(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년11월02일
(11) 등록번호 10-1791947
(24) 등록일자 2017년10월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/30 (2012.01) *G01S 19/01* (2010.01)
G06Q 10/06 (2012.01) *G06Q 10/08* (2012.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/30 (2015.01)
G01S 19/01 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0068020
(22) 출원일자 2016년06월01일
심사청구일자 2016년06월01일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020160037976 A
KR100657527 B1
JP2010281775 A
KR101417659 B1

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
안민정
서울특별시 관악구 남현8길 8-6 303호 (남현동,화목빌리지)
이홍철
서울특별시 서초구 동광로19길 51, 701호(방배동, 래미안방배에버뉴)
(74) 대리인
김등용, 김홍석

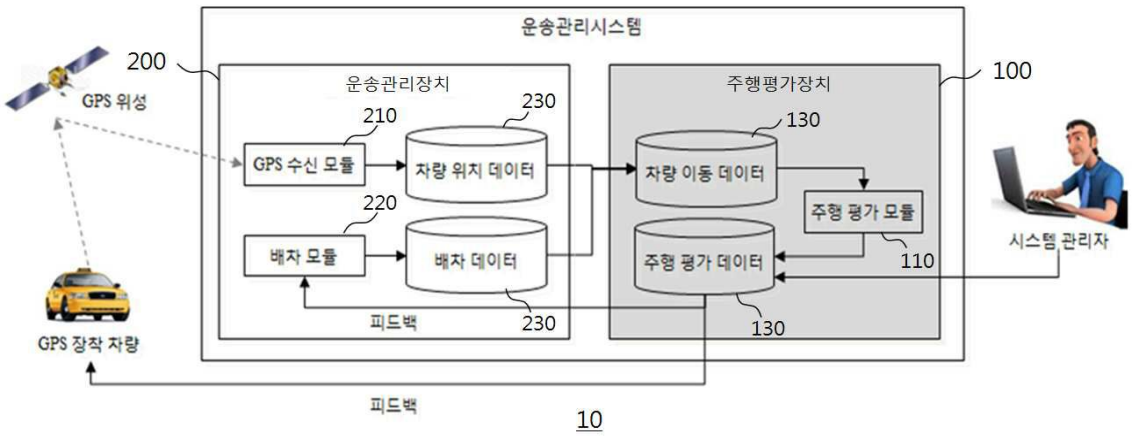
전체 청구항 수 : 총 10 항 심사관 : 박장환

(54) 발명의 명칭 **프랙탈 차원 분석에 기반한 주행 평가 방법 및 장치**

(57) 요 약

프랙탈 차원 분석에 기반한 주행 평가 장치에서 프랙탈 차원 분석 및 지도 API를 이용하여 GPS를 장착한 차량의 주행 왜곡도를 정량적인 수치로 산출하고 이상 주행을 감지하여 차량 주행을 평가하는 방법이 개시된다. 프랙탈 차원 분석에 기반한 주행 평가 방법은 평가 대상 주행의 배차 데이터와 차량의 GPS의 데이터를 수집하는 단계, 평가 대상 주행의 왜곡도를 판단하기 위한 프랙탈 차원(VFractal)을 생성하는 단계, 프랙탈 차원(VFractal)의 보정을 수행하여 보정된 프랙탈 차원(VFractal_C)을 생성하는 단계, 및 보정된 프랙탈 차원(VFractal_C)을 미리 설정된 기준과 비교하여 주행 평가를 수행하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06Q 10/06398 (2013.01)
G06Q 10/08 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

차량의 위치 정보를 수집하고 배차를 계획하는 운송관리시스템에서,

평가 대상 주행의 배차 데이터와 차량의 GPS의 데이터를 수집하는 단계;

상기 평가 대상 주행의 왜곡도를 판단하기 위해 아래의 식을 만족하는 프랙탈 차원(VFractal)을 생성하는 단계; 및

상기 프랙탈 차원(VFractal)을 미리 설정된 기준과 비교하여 주행 평가를 수행하는 단계;를 포함하는 프랙탈 차원 분석에 기반한 주행 평가 방법.

[수학식]

$$VFractal=\frac{\log(2)}{\log(\frac{GPS\text{두스텝간거리의평균}}{GPS\text{한스텝간거리의평균}})}$$

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 평가 대상 주행이 구불어진 도로를 운행하였음을 반영하기 위하여 프랙탈 차원(VFractal)의 보정을 수행하여 보정된 프랙탈 차원(VFractal_C)을 생성하는 단계를 더 포함하고,

상기 주행 평가를 수행하는 단계는 상기 보정된 프랙탈 차원(VFractal_C)을 미리 설정된 기준과 비교하여 주행 평가를 수행하는 프랙탈 차원 분석에 기반한 주행 평가 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 보정을 수행하여 보정된 프랙탈 차원(VFractal_C)을 생성하는 단계는,

상기 평가 대상 주행의 주행 도로의 굴곡 정도를 나타내는 상기 평가 대상 주행의 출발지와 목적지 간의 직선도(SI)를 계산하는 단계; 및

상기 직선도(SI)를 이용하여 아래의 식을 만족하는 상기 보정된 프랙탈 차원(VFractal_C)을 생성하는 단계;를 포함하는 프랙탈 차원 분석에 기반한 주행 평가 방법.

[수학식]

$$VFractal_C=(VFractal-1)\times SI+1$$

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 직선도(SI)를 계산하는 단계는,

상기 평가 대상 주행의 출발지와 목적지 간의 직선 거리(D)를 계산하는 단계;

지도 API를 이용하여 상기 평가 대상 주행의 출발지와 목적지 간의 추천 주행 거리(L)를 계산하는 단계; 및

상기 직선 거리(D) 및 상기 추천 주행 거리(L)를 이용하여 아래의 식을 만족하는 상기 직선도(SI)를 계산하는

단계;를 포함하는 프랙탈 차원 분석에 기반한 주행 평가 방법.

[수학식]

$$SI=\frac{D}{L}$$

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주행 평가의 결과를 피드백하는 단계를 더 포함하는 프랙탈 차원 분석에 기반한 주행 평가 방법.

청구항 6

평가 대상 주행의 배차 데이터와 차량의 GPS의 데이터를 수집하는 데이터 수집부,

상기 평가 대상 주행의 왜곡도를 판단하기 위해 아래의 식을 만족하는 프랙탈 차원(VFractal)을 생성하는 VFractal 연산부, 및

상기 프랙탈 차원(VFractal)을 미리 설정된 기준과 비교하여 주행 평가를 수행하는 주행 평가부를 포함하는 프랙탈 차원 분석에 기반한 주행 평가 장치.

[수학식]

$$VFractal=\frac{\log(2)}{\log(\frac{GPS\text{두스텝간거리의평균}}{GPS\text{한스텝간거리의평균}})}$$

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 평가 대상 주행의 주행 도로의 굴곡 정도를 나타내는 상기 평가 대상 주행의 출발지와 목적지 간의 직선도(SI)를 계산하는 직선도 연산부, 및

상기 평가 대상 주행이 구불어진 도로를 운행하였음을 반영하기 위하여 상기 직선도(SI)를 이용하여 아래의 식을 만족하는 프랙탈 차원(VFractal)의 보정을 수행하고 보정된 프랙탈 차원(VFractal_C)을 생성하는 VFractal 보정부를 더 포함하며,

상기 주행 평가부는 상기 보정된 프랙탈 차원(VFractal_C)을 미리 설정된 기준과 비교하여 주행 평가를 수행하는 프랙탈 차원 분석에 기반한 주행 평가 장치.

[수학식]

$$VFractal_C=(VFractal-1)\times SI+1$$

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 직선도 연산부는 상기 평가 대상 주행의 출발지와 목적지 간의 직선 거리(D) 및 상기 평가 대상 주행의 출발지와 목적지 간의 추천 주행 거리(L)를 이용하여 아래의 식을 만족하는 상기 직선도(SI)를 계산하는 프랙탈 차원 분석에 기반한 주행 평가 장치.

[수학식]

$$SI = \frac{D}{L}$$

청구항 9

제6항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주행 평가의 결과를 피드백하는 피드백 수행부를 더 포함하는 프랙탈 차원 분석에 기반한 주행 평가 장치.

청구항 10

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항의 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 개념에 따른 실시 예는 프랙탈 차원 분석에 기반한 이상 주행 감지 방법 및 이를 이용한 주행 평가 방법 및 장치에 관한 것으로, 특히, 프랙탈 차원 분석 및 지도 API를 이용하여 GPS를 장착한 차량의 주행 왜곡도를 정량적인 수치로 산출하고 이상 주행을 감지하여 차량 주행을 평가하는 방법 및 이를 이용한 주행 평가 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 택시, 수배송 트럭과 같은 차량에 GPS 장치 부착이 일반화되어 GPS data를 수집하고 운행 경로를 실시간으로 관제할 수 있게 되었다. 수집된 GPS 데이터를 통해 운전자의 행위를 분석하거나 이상 운행 경로를 감지하는 연구("driving fraud detection", "abnormal driving detection", "anomalous trajectory detection" 등)가 미국과 중국을 중심으로 진행되었다.

[0003] 그러나 대부분의 연구는 출발지와 목적지가 같은 과거의 운행 경로 데이터를 기반으로 패턴인식과 확률과정을 활용해 이상 경로를 감지하였다. 이러한 방식은 출발지와 목적지가 다른 다양한 운행 경로에 모두 적용될 수 없고, 많은 데이터를 축적하고 연산해야하는 선처리 작업이 요구되는 문제점이 있다.

[0004] 따라서, 출발지와 목적지가 다른 다양한 운행 경로에 적용 가능하도록, 단일 운행 경로에 대한 경로의 왜곡도(Tortuosity)를 수치화하는 기술 및 이를 이용하여 차량의 이상 경로를 감지하는 기술이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명이 이루고자 하는 기술적인 과제는 프랙탈 차원과 지도 API를 통해 과거에 축적된 데이터가 없어도 단일 주행의 품질을 평가할 수 있는 주행 평가 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 실시 예에 따른 프랙탈 차원 분석에 기반한 주행 평가 방법은 평가 대상 주행의 배차 데이터와 차량의 GPS의 데이터를 수집하는 단계; 상기 평가 대상 주행의 왜곡도를 판단하기 위해 아래의 식을 만족하는 프랙탈 차원(VFractal)을 생성하는 단계; 상기 평가 대상 주행이 구불어진 도로를 운행하였음을 반영하기 위하여 프랙탈 차원(VFractal)의 보정을 수행하여 보정된 프랙탈 차원(VFractal_C)을 생성하는 단계; 및 상기 수행하여 보정된 프랙탈 차원(VFractal_C)을 미리 설정된 기준과 비교하여 주행 평가를 수행하는 단계;를 포함한다.

[0007] 본 발명의 실시 예에 따른 프랙탈 차원 분석에 기반한 주행 평가 장치는 평가 대상 주행의 배차 데이터와 차량의 GPS의 데이터를 수집하는 데이터 수집부, 상기 평가 대상 주행의 왜곡도를 판단하기 위해 아래의 식을 만족하는 프랙탈 차원(VFractal)을 생성하는 VFractal 연산부, 상기 프랙탈 차원(VFractal)의 보정을 수행하고 보정된 프랙탈 차원(VFractal_C)을 생성하는 VFractal 보정부, 및 상기 프랙탈 차원(VFractal)을 미리 설정된 기준

과 비교하여 주행 평가를 수행하는 주행 평가부를 포함한다.

발명의 효과

[0008] 본 발명에 따른 프랙탈 차원 분석에 기반한 주행 평가 방법 및 장치는 출발지와 목적지가 같은 과거의 축적된 운행 경로 데이터를 기반으로 이상 경로를 감지하는 종래의 기술과 다르게, 단일 운행에 대한 경로의 왜곡도를 프랙탈 차원(Fractal dimension)과 지도 API를 활용하여 수치화하여 정량화된 차량 운행 품질 지표를 제공하는 효과가 있다.

[0009] 본 발명에 따른 프랙탈 차원 분석에 기반한 이상 주행 감지 방법 및 이를 이용한 주행 평가 방법 및 장치는 택시회사에서 택시 기사의 비정상적인 운행을 감지하여 택시 서비스의 품질을 향상시킬 수 있으며, 또한, 물류회사에서 수배송 운행의 비정상적인 현황을 파악하여 기사의 업무 평가에 반영할 수 있으며, 이를 수배송 계획에 피드백하여 물류 효율을 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 본 발명의 상세한 설명에서 인용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여 각 도면의 상세한 설명이 제공된다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 주행 평가 장치를 포함하는 운송관리 시스템의 개략도이다.

도 2는 도 1에 도시된 주행 평가 장치의 주행 평가 모듈의 기능 블럭도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 주행 평가 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 주행 평가 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 5는 차량 이동 데이터 및 주행 평가 데이터를 포함하는 데이터 모델의 일 예를 도시한다.

도 6은 프랙탈 곡선인 코흐 곡선을 도시한다.

도 7은 V 형상의 두 스텝을 도식화한 도면이다.

도 8은 출발점과 도착점 간의 추천 경로 거리와 직선 거리를 도시한다.

도 9는 차량 이동 데이터의 일 예를 도시하며, 도 10은 도 9의 데이터를 이용하여 산출한 주행 평가 데이터의 일 예를 도시한다.

도 11은 정상 주행 평가 결과의 일 예를 도시하며, 도 12는 이상 주행 평가 결과의 일 예를 도시한다.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 VFractal 지수와 주행 결과를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시 예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 형태들로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시 예들에 한정되지 않는다.

[0012] 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시 예들을 도면에 예시하고 본 명세서에서 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들을 특정한 개시 형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0013] 제1 또는 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만, 예컨대 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 벗어나지 않은 채, 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고 유사하게 제2 구성 요소는 제1 구성 요소로도 명명될 수 있다.

[0014] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 본 명세서에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야

한다.

[0015] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0016] 우선, 본 발명에 대한 설명에 앞서, 본 발명의 배경이 되는 기술에 대해 설명하면 다음과 같다.

[0017] 본 발명은 주행 경로의 구불거리는 정도를 프랙탈 차원으로 산출하여 차량 주행 결과를 평가하는 품질에 대한 수치를 제공하는 주행 평가 기법에 관한 것이다.

[0018] 프랙탈은 부분과 전체가 똑같은 모양을 하고 있다는 자기 유사성 개념을 기하학적으로 푼 구조를 말한다. 작은 구조가 전체 구조와 비슷한 형태로 끝없이 되풀이되는 구조로 '자기 유사성(self-similarity)'과 '순환성(recursiveness)'이라는 특징을 가지고 있다. 만델브롯(Mandelbrot)은 "How long is the coast of Britain? Statistical self-similarity and fractional dimension"이라는 논문을 발표하여, 자기유사성을 가진 도형에 관하여 프랙탈 차원을 제시하여 유클리드 기하학 차원의 개념을 확장시켰다. 어떤 도형을 원래 도형과 닮은 작은 도형으로 분해하여 갈 때, 분할된 도막의 수(자기 닮음 도형의 개수)를 N, 분할된 도형의 한 변의 길이의 축소율을 r이라 하면, 프랙탈 차원 d는 아래의 [수학식 1]과 같이 정의된다.

수학식 1

[0019] $$N \times r^d = 1$$

[0020] [수학식 1]을 변형하여 프랙탈 차원 d를 아래의 [수학식 2]와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 2

[0021] $$d = \frac{\log N}{\log \frac{1}{r}}$$

[0022] 예를 들어, 직선 길이로 표현되는 선분의 프랙탈 차원 d를 구하면 다음과 같다. 길이가 1인 선분을 N 등분하면 축소율 r = 1/N이고, 프랙탈 차원 d는 [수학식 2]에 의해 d = (logN/log(1/r)) = logN/logN = 1이 된다. 면으로 표현되는 정사각형의 프랙탈 차원 d는 다음과 같다. 한 변의 길이가 1인 정사각형의 각 변을 k 등분하면, 자기 닮음인 정사각형은 k2개 생기게 된다. 축소율 r =1/k이고, 프랙탈 차원 d를 상기 [수학식 2]에 의하여 산출하면 d = logN/log(1/r) = log(k2)/logk = 2가 된다.

[0023] 도 6은 스웨덴의 수학자인 코흐가 1904년에 고안한 프랙탈 곡선인 코흐 곡선이다. 코흐 곡선을 그리는 방법은 다음과 같다. 도 6의 (a)와 같이 한 개의 직선을 그린다. 도 6의 (a)의 직선을 3등분하고 가운데의 1/3부분을 삭제한 다음 삭제한 부분에 길이가 1/3인 두 변을 정삼각형의 두 변처럼 바깥쪽으로 연결하면 도 6의 (b)와 같은 곡선이 그려진다. 길이가 같은 4개의 선분에 대하여 상기 과정을 반복하여 수행하면 16개의 직선이 연결되어 도 6의 (c)와 같은 곡선이 그려진다. 또 길이가 같은 16개의 직선에 대하여 동일한 과정을 반복하여 수행하면 64개의 직선이 연결되어 도 6의 (d)와 같은 곡선이 그려진다. 만들어진 각 변에 대해 위의 과정을 계속 반복하면 도 6의 (e)와 같은 코흐 곡선을 그려진다. 코흐 곡선은 끝없이 뻗어 나가는 곡선이 아님에도 불구하고, 확대를 하면 할수록 길이가 무한히 커져 그 길이를 측정할 수 없게 된다. 이러한 코흐 곡선은 닮은 조각 개수(N)가 4이며 축소율(r)이 1/3이므로 코흐 곡선의 프랙탈 차원(d)은 [수학식 2]에 의하여 1.2618(d = (logN/log(1/r)) = log4/log3)이 된다. 코흐 곡선과 같은 프랙탈 곡선은 직선과 평면의 중간적인 성격을 가지고 있으므로 1에서 2 사이의 차원 값을 가진다. 1에 가까운 차원 값을 지니는 프랙탈 곡선은 직선에 가까운 형태이며, 차원의 값이 2에 접근할수록 곡선은 점점 심한 굴곡을 나타내면서 평면을 채우게 된다. 또한, 차원 값이 3에 가까워질수록 프랙탈 곡면은 심한 굴곡을 나타내면서 많은 공간을 차지하게 된다. 즉, 프랙탈 차원은 자기유사성을 가진 기하

학적인 구조들의 꾸불거리는 정도, 속이 비는 비율 등을 정량화시키는 것으로서 정수가 아닌 소수로 나타내어진다. 이러한 프랙탈 차원은 계의 복잡성(complexity)을 나타내는 것으로 자연계의 구조적 불규칙성을 기술하고 분석할 수 있는 새로운 기하학이며 혼돈(chaos)을 정량적으로 기술할 수 있는 새로운 방법을 제공하고 있다.

[0024] 이러한 프랙탈 차원을 활용하여 Vilis O. Nams는 동물의 이동 경로를 분석하는 지표로 VFractal을 제시하였다. VFractal은 회전각을 갖는 연속된 이동 경로를 프랙탈 차원으로 표현한다. 도 7은 이동 경로 중 V의 형상을 하고 있는 두 스텝을 도식화한 것으로 s는 한 스텝 사이즈, Net은 두 스텝 사이의 직선거리, Θ는 두 스텝 사이의 회전각을 의미한다. 전체 이동 경로는 이러한 V가 연속된 형상으로 나타난다. 아래의 [수학식 3]은 V의 형상의 두 스텝을 프랙탈 차원으로 나타낸 식이다.

수학식 3

[0025]
$$d = \frac{\log(2)}{\log(\frac{Net}{s})} = \frac{\theta}{1+\log_2(\cos\theta+1)}$$

[0026] Net 대신 Net의 평균($\overline{Net}$), s 대신 s의 평균($\bar{s}$)을 대입하면 전체 이동 경로에 대한 프랙탈 차원(VFractal)을 계산 수 있다.

[0027] 본 발명에서는 $\bar{s}$에 GPS_n과 GPS_{n+1} 간의 평균 거리, $\overline{Net}$에 GPS_n과 GPS_{n+2} 간의 평균 거리를 대입하여 프랙탈 차원 지수(VFractal)를 계산하고, 차량 주행 결과를 정량화하였다. 이때, GPS_n과 GPS_{n+1} 간의 거리는 n번째 GPS와 n+1번째 GPS 간의 직선 거리이며, GPS_n과 GPS_{n+2} 간의 거리 n번째 GPS와 n+2번째 GPS 간의 직선 거리이다(도7 참고).

[0028] 이하, 본 명세서에 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 상세히 설명한다.

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 주행 평가 장치를 포함하는 운송관리 시스템의 개략도이고, 도 2는 도 1의 주행 평가 장치의 주행 평가 모듈의 기능 블럭도이다.

[0030] 도 1을 참조하면, 운송관리시스템(10)은 본 발명에 따른 주행 평가 장치(100) 및 운송 관리 장치(200)를 포함한다.

[0031] 주행 평가 장치(100)는 주행 평가 모듈(110), 데이터 베이스(130) 및 제어 모듈(미도시)를 포함하며, 프랙탈 차원 분석을 통해 차량의 이상 주행을 감지하고, 이를 이용하여 주행 품질 평가를 수행한다.

[0032] 도 2를 참조하면, 주행 평가 모듈(110)은 데이터 수집부(111), 데이터 생성부(112), VFractal 연산부(113), 직선도 연산부(114), VFractal 보정부(115), 주행 평가부(116), 피드백 수행부(117)를 포함한다.

[0033] 본 명세서에서 사용되는 '~부'라 함은 본 발명의 기술적 사상을 수행하기 위한 하드웨어 및 상기 하드웨어를 구동하기 위한 소프트웨어의 기능적, 구조적 결합을 의미할 수 있다. 예컨대, 상기 '~부'는 소정의 코드와 상기 소정의 코드가 수행되기 위한 하드웨어 리소스의 논리적인 단위를 의미할 수 있으며, 반드시 물리적으로 연결된 코드를 의미하거나 한 종류의 하드웨어를 의미하는 것은 아니다.

[0034] 주행 평가 모듈(110)의 데이터 수집부(111)는 차량의 배차정보와 위치정보의 데이터를 수집하고, 주행 평가 장치(100)의 데이터 생성부(112)는 제어모듈(190)의 제어 하에, 상기 배차정보와 위치정보의 관계를 매핑하여 차량이동데이터와 주행평가데이터를 생성한다.

[0035] 주행 평가 모듈(110)의 VFractal 연산부(113)는 주행평가데이터 생성 시 해당 주행의 왜곡도(tortuosity)를 정량적으로 판단하기 위해 차량주행경로의 프랙탈 차원 지수(VFractal)를 계산한다. 구체적으로, GPS 두 스텝 간 직선 거리(n번째 GPS와 n+2번째 GPS 간의 직선 거리)의 평균 및 GPS 한 스텝 간 직선 거리(n번째 GPS와 n+1번째 GPS 간의 직선 거리)의 평균을 계산하고 아래의 [수학식 4]와 같이 차량 주행 경로의 프랙탈 차원 지수(VFractal)를 연산한다.

수학식 4

[0036] $$\text{차량주행경로의프랙탈차원} = \frac{\log(2)}{\log\left(\frac{GPS\ 두\ 스텝\ 간\ 거리의\ 평균}{GPS한스텝간거리의평균}\right)} = \frac{\text{회전각}}{1+\log_2(\cos\text{회전각}+1)}$$

[0037] 주행 평가 모듈(110)의 직선도 연산부(114)는 주행평가데이터 생성 시 해당 주행의 도로가 가진 본래의 구불어진 상태를 정량적 데이터로 판단할 수 있는 출발지와 목적지 간의 직선도(Straightness Index, SI)의 연산을 수행한다. 즉, 출발지와 목적지 간 직선 거리(D)와 출발지와 목적지 간 추천 주행 거리(L)를 이용하여 아래의 [수학식 5]와 같이 직선도(SI)를 연산한다. 추천 주행 거리(L)가 직선 거리(D)에 비해 클수록 직선도(SI)는 '0' 에 가까워지며 이는 본래의 도로의 굴곡이 상당함을 나타낸다.

수학식 5

[0038] $$SI=D/L$$

[0039] 주행 평가 모듈(110)의 VFractal 보정부(115)는 주행평가데이터 생성 시 해당 주행이 본래 구불어진 도로를 운행했음을 수치적으로 반영하기 위한 보정을 수행하여 보정된 프랙탈 차원 지수(VFractal_C)를 생성한다.

[0040] 주행 평가 모듈(110)의 주행 평가부(116)는 프랙탈 차원 지수(VFractal) 값 또는 보정된 프랙탈 차원 지수(VFractal_C) 값을 주행 평가의 기준 수치와 비교하여 해당 주행을 평가한다.

[0041] 주행 평가 모듈(110)의 피드백 수행부(117)는 주행 평가부(116)에서 생성된 주행 평가 결과를 주행 평가 데이터와 함께 차량과 배차 모듈에 피드백한다.

[0042] 주행 평가 장치(100)의 데이터 베이스(130)는 차량 이동 데이터 및 주행 평가 데이터를 저장한다. 도 5는 차량 이동 데이터 및 주행 평가 데이터를 포함하는 데이터 모델의 일 예를 도시한다. 차량 이동 데이터는 운송관리장치(200)로부터 수신한 차량번호, 기사ID, 위도, 경도, GPS 생성 시각 데이터 및 주행평가장치(100)에서 생성한 시퀀스, 주행ID, GPS_n과 GPS_{n+1} 간 거리, GPS_n과 GPS_{n+2} 간 거리 데이터 등을 포함한다. 주행 평가 데이터는 운송관리장치(200)로부터 수신한 주행ID, 차량번호, 기사ID, 출발지 위도, 출발지 경도, 도착지 위도, 도착지 경도, 출발 시각, 도착 시각 데이터 및 주행평가장치(100)에서 생성한 GPS_n과 GPS_{n+1} 간 평균 거리, GPS_n과 GPS_{n+2} 간 평균 거리, 실제 운행 거리, 예상 운행 거리, 직선 거리, 직선도, 프랙탈 차원, 보정된 프랙탈 차원 데이터 등을 포함한다.

[0043] 주행 평가 장치(100)는 프로그램 저장부(미도시)를 더 포함할 수 있다. 프로그램 저장부에는 주행 평가 장치(100)의 동작을 제어하기 위한 프로그램들이 저장될 수 있다. 주행 평가 장치(100)의 제어 모듈(미도시)은 주행 평가 장치(100)의 전반적인 동작을 제어한다.

[0044] 운송 관리 장치(200)는 차량의 GPS 데이터를 수신하는 GPS 수신 모듈(210), 배차 모듈(220), 및 데이터 베이스(230)를 포함한다. 운송 관리 장치(200)의 데이터 베이스(230)는 차량 위치 데이터 및 배차 데이터 등을 포함하며, 상기 데이터들은 주행 평가 장치에 제공할 수 있다.

[0045] 이하, 도 3을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 프랙탈 차원 분석에 기반한 주행 평가 방법에 대해 상술한다.

[0046] 도 3은 도 1에 도시된 주행 평가 장치를 이용한 주행 평가 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0047] 주행 평가 장치(100)를 이용한 주행 평가 방법 차량의 배차정보와 위치(GPS) 정보를 선처리하는 단계(S310 내지 S331)와, 프랙탈 차원 지수(VFractal)를 계산하는 단계(S333)와, 주행의 왜곡도를 판단하는 단계(S380)와 이러한 결과를 차량과 배차 모듈에 피드백하는 단계(S390)로 구성된다.

[0048] 먼저, 주행 평가 장치(100)는 운송관리시스템(10)에서 생성하고 수집한 배차 데이터와 차량의 GPS의 데이터에서 필요한 데이터를 추출한다(S310). 구체적으로, 운송 관리 장치(200)의 배차 데이터에서 주행ID, 차량번호, 기사ID, 출발지 존, 도착지 존, 출발지 위도, 출발지 경도, 도착지 위도, 도착지 경도, 출발 시각, 도착 시각 데이

터를 추출하여 주행 평가 데이터를 생성하며, 운송관리 장치(200)의 차량 GPS 데이터에서 차량번호, 기사ID, 위도, 경도, GPS 생성 시각을 추출하여 차량 이동 데이터를 생성한다.

[0049] 다음, 주행 평가 데이터 및 차량 이동 데이터를 주행 ID에 매핑한다(S320). 구체적으로, 주행 평가 데이터의 출발 시각, 도착 시각과 차량 이동 데이터의 GPS 생성 시각을 비교하여, 배차 데이터로부터 추출하여 생성한 주행 평가 데이터 및 GPS 데이터로부터 추출하여 생성한 차량 이동 데이터를 주행ID(TRIP_ID)와 연결한다.

[0050] 다음, 프랙탈 차원 지수(VFractal)의 연산을 수행한다(S330). 우선, 프랙탈 차원 지수를 계산하기 위하여 GPS_n과 GPS_{n+1} 간(이하, '제1 구간'이라고도 함) 평균 거리와 GPS_n과 GPS_{n+2} 간(이하, '제2 구간'이라고도 함) 평균 거리를 계산한다. 이때, GPS_n과 GPS_{n+1} 간 거리는 GPS_n로부터 한 스텝 간 거리를 의미하며, GPS_n과 GPS_{n+2} 간 거리는 GPS_n로부터 두 스텝 간 거리를 의미한다. 다음, 상기 [수학식 3]에서 $\bar{s}$에 GPS_n과 GPS_{n+1} 간의 평균 거리, $\overline{Net}$에 GPS_n과 GPS_{n+2} 간의 평균 거리를 대입하여 프랙탈 차원 지수(VFractal)를 계산한다.

[0051] 프랙탈 차원 지수(VFractal) 값을 이용하여 주행을 평가한다(S380). 즉, 정상 주행인지 이상 주행인지 여부를 평가할 수 있다. 이때, GPS 정보 오류에 의한 프랙탈 차원 지수(VFractal) 값의 왜곡을 보정하기 위해 1보다 작은 값은 1, 2보다 큰 값은 2로 셋팅할 수 있다. 프랙탈 차원 지수(VFractal) 값이 1에 가까울수록 거의 직선에 가까운 주행을 한 것이므로 주행품질이 좋다고 평가할 수 있고, 프랙탈 차원 지수(VFractal) 값이 2에 가까울수록 왜곡된 경로로 주행을 한 것이므로 주행 품질이 나쁘다고 평가할 수 있다.

[0052] 다음, 주행 평가 결과를 피드백 한다(S390). 실제 수치와 함께 차량과 배차 모듈에 실시간으로 피드백하여 다음 배차 및 주행에 참고가 될 수 있다. 시스템 관리자는 주기적으로 이 수치를 분석하여 주행 품질 향상 방안을 모색할 수 있다.

[0053] 이하, 도 4를 참조하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 프랙탈 차원 분석에 기반한 주행 평가 방법에 대해 상술한다. 도 3의 실시예에 따른 주행 평가 방법을 이용하는 경우, 굴곡이 심한 도로 주행 시, 정상 주행의 경우에도 VFractal 값이 2에 가까운 값으로 산출되어 주행 품질이 저평가되는 문제가 있다. 도 4의 실시예에 따른 주행 평가 방법, 특히 직선도(Straightness Index)를 계산하는 단계(S440)와 프랙탈 차원 지수를 보정(VFractal_C)하는 단계(S450)를 통하여 이러한 문제점을 해결할 수 있다. 상술된 내용과 중복되는 내용에 관한 기재는 생략하기로 한다.

[0054] 먼저, 주행 평가 장치(100)는 운송관리시스템(10)에서 생성하고 수집한 배차 데이터와 차량의 GPS의 데이터에서 필요한 데이터를 수집(S410)하고, 주행 ID에 매핑(S420)한다.

[0055] 다음, 평가 대상 주행의 왜곡도(tortuosity)를 판단하기 위해, GPS 두 스텝 간 거리의 평균 및 GPS 한 스텝 간 거리의 평균을 계산하여 프랙탈 차원 지수(VFractal)의 연산을 수행한다(S430).

[0056] 다음, 평가 대상 주행의 주행 도로가 가진 본래의 구불어진 상태를 나타내는 출발지와 목적지 간의 직선도(SI)의 연산을 수행한다(S450). 구체적으로, 출발지와 목적지 간 직선 거리(D)를 계산(S451)하고, 지도 API를 이용하여 출발지와 목적지 간 추천 주행거리(L)를 계산(S453)한 후, 직선 거리(D)를 추천 주행 거리(L)로 나누어 직선도(SI=D/L)를 계산(S455)한다. 해당 주행 도로가 직선에 가까울수록 직선도는 '1'에 가까워지며, 해당 주행 도로의 굴곡이 상당할수록 직선도는 '0'에 가까워진다. 추천 주행거리는 출발지와 목적지 간에 추천 경로의 주행 거리로써 지도 API를 사용하여 값을 추출할 수 있다. 이때, 추천 경로는 주행 평가 시점의 추천 경로 또는 주행 시점의 추천 경로일 수 있다. 바람직하게는 해당 주행 시점의 교통 상황 또는 도로 상황을 반영한 추천 경로일 수 있다.

[0057] 주행 거리는 Google Direction API 등의 지도 API를 사용하여 추출하며, 운송관리시스템(10)에 GIS 프로그램이 내장되어 있는 경우 해당 프로그램에서 제공하는 API를 사용하여 추출할 수 있다.

[0058] 다음, 평가 대상 주행이 본래 구불어진 도로를 운행했음을 반영하기 위하여 프랙탈 차원 지수(VFractal, d)를 아래의 [수학식 6]을 이용하여 보정을 수행하고, 보정된 프랙탈 차원 지수(VFractal_C)를 생성한다(S460).

수학식 6

[0059] $$VFractal_C = (d-1) \times SI + 1$$

[0060] 도 9는 상기의 과정을 통해 생성된 벤쿠버 택시의 주행ID “352164” 에 대한 차량 이동 데이터이고, 도 10은 상기의 과정을 통해 생성된 주행 평가 데이터이다. 도 9의 차량 이동 데이터는 GPS 생성 시각을 비교하여 매핑된 주행ID와 GPS_n과 GPS_{n+1} 간의 거리 s, GPS_n과 GPS_{n+2} 간의 직선 거리 Net을 포함한다. 도 10의 주행평가 데이터는 도 9에서 산출한 s와 Net의 평균 거리, 이를 이용하여 계산한 프랙탈 차원 지수(VFractal), 직선거리와 추천 운행거리를 이용하여 계산한 직선도, VFractal 지수와 직선도를 이용하여 계산한 보정된 프랙탈 차원 지수(VFractal_C)를 포함한다. 도 10에서 VFractal_C가 1.7494이므로 해당 주행은 비교적 왜곡도(tortuosity)가 높다고 볼 수 있다.

[0061] 다음, 보정된 프랙탈 차원 지수(VFractal_C)을 주행 평가의 기준 수치와 비교하여 해당 주행을 평가한다(S480). 주행 평가의 기준 수치는 1에서 2 사이의 값을 시스템 관리자가 설정할 수 있다. 예를 들어, 시스템 관리자가 기준 수치를 1.7로 설정한 경우 주행ID “352164” 는 이상 주행으로 판단될 것이고, 기준 수치를 1.8로 설정한 경우 해당 주행은 정상 주행으로 판단될 것이다. 주행 평가의 기준 수치를 1.8로 설정한 경우, 도 11은 정상 주행 평가 결과의 일 예를 도시하며, 도 12은 이상 주행 평가 결과의 일 예를 도시한다.

[0062] 주행 평가의 기준 수치를 복수 개 설정하여 복수 개의 등급으로 주행 평가를 수행하는 것도 가능하다. 예를 들어, 2개의 기준 수치를 설정하여 '나쁨/보통/좋음'으로 주행 평가를 수행할 수도 있으며, 4개의 기준 수치를 설정하여 '매우 나쁨/나쁨/보통/좋음/매우 좋음'으로 주행 평가를 수행할 수도 있다.

[0063] 다음, 이렇게 판단된 주행 평가 결과를 주행 평가 데이터와 함께 차량과 배차 모듈에 피드백 한다(S490). 실시간으로 피드백됨으로써 다음 배차 및 주행에 참고할 수 있고, 시스템 관리자는 주기적으로 주행 평가 데이터를 분석하여 주행 품질 향상 방안을 모색할 수 있다.

[0064] 도 13은 VFractal 지수와 주행 결과의 예를 도시한다. VFractal과 VFractal_C가 1에 가까운 도 13의 (a)와 (b)의 경우 주행 경로가 거의 직선에 가깝고, 실제 주행거리와 추천 경로의 거리가 거의 일치하여 VFractal과 VFractal_C의 값 차이가 매우 작다. 도 13의 (c)와 (d)는 주행 품질이 높지는 않지만 정상 주행 범주에 있는 사례이다. 섬에서 나올 때 다리를 건너야 하는 다소 굴곡이 있는 도로 상태가 반영되어 VFractal_C 값이 낮아진 것을 확인할 수 있다. 도 13의 (e)와 (f)는 명확하게 이상 주행으로 판단할 수 있는 사례이다. 육안으로도 확연히 이상 주행임을 판단할 수 있고 보정된 VFractal_C 값도 2에 가까운 값으로 주행 경로의 왜곡도가 높음을 알 수 있다. 도 13의 (g)와 (h)는 보정 작업에 의해 벤쿠버의 지리적인 특성이 반영되어 보정 전에 VFractal 값이 2로 이상 주행으로 판단되었던 주행이 보정을 수행한 후 정상 주행으로 평가된 사례이다.

[0065] 이와 같이 본 발명에 따른 주행 평가 방법 및 장치에서는 프랙탈 차원과 지도 API를 통해 과거에 축적된 데이터가 없어도 단일 주행의 품질을 평가할 수 있다.

[0066] 상술한 프랙탈 차원 분석 기반 주행 평가 방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성가능하고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다.

[0067] 상기 다자간 연산 프로그램은 상기 기록매체에 저장되며, 상기 기록매체는 마그네틱 저장매체(예를 들면, 롬, 플로피 디스크, 하드디스크 등), 광학적 판독 매체(예를 들면, 시디롬, 디브이디 등)와 같은 저장매체를 포함한다. 또한, 상기 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 명령어 세트가 저장되고 실행될 수 있다.

[0068] 본 발명에서 개시된 블록도들은 본 발명의 원리들을 구현하기 위한 회로를 개념적으로 표현한 형태라고 당업자에게 해석될 수 있을 것이다. 유사하게, 임의의 흐름 차트, 흐름도, 상태 전이도, 의사코드 등은 컴퓨터 판독가능 매체에서 실질적으로 표현되어, 컴퓨터 또는 프로세서가 명시적으로 도시되든지 아니든지 간에 이러한 컴퓨터 또는 프로세서에 의해 실행될 수 있는 다양한 프로세스를 나타낸다는 것이 당업자에게 인식될 것이다.

[0069] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

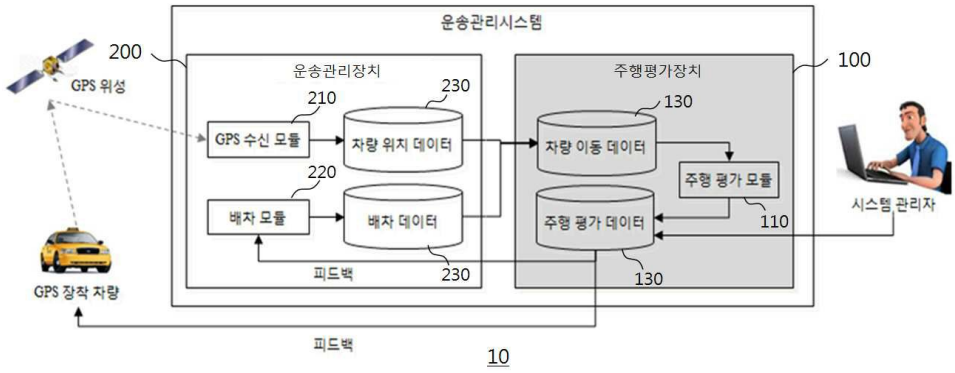
부호의 설명

[0070] 10 : 운송관리시스템 100 : 주행평가장치

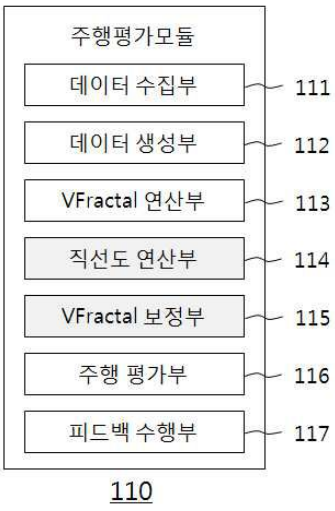
110 : 주행평가모듈 200 : 운송관리장치

도면

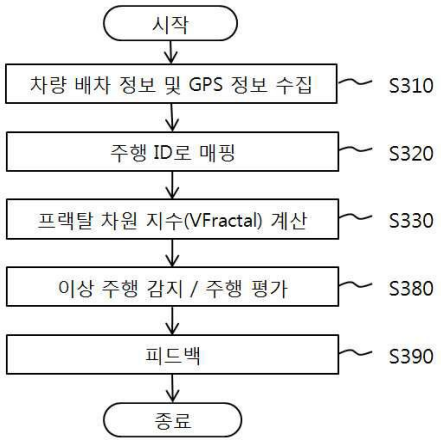
도면1



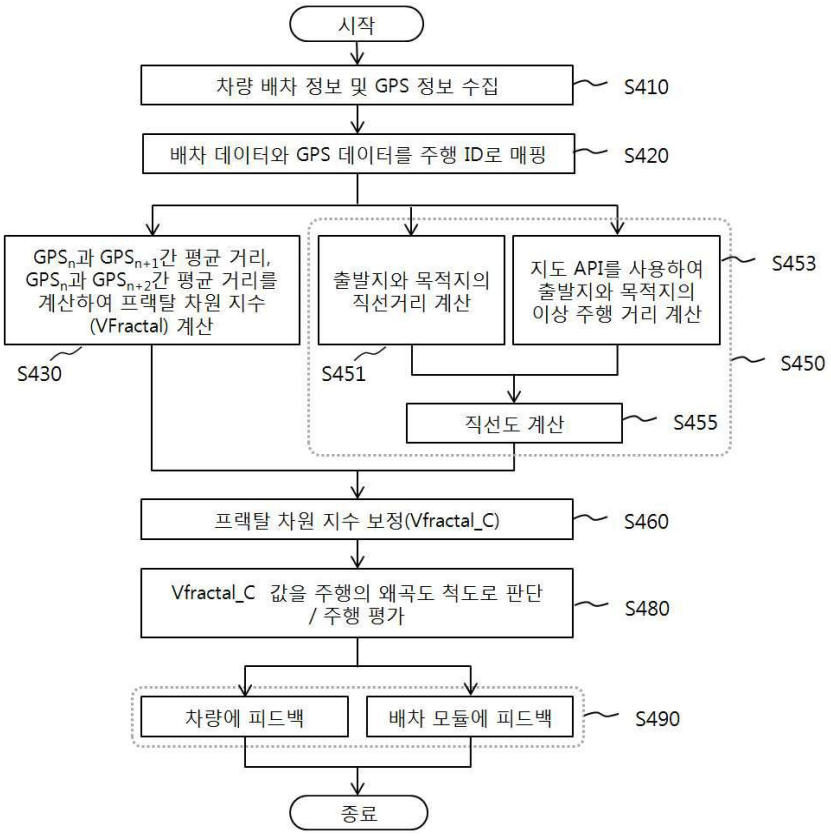
도면2



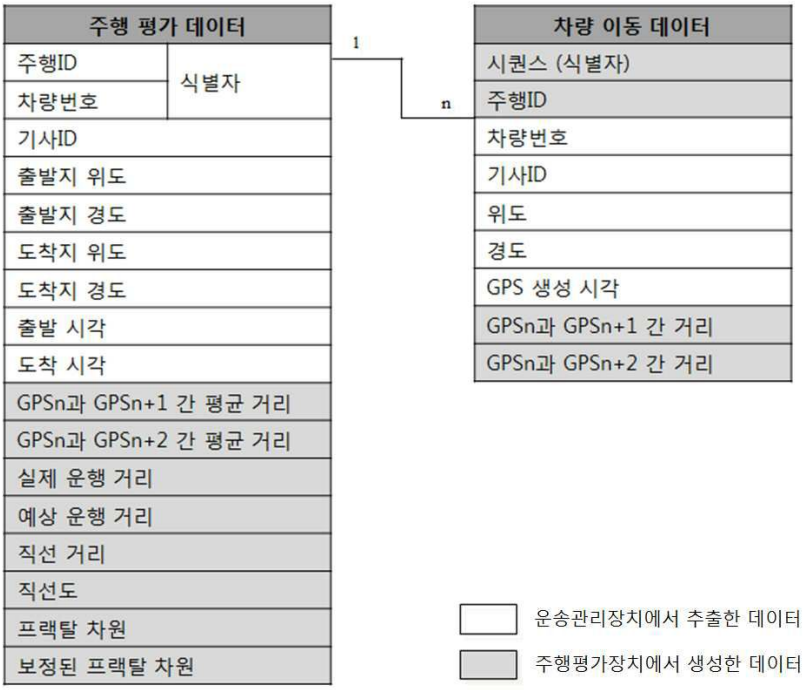
도면3


시작
차량 배차 정보 및 GPS 정보 수집
S310
주행 ID로 매핑
S320
프랙탈 차원 지수(VFractal) 계산
S330
이상 주행 감지 / 주행 평가
S380
피드백
S390
종료

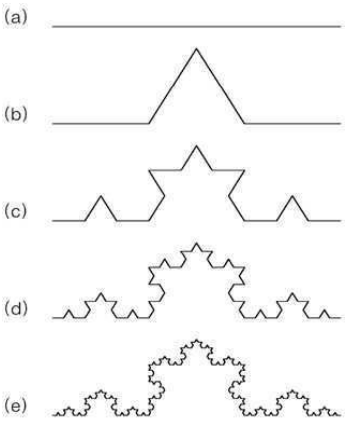
도면4


시작
차량 배차 정보 및 GPS 정보 수집
S410
배차 데이터와 GPS 데이터를 주행 ID로 매핑
S420
GPSn과 GPSn+1간 평균 거리, GPSn과 GPSn+2간 평균 거리를 계산하여 프랙탈 차원 지수 (VFractal) 계산
S430
출발지와 목적지의 직선거리 계산
S451
지도 API를 사용하여 출발지와 목적지의 이상 주행 거리 계산
S453
S450
직선도 계산
S455
프랙탈 차원 지수 보정(Vfractal_C)
S460
Vfractal_C 값을 주행의 왜곡도 척도로 판단 / 주행 평가
S480
차량에 피드백
배차 모듈에 피드백
S490
종료

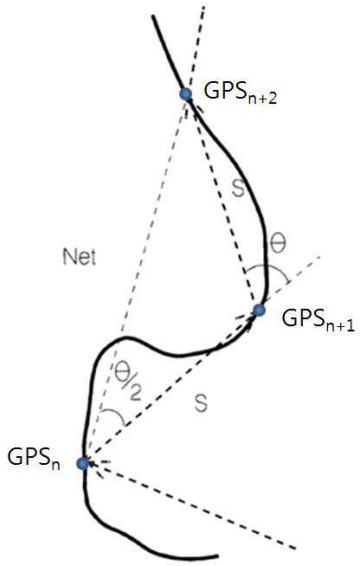
도면5


주행 평가 데이터
주행ID
차량번호
식별자
기사ID
출발지 위도
출발지 경도
도착지 위도
도착지 경도
출발 시각
도착 시각
GPSn과 GPSn+1 간 평균 거리
GPSn과 GPSn+2 간 평균 거리
실제 운행 거리
예상 운행 거리
직선 거리
직선도
프랙탈 차원
보정된 프랙탈 차원
1
n
차량 이동 데이터
시퀀스 (식별자)
주행ID
차량번호
기사ID
위도
경도
GPS 생성 시각
GPSn과 GPSn+1 간 거리
GPSn과 GPSn+2 간 거리
운송관리장치에서 추출한 데이터
주행평가장치에서 생성한 데이터

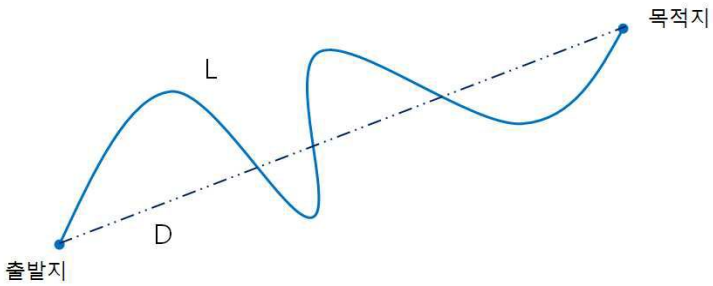
도면6


(a)
(b)
(c)
(d)
(e)

도면7



도면8



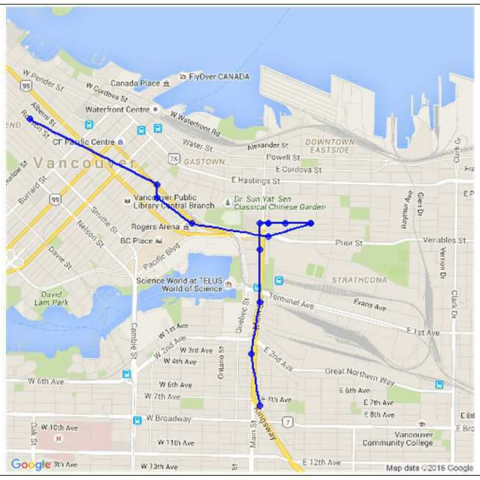
도면9

주행ID	차량번호	기사ID	위도	경도	생성 시각	s	Net
352164	90	53112	49.264	-123.100	2014-11-22 AM 3:39:27	0.0000	0.0000
352164	90	53112	49.268	-123.101	2014-11-22 AM 3:40:07	450.7600	0.0000
352164	90	53112	49.272	-123.100	2014-11-22 AM 3:40:47	450.7600	889.7200
352164	90	53112	49.276	-123.100	2014-11-22 AM 3:41:44	444.8600	892.6800
352164	90	53112	49.278	-123.100	2014-11-22 AM 3:41:56	222.4300	667.2900
352164	90	53112	49.278	-123.099	2014-11-22 AM 3:41:57	72.6600	234.0000
352164	90	53112	49.278	-123.099	2014-11-22 AM 3:41:59	0.0000	72.6600
352164	90	53112	49.278	-123.099	2014-11-22 AM 3:42:00	0.0000	0.0000
352164	90	53112	49.278	-123.099	2014-11-22 AM 3:42:05	0.0000	0.0000
352164	90	53112	49.278	-123.097	2014-11-22 AM 3:42:25	145.3200	145.3200
352164	90	53112	49.278	-123.094	2014-11-22 AM 3:42:43	217.9800	363.3000
352164	90	53112	49.278	-123.094	2014-11-22 AM 3:42:51	0.0000	217.9800
352164	90	53112	49.277	-123.099	2014-11-22 AM 3:43:30	379.9400	379.9400
352164	90	53112	49.278	-123.108	2014-11-22 AM 3:44:10	663.3300	1,017.2300
352164	90	53112	49.280	-123.112	2014-11-22 AM 3:44:54	365.9800	1,001.7600
352164	90	53112	49.281	-123.112	2014-11-22 AM 3:45:00	111.2200	442.4600
352164	90	53112	49.286	-123.127	2014-11-22 AM 3:46:44	1,223.4500	1,277.8500

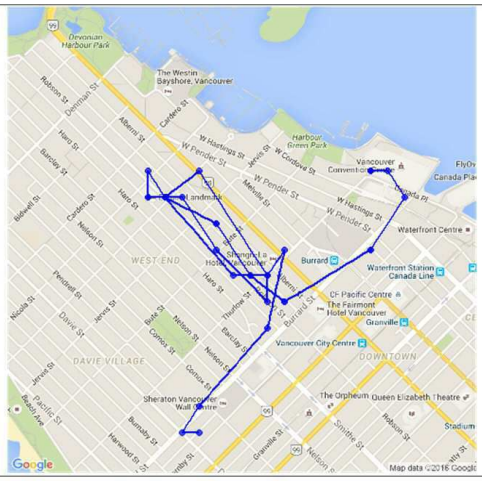
도면10

주행ID	352164
차량번호	90
기사ID	53112
출발지 위도	49.2775
출발지 경도	-123.094
도착지 위도	49.28816
도착지 경도	-123.129
출발시각	2014-11-22 오전 3:42:00
도착시각	2014-11-22 오전 3:47:00
GPSn과 GPSn+1 간 평균 거리(m)	395.7242
GPSn과 GPSn+2 간 평균 거리(m)	584.7854
총 운행거리 (m)	4,821.3700
추천 운행거리 (m)	3,243.0000
직선거리 (m)	3,136.1800
직선도	0.9671
VFractal	1.7749
VFractal_C	1.7494

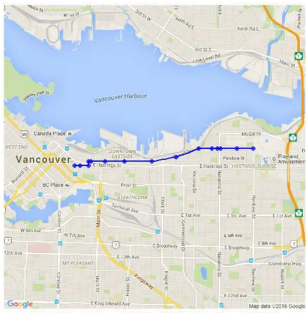
도면11

주행ID	352164	주행 경로
차량번호	90	
기사ID	53112	
출발지 위도	49.2775	
출발지 경도	-123.094	
도착지 위도	49.28816	
도착지 경도	-123.129	
$\bar{s}$	395.7242	
$\overline{Net}$	584.7854	
총 운행거리 (m)	4,821.3700	
추천 운행거리 (m)	3,243.0000	
직선거리 (m)	3,136.1800	
직선도	0.9671	
VFractal	1.7749	
VFractal_C	1.7494	

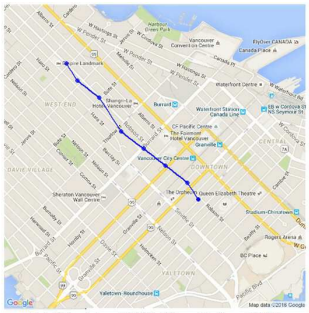
도면12

주행ID	388126	주행 경로
차량번호	26	
기사ID	17845	
출발지 위도	49.28783	
출발지 경도	-123.128	
도착지 위도	49.27883	
도착지 경도	-123.125	
$\bar{s}$	209.21185	
$\overline{Net}$	292.48903	
총 운행거리 (m)	5648.7200	
추천 운행거리 (m)	1451.0000	
직선거리 (m)	1328.4200	
직선도	0.91552	
VFractal	2.0000	
VFractal_C	1.9155	

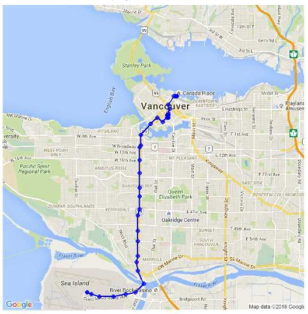
도면13



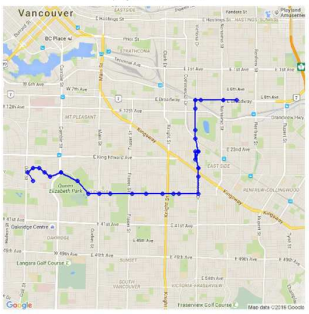
(a) VFractal = 1.0073, VFractal_C = 1.0073
주행ID = 354000



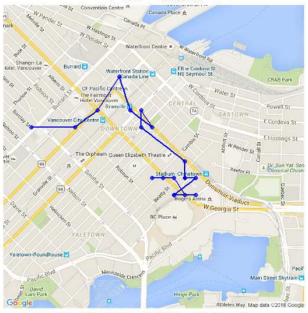
(b) VFractal = 1.0998, VFractal_C = 1.0998
주행ID = 354129



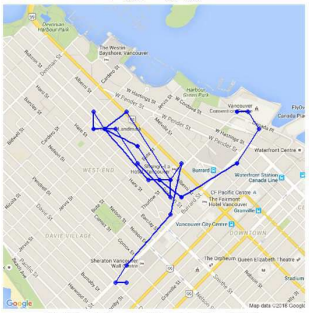
(c) VFractal = 1.4383, VFractal_C = 1.3686
주행ID = 187551



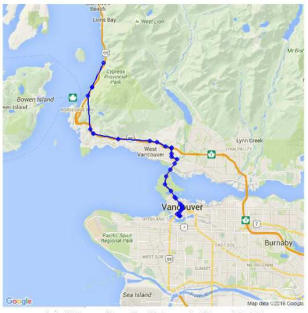
(d) VFractal = 1.6100 , VFractal_C = 1.6075
주행ID = 192234



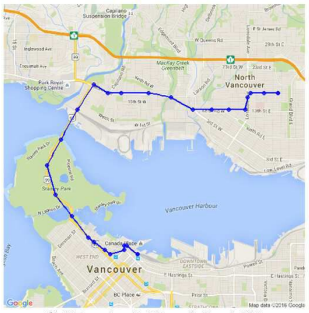
(e) VFractal = 2, VFractal_C = 2
주행ID = 193665



(f) VFractal = 2, VFractal_C = 1.9155
주행ID = 388126



(g) VFractal = 2, VFractal_C = 1.3777
주행ID = 455302



(h) VFractal = 2, VFractal_C = 1.4153
주행ID = 455372