거나 또는 상기 전파가 물체와 만나지 않는 경우, 상기 전파의 수신 반경 내의 수신기를 탐색하는 단계; 및

상기 수신기에서 전파의 수신여부와 수신된 전파의 세기를 확인하는 단계인 것을 특징으로 하는 시뮬레이터의 전파환경 분석 방법.

**청구항 9**

제8항에 있어서, 상기 전파가 최대 반사 횟수가 아닌 경우에는,

반사된 전파를 생성하는 단계; 및

상기 반사된 전파가 최대 반사 횟수에 도달할 때까지 물체와 만나는지 확인을 반복하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이터의 전파환경 분석 방법

**청구항 10**

무선통신 시스템에서 시뮬레이터의 전파환경 분석 방법에 있어서,

지형 정보, 및 상기 지형 정보 내에서 송신기와 수신기가 위치할 수 있는 위치 정보를 수신하는 단계;

상기 위치 정보에 따른 임의의 위치에 배치된 송신기로부터 반지름이 일정한 구의 적어도 하나의 방향에 대한 전파들을 생성하는 단계;

상기 생성된 전파들을 복수 개의 GPU들의 업무량(workload)에 기반하여 상기 시뮬레이터의 GPU들로 할당하는 단계; 및

상기 GPU들에서 연산을 통해 전파환경을 분석하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이터의 전파환경 분석 방법.

**청구항 11**

제10항에 있어서, 상기 할당 단계는,

상기 전파들을 상기 GPU들 각각에 순차로 할당하는 단계; 및

상기 GPU들을 순환시켜 상기 전파들이 상기 GPU들 각각에 모두 할당될 때까지 반복하는 단계인 것을 특징으로 하는 시뮬레이터의 전파환경 분석 방법.

**청구항 12**

제10항에 있어서, 상기 할당 단계는,

상기 복수 개의 GPU들의 작업이 동시에 종료하도록 상기 전파들을 할당하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이터의

전파환경 분석 방법.

**청구항 13**

제10항에 있어서, 상기 할당 단계는,

상기 복수 개의 GPU들이 유휴(idle)상태가 되지 않고 작업을 수행하도록 상기 전파들을 할당하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이터의 전파환경 분석 방법.

**청구항 14**

무선통신 시스템에서 전파환경을 분석하는 시뮬레이터에 있어서,

지형 정보, 상기 지형 정보 내에서 송신기와 수신기의 위치 정보와 전파의 경로 추적 결과를 저장하는 저장부; 및

상기 위치 정보에 따른 임의의 위치에 배치된 송신기로부터 적어도 하나의 방향으로 전파들을 생성하고, 상기 생성된 전파들의 이동 경로에 기반하여 적어도 하나의 그룹으로 그룹화하고, 상기 그룹을 GPU에 대한 연산 유닛으로 설정하고, 상기 연산 유닛에 기반하여 상기 GPU를 이용하여 전파환경을 분석하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이터.

**청구항 15**

제14항에 있어서, 제어부는,

생성할 상기 전파들의 각도와 방향을 결정하고, 상기 각도와 상기 방향으로 순차적으로 전파를 생성하는 전파 생성부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이터.

**청구항 16**

제15항에 있어서, 상기 전파 생성부는,

상기 송신기를 원점으로 반지름이 일정한 구를 설정하고, 상기 구의 3차원으로 이루어진 방향축들 중 임의의 두 개의 축들로 이루어진 평면과 평행인 평면을 상기 구와의 접점에서부터 반대편 접점까지 임의의 간격으로 설정하고, 상기 구와 상기 평면이 만나는 원을 확인하고, 상기 송신기로부터 상기 원의 둘레를 향하는 방향으로 상기 전파들의 방향을 결정하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이터.

**청구항 17**

제14항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 생성된 전파들을 일정한 개수의 인접한 전파들끼리 그룹화하는 그룹화부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이터.

**청구항 18**

제14항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 그룹에 속하는 적어도 하나의 전파에 대한 이동 경로를 추적하는 연산이 상기 GPU에서 수행될 경우, 상기 그룹에 속하는 서로 인접한 전파들의 전파 경로를 추적하는 연산과 동일한 타이밍에서 동일한 명령어를 실행하도록 설정하는 연산 유닛 설정부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이터.

**청구항 19**

제14항에 있어서, 상기 제어부는,

전파 경로를 추적하는 무선 통신망 시뮬레이션을 수행하는 전파 경로 추적부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이터.

**청구항 20**

제19항에 있어서, 상기 전파 경로 추적부는,

상기 전파가 물체(object)와 만나는지 확인하고, 상기 전파가 물체와 만나는 경우, 상기 전파의 최대 반사 횟수인지 확인하고, 상기 확인 결과가 상기 전파의 최대 반사 횟수이거나 또는 상기 전파가 물체와 만나지 않는 경우, 상기 전파의 수신 반경 내의 수신기를 탐색하고, 상기 수신기에서 전파의 수신여부와 수신된 전파 세기를 확인하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이터.

**청구항 21**

제20항에 있어서,

상기 전파가 최대 반사 횟수가 아닌 경우에는, 반사된 전파를 생성하고, 상기 반사된 전파가 최대 반사 횟수에 도달할 때까지 물체와 만나는지 확인을 반복하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이터.

**청구항 22**

무선통신 시스템에서 전파환경을 분석하는 시뮬레이터에 있어서,

지형 정보, 상기 지형 정보 내에서 송신기와 수신기의 위치 정보와 전파의 경로 추적 결과를 저장하는 저장부; 및

상기 위치 정보에 따른 임의의 위치에 배치된 송신기로부터 적어도 하나의 방향으로 전파들을 생성하고, 상기 생성된 전파들을 복수 개의 GPU들의 업무량(workload)에 기반하여 각각의 GPU들에 할당하고, 상기 GPU들에서 연산을 통해 전파환경을 분석하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이터.

**청구항 23**

제22항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 전파들을 상기 GPU들 각각에 순차로 할당하고, 상기 GPU들을 순환시켜 상기 전파들이 상기 GPU들 각각에 모두 할당될 때까지 반복하는 GPU 할당부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이터.

**청구항 24**

제22항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 복수 개의 GPU들의 작업이 동시에 종료하도록 상기 전파들을 할당하는 GPU 할당부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이터.

**청구항 25**

제22항에 있어서, 상기 제어부는,

상기 복수 개의 GPU들이 유휴 상태가 되지 않고 작업을 수행하도록 상기 전파들을 할당하는 GPU 할당부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시뮬레이터.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로 무선 통신 시스템에서 시뮬레이터가 전파환경을 분석하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 일반적으로 이동 통신 시스템은 사용자의 활동성을 보장하면서 음성 서비스를 제공하기 위해 개발되었다. 그러나 이동통신 시스템은 점차로 음성 뿐 아니라 데이터 서비스까지 영역을 확장하고 있으며, 현재에는 고속의 데이터 서비스를 제공할 수 있는 정도까지 발전하였다. 그러나 현재 서비스가 제공되고 있는 이동 통신 시스템에서는 자원의 부족 현상 및 사용자들이 보다 고속의 서비스를 요구하므로, 보다 발전된 이동 통신 시스템이 요구되고 있다.

[0003] 이러한 요구에 부응하여 차세대 이동 통신 시스템으로 개발 중인 중 하나의 시스템으로써 3GPP(The 3rd Generation Partnership Project)에서 LTE(Long Term Evolution)에 대한 규격 작업이 진행 중이다. LTE는 2010

년 정도를 상용화 목표로 해서, 최대 100 Mbps정도의 전송 속도를 가지는 고속 패킷 기반 통신을 구현하는 기술이다. 이를 위해 여러 가지 방안이 논의되고 있는데, 예를 들어 네트워크의 구조를 간단히 해서 통신로 상에 위치하는 노드의 수를 줄이는 방안이나, 무선 프로토콜들을 최대한 무선 채널에 근접시키는 방안 등이 있다.

[0004] 또한, 4G 통신 시스템 상용화 이후 증가 추세에 있는 무선 데이터 트래픽 수요를 충족시키기 위해, 개선된 5G 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템을 개발하기 위한 노력이 이루어지고 있다. 이러한 이유로, 5G 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템은 4G 네트워크 이후 (Beyond 4G Network) 통신 시스템 또는 LTE 시스템 이후 (Post LTE) 시스템이라 불리어지고 있다.

[0005] 높은 데이터 전송률을 달성하기 위해, 5G 통신 시스템은 초고주파(mmWave) 대역 (예를 들어, 60기가(60GHz) 대역과 같은)에서의 구현이 고려되고 있다. 초고주파 대역에서의 전파의 경로손실 완화 및 전파의 전달 거리를 증가시키기 위해, 5G 통신 시스템에서는 빔포밍(beamforming), 거대 배열 다중 입출력(massive MIMO), 전차원 다중입출력(Full Dimensional MIMO: FD-MIMO), 어레이 안테나(array antenna), 아날로그 빔형성(analog beamforming), 및 대규모 안테나 (large scale antenna) 기술들이 논의되고 있다.

[0006] 또한 시스템의 네트워크 개선을 위해, 5G 통신 시스템에서는 진화된 소형 셀, 개선된 소형 셀 (advanced small cell), 클라우드 무선 액세스 네트워크 (cloud radio access network: cloud RAN), 초고밀도 네트워크 (ultra-dense network), 기기 간 통신 (Device to Device communication: D2D), 무선 백홀 (wireless backhaul), 이동 네트워크 (moving network), 협력 통신 (cooperative communication), CoMP (Coordinated Multi-Points), 및 수신 간섭제거 (interference cancellation) 등의 기술 개발이 이루어지고 있다.

[0007] 이 밖에도, 5G 시스템에서는 진보된 코딩 변조(Advanced Coding Modulation: ACM) 방식인 FQAM (Hybrid FSK and QAM Modulation) 및 SWSC (Sliding Window Superposition Coding)과, 진보된 접속 기술인 FBMC(Filter Bank Multi Carrier), NOMA(non orthogonal multiple access), 및SCMA(sparse code multiple access) 등이 개발되고 있다.

[0008] 한편, 파동이나 입자의 경로를 계산하는 기술인 Ray Tracing은 일반적으로 컴퓨터 그래픽에서 많이 사용되는 기법이다. 도 1에서 알 수 있는 바와 같이, 컴퓨터 그래픽에서 Ray Tracing은 카메라 (눈)에서 각 픽셀까지의 빛의 경로를 추적하여 이미지를 생성한다. 각 픽셀은 빛의 경로가 만나는 물체에 따라 결정된다. 상기 도 1은 컴퓨터 그래픽에서 사용되는 Ray Tracing 기법을 나타내는 도면이다.

[0009] 5G 무선 통신망 시스템을 효과적으로 시뮬레이션 하기 위해서 Ray Tracing 기법을 사용한다. 송신기에서 나오는 전파가 각 수신기에 도달하는 경로를 계산하는 방법으로, 각 전파의 경로를 추적하며, 주로 도시 환경에 대해서 시뮬레이션을 수행한다.

[0010] 하지만, Ray Tracing 을 이용한 5G 무선 통신망 시뮬레이션에서는 전파의 생성 간격이 조밀할수록 전파의 개수가 많아지게 되며, 시뮬레이션의 계산량은 기하급수적으로 증가하게 되는 문제점을 가지고 있다. 마찬가지로 시뮬레이션 해야 하는 도시환경의 건물 수와 수신기의 개수가 증가할수록 계산량은 기하급수적으로 증가한다. 이는 시뮬레이션의 성능에 문제가 될 수 있으며, 이러한 문제를 해결하기 위한 논의가 필요한 실정이다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, GPU(Graphics Processing Unit)를 이용하여 5G 무선 통신망 시뮬레이션의 성능을 향상시켜, 시뮬레이터가 전파환경을 분석하는 방법 및 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

#### 과제의 해결 수단

[0012] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 무선통신 시스템에서 시뮬레이터의 전파환경 분석 방법은 지형 정보, 및 상기 지형 정보 내에서 송신기와 수신기가 위치할 수 있는 위치 정보를 수신하는 단계, 상기 위치 정보에 따른 임의의 위치에 배치된 송신기로부터 반지름이 일정한 구의 적어도 하나의 방향에 대한 전파들을 생성하는 단계, 상기 생성된 전파들의 이동 경로에 기반하여 적어도 하나의 그룹으로 그룹화 하는 단계, 상기 각 그룹을 GPU(Graphics Processing Unit)에 대한 연산 유닛(Warp/Wavefront)으로 설정하는 단계 및 상기 연산 유닛 이 설정된 상기 GPU를 이용하여 전파 환경을 분석하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 본 발명의 무선통신 시스템에서 시뮬레이터의 전파환경 분석 방법은 지형 정보, 및 상기 지형 정보 내에서 송신기와 수신기가 위치할 수 있는 위치 정보를 수신하는 단계, 상기 위치 정보에 따른 임의의 위치에 배치된 송신기로부터 반지름이 일정한 구의 적어도 하나의 방향에 대한 전파들을 생성하는 단계, 상기 생성된 전파들을 복수 개의 GPU들의 업무량(workload)에 기반하여 상기 시뮬레이터의 GPU들로 할당하는 단계 및 상기 GPU들에서 연산을 통해 전파 환경을 분석하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 본 발명의 무선통신 시스템에서 전파환경을 분석하는 시뮬레이터는 지형 정보, 상기 지형 정보 내에서 송신기와 수신기의 위치 정보와 전파의 경로 추적 결과를 저장하는 저장부 및 상기 위치 정보에 따른 임의의 위치에 배치된 송신기로부터 적어도 하나의 방향으로 전파들을 생성하고, 상기 생성된 전파들의 이동 경로에 기반하여 적어도 하나의 그룹으로 그룹화하고, 상기 각 그룹을 GPU에 대한 연산 유닛으로 설정하고, 상기 연산 유닛에 기반하여 상기 GPU를 이용하여 전파환경을 분석하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 본 발명의 무선통신 시스템에서 전파환경을 분석하는 시뮬레이터는 지형 정보, 상기 지형 정보 내에서 송신기와 수신기의 위치 정보와 전파의 경로 추적 결과를 저장하는 저장부 및 상기 위치 정보에 따른 임의의 위치에 배치된 송신기로부터 적어도 하나의 방향으로 전파들을 생성하고, 상기 생성된 전파들을 복수 개의 GPU들의 업무량(workload)에 기반하여 각각의 GPU들에 할당하고, 상기 GPU들에서 연산을 통해 전파환경을 분석하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0016] 본 발명에 따르면 전파는 서로 독립적이고 병렬적 이므로 5G 무선 통신망 시뮬레이션을 GPU(Graphics Processing Unit)에서 가속화 시켜, 시뮬레이터가 전파환경을 분석할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0017] 도 1은 컴퓨터 그래픽에서 사용되는 Ray Tracing 기법을 나타내는 도면.
- 도 2는 5G 무선 통신망 시뮬레이션에서의 Ray Tracing 기법을 나타내는 도면.
- 도 3a는 본 발명의 제1 실시예에 따른 인접한 전파를 적어도 하나의 그룹으로 그룹화하여 연산하는 GPU를 도시하는 도면.
- 도 3b는 본 발명의 실시예에 따른 전파가 스레드에 맵핑되어 GPU의 ALU에서 연산되는 것을 도시하는 도면.
- 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 전파환경을 분석하는 방법을 도시하는 순서도.
- 도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 적어도 하나의 방향에 대한 전파를 생성하는 방법을 도시하는 순서도.
- 도 6은 본 발명의 제1 실시예에 따른 반지름이 일정한 구와 임의의 두 개의 축들로 이루어진 평면과 평행인 평면이 만나는 원을 향하는 방향으로 전파를 생성하는 방법을 도시하는 도면.
- 도 7은 본 발명의 제1 실시예에 따른 임의의 각도를 설정하여 전파들을 생성한 결과를 도시하는 도면.
- 도 8a는 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이터가 전파 경로 추적(Ray Tracing)을 통해 무선 통신망 시뮬레이션을 수행하는 방법을 도시하는 순서도.
- 도 8b는 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이터의 수신기가 전파의 수신여부를 확인하는 방법을 도시하는 도면.
- 도 9는 본 발명의 제2 실시예에 따른 복수 개의 GPU들에 전파들을 할당하는 방법을 도시하는 도면.
- 도 10은 본 발명의 제2 실시예에 따른 전파환경을 분석하는 방법을 도시하는 순서도.
- 도 11은 본 발명의 제2 실시예에 따른 복수 개의 GPU들에 전파들을 할당하는 방법을 도시하는 순서도.
- 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이터의 내부 구조를 도시하는 블록도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0018] 본 명세서에서 실시 예를 설명함에 있어서 본 발명이 속하는 기술 분야에 익히 알려져 있고 본 발명과 직접적으로 관련이 없는 기술 내용에 대해서는 설명을 생략한다. 이는 불필요한 설명을 생략함으로써 본 발명의 요지를 흐리지 않고 더욱 명확히 전달하기 위함이다.

- [0019] 마찬가지로 이유로 첨부 도면에 있어서 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 개략적으로 도시되었다. 또한, 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니다. 각 도면에서 동일한 또는 대응하는 구성요소에는 동일한 참조 번호를 부여하였다.
- [0020] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.
- [0021] 이 때, 처리 흐름도 도면들의 각 블록과 흐름도 도면들의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.
- [0022] 또한, 각 블록은 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실행 예들에서는 블록들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.
- [0023] 이 때, 본 실시예에서 사용되는 '~부'라는 용어는 소프트웨어 또는 FPGA또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, '~부'는 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만 '~부'는 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '~부'는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 '~부'는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들, 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 '~부'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '~부'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '~부'들로 더 분리될 수 있다. 뿐만 아니라, 구성요소들 및 '~부'들은 디바이스 또는 보안 멀티미디어카드 내의 하나 또는 그 이상의 CPU들을 재생시키도록 구현될 수도 있다.
- [0024] 또한, 본 발명에서 전파 환경 분석이란, 특정한 위치의 송신기에서 전파들이 생성된 경우, 시뮬레이터가 상기 전파들을 수신한 각각의 수신기에서 수신된 전파들의 정보를 확인하는 것을 의미할 수 있다. 상기 시뮬레이터가 5G 무선 통신망 시뮬레이션에 기반하여 전파 환경을 분석할 수 있다.
- [0025] 5G 무선 통신 시뮬레이션이란, 입력 받은 송신기 위치에서 송신기가 배치되었다는 가정 하에, 상기 송신기에서 방사되는 전파가 각 수신기에 수신되는 과정 또는 히스토리(전파의 이동경로, 전파의 방향 등)를 파악하는 과정을 의미할 수 있다. 상기 위치는 복수 일 수 있으며, 한번에 1개의 송신기 위치에 대해서만 시뮬레이션을 진행할 수 있다.
- [0026] 상기 5G 무선 통신망 시뮬레이션에 필요한 입력은 건물과 같은 지형 정보와 송신기의 위치에 대한 정보, 수신기의 위치에 대한 정보를 포함할 수 있다. 일반적으로 지형 정보와 수신기의 위치 정보는 고정될 수 있으며, 송신기의 위치 정보를 변경하면서 시뮬레이션을 진행할 수 있다.

- [0027] 그리고 상기 시뮬레이션의 결과로 상기 송신기에서 생성하고, 각 수신기에서 수신되는 전파의 히스토리(전파의 이동경로, 전파의 방향 등)가 출력이 될 수 있다. 상기 시뮬레이션의 결과에 기반하여 상기 시뮬레이션의 사용자는 입력한 송신기의 위치에서 각 수신기로 수신되는 전파를 확인할 수 있고, 상기 송신기의 위치가 적합한지 또는 부적합한지를 판단할 수 있다. 상기 사용자는 복수 회의 시뮬레이션을 진행하여, 상기 수신기에 전파가 양호하게 수신되는지를 확인하여, 송신기와 수신기가 통신을 수행하기 위한 최적의 송신기 위치를 찾아낼 수 있다.
- [0028] 그리고 사용자는 상기 5G 무선 통신 시뮬레이션을 통해서 입력된 송신기의 위치에 대한 각 수신기에서 수신된 전파의 수신 경로(Path)를 알 수 있으므로, 직접 송신기를 설치하는 기존의 실험 방법 대비 시간과 비용을 절감하여 최적의 송신기 위치를 효과적으로 파악할 수 있다.
- [0029] 이하에서는 무선통신 시스템에서 시뮬레이터가 전파환경 분석을 위하여, 지형 정보, 및 상기 지형 정보 내에서 송신기와 수신기가 위치할 수 있는 위치 정보를 입력으로 수신하고, 적어도 하나의 방향에 대한 전파들을 생성하고, 상기 생성된 전파들을 이동 경로에 기반하여 적어도 하나의 그룹으로 그룹화하여 GPU의 연산 유닛으로 설정하고, 상기 GPU에서 상기 연산 유닛에 기반하여 전파환경을 분석하는 방법 및 장치에 대해 기술하도록 한다. 상기의 과정에서 상기 전파들이 순차적으로 생성될 경우, 상기 시뮬레이터가 이동 경로에 기반하여 상기 전파들을 그룹화하기 수월할 수 있다.
- [0030] 그리고 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이터의 전파환경 분석을 위한 전파 생성 및 그룹화를 제1 실시예에서 기술하고, 복수 개의 GPU의 업무량 분배를 제2 실시예에서 구분하여 기술하도록 한다.
- [0031] 본 발명은, 시뮬레이터가 전파환경을 분석하기 위한 방법에 대한 것으로, 전파들의 생성 방법 및 그룹화 방법과 업무량 분배 방법은 실시예로 한정되지 않으며, 다양한 방법으로 실시 할 수 있다.
- [0032] 한편, 도 2는 5G 무선 통신망 시뮬레이션에서의 Ray Tracing 기법을 나타내는 도면이다.
- [0033] 시뮬레이터가 5G 무선 통신망 시스템을 효과적으로 시뮬레이션하기 위해서 Ray Tracing 기법이 사용될 수 있다. Ray Tracing 기법을 이용한 5G 무선 통신망 시뮬레이션은 상기 도 2와 같이 크게 4단계로 구성될 수 있다. 다만 하기의 네 번째 단계인 경로 수정(Path Correction) 단계는 생략 가능할 수 있다.
- [0034] 첫 번째 단계는 전파 생성(Ray Generation) 단계이다. 구의 원점에서 균일하게 분포된 각 지점으로 향하는 전파가 생성될 수 있다. 생성된 전파는 서로 일정한 간격으로 떨어져 있다. 전파 사이의 간격이 좁을수록 시뮬레이션의 정확도는 향상될 수 있다.
- [0035] 두 번째 단계는 전파-물체 교차 및 반사(Intersection & Reflection) 테스트 단계이다. 전파-물체 교차 및 반사 테스트에서는 시뮬레이터가 각 전파를 추적하여 상기 전파가 물체와 만나는지 확인할 수 있다. 그리고 물체와 만난 전파는 새로운 반사 전파를 생성할 수 있다.
- [0036] 세 번째 단계는 전파 수신(Ray Reception) 테스트 단계이다. 송신기에서 생성된 전파와 상기 전파가 물체와 만나서 반사된 전파들이 각 수신기들에서 수신되는지 여부를 확인할 수 있다. 상기 수신기들에 상기 전파가 수신될 경우에는 수신 파워가 계산될 수 있다.
- [0037] 네 번째 단계는 경로 수정(Path Correction) 단계이다. 상기 경로 수정 단계는 Ray Tracing에서 선택적으로 생략될 수 있다. 시뮬레이터는 각 수신기에 수신된 전파를 수신기의 중심을 향하도록 전파의 방향 벡터를 수정할 수 있다. 그리고 시뮬레이터는 전파의 방향 벡터 값을 수정하기 위해 Mirror Method를 사용할 수 있다. 상기 Mirror Method는 실제 수신기의 위치와 다른 가상의 수신기를 생성하여 송신기에서 나오는 전파가 수신기의 중심을 향하도록 하는 방법이다. 상기 시뮬레이터가 Mirror Method를 사용함으로써, 5G 무선 통신망 시뮬레이션의 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0038] 다만, Ray Tracing을 이용한 5G 무선 통신망 시뮬레이션에서 전파의 생성 간격이 조밀할수록 전파의 개수가 많아지므로, 상기 시뮬레이션의 연산량은 기하급수적을 증가하게 될 수 있다. 그리고 상기 시뮬레이션이 수행되는 환경의 건물 수와 수신기의 개수가 증가할수록 연산량은 기하급수적으로 증가할 수 있다. 이는 시뮬레이션의 성능에 영향을 주게 되므로, 상기 시뮬레이션을 수행하기 위해서는 대규모의 연산 능력이 필요할 수 있다.
- [0039] GPU는 컴퓨터 그래픽을 담당하는 하드웨어로, 기존의 CPU로는 연산이 힘든 대규모 그래픽처리를 위한 전용 하드웨어로 개발되었다. 병렬 처리 능력을 높이기 위해 ALU(Arithmetic Logic Unit, 산술논리연산장치)의 수를 큰 폭으로 증가시키도록 설계하였다. GPU의 프로그래밍이 용이해지고 일반 산술 연산 기능을 모두 내장하게 되면서 대규모 병렬 처리가 가능한 GPU의 특징을 활용하여, 슈퍼컴퓨팅 등 대규모의 연산 능력이 필요한 분야에 GPU를

사용해 연산을 수행하는 GPGPU(General Purpose computing on Graphics Processing Units) 개념이 도입되었다. 이를 통해 CPU와 비교하여 동일 전력 소비 수준에서 수백 배에 달하는 연산 성능 향상을 얻을 수 있으며, 5G 무선 통신망 시뮬레이션에서 GPU를 사용하여 시뮬레이션의 실행시간을 크게 단축시킬 수 있다.

- [0040] 상기 5G 무선 통신망 시뮬레이션에서 전파들은 서로 독립적이므로, 대규모 병렬 처리가 가능한 GPU의 특징을 이용하여 상기 시뮬레이션의 성능을 향상시킬 수 있다. 또한 복수 개의 GPU를 상기 무선 통신망 시뮬레이션에 활용하는 것은 시뮬레이션의 성능을 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0041] 따라서, 본 발명에서는 GPU를 이용하여 무선 통신망 시뮬레이션의 성능을 향상시켜 전파환경을 분석하는 방법 및 장치를 제안한다. 상기 시뮬레이션의 성능 향상을 위한 첫 번째 방법으로 시뮬레이터가 인접한 전파를 하나의 그룹으로 만들어서 연산을 수행하는 Ray Grouping 기술과, 두 번째 방법으로 시뮬레이터가 복수 개의 GPU에 비슷한 양의 업무량(Workload)을 분배하는 Workload Balancing 기술이 있을 수 있다.
- [0043] 본 발명의 제1 실시예에서 GPU를 사용한 무선 통신 시뮬레이션을 가속화시키는 방법으로 Ray Grouping 기술을 설명한다. GPU는 쓰레드를 Warp 또는 Wavefront라는 32개 또는 64개의 묶음으로 동시에 실행할 수 있다. 다만, 분기문에 의해서 Warp/Wavefront내의 쓰레드(thread)들이 서로 다른 명령어 실행 흐름을 가지게 되면, Warp/Wavefront의 실행이 직렬화되어, 처리량이 감소할 수 있다. 이를 방지하기 위해서, 명령어 실행 흐름이 동일한 쓰레드들을 하나의 Warp/Wavefront로 묶어 연산할 수 있다. 이를 GPU의 병렬 연산이라고 할 수 있다.
- [0044] 그리고 GPU 쓰레드 그룹내의 각 쓰레드가 동일한 실행 흐름을 따르게 되면, GPU에서의 연산효율이 높아질 수 있다. 또한 Warp 내의 모든 쓰레드가 절대적으로 동일한 이동 경로가 아니더라도, 비슷하게 이동하는 전파를 최대한 하나의 Warp로 그룹화하여 실행 흐름의 직렬화를 최소화시킬 수 있다.
- [0045] 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 인접한 전파를 적어도 하나의 그룹으로 그룹화하여 연산하는 GPU를 도시하는 도면이다.
- [0046] 도 3은 GPU에서 전파 그룹을 나누어서 연산을 수행하는 것을 보여줄 수 있다. 상기 전파 그룹은 전파의 이동 경로에 기반하여 그룹화될 수 있다. 상기 도 3a와 같이 A전파 그룹과 B전파 그룹의 이동 경로가 상이한 것을 알 수 있다. 그리고 각 그룹 속한 전파들의 이동 경로가 비슷한 것을 알 수 있다.
- [0047] 상기 GPU는 그룹을 구분하여 연산을 수행할 수 있다. 즉, 상기 GPU는 A전파 그룹에 속하는 전파들끼리 시뮬레이션하는데 필요한 연산을 수행하며, B전파 그룹에 속하는 전파들끼리 시뮬레이션하는데 필요한 연산을 수행할 수 있다. 상기 A전파 그룹에 대한 시뮬레이션과, 상기 B전파 그룹에 대한 시뮬레이션은 하나의 GPU에서 순차적으로 수행될 수 있다.
- [0048] 이동 경로가 비슷한 전파들의 이동 경로를 추적하는 연산을 수행하는 경우, 실행되는 명령어의 종류와 순서가 유사하거나 일치할 수 있다. 따라서 상기 그룹내의 전파들의 이동 경로를 추적하는 연산을 동시에 수행하는 경우, 동일한 타이밍에 동일한 명령어가 실행될 수 있다. 그리고 상기의 그룹 내에서 연산을 수행할 때는 상기 동일한 타이밍에 동일한 명령어가 실행되는 GPU의 병렬 연산을 활용할 수 있으므로, GPU의 연산 효율이 증가될 수 있다.
- [0049] 다만, 시뮬레이션을 통해 전파환경을 분석하기 전에는 동일한 물체를 만나는 전파들을 정확히 하나의 그룹으로 그룹화할 수 없으나, 본 발명의 제1 실시예에 따르면 GPU 병렬 연산을 최대한 활용하여 GPU의 연산 효율을 증가시킬 수 있다.
- [0051] 도 3b는 본 발명의 실시예에 따른 전파가 쓰레드에 맵핑되어 GPU의 ALU에서 연산되는 것을 도시하는 도면이다.
- [0052] 시뮬레이터의 송신기에서 가상의 전파들이 생성되는 것을 가정할 수 있다. 상기의 경우에, 상기 전파는 각각의 쓰레드에 맵핑될 수 있으며, 상기 쓰레드는 맵핑된 전파의 경로를 추적하는 연산을 처리할 수 있다. 예를 들어, 전파0(Ray0)은 쓰레드0에 맵핑될 수 있고, 쓰레드0에서 전파0의 이동 경로를 추적하는 연산이 처리될 수 있다.
- [0053] 그리고 전파가 맵핑된 쓰레드는 GPU의 내부에 위치한 ALU에 할당되어 연산을 수행할 수 있다. 상기 ALU는 GPU에서 명령어를 처리하는 장치를 의미할 수 있다. 상기 쓰레드는 GPU의 스케줄러에 의해서 ALU에 스케줄링될 수 있고, 상기 ALU에서 연산이 처리될 수 있다.

- [0054] 상기에서 스레드는 복수 개의 연산들의 나열을 의미할 수 있다. 그리고 GPU의 연산 유닛(Warp/Wavefront)은 복수 개의 스레드를 포함할 수 있다. 상기 GPU에서 연산 유닛 별로 연산을 수행 할 수 있으므로, 상기 연산 유닛에 속하는 복수 개의 스레드들이 ALU 각각에 할당되어 동시에 연산을 수행할 수 있다.
- [0055] 상기와 같이 GPU의 ALU들이 각각 할당 받은 스레드의 명령어를 동시에 처리하는 것을 GPU의 병렬 연산이라고 할 수 있다. 상기 GPU의 병렬 연산이 활용되면 GPU의 연산 효율이 증가될 수 있다. 그리고 상기 ALU들이 동일한 타이밍에 동일한 명령어를 처리할 경우, 상기 연산 유닛내의 스레드들이 제어신호(control signal)를 공유하게 되므로 GPU의 연산 효율이 증가되고 시뮬레이션 성능이 향상될 수 있다.
- [0056] 상기 도 3b에서 예를 들어 설명하면 하기와 같다. 시뮬레이터의 송신기가 가상의 전파0(Ray0), 전파1(Ray1), 전파2(Ray2)를 생성한 경우를 가정할 수 있다. 그리고 상기 전파들은 이동 경로가 유사하여 하나의 그룹으로 그룹화 되었음을 가정할 수 있다.
- [0057] 상기 각각의 전파들은 각각의 스레드에 맵핑될 수 있다. 즉, 전파0는 스레드0에 맵핑될 수 있고, 전파1은 스레드1에 맵핑될 수 있고, 전파2는 스레드2에 맵핑될 수 있다. 그리고 상기 스레드0, 스레드1, 스레드2가 GPU의 연산 유닛으로 설정될 수 있다.
- [0058] 그리고 상기 연산 유닛이 GPU에서 실행될 경우, 각각의 스레드는 할당받은 ALU에서 명령어를 처리할 수 있다. 즉, 각각의 ALU들에 스레드0, 스레드1, 스레드2가 할당되고, 스레드를 할당 받은 상기 ALU들은 동시에 동일한 명령어를 처리할 수 있다. 따라서 동일한 타이밍에 상기 스레드에 맵핑된 전파의 경로를 추적하는 연산들이 실행될 수 있다.
- [0059] 상기의 과정에서, 전파0, 전파1, 전파2의 이동 경로가 유사하므로, 상기 전파의 경로를 추적하는 연산의 명령어는 유사하거나 또는 동일 할 수 있다. 그리고 GPU의 ALU에서 동일한 명령어가 동일한 타이밍에 처리되는 것을 알 수 있다.
- [0060] 반면에, 상기의 과정에서 전파0, 전파1, 전파2의 이동 경로가 모두 다른 경우를 가정하면, 상기 전파의 경로를 추적하는 연산의 명령어가 상이할 수 있다. 그리고 GPU의 ALU에서 처리되는 명령어가 상이하므로, 전파0의 이동 경로를 추적하는 연산이 종료될 때까지 나머지 전파들의 이동 경로를 추적하는 연산을 수행할 수 없어 GPU의 연산 효율이 저하될 수 있다.
- [0061] 따라서 이동 경로가 유사한 전파들을 생성하여 그룹화해야, 시뮬레이터가 GPU의 병렬 연산을 활용하여 GPU의 연산 효율과 시뮬레이션 성능을 향상시킬 수 있다는 것을 알 수 있다.
- [0062] 한편, 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 전파환경을 분석하는 방법을 도시하는 순서도이다.
- [0063] 본 발명의 제1 실시예에 따른 동작을 간략히 설명하면 하기와 같다. 우선 시뮬레이터는 지형 정보, 및 상기 지형 정보 내에서 송신기와 수신기가 위치할 수 있는 위치 정보를 수신할 수 있다. 그리고 상기 시뮬레이터는 상기 위치 정보에 따른 임의의 위치에 배치된 송신기로부터 반지름이 일정한 구의 적어도 하나의 방향에 대한 전파들을 생성할 수 있다. 상기 시뮬레이터는 상기의 생성된 전파들을 이동 경로에 기반하여 적어도 하나의 그룹으로 그룹화 할 수 있다. 그리고 상기 시뮬레이터가 상기 그룹을 GPU에 대한 연산 유닛으로 설정할 수 있다. 상기 시뮬레이터는 상기 연산 유닛이 설정된 상기 GPU를 이용하여 전파 환경을 분석할 수 있다.
- [0064] 그리고 도 4의 각 단계는 반드시 필수적인 단계는 아니며, 일부 단계가 생략될 수 있다. 상기의 본 발명의 동작을 도 4 이하의 도면을 통해 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0065] 우선, S410 단계에서, 시뮬레이터는 지형 정보, 및 상기 지형 정보 내에서 송신기와 수신기가 위치할 수 있는 위치 정보를 수신할 수 있다. 상기 시뮬레이터는 상기 지형 정보를 기반으로, 가상의 송신기가 생성한 전파가 수신기에 수신 되는지 여부와 상기 수신된 전파의 이동 경로를 출력할 수 있다.
- [0066] 상기 시뮬레이터는 상기 입력으로 복수 개의 수신기의 위치 정보를 수신할 수 있으나, 송신기의 위치 정보는 시뮬레이션 횟수당 1회로 제한 될 수 있다. 상기 시뮬레이터의 사용자는 시뮬레이션의 결과에 기반하여, 상기 수신기의 위치의 적합여부를 결정할 수 있다.
- [0067] 그리고 S420 단계에서, 시뮬레이터는 상기 위치 정보에 따른 임의의 위치에 배치된 송신기를 원점으로 하는 반지름이 일정한 구의 적어도 하나의 방향에 대한 전파들을 생성할 수 있다. 상기 생성되는 전파는 실제 물리적인 전파가 아니라, 시뮬레이터가 가상으로 생성하는 전파일 수 있다. 상기 전파들의 생성 방법은 이하의 도 5 내지 도 7을 통해 자세히 설명 될 수 있다. 상기 전파들은 순차적으로 생성될 수 있으며, 이동 경로가 비슷한 전파들

끼리 인접하게 생성 될 수 있다. 이로 인해, 이동 경로가 비슷한 전파들이 동일한 그룹에 할당되어, 상기 시뮬레이터가 복수 개의 전파 이동 경로를 동시에 추적할 수 있으므로, 시뮬레이션 성능이 향상될 수 있다.

- [0068] 그리고 S430 단계에서, 시뮬레이터는 상기 생성된 전파들의 이동 경로에 기반하여 상기 전파들을 적어도 하나의 그룹으로 그룹화 할 수 있다. 상기 시뮬레이터는 상기 생성된 전파들 각각에 생성된 순서에 따라서 0번부터 순차적으로 ID 번호를 부여할 수 있다. 그리고 상기 시뮬레이터는 상기 전파들을 일정한 개수로 구분하여 그룹화 할 수 있다. 상기 그룹내의 전파들은 인접한 전파들 사이에 각도가 작으므로, 상기 그룹내의 전파들의 이동 경로가 서로 유사해지는 특징이 있을 수 있다.
- [0069] 본 발명에서는 4~64개의 전파들이 하나의 그룹으로 그룹화 될 수 있다. 예를 들어 32개의 전파를 하나의 그룹으로 가정하면, 시뮬레이터는 생성된 전파의 번호 0번부터 31번까지 하나의 그룹으로 그룹화하고, 32번부터 63번까지 다른 그룹으로 그룹화하는 방식으로 상기 생성된 전파들을 그룹화 할 수 있다. 그리고 상기 그룹내의 32개의 전파는 이동 경로가 서로 유사할 수 있다.
- [0070] 그리고 S440 단계에서, 시뮬레이터는 상기 그룹을 GPU의 연산 유닛(Warp/Wavefront)으로 설정할 수 있다. GPU에서 같은 연산 유닛에 속하는 복수 개의 스레드(thread)들은 동일한 타이밍에 동일한 명령어를 실행할 수 있다. 상기 연산 유닛내에 스레드들은 제어 신호(control signal)를 공유할 수 있으며, 서로 다른 ALU에서 실행될 수 있다.
- [0071] 그리고 상기 그룹에 속하는 전파는 상기 연산 유닛의 스레드(thread)에 맵핑 될 수 있으며, 상기 GPU의 ALU가 상기 전파의 경로를 추적하는 명령어를 처리할 수 있다. 상기 전파는 상기 그룹에 속하는 인접한 전파와 이동 경로가 유사하므로 상기 전파들의 이동 경로를 추적하는 명령어가 동일할 수 있고, 상기 GPU의 ALU들에서 동일한 타이밍에서 동일한 명령어가 실행될 수 있다. 따라서, 상기 시뮬레이터는 상기 그룹내의 서로 인접한 전파들의 전파 경로를 동시에 추적할 수 있다.
- [0072] 또한, 상기 그룹에 속하는 모든 전파의 이동 경로가 모두 동일하지는 않는다고 하더라도, GPU 연산 흐름의 직렬화를 최소화 시킬 수 있다. 상기 GPU 연산 흐름의 직렬화란, 각각의 스레드에 맵핑된 전파들의 이동 경로가 상이하여, GPU의 ALU에서 동일한 타이밍에 동일한 명령어가 처리되지 못하고, 하나의 전파의 이동 경로를 추적하는 연산이 종료된 후에 순차적으로 다른 전파의 이동 경로를 추적하는 연산을 수행하는 것을 의미할 수 있다.
- [0073] 상기 시뮬레이터의 송신기는 전파를 일정한 각도로 순차적으로 생성할 수 있으므로, 상기 그룹내의 전파들은 인접한 전파들의 묶음이 될 수 있다. 따라서 상기 그룹내의 가장 먼저 생성된 전파의 이동 경로와 유사한 이동 경로를 갖는 전파들과 그 밖에 전파들을 구분할 수 있다. 그리고 그 밖의 전파들도 상기의 방법으로 구분할 수 있으므로, 상기 그룹내의 전파들을 이동 경로가 유사한 전파들끼리 구분할 수 있다. 상기 과정에 기반하여 GPU 연산 흐름의 직렬화를 최소화 시킬 수 있다.
- [0074] 그리고 S450 단계에서, 시뮬레이터는 상기 연산 유닛이 설정된 상기 GPU를 이용하여 전파환경을 분석할 수 있다. GPU의 스레드는 ALU에서 각 전파의 경로를 추적하는 연산을 수행할 수 있다. 그리고 이동 경로가 유사한 전파들의 경로를 추적하는 연산은 실행되는 명령어가 동일하므로, 상기 GPU는 복수 개의 전파들의 이동 경로를 추적하는 연산을 ALU에서 동시에 수행할 수 있다.
- [0075] 상기의 전파들의 연산이 병렬적으로 수행될 경우, GPU의 연산 효율이 증가될 수 있다. 그리고 GPU의 연산 효율이 증가될수록, Ray Tracing을 통한 전파환경 분석 속도가 빨라질 수 있다.
- [0076] 그리고 시뮬레이터에서 상기의 Ray Tracing를 통한 무선 통신망 시뮬레이션 수행 방법은 이하의 도 8a에서 자세히 설명될 수 있다.
- [0078] 도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 적어도 하나의 방향에 대한 전파를 생성하는 방법을 도시하는 순서도이다.
- [0079] 본 발명의 제1 실시예에 따른 적어도 하나의 방향에 대한 전파를 생성하는 방법을 간략히 설명하면 하기와 같다. 시뮬레이터가 생성할 가상의 전파들의 각도와 방향을 결정할 수 있다. 그리고 상기 시뮬레이터는 결정된 각도와 방향으로 가상의 전파들을 순차적으로 생성할 수 있다. 상기의 본 발명의 제1 실시예의 동작을 도 5 이하의 도면을 통해 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0080] 우선, S510 단계에서 시뮬레이터는 생성할 전파들의 각도를 결정할 수 있다. 상기 각도가 작아, 상기 전파들 사

이의 간격이 조밀할수록 시뮬레이션이 수행되는 전파들의 개수가 많아지므로, 상기 시뮬레이터의 전파환경 분석의 정확도가 증가될 수 있다. 그리고 상기 간격이 조밀할수록 인접하는 전파들의 이동 경로가 유사해지므로, GPU에서 병렬 연산을 최대한 활용할 수 있다.

- [0081] 그리고 S520 단계에서, 시뮬레이터는 생성할 전파들의 방향을 결정할 수 있다. 상기 시뮬레이터는 상기 전파들이 순차적으로 생성될 수 있도록 상기 전파들의 방향을 결정할 수 있다.
- [0082] 구체적으로 상기 시뮬레이터의 송신기를 원점으로 하는 반지름이 일정한 구를 설정할 수 있다. 상기 구의 원점에서 상기 구의 표면을 향하는 가상의 전파들이 생성될 수 있다.
- [0083] 그리고 상기 시뮬레이터는 상기 구를 이루는 세 개의 방향 축들 중에서 임의의 두 개의 축들로 이루어진 평면과 평행인 평면을 설정할 수 있다. 상기 세 개의 방향축들은 편의상으로 x축, y축, z축으로 볼 수 있다. 그리고 상기 시뮬레이터는 상기 평면을 상기 구와의 접점에서부터 반대편 접점까지 임의의 간격으로 설정할 수 있다.
- [0084] 그리고 상기 시뮬레이터는 상기 구와 상기 평면이 만나는 원을 확인할 수 있다. 상기 시뮬레이터는 상기 송신기로부터 상기 원의 둘레를 향하는 방향으로 상기 생성할 전파들의 방향을 결정할 수 있다.
- [0085] 그리고 S530 단계에서, 시뮬레이터는 상기 결정된 각도와 방향에 기반하여 순차적으로 전파들을 생성할 수 있다. 상기 결정된 방향으로 전파들이 생성되면, 상기 시뮬레이터는 상기 결정된 각도만큼 증가된 방향으로 전파를 생성할 수 있다.
- [0086] 그리고 상기 시뮬레이터는 상기 원의 둘레를 따라 전파들을 생성할 수 있다. 상기 원의 둘레를 따라 생성하는 전파가 이미 생성된 전파와 중복되는 경우에는, 상기 시뮬레이터는 상기 원에 인접하고 전파를 생성하지 않은 원의 둘레를 따라서 상기 전파의 생성 과정을 반복할 수 있다.
- [0087] 따라서 상기 시뮬레이터는 서로 인접한 전파들을 순차적으로 생성할 수 있다. 그리고 상기 생성된 전파는 상기 구의 표면에 균등하게 분포될 수 있다.
- [0089] 도 6은 본 발명의 제1 실시예에 따른 반지름이 일정한 구와 임의의 두 개의 축들로 이루어진 평면과 평행인 평면이 만나는 원을 향하는 방향으로 전파를 생성하는 방법을 도시하는 도면이다.
- [0090] 상기 도 6에서는 상기 구의 반지름을 1로 설정하고,  $z=-1$  에서부터  $z=1$ 까지 임의의 간격으로  $xy$ 평면과 평행하는 평면을 가정하였다. 그리고 생성하는 전파들 사이의 각도를 일정한 값으로 가정할 수 있다. 그리고 상기 구의 원점을 송신기로 가정하면, 상기 송신기에서 상기 구와 상기 평면이 만나는 원을 향해 가상의 전파들이 생성될 수 있다.
- [0091] 구체적인 전파들의 생성 방법을 예를 들어 설명하면 하기와 같다.  $z=-1$ 인 평면과 상기 구는 접점을 형성할 수 있다. 이 경우, 원점에서  $(0, 0, -1)$ 의 방향을 향하는 가상의 전파 하나가 생성된다. 상기 도 6에서 가장 좌측에 있는 도면은 이를 설명한 것이다.
- [0092] 그리고  $xy$ 평면의  $z$ 값이 증가하면, 상기 구와 상기 평면은 접점이 아닌 원을 형성할 수 있다. 상기 원의 둘레를 향하여 원점에서 가상의 전파가 생성될 수 있다. 상기의 경우 전파를 생성하는 방법은 하기의  $z=0$ 인 경우와 마찬가지로 이므로 하기에서 설명하겠다.
- [0093] 그리고  $z$ 값이 증가하여  $z=0$ 인 경우를 살펴보면 하기와 같다. 송신기는  $(1, 0, 0)$  방향 벡터에서부터 순차적으로  $x$ 값의 크기를 감소시키고,  $y$ 값의 크기를 증가시키면서  $(0.984, 0.173, 0)$ ,  $(0.939, 0.342, 0)$ ,  $(0.866025, 0.5, 0)$ , ...,  $(0, 1, 0)$ 와 같이 일정한 각도를 유지하면서 전파들을 생성할 수 있다. 그리고  $(0, 1, 0)$  방향 벡터에서부터 순차적으로  $x$ 값의 크기를 증가시키고,  $y$ 값의 크기를 감소시키면서  $(-0.173, 0.984, 0)$ , ...,  $(-1, 0, 0)$ 와 같이 생성할 수 있다. 이와 같은 방식으로 상기 송신기는 원의 둘레를 따라 이미 생성한 전파와 중복되기 전까지 전파들을 순차적으로 생성할 수 있다. 상기 도 6에서 중앙에 위치한 도면은 이를 설명한 것이다.
- [0094] 그리고  $z$ 값이  $0 < z < 1$ 인 경우에도 상기의  $z=0$ 인 경우와 마찬가지로 전파들을 순차적으로 생성할 수 있다. 상기 도 6에서 우측의 도면은 이를 설명한 것이다.
- [0096] 도 7은 본 발명의 제1 실시예에 따른 임의의 각도를 설정하여 전파들을 생성한 결과를 도시하는 도면이다. 상기 구는 반지름이 1이고,  $(0, 0, 0)$ 을 구의 중심으로 한다. 상기 시뮬레이터는 상기 구의 원점에서 상기 구의

표면에 찍힌 점을 향해 가상의 전파를 생성할 수 있다.

- [0097] 상기 생성된 전파들은 균일하게 상기 구의 표면을 향해 생성 될 수 있고, 인접하는 전파들은 서로 동일한 거리를 떨어져서 생성될 수 있다. 상기 전파들 사이의 간격이 조밀할수록 시뮬레이션이 수행되는 전파들의 개수가 많아지므로, 상기 시뮬레이터의 전파환경 분석의 정확도가 증가될 수 있다. 그리고 상기 간격이 조밀할수록 인접하는 전파들의 이동 경로가 유사해지므로, GPU에서 병렬 연산을 최대한 활용할 수 있다.
- [0099] 도 8a는 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이터가 전파 경로 추적(Ray Tracing)을 통해 무선 통신망 시뮬레이션을 수행하는 방법을 도시하는 순서도 이다.
- [0100] 본 발명의 실시예에 따른 전파 경로를 추적하는 무선 통신망 시뮬레이션을 수행하는 방법을 간략히 설명하면 하기와 같다. 시뮬레이터는 생성된 전파가 물체를 만나는지 확인할 수 있다. 그리고 상기 시뮬레이터는 상기 전파의 최대 반사 횟수인지를 확인하여 최대 반사 횟수일 경우, 상기 전파의 수신 반경내의 모든 수신기를 탐색할 수 있다. 그리고 상기 수신기에서 전파의 수신여부와 수신된 전파의 세기를 확인하고 출력할 수 있다. 상기의 본 발명의 실시예의 동작을 도 8a 및 도 8b의 도면을 통해 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0101] 우선, S8a-10 단계에서, 시뮬레이터는 생성된 전파가 물체(object)와 만나는지 확인할 수 있다. 상기 시뮬레이터의 GPU 쓰레드는 각 전파의 경로를 추적하는 연산을 수행할 수 있으며, 상기 시뮬레이터는 전파-물체 교차 테스트를 수행할 수 있다. 상기 시뮬레이터는 생성된 가상의 전파를 추적하여 상기 전파가 물체와 만나는지 확인할 수 있다.
- [0102] 그리고 S8a-20 단계에서, 시뮬레이터는 상기 전파의 최대 반사 횟수 여부를 확인할 수 있다. 상기 시뮬레이터는 상기 전파가 물체와 만나는 것을 확인하면, 상기 전파가 반사된 전파를 생성할지를 확인할 수 있다. 상기 전파의 반사 횟수가 최대가 아닌 경우에는 S8a-25 단계로 진행된다.
- [0103] 상기 S8a-25 단계에서는, 상기 전파가 반사된 전파를 생성할 수 있다. 그리고 반사 횟수가 최대가 될 때까지 상기 S8a-10 단계 및 S8a-20 단계가 반복 될 수 있다. 즉, 생성된 가상의 전파는 물체를 만나 전파의 최대 반사 횟수에 도달될 때까지 반사파를 생성하거나, 물체 만나지 못하고 진행하여 수신기에 수신된다.
- [0104] 그리고 S8a-30 단계에서, 시뮬레이터는 상기 전파의 수신 반경내의 수신기를 탐색할 수 있다. 상기 수신기는 전파의 수신여부를 확인하여, 상기 시뮬레이터가 송신기에서 생성된 전파와 반사되어 생성된 전파의 경로를 추적하는데 이용될 수 있다.
- [0105] 그리고 S8a-40 단계에서, 시뮬레이터는 각 수신기에서 전파의 수신여부와 수신된 전파의 세기를 확인하고 출력할 수 있다. 상기 시뮬레이터는 각 수신기에서 전파의 수신여부를 확인하여, 송신기에서 생성된 전파와 반사되어 생성된 전파의 경로를 추적할 수 있다.
- [0106] 수신기에서 전파의 수신여부를 확인하는 과정은 하기의 도 8b에서 자세히 설명 될 수 있다. 그리고 상기 시뮬레이터는 전파 경로를 추적하여 무선 통신망 시뮬레이션을 수행할 수 있다. 상기 시뮬레이터는 상기 시뮬레이션에 기반하여 전파환경을 분석할 수 있다.
- [0108] 한편, 수신체크 과정이란 송신기에서 생성된 전파와 물체와 만나서 반사된 전파를 추적하여 각 수신기에 대한 수신 여부를 확인하는 것을 의미할 수 있다. 상기 수신체크 과정에서 수신기에 대한 수신 여부는 수신구를 이용하여 확인될 수 있다.
- [0109] 도 8b는 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이터의 수신기가 전파의 수신여부를 확인하는 방법을 도시하는 도면 이다.
- [0110] 상기 도 8b에서 수신기의 위치는 Rx point로 나타낼 수 있다. 그리고 상기 수신기를 원점으로 하고 반지름은  $r$  인 구를 설정할 수 있다. 가상의 전파가 수신구 내부를 통과할 경우, 해당 전파는 해당 수신기에 수신되었다고 확인될 수 있다.
- [0111] 상기 도 8b의 경우에, 8b-10에 해당되는 전파는 수신기 위치(RX point)로부터 설정된 반지름  $r$ 인 구의 내부를 통과하므로, 상기 수신기에 수신되었음이 확인될 수 있다. 반면에 8b-20에 해당되는 전파는 상기 수신구의 외부 를 지나므로, 상기 수신기에 수신되지 않았음이 확인될 수 있다.

- [0112] 상기 수신구의 반지름은 전파의 이동거리에 비례하여 설정할 수 있다. 즉, 먼 거리를 이동한 전파를 수신하는 수신구의 반지름은 그 이동거리에 비례하여 크게 설정될 수 있으며, 짧은 거리를 이동한 전파를 수신하는 수신구의 반지름은 그 이동거리에 비례하여 작게 설정될 수 있다.
- [0113] 전파가 진행함에 따라 인접한 전파들 사이의 거리가 점점 늘어나기 때문에, 상기 수신구의 반지름은 전파의 이동거리에 비례하여 설정할 수 있다. 수신구의 반지름이 일정할 경우, 송신기에서 멀어질수록 전파들이 수신기에 수신되지 않는 현상이 발생할 수 있다. 따라서 수신기가 먼 거리를 이동한 전파들을 수신하기 위하여, 수신구의 반지름이 전파의 이동거리에 비례하도록 설정될 수 있다.
- [0115] 본 발명의 제2 실시예에서 복수 개의 GPU를 사용하여 무선 통신 시뮬레이션을 가속화시키는 방법으로 Workload Balancing 기술을 설명한다. GPU를 복수 개 이용하면 연산량이 각 GPU에 분배되므로, 시뮬레이션 성능이 향상될 수 있다. 다만, 항상 GPU의 개수의 배수만큼 성능이 향상되는 것은 아니며, 시뮬레이터가 각 GPU에 동일한 업무량을 분배해야 이상적으로 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0116] 각 GPU들에 할당된 업무량이 상이한 경우에는 상기 GPU들의 실행시간이 모두 다르게 되며, 먼저 작업을 완료한 GPU가 유휴(idle) 상태가 되는 현상이 발생할 수 있다. 그리고 상기 유휴 상태의 GPU는 다른 GPU들의 작업이 완료될 때까지 연산을 수행하지 못하므로, 시뮬레이션의 성능이 저하될 수 있다.
- [0117] 따라서 상기 시뮬레이터가 GPU에 업무량을 균등하게 분배해야 복수 개의 GPU들이 유휴 상태의 GPU 없이 연산을 수행할 수 있으며, 시뮬레이션의 성능을 향상시킬 수 있다. 또한 상기 시뮬레이터가 복수 개의 GPU에 업무량을 절대적으로 동일하게 할당하지 못하더라도, 비슷한 업무량을 할당하여 GPU들의 유휴 상태를 최소화시킬 수 있다.
- [0118] 도 9는 본 발명의 제2 실시예에 따른 복수 개의 GPU들에 전파들을 할당하는 방법을 도시하는 도면이다.
- [0119] 도 9은 시뮬레이터가 복수 개의 GPU들에 생성된 전파들을 할당하여 연산을 수행하는 것을 보여줄 수 있다. 상기 전파들은 GPU 업무량에 기반하여 복수 개의 GPU들에 할당될 수 있다. 상기 도 9는 상기 시뮬레이터가 순차적으로 생성되는 가상의 전파들을 복수 개의 GPU들에 순차적으로 할당하고, 상기 전파들이 모두 GPU에 할당될 때까지 상기 GPU들을 반복하여 순환시키는 것을 나타내는 도면이다.
- [0120] 상기 도 9의 GPU0에 할당된 전파들을 살펴보면 하기와 같다. 상기 GPU0에는 상기 시뮬레이터의 송신기가 순차적으로 생성한 전파가 상기 복수 개의 GPU의 개수만큼 떨어져서 할당되는 것을 알 수 있다.
- [0121] 예를 들어, GPU의 개수가 4개라고 가정하고, 송신기가 순차적으로 생성한 전파에 0번부터 번호를 매긴다고 가정할 수 있다. 그리고 GPU0에는 0번 전파, 4번 전파, 8번 전파 등이 할당되고, GPU1에는 1번 전파, 5번 전파, 9번 전파 등이 할당되는 것을 알 수 있다.
- [0122] 그리고 상기 송신기가 순차적으로 가상의 전파들을 조밀하게 생성하므로, 인접하는 전파들은 이동 경로가 유사하다는 것을 알 수 있다. 상기 제1 실시예에서 알 수 있듯이, 이동 경로가 유사하면 전파 경로를 추적하는 연산시에 GPU의 ALU에서 동일한 명령어를 처리할 수 있다. 그리고 동일한 명령어가 GPU에서 처리되므로, 인접하는 전파들의 이동 경로를 추적하는 연산의 업무량은 동일하거나 또는 유사해질 수 있다.
- [0123] 따라서, 상기 시뮬레이터가 복수 개의 GPU들을 순환시키면서 상기 순차적으로 생성된 전파들을 상기 GPU들 각각에 할당하면, 상기 GPU들의 업무량이 동일하거나 또는 유사해질 수 있다. 다만, 시뮬레이션을 통해 전파환경을 분석하기 전에는 각 GPU들의 업무량을 정확히 동일하게 할당할 수 없으나, 본 발명의 제2 실시예에 따르면 GPU들의 유휴 상태를 최소화하여 시뮬레이션 성능을 증가시킬 수 있다.
- [0125] 도 10는 본 발명의 제2 실시예에 따른 전파환경을 분석하는 방법을 도시하는 순서도이다.
- [0126] 본 발명의 제2 실시예에 따른 전파환경을 분석하는 방법을 간략히 설명하면 하기와 같다. 우선 시뮬레이터는 지형 정보, 및 상기 지형 정보 내에서 송신기와 수신기가 위치할 수 있는 위치 정보를 수신할 수 있다. 그리고 상기 시뮬레이터는 상기 위치 정보에 따른 임의의 위치에 배치된 송신기로부터 반지름이 일정한 구의 적어도 하나의 방향에 대한 전파들을 생성할 수 있다. 상기 시뮬레이터는 상기의 생성된 전파들을 복수 개 GPU들의 업무량에 기반하여 각각의 GPU들로 할당할 수 있다. 그리고 상기 시뮬레이터는 상기 GPU들에서 연산을 수행하여 전파

환경을 분석할 수 있다.

- [0127] 그리고 도 10의 각 단계는 반드시 필수적인 단계는 아니며, 일부 단계가 생략될 수 있다. 상기의 본 발명의 동작을 도 10 이하의 도면을 통해 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0128] 우선, S1010 단계에서, 시뮬레이터는 지형 정보, 및 상기 지형 정보 내에서 송신기와 수신기가 위치할 수 있는 위치 정보를 수신할 수 있다. 상기 지형 정보와 위치 정보의 수신은 상기 도 4의 S410 단계에 대응될 수 있다.
- [0129] 그리고 S1020 단계에서, 시뮬레이터는 상기 위치 정보에 따른 임의의 위치에 배치된 송신기를 원점으로 하는 반지름이 일정한 구의 적어도 하나의 방향에 대한 전파들을 생성할 수 있다. 상기 생성되는 전파는 실제 물리적인 전파가 아니라, 시뮬레이터가 가상으로 생성하는 전파일 수 있다. 상기 전파들의 생성 방법은 상기 제1 실시예의 전파생성 방법에 대응될 수 있으며, 상기 도 4의 S420단계 및 도 5 내지 도 7을 통해 자세히 설명 될 수 있다. 상기 전파들은 순차적으로 생성될 수 있으며, 이동 경로가 비슷한 전파들끼리 인접하게 생성 될 수 있다.
- [0130] 그리고 S1030 단계에서, 시뮬레이터는 복수 개의 GPU들의 업무량에 기반하여 각각의 GPU들로 상기 생성된 전파를 할당할 수 있다. 상기 시뮬레이터가 순차적으로 생성되는 전파들을 복수 개의 GPU들에 순차적으로 할당하고, 상기 전파들이 모두 GPU에 할당될 때까지 상기 GPU들을 반복적으로 순환시켜 전파들을 할당할 수 있다. 각각의 GPU들에는 상기 시뮬레이터의 송신기가 순차적으로 생성한 전파가 상기 복수 개의 GPU의 개수만큼 떨어져서 할당 될 수 있다.
- [0131] 그리고 상기 송신기에서 순차적으로 전파들을 생성하므로, 생성된 전파들은 인접하는 전파들과 이동 경로가 유사하다는 것을 알 수 있다. 이동 경로가 유사하면 GPU의 ALU에서 동일한 명령어가 처리되므로, 전파들의 이동 경로를 추적하는 각 GPU들의 업무량은 동일하거나 또는 유사해 질 수 있다. 따라서, 상기 시뮬레이터가 복수 개의 GPU들을 반복적으로 순환시키면서 상기 순차적으로 생성된 전파들을 상기 GPU들 각각에 할당하면, 상기 GPU들의 업무량이 동일하거나 또는 유사해질 수 있다.
- [0132] 그리고 복수 개 GPU들의 업무량이 동일하게 분배된 경우, 상기 GPU들이 유휴 상태 없이 연산을 수행할 수 있으므로 시뮬레이터의 성능이 향상될 수 있다. 반면에, 각 GPU들의 업무량이 상이할 경우, GPU들의 실행기간이 상이해 질 수 있다. 그리고 먼저 작업을 완료한 GPU는 유휴 상태가 되어 다른 GPU들의 작업이 완료 될 때까지 대기하게 되므로, 시뮬레이터의 성능이 저하될 수 있다.
- [0133] 그리고 S1040 단계에서, 시뮬레이터는 상기 GPU들에서 연산을 수행하여 전파 환경을 분석할 수 있다. 각 GPU들은 상기 시뮬레이터가 생성한 전파들을 할당 받으므로, 상기 시뮬레이터가 상기 GPU들에서 상기 전파들의 전파 경로를 추적하는 연산을 통해 전파환경을 분석할 수 있다. 상기 시뮬레이터가 각각의 GPU들에서 할당된 전파들을 이용하여 전파환경을 분석하는 방법은 상기 제1 실시예에 대응될 수 있다.
- [0134] 구체적으로 살펴보면 하기와 같다. 각각의 GPU들에게 할당된 전파들은 여전히 인접하는 전파와 이동 경로가 유사할 수 있다. 따라서, 상기 GPU들에서 Ray Tracing을 이용하여 전파환경 분석 시에는 상기 제1 실시예의 Ray Grouping 이 적용될 수 있다.
- [0135] 그리고 상기 시뮬레이터에서 상기의 Ray Tracing를 통한 무선 통신망 시뮬레이션 수행 방법은 상기의 도 8a에서 자세히 설명될 수 있다.
- [0137] 도 11는 본 발명의 제2 실시예에 따른 복수 개의 GPU들에 전파들을 할당하는 방법을 도시하는 순서도 이다.
- [0138] 본 발명의 제2 실시예에 따른 복수 개의 GPU들에 전파들을 할당하는 방법을 간략히 설명하면 하기와 같다. 시뮬레이터가 생성된 전파들을 복수 개의 GPU들 각각에 순차로 할당할 수 있다. 그리고 상기 시뮬레이터는 상기 생성된 전파들이 모두 상기 GPU들에게 할당되었는지 확인할 수 있다. 상기 전파들이 상기 GPU들에게 모두 할당될 때까지, 상기 시뮬레이터는 상기 GPU들에게 반복하여 전파들을 할당할 수 있다.
- [0139] 우선, S1110 단계에서 시뮬레이터는 상기 S1010 단계에서 생성된 전파들을 복수 개의 GPU들에게 각각 순차적으로 할당할 수 있다. 상기 전파들은 상기 시뮬레이터의 송신기에서 순차적으로 생성되었으므로, 인접하는 전파들과 이동 경로가 유사할 수 있다.
- [0140] 그리고 상기 전파들은 조밀하게 생성되므로, 각 GPU에 할당된 전파들의 이동 경로가 서로 유사할 수 있다.
- [0141] 그리고 S1120 단계에서, 시뮬레이터는 상기 생성된 전파들이 상기 GPU들에게 모두 할당되었는지 확인할 수

있다. 상기 전파들이 모두 할당된 경우에는 상기 도 10의 S1040 단계로 복귀하여 상기 시뮬레이터가 GPU들에서 전파의 경로를 추적하는 연산을 수행하여 전파환경을 분석할 수 있다.

- [0142] 상기 전파들이 모두 할당되지 않은 경우, 상기 S1110 단계로 다시 진행하여 상기 GPU들 각각에 상기 할당되지 않은 전파들을 순차로 할당할 수 있다. 즉, 상기 시뮬레이터가 순차적으로 생성되는 전파들을 복수 개의 GPU들에 순차적으로 할당하고, 상기 전파들이 모두 GPU에 할당될 때까지 상기 GPU들을 반복적으로 순환시켜 상기 전파들을 할당할 수 있다.
- [0143] 따라서, 각각의 GPU들에는 상기 시뮬레이터의 송신기가 순차적으로 생성한 전파가 상기 복수 개의 GPU의 개수만큼 떨어져서 할당 될 수 있다. 그리고 상기 각각의 GPU들에 할당된 전파들의 이동 경로가 서로 유사할 수 있다.
- [0144] 예를 들어, GPU의 개수가 4개이고, 송신기가 순차적으로 생성한 전파에 0번부터 번호를 매긴다고 가정할 수 있다. 그리고 시뮬레이터가 GPU0에는 0번 전파, 4번 전파, 8번 전파 등을 할당하고, GPU1에는 1번 전파, 5번 전파, 9번 전파 등을 할당한다고 가정할 수 있다.
- [0145] 상기 시뮬레이터는 상기 전파들 사이의 간격을 조밀하게 생성하므로, GPU0에 할당된 0번 전파, 4번 전파, 8번 전파들 사이의 간격도 여전히 조밀할 수 있다. 그리고 전파들 사이의 간격이 조밀하므로, 0번 전파, 4번 전파, 8번 전파의 이동 경로는 서로 유사할 수 있다.
- [0146] 상기 전파들의 이동 경로가 유사하므로, 각 GPU들에 할당된 전파들에 대하여 상기 제1 실시예의 Ray Grouping을 적용하여 시뮬레이션 성능을 향상시킬 수 있다
- [0148] 도 12는 본 발명에 따른 시뮬레이터의 내부 구조를 도시하는 블록도 이다. 도 12에서 도시되는 바와 같이, 본 발명의 시뮬레이터는 제어부(1210), 저장부(1220)을 포함할 수 있다.
- [0149] 시뮬레이터의 제어부(1210)은 시뮬레이터의 전반적인 동작을 제어할 수 있다. 전파환경 분석을 위해 가상의 전파들을 생성할 수 있으며, 상기 전파 또는 상기 전파들의 반사파들의 수신 여부를 확인할 수 있다.
- [0150] 그리고 상기 제어부(1210)는 이동 경로에 기반하여 생성된 전파들을 그룹화 하고, GPU에서 상기 그룹내의 전파들의 이동 경로를 추적하는 연산을 할 경우 동일한 타이밍에 동일한 명령어를 실행하도록 연산 유닛을 설정할 수 있다. 또한, 상기 제어부(1210)는 복수 개 GPU들의 업무량에 기반하여 생성된 전파들을 할당할 수 있고, 생성된 전파와 수신된 전파의 경로를 GPU에서 연산을 통해서 추적할 수 있다.
- [0151] 이를 위해, 상기 제어부(1210)는 적어도 하나의 방향으로 전파들을 생성하는 전파 생성부(1211), 이동 경로에 기반하여 생성된 전파들을 그룹화 하는 그룹화부(1212), 상기 그룹내의 전파들의 이동 경로를 추적하는 연산을 할 경우 GPU의 ALU에서 동일한 타이밍에 동일한 명령어를 실행하도록 하는 연산 유닛 설정부(1213), 복수 개의 GPU들의 업무량에 기반하여 생성된 전파들을 할당하는 GPU 할당부(1214) 및 무선 통신망 시뮬레이션을 수행하기 위해 전파 경로를 추적하는 전파 경로 추적부(1215)를 더 포함할 수 있다.
- [0152] 상기의 구성들은 필수적인 구성이 아닐 수 있으며, 각 구성이 생략되어 실시될 수 있다.
- [0153] 상기 전파 생성부(1211)는 상기 시뮬레이터에서 생성하는 전파들의 각도와 방향을 결정하고, 상기 결정된 방향과 각도로 가상의 전파들을 생성할 수 있다. 상기 전파들의 각도를 결정하는 방법은 상기 도 5의 S510 단계에 대응될 수 있다. 구체적으로, 상기 전파 생성부(1211)는 수신된 위치 정보에 따른 임의의 위치에 배치된 송신기를 원점으로 반지름이 일정한 구를 설정하고, 상기 구의 3차원으로 이루어진 방향축들 중 임의의 두 개의 축들로 이루어진 평면과 평행인 평면을 상기 구와의 접점에서부터 반대편 접점까지 임의의 간격으로 설정할 수 있다. 그리고 상기 전파 생성부(1211)는 상기 설정한 구와 상기 평면이 만나는 원을 확인하고, 상기 송신기로부터 상기 원의 둘레를 향하는 방향으로 상기 전파들의 방향을 결정할 수 있다.
- [0154] 상기 각도가 조밀할수록 시뮬레이션이 수행되는 전파들의 개수가 많아지므로, 상기 시뮬레이터의 전파환경 분석의 정확도가 증가될 수 있다. 그리고 상기 각도가 조밀할수록 인접하는 전파들의 이동 경로가 유사해지므로, GPU에서 복수 개 전파들의 경로를 동시에 추적하는 병렬 연산을 활용할 수 있다.
- [0155] 그리고 상기 전파들의 방향을 결정하는 방법은 상기 도5의 S520 단계 및 상기 도 6에 대응될 수 있다. 상기 전파 생성부(1211)는 생성할 전파들의 방향을 순차적으로 결정할 수 있다.
- [0156] 상기 전파 생성부(1211)는 상기에서 결정된 각도와 방향으로 전파들을 순차적으로 생성할 수 있다. 상기 전파

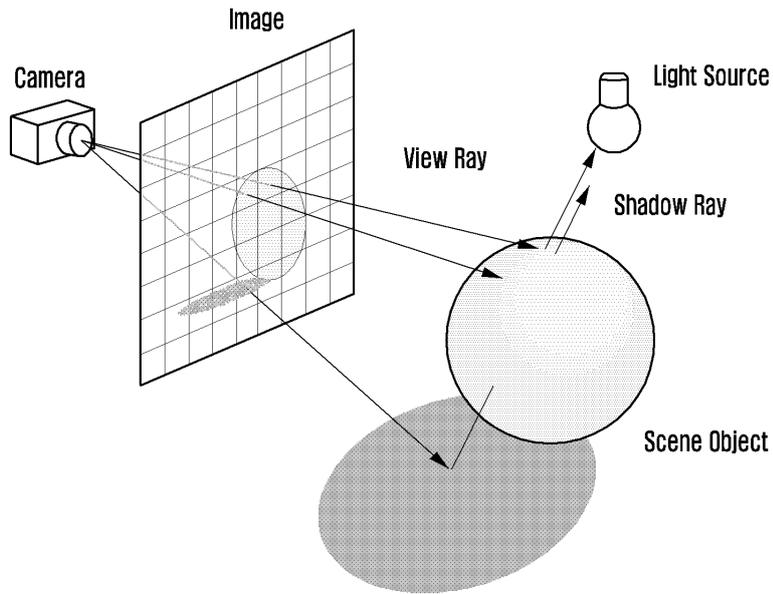
생성부(1211)에서 전과들을 생성하는 방법은 상기 도 5의 S530 단계 및 상기 도 6에 대응 될 수 있다. 상기 전과 생성부(1211)에서 순차적으로 생성된 전과들은 인접하는 전과들과 이동 경로가 유사하고, 반지름이 일정한 구의 표면에 균등하게 분포될 수 있다.

- [0157] 상기 그룹화부(1212)는 생성된 전과들을 이동 경로에 기반하여 그룹화 할 수 있다. 상기 그룹화부(1212)의 전과들을 그룹화 하는 방법은 상기 도 4의 S430 단계에 대응될 수 있다. 구체적으로 상기 그룹화부(1212)은 생성된 전과들에 생성된 순서에 따라서 0번부터 순차적으로 ID 번호를 부여하고, 상기 전과들을 일정한 개수로 구분하여 그룹화 할 수 있다.
- [0158] 상기 전과들은 순차적으로 생성되고 상기 전과들 사이의 간격이 조밀하므로, 일정 개수로 그룹화된 전과들의 이동 경로가 유사해 질 수 있다.
- [0159] 상기 연산 유닛 설정부(1213)는 그룹화된 전과들을 쓰레드들에 각각 맵핑하고, 복수 개의 쓰레드들을 GPU의 연산 유닛으로 설정할 수 있다. 상기 연산 유닛 설정부(1222)의 연산 유닛 설정 방법은 상기 도 4의 S440 단계에 대응될 수 있다. 상기 그룹화된 전과들은 인접하는 전과들과 이동 경로가 유사한 특징이 있으므로, 복수 개 전과들의 이동 경로를 동시에 추적하여 상기 GPU 연산 흐름의 직렬화를 최소화 시킬 수 있다. 상기의 경우에 시뮬레이션의 효율이 증가 될 수 있다.
- [0160] 상기 GPU 할당부(1214)는 복수 개의 GPU들의 업무량에 기반하여 생성된 전과들을 할당할 수 있다. 상기 GPU 할당부(1214)의 전과 할당 방법은 상기 도 10의 S1030 단계 및 상기 도 11에 대응될 수 있다.
- [0161] 구체적으로, 상기 GPU 할당부(1214)가 순차적으로 생성되는 전과들을 복수 개의 GPU들에 순차적으로 할당하고, 상기 전과들이 모두 GPU에 할당될 때까지 상기 GPU들을 반복적으로 순환시켜 상기 전과들을 할당할 수 있다. 그리고 각각의 GPU들에는 상기 전과 생성부(1211)가 순차적으로 생성한 전과가 상기 복수 개의 GPU의 개수만큼 떨어져서 할당 될 수 있다.
- [0162] 상기 GPU 각각에 할당된 전과들은 순차적으로 할당되었으므로, 상기 GPU들의 업무량은 동일하거나 또는 유사해 질 수 있다. 따라서 복수 개의 GPU들이 유휴 상태를 최소화할 수 있다.
- [0163] 그리고 상기 GPU 각각에 할당된 전과들끼리도 이동 경로가 유사하므로, Ray Grouping을 활용하여 GPU의 병렬 연산을 최대한 활용할 수 있다.
- [0164] 상기 전과 경로 추적부(1215)는 무선 통신망 시뮬레이션을 수행하기 위해 전과의 경로를 추적할 수 있다. 복수 개의 전과들에 대하여 상기 전과 경로를 추적하는 연산을 수행하기 위해서 GPU를 활용할 수 있다. 상기 전과 경로 추적부(1215)의 시뮬레이션 수행 방법은 상기 도 4의 S450 단계 및 상기 도 8a에 대응될 수 있다.
- [0165] 구체적으로 상기 전과 경로 추적부(1215)는 전과가 물체(object)와 만나는지 확인할 수 있다. 그리고 상기 전과 경로 추적부(1215)는 상기 전과가 물체와 만나는 경우에 상기 전과의 최대 반사 횟수인지 확인할 수 있다. 상기 확인 결과가 상기 전과의 최대 반사 횟수이거나 또는 상기 전과가 물체와 만나지 않는 경우, 상기 전과 경로 추적부(1215)는 상기 전과의 수신 반경 내의 수신기를 탐색하고, 상기 수신기에서 전과의 수신여부와 수신된 전과 세기를 확인할 수 있다.
- [0167] 시뮬레이터의 저장부(1220)는 시뮬레이션 과정에서 생성되는 정보를 저장할 수 있다.
- [0168] 구체적으로, 상기 저장부(1220)는 전과환경을 분석하는 장소의 위치 정보와 송신기와 수신기가 위치할 수 있는 위치 정보를 저장할 수 있다. 그리고 상기 저장부(1220)는 송신기가 생성하는 가상의 전과들과 상기 전과들이 물체와 만나서 반사되는 전과들에 대한 정보 및 수신기에서 상기 전과들의 수신체크 결과를 저장할 수 있다. 또한, 상기 저장부(1220)는 시뮬레이션의 결과로 출력되는 전과의 history(전과의 이동경로, 전과의 방향 등)를 저장할 수 있다.
- [0169] 사용자는 상기 시뮬레이션의 결과에 기반하여 전과 환경을 분석할 수 있으므로, 시뮬레이션을 진행한 송신기의 위치가 적합한지 여부를 확인 할 수 있다. 그리고 상기 사용자는 복수 회의 시뮬레이션을 수행하여, 최적의 송신기의 위치를 찾아낼 수 있다.
- [0171] 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시예들은 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 본 발명의 이해를 돕기

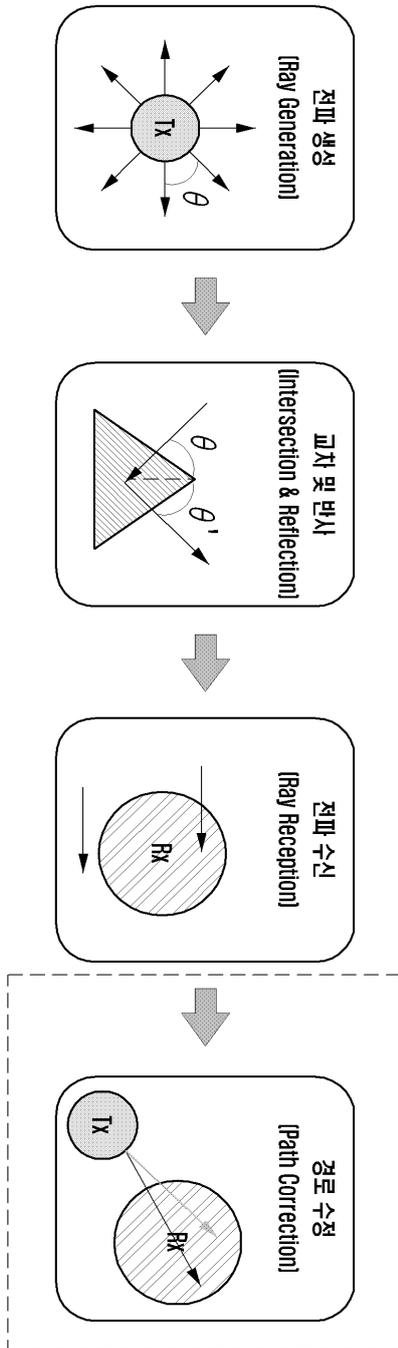
위해 특정 예를 제시한 것일 뿐이며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

도면

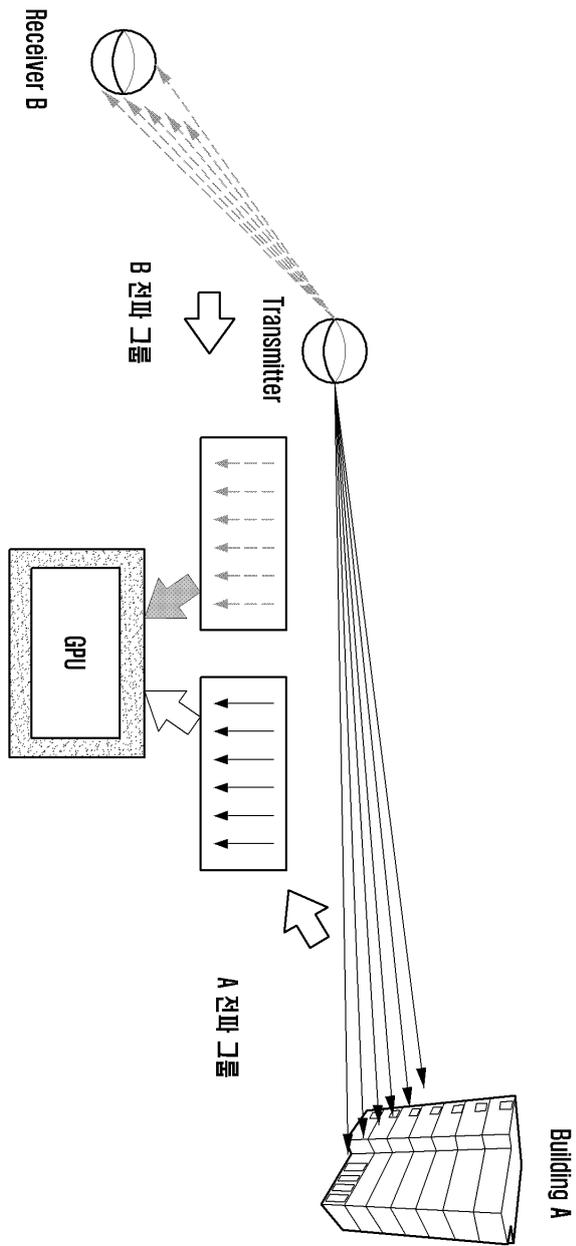
도면1



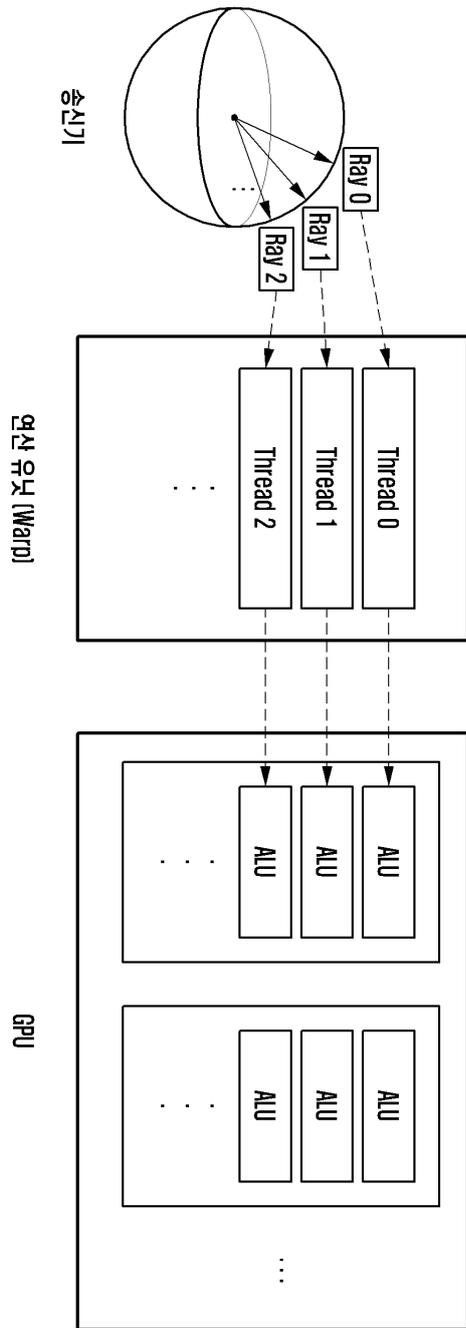
도면2



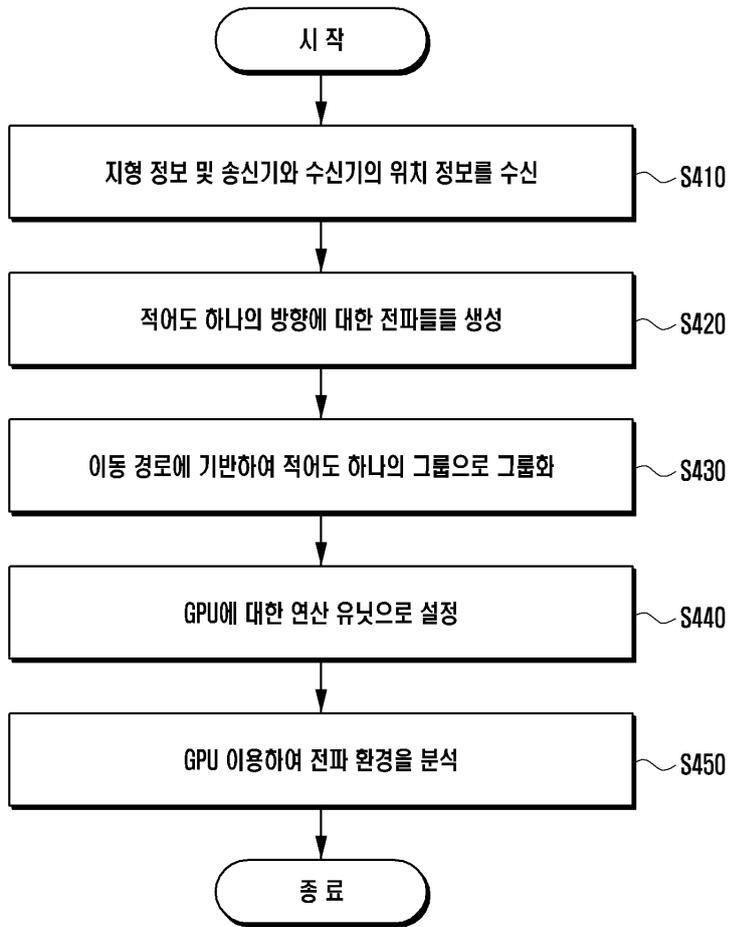
도면3a



도면3b

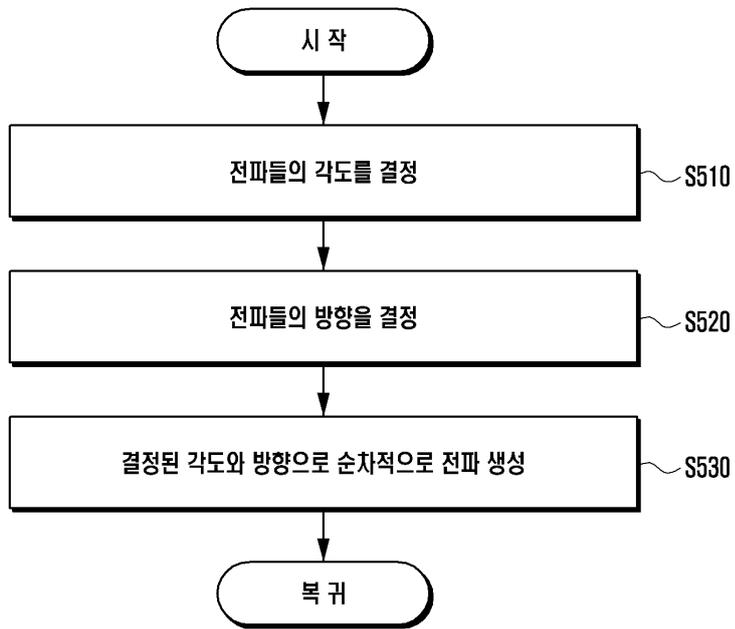


도면4

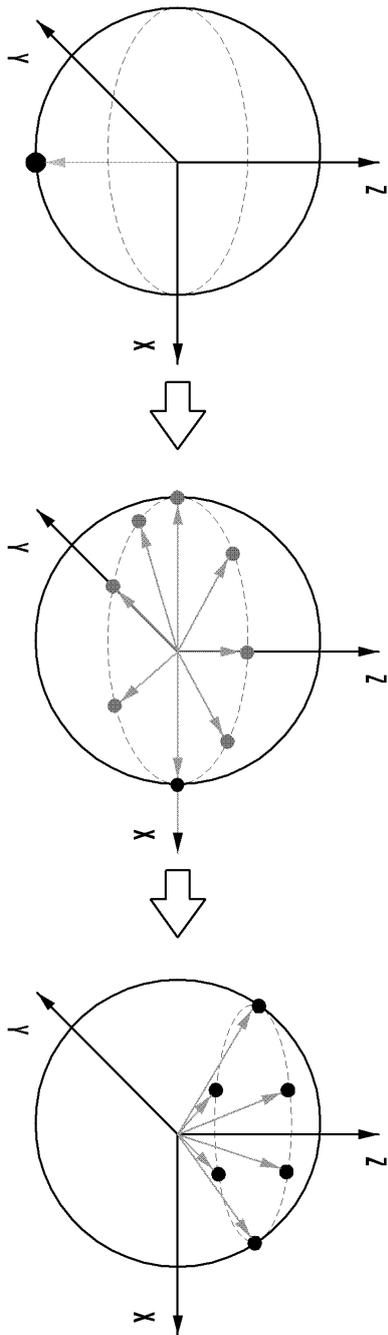


도면5

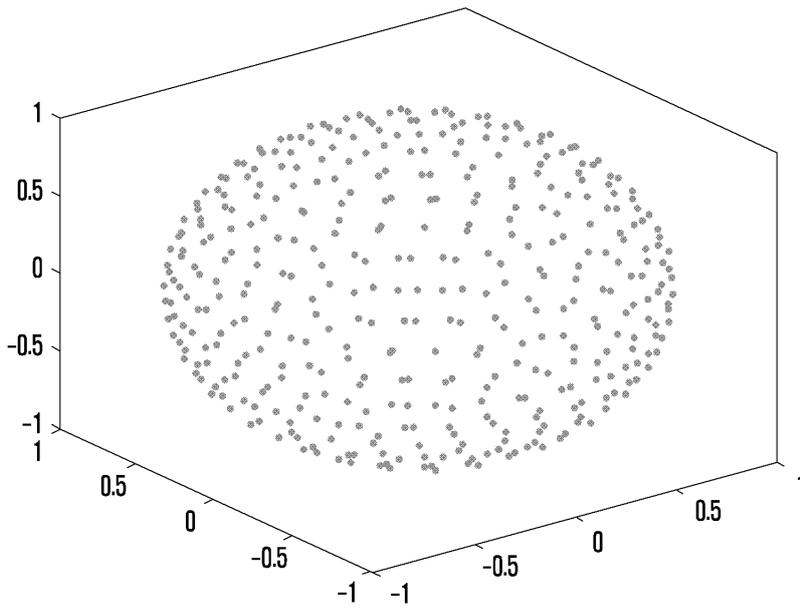
S420



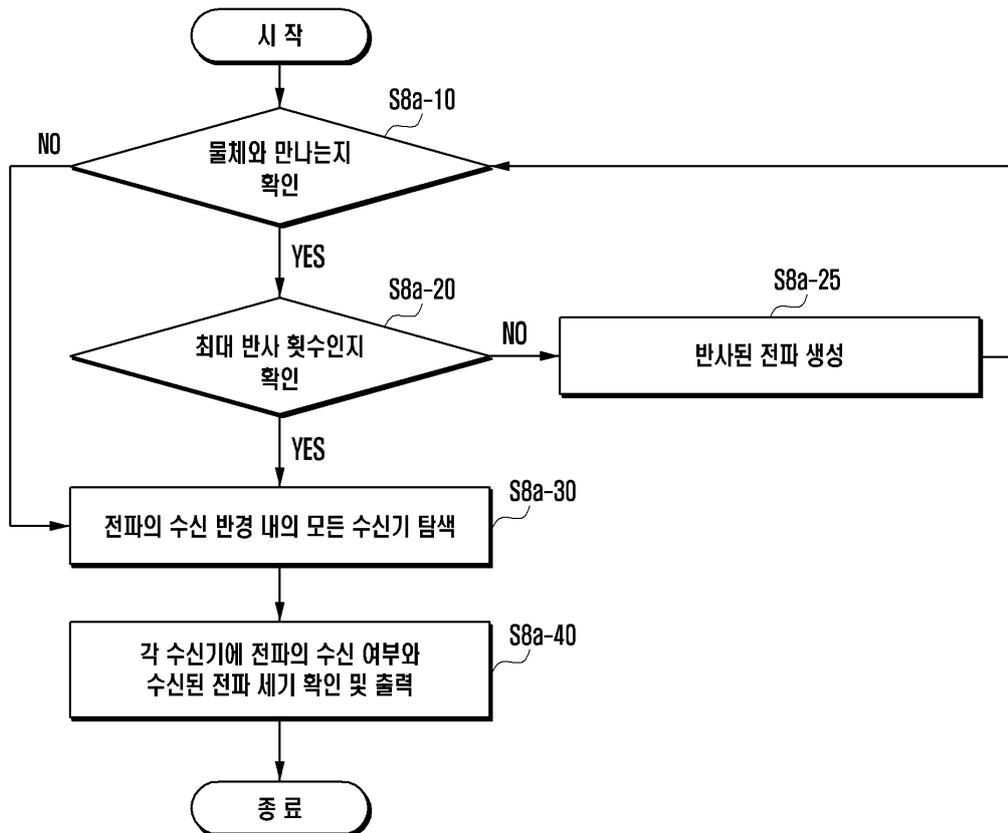
도면6



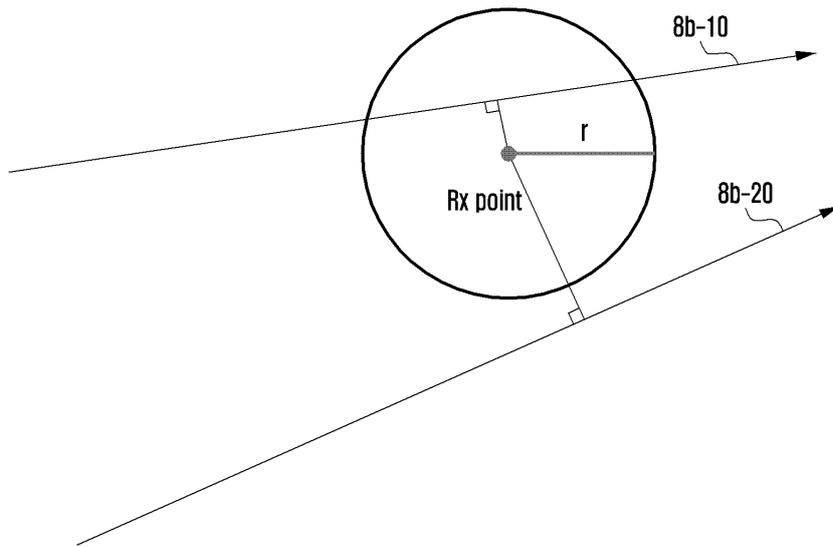
도면7



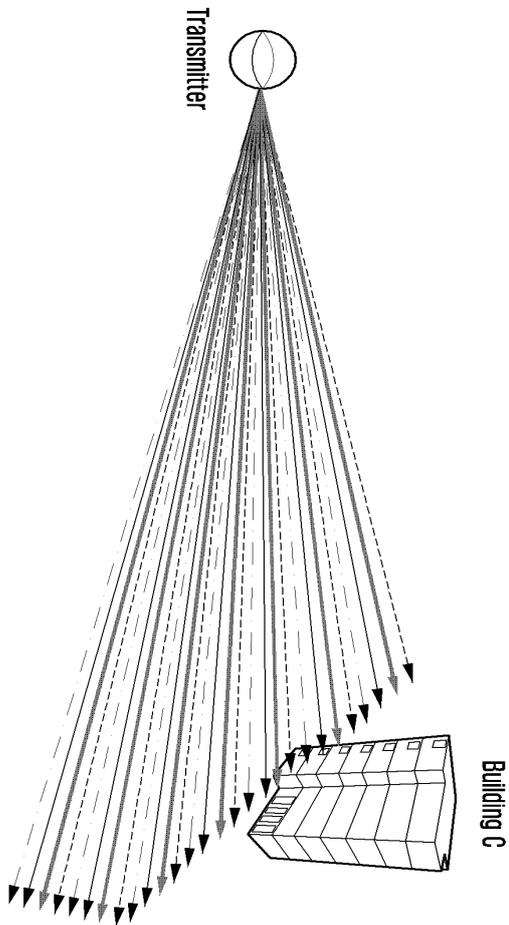
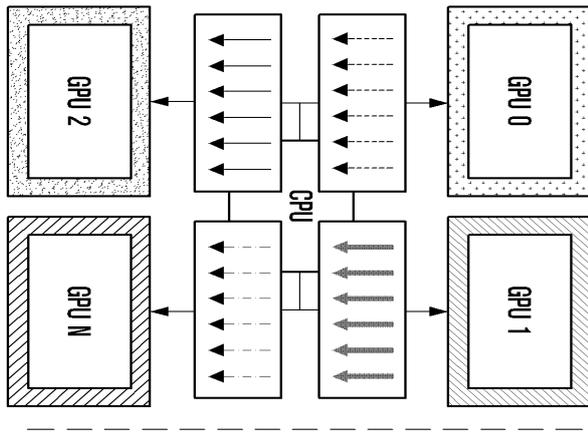
도면8a



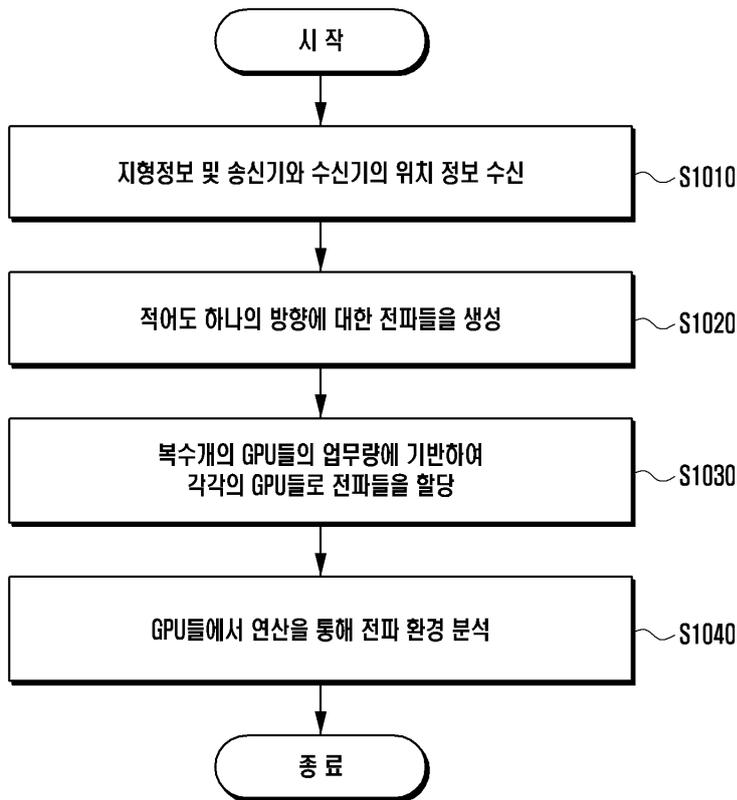
도면8b



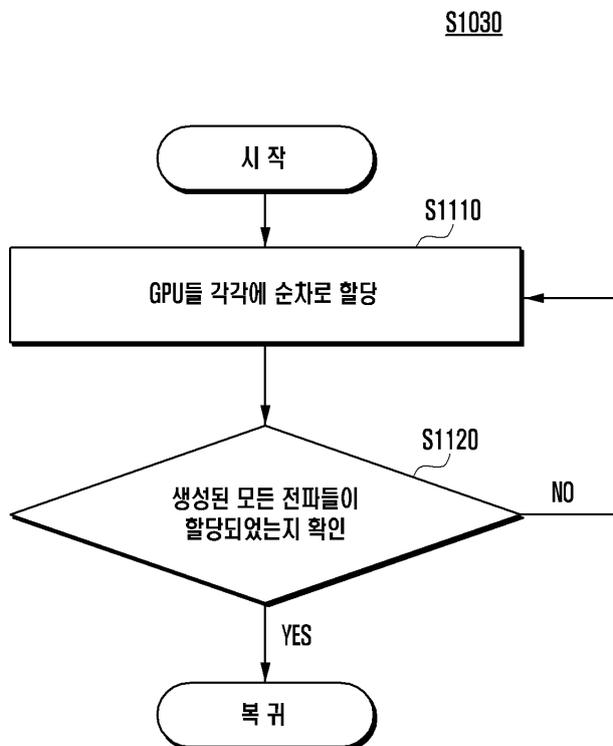
도면9



도면10



도면11



도면12

