(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0130977
(43) 공개일자 2009년12월28일

(51) Int. Cl.
G08G 1/04 (2006.01) *G08G 1/01* (2006.01)
G06K 9/00 (2006.01) *G06T 7/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0056719
(22) 출원일자 2008년06월17일
심사청구일자 2008년06월17일

(71) 출원인
한국교통연구원
경기도 고양시 일산서구 대화동 2311번지
인천대학교 산학협력단
인천 남구 도화동 177번지 인천대학교내
상지영서대학 산학협력단
강원 원주시 우산동 660번지
(72) 발명자
오주택
경기도 고양시 일산서구 주엽2동 문촌마을 신우아파트 1905동1704호
김응철
인천광역시 연수구 송도동 3-38 금호어울림아파트 111동 404호
민준영
강원도 원주시 우산동 660
(74) 대리인
송세근

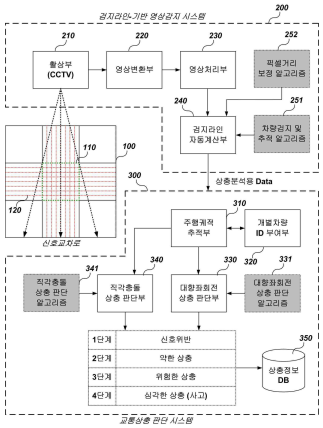
전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 시스템및 방법

(57) 요 약

교통상충(Traffic conflict) 분석시에 각 유형별로 상충 심각도를 고려하여 상충을 판단함으로써, 상충을 정확하게 분석할 수 있고, 신호교차로의 안전도 평가 시에 조사자의 주관적 오류를 배제시켜 신뢰성을 향상시킬 수 있는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 시스템 및 방법이 제공된다. 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 시스템은, 신호교차로에 자동으로 형성된 검지영역 내의 검지라인을 기반으로 이동 차량들을 개별적으로 추적하여 영상을 감지하는 영상감지 시스템; 영상감지 시스템으로부터 제공되는 감지영상에 따라 이동 차량들의 이동궤적을 추적하여 매 프레임별로 화면상의 위치정보를 추적하는 주행궤적 추적부; 이동 차량들 각각에 식별번호(ID)를 부여하는 개별차량 ID 부여부; 및 개별차량 ID가 부여된 이동 차량들의 추적된 주행궤적에 따라 이동 차량들 간의 상충을 각각의 유형별로 상충의 심각도를 고려하여 판단하는 상충 판단부를 포함한다. 여기서, 상충 판단부는 이동 차량들의 신호위반시 발생하는 대향좌회전 상충 또는 직각충돌 상충 유형에 대하여 교통상충을 판단하며, 이때 신호위반, 약한 상충, 위험한 상충 및 심각한 상충으로 구분하여 판단한다.

대 표 도 - 도8



특허청구의 범위

청구항 1

신호교차로(Signalized Intersection)에 자동으로 형성된 검지영역 내의 검지라인을 기반으로 이동 차량들을 개별적으로 추적하여 영상을 감지하는 영상감지 시스템;

상기 영상감지 시스템으로부터 제공되는 감지영상에 따라 상기 이동 차량들의 이동궤적을 추적하여 매 프레임별로 화면상의 위치정보를 추적하는 주행궤적 추적부;

상기 이동 차량들 각각에 식별번호(ID)를 부여하는 개별차량 ID 부여부; 및

상기 개별차량 ID가 부여된 이동 차량들의 추적된 주행궤적에 따라 상기 이동 차량들 간의 상충을 각각의 유형별로 상충의 심각도를 고려하여 판단하는 상충 판단부

를 포함하는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 상충 판단부는, 상기 이동 차량들의 신호위반시 발생하는 대향좌회전 상충 또는 직각충돌 상충 유형에 대하여 영상처리 기반으로 교통상충을 판단하는 것을 특징으로 하는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 시스템.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 상충 판단부는 신호위반, 약한 상충, 위험한 상충 및 심각한 상충으로 구분하여 판단하는 것을 특징으로 하는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 상충 판단부는 영상처리기반으로 각 차량들의 시간에 따른 위치자료와 교차로 신호현시를 연결하여 각 차량이 교차로 안으로 진입한 시간과 밖으로 진출한 시간을 신호시간과 비교하여 신호위반을 판단하고, 신호위반 건수를 측정하는 것을 특징으로 하는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 시스템.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 상충 판단부는 이전 신호의 차량이 신호위반을 하였을 때 다음 신호의 차량이 교차로 내로 진입한 경우, 두 차량간의 제동거리를 계산하여 약한 상충을 판단하는 것을 특징으로 하는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 상충 판단부는 주행 중인 두 차량간의 상기 제동거리에 따라 두 차량간의 제동지점까지의 연장선이 서로 만나거나, 상호 교차하지 않는다면, 심각하지 않은 약한 상충으로 판단하는 것을 특징으로 하는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 시스템.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 상충 판단부는 주행 중인 두 차량의 상기 제동정지 거리를 계산하여 좌표화하였을 때, 상기 두 차량의 주행궤적이 상호 교차하는 경우, 위험한 상충으로 판단하는 것을 특징으로 하는 영상처리기법을 이용한 신호교차

로의 교통상충 판단 시스템.

청구항 8

제3항에 있어서,

상기 상충 판단부는 주행 중인 두 차량의 좌표에서 각각 차량의 범위를 나타내는 부분이 만나거나 겹치는 경우, 심각한 상충인 사고로 판단하는 것을 특징으로 하는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 개별차량 ID 부여부는 상기 매 프레임에서 개별차량 MOR(Moving Object Region)이 감지되면 ID를 부여하고, 상기 MOR의 (left, top) 및 (right, bottom)의 좌표값을 참조테이블(Reference Table: RT)에 저장하는 것을 특징으로 하는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 영상감지 시스템은 상기 신호교차로로부터 촬영되는 영상의 픽셀거리를 보정하고, 상기 이동 차량을 개별적으로 영역-기반 추적(Region Based Tracking)하는 것을 특징으로 하는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 영상감지 시스템은 배경영상과 현재영상의 차영상(difference image)으로 이동 차량을 추출하고, 상기 이동 차량의 MOR(Moving Object Region)을 추출하기 위해 모폴로지를 이용하여 차량영역을 추출하며, 상기 검지라인을 통과하는 차량에 대해 속도와 점유시간을 산출하는 것을 특징으로 하는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 영상감지 시스템은 상기 신호교차로 전 영역에 걸쳐 검지영역을 수동으로 설정한 후, 카메라의 원근에 따라 일정 길이로 정렬하여 자동으로 검지라인(Detection Line Segments)을 설정하는 것을 특징으로 하는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 시스템.

청구항 13

a) 신호 교차로(Signalized Intersection)에 자동으로 검지영역 및 검지라인을 설정하는 단계;

b) 상기 자동으로 형성된 검지영역 내의 검지라인을 기반으로 이동 차량들을 개별적으로 추적하여 영상을 감지하는 단계;

c) 상기 감지된 영상에 따라 상기 이동 차량들의 이동궤적을 추적하여 매 프레임별로 화면상의 위치정보를 추적하는 단계;

d) 상기 이동 차량들 각각에 식별번호(ID)를 부여하는 단계; 및

e) 상기 개별차량 ID가 부여된 이동 차량들의 추적된 주행궤적에 따라 상기 이동 차량들 간의 상충을 각각의 유형별로 상충의 심각도를 고려하여 판단하는 단계

를 포함하는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 a) 단계는 상기 신호교차로 전 영역에 걸쳐 검지영역을 수동으로 설정한 후, 카메라의 원근에 따라 일정 길이로 정렬하여 자동으로 검지라인을 설정하는 것을 특징으로 하는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 방법.

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 b) 단계는,

상기 신호교차로로부터 촬영되는 영상의 픽셀거리를 보정하는 단계; 및

상기 이동 차량을 개별적으로 영역-기반 추적(Region Based Tracking)하는 단계

를 포함하는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 방법.

청구항 16

제13항에 있어서, 상기 d) 단계는,

상기 매 프레임에서 개별차량 MOR(Moving Object Region)이 감지되면 ID를 부여하는 단계; 및

상기 MOR의 (left, top) 및 (right, bottom)의 좌표값을 참조테이블(Reference Table: RT)에 저장하는 단계

를 포함하는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 방법.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 e) 단계는 상기 이동 차량들의 신호위반시 발생하는 대향좌회전 상충 또는 직각충돌 상충 유형에 대하여 영상처리 기반으로 교통상충을 판단하는 것을 특징으로 하는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 방법.

청구항 18

제13항 또는 제17항에 있어서,

상기 e) 단계는 신호위반, 약한 상충, 위험한 상충 및 심각한 상충으로 구분하여 판단하는 것을 특징으로 하는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 e) 단계는 영상처리기반으로 각 차량들의 시간에 따른 위치자료와 교차로 신호현시를 연결하여 각 차량이 교차로 안으로 진입한 시간과 밖으로 진출한 시간을 신호시간과 비교하여 신호위반을 판단하고, 신호위반 건수를 측정하는 것을 특징으로 하는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 방법.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 e) 단계는 이전 신호의 차량이 신호위반을 하였을 때 다음 신호의 차량이 교차로 내로 진입한 경우, 두 차량간의 제동거리를 계산하여 약한 상충을 판단하는 것을 특징으로 하는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 방법.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 e) 단계는 주행 중인 두 차량간의 상기 제동거리에 따라 두 차량간의 제동지점까지의 연장선이 서로 만나거나, 상호 교차하지 않는다면, 심각하지 않은 약한 상충으로 판단하는 것을 특징으로 하는 영상처리기법을 이

용한 신호교차로의 교통상충 판단 방법.

청구항 22

제18항에 있어서,

상기 e) 단계는 주행 중인 두 차량의 상기 제동정지 거리를 계산하여 좌표화하였을 때, 상기 두 차량의 주행궤적이 상호 교차하는 경우, 위험한 상충으로 판단하는 것을 특징으로 하는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 방법.

청구항 23

제18항에 있어서,

상기 e) 단계는 주행 중인 두 차량의 좌표에서 각각 차량의 범위를 나타내는 부분이 만나거나 겹치는 경우, 심각한 상충인 사고로 판단하는 것을 특징으로 하는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 신호교차로의 교통상충 판단 시스템 및 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로, 신호교차로에서 영상처리-기반 주행궤적 추적기법을 이용하여 교통상충을 판단하는 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

<2> 신호교차로의 교통사고는 통행 특성상 단일로에 비하여 많은 상충점을 가지고 있기 때문에 사고의 잠재성이 높다. 최근에는, 교통사고에 영향을 미치는 독립변수들을 이용하여 대상 신호교차로의 사고예측 모형을 개발하고, 이를 통하여 신호교차로의 안전도를 평가하려는 시도가 이루어지고 있다.

<3> 이러한 교통사고 자료를 기반으로 한 사고예측 모형의 개발은 사고 발생 후의 처리 측면이 보다 강하며, 교통사고 이력자료(historical data)의 취득이 쉽지 않고, 경찰에 보고된 교통사고 건수와 실제 발생한 교통사고 건수와는 불일치하는 경우가 빈번히 발생한다. 이것은 단순사고의 경우, 신고가 누락되기 때문이며, 또한, 교통사고 이력자료는 운전자의 인적 측면이나 현장상황을 보다 현실적으로 고려하기 어렵다는 문제점이 있다. 이에 따라 근본적인 신호교차로에서의 안전도 향상을 위해서는 사고발생 이전에 처리할 수 있는 방법으로서, 교통상충 판단 기법이 거론되고 있다.

<4> 교통상충 판단 기법(Traffic Conflict Technique: TCT)은 교차로에서의 잠재적인 교통사고를 측정하기 위한 방법으로 개발되었으며, 교통상충은 한 운전자가 다른 차량과의 충돌을 피하기 위해 제동이나 엇갈림에 의한 회피행동을 할 때 발생한다.

<5> 구체적으로, 교통상충(Traffic conflict)은 사고를 유발시킬 수 있는 차량간의 상호작용이며, 도로이용자들은 "같은 시점에 같은 지점을 점유하려는 시도"를 함으로써 상충을 포함한 충돌의 과정에 놓이게 된다고 설명하고 있다. 이에 따르면, 사고는 도로 사용자와 도로 환경 및 차량 사이의 상호 작용의 실패로 인해 발생되는 것으로서, 예를 들면, 사고와 같은 형태로 상충이 발생한다. 즉, 상충과 사고발생 과정의 유사성이 존재한다.

<6> 한편, 도 1은 운전자간의 반응을 나타내는 입체 피라미드를 나타내는 도면이다.

<7> 도 1을 참조하면, 주행 중 발생하는 상충은, 대략적으로 무방해 주행(Undisturbed Passages), 잠재적인 상충(Potential Conflicts), 가벼운 상충(Slight Conflict) 및 심각한 상충(Serious Conflict)의 단계로 구분될 수 있다. 이때, 주행시 발생하는 심각한 상충의 정점은 사고로 이어질 수 있고, 그 정점에는 사망과 중상 등 치명적인 사고가 위치하게 된다.

<8> 또한, 일반적으로 사고의 유형은 크게 후 미추돌, 측면충돌, 직각충돌, 대향좌회전충돌 등으로 구분되기 때문에, 상충의 유형을 구분하는데 있어서도 후미추돌, 측면충돌, 직각충돌, 대향좌회전 충돌 상충의 유형으로 구분하여 상충을 판단하고 있다.

<9> 도 2는 신호교차로에서의 다양한 상충점을 예시하는 도면이다.

<10> 도 2를 참조하면, 신호교차로에서는 신호현시에 따라 직진-직진, 좌회전-좌회전, 직진-좌회전의 상충점이 감소될 수 있으나, 신호현시에 의해서 적색신호에서의 각 접근로별 정지에 의한 상충이 추가됨으로써, 교차, 합류, 분류, 정지에 대한 총 24개의 상충점을 가질 수 있다. 도 2는 신호교차로에서의 전체 24개 상충점을 나타낸다.

<11> 또한, 교차로에서 통상적으로 발생하는 교통상충 유형으로는 동일방향(Same-direction) 상충, 대향좌회전(Opposing left-turn) 상충, 교차교통(Cross traffic) 상충, RTOR(Right-Turn-On-Red) 상충, 보행자(Pedestrian) 상충, 2차(Secondary) 상충 및 U-턴(U-turn) 상충 등이 있다. 이러한 상충 중에서 신호위반에 의하여 발생하는 상충 유형으로는 사고유형에 따른 상충유형에 따른 분류 중에서 직각충돌과 대향좌회전 충돌이 있으며, 이들 차량은 진입 과정에서 황색신호가 점등되면 정지하는 것이 원칙임에도 불구하고 신호를 위반하여 교차로에 진입을 시도하는 차량들이다. 이로 인하여 대향 방향에서 정상적인 신호를 받고 주행하려는 후행차량에게 회피행동 내지는 선행차량이 교차로를 통과하기까지 대기하게 되는 상황을 유발하게 된다.

<12> 도 3은 신호 위반시 대향좌회전 상충을 예시하는 도면이고, 도 4는 신호위반시 직각충돌 유형을 예시하는 도면이다.

<13> 도 3은 신호 위반시 대향좌회전 상충을 나타내는 도면으로서, 신호교차로(30)에서 제1 차량(31)이 제2 차량에 대해 대향좌회전을 하는 경우를 나타내고 있다.

<14> 도 4의 a)는 교차교통에서 좌측직진을 나타내며, 도 4의 b)는 교차교통에서 우측직진을 나타내고, 도 4의 c)는 교차교통, 좌측좌회전을 나타내며, 도 4의 d)는 교차교통에서 우측좌회전을 나타낸다. 즉, 제1 차량(41)이 제2 차량(42)에 대해 각각 좌측직진, 우측직진, 좌측좌회전 및 우측좌회전을 하면서 상충이 발생하는 것을 나타낸다.

<15> 한편, 영상처리를 이용하여 도로, 차량 등 이동물체를 추적하는 기법에 대해 다양하게 개발되어 왔다. 이러한 영상처리 기법을 위해 사용되는 CCTV 카메라는 광범위한 지역의 교통상황을 파악할 수 있다는 장점이 있는 반면에, CCTV 시스템 자체 내에 정보수집 및 분석기능을 갖추고 있지 않기 때문에 현장 운영자에 의하여 순간 교통정보 파악에만 활용될 뿐 그 이외의 유용한 정보를 수집하지 못하는 단점을 가지고 있다.

<16> 그러나 교통상충 분석을 수행하는데 있어서, 비디오 촬영을 통한 영상분석 은 궁극적으로는 분석자의 주관이 반영되기 쉬운 측면이 존재하기 때문에 보다 정밀하고 정확한 교차로의 안전도를 판단하는 지표로서 전술한 교통상충 기법을 이용하기에는 한계가 있다는 문제점이 있다. 또한, 기존의 교통상충 기법은 사고 및 상충이 가지는 심각도에 대한 고려가 부족하다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<17> 전술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 교통상충 분석시에 각 유형별로 상충심각도를 고려하여 상충을 판단함으로써, 상충을 정확하게 분석할 수 있는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 시스템 및 방법을 제공하기 위한 것이다.

<18> 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 신호교차로의 안전도(위험도) 평가 시에 조사자의 주관적 오류를 배제시켜 신뢰성을 향상시킬 수 있는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 시스템 및 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제 해결수단

<19> 전술한 기술적 과제를 달성하기 위한 수단으로서, 본 발명에 따른 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 시스템은, 신호교차로(Signalized Intersection)에 자동으로 형성된 검지영역 내의 검지라인을 기반으로 이동 차량들을 개별적으로 추적하여 영상을 감지하는 영상감지 시스템; 상기 영상감지 시스템으로부터 제공되는 감지영상에 따라 상기 이동 차량들의 이동궤적을 추적하여 매 프레임별로 화면상의 위치정보를 추적하는 주행궤적 추적부; 상기 이동 차량들 각각에 식별번호(ID)를 부여하는 개별차량 ID 부여부; 및 상기 개별차량 ID가 부여된 이동 차량들의 추적된 주행궤적에 따라 상기 이동 차량들 간의 상충을 각각의 유형별로 상충의 심각도를 고려하여 판단하는 상충 판단부를 포함하여 구성된다.

<20> 여기서, 상기 상충 판단부는, 상기 이동 차량들의 신호위반시 발생하는 대향좌회전 상충 또는 직각충돌 상충 유

형에 대하여 영상처리 기반으로 교통상충을 판단할 수 있다.

<21> 여기서, 상기 상충 판단부는 신호위반, 약한 상충, 위험한 상충 및 심각한 상충으로 구분하여 판단할 수 있다.

<22> 여기서, 상기 상충 판단부는 영상처리기반으로 각 차량들의 시간에 따른 위치자료와 교차로 신호현시를 연결하여 각 차량이 교차로 안으로 진입한 시간과 밖으로 진출한 시간을 신호시간과 비교하여 신호위반을 판단하고, 신호위반 건수를 측정하는 것을 특징으로 한다.

<23> 여기서, 상기 상충 판단부는 이전 신호의 차량이 신호위반을 하였을 때 다음 신호의 차량이 교차로 내로 진입한 경우, 두 차량간의 제동거리를 계산하여 약한 상충을 판단하는 것을 특징으로 한다.

<24> 여기서, 상기 상충 판단부는 주행 중인 두 차량의 상기 제동정지 거리를 계산하여 좌표화하였을 때, 상기 두 차량의 주행궤적이 상호 교차하는 경우, 위험한 상충으로 판단하는 것을 특징으로 한다.

<25> 여기서, 상기 상충 판단부는 주행 중인 두 차량의 좌표에서 각각 차량의 범위를 나타내는 부분이 만나거나 겹치는 경우, 심각한 상충인 사고로 판단하는 것을 특징으로 한다.

<26> 여기서, 상기 개별차량 ID 부여부는 상기 매 프레임에서 개별차량 MOR(Moving Object Region)이 감지되면 ID를 부여하고, 상기 MOR의 (left, top) 및 (right, bottom)의 좌표값을 참조테이블(Reference Table: RT)에 저장하는 것을 특징으로 한다.

<27> 여기서, 상기 영상감지 시스템은 배경영상과 현재영상의 차영상(difference image)으로 이동 차량을 추출하고, 상기 이동 차량의 MOR(Moving Object Region)을 추출하기 위해 모폴로지를 이용하여 차량영역을 추출하며, 상기 검지라인을 통과하는 차량에 대해 속도와 점유시간을 산출하는 것을 특징으로 한다.

<28> 전술한 기술적 과제를 달성하기 위한 수단으로서, 본 발명에 따른 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 방법은, a) 신호 교차로(Signalized Intersection)에 자동으로 검지영역 및 검지라인을 설정하는 단계; b) 상기 자동으로 형성된 검지영역 내의 검지라인을 기반으로 이동 차량들을 개별적으로 추적하여 영상을 감지하는 단계; c) 상기 감지된 영상에 따라 상기 이동 차량들의 이동궤적을 추적하여 매 프레임별로 화면상의 위치정보를 추적하는 단계; d) 상기 이동 차량들 각각에 식별번호(ID)를 부여하는 단계; 및 e) 상기 개별차량 ID가 부여된 이동 차량들의 추적된 주행궤적에 따라 상기 이동 차량들 간의 상충을 각각의 유형별로 상충의 심각도를 고려하여 판단하는 단계를 포함하여 이루어진다.

<29> 여기서, 상기 a) 단계는 상기 신호교차로 전 영역에 걸쳐 검지영역을 수동으로 설정한 후, 카메라의 원근에 따라 일정 길이로 정렬하여 자동으로 검지라인을 설정할 수 있다.

<30> 여기서, 상기 b) 단계는, 상기 신호교차로로부터 촬영되는 영상의 픽셀거리를 보정하는 단계; 및 상기 이동 차량을 개별적으로 영역-기반 추적(Region Based Tracking)하는 단계를 포함할 수 있다.

<31> 여기서, 상기 d) 단계는, 상기 매 프레임에서 개별차량 MOR(Moving Object Region)이 감지되면 ID를 부여하는 단계; 및 상기 MOR의 (left, top) 및 (right, bottom)의 좌표값을 참조테이블(Reference Table: RT)에 저장하는 단계를 포함할 수 있다.

<32> 여기서, 상기 e) 단계는 신호위반, 약한 상충, 위험한 상충 및 심각한 상충으로 구분하여 판단하는 것을 특징으로 한다.

효 과

<33> 본 발명에 따르면, 교통상충 분석시에 각 유형별로 상충 심각도를 고려하여 상충을 판단함으로써, 상충을 정확하게 분석할 수 있다.

<34> 본 발명에 따르면, 신호교차로의 안전도(위험도) 평가 시에 조사자의 주관적 오류를 배제시켜 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<35> 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 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. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

<36> 먼저, 이동물체(moving Object)의 추적에 대해 설명한다. 이동물체의 추적은 크게 모델-기반 추적(Model Based Tracking) 방식, 영역-기반 추적(Region Based Tracking) 방식, 능동 윤곽선-기반 추적(Active Contour Based Tracking) 방식 및 특징-기반 추적(Feature Based Tracking) 방식의 네 가지 종류가 있다.

<37> 도 5a 및 도 5b는 각각 3차원으로 차량 모델을 특성화한 것을 예시하는 도면들로서, 도 5a는 개별차량의 3차원(3D) 모델을 예시하며, 도 3b는 다양한 모델들을 나타낸다.

<38> 도 5a에 도시된 바와 같이, 모델-기반 추적 방식은 개별차량 형태를 3D 모델(50)로 표현하고, 도 5b에 도시된 바와 같이, 기 저장된 영상 내의 개별차량의 모델들(51, 52, 53, 54, 55)과 영상정합(Template Matching)을 통하여 차량을 추적하는 방법으로서, 예를 들면, 3D 모델로 표현된 차량(50)이 기저장된 영상 내의 개별차량의 모델들(51, 52, 53, 54, 55) 중에서 Car-sedan(51)인 것을 판단할 수 있다. 그런데, 모델-기반 추적 방식은 거리를 통과하는 모든 차량의 3D 모델화를 한다는 것이 현실적으로 어렵기 때문에, 이 방법은 차량이 적게 다니는 경우에 적합하다.

<39> 다음으로, 영역-기반 추적 방식은 차량 추적에서 가장 많이 쓰이는 방법으로, 다음의 수학식 1과 같이 배경영상과 현재영상의 차영상(difference image)으로 이동물체(moving object)를 추출하고, 이를 세그먼테이션(Segmentation)하게 된다.

수학식 1

$$D_t(\mathbb{X}) = \begin{cases} 1 & if |I_t(\mathbb{X}) - I_B(\mathbb{X})| > threshold(\theta) \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

$$where, \mathbb{X} is M \times N pixel Matrix$$

<40>

<41> 여기서, 배경영상이 항상 일정하지 않기 때문에 배경영상을 재설정(refinement)하는 방법이 도입되어야 한다. 예를 들면, 대체적으로 주간, 야간, 일몰 시간대 등 하루의 사간변화와 나무의 흔들림(Waving Trees), 갑작스런 환경변화(Light switch) 등에 따라 배경영상을 재설정할 수 있다.

<42> 대부분의 상용화 제품은 이러한 영역-기반 추적 방법을 채택하고 있으며, 그 이유는 상용화 제품인 경우, 단순히 개별차량 추적뿐만 아니라 교통정보수집, 사고감지 등 매 프레임별 처리해야하는 계산량이 많으므로 CCTV 카메라에서 컬러영상이 입력되었다 하더라도, 이를 256 Gray(8비트/pixel)로 변환하여 처리하게 되고, 이 경우 영역-기반 추적 방식이 이를 처리하는데 가장 유리하기 때문이다.

<43> 다음으로, 도 6은 능동 윤곽선-기반 추적(Active Contour Based Tracking)을 설명하기 위한 도면으로서, 도 6의 a)는 촬영된 영상을 나타내고, 도 6의 b)는 이동물체의 윤곽선을 추출한 것을 나타낸다.

<44> 도 6을 참조하면, 능동 윤곽선-기반 추적 방식은, 물체의 윤곽선(Contour 또는 Snake)(61)을 그려 이를 매 프레임마다 추적하는 방법으로서, 이는 전술한 영역-기반 방식보다는 계산량을 줄일 수 있으나, 영상 겹침에 대해서는 매우 취약하다는 단점이 있다.

<45> 마지막으로, 특징-기반 추적(Feature Based Tracking) 방식은 이동물체의 특징을 추출하여, 이 추출된 특징을 매 프레임별로 추적하는 방식으로서, 즉, 이동차량의 부분 특징(예를 들어, 컬러값)을 찾아 이를 매 프레임별로 추적하는 방법으로서, 영상 겹침 문제에 대해 다른 방법에 비하여 우수하다는 장점이 있다. 하지만 전반적으로 특징-기반 추적 방법은 이동물체의 특징을 추출하는데, 계산량이 많고, 이에 따라 계산시간이 많이 결린다는 문제점이 있다. 이를 해결하기 위한 방법으로, Constrained Delaunay Triangulation(CDT) 알고리즘이 있는데, 이 방법은 이동물체의 정확한 윤곽을 추출하는 것 보다는 계산량을 감소시키는데 유용하게 이용된다. 도 7은 CDT(Constrained Delaunay Triangulation)를 이용한 차량 감지를 설명하기 위한 도면으로서, 도 7의 a)는 촬영된 차량(71)의 영상을 나타내며, 도 7의 b)는 CDT(72)를 이용하여 차량을 감지하는 것을 나타낸다.

<46> 한편, 영상-기반의 교통정보 수집시스템은 관리 및 운영상의 한계를 보이고 있는 기존의 루프 검지기의 역할을 대체하는 검지기로써의 역할 뿐만 아니라, 다양한 교통류의 정보를 제공하고 관리할 수 있다는 점에서 전 세계적으로 널리 사용되고 있다.

<47> 본 발명의 실시예로서, 교통신호와 연관되어 발생하는 상충의 유형을 구분하고 발생 가능한 상황에 대해 분석함으로써, 신호교차로의 안전성을 자동으로 판별하고 감시할 수 있는 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 시스템 및 방법이 제공된다.

<48> 여기서, 교통상충 판단기법은 상충수를 측정함으로써 교통안전 변화의 효율성을 결정하기 위한 비교적 빠른 방법이다. 특히, 교통상충 판단 기법은 적은 시간과 한정된 공간에서 조사를 통해 자료를 취득하고 분석할 수 있고, 또한 다양한 측면에서 기존의 교통사고 자료를 활용한 분석 방법보다 그 활용도가 높다.

<49> 또한, 본 발명의 실시예는 교통상충을 분석하는데 있어 각 유형별로 상충 심각도를 고려하여 상충을 판단할 수 있는 판단기준을 제시하고, 조사자의 주관이 개입됨으로써 발생할 수 있는 분석의 정확도를 확보하기 위하여 영상처리기반의 개별차량 추적 기법을 이용한다.

<50> 한편, 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 시스템의 구성도이다.

<51> 도 8을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 시스템은, 검지라인 기반 영상감지 시스템(200) 및 교통상충 판단 시스템(300)을 포함한다. 검지라인 기반 영상감지 시스템(200)은 촬상부(CCTV: 210), 영상변환부(220), 영상처리부(230) 및 검지라인 자동계산부(240) 등을 포함할 수 있다. 교통상충 판단 시스템(300)은 주행궤적 추적부(310), 개별차량 ID 부여부(320), 대향좌회전 상충 판단부(330), 직각충돌 상충 판단부(340) 및 상충정보 DB(350)를 포함할 수 있다.

<52> 영상감지 시스템(200)은 신호교차로(Signalized Intersection:100)에 자동으로 형성된 검지영역(110) 내의 검지라인(Detection Line Segments: 120)을 기반으로 이동 차량들을 개별적으로 추적하여 영상을 감지한다. 즉, 상기 영상감지 시스템(200)은 상기 신호교차로(100) 전 영역에 걸쳐 검지영역(110)을 수동으로 설정한 후, 카메라의 원근에 따라 일정 길이로 정렬하여 자동으로 검지라인(120)을 설정할 수 있다.

<53> 상기 영상감지 시스템(200)은 상기 신호교차로로부터 촬영되는 영상의 픽셀거리를 픽셀거리 보정 알고리즘(252)에 따라 보정하고, 또한, 차량검지 및 추적 알고리즘(251)에 따라 상기 이동 차량을 개별적으로 영역-기반 추적(Region Based Tracking)한다.

<54> 또한, 상기 영상감지 시스템(200)은 배경영상과 현재영상의 차영상(difference image)으로 이동 차량을 추출하고, 상기 이동 차량의 MOR(Moving Object Region)을 추출하기 위해 모폴로지를 이용하여 차량영역을 추출하며, 상기 검지라인(120)을 통과하는 차량에 대해 속도와 점유시간을 산출한다.

<55> 상기 영상감지 시스템(200)의 촬상부(CCTV: 210), 영상변환부(220) 및 영상처리부(230)는 기존의 영상감지 시스템과 동일하므로 상세한 설명은 생략하며, 또한, 상기 영상감지 시스템(200)의 검지라인 자동계산부(240)에 대해서는 후술하기로 한다.

<56> 교통상충 판단 시스템(300)의 주행궤적 추적부(310)는 상기 영상감지 시스템(200)으로부터 제공되는 상충 분석용 원시 데이터(Raw Data)인 감지영상에 따라 상기 이동 차량들의 이동궤적을 추적하여 매 프레임별로 화면상의 위치정보를 추적한다.

<57> 교통상충 판단 시스템(300)의 개별차량 ID 부여부(320)는 상기 이동 차량들 각각에 식별번호(ID)를 부여한다. 구체적으로, 개별차량 ID 부여부(320)는 상기 매 프레임에서 개별차량 MOR(Moving Object Region)이 감지되면 ID를 부여하고, 상기 MOR의 (left, top) 및 (right, bottom)의 좌표값을 참조테이블(Reference Table: RT)에 저장하게 된다.

<58> 상충 판단부는 이동 차량들의 신호위반시 발생하는 대향좌회전 상충 판단부(330) 또는 직각충돌 상충 판단부(340)를 포함하며, 상기 개별차량 ID가 부여된 이동 차량들의 추적된 주행궤적에 따라 상기 이동 차량들 간의 상충을 각각의 유형별로 상충의 심각도를 고려하여 판단하게 된다.

<59> 이때, 대향좌회전 상충 판단부(330)는 대향좌회전 상충 판단 알고리즘(331)에 따라 상충을 판단하고, 직각충돌 상충 판단부(340)는 직각충돌 상충 판단 알고리즘(341)에 따라 상충을 판단한다. 상기 대향좌회전 상충 판단부(330) 또는 직각충돌 상충 판단부(340)는 신호위반, 약한 상충, 위험한 상충 및 심각한 상충으로 구분하여 판단하게 된다.

<60> 상기 대향좌회전 상충 판단부(330) 또는 직각충돌 상충 판단부(340)는 영상처리-기반으로 각 차량들의 시간에 따른 위치자료와 교차로 신호현시를 연결하여 각 차량이 교차로 안으로 진입한 시간과 밖으로 진출한 시간을 신호시간과 비교하여 신호위반을 판단하고, 신호위반 건수를 측정한다.

<61> 또한, 상기 대향좌회전 상충 판단부(330) 또는 직각충돌 상충 판단부(340)는 이전 신호의 차량이 신호위반을 하였을 때 다음 신호의 차량이 교차로 내로 진입한 경우, 두 차량간의 제동거리를 계산하여 약한 상충을 판단하게

되며, 또한, 주행 중인 두 차량간의 상기 제동거리에 따라 두 차량간의 제동지점까지의 연장선이 서로 만나거나, 상호 교차하지 않는다면, 심각하지 않은 약한 상충으로 판단하게 된다.

<62> 또한, 상기 대향좌회전 상충 판단부(330) 또는 직각충돌 상충 판단부(340)는 주행 중인 두 차량의 상기 제동정지 거리를 계산하여 좌표화하였을 때, 상기 두 차량의 주행궤적이 상호 교차하는 경우, 위험한 상충으로 판단하게 된다.

<63> 또한, 상기 대향좌회전 상충 판단부(330) 또는 직각충돌 상충 판단부(340)는 주행 중인 두 차량의 좌표에서 각각 차량의 범위를 나타내는 부분이 만나거나 겹치는 경우, 심각한 상충인 사고로 판단하게 된다.

<64> 이때, 상기 신호위반, 약한 상충, 위험한 상충 또는 심각한 상충에 대한 정보는 상충정보 DB(350) 내에 저장될 수 있다.

<65> 따라서 본 발명의 실시예에 따르면, 교통신호와 연관되어 발생하는 상충의 유형을 구분하고 발생 가능한 상황에 대해 분석함으로써, 신호교차로의 안전성을 자동으로 판별하고 감시할 수 있고, 특히, 사고다발 신호교차로에 적용한 교통상충 판단 시스템 및 방법을 통하여 기존 신호교차로 및 신설되는 신호교차로의 안전도를 평가하고 감시하는데 이용할 수 있다.

<66> 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 검지영역의 자동설정을 설명하기 위한 도면이다.

<67> 도 9를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 검지영역 자동설정 알고리즘을 실제 교차로(100)에 적용하여 검지영역(110)을 설정한 후, 교통량, 속도, 점유율 등의 교통정보를 수집한다. 이때, 교통정보는 추적-기반의 개별차량 주행궤적 추적하여 수집하는 것이기 때문에 전체 차로에 걸쳐 검지영역(WIde Detection Area: WIDA)(110)을 먼저 수동으로 설정하고, 이후, 카메라의 원근에 따라 일정 길이에 맞춰 자동으로 검지라인(120)을 설정하게 된다.

<68> 구체적으로, 본 발명의 실시예에서, 자동 설정된 검지영역을 통하여 교통정보를 수집을 위한 차량감지(Vehicle Detection)를 수행할 때, 배경영상과 차영상(Background subtraction image)을 이용하는 방법을 사용하고, 이후, 수집된 교통정보를 상용화된 영상검지기 결과와 비교하기 위해서, 기존 상용화된 영상검지기인 Autoscope와 동일한 영상을 대상으로 비교하게 된다.

<69> 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 CCTV를 통해 들어오는 교차로 영상을 예시하는 도면이다.

<70> 영상기반 교통정보 수집시스템은 기존의 Tripwire 기반의 영상검지기와 개별차량 주행궤적 추적(tracking) 기법으로 크게 두 가지로 나눌 수 있는데, 두 기능 모두 검지영역을 설정함에 있어 수동으로 설정하여야 하고, 이때, 주행궤적 추적 기법의 영상 검지기는 최소 30m 이상의 검지영역을 설정하여야 한다. 특히, 연속류 도로가 아닌 교차로에서는 CCTV의 주시방향에 따라 사각(oblique angle)으로 영상이 들어오며, 이 영상으로 교통량을 제외한 다른 교통정보를 얻는다는 것이 어렵게 된다.

<71> 즉, 신호교차로 CCTV를 통해 들어오는 영상은, 도 10에 도시된 바와 같이, 사각(oblique angle)으로 들어오기 때문에 신호교차로 내 거리를 정확히 산출하지 못하며, 이에 따라 교통량을 제외한 속도, 점유율, 상충정보 등을 판단하는데 어려움이 있다.

<72> 따라서 본 발명의 실시예에 따른 영상기반 감지 시스템은, 검지라인 자동계산을 이용한 차량 추적시, 픽셀(Pixel)거리 보정 알고리즘을 이용하게 된다.

<73> 픽셀(Pixel)거리 보정 알고리즘은, 먼저, 두점 (x_1, y_1) 과 (x_2, y_2) 를 지나는 직선의 방정식은 수학식 2와 같다.

수학식 2

<74>
$$y - y_1 = \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)} \times (x - x_1) \qquad y = \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)} x - \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)} x_1 + y_1$$

<75> 또한, 두 직선 $y = k_1 x + m_1$ 및 $y = k_2 x + m_2$ 의 교차점을 (p, q) 라 했을 때, 다음의 수학식 3과 같이 (p, q) 를 구할 수 있다.

수학식 3

<76> $$p=\frac{(m_1-m_2)}{(k_2-k_1)},\quad q=\frac{m_1k_2-k_1m_2}{k_2-k_1},$$

<77> 여기서, $$k_i=\frac{(y_{2,i}-y_{1,i})}{(x_{2,i}-x_{1,i})},\quad m_i=y_{1,i}-\frac{(y_{2,i}-y_{1,i})}{(x_{2,i}-x_{1,i})}x_{1,i}$$ 이다.

<78> 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 픽셀거리 보정 알고리즘을 실제로 교차로 영상에 적용한 것을 예시하는 도면이다.

<79> 도 11은 전술한 수학식 3에 따른 픽셀거리 보정 알고리즘을 실제 교차로 영상에 적용한 결과로서, CCTV 카메라 위치를 원점으로 하는 Global 좌표축 (X_G, Y_G) 와 영상을 기준으로 하는 (X_M, Y_M)로 구분한다. 여기서, Global 좌표 기준으로 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), (x_4, y_4)$ 으로 이루어진 네 점을 통과하는 직선의 교차점 $(p_1, q_1), (p_2, q_2)$ 을 구한다.

<80> 다음으로, 교차로 내 같은 거리의 검지라인을 구분하기 위해서, $(p_1,q_1)\rightarrow(x_3,y_3)$ 와 $(p_2,q_2)\rightarrow(x_3,y_3)$ 의 사이각 θ 와 같은 각도로 Line W_1 을 구한다.

<81> 이때, Line W_1 은 $(p_2,q_2)\rightarrow(x_3,y_3)$ 의 직선의 방정식을 점 (x_3,y_3) 를 중심으로 $-\theta$ 각도만큼 회전을 시킨 직선이기 때문에 다음의 수학식 4에 의해서 구할 수 있다.

수학식 4

<82> $$T_1=\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 0\\ -a_1 & -a_2 & 0\end{bmatrix},\quad T_2=\begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 0\\ a_1 & a_2 & 1\end{bmatrix},$$

<83> $$R(-\theta)=\begin{bmatrix}\cos(-\theta) & \sin(-\theta) & 0\\ -\sin(-\theta) & \cos(\theta) & 0\\ 0 & 0 & 1\end{bmatrix},$$

<84> $$T=T_1R(-\theta)T_2$$

$$=\begin{vmatrix}\cos(-\theta) & \sin(-\theta) & 0\\ -\sin(-\theta) & \cos(\theta) & 0\\ a_1(1-\cos(-\theta))+a_2\sin(-\theta) & a_2(1-\cos(-\theta))-a_1\sin(-\theta) & 1\end{vmatrix}$$

<85> 여기서, $a_1=x_3$, $a_2=y_3$ 이다.

<86> 이후, 교차로 $(x_1,y_1)\leftrightarrow(x_3,y_3)$, $(x_2,y_2)\leftrightarrow(x_4,y_4)$ 사이의 픽셀을 동일한 길이로 N등분하고, Line W_1 직선상 $(x_5,y_5)\leftrightarrow(x_3,y_3)$ 의 길이를 N등분하며, N등분된 각각의 좌표값과 (p_1,q_1) 점과 연결하는 직선의 방정식을 구하여, 교차점 $(p_2,q_2)\rightarrow(x_3,y_3)$ 을 지나는 직선과 만나는 점을 구한다.

<87> 구체적으로, 본 발명의 실시예에 따른 픽셀거리 보정 알고리즘을 단계별로 정리하면 다음과 같다.

<88> **(제1 단계)** CCTV 카메라를 원점으로 하는 Global 좌표축 (X_G, Y_G) 와 영상을 기준으로 하는 좌표축 (X_M, Y_M) 을 설정한다.

<89> **(제2 단계)** 전술한 수학식 2 및 수학식 3에 의해, 교차로 다각형 검지영역의 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), (x_4, y_4)$ 를 통과하는 직선의 교차점 $(p_1, q_1), (p_2, q_2)$ 을 구한다.

<90> **(제3 단계)** 전술한 수학식 4에 따라 $(p_2,q_2)\rightarrow(x_3,y_3)$ 의 직선의 방정식을 점 (x_3,y_3)를 중심으로 $-\theta$ 각도만큼 회전시킨 직선 Line W_1을 구한다.

<91> **(제4 단계)** $(p_1, q_1)\rightarrow Line\, W_1$ 직선 만나는 영역을 N등분하고, N등분한 각 점 $(n_1, n_2, \cdots n_N)\rightarrow(p_1, q_1)$ 과의 직선의 방정식을 산출한다.

<92> **(제5 단계)** $(p_2, q_2)\rightarrow(x_3, y_3)$, $(p_2, q_2)\rightarrow(x_4, y_4)$ 을 지나는 직선과 만나는 점을 구한다.

<93> **(제6 단계)** 제3 단계와 동일한 방법으로 $(p_1,q_1)\rightarrow(x_3,y_3)$ 의 직선의 방정식을 점 (x_3,y_3)를 중심으로 θ 각도만큼 회전을 시킨 직선 Line W_2 을 구한다.

<94> **(제7 단계)** $(p_2, q_2)\rightarrow Line\, W_2$ 직선과 만나는 영역을 M등분하고, M등분한 각 점 $(n_1, n_2, \cdots n_M)\rightarrow(p_2, q_2)$ 과의 직선의 방정식을 산출한다.

<95> **(제8 단계)** $(p_1, q_1)\rightarrow(x_1, y_1)$, $(p_1, q_1)\rightarrow(x_3, y_3)$ 을 지나는 직선과 만나는 점을 구한다.

<96> **(제9 단계)** $(p_2, q_2)\rightarrow(x_3, y_3)$, $(p_2, q_2)\rightarrow(x_4, y_4)$ 을 지나는 직선과 만나는 점을 구한다. 따라서 전술한 제1 내지 제9 단계에 의해 픽셀이 보정된다.

<97> 한편, 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 배경영상과 현재영상의 차영상 처리를 나타내는 도면이다.

<98> 도 12를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 차량검지 및 추적 알고리즘은 도면부호 121로 도시된 배경영상과 도면부호 122로 도시된 현재 영상의 차영상(도면부호 123 참조)을 이용한 영역 기반(Region Based) 방식을 적용하며, 그 이유로는 일반 상용화 제품과 같이 단지 추적만을 처리하는 것이 아니라 추적을 기반으로 교통정보까지 계산하게 되면 많은 처리시간이 필요하다. 따라서 영상처리를 8비트로 단순화하여 계산량을 줄여야 하며, 또한 속도, 점유시간을 계산하려면, 이동차량의 전체 윤곽을 추출해야 정확한 교통정보가 산출되기 때문이다.

<99> 도 13은 본 발명의 실시예에 따른 추적 처리 절차를 나타내는 동작흐름도이다.

<100> 도 13을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 추적 처리는 크게 세 영역으로 나누어 수행된다. 첫째, 배경영상과 현재영상의 차영상(difference image)으로 이동차량을 추출하고(S1301, S1302, S1311, S1312), 둘째, 차량의 MOR(Moving Object Region)을 추출하기 위해 모폴로지를 이용하여 정확한 차량영역을 추출하며(S1321 내지 S1329), 셋째, 검지라인을 통과하는 차량에 대해 속도와 점유시간을 산출한다(S1331 내지 S1334).

<101> 다음으로, 차량 검지(Vehicle Detection)시 배경영상과 현재영상의 차영상(S1321)에서 이진화 영상(Binalization)으로 변환하기 위해 임계값을 결정하는데(S1322), 이때, 보다 정확한 임계값을 구하기 위하여 각 지점의 경험값을 적용하여 27에서 255 사이의 값으로 구한다.

<102> S1323 단계 내지 S1325 단계의 모폴로지는 Dilation과 Closing을 이용하였으며 Dilation은 차량의 윤곽을 명확히 하기 위한 것이고, Closing은 차량의 이진영상에서 순수한 차량만 추출하기 위한 것이다. 이때, 해당 Dilation 관련 수학식 및 Closing 관련 수학식은 각각 수학식 5 및 수학식 6과 같다.

수학식 5

<103> $$D(A,B) = A \oplus B = \bigcup_{\beta \in} (A + \beta)$$

수학식 6

<104> $A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$

<105> 여기서, A는 차량구분 영역(Vehicle Segmented Area)이고, B는 Structuring Element이다.

<106> 도 14는 본 발명의 실시예에 따른 차량감지 절차를 나타내는 도면이다.

<107> 도 14를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 차량감지 절차는, 도면부호 S1401 내지 S1405 단계의 모폴로지에 의해 이동차량이 감지된 후 3ㅅ 3 이내의 영역은 노이즈로 처리하여 제거하고(S1401), 그 이상의 크기만을 이동차량이라 판단하여 MOR(Moving Object Region)으로 처리한다(S1402 내지 S1405).

<108> 도 15는 본 발명의 실시예에 따른 개별차량에 대한 ID 부여 및 MOR 좌표값을 RT에 저장하는 방법의 동작흐름도이다.

<109> 도 15를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 개별차량에 대한 ID(Index 또는 Identification number) 부여 및 MOR(Moving Object Region) 좌표값을 RT(Reference table)에 저장하는 방법은, 먼저, 프레임 I_t 에서 개별차량 MOR이 감지되면 ID를 부여함과 동시에 MOR의 (left, top) 및 (right, bottom)의 좌표값을 참조테이블(Reference Table: RT)에 저장한다(S1501 내지 S1506). 다음으로, 프레임 I_{t+1} 에서는 MOR의 (left, top) 및 (right, bottom) 좌표값이 참조테이블(RT) 내에 저장된 I_t 의 (X, Y)의 영역을 포함하고 있을 때(S1507), 동일 차량이라 보고 RT에서 해당 차량 ID를 검색하여 (left, top) 및 (right, bottom)의 좌표값을 갱신한다(S1510). 만일, 해당 ID가 존재하지 않을 경우, 새로운 ID를 생성하여 MOR 좌표값을 저장한다(S1508, 1509). 이후, 인덱스 ID를 Fetch하고, ID를 디스플레이한다(S1511).

<110> 도 16은 본 발명의 실시예에 따른 현장시험 환경을 위해 CCTV의 설치 높이와 위치를 나타내는 도면이다.

<111> 도 16을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 알고리즘의 검증을 위한 현장 적용 시험(Field Test)으로서, 분당 교차로 정자 교차로, 내정 교차로 두개 지점에 대해 실측을 하였다. 실험은 기존 교차로에 설치되어 있는 CCTV 영상을 통해 획득한 영상을 대상으로 하였으며, CCTV의 설치 높이 및 위치는 각각 도 16의 a) 및 도 16의 b)에 도시된 바와 같고, 이것은 단지 예를 위한 것이므로 이에 국한되는 것은 아니다.

<112> 도 17은 본 발명의 실시예에 따른 신호교차로 내의 검지영역 자동 설정을 설명하기 위한 도면으로, 도 17의 a)는 내정 사거리에서, 도 17의 b)는 정자 사거리에서의 검지영역 자동 설정을 나타낸다.

<113> 도 17을 참조하면, 교차로 내 검지영역 자동설정을 위하여, 교차로 전 영역에 걸쳐 검지영역을 수동으로 설정하고(WIde Detection Area: WIDA), 카메라의 원근에 따라 본 알고리즘을 적용하여, 일정 길이에 맞춰 자동으로 검지선(Detection Line Segments: DLS)을 설정하게 된다.

<114> 한편, 도 18a 및 도 18b는 각각 본 발명의 실시예에 따른 내정교차로 및 정자사거리의 교통정보 비교분석을 위한 테이블이다.

<115> 본 발명의 실시예에서는 교차로 검지영역 자동설정 알고리즘에 의해 검지영역을 설정하고, 이 검지영역을 통과하는 차량에 대하여 가장 기본적인 교통정보에 해당하는 교통량과 속도, 그리고 점유율을 산출하였다. 측정은 상용화된 VDS가 회전차량 및 가로통과 차량에 대해서는 측정이 불가능하므로, 이와의 비교 검증을 위하여 직진차량에 한해서 측정하였다.

<116> 그 결과, 두개 교차로에 대한 결과값은 도 18a 및 도 18b와 같다. 도 18a 및 도 18b의 결과에 따라 픽셀보정 알고리즘에 의해 검지영역을 자동으로 설정한 방법으로 개별차량 추적시스템에 적용한 교통정보 산출 결과와 상용화 제품과의 비교 결과 교통량에서만 각각 2대의 오차가 있었으며, 속도와 점유시간에서는 오차범위 내에서 유효한 결과가 나왔다.

<117> 또한, 본 발명의 실시예에 따른 추적 기법의 VDS에서 검지영역을 설정할 때, 단위거리별 픽셀길이를 자동 계산하여, 검지영역을 설정하며, 그 방법으로서, 교차로 네 방면 직선의 방정식을 이용하여 검지영역의 전체길이를 계산하고, 기울기의 비례를 통하여 검지라인을 자동으로 계산한다.

<118> 따라서 본 발명의 실시예에 따르면, 검지영역 내 감지라인을 자동 계산함으로써 개별차량별 이동거리를 정확히 계산할 수 있으며, 차두간의 거리 계산을 통해 사고위험을 자동으로 감지할 수 있다.

<119> 한편, 기존에 사용한 일반적인 대향좌회전 상충 판단은 신호위반 차량만을 카운트하여 그 수를 누적하는 것이었

다. 이것은 실제로 차량과 차량사이에 거리나 회피반응 등을 전혀 고려하지 않은 것이므로 위와 같은 신호위반 차량을 기준으로 상충을 판단한 경우, 실제 발생한 상충과 비교하였을 때 더 많은 수가 측정되어 정확도가 결여된다. 본 발명의 실시예에서는 선행 차량의 신호위반시 보다 정확한 상충의 판단기준을 세우기 위해서 그 정도에 따라 세분화한다.

<120> 도 19a 내지 도 19d는 본 발명의 실시예에 따른 대향좌회전 상충 판단기준을 설명하기 위한 도면들이다.

<121> 도 19a에 도시된 바와 같이, 신호위반 단계(제1 단계)는 기존에 교차로에서 상충을 판단하기 위하여 사용하는 방법으로서, 선행 차량(192)이 제1 신호등(193)의 황색신호에 무리하게 교차로 내로 진입하여 신호위반을 한 경우를 카운트한다. 영상처리-기반으로 각 차량들(192, 194)의 시간에 따른 위치자료와 교차로 신호현시를 연결하여 각 차량(192, 194)이 교차로 안으로 진입한 시간과 밖으로 진출한 시간을 신호시간과 비교함으로써 신호위반 건수를 측정한다.

<122> 다음으로, 도 19b에 도시된 바와 같이, 약한 상충 단계(제2 단계)는, 전 신호의 차량(192)이 신호위반을 하였을 때 다음 신호의 차량(194)이 교차로 내로 진입하였을 경우, 두 차량(192, 194) 간의 제동거리를 계산하여 상충을 판단할 수 있다.

<123> 영상처리를 통하여 획득한 차량간의 좌표를 통하여 두 차량(192, 194)의 제동거리를 계산한다. 두 차량(192, 194)간의 제동거리를 계산한 뒤, 실시간으로 반영된 좌표에 두 차량(192, 194)의 제동지점을 표시하면, 두 차량(192, 194)이 제동하는 지점의 좌표를 확인할 수 있게 된다.

<124> 이때, 표시된 두 차량(192, 194) 간의 제동지점까지의 연장선이 서로 만나거나, 상호교차하지 않는다면, 심각하지 않은 약한 상충으로 판단한다.

<125> (x_{t-1}^{a} , y_{t-1}^{a})는 t-1 프레임에서 신호위반 차량(A)의 좌표를 나타내고, (x_{t}^{a} , y_{t}^{a})는 t 프레임에서 신호위반 차량(A)의 좌표를 나타낸다.

<126> t-1 프레임에서 t 프레임 동안 A 차량의 좌표를 이용하여 이동거리를 계산한다.

<127>
$$l_1^a = \sqrt{(x_t^a - x_{t-1}^a)^2 + (y_t^a - y_{t-1}^a)^2}$$

<128> 여기서, $T_t^a - T_{t-1}^a$ 는 t-1 프레임에서 t 프레임 동안 A 차량의 이동시간을 나타낸다.

<129> 이후, t-1 프레임에서 t 프레임 동안 A 차량의 이동거리(l)와 이동시간을 이용하여 A차량의 속도를 계산한다.

<130>
$$v^a = \frac{l_1^a}{T_t^a - T_{t-1}^a}$$
는 t-1 프레임에서 t 프레임 동안 A 차량의 속도를 나타낸다.

<131> 이후, 차량의 속도(v^a)와 종방향 마찰계수(f)를 이용하여 A 차량의 제동정지 거리를 계산한다.

<132>
$$Ds^a = \frac{v^{a^2}}{254f}$$

<133> 여기서, Ds^a 는 선행 차량의 제동정지 거리를 나타낸다.

<134> 또한, 종방향 마찰계수 f는 설계속도 80kph에서의 노면 건조 상태의 값인 0.58을 사용하였다.

<135> 이후, 제동정지 거리는 t-1 프레임에서 t 프레임 동안 A 차량이 진행한 연장선상에 있다고 가정한다. 따라서 α 를 계산한다.

<136>
$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{x_t^a - x_{t-1}^a}{y_t^a - y_{t-1}^a}\right)$$

<137> 이후, α 가 계산되면, 제동정지 거리를 다음과 같이 좌표화할 수 있다.

<138> $$x_{t+1}^{a} = x_{t}^{a} + Ds^{a} \times \sin\alpha \quad , \quad y_{t+1}^{a} = y_{t}^{a} + Ds^{a} \times \cos\alpha$$

<139> 여기서, (x_{t+1}^{a}, y_{t+1}^{a})는 t 프레임에서 계산된 신호위반 차량(A)의 제동정지거리 좌표를 나타낸다.

<140> 전술한 방법으로 차량(B)의 주행궤적을 추적한다. 차량(B)은 정상적인 주행권을 가진 차량이다.

<141> (x_{t-1}^{b}, y_{t-1}^{b})는 t-1 프레임에서 차량(B)의 좌표를 나타내고, (x_{t}^{b}, y_{t}^{b})는 t 프레임에서 차량(B)의 좌표를 나타낸다.

<142> 다음으로, t-1 프레임에서 t 프레임 동안 B 차량의 좌표를 이용하여 이동거리를 계산한다.

<143> $$l_{2}^{b} = \sqrt{(x_{t}^{b} - x_{t-1}^{b})^{2} + (y_{t}^{b} - y_{t-1}^{b})^{2}}$$

<144> $T_{t}^{b} - T_{t-1}^{b}$ 는 t-1 프레임에서 t 프레임 동안 B 차량의 이동시간을 나타낸다.

<145> 다음으로, t-1 프레임에서 t 프레임 동안 B 차량의 이동거리(l_{2})와 이동시간을 이용하여 B 차량의 속도를 계산한다.

<146> $v^{b} = \dfrac{l_{1}^{b}}{T_{t}^{b} - T_{t-1}^{b}}$ 는 t-1 프레임에서 t 프레임 동안 B차량의 속도를 나타낸다.

<147> 차량의 속도(v^{b})와 종방향 마찰계수(f)를 이용하여 B차량의 제동정지거리를 계산한다.

<148> $$Ds^{b} = \frac{v^{b^{2}}}{254f} \quad ,$$

<149> 여기서, Ds^{b} 는 후행차량(B)의 제동정지 거리를 나타내며, 종방향 마찰계수 f는 설계속도 80kph에서의 노면건조 상태의 값인 0.58을 사용하였다.

<150> 제동정지 거리는 t-1 프레임에서 t 프레임 동안 B차량이 진행한 연장선상에 있다고 가정한다. 따라서 β를 계산한다.

<151> $$\beta = \tan^{-1}\left(\frac{x_{t}^{b} - x_{t-1}^{b}}{y_{t}^{b} - y_{t-1}^{b}}\right)$$

<152> 이후, β가 계산되면, 다음과 같이 제동정지거리를 좌표화할 수 있다.

<153> $$x_{t+1}^{b} = x_{t}^{b} + Ds^{b} \times \sin\beta \quad .$$

<154> $$y_{t+1}^{b} = y_{t}^{b} - Ds^{b} \times \cos\beta$$

<155> 여기서, (x_{t+1}^{b}, y_{t+1}^{b})는 t 프레임에서 계산된 후행차량(B)의 제동정지 거리 좌표를 나타낸다.

<156> 구체적으로, 선행차량(A)와 후행차량(B)의 제동정지 거리 좌표가 계산되면, 이를 바탕으로 두 차량의 충돌할 것으로 예상되는 교차점을 계산한다. t 프레임에서의 선행차량(A)의 좌표(x_{t}^{a}, y_{t}^{a})와 t 프레임에서 계산된 제동정지 거리 좌표(x_{t+1}^{a}, y_{t+1}^{a})를 이루는 하나의 직선과, t 프레임에서 후행차량(B)의 좌표(x_{t}^{b}, y_{t}^{b})와 t

프레임에서 계산된 제동정지 거리의 좌표(x_{t+1}^{b}, y_{t+1}^{b})를 이루는 직선을 통하여 교차점을 계산할 수 있게 된다.

<157> 만일, 두 직선이 교차점을 형성하지 않는다면 두 차량의 충돌하지 않는 상황으로 판단할 수 있으므로 약한 상충이다.

<158> 전술한 제2 단계에서는 신호를 위반한 상황이지만, 두 차량의 제동정지 거리 내에서 주행한다고 할 수 있다. 도 19c에 도시된 바와 같이, 위험한 상충(제3 단계)은 두 차량(192, 194)의 제동정지거리를 계산하고 좌표화할 때, 두 차량(192, 194)의 주행궤적이 상호 교차하는 상황이다.

<159> 구체적인 상충 판단기준의 정립 절차는 전술한 약한 상충(제2 단계) 상황에서의 판단기준과 동일한 절차를 따르며, 제동지점을 좌표화하여 상호 교차하면 위험한 상충으로 판단한다. 구체적으로, t 프레임에서의 선행차량(A)의 좌표(x_t^a, y_t^a)와 t 프레임에서 계산된 제동정지 거리 좌표(x_{t+1}^a, y_{t+1}^a)를 이루는 하나의 직선과, t 프레임에서 후행차량(B)의 좌표(x_t^b, y_t^b)와 t 프레임에서 계산된 제동정지 거리의 좌표(x_{t+1}^b, y_{t+1}^b)를 이루는 직선을 통하여 교차점이 형성되면 충돌하는 상황으로 예상할 수 있으므로 위험한 상충(제3 단계) 상황이다.

<160> 다음으로, 도 19d에 도시된 바와 같이, 심각한 상충 단계(제4 단계: 사고)는, 영상처리-기반으로 수집한 두 차량(192, 194)의 좌표에서 각각 차량의 범위를 나타내는 부분이 만나거나 겹치게 되었을 때, 사고로 판단한다. 즉, 두 차량(192, 194)간의 최소거리 $D \leq 0$ 이면 사고로 판단한다.

<161> 한편, 기전의 직각충돌 상충의 판단기준 역시, 신호위반 차량만을 카운트하여 그 수를 누적하는 것이었다. 이것은 실제로 차량과 차량사이에 거리나 회피반응 등을 전혀 고려하지 않은 것이므로 위와 같은 신호위반 차량을 기준으로 상충을 판단하였을 경우, 실제 발생한 상충과 비교하였을 때 더 많은 수가 측정되어 정확도가 결여된다.

<162> 본 발명의 실시예에 따른 직각충돌 상충의 판단기준은 전술한 대향좌회전 상충 판단기준과 동일한 기준이 적용되며, 기본적으로 차량의 이동궤적을 추적하여 매 프레임별로 화면상의 위치정보를 추적하는 방법은 전술한 대향좌회전 상충의 판단기준과 실질적으로 동일하다.

<163> 도 20a 내지 도 20d는 본 발명의 실시예에 따른 직각충돌 상충 판단기준을 설명하기 위한 도면들이다.

<164> 도 20a에 도시된 바와 같이, 신호위반 단계(제1 단계)는, 기존에 교차로에서 상충을 판단하기 위하여 사용함 방법으로 선행 차량(202)이 제1 신호등(201)의 황색신호에 무리하게 교차로 내로 진입하여 신호위반을 한 경우를 카운트한다.

<165> 구체적으로, 교차로 내의 영상 추적을 이용한 각 차량들(202, 204)의 시간에 따른 위치자료와 교차로 신호현시를 연결하여 각 차량(202, 204)이 교차로 안으로 진입한 시간과 밖으로 진출한 시간을 신호시간과 비교함으로서 신호위반 건수를 측정할 수 있다.

<166> 도 20b에 도시된 바와 같이, 약한 상충 단계(제2 단계)는 이전 신호의 차량(202)이 신호위반을 하였을 때, 다음 신호의 차량(204)이 교차로 내로 진입하였을 경우, 두 차량(202, 204) 간의 제동거리를 계산하여 상충을 판단할 수 있다.

<167> 구체적으로, 영상추적으로 얻은 차량(202, 204) 간의 좌표를 통하여 두 차량(202, 204)의 제동거리를 계산한다. 이후, 두 차량(202, 204)간의 제동거리를 계산한 뒤, 실시간으로 반영된 좌표에 두 차량(202, 204)의 제동지점을 표시하면 두 차량(202, 204)이 제동하는 지점의 좌표를 확인할 수 있다.

<168> 이때, 표시된 두 차량(202, 204) 간의 제동지점까지의 연장선이 서로 만나거나, 상호교차하지 않는다면, 심각하지 않은 약한 상충으로 판단한다. 구체적인 상충 판단기준은 전술한 대향좌회전 상충 판단기준과 실질적으로 동일하다.

<169> 다시 말하면, t 프레임에서 계산된 후행차량(B)의 제동정지거리를 좌표화하여 두 차량의 t 프레임에서의 예상 제동정지 거리가 상호 교차하지 않는다면 약한 상충이다. 구체적으로, 선행차량(A)와 후행차량(B)의 제동정지 거리 좌표가 계산되면, 이를 바탕으로 두 차량의 충돌할 것으로 예상되는 교차점을 계산한다. t 프레임에서의

선행차량(A)의 좌표(x_t^a , y_t^a)와 t 프레임에서 계산된 제동정지 거리 좌표(x_{t+1}^a, y_{t+1}^a)를 이루는 하나의 직선과, t 프레임에서 후행차량(B)의 좌표(x_t^b , y_t^b)와 t 프레임에서 계산된 제동정지 거리의 좌표(x_{t+1}^b, y_{t+1}^b)를 이루는 직선을 통하여 교차점을 계산할 수 있게 된다.

<170> 만일, 두 직선이 교차점을 형성하지 않는다면 두 차량의 충돌하지 않는 상황으로 판단할 수 있으므로 약한 상충이다.

<171> 전술한 제2 단계에서는 신호를 위반한 상황이지만, 두 차량(202, 204)의 제동정지거리 내에서 주행한다고 할 수 있다. 도 20c에 도시된 바와 같이, 위험한 상충 단계(제3 단계)는, 두 차량(202, 204)의 제동정지거리를 계산하고 좌표화하였을 때, 두 차량(202, 204)의 예상 제동정지 거리가 상호 교차하는 상황이다.

<172> 구체적인 위험한 상충 단계의 상충 판단기준은 약한 상충(제2 단계) 상황에서의 판단기준과 동일한 절차를 따른다. 즉, t 프레임에서의 선행차량(A)의 좌표(x_t^a , y_t^a)와 t 프레임에서 계산된 제동정지 거리 좌표(x_{t+1}^a, y_{t+1}^a)를 이루는 하나의 직선과, t 프레임에서 후행차량(B)의 좌표(x_t^b , y_t^b)와 t 프레임에서 계산된 제동정지 거리의 좌표(x_{t+1}^b , y_{t+1}^b)를 이루는 직선을 통하여 교차점이 형성되면 충돌하는 상황으로 예상할 수 있으므로 위험한 상충(제3 단계) 상황이다.

<173> 도 20d에 도시된 바와 같이, 심각한 상충 단계(제4 단계: 사고)는, 영상 추적을 통하여 얻은 두 차량(202, 204)의 좌표에서 각각 차량의 범위를 나타내는 부분이 만나거나 또는 겹치게 되었을 때 사고로 판단한다. 즉, 두 차량(202, 204)간의 최소거리 $D \leq 0$ 이면, 사고로 판단한다.

<174> 한편, 도 21은 본 발명의 실시예에 따른 정자사거리 촬영영상 및 내정사거리 촬영영상을 나타내는 도면으로서, 도 21의 a)는 정자사거리 촬영영상이고, 도 21의 b)는 내정사거리 촬영영상을 나타낸다.

<175> 도 21을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 대향좌회전 상충과 직각충돌 상충유형의 판단기준을 적용하기 위하여 경기도 성남시에 소재한 정자사거리와 내정사거리의 영상을 수집하였다. 두 지점은 교통사고 발생이 많이 발생하는 영향으로 교차로 안전감시 CCTV 카메라가 설치되어 있는 장소이다. 본 발명의 실시예에 따른 분석을 위하여 정자사거리 및 내정사거리에 대한 영상을 수집하는 것과 동시에 현재 운영되고 있는 교차로의 신호현시를 조사하였다.

<176> 먼저, 도 21의 a)에 도시된 바와 같이, 정자사거리의 영상촬영 시간은 2007년 9월 27일 오후 3시 36분 오후 3시 51분까지로 약 15분간 비디오카메라를 이용하여 수집하였다. 현재 운영되고 있는 신호체계는 고정식(정주기식) 신호체계로서, 오전 10시부터 오후 4시까지는 동일한 신호시간으로 운영되고 있으며, 실제 운영되고 있는 현시의 구성은 다음과 같다.

<177>

구분	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5	Phase 6
						
신호시간	20(4)	40(4)	24(4)	20(4)	26(4)	24(4)

<178> 도 21의 b)에 도시된 바와 같이, 내정사거리의 영상촬영 시간은 2007년 9월 27일 오후 2시 42부터 오후 2시 57분까지로 약 15분간 비디오카메라를 이용하여 수집하였다. 내정사거리 역시 고정식(정주기식) 신호체계로서, 오전 10시부터 오후 4시까지는 동일한 신호시간으로 운영되고 있으며, 실제 운영되고 있는 현시의 구성은 다음과 같다.

구분	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
	←	→	↑	↓
신호시간	37(3)	47(3)	47(3)	37(3)

<179>

<180> 도 22는 본 발명의 실시예에 따른 정자사거리의 추적 화면을 나타내는 도면이다.

<181> 도 22를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 교통상충 판단기준의 적용을 위하여 정자사거리와 내정사거리의 주행궤적 추적을 통하여 기초자료가 수집된다. 도시된 화면(221)에서, 좌측 상단의 교차로(222)는 정자사거리를 나타낸 것이고, 좌측 하단(223)은 각 차량이 통과하게 될 때, 발생되는 개별차량의 ID와 주행 궤적을 나타내는 것이다. 또한, 우측 하단(224)은 현재 정자사거리에서 운영하고 있는 신호체계를 보여준다. 이를 바탕으로 정자사거리에 대한 추적 작업을 수행하면, 상충분석을 위한 원시 데이터(Raw data)를 얻을 수 있다. 또한, 도시되지 않았지만, 내정사거리에 대해서도 정자사거리의 분석절차와 동일하게 분석을 수행하였다.

<182> 한편, 도 23은 본 발명의 실시예에 따른 대향좌회전 상충 판단기준에 따른 신호위반 차량의 주행궤적 추적자료를 도식화한 것을 나타내는 도면이고, 도 24는 신호위반차량과 정상주행차량의 시간별 LOC(Level of Conflict)를 도식화한 것을 나타내는 도면이다.

<183> 내정사거리와 정자사거리의 영상을 이용하여 본 발명의 실시예에 따른 대향좌회전 상충의 판단기준을 적용하였다. 분석을 수행한 두 교차로에서 신호위반 상황은 총 13회 발생하였으며, 이때, 신호위반 차량은 26대로 확인되었다. 각 신호위반 차량에 대한 분석결과, 대부분의 경우에서 확인되듯이 신호위반 차량이 무리하게 교차로를 진입하더라도 대향차량은 교차로가 완전히 소거된 후 주행을 시작하는 것으로 확인되었다. 이러한 경우에 대한 신호위반 차량의 주행궤적 추적자료는 도 23에 도시된 바와 같다. ID 99620을 부여받은 차량이 녹색신호에서 교차로를 주행하고 있는 상황에서 신호위반 차량인 ID 1659 차량이 진입함으로써 상충의 정도가 제2 단계를 형성하는 것을 도 24를 통하여 확인할 수 있으며, 두 차량간의 상충의 정도에 있어서는 더 이상 심각해지는 제3 단계(심각한 상충) 및 제4 단계(위험한 상충: 사고) 상황은 확인되지 않았다.

<184> 총 26회의 신호위반 상황 중에서 상충이 발생할 수 있는 지점을 향하여 상호 주행하는 경우는 2회 발생하였다. 이를 도식화하여 나타내면 도 24와 같다. 분석결과, 총 26건의 신호위반 중에 24건에서 상충의 심각도가 제1 단계로 확인되었으며, 제2 단계는 2건으로 확인되었다.

<185> 도 25는 본 발명의 실시예에 따른 직각충돌 상충 판단기준에 따른 신호위반 차량과 정상주행 차량의 시간별 LOC를 도식화한 것을 나타내는 도면이다.

<186> 직각충돌 상충 판단기준 적용 및 분석을 위해, 정자사거리와 내정사거리의 분석을 수행한 결과, 총 48대의 차량이 신호를 위반하여 LOC를 계산하였으나, 45대의 경우에서, 교차로를 주행하는 동안 주행을 시도하거나, 갑자기 교차로에 진입하는 차량이 발생하지 않아 상충의 단계가 제1 단계(신호위반) 상황으로 분석되었다.

<187> 그러나 총 3대의 경우에서는 제2 단계(약한 상충)상황을 연출하는 것으로 확인되었으며, 대표적으로 신호위반 차량(ID: 6953)과 정상주행 차량(ID: 34670)의 시간단위별 LOC는 도식화하면 도 25와 같이 나타난다. 분석을 수행한 결과, 총 48회의 신호위반 상황 중에서 상충이 발생할 수 있는 지점을 향하여 상호 주행하는 경우는 3회 발생하였다.

<188> 결국, 본 발명의 실시예는, 기존에 신호위반시 발생하는 회피행동을 단순히 카운팅하는 것이 아니라, 발생할 수 있는 상충을 구체적으로 구분(Level of Conflict)하여 상충 판단기준을 정립하였다. 또한, 본 발명의 실시예는, 기존의 교통상충기법이 가지는 한계인 조사자의 주관적 오류를 배제하기 위하여 영상처리기법을 이용하며, 미소시간 단위의 Microscopic한 분석을 통하여 분석의 신뢰도를 향상시킬 수 있고, 또한, 조사자로 인하여 발생할 수 있는 오차를 감소시킬 수 있다.

<189> 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 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.

<190> 본 발명의 범위는 상기 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.

도면의 간단한 설명

<191> 도 1은 운전자간의 반응을 나타내는 입체 피라미드를 나타내는 도면이다.

<192> 도 2는 신호교차로에서의 다양한 상충점을 예시하는 도면이다.

<193> 도 3은 신호 위반시 대향좌회전 상충을 예시하는 도면이다.

<194> 도 4는 신호위반시 직각충돌 유형을 예시하는 도면이다.

<195> 도 5a 및 도 5b는 각각 3차원으로 차량 모델을 특성화한 것을 예시하는 도면들이다.

<196> 도 6은 능동 윤곽선-기반 추적(Active Contour Based Tracking)을 설명하기 위한 도면이다.

<197> 도 7은 CDT(Constrained Delaunay Triangulation)를 이용한 차량 감지를 설명하기 위한 도면이다.

<198> 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 영상처리기법을 이용한 신호교차로의 교통상충 판단 시스템의 구성도이다.

<199> 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 검지영역의 자동설정을 설명하기 위한 도면이다.

<200> 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 CCTV를 통해 들어오는 교차로 영상을 예시하는 도면이다.

<201> 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 픽셀거리 보정 알고리즘을 실제로 교차로 영상에 적용한 것을 예시하는 도면이다.

<202> 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 배경영상과 현재영상의 차영상 처리를 나타내는 도면이다.

<203> 도 13은 본 발명의 실시예에 따른 추적 처리 절차를 나타내는 동작흐름도이다.

<204> 도 14는 본 발명의 실시예에 따른 차량감지 절차를 나타내는 도면이다.

<205> 도 15는 본 발명의 실시예에 따른 개별차량에 대한 ID 부여 및 MOR 좌표값을 RT에 저장하는 방법의 동작흐름도이다.

<206> 도 16은 본 발명의 실시예에 따른 현장시험 환경을 위해 CCTV의 설치 높이와 위치를 나타내는 도면이다.

<207> 도 17은 본 발명의 실시예에 따른 신호교차로내의 검지영역 자동 설정을 설명하기 위한 도면이다.

<208> 도 18a 및 도 18b는 각각 본 발명의 실시예에 따른 내정교차로 및 정자사거리의 교통정보 비교분석을 위한 테이블이다.

<209> 도 19a 내지 도 19d는 본 발명의 실시예에 따른 대향좌회전 상충 판단기준을 설명하기 위한 도면들이다.

<210> 도 20a 내지 도 20d는 본 발명의 실시예에 따른 직각충돌 상충 판단기준을 설명하기 위한 도면들이다.

<211> 도 21은 본 발명의 실시예에 따른 정자사거리 촬영영상 및 내정사거리 촬영영상을 나타내는 도면이다.

<212> 도 22는 본 발명의 실시예에 따른 정자사거리의 추적 화면을 나타내는 도면이다.

<213> 도 23은 본 발명의 실시예에 따른 대향좌회전 상충 판단기준에 따른 신호위반 차량의 주행궤적 추적자료를 도식화한 것을 나타내는 도면이다.

<214> 도 24는 본 발명의 실시예에 따른 대향좌회전 상충 판단기준에 따른 신호위반차량과 정상주행차량의 시간별 LOC(Level of Conflict)를 도식화한 것을 나타내는 도면이다.

<215> 도 25는 본 발명의 실시예에 따른 직각충돌 상충 판단기준에 따른 신호위반 차량과 정상주행 차량의 시간별 LOC를 도식화한 것을 나타내는 도면이다.

<216> < 도면부호의 간단한 설명 >

<217> 100: 신호교차로 110: 검지영역

<218> 120: 검지라인 200: 검지라인 기반 영상감지 시스템

<219> 210: 촬상부(CCTV) 220: 영상변환부

<220> 230: 영상처리부 240: 검지라인 자동계산부

<221> 251: 차량검지 및 추적 알고리즘 252: 픽셀거리 보정 알고리즘

<222> 300: 교통상충 판단 시스템 310: 주행궤적 추적부

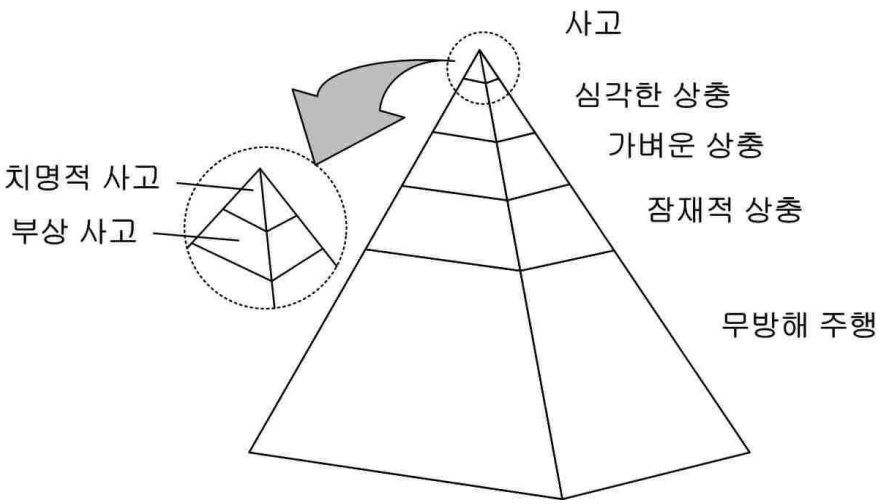
<223> 320: 개별차량 ID 부여부 330: 대향좌회전 상충 판단부

<224> 331: 대향좌회전 상충 판단 알고리즘 340: 직각충돌 상충 판단부

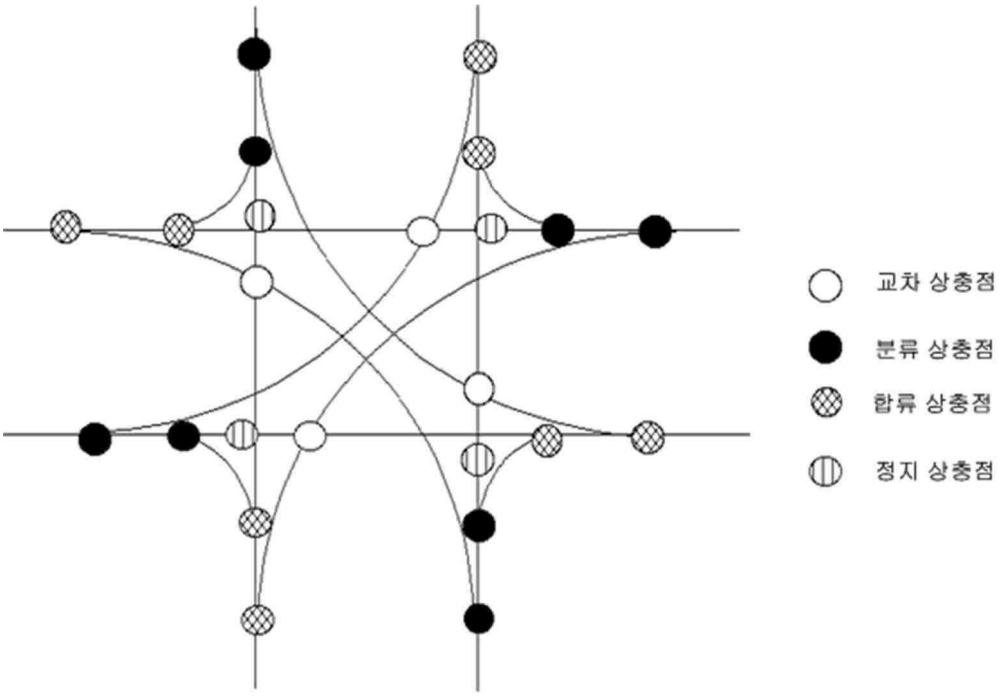
<225> 341: 직각충돌 상충 판단 알고리즘 350: 상충정보 DB

도면

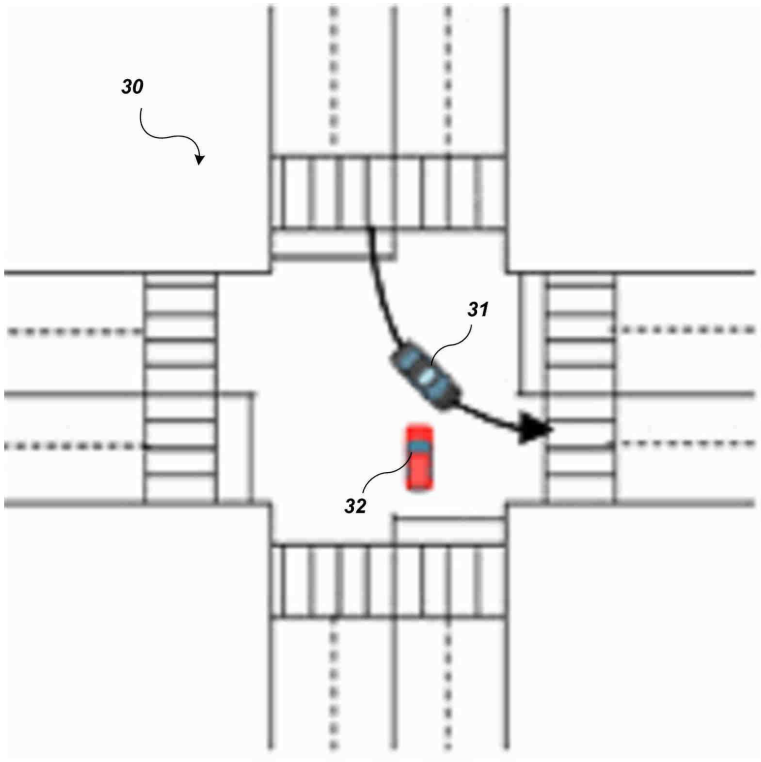
도면1



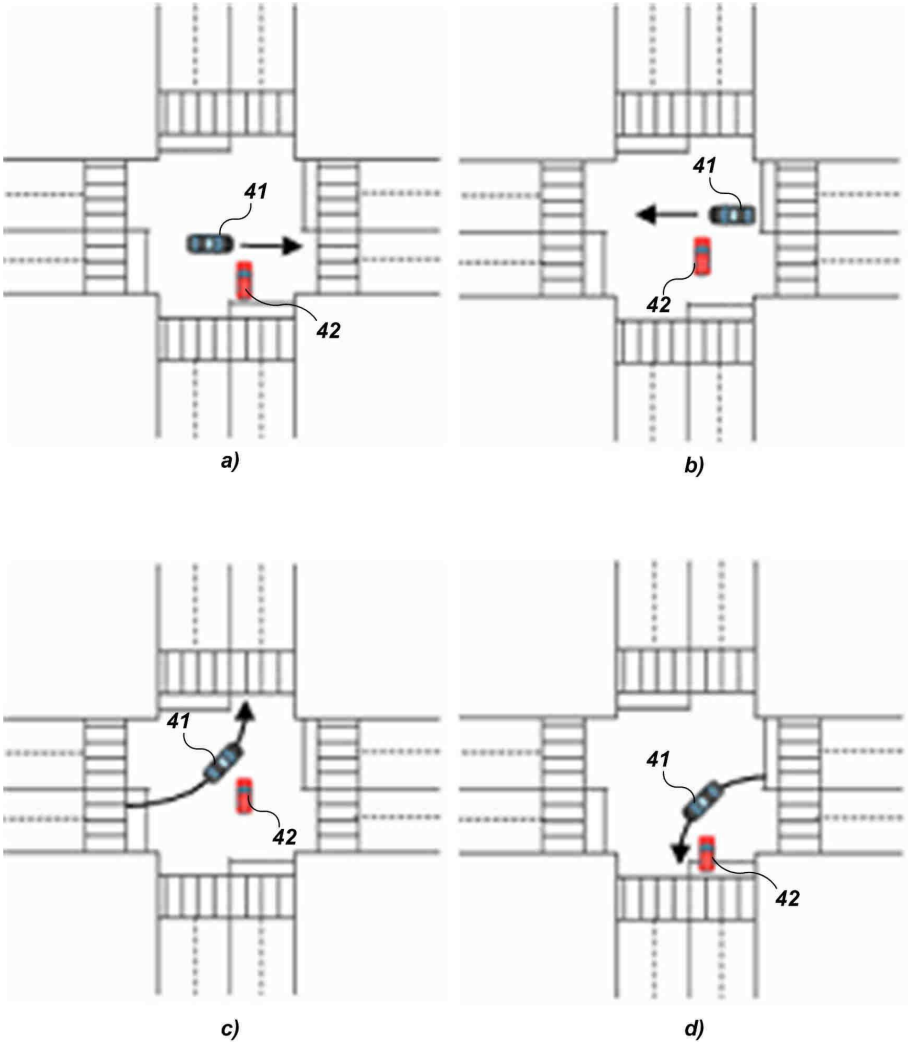
도면2



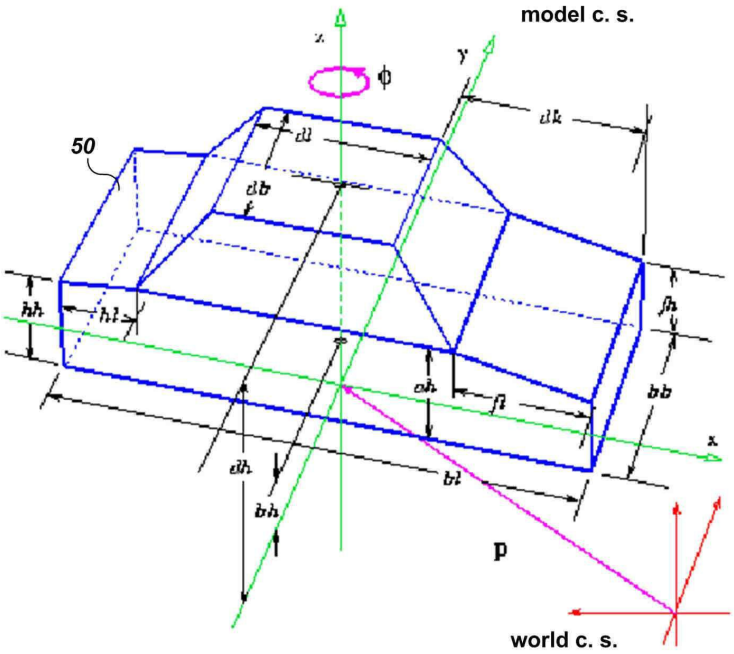
도면3



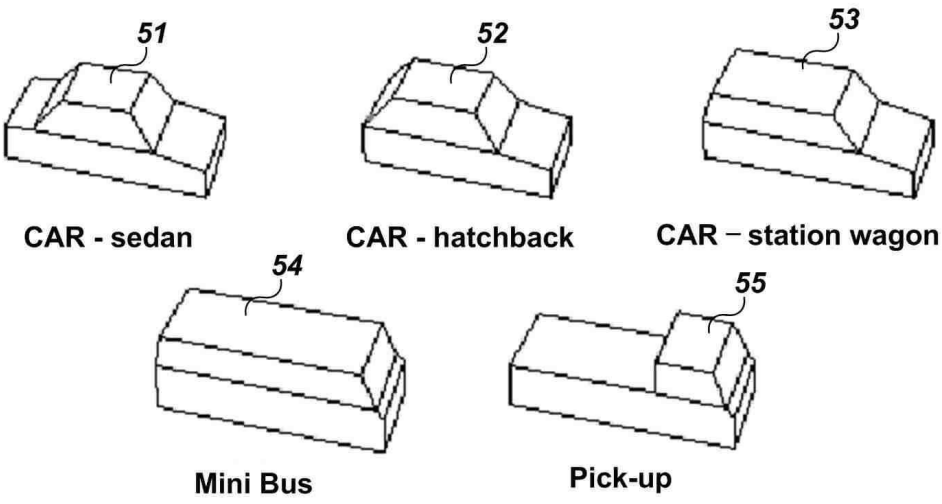
도면4



도면5a

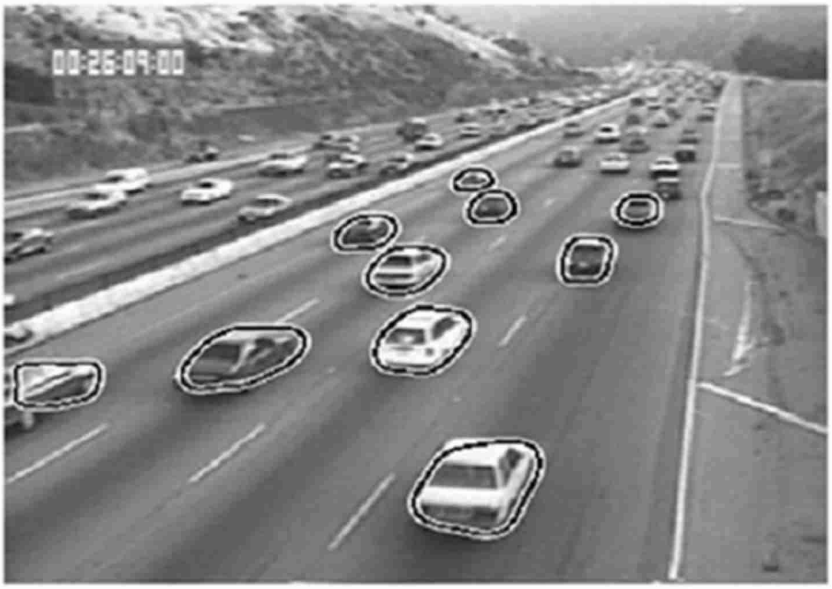

model c. s.
z
y
x
φ
50
dl
dlk
dlb
hh
hl
bh
bb
eh
fl
bl
bh
p
world c. s.

도면5b

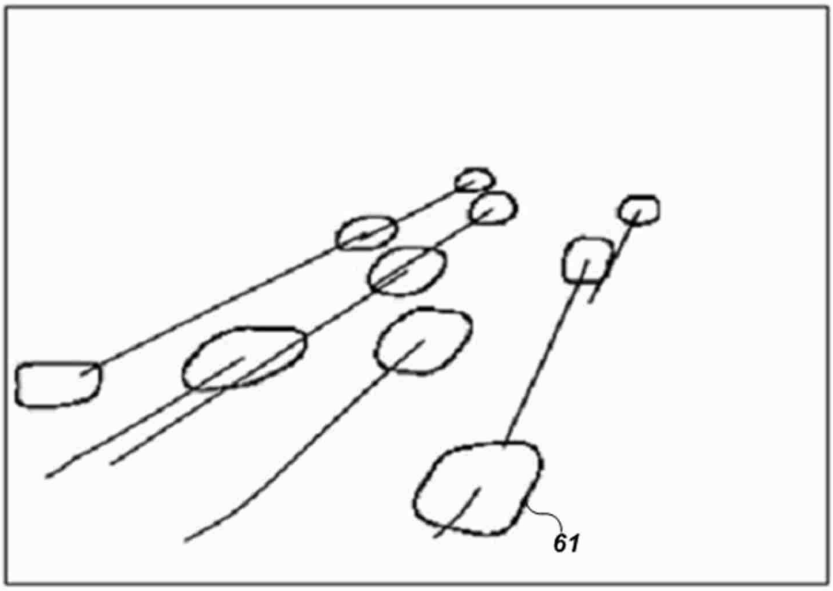

51
52
53
CAR - sedan
CAR - hatchback
CAR – station wagon
54
55
Mini Bus
Pick-up

도면6

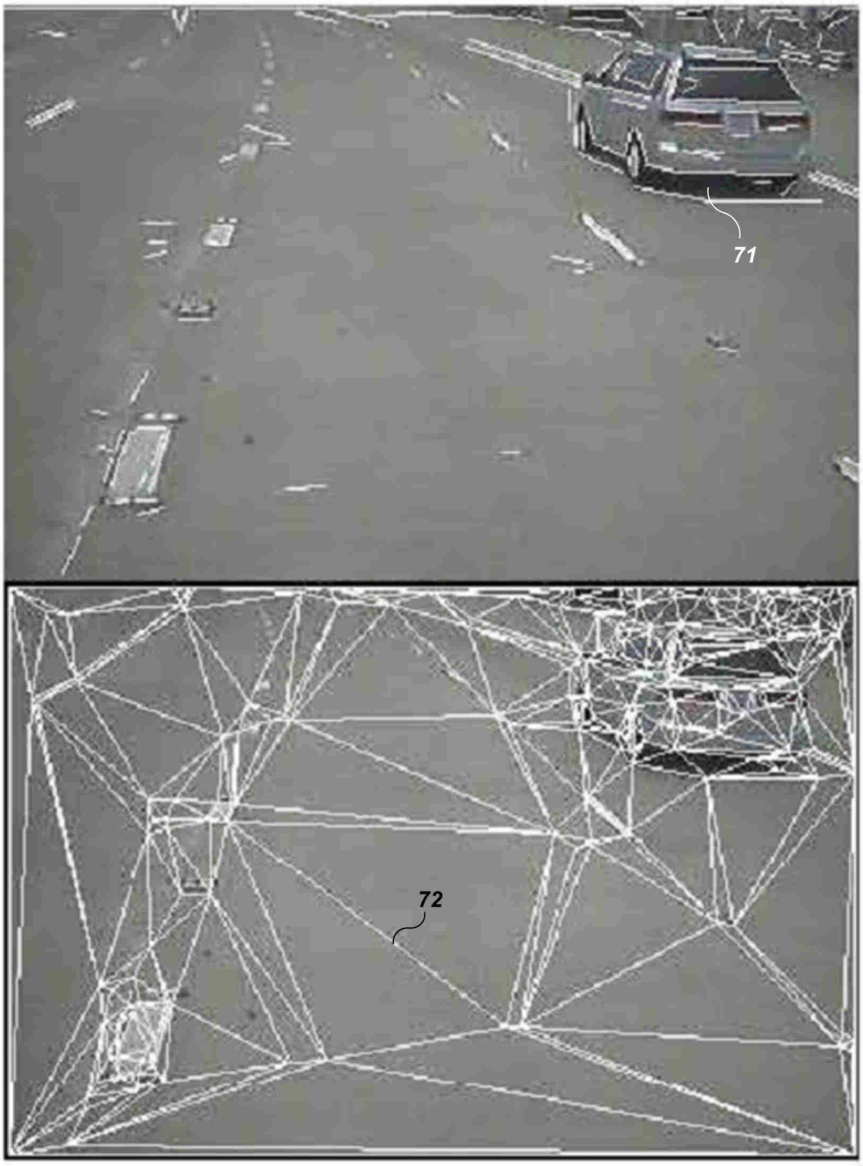
a)



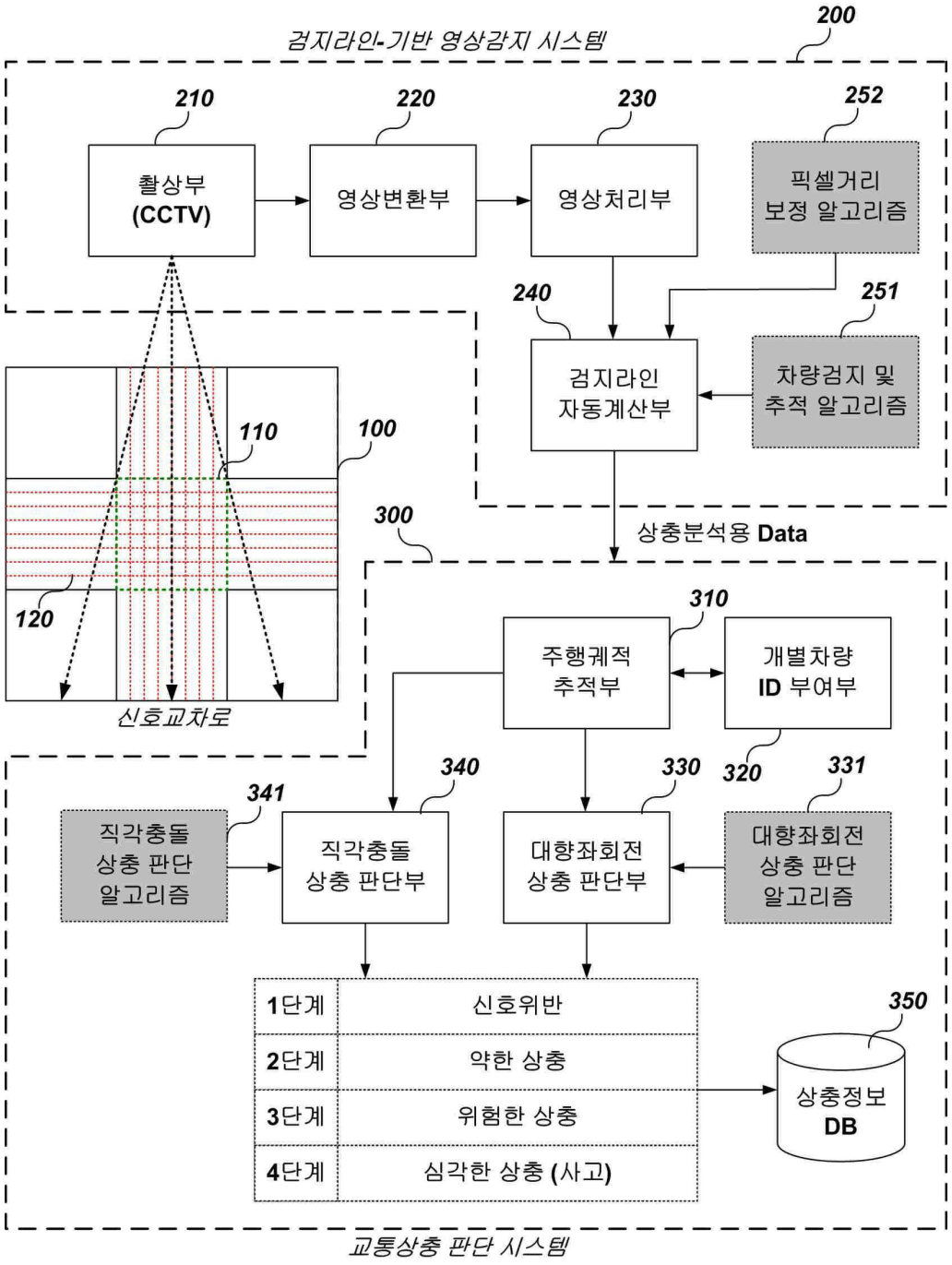
b)



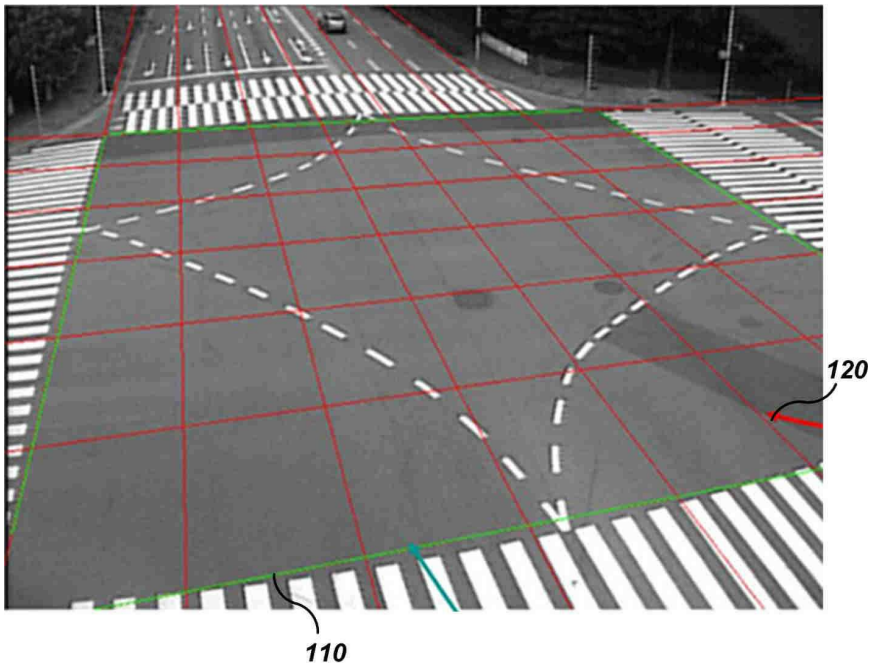
도면7



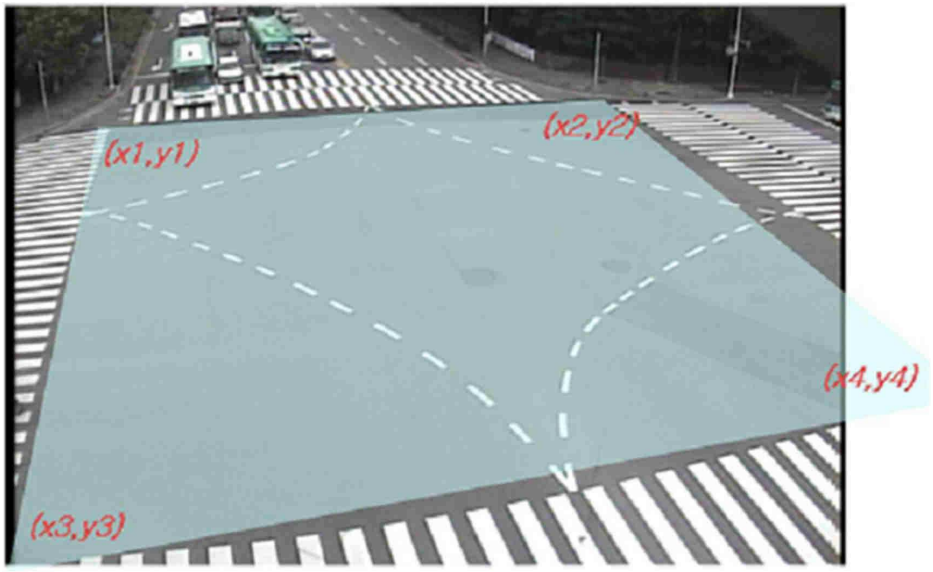
도면8


검지라인-기반 영상감지 시스템
200
210
촬상부
(CCTV)
220
영상변환부
230
영상처리부
252
픽셀거리
보정 알고리즘
240
검지라인
자동계산부
251
차량검지 및
추적 알고리즘
110
100
120
신호교차로
300
상충분석용 Data
310
주행궤적
추적부
개별차량
ID 부여부
320
331
340
330
341
직각충돌
상충 판단
알고리즘
직각충돌
상충 판단부
대향좌회전
상충 판단부
대향좌회전
상충 판단
알고리즘
1단계
신호위반
2단계
약한 상충
3단계
위험한 상충
4단계
심각한 상충 (사고)
350
상충정보
DB
교통상충 판단 시스템

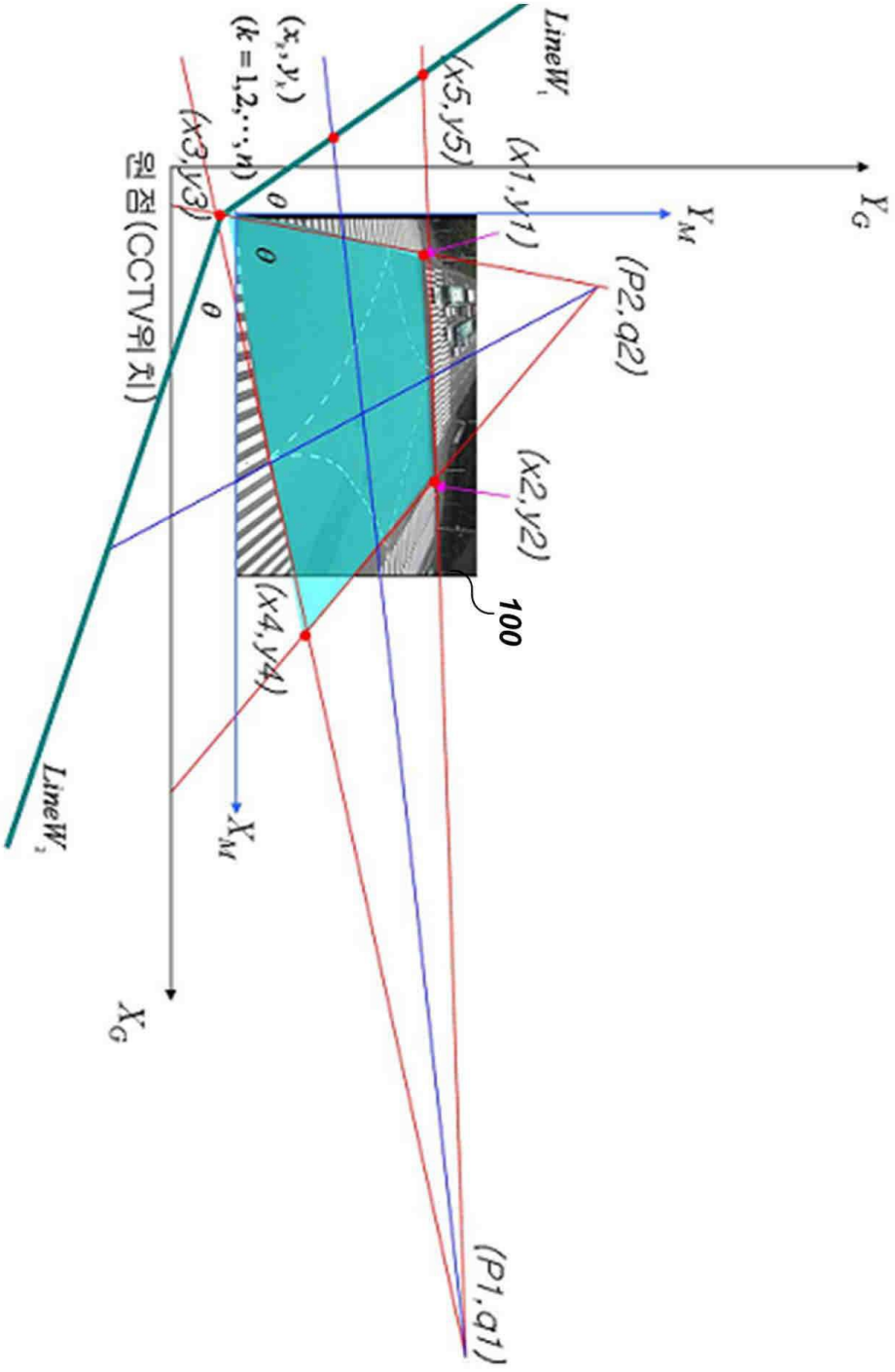
도면9



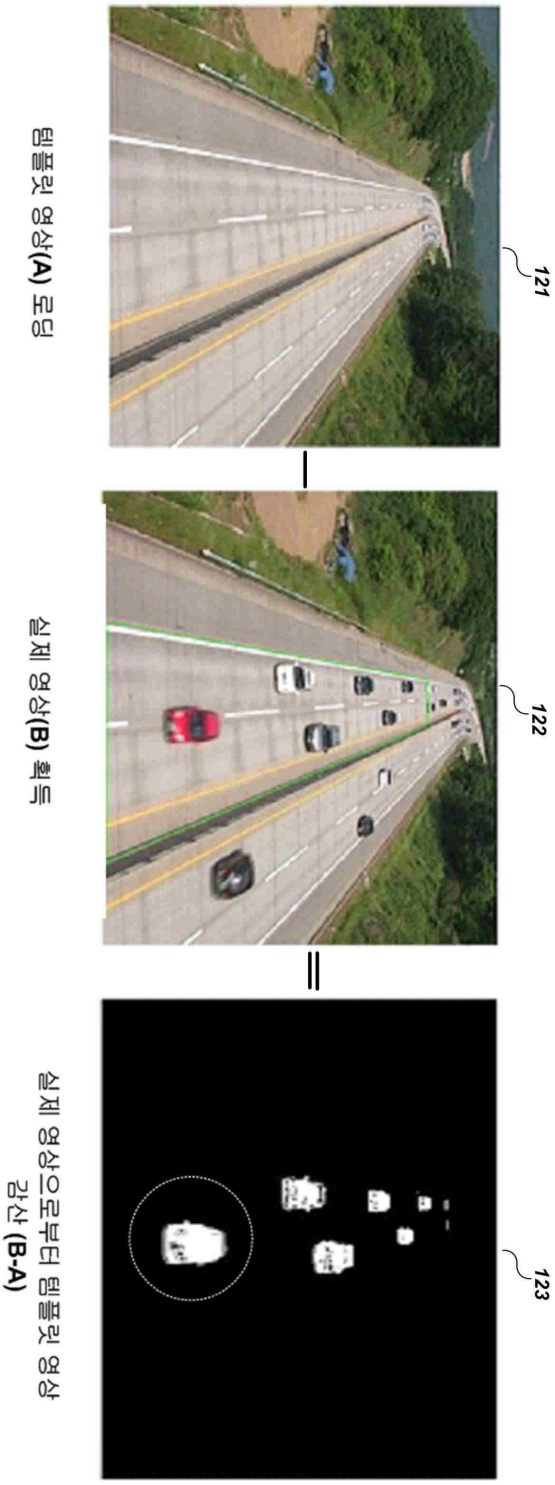
도면10



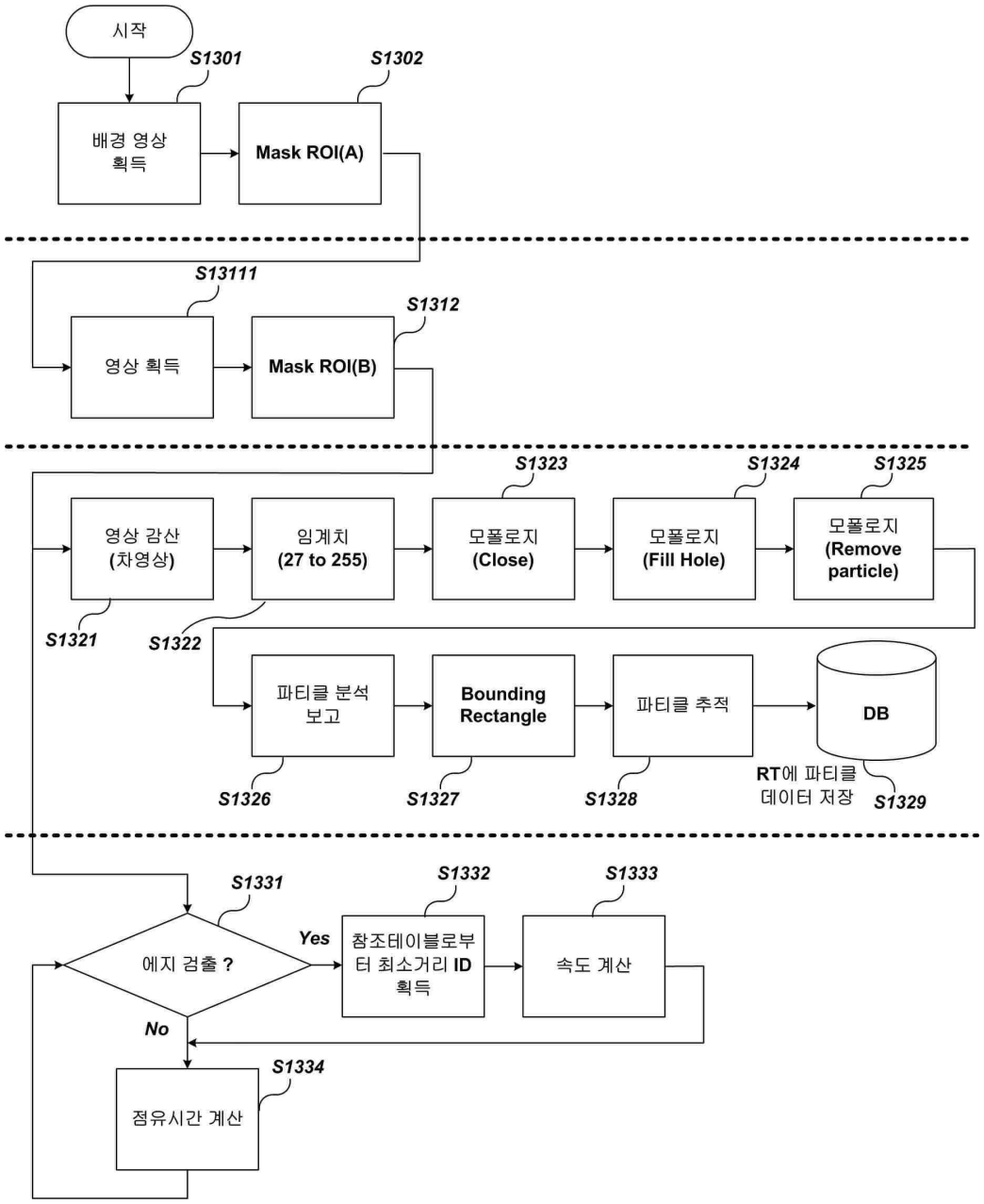
도면11


LineW1
(x5,y5)
(x1,y1)
(x3,y3)
(xk,yk)
(k = 1,2,…,n)
원점 (CCTV위치)
θ
θ
θ
YM
YG
(P2,q2)
(x2,y2)
100
(x4,y4)
LineW2
XM
XG
(P1,q1)

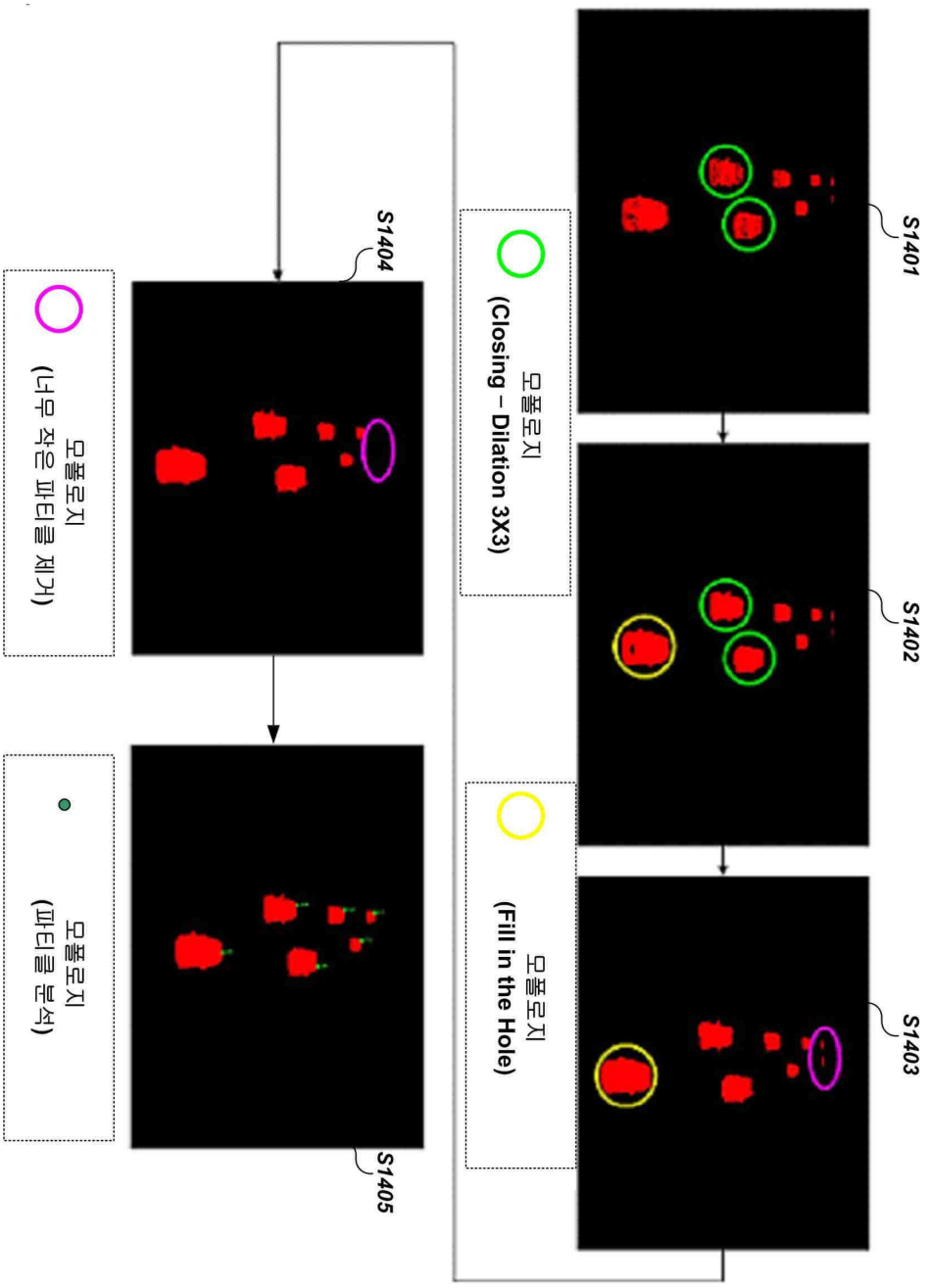
도면12



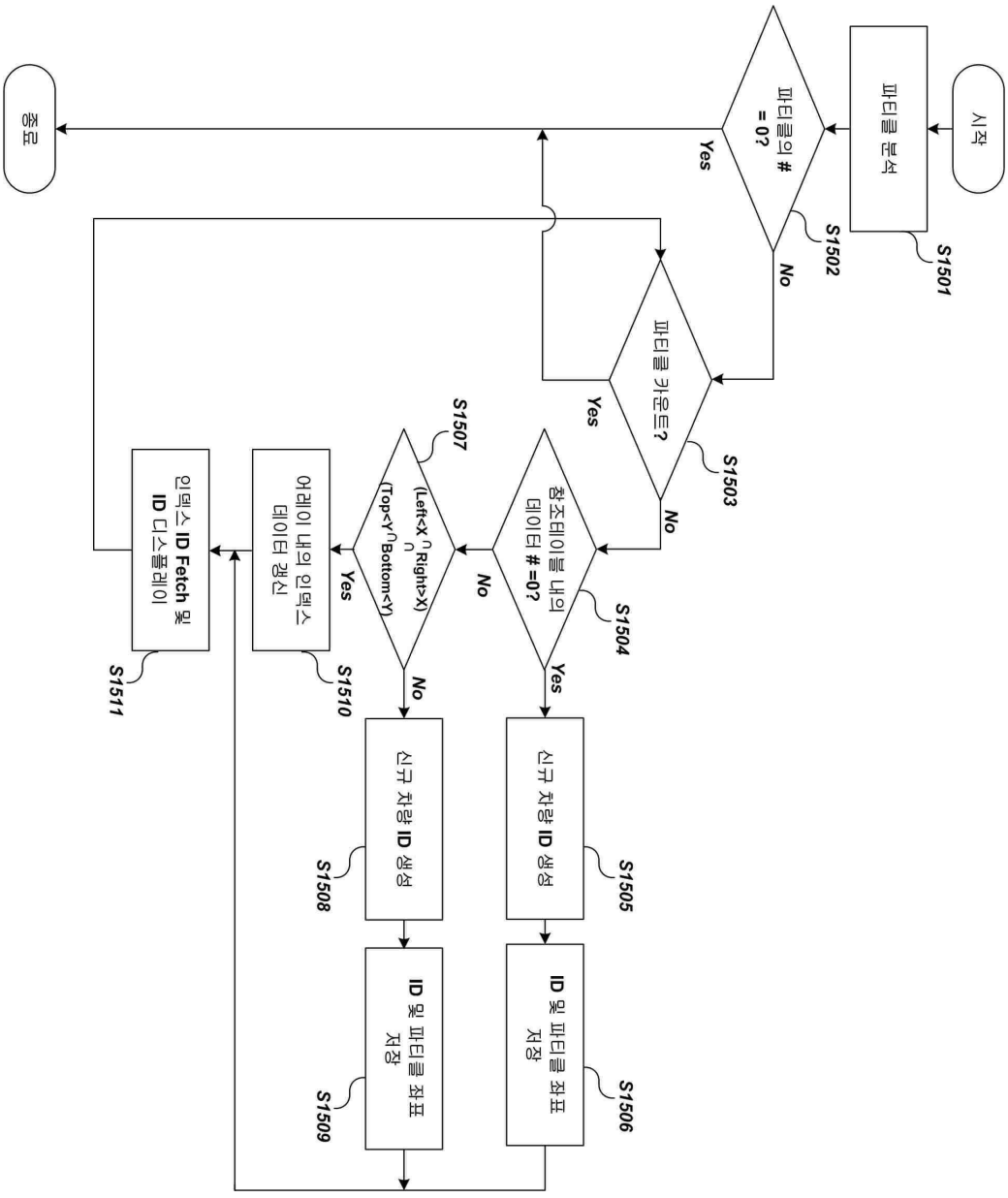
도면13


시작
S1301
S1302
배경 영상 획득
Mask ROI(A)
S13111
S1312
영상 획득
Mask ROI(B)
S1323
S1324
S1325
영상 감산 (차영상)
임계치 (27 to 255)
모폴로지 (Close)
모폴로지 (Fill Hole)
모폴로지 (Remove particle)
S1321
S1322
파티클 분석 보고
Bounding Rectangle
파티클 추적
DB
S1326
S1327
S1328
RT에 파티클 데이터 저장
S1329
S1331
S1332
S1333
에지 검출 ?
Yes
참조테이블로부터 최소거리 ID 획득
속도 계산
No
S1334
점유시간 계산

도면14

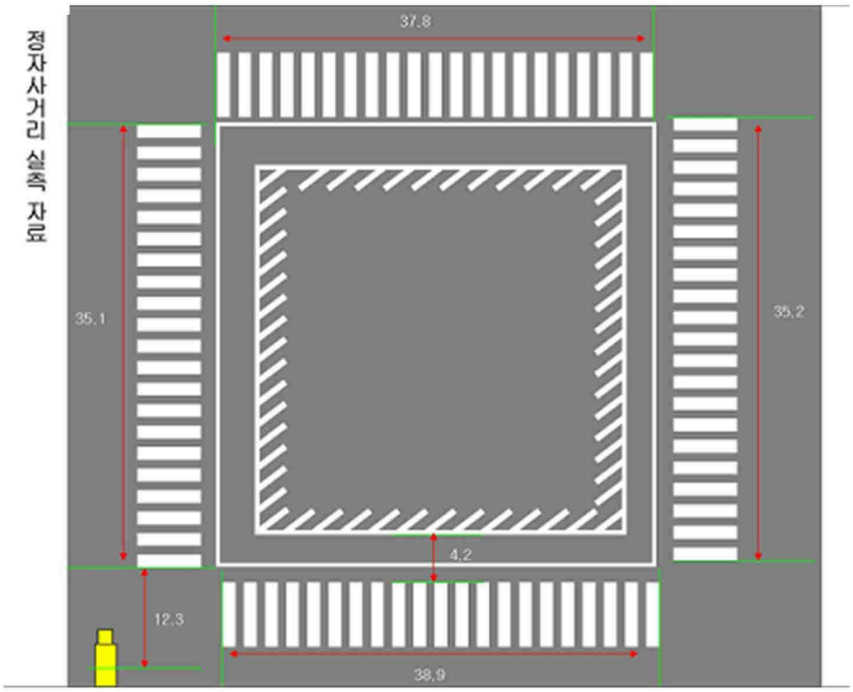

S1401
모폴로지
(Closing – Dilation 3X3)
S1402
모폴로지
(Fill in the Hole)
S1403
S1404
모폴로지
(너무 작은 파티클 제거)
S1405
모폴로지
(파티클 분석)

도면15

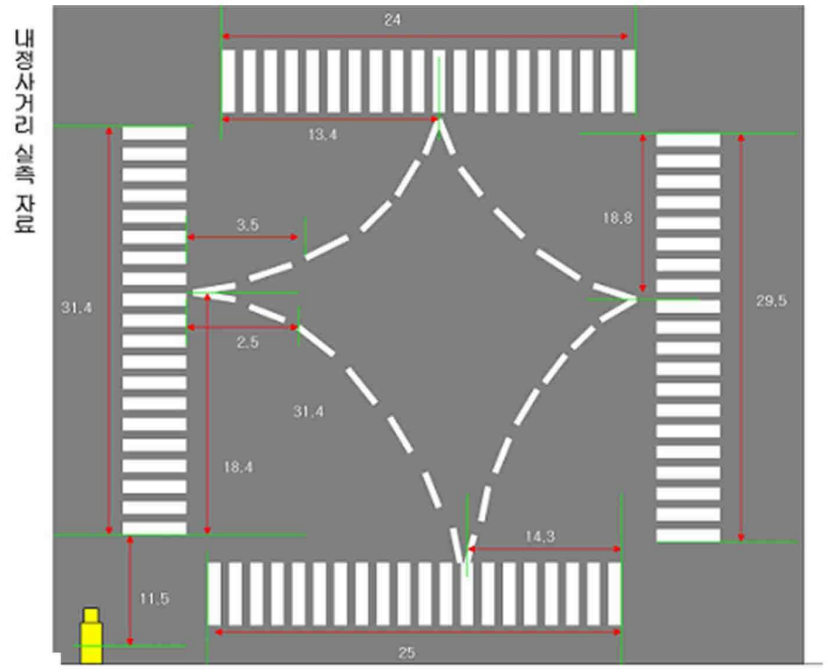

시작
파티클 분석
S1501
파티클의 # = 0?
S1502
Yes
No
종료
파티클 카운트?
S1503
Yes
No
참조테이블 내의 데이터 # =0?
S1504
Yes
No
신규 차량 ID 생성
S1505
ID 및 파티클 좌표 저장
S1506
(Left<X∩Right>X) ∩ (Top<Y∩Bottom<Y)
S1507
Yes
No
신규 차량 ID 생성
S1508
ID 및 파티클 좌표 저장
S1509
어레이 내의 인덱스 데이터 갱신
S1510
인덱스 ID Fetch 및 ID 디스플레이
S1511

도면16

a)


정자사거리 실측 자료
37.8
35.1
35.2
4.2
12.3
38.9

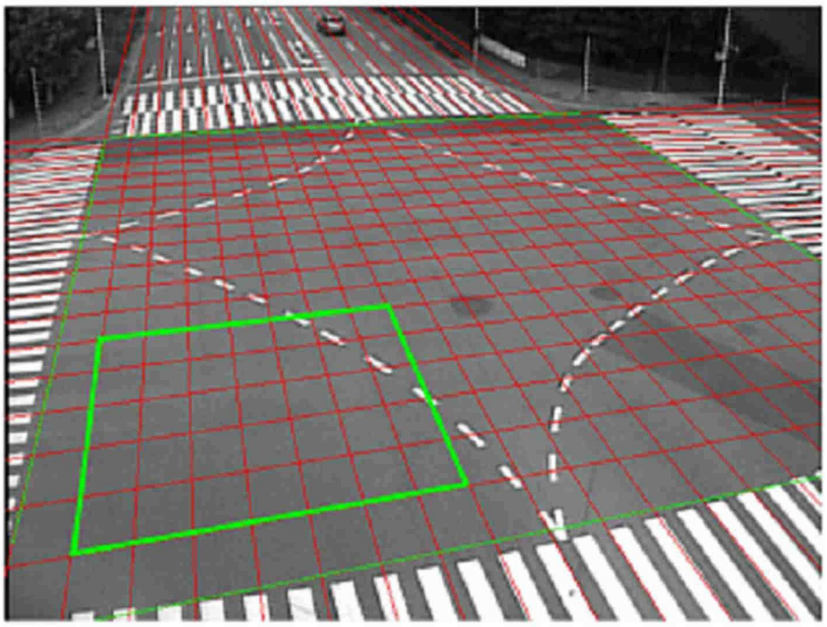
b)


내정사거리 실측 자료
24
13.4
3.5
18.8
31.4
29.5
2.5
31.4
18.4
14.3
11.5
25

도면17

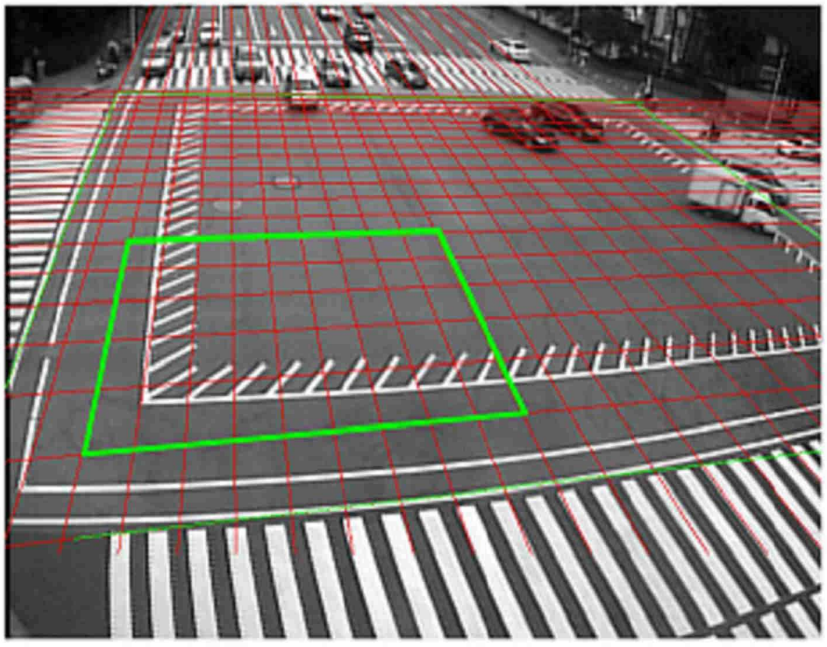
a)

내정 사거리



b)

정자 사거리



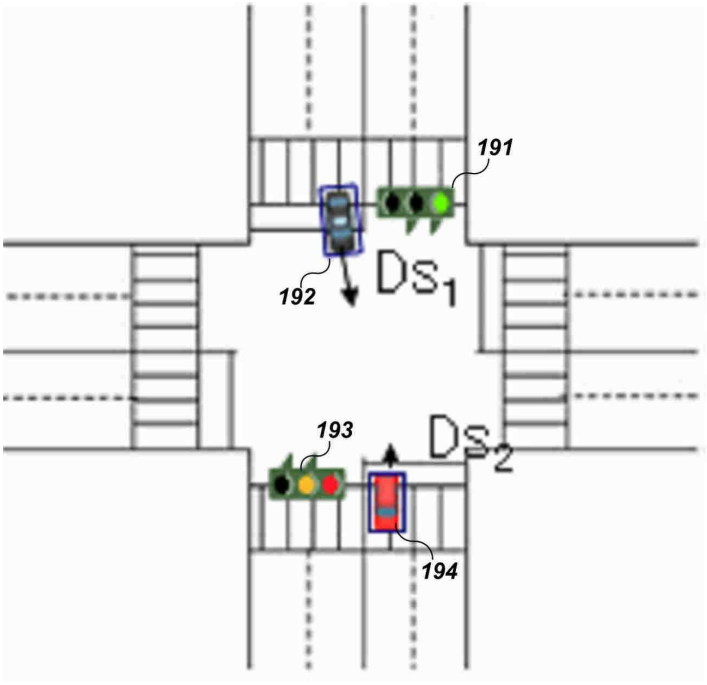
도면18a

순번	차량 ID	차량 트래킹 방법		AUTOSCOPE		|A-A'|	|B-B'|
		속도 km/h(A)	점유 시간 sec.(B)	속도 km/h(A')	점유 시간 sec.(B')		
1	11934	30	1.38	31	1.40	1	0.022
2	98729	35	0.5	36	0.47	1	0.033
3	75721	34	1.23	36	1.17	2	0.062
4	83812	30	0.64	31	0.60	1	0.039
5	72884	29	1.16	31	1.07	2	0.092
6	2330	38	0.44	38	0.47	0	0.028
7	95633	54	0.3	56	0.33	2	0.034
8	74522	60	0.28	62	0.37	2	0.088
9	10750	38	1.53	41	1.50	3	0.028
10	61533	41	0.58	42	0.60	1	0.021
11	45787	33	0.87	34	0.90	1	0.031
12	59375	33	0.97	35	1.20	2	0.232
≈	≈	≈	≈	≈	≈	≈	≈
48	missing	missing	missing	30	0.60	30	0.6
49	54484	31	0.79	31	0.80	0	0.011
50	92107	35	0.63	34	0.67	1	0.038
51	92370	38	0.71	36	0.70	2	0.009
52	89339	24	0.94	23	0.93	1	0.006
53	17463	28	0.35	29	0.37	1	0.017
≈	≈	≈	≈	≈	≈	≈	≈
71	missing	missing	missing	30	0.70	30	0.701
72	23576	23	0.83	23	0.90	0	0.071
73	36339	36	0.34	37	0.30	1	0.04
74	72142	27	0.64	28	0.67	1	0.027
75	28365	35	0.61	34	0.67	1	0.057
76	1378	33	0.58	33	0.60	0	0.021
계	74			76			
평균		37.4	0.72	37.9	0.74		

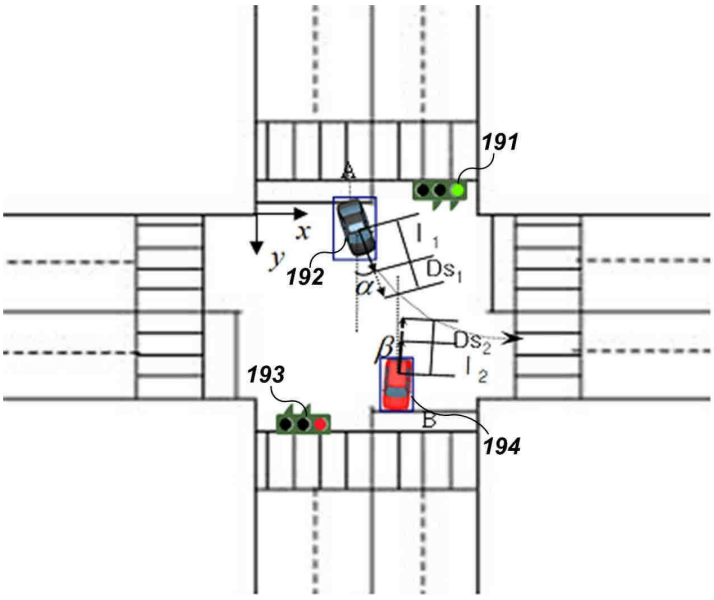
도면18b

순번	차량 ID	차량 트래킹 방법		AUTOSCOPE		|A-A'|	|B-B'|
		속도 km/h(A)	점유 시간 sec.(B)	속도 km/h(A')	점유 시간 sec.(B')		
1	63462	61	0.34	62	0.37	1	0.027
2	99682	54	0.44	53	0.47	1	0.027
3	12033	54	0.37	55	0.43	1	0.064
4	71469	54	0.27	54	0.22	0	0.046
5	88910	54	0.33	54	0.40	0	0.07
6	58582	54	0.44	53	0.47	1	0.028
7	50281	61	0.3	62	0.30	1	0
8	24501	63	0.34	64	0.37	1	0.027
9	33158	25	1.16	26	1.14	1	0.0197
10	36032	24	1.2	25	1.14	1	0.065
11	76699	28	0.98	27	1.04	1	0.055
12	34011	29	0.65	29	0.67	0	0.017
≈	≈	≈	≈	≈	≈	≈	≈
26	missing	missing	missing	39	0.53	39	0.534
27	28663	49	0.44	46	0.47	3	0.027
28	41707	49	1.19	48	1.20	1	0.011
29	37238	51	0.42	50	0.43	1	0.014
30	15411	51	0.36	52	0.37	1	0.007
31	17412	38	0.39	38	0.43	0	0.044
≈	≈	≈	≈	≈	≈	≈	≈
37	missing	missing	missing	26	1.04	26	1.035
≈	≈	≈	≈	≈	≈	≈	≈
100	97963	75	0.41	78	0.37	3	0.043
101	27360	54	0.53	54	0.58	0	0.05
102	41250	58	0.36	58	0.36	0	0
103	83926	39	0.57	39	0.60	0	0.03
104	28832	42	0.64	44	0.57	2	0.073
계	102			104			
평균		46.7	0.55	46.5	0.56		

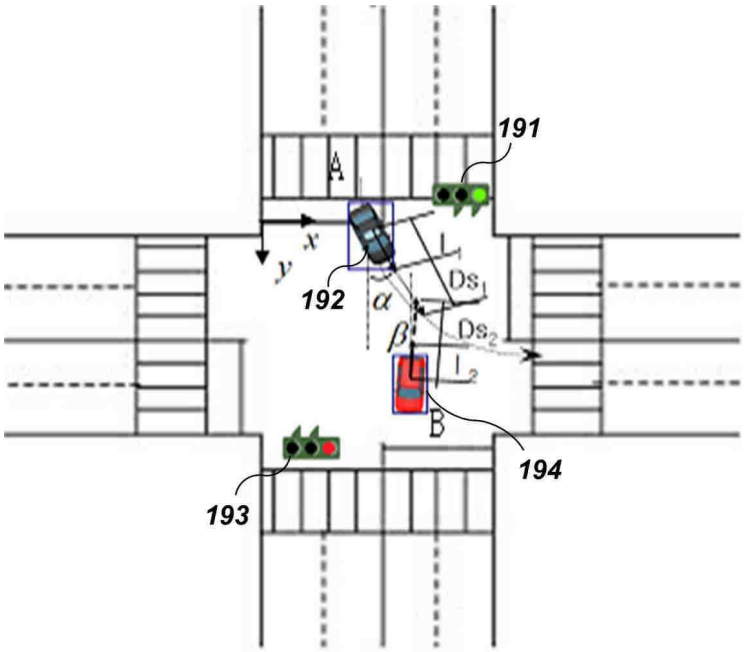
도면19a



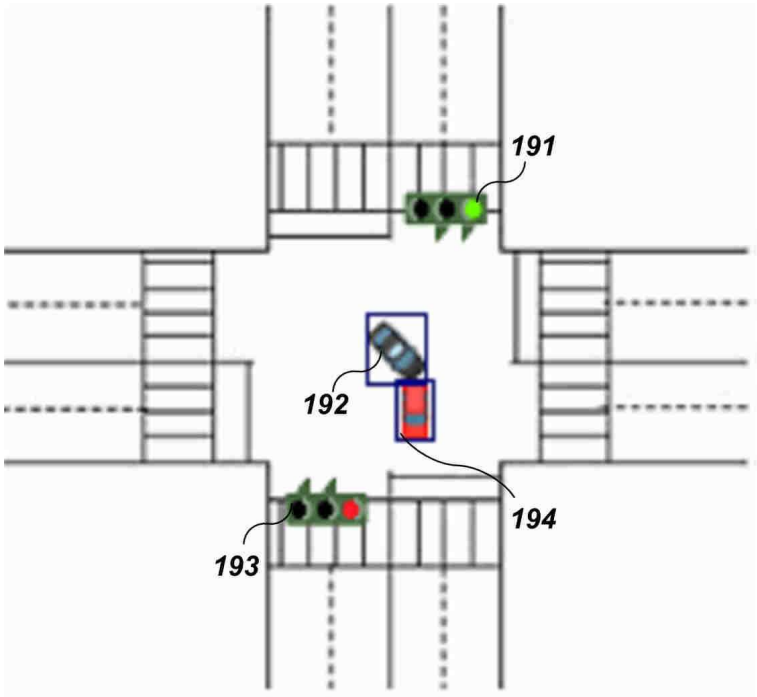
도면19b



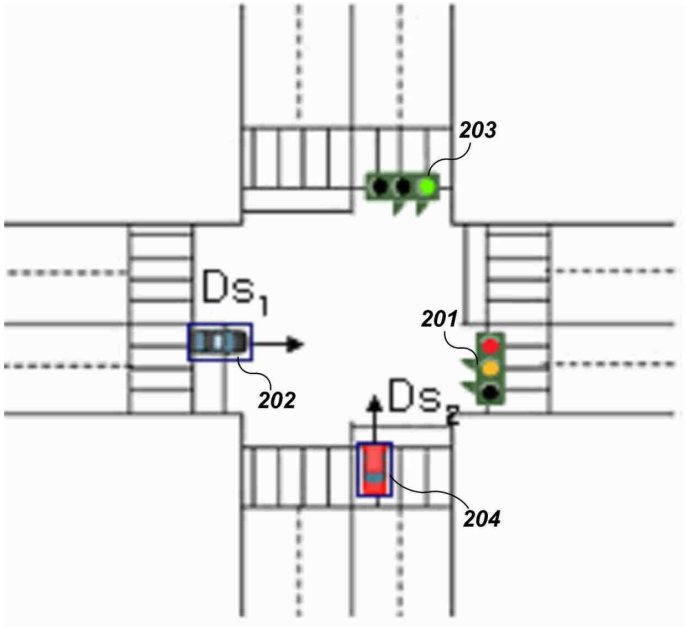
도면19c



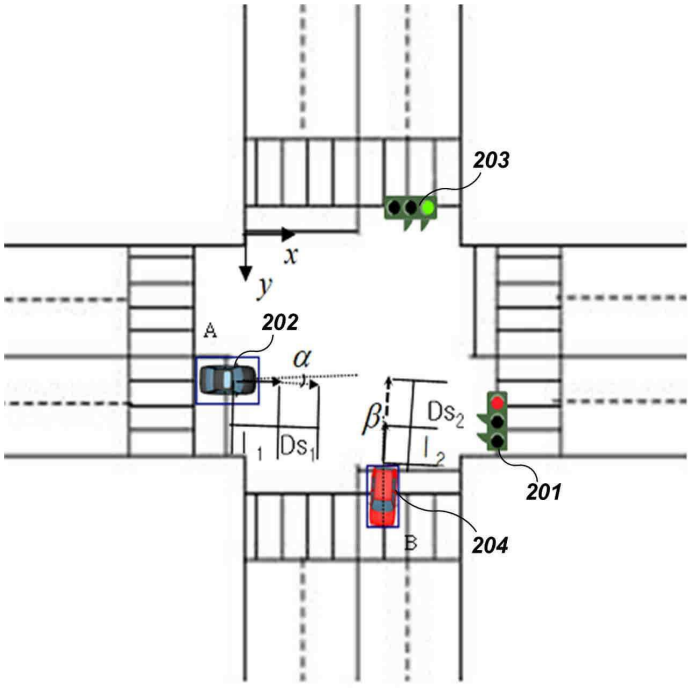
도면19d



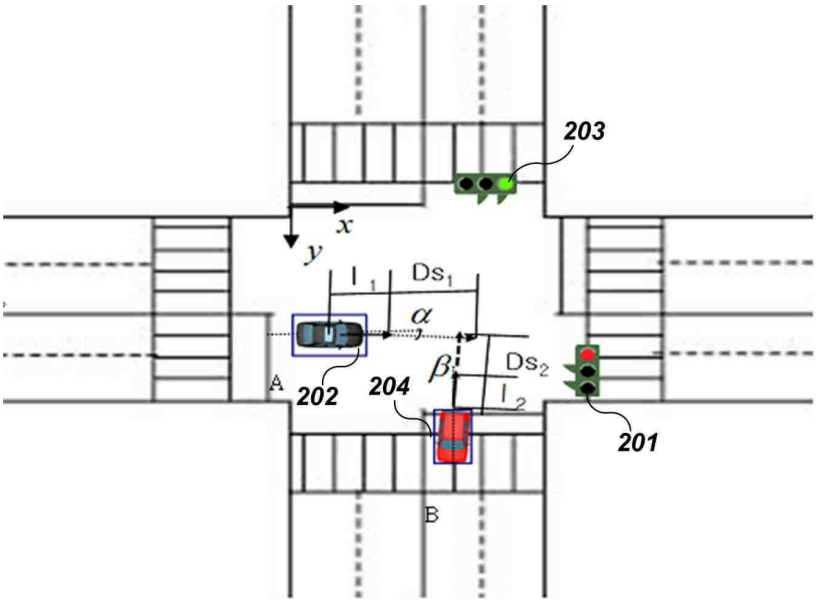
도면20a



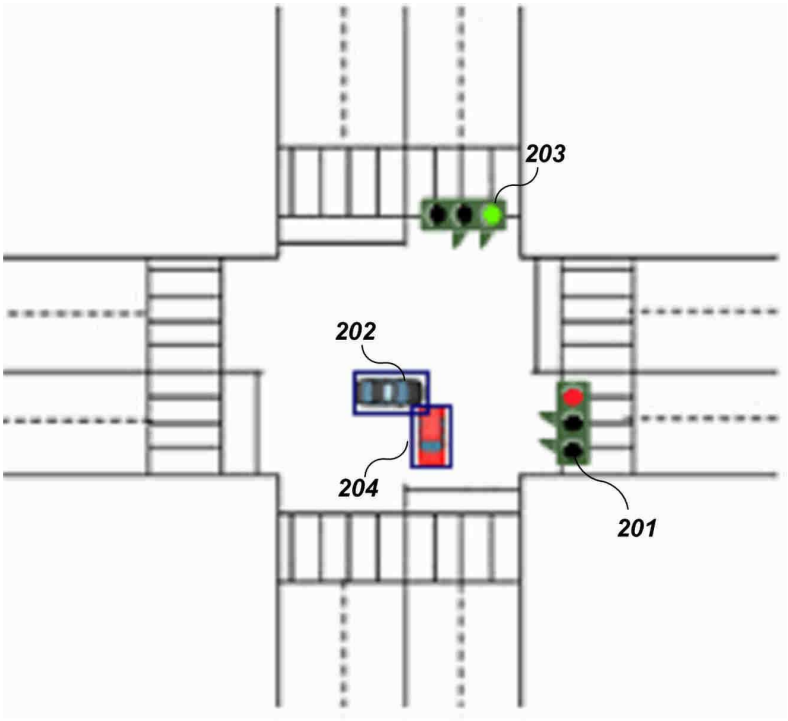
도면20b



도면20c



도면20d



도면21

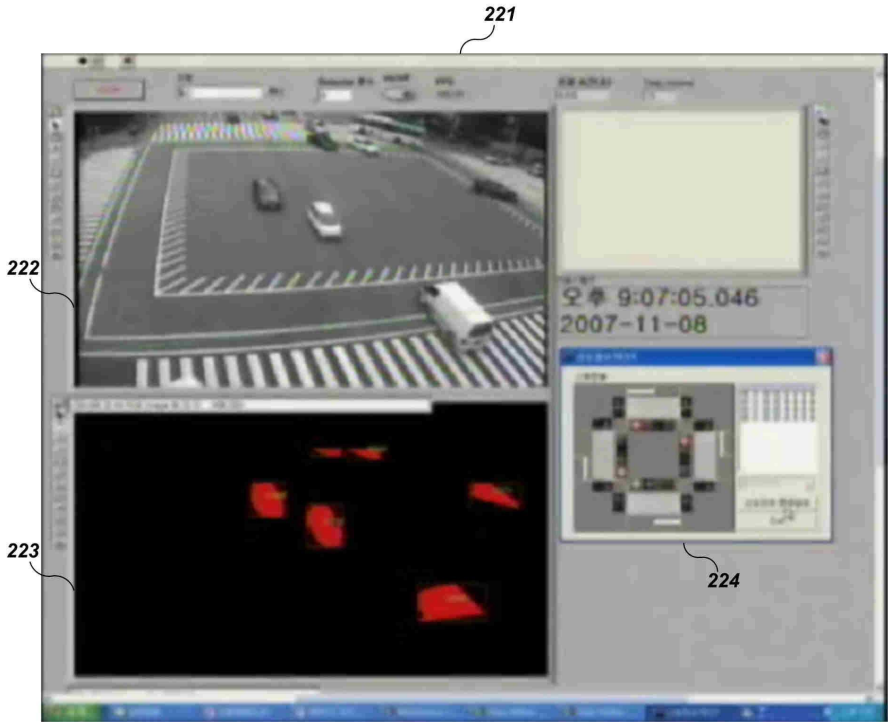
a)



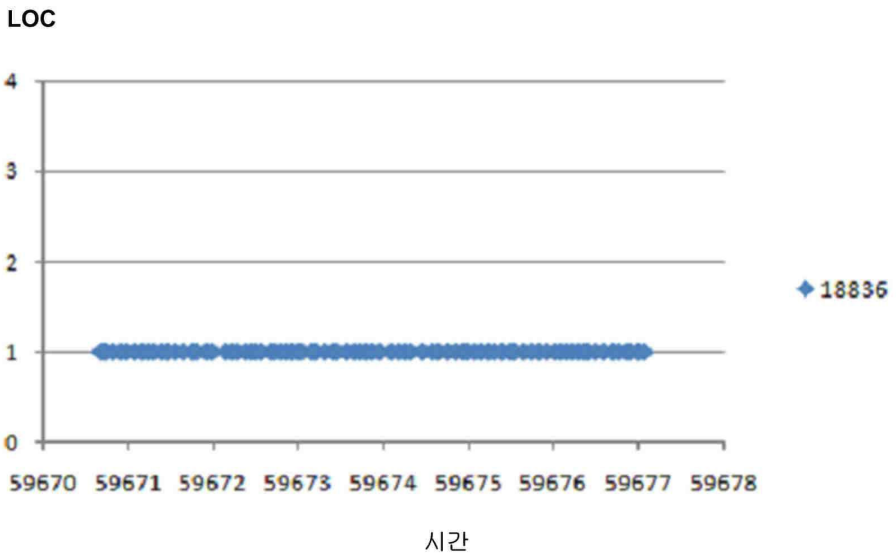
b)



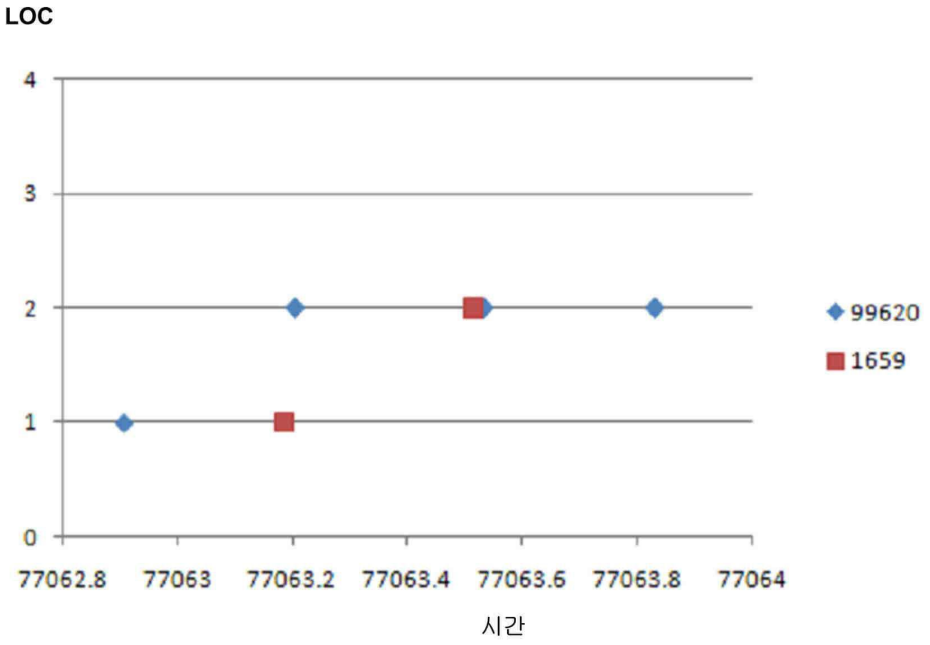
도면22


221
222
223
224
오후 9:07:05.046
2007-11-08

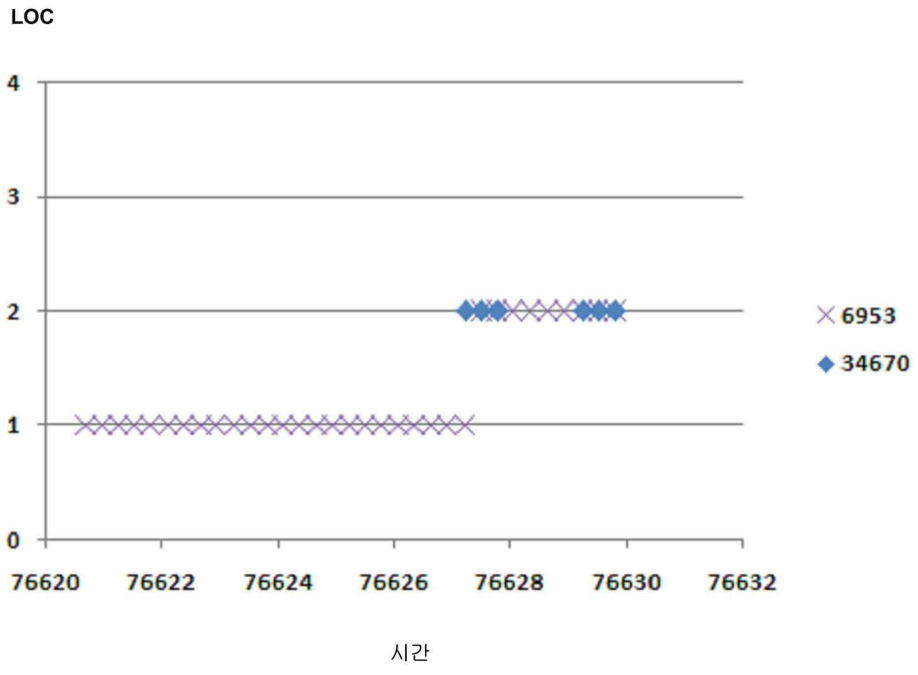
도면23


LOC
4
3
2
1
0
18836
59670
59671
59672
59673
59674
59675
59676
59677
59678
시간

도면24


LOC
4
3
2
1
0
77062.8
77063
77063.2
77063.4
77063.6
77063.8
77064
시간
99620
1659

도면25


LOC
4
3
2
1
0
76620
76622
76624
76626
76628
76630
76632
시간
6953
34670