



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(51) Int. Cl.

B60T 8/00 (2006.01)

(45) 공고일자 2006년12월07일

(11) 등록번호 10-0654651

(24) 등록일자 2006년11월30일

(21) 출원번호	10-2001-7009598	(65) 공개번호	10-2001-0093295
(22) 출원일자	2001년07월30일	(43) 공개일자	2001년10월27일
심사청구일자	2005년01월25일		
번역문 제출일자	2001년07월30일		
(86) 국제출원번호	PCT/EP2000/000538	(87) 국제공개번호	WO 2000/46087
국제출원일자	2000년01월25일	국제공개일자	2000년08월10일

(81) 지정국 국내특허 : 중국, 일본, 대한민국, 미국,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스,

(30) 우선권주장	19903934.8	1999년02월01일	독일(DE)
	19929155.1	1999년06월25일	독일(DE)
	19939872.0	1999년08월24일	독일(DE)

(73) 특허권자 콘티넨탈 테베스 아게 운트 코. 오하계  
독일 데-60488 프랑크푸르트 암 마인 케리케슈트라쎄 7(72) 발명자 딩이브리민  
독일 젠프텐베르크데-01968호를리처슈트라쎄 11(74) 대리인 김태홍  
김진희**심사관 : 정석현**

전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 특허 모터 차량용 전자식 안정화 프로그램을 위한 센서모니터링 방법 및 장치

**(57) 요약**

본 발명은 매 경우마다 프로세스에 관련된 개개의 기준 변수 또는 측정 변수(A, B, C)를 감지하는 센서를 모니터링하는 방법에 관한 것으로서, 특히 차량용 전기식 안정화 프로그램(ESP)에 적합하다. 통상의 작동 모드에 대하여 다중 프로세스 모델(31)에 의해, 현재 모니터링되지 않는 프로세스 기준 변수 및 프로세스 측정 변수로부터 분석적 리던던시가 생성되고, 잔차(33)가 현재 모니터링되는 출력 신호와 함께 리던던시로 형성되는 주기적 및 순차적 방식으로, 개개의 센서의 출력 신호의 진행을 모니터링함으로써 특히 높은 신뢰도가 얻어진다. 잔차 평가(36) 및 한계값과의 비교(35) 후에, 잔차가 한계값에 도달할 때 오류 신호(F)가 발생된다.

## 대표도

도 3

### 특허청구의 범위

#### 청구항 1.

드라이빙 다이내믹 프로세스(driving-dynamics process)에 관련된 개개의 기준 변수 또는 측정 변수를 매 경우마다 감지하는 차량 센서를 모니터링하는 방법에 있어서,

통상의 작동 모드에 대해서 다중 프로세스 모델(31; G1 내지 G4; Q1 내지 Q4; L1 내지 L4)에 기초하여, 현재 프로세스 (32)의 현재 모니터링되지 않는 프로세스 기준 변수 및 프로세스 측정 변수(A, B) 중 하나 이상으로부터, 현재 모니터링되는 프로세스 기준 변수 또는 프로세스 측정 변수(C)에 대한 분석적 리던던시( $\hat{y}$ )를 제공하는 단계와,

현재 모니터링되는 프로세스 기준 변수 또는 프로세스 측정 변수(C)로부터, 상기 제공된 잉여 분석적 리던던시( $\hat{y}$ )를 감산 함으로써 잔차(residual; 残差)(r)를 생성하는 단계와,

잔차 평가 함수(residual evaluating function)에 의해 잔차(r)를 평가하는 단계와,

예정된 한계값과 상기 평가된 잔차를 비교하고, 잔차가 적어도 하나의 예정된 모니터링 시간 동안 한계값에 도달할 때 오류 메시지(F)를 생성하는 단계

를 포함하는, 주기적 및 순차적 방식으로 개개의 센서의 출력 신호의 추이(推移)를 모니터링하는 것을 특징으로 하는 차량 센서 모니터링 방법.

#### 청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 프로세스는 차량용 전기식 운전 안정화 프로그램(ESP)의 일부이고,

상기 프로세스 기준 변수 및 프로세스 측정 변수(A, B, C)는 요-레이트, 횡가속도 및 조향각인 것을 특징으로 하는 차량 센서 모니터링 방법.

#### 청구항 3.

제2항에 있어서, 상기 방법은 상기 전기식 운전 안정화 프로그램(ESP)과 병렬적으로 수행되며, 오류 메시지(F)가 발생될 때 상기 ESP를 작동 중지시키는 것을 특징으로 하는 차량 센서 모니터링 방법.

#### 청구항 4.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 다중 프로세스 모델은 다수의 부분적 모델(G1 내지 G4; Q1 내지 Q4; L1 내지 L4)로 형성되며, 이들에 의해서, 각각 모니터링되는 프로세스 기준 변수 또는 프로세스 측정 변수(C)는 모니터링되지 않는 프로세스 기준 변수 또는 프로세스 측정 변수(A, B), 훨 회전 속도( $v_{vl}$ ,  $v_{vr}$ ,  $v_{hl}$ ,  $v_{hr}$ ), 훨 베이스(l), 트랙 폭(S) 및 4개의 훨 속도로부터 역시 결정되는 차량의 속도( $v_{ref}$ )와 같은 다른 물리량에 의해서 물리적인 상관 관계에 기초하여 재현될 수 있는 것을 특징으로 하는 차량 센서 모니터링 방법.

## 청구항 5.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 잔차 평가 함수는, 높은 모델 부정확성에 의해 구별되는 천이 프로세스 조건에서는 생성된 모든 잔차 중 최소의 것이 한계값과 비교되는 '전부 중 최소(minimum of all)' 원리에 따른 알고리즘에 의해 생성되며, 낮은 모델 부정확성에 의해 구별되는 정상적 프로세스 조건에서 '다수결의 원리(majority principle)'에 따른 알고리즘이 제공되는데, 이때 분석적 리던던시의 평균값이 형성되며, 상기 평균값으로부터 최소 편차를 갖는 세 개의 리던던시의 중간값인 분석적 리던던시를 한계값과 비교될 잔차를 생성하는 데 사용하는 것을 특징으로 하는 차량 센서 모니터링 방법.

## 청구항 6.

제5항에 있어서, 유용한 모델의 수가 3 미만인 경우에, 잔차는 '전부 중 최소' 원리에 따라 생성되고, 그 외의 경우에, 잔차는 '다수결의 원리'에 따라서 생성되는 것을 특징으로 하는 차량 센서 모니터링 방법.

## 청구항 7.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 한편으로는 그릇된 센서 신호가 나타날 때 적시에 오류 메시지를 발생하고 다른 한편으로는 높은 모델 부정확성으로 인한 그릇된 오류 메시지는 방지하는 방식으로, 모니터링되지 않는 프로세스 기준 변수 및 프로세스 측정 변수(A, B)와, 월 회전 속도( $v_{vl}$ ,  $v_{vr}$ ,  $v_{hl}$ ,  $v_{hr}$ ) 및 차량 속도( $v_{ref}$ )에 의해서 프로세스 조건에 의존하여 한계값을 계산하고 적용하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 차량 센서 모니터링 방법.

## 청구항 8.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 모니터링 시간은 현재 프로세스 조건에 적합하도록 형성되고, 센서의 단시간의 오작동이 허용되도록 선택되는 것을 특징으로 하는 차량 센서 모니터링 방법.

## 청구항 9.

드라이빙 다이내믹 프로세스에 관련된 개별적 기준 변수 또는 측정 변수를 매 경우마다 측정하는 차량 센서를 모니터링하는 장치에 있어서,

통상의 작동 모드에 대해서 다중 프로세스 모델(G1 내지 G4; Q1 내지 Q4; L1 내지 L4)에 의해서, 현재 프로세스(32)의 현재 모니터링되지 않는 프로세스 기준 변수 및 프로세스 측정 변수(A, B) 중 하나 이상으로부터, 현재 모니터링되는 프로세스 기준 변수 또는 프로세스 측정 변수(C)에 대한 분석적 리던던시를 계산하기 위한 제1 장치(31)와,

현재 모니터링되는 프로세스 기준 변수 또는 프로세스 측정 변수(C)로부터 상기 계산된 잉여 분석적 리던던시를 감산함으로써 잔차(r)를 생성하기 위한 제2 장치(33)와,

잔차 평가 함수를 사용하여 잔차(r)를 평가하기 위한 제3 장치(36)와,

한계값을 생성하기 위한 제4 장치(35)와,

상기 평가된 잔차(r)를 한계값과 비교하고, 잔차가 적어도 하나의 예정된 모니터링 시간 동안에 한계값에 도달할 때 오류 신호(F)를 생성하기 위한 제5 장치(37)

를 포함하는 것을 특징으로 하는 차량 센서 모니터링 장치.

## 청구항 10.

제9항에 있어서, 현재 모니터링되지 않는 프로세스 기준 변수 및 프로세스 측정 변수(A, B) 중 하나 이상은, 상대적으로 높은 부정확성의 다중 프로세스 모델의 경우에 상황 검출에 의해 한계값을 증가시키고 상대적으로 낮은 부정확성의 다중 프로세스 모델의 경우에 한계값을 감소시키기 위해서, 제4 장치(35)에 보내지는 것을 특징으로 하는 차량 센서 모니터링 장치.

## 청구항 11.

제9항 또는 제10항에 있어서, 제1 내지 제5 장치는 마이크로프로세서 시스템(40)에 의해 실현되는 것을 특징으로 하는 차량 센서 모니터링 장치.

## 청구항 12.

차량용 전기식 안정화 프로그램 시스템(ESP)에 있어서,

요-레이트 센서(13), 횡가속도 센서(14) 및 조향각 센서(15)의 주기적 모니터링을 위한, 제9항 또는 제10항에 따른 장치를 포함하는 것을 특징으로 하는 차량용 전기식 안정화 프로그램 시스템.

**명세서**

### 기술분야

본 발명은 프로세스에 관련된 개개의 기준 변수 또는 측정 변수를 매 경우마다 감지하는 센서를 모니터링 하기 위한 방법 및 장치에 관한 것으로서, 특히 차량용 전자식 안정화 프로그램(ESP)을 위한 센서 모니터링 방법 및 장치에 관한 것이다.

### 배경기술

이러한 유형의 전자식 안정화 프로그램은 제동, 가속 및 조향 중에 위험한 운전 상황에서 운전자를 보조하고 운전자 자신이 직접 개입할 여지가 없는 곳에 개입하도록 사용되는 차량용 드라이빙 다이내믹 제어 시스템(driving-dynamics control system)이다. 이 제어 시스템은 특히 낮거나 가변적인 마찰 계수를 가지는 도로 상에서 차량이 로킹된 바퀴로 인해 제어 불능이 되거나 미끄러질 수도 있는 제동시 운전자를 보조하며, 피동 바퀴의 헛바퀴 회전의 위험이 있는 가속시 및 차량이 오버 스티어링 또는 언더 스티어링 할지도 모르는 코너링 중의 조향시에 운전자를 보조한다. 전체적으로, 안락감뿐만 아니라 능동적인 안전성도 현저하게 향상되게 된다.

이러한 유형의 제어 시스템은 통상적인 차량의 운전중에 전형적인 제어 목적을 담당하는 폐루프 제어 회로에 기초를 두고 있으며, 극한적인 운전 상황에서 최대한 신속하게 차량을 안정화시키고자 의도된 것이다. 다양한 드라이빙 다이내믹 변수를 감지하기 위한 센서는 실제값을 발생시키는 장치로서 특히 중요하다. 적절한 제어를 위한 선결 조건은 센서가 제어되는 시스템의 실제 조건을 정확히 나타내는 것이다. 이는, 제어 편차가 매우 단시간 내에 제어에 의해 조정되어야만 하는 극한적인 운전 상황에서 운전 안정화 제어 작동시에 특히 중요하다. 이러한 점이, 전자식 안정화 프로그램의 ESP 센서[요-레이트(yaw rate) 센서, 횡가속도 센서, 조향각 센서]가 항시적 모니터링을 필요로 하는 이유이다. 관련 온라인 센서 모니터링의 목적은 안전성의 측면에서 위험한 차량 조건을 야기할 수도 있는 잘못된 제어를 방지하기 위해서, 조기에 ESP 센서에서의 오류를 검출하고자 하는 것이다.

### 발명의 상세한 설명

이상과 같은 관점에서, 본 발명의 목적은 특히 차량용 전자식 안정화 프로그램(ESP)을 위해 요구되는 신뢰성을 제공하는 상기와 같은 유형의 센서를 모니터링하기 위한 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

이러한 목적은 청구항 제1항에 따라서, 통상적인 운전 모드에 대한 다중 프로세스 모델에 기초하여 현재 모니터링되고 있지 않는 현재 프로세스의 프로세스 기준 변수 및/또는 프로세스 측정 변수로부터, 현재 모니터링되는 프로세스 기준 변수

또는 프로세스 측정 변수에 대한 분석적 리던던시를 생성하는 단계와, 현재 모니터링되는 프로세스 기준 변수 또는 프로세스 측정 변수로부터 상기 생성된 잉여 분석적 리던던시를 감산함으로써 잔차(residual; 残差)를 생성하는 단계와, 잔차 평가 함수(residual evaluating function)를 사용하여 잔차를 평가하고 평가된 잔차를 예정된 한계값과 비교하는 단계와, 잔차가 적어도 하나의 예정된 모니터링 시간 동안에 상기 한계값에 도달할 때 오류 메시지를 생성하는 단계를 포함하는, 주기적 및 순차적으로 개개의 센서의 출력 신호의 추이를 모니터링하는 것에 특징이 있는 상기와 같은 유형의 방법을 사용하여 달성된다.

또한, 이러한 목적은 청구항 제9항에 따라서, 통상적인 운전 모드에 대한 다중 프로세스 모델에 의해 현재 모니터링되지 않는 현재 프로세스의 프로세스 기준 변수 및/또는 프로세스 측정 변수로부터, 현재 모니터링되는 프로세스 기준 변수 또는 프로세스 측정 변수에 대한 분석적 리던던시를 계산하기 위한 제1 장치와, 현재 모니터링되는 프로세스 기준 변수 또는 프로세스 측정 변수로부터 계산된 잉여 분석적 리던던시를 감산함으로써 잔차를 생성하기 위한 제2 장치와, 잔차 평가 함수를 사용하여 잔차를 평가하기 위한 제3 장치와, 한계값을 생성하기 위한 제4 장치와, 평가된 잔차를 한계값과 비교하고 잔차가 적어도 하나의 예정된 모니터링 시간 동안 한계값에 도달할 때 오류 메시지를 생성하기 위한 제5 장치를 포함하는 것을 특징으로 하는 상기 유형의 장치를 사용하여 달성된다.

종속항들은 본 발명의 바람직한 태양에 관한 것이다.

본 발명의 더욱 상세한 사항, 특징 및 장점들은 첨부 도면에 의한 바람직한 실시예에 대한 아래의 설명으로부터 더욱 이해될 수 있다.

### 실시예

도 1에 따르면, 자동차를 운전하는 행위는 제어 기술의 견지에서 제어 회로라고 여겨질 수 있으며, 이때 운전자(1)는 제어 기를 나타내고 차량(2)은 제어되는 시스템을 나타낸다. 이러한 배열에서, 기준 변수는 도로 교통을 항시적으로 모니터링함으로써 운전자가 생성하는 운전자의 개인적인 운전 요구 FW이다. 실제값 IF는 운전자가 그의 눈으로 또는 운전 감각으로 인식하는 운전 방향 및 속도에 대한 순간적인 값이다. 교정 변수 SF는 조향휠의 각도, 트랜스미션의 위치 및, 공칭값과 실제값 사이의 불일치에 기초하여 운전자에 의해 제공되는 가속 페달 및 브레이크 페달의 위치이다.

이러한 유형의 제어는 마찰 계수의 변화, 도로 불규칙성, 측풍(cross wind) 또는 기타 영향과 같은 장애 S에 의해 악영향을 받는 경우가 많은데, 이는 운전자가 이를 요인을 정확하게 측정할 수 없지만 제어 시 이들을 고려해야만 하기 때문이다. 따라서, 운전자(1)는 일반적으로 훈련 및 얻어진 모든 경험의 도움을 받아 어려움 없이 통상적인 운전 조건에서 자동차를 운전하는 과정을 제어하고 모니터링하는 임무를 다룰 수 있다. 그러나, 도로와 타이어 사이의 마찰력의 물리적 한계를 넘어서는 앞서 언급한 비상적인 운전 조건의 존재시 및/또는 극한적인 상황에서, 운전자가 너무 늦게 또는 잘못 반응하여 차량에 대한 제어를 놓치게 될 위험이 있다.

이러한 운전 상황도 고려할 수 있도록, 드라이빙 다이내믹 제어 시스템은 제어 알고리즘(4), 시스템 모니터링 장치(5) 및 오류 메모리(6)를 포함하는 하위 제어 회로(3; ESP)를 구비한다. 측정된 운전 조건 변수는 시스템 모니터링 장치(5) 및 제어 알고리즘(4)에 보내진다. 필요에 따라서, 시스템 모니터링 장치(5)는 오류 메모리(6) 및 제어 알고리즘(4)에 전달되는 오류 메시지 F를 생성하게 된다. 그러면, 제어 알고리즘(4)은 운전자(1)에 의해 생성된 교정 변수의 함수로서 차량(2)에 작용하게 된다. 전형적인 제어 임무는 이 제어 회로에 의해 수행된다. 차량은 극한적인 운전 상황에서 가능한 한 신속하게 안정화된다.

도 2는 일반적으로 로크방지 시스템(anti-lock system)(10), 트랙션 슬립(traction slip) 제어 시스템(11) 및 요 토크 제어 시스템(12)을 포함하는 그러한 유형의 제어 회로의 구조를 도시한다. 또한, 요-레이트 센서(13), 횡가속도 센서(14), 조향각 센서(15), 압력 센서(16) 및, 편차를 결정하기 위한 실제값 발생기로서 그리고 요-레이트 공칭값과 다양한 중간값을 생성하기 위한 실제값 발생기로서 사용되는 4 개의 휠 속도 센서(17)가 제공된다.

가속 페달 및 브레이크 페달과 조향휠을 작동시킴으로써 운전자(1)에 의해 생성되는 프로세스 기준 변수는 트랙션 슬립 제어 시스템(11), 로크방지 시스템(10) 및 압력 센서(16) 및/또는 조향각 센서(15)에 보내진다. 차량 관련 비선형성, 마찰 계수의 변화, 측풍의 영향 등은 요약하여 장애 또는 미지량(18)이라 하고, 이는 차량의 종방향 및 횡방향 다이내믹(19)에 영향을 미친다. 다이내믹(19)은 앞서 언급한 기준 변수 및 엔진 관리 유닛(20)의 출력 신호에 의해 더욱 영향을 받고, 휠 속도 센서(17), 요-레이트 센서(13), 횡가속도 센서(14) 및 압력 센서(16)에 작용한다. 로크방지 시스템(10), 트랙션 슬립 제어 시스템(11), 요 토크 제어 시스템(12) 및 브레이크 개입 알고리즘(22)의 출력 신호가 공급되는 제어 조정(21)은 엔진 관리 유닛(20)에 작용하거나 드라이빙 다이내믹(19)에 직접 작용하는 이들의 작용에 관하여 이들 신호의 우선 순위 분배를 위

해 사용된다. 브레이크 개입 알고리즘(22)은 요 토크 제어 시스템(12) 및 압력 센서(16)에 의해 영향을 받는다. 또한, 조향각 센서(15), 요-레이트 센서(13), 횡가속도 센서(14) 및 휠 속도 센서(17)의 신호들이 전달되는 운전 조건 검출 유닛(23)이 제공되며, 이 유닛(23)의 출력 신호는 원하는 공칭 요-레이트가 발생되도록 하는 단일 트랙 기준 모델(24) 및 요 토크 제어 시스템(12)에 영향을 준다.

이미 설명한 바와 같이, 잘못된 센서 신호는 위험한 부적절한 제어를 야기할 수 있다. 요-레이트 센서(13)의 오작동은 예를 들어 운전자가 앞으로 직진하고자 함에도 불구하고 추가적인 요 토크가 발생하여 갑자기 차량에 측방향 힘을 가하게 되는 결과를 가질 수도 있다. 이는 직진중에 조향각이 0이 되고, 따라서 요-레이트의 공칭 값이 0이 되지만 센서 오작동 때문에 요-레이트의 실제값은 규정되지 않은 값이어서 요 토크 제어 시스템(12)은 이 편차를 조절하기 위한 추가적인 요 토크를 생성하게 된다는 사실로부터 기인한다. 센서의 온라인 모니터링은 이러한 이유로 해서 매우 중요하다. 이 모니터링은 부분적으로 또는 전체적으로 ESP 시스템이 적시에 작동 정지될 수 있도록 조기에 센서 오작동을 검출할 수 있어야 한다.

본 발명의 센서 모니터링 개념은 두 가지 방법이 사용되는 센서의 다단계 기능도 테스트로 이루어진다. 한편으로, 관찰되는 센서 신호가 허용 가능한 오류 대역 내에 있는지가 점검되도록 하는 전기적 모니터링이 수행된다. 다른 한편으로, 유용한 전범위에서 신호가 모니터링되도록 하는 분석적 리던던시 방식의 모니터링이 수행된다.

제1 단계에서, 센서 공급 전압 및 배선은 전기적 모니터링 구성에 의해 테스트된다. 제2 단계에서, 그 중요성으로 인해 '지능형으로' 구성된 이러한 센서들은 항시적으로 자가 테스트된다. 내부 센서 오작동이 발생하면, 센서 신호는 오류 대역에 속하는 것이 된다. 따라서, 이러한 센서 오작동은 전기적 모니터링 과정에 의해 검출될 수도 있다.

센서 신호가 유효한 범위 내에 있는지는 오로지 전기적 모니터링에 의해서 체크된다. 그러나, 잘못된 또는 느슨하게 된 설치 위치, 접지 단절 등과 같은 기타 센서 오류들을 검출하는 것은 이 모니터링에서는 불가능하다. 이러한 이유로, 유용한 범위 내의 개개의 센서 신호들의 추이는 제3 단계에서, 즉 물리적인 의존성에 기초하여 현재 모니터링되지 않는 센서 출력 신호로부터 계산되는 분석적 리던던시에 의해서 주기적 및 순차적으로 모니터링된다. 이를 위해서, 모델 방식 ESP 모니터링 및 오류 진단 시스템이 제공되며, 그 기본 구조는 도 3에 도시하였다.

오류 진단 시스템(100)은 기본적으로 두 부분, 즉 잔차 발생기(30) 및 잔차 평가 유닛(34)으로 이루어진다.

잔차 발생기(30)는 통상의 작동 모드에 대해 다중 프로세스 모델(G1 내지 G4; Q1 내지 Q4; L1 내지 L4, 이하를 참조)을 사용함으로써, 현재 발생하고 있는 프로세스(32)에 의해 생성되는 것이면서 현재 모니터링되지 않는 프로세스 기준 변수(A) 및/또는 프로세스 측정 변수(B)로부터, 현재 모니터링되는 프로세스 기준 변수 또는 프로세스 측정 변수(C)에 대한 분석적 리던던시를 계산하기 위한 제1 장치(31)를 포함한다. 또한, 현재 모니터링되는 프로세스 기준 변수 또는 프로세스 측정 변수(C)로부터 상기 계산된 잉여 분석적 리던던시를 감산함으로써 잔차(r)를 생성하기 위한 제2 장치(33)가 제공된다.

잔차 평가 장치(34)는 잔차 평가 함수로써 잔차(r)를 평가하기 위한 제3 장치(36)와, 한계값을 생성하기 위한 제4 장치(35)를 포함한다. 다중 프로세스 모델의 부정확성이 상대적으로 높을 때 한계값을 상승시키고 모델의 부정확성이 상대적으로 낮을 때 한계값을 감소시키기 위해서, 현재 모니터링되지 않고 있는 프로세스 기준 변수 및/또는 프로세스 측정 변수(A, B)도 또한 이 장치(35)에 보내진다. 또한, 평가된 잔차와 한계값을 비교하고, 적어도 하나의 예정된 모니터링 시간 동안에 잔차가 한계값에 도달할 때 오류 메시지 F를 생성하기 위한 제5 장치(37)가 제공된다.

본 발명이 해결하고자 하는 문제점을 설명하기 위해서 그리고 도 3에 일반적으로 도시한 본 발명의 해결책을 이해하기 위해서, 먼저 아래의 배경 정보가 주어진다.

잔차를 생성하기 위해 (다중 프로세스 모델 대신에) 단하나의 프로세스 모델을 사용하면, 현재 프로세스 조건에 대한 정보 및 나아가서는 가능한 기능 불량에 대한 정보를 얻는 것이 가능하다. 그러나, 유효성은 사용되는 프로세스 모델의 품질에 크게 좌우된다. 프로세스 모델의 부정확성이 증가되면, 잘못된 경보를 방지하기 위해서 한계값을 증가시킬 필요가 있다. 그 결과, 많은 오류가 인지되지 않은 채 존재하게 된다. 이에 반해서, 프로세스 모델의 정확성을 증가시키기 위한 시도는 동시에 모델 복잡성을 증가시키게 되는데, 이러한 시도가 행해질 때, 온라인 계산에서 모델의 구현으로부터 야기되는 비용이 높고 개발과 유지에 대한 요구가 높아서, 실제 조작시 실패하게 되는 경우가 많다. 따라서, 모델 정확성과 한계값의 조절 사이에서의 결충 및 이로 인한 시스템 감도는 모델 방식 ESP 오류 진단 시스템의 개발에 큰 몫을 담당하게 된다.

또한 자동차를 운전하는 프로세스는 여전히 미지의 것인 많은 환경 요인에 의해 크게 영향을 받게 되는 것으로 알려져 있음을 고려해야 한다. 또한, 드라이빙 다이내믹은 일정 정도로 수학적으로 설명될 수 있다. 한편, 구현 가능성의 한계는 하드웨어적 조건에 의해 최초로부터 규정된다. 이들 모든 한계 조건은 모델에 기초한 방법의 원리에 명백히 기초한 해결책을 필요로 하며, 이를 ESP 시스템에 사용하는 것은 그럼에도 불구하고 정당화될 수밖에 없다.

모델 방식 오류 진단의 기본 개념은 수학적 모델의 형태로 설명되는 물리적인 상호관계의 검사이다. 아래의 수학식 1과 같이 가정된다.

### 수학식 1

$$y = f(u_1, \dots, u_m)$$

이 수학식 1은 물리적 상호관계 중 하나를 나타내는 것으로서,  $y$ 는 모니터링되는 센서의 출력 신호를 나타내며,  $u_1, \dots, u_m$ 은 알려진 또는 측정된 물리량을 나타내며,  $f$ 는 수학적 함수임을 나타내는 것이다. 이 경우에 분석적 리던던시  $\hat{y}$ 는

$$\hat{y} = f(u_1, \dots, u_m)$$

와 같이 되고, 잔차  $r$ 은

$$r = y - \hat{y}$$

와 같이 된다.

잔차는 일반적으로 오류 없는 경우에 0이 된다. 센서 오작동이 발생하면, 이러한 규칙은 잔차가 0과 현저하게 다르게 되어 더 이상 소용없게 된다. 이러한 개념을 실현시킴에 있어서의 어려움은 모델이 부분적으로만 프로세스를 설명한다는 점이다. 이러한 소위 모델 부정확성은 아래 식과 같이 프로세스 모델의 연장에 의해 표현될 수 있는데,

$$y = f(u_1, \dots, u_m) + \Delta$$

여기에서,  $\Delta$ 은 프로세스 조건에 좌우되는 미지량이다.  $\Delta$ 가 잔차에 미치는 영향이 가능한 한 최소한으로 유지되는 것이 신뢰할 만한 모델 방식 오류 진단에 있어서의 선결 조건이다.

원리적으로,  $\Delta$ 의 영향을 억제하는 두 가지 방식이 있다.

1. 현대 강건 제어(robust control) 이론을 적용하여 모니터링 시스템의 강건성을 상승시킴 : 이는 일반적으로 복잡해진 설계와 증가된 계산 복잡성을 요하는 수동적인 방식이다(오프라인 및 온라인의 경우 모두에 해당)
2. 추가 정보를 획득함 : 이는 두 가지 방식, 즉 한편으로, 오프라인 정보를 얻는 것이면서 또한 온라인 계산을 더 복잡하게 하는 모델을 개선함으로써, 다른 한편으로, 추가적인 온라인 정보를 활용함으로써 실현될 수 있는 능동적인 방식이다. 이 방식은 본 발명에 따라 상기 언급된 문제의 해결에 도달하는 데에 특히 바람직한 것으로 밝혀졌다.

추가 온라인 정보의 사용은, 말하자면 상이한 센서 또는 모니터링되지 않는 신호원으로부터의 신호에 의해, 모니터링되는 센서에 대한 다중(잉여적인) 모델을 생성하는 것과, 또한 이 센서의 거동과 기능성을 재구성하는 것을 허용한다. 한편으로, 이 잉여 분석적 리던던시는 모니터링 시스템의 신뢰성을 향상시키고, 다른 한편으로, 모델 부정확성에 대한 강건성을 향상시킨다. 본 발명의 방법의 한 바람직한 실시예는 이러한 기본 원리의 실현을 가능하게 하는데, 이하에서 제시하도록 한다.

아래의 수식 시스템을 사용하여 모니터링되는 센서 신호의 동작에 대해 모델이 생성될 수 있다고 가정되어야 한다.

$$y = f_1(u_{11}, \dots, u_{1m}) + \Delta_1, PZ \in GB_1$$

$$\vdots \quad \vdots$$

$$y = f_n(u_{n1}, \dots, u_{nm}) + \Delta_n, PZ \in GB_n$$

상기 식에서,  $u_{ij}$  ( $i=1, \dots, n; j=1, \dots, m$ )는 다양한 신호원으로부터의 신호를 나타내며,  $f_1, \dots, f_n$ 은 부분적 모델에 대한 것이며,  $\Delta_1, \dots, \Delta_n$ 은 개개의 부분적 모델의 모델 부정확성을 나타내며,  $PZ$ 는 프로세스 조건에 관한 것이며,  $GB_i$  ( $i=1, \dots, n$ )는 부분적 모델이 적용되는 범위를 나타낸다.

개개의 부분적 모델의 유용성 및 모델 부정확성은 프로세스 조건에 좌우된다. 이제 남은 문제는 다중 프로세스 모델에 의한 잔차를 생성하는 것이며, 이 잔차는 한편으로는 검출되는 오류에 대하여 민감하며 다른 한편으로는 모델 부정확성에 대해 강건하다.

운전 상황은 이를 위해서 두 그룹으로 나뉜다.

1. 모델 부정확성이 매우 명백하고 단지 소수의 부분적 모델만이 유용한 경우인 비정상적 운전 거동.

2. 대부분의 부분적 모델이 유용하고 모델 부정확성이 낮다는 공통의 특성을 갖는 정상적인 운전 거동.

1에 대하여: 비정상적 운전 거동: 잔차의 절대값이 잔차 평가 함수로서 사용되기 때문에, 모든 가능한 잔차 중에서 잔차  $r$

### 수학식 2

$$|r| = |y - \hat{y}_i| = |y - f_i(u_{i1}, \dots, u_{im})| = \min_i \{|y - f_i(u_{i1}, \dots, u_{im})|, i=1, \dots, n\}$$

은 가장 강건한 상대 모델 부정확성인 것으로서의, 그리고 동시에 오류에 가장 민감하지 않은 것으로서의 결과이다. 따라서, 이 운전 상황에 대해서 다음이 결정된다:

유용한 부분적 모델의 수가 예정된 수보다 훨씬 작을 때 ( $<<n$ ), 잔차는 수학식 2의 원리에 따라서 평가될 것이다.

이를 "전부 중 최소(minimum of all)"라고 명명하며, 그 기본 개념은 모델 부정확성이 매우 분명한 비정상적 범위에서 증가된 정도로 강건성이 가중됨을 의미한다.

2에 대하여: 정상적 운전 거동: 모든 또는 거의 모든 부분적 모델들이 유용하다는 것을 의미하는

$$PZ \in GB_1 \cap GB_2 \cap \dots \cap GB_n$$

이 존재하고, 따라서 일반적으로 통상의 프로세스 조건이 존재할 때, 잔차는 아래의 알고리즘을 사용하여 선택될 수 있다:

제1 단계 : 평균값  $\bar{y}$ 의 생성

$$\bar{y} = \frac{1}{n+1} \left( \sum_{i=1}^n \hat{y}_i + \hat{y}_{i+1} \right), \quad \hat{y}_{i+1} = y$$

제2 단계 :  $\bar{y}$ 의 최저 편차를 갖는  $|\bar{y} - \hat{y}_i|$ ,  $i=1, \dots, n+1$ 의 계산 및  $\hat{y}_{i1}, \hat{y}_{i2}, \hat{y}_{i3}$ 의 선택, 즉

$$|\bar{y} - \hat{y}_{i1}|, |\bar{y} - \hat{y}_{i2}|, |\bar{y} - \hat{y}_{i3}| < |\bar{y} - \hat{y}_j|, j \neq i_1, i_2, i_3, j \in \{1, \dots, n+1\}$$

제3 단계 : 잔차  $r$ 의 생성

$\hat{y}_{i1} \leq \hat{y}_{i2} \leq \hat{y}_{i3}$ 가 적용되는 것으로 가정하면,

$r = \hat{y} - \hat{y}_{i2}$ 이다.

이 알고리즘의 함수 원리를 설명하기 위해서, 두 가지 경우를 고려한다.

a) 고장 없는 작동 : 이 경우에, "최상의 경우"에 대해 아래와 같은 적용이 있다:

$$\hat{y}_{i2} = \hat{y} \Rightarrow r = \hat{y} - \hat{y} = 0$$

이는 모델 부정확성이 잔차에 영향을 미치지 않음을 의미한다. "최악의 경우"에, 아래와 같은 적용이 있다:

$$\hat{y} \notin \{\hat{y}_{i1}, \hat{y}_{i2}, \hat{y}_{i3}\} \Rightarrow r = \hat{y} - \hat{y}_{i2}$$

최대 가능 편자는 아래의 식에 따라서 제한될 수 있다.

$$|\hat{y} - \hat{y}_{i2}| = |\hat{y} - \bar{y} + \bar{y} - \hat{y}_{i2}| \leq |\hat{y} - \bar{y}| + |\bar{y} - \hat{y}_{i2}| \leq 2|\hat{y} - \bar{y}|$$

평균값의 생성은 대부분의 경우에 모델 부정확성을 억제하기 때문에, 또한 모델 부정확성에 의해 유발되는 편자는 최소화된다.

a) 센서 오류 : 이 경우에, "통상의 경우"에 대해 아래와 같은 적용된다:

$$\hat{y} \notin \{\hat{y}_{i1}, \hat{y}_{i2}, \hat{y}_{i3}\} \Rightarrow r = \hat{y} - \hat{y}_{i2} \neq 0$$

센서 신호  $y$ 는 오류로 인해서 그 통상의 값, 나아가서는  $y_{ik}$ , ( $k=1,2,3$ )과는 현저하게 다르게 된다. 그 결과,  $y$ 와  $y_{i2}$  사이에 큰 차가 존재한다. "최악의 경우"에,

$$\hat{y}_{i2} = \hat{y} \Rightarrow r = \hat{y} - \hat{y}_{i2} = 0$$

이는 오류가 검출될 수 없음을 의미한다. 그러나, 이 경우는 오류의 크기가 모델 부정확성의 범위 내일 때에만 발생한다. 또한, 이는 모니터링 개념의 수용 한계가 모델 부정확성에 의해 실질적으로 결정됨을 보여준다.

이미 설명한 바와 같이, 잔차 생성의 개념은 모델 유용성의 테스트를 선결 조건으로 한다. 이는 잔차의 생성을 위해 사용되는 신호의 신뢰성에 대한 테스트와, 운전 상황에 대응하는 모델 유용성에 대한 테스트를 포함한다.

신호는 신호가 소프트웨어 또는 하드웨어의 견지에서 점검되었을 때에 신뢰할 수 있는 것으로 한다. 신뢰할 수 있는 신호는 시스템의 다른 부분적 기능으로부터의 신호일 수도 있고 상호 모니터링을 의미하는 다른 센서로부터의 신호일 수도 있다. 이는 다중 프로세스 모델의 생성에 사용되는 온라인 정보이다.

이미 설명한 바와 같이, 생성된 잔차는 모델 부정확성에 크게 좌우되며, 모델 부정확성은 다양한 운전 상황에 의해 영향을 받는다. 따라서, 운전 상황에 적절하게 부합하는 잔차 평가 유닛을 개발하는 것이 바람직하다.

일반적으로 알려져 있는 바와 같이, 정상적 운행중에 운전 동작은 매우 정확하게 설명될 수 있다. 이와는 반대로, 매우 급변적인 운전 조작을 수학적으로 재현하는 것은 매우 어렵다. 따라서, 각 경우에 따른 운전 상황을 분별하고 이에 기초하여 모니터링 한계 및 시간을 적절하게 조정하는 것이 바람직하다. 모니터링 한계의 적용은 한편으로는 부적절한 센서 신호가 나타날 때 오류 메시지를 적시에 생성하도록 하고 다른 한편으로는 재현의 부정확성에 의해 유발될 수 있는 그릇된 오류

메시지를 방지하도록 한다는 것을 의미한다. 이는 센서 신호 재현의 정확도가 낮은 운전 상황에서, 한계값이 높게 조정되고 모니터링 시간이 길게 조정되어야 함을 의미하며, 반면에 다른 경우에는 한계값은 낮아져야 하고 모니터링 시간은 단축되어야 한다.

아래에 세 가지 중요한 ESP 센서, 즉 앞서 이미 제시한 바와 같이 요-레이트 센서, 횡가속도 센서 및 조향휠 센서를 모니터링하는 개념을 실현시키는 방법을 설명한다.

도 4는 ESP 센서, 즉 요-레이트 센서(13), 횡가속도 센서(14) 및 조향각 센서(15)에 대한 모델 방식 모니터링 시스템의 구조를 도시한다. 각각의 ESP 센서의 모니터링을 위해서, 4개의 임여적인 모델(redundant mode)이 이들이 유용한 한 이용될 수 있다. 이들 모델은 요-레이트 센서(13)에 대한 모델 G1 내지 G4, 횡가속도 센서(14)에 대한 모델 Q1 내지 Q4 및, 조향각 센서(15)에 대한 모델 L1 내지 L4이다. 프로세스 모델의 수학적인 실현 및 이들의 유용성을 표 1에 나타내었다. 표 1에 사용된 기호는 아래와 같이 정의된다.

$\dot{\Psi}_m$  - 모델 요-레이트.

$a_{qm}$  - 모델 횡가속도.

$\delta_{Lm}$  - 모델 조향휠 각도.

$\dot{\Psi}'$  - 요-레이트.

$a_q$  - 횡가속도.

$\delta_L$  - 조향휠 각도.

$i_L$  - 조향 비율

$l$  - 휠 베이스

$S$  - 차량의 트랙 폭

$v_{ch}$  - 특성 운전 속도

[표 1]

표 1	수식	유용성 조건
모델 G1	$\dot{\Psi}_m = \frac{v_{vr} - v_{vl}}{S}$	2개의 전륜은 미끄러지지 않고, 이들의 오류 플래그는 설정되지 않고, 재현은 유용 범위 내에 있다.
모델 G2	$\dot{\Psi}_m = \frac{v_{hr} - v_{hl}}{S}$	2개의 후륜은 미끄러지지 않고, 이들의 오류 플래그는 설정되지 않고, 재현은 유용 범위 내에 있다.
모델 G3	$\dot{\Psi}_m = \frac{\alpha_q}{v_{ref}}$	운전 속도는 0을 초과해야 한다.
모델 G4	$\dot{\Psi}_m = \frac{\delta_L}{i_L l} \frac{v_{ref}}{(1 + (\frac{v_{ref}}{v_{ch}})^2)}$	카운터 스티어링이 없고, 차량이 고속일 때 큰 스티어링이 없다.

모델 Q1	$a_{qm} = \frac{v_{vr} - v_{vl}}{S}$	모델 G1의 조건 참조
모델 Q2	$a_{qm} = \frac{v_{hr} - v_{hl}}{S}$	모델 G2의 조건 참조
모델 Q3	$a_{qm} = v_{ref} \dot{\Psi}$	—
모델 Q4	$a_{qm} = \frac{\delta_L}{i_L l} \frac{v_{ref}^2}{(1 + (\frac{v_{ref}}{v_{ch}})^2)}$	—
모델 L1	$\delta_{Lm} = \frac{i_L l}{v_{ref}} (1 + (\frac{v_{ref}}{v_{ch}})^2) (\frac{v_{vr} - v_{vl}}{S})$	모델 G1 및 G3의 조건 참조
모델 L2	$\delta_{Lm} = \frac{i_L l}{v_{ref}} (1 + (\frac{v_{ref}}{v_{ch}})^2) (\frac{v_{hr} - v_{hl}}{S})$	모델 G2 및 G3의 조건 참조
모델 L3	$\delta_{Lm} = \frac{i_L l}{v_{ref}} (1 + (\frac{v_{ref}}{v_{ch}})^2) \dot{\Psi}$	모델 G3의 조건 참조
모델 L4	$\delta_{Lm} = \frac{i_L l}{v_{ref}^2} (1 + (\frac{v_{ref}}{v_{ch}})^2) a_q$	모델 G3의 조건 참조

모델들은 제1 장치(31)에 사용되고, 아래의 신호들은 리던던시를 계산하고 따라서 잔차를 결정하기 위해 입력량으로서 사용된다:

$v_{vr}$  – 우측 전륜의 훨 속도

$v_{vl}$  – 좌측 전륜의 훨 속도

$v_{hr}$  – 우측 후륜의 훨 속도

$v_{hl}$  – 좌측 후륜의 훨 속도

$v_{ref}$  – 차량 속도

이들은 로크 방지 시스템, 요-레이트, 횡가속도 및 조향각의 부분적 함수를 사용하여 생성되며, 세 개의 ESP 센서(13, 14 및/또는 15)로부터 생기는 것이다. 계산된 리던던시는 각각 모니터링되는 센서 신호와 함께, [제2 장치(33)를 역시 포함하는] 잔차의 생성 및 평가를 위한 제3 장치(36)에 적용된다. 각각의 잔차와 제4 장치(35)에 의해 생성된 한계값 사이의 차를 구한 후에, 차이값이 규정된 값을 초과할 때, 제5 장치(37)는 요-레이트 센서(13)에 대한 오류 메시지 F/UQ, 횡가속도 센서(14)에 대한 F/UQ 또는 조향각 센서(15)에 대한 F/UL을 생성하는 데에 사용되게 된다. 각각의 센서(13, 14, 15)에 대한 제3, 제4 및 제5 장치(36, 35, 37)는 도 4에 각각 도시되어 있다.

로크 방지 시스템에 의해 생성된 신호의 신뢰도 테스트는 이들에 존재하는 모니터링 시스템에 의해 수행된다. 신호들은 오류 메시지의 부재시 신뢰할 수 있는 것으로, 오류 메시지의 존재시 적용될 수 없는 것으로 판단된다.

여기에서 설명하는 센서 모니터링 시스템에 대한 상기 세 개의 ESP 센서 신호(요-레이트, 횡가속도, 조향각)의 경우에, 각각의 신호는 오류 메시지의 부재시 신뢰할 수 있는 것으로 판단되고, 오류 신호가 나타날 때 시스템은 작동이 정지된다.

앞서 언급한 바와 같이, 방법 '다수결의 원리(majority principle)'는 센서가 결함이 있을 때 센서 오류에 민감하지만, 방법 '전부중 최소(minimum of all)'는 시스템 기능 부전 및 일시적인 또는 극한적인 운전 거동의 견지에서 더욱 강건하다. 앞서 언급한 모니터링 개념은 다음과 같이 실현된다.

유용 모델의 수가 3보다 작을 때, 잔차는 '전부 중 최소' 원리에 따라서 생성된다. 다른 모든 경우에, '다수결의 원리'에 의해 잔차가 생성된다.

이론적으로, 이들 모든 프로세스 모델은 정상적인 또는 선형적인 범위의 드라이빙 다이내믹에서만 적용된다. 운전 거동이 더 이상 이 범위에 속하지 않을 때에는, 모니터링 한계는 증가되어야 하고, 모니터링 시간은 연장되어야 한다. 이는 제4 장 치(한계값 계산; 35)에서의 상황 검출 및 정상적 또는 선형적 범위(도 4와 비교)로부터의 운전 거동의 일탈의 정도의 결정에 의해 수행된다. 이러한 목적을 위해 사용되는 신호는: 차량 속도  $v_{ref}$ , 4개의 차륜의 훨 속도  $v_{vr}, v_{vl}, v_{hl}, v_{hr}$ , 부분적 기능의 ABS로부터 야기되고 여기에서 조사되는 차량의 종방향 가속도  $a_1$  및, 계산된 리던던시 및 기타 ESP 센서 신호이다.

이들 모니터링 한계 및 시간은 다양한 운전 상황에서 다양한 유형의 오류의 존재시에 차량 거동의 조사에 의해 설정 또는 결정된다. 가능한 운전 조작중 어느 것에도 관련되지 않는 큰 변화도를 갖는 요-레이트 센서의 변화가 검출될 때, 모니터링 시간은 현저하게 짧아진다.

모니터링 한계 및 시간의 조정은 표 2에 간단히 요약되어 있다.

[표 2]

운전 상황	프로세스 모델의 정 확성	모니터링 한계	모니터링 시간	
			높은 경사도를 가지는 오류	기타
정상적 주행 : 직선 주행 및 정상적 원형 주행	매우 정확	작음	매우 짧음	짧음
운전 동작이 정상적 또는 직선 범위에 가까운 일시적인 주행, 예를 들어, 슬립률 조작	부정확	큼	매우 짧음	길
정상적 또는 직선 범위와는 매우 거리가 먼 운전 동작, 예를 들어 미끄럼 조작	표현 불가능	무한히 큼 (모니터링 없음)	무한히 길 (모니터링 없음)	

하드웨어적 실현의 구조는 도 5에 도시되어 있다. 이 구조는 브레이크 및 엔진 개입을 위한 유닛(41)에 보내지는 출력 신호를 가지는 마이크로프로세서 시스템(40)을 포함한다.

마이크로프로세서 시스템(40)은 아날로그 센서 신호의 변환을 위한 아날로그/디지털 컨버터(401)와, 상기 아날로그/디지털 컨버터(401)에 연결되어 있고 아날로그 출력 신호의 발생을 위한 디지털/아날로그 컨버터(403)가 연결되어 있는 디지털 제어 알고리즘(402)을 포함한다. 디지털 센서 신호는 다시, 디지털 제어 알고리즘(402)에 의해 생성되는 시스템량이 적용되고 오류 메시지를 이 유닛(402)에 보내는 모니터링 시스템(404)에 보내진다.

디지털 제어 알고리즘과 모니터링 시스템을 둘 다 포함하는 ESP 시스템은 바람직하게는, C언어로 프로그램되고, 이어서 마이크로프로세서 시스템(40)으로 실행된다. 마이크로프로세서 시스템(40)의 입력 신호는 차량(42) 내에 설치된 센서(43)에 의해 발생된 신호이다. 마이크로프로세서 시스템(40)의 출력 신호는 브레이크 및 엔진 관리 시스템(41)을 위해 보내지는 교정 변수이다. 모니터링 시스템(404)은 제어 시스템과 병렬적으로 작동하며, 전체 시스템을 모니터링하며, 따라서 오류가 검출되지 않을 때 제어에 영향을 미치지 않는다. 오류가 검출될 때, 모니터링 시스템(404)은 ESP 시스템의 작동을 중단시키게 되는 디지털 계산 알고리즘(402)에 오류 신호를 보낸다.

모니터링 시스템을 여러 운전 테스트에서 테스트하였다. 도 6a, 6b, 6c에, 두 가지 도로 테스트 주행의 측정 결과가 예로서 도시되어 있는데, 즉 직선 주행 중에 요-레이트 센서의 오류 시뮬레이션의 결과이다.

도 6a는 요-레이트 센서의 신호(라인 1) 및 그 4개의 재현(라인 2 내지 5)을 도시한다. 도 6b는 잔차(라인 1)의 추이 및 한계(라인 2 및 3)를 도시한다. 도 6c에서, 오류 메시지가 발생되었을 때를 도시한다.

요-레이트는 매우 정확하게 설명될 수 있음을 이들 도시로부터 분명히 알 수 있다. 시뮬레이션된 오류는 요 토크 제어가 훨씬 고압을 가하기 전 0.25 초 이내에 검출되었다.

도 7a, 7b, 7c는 슬랄롬 조작(slalom maneuver)을 하여 승차중에 요-레이트 센서를 모니터링한 측정 결과를 도시한다. 이러한 슬랄롬 조작중에, 요-레이트는 센서 신호와 모델 신호 사이의 상변위로 인해 정확하게 설명될 수 없다. 이러한 상황에서, 모델이 생성될 때, 일반적으로 모델 부정확성과 같은 것은 방지될 수 없다. 그릇된 경보가 발생되는 것을 방지하기 위해서, 모니터링 한계는 이미 슬랄롬 동작의 시작시에 증가되게 된다. 도 7a는 요-레이트 센서의 신호(라인 1) 및 그 4 가지 재현(라인 2 내지 5)을 도시한다. 도 7b에, 잔차(라인 1) 및 한계(라인 2 및 3)의 추이가 도시되어 있는 반면에, 어떠한 오류 메시지도 발생되지 않았음을 도 7c로부터 알 수 있다.

종합하면, ESP 시스템에서 센서 모니터링을 위한 방법과 장치가 설명되었고, 여기에서 본질은 다중 프로세스 모델에 기초한 잔차의 생성이며, 그 전개는 먼저 드라이빙 다이내믹 및 실제 사용 가능성과 적용 가능성을 고려하여 수행된다. 센서 오류 및 특히 큰 경사도를 갖는 센서 오류는 센서 모니터링 작동에 의해서 운전중에 검출될 수 있다. 모니터링 시스템은 이 시스템이 한편으로는 상대적 모델 부정확성에 대해 높은 정도의 강건성을 나타내고 다른 한편으로는 센서 오류에 대한 높은 민감성을 나타내기 때문에 높은 신뢰성을 제공한다.

## 도면의 간단한 설명

도 1은 드라이빙 다이내믹 제어 시스템의 블록 다이어그램.

도 2는 ESP 시스템 구조의 개략도.

도 3은 오류 진단 시스템의 기본 원리를 나타내는 도면.

도 4는 ESP 센서용 모델 방식 모니터링 시스템의 구조.

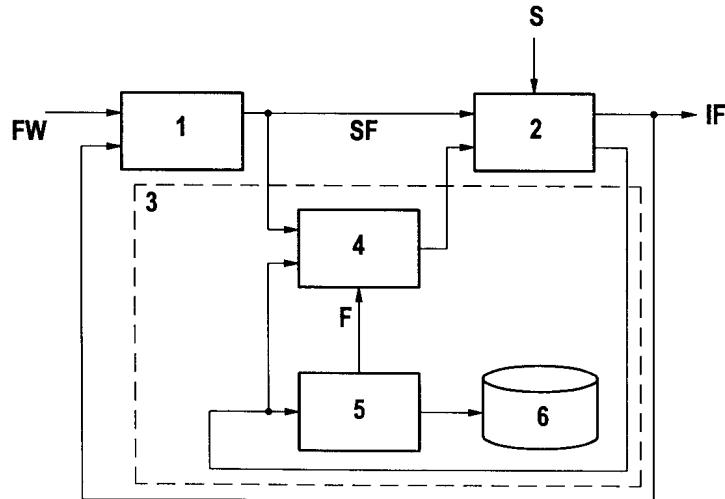
도 5는 본 발명에 따른 센서 모니터링 배열의 블록 다이어그램.

도 6a, 도 6b 및 도 6c는 오류 시뮬레이션에서의 측정 결과를 나타내는 도면.

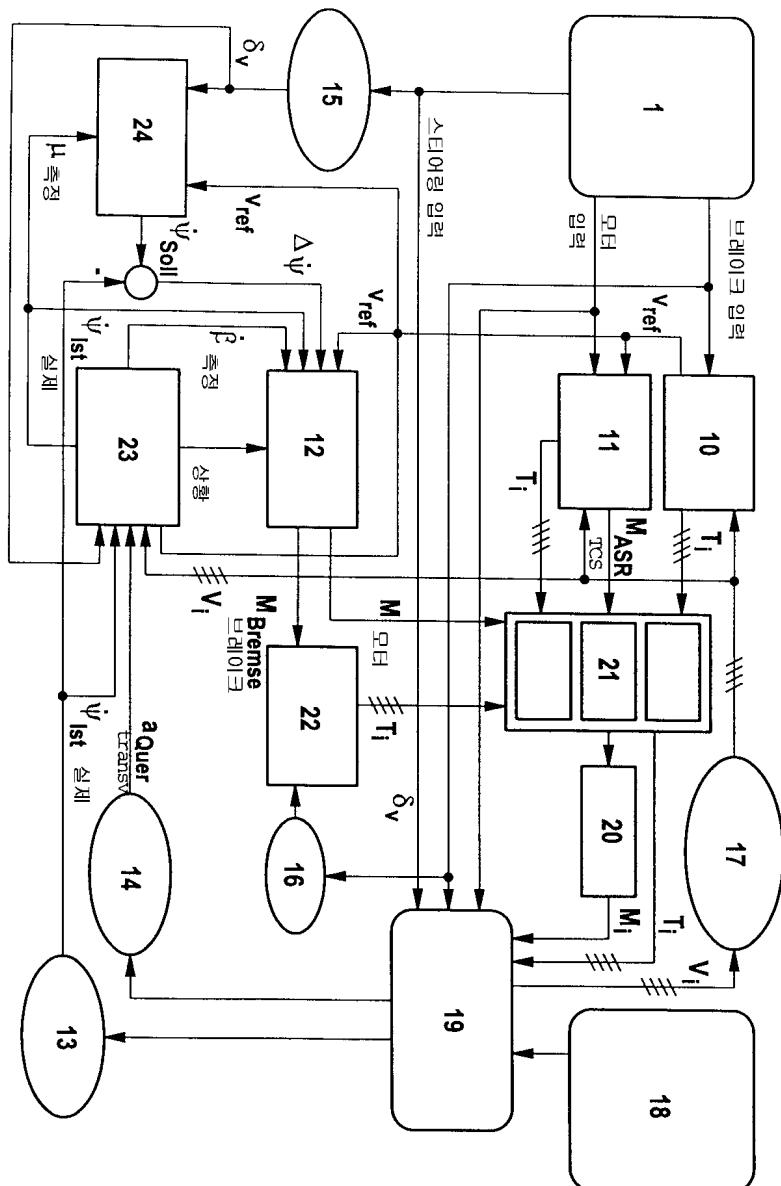
도 7a, 도 7b 및 도 7c는 슬랄롬(slalom) 조작에서의 측정 결과를 나타내는 도면.

## 도면

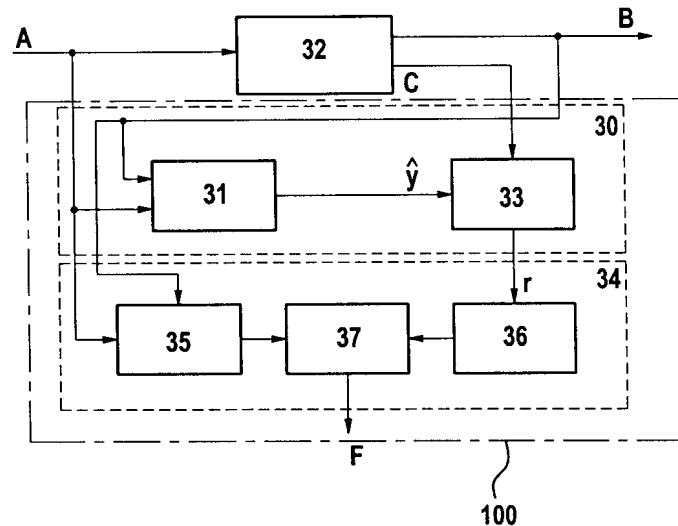
## 도면1



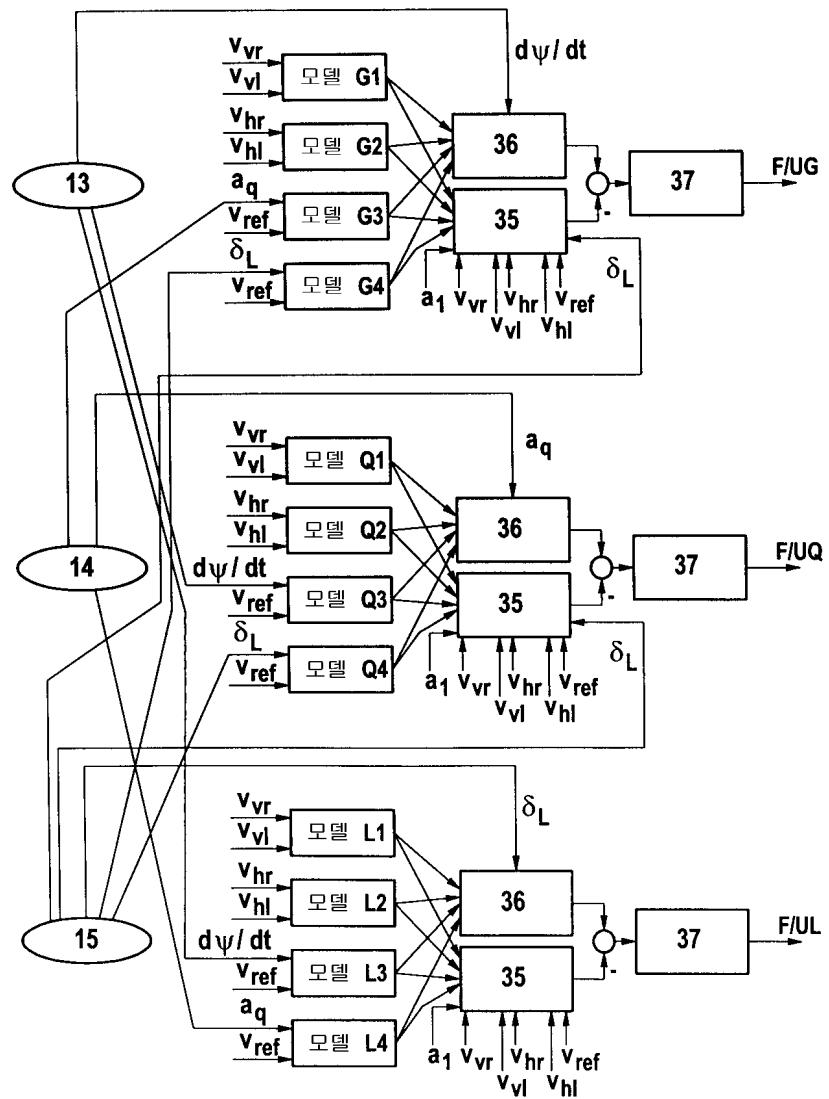
도면2



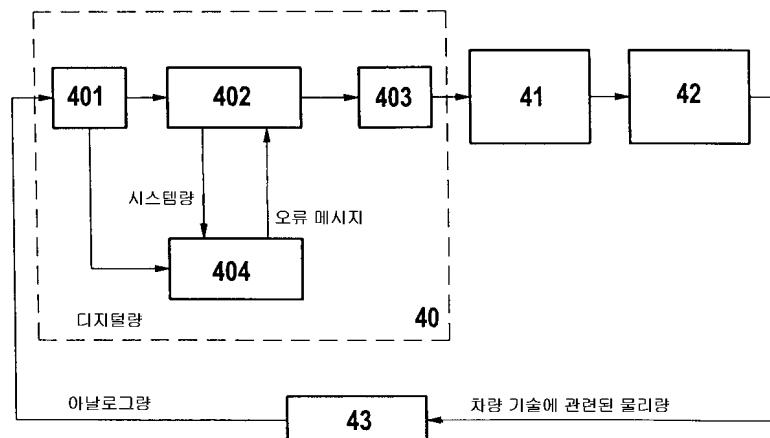
도면3



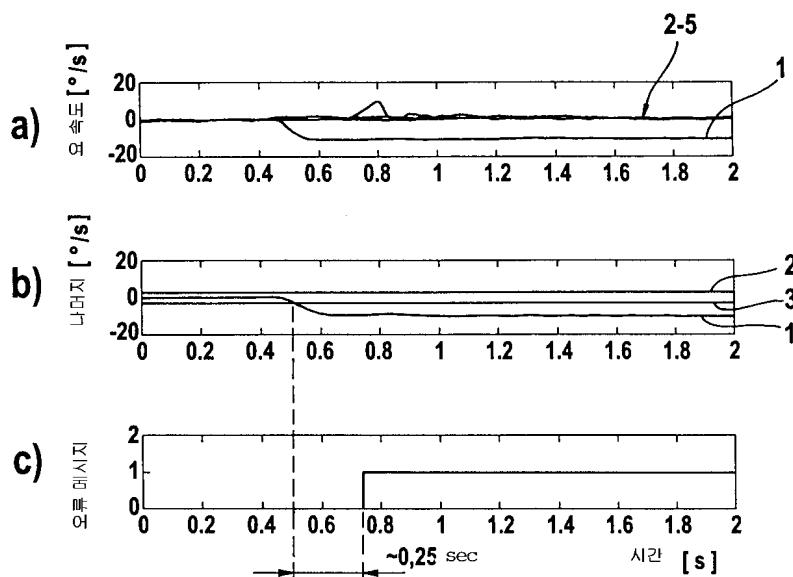
도면4



도면5



도면6



도면7

