



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0037465

(43) 공개일자 2024년03월22일

(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 10-2022-0116000

(22) 출원일자 2022년09월15일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

현대모비스 주식회사

서울특별시 강남구 테헤란로 203 (역삼동)

(72) 발명자

이재영

경기도 이천시 증신로325번길 39(송정동, 이천 라

온프라이빗) 103동 1101호

(74) 대리인

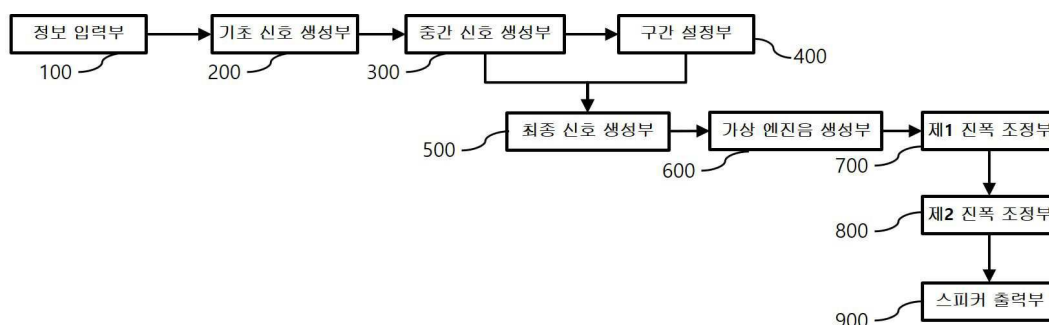
특허법인 플러스

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 세퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 옥타브 간격으로 구성되는 사인 파형을 중첩하여 만든 소리로서 무한 음계가 재생되는 듯한 착청 현상을 일으키는 세퍼드 톤을 가상 엔진음 생성에 적용할 경우, 운전자에게 엔진 출력이 지속적으로 올라가는 느낌을 주어, 주행 감성 품질을 향상시킬 수 있는 기술에 관한 것이다.

대표도 - 도2

(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

주행 중인 차량의 주행 관련 정보를 입력받는 정보 입력부;

엔진에 적용된 각 오더(order) 별, 상기 정보 입력부를 통해서 입력받은 상기 주행 관련 정보에 포함되는 현재 RPM에 따른 연속 위상을 갖는 출력 주파수 신호를 생성하는 기초 신호 생성부;

상기 기초 신호 생성부로부터 기설정된 셰퍼드 톤(shepard tone)의 수를 적용하여, 옥타브 간격을 갖는 다수의 출력 주파수 신호를 전송받아, 이들을 합하여 각 오더 별 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호를 생성하는 중간 신호 생성부;

각 오더 별 출력 주파수의 하한값을 고려하여, 상기 중간 신호 생성부에 의한 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호에 대한 출력 주파수 신호의 추가를 위한 구간을 설정하는 구간 설정부;

상기 중간 신호 생성부에 의한 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호에 상기 구간 설정부에 의해 설정한 출력 주파수 신호의 추가를 위한 구간을 시작값으로 설정하여, 각 오더 별 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호를 최종 생성하는 최종 신호 생성부; 및

상기 최종 신호 생성부에 의한 각 오더 별 출력 주파수 신호를 이용하여, 엔진에 적용된 다수의 소정 오더에 해당하는 다수의 출력 주파수 신호들을 합하여, 가상 엔진음을 생성하는 가상 엔진음 생성부;

를 포함하는, 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템은

상기 가상 엔진음 생성부에 의한 합산 출력 주파수 신호에 대해서, 상기 정보 입력부를 통해서 입력받은 상기 주행 관련 정보에 포함되는 APS(Accelerator Pedal Sensor)의 센싱 정보에 대한 증폭률을 사용하여 진폭을 조정하는 제1 진폭 조정부;

상기 제1 진폭 조정부에 의해 진폭을 조정된 신호에 대해서, 상기 정보 입력부를 통해서 입력받은 상기 주행 관련 정보에 포함되는 차속에 대한 증폭률을 사용하여 진폭을 조정하는 제2 진폭 조정부; 및

상기 제2 진폭 조정부에 의해 진폭을 조정된 신호를 연계된 출력 수단으로 전송하여 외부로 출력하는 스피커 출력부;

를 더 포함하는, 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 중간 신호 생성부는

다수의 출력 주파수 신호를 전송받아, 이들을 합하여 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호를 생성한 후, 셰퍼드 톤에 대한 증폭율을 사용하여 진폭을 조정하는, 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 최종 신호 생성부는

현재 RPM에 따른 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호가 상기 구간 설정부에 의해 설정한 출력 주파수 신호의 추가를 위한 구간에 해당할 경우, 페이드 아웃(fade out) 및 페이드 인(fade in) 기능을 사용하여, 진폭을 조정하는, 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 최종 신호 생성부는

최종 생성한 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호에 대해서, 현재 RPM에 따른 오더에 대한 증폭률을 사용하여 진폭을 조정하는, 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템.

청구항 6

연산 처리 수단에 의해 각 단계가 수행되는 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템을 이용한 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 방법으로서,

주행 중인 차량의 현재 RPM을 포함하는 주행 관련 정보를 입력받는 정보 입력 단계(S100);

엔진에 적용된 각 오더(order) 별, 상기 정보 입력 단계(S100)에 의한 현재 RPM에 따른 연속 위상을 갖는 출력 주파수 신호를 생성하는 기초 신호 생성 단계(S200);

기설정된 셰퍼드 톤(shepard tone)의 수를 적용하여, 상기 기초 신호 생성 단계(S200)에 의해 생성한 출력 주파수 신호들 중 옥타브 간격을 갖는 다수 개의 출력 주파수 신호를 전송받아, 이들을 합하여 각 오더 별 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호를 생성하는 중간 신호 생성 단계(S300);

각 오더 별 출력 주파수의 하한값을 고려하여, 상기 중간 신호 생성 단계(S300)에 의한 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호에 대한 출력 주파수 신호의 추가를 위한 구간을 설정하는 추가 구간 설정 단계(S400);

상기 중간 신호 생성 단계(S300)에 의한 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호에 상기 추가 구간 설정 단계(S400)에 의해 설정한 출력 주파수 신호의 추가를 위한 구간을 시작값으로 설정하여, 각 오더 별 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호를 최종 생성하는 최종 신호 생성 단계(S500); 및

상기 최종 신호 생성 단계(S500)에 의한 각 오더 별 출력 주파수 신호를 이용하여, 엔진에 적용된 다수의 소정 오더에 해당하는 다수의 출력 주파수 신호들을 합하여, 가상 엔진음을 생성하는 가상 엔진음 생성 단계(S600);

를 포함하는, 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 방법은

상기 가상 엔진음 생성 단계(S600)에 의한 합산 출력 주파수 신호에 대해, 상기 정보 입력 단계(S100)에 의해 입력받은 상기 주행 관련 정보에 정보에 포함되는 APS(Accelerator Pedal Sensor)의 센싱 정보에 대한 증폭률을 사용하여 진폭을 조정하는 제1 진폭 조정 단계(S700);

상기 제1 진폭 조정 단계(S700)에 의해 진폭을 조정한 신호에 대해서, 상기 정보 입력 단계(S100)에 의해 입력받은 상기 주행 관련 정보에 포함되는 차속에 대한 증폭률을 사용하여 진폭을 조정하는 제2 진폭 조정 단계(S800); 및

상기 제2 진폭 조정 단계(S800)에 의해 진폭을 조정한 신호를 연계된 출력 수단으로 전송하여, 상기 출력 수단

을 통해 외부로 출력하는 출력 단계(S900);
를 더 포함하는, 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 중간 신호 생성 단계(S300)는

다수 개의 출력 주파수 신호를 전송받아, 이들을 합하여 각 오더 별 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호를 생성한 후, 셰퍼드 톤에 대한 증폭율을 사용하여 진폭을 조정하는, 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 최종 신호 생성 단계(S500)는

현재 RPM에 따른 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호가 상기 구간 설정 단계(S400)에 의해 설정한 출력 주파수 신호의 추가를 위한 구간에 해당할 경우, 페이드 아웃(fade out) 및 페이드 인(fade in) 기능을 사용하여, 진폭을 조정하는, 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 방법.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 최종 신호 생성 단계(S500)는

최종 생성한 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호에 대해서, 현재 RPM에 따른 오더에 대한 증폭율을 사용하여 진폭을 조정하는, 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 셰퍼드 톤(shepard tone)이 적용된 차량의 가상 엔진음을 생성하여, 운전자에게 엔진 출력이 지속적으로 올라가는 듯한 착각 현상을 제공하여, 주행 몰입도를 향상시킬 수 있는 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 셰퍼드 톤(shepard tone)은 무한히 소리가 상승 또는 하강하도록 들리도록 하는 소리의 착각(환청)을 만들어내는 음이다. 이러한 셰퍼드 톤을 이루는 음역을 셰퍼드 음역이라고 부른다.

[0004] 이러한 셰퍼드 톤은 옥타브 간격으로 구성되는 다수의 사인 파형을 중첩해서 만든 소리로 하기의 수학식 1과 같이 정의하게 된다.

수학식 1

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

[0006]

[0008] 여기서, N은 셰퍼드 톤을 구성하는 사인파의 수로서, 홀수이며,

[0009] A는 각 사인파의 진폭을 의미하며,

[0010] f_0 는 기본 주파수를 의미한다.

[0012] 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 음역이 끝나기 직전에 새로운 셰퍼드 음역을 시작하도록 함으로써, 이 음역들이 반복되는 것을 숨기는 것이다. 이를 통해서, 사람은 마지막 음이 그 다음 새로 시작하는 음과 같게 느끼기 때문에, 무한으로 반복해서 재생하여 끝없이 상승 또는 하강하는 음으로 들리게 된다.

[0013] 또한, 옥타브가 다르지만 음계가 같은 음을 동시에 출력함으로써, 바로 직전의 소리와 연결되게 함으로써, 무한 음역을 구현할 수 있다.

[0015] 이러한 셰퍼드 톤을 적용하여 가상 엔진음을 생성할 경우, 무한 음역으로 들리는 착청 현상으로 인해, 운전자에게 엔진 출력이 지속적으로 올라가는 인상을 줄 수 있어, 주행 몰입도를 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

[0017] 통상적으로 가상 엔진음을 도 1에 도시된 바와 같이, 가상 엔진음은 내연 기관 동작을 모사하여 엔진의 RPM(Rotation Per Minute)에 따라 주파수가 변화하도록 생성되어, 실제 주행 환경과 생성된 소리가 일치되어야 한다.

[0018] 그렇지만, 셰퍼드 톤을 그대로 적용할 경우, 셰퍼드 음역은 고정 RPM을 갖는 idle 상황(공회전 상황)에서도 시간에 따라 주파수가 변화하게 된다. 이에 따라, 실제 주행 상황과 생성된 소리(가상 엔진음)가 불일치하여, 운전자가 실제 주행 상황이 아닌 가상 환경(게임 또는, 장난감 등)에서 주행하는 느낌을 받게 된다. 즉, 가상 엔진음이 차량의 구동부에서 생성된 것이 아니라, 독립적인 별도의 소리 생성 장치에서 가상의 소리가 출력되는 느낌을 줌으로써, 주행 감성 품질이 크게 저하되는 문제점이 있다.

[0020] 한국 등록특허공보 제10-1856935호("차량의 가상 엔진음 생성 장치 및 그 방법")에서는 차량 속도에 대응하는 적절한 사운드의 음원과 음량을 재생할 수 있는 기술이 개시되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0022] (특허문헌 0001) 한국 등록특허공보 제10-1856935호 (등록일 2018.05.04.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0023] 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 셰퍼드 톤을 적용하여, 옥타브 간격으로 구성된 사인 파형을 중첩해서 가상 엔진음을 생성하되, RPM이 증가됨에 따라 주파수 및 대역폭이 증가되는 엔진음의 특성을 가지면서, RPM이 증가됨에 따라 저주파 톤이 추가되어 주파수가 증가하는 지속적인 가속감을 갖는 엔진음을 생성할 수 있는 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템 및 그 방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0025] 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명에 의한 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템은, 주행 중인 차량의 주행 관련 정보를 입력받는 정보 입력부, 엔진에 적용된 각 오더(order) 별, 상기 정보 입력부를 통해서 입력받은 상기 주행 관련 정보에 포함되는 현재 RPM에 따른 연속 위상을 갖는 출력 주파수 신호를 생성하는 기초 신호 생성부, 상기 기초 신호 생성부로부터 기설정된 셰퍼드 톤(shepard tone)의 수를 적용하여, 옥타브 간격을 갖는 다수의 출력 주파수 신호를 전송받아, 이들을 합하여 각 오더 별 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호를 생성하는 중간 신호 생성부, 각 오더 별 출력 주파수의 하한값을 고려하여, 상기 중간 신호 생성부에 의한 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호에 대한 출력 주파수 신호의 추가를 위한 구간을 설정하는 구간 설정부, 상기 중간 신호 생성부에 의한 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호에 상기 구간 설정부에 의해 설정한 출력 주파수 신호의 추가를 위한 구간을 시작값으로 설정하여, 각 오더 별 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호를 최종 생성하는 최종 신호 생성부 및 상기 최종 신호 생성부에 의한 각 오더 별 출력 주파수 신호를 이용하여, 엔진에 적용된 다수의 소정 오더에 해당하는 다수의 출력 주파수 신호들을 합하여, 가상 엔진음을 생성하는 가상 엔진음 생성부를 포함하는 것이 바람직하다.

[0026] 더 나아가, 상기 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템은 상기 가상 엔진음 생성부에 의한 합산 출력 주파수 신호에 대해서, 상기 정보 입력부를 통해서 입력받은 상기 주행 관련 정보에 포함되는 APS(Accelerator Pedal Sensor)의 센싱 정보에 대한 증폭률을 사용하여 진폭을 조정하는 제1 진폭 조정부, 상기 제1 진폭 조정부에 의해 진폭을 조정된 신호에 대해서, 상기 정보 입력부를 통해서 입력받은 상기 주행 관련 정보에 포함되는 차속에 대한 증폭률을 사용하여 진폭을 조정하는 제2 진폭 조정부 및 상기 제2 진폭 조정부에 의해 진폭을 조정된 신호를 연계된 출력 수단으로 전송하여 외부로 출력하는 스피커 출력부를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0027] 더 나아가, 상기 중간 신호 생성부는 다수의 출력 주파수 신호를 전송받아, 이들을 합하여 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호를 생성한 후, 셰퍼드 톤에 대한 증폭율을 사용하여 진폭을 조정하는 것이 바람직하다.

[0028] 더 나아가, 상기 최종 신호 생성부는 현재 RPM에 따른 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호가 상기 구간 설정부에 의해 설정한 출력 주파수 신호의 추가를 위한 구간에 해당할 경우, 페이드 아웃(fade out) 및 페이드 인(fade in) 기능을 사용하여, 진폭을 조정하는 것이 바람직하다.

[0029] 더 나아가, 상기 최종 신호 생성부는 최종 생성한 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호에 대해서, 현재 RPM에 따른 오더에 대한 증폭률을 사용하여 진폭을 조정하는 것이 바람직하다.

[0031] 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명에 의한 연산 처리 수단에 의해 각 단계가 수행되는 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템을 이용한 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 방법으로서, 주행 중인 차량의 현재 RPM을 포함하는 주행 관련 정보를 입력받는 정보 입력 단계(S100), 엔진에 적용된 각 오더(order) 별, 상기 정보 입력 단계(S100)에 의한 현재 RPM에 따른 연속 위상을 갖는 출력 주파수 신호를 생성하는 기초 신호 생성 단계(S200), 기설정된 셰퍼드 톤(shepard tone)의 수를 적용하여, 상기 기초 신호 생성 단계(S200)에 의해 생성한 출력 주파수 신호들 중 옥타브 간격을 갖는 다수 개의 출력 주파수 신호를 전송받아, 이들을 합하여 각 오더 별 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호를 생성하는 중간 신호 생성 단계(S300), 각 오더 별 출력 주파수의 하한값을 고려하여, 상기 중간 신호 생성 단계(S300)에 의한 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호에 대한 출력 주파수 신호의 추가를 위한 구간을 설정하는 추가 구간 설정 단계(S400), 상기 중간 신호 생성 단계(S300)에 의한 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호에 상기 추가 구간 설정 단계(S400)에 의해 설정한 출력 주파수 신호의 추가를 위한 구간을 시작값으로 설정하여, 각 오더 별 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호를 최종 생성하는 최종 신호 생성 단계(S500) 및 상기 최종 신호 생성 단계(S500)에 의한 각 오더 별 출력 주파수 신호를 이용하여, 엔진에 적용된 다수의 소정 오더에 해당하는 다수의 출력 주파수 신호들을 합

하여, 가상 엔진음을 생성하는 가상 엔진음 생성 단계(S600)를 포함하는 것이 바람직하다.

[0032] 더 나아가, 상기 세퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 방법은 상기 가상 엔진음 생성 단계(S600)에 의한 합산 출력 주파수 신호에 대해, 상기 정보 입력 단계(S100)에 의해 입력받은 상기 주행 관련 정보에 정보에 포함되는 APS(Accelerator Pedal Sensor)의 센싱 정보에 대한 증폭률을 사용하여 진폭을 조정하는 제1 진폭 조정 단계(S700), 상기 제1 진폭 조정 단계(S700)에 의해 진폭을 조정한 신호에 대해서, 상기 정보 입력 단계(S100)에 의해 입력받은 상기 주행 관련 정보에 포함되는 차속에 대한 증폭률을 사용하여 진폭을 조정하는 제2 진폭 조정 단계(S800) 및 상기 제2 진폭 조정 단계(S800)에 의해 진폭을 조정한 신호를 연계된 출력 수단으로 전송하여, 상기 출력 수단을 통해 외부로 출력하는 출력 단계(S900)를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0033] 더 나아가, 상기 중간 신호 생성 단계(S300)는 다수 개의 출력 주파수 신호를 전송받아, 이들을 합하여 각 오더별 세퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호를 생성한 후, 세퍼드 톤에 대한 증폭율을 사용하여 진폭을 조정하는 것이 바람직하다.

[0034] 더 나아가, 상기 최종 신호 생성 단계(S500)는 현재 RPM에 따른 세퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호가 상기 구간 설정 단계(S400)에 의해 설정한 출력 주파수 신호의 추가를 위한 구간에 해당할 경우, 페이드 아웃(fade out) 및 페이드 인(fade in) 기능을 사용하여, 진폭을 조정하는 것이 바람직하다.

[0035] 더 나아가, 상기 최종 신호 생성 단계(S500)는 최종 생성한 세퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호에 대해서, 현재 RPM에 따른 오더에 대한 증폭률을 사용하여 진폭을 조정하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0037] 상기한 바와 같은 본 발명에 의한 세퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템 및 그 방법에 의하면, 연속 위상을 갖는 톤 생성법을 제안하여 다수의 차수를 갖는 엔진음에 세퍼드 톤을 추가하였을 때 생기는 이상 현상(클릭 노이즈 등)을 방지할 수 있는 장점이 있다.

[0038] 또한, 기존 세퍼드 톤의 주파수 상한값을 적용하지 않고, 일반 엔진음이 갖지 않은 RPM 상승에 따라 아래로 옥타브 차이 나는 저주파 세퍼드 톤을 추가함으로써, RPM 상승에 따른 지속적인 가속감에 의한 주행 몰입도를 향상시킬 수 있다.

[0039] 더불어, 일반 엔진음 생성 환경에서 추가적인 하드웨어를 사용하지 않고, 동일한 함수를 사용하여 구현할 수 있으므로 추가 비용이 없이 고객의 엔진음에 대한 감성 품질을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0041] 도 1은 주행 중인 차량의 RPM이 증가할 때의 엔진 출력 주파수를 나타낸 예시도이며,
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 세퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템을 나타낸 구성 예시도이며,
 도 3은 종래의 3차 오더에 의한 출력 주파수 신호로 위상 쉬프트가 발생한 상황을 나타낸 예시도이며,
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 세퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템에 의한 3차 오더에 의한 출력 주파수 신호로 연속 위상을 나타낸 예시도이며,
 도 5는 주행 중인 엔진의 RPM이 선형 증가되는 상황에서, 일반 엔진음과 본 발명에 의한 가상 엔진음의 단시간 푸리에 변환 결과를 비교한 예시도이며,
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 세퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 방법을 나타낸 순서 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명에 세퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템 및 그 방법의 바람직한 실시예에 관하여 상세히 설명한다.

- [0043] 시스템은 필요한 기능을 수행하기 위하여 조직화되고 규칙적으로 상호 작용하는 장치, 기구 및 수단 등을 포함하는 구성 요소들의 집합을 의미한다.
- [0045] 옥타브 간격으로 구성되는 사인 파형을 중첩하여 만든 소리로서 무한 음계가 재생되는 듯한 착청 현상을 일으키는 셰퍼드 톤을 가상 엔진음 생성에 적용할 경우, 운전자에게 엔진 출력이 지속적으로 올라가는 느낌을 주어, 주행 감성 품질을 향상시킬 수 있다.
- [0046] 그렇지만, 단순히 셰퍼드 톤을 가상 엔진음 생성에 채용할 경우, 차량의 엔진 RPM이 고정된 상황(공회전 상황 등)에서도 시간에 따라 주파수가 변화하므로, 실제 주행 상황과 엔진 출력음(가상 엔진음)이 불일치하여 주행 감성 품질을 저하시키게 된다.
- [0048] 또한, 일반적인 셰퍼드 톤은 주파수 높이가 상한값에 도달할 때, 새로운 셰퍼드 톤을 추가함으로써, 연속적으로 소리를 생성하게 된다. 그렇지만, 주행 중 엔진의 RPM이 지속적으로 증가하는 과정에서, 출력되는 가상 엔진음에 셰퍼드 톤을 단순 채용할 경우, 어느 하나의 셰퍼드 음역이 주파수 상한값에 도달할 경우, 하한값에서 그 다음 셰퍼드 음역이 시작되게 되는데, 이 때, 이전 셰퍼드 음역을 통해 출력되는 고주파 성분이 사라지기 때문에, 가속 감각이 사라지는 문제점이 있다.
- [0050] 이에 따라, 본 발명의 일 실시예에 따른 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템 및 그 방법은, 상술한 문제점들을 해소하기 위하여, 차량의 동력학적 특성에 맞게 셰퍼드 톤을 적용한 가상 엔진음을 생성하게 된다.
- [0051] 우선, 엔진음을 구성하는 각 오더(order)의 출력 주파수 신호에 옥타브 간격을 갖는 사인파를 추가함으로써, 셰퍼드 톤을 적용하였으며, RPM에 따라 각 오더의 기본 주파수를 변경함으로써, 셰퍼드 음역의 주파수 신호를 갖는 소리를 생성함으로써, 착청 현상에 의한 엔진 출력이 지속적으로 증가하는 듯한 효과를 제공하게 된다.
- [0052] 특히, 통상적인 셰퍼드 톤과 달리, 가속 중 고주파 성분이 감소되는 영역이 없게 하기 위하여, 즉, RPM이 지속적으로 증가하는 과정에서, 고주파 성분이 사라지는 문제점을 해소하기 위하여, 주파수 상한값을 사용하지 않으면서, RPM이 증가함에 따라, 저주파 톤을 추가함으로써, 지속적으로 주파수가 상승되는 감각을 제공하게 된다.
- [0053] 다시 말하자면, 통상적인 셰퍼드 톤의 경우, 주파수 상한값에 도달할 경우, 그 다음 음역이 주파수 하한값에서부터 새롭게 출력되는데 반해, 본 발명의 일 실시예에 따른 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템 및 그 방법은, 주파수 상한값에 도달하지 않도록 하며, 상한값에 도달하지 않기 때문에, 나타나지 않는 주파수 하한값에서부터 새롭게 출력되는 셰퍼드 음역을 대신하기 위하여, RPM이 증가됨에 따라 저주파 톤을 추가하도록 한정하는 구성을 포함하고 있다.
- [0054] 더불어, 연속 위상을 갖도록 위상 적분 값을 사용하여, 출력 주파수 신호를 생성함으로써, 클릭 노이즈 없이 안정적인 엔진음을 합성하는 구성을 포함하고 있다.
- [0055] 이를 통해서, 본 발명의 일 실시예에 따른 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템 및 그 방법은, 주행 중인 엔진의 RPM이 증가함에 따라 주파수 및 대역폭이 증가되는 엔진음의 특성을 가지면서, RPM이 증가됨에 따라 저주파 톤이 추가됨으로써, 주파수가 증가하는 지속적인 가속감을 갖는 가상 엔진음을 생성하게 된다.
- [0057] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템의 구성도를 도시한 것이다.
- [0058] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템은, 정보 입력부(100), 기초 신호 생성부(200), 중간 신호 생성부(300), 구간 설정부(400), 최종 신호 생성부(500) 및 가상 엔진음 생성부(600)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.
- [0059] 본 발명의 일 실시예에 따른 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템은 당연히 가상 엔진음이 실제 사용되는 환경인 차량이 주행 중인 환경에서, 차량의 엔진의 RPM에 맞추어 동작을 수행하게 된다.

[0060] 다만, 차량 개발 단계에서, 엔진음을 튜닝할 때, 해당하는 엔진에 대해 가상 엔진음의 생성에 적용할 셰퍼드 톤의 수(N)와 사용할 오더(차수)를 결정하고, 각 셰퍼드 톤에 따른, 각 오더 별 RPM에 따른, APS의 센싱 정보에 따른, 차속에 따른 증폭률(A_i)을 설정하게 된다.

[0062] 각 구성에 대해서 자세히 알아보자면,

[0063] 정보 입력부(100)는 주행 중인 차량의 주행 관련 정보를 입력받게 된다. 이 때, 주행 관련 정보로는 CAN 통신을 통하여 주행 중인 차량으로부터 RPM, APS(Accelerator Pedal Sensor)의 센싱 정보 및 차속 중 적어도 하나 이상을 입력받게 된다.

[0065] 기초 신호 생성부(200)는 엔진에 적용된 각 오더 별, 정보 입력부(100)를 통해서 입력받은 현재 RPM에 따른 연속 위상을 갖는 출력 주파수 신호를 생성하게 된다.

[0066] 상세하게는, 내연 기관 엔진음은 RPM에 따라 주파수가 변하게 된다.

[0067] 이 때, RPM을 초당 회전수(RPM/60)로 변경하였을 때, 출력 주파수 신호와의 관계를 오더(order, 차수)라고 하며, 일 예를 들어, 3차 오더를 갖는 출력 주파수 신호를 삼각 함수로 묘사하면 하기의 수학식 2와 같다.

수학식 2

[0069] $\sin(2\pi \times \text{RPM}/60 \times 3 \times t)$

[0071] 그렇지만, RPM은 CAN 통신을 통해 주기 신호 형태로 수신하므로, 도 3의 a)에 도시된 바와 같이, 계단식으로 변경되게 된다. 특정 시점에서 RPM이 800에서 820으로 변경될 경우, 상기의 수학식 2를 적용하여 3차 오더를 갖는 출력 주파수 신호를 적용할 경우, 도 3의 b)와 같이, 연속된 위상 값을 갖지 않고, 위상이 급격하게 쉬프트되는 현상이 발생하고, 운전자에게 클릭 노이즈가 발생하게 된다.

[0073] 이러한 점을 해소하기 위하여, 본 발명은 기초 신호 생성부(200)를 통해서, RPM이 변하더라도 위상 변화가 없도록, 하기의 수학식 3과 같이, 위상을 적분하여 적용함으로써, 현재 RPM에 따른 급격한 위상 변화가 발생하지 않는, 다시 말하자면, 연속 위상을 갖는 출력 주파수 신호를 생성하게 된다.

수학식 3

[0075] $x_r[n] = A_r \sin \theta_r[n]$

[0077] 여기서, A는 해당 오더의 진폭을 의미하며,

[0078] r은 오더를 의미하며,

$$\theta_r[n] = \begin{cases} 0, & n = 0 \\ \theta_r[n-1] + 2\pi \frac{RPM[n]}{60} r \frac{1}{f_s}, & n > 0 \end{cases}$$

[0079] 는 와 같으며,

[0080] f_s 는 표본화 주파수를 의미한다.

[0082] 그 결과, 도 4에 도시된 바와 같이, 특정 시점에서 RPM이 800에서 820으로 변경되더라도, 현재 RPM에 따른 급격한 위상 변화 없이, 연속된 위상을 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0084] 이를 통해서, 본 발명의 일 실시예에 따른 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템은, 주행 중 RPM 변경에 따라, 해당하는 오더에 의해 출력 주파수 신호가 변화하더라도 연속 위상을 갖도록 함으로써, 클릭 노이즈 발생을 방지할 수 있다.

[0086] 중간 신호 생성부(300)는 미리 설정된 셰퍼드 톤의 수를 적용하여, 기초 신호 생성부(200)로부터 옥타브 간격을 갖는 다수의 출력 주파수 신호를 전송받게 된다.

[0087] 중간 신호 생성부(300)는 다수의 출력 주파수 신호들을 합하여, 각 오더 별 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호를 생성하게 되며, 이 때, 미리 설정된 셰퍼드 톤에 따른 증폭률을 사용하여, 진폭을 조정하게 된다.

[0088] 이 때, 셰퍼드 톤의 수와 셰퍼드 톤에 따른 증폭률은 상술한 바와 같이, 차량 개발 단계에서 엔진음을 튜닝할 때 설정되게 된다.

[0089] 상세하게는, 일반적으로 가상 엔진음은 다수의 차수를 갖는 사인파로 구성되게 된다. 이 때, 본 발명은 생성된 가상 엔진음에 셰퍼드 톤과 같은 효과를 주기 위해, 다시 말하자면, 각 오더에 따른 출력 주파수 신호에 셰퍼드 톤을 적용하게 된다.

[0090] 간단히 말하자면, 각 오더의 출력 주파수 신호를 옥타브 간격을 갖는 다수의 출력 주파수 신호의 합으로 구성하게 된다. 이 때, 다수의 출력 주파수 신호의 수는 셰퍼드 톤의 수와 같다.

[0092] 이를 통해서, 각 오더 별, 옥타브 간격의 출력 주파수 신호가 합해진 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호는 하기의 수학적 식 4와 같이 정의된다.

수학적 식 4

$$s_r[n] = A_r \sum_{i=-(N-1)/2}^{(N-1)/2} A_i \sin \theta_{r,i}[n]$$

[0094]

[0096] 여기서, N은 셰퍼드 톤의 수를 의미하며,

$$\theta_{r,i}[n] \text{ 는 } \begin{cases} 0, & n = 0 \\ \theta_r[n-1] + 2\pi \frac{RPM[n]}{60} r 2^i \frac{1}{f_s}, & n > 0 \end{cases}$$

와 같다.

구간 설정부(400)는 각 오더 별, 출력 주파수의 하한값을 고려하여, 중간 신호 생성부(300)에 의한 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호(상기의 수학적식 4 참조)에 대한 출력 주파수 신호의 추가를 위한 구간을 설정하게 된다.

상세하게는, 일반적인 셰퍼드 톤은 상술한 바와 같이, 어느 하나의 셰퍼드 톤이 주파수 상한값에 도달할 경우, 그 다음 출력되는 셰퍼드 톤이 연속되어 출력하되, 주파수 하한값을 갖도록 변경되게 된다.

다시 말하자면, 주파수 상한값에 도달할 경우, 그 다음 음역이 주파수 하한값에서부터 새롭게 출력되기 때문에, 고주파 대역 성분이 사라지게 된다.

그렇지만, 이러한 특징을 가상 엔진음에 그대로 적용할 경우, 가속에 의한 엔진의 RPM이 증가하는 도중 특정 RPM에서 주파수 상한값에 도달할 경우, 해당 소리는 사라지고 다음 소리가 출력되면서 고주파 대역 성분의 소리가 사라지기 때문에, 가속 감각이 사라지게 되어 주행 감성 품질이 저하되게 된다.

이에 따라, 본 발명은 반복을 주파수 상한값을 사용하지 않고, 대신 착청 현상에 의한 지속적으로 가속하는 듯한 현상을 갖기 위하여, 구간 설정부(400)를 통해서, 저주파 대역에서의 출력 주파수 신호가 지속적으로 추가되도록 구간을 설정하게 된다.

간단히 말하자면, 일반적인 셰퍼드 톤은 어느 하나의 셰퍼드 톤이 주파수 상한값에 도달할 경우, 그 다음 셰퍼드 톤의 출력이 이어지게 되는데, 본 발명의 경우, 고주파 대역 성분이 사라지는 문제점을 해소하기 위하여, 주파수 상한값까지의 도달을 제한하였다. 그렇지만, 이 경우, 주파수 상한값까지 도달하지 않기 때문에, 다음 셰퍼드 톤의 출력이 이어지지 않게 된다. 이에 따라, 다음 셰퍼드 톤의 출력이 이어질 수 있도록 저주파 대역에서의 출력 주파수 신호의 추가를 위한 구간을 설정하게 된다.

각 오더 별, 출력 주파수 신호의 주파수 하한값은 하기의 수학적식 5와 같다.

수학적식 5

$$\frac{RPM_{min}}{60} r 2^{\frac{N-1}{2}}$$

이를 고려하여, 직전 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호보다 낮은 대역(저주파 대역)의 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호의 시작값은 하기의 수학적식 6과 같다.

수학적식 6

$$\frac{RPM_{min}}{60} r 2^{\frac{N-1}{2}} \leq \frac{RPM[n]}{60} r 2^l \rightarrow \log_2 \frac{RPM_{min}}{RPM[n]} - \frac{N-1}{2} \leq l$$

[0114] 즉, 중간 신호 생성부(300)에 의한 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호가 주파수 상한값에 도달하지 않도록 일부러 제한하는 만큼, 다음 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호의 시작값을 일부러 설정하게 된다.

[0116] 최종 신호 생성부(500)는 중간 신호 생성부(300)에 의해 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호에 구간 설정부(400)에 의해 설정한 출력 주파수 신호의 추가를 위한 구간을 시작값으로 설정하여, 각 오더 별 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호를 하기의 수학적 식 7과 같이 최종 생성하게 된다.

수학적 식 7

$$s_r[n] = A_r \sum_{i=\log_2 \frac{RPM_{min}}{RPM[n]}}^{(N-1)/2} A_i \sin \left(\theta_r[n-1] + 2\pi \frac{RPM[n]}{60} r 2^i \frac{1}{f_s} \right) \text{ if } n > 0, \quad \text{else } 0$$

[0118]

[0120] 최종 신호 생성부(500)는 현재 RPM에 따른 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호가 구간 설정부(400)에 의해 설정한 출력 주파수 신호의 추가를 위한 구간에 해당할 경우, 다시 말하자면, 현재 가상 엔진음으로 어느 하나의 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호가 출력되고 있는 도중, 다음 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호의 시작값에 도달하여, 다음으로 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호가 출력될 경우, 기존 출력되고 있는 신호는 페이드 아웃(fade out) 기능을 사용하도록 진폭을 조정하고, 새로 출력되고 있는 신호는 페이드 인(fade in) 기능을 사용하도록 진폭을 조정하게 된다.

[0121] 즉, 저주파 대역의 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호가 추가되는 구간에서, 가상 엔진음의 진폭 변화가 발생할 수 있으므로, 자연스럽게 연결될 수 있도록, 기존 출력되고 있는 신호는 페이드 아웃 기능을 사용하도록 진폭을 조정하고, 새로 출력되고 있는 신호는 페이드 인 기능을 사용하도록 진폭을 조정하게 된다.

[0123] 가상 엔진음 생성부(600)는 최종 신호 생성부(500)에 의한 각 오더 별 출력 주파수 신호(상기의 수학적 식 7 참조)를 이용하여, 엔진에 적용된 다수의 소정 오더에 해당하는 다수의 출력 주파수 신호(셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호)들을 합하여, 가상 엔진음을 생성하게 되며, 이 때, 미리 설정된 현재 RPM에 따른 오더에 대한 증폭률을 사용하여, 진폭을 조정하게 된다. 이는 하기의 수학적 식 8과 같이 정의하게 된다.

수학적 식 8

$$Engine\ Sound[n] = \sum_r s_r[n]$$

[0125]

[0126] 더불어, 본 발명의 일 실시예에 따른 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템은 가상 엔진음 생성부(600)에 의해 생성한 가상 엔진음이 실제 스피커를 통해서 출력되기 앞서서, 도 2에 도시된 바와 같이, 제1 진폭 조정부(700), 제2 진폭 조정부(800) 및 스피커 출력부(900)를 수행하게 된다.

[0127] 실제 주행 환경과 가상 엔진음을 보다 정교하게 맞추기 위하여, 제1 진폭 조정부(700)를 통해서, 가상 엔진음 생성부(600)에 의해 생성한 합산 출력 주파수 신호(상기의 수학적 식 8 참조)에 대해서, 정보 입력부(100)를 통해서 입력받은 현재 APS의 센싱 정보에 대한 증폭률을 사용하여 진폭을 조정하게 된다.

- [0128] 또한, 제2 진폭 조정부(800)를 통해서, 제1 진폭 조정부(700)에 의해 진폭 조정된 신호에 대해서, 다시 한번, 정보 입력부(100)를 통해서 입력받은 현재 차속에 대한 증폭률을 사용하여 진폭을 조정하게 된다.
- [0129] 이를 통해서, 스피커 출력부(900)는 제2 진폭 조정부(800)에 의해 최종적으로 진폭을 조정한 신호를 연계된 출력 수단으로 전송하게 되며, 이를 통해서, 외부로 출력되게 된다.
- [0131] 도 5는 주행 중인 엔진의 RPM이 선형 증가되는 상황에서, 일반 엔진음과 본 발명에 의한 가상 엔진음의 단시간 푸리에 변환 결과를 비교한 예시도이다.
- [0132] RPM에 따라 주파수 증가가 한정적인 기존 엔진음(도 5의 a))과 달리, 셰퍼드 톤이 적용됨으로써 셰퍼드 영역의 엔진음(도 5의 b))이 생성됨을 명확히 알 수 있다.
- [0133] 또한, RPM이 증가함에 따라 구간 설정부(400)에서 설정한 추가 구간에서 저주파 대역의 출력 주파수 신호가 추가됨을 알 수 있다. 이를 통해서, 일반적인 엔진음이 줄 수 없는 지속적인 가속감을 제공할 수 있어, 주행 감성 품질을 향상시킬 수 있다.
- [0135] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 방법의 순서도를 도시한 것이다.
- [0136] 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 방법은, 정보 입력 단계(S100), 기초 신호 생성 단계(S200), 중간 신호 생성 단계(S300), 추가 구간 설정 단계(S400), 최종 신호 생성 단계(S500) 및 가상 엔진음 생성 단계(S600)를 포함하게 된다. 각 단계는 연산 처리 수단에 의해 동작 수행되는 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템을 이용하는 것이 바람직하다.
- [0138] 본 발명의 일 실시예에 따른 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 방법은, 가상 엔진음 생성을 수행하기 앞서서, 차량 개발 단계에서, 엔진음을 튜닝할 때, 해당하는 엔진에 대해 가상 엔진음의 생성에 적용할 셰퍼드 톤의 수(N)와 사용할 오더(차수)를 결정하고, 각 셰퍼드 톤에 따른, 각 오더 별 RPM에 따른, APS의 센싱 정보에 따른, 차속에 따른 증폭률(A_i)을 설정하게 된다.
- [0140] 각 단계에 대해서 자세히 알아보자면,
- [0141] 정보 입력 단계(S100)는 정보 입력부(100)에서, 주행 중인 차량의 주행 관련 정보를 입력받게 된다. 이 때, 주행 관련 정보로는 CAN 통신을 통하여 주행 중인 차량으로부터 RPM, APS(Accelerator Pedal Sensor)의 센싱 정보 및 차속 중 적어도 하나 이상을 입력받게 된다.
- [0143] 기초 신호 생성 단계(S200)는 기초 신호 생성부(200)에서, 엔진에 적용된 각 오더 별, 정보 입력 단계(S100)에 의한 현재 RPM에 따른 연속 위상을 갖는 출력 주파수 신호를 생성하게 된다.
- [0144] 상세하게는, 내연 기관 엔진음은 RPM에 따라 주파수가 변하게 된다.
- [0145] 이 때, RPM을 초당 회전수(RPM/60)로 변경하였을 때, 출력 주파수 신호와의 관계를 오더(order, 차수)라고 하며, 일 예를 들어, 3차 오더를 갖는 출력 주파수 신호를 삼각 함수로 모사하면 상기의 수학식 2와 같다.
- [0146] 그렇지만, RPM은 CAN 통신을 통해 주기 신호 형태로 수신하므로, 도 3의 a)에 도시된 바와 같이, 계단식으로 변경되게 된다. 특정 시점에서 RPM이 800에서 820으로 변경될 경우, 상기의 수학식 2를 적용하여 3차 오더를 갖는 출력 주파수 신호를 적용할 경우, 도 3의 b)와 같이, 연속된 위상 값을 갖지 않고, 위상이 급격하게 쉬프트되는 현상이 발생하고, 운전자에게 클릭 노이즈가 발생하게 된다.
- [0148] 이러한 점을 해소하기 위하여, 본 발명은 기초 신호 생성 단계(S200)에 의해, RPM이 변하더라도 위상 변화가 없도록, 상기의 수학식 3과 같이, 위상을 적분하여 적용함으로써, 현재 RPM에 따른 급격한 위상 변화가 발생하지

않는, 다시 말하자면, 연속 위상을 갖는 출력 주파수 신호를 생성하게 된다.

- [0150] 그 결과, 도 4에 도시된 바와 같이, 특정 시점에서 RPM이 800에서 820으로 변경되더라도, 현재 RPM에 따른 급격한 위상 변조 없이, 연속된 위상을 갖는 것을 확인할 수 있으며, 이를 통해서, 주행 중 RPM 변경에 따라, 해당하는 오더에 의해 출력 주파수 신호가 변화하더라도 연속 위상을 갖도록 함으로써, 클릭 노이즈 발생을 방지할 수 있다.
- [0152] 중간 신호 생성 단계(S300)는 중간 신호 생성부(300)에서, 미리 설정된 셰퍼드 톤의 수를 적용하여, 기초 신호 생성 단계(S200)에 의해 생성한 출력 주파수 신호들 중 옥타브 간격을 갖는 다수의 출력 주파수 신호를 전송받게 된다.
- [0153] 이 후, 다수의 출력 주파수 신호들을 합하여, 각 오더 별 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호를 생성하게 되며, 이 때, 미리 설정된 셰퍼드 톤에 따른 증폭률을 사용하여, 진폭을 조정하게 된다.
- [0154] 여기서, 셰퍼드 톤의 수와 셰퍼드 톤에 따른 증폭률은 차량 개발 단계에서 엔진음을 튜닝할 때 설정되게 된다.
- [0155] 상세하게는, 일반적으로 가상 엔진음은 다수의 차수를 갖는 사인파로 구성되게 된다. 이 때, 본 발명은 생성된 가상 엔진음에 셰퍼드 톤과 같은 효과를 주기 위해, 다시 말하자면, 각 오더에 따른 출력 주파수 신호에 셰퍼드 톤을 적용하게 된다.
- [0156] 간단히 말하자면, 각 오더의 출력 주파수 신호를 옥타브 간격을 갖는 다수의 출력 주파수 신호의 합으로 구성하게 된다. 이 때, 다수의 출력 주파수 신호의 수는 셰퍼드 톤의 수와 같다.
- [0157] 이를 통해서, 각 오더 별, 옥타브 간격의 출력 주파수 신호가 합해진 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호는 상기의 수학적 식 4와 같이 정의된다.
- [0159] 추가 구간 설정 단계(S400)는 구간 설정부(400)에서, 각 오더 별, 출력 주파수의 하한값을 고려하여, 중간 신호 생성 단계(S300)에 의한 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호(상기의 수학적 식 4 참조)에 대한 출력 주파수 신호의 추가를 위한 구간을 설정하게 된다.
- [0160] 상세하게는, 일반적인 셰퍼드 톤은 상술한 바와 같이, 어느 하나의 셰퍼드 톤이 주파수 상한값에 도달할 경우, 그 다음 출력되는 셰퍼드 톤이 연속되어 출력하되, 주파수 하한값을 갖도록 변경되게 된다.
- [0161] 다시 말하자면, 주파수 상한값에 도달할 경우, 그 다음 음역이 주파수 하한값에서부터 새롭게 출력되기 때문에, 고주파 대역 성분이 사라지게 된다.
- [0162] 그렇지만, 이러한 특징을 가상 엔진음에 그대로 적용할 경우, 가속에 의한 엔진의 RPM이 증가하는 도중 특정 RPM에서 주파수 상한값에 도달할 경우, 해당 소리는 사라지고 다음 소리가 출력되면서 고주파 대역 성분의 소리가 사라지기 때문에, 가속 감각이 사라지게 되어 주행 감성 품질이 저하되게 된다.
- [0163] 이에 따라, 본 발명은 반복을 주파수 상한값을 사용하지 않고, 대신 착청 현상에 의한 지속적으로 가속하는 듯한 현상을 갖기 위하여, 추가 구간 설정 단계(S400)에 의해, 저주파 대역에서의 출력 주파수 신호가 지속적으로 추가되도록 구간을 설정하게 된다.
- [0164] 간단히 말하자면, 일반적인 셰퍼드 톤은 어느 하나의 셰퍼드 톤이 주파수 상한값에 도달할 경우, 그 다음 셰퍼드 톤의 출력이 이어지게 되는데, 본 발명의 경우, 고주파 대역 성분이 사라지는 문제점을 해소하기 위하여, 주파수 상한값까지의 도달을 제한하였다. 그렇지만, 이 경우, 주파수 상한값까지 도달하지 않기 때문에, 다음 셰퍼드 톤의 출력이 이어지지 않게 된다. 이에 따라, 다음 셰퍼드 톤의 출력이 이어질 수 있도록 저주파 대역에서의 출력 주파수 신호의 추가를 위한 구간을 설정하게 된다.
- [0166] 각 오더 별, 출력 주파수 신호의 주파수 하한값은 상기의 수학적 식 5와 같다.
- [0167] 이를 고려하여, 직전 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호보다 낮은 대역(저주파 대역)의 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호의 시작값은 상기의 수학적 식 6과 같으며, 이를 통해서, 중간 신호 생성 단계(S300)에 의한 셰퍼

드 톤이 적용된 출력 주파수 신호가 주파수 상한값에 도달하지 않도록 일부러 제한하는 만큼, 다음 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호의 시작값을 일부러 설정하게 된다.

- [0169] 최종 신호 생성 단계(S500)는 최종 신호 생성부(500)에서, 중간 신호 생성 단계(S300)에 의한 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호에 추가 구간 설정 단계(S400)에 의해 설정한 출력 주파수 신호의 추가를 위한 구간을 시작값으로 설정하여, 각 오더 별 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호를 최종 생성하게 되며, 이는 상기의 수학식 7과 같다.
- [0170] 최종 신호 생성 단계(S500)는 현재 RPM에 따른 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호가 추가 구간 설정 단계(S400)에 의해 설정한 출력 주파수 신호의 추가를 위한 구간에 해당할 경우, 다시 말하자면, 현재 가상 엔진음으로 어느 하나의 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호가 출력되고 있는 도중, 다음 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호의 시작값에 도달하여, 다음으로 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호가 출력될 경우, 기존 출력되고 있는 신호는 페이드 아웃(fade out) 기능을 사용하도록 진폭을 조정하고, 새로 출력되고 있는 신호는 페이드 인(fade in) 기능을 사용하도록 진폭을 조정하게 된다.
- [0171] 즉, 저주파 대역의 셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호가 추가되는 구간에서, 가상 엔진음의 진폭 변화가 발생할 수 있으므로, 자연스럽게 연결될 수 있도록, 기존 출력되고 있는 신호는 페이드 아웃 기능을 사용하도록 진폭을 조정하고, 새로 출력되고 있는 신호는 페이드 인 기능을 사용하도록 진폭을 조정하게 된다.
- [0173] 가상 엔진음 생성 단계(S600)는 가상 엔진음 생성부(600)에서, 최종 신호 생성 단계(S500)에 의한 각 오더 별 출력 주파수 신호(상기의 수학식 7 참조)를 이용하여, 엔진에 적용된 다수의 소정 오더에 해당하는 다수의 출력 주파수 신호(셰퍼드 톤이 적용된 출력 주파수 신호)들을 합하여, 가상 엔진음을 생성하게 되며, 이 때, 미리 설정된 현재 RPM에 따른 오더에 대한 증폭률을 사용하여, 진폭을 조정하게 된다. 이는 상기의 수학식 8과 같이 정의된다.
- [0175] 더불어, 본 발명의 일 실시예에 따른 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 방법은 실제 주행 환경과 생성한 가상 엔진음을 보다 정교하게 맞추기 위하여, 도 6에 도시된 바와 같이, 제1 진폭 조정 단계(S700), 제2 진폭 조정 단계(S800)를 수행하며, 최종적으로 출력 단계(S900)를 수행하게 된다.
- [0177] 제1 진폭 조정 단계(S700)는 제1 진폭 조정부(700)에서, 가상 엔진음 생성 단계(S600)에 의해 생성한 합산 출력 주파수 신호(상기의 수학식 8 참조)에 대해서, 정보 입력 단계(S100)에 의한 현재 APS의 센싱 정보에 대한 증폭률을 사용하여 진폭을 조정하게 된다.
- [0179] 이 후, 제2 진폭 조정 단계(S800)는 제2 진폭 조정부(800)에서, 제1 진폭 조정 단계(S700)에 의해 진폭 조정된 신호에 대해서, 다시 한번, 정보 입력 단계(S100)에 의한 입력받은 현재 차속에 대한 증폭률을 사용하여 진폭을 조정하게 된다.
- [0181] 출력 단계(S900)는 스피커 출력부(900)에서, 제2 진폭 조정 단계(S800)에 의해 최종적으로 진폭을 조정한 신호를 연계된 출력 수단으로 전송하게 되며, 이를 통해서, 외부로 출력되게 된다.
- [0183] 이에 따라, 본 발명의 일 실시예에 따른 셰퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 방법은 도 5에 도시된 바와 같이, 일반적인 엔진음이 줄 수 없는 지속적인 가속감을 제공할 수 있는 셰퍼드 톤이 적용된 엔진음을 생성하게 된다.
- [0185] 전술한 본 발명은, 프로그램이 기록된 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터

가 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 세퍼드 톤이 적용된 차량의 가상 엔진음 생성 시스템을 포함할 수도 있다.

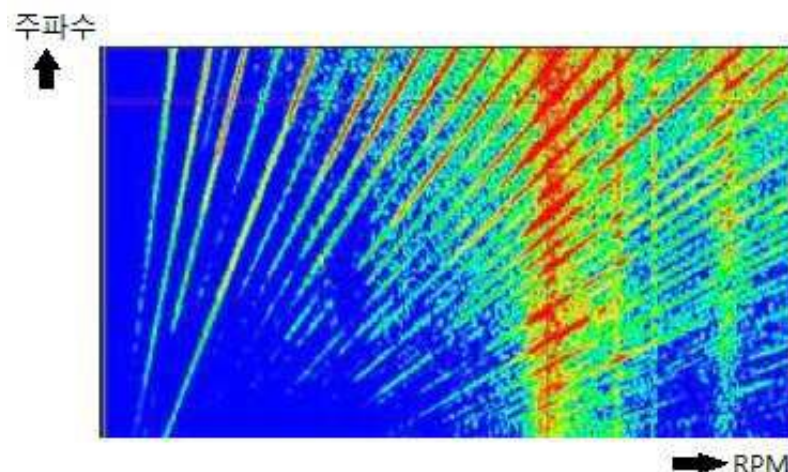
[0186] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였으나, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것일 뿐이다. 따라서, 본 발명의 기술 사상은 개시된 각각의 실시예 뿐 아니라, 개시된 실시예들의 조합을 포함하고, 나아가, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가지는 자라면 첨부된 특허 청구범위의 사상 및 범주를 일탈함이 없이 본 발명에 대한 다수의 변경 및 수정이 가능하며, 그러한 모든 적절한 변경 및 수정은 균등물로서 본 발명의 범위에 속하는 것으로 간주되어야 할 것이다.

부호의 설명

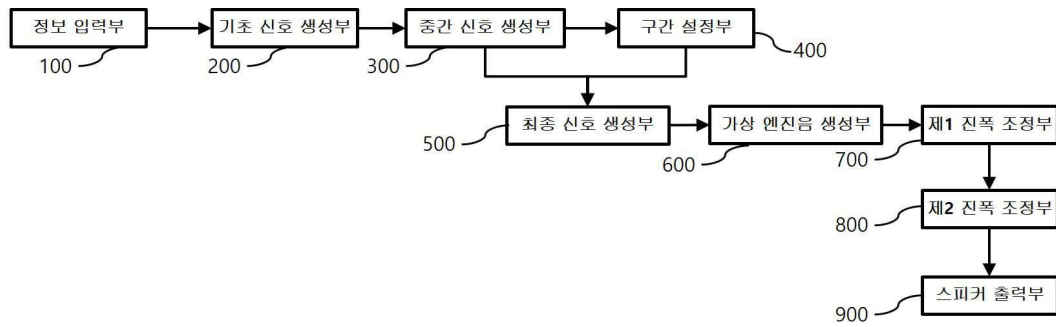
[0188] 100 : 정보 입력부
200 : 기초 신호 생성부
300 : 중간 신호 생성부
400 : 구간 설정부
500 : 최종 신호 생성부
600 : 가상 엔진음 생서어부
700 : 제1 진폭 조정부
800 : 제2 진폭 조정부
900 : 스피커 출력부

도면

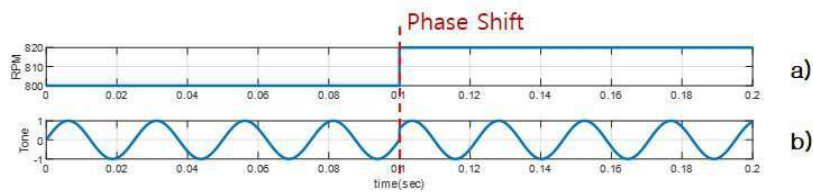
도면1



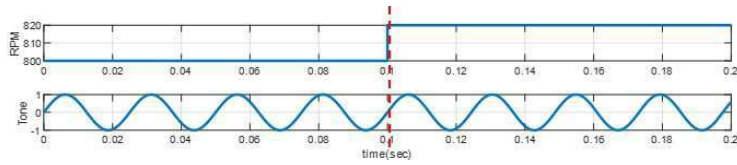
도면2



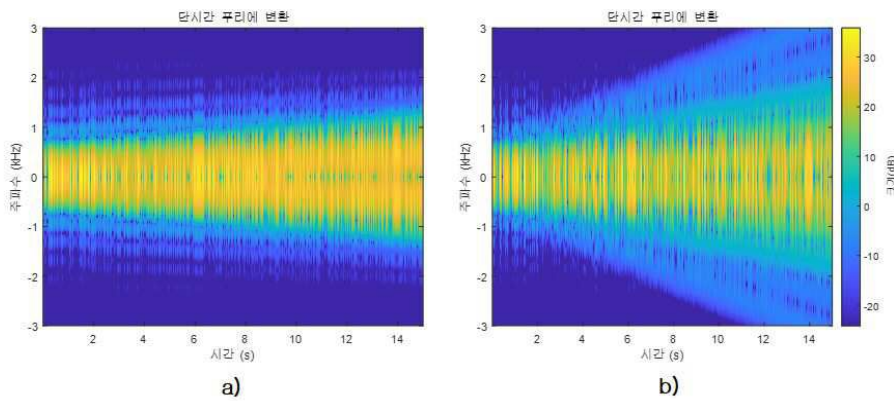
도면3



도면4



도면5



도면6

