

(12) BELGISCH UITVINDINGSOCTROOI

(47) Publicatiedatum : 27/02/2023

(21) Aanvraagnummer : BE2021/5604

(22) Indieningsdatum : 30/07/2021

(62) Afgesplitst van basisaanvraag :

(62) Indieningsdatum basisaanvraag :

(51) Internationale classificatie : H04S 5/00

(30) Voorrangsgegevens :

(73) Houder(s) :

AREAL
BV
2990 , WUUSTWEZEL
België

(72) Uitvinder(s) :

DOMS Pieter
2990 WUUSTWEZEL
België

VOORTMAN Arno
9290 OVERMERE
België

(54) Werkwijze voor het verwerken van een audiosignaal

(57)De uitvinding heeft betrekking op een computergeïmplementeerde werkwijze voor het verwerken van een audiosignaal voor het upmixen van een invoer-audio-stereosignaal (S) naar een verzameling van meerkanaals uitvoersignalen (O).

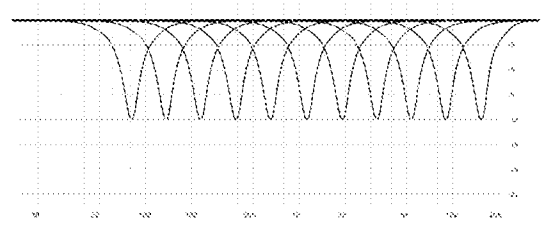
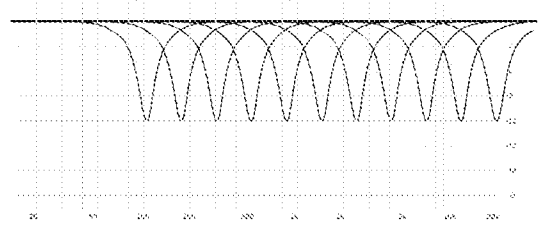


FIG. 1

WERKWIJZE VOOR HET VERWERKEN VAN EEN AUDIOSIGNAAL

TECHNISCH VELD VAN DE UITVINDING

De uitvinding heeft betrekking op een computer-geïmplementeerde werkwijze voor het
5 verwerken van een audiosignaal, voor het upmixen van een invoer-audio-stereosignaal
(S) naar een verzameling van meerkanaals uitvoersignalen (O).

ACHTERGROND

Het is in veel toepassingen wenselijk om een driedimensionaal geluidslandschap te
10 genereren dat in staat is om de realiteit te simuleren waarin meerdere directionele
geluidsbronnen zijn ingebed om de gebruikersperceptie te verbeteren. De meeste
werkwijzen uit de stand van de techniek vertrouwen echter slechts op reguliere
stereofeed om te pogen een gearticuleerd meerdimensionaal geluidslandschap te
creëren. Deze pogingen hebben de neiging te resulteren in gecompromitteerde
15 geluidskwaliteit en gedegradeerde gebruikersbeleving vanwege de inherente
aanwezigheid van artefacten die door het geluidslandschap zijn verstrooid.

Sinds de opkomst van stereo hebben muziek- en mediaproducties de neiging om zij-
informatie toe te wijzen binnen de feed om verbeterde ruimtelijke eigenschappen van
een lied/opname te bevorderen. De meeste werkwijzen uit de stand van de techniek
20 vertrouwen echter op reguliere stereofeed om een gearticuleerd geluidslandschap te
creëren. Bestaande werkwijzen voor het upmixen compromitteren gewoonlijk de
kwaliteit van gebruikersbeleving. In zoverre zou de gebruiker een aanzienlijk ruimtelijk
directioneel verschil ervaren dat zijn oorsprong heeft in de overmatige informatie die in
de hoogtelaag is bevat, wat leidt tot een gedegradeerde gebruikersbeleving.

25

De meeste in de stand van de techniek gepresenteerde werkwijzen vertrouwen op
verwerkingsfilters die geen lineaire faserespons in het frequentiedomein verschaffen,
wat leidt tot directionele geluidsartefacten in het geluidslandschap die uiteindelijk de
gebruikersbeleving degraderen en de meer-dimensionaliteit van de feed
30 compromitteren. In deze zin leidt de niet-lineaire faserespons tot een geluidslandschap
dat voor de eindgebruiker oververwerkt klinkt. Bijkomstig vertrouwen de meeste in de

stand van de techniek gepresenteerde werkwijzen op verwerkingsfilters die werkzaam zijn in een breed frequentiebereik met een spanwijdte dat buiten de voor mensen hoorbare frequentieondersteuning ligt. Dit leidt ertoe dat een deel van het frequentiespectrum ongelijkmatig wordt in termen van amplitude bij een gegeven
5 richting, wat resulteert in een gedegradeerde gebruikersbeleving aangezien het geluid als niet-uniform gedistribueerd in de ruimte wordt waargenomen.

De meeste werkwijzen die in de stand van de techniek worden gepresenteerd vertrouwen op een relatie tussen het Links en Rechts stereokanaal om een representatie
10 van het Centrumkanaal te verschaffen, dit resulteert echter in een verdeelde perceptie van de gebruiker richting Linker- en Rechterzijde. Meer in het bijzonder kan het met deze aanpak zo zijn dat belangrijke geluidsitems niet nauwkeurig binnen het geluidslandschap worden gepositioneerd, noch het tonale karakter behouden, wat resulteert in een oververwerkt gevoel voor de gebruiker. Uiteindelijk resulteren
15 belangrijke geluidsobjecten, zoals vocalen, in een inferieure gebruikersbeleving.

Bestaande werkwijzen voor het upmixen gebruiken gewoonlijk reverb om een ruimtelijk gevoel te creëren. Dit wordt bereikt door kunstmatige informatie toe te voegen aan het originele signaal wat op zijn beurt erin vertaalt dat het originele geluid zijn definitie
20 verliest en het ruimtelijke geluidsbeeld onnatuurlijk wijzigt, wat de gebruikersbeleving hindert. Bijkomstig kan reverb alleen gebruikt worden in ruimten van beperkte grootte en is het niet geschikt voor grote live settings.

Aldus is er een behoefte aan werkwijzen voor het renderen van een invoer-audio-stereosignaal naar een veelheid van ruimtelijk gedistribueerde pseudo-surroundkanalen
25 om de gebruikersbeleving te verbeteren.

SAMENVATTING VAN DE UITVINDING

De uitvinders hebben verrassenderwijs gevonden dat een of meer van deze problemen kan worden opgelost door de voorliggende uitvinding en uitvoeringsvormen daarvan.
30 De voorliggende werkwijze maakt een gedetailleerde preset mogelijk die nieuwe inzichten en eigenschappen omvat die in overeenstemming zijn met de vereiste hoge

surroundgeluidsstandaarden. De voorliggende uitvinding respecteert het creatieve proces van geluidsontwerp. De voorliggende uitvinding heeft geen reverb nodig om een ruimtelijk gevoel te creëren, daarmee het originele karakter van de muziek behoudend. Er hoeven geen effecten te worden toegevoegd aan de muziek, deze wordt slechts
5 ruimtelijk (en gelijkmatig) gedistribueerd.

De voorliggende uitvinding verschaft een computer-geïmplementeerde werkwijze voor het verwerken van een audiosignaal voor het upmixen van een invoer-audio-stereosignaal (S) naar een veelheid van ruimtelijk gedistribueerde pseudo-surroundkanalen om een hoogtelaag te definiëren. De werkwijze omvat bij voorkeur de
10 stappen van:

- het ontvangen van ten minste één invoer-audio-stereosignaal (S);
- het uitvoeren van een voorverwerkingsfase op het invoer-audio-stereosignaal (S), waarbij de voorverwerkingsfase de stappen omvat van:
 - 15 • het uitvoeren van Mid-Side decoding om ten minste één Som (SUM)-signaal en ten minste één Verschil (DIFF)-signaal te genereren;
 - het uitvoeren van polariteitsomkering op het ten minste ene Verschil (DIFF)-signaal;
 - het uitvoeren van filtering door middel van ten minste 2, bij voorkeur ten
20 minste 4 filterbanken (PF) op het ten minste ene Verschil (DIFF)-signaal;
- het reconstrueren van ten minste 2, bij voorkeur ten minste 4 signalen uit de filterbanken (PF), daarmee geüpmitte uitvoersignalen (O) verkrijgend;
- het uitvoeren van hoogdoorlaatfiltering op ten minste één geüpmitte uitvoersignaal (O); bij voorkeur op alle geüpmitte uitvoersignalen (O);
- 25 - het uitvoeren van niveau aanpassing op ten minste één geüpmitte uitvoersignaal (O); bij voorkeur op alle geüpmitte uitvoersignalen (O); en,
- het routeren van de geüpmitte gereconstrueerde audiosignalen (O) naar audioluidsprekerkanalen (C) om toe te voeren aan Top-Kanalen, bijvoorbeeld ten
30 minste één TopLinksVoor-kanaal (TFL), TopRechtsVoor-kanaal (TFR), TopLinksAchter-kanaal (TRL) en TopRechtsAchter-kanaal (TRR), daarmee een

matrix definiërend van ruimtelijke gedistribueerde kanalen die de hoogtelaag vormen.

In sommige uitvoeringsvormen zijn de filterbanken (PF) geconfigureerd om lineaire
5 faserespons in het frequentiedomein te hebben.

In sommige uitvoeringsvormen zijn de filterbanken (PF) geconfigureerd om rond filter-
sub-banden (PSB) te werken, waarbij elk van deze sub-banden (PSB) een centrale
frequentie FSB-C heeft, en geconfigureerd is om te werken rond een bereik van
10 lagefrequentie-geluidsgolven boven een onderste kantelfrequentie FSB-L en een bereik
van hogefrequentie-geluidsgolven onder een bovenste kantelfrequentie FSB-U.

In sommige uitvoeringsvormen is elk van de filter-sub-banden (PSB) geconfigureerd om
een amplitude te hebben rond de sub-band centrumfrequentie FSB-C gekozen in het
15 bereik dat spant van -3 dB tot -15 dB, bij voorkeur van -6 dB tot -12 dB, en meer bij
voorkeur -9 dB.

In sommige uitvoeringsvormen zijn de filterbanken (PF) geconfigureerd om een breedte
te hebben tussen $1/9^{\text{de}}$ van een octaaf en een octaaf.
20

In sommige uitvoeringsvormen is het werkingsfrequentiebereik van de filter-sub-
banden (PSB) geconfigureerd om te werken binnen een frequentiebereik dat spant van
 F_L en F_U , waarbij F_L tot F_U van 350 Hz tot 20 kHz, bij voorkeur van 400 Hz tot 10 kHz, en
meer bij voorkeur van 500 Hz tot 9 kHz is.

25 In sommige uitvoeringsvormen wordt amplitudecompensatie uitgevoerd buiten de
frequentie-ondersteuning van de filterbanken (PF), waarbij de amplitudecompensatie
wordt uitgevoerd met betrekking tot het amplitudeniveau op F_L en F_U , en waarbij de
amplitudecompensatie een resulterend amplitudeniveau als gevolg heeft rond F_L en F_U
30 die zijn gekozen binnen het bereik dat spant van -3 dB tot -12 dB, bij voorkeur van -6 dB
tot -9 dB, meer bij voorkeur -6 dB.

In sommige uitvoeringsvormen wordt hoogdoorlaatfiltering (HPF) uitgevoerd op elk van de hoogtekanalen gebruikmakend van hoogdoorlaatfilters (HPF), waarbij zulke hoogdoorlaatfilters (HPF) zijn geconfigureerd om te werken met centrale frequentie
5 FHFC = 500 Hz.

In sommige uitvoeringsvormen zijn de hoogdoorlaatfilters high-shelffilters en hebben deze lineaire faserespons in het frequentiedomein.

10 In sommige uitvoeringsvormen wordt niveau-aanpassing uitgevoerd op elk van de geüpmitte uitvoer-audiosignalen.

In sommige uitvoeringsvormen is de verwerkingstijd in de orde van milliseconden bij voorkeur korter dan 5 ms, meer bij voorkeur korter dan 3 ms, en meer bij voorkeur
15 korter dan 1 ms.

In sommige uitvoeringsvormen wordt synchronisatie uitgevoerd in de Mid-Side decodeerstap, en wordt latentiecompensatie uitgevoerd op de invoerkanalen die niet zijn onderworpen aan Mid-Side decodeerstappen.
20

In sommige uitvoeringsvormen omvat de werkwijze verder de stappen van:

- het uitvoeren van vertraging-aanpassing (D-ADJ) op ten minste één (SUM)-signaal;
- het routeren van de geüpmitte gereconstrueerde audiosignalen (O) naar
25 audioluidsprekerkanalen (C) om ten minste één Centrumkanaal (CE) en één Laag Frequentie Effect (LFE)-kanaal toe te voeren, daarmee een matrix definiërend van ruimtelijk gedistribueerde kanalen die de centrumlaag vormen; en,
- het uitvoeren van laag-doorlaatfiltering (LPF) op het LFE-kanaal.

30 In sommige uitvoeringsvormen is de werkwijze verder geconfigureerd om compensatiefiltering uit te voeren op de verkregen geüpmitte uitvoersignalen (O).

In sommige uitvoeringsvormen zijn de compensatiefilters low- en/of high-shelffilters en hebben deze lineaire faserespons in het frequentiedomein.

5 KORTE BESCHRIJVING VAN DE FIGUREN

Fig. 1 toont een grafiek die filterbanken volgens een geprefereerde uitvoeringsvorm van de uitvinding laat zien.

Fig. 2 toont een blokdiagram volgens een geprefereerde uitvoeringsvorm van de uitvinding.

10

GEDETAILEERDE BESCHRIJVING VAN DE UITVINDING

De voorliggende uitvinding zal worden beschreven met betrekking tot specifieke uitvoeringsvormen, maar de uitvinding is daar niet door beperkt, maar slechts door de conclusies. Verwijzingscijfers in de conclusies dienen niet te worden opgevat als

15 beperkend voor de beschermingsomvang daarvan.

Zoals hierin gebruikt omvatten de enkelvoudige vormen “een” en “het” zowel enkelvoudige en meervoudige verwijzingen, tenzij de context duidelijk anders aangeeft. De termen “omvattend”, “omvat” en “omvat door” zoals hierin gebruikt zijn synoniem met “met inbegrip van”, “inbegrepen” of “bevattend”, “bevat”, en zijn inclusief of met

20 een open eind en sluiten verdere organen, elementen of werkwijzestappen die niet zijn genoemd niet uit. De termen “omvattend”, “omvat” en “omvat door”, wanneer deze verwijzen naar organen, elementen of werkwijzestappen die zijn genoemd omvatten ook uitvoeringsvormen die “bestaan uit” de organen, elementen of werkwijzestappen die zijn genoemd

25 Verder worden de termen eerste, tweede, derde en dergelijke in de beschrijving en in de conclusies, gebruikt om onderscheid te maken tussen gelijkende elementen en niet noodzakelijkerwijs om een opeenvolgende of chronologische volgorde te beschrijven, tenzij aangegeven. Begrepen dient te worden dat de aldus gebruikte termen bij geschikte omstandigheden uitwisselbaar zijn en dat de uitvoeringsvormen van de hierin

30 beschreven uitvinding kunnen werken in andere volgordes dan hierin beschreven of geïllustreerd.

De term "ongeveer" zoals hierin gebruikt, die verwijst naar een meetbare waarde zoals een parameter, een hoeveelheid, een tijdsduur, en dergelijke, is bedoeld om variaties te beslaan van +/-10% of minder, bij voorkeur +/-5% of minder, meer bij voorkeur +/-1% of minder, en nog meer bij voorkeur +/-0,1% of minder van en vanaf de gespecificeerde waarde, voor zover zulke variaties toepasselijk zijn om in de geopenbaarde uitvinding toe te passen. Begrepen dient te worden dat de waarde waarnaar de modifier "ongeveer" verwijst op zichzelf ook specifiek, en bij voorkeur, is geopenbaard.

Numerieke bereiken die door eindpunten worden aangegeven omvatten alle nummers en breuken die binnen de respectieve bereiken zijn ondergebracht, alsmede de aangegeven eindpunten. Alle in de voorliggende specificatie geciteerde documenten zijn hierbij middels verwijzing in hun geheel geïncorporeerd. Tenzij anders gedefinieerd hebben alle termen die bij het openbaren van de uitvinding worden gebruikt, waaronder technische en wetenschappelijke termen, de betekenis zoals algemeen begrepen door iemand met gemiddelde vakbekwaamheid in de kunst waartoe deze uitvinding behoort.

Als nadere aanwijzing merke men op dat definities voor de in de beschrijving gebruikte termen zijn opgenomen om de leer van de voorliggende uitvinding beter te appreciëren. De termen of definities die hier zijn gebruikt zijn slechts verschaft om te helpen bij het begrijpen van de uitvinding. Verwijzing in deze specificatie naar "één uitvoeringsvorm" of "een uitvoeringsvorm" betekent dat een specifieke eigenschap, structuur of kenmerk die is beschreven in verband met de uitvoeringsvorm is opgenomen in ten minste één uitvoeringsvorm van de voorliggende uitvinding.

Voorkomens van de frasen "in één uitvoeringsvorm" of "in een uitvoeringsvorm" op verschillende plaatsen in deze specificatie verwijzen niet per se alle naar dezelfde uitvoeringsvorm. Bovendien kunnen de specifieke eigenschappen, structuren of kenmerken worden gecombineerd op een willekeurige geschikte manier in een of meer uitvoeringsvormen, zoals voor de vakman duidelijk zal zijn uit deze openbaarmaking. Bovendien, hoewel sommige hierin beschreven uitvoeringsvormen enkele maar niet alle andere eigenschappen omvatten die zijn omvat in andere uitvoeringsvormen, zijn combinaties van eigenschappen van verschillende uitvoeringsvormen bedoeld om binnen de beschermingsomvang van de uitvinding te vallen en vormen deze verschillende uitvoeringsvormen, zoals door de vakman zal worden begrepen. In de

volgende conclusies en beschrijving kunnen bijvoorbeeld willekeurige van de geclaimde of beschreven uitvoeringsvormen in elke willekeurige combinatie worden gebruikt.

5 Wanneer wordt gefocust op de hoogtelaag zijn er verscheidene belangrijke stappen die worden uitgevoerd. Bij aanpassing van een of meer van deze stappen kan de gebruiker een aanzienlijk verschil in het resultaat ervaren.

10 Voor de creatie van de hoogtelaag maakt de voorliggende uitvinding gebruik van een technologie die bekend staat als MS codering. Door het stereosignaal te MS coderen is er niet langer een links- en rechts signaal maar een som, bekend als mono, en een verschil (zijden). In muziekproductie worden de breedte of ruimtelijke eigenschappen van een lied gedefinieerd door de hoeveelheid van de zij-informatie. Een kunstmatige stereo reverb creëert bijvoorbeeld veel zij-informatie om het gevoel van ruimte te creëren. Men zou dus kunnen zeggen dat een spoor dat veel zij-informatie heeft is
15 gecreëerd om ruimtelijk aan te voelen en daarom tot zijn recht komt een 3D-upmix. De informatie van de MS-encoder in het verschilkanaal is daarom perfect te gebruiken in de hoogtelaag.

In de voorliggende uitvinding wordt een MS-matrix gebruikt om een verschilsignaal te genereren uit het links en rechts stereosignaal. Dit verschilsignaal wordt gebruikt om
20 een hoogtelaag te creëren teneinde een ware 3D-upmix te verschaffen. Als een MS-matrix zou worden overgeslagen, en in plaats daarvan een reguliere stereofeed zou worden gebruikt om de hoogtelaag te creëren, dan zou er te veel stereo centruminformatie in de hoogteluidsprekers zijn. Gewoonlijk zijn de meest belangrijke items in muziek aanwezig in het centrum van de stereofeed. Door deze informatie niet
25 op te nemen in de hoogtelaag, maakt de voorliggende uitvinding het mogelijk dat deze items de correcte focus behouden.

De MS-matrix kan worden toegepast op het originele stereosignaal teneinde een mono (opgeteld) van het originele links- en rechtssignaal te creëren en een verschil (zijden)-
30 signaal. De mono-som kan gecreëerd worden door eenvoudig het rechts- en linkssignaal bij elkaar op te tellen. Het verschilsignaal kan gecreëerd worden door het rechtssignaal

af te trekken van het linkssignaal. Het aftrekken wordt bij voorkeur gedaan door de fase van het rechtssignaal om te keren, wat een negatief rechtssignaal creëert, en dat op te tellen bij het linkssignaal. Men verkrijgt als een resultaat een verschilsignaal dat de signalen bevat die niet identiek zijn in het links- en rechtssignaal. Deze signalen bevatten
5 gewoonlijk de “ruimtelijke” informatie van een stereospoor. Geluiden zoals reverb- informatie of extreme panoramische geluiden zijn aanwezig in het verschilsignaal.

Bij geluidsontwerpen worden de meest belangrijke eigenschappen van een muziekspoor in het centrum van het stereobeeld geplaatst. Dit centrum staat bekend als de “mono”
10 wanneer de stereofeed door de MS-matrix wordt verwerkt. Het verschil bevat alle informatie behalve die voor het stereocentrum. Daarom zouden, indien de stereo zou worden gebruikt om een hoogtelaag te creëren, belangrijke geluiden zoals een leidende vocaal dan niet alleen 2D, maar in 3D worden verdeeld. De gebruiker zou dan een te grote spreiding van de belangrijke eigenschappen in een lied ervaren. Het zou dan
15 moeilijker zijn om te focussen op een specifiek geluid.

In de voorliggende uitvinding is de combinatie van de 2D-verdeling en de mono feed van het centrumkanaal niet storend in de onderste laag van het 3D-geüpmitxe signaal. Door gebruik te maken van het verschilsignaal voor de hoogteluidsprekers is er geen verdere
20 degradatie van de belangrijke geluiden.

Bijkomstig, in muziekproductie, wanneer een lied gecreëerd is om groot te klinken, zal er veel informatie in het verschilsignaal zijn. Wanneer een lied gecreëerd is om klein te klinken, zullen er slechts een paar details in het verschilsignaal zijn. Dit resulteert in het
25 feit dat de hoogtelaag een uitbreiding zal zijn van het voor elk lied ontworpen creatieve proces. Grote, omvangrijke muziekstukken zullen meer hoogte-gevoel hebben dan kleine intieme liedjes, precies zoals het stuk bedoeld was te klinken.

Het verschil (zijden)-signaal, is het signaal dat wordt gebruikt om de hoogtelaag te genereren. Er is bij voorkeur één voornaamste verschil tussen de verwerking van de links
30 naar Links A en Links B en de verwerking die wordt gebruikt voor het genereren van

Hoog A en Hoog B. Bij de verwerking die wordt gebruikt om Hoog A en Hoog B te genereren, wordt een compensatiefilter bij voorkeur slechts gebruikt voor het gebied boven het verwerkingsbereik (bijvoorbeeld 9 kHz en daarboven). Het gebied onder het verwerkingsbereik wordt bij voorkeur verwijderd uit de hoogteluidsprekers door een
5 hoogdoorlaatfilter op de bodemgrensfrequentie van het verwerkingsbereik te introduceren. Aangezien het meeste ruimtelijke geluid geen lagere frequenties bevat, is het niet nodig om lagere frequenties in de hoogteluidsprekers te generen.

Het niveau van de hoogteluidsprekers wordt bij voorkeur geattenuëerd om te matchen
10 met de voor- en achter-luidsprekers. Als het niveau te hoog is, zal de focus op de hoogteluidsprekers te groot zijn en zou het resultaat storend zijn. De hoogteluidsprekers worden daarom bij voorkeur geattenuëerd, bijvoorbeeld met 5 dB. De exacte hoeveelheid kan afhangen van de in de surround-opstelling gebruikte luidsprekers.

15 Teneinde te veel interactie tussen voorluidsprekers en hoogvoorluidsprekers te voorkomen, worden de hoog B signalen bij voorkeur gerouteerd naar de hoogvoorluidsprekers welke perfect kunnen combineren met de Links A en Rechts A signalen gegenereerd door de voorluidsprekers.

Aangezien de verschilsignalen signalen zijn die ook aanwezig zijn in het originele
20 stereosignaal, kan er ongewenste interactie tussen de hoogte- en voorluidsprekers voorkomen. Teneinde dit te vermijden, wordt B-verwerking bij voorkeur toegepast op de hoogteluidsprekers, en A-verwerking op de voorluidsprekers. Hetzelfde proces wordt toegepast op de achterluidsprekers en de hoogachterluidsprekers. Alleen de achterluidsprekers hebben Links-B en Rechts-B signalen, daarom worden de Hoog-A
25 signalen geïntroduceerd in de hoogachterkanalen.

In zo een situatie genereren de hoogachterluidsprekers een gedeeltelijk identiek signaal diagonaal in de richting van de voorluidsprekers. Aangezien deze luidsprekers gewoonlijk naar elkaar zijn gekeerd, kan er een onprettige interactie daartussen in het centrum van de opstelling zijn. Teneinde dit probleem te verhelpen heeft het de
30 voorkeur om de polariteit van alle signalen die worden gerouteerd naar de hoogteluidsprekers om te keren. Wanneer deze signalen worden gecombineerd met de

voorluidspreker signalen, zullen deze optellen in plaats van aftrekken. Aangezien de onderste laag voorluidsprekers en de bovenste laag achterluidsprekers (een klein deel) van identieke signalen genereren en deze naar elkaar zijn gekeerd, heeft het bijzonder de voorkeur om polariteitsomkering uit te voeren op de hoogtekkanalen. Dit resulteert
5 in geen degradatie van de geluidskwaliteit.

In sommige uitvoeringsvormen worden daarom de signalen die in de hoogtelaag worden gebruikt polariteitsomgekeerd naar de onderste laag. Voor de 3D-upmix zijn de verwerkingsfilters die worden gebruikt in de voorluidsprekers in het lagere niveau bij
10 voorkeur identiek aan die in de hoogachterluidsprekers. In het signaal dat van het verschillkanaal van de MS-matrix afkomstig is, is er een klein deel van het stereosignaal. De hoogachterluidsprekers en de voor-onderste-laag-luidsprekers genereren daarom signalen die identiek aan elkaar zijn. Aangezien ze naar elkaar zijn gekeerd, kunnen de signalen aftrekken in het centrum van de surroundopstelling. De gebruiker zal een groot
15 verschil in geluid en geluidskwaliteit opmerken, afhankelijk van of de gebruiker zittend of staande luistert.

Echter, door de polariteit van de hoogtelaag om te keren, zullen de signalen die samenkomen in het centrum van de surround op tellen en zal de gebruiker een meer stabiele geluidsbeleving langs de Z-as ervaren.

20

De voorliggende uitvinding maakt bij voorkeur gebruik van dezelfde filterreeks ontworpen voor het creëren van LA, LB, RA, en RB als deze voor de hoogteluidsprekers zou gebruiken, met het verschil dat voor de hoogtekkanalen het low-shelffilter (bijvoorbeeld beginnend bij 502 Hz) bij voorkeur is veranderd naar een
25 hoogdoorlaatfilter (bijvoorbeeld bij 502 Hz), aangezien er geen noodzaak is voor lage frequenties in het hoogtekanaal. De filterreeks die in de hoogtekkanalen (hetzij A- of B-verwerking) wordt gebruikt is bij voorkeur tegengesteld aan de reeks die in de onderste laag wordt gebruikt. De hoogvoorlinks- en rechtskanalen zullen bijvoorbeeld de door de B-filterreeks verwerkte zij-informatie genereren. De onderste en bovenste laag zullen
30 daarom perfect samenwerken. Hetzelfde geldt voor de hoogachterlinks- en rechtskanalen, die de door de A-filterreeks verwerkte zij-informatie zullen genereren.

De hoogtelaag in de 3D-upmix is een toevoeging aan de onderste laag die een meer in-
het-muziek gevoel creëert dan een 2D-upmix en zeker dan een stereo mix. Het heeft
echter de voorkeur dat de hoogtelaag een toevoeging blijft en niet een primaire
5 geluidsbron wordt. Het signaal dat naar de hoogtelaag gaat wordt daarom bij voorkeur
geattenuëerd. Zonder attenuatie van het signaal zou de gebruiker een verstoring van de
onderste-laag signalen, die in een normale muziekproductie alle primaire geluiden
bevatten, kunnen ervaren. Dit zou onaangenaam klinken en zou niet aan de
verwachtingen voldoen. Wanneer echter de hoogtelaag wordt geattenuëerd volgens
10 geprefereerde uitvoeringsvormen (bijvoorbeeld in een bereik van -3 dB tot -12 dB), dan
zullen de primaire geluidsbronnen gefocust blijven in de onderste laag en zal de
hoogtelaag meer aanvoelen als een natuurlijke toevoeging aan de beleving.

In sommige uitvoeringsvormen zijn de filterbanken (PF) geconfigureerd om lineaire
15 faserespons in het frequentiedomein te hebben. Gebrek aan lineaire fase leidt tot
oververwerkt geluid en geluidsartefacten, wat de ruimtelijke perceptie door de
eindgebruiker degradeert. Het gebruik van lineaire fase filters is vereist om het
gewenste kwaliteitsniveau in de voorliggende uitvinding te bereiken. Het gebruik van
lineaire fase filters zal de fase verschuiving die zich voordoet met traditionele filters
20 voorkomen. Vanwege de onveranderde faserespons van de signalen zal de interactie
natuurlijk zijn in plaats van oververwerkt klinken.

Het basisprincipe van de voorliggende uitvinding omvat het in twee signalen splitsen van
een signaal door de frequenties te delen. Het linkssignaal wordt verdeeld naar Links-A
25 en Links-B. Het verdelen van links naar Links-A en Links-B wordt gedaan door een reeks
frequentiefilters, meer in het bijzonder maakt de voorliggende uitvinding gebruik van
lineaire fase filters om de fase verschuiving tussen luidsprekers die door traditionele
filters wordt veroorzaakt te verwijderen. De gebruikte filters hebben 3 specifieke
eigenschappen: amplitude, frequentie en breedte. Elk van deze eigenschappen is
30 gerelateerd aan de andere. Het rechtskanaal wordt verdeeld naar Rechts-A en Rechts-B
op de identieke manier waarop het linkssignaal wordt verdeeld naar Links- A en Links-B.

Het Links-A signaal wordt gerouteerd naar de linksvoorluidspreker, het Rechts-A signaal wordt gerouteerd naar de rechtsvoorluidspreker, het Links-B signaal wordt gerouteerd naar de linksachterluidspreker en het Rechts-B signaal wordt gerouteerd naar de rechtsachterluidspreker.

5

In een geprefereerd voorbeeld, wordt een magnitude van -9 dB gebruikt, wordt een breedte van $1/3^{\text{de}}$ octaaf gebruikt, en worden de volgende voorbeeldfrequenties gebruikt: 502 Hz, 652,6 Hz, 848,8 Hz, 1102,9 Hz, 1433,7 Hz, 1863,8 Hz, 2423 Hz, 3149,9 Hz, 4094,9 Hz, 5323,3 Hz, 6920,3 Hz, 8999,4 Hz. Zoals hierin bij voorbeeld aangegeven is de afstand van de frequenties bij voorkeur $1/3^{\text{de}}$ octaaf. Dit heeft direct betrekking op de gebruikte filterbreedte. Als de filterbreedte nauwer wordt, moet de afstand van de frequenties worden aangepast om te matchen met de gebruikte filterbreedte. Filters die te klein of te breed zijn worden echter bij voorkeur vermeden. Volgens sommige geprefereerde uitvoeringsvormen, is elk van de filterbanken (PF) geconfigureerd om een breedte te hebben tussen $1/9^{\text{de}}$ van een octaaf en een octaaf.

10
15

In sommige uitvoeringsvormen zijn de filterbanken (PF) geconfigureerd om rond filter-sub-banden (PSB) te werken, welke geconfigureerd zijn om te werken binnen een werkingsfrequentiebereik dat spant van F_L en F_U , waarbij F_L tot F_U bij voorkeur van 350 Hz tot 20 kHz, bij voorkeur van 400 Hz tot 10 kHz, en meer bij voorkeur van 500 Hz tot 9 kHz is. Bovendien kunnen de filter-sub-banden geconfigureerd zijn om ten minste 4 (PSB) sub-banden signalen te extraheren, bij voorkeur 8 (PSB) sub-banden signalen, meer bij voorkeur 16 (PSB) per filterbank. De uitvinders hebben verrassenderwijs gevonden dat het extraheren van een voldoende aantal sub-band signalen die worden gebruikt om de audio feed te reconstrueren, resulteert in een uitvoerfeed dat een verbeterd dynamisch bereik en verbeterde ruimtelijke oplossing tot uitdrukking brengt.

20
25

De gemiddelde persoon is niet in staat om het gebied beneden 500 Hz en boven 9 kHz in een ruimte te lokaliseren. De verwerking gebruikt om de frequenties te verdelen tussen Links-A en Links-B, is daarom bij voorkeur alleen in dit gebied actief. Als het filteren boven 9 kHz zou stijgen dan zou het open geluid geassocieerd met deze

30

frequenties onregelmatig worden verdeeld over het luistergebied, resulterend in een onbevredigende dekking van het "open geluid". Als het filteren onder 500 Hz zou vallen dan zou de optelling van de lage frequenties vrijwel niets zijn, resulterend in een slecht geluid van het geüpmitte signaal dat een warm gevoel heeft vanwege deze lage
5 frequentie-optelling.

In sommige geprefereerde uitvoeringsvormen wordt er amplitudecompensatie uitgevoerd buiten de werkingsband van de sub-band filtering, waarbij zulke compensatie bij voorkeur een amplitude van -9 dB tot -3 dB heeft, meer bij voorkeur
10 ongeveer -6 dB. In sommige geprefereerde uitvoeringsvormen zijn compensatiefilters low- en high-shelffilters. In het geval van de hoogtelaag kunnen low-shelffilters hoogdoorlaatfilters worden.

Aangezien er een overlap van de filters kan zijn, kan er een algemene amplitudereductie
15 zijn in het verwerkingsfrequentiebereik. Compensatiefilters worden daarom bij voorkeur geïntroduceerd boven en onder het verwerkingsbereik. Deze filters zijn bij voorkeur low- en high-shelffilters, bij voorkeur ook van het lineaire fase type. Indien -9 dB magnitude met een $1/3^{\text{de}}$ breedte en $1/3^{\text{de}}$ afstand wordt gebruikt, heeft een compensatiefilter van -6 dB de voorkeur.

20

De frequentie van het compensatiefilter is de grensfrequentie van het verwerkingsbereik. Zoals gezien in bovenstaande lijst, zijn voorbeeld grensfrequenties 502 Hz en 8999,4 Hz. Aangezien de compensatiefilters zijn ingesteld op deze frequentie, zullen deze de magnitude bij die frequentie met 3 dB verminderen. De magnitude van
25 de grensfrequentie filters die in de verwerking worden gebruikt is daarom bij voorkeur ingesteld op -6 dB zodat het resultaat van de som van beide -9 dB zal zijn.

In sommige uitvoeringsvormen wordt een (kleine) vertraging geïntroduceerd in het centrumsignaal. Wanneer luidsprekeropstelling correct volgens de ITU-R BS.775-
30 standaard is uitgevoerd, is er geen noodzaak voor een vertraging van het centrumsignaal. Echter, in de meeste praktische opstellingen, zijn de linksvoor-,

rechtsvoor-, en centrumluidspreker fysiek op dezelfde lijn geplaatst. In dat geval zou een kleine vertraging (bijvoorbeeld in het bereik van 1 ms – 5 ms) kunnen voorkomen dat de focus naar het centrumkanaal gaat in plaats van naar alle luidsprekers gelijk.

- 5 In sommige uitvoeringsvormen, kan een Laag Frequentie Effect (LFE)-kanaal ook de mono-som uit de MS-matrix ontvangen. Dezelfde principes van het centrumkanaal kunnen worden toegepast op de LFE. Naast niveau en vertraging kan ook een laag-doorlaatfilter worden geïntroduceerd. Dit voorkomt dat de LFE-frequenties genereert die te hoog voor toepassing zijn. De frequentie van dit filter hangt af van de
- 10 frequentierespons van de luidsprekers, bijvoorbeeld gebruikt in een 5.1.4-opstelling. De frequentie kan variëren van 60 Hz tot 200 Hz. Het niveau gebruikt voor het LFE-sigitaal is bij voorkeur -9 dB, maar dit kan ook variëren afhankelijk van de surroundopstelling.

In sommige geprefereerde uitvoeringsvormen maakt de voorliggende uitvinding gebruik van dynamische EQ filters. Deze filters hebben een vaste frequentie en bandbreedte,

15 gelijkend op de frequenties en bandbreedte beschreven in de vorige sectie. Een dynamisch filter heeft de mogelijkheid om te interacteren met het signaal dat daarnaar wordt aangevoerd in het magnitudedomein. De filters zijn bij voorkeur ingesteld om de magnitude te verminderen naarmate het invoersignaal stijgt. In een geprefereerde

20 uitvoeringsvorm worden 2 lagen van filterreeksen gebruikt. De eerste laag bevat bij voorkeur de statische filters met de frequenties en bandbreedte zoals hierin beschreven, bijvoorbeeld met een magnitude ingesteld op -6 dB in plaats van op -9 dB. De tweede laag bevat bij voorkeur een reeks van dynamische filters, bijvoorbeeld met een maximum magnitudebereik van -6 dB.

- 25 Het voordeel van deze techniek is dat de werkwijze specifieke geluiden die uit het lied naar voren komen (“pop out”) zal isoleren en in de ruimte zal plaatsen. Wanneer het geluid verdwijnt en het niveau onder de drempel van de dynamische filters valt, dan zal de werkwijze teruggaan naar de statische positie daarvan. Dit resulteert in een organische upmix die interacteert met de muziek en een meer creatieve upmix
- 30 technologie genereert.

Een variant op deze techniek zou kunnen worden bereikt middels het gebruik van multiband-compressie. De multiband-compressor dient te worden geïntroduceerd op de tweede laag van de dynamische upmix en moet de dynamische filters vervangen. Door een multiband-compressor te gebruiken, kan men een specifiek frequentiegebied 5 comprimeren (attenueren) of uitbreiden (vergroten). Voornamelijk multiband-compressors hebben een breder frequentiegebied om in te werken dan dynamische filters. De dynamische upmix van de voorliggende uitvinding kan gebruikmaken van een multiband-compressor om, bijvoorbeeld, een frequentiegebied op de achterluidsprekers te attenueren en hetzelfde gebied in de voorluidspreker te 10 vergroten. Dit resulteert in een dynamische interactie tussen de verwerking en de muziek. Wanneer een geluid uit de muziek naar voren komt ("pops out"), zal het naar de voorzijde worden geprojecteerd; wanneer dat geluid stopt, gaat de upmix terug naar de statische positie daarvan.

15 De voorliggende werkwijze kan ook in een live setting worden gebruikt. De werkwijze heeft zelfs de mogelijkheid om live met de muziek te interacteren om bij te dragen op een creatief niveau, waarbij de basisprincipes (bijvoorbeeld lineaire fase, filtering van 500 Hz tot 9 kHz) hetzelfde blijven. In sommige uitvoeringsvormen wordt een frequentiebereik geïsoleerd van het algoritme, en omvat de werkwijze een mono-som 20 van het geïsoleerde bereik zonder toegepaste verwerking. Dit resulteert erin dat een specifiek frequentiebereik van een lied (bijv. 800 Hz-3 kHz) wordt geïsoleerd van de statische upmix en in het geluidsveld kan worden rondbewogen, dat vanaf nu kan worden beschreven als een "object". Het rondbewegen kan worden uitgevoerd door een Vector/Intensity/Layer Based Amplitude Panning-type. Het heeft echter de 25 voorkeur om niet een pan-vertraging gebaseerd systeem te gebruiken, aangezien dat een tijdsverschil tussen het object en de upmix zou creëren. De voorliggende werkwijze kan de creatie van het object in- of uitschakelen. De voorliggende werkwijze kan de breedte van het frequentiebereik van het object aanpassen. De voorliggende werkwijze kan het object door het geluidsveld bewegen. Het gebruik van de voorliggende 30 werkwijze overtreft de eerdere bekende stereobeleving en voegt een verdere creatieve laag toe aan het upmix-algoritme.

In sommige uitvoeringsvormen wordt de voorliggende werkwijze gebruikt op een digitale geluidsprocessoreenheid (DSP), of alternatief op een field-programmable gate array (FPGA).

5

In sommige uitvoeringsvormen maakt de voorliggende werkwijze gebruik van vertragingcompensatie op de audiokanalen die niet zijn onderworpen aan Midden/Zij codering. In de voorliggende uitvinding worden Niet-Mid-Side gecodeerde audiokanalen onderworpen aan aanpassingssignaalpaden, wat resulteert in vertraging die zich 10 voordoet als een gevolg van het verwerkings/aanpassingssignaalpad. De voorliggende werkwijze introduceert vertragingcompensatie op de niet-Midden/Zij gecodeerde signaalpaden teneinde tijdssynchronisatie met de Midden/Zij gecodeerde signaalpaden tot stand te brengen. De compensatievertraging wordt gekozen binnen het bereik van 0,1 ms tot 2,0 ms.

15

VOORBEELDEN

Met de huidige werkwijze en uitvoeringsvormen daarvan is het ook mogelijk om een 15 hoogtelaag uit een 2D-surroundformaat te creëren. Het is bijvoorbeeld mogelijk om een 5.1.4 mix te creëren uit een 5.1 mix.

20

De hoogtelaag wordt tot stand gebracht middels gebruik van een MS-matrix. De 20 hoogvoorluidsprekers ontvangen bijvoorbeeld een signaal dat is gegenereerd door de MS-matrix dat op het linksvoor- en rechtsvoorsignaal van de 5.1 mix is geplaatst. Het verschilsignaal wordt voor de hoogtes gebruikt. A- en B-filterverwerking wordt 25 toegepast op het verschilsignaal om HoogVoor-A en HoogVoor-B te creëren. Het HoogVoor-A signaal wordt toegevoerd naar de hoogvoorlinksluidspreker en het HoogVoor-B signaal wordt toegevoerd naar de hoogvoorrechtsluidspreker.

30

Voor het centrumkanaal wordt het niveau bij voorkeur geattenuëerd zodat het niet te 30 aanwezig wordt in de 5.1.4 opstelling, maar net genoeg om de tussenruimte tussen de links- en rechtsvoorluidsprekers te dichten. In een voorbeeldopstelling wordt het signaal

met 10 dB geattenuëerd. Dit niveau kan variëren afhankelijk van de gebruikte muziek/content.

Het faseomkeringprobleem is niet noodzakelijkerwijs aanwezig wanneer een 2D-surroundformaat wordt geüpmixt naar 3D. Aangezien de hoogchters niet een kleine
5 hoeveelheid identieke informatie genereren zoals de onderste niveau voorluidsprekers, hoeft er geen noodzaak te zijn om de fase van de hoogtelaag om te keren. Aangezien de linkshoogvoor en rechtshoogvoor echter wel een identiek signaal genereren, heeft het de voorkeur om de hiervoor beschreven verwerking toe te passen op het
10 hoogvoersignaal. Dit resulteert in 2 afzonderlijke kanalen voor de hoogvoorluidsprekers.

In cinematisch geluidsontwerp gebruiken de ontwerpers vaak de links- en rechtsvoorluidsprekers om de breedte van bijvoorbeeld een stem of een belangrijk geluid te vergroten. Dat geluid zal dan in gelijke mate aanwezig zijn in zowel het links-
15 als rechtvoersignaal. Aangezien de voorliggende werkwijze gebruikmaakt van MS-technologie voor de hoogtelaag, zal dit belangrijke geluid onaangeraakt blijven en niet worden geüpmixt naar 3D. Aan de andere kant, wanneer cinematisch geluidsontwerpers een gevoel van ruimte willen creëren, dan zullen zij gebruikmaken van kunstmatige reverb om het gevoel van ruimte te creëren. Reverb is voornamelijk aanwezig in het
20 verschilsignaal wanneer verwerkt door een MS-matrix. De reverb zal daarom worden geüpmixt naar 3D, wat zal resulteren in een nog beter gevoel van ruimte zoals bedoeld. Met deze basisprincipes in gedachte is een verscheidenheid van 2D- naar 3D-upmixes mogelijk. Een 7.1.2 kan bijvoorbeeld uit een 7.1 worden gecreëerd door de voorste links/rechts luidsprekers te upmixen.

CONCLUSIES

1. Een computer-geïmplementeerde werkwijze voor het verwerken van een audiosignaal voor het upmixen van een invoer-audio-stereosignaal (S) naar een veelheid van ruimtelijk gedistribueerde pseudo-surroundkanalen om een hoogtelaag te definiëren, waarbij de werkwijze de stappen omvat van:
- het ontvangen van ten minste één invoer-audio-stereosignaal (S);
 - het uitvoeren van een voorverwerkingsfase op het invoer-audio-stereosignaal (S), waarbij de voorverwerkingsfase de stappen omvat van:
 - het uitvoeren van Mid-Side decoding om ten minste één Som (SUM)-signaal en ten minste één Verschil (DIFF)-signaal te genereren;
 - het uitvoeren van polariteitsomkering op het ten minste ene Verschil (DIFF)-signaal;
 - het uitvoeren van filtering door middel van ten minste 2, bij voorkeur ten minste 4 filterbanken (PF) op het ten minste ene Verschil (DIFF)-signaal;
 - het reconstrueren van ten minste 2, bij voorkeur ten minste 4 signalen uit de filterbanken (PF), daarmee geüpmitte uitvoersignalen (O) verkrijgend;
 - het uitvoeren van hoogdoorlaatfiltering op ten minste één geüpmitte uitvoersignaal (O); bij voorkeur op alle geüpmitte uitvoersignalen (O);
 - het uitvoeren van niveau-aanpassing op ten minste één geüpmitte uitvoersignaal (O); bij voorkeur op alle geüpmitte uitvoersignalen (O); en,
 - het routeren van de geüpmitte gereconstrueerde audiosignalen (O) naar audioluidsprekerkanalen (C) om toe te voeren aan Top-Kanalen, bijvoorbeeld ten minste één TopLinksVoor-kanaal

(TFL), TopRechtsVoor-kanaal (TFR), TopLinksAchter-kanaal (TRL) en TopRechtsAchter-kanaal (TRR), daarmee een matrix definiërend van ruimtelijk gedistribueerde kanalen die de hoogtelaag vormen.

5

2. Werkwijze volgens conclusie 1, waarbij de filterbanken (PF) zijn geconfigureerd om lineaire faserespons in het frequentiedomein te hebben.

10

3. Werkwijze volgens één van conclusies 1 of 2, waarbij de filterbanken (PF) zijn geconfigureerd om rond filter-sub-banden (PSB) te werken, waarbij elk van deze sub-banden (PSB) een centrale frequentie F_{SB-C} heeft, en geconfigureerd is om te werken rond een bereik van lagefrequentie-geluidsgolven boven een onderste kantelfrequentie F_{SB-L} en een bereik van hogefrequentie-geluidsgolven onder een bovenste kantelfrequentie F_{SB-U} .

15

4. Werkwijze volgens conclusie 3, waarbij elk van de filter-sub-banden (PSB) is geconfigureerd om een amplitude te hebben rond de sub-band-centrumfrequentie F_{SB-C} gekozen in het bereik dat spant van -3 dB tot -15 dB, bij voorkeur van -6 dB tot -12 dB, en meer bij voorkeur -9 dB.

20

5. Werkwijze volgens één van conclusies 1-4, waarbij elk van de filterbanken (PF) geconfigureerd is om een breedte te hebben tussen $1/9^{\text{de}}$ van een octaaf en een octaaf.

25

6. Werkwijze volgens één van conclusies 1-5, waarbij het werkingsfrequentiebereik van de filter-sub-banden (PSB) is geconfigureerd om te werken binnen een frequentiebereik dat spant van F_L en F_U , waarbij F_L tot F_U van 350 Hz tot 20 kHz, bij voorkeur van 400 Hz tot 10 kHz, en meer bij voorkeur van 500 Hz tot 9 kHz is.

30

7. Werkwijze volgens één van conclusies 1-6, waarbij amplitudecompensatie wordt uitgevoerd buiten de frequentieondersteuning van de filterbanken (PF), en waarbij de amplitudecompensatie wordt uitgevoerd met betrekking tot het amplitudeniveau op F_L en F_U , en waarbij de amplitudecompensatie een resulterend amplitudeniveau als gevolg heeft rond F_L en F_U , die zijn gekozen binnen het bereik dat spant van -3 dB tot -12 dB, bij voorkeur van -6 dB tot -9 dB, en meer bij voorkeur -6 dB.
5
8. Werkwijze volgens één van conclusies 1-7, waarbij hoogdoorlaatfiltering (HPF) wordt uitgevoerd op elk van de hoogtekkanalen gebruikmakend van hoogdoorlaatfilters (HPF), en waarbij zulke hoogdoorlaatfilters (HPF) zijn geconfigureerd om te werken bij een centrale frequentie $F_{HFC} = 500$ Hz.
10
9. Werkwijze volgens conclusie 8, waarbij de hoogdoorlaatfilters high-shelffilters zijn en een lineaire faserespons in het frequentiedomein hebben.
15
10. Werkwijze volgens één van conclusies 1-9, waarbij niveau-aanpassing wordt uitgevoerd op elk van de geüpmitte uitvoer-audiosignalen.
11. Werkwijze volgens één van conclusies 1-10, waarbij de verwerkingstijd in de orde van milliseconden is, bij voorkeur korter dan 5 ms, meer bij voorkeur korter dan 3 ms, en meer bij voorkeur korter dan 1 ms.
20
12. Werkwijze volgens één van conclusies 1-11, waarbij tijdssynchronisatie wordt uitgevoerd in de Mid-Side decodeerstap, en latentiecompensatie wordt uitgevoerd op de invoerkanalen die niet zijn onderworpen aan Mid-Side decodeerstappen.
25
13. Werkwijze volgens één van conclusies 1-12, waarbij de werkwijze verder de stappen omvat van:
30

- het uitvoeren van vertragings-aanpassing (D – ADJ) op ten minste één (SUM)-signaal;
 - het routeren van de geüpmixte gereconstrueerde audiosignalen (O) naar audioluidsprekerkanalen (C) om ten minste één Centrumkanaal (CE) en een Laag Frequentie Effect (LFE)-kanaal toe te voeren, daarmee een matrix definiërend van ruimtelijk gedistribueerde kanalen die de centrumlaag vormen; en,
 - het uitvoeren van laagdoorlaatfiltering (LPF) op het LFE-kanaal.
- 5
- 10 14. Werkwijze volgens één van conclusies 1-13, waarbij de werkwijze verder is geconfigureerd om compensatiefiltering uit te voeren op de verkregen geüpmixte uitvoersignalen (O).
- 15 15. Werkwijze volgens conclusie 14, waarbij de compensatiefilters low- en/of high-shelffilters zijn en lineaire faserespons in het frequentiedomein hebben.

FIGUREN

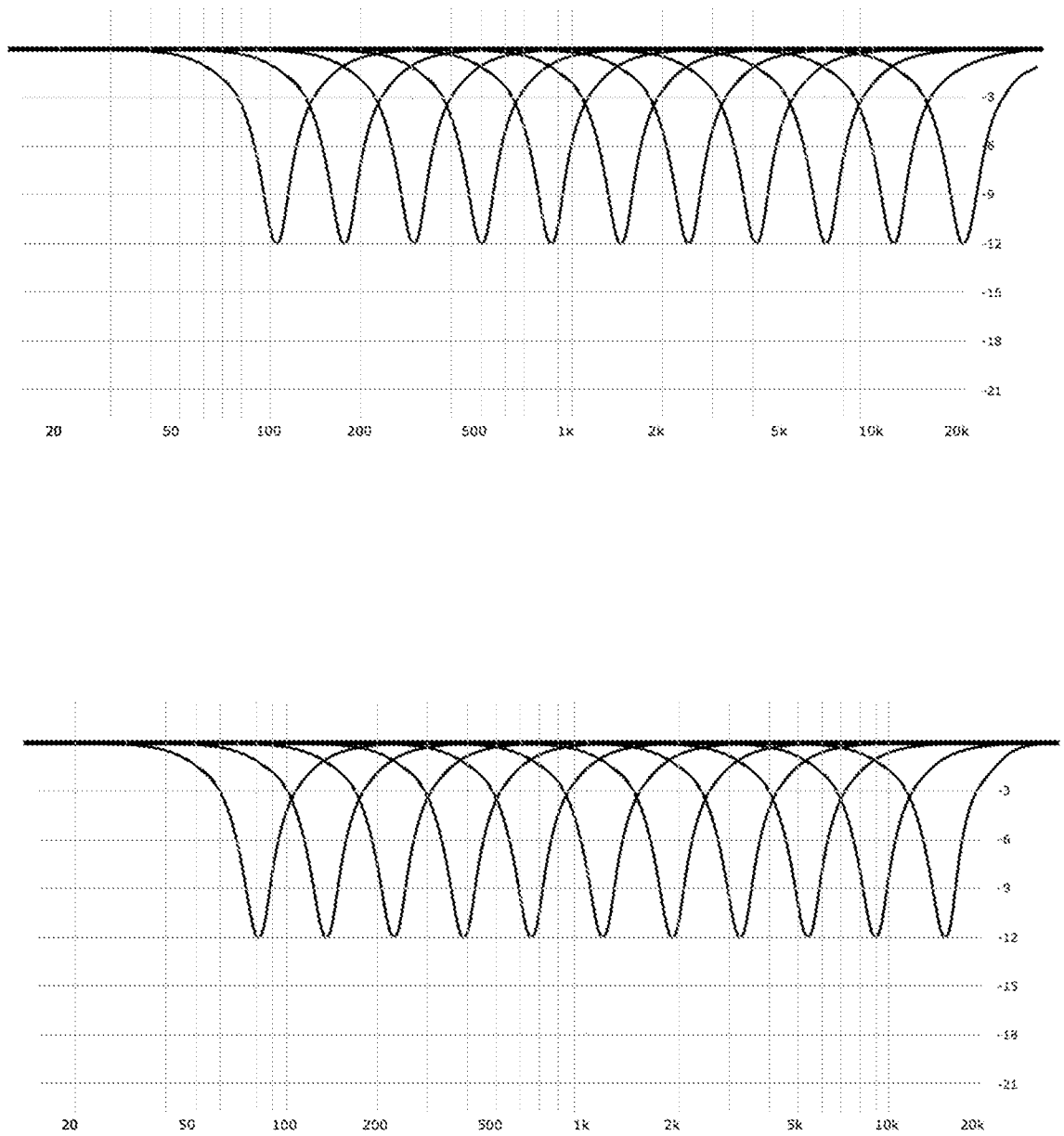


FIG. 1

SAMENWERKINGSVERDRAG INZAKE OCTROOIEN
VERSLAG BETREFFENDE HET ONDERZOEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE
OPGESTELD KRACHTENS ARTIKEL XI.23., §10 VAN HET BELGISCH WETBOEK
VAN ECONOMISCH RECHT

IDENTIFICATIE VAN DE NATIONALE AANVRAGE	KENMERK VAN DE AANVRAGER OF GEMACHTIGDE WAOW-002-BEPRIO
Belgische nationale aanvraag nr. 202105604	Datum van indiening 30-07-2021
	Ingeroepen voorrangdatum
Aanvrager (Naam) AREAL	
Datum van het verzoek voor een onderzoek van internationaal type 02-10-2021	Door de Instantie voor Internationaal Onderzoek aan het verzoek voor een onderzoek van internationaal type toegekend nr. SN79654
I. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP (bij toepassing van verschillende classificaties, alle classificatiesymbolen opgeven)	
Volgens de internationale octrooi classificatie (CIB), of tezelfdertijd volgens de nationale classificatie en de CIB Zie onderzoeksrapport	
II. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK	
Onderzochte minimum documentatie	
Classificatiesysteem	Classificatiesymbolen
IPC	Zie onderzoeksrapport
Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen	
III. <input type="checkbox"/> MEN IS VAN OORDEEL DAT BEPAALDE CONCLUSIES NIET HET ONDERWERP KONDEN UITMAKEN VAN EEN ONDERZOEK (opmerkingen op aanvullingsblad)	
IV. <input type="checkbox"/> GEBREK AAN EENHEID VAN UITVINDING EN/OF VASTSTELLING BETREFFENDE DE OMVANG VAN HET ONDERZOEK (opmerkingen op aanvullingsblad)	

**ONDERZOEKSRAPPORT BETREFFENDE HET
RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND
VAN DE TECHNIEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE**

Nummer van het verzoek om een onderzoek naar
de stand van de techniek
BE 202105604

<p>A. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP INV. H04S5/00 ADD.</p>		
<p>Volgens de Internationale Classificatie van octrooien (IPC) of zowel volgens de nationale classificatie als volgens de IPC.</p>		
<p>B. ONDERZOCHETE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK</p> <p>Onderzochte minimum documentatie (classificatie gevolgd door classificatiesymbolen) H04S</p>		
<p>Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor dergelijke documenten, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen</p>		
<p>Tijdens het onderzoek geraadpleegde elektronische gegevensbestanden (naam van de gegevensbestanden en, waar uitvoerbaar, gebruikte trefwoorden) EPO-Internal</p>		
<p>C. VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN</p>		
<p>Categorie °</p>	<p>Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages</p>	<p>Van belang voor conclusie nr.</p>
A	<p>US 2020/213800 A1 (JOT JEAN-MARC [US] ET AL) 2 juli 2020 (2020-07-02) * alinea [0003] - alinea [0107]; figuren 9, 17 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15
A	<p>US 2010/296672 A1 (VICKERS EARL C [US]) 25 november 2010 (2010-11-25) * alinea [0013] - alinea [0146]; figuren 12, 16 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15
A	<p>US 9 820 073 B1 (FOTI FRANK [US]) 14 november 2017 (2017-11-14) * kolom 2, regel 66 - kolom 8, regel 18; figuren 2, 4 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15
	-/--	
<p><input checked="" type="checkbox"/> Verdere documenten worden vermeld in het vervolg van vak C. <input checked="" type="checkbox"/> Leden van dezelfde octroofamilie zijn vermeld in een bijlage</p>		
<p>° Speciale categorieën van aangehaalde documenten</p> <p>"A" niet tot de categorie X of Y behorende literatuur die de stand van de techniek beschrijft</p> <p>"D" in de octrooiaanvraag vermeld</p> <p>"E" eerdere octrooi(aanvraag), gepubliceerd op of na de indieningsdatum, waarin dezelfde uitvinding wordt beschreven</p> <p>"L" om andere redenen vermelde literatuur</p> <p>"O" niet-schriftelijke stand van de techniek</p> <p>"P" tussen de voorrangsdatum en de indieningsdatum gepubliceerde literatuur</p> <p>"T" na de indieningsdatum of de voorrangsdatum gepubliceerde literatuur die niet bezwarend is voor de octrooiaanvraag, maar wordt vermeld ter verheldering van de theorie of het principe dat ten grondslag ligt aan de uitvinding</p> <p>"X" de conclusie wordt als niet nieuw of niet inventief beschouwd ten opzichte van deze literatuur</p> <p>"Y" de conclusie wordt als niet inventief beschouwd ten opzichte van de combinatie van deze literatuur met andere geciteerde literatuur van dezelfde categorie, waarbij de combinatie voor de vakman voor de hand liggend wordt geacht</p> <p>"&" lid van dezelfde octroofamilie of overeenkomstige octrooipublicatie</p>		
<p>Datum waarop het onderzoek naar de stand van de techniek van internationaal type werd voltooid</p> <p style="text-align: center;">30 maart 2022</p>		<p>Verzenddatum van het rapport van het onderzoek naar de stand van de techniek van internationaal type</p>
<p>Naam en adres van de instantie</p> <p>European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016</p>		<p>De bevoegde ambtenaar</p> <p style="text-align: center;">Duffner, Orla</p>

**ONDERZOEKSRAPPORT BETREFFENDE HET
RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND
VAN DE TECHNIEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE**

Nummer van het verzoek om een onderzoek naar
de stand van de techniek

BE 202105604

C.(Vervolg). VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN		
Categorie °	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
A	CHOI SUNWOONG ET AL: "Blind Upmixing for Height and Wide Channels Based on an Image Source Method", AES CONVENTION 133; 20121001, AES, 60 EAST 42ND STREET, ROOM 2520 NEW YORK 10165-2520, USA, 25 oktober 2012 (2012-10-25), XP040574803, * het gehele document * -----	1-15

**ONDERZOEKSRAPPORT BETREFFENDE HET
 RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND
 VAN DE TECHNIEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE**

Informatie over leden van dezelfde octrooifamilie

Nummer van het verzoek om een onderzoek naar
 de stand van de techniek

BE 202105604

In het rapport genoemd octrooigeschrift	Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)	Datum van publicatie
US 2020213800	A1	02-07-2020	EP 3453190 A1
			13-03-2019
			JP 2019518373 A
			27-06-2019
			KR 20190005206 A
			15-01-2019
			US 2017325043 A1
			09-11-2017
			US 2020213800 A1
			02-07-2020
			WO 2017192972 A1
			09-11-2017

US 2010296672	A1	25-11-2010	GEEN

US 9820073	B1	14-11-2017	GEEN



SCHRIFTELIJKE OPINIE

Dossier Nummer SN79654	Indieningsdatum (<i>dag/maand/jaar</i>) 30.07.2021	Voorrangsdatum (<i>dag/maand/jaar</i>)	Aanvraagnummer BE202105604
Classificatie (IPC) INV. H04S5/00			
Aanvrager AREAL			

Deze schriftelijke opinie bevat een toelichting en de corresponderende pagina's met betrekking tot de volgende onderdelen:

- Onderdeel I Basis van schriftelijke opinie
- Onderdeel II Voorrang
- Onderdeel III Formulering van een opinie inzake nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid niet mogelijk
- Onderdeel IV De aanvraag heeft betrekking op meer dan één uitvinding
- Onderdeel V Gemotiveerde verklaring ten aanzien van nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid; citaten en explicaties ter ondersteuning van deze verklaring
- Onderdeel VI Bepaalde geciteerde documenten
- Onderdeel VII Gebreken in de aanvraag
- Onderdeel VIII Opmerkingen betreffende de aanvraag

Form BE237A (Dekblad) (Januari 2007)	De Examinator Duffner, Orla
--------------------------------------	--------------------------------

Onderdeel I Basis van de opinie

1. Deze opinie is opgesteld op basis van de conclusies ingediend voor aanvang van het onderzoek.
2. Met betrekking tot **nucleotide en/of aminozuur sequenties** die, in voorkomend geval, genoemd worden in de aanvraag, is deze opinie opgesteld op basis van de volgende elementen:
 - a. Aard van het element:
 - een lijst van de sequentie(s)
 - tabel(len) met betrekking tot de lijst van de sequentie(s)
 - b. Type drager:
 - op papier
 - in elektronische vorm
 - c. Moment van indiening of levering:
 - opgenomen in de aanvraag zoals ingediend
 - samen met de aanvraag elektronisch ingediend
 - later geleverd
3. Bovendien, wanneer er mer dan één versie of kopie van een sequentielijst of van één of meerdere tabellen die er betrekking op hebben, werd ingediend, zijn de benodigde verklaringen ingediend, dat de informatie, die later of bij wijze van aanvullende kopieën werd geleverd naar gelang het geval, identiek is aan diegene die oorspronkelijk werd geleverd en niet verder gaat dan de openbaarmaking in de internationale aanvraag zoals oorspronkelijk ingediend.
4. Aanvullende opmerkingen:

Re Item V

Reasoned statement with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1 Reference is made to the following documents:

- D1 US 2020/213800 A1 (JOT JEAN-MARC [US] ET AL) 2 juli 2020 (2020-07-02)
- D2 US 2010/296672 A1 (VICKERS EARL C [US]) 25 november 2010 (2010-11-25)
- D3 US 9 820 073 B1 (FOTI FRANK [US]) 14 november 2017 (2017-11-14)
- D4 CHOI SUNWOONG ET AL: "Blind Upmixing for Height and Wide Channels Based on an Image Source Method", AES CONVENTION 133; 20121001, AES, 60 EAST 42ND STREET, ROOM 2520 NEW YORK 10165-2520, USA, 25 oktober 2012 (2012-10-25), XP040574803,

2 **Positive opinion, novelty and inventive step of independent claim 1**

The present application meets the criteria of patentability, because the subject-matter of claim 1 is new and involves an inventive step.

- 2.1 D1 is regarded as being the prior art closest to the subject-matter of claim 1, and discloses height upmixing techniques (paragraph 9) to generate an enhanced immersion effect, by vertically expanding a perceived localization of components in input signals. Furthermore, D1 describes an upmixing process for a single channel input signal (paragraph 86, Fig. 11), as well as describing a 4-channel input signal (paragraph 71, Fig. 7).
- 2.2 The subject-matter of claim 1 therefore differs from this known upmixing method in that claim 1 describes upmixing an input *stereo* signal, performing a Mid-Side decoding, polarity reversal, defining a matrix of spatially distributed channels to form the height layer and is therefore new.

The technical effect of the method described in claim 1 is that directional sound artefacts in the soundscape are reduced, as well as the perceived sound being more uniformly distributed in space.

2.3 The problem to be solved by the present invention may be regarded as optimising the user experience.

2.4 The solution to this problem proposed in claim 1 of the present application is considered as involving an inventive step for the following reasons:

2.4.1 D1 teaches *against* using a pseudo-stereo technique along the lines of the application in paragraph 3, as D1 claims it is insufficient for producing a desired vertical immersion effect.

D2 describes upmixing a two-channel stereo signal to a three-channel (paragraph 13) or five-channel (paragraph 15) surround output signal. Similarly, D3 describes upmixing from two channel stereo to surround 5.1 (Fig. 2 upmixer 100) However, D2 and D3 do not mention defining a height layer and do not refer to height in any way.

D4 describes upmixing a stereo to a multichannel output signal, where the height is synthesized in a vertical direction. However, D4 does not describe the steps listed in the independent claims, specifically Mid-Side decoding, polarity reversal, filtering banks or defining a matrix of spatially distributed channels forming the height layer. It is not obvious to adapt the method of D4 to form the steps of claim 1, as D4 describes a different approach.

Therefore, regardless of whether the skilled person starts with any of D1-D4, and even if there was an incentive for the skilled person to combine D1 with D2 /D3 or D4, the resulting combination would still not result in the features of claim 1.

- 2.5 Claims 2-15 are dependent on claim 1 and as such also meet the requirements of novelty and inventive step.

Re Item VIII

Certain observations on the application

- 3 A document reflecting the prior art described on page 1 is not identified in the description.

Betreffende Item V

Beargumenteerde verklaring met betrekking tot nieuwheid, inventiviteit of industriële toepasbaarheid; citaties en toelichting ter ondersteuning van deze verklaring

- 1 Er wordt verwezen naar de volgende documenten:
- D1 US 2020/213800 A1 (JOT JEAN-MARC [US] ET AL) 2 juli 2020 (02-07-2020)
 - D2 US 2010/296672 A1 (VICKERS EARL C [US]) 25 november 2010 (25-11-2010)
 - D3 US 9 820 073 B1 (FOTI FRANK [US]) 14 november 2017 (14-11-2017)
 - D4 CHOI SUNWOONG ET AL: "Blind Upmixing for Height and Wide Channels Based on an Image Source Method", AES CONVENTION 133; 20121001, AES, 60 EAST 42ND STREET, ROOM 2520 NEW YORK 10165-2520, USA, 25 oktober 2012 (25-10-2012), XP040574803,

2 Positieve opinie, nieuwheid en inventiviteit van onafhankelijke conclusie 1

De onderhavige aanvraag voldoet aan de criteria van octrooieerbaarheid, omdat de materie volgens conclusie 1 nieuw is en inventiviteit omvat.

- 2.1 In D1, dat wordt geacht de meest nabijgelegen stand van de techniek bij de materie volgens conclusie 1 te zijn, wordt geopenbaard: hoogte-upmixing-technieken (alinea 9) voor het genereren van een verhoogd immersiegevolg, door het verticaal uitbreiden van een waargenomen lokalisatie van componenten in invoersignalen. Verder wordt in D1 een upmixing-proces voor één kanaalvoersignaal beschreven (alinea 86, figuur 11) en wordt een 4-kanaalsinvoersignaal beschreven (alinea 71, figuur 7).
- 2.2 De materie volgens conclusie 1 verschilt derhalve van deze bekende upmixing-werkwijze doordat in conclusie 1 wordt beschreven: het upmixen van een

invoerstereosignaal, het verrichten van een Mid-Side decodering, polariteitsomkering, het definiëren van een matrix van ruimtelijk verdeelde kanalen om de hoogtelaag te vormen; de materie is derhalve nieuw.

Het technisch gevolg van de werkwijze zoals beschreven in conclusie 1 is dat directionele geluidsartefacten in het geluidslandschap worden gereduceerd en dat het waargenomen geluid meer uniform wordt verdeeld in de ruimte.

- 2.3 Het door de onderhavige uitvinding op te lossen probleem kan derhalve worden geacht te zijn hoe de gebruikerservaring te verbeteren.
- 2.4 De oplossing voor dit probleem zoals voorgesteld in conclusie 1 van de onderhavige aanvraag wordt geacht inventiviteit te omvatten vanwege de volgende redenen:
 - 2.4.1 Volgens D1 moet *geen* pseudo-stereotechniek volgens de regels van de aanvraag in alinea 3 worden gebruikt, aangezien volgens de conclusies in D1, het onvoldoende is voor het produceren van een gewenst verticaal immersiegevolg.

In D2 wordt het upmixen van een tweekanaalsstereosignaal naar een driekanaals- (alinea 13) of vijfkanalaals- (alinea 15) surround-uitvoersignaal beschreven. Evenzeer wordt in D3 het upmixen van tweekanaalsstereo naar surround 5.1 beschreven (figuur 2 upmixer 100). In D2 en D3 wordt niet genoemd dat een hoogtelaag wordt gedefinieerd en wordt in het geheel niets vermeld over hoogte.

In D4 wordt het upmixen van een stereo- naar een meerkanaalsuitvoersignaal beschreven, waarbij de hoogte in verticale richting wordt gesynthetiseerd. In D4 worden niet de stappen beschreven die worden genoemd in de onafhankelijke conclusies, specifiek Mid-Side decodering, polariteitsomkering, filterbanken of het definiëren van een matrix van ruimtelijk verdeelde kanalen om de hoogtelaag te vormen. Het is niet voor de hand liggend om de werkwijze volgens D4 aan te passen voor het vormen van de stappen volgens conclusie 1, aangezien in D4 een andere benadering wordt beschreven.

Derhalve, ongeacht of een deskundige in het vakgebied uitgaat van een van D1-D4, en zelfs wanneer een deskundige in het vakgebied ertoe wordt aangezet om D1 te combineren met D2 /D3 of D4, dan zou de resulterende combinatie nog niet tot de maatregelen volgens conclusie 1 leiden.

- 2.5 De conclusies 2-15 zijn afhankelijk van conclusie 1 en voldoen als zodanig eveneens aan de eisen van nieuwheid en inventiviteit.

Betreffende Item VIII

Bepaalde opmerkingen aangaande de aanvraag

- 3 In de beschrijving wordt geen document van de stand van de techniek zoals beschreven op bladzijde 1 genoemd.