(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0172995
(43) 공개일자 2024년12월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G16H 50/80 (2018.01) *G16H 40/20* (2018.01)
H04W 4/029 (2018.01)
(52) CPC특허분류
G16H 50/80 (2018.01)
G16H 40/20 (2021.08)
(21) 출원번호 10-2023-0071733
(22) 출원일자 2023년06월02일
심사청구일자 2023년06월02일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
김종현
인천광역시 미추홀구 인하로 100, 1호관 512C(용현동, 인하대학교)
(74) 대리인
양성보

전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **빠른 감염 검사를 위한 최적의 환자 이동 경로 제어 방법 및 시스템**

(57) 요 약

빠른 감염 검사를 위한 최적의 환자 이동 경로 제어 방법 및 시스템이 개시된다. 일 실시예에 따른 이동 경로 제어 시스템에 의해 수행되는 환자의 이동 경로 제어 방법은, 지리적 정보와 병원 상태 정보를 사용하여 구성된 그래프에서 데이터 공간 분할 구조를 이용하여 환자의 위치 데이터와 인접한 병원 정보를 탐색하는 단계; 및 상기 탐색된 병원 정보에 기초하여 환경적 요인을 반영한 환자의 이동 경로를 안내하는 단계를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
H04W 4/029 (2020.05)

명 세 서

청구범위

청구항 1

이동 경로 제어 시스템에 의해 수행되는 환자의 이동 경로 제어 방법에 있어서,

지리적 정보와 병원 상태 정보를 사용하여 구성된 그래프에서 데이터 공간 분할 구조를 이용하여 환자의 위치 데이터와 인접한 병원 정보를 탐색하는 단계; 및

상기 탐색된 병원 정보에 기초하여 환경적 요인을 반영한 환자의 이동 경로를 안내하는 단계

를 포함하는 환자의 이동 경로 제어 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 탐색하는 단계는,

최단 거리 검색 알고리즘을 이용하여 상기 환자의 위치 데이터에서 인접한 병원을 탐색하기 위해 각 병원의 위치에 트리를 구성하는 단계

를 포함하고,

상기 최단 거리 검색 알고리즘은, K-d 트리를 포함하는 것을 특징으로 하는 환자의 이동 경로 제어 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 탐색하는 단계는,

상기 구성된 트리에 기초하여 환자의 위치 데이터로부터 기 설정된 반경 이내의 병원을 연결하거나, 병원 간의 간선을 연결하여 그래프를 구성하는 단계

를 포함하는 환자의 이동 경로 제어 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 탐색하는 단계는,

상기 구성된 K-d 트리를 이용하여 상기 구성된 그래프에서 두 경로 간의 길이 차이의 비율이 기 설정된 값 미만일 경우 특정 경로를 불필요한 간선으로 간주하고, 간주된 불필요한 간선을 제거하는 단계

를 포함하는 환자의 이동 경로 제어 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 안내하는 단계는,

환자가 병원까지 이동하는데 소요되는 시간, 환자의 검사 시간, 병원의 규모, 병원의 수용인원, 병원으로 이동중인 환자의 수를 포함하는 환경적 요인을 이용하여 계산된 비용에 기초하여 환자의 이동 경로를 안내하는 단계

를 포함하는 환자의 이동 경로 제어 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 안내하는 단계는,

상기 환경적 요인을 이용하여 병원 간 비용이 균등하게 배분되도록 병원에 환자를 할당하는 단계

를 포함하는 환자의 이동 경로 제어 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 안내하는 단계는,

동일한 병원으로 향하는 새로운 환자가 발생하였을 경우, 상기 동일한 병원으로 이미 이동 중인 환자에게 우선권을 부여하여 중첩 경로 발생을 조정하는 단계

를 포함하는 환자의 이동 경로 제어 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 탐색하는 단계는,

상기 구성된 그래프에서 모든 병원에 대해 인접한 병원을 연결한 로컬 그래프를 생성하고, 상기 생성된 로컬 그래프를 이용하여 환자와 인접한 병원을 탐색하는 단계

를 포함하고,

상기 안내하는 단계는,

병원 검색 시간에서 기 설정된 시간이 초과할 경우, 상기 환자의 위치 데이터에 기초하여 기 설정된 반경 내에 존재하는 인접한 복수 개의 병원을 재탐색하고, 상기 병원 검색 시간에서 일정 기간이 경과하면 실시간 교통 정보와 주변 병원 정보를 업데이트하는 단계

를 포함하는 환자의 이동 경로 제어 방법.

청구항 9

이동 경로 제어 시스템에 있어서,

지리적 정보와 병원 상태 정보를 사용하여 구성된 그래프에서 데이터 공간 분할 구조를 이용하여 환자의 위치 데이터와 인접한 병원 정보를 탐색하는 탐색부; 및

상기 탐색된 병원 정보에 기초하여 환경적 요인을 반영한 환자의 이동 경로를 안내하는 경로 안내부

를 포함하는 이동 경로 제어 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 아래의 설명은 환자의 이동 경로를 제어하는 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 현대 사회의 기술적 발전에도 불구하고 H1N1 독감, 메르스, COVID-19와 같은 바이러스가 계속 출현하여 인류를 위협하고 있다. 신종 코로나바이러스 감염증(COVID-19) 등장 3년 만에 오미크론 등 변이로 인해 전염성이 강해 국가 위기 경보가 발령되었다. 지역 및 2차 감염을 예방하기 위해서는 사람들을 검사하고 치료하고 하루빨리 예방해야 하지만, 대부분의 국가들은 모바일 SMS를 통해 정보를 전달하고 개인 격리를 권장하고 있으며, 여전히

체계적인 가이드 시스템을 갖춘 국가는 많지 않다.

[0004] COVID-19와 같은 대유행 상황을 처리할 수 있는 중앙 통제 시스템이 없는 경우, 관리자, 의사, 환자 간의 상호작용이 제대로 이루어지지 않아 1차 선별진료소에 긴 줄이 늘어난다. 이러한 환경에서는 2차 감염뿐만 아니라 의료 종사자의 부담이 가중되어 의료 붕괴로 이어질 수 있다. 현재 대부분의 나라에서 COVID-19와 같은 바이러스 검사를 받기 위해 병원이나 진료소에 가야 한다. 그러나, 이러한 의료 시설에 사람이 너무 많아 수용 능력을 초과하는 경우 환자를 다른 시설로 보내는 경우가 많다.

[0005] 이에, 바이러스 확산과 2차 감염을 최소화하기 위한 개인화된 경로를 탐색하는 기술이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 신종 코로나바이러스 감염증과 같은 대유행 상황에서 바이러스 검사 속도를 높이기 위해 환자의 이동 경로를 안내하고 시뮬레이션하기 위한 경로 제어 방법 및 시스템을 제공할 수 있다.

[0008] 지리적 정보와 병원 상태 정보를 이용하여 구성된 그래프를 통해 환자의 최적의 이동 경로를 산출하는 방법 및 시스템을 제공할 수 있다.

[0009] 바이러스 감염 검사를 신속하고 효율적으로 처리하기 위해 실세계 도시 지도에 다양한 환경적 요인을 고려한 최적화 기능을 모델링하여 다양한 상황을 디지털적으로 트위닝할 수 있는 방법 및 시스템을 제공할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 이동 경로 제어 시스템에 의해 수행되는 환자의 이동 경로 제어 방법은, 지리적 정보와 병원 상태 정보를 사용하여 구성된 그래프에서 데이터 공간 분할 구조를 이용하여 환자의 위치 데이터와 인접한 병원 정보를 탐색하는 단계; 및 상기 탐색된 병원 정보에 기초하여 환경적 요인을 반영한 환자의 이동 경로를 안내하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 탐색하는 단계는, 최단 거리 검색 알고리즘을 이용하여 상기 환자의 위치 데이터에서 인접한 병원을 탐색하기 위해 각 병원의 위치에 트리를 구성하는 단계를 포함하고, 상기 최단 거리 검색 알고리즘은, K-d 트리를 포함하는 것일 수 있다.

[0013] 상기 탐색하는 단계는, 상기 구성된 트리에 기초하여 환자의 위치 데이터로부터 기 설정된 반경 이내의 병원을 연결하거나, 병원 간의 간선을 연결하여 그래프를 구성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 탐색하는 단계는, 상기 구성된 K-d 트리를 이용하여 상기 구성된 그래프에서 두 경로 간의 길이 차이의 비율이 기 설정된 값 미만일 경우 특정 경로를 불필요한 간선으로 간주하고, 간주된 불필요한 간선을 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 안내하는 단계는, 환자가 병원까지 이동하는데 소요되는 시간, 환자의 검사 시간, 병원의 규모, 병원의 수용인원, 병원으로 이동 중인 환자의 수를 포함하는 환경적 요인을 이용하여 계산된 비용에 기초하여 환자의 이동 경로를 안내하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 안내하는 단계는, 상기 환경적 요인을 이용하여 병원 간 비용이 균등하게 배분되도록 병원에 환자를 할당하는 단계를 포함할 수 있다.

[0017] 상기 안내하는 단계는, 동일한 병원으로 향하는 새로운 환자가 발생하였을 경우, 상기 동일한 병원으로 이미 이동 중인 환자에게 우선권을 부여하여 중첩 경로 발생을 조정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 상기 탐색하는 단계는, 상기 구성된 그래프에서 모든 병원에 대해 인접한 병원을 연결한 로컬 그래프를 생성하고, 상기 생성된 로컬 그래프를 이용하여 환자와 인접한 병원을 탐색하는 단계를 포함하고, 상기 안내하는 단계는, 병원 검색 시간에서 기 설정된 시간이 초과할 경우, 상기 환자의 위치 데이터에 기초하여 기 설정된 반경 내에 존재하는 인접한 복수 개의 병원을 재탐색하고, 상기 병원 검색 시간에서 일정 기간이 경과하면 실시간 교통 정보와 주변 병원 정보를 업데이트하는 단계를 포함할 수 있다.

[0019] 이동 경로 제어 시스템은, 지리적 정보와 병원 상태 정보를 사용하여 구성된 그래프에서 데이터 공간 분할 구조를 이용하여 환자의 위치 데이터와 인접한 병원 정보를 탐색하는 탐색부; 및 상기 탐색된 인접한 병원 정보에 기초하여 환경적 요인을 반영한 환자의 이동 경로를 안내하는 경로 안내부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0021] 병원과 지역 간의 특성과 관계를 고려하여 바이러스가 확산된 상황에서 환자의 이동 경로를 최적화하여 타인과의 접속을 최소화하면서 감염 검사가 가장 가까운 병원으로 환자를 이동시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 일 실시예에 있어서, 이동 경로 제어 시스템의 구성을 설명하기 위한 블록도이다.

도 2는 일 실시예에 있어서, 환자의 이동 경로 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 3은 일 실시예에 있어서, 노드 레벨을 시각화한 도면이다.

도 4는 일 실시예에 있어서, 병원 위치에 K-d 트리를 구성한 것을 나타낸 예이다.

도 5는 일 실시예에 있어서, 환자가 발생한 두 개의 서로 다른 위치에 대한 병원 정보를 나타낸 예이다.

도 6은 일 실시예에 있어서, 쿼드 트리를 이용한 병원 위치에 트리를 구축한 것을 나타낸 예이다.

도 7은 일 실시예에 있어서, 지역 그래프를 구성한 것을 나타낸 예이다.

도 8은 일 실시예에 있어서, K-d 트리를 이용하여 그래프를 구성하는 것을 나타낸 예이다.

도 9는 일 실시예에 있어서, 불필요한 간선을 나타낸 예이다.

도 10은 일 실시예에 있어서, K-d 트리로 구성된 그래프에서 불필요한 간선을 제거하기 전과 후의 결과를 비교한 예이다.

도 11은 일 실시예에 있어서, 비용 분배 알고리즘이 없는 경우와 있는 경우의 비용 결과 비교를 나타낸 예이다.

도 12는 일 실시예에 있어서, 중첩된 경로에 최적화를 적용한 결과를 나타낸 예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하, 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0026] 도 1은 일 실시예에 있어서, 이동 경로 제어 시스템의 구성을 설명하기 위한 블록도이고, 도 2는 일 실시예에 있어서, 환자의 이동 경로 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0027] 이동 경로 제어 시스템(100)의 프로세서는 탐색부(110) 및 경로 안내부(120)를 포함할 수 있다. 이러한 프로세서의 구성요소들은 이동 경로 제어 시스템에 저장된 프로그램 코드가 제공하는 제어 명령에 따라 프로세서에 의해 수행되는 서로 다른 기능들(different functions)의 표현들일 수 있다. 프로세서 및 프로세서의 구성요소들은 도 2의 환자의 이동 경로 제어 방법이 포함하는 단계들(210 내지 220)을 수행하도록 이동 경로 제어 시스템을 제어할 수 있다. 이때, 프로세서 및 프로세서의 구성요소들은 메모리가 포함하는 운영체제의 코드와 적어도 하나의 프로그램의 코드에 따른 명령(instruction)을 실행하도록 구현될 수 있다.

[0028] 프로세서는 환자의 이동 경로 제어 방법을 위한 프로그램의 파일에 저장된 프로그램 코드를 메모리에 로딩할 수 있다. 예를 들면, 이동 경로 제어 시스템에서 프로그램이 실행되면, 프로세서는 운영체제의 제어에 따라 프로그램의 파일로부터 프로그램 코드를 메모리에 로딩하도록 이동 경로 제어 시스템을 제어할 수 있다. 이때, 탐색부(110) 및 경로 안내부(120) 각각은 메모리에 로딩된 프로그램 코드 중 대응하는 부분의 명령을 실행하여 이후 단계들(210 내지 220)을 실행하기 위한 프로세서의 서로 다른 기능적 표현들일 수 있다.

[0029] 단계(210)에서 탐색부(110)는 지리적 정보와 병원 상태 정보를 사용하여 구성된 그래프에서 데이터 공간 분할

구조를 이용하여 환자의 위치 데이터와 인접한 병원 정보를 탐색할 수 있다. 탐색부(110)는 최단 거리 검색 알고리즘을 이용하여 환자의 위치 데이터에서 인접한 병원을 탐색하기 위해 각 병원의 위치에 트리를 구성할 수 있다. 이때, 최단 거리 검색 알고리즘은, K-d 트리를 포함할 수 있다. 탐색부(110)는 구성된 트리에 기초하여 환자의 위치 데이터로부터 기 설정된 반경 이내의 병원을 연결하거나, 병원 간의 간선을 연결하여 그래프를 구성할 수 있다. 탐색부(110)는 구성된 K-d 트리를 이용하여 구성된 그래프에서 두 경로 간의 길이 차이의 비율이 기 설정된 값 미만일 경우 특정 경로를 불필요한 간선으로 간주하고, 간주된 불필요한 간선을 제거할 수 있다. 탐색부(110)는 구성된 그래프에서 모든 병원에 대해 인접한 병원을 연결한 로컬 그래프를 생성하고, 생성된 로컬 그래프를 이용하여 환자와 인접한 병원을 탐색할 수 있다.

[0030] 단계(220)에서 경로 안내부(120)는 탐색된 병원 정보에 기초하여 환경적 요인을 반영한 환자의 이동 경로를 안내할 수 있다. 예를 들면, 경로 안내부(120)는 환자가 1차 선별 진료소 또는 기타 의료 시설로 이동할 수 있는 최적의 경로를 안내할 수 있다. 이때, 실제 지도 API를 사용하여 최적의 경로를 안내할 수 있다. 경로 안내부(120)는 환자가 병원까지 이동하는데 소요되는 시간, 환자의 검사 시간, 병원의 규모, 병원의 수용인원, 병원으로 이동 중인 환자의 수를 포함하는 환경적 요인을 이용하여 계산된 비용에 기초하여 환자의 이동 경로를 안내할 수 있다. 경로 안내부(120)는 환경적 요인을 이용하여 병원 간 비용이 균등하게 배분되도록 병원에 환자를 할당할 수 있다. 경로 안내부(120)는 동일한 병원으로 향하는 새로운 환자가 발생하였을 경우, 동일한 병원으로 이미 이동 중인 환자에게 우선권을 부여하여 중첩 경로 발생을 조정할 수 있다. 경로 안내부(120)는 병원 검색 시간에서 기 설정된 시간이 초과할 경우, 환자의 위치 데이터에 기초하여 기 설정된 반경 내에 존재하는 인접한 복수 개의 병원을 재탐색하고, 병원 검색 시간에서 일정 기간이 경과하면 실시간 교통 정보와 주변 병원 정보를 업데이트할 수 있다.

[0031] 도 3은 일 실시예에 있어서, 노드 레벨을 시각화한 도면이다.

[0032] 이동 경로 제어 시스템은 환자의 현재 위치에서 가장 가까운 n개의 병원을 l^0이라고 하며, l^0 병원과 인접한 병원은 l^1, l^2 등으로 설정하여 그래프를 구성하면서 병원 간의 레벨이 중첩되지 않도록 한다. 이 문제는 최소 비용 최대 흐름(minimum-cost maximum flow; MCMF)인 그래프 알고리즘을 적용하여 해결될 수 있다. 이동 경로 제어 시스템은 구성된 그래프를 기반으로 병원 간 레벨이 중첩되지 않고 환자 이송이 가능하여 이송 과정 중 사람 간 접촉을 최소화할 수 있다. 이러한 방법은 이동에 어려움이 있거나 긴급한 사고가 발생했을 때 효율적으로 사용될 수 있다. 그러나 COVID-19 대유행과 같이 감염률이 높은 상황에서는 여러 병원을 거치는 것보다 타인과의 접촉을 최소화하고 감염 검사가 가능한 가장 가까운 병원으로 환자를 안내하는 것이 가장 안전하고 최선이다. 그렇기 때문에 최소 비용 최대 흐름 접근 방식은 신속한 바이러스 검사를 수행하는 데 적합한 그래프 구성 방법이 아니며, 이러한 문제를 해결하는 방법을 소개하기로 한다.

[0033] 도 3을 참고하면, 이동 경로 제어 시스템은 신속한 바이러스 스캔을 위한 도시 지도 기반 그래프를 구성할 수 있다. 이동 경로 제어 시스템은 레벨링 그래프의 노드 탐색 및 연결 단계를 동일하게 구성한 다음, 레벨로 분할된 그래프가 아닌 환자의 위치에서 탐색된 모든 병원을 간선으로 연결할 수 있다. 이때, 그래프는 가장 먼 병원의 거리를 검색 범위로 설정하여 탐색된 병원으로 구성될 수 있다.

[0034] 이동 경로 제어 시스템은 기하학 처리에 사용되는 공간 분할 데이터 구조를 사용하여 환자의 위치 데이터에서 인접한 병원을 신속하게 탐색할 수 있다. 이동 경로 제어 시스템은 지리적 정보에 기반한 그래프를 사용하여 환자의 위치 데이터에서 인접한 병원을 탐색하기 위해 최단 거리 검색 알고리즘 중 하나인 K-d 트리를 사용하여 최적화할 수 있다. 병원 간 거리는 단순한 2차원 거리가 아니라 위도와 경도 좌표 간 거리이기 때문에 도시 지도상의 거리는 Haversine 공식을 사용하여 계산될 수 있다.

[0035] 수학식 1:

$$\Delta lon = lon_2 - lon_1 \quad (1a)$$

$$\Delta lat = lat_2 - lat_1 \quad (1b)$$

$$a = sin^2\left(\frac{\Delta lat}{2}\right)^2 + cos\,(lat_1)\,cos\,(lat_2)\,sin^2\left(\frac{\Delta lat}{2}\right) \quad (1c)$$

$$c = 2tan^{-1}\left(\frac{\sqrt{a}}{\sqrt{1-a}}\right) \quad (1d)$$

$$d = Rc \quad (1e)$$

[0036]

[0037] 여기서, R은 지구의 반지름이고, lon과 lat는 각 좌표에 대한 경도와 위도이다. 이러한 값을 기반으로 병원 위치에 따른 K-d 트리와 그래프가 구성될 수 있다. 공간을 이산화하는 다양한 데이터 구조가 있지만 실험적으로 K-d 트리가 가장 빠른 순회 결과를 보였으며, 병원 간 거리가 다르기 때문에 해시 테이블보다 그래프가 더 안정적으로 구성될 수 있다.

[0038] 도 4는 일 실시예에 있어서, 병원 위치에 K-d 트리를 설계한 것을 나타낸 예이다. 도 4a는 병원 위치를 기준으로 전국을 대상으로 K-d 트리를 구축한 결과이고, 도 4b는 K-d 트리를 기반으로 특정 지역을 노드 형태로 나타낸 것이다.

[0039] K-d 트리는 모든 노드가 K-차원 지점인 이진 트리이다. 리프가 아닌 모든 노드는 하이퍼플레인을 기준으로 공간을 두 부분으로 나눈다. 하이퍼플레인의 왼쪽 점은 해당 노드의 왼쪽 하위 트리로 분기되고, 하이퍼플레인의 오른쪽 점은 오른쪽 하위 트리로 분기된다. 하이퍼플레인의 방향은 다음과 같은 방식으로 결정될 수 있다. 트리의 모든 노드는 k차원 중 하나와 관련되어 있으며 하이퍼플레인의 해당 차원의 축에 수직이다. 예를 들어, 특정 분할에 대해 X축을 선택한 경우 노드의 x 값보다 작은 x 값을 가진 하위 트리의 모든 점이 왼쪽 하위 트리에 표시되고 나머지 모든 점은 오른쪽 하위 트리에 있어야 한다.

[0040] 이동 경로 제어 시스템은 축 정렬 분할 계획을 선택하는 방법에 따라 K-d 트리를 다양한 형태로 구성할 수도 있다. K-D 트리를 구성하기 위해 표준 방법이 사용될 수 있으며, 다음과 같은 제약 조건을 기반으로 설계될 수 있다.

[0041] K-d 트리 아래를 따라 내려오면서 X축, Y축, Z축 순으로 분할 평면이 선택된다. 분할 과정에서 한 방향으로 편향되지 않도록 분할 평면의 축은 해당 노드에서 가장 긴 차원을 분할하여 결정된다.

[0042] 분할 평면을 만드는 데 사용되는 축의 좌표는 하위 트리에 포함된 점의 중앙값이 선택된다. 중앙값을 선택하는 방법은 다양하기 때문에 실시예에서는 하위 트리에 포함된 점의 위치를 분할 차원에 투영하고 중간값을 선택한다.

[0043] 도 4를 참고하면, 하위 트리에 포함된 점을 생성하기 위해 전국의 병원 및 보건소 목록이 사용될 수 있으며, 실시예에서는 총 500개의 병원 및 보건소가 사용될 수 있다. 도 5를 참고하면, 환자가 발생한 두 개의 서로 다른 위치에 대한 병원 정보를 나타낸 예이다. 파란색 점선은 탐색 범위, 빨간색 점은 병원 위치, 파란색 테두리 원은 KNN을 사용하여 찾은 인접 병원을 나타낸다. 이와 같이 구성된 트리는 환자의 위치 데이터로부터 반경 N km 이내의 병원을 연결할 수 있으며, 병원 간의 간선 연결도 가능하다. 이를 통해 환자 주변의 일정 범위 내에 존재하는 병원을 신속하게 탐색하고, 간선으로 서로를 연결함으로써 병원 간 거리 정보를 간단히 시각화할 수 있다.

[0044] K-d 트리로 구성된 병원 정보를 사용하여 brute force 방식보다 훨씬 빠른 검색 결과가 획득될 수 있다. 실시예에서 제안된 방법은 K-근접 이웃 알고리즘과 많은 유사점을 가지고 있다. 환자가 넓은 지역에 산발적으로 흩어져 있을 때 문제는 더욱 복잡해진다.

[0045] 다음으로 실시예에서 제안된 환자의 이동 경로 제어 동작에 K-D 트리가 적합한 이유에 대하여 설명하기로 한다. 다양한 유형의 최적화된 공간 트리가 있다. 기하학 처리 분야에서 공간을 이산화하는 대표적인 데이터 구조로는 해시 테이블, 쿼드 트리, K-d 트리 등이 있다. 해시 테이블은 키 인덱스를 직접 계산할 수 있지만 테이블을 구성할 때 사용자가 수동으로 해상도를 선택해야 한다.

[0046] 일례로, 해시 테이블을 사용하여 환자 주변의 병원을 탐색하는 실험이 수행될 수 있다. 이 과정에서 환자의 발생 지점이 실시간으로 변경되면 인근 병원을 찾는 데 비교적 오랜 시간이 소요된다. 따라서, 해시 테이블 기술은 실시간 또는 대화형 시스템에 사용하기에 충분하지 않다. 상기와 같이 해시 테이블은 해상도에 따라 성능의 변화가 크며, 일반적으로 SPH(Smoothed Particle Hydrodynamics)와 같이 데이터가 주기적으로 분산될 때 가장 효율적이다. 그러나, 실제 병원 위치를 다루기 때문에 데이터의 정기적인 분포를 보장할 수 없으므로 쿼드 트리와 같은 적응형 그리드 접근 방식을 사용해야 한다. 도 6을 참고하면, 쿼드 트리를 이용한 병원 위치에 트리를 구축한 것을 나타낸 예이다. 쿼드 트리는 주어진 임계값을 초과할 때 영역을 4개로 세분화하기 때문에 때때로 하나 또는 두 개의 그래프만 연결된다. 도 6(b)는 쿼드 트리를 사용하여 인근 병원과 간선을 연결하는 그래프를 나타낸다.

[0047] 도 7을 참고하면, 지역 그래프를 구성한 것을 나타낸 예이다. 예를 들면, 일반적으로 사람들은 자신의 지역 근처에 있는 병원을 주로 이용하기 때문에 지역별로 그래프가 구성될 수 있다.

[0048] 도 8을 참고하면, K-d 트리를 이용하여 그래프를 구성하는 것을 나타낸 예이다. 이동 경로 제어 시스템은 K-d 트리를 이용하여 쿼드 트리 또는 지역 그래프보다 더 안정적으로 병원 그래프를 구성할 수 있다. 일부 공간 분할 데이터 구조는 공간의 차이를 계산할 때 연속성을 유지하기 위해 균형 트리를 구성하지만, 이동 경로 제어 시스템은 병원 간 간선을 연결하고 이동 정보를 신속하게 분석하는 것뿐이므로 균형 트리를 구성할 필요가 없다.

[0049] 도 9는 일 실시예에 있어서, 불필요한 간선을 나타낸 예이다. 이동 경로 제어 시스템은 불필요한 간선을 제거할 수 있다. K-d 트리를 사용하여 구성된 그래프는 병원 간 간선을 안정적으로 연결하지만 너무 복잡하기 때문에 불필요한 간선을 제거해야 한다. 예를 들어, 경로 A → C 사이에 B 지점이 있고 경로 A → B 및 B → C가 있으면 간선 A → C가 불필요하다. 대부분의 불필요한 간선은 $\|A \to C\| \approx \|A \to B\| + \|B \to C\|$ 조건을 충족한다. A → B → C 간선의 길이가 A → C 간선의 길이와 거의 비슷하다면 A → C 간선은 불필요한 경로일 가능성이 높기 때문에, 이동 경로 제어 시스템은 두 경로 간의 길이 차이의 비율 τ 가 0.01 미만이면 A → C 간선을 삭제할 수 있다. 이때, 임계값 τ 는 여러 실험을 통해 획득될 수 있다.

[0050] 도 10은 일 실시예에 있어서, K-d 트리로 구성된 그래프에서 불필요한 간선을 제거하기 전과 후의 결과를 비교한 예이다. 도 10(a)에서 중복되거나 불필요한 선이 도 10(b)에서 삭제된 것을 확인할 수 있다.

[0051] 이동 경로 제어 시스템은 환자의 효율적인 이동을 위한 최적화된 비용 모델링을 수행할 수 있다. 이동 경로 시스템은 앞에서 언급한 다양한 경로 탐색 방법을 사용하여 환자의 위치와 가까운 병원을 식별할 수 있다. 이동 경로 제어 시스템은 단지 인근 병원이 아닌 이동 시간, 환자 대기 시간, 병원 규모 등의 요인을 반영하여 최적의 비용으로 경로를 안내한다. 비용이 낮을수록 경로가 최적화되며, 비용 계산에는 다음 식이 사용될 수 있다.

[0052] 수학식 2:

[0053] $$C = t_{trav} + \frac{max\left(P - S\frac{t_{trav}}{t_{treat}}, 1\right) + m}{S} t_{treat}$$

[0054] 여기서, S는 병원(치료받은 환자 + 대기 중인 환자)의 크기를 나타내고, P는 수용인원(동시에 치료받을 수 있는 환자의 수)을 나타내고, t_{treat}는 환자당 검사 시간을 나타내며, t_{trav}는 병원까지 이동하는 데 소요되는 시간을 나타내고, m은 현재 병원으로 이동 중인 사람의 수를 나타낸다. 따라서, 수학식 2는 병원 규모가 크고, 병원까지의 이동 시간이 짧으며, 병원 내 환자 수가 적어 비용이 적게 든다. 이를 요약하면 다음과 같다.

[0055] · 저비용: 대기 환자가 적고(↓), 거리가 가깝고(↓), 수용인원이 많은 병원(↑)

[0056] · 고비용: 대기 환자가 많고(↑), 거리가 멀고(↑), 수용인원이 적은 병원(↓)

[0057] 이동 경로 제어 시스템은 특정 병원의 과밀 환자를 줄이기 위하여 병원 간 비용을 균등하게 배분할 수 있다. 다시 말해서, 균등한 비용이 유지되도록 환자를 분포시키는 동작에 대하여 설명하기로 한다.

[0058] 이동 경로 제어 시스템은 앞에서 산정한 비용을 기준으로 환자를 이동시키기 때문에 각 병원에 환자를 균등하게 분포시키도록 각 병원의 비용을 균등하게 조정할 수 있다. 이를 위해 다음과 같은 순서로 비용이 업데이트될 수 있다.

[0059] 이동 경로 제어 시스템은 각 병원의 비용을 오름차순으로 정렬할 수 있다(1). 이동 경로 제어 시스템은 현재 최저 비용인 C_1이 C_2와 비슷해질 때까지 m명의 환자를 병원에 추가로 할당할 수 있다(2). 이동 경로 제어 시스템은 C_1이 C_2와 유사해지면, 추가된 누적 환자 수가 M(테스트할 총 환자 수)이 될 때까지 C_3, ., C_n에 대해 프로세스 (2)를 차례로 진행할 수 있다.

[0060] 이를 통해 환자들이 특정 병원으로 몰려되는 문제를 줄일 수 있으며, 그 결과는 도 11과 같다. 도 11을 참고하면, 비용 분배 알고리즘이 없는 경우와 있는 경우의 비용 결과 비교를 나타낸 예이다. 도 11(a)에서 녹색 막대에 해당하는 병원은 환자로부터 매우 멀리 떨어져 있어 환자가 도달할 가능성이 낮아 비용이 많이 든다. 계산된 비용은 보통 가까운 병원의 대기 시간이 먼 병원까지의 이동 시간보다 짧기 때문에 이해할 수 있다. 그러나, 환자 분포 비용은 나머지 병원에서 큰 차이가 있음을 알 수 있다(도 11(a)). 반면에, 실시예에서 제안된 방법은 매우 먼 병원을 제외한 나머지 병원에서 비용을 거의 동일한 수준으로 분배한다(도 11(b)). 비용 분배를 고려하면 환자 처리의 효율성을 알 수 있다.

[0061] 위와 같은 방식으로 환자가 분포될 경우 특정 병원으로 몰리는 문제를 줄일 수 있다. 동일한 실험 환경에서 환자 분포 알고리즘이 적용되는지 여부에서만 결과가 다르다. 하단에 있는 병원은 환자의 위치에서 매우 멀리 떨어져 있기 때문에 알고리즘을 적용하더라도 비용이 매우 많이 발생하며, 이 병원을 제외하고 나머지 병원들에서도 비용이 균일하게 분배되어 있는 것을 확인할 수 있다(도 11(b)).

[0062] 이동 경로 제어 시스템은 중첩 경로를 최적화할 수 있다. 새로운 환자가 발생할 때마다 비용을 다시 계산하여 경로를 업데이트하면 경로가 너무 자주 변경될 수 있다. 또한, 이동 경로 제어 시스템은 언제 어디서 새로운 환자가 발생할지 예측할 수 없기 때문에, 동일한 병원으로 향하는 새로운 환자가 발생했을 때, 먼저 이동 중인 환자에게 우선권을 부여할 수 있다.

[0063] 이동 경로 제어 시스템은 새로운 환자의 이동이 해당 지역에서 이미 이동 중인 환자의 이동 경로에 영향을 미치지 않도록 해당 지역(R)의 병원 도착 예상 시간을 미리 계산할 수 있다. 이동 경로 제어 시스템은 R_1 지역의 환자가 이미 이동 중인 R 지역의 환자가 특정 병원에 도착하는 시간보다 동일한 병원에 일찍 도착하는 경우, R 지역에서 계산된 환자 비용을 변경하지 않는 다수의 R1 지역의 환자만 병원으로 이송할 수 있다. 이동 경로 제어 시스템은 R_1 지역의 환자가 이미 이동 중인 R 지역의 환자가 특정 병원에 도착하는 시간보다 동일한 병원에 늦게 도착할 경우, R 지역에서 출발하는 환자가 이미 병원에 도착했다고 가정하여 비용을 계산하고, 계산된 비용을 기준으로 환자를 이송할 수 있다.

[0064] 도 12를 참고하면, 중첩된 경로에 최적화를 적용한 결과를 나타낸 예이다. 각 병원에서 대기 중인 환자 수를 시각화함으로써 최적화 후 효율성을 향상된 것을 확인할 수 있다. 도 12(a)는 최적화가 적용되기 전의 결과로, 원의 크기를 보면 각 병원에서 대기하는 환자 수가 상대적으로 많다는 것을 알 수 있다. 반면, 도 12(b)는 최적화를 적용한 후에는 동일한 환경에서 대기하는 환자 수가 적다.

[0065] 이동 경로 제어 시스템은 구성된 그래프의 로컬 그래프를 생성하고, 생성된 로컬 그래프를 업데이트할 수 있다. 모든 병원에 대해 복수(예를 들면, n)개의 인근 병원을 찾는 과정은 너무 계산적이다. 이동 경로 제어 시스템은 전처리 과정을 통해 모든 병원에 대해 인접한 병원을 연결하는 로컬 그래프를 구성할 수 있다. 이동 경로 제어 시스템은 전처리 과정에서 생성된 로컬 그래프를 사용하여 환자와 가까운 병원을 찾아 실행 시간을 단축할 수 있다. 이동 경로 제어 시스템은 이전 병원 검색 시간에서 Δt^* 시간이 지나면 환자와 가까운 복수(예를 들면, n)개 병원을 다시 검색하고 재계산할 수 있다. 이때, Δt^*는 병원 검색 업데이트 기간으로, 실시간 교통 상황을 고려하여 사용자가 지정하거나 탄력적으로 변경될 수 있다. 다시 말해서, 최근 병원 검색 이후 일정 기간이 경과하면 실시간 교통 정보와 주변 병원 정보를 유연하게 업데이트해 검색의 정확성을 유지할 수 있다.

[0066] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소

(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0067] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

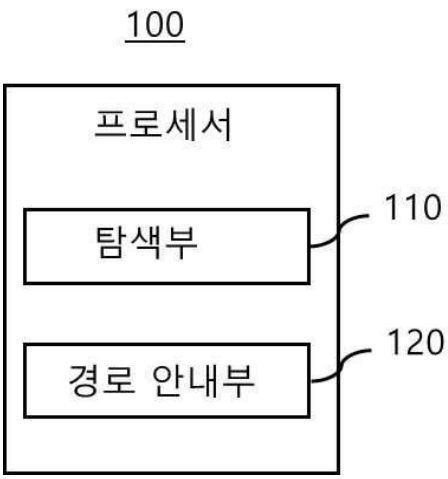
[0068] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic 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. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0069] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

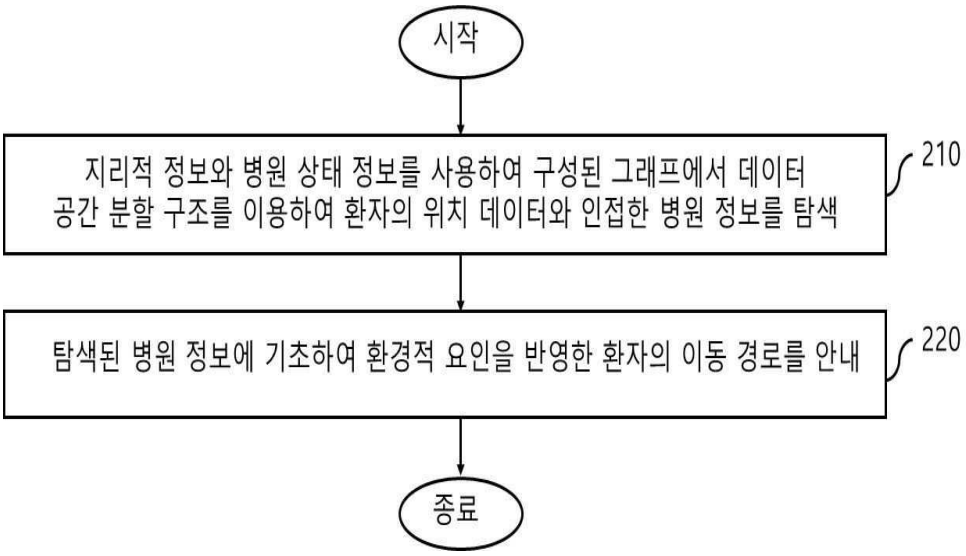
[0070] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

도면1



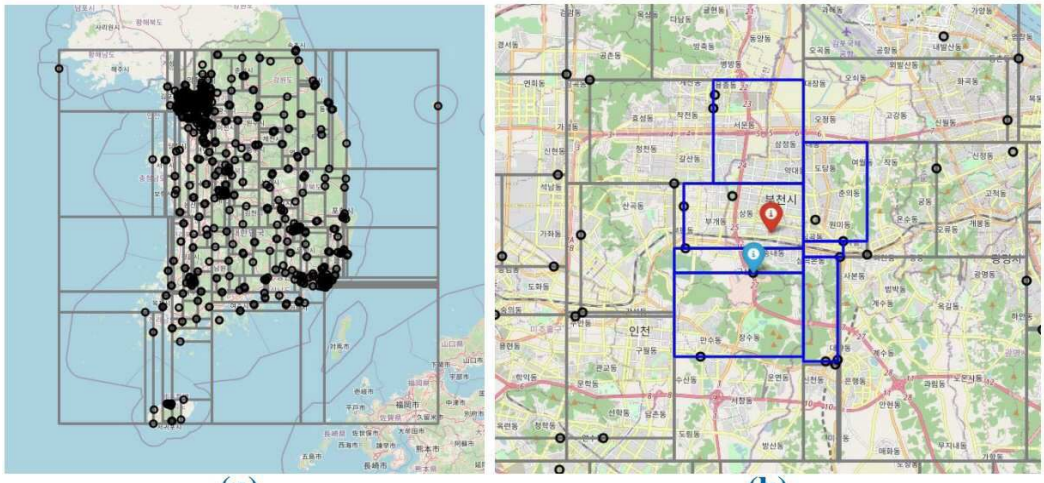
도면2


시작
지리적 정보와 병원 상태 정보를 사용하여 구성된 그래프에서 데이터 공간 분할 구조를 이용하여 환자의 위치 데이터와 인접한 병원 정보를 탐색
210
탐색된 병원 정보에 기초하여 환경적 요인을 반영한 환자의 이동 경로를 안내
220
종료

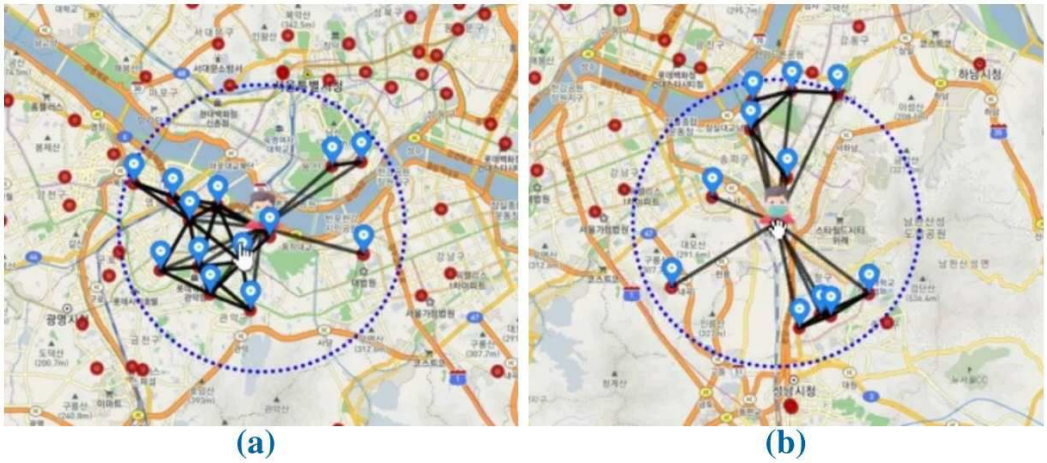
도면3



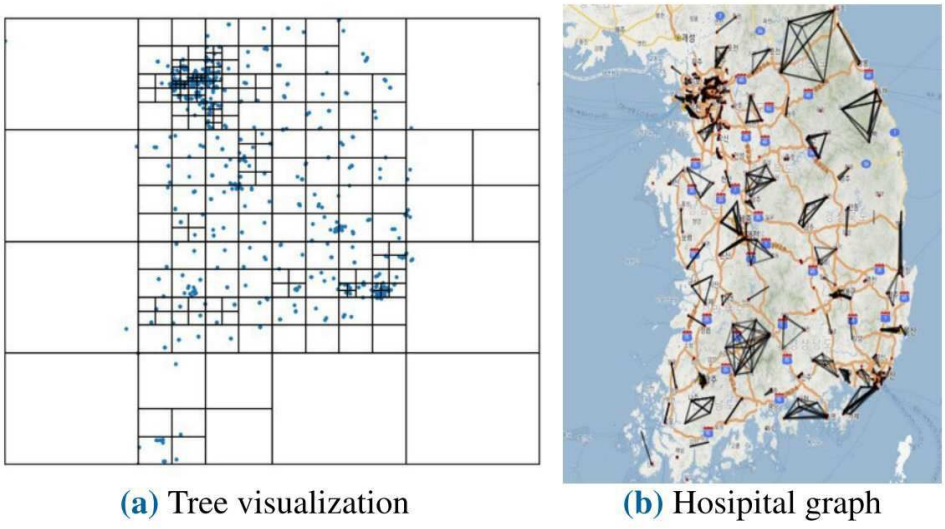
도면4



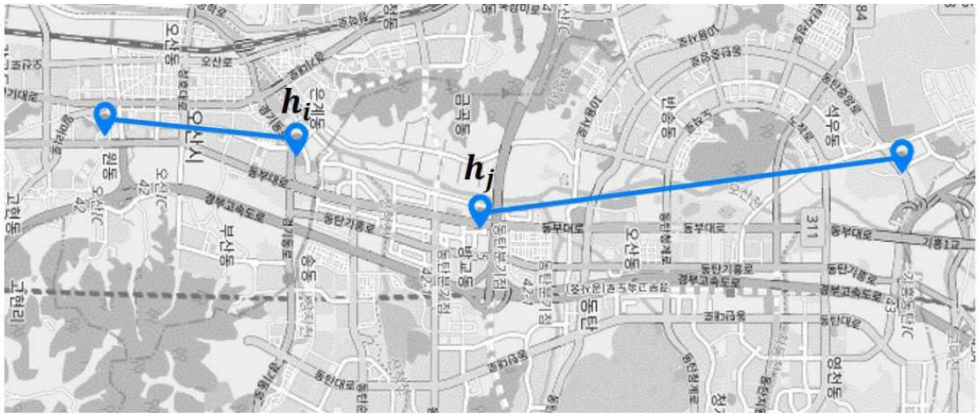
도면5



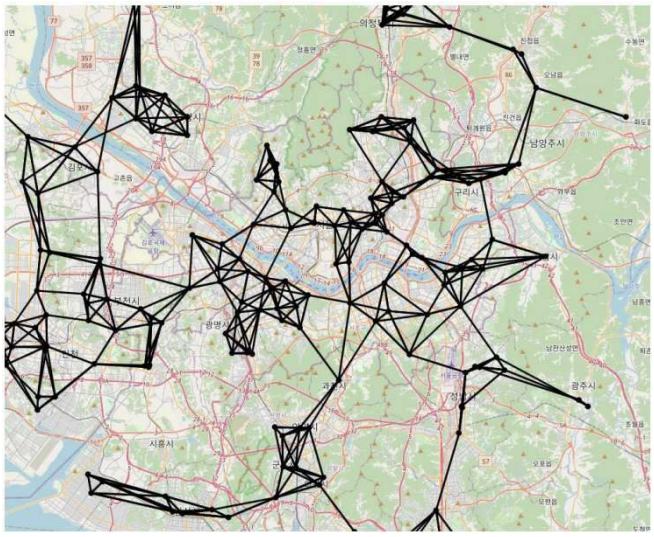
도면6



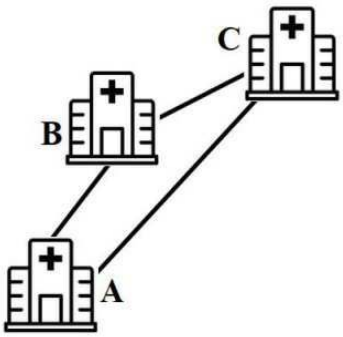
도면7



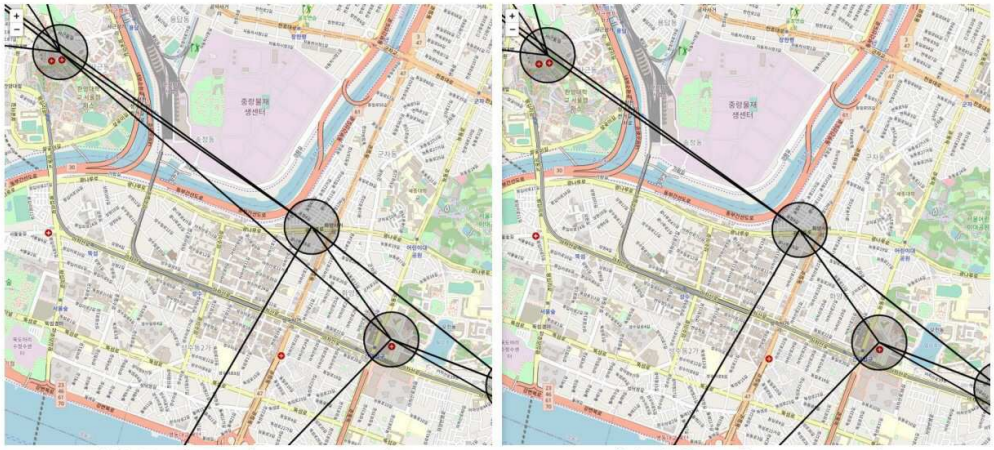
도면8



도면9

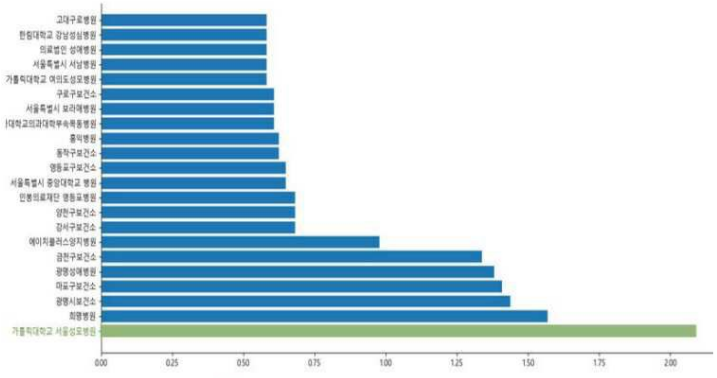


도면10

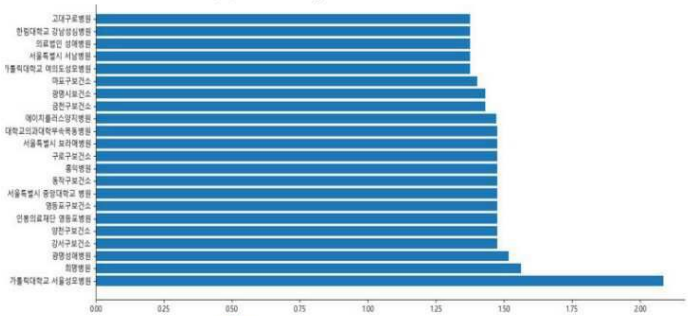


(a) Before the removal (b) After the removal

도면11

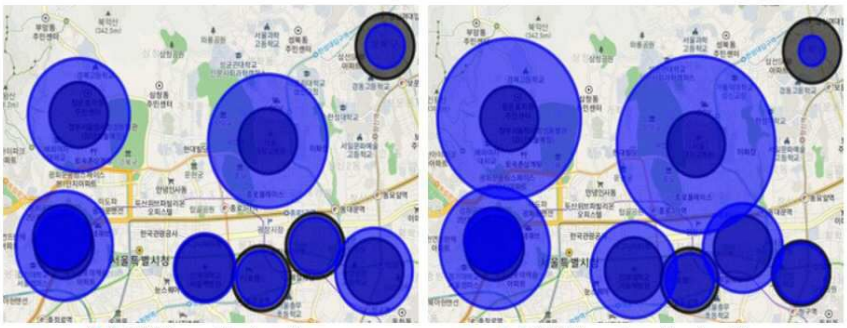


(a) Before patient distribution



(b) After patient distribution

도면12



(b) With optimization (a) Without optimization