

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2014-0028801 (43) 공개일자 2014년03월10일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G08G 1/01 (2006.01) G08G 1/065 (2006.01) G08G 1/07 (2006.01)		(71) 출원인 경희대학교 산학협력단 경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스 내 (서천동, 경희대학교)
(21) 출원번호 10-2012-0095920		(72) 발명자 김영진 경기도 과천시 별양로 12, 315동 1502호 (원문동, 래미안슈르아파트)
(22) 출원일자 2012년08월30일 심사청구일자 2012년08월30일		서해윤 경기도 수원시 권선구 세지로109번길 32 오세도 인천광역시 남동구 석산로 79 (간석동)
		(74) 대리인 특허법인 정안

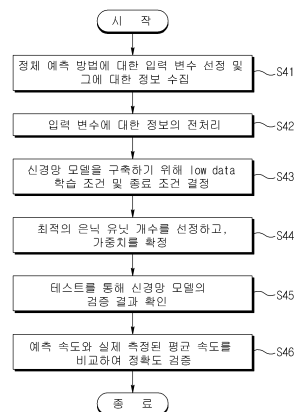
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 ITS 데이터를 활용한 도심 구간의 정체도 예측 방법

(57) 요약

본 발명은 신경망 알고리즘을 이용하여 도심 구간의 정체도를 예측하는 방법으로서, 입력 변수를 선정하고, 상기 입력 변수에 대한 데이터를 수집하는 단계, 수집된 상기 데이터에 기초하여, 전처리(preprocessing)하는 단계, 상기 전처리된 데이터의 학습 조건 및 학습 종료 조건을 결정하는 단계, 은닉 유닛(hidden unit)의 개수 및 가중치를 결정하는 단계 및 실제 측정된 평균 속도와 출력 변수인 예측 속도를 비교하여 정확도를 검증하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

신경망 알고리즘을 이용하여 도심 구간의 정체도를 예측하는 방법으로서,
 입력 변수를 선정하고, 상기 입력 변수에 대한 데이터를 수집하는 단계;
 수집된 상기 데이터에 기초하여, 전처리(preprocessing)하는 단계;
 상기 전처리된 데이터의 학습 조건 및 학습 종료 조건을 결정하는 단계;
 은닉 유닛(hidden unit)의 개수 및 가중치를 결정하는 단계; 및
 실제 측정된 평균 속도와 출력 변수인 예측 속도를 비교하여 정확도를 검증하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 ITS 데이터를 활용한 도심 구간의 정체도 예측 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,
 상기 입력 변수는,
 요일 특성, 시간 특성, 교통량, 점유율, 차선의 입출력 개수, 버스정류장 유무, 교차로와 횡단보도, 공사 구간 및 강수 유무 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 ITS 데이터를 활용한 도심 구간의 정체도 예측 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,
 상기 요일 특성은 평일, 주말 전(금요일) 및 주말 후(월요일)에 연결된 공휴일, 주말 및 명절에 따라 다른 것을 특징으로 하는 ITS 데이터를 활용한 도심 구간의 정체도 예측 방법.

청구항 4

제 2항에 있어서,
 상기 시간 특성은 새벽 시간, 출근시간, 퇴근 시간 및 그 외의 시간에 따라 다른 것을 특징으로 하는 ITS 데이터를 활용한 도심 구간의 정체도 예측 방법.

청구항 5

제 2항에 있어서,
 상기 교통량은 차량의 수 및 차량의 크기에 따라 다른 것을 특징으로 하는 ITS 데이터를 활용한 도심 구간의 정체도 예측 방법.

청구항 6

제 2항에 있어서,
 상기 차선의 입출력 개수는 입력부분의 차선 수와 출력부분 차선의 수로 구분하는 것을 특징으로 하는

ITS 데이터를 활용한 도심 구간의 정체도 예측 방법.

청구항 7

제 2항에 있어서,

상기 버스정류장 유무는 상기 버스정류장의 개수, 버스 전용차로를 운영하는 지 여부 및 버스 정차 가능 노선이 있는 지 여부에 따라 다른 것을 특징으로 하는 ITS 데이터를 활용한 도심 구간의 정체도 예측 방법.

청구항 8

제 2항에 있어서,

상기 교차로와 상기 횡단보도는 형태와 교통 신호 시스템에 따라 다른 것을 특징으로 하는 ITS 데이터를 활용한 도심 구간의 정체도 예측 방법.

청구항 9

제 2항에 있어서,

상기 공사구간은 지하철 공사구간인 것을 특징으로 하는 ITS 데이터를 활용한 도심 구간의 정체도 예측 방법.

청구항 10

제 2항에 있어서,

상기 강수유무는 도로 법규에 따라 다른 것을 특징으로 하는 ITS 데이터를 활용한 도심 구간의 정체도 예측 방법.

청구항 11

제 1항에 있어서,

상기 전처리(preprocessing)하는 단계는,

상기 입력 변수에 대한 데이터를 정규화(normalizing) 및 이진화(binanzation)를 통해 0 내지 1 사이의 값으로 변환하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 ITS 데이터를 활용한 도심 구간의 정체도 예측 방법.

청구항 12

제 1항에 있어서,

상기 신경망 알고리즘은 입력층(input layer), 하나의 은닉층(hidden layer) 및 출력층(out layer)을 포함하는 것을 특징으로 하는 ITS 데이터를 활용한 도심 구간의 정체도 예측 방법.

청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 하나의 은닉층(hidden layer)은,

4개 내지 7개의 은닉 유닛(hidden unit)을 갖는 것을 특징으로 하는 ITS 데이터를 활용한 도심 구간의 정체도 예측 방법.

청구항 14

제 1항 내지 제 13항 중 어느 한 항에 따른 ITS 데이터를 활용한 도심 구간의 정체도 예측 방법을 실행할 수 있는 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 ITS 데이터를 활용한 도심 구간의 정체도 예측 방법에 관한 것이다. 더욱 상세하게는 ITS 데이터를 활용하여, 신경망 알고리즘을 통해 도심 구간의 정체도를 예측하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 통계청의 자료에 의하면 전 국민의 49%가 서울을 중심으로 수도권에 거주하고 있으며, 이에 따른 교통에 대한 문제가 증가되고 있다. 전국의 교통 혼잡에 따른 교통혼잡 비용은 매년 증가하는 추세이다.

[0003] 이에 따라, 교통 혼잡에 따른 사회적 손실을 감소시키고, 국가적 차원의 녹색 성장 전략의 부응하기 위해 첨단 기술을 활용한 교통시스템의 발전을 바탕으로 지능형 교통체계가 개발되었다.

[0004] 지능형 교통체계(Intelligent Transport System; ITS)는 도로의 각종 교통 시설에 첨단 기술을 접목하여 교통 정보 및 서비스를 제공하는 것을 말하며, 국내의 여러 도시에 도입되어 버스 도착 안내시스템, 신호 자동 제어, 네비게이션, 하이패스 등 여러 분야에 적용되고 있다.

[0005] 한편, 국·내외적으로 ITS 시스템이 구축됨으로써 축적된 데이터를 바탕으로 정체 예측, 주행시간 예측 등 여러 방향으로 연구가 진행되고 있다. 예를 들어, Oda, T.(1990)는 ARIMA 모델을 활용하여 주행 시간을 예측하는 연구를 수행하였고, Stathopoulos, A.(2003)는 시계열 분석 기법인 다중 선형 회귀 분석(Multiple Linear Regression) 방법을 활용하여 속도를 예측하였다. 그 이외에, 지식 베이스(Knowledge base)를 기반으로 데이터마이닝(Data mining) 기법을 활용하여 예측하는 연구와 신경망 알고리즘(Neural Network)를 활용하여 예측하는 연구 등 많은 분야에서 ITS 데이터를 활용하여 속도, 주행시간, 정체를 예측하는 연구를 진행하고 있다.

[0006] 상기와 같이 활발한 연구가 진행되고 있음에도, 종래 기술은 정체를 예측하는 데 있어서, 유출입 차량의 연간 통계정보와 교차로의 수, 도로의 특성에 따른 단순한 형태를 바탕으로 정체를 예측하는 시스템에 관한 것이어서 특히, 도심구간에 시간대별로 변화하는 교통량, 요일별, 도로 주변에 산재된 정체에 영향을 주는 다양한 요소를 반영하지 못하였다는 문제점이 존재한다.

[0007] 도 1은 종래 기술인 한국 등록특허 10-1123967의 교통 정체 예측 시스템을 나타내는 도면이다.

[0008] 도 1을 참조하면, 각 도로에 표시된 화살표(→ 또는 ↔)는 차량의 가능한 진행 방향을 가리킨다. 도로는 일정한 도로 길이(L)를 가지며 그 사이에 교차로(C1, C2)가 위치한다. 또한, 유입구(2)와 유출구(3)에 각각 촬상 카메라(1)를 위치시켜 촬상된 이미지에 기반하여 차량을 검지하고 이에 기반하여 유입 차량 수 및 유출 차량 수를 카운트할 수 있으며, 일정 시간 동안 총 유입 차량 수 및 총 유출 차량 수를 3개 차선으로 나누어 차선당 유입 차량 수 및 차선당 유출 차량 수를 산출한다.

[0009] 이와 같이, 종래 기술은 해당 구간의 유출입 차량의 대수, 단위 길이 당 교차로의 수, 도로의 특성을 바탕으로 교통의 정체도를 예측하는 단순한 시스템으로서, 교통 정체에 영향을 주는 다양한 요인들을 반영하지 못하는 한계가 있다. 따라서, 교통의 정체를 유발하는 도심의 복잡한 환경을 반영한 분석을 통해 기존 예측 시스템보다 복잡한 상황에 대처할 수 있는 시스템을 구축할 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 상기와 같은 종래의 문제를 해결하기 위해, 교통량이 많은 도심구간에 있어서, 요일정보, 시간정보, 강수유무, 점유율, 교통량, 차선의 유·출입량, 교차로·횡단보도 수, 버스정류장 정보, 공사정보 등 교통 정체에 영향을 주는 시간적 요인 및 도로 구간의 환경에 따른 각종 요소를 기초로 하여, 신경망 알고리즘(Neural Network) 및 역전파 알고리즘(Backpropagation)을 이용해 도심 구간의 정체를 예측하는 방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 ITS 데이터를 활용한 도심 구간의 정체도 예측 방법은 신경망 알고리즘을 이용하여 도심 구간의 정체도를 예측하는 방법으로서, 입력 변수를 선정하고, 상기 입력 변수에 대한 데이터를 수집하는 단계, 수집된 상기 데이터에 기초하여, 전처리(preprocessing)하는 단계, 상기 전처리된 데이터의 학습 조건 및 학습 종료 조건을 결정하는 단계, 은닉 유닛(hidden unit)의 개수 및 가중치를 결정하는 단계 및 실제 측정된 평균 속도와 출력 변수인 예측 속도를 비교하여 정확도를 검증하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 바람직하게는, 상기 입력 변수는 요일 특성, 시간 특성, 교통량, 점유율, 차선의 입출력 개수, 버스정류장 유무, 교차로와 횡단보도, 공사 구간 및 강수 유무 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 바람직하게는, 상기 요일 특성은 평일, 주말 전(금요일) 및 주말 후(월요일)에 연결된 공휴일, 주말 및 명절에 따라 다른 것을 특징으로 한다.
- [0014] 바람직하게는, 상기 시간 특성은 새벽 시간, 출근시간, 퇴근 시간 및 그 외의 시간에 따라 다른 것을 특징으로 한다.
- [0015] 바람직하게는, 상기 교통량은 차량의 수 및 차량의 크기에 따라 다른 것을 특징으로 한다.
- [0016] 바람직하게는, 상기 차선의 입출력 개수는 입력부분의 차선 수와 출력부분 차선의 수로 구분하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 바람직하게는, 상기 버스정류장 유무는 상기 버스정류장의 개수, 버스 전용차로를 운영하는 지 여부 및 버스 정차 가능 노선이 있는 지 여부에 따라 다른 것을 특징으로 한다.
- [0018] 바람직하게는, 상기 교차로와 상기 횡단보도는 형태와 교통 신호 시스템에 따라 다른 것을 특징으로 한다.
- [0019] 바람직하게는, 상기 공사구간은 지하철 공사구간인 것을 특징으로 한다.
- [0020] 바람직하게는, 상기 강수유무는 도로 법규에 따라 다른 것을 특징으로 한다.
- [0021] 바람직하게는, 상기 전처리(preprocessing)하는 단계는 상기 입력 변수에 대한 데이터를 정규화(normalizing) 및 이진화(binanzation)를 통해 0 내지 1 사이의 값으로 변환하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 바람직하게는, 상기 신경망 알고리즘은 입력층(input layer), 하나의 은닉층(hidden layer) 및 출력층(out layer)을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 바람직하게는, 상기 하나의 은닉층(hidden layer)은 4개 내지 7개의 은닉 유닛(hidden unit)을 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 바람직하게는, 상기 ITS 데이터를 활용한 도심 구간의 정체도 예측 방법을 실행할 수 있는 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체로 구현되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0025] 본 발명에 의하면, 도로 상황에 대한 매 시간 단위의 교통량 변화를 예측하여 도시의 교통 정체 정보를 이용자들에게 제공함으로써, 교통 흐름의 분산을 유도하여 원활한 교통 환경 제공 및 교통 혼잡 관리를 통해 사

회적 비용을 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 종래 기술의 교통 정체 예측 시스템을 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명에 일 실시예에 따른 신경망 알고리즘을 이용한 도심 구간의 정체 예측 방법의 모델구조를 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 도심 구간의 정체 예측 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 도심 구간의 정체 예측 방법을 설명하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예를 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.

[0028] 도 2는 본 발명에 이용되는 신경망 알고리즘(Neural Network)의 모델구조를 나타내는 도면이다.

[0029] 도 2를 참조하면, 본 발명은 신경망 알고리즘의 다층 퍼셉트론(Multi-layer Perception)을 구축하여 학습을 수행한다. 다층 퍼셉트론은 입력층과 출력층 사이에 연결되는 중간층인 은닉층(Hidden Layer)이 존재하는 신경망이다. 다층 퍼셉트론은 은닉층이 없는 단층 퍼셉트론과 유사한 구조이지만, 입력·출력 특징이 비선형적 이어서 단층 퍼셉트론의 한계점을 극복한 구조이다.

[0030] 도 2에서, X_1 내지 X_n 은 입력층의 각 유닛에 대한 입력 데이터를 의미하고, h_1 내지 h_k 은 은닉층의 각 유닛에 대한 중간 데이터를 의미하며, y_1 은 출력층의 유닛에 대한 출력 데이터를 의미한다. 또한, $W_{i,j}$ 는 X_i 에서 h_j 로의 가중치(weights)를 의미하고, $V_{j,1}$ 은 h_j 에서 y_1 으로의 가중치를 의미한다. 본 발명은 교통 정체와 관련된 요인을 입력 변수로 선정하고, 전처리(preprocessing) 과정을 거쳐 입력 데이터(X_1 내지 X_n)를 확정한다. 이 때, 전처리 과정은 교통 정체와 관련된 요인의 특성에 따라 입력 변수를 정규화(normalizing) 및 이진화(binrarization)함으로써 이루어질 수 있다.

[0031] 전처리 과정 후, 입력 데이터(X_1 내지 X_n)를 가중치($W_{i,j}$)와 곱하고 더하는 과정을 반복하여 은닉층에 전달되고, 은닉층의 각 유닛에 대한 중간 데이터(h_1 내지 h_k)를 가중치($V_{j,1}$)와 곱하고 더하는 과정을 반복하여 결과 값인 예측 속도에 대응하는 출력데이터(y_1)를 얻는다. 이 때, 출력 데이터(y_1)는 실제 측정 속도에 대응하는 출력 데이터와 다를 수 있으므로, 출력 데이터(y_1)와 실제 측정 속도에 대응하는 출력 데이터의 차에 해당하는 값 즉, 오차가 발생한다.

[0032] 역전파 알고리즘(Backpropagation)은 상기 오차에 비례하여 출력층의 가중치를 갱신하고, 다시 갱신된 출력층의 가중치에 기초하여 은닉층의 가중치를 갱신하는 과정을 학습 종료 조건에 부합할 때까지 반복 수행하여 최종적으로 가중치($W_{i,j}$, $V_{j,1}$)를 확정하는 학습 알고리즘이다.

[0033] 본 발명은 1개의 은닉층(Hidden layer) 가지는 신경망 알고리즘 구조로 구성되며, 매 시간 단위로 평균 속도를 예측하기 위해 교통 정체에 영향을 주는 다양한 요인을 입력 변수로 선정하고, 출력 변수로서 예측 속도로 선정한다. 또한, 최적의 은닉 유닛(Hidden Unit)의 개수를 설정하고 및 가중치를 확정하여 신경망 모델을 구축한다. 이에 대해서는 상세히 후술한다.

[0034] 도 3는 본 발명의 일 실시예에 따른 도심 구간의 정체 예측 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0035] 도 1과 도 3을 비교하면, 종래 기술의 도 1은 유입구(2)와 유출구(3)에 각각 촬상 카메라(1)를 위치시켜 촬상된 이미지에 기반하여, 차량 검지부가 차량을 검지하고, 유입 차선과 유출 차선의 수를 동일하게 하여 검지된 유출입 차량 수를 차선 수로 나누어 차선당 유출 차량 수를 산출하였다. 그리고, 도로 길이를 교차로의 개수로 나누어 단위 길이당 교차로 수를 산출하였다.

[0036] 반면, 도 3에서와 같이, 본 발명의 정체 예측 방법은 도 1과는 달리 유입 차선의 수와 유출 차선의 수를 달리 하였고, 교차로의 형태 및 교차로 개수, 횡단보도 수까지 고려하였다. 또한, 그 외에도 버스정류장의 수, 도로공사 유무, 요일 변수, 시간 변수, 교통량, 점유율 및 강수 등 다양한 요인을 반영한다.

- [0037] 따라서, 본 발명은 교통량이 많은 도심에서, 단순히 교통량 등에 대한 데이터뿐만 아니라 교통 정체에 영향을 줄 수 있는 도로 내적인 요인 및 도로 외적인 환경적 요인까지 고려하였다. 본 발명에서 고려하고 있는 상기 유입 차선의 수와 출입 차선의 수, 교차로와 횡단보도를 포함하여 버스정류장의 수, 도로공사 유무, 요일 변수, 시간 변수, 교통량, 점유율 및 강수 등 입력 변수에 대해서는 각각 상세히 후술한다.
- [0038] 도 4은 본 발명의 일 실시예에 따른 도심 구간의 정체 예측 방법을 설명하는 흐름도이다.
- [0039] 먼저, 정체 예측 방법에 대한 입력 변수를 선정하고 그에 대한 정보를 수집한다(S41). 입력 변수로서 요일 및 시간 특성, 교통량, 점유율, 차선의 입·출력 개수, 버스정류장 유무, 교차로와 횡단보도, 공사 구간, 강수 유·무를 사용할 수 있다.
- [0040] 요일 및 시간 특성 변수에 대한 데이터는 교통정보센터로부터 1 시간단위로 저장된 년·월·일·시간 별 정보를 수집하여, 요일 특성과 시간 특성을 반영하는 변수로 구분하여 적용한다. 요일 특성은 평일, 주말 전(금요일) 및 주말 후(월요일)에 연결된 공휴일, 주말 및 명절에 따라 교통량이 변화하는 점을 활용하고, 시간 특성은 시간에 따라 새벽 시간, 출·퇴근 시간 및 그 외의 시간대에 교통량의 차이가 있는 점을 이용한다.
- [0041] 교통량 변수는 도로 구간에 설치되어 있는 각종 차량 검지기를 통해 수집된 교통량 데이터를 활용한다. 교통량 변수는 CCTV, 루프(loop) 검지기, 영상검지기, 도시교통정보 시스템 노변장치(Urban Traffic Information System Road Side Equipment; UTIS RSE)를 통해 차량의 수 및 차량의 크기를 검지하며, 소형·중형·대형 차량으로 구분하지 않고 도로 구간에 유입 및 유출되는 차량의 수 기준으로 선정할 수 있으며, 이와 달리 소형·중형·대형 차량으로 세분화하거나 또는 차량의 크기를 더 세분화하여 교통량 변수로 선정할 수도 있다.
- [0042] 점유율 변수는 도로에 매설된 루프 검지기에서 발생하는 자기장에 의해서 차량을 검지 및 측정하여 수집한다. 구체적으로, 도로에 설치된 루프에 의하여 형성된 감지영역을 통과 혹은 정차해 있는 경우 루프검지기에서 발생한 자장에 의해 차량을 감지하며, 자장의 변화로 인해 계측된 정보를 점유율로 정량화하여 저장한다. 일 실시예에서는 CCTV(Closed Circuit Television), 영상검지기, 도시교통정보 시스템 노변장치(Urban Traffic Information System Road Side Equipment; UTIS RSE)를 이용하여 차량을 감지할 수도 있다.
- [0043] 차선의 입·출력 개수 변수는 입력부분의 차선 수와 출력부분의 차선의 수를 구분하여 구간의 시작점과 끝 구간의 직진차선의 수로 판단하며, 이에 따라 차선의 증가 또는 감소를 고려할 수 있다.
- [0044] 버스정류장 유무 및 개수 변수는 도심 내에서 버스정류장 개수에 따라 정체도가 달라지는 점을 반영하고, 추가적으로 버스 전용차로를 운영하고 있는 지 여부와 버스 정차 가능 차선이 있는지 여부에 따라 선정한다.
- [0045] 교차로와 횡단보도의 개수 변수는 차량이 도로구간에서 교차로 및 횡단보도의 신호 시스템에 따라 정차하는 점을 반영한다. 도 3을 참조하면, 교차로의 경우 교차로 형태가 3갈래인 때와 4갈래인 때 교통 신호 시스템이 다른 점을 반영한다. 다만, 교차로의 형태는 4갈래 이상인 경우에도 적용될 것이다. 또한, 횡단보도의 경우 신호 대기 시간이 다른 점도 고려한다.
- [0046] 공사 구간 변수는 도로공사 시행 시 차선의 감소가 발생하게 되는 점을 반영하여 선정한다. 도로 공사로 인해 차선의 변화가 필요하게 되면 공사 구간은 혼잡하게 된다. 예를 들어, 공사 구간으로서 지하철 공사 구간을 들 수 있다.
- [0047] 강수 유무 변수는 도로 법규상 도로 구간에서 비·눈·안개 등에 의해 규정 속도를 20% 내지 50% 감속 운행하도록 규정하고 있고, 강수 유무에 의해 교통지연 시간이 달라지는 점을 반영하여 선정된다.
- [0048] 속도 변수는 본 발명에서 예측하고자 하는 출력 변수이며, 차량검지기 등에 의해 교통량 정보뿐만 아니라 1시간 단위로 측정된 교통량의 평균 속도 정보를 함께 수집하여 이를 변수로서 활용한다.
- [0049] 이상과 같이 입력변수에 대한 정보를 수집한 후에, 수집된 입력변수의 전처리(preprocessing) 과정을 수행한다(S42). 전처리 과정은 신경망 알고리즘을 구축하기 전에 교통 정체와 관련된 입력변수를 정형화하고 불필요한 정보를 분리 제거하기 위한 과정이다.
- [0050] 본 발명에서는 수집된 입력 변수 정보의 수치 데이터 또는 발생 유무의 정보 등 형태와 스케일이 다르기 때문에 각각의 입력 변수에 따라 0~1 사이의 값으로 변환함으로써 전처리 과정을 수행한다. 이하, 입력 변수 각각에 대한 전처리 과정을 설명한다.

- [0051] 요일·시간 변수는 0~24시의 정보를 정규화(normalizing)하여 적용한다. 정규화는 수치적 양에 가해지는 연산으로 불필요한 영향을 제거하고 특정한 목적을 위해 그것들을 비교할 수 있도록 하는 것을 의미한다. 구체적으로, 요일정보는 각 특성에 따라 이진화(binanzation)하여 이진변수를 2개 생성하는 한편, 4가지 형태로 표현하여 변수로 적용한다.
- [0052] 시간정보는 교통정보센터로부터 제공 받은 교통데이터의 시간 정보를 분류하여 이를 정규화 하여 적용한다.
- [0053] 교통량·점유율 변수는 차량검지기 등을 통해 1 시간 단위로 수집된 차량 정보에 기초하며, 교통량 변수는 교통량이 최대가 되는 값을 선정하고 정규화하고, 점유율은 최대가 될 수 있는 값이 100%이므로, 0~1 사이의 값으로 변환하여 적용한다.
- [0054] 차선의 입·출력 개수, 교차로 및 횡단보도의 개수 변수에 대해서는 입력차선과 출력차선, 교차로 및 횡단보도의 개수를 최대 5개로 설정하여 정규화를 통해 적용한다. 다만, 본 발명의 범위가 차선의 입·출력, 교차로 및 횡단보도의 최대 개수가 5개로 제한되는 것은 아니며, 구간의 길이에 따라 다르게 적용될 수 있을 것이다. 또한, 교차로 및 횡단보도의 개수는 교통 신호 시스템을 고려하고, 교차로의 경우에는 교차로의 개수뿐만 아니라 교차로 형태를 더 고려한다.
- [0055] 버스정류장 유무 및 개수 변수에 대해서는 버스정류장의 최대 개수를 선정하고, 버스 정차 가능 차선이 있는지 여부에 따라 2개의 유닛으로 구분하며, 버스 정류장이 운행되지 않는 시간에는 관련된 유닛이 활성화되지 않도록 적용한다.
- [0056] 공사 구간 변수는 도로 구간의 시점 및 종점 또는 중간에 도로 공사가 시행되고 있는 지 여부에 따라 이진함수로써 각각 구분하여 적용한다.
- [0057] 강수 유무 변수는 기상청에서 제공되는 일일 강수량에 기초하여 일자별 동일 시간대 강수의 유무에 따라 이진함수로 구분하여 적용한다. 일 실시예에서는 강수량에 따라 0~1사이 값으로 변환하여 시스템에 적용할 수도 있다.
- [0058] 다음, 신경망 모델을 구축하기 위해 로 데이터(low data)의 학습 조건 및 학습 종료 조건을 결정한다(S43). 본 발명의 신경망 알고리즘은 입력층(input layer), 하나의 은닉층(hidden layer) 및 출력층(out layer)으로 구성되며, 알파 값(학습율)은 0.1, 가중치는 0~1사이에서 랜덤으로 적용하여 학습을 수행하도록 한다. 학습에 대한 종료 조건은 100회 반복이 수행되거나 전체 제곱오차(Total Squared Error)가 0.0001 이하가 되면 종료되는 것으로 한다.
- [0059] 다음으로, 최적의 은닉 유닛의 개수를 결정하고, 가중치를 확정하는 단계를 수행한다(S44). 은닉층의 유닛 수에 따라 학습시간의 차이, 학습률, RMS(Root Mean Square) 오차 등의 차이가 발생하며, 가중치의 변화에 따라 조기 수렴되어 최적의 값을 찾지 못하는 현상도 발생할 수 있다. 본 발명은 은닉층을 하나로 선정하고, 은닉층의 유닛 수를 2개부터 10개까지 변동시켜 실험을 진행한다. 여기서, 초기 가중치는 랜덤하게 설정하고, 은닉층의 유닛 수에 따라 각각 역전파 알고리즘에 의해 최종 가중치를 확정한다.
- [0060] [표 1]은 은닉 유닛의 개수에 따른 수행 시간의 변화를 테이블로 나타낸 도면이다. 여기서 괄호 안의 숫자는 조기에 수렴한 실험에서 반복된 횟수를 의미한다. [표 1]을 참조하면, 은닉층의 유닛 수에 따른 학습 수행시간은 은닉 유닛의 개수가 1개 증가 시 학습에 40~50분의 시간이 추가됨을 확인할 수 있다.

표 1

은닉 유닛 (Hidden Unit)	1회	2회	3회
	시간	시간	시간
2	170	164	163
3	227	212	106(50)
4	278	265	122(46)
5	325	313	313
6	370	359	362
7	232(55)	407	224(55)
8	467	462	463
9	512	507	507
10	560	560	563

[0062] [표 1] 은닉 유닛(Hidden Unit)에 따른 수행시간 변화

[0063] [표 2]는 [표 1]에서 조기 수렴한 결과가 없는 2회째의 실험결과에 기초하여 학습률, 전체 RMS 에러, 학습 데이터 및 검증 데이터의 RMS 에러에 대한 실험 결과를 나타낸 표이다.

표 2

[0064]

은닉 유닛 (Hidden Unit)	학습률	전체 RMS 에러	학습 데이터 RMS 에러	검증 데이터 RMS 에러
2	76.4	9.91	0.0480	0.529
3	80.2	8.86	0.0457	0.0413
4	78.77	6.59	0.0384	0.0377
5	84.15	6.76	0.0396	0.0368
6	86.84	5.84	0.0370	0.0362
7	86.01	5.93	0.0371	0.0343
8	85.9	5.91	0.0370	0.0348
9	86.73	5.55	0.0359	0.0317
10	86.15	5.44	0.0356	0.0329

[0065] [표 2] 은닉층의 개수에 따른 실험 결과

[0066] [표 2]에서와 같이 학습률, 전체 RMS 에러, 학습 데이터 및 검증 데이터의 RMS 에러 간에 차이가 발생하고 있음을 알 수 있다. 이 중에서 은닉 유닛이 4~7개인 경우에 실험 결과 값이 유사함을 알 수 있다. 따라서, 본 발명에서는 은닉 유닛의 개수를 4~7개 사이로 선정하고, 4~7개의 은닉 유닛을 중심으로 학습 결과 및 테스트 결과에 대해 설명한다.

[0067] 다음, 테스트를 통해 신경망 모델의 검증 결과를 확인하는 단계를 수행한다(S45). [표 3]은 4~7개를 가지는 은닉 유닛을 가지는 신경망 모델의 학습에 따른 학습률, RMS 오차의 최대 및 최소값을 나타낸 것이다.

[0068]

표 3

[0069]

은닉 층	학습률	RMS 에러
4	78.7~84.5	0.0406~0.0484
5	80.6~84.8	0.0390~0.0396
6	85.1~86.8	0.0370~0.0389
7	85.8~86.0	0.0370~0.0371

[0070] [표 3] 은닉 층 개수에 따른 학습률 및 RMS 에러

[0071] [표 4]는 일정 기간 학습결과를 바탕으로 상기 일정 기간과 다른 기간의 테스트 데이터를 이용하여 신경망 모델을 검증한 결과이다.

표 4

[0072]

은닉 층	전체 RMS 에러	테스트 RMS 에러
4	7.11~8.59	0.0359~0.0383
5	6.55~6.76	0.0342~0.0368
6	5.84~6.51	0.0362
7	5.88~5.93	0.0343~0.0345

[0073] [표 4] 은닉 층 개수에 따른 검증 결과

[0074] [표 4]에서는 은닉층이 증가함에 따라 RMS 에러가 감소하고 있음을 볼 수 있다.

[0075] 마지막으로, 본 발명의 일 실시예에 따라 예측된 속도와 실제 측정된 평균속도를 비교하여, 정체 예측

의 정확도를 검증하는 단계를 수행한다(S46). [표 5]에서는 도로의 일정 구간에서 최고 시속 60km/h로 설정하고, 4309개의 학습 데이터와 2153개의 검증 데이터를 이용하여 은닉층의 개수에 따라 예측 속도와 평균 속도의 차이가 5%(3km/h), 10%(6km/h) 수준 밖으로 벗어나는 에러의 수를 각각 측정한 결과를 나타낸다.

표 5

구 분		1회	2회	3회
은닉층	검증기준			
4	3km/h	392	360	331
	6km/h	25	26	11
5	3km/h	328	356	280
	6km/h	22	21	21
6	3km/h	325	317	325
	6km/h	15	20	15
7	3km/h	286	286	286
	6km/h	17	13	17
8	3km/h	283	294	283
	6km/h	10	20	10

[표 5] 속도 오차 범위에 따른 에러의 수

[표 5]에서 보듯이, 예측 속도가 5%(3km/h)에서는 13.3%~16.7%의 예측 오차가 발생하고, 10%(6km/h)에서는 0.7%~0.9%의 오차가 발생한다. 즉, 본 시스템으로 5% 수준에서는 대략 86.7%, 10% 수준에서는 정확도가 대략 99% 이상으로 증가한다.

이와 같이, 본 발명에 의하면 86.7%(3km/h) ~99%(6km/h)의 정확성으로 도심 구간의 평균 속도를 예측할 수 있다. 또한, 1 시간 단위 데이터를 적용하여 정체를 예측하고, 요일·시간 특성, 교통량, 점유율, 차선의 입출력 개수, 버스정류장 유무, 교차로와 횡단보도, 공사 구간, 강수 유무 등 다양한 변수들을 반영하여 도심의 복잡한 상황에 대해 유연하게 대처가 가능하다.

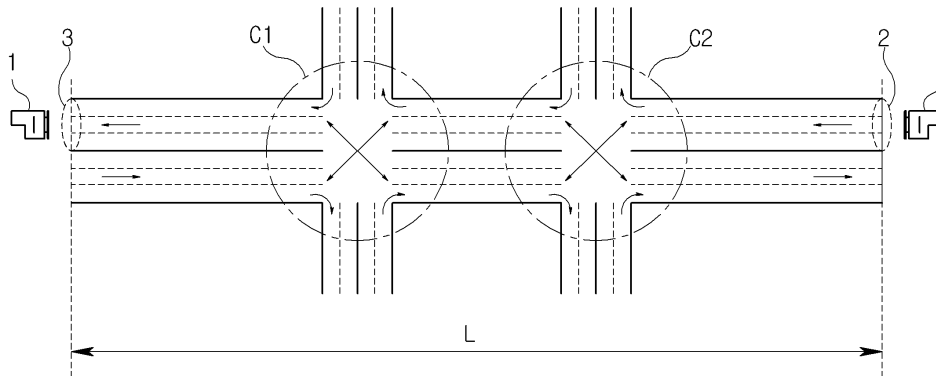
전술한 본 발명의 설명은 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 기재된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의해서 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

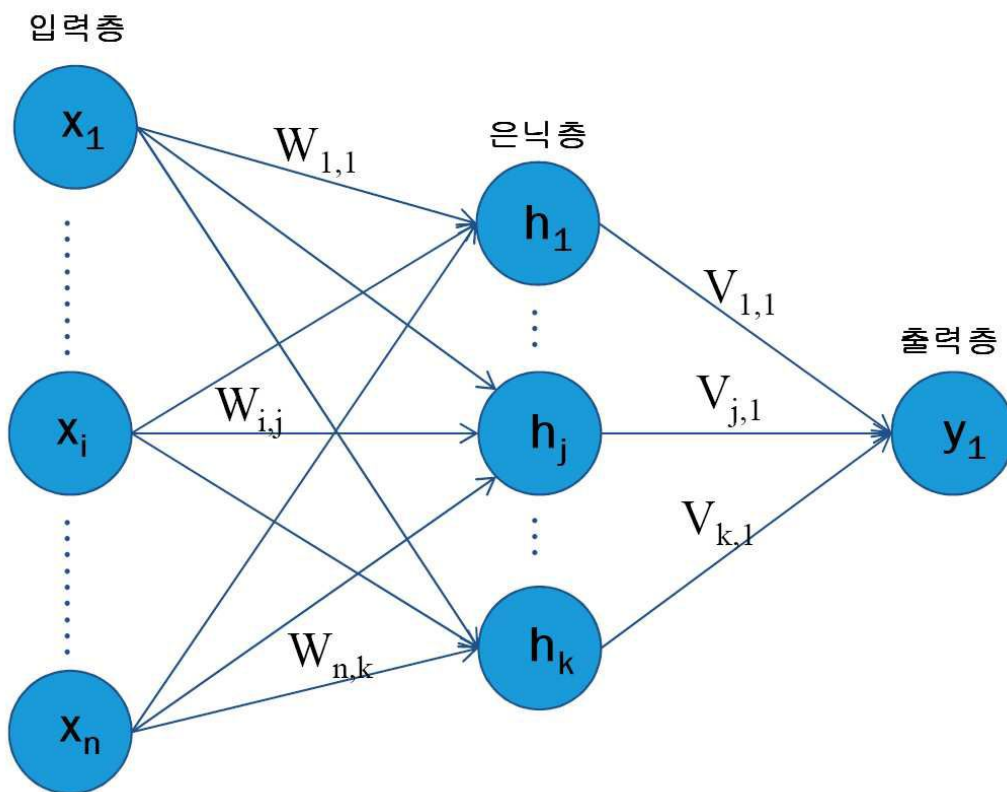
- 1: 촬상 카메라 2: 유입구
3: 유출구

도면

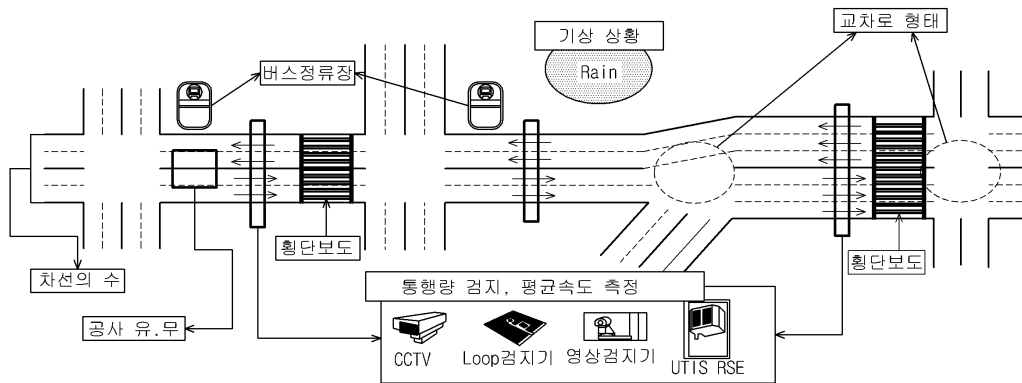
도면1



도면2



도면3



도면4

