(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년06월10일
(11) 등록번호 10-2818689
(24) 등록일자 2025년06월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G08G 1/01 (2006.01) *G06F 3/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G08G 1/0133 (2013.01)
G06F 3/005 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-0136777
(22) 출원일자 2024년10월08일
심사청구일자 2024년10월08일
(56) 선행기술조사문헌
JP2014203168 A*
KR1020190076271 A*
KR102657676 B1*
김숙희외 2. 보차혼용도로에서의 LOS 평가기준 마련에 관한 연구. 대한교통학회지 제24권 제3호, 2006년 5월, pp.63-71. 1부.*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(72) 발명자
강영옥
서울특별시 강남구 압구정로 151, 112동 304호 (압구정동, 현대아파트)
이지윤
경기도 성남시 분당구 내정로 186, 103동 1103호 (수내동, 파크타운)
(74) 대리인
특허법인더웨이브

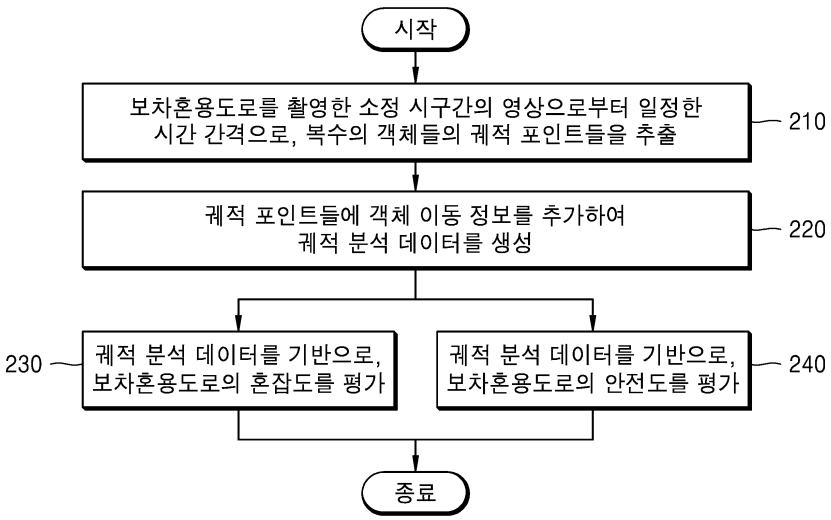
전체 청구항 수 : 총 14 항 심사관 : 이영노

(54) 발명의 명칭 **보차혼용도로의 혼잡도 및 안전도를 평가하는 방법 및 장치**

(57) 요 약

본 개시는 보차혼용도로의 혼잡도 및 안전도를 평가하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 개시의 일 실시예에 따른 보차혼용도로의 혼잡도 및 안전도를 평가하는 방법은, 보차혼용도로를 촬영한 소정 시구간의 영상으로부터 일정한 시간 간격으로, 보행자 및 차량을 포함하는 복수의 객체들의 궤적 포인트들을 추출하는 단계; 상기 궤적 포인트들에 객체 이동 정보를 추가하여 궤적 분석 데이터를 생성하는 단계; 상기 궤적 분석 데이터를 기반으로, 상기 보차혼용도로의 혼잡도를 평가하는 단계; 및 상기 궤적 분석 데이터를 기반으로, 상기 보차혼용도로의 안전도를 평가하는 단계;를 포함한다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
G08G 1/0116 (2013.01)
G08G 1/0141 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2610000037
과제번호 00143782
부처명 국토교통부
과제관리(전문)기관명 국토교통과학기술진흥원
연구사업명 디지털국토정보기술개발사업
연구과제명 차세대 디지털 국토정보 구축을 위한 고정/이동플랫폼 기반 동적주제도 구축 기술 개발
과제수행기관명 한국건설기술연구원
연구기간 2024.01.01 ~ 2024.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

보차혼용도로를 촬영한 소정 시구간의 영상으로부터 일정한 시간 간격으로, 보행자 및 차량을 포함하는 복수의 객체들의 궤적 포인트들을 추출하는 단계;

상기 궤적 포인트들에 객체 이동 정보를 추가하여 궤적 분석 데이터를 생성하는 단계;

상기 궤적 포인트들 각각에서의 안전 점유 면적을 계산하는 단계; 및

상기 안전 점유 면적을 이용하여 상기 보차혼용도로의 혼잡도를 평가하는 동작 및 상기 보차혼용도로의 안전도를 평가하는 동작 중 적어도 하나를 수행하는 평가 단계;를 포함하고,

상기 안전 점유 면적을 계산하는 단계는,

현재 궤적 포인트에서 다음 궤적 포인트까지 도달하는데 걸리는 예상 시간인 TTC를 계산하는 단계;

상기 TTC에 기반하여 상기 객체의 안전 버퍼를 계산하는 단계; 및

상기 안전 버퍼 및 최소필요면적을 합하여, 안전 점유 면적을 계산하는 단계;를 포함하는,

보차혼용도로의 혼잡도 및 안전도를 평가하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 객체 이동 정보는,

상기 궤적 포인트들 각각에서의 객체 아이디, 가속도, 방향 전환 정도, 진행 방향, 속도 및 이전 포인트와의 거리 중 적어도 하나의 정보를 포함하는, 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 평가 단계는,

상기 계산된 안전 점유 면적을 기반으로, 상기 복수의 객체들이 상기 시구간에서 차지하는 공간인 시공간 통합 안전 면적을 계산하는 단계; 및

전체 시공간 면적 대비 상기 시공간 통합 안전 면적이 차지하는 비율을 이용하여, 상기 보차혼용도로의 혼잡도를 평가하는 단계;를 포함하는, 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 전체 시공간 면적은,

상기 보차혼용도로의 관측 대상이 되는 면적에 상기 소정 시구간을 곱한 것인, 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 안전 버퍼는,

상기 TTC와 반비례하고, 상기 최소필요면적에 비례하는 값인, 방법

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 최소필요면적은,

상기 현재 궤적 포인트에 위치하는 객체의 면적인, 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 평가 단계는,

상기 궤적 분석 데이터를 이용하여, 소정 시구간 동안에 서로 다른 방향으로 이동하는 보행자 간의 거리가 임계 거리 미만이 되는 횟수를 측정하여 보행자 안전도를 평가하는 단계;를 포함하는, 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 임계 거리는,

근접학(Proxemics)에 기반하여, 기 설정된 것으로,

보행자가 심리적 위협을 느끼지 않는 최소 거리인, 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 평가 단계는,

보행자 시공간 통합 안전 면적 및 차량 시공간 통합 안전 면적이 겹치는 횟수를 측정하여 보차 안전도를 평가하는 단계;를 포함하는, 방법.

청구항 11

제 1 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 12

적어도 하나의 프로그램이 저장된 메모리; 및

상기 적어도 하나의 프로그램을 실행함으로써 연산을 수행하는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

보차혼용도로를 촬영한 소정 시구간의 영상으로부터 일정한 시간 간격으로, 보행자 및 차량을 포함하는 복수의 객체들의 궤적 포인트들을 추출하고,

상기 궤적 포인트들에 객체 이동 정보를 추가하여 궤적 분석 데이터를 생성하고,

상기 궤적 포인트들 각각에 대하여, 현재 궤적 포인트에서 다음 궤적 포인트까지 도달하는데 걸리는 예상 시간인 TTC를 계산하고, 상기 TTC에 기반하여 상기 객체의 안전 버퍼를 계산하고, 상기 안전 버퍼 및 최소필요면적을 합하여, 안전 점유 면적을 계산하고, 상기 안전 점유 면적을 이용하여 상기 보차혼용도로의 혼잡도를 평가하는 동작 및 상기 보차혼용도로의 안전도를 평가하는 동작 중 적어도 하나를 수행하는, 보차혼용도로를 평가하는 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 계산된 안전 점유 면적을 기반으로, 상기 복수의 객체들이 상기 시구간에서 차지하는 공간인 시공간 통합 안전 면적을 계산하고,

전체 시공간 면적 대비 상기 시공간 통합 안전 면적이 차지하는 비율을 이용하여, 상기 보차혼용도로의 혼잡도를 평가하는 장치.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 프로세서는,

보행자 시공간 통합 안전 면적 및 차량 시공간 통합 안전 면적이 겹치는 횟수를 측정하여 보차 안전도를 평가하는 장치.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 궤적 분석 데이터를 이용하여, 상기 소정 시구간 동안 서로 다른 방향으로 이동하는 보행자 간의 거리가 임계 거리 미만이 되는 횟수를 측정하여, 보행자 안전도를 평가하는 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 아래의 실시예들은 보차혼용도로의 혼잡도 및 안전도를 평가하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 보차혼용도로인 이면도로에서의 보행자와 차량 간의 충돌 사고는 지속적인 문제로 지적되고 있으며, 특히 좁은 이면도로에서는 이러한 위험이 더욱 증가하고 있다. 이러한 도로에서는 보행자와 차량이 혼재하여, 적절한 혼잡도와 안전도 관리가 이루어지지 않으면 충돌 사고의 위험이 매우 높아질 수 있다.

[0003] 현재까지 보행자와 차량의 안전을 관리하기 위한 다양한 시스템이 개발되어 왔으나, 이면도로는 시민들이 가장 많이 접하는 도로임에도 불구하고, 자동차 전용도로, 보차 분리도로에 비해 연구된 바가 많지 않다.

[0004] 종래의 보행 혼잡도, 안전도와 관련된 연구는 대부분 보행자 전용도로나 횡단보도를 대상으로 하며, 혼잡도 자체를 구하는 것보다 보행 흐름을 예측하거나 보행자 점유공간을 재구성하는 연구가 주로 이루어졌으나, 이러한 방식은 보행자와 차량이 혼재된 이면도로와 같은 복잡한 환경에서는 정확한 혼잡도 및 안전도 평가를 제공하기 어렵다는 문제가 있다.

[0005] 전술한 배경기술은 발명자가 본 발명의 도출을 위해 보유하고 있었거나, 본 발명의 도출 과정에서 습득한 기술 정보로서, 반드시 본 발명의 출원 전에 일반 공중에게 공개된 공지기술이라 할 수는 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 보차혼용도로의 혼잡도 및 안전도를 평가하는 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제에 한정되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 과제 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있고, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 이해될 것이다. 또한, 본 발명이 해결하고자 하는 과제 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타낸 수단 및 그 조합에 의해 실현될

수 있음을 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 일 측면에 따른 보차혼용도로의 혼잡도 및 안전도를 평가하는 방법은, 보차혼용도로를 촬영한 소정 시구간의 영상으로부터 일정한 시간 간격으로, 보행자 및 차량을 포함하는 복수의 객체들의 궤적 포인트들을 추출하는 단계; 상기 궤적 포인트들에 객체 이동 정보를 추가하여 궤적 분석 데이터를 생성하는 단계; 상기 궤적 분석 데이터를 기반으로, 상기 보차혼용도로의 혼잡도를 평가하는 단계; 및 상기 궤적 분석 데이터를 기반으로, 상기 보차혼용도로의 안전도를 평가하는 단계를 포함한다.

[0009] 다른 측면에 따른 보차혼용도로의 혼잡도 및 안전도를 평가하는 장치는, 적어도 하나의 프로그램이 저장된 메모리; 및 상기 적어도 하나의 프로그램을 실행함으로써 연산을 수행하는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 보차혼용도로를 촬영한 소정 시구간의 영상으로부터 일정한 시간 간격으로, 보행자 및 차량을 포함하는 복수의 객체들의 궤적 포인트들을 추출하고, 상기 궤적 포인트들에 객체 이동 정보를 추가하여 궤적 분석 데이터를 생성하고, 상기 궤적 분석 데이터를 기반으로, 상기 보차혼용도로의 혼잡도를 평가하고, 상기 궤적 분석 데이터를 기반으로, 상기 보차혼용도로의 안전도를 평가한다.

[0010] 또 다른 측면에 따른 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 상술한 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 기록매체를 포함한다.

발명의 효과

[0011] 전술한 본 개시의 과제 해결 수단에 의하면, 보차혼용도로에서 보행자와 차량의 궤적 포인트들을 추출하고, 각 궤적 포인트에서 계산되는 TTC(Time To Collision)를 기반으로 객체의 안전 점유 면적 및 안전 점유 면적의 시공간 개념인 시공간 통합 안전 면적을 산출함으로써 보차 혼용도로의 혼잡도를 평가할 수 있다.

[0012] 또한, 안전도는 보행자와 차량 상호간 뿐 아니라, 보행자 간의 상호 작용도 고려하여, 보행자와 자동차 간의 물리적 충돌 가능성인 보차 안전도 및 보행자 간의 심리적 불안감을 반영한 보행자 안전도를 산출할 수 있어, 보차혼용도로의 안전성을 종합적으로 평가할 수 있다.

[0013] 실시예들에 의한 효과가 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 본 발명의 기재로부터 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 일 실시예에 따른 보차혼용도로의 혼잡도 및 안전도를 평가하는 장치의 일 예를 도시한 구성도이다.

도 2는 일 실시예에 따른 보차혼용도로의 혼잡도 및 안전도를 평가하는 방법의 일 예를 설명하기 위한 흐름도이다.

도 3은 일 실시예에 따른 보차혼용도로의 혼잡도를 평가하는 방법의 일 예를 설명하기 위한 흐름도이다.

도 4는 일 실시예에 따른 안전 점유 면적을 계산하는 방법의 일 예를 설명하기 위한 흐름도이다.

도 5는 일 실시예에 따른 평가 장치가 보행자 안전도를 평가하는 방법의 일 예를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 일 실시예에 따른 평가 장치가 보차 안전도를 평가하는 방법의 일 예를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 설명되는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 아래에서 제시되는 실시 예들로 한정되는 것이 아니라, 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있고, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0016] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, “포함한다” 또는 “가지다” 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소,

부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0017] 본 개시의 일부 실시예는 기능적인 블록 구성들 및 다양한 처리 단계들로 나타내어질 수 있다. 이러한 기능 블록들의 일부 또는 전부는, 특정 기능들을 실행하는 다양한 개수의 하드웨어 및/또는 소프트웨어 구성들로 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 개시의 기능 블록들은 하나 이상의 마이크로 프로세서들에 의해 구현되거나, 소정의 기능을 위한 회로 구성들에 의해 구현될 수 있다. 또한, 예를 들어, 본 개시의 기능 블록들은 다양한 프로그래밍 또는 스크립팅 언어로 구현될 수 있다. 기능 블록들은 하나 이상의 프로세서들에서 실행되는 알고리즘으로 구현될 수 있다. 또한, 본 개시는 전자적인 환경 설정, 신호 처리, 및/또는 데이터 처리 등을 위하여 종래 기술을 채용할 수 있다. "메커니즘", "요소", "수단" 및 "구성" 등과 같은 용어는 넓게 사용될 수 있으며, 기계적이고 물리적인 구성들로서 한정되는 것은 아니다.

[0018] 또한, 도면에 도시된 구성 요소들 간의 연결 선 또는 연결 부재들은 기능적인 연결 및/또는 물리적 또는 회로적 연결들을 예시적으로 나타낸 것일 뿐이다. 실제 장치에서는 대체 가능하거나 추가된 다양한 기능적인 연결, 물리적인 연결, 또는 회로 연결들에 의해 구성 요소들 간의 연결이 나타내어질 수 있다.

[0019] 또한 본 개시에서 "보차혼용도로"란, 보행자와 차량이 동일한 도로 공간을 함께 사용하는 이면도로를 의미한다. 이러한 도로는 보행자 전용도로나 차량 전용도로와 달리, 보행자와 차량이 동시에 이동하며 도로를 공유하기 때문에 안전사고의 위험이 존재한다. 특히 이면도로와 같이 도로 폭이 좁고 보행자와 차량 간의 상호작용이 빈번한 구간에서는 혼잡도 및 안전도 관리를 적절하게 하지 않으면 충돌 사고가 발생할 가능성이 높아진다.

[0021] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 개시를 상세히 설명하기로 한다.

[0022] 도 1은 일 실시예에 따른 보차혼용도로의 혼잡도 및 안전도를 평가하는 평가 장치의 일 예를 도시한 구성도이다.

[0023] 도 1을 참조하면, 평가 장치(100)는 프로세서(110) 및 메모리(120)를 포함한다. 설명의 편의를 위하여, 도 1의 평가 장치(100)에는 실시예와 관련된 구성요소들만이 도시되어 있다. 따라서, 도 1에 도시된 구성요소들 외에 다른 범용적인 구성요소들이 더 포함될 수 있음을 당해 기술분야의 통상의 기술자에게 자명하다.

[0024] 프로세서(110)는 ASICs (application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 제어기(controllers), 마이크로 컨트롤러(micro-controllers), 마이크로 프로세서(microprocessors), 기타 기능 수행을 위한 전기적 유닛 중 적어도 하나를 이용하여 구현될 수 있다.

[0025] 프로세서(110)는, 메모리(120)에 저장된 프로그램들을 실행함으로써, 장치(100)의 동작을 제어할 수 있다. 일 예로, 프로세서(110)는 도 2 내지 도 6을 참조하여 서술하는, 보차혼용도로의 혼잡도 및 안전도를 평가하는 방법 중 적어도 일부를 수행할 수 있다.

[0026] 일 실시예에 따르면, 프로세서(110)는 보차혼용도로를 촬영한 소정 시구간의 영상으로부터 일정한 시간 간격으로, 복수의 객체들의 궤적 포인트들을 추출할 수 있다. 그리고, 궤적 포인트들에 객체 이동 정보를 추가하여 궤적 분석 데이터를 생성하고, 궤적 분석 데이터를 기반으로, 궤적 포인트들 각각에서의 안전 점유 면적을 계산할 수 있다. 이후 프로세서(110)는 계산된 안전 점유 면적을 기반으로, 복수의 객체들이 시구간에서의 차지하는 공간인 시공간 통합 안전 면적을 계산할 수 있다. 그리고, 전체 시공간 면적 대비 시공간 통합 안전 면적이 차지하는 비율을 이용하여, 보차혼용도로의 혼잡도를 평가할 수 있다.

[0027] 또한, 프로세서(110)는 궤적 분석 데이터 및 안전 점유 면적을 이용하여 보차혼용도로의 안전도를 평가할 수 있다. 보차혼용도로의 안전도는, 보행자 안전도 및 보차 안전도를 포함한다.

[0028] 보행자 안전도는 서로 다른 방향으로 이동하는 보행자 간의 심리적 요인을 고려하여 평가된다. 반면 보차 안전도는 차량과 보행자 간의 물리적 충돌 가능성을 평가하는 항목이며, 심리적 요인이 아닌 물리적 근접성에 중점을 두어 계산된다.

[0029] 프로세서(110)는 궤적 분석 데이터를 이용하여, 소정 시구간 동안 서로 다른 방향으로 이동하는 보행자 간의 거리가 임계 거리 미만이 되는 횟수를 측정하여, 보행자 안전도를 평가할 수 있다. 또한, 안전 점유 면적을 기반으로 보행자 시공간 통합 안전 면적 및 차량 안전 공간 면적이 겹치는 횟수를 측정하여 보차 안전도를 평가할 수 있다.

[0030] 메모리(120)는 장치(100) 내에서 처리되는 각종 데이터들을 저장하는 하드웨어로서, 프로세서(110)의 처리 및

제어를 위한 프로그램을 저장할 수 있다.

[0031] 메모리(120)는 DRAM(dynamic random access memory), SRAM(static random access memory) 등과 같은 RAM(random access memory), ROM(read-only memory), EEPROM(electrically erasable programmable read-only memory), CD-ROM, 블루레이 또는 다른 광학 디스크 스토리지, HDD(hard disk drive), SSD(solid state drive), 또는 플래시 메모리를 포함할 수 있다.

[0033] 도 2는 일 실시예에 따른 보차혼용도로의 혼잡도 및 안전도를 평가하는 방법의 일 예를 설명하기 위한 흐름도이다.

[0034] 도 2를 참조하면, 보차혼용도로의 혼잡도 및 안전도를 평가하는 방법은 도 1의 평가 장치(100) 또는 프로세서(110)에서 처리되는 단계들로 구성된다.

[0035] 210 단계에서, 프로세서(110)는 보차혼용도로를 촬영한 소정 시구간의 영상으로부터 일정한 시간 간격으로, 복수의 객체들의 궤적 포인트들을 추출할 수 있다.

[0036] 이때, 복수의 객체들은 보행자 및 차량을 포함한다. 궤적 포인트들 각각은, 시간, 경위도 좌표의 기본 정보를 포함할 수 있다.

[0037] 220 단계에서, 프로세서(110)는 궤적 포인트들에 객체 이동 정보를 추가하여 궤적 분석 데이터를 생성할 수 있다.

[0038] 일 실시예에 따르면, 객체 이동 정보는 궤적 포인트들 각각에서의 객체 아이디, 가속도, 방향 전환 정도, 진행 방향, 속도 및 이전 포인트와의 거리 중 적어도 하나의 정보를 포함할 수 있다. 진행 방향은, 정방향과 역방향으로 분류될 수 있으며, 이후 보행 안전도를 평가하는 단계에서, 객체의 궤적 간 상충 횟수를 집계하는 데에 사용될 수 있다.

[0039] 230 단계에서, 프로세서(110)는 궤적 분석 데이터를 기반으로, 보차혼용도로의 혼잡도를 평가할 수 있다.

[0040] 본 발명의 실시예에서, 혼잡도는 평가하고자 하는 보차혼용도로의 전체 시공간 면적 대비 해당 도로를 사용하는 보행자 및 차량을 포함하는 복수 객체들의 시공간 통합 안전 면적에 의해 산출될 수 있다. 여기서 시공간 통합 안전 면적이란, 단순한 공간의 개념이 아닌 매 시점마다 변화하는 시공간을 의미한다.

[0041] 보차혼용도로의 혼잡도를 평가하는 구체적인 방법의 일 예시는 도 3 및 도 4를 참조하여 후술한다.

[0042] 240 단계에서, 프로세서(110)는 궤적 분석 데이터를 기반으로, 보차혼용도로의 안전도를 평가할 수 있다.

[0043] 본 발명의 실시예에서, 안전도는 서로 다른 보행자 간의 거리에 기반하여 평가되는 보행자 안전도와 보행자 및 차량 간의 충돌 가능성인 보차 안전도를 포함한다.

[0044] 우선, 보행자 안전도를 평가하기 위하여, 프로세서(110)는 궤적 분석 데이터를 이용하여, 소정 시구간 동안 서로 다른 방향으로 이동하는 보행자 간의 거리가 임계 거리 미만이 되는 횟수를 측정할 수 있다.

[0045] 일 실시예에 따르면, 임계 거리는 근접학(Proxemics)에 기반하여, 기 설정된 것으로, 보행자가 심리적 위협을 느끼지 않는 최소 거리일 수 있다. 근접학이란 물리적 거리에 따른 인간의 사회적 심리 상태에 대한 이론이다. 예를 들어, 임계 거리는 근접학의 물리적 거리에 따른 심리적 친밀감 정도인 4단계 구분법에서의 개인적 영역(personal space)에 해당하는 1.2m의 거리로 설정될 수 있으나, 임계 거리는 상기 수치에 한정되지 않고, 당업자에 의하여 적절히 선택될 수 있다.

[0046] 보차 안전도를 평가하기 위하여, 프로세서(110)는 계산된 시공간 통합 안전 면적을 기반으로, 보행자 시공간 통합 안전 면적 및 차량 시공간 통합 안전 면적이 겹치는 횟수를 측정할 수 있다. 보차 안전도를 평가하는 방법의 일 예시는 도 6에서 구체적으로 후술한다.

[0048] 도 3은 일 실시예에 따른 보차혼용도로의 혼잡도를 평가하는 방법의 일 예를 설명하기 위한 흐름도이다.

[0049] 도 3을 참조하면, 310 단계에서, 프로세서(110)는 궤적 분석 데이터를 기반으로, 궤적 포인트들 각각에서의 안전 점유 면적을 계산할 수 있다.

[0050] 안전 점유 면적은 현재 궤적 포인트에서 다음 궤적 포인트까지 도달하는데 걸리는 예상 시간인 TTC(Time to Collision)를 기반으로 계산된다. 안전 점유 면적을 계산하는 구체적인 방법의 일 예시는 도 4를 참조하여, 설명한다.

[0051] 도 4는 일 실시예에 따른 안전 점유 면적을 계산하는 방법의 일 예를 설명하기 위한 흐름도이다.

[0052] 도 4를 참조하면, 410 단계에서, 프로세서(110)는 현재 궤적 포인트에서 다음 궤적 포인트까지 도달하는데 걸리는 예상 시간인 TTC(Time to Collision)를 계산할 수 있다.

[0053] TTC는 두 객체가 충돌할 때까지 남은 시간을 계산하는 것으로, 일반적으로 두 객체 간의 충돌 가능성을 평가하는 데 사용된다. 그러나, 본 발명의 실시예에서, TTC는 다른 객체 간의 충돌 시간이 아닌, 객체가 현재 자신의 위치에서 1초(궤적 포인트를 추출하는 시간 간격) 뒤의 자신의 위치까지 도달할 예상 시간으로 사용되었다. TTC는 다음의 <수학식 1>과 같이 계산될 수 있다.

수학식 1

[0054]
$$TTC=\begin{cases}\dfrac{-v(t)+\sqrt{2a\cdot D(t)+(v(t))^2}}{a} & ,a\neq 0\\ \dfrac{D(t)}{v(t)} & ,a=0\end{cases}$$

[0055] 여기서 v는 현재 궤적 포인트에서의 순간 속도, a는 가속도, D는 다음 궤적 포인트까지의 거리이다.

[0056] 420 단계에서, 프로세서(110)는 TTC에 기반하여 객체의 안전 버퍼를 계산할 수 있다.

[0057] 여기서 안전 버퍼(Safety Buffer)란, 현재 자신의 속도와 가속, 다음 위치까지의 거리에 따라서 이동에 필요한 최소필요면적뿐만 아니라 다른 이동체와의 충돌 방지 등 안전 확보를 위한 면적을 말한다.

[0058] 상술한 410 단계에서, TTC가 궤적 포인트의 추출 시간 간격보다 작게 산출되는 경우, 현재 객체가 빠르게 이동하고 있는 것을 의미하고, 이 경우에는 큰 안전 버퍼가 필요하다. TTC가 궤적 포인트의 추출 시간 간격보다 크게 산출되는 경우는, 현재 객체가 느린 속도로 이동하고 있으므로 상대적으로 적은 안전 버퍼를 부여해도 됨을 의미한다. 따라서, 안전 버퍼는 TTC와 반비례하는 값이다.

[0059] 또한 TTC가 0이거나 0에 굉장히 가깝게 나오는 경우와 무한대인 경우가 있다. TTC가 0이거나 0에 가까운 경우는 현재 시점과 1초 뒤 시점의 궤적 포인트가 겹친 상태로, 객체가 정지해 있는 것이므로, 안전 버퍼가 필요하지 않게 된다.

[0060] TTC가 무한대인 경우는 현재 포인트와 다음 시점 포인트의 속성값을 기반으로 TTC를 계산할 때, 수치상으로 포인트가 충돌할 가능성 자체가 없기 때문에 TTC가 계산되지 않는 경우(물리적으로 수치 계산이 되지 않는 경우)로, 안전 버퍼가 필요하지 않게 된다.

[0061] 안전 버퍼는 TTC와 반비례하고, 최소필요면적에 비례하는 값일 수 있다. 즉 안전 버퍼는 현재 객체가 보행자인 경우 보행자 최소필요면적을 계산된 TTC로 나눈 값일 수 있다. 또한, 현재 객체가 차량인 경우 차량 최소필요면적 계산된 TTC로 나눈 값일 수 있다. 여기서, 최소필요면적은, 현재 궤적 포인트에 위치하는 객체의 면적이다.

[0062] 예를 들어, 보행자 최소필요면적은 한국인 인체표준정보 등에 의해 결정되는 상수일 수 있다. 또한 차량 최소필요면적은 도로구조규칙 등에 따른 기본 승용차의 가로 길이 및 세로 길이를 이용하여 결정되는 상수일 수 있다.

[0063] 430 단계에서, 프로세서(110)는 안전 버퍼 및 최소필요면적을 합하여, 안전 점유 면적을 계산할 수 있다.

[0064] 즉, 안전 점유 면적은 객체가 위치하는 영역의 면적(최소필요면적) 및 상기 영역을 둘러싸는 안전 확보용 면적인 안전 버퍼를 포함하는 면적이며, 이는 관측 시간에 따라 적분되어 시공간 통합 안전 면적으로 활용된다.

[0066] 다시 도 3을 참조하면, 320 단계에서, 프로세서(110)는 안전 점유 면적을 기반으로, 복수의 객체들이 시구간에서 차지하는 공간인 시공간 통합 안전 면적을 계산할 수 있다.

[0067] 즉, 시공간 통합 안전 면적은 초단위로 계산된 안전 점유 면적을 관측 시간만큼 적분함으로써, 해당 객체의 관측 시간에 따른 시공간 면적을 산출한 것을 의미한다.

[0068] 330 단계에서, 프로세서(110)는 전체 시공간 면적 대비 시공간 통합 안전 면적이 차지하는 비율을 이용하여, 보차혼용도로의 혼잡도를 평가할 수 있다.

[0069] 전체 시공간 면적(STA; Spatio-Temporal Area)이란 보차혼용도로의 관측 대상이 되는 면적에 소정 시구간(관측

시간)을 곱한 것이다. 일 실시예에 따르면, 프로세서(110)는 모든 객체의 시공간 통합 안전 면적의 합을 전체 시공간 면적으로 나눈 비율을 보차혼용도로의 혼잡도로 산출할 수 있다.

[0070] 본 발명은 시공간 면적(Spatio-Temporal Area) 개념을 활용함으로써, 객체의 이동 및 점유 상황을 보다 정확하게 평가할 수 있다. 특히, 객체는 초 단위로 이동하고 그에 따른 안전 점유 면적 또한 변화하기 때문에, 시공간 면적을 기반으로 하는 계산 방식은 특정 시점에서의 일시적인 점유 상태뿐만 아니라, 시간에 따라 누적되는 전체 점유 공간을 파악함으로써 혼잡도를 보다 정확하게 산출할 수 있다.

[0071] 도 3은 관측 시간이 2초 이상인 경우의 혼잡도를 평가하는 일 예시를 나타낸 것이다. 만약, 관측 시간이 1초인 경우, 안전 점유 면적을 관측 시간에 대하여 적분하는 320 단계는 수행되지 않을 수 있다. 또한, 330 단계에서, 모든 객체의 시공간 통합 안전 면적의 합이 아닌, 모든 객체의 안전 점유 면적의 합이 혼잡도로 산출될 수 있다.

[0073] 도 5는 일 실시예에 따른 평가 장치가 보행자 안전도를 평가하는 방법의 일 예를 설명하기 위한 도면이다.

[0074] 도 5는 서로 다른 방향으로 이동하고 있는 근접한 두 보행자(51, 52) 사이의 거리가 점점 가까워져 임계 거리(50) 미만이 되는 경우를 나타낸다.

[0075] 임계 거리(50)는 근접학에 기반하여 보행자가 심리적 불안감을 느끼지 않도록 설정된 최소 거리로, 예를 들어 1.2m로 설정될 수 있다. 프로세서(110)는 두 보행자가 임계 거리 미만으로 가까워지는 빈도를 집계하여 보행자 안전도를 평가할 수 있다.

[0077] 도 6은 일 실시예에 따른 평가 장치가 보차 안전도를 평가하는 방법의 일 예를 설명하기 위한 도면이다.

[0078] 도 6은 보행자(61)와 차량(62) 각각의 시공간 통합 안전 면적(관측 시간이 1초인 경우, 안전 점유 면적)인 PSTA와 VSTA가 겹치는 상황을 나타낸다.

[0079] 일 실시예에 따르면, 보차 안전도는 1초 단위로 보행자의 시공간 통합 안전 면적(PSTA)과 차량의 시공간 통합 안전 면적(VSTA)이 교차하는 횟수를 집계함으로써 평가될 수 있다. 이 경우, 관측 시간이 2초 이상이라면, 평가 장치(100)는 1초 단위로 교차하는 횟수를 선 집계한 후, 관측 시간 동안의 교차 횟수의 최대값을 사용하여 보차 안전도를 평가할 수 있다.

[0080] 보차 안전도는 보행자와 차량 간의 물리적 충돌 위험을 평가한 것으로, 보행자 안전도와 비교했을 때 더욱 엄격한 기준을 적용하여 평가된다.

[0081] 보차 안전도를 평가할 때 보행자와 자동차의 진행 방향은 고려되지 않을 수 있다. 그 이유는 진행 방향에 상관없이 보행자와 자동차가 물리적으로 가까워질수록 충돌 위험이 증가하기 때문이다. 보행자 안전도는 임계 값(예를 들어 1.2m)이 존재함으로 임계값에 달하지 않는 이상 안전도에 영향을 주지 않으나, 보차 안전도는 보행자와 자동차의 안전 점용 면적이 겹치는 경우 자체를 잠재적 위험으로 인식한다. 이는 허용 가능한 거리와 상관 없이 안전 점용 면적이 겹치기만 한다면, 그 자체로 보행자 안전도 평가에서의 임계 거리와 같은 근접성과는 관계없이 위험할 수 있기 때문이다.

[0083] 한편 본 발명에 따른 실시 예는 컴퓨터 상에서 다양한 구성요소를 통하여 실행될 수 있는 컴퓨터 프로그램의 형태로 구현될 수 있으며, 이와 같은 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터로 판독 가능한 매체에 기록될 수 있다. 이때, 매체는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM 및 DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical medium) 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등과 같은, 프로그램 명령어를 저장하고 실행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치를 포함할 수 있다.

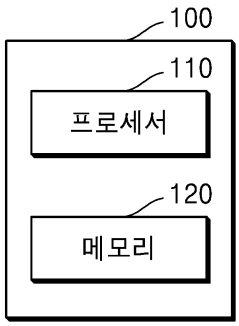
[0084] 상기 컴퓨터 프로그램은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야의 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수 있다. 컴퓨터 프로그램의 예에는, 컴파일러에 의하여 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용하여 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드도 포함될 수 있다.

[0085] 일 실시예에 따르면, 본 개시의 다양한 실시예들에 따른 방법은 컴퓨터 프로그램 제품(computer program product)에 포함되어 제공될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 상품으로서 판매자 및 구매자 간에 거래될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 기기로 읽을 수 있는 저장 매체(예: compact disc read only memory (CD-ROM))의 형태로 배포되거나, 또는 어플리케이션 스토어(예: 플레이 스토어 TM)를 통해 또는 두 개의 사용자 장치들 간에 직접, 온라인으로 배포(예: 다운로드 또는 업로드)될 수 있다. 온라인 배포의 경우에, 컴퓨터 프로그램 제품의

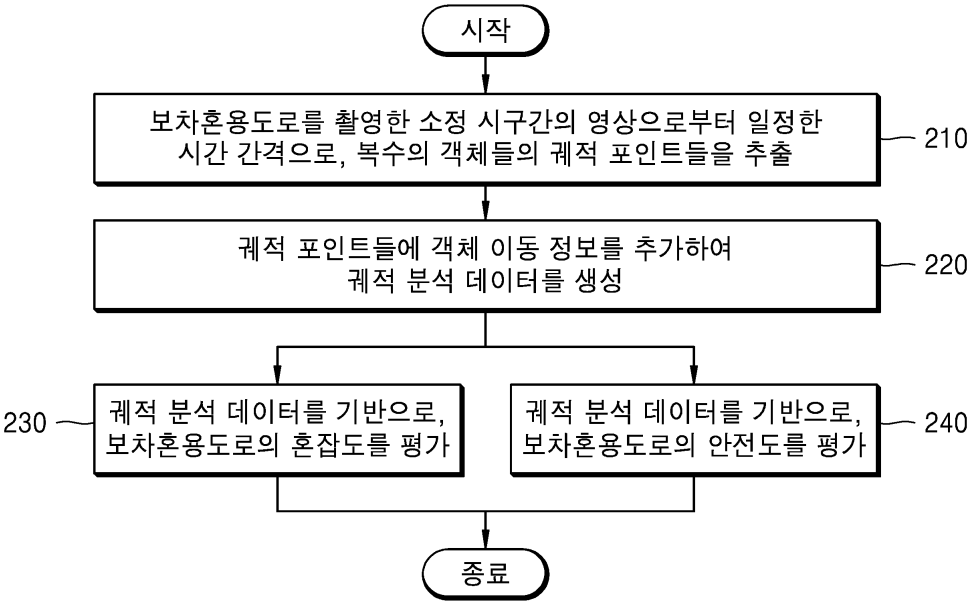
적어도 일부는 제조사의 서버, 어플리케이션 스토어의 서버, 또는 중계 서버의 메모리와 같은 기기로 읽을 수 있는 저장 매체에 적어도 일시 저장되거나, 임시적으로 생성될 수 있다.

도면

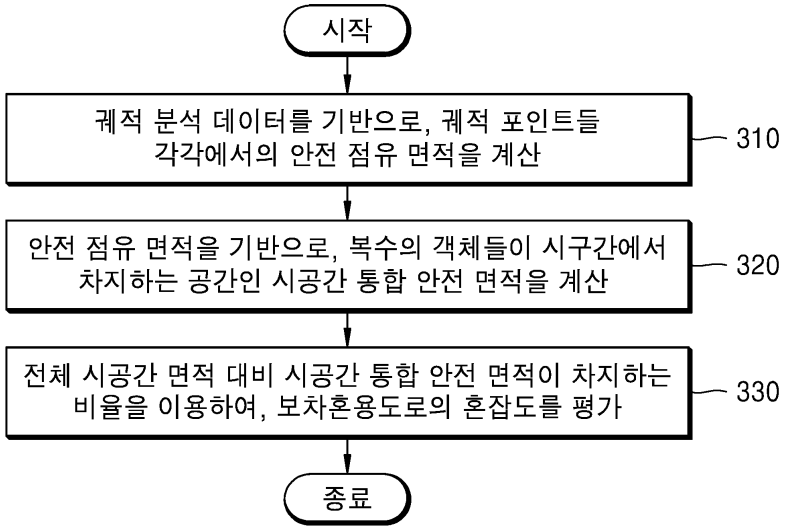
도면1



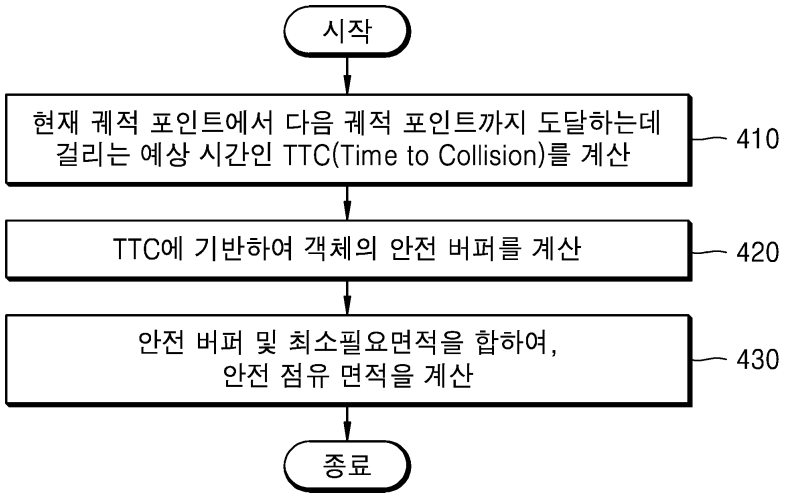
도면2



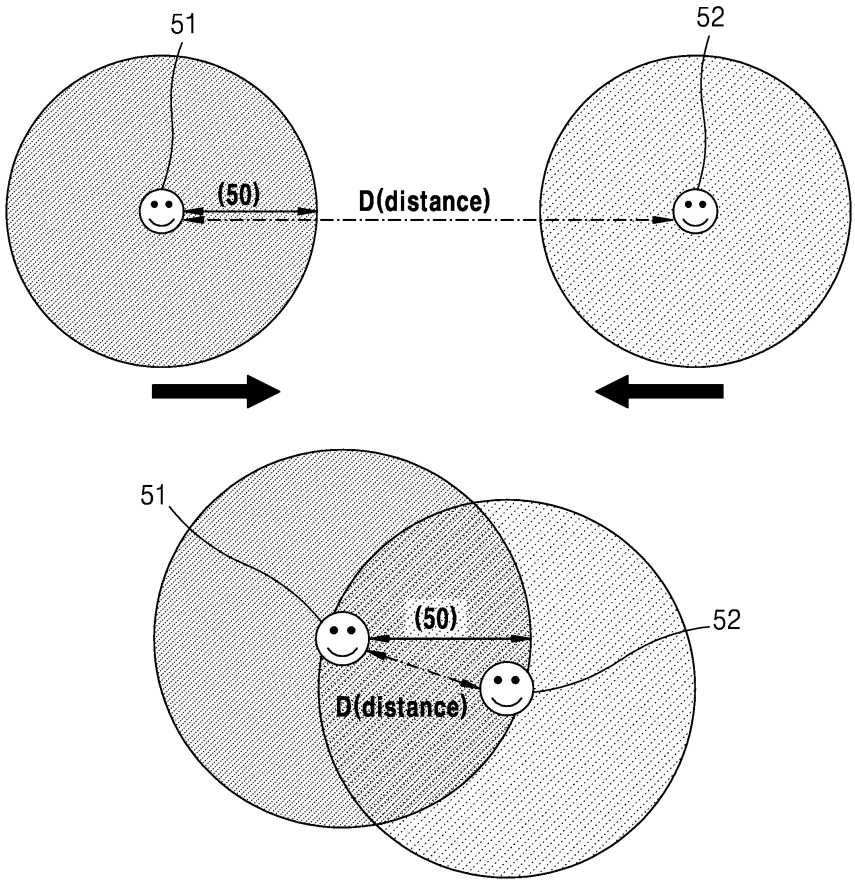
도면3


시작
궤적 분석 데이터를 기반으로, 궤적 포인트들 각각에서의 안전 점유 면적을 계산
310
안전 점유 면적을 기반으로, 복수의 객체들이 시구간에서 차지하는 공간인 시공간 통합 안전 면적을 계산
320
전체 시공간 면적 대비 시공간 통합 안전 면적이 차지하는 비율을 이용하여, 보차혼용도로의 혼잡도를 평가
330
종료

도면4


시작
현재 궤적 포인트에서 다음 궤적 포인트까지 도달하는데 걸리는 예상 시간인 TTC(Time to Collision)를 계산
410
TTC에 기반하여 객체의 안전 버퍼를 계산
420
안전 버퍼 및 최소필요면적을 합하여, 안전 점유 면적을 계산
430
종료

도면5



도면6

