



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0049213
(43) 공개일자 2022년04월21일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05B 47/115 (2020.01) F21S 8/08 (2006.01)
G06N 3/08 (2006.01) G06T 7/20 (2017.01)
G06T 7/246 (2017.01) F21W 131/103 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H05B 47/115 (2022.01)
F21S 8/085 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2020-0132563
(22) 출원일자 2020년10월14일
심사청구일자 2020년10월14일</p> | <p>(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)</p> <p>(72) 발명자
김태연
광주광역시 북구 첨단연신로 217 첨단2지구중흥에스클래스 113동 930호
배상현
광주광역시 남구 효우로 332-11 효천2지구중흥S-클래스아파트 102동 1705호
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
특허법인지원</p> |
|---|---|

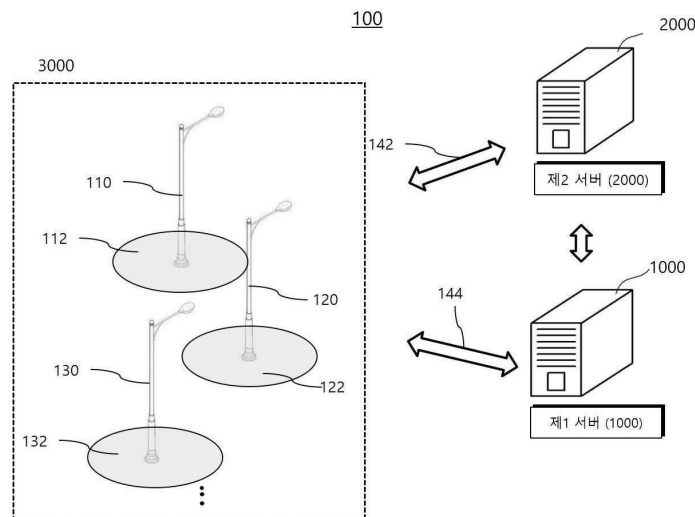
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 스마트 가로등 제어 시스템 및 이의 동작 방법

(57) 요약

본 개시는 스마트 가로등 시스템의 동작 방법 및 이를 수행하는 스마트 가로등 시스템에 관한 것이다. 일 실시예에 의하면, 스마트 가로등 시스템의 동작 방법은 적어도 하나의 게이트 웨이를 통하여, 미리 설정된 그룹으로 그룹화된 가로등으로부터 모션 감지 정보를 획득하는 단계; 상기 모션 감지 정보에 기초하여 상기 가로등에 인접한 보행자의 위치에 따른 보행 추적 벡터를 생성하는 단계; 상기 생성된 보행 추적 벡터를 기 설정된 시간 단위로 분할함으로써 모션 벡터를 생성하는 단계; 미리 설정된 데이터 예측 모델을 이용하여 상기 모션 벡터를 분석함으로써 상기 보행자의 경로를 예측하는 단계; 및 상기 예측된 보행자의 경로에 기초하여 상기 가로등을 제어하는 단계;를 포함할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

G06N 3/08 (2013.01)
G06T 7/20 (2013.01)
G06T 7/251 (2017.01)
F21W 2131/103 (2013.01)
G06T 2207/20081 (2013.01)
G06T 2207/20084 (2013.01)

(72) 발명자

김성환

광주광역시 북구 설죽로 560, 금호타운 104동 140
9호

박인수

광주광역시 남구 효우로 332-11 효천2지구중흥S-클
래스아파트 102동 1802호

이재철

광주광역시 남구 봉선중앙로124번길 8 대신아파트
A동 501호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711102852
과제번호	20170001370041001
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원(IITP)
연구사업명	SW중심대학 지원사업
연구과제명	SW중심대학 지원사업
기 여 율	1/1
과제수행기관명	조선대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

스마트 가로등 시스템의 동작 방법에 있어서,

적어도 하나의 게이트웨이를 통하여, 미리 설정된 그룹으로 그룹화된 가로등으로부터 모션 감지 정보를 획득하는 단계;

상기 모션 감지 정보에 기초하여 상기 가로등에 인접한 보행자의 위치에 따른 보행 추적 벡터를 생성하는 단계;

상기 생성된 보행 추적 벡터를 기 설정된 시간 단위로 분할함으로써 모션 벡터를 생성하는 단계;

미리 설정된 데이터 예측 모델을 이용하여 상기 모션 벡터를 분석함으로써 상기 보행자의 경로를 예측하는 단계; 및

상기 예측된 보행자의 경로에 기초하여 상기 가로등을 제어하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 방법은

상기 생성된 모션 벡터를 분석함으로써 상기 보행자의 움직임 분석하는 단계; 및

상기 보행자의 움직임 분석 결과 및 상기 모션 벡터를 상기 미리 설정된 데이터 예측 모델을 이용하여 분석함으로써 상기 보행자의 경로를 예측하는 단계; 를 더 포함하는, 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 모션 감지 정보를 획득하는 단계는

상기 그룹화된 가로등 각각에 포함된 모션 센서를 이용하여 상기 가로등 각각에 대하여 중첩하여 설정된 감지 범위를 감지하는 단계; 및

상기 감지 범위 내에 상기 보행자를 감지한 모션 센서를 포함하는 가로등으로부터 상기 모션 감지 정보를 획득하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 보행 추적 벡터를 생성하는 단계는

상기 모션 감지 정보를 이용하여 상기 보행자의 위치를 식별하는 단계; 및

상기 식별된 보행자의 위치를 기초로 상기 보행 추적 벡터를 생성하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 보행 추적 벡터를 생성하는 단계는

미리 설정된 가우시안 혼합 모델을 통해 상기 가로등 주변의 배경 영상을 모델링하는 단계;

상기 모델링된 배경 영상으로부터 적응적 차영상을 생성하는 단계;

상기 생성된 적응적 차영상 내 픽셀 값에 기초하여 보행자를 검출하는 단계;

상기 검출된 보행자의 이동 위치를 누적하여 식별하는 단계; 및

상기 누적하여 식별된 보행자의 이동 위치를 보행 추적 벡터로 생성하는 단계; 를 더 포함하는, 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 모션 벡터를 생성하는 단계는

상기 보행 추적 벡터를 상기 기 설정된 시간 단위로 분할하는 단계; 및

상기 기 설정된 시간 단위로 분할된 보행 추적 벡터에 대하여 소정의 모션 벡터 추출 함수를 적용함으로써 모션 벡터를 생성하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 7

제2항에 있어서, 상기 보행자의 경로를 예측하는 단계는

상기 모션 벡터를 전처리함으로써 소정의 보간(interpolation) 데이터 구조를 결정하는 단계;

상기 결정된 보간 데이터 구조에 따라, 상기 모션 벡터로부터 상기 보행자의 경로를 예측하기 위한 복수의 데이터 예측 모델을 결정하는 단계;

상기 복수의 데이터 예측 모델 중, 상기 모션 벡터의 데이터 속성에 기초하여 상기 모션 벡터에 매칭될 하나의 예측 모델을 결정하기 위한 규칙 테이블을 결정하는 단계;

상기 결정된 규칙 테이블에 기초하여 복수의 데이터 예측 모델 중 하나의 예측 모델을 선택하는 단계; 및

상기 선택된 예측 모델에 상기 모션 벡터를 입력함으로써 상기 보행자의 경로를 예측하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 복수의 데이터 예측 모델을 결정하는 단계는

타겟 시점 이전의 시점에 대해, 상기 보간 데이터 구조에 따른 미리 설정된 수의 보간 데이터 값들을 예측하고, 상기 예측된 보간 데이터 값들에 기초하여, 상기 타겟 시점의 데이터 값을 예측하는 퍼지 예측 모델을 포함하는 제1 데이터 예측 모델을 결정하는 단계; 및

상기 퍼지 예측 모델과 병렬적으로 배치되는 미리 학습된 신경망 모델 및 상기 퍼지 예측 모델을 포함하는 제2 데이터 예측 모델을 결정하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 규칙 테이블을 결정하는 단계는

상기 모션 벡터의 데이터 속성 값들을 군집화하고, 상기 군집화된 데이터 속성 값들을 군집 중심을 경계로 4종류의 레벨로 분류하는 단계;

상기 분류된 4종류의 레벨에 따라 상기 모션 벡터 데이터 속성 값들을 조정함으로써 상기 모션 벡터의 데이터 속성 벡터를 결정하는 단계; 및

상기 복수의 데이터 예측 모델 중 하나의 예측 모델을 상기 데이터 속성 벡터에 매칭함으로써 상기 규칙 테이블을 결정하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 가로등을 제어하는 단계는

상기 예측된 보행자의 경로가 상기 그룹화된 가로등 각각의 고유한 감지 범위에 속하는지 또는 상기 그룹화된 가로등 사이에 형성되는 중첩된 감지 범위에 속하는지 여부를 식별하는 단계; 및

상기 예측된 보행자의 경로가 상기 고유한 감지 범위에 속하는 경우, 제1 밝기에 따라, 상기 고유한 감지 범위를 가지는 가로등의 밝기를 제어하는 단계; 및

상기 예측된 보행자의 경로가 상기 중첩된 감지 범위에 속하는 경우, 제2 밝기에 따라, 상기 중첩된 감지 범위를 가지는 가로등들의 밝기를 제어하는 단계; 를 포함하는, 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 그룹화된 가로등은

상기 예측된 보행자의 경로에 하나 이상의 가로등이 매칭되는 경우, 상기 매칭된 하나 이상의 가로등의 제어는

소프트 핸드 오프 방식에 따라 제어되는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 12

스마트 가로등 시스템에 있어서,

미리 설정된 감지 범위 내 보행자를 감지함으로써 모션 감지 정보를 획득하는 적어도 하나의 가로등; 및

상기 적어도 하나의 가로등으로부터 획득된 모션 감지 정보에 기초하여, 상기 적어도 하나의 가로등에 인접한 보행자의 위치에 따른 보행 추적 백터를 생성하고, 상기 생성된 보행 추적 백터를 미리 설정된 시간 단위로 분할함으로써 모션 백터를 생성하며, 미리 설정된 데이터 예측 모델을 이용하여 상기 모션 백터를 분석함으로써 상기 보행자의 경로를 예측하고, 상기 예측된 보행자의 경로에 기초하여 상기 가로등을 제어하는 제1 서버; 를 포함하는, 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 시스템은

상기 적어도 하나의 가로등 또는 상기 제1 서버와 연결되고, 상기 적어도 하나의 가로등에 인접한 주차 미터, 신호등과 같은 교통 관리 장치들을 제어하는 제2 서버; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 시스템은

상기 적어도 하나의 가로등을 그룹화하고, 상기 그룹화된 적어도 하나의 가로등을 그룹 별로 제어하기 위한 게이트 웨이; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 15

제12항에 있어서, 상기 적어도 하나의 가로등은

메쉬 형태의 네트워크로 구성되고, 상기 적어도 하나의 가로등의 각각의 감지 범위의 일부는 서로 중첩되는 것을 특징으로 하는, 시스템.

청구항 16

제12항에 있어서, 상기 적어도 하나의 가로등은

상기 미리 설정된 감지 범위 내 보행자를 감지하기 위한 센서부;

적어도 하나의 광원을 포함하는 광원부;

상기 적어도 하나의 광원에 전원을 공급하기 위한 스위칭 모드 전원 공급부(SMPS) 및

상기 제1 서버로부터 상기 광원부에 대한 제어 신호를 송수신하는 네트워크 인터페이스; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 시스템.

청구항 17

제12항에 있어서, 상기 제1 서버는

상기 적어도 하나의 가로등과 통신하기 위한 네트워크 인터페이스;

하나 이상의 인스트럭션을 저장하는 데이터 베이스; 및

상기 하나 이상의 인스트럭션을 실행함으로써, 상기 모션 감지 정보를 획득하도록 상기 네트워크 인터페이스를 제어하고, 상기 모션 감지 정보에 기초하여 상기 보행 추적 백터 및 상기 모션 백터를 생성하며, 미리 설정된 데이터 예측 모델을 이용하여 모션 백터를 분석함으로써 상기 보행자의 경로를 예측하고, 상기 예측된 보행자의 경로에 기초하여 상기 적어도 하나의 가로등을 제어하기 위한 제어 신호를 생성하는 프로세서; 를 포함하는 것을 특징으로 하는, 시스템.

청구항 18

스마트 가로등 시스템의 동작 방법에 있어서,

적어도 하나의 게이트웨이를 통하여, 미리 설정된 그룹으로 그룹화된 가로등으로부터 모션 감지 정보를 획득하는 단계;

상기 모션 감지 정보에 기초하여 상기 가로등에 인접한 보행자의 위치에 따른 보행 추적 벡터를 생성하는 단계;

상기 생성된 보행 추적 벡터를 기 설정된 시간 단위로 분할함으로써 모션 벡터를 생성하는 단계;

미리 설정된 데이터 예측 모델을 이용하여 상기 모션 벡터를 분석함으로써 상기 보행자의 경로를 예측하는 단계; 및

상기 예측된 보행자의 경로에 기초하여 상기 가로등을 제어하는 단계; 를 포함하는, 방법을 수행하도록 하는 프로그램이 저장된 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 가로등 제어 시스템 및 이의 동작 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는 보행자의 위치에 기초하여 가로등을 제어하기 위한 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 가로등의 목적은 보행자와 운전자의 시각 능력을 주간과 동일하게 유지하여 교통 안전, 범죄 방지, 도로이용자의 불안감 해소와 피로 경감 및 도로 이용의 효율성 향상을 위한 것이다. 또한, 가로등은 도시 에너지 예산의 상당 부분을 소비하기 때문에 스마트 시티 분야에서 스마트 가로등 기술의 개발은 에너지 및 운용비용 절감과 보행자의 편의성 향상을 위한 필수 기술이다.

[0003] 일 실시 예에 의하면, 스마트 가로등은 기존의 가로등에 센서 및 네트워크 장치를 추가함으로써 관리자가 인터넷을 통해 가로등 주변의 밝기, 차량 및 사람의 움직임 등에 따라 가로등을 효과적으로 제어할 수 있는 가로등을 의미한다.

[0004] 하지만 기존의 스마트 가로등은 부착된 센서를 통해 보행자가 지나가는 것이 감지되는 경우에만 가로등이 작동되기 때문에 항상 모든 가로등이 켜져 있는 기존 가로등 환경과 다르게 미리 보행자의 이동 경로를 밝혀 주지 못하는 한계가 있다.

[0005] 따라서, 기존 가로등의 기능을 충족하면서 소비 전력의 감축과 함께 보행자의 과거 이동 방향 정보를 통한 예측된 이동 경로에 기초하여 보행자 편의성을 향상시킬 수 있는 스마트 가로등 기술에 대한 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제2127080호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 일 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템의 동작 방법 및 이를 수행하는 스마트 가로등 시스템이 제공될 수 있다.

[0008] 또한, 일 실시 예에 의하면, 보행자 예측 경로에 기초하여 스마트 가로등을 제어하기 위한 스마트 가로등 시스템 및 이의 동작 방법이 제공될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 일 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템의 동작

방법은 적어도 하나의 게이트웨이를 통하여, 미리 설정된 그룹으로 그룹화된 가로등으로부터 모션 감지 정보를 획득하는 단계; 상기 모션 감지 정보에 기초하여 상기 가로등에 인접한 보행자의 위치에 따른 보행 추적 벡터를 생성하는 단계; 상기 생성된 보행 추적 벡터를 기 설정된 시간 단위로 분할함으로써 모션 벡터를 생성하는 단계; 미리 설정된 데이터 예측 모델을 이용하여 상기 모션 벡터를 분석함으로써 상기 보행자의 경로를 예측하는 단계; 및

[0010] 상기 예측된 보행자의 경로에 기초하여 상기 가로등을 제어하는 단계; 를 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 또 다른 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템은 미리 설정된 감지 범위 내 보행자를 감지함으로써 모션 감지 정보를 획득하는 적어도 하나의 가로등; 및 상기 적어도 하나의 가로등으로부터 획득된 모션 감지 정보에 기초하여, 상기 적어도 하나의 가로등에 인접한 보행자의 위치에 따른 보행 추적 벡터를 생성하고, 상기 생성된 보행 추적 벡터를 미리 설정된 시간 단위로 분할함으로써 모션 벡터를 생성하며, 미리 설정된 데이터 예측 모델을 이용하여 상기 모션 벡터를 분석함으로써 상기 보행자의 경로를 예측하고, 상기 예측된 보행자의 경로에 기초하여 상기 가로등을 제어하는 제1 서버; 를 포함할 수 있다.

[0012] 또 다른 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템의 동작 방법에 있어서, 적어도 하나의 게이트 웨이를 통하여, 미리 설정된 그룹으로 그룹화된 가로등으로부터 모션 감지 정보를 획득하는 단계; 상기 모션 감지 정보에 기초하여 상기 가로등에 인접한 보행자의 위치에 따른 보행 추적 벡터를 생성하는 단계; 상기 생성된 보행 추적 벡터를 기 설정된 시간 단위로 분할함으로써 모션 벡터를 생성하는 단계; 미리 설정된 데이터 예측 모델을 이용하여 상기 모션 벡터를 분석함으로써 상기 보행자의 경로를 예측하는 단계; 및 상기 예측된 보행자의 경로에 기초하여 상기 가로등을 제어하는 단계; 를 포함하는, 방법을 수행하도록 하는 프로그램이 저장된 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체가 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0013] 일 실시 예에 의하면 보행자 예측 경로에 기초하여 가로등을 제어함으로써 가로등 동작에 필요한 에너지 비용을 감소시킬 수 있다.

[0014] 또한, 일 실시 예에 의하면, 보행자 예측 경로에 기초하여 가로등을 제어함으로써 보행자의 편의성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 일 실시 예에 따라 스마트 가로등 시스템이 스마트 가로등을 제어하는 동작을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 2는 일 실시 예에 따른 스마트 가로등 시스템의 동작 방법의 흐름도이다.

도 3은 일 실시 예에 따른 보행 추적 벡터를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 일 실시 예에 따른 보행자 움직임에 기초하여 가로등을 제어하는 방법을 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 일 실시 예에 따른 스마트 가로등 시스템의 동작 방법이 중앙처리장치(CPU) 및 그래픽 처리장치(GPU)에 의해 수행되는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 일 실시 예에 따른 보행자의 움직임을 분석하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 또 다른 실시 예에 따른 보행자의 움직임을 분석하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 일 실시 예에 따른 신경망 예측 모델을 이용한 분석 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 일 실시 예에 따른 제1 서버의 블록도이다.

도 10은 일 실시 예에 따른 가로등의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 개시에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.

- [0017] 본 개시에서 사용되는 용어는 본 개시에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 개시에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 개시의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0018] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0019] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 개시의 실시 예에 대하여 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 개시는 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 개시를 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0020] 도 1은 일 실시 예에 따라 스마트 가로등 시스템이 스마트 가로등을 제어하는 동작을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0021] 일 실시 예에 의하면 스마트 가로등 시스템(100)은 제1 서버(1000), 제2 서버(2000) 및 스마트 가로등 그룹(3000)을 포함할 수 있다. 그러나 상술한 구성에 한정되는 것은 아니며, 스마트 가로등 시스템(100)은 적어도 하나의 가로등을 제어하기 위한 더 많은 구성을 포함할 수도 있고, 도 1에 도시된 구성 요소 보다 더 적은 구성 요소를 포함할 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템(100)은 제2 서버(2000)를 포함하지 않고, 제1 서버(1000)만을 이용하여 가로등 그룹(3000)을 제어할 수도 있다.
- [0022] 일 실시 예에 의하면 가로등 그룹(3000)은 가로등(110), 가로등(120) 및 가로등(130)을 포함할 수 있다. 그러나 이에 한정되는 것은 아니며 가로등 그룹(3000)은 더 많은 수의 가로등을 포함할 수 있음은 물론이며, 더 적은 수의 가로등을 포함할 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 가로등 그룹(3000)은 게이트 웨이 단위로 분류되는 적어도 하나의 단위 그룹으로 분류될 수 있고, 게이트 웨이 단위 그룹 별로 제어될 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 하나의 게이트 웨이에는 약 200여개의 가로등이 매칭될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 게이트 웨이(144)는 가로등 그룹과 지그비 통신을 통하여 양방향으로 연결될 수도 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0023] 일 실시 예에 의하면, 제1 서버(1000)는 게이트웨이(144)를 통하여, 게이트 웨이(144)를 통하여 관리되는 가로등 그룹(3000)에 액세스할 수 있고, 게이트 웨이(144)를 통하여 모션 감지 정보를 획득하거나, 게이트 웨이(144)를 통하여 제어 정보를 가로등으로 전송할 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 제1 서버(1000)는 게이트 웨이(144)와 CDMA 통신을 통해 연결될 수 있다.
- [0024] 일 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템(100)은 미리 설정된 감지 범위(112, 122, 132)를 가지는 각각의 가로등(110, 120, 130)으로부터 모션 감지 정보를 획득하고, 모션 감지 정보에 기초하여 보행자의 위치를 식별하며, 식별된 보행자의 위치에 따른 보행자 경로를 예측할 수 있다. 스마트 가로등 시스템(100)은 예측된 보행자의 경로에 기초하여 가로등을 제어함으로써 에너지 소비 효율성 및 보행자 편의성을 향상시킬 수 있다.
- [0025] 또한, 일 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템(100)은 가로등 주변의 스마트 주차 미터, 신호등과 같은 교통 관리 장치를 제어할 수 있는 제2 서버(2000)를 더 포함할 수 있고, 제1 서버(1000) 및 가로등 그룹(3000)은 제2 서버(2000)와 서로 연결될 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 제2 서버(2000)는 제1 서버(1000)가 가로등 그룹(3000)과 연결되는 다른 네트워크 장치(142)를 통하여 가로등 그룹(3000)에 연결될 수도 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 가로등 그룹(3000)내 적어도 하나의 가로등은 각종 통신 장애물로 인한 통신 불안정성을 극복하기 위해 메시 형태의 네트워크를 통하여 서로 통신 연결될 수 있다.
- [0026] 보다 상세하게는, 일 실시 예에 따른 제1 서버(1000)는 게이트 웨이(144)를 통하여 미리 설정된 그룹으로 그룹화된 가로등 중 적어도 하나로부터 모션 감지 정보를 획득할 수 있다. 제1 서버(1000)는 모션 감지 정보에 기초하여 보행자 위치에 따른 보행 추적 벡터를 생성하고, 생성된 보행 추적 벡터를 미리 설정된 시간 단위로 분할함으로써 모션 벡터를 생성하며, 생성된 모션 벡터를 분석함으로써 보행자의 경로를 예측하고, 예측된 보행자의 경로에 따른 가로등을 제어할 수 있다.

- [0027] 또한, 일 실시 예에 의하면, 제1 서버(1000), 제2 서버(2000) 및 가로등 그룹(3000)이 서로 통신 연결되기 위한 네트워크는 근거리 통신망(Local Area Network; LAN), 광역 통신망(Wide Area Network; WAN), 부가가치 통신망(Value Added Network; VAN), 이동 통신망(mobile radio communication network), 위성 통신망 및 이들의 상호 조합을 포함하며, 도 1에 도시된 각 네트워크 구성 주체가 서로 원활하게 통신을 할 수 있도록 하는 포괄적인 의미의 데이터 통신망이며, 유선 인터넷, 무선 인터넷 및 모바일 무선 통신망을 포함할 수 있다. 또한, 제1 서버(1000) 및 제2 서버(2000)는 상호간 또는 가로등 그룹(3000)과 통신 연결됨으로써 데이터를 송수신할 수 있는 기타 컴퓨팅 장치를 포함할 수 있다.
- [0028] 도 2는 일 실시 예에 따른 스마트 가로등 시스템의 동작 방법의 흐름도이다.
- [0029] S210에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 적어도 하나의 게이트 웨이를 통하여 미리 설정된 그룹으로 그룹화된 가로등으로부터 모션 감지 정보를 획득할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 모션 감지 정보는 가로등의 위치를 기준으로 한 보행자의 위치 정보(예컨대 좌표 정보), 상기 보행자의 위치 정보가 기록된 시간에 대한 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 예를 들어, 가로등 각각은 모션 감지 센서를 포함할 수 있고, 각각의 가로등에 대해서는 모션 감지 범위가 미리 설정될 수 있다. 각각의 가로등은 모션 감지 범위 내 보행자 또는 다른 객체를 감지하고, 모션 감지 정보를 획득하며, 획득된 감지 정보를 게이트 웨이로 전달할 수 있다. 가로등으로부터 모션 감지 정보를 획득한 게이트 웨이는 획득한 모션 감지 정보를 제1 서버로 전송할 수 있다.
- [0030] 또한, 일 실시 예에 의하면 스마트 가로등 시스템(100)은 그룹화된 가로등 각각에 포함된 모션 센서를 이용하여 상기 가로등 각각에 대하여 중첩하여 설정된 중첩 감지 범위로부터 모션 감지 정보를 획득할 수도 있고, 각각의 가로등의 감지 범위가 중첩되지 않는 고유 감지 범위로부터 모션 감지 정보를 획득할 수도 있다.
- [0031] S220에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 모션 감지 정보에 기초하여 가로등에 인접한 보행자의 위치에 따른 보행 추적 벡터를 생성할 수 있다. 예를 들어, 스마트 가로등 시스템(100)은 상기 모션 감지 정보를 이용하여 상기 보행자의 위치를 식별하고, 식별된 보행자의 위치를 기초로 보행 추적 벡터를 생성할 수 있다.
- [0032] 또 다른 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템(100)은 미리 설정된 가우시안 혼합 모델을 통해 상기 가로등 주변의 배경 영상을 모델링하고, 상기 모델링된 배경 영상으로부터 적응적 차영상을 생성하며, 상기 생성된 적응적 차영상 내 픽셀 값에 기초하여 보행자를 검출하고, 상기 검출된 보행자의 이동 위치를 누적하여 식별하고, 상기 누적하여 식별된 보행자의 이동 위치를 보행 추적 벡터로 생성할 수도 있다.
- [0033] S230에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 생성된 보행 추적 벡터를 미리 설정된 시간 단위로 분할함으로써 모션 벡터를 생성할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템(100)은 사용자의 평균 걷기 속도에 기초하여 시간 단위를 결정하고, 결정된 시간 단위에 기초하여 보행 추적 벡터를 분할함으로써 모션 벡터를 생성할 수도 있다.
- [0034] 또 다른 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템(100)은 시간 단위로 분할된 보행 추적 벡터에 대하여 하기 표에 따른 모션 벡터 추출 함수를 적용함으로써 모션 벡터를 생성할 수도 있다.

표 1

```
simpleme_epzs_motion_search(s, 0, &mx, &my, P,
pred_x, pred_y, rel_xmin, rel_ymin, rel_xmax,
rel_ymax, s->p_mv_table, (1<<16)>>shift, mv_penalty);
```

- [0035]
- [0036] 상기 표 1은 모션 벡터 추출을 위한 모션 벡터 추출 함수를 정의한다. 일 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템이 이용하는 모션 벡터 추출함수는 표1에 따른 (Enhanced Predictive Zonal Search) EPZS 추출 함수를 포함할 수 있다. EPZS 추출함수는 PMVFAST와 APDZS의 향상된 알고리즘으로써, 효율적으로 선택된 초기 정지 표준을 사용하여 예측점들의 부가적 설정을 통해 모션 벡터를 효과적으로 추출할 수 있다. 또한, 상술한 표 1에 따른 모션 벡터 추출함수가 저장되는 변수는 이중 배열 형태로 나타낼 수 있고, 하기 수학식 1과 같이 정의될 수 있다.

수학식 1

$$psMV_z = \sqrt{MV_X^2 + MV_Y^2}$$

[0037]

[0038]

상기 수학식 1에서, psMV_z는 모션벡터가 저장되는 변수이고, MV_x, MV_y는 모션 벡터의 X 및 Y방향의 성분을 각각 나타낼 수 있다.

[0039]

S240에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 미리 설정된 데이터 예측 모델을 이용하여 모션 벡터를 분석함으로써 보행자의 경로를 예측할 수 있다. 예를 들어, 스마트 가로등 시스템(100)은 보행자의 경로를 예측하기 위해, 퍼지 예측 시스템 또는 신경망 예측 시스템 중 적어도 하나를 이용하여 제1 데이터 예측 모델 또는 제2 데이터 예측 모델 중 적어도 하나를 생성할 수 있다. 스마트 가로등 시스템(100)은 현재 관측된 모션 벡터의 데이터 속성에 기초하여, 모션 벡터에 매칭될 데이터 예측 모델을 결정하기 위한 규칙 테이블을 참조하여, 복수의 데이터 예측 모델들 중 하나의 데이터 예측 모델을 선택하고, 선택된 데이터 예측 모델을 이용하여 보행자의 경로를 예측할 수 있다.

[0040]

또한, 일 실시 예에 의하면 스마트 가로등 시스템(100)은 보행자 경로 예측의 정확도를 향상시키기 위해, 모션 벡터에 대한 데이터를 전처리할 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템(100)은 모션 벡터에 대한 전처리 방법으로써, 이동 평균(MA, Moving Average), 누적이동평균(IMA, Integrated Moving Average), 선형 보간법(Linear Interpolation) 등을 사용할 수 있다. 즉, 본 개시에 따른 스마트 가로등 시스템(100)은 적은 양의 학습 데이터를 이용하여 효과적으로 데이터 연산량을 줄임과 함께 적은 양의 학습 데이터를 보완하기 위한 수단으로, 선형 보간법(Linear Interpolation)을 사용할 수 있다.

[0041]

일 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템(100)은 현재 수신된 모션 벡터에 대해 선형 보간 법을 적용하고, 선형 보간법 적용에 따른 보간(interpolation) 데이터 구조를 결정할 수 있다. 예를 들어, 현재 수신된 데이터가 $x(1), x(2), \dots, x(t), \dots (N) (t=1 \dots N)$ 와 같이 주어지는 경우, 보간을 위해 사용될 데이터수가 L일 경우, 데이터 상호간의 보간 간격은 L+1개로 정의될 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템(100)은 데이터 상호간의 평균 값을 보간값으로 사용할 수 있으므로, 이 경우, 보간 데이터 m은 하기 수학식 2와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 2

$$m(t)l = \frac{1}{\Delta}(x(t) + x(t+1))$$

[0042]

[0043]

상기 수학식 2에서, $t=1 \dots N$ 이고, l은 1:L일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템(100)은 회귀 모형(AR)을 기반으로 하는 복수의 데이터 예측 모델을 사용할 수 있고, 이 경우 비교적 3개 입력에 대한 좋은 결과를 나타낼 수 있기 때문에, 모션 벡터에 대한 3개의 보간 데이터는 하기 수학식 3과 같이 정의될 수 있다.

수학식 3

$$m(t)l = \frac{1}{4}(x(t) + x(t+1))$$

[0044]

[0045]

즉, 상기 수학식 3에서 l은 1, 2, 3으로 정의될 수 있다. 상술한 수학식 1 내지 3에 따른 보간 데이터 구조가 결정되면, 스마트 가로등 시스템(100)은 결정된 보간 데이터 구조에 따른 소정의 데이터 예측 모델을 결정할 수 있다.

[0046]

일 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템(100)은 하기 수학식 4와 같은 퍼지 예측 시스템을 정의하고, 하기

수학식 4와 같은 퍼지 예측 시스템을 포함하는 제1 데이터 예측 모델을 생성할 수 있다.

수학식 4

$$\hat{D} = \begin{bmatrix} \hat{m}_{(1)1} & \hat{m}_{(1)2} & \hat{m}_{(1)3} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \hat{m}_{(t-1)1} & \hat{m}_{(t-1)2} & \hat{m}_{(t-1)3} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \hat{m}_{(N-1)1} & \hat{m}_{(N-1)2} & \hat{m}_{(N-1)3} \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} x_{(2)} \\ \vdots \\ x_{(t)} \\ \vdots \\ x_{(N)} \end{bmatrix}$$

상기 수학식 4에서, $\hat{D}$ 는 퍼지 예측 시스템을 포함하는 제1 데이터 예측 모델에서 예측한 타겟 시점(t) 이전의 시점에 대한 데이터 보간 값이고, Y는 이 입력들에 상응하는 실제 주어진 데이터 값들을 의미한다. 상기 수학식 4에 따른 데이터들은 하기 수학식 5와 같은 입,출력 데이터 구조로 변화될 수 있다.

수학식 5

$$R^j: \text{if } \hat{m}_{(t-1)1} \text{ is } F_1 \text{ and } \hat{m}_{(t-1)2} \text{ is } F_2 \text{ and } \hat{m}_{(t-1)3} \text{ is } F_3 \\ \text{then } x_{(t)} = a_0 + a_1 \hat{m}_{(t-1)1} + a_2 \hat{m}_{(t-1)2} + a_3 \hat{m}_{(t-1)3}$$

또한, 예측 입력을 기반으로 하는 퍼지 예측 시스템, 또는 상기 퍼지 예측 시스템을 포함하는 데이터 예측 모델의 출력은 하기 수학식 6과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 6

$$\hat{x}_{(t)} = \frac{\sum_{j=1}^M f^j \hat{x}_{(t)}^j}{\sum_{j=1}^M f^j} = \frac{\sum_{j=1}^M f^j (\hat{a}_0^j + \hat{a}_1^j \hat{m}_{(t-1)1} + \hat{a}_2^j \hat{m}_{(t-1)2} + \hat{a}_3^j \hat{m}_{(t-1)3})}{\sum_{j=1}^M f^j}$$

상기 수학식 6과 같이 나타나는 제1 데이터 예측 모델의 출력(예컨대 퍼지 예측 시스템의 출력)을 얻기 위한 규칙 기반과 모수들은 상술한 설계된 값들을 그대로 적용되고, 단 점화 강도만 입력 데이터 쌍에 따라 새롭게 갱신됨으로써 스마트 가로등 시스템의 연산의 복잡성을 효과적으로 줄일 수 있다.

상술한 바와 같이, 본 개시에 따른 스마트 가로등 시스템(100)은 타겟 시점(t) 이전의 시점에 대해 보간 데이터 구조에 따른 미리 설정된 수(예컨대 3개)의 보간 데이터 값들을 먼저 예측한 후, 예측된 보간 데이터 값들을 이용하여 타겟 시점(t)의 데이터 값을 예측하는 제1 데이터 예측 모델(예컨대 퍼지 예측 시스템)을 미리 저장할 수 있고, 제1 데이터 예측 모델을 이용하여 모션 벡터로부터 보행자의 경로를 효과 적으로 예측할 수 있다.

또 다른 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템은 퍼지 예측 시스템 및 상기 퍼지 예측 시스템과 병렬적으로 구성되는 신경망 예측 시스템을 포함하는 제2 데이터 예측 모델을 더 생성하고, 생성된 제1 데이터 예측 모델 또는 제2 데이터 예측 모델 중 적어도 하나를 이용하여, 보행자의 경로를 예측할 수도 있다. 스마트 가로등 시스템(100)이 신경망 예측 시스템을 이용하는 구체적인 방법은 후술하는 도 8을 참조하여 구체적으로 설명하기로 한다.

본 개시에 따른 스마트 가로등 시스템(100)은 상술한 제1 데이터 예측 모델 및 제2 데이터 예측 모델의 장점을 모두 활용하기 위해, 데이터 예측 모델 선정 기준을 미리 마련할 수 있다.

예를 들어, 스마트 가로등 시스템(100)은 러프 집합 이론을 이용하여 입력 데이터의 속성에 따라 예측을 수행할 데이터 예측 모델을 선택하고 구동할 수 있다. 본 개시에 따른 스마트 가로등 시스템(100)은 러프 집합 이론을

이용해 감축된 형태의 유효한 규칙 기반을 얻기 위해서, 조건부, 의사 결정부의 속성 및 속성값을 미리 정의할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 의사 결정 테이블의 조건부 속성에는 입력 모션 벡터의 데이터에 상응하는 3개의 속성이 부여되고, 의사 결정부의 속성에는 복수의 데이터 예측 모델의 결과들을 속성으로 사용할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 조건부 속성에 부여된 3개의 속성은 데이터 속성 벡터 형태로 구성될 수도 있다. 데이터로 주어지는 조건부 속성 값들의 변환을 위한 범위는 K-mean 군집화 기법으로 4개의 군집으로 분류되고, 각 군집에 포함되는 데이터들은 군집의 번호로 표시될 수 있다.

[0057] 이를 위해 탐색될 군집의 중심값들은 3개로 정의될 수 있고, 군집의 중심을 경계로 데이터를 분류하면 4종류의 분류군을 얻을 수 있다. 모든 데이터의 분류가 끝나면 첫번째 중심 값 보다 작은 범위에 포함된 데이터는 1로 속성 값이 변환되고, 첫번째 중심과 두번째 중심과 세번째 중심 사이의 범위에 위치한 입력 데이터들은 3의 속성 값, 그리고 세번째 중심 값 보다 큰 범위에 위치한 입력 데이터들은 4의 속성 값으로 변환될 수 있다. 또한, 불필요한 속성을 탐색하여 제거되고 남은 속성들 중 데이터 예측 모델 선택을 위해 꼭 필요한 속성을 이용하여 규칙을 표현함으로써 보다 적은 규칙으로 효과적인 데이터 예측 모델 선택이 가능할 수 있다. 상술한 과정에 따라, 데이터 예측 모델을 선택하기 위한 규칙 테이블은 하기 표2와 같이 나타낼 수 있다.

표 2

	Conditional attribute			Decision-making attribute
				Prediction system
1	2	2	2	FP
2		(3)	2	
3	3		(4)	
4	3	3		
5	4	2	3	
6	(1)		2	
7	(2)	3		NP
8	3	(2)		
9		4	(3)	

[0058]

[0059] 상기 표 2에서와 같이, 현재 관측된 모션 벡터의 입력 데이터의 집합의 조건부 속성의 첫번째 속성 값이 2이고, 두번째 속성 값이 3이면, 스마트 가로등 시스템(100)은 세번째 속성 값의 여부에 상관없이 규칙 7번에 의해 신경망 예측 모델(NP)(예컨대 제2 데이터 예측 모델)을 이용하여 모션 벡터 데이터로부터 보행자의 경로를 예측할 수 있다.

[0060] 본 개시에 따른 스마트 가로등 시스템(100)은 적어도 하나의 데이터 예측 모델을 선정하기 위한 기준으로써, 모션 벡터의 데이터 속성 값들을 군집화하고, 상기 군집화된 데이터 속성 값들을 군집 중심을 경계로 4종류의 레벨로 분류하며, 상기 분류된 4종류의 레벨에 따라 상기 모션 벡터 데이터 속성 값들을 조정함으로써 상기 모션 벡터의 데이터 속성 벡터를 결정할 수 있다.

[0061] 또한, 스마트 가로등 시스템(100)은 상술한 표 2에서 정의된 규칙 테이블을 참조하여, 상기 결정된 데이터 속성 벡터에 매칭되는 데이터 예측 모델을 식별하고, 식별된 데이터 예측 모델에 기초하여, 현재 관측된 모션 벡터를 분석함으로써 보행자의 경로를 예측할 수 있다.

[0062] S250에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 예측된 보행자의 경로에 기초하여 가로등을 제어할 수 있다. 스마트 가로등 시스템(100)이 예측된 보행자의 경로에 기초하여 가로등을 제어하는 방법은 후술하는 도 3 내지 도 4를 참조하여 구체적으로 설명하기로 한다. 또한, 일 실시 예에 의하면 상술한 S220 내지 S250은 스마트 가로등 시스템(100)내 제1 서버(1000)에 의해 수행될 수 있음은 물론이다.

[0063] 도 3은 일 실시 예에 따른 보행 추적 벡터를 설명하기 위한 도면이다.

[0064] 본 개시에 따른 스마트 가로등 시스템(100)은 가로등 내 모션 감지 센서(302)가 미리 설정된 모션 감지 범위(304)내 위치하는 보행자(308)의 모션을 감지함으로써 획득한 모션 감지 정보를 게이트 웨이로 전달하면, 게이트 웨이로부터 모션 감지 정보를 획득할 수 있다. 스마트 가로등 시스템(100)은 시간의 흐름에 따라 일련의 모션 감지 정보를 획득하고, 획득된 모션 감지 정보로부터 시간의 흐름에 따른 보행자의 위치를 누적하여 식별함

으로써 보행 추적 벡터(306)를 생성할 수 있다.

- [0065] 도 4는 일 실시 예에 따른 보행자 움직임에 기초하여 가로등을 제어하는 방법을 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.
- [0066] 본 개시에 따른 스마트 가로등 시스템(100)은, 예측된 보행자의 경로에 매칭되는 가로등을 소프트 핸드 오프 방식에 따라 제어할 수 있다. 예를 들어, 스마트 가로등 시스템(100)이 제어하는 가로등은 보행자가 인접한 다른 가로등의 감지 범위로 이동하는 경우에도 즉시 꺼지는 것이 아니라, 소정의 밝기 값에 따라 계속 동작함으로써 보행자의 이동에 따라 연속적으로 불을 밝힐 수 있게 된다.
- [0067] 예를 들어, 본 개시에 따른 스마트 가로등 시스템(100)은 예측된 보행자의 경로가 그룹화된 가로등 각각의 고유한 감지 범위에 속하는지 또는 그룹화된 가로등 사이에 형성되는 중첩된 감지 범위에 속하는지 여부를 먼저 식별할 수 있다.
- [0068] 예를 들어, 스마트 가로등 시스템(100)은, 보행자가 현재 가로등(440)의 고유한 감지 범위에 있고, 가로등(440) 및 가로등(450)의 중첩된 감지 범위에 속하지 않는 경우(410)로 식별되는 경우, 제1 밝기(412)에 따라 가로등(440)을 동작시키고, 가로등(450)의 동작은 오프(OFF) 상태로 유지할 수 있다. 그러나, 일 실시 예에 따라, 스마트 가로등 시스템(100)은 보행자가 현재 가로등(440) 및 가로등(450)의 중첩 감지 범위에 있는 것으로 식별되는 경우(420), 제2 밝기(422)에 따라 가로등(440)을 동작시키고, 제3 밝기(424)에 따라 가로등(450)을 동작시킬 수 있다. 또한, 일 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템(100)은 보행자가 현재 가로등(450)의 고유 감지 범위에 속하는 것으로 식별되는 경우(430), 가로등(440)의 동작을 오프(OFF)상태로 유지하고, 가로등(450)은 제4 밝기(432)에 따라 동작시킬 수 있다.
- [0069] 일 실시 예에 의하면, 제1 밝기(412) 및 제4 밝기(432)의 세기는 제2 밝기(422) 및 제3 밝기(424)의 세기보다 클 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 또 다른 실시 예에 의하면, 제1 밝기(412) 및 제4 밝기(432)의 세기는 동일하게 마련될 수 있고, 제2 밝기(422) 및 제3 밝기(424)의 세기 값은 동일하게 마련될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0070] 도 4를 참조하여 상술한 바와 같이, 스마트 가로등 시스템(100)은 보행자가 속하는 감지 범위에 해당하는 가로등만을 동작시키는 것이 아니라, 보행자가 중첩 감지 범위에 위치할 경우, 해당 중첩 감지 범위에 해당하는 가로등을 모두 동작시킴으로써 보행자의 편의성을 향상시킬 수 있다. 이에 더하여, 스마트 가로등 시스템(100)은 보행자가 고유의 감지 범위에 위치하는지 또는 중첩된 감지 범위에 위치하는지 여부를 식별하고, 고유의 감지 범위에 위치하는지 또는 중첩된 감지 범위에 위치하는지 여부에 따라 서로 다른 밝기로 가로등을 동작시킴으로써 보행자의 이동에 따라 가로등의 광원의 밝기를 부드럽게 조절할 수 있다.
- [0071] 도 5는 일 실시 예에 따른 스마트 가로등 시스템의 동작 방법이 중앙처리장치(CPU) 및 그래픽 처리장치(GPU)에 의해 수행되는 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0072] 본 개시에 따른 스마트 가로등 시스템(100)은 후술하는 바와 같이 프로세서 및 메모리를 포함할 수 있다. 또한, 일 실시 예에 따른 스마트 가로등 시스템(100) 내 프로세서는 적어도 하나의 중앙 처리 장치(CPU) 및 적어도 하나의 그래픽 처리 장치(GPU)를 포함할 수 있다. 본 개시에 따른 스마트 가로등 시스템의 동작 방법은 중앙 처리 장치 또는 그래픽 처리 장치 중 적어도 하나에 의해 수행될 수 있다.
- [0073] 예를 들어, 그래픽 처리 장치(GPU)는 컴퓨터 그래픽에서 요구되는 많은 양의 연산을 고속처리 할 수 있고, 중앙 처리 장치(CPU)보다 많은 양의 ALU를 탑재하고 있기 때문에 데이터를 병렬적으로 처리할 수 있다. 그래픽 처리 장치의 모든 스레드는 동일한 순차 코드를 실행하자 서로 다른 데이터를 가지고 연산을 수행하는 SIMD 방식으로 동작될 수 있다.
- [0074] 본 개시에 따른 스마트 가로등 시스템의 동작 방법은 그래픽 처리 장치의 병렬 처리 구조에 적합하도록 설계될 수 있고, CUDA C를 이용하여 구현될 수 있다. CUDA에서 프로그램 실행단위는 스레드이고, 다수의 스레드를 효율적으로 관리하고 실행하기 위해, 스마트 가로등 시스템(100)은 그리드 블록 모델을 제공할 수 있다. 본 개시에 따른 스마트 가로등 시스템의 동작 방법이 병렬적으로 처리되기 위해서는 커널 프로그램에 따라 적절한 블록당 스레드 개수와 블록의 개수의 할당이 필요하며, 하나의 이미지를 생성하기 위해서는 2차원 인덱스가 이용될 수 있다. 각 스레드는 특정(x,y) 인덱스를 가질 수 있고, 출력 영상 내 한 픽셀에 해당하는 위치로 쉽게 접근될 수 있다.
- [0075] 일 실시 예에 따라 도 5를 참조하면, S502에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 보행자를 포함하는 가로등 주변의

영상을 획득한다. S504에서 스마트 가로등 시스템(100)은 두드러진 움직임이 있는 객체를 배경에서 분리하기 위한 방법으로 가우시안 혼합 모델을 통해 배경을 모델링한다. S506에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 배경 모델로부터 전경을 검출할 수 있다. S508에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 가우시안 혼합 모델을 통해 생성된 배경 모델에 적응적 차영상을 통하여 객체를 검출하고, 검출된 객체에 대하여 소정의 모션 벡터 추출함수를 적용함으로써 모션 벡터를 추출할 수 있다. 상술한 S504 내지 S508은 스마트 가로등 시스템(100)의 그래픽 처리 장치를 통하여 수행될 수 있다.

[0076] S512에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 모션 벡터를 분석함으로써 보행자의 움직임 분석에 따른 보행자 자세를 결정할 수 있다. S514에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 모션 벡터를 소정의 데이터 예측 모델을 이용하여 분석할 수 있다. S516에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 보행자의 자세 및 모션 벡터 분석 결과에 기초하여, 보행자의 행동을 인식할 수 있다. 상술한 S512 내지 S514와 같은 사용자의 움직임 분석, 모션 벡터의 분석 동작은 스마트 가로등 시스템(100)의 중앙 처리 장치에 의해 수행될 수 있다.

[0077] 즉, 본 개시에 따른 스마트 가로등 시스템(100)은 스마트 가로등 시스템의 동작 방법 중 영상을 처리 관련 방법들은 그래픽 처리 장치에 의해 수행하고, 보행자의 움직임 분석 동작은 중앙 처리 장치에 의해 수행함으로써 효과적으로 보행자의 경로 예측에 따라 가로등을 제어할 수 있다.

[0078] 도 6은 일 실시 예에 따른 보행자의 움직임을 분석하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0079] 도 6을 참조하여 스마트 가로등 시스템(100)이 보행자의 움직임을 분석하는 과정을 구체적으로 설명하기로 한다. S610에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 모션 벡터를 분석함으로써 보행자가 움직이는 보행자인지 또는 정지된 보행자인지 여부를 식별할 수 있다. 여기에서 움직이는 보행자라 함은 정지된 위치에서 동작만을 나타내는 보행자 또는 위치가 계속 변화하는 보행자 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. S620에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 S610에서 보행자가 움직이는 보행자로 식별되는 경우, 움직이는 보행자의 위치가 변화하는지 여부를 식별할 수 있다. S630에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 보행자의 위치가 변화하는 것으로 식별되는 경우, 위치 변화의 크기를 식별함으로써 위치가 변화하는 보행자가 달리고 있는지 걷고 있는지 여부를 식별할 수도 있다. 즉, 본 개시에 따른 스마트 가로등 시스템(100)은 보행 추적 벡터로부터 생성된 모션 벡터뿐만 아니라, 보행자의 움직임 분석 결과에 대해 데이터 예측 모델을 적용함으로써, 보행자의 경로를 정확하게 예측할 수 있다.

[0080] 도 7은 또 다른 실시 예에 따른 보행자의 움직임을 분석하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0081] 도 7을 참조하여 도 6에서 상술한 보행자의 움직임을 분석하는 과정을 설명하기로 한다. S702에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 모션 감지 정보에 기초하여, 보행자의 모션 벡터를 추출할 수 있다.

[0082] S710에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 모션 벡터의 크기가 0이상인 모션 벡터를 식별하고, 크기가 0이상인 모션 벡터들을 합함으로써 발생 빈도를 측정할 수 있다. 일 실시 예에 의하면 크기가 0이상인 모션 벡터들을 합한 결과는 TotSumMVz로 정의될 수 있고, 크기가 0이상인 모션 벡터들을 합한 결과는 발생 빈도를 나타낼 수 있다. 스마트 가로등 시스템(100)은 발생 빈도가 소정의 임계치(Th1) 보다 큰 경우, 움직이는 보행자(Active)로 식별하고, 발생 빈도가 소정의 임계치(Th1) 보다 작은 경우, 정지된 보행자(Inactive)로 식별할 수 있다.

[0083] S720에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 모션 벡터의 방향성을 식별할 수 있다. 예를 들어, 스마트 가로등 시스템(100)은 S710분석 결과에 기초하여 보행자가 움직이는 보행자(Active)로 식별되는 경우, 보행자의 위치가 변화하는지 여부를 식별할 수 있다. 예를 들어, 스마트 가로등 시스템(100)은 모션 벡터 내 데이터 값의 분포가 위/아래/오른쪽/왼쪽에서 연속하게 나타나는지 여부를 식별하고, 데이터 값의 분포가 오른쪽에서 왼쪽으로 3이상 연속해서 두개에서 세개 이상 발생하면 보행자가 움직이고 있다는 것(Positioning Moving)으로 식별하고, 그렇지 않은 경우, 보행자가 정지한 상태에서 움직이고 있는 것(Fixed Moving)으로 식별할 수 있다.

[0084] S730에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 모션 벡터의 사이즈를 식별하고, 식별된 모션 벡터의 사이즈가 소정의 임계치(Th3)보다 큰 경우 뛰고 있는 것으로 식별하고, 모션 벡터의 사이즈가 소정의 임계치(Th3)보다 작은 경우, 보행자가 걷고 있는 것으로 식별할 수 있다.

[0085] 도 8은 일 실시 예에 따른 신경망 예측 모델을 이용한 분석 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0086] 스마트 가로등 시스템(100)은 신경망 예측 모델을 이용한 분석 과정을 MATLAB 툴을 이용하여 수행할 수 있다. S802에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 MATLAB에서 제공하는 애플리케이션 종류를 선택할 수 있다. S804에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 일 실시 예에 따라 Time series 애플리케이션을 선택할 수 있다.

- [0087] S806에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 데이터 예측 모델을 선택할 수 있다. 예를 들어, 스마트 가로등 시스템(100)은 미리 설정된 데이터 예측 모델 중 하나의 데이터 예측 모델을 선택할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템(100)은 시계열 예측 데이터의 구성에 적합한 NAR(Nonlinear Autoregressive)모델을 선택할 수 있다. S808에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 데이터 예측 모델에 전처리된 데이터를 입력하고, 행렬 형식으로 인식되도록 하기 위하여, 전처리된 데이터의 설정을 조정할 수 있다.
- [0088] S810에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 입력 데이터의 훈련, 검증, 테스트 개수를 퍼센트화로 설정할 수 있다. S812에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 신경망 회로의 구조로써, 히든 레이어의 개수와 예측에 활용되는 Timedelay의 수를 설정할 수 있다. S814에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 신경망 모델을 학습하기 위한 방법을 설정할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템(100)은 Levenberg-Marquardt, Bayesian Regularization, Scaled conjugate Gradient 중 적어도 하나의 방법에 따라 신경망 모델을 학습시킬 수 있다.
- [0089] S816에서, 스마트 가로등 시스템(100)은 학습된 신경망 모델을 평가하고, 평가 결과에 기초하여 신경망 모델 내 레이어들 및 상기 레이어들의 연결 강도에 관한 가중치를 다시 수정 및 갱신할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템(100)이 이용하는 신경망 모델은 심층 신경망(DNN:Deep Neural Network)를 포함할 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 스마트 가로등 시스템(100)은 신경망 모델외에 다양한 인공 지능 모델로써 CNN(Convolutional Neural Network), DNN(Deep Neural Network), RNN(Recurrent Neural Network), RBM(Restricted Boltzmann Machine), DBN(Deep Belief Network), BRDNN(Bidirectional Recurrent Deep Neural Network) 또는 심층 Q-네트워크(Deep Q-Networks) 등을 이용할 수도 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0090] 도 9는 일 실시 예에 따른 제1 서버의 블록도이다.
- [0091] 일 실시 예에 의하면, 제1 서버(1000)는 프로세서(1400), 네트워크 인터페이스(1500) 및 데이터 베이스(1600)를 포함할 수 있다. 그러나 제1 서버(1000)의 구성은 이에 한정되는 것은 아니며, 더 많은 구성 요소를 포함할 수도 있고, 더 적은 구성 요소를 포함할 수도 있다.
- [0092] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(1400)는 통상적으로 전자 장치(1000)의 전반적인 동작을 제어한다. 예를 들어, 프로세서(1400)는, 데이터 베이스(1600)에 저장된 프로그램들을 실행함으로써, 네트워크 인터페이스(1500) 등 제1 서버(1000)의 전반적인 동작을 제어할 수 있다. 프로세서(1400)는 데이터 베이스(1600)에 저장된 프로그램들을 실행함으로써, 도 1 내지 도 8에 기재된 스마트 가로등 시스템(100)의 동작의 적어도 일부를 수행할 수 있다.
- [0093] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(1400)는 적어도 하나의 중앙 처리 장치 또는 적어도 하나의 그래픽 처리 장치 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(1400)는 적어도 하나의 게이트웨이를 통하여, 미리 설정된 그룹으로 그룹화된 가로등으로부터 모션 감지 정보를 획득하고, 상기 모션 감지 정보에 기초하여 상기 가로등에 인접한 보행자의 위치에 따른 보행 추적 벡터를 생성하며, 상기 생성된 보행 추적 벡터를 기 설정된 시간 단위로 분할함으로써 모션 벡터를 생성하고, 미리 설정된 데이터 예측 모델을 이용하여 상기 모션 벡터를 분석함으로써 상기 보행자의 경로를 예측하며, 상기 예측된 보행자의 경로에 기초하여 상기 가로등을 제어할 수 있다.
- [0094] 네트워크 인터페이스(1500)는 도 1 내지 8에서 상술한 스마트 가로등 시스템(100)의 동작 방법에 관한 인스트럭션 또는 제어 신호를 가로등 그룹으로 전송할 수 있다. 또한 네트워크 인터페이스(1500)는 가로등 그룹으로부터 모션 감지 정보를 획득할 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 제어 신호는 가로등의 전원을 제어하기 위한 신호, 가로등의 밝기를 제어하기 위한 신호 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0095] 데이터 베이스(1600)는 프로세서(1400)의 처리 및 제어를 위한 프로그램을 저장할 수 있고, 제1 서버(1000)로 입력되거나 제1 서버(1000)로부터 출력되는 데이터를 저장할 수도 있다. 또한, 메모리(1600)는 가로등으로부터 수신된 모션 감지 정보, 보행자의 경로를 예측하기 위한 적어도 하나의 데이터 예측 모델에 대한 정보, 데이터 예측 모델을 선택하기 위한 규칙 테이블에 대한 정보를 더 저장할 수도 있다.
- [0096] 일 실시 예에 의하면, 데이터 베이스(1600)에는 제1 서버(1000)가 이용하는 인공 지능 모델에 대한 정보로써, 신경망 모델 정보가 더 저장될 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 인공 지능 모델은 심층 신경망(DNN:Deep Neural Network)를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 인공 지능 모델은 CNN(Convolutional Neural Network), DNN(Deep Neural Network), RNN(Recurrent Neural Network), RBM(Restricted Boltzmann Machine), DBN(Deep Belief Network), BRDNN(Bidirectional Recurrent Deep Neural Network) 또는 심층 Q-네트워크(Deep Q-Networks) 등이 있으나, 역시 이에 한정되는 것은 아니다.

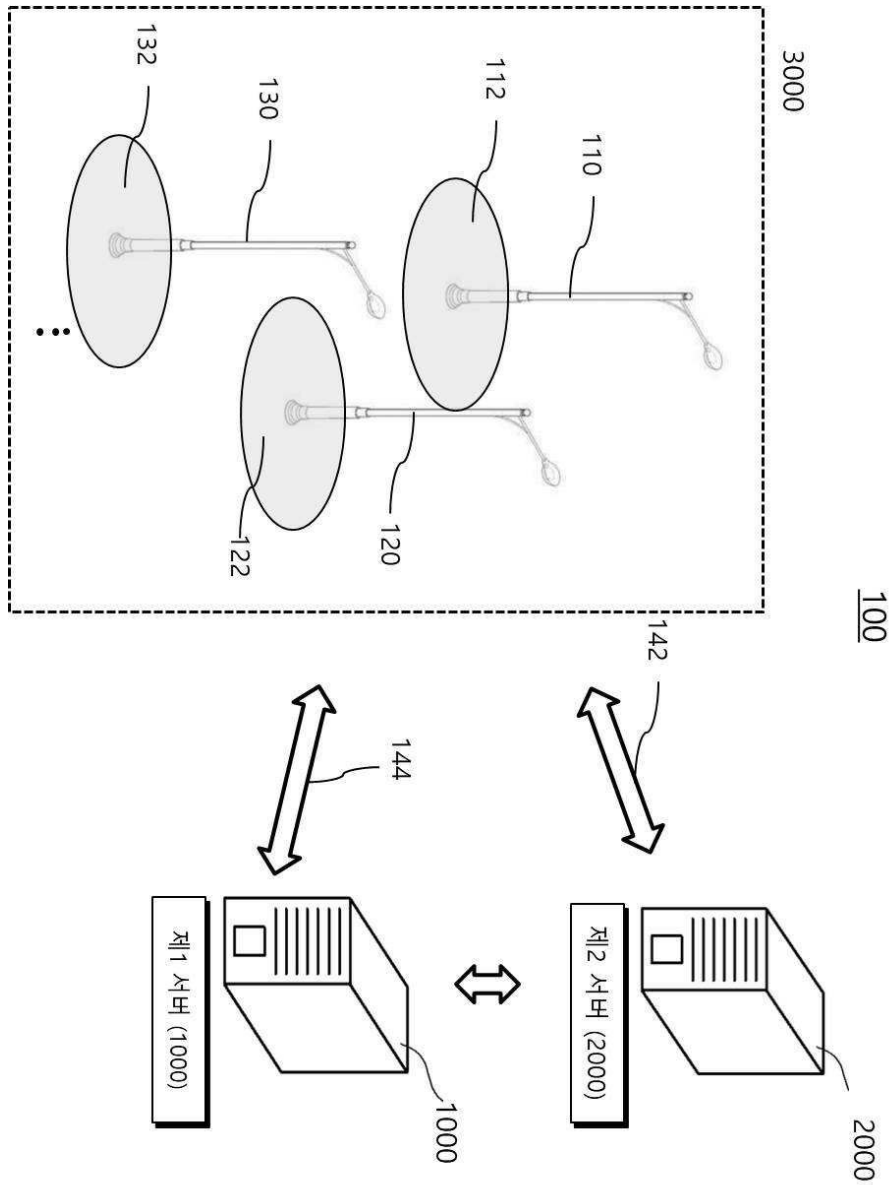
- [0097] 또한, 데이터 베이스(1600)는 제1 서버(1000)가 이용하는 적어도 하나의 신경망 모델의 파라미터에 대한 정보를 더 저장할 수도 있다. 예를 들어, 데이터 베이스(1600)는 적어도 하나의 신경망 모델 내 레이어들, 노드들, 상기 레이어들의 연결 강도에 관한 가중치 값들을 저장할 수 있다. 또한, 제1 서버(1000)는 신경망 모델을 학습하기 위해 제1 서버(1000)가 이용하는 학습 데이터에 대한 정보를 더 저장할 수도 있다.
- [0098] 데이터 베이스(1600)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램(RAM, Random Access Memory) SRAM(Static Random Access Memory), 롬(ROM, Read-Only Memory), EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), PROM(Programmable Read-Only Memory), 자기 메모리, 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.
- [0099] 도 10은 일 실시 예에 따른 가로등의 블록도이다.
- [0100] 일 실시 예에 의하면, 가로등(4000)은 프로세서(1400), 네트워크 인터페이스(2500), 메모리(2600), 센서부(2700), 광원부(2800) 및 스위칭 모드 전원 공급부(2900)를 포함할 수 있다. 그러나, 이에 한정되는 것은 아니며 가로등(4000)은 더 많은 구성 요소를 포함할 수도 있고, 더 적은 구성 요소를 포함할 수도 있다.
- [0101] 일 실시 예에 의하면, 프로세서(2400)는 통상적으로 가로등(4000)의 전반적인 동작을 제어한다. 예를 들어, 프로세서(2400)는, 메모리(2600)에 저장된 프로그램들을 실행함으로써, 네트워크 인터페이스(2500)가 제1 서버로부터 제어 신호를 수신하도록 하거나, 네트워크 인터페이스(2500)가 모션 감지 정보를 제1 서버로 전송하도록 제어할 수 있다.
- [0102] 또한, 일 실시 예에 의하면, 프로세서(2400)는 외부 디바이스로부터 수신된 제어 신호에 기초하여, 광원부(2800)에 포함된 적어도 하나의 LED를 소정의 밝기 값에 따라 동작하도록 제어할 수도 있다. 또한, 프로세서(2400)는 센서부(2700)를 제어함으로써 소정의 감지 범위 내에 있는 보행자를 감지하고, 보행자의 위치 및 상기 센싱 데이터가 감지된 시간의 정보를 포함하는 모션 감지 정보를 획득할 수도 있다. 메모리(2600)는 제1 서버로부터 수신된 제어 정보를 저장하거나, 센서부(2700)로부터 획득된 모션 감지 정보를 저장할 수 있다.
- [0103] 네트워크 인터페이스(2500)는 외부 디바이스로부터 제어 신호를 수신할 수 있다. 일 실시 예에 의하면 네트워크 인터페이스(2500)는 게이트 웨이와 Mesh 지그비 통신을 이용하여 양방향으로 연결될 수 있다. 또 다른 실시 예에 의하면 네트워크 인터페이스(2500)는 가로등(4000)이 다른 외부 디바이스와 통신을 하게 하는 하나 이상의 구성 요소를 더 포함할 수도 있다. 일 실시 예에 의하면, 네트워크 인터페이스(2500)는 근거리 통신부(short-range wireless communication unit)(1510)는, 블루투스 통신부, BLE(Bluetooth Low Energy) 통신부, 근거리 무선 통신부(Near Field Communication unit), WLAN(와이파이) 통신부, 지그비(Zigbee) 통신부, 적외선(IrDA, infrared Data Association) 통신부, WFD(Wi-Fi Direct) 통신부, UWB(ultra wideband) 통신부 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0104] 센서부(2700)는 가로등(4000)의 상태 또는 가로등(4000)의 주변의 상태를 감지하고 정보를 프로세서(2400)로 전달할 수 있다. 센서부(2700)는 가로등(4000)의 사양 정보, 가로등(4000)의 상태 정보, 가로등(4000)의 주변 환경 정보를 생성하기 위한 센서 데이터들을 획득할 수 있다.
- [0105] 센서부(2700)는 모션 감지 센서를 포함할 수 있다. 그러나 또 다른 실시 예에 의하면, 센서부(2700)는 지자기 센서(Magnetic sensor), 가속도 센서(Acceleration sensor), 온/습도 센서, 적외선 센서, 자이로스코프 센서, 위치 센서(예컨대, GPS), 기압 센서, 근접 센서 및 RGB 센서(illuminance sensor) 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 각 센서들의 기능은 그 명칭으로부터 당업자가 직관적으로 추론할 수 있으므로, 구체적인 설명은 생략하기로 한다.
- [0106] 광원부(2800)는 적어도 하나의 광원을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 광원부(2800)는 적어도 하나의 LED 광원을 포함할 수 있다. 스위칭 모드 전원 공급부(2900)는 전력을 효율적으로 변환시키기 위한 스위칭 레귤레이터를 포함할 수 있다. 예를 들어, 스위칭 모드 전원 공급부(2900)는 스위칭 레귤레이터를 이용하여 전력을 변환함으로써 전원을 가로등(2400)으로 공급할 수 있다. 일 실시 예에 의하면, 스위칭 모드 전원 공급부(2900)는 SMOS(Switched mode power supply)를 포함할 수 있다.
- [0107] 일 실시예에 따른 스마트 가로등 시스템의 동작 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 명령

은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.

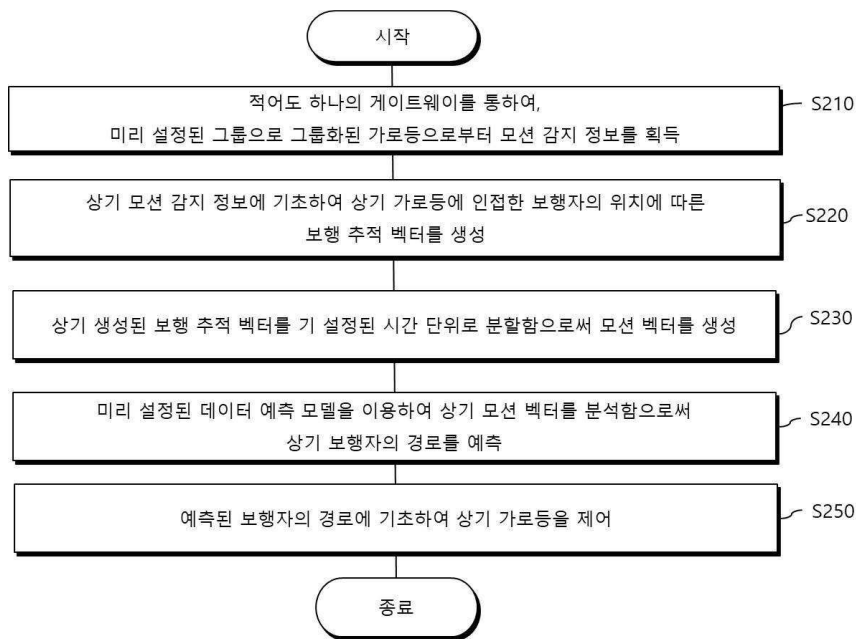
- [0108] 또한, 스마트 가로등 시스템의 동작 방법을 수행하도록 하는 프로그램이 저장된 기록 매체를 포함하는 컴퓨터 프로그램 장치가 제공될 수 있다.
- [0109] 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 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.
- [0110] 일부 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 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 매체 및 통신 매체를 모두 포함할 수 있다. 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. 통신 매체는 전형적으로 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 또는 반송파와 같은 변조된 데이터 신호의 기타 데이터, 또는 기타 전송 메커니즘을 포함하며, 임의의 정보 전달 매체를 포함한다. 또한, 일부 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 컴퓨터 프로그램과 같은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하는 컴퓨터 프로그램 또는 컴퓨터 프로그램 제품(computer program product)으로도 구현될 수 있다.
- [0111] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속한다.

도면

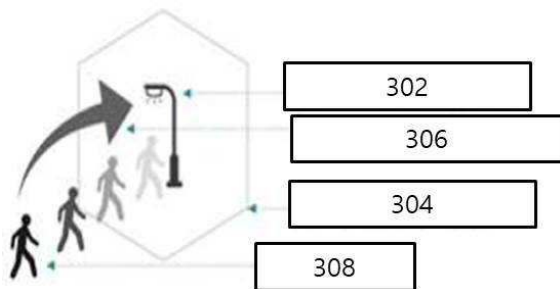
도면1



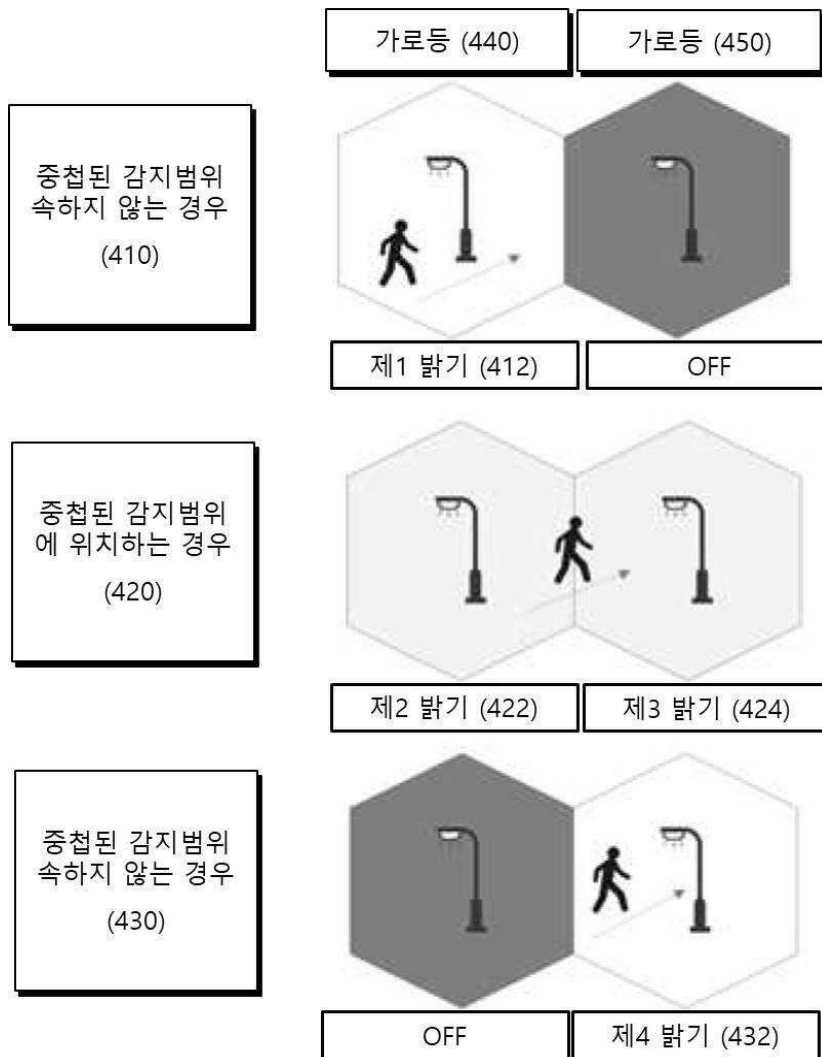
도면2



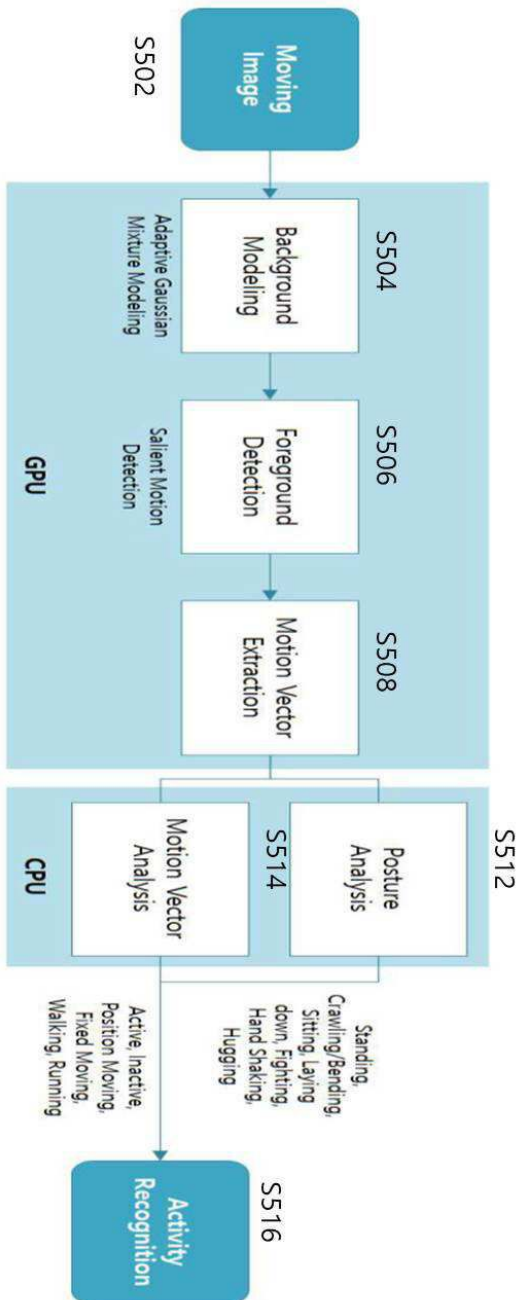
도면3



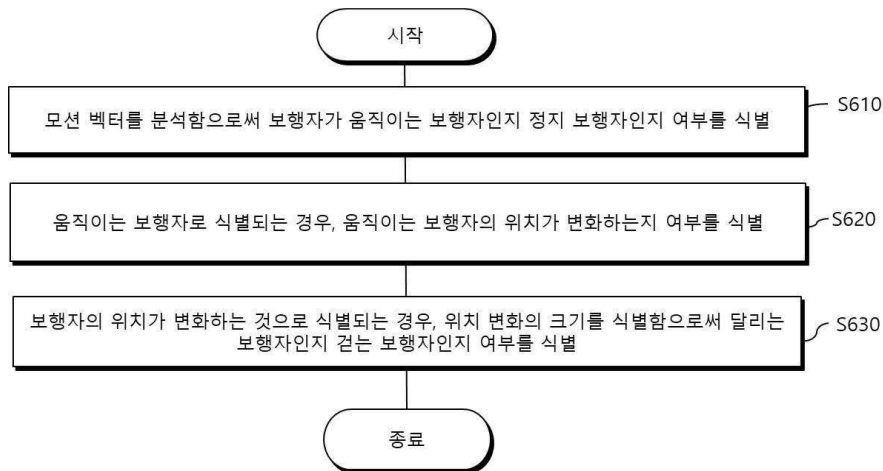
도면4



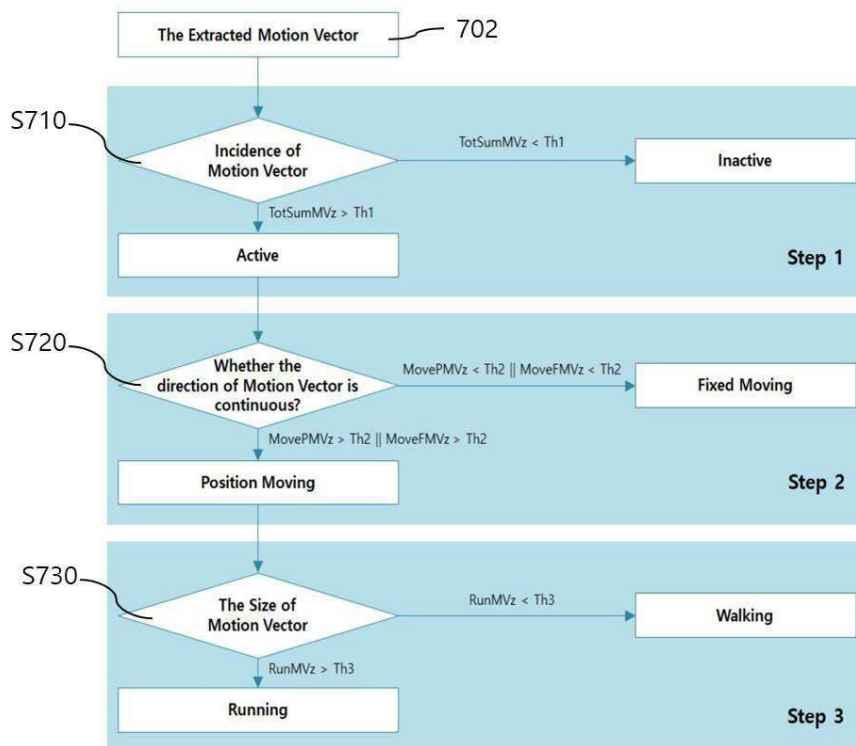
도면5



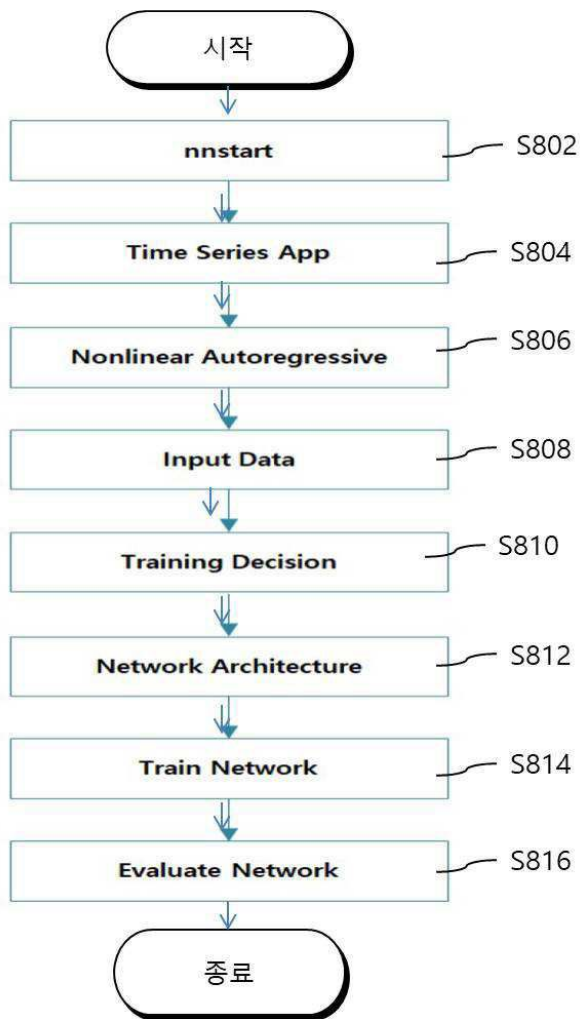
도면6



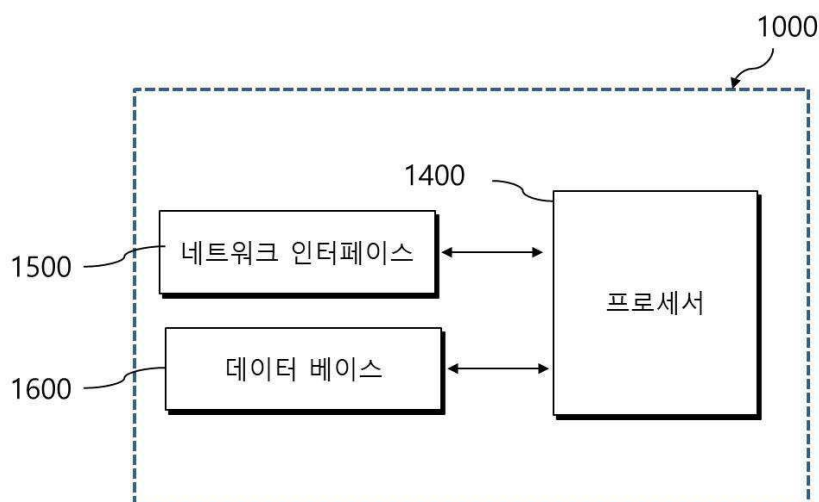
도면7



도면8



도면9



도면10

