



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00376**

(22) Data de depozit: **29.05.2012**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.12.2014** BOPI nr. **12/2014**

(41) Data publicării cererii:  
**30.10.2012** BOPI nr. **10/2012**

(73) Titular:  
• **MOVIDIUS S.R.L.**, STR.PARIS NR.2/a,  
SALA P01, TIMIȘOARA, TM, RO

(72) Inventatori:  
• **OLAR CRISTIAN- GAVRIL**,  
BD.NICOLAE TITULESCU NR.303/5, SC.A,  
AP.5, ARAD, AR, RO;  
• **COSMA ANDREI-CLAUDIU**,  
STR.GENERAL DRAGALINA NR.21,  
TURDA, CJ, RO;  
• **DIACONESCU DEMIS**, STR.VUIONI  
NR.2 A, IZVIN, TM, RO;

• **BRICK CORMAC**, 57,  
CARNLOUGH ROAD, CABRA, DUBLIN, IE;  
• **MICEA MIHAI**,  
STR.ALEXANDRU ODOBESCU NR.22,  
TIMIȘOARA, TM, RO;  
• **MUREȘAN VALENTIN**, STR.PLATINEI  
NR.23, DUMBRĂVIȚA, TM, RO

(74) Mandatar:  
**CABINET DE PROPRIETATE  
INDUSTRIALĂ TUDOR ICLĂNZAN**,  
PIAȚA VICTORIEI NR.5, SC.D, AP.2,  
TIMIȘOARA

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**WO 2011 071473 A1; WO 2011 162737 A1**

(54) **METODĂ PENTRU DETECTAREA CADRELOR CU  
CONȚINUT COMPATIBIL 3D**



1           Invenția se referă la o metodă pentru detectarea cadrelor cu conținut compatibil 3D,  
folosită pentru analizarea cadrelor video, în vederea îmbunătățirii imaginii stereografice și  
3 a procesării video utilizate cel mai mult în televiziune și dispozitive 3D.

5           Semnalul video provine din diverse surse, precum: transmițătoare TV 3D, aparate de  
redare BluRay, console multimedia (multimedia box) sau orice alte dispozitive de generare  
7 a semnalului video. Definim imaginile vizionabile ca fiind imagini percepute cu un înțeles de  
minte umană. Imaginile 2D sunt întotdeauna vizionabile, în timp ce imaginile 3D le solicită  
sistemelor de afișare să aplice diferite tehnici stereografice pentru a crea imagini vizionabile.

9           În domeniul procesării video 3D există invenții aflate în diverse stadii de evaluare,  
care tratează concepte similare.

11          Invenția **US20120038744** utilizează o combinație de metode constând din analizarea  
vectorilor de mișcare și potrivirea de histogramme pentru a obține rezultatul informației 3D,  
13 lucrând pe un șir de cadre succesive.

15          Invenția **WO2011098936A2** prezintă un sistem și metodă care folosește hărți de  
adâncime computerizate, bazate pe factorul de neasemănare dintre imaginile obținute din  
cadrele receptate, pentru a detecta conținutul 3D compatibil la nivel de cadru.

17          Invenția **KR20090025934A** determină conținutul 3D compatibil la nivel de cadru, prin  
comparație cu o imagine 3D de referință.

19          Invenția **US2010053306A1** folosește vectorii de mișcare din cadre multiple, pentru  
a detecta conținutul 3D compatibil la nivel de cadru.

21          Invenția **US2011267360A1** propune o metodă de detectare a conținutului 3D  
compatibil la nivel de cadru, dar nu descrie modul specific de funcționare a metodei. În  
23 schimb, folosește generic numai un bloc de „colecții de algoritmi de detectare 3D”.

25          Invenția **WO2011071467A1** descrie o soluție care detectează caracteristicile imaginii  
pentru a determina dacă este vorba despre un conținut 3D compatibil la nivel de cadru. Este  
important să menționăm că, deși se folosește termenul „muchie”, această cerere de brevet  
27 îl definește clar într-un mod diferit de termenul canonic de „muchie a imaginii”, așa că nu  
prezintă similarități cu metoda descrisă în prezenta invenție, chiar dacă se folosesc termeni  
29 similari.

31          Invenția **WO2011071473A1** descrie o soluție care generează o hartă a diferențelor  
dintre suprafețele imaginilor comparate, pentru a detecta conținutul 3D compatibil la nivel de  
cadru. Metoda se bazează pe observația că hărțile obținute vor avea regiuni de diferențe  
33 care, în cazul conținutului 3D compatibil la nivel de cadru, arată ca niște muchii subțiri, în  
timp ce la conținutul 2D „muchiiile” ar fi mult mai groase dacă ar fi prezente. Posibil ca pe  
35 harta diferențelor să apară pete în loc de linii. Analiza grosimii „muchiiilor” determină natura  
conținutului din punct de vedere 3D.

37          Invenția **WO2011162737A1** utilizează vectorii de mișcare din cadre multiple, pentru  
a testa și determina conținutul 3D compatibil la nivel de cadru.

39          În general, dezavantajul tehnologiei de ultimă generație prezentată pe scurt mai sus  
este că toate abordările analizează problema clasificării conținutului într-o manieră mai  
41 degrabă teoretică, la modul general, fără să încerce să elimine cazuri specifice de  
introducere a deciziilor de detectare prezente în fluxurile reale.

43          Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în detectarea automată a  
conținutului 3D dintr-o secvență video, ca răspuns precis privind natura imaginii procesate,  
45 și de a oferi informații despre cele trei formate posibile 3D TAB, 3D SBS, 2D.

47          Metoda pentru detectarea cadrelor cu conținut compatibil 3D, ce utilizează un circuit  
receptor de cadre, un modul de memorie destinat stocării cadrelor video, un modul de  
memorie destinat stocării datelor procesate, reprezentate de imaginea de muchii și imaginea  
49 eșantionată, și un modul ce conține o unitate centrală de procesare, înlătură dezavantajele  
de mai sus prin aceea că parcurge următoarea succesiune de pași cu ajutorul unității  
51 centrale de procesare:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| - generează o imagine de muchii din informațiile din cadrele capturate de către circuitul receptor de cadre, pentru a elimina erorile datorate diverselor variații cromatice ale imaginilor reale obișnuite;                                                                                                             | 1  |
| - calculează seriile de proiecții pe baza valorilor aferente imaginii de muchii, înlăturând informațiile din cadrele inducătoare în eroare, detectate pe marginea cadrelor și având praguri identice, pentru a determina un factor de similaritate;                                                                      | 3  |
| - ia decizia de clasificare a conținutului drept 3D Alăturat, 3D Suprapus sau 2D folosind o tehnică de ieșire devreme din execuție, în cazul detectării unei condiții favorabile, folosind un minim necesar de comparații al factorilor de similaritate obținuți pentru conținut 3D Alăturat, cât și pentru 3D Suprapus. | 5  |
| Avantajele invenției sunt următoarele:                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 7  |
| - permite detectarea automată a conținutului 3D dintr-o secvență video, și afișarea în format 3D stereografic vizibil;                                                                                                                                                                                                   | 9  |
| - permite detectarea muchiilor și normalizarea proiecțiilor, filtrând deciziile false;                                                                                                                                                                                                                                   | 11 |
| - minimizează consumul de memorie în timpul aplicării;                                                                                                                                                                                                                                                                   | 13 |
| - înlătură liniile și coloanele posibil inducătoare în eroare din jurul bordurii cadrului, focalizând analiza doar pe partea semnificativă a conținutului real;                                                                                                                                                          | 15 |
| - folosește praguri alese în mod autoadaptiv, permițând îmbunătățirea facilă a acestora atunci când sunt aplicate unor noi secvențe video;                                                                                                                                                                               | 17 |
| - utilizează ieșirea devreme din execuție, în cazul detectării unor condiții favorabile (tehnica „early exit”, de cascadatare);                                                                                                                                                                                          | 19 |
| - poate fi aplicată generic oricărui tip de conținut video, și anume, 3D SBS, 3D TAB sau 2D.                                                                                                                                                                                                                             | 21 |
| Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1...11, ce reprezintă:                                                                                                                                                                                                                    | 23 |
| - fig. 1 este o schemă funcțională a sistemului și a asocierii metodei de detectare a conținutului 3D compatibil la nivel de cadru cu sistemul de hardware care asigură platforma operațională;                                                                                                                          | 25 |
| - fig. 2 este o schemă-bloc a circuitului receptor de cadre, utilizat pentru a direcționa cadrele video în sistemul de memorie a cadrelor;                                                                                                                                                                               | 27 |
| - fig. 3 este o imagine explicativă a tipului de transmisie a cadrelor 3D tratate de invenție;                                                                                                                                                                                                                           | 29 |
| - fig. 4 este o imagine explicativă a tipului de transmisie a cadrelor 3D netratate de invenție;                                                                                                                                                                                                                         | 31 |
| - fig. 5 este o imagine explicativă a comparației dintre imaginea primită și cea eșantionată;                                                                                                                                                                                                                            | 33 |
| - fig. 6 este o schemă funcțională a modului în care se obține imaginea de muchii din imaginea eșantionată, și o explicație vizuală a rezultatului;                                                                                                                                                                      | 35 |
| - fig. 7 este o imagine explicativă a modului în care seria de proiecții se suprapune cu cadrele procesate;                                                                                                                                                                                                              | 37 |
| - fig. 8 este o reprezentare grafică a diferențelor absolute dintre seriile de proiecții corespondente;                                                                                                                                                                                                                  | 39 |
| - fig. 9 este o reprezentare grafică a subpasului de corelare executat pentru a minimiza diferențele;                                                                                                                                                                                                                    | 41 |
| - fig. 10 este o schemă logică de program a metodei care descrie subpașii de comparare a seriilor de proiecții;                                                                                                                                                                                                          | 43 |
| - fig. 11 este o schemă logică de program a metodei care ilustrează subpașii urmați pentru a determina dacă acest conținut este 3D SBS, 3D TAB sau 2D.                                                                                                                                                                   | 45 |

1           Metoda pentru detectarea cadrelor cu conținut compatibil 3D, conform invenției,  
realizează efecte tehnice de detectare automată a conținuturilor 3D dintr-o secvență video,  
3           afișarea în format 3D stereografic vizibil, și posibilitatea reglării unor proceduri de detectare  
pe baza execuției unor decizii, învățând din fluxurile reale și utilizând praguri autoadaptive  
5           în special în cazurile greu de detectat, folosind un microsistem digital și o metodă printr-un  
software implementat.

7           Invenția utilizează o platformă hardware, prezentată în fig. 1, constituită dintr-un  
circuit **1** receptor de cadre, ce direcționează cadrele video înspre sistem, fără să încalce  
9           puterea de procesare a celorlalte elemente ale sistemului, un modul **2** de memorie, destinat  
stocării cadrelor video, cerut de platforma hardware, ce reprezintă suportul de stocare a  
11          cadrelor de care este nevoie în momentul procesării, un modul **3** de memorie, pentru  
stocarea procesării de date, folosit pentru a păstra imaginea de muchii și imaginea  
13          eșantionată. În circuitele modulelor **2** și **3** nu trebuie să existe circuite separate, dacă  
operațiunile acestora sunt executate în mod corespunzător. Un alt modul al platformei este  
15          modulul **4** UCP, ce reprezintă Unitatea Centrală de Procesare și care constă într-un  
microprocesor capabil să ruleze metoda de determinare a cadrelor compatibile 3D. Un modul  
17          **5**, reprezentând blocul de procesare a muchiilor, asigură realizarea pasului de metodă prin  
care se obține imaginea de muchii din cadrele de intrare. Un modul **6** de circuite pentru  
19          determinarea proiecțiilor asigură pasul de metodă care se ocupă cu proiecțiile extrase din  
imaginea de muchii explicată anterior. Metoda parcurge un pas final în cadrul unui modul **7**  
21          de comparare a factorilor de similaritate obținuți atât pentru conținut 3D Alăturat (SBS), cât  
și pentru 3D Suprapus (TAB), și prezintă decizia de clasificare a conținutului drept 3D SBS,  
23          3D TAB sau 2D.

25          Sursele video furnizează conținut într-un format de spațiu de culoare, de obicei RGB  
sau YUV. Oricare componentă de culoare poate fi folosită pentru procesare. Metoda este  
exemplificată pe componenta de luminozitate a imaginilor, și folosește spațiul de culoare  
27          YUYV 4:2:2.

29          Cadrele sunt direcționate în memoria de stocare a cadrelor a sistemului prin  
intermediul circuitului receptor de cadre, detaliat în fig. 2. Circuitul receptor de cadre poate  
accepta semnale de sincronizare pe orizontală și verticală, definite ca HSYNC și, respectiv,  
31          VSYNC, și este prevăzut cu un generator **8** de tact, necesar pentru procesarea datelor de  
intrare pentru pixeli. Aceste semnale sunt ulterior conectate printr-o interfață de intrare la un  
33          controler **9** de acces direct la memorie (DMA), specializat, care poate accepta diverse locații  
de memorie ca ieșire, conform specificărilor blocului de registre de configurare. Folosind  
35          registrele de configurare, se implementează o tehnică de double buffering, astfel încât cadrul  
tocmai direcționat în sistem să rămână neatins pe o durată de timp necesară pentru ca  
37          sistemul să captureze datele sale relevante, ce urmează a fi procesate. Datele unui cadru  
sunt capturate copiind pur și simplu partea care conține datele relevante, într-o locație de  
39          memorie sigură. Partea care conține datele relevante poate fi formată din cadrul complet sau  
din versiunea eșantionată a cadrului. Conținutul 3D compatibil la nivel de cadru poate fi  
41          prezentat drept conținut SBS, TAB sau FP (împachetat), așa cum se arată în fig. 3 și 4. În  
timp ce conținutul FP este de obicei foarte specific, și poate fi detectat prin folosirea  
43          metodelor intrinsece specifice dispozitivelor compatibile FP, conținuturile SBS și TAB nu  
sunt. În anumite cazuri, s-ar putea să fie necesar ca acestea să fie detectate pe baza  
45          analizei de conținut.

Metoda descrisă în această invenție oferă o modalitate de detectare a conținutului  
47          SBS și TAB pe baza conținuturilor 3D compatibile la nivel de cadru. Se folosește un set de  
secvențe video de test, pentru a alege parametrii de detectare.

Metoda furnizează o modalitate de a detecta dacă un clip este în format 2D, 3D SBS sau 3D TAB. Realizează acest lucru în pași multipli, fiecare dintre pași filtrând diverse cauze ale apariției rezultatelor incorecte detectate ca fiind corecte, în încercarea de a realiza detectarea 3D. Rezultatul final al analizei este rulat pe cadre multiple, de-a lungul unei perioade de timp, și un rezultat mediu acordă decizia finală. Experimentele efectuate au demonstrat că 3 s sunt suficiente pentru a obține rezultate robuste.

### **Pasul 1 - Eșantionarea**

Metoda funcționează fără să utilizeze cadre eșantionate, dar există avantaje în folosirea eșantionării.

Eșantionarea este utilă din două motive: nevoia de a captura un cadru în timpul procesării algoritmului, și nevoia de a minimiza spațiul de memorie folosit. Un alt beneficiu al utilizării eșantionării este viteza mărită în timpul aplicării filtrelor pentru detectarea muchiilor, așa cum se explică în continuare.

Se poate folosi orice metodă de eșantionare. În exemplul dat în această descriere se folosește extragerea simplă a liniilor și coloanelor. S-a ales o valoare de salt („skipfactor”) și liniile și coloanele au fost extrase folosind factorul respectiv. Fig. 5 ilustrează modul în care rezultatul păstrează același raport.

Suprafața inițială a unei imagini este  $A$  și suprafața imaginii eșantionate este  $A'$ .

Atunci relația dintre cele două va fi:  $A' = \frac{A}{\text{skipfactor}^2}$ .

Prin urmare, pentru un "skipfactor" 4, doar a șaisprezecea parte din suprafața inițială rămâne să fie procesată (după cum se poate observa și în fig. 5). Pentru orice microsistem digital, acest lucru este un avantaj, datorită memoriei necesare pentru implementarea acestui tip de algoritmi.

Algoritmul de eșantionare trebuie să fie rapid, să ruleze într-un timp mai scurt decât cel necesar pentru procesarea unui cadru. Imaginea rezultată poate fi procesată ulterior independent de rata de cadre a secvenței.

### **Pasul 2 - Generarea unei imagini de muchii**

Majoritatea problemelor privind detectarea fluxurilor 3D provin din faptul că cele două cadre, fiind filmate cu camere neideale, pot avea variații cromatice diferite, care nu sunt perceptibile pentru ochiul uman, dar sunt foarte observabile atunci când se folosesc comparații la nivelul pixelilor. Pentru a depăși aceste obstacole, invenția va lucra cu o imagine de muchii. Imaginea de muchii este creată cu ajutorul unui operator care aplică filtrul de muchii. În filtrul pentru detectarea muchiilor exemplificat, invenția folosește un operator Sobel atât pentru muchiile verticale, cât și pentru cele orizontale. Valoarea de muchie folosită în exemplul nostru este magnitudinea Sobel.

Fig. 6 explică pașii folosiți pentru a obține o imagine de muchii în exemplul nostru.

Operatorul Sobel vertical este  $\begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ , iar operatorul Sobel orizontal folosit este

$$\begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

1 Se face o convoluție cu acest operator și toți pixelii din imagine.

2 Rezultatele sunt normalizate, așa cum se poate observa în fig. 6. Normalizarea  
3 valorilor de muchii este obligatorie, indiferent de operatorul Sobel utilizat. Pentru a putea  
4 lucra în domeniul numerelor întregi (byte/octet), care este mai rapid pentru micro sisteme  
5 digitale, valoarea de muchii normalizată se multiplică de 250 de ori, și rezultatele sunt  
6 stocate. Prin urmare, imaginea de muchii poate fi reprezentată folosind doar biți, nu numere  
7 în virgulă mobilă (floating point-IEEE754), ceea ce reduce spațiul de memorie folosit, aspect  
8 foarte important (doar o pătrime din memoria necesară pentru reprezentarea cu numere în  
9 virgulă mobilă (floating point-IEEE754) este folosită în cazul numerelor întregi pe octet).

10 O arhitectură SIMD de procesor este platforma favorită pentru a calcula rapid valorile  
11 de muchii, deoarece așa se poate obține un nivel înalt de paralelism în operații.

### **Pasul 3 - Determinarea valorilor SBS și TAB**

12 Se știe că un conținut prezintă în general similarități cu 3D SBS sau 3D TAB. De  
13 exemplu, dacă se filmează un clip cu doi copaci în fața camerei, ar exista o imagine  
14 asemănătoare 3D SBS. Problema constă în plasarea de praguri suficiente pentru a filtra  
15 rezultatele incorecte detectate ca fiind corecte. Metoda funcționează pe bază de proiecții  
16 făcute pe imagine, atât pentru TAB, cât și pentru SBS, și calculează dacă imaginea este  
17 suficient de asemănătoare cu 3D SBS sau 3D TAB, astfel încât să o detecteze drept conținut  
18 3D SBS, 3D TAB sau 2D. Valorile pragurilor plasate au fost determinate în mod autoadaptiv.  
19 Metoda a fost rulată pe mai multe secvențe, și au fost determinate cele mai bune valori  
20 pentru parametri.

21 Factorii de similaritate cu SBS și TAB sunt determinați prin intermediul proiecțiilor.  
22 Modul în care sunt calculate proiecțiile este descris în fig. 7.

23 „Proiecția Y” este definită drept seria calculată folosind valorile de muchii de pe axa  
24 Y. Un element al unei proiecții Y se definește ca suma tuturor valorilor de muchii aflate pe  
25 coloana corespundentă elementului respectiv.

26 „Proiecția X” este definită ca seria calculată folosind valorile de muchii de pe axa X.  
27 Un element al unei proiecții X se definește ca suma tuturor valorilor de muchii găsite pe linia  
28 corespundentă elementului respectiv.

29 Pasul 3 constă în mai mulți subpași detaliați în următoarele paragrafe. În plus, sunt  
30 definite proiecțiile principale și cele secundare.

31 Proiecția principală este cea mai reprezentativă proiecție pentru tipul de conținut 3D  
32 (SBS/TAB) analizat, iar proiecția secundară este cea mai puțin reprezentativă. S-a constatat  
33 că numeroase șiruri de cadre din mediul real, și nu din condiții de laborator, conțin informații  
34 care induc în eroare unele dintre liniile sau coloanele de început sau sfârșit. Definim  
35 parametrul DISCARDED\_LIMIT (ZONĂ\_OMISĂ) ca fiind numărul de linii sau coloane, în  
36 funcție de caz, care nu sunt folosite la calcularea valorii proiecțiilor normalizate. În schimb,  
37 liniile sau coloanele respective sunt pur și simplu copiate din cea mai apropiată linie sau  
38 coloană considerată validă. Pentru exemplul dat în fig. 7:

39 - Proiecțiile SBS X sunt proiecții principale pentru testarea 3D SBS, și Proiecțiile SBS  
40 Y sunt proiecții secundare. Proiecțiile SBS sunt calculate prin duplicarea primei coloane  
41 neinducătoare în eroare peste primele coloane de tip DISCARDED\_LIMIT, așa cum indică  
42 marcasele A și C din fig. 7. Ultimele coloane inducătoare în eroare din proiecțiile SBS sunt  
43 înlocuite cu cele mai apropiate coloane neinducătoare în eroare, după cum indică marcasele  
44 B și D din fig. 7;

45 - Proiecțiile TAB Y sunt proiecții principale pentru testarea 3D TAB, iar Proiecțiile TAB  
46 X sunt proiecții secundare. Proiecțiile TAB sunt calculate prin duplicarea primei linii neindu-  
47 cătoare în eroare peste primele linii de tip DISCARDED\_LIMIT, așa cum indică marcasele  
48 E și G din fig. 7. Ultimele linii inducătoare în eroare din proiecțiile TAB sunt înlocuite de cele  
49 mai apropiate linii neinducătoare în eroare, după cum indică marcasele F și H din fig. 7.

**Pasul 3.1 - Normalizarea proiecțiilor principale**

După calcularea seriilor de proiecții principale, acestea sunt normalizate în funcție de valoarea maximă din serie. Acest lucru elimină și mai mult deciziile eronate generate de imagini bogate în conținut, care s-ar putea să producă valori de muchii diferite, chiar dacă se detectează aceleași muchii. Folosind normalizarea seriilor, se evită această sursă de decizii eronate.

**Pasul 3.2 - Compararea seriilor principale**

Un exemplu de comparație între două proiecții principale poate fi văzut în fig. 7. Se observă că uneori există puncte de maxim local în diferența absolută dintre cele două proiecții comparate, așa cum se observă în jurul valorii 42 a graficului din fig. 8. În acest grafic se poate observa că proiecțiile demonstrează o ușoară valoare de deplasare între o proiecție și cealaltă. Pentru a obține cea mai bună suprapunere posibilă a celor două proiecții, se execută o corelare a celor două serii de proiecții folosind un parametru numit SEARCH\_RANGE (CĂUTARE). Acesta este definit ca fiind valoarea de deplasare maximă aplicată pentru a obține cea mai bună corelare între seriile de proiecții principale. De exemplu, în fig. 9, proiecția stângă este derulată peste proiecția dreaptă. Cea mai bună potrivire este considerată a fi cea în care suma diferențelor absolute dintre valorile seriilor de proiecție este minimă în comparație cu restul.

După determinarea semnalelor cel mai bine corelate, se obțin următoarele informații:

- suma de diferențe absolute (SDA), în urma comparării seriilor de proiecții principale, denumită mincorr;

- diferența absolută maximă, constatată între două mostre corespondente, denumită maxDiff;

- numărul de mostre corespondente, din serii cu o diferență absolută mai mică decât un prag intitulat PROJECTION\_3D\_THRESHOLD (pragul de proiecție 3D). Acestea se numesc valori mostră Definite3D, deoarece indică o asemănare 3D ridicată;

- numărul de valori mostră corespondente cu o diferență absolută mai ridicată decât un prag intitulat PROJECTION\_2D\_THRESHOLD (prag de proiecție 2D). Acestea se numesc valori Definite2D, pentru că indică mai degrabă o asemănare ridicată cu 2D, și nu cu 3D;

- numărul de valori mostră corespondente, care nu se potrivesc sub pragul PROJECTION\_3D\_THRESHOLD sau peste PROJECTION\_2D\_THRESHOLD. Acestea au fost numite UnsureVals (valori cu rezultat nesigur);

- numărul de valori mostră corespondente, care prezintă o diferență absolută mai ridicată decât un prag numit PROJECTION\_2D\_DEALBREAKER (prag de trecere forțată în decizie 2D). Numărul de mostre cu această proprietate sunt stocate ca DealBreakers (valori decisive).

Parametrii introduși folosiți pentru comparațiile descrise mai sus sunt:

PROJECTION\_2D\_DEALBREAKER, PROJECTION\_3D\_THRESHOLD și PROJECTION\_2D\_THRESHOLD.

Aceștia sunt aleși în mod autoadaptiv, de-a lungul numărului extins de secvențe de test.

Se introduce un alt prag, DEFINITE\_3D\_ACCEPTED\_THRESHOLD (prag de valori decisive pentru acceptarea 3D). Și acesta este ales în mod autoadaptiv și se referă la un număr de valori Definite3D, considerate suficiente pentru a forța o concluzie de similaritate 3D.

Tabelul prezintă intervalul de valori recomandate pentru parametrii definiți în această secțiune, precum și în alte secțiuni.

**Pasul 3.3 - Interpretarea rezultatului comparației**

Metoda interpretează rezultatele folosind o tehnică de cascaderă, utilizând tehnica „early exit” (conceptul de ieșire devreme din execuție). Adică atunci când se obține suficientă încredere în decizie, nu mai există niciun motiv pentru a continua cu ceilalți pași de rafinare a deciziei (fig. 10).

Mai jos sunt descrise alte câteva variabile necesare pentru a înțelege diagrama care prezintă metoda:

- MainSeriesLength fiind lungimea unei proiecții principale comparate;
- SecSeriesLength fiind lungimea unei serii de proiecții secundare comparate;
- DealBreaker2D fiind variabila care oprește o decizie să treacă forțat în 2D datorită DealBreakerVals definite anterior;
- UnsureGo2D fiind o variabilă care decide dacă ar trebui să se treacă la 2D datorită valorii ridicate a UnsureVals. Numărul valorilor nesigure se decide a fi prea ridicat pe baza comparației cu pragul UNSUREVALUES\_ACCEPTED\_THRESHOLD;
- seria de proiecții secundare este comparată cu o valoare de prag 3D secundară, cu mult mai mică decât pragul PROJECTION\_3D\_THRESHOLD, deoarece metoda caută un indiciu în cazul acesta, nu un răspuns final. Acest prag este definit ca PROJECTION\_3D\_THRESHOLD;
- GlobalThreshold (prag global), ca variabilă calculată în funcție de numărul seriilor de valori de proiecție și pragul PROJECTION\_3D\_THRESHOLD ales.

Un alt parametru utilizat în fig. 10, care descrie metoda aplicată, este FRACTIONAL\_3D\_THRESHOLD\_INCREASE. Acesta se definește ca o creștere mică fracționară pe care o aduce pragului GlobalThreshold în cazul în care avem un rezultat indicat drept 3D, ca în fig. 10. Acest parametru este determinat în mod autoadaptiv, similar cu celelalte praguri. Pentru implementarea detaliată a metodei, este indicat a se urmări schema logică de program din fig. 10. Tabelul conține valorile recomandate pentru parametrii definiți în această secțiune, precum și în alte secțiuni.

**Pasul 4 - Folosirea valorilor SBS și TAB la nivelul secvenței**

Folosind metodele descrise până în acest punct, există o valoare TAB și SBS pentru fiecare cadru individual. Cadrele nu au, de obicei, aceeași lățime și înălțime; așadar, valorii TAB îi este aplicat un factor fracționar înainte să ia parte la orice comparații. Prin urmare:

$$TAB_{factor} = \frac{SBS_{projectionserieslength} \cdot TAB_{value}}{TAB_{projectionserieslength}}$$

Factorul SBS este definit ca:  $SBS_{factor} = SBS_{value}$

Ulterior, se determină dacă o imagine este SBS sau TAB folosind programul descris în schema logică de program din cadrul fig. 11.

Metoda folosită este accelerată de o arhitectură SIMD capabilă să ruleze această metodă pe fiecare al cincilea cadru. De asemenea, este de preferat o arhitectură multiprocesor (multicore), deoarece acest algoritm trebuie rulat în paralel cu cadrele care intră în memoria arhitecturii, proces executat de un procesor sau circuit diferit.

Potrivirea 3D este rulată pentru o perioadă de timp autoadaptivă. S-a constatat în mod experimental că o perioadă de timp prea scurtă poate genera decizii cu un grad scăzut de încredere, în timp ce o perioadă prea lungă poate include evenimente de conținut (schimbări de scenă, tranziții etc.) irelevante pentru clasificarea conținutului.

*Tabel*

| Denumire parametru               | Valoare minimă recomandată | Valoare tipică | Valoare maximă recomandată |
|----------------------------------|----------------------------|----------------|----------------------------|
| PROJECTION_3D_THRESHOLD          | 0,18                       | 0,22           | 0,25                       |
| PROJECTION_2D_THRESHOLD          | 0,4                        | 0,5            | 0,75                       |
| PROJECTION_2D_DEALBREAKER        | 0,65                       | 0,75           | 0,9                        |
| DEFINITE_3D_ACCEPTED_THRESHOLD   | 0,92                       | 0,95           | 0,97                       |
| FRACTIONAL_3D_THRESHOLD_INCREASE | 0,1                        | 0,16           | 0,2                        |
| UNSUREVALUES_ACCEPTED_THRESHOLD  | 0,12                       | 0,18           | 0,22                       |
| PROJECTION_3D_UNSURE_THRESHOLD   | 0,009                      | 0,011          | 0,0125                     |
| DISCARDED_LIMIT                  | 1,000                      | 2,000          | 10,0000                    |

Tabelul enumeră intervalele de valori recomandate ale parametrilor necesari pentru rularea metodei pe sistem.

## Revendicări

1. Metodă pentru detectarea cadrelor cu conținut compatibil 3D, ce utilizează un circuit (1) receptor de cadre, un modul (2) de memorie destinat stocării cadrelor video, un modul (3) de memorie destinat stocării datelor procesate, reprezentate de imaginea de muchii și imaginea eșantionată, și un modul (4) ce conține o unitate centrală de procesare, **caracterizată prin aceea că** parcurge următoarea succesiune de pași, cu ajutorul unității centrale de procesare:

- generează (5) o imagine de muchii din informațiile din cadrele capturate de către circuitul (1) receptor de cadre, pentru a elimina erorile datorate diverselor variații cromatice ale imaginilor reale obișnuite;

- calculează (6) seriile de proiecții pe baza valorilor aferente imaginii de muchii, înlăturând informațiile din cadrele inducătoare în eroare, detectate pe marginea cadrelor și având praguri identice, pentru a determina un factor de similaritate;

- ia decizia de clasificare a conținutului drept 3D Alăturat, 3D Suprapus sau 2D folosind o tehnică de ieșire devreme din execuție, în cazul detectării unei condiții favorabile, folosind un minim necesar de comparații (7) al factorilor de similaritate obținuți atât pentru conținut 3D Alăturat, cât și pentru 3D Suprapus.

2. Metodă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** generarea (5) imaginii de muchii elimină variațiile cromatice diferite din secvențele video ce pot introduce decizii eronate, prin utilizarea unui filtru de muchii ce aplică un operator de tip Sobel, cu ajutorul căruia se face o convoluție împreună cu toți pixelii din imagine, valorile de muchii astfel obținute fiind normalizate.

3. Metodă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** etapa de calcul (6) a seriilor de proiecții pe baza valorilor aferente imaginii de muchii utilizează niște valori ale pragurilor determinate în mod adaptiv, și calculează factori de similaritate pentru conținutul 3D Alăturat și 3D Suprapus, pe baza proiecțiilor determinate care sunt în final normalizate în funcție de valoarea maximă din serie, eliminând astfel și mai mult deciziile eronate generate de imagini bogate în conținut, care ar putea produce valori de muchii diferite.

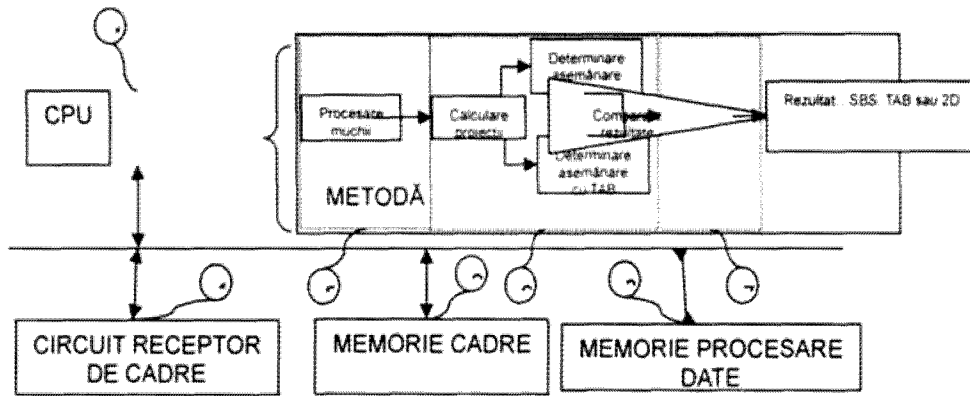


Fig. 1

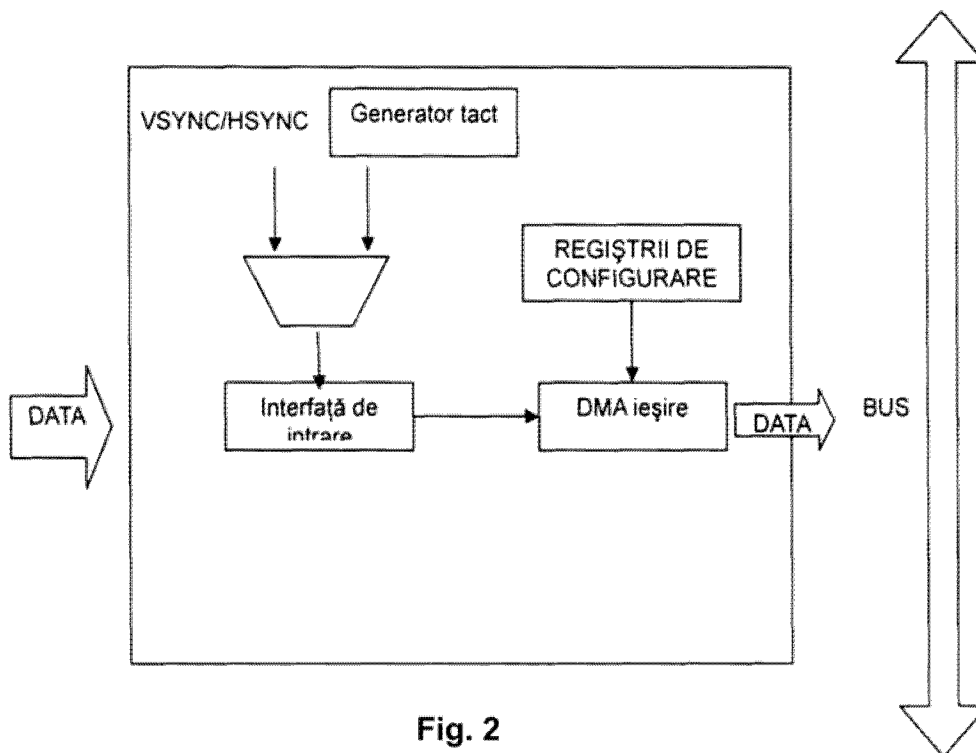
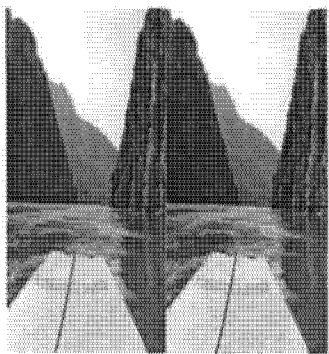
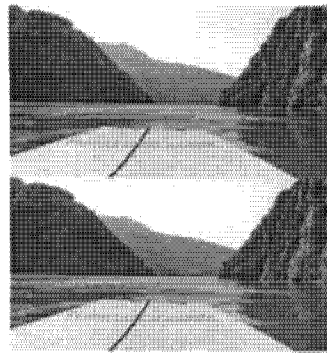


Fig. 2



Alăturate (SBS – Side by Side)

Fig. 3



Suprapuse (TAB – Top and Bottom)

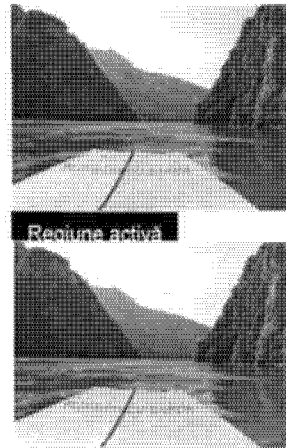


Fig. 4 Împachetate (FP – frame packed)

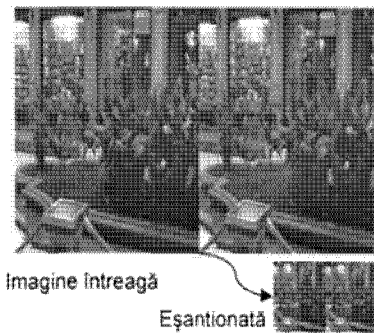


Fig. 5

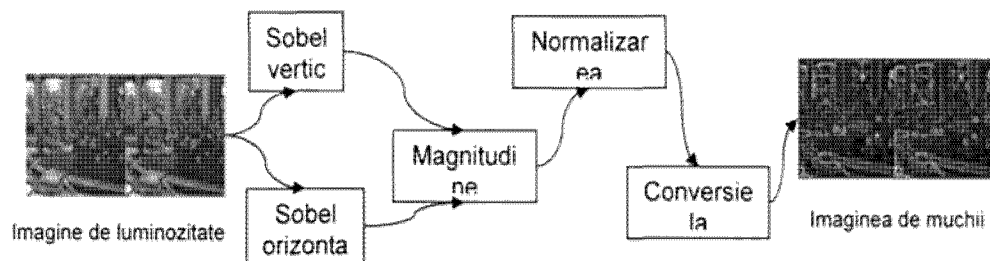


Fig. 6

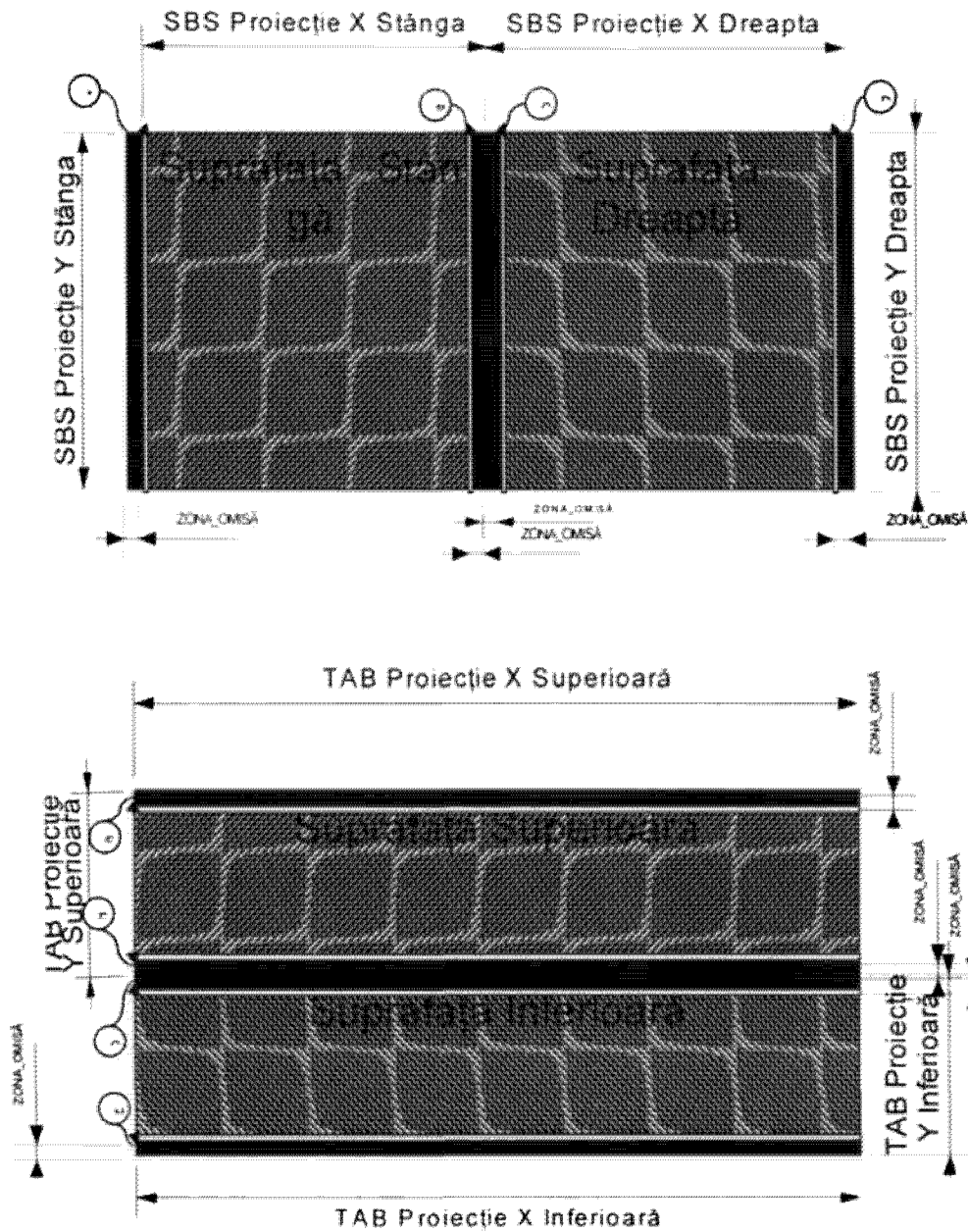


Fig. 7

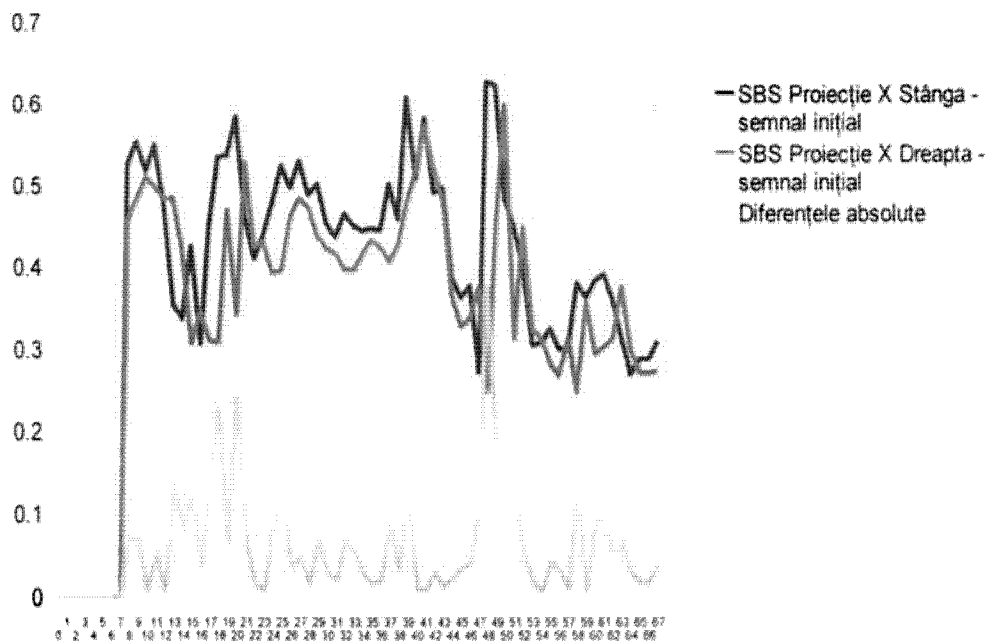


Fig. 8

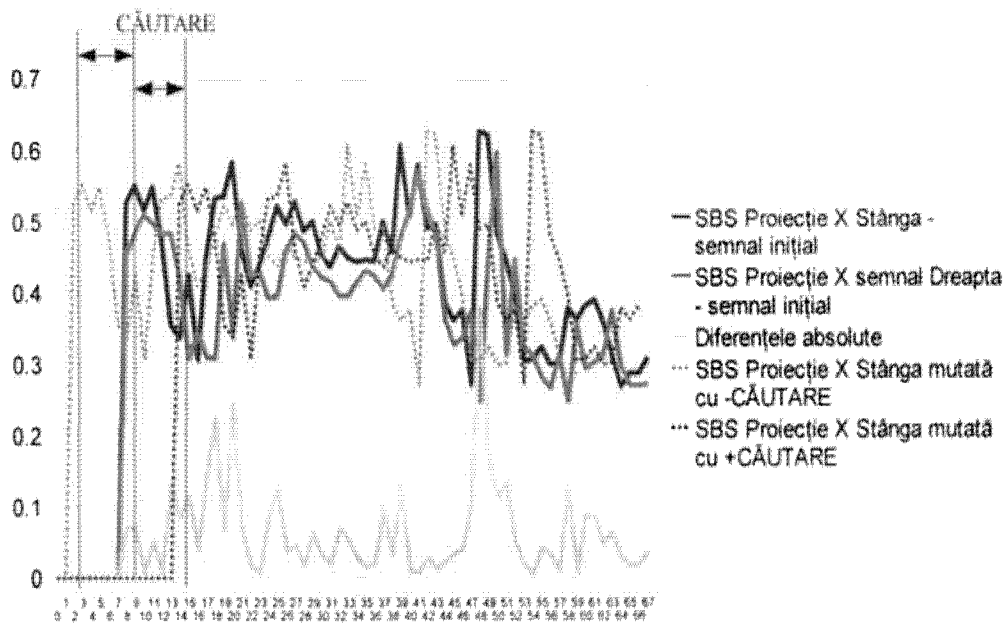


Fig. 9

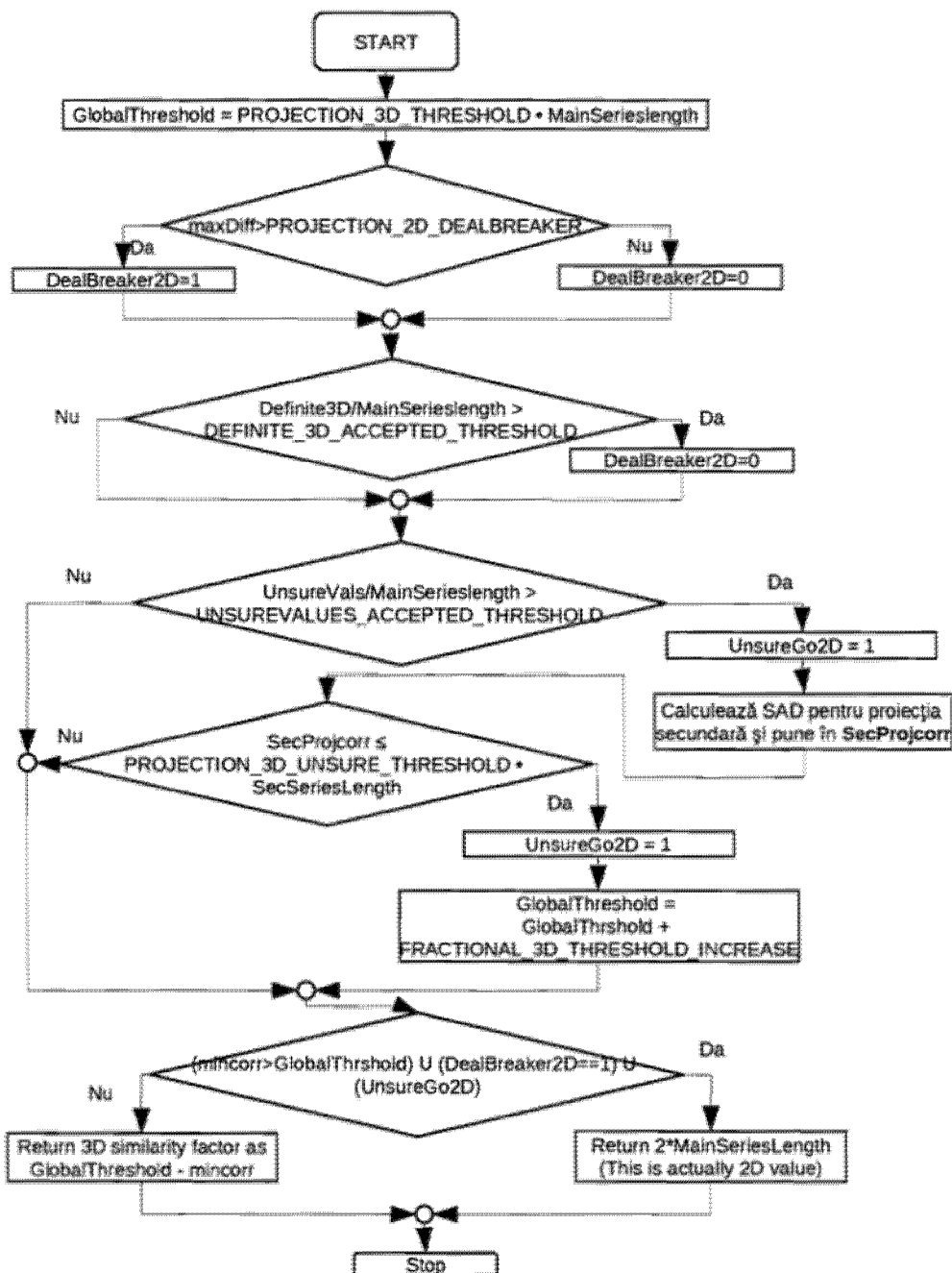


Fig. 10

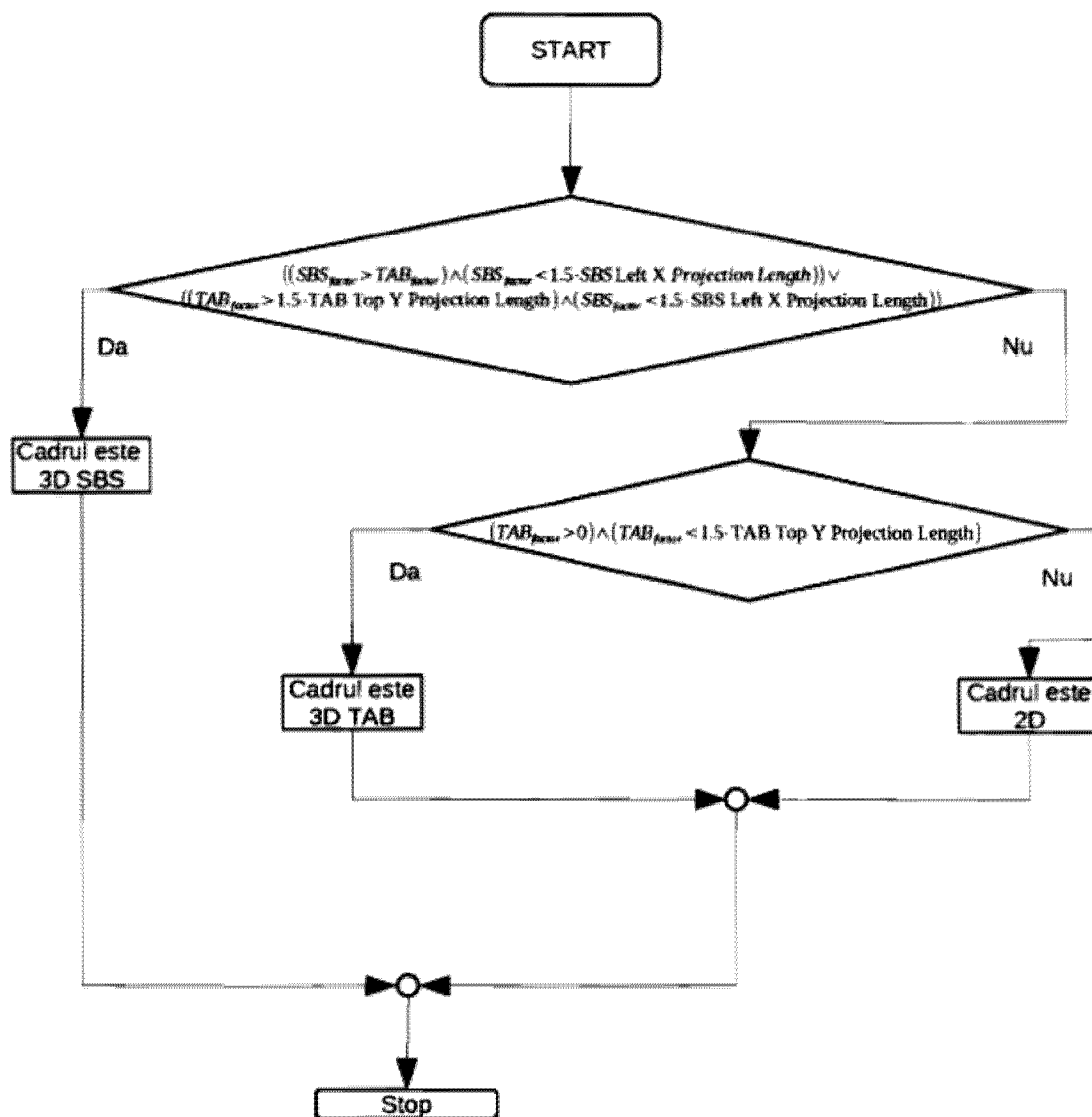


Fig. 11

