(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년03월23일
(11) 등록번호 10-1123967
(24) 등록일자 2012년02월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G08G 1/01 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0140223
(22) 출원일자 2010년12월31일
심사청구일자 2010년12월31일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100034839 A
JP2006091981 A
JP09069199 A
KR100989622 B1

(73) 특허권자
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스 내 (서천동, 경희대학교)
(72) 발명자
김영진
경기도 과천시 별양로 12, 래미안슈르아파트 315동 1502호 (원문동)
오세도
인천광역시 남동구 석산로 79 (간석동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인다나

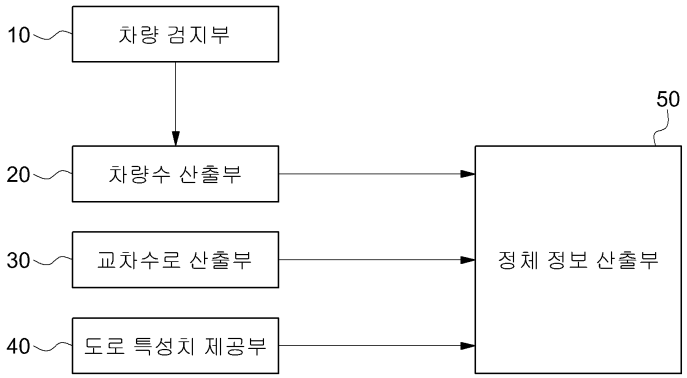
전체 청구항 수 : 총 16 항 심사관 : 조형희

(54) 발명의 명칭 **교통 정체 예측 시스템, 예측 방법 및 그 기록 매체**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예에 의하면, 도로의 일반적인 특징을 모델링하여 정체에 영향을 주는 변수를 용이하게 적용할 수 있고, 도로의 실제 특성 데이터를 반영하여 정확한 정체 예측이 가능하며, 도로 상황의 환경 변화 등 새로운 상황에 적용이 가능하여 정체 정보가 없거나 건설 예정 중인 도로 등에 대해서도 정체 수준을 예측할 수 있는 효과가 있다. 이를 위해 본 발명의 일 실시예는, 도로의 교차로에서 유입 및 유출되는 차량을 검지하는 차량 검지부; 검지된 차량에 기반하여 차선당 유입 차량 수와 차선당 유출 차량 수를 산출하는 차량 수 산출부; 도로의 도로 길이에 기반하여 도로의 단위 길이당 교차로 수를 산출하는 교차로 수 산출부; 도로의 특성인 시내도로, 외곽도로, 주도로 및 고속도로 중 선택된 어느 하나에 대응하여 도로의 도로 특성치를 제공하는 도로 특성치 제공부; 및 차선당 유입 차량 수, 차선당 유출 차량 수, 단위 길이당 교차로 수 및 도로 특성치에 기반한 신경망 모델링을 통해 도로의 정체 정보를 산출하는 정체 정보 산출부;를 포함하는 교통 정체 예측 시스템을 제공한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

신원식

경기도 안산시 상록구 성안길 83, 401호 (사동)

서해윤

경기도 수원시 권선구 세지로109번길 32 (세류동)

특허청구의 범위

청구항 1

도로의 교차로에서 유입 및 유출되는 차량을 검지하는 차량 검지부;

상기 검지된 차량에 기반하여 차선당 유입 차량 수와 차선당 유출 차량 수를 산출하는 차량 수 산출부;

상기 도로의 도로 길이에 기반하여 상기 도로의 단위 길이당 교차로 수를 산출하는 교차로 수 산출부;

상기 도로의 특성인 시내도로, 외곽도로, 주도로 및 고속도로 중 선택된 어느 하나에 대응하여 상기 도로의 도로 특성치를 제공하는 도로 특성치 제공부; 및

상기 차선당 유입 차량 수, 상기 차선당 유출 차량 수, 상기 단위 길이당 교차로 수 및 상기 도로 특성치에 기반한 신경망 모델링을 통해 상기 도로의 정체 정보를 산출하는 정체 정보 산출부;를 포함하는 교통 정체 예측 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 차량 검지부는 상기 유입 및 유출되는 차량을 촬상하는 촬상 카메라를 포함하는 교통 정체 예측 시스템.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 차량 검지부는 상기 촬상된 차량의 이미지에 기반하여 상기 차량을 검지하는 것을 특징으로 하는 교통 정체 예측 시스템.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 차량 검지부는 상기 도로 하부에 매설된 루프 코일을 포함하는 교통 정체 예측 시스템.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 정체 정보 산출부는 상기 차선당 유입 차량 수 및 상기 차선당 유출 차량 수에 대응하는 차량 수 정보를 실시간으로 획득하는 것을 특징으로 하는 교통 정체 예측 시스템.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 도로 특성치 제공부는 상기 도로의 도로 곡률값 및 도로 경사값을 더 제공하는 것을 특징으로 하는 교통 정체 예측 시스템.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 정체 정보는 상기 도로의 정체 정도, 정체 빈도, 구간 속도 및 구간 소요시간 중 적어도 하나의 정보인 것을 특징으로 하는 교통 정체 예측 시스템.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 신경망 모델링은 상기 차선당 유입 차량 수, 상기 차선당 유출 차량 수, 상기 단위 길이당 교차로 수 및 상기 도로 특성치를 입력변수로 하고 상기 정체 정보를 목표변수로 하며,

오차 역방향 전파법에 의해 모델링된 것을 특징으로 하는 교통 정체 예측 시스템.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 목표변수는 적어도 3단계 이상의 정체 횟수 정보 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 교통 정체 예측 시스템.

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 도로 상의 기상 상태 정보에 기반하여 눈, 비 및 안개 중 적어도 어느 하나에 대응하는 기상 특성치 정보를 제공하는 기상 특성치 제공부를 더 포함하는 교통 정체 예측 시스템.

청구항 11

차량 검지부가 도로의 교차로에서 유입 및 유출되는 차량을 검지하는 단계(S10);

차량 수 산출부 상기 검지된 차량에 기반하여 차선당 유입 차량 수와 차선당 유출 차량 수를 산출하는 단계(S20); 및

정체 정보 산출부가 상기 차선당 유입 차량 수, 상기 차선당 유출 차량 수, 상기 도로의 단위 길이당 교차로 수 및 상기 도로의 도로 특성치에 기반한 신경망 모델링을 통해 상기 도로의 정체 정보를 산출하는 단계(S30);를 포함하는 교통 정체 예측 방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 정체 정보 산출부의 정체 정보 산출단계(S30)에서,

상기 단위 길이당 교차로 수는 교차로 수 산출부가 상기 도로의 도로 길이에 기반하여 산출한 정보인 것을 특징으로 하는 교통 정체 예측 방법.

청구항 13

제 11항에 있어서,

상기 정체 정보 산출부의 정체 정보 산출단계(S30)에서,

상기 도로 특성치는 특성치 제공부가 상기 도로의 특성인 시내도로, 외곽도로, 주도로 및 고속도로 중 선택된 어느 하나에 대응하여 제공하는 정보인 것을 특징으로 하는 교통 정체 예측 방법.

청구항 14

제 11항에 있어서,

상기 정체 정보 산출부의 정체 정보 산출단계(S30)에서,

상기 정체 정보는 정체 정도, 정체 빈도, 구간 속도 및 구간 소요시간 중 적어도 하나의 정보인 것을 특징으로 하는 교통 정체 예측 방법.

청구항 15

제 11항에 있어서,

상기 정체 정보 산출부의 정체 정보 산출단계(S30)에서,

상기 신경망 모델링은 상기 차선당 유입 차량 수, 상기 차선당 유출 차량 수, 상기 단위 길이당 교차로 수 및 상기 도로 특성치를 입력변수로 하고 상기 정체 정보를 목표변수로 하며,

오차 역방향 전파법에 의해 모델링된 것을 특징으로 하는 교통 정체 예측 방법.

청구항 16

제 11항 내지 제 15항 중 어느 한 항에 따른 교통 정체 예측 방법을 실행할 수 있는 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 교통 정체 예측 시스템에 관한 것이다. 보다 상세하게는 실제 도로에서 유출입되는 차량 수를 파악하여 교통 정체를 예측할 수 있는 교통 정체 예측 시스템, 예측 방법 및 그 기록 매체에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] ITS(Intelligent Transportaion System)는 도로와 차량 등 기존 교통의 구성 요소에 첨단 전자, 정보, 통신 기술을 적용시켜 교통시설을 효율적으로 운영하고, 도로 통행자에게 유용한 정보를 제공하는 시스템이다. 이로 인해 교통체계 운영효율성 및 용량의 증가를 통한 교통 혼잡 완화, 여행자 서비스 개선을 통한 운전자의 이동성, 편의성 및 안전성 향상, 교통시스템의 안전성 제고를 도울 수 있다. ITS는 ATMS(Advanced Traffic Management System)와 ATIS(Advanced Traveler Information System)를 포함하는 상위 개념이다.

[0003] ATMS는 도로상에 차량 특성, 속도 등의 교통 정보를 감지할 수 있는 시스템을 설치하여 교통 상황을 실시간으로 분석하고, 이를 토대로 도로 교통의 관리와 최적 신호 체계의 구현을 꾀하는 것이다. 또한, ATIS는 교통 여건, 도로 상황, 출발지에서 목적지까지의 최단 경로, 소요 시간, 주차장 상황 등 각종 교통 정보를 운전자에게 제공하여 안전하고 원활한 최적 교통을 지원하는 시스템이다.

[0004] 이 두 가지 시스템을 구축하는 데에 있어 도로상의 차량을 검지하는 차량 검지시스템(VDS, Vehicle Detection System)의 통계정보 활용에 관한 연구의 필요성이 있다.

[0005] 한편, 종래 정체 예측 모델은 사용자가 지정한 임의의 경로에 대하여 주행 시간 예측을 하는 방식이나 유사 주행 시간 패턴을 통해 장거리 주행시 주행 시간 예측을 하는 방식 또는 미리 정해진 형태의 도로 구간에 대한 예측 방식이 알려져 있다. 그러나 이러한 종래 정체 예측 모델은 예측이 정확도가 떨어지거나 인구의 변화 또는 차량 등의 유입 및 유출 등 동적으로 변화는 교통 상황에 대응할 수 없다는 단점이 있다.

[0006] 따라서, 전술한 종래 정체 예측 모델의 단점을 해결하고 변화에 적응할 수 있는 교통 정체 예측 시스템 연구의 필요성이 대두된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 필요성에 의해 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 도로 경로의 특성을 반영한 예측 모델을 제시할 수 있고 새로운 도로 패턴에 대해서도 학습을 통해 적응할 수 있는 교통 정체 예측 시스템, 예측 방법 및 그 기록 매체를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기와 같은 본 발명의 목적은 도로의 교차로에서 유입 및 유출되는 차량을 검지하는 차량 검지부; 검지된 차량에 기반하여 차선당 유입 차량 수와 차선당 유출 차량 수를 산출하는 차량 수 산출부; 도로의 도로 길이에 기반하여 도로의 단위 길이당 교차로 수를 산출하는 교차로 수 산출부; 도로의 특성인 시내도로, 외곽도로, 주도로 및 고속도로 중 선택된 어느 하나에 대응하여 도로의 도로 특성치를 제공하는 도로 특성치 제공부; 및 차선당 유입 차량 수, 차선당 유출 차량 수, 단위 길이당 교차로 수 및 도로 특성치에 기반한 신경망 모델링을 통해 도로의 정체 정보를 산출하는 정체 정보 산출부;를 포함하는 교통 정체 예측 시스템을 제공함으로써 달성될 수 있다.

[0009] 차량 검지부는 유입 및 유출되는 차량을 촬상하는 촬상 카메라를 포함할 수 있다.

[0010] 차량 검지부는 촬상된 차량의 이미지에 기반하여 차량을 검지하는 것이 바람직하다.

[0011] 차량 검지부는 도로 하부에 매설된 루프 코일을 포함할 수 있다.

[0012] 정체 정보 산출부는 차선당 유입 차량 수 및 차선당 유출 차량 수에 대응하는 차량 수 정보를 실시간으로 획득하는 것이 바람직하다.

[0013] 도로 특성치 제공부는 도로의 도로 곡률값 및 도로 경사값을 더 제공하는 것이 바람직하다.

[0014] 정체 정보는 도로의 정체 정도, 정체 빈도, 구간 속도 및 구간 소요시간 중 적어도 하나의 정보인 것이 바람직하다.

[0015] 신경망 모델링은 차선당 유입 차량 수, 차선당 유출 차량 수, 단위 길이당 교차로 수 및 도로 특성치를 입력변수로 하고 정체 정보를 목표변수로 하며, 오차 역방향 전파법(Backpropagation, BP)에 의해 모델링된 것이 바람직하다.

[0016] 목표변수는 적어도 3단계 이상의 정체 횟수 정보 중 어느 하나인 것이 바람직하다.

[0017] 도로 상의 기상 상태 정보에 기반하여 눈, 비 및 안개 중 적어도 어느 하나에 대응하는 기상 특성치 정보를 제공하는 기상 특성치 제공부를 더 포함할 수 있다.

[0018] 한편, 본 발명의 목적은 다른 카테고리로서, 차량 검지부가 도로의 교차로에서 유입 및 유출되는 차량을 검지하는 단계(S10); 차량 수 산출부 검지된 차량에 기반하여 차선당 유입 차량 수와 차선당 유출 차량 수를 산출하는 단계(S20); 및 정체 정보 산출부가 차선당 유입 차량 수, 차선당 유출 차량 수, 도로의 단위 길이당 교차로 수 및 도로의 도로 특성치에 기반한 신경망 모델링을 통해 도로의 정체 정보를 산출하는 단계(S30);를 포함하는 교통 정체 예측 방법을 제공함으로써 달성될 수 있다.

[0019] 정체 정보 산출부의 정체 정보 산출단계(S30)에서, 단위 길이당 교차로 수는 교차로 수 산출부가 도로의 도로 길이에 기반하여 산출한 정보인 것이 바람직하다.

[0020] 정체 정보 산출부의 정체 정보 산출단계(S30)에서, 도로 특성치는 특성치 제공부가 도로의 특성인 시내도로, 외곽도로, 주도로 및 고속도로 중 선택된 어느 하나에 대응하여 제공하는 정보인 것이 바람직하다.

[0021] 정체 정보 산출부의 정체 정보 산출단계(S30)에서, 정체 정보는 정체 정도, 정체 빈도, 구간 속도 및 구간 소요시간 중 적어도 하나의 정보인 것이 바람직하다.

[0022] 정체 정보 산출부의 정체 정보 산출단계(S30)에서, 신경망 모델링은 차선당 유입 차량 수, 차선당 유출 차량 수, 단위 길이당 교차로 수 및 도로 특성치를 입력변수로 하고 정체 정보를 목표변수로 하며, 오차 역방향 전파

법에 의해 모델링된 것이 바람직하다.

[0023] 또한, 본 발명의 목적은 교통 정체 예측 방법을 실행할 수 있는 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체를 제공함으로써 달성될 수 있다.

발명의 효과

[0024] 상기와 같은 본 발명의 일 실시예에 의하면, 도로의 일반적인 특징을 모델링하여 정체에 영향을 주는 변수를 용이하게 적용할 수 있는 효과가 있다.

[0025] 또한, 도로의 실제 특성 데이터를 반영하여 정확한 정체 예측이 가능한 효과가 있다.

[0026] 그리고, 도로 상황의 환경 변화 등 새로운 상황에 적용이 가능하여 정체 정보가 없거나 건설 예정 중인 도로 등에 대해서도 정체 수준을 예측할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명인 교통 정체 예측 시스템 일 실시예에 따른 구성을 나타낸 구성도,

도 2는 본 발명인 교통 정체 예측 시스템의 일 실시예를 설명하기 위해 대상이 되는 도로를 간략하게 나타낸 도면,

도 3은 본 발명인 교통 정체 예측 시스템의 일 실시예 중 정체 정보 산출부가 패턴 학습을 위해 사용하는 입력변수 및 출력변수에 관련된 정보의 일예를 테이블로 나타낸 도면,

도 4는 본 발명인 교통 정체 예측 시스템의 일 실시예 중 정체 정보 산출부가 도 3의 테이블로 나타낸 정보에 기초하여 실제 패턴 학습을 위해 사용하는 입력변수 및 출력변수의 일예를 테이블로 나타낸 도면,

도 5는 본 발명인 교통 정체 예측 시스템의 일 실시예 중 정체 정보 산출부가 신경망 모델을 통해 반복 학습한 결과 은닉층의 노드와 입력변수 사이에서 산출된 가중치의 일예를 테이블로 나타낸 도면,

도 6은 본 발명인 교통 정체 예측 시스템의 일 실시예 중 정체 정보 산출부가 신경망 모델을 통해 반복 학습한 결과 은닉층의 노드와 출력변수 사이에서 산출된 가중치의 일예를 테이블로 나타낸 도면,

도 7은 본 발명인 교통 정체 예측 방법의 일 실시예를 순차적으로 나타낸 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] **<교통 정체 예측 시스템>**

[0029] 도 1은 본 발명인 교통 정체 예측 시스템 일 실시예에 따른 구성을 나타낸 구성도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명인 교통 정체 예측 시스템의 일 실시예는 차량 검지부(10), 차량 수 산출부(20), 교차로 수 산출부(30), 도로 특성치 제공부(40) 및 정체 정보 산출부(50)를 포함한다.

[0030] 본 실시예는 차량 검지부(10)를 통해 예측 대상 도로의 유입 및 유출 차량의 차량 수를 파악하고, 이를 토대로 산출된 차선당 유입 차량 수 및 차선당 유출 차량 수와 함께 도로의 단위 길이당 교차로 수 및 도로 특성치를 4개의 입력변수로 하고 정체 정도를 출력변수로 하여 신경망 모델링을 함으로써 패턴 학습을 통한 정체 정도를 정확히 예측할 수 있도록 작용한다.

[0031] 차량 검지부(10)는 도로의 교차로에서 유입 및 유출되는 차량을 검지하는 역할을 한다. 차량 검지부(10)는 유입 및 유출되는 차량을 촬상하는 촬상 카메라(110)를 포함할 수 있으며, 촬상 카메라(110)에 의해 촬상된 차량의 이미지에 기반하여 화상 처리를 통해 차량을 검지하게 된다. 이러한 차량 검지부(10)는 이미지에 기반한 것 이외에도 도로에 하부에 매설된 루프 코일을 통해 통행 차량을 검지하는 것도 가능하다.

[0032] 차량 수 산출부(20)는 검지된 차량에 기반하여 차선당 유입 차량 수와 차선당 유출 차량 수를 산출하는 역할을 한다. 차량 수 산출부(20)는 동일한 특정 차선에 대해 차량 수를 산출하는 것이 바람직하나 실질적으로는 일 방향의 도로에 한정하고 해당 도로의 차선 수로 나누어 평균값을 사용할 수도 있다.

[0033] 교차로 수 산출부(30)는 도로의 도로 길이에 기반하여 도로의 단위 길이당 교차로 수를 산출하는 역할을 한다. 도로의 단위 길이당 교차로 수는 기 입력된 도로의 길이와 교차로 수를 토대로 산출될 수 있으며, 교차로에 의한 정체도를 파악하기 위한 입력변수로 사용된다.

[0034] 도로 특성치 제공부(40)는 도로의 특성인 시내도로, 외곽도로, 주도로 및 고속도로 중 선택된 어느 하나에 대응하여 도로의 도로 특성치를 제공하는 역할을 한다. 도로는 일반적으로 정체 특성이 각기 다를 수 있으므로 일반적으로 시내도로, 외곽도로, 주도로 및 고속도로로 나누어 그에 대해 도로 특성치를 수치화하여 정체 예측 대상 도로에 대해 그 중 하나의 도로 특성치를 사용하여 입력변수로 할 수 있다. 본 실시예에서는 일반도로 및 외곽도로는 0.3, 주도로는 0.6, 고속도로는 0.9로 도로 특성치를 부여한다. 또한, 도로 특성치 제공부(40)는 더 정확한 예측을 위해 이외에도 도로의 도로 곡률값 및 도로 경사값을 더 제공할 수도 있다.

[0035] 정체 정보 산출부(50)는 차선당 유입 차량 수, 차선당 유출 차량 수, 단위 길이당 교차로 수 및 도로 특성치에 기반한 신경망 모델링을 통해 도로의 정체 정보를 산출하는 역할을 한다. 여기서, 신경망 모델링은 차선당 유입 차량 수, 차선당 유출 차량 수, 단위 길이당 교차로 수 및 도로 특성치를 4 개의 입력변수로 하고 정체 정보를 목표변수로 하여 오차 역방향 전파법(Backpropagation, BP)에 의한 패턴 학습이 이루어질 수 있도록 모델링한다. 정체 정보 산출부(50)가 획득하는 차선당 유입 차량 수 및 차선당 유출 차량 수에 대응하는 차량 수 정보는 실시간으로 획득되게 할 수도 있으며, 기 축적된 데이터를 바탕으로 획득될 수도 있을 것이다.

[0036] 또한, 정체 정보는 도로의 정체 정도, 정체 빈도, 구간 속도 및 구간 소요시간 중 적어도 하나의 정보가 사용될 수 있다. 여기서, 정체 정도, 구간 속도 및 구간 소요시간은 차량의 평균 진행 속도 및 차량의 평균 주행 시간에 대응되는 값일 수 있으며, 정체 빈도의 경우 일정 구간 속도 이하를 정체로 정의하여 그 횟수로 나타낼 수도 있다.

[0037] 전술한 본 실시예의 구성 이외에도 도로 상의 기상 상태 정보에 기반하여 눈, 비 및 안개 중 적어도 어느 하나에 대응하는 기상 특성치 정보를 제공하는 기상 특성치 제공부를 더 포함할 수 있으며 이 경우 기상까지 고려한 정체 정보를 출력변수로 할 수 있다.

[0038] 도 2는 본 발명인 교통 정체 예측 시스템의 일 실시예를 설명하기 위해 대상이 되는 도로를 간략하게 나타낸 도면이다. 여기서, 각 도로에 표시된 화살표(→ 또는 ↔)는 차량의 가능한 진행 방향을 가리킨다. 도 2에 도시된 바와 같이, 도로는 일반적으로 일정한 도로 길이(L)를 가지며, 그 사이에 교차로(C1, C2)가 구비되는 것이 일반적이다. 따라서, 본 실시예에서는 유입구(210)와 유출구(220)에 각각 촬상 카메라(110)를 위치시켜 촬상된 이미지에 기반하여 차량 검지부(10)가 차량을 검지하고 이에 기반하여 유입 차량 수 및 유출 차량 수를 카운트할 수 있게 되는 것이다.

[0039] 그리고, 도 2에 도시된 예측 대상 도로는 일 방향이 3개 차선으로 구성되므로 차량 수 산출부(20)는 일정 시간 동안 총 유입 차량 수 및 총 유출 차량 수를 3개 차선으로 나누어 차선당 유입 차량 수 및 차선당 유출 차량 수를 산출할 수 있다. 또한, 교차로 수 산출부(30)는 해당 도로에 대한 교차로 수를 해당 도로의 도로 길이(L)로 나누어 단위 길이당 교차로 수를 산출하게 된다. 아울러, 일 방향과 반대 방향의 차선에 대해서도 동일한 시스템을 이용하여 교통 정체를 예측할 수 있음은 자명하다.

[0040] **<테스트 데이터를 이용한 신경망 모델링 결과>**

[0041] 전술한 교통 정체 예측 시스템의 정확성을 검증하기 위해 미국 캘리포니아 주 Bay Area 근처 도시인 Santa Clara, SanFrancisco, Napa, Solano, San Benito, San Bruno, Sonoma, Yolo의 8개 도시에서 조사된 자료를 기반으로 일부 데이터를 신경망 모델의 학습을 위해 선정하였으며 다른 일부 데이터는 학습 결과를 검증하기 위해 선정되었다. 이하, 신경망 모델링 결과는 상기 도시에 대한 데이터를 바탕으로 설명한다.

[0042] 도 3은 본 발명인 교통 정체 예측 시스템의 일 실시예 중 정체 정보 산출부가 패턴 학습을 위해 사용하는 입력변수 및 출력변수에 관련된 정보의 일예를 테이블로 나타낸 도면이며, 도 4는 본 발명인 교통 정체 예측 시스템의 일 실시예 중 정체 정보 산출부가 도 3의 테이블로 나타낸 정보에 기초하여 실제 패턴 학습을 위해 사용하는 입력변수 및 출력변수의 일예를 테이블로 나타낸 도면이다.

[0043] 도 3 및 도 4에 도시된 바를 참조하면, 도 3에서 테이블로 주어진 데이터를 가공하여 도 4의 테이블과 같은 4개 입력변수(차선당유입, 차선당유출, 길이당 교차로수, 특성)와 1개 출력변수(정체도)가 정체 정보 산출부(50)에 제공되며, 사용된 신경망은 1개의 히든 레이어(hidden layer; 은닉층)를 갖는 네트워크로서 히든 레이어는 10개의 노드를 갖도록 하였다. 최대 반복 학습 회수는 50,000회, 입력 패턴은 전술한 바와 같이 4개의 입력변수(차선당유입, 차선당유출, 길이당 교차로수, 특성)가 사용되었다. 여기서, 정체도의 경우 정체 횟수를 5단계로 나누어 구성하였으며, 연평균 정체량 데이터를 토대로 0(없음), 1~49의 경우 0.25(적음), 50~150의 경우

0.5(중간), 151~200인 경우 0.75(많음), 201이상인 경우 1(매우 많음)로 설정한 값을 적용하였다.

[0044] 도 5는 본 발명인 교통 정체 예측 시스템의 일 실시예 중 정체 정보 산출부가 신경망 모델을 통해 반복 학습한 결과 은닉층의 노드와 입력변수 사이에서 산출된 가중치의 일예를 테이블로 나타낸 도면이며, 도 6은 본 발명인 교통 정체 예측 시스템의 일 실시예 중 정체 정보 산출부가 신경망 모델을 통해 반복 학습한 결과 은닉층의 노드와 출력변수 사이에서 산출된 가중치의 일예를 테이블로 나타낸 도면이다.

[0045] 히든 레이어의 각 노드(Node #1 ~ Node #10)와 입력변수(Input Layer) 사이의 결합 가중치는 도 5에 도시된 테이블과 같이 출력되었으며, 히든 레이어의 각 노드(Node #1 ~ Node #10)와 출력변수(Output Layer) 사이의 결합 가중치는 도 6에 도시된 테이블과 같이 출력되었다.

[0046] 상기 도 5 및 도 6의 테이블로 주어진 결과는 RMS 오차 0.0261이고 실제 학습률은 약 94.3%로 나타났으며, 상기 도시의 다른 일부 데이터를 통해 학습 결과를 검증한 결과 RMS 오차는 0.0973으로 예측성공률이 약 87.11%에 달하였다. 도로 유형별 예측성공률은 일반도로 및 외곽도로의 경우 100%, 주도로의 경우 80%, 고속도로의 경우 86.7%로 나타났다.

[0047] **<교통 정체 예측 방법>**

[0048] 도 7은 본 발명인 교통 정체 예측 방법의 일 실시예를 순차적으로 나타낸 순서도이다. 도 7을 참조하면, 우선 차량 검지부(10)가 도로의 교차로에서 유입 및 유출되는 차량을 검지한다(S10).

[0049] 다음, 차량 수 산출부(20) 검지된 차량에 기반하여 차선당 유입 차량 수와 차선당 유출 차량 수를 산출한다(S20).

[0050] 마지막으로, 정체 정보 산출부(50)가 차선당 유입 차량 수, 차선당 유출 차량 수, 도로의 단위 길이당 교차로 수 및 도로의 도로 특성치에 기반한 신경망 모델링을 통해 도로의 정체 정보를 산출함으로써(S30) 교통 정체 예측 방법의 일 실시예가 수행될 수 있다.

[0051] 특히, 정체 정보 산출부(50)의 정체 정보 산출단계(S30)에서, 단위 길이당 교차로 수는 교차로 수 산출부(30)가 도로의 도로 길이에 기반하여 산출한 정보이고, 도로 특성치는 특성치 제공부가 도로의 특성인 시내도로, 외곽도로, 주도로 및 고속도로 중 선택된 어느 하나에 대응하여 제공하는 정보이다.

[0052] 또한, 정체 정보 산출부(50)의 정체 정보 산출단계(S30)에서, 정체 정보는 정체 정도, 정체 빈도, 구간 속도 및 구간 소요시간 중 적어도 하나의 정보를 사용하여 교통 정체를 예측할 수 있다.

[0053] 아울러, 신경망 모델링은 차선당 유입 차량 수, 차선당 유출 차량 수, 단위 길이당 교차로 수 및 도로 특성치를 입력변수로 하고 정체 정보를 목표변수로 하며, 오차 역방향 전파법에 의해 패턴 학습될 수 있도록 모델링하여 사용할 수 있다.

[0054] 한편, 전술한 교통 정체 예측 방법 중 신경망 모델링에 의한 학습은 이를 실행할 수 있는 별도 프로그램으로 구현할 수 있으며, 교통 정체 예측 방법은 이러한 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체의 제공으로도 구현 가능할 것이다.

[0055] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 상술한 본 발명의 기술적 구성은 본 발명이 속하는 기술 분야의 당업자가 본 발명의 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해되어야 한다. 아울러, 본 발명의 범위는 상기의 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어진다. 또한, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0056] C1, C2: 교차로

L: 도로 길이

10: 차량 검지부

110: 촬상 카메라

20: 차량 수 산출부

210: 유입구

220: 유출구

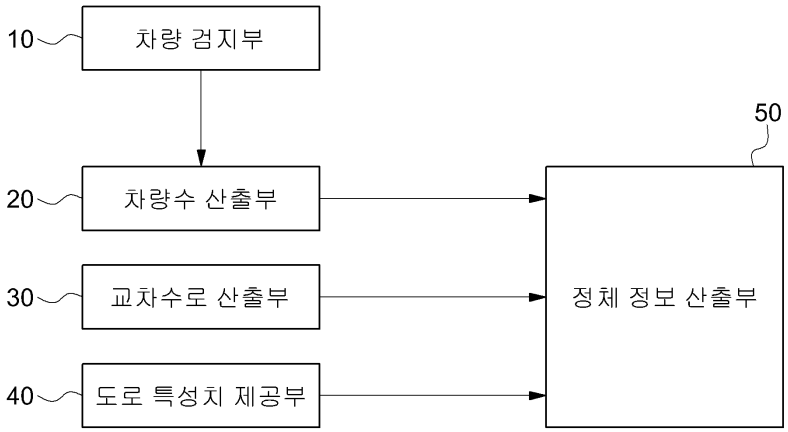
30: 교차로 수 산출부

40: 도로 특성치 제공부

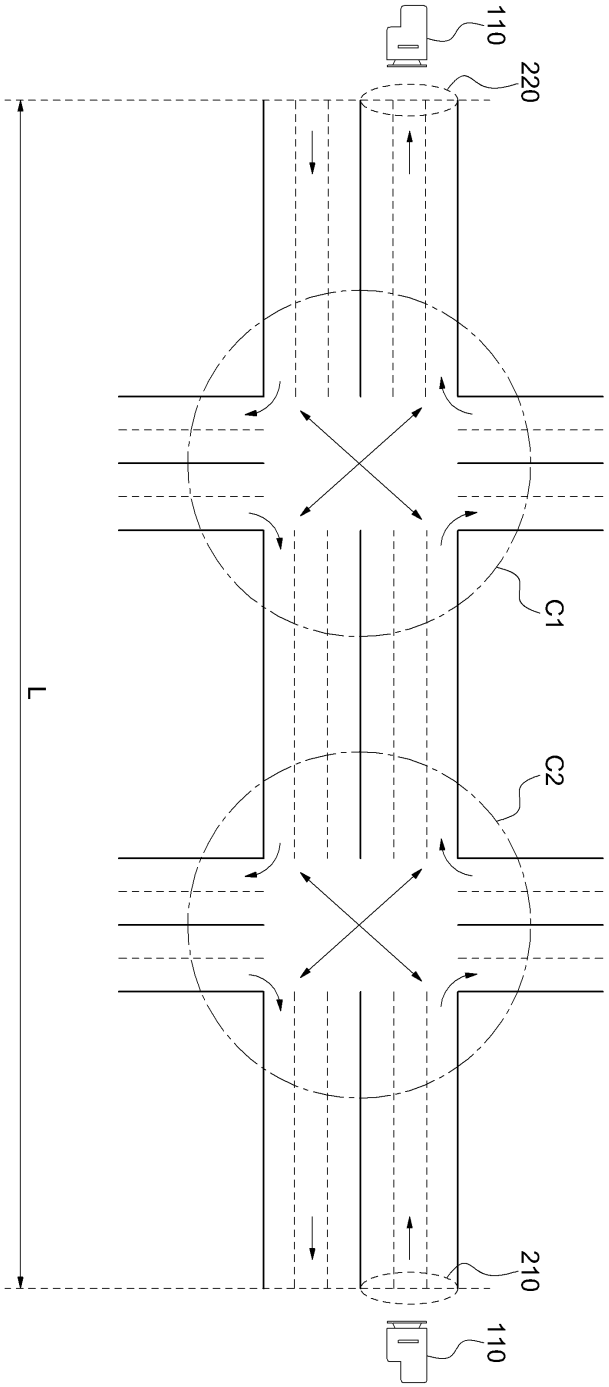
50: 정체 정보 산출부

도면

도면1



도면2



도면3

도로번호	교차로수	길이(Km)	유입차량	유출차량	특성	차선	정체량
9	9	18.42	270	2850	0.9	1	74.00
17	11	22.44	5700	14200	0.9	2	181.00
25	2	4.12	1800	1800	0.9	1	28.00
35	6	27.55	180	140	0.9	1	0.00
82	39	42.43	4650	2500	0.9	3	0.00
85	23	23.87	4150	4650	0.9	3	157.00
87	10	14.84	7800	6800	0.9	3	11.00
101	38	89.38	4800	13400	0.6	4	407.00
130	9	36.21	1350	20	0.6	2	71.00
152	14	56.57	1950	3350	0.6	1	238.00
156	2	0.97	1150	1150	0.6	1	14.00
237	16	17.83	3500	5500	0.3	2	0.00
280	22	33.19	11700	9500	0.3	4	0.00

도면4

차선당유입	차선당유출	길이 당 교차로 수	특성	정체도
270.00	2850.00	0.49	0.90	0.50
2850.00	7100.00	0.49	0.90	0.75
1800.00	1800.00	0.49	0.90	0.25
180.00	140.00	0.22	0.90	0.00
1550.00	833.33	0.92	0.90	0.00
1383.33	1550.00	0.96	0.90	0.75
2600.00	2266.67	0.67	0.90	0.25
1200.00	3350.00	0.43	0.60	1.00
675.00	10.00	0.25	0.60	0.50
1950.00	3350.00	0.25	0.60	1.00
1150.00	1150.00	2.06	0.60	0.25
1750.00	2750.00	0.90	0.30	0.00
2925.00	2375.00	0.66	0.30	0.00

도면5

	Input Layer			
Hidden Layer #1	차선당 유입량	차선당 유출량	단위길이당 교차로수	특성
Node # 1	-29.67	22.35	-12.85	-4.91
Node # 2	-29.07	19.21	8.50	-2.92
Node # 3	11.08	6.35	22.09	-27.54
Node # 4	-0.47	-0.20	-0.38	-1.05
Node # 5	-6.17	-7.39	3.14	-8.93
Node # 6	17.78	-19.01	19.36	4.75
Node # 7	-15.38	1.15	-0.22	3.72
Node # 8	32.35	-36.51	6.76	18.02
Node # 9	-0.25	21.76	-3.02	-24.51
Node # 10	-8.33	0.08	1.37	-7.78

도면6

Output	Node # 1	Node # 2	Node # 3	Node # 4	Node # 5
Output Node	25.30	-19.90	-33.30	0.43	4.32
Output	Node # 6	Node # 7	Node # 8	Node # 9	Node # 10
Output Node	18.24	8.44	-25.79	17.88	-9.46

도면7

