



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월15일
 (11) 등록번호 10-1960504
 (24) 등록일자 2019년03월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G06Q 50/26 (2012.01) G06F 17/10 (2006.01)
 G06Q 50/10 (2012.01)
 (52) CPC특허분류
 G06Q 50/26 (2013.01)
 G06F 17/10 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2017-0174589
 (22) 출원일자 2017년12월18일
 심사청구일자 2017년12월18일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2015038708 A*
 KR101733652 B1*
 KR1020110056800 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
 서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
 (72) 발명자
장윤
 서울특별시 동대문구 정릉천동로 16, 103동 401호 (용두동, 용두두산위브)
김석연
 서울특별시 광진구 광나루로38길 63, 102호 (구의동, 현대아트빌라)
정성민
 경기도 시흥시 서해안로 1406 (신천동)
 (74) 대리인
특허법인엠에이피에스

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 배혜정

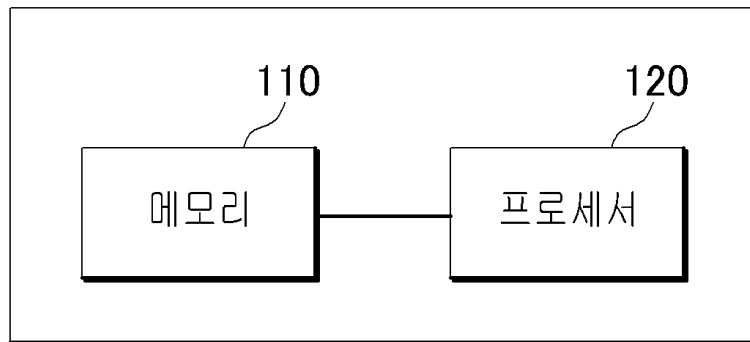
(54) 발명의 명칭 **전염병 확산 예측 모델링 장치 및 방법**

(57) 요약

전염병 확산 예측 모델링 장치 및 그 방법이 제공된다. 전염병 확산 예측 모델링 장치는, 전염병 확산 예측 모델링 프로그램의 실행에 따라, 임의의 질병에 대해 제한된 구역에 대한 전파 및 확산을 표현하는 유행성 모델(epidemic model), 및 네트워크를 통한 복수의 구역에 대한 전파 및 확산을 표현하는 확산 모델(spreading model)을 모델링하여 시간에 따른 시뮬레이션 과정을 출력하는 프로세서를 포함하며, 확산 모델은 각 구역 별 인구 수, 감염자 수, 네트워크 정보 및 날씨 컨디션 정보에 기초하여 산출된 서로 연결된 구역 간 확산 확률에 따라 모델링되며, 확산 확률이 기설정된 임계값을 초과하면 질병이 확산되도록 모델링하되 확산되는 구역의 유행성 모델 상의 감염자 수를 증가시킨다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류
G06Q 50/10 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711054932
부처명	과학기술정보통신부
연구관리전문기관	정보통신기술진흥센터
연구사업명	정보통신기술인력양성
연구과제명	모바일 플랫폼 기반 엔터테인먼트 VR 기술 연구
기 여 율	1/1
주관기관	세종대학교 산학협력단
연구기간	2017.01.01 ~ 2017.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

전염병 확산 예측 모델링 장치에 있어서,

전염병 확산 예측 모델링 프로그램이 저장된 메모리; 및

상기 메모리에 저장된 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함하며,

상기 프로세서는 상기 전염병 확산 예측 모델링 프로그램의 실행에 따라, 시뮬레이션에 적용될 지리 정보를 설정하고, 임의의 질병에 대해 제한된 구역에 대한 전파 및 확산을 표현하는 유행성 모델(epidemic model), 및 네트워크를 통한 복수의 구역에 대한 전파 및 확산을 표현하는 확산 모델(spreading model)을 모델링하여 시간에 따른 시뮬레이션 과정을 출력하고,

상기 유행성 모델 및 확산 모델을 모델링한 결과에 대해 기설정된 하나 이상의 보호 정책을 적용하여 확산을 저지한 결과를 표현하는 보호 모델(Protection Model)을 모델링하여 시뮬레이션 결과를 출력하고,

상기 지리 정보는 상기 유행성 모델, 확산 모델 및 보호 모델 중 적어도 하나의 시뮬레이션에 적용되는 것으로, 임의의 한정된 공간을 하나의 육각 타일(Hextile) 셀로 표현하고, 실제 지형 정보가 그리드(grid) 타입으로 표현된 지리 정보를 복수의 육각 타일 셀이 포함될 임의의 지도 공간 상에 위도 및 경도에 따라 맵핑하고, 상기 맵핑된 지도 공간 중 지형이 존재하는 부분에 육각 타일을 생성하여 각 육각 타일 별로 속해 있는 인구 수를 적용하고,

각각의 육각 타일 셀에 대해 셀 내부 색상, 셀 테두리 선 색상, 셀 내부 또는 외부로 가로지르는 화살표, 및 셀 높이 중 적어도 하나를 통해 전염병 확산 진행 정도를 표현하되,

상기 화살표는 질병 확산 방향에 대응하고, 상기 테두리 선 색상은 적용된 보호 정책에 대응하고, 상기 셀 내부 색상은 해당 구역 내 질병 확산 위상 및 감염률에 대응하며, 상기 셀의 높이는 해당 구역 내 감염자의 수에 대응하는 것이고,

상기 확산 모델은 각 구역 별 인구 수, 감염자 수, 네트워크 정보 및 날씨 컨디션 정보에 기초하여 산출된 서로 연결된 구역 간 확산 확률에 따라 모델링되며, 상기 확산 확률이 기설정된 임계값을 초과하면 질병이 확산되도록 모델링하되 확산되는 구역의 상기 유행성 모델 상의 감염자 수를 증가시키는 것이고,

상기 보호 정책은 격리 정책(Isolation plan) 및 백신 접종 정책(Vaccination plan) 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 전염병 확산 예측 모델링 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는,

SIR 모델, SEIR 모델 및 MSEIR 모델 중 어느 하나를 사용하여 상기 유행성 모델을 모델링하는, 전염병 확산 예측 모델링 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는,

아래의 수학적 식 1을 통해 상기 확산 확률을 산출하는 것인, 전염병 확산 예측 모델링 장치.

[수학적 식 1]

$$P_{(i,j)} = w_1 \cdot \frac{I_{(i,j)} \cdot e^{-S_{(i,j)}}}{S_{(i,j)}} + w_2 \cdot |\overrightarrow{W}_{i,j}| + w_3 \cdot \frac{e^{-(temp_{ref} - temp)^2}}{\sqrt{2\pi}}$$

(단, 상기 w_1 , w_2 , w_3 은 각각 가중치를 조절하는 확산 확률 조정 변수이고, 상기 $I_{(i,j)}$ 는 서로 연결된 두 구역의 감염자 수이고, 상기 $S_{(i,j)}$ 는 서로 연결된 두 구역의 총 인구 수이며, 상기 $\overrightarrow{W}_{i,j}$ 는 구역 i로부터 구역 j로의 바람 벡터이고, 상기 $temp_{ref}$ 는 모델링된 해당 질병에 대해 기설정된 최적 온도이며, 상기 $temp$ 는 현재 온도에 대응함)

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는,

임의의 질병에 대한 실제 데이터에 기초하여 전염병 확산 과정을 시뮬레이션하되, 상기 전염병 확산 과정을 시뮬레이션한 결과와 유사하도록 상기 유행성 모델 및 확산 모델에 적용될 파라미터 값을 역추적하는 피팅 알고리즘을 처리하는, 전염병 확산 예측 모델링 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 유행성 모델, 확산 모델 및 보호 모델의 모델링을 지원하는 시각적 분석(visual analytics) 사용자 인터페이스를 제공하되,

상기 시각적 분석 사용자 인터페이스를 통해, 시뮬레이션 모드, 네트워크 모드, 구역 그룹 모드 및 보호 모드 중 어느 하나를 선택할 수 있도록 하고, 선택된 모드에 대해 기설정된 복수의 정보를 표시하고, 상기 시뮬레이션 모드 선택 시 상기 유행성 모델, 확산 모델 및 보호 모델의 모델링에 따른 시뮬레이션 결과를 표시하며, 진행된 시뮬레이션에 따른 감염도를 그래프로 표현하고, 사전에 시뮬레이션이 진행된 상기 그래프들을 누적 저장한 결과에 기반하여 각 시뮬레이션 결과를 비교 분석할 수 있는 자료를 출력하되, 현재 시뮬레이션에 대해 기설정된 텍스트 정보를 출력하는, 전염병 확산 예측 모델링 장치.

청구항 9

전염병 확산 예측 모델링 장치에 의해 수행되는 전염병 확산 예측 모델링 방법은,

시뮬레이션에 적용될 지리 정보를 설정하는 단계;

임의의 질병에 대해 제한된 구역에 대한 전파 및 확산을 표현하는 유행성 모델(epidemic model), 및 네트워크를 통한 복수의 구역에 대한 전파 및 확산을 표현하는 확산 모델(spreading model)을 모델링하는 단계; 및

상기 유행성 모델 및 확산 모델 중 어느 하나를 모델링한 결과에 대해 기설정된 하나 이상의 보호 정책을 적용하여 확산을 저지한 결과를 표현하는 보호 모델(Protection Model)을 모델링하여 시뮬레이션 결과를 출력하는 단계;

상기 유행성 모델 및 확산 모델 중 어느 하나의 모델링 결과에 기초하여 시간에 따른 시뮬레이션 과정을 출력하는 단계를 포함하며,

상기 지리 정보는 상기 유행성 모델, 확산 모델 및 보호 모델 중 적어도 하나의 시뮬레이션에 적용되는 것으로, 상기 지리 정보를 설정하는 단계는 임의의 한정된 공간을 하나의 육각 타일(hextile) 셀로 표현하고, 실제 지형 정보가 그리드(grid) 타입으로 표현된 지리 정보를 복수의 육각 타일 셀이 포함될 임의의 지도 공간 상에 위도 및 경도에 따라 맵핑하고, 상기 맵핑된 지도 공간 중 지형이 존재하는 부분에 육각 타일을 생성하여 각 육각 타일 별로 속해 있는 인구 수를 적용하며,

상기 육각 타일 셀은, 셀 내부 색상, 셀 테두리 선 색상, 셀 내부 또는 외부로 가로지르는 화살표, 및 셀 높이 중 적어도 하나를 통해 전염병 확산 진행 정도를 표현하되,

상기 화살표는 질병 확산 방향에 대응하고, 상기 테두리 선 색상은 적용된 보호 정책에 대응하고, 상기 셀 내부 색상은 해당 구역 내 질병 확산 위상 및 감염률에 대응하며, 상기 셀의 높이는 해당 구역 내 감염자의 수에 대응하는 것이고,

상기 확산 모델은 각 구역 별 인구 수, 감염자 수, 네트워크 정보 및 날씨 컨디션 정보에 기초하여 산출된 서로 연결된 구역 간 확산 확률에 따라 모델링되며, 상기 확산 확률이 기설정된 임계값을 초과하면 질병이 확산되도록 모델링하되 확산되는 구역의 상기 유행성 모델 상의 감염자 수를 증가시키는 것이고,

상기 보호 정책은 격리 정책(Isolation plan) 및 백신 접종 정책(Vaccination plan) 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 전염병 확산 예측 모델링 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

제 9 항에 있어서,

상기 유행성 모델은,

SIR 모델, SEIR 모델 및 MSEIR 모델 중 어느 하나를 사용하여 모델링된 것인, 전염병 확산 예측 모델링 방법.

청구항 14

제 9 항에 있어서,

상기 확산 확률은 아래의 수학적 식 2를 통해 산출된 것인, 전염병 확산 예측 모델링 방법.

[수학식 2]

$$P_{(i,j)} = w_1 \cdot \frac{I_{(i,j)} \cdot e^{-S_{(i,j)}}}{S_{(i,j)}} + w_2 \cdot |\overrightarrow{W}_{ij}| + w_3 \cdot \frac{e^{-(temp_{ref} - temp)^2}}{\sqrt{2\pi}}$$

(단, 상기 w_1 , w_2 , w_3 은 각각 가중치를 조절하는 확산 확률 조정 변수이고, 상기 $I_{(i,j)}$ 는 서로 연결된 두 구역의 감염자 수이고, 상기 $S_{(i,j)}$ 는 서로 연결된 두 구역의 총 인구 수이며, 상기 \overrightarrow{W}_{ij} 는 구역 i로부터 구역 j로의 바람 벡터이고, 상기 $temp_{ref}$ 는 모델링된 해당 질병에 대해 기설정된 최적 온도이며, 상기 $temp$ 는 현재 온도에 대응함)

청구항 15

제 9 항에 있어서,

임의의 질병에 대한 실제 데이터에 기초하여 상기 유행성 모델 및 확산 모델 중 어느 하나에 따른 전염병 확산 과정 모델링을 수행하는 단계; 및

상기 모델링의 결과에 기초하여 시간에 따른 시뮬레이션 과정을 출력하는 단계를 더 포함하며,

상기 전염병 확산 과정을 시뮬레이션한 결과와 유사하도록 상기 유행성 모델 및 확산 모델에 적용될 파라미터 값을 역추적하는 피팅 알고리즘을 처리하는 것인, 전염병 확산 예측 모델링 방법.

청구항 16

제 9 항에 있어서,

상기 유행성 모델, 확산 모델 및 보호 모델의 모델링을 지원하는 시각적 분석(visual analytics) 사용자 인터페이스를 제공하되,

상기 시각적 분석 사용자 인터페이스를 통해, 시뮬레이션 모드, 네트워크 모드, 구역 그룹 모드 및 보호 모드 중 어느 하나를 선택할 수 있도록 하고, 선택된 모드에 대해 기설정된 복수의 정보를 표시하고, 상기 시뮬레이션 모드 선택 시 상기 유행성 모델, 확산 모델 및 보호 모델의 모델링에 따른 시뮬레이션 결과를 표시하며, 진행된 시뮬레이션에 따른 감염도를 그래프로 표현하고, 사전에 시뮬레이션이 진행된 상기 그래프들을 누적 저장한 결과에 기반하여 각 시뮬레이션 결과를 비교 분석할 수 있는 자료를 출력하되, 현재 시뮬레이션에 대해 기설정된 텍스트 정보를 출력하는, 전염병 확산 예측 모델링 방법.

청구항 17

제 9 항 및 제 13 항 내지 제 16 항 중 어느 하나에 포함된 방법을 실행하는 컴퓨터 프로그램이 기록된 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전염병 확산 예측 모델링 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 예측 분석은, 데이터에서 정보를 추출하고 이를 사용하여 추세 및 행동 패턴 등을 예측하는 통계 및 데이터마이

닝 영역의 기술이다. 이러한 예측 분석은 데이터에서 얻은 정보를 바탕으로 의사 결정에 필요한 모든 영역에 적용할 수 있다. 예측 분석의 핵심은 변수 간의 관계를 이해한 후에 알려지지 않은 변수를 예측해내는 부분이다. 이를 위해 데이터 특성 및 예측 대상에 따라 다양한 접근 방식들이 사용되고 있다.

[0003] 예측 분석이 필요한 다양한 분야 중에서, 제한적인 상황에서 일어나는 유행성 모델(Epidemic Model)에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 그러나 기존의 질병 분석에는 인구 유동이 존재하지 않는 제한적인 환경에서 질병의 전파를 분석한 유행성 모델이 주를 이루었다. 이러한 질병의 이동을 고려하지 않은 유행성 모델만으로는 예측 및 분석에 한계가 있다. 또한, 기존의 네트워크 모델들은 대부분이 사람과 사람간의 확산을 기술하는 근거리 네트워크에 미치지 못하며, 질병의 확산 경로를 명확하게 전달하기 어렵고, 나아가 확산 방지를 위한 예방책을 제시하는 것이 힘들다. 원거리 네트워크의 경우 항공기 네트워크를 적용한 케이스 이외에는 보기 힘들다. 하지만 실제적으로 도로가 항공보다 복잡하게 짜여있어, 항공기 네트워크 보다 도로 네트워크로 질병이 확산될 가능성이 높다.

[0004] 최근에는 수학 모델과 빅데이터를 활용한 전염병 확산 예측 소프트웨어가 개발되었다. 대표적으로는 인플루엔자 확산을 예측하는 “플루트(FluTE)”, 병원체와 감염경로를 확인하는 “에피시스(EpiSimS)”, 인간의 상호작용에 주목하여 만들어진 “프레드(FRED)”, 한 지역이 아닌 전 세계로 전염병이 퍼지는 상황을 예측할 수 있는 “글림(GLEAM)” 등이 있다. 이러한 종래의 질병 분석 기법들을 통해 유행성 모델(Epidemic Model), 항공 네트워크(Airline Network), 길 네트워크(Real Road Network), 확산 방향(Dispersion Direction), 보호 정책(Protection Plan) 등이 구현되는지 여부를 비교한 결과는 아래의 표 1과 같다.

표 1

[0005]

	EpidemicModel	Airline Network	Real RoadNetwork	Dispersion Direction	Protection Plan
GLEAMviz	○	○	△	×	×
EpiSIM	○	×	×	×	△
FRED	○	×	×	×	×
STEM	○	×	△	×	△
AnyLogic	○	×	×	×	×
Ours(EVAsim)	○	○	○	○	○

[0006]

표 1에서 ○: 구현, △: 부분구현, ×: 미구현을 의미한다.

[0007]

이와 관련하여, 대한민국 공개특허 제10-2015-0098402호(발명의 명칭: 역병확산 영역 모델링 장치 및 그 방법)에는, 원예작물, 농작물 또는 임목의 전염병(역병) 발생 감시 예보 및 확산 방지를 위한 실시간 웹기반 전염병(역병) 감시 및 예측 시스템에 있어서, 역병 예측 장치에서 수신되는 역병 발생 지역에 대한 좌표값을 기반으로 역병 확산에 대한 시각화 장치로 데이터를 전달하기 전 단계인 시간별 역병 확산 영역을 모델링하고, 그 모델링 데이터를 저장하는 장치 및 그 방법이 개시되어 있다.

[0008]

한편, 질병이 확산되기 이전에 미리 차단하는 것이 가장 이상적인 방법이지만, 현실에서는 신종 바이러스나, 변종 바이러스들을 미리 차단한다는 것은 불가능에 가깝다. 따라서, 질병의 존재를 확산이 시작한 이후 발견했을 경우 할 수 있는 최선의 방법은 확산을 저지하는 것이다. 현실에서 적용할 수 있는 보호 모델은 백신, 지역 봉쇄, 사람들의 이동 저지 등이 있을 수 있다. 이러한 보호 모델을 적용했을 때 확산이 얼마만큼 저지되며 회복되는지에 대한 정보를 분석할 수 있는 기술 또한 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009]

본 발명의 일 실시예는 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 전염병 확산 변수, 지형 정보 셋팅 및 감염 경로 등의 다양한 인터페이스를 설정할 수 있으며, 제한된 구역의 전염병 모델링 뿐만 아니라 다른 구역으로의 확산 추이를 모델링할 수 있고, 전염병 확산 예측에 따른 보호 모델을 모델링하여 분석할 수 있는, 전염병 확산 예측 모델링 장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.

[0010]

또한, 본 발명의 일 실시예는 전염병 확산 예측 모델을 모델링하는 과정에서 사용자가 용이하게 전염병 확산 예측 모델링에 관련된 데이터를 설정할 수 있으며 각 모델링 시뮬레이션의 결과를 시각적으로 확인할 수 있도록

지원하는 시각적 분석 프로세스를 수행하는, 전염병 확산 예측 모델링 장치 및 그 방법을 제공하고자 한다.

[0011] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 일 측면에 따른 전염병 확산 예측 모델링 장치는, 전염병 확산 예측 모델링 프로그램이 저장된 메모리; 및 상기 메모리에 저장된 프로그램을 실행하는 프로세서를 포함한다. 이때, 상기 프로세서는 상기 전염병 확산 예측 모델링 프로그램의 실행에 따라, 임의의 질병에 대해 제한된 구역에 대한 전파 및 확산을 표현하는 유행성 모델(epidemic model), 및 네트워크를 통한 복수의 구역에 대한 전파 및 확산을 표현하는 확산 모델(spreading model)을 모델링하여 시간에 따른 시뮬레이션 과정을 출력한다. 또한, 상기 확산 모델은 각 구역 별 인구 수, 감염자 수, 네트워크 정보 및 날씨 컨디션 정보에 기초하여 산출된 서로 연결된 구역 간 확산 확률에 따라 모델링되며, 상기 확산 확률이 기설정된 임계값을 초과하면 질병이 확산되도록 모델링하되 확산되는 구역의 상기 유행성 모델 상의 감염자 수를 증가시킨다.

[0013] 그리고, 본 발명의 다른 측면에 따른 전염병 확산 예측 모델링 방법은, 임의의 질병에 대해 제한된 구역에 대한 전파 및 확산을 표현하는 유행성 모델(epidemic model), 및 네트워크를 통한 복수의 구역에 대한 전파 및 확산을 표현하는 확산 모델(spreading model)을 모델링하는 단계; 및 상기 유행성 모델 및 확산 모델 중 어느 하나의 모델링 결과에 기초하여 시간에 따른 시뮬레이션 과정을 출력하는 단계를 포함한다. 이때, 상기 확산 모델은 각 구역 별 인구 수, 감염자 수, 네트워크 정보 및 날씨 컨디션 정보에 기초하여 산출된 서로 연결된 구역 간 확산 확률에 따라 모델링되며, 상기 확산 확률이 기설정된 임계값을 초과하면 질병이 확산되도록 모델링하되 확산되는 구역의 상기 유행성 모델 상의 감염자 수를 증가시킨다.

발명의 효과

[0014] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 전염병 확산을 예측하기 위한 기설정된 다양한 변수들을 사용자가 설정할 수 있으며, 실제 데이터에 맞춰 비교 분석 할 수 있는 전염병 확산 예측 모델링에 대한 시각적인 분석 도구를 제공할 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 전염병 확산 예측 모델링 장치가 제공하는 기능들을 이용해 사용자가 예측 및 분석하고자 하는 질병의 속성을 적용해, 해당 질병의 확산이 여러 구역에 걸쳐 어떻게 일어날지 미리 시뮬레이션할 수 있다. 또한, 확산하는 질병에 보호 모델을 적용했을 때 얻을 수 있는 효과 또한 시뮬레이션해 볼 수 있어, 가장 적합한 보호 모델이 무엇인지 빠른 시간에 찾아낼 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전염병 확산 예측 모델링 장치의 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전염병 확산 예측 모델링 방식을 설명하기 위한 개념도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 지리 정보를 설정하는 방식을 설명하기 위한 예시도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 전염병 육각 타일 셀을 시각적으로 표현하는 방식의 일례이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 보호 모델을 시뮬레이션한 결과의 일례이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 전염병 피팅 알고리즘을 적용하는 일례이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 전염병 피팅 알고리즘을 수행한 결과의 일례이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 전염병 확산 예측 모델링을 지원하는 시각적 분석 사용자 인터페이스의 일례이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 전염병 확산 예측 모델링 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며

여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 본 발명을 명확하게 설명하기 위해 도면에서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다. 또한, 도면을 참고하여 설명하면서, 같은 명칭으로 나타난 구성일지라도 도면에 따라 도면 번호가 달라질 수 있고, 도면 번호는 설명의 편의를 위해 기재된 것에 불과하고 해당 도면 번호에 의해 각 구성의 개념, 특징, 기능 또는 효과가 제한 해석되는 것은 아니다.

- [0018] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미하며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0019] 본 명세서에 있어서 '부(部)' 또는 '모듈'이란, 하드웨어 또는 소프트웨어에 의해 실현되는 유닛(unit), 양방을 이용하여 실현되는 유닛을 포함하며, 하나의 유닛이 둘 이상의 하드웨어를 이용하여 실현되어도 되고, 둘 이상의 유닛이 하나의 하드웨어에 의해 실현되어도 된다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전염병 확산 예측 모델링 장치의 구성도이다.
- [0021] 도 1에 도시한 바와 같이 전염병 확산 예측 모델링 장치(100)은, 메모리(110) 및 프로세서(120)를 포함한다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 따른 전염병 확산 예측 모델링 장치(100)는, 전염병 확산 변수, 지형 정보 셋팅 및 감염 경로 등의 다양한 인터페이스를 설정하고 전염병 확산 예측 모델링 결과의 시뮬레이션을 통해, 전염병 확산을 예측하고 분석할 수 있는 시각적 분석 프로세스를 제공한다.
- [0023] 메모리(110)에는 전염병 확산 예측 모델을 모델링하기 위한 전염병 확산 예측 모델링 프로그램이 저장되어 있다.
- [0024] 또한, 메모리(110)에는 전염병 확산 예측 모델을 모델링하는데 필요한 조건들(이하, "파라미터"라고 지칭함)을 설정하거나 전염병 확산 예측 모델링의 결과에 적합한 전염병 확산 방지 모델(즉, 보호(Protection) 모델)을 설정하는데 필요한 정보들 및 각 모델링의 결과를 분석할 수 있는 정보를 시각적으로 지원하는 시각적 분석(visual analytics) 프로세스를 제공하는, 시각적 분석 프로그램이 더 저장되어 있다. 참고로, 전염병 확산 예측 모델링 프로그램 및 시각적 분석 프로그램은 별개의 프로그램으로서 서로 연동하여 동작할 수 있다. 또한, 전염병 확산 예측 모델링 프로그램의 서브 프로그램으로서 시각적 분석 프로그램이 포함되어 동작하는 것도 가능하다.
- [0025] 이러한 메모리(110)는 전원이 공급되지 않아도 저장된 정보를 계속 유지하는 비휘발성 저장장치 또는 저장된 정보를 유지하기 위하여 전력이 필요한 휘발성 저장장치를 통칭하는 것이다.
- [0026] 프로세서(120)는 메모리(110)에 저장된 프로그램을 실행하되, 아래와 같은 처리를 수행할 수 있다.
- [0027] 이하, 도 2 내지 도 6을 참조하여, 프로세서(120)를 통해 처리되는 각 동작들에 대해서 상세히 설명하도록 한다.
- [0028] 도 2 는 본 발명의 일 실시예에 따른 전염병 확산 예측 모델링 방식을 설명하기 위한 개념도이다.
- [0029] 도 2에서와 같이, 프로세서(120)는 전염병 확산 예측 모델링을 위해 유행성 모델(Epidemic Model), 확산 모델(Spreading Model), 및 보호 모델(Protection Model)을 포함하는 멀티 모드(Multimodal)를 처리한다.
- [0030] 또한, 프로세서(120)는 이들 각 모델의 모델링 및 모델링 결과 분석과 관련된 데이터를 사용자에게 시각적인 표현으로 제공할 수 있다.
- [0031] 여기서, 유행성 모델은 제한된 구역 내 질병의 전파 및 확산을 표현하고, 확산 모델은 네트워크를 통한 넓은 구역으로의 질병의 확산을 표현하며, 보호 모델은 각 확산에 적용된 보호 방법을 표현한다. 또한, 프로세서(120)는 전염병 확산 예측 모델링에 적용되는 지리 정보를 설정하는 지리 정보 세팅(Geo-settings) 모드를 지원한다.
- [0032] 먼저, 전염병 확산 예측 모델을 시뮬레이션하는데 적용될 지리 정보를 설정하는 과정(도 2에서는 "Pre-processing for Geometry"으로 표시함)에 대해서 설명하도록 한다.

- [0033] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 지리 정보를 설정하는 방식을 설명하기 위한 예시도이다.
- [0034] 도 3에서와 같이 본 발명의 일 실시예에서는, 임의의 한정된 공간(구역)을 각각 하나의 육각 타일(Hextile) 셀로 표현한다. 구체적으로, 실제 지형 정보가 그리드(grid) 타입으로 표현된 지리 정보를 복수의 육각 타일 셀이 포함될 임의의 지도 공간 상에 맵핑할 수 있다. 참고로, 지리 정보 및 인구 정보는 미항공우주국(NASA)의 SEDAC (Socioeconomic data and applications center) 의 "grid population" 와 "grid area" 데이터 등을 이용할 수 있다. 실제 지리 정보를 육각 타일이 포함될 공간에 위/경도를 맵핑한 후, 지형이 존재하는 부분에 육각 타일을 생성하고 그 타일에 속해 있는 인구 정보를 가져와 인구수를 적용한다. 이에 따라, 육각 타일 별로 지역 데이터 및 인구 데이터가 맵핑되어, 하나의 육각 타일 셀에는 그 지역에 살고있는 사람의 수 즉, 인구(population) 정보가 포함될 수 있다.
- [0035] 이와 같이, 지리 정보를 육각 타일 셀에 맵핑하는 처리는, 지리 정보 세팅(Geo-settings) 모드를 통해 수행된다. 또한, 지리 정보 세팅 모드를 통해 육각 타일의 크기(Hextile size), 도로(또는 길) 네트워크(Road Network), 항공기 경로 네트워크(Airline Network) 및 날씨(바람 방향, 바람 세기, 온도 등) 컨디션 정보(Weather Contions) 등의 파라미터 또한 설정할 수 있다.
- [0036] 다음으로, 프로세서(120)가 전염병 확산 예측과 관련된 기설정된 모델들을 모델링하는 과정(도 2에서 "Model settings"으로 표시함)에 대해서 설명하도록 한다.
- [0037] 프로세서(120)가 유행성 모델을 모델링하는 방법에 대해서 설명하도록 한다.
- [0038] 앞서 설명한 바와 같이 감염의 확산은 유행성 모델과 확산 모델을 이용하여 표현할 수 있는데, 유행성 모델은 한정된 공간(구역) 내에서 질병의 확산을 다룬다. 즉, 유행성 모델은 육각 타일 내부에서의 질병 확산을 표현한다.
- [0039] 이때, 유행성 모델은, 지역 내 인구 정보를 이용하는 SIR 모델 또는 SEIR 모델을 통해 해당 셀 내부의 질병 확산을 표현할 수 있다. SIR과 SEIR모델은 감염병(전염병) 모델링을 위한 수학 모형이다. SIR모델과 SEIR모델은 아래에서와 같이 각각 표현된다.
- [0040] <SIR Model>
- [0041] SIR 모델에서는 숙주를 감수성군(S), 감염군(I), 회복군(R)으로 분류한다. 즉, S는 'Susceptible number'로 감염 가능한 사람의 수를 나타내고, I는 'Infectious number'로 감염된 환자의 수를 나타내며, R은 'Recovered(or immune) number'로 질병으로부터 회복된 환자의 수(면역을 가진자)를 나타낸다.
- [0042] 이에 따라, 질병은 S->I->R의 과정을 통하여 감염이 확산되었다가 회복되는 형태를 나타내게 된다. SIR모델의 미분방정식을 표현하면 아래 수학식 1과 같다.
- [0043] [수학식 1]
- $$\begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= -\beta \cdot S \cdot I, \\ \frac{dI}{dt} &= \beta \cdot S \cdot I - \gamma \cdot I, \\ \frac{dR}{dt} &= \gamma \cdot I \end{aligned}$$
- [0044]
- [0045] 위의 수학식 1에서 β 는 감염율, γ 는 회복율을 의미한다.
- [0046] <SEIR Model>
- [0047] SEIR 모델은 잠복기가 있는 질병에 관한 모델로서 SIR 모델에서 E(Exposed) 단계가 추가된 모델이다. 즉 SEIR 모델은, 감염되었지만 아직 감염력이 없는 노출군(E)을 추가한 모델이다.
- [0048] 이때, 질병은 S->E->I->R의 과정을 통하여 감염이 확산되었다가 회복되며, SEIR모델의 미분방정식을 표현하면 아래의 수학식 2와 같다.

[0049] [수학식 2]

$$\begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= \mu N - \mu S - \beta \frac{I}{N} S, \\ \frac{dE}{dt} &= \beta \frac{I}{N} S - (\mu + \alpha) E, \\ \frac{dI}{dt} &= \alpha E - (\gamma + \mu) I, \\ \frac{dR}{dt} &= \gamma I - \mu R \end{aligned}$$

[0050]

[0051] 위의 수학식 2에서 α 는 잠복기, β 는 감염율, γ 는 회복율, μ 는 사망률을 의미한다.

[0052] 참고로, 프로세서(120)는 유행성 모델로서 MSEIR 모델을 사용하는 것도 가능하다.

[0053] 프로세서(120)가 확산 모델을 모델링하는 방법에 대해서 설명하도록 한다.

[0054] 앞서 설명한 유행성 모델은 제한된 공간을 벗어난 외부 영역으로의 확산을 고려할 수 없다는 한계가 있다. 따라서 프로세서(120)는 유행성 모델과 더불어 확산 모델을 함께 이용하여, 제한된 공간에서의 확산을 보다 넓은 공간의 확산으로 연결한다. 이때, 각각의 육각 타일은 에이전트(agent)로 활용되어 독립적인 유행성 모델이 연산되고, 유행성 모델 연산 결과에 따른 감염자가 에이전트 기반 시뮬레이션(agent-based simulation)되어 인접 지역 또는 사용자가 지정한 경로를 따라 질병이 확산되는 것을 표현할 수 있다.

[0055] 확산 모델에서 확산 확률로 사용되는 지표는, 인구수, 감염자수, 네트워크, 온도, 바람 등으로 설정될 수 있다. 예를 들어, 인구수가 많은 대도시 간의 인구 교류는 인구수가 적은 위성 도시와의 인구 교류보다 더 많은 교류가 일어난다. 또한, 감염자 수가 많은 경우, 질병의 확산 확률에 영향을 미치게 된다. 또한, 질병의 종류에 따라 온도나 바람(즉, 환경 요소)이 확산 확률에 영향을 미칠 수 있다. 이에 따라, 확산 예측 모델링 시 영향을 미치는 각 지표 요소에 대해 파라미터를 조절하여 확산률을 조정할 수 있다.

[0056] 네트워크가 연결되어있는 두 육각 타일(i, j)에 대한 확산 확률($P_{(i,j)}$)은 아래의 수학식 3과 같이 정리될 수 있다.

[0057] [수학식 3]

$$P_{(i,j)} = w_1 \cdot \frac{I_{(i,j)} \cdot e^{-S_{(i,j)}}}{S_{(i,j)}} + w_2 \cdot |\vec{W}_{i,j}| + w_3 \cdot \frac{e^{-\frac{(temp_{ref} - temp)^2}{2\pi}}}{\sqrt{2\pi}}$$

[0058]

[0059] 수학식 3에서, w_1, w_2, w_3 은 각각 사용자가 지정한 파라미터로서 확산 확률 조정 변수이다. 이때, $I_{(i,j)}$ 는 두 셀의 감염자 수 이고, $S_{(i,j)}$ 는 두 셀의 총 인구 수 이며, $\vec{W}_{i,j}$ 는 i 로부터 j 로의 바람 벡터이고, $temp_{ref}$ 는 해당 질병의 최적 온도이며, $temp$ 는 현재 온도이다. 확산 확률 조정 변수는 질병 확산과 관련하여 각 파라미터의 가중치를 설정할 수 있다.

[0060] 이러한 확산 확률($P_{(i,j)}$)을 이용하여, 연결되어 있는 노드 간의 확산 확률을 연산하고, 연산의 결과가 기설정된 임계값(threshold)을 초과할 경우 질병의 확산이 발생하고 해당 셀의 유행성 모델 상의 감염자 수가 증가한다.

[0061] 다음으로, 프로세서(120)가 전염병 확산 예측 모델을 시뮬레이션하고 그에 따른 보호 모델을 모델링하는 과정(도 2에서 "Simulation" 및 "Simulation Result"로 표시함)에 대해서 설명하도록 한다.

[0062] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 전염병 육각 타일 셀을 시각적으로 표현하는 방식의 일례이다. 그리고 도

5는 본 발명의 일 실시예에 따른 보호 모델을 시뮬레이션한 결과의 일례이다.

- [0063] 도 4에서와 같이, 각각의 육각 타일은 셀 내부 색상, 셀 테두리 선 색상, 셀 내부 또는 외부를 가로지르는 화살표, 셀 높이를 이용하여 전염병 확산 진행 정도를 표현할 수 있다. 이때, 화살표(도 4에서의 "Arrow")는 질병 확산 방향을 의미하고, 테두리 선(도 4에서의 "Border line")은 보호 정책(protectcion plan)을 의미하고, 셀 내부 색상(도 4에서의 "Inner cell color")은 확산 위상(spreading phase) 및 감염률(infection rate)을 의미하며, 셀의 높이(도 4에서의 "Height")는 감염자의 수를 의미한다. 도 4에서와 같이, 테두리 선의 색상을 상이하게 설정하여 격리 또는 백신 접종 등의 보호 정책을 구별할 수 있으며, 또한 색상의 차이에 따라 보호 정책의 진행 정도를 구별할 수 있다. 또한, 도 4에서와 같이 셀 내부 색상의 채도 차에 따라 확산 위상(Diffusion phase) 및 회복 위상(Recovery phase)을 표현할 수도 있다.
- [0064] 프로세서(120)가 보호 모델을 모델링하는 방법에 대해서 설명하도록 한다.
- [0065] 보호 모델은 격리 정책(Isolation plan)과 백신 접종 정책(Vaccination plan)을 포함한다. 즉, 보호 모델은 감염 확산이 진행됨에 따라 사용자가 조치해야 할 행동으로서, 검역소를 운영하거나 백신을 배포하는 행위에 해당하는 행동이 속한다. 격리 정책은 검역소에 해당하는 조치이며, 해당 셀로는 어떠한 교류도 발생하지 않는다. 그리고 백신 접종 정책은 백신을 배포함으로써 확산을 저지하는 행동으로서, 해당 셀로의 감염 확률 확률을 추가적으로 낮추어 확산 자체를 줄이는 역할을 한다.
- [0066] 도 5는 보호 모델을 시뮬레이션한 예로서, 보라색 테두리 셀은 격리 정책, 주황색 셀은 백신 접종 정책을 나타낸다. 도 5의 a)와 b)를 비교하면, b)를 실시하였을 때 감염의 확산 속도를 더 늦추는 효과가 있음을 확인할 수 있다. 이러한 질병의 확산을 예측한 결과에 따르면, 해당 질병에는 5의 b)에서의 보호 모델을 적용하는 것이 더 바람직하다는 것을 사용자가 확인할 수 있다.
- [0067] 또한, 프로세서(120)는 앞서 설명한 다양한 모델의 복합적인 결과를 시뮬레이션하기 위하여, 기존 데이터를 활용하여 다양한 모델 변수를 최적화하는 피팅(fitting) 알고리즘을 수행할 수 있다. 이러한 과정(도 2에서 "Optimal Model Fitting"로 표시함)에 대해서 설명하도록 한다.
- [0068] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 전염병 피팅 알고리즘을 적용하는 일례이다. 그리고 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 전염병 피팅 알고리즘을 수행한 결과의 일례이다.
- [0069] 앞서 설명한 유행성 모델 및 확산 모델은 다양한 파라미터를 가지고 있어 확산을 예측하고자 하는 질병에 따라 적합한 수치를 입력하는데 어려움이 있다. 따라서, 프로세서(120)는 다양한 파라미터에 있어 적합한 값을 추정하기 위한 피팅 알고리즘을 수행한다.
- [0070] 도 6을 참조하면, 전염병 확산 모델링에 필요한 파라미터 값을 모르는 상태에서 a)에서와 같은 최초 데이터(Initial data)(즉, 실제 데이터)를 육각 타일 공간에 표시한다. 도 6의 a)에는 최초 감염된 지역(Seed Hextile) 및 이에 네트워크가 연결된 지역들 중 감염된 지역(Data Infected Hextile)이 표시되어 있다. 그리고 도 6의 b) 및 c)에는 각각 시간이 경과함에 따라 질병 확산 및 공간 분석(Disease diffusion and spatial analysis)에 따른 결과가 표시되어 있다. 이때, 도 6의 b)에는 t+1 시점 경과된 후의 질병 확산 상태가 표시되어 있으며, 감염된 육각 타일(Infected Hextile)과 감염 후보인 육각 타일(Infection Candidate Hextile)이 표시된다. 또한, 도 6의 c)에는 t+2 시점 경과된 후의 질병 확산 상태가 표시되어 있으며, 감염된 육각 타일 및 감염 후보 육각 타일 뿐만 아니라 도 6의 b) 시점에 비해 조정된 후보 육각 타일(adjustment candidate hextile)이 더 표시되어 있다.
- [0071] 도 7은, 실제로 시간에 따른 질병 감염에 대한 데이터가 있는 경우, 시뮬레이션을 통해 데이터만큼 학습하는 과정을 수행하여 해당 질병에 적합한 파라미터 값을 찾는 과정을 나타낸다.
- [0072] 한편, 프로세서(120)는 이상에서 설명한 전염병 확산 예측 모델의 모델링을 수행하는데 있어서, 이를 지원하는 시각적 분석(visual analytics) 사용자 인터페이스를 제공할 수 있다.
- [0073] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 전염병 확산 예측 모델링을 지원하는 시각적 분석 사용자 인터페이스의 일례이다.
- [0074] 프로세서(120)는 앞서 도 2 내지 도 7을 통해 설명한 각 모드들을 모델링하고 그 모델링에 의한 시뮬레이션 결과를 출력하기 위한 시각적 분석 사용자 인터페이스를 제공한다. 이러한 예측 모델링 및 분석을 지원하는 시각적 분석 사용자 인터페이스는 웹 기반 프레임워크로 구현될 수 있다. 시각적 분석 사용자 인터페이스를 통해,

전염병 확산 예측 모델링 조건 설정 및 분석 과정을 쉽게 이해하고 사용할 수 있다.

- [0075] 구체적으로, 도 8의 (a)에와 같이 사용자가 원하는 모드를 선택할 수 있다. 이때, 시뮬레이션(Simulation) 모드는 실제 시뮬레이션을 적용하는 모드이고 유행성 모드의 변수들의 값과 확산에 해당하는 가중치의 값들을 설정할 수 있다. 네트워크(Network) 모드는 복수의 지역들에 대해 도로 네트워크와 항공 네트워크 등을 설정할 수 있다. 그룹(Group)모드는 사용자가 원하는 지역의 그룹을 만들 수 있다. 보호(Protection) 모드는 기설정된 복수의 보호 모델 중 원하는 보호 모델을 적용할 수 있다. 타일 옵션(TileOption)에서는 기설정된 기타 타일의 옵션들을 적용할 수 있다.
- [0076] 도 8의 (b)에는 (a)에서 선택한 모드에 따른 각종 정보가 표시된다. 예를 들어, (a)에서 네트워크가 선택된 경우 도로 네트워크나 항공 네트워크의 종류가 표시 될 수 있다. 도 8에서는 (a)에서 그룹이 선택된 경우를 나타냈으며, 구체적으로 (b)에 선택한 그룹의 종류가 표시되고 해당 그룹 외에 다른 그룹을 생성하거나 삭제할 수 있는 기능이 출력된 것을 나타냈다.
- [0077] 도 8의 (c)에는 유행성 모델, 확산 모델 및 보호 모델의 모델링을 통해 실제 시뮬레이션되는 지도가 표시된다.
- [0078] 도 8의 (d)에는 (c)에서 진행한 시뮬레이션 정보가 감염도(Infected Rate)의 그래프로 표현된다.
- [0079] 도 8의 (e)에는 그 동안 시뮬레이션을 진행한 그래프들을 누적 저장한 결과에 기반하여 각 시뮬레이션 결과를 비교 분석할 수 있도록하는 자료가 출력된다. 즉, 이전 시뮬레이션 결과를 호출하여 출력할 수 있다.
- [0080] 도 8의 (f)에는 현재 시뮬레이션에 대한 텍스트 정보가 출력된다.
- [0081] 이하, 도 9를 참고하여 본 발명의 일 실시예에 따른 전염병 확산 예측 모델링 방법에 대해서 상세히 설명하도록 한다.
- [0082] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 전염병 확산 예측 모델링 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0083] 먼저, 유행성 모델, 확산 모델 및 보호 모델 중 적어도 하나의 시뮬레이션에 적용될 지리 정보를 설정한다(S910).
- [0084] 이때, 임의의 한정된 공간을 하나의 육각 타일(Hextile) 셀로 표현하고, 실제 지형 정보가 그리드(grid) 타입으로 표현된 지리 정보를 복수의 육각 타일 셀이 포함될 임의의 지도 공간 상에 위도 및 경도에 따라 맵핑하고, 맵핑된 지도 공간 중 지형이 존재하는 부분에 육각 타일을 생성하여 각 육각 타일 별로 속해 있는 인구 수를 적용한다.
- [0085] 또한, 육각 타일 셀은, 셀 내부 색상, 셀 테두리 선 색상, 셀 내부 또는 외부로 가로지르는 화살표, 및 셀 높이 중 적어도 하나를 통해 전염병 확산 진행 정도를 표현하되, 화살표는 질병 확산 방향에 대응하고, 테두리 선 색상은 적용된 보호 정책에 대응하고, 셀 내부 색상은 해당 구역 내 질병 확산 위상 및 감염률에 대응하며, 셀의 높이는 해당 구역 내 감염자의 수에 대응한다.
- [0086] 참고로, 이러한 지리 정보 설정 과정은 앞서 도 3 및 도 4를 통해 설명한 방식과 동일하다.
- [0087] 그런 다음, 임의의 질병에 대해 제한된 구역에 대한 전파 및 확산을 표현하는 유행성 모델(epidemic model), 및 네트워크를 통한 복수의 구역에 대한 전파 및 확산을 표현하는 확산 모델(spreading model)을 모델링한다(S920).
- [0088] 앞서 도 2를 통해 설명한 바와 같이, 유행성 모델은, SIR 모델, SEIR 모델 및 MSEIR 모델 중 어느 하나를 사용하여 모델링될 수 있다.
- [0089] 또한, 확산 모델은 각 구역 별 인구 수, 감염자 수, 네트워크 정보 및 날씨 컨디션 정보에 기초하여 산출된 서로 연결된 구역 간 확산 확률에 따라 모델링되며, 확산 확률이 기설정된 임계값을 초과하면 질병이 확산되도록 모델링하되 확산되는 구역의 유행성 모델 상의 감염자 수를 증가시킬 수 있다. 참고로, 확산 모델은 앞서 설명한 수확식 3을 사용하여 산출된 확산 확률에 따라 모델링될 수 있다.
- [0090] 다음으로, 유행성 모델 및 확산 모델 중 어느 하나의 모델링 결과에 기초하여 시간에 따른 시뮬레이션 과정을 출력한다(S930).
- [0091] 그리고, 유행성 모델 및 확산 모델 중 어느 하나를 모델링한 결과에 대해 기설정된 하나 이상의 보호 정책을 적용하여 확산을 저지한 결과를 표현하는 보호 모델(Protection Model)을 모델링하여 시뮬레이션 결과를 출력할

수 있다(S940).

- [0092] 이때, 보호 정책은 격리 정책(Isolation plan) 및 백신 접종 정책(Vaccination plan) 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0093] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 전염병 확산 예측 모델링 방법은, 임의의 질병에 대한 실제 데이터에 기초하여 상기 유행성 모델 및 확산 모델 중 어느 하나에 따른 전염병 확산 과정 모델링을 수행하는 단계; 및 모델링의 결과에 기초하여 시간에 따른 시뮬레이션 과정을 출력하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이때, 전염병 확산 과정을 시뮬레이션한 결과와 유사하도록 상기 유행성 모델 및 확산 모델에 적용될 파라미터 값을 역추적하는 피팅 알고리즘을 처리한다.
- [0094] 한편, 이상에서 설명한 유행성 모델, 확산 모델 및 보호 모델의 모델링 및 시뮬레이션을 수행하는 과정은, 시각적 분석(visual analytics) 사용자 인터페이스를 통해 처리될 수 있다.
- [0095] 즉, 앞서 도 8에서와 같은 시각적 분석 사용자 인터페이스를 통해 시뮬레이션 모드, 네트워크 모드, 구역 그룹 모드 및 보호 모드 중 어느 하나를 선택할 수 있도록 하고, 선택된 모드에 대해 기설정된 복수의 정보를 표시하고, 시뮬레이션 모드 선택 시 유행성 모델, 확산 모델 및 보호 모델의 모델링에 따른 시뮬레이션 결과를 표시하며, 진행된 시뮬레이션에 따른 감염도를 그래프로 표현하고, 사전에 시뮬레이션이 진행된 상기 그래프들을 누적 저장한 결과에 기반하여 각 시뮬레이션 결과를 비교 분석할 수 있는 자료를 출력하되, 현재 시뮬레이션에 대해 기설정된 텍스트 정보를 출력할 수 있다.
- [0096] 이상에서 설명한 본 발명의 실시예에 따른 전염병 확산 예측 모델링 방법은, 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 이러한 기록 매체는 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함하며, 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체를 포함하며, 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다.
- [0097] 진술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 조사 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0098] 또한, 본 발명의 방법 및 시스템은 특정 실시예와 관련하여 설명되었지만, 그것들의 구성 요소 또는 동작의 일부 또는 전부는 범용 하드웨어 아키텍처를 갖는 컴퓨터 시스템을 사용하여 구현될 수도 있다.
- [0099] 본 발명의 범위는 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

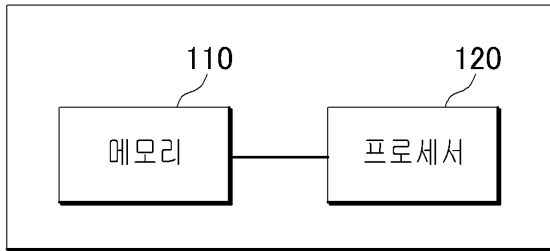
부호의 설명

- [0100] 100: 전염병 확산 예측 모델링 장치
- 110: 메모리
- 120: 프로세서

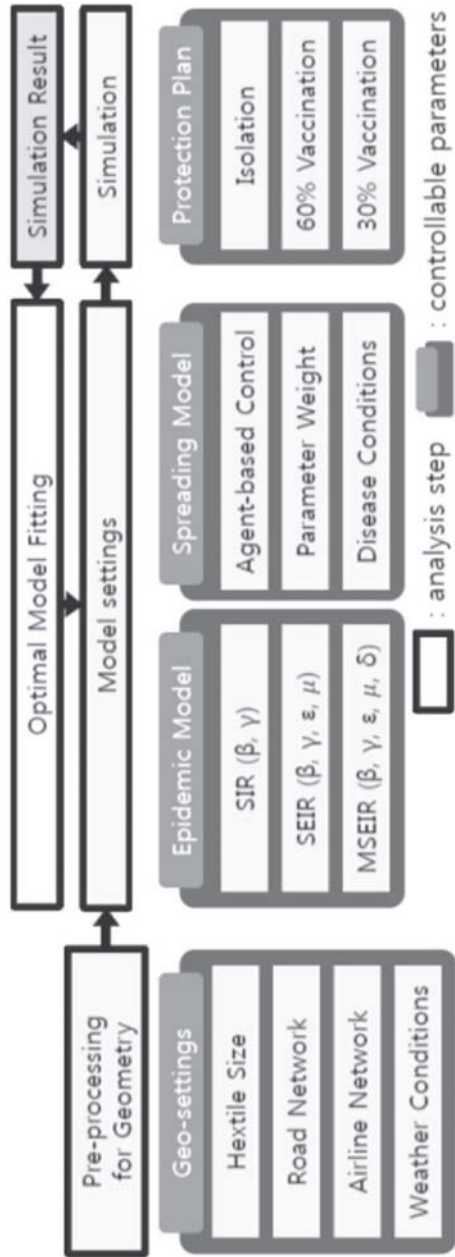
도면

도면1

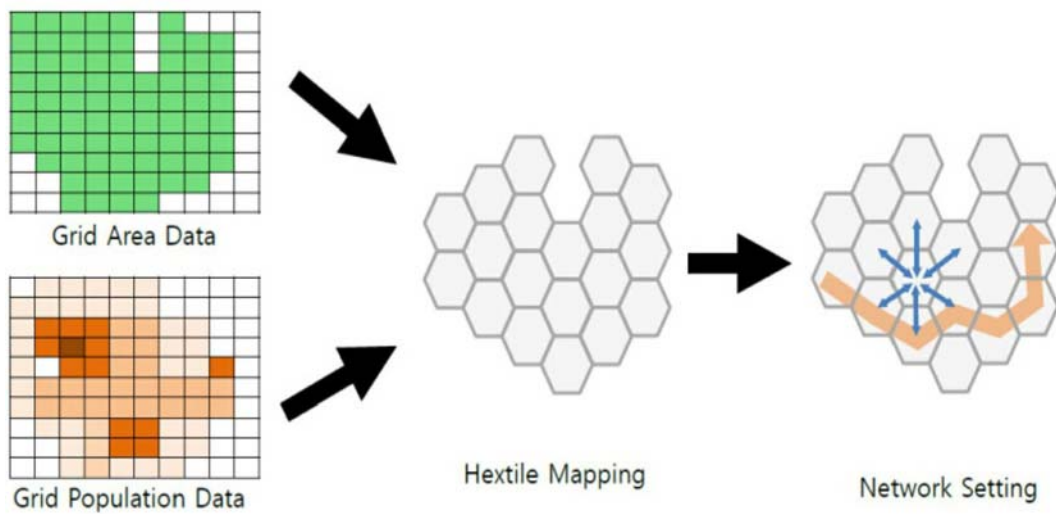
100



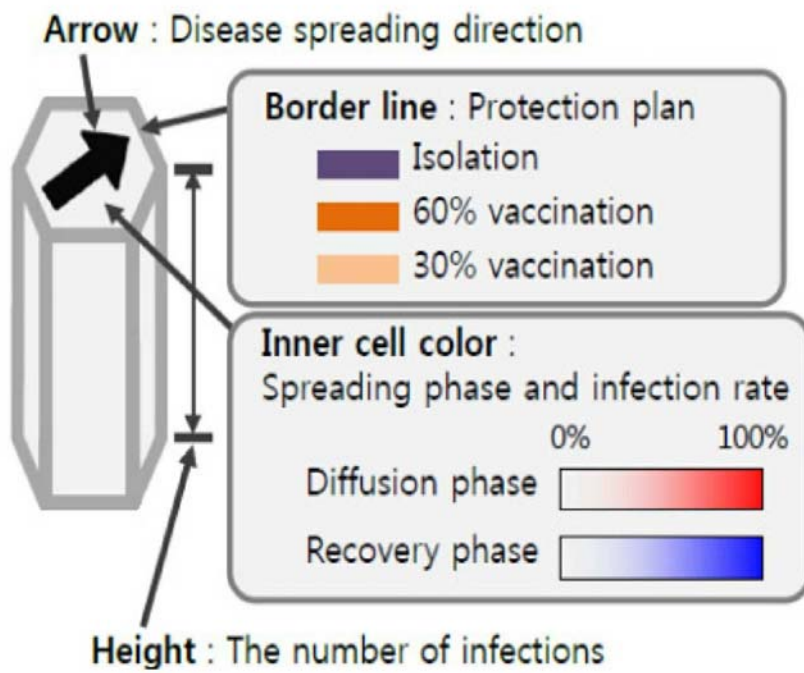
도면2



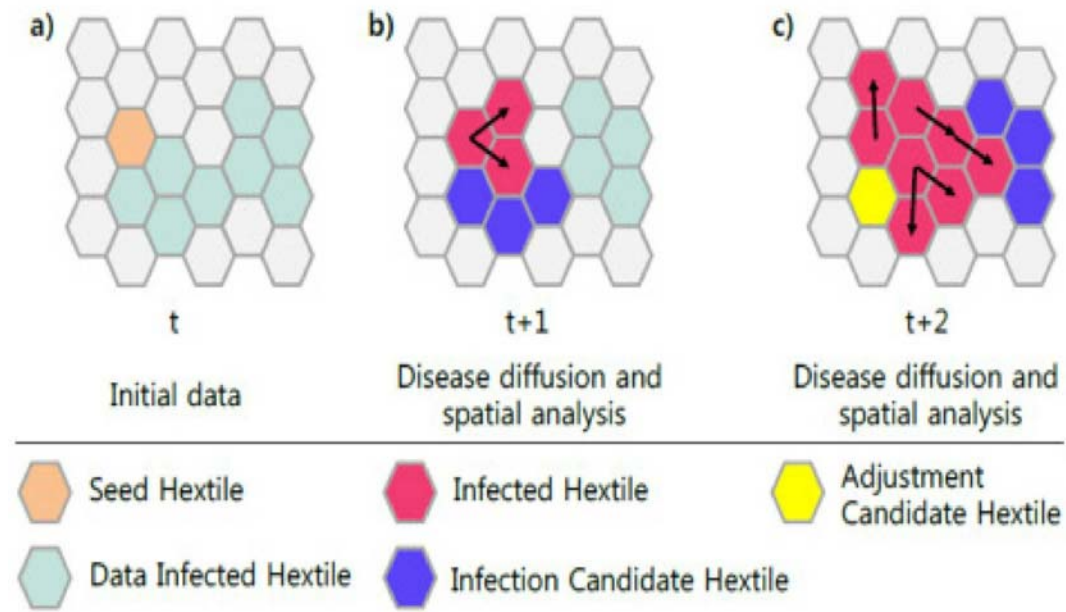
도면3



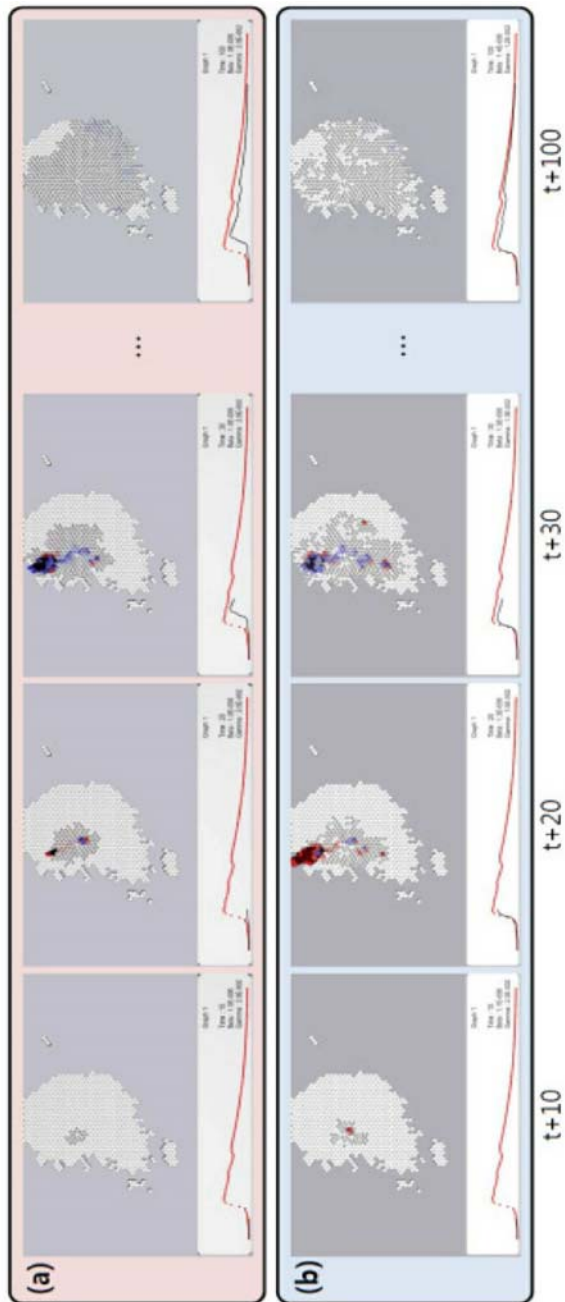
도면4



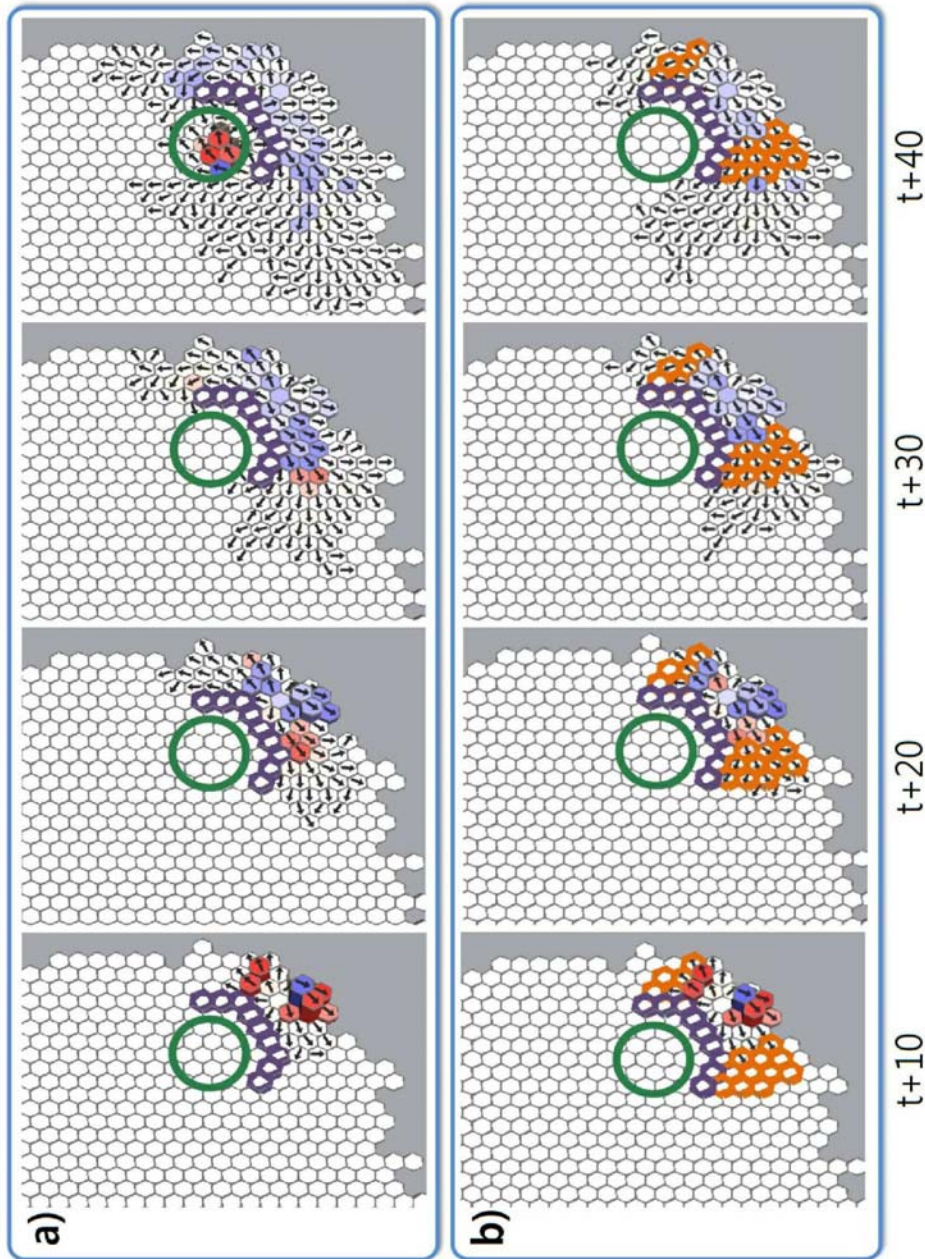
도면5



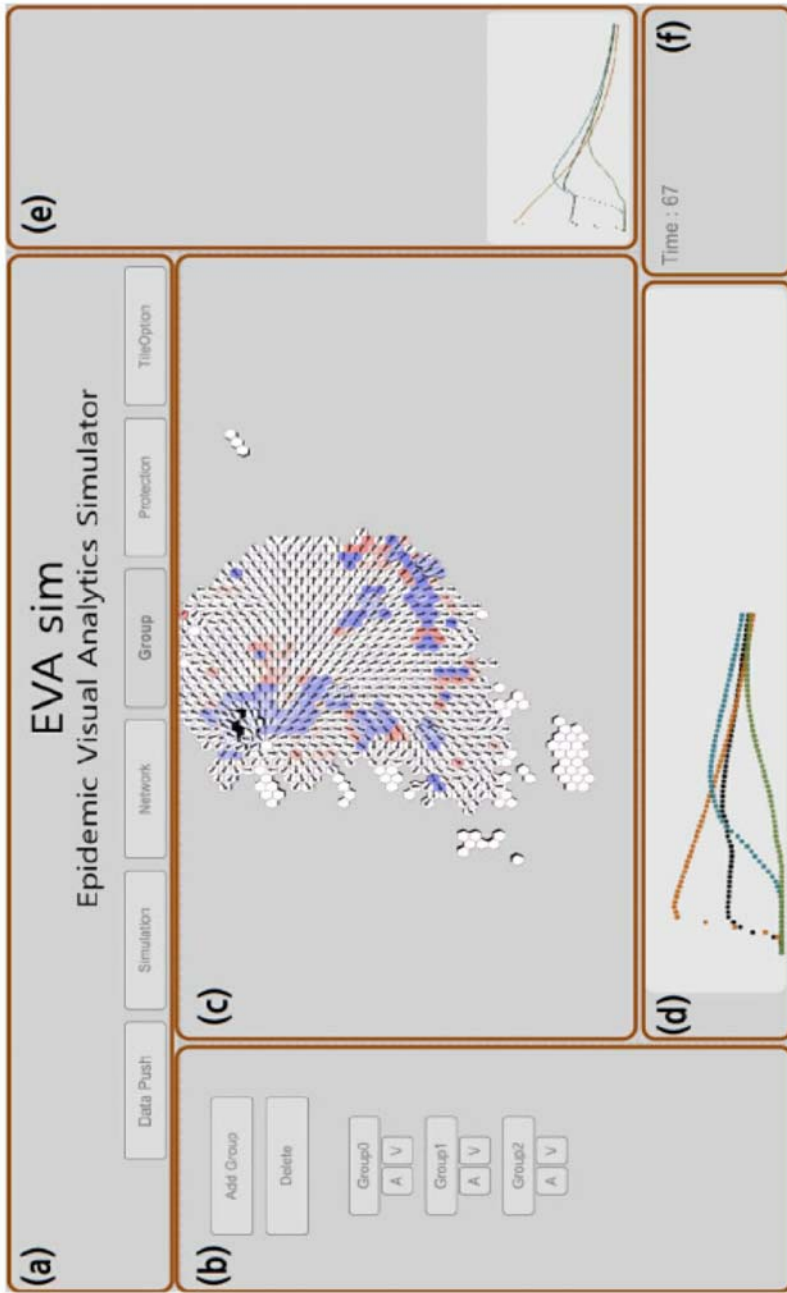
도면6



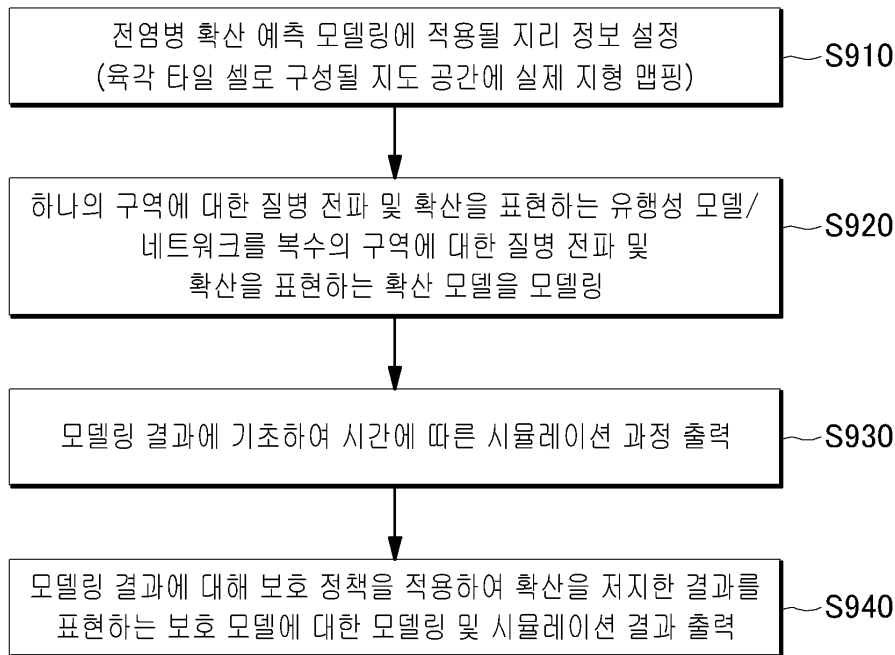
도면7



도면8



도면9



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 7

【변경전】

전염성 확산 과정을 시뮬레이션하되

【변경후】

전염병 확산 과정을 시뮬레이션하되