



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0020198
(43) 공개일자 2008년03월05일

(51) Int. Cl.

G06F 17/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0083354

(22) 출원일자 2006년08월31일

심사청구일자 2006년08월31일

(71) 출원인

세종대학교산학협력단

서울 광진구 군자동 98 세종대학교

(72) 발명자

강윤식

경기 부천시 소사구 소사본2동 88-26 신세계아트빌 나-403

김상덕

서울 강북구 미아8동 311-86

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

정지원, 서천석

전체 청구항 수 : 총 10 항

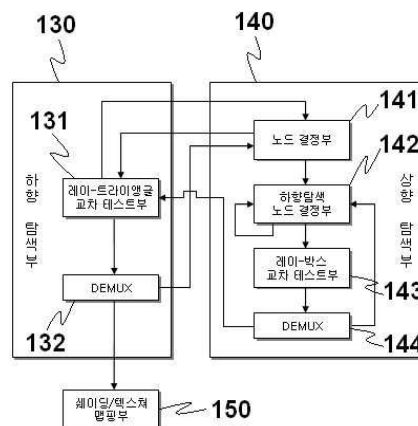
(54) 광선 추적을 위한 비 스택 방식의 케이지 트리 탐색알고리즘을 적용한 영상검출 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 그래픽 처리 장치(GPU : Graphics Processing Unit)에서 동작되는 레이 트레이싱(Ray-Tracing)을 위한 논스택(Non-Stack) 방식의 케이지 트리(KD-Tree) 탐색 알고리즘에 관한 것으로서, 보다 자세하게는 그래픽 처리 장치에 적용되며, 이진 트리(Binary Tree)의 일종인 케이지 트리의 탐색 알고리즘에서 중복되어 방문하는 노드의 수를 줄여 탐색 알고리즘의 성능을 향상시킬 수 있는 광선 추적을 위한 비 스택 방식의 케이지 트리 탐색 알고리즘을 적용한 영상검출 장치 및 방법에 관한 것이다.

본 발명의 광선 추적을 위한 비 스택 방식의 케이지 트리 탐색 알고리즘을 적용한 영상검출 장치는 영상을 이진 트리 형식으로 분할하고 최종 분할된 영역을 단말노드로 하고, 광선 추적을 이용하여 상기 영상에 포함된 물체를 검출하기 위한 케이지 트리 알고리즘을 포함하는 장치에 있어서, 영상에 투과할 광선을 생성하기 위한 광선생성부와 상기 이진트리의 단말노드 방향으로 이동하면서 상기 물체와 상기 광선이 교차하는 트라이앵글을 탐색하기 위한 하향탐색부와 상기 하향탐색부를 통해 탐색을 수행한 이후, 탐색되지 않은 내부노드를 검색하기 위한 상향탐색부 및 상기 하향탐색부에서 검출된 물체 교차점의 컬러를 계산하기 위한 셰이딩/텍스처 매핑부로 이루어짐에 기술적 특징이 있다.

대표도 - 도7



(72) 발명자

박우찬

서울 종로구 무악동 82 무악현대아파트 108-1604

양성봉

서울 종로구 평창동 145-5 일성아파트 가동 404

특허청구의 범위

청구항 1

영상을 이진트리 형식으로 분할하고 최종 분할된 영역을 단말노드로 하고, 광선 추적을 이용하여 상기 영상에 포함된 물체를 검출하기 위한 케이지 트리 알고리즘을 포함하는 장치에 있어서,

영상에 투과할 광선을 생성하기 위한 광선생성부;

상기 이진트리의 단말노드 방향으로 이동하면서 상기 물체와 상기 광선이 교차하는 트라이앵글을 탐색하기 위한 하향탐색부;

상기 하향탐색부를 통해 탐색을 수행한 이후, 탐색되지 않은 내부노드를 검색하기 위한 상향탐색부; 및

상기 하향탐색부에서 검출된 물체 교차점의 컬러를 계산하기 위한 셰이딩/텍스처 매핑부

를 포함하는 광선추적을 위한 비 스택 방식의 케이지 트리 탐색 알고리즘을 적용한 영상검출 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 하향탐색부는

상기 단말노드를 투과하는 광선과 물체의 트라이앵글의 교차를 검출하기 위한 제1교차 테스트부; 및

제1교차 테스트부에서 교차점을 검출한 이후 다음 노드를 결정하기 위해 상기 광선의 정보와 노드의 정보를 노드결정부로 전송하는 제1역다중화기

를 포함하는 광선추적을 위한 비 스택 방식의 케이지 트리 탐색 알고리즘을 적용한 영상검출 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 상향탐색부는

상기 단말노드의 교차를 테스트한 이후, 다음 탐색을 수행할 노드를 결정하기 위한 노드결정부;

상기 노드결정부에서 결정된 노드가 부모노드의 형제노드인 경우, 하향탐색을 수행할 노드를 검색하는 하향탐색 노드결정부; 및

상기 하향탐색 노드결정부에 결정된 노드가 제2노드에 해당하는 경우, 상기 광선과 제2노드의 하위노드에 포함된 물체의 교차를 검출하는 제2교차 테스트부; 및

상기 제2교차 테스트부에서 하위노드에 포함된 물체가 상기 광선과 교차되는 경우 하향탐색부로 상기 광선의 정보와 해당하는 노드의 정보를 전송하는 제2역다중화기

를 포함하는 광선추적을 위한 비 스택 방식의 케이지 트리 탐색 알고리즘을 적용한 영상검출 장치.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 하향탐색 노드결정부에서 결정된 노드가 제1노드인 경우, 부모노드의 형제노드를 탐색하는 광선추적을 위한 비 스택 방식의 케이지 트리 탐색 알고리즘을 적용한 영상검출 장치.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 제1교차 테스트부에서 상기 광선과 트라이앵글이 교차되는 경우, 상기 제1역다중화기를 통해서 상기 셰이딩/텍스처 매핑부로 상기 교차 정보를 전송하는 광선추적을 위한 비 스택 방식의 케이지 트리 탐색 알고리즘을 적용한 영상검출 장치.

청구항 6

영상을 이진트리 형식으로 분할하고 최종 분할된 영역을 단말노드로 하고, 광선 추적을 이용하여 상기 영상에

포함된 물체를 검출하기 위한 케이지 트리 알고리즘을 이용한 영상검출 방법에 있어서,

루트노드로부터 하위노드의 제1노드를 하향탐색하는 제1단계;

상기 하향탐색을 통해 단말노드를 발견하는 경우, 상기 광선과 단말노드 내의 트라이앵글의 교차점을 검출하는 제2단계;

상기 제2단계에서 상기 교차점이 발견되지 않는 경우, 현재 노드의 형제노드의 위치를 검출하는 제3단계;

상기 제3단계에서 형제노드가 이미 탐색을 완료한 경우, 부모노드의 형제노드로 이동하는 제4단계;

상기 부모노드의 형제노드의 주소를 판단하는 제5단계;

상기 부모노드의 형제노드의 탐색이 이루어지지 않은 경우, 해당되는 노드의 하위노드들 중에서 상기 광선과의 교차점을 검출하는 제6단계; 및

상기 제6단계에서 상기 광선과의 교차점이 검출되는 경우, 제1단계부터의 탐색을 수행하는 제7단계

를 포함하는 광선추적을 위한 비 스택 방식의 케이지 트리 탐색 알고리즘을 적용한 영상검출 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 노드 간의 이동은 배열로 지정된 각 노드의 주소를 가리키는 포인터를 이용하는 광선추적을 위한 비 스택 방식의 케이지 트리 탐색 알고리즘을 적용한 영상검출 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 제5단계는 상기 부모노드의 주소가 홀수인지를 이용하여 제1노드인지 판단하는 광선추적을 위한 비 스택 방식의 케이지 트리 탐색 알고리즘을 적용한 영상검출 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 부모노드가 제1노드인 경우, 상기 부모노드의 부모노드의 형제노드로 이동하는 광선추적을 위한 비 스택 방식의 케이지 트리 탐색 알고리즘을 적용한 영상검출 방법.

청구항 10

제 6 항에 있어서,

상기 제3단계에서 형제노드가 존재하는 경우, 형제노드로 이동하는 것을 특징으로 하는 광선추적을 위한 비 스택 방식의 케이지 트리 탐색 알고리즘을 적용한 영상검출 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<18> 본 발명은 그래픽 처리 장치(GPU : Graphics Processing Unit)에서 동작되는 레이 트레이싱(Ray-Tracing)을 위한 논스택(Non-Stack) 방식의 케이지 트리(KD-Tree) 탐색 알고리즘에 관한 것으로서, 보다 자세하게는 그래픽 처리 장치에 적용되며, 이진 트리(Binary Tree)의 일종인 케이지 트리의 탐색 알고리즘에서 중복되어 방문하는 노드의 수를 줄여 탐색 알고리즘의 성능을 향상시킬 수 있는 광선 추적을 위한 비 스택 방식의 케이지 트리 탐색 알고리즘을 적용한 영상검출 장치 및 방법에 관한 것이다.

<19> 일반적으로 컴퓨터의 영상정보 처리, 가속화, 신호전환, 화면출력을 담당하는 그래픽카드는 비디오 랩과 그래픽

칩에 따라 성능이 달라진다. 중앙처리장치(CPU)의 그래픽 작업으로 인해 생기는 병목 현상을 해결하기 위해 만든 것이 그래픽 가속기능으로, 그래픽카드를 그래픽 가속기(Graphics Accelerator)라고도 한다. 기존의 CPU가 처리하던 트랜스폼(transform)과 라이트닝(lightning)을 그래픽 처리 장치가 대신 처리하여, 중앙처리장치의 사이클을 다른 작업을 위해 사용하고 부담을 줄이고 좀 더 자유롭게 사용할 목적으로 개발되었다. 그래픽 처리 장치(GPU : Graphics Processing Unit)는 원래 3D그래픽을 구현하는 데 있어 애플리케이션을 위해 사용했던 3D그래픽 가속 칩을 개량한 것이다. 그래픽 연산처리를 하는 반도체 칩으로, 코어라고도 한다. GPU가 빠르다는 것은 코어의 속도가 빠르다는 것을 뜻한다. 따라서, CPU의 처리량은 줄었지만 GPU의 처리량은 계속 증가함에 따라 많은 열이 발생하여 CPU처럼 방열판이나 냉각팬이 설치되는 경우가 많다.

- <20> 따라서, 컴퓨터가 사양이 다양해지고 고속, 고성능화되면서 그래픽 처리 장치의 중요성은 더 높아졌다. 특수효과를 내는 필터를 사용하는 프로그램과 점차 디지털 신호 처리(DSP : Digital Signal Processing)적인 프로세서로 변해감에 따라 그래픽 처리 장치의 처리량도 늘고 있다.
- <21> 이러한 그래픽 처리 장치에 포함되어 영상에 포함된 물체를 검출하기 위한 알고리즘인 케이지 트리는 옥트리(Octree)와 같은 공간 분할 트리(Spatial Partitioning Tree)의 일종이다. 옥트리는 부모노드(parent-node)의 각 좌표축 중간을 분할하는 방법으로 8개의 서브노드(sub-node) 생성한다.
- <22> 도 1은 종래의 스택을 이용한 케이지 트리에 의한 영상분할 및 광선을 도시한 구성도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 케이지 트리는 임의의 평가함수에 의해 선택된 하나의 좌표축에 대해 평가함수가 최소화될 수 있는 위치를 중심으로 2개의 영역으로 분할하는 방식을 특정 한계 값에 도달할 때까지 반복적으로 수행하여 입력된 영상을 분할한다.
- <23> 이렇게 생성된 케이지 트리는 광선(ray)과 교차(intersection)되는 물체를 빠르게 검색하기 위해 사용된다.
- <24> 도 2는 종래의 스택을 이용한 케이지 트리에서의 노드 이동을 도시한 구조도이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 보여지는 이진트리는 도 1에서 분할된 영상을 트리구조로 표현한 것으로서, 영상을 검출하기 위한 트리의 탐색은 루트노드(S0)에서부터 시작하게 된다.
- <25> 루트노드(S0)와 광선의 교차를 검사하고, 만약 광선과 물체의 교차가 수행되는 경우, 루트노드(S0)의 2개의 자식노드 중에서 광선시점으로부터 먼 쪽에 있는 자식노드(S2)(제2노드)를 스택에 넣고, 광선시점으로부터 가까이에 있는 쪽의 자식노드(S1)(제1노드)에 대해서 부모노드인 루트노드(S0)와 같이 재귀적으로 교차테스트를 수행한다.
- <26> 즉, 루트노드(S0)의 자식노드 중 하나인 제1노드(S1)의 교차테스트를 수행하여 제1노드(S1)의 하위노드에 광선과 교차되는 영역을 포함하고 있다면, 제1노드(S1)에 포함된 2개의 자식노드 중에서 광선시점으로부터 먼 쪽에 있는 자식노드(n2)(제2노드)를 스택에 삽입하고, 가까이에 있는 쪽의 자식노드(n1)(제1노드)의 교차테스트인 광선과 제1노드(n1)에 포함된 트라이앵글의 교차테스트를 수행한다.
- <27> 이후, 제1노드(n1)의 교차테스트가 수행된 결과 교차점을 찾지 못했을 경우, 다음으로 테스트할 노드를 지정함에 있어서, 제1노드는 자식노드가 존재하지 않기 때문에 스택에 저장된 노드인 제2노드(n2)를 꺼내어 탐색을 다시 수행한다.
- <28> 즉, 도 2에 도시된 트리에서 스택에 저장된 노드는 S2, n2, n4이며, 전체 노드의 방문순서는 S0, S1, n1, n2, S2, n3, n4로 이루어진다.
- <29> 도 3은 종래의 스택을 이용한 케이지 트리에 의한 스택기반 탐색 방법을 도시한 흐름도이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 루트노드의 교차점 테스트를 수행하고(S110), 루트노드의 하위노드 내에 교차점이 존재하는 경우, 루트노드의 자식노드 중 제2노드를 스택에 저장하고(S120) 탐색을 위해 제1노드로 이동한다(S130). 이때, 제1노드가 단말노드인 경우(S140), 단말노드 내에 포함된 트라이앵글과 광선과의 교차점을 검출하고(S150), 제1노드가 단말노드가 아닌 경우(S140), 해당 제1노드를 부모노드로 하여, 부모노드의 자식노드 중 제2노드를 스택에 저장하고(S120) 탐색을 위해 제1노드로 이동한다(S130).
- <30> S150 단계에서 트라이앵글과 광선의 교차가 발생하는 경우(S160), 탐색을 종료하며, 트라이앵글과 광선의 교차가 발생하지 않는 경우(S160), 스택에 저장된 노드를 검사하여 저장된 노드가 존재한다면(S170), 스택의 제일 상부에 저장된 노드로 이동하여 탐색을 수행한다(S180).
- <31> 만약, 스택에 저장된 노드가 없는 경우(S170), 해당되는 트리의 노드를 모두 방문한 것으로 판단하고, 탐색을

종료한다.

- <32> 도 4는 종래의 비 스택을 이용한 케이지 트리에 의한 영상분할 및 광선을 도식한 구성도이다. GPU 상에서 스택을 사용하지 않는 방법은 리스타트(Restart)와 백트랙(Backtrack)의 두 가지 케이지 트리 광선추적 알고리즘을 제안하고 있다. 이들 알고리즘은 광선의 교차 허용범위를 변환시킴으로써, 이미 방문한 노드에 대한 재탐색을 하지 않도록 한다. 도 4에 도시된 바와 같이, 케이지 트리에 사용되는 영상을 도 1에서 설명한 바와 같이 분할하고, t_{min} 의 값이 노드 $n1$ 보다 앞쪽에 있으므로, 광선시점에서 가까운 노드인 $n1$ 노드를 먼저 탐색하고, $n1$ 이 탐색된 이후, t_{min} 과 t_{max} 는 (b)와 같이 조절한다.
- <33> 다음으로 $n2$ 를 탐색할 경우, t_{min} 과 t_{max} 사이에 노드 $n1$ 이 포함되지 않으므로, $n2$ 만이 선택되어 탐색을 수행한다.
- <34> 이때, 리스타트(Restart) 방식은 트리의 단말노드에서 광선과 교차된 트라이앵글을 찾지 못할 경우, t_{min} 값을 변경한 후, 루트노드에서부터 다시 하향탐색을 통해 탐색을 수행하는 것이며, 백트랙(Backtrack)은 자식노드가 부모노드에 대한 포인터(pointer)를 이용하여 부모노드로의 상향탐색을 수행할 때 사용한다. 이중 리스타트(Restart) 알고리즘은 메모리 사용량에 있어서, 백트랙(Backtrack) 보다 우수하고, 백트랙(Backtrack)은 수행 성능에서 리스타트(Restart) 보다 우수하다.
- <35> 두 개의 알고리즘 중에서 백트랙(Backtrack) 알고리즘의 경우, 내부 노드에 대해서 최대 3번의 방문 및 경계선 검출 테스트가 필요한 문제점을 내포하고 있다.
- <36> 도 5는 종래의 비 스택을 이용한 케이지 트리에 의한 상향탐색을 도식한 흐름도이다. 도 5에 도시된 바와 같이 하향탐색을 통해 단말노드에 도착한 경우 광선과 단말노드 내에 포함된 트라이앵글과의 교차점을 검출한다(S210). 이후 교차점이 발견되지 않으면(S220), t_{min} 에 t_{max} 를 대입하고, t_{max} 에는 $global_max$ 를 대입한다(S230). 이후, 부모노드로 이동하고(S240), 해당되는 부모노드에 포함되는 자식노드 중에서, 탐색이 이루어지지 않은 자식노드가 있는 경우(S250), 해당되는 자식노드로 이동하여(S260), 하향탐색을 수행하기 위해 S210 단계로 이동한다(S270).
- <37> 만약, 해당 부모노드의 자식노드 중 모든 노드에 대한 탐색이 이루어진 경우(S250), 해당 부모노드의 부모노드로 이동하여 S250 단계부터 재수행한다(S240).
- <38> 도 1 내지 도 3에서 도식한 바와 같이, 스택을 사용하는 케이지 트리의 경우, 메모리 쓰기 동작을 수행해야 하기 때문에 멀티 파이프 라인을 이용하여 동작을 수행하는 그래픽 처리 장치에서는 메모리 충돌이 빈번하게 발생하여 데이터 병목현상이 초래되는 문제점이 있다.
- <39> 또한, 도 4 내지 도 5에서 도식한 바와 같이, 리스타트(Restart)와 백트랙(Backtrack)은 단말노드 방문 후 다음 방문 노드를 선택하기 위해 항상 부모노드에 대한 경계선 검출 테스트를 필요로 한다. 따라서, 처음 하향탐색시 방문했던 노드에 대해 최대 2번의 방문 및 경계선 검출 테스트를 더 수행해야 한다. 따라서, 스택을 사용하는 알고리즘 대비 최대 약 3배 정도의 성능저하가 발생하는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <40> 본 발명은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 스택 및 메모리 쓰기 기능이 필요하지 않은 케이지 트리 탐색 알고리즘을 적용한 영상검출 장치를 제공하는 데에 목적이 있다.
- <41> 또한, 본 발명은 리스타트(Restart)와 백트랙(Backtrack) 탐색시 중복 연산을 최소화하기 위해 동일한 노드를 평균 1.5번 이상 방문하지 않는 케이지 트리 탐색 방법을 제공하는 데에 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

- <42> 본 발명의 상기 목적은 영상을 이진트리 형식으로 분할하고 최종 분할된 영역을 단말노드로 하고, 광선 추적을 이용하여 상기 영상에 포함된 물체를 검출하기 위한 케이지 트리 알고리즘을 포함하는 장치에 있어서, 영상에 투과할 광선을 생성하기 위한 광선생성부와 상기 이진트리의 단말노드 방향으로 이동하면서 상기 물체와 상기 광선이 교차하는 트라이앵글을 탐색하기 위한 하향탐색부와 상기 하향탐색부를 통해 탐색을 수행한 이후, 탐색되지 않은 내부노드를 검색하기 위한 상향탐색부 및 상기 하향탐색부에서 검출된 물체 교차점의 컬러를 계산하기 위한 셰이딩/텍스처 매핑부에 의해 달성된다.
- <43> 또한, 본 발명의 다른 목적은 영상을 이진트리 형식으로 분할하고 최종 분할된 영역을 단말노드로 하고, 광선

추적을 이용하여 상기 영상에 포함된 물체를 검출하기 위한 케이지 트리 알고리즘을 이용한 영상검출 방법에 있어서, 루트노드로부터 하위노드의 제1노드를 하향탐색하는 제1단계와 상기 하향탐색을 통해 단말노드를 발견하는 경우, 상기 광선과 단말노드 내의 트라이앵글의 교차점을 검출하는 제2단계와 상기 제2단계에서 상기 교차점이 발견되지 않는 경우, 현재 노드의 형제노드의 위치를 검출하는 제3단계와 상기 제3단계에서 형제노드가 이미 탐색을 완료한 경우, 부모노드의 형제노드로 이동하는 제4단계와 상기 부모노드의 형제노드의 주소를 판단하는 제5단계와 상기 부모노드의 형제노드의 탐색이 이루어지지 않은 경우, 해당되는 노드의 하위노드들 중에서 상기 광선과의 교차점을 검출하는 제6단계 및 상기 제6단계에서 상기 광선과의 교차점이 검출되는 경우, 제1단계부터의 탐색을 수행하는 제7단계에 의해 달성된다.

<44> 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

<45> 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

<46> 도 6은 본 발명에 따른 비 스택을 이용한 케이지 트리 알고리즘을 적용한 영상검출 장치의 구성도이다. 도 6에 도시된 바와 같이, 영상검출 장치는 영상에 투과할 광선을 생성하기 위한 광선 생성부(110), 분할된 영상에 대한 노드를 탐색하기 위한 탐색부(120), 광선과 단말노드 내에 포함된 트라이앵글이 교차되는 교차점을 분석하기 위한 셰이딩/텍스처 맵핑부(150)를 포함하고 있다.

<47> 이때, 탐색부(120)는 루트노드로부터 단말노드까지 탐색하기 위한 하향탐색부(130)와 단말노드에서 부모노드로의 탐색을 위한 상향탐색부(140)로 구성되어 있다.

<48> 도 7은 본 발명에 따른 영상검출 장치 내에 포함된 탐색부의 구성도이다. 도 7에 도시된 바와 같이, 탐색부(120)는 하향탐색부(130)와 상향탐색부(140)로 나뉘며 각 구성요소 간의 신호는 광선의 정보와 노드 정보를 포함한다. 또한, 노드가 단말노드일 경우, 트라이앵글 리스트를 포함한다.

<49> 하향탐색부(130)는 루트노드로부터 하위노드 방향으로 교차점 탐색을 수행하면서 단말노드에 도착한 경우, 광선의 정보와 단말노드에 포함된 트라이앵글 정보를 이용하여 광선과 트라이앵글과의 교차점을 검색하는 레이-트라이앵글 교차테스트부(131)를 포함하며, 레이-트라이앵글 교차테스트부(131)에서 광선과 트라이앵글이 교차되는 경우, 셰이딩/텍스처 맵핑부(150)에 광선과 노드 정보의 전송 경로를 설정하기 위한 제1역다중화기(132)를 포함한다.

<50> 상향탐색부(140)는 하향탐색부(130)에서 단말노드에 존재하는 트라이앵글과 광선의 교차점을 검색하여, 교차점이 존재하지 않는 경우, 다음 탐색을 수행할 노드를 결정하기 위한 노드 결정부(141)를 포함한다.

<51> 또한, 다음 탐색을 수행할 노드가 부모노드의 형제노드로 결정될 경우, 하향탐색을 수행할 노드를 찾는 하향탐색 노드결정부(142)와 하향탐색 노드결정부(142)에서 결정된 노드가 제1노드(near 노드)일 경우, 광선과 영상의 경계선을 검출하기 위한 레이-박스 교차테스트부(143)를 포함하고 있다.

<52> 또한, 레이-박스 교차테스트부(143)에서 광선과 경계선이 교차되는 경우, 해당 노드에서부터 하향탐색을 하기 위해 광선정보와 노드 정보를 전송하기 위한 전송경로를 설정하는 제2역다중화기(144)를 포함할 수 있다.

<53> 하향탐색부(130)에서 하향탐색을 통해 단말노드에 도착한 경우, 하향탐색부(130)에 포함된 레이-트라이앵글 교차테스트부(131)는 트라이앵글 정보와 광선 정보를 이용하여 단말노드에서의 광선과 트라이앵글과의 교차점을 검색하고, 교차점이 검색되는 경우, 제1역다중화기(132)를 통해서 셰이딩/텍스처 맵핑부(150)로 교차점 정보와 광선 정보를 전송한다.

<54> 만약 레이-트라이앵글 교차테스트부(131)에서 교차점이 검출되지 않는 경우, 제1역다중화기(132)를 통해서 상향탐색부(140)에 포함된 노드결정부(141)로 광선 정보와 노드 정보를 전송한다.

<55> 노드결정부(141)는 다음 탐색을 수행할 노드를 결정함에 있어서, 다음에 처리할 노드가 해당 노드의 형제노드인 경우, 다음에 탐색이 수행될 노드 역시 단말노드에 해당하므로, 노드 정보 및 광선 정보를 레이-트라이앵글 교차테스트부(141)로 전송하여, 광선과 트라이앵글의 교차점을 검색한다.

<56> 만약 노드결정부(141)에서 결정된 노드가 부모노드의 형제노드일 경우, 하향탐색 노드결정부(142)에서 하향탐색을 수행할 부모노드의 형제노드를 결정하며, 하향탐색 노드결정부(142)에서 결정된 하향탐색 노드가 제2노드(far 노드)일 경우, 결정된 노드의 부모노드의 형제노드를 탐색하고, 결정된 하향탐색 노드가 제1노드(near 노

드)일 경우, 레이-박스 교차테스트부(143)에서 교차점 검색을 수행한다.

- <57> 레이-박스 교차테스트부(143)에서 수행된 결과, 교차점이 발견되는 경우, 제2역다중화기(144)를 통해서 하향탐색부(130)에 포함된 레이-트라이앵글 교차테스트부(131)로 광선 정보와 노드 정보를 전송하여, 하향탐색을 수행하도록 하며, 교차점이 발견되지 않는 경우, 제2역다중화기(146)를 통해 교차테스트 결과정보와 광선 정보를 하향탐색 노드결정부(142)로 전송하여, 현재 위치한 노드를 기준으로 하여, 다음 탐색을 수행하기 위한 부모노드의 형제노드를 결정한다.
- <58> 도 8은 본 발명에 따른 케이디 트리에 의한 영상분할 및 광선을 도시한 구성도이다. 도 8에 도시된 바와 같이, 케이디 트리 알고리즘에 의해 영상은 이진트리 형식으로 분할되며, 광선시점으로부터 광선이 조사된다. 이때, 루트노드는 전체 영상을 포함하는 S0가 해당되며, 단말노드는 더 이상 분할되지 않은 n1 내지 n16이다.
- <59> 도 9는 본 발명에 따른 비 스택을 이용한 케이디 트리에서의 노드 이동을 도시한 구성도이다. 도 9는 도 8에 도시된 분할된 영상을 이진트리 구조로 표현한 것으로서, 각 화살표는 모든 단말노드에 트라이앵글이 포함된 경우, 루트노드의 하위노드를 방문하기 위한 순서를 나타낸다.
- <60> 이때, 루트노드의 자식노드들 중에서 광선시점과 가까이에 위치한 노드를 제1노드(near 노드)라 하며, 광선시점과 먼 거리에 위치한 노드를 제2노드(far 노드)라 한다. 즉, 단말노드를 제외한 노드들 중에서 임의의 한 노드는 자식노드를 포함하고 있으며, 이 자식노드 중에서 광선시점과 가까이에 있는 노드를 제1노드(near 노드)라 하며, 광선시점과 멀리 떨어져 있는 노드를 제2노드(far 노드)라 한다.
- <61> 루트노드로부터 하위노드로의 탐색을 하향탐색이라 하며, 단말노드에서부터 부모의 형제노드를 탐색하는 것을 상향탐색이라 한다.
- <62> 도 10은 본 발명에 따른 비 스택을 이용한 케이디 트리에서의 노드 탐색 방법을 나타내는 흐름도이다. 도 10에 도시된 바와 같이, 하향탐색부를 통해 루트노드부터 광선과 가까이에 존재하는 노드를 우선으로 노드의 하향탐색을 수행한다(S305). 이후, 단말노드에 도착한 경우, 하향탐색부는 광선 정보와 단말노드 내에 포함된 트라이앵글 정보를 이용하여 레이-트라이앵글 교차테스트부에서 광선과 트라이앵글과의 교차점을 검색한다(S310).
- <63> 만약 단말노드에서 교차점을 발견한 경우(S315), 해당되는 교차테스트 결과 정보와 광선 정보를 제1역다중화기를 이용하여 셰이딩/텍스처 맵핑부로 전송하고(S320), 단말노드에서 교차점을 발견하지 못한 경우(S315), 해당노드가 광원시점으로부터 최외각에 존재하는 노드인지를 검출한다(S325).
- <64> S325 단계에서 해당하는 노드가 최외각 노드인 경우, 더 이상 탐색할 노드가 존재하지 않는 것으로 판단하여 탐색을 종료하며, 해당 노드가 최외각 노드가 아닐 경우, 해당 노드의 형제노드부터 탐색을 진행한다(S335).
- <65> 만약 이미 검색을 완료하여 재수행할 필요가 없는 경우(S330), 탐색수행을 위해 부모노드의 형제노드로 이동한다(S340). 이때, 부모노드의 형제노드의 주소가 홀수인 경우(즉, 루트노드의 자식노드의 하위노드로서, 제1노드에 해당하는 경우)(S345), 이미 해당 부모노드의 형제노드의 하위 노드까지 탐색을 완료하였으므로, S335 단계부터 재수행하기 위해 이동할 노드의 부모노드의 형제노드로 이동한다. 이후, S335 단계부터 탐색을 재수행한다.
- <66> 만약, 부모노드의 형제노드의 주소가 짝수 주소인 경우(즉, 루트노드의 자식노드 이하의 노드로서, 제2노드에 해당하는 경우)(S345), 아직 교차점 검색을 위한 탐색이 이루어지지 않는 노드로서, 해당 노드의 하위노드에 광선과의 교차점이 존재하는지 검색하여(S350), 해당 노드의 하위노드에 교차점이 검출되는 경우, S305 단계로 이동하여 광선과 트라이앵글의 교차점 검출을 위한 탐색을 재수행한다.
- <67> 본 발명은 이상에서 살펴본 바와 같이 바람직한 실시예를 들어 도시하고 설명하였으나, 상기한 실시예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변경과 수정이 가능할 것이다.

발명의 효과

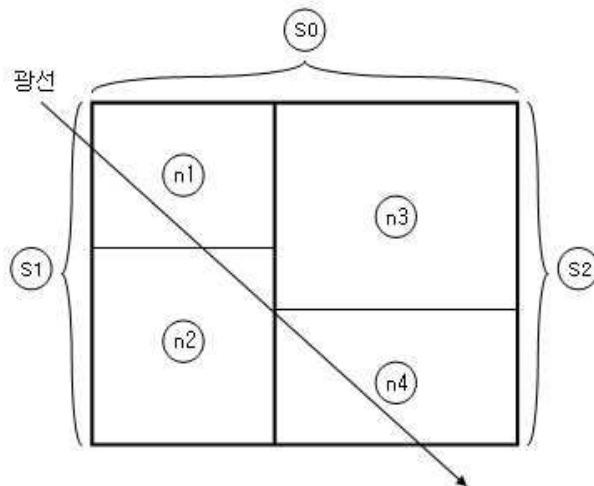
- <68> 따라서, 본 발명의 광선 추적에 위한 비 스택 방식의 케이디 트리 알고리즘을 적용한 영상검출 장치는 스택 및 메모리 쓰기 기능이 필요하지 않은 케이디 트리 탐색 알고리즘을 사용하여 노드를 탐색함에 있어서, 중복 탐색 및 연산 수행시간을 감소시켜 영상검출을 위한 시간을 단축시키는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

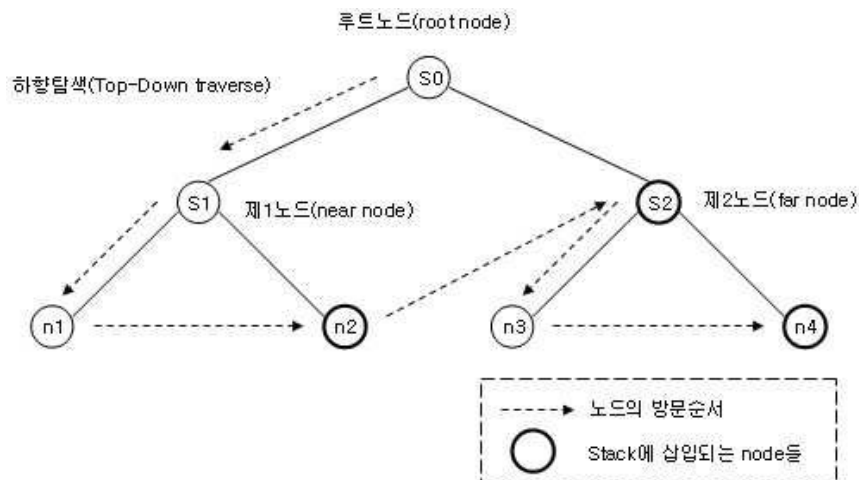
- <1> 도 1은 종래의 스택을 이용한 케이지 트리에 의한 영상분할 및 광선을 도시한 구성도,
 - <2> 도 2는 종래의 스택을 이용한 케이지 트리에서의 노드 이동을 도시한 구조도,
 - <3> 도 3은 종래의 스택을 이용한 케이지 트리에 의한 스택기반 탐색 방법을 도시한 흐름도,
 - <4> 도 4는 종래의 비 스택을 이용한 케이지 트리에 의한 영상분할 및 광선을 도시한 구성도,
 - <5> 도 5는 종래의 비 스택을 이용한 케이지 트리에 의한 상하향탐색을 도시한 흐름도,
 - <6> 도 6은 본 발명에 따른 비 스택을 이용한 케이지 트리 탐색 알고리즘을 적용한 영상검출 장치의 구성도,
 - <7> 도 7은 본 발명에 따른 영상검출 장치 내에 포함된 탐색부의 구성도,
 - <8> 도 8은 본 발명에 따른 케이지 트리에 의한 영상분할 및 광선을 도시한 구성도,
 - <9> 도 9는 본 발명에 따른 비 스택을 이용한 케이지 트리에서의 노드 이동을 도시한 구성도,
 - <10> 도 10은 본 발명에 따른 비 스택을 이용한 케이지 트리에서의 노드 탐색 방법을 나타내는 흐름도이다.
 - <11> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
 - <12> 110 : 광선 생성부 120 : 탐색부
 - <13> 130 : 하향 탐색부 131 : 레이-트라이앵글 교차테스트부
 - <14> 132 : 제1역다중화기 140 : 상향 탐색부
 - <15> 141 : 노드결정부 142 : 하향탐색 노드결정부
 - <16> 143 : 레이-박스 교차테스트부 144 : 제2역다중화기
 - <17> 150 : 셰이딩/텍스처 맵핑부

도면

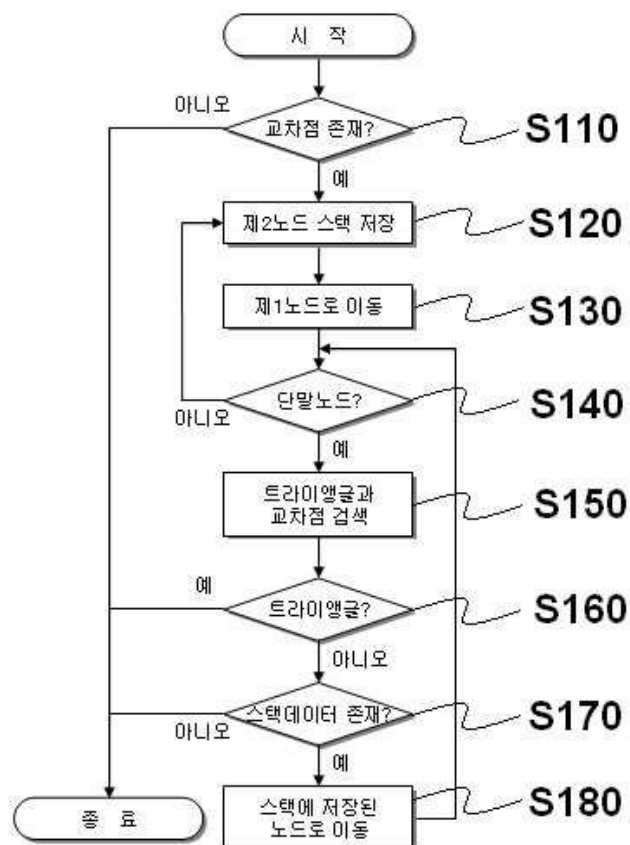
도면1



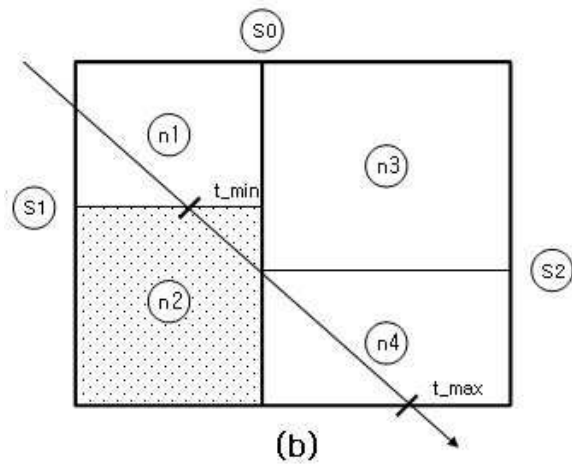
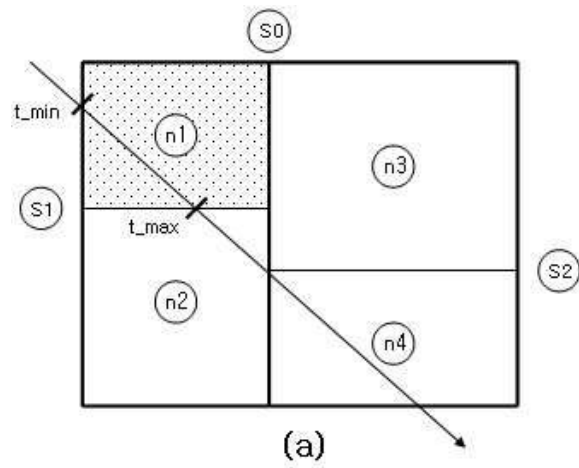
도면2



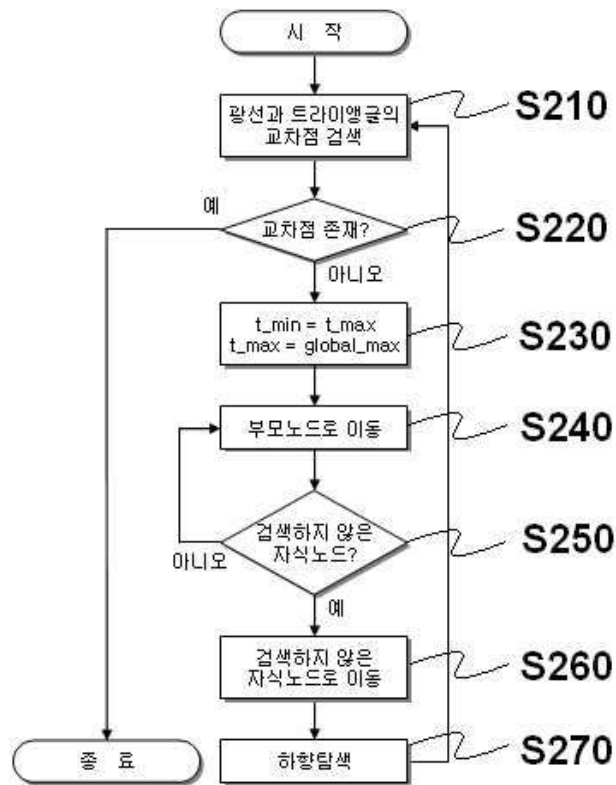
도면3



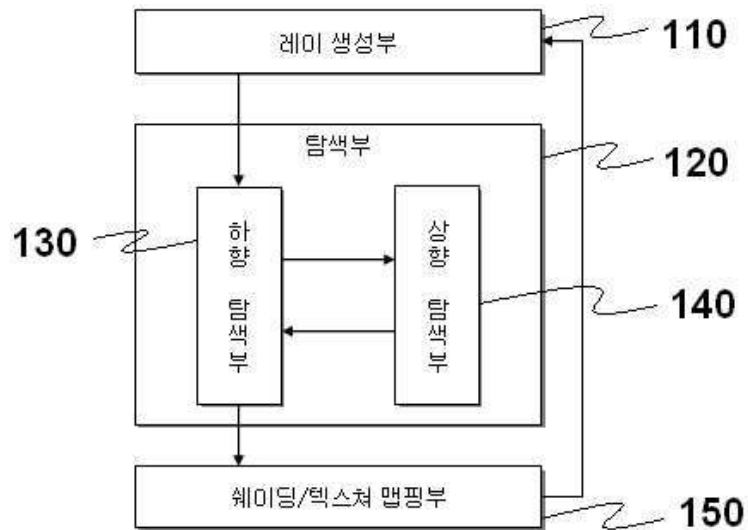
도면4



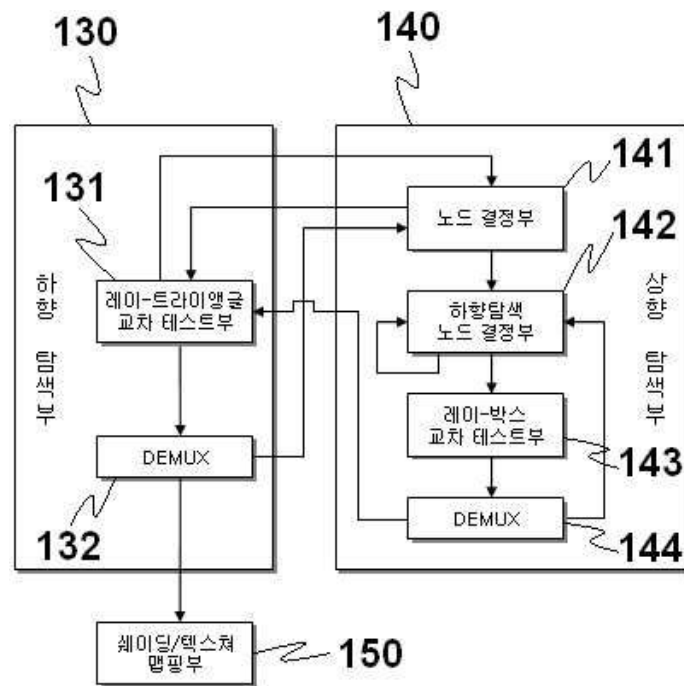
도면5



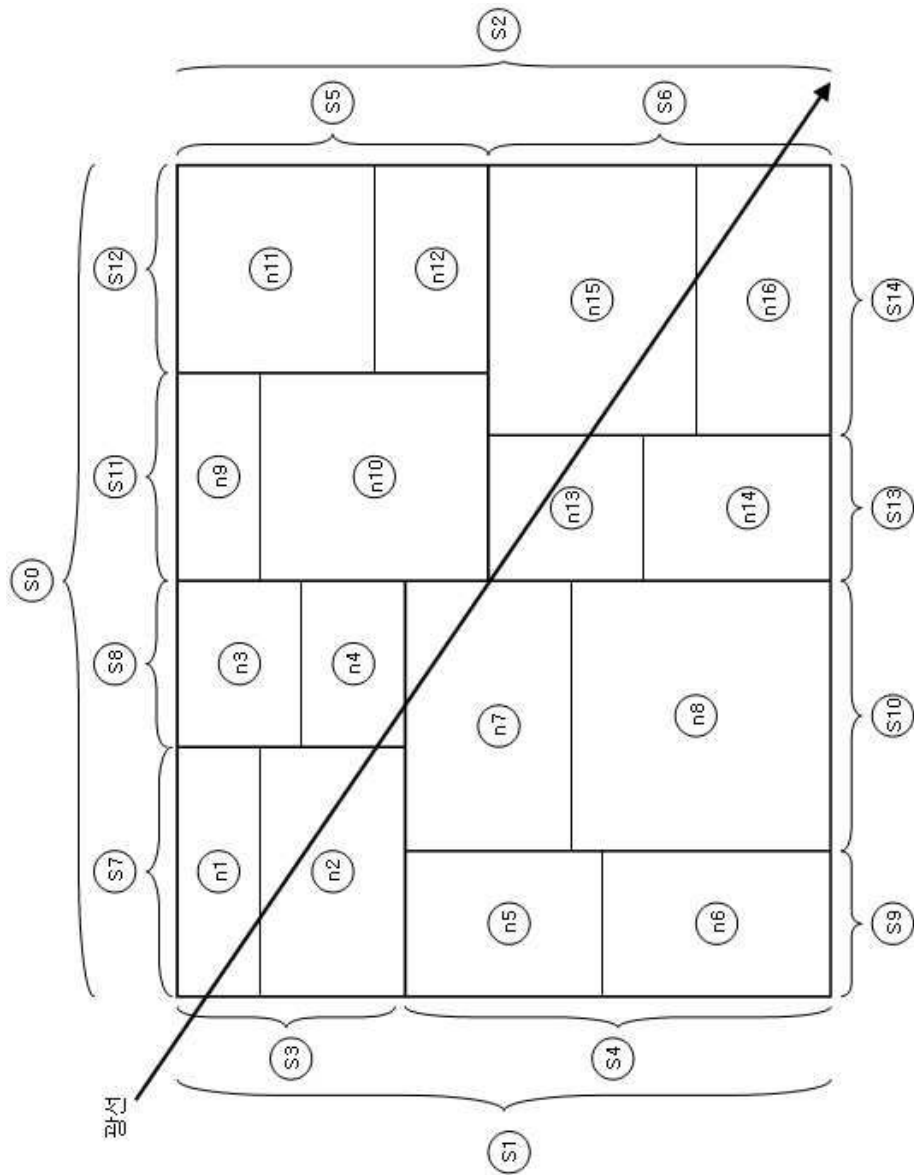
도면6



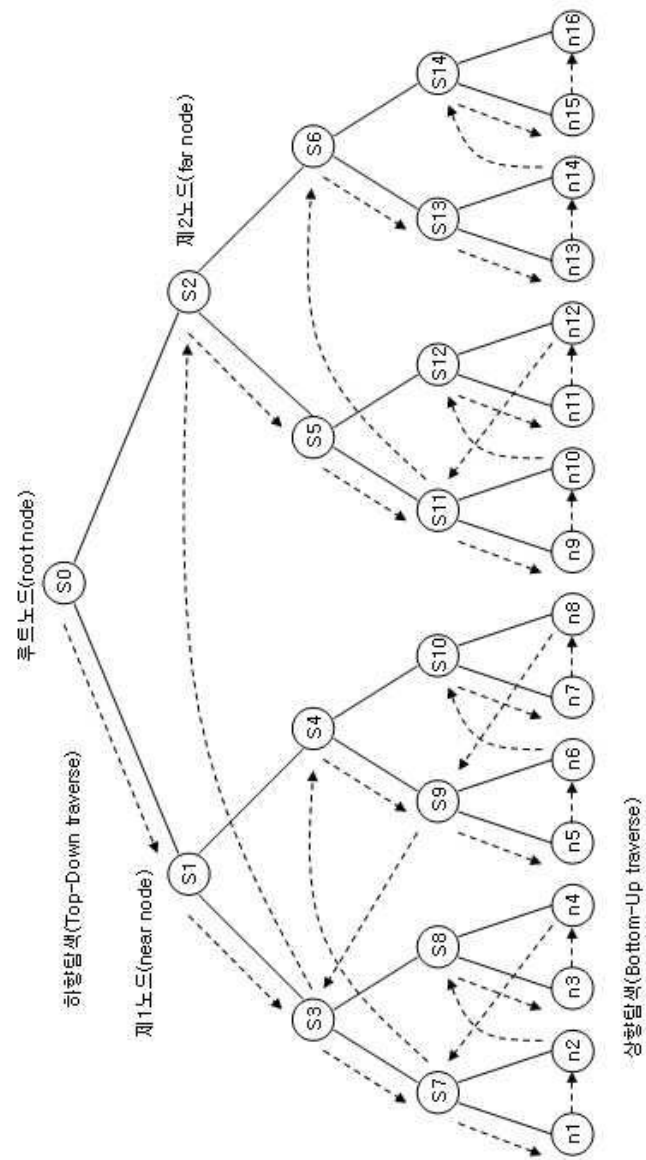
도면7



도면8



도면9



도면10

