

## REFERINȚĂ ÎNCRUCIȘATĂ LA APLICAȚII ÎNRUDITE

Această aplicație revendică prioritate la Cererea de Brevet de Invenție Europeană cu Nr. 15306590.9 depusă la data de 8 Octombrie, 2015 și Cererea de Brevet de Invenție din Statele Unite cu Nr. 62/361809.

### DOMENIUL TEHNIC

Documentul prezent se referă la metode și aparate pentru codificarea audio pe straturi. În particular, documentul prezent se referă la metode și aparate pentru codificare audio pe straturi de reprezentări de sunet comprimat (sau câmp acustic), de exemplu reprezentări de sunet Ambi-sonice de Ordin Înalt (Higher-Order Ambisonics - HOA) (sau câmp acustic).

### FONDUL INVENȚIEI

Pentru transmisia în flux a unei reprezentări de sunet (sau câmp acustic) peste un canal de transmisie cu condiții variabile în timp, codificarea pe straturi este un mijloc de a adapta calitatea reprezentării de sunet recepționat la condițiile de transmisie, și în particular pentru a evita retrageri de semnal nedorite.

Pentru codificarea pe straturi, reprezentarea de sunet (sau de câmp acustic) este obținută în mod sub-divizat într-un strat de bază de prioritate înaltă pentru al unei dimensiuni relativ mică și straturi de îmbunătățire suplimentare cu priorități în scădere și dimensiuni arbitrare. Fiecare strat de îmbunătățire este în mod tipic presupus să conțină informații incrementale pentru a le complementa pe cele ale tuturor straturilor inferioare cu scopul de a îmbunătăți calitatea reprezentării de sunet (sau de câmp acustic). Cantitatea de protecție de eroare pentru transmisia straturilor individuale este controlată pe baza priorității acestora. În particular, stratul de bază este prevăzut cu o protecție de eroare înaltă, care este rezonabilă și accesibilă datorită dimensiunii sale mici.

Cu toate acestea, există o nevoie pentru scheme de codificare pe straturi pentru (versiuni extinse de) tipuri speciale ale reprezentărilor de sunet sau de câmpuri acustice, cu ar fi, de exemplu, sunet HOA comprimat sau reprezentări de câmp acustic.

Documentul prezent adresează problemele de mai sus. În particular, sunt descrise metodele și codificatoarele/decodificatoarele pentru codificare pe straturi a sunetului comprimat sau reprezentări de câmp acustic.

Documentul EP2922057 A1 descrie o metodă pentru comprimarea unui semnal HOA care este o reprezentare HOA de intrare cu cadre de timp de intrare  $C(k)$  ale secvențelor de coeficienți HOA care cuprinde codificarea HOA spațială a cadrelor de timp de intrare și codificarea perceptuală ulterioară și codificarea de sursă.

Documentul US 2015/248889 A1 descrie un format de codificare audio pe straturi cu un strat monofonic și cel puțin un strat de câmp acustic. O multitudine de semnale audio sunt descompuse, în conformitate cu parametrii de descompunere care controlează proprietățile cantitative ale unei transformări de compactizare de energie ortogonale, în semnale audio rotite. Mai departe, este dedus un profil de amplificare variabil în timp care

specifică în mod constructiv modul în care semnalele audio rotite pot fi procesate pentru a atenua conținutul audio nedorit. Stratul monofonic poate cuprinde unul dintre semnalele rotite și profilul de amplificare. Stratul de câmp acustic poate cuprinde semnalele rotite și parametrii de descompunere. Într-un exemplu, profilul de amplificare cuprinde un profil de amplificare de curățire cu scopul principal de a elimina componentele care nu sunt de vorbire și/sau zgomotul. Profilul de amplificare poate de asemenea să cuprindă amplificări de bandă largă mutual independente.

Este de asemenea făcută referință la Deep Sen și alții, "Gânduri despre codificare pe straturi/scalabilă pentru HOA" ("Thoughts on layered/scalable coding for HOA"), a 110-a întâlnire MPEG, 20-24 Octombrie 2014, Strasbourg, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, nr. m35160, 15 Octombrie 2014, și la Erik Hellerud și alții, "Redundanță spațială în Ambi-sonice de Ordin Înalt și utilizarea acesteia pentru comprimare de întârziere redusă" ("Spatial redundancy in Higher Order Ambisonics and its use for low delay compression"), Conferință Internațională în domeniul Acusticii, Vorbirii și Procesării de Semnal, 2009, IEEE, 19 Aprilie 2009, pp. 269-272.

## REZUMAT

Având în vedere nevoile de mai sus, invenția furnizează o metodă de decodificare a unei reprezentări HOA comprimate a unui câmp acustic, un aparat pentru decodificarea unei reprezentări HOA comprimate a unui câmp acustic, și un mediu care poate fi citit de calculator ne-tranzitiv corespunzător, care are caracteristicile revendicărilor independente respective. Aplicații concrete preferate sunt descrise în revendicările dependente.

În conformitate cu un exemplu care este util pentru înțelegerea invenției, este descrisă o metodă de codificare pe straturi a unei reprezentări comprimate de sunet sau câmp acustic. Reprezentarea de sunet comprimat poate include o reprezentare de sunet comprimat de bază care include o multitudine de componente. Multitudinea de componente poate fi formată din componente complementare. Reprezentarea de sunet comprimat poate include suplimentar informații secundare de bază pentru decodificarea reprezentării de sunet comprimate de bază la o reprezentare de sunet reconstruit de bază a sunetului sau câmpului acustic. Reprezentarea de sunet comprimat poate include suplimentar informații secundare de îmbunătățire care includ parametri pentru îmbunătățirea (de exemplu, perfecționarea) reprezentării de sunet reconstruit de bază. Metoda poate include sub-divizarea (de exemplu, gruparea) multitudinii de componente într-o multitudine de grupuri de componente. Metoda poate include mai departe atribuirea (de exemplu, adăugarea) fiecăruia din multitudinea de grupuri la stratul corespunzător din multitudinea de straturi ierarhice. Atribuirea poate indica o corespondență între grupurile și straturile respective. Componentele atribuite la un strat corespunzător poate fi spus că sunt incluse în acel strat. Numărul de grupuri poate corespunde la (de exemplu, poate fi egal cu) numărul de straturi. Multitudinea de straturi poate include un strat de bază și unul sau mai multe straturi de îmbunătățire ierarhice. Multitudinea de straturi ierarhice poate fi ordonată, de la stratul de bază, prin intermediul primului strat de îmbunătățire, a celui de-al doilea strat de îmbunătățire, și așa mai departe, până la un strat de îmbunătățire cel mai înalt general (stratul cel mai înalt general). Metoda poate mai departe să includă adăugarea informațiilor secundare de bază la stratul de bază (de exemplu, includerea informațiilor secundare de bază în stratul de bază, sau alocarea informațiilor secundare de bază la stratul de bază, de exemplu pentru scopuri de transmitere

sau de stocare). Metoda poate include suplimentar determinarea unei multitudini de porțiuni de informații secundare de îmbunătățire de la informațiile secundare de îmbunătățire. Metoda poate încă să includă mai departe atribuirea (de exemplu, adăugarea) fiecăruia din multitudinea de porțiuni de informații secundare de îmbunătățire la stratul corespunzător din multitudinea de straturi. Fiecare porțiune de informații secundare de îmbunătățire poate include parametri pentru îmbunătățirea unei reprezentări de sunet reconstruit (de exemplu, decomprimat) care poate fi obținută de la datele incluse în (de exemplu, atribuită sau adăugate la) stratul respectiv și oricare straturi mai inferioare ca stratul respectiv. Codificarea pe straturi (ierarhică) poate fi efectuată pentru scopuri de transmisie peste un canal de transmisie sau pentru scopuri de stocare pe un mediu de stocare adecvat, cum ar fi un CD, DVD, sau Disc Blu-ray™, de exemplu.

Atunci când este configurată ca mai sus, metoda propusă permite să se aplice în mod eficient codificare pe straturi la reprezentările de sunet comprimat care cuprind o multitudine de componente precum și primele informații și cele secundare de îmbunătățire (de exemplu, informații secundare de bază independente și informații secundare de îmbunătățire) care au proprietăți așa cum sunt expuse mai sus. În particular, metoda propusă asigură faptul că fiecare strat include informații secundare adecvate pentru reconstrucția unei reprezentări de sunet reconstruite de la componentele incluse în oricare straturi până la stratul aflat în discuție. Aici straturile până la stratul aflat în discuție sunt înțelese că includ, de exemplu, stratul de bază, primul strat de îmbunătățire, al doilea strat de îmbunătățire, și așa mai departe, până la stratul aflat în discuție. Astfel, indiferent de stratul utilizabil cel mai înalt real (de exemplu, stratul de sub stratul cel mai inferior care nu a fost recepționat valabil, astfel încât toate straturile de sub stratul utilizabil cel mai înalt și stratul utilizabil cel mai înalt însuși au fost recepționate în mod valabil), un decodificator va fi activat pentru a îmbunătăți sau a perfecționa o reprezentare de sunet reconstruit, chiar și dacă reprezentarea de sunet reconstruit poate fi diferită de reprezentarea de sunet completă (de exemplu, în totalitate). În particular, indiferent de stratul utilizabil cel mai înalt real, este suficient ca decodificatorul să decodifice o sarcină utilă de informații secundare de îmbunătățire pentru numai un singur strat (adică, pentru stratul utilizabil cel mai înalt) pentru a îmbunătăți sau a perfecționa reprezentarea de sunet reconstruit care poate fi obținută pe baza tuturor componentelor incluse în straturi până la stratul utilizabil cel mai înalt real. Adică, pentru fiecare interval de timp (de exemplu, cadru) numai o singură sarcină utilă de informații secundare de îmbunătățire trebuie să fie decodificată. Pe de altă parte, metoda propusă profită complet de reducerea lățimii de bandă necesare care poate fi realizată atunci când se aplică codificarea pe straturi (ierarhică).

În unele implementări ale acestui exemplu, componentele reprezentării de sunet comprimat de bază pot corespunde la semnale mono-aurale (de exemplu, semnale de transport sau semnale de transport mono-aurale). Semnalele mono-aurale pot reprezenta fie semnale de sunet predominante, fie secvențe de coeficienți al unei reprezentări HOA. Semnalele mono-aurale pot fi cuantificate.

În unele implementări ale acestui exemplu, informațiile secundare de bază pot include informații care specifică decodificarea (de exemplu, decomprimarea) uneia sau mai multora din multitudinea de componente în mod individual, în mod independent de alte componente. De exemplu, informațiile secundare de bază pot reprezenta informații secundare în legătură cu semnalele mono-aurale individuale, în mod independent de alte

semnale mono-aurale. Astfel, informațiile secundare de bază pot fi referite ca informații secundare de bază independente.

În unele implementări ale acestui exemplu, informațiile secundare de îmbunătățire pot reprezenta informații secundare de îmbunătățire. Informațiile secundare de îmbunătățire pot include parametri de predicție pentru reprezentarea de sunet comprimat de bază pentru îmbunătățirea (de exemplu, perfecționarea) reprezentării de sunet reconstruite de bază care poate fi obținută de la reprezentarea de sunet comprimat de bază și informațiile secundare de bază.

În unele implementări ale acestui exemplu, metoda poate include suplimentar generarea unui flux de transport pentru transmisia datelor multitudinii de straturi (de exemplu, date atribuite sau adăugate la straturile respective, sau altfel incluse în straturile respective). Stratul de bază poate avea cea mai mare prioritate de transmisie și straturile de îmbunătățire ierarhice pot avea priorități de transmisie în scădere. Adică, prioritatea de transmisie poate scădea de la stratul de bază la primul strat de îmbunătățire, de la primul strat de îmbunătățire la cel de-al doilea strat de îmbunătățire, și așa mai departe. O cantitate de protecție de eroare pentru transmisia de date a multitudinii de straturi poate fi controlată în conformitate cu prioritățile de transmisie corespunzătoare. Prin aceasta, poate fi asigurat faptul că cel puțin un număr de straturi inferioare sunt transmise în mod fiabil, în timp ce pe de altă parte reducerea lățimii de bandă necesare generale nu aplică protecție de eroare excesivă la straturile superioare.

În unele implementări ale acestui exemplu, metoda poate include mai departe generarea, pentru fiecare din multitudinea de straturi, a unui pachet de strat de transport care include datele stratului respectiv. De exemplu, pentru fiecare interval de timp (de exemplu, cadru), un pachet de strat de transport corespunzător poate fi generat pentru fiecare din multitudinea de straturi.

În unele implementări ale acestui exemplu, reprezentarea de sunet comprimat poate include mai departe informații secundare de bază suplimentare pentru decodificarea reprezentării de sunet comprimat de bază la reprezentarea de sunet reconstruit de bază. Informațiile secundare de bază suplimentare pot include informații care specifică decodificarea uneia sau mai multora din multitudinea de componente în dependență de celelalte componente corespunzătoare. Metoda poate include suplimentar descompunerea informațiilor secundare de bază suplimentare într-o multitudine de porțiuni de informații secundare de bază suplimentare. Metoda poate încă să includă suplimentar adăugarea porțiunilor de informații secundare de bază suplimentare la stratul de bază (de exemplu, includerea porțiunilor de informații suplimentare de bază suplimentare din stratul de bază, sau alocarea porțiunilor de informații secundare de bază suplimentare la stratul de bază, de exemplu pentru scopuri de transmisie sau stocare). Fiecare porțiune de informații secundare de bază suplimentare poate corespunde la un strat corespunzător și poate include informații care specifică decodificarea uneia sau mai multor componente atribuite la stratul corespunzător în dependență (numai) de celelalte componente corespunzătoare atribuite la stratul corespunzător și oricare straturi mai inferioare ca stratul respectiv. Adică, fiecare porțiune de informații secundare de bază suplimentare specifică componente din stratul corespunzător la care aceea porțiune de informații secundare de bază suplimentare corespunde fără referință la oricare alte componente atribuite la straturi mai înalte ca stratul respectiv.

Fiind astfel configurată, metoda propusă evită fragmentarea informațiilor secundare de bază suplimentare prin adăugarea tuturor porțiunilor la stratul de bază. Cu alte cuvinte, toate porțiunile de informații secundare de bază suplimentare sunt incluse în stratul de bază. Descompunerea informațiilor secundare de bază suplimentare asigură faptul că pentru fiecare strat este disponibilă o porțiune de informații secundare de bază suplimentare care nu necesită cunoașterea componentelor din straturile mai înalte. Astfel, indiferent de stratul utilizabil cel mai înalt real, este suficient pentru decodificator să decodifice informații secundare de bază suplimentare incluse în straturi până la stratul utilizabil cel mai înalt.

În unele implementări ale acestui exemplu, informații secundare de bază suplimentare pot include informații care specifică decodificarea (de exemplu, decompunerea) uneia sau mai multora din multitudinea de componente în dependență de alte componente. De exemplu, informațiile secundare de bază suplimentare pot reprezenta informații secundare în legătură cu semnale mono-aurale individuale în dependență de alte semnale mono-aurale. Astfel, informațiile secundare de bază suplimentare pot fi referite ca informații secundare de bază dependente.

În unele implementări ale acestui exemplu, reprezentarea de sunet comprimat poate fi procesată pentru intervale de timp succesive, de exemplu intervale de timp de dimensiune egală. Intervalele de timp succesive pot fi cadre. Astfel, metoda poate opera pe bază de cadru, adică, reprezentarea de sunet comprimat poate fi codificată într-o modalitate pe bază de cadre. Reprezentarea de sunet comprimat poate fi disponibilă pentru fiecare interval de timp succesiv (de exemplu, pentru fiecare cadru. Adică, operația de comprimare prin care reprezentarea de sunet comprimat a fost obținută poate opera pe bază de cadru.

În unele implementări ale acestui exemplu, metoda poate include suplimentar generarea de informații de configurație care indică, pentru fiecare strat, componente ale reprezentării de sunet comprimat de bază care sunt atribuite la acel strat. Astfel, decodificatorul poate accesa imediat informațiile necesare pentru decodificare fără parsarea ne-necesară prin intermediul sarcinilor de date recepționate.

În conformitate cu un alt exemplu care este util pentru înțelegerea invenției, este descrisă o metodă de codificare pe straturi a unei reprezentări de sunet comprimat a unui sunet sau câmp acustic. Reprezentarea de sunet comprimat poate include o reprezentare de sunet comprimat de bază care include o multitudine de componente. Multitudinea de componente poate fi formată din componente complementare. Reprezentarea de sunet comprimat poate include suplimentar informații secundare de bază (de exemplu, informații secundare de bază independente) și un al treilea set de informații (de exemplu, informații secundare de bază dependente) pentru decodificarea reprezentării de sunet comprimat de bază la o reprezentare de sunet reconstruit de bază a sunetului sau a câmpului acustic. Informațiile secundare de bază pot include informații care specifică decodificarea uneia sau mai multora din multitudinea de componente individuale, în mod independent de alte componente. Informațiile secundare de bază suplimentare pot include informații care specifică decodificarea uneia sau mai multora din multitudinea de componente în dependență de celelalte componente corespunzătoare. Metoda poate include sub-divizarea (de exemplu, gruparea) multitudinii de componente într-o multitudine de grupuri de componente. Metoda poate include suplimentar atribuirea (de exemplu, adăugarea) fiecăreia din multitudinea de grupuri la cea corespunzătoare din multitudinea de

straturi ierarhice. Atribuirea poate indica o corespondență între grupurile și straturile respective. Componentele atribuite la stratul respectiv se poate spune că sunt incluse în acel strat. Numărul de grupuri poate corespunde la (de exemplu, poate fi egal cu) numărul de straturi. Multitudinea de straturi poate include un strat de bază și unul sau mai multe straturi de îmbunătățire ierarhice. Metoda poate include suplimentar adăugarea informațiilor secundare de bază la stratul de bază (de exemplu, includerea informațiilor secundare de bază în stratul de bază, sau alocarea informațiilor secundare de bază la stratul de bază, de exemplu pentru scopuri de transmisie sau de stocare). Metoda poate include suplimentar descompunerea informațiilor secundare de bază suplimentare într-o multitudine de porțiuni de informații secundare de bază suplimentare și adăugarea porțiunilor de informații secundare de bază suplimentare la stratul de bază (de exemplu, inclusiv porțiuni de informații secundare de bază suplimentare din stratul de bază, sau alocarea porțiunilor informații secundare de bază suplimentare la stratul de bază, de exemplu pentru scopuri de transmisie sau stocare). Fiecare porțiune de informații secundare de bază suplimentare poate corespunde la un strat corespunzător și poate include informații care specifică decodificarea uneia sau mai multor componente atribuite la stratul respectiv în dependență de alte componente respective atribuite la stratul respectiv și oricare straturi mai inferioare ca stratul respectiv.

Fiind astfel configurată, metoda propusă asigură faptul că pentru fiecare strat, informații secundare de bază suplimentare adecvate sunt disponibile pentru decodificarea componentelor incluse în oricare strat până la stratul respectiv, fără a solicita recepție sau decodificare valabile (sau în general, cunoaștere) a oricăror straturi mai înalte. În cazul unei reprezentări HOA comprimate, metoda propusă asigură faptul că în modul de codificare de vector un  $V$ -vector adecvat este disponibil pentru toate componentele care aparțin la straturi până la stratul utilizabil cel mai înalt. În particular, metoda propusă exclude cazul în care elementele unui vector  $V$  care corespund la componente din straturi mai înalte nu sunt semnalizate în mod explicit. În conformitatea cu aceasta, informațiile incluse în straturi până la stratul utilizabil cel mai înalt sunt suficiente pentru decodificarea (de exemplu, decomprimarea) oricăror componente care aparțin la straturi până la stratul utilizabil cel mai înalt. Astfel, o descompunere adecvată a reprezentărilor HOA reconstruite respective pentru straturi mai inferioare este asigurată chiar dacă straturi mai înalte pot să nu fi fost recepționate în mod valabil de către decodificator. Pe de altă parte, metoda propusă permite posibilitatea de a profita de reducerea lățimii de bandă solicitate care poate fi realizată atunci când se aplică codificare pe straturi.

Implementări ale exemplului se pot referi la implementări ale exemplului anterior.

În conformitate cu un alt exemplu care este util pentru înțelegerea invenției, este descrisă o metodă de decodificare a reprezentării de sunet comprimat a unui sunet sau câmp acustic. Reprezentarea de sunet comprimat poate să fi fost codificată într-o multitudine de straturi ierarhice. Multitudinea de straturi ierarhice poate include un strat de bază și unul sau mai multe straturi de îmbunătățire ierarhice. Multitudinea de straturi poate să aibă atribuite la aceasta componente ale unei reprezentări de sunet comprimat de bază ale unui sunet sau câmp acustic. Cu alte cuvinte, multitudinea de straturi poate include componentele informațiilor secundare comprimate de bază. Componentele pot fi atribuite la straturile respective în grupuri de componente corespunzătoare. Multitudinea de componente pot fi componente complementare. Stratul de bază poate include informații

secundare de bază pentru decodificarea reprezentării de sunet comprimat de bază. Fiecare strat poate include o porțiune de informații secundare de îmbunătățire care includ parametri pentru îmbunătățirea unei reprezentări de sunet reconstruite de bază care poate fi obținută de la date incluse în stratul respectiv și oricare straturi mai inferioare ca stratul respectiv. Metoda poate include recepția de sarcini utile de date respective care corespund la multitudinea de straturi ierarhice. Metoda poate include mai departe determinarea unui prim indice de strat care indică un strat cel mai înalt utilizabil din multitudinea de straturi care trebuie să fie utilizate pentru decodificarea reprezentării de sunet comprimat de bază la reprezentarea de sunet reconstruit de bază a sunetului sau câmpului acustic. Metoda poate include suplimentar obținerea reprezentării de sunet reconstruit de bază de la componentele atribuite la stratul utilizabil cel mai înalt și oricare straturi mai inferioare ca stratul utilizabil cel mai înalt, utilizând informațiile secundare de bază. Metoda poate include suplimentar determinarea unui al doilea indice de strat care este indicativ al cărei porțiuni a informațiilor secundare de îmbunătățire ar trebui să fie utilizată pentru îmbunătățirea (de exemplu, perfecționarea) reprezentării de sunet reconstruit de bază. Metoda poate încă să includă suplimentar obținerea unei reprezentări de sunet reconstruit a sunetului sau câmpului acustic de la reprezentarea de sunet reconstruit de bază, care se referă la indicele de strat secundar.

Astfel configurată, metoda propusă asigură faptul că reprezentarea de sunet reconstruit are o calitate optimă, utilizând informațiile disponibile (de exemplu, recepționate în mod valabil) în măsura cea mai mare posibilă.

În implementările din acest exemplu, componentele de reprezentare de sunet comprimat de bază pot corespunde la semnale mono-aurale (de exemplu, semnale de transport mono-aurale). Semnalele mono-aurale pot reprezenta fie semnale de sunet predominant fie secvențe de coeficienți ale unei reprezentări HOA. Semnalele mono-aurale pot fi cuantificate.

În implementările acestui exemplu, informațiile secundare de bază pot include informații care specifică decodificarea (de exemplu, decomprimarea) uneia sau mai multora din multitudinea de componente în mod individual, în mod independent de alte componente. De exemplu, informații secundare de bază pot reprezenta informații secundare în legătură cu semnale mono-aurale individuale, în mod independent de alte semnale mono-aurale. Astfel, informațiile secundare de bază pot fi referite ca informații secundare de bază independente.

În implementările din acest exemplu, informațiile secundare de îmbunătățire pot reprezenta informații secundare de îmbunătățire. Informațiile secundare de îmbunătățire pot include parametri de predicție pentru reprezentarea de sunet comprimat de bază pentru îmbunătățirea (de exemplu, perfecționarea) reprezentării de sunet reconstruit de bază care poate fi obținută de la reprezentarea de sunet comprimat de bază și informațiile secundare de bază.

În implementările acestui exemplu, metoda poate include suplimentar determinarea, pentru fiecare strat, dacă stratul respectiv a fost recepționat în mod valabil. Metoda poate include suplimentar determinarea primului indice de strat ca indicele de strat ale unui strat imediat sub stratul cel mai inferior care nu a fost recepționat în mod valabil.

În implementările acestui exemplu, determinarea celui de-al doilea indice de strat poate implica determinarea celui de-al doilea indice de start pentru a fi egal cu primul indice de strat, sau determinarea unei valori de indice ca cel de-al doilea indice de strat care indică faptul că nu se utilizează deloc informații secundare de îmbunătățire atunci când se obține reprezentarea de sunet reconstruit. În ultimul caz, reprezentarea de sunet reconstruit poate fi egală cu reprezentarea de sunet reconstruit de bază.

În implementările acestui exemplu, sarcinile utile de date pot fi recepționate și procesate pentru intervale de timp succesive, de exemplu intervale de timp de dimensiune egală. Intervalele timp succesive pot fi cadre. Astfel, metoda poate opera pe bază de cadre. Metoda poate include mai departe, dacă reprezentările de sunet comprimat pentru intervale de timp succesive pot fi decodificate în mod independent unul de altul, determinarea celui de-al doilea indice de strat ca fiind egal cu primul indice de strat.

În implementările acestui exemplu, sarcinile utile de date pot fi recepționate și procesate pentru intervale de timp succesive, de exemplu intervale de timp de dimensiune egală. Intervalele de timp succesive pot fi cadre. Astfel, metoda poate funcționa pe bază de cadre. Metoda poate include suplimentar, pentru un interval de timp dat dintre intervale de timp succesive, dacă reprezentările de sunet comprimat pentru intervalele de timp succesive nu pot fi decodificate în mod independent unul de altul, determinând, pentru fiecare strat, dacă stratul respectiv a fost recepționat în mod valabil. Metoda poate include suplimentar determinarea primului indice de strat pentru intervalul de timp dat ca cel mai mic dintre primul indice de strat al intervalului de timp care precedează intervalul de timp dat și indicele de strat al unui strat imediat sub stratul cel mai inferior care nu a fost recepționat în mod valabil.

În implementări ale a acestui exemplu, metoda poate include mai departe, pentru intervalul de timp dat, dacă reprezentările de sunet comprimat pentru intervalele de timp succesive nu pot fi decodificate în mod independent unul față de altul, determinând dacă primul indice de strat pentru intervalul de timp dat este egal cu primul indice de strat pentru intervalul de timp precedent. Metoda poate include mai departe, dacă primul indice de strat pentru intervalul de timp dat este egal cu primul indice de strat pentru intervalul de timp precedent, determinând cel de-al doilea indice de strat pentru intervalul de timp dat pentru a fi egal cu primul indice de strat pentru intervalul de timp dat. Metoda poate include suplimentar, dacă primul indice de strat pentru intervalul de timp dat nu este egal cu primul indice de strat pentru intervalul de timp precedent, determinând o valoare de indice ca cel de-al doilea indice de strat care indică să nu se utilizeze deloc informații secundare de îmbunătățire atunci când se obține reprezentarea de sunet reconstruită.

În implementări ale acestui exemplu, stratul de bază poate include cel puțin o porțiune de informații secundare de bază suplimentare care corespund la un strat respectiv și care includ informații care specifică decodificarea uneia sau mai multor componente dintre componentele atribuite la stratul respectiv în dependență de alte componente atribuite la stratul respectiv și oricare straturi mai inferioare ca stratul respectiv. Metoda poate include suplimentar, pentru fiecare porțiune de informații secundare de bază suplimentare, decodificarea porțiunii de informații secundare de bază suplimentare prin referirea la componentele atribuite la stratul său respectiv și oricare straturi mai inferioare ca stratul respectiv. Metoda poate include suplimentar corectarea porțiunii de informații secundare de bază suplimentare prin referirea la componentele atribuite la stratul utilizabil cel mai înalt și



oricare straturi dintre stratul utilizabil de cel mai înalt nivel și stratul respectiv. Reprezentarea de sunet reconstruit de bază poate fi obținută de la componentele atribuite la stratul utilizabil cel mai înalt și oricare straturi mai inferioare ca stratul utilizabil cel mai înalt, utilizând informațiile secundare de bază și porțiuni corectate de informații secundare de bază suplimentare obținute de la porțiuni de informații secundare de bază suplimentare care corespund la straturi până la stratul utilizabil cel mai înalt.

În implementări ale acestui exemplu, informațiile secundare de bază suplimentare pot include informații care specifică decodificarea (de exemplu, decompimarea) uneia sau mai multora din multitudinea de componente în dependență de alte componente. De exemplu, informațiile secundare de bază suplimentare pot reprezenta informații secundare în legătură cu semnale mono-aurale individuale în dependență de alte semnale mono-aurale. Astfel, informațiile secundare de bază suplimentare pot fi referite ca informații secundare de bază dependente.

În conformitate cu un alt exemplu care este util pentru înțelegerea invenției, este descrisă o metodă de decodificare a reprezentării de sunet comprimat a unui sunet sau câmp acustic. Reprezentarea de sunet comprimat poate să fi fost codificată într-o multitudine de straturi ierarhice. Multitudinea de straturi ierarhice poate include un strat de bază și unul sau mai multe straturi de îmbunătățire ierarhice. Multitudinea de straturi poate să fi avut atribuite la aceasta componente ale unei reprezentări de sunet comprimat de bază a unui sunet sau câmp acustic. Cu alte cuvinte, multitudinea de straturi poate include componentele de informații secundare comprimate de bază. Componentele pot fi atribuite la straturile respective din grupurile de componente respective. Multitudinea de componente poate fi formată din componente complementare. Stratul de bază poate include informații secundare de bază pentru decodificarea reprezentării de sunet comprimat de bază. Stratul de bază poate include suplimentar cel puțin o porțiune de informații secundare de bază suplimentare care corespund la un strat corespunzător și care includ informații care specifică decodificarea uneia sau mai multor componente dintre componentele atribuite la stratul respectiv în dependență de alte componente atribuite la stratul respective și oricare straturi mai inferioare ca stratul respective. Metoda poate include recepția de sarcini utile de date care corespund respectiv la multitudinea de straturi ierarhice. Metoda poate include suplimentar determinarea unui prim indice de strat care indică un strat utilizabil cel mai înalt din multitudinea de straturi care trebuie să fie utilizate pentru decodificarea reprezentării de sunet comprimat de bază la reprezentarea de sunet reconstruit de bază a sunetului sau a câmpului acustic. Metoda poate include suplimentar, pentru fiecare porțiune de informații secundare de bază suplimentare, decodificarea porțiunii de informații secundare de bază suplimentare prin referirea la componentele atribuite la stratul său corespunzător și oricare straturi mai inferioare ca stratul respectiv. Metoda poate include suplimentar, pentru fiecare porțiune de informații secundare de bază suplimentare, corectarea porțiunii de informații secundare de bază suplimentare prin referirea la componentele atribuite la stratul utilizabil cel mai înalt și oricare straturi dintre stratul utilizabil cel mai înalt și stratul corespunzător. Reprezentarea de sunet reconstruit de bază poate fi obținută de la componentele atribuite la stratul utilizabil cel mai înalt și oricare straturi mai inferioare ca stratul utilizabil cel mai înalt, utilizând informațiile secundare de bază și porțiuni corectate de informații secundare de bază suplimentare obținute de la porțiuni de informații secundare de bază suplimentare care corespund la straturi până la stratul utilizabil cel mai înalt. Metoda poate cuprinde suplimentar determinarea unui al doilea indice de strat care este fie egal cu primul indice de strat sau care indică omiterea informații secundare de îmbunătățire în timpul decodificării.

Astfel configurate, metodele propuse asigură faptul că informații secundare de bază suplimentare care sunt eventual utilizate pentru decodificarea reprezentării de sunet comprimat de bază nu includ elemente redundante, astfel făcând redarea decodificării reale a reprezentării de sunet comprimat de bază mai eficientă.

Implementări ale acestui exemplu pot fi în legătură cu implementările exemplului anterior.

În conformitate cu un alt exemplu care este util pentru înțelegerea invenției, este descris un codificator pentru codificarea pe straturi a unei reprezentări de sunet comprimat a unui sunet sau câmp acustic. Reprezentarea de sunet comprimat poate include o reprezentare de sunet comprimat de bază care include o multitudine de componente. Multitudinea de componente poate fi din componente complementare. Reprezentarea de sunet comprimat poate include suplimentar informații secundare de bază pentru decodificarea reprezentării de sunet comprimat de bază la o reprezentare de sunet reconstruit de bază a sunetului sau câmpului acustic. Reprezentarea de sunet comprimat poate încă să includă suplimentar informații secundare de îmbunătățire care includ parametri pentru îmbunătățirea (de exemplu, perfecționarea) reprezentării de sunet reconstruit de bază. Codificatorul poate include un procesor configurat pentru a efectua unii sau toți pașii de metodă ai metodelor în conformitate cu primul exemplu de mai sus menționat și cel de-al doilea exemplu de mai sus menționat.

În conformitate cu un alt exemplu care este util pentru înțelegerea invenției, este descris un decodificator pentru decodificarea unei reprezentări de sunet comprimat a unui sunet sau câmp acustic. Reprezentarea de sunet comprimat poate să fi fost codificată într-o multitudine de straturi ierarhice. Multitudinea de straturi ierarhice poate include un strat de bază și unul sau mai multe straturi de îmbunătățire ierarhică. Multitudinea de straturi poate să aibă atribuite la aceasta componente ale unei reprezentări de sunet comprimat de bază a unui sunet sau câmp acustic. Cu alte cuvinte, multitudinea de straturi poate include componentele informațiilor secundare comprimate de bază. Componentele pot fi atribuite la straturile respective din grupurile de componente respective. Multitudinea de componente poate fi din componente complementare. Stratul de bază poate include informații secundare de bază pentru decodificarea reprezentării de sunet comprimat de bază. Fiecare strat poate include o porțiune de informații secundare de îmbunătățire care include parametri pentru îmbunătățirea (de exemplu, perfecționarea) unei reprezentări de sunet reconstruit de bază care poate fi obținută de la date incluse în stratul corespunzător și oricare straturi mai inferioare ca stratul respectiv. Decodificatorul poate include un procesor configurat pentru a efectua unele sau toți pașii de metodă ai metodelor în conformitate cu al treilea exemplu menționat mai sus și cel de-al patrulea exemplu menționat mai sus.

În conformitate cu alte exemple, metodele, aparatele și sistemele sunt direcționate la decodificarea unei reprezentări de sunet comprimat de Ambi-sonice de Ordin mai Înalt (Higher Order Ambisonics - HOA) a unui sunet sau câmp acustic. Aparatul poate avea un receptor configurat la sau metoda poate recepționa un flux de biți care conține reprezentarea HOA comprimată care corespunde la o multitudine de straturi ierarhice care include un strat de bază și unul sau mai multe straturi de îmbunătățire ierarhice. Multitudinea de straturi au atribuite la acestea componente ale unei reprezentări de sunet comprimat de bază a sunetului sau câmpului acustic, componentele fiind atribuite la straturile

corespunzătoare din grupurile de componente respective. Aparatul poate să aibă un decodificator configurat la, sau metoda poate decodifica, reprezentarea HOA comprimată pe baza informațiilor secundare de bază care sunt asociate cu stratul de bază și bazată pe informații secundare de îmbunătățire care sunt asociate cu cele unul sau mai multe straturi de îmbunătățire ierarhice. Informațiile secundare de bază pot include informații secundare independente de bază în legătură cu primele semnale individuale mono-aurale care vor fi decodificate în mod independent de alte semnale mono-aurale. Fiecare dintre cele unul sau mai multe straturi de îmbunătățire ierarhice poate include o porțiune a informațiilor secundare de îmbunătățire care includ parametri pentru îmbunătățirea unei reprezentări de sunet reconstruit de bază care poate fi obținută de la datele incluse în straturile corespunzătoare și oricare straturi mai inferioare ca stratul respectiv.

Informațiile secundare independente de bază pot indica faptul că semnalele mono-aurale individuale reprezintă un semnal direcțional cu o direcție de incidență. Informațiile secundare de bază pot include suplimentar informații secundare dependente de bază în legătură cu semnale mono-aurale individuale secundare care vor fi decodificate în mod dependent de alte semnale mono-aurale. Informațiile secundare dependente de bază pot include semnale bazate pe vector care sunt distribuite direcțional în cadrul câmpului acustic, în care distribuția direcțională este specificată prin intermediul unui vector. Componentele vectorului sunt setate la zero și nu sunt partea a reprezentării de vector comprimat.

Componentele reprezentării de sunet comprimat de bază pot corespunde la semnale mono-aurale care reprezintă fie semnale de sunet predominante, fie secvențe de coeficienți ale unei reprezentări HOA. Fluxul de biți include sarcini utile de date care corespund respectiv la multitudinea de straturi ierarhice. Informațiile secundare de îmbunătățire pot include parametri în legătură cu cel puțin una dintre: predicția spațială, sinteza de semnale direcționale de sub-bandă, și replicare de ambianță parametrică. Informațiile secundare de îmbunătățire pot include informații care permit predicția porțiunilor lipsă ale sunetului sau câmpului acustic de la semnale direcționale. Se poate determina mai departe, pentru fiecare strat, dacă stratul respectiv a fost recepționat valabil și un indice de strat al unui strat imediat sub un strat cel mai inferior care nu a fost recepționat în mod valabil.

În conformitate cu un alt exemplu, este descris un program software. Programul software poate fi adaptat pentru execuție pe un procesor și pentru efectuarea unora sau tuturor dintre pașii de metodă descriși în documentul prezent atunci când sunt efectuați pe un dispozitiv de calcul.

În conformitate cu încă un alt exemplu, este descris un mediu de stocare. Mediul de stocare poate cuprinde un program software adaptat pentru execuție pe un procesor și pentru efectuarea unora dintre sau tuturor pașilor de metodă subliniați în documentul prezent atunci când sunt efectuați pe un dispozitiv de calcul.

Afirmațiile făcute în privința oricăruia dintre aspectele de mai sus sau aplicațiile concrete ale acestora se aplică de asemenea la alte aspecte respective sau la aplicațiile concrete ale acestora, așa cum persoana calificată în domeniu va aprecia. Repetarea acestor afirmații pentru fiecare aspect sau aplicație concretă a fost omisă din motive de concizie.

Metodele și aparatele inclusiv aplicațiile concrete preferate ale acestora așa cum sunt descrise în documentul prezent pot fi utilizate în mod independent sau în combinație cu celelalte metode și sisteme dezvoltate în acest document. Mai mult, toate aspectele metodelor și aparatului descrise în documentul prezent pot fi combinate în mod arbitrar. În particular, caracteristicile revendicărilor pot fi combinate una cu alta într-o modalitate arbitrară.

Pașii metodei și caracteristicile aparatului pot fi inter-schimbate în numeroase modalități. În particular, detaliile metodei dezvoltate pot fi implementate ca un aparat adaptat pentru a executa unele sau toți pașii metodei, și reciproc, așa cu persoana calificată va aprecia.

## DESCRIEREA DESENELOR

Invenția este explicată mai jos într-o modalitate exemplificativă cu referință la desenele însoțitoare, în care:

**Fig. 1** reprezintă o organigramă care ilustrează un exemplu al unei metode de codificare pe straturi în conformitatea cu aplicațiile concrete ale dezvoltării;

**Fig. 2** reprezintă o diagramă bloc care ilustrează în mod schematic un exemplu al unei etape de codificator în conformitate cu aplicații concrete ale dezvoltării;

**Fig. 3** reprezintă o organigramă care ilustrează un exemplu al unei metode de decodificare a unei reprezentări de sunet comprimat a unui sunet sau câmp acustic care a fost codificat într-o multitudine de straturi ierarhice, în conformitate cu aplicații concrete ale dezvoltării;

**Fig. 4A** și **Fig. 4B** sunt diagrame bloc care ilustrează în mod schematic exemple ale unei etape de decodificator în conformitate cu aplicații concrete ale dezvoltării;

**Fig. 5** reprezintă o diagramă bloc care ilustrează în mod schematic un exemplu al unei implementări hardware a unui codificator în conformitate cu aplicații concrete ale dezvoltării; și

**Fig. 6** reprezintă o diagramă bloc care ilustrează în mod schematic un exemplu al unei implementări hardware a unui decodificator în conformitatea cu aplicații concrete ale dezvoltării.

## DESCRIERE DETALIATĂ

Mai întâi, vor fi descrise o reprezentare de sunet comprimat (sau câmp acustic) (de aici mai departe referită ca o reprezentare de sunet comprimat pentru prescurtare) la care metode și codificatoare/decodificatoare în conformitate cu dezvoltarea prezentă sunt aplicabile. În general, reprezentarea de sunet comprimat complet (sau câmpul acustic) (de aici mai departe referită ca reprezentarea de sunet comprimat completă pentru prescurtare) poate cuprinde (de exemplu, consta din) următoarele trei componente: o reprezentare de sunet comprimat de bază (sau câmp acustic) (de aici mai departe referit ca

reprezentarea de sunet comprimat de bază pentru prescurtare), informații secundare de bază, și informații secundare de îmbunătățire.

Reprezentarea de sunet comprimat de bază însăși cuprinde (de exemplu, constă din) un număr de componente (de exemplu, componente complementare). Reprezentarea de sunet comprimat de bază poate ține seama de procentajul cel mai mare distinctiv al reprezentării de sunet comprimat complete. Reprezentarea de sunet comprimat de bază poate consta din semnale de transport mono-aurale care reprezintă fie semnale de sunet predominante, fie secvențe de coeficienți ale reprezentării HOA originale.

Informațiile secundare de bază sunt necesare pentru a decodifica reprezentarea de sunet comprimat de bază și pot fi presupuse ca fiind de o dimensiune mult mai mică comparativ cu reprezentarea de sunet comprimat de bază. Aceasta poate fi compusă în cea mai mare parte a sa din porțiuni disjuncte, fiecare dintre acestea specificând decomprimarea numai a unei componente particulare a reprezentării de sunet comprimat de bază. Informațiile secundare de bază pot cuprinde o primă parte care poate fi cunoscută ca informații secundare de bază independente și o a doua parte care poate fi cunoscută ca informații secundare de bază suplimentare.

În ambele părți prima și a doua, informațiile secundare de bază independente și informațiile secundare de bază suplimentare, pot specifica decomprimarea componentelor particulare ale reprezentării de sunet comprimat de bază. Ce de-a doua parte este opțională și poate fi omisă. În acest caz, reprezentarea de sunet comprimat se poate spune că cuprinde prima parte (de exemplu, informații secundare de bază).

Prima parte (de exemplu, informații secundare de bază) poate conține informații secundare care descriu componente individuale (complementare) ale reprezentării de sunet comprimat de bază în mod independent de alte componente (complementare). În particular, prima parte (de exemplu, informații secundare de bază) poate specifica decodificarea uneia sau mai multora din multitudinea de componente individual, în mod independent de alte componente. Astfel, prima parte poate fi referită ca informații secundare de bază independente.

Cea de-a doua parte (opțională) poate conține informații secundare, de asemenea cunoscute ca informații secundare de bază suplimentare, care pot descrie componente individuale (complementare) ale reprezentarea de sunet comprimat de bază în dependență de alte componente (complementare). Această a doua parte poate fi de asemenea referită ca informații secundare de bază dependente. În particular, dependența poate avea următoarele proprietăți:

- Informațiile secundare de bază dependente pentru fiecare componentă individuală (complementară) a reprezentarea de sunet comprimat de bază se pot atinge cea mai mare dimensiune atunci când nu există alte anumite componente (complementare) care sunt conținute în reprezentarea de sunet comprimat de bază.

- În cazul în care anumite componente suplimentare (complementare) sunt adăugate la reprezentarea de sunet comprimat de bază, informații secundare de bază dependente pentru componenta individuală luată în considerație (complementară) poate deveni un

subset al informațiilor secundare de bază dependente originale, astfel reducând dimensiunea sa.

Informațiile secundare de îmbunătățire sunt de asemenea opționale. Acestea pot fi utilizate pentru a îmbunătăți sau a perfecționa (de exemplu, îmbunătățirea sau perfecționarea parametrică) reprezentarea de sunet comprimat de bază. Dimensiunea acesteia poate fi de asemenea presupusă ca fiind mult mai mică ca cea a reprezentării de sunet comprimat de bază.

Astfel, în aplicațiile concrete reprezentarea de sunet comprimat poate cuprinde o reprezentare de sunet comprimat de bază care cuprinde o multitudine de componente, informații secundare de bază pentru decodificarea (de exemplu, decomprimarea) reprezentării de sunet comprimat de bază la o reprezentare de sunet reconstruit de bază a sunetului sau câmpului acustic, și informații secundare de îmbunătățire care includ parametri pentru îmbunătățirea sau perfecționarea (de exemplu, îmbunătățirea sau perfecționarea parametrică) a reprezentării de sunet reconstruit de bază. Reprezentarea de sunet comprimat poate cuprinde suplimentar informații secundare de bază suplimentare pentru decodificarea (de exemplu, decomprimarea) reprezentării de sunet comprimat de bază la reprezentarea de sunet reconstruit de bază, care poate include informații care specifică decodificarea uneia sau mai multora din multitudinea de componente în dependență de alte componente corespunzătoare.

Un exemplu al unui astfel de tip de reprezentare de sunet comprimat completă este dată de către reprezentarea de câmp acustic comprimat de Ambi-sonice de Ordin Înalt (Higher Order Ambisonics - HOA) așa cum este specificat de către versiunea preliminară a standardului audio MPEG-H 3D (Referința 1), Capitolul 12 și Anexa C. 5. Adică, reprezentarea de sunet comprimat poate corespunde la o reprezentare de sunet HOA comprimat (sau câmp acustic) a unui sunet sau câmp acustic.

Pentru acest exemplu, reprezentarea de câmp acustic comprimat de bază (reprezentarea de sunet comprimat de bază) poate cuprinde (de exemplu, poate fi identificată cu) un număr de componente. Componentele pot fi (de exemplu, pot corespunde la) semnale mono-aurale. Semnalele mono-aurale pot fi semnale mono-aurale cuantificate. Semnalele mono-aurale pot reprezenta fie semnale de sunet predominante, fie secvențe de coeficienți ale unei componente de câmp acustic HOA ambiental.

Informațiile secundare de bază pot descrie, printre altele, pentru fiecare dintre aceste semnale mono-aurale modul în care acestea pot contribui spațial la câmpul acustic. De exemplu, informațiile secundare de bază pot specifica un semnal de sunet predominant ca un semnal direcțional pur, cu semnificația de o undă plană generală cu o anumită direcție de incidență. Ca alternativă, informațiile secundare de bază pot specifica un semnal mono-aural ca o secvență de coeficienți a reprezentării HOA originale care are un anumit indice. Informațiile secundare de bază pot fi mai departe separate într-o primă parte și o a doua parte, așa cum este indicat mai sus.

Prima parte reprezintă informații secundare (de exemplu, informații secundare de bază independente) în legătură cu semnale mono-aurale individuale specifice. Aceste informații secundare de bază independente sunt independente de existența altor semnale mono-aurale. Astfel de informații secundare pot de exemplu să specifice un semnal mono-

aural pentru a reprezenta un semnal direcțional (de exemplu, cu semnificația unei unde plane generale) cu o anumită direcție de incidență. Ca alternativă, un semnal mono-aural poate fi specificat ca o secvență de coeficienți a reprezentării HOA originale care are un anumit indice. Prima parte poate fi referită ca informații secundare de bază independente. În general, prima parte (de exemplu, informații secundare de bază) poate specifica decodificarea uneia sau mai multora din multitudinea de semnale mono-aurale în mod individual, independent de alte semnale mono-aurale.

Cea de-a doua parte reprezintă informații secundare (de exemplu, informații secundare de bază suplimentare) în legătură cu semnale mono-aurale individuale specifice. Aceste informații secundare sunt dependente de existența altor semnale mono-aurale. Astfel de informații secundare pot fi utilizate, de exemplu, dacă semnale mono-aurale sunt specificate ca fiind semnale bazate pe vector (vezi, de exemplu, Referința 1, Secțiunea 12.4.2.4.4). Aceste semnale sunt distribuite direcțional în cadrul câmpului acustic, unde distribuția direcțională poate fi specificată prin intermediul unui vector. Într-un anumit mod (vezi, de exemplu,  $\text{CodedVVecLength} = 1$ ), componente particulare ale acestui vector sunt setate la zero în mod implicit și nu sunt parte a reprezentării de vector comprimat. Aceste componente sunt acelea cu indici egali cu cei ai secvențelor de coeficienți ai reprezentării HOA originale și parte a reprezentării de sunet comprimat de bază. Acest lucru semnifică faptul că dacă componente individuale ale vectorului sunt codificate, numărul total al acestora poate depinde de reprezentarea de sunet comprimat de bază. În particular, numărul total poate depinde de care secvențe de coeficienți sunt conținute de reprezentarea HOA originală.

Dacă nici-o secvență de coeficienți ai reprezentării HOA originale nu este conținută în reprezentarea de sunet comprimat de bază, informațiile secundare de bază dependente pentru fiecare semnal bazat pe vector constă din toate componentele de vector și are cea mai mare dimensiune a sa. În cazul în care secvențele de coeficienți ale reprezentării HOA originale cu anumiți indici sunt adăugate la reprezentarea de sunet comprimat de bază, componentele de vector cu acei indici sunt eliminate de la informațiile secundare pentru fiecare semnal bazat pe vector, astfel reducând dimensiunea informațiilor secundare de bază dependente pentru semnalele bazate pe vector.

Informațiile secundare de îmbunătățire (de exemplu, informații secundare de îmbunătățire) pot cuprinde parametri în legătură cu predicția spațială (de bandă largă) (vezi Referința 1, Secțiunea 12.4.2.4.3) și/sau parametri în legătură cu Sinteza de Semnale Direcționale de Sub-bandă (Sub-band Directional Signals Synthesis) și Replicarea de Ambianță Parametrică (Parametric Ambience Replication).

Parametrii în legătură cu predicția spațială (de bandă largă) pot fi utilizați pentru a prezice (liniar) porțiuni lipsă ale câmpului acustic de la semnalele direcționale.

Sinteza de Semnale Direcționale de Sub-bandă (Sub-band Directional Signals Synthesis) și Replicarea de Ambianță Parametrică (Parametric Ambience Replication) sunt instrumente de comprimare care au fost introduse recent în standardul audio MPEG-H 3D cu amendamentul [vezi Referința 2, Secțiunea 1]. Aceste două instrumente permit o predicție parametrică dependentă de frecvență a semnalelor mono-aurale suplimentare care trebuie să fie distribuite spațial cu scopul de a completa o reprezentare HOA comprimată

incompletă spațial sau deficientă. Predicția poate fi bazată pe secvențe de coeficienți ale reprezentării de sunet comprimat de bază.

Este important de remarcat faptul că contribuția complementară menționată anterior ca fiind câmpul acustic este reprezentată în cadrul reprezentării HOA comprimate nu prin intermediul semnalelor cuantificate suplimentare, dar mai degrabă prin intermediul informațiilor secundare suplimentare de o dimensiune comparativ mult mai mică. Astfel, cele două instrumente de codificare menționate sunt adecvate în mod special pentru comprimarea reprezentărilor HOA la rate de date reduse.

Cel de-al doilea exemplu al unei reprezentări comprimate a unui sau mai multor semnale mono-aurale cu structura menționată mai sus poate fi formată din informații spectrale codificate pentru benzi de frecvență disjuncte până la o anumită frecvență superioară, care poate fi privită ca o reprezentare comprimată de bază; informațiile secundare de bază care specifică informațiile spectrale codificate (de exemplu, numărul și lățimea benzilor de frecvență codificată); și informații secundare de îmbunătățire care cuprind (de exemplu, care constau din) parametri ai unei Replicări de Bandă Spectrală (Spectral Band Replication - SBR), care descriu modul în care să se reconstruiască în mod parametric de la reprezentarea comprimată de bază a informațiilor spectrale pentru benzi de frecvență mai înalte care nu sunt luate în considerare în reprezentarea comprimată de bază.

Dezvăluirea prezentă propune o metodă pentru codificarea pe straturi a unei reprezentări de sunet comprimat complete (sau câmp acustic) care are structura menționată anterior.

Comprimarea poate fi bazată pe cadre în sensul că furnizează reprezentări comprimate (sub forma de pachete de date sau sarcini utile de cadru în mod echivalent) pentru intervale de timp succesive. Intervalele de timp pot avea dimensiuni egale sau diferite. Aceste pachete de date pot fi presupuse că conțin un steguleț de valabilitate, o valoare care indică dimensiunea acestora precum și datele de reprezentare comprimate reale. În ceea ce urmează, fără o limitare intenționată, se va presupune faptul că comprimarea este bazată pe cadre. Mai departe, cu excepția cazului în care este indicat altfel și fără limitare intenționată, aceasta va fi concentrată asupra tratamentului unui cadru unic, și astfel indicele de cadru va fi omis.

Fiecare sarcină utilă de cadru a reprezentării de sunet comprimat complet (sau câmp acustic) luată în considerare este presupusă să conțină  $J$  pachete de date (sau sarcini utile de cadru), fiecare pentru o componentă a unei reprezentări de sunet comprimat de bază, care sunt notate prin  $BSRC_j$ ,  $j = 1, \dots, J$ . Mai departe, se presupune că conțin un pachet cu informații secundare de bază *independente* (informații secundare de bază) notate cu  $BSI_I$  care specifică componente particulare  $BSRC_j$  ale reprezentării de sunet comprimat de bază în mod independent de alte componente. Opțional, poate fi suplimentar presupus faptul că conține un pachet cu informații secundare de bază *dependente* (informații secundare de bază suplimentare) notate cu  $BSI_D$  care specifică componente particulare  $BSRC_j$  ale reprezentării de sunet comprimat de bază în dependență de alte componente.

Informațiile conținute în cadrul celor două pachete de date  $BSI_I$  și  $BSI_D$  pot fi grupate opțional într-un singur pachet de date  $BSI$  de informații secundare de bază. Pachetul de date unic  $BSI$  s-ar putea spune că conține, printre altele,  $J$  porțiuni, fiecare dintre acestea



specificând o componentă particulară  $BSRC_j$  a reprezentării de sunet comprimat de bază. Fiecare dintre aceste porțiuni poate fi spus la rândul său că conține o porțiune de informații secundare independente și, opțional, o porțiune de informații secundare dependente.

Eventual, aceasta poate include o sarcină utilă de informații secundare de îmbunătățire (informații secundare de îmbunătățire) notate cu *ES* cu o descriere a modului în care să se îmbunătățească sau să se perfecționeze sunetul reconstruit (sau câmpul acustic) de la reprezentarea de sunet comprimat de bază complet.

Soluția propusă pentru codificarea pe straturi adresează pașii necesari pentru a activa atât partea de comprimare care include împachetarea pachetelor de date pentru transmisie precum și partea de receptor și cea de decomprimare. Fiecare parte va fi descrisă în detaliu în ceea ce urmează.

Mai întâi, va fi descrisă comprimarea și împachetarea (de exemplu, pentru transmisie). În particular, vor fi descrise componente și elemente ale reprezentării sunetului comprimat complet (sau câmp acustic) în cazul codificării pe straturi.

**Fig. 1** ilustrează în mod schematic o organigramă a unui exemplu al unei metode pentru comprimarea și împachetarea (de exemplu, o metodă de codificare, sau o metodă de codificare pe straturi a unei reprezentări de sunet comprimat a unui sunet sau câmp acustic). Atribuirea (de exemplu, alocarea) sarcinilor utile individuale la stratul de bază și  $(M - 1)$  straturi de îmbunătățire pot fi realizate de către un împachetator de straturi de transport. **Fig. 2** ilustrează în mod schematic o diagramă bloc a unui exemplu al atribuirii/alocării sarcinilor utile individuale.

Așa cum s-a indicat mai sus, reprezentarea de sunet comprimat completă 2100 se poate referi de exemplu la o reprezentare HOA comprimată care cuprinde o reprezentare de sunet comprimat de bază. Reprezentarea de sunet comprimat completă 2100 poate cuprinde o multitudine de componente (de exemplu, semnale mono-aurale) 2110-1, ... 2110-*J*, informații secundare de bază independente (informații secundare de bază) 2120, informații secundare de îmbunătățire opționale (informații secundare de îmbunătățire) 2140, și opțional informații secundare de bază dependente (informații secundare de bază suplimentare) 2130. Informațiile secundare de bază 2120 pot fi informații pentru decodificarea reprezentării de sunet comprimat de bază la o reprezentare de sunet reconstruit de bază a sunetului sau câmpului acustic. Informațiile secundare de bază 2120 pot include informații care specifică decodificarea uneia sau mai multor componente (de exemplu, semnale mono-aurale) în mod individual, independent de alte componente. Informații secundare de îmbunătățire 2140 pot include parametri pentru îmbunătățirea (de exemplu, perfecționarea) reprezentării de sunet reconstruit de bază. Informațiile secundare de bază suplimentare 2130 pot fi (mai departe) informații pentru decodificarea reprezentării de sunet comprimat de bază la reprezentarea de sunet reconstruit de bază, și pot include informații care specifică decodificarea unora sau mai multora din multitudinea de componente în dependență de celelalte componente corespunzătoare.

Fig. 2 ilustrează o presupunere de bază în care există o multitudine de straturi ierarhice, inclusiv un strat de bază (strat de bază) și unul sau mai multe straturi de îmbunătățire (ierarhice). De exemplu, pot exista  $M$  straturi în total, adică un strat de bază și  $M - 1$  straturi de îmbunătățire. Multitudinea de straturi ierarhice au un indice de strat care

crește în mod succesiv. Valoarea cea mai redusă a indicelui de strat (de exemplu, indicele de strat 1) corespunde la stratul de bază. Este mai departe înțeles faptul că straturile sunt ordonate, de la stratul de bază, prin straturile de îmbunătățire, până la stratul de îmbunătățire cel mai înalt general (adică, stratul cel mai înalt general).

Metoda propusă poate fi efectuată pe bază de cadre (adică, într-o modalitatea bazată de cadre). În particular, reprezentarea de sunet comprimat 2100 poate fi comprimată pentru intervale de timp succesive, de exemplu intervale de timp de dimensiune egală. Fiecare interval de timp poate corespunde la un cadru. Pașii descriși mai jos pot fi efectuați pentru fiecare interval de timp succesiv (de exemplu, cadru).

La S1010 în **Fig. 1**, multitudinea de componente 2110 sunt sub-divizate într-o multitudine de grupuri de componente. Fiecare din multitudinea de grupuri este apoi atribuită (de exemplu, adăugată, sau alocată) la stratul corespunzător din multitudinea de straturi ierarhice. Aici, numărul de grupuri corespunde la numărul de straturi. De exemplu, numărul de grupuri poate fi egal cu numărul de straturi, astfel încât să existe un grup de componente pentru fiecare strat. Așa cum s-a indicat mai sus, multitudinea de straturi poate include un strat de bază și unul sau mai multe (de exemplu,  $M - 1$ ) straturi de îmbunătățire ierarhice.

Cu alte cuvinte, reprezentarea de sunet comprimat de bază este sub-divizată în părți care trebuie să fie atribuite la straturile individuale. Fără pierderea de generalitate, gruparea poate fi descrisă prin  $M + 1$  numere  $J_m$ ,  $m = 0, \dots, M$  cu  $J_0 = 1$  și  $J_M = J + 1$  astfel încât componentele  $BSRC_j$  sunt atribuite la cel de-al  $m$ -lea strat pentru  $J_{m-1} \leq j < J_m$ .

La S1020, grupurile de componente sunt atribuite la straturile corespunzătoare ale acestora. La S1030, informațiile secundare de bază 2120 sunt adăugate (de exemplu, alocate) la stratul de bază (adică, cel mai inferior din multitudinea de straturi ierarhice).

Adică, datorită dimensiunii mici a acestora este propus să se includă informațiile secundare de bază complete (informații secundare de bază și informații secundare de bază suplimentare opționale) la stratul de bază pentru a evita fragmentarea necesară a acestora.

Dacă reprezentarea de sunet comprimat luată în considerație cuprinde informații secundare de bază dependente (informații secundare de bază suplimentare), metoda poate cuprinde suplimentar (nu este prezentat în **Fig. 1**) descompunerea informațiilor secundare de bază suplimentare într-o multitudine de porțiuni 2130-1, ..., 2130-M de informații secundare de bază suplimentare. Porțiunile de informații secundare de bază suplimentare pot fi apoi adăugate (de exemplu, alocate) la stratul de bază. Cu alte cuvinte, porțiunile de informații secundare de bază suplimentare pot fi incluse în stratul de bază. Fiecare porțiune de informații secundare de bază suplimentare poate corespunde la un strat corespunzător și poate include informații care specifică decodificarea uneia sau mai multor componente atribuite la stratul respectiv în dependență de alte componente atribuite la stratul respectiv și oricare straturi mai inferioare ca stratul respectiv.

Astfel, în timp ce informații secundare de bază independente  $BSI_1$  (informații secundare de bază) 2120 sunt lăsate nemodificate pentru atribuire, informațiile secundare

de bază dependente trebuie să fie tratate în special pentru codificare pe straturi, cu scopul de a permite o decodificare corectă pe partea receptorului pe de o parte, și pentru a reduce dimensiunea informațiilor secundare de bază dependente care trebuie să fie transmise pe de altă parte. Este propus să se descompună informații secundare de bază dependente în  $M$  părți (porțiuni) notate cu  $BSI_{D,m}$ ,  $m = 1, \dots, M$ , în care cea de-a  $m$ -a parte conține informații secundare de bază dependente pentru fiecare dintre componentele  $BSRC_j$ ,  $J_{m-1} \leq j < J_m$ , a reprezentării de sunet comprimat de bază atribuite la cel de-al  $m$ -lea strat, presupunând faptul că informațiile secundare de bază dependente opționale există pentru reprezentarea de sunet comprimat luată în considerație. În cazul în care informații secundare dependente respective nu există, pentru reprezentarea de sunet comprimat a părților  $BSI_{D,m}$  pot fi presupuse ca fiind goale. Fiecare parte de informații secundare de bază dependente  $BSI_{D,m}$  poate fi dependentă de toate componentele  $BSRC_j$ ,  $1 \leq j < J_m$ , conținute în toate straturile până la cel de-al  $m$ -lea, (adică, conținute în toate straturile  $j = 1, \dots, m$ ).

Dacă pachetul de informații secundare de bază independente  $BSI_l$  este de o dimensiune mică neglijabilă, este rezonabil să se mențină ca un întreg și să se adauge (atribuie) la stratul de bază. Opțional, o descompunere similară ca cea pentru informații secundare de bază dependente poate fi de asemenea făcută pentru informațiile secundare de bază independente, furnizând pachetele  $BSI_{l,m}$ ,  $m = 1, \dots, M$ . Acest lucru este util pentru a reduce dimensiunea stratului de bază prin adăugarea (atribuirea) părților de informații secundare de bază independente la straturi cu componentele corespunzătoare ale reprezentării de sunet comprimat de bază.

La S1040, poate fi determinată o multitudine de porțiuni 2140-1, ..., 2140-M ale informațiilor secundare de îmbunătățire. Fiecare porțiune de informații secundare de îmbunătățire poate include parametri pentru îmbunătățirea (de exemplu, perfecționarea) unei reprezentări de sunet reconstruite care poate fi obținută de la date incluse în stratul respectiv și oricare straturi mai inferioare ca stratul respectiv.

Motivul pentru efectuarea acestui pas este acela că în cazul codificării pe straturi este important să se realizeze faptul că informațiile secundare de îmbunătățire trebuie să fie calculate pentru fiecare strat suplimentar, deoarece este intenționat să se îmbunătățească sunetul demomprimat preliminar (sau câmpul acustic), care cu toate acestea este dependent de straturile disponibile pentru decomprimare. În particular, sunetul decomprimat preliminar (sau câmpul acustic) pentru un strat decodificabil cel mai înalt dat (strat utilizabil cel mai înalt) depinde de componentele incluse în stratul decodificabil cel mai înalt și oricare straturi de sub stratul decodificabil cel mai înalt. Astfel, comprimarea trebuie să furnizeze  $M$  pachete de date de informații secundare de îmbunătățire individuale (porțiuni de informații secundare de îmbunătățire), notate prin  $ESI_m$ ,  $m = 1, \dots, M$ , în care informațiile secundare de îmbunătățire din cel de-al  $m$ -lea pachet de date  $ESI_m$  este calculat astfel încât să se îmbunătățească reprezentarea de sunet (sau câmpul acustic) obținută de la toate datele conținute în stratul de bază și straturile de îmbunătățire cu indici mai mici ca  $m$  (e.g., toate datele conținute în cel de-al  $m$ -lea strat și oricare straturi de sub cel de-al  $m$ -lea strat).

La S1050, multitudinea de porțiuni 2140-1, ..., 2140-M de informații secundare de îmbunătățire sunt atribuite (de exemplu, adăugate, sau alocate) la multitudinea de straturi. Fiecare din multitudinea de porțiuni de informații secundare de îmbunătățire este atribuită la cel corespunzător din multitudinea de straturi. De exemplu, fiecare din multitudinea de straturi include o porțiune corespunzătoare de informații secundare de îmbunătățire.

Atribuirea de informații secundare de îmbunătățire de bază și/sau de îmbunătățire la straturile respective pot fi indicate în informațiile de configurație care sunt generate de către metoda de codificare. Cu alte cuvinte, corespondența dintre informațiile secundare de îmbunătățire și/sau de bază și straturile respective poate fi indicată în informațiile de configurație. Mai departe, informațiile de configurație pot indica, pentru fiecare strat, componentele reprezentării de sunet comprimat de bază care sunt atribuite la (de exemplu, incluse în) acel strat. Porțiunile de informații secundare de bază suplimentare sunt incluse în stratul de bază, dar încă pot corespunde la straturi diferite de stratul de bază.

Rezumând, la etapa de comprimare este furnizat un pachet de date de cadru, notată prin FRAME, care are următoarea compoziție:

$$\text{FRAME} = [\text{BSRC}_1 \dots \text{BSRC}_J \text{ BSI}_1 \text{ BSI}_{D,1} \dots \text{BSI}_{D,M} \text{ ESI}_1 \dots \text{ESI}_M] \quad (1)$$

Mai departe, pachetele  $\text{BSI}_l$  și  $\text{BSI}_{D,m}$  pentru  $m = 1, \dots, M$  ar putea fi combinate într-un pachet unic  $\text{BSI}$ , în care caz pachetul de date de cadru, notat prin FRAME va avea următoarea compoziție:

$$\text{FRAME} = [\text{BSRC}_1 \text{ BSRC}_2 \dots \text{BSRC}_J \text{ BSI} \text{ ESI}_1 \text{ ESI}_2 \dots \text{ESI}_M] \quad (2)$$

Ordonarea sarcinilor utile individuale cu pachetul de date de cadru poate fi în general arbitrară.

Pachetele de date individuale pot apoi fi grupate în cadrul sarcinilor utile, care sunt definite ca pachete de date speciale care conțin un steguleț de valabilitate, o valoare care indică dimensiunea acestora precum și datele de reprezentare comprimate reale. Utilizarea de sarcini utile permite o de-multiplexare simplă pe partea receptorului, oferind avantajul de a fi capabilă să anuleze sarcini utile depășite tehnologic, fără cerința de a le parsa. O posibilă grupare este dată de

- atribuirea (de exemplu, alocarea) fiecărui pachet  $\text{BSRC}_j$ ,  $j = 1, \dots, J$ , la o sarcină utilă individuală notată  $\overline{BP_j}$ .

- atribuirea (de exemplu, alocarea) celui de-al  $m$ -lea pachet de date de informații secundare de îmbunătățire  $\text{ESI}_m$  și cel de-al  $m$ -lea pachet de date de informații secundare dependente  $\text{BSI}_{D,m}$  la o sarcină utilă de îmbunătățire notată cu  $\overline{EP_m}$ ,  $m = 1, \dots, M$ .

- atribuirea pachetului de informații secundare de bază independente  $\text{BSI}_l$  pentru o sarcină utilă de informații secundare separate notată cu  $\overline{BSIP}$ .

Opțional, dacă dimensiunea informațiilor secundare de bază independente este mare, fiecare cea de-a  $m$ -a dintre componentele sale,  $\text{BSI}_{l,m}$ ,  $m = 1, \dots, M$ , poate fi atribuită (de exemplu, alocată) la sarcina utilă de îmbunătățire  $\overline{EP_m}$ . În acest caz, sarcina utilă de informații secundare  $\overline{BSIP}$  este goală și poate fi ignorată.

O altă opțiune este de a atribui toate pachetele de date de informații secundare de bază dependente  $BS/D,m$  în sarcina utilă de informații secundare  $\overline{BSIP}$ , ceea ce este rezonabil dacă dimensiunea informațiilor secundare de bază dependente este mică.

Eventual, un pachet de date de cadru, notat prin *FRAME*, poate fi furnizat având următoarea compoziție:

$$\text{FRAME} = [\overline{BP}_1 \quad \dots \quad \overline{BP}_j \quad \overline{BSIP} \quad \overline{EP}_1 \quad \dots \quad \overline{EP}_M] \quad (3)$$

Ordonarea sarcinilor utile individuale cu pachetul de date de cadru poate fi în general arbitrară.

Metoda poate cuprinde suplimentar (nu este prezentat în **Fig. 1**) generarea, pentru fiecare din multitudinea de straturi, a unui pachet de strat de transport (de exemplu, un pachet de strat de bază 2200 și M-1 pachete de strat de îmbunătățire 2300-1, ..., 2300-(M-1)) care includ datele stratului respectiv (de exemplu, componente, informații secundare de bază și informații secundare de îmbunătățire pentru stratul de bază, sau componente și informații secundare de îmbunătățire pentru cele unul sau mai multe straturi de îmbunătățire).

Pachetele de strat de transport pentru diferite straturi pot avea priorități de transmisie diferite. Astfel, metoda poate cuprinde mai departe (nu este prezentat în **Fig. 1**), generarea unui flux de transport pentru transmisia datelor multitudinii de straturi, în care stratul de bază are cea mai înaltă prioritate de transmisie și straturile de îmbunătățire ierarhică au priorități de transmisie în scădere. Aici, prioritatea de transmisie mai mare poate corespunde la o măsura mai mare de protecție de eroare, și reciproc.

Cu excepția pașilor care necesită alți pași ca cerințe preliminare, pașii menționați anterior pot fi efectuați în oricare ordine și ordinea exemplificativă ilustrată în **Fig. 1** este înțeleasă ca fiind ne-limitatoare.

**Fig. 3** ilustrează o metodă de decodificare a unei reprezentări de sunet comprimat a unui sunet sau câmp acustic) pentru decodificare sau decomprimare (despachetare). Exemple ale receptorului corespunzător și ale etapei de decomprimare sunt ilustrate în mod schematic în diagramele bloc din **Fig. 4A** și **Fig. 4B**.

Așa cum rezultă din cele de mai sus, reprezentarea sunetului comprimat poate fi codificată în multitudinea de straturi ierarhice. Multitudinea de straturi poate să aibă atribuită la aceasta (de exemplu, poate include) componentele reprezentării de sunet comprimat de bază, componentele fiind atribuite la straturile respective din grupurile de componente respective. Stratul de bază poate include informațiile secundare de bază pentru decodificarea reprezentării de sunet comprimat de bază. Fiecare strat poate include una dintre porțiunile menționate anterior de informații secundare de îmbunătățire care includ parametri pentru îmbunătățirea unei reprezentări de sunet reconstruit de bază care poate fi obținută de la datele incluse în stratul respective și oricare straturi mai inferioare ca stratul respectiv.

Metoda propusă poate fi efectuată pe bază de cadre (adică, într-o modalitate pe bază de cadre). În particular, o reprezentare restaurată a sunetului sau câmpului acustic poate fi generată pentru intervale de timp succesive, de exemplu intervale de timp de dimensiune egală. Intervalele de timp pot fi de exemplu cadre. Pașii descriși mai jos pot fi efectuați pentru fiecare interval de timp succesive (de exemplu, cadre).

La S3010, sunt recepționate sarcinile utile de date (de exemplu, pachete de strat de transport) care corespund la multitudinea de straturi. Sarcinile utile pot fi recepționate ca părți ale unui flux de biți care conține reprezentarea HOA comprimată a unui sunet sau câmp acustic, reprezentarea corespunzând la multitudinea de straturi ierarhice. Straturile ierarhice include un strat de bază și unul sau mai multe straturi de îmbunătățire ierarhice. Multitudinea de straturi are atribuită la aceasta componente ale unei reprezentări de sunet comprimat de bază a sunetului sau câmpului acustic. Componentele sunt atribuite la straturile respective în grupurile de componente respective.

Pachetele de strat individuale pot fi multiplexate pentru a furniza pachetul de cadru recepționat al reprezentării de sunet comprimat complete. Pachetul de cadru recepționat poate fi indicat prin

$$[BSI_1 \ BSI_{D,1} \ \dots \ BSI_{D,M} \ ESI_1 \ BSRC_1 \ \dots \ BSRC_{(J_1)-1} \ \dots \ ESI_M \ BSRC_{J(M-1)} \ \dots \ BSRC_J]$$

(4)

În cazul alternativ al pachetelor  $BSI_l$  și  $BSI_{D,m}$  pentru  $m = 1, \dots, M$  fiind combinate într-un pachet unic  $BSI$ , pachetele de strat individuale pot fi multiplexate pentru a furniza pachetul de cadru recepționat al reprezentării de sunet comprimat complete indicate prin

$$[BSI \ ESI_1 \ BSRC_1 \ \dots \ BSRC_{(J_1)-1} \ \dots \ ESI_M \ BSRC_{J(M-1)} \ \dots \ BSRC_J] \quad (5)$$

În funcție de sarcinile utile, pachetul de cadru recepționat poate fi dat de

$$\text{FRAME} = [\overline{BP}_1 \ \dots \ \overline{BP}_J \ \overline{BSIP} \ \overline{EP}_1 \ \dots \ \overline{EP}_M] \quad (6)$$

Pachetul de cadre recepționat poate apoi fi trecut la un modul de decomprimare sau decodificator 4100. Dacă transmisia unui strat individual a fost fără erori, stegulețul de valabilitate al cel puțin unei porțiuni de sarcină utilă de informații secundare de îmbunătățire conținute  $\overline{EP}_m$  (de exemplu, care corespunde la o porțiune de informații secundare de îmbunătățire) este setat la "true". În cazul unei erori datorate transmisiei unui strat individual stegulețul de valabilitate din cadrul a cel puțin sarcinii utile de informații secundare de îmbunătățire din acest strat este setat la "false". Astfel, valabilitatea unui pachet de strat poate fi determinată de la valabilitatea sarcinii utile de informații secundare de îmbunătățire conținute (de exemplu, de la stegulețul său de valabilitate).

În modulul de decomprimare 4100, pachetul de cadru recepționat poate fi de-multiplexat. Pentru acest scop, informațiile despre dimensiunea fiecărei sarcini utile pot fi exploatate pentru a evita parsarea ne-necesară prin datele sarcinilor utile individuale.

La S3020, un prim indice de strat care indică stratul cel mai înalt (de exemplu, stratul utilizabil cel mai înalt, sau stratul decodificabil cel mai înalt) este determinat din multitudinea de straturi care trebuie să fie utilizate pentru decodificarea reprezentării de sunet comprimat de bază la reprezentarea de sunet reconstruit de bază a sunetului sau câmpului acustic.

Mai mult, la S3020, poate fi selectată valoarea (de exemplu, indicele de strat)  $N_B$  al stratului cel mai înalt (stratul utilizabil cel mai înalt) care va fi utilizat pentru decompimarea reprezentării de sunet de bază. Stratul de îmbunătățire cel mai înalt care trebuie utilizat în realitate pentru decompimarea reprezentării de sunet de bază este dat de  $N_B - 1$ . Deoarece fiecare strat conține exact o sarcină utilă de informații secundare de îmbunătățire (porțiune a informațiilor secundare de îmbunătățire), se poate determina pe baza sarcinii utile de informații secundare de îmbunătățire dacă da sau nu stratul de conținere este valabil (de exemplu, a fost recepționat valabil). Astfel, selecția poate fi realizată utilizând toate sarcinile utile de informații secundare de îmbunătățire  $ESI_m$ ,  $m = 1, \dots, M$  (sau corespunzător,  $EP_m$ ,  $m = 1, \dots, M$ ).

La S3030, este obținută o reprezentarea de sunet reconstruit de bază. Reprezentarea de sunet reconstruit de bază poate fi obținută de la componente atribuite la stratul utilizabil cel mai înalt indicat de primul indice de strat și oricare straturi mai inferioare ca stratul utilizabil cel mai înalt, utilizând informațiile secundare de bază (sau în general, utilizând informațiile secundare de bază).

Sarcinile utile ale componentelor reprezentării de sunet comprimat de bază  $BSRC_1, \dots, BSRC_J$  pot fi furnizate, împreună cu (toate) sarcinile utile de informații secundare de bază (de exemplu,  $BSI$  sau  $BSI_l$  și  $BSI_{D,m}$ ,  $m = 1, \dots, M$ ) și valoarea  $N_B$ , la o unitate de procesare de Decompimare de Reprezentare de Bază (Basic Representation Decompression) 4200. Unitatea de procesare de Decompimare de Reprezentare de Bază (Basic Representation Decompression) 4200 (ilustrată în Figurile 4A și 4B), reconstruiește reprezentarea de sunet de bază (sau câmp acustic) utilizând numai acele componente de reprezentare de sunet comprimat de bază conținute în cadrul straturilor  $N_B$  cele mai inferioare, adică stratul de bază și cele  $N_B - 1$  straturi de îmbunătățire (adică, straturile până la stratul indicat de către primul indice de strat). Ca alternativă, numai sarcinile utile ale componentelor de reprezentare de sunet comprimat de bază conținute în cele  $N_B$  straturi cele mai inferioare împreună cu sarcinile utile de informații secundare de bază respective pot fi furnizate la unitatea de procesare de Decompimare de Reprezentare de bază (Basic Representation Decompression) 4200.

Informațiile necesare despre care componente ale reprezentării de sunet comprimat de bază (sau câmpului acustic) sunt conținute în straturile individuale este presupus ca fiind cunoscute la modulul de decompimare 4100 de la un pachet de date cu informații de configurație, care sunt presupuse ca fiind trimise și recepționate înaintea pachetelor de date de cadru.

Cu scopul de a furniza pachete de date de informații secundare dependente  $BSI_{D,m}$ ,  $m = 1, \dots, N_B$ , și pachetul de date informații secundare de îmbunătățire  $ESI_{NE}$ , toate sarcinile utile de îmbunătățire pot fi introduse la un parser parțial 4400 (vezi **Fig. 4B**) al modulului de decompimare 4100 împreună cu valoarea  $N_E$  și valoarea  $N_B$ . Parserul poate anula toate sarcinile utile și pachetele de date care nu vor fi utilizate pentru decompimarea

reală. Dacă valoarea lui  $N_E$  este egală cu zero, toate pachetele de date de informații secundare de îmbunătățire pot fi presupuse ca fiind goale.

Dacă stratul de bază include cel puțin o sarcină utilă de informații secundare de bază dependente (porțiuni informații secundare de bază suplimentare) care corespunde la stratul respectiv, decodificarea fiecărei sarcini utile de informații secundare de bază dependente individuale (de exemplu,  $BSI_{D,m}$ ,  $m = 1, \dots, N_B$  (porțiuni de informații secundare de bază suplimentare)) poate include (i) decodificarea porțiunii de informații secundare de bază suplimentare prin referirea la componentele atribuite la stratul său corespunzător și oricare straturi mai inferioare ca stratul respectiv (decodificare preliminară), și (ii) corectarea porțiunii de informații secundare de bază suplimentare prin referirea la componentele atribuite la stratul utilizabil cel mai înalt și oricare straturi dintre stratul utilizabil cel mai înalt și stratul respectiv (corecție). Aici, informațiile secundare de bază suplimentare care corespund la un strat corespunzător includ informații care specifică decodificarea de una sau mai multe componente dintre componentele atribuite la stratul respectiv în dependență de alte componente atribuite la stratul respectiv și oricare straturi mai inferioare ca stratul respectiv.

Apoi, reprezentarea de sunet reconstruit de bază poate fi obținută (de exemplu, generată) de la componentele atribuite la stratul utilizabil cel mai înalt și oricare straturi mai inferioare ca stratul utilizabil cel mai înalt, utilizând informațiile secundare de bază și porțiuni corectate de informații secundare de bază suplimentare obținute de la porțiuni de informații secundare de bază suplimentare care corespund la straturi până la stratul utilizabil cel mai înalt.

În particular, decodificarea preliminară a fiecărei sarcini utile  $BSI_{D,m}$ ,  $m = 1, \dots, N_B$ , poate implica exploatarea dependenței sale de primele  $J_m - 1$  componente de reprezentare de sunet comprimat de bază  $BSRC_1, \dots, BSRC_{(J_m)-1}$  conținute în primele  $m$  straturi, care au fost presupuse în etapa de codificare.

Corecția succesivă a fiecărei sarcini utile  $BSI_{D,m}$ ,  $m = 1, \dots, N_B$ , poate implica luarea în considerație a faptului că componenta de sunet de bază este în final reconstruită de la primele  $J_{N_B} - 1$  componente de reprezentare de sunet comprimat de bază  $BSRC_1, \dots, BSRC_{(J_{N_B})-1}$  conținute în primele  $N_B > m$  straturi, care sunt mai multe componente decât sunt presupuse pentru decodificarea preliminară. Astfel, corecția poate fi realizată prin anularea informațiilor depășite tehnologic, care este posibilă datorită proprietății presupuse inițial a informațiilor secundare de bază dependente care dacă anumite componente complementare sunt adăugate la reprezentarea de sunet comprimat de bază, informațiile secundare de bază dependente pentru fiecare componentă individuală (complementară) devin un sub-set al celor originale.

La S3040, poate fi determinat un al doilea indice de strat. Cel de-al doilea indice de strat poate indica porțiunile informațiilor secundare de îmbunătățire care ar trebui să fie utilizate pentru îmbunătățirea (de exemplu, perfecționarea) reprezentării de sunet reconstruit de bază.

Suplimentar la primul indice de strat, poate fi determinat un indice (un al doilea indice de strat)  $N_E$  al sarcinii utile de informații secundare de îmbunătățire (porțiunea



informațiilor secundare de îmbunătățire) pentru a fi utilizate pentru decomprimare. Cel de-al doilea indice de strat  $N_E$  poate întotdeauna fie să fie egal cu primul indice de strat  $N_B$  sau egal cu zero. Îmbunătățirea poate fi realizată întotdeauna în conformitate cu reprezentarea de sunet de bază obținută de la stratul utilizabil cel mai înalt, sau deloc.

La S3050, o reprezentarea de sunet reconstruit a sunetului sau câmpului acustic este obținută (de exemplu, este generată) de la reprezentarea de sunet reconstruit de bază, care se referă la cel de-al doilea indice de strat.

Adică, reprezentarea de sunet reconstruit este obținută prin îmbunătățirea (în mod parametric) sau perfecționarea reprezentării de sunet reconstruit de bază, cu ar fi prin utilizarea informațiilor secundare de îmbunătățire (porțiuni a informațiilor secundare de îmbunătățire) indicate de către cel de-al doilea indice de strat. Așa cum este indicat suplimentar mai jos, cel de-al doilea indice de strat poate indica să nu se utilizeze deloc informații secundare de îmbunătățire la această etapă. Apoi, reprezentarea de sunet reconstruit va corespunde la reprezentarea de sunet reconstruit de bază.

Pentru acest scop, reprezentarea de sunet de bază reconstruit împreună cu toate sarcinile utile de informații secundare de îmbunătățire  $ESI_1, \dots, ESI_M$ , sarcinile utile de informații secundare de bază (de exemplu,  $BSI$  sau  $BSI_l$  și  $BSI_{D,m}$ ,  $m = 1, \dots, M$ ), și valoarea  $N_E$  este furnizată la o unitate de procesare de Decomprimare de Reprezentare Îmbunătățită (Enhanced Representation Decompression) 4300 (ilustrată în Figurile 4A și 4B), care calculează reprezentarea de sunet îmbunătățit finală (sau câmpul acustic) 2100' utilizând numai sarcina utilă a informații secundare de îmbunătățire  $ESI_{N_E}$  și anularea tuturor altor sarcini utile de informații secundare de îmbunătățire. Ca alternativă, numai sarcina utilă de informații secundare de îmbunătățire  $ESI_{N_E}$  în locul tuturor sarcinilor utile de informații secundare de îmbunătățire, poate fi furnizată la unitatea de procesare de Decomprimare de Reprezentare Îmbunătățită (Enhanced Representation Decompression) 4300. Dacă valoarea  $N_E$  este egală cu zero, toate sarcinile utile de informații secundare de îmbunătățire sunt anulate (sau ca alternativă, nu sunt deloc furnizate sarcini utile de informații secundare de îmbunătățire) și reprezentarea de sunet îmbunătățit final reconstruit[ 2100' este egală cu reprezentarea de sunet reconstruit de bază. Sarcina utilă de informații secundare de îmbunătățire  $ESI_{N_E}$  poate să fi fost obținută de către parserul parțial 4400.

Fig. 3 de asemenea ilustrează în general decodificarea reprezentării HOA comprimate pe baza informațiilor secundare de bază care sunt asociate cu stratul de bază și pe baza informații secundare de îmbunătățire care sunt asociate cu unul sau mai multe straturi de îmbunătățire ierarhice.

Cu excepția cazului în care pașii necesită anumiți alți pași ca pre-cerințe, pașii menționați anterior pot fi efectuați în oricare ordine și ordinea exemplificativă ilustrată în **Fig. 3** este înțeleasă ca fiind ne-limitatoare.

Apoi, vor fi descrise detalii ale selecției de strat pentru decomprimarea (selecția indicilor de strat primul și al doilea) la pașii S3020 și S3040.

Determinarea primului indice de strat poate implica determinarea, pentru fiecare strat, dacă stratul respectiv a fost recepționat în mod valabil. Determinarea primului indice de strat poate implica mai departe determinarea primului indice de strat ca indicele de

strat al unui strat imediat sub stratul cel mai inferior care nu a fost recepționat în mod valabil. Dacă da sau nu un strat a fost recepționat în mod valabil poate fi determinat prin evaluarea dacă sarcina utilă de informații secundare de îmbunătățire a aceluia strat a fost recepționată în mod valabil. Acest lucru la rândul său poate fi realizat prin evaluarea stegulețelor de valabilitate în cadrul sarcinilor utile de informații secundare de îmbunătățire.

Determinarea celui de-al doilea indice de strat poate implica în general fie determinarea celui de-al doilea indice de strat ca fiind egal cu primul indice de strat, sau determinarea unei valori de indice ca cel de-al doilea indice de strat (de exemplu, valoarea de indice 0) care indică să nu se utilizeze deloc informații secundare de îmbunătățire atunci când se obține reprezentarea de sunet reconstruită.

În cazul în care toate pachetele de date de cadru pot fi decomprimate în mod independent unul față de altul, ambele numărul  $N_B$  al stratului cel mai înalt (strat utilizabil cel mai înalt) care trebuie să fie utilizat în realitate pentru decomprimarea reprezentării de sunet de bază și indicele  $N_E$  al sarcinii utile de informații secundare de îmbunătățire pentru a fi utilizată pentru decomprimare poate fi setat la numărul cel mai înalt  $L$  al unei sarcini utile de informații secundare de îmbunătățire valabile, care pot fi determinate însele prin evaluarea stegulețelor de valabilitate din cadrul sarcinilor utile de informații secundare de îmbunătățire. Prin exploatarea cunoașterii dimensiunii fiecărei sarcinii utile de informații secundare de îmbunătățire, o parsare complicată prin datele reale ale sarcinilor utile pentru determinarea valabilității acestora poate fi evitată.

Adică, cel de-al doilea indice de strat poate fi determinat ca fiind egal cu primul indice de strat dacă reprezentările de sunet comprimat pentru intervale de timp succesive pot fi decodificate în mod independent. În acest caz, reprezentarea de sunet reconstruit de bază poate fi îmbunătățită pe baza sarcinii utile de informații secundare de îmbunătățire a stratului utilizabil cel mai înalt.

În cazul în care decomprimarea diferențială cu dependențe inter-cadru este utilizată, trebuie să fie luată în considerație suplimentar decizia de la cadrul anterior. De remarcat faptul că cu decomprimarea diferențială pachete de date de cadru în mod obișnuit independente sunt transmise la intervale de timp regulate cu scopul de a permite pornirea decomprimării de la aceste momente de timp, în care determinarea valorilor  $N_B$  și  $N_E$  devine independentă de cadru și este efectuată așa cum s-a descris mai sus.

Pentru a explica în detaliu decizia dependentă de cadru propusă, numărul cel mai mare (de exemplu, indice de strat) al unei sarcini utile de informații secundare de îmbunătățire valabile pentru un al  $k$ -lea cadru este notat prin  $L(k)$ , numărul de strat cel mai înalt (de exemplu, indice de strat) care trebuie să fie selectat și utilizat pentru decomprimarea reprezentării de sunet de bază prin  $N_B(k)$ , și numărul (de exemplu, indicele de strat) al sarcinii utile de informații secundare de îmbunătățire care trebuie să fie utilizat pentru decomprimare prin  $N_E(k)$ .

Prin utilizarea acestei notații, numărul de strat cel mai înalt care trebuie să fie utilizat pentru decomprimarea reprezentării de sunet de bază notat prin  $N_B(k)$  poate fi calculat în conformitate cu

$$N_B(k) = \min(N_B(k-1), L(k)). \quad (7)$$

Prin alegerea lui  $N_B(k)$  ca nefiind mai mare ca  $N_B(k-1)$  și  $L(k)$  este asigurat faptul că sunt disponibile toate informațiile necesare pentru decompimarea diferențială a reprezentării de sunet de bază.

Adică, dacă reprezentările de sunet comprimat pentru intervalele de timp succesiv (de exemplu, cadre) nu pot fi decodificate în mod independent una față de alta, determinarea primului indice de strat poate cuprinde determinarea, pentru fiecare strat, a faptului dacă stratul respectiv a fost recepționat în mod valabil, și determinarea primului indice de strat pentru intervalul de timp dat ca cel mai mic dintre primul indice de strat al intervalului de timp care precedează intervalul de timp dat și indicele de strat al unui strat imediat sub stratul cel mai inferior care nu a fost recepționat în mod valabil.

Numărul  $N_E(k)$  al sarcinii utile de informații secundare de îmbunătățire care poate fi utilizat pentru decompimare poate fi determinat în conformitate cu

$$N_E(k) = \begin{cases} N_B(k) & \text{dacă } N_B(k) = N_B(k-1) \\ 0 & \text{altfel} \end{cases} \quad (8)$$

Aici, alegerea de 0 pentru  $N_E(k)$  indică faptul că reprezentarea de sunet reconstruit de bază nu trebuie să fie îmbunătățită sau perfecționată utilizând informații secundare de îmbunătățire.

Acest lucru semnifică în particular faptul că atât timp cât numărul de strat cel mai înalt  $N_B(k)$  care trebuie să fie utilizat pentru decompimarea reprezentării de sunet de bază nu se modifică, același număr de strat de îmbunătățire corespunzător este selectat. Cu toate acestea, în cazul unei modificări a  $N_B(k)$ , îmbunătățirea este dezactivată prin setarea  $N_E(k)$  la zero. Datorită decompimării diferențiale presupuse a informațiilor secundare de îmbunătățire, modificarea acestora în conformitate cu  $N_B(k)$  nu este posibilă deoarece ar necesita decompimarea stratului de informații secundare de îmbunătățire corespunzătoare la cadrul anterior care este presupus că nu a fost efectuat.

Adică, dacă reprezentările de sunet comprimat pentru intervalele de timp succesive (de exemplu, cadre) nu pot fi decodificate în mod independent unele de altele, determinarea celui de-al doilea indice de strat putân cuprinde determinarea dacă primul indice de strat pentru intervalul de timp dat este egal cu primul indice de strat pentru intervalul de timp precedent. Dacă primul indice de strat pentru intervalul de timp dat este egal cu primul indice de strat pentru intervalul de timp precedent, cel de-al doilea indice de strat pentru intervalul de timp dat poate fi determinat (de exemplu, selectat) ca fiind egal cu primul indice de strat pentru intervalul de timp dat. Pe de altă parte, dacă primul indice de strat pentru intervalul de timp dat nu este egal cu primul indice de strat pentru intervalul de timp precedent, o valoare de indice poate fi determinată (de exemplu, selectată) ca cel de-al doilea indice de strat care indică să nu se utilizeze deloc informații secundare de îmbunătățire atunci când se obține reprezentarea de sunet reconstruită.

Ca alternativă, dacă la decompimarea tuturor sarcinilor utile de informații secundare de îmbunătățire cu numere până la  $N_E(k)$  sunt decompimate în paralel, regula de selecție din Ecuația (4) poate fi înlocuită cu

$$N_E(k) = N_B(k). \quad (9)$$

În final este de remarcat faptul că pentru decompimarea diferențială numărul celui mai înalt strat utilizat  $N_B$  poate numai să crească la pachete de date de cadru independente, în timp ce o scădere este posibilă la fiecare cadru.

Este înțeles faptul că metoda propusă de codificare pe straturi a unei reprezentări de sunet comprimat poate fi implementată de către un codificator pentru codificare pe straturi a unei reprezentări de sunet comprimat. Un astfel de codificator poate cuprinde unitățile respective adaptate pentru a efectua pașii respectivi descriși mai sus. Un exemplu al unui astfel de codificator 5000 este ilustrat în mod schematic în **Fig. 5**. De exemplu, un astfel de codificator 5000 poate cuprinde o unitate de sub-divizare de componentă 5010 adaptată pentru a efectua S1010 menționat anterior, o unitate de atribuire de componentă 5020 adaptată pentru a efectua S1020 menționat anterior, o unitate de atribuire de informații secundare de bază 5030 adaptată pentru a efectua S1030 menționat anterior, o unitate de partiționare de informații secundare de îmbunătățire 5040 adaptată pentru a efectua S1040 menționat anterior, și o unitate de atribuire de informații secundare de îmbunătățire 5050 adaptată pentru a efectua S1050 menționat anterior. Este înțeles mai departe faptul că unitățile respective ale unui astfel de codificator pot fi încorporate de către un procesor 5100 al unui dispozitiv de calcul care este adaptat pentru a efectua procesarea efectuată de către fiecare dintre unitățile menționate respective, adică este adaptată pentru a efectua unii sau toți pașii menționați anterior, precum și oricare pași suplimentari ai metodei de codificare propuse. Codificatorul sau dispozitivul de calcul poate cuprinde suplimentar o memorie 5200 care este accesibilă de către procesorul 5100.

Este mai departe înțeles faptul că metoda de decodificare propusă a unei reprezentări de sunet comprimat care este codificat într-o multitudine de straturi ierarhice poate fi implementată de către un decodificator pentru decodificarea unei reprezentări de sunet comprimat care este codificată într-o multitudine de straturi ierarhice. Un astfel de decodificator poate cuprinde unitățile respective adaptate pentru a efectua pașii respectivi descriși mai sus. Un exemplu al unui astfel de decodificator 6000 este ilustrat în mod schematic în **Fig. 6**. De exemplu, un astfel de decodificator 6000 poate cuprinde o unitate de recepție 6010 adaptată pentru a efectua S3010 menționat anterior, o primă unitate de determinare de indice de strat 6020 adaptată pentru a efectua S3020 menționat anterior, o unitate de reconstrucție de bază 6030 adaptată pentru a efectua S3030 menționat anterior, o a doua unitate de determinare de indice de strat 6040 adaptată pentru a efectua S3040 menționat anterior, și o unitate de reconstrucție îmbunătățită 6050 adaptată pentru a efectua S3050 menționat anterior. Este înțeles mai departe faptul că unitățile respective ale unui astfel de decodificator pot fi încorporate de către un procesor 6100 al unui dispozitiv de calcul care este adaptat pentru a efectua procesarea efectuată de către fiecare dintre unitățile menționate respective, adică care este adaptată pentru a efectua unii sau toți pașii menționați anteriori, precum și oricare pași suplimentari ai metodei de decodificare propuse. Decodificatorul sau dispozitivul de calcul poate cuprinde suplimentar o memorie 6200 care este accesibilă de către procesorul 6100.

Trebuie remarcat faptul că descrierea și desenele ilustrează numai principiile metodelor propuse și aparatului propus, în timp ce scopul invenției este definit numai de către revendicările anexate. Va fi astfel apreciat faptul că cei calificați în domeniu vor fi capabili să inventeze diverse montaje care, deși nu sunt descrise sau prezentate aici în mod explicit, încorporează principiile invenției și sunt incluse în cadrul scopului acesteia. Mai departe, toate exemplele expuse aici sunt în principiu intenționate în mod expres pentru a fi numai pentru scopuri pedagogice pentru a ajuta cititorul în înțelegerea principiilor metodelor propuse și aparatului propus și conceptele aduse ca contribuție de către inventatori pentru a dezvolta mai departe domeniul, și trebuie să fie considerate ca fiind fără limitarea la astfel de exemple și condiții expuse în mod specific. Mai mult, toate afirmațiile principiilor, aspectelor, și aplicațiilor concrete ale invenției expuse aici, precum și exemple specifice ale acestora, sunt intenționate pentru a cuprinde echivalente ale acestora.

Metodele și aparatul descrise în documentul prezent pot fi implementate ca software, software încorporat și/sau hardware. Anumite componente pot fi de exemplu implementate ca software care execută pe un procesor de semnal digital sau microprocesor. Alte componente pot fi de exemplu implementate ca hardware și/sau ca circuite integrate specifice pentru aplicație. Semnalele întâlnite în metodele descrise și aparatul descris pot fi stocate pe medii cum ar fi memorie cu acces aleatoriu sau medii de stocare optică. Acestea pot fi transferate prin intermediul rețelelor, cum ar fi rețele radio, rețele prin satelit, rețele fără fir sau rețele cu fir, de exemplu Internet-ul.

Referință 1: ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 23008-3:2015(E). Tehnologia informației – Codificare de eficiență înaltă și livrare de media în medii eterogene (Information technology - High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments) - Part 3: 3D audio, Februarie 2015.

Referință 2: ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 23008-3:2015/PDAM3. Tehnologia informației – Codificare de eficiență înaltă și livrare de media în medii eterogene (Information technology - High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments) - Part 3: 3D audio, AMENDAMENTUL 3: MPEG-H 3D Faza Audio 2, Iulie 2015.