



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년02월16일
(11) 등록번호 10-1014244
(24) 등록일자 2011년02월07일

(51) Int. Cl.

G08G 1/017 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0072825

(22) 출원일자 2010년07월28일

심사청구일자 2010년07월28일

(56) 선행기술조사문헌

KR100969324 B1*

JP2004220197 A

JP2005208719 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 제이캐스트

경기 안양시 동안구 관양동 1591-9번지 경기지식
산업안양센터 1004호

(72) 발명자

어재홍

서울특별시 서초구 방배동 경남아파트 5동 906호

(74) 대리인

장한특허법인

전체 청구항 수 : 총 14 항

심사관 : 안병건

(54) 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템

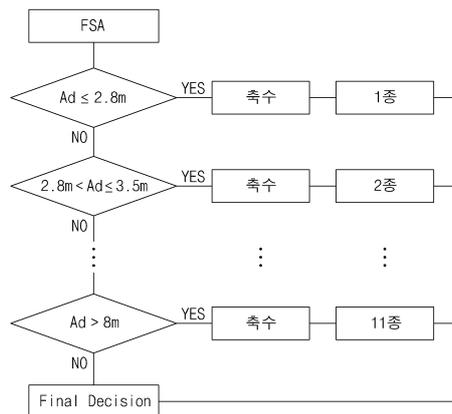
(57) 요약

본 발명은 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 도로에 매설되는 센서노드로부터 감지된 센서출력 신호를 분석하여, 상기 도로를 소통하는 차량의 측수 및 측거를 계산하여 차량의 종류를 인식하는 시스템에 관한 것이다.

이를 위하여, 본 발명에 따른 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템은, 차량을 감지하는 지자기 센서를 포함하는 다중센서 모듈과, 상기 다중센서 모듈을 통해 감지된 상기 차량에 대한 센서출력 신호를 전송하는 센서통신 모듈 A를 포함하는 센서노드; 상기 센서출력 신호를 수신하는 센서통신 모듈B와, N 개의 대기상태(I1 내지 IN)와 M 개의 검지상태(D1 내지 DM)를 갖는 N Out M In FSA(Finite State Agent) 방식에 따라 상기 센서출력 신호 중 상기 차량에 대한 유효데이터를 추출하는 제어부 및, 상기 유효데이터를 전송하는 복합무선통신 모듈을 포함하는 게이트웨이; 및 상기 유효데이터를 수신하는 무선통신 모듈과, 상기 유효데이터를 기초로 측거와 측수를 연산하여 차종을 인식하는 차종인식부를 포함하는 메인서버;를 포함한다.

이에 따라, 차종을 구분할 수 있어 차량 정체 구간에 대한 교통 정보를 분석하거나 일일 교통량을 산출할 때 정확한 교통 정보를 제공할 수 있다.

대표도 - 도13



특허청구의 범위

청구항 1

차량을 감지하는 지자기 센서를 포함하는 다중센서 모듈과, 상기 다중센서 모듈을 통해 감지된 상기 차량에 대한 센서출력 신호를 전송하는 센서통신 모듈A를 포함하는 센서노드;

상기 센서출력 신호를 수신하는 센서통신 모듈B와, N 개의 대기상태(I1 내지 IN)와 M 개의 검지상태(D1 내지 DM)를 갖는 N Out M In FSA(Finite State Agent) 방식에 따라 상기 센서출력 신호 중 상기 차량에 대한 유효데이터를 추출하는 제어부 및, 상기 유효데이터를 전송하는 복합무선통신 모듈을 포함하는 게이트웨이; 및

상기 유효데이터를 수신하는 무선통신 모듈과, 상기 유효데이터를 기초로 측거와 측수를 연산하여 차종을 인식하는 차종인식부를 포함하는 메인서버;를 포함하고,

상기 제어부는,

상기 센서통신 모듈B에 수신된 상기 센서출력 신호를 미리 설정된 샘플링 주파수의 크기로 샘플링(Sampling)하여 신호변환(Analog to Digital Conversion)하는 신호변환부와,

상기 센서출력 신호의 상위경계값(Upper Limit)과 하위경계값(Lower Limit)을 설정하여, 상기 상위경계값(UL)과 하위경계값(LL)을 기준으로 샘플링된 센서출력 신호를 Out 신호와 In 신호로 구분하는 경계값설정부와,

N 개의 대기상태(I1 내지 IN)와 M 개의 검지상태(D1 내지 DM)를 갖는 N Out M In FSA(Finite State Agent) 방식에 따라, 제1대기상태(I1)에서 N개의 Out 신호가 연속적으로 발생하면 검지상태로 상태전이하며, 제M검지상태(DM)에서 M개의 In 신호가 연속적으로 발생하면 대기상태로 상태전이하는 알고리즘을 적용하되, 상기 N값과 M값의 크기를 지정하여 검지상태구간을 설정하는 검지상태구간설정부 및

상기 샘플링된 센서출력 신호 중 상기 검지상태구간 설정부에 의해 설정된 검지상태구간에 해당하는 센서출력 신호를 유효데이터로 판단하여 추출하는 데이터추출부를 포함하여 구비되는 것을 특징으로 하는 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 다중센서 모듈은,

상기 지자기 센서와,

상기 지자기 센서의 검지 환경에 따른 검지값 오차를 보상하는 보조 센서 및,

상기 지자기 센서의 위치 및 자세 변화를 보상하는 보정 센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 보조 센서는,

온도 센서, 습도 센서, 진동 센서 중 하나 이상의 센서를 포함하며,

상기 보정 센서는,

경사 센서, 회전 센서 중 하나 이상의 센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 센서노드에 포함되는 다중센서모듈, 센서통신 모듈A 및 전원모듈은 센서케이스 내부에 수용되어 도로의 지

하에 매설되며,

상기 센서케이스는 상부가 개방되고 내부에 수용 공간이 마련된 케이스본체와 상기 케이스본체의 상부를 개폐하는 덮개로 이루어지는 것을 특징으로 하는 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템.

청구항 5

삭제

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 신호변환부는,

상기 샘플링 주파수를 상기 센서노드부터 수신되는 센서출력 신호의 최대 대역폭의 두 배가 되도록 증폭하는 것을 특징으로 하는 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 경계값설정부는,

아래의 [수학식]과 같이, 상기 상위경계값(UL) 및 하위경계값(LL)을 상시 지자기센서가 갖는 대기상태에서의 센서출력 신호의 평균값(MV : Mean Value)을 기준으로 하여, 각각 $+3\sigma$ 및 -3σ 의 값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템.

[수학식]

$$\text{상위경계값(UL)} = \text{MV} + 3\sigma$$

$$\text{하위경계값(LL)} = \text{MV} - 3\sigma$$

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 경계값설정부는,

상기 대기상태에서의 센서출력 신호의 평균값(MV)를 아래의 [수학식]에 의해 산출하는 것을 특징으로 하는 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템.

[수학식]

$$y(1) = x(1)$$

$$y(2) = y(1)/2 + x(2)/2$$

$$y(3) = y(2)*2/3 + x(3)*1/3$$

.....

$$y(n) = y(n-1)*(n-1)/n + x(n)/n$$

$$\text{MV} = y(n)$$

$$\text{또는, } \text{MV} = (x(1) + x(2) + \dots + x(n))/n$$

(여기서, 상기 $x(n)$ 은 대기상태에서의 n 번째 센서출력 신호값, $y(n-1)$ 은 상기 MV를 산출하기 위한 $n-1$ 번째 저장된 값)

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 경계값설정부는,

상기 3σ 값을 아래의 [수학식]에 의해 산출하는 것을 특징으로 하는 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템.

[수학식]

$$z(1) = x(1) * x(1)$$

$$z(2) = z(1) + x(2) * x(2)$$

$$z(3) = z(2) + x(3) * x(3)$$

.....

$$z(n) = z(n-1) + x(n) * x(n)$$

$$\text{var}(x) = z(n)/n - y(n) * y(n) \rightarrow \text{variance}$$

$$\sigma = \text{SQRT}(\text{var}(x))$$

$$3\sigma = 3(\text{SQRT}(\text{var}(x)))$$

(여기서, 상기 x(n)은 대기상태에서의 n번째 센서출력 신호값, y(n-1)은 상기 MV를 산출하기 위한 n-1번째 저장된 값, z(n)은 상기 σ를 산출하기 위한 n번째 임의의 상수)

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 검지상태구간설정부는,

상기 N값은 4로, 상기 M값은 7로 설정(N = 4, M = 7)하여,

4개의 대기상태(I1, I2, I3, I4)와 7개의 검지상태(D1, D2, D3, D4, D5, D6 및 D7)를 갖는 4 Out 7 In FSA 방식에 따라 검지상태 또는 대기상태가 상태전이하는 알고리즘을 적용하여 검지상태구간을 설정하는 것을 특징으로 하는 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 검지상태구간설정부는,

상기 4 Out 7 In FSA 방식에 따라 검지상태 또는 대기상태가 상태전이하는 알고리즘을 적용된 아래의 [표 2]와 같은 이벤트 테이블에 의해 상기 검지상태구간을 설정하는 것을 특징으로 하는 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템. **표 2**

State	센서출력 신호 Event	
	O (Out)	I (In)
I1	I2	I1
I2	I3	I1
I3	I4	I1
I4	D7	I1

D7	D7	D6
D6	D7	D5
D5	D6	D4
D4	D5	D3
D3	D4	D2
D2	D3	D1
D1	D2	I1

(여기서, I1 내지 I4는 대기상태, D1 내지 D7은 검지상태를 의미함)

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 지자기센서에 감지된 센서출력 신호 중 상기 유효데이터의 점유시간(O_t)은, 아래의 수학적식과 같이 상기 검지상태(D1 내지 D7)에 따른 횡수에서 상기 신호변환부에 의해 신호변환된 초당 샘플링 횡수를 나눈 값으로 추출하는 것을 특징으로 하는 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템.

[수학적식]

$$\text{점유시간}(O_t) = \text{검지상태에 따른 횡수} / \text{초당 샘플링 수}$$

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 제어부는,

일정간격(G_d)으로 이격되어 설치된 센서노드(A)와 센서노드(B)의 센서출력 신호를 통해, 아래의 [수학적식]을 이용하여 상기 센서노드(A) 및 센서노드(B)를 통과하는 차량의 속도(V), 차량의 길이(L) 및 점유율(t)을 연산하는 것을 특징으로 하는 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템.

[수학적식]

$$\text{차량속도}(V) = G_d / G_n / S$$

$$\text{차량길이}(L) = V * (T_n / s - G_d)$$

$$\text{점유율}(t) = O_n / S$$

$$S = \text{Sampling rate/second}$$

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 차종인식부는,

일정간격(Gd)으로 이격되어 설치된 센서노드(A)와 센서노드(B)의 센서출력 신호에서,

LL보다 작은 극소점과 LL보다 큰 극대점 사이의 시간을 센서노드(A)는 A1, 센서노드(B)는 A2라고 할 때, 아래의 [수학식]을 이용하여 상기 센서노드(A) 및 센서노드(B)를 통과하는 차량의 축거(Ad)를 연산하는 것을 특징으로 하는 축거 및 축수 기반 차종 인식 시스템.

[수학식]

$$\text{축거(Ad)} = V * (A1+A2)/2$$

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 차종인식부는,

일정간격으로 이격되어 설치된 복수의 센서노드의 센서출력 신호가 극소값 또는 극대값을 가지는 구간의 시간을 이용하여 차량의 축수를 연산하는 것을 특징으로 하는 축거 및 축수 기반 차종 인식 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 축거 및 축수 기반 차종 인식 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 도로에 매설되는 센서노드로부터 감지된 센서출력 신호를 분석하여, 상기 도로를 소통하는 차량의 축수 및 축거를 계산하여 차량의 종류를 인식하는 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 고속도로 통행요금, 공용주차요금은 경차, 소형차 및 버스와 트럭과 같은 대형차들을 구분하여 요금을 다르게 받고 있는 상황에서 이들 차종을 구분하는 것은 매우 중요하고, 또한 차량 정체 구간에 대한 교통 정보를 분석하거나 일일 교통량을 산출하고자 할 때에도 필수적으로 수집되어야 할 것 중의 하나가 차종 정보이다.

[0003] 이와 같은 차종 정보는 차량에 부착되어 있는 차량번호판을 인식하여 얻을 수 있으나, 차량번호판은 크게 승용차, 승합차, 화물차, 특수차 등의 4가지로 구분되어 있어 상세한 차종 정보를 획득하는데 한계가 있다.

[0004] 따라서, 차량번호판으로 구분되는 4가지 차종 이외에 보다 상세한 차종에 대한 정보가 교통량 조사에 요구되며, 종래의 경우 루프센서(loop sensor)와 압전센서(piezo-electric sensor)의 조합을 통해 차종정보를 얻는 방식을 택하고 있다.

[0005] 이와 같은 종래의 차종정보 획득 방법은 감지된 차량의 축수(number of axles), 축간거리(axles distance), 앞 내민 길이(bumper 1st axle distance), 차량 길이(vehicle length)를 이용하여 차종을 분류하는데, 승용차와 2.5톤 이하의 소형트럭을 구분하기 못하는 한계점이 있다. 그 이유는 소형트럭의 차량 재원이 매우 다양하기 때문이다. 즉, 차량길이, 축간거리가 소형승용차와 유사한 재원을 갖는 소형트럭이 많아 승용차를 소형트럭으로, 또는 소형트럭을 승용차로 잘못 판단하는 경우가 자주 발생한다. 또한, 트레일러 등의 2단위 특수차량을 2대의 승용차 또는 트럭으로 차종을 잘못 판단하는 경우도 발생한다.

[0006] 한편, 차종을 판단하기 위해서 소통하는 차량을 감지하는 것이 선행되어야 한다. 이때 지자기 센서를 많이 이용하는데, 도로에 매설되어 소통하는 차량을 감지하는 지자기 센서의 경우, 상기 지자기 센서가 갖는 자기장의 감지범위에 의해 지자기 센서가 매설된 위치의 직상방에 차량이 도달하기 이전으로부터 상기 차량에 의한 자기장의 변화값을 센싱함은 물론, 상기 지자기 센서가 매설된 위치를 차량이 지난 후에도 상기 자기장의 감지범위 내에서 감지되는 자기장의 변화값을 센싱하게 된다.

[0007] 그러나 이와 같이, 차량이 지자기 센서가 매설된 위치에 도달하기 이전 상태 또는 지나간 상태에서 상기 차량에 의한 자기장의 변화값을 일부 감지하게 되므로 차량을 감지한 유효데이터에 있어서 일정 크기의 오차범위가 발생하는 문제점이 있었다.

[0008] 더욱이 이러한 오차범위로 인하여 차량이 지자기 센서의 직상방 위치를 지나가기 시작한 시점 및 통과 완료한 시점이 불분명함은 물론, 상기 지자기 센서를 통과하고 있는 점유시간에 대한 정확한 유효데이터 추출이 제한되는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 도로에 매설되는 센서노드로부터 감지된 센서출력 신호를 분석하여, 상기 도로를 소통하는 차량의 축수 및 축거를 계산하여 차량의 종류를 인식하는 시스템을 제공하는 데 그 목적이 있다.

[0010] 또한, 본 발명은 주변의 전자기적인 영향에 의해 순간적으로 도약하는 형태의 펄스(Pulse) 신호 등의 잡음신호가 센서에 의해 감지되더라도 정상적인 유효데이터를 추출할 수 있도록 분석 가능한 센서출력 분석 시스템을 통하여 더 정확한 축거 및 축수 기반 차종 인식 시스템을 제공하는 데 또 다른 목적이 있다.

[0011] 또한, 본 발명은 소통하는 차량을 감지하기 위한 지자기 센서와 같이 감지범위를 갖는 센서의 경우, 감지대상을 미리 감지한 감지데이터 또는 감지시점이 지난 후에 감지된 감지데이터가 포함된 센서출력 신호 중 유효한 데이터만을 추출할 수 있는 분석 가능한 센서출력 분석 시스템을 통하여 더 정확한 축거 및 축수 기반 차종 인식 시스템을 제공하는 데 또 다른 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 축거 및 축수 기반 차종 인식 시스템은, 차량을 감지하는 지자기 센서를 포함하는 다중센서 모듈과, 상기 다중센서 모듈을 통해 감지된 상기 차량에 대한 센서출력 신호를 전송하는 센서통신 모듈A를 포함하는 센서노드; 상기 센서출력 신호를 수신하는 센서통신 모듈B와, N 개의 대기상태(I1 내지 IN)와 M 개의 검지상태(D1 내지 DM)를 갖는 N Out M In FSA(Finite State Agent) 방식에 따라 상기 센서출력 신호 중 상기 차량에 대한 유효데이터를 추출하는 제어부 및, 상기 유효데이터를 전송하는 복합무선통신 모듈을 포함하는 게이트웨이; 및 상기 유효데이터를 수신하는 무선통신 모듈과, 상기 유효데이터를 기초로 축거와 축수를 연산하여 차종을 인식하는 차종인식부를 포함하는 메인서버;를 포함한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 따른 축거 및 축수 기반 차종 인식 시스템에 의하면,

[0014] 첫째, 차종을 구분할 수 있어 차량 정체 구간에 대한 교통 정보를 분석하거나 일일 교통량을 산출할 때 정확한 교통 정보를 제공할 수 있다.

[0015] 둘째, 차량 정체 구간에서 차량 간격이 1m 이내일 경우에도 축거 및 축수 기반 차종 인식 시스템을 통하여 차량 대수를 파악할 수 있다.

[0016] 셋째, 차종을 구분할 수 있어 고속도로 통행요금 및 공용주차요금 등 차종별로 요금을 구별하여 받을 수 있어 차량 요금 관련 시스템의 효율이 높아진다.

[0017] 넷째, 일일 교통량에 대해서 정확한 교통 정보를 제공할 수 있어 교통 정보에 대한 신뢰감이 높아진다.

[0018] 다섯째, 차량을 검지할 때에 주변의 전자기적인 영향에 의해 순간적으로 도약하는 형태의 펄스(Pulse) 신호 등의 잡음신호가 센서에 의해 감지되더라도 정상적인 유효데이터를 추출할 수 있어 차종 분석의 정확도를 높여준다.

[0019] 여섯째, 비정기적으로 불특정기간에 발생하는 센서출력 신호에서 유효데이터가 어느 시점에서 시작하여 어느 시점에서 종료되는 지를 명확하게 추출할 수 있어 차량의 축수 및 축거를 인식할 때 정확도가 높아진다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 축거 및 축수 기반 차종 인식 시스템의 구성을 나타낸 블럭도이고, 도 2는 본 발명에 따른 축거 및 축수 기반 차종 인식 시스템을 구성하는 센서노드의 개략적인 구성을 보여주는 구성도이고,

- 도 3은 본 발명에 따른 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템을 구성하는 지자기 센서의 동작원리를 도시한 것이고,
- 도 4는 본 발명에 따른 센서노드를 구성하는 지자기 센서 중 AMR 센서의 검지영역을 나타낸 개념도이고,
- 도 5 및 도 6은 각각 본 발명에 따른 센서노드가 설치된 센서케이스의 개략적인 사시도 및 분해사시도이고,
- 도 7은 본 발명에 따른 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템을 구성하는 게이트웨이의 개략적인 구성을 보여주는 블록도이고,
- 도 8은 본 발명에 따른 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템을 구성하는 메인서버의 기능 블록도이고,
- 도 9는 본 발명에 따른 최적의 검지상태구간을 설정하기 위한 N Out M In FSA(Finite State Agent) 방식을 적용된 예를 도시한 것이고,
- 도 10은 본 발명에 따른 게이트웨이의 제어부의 각 기능을 설명하기 위해 정현파 형태로 입력되는 센서출력 신호의 그래프를 도시한 것이고,
- 도 11은 본 발명에 따른 게이트웨이로 입력되는 두 개의 센서노드로부터 입력된 센서출력 신호의 그래프를 도시한 것이고,
- 도 12는 본 발명에 따른 게이트웨이로 입력되는 두 개의 센서노드로부터 입력된 센서출력 신호의 그래프에서 필요한 시간 구간을 표시한 것이고,
- 도 13은 측거 연산 결과를 바탕으로 차종을 인식하는 흐름도이고,
- 도 14는 한국 건설 기술 연구원에서 11종으로 차량을 분류하는 표이고,
- 도 15는 이격되어 설치된 복수의 센서노드의 센서출력 신호의 그래프를 도시한 것이고,
- 도 16과 도 17은 센서출력 신호의 결과를 이용하여 측수를 파악하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [0022] 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.
- [0023] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템의 구성을 나타낸 블록도로, 도시된 바와 같이 센서노드(110), 게이트웨이(120) 및 메인서버(130)를 포함하여 구비된다.
- [0024] 도로면에 매설된 센서노드(110)에서 도로 상면을 통과하는 차량을 감지하여 인식하면 자기장의 변화에 따른 출력전압의 변화량이 정현파 형태의 아날로그 센서출력 신호로 출력되어 상기 게이트웨이(120)로 전송되고, 게이트웨이(120)에서는 수신된 센서출력 신호를 신호변환(ADC)한 후 유효데이터를 추출하여 메인서버(130)로 전송한다. 이때, 센서노드(110)와 게이트웨이(120) 간의 정보 전송에는 근거리 무선통신망이 사용될 수 있으며, 게이트웨이(120)와 메인서버(130) 간의 정보 전송에는 광대역 무선통신망이 사용될 수 있다.
- [0025] 또한, 상기 메인서버(130)는, 복수 개의 센서노드(110)로부터 수신된 센서출력 신호 또는 유효데이터를 기초로 하여 측거와 측수를 연산하여 차종을 인식한다. 상기 차종에 관한 정보를 가공하여 화면상에 출력하는 출력부를 포함할 수도 있다.
- [0026] 상기 센서노드(110)는 도 2에 도시된 바와 같이, 도로 상면을 통과하는 차량을 감지하는 지자기 센서를 포함하는 다중센서 모듈(111)과, 상기 다중센서 모듈(111)을 통해 상기 차량에 대한 센서출력 신호를 전송하는 센서통신 모듈A(112)과, 전원모듈(113) 및 센서케이스(114)를 포함한다.
- [0027] 상기 다중센서 모듈(111)은 차량을 인식할 수 있는 센서들을 포함하며, 대표적으로 지자기 센서가 사용될 수 있다. 차량이 도로에 정차하거나 도로를 통과하면 땅에서 올라오는 자기장의 방향이 바뀌는데, 이러한 지구의 자

기장을 지자기(地磁氣) 센서로 감지하여 차량을 인식할 수 있다.

- [0028] 도 3은 본 발명에 따른 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템을 구성하는 지자기 센서의 동작원리를 도시한 것으로, VCC는 전원 (전압), R1, R2는 각각 저항, GND는 그라운드, V_OUT은 출력 전압을 나타낸다. 상기 도 3을 참조하면, VCC에 전원을 인가하면 R1, R2의 저항값에 의해 VCC 전압이 분배되어 V_OUT(일정한 값)으로 출력되는데, R1은 지자기의 영향을 적게 받는 저항이고(저항값이 적게 변함), R2가 자기장의 영향에 따라 저항값이 바뀌는 성질이 있으면(저항값이 많이 변함) 출력전압(V_OUT)이 바뀌게 된다. 따라서, 차량이 지자기 센서 위를 지나가면 상기 지자기 센서는 자기장의 변화에 따른 출력전압의 변화로 상기 차량을 인식하는 것이다.
- [0029] 상기 센서노드(110)는, 다중센서 모듈(111)의 지자기 센서를 통해 감지된 상기와 같은 출력전압의 변화에 따른 아날로그 형태의 센서출력 신호를 센서통신 모듈A(112)를 통해 게이트웨이(120)의 센서통신 모듈B(122)로 전송한다.
- [0030] 지자기 센서는 종류에 따라서 검지 영역 범위(gauss)가 다양한데, 차량 인식에는 이방성 자기저항 센서(AMR : Anisotropic Magnetoresistive, 이하 "AMR 센서")를 사용할 수 있다. 일반적으로 지구에서 발생하는 지자기 범위를 검지 영역에 포함하는 지자기 센서는, Squid, Fiber-Optic, Optically Pumped, Nuclear Precession, Search-Coil, Anisotropic Magnetoresistive(AMR), Flux-Gate 등이 있다. 지구 자기장(Earth's Field)의 범위 뿐만 아니라, 차량이 지나가면서 변할 수 있는 범위의 지자기까지 검지할 수 있는 지자기 센서 중, 경제성을 고려할 때 본 발명에서는 AMR(Anisotropic Magnetoresistive) 센서를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0031] 또한, 상기 다중센서모듈(111)은 지자기 센서와 상기 지자기 센서의 자세를 보정하는 보정 센서, 검지 조건에 따라서 지자기 센서의 검지값을 보정하는 보조 센서를 포함할 수 있다.
- [0032] 도 4는 본 발명에 따른 센서노드를 구성하는 지자기 센서 중 AMR 센서의 검지영역을 나타낸 개념도로, 차량이 통과하기 전에는 AMR 센서의 검지값이 일정 수준을 유지하는 초기화 상태이다.
- [0033] 이러한 초기화 상태는 AMR 센서가 매설된 위치로부터 반경 1.5m 이내의 영역 내에 차량이 없는 경우에 지속되며, 상기 영역 내에 차량이 존재하는 경우에 AMR 센서는 지자기 변화를 측정하는 검지 상태로 전환되어, 차량이 AMR 센서 매설 위치를 통과하기 0.5m 전부터 AMR 센서를 통과한 후 약 0.3m까지의 영역에서 지자기 변화를 측정할 수 있다. 이때, 차량의 재질, 차량의 크기, 차체의 높이 및 차체 금속의 양 등에 따라 검지 거리가 달라지므로 상기한 차량 인식 반경이 모든 차량에 일률적으로 적용되는 것은 아니다. 이처럼, 차량이 지자기 변화량 측정 영역을 벗어나게 되면, AMR 센서는 휴면 상태가 되고, 다음 차량이 통과하기 전까지 초기화 상태를 유지하다가 검지 및 휴면 상태를 반복한다.
- [0034] 상기 AMR 센서 등의 지자기 센서로 차량의 존재, 진행방향, 크기를 식별할 수 있으나, 지자기 변화의 검지는 온도와 습도, 진동에 영향받으므로, 실제 검지 환경이 검지 기준 온도, 습도와 다르거나 진동이 있는 경우, 이를 보상함으로써 지자기 센서의 검지값을 보정하는 보조 센서인 온도 센서와 습도 센서, 진동 센서가 센서 모듈에 포함되는 것이 바람직하다.
- [0035] 또한, 지자기 센서를 포함한 다중센서모듈(111)이 지하에 매설되는 경우, 상기 다중센서모듈(111)에 경사나 회전이 발생할 수 있으며, 상기 지자기 센서의 위치 및 자세 변화로 인한 지자기 변화 검지값의 이상을 방지하기 위하여, 위치 및 자세 변화를 보상하기 위한 보정 센서가 상기 다중센서모듈(111)에 포함되는 것이 바람직하다.
- [0036] 이처럼, 3축 AMR 센서, 보조 센서, 보정 센서를 포함하는 다중센서모듈(111)에서 검지된 결과값은 센서통신 모듈A(112)를 통하여 게이트웨이(120)로 전송된다.
- [0037] 한편, 도 5 및 도 6은 각각 본 발명에 따른 센서노드가 설치된 센서케이스의 개략적인 사시도 및 분해사시도로, 상기 센서노드(110)의 센서통신 모듈A(112)는 매립형 안테나로, 다중센서모듈(111), 전원 모듈과 함께 센서케이스(114)에 설치된다.
- [0038] 상기 센서케이스(114)는 상술한 바와 같이 다중센서모듈(111), 센서통신 모듈(112) 및 전원 모듈을 내부에 수용하며, 노상 하면에 매설된다. 또한, 도시된 바와 같이 상부가 개방되고 내부에 수용 공간이 마련된 센서케이스 본체(115)와 상기 센서케이스 본체(115)의 상부를 개폐하는 센서케이스 덮개(116)를 포함한다.
- [0039] 상기 센서케이스(114)는 노상 하면에 매설되므로, 상기 전원 모듈로 배터리를 사용하며, 부피가 큰 전원 모듈은 상기 센서케이스 본체(115)의 수용 공간에 배치되는 것이 바람직하고, 상기 다중센서모듈(111)과 센서통신 모듈(112)은 상기 센서케이스 덮개(116) 하면에 배치되도록 하는 것이 바람직하다.

- [0040] 또한, 상기 센서케이스 덮개(116)의 상면에는 상기 지자기 센서에서 차량의 진행방향을 감지할 수 있도록, 차량 진행의 정방향 또는 역방향을 기준으로 하여 센서케이스가 매설되도록 방향 표시를 하는 것이 바람직하다.
- [0041] 예를 들면, 도 5에는 덮개 상면에 화살표가 차량 진행의 정방향을 가리키도록 표시되어 있는데, 상기 화살표 방향에 맞추어 상기 지자기 센서의 Y축 (진행 방향 감지 축)이 위치하도록 상기 다중센서모듈(111)을 배치한다.
- [0042] 이때, 상술한 바와 같이, 상기 센서케이스(114) 매설 후에 경사 또는 회전이 발생하는 등 최초 매설 자세 및 위치에서 벗어나는 경우에는 지자기 센서에서 감지한 결과값이 정확하지 않을 수 있으므로, 경사 센서, 회전 센서와 같은 보정 센서가 상기 다중센서모듈(111)에 포함되는 것이 바람직하다.
- [0043] 한편, 도 7은 본 발명에 따른 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템을 구성하는 게이트웨이의 개략적인 구성을 보여주는 블럭도로, 상기 게이트웨이(120)는, 상기 센서통신 모듈A(112)로부터 전송된 센서출력 신호를 수신하는 센서통신 모듈B(122)와 N 개의 대기상태(I1 내지 IN)와 M 개의 검지상태(D1 내지 DM)를 갖는 N Out M In FSA(Finite State Agent) 방식에 따라 상기 센서출력 신호 중 상기 차량에 대한 유효데이터를 추출하는 제어부(123) 및 상기 유효데이터를 전송하는 복합무선통신 모듈(121)을 포함하여 구비된다.
- [0044] 상기 게이트웨이(120)의 센서통신 모듈B(122)는 상기 다중센서모듈(111)이 포함된 센서노드(110)의 센서통신 모듈A(112)로부터 근거리 무선통신망을 이용하여 지자기 변화의 검지값인 상기 센서출력 신호를 수신한다.
- [0045] 상기 게이트웨이(120)의 센서통신 모듈A(112)와 상기 센서노드(110)의 센서통신 모듈B(122) 사이의 통신에는 단거리 지그비(ZigBee) 통신이 사용될 수 있으며, 상기 게이트웨이(120)는 인접한 여러 개의 센서노드(110)와 통신할 수 있는 위치에 설치되는 것이 바람직하다.
- [0046] 상기 게이트웨이(120)의 복합무선통신 모듈(121)은 메인서버(130)와 광대역 무역 통신을 이용하여 데이터를 송·수신함으로써 종류가 다른 네트워크 간의 통로 역할을 한다.
- [0047] 한편, 상기 게이트웨이(120)의 제어부(123)는, 도 7에 도시된 바와 같이, 신호변환부(124), 경계설정부(125), 검지상태구간설정부(126) 및 데이터추출부(127)를 포함할 수 있다.
- [0048] 먼저, 상기 신호변환부(124)는, 센서노드(110)의 센서통신 모듈A(112)에서 전송되어, 상기 센서통신 모듈B(122)에 수신된 센서출력 신호를 미리 설정된 샘플링 주파수의 크기로 샘플링(Sampling)하여 신호변환(Analog to Digital Conversion)한다.
- [0049] 여기서, 상기 신호변환부(124)는, 상기 샘플링 주파수를 상기 센서노드(110)로부터 수신되는 센서출력 신호의 최대 대역폭의 두 배가 되도록 증폭하는 것이 바람직하는데, 이는 상기 센서통신 모듈B(122)에 수신된 아날로그 형태의 센서출력 신호를 안정적으로 샘플링하여 완전하게 재생하기 위함이다.
- [0050] 즉, 상기 신호변환부(124)는, 상기 센서통신 모듈B(122)에서 수신된 센서출력 신호가, 8Hz일 경우에는 16Hz 이상으로, 16Hz일 경우에는 32Hz 이상으로, 32Hz일 경우에는 64Hz 이상으로, 64Hz일 경우에는 128Hz 이상으로, 128Hz일 경우에는 256Hz 이상으로, 256Hz일 경우에는 512Hz 이상으로, 512Hz일 경우에는 1048Hz 이상으로, 1048Hz일 경우에는 2096Hz 이상으로 증폭하는 기능을 수행하는 것이다.
- [0051] 한편, 도 10은 본 발명에 따른 게이트웨이의 제어부의 각 기능을 설명하기 위해 정현파 형태로 입력되는 센서출력 신호의 그래프를 도시한 것으로, 상기 경계값설정부(125)는 도 10에 도시된 바와 같이, 상기 센서출력 신호의 상위경계값(Upper Limit:UL)과 하위경계값(Lower Limit:LL)을 설정하여, 상기 상위경계값(UL)과 하위경계값(LL)을 기준으로 샘플링된 센서출력 신호를 Out 신호 이벤트와 In 신호 이벤트로 구분한다.
- [0052] 여기서, 상기 Out 신호 이벤트는 상기 상위경계값(UL) 및 하위경계값(LL)을 벗어난 샘플링된 센서출력 신호, In 신호 이벤트는 상기 상위경계값(UL)과 하위경계값(LL)에 포함된 샘플링된 센서출력 신호를 의미한다.
- [0053] 즉, 도 10을 참조하여 센서출력 신호의 파형의 각 샘플링주파수(S1 내지 S35)를 상기 상위경계값(UL) 및 하위경계값(LL)을 기준으로 Out 신호 이벤트와 In 신호 이벤트를 구분하여 보면, S1 내지 S7은 MV와 LL의 사이에 위치하므로 In 신호 이벤트, S8 내지 S14는 LL을 벗어나 위치하므로 Out 신호 이벤트, S15, S18 내지 S20은 In 신호 이벤트, S16 및 S17은 Out 신호 이벤트, S21 내지 S25는 Out 신호 이벤트이며, S20 내지 S35는 In 신호 이벤트에 해당한다.
- [0054] 또한, 상기 경계값설정부(125)는, 아래의 [수학식]과 같이, 상기 상위경계값(UL) 및 하위경계값(LL)을 상시 센서가 갖는 대기상태에서의 센서출력 신호의 평균값(MV : Mean Value)을 기준으로 하되, 유효데이터를 산출하기 위해 연산되는 처리속도 및 처리시간의 효율성을 고려하여 각각 $+3\sigma$ 및 -3σ 의 값으로 설정하는 것이 바람직하다

다.

- [0055] [수학식]
- [0056] 상위경계값(UL) = $MV + 3\sigma$
- [0057] 하위경계값(LL) = $MV - 3\sigma$

- [0058] 이때, 상기 경계값설정부(125)는, 상기 대기상태에서의 센서출력 신호의 평균값(MV)를 아래의 [수학식]에 의해 산출할 수 있다.
- [0059] [수학식]
- [0060] $y(1) = x(1)$
- [0061] $y(2) = y(1)/2 + x(2)/2$
- [0062] $y(3) = y(2)*2/3 + x(3)*1/3$
- [0063] ...
- [0064] $y(n) = y(n-1)*(n-1)/n + x(n)/n$
- [0065] $MV = y(n)$
- [0066] (여기서, 상기 $x(n)$ 은 대기상태에서의 n 번째 센서출력 신호값, $y(n-1)$ 은 상기 MV를 산출하기 위한 $n-1$ 번째 저장된 값)

- [0067] 따라서, 바로 직전에 저장된 $y(n-1)$ 값과 n 번째 센서출력 신호값 $x(n)$ 만으로도 MV를 계산할 수 있다. 즉, $MV = (x(1) + x(2) + \dots + x(n))/n$
- [0068] 또한, 상기 경계값설정부(125)는, 상기 3σ 값을 아래의 [수학식]에 의해 산출할 수 있다.
- [0069] [수학식]
- [0070] $z(1) = x(1)*x(1)$
- [0071] $z(2) = z(1) + x(2)*x(2)$
- [0072] $z(3) = z(2) + x(3)*x(3)$
- [0073] ...
- [0074] $z(n) = z(n-1) + x(n)*x(n)$
- [0075] $\text{var}(x) = z(n)/n - y(n)*y(n) \rightarrow \text{variance}$
- [0076] $\sigma = \text{SQRT}(\text{var}(x))$
- [0077] $3\sigma = 3(\text{SQRT}(\text{var}(x)))$
- [0078] (여기서, 상기 $x(n)$ 은 대기상태에서의 n 번째 센서출력 신호값, $y(n)$ 은 상기 MV를 산출하기 위한 n 번째 임의의 상수, $z(n)$ 은 상기 σ 를 산출하기 위한 n 번째 임의의 상수)

- [0079] 따라서, 바로 직전에 저장된 $z(n-1)$ 값과 n 번째 센서출력 신호값 $x(n)$ 만으로도 상기 상위경계값(UL) 및 하위경계값(LL) 위치의 기준치인 3σ 를 계산할 수 있는 것이다.
- [0080] 여기서, 본 발명의 경계값설정부(125)는, 상기 상위경계값(UL) 및 하위경계값(LL)의 위치를 결정하기 위한 표준편차는 $\pm 3\sigma$ 인 것으로 설명하였으나, 이에 국한되는 것은 아니며, $\pm 3\sigma$ 이하의 표준편차 즉, $\pm 1\sigma$ 또는 $\pm 2\sigma$ 로도 설정할 수 있다.
- [0081] 그러나, Gaussian 백색잡음의 경우 표준편차 $\pm 1\sigma$ 과 $\pm 2\sigma$ 의 오류발생율은 각각 68.3%와 95.4%로서 연산 처리

속도 및 처리속도는 증대될 수 있겠으나 정확한 유효데이터를 추출하기에 제한이 된다.

- [0082] 또한, $\pm 3\sigma$ 이상의 표준 편차, 즉 $\pm 6\sigma$ 로도 설정할 수 있다. 그러나, 상기 $\pm 6\sigma$ 의 경우에는 오류발생율이 99.9997%로 신뢰도있는 정확한 유효데이터를 추출할 수는 있겠으나 상기 센서출력 신호로부터 유효데이터를 추출하기 위해 연산되는 위한 과정이 복잡하여 연산 처리속도 및 처리시간이 과도해지는 문제점이 있다.
- [0083] 따라서, 본 발명의 경계값설정부(125)에서의 상위경계값(UL) 및 하위경계값(LL)의 위치를 결정하기 위한 표준편차는, 상기 제어부(123)의 연산 처리속도 및 처리시간을 고려하여 적정범위 내에서 설정되는 것이 바람직하다.
- [0084] 상기 검지상태구간설정부(126)는, N 개의 대기상태(I1 내지 IN)와 M 개의 검지상태(D1 내지 DM)를 갖는 N Out M In FSA(Finite State Agent) 방식에 따라, 제1대기상태(I1)에서 N개의 Out 신호가 연속적으로 발생하면 검지상태로 상태전이하하며, 제M검지상태(DM)에서 M개의 In 신호가 연속적으로 발생하면 대기상태로 상태전이하는 알고리즘을 적용하되, 상기 N값과 M값의 크기를 지정하여 검지상태구간을 설정한다.
- [0085] 여기서, 상기 N과 M은 검지상태구간을 설정하기 위해 FSA 방식에 적용되는 임의의 상수로서, 각각 대기상태의 개수와 검지상태의 개수를 의미한다.
- [0086] 상기 대기상태의 개수인 N 및 검지상태의 개수 M은 본 발명에 따른 측정 및 측수 기반 차종 인식 시스템의 오류 발생율, 연산 처리속도 및 처리시간을 고려하여 적정범위 내에서 설정되는 것이 바람직하다.
- [0087] 여기서, 상기 상위경계값(UL) 및 하위경계값(LL)이 $\pm 3\sigma$ (99.7%)로 설정된 환경에서 상기 N이 1일 경우, 상기 센서출력 신호에 대한 검지 오류가 발생할 확률 R은 상기 $\pm 3\sigma$ 가 갖는 오류발생률이 0.3%이므로 $0.003(1-0.997)$ 이며, 상기 N이 2일 경우 상기 검지 오류가 두 번 연속으로 발생할 확률은 $R * R = (0.003)^{**2}$ 이다.
- [0088] 또한, 상기 N이 3일 경우 상기 검지 오류가 세 번 연속으로 발생할 확률은 $R^{**3} = (0.003)^{**3}$ 이며, 상기 N이 4일 경우 상기 검지 오류가 네 번 연속으로 발생할 확률은 $R^{**4} = (0.003)^{**4}$ 이다.
- [0089] 즉, N이 n일 경우, 상기 검지 오류가 연속으로 발생할 확률은 $R^{**n} = (0.003)^{**n}$ 인 것이다.
- [0090] 또한, 상기 M이 7일 경우, 상기 센서출력 신호값이 상위경계값(UL)과 하위경계값(LL)의 사이에 위치할 확률은 $0.5^{**7} = 2.5 * 10^{**(-6)}$ 이다. 따라서, 상기 제어부(123)가 상기 검지오류로 인하여 조기에 센서출력 신호가 끝났다고 판단하는 경우는 매우 희박하다고 할 수 있으므로 상기 센서출력 신호의 주기를 정확하게 측정할 수 있는 것이다.
- [0091] 상술한 바와 같이 상기 N 및 M이 증대될 경우에는 검지 오류가 발생할 확률이 감소하나 연산이 복잡하여 본 발명의 측정 및 측수 기반 차종 인식 시스템에서 연산 처리하는데 소요되는 처리시간이 길어지게 되며, 상기 N 및 M이 감소될 경우에는 상기 센서출력 신호에 대한 검지 오류 발생률이 증가되어 결과값에 대한 신뢰성이 낮아질 수 있다. 따라서, 상기 대기상태의 개수인 N 및 검지상태의 개수 M은 상기 검지 오류 발생율, 시스템의 연산 처리속도 및 처리시간을 고려하여 적정범위 내에서 설정되는 것이 바람직하다.
- [0092] 여기서, 상기 검지상태구간설정부(126)는, 상기 4 Out 7 In FSA 방식에 따라 검지상태 또는 대기상태가 상태전이하는 알고리즘을 적용된 아래의 [표 1]과 같은 센서출력 신호의 이벤트 테이블에 의해 상기 검지상태구간을 설정할 수 있다.

표 1

[0093]

State	센서출력 신호 Event	
	0 (Out)	1 (In)
I1	I2	I1
I2	I3	I1
I3	I4	I1

I4	D7	I1
D7	D7	D6
D6	D7	D5
D5	D6	D4
D4	D5	D3
D3	D4	D2
D2	D3	D1
D1	D2	I1

[0094] (여기서, I1 내지 I4는 대기상태, D1 내지 D7은 검지상태를 의미함)

[0095] 도 9는 본 발명에 따른 최적의 검지상태구간을 설정하기 위한 N Out M In FSA(Finite State Agent) 방식을 적용된 예를 도시한 것으로, 상기 도 9, 도 10 및 상기 [표 1]을 참조하면, 최초 상태인 대기상태(I1)에서 시작하여, 센서출력 신호의 첫번째 신호값인 S1이 입력되면, 상기 S1 내지 S7의 센서출력 신호 이벤트는 모두 I(In)에 해당하므로 상기 대기상태(I1)에 머물게 된다.

[0096] 또한, S8의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 O(Out)에 해당하므로 상기 대기상태(I1)에서 대기상태(I2)로 이동하며, S9의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 O(Out)에 해당하므로 상기 대기상태(I2)에서 대기상태(I3)로 이동, S10의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 O(Out)에 해당하므로 상기 대기상태(I3)에서 대기상태(I4)로 이동한다.

[0097] S11의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 O(Out)에 해당하므로 상기 대기상태(I4)에서 상태전이하여 검지상태(D7)로 이동하게 된다.

[0098] S12 및 S14의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 모두 O(Out)에 해당하므로 상기 검지상태(D7)에 머물게 된다.

[0099] S15의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 I(In)에 해당하므로 상기 검지상태(D7)에서 검지상태(D6)로 이동, S16의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 O(Out)에 해당하므로 상기 검지상태(D6)에서 검지상태(D7)로 이동, S17의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 O(Out)에 해당하므로 상기 검지상태(D7)에서 머물게 된다.

[0100] S18의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 I(In)에 해당하므로 상기 검지상태(D7)에서 검지상태(D6)로 이동, S19의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 I(In)에 해당하므로 상기 검지상태(D6)에서 검지상태(D5)로 이동, S20의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 I(In)에 해당하므로 상기 검지상태(D5)에서 검지상태(D4)로 이동한다.

[0101] S21의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 O(Out)에 해당하므로 상기 검지상태(D4)에서 검지상태(D5)로 이동, S22의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 O(Out)에 해당하므로 상기 검지상태(D5)에서 검지상태(D6)로 이동, S23의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 O(Out)에 해당하므로 상기 검지상태(D6)에서 검지상태(D7)로 이동, S24 및 S25의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 O(Out)에 해당하므로 모두 상기 검지상태(D7)에서 머물게 된다.

- [0102] S26의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 I(In)에 해당하므로 상기 검지상태(D7)에서 검지상태(D6)로 이동, S27의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 I(In)에 해당하므로 상기 검지상태(D6)에서 검지상태(D5)로 이동, S28의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 I(In)에 해당하므로 상기 검지상태(D5)에서 검지상태(D4)로 이동, S29의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 I(In)에 해당하므로 상기 검지상태(D4)에서 검지상태(D3)로 이동, S30의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 I(In)에 해당하므로 상기 검지상태(D3)에서 검지상태(D2)로 이동, S31의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 I(In)에 해당하므로 상기 검지상태(D2)에서 검지상태(D1)로 이동하며, S32의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 I(In)에 해당하므로 상기 검지상태(D1)에서 상태전이하여 대기상태(I1)으로 이동하게 된다.
- [0103] 이후, S32 내지 S35의 신호값의 센서출력 신호 이벤트는 모두 I(In)에 해당하므로 상기 대기상태(I1)에서 머물게 된다.
- [0104] 상기와 같이, 대기상태에서 검지상태로 상태가 전이되는 순간은 S11의 신호값의 센서출력 신호가 입력되는 순간이며, 상기 검지상태에서 대기상태로 상태가 전이되는 순간은 S32가 입력되는 순간이다.
- [0105] 따라서, 입력된 센서출력 신호 중 검지상태 구간(Detection States)에 해당하는 센서출력 신호는 S11 내지 S31의 신호값의 센서출력 신호이다.
- [0106] 즉, 상기 입력된 센서출력 신호 중 유효데이터는 상기 검지상태 구간에 포함되는 신호들로서, 유효데이터의 시작은 S11의 신호값의 센서출력 신호이며, 유효데이터의 끝은 S31의 신호값의 센서출력 신호인 것이다.
- [0107] 이에 따라, 상기 제어부(123)의 데이터추출부(127)는, 상기 샘플링된 센서출력 신호 중 상기 검지상태구간설정부(126)에 의해 설정된 검지상태구간에 해당하는 센서출력 신호를 유효데이터로 판단하여 추출하며, 추출한 데이터를 메모리(128)로 전송하여 저장한다. 또한, 센서가 갖는 대기상태에서의 센서출력 신호의 평균값(MV : Mean Value)을 연산하며, 상기 평균값(MV)에 따른 각 표준편차별 각 위치를 지정한다.
- [0108] 또한, 상기 입력된 센서출력 신호의 샘플링 주파수가 128Hz(초당 샘플링 횟수 128회)일 경우, 상기 유효데이터의 점유시간(O_t)은 상기 검지상태 구간에 머문 횟수를 초당 샘플링 횟수(초)로 나눈 값으로 계산할 수 있는데, 상술한 바와 같이, 상기 센서출력 신호가 검지상태 구간에 머문 횟수는 S11 내지 S31까지 24회이므로, 점유시간(O_t)= 24 / 128 = 0.1875 초인 것이다.
- [0109] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 측정 및 측정 기반 차종 인식 시스템은 비정기적으로 불특정기간에 발생하는 센서출력 신호에서 유효데이터가 어느 시점에서 시작하여 어느 시점에서 종료되는 지를 명확하게 추출할 수 있어 정확한 측정 및 측수를 연산할 수 있다.
- [0110] 한편, 상기 게이트웨이(120)의 메모리(128)는, 상기 센서통신 모듈B(122)에 수신된 센서출력 신호, 신호변환부(124)에 미리 설정된 샘플링 주파수의 크기 즉, 입력된 센서출력 신호에 대응하여 증폭시키기 위한 샘플링 주파수의 크기에 대한 데이터가 저장된다.
- [0111] 또한, 상기 메모리(128)는, 상기 센서가 갖는 대기상태에서의 센서출력 신호의 평균값(MV) 및 상기 평균값(MV)에 따른 각 표준편차별(1σ , 2σ , 3σ 및 6σ) 상기 상위경계값(UL) 및 하위경계값(LL)의 위치에 대한 데이터를 저장한다.
- [0112] 더불어, 상기 검지상태구간설정부(126)에 적용되는 N Out M In FSA(Finite State Agent) 방식에 대한 알고리즘 및, 상기 대기상태의 개수 N과 검지상태의 개수 M의 설정된 값에 따라 검지상태구간에 설정되기 위한 위치 데이터를 저장한다.
- [0113] 이와 같이, 본 발명에 따른 게이트웨이(120)는 상술한 N Out M In FSA(Finite State Agent) 방식에 대한 알고리즘을 통해 상기 센서노드(110)에서 차량을 감지한 전체 데이터 중 차량을 인식하기 위한 최적의 데이터를 추출할 수 있는 것이다.
- [0114] 따라서, 본 발명에 따른 측정 및 측정 기반 차종 인식 시스템에서는, 센서노드(110)에서 차량을 감지한 전체 데이터가 전송되는 것이 아니며, 센서노드(110)에서 차량을 감지한 전체 데이터 중 게이트웨이(120)를 통해 유효데이터로 추출한 정보만이 메인서버(130)로 전송되며, 이를 이용하여 측정 및 측수를 알기 위한 연산이 이루어지므로 전력소비를 최소화할 수 있다.
- [0115] 즉, 본 발명에 따른 측정 및 측정 기반 차종 인식 시스템은, 게이트웨이(120)에서 추출된 유효데이터 즉, 차량을 검지하기 위한 최소분량의 데이터(Minimum Communication)만이 송수신 처리됨과 동시에, N Out M In FSA(Finite State Agent) 방식에 대한 알고리즘을 통해 합리적인 Active Sleep 제어함으로써, 시스템 전체에

소비되는 전력을 최소화(Minimum Power Consumption)할 수 있는 것이다.

[0116] 한편, 도 8은 본 발명에 따른 측거 및 측수 기반 차종 인식 시스템을 구성하는 메인서버의 기능 블록도로, 상기 메인서버(130)는, 게이트웨이(120)에서 추출한 유효데이터를 수신하는 무선통신 모듈(131)과, 상기 유효데이터를 기초로 측거와 측수를 연산하여 차종을 인식하는 차종인식부(132)를 포함하여 구비된다.

[0117] 상기 차종인식부(132)를 설명하기 이전에, 측거 및 측수를 연산하기 위하여 차량속도, 차량길이, 차량점유율 등을 구하는 방식을 먼저 설명하기로 한다.

[0118] 도 11은 본 발명에 따른 게이트웨이로 입력되는 두 개의 센서노드로부터 입력된 센서출력 신호의 그래프를 도시한 것으로, 일정간격(Gd)로 이격된 센서노드(A) 및 센서노드(B)에서 감지된 센서출력 신호의 파형을 나타낸 그래프이다. 도면부호 Tn는 센서노드(A)에서 감지되기 시작한 시점부터 센서노드(B)에서 마지막으로 감지된 시점까지 소요되는 시간, On는 각 센서노드(A,B)에서 차량이 감지된 소요시간 즉, 차량점유시간을 의미한다.

[0119] 또한, Gn는 센서노드(A)에서 감지되기 시작한 시점부터 센서노드(B)에서 감지되기 시작한 시점까지의 소요시간을 의미한다.

[0120] 여기서, 상기 센서노드(A)와 센서노드(B)는 감지된 센서출력 신호를 근접한 하나의 게이트웨이(120)로 전송할 수 있으며, 상기 게이트웨이(120)는 도 10과 같은 두 개의 센서출력 신호의 파형을 획득할 수 있다.

[0121] 먼저, 상기 센서노드(A) 및 센서노드(B)를 통과하는 차량의 속도(V), 차량의 길이(L) 및 점유율(t)은 아래의 [수학식]에 의해 연산될 수 있다.

[0122] [수학식]

[0123]
$$\text{차량속도}(V) = Gd/Gn/S$$

[0124]
$$\text{차량길이}(L) = V*(Tn/s - Gd)$$

[0125]
$$\text{점유율}(t) = On/S$$

[0126]
$$S = \text{Sampling rate/second}$$

[0127] 한편, 도 12는 본 발명에 따른 게이트웨이로 입력되는 두 개의 센서노드로부터 입력된 센서출력 신호의 그래프에서 필요한 시간 구간을 표시한 것으로, 상기 도 12를 참조하여 차종인식부(132)에서 측거를 연산하는 방법을 설명한다.

[0128] 상기 차종인식부(132)는, 도시된 바와 같이 먼저 일정간격(Gd)으로 이격되어 설치된 센서노드(A)와 센서노드(B)의 센서출력 신호에서, LL보다 적은 극소점과 UL보다 큰 극대점 사이의 시간을 센서노드(A)는 A1, 센서노드(B)는 A2라고 할 때, 아래의 [수학식]을 이용하여 상기 센서노드(A) 및 센서노드(B)를 통과하는 차량의 측거(Ad)를 연산한다. 측거(Ad)는 앞바퀴 차축의 중심에서 맨 뒷바퀴 차축의 중심까지의 거리를 의미한다.

[0129] [수학식]

[0130]
$$\text{측거}(Ad) = V * (A1+A2)/2$$

[0131] 거리는 시간과 속도의 곱으로 구할 수 있으므로, 측 사이 시간의 평균을 통하여 측과 측 사이의 거리를 구할 수 있다.

[0132] 도 13은 측거 연산 결과를 바탕으로 차종을 인식하는 흐름도로, 상기 연산 결과인 측거(Ad)를 바탕으로 차종을 인식한다. 차종을 인식하기 위하여, 먼저 FSA 알고리즘을 바탕으로 차량이 통과할 때에 차량이 통과하는 시작점과 끝점을 파악하여 통과하는 차량의 속도를 찾아낸다. 즉, 차량이 통과하는 것을 센서를 통해 감지하고, 센서가 감지하는 시작점과 끝점을 유효데이터 추출을 통하여 정확하게 파악하는 것이다. 이를 이용하여 A1과 A2의 시작점과 끝점을 찾고, 차량속도를 이용하여 측거(Ad)를 계산한다.

[0133] 상기 측거(Ad)가 2.8m보다 작거나 같을 때에는 1종인 승용차 및 소형 버스이고, 2.8m보다 크고 3.5m보다 작거나 같은 때에는 2종인 중형 버스이고, 3.5m보다 크고 6.5m보다 작을 때에는 3종인 대형버스로 차종을 인식하는데, 그 기준은 한국 건설 기술 연구원에서 차량을 분류한 11종에 근거하여 인식한다. 상기 한국 건설 기술 연구원에

서 차량을 분류하는 것은 도 14에 도시되어 있다.

[0134] 상기 축거(Ad)가 2.8m보다 작은 경우는 승용차 및 소형버스이고, 2.8m보다 크고 3.5m보다 작거나 같은 경우는 중형 버스이며, 3.5m보다 크고 6.5m보다 작거나 같은 경우는 대형버스이다. 트럭의 경우 소형 트럭은 축거(Ad)가 3.0m보다 크고 6.0m보다 작거나 같고, 중형트럭은 80m보다 작고, 대형 트럭은 80m보다 크다.

[0135] 다만, 상술한 바와 같이 승용차 및 소형 버스와 소형 트럭의 경우 축거(Ad)만으로 판단할 경우에 승용차를 소형 트럭으로, 또는 소형트럭을 승용차로 잘못 판단하는 경우가 발생한다. 즉, 차량길이 및 축거가 소형승용차와 유사한 재원을 갖는 소형트럭이 많기 때문이다. 또한, 트레일러 등의 2단위 특수차량을 2대의 승용차 또는 트럭으로 잘못 판단하는 경우도 발생한다. 따라서 축거(Ad)만으로 차종을 인식하는 데에는 한계가 있고, 축거(Ad) 이외에 축수를 인식하여 정확한 차종을 파악해야 할 필요가 있다. 상기 축수는 차량의 바퀴 수를 의미한다.

[0136] 이에, 상기 차종인식부(132)는 일정간격으로 이격되어 설치된 복수의 센서노드의 센서출력 신호가 극소값 또는 극대값을 가지는 구간의 시간을 이용하여 차량의 축수를 인식한다. 트럭과 같이 바퀴가 4개 이상인 경우에 앞에 위치한 바퀴들의 축과 축 사이의 거리 또는 뒤에 위치한 바퀴들의 축과 축 사이의 거리가 일반 승용차의 앞바퀴와 뒷바퀴 축 사이의 거리보다 훨씬 더 짧다. 이를 이용하여 축수를 판단한다.

[0137] 도 15는 이격되어 설치된 복수의 센서노드의 센서출력 신호의 그래프를 도시한 것으로, 도시된 바와 같이 이격되어 설치된 복수의 센서노드의 센서출력 신호가 극소값을 가지는 구간의 시간을 Aw1, 극대값을 가지는 구간의 시간을 Aw2라고 할 때, 상기 Aw1, Aw2 및 차량의 속도를 이용하여 하기 수학적식을 통하여 먼저 각 바퀴의 축과 축 사이의 거리(Aw1(t), Aw2(t))를 구한다.

[0138] [수학적식]

[0139] $Aw1(t) = Aw1 * V$

[0140] $Aw2(t) = Aw2 * V$

[0141] (V는 차량의 속도)

[0142] 도 16과 도 17은 센서출력 신호의 결과를 이용하여 축수를 파악하는 흐름도로, 상기 Aw1(t)과 Aw2(t)를 이용하여 축수를 구할 수 있다. 처음에 축수는 0이므로, Aw1(t)가 0.5m이하인 경우 1축이고, 0.5m보다 크거나 1.5m보다 작거나 같은 경우 2축이며 1.5m보다 큰 경우에 3축이다. 이때 Aw2(t)도 동일하게 연산되고, Aw1(t)와 Aw2(t)의 축수를 합하면 차량의 총 축수가 나오게 된다. 예를 들어, Aw1(t)가 0.5m이하라서 1축인 경우에, Aw2(t)가 0.5m보다 크거나 1.5m보다 작아서 2축이라면 상기 차량의 축수는 총 3축이 되는 것이다.

[0143] 이를 이용하여, 축수를 알 수 있고 상기의 축거(Ad)를 함께 이용하여 그에 따라 차종을 11종으로 분류할 수 있다. 다만, 본 발명의 실시 예에서 차종은 한국 건설 기술 연구원에서 차량을 11종으로 분류한 것을 기준으로 하나, 그 이외에 차량 분류 기준에 의할 때에도 축거나 축수의 기준만 새로 설정하면 적용가능하다.

[0144] 이하에서는 본 발명에 따른 축거 및 축수 기반 차종 인식 시스템을 이용할 수 있는 실시 예를 설명한다.

[0145] 먼저 상기 Z 축 방향 센서 검지값의 시계열적 분석을 통해 차량의 존재 여부를 검지할 수 있으므로, 통과 차량 수를 확인할 수 있어 시간대별 교통량을 계산할 수 있으며, Z 축 방향 센서의 검지값에 변화가 없는 경우 노상 불법 주차나 사고 등을 판별할 수 있다.

[0146] 또한, 상기 X 축 방향 센서 검지값의 분석을 통해 차량 진행방향에 수직한 차량의 폭을 계산할 수 있으므로, 차량의 크기를 확인할 수 있으며, 자세하게는 축거 및 축수를 기반으로 차종을 구별할 수 있다. 이와 같이, 차량의 크기나 차종을 구별함으로써 버스 전용 차로에 무단 진입한 승용차를 가려낼 수 있다.

[0147] 이밖에도, 센서노드(110)를 각 차선에 설치하여, 차선별 평균 속도 및 차량 대수를 산출할 수 있으므로, 직진과 좌회전 및 우회전 차선의 차량 흐름을 각각 확인할 수 있다. 또한, Y 축 방향 센서 검지값의 분석을 통해 차량의 진행 방향을 감지할 수 있으므로 일방 통행 도로에서의 반대 방향 진입이나 도로상의 역주행으로 인한 사고를 방지할 수 있다.

[0148] 한편, 인접한 지자기 센서의 검지값을 시계열적으로 분석하면 상기 지자기 센서가 매립된 도로 상면을 통과하는 차량의 속도를 계산할 수 있는데, 예를 들어 연속 배치된 지자기 센서 사이의 거리와 상기 양 지자기 센서에서 검지된 Z 축 방향의 지자기 변화 검지값을 이용하여 양 지자기 센서 사이의 거리를 통과하는 차량의 통과 시간

을 확인할 수 있고, 이를 통해 차량의 속도를 계산할 수 있다. 이때, 상기 Z 축 방향의 지자기 변화 검지값을 통해 차량의 존재를 확인함으로써 차량의 통과 시간을 계산할 수도 있지만, Y 축 또는 X 축 방향의 지자기 변화 검지값 역시 차량의 존재를 감지하여 변화되므로, 양 지자기 센서에서 X (Y) 축 방향의 지자기 변화가 검지되는 순간 사이의 시간을 이용하여 상기 차량의 속도를 계산하는 것도 가능하다. 즉, 상기 지자기 센서는 초기화 상태에서 차량이 검지 영역 내로 들어오면 검지 상태로 전환되는데, 인접한 지자기 센서를 통과할 때, 초기화 상태에서 검지 상태로 전환되는 시각을 확인하여 양 지자기 센서를 통과하는데 걸리는 시간을 계산하고, 양 지자기 센서 사이의 거리를 측정하여 통과 속도를 계산한다. 이때, 상술한 바와 같이 초기화 상태에서 검지 상태로 전환되는 시각은 X 축, Y 축 또는 Z 축 방향의 센서 중 어느 것에서나 선택할 수 있다.

[0149] 이처럼 본 발명을 이용하여 교통 정보 분석이 가능하며, 특히 차량 정체 구간에 있어서 그 효과가 좋다. 일반적인 교통정보수집시스템에 의하면, 차량 간격이 1m 이상인 경우에만 정확한 파악이 가능하며 1m 이하인 경우에는 차량 간격이 좁아서 차량의 종류나 차량 수를 인식하기 어렵다. 차량 간격이 1m 이내일 경우 차량의 평균 속도는 1km/h으로, 차량 간격이 좁아서 차량의 구분 자체가 어렵기 때문이다. 다만 본 발명에 따른 센서 데이터에 의하면 차량 간격이 1m이내인 경우에도 차량 대수를 파악할 수 있어, 훨씬 정확한 교통 정보 제공이 가능하다.

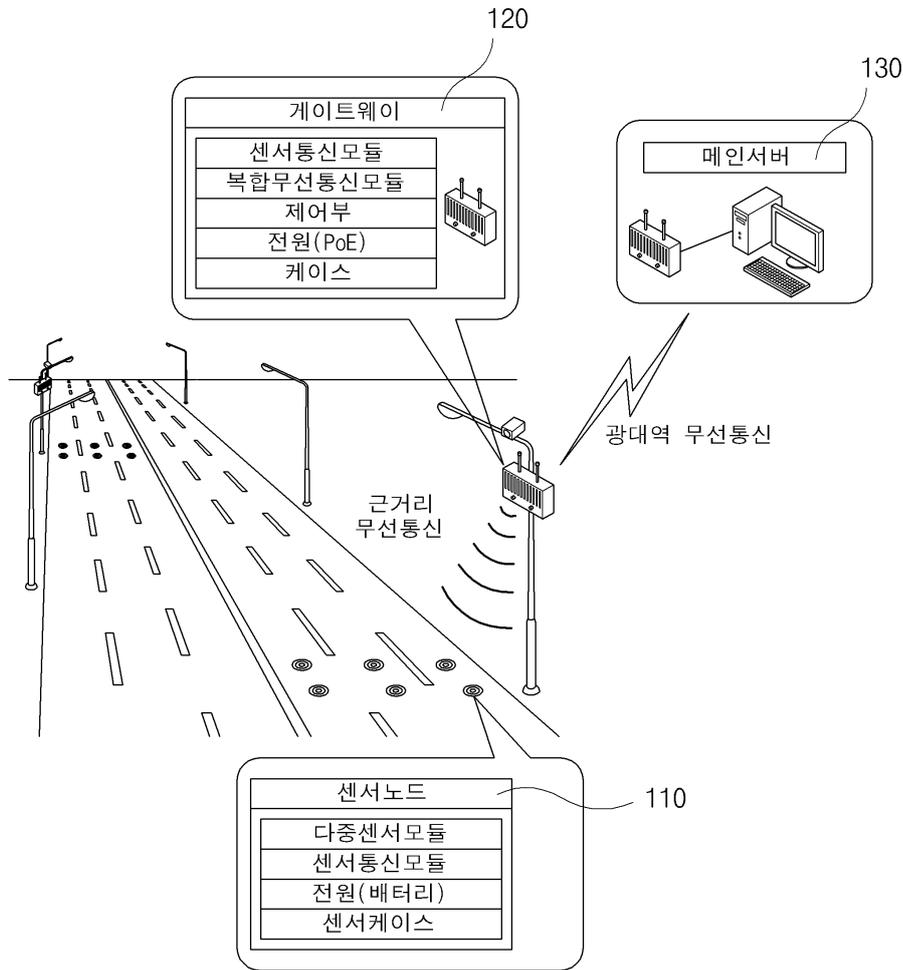
[0150] 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 실시 예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술 사상과 아래에 기재될 청구 범위의 균등 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

부호의 설명

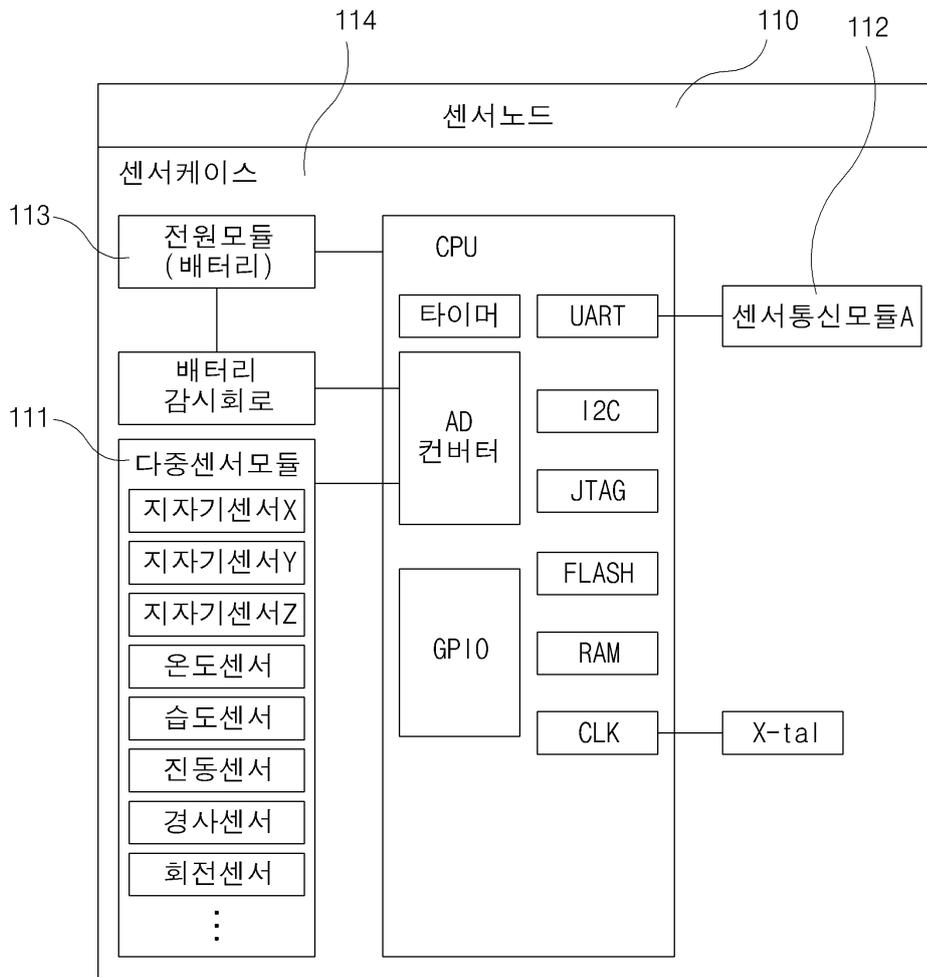
- | | | | | |
|--------|-----|-----------|-----|-----------|
| [0151] | 110 | 센서노드 | 111 | 다중센서모듈 |
| | 112 | 센서통신 모듈A | 113 | 전원모듈 |
| | 114 | 센서케이스 | 115 | 센서케이스 본체 |
| | 116 | 센서케이스 덮개 | | |
| | 120 | 게이트웨이 | 121 | 복합무선통신 모듈 |
| | 122 | 센서통신 모듈B | 123 | 제어부 |
| | 124 | 신호변환부 | 125 | 경계값설정부 |
| | 126 | 검지상태구간설정부 | 127 | 데이터추출부 |
| | 128 | 메모리 | | |
| | 130 | 메인서버 | 131 | 무선통신 모듈 |
| | 132 | 차종인식부 | | |

도면

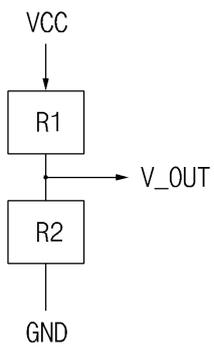
도면1



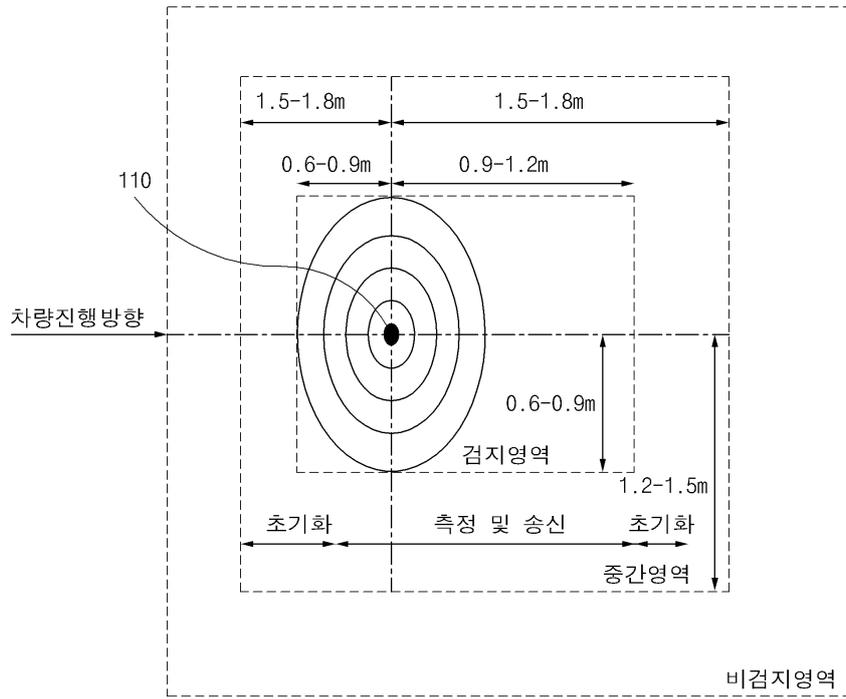
도면2



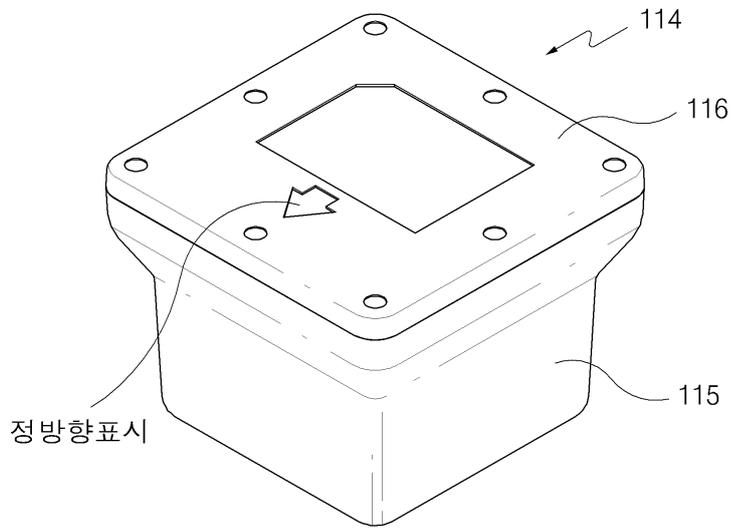
도면3



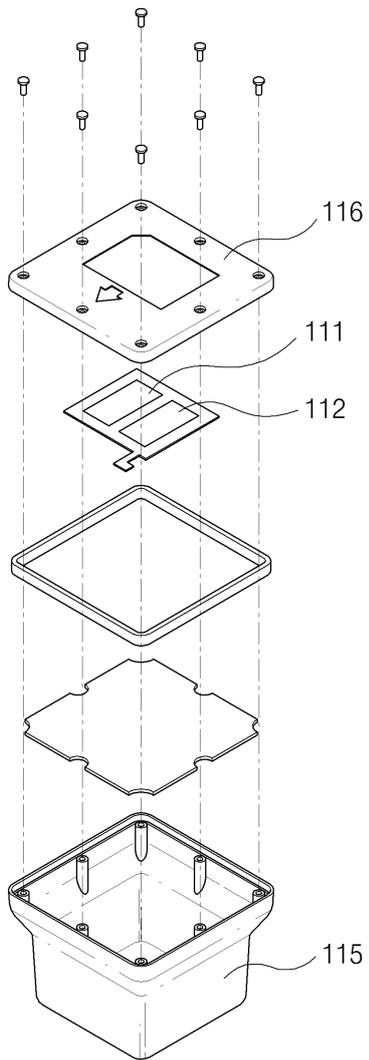
도면4



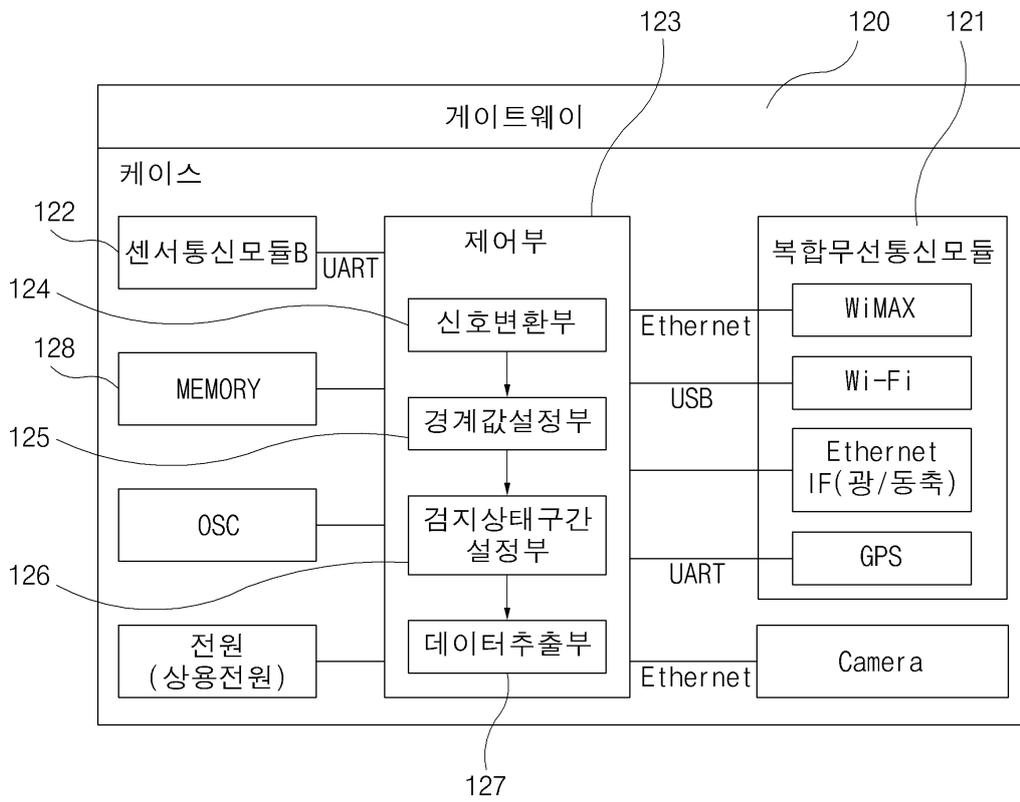
도면5



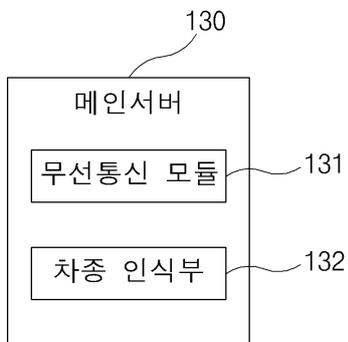
도면6



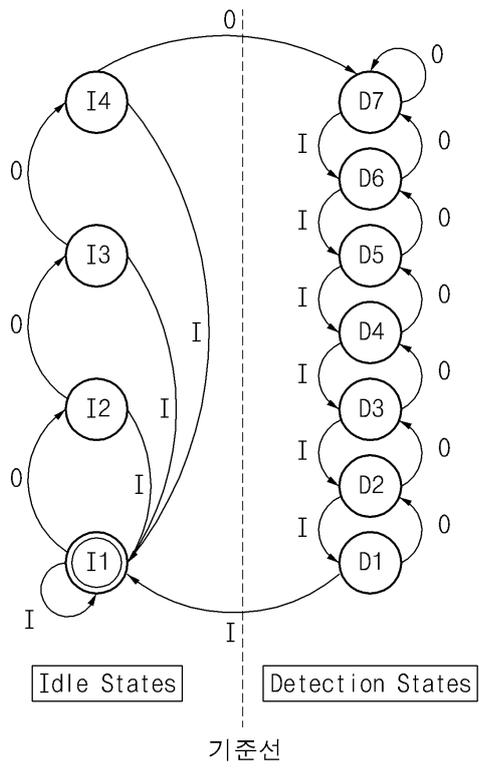
도면7



도면8



도면9

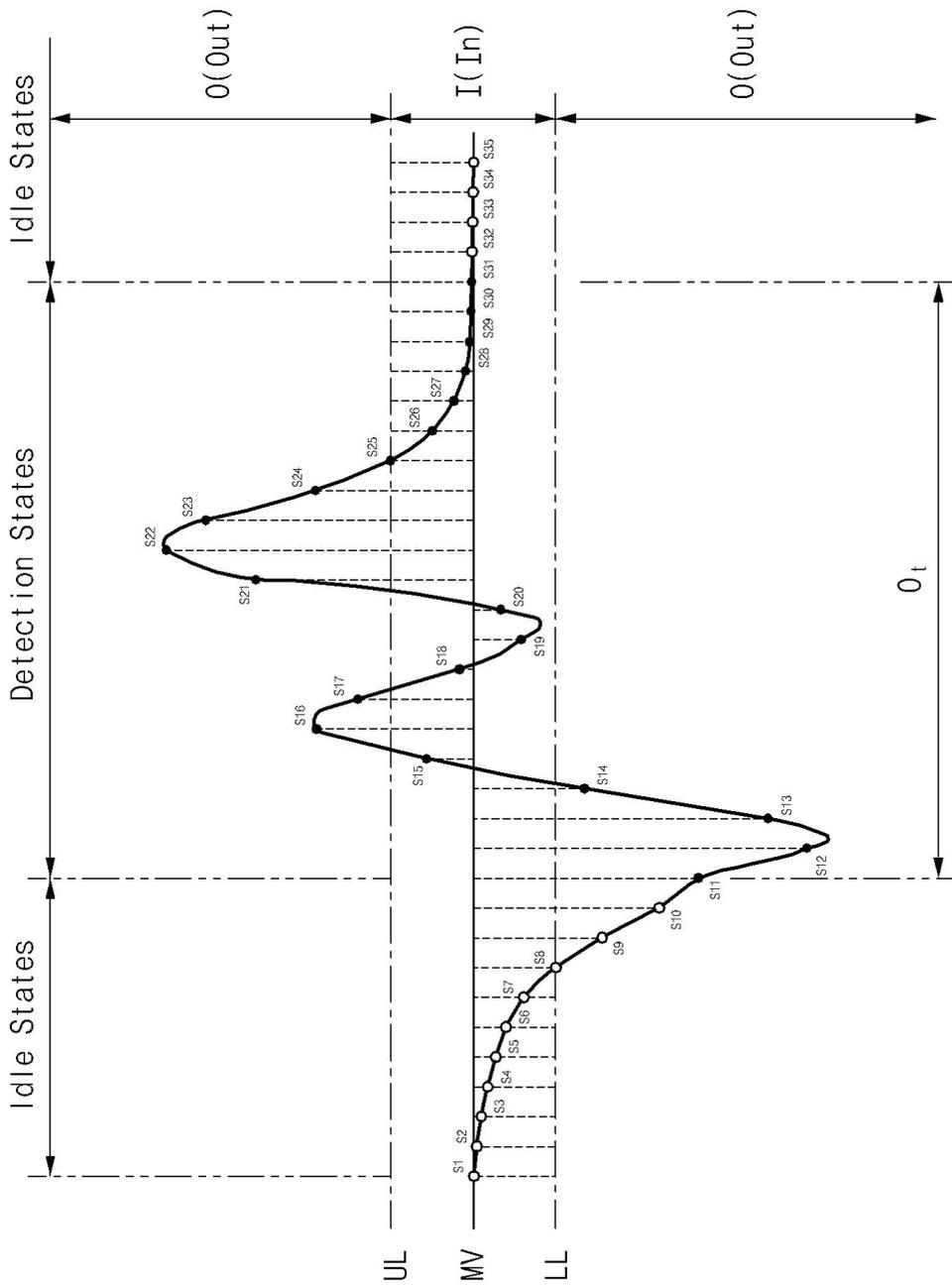


상태 States: I1-4, D1-7

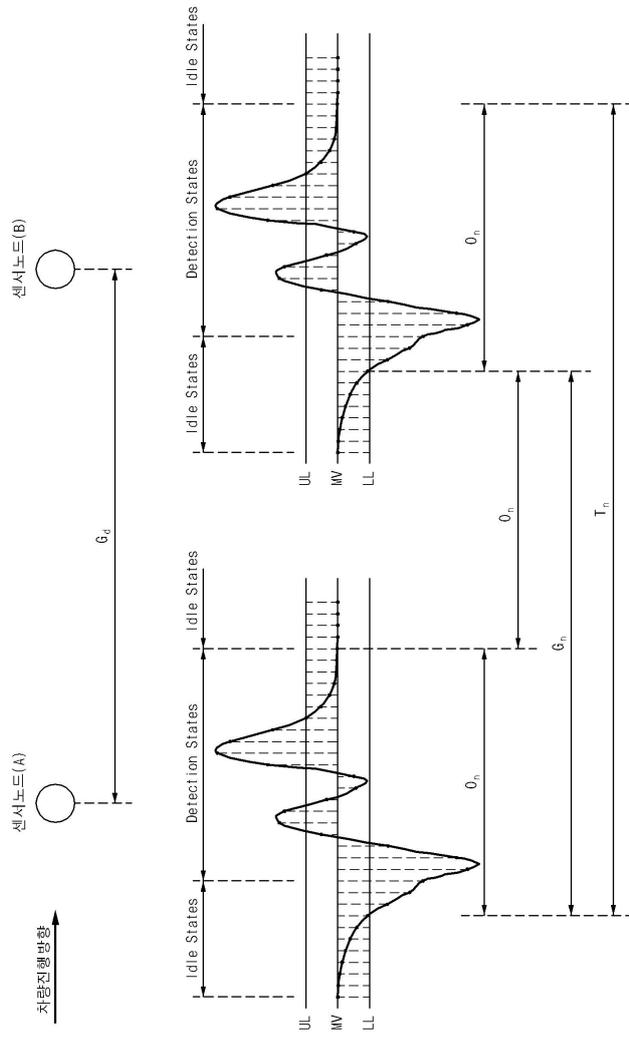
I(In): $LL \leq \text{sampled value} < UL$

O(Out): $\text{sampled value} < LL$ 혹은 $\text{sampled value} \geq UL$

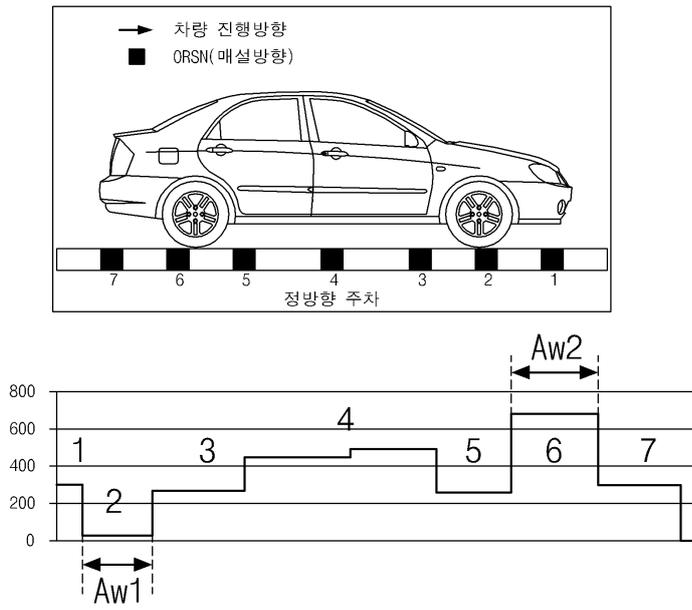
도면10



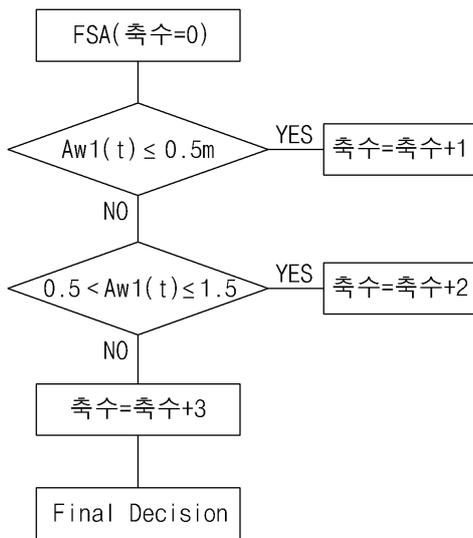
도면11



도면15



도면16



도면17

