



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년03월18일
(11) 등록번호 10-1021895
(24) 등록일자 2011년03월07일

(51) Int. Cl.
G06F 17/14 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2005-7004973
(22) 출원일자(국제출원일자) 2003년09월22일
심사청구일자 2008년08월26일
(85) 번역문제출일자 2005년03월23일
(65) 공개번호 10-2005-0074451
(43) 공개일자 2005년07월18일
(86) 국제출원번호 PCT/FR2003/002784
(87) 국제공개번호 WO 2004/027642
국제공개일자 2004년04월01일
(30) 우선권주장
02/11739 2002년09월23일 프랑스(FR)
(56) 선행기술조사문헌
KR100630245 B1
KR1019990013708 A
KR1020010006675 A
KR1020010104248 A

(73) 특허권자
트리노브 오디오
프랑스, 94800 빌퀴프 에브뉴 드 라 레뻬브리끄 30/32
(72) 발명자
브뤼노, 레미
프랑스, 에프-94400 비트리 쉬르 센느, 23 아브뉴 에바 살몬
라보리, 아르노
프랑스, 에프-94400 비트리 쉬르 센느, 24 비 뤼 아라고
몽트와야, 세바스티앙
프랑스, 에프-75019 파리, 4 뤼 가스통 피노
(74) 대리인
정홍식

전체 청구항 수 : 총 36 항

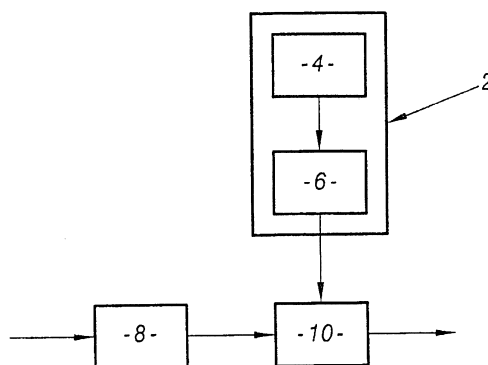
심사관 : 김재문

(54) 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법 및 시스템

(57) 요약

본 발명은 적어도 공간 처리에 의해 변조된 표현(representation)을 제공하기 위해 사용될 수 있는 음향 필드 표현들을 처리하는 방법에 관한 것이다. 본 발명의 방법은 음향 필드의 초기 표현의 설정(8)과, 이하에서 언급되는 처리 연산에 대응하는 필터링 조합들에 의해 변조된 표현의 설정(10)을 포함한다. 본 발명은 또한, 처리 연산을 정의하도록 구성되는 스텝(2)과, 이하에서 언급되는 처리를 나타내고 방향성 함수들의 구형 고조파 분해(spherical harmonic decomposition)에 대응하는 계수들의 세트의 형태를 취하는 방향성 함수들의 세트의 설정을 포함하는 스텝(4)과, 정의된 필터링 조합들의 적용을 포함하는 또 다른 스텝(10)이 수행될 수 있도록 상술한 필터링 조합들이 상기 분해로부터 결정되는 스텝(6)을 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

음향 필드의 적어도 공간 처리(spatial processing)에 대응하는 처리 연산의 적용에 의해 변조된 표현(representation)을 제공하기 위해서 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법에 있어서,

- 시간 및 3차원 공간에서 상기 음향 필드를 나타내는 계수들의 세트의 형태로 상기 음향 필드의 초기 표현을 설정하는 단계(8); 및

- 상기 처리 연산에 의해 정의되는 필터링 조합들을 상기 초기 표현의 계수들에 적용하여 상기 음향 필드의 표현을 설정하는 단계(10)

를 포함하며,

상기 음향 필드 표현을 처리하는 방법은,

상기 처리 연산을 정의하는 단계(2)를 더 포함하고,

상기 처리 연산을 정의하는 단계(2)는,

- 구형 고조파들(spherical harmonics)에 기초하여 방향성 함수들(directionality functions)의 분해에 대응되고, 상기 처리 연산을 나타내는 상기 방향성 함수들의 세트의 구형 푸리에 계수들(spherical Fourier coefficient s)을 산출하는 단계(4) 및

- 상기 산출된 계수들을 이용하여 상기 필터링 조합들을 결정하는 단계(6)를 포함하는 것을 특징으로 하는 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 구형 푸리에 계수들을 산출하는 단계(4)는 상기 방향성 함수들의 세트의 전부 또는 일부를 복수의 미리 정의된 포맷들 중 하나 또는 그 밖의 포맷의 함수로 직접 결정하는 보조 단계(12)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 구형 푸리에 계수들을 산출하는 단계(4)는, 처리 명령에 기초하여, 상기 방향성 함수들의 세트의 전부 또는 일부를 복수의 미리 정의된 포맷들 중 하나 또는 그 밖의 포맷의 함수로 자동으로 결정하기 위한 상기 처리 명령을 자동 해석(automatic interpretation)하는 보조 단계(16)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 처리 연산을 나타내는 상기 방향성 함수들의 세트는 복수의 미리 정의된 포맷들 중 하나 또는 그 밖의 포맷의 함수에 따라 나타내지고, 상기 구형 푸리에 계수들을 산출하는 단계(4)는 상기 미리 정해진 포맷의 함수로부터, 구형 고조파들에 기초하여 상기 방향성 함수들의 분해에 대응하는 계수들의 세트로 변환시키는 보조 단계(18)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 처리 연산을 정의하는 단계(2)는 상기 처리 연산에 사용되는 파라미터들의 세트를 설정하는 단계(20)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 파라미터들의 세트는,

- 가중 계수들(weighting coefficients)을 형성하며 상기 처리 연산의 특성의 함수로서 정의되는 상수들($C_{l,m,r,m'}$)의 세트; 와

- 상기 방법의 연산의 제한 차수를 지정하며 요구된 수학적 정확도 제한(mathematical precision limit)에 대응

하는 파라미터(L)

중의 전부 또는 일부를 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 파라미터들의 세트를 설정하는 단계(20)는, 상기 파라미터들의 세트의 전부 또는 일부를 직접 결정하는 보조 단계(22)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 8

제5항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 파라미터들의 세트를 설정하는 단계(20)는, 처리 명령에 기초하여, 상기 파라미터들의 세트의 전부 또는 일부를 자동으로 결정하기 위한 상기 처리 명령의 자동 해석을 위한 보조 단계(26)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 파라미터들의 세트를 설정하는 단계(20)는, 상기 처리 연산의 특성의 함수로서 상기 상수들의 세트의 전부 또는 일부를 계산하는 보조 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 10

제6항에 있어서, 상기 필터링 조합들을 결정하는 단계(6)는, 상기 처리 연산을 나타내는 방향성 함수들의 세트의 구형 고조파 기반의 분해(spherical harmonic-based decomposition)에 대응하는 계수들의 선형 조합들에 의해 필터링 조합들을 계산하는 적어도 하나의 보조 단계(30)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 선형 조합들에 의해 상기 필터링 조합들을 계산하는 상기 적어도 하나의 보조 단계(30)는 가중 계수들로서 상기 상수들의 세트를 사용하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 적어도 하나의 보조 단계(30)의 결과는 상기 초기 표현의 계수들에 적용되는 상기 필터링 조합들을 직접 형성하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 처리 연산은 콘볼루션 처리(convolution processing) 연산인 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 처리 연산은 윈도우 처리(windowing processing) 연산인 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 처리 연산은 상기 음향 필드의 초기 표현에 적용될 적어도 하나의 왜곡을 포함하고, 상기 구형 푸리에 계수들을 산출하는 단계(4) 동안 결정된 상기 방향성 함수들의 전부 또는 일부는 상기 왜곡을 나타내는 왜곡 쌍들에 대응하며, 상기 왜곡 쌍들은 상기 구형 고조파들에 기초하여 상기 왜곡 쌍들의 분해에 대응하는 계수들의 세트의 형태로 설정하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 16

제10항에 있어서, 상기 처리 연산은 공칭(nominal) 처리 연산이라고 하는 제 1 처리 연산과, 상기 음향 필드의 초기 표현에 적용될 상기 왜곡들을 포함하고, 상기 적어도 하나의 보조 단계(30)는 상기 공칭 처리 연산에 대응

하는 필터링 조합들을 제공하고, 상기 필터링 조합들을 결정하는 단계(6)는 상기 초기 표현의 계수들에 적용되는 상기 필터링 조합들을 제공하기 위해서, 상기 왜곡들을 나타내는 왜곡 쌍들에 기초하여, 상기 적어도 하나의 보조 단계(30)에 의해 제공되는 필터링 조합들을 변조시키는 적어도 하나의 왜곡 보조 단계(50)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 파라미터들의 세트는, 왜곡 작용(distortion effort)을 나타내며, 상기 음향 필드에 적용될 상기 처리 연산과 상기 공칭 처리 연산 사이의 유사성(resemblance)을 지정하는 파라미터(λ)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 18

제15항에 있어서, 상기 처리 연산은 왜곡들만을 포함하고, 상기 필터링 조합들을 결정하는 단계(6)는 상기 초기 표현의 계수들에 적용되는 상기 필터링 조합들을 제공하기 위해서, 상기 왜곡들을 나타내는 왜곡 쌍들에 기초하여서만 필터링 조합들을 제공하는 적어도 하나의 왜곡 보조 단계(50)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 19

제16항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 음향 필드 표현을 처리하는 방법은, 상기 각각의 왜곡 보조 단계(50)가 선행하는 보조 단계에 의해 제공되는 상기 필터링 조합들을 입력으로서 수신하도록, 서로에 대해 순환하는 복수의 왜곡 보조 단계들(50)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 20

제16항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 왜곡 보조 단계(50)는 상기 왜곡 쌍들에 의해 직접 타겟되지 않은 상기 초기 표현의 부분들 상에서 실행될 변조들에 대응하는 상기 필터링 조합들의 분해를 허용하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 21

제16항에 있어서, 상기 처리 연산은 복수의 기본적인 처리 연산들을 포함하고, 상기 필터링 조합들을 결정하는 단계(6)는 복수 횟수 실행되며, 상기 필터링 조합들은 상기 기본적인 처리 연산들에 대응하는 행렬들의 행렬 승산에 의해 상기 적어도 하나의 보조 단계(30) 및 상기 적어도 하나의 왜곡 보조 단계(50) 중 적어도 하나로부터 제공되는 상기 필터링 조합들을 서로 배열하여 형성되는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 22

제1항, 제2항, 제4항 및 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 필터링 조합들을 결정하는 단계(6)는 상기 필터링 조합들을 적용하는 단계(10)를 실행하기 위해서, 미리 정의된 포맷으로 표현된 상기 필터링 조합들을 변환하여, 주어진 필터들의 파라미터화(parameterization)를 위한 필터 파라미터들을 제공하는 보조 단계(32)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 23

제1항, 제2항, 제4항 및 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 처리 연산은 공간 처리 연산이고, 상기 필터링 조합들을 적용하는 단계(10)는 이득이 변조된 소스에 의해 생성된 음향 필드에 대한 상기 공간 처리 연산의 적용을 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 24

제1항, 제2항, 제4항 및 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 처리 연산은 공간 및 주파수 처리 연산이고, 상기

필터링 조합들을 적용하는 단계(10)는 상기 초기 표현의 계수들에 대한 주파수의 함수로서 변하는 필터들의 적용을 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 25

제1항, 제2항, 제4항 및 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 음향 필드의 초기 표현 및 상기 변조된 표현을 나타내는 계수들의 세트들은 푸리에-베셀(Fourier-Bessel) 계수들의 세트들인 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법.

청구항 26

음향 필드의 적어도 공간 처리에 대응하는 처리 연산의 적용에 의해 변조된 표현을 제공하기 위하여, 시간 및 3차원 공간에서 상기 음향 필드를 나타내는 계수들의 세트의 형태로 상기 음향 필드의 초기 표현을 수신하고, 상기 초기 표현의 계수들에 적용된 처리 연산에 대응하는 필터링 조합들에 의해 변조된 표현을 제공하는 디바이스(60)에 있어서,

상기 처리 연산을 정의하는 수단(61)을 포함하고, 상기 정의 수단(61)은,

- 구형 고조파들(spherical harmonics)에 기초하여 방향성 함수들(directionality functions)의 분해에 대응되고, 상기 처리 연산을 나타내는 상기 방향성 함수들의 세트의 구형 푸리에 계수들(spherical Fourier coefficients)을 산출하는 수단(62,64,66); 및
- 입력으로서 상기 초기 표현의 계수들을 수신하고 출력으로서 상기 변조된 표현을 제공하는 필터링 수단(80)에 의해 사용되도록, 상기 분해에 대응하여 산출된 계수들에 적용되는 상기 필터링 조합들을 결정하는 수단(70)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 디바이스.

청구항 27

제26항에 있어서, 상기 처리 연산을 정의하는 수단(61)은 복수의 포맷들 중 하나 또는 그 밖의 포맷의 함수로 상기 디바이스를 위한 연산 데이터의 직접 획득을 위한 모듈(62)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 디바이스.

청구항 28

제26항 또는 제27항에 있어서, 상기 처리 연산을 정의하는 수단(61)은 상기 방향성 함수들의 세트의 전부 또는 일부를 복수의 미리 정의된 포맷들 중 하나 또는 그 밖의 포맷의 함수로 자동으로 결정하기 위한 처리 명령을 자동 해석하는 모듈(64)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 디바이스.

청구항 29

제27항에 있어서, 상기 연산 데이터는 상기 처리 연산을 나타내는 방향성 함수들의 세트를 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 디바이스.

청구항 30

제29항에 있어서, 상기 처리 연산을 정의하는 수단(61)은 복수의 미리 정해진 포맷들 중 하나 또는 그 밖의 포맷으로부터 상기 방향성 함수들의 세트를, 구형 고조파들에 기초하여 상기 방향성 함수들의 분해에 대응하는 계수들의 세트로 변환하는 변환 모듈(66)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 디바이스.

청구항 31

제27항에 있어서, 상기 연산 데이터는 상기 처리 연산을 위한 파라미터들의 세트를 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 디바이스.

청구항 32

제31항에 있어서, 상기 처리 연산을 정의하는 수단(61)은 상기 파라미터들의 세트 중 상기 처리 연산의 특성의 함수로서 정의되는 상수들의 세트의 전부 또는 일부를 계산하는 모듈을 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드

드 표현을 처리하기 위한 디바이스.

청구항 33

제26항, 제27항 및 제29항 내지 제32항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 필터링 조합들을 결정하는 수단(70)은 상기 처리 연산을 나타내는 방향성 세트의 구형 고조파 기반의 분해에 대응하는 계수들의 선형 조합들에 의해 필터링 조합들을 계산하는 모듈(72)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 디바이스.

청구항 34

제33항에 있어서, 상기 처리 파라미터들의 세트가 상수들의 세트를 포함하고, 상기 선형 조합들에 의해 상기 필터링 조합들을 계산하는 상기 모듈(72)은 가중 계수들로서 상기 상수들의 세트를 사용하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 디바이스.

청구항 35

제33항에 있어서, 상기 처리 연산은 상기 음향 필드의 초기 표현에 적용될 적어도 하나의 왜곡을 포함하고, 상기 방향성 함수들의 세트의 전부 또는 일부는, 상기 구형 구조과들에 기초하여 왜곡 쌍들의 분해에 대응하는 계수들의 세트의 형태로, 상기 적어도 하나의 왜곡에 대응하는 왜곡 쌍들의 세트를 형성하고, 상기 필터링 조합들을 결정하는 수단(70)은 상기 초기 표현의 계수들에 적용되는 상기 필터링 조합들을 제공하기 위해서, 상기 왜곡 쌍들에 기초하여, 상기 필터링 조합들을 계산하는 상기 모듈(72)에 의해 제공되는 상기 필터링 조합들을 변조시키는 모듈(74)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 디바이스.

청구항 36

제32항에 있어서, 상기 처리 연산은 상기 음향 필드의 초기 표현에 적용될 하나 이상의 왜곡들만을 포함하고, 상기 방향성 함수들의 세트의 전부 또는 일부는 상기 하나 이상의 왜곡들에 대응하는 왜곡 쌍들의 세트를 형성하고, 상기 필터링 조합들을 결정하는 수단(70)은 상기 왜곡 쌍들에 기초하여서만 상기 필터링 조합들을 제공하는 왜곡 모듈(74)만을 포함하는 것을 특징으로 하는, 음향 필드 표현을 처리하기 위한 디바이스.

명세서

- [0001] 본 발명은 적어도 공간 처리(spatial processing)에 의해 변조된 음향 필드의 표현을 제공하기 위해서 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법 및 시스템에 관한 것이다.
- [0002] 시간 및 공간의 함수로서 계수들의 형태로 음향 필드 표현으로부터 시작하여, 음향 필드의 적어도 공간 처리에 대응하는 선형 조합들에 의해 이들 계수들의 변조된 표현이 제공될 수 있게 하는 방법들 및 시스템들이 현재 존재하고 있다.
- [0003] 하지만, 가능한 처리 연산들은 제한되어 있고 모든 경우들에 있어 미리 정해져 있다.
- [0004] 예를 들면, 용어 <<암비소닉(ambisonic)>> 하에서 그룹지어진 시스템들은 청취 위치에 동화된 지점 주변에서 가상 소스들의 각도 분배(angular distribution)의 형태로 음향 환경의 표현을 사용한다.
- [0005] 이들 시스템들은 주어진 축에 대해 특정된 방향 또는 회전에 초점을 맞추는, 방위각 상의 각도 왜곡과 같은, 미리 정해진 특정한 변조들만의 실행을 허용한다.
- [0006] 또한, 이들 시스템들은 그들의 정확도에 있어서 제한된다. 그러므로, 기존 시스템들에서, 임의의 방향에 초점을 맞추는 것과 같은 처리 연산들은 제 1 차 수학에 대응하는 정확도 수준으로 제한된 표현들에 대해서만 적용될 수 있는 것으로, 말하자면 열악한 품질을 갖는다.
- [0007] 그러므로, 종래의 어떠한 시스템들도 특별히, 뛰어난 품질의 초기 표현의 경우에, 예컨대 고차(high order)의 경우에, 변조된 표현을 얻기 위해서 음향 필드 표현의 임의 변조의 실행을 허용하지 않는다.
- [0008] 본 발명의 목적은 매우 다양한 처리 연산들의 실행을 허용하는 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법 및 시스템을 제공하여 상기 문제점을 해소하기 위한 것이다.
- [0009] 본 발명은 음향 필드의 적어도 공간 처리에 대응하는 이러한 처리의 적용에 의해 변조된 표현을 제공하기 위해

서 음향 필드 표현을 처리하기 위한 방법에 관한 것으로, 상기 방법은,

- [0010] - 시간 및 3차원 공간에서 음향 필드를 나타내는 계수들의 세트의 형태로 음향 필드의 초기 표현의 설정 (establishment); 및
- [0011] - 처리 연산에 대응하고 초기 표현의 계수들에 적용되는 필터링 조합들(filtering combinations)에 의해 변조된 표현의 설정을 포함하며,
- [0012] 상기 방법은 또한 처리 연산을 정의하는 스텝을 포함하고, 상기 정의하는 스텝은,
- [0013] - 처리 연산을 나타내는 방향성 함수들의 세트를, 구형 고조파들(spherical harmonics)에 기초하여 방향성 함수들(directionality functions)의 분해(decomposition)에 대응하는 계수들의 세트의 형태로, 설정하는 스텝과;
- [0014] - 변조된 표현을 얻기 위해서, 정의된 필터링 조합들을 초기 표현의 계수들에 적용하는 스텝을 구현하기 위해 상기 분해에 기초하여 필터링 조합들을 결정하는 스텝을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 본 발명의 다른 특징에 따라,
- [0016] - 방향성 함수들의 세트를 결정하는 스텝은 복수의 미리 정해진 포맷들 중 하나 또는 그 밖의 포맷으로 방향성 함수들의 세트의 전부 또는 일부의 직접 결정을 위한 보조스텝을 포함한다;
- [0017] - 방향성 함수들의 세트를 결정하는 스텝은 처리 명령에 기초하여, 복수의 미리 정해진 포맷들 중 하나 또는 그 밖의 포맷으로 방향성 함수들의 세트의 전부 또는 일부의 자동 제공을 허용하는 처리 명령의 자동 해석 (automatic interpretation)을 위한 보조스텝을 포함한다;
- [0018] - 처리 연산을 나타내는 방향성 함수들의 세트는 복수의 미리 정해진 포맷들 중 하나 또는 그 밖의 포맷에 따라 나타내지고, 방향성 함수들의 세트를 설정하는 스텝은 미리 정해진 포맷으로부터 구형 고조파들에 기초하여 이들 방향성 함수들의 분해에 대응하는 계수들의 세트로 변환하는 보조스텝을 포함한다;
- [0019] - 처리 연산을 정의하는 스텝은 또한 상기 처리 연산을 위한 파라미터들의 세트를 설정하는 스텝을 포함한다;
- [0020] - 파라미터들의 세트는 아래의 파라미터들:
 - [0021] - 가중 계수들(weighting coefficients)을 형성하며 처리 연산의 특성의 함수로서 정의되는 상수들의 세트; 및
 - [0022] - 상기 방법의 연산 제한 차수를 지정하며 요구된 수학적인 정확도 제한에 대응하는 파라미터
- [0023] 중의 전부 또는 일부를 포함한다;
- [0024] - 파라미터들의 세트를 설정하는 스텝은 파라미터들의 세트의 전부 또는 일부의 직접 결정을 위한 보조스텝을 포함한다;
- [0025] - 파라미터들의 세트를 설정하는 스텝은 처리 명령에 기초하여 파라미터들의 세트의 전부 또는 일부의 자동 제공을 허용하는 처리 명령의 자동 해석을 위한 보조스텝을 포함한다;
- [0026] - 파라미터들의 세트를 설정하는 스텝은 처리 연산의 특성의 함수로서 상수들의 세트의 전부 또는 일부를 계산하는 보조스텝을 포함한다;
- [0027] - 필터링 조합들을 결정하는 스텝은 처리 연산을 나타내는 방향성 함수들의 세트의 구형 고조파 기반의 분해 (spherical harmonic-based decomposition)에 대응하는 계수들의 선형 조합들에 의해 필터링 조합들을 계산하는 적어도 하나의 보조스텝을 포함한다;
- [0028] - 선형 조합들에 의해 계산하는 보조스텝은 가중 계수들로서 상수들의 세트를 사용한다;
- [0029] - 그 과정은 복수회 반복되며, 다양한 계산 보조스텝들로부터 얻어진 필터링 조합들은 초기 표현의 계수들에 적용되는 필터링 조합들을 형성하도록 서로 조합된다;
- [0030] - 상기 계산 보조스텝의 결과는 초기 표현의 계수들에 적용되는 필터링 조합들을 직접 형성한다;
- [0031] - 상기 처리는 컨볼루션 처리(convolution processing)이다;
- [0032] - 상기 처리는 윈도우 처리(windowing processing)이다;
- [0033] - 상기 처리는 초기 음향 필드 표현에 적용될 적어도 하나의 왜곡을 포함하고, 방향성 함수들의 세트를 설정하

는 스텝 동안 결정된 상기 방향성 함수들의 전부 또는 일부는 구형 고조파들에 기초하여 왜곡 쌍들의 분해에 대응하는 계수들의 세트의 형태로, 왜곡을 나타내는 왜곡 쌍들을 형성한다;

- [0034] - 상기 처리는 공칭(nominal)이라고 하는 제 1 처리 연산과, 왜곡(들)을 포함하고, 계산 보조스텝은 상기 공칭 처리에 대응하는 필터링 조합들을 제공하고, 필터링 조합들을 결정하는 스텝은 초기 표현의 계수들에 적용되는 필터링 조합들을 제공하기 위해서, 왜곡(들)을 나타내는 왜곡 쌍들에 기초하여, 상기 계산 보조스텝에 의해 제공되는 필터링 조합들을 변조함으로써 적어도 하나의 왜곡 보조스텝을 또한 포함한다;
- [0035] - 파라미터들의 세트는 왜곡 작용(distortion effort)을 나타내는 파라미터, 즉 말하자면, 적용될 처리와 공칭 처리 사이의 유사성을 지정하는 파라미터를 포함한다;
- [0036] - 상기 처리는 왜곡(들)만을 포함하며, 필터링 조합들을 결정하는 스텝은 초기 표현의 계수들에 적용되는 필터링 조합들을 제공하기 위해서, 왜곡(들)을 나타내는 왜곡 쌍들에 기초하여서만 필터링 조합들을 제공하는 적어도 하나의 왜곡 보조스텝을 포함한다;
- [0037] - 이것은, 각각의 왜곡 보조스텝이 선행하는 보조스텝에 의해 제공된 필터링 조합들을 입력으로서 수신하기 위해 서로에 대해 순환하는 복수의 왜곡 보조스텝들을 포함한다;
- [0038] - 적어도 하나의 왜곡 보조스텝은 왜곡 쌍들에 의해 직접 타겟되지 않는 초기 표현 부분들 상에서 실행되는 변조들에 대응하는 필터링 조합들을 결정할 수 있게 하는 최적화 보조스텝(optimization sub-step)을 포함한다.
- [0039] - 상기 처리는 복수의 기본적인 처리 연산들로 분할되고, 적어도 필터링 조합들을 결정하는 스텝은 복수회 반복되며, 다양한 계산 및/또는 왜곡 보조스텝들로부터 기인하며 기본적인 처리 연산들에 대응하는 필터링 조합들은 초기 표현의 계수들에 적용되는 필터링 조합들을 형성하도록 서로 배열된다.
- [0040] - 필터링 조합들을 결정하는 스텝은 필터링 조합들을 적용하는 스텝을 수행하기 위해서 주어진 필터들을 파라미터화하기에 적합한 필터 파라미터들을 제공하도록 미리 정해진 포맷으로 표현된 필터링 조합들을 변환하는 보조스텝을 포함한다;
- [0041] - 상기 처리는 공간 처리이고, 필터링 조합들을 적용하는 스텝은 초기 표현의 계수들에 적용된 이득 변조들을 포함한다;
- [0042] - 상기 처리는 공간 및 주파수 처리이고, 필터링 조합들을 적용하는 스텝은 초기 표현의 계수들에 대한 주파수의 함수로서 변하는 필터들의 적용을 포함한다;
- [0043] - 초기 음향 필드 표현을 나타내는 계수들 및 변조된 표현의 세트들은 소위 푸리에-베셀 계수들(Fourier-Bessel coefficients)이라고 하는 계수들의 세트들이다;
- [0044] 본 발명은 또한 음향 필드의 적어도 공간 처리에 대응하는 이러한 처리를 적용함으로써 음향 필드의 표현을 제공하기 위해서 음향 필드 표현을 처리하기 위한 디바이스에 관한 것으로, 입력으로서, 시간들 및 3차원에서 음향 필드를 나타내는 계수들의 세트의 형태로 음향 필드의 초기 표현을 수신하고, 출력으로서, 초기 표현의 계수들에 적용된 처리에 대응하는 필터링 조합들에 의해 변조된 표현을 제공하는, 상기 디바이스에 있어서,
 [0045] 처리 연산을 정의하는 수단을 포함하고, 상기 정의하는 수단은,
 [0046] - 구형 고조파들에 기초하여 방향성 함수들의 분해에 대응하는 계수들의 세트의 형태로, 처리 연산을 나타내는 방향성 함수들의 세트를 설정하는 수단과;
 [0047] - 입력으로서 초기 표현의 계수들을 수신하고 출력으로서 변조된 표현을 제공하는 필터링 수단(80)에 의해 사용되도록, 상기 분해에 기초하여 필터링 조합들을 결정하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.
 [0048] 디바이스의 다른 특징들에 따라,
 [0049] - 처리 연산을 정의하는 수단은 복수의 포맷들 중 하나 또는 그 밖의 포맷으로 상기 디바이스를 위한 연산 데이터의 직접 획득을 위한 모듈을 포함한다;
 [0050] - 처리 연산을 정의하는 수단은 복수의 미리 정해진 포맷들 중 하나 또는 그 밖으로 포맷으로 연산 데이터가 자동으로 제공되게 하는 처리 명령의 자동 해석을 위한 모듈을 포함한다;
 [0051] - 연산 데이터는 처리 연산을 나타내는 방향성 함수들의 세트를 포함한다;
 [0052] - 처리 연산을 정의하는 수단은 복수의 미리 정해진 포맷들 중 하나 또는 그 밖의 포맷으로부터 방향성 함수들

의 세트를, 구형 고조파들에 기초하여 이들 방향성 함수들의 분해에 대응하는 계수들의 세트로 변환하기에 적합한 변환 모듈을 포함한다;

- [0053] - 연산 데이터는 처리 연산을 위한 파라미터들의 세트를 포함한다;
- [0054] - 처리 연산을 정의하는 수단은 처리 연산의 특성의 함수로서 파라미터들의 세트의 전부 또는 일부를 계산하기 위한 모듈을 포함한다;
- [0055] - 필터링 조합들을 정의하는 수단은 처리 연산을 나타내는 방향성 세트의 구형 고조파 기반의 분해에 대응하는 계수들의 선형 조합들에 의해 필터링 조합들을 계산하기 위한 모듈을 포함한다;
- [0056] - 처리 연산은 적어도 하나의 왜곡을 포함하고, 방향성 함수들의 세트의 전부 또는 일부는 초기 표현에 적용될 왜곡(들)에 대응하는 왜곡 쌍들의 세트를 형성하고, 필터링 조합들을 결정하는 수단은 또한 초기 표현의 계수들에 적용되는 필터링 조합들을 제공하기 위해서, 왜곡 쌍들에 기초하여, 계산 모듈에 의해 제공되는 필터링 조합들의 변조에 의한 왜곡을 위한 모듈을 포함한다;
- [0057] - 처리 연산은 하나 이상의 왜곡들만을 포함하고, 방향성 함수들의 세트의 전부 또는 일부는 초기 표현에 적용될 왜곡(들)에 대응하는 왜곡 쌍들의 세트를 형성하고, 필터링 조합들을 결정하는 수단은 왜곡 쌍들에 기초하여 서만, 필터링 조합들을 제공하기 위해서 왜곡 모듈만을 포함한다.
- [0058] 본 발명은 첨부된 도면을 참조하여 단순히 예로써 주어진 이하의 설명을 읽음으로써 보다 잘 이해될 것이다.
- [0059] 도 1은 구형 좌표계의 표현을 도시하는 도면;
- [0060] 도 2는 본 발명의 방법의 일반적인 흐름도;
- [0061] 도 3은 본 발명의 제 1 실시예의 상세한 흐름도;
- [0062] 도 4는 처리를 적용하는 스텝의 실시예를 도시하는 도면;
- [0063] 도 5는 본 발명의 제 2 실시예에 적합한 디바이스의 블록도; 및
- [0064] 도 6은 본 발명의 방법을 구현하기에 적합한 디바이스의 블록도이다.
- [0065] 도 1은 명세서에서 도면번호가 만들어진 좌표계를 설명하기 위한 종래의 구형 좌표계를 도시한다.
- [0066] 좌표계는 원점 0을 갖는 직교 좌표계이며, 3개의 축들 (OX),(OY),(OZ)를 포함한다.
- [0067] 이 좌표계에서, \vec{x} 로 나타내진 위치는 구형 좌표계들(r, θ, ϕ)으로써 설명되고, 여기에서 r 는 원점 0에 대한 거리를 나타내고, θ 는 수직 평면에서의 방위를 나타내고, ϕ 는 수평 평면에서의 방위를 나타낸다.
- [0068] 이러한 좌표계에서, $p(r, \theta, \phi, t)$ 로 나타내지며, 그것의 푸리에 변환이 $P(r, \theta, \phi, f)$ 로 나타내지며, f 가 주파수를 나타내는 음향 압력(sound pressure)이 때 순간(t)에 모든 지점들에서 정의되는 경우에 음향 필드를 알 수 있다.
- [0069] 본 발명의 방법은 임의의 음향 필드가 시간 및 3차원에서 설명되도록 하는 시공간 함수들의 사용에 기초한다.
- [0070] 상술한 실시예들에서, 이들 함수들은 제 1 유형의 공간 푸리에-베셀 함수들(spherical Fourier-Bessel functions)로서 알려져 있는 것이며 이하에서 푸리에-베셀 함수들로서 언급된다.
- [0071] 소스들 및 장애물들(obstacles)의 빈 영역에서, 푸리에-베셀 함수들은 파(wave) 방정식의 솔루션들에 대응하고, 그 영역의 외부에 위치되는 소스들에 의해 생성된 음향 필드들 모두를 발생시키는 기초(basis)를 구성한다.
- [0072] 그러므로, 임의의 3차원 음향 필드는 아래의 수식에 따라, 푸리에-베셀 함수들의 선형 조합으로써 나타내질 수 있다:

[0073]
$$P(r, \theta, \phi, f) = 4\pi \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-l}^l P_{l,m}(f) j_l^m(kr) y_l^m(\theta, \phi)$$

[0074] 상기 수식에서, 항(term) $P_{l,m}(f)$ 는 필드 $p(r, \theta, \phi, t)$ 의 푸리에-베셀 계수들로서 정의되고, $k = \frac{2\pi f}{c}$ 이고, c 는

공기중에서의 음향들의 속도(340m/s)이고, $j_1(kr)$ 는 제 1 유형 및 $j_l(x) = \sqrt{\frac{\pi}{2x}} J_{l+1/2}(x)$ 로써 나타내지는 차수 l 의 구형 베셀 함수이고, 여기에서 $J_\nu(x)$ 는 제 1 유형 및 차수 ν 의 베셀 함수이고, $y_l^m(\theta, \phi)$ 는 차수 l 과 항 m 의 실제 구형 고조파이고, m 은 $-l$ 내지 l 의 범위에 있으며, $J_\nu(x)$ 는,

[0075]
$$y_l^m(\theta, \phi) = P_l^{|m|}(\cos \theta) \text{trg}_m(\phi)$$
 이고,

[0076]
$$\text{trg}_m(\phi) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{\pi}} \cos(m \phi) & m > 0 \text{ 에 대해} \\ \frac{1}{\sqrt{2\pi}} & m = 0 \text{ 에 대해} \\ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \sin(m \phi) & m < 0 \text{ 에 대해} \end{cases}$$
 이다.

[0077] 상기 수식에서, $P_l^m(x)$ 는 연관된 르장드르 함수들(Legendre functions)로서,

[0078]
$$P_l^m(x) = \sqrt{\frac{2l+1}{2}} \sqrt{\frac{(l-m)!}{(l+m)!}} (1-x^2)^{m/2} \frac{d^m}{dx^m} P_l(x)$$

[0079] 로 정의되며,

[0080] $P_l(x)$ 는 르장드르 다항식들을 나타내며, 다음의 수식으로써 정의된다.

[0081]
$$P_l(x) = \frac{1}{2^l l!} \frac{d^l}{dx^l} (x^2 - 1)^l.$$

[0082] 푸리에-베셀 계수들은 또한 시간 영역에서, 푸리에-베셀 계수들 $P_{l,m}(f)$ 의 역 시간(inverse temporal) 푸리 변환에 대응하는 계수들 $P_{l,m}(t)$ 에 의해 나타내진다.

[0083] 다른 실시예들에서, 음향 필드는 상기 함수들 각각이 푸리에-베셀 함수들의 선택적 무한 선형 조합(optionally infinite linear combination)으로써 나타내지는 함수 기반으로 분해된다.

[0084] 도 2는 본 발명의 방법의 일반적인 흐름도를 도시한다.

[0085] 일반적으로, 상기 방법은 음향 필드의 표현(representation)에 적용될 처리 연산을 정의하고 적어도 음향 필드의 공간 처리에 대응하는 스텝(2)으로 시작한다.

[0086] 처리 연산을 정의하는 스텝(2)은 처리 연산을 나타내는 방향성 함수들의 세트를 설정하는 스텝(4)을 포함한다.

[0087] 방향성 함수는, 선택적으로 주파수의 함수이고 또는 주파수들의 범위인 실수 또는 복소수 값을 공간에서의 각 방향과 연관시키는 $G(\theta, \phi, f)$ 로 표현된 함수를 의미한다.

[0088] 임의의 방향성 함수 $G(\theta, \phi, f)$ 는 구형 푸리에 변환에 의해 $G_{l,m}(f)$ 로 표현된 구형 고조파 계수들로 분해된다. 그러므로, 방향성 함수 $G(\theta, \phi, f)$ 는 아래의 수식에 따라, 역 구형 푸리에 변환에 의해 구형 푸리에 계수들 $G_{l,m}(f)$ 로부터 얻어진다.

[0089]
$$G(\theta, \phi, f) = \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-l}^l G_{l,m}(f) y_l^m(\theta, \phi)$$

[0090] 이하의 설명에서, 방향성 함수들은 구형 푸리에 계수들 $G_{l,m}(f)$ 의 형태로 또는 직접 공간(direct space)에서 그들의 표현식 $G(\theta, \phi, f)$ 로써 표현될 수 있다.

[0091] 방향성 함수들의 이러한 세트는 구형 고조파들에 기초하여 방향성 함수들의 분해에 대응하는 계수들의 세트의 형태로 스텝(4)의 끝에 제공된다.

[0092] 그 다음, 필터링 조합들을 결정하는 스텝(6)은 스텝(4)에서 실행되는 방향성 함수들의 분해에 기초하여 실행된

다. 필터링의 개념은 주파수, 진폭, 및 위상 필터링 또는 그것의 조합을 포괄한다.

- [0093] 그러므로, 필터링 조합들을 결정하는 스텝(6)은 예컨대 디지털 필터들의 세트의 도움으로, 이들 필터링 조합들의 구현을 차후에 허용하는 필터 파라미터들의 형태로 적용될 처리에 대응하는 필터링 조합을 제공한다.
- [0094] 처리를 적용하기 위해서, 상기 방법은 시간 및 3차원 공간에서 음향 필드를 나타내는 신호들 또는 계수들의 세트의 형태로 음향 필드의 초기 표현을 설정하는 스텝(8)을 포함한다.
- [0095] 특히, 계수들의 이러한 세트는 도 1을 참조하여 정의된 바와 같은 <<푸리에-베셀>> 계수들로서 알려진 세트이다.
- [0096] 상기 방법은 스텝(8)에서 정의된 바와 같은 초기 표현의 계수들에, 정의 스텝(definition step: 2)에서 정의된 필터링 조합들을 적용하는 스텝(10)을 포함한다.
- [0097] 스텝(10)은 푸리에-베셀 계수들로서 언급된 계수들의 세트의 형태로, 정의된 처리에 의해 변조된 초기 음향 필드의 시간 및 3차원 공간에서의 표현에 대응하는 변조된 표현을 산출할 수 있다.
- [0098] 도 3은 본 발명의 제 1 실시예의 흐름도를 상세히 도시한다.
- [0099] 본 실시예에서, 적용된 처리 연산들은 공간 윈도우와 같은 처리 연산들이며, 공간 윈도우(spatial windowing)은 초기 음향 필드를 발생시키는 것으로서 간주되는 가상 소스들(virtual sources)의 전부 또는 일부의 이득, 및 공간 콘볼루션 또는 공간 필터링을 변경시키는 것에 존재하고, 이들 가상 소스들의 전부 또는 일부의 각도 스프레드(angular spread)를 변경시키는 것에 존재한다.
- [0100] 윈도우 및 콘볼루션 처리는 가상 소스들의 전부 또는 일부 상에서 거리(distance) 및 스펙트럼 변조가 실행되게 하는 주파수에 따라 변할 수 있다.
- [0101] 도 2에 개시된 바와 같이, 상기 방법은 적용되는 처리를 나타내는 방향성 함수들의 세트를 결정하는 스텝(4)으로 시작한다.
- [0102] 상기 처리가 윈도우 또는 콘볼루션 처리와 같은 단일의 처리 연산만을 포함하는 경우에, 주파수에 따라 선택적으로 변하는 단일 방향성 함수는 그것을 표현하기에 충분하다.
- [0103] 이롭게는, 스텝(4)은 복수의 미리 정해진 포맷들 중 하나 또는 그 밖의 포맷으로 방향성 함수들의 세트의 전부 또는 일부를 직접 결정하기 위한 보조스텝(12)을 포함한다.
- [0104] 부가적으로 또는 선택적으로, 스텝(4)은 복수의 미리 정해진 포맷들의 자동 제공을 허용하는 해석 보조스텝(16)에서 자동으로 해석되는 처리 명령의 입력을 위한 보조스텝(14)을 포함한다. 예를 들면, 상기 처리는 컴퓨터에서 소프트웨어 수단에 의해 사용되고, 처리 명령은 아이콘의 형태이며, 아이콘의 입증(validation)은 소프트웨어 수단에 의해 주어진 처리 연산의 실행을 일으킨다.
- [0105] 보조스텝들(12 및 14)은 예컨대, 수동 획득, 또는 내부 메모리로부터 또는 외부 디바이스로부터 들어오는 방향성 데이터의 수신에 대응한다.
- [0106] 방향성 함수들의 세트가 결정되는 포맷의 함수로서, 스텝(4)은 미리 정해진 포맷으로부터, 방향성 함수들의 세트를, 구형 고조파들에 기초하여 방향성 함수들의 분해에 대응하는 계수들의 세트로 변환하기 위한 보조스텝(18)을 필요로 할 수 있다.
- [0107] 방향성 함수들의 세트의 각 방향성 함수 $G_{l,m}(f)$ 에 대해, 이러한 변환 보조스텝(18)은 여러가지 방식들로 실행될 수 있다.
- [0108] 예를 들면, 방향성 함수 $G_{l,m}(f)$ 는 이들 소스들 각각의 주파수 응답을 지정하는 파라미터들 $H_q(f)$ 및 Q 가상 소스들의 위치를 지정하는 파라미터들 (r_q, θ_q, ϕ_q) 에 기초하여 정의된다. 방사 모델(radiation model)이 각각의 가상 소스와 연관되어, 전체로서의 이들 소스들은 푸리에-베셀 계수들에서의 표현이 방향성 함수로 하여금 음향 필드와 연관되게 하는 음향 필드를 생성하도록 한다.
- [0109] 예를 들면, 각 소스와 연관된 방사 모델은 구형과 방사 모델이고, 방향성 함수 $G_{l,m}(f)$ 는 아래의 수식들에 의해 보조스텝(18)에서 얻어진다.

[0110]

$$G_{l,m}(f) = \sum_{q=1}^Q \frac{H_q(f)}{r_q} e^{-\frac{j2\pi r_q f}{c}} \xi_l(r_q, f) y_l^m(\theta_q, \phi_q) \quad \text{와,}$$

[0111]

$$\xi_l(r_q, f) = \sum_{k=0}^l \frac{(l+k)!}{2^k k! (l-k)!} \left(\frac{j2\pi r_q f}{c} \right)^{-k}$$

[0112]

변형으로, 이 계산은 Q 소스들의 방향들을 지정하는 파라미터들 (θ_q, ϕ_q) 에 기초하여 실행된다. 그 경우에, 평면파 방사 모델은 각 소스와 연관되고, 방향성 함수 $G_{l,m}(f)$ 는 아래의 수식으로써 얻어진다.

[0113]

$$G_{l,m}(f) = \sum_{q=1}^Q H_q(f) y_l^m(\theta_q, \phi_q)$$

[0114]

다른 실시예들에서, $G_{l,m}(f)$ 는 평면파 및 구형파 방사 모델들의 조합에 기초하여 결정된다.

[0115]

또 다른 경우에, 방향성 함수는 방향성 함수의 파라메트릭 기재(parametric description)를 나타내는 파라미터들에 기초하여 정의된다. 이러한 기재는 직접 공간에서 달성되며 복소수일 수 있는 값을 각각의 방향과 연관시킨다. 이롭게는, 파라미터들은 주파수에 따라 변할 수 있다.

[0116]

그 경우에, 방향성 함수 $G_{l,m}(f)$ 의 계수들은 파라메트릭 모델을 사용하여 결정된다. 그 모델의 파라미터들은 벡터 $\vec{\gamma}(f)$ 로 위치되고, 방향성 함수의 파라메트릭 모델은 $G(\theta, \phi, \vec{\gamma}(f))$ 로 기재된다. 방향성 함수 $G_{l,m}(f)$ 의 계수들은 아래의 수식에 따라 $G(\theta, \phi, \vec{\gamma}(f))$ 의 구형 푸리에 변환에 의해 얻어진다.

[0117]

$$G_{l,m}(f) = \int_{\theta=0}^{\pi} \int_{\phi=0}^{2\pi} G(\theta, \phi, \vec{\gamma}(f)) y_l^m(\theta, \phi) \sin \theta \, d\theta \, d\phi$$

[0118]

예를 들면, 파라메트릭 모델은 단일 로브(lobe)를 갖는 방향성 함수에 대응할 수 있다. 이 모델은 로브의 방향을 정의하는 파라미터들 $(\theta_1(f), \phi_1(f))$ 및 로브의 개방각(opening angle)을 지정하는 파라미터 $\theta_0(f)$ 에 의해 제어된다.

[0119]

그러므로, 파라메트릭 모델은 아래의 관계를 입증하는 임의의 방향에 대한 값 0 및 각각의 방향 (θ, ϕ) 에 대한 값 1를 갖는 방향성 함수일 수 있다.

[0120]

$$(\theta_1(f), \phi_1(f)) \cdot (\theta, \phi) > \cos(\theta_0(f))$$

[0121]

여기에서, $(\theta_1(f), \phi_1(f)) \cdot (\theta, \phi)$ 는 방향들 $(\theta_1(f), \phi_1(f))$ 과 (θ, ϕ) 간의 스칼라곱을 나타낸다.

[0122]

그러한 경우에, 방향성 함수의 계수들 $G_{l,m}(f)$ 은 아래의 수식에 의해 주어진다.

[0123]

$$G_{l,m}(f) = 2\pi y_l^m(\theta_1(f), \phi_1(f)) \frac{P_{l-1}(\cos \theta_0(f)) - P_{l+1}(\cos \theta_0(f))}{2l+1}$$

[0124]

상기 수식에서, $P_{-1}(x)=1$ 이다.

[0125]

변형으로, 방향성 함수의 파라메트릭 기재의 파라미터들은 시간에 따라 변할 수 있다. 그러한 경우에, 모델의 파라미터들은 벡터 $\vec{\gamma}(t)$ 로 위치되며, 방향성 함수의 파라메트릭 모델은 $g(\theta, \phi, \vec{\gamma}(t))$ 로 기재된다. 시간 영역에서 나타낸 방향성 함수 $g_{l,m}(t)$ 의 계수들은 아래의 수식에 따라 $g(\theta, \phi, \vec{\gamma}(t))$ 의 구형 푸리에 변환에 의해 얻어진다.

[0126]

$$g_{l,m}(t) = \int_{\theta=0}^{\pi} \int_{\phi=0}^{2\pi} g(\theta, \phi, \vec{\gamma}(t)) y_l^m(\theta, \phi) \sin \theta \, d\theta \, d\phi$$

[0127]

주파수 영역에서 나타낸 방향성 함수의 계수들 $G_{l,m}(f)$ 는 계수들 $g_{l,m}(t)$ 의 시간 푸리에 변환에 의해 얻어진다.

[0128] 또 다른 경우에, 방향성 함수는 Q 샘플들의 목록의 형태로 정의된다. 그 목록은 Q 쌍 $\{((\theta_q, \phi_q), v_q)\}$ 으로 만들어지며, 여기에서, (θ_q, ϕ_q) 는 샘플들 q 의 방향이고, v_q 는 방향 (θ_q, ϕ_q) 에서 방향성 함수의 값이다. 이롭게, 샘플들의 목록은 복수의 주파수들 f 에 대해 얻어질 수 있으며, $\{((\theta_q, \phi_q), v_q)\}(f)$ 로 표현된다.

[0129] 각각의 연산 주파수 f 에 대해, 방향성 함수의 계수들 $G_{l,m}(f)$ 는 샘플들의 목록 $\{((\theta_q, \phi_q), v_q)\}(f)$ 로부터 유도된다. 이들 계수들은 구형 고조파 계수들의 형태로 공급되는 방향성 함수에 기초하여 목록 $\{((\theta_q, \phi_q), v_q)\}(f)$ 로부터 샘플들을 유도할 수 있는 각도 샘플링 처리(angular sampling process)를 반전시킴으로써 얻어진다. 본 발명은 샘플들 간의 보간을 제어하기 위해서 다양한 형태를 고려할 수 있다.

[0130] 개시되는 실시예에서, 샘플들은 아래의 방식의 벡터 V 로 놓인다.

[0131]
$$[v_1 v_2 \dots v_q]'$$

[0132] 행렬 Y 는 아래의 방식으로 샘플링 방향들로부터 구성된다.

[0133]
$$\begin{bmatrix} Y_{1,0,0} & Y_{1,1,-1} & Y_{1,1,0} & Y_{1,1,1} & \dots & Y_{1,L,-L} & \dots & Y_{1,L,0} & \dots & Y_{1,L,L} \\ Y_{2,0,0} & Y_{2,1,-1} & Y_{2,1,0} & Y_{2,1,1} & \dots & Y_{2,L,-L} & \dots & Y_{2,L,0} & \dots & Y_{2,L,L} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ Y_{Q,0,0} & Y_{Q,1,-1} & Y_{Q,1,0} & Y_{Q,1,1} & \dots & Y_{Q,L,-L} & \dots & Y_{Q,L,0} & \dots & Y_{Q,L,L} \end{bmatrix}$$

[0134] 여기에서, 각각의 요소 $Y_{q,l,m}$ 은 아래의 수식과 같다.

[0135]
$$Y_{q,l,m} = y_l^m(\theta_q, \phi_q)$$

[0136] $y_l^m(\theta_q, \phi_q)$ 는 고려된 샘플링 방향 θ_q, ϕ_q 에 대해 차수 l 및 항 m 의 구형 고조파를 나타낸다는 것을 기억하자.

[0137] 계수들 $G_{l,m}(f)$ 을 포함하는 벡터 G 는 주파수 f 에 대해 결정된다. 벡터 G 는 아래의 관계식들에 의해 결정될 수 있다.

[0138] - 주파수 f 에서 샘플들의 수 Q 가 계수들 $G_{l,m}(f)$ 의 수보다 크면:

[0139]
$$G = (Y^T Y)^{-1} Y^T V;$$
 및

[0140] - 주파수 f 에서 샘플들의 수 Q 가 계수들 $G_{l,m}(f)$ 의 수보다 작으면:

[0141]
$$G = Y^T (Y Y^T)^{-1} V$$
이다.

[0142] 벡터 G 에서, 계수들 $G_{l,m}(f)$ 은 아래의 방식으로 조직화된다.

[0143]
$$[G_{0,0}(f) \ G_{1,-1}(f) \ G_{1,0}(f) \ G_{1,1}(f) \ \dots \ G_{L,-L}(f) \ \dots \ G_{L,0}(f) \ \dots \ G_{L,L}(f)]'$$

[0144] 변형으로, 샘플들의 목록은 복수의 순간들(t)에 대해 획득될 수 있으며, $\{((\theta_q, \phi_q), v_q)\}(t)$ 로 표현된다.

[0145] 획득된 각 순간(t)에 대해, 시간 영역으로 표현된 방향성 함수 계수들 $g_{l,m}(t)$ 는 샘플들의 목록 $\{((\theta_q, \phi_q), v_q)\}(t)$ 로부터 유도된다. 이들 계수들은 구형 고조파 계수들의 형태로 공급되는 방향성 함수에 기초하여 목록 $\{((\theta_q, \phi_q), v_q)\}(t)$ 로부터 샘플들을 유도하는 각도 샘플링 처리를 반전시킴으로써 얻어진다.

[0146] 주파수 영역으로 표현된 방향성 함수 계수들 $G_{l,m}(f)$ 은 계수들 $g_{l,m}(t)$ 의 시간 푸리에 변환에 의해 얻어진다.

[0147] 물론, 스텝(12 또는 16)이 구형 고조파들에 기초하여 방향성 함수의 분해에 대응하는 계수들의 형태로 방향성 함수를 직접 제공하는 경우에, 변환 보조스텝(18)은 상기 함수를 변경하지 않는다.

[0148] 그러므로, 스텝(4)의 끝에서, 적용될 처리를 나타내는 방향성 함수들의 세트는 구형 고조파들에 기초하여 이들 함수들의 분해에 대응하는 계수들의 세트의 형태로 제공된다.

- [0149] 또한, 처리 연산을 정의하는 스텝(2)은 처리 파라미터들의 세트를 설정하는 스텝(20)을 포함한다.
- [0150] 스텝(4)의 경우에, 상기 파라미터의 세트는 직접 결정을 위한 보조스텝(22) 동안 및/또는 처리 명령의 입력을 위한 보조스텝(24)과 파라미터들의 세트의 전부 또는 일부를 자동 제공하는 처리 명령의 해석을 위한 보조스텝(26) 후에 직접 결정될 수 있다.
- [0151] 보조스텝들(22와 24)은 예컨대, 내부 메모리 또는 외부 디바이스로부터 특정 파라미터들의 수동 획득 또는 파라미터 데이터의 수신에 대응한다.
- [0152] 특히, 파라미터들의 세트를 설정하는 스텝(20) 동안, 아래의 파라미터들의 전부 또는 일부가 정의된다.
- [0153] - 상기 방법의 연산 제한 차수를 지정하고 원하는 수학적 정확도 제한에 대응하는 파라미터 L; 및
- [0154] - 처리 연산의 특성의 함수로서 정의되는 가중 계수들을 형성하는 $C_{l,m,r,m}^{l',m'}$ 로 표현된 상수들의 세트. 특히, 이들 계수들은 이롭게는 상술한 필터링 조합들을 얻기 위해서 방향성 함수들에 적용된다.
- [0155] 일부 파라미터들은 불변일 수 있으며, 상기 방법에서 직접 적분될 수 있다.
- [0156] 파라미터 L는 상기 방법이 초기 표현의 정확도 수준에 적응되게 할 수 있으며, 특히 본 발명에 관한 상기 방법이 처리 연산을 높은 정확도 수준을 갖는 초기 표현에 적용하게 할 수 있다.

[0157] 상술한 바와 같이, 상수들 $C_{l,m,r,m}^{l',m'}$ 은 초기에 배치된 메모리 또는 디바이스로부터, 연산자에 의해 스텝(20) 동안 직접 결정될 수 있다. 예를 들면, 그것들은 모두 미리 계산되어, 메모리에 저장되고, 처리 연산의 특성의 함수로서 선택된다.

[0158] 대안으로, 처리 연산의 특성을 정의하는 명령은 보조스텝(24) 동안 획득되고, 보조스텝(26)은 명세서에서 차후에 개시되는 관계들로부터 그리고 처리 연산의 특성의 함수로서 상수들의 세트의 전부 또는 일부의 계산에 대응한다.

[0159] 물론, 상수들 $C_{l,m,r,m}^{l',m'}$ 은 개시된 솔루션들의 조합을 이용하여 정의될 수 있다.

[0160] 스텝(20) 동안 설정된 파라미터들 및 스텝(4) 동안 설정된 방향성 함수들에 대응하는 상수들은 필터링 조합들을 결정하는 스텝(6) 동안 사용된다.

[0161] 이 결정 스텝(6)은 처리 연산을 나타내는 방향성 함수들의 세트의 구형 고조파 기반의 분해에 대응하는 계수들의 선형 조합들에 의해 필터링 조합들을 계산하는 보조스텝(30)을 포함한다.

[0162] 이러한 제 1 계산 보조스텝(30) 동안, $C_{l,m}^{l',m'}(f)$ 로 표현된 필터링 조합들은 방향성 함수들 $G_{l,m}(f)$ 및 상수들 $C_{l,m,r,m}^{l',m'}$ 에 기초하여 결정되며, $C_{l,m,r,m}^{l',m'}$ 는 처리 연산의 특성의 함수로서 결정되고 선형 조합들의 가중 계수들을 형성한다. 필터링 조합들은 아래의 방식으로 결정된다.

[0163]
$$C_{l,m}^{l',m'}(f) = \sum_{r=0}^l \sum_{m''=-l}^{r'} C_{l,m,r,m}^{l',m'} G_{r,m''}(f)$$

[0164] 상기 관계식에서, l과 m은 초기 표현의 계수들의 차수 및 항을 각각 나타내고, l'과 m'은 변조된 표현의 계수들의 차수 및 항을 나타내고, l''과 m''은 방향성 함수의 계수들의 차수 및 항을 나타낸다.

[0165] 처리 연산이 원도형 타입의 처리 연산인 경우, 상수들 $C_{l,m,r,m}^{l',m'}$ 은 아래의 관계식들로부터 결정된다.

[0166]
$$C_{l,m,l'',m''}^{l',m'} = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} (C_{l,m,l'',m''}^{l',m'}(1) + C_{l,-m,l'',m''}^{l',m'}(1)) & m > 0 \text{ 에 대해} \\ C_{l,0,l'',m''}^{l',m'}(1) & m = 0 \text{ 에 대해} \\ \frac{j}{\sqrt{2}} (C_{l,-m,l'',m''}^{l',m'}(1) - C_{l,m,l'',m''}^{l',m'}(1)) & m < 0 \text{ 에 대해} \end{cases}$$

[0167]

$$c_{l,m,l'',m''}^{l',m'(1)} = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} (c_{l,m,l'',m''}^{l',m'(2)} + c_{l,m,l'',-m''}^{l',m'(2)}) & m'' > 0 \text{ 에 대해} \\ c_{l,m,l'',0}^{l',m'(2)} & m'' = 0 \text{ 에 대해} \\ \frac{j}{\sqrt{2}} (c_{l,m,l'',-m''}^{l',m'(2)} - c_{l,m,l'',m''}^{l',m'(2)}) & m'' < 0 \text{ 에 대해} \end{cases}$$

[0168]

$$c_{l,m,l'',m''}^{l',m'(2)} = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} (c_{l,m,l'',m''}^{l',m'(3)} + c_{l,m,l'',m''}^{l',-m'(3)}) & m' > 0 \text{ 에 대해} \\ c_{l,m,l'',m''}^{l',0(3)} & m' = 0 \text{ 에 대해} \\ \frac{1}{j\sqrt{2}} (c_{l,m,l'',m''}^{l',-m'(3)} - c_{l,m,l'',m''}^{l',m'(3)}) & m' < 0 \text{ 에 대해} \end{cases}$$

[0169]

$$c_{l,m,l'',m''}^{l',m'(3)} = \delta_{m''-m}^{m'-m} \frac{1}{2\sqrt{\pi}} \frac{\sqrt{(2l+1)(2l'+1)(2l''+1)}}{l+l'+l''+1} \sqrt{\frac{C_{l+|m|}^l C_{l'+|m'|}^{l'} C_{l''+|m''|}^{l''}}{C_l^{|m|} C_{l'}^{|m'|} C_{l''}^{|m''|}}} \times \sum_{k=|m|}^l \sum_{k'=|m'|}^{l'} \sum_{k''=|m''|}^{l''} (-1)^{k+k'+k''} \frac{C_l^k C_l^{k-|m|} C_{l'}^{k'} C_{l'}^{k'-|m'|} C_{l''}^{k''} C_{l''}^{k''-|m''|}}{C_{l+l'+l''-n}^{k+k'+k''-n}}$$

[0170]

$$\delta_x^y = \begin{cases} 1 & x = y \text{ 에 대해} \\ 0 & x \neq y \text{ 에 대해} \end{cases}$$

[0171]

$$n = \frac{|m| + |m'| + |m''|}{2}$$

[0172]

$$C_n^p = \frac{n!}{p!(n-p)!}$$

[0173]

이 처리 연산은, 구형 고조파 계수들 $G_{l,m}(f)$ 이 방향성 함수 $G(\theta, \phi, f)$ 에 대응하므로, 시간 필터링을 갖는 공간 원도영의 적용에 대응한다. 마찬가지로, 초기 음향 필드의 푸리에-베셀 계수들 $P_{l,m}^{(1)}(f)$ 는 방향성 함수 $P^{(1)}(\theta, \phi, f)$ 의 구형 고조파 계수들에 대응한다. 그러므로, 시간 필터링을 갖는 공간 원도영은 각 주파수 f 에 대해, 두개의 방향성 함수들의 값의 각 방향 (θ, ϕ) 에 대한 승산(multiplication)에 대응하는 방향성 함수 $G(\theta, \phi, f)$ 에 의해 방향성 함수 $P^{(1)}(\theta, \phi, f)$ 의 원도영이 되며, 두개의 방향성 함수들의 값들은 복소수가 될 수 있다.

[0174]

상술한 바와 같이, 음향 필드에 적용된 이러한 처리는 음향 필드를 발생시키는 것으로 간주되는 가상 소스들의 세트의 전부 또는 일부의 진폭, 거리, 스펙트럼을 변조하는 효과를 갖는다.

[0175]

방향성 함수 $G(\theta, \phi, f)$ 는 주파수에 무관할 수 있으며, $G(\theta, \phi)$ 로 표현된다. 그 처리는 단지 공간적인 것이며, 각 주파수 f 에 대해, 방향성 함수 $P^{(1)}(\theta, \phi, f)$ 와 방향성 함수 $G(\theta, \phi)$ 를 승산하는 것에 대응한다.

[0176]

처리 연산이 콘볼루션 타입인 경우에, 상수들 $c_{l,m,l'',m''}^{l',m'}$ 은 아래의 관계식에 의해 결정된다.

[0177]

$$c_{l,m,l'',m''}^{l',m'} = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} (c_{l,m,l'',m''}^{l',m'(1)} + c_{l,-m,l'',m''}^{l',m'(1)}) & m > 0 \text{ 에 대해} \\ c_{l,0,l'',m''}^{l',m'(1)} & m = 0 \text{ 에 대해} \\ \frac{j}{\sqrt{2}} (c_{l,-m,l'',m''}^{l',m'(1)} - c_{l,m,l'',m''}^{l',m'(1)}) & m < 0 \text{ 에 대해} \end{cases}$$

[0178]

$$c_{l,m,l'',m''}^{l',m'(1)} = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} (c_{l,m,l'',m''}^{l',m'(2)} + c_{l,m,l'',-m''}^{l',m'(2)}) & m'' > 0 \text{ 에 대해} \\ c_{l,m,l'',0}^{l',m'(2)} & m'' = 0 \text{ 에 대해} \\ \frac{j}{\sqrt{2}} (c_{l,m,l'',-m''}^{l',m'(2)} - c_{l,m,l'',m''}^{l',m'(2)}) & m'' < 0 \text{ 에 대해} \end{cases}$$

[0179]

$$c_{l,m,l',m''}^{l',m'(2)} = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} (c_{l,m,l',m''}^{l',m'(3)} + c_{l,m,l',m''}^{l',-m'(3)}) & m' > 0 \text{ 에 대해} \\ c_{l,m,l',m''}^{l',0(3)} & m' = 0 \text{ 에 대해} \\ \frac{1}{j\sqrt{2}} (c_{l,m,l',m''}^{l',-m'(3)} - c_{l,m,l',m''}^{l',m'(3)}) & m' < 0 \text{ 에 대해} \end{cases}$$

[0180]

$$c_{l,m,l',m''}^{l',m'(3)} = \delta_{l',m}^{l'} \delta_{m''}^{m'-m} 2\sqrt{\pi} \varepsilon_{m'}^{m'} \varepsilon_{m''}^{m''} \frac{\sqrt{2l+1}}{l'+l+1} \sqrt{\frac{C_{l+|m|}^l C_{l'+|m'|}^{l'} C_{l'+|m''|}^{l' m''}}{C_l^l C_{l'}^{l'} C_{l'+|m''|}^{l' m''}}} \sum_{k=|m|}^l C_l^k C_l^{k-|m|} \times \sum_{p=\max(0,-m)}^{\min(l'-m', l'+m'')} (-1)^{p+k+m} C_{l'+m''}^p C_{l'-m''}^{p+m} \times \begin{cases} 1/C_{l'+l}^{p+k} & \text{si } m \geq 0 \\ 1/C_{l'+l}^{p+k+m} & \text{si } m \leq 0 \end{cases}$$

[0181]

$$\varepsilon_m^m = (\text{signe}(m))^m$$

[0182]

이 처리 연산은 시간 필터링을 갖는 공간 필터링의 적용에 대응한다.

[0183]

구형 고조파 계수들 $G_{l,m}(f)$ 은, 방향 (0,0)으로 들어오는 평면 임펄스 파와 같은 기준 음향 필드에 의한 여기(excitation)에 응답하여, 선형 및 각도 불변 음향 시스템에 의해 발생된 음향 필드의 푸리에-베셀 계수들에 대응한다. 이러한 응답은 <<시공간 응답>>으로서 표현된다. 선형 음향 시스템은 수신하는 필드의 회전이 발생하는 필드에 대해 동일한 회전을 일으킬 때 각도 불변이다. 그러므로, 계수들 $G_{l,m}(f)$ 은 이러한 음향 시스템의 시공간 응답에 대응한다.

[0184]

푸리에-베셀 계수들 $P_{l,m}^{(1)}(f)$ 은 또한 방향성 함수 $P^{(1)}(\theta, \phi, f)$ 의 공간 고조파 계수들로서 간주된다. 그러므로, 시간 필터링을 갖는 공간 콘볼루션은 각 주파수 f 에 대해서, 각 주파수 f 에서 방향 콘볼루션 커널(directional convolution kernel)로서 간주되는 방향성 함수 $G(\theta, \phi, f)$ 에 의한 방향성 함수 $P^{(1)}(\theta, \phi, f)$ 의 공간 콘볼루션이 된다.

[0185]

상술한 실시예에서, 콘볼루션은 방향 (θ_0, ϕ_0) 을 고려하여 적용된다. 콘볼루션 커널 $G(\theta, \phi, f)$ 은 턴(turn)되고, 그것의 북쪽 폴(pole)($\theta=0$ 및 $\phi=0$ 을 갖는 수직 방향)을 가져온다. 방향 (θ', ϕ') 에서 변조된 음향 필드 $P^{(1)}(\theta, \phi, f)$ 의 값을 얻기 위해서, 턴된 커널의 방향 (θ', ϕ') 에서의 값은 방향 (θ_0, ϕ_0) 에서의 $P^{(1)}(\theta, \phi, f)$ 의 값만큼 승산되고, 이들 곱들(products)은 방향 (θ_0, ϕ_0) 에 대해 함께 가산된다.

[0186]

음향 필드에 적용된 이러한 처리는 예컨대, 각도 스프레드(angular spread) 즉, 공간 위치화 정확도(spatial localization precision)의 변조를 허용하며, 말하자면, 각 주파수 f 에 대해, 초기 음향 필드를 발생시키는 것으로 간주되는 가상 지점 소스들(virtual point sources)의 크기의 변조를 허용한다. 이 처리는 윈도우에 의한 시간 유사 공간 콘볼루션이며, 그 효과는 예컨대, 평균화 또는 지연 효과와 같은 음향 이벤트(sound event)의 시간 스프레드를 변경시킨다.

[0187]

방향성 함수 $G_{l,m}(f)$ 가 원통 대칭을 갖는데, 말하자면, $m \neq 0$ 에 대해 $G_{l,m}(f) = 0$ 이면, 상기 수식은 단순화되고, 계수들 $c_{l,m,l',m''}^{l',m'}$ 은 아래의 관계식에 의해 결정된다.

[0188]

$$c_{l,m,l',m''}^{l',m'} = \delta_{l',m}^{l'} \delta_{l'}^{l'} \delta_{m''}^m \delta_{m''}^0 \sqrt{\frac{4\pi}{2l+1}}$$

[0189]

방향성 함수 $G(\theta, \phi, f)$ 는 주파수에 무관할 수 있으며, $G(\theta, \phi)$ 로 표현된다. 그 처리는 단지 공간적인 것이며, 각 주파수 f 에 대해서, 방향 함수 $G(\theta, \phi)$ 에 의해 초기 필드와 연관되는 방향성 함수 $P^{(1)}(\theta, \phi, f)$ 의 콘볼루션에 대응한다.

[0190]

또한, 본 발명의 방법은 회전 처리가 실행될 수 있게 한다. 하지만, 그 경우에, 방향성 함수들을 사용하지 않으며, 그 방법은 원점(0)에 대한 음향 필드의 회전을 나타내는 파라미터들(θ, ϕ, ψ)을 필요로 한다.

[0191] 그러므로, 처리 연산이 회전이면, 필터링 조합들은 아래의 관계식에 따라 음향 필드의 회전을 나타내는 파라미터들(θ, ϕ, ψ)로부터 결정된다.

[0192]
$$C_{l,m}^{l',m'} = \delta_l^{l'} D_{m',m}^{lR}$$

[0193]
$$D_{m',m}^{lR} = \begin{cases} \Re(D_{m',m}^l + D_{-m',m}^l) & m' > 0 \text{ 및 } m > 0 \text{ 에 대해} \\ \sqrt{2} \Re(D_{m',0}^l) & m' > 0 \text{ 및 } m = 0 \text{ 에 대해} \\ \Im(D_{m',m}^l + D_{-m',m}^l) & m' > 0 \text{ 및 } m < 0 \text{ 에 대해} \\ \sqrt{2} \Im(D_{0,m}^l) & m' = 0 \text{ 및 } m > 0 \text{ 에 대해} \\ D_{0,0}^l & m' = 0 \text{ 및 } m = 0 \text{ 에 대해} \\ \sqrt{2} \Im(D_{0,m}^l) & m' = 0 \text{ 및 } m < 0 \text{ 에 대해} \\ \Im(D_{-m',m}^l - D_{m',m}^l) & m' < 0 \text{ 및 } m > 0 \text{ 에 대해} \\ -\sqrt{2} \Im(D_{m',0}^l) & m' < 0 \text{ 및 } m = 0 \text{ 에 대해} \\ \Re(D_{m',m}^l - D_{-m',m}^l) & m' < 0 \text{ 및 } m < 0 \text{ 에 대해} \end{cases}$$

[0194]
$$D_{m',m}^l = \varepsilon_m^m \varepsilon_{m'}^{m'} d_{m',m}^l(\theta) e^{-jm'\phi} e^{-jm\psi}$$

[0195]
$$d_{m',m}^l(\theta) = \sqrt{\frac{(l+m')!(l-m')!}{(l+m)!(l-m)!}} \sum_{k=\max(0,m-m')}^{\min(l-m',l+m)} (-1)^k C_{l+m}^k C_{l-m}^{k+m'-m} \times \left(\cos \frac{\theta}{2}\right)^{2l+m-m'-2k} \left(\sin \frac{\theta}{2}\right)^{2k+m'-m}$$
 및

[0196] $\Re(x)$ = 부분 실수(x) 및

[0197] $\Im(x)$ = 부분 허수(x).

[0198] 이러한 관계에서, 각도들 θ, ϕ, ψ 을 위해 사용된 컨벤션(convention)은 축(OZ)에 대한 각도 ψ 를 통해 이어서 축(OY)에 대한 각도 θ 를 통해 이어서 축(OZ)에 대한 각도 ϕ 를 통해 회전을 달성하도록 구성된다.

[0199] 마지막으로, 실행되는 처리는 또한 중립 처리(neutral processing)에 대응할 수 있다. 그 경우에, 필터링 조합들은 $l'=l$ 및 $m'=m$ 이고, 그 값들이 1인 경우를 제외하고는 모두 0이다.

[0200] 물론, 개시된 처리 연산들의 조합들뿐만 아니라 다른 처리 연산들은 가중 상수들 $C_{l,m,r,m'}^{l',m'}$ 의 세트의 정의(definition) 덕분에 실행될 수 있다.

[0201] 예를 들면, 무작위 처리(random processing)가 상수들의 세트의 무작위 정의에 의해 실행될 수 있다.

[0202] 이롭게는, 계산 보조스텝(30)은 영아닌(non-zero) 상수들 $C_{l,m,r,m'}^{l',m'}$ 에 대해서만 실행될 수 있다.

[0203] 얻어진 필터링 조합들 $C_{l,m}^{l',m'}(f)$ 은 $(L'+1)^2 \times (L+1)^2$ 크기의 행렬 C 로 놓인다.

[0204] 적용될 처리 연산은 회전, 콘볼루션, 또는 필터링만으로 구성된다. 행렬 C 는 적용될 필터링 조합들에 직접 대응하고, 계산 보조스텝(30)의 결과들이 초기 표현의 계수들에 적용되는 필터링 조합들을 형성하도록 일반적인 방식 F 로 나타내진다.

[0205] 처리 연산이 회전들, 필터링 연산들, 콘볼루션들 및/또는 임의 종류의 처리와 같은 처리 연산들의 조합에 대응하는 경우에, 보조스텝(30)은 복수회 반복되고, 각각의 행렬 C 는 다음의 행렬들과 조합되어, 초기 표현의 계수들에 적용되는 필터링 조합들에 대응하는 계수들에 대응하는 행렬 F 를 최종적으로 제공하도록 연속으로 기억된다. 그러므로, 행렬 F 는 연속적인 행렬들 C 의 행렬 승산에 의해 얻어진다.

[0206] 행렬 F 의 각 요소 $F_{l,m}^{l',m'}(f)$ 는 시공간 처리 필터의 주파수 응답을 나타낸다.

[0207] 다양한 형태의 필터들 및 필터링 방법들이 필터링 조합들을 음향 필드의 초기 표현에 적용하는 스텝(10)에 사용될 수 있다.

[0208] 필터들이 주파수 응답들로 직접 파라미터화되는 경우에, 계수들 $F_{l,m}^{l,m}(f)$ 은 직접 적용된다. 이롭게는, 필터링 조합들을 결정하는 스텝(6)은 필터링 방법들을 위한 필터들의 파라미터들을 결정하기 위해서 변환 보조스텝(32)을 포함한다.

[0209] 예를 들면, 필터링 조합들 $F_{l,m}^{l,m}(f)$ 은 아래의 것으로 변환된다.

[0210] - $F_{l,m}^{l,m}(f)$ 의 역 시간 푸리에 변환에 의해 계산된, 각각이 샘플링되고 이어서 각 응답에 적합한 길이로 잘려진 유한 임펄스 응답들 $f_{l,m}^{l,m}(t)$; 또는

[0211] - 적응 방법들에 따라 $F_{l,m}^{l,m}(f)$ 로부터 계산된 무한 임펄스 응답들을 갖는 순환 필터들의 계수들.

[0212] 정의된 필터링 조합들은, 초기 표현 $P_{1,m}^{(1)}(f)$ 을 $P_{1,m}^{(T)}(f)$ 로 나타내진 변조된 표현으로 변형시키고, 스텝(2)에서 정의된 적어도 공간 처리를 나타내는 처리 필터들에 적용함으로써 변조된 음향 필드에 대응하는, 필터링 조합들을 적용하는 스텝(10) 동안 적용된다.

[0213] 스텝(10) 동안, 변조된 표현 $P^{(T)}$ 의 계수들에 대응하는 계수들 $p_{1,m}^{(T)}(t)$ 은 아래의 수식에서 주파수 응답 처리 필터들을 적용함으로써, 초기 표현 $P^{(1)}$ 의 계수들에 대응하는 계수들 $p_{1,m}^{(1)}(t)$ 로부터 유도된다.

$$P_{l,m}^{(T)}(f) = \sum_{l=0}^L \sum_{m=-l}^l F_{l,m}^{l,m}(f) P_{l,m}^{(1)}(f)$$

[0215] 여기에서, $P_{1,m}^{(1)}(f)$ 는 $p_{1,m}^{(1)}(t)$ 의 푸리에 변환이고, $P_{1,m}^{(T)}(f)$ 는 $p_{1,m}^{(T)}(t)$ 의 푸리에 변환이고, 이들은 각각 초기 표현 및 변조된 표현에 대한 계수들이다.

[0216] 그러므로, 스텝(10)은 적합한 형태로 스텝(2)에 의해 제공된 필터링 조합들의 적용을 위해 종래의 시간 필터링 방법을 구현한다.

[0217] 예를 들면,

[0218] - 필터링은 예컨대, 블록 콘볼루션 기술들과 같은 주파수 영역에서 필터링 방법들에 의해 영향을 받을 수 있다.

그 경우에, 필터링 조합들은 주파수 응답들 $F_{l,m}^{l,m}(f)$ 의 형태로 공급된다.

[0219] - 필터링은 시간 콘볼루션에 의해 시간 영역에서 영향을 받을 수 있다. 그 경우에, 필터링 조합들은 임펄스 응답들 $f_{l,m}^{l,m}(t)$ 의 형태로 공급된다.

[0220] - 필터링은 초기 임펄스 응답 회전 필터들에 의해 시간 영역에서 영향을 받을 수 있다. 그 경우에, 필터링 조합들은 순환 관계 계수들의 형태로 공급된다.

[0221] 도 4는 유한 임펄스 응답 필터링의 경우를 보여준다. 이 필터링은 초기에, 아래의 시간 콘볼루션 수식을 유도하는 각 응답 $f_{l,m}^{l,m}(t)$ 의 특성을 나타내는 샘플들의 수에 대응하는 변수 $T_{l,m}^{l,m}$ 의 결정을 필요로 한다.

$$P_{l,m}^{(T)}[t] = \sum_{l=0}^L \sum_{m=-l}^l \sum_{\tau=0}^{T_{l,m}^{l,m}-1} f_{l,m}^{l,m}[\tau] P_{l,m}^{(1)}[t-\tau]$$

[0223] 이들 계수들 $p_{1,m}^{(T)}(t)$ 는 적어도 하나의 소스에 의해 생성된 음향 필드를, 방향, 거리 및/또는 이득이 변조되는 적어도 하나의 소스에 의해 생성된 또 다른 음향 필드와 연관시키는 적어도 공간 처리를 적용한 후 초기 음향 필드에 대응하는 음향 필드를 나타낸다.

- [0224] 또 다른 실시예에서, 본 발명의 방법은 또한 초기 음향 필드를 발생시키는 가상 소스들의 전보 또는 일부의 스프레드, 위치, 진폭의 특성들에 대한 변조들에 의해 음향 필드 부분들의 왜곡에 대응하는 왜곡-타입 처리 연산들(distortion-type processing operations)의 적용을 허용한다.
- [0225] 이 왜곡 처리는 거리 및 스펙트럼 변조들이 이들 가상 소스들의 전부 또는 일부에 대해 실행될 수 있게 하는 주파수에 따라 변할 수 있다.
- [0226] 이롭게는, 이러한 처리는 도 3을 참조하여 설명된 바와 같은 처리 연산들 중 하나와 함께 조합될 수 있다.
- [0227] 도 5는, 공칭 처리라고 하며 또한 상술한 바와 같은 처리 연산에 대응하는 제 1 처리 연산과, 초기 음향 필드의 표현 성분들의 주파수, 진폭 및/또는 위상 특성들의 왜곡들을 야기하는 공간 왜곡 처리 연산을 조합하는 실시예로서 본 발명의 방법의 흐름도를 개시한다.
- [0228] 그러므로, 본 실시예에서, 처리를 정의하는 스텝(2)은 이전에서와 같이, 직접 결정의 보조스텝(12) 및/또는 획득의 보조스텝(14)과, 구형 고조파에 기초하여 방향성 함수들의 분해에 대응하는 계수들의 세트의 형태로 방향성 함수들의 세트가 제공되게 하는 변환 보조스텝(18)뿐만 아니라 해석의 보조스텝(16)을 포함하는 방향성 함수들의 세트를 설정하는 스텝(4)을 포함한다.
- [0229] 본 실시예에서, 스텝(4)에서 결정된 방향성 함수들의 세트의 일부는 적용될 왜곡을 나타내는 N개의 왜곡 쌍에 대응한다. 상술한 실시예와 유사한 방식으로, 이들 왜곡 쌍들은 구형 고조파들에 기초하여 이들 분해에 대응하는 $\{(H_{l,m,n}(f), H'_{l,m,n}(f))\}$ 계수들의 세트의 형태로 설명된다.
- [0230] 각각의 왜곡 쌍은 소스 음향 필드 및 타겟 음향 필드의 푸리에-베셀 계수들에 대응하는 두개의 방향성 함수들에 의해 구성되고, 소스 음향 필드에 적용된 왜곡 연산은 그것이 타겟 음향 필드를 닮도록 하는 경향이 있다.
- [0231] 그러므로, 스텝(4)은 공칭 처리에 대응하는 방향성 함수들의 세트와, 구형 고조파들에 기초하여 방향성 함수들의 분해에 대응하는 계수들의 형태로 적용될 왜곡을 나타내는 왜곡 쌍들에 대응하는 방향성 함수들의 세트를 제공한다.
- [0232] 상기와 같이, 스텝(2)은 또한, 직접 결정 보조스텝(22) 및/또는 획득의 보조스텝(24) 및 해석의 보조스텝(26)에 의해 처리 파라미터들의 세트를 결정하는 스텝(20)을 포함한다.
- [0233] 하지만, 본 실시예에서, 파라미터들을 결정하는 스텝(20)은 또한, 0과 1 사이에서 조정될 수 있으며, 적용될 최종 처리와 스텝(4)에 의해 결정된 공칭 처리의 유사성, 말하자면 영향을 받는 왜곡의 상대적인 크기를 지정하는 파라미터 λ 의 결정을 가능하게 한다.
- [0234] 그러므로, λ 가 1과 같으며, 왜곡만이 고려되고, λ 가 0과 같으면, 스텝(4) 동안 결정된 처리만이 고려된다.
- [0235] 도 3을 참조하여 설명된 실시예에서, 필터링 조합들을 결정하는 스텝(6)은, 상술한 바와 같이 실행되고, 스텝(4)에서 결정된 방향성 함수들의 세트에 의해 정의된 바와 같은 공칭 처리의 적용에 대응하는 필터링 조합들의 세트를 포함하는 행렬 **C**의 제공을 허용하는 계산 보조스텝(30)을 포함하고,
- [0236] 왜곡 쌍들의 세트는 계산 보조스텝(30)의 끝에서 결정된 필터링 조합들의 변조에 의해 왜곡의 보조스텝(50) 동안 필터링 조합을 결정하는 스텝(6)에서 사용된다.
- [0237] 이 보조스텝(50) 동안, 필터링 조합들 $C_{l,m}^{f,m}(f)$ 은 $\{(H_{l,m,n}(f), H'_{l,m,n}(f))\}$ 로 나타내진 왜곡 쌍들에 기초하여, 그리고, 공칭 처리를 포함하는 처리와 왜곡을 나타내며 초기 표현의 계수들에 적용되는 필터링 계수들 $F_{l,m}^{f,m}(f)$ 을 출력으로서 공급하기 위해서 파라미터 λ 에 기초하여 변조된다.
- [0238] 보조스텝(50) 동안, N개의 소스 방향성 함수들을 나타내는 구형 고조파 계수들 $H_{l,m,n}(f)$ 는 아래의 방식에서 $(L+1)^2 \times N$ 크기의 행렬 **H**로 놓인다.

[0239]

$$\begin{bmatrix} H_{0,0,1}(f) & H_{0,0,2}(f) & \cdots & H_{0,0,N}(f) \\ H_{1,-1,1}(f) & H_{1,-1,2}(f) & \cdots & H_{1,-1,N}(f) \\ H_{1,0,1}(f) & H_{1,0,2}(f) & \cdots & H_{1,0,N}(f) \\ H_{1,1,1}(f) & H_{1,1,2}(f) & \cdots & H_{1,1,N}(f) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ H_{L,-L,1}(f) & H_{L,-L,2}(f) & \cdots & H_{L,-L,N}(f) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ H_{L,0,1}(f) & H_{L,0,2}(f) & \cdots & H_{L,0,N}(f) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ H_{L,L,1}(f) & H_{L,L,2}(f) & \cdots & H_{L,L,N}(f) \end{bmatrix}$$

[0240] 마찬가지로, N개의 타겟 방향성 함수들을 나타내는 구형 고조파 계수들 $H'_{l,m,n}(f)$ 는 $(L'+1)^2 \times N$ 크기의 행렬 H 로 놓인다.

[0241]

$$\begin{bmatrix} H'_{0,0,1}(f) & H'_{0,0,2}(f) & \cdots & H'_{0,0,N}(f) \\ H'_{1,-1,1}(f) & H'_{1,-1,2}(f) & \cdots & H'_{1,-1,N}(f) \\ H'_{1,0,1}(f) & H'_{1,0,2}(f) & \cdots & H'_{1,0,N}(f) \\ H'_{1,1,1}(f) & H'_{1,1,2}(f) & \cdots & H'_{1,1,N}(f) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ H'_{L,-L,1}(f) & H'_{L,-L,2}(f) & \cdots & H'_{L,-L,N}(f) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ H'_{L,0,1}(f) & H'_{L,0,2}(f) & \cdots & H'_{L,0,N}(f) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ H'_{L,L,1}(f) & H'_{L,L,2}(f) & \cdots & H'_{L,L,N}(f) \end{bmatrix}$$

[0242] 공칭 처리의 필터링 조합들의 계수들 $C_{l,m}^{l',m'}(f)$ 은 또한 $(L'+1)^2 \times (L+1)^2$ 크기의 행렬 C 로 놓인다.

[0243]

$$\begin{bmatrix} C_{0,0}^{0,0}(f) & C_{1,0}^{0,0}(f) & C_{1,1}^{0,0}(f) & C_{1,-1}^{0,0}(f) & \cdots & C_{L,-L}^{0,0}(f) & \cdots & C_{L,0}^{0,0}(f) & \cdots & C_{L,L}^{0,0}(f) \\ C_{0,0}^{1,-1}(f) & C_{1,-1}^{1,-1}(f) & C_{1,0}^{1,-1}(f) & C_{1,1}^{1,-1}(f) & \cdots & C_{L,-L}^{1,-1}(f) & \cdots & C_{L,0}^{1,-1}(f) & \cdots & C_{L,L}^{1,-1}(f) \\ C_{0,0}^{1,0}(f) & C_{1,0}^{1,0}(f) & C_{1,1}^{1,0}(f) & C_{1,-1}^{1,0}(f) & \cdots & C_{L,-L}^{1,0}(f) & \cdots & C_{L,0}^{1,0}(f) & \cdots & C_{L,L}^{1,0}(f) \\ C_{0,0}^{1,1}(f) & C_{1,1}^{1,1}(f) & C_{1,0}^{1,1}(f) & C_{1,-1}^{1,1}(f) & \cdots & C_{L,-L}^{1,1}(f) & \cdots & C_{L,0}^{1,1}(f) & \cdots & C_{L,L}^{1,1}(f) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{0,0}^{L,-L}(f) & C_{1,-1}^{L,-L}(f) & C_{1,0}^{L,-L}(f) & C_{1,1}^{L,-L}(f) & \cdots & C_{L,-L}^{L,-L}(f) & \cdots & C_{L,0}^{L,-L}(f) & \cdots & C_{L,L}^{L,-L}(f) \\ C_{0,0}^{L,0}(f) & C_{1,0}^{L,0}(f) & C_{1,1}^{L,0}(f) & C_{1,-1}^{L,0}(f) & \cdots & C_{L,-L}^{L,0}(f) & \cdots & C_{L,0}^{L,0}(f) & \cdots & C_{L,L}^{L,0}(f) \\ C_{0,0}^{L,L}(f) & C_{1,1}^{L,L}(f) & C_{1,0}^{L,L}(f) & C_{1,-1}^{L,L}(f) & \cdots & C_{L,-L}^{L,L}(f) & \cdots & C_{L,0}^{L,L}(f) & \cdots & C_{L,L}^{L,L}(f) \end{bmatrix}$$

[0244] 전체로 처리 연산을 나타내는 필터링 조합들 $F_{l,m}^{l',m'}(f)$ 은 최상의 가능한 방식으로 왜곡 쌍 및 $F_{l,m}^{l',m'}(f)$ 과 $C_{l,m}^{l',m'}(f)$ 사이의 유사성을 입증하는 필터링 조합들의 세트를 결정하는 최적화(optimization)에 대응하는 왜곡 보조스텝(50)의 과정 중에 결정된다.

[0245] 이 최적화는 기울기 감소 또는 행렬 반전 방법들(matrix inversion methods)과 같은 방법들에 의해 영향을 받을 수 있으며, 초기 음향 필드를 발생시키는 것으로 간주되는 가상 소스들 상에서, 왜곡 쌍들에 의해 직접 지정되지 않은 변조들의 분해를 허용한다.

[0246] 예를 들면, 왜곡 쌍들에 의해 정의된 변조들은, 왜곡 쌍들에 의해 직접 타겟된 부분들 주변의 음향 필드의 초기 표현에 대해 점진적인 변조들을 야기하는 필터링 조합들을 얻기 위해서 직접 타겟된 부분들에 인접한 부분들 상에서 보간된다.

[0247] 상술한 실시예에는 아래의 관계식에 따라 보조스텝(50) 동안 행렬 F 를 분해하는 행렬 반전 방법을 사용한다.

$$F = ((1-\lambda)C + \lambda H^T H) ((1-\lambda)I + \lambda H H^T)^{-1}$$

[0249] 여기에서, I 는 $(L+1)^2$ 크기의 항등 행렬을 나타낸다.

[0250] λ 가 1이고, $N \leq (L+1)^2$ 인 경우에, 행렬 F 는 아래와 같이 주어진다.

[0251]
$$F = C + (H' - CH)(H^T H)^{-1} H^T$$

[0252] 행렬 F 에서, 계수들 $F_{l,m}^{l,m}(f)$ 은 아래의 방식으로 조직화된다.

[0253]
$$\begin{bmatrix} F_{0,0}^{0,0}(f) & F_{1,-1}^{0,0}(f) & F_{1,0}^{0,0}(f) & F_{1,1}^{0,0}(f) & \dots & F_{L,-L}^{0,0}(f) & \dots & F_{L,0}^{0,0}(f) & \dots & F_{L,L}^{0,0}(f) \\ F_{0,0}^{1,-1}(f) & F_{1,-1}^{1,-1}(f) & F_{1,0}^{1,-1}(f) & F_{1,1}^{1,-1}(f) & \dots & F_{L,-L}^{1,-1}(f) & \dots & F_{L,0}^{1,-1}(f) & \dots & F_{L,L}^{1,-1}(f) \\ F_{0,0}^{1,0}(f) & F_{1,-1}^{1,0}(f) & F_{1,0}^{1,0}(f) & F_{1,1}^{1,0}(f) & \dots & F_{L,-L}^{1,0}(f) & \dots & F_{L,0}^{1,0}(f) & \dots & F_{L,L}^{1,0}(f) \\ F_{0,0}^{1,1}(f) & F_{1,-1}^{1,1}(f) & F_{1,0}^{1,1}(f) & F_{1,1}^{1,1}(f) & \dots & F_{L,-L}^{1,1}(f) & \dots & F_{L,0}^{1,1}(f) & \dots & F_{L,L}^{1,1}(f) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ F_{0,0}^{L',-L'}(f) & F_{1,-1}^{L',-L'}(f) & F_{1,0}^{L',-L'}(f) & F_{1,1}^{L',-L'}(f) & \dots & F_{L,-L}^{L',-L'}(f) & \dots & F_{L,0}^{L',-L'}(f) & \dots & F_{L,L}^{L',-L'}(f) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ F_{0,0}^{L',0}(f) & F_{1,-1}^{L',0}(f) & F_{1,0}^{L',0}(f) & F_{1,1}^{L',0}(f) & \dots & F_{L,-L}^{L',0}(f) & \dots & F_{L,0}^{L',0}(f) & \dots & F_{L,L}^{L',0}(f) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ F_{0,0}^{L',L'}(f) & F_{1,-1}^{L',L'}(f) & F_{1,0}^{L',L'}(f) & F_{1,1}^{L',L'}(f) & \dots & F_{L,-L}^{L',L'}(f) & \dots & F_{L,0}^{L',L'}(f) & \dots & F_{L,L}^{L',L'}(f) \end{bmatrix}$$

[0254] 물론, 사용된 보간 방법에 따라, 이 최적화 스텝은 왜곡 쌍들에 의해 직접 타겟된 부분들과 인접한 부분들에 사이의 변조들에 있어 점진적(progressive)이거나 한편으로는 갑작스러운(sudden) 변화들을 포함할 수 있다.

[0255] 그 다음으로, 필터링 조합들 $F_{l,m}^{l,m}(f)$ 은 도 3 및 4를 참조하여 설명된 바와 같이 보조스텝(32) 동안 선택적으로 변환되고 스텝(10) 동안 적용된다.

[0256] 이롭게는, 여러 개의 왜곡들은 연속으로 적용되고, 상기 방법은 각각의 보조스텝(50)이 입력으로서 그리고 공칭 처리로서 선행하는 보조스텝에 의해 제공된 필터링 조합들을 수신하도록 서로에 대해 순환하는 복수의 왜곡 보조스텝들(50)을 포함한다.

[0257] 파라미터(λ)가 0인 경우에, 왜곡은 적용되지 않으며, 계산 보조스텝(30) 동안 결정된 필터링 조합들이 처리를 나타내는 필터링 조합들에 직접 대응한다. 그러므로, 파라미터화된, 본 실시예는 도 3 및 4를 참조하여 설명된 제 1 실시예에 대응한다.

[0258] 또 다른 실시예에서, 단지 왜곡만이 적용되고, 필터링 조합들은 아래의 관계식에 따라 왜곡 쌍들에 의해서만 결정된다.

[0259] - $N \leq (L+1)^2$ 이면:

[0260]
$$F = I + (H' - H)(H^T H)^{-1} H^T$$

[0261] - $N \geq (L+1)^2$ 이면:

[0262]
$$F = H' H^T (H H^T)^{-1}$$

[0263] 이러한 수식들에서, 행렬들 H 와 H' 는 상술한 바와 같이 결정된다. 이 경우에, 행렬 C 는 사용되지 않고, 보조스텝(30)은 실행되지 않는다. 그러므로, 스텝(2)은 왜곡 보조스텝(50)만을 포함한다.

[0264] 본 실시예는 λ 가 1과 같고 공칭 처리가 중립 처리인 경우에 설명된 실시예를 단순화한 것이다.

[0265] 그러므로, 본 발명의 상기 방법은 처리 연산을 나타내며, 구형 고조파들에 기초하여 방향성 함수들의 분해에 대응하는 계수들의 세트의 형태로 표현되는 방향성 함수들의 세트를 사용하므로, 높은 수준의 정확도를 갖는 음향 필드 표현에 대해 매우 다양한 처리 연산들의 적용을 허용한다.

[0266] 적용될 처리가 상술한 바와 같은 복수의 기본적인 처리 연산들로 분할될 수 있는 경우에, 전체로서 처리 연산의 필터링 조합들은 복수의 처리 연산들 각각에 대응하는 행렬들의 행렬 승산에 의해, 말하자면 계산 보조스텝(30) 및/또는 왜곡 보조스텝(50)에 의해 제공되는 필터링 조합들을 배열함으로써 얻어질 수 있다.

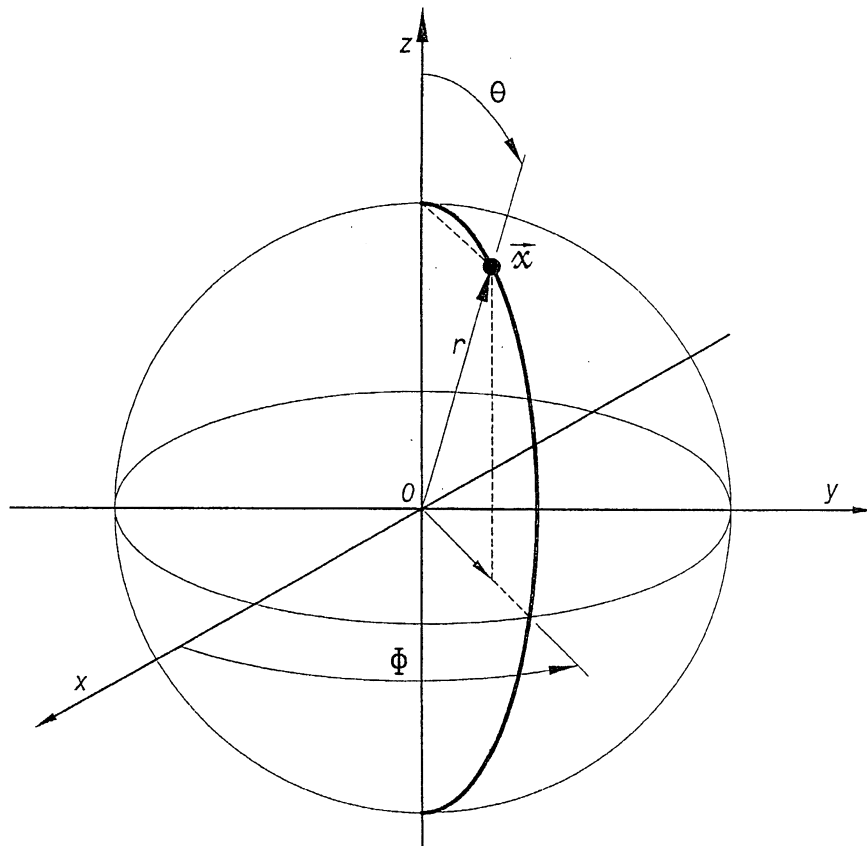
- [0267] 그러므로, 이 처리는 복수회 반복되고, 각각의 발생 결과들은 이전 발생의 결과와 조합된다.
- [0268] 도 6은 본 발명의 방법을 구현하기에 적합한 디바이스의 블록도를 도시한다.
- [0269] 디바이스(60)는 적어도 공간 처리에 의해 변조된 표현을 제공하기 위해서 음향 필드 표현의 적어도 공간 처리를 허용한다.
- [0270] 디바이스(60)는 본 발명의 방법의 스텝(2)의 구현을 위한 처리를 정의하는 수단(61)을 포함한다. 이 수단(61)은, 공간 고조파들에 기초하여 이들 방향성 함수들의 분해에 대응하는 계수들의 세트의 형태로 처리를 나타내는 방향성 함수들의 세트를 설정하는 수단을 포함한다.
- [0271] 이롭게는, 이 수단은, 특히 방향성 함수들의 세트의 직접 결정을 허용하는 디바이스(60)를 위한 연산 데이터의 연산자에 의해 메모리 또는 외부 디바이스로부터, 직접 획득을 위한 모듈(62)을 포함한다.
- [0272] 예를 들면, 획득 모듈(62)은 본 발명의 방법의 구현을 위해 필요한 데이터를 직접 공급하는 외부 디바이스와의 인터페이스에 의해 또는 데이터의 직접 획득을 허용하는 키보드에 의해 구성된다.
- [0273] 모듈(62)은 또한, 처리 명령을 입력하기 위해 사용될 수 있으며, 수단(61)은 또한 디바이스(60)를 위한 연산 데이터를 제공하기 위해서, 특히 방향성 함수들의 세트를 제공하기 위해서 상기 명령의 자동 해석을 위한 모듈(64)을 포함한다.
- [0274] 획득을 위한 모듈(62) 및/또는 해석을 위한 모듈(64)에 의해 엔터(enter)된 데이터는 또한 서로 다른 미리 정해진 포맷들을 가질 수 있으며, 디바이스(60)는 본 발명의 방법을 구현하기 위한 미리 정해진 포맷들 및 선택된 포맷들 사이에서 데이터를 변환하기 위한 모듈(66)을 포함한다.
- [0275] 특히, 모듈(66)은 방향성 함수들의 세트가 복수의 포맷들 중 하나 또는 그밖의 포맷으로부터 구형 고조파들에 기초하여 그들의 분해에 대응하는 계수들의 세트로 변환되게 할 수 있다.
- [0276] 그러므로, 모듈들(62,64,66)은 구형 고조파들에 기초하여 방향성 함수들의 분해에 대응하는 계수들의 형태로 처리 연산을 나타내는 방향성 함수들의 세트를 제공하기 위해서 본 발명의 방법의 스텝들 4 및 20의 구현을 허용한다.
- [0277] 디바이스(60)가 왜곡 처리를 수행하도록 사용되는 경우에, 모듈들(62,64,66)은 왜곡 쌍들을 형성하는 방향성 함수들을 제공한다.
- [0278] 모듈들(62,64,66)은 또한 본 발명의 방법의 구현을 위해 필요한 파라미터들의 세트의 전부 또는 일부의 결정을 허용한다.
- [0279] 특히, 이들 모듈들(62,64,66)은 아래의 파라미터들의 전부 또는 일부의 정의(definition)를 허용한다.
- [0280] - 상기 방법의 연산의 제한 차수를 지정하고 원하는 수학적 정확도 제한에 대응하는 파라미터 L ;
- [0281] - 영향을 받게 될 처리 연산의 특성을 정의하는 파라미터들 S ;
- [0282] - 가중 계수들을 형성하고 처리 연산의 특성의 함수로서 정의되는 $C_{l,m}^{l',m'}$ 로 나타내진 상수들의 세트의 전부 또는 일부; 및
- [0283] - 영향을 받게 될 왜곡의 크기를 지정하는 파라미터 λ .
- [0284] 이롭게는, 디바이스(60)는 이들 파라미터들의 전부 또는 일부 및 특별히 저장될 상수들의 세트가 저장될 수 있게 하는 메모리를 포함한다. 예를 들면, 이러한 메모리는 처리 연산에 각각 대응하는 복수의 상수들의 세트들을 포함하고, 상수들의 세트는 처리 연산을 나타내는 파라미터 S 의 함수로서 복수로 선택되어 사용된다.
- [0285] 대안으로, 처리 연산을 정의하는 수단(61)은 처리 연산의 특성을 나타내는 파라미터 S 의 함수로서 상수들의 세트의 전부 또는 일부에 적합한 계산 모듈을 포함한다.
- [0286] 이들 연산 데이터 모두는 필터링 조합들을 결정하는 수단(70)에 소개되고, 수단(70)은 처리 연산을 정의하는 수단(61)에 포함되고 상기 방법의 스텝(6)을 구현하기에 적합하다. 수단(70)은 상기 방법의 계산 보조스텝(30)의 구현을 허용하는 선형 조합들의 적용에 의한 계산을 위한 모듈(72)을 포함한다. 모듈(72)은 처리 연산을 나타내는 방향성 함수들의 세트들의 구형 구조와 기반의 분해에 대응하는 계수들의 선형 조합에 의한 필터링 조합들을

제공하기 위해서, 입력으로서 방향성 함수들의 세트를 수신한다.

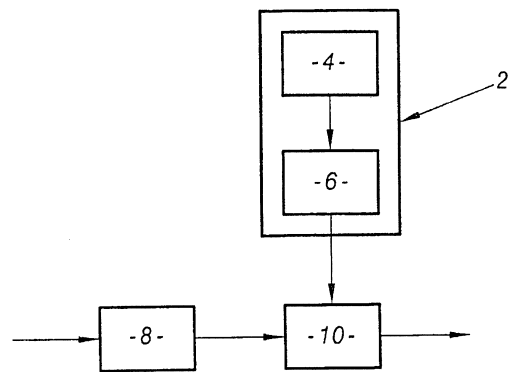
- [0287] 이롭게는, 모듈들(62,64,66)에 의해 제공된 상수들은 가중 계수들을 형성하고 모듈(72)에서 선형 조합들의 계수들로서 사용된다.
- [0288] 디바이스(60)는 또한 왜곡 처리를 사용하는 경우에, 상기 방법의 보조스텝(50)을 구현하는, 모듈(72)에 의해 제공된 필터링 조합들의 변조에 의한 왜곡을 위한 모듈(74)을 포함한다. 이 모듈은 상술한 바와 같이 사용된 왜곡 작용을 나타내는 파라미터 λ 뿐만 아니라, 적용될 왜곡을 나타내는 왜곡 쌍들을 입력으로서 수신한다.
- [0289] 왜곡만이 적용되는 경우에, 모듈(72)은 디바이스에 사용되지 않으며, 왜곡 모듈(74)만이 필요하다.
- [0290] 그러므로, 수단(70)은 적용될 처리를 나타내는 필터링 조합들에 대응하는 계수들의 세트를 제공한다.
- [0291] 선택적으로, 이들 필터링 조합들은 상술한 바와 같이 상기 방법의 보조스텝(32)을 구현함으로써 필터링 조합들로부터 필터 파라미터들을 제공하기에 적합한 변환 모듈(76)에 소개된다.
- [0292] 이들 필터 파라미터들 또는 직접적으로는 필터링 조합들은, 상기 방법의 스텝(10)을 구현하고, 위에서 정의된 처리에 의해 변조된 초기 음향 필드에 대응하는 변조된 표현을 제공하기 위해 결정된 필터들을 적용하도록 시간 및 3차원 공간에서 음향 필드를 나타내는 계수들의 세트의 형태로 음향 필드의 초기 표현을 입력으로서 수신하는 필터링 수단(80)에 적용된다.
- [0293] 예를 들면, 필터링 수단(80)은 초기 음향 필드의 디지털 표현에 대해 신호 처리 프로세서에 의해 적용된 디지털 필터링 수단이다.
- [0294] 다른 실시예들에서, 이들 필터링 수단은, 각각이 음향 필드의 초기 표현의 계수에 대응하는 신호들의 세트의 형태로 음향 필드의 유사 표현에 적용되는 이득-제어된 유사 필터링 수단(gain-controlled analogue filtering means)이다.
- [0295] 예를 들면, 디바이스(60)는, 데이터 입력 수단(62)의 사용 및 음향 필드의 초기 표현의 획득 및 음향 필드의 변조된 표현의 출력을 허용하기 위해서, 계산을 위한 소프트웨어 수단 및 획득 및 재생을 위한 하드웨어 수단을 갖춘 컴퓨터의 형태일 수 있으며, 상기 디바이스(60)는 소프트웨어 수단 및 하드웨어 수단의 조합에 의해 형성된다.
- [0296] 다른 실시예들에서, 디바이스(60)는 음향 처리의 실행에만 전용된 특정한 획득 카드에 대응하며, 이러한 기능들만을 구현하도록 프로그램된 구성성분의 형태이다.
- [0297] 이롭게는, 디바이스(60)는 음향 필드를 획득하는 수단과, 음향 필드의 초기 표현을 제공하기 위해서 시간 및 3차원 공간에서 계수들의 세트의 형태로 음향 필드를 나타내는 수단을 포함하는 음향 시스템에 집적된다. 이러한 시스템은 또한 음향 필드의 변조된 표현을 입력으로 수신하고 변조된 음향 필드의 재생을 얻기 위해서 재생 유닛을 제어하는 제어 수단에 의해 제어되는 재생 유닛을 포함한다.

도면

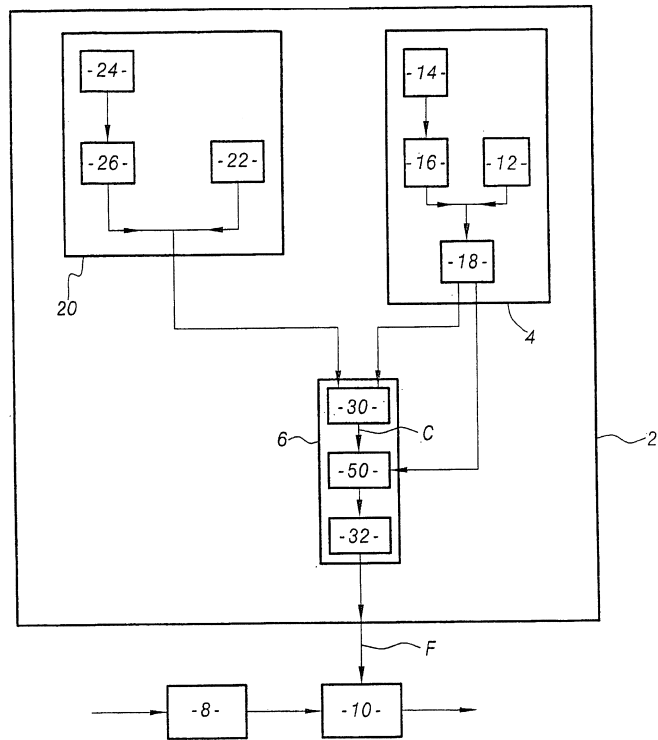
도면1



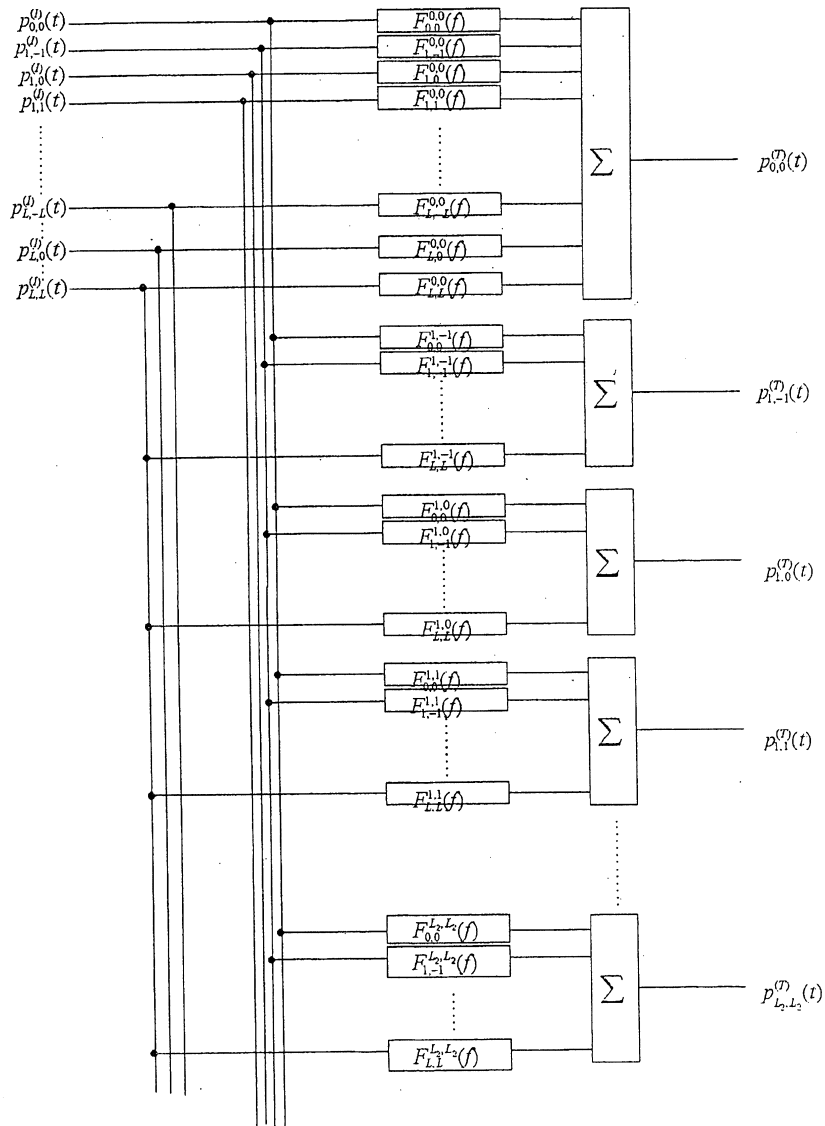
도면2



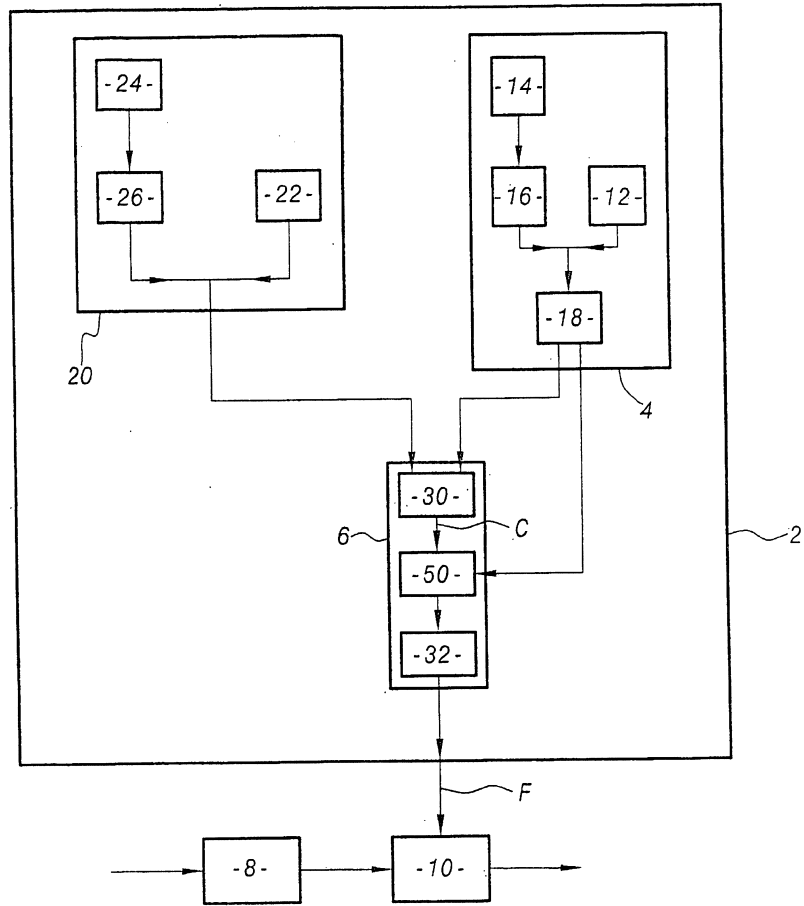
도면3



도면4



도면5



도면6

