(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년01월04일
(11) 등록번호 10-0791639
(24) 등록일자 2007년12월27일

(51) Int. Cl.
H04Q 7/24 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0003003
(22) 출원일자 2007년01월10일
심사청구일자 2007년01월10일
(56) 선행기술조사문헌
수라즈반데, 어상훈, "센서네트워크환경에서 최적화된 분산 R-tree를 이용한 에너지 인식 질의 처리방법", 정보처리학회논문지D, 제13-D권, 제1호
백현, 윤지희, "공간순서화 곡선을 이용한 다차원 영역 질의 처리", 한국공간정보시스템학회논문지, 제8권, 제2호
전체 청구항 수 : 총 11 항

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내
(72) 발명자
이상근
서울 동대문구 제기2동 벽산아파트 105동 1001호
신한글
경기 과천시 과천동 647-5
(74) 대리인
현종철

심사관 : 정성윤

(54) 힐버트 커브를 이용한 에너지-효율적인 공간 색인 방법, 그기록 매체 및 힐버트 커브를 이용한 에너지-효율적인 공간색인 시스템

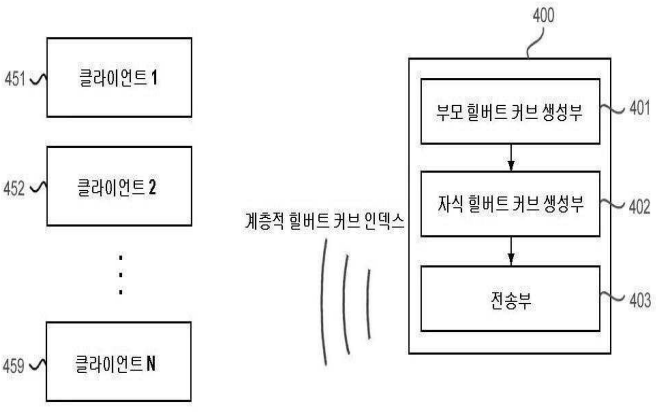
(57) 요 약

힐버트 커브를 이용한 에너지-효율적인 공간 색인 방법, 그 기록 매체 및 힐버트 커브를 이용한 에너지-효율적인 공간 색인 시스템이 개시된다.

본 발명은 서버에서 힐버트 커브를 이용하여 다차원 객체 정보를 일차원 객체 정보로 저장하는 부모 힐버트 커브를 생성하는 단계, 상기 부모 힐버트 커브에서 하나의 힐버트 커브 값에 복수의 객체가 포함되면, 상기 복수의 객체를 가리키는 자식 힐버트 커브를 생성하는 단계, 상기 부모 힐버트 커브 및 상기 자식 힐버트 커브로 구성되는 인덱스를 브로드캐스트 하는 단계, 모바일 클라이언트에서 공간질의의 범위에 포함되는 힐버트 커브의 값을 연산하는 단계 및 상기 연산된 힐버트 커브의 값에 대응하는 상기 부모 힐버트 커브의 값에 복수의 객체들이 포함되면, 상기 자식 힐버트 커브를 이용하여 상기 공간질의에 대한 객체의 데이터를 수신하는 단계를 포함한다.

본 발명에 의하면, 위치기반서비스에서의 질의를 수행함에 있어 클라이언트가 탐색을 수행하는 방송 방식에서, 계층적인 힐버트 커브를 이용하여 클라이언트의 에너지 소비를 줄이고, 접근 시간 및 튜닝 시간을 단축시키며, 클라이언트의 메모리 크기를 고려하여 힐버트 커브의 뎁스를 조절함으로써, 클라이언트의 메모리 부하를 줄일 수 있다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

서버에서 힐버트 커브를 이용하여 다차원 객체 정보를 일차원 객체 정보로 저장하는 부모 힐버트 커브를 생성하는 단계;

상기 부모 힐버트 커브에서 하나의 힐버트 커브 값에 복수의 객체가 포함되면, 상기 복수의 객체를 가리키는 자식 힐버트 커브를 생성하는 단계;

상기 부모 힐버트 커브 및 상기 자식 힐버트 커브로 구성되는 인덱스를 브로드캐스트 하는 단계;

모바일 클라이언트에서 공간질의의 범위에 포함되는 힐버트 커브의 값을 연산하는 단계; 및

상기 연산된 힐버트 커브의 값에 대응하는 상기 부모 힐버트 커브의 값에 복수의 객체들이 포함되면, 상기 자식 힐버트 커브를 이용하여 상기 공간질의에 대한 객체의 데이터를 수신하는 단계를 포함하는 힐버트 커브를 이용한 에너지 효율적인 공간 색인 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 부모 힐버트 커브를 생성하는 단계는

서버에 저장된 모바일 클라이언트의 메모리 크기를 이용하여 표현 가능한 최소의 셀 크기를 연산하는 단계; 및

상기 셀 크기에 따라 부모 힐버트 커브의 뎁스를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 힐버트 커브를 이용한 에너지 효율적인 공간 색인 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 자식 힐버트 커브를 생성하는 단계는

상기 하나의 힐버트 커브 값에 포함된 복수의 객체를 모두 표현할 수 있는 최소의 뎁스를 결정하는 단계; 및

상기 최소의 뎁스에 따른 자식 힐버트 커브를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 힐버트 커브를 이용한 에너지 효율적인 공간 색인 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 브로드캐스트 되는 인덱스는

지수 인덱스 방식인 디에스아이 기법이 적용되는 것을 특징으로 하는 힐버트 커브를 이용한 에너지 효율적인 공간 색인 방법.

청구항 5

서버에서 힐버트 커브를 이용하여 다차원 객체 정보를 일차원 객체 정보로 저장하는 부모 힐버트 커브를 생성하는 단계;

상기 부모 힐버트 커브에서 하나의 힐버트 커브 값에 복수의 객체가 포함되면, 상기 복수의 객체를 가리키는 자식 힐버트 커브를 생성하는 단계;

상기 부모 힐버트 커브 및 상기 자식 힐버트 커브로 구성되는 인덱스를 브로드캐스트 하는 단계; 및

모바일 클라이언트에서 상기 브로드캐스트된 인덱스를 이용하여 k-최근접 질의를 수행하는 단계를 포함하는 힐버트 커브를 이용한 에너지 효율적인 공간 색인 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 부모 힐버트 커브를 생성하는 단계는

상기 서버에 저장된 모바일 클라이언트의 메모리 크기를 이용하여 표현 가능한 최소의 셀 크기를 연산하는 단계; 및

상기 셀 크기에 따라 부모 힐버트 커브의 뎁스를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 힐버트 커브를 이용한 에너지 효율적인 공간 색인 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 자식 힐버트 커브를 생성하는 단계는

상기 서버에서 상기 하나의 힐버트 커브 값에 포함된 복수의 객체를 모두 표현할 수 있는 최소의 뎁스를 결정하는 단계; 및

상기 최소의 뎁스에 따른 자식 힐버트 커브를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 힐버트 커브를 이용한 에너지 효율적인 공간 색인 방법.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 9

서버와 모바일 클라이언트를 포함하는 시스템에 있어서,

상기 서버는

힐버트 커브를 이용하여 다차원 객체 정보를 일차원 객체 정보로 저장하는 부모 힐버트 커브를 생성하는 부모 힐버트 커브 생성부;

상기 부모 힐버트 커브에서 하나의 힐버트 커브 값에 복수의 객체가 포함되면, 상기 복수의 객체를 가리키는 자식 힐버트 커브를 생성하는 자식 힐버트 커브 생성부; 및

상기 부모 힐버트 커브 및 상기 자식 힐버트 커브로 구성되는 인덱스를 브로드캐스트 하는 전송부를 포함하고,

상기 모바일 클라이언트는

공간질의의 범위에 포함되는 힐버트 커브의 값을 연산하고, 상기 연산된 힐버트 커브의 값에 대응하는 상기 부모 힐버트 커브의 값에 복수의 객체들이 포함되면, 상기 자식 힐버트 커브를 이용하여 상기 공간질의에 대한 객체의 데이터를 수신하는 것을 특징으로 하는 힐버트 커브를 이용한 에너지 효율적인 공간 색인 시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 브로드캐스트 되는 인덱스는

지수 인덱스 방식인 디에스아이 기법이 적용되는 것을 특징으로 하는 힐버트 커브를 이용한 에너지 효율적인 공간 색인 시스템.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 부모 힐버트 커브 생성부는

상기 서버에 저장된 모바일 클라이언트의 메모리 크기를 이용하여 표현 가능한 최소의 셀 크기를 연산하고, 상기 셀 크기에 따라 부모 힐버트 커브의 뎁스를 결정하고,

상기 자식 힐버트 커브 생성부는

상기 서버에서 상기 하나의 힐버트 커브 값에 포함된 복수의 객체를 모두 표현할 수 있는 최소의 뎁스를 결정하고, 상기 최소의 뎁스에 따른 자식 힐버트 커브를 생성하는 것을 특징으로 하는 힐버트 커브를 이용한 에너지 효율적인 공간 색인 시스템.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<10> 본 발명은 무선 방송 환경에 관한 것으로, 특히, 힐버트 커브를 이용한 에너지-효율적인 공간 색인 방법, 그 기록 매체 및 힐버트 커브를 이용한 에너지-효율적인 공간 색인 시스템에 관한 것이다.

<11> 무선 통신 기술이 발달함에 따라 퍼베이시브 정보 서비스는 현실에 가까워지고 있다. 퍼베이시브 정보 서비스는 요구된 시간에 사람이나 사물의 위치 정보를 정확하게 제공해주는 서비스이다. 이러한 정보를 제공해 주기 위하여 GPS 모바일 기계 장비나 이동 통신망 등을 이용한 위치 기반 서비스(Location Based Services, LBS)는 퍼베이시브 정보 서비스에서 반듯이 필요한 부분이다.

<12> 위치 기반 서비스란 휴대폰이나 PDA와 같은 이동 통신망과 IT기술을 기반으로 사람이나 사물의 위치를 정확하게 파악하고 이를 활용하는 응용 시스템 및 서비스를 말한다. 이러한 위치 기반 서비스가 보편화 되어감에 따라 서비스를 사용하는 사람들이 늘어나고 있다. 종래의 위치 정보 서비스는 사용자가 서버에 질의를 요청하면 서버에서 연산을 하는 온-디멘드 방식을 기반으로 하고 있다. 그러나, 사용자들이 늘어남에 따라 서버에서 과부하가 발생한다. 무선 방송 방식은 대역폭의 효율적인 활용과 채널을 듣는 모든 사용자들을 지원할 수 있다.

<13> 위치 기반 서비스는 모바일 사용자가 움직이며 퍼베이시브 정보를 접속하는데 매우 유익하다. 모바일 사용자에게 위치 데이터를 퍼트리는 데는 기본적으로 두 가지 방법이 있다. 첫째, 온-디멘드는 모바일 사용자가 질의와 질의가 일어나는 위치로 구성된 요청을 서버에게 제출한다. 서버는 point to point 채널로 이용하여 모바일 사용자에게 결과값을 돌려준다. 둘째, 주기적인 방송은 데이터를 무선 채널에서 주기적으로 방송한다. 그 뒤 모바일 사용자가 질의를 받은 뒤에 방송채널에서 조정하여 현재 위치와 질의를 기반으로 한 흥미로운 데이터를 받는다.

<14> 온-디멘드는 가벼운 시스템에 적절하다. 하지만 사용자들이 늘어남에 따라 시스템 수행을 급격하게 악화시킨다. 온-디멘드에 비해 무선 방송은 임의의 사용자가 충분히 사용할 수 있도록 충분히 확장시킬 수 있다.

<15> 모바일 사용자에게 접속 효율과 에너지 보존은 커다란 이슈이다. 접속 효율은 얼마나 빨리 만족스러운 응답을 갖느냐는 것이고 흥미로운 에너지 보존은 데이터를 접속할 때 모바일 사용자의 에너지 소비를 얼마나 줄이느냐는 것이다. 이 두 가지 수행을 측정하기 위해서 액세스 레이턴시(Access Latency)와 튜닝 시간(Tuning Time)을 사용한다. Access Latency은 질의를 시작하는 순간부터 요청한 데이터를 얻기까지 경과한 시간이다. Tuning Time은 모바일 사용자가 요청한 데이터를 얻기까지 활동적으로 머무른 시간이다.

<16> 지금까지 무선 방송 환경을 위한 많은 색인들이 제안되었다. 무선 방송 환경에서의 색인 방법은 종래의 온-디멘드 방식과는 다른 색인이 요구된다. 즉, 종래의 온-디멘드 방식에서는 사용자가 서버에 공간 정보를 요청하면 서버에서 공간 데이터베이스 내의 색인을 통해 탐색을 그러나, 무선 방송 환경에서는 방송 채널 내의 색인을 통해 탐색을 한다. 따라서 종래 온-디멘드 방식에서 가능했던 백트랙킹(Backtracking)이 불가능함으로 새로운 색인이 필요하게 되었다. 이러한 색인으로서 순차 탐색을 이용한 R-tree, D-tree, Grid-partition index, 힐버트 커브 인덱스(Hilbert Curve Index) 등이 제안되었다.

<17> 대부분의 위치 기반 질의 검색은 가까운 위치의 객체를 검색한다. 무선 방송 환경을 위해 위치가 서로 가까운 객체를 순차적으로 방송 주기 일정에 넣는 방법이 있다. 이를 위해 방송 데이터 객체들은 스페이스 필링 커브(Space-Filling Curve)를 기반으로 해야 한다. 스페이스 필링 커브의 대표적인 방법이 힐버트 커브(Hilbert Curve)이고 이를 이용하여 무선 방송을 위한 공간 색인을 형성할 수 있다. 핵심은 무선 방송 채널에서 다차원 공간의 근접한 객체들을 유지하는 것이다. 커브의 오더(Order)는 공간에서 객체의 분할 정도에 따라 결정된다.

즉, 모든 객체는 커브를 지나야 하기 때문에 객체들의 밀집도가 높을수록 높은 오더를 필요로 하게 된다.

<18> 도 1은 무선 방송 환경에서 모든 질의에 대하여 가장 효율적이라고 알려진 힐버트 커드 인덱스의 구조와 그 예제를 도시한다. 힐버트 커브는 다차원의 공간 데이터를 1차원의 공간 데이터로 전환하는 가장 효율적인 알고리즘이다. 도 1은 공간 데이터를 방송 채널 내로 전환하기 위하여 힐버트 커브를 이용하여 1차원의 데이터로 전환하고 색인한다.

<19> 종래에 제안된 힐버트 커드 인덱스에서 규칙적이지 않은 데이터를 표현할 경우 힐버트 커브 오더를 높여야 한다.

<20> 도 2는 실제 객체가 그림과 같이 분산되어 있는 경우, 힐버트 커브 색인 방법을 이용하면 하나의 힐버트 커브 값에 여러 개의 객체들이 들어가게 된다. 이때, 원으로 표시된 것이 힐버트 커브 객체의 위치이고, 사각형으로 표시된 것이 실제의 객체의 위치이다.

<21> 결국, 힐버트 커브만 이용하면 하나의 값 안에 있는 객체들을 구분할 수 없는 문제가 발생한다. 또한 작은 데이터를 표현하기 위하여 힐버트 커브를 더 세밀하게 표현하는 경우, 클라이언트가 힐버트 커브를 이용한 질의를 생성하는 과정에서 과도한 메모리를 요구하게 된다.

<22> 공간 질의를 하는데 있어서 힐버트 커브 색인 방법의 경우 10번과 17번안의 객체를 모두 읽어야 하기 때문에 불필요한 객체를 읽는 에너지를 소비하게 된다. 또한 3-최근접 질의를 할 때 힐버트 커브 색인 방법의 경우, 3번째의 최근접 객체를 10번에서 읽게 되지만, 3개의 객체들을 구분할 수 없기 때문에 모두 읽어야 한다.

<23> 따라서, 종래의 방송 환경의 인덱스 방법은 클라이언트 메모리에 과도한 부하를 주고, 불규칙한 객체 분포가 존재하는 경우 불필요한 객체를 읽어야 하므로 에너지가 비효율적으로 소비되는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<24> 본 발명이 이루고자 하는 첫번째 기술적 과제는 계측적인 힐버트 커브를 이용하여 클라이언트의 에너지 소비를 줄이고, 접근 시간 및 튜닝 시간을 단축시키며, 클라이언트의 메모리 부하를 줄일 수 있는 힐버트 커브를 이용한 에너지 효율적인 공간 색인 방법을 제공하는데 있다.

<25> 본 발명이 이루고자 하는 두번째 기술적 과제는 상기의 힐버트 커브를 이용한 에너지 효율적인 공간 색인 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공하는데 있다.

<26> 본 발명이 이루고자 하는 세번째 기술적 과제는 상기의 힐버트 커브를 이용한 에너지 효율적인 공간 색인 방법을 적용한 힐버트 커브를 이용한 에너지 효율적인 공간 색인 시스템을 제공하는데 있다.

발명의 구성 및 작용

<27> 상기의 첫번째 기술적 과제를 이루기 위하여, 본 발명은 서버에서 힐버트 커브를 이용하여 다차원 객체 정보를 일차원 객체 정보로 저장하는 부모 힐버트 커브를 생성하는 단계, 상기 부모 힐버트 커브에서 하나의 힐버트 커브 값에 복수의 객체가 포함되면, 상기 복수의 객체를 가리키는 자식 힐버트 커브를 생성하는 단계, 상기 부모 힐버트 커브 및 상기 자식 힐버트 커브로 구성되는 인덱스를 브로드캐스트 하는 단계, 모바일 클라이언트에서 공간질의의 범위에 포함되는 힐버트 커브의 값을 연산하는 단계 및 상기 연산된 힐버트 커브의 값에 대응하는 상기 부모 힐버트 커브의 값에 복수의 객체들이 포함되면, 상기 자식 힐버트 커브를 이용하여 상기 공간질의에 대한 객체의 데이터를 수신하는 단계를 포함하는 힐버트 커브를 이용한 에너지 효율적인 공간 색인 방법을 제공한다.

<28> 또한, 상기의 첫번째 기술적 과제를 이루기 위하여, 본 발명은 서버에서 힐버트 커브를 이용하여 다차원 객체 정보를 일차원 객체 정보로 저장하는 부모 힐버트 커브를 생성하는 단계, 상기 부모 힐버트 커브에서 하나의 힐버트 커브 값에 복수의 객체가 포함되면, 상기 복수의 객체를 가리키는 자식 힐버트 커브를 생성하는 단계, 상기 부모 힐버트 커브 및 상기 자식 힐버트 커브로 구성되는 인덱스를 브로드캐스트 하는 단계 및 모바일 클라이언트에서 상기 브로드캐스트된 인덱스를 이용하여 k-최근접 질의를 수행하는 단계를 포함하는 힐버트 커브를 이용한 에너지 효율적인 공간 색인 방법을 제공한다.

<29> 한편, 상기의 두번째 기술적 과제를 이루기 위하여, 본 발명은 상기의 힐버트 커브를 이용한 에너지 효율적인 공간 색인 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 제공한다.

<30> 상기의 세번째 기술적 과제를 이루기 위하여, 본 발명은 서버와 모바일 클라이언트를 포함하는 시스템에

있어서, 상기 서버는 힐버트 커브를 이용하여 다차원 객체 정보를 일차원 객체 정보로 저장하는 부모 힐버트 커브를 생성하는 부모 힐버트 커브 생성부, 상기 부모 힐버트 커브에서 하나의 힐버트 커브 값에 복수의 객체가 포함되면, 상기 복수의 객체를 가리키는 자식 힐버트 커브를 생성하는 자식 힐버트 커브 생성부 및 상기 부모 힐버트 커브 및 상기 자식 힐버트 커브로 구성되는 인덱스를 브로드캐스트 하는 전송부를 포함하고, 상기 모바일 클라이언트는 공간질의의 범위에 포함되는 힐버트 커브의 값을 연산하고, 상기 연산된 힐버트 커브의 값에 대응하는 상기 부모 힐버트 커브의 값에 복수의 객체들이 포함되면, 상기 자식 힐버트 커브를 이용하여 상기 공간질의에 대한 객체의 데이터를 수신하는 것을 특징으로 하는 힐버트 커브를 이용한 에너지 효율적인 공간 색인 시스템을 제공한다.

<31> 본 발명은 이동 방송 환경에서의 색인 구조 관한 것으로서, 특히 공간 데이터들이 불규칙적으로 배열되었을 때 효율적인 기법을 제공한다.

<32> 무선 방송 환경은 본질적으로 항상 신뢰할 수 없다. 디에스아이(Distributed Spatial Index, DSI)는 힐버트 커브 인덱스를 기반으로 개선한 색인 방식으로 에러 경향이 있는 방송 환경을 고려한 방법이다. DSI는 무선 방송 환경에 맞게 선형 구조로 잘 변형시키고 복합적인 검색 패스(Path)를 섞어 사용함으로써 서로의 링크를 공유할 수 있다. DSI는 완전한 분산 구조로 질의 수행을 빨리 시작할 수 있으며 에러 경향이 있는 무선 방송 환경에 잘 처리할 수 있다. DSI는 종래의 무선 방송 환경에서의 지수 인덱스(Exponential Index) 구조를 힐버트 커브 인덱스에 적용한 인덱스 구조이고 그 예는 도 3과 같다.

<33> 도 4는 본 발명에 따른 힐버트 커브를 이용한 에너지-효율적인 공간 색인 시스템의 블럭도이다.

<34> 서버(400)는 부모 힐버트 커브 생성부(401), 자식 힐버트 커브 생성부(402) 및 전송부(403)을 포함한다.

<35> 부모 힐버트 커브 생성부(401)는 힐버트 커브를 이용하여 다차원 객체 정보를 일차원 객체 정보로 저장하는 부모 힐버트 커브를 생성한다. 바람직하게는, 부모 힐버트 커브 생성부(401)는 서버(400)에 저장된 클라이언트들(451-459)의 메모리 크기를 이용하여 표현 가능한 최소의 셀 크기를 연산하고, 셀 크기에 따라 부모 힐버트 커브의 뎁스를 결정할 수 있다.

<36> 자식 힐버트 커브 생성부(402)는 부모 힐버트 커브에서 하나의 힐버트 커브 값에 복수의 객체가 포함되면, 복수의 객체를 가리키는 자식 힐버트 커브를 생성한다. 바람직하게는, 자식 힐버트 커브 생성부(402)는 서버(400)에서 하나의 힐버트 커브 값에 포함된 복수의 객체를 모두 표현할 수 있는 최소의 뎁스를 결정하고, 최소의 뎁스에 따른 자식 힐버트 커브를 생성할 수 있다.

<37> 전송부(403)는 부모 힐버트 커브 및 자식 힐버트 커브로 구성되는 인덱스를 브로드캐스트한다. 이때, 브로드캐스트 되는 인덱스는 지수 인덱스 방식인 디에스아이 기법이 적용될 수 있다.

<38> 복수의 클라이언트들(451-459)은 공간질의의 범위에 포함되는 힐버트 커브의 값을 연산한다. 또한, 복수의 클라이언트들(451-459)은 연산된 힐버트 커브의 값에 대응하는 부모 힐버트 커브의 값에 복수의 객체들이 포함되면, 자식 힐버트 커브를 이용하여 공간질의에 대한 객체의 데이터를 수신한다. 복수의 클라이언트들(451-459)는 무선 패킷을 송수신하는 모바일 클라이언트를 포함할 수 있다.

<39> 도 5는 본 발명에 따른 힐버트 커브를 이용한 에너지-효율적인 공간 색인 방법의 흐름도이다.

<40> 먼저, 서버에서 힐버트 커브를 이용하여 다차원 객체 정보를 일차원 객체 정보로 저장하는 부모 힐버트 커브를 생성한다(510 과정). 이 과정(510 과정)은 서버에 저장된 모바일 클라이언트의 메모리 크기를 이용하여 표현 가능한 최소의 셀 크기를 연산하는 과정을 포함할 수 있다. 또한, 이 과정(510 과정)은 셀 크기에 따라 부모 힐버트 커브의 뎁스를 결정하는 과정을 포함할 수 있다.

<41> 다음, 부모 힐버트 커브에서 하나의 힐버트 커브 값에 복수의 객체가 포함되면, 서버에서 복수의 객체를 가리키는 자식 힐버트 커브를 생성한다(520 과정). 이 과정(520 과정)은 하나의 힐버트 커브 값에 포함된 복수의 객체를 모두 표현할 수 있는 최소의 뎁스를 결정하는 과정을 포함할 수 있다. 또한, 이 과정(520 과정)은 최소의 뎁스에 따른 자식 힐버트 커브를 생성하는 과정을 포함할 수 있다.

<42> 마지막으로, 서버는 부모 힐버트 커브 및 자식 힐버트 커브로 구성되는 인덱스를 브로드캐스트 하고, 클라이언트는 브로드캐스트되는 인덱스를 이용하여 질의를 수행한다(530 과정). 이때, 브로드캐스트 되는 인덱스는 지수 인덱스 방식인 디에스아이 기법이 적용될 수 있다.

<43> 이때, 질의를 수행하는 과정(530 과정)은 모바일 클라이언트에서 공간질의의 범위에 포함되는 힐버트 커브의 값

을 연산하는 과정을 포함할 수 있다. 또한, 질의를 수행하는 과정(530 과정)은 연산된 힐버트 커브의 값에 대응하는 부모 힐버트 커브의 값에 복수의 객체들이 포함되면, 자식 힐버트 커브를 이용하여 공간질의에 대한 객체의 데이터를 수신하는 과정을 포함할 수 있다.

<44> 한편, 질의를 수행하는 과정(530 과정)은 모바일 클라이언트에서 브로드캐스트된 인덱스를 이용하여 k-최근접 질의를 수행하는 과정을 포함할 수 있다.

<45> 도 6은 이러한 실제 객체들을 효율적으로 색인하기 위한 계층적인 힐버트 커브 색인 방법이다.

<46> 도 6에서 이러한 실제 객체들을 효율적으로 색인하기 위하여 새로운 색인 방법을 보여주고 있다. 1 단계로 이동 방송 환경에서 모바일 클라이언트의 제한된 메모리를 적용하여 표현 가능한 최소의 셀 크기를 연산한고 도 1에서와 같이 부모 힐버트 커브를 생성한다. 2 단계로 그 셀 안에 여러 개의 데이터가 들어갈 경우 그 안에서 데이터들을 구분할 수 있는 크기를 연산 후 자식 힐버트 커브를 형성하여 표현하면 도 6과 같이 계층적인 힐버트 커브가 된다.

<47> 공간 질의를 하는데 있어서 클라이언트는 공간질의의 범위에 포함되어 있는 부모 힐버트 커브 값을 연산하고 브로드캐스트되는 신호에서 데이터를 읽기 시작한다. 만약 여러 데이터가 있고 그 부분이 범위 경계에 걸리는 경우 그 자식 힐버트 커브에서 필요한 값만을 읽는다.

<48> 도 7에서는 공간 질의와 3-최근접 질의를 보여주고 있다.

<49> 범위 질의는 주어진 이차원에서 직사각형 질의에 할당되는 모든 데이터 객체들을 돌려주는 것이다. 본 발명에서 범위 검색을 하기 위해서는 표적 집합(Target Set)을 결정한다. 그리고 그 안의 두 가지 종류의 점으로 구분한다.

<50> 하나는 경계에 걸쳐 있는 점(Boundary Point)과 다른 하나는 안에 포함되어 있는 점(Inside Point)이다. 우선 표적 집합의 데이터는 모두 부모 힐버트 커브 값을 가진다. 그리고 경계에 걸쳐 있는 점은 자식 노드가 존재하는지 확인하고 자식 노드가 존재하면, 자식 힐버트 커브 값을 가진다. 단, 자식 힐버트 커브 값은 부모 힐버트 값과 함께 사용한다.

<51> 범위 검색의 예는 도 7과 같다. 도 7에서의 범위 질의를 했을 경우 표적 집합(TS)는 {10.1, 11, 12, 17.2, 17.3, 18, 28, 29, 30, 31}로 결정된다. 또한 보다 효과적인 검색을 위하여 DSI와 같이 지수 인덱스(Exponential Index)를 적용한다. 그리고 표적 부분 집합으로 분류하면 [10.1,12], [17.2, 18], [28,31]같이 세 표적 부분 집합으로 분류하고 나머지는 DSI를 본 발명에 따른 힐버트 커브 인덱스에 적용한다.

<52> k-최근접 질의를 할 때 힐버트 커브 색인 방법의 경우, k개의 최근접 객체를 부모 힐버트 커브에서 읽는다. 그리고 각각 부모 힐버트 커브에서는 포함하고 있는 객체들의 개수를 알려줌으로써 자식 힐버트 커브의 검색 유무를 판별한다. 만약 여러 객체들이 하나의 부모 힐버트 커브 값에 있고 마지막 k번째 객체를 검색하는 경우, 그 자식 힐버트 커브를 검색함으로써 필요한 객체만을 읽는다. 이와 같이 본 발명은 종래의 방법보다 에너지 효율적인 질의를 실행할 수 있다.

<53> 도 7에서는 공간 질의와 3-최근접 질의를 보여주고 있다. 공간 질의를 하는데 있어서 부모 힐버트 커브에서 10번과 17번을 읽는다. 그리고 그 자식 힐버트 커브에서 10.1과 17.2만을 읽을 수 있기 때문에 종래의 방법보다 적은 객체를 읽을 수 있다. 또한 3-최근접 질의를 할 때 부모 힐버트 커브에서 3번째의 최근접 객체를 10번에서 읽는다. 그 힐버트 커브 값 안에 객체들이 여러개 있으므로 자식 힐버트 커브 안에서 3번째 최근접인 10.2만을 찾을 수 있다.

<54> 이와 같이 본 발명은 실제와 같은 불규칙적인 객체에 있어서 종래의 방법보다 에너지 효율적인 질의를 실행할 수 있다.

<55> DSI에서는 이러한 방법보다 Frame을 더 효율적으로 적용한 방송 인지(Broadcast Reorganization)을 제시한다. 본 발명에서는 Broadcast Reorganization을 본 발명에 따른 힐버트 커브 인덱스에 적용할 수 있다.

<56> 도 8은 본 발명에 적용되는 방송 인지에 따른 색인 구조의 예를 도시한 것이다. 도 7의 데이터를 적용하면 도 8과 같이 재정렬하게 된다.

<57> 본 발명에 따른 성능을 평가하기 위해서, 여러 가지 질의를 제공할 수 있는 힐버트 커브 인덱스와 DSI기법과 비교하였다. 무선 방송 환경에서 색인 기술의 주요 성능을 측정하는 요소는 결과값을 얻는 시간인 접근 시간과 사용자가 활동 모드로 전력을 소모하게 되는 시간인 튜닝 시간이므로 이 두 가지 요소를 측정하였다. 본 발명에서

는 규칙적이지 않은 데이터로 5922개의 그리스의 도시와 마을의 위치를 사용하였다. 힐버트 커브 인덱스와 DSI 기법을 위의 규칙적이지 않은 데이터를 표현하기 위하여 최대 힐버트 커브 오더는 7로 하였다. 즉, 힐버트 커브 값을 16384개를 갖는다.

<58> 범위 질의에 따른 결과는 도 9a 및 도 9b에서 보여주고 있다.

<59> 도 9a 내지 도 11b에서, HCI와 DSI는 종래의 인덱스 방법을 나타낸다. 도 9a 및 도 9b는 패킷의 크기에 따라 세 가지 색인의 접근 시간 및 튜닝 시간을 측정한 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 본 발명이 접근 시간은 힐버트 커브 인덱스보다 약 21.4%의 향상이 있었고, DSI와는 거의 비슷한 결과값이 나왔다. 또한 튜닝 시간은 힐버트 커브 인덱스보다 약 74.5%정도 향상되었으며, DSI 보다는 약 23% 향상되었다.

<60> 범위 쿼리를 위하여 범위 크기 비율(WinSizeRatio)을 다음의 수학식 1로 정의한다.

수학식 1

<61>
$$\text{범위크기비율}=\frac{\text{전체검색공간의한변길이}}{\text{질의범위의한변길이}}\quad(\text{초기값}=0.1)$$

<62> 도 10a 및 도 10b는 범위 크기 비율에 따라 세 가지 색인의 접근 시간과 튜닝 시간을 측정한 것이다. 접근 시간은 크기에 비해 큰 변화가 없지만, 튜닝 시간은 범위 크기 비율이 커짐에 따라 더 크게 향상된다.

<63> 도 11a 및 도 11b는 k최근접 질의를 패킷의 크기에 따른 접근 시간과 튜닝 시간을 측정한 것이다. 접근 시간에 있어서 힐버트 커브 인덱스에 비하여 크게 효율적이지만, DSI와는 거의 비슷한 결과값이 나온다. 튜닝 시간에서는 DSI보다 약 5.3% 정도 향상이 되었다.

<64> 바람직하게는, 본 발명의 힐버트 커브를 이용한 에너지 효율적인 공간 색인 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록하여 제공할 수 있다.

<65> 본 발명은 소프트웨어를 통해 실행될 수 있다. 소프트웨어로 실행될 때, 본 발명의 구성 수단들은 필요한 작업을 실행하는 코드 세그먼트들이다. 프로그램 또는 코드 세그먼트들은 프로세서 판독 가능 매체에 저장되거나 전송 매체 또는 통신망에서 반송파와 결합된 컴퓨터 데이터 신호에 의하여 전송될 수 있다.

<66> 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 테이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 장치의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, DVD±ROM, DVD-RAM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 하드 디스크(hard disk), 광데이터 저장장치 등이 있다.

<67> 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 장치에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

<68> 본 발명은 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 하여 설명하였으나 이는 예시적인 것에 불과하며 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 실시예의 변형이 가능하다는 점을 이해할 것이다. 그러나, 이와 같은 변형은 본 발명의 기술적 보호범위내에 있다고 보아야 한다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해서 정해져야 할 것이다.

발명의 효과

<69> 상술한 바와 같이, 본 발명에 의하면, 위치기반서비스에서의 질의를 수행함에 있어 클라이언트가 탐색을 수행하는 방송 방식에서, 계측적인 힐버트 커브를 이용하여 클라이언트의 에너지 소비를 줄이고, 접근 시간 및 튜닝 시간을 단축시키며, 클라이언트의 메모리 크기를 고려하여 힐버트 커브의 뎁스를 조절함으로써, 클라이언트의 메모리 부하를 줄일 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 힐버트 커브 색인 구조를 도시한 것이다.

<2> 도 2는 힐버트 커브 색인 구조와 실제 데이터 간의 관계를 도시한 것이다.

<3> 도 3은 디에스아이에 따른 색인 구조의 예를 도시한 것이다.

<4> 도 4는 본 발명에 따른 힐버트 커브를 이용한 에너지-효율적인 공간 색인 시스템의 블럭도이다.

<5> 도 5는 본 발명에 따른 힐버트 커브를 이용한 에너지-효율적인 공간 색인 방법의 흐름도이다.

<6> 도 6은 도 5에 따른 계층적인 힐버트 커브 인덱스의 구조의 예를 도시한 것이다.

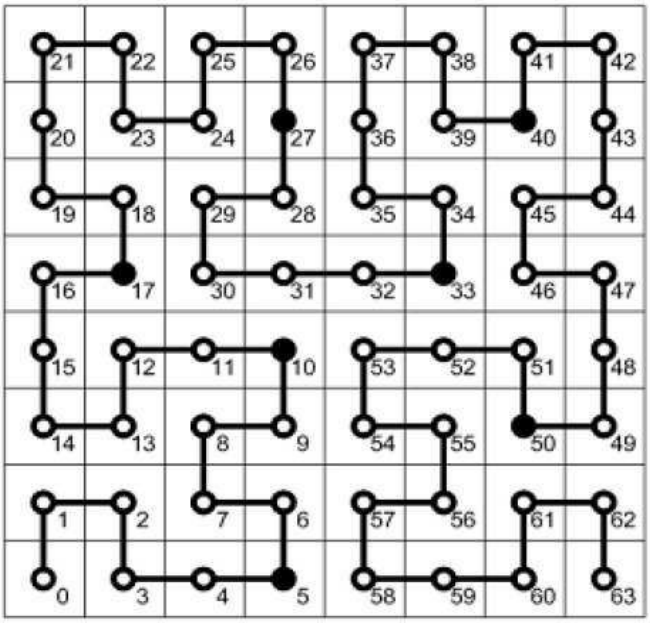
<7> 도 7은 도 6의 인덱스 구조에서 공간 질의와 3-최근접 질의를 수행하는 과정을 도시한 것이다.

<8> 도 8은 본 발명에 적용되는 방송 인지에 따른 색인 구조의 예를 도시한 것이다.

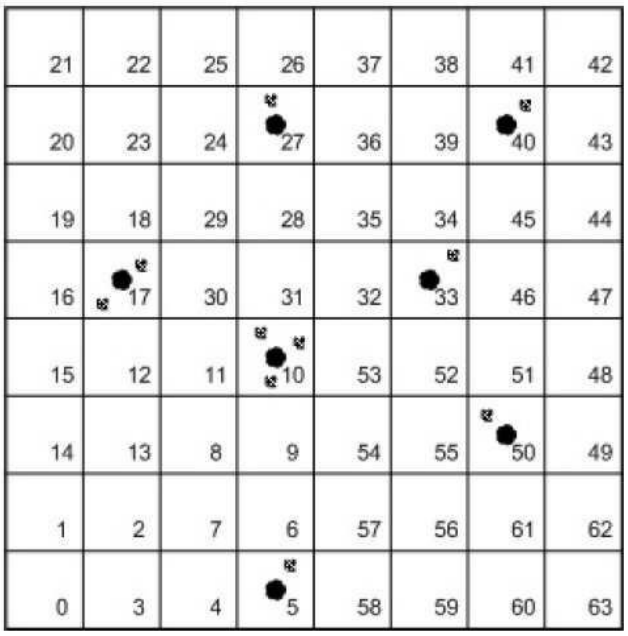
<9> 도 9a 내지 도 11b는 종래의 색인 방법과 본 발명의 성능을 비교하여 도시한 그래프이다.

도면

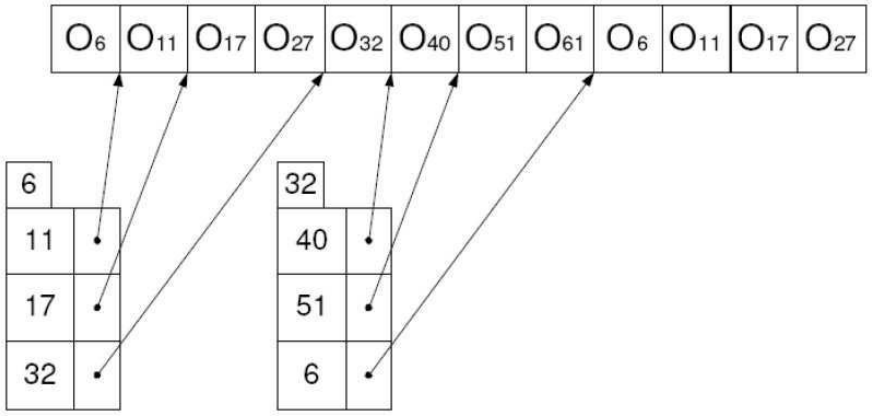
도면1



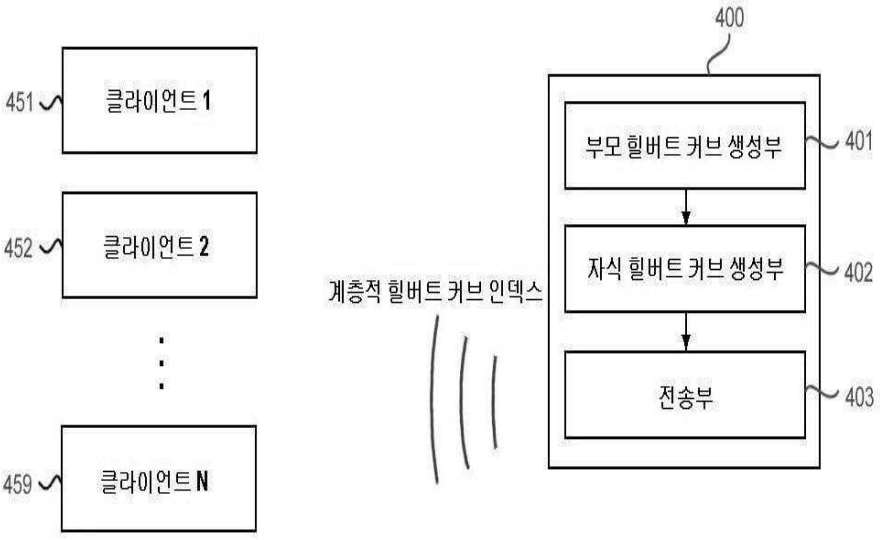
도면2



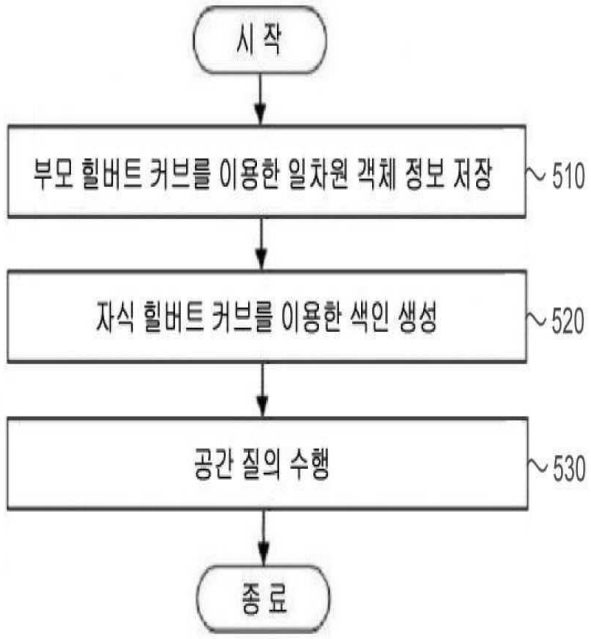
도면3


O6
O11
O17
O27
O32
O40
O51
O61
O6
O11
O17
O27
6
11
17
32
32
40
51
6

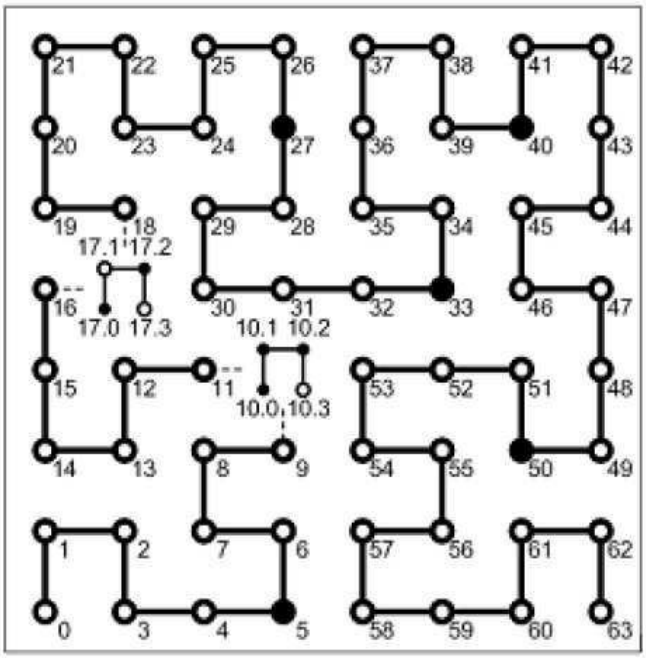
도면4


400
451
클라이언트 1
452
클라이언트 2
459
클라이언트 N
계층적 힐버트 커브 인덱스
부모 힐버트 커브 생성부
401
자식 힐버트 커브 생성부
402
전송부
403

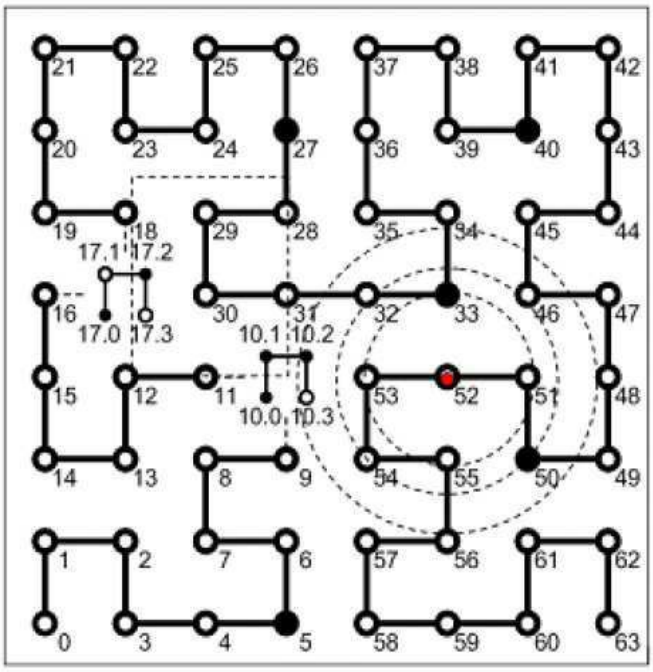
도면5


시작
부모 힐버트 커브를 이용한 일차원 객체 정보 저장
510
자식 힐버트 커브를 이용한 색인 생성
520
공간 질의 수행
530
종료

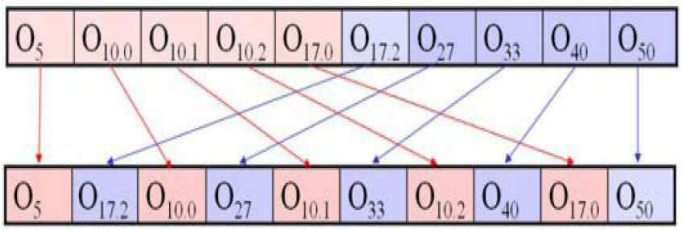
도면6


21 22 25 26 37 38 41 42
20 23 24 27 36 39 40 43
19 18 29 28 35 34 45 44
17.1 17.2
16 30 31 32 33 46 47
17.0 17.3 10.1 10.2
15 12 11 53 52 51 48
10.0 10.3
14 13 8 9 54 55 50 49
1 2 7 6 57 56 61 62
0 3 4 5 58 59 60 63

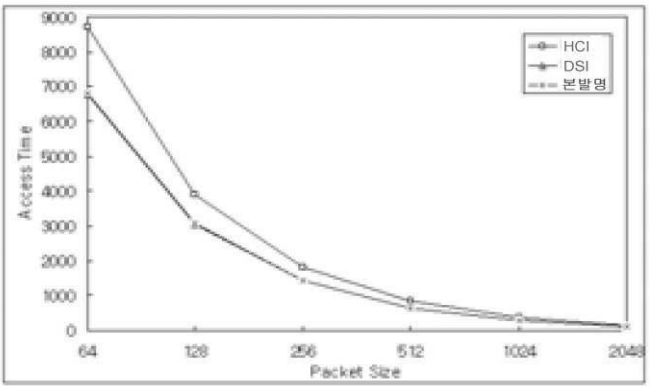
도면7


21 22 25 26 37 38 41 42
20 23 24 27 36 39 40 43
19 18 29 28 35 34 45 44
17.1 17.2
16 30 31 32 33 46 47
17.0 17.3 10.1 10.2
15 12 11 53 52 51 48
10.0 10.3
14 13 8 9 54 55 50 49
1 2 7 6 57 56 61 62
0 3 4 5 58 59 60 63

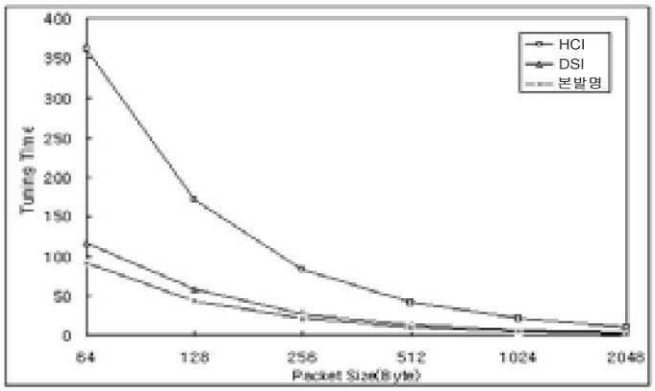
도면8


O_5 $O_{10.0}$ $O_{10.1}$ $O_{10.2}$ $O_{17.0}$ $O_{17.2}$ O_{27} O_{33} O_{40} O_{50}
O_5 $O_{17.2}$ $O_{10.0}$ O_{27} $O_{10.1}$ O_{33} $O_{10.2}$ O_{40} $O_{17.0}$ O_{50}

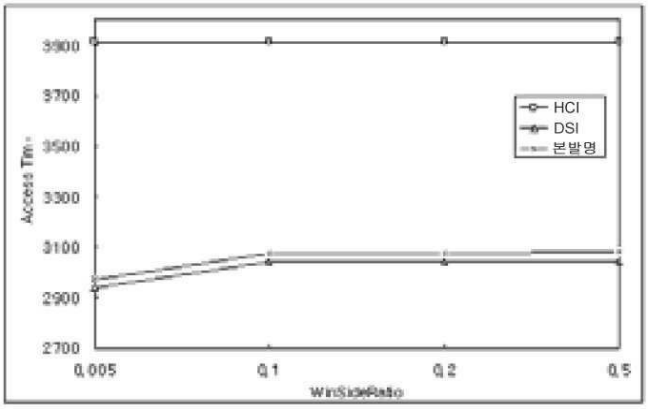
도면9a


HCI
DSI
본발명
Access Time
Packet Size
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
64
128
256
512
1024
2048

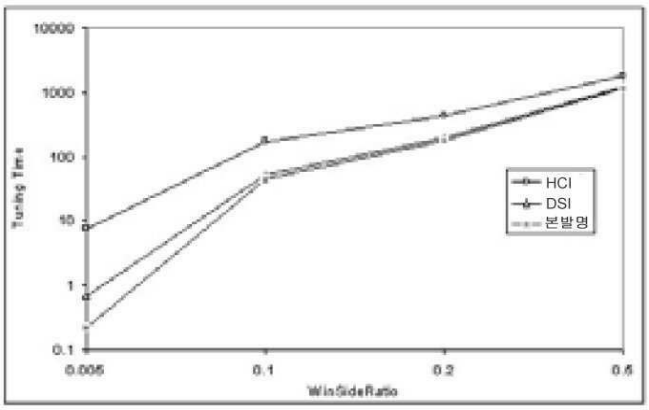
도면9b



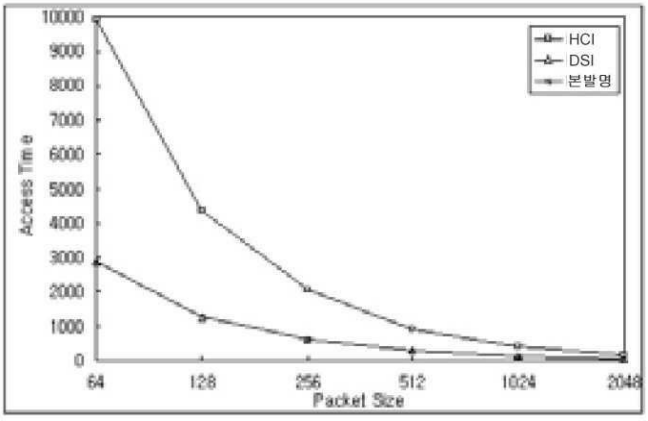
도면10a



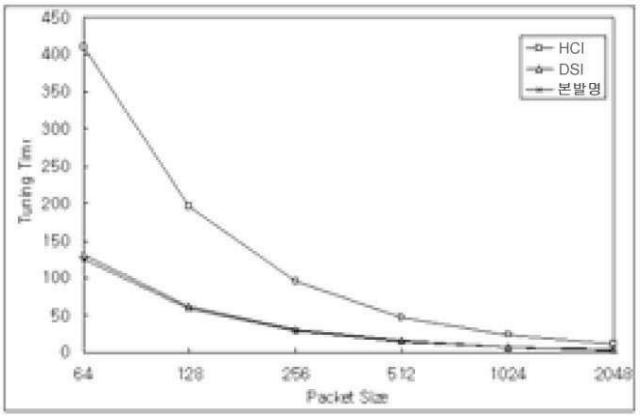
도면10b



도면11a


10000
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
Access Time
64
128
256
512
1024
2048
Packet Size
HCI
DSI
본발명

도면11b


450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
Tuning Time
64
128
256
512
1024
2048
Packet Size
HCI
DSI
본발명