



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0008737
(43) 공개일자 2024년01월19일

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04R 29/00 (2006.01) B60R 16/023 (2006.01)
G05B 23/02 (2006.01) G10K 11/178 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H04R 29/005 (2013.01)
B60R 16/023 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2022-0085954
(22) 출원일자 2022년07월12일
심사청구일자 없음</p> | <p>(71) 출원인
현대모비스 주식회사
서울특별시 강남구 테헤란로 203 (역삼동)</p> <p>(72) 발명자
이재영
경기도 용인시 기흥구 마북로240번길 17-2</p> <p>(74) 대리인
특허법인아주</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

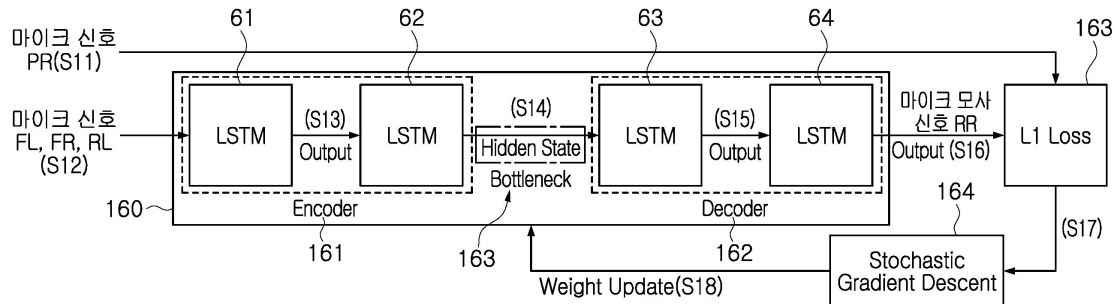
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 자동차의 마이크 고장 진단 장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 자동차의 마이크 진단장치 및 그 방법에 관한 것으로, 능동 노면 소음 저감 방식을 적용하여 실내 소음을 저감하면서, 복수의 마이크를 이용하여 수집되는 소리를 학습하여 특정 마이크에 대한 모사신호를 생성하고, 특정 마이크의 실측소리와 비교하여 특정 마이크의 고장을 검출함으로써, 소음과 실내 소리를 구분하여 소음 저감 효율을 향상시키고, 복수의 마이크의 소리를 이용하여 고장 난 마이크를 정확하게 검출할 수 있고, 특정 마이크의 고장을 진단하여 불필요한 소음의 확산을 방지하며, 보다 편안하고 안정적인 실내 환경을 탑승자에게 제공할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

G05B 23/0235 (2013.01)

G05B 23/027 (2013.01)

G10K 11/1785 (2021.08)

G10K 2210/1282 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 마이크;

복수의 스피커;

상기 복수의 마이크로부터 입력되는 소리를 디지털 신호로 처리하는 디지털 신호 처리기(DSP); 및

상기 복수의 마이크 중 제 1 마이크를 제외한 나머지 마이크의 신호를 이용하여 상기 제 1 마이크에 대한 모사 신호를 생성하고, 상기 제1 마이크의 실측신호와 상기 모사신호를 비교하여 손실값을 산출하고 상기 손실값의 크기에 따라 상기 제 1 마이크의 고장을 검출하는 프로세서; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 자동차의 마이크 진단장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 제 1 마이크의 상기 모사신호에 대한 상기 손실값이 기 설정된 임계값을 초과하는 경우 상기 제1 마이크의 고장으로 진단하는 것을 특징으로 하는 자동차의 마이크 진단장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 제 1 마이크의 상기 모사신호를 생성하고, 상기 1 마이크의 상기 실측신호를 손실함수를 통해 비교하여 상기 손실값을 산출하며, 상기 손실값을 최적화하는, 학습 과정을 통해 산출되는 복수의 손실값 중 최대값에 일정 크기의 마진을 포함하여 상기 제1 마이크에 대한 상기 임계값을 설정하는 것을 특징으로 하는 자동차의 마이크 진단장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는 LSTM 오토 인코더(Long Short-Term Memory auto encoder)를 이용하여 상기 복수의 마이크로부터 입력되는 복수의 소리에 대한 모사신호 생성하는 것을 특징으로 하는 자동차의 마이크 진단장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 LSTM 오토 인코더는 복수의 LSTM 인코더 및 복수의 LSTM 디코더를 포함하고,

상기 LSTM 인코더는 신호의 특징을 추출하고 추상화하고, 상기 LSTM 디코더는 신호를 복원 및 구체화하는 것을 특징으로 하는 자동차의 마이크 진단장치.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 제 1 마이크의 상기 모사신호에 대한 상기 손실값을 기반으로 확률적 경사 하강법(Stochastic Gradient Descent)을 이용하여 네트워크 가중치를 LSTM 오토 인코더로 피드백하여 상기 손실값을 최적화하는 것을 특징으로 하는 자동차의 마이크 진단장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 복수의 마이크 중 적어도 하나가 고장인 경우 소음 감소 동작을 중지하고, 고장 난 마이크에 대한 경고를 출력하는 것을 특징으로 하는 자동차의 마이크 진단장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 프로세서는 상기 복수의 마이크를 통해 입력되는 소리를 분석하여 종류와 크기를 구분하고, 노면 소음을 검출하여 상기 노면 소음에 대해 반대 위상의 감쇄신호를 생성하고, 상기 감쇄신호를 상기 복수의 스피커를 통해 출력하여, 상기 소음 감소 동작을 수행하는 것을 특징으로 하는 자동차의 마이크 진단장치.

청구항 9

복수의 마이크로부터 입력되는 소리를 디지털 신호로 신호처리하는 단계;

상기 복수의 마이크 중 제 1 마이크를 제외한 나머지 마이크의 신호를 이용하여 상기 제 1 마이크에 대한 모사신호를 생성하는 단계;

상기 제1 마이크의 실측신호와 상기 모사신호를 비교하여 손실값을 산출하는 단계; 및

상기 손실값의 크기에 따라 상기 제 1 마이크의 고장을 검출하는 단계; 를 포함하는 자동차의 마이크 진단장치의 진단방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제 1 마이크의 고장을 검출하는 단계는,

상기 제 1 마이크의 상기 모사신호에 대한 상기 손실값이 기 설정된 임계값을 초과하는 경우 상기 제1 마이크의 고장으로 진단하는 것을 특징으로 하는 자동차 마이크 진단장치의 진단방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 모사신호를 생성하는 단계는,

상기 복수의 마이크 중 제 2 마이크 내지 제 4 마이크의 신호를 이용하여 상기 모사신호를 생성하는 것을 특징으로 하는 자동차 마이크 진단장치의 진단방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 모사신호를 생성하는 단계는,

LSTM 오토 인코더(Long Short-Term Memory auto encoder)를 이용하여 상기 제 2 마이크 내지 상기 제 4 마이크의 신호를 기반으로 상기 제 1 마이크의 상기 모사신호를 생성하는 것을 특징으로 하는 자동차 마이크 진단장치의 진단방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 모사신호를 생성하는 단계는,

상기 LSTM 오토 인코더에 포함되는 복수의 LSTM 인코더를 통해 신호의 특징을 추출하고 추상화하는 단계; 및

상기 LSTM 오토 인코더에 포함되는 복수의 LSTM 디코더를 통해 상기 신호를 복원 및 구체화하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는 자동차 마이크 진단장치의 진단방법.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 마이크의 상기 모사신호를 생성하는 단계;

상기 제 1 마이크의 상기 모사신호와 상기 1 마이크의 상기 실측신호를 손실함수를 통해 비교하여 상기 손실값을 산출하는 단계;

상기 손실값을 기반으로 확률적 경사 하강법(Stochastic Gradient Descent)을 이용하여 네트워크 가중치를 LSTM 오토 인코더로 피드백하여 상기 손실값을 최적화하는 단계;

상기 모사신호를 생성하는 단계 내지 상기 손실값을 최적화하는 단계를 반복하여 학습하는 단계; 및

산출되는 복수의 손실값 중 최대값에 일정 크기의 마진을 포함하여 상기 제1 마이크에 대한 상기 임계값을 설정하는 단계; 를 더 포함하는 자동차 마이크 진단장치의 진단방법.

청구항 15

제 9 항에 있어서,

상기 복수의 마이크 중 적어도 하나가 고장인 경우 소음 감소 동작을 중지하는 단계; 및

고장 난 마이크에 대한 경고를 출력하는 단계; 를 더 포함하는 자동차 마이크 진단장치의 진단방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자동차의 소음을 감소시키면서 복수의 마이크를 통해 입력되는 소리를 이용하여 특정 마이크의 소리를 모사하여 실제 마이크의 소리와 비교함으로써 마이크의 고장을 검출하는, 자동차의 마이크 진단장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 자동차는 엔진의 구동으로 인한 소음이 발생할 뿐 아니라, 도로를 주행하는 동안, 자동차가 노면에 접하여 노면 소음이 발생한다. 탑승자는 자동차의 실내에 탑승한 상태에서 자동차 자체 소음과 노면 소음이 결합된 소음을 실내 소음으로 듣게 된다.

[0003] 자동차는 이러한 실내 소음을 줄이기 위한 방법으로 자체에 흡음재 또는 방음재를 설치하여 소음을 감소시킨다.

[0004] 그러나 기존 흡음재 또는 방음재를 사용하는 경우 자동차의 무게가 증가하는 문제가 있고, 흡음재 또는 방음재를 사용하더라도 소음 차단에 한계가 있다.

[0005] 최근 자동차는 주행중 발생하는 실내 소음을 줄이기 위하여, 타이어가 노면과 접촉할 때 발생하는 노면 소음을 줄이는 기능을 적용하는 추세이다.

[0006] 일반적으로 노면 소음을 감소시키기 위하여 RANC(Road noise Active Noise Control) 방법을 사용한다.

[0007] RANC 란, 가속도 센서를 이용해 노면에서 차로 전달되는 진동을 측정하고, 마이크를 통해 입력되는 소음의 유형과 크기를 분석한 뒤 상쇄 음파로 소음을 차단하는 방식이다.

[0008] 일반적으로 노면 소음이 탑승자에게 도달하는데 약 9ms가 소요되는데, RANC는 소면소음이 탑승자에게 도달하기 전에 상쇄 음파를 생성함으로써 실내 소음을 감소 시킨다.

[0009] 따라서 기존 흡음재 또는 방음재를 사용한 방법보다 자체 무게를 증가시키지 않으면서 효과적으로 소음을 줄일 수 있다.

[0010] 특히 전기자동차는 엔진 소음이 없기 때문에 실내 소음이 감소하나, 상대적으로 노면 소음이 두드러지므로, 노면 소음을 효과적으로 감소시킬 방안이 필요하다.

[0011] 관련 기술로 대한민국 공개특허 제10-2022-0078212호, '차량용 능동 소음 제어 장치 및 그 제어 방법' 이 있다.

[0012] 이러한 능동 노면 소음 저감 방법은 차량에 장착된 가속도 센서 값에 따라 스피커에서 반대 위상 음파를 출력하며 마이크로 실내 소음 수준을 측정한다. 즉, 마이크 신호에 따라 스피커 출력 신호가 변화하는 페루프 제어 시

시스템(closed loop control system)이므로 차내에 적재된 짐이 마이크에 부딪히는 경우, 접촉 불량이 발생하는 경우 또는 마이크의 노후화로 인하여 잡음이 직접적으로 인가되어, 스피커 신호가 차량 소음을 감소시키지 않고 오히려 증가시키는 발산시키는 현상이 발생할 수 있다.

[0013] 또한, 단일 마이크를 이용하여 소리의 크기를 바탕으로 고장 여부를 판단하는 경우, 마이크 신호는 가속도 센서로 측정 가능한 차량 진동뿐 아니라 탑승자의 대화소리, 네비게이션 시스템의 안내 음성 및 재생되는 음악 또한 소음으로 판단하는 문제가 있다.

[0014] 탑승자의 대화소리, 음성안내 및 음악소리는 제외하면서 효과적으로 노면 소음을 제거하고, 마이크의 고장을 진단하는 방안이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0015] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2022-0078212호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 본 발명은 상기와 같은 필요성에 의해 창출된 것으로서, 능동 노면 소음 저감 방법을 적용하여 실내 소음을 감소시키면서, 복수의 마이크를 이용하여 특정 마이크의 소리를 모사하여 마이크의 고장을 진단하는, 자동차의 마이크 진단장치 및 그 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0017] 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 자동차의 마이크 진단장치는, 복수의 마이크; 복수의 스피커; 상기 복수의 마이크로부터 입력되는 소리를 디지털 신호로 처리하는 디지털 신호 처리기(DSP); 및 상기 복수의 마이크 중 제 1 마이크를 제외한 나머지 마이크의 신호를 이용하여 상기 제 1 마이크에 대한 모사신호를 생성하고, 상기 제 1 마이크의 실측신호와 상기 모사신호를 비교하여 손실값을 산출하고 상기 손실값의 크기에 따라 상기 제 1 마이크의 고장을 검출하는 프로세서;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 상기 프로세서는 상기 제 1 마이크의 상기 모사신호에 대한 상기 손실값이 기 설정된 임계값을 초과하는 경우 상기 제 1 마이크의 고장으로 진단하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 상기 프로세서는 상기 제 1 마이크의 상기 모사신호를 생성하고, 상기 1 마이크의 상기 실측신호를 손실함수를 통해 비교하여 상기 손실값을 산출하며, 상기 손실값을 최적화하는, 학습 과정을 통해 산출되는 복수의 손실값 중 최대값에 일정 크기의 마진을 포함하여 상기 제 1 마이크에 대한 상기 임계값을 설정하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 상기 프로세서는 LSTM 오토 인코더(Long Short-Term Memory auto encoder)를 이용하여 상기 복수의 마이크로부터 입력되는 복수의 소리에 대한 모사신호 생성하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 상기 LSTM 오토 인코더는 LSTM 인코더 및 LSTM 디코더를 포함하고, 상기 LSTM 인코더는 신호의 특징을 추출하고 추상화하고, 상기 LSTM 디코더는 신호를 복원 및 구체화하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 상기 프로세서는 상기 제 1 마이크의 상기 모사신호에 대한 상기 손실값을 기반으로 확률적 경사 하강법(Stochastic Gradient Descent)을 이용하여 네트워크 가중치를 LSTM 오토 인코더로 피드백하여 상기 손실값을 최적화하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 상기 프로세서는 상기 복수의 마이크 중 적어도 하나가 고장인 경우 소음 감소 동작을 중지하고, 고장난 마이크에 대한 경고를 출력하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 상기 프로세서는 상기 복수의 마이크를 통해 입력되는 소리를 분석하여 종류와 크기를 구분하고, 노면 소음을 검출하여 상기 노면 소음에 대해 반대 위상의 감쇄신호를 생성하고, 상기 감쇄신호를 상기 복수의 스피커를 통해 출력하여, 상기 소음 감소 동작을 수행하는 것을 특징으로 한다.

- [0025] 본 발명에 따른 자동차의 마이크 진단장치의 진단방법은 복수의 마이크로부터 입력되는 소리를 디지털 신호로 신호처리하는 단계; 상기 복수의 마이크 중 제 1 마이크를 제외한 나머지 마이크의 신호를 이용하여 상기 제 1 마이크에 대한 모사신호를 생성하는 단계; 상기 제1 마이크의 실측신호와 상기 모사신호를 비교하여 손실값을 산출하는 단계; 및 상기 손실값의 크기에 따라 상기 제 1 마이크의 고장을 검출하는 단계; 를 포함한다.
- [0026] 상기 제 1 마이크의 고장을 검출하는 단계는, 상기 제 1 마이크의 상기 모사신호에 대한 상기 손실값이 기 설정된 임계값을 초과하는 경우 상기 제1 마이크의 고장으로 진단하는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 상기 모사신호를 생성하는 단계는, 상기 복수의 마이크 중 제 2 마이크 내지 제 4 마이크의 신호를 이용하여 상기 모사신호를 생성하는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 상기 모사신호를 생성하는 단계는, LSTM 오토 인코더(Long Short-Term Memory auto encoder)를 이용하여 상기 제 2 마이크 내지 상기 제 4 마이크의 신호를 기반으로 상기 제 1 마이크의 상기 모사신호를 생성하는 것을 특징으로 한다.
- [0029] 상기 모사신호를 생성하는 단계는, 상기 LSTM 오토 인코더에 포함되는 복수의 LSTM 인코더를 통해 신호의 특징을 추출하고 추상화하는 단계; 및 상기 LSTM 오토 인코더에 포함되는 복수의 LSTM 디코더를 통해 상기 신호를 복원 및 구체화하는 단계; 를 포함한다.
- [0030] 상기 제 1 마이크의 상기 모사신호를 생성하는 단계; 상기 제 1 마이크의 상기 모사신호와 상기 제 1 마이크의 상기 실측신호를 손실함수를 통해 비교하여 상기 손실값을 산출하는 단계; 상기 손실값을 기반으로 확률적 경사 하강법(Stochastic Gradient Descent)을 이용하여 네트워크 가중치를 LSTM 오토 인코더로 피드백하여 상기 손실값을 최적화하는 단계; 상기 모사신호를 생성하는 단계 내지 상기 손실값을 최적화하는 단계를 반복하여 학습하는 단계; 및 산출되는 복수의 손실값 중 최대값에 일정 크기의 마진을 포함하여 상기 제1 마이크에 대한 상기 임계값을 설정하는 단계; 를 더 포함한다.
- [0031] 상기 복수의 마이크 중 적어도 하나가 고장인 경우 소음 감소 동작을 중지하는 단계; 및 고장난 마이크에 대한 경고를 출력하는 단계; 를 더 포함한다.

발명의 효과

- [0032] 일 측면에 따르면, 본 발명의 자동차의 마이크 진단장치 및 그 방법은, 능동 노면 소음 저감 방식을 적용하여 실내 소음을 저감하면서, 복수의 마이크를 이용하여 수집되는 소리를 학습하여 특정 마이크에 대한 모사신호를 생성하고, 특정 마이크의 실제 소리와 비교하여 특정 마이크의 고장을 정확하게 검출할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 일 측면에 따르면, 소음과 실내 소리를 구분하여 소음 저감 효율을 향상시키고, 특정 마이크의 고장을 진단하여 불필요한 소음의 확산을 방지하며, 보다 편안하고 안정적인 실내 환경을 탑승자에게 제공할 수 있다.

[0034]

도면의 간단한 설명

- [0035] 도 1 은 본 발명의 일 실시예에 따른 마이크 및 스피커가 배치되는 자동차의 구성이 도시된 도이다.
- 도 2 는 본 발명의 일 실시예에 따른 자동차의 마이크 진단장치의 노면 소음 저감 방법을 설명하는 데 참조되는 도이다.
- 도 3 은 본 발명의 일 실시예에 따른 자동차의 마이크 진단장치의 구성이 도시된 블록도이다.
- 도 4 는 본 발명의 일 실시예에 따른 자동차의 마이크 진단장치의 사운드 학습 과정을 설명하는 데 참조되는 도이다.
- 도 5 는 본 발명의 일 실시예에 따른 자동차의 마이크 진단장치의 사운드를 이용한 마이크 고장 진단 과정을 설명하는 데 참조되는 도이다.
- 도 6 은 본 발명의 일 실시예에 따른 자동차의 마이크 진단장치의 사운드 학습 방법이 도시된 순서도이다.
- 도 7 은 본 발명의 일 실시예에 따른 자동차의 마이크 진단장치의 사운드를 이용한 고장 진단 방법이 도시된 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명을 설명하도록 한다.
- [0037] 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다. 또한, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로써 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0038] 도 1 은 본 발명의 일 실시예에 따른 마이크 및 스피커가 배치되는 자동차의 구성이 도시된 도이다.
- [0039] 도 1 에 도시된 바와 같이, 자동차(1)에는 복수의 가속도센서(41 내지 44), 복수의 마이크(31 내지 34), 복수의 스피커(21 내지 25)가 설치된다. 또한 자동차(1)는 차량 제어를 위한 프로세서(미도시)와 신호를 변환하는 디지털 신호 처리기(미도시)를 포함한다.
- [0040] 복수의 가속도센서(41 내지 44)는 자동차(1)의 휠 위치를 기준으로 전면부 좌우와 후면부 좌우측에 각각 설치된다.
- [0041] 복수의 스피커(21 내지 25)는 운전석의 좌측에 제 1 스피커(21), 보조석의 우측에 제 2 스피커(22), 뒷좌석 좌측에 제 3 스피커(23), 뒷좌석 우측에 제 4 스피커(24), 그리고 뒷좌석의 후면 중앙에 제 5 스피커(25)가 설치된다.
- [0042] 복수의 스피커(21 내지 25)는 자동차(1)의 내부에 서라운드 음향을 출력한다.
- [0043] 복수의 스피커(21 내지 25)는 재생되는 음악, 네비게이션 시스템의 안내음성을 출력한다.
- [0044] 복수의 마이크(31 내지 34)는 운전석의 전면부 중앙에 제 1 마이크(31), 보조석의 전면부 중앙에 제 2 마이크(32), 좌측 뒷좌석의 후면 중앙에 제 3 마이크(33), 우측 뒷좌석의 후면 중앙에 제 4 마이크(34)가 설치된다.
- [0045] 제 1 마이크(31) 및 제 2 마이크(32)의 좌석을 기준으로 전면 중앙에, 제 3 마이크(33) 및 제 4 마이크(34)는 좌석을 기준으로 후면 중앙에 헤드레스트에 인접하여 설치된다.
- [0046] 복수의 마이크(31 내지 34)는 주변의 소리를 수집하여 프로세서로 인가한다.
- [0047] 복수의 마이크(31 내지 34)는 차량 내부의 소음, 차량 자체 소음 및 노면 소음을 각각 입력한다.
- [0048] 프로세서는 복수의 마이크(31 내지 34)로부터 입력되는 각각의 신호를 비교하여 이상 소음을 검출하고, 이상 소음에 다른 고장을 판단하여 에러를 출력한다.
- [0049] 도 2 는 본 발명의 일 실시예에 따른 자동차의 마이크 진단장치의 노면 소음 저감 방법을 설명하는 데 참조되는 도이다.
- [0050] 도 2에 도시된 바와 같이, 마이크(30)는 주변의 소리를 수집하여 프로세서로 입력한다.
- [0051] 마이크(30)는 설치된 위치에 따라 상이한 소리가 수집될 수 있으나 차량 실내 면적이 협소하므로 실내에서 발생되는 소리를 복수의 마이크에 전달된다. 따라서 특정 방향성을 갖는 소리를 제외하고 복수의 마이크가 유사한 소리를 입력한다. 다만, 각 마이크(30)의 위치에 따라 소리의 크기가 상이할 수 있다.
- [0052] 가속도센서(40)는 차량의 가속도를 감지하고, 노면에서 자동차(1)에 전달되는 진동을 측정한다.
- [0053] 디지털 신호 처리기(50)는 가속도센서(40)의 신호와 마이크(30)의 신호를 입력받아 처리한다. 디지털 신호 처리기(50)는 아날로그 신호를 디지털로 변환하는 아날로그 디지털 컨버터(ADC, Analog Digital Converter)를 포함한다.
- [0054] 디지털 신호 처리기(50)는 실시간으로 입력되는 아날로그 신호를 신호처리 한다. 디지털 신호 처리기(50)는 자동차(1)의 주행 중에 실시간으로 입력되는 마이크(30)의 신호와 가속도센서(40)의 신호를 필터링하고, 샘플링하여 분석하고 신호처리를 실시간으로 수행한다.
- [0055] 프로세서는 RANC(Road noise Active Noise Control) 방법을 적용하여 노면 소음을 감소시킨다.
- [0056] 프로세서는 마이크(30) 및 가속도센서(40)로부터 입력되는 신호가 디지털 신호 처리기(50)에 의해 신호처리되면, 가속도센서의 진동값을 기반으로, 복수의 마이크(31 내지 34)로부터 입력되는 신호로부터 소음

의 유형과 크기를 분석하여 노면 소음을 구분하고, 노면 소음에 반대 위상의 신호를 생성하여 복수의 스피커(21 내지 25)를 통해 출력함으로써, 노면 소음을 감쇄시켜 실내 소음을 저감한다.

- [0057] 프로세서는 마이크(30)의 소음에 대응하는 신호를 스피커(20)를 통해 출력하여 소음을 감쇄하되, 이상 소음을 검출하여 마이크(30)의 고장을 진단하고, 이상소음이 스피커(20)를 통해 출력되지 않도록 제어한다.
- [0058] 도 3 은 본 발명의 일 실시예에 따른 자동차의 마이크 진단장치의 구성이 도시된 블록도이다.
- [0059] 도 3에 도시된 바와 같이, 자동차의 마이크 진단장치는, 통신부(130), 마이크(30), 가속도센서(40), 스피커(20), 디지털 신호 처리기(50), 메모리(120), 및 프로세서(110)를 포함한다.
- [0060] 마이크(30)는 도 1에서 설명한 바와 같이 자동차 내에 복수로 설치되어 소리를 수집한다. 스피커(20)는 도 1에서 설명한 바와 같이 자동차 내에 복수로 설치되어 서라운드 음향을 제공한다. 가속도센서(40)는 복수로 구비되어 차량의 진동을 감지한다.
- [0061] 통신부(130)는 CAN(Controller Area Network) 통신용 모듈(CAN DRIVER)을 포함하여 자동차(1)에서 데이터를 송수신한다. 통신부(130)는 유선 또는 무선통신모듈을 포함하여 외부의 클라우드서버, 다른 자동차 또는 데이터베이스에 연결될 수 있다.
- [0062] 메모리(120)는 마이크(30)를 통해 수집되는 소리를 마이크별로 구분하여 저장하고, 각 마이크에 대한 모사신호 및 모사신호에 대한 학습데이터를 저장한다. 또한, 메모리(120)는 마이크(30)의 모사신호의 손실값을 기반으로 설정되는 마이크별 임계값을 저장한다.
- [0063] 메모리(120)는 램(RAM, Random Access Memory), 롬(ROM), EEPROM(Electrically Erased Programmable Rom) 등의 비휘발성 메모리, 및 플래시 메모리를 포함할 수 있고, SSD와 같은 대용량 저장수단을 포함할 수 있다.
- [0064] 디지털 신호 처리기(50)는 가속도센서(40)의 신호와 마이크(30)의 신호를 입력받아 처리한다.
- [0065] 디지털 신호 처리기(50)는 자동차(1)의 주행 중에 실시간으로 입력되는 마이크(30)의 신호와 가속도센서(40)의 신호를 필터링하고, 샘플링하여 분석하고 신호처리를 실시간으로 수행한다.
- [0066] 디지털 신호 처리기(50)는 아날로그 신호를 디지털로 변환하는 아날로그 디지털 컨버터(ADC, Analog Digital Converter)를 포함한다.
- [0067] 프로세서(110)는 디지털 신호 처리기(50)에서 처리된 신호를 기반으로, 소리의 종류와 크기를 구분하고 노면 소음을 검출한다. 프로세서(110)는 노면 소음을 감쇄하기 위한 반대 위상의 신호를 생성하여 스피커(20)를 통해 출력하여 노면 소음을 감소시킨다.
- [0068] 예를 들어 프로세서(110)는 RANC(Road noise Active Noise Control) 방법을 적용하여 노면 소음을 감소시킨다.
- [0069] 또한, 프로세서(110)는 디지털 신호 처리기(50)에서 처리된 신호를 기반으로, 각 마이크별 모사신호를 생성하여 마이크별로 수집되는 소리를 학습하여 학습데이터를 생성한다.
- [0070] 프로세서(110)는 특정 마이크의 입력(소리)을, 다른 마이크들의 입력을 사용하여 모사 한 후, 해당 마이크의 실측신호와 비교하여 차이가 임계값보다 큰 경우 이상이 발생한 것으로 판단한다.
- [0071] 프로세서(110)는 마이크(30)를 통해 입력되는 소리가 일관성을 갖는 특징으로 이용하여 LSTM(Long Short-Term Memory) 오토 인코더(auto encoder)를 기반으로 마이크의 소리를 학습하고, 이를 바탕으로 고장을 검출한다.
- [0072] 프로세서(110)는 마이크(30)의 소리를 학습하여 복수의 마이크에 대한 각각의 임계값을 설정하고, 임계값을 기준으로 마이크의 고장을 검출한다.
- [0073] 프로세서(110)는 마이크 고장 시, 스피커를 통한 반대 위상의 감쇄신호를 출력하는 소음 감지 동작을 정지할 수 있다.
- [0074] 프로세서(110)는 복수의 마이크(31 내지 34) 중 고장이 검출되는 마이크에 대하여 경고를 출력한다. 프로세서(110)는 자동차의 디스플레이에 마이크 고장에 대한 안내메시지, 아이콘, 이미지, 문자 및 숫자를 조합하는 경고를 표시하도록 디스플레이(미도시)를 통해 출력할 수 있고, 스피커를 통해 경고음을 출력할 수 있다.
- [0075] 도 4 는 본 발명의 일 실시예에 따른 자동차의 마이크 진단장치의 사운드 학습 과정을 설명하는 데 참조되는 도이다.

- [0076] 도 4에 도시된 바와 같이, 자동차의 마이크 진단장치는 LSTM 오토 인코더(Long Short-Term Memory auto encoder)(160)를 사용하여 각 마이크(30)에 대한 모사신호를 생성한다.
- [0077] 프로세서(110)는 복수의 마이크 신호를 이용하여 특정 마이크에 대한 모사신호를 생성한다.
- [0078] 예를 들어 프로세서(110)는 복수의 마이크 중 제 2 마이크(32) 내지 제 4 마이크(34)의 신호를 이용하여 제 1 마이크(31)에 대한 모사신호를 생성한다. 또한, 프로세서(110)는 제 1 마이크(31)(FL) 내지 제 4 마이크(33)(RL)의 신호를 이용하여 제 4 마이크(34)(RR)에 대한 모사신호를 생성한다.
- [0079] 프로세서(110)는 제 1 마이크(31) 내지 제 4 마이크(34) 각각에 대한 모사신호를 생성하여 메모리(120)에 저장한다.
- [0080] 제 4 마이크(34)(RR)에 대한 모사신호를 생성하는 경우, 제 4 마이크(34)(RR)의 신호(S11)를 입력받고, 제 1 마이크(31)(FL) 내지 제 3 마이크(33)(RL)의 신호(S12)를 LSTM 오토 인코더(1610)로 입력한다.
- [0081] LSTM 오토 인코더(160)는 제 1 LSTM 인코더(61), 제 2 LSTM 인코더(62), 제 1 LSTM 디코더(63) 및 제 2 LSTM 디코더(64)를 포함한다.
- [0082] 제 1 LSTM 인코더(61)는 제 1 출력신호(S13)를 출력하고, 제 2 LSTM 오토 인코더(62)는 제 1 출력신호를 입력받아 제 2 출력신호(S14)를 출력한다. 제 2 출력신호(S14)는 일정 구간(HIDDEN STATE)(163)을 거쳐 LSTM 디코더(162)로 입력된다.
- [0083] 제 1 LSTM 디코더(63)는 제 3 출력신호(S15)를 출력하고 제 2 LSTM 디코더(64)는 제 4 출력신호(S16)를 출력된다. 제 4 출력신호(S16)는 제 4 마이크(34)(RR)의 모사신호이다.
- [0084] 프로세서(110)는 손실함수 L1 LOSS(163)를 이용하여 제 4 출력신호(S16)인 제 4 마이크(34)(RR)의 모사신호와 앞서 입력된 제 마이크(34)(RR)의 신호(S11)를 비교하고 손실값(S17)을 산출한다.
- [0085] 또한 프로세서(110)는 확률적 경사 하강법(Stochastic Gradient Descent)(164)를 이용하여 네트워크 가중치(WEIGHT)(S18)를 LSTM 디코더(162)의 입력단으로 피드백하고, 그에 따라 손실값을 최적화한다.
- [0086] 프로세서(110)는 이러한 과정을 반복하여 제 1 마이크(31) 내지 제 4 마이크(34) 각각에 대한 학습을 수행하고, 손실값을 최적화한 후 손실값의 최대값에 일정 크기의 마진을 포함하여 각 마이크의 임계값으로 설정한다. 각 마이크의 임계값은 고장 판단의 기준이 된다.
- [0087] 프로세서(110)는 가중치 피드백을 반복하여, 손실함수 L1 loss(165)의 손실값(S27)을 앞서 설정된 임계값과 비교하여 연산된 손실값이 임계값보다 작으면 학습과정을 종료한다.
- [0088] 프로세서(110)는 학습데이터 및 임계값을 메모리(120)에 저장한다.
- [0089] 이러한 학습과정은 마이크에 잡음이 없는 정상 상태에서 수행된다. 그에 따라 자동차의 제조단계에서 수행되는 것이 바람직하다. 경우에 따라 서버 등으로부터 다운로드할 수 있다. 또한, 주행 중에 수집되는 데이터를 바탕으로 학습을 반복하여 학습데이터를 업데이트 할 수 있다.
- [0090] 도 5 는 본 발명의 일 실시예에 따른 자동차의 마이크 진단장치의 사운드를 이용한 마이크 고장 진단 과정을 설명하는 데 참조되는 도이다.
- [0091] 도 5에 도시된 바와 같이, 프로세서(110)는 학습데이터를 기반으로 주행 중 수집되는 복수의 마이크의 소리를 기반으로 모사신호를 추론하여 마이크의 고장을 검출한다.
- [0092] 프로세서(110)는 학습과정과 동일하게 LSTM 오토 인코더(160)를 이용하여 마이크의 신호를 분석하고 모사신호를 추론한다.
- [0093] LSTM 오토 인코더(LSTM AUTO ENCODER)(161)는 LSTM 인코더(61, 62)에서 신호의 특징을 추출하고 추상화하며, LSTM 디코더(63, 64) 단계에서 신호를 복원 및 구체화한다.
- [0094] LSTM 오토 인코더(160)는 제 1 LSTM 인코더(61), 제 2 LSTM 인코더(62), 제 1 LSTM 디코더(63) 및 제 2 LSTM 디코더(64)를 포함한다.
- [0095] 프로세서(110)는 마이크(30)를 통해 수집되는 소리 신호를 LSTM 오토 인코더(160)로 입력한다.
- [0096] 제 4 마이크(34)(RR)의 신호(S21)를 입력받고, 제 1 마이크(31)(FL) 내지 제 3 마이크(33)(RL)의 신호(S22)를

LSTM 오토 인코더(160)로 입력한다.

- [0097] 앞서 설명한 바와 같이 LSTM 인코더(161)의 출력신호(S24)는 LSTM 디코더(162)로 입력되어 신호(S26)를, 제 4 마이크(34)(RR)에 대한 모사신호로써 출력한다.
- [0098] 프로세서(110)는 손실함수 L1 LOSS(165)를 이용하여 모사신호(S26)와 제 4 마이크(34)(RR)의 신호(S21)를 입력하여 손실값(S27)을 출력한다
- [0099] 프로세서(110)는 손실함수 L1 loss(165)의 손실값(S27)을 앞서 설정된 임계값(S28)과 비교하고(S166), 연산된 손실값이 임계값(S28)보다 크면 고장으로 판단한다.
- [0100] 특정 마이크에 고장이 검출되면 프로세서(110)는 소음 저감 ANC(Active Noise Canceling) 기능을 중단시킨다.
- [0101] 프로세서(110)는 마이크 고장에 대한 에러를 생성하여 출력한다.
- [0102] 학습데이터는 별도의 잡음이 없는 상태에서 생성된 것이므로, 실제 주행 중에 측정되는 소음을 기반으로 하는 경우 마이크에 이상이 있다면 모사의 정확도가 저하된다.
- [0103] 복수의 마이크 중 어느 하나에 고장에 발생한 경우, 고장이 발생한 특정 마이크에 잡음 등이 추가되는 경우 모사 정확도가 저하되어 손실함수 L1 loss(165)의 값이 증가하게 된다.
- [0104] 예를 들어 제 1 마이크(31) 내지 제 4 마이크(34) 중 마이크 신호 FL, FR, RL 신호를 사용하여 제 4 마이크(34)의 신호 RR을 모사할 때, 만약 제 3 마이크(33)(RL)가 고장 난 경우, 모사신호의 정확도가 감소한다.
- [0105] 그러나 제 1 마이크(31) 및 제 2 마이크(32)의 마이크 신호 FL, FR 는 정상 이므로, 각 채널의 영향도가 동일하다고 가정할 때, 모사신호의 정확도는 30% 정도 낮아지게 된다.
- [0106] 한편, 모사신호를 생성하는 제 4 마이크가 고장인 경우, 제 1 마이크(31 내지 제 3 마이크(33)의 신호 FL, FR, RL는 정상이므로 모사신호의 정확한 반면, 제 4 마이크(34)의 실측 신호와는 유사하지 않은 것으로 나타나고, 정확도는 0%가 된다.
- [0107] 프로세서(110)는 각 마이크에 대한 임계값을 사용하여 각 위치의 마이크 이상 유무를 확인할 수 있다.
- [0108] 또한, LSTM 오토 인코더(160)를 이용한 학습 과정에서, 어느 한 채널에 잡음을 인가한 데이터를 사용하는 데이터 셋(dataset)을 규합할 경우, 고장 난 마이크 신호가 입력된 상황에서도 마이크 신호 모사 정확도를 향상 시킬 수 있다.
- [0109] 도 6 은 본 발명의 일 실시예에 따른 자동차의 마이크 진단장치의 사운드 학습 방법이 도시된 순서도이다.
- [0110] 프로세서(110)는 마이크(30)를 통해 수집되는 소리를 분석하여 노면 소음을 검출하고, 노면 소음을 감쇄시키기 위한 반대위상의 신호를 생성하여 스피커(20)를 통해 출력함으로써 실내 소음을 감소시킨다.
- [0111] 프로세서(110)는 복수의 마이크(31 내지 34) 중 적어도 하나에 고장이 있는 경우 노면 소음 저감에 오류가 발생하므로, 복수의 마이크(31 내지 34)를 통해 수집되는 소리를 분석하여 마이크의 고장을 검출한다.
- [0112] 프로세서(110)는 어느 하나의 마이크가 고장 난 것으로 판단되면 에러를 출력하고, 소음 감소 기능을 중지한다.
- [0113] 프로세서(110)는 마이크 고장을 검출하기 위해, 복수의 마이크의 소리를 학습하여 고장의 기준인 임계값을 다음과 같이 설정한다.
- [0114] 도 6에 도시된 바와 같이, 프로세서(110)는 복수의 마이크(31 내지 34)로부터 각각 마이크 신호(FL, FR, RL, RR)를 입력 받는다(S310).
- [0115] 프로세서(110)는 제 1 마이크(31)를 제외한 제 2 마이크(32) 내지 제 4 마이크(34)의 마이크신호를 바탕으로, LSTM 오토 인코더(160)를 이용하여 제 1 마이크(31)의 마이크 신호 FL를 학습하고, 제 1 마이크(31)의 마이크 신호 FL에 대한 모사신호를 생성한다(S320).
- [0116] 프로세서(110)는 손실함수를 통해 모사신호와 실제 제 1 마이크(31)의 마이크 신호 FL을 비교하여 출력되는 손실값을 기준으로 가중치를 부여하여 LSTM 오토 인코더(160)에 피드백 한다.
- [0117] 프로세서(110)는 모사신호 생성 및 학습 과정에서 출력되는 손실값 중 최대값에 일정 크기의 마진을 포함하여 FL 최대손실값을 FL 임계값으로 설정한다(S330).
- [0118] 프로세서(110)는 제 2 마이크(32)를 제외한 제 1 마이크(31), 제 3 마이크(33) 및 제 4 마이크(34)의 마이크신

호를 바탕으로, LSTM 오토 인코더(160)를 이용하여 제 2 마이크(32)의 마이크 신호 FR을 학습하고, 제 1 마이크(31)의 마이크 신호 FR에 대한 모사신호를 생성한다(S340).

- [0119] 프로세서(110)는 손실함수를 통해 모사신호와 실제 제 2 마이크(32)의 마이크 신호 FR을 비교하여 출력되는 손실값을 기준으로 가중치를 부여하여 LSTM 오토 인코더(160)에 피드백 한다.
- [0120] 프로세서(110)는 모사신호 생성 및 학습 과정에서 출력되는 손실값 중 최대값에 일정 크기의 마진을 포함하여 FR 최대손실값을 FR 임계값으로 설정한다(S350).
- [0121] 프로세서(110)는 제 3 마이크(33) 및 제 4 마이크(34)에 대하여 동일한 과정을 통해 모사신호를 생성한 후 각각의 임계값을 설정한다(S360 내지 S390).
- [0122] 프로세서(110)는 학습을 통한 모사신호 데이터 및 각 마이크의 신호에 대한 임계값을 저장한다(S400).
- [0123] 도 7 은 본 발명의 일 실시예에 따른 자동차의 마이크 진단장치의 사운드를 이용한 고장 진단 방법이 도시된 순서도이다.
- [0124] 도 7에 도시된 바와 같이, 프로세서(110)는 제 1 마이크(31) 내지 제 4 마이크(34)의 신호를 입력 받고(S410), 마이크 신호 FL, FR, RL 신호를 사용하여 각 마이크 신호를 학습하여 모사신호를 생성한다.
- [0125] 프로세서(110)는 제 2 마이크(32) 내지 제 4 마이크(34)의 신호를 바탕으로 LSTM 오토 인코더(160)를 이용하여 제 1 마이크의 FL신호를 모사하고(S420), 제 1 마이크의 FL신호 모사값에 대한 손실값을 기 설정된 FL 임계값과 비교하여 임계값을 초과하는지 판단한다(S430).
- [0126] 프로세서(110)는 산출된 신호 손실값이 FL 임계값을 초과하는 경우 FL신호, 즉 제 1 마이크(31)에 이상이 있는 것으로 판단하고(S440), 그에 대한 경고를 생성하여 출력한다(S450).
- [0127] 프로세서(110)는 제 1 마이크(32), 제 3 마이크(33) 및 제 4 마이크(34)의 신호를 바탕으로 LSTM 오토 인코더(160)를 이용하여 제 2 마이크의 FR신호를 모사하고(S460), 제 2 마이크의 FR 모사신호에 대한 손실값을 기 설정된 FR 임계값과 비교하여 임계값을 초과하는지 판단한다(S470).
- [0128] 프로세서(110)는 산출된 신호 손실값이 FR 임계값을 초과하는 경우 FR신호, 즉 제 2 마이크(32)에 이상이 있는 것으로 판단하고(S480), 그에 대한 경고를 생성하여 출력한다(S490).
- [0129] 프로세서(110)는 제 1 마이크(32), 제 2 마이크(32) 및 제 4 마이크(34)의 신호를 바탕으로 LSTM 오토 인코더(160)를 이용하여 제 3 마이크의 RL신호를 모사하고(S500), 제 3 마이크의 RL 모사신호에 대한 손실값을 기 설정된 RL 임계값과 비교하여 임계값을 초과하는지 판단한다(S510).
- [0130] 프로세서(110)는 산출된 신호 손실값이 RL 임계값을 초과하는 경우 RL신호, 즉 제 3 마이크(33)에 이상이 있는 것으로 판단하고(S520), 그에 대한 경고를 생성하여 출력한다(S530).
- [0131] 프로세서(110)는 제 1 마이크(31) 내지 제 3 마이크(33)의 신호를 바탕으로 LSTM 오토 인코더(160)를 이용하여 제 4 마이크의 RR신호를 모사하고(S540), 제 4 마이크의 RR 모사신호의 손실값을 기 설정된 RR 임계값과 비교하여 임계값을 초과하는지 판단한다(S550).
- [0132] 프로세서(110)는 산출된 신호 손실값이 RR 임계값을 초과하는 경우 RR신호, 즉 제 4 마이크(31)에 이상이 있는 것으로 판단하고(S560), 그에 대한 경고를 생성하여 출력한다(S570).
- [0133] 프로세서(110)는 복수의 마이크(30) 중 적어도 하나가 고장인 경우 소음 감소 기능을 중지한다. 프로세서(110)는 복수의 마이크(30)에 대한 점검 결과를 출력한다(S580).
- [0134] 따라서 본 발명은 복수의 마이크 중 특정 마이크의 노후화, 접촉 불량 그리고 물체 접촉에 의한 잡음이 발생하는 경우, 다른 마이크에서는 해당 잡음이 발생하지 않는 점을 이용하여, 신호를 모사하고 최적화를 통해 모사의 정확도를 높이면서, 임계값과의 비교를 통해 특정 마이크의 고장을 진단할 수 있다.
- [0135] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며 당해 기술이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위에 의하여 정해져야할 것이다.

부호의 설명

[0136]

1: 자동차

20, 21 내지 24: 스피커 30, 31 내지 34: 마이크

40, 41 내지 44: 가속도 센서 50: 디지털 신호 처리기(DSP)

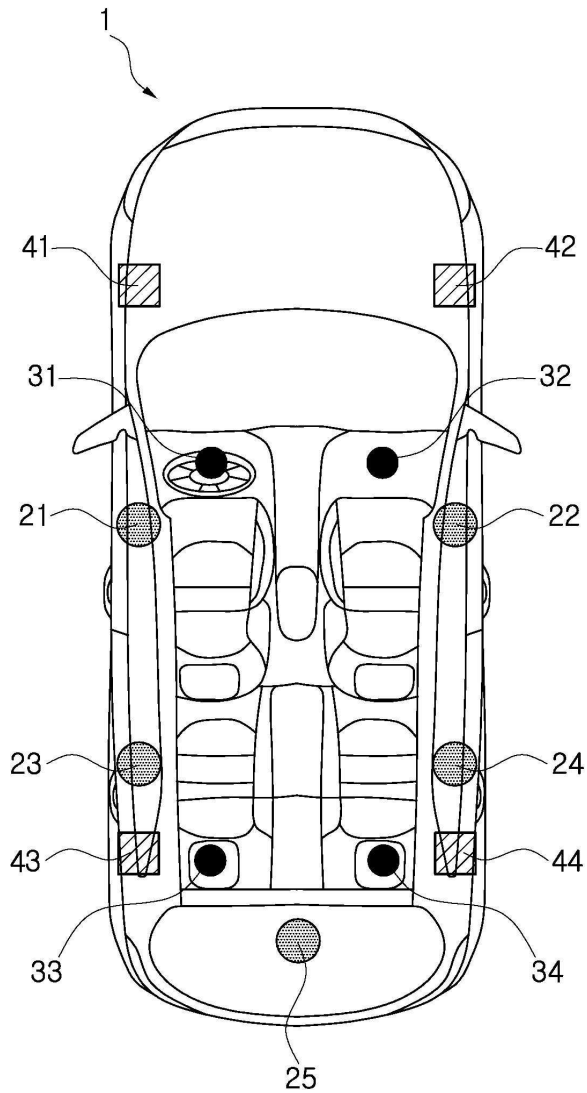
110: 프로세서

120: 메모리

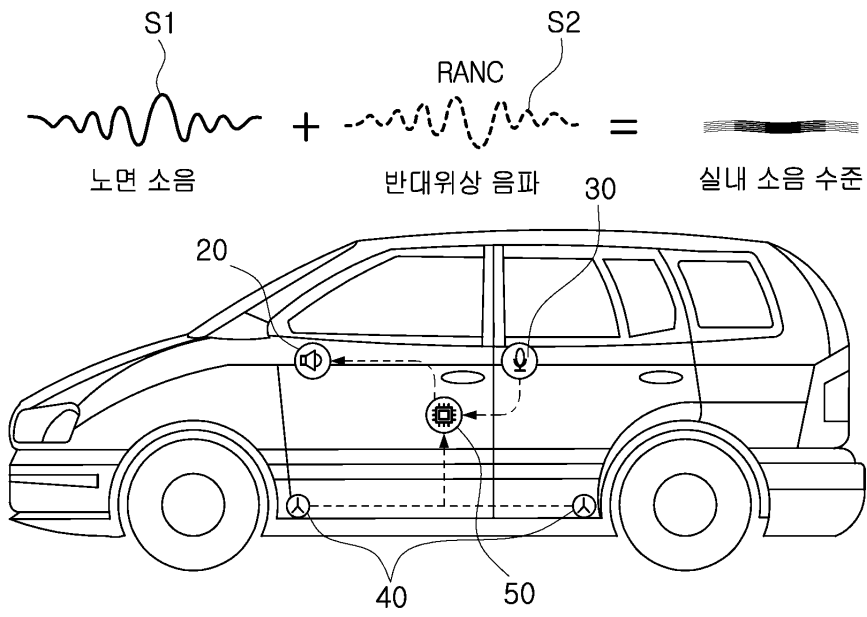
130: 통신부

도면

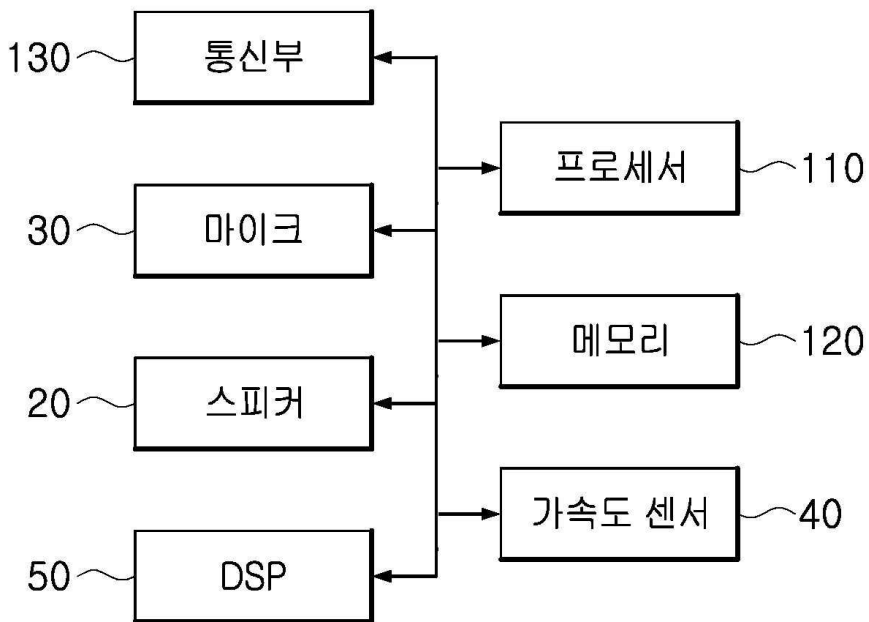
도면1



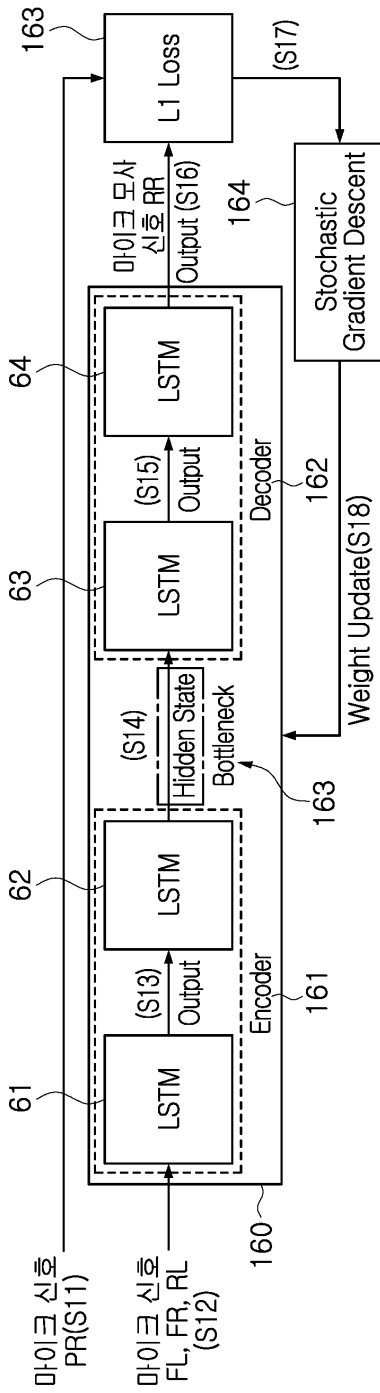
도면2



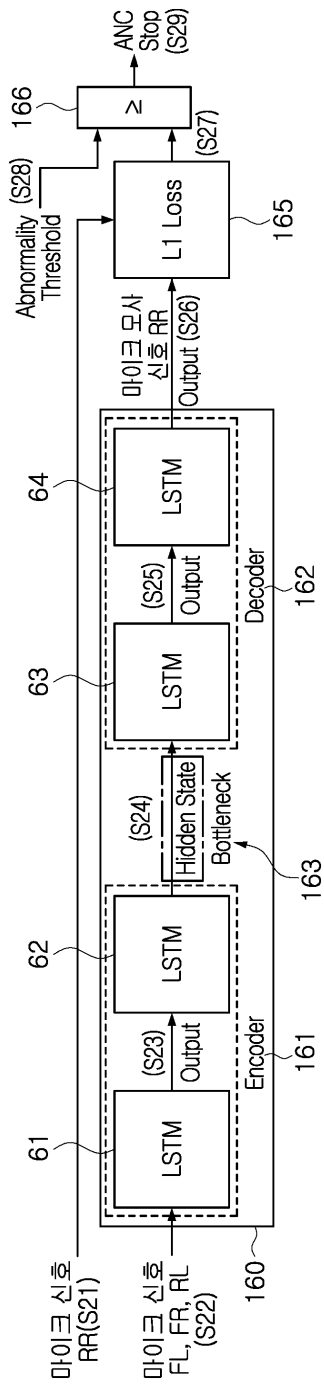
도면3



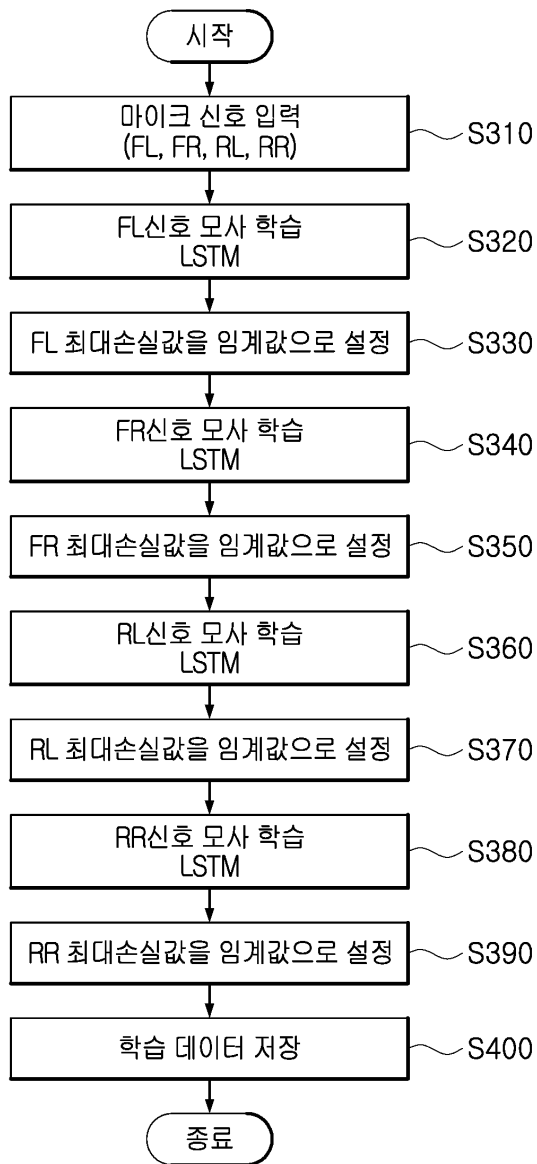
도면4



도면5



도면6



도면7

