



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년07월11일  
(11) 등록번호 10-1638368  
(24) 등록일자 2016년07월05일

- |   |  |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>G08G 1/01 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>G08G 1/0104 (2013.01)<br/>G08G 1/0137 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2015-0000069</p> <p>(22) 출원일자 2015년01월02일<br/>심사청구일자 2015년01월02일</p> <p>(56) 선행기술조사문헌<br/>JP2007140745 A*<br/>KR1020140028801 A*<br/>KR1020050068938 A</p> <p>신원식 외 2. ITS를 위한 차량검지시스템을 기반<br/>으로 한 교통 정체 예측 모듈 개발. 2010.12, IE<br/>Interfaces. Vol. 23, No. 4, pp. 349-356.</p> <p>*는 심사관에 의하여 인용된 문헌</p> | <p>(73) 특허권자<br/>경희대학교 산학협력단<br/>경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경<br/>희대학교 국제캠퍼스내)</p> <p>(72) 발명자<br/>김영진<br/>경기도 성남시 분당구 정자일로 15 분당하우스토<br/>리 102동 802호</p> <p>오세도<br/>경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 경희대학교<br/>국제캠퍼스 공학관대학관 531호</p> <p>홍지선<br/>경기도 수원시 영통구 영통로174번길 13</p> <p>(74) 대리인<br/>김정대</p> |
|---|--|

전체 청구항 수 : 총 10 항

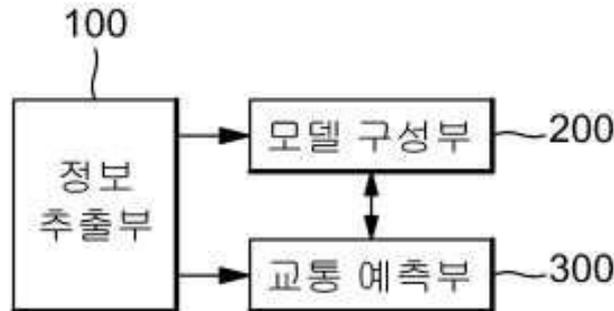
심사관 : 이영노

(54) 발명의 명칭 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 시스템 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 정체에 영향을 주는 보다 세분화한 변수를 수집하여 도로의 상태를 예측하기 위해 ITS의 검지변수 이  
외에 도로의 환경변수들을 추가적으로 고려하는 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 시스템 및 그 방  
법을 제공하기 위한 것으로서, 시간대별 교통량의 변화, 도로의 지리적 특징, 기상조건, 사고 및 공사와 같은 돌  
발 상황을 포함하는 정체를 일으키는 원인에 해당되는 정보를 입력으로 입력 패턴 벡터를 구성할 수 있는 과거  
기록 정보를 추출하는 정보 추출부와, 상기 추출된 과거 기록 정보에 따른 데이터 값의 표준화를 실시하여 도로  
패턴 벡터를 생성한 후, 도로의 패턴과 구간의 평균통과 속도와의 함수관계를 알아내기 위한 ANN 학습을 수행하  
는 모델 구성부와, 상기 모델 구성부와 동일한 전처리를 통해 예측용 입력 패턴 벡터의 소속 클러스터에 해당하  
는 로컬 ANN을 이용하여 구간의 평균속도를 예측하는 교통 예측부를 포함하여 구성된다.

대표도 - 도1



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

시간대별 교통량의 변화, 도로의 지리적 특징, 기상조건, 및 돌발 상황을 포함하는 정체를 일으키는 원인에 해당되는 정보를 입력으로 입력 패턴 벡터를 구성할 수 있는 과거 기록 정보를 추출하는 정보 추출부와,

상기 추출된 과거 기록 정보에 따른 데이터 값의 표준화를 실시하여 도로패턴 벡터를 생성한 후, 도로의 패턴과 구간의 평균통과 속도와의 함수관계를 알아내기 위한 ANN(Artificial Neural Network) 학습을 수행하는 모델 구성부와,

예측용 입력 패턴 벡터의 소속 클러스터에 해당하는 로컬 ANN을 이용하여 구간의 평균속도를 예측하는 교통 예측부를 포함하여 구성되는 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 시스템에 있어서:

상기 모델 구성부는,

상기 정보 추출부에서 추출된 과거 기록 정보에 따른 전처리를 거쳐 해당 도로의 검지정보와 결합시켜 입력 패턴 벡터를 생성하는 입력 패턴 벡터 생성부와,

상기 생성된 입력 패턴 벡터를 저장하는 레퍼런스 DB와,

상기 레퍼런스 DB에 저장된 입력 패턴 벡터의 데이터 셋에 대해 GMM(Gaussian Mixture Model) 클러스터링을 적용하여 유사 패턴의 데이터 군집을 나누어 격자 구조의 클러스터를 추정하고 추정된 클러스터의 범위를 생성하는 데이터 분할부와,

상기 생성된 각각의 클러스터 내의 입력 패턴 벡터에 개별적으로 ANN 학습을 수행하는 ANN 학습부와,

상기 생성된 추정된 클러스터의 범위 정보 및 상기 ANN 학습부에서 각 클러스터 내의 입력 패턴 벡터에 개별적으로 학습된 ANN을 저장하는 모델 구조 DB를 포함하여 구성되고;

상기 교통 예측부는, 상기 모델 구성부와 동일한 전처리를 통해 생성되는 상기 예측용 입력 패턴 벡터의 소속 클러스터를 판별하고, 상기 소속 클러스터에 해당하는 로컬 ANN을 이용하여 구간의 평균속도를 예측하는 것을 특징으로 하는 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 시스템.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 원인은 지능형 교통정보, 지리정보 및 기상정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 시스템.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 모델 구성부의 전처리 과정은 교통 정체와 관련된 요인의 특성에 따라 입력 변수를 정규화(normalizing) 및 이진화(binarization) 함으로써 이루어지는 것을 특징으로 하는 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 시스템.

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 ANN 학습은 도로의 패턴과 구간이 평균통과 속도와의 함수 관계를 알아내기 위한 방식으로 입력 패턴 벡터

와 다음 시점의 평균 속도 함수 관계를 통한 모델링으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 시스템.

**청구항 6**

제 1 항에 있어서, 상기 교통 예측부는

이후 예측 과정에서 새로운 데이터에 대해 상기 모델 구성부와 동일한 전처리를 수행하여 예측용 입력 패턴 벡터를 생성하는 예측용 입력 패턴 벡터 생성부와,

상기 생성된 예측용 입력 패턴 벡터의 소속 클러스터를 판별하는 소속 클러스터 판별부와,

상기 판별된 소속 클러스터에 해당하는 로컬(local) ANN을 이용해 구간의 평균속도를 예측하는 속도 예측부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 시스템.

**청구항 7**

(A) 시간대별 교통량의 변화, 도로의 지리적 특징, 지상조건, 및 돌발 상황을 포함하는 정체를 일으키는 원인에 해당되는 정보를 입력으로 입력 패턴 벡터를 구성할 수 있는 과거 기록 정보를 추출하는 단계와,

(B) 상기 추출된 과거 기록 정보에 따른 데이터 값의 표준화를 실시하여 도로패턴 벡터를 생성한 후, ANN 학습을 수행하는 단계와,

(C) 예측용 입력 패턴 벡터의 소속 클러스터에 해당하는 로컬 ANN을 이용하여 구간의 속도를 예측하는 단계를 포함하여 이루어지는 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 방법에 있어서:

상기 (B) 단계는,

상기 추출된 과거 기록 정보에 따른 전처리를 거쳐 해당 도로의 감지정보와 결합시켜 입력 패턴 벡터를 생성하여 레퍼런스 DB에 저장하는 단계와,

상기 레퍼런스 DB의 데이터 셋에 대해 GMM(Gaussian Mixture Model) 클러스터링을 적용하여 유사 패턴의 데이터 군집을 나누어 격자 구조의 클러스터를 추정하고 추정된 클러스터의 범위를 생성하는 단계와,

상기 생성된 각각의 클러스터 내의 입력 패턴 벡터에 개별적으로 ANN 학습을 수행하는 단계를 포함하여 이루어지며;

상기 (C) 단계는, 상기 (B) 단계의 전처리와 동일한 전처리를 통해 생성되는 상기 예측용 입력 패턴 벡터의 소속 클러스터를 판별하고, 상기 소속 클러스터에 해당하는 로컬 ANN을 이용하여 구간의 속도를 예측하는 것을 특징으로 하는 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 방법.

**청구항 8**

제 7 항에 있어서,

상기 ANN 학습은 입력 패턴 벡터와 다음 시점의 평균 속도 함수 관계를 통한 모델링으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 방법.

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

제 7 항에 있어서,

상기 생성된 클러스터의 범위 정보 및 학습된 ANN는 모델 구조 DB에 각각 저장하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 방법.

**청구항 11**

제 7 항에 있어서,

상기 (B) 단계의 전처리 과정은 교통 정체와 관련된 요인의 특성에 따라 입력 변수를 정규화(normalizing) 및

이진화(binarization) 함으로써 이루어지는 것을 특징으로 하는 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 방법.

**청구항 12**

제 7 항에 있어서, 상기 (C) 단계는

이후 예측 과정에서 새로운 데이터에 대해 동일한 전처리를 수행하여 예측용 입력 패턴 벡터를 생성하는 단계와,

상기 생성된 예측용 입력 패턴 벡터의 소속 클러스터를 판별하는 단계와,

상기 판별된 소속 클러스터에 해당하는 로컬(local) ANN을 이용하여 구간의 평균속도를 예측하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 도시 교통 예측을 위한 시스템 및 그 방법에 관한 것으로, 특히 도로 정체에 영향을 주는 보다 세분화한 변수를 수집하여 도로의 교통 상태를 예측하는 시스템 및 그 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 전략에 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, 내비게이션, 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 데이터 마이닝(Data mining) 기법을 활용하여 예측하는 연구와 신경망 알고리즘(Neural Network)을 활용하여 예측하는 연구 등 많은 분야에서 ITS 데이터를 활용하여 속도, 주행시간, 정체를 예측하는 연구를 진행하고 있다.

[0006] 그러나 기존의 서비스의 경우 단순히 기존에 검지된 정보를 제공하는 수준을 벗어나지 못하고 있다. 즉 보다 효과적인 활용을 위해서는 미래 도로 상황의 정확한 예측이 필요하고, 이 예측을 활용해 정보를 제공하는 서비스로 발전해야 한다.

[0007] 교통정체는 많은 요인들의 복합적인 작용에 의해 발생된다. 시간대별 교통량의 변화, 도로의 지리적 특징, 기상 조건, 사고 및 공사과 같은 돌발 상황 등이 정체를 일으키는 주요원인 변수들이다. 이러한 요인들은 각각의 담당기관에서 관리하고 있다. 따라서 연구를 위해서는 여러 곳에 분산된 각각의 요인들을 하나의 DB에 통합해야 하므로 어려움이 따른다.

[0008] 따라서 과거의 연구는 주로 과거시점의 교통량을 이용한 시계열 분석 모델을 적용한 예가 많다. 이 방법은 여러 정체요인 중의 일부만 반영해 예측을 수행하므로 돌발 상황이 발생된 경우 또는 도로의 환경이 바뀐 경우에는 예측 능력이 떨어진다는 한계가 있으며, 또한 몇몇 구간의 형태를 한정하여야만 예측을 수행할 수 있는 문제점이 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0009] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제10-1385057호 : ITS 데이터를 활용한 도심 구간의 정체도 예측 방법

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0010] 따라서, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출한 것으로서, 정체에 영향을 주는 보다 세분화한 변수를 수집하여 도로의 상태를 예측하기 위해 ITS의 검지변수 이외에 도로의 환경변수들을 추가적으로 고려하는 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 시스템 및 그 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0011] 본 발명의 다른 목적은 기존의 시스템들은 도로 상태를 규정하여 한 개의 도로 내지는 소수의 도로 상황을 예측하는 것을, 본 발명에서는 도로 상태가 서로 다른 여러 도로의 환경변수(평균직진차선, 구간내 횡단보도의 개수 등)로서 구분하므로 서로 다른 도로를 통합하여 도시 교통을 예측할 수 있는 시스템 및 그 방법을 제공하는데 있다.
- [0012] 본 발명의 또 다른 목적은, 날씨의 변화 및 차선의 축소 등으로 인한 돌발 상황에 대해 더 나은 예측을 수행할 수 있는 시스템 및 그 방법을 제공하는 데 있다.
- [0013] 본 발명의 다른 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0014] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 시스템의 특징은 시간대별 교통량의 변화, 도로의 지리적 특징, 지상조건, 사고 및 공사와 같은 돌발 상황을 포함하는 정체를 일으키는 원인에 해당되는 정보를 입력으로 입력 패턴 벡터를 구성할 수 있는 과거 기록 정보를 추출하는 정보 추출부와, 상기 추출된 과거 기록 정보에 따른 데이터 값의 표준화를 실시하여 도로패턴 벡터를 생성한 후, 도로의 패턴과 구간의 평균통과 속도와의 함수관계를 알아내기 위한 ANN(Artificial Neural Network, 인공 신경망) 학습을 수행하는 모델 구성부와, 상기 모델 구성부와 동일한 전처리를 통해 예측용 입력 패턴 벡터의 소속 클러스터에 해당하는 로컬 ANN을 이용하여 구간의 평균속도를 예측하는 교통 예측부를 포함하여 구성된다.
- [0015] 바람직하게 상기 원인은 지능형 교통정보, 지리정보 및 기상정보를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 바람직하게 상기 전처리의 과정은 교통 정체와 관련된 요인의 특성에 따라 입력 변수를 정규화(normalizing) 및 이진화(binanzation) 함으로써 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 바람직하게 상기 모델 구성부는 상기 정보 추출부에서 추출된 과거 기록 정보에 따른 전처리를 거쳐 해당 도로의 검지정보와 결합시켜 입력 패턴 벡터를 생성하는 입력 패턴 벡터 생성부와, 상기 생성된 입력 패턴 벡터를 저장하는 레퍼런스 DB와, 상기 레퍼런스 DB에 저장된 입력 패턴 벡터의 데이터 셋에 대해 GMM(Gaussian Mixture Model) 클러스터링(Clustering)을 적용하여 유사 패턴의 데이터 군집을 나누어 격자 구조의 클러스터를 추정하고 추정된 클러스터의 범위를 생성하는 데이터 분할부와, 상기 생성된 각각의 클러스터 내의 입력 패턴 벡터에 개별적으로 ANN 학습을 수행하는 ANN 학습부와, 상기 생성된 추정된 클러스터의 범위 정보 및 상기 ANN 학습부에서 각 클러스터 내의 입력 패턴 벡터에 개별적으로 학습된 ANN을 저장하는 모델 구조 DB를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 바람직하게 상기 ANN 학습은 도로의 패턴과 구간이 평균통과 속도와의 함수 관계를 알아내기 위한 방식으로 입력 패턴 벡터와 다음 시점의 평균 속도 함수 관계를 통한 모델링으로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 바람직하게 상기 교통 예측부는 이후 예측 과정에서 새로운 데이터에 대해 상기 모델 구성부와 동일한 전처리를 수행하여 예측용 입력 패턴 벡터를 생성하는 예측용 입력 패턴 벡터 생성부와, 상기 생성된 예측용 입력 패턴 벡터의 소속 클러스터를 판별하는 소속 클러스터 판별부와, 상기 판별된 소속 클러스터에 해당하는 로컬(local) ANN을 이용해 구간의 평균속도를 예측하는 속도 예측부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 방법의 특징은 (A) 시간대별 교통량의 변화, 도로의 지리적 특징, 지상조건, 사고 및 공사와 같은 돌발 상황을 포함하는 정체를 일으키는 원인에 해당되는 정보를 입력으로 입력 패턴 벡터를 구성할 수 있는 과거 기록 정보를 추출하는

단계와, (B) 상기 추출된 과거 기록 정보에 따른 데이터 값의 표준화를 실시하여 도로패턴 벡터를 생성한 후, ANN 학습을 수행하는 단계와, (C) 상기 전처리와 동일한 전처리를 통해 판별된 예측용 입력 패턴 벡터의 소속 클러스터에 해당하는 로컬 ANN을 이용하여 구간의 속도를 예측하는 단계를 포함하여 이루어지는 데 있다.

- [0021] 바람직하게 상기 ANN 학습은 입력 패턴 벡터와 다음 시점의 평균 속도 함수 관계를 통한 모델링으로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 바람직하게 상기 (B) 단계는 상기 추출된 과거 기록 정보에 따른 전처리를 거쳐 해당 도로의 검지정보와 결합시켜 입력 패턴 벡터를 생성하여 레퍼런스 DB에 저장하는 단계와, 상기 레퍼런스 DB의 데이터 셋에 대해 GMM(Gaussian Mixture Model) 클러스터링을 적용하여 유사 패턴의 데이터 군집을 나누어 격자 구조의 클러스터를 추정하고 추정된 클러스터의 범위를 생성하는 단계와, 상기 생성된 각각의 클러스터 내의 입력 패턴 벡터에 개별적으로 ANN 학습을 수행하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 바람직하게 상기 생성된 클러스터의 범위 정보 및 학습된 ANN은 모델 구조 DB에 각각 저장하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 바람직하게 상기 전처리 과정은 교통 정체와 관련된 요인의 특성에 따라 입력 변수를 정규화(normalizing) 및 이진화(binanzation) 함으로써 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 바람직하게 상기 (C) 단계는 이후 예측 과정에서 새로운 데이터에 대해 동일한 전처리를 수행하여 예측용 입력 패턴 벡터를 생성하는 단계와, 상기 생성된 예측용 입력 패턴 벡터의 소속 클러스터를 판별하는 단계와, 상기 판별된 소속 클러스터에 해당하는 로컬(local) ANN을 이용하여 구간의 평균속도를 예측하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

- [0026] 이상에서 설명한 바와 같은 본 발명에 따른 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 시스템 및 그 방법은 도로 상태가 다른 여러 도시의 환경변수로서 구분하므로 서로 다른 도로들을 통합하여 교통 상황을 예측하므로 날씨의 변화, 차선의 축소 등으로 인한 돌발 상황에 대해 더 나은 예측을 수행할 수 있는 효과가 있다. 따라서 기존의 교통 상황 예측 시스템보다 나은 예측 성능을 보일 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0027] 도 1 은 본 발명의 실시예에 따른 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 시스템의 구성을 나타낸 블록도
- 도 2 는 도 1의 모델 구성부의 구성을 상세히 나타낸 블록도
- 도 3 은 도 1의 교통 예측부의 구성을 상세히 나타낸 블록도
- 도 4 는 본 발명의 실시예에 따른 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 5 는 도 4의 입력 패턴 벡터의 모식도를 나타낸 도면
- 도 6 은 본 발명에 따른 예측 도로의 밀도와 직전 연결도로의 통행량에 대한히스토그램
- 도 7 은 도 6에서 나타내고 있는 변수들에 대해 각각 1차원의 EM 알고리즘 GMM 모델을 적용하여 확률 밀도함수를 추정한 결과를 나타낸 도면
- 도 8 은 해당 변수값에서 계산된 사후 확률의 비율에 의해 계산된 클러스터 회원점수(cluster membership scores)와 클러스터 경계(cluster boundary)를 나타낸 도면
- 도 9 는 도 8의 각각 추정된 클러스터를 나타낸 도면
- 도 10 은 본 발명에 따른 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 방법에 따른 시간대별 MAE 그래프를 나타낸 도면

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0028] 본 발명의 다른 목적, 특성 및 이점들은 첨부한 도면을 참조한 실시예들의 상세한 설명을 통해 명백해질

것이다.

- [0029] 본 발명에 따른 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 시스템 및 그 방법의 바람직한 실시예에 대하여 첨부한 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록하며 통상의 지식을 가진자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 따라서 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0030] 도 1 은 본 발명의 실시예에 따른 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 시스템의 구성을 나타낸 블록도이다.
- [0031] 도 1에서 도시하고 있는 것과 같이, 지능형 교통시스템(ITS), 지리정보 시스템 및 기상정보 시스템을 통해 제공되는 지능형 교통정보, 지리정보 및 기상정보를 입력으로 입력 패턴 벡터를 구성할 수 있는 과거 기록 정보를 추출하는 정보 추출부(100)와, 상기 정보 추출부(100)에서 추출된 과거 기록 정보에 따른 데이터 값의 표준화를 실시하여 입력 패턴 벡터를 생성한 후, 도로의 패턴과 구간의 평균통과 속도와의 함수관계를 알아내기 위한 ANN(Artificial Neural Network) 학습을 수행하는 모델 구성부(200)와, 상기 모델 구성부(200)와 동일한 전처리를 통해 예측용 입력 패턴 벡터의 소속 클러스터에 해당하는 로컬 ANN을 이용하여 구간의 평균속도를 예측하는 교통 예측부(300)로 구성된다. 이때, 상기 전처리 과정은 교통 정체와 관련된 요인의 특성에 따라 입력 변수를 정규화(normalizing) 및 이진화(binanzation) 함으로써 이루어질 수 있다.
- [0032] 이때, 상기 모델 구성부(200)는 도 2에서 도시하고 있는 것과 같이, 상기 정보 추출부(100)에서 추출된 과거 기록 정보에 따른 전처리를 거쳐 해당 도로의 검지정보와 결합시켜 입력 패턴 벡터를 생성하는 입력 패턴 벡터 생성부(210)와, 상기 입력 패턴 벡터 생성부(210)에서 생성된 입력 패턴 벡터를 저장하는 레퍼런스 DB(220)와, 상기 레퍼런스 DB(220)에 저장된 입력 패턴 벡터의 데이터 셋에 대해 GMM(Gaussian Mixture Model) 클러스터링을 적용하여 비슷한 패턴의 데이터 군집을 나누어 격자 구조의 클러스터를 추정하고 추정된 클러스터의 범위를 생성하는 데이터 분할부(230)와, 상기 데이터 분할부(230)에서 생성된 각각의 클러스터 내의 입력 패턴 벡터에 개별적으로 ANN 학습을 수행하는 ANN 학습부(240)와, 상기 데이터 분할부(230)에서 생성된 추정된 클러스터의 범위 정보 및 상기 ANN 학습부(240)에서 각 클러스터 내의 입력 패턴 벡터에 개별적으로 학습된 ANN을 저장하는 모델 구조 DB(250)로 구성된다.
- [0033] 이때, 상기 GMM은 다중모델 분포를 다수의 가우시안(Gaussian) 분포의 결합으로 가정하여 분포를 추정하는 방법으로, 이는 이미 공지된 기술로 이에 따른 상세한 설명은 생략한다. 그리고 상기 ANN 학습은 도로의 패턴과 구간이 평균통과 속도와의 함수 관계를 알아내기 위한 방식으로 입력 패턴 벡터와 다음 시점의 평균 속도 함수 관계를 통한 모델링으로 이루어진다.
- [0034] 그리고 상기 교통 예측부(300)는 도 3에서 도시하고 있는 것과 같이, 이후 예측 과정에서 새로운 데이터에 대해 상기 모델 구성부(200)와 동일한 전처리를 수행하여 예측용 입력 패턴 벡터를 생성하는 예측용 입력 패턴 벡터 생성부(310)와, 상기 예측용 입력 패턴 벡터 생성부(310)에서 생성된 예측용 입력 패턴 벡터의 소속 클러스터를 판별하는 소속 클러스터 판별부(320)와, 상기 소속 클러스터 판별부(320)에서 판별된 소속 클러스터에 해당하는 로컬(local) ANN을 이용해 구간의 평균속도를 예측하는 속도 예측부(330)로 구성된다.
- [0035] 이와 같이 구성된 본 발명에 따른 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 시스템의 동작을 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 도 1 내지 도 3과 동일한 참조부호는 동일한 기능을 수행하는 동일한 부재를 지칭한다.
- [0036] 도 4 는 본 발명의 실시예에 따른 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0037] 도 4를 참조하여 설명하면, 먼저, 지능형 교통시스템(ITS), 지리정보 시스템 및 기상정보 시스템을 통해 제공되는 지능형 교통정보, 지리정보 및 기상정보를 입력으로 입력 패턴 벡터를 구성할 수 있는 과거 기록 정보를 추출한다(S100). 이때, 기상정보 등과 같은 이미 공개된 정보의 경우는 온라인 정보 공개 시스템을 통해 수집하며, 비공개데이터의 경우는 ITS, GIS(Geographic Information System) 등과 같은 담당기관을 통해 제공

받는다.

- [0038] 이어 상기 추출된 과거 기록 정보에 따른 데이터 값의 표준화를 실시하여 입력 패턴 벡터를 생성한 후, 도로의 패턴과 구간의 평균통과 속도와의 함수관계를 알아내기 위한 ANN 학습을 수행한다(S20). 이때, 상기 ANN 학습은 입력 패턴 벡터와 다음 시점의 평균 속도 함수 관계를 통한 모델링으로 이루어진다.
- [0039] 상기 S200의 단계를 좀 더 상세히 설명하면, 먼저 상기 추출된 과거 기록 정보에 따른 전처리를 거쳐 해당 도로의 검지정보와 결합시켜 입력 패턴 벡터를 생성하여 레퍼런스 DB(220)에 저장한다(S210).
- [0040] 이때, 생성되는 입력 패턴 벡터에 대한 설명은 다음 표 1에 나타내었고, 해당 도로와 관련된 입력 패턴 벡터의 모식도를 도 5에서 나타내었다.

표 1

		인풋패턴벡터의 element
예측도로	검지변수	직전 time interval 에서 예측된 평균속도(v1)
		직전 time interval 의 차량밀도(v2)
	환경변수	교차로의 수(v3)
		버스정류장의 수(v4)
		횡단보도의 수(v5)
		평균직진차선의 수(v6)
		현재 time interval index(v7)
좌측연결도로	검지변수	예측도로 방향으로의 직전 time interval의 통행량(v8)
	환경변수	좌회전 차선수(v9)
우측연결도로	검지변수	예측 도로 방향으로의 직전 time interval의 통행량(v10)
	환경변수	우회전 차선수(v11)
직전연결도로	검지변수	예측 도로 방향으로의 직전 time interval의 통행량(v12)
	환경변수	직진 차선수(v13)
기후정보	환경변수	강수량 (v14)
		강설량 (v15)

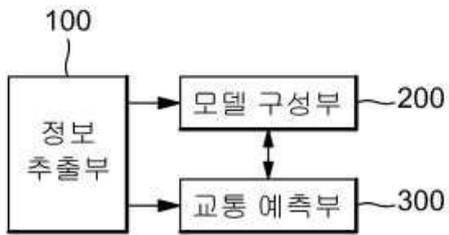
- [0041]
- [0042] 도 5에서 도시하고 있는 것과 같이, ITS, GIS, MIS에서 추출된 15개의 특성을 이용해 입력 패턴 벡터를 생성한다. 입력 패턴 벡터는 예측도로의 정보뿐만 아니라, 예측 도로의 연결도로에 대한 정보도 포함한다. 특히 연결도로의 통행량은 예측도로에 부하를 전달해주는 매우 영향력 있는 입력 인자이다. 본 발명에서는 예측도로의 시작점과 직접적으로 연결된 연결도로의 통행량만을 예측에 반영한다. 실질적으로, 현 구간의 속도에 영향을 미치는 요인은 15분 내에 현 위치로 도달이 가능한 모든 루트에서의 통행량이다. 그러나 현실적으로 이와 같은 적용은 누락된 데이터(missing data), 차원의 저주, 상이한 가중치의 문제 등으로 인하여 불가능하다. 따라서 본 발명에서는 보다 실질적인 적용을 위해 합리적 생략을 적용하였다. 그러나 이는 하나의 일 실시예일 뿐, 이에 한정되지는 않는다.
- [0043] 다음으로 상기 레퍼런스 DB(220)의 데이터 셋에 대해 GMM(Gaussian Mixture Model) 클러스터링을 적용하여 비슷한 패턴의 데이터 군집을 나누어 격자 구조의 클러스터를 추정하고 추정된 클러스터의 범위를 생성한다(S220).
- [0044] 이때, 상기 레퍼런스 DB(220)는 데이터의 레코드수가 매우 많고 방대하여, 적절히 나누어야 할 필요가 있다. 레퍼런스 DB(220)는 각 도로별 시간대, 유사도로특징으로 인해 여러 개의 군집을 형성하고 있다. 만약 이러한 경우, 레퍼런스 DB(220) 전체의 데이터에 대해서 ANN 글로벌 함수를 학습하고, 이를 예측에 이용하면 좋은 예측의 성능을 기대할 수 없다. 각각의 군집들의 각기 다른 특징들이 소수의 에러로 취급되어 표준화되기 때문이다. 물론 모수를 조정하여 데이터 군집의 패턴을 간밀하게 반영할 수 있지만 이는 오버 피팅(over fitting)의 문제를 초래할 수 있다.
- [0045] 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 발명은 EM 알고리즘을 적용한 GMM 클러스터링을 활용하여 데이터의 클러스터

를 나누었다. 이처럼 클러스터를 나눔에 있어 1차원의 GMM 클러스터링을 이용하여 몇 개의 선택된 연속형 요소에 대해 클러스터를분할한다. 이는 패턴 벡터 공간 상의 하이퍼 큐브 격자 구조를 이용한 데이터 분할방식을 의미한다. 본 발명의 입력 패턴 벡터의 차원이 3차원 이상이기 때문에 모든 클러스터를 정확히 시각화하기에는 불가능하다. 따라서 본 발명에서는 2차원의 데이터로 한정하여 예시를 설명하겠다.

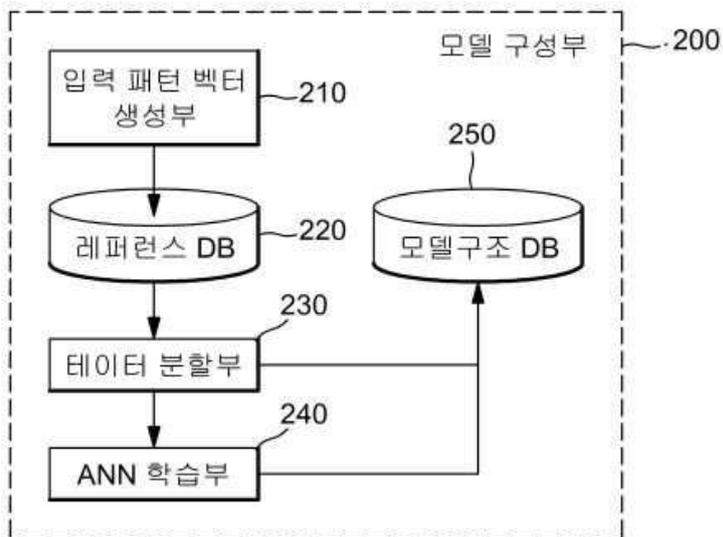
- [0046] 도 6 은 본 발명에 따른 예측 도로의 밀도와 직전 연결도로의 통행량에 대한히스토그램이다.
- [0047] 도 6에서 나타내고 있는 변수들에 대해 각각 1차원의 EM 알고리즘 GMM 모델을 적용하여 확률 밀도함수를 추정한 결과는 도 7과 같다. 도 7에서  $v_2$ 는 3개의 가우시안 확률분포에서 생성된 데이터임을 추정할 수 있고,  $v_{12}$ 는 4개의 가우시안 분포에서 생성된 데이터임을 추정할 수 있다.
- [0048] 이후 GMM 모델에서 추정된 각각의 가우시안 분포는 각각의 클러스터를 대표하는 분포로 사용된다. 샘플링 데이터에 대해 각각의 분포에 대한 사후 확률을 계산하고, 이중 가장 높은 사후 확률의 클러스터에 할당한다.
- [0049] 도 8 은 해당 변수값에서 계산된 사후 확률의 비율에 의해 계산된 클러스터 회원점수(cluster membership scores)와 클러스터 경계(cluster boundary)를 보여준다. 이렇게 구해진 각각의 클러스터 경계를 활용하여 두 변수의 범위를 가지는 좌표 평면상에 격자구조의 클러스터를 추정할 수 있다. 도 9 는 각각이 추정된 클러스터를 보여준다.
- [0050] 이렇게 생성된 각각의 클러스터 내의 입력 패턴 벡터에 개별적으로 ANN 학습을 수행한다(S230). 이때 상기 생성된 클러스터의 범위 정보 및 학습된 ANN는 모델 구조 DB(250)에 각각 저장된다. 그리고 상기 전처리 과정은 교통 정체와 관련된 요인의 특성에 따라 입력 변수를 정규화(normalizing) 및 이진화(binanzation) 함으로써 이루어질 수 있다.
- [0051] 다음으로 상기 전처리와 동일한 전처리를 통해 판별된 예측용 입력 패턴 벡터의 소속 클러스터에 해당하는 로컬 ANN을 이용하여 구간의 속도를 예측한다(S30).
- [0052] 상기 S30의 단계를 좀 더 상세히 설명하면, 이후 예측 과정에서 새로운 데이터에 대해 동일한 전처리를 수행하여 예측용 입력 패턴 벡터를 생성하고, 상기 생성된 예측용 입력 패턴 벡터의 소속 클러스터를 판별한다. 그리고 상기 판별된 소속 클러스터에 해당하는 로컬(local) ANN을 이용하여 구간의 평균속도를 예측한다.
- [0053] 도 10 은 본 발명에 따른 다변수 패턴 인식모델을 이용한 도시 교통 예측 방법에 따른 시간대별 MAE 그래프를 나타낸 도면이다.
- [0054] 도 10에서 나타내고 있는 것과 같이, 본 발명에 따른 MPRM은 다른 방법론에 비해 뛰어난 예측성능을 보이고 있으며, 시간대별 MAE 또한 전시간 구간에서 뛰어난 예측성능을 보이는 것을 알 수 있다.
- [0055] 상기에서 설명한 본 발명의 기술적 사상은 바람직한 실시예에서 구체적으로 기술되었으나, 상기한 실시예는 그 설명을 위한 것이며 그 제한을 위한 것이 아님을 주의하여야 한다. 또한, 본 발명의 기술적 분야의 통상의 지식을 가진자라면 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 다양한 실시예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

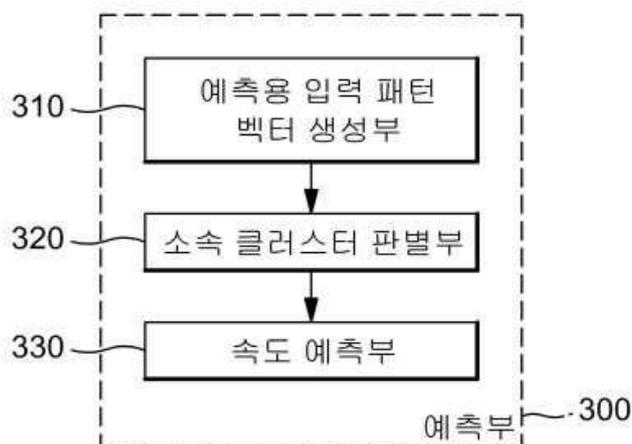
도면1



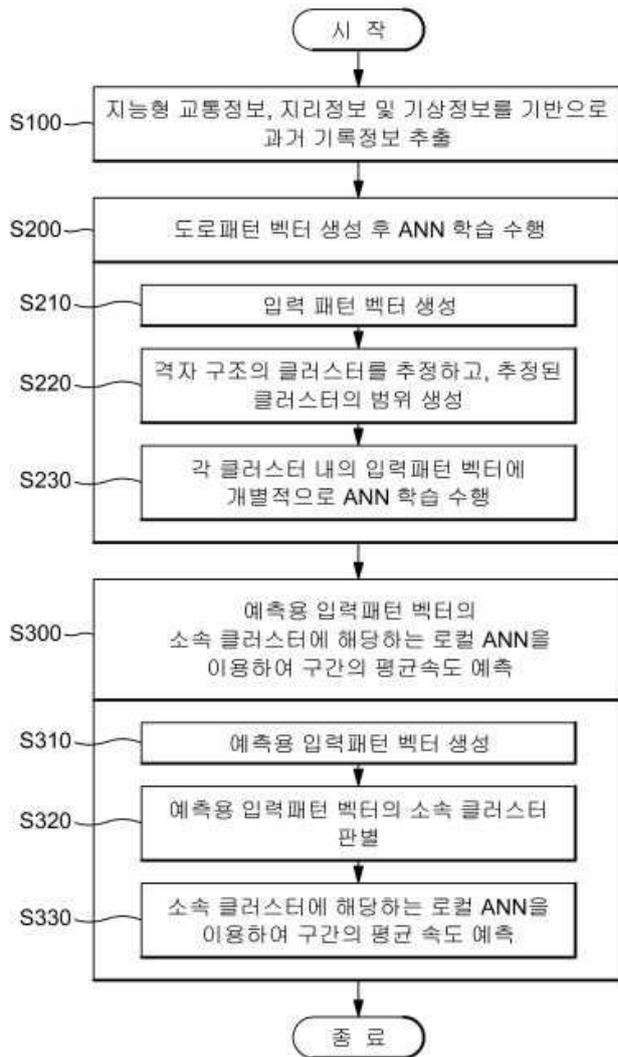
도면2



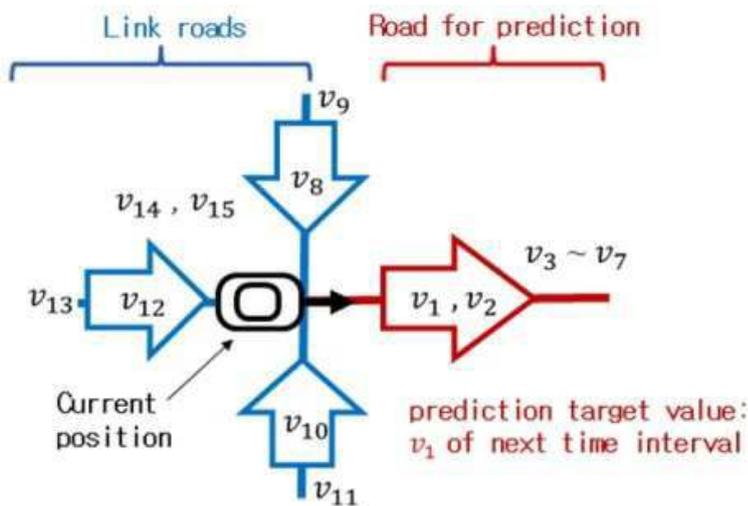
도면3



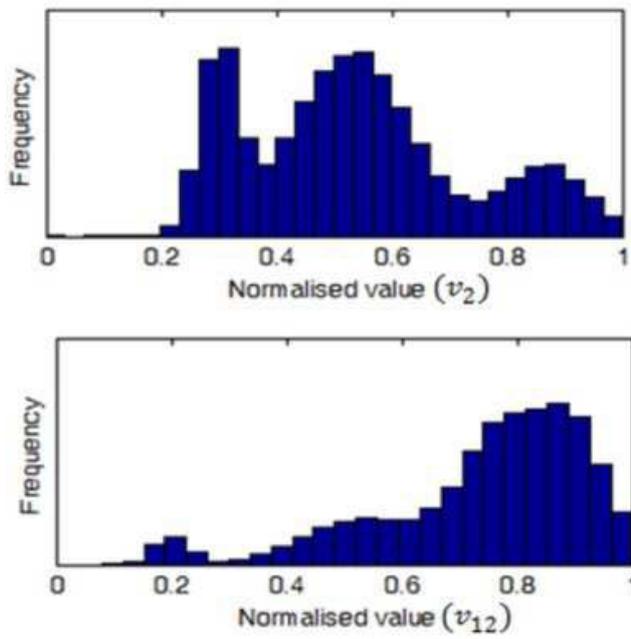
도면4



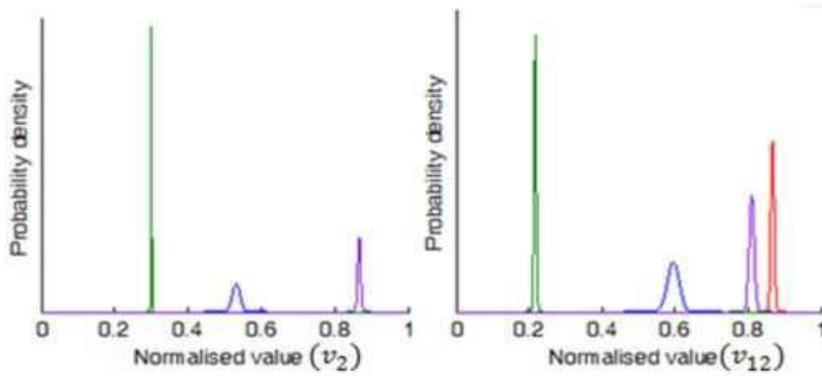
도면5



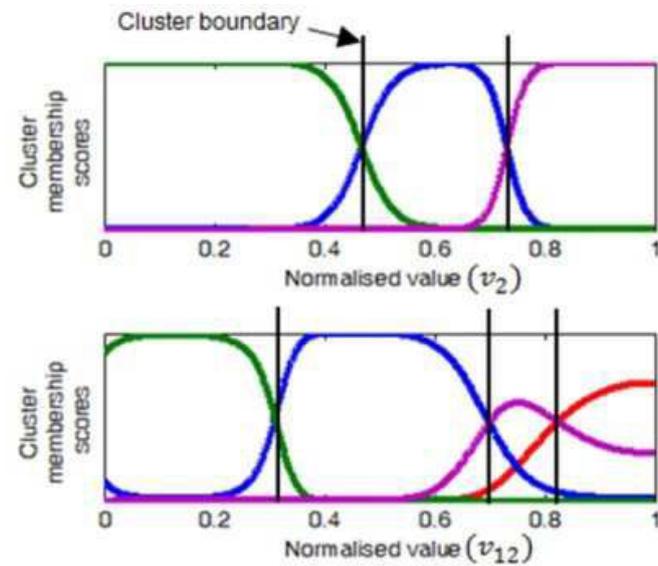
도면6



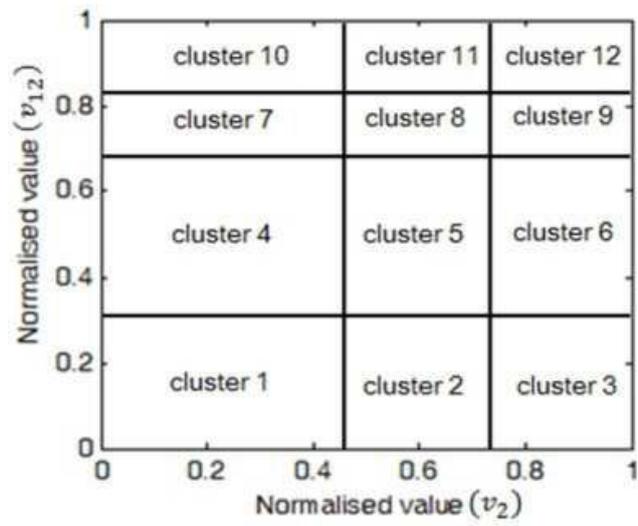
도면7



도면8



도면9



도면10

