



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0139456
(43) 공개일자 2024년09월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60Q 5/00 (2006.01) G10K 15/02 (2006.01)
H04R 1/22 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B60Q 5/008 (2013.01)
G10K 15/02 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2023-0033493
(22) 출원일자 2023년03월14일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
현대모비스 주식회사
서울특별시 강남구 테헤란로 203 (역삼동)
(72) 발명자
이재영
경기도 이천시 증신로325번길 39, 103동 1101호(송정동, 이천 라온프라이빗)
(74) 대리인
특허법인 플러스

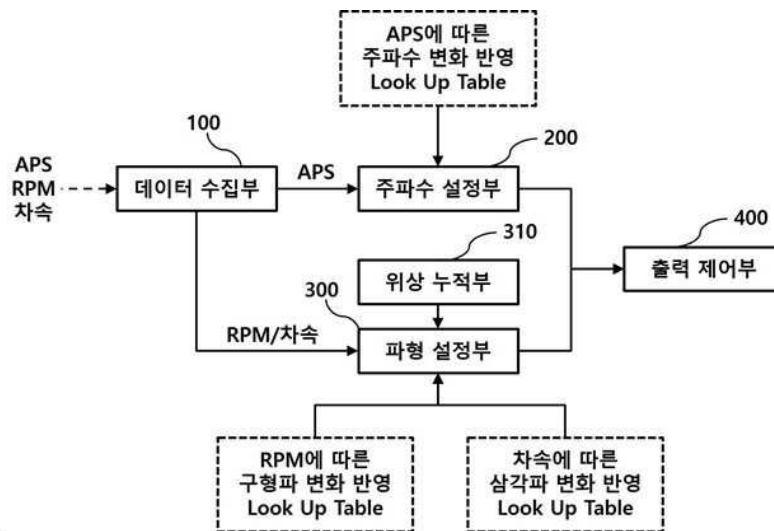
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 주행 조건을 반영한 세퍼드 스케일 설정 시스템 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 주행 조건에 따라, 가상 엔진음의 배경음으로 사용되는 세퍼드 스케일의 반복 속도 및 음색을 가변 제어할 수 있는 기술에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H04R 1/22 (2013.01)

B60Y 2306/11 (2013.01)

G10K 2210/121 (2013.01)

G10K 2210/1282 (2013.01)

H04R 2499/13 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

세퍼드 톤이 활성화된 가상 엔진음이 출력되는 차량으로부터, 주행 관련 데이터를 수집하는 데이터 수집부;
 상기 데이터 수집부에 의해 수집한 주행 관련 데이터 중 APS(Accelerator Pedal Sensor) 데이터를 이용하여, 상기 APS 데이터에 대응되게 세퍼드 스케일의 주파수 변화량을 가변 설정하는 주파수 설정부;
 상기 데이터 수집부에 의해 수집한 주행 관련 데이터 중 RPM(Rotation Per Minute) 데이터 및 차속 데이터를 이용하여, 세퍼드 스케일의 파형 변조하는 파형 설정부; 및
 상기 파형 설정부에 의해 변조된 파형을 갖는 세퍼드 스케일을 상기 주파수 설정부에 의해 설정한 주파수 변화량에 따라, 출력 주파수를 생성하고 옥타브 간격으로 중첩되도록 연속 출력하는 출력 제어부;
 를 포함하는, 주행 조건을 반영한 세퍼드 스케일 설정 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 주행 조건을 반영한 세퍼드 스케일 설정 시스템은
 링 버퍼를 사용하여, 세퍼드 스케일의 파형 별 위상을 누적 저장하는 위상 누적부;
 를 더 포함하며,
 상기 파형 설정부는
 상기 위상 누적부에 의해 누적 저장된 위상을 이용하여,
 각 파형 별 위상을 맞추어 파형 변조를 수행하는, 주행 조건을 반영한 세퍼드 스케일 설정 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 출력 제어부는
 세퍼드 톤의 특성에 따라, 옥타브 간격으로 중첩되어 연속 출력되는 세퍼드 스케일의 출력 제어를 수행하도록,
 어느 하나의 세퍼드 스케일의 출력 주파수가 기설정된 최대 출력 주파수에 도달하면 해당하는 세퍼드 스케일의 출력을 중지하고, 기설정된 최소 출력 주파수를 기준으로 세퍼드 스케일이 중첩되도록 출력을 추가하되,
 각 출력 주파수 별 가변 이득을 적용하여, 세퍼드 스케일의 출력 상태에 대한 페이드 인(fade in)/페이드 아웃(fade out) 동작을 수행하는, 주행 조건을 반영한 세퍼드 스케일 설정 시스템.

청구항 4

연산 처리 수단에 의해 각 단계가 수행되는 주행 조건을 반영한 세퍼드 스케일 설정 시스템을 이용한 주행 조건을 반영한 세퍼드 스케일 설정 방법으로서,
 세퍼드 톤이 활성화된 가상 엔진음이 출력되는 차량으로부터, 주행 관련 데이터를 수집하는 데이터 수집 단계;
 상기 데이터 수집 단계에 의해 수집한 주행 관련 데이터 중 APS(Accelerator Pedal Sensor) 데이터를 이용하여,

상기 APS 데이터에 대응되게 셰퍼드 스케일의 주파수 변화량을 가변 설정하는 주파수 설정 단계;

상기 데이터 수집 단계에 의해 수집한 주행 관련 데이터 중 RPM(Rotation Per Minute) 데이터 및 차속 데이터를 이용하여, 셰퍼드 스케일의 파형 변조하는 파형 설정 단계;

상기 파형 설정 단계에 의해 변조된 파형을 갖는 셰퍼드 스케일을 상기 주파수 설정 단계에 의해 설정한 주파수 변화량에 따라, 출력 주파수를 생성하고, 옥타브 간격으로 중첩되도록 연속 출력하는 출력 제어 단계;

를 포함하는, 주행 조건을 반영한 셰퍼드 스케일 설정 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 파형 설정 단계는

링 버퍼를 사용하여, 셰퍼드 스케일의 파형 별 위상을 누적 저장하는 위상 누적 단계;

를 더 수행하여,

상기 위상 누적 단계에 의해 누적 저장된 위상을 이용하여, 각 파형 별 위상을 맞추어 중 RPM 데이터 및 차속 데이터를 이용한 파형 변조를 수행하는, 주행 조건을 반영한 셰퍼드 스케일 설정 방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 출력 제어 단계는

셰퍼드 톤의 특성에 따라, 옥타브 간격으로 중첩되어 연속 출력되는 셰퍼드 스케일의 출력 제어를 수행하도록,

어느 하나의 셰퍼드 스케일의 출력 주파수가 기설정된 최대 출력 주파수에 도달하면 해당하는 셰퍼드 스케일의 출력을 중지하고, 기설정된 최소 출력 주파수를 기준으로 셰퍼드 스케일이 중첩되도록 출력을 추가하되,

각 출력 주파수 별 가변 이득을 적용하여, 셰퍼드 스케일의 출력 상태에 대한 페이드 인(fade in)/페이드 아웃(fade out) 동작을 수행하는, 주행 조건을 반영한 셰퍼드 스케일 설정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 주행 조건을 반영한 셰퍼드 스케일 설정 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 차량의 주행 조건에 따라 엔진음의 배경음으로 사용되는 셰퍼드 스케일의 반복 속도 및 음색을 제어함으로써, 탑승자의 주행 몰입감을 향상시킬 수 있는 주행 조건을 반영한 셰퍼드 스케일 설정 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 셰퍼드 톤(shepard tone)은 옥타브가 다른 음계(scale) 여러 개를 중첩시키고, 음의 세기를 조절 및 반복 재생함으로써, 소리가 무한히 상승 또는 하강하도록 들리도록 하는 소리의 착각(환청/착청)을 만들어내는 음이다.

[0004] 상세하게는, 미국의 인지 과학자 로저 셰퍼드(Roger Shepard)가 발견한 일종의 착청 현상으로, 음이 끝없이 올라가거나 내려가는 느낌을 주는 것을 의미한다.

[0005] 그 원리는, 옥타브가 다른 음계 여러 개를 중첩시키고, 음의 세기를 조절해 음이 끝날 때쯤 기존 음계를 다시 연결, 음을 반복하여 재생함으로써, 음계가 끝없이 올라가거나 내려가는 듯이 들리도록 한다.

- [0006] 따라서, 음계가 제약없이 이동하는 것처럼 들리지만, 실제로는 음계를 구성하는 음들이 순차적으로 소리는 내 셰퍼드 톤의 효과를 낸다.
- [0007] 셰퍼드 톤(셰퍼드 음)은 하나의 음이 아니라, 여러 개의 음이 중첩되어 동시에 소리를 낸다. 한번 소리를 낼 때 중첩되어 있는 음들은 옥타브만큼 차이가 나는 음이어야 한다. 일 예를 들자면, 하나의 셰퍼드 음에는 C3, C4, C5 이렇게 같은 계이름 '도'음이지만, 옥타브만큼 떨어져 있는 음들이 동시에 소리를 내야 한다. 이처럼 여러 개의 셰퍼드 음이 모여 셰퍼드 음계(셰퍼드 스케일) 또는, 셰퍼드 음역을 구성한다. 실제로 음계를 구성하는 음들을 순차적으로 소리를 내어 셰퍼드 음의 효과를 내는 것이다.
- [0008] 또한, 셰퍼드 톤은 옥타브 차이를 두고 있는 세 개의 음들의 음정을 높여갈 때 가장 낮은 음의 세기는 작았다가 점점 커지게, 가운데 음의 세기는 계속 큰 소리가 나도록 유지하고, 가장 높은 음의 세기는 컸다가 점점 작아지게 소리를 제어한다.
- [0009] 이를 고려하여, 셰퍼드 톤은 옥타브가 다르지만 음계가 같은 음 여러 개를 한번에 중첩시키고, 각 음들의 세기를 조절하여, 하나의 음이 끝나갈 때쯤 다음 셰퍼드 음계를 연결함으로써, 반복되는 것을 느끼지 못하도록 하는 것이다.
- [0011] 가장 일반적인 셰퍼드 톤은 옥타브 간격으로 구성되는 사인 파형을 중첩해서 만든 소리로, 이는 하기의 수학적식 1과 같이 정의할 수 있다.

수학적식 1

$$Shepard\ Tone = \sum_{i=-(N-1)/2}^{(N-1)/2} A_i \sin(2\pi 2^i f_0 t)$$

[0013]

[0015] 여기서, N은 셰퍼드 톤을 구성하는 사인파의 수로서, 홀수이며,

[0016] A는 각 사인파의 진폭을 의미하며,

[0017] f_0 는 기본 주파수를 의미한다.

[0019] 이러한 셰퍼드 톤은 음 높이가 지속적으로 상승 또는 하강하는 것처럼 들리지만, 주파수가 높아지지 않는 청각적 환상을 만들게 된다. 이것을 위해서 사인파의 pitch가 상한 값에 다가갈 때, 다시 말하자면, 하나의 셰퍼드 스케일이 끝나기 직전에 새로운 셰퍼드 음역을 시작하도록 함으로써, 이 음역들이 반복되는 것을 숨기는 것이다. 또한, 옥타브가 다르지만 음계가 같은 음을 동시에 출력함으로써, 바로 직전의 소리와 연결되게 함으로써, 무한 음역을 구현할 수 있다.

[0020] 이를 통해서, 사람은 마지막 음이 그 다음 새로 시작하는 음과 같게 느끼기 때문에, 무한으로 반복해서 재생하여 끝없이 상승 또는 하강하는 음으로 들리게 된다.

[0022] 이러한 셰퍼드 톤을 적용하여 가상 엔진음의 배경음으로 사용할 경우, 무한 음역으로 들리는 착청 현상으로 인해, 운전자는 지속적으로 음 높이가 오르는 느낌을 받아, 엔진이 지속적으로 가속하는 느낌을 준다.

[0023] 그렇지만, 소리의 움직임이 반복되기 때문에 예측 가능하여, 운전자가 지루함을 느낄 수 있다.

[0024] 이에 따라, 차량의 정속 주행 상황에서, 동일한 가상 엔진음이 반복 재생됨으로써, 오히려 주행 몰입감을 감소시킬 수 있으며, 심한 경우, 반복되는 셰퍼드 스케일로 인해 어지러움을 유발할 수 있는 문제점이 있다.

[0026] 한국 등록특허공보 제10-1856935호("차량의 가상 엔진을 생성 장치 및 그 방법")에서는 차량 속도에 대응하는 적절한 사운드의 음원과 음량을 재생할 수 있는 기술이 개시되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0028] (특허문헌 0001) 한국 등록특허공보 제10-1856935호 (등록일 2018.05.04.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0029] 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 차량의 주행 조건에 따라 엔진음의 배경음으로 적용된 세퍼드 스케일의 제어 설정을 변경함으로써, 착청 효과를 유지하면서 주행 몰입감을 향상시킬 수 있는 주행 조건을 반영한 세퍼드 스케일 설정 시스템 및 그 방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0031] 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명에 의한 주행 조건을 반영한 세퍼드 스케일 설정 시스템은, 세퍼드 톤이 활성화된 가상 엔진음이 출력되는 차량으로부터, 주행 관련 데이터를 수집하는 데이터 수집부, 상기 데이터 수집부에 의해 수집한 주행 관련 데이터 중 APS(Accelerator Pedal Sensor) 데이터를 이용하여, 상기 APS 데이터에 대응되게 세퍼드 스케일의 주파수 변화량을 가변 설정하는 주파수 설정부, 상기 데이터 수집부에 의해 수집한 주행 관련 데이터 중 RPM(Rotation Per Minute) 데이터 및 차속 데이터를 이용하여, 세퍼드 스케일의 파형 변조하는 파형 설정부 및 상기 파형 설정부에 의해 변조된 파형을 갖는 세퍼드 스케일을 상기 주파수 설정부에 의해 설정한 주파수 변화량에 따라, 출력 주파수를 생성하고 옥타브 간격으로 중첩되도록 연속 출력하는 출력 제어부를 포함하는 것이 바람직하다.

[0032] 더 나아가, 상기 주행 조건을 반영한 세퍼드 스케일 설정 시스템은 링 버퍼를 사용하여, 세퍼드 스케일의 파형 별 위상을 누적 저장하는 위상 누적부를 더 포함하며, 상기 파형 설정부는 상기 위상 누적부에 의해 누적 저장된 위상을 이용하여, 각 파형 별 위상을 맞추어 파형 변조를 수행하는 것이 바람직하다.

[0033] 더 나아가, 상기 출력 제어부는 세퍼드 톤의 특성에 따라, 옥타브 간격으로 중첩되어 연속 출력되는 세퍼드 스케일의 출력 제어를 수행하도록, 어느 하나의 세퍼드 스케일의 출력 주파수가 기설정된 최대 출력 주파수에 도달하면 해당하는 세퍼드 스케일의 출력을 중지하고, 기설정된 최소 출력 주파수를 기준으로 세퍼드 스케일이 중첩되도록 출력을 추가하되, 각 출력 주파수 별 가변 이득을 적용하여, 세퍼드 스케일의 출력 상태에 대한 페이드 인(fade in)/페이드 아웃(fade out) 동작을 수행하는 것이 바람직하다.

[0035] 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명에 의한 연산 처리 수단에 의해 각 단계가 수행되는 주행 조건을 반영한 세퍼드 스케일 설정 시스템을 이용한 주행 조건을 반영한 세퍼드 스케일 설정 방법으로서, 세퍼드 톤이 활성화된 가상 엔진음이 출력되는 차량으로부터, 주행 관련 데이터를 수집하는 데이터 수집 단계, 상기 데이터 수집 단계에 의해 수집한 주행 관련 데이터 중 APS(Accelerator Pedal Sensor) 데이터를 이용하여, 상기 APS 데이터에 대응되게 세퍼드 스케일의 주파수 변화량을 가변 설정하는 주파수 설정 단계, 상기 데이터 수집 단계에 의해 수집한 주행 관련 데이터 중 RPM(Rotation Per Minute) 데이터 및 차속 데이터를 이용하여, 세퍼드 스케일의 파형 변조하는 파형 설정 단계, 상기 파형 설정 단계에 의해 변조된 파형을 갖는 세퍼드 스케일을 상기 주파수 설정 단계에 의해 설정한 주파수 변화량에 따라, 출력 주파수를 생성하고, 옥타브 간격으로 중첩되도록 연속 출력하는 출력 제어 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

[0036] 더 나아가, 상기 파형 설정 단계는 링 버퍼를 사용하여, 세퍼드 스케일의 파형 별 위상을 누적 저장하는 위상 누적 단계를 더 수행하여, 상기 위상 누적 단계에 의해 누적 저장된 위상을 이용하여, 각 파형 별 위상을 맞추

어 중 RPM 데이터 및 차속 데이터를 이용한 과형 변조를 수행하는 것이 바람직하다.

[0037] 더 나아가, 상기 출력 제어 단계는 셰퍼드 톤의 특성에 따라, 옥타브 간격으로 중첩되어 연속 출력되는 셰퍼드 스케일의 출력 제어를 수행하도록, 어느 하나의 셰퍼드 스케일의 출력 주파수가 기설정된 최대 출력 주파수에 도달하면 해당하는 셰퍼드 스케일의 출력을 중지하고, 기설정된 최소 출력 주파수를 기준으로 셰퍼드 스케일이 중첩되도록 출력을 추가하되, 각 출력 주파수 별 가변 이득을 적용하여, 셰퍼드 스케일의 출력 상태에 대한 페이드 인(fade in)/페이드 아웃(fade out) 동작을 수행하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0039] 상기한 바와 같은 본 발명에 의한 주행 조건을 반영한 셰퍼드 스케일 설정 시스템 및 그 방법에 의하면, 주행 조건에 따라, 가상 엔진음의 배경음으로 사용되는 셰퍼드 스케일의 반복 속도 및 음색을 가변시켜, 출력되는 소리의 예측이 어려우며 반복되는 느낌을 최소화할 수 있어, 주행 몰입감을 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

[0040] 특히, 주행 조건에 맞게 과형의 급격한 변화에 따른 잡음 없이 가변시킬 수 있어, 완전히 정적인 상황이 아니라면 탑승자는 소리의 반복성을 느끼기 어렵도록 하게 된다.

[0041] 이에 따라, 출력되는 소리의 예측하기 어렵기 때문에, 주행 몰입감이 향상되며, 반복음으로 인해 발생하는 불쾌감을 제거할 수 있어, 주행 감성 품질을 개선할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0043] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 주행 조건을 반영한 셰퍼드 스케일 설정 시스템을 나타낸 구성 예시도이며, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 주행 조건을 반영한 셰퍼드 스케일 설정 방법을 나타낸 순서 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0044] 상술한 본 발명의 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면과 관련한 다음의 실시예를 통하여 보다 분명해질 것이다. 이하의 특정한 구조 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서 또는 출원에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 된다. 본 발명의 개념에 따른 실시예는 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 특정 실시예들은 도면에 예시하고 본 명세서 또는 출원에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시 형태에 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 제1 및 또는 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소들로부터 구별하는 목적으로만, 예컨대 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성 요소는 제1 구성 요소로도 명명될 수 있다. 어떠한 구성 요소가 다른 구성 요소에 연결되어 있다거나 접속되어 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떠한 구성 요소가 다른 구성 요소에 직접 연결되어 있다거나 또는 직접 접속되어 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성 요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하기 위한 다른 표현들, 즉 '~사이에'와 '바로 ~사이에' 또는 '~에 인접하는'과 '~에 직접 인접하는' 등의 표현도 마찬가지로 해석되어야 한다. 본 명세서에서 사용하는 용어는 단지 특정한 실시예를 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 실시된 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. 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 의미를 가지고 있다. 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 형

식적인 의미로 해석되지 않는다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써 본 발명을 상세히 설명하도록 한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.

- [0045] 더불어, 시스템은 필요한 기능을 수행하기 위하여 조직화되고 규칙적으로 상호 작용하는 장치, 기구 및 수단 등을 포함하는 구성 요소들의 집합을 의미한다.
- [0047] 셰퍼드 톤은 구성되는 셰퍼드 스케일을 통해서, 출력되는 음의 높이가 지속적으로 오르는 착청 효과를 주므로 가속감을 향상시킬 수 있지만, 소리의 움직임이 예측 가능하므로 탑승자가 지루함을 느낄 수 있다.
- [0049] 이에 따라, 본 발명의 일 실시예에 따른 주행 조건을 반영한 셰퍼드 스케일 설정 시스템 및 그 방법은, 셰퍼드 톤의 고유의 착청 효과를 유지하여 가속 몰입감을 주면서, 차량의 주행 조건을 반영하여, 셰퍼드 스케일을 생성하는 데 기술적 특징이 있다.
- [0050] 즉, 옥타브 간격으로 중첩되는 음으로 이루어지는 셰퍼드 스케일을 통해서 셰퍼드 톤을 출력하되, 주행 조건을 반영하여 셰퍼드 스케일의 반복 속도 및 음색을 제어함으로써, 주행 몰입감을 유지하면서도, 소리의 예측이 어렵도록 하는 것이 바람직하다.
- [0051] 간단하게 말하자면, 차량의 APS 데이터를 이용하여, 가속감을 극대화시키기 위하여, 셰퍼드 스케일의 주파수 변화량을 변경하였다. 이를 통해서, 가속 상황에서는 셰퍼드 스케일이 빠르게 반복되어 가속감을 향상시킬 수 있으며, 관성 주행 상황에서는 셰퍼드 스케일이 천천히 반복되어 긴장감을 완화시킬 수 있다.
- [0052] 더불어, 차량의 RPM 데이터, 차속 데이터를 이용하여, 정형파를 구형파 및 삼각파로 변경하되, 주기 및 위상을 맞추어 연속적으로 변화시키게 된다.
- [0053] 이를 통해서, 가상 엔진음의 배경음으로 사용되는 셰퍼드 스케일의 반복 속도 및 음색이 현재 주행 조건을 반영하여 가변되므로, 소리의 예측이 어려우며 반복되는 느낌을 주지 않아, 주행 몰입감을 향상시킬 수 있다.
- [0054] 즉, 셰퍼드 톤의 착청 효과를 유지하면서, 주행 조건에 따라 변조된 파형을 출력함으로써, 주행 몰입감을 향상시키고 반복음이 주는 불쾌감을 제거할 수 있다.
- [0056] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 주행 조건을 반영한 셰퍼드 스케일 설정 시스템의 구성도를 도시한 것이다.
- [0057] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 주행 조건을 반영한 셰퍼드 스케일 설정 시스템은, 데이터 수집부(100), 주파수 설정부(200), 파형 설정부(300) 및 출력 제어부(400)를 포함할 수 있다. 각 구성들은 차량 내 통신 채널을 통해서 송수신을 수행하는 컴퓨터를 포함하는 ECU와 같은 연산 처리 수단을 통해서 동작을 수행하는 것이 바람직하다.
- [0058] 본 발명의 일 실시예에 따른 주행 조건을 반영한 셰퍼드 스케일 설정 시스템은 셰퍼드 톤이 활성화된 가상 엔진음이 출력되는 차량(셰퍼드 스케일이 가상 엔진음의 배경음으로 출력되는 차량)에서 동작을 수행하며, 실제 주행 환경에서, 주행 조건에 따라, 가변되는 셰퍼드 스케일이 적용되게 된다.
- [0060] 각 구성에 대해서 자세히 알아보자면,
- [0061] 데이터 수집부(100)는 셰퍼드 톤이 활성화된 가상 엔진음이 출력되는 차량으로부터, 주행 관련 데이터를 수집하게 된다.
- [0062] 이 때, 수집되는 주행 관련 데이터로는, APS(Accelerator Pedal Sensor) 데이터, RPM(Rotation Per Minute) 데이터 및 차속 데이터를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0064] 주파수 설정부(200)는 데이터 수집부(100)에 의해 수집한 주행 관련 데이터 중 APS 데이터를 이용하여, 셰퍼드 스케일의 주파수 변화량을 가변 설정하는 것이 바람직하다.
- [0065] 즉, 셰퍼드 톤이 활성화된 가상 엔진음이 출력되기 위한 출력 주파수의 주파수 변화량을 APS 데이터에

대응하여, 가변 설정하는 것이 바람직하다.

[0067] 먼저, 일반적인 셰퍼드 스케일에 대해서 알아보자면, 셰퍼드 스케일은 음계 기준으로 2의 멍수배를 갖는 주파수를 동시에 출력하며, 시간에 따라 음 높이를 증가시킨다.

[0068] 음계의 주파수는 하기의 수학적 식 2과 같이 나타낼 수 있으며, 고정된 Δn 에 대하여, 각 샘플 데이터의 주파수가 결정된다.

수학적 식 2

$$note[n] = note[n - 1] + \Delta n \text{ if } n > 0, \text{ else } 0$$

[0070] $Frequency[n] = 440 \times 2^{note[n]/12}$

[0072] 일반적인 피아노(88건반)을 기준으로 기준음인 middle C는 밑에서부터 4번째 도이고, 해당 음의 주파수가 440 Hz이다. 이를 고려하여, 일 예를 들자면, Δn 이 0.1이고, 샘플링 주파수가 48,000 Hz일 때, n 이 0인 샘플은 시간 t 가 0일 때의 데이터로 $note[0] = 0$, $Frequency[0] = 440$ Hz이다.

[0073] 이어서, $n = 1$ 일 때, 데이터는 시간 $t = 20.8333$ us의 데이터이며, $note[1] = 0.1$ 이며, $Frequency[1] = 442.5489$ Hz이다.

[0075] 반면에, 주파수 설정부(200)는 데이터 수집부(100)에 의해 수집한 주행 관련 데이터 중 APS 데이터를 이용하여, 가속감을 증대시키기 위하여, 셰퍼드 스케일의 출력 속도를 변경하는 것이 바람직하다.

[0076] 이에 따라, Δn 는 상수 값이 아니며, 데이터 수집부(100)에 의해 수집한 APS 데이터에 따라 변경되고, 이는 하기의 수학적 식 3과 같이 정의하게 된다.

수학적 식 3

$$note[n] = note[n - 1] + LUT_{APS}(APS[n]) \text{ if } n > 0, \text{ else } 0$$

[0078] $Frequency(APS) = 440 \times 2^{note[n]/12}$

[0080] 여기서, LUT_{APS} 는 사전에 APS 데이터에 따른 note 변화량을 수집하여 기록한 룩 업 테이블이다.

[0081] 상기의 수학적 식 3을 통해서, 시간에 따른 note 변화량은 APS 데이터에 따라 변화하게 된다.

[0082] 일 예를 들자면, 샘플링 주파수가 48,000 Hz일 때, n 이 0 부터 4799까지는 $LUT_{APS}(APS[n])$ 가 0.1이었고, n 이 4800(100ms) 이후부터 $LUT_{APS}(APS[n])$ 이 0.2로 증가할 경우, 셰퍼드 스케일의 출력 속도인 주파수 변화량은 2배 증가하게 된다.

[0083] 그렇기 때문에, n 이 4800(100ms) 이후부터 셰퍼드 스케일이 출력되는 속도가 2배로 증가됨에 따라, 셰퍼드 스케일의 반복 시간이 2배로 빨라져 이를 토대로 출력될 경우, 가속감이 증대되게 된다.

[0084] 물론, 이와 반대 주행 상황에 따라, APS 데이터가 감소할 경우, 셰퍼드 스케일의 출력 속도 역시도 이에 대응되게 감소하게 된다. 즉, 셰퍼드 스케일의 반복 시간이 대응되게 감소되어 이를 토대로 출력될 경우, 긴장감이 완

화되게 된다.

- [0086] 과형 설정부(300)는 데이터 수집부(100)에 의해 수집한 주행 관련 데이터 중 RPM 데이터 및 차속 데이터를 이용하여, 셰퍼드 스케일의 과형 변조를 수행하는 것이 바람직하다.
- [0087] 상술한 바와 같이, 일반적인 셰퍼드 스케일은 사인파를 중첩하여 출력 과형을 형성하게 된다. 이는 단조로운 음색이 출력되는 이유이기 때문에, 과형 설정부(300)를 통해서, 주행 조건에 따라 셰퍼드 스케일의 음색을 변화시키고자 한다.
- [0088] 상세하게는, 과형 설정부(300)는 RPM 데이터를 이용하여, 사인파를 사각파로 변조함으로써, 풍부하며 날 선 듯한 느낌을 강화시킬 수 있으며, 차속 데이터를 이용하여, 사인파를 삼각파로 변조함으로써, 밝고 강하며 부드러운 느낌을 강화시킬 수 있다.
- [0089] 이 때, 과형 설정부(300)는 과형 변조에 따른 과형의 급격한 변화가 발생하여, 출력되는 가상 엔진음이 잡음이 발생하는 것을 최소화하기 위하여, 주기 및 위상을 맞추는 것이 바람직하다.
- [0090] 더불어, 사전에 RPM에 따른 사각파(구형파) 변화량을 수집하여 기록한 룩 업 테이블과 사전에 차속에 따른 삼각파 변화량을 수집하여 기록한 룩 업 테이블을 이용하여, 데이터 수집부(100)에 의해 수집한 주행 관련 데이터 중 RPM 데이터 및 차속 데이터에 대응되도록 셰퍼드 스케일의 과형 변조를 수행하게 된다.
- [0092] 즉, 사인파, 삼각파 및 사각파의 주기 및 위상을 맞추었으며, 주행 조건에 따라 연속적으로 변화하도록 함으로써, 주행 중 주행 조건에 따라 지속적으로 변화하는 세 신호(사인파, 삼각파 및 사각파)에 따라, 가상 엔진음의 배경음으로 사용되는 셰퍼드 스케일도 연속적으로 변조하여 예측할 수 없는, 지루하지 않은 소리가 생성되게 된다.
- [0094] 이를 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 주행 조건을 반영한 셰퍼드 스케일 설정 시스템은 도 1에 도시된 바와 같이, 위상 누적부(310)를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0095] 위상 누적부(310)는 링 버퍼를 사용하여, 셰퍼드 스케일의 과형 별 위상을 누적 저장하는 것이 바람직하다.
- [0096] 이를 통해서, 과형 설정부(300)는 위상 누적부(310)에 의해 누적 저장된 위상을 이용하여, 각 과형 별 위상을 맞추어 과형 변조를 수행하게 된다.
- [0097] 상세하게는, 위상 누적부(310)는 링 버퍼를 사용하여, 메모리를 관리함으로써, 제한된 고정 메모리르 사용하여 구현할 수 있다.
- [0098] 위상 누적부(310)는 링 버퍼(Ring Buffer(ph))에 사전에 차량의 개발 과정에서 설정 입력된 현재 시작점(ph_{idx})와 버퍼 크기(n_{ph})를 이용하여, 링 버퍼 인덱스(r_{idx})를 계산하는 것이 바람직하다.
- [0099] 이는 하기의 수학식 4과 같이 정의하게 된다.

수학식 4

$$r_{idx} = \text{mod}(ph_{idx} + i)$$

[0101]

[0103] 여기서, i 는 셰퍼드 스케일의 반복 횟수이다.

[0104] 또한, 하기의 수학식 5와 같이, 위상 누적값을 계산하게 된다.

수학식 5

$$ph[r_{idx}] = mod(ph[r_{idx}] + 2\pi f_{temp} \frac{1}{f_s}, 2\pi)$$

[0106]

[0107] 여기서, f_s 는 사전에 설정된 표본화 주파수이며,

[0108] f_{temp} 는 직전에 수학식 3에 의해 생성된 frequency이다.

[0110] 출력 제어부(400)는 파형 설정부(300)에 의해 변조된 파형을 갖는 셰퍼드 스케일을 주파수 설정부(200)에 의해 설정한 주파수 변화량에 따라, 출력 주파수를 생성하는 것이 바람직하다.

[0111] 이러한 출력 주파수는 옥타브 간격으로 중첩되도록 연속 출력하게 된다.

[0112] 이를 통해서, 출력되는 소리는 하기의 수학식 6과 같이 정의된다.

수학식 6

$$\begin{aligned} \text{sound} = & LUT_{RPM}[RPM]\Pi_{new}(ph[r_{idx}]) + (1 - LUT_{RPM}[RPM])(LUT_v[v]tri_{new}(ph[r_{idx}]) \\ & + (1 - LUT_v[v])\sin(ph[r_{idx}])) \end{aligned}$$

[0114]

$$tri_{new}(x) = 2tri\left(mod\left(\frac{x}{\pi} - 0.5, 1\right)\right) - 1$$

[0116] 여기서, $\Pi_{new}(x) = 2\Pi\left(mod\left(\frac{x}{\pi} - 0.5, 1\right)\right) - 1$ 이다.

[0118] 출력 제어부(400)는 셰퍼드 톤의 특성에 따라, 옥타브 간격으로 중첩되어 연속 출력되는 셰퍼드 스케일의 출력 제어를 수행하도록, 어느 하나의 셰퍼드 스케일의 출력 주파수가 미리 설정된 최대 출력 주파수(f_{max})에 도달하면 해당하는 셰퍼드 스케일의 출력을 중지하고, 미리 설정된 최소 출력 주파수(f_{min})를 기준으로 셰퍼드 스케일이 중첩되도록 출력을 추가하는 것이 바람직하다.

[0119] 즉, 셰퍼드 스케일은 파형의 주파수가 최대값에 도달하면 출력을 중지하고, 출력의 주파수의 1/2이 최소값보다 클 경우, 파형을 추가하게 된다.

[0120] 더불어, 출력 제어부(400)는 각 출력 주파수 별 가변 이득을 적용하여, 셰퍼드 스케일의 출력 상태에 대한 페이드 인(fade in)/페이드 아웃(fade out) 동작을 수행하는 것이 바람직하다.

[0121] 즉, 주파수가 최대 주파수에 도달하거나, 새로운 셰퍼드 스케일의 출력이 시작될 경우, click 잡음 발생 없이 자연스럽게 fade in/fade out 될 수 있도록, 각 주파수 별로 가변 이득을 적용하여, 증폭률을 설정하는 것이 바람직하다.

[0123] 이를 통해서, 본 발명의 일 실시예에 따른 주행 조건을 반영한 셰퍼드 스케일 설정 시스템은, 주행 조건에 따라, 가상 엔진음의 배경음으로 사용되는 셰퍼드 스케일의 반복 속도 및 음색이 가변되므로, 출력되는 소리의 예측이 어려우며, 반복되는 느낌이 없기 때문에, 주행 몰입감을 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

[0125] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 주행 조건을 반영한 셰퍼드 스케일 설정 방법의 순서도를 도시한 것이다.

[0126] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 주행 조건을 반영한 셰퍼드 스케일 설정 방법은, 데이터 수집 단계(S100), 주파수 설정 단계(S200), 과형 설정 단계(S300) 및 출력 제어 단계(S400)를 포함하게 된다. 각 단계는 연산 처리 수단에 의해 동작 수행되는 주행 조건을 반영한 셰퍼드 스케일 설정 시스템을 이용하는 것이 바람직하다.

[0128] 본 발명의 일 실시예에 따른 주행 조건을 반영한 셰퍼드 스케일 설정 방법은, 셰퍼드 스케일 설정하기 앞서서, 차량 개발 단계에서, 표본화 주파수(f_s), note 초기값을 설정하게 된다. 또한, 셰퍼드 스케일의 최소 출력 주파수(f_{min})와 최대 출력 주파수(f_{max})를 설정하고, 링 버퍼를 사용하여 위상 저장을 수행하게 된다.

[0129] 위상 저장으로는 버퍼 크기(n_{ph}) 및 현재 시작점(ph_{idx})을 초기화하게 되며, 버퍼 크기는 하기의 수학식 7과 같이 정의된다.

수학식 7

$$n_{ph} = \lceil \log_2 \frac{f_{max}}{f_{min}} \rceil$$

[0131]

[0133] 각 단계에 대해서 자세히 알아보자면,

[0134] 데이터 수집 단계(S100)는 데이터 수집부(100)에서, 셰퍼드 톤이 활성화된 가상 엔진음이 출력되는 차량으로부터, 주행 관련 데이터를 수집하게 된다.

[0135] 이 때, 수집되는 주행 관련 데이터로는, APS(Accelerator Pedal Sensor) 데이터, RPM(Rotation Per Minute) 데이터 및 차속 데이터를 포함하게 된다.

[0137] 주파수 설정 단계(S200)는 주파수 설정부(200)에서, 데이터 수집 단계(S100)에 의해 수집한 주행 관련 데이터 중 APS 데이터를 이용하여, 셰퍼드 스케일의 주파수 변화량을 가변 설정하게 된다.

[0138] 즉, 셰퍼드 톤이 활성화된 가상 엔진음이 출력되기 위한 출력 주파수의 주파수 변화량을 APS 데이터에 대응하여, 가변 설정하는 것이 바람직하다.

[0140] 먼저, 일반적인 셰퍼드 스케일에 대해서 알아보자면, 셰퍼드 스케일은 음계 기준으로 2의 멍수배를 갖는 주파수를 동시에 출력하며, 시간에 따라 음 높이를 증가시킨다.

[0141] 음계의 주파수는 상기의 수학식 2과 같이 나타낼 수 있으며, 고정된 Δn 에 대하여, 각 샘플 데이터의 주파수가 결정된다.

- [0143] 이에 반해, 주파수 설정 단계(S200)는 수집한 주행 관련 데이터 중 APS 데이터를 이용하여, 가속감을 증대시키기 위하여, 셰퍼드 스케일의 출력 속도를 변경하는 것으로, Δn 는 상수 값이 아닌 수집한 APS 데이터에 따라 변경되고, 이는 상기의 수학식 3과 같이 정의하게 된다.
- [0145] 파형 설정 단계(S300)는 파형 설정부(300)에서, 데이터 수집 단계(S100)에 의해 수집한 주행 관련 데이터 중 RPM 데이터 및 차속 데이터를 이용하여, 셰퍼드 스케일의 파형 변조를 수행하게 된다.
- [0146] 상술한 바와 같이, 일반적인 셰퍼드 스케일은 사인파를 중첩하여 출력 파형을 형성하게 된다. 이는 단조로운 음색이 출력되는 이유이기 때문에, 파형 설정 단계(S300)는 주행 조건에 따라 셰퍼드 스케일의 음색을 변화시키고자 한다.
- [0147] 상세하게는, 파형 설정 단계(S300)는 RPM 데이터를 이용하여, 사인파를 사각파로 변조함으로써, 풍부하며 날 선 듯한 느낌을 강화시킬 수 있으며, 차속 데이터를 이용하여, 사인파를 삼각파로 변조함으로써, 밝고 강하며 부드러운 느낌을 강화시킬 수 있다.
- [0148] 더불어, 사전에 RPM에 따른 사각파(구형파) 변화량을 수집하여 기록한 룩 업 테이블과 사전에 차속에 따른 삼각파 변화량을 수집하여 기록한 룩 업 테이블을 이용하여, 데이터 수집부(100)에 의해 수집한 주행 관련 데이터 중 RPM 데이터 및 차속 데이터에 대응되도록 셰퍼드 스케일의 파형 변조를 수행하게 된다.
- [0149] 즉, 사인파, 삼각파 및 사각파의 주기 및 위상을 맞추었으며, 주행 조건에 따라 연속적으로 변화하도록 함으로써, 주행 중 주행 조건에 따라 지속적으로 변화하는 세 신호(사인파, 삼각파 및 사각파)에 따라, 가상 엔진음의 배경음으로 사용되는 셰퍼드 스케일도 연속적으로 변조하여 예측할 수 없는, 지루하지 않은 소리가 생성되게 된다.
- [0151] 이 때, 파형 변조에 따른 파형의 급격한 변화가 발생하여, 출력되는 가상 엔진음이 잡음이 발생되는 것을 최소화하기 위하여, 주기 및 위상을 맞추는 것이 바람직하다.
- [0152] 이를 위해, 도 2에 도시된 바와 같이, 파형 설정 단계(S300)는 위상 누적 단계(S310)를 더 수행하게 된다.
- [0153] 위상 누적 단계(S310)는 위상 누적부(310)에서, 링 버퍼를 사용하여, 셰퍼드 스케일의 파형 별 위상을 누적 저장하게 된다.
- [0154] 이를 통해서, 파형 설정 단계(S300)는 위상 누적 단계(S310)에 의해 누적 저장된 위상을 이용하여, 각 파형 별 위상을 맞추어 중 RPM 데이터 및 차속 데이터를 이용한 파형 변조를 수행하게 된다.
- [0155] 상세하게는, 위상 누적 단계(S310)는 메모리를 관리함으로써, 제한된 고정 메모리 사용하여 구현할 수 있다.
- [0157] 링 버퍼(Ring Buffer(ph))에 사전에 차량의 개발 과정에서 설정 입력된 현재 시작점(ph_{idx})와 버퍼 크기(n_{ph})를 이용하여, 링 버퍼 인덱스(r_{idx})를 계산하게 되며, 이는 상기의 수학식 4와 같다. 상기의 수학식 5를 통해서 위상 누적값을 계산하게 된다.
- [0159] 출력 제어 단계(S400)는 출력 제어부(400)에서, 파형 설정 단계(S300)에 의해 변조된 파형을 갖는 셰퍼드 스케일을 주파수 설정 단계(S200)에 의해 설정한 주파수 변화량에 따라, 출력 주파수를 생성하게 되고, 이러한 출력 주파수는 옥타브 간격으로 중첩되도록 연속 출력하게 된다.
- [0160] 이를 통해서, 출력되는 소리는 상기의 수학식 6과 같이 정의된다.
- [0161] 출력 제어 단계(S400)는 셰퍼드 톤의 특성에 따라, 옥타브 간격으로 중첩되어 연속 출력되는 셰퍼드 스케일의 출력 제어를 수행하도록, 어느 하나의 셰퍼드 스케일의 출력 주파수가 미리 설정된 최대 출력 주파수(f_{max})에 도달하면 해당하는 셰퍼드 스케일의 출력을 중지하고, 미리 설정된 최소 출력 주파수(f_{min})를 기준으로 셰퍼드 스케일이 중첩되도록 출력을 추가하는 것이 바람직하다.
- [0162] 즉, 셰퍼드 스케일은 파형의 주파수가 최대값에 도달하면 출력을 중지하고, 출력의 주파수의 $1/2$ 이 최소값보다

클 경우, 파형을 추가하게 된다.

[0163] 더불어, 각 출력 주파수 별 가변 이득을 적용하여, 셰퍼드 스케일의 출력 상태에 대한 페이드 인(fade in)/페이드 아웃(fade out) 동작을 수행하게 된다.

[0164] 즉, 주파수가 최대 주파수에 도달하거나, 새로운 셰퍼드 스케일의 출력이 시작될 경우, click 잡음 발생 없이 자연스럽게 fade in/fade out 될 수 있도록, 각 주파수 별로 가변 이득을 적용하여, 증폭률을 설정하는 것이 바람직하다.

[0166] 전술한 본 발명은, 프로그램이 기록된 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체는, 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀 질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체의 예로는, HDD(Hard Disk Drive), SSD(Solid State Disk), SDD(Silicon Disk Drive), ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장 장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어, 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한, 상기 컴퓨터는 본 발명의 셰퍼드 톤이 적용된 가상 엔진을 생성 시스템을 포함할 수도 있다.

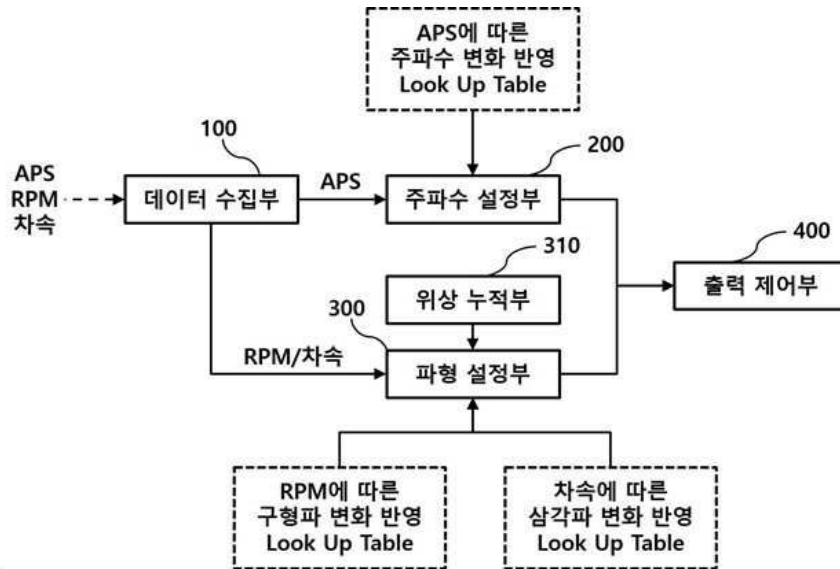
[0168] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였으나, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것일 뿐이다. 따라서, 본 발명의 기술 사상은 개시된 각각의 실시예 뿐 아니라, 개시된 실시예들의 조합을 포함하고, 나아가, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가지는 자라면 첨부된 특허 청구범위의 사상 및 범주를 일탈함이 없이 본 발명에 대한 다수의 변경 및 수정이 가능하며, 그러한 모든 적절한 변경 및 수정은 균등물로서 본 발명의 범위에 속하는 것으로 간주되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0170] 100 : 데이터 수집부
200 : 주파수 설정부
300 : 파형 설정부
400 : 출력 제어부
310 : 위상 누적부

도면

도면1



도면2

