UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

FACULTATEA DE ELECTRONICĂ ŞI TELECOMUNICAȚII

TEZA DE DOCTORAT

STUDII ŞI EXPERIMENTĂRI PRIVIND ACHIZIȚIA DE DATE CU APLICAȚII ÎN REALIZAREA SENZORILOR VIZUALI INTELIGENȚI

-REZUMAT-

Conducător ştiințific:
Prof.dr.ing.Costin Miron

Autor:
ing.Radu Arsinte

1997

Din partea autorului

Prelucrarea de imagini este unul din domeniile care au cunoscut cea mai impresionantă dezvoltare în tehnica de calcul a ultimelor decenii.In fapt ,s-a trecut de la un simplu domeniu la o familie de domenii şi aplicații ,care cu greu pot fi stăpânite de o singură persoană , îngustarea specializării fiind absolut necesară.

Domenii ca multimedia,imagistica medicală,aplicațiile de desk-top publishing, efectele speciale în televiziune şi cinematografie, grafica de calculator sunt doar câteva din domeniile de acum distincte care îşi au izvorul în ceea ce acum 15-20 de ani se numea simplu "prelucrare de imagini".

Importanța pe care o are imaginea în viața modernă este binecunoscută.Ea este aceea care trece deasupra tuturor barierelor de limbă, religie, obiceiuri ,constituindu-se într-un limbaj universal care facilitează comunicarea şi schimbul de idei.

Teza prezentată de autor se constituie într-o mică contribuție la înțelegerea aspectelor importante ale tehnologiilor şi metodelor matematice specifice achiziției şi prelucrării de semnale în domeniul video , urmărind evidențierea punctelor importante ale acestei tehnologii.Teza încearcă să abordeze multe din problemele specifice într-o lumină nouă , prelucrările de imagini (sau de semnale video) fiind privite ca o parte importantă a întregului care este prelucrarea numerică de semnal în general .Acest lucru este mai rar întâlnit în literatura tehnică care tratează problema prelucrării de imagini şi are ca avantaje lărgirea bazei teoretice şi experimentale aplicabile prelucrărilor imaginilor cu implementarea unor metode şi extinderi practice din şi în alte domenii: prelucrarea de semnal vocal,teoria transmisiei informației.

Teza este structurată în 7 capitole.

Primul capitol "Locul senzorilor vizuali inteligenți în aparatura electronică" încearcă să definească această noțiune (senzor vizual inteligent -SVI) şi să precizeze structura şi aspectele informaționale ale acestuia.

Capitolul 2 "Studii privind evaluarea şi optimizarea elementelor şi componentelor caracteristice SVI" ,este axat pe prezentarea elementelor şi tehnologiilor specifice SVI printr-o încercare de sistematizare a problemelor şi prin prezentarea contribuțiilor autorului în aceste domenii:studiul convertoarelor analog-numerice şi numeric analogice, a dispozitivelor videocaptoare, a altor circuite auxiliare.Sunt prezentate în detaliu principii şi soluții care au permis dezvoltarea unei serii de tehnologii proprii de realizare a SVI.

Capitolul 3 "Prelucrări primare de informație în senzorii vizuali inteligenți" este destinat prezentării unor metode specifice de preprocesare a informației video pentru a obține pe de o parte o îmbunătățire a calității şi conținutului informațional al acesteia , iar pe de altă parte o optimizare a informației care este prelucrată în continuare pentru reducerea timpilor de prelucrare specifici fiecărei aplicații.In acest capitol sunt prezentate bazele teoretice şi experimentele efectuate de autor ,în studiul şi implementarea unor metode de reducere a imaginilor , de filtrare pentru eliminarea unor artefacte sau perturbații, de comprimare a informației specifice ,în scopul stocării sau transmisiei acestora.

Prezentarea unor sisteme şi aplicații puse la punct de autor este realizată în **capitolul 4** "SVI din generația I bazați pe microcalculatoare" . Sunt dezvoltate câteva din rezultatele practice şi implementările de programe în domeniul construcției SVI: placa SV-101,mediul IMAG şi aplicații realizate utilizând această tehnologie.Sunt prezentate şi alte realizări , rezultate în urma cercetărilor în domeniul SVI şi care au permis abordarea unor aplicații mai puțin obişnuite în achiziția şi prelucrarea de semnal de viteză: placa de tip OVERLAY,placa de achiziție semnale tranzitorii.

Capitolul 5 "Metode evoluate de prelucrare a informației în SVI" este axat în prima sa parte pe prezentarea generală a posibilității de implementare a metodelor şi circuitelor moderne în achiziția şi prelucrarea informației vizuale.Sunt examinate sintetic câteva domenii în care aceste tehnologii îşi aduc aportul la sporirea eficienței prelucrărilor de informație vizuală.

In partea a doua sunt prezentate contribuțiile practice ale autorului în domeniul examinat: realizarea unui sistem de prelucrare a informației numerice bazat pe procesoare digitale de semnal, utilizarea acestui sistem în prelucrările de imagini, instrumente software de dezvoltare a aplicațiilor.Sunt prezentate şi realizări din domenii conexe care au beneficiat de rezultatele obținute în cursul cercetărilor.

Capitolul 6 "Analiza surselor de eroare în SVI şi metode de testare a acestora" prezintă şi dezvoltă o problemă mai puțin întâlnită în literatura tehnică de specialitate: testarea (evaluarea) acurateții sistemelor de achiziție de imagini utilizate în SVI.Sunt selectate acele elemente şi parametri care în viziunea autorului sunt relevante în această evaluare.Fiecare din aceşti parametri este definit matematic şi sunt prezentate metode practice de evaluare din datele achiziționate în cadrul SVI.Paragrafe speciale sunt dedicate metodelor de evaluare a zgomotului şi a acurateții sincronizării pentru care autorul a dezvoltat formule de calcul şi metode originale de măsură.In finalul capitolului sunt prezentate şi comentate unele rezultate experimentale.

Capitolul 7 "Concluzii şi perspective ale tezei" sintetizează rezultatele experimentale şi concluziile rezultate din întreaga activitate de documentare şi dezvoltare, încercând să detecteze şi să definească direcțiile de dezvoltare ale acestui generos domeniu.

Mulțumiri

Principalul merit al abordării acestei teze îi revine d-lui profesor dr.ing.Costin Miron care mi-a oferit şansa de a valorifica în această formă cei peste 10 ani de cercetări şi studii în domeniul achiziției de date în domeniul video , proiectarea de echipamente grafice şi de prelucrare de imagini sau de implementare a procesoarelor digitale de semnal în aparatură.Exigența sa permanentă m-a făcut să înțeleg că întotdeauna există loc de mai bine şi să conştientizez necesitatea de a prezenta într-o formă cât mai originală şi accesibilă rezultatele cercetărilor.

Un merit deosebi revine conducerii Software ITC în special d-lui director executiv mat.Mircea Fernea şi d-lui dr.ing. Farkas Gheorghe pentru sprijinul acordat cercetărilor în toți aceşti ani prin încurajări şi alocarea de resurse, inclusiv pentru scrierea unei lucrări dedicate în întregime procesoarelor digitale de semnal.

Mulțumesc pentru colaborare membrilor catedrelor de Bazele Electronicii şi Comunicații , în special doamnei conf.dr.ing.Monica Borda,d-lui prof.dr.ing Gavril Toderean şi d-lui conf.dr.ing.Aurel Vlaicu pentru sugestiile oferite în cursul realizării tezei , ca şi pentru posibilitatea de a susține cursul de "Arhitecturi paralele şi procesoare de semnal" studenților anului VI Comunicații, ceea ce mi-a permis aprofundarea şi din punct de vedere didactic a subiectului.

Mulțumesc colegilor ,s.l. ing.Eugen Lupu de la Universitatea Tehnică Cluj-Napoca şi ing.Tiberiu Miclea aflat actualmente în Canada ,pentru colaborarea fructuoasă în domeniul procesoarelor digitale de semnal şi scrierea cărții dedicate acestora.

Mulțumesc d-lui ing.Attila Ferencz de la Software ITC pentru schimbul permanent de idei şi colaborarea în extinderea rezultatelor tezei în alte domenii ale prelucrării de semnal cum este sinteza vocală.

O mențiune specială o acord colaborării şi schimbului de idei realizat cu d-l s.l. dr.ing.Mircea Vaida în domeniul prelucrării de imagini.

Mulțumesc d-lui dr. ing. Mircea Tudoran care este cel ce "mi-a deschis gustul " pentru domeniul prelucrării de imagini şi alături de care am realizat primele sisteme şi aplicații în acest domeniu.

Sincere mulțumiri d-nei ing.Luciana Peev pentru colaborarea din aceşti ani în domeniul calculatoarelor în general şi al prelucrării de imagini în special.

Mulțumesc colegului ing.Marius Serban pentru sprijinul permanent acordat în materializarea tehnologiilor dezvoltate în toți aceşti ani.

D-lui mat.Liviu Negrescu îi mulțumesc pentru colaborarea fructuoasă în dezvoltarea bazei software a sistemului DSP.

Mulțumesc de asemenea tuturor colegilor din Software ITC , nemenționați mai sus, care mi-au acordat în diferite momente sprijinul lor.

Absolvenților promoțiilor 1995 şi 1996 ale anului VI Comunicații le mulțumesc pentru sprijinul acordat prin unele implementări ale metodelor descrise în teză.

Sincere mulțumiri mamei mele ,Ioana Arsinte, care a crezut în permanență în afirmarea mea profesională acordându-mi tot sprijinul şi la realizarea acestei teze.Ii dedic în cea mai mare parte această lucrare.

Autorul

Cluj-Napoca ianuarie 1997

CUPRINSUL TEZEI

1.Locul senzorilor vizuali inteligenți în aparatura electronică 1-1
1.1.Introducere 1-1
1.2.Originea şi conținutul conceptului de senzor vizual inteligent 1-2
1.3.Aspecte informaționale ale SVI 1-3
1.3.1.Structura informațională a unui SVI 1-3
1.3.2.Modele stocastice în problemele de analiză şi prelucrare a imaginii 1-4
1.3.3.Statistica unei imagini monocrome 1-7
2.Studii privind evaluarea şi optimizarea elementelor şi componentelor caracteristice SVI 2-1
2.1.Structura unui SVI 2-1
2.2.Criterii de evaluare a dispozitivelor videocaptoare 2-2
2.2.1.Parametri de evaluare ai camerelor video 2-3
2.2.2.Metode de compensare a neuniformităților sistemelor videocaptoare 2-3
2.2.2.1.Metodă de compensare adaptată la sisteme minimale 2-4
2.2.2.2.Metode de compensare îmbunătățite 2-4
2.3.Studii şi optimizări ale circuitelor de condiționare a semnalului video 2-5
2.3.1.Circuite de amplificare şi axare 2-6
2.3.1.1.Circuite de amplificare 2-6
2.3.1.2.Circuite de axare 2-6
2.3.2.Soluție pentru rezolvarea amplificării şi axării unui semnal 2-8
2.4.Sincronizarea cu semnalul de intrare a sistemului de achiziție 2-10
2.4.1.Metoda oscilatoarelor start-stop(sincronizare directă) 2-10
2.4.2.Metoda circuitului PLL de regenerare a ceasului(sincronizare indirectă) ... 2-11
2.4.3.Metodă combinată de sincronizare 2-12
2.5.Un studiu al convertoarelor analog-numerice şi numeric-analogice ultrarapide 2-13
2.5.1.O prezentare a problematicii şi a stadiului atins în domeniu 2-13
2.5.2.Convertoare analog-numerice ultrarapide (flash) şi parametrii lor dinamici 2-13
2.5.3.Studiul modelelor CAN ultrarapide şi al parametrilor dinamici 2-15
2.5.3.1.Un model pentru convertorul analog-numeric idealizat 2-15
2.5.3.2.Modele pentru convertoarele de tip 'flash' reale 2-16
2.5.4.Metode de testare a parametrilor dinamici ai CAN 2-20
2.5.4.1.Metode de control vizua 2-21
2.5.4.2.Metoda măsurării raportului semnal/zgomot 2-22
2.5.4.3.Metoda domeniilor şi a curbei sinusoidale ideale 2-23
2.5.4.4.Metoda histogramei(statistică) 2-23
2.5.4.5.Metoda histogramei înlănțuite 2-26
2.5.4.6.Metoda transformatei Fourier rapide(metoda spectrală) 2-27
2.5.4.7.Metoda transformatei Walsh discrete 2-29
2.5.4.8.Metoda estimării numărului de biți efectivi 2-30
2.5.5.Placă de evaluare şi studiu al parametrilor CAN 'flash' 2-30
2.5.6.Stadiul elaborării convertoarelor numeric-analogice pentru afişare video 2-31
2.5.6.1.Tipuri constructive principale de DAC video 2-31
2.5.6.2.Metode de realizare a unui convertor de afişare utilizând circuite nededicate 2-33
2.6.Memorii video 2-35

2.6.1.Studiul tipurilor de memorii video utilizate în SVI.....2-35
2.6.2.Soluție de realizare şi gestionare a unei memorii video 2-36
2.7.Concluzii şi rezultate experimentale.....2-37
3.Prelucrări primare de informație în senzorii vizuali inteligenți..... 3-1
3.1.Aspecte teoretice de bază.....3-1
3.2.Prelucrarea geometrică a imaginilor.....3-1
3.2.1.Operații geometrice simple 3-3
3.2.2.Operații de scalare dimensională(zooming).....3-3
3.3.Prelucrarea densitometrică a imaginilor.....3-6
3.3.1.Aplicații utilizând filtrarea numerică şi convoluția 3-6
3.3.1.1.Operator de reducere a rezoluției imaginilor primare.....3-7
3.3.1.2.Operatori de reducere îmbunătățiți.....3-9
3.3.1.3.Operatori neliniari.....3-11
3.3.1.4.Metode de binarizare,detecție de contur ,îmbunătățire a rezoluției 3-13
3.3.1.5.Metodă de estimare a rezoluției imaginii achiziționate.....3-15
3.4.Compresia de informație în SVI.....3-20
3.4.1.Compresia în domeniul semnalului(timp).....3-21
3.4.1.1.Alegerea coeficienților de predicție 3-23
3.4.1.2.Considerații în problema recuantizării eşantioanelor 3-24
3.4.1.3.Studiul posibilității de codare predictivă utilizând rețele neuronale 3-25
3.4.1.4.Metodă de compresie a imaginilor pentru baze de date cu factor de compresie variabil prin metoda DPCM.....3-27
3.4.1.5.Mediu de experimentare a aplicațiilor de compresie de imagini prin metoda DPCM 3-28
3.4.1.6.Experimentări realizate cu un mediu profesional de compresie de imagini prin metoda DPCM.....3-33
3.4.2.Studiu privind elementele compresiei de informație în domeniul transformatei. Transformata Cosinus Discretă (DCT) 3-34
3.4.3.Metode practice utilizate în aplicațiile actuale 3-37
3.4.4.O implementare a standardului JPEG în compresia de imagini.....3-40
3.5.Concluzii asupra problemelor de prelucrare primară a imaginilor.....3-42
4.SVI din generația I bazați pe microcalculatoare 4-1
4.1.Arhitecturi actuale utilizate în realizarea SVI 4-1
4.2.Placă de achiziție video monocromă de înaltă rezoluție 4-2
4.3.Suportul software necesar SVI.....4-5
4.3.1.Limbaje specializate în prelucrarea imaginilor.....4-5
4.3.2.Mediu de testare şi realizare a aplicațiilor de analiză de imagini 4-7
4.3.2.1.Programul de testare CURSOR-PC 4-7
4.3.2.2.Programul de elaborare a aplicațiilor IMAG 4-10
4.4.Contribuții la aplicațiile SVI din generația I.....4-14
4.4.1.Aplicații industriale.....4-14
4.4.2.Aplicații biomedicale 4-15
4.4.3.Un sistem de dezvoltare a aplicațiilor de videocomunicație.....4-16
4.4.4.Realizarea de prelucrări de imagini cu plăci de tip "video overlay" 4-17
4.4.5.Aplicații în instrumentație virtuală a tehnologiei de achiziție de viteză dezvoltate.....4-19
4.5.Concluzii rezultate din experimentările realizate cu SVI din generația I 4-22
5.SVI evoluați bazați pe procesoare specializate 5-1

5.1.Considerații asupra rolului şi locului prelucrării numerice specializate a semnalului în sistemele video 5-1
5.2.O analiză a conceptelor şi arhitecturilor în prelucrarea numerică a semnalelor video 5-2
5.2.1.Scurt istoric al conceptelor utilizate 5-2
5.2.2.Transputerul 5-4
5.2.3.Procesoare cu set de instrucțiuni redus(RISC) 5-5
5.2.4.Procesorul digital de semnal (DSP) 5-7
5.2.5.Arhitecturi specializate în procesarea numerică a semnalelor video 5-8
5.2.5.1.Circuite de compresie/decompresie a semnalelor video 5-10
5.2.5.2.Circuite de compresie/decompresie a informației video pentru aplicații în comunicații 5-11
5.2.5.3.Circuite de procesare pentru aplicații multimedia 5-13
5.2.5.4.Circuite de prelucrare matricială (convolvere) 5-14
5.3.Contribuții la implementarea tehnicilor avansate de prelucrare a informației în imagistică 5-16
5.3.1.Accelerator de prelucrări numerice de semnal bazat pe procesoare digitale de semnal 5-16
5.3.1.1.Asamblorul ASMC25 5-19
5.3.1.2.Depanatorul DEPC25 5-20
5.3.1.3.Modalitate de implementare a testelor funcționale pentru placa DSPxx25 5-21
5.3.2.Un sistem de dezvoltare a aplicațiilor de prelucrare de imagini cu DSP. 5-23
5.3.2.1.Structură şi instrumente software 5-23
5.3.2.2.Rezultate experimentale ale tehnologiei DSP în prelucrarea de imagini 5-25
5.3.2.3.Sistem autonom de prelucrare a imaginii, bazat pe DSP în virgulă fixă 5-26
5.4.Alte aplicații ale sistemelor bazate pe DSP dezvoltate 5-27
5.4.1.Modul coprocesor de semnal pentru encefalografie 5-27
5.4.2.Sistem de dezvoltare a aplicațiilor de sinteză vocală 5-29
5.5.Concluzii 5-31
6.Analiza surselor de eroare în SVI şi metode de testare a acestora 6-1
6.1.Scurtă prezentare a surselor şi contribuției erorilor în imagistică 6-1
6.1.1.Distorsiuni spațiale 6-1
6.1.2.Distorsiuni de amplitudine 6-1
6.1.3.Erori de discretizare 6-2
6.1.4.Erori de cuantizare 6-3
6.2.Surse concrete de eroare şi evaluarea acestora 6-4
6.2.1.Zgomotul propriu 6-4
6.2.1.1.Metodă de evaluare a parametrilor de zgomot în SVI 6-6
6.2.1.2.Determinarea frecvențelor dominante în sistemele de achiziție ale SVI 6-8
6.2.2.Parametrii de cuantizare ai CAN 6-9
6.2.2.1.Caracteristica de transfer 6-9
6.2.2.2.Rezoluția efectivă a CAN utilizat 6-9
6.2.2.3.Erorile de apertură 6-10
6.2.3.Parametri legați de secțiunea de procesare analogică 6-10

6.2.3.1.Stabilitatea nivelului de negru 6-10
6.2.3.2.Banda de frecvență a amplificatorului video.....6-11
6.2.3.3.Calitatea sincronizării 6-12
6.3.Implementări şi rezultate experimentale.....6-14
7.Concluzii generale şi perspective ale tezei..... 7-1
8.Bibliografie..... 8-1

1.Locul senzorilor vizuali inteligenți în aparatura electronică

1.1.Introducere

Nu este întâmplător faptul că problema achiziției,analizei şi interpretării imaginii este de o importanță deosebită în cercetările actuale, dar volumul impresionant de date care trebuie achiziționat şi interpretat duce la soluții tehnice de o complexitate mai mare decât orice altă aplicație a tehnicii de calcul.

Această teză încearcă să facă o prezentare şi sistematizare a problemelor şi soluțiilor tehnice şi principiale legate de construcția şi optimizarea sistemelor de viziune artificială , mai ales în ceea ce priveşte achiziția şi preprocesarea informației vizuale.Ea este centrată pe realizările şi contribuțiile autorului în domeniu.

1.2.Originea şi conținutul conceptului de senzor vizual inteligent

Noțiunea de **senzor vizual inteligent** este doar una din denumirile posibile ale acestui gen de dispozitive ,apărute în lumea tehnicii cu peste două decenii în urmă.Denumirea inițială ,apărută acum aproape trei decenii era de **sisteme de analiză (prelucrare) de imagini**.

In realizările actuale ,sistemul de analiză a fost integrat cu senzorii de imagine(camere TV, senzori liniari cu CCD) şi elementele de execuție, ansamblul rezultat căpătând tentanta , dar şi comerciala denumire de **senzor vizual inteligent(SVI)**.

1.3.Aspecte informaționale ale SVI

1.3.1.Structura informațională a unui SVI

Elementele structurii informaționale sunt următoarele:

1.Reprezentarea bidimensională
2.Discretizarea spațială şi temporală
3.Modelarea primară
4.Preprocesare
5.Modelarea secundară
6.Extragerea atributelor semnificative şi decizia

1.3.2.Modele stocastice în problemele de analiză şi prelucrare a imaginii

Imaginea se defineşte matematic printr-o funcție de coordonate spațiale u(x,y), legată de scenă prin intermediul câtorva operatori, care depind în principal de tipul de traductor, condițiile de observare ş.a.Cea mai răspândită reprezentare este sub forma unei matrici :

$$U_{[M,N]} = \{u(m,n); 1 \le m \le M, 1 \le n \le N\} \qquad (1.1.)$$

care conține eşantioanele discrete ale elementelor de imagine(pixelii), corespunzând dezvoltării bidimensionale a suprafeței imaginii.

O clasificare modelelor de imagine, utilizate în viziunea artificială

In funcție de nivelul de componente semantice existente se deosebesc modele **de nivel scăzut sau de nivel înalt**.

Clasificarea modelelor poate fi ilustrată în fig.1.2.

Trebuie amintit faptul că oricare din modele este semnificativ doar pentru o anumită etapă de prelucrare a caracteristicilor imaginii.

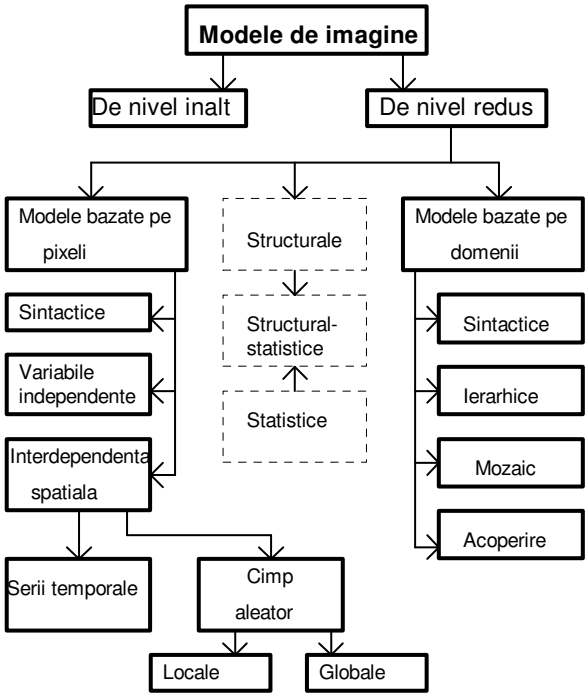


Fig.1.2.Clasificarea modelelor de imagine

O scurtă prezentare a acestor modele este dată în teză.

Alte propuneri de clasificare a modelelor de imagine pot fi întâlnite în [JAI-92] .

1.3.3.Statistica unei imagini monocrome

Procesul stocastic B(x,y,t) corespunzător unei imagini este complet descris dacă se cunoaşte funcția de densitate de probabilitate de ordin N

2.Studii privind evaluarea şi optimizarea elementelor şi componentelor caracteristice SVI

2.1.Structura unui SVI

Structura fizică a unui senzor vizual corespunde funcțiilor derivate din structura informațională prezentată în cap.1. Această structură este prezentată în fig.2.1.

In teză se prezentă pe scurt aceste părți componente , analiza lor în detaliu fiind făcută în paragrafe separate.

2.2.Criterii de evaluare a dispozitivelor videocaptoare

Calitatea imaginii în sistemele de prelucrare este limitată în principal de senzorul de intrare. In funcție de forma senzorului şi a funcționalității camerei TV se pot defini câteva criterii de clasificare a acestora:

1.Tipul de cameră

2.Geometria dispozitivului şi a pixelului

2.2.1.Parametri de evaluare ai camerelor video

Rezoluția
Viteza
Precizia geometrică
Circuitul antiblooming
Alinierea

Rata de pixel
Apertura de pixel
Declanşatorul electronic
Imunitatea la perturbații

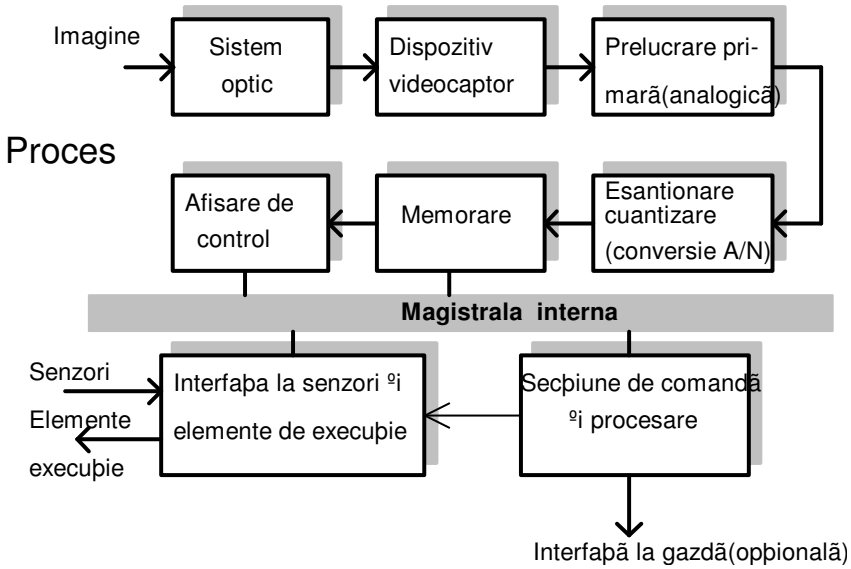


Fig.2.1.Structura fizică a unui senzor vizual inteligent

2.2.2.Metode de compensare a neuniformităților sistemelor videocaptoare

Problema compensării erorilor care apar în senzorii vizuali este de actualitate chiar dacă realizările producătorilor de sisteme optice sau de dispozitive videocaptoare sunt din ce în ce mai performante.Paragraful descrie principiul de compensare aditivă a erorilor.

2.2.2.1.Metodă de compensare adaptată la sisteme minimale[ARS2-90]

Metoda constă în construirea unei matrici de corecție c(m,n) redusă prin împărțirea matricii inițiale în zone de formă pătrată de dimensiuni mai mici (M/k,N/k) calculându-se media elementelor c(m,n) pe fiecare din aceaste zone.Dezavantajele unei asemenea structuri constă în apariția unor zone de discontinuitate a luminanței imaginii corectate cu dimensiunea şi forma zonelor elementare(pătrate) din imagine.In unele aplicații sensibile de densitometrie acestea pot complica prelucrările ulterioare.

2.2.2.2.Metode de compensare îmbunătățite[ARS1-91]

La creşterea rezoluției de la 256x256 pixeli la 512x512 pixeli ca în sistemele descrise în [ARS2-91] chiar şi această memorie de lucru poate deveni insuficientă.De exemplu pentru 512x512 pixeli memoria necesară pentru matricea de corecție este de 256Kocteți.Pentru reducerea acestei dimensiuni au fost propuse două metode:

1.calcularea matricii de corecție analog cu cap.2.1.1. dar pe dimensiuni ale elementelor de maximum 4x4 pixeli sau 2x2 pixeli, dimensiunea acesteia reducându-se conform tabelului 2.1.

Tabel 2.1

Rezoluție/ Imagine	Dim.elem. corecție	2x2pixeli	4x4pixeli
256x256 pixeli		16Ko	4Ko
512x512 pixeli		64Ko	16Ko

2.Comprimarea matricii de corecție cu un algoritm DPCM de tipul celor descrise în cap.3. caz în care , având în vedere redondanța sporită a acesteia ,reducerea de informație poate fi de minimum 8 ori.

Rezultatele sunt similare cu cele ale metodei propuse în [HER-91].

2.3.Studii şi optimizări ale circuitelor de condiționare a semnalului video

Schema bloc a lanțului de prelucrare analogică, necesar unui sistem de analiză a semnalului video este arătată în fig.2.2.

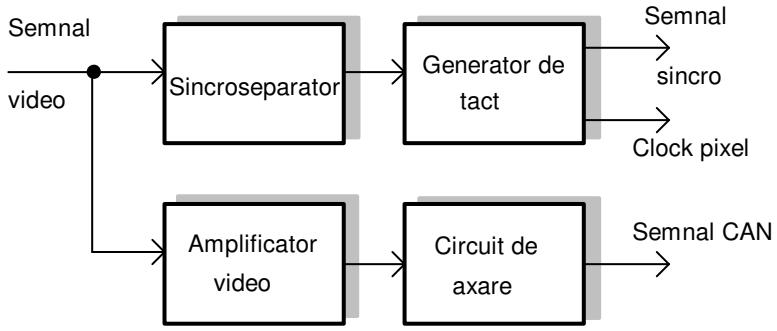


Fig.2.2.Schema unui lanț de prelucrare analogică

Aşa cum se observă din figură , există două căi de prelucrare a semnalului care necesită o tratare separată.

2.3.1.Circuite de amplificare şi axare

2.3.1.1.Circuite de amplificare

Semnalul de intrare , în sistemele bazate pe achiziția de la camere TV standard, are în general valori de 0,5-2Vvv , iar semnalul de intrare în majoritatea CAN moderne este situat în jurul valorii de 2Vvv.Amplificarea se realizează cu circuite video performante special elaborate pentru acest gen de aplicații.

2.3.1.2.Circuite de axare

Principalele metode de axare a semnalului video se pot clasifica astfel:

1.Circuite de axare necomandată
2.Circuite de axare comandată
3.Circuite de axare comandată cu stabilizare prin reacție

2.3.2.Soluție pentru rezolvarea amplificării şi axării unui semnal[ARS1-92]

Circuitul rezultat rezolvă ambele sarcini, de amplificare şi axare a semnalului.Schema simplificată a acestuia este arătată în fig.2.5 din teză unde se evidențiază şi schema bloc internă a CI TBA 970 şi componentele refolosite din acesta.Pentru circuitul de axare s-a adoptat schema comandată cu reacție.

Performanțele obținute sunt urmatoarele:

Banda de frecvență:	min.5 MHz
Amplificare(reglabilă)	0,5-3
Reglaj al nivelului de negru	min.4V
Comanda amplificării şi a nivelului de negru	în tensiune continuă

Caracteristica de frecvență este ilustrată de fig.2.6 din teză.Ea este obținută pe placa de evaluare descrisă la paragraful 2.5.5.prin sondarea cu un semnal sinusoidal şi evaluarea pe ecranul osciloscopului.

2.4.Sincronizarea cu semnalul de intrare a sistemului de achiziție

Sunt cunoscute două metode de atingere a acestui scop:

-metoda oscilatoarelor start-stop

-metoda circuitului PLL de regenerare a ceasului [ALE-84]

2.4.1.Metoda oscilatoarelor start-stop(sincronizare directă)[MIT-86]

Este cea mai simplă metodă de realizare a sincronizării cu semnalul de intrare şi constă în declanşarea/oprirea oscilatoarelor de linii şi respectiv cadre, declanşare realizată de impulsurile de sincronizare separate din semnalul de intrare.

2.4.2.Metoda circuitului PLL de regenerare a ceasului(sincronizare indirectă)

Este în esență realizată de un circuit PLL clasic , care are ca referință impulsurile de sincronizare cadre ale sursei de semnal, iar ca reacție impulsurile de sincronizare generate în sincrogeneratorul propriu al plăcii.

Metoda propusă poate fi implementată în întregime în tehnologie de prelucrare numerică (sincroseparatoare numerice).

2.4.3.Metodă combinată de sincronizare[ARS2-91][ARS1-92]

Pentru construcția plăcilor de achiziție de imagini descrise la cap.4 a fost găsită o modalitate de implementare a circuitului PLL apelând la un circuit comercial (TBA 950).In esență circuitul funcționează ca o buclă PLL pe frecvența liniilor, pe cadre fiind realizată o sincronizare directă .Protecția la perturbații a fost sporită introducându-se în programarea FPLA care generează impulsurile de cadre o fereastră de aşteptare, în afara căreia impulsurile de cadre sosite sunt ignorate.

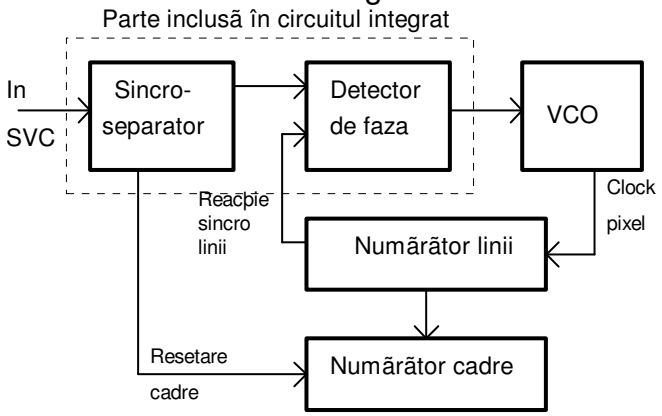


Fig.2.9.Metoda combinată de sincronizare

2.5.Un studiu al convertoarelor analog-numerice şi numeric-analogice ultrarapide

2.5.1.O prezentare a problematicii şi a stadiului atins în domeniu

Metodele de testare a parametrilor dinamici ai CAN se pot clasifica în:

1.metode de măsurare a erorilor dinamice;

2.metode de măsurare a parametrilor dinamici, care duc la apariția erorilor dinamice;

2.5.2.Convertoare analog-numerice ultrarapide (flash) şi parametrii lor dinamici

Tipul de bază în construcția convertoarelor analog-numerice ultrarapide integrate actuale, elaborate pentru prelucrarea digitală a semnalelor, este convertorul paralel, realizat pe baza comparatoarelor strobabile cu memorare a rezultatului şi a logicii de codificare ultrarapide.

2.5.3.Studiul modelelor CAN ultrarapide şi a parametrilor dinamici

2.5.3.1.Un model pentru convertorul analog-numeric idealizat

CAN în cazul aplicării la intrare a unui semnal sinusoidal este caracterizat de o dependență a coeficientului de transfer de frecvență de forma:

$$\frac{U_{out}(f)}{U_{in}(f)} = \cos\pi\frac{f}{f_k} \qquad (2.10)$$

unde f_k=1 / t_k. Caracteristica este reprezentată grafic în fig.2.11.

Astfel se poate folosi noțiunea de bandă de trecere, calculată la un anumit nivel. De exemplu, banda de trecere a CAN 'flash' idealizat la nivel 0,7 este:

$$\Delta f_{0,7} = 1/4t_k \qquad (2.11)$$

2.5.3.2.Modele pentru convertoarele de tip 'flash' reale [AMI-89]

Principala diferență între regimurile statice şi dinamice ale CAN, constă în faptul că în regim dinamic zgomotul de cuantizare este mai mare decât în regim static.Zgomotul suplimentar de cuantizare se măsoară raportat la zgomotul de cuantizare al CAN ideal, adică $\mathbf{P_{sup}=l\ P_{zc}}$.

2.5.4.Metode de testare a parametrilor dinamici ai CAN

Prezentul capitol evidențiază câteva metode specifice de testare a CAN de tip flash.

2.5.4.1.Metode de control vizual

Autorul a studiat , pe placa de evaluare amintită la paragraful 2.3.3, performanțele dinamice ale CAN K1107PV2 şi TDA8703 utilizate.Metoda folosită este cea a controlului vizual de mai sus, semnalul de test fiind o rampă de tensiune generată cu un generator de funcții E0504 , studiul fiind realizat cu un osciloscop cu memorie Hewlett-Packard.

2.5.4.2.Metoda măsurării raportului semnal/zgomot

2.5.4.3.Metoda domeniilor şi a curbei sinusoidale ideale

2.5.4.4.Metoda histogramei(statistică)

Este cea mai utilizată metodă, bazată pe construcția histogramei combinațiilor de cod ale CAN testat, cu ajutorul unor semnale de test.In general ca semnal de sondare se utilizează un semnal sinusoidal.

In figura 2.18.b este prezentat graficul distribuției amplitudinilor eşantioanelor unui semnal sinusoidal cu frecvența de 10 MHz obținut de autor prin metoda prelucrării statistice a rezultatelor.Convertorul folosit este TDA8703 , iar eşantionarea are loc la frecvența de 10MHz , numărul total de măsurători este de 8192.

2.5.4.5.Metoda histogramei înlănțuite

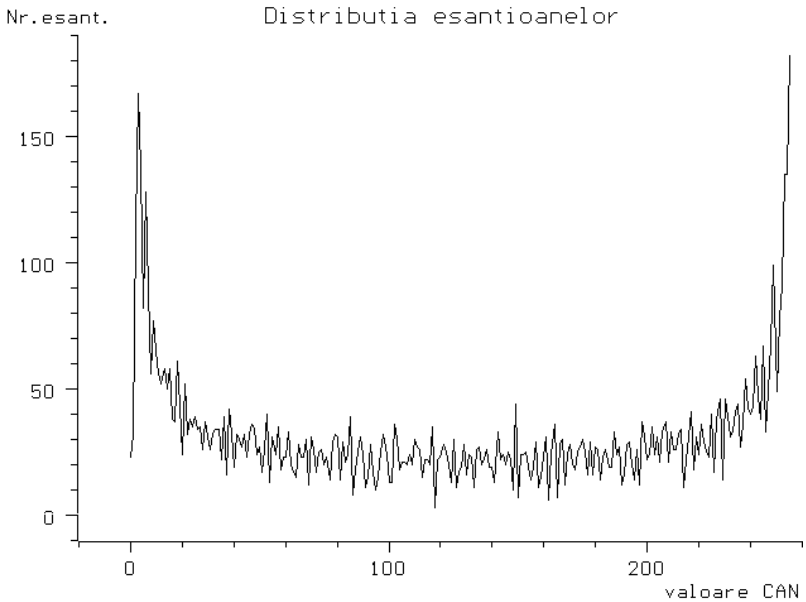


Fig.2.18.b.Distribuția experimentală a eşantioanelor unui semnal sinusoidal

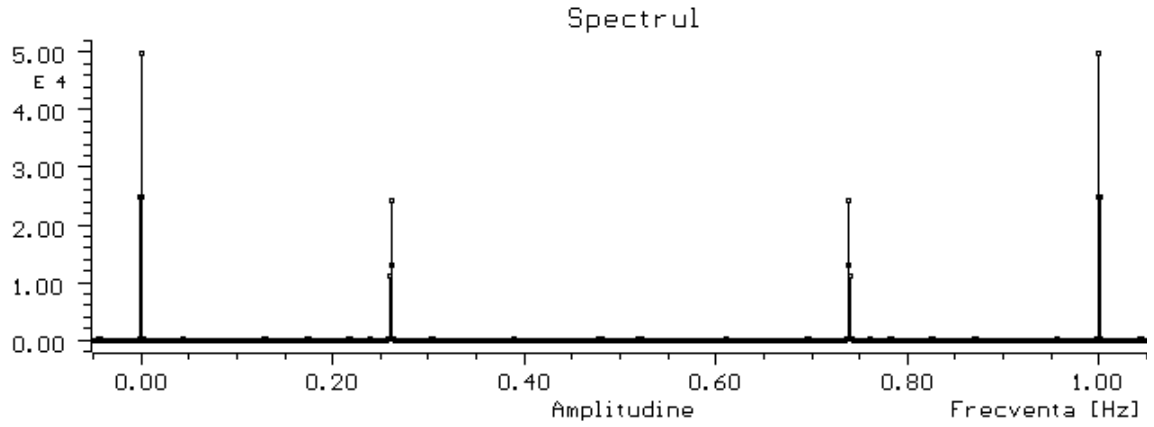
2.5.4.6.Metoda transformatei Fourier rapide(metoda spectrală)

Printre alte metode eficiente, care utilizează calculatorul şi care prelucrează un volum masiv de date, este şi metoda TFD aplicată pentru un sistem care este excitat de un semnal de intrare:

$$X_K = \sum_{m=0}^{M-1} x(m) e^{-j\frac{2\pi mk}{M}} \qquad (m = 0,1,\ldots,M-1) \qquad (2.23)$$

unde M este volumul datelor de intrare.

Diagramele măsurătorilor efectuate asupra unui semnal de 5Mhz eşantionat cu o frecvență de 20MHz sunt prezentate în figura de mai jos.Al doilea grafic este o porțiune mărită din primul grafic în care sunt evidențiate liniile spectrale ale semnalului sinusoidal analizat.



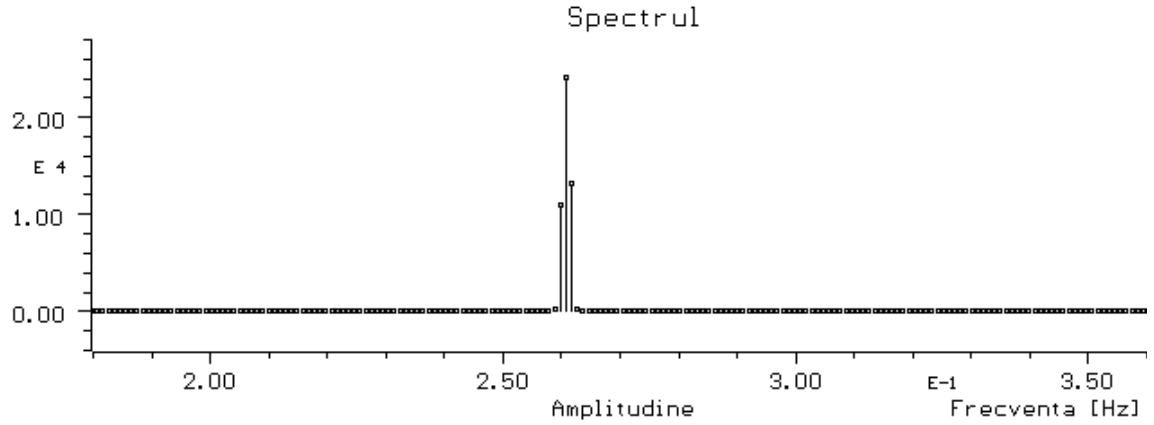


Fig.2.18.c.Rezultatele analizei spectrale a eşantioanelor unui convertor TDA 8703

2.5.4.7.Metoda transformatei Walsh discrete

2.5.4.8.Metoda estimării numărului de biți efectivi

2.5.5.Placă de evaluare şi studiu a parametrilor CAN 'flash'

Autorul a proiectat şi realizat placa de evaluare corespunzătoare, pentru studiul parametrilor CAN amintite anterior.Schema electrică simplificată a acesteia este arătată în schema din fig.2.19.Ea este similară celei prezentate în [01].Pe această placă s-au realizat studii de evaluare a convertoarelor analog-numerice utilizate şi altor circuite de suport amintite în acest capitol.

2.5.6.Stadiul elaborării convertoarelor numeric-analogice pentru afişare video

Performanțele cele mai importante ale DAC pentru acest gen de aplicații sunt:

1.Monotonia
2.Eroarea de offset
3.Eroarea de câştig
4.Rezoluția
5.Rezoluția utilă
6.Timp de stabilire

2.5.6.1.Tipuri constructive principale de DAC video

DAC fără translația numerică a codului de intrare
DAC cu translația numerică a codului de intrare

2.5.6.2.Metode de realizare a unui convertor de afişare utilizând circuite nededicate

O primă soluție este folosirea unor rețele de rezistențe ponderate şi comutatoare rapide.Această rezolvare a fost folosită în [ARS1-90] cu arii rezistive şi comutatoare ECL.Soluția este prezentată în fig.2.20 din teză.Această structură are avantajul vitezei ridicate (timpi de stabilire măsurați de 30-40ns) ,dar şi dezavantaje importante (necesitatea utilizării de rezistențe de precizie sub 1%, performanțele de rezoluție fiind limitate la 5-6 biți).A doua soluție este reprezentată de multiplexarea ieşirilor unor convertoare D/A uzuale de viteză mai redusă.Si această soluție a fost experimentată şi este prezentată în teză.

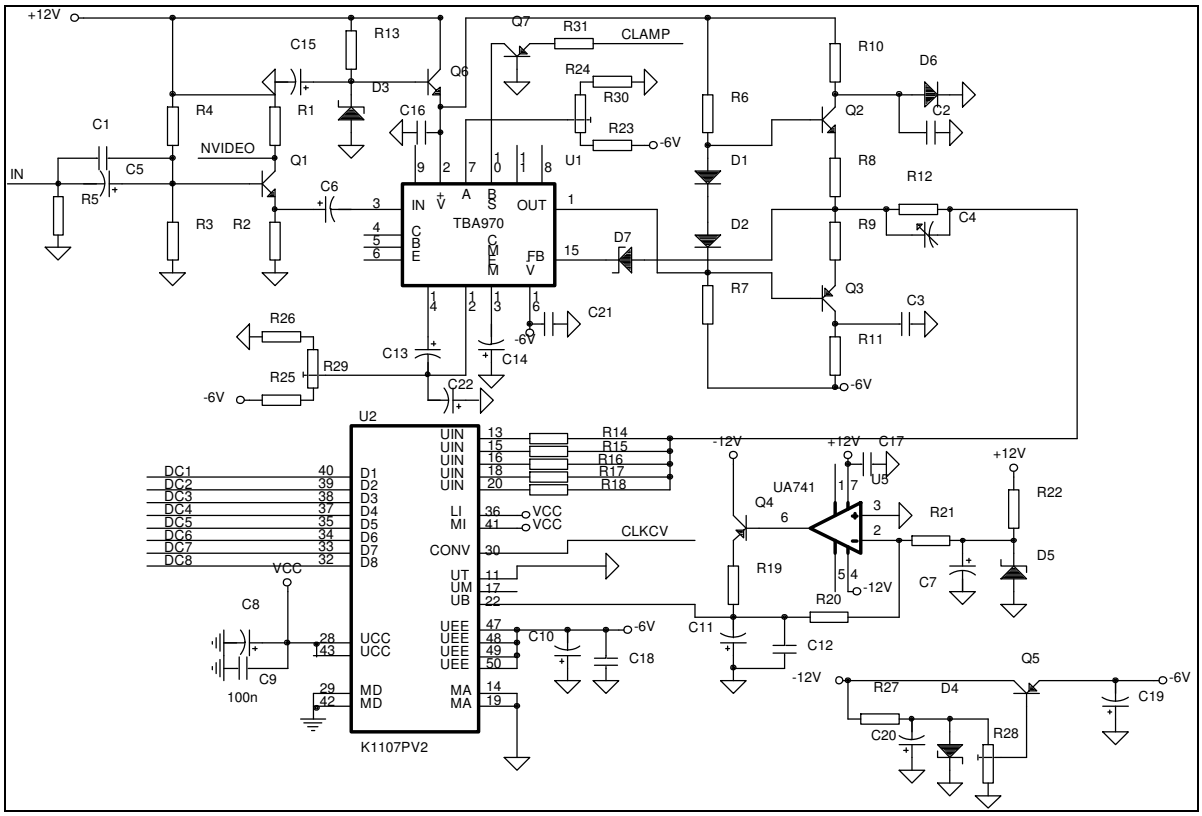


Fig.2.19.Placa de evaluare a performanțelor CAN

2.6.Memorii video

2.6.1.Studiul tipurilor de memorii video utilizate în SVI

Memoria video este elementul central în jurul căruia se construieşte un sistem de prelucrare a informației vizuale.Paragraful prezintă principalele tipuri de memorii utilizate în SVI.

2.6.2.Soluție de realizare şi gestionare a unei memorii video

Memoriile RAM disponibile în mod curent au timpi de acces relativ mari (de la semnalul RAS de 120-150 ns).Pentru rezolvarea acestei probleme s-a ales soluția partiționării memoriei RAM în 4 bancuri aşa cum se arată în fig.2.23 din teză .

O primă înjumătățire a timpului echivalent se obține prin dublarea lungimii cuvântului (de la 8 la 16 biți) , toate accesele la memorie realizându-se pe această lungime.O nouă reducere a timpului de acces se realizează prin decalarea semnalelor de comandă (RAS şi CAS) ale celor două perechi de bancuri (0-1 şi 2-3) ,cu jumătate din durata unui ciclu de acces la un banc,astfel că pe magistrala video informația este disponibilă de două ori pe durata unui ciclu (la 100 ns pentru un ciclu de 200ns).

Reducerea timpului de acces echivalent este în această configurație de 4 ori.

In acest mod , o memorie RAM de calitate (şi cost) redusă poate fi utilizată cu succes în sisteme de achiziție video , în particular SVI.

2.7.Concluzii şi rezultate experimentale

Concluziile sunt sintetizate în capitolul 7 din prezentul rezumat.

3.Prelucrări primare de informație în senzorii vizuali inteligenți

3.1.Aspecte teoretice de bază

In teză este prezentată o clasificare destul de generală a tipurilor de date şi de operații care intervin în prelucrările din senzorii vizuali inteligenți.

3.2.Prelucrarea geometrică a imaginilor

3.2.1.Operații geometrice simple

Este examinată operația de inversare față de o axă(oglindirea).

3.2.2.Operații de scalare dimensională(zooming)

Operația de scalare constă în construirea din vectorul de elemente a unei linii

$$E=\{e(1,1),e(1,2)...,e(1,n)\} \quad (3.6)$$

a unui nou vector cu elemente reconstruite

$$F=\{f(1,1),f(1,2),...,f(1,q)\} \quad (3.7)$$

unde raportul q/n este factorul de scalare al imaginii pe direcția X.

Metoda utilizată de autor bazată pe utilizarea unui vector intermediar de interpolare a adresei (g(k) k=0,q) astfel încât trecerea de la vectorul E la F se realizează după relația:

$$f(i,k)=e(i,g(k)) \quad k=0,..,q \quad (3.8)$$

unde g(k) este construit după relația:

$$g(k)=int(k^* n/q) \quad k=0,..,q \quad (3.9)$$

A doua metodă propusă este bazată pe interpolarea (extrapolarea) imaginii inițiale filtrarea fiind realizată luînd în considerare pixelii adiacenți rezultați din calculul poziției pixelilor,cu un set de coeficienți dați de partea întreagă(coeficientul pixelului din stânga), respectiv restul împărțirii (factorului de scalare) pentru pixelul din dreapta.

$$f(i,k)=a1(k) * e(i,g(k)) + (1-a1(k))* e(i,g(k)+1) \quad k=0,..,q \quad (3.10)$$

unde

$$g(k)=int(k^* n/q) \quad k=0,..,q \quad (3.11)$$

$$a1(k)=k^*n/q-int(k^*n/q) \quad (3.12)$$

3.3.Prelucrarea densitometrică a imaginilor

Prezentul paragraf face o tratare a principalelor clase de prelucrări care sunt utilizate în preprocesare ,au constituit obiectul preocupărilor autorului şi au fost implementate în sistemele bazate pe microcalculatoare sau în coprocesoarele de semnal.

3.3.1.Aplicații utilizând filtrarea numerică şi convoluția

Sunt prezentați o serie de operatori liniari:Laplacianul,Filtrul Sobel,Detectoare de fronturi.

3.3.1.1.Operator de reducere a rezoluției imaginilor primare

Reducerea de informație în imagistică este destinată în principal obținerii unei imagini "echivalente" cu prima ,de dimensiune mai redusă, care păstrează principalele proprietăți statistice, densitometrice, topologice ale imaginii inițiale .Rezultatul este o micşorare a volumului de informație manipulat , ceea ce duce la o ridicare a vitezei de procesare mai ales în cadrul unei serii complexe de prelucrări.

Un prim tip de operator are ca reprezentare matricială (în forma convenită la prezentarea operatorului de convoluție din paragrafele anterioare):

$$T = 1/4 * \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{vmatrix} \qquad (3.17)$$

Calitatea imaginii este net superioară celei care ar fi obținută prin decimarea fişierului inițial , mai ales prin reducerea zgomotului de tip aliasing.

3.3.1.2.Operatori de reducere îmbunătățiți

Operatorul utilizat în paragraful precedent are ca principal avantaj numărul redus de operații .Alte lucrări propun operatori bazați pe filtre spațiale de tip gaussian.Unul din acestea experimentat şi de autor este dat de reprezentarea matricială de mai jos:

$$T = 1/16 * \begin{vmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{vmatrix} \qquad (3.18)$$

3.3.1.3.Operatori neliniari

Un alt operator util în prelucrările de imagini, un operator neliniar , este filtrul median. El este utilizat la filtrarea imaginilor încărcate de zgomot sau distorsiuni fără a afecta calitatea tranzițiilor din imagine.

Lucrarea prezintă o implementare a unui filtrului median care realizează în prealabil o analiză a ariei nucleului adaptând dimensiunea acestuia.Elementele sale sunt ilustrate de schema bloc echivalentă din fig.3.2.

Rezultate experimentale

Reducerea de zgomot este semnificativă şi este ilustrată de tabelul următor.In acest tabel N este un zgomot gaussian cu deviație standard dată de al doilea coeficient din paranteză.S&P este un zgomot de tip sare şi piper.

In tabel primele două coloane sunt reprezentate de rezultatele obținute cu filtre mediane standard de 5x5 respectiv 21x21 pixeli , în cea de-a treia coloană sunt rezultatele pentru filtrul adaptiv propus.

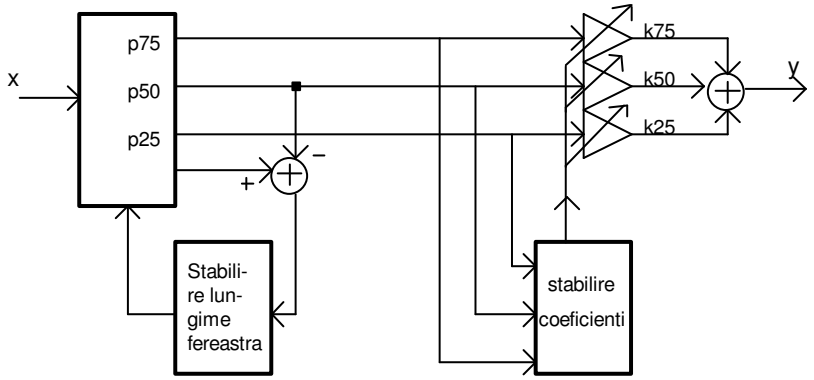


Fig.3.2.Schema bloc a filtrului median adaptiv

Tabelul 3.2. Reducerea de zgomot în dB

	5x5	21x21	5x5/21x21
N(0,0.1)	-44	-18	-59
N(0,0.3)	-30	-23	-35
N(0,0.1)+5%s&p	-27	-20	-43
N(0,0.3)+10%s&p	-25	-24	-31

3.3.1.4.Metode de binarizare,detecție de contur,îmbunătățire a rezoluției

Dintre operatorii mai cunoscuți în teză sunt amintiți următorii:

1.Operatorul Roberts
2.Operatorul diferențial II
3.Operatorul diferențial III

Pe baza utilizării diverselor elemente ale convoluției s-a elaborat următoarea metodă de mărire a rezoluției imaginilor cu definiție redusă.

Dacă considerăm că imaginea unui obiect este dată de produsul dintre iluminarea I(x,y) şi coeficientul de reflexie al obiectului R(x,y), rezultatul logaritmării acestui produs este o mărime aditivă:

$$\log I*R = \log I + \log R \qquad (3.21)$$

Astfel atenuarea contururilor între diversele detalii ale imaginii este dependentă de iluminare.Prin filtrare trece-sus a produsului I*R componentele de înaltă frecvență (date de reflectanța obiectului) sunt accentuate.

Elementele algoritmului de realizare a îmbunătățirii imaginii sunt:

1.Logaritmarea funcției de luminanță a imaginii inițiale
2.Aplicarea unui filtru spațial bidimensional de tip laplacian cu o funcție de tip trece-sus
3.Antilogaritmarea imaginii filtrate pentru obținerea imaginii inițiale

3.3.1.5.Metodă de estimare a rezoluției imaginii achiziționate

In multe tipuri de aplicații este necesară estimarea rezoluției imaginii, mai corect a maximului modulului gradientului funcției de luminanță,pe fragmentul de imagine analizat. O primă aplicație practică a acestei estimări este reglarea optimă automată a distanței obiectivului în sisteme de analiză de imagini, pentru un maximum de detalii .

Expresia care reflectă rezoluția (conținutul de detalii) imaginii:

$$D(z) = \max_x \left(\frac{dU}{dx} \right) = \frac{4AG}{\pi(A-F)\,|\,z\,|} \qquad (3.29)$$

Formula de mai sus determină rezoluția rezoluția pentru valori mari ale |z| , deci pentru o defocalizare optică care are valori mari.Pentru valori mici ale lui z rezoluția este limitată la valoarea D_{max}:

$$D_{\max} = \max_x \left(\int_{-\infty}^{+\infty} h(x, y)dy \right) \qquad (3.30)$$

unde h- caracteristica de apertură a dispozitivului videocaptor.

Calculul funcției de rezoluție este bazat pe evaluarea unei sume de forma:

$$\boldsymbol{d} = \sum_{i=1}^{N-1}\sum_{j=1}^{N-1} (\boldsymbol{e}_{i,j} - \boldsymbol{e}_{i+1,j+1})^2 + (\boldsymbol{e}_{i+1,j} - \boldsymbol{e}_{i,j+1})^2 \qquad (3.31)$$

în care

$e_{i,j}$ este eşantionul corespunzător coordonatelor (i,j) din fereastra (nucleul) considerată.
d- este funcția de rezoluție
N-dimensiunea nucleului

Funcția returnează un parametru numeric proporțional cu cantitatea de detalii din fereastra investigată.Experimentările au arătat că în condiții de zgomot stabilitatea determinării este afectată considerabil.Efectul variației dimensiunii nucleului asupra stabilității determinării funcției de rezoluție este ilustrat de măsurătorile din tabelul următor.

Se remarcă o stabilitate net superioară a determinărilor realizate cu o valoare sporită a nucleului .Pentru valori mari ale acestuia limita acurateții determinării este doar precizia metrologică a sistemului de achiziție.

Dimensiune nucleu (pixeli)	Rezoluție (3 det.)	Media	Abaterea
5x5	381	346	+10%
	290		-16%
	366		+5,7%
9x9	1368	1377	-0,69%
	1352		-1,8%
	1412		+2,5%
17x17	12548	12594	-0,36%
	12479		-0,91%
	12756		+1,27%
31x31	27930	27898	0,11%
	27896		-0,007%
	27868		-0,1%

3.4.Compresia de informație în SVI[ARS4-93]

1.Geometrică_____ Transformări fractale

2.PCM _____ Fixă
Adaptivă

3.Predictivă_____ Adaptivă
Fixă _____ Predicție
Cuantizare
Inlocuire condițională
Codificare întârziată(arbore)

4.Transformată____ Fixă_____ Karhunen-Loewe
Hadamard
DCT[PRA2-83]
Adaptivă__ Transformata
Selecția coeficienților
Cuantizare

5.Interpolare_____ Subeşantionare_____ Spațială
Extrapolare Temporală
Adaptivă

6.Codare _____ statistică Fixă_____ Huffman
Shannon-Fano
Aritmetică

	Adaptivă
7.Alte _____ metode	Cuantizarea vectorilor Conturare[CHE1-92] Run lenght Bit plane

3.4.1.Compresia în domeniul semnalului (timp)[STO-88][MIT-86]

Tehnicile de compresie în domeniul timp utilizează eşantioanele semnalului aşa cum rezultă din procesul de cuantizare, cu evoluția temporală a acestora.Cea mai utilizată metodă este modulația diferențială în cod , cunoscută pentru cazul unidimensional.

3.4.1.1.Alegerea coeficienților de predicție

Problema alegerii coeficienților de predicție este legată în general de problema recuantizării eşantioanelor după realizarea predicției.Acest lucru este datorat faptului că există o puternică interdependență între vizibilitatea zgomotelor de cuantizare şi distribuția erorii de predicție.In cazul utilizării criteriului erorii medii pătratice minime se poate arăta că valoarea medie pătratică a zgomotului de cuantizare $E[q_N^2]=s_q^2$ este aproximativ proporțională cu cu eroarea medie pătratică a erorii de predicție $E[e_N^2]=s_e^2$.

3.4.1.2.Considerații în problema recuantizării eşantioanelor

Problema cuantizării optimale este de a găsi cele mai bune valori r_j şi t_i pentru un criteriu de optimizare particular şi o densitate de probabilitate particulară .Ca un criteriu de optimizare poate fi considerat fie un criteriu statistic , fie un criteriu psihofiziologic.In general se caută minimizarea erorii de cuantizare medii pătratice.In aceste condiții Lloyd şi Max au determinat parametrii unui cuantizor optimal.

3.4.1.3.Studiul posibilității de codare predictivă utilizând rețele neuronale

Conceptul de rețea neuronală poate fi util în implementarea unui predictor neliniar optimal.

Implementarea predictoarelor bazate pe rețele neuronale este facilitată de existența noțiunii de "rețea perceptron multistrat " care permite o structură de codare diferențială de tipul celei din fig.3.5 din teză.

In acest caz sunt necesari termeni de ordin superior pentru un model autoregresiv generalizat:

$$x(n)=\sum_i w_i x(n-i)+\sum_i\sum_j w_{ij}x(n-i)x(n-j)+\sum_i\sum_j\sum_k w_{ijk}x(n-i)x(n-j)x(n-k)+\ldots+\varepsilon_n \quad (3.47)$$

unde$\{\varepsilon_n\}$ este o secvență de variabile aleatoare i dimensionale.

3.4.1.4.Metodă de compresie a imaginilor pentru baze de date cu factor de compresie variabil prin metoda DPCM

Metoda utilizată de autor în aplicația [ARS1-92] era inițial caracterizată de un set de coeficienți de interpolare determinați teoretic şi parțial experimental pe baza unui model simplificat al imaginii.

Coeficienții sunt rezultatul modelării (deterministe) a imaginii printr-o suprafață în spațiul tridimensional, cu dimensiunea z dată de densitatea optică a pixelilor.

a(1,1)=-1; a(0,1)=1 ; a(1,0)=1 ;

După cum se va vedea în paragraful în care se prezintă rezultatele experimentale acest model nu duce întotdeauna la cele mai bune rezultate ,lucru

datorat caracterului preponderent aleator al imaginii.De aceea s-au încercat şi alte valori pentru coeficienții de predicție,lucru permis de mediul DPCM.

3.4.1.5.Mediu de experimentare a aplicațiilor de compresie de imagini prin metoda DPCM

Mediul DPCM [ARS1-96] este realizat în vederea experimentării algoritmilor de compresie de imagini prin metodele modulației diferențiale a impulsurilor în cod.

Programul implementează următoarea formulă de predicție:

$$\mathbf{e(i,j)=a1*e(i-1,j)+a2*e(i,j-1)+a3*e(i-1,j-1)+ r(i,j)} \qquad (3.52)$$

unde **a1,a2,a3** sunt coeficienții de predicție , **e** sunt valorile eşantioanelor de imagine , **r(i,j)**- eroarea reziduală în predicție.

Pentru evaluarea performanțelor codării prin această metodă,prin evaluarea diferenței dintre imaginea inițială şi imaginea reconstruită s-au adoptat mai multe metode:

1.Calculul valorii medii a modulului erorii după formula:

$$Ea = \frac{\sum_{i,j}^{N-1} (|e(i,j) - e^*(i,j)|)}{NxN} \qquad (3.53)$$

unde :
e(i,j)-eşantionul imaginii originale
e*(i,j)-eşantionul imaginii reconstruite
N-rezoluția spațială a imaginii(256 sau 512 puncte)

2.Valoarea maximă a diferenței cu formula:

$$E\max = \max_{i,j}^{N-1} (|e(i,j) - e^*(i,j)|) \qquad (3.54)$$

3.Eroarea medie pătratică dată de formula:

$$E_{ms}^2 = \frac{\sum_{i=0}^{N} \sum_{j=0}^{N} E(e(i,j) - e^*(i,j))^2}{NxN} \qquad (3.55a)$$

Experimental eroarea medie pătratică este estimată prin media pătratică a diferenței eşantioanelor :

$$E_{ms}^2 \cong \frac{\sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} (e(i,j) - e^*(i,j))^2}{NxN} \qquad (3.55b)$$

Mediul are în principal următoarele funcții:
-încărcarea imaginii inițiale de pe disc sau din placa de achiziție
-alegerea coeficienților de predicție
-alegerea pragului de saturație al reziduului(factorului de compresie)
-lansarea în execuție a rutinei de compresie
-salvarea rezultatului compresiei
-calculul factorului de compresie
-decompresia fişierului şi reconstrucția imaginii
-posibilitatea de calcul a histogramei imaginilor inițiale şi a celor reconstruite
-vizualizarea fişierelor original respectiv comprimat

-măsurători ale erorii (diferenței) dintre imaginea originală şi cea reconstruită prin formulele amintite mai sus

Experimentările au fost realizate folosind un set de imagini denumite generic în continuare respectiv "RADU", "CELLS" ,"DREPT".Ele sunt achiziționate cu o rezoluție de 256x256 pixeli cu 8 biți/pixel.

Studiile arată că metoda compresiei prin metode DPCM ar permite în principiu factori de compresie de 1,5 -2 pentru imagini "naturale" , în condițiile în care nu se acceptă pierderi, iar pentru imagini "sintetice" factorul de compresie poate fi mult mai ridicat în cazul unor obiecte relativ simple cum este cazul imaginii "DREPT".

3.4.1.6.Experimentări realizate cu un mediu profesional de compresie de imagini prin metoda DPCM

Compresia de informație prin metodele DPCM este utilizată de unii producători de circuite integrate , fiind preferată altor metode datorită simplității implementării, care duce la viteze de calcul ridicate.Un exemplu este şi setul de circuite codor-decodor AHA3370/3371 [31] realizate pentru aplicații de compresie de imagini fără pierderi. Pentru evaluarea tehnologiei utilizate şi a eficienței algoritmului producătorul oferă un set de programe cu care pot fi estimate performanțele circuitelor.

Experimentările realizate sunt bazate pe aceleaşi imagini utilizate la paragraful anterior.

3.4.2. Studiu privind elementele compresiei de informație în domeniul transformatei.Transformata Cosinus Discretă (DCT)

Transformarea bidimensională generalizată este definită de ecuația:

$$F = \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) g(x,y,u,v) \qquad (3.56)$$

unde g(x,y,u,v) este nucleul transformării directe.

Ecuația poate fi reprezentată sub formă matricială ca:

$$F=[T]\,[P]\,[T]' \qquad (3.57)$$

unde [F] este aria coeficienților valorilor în domeniul transformatei.

3.4.3.Metode practice utilizate în aplicațiile actuale

Trei standarde internaționale distincte au fost definite pentru compresia de imagine , fiecare pentru o aplicație diferită.Cele trei standarde sunt cunoscute sub numele JPEG (Joint Photographic Experts Group), MPEG (Moving Pictures Expert Group) şi P*64.O prezentare comparativă a acestora este dată în teză.

3.4.4.O implementare a standardului JPEG în compresia de imagini

Autorul a realizat experimente de comprimare a imaginilor utilizând elemente de compresie JPEG.Etapele de comprimare sunt următoarele: realizarea transformatei cosinus discrete,recuantizarea elementelor, explorarea zig-zag a coeficienților urmată de compresia Huffman sau aritmetică a datelor.Standardul JPEG este extrem de permisiv în ceea ce priveşte elementele algoritmului de aceea implementarea nu este 100% compatibilă cu alte realizări(lucru observat în multe alte programe de firmă).Ea este totuşi utilă în înțelegerea problemelor legate de compresia de imagini şi de evaluarea posibilităților acestei metode.

3.5.Concluzii asupra problemelor de prelucrare primară a imaginilor

Aşa cum s-a precizat în paragraful introductiv, capitolul nu s-a dorit a fi exhaustiv fiind axat strict pe preocupările autorului , dictate în majoritatea cazurilor de cerințele concrete ale aplicațiilor abordate.Prin prisma acestor considerații contribuțiile originale ale autorului sunt:

1.Experimentarea unor metode de scalare dimensională

2.Studiul şi implementarea unor metode de filtrare a imaginilor având ca rezultat reducerea sau eliminarea zgomotului

3.Experimentarea unei nou tip de filtru median adaptiv care elimină unele dezavantaje ale filtrului median clasic.

4.Elaborarea şi experimentarea unei metode de sporire a contrastului

5.Introducerea conceptului de reducere a rezoluției imaginii raportat celui de compresie de imagini sau a celui de scalare

6.Realizarea şi experimentarea unor algoritmi auxiliari în SVI cum este cel de estimare a rezoluției imaginii achiziționate

7.Studiul metodelor de compresie în domeniul timp a imaginii, cu accent pe metodele DPCM, realizarea unui mediu de experimentare a acestui tip de compresie, măsurători efectuate pe diverse categorii de imagini.

8.Studiul unor componente ale compresiei în domeniul transformatei prin experimentarea unor algoritmi (direcți şi rapizi) de transformată cosinus discretă (DCT).

4.SVI din generația I bazați pe microcalculatoare[ARS1-93]

4.1.Arhitecturi actuale utilizate în realizarea SVI

Descrie soluțiile tehnice cele mai utilizate în realizarea arhitecturilor SVI bazați pe microcalculatoare.

4.2.Placă de achiziție video monocromă de înaltă rezoluție

Placa de achiziție prezentată, denumită în varianta finală SV 101, este rezultatul a aproape 4 ani de experimentări şi etape intermediare , ea fiind baza pentru implementarea a o serie de aplicații ([ARS1-90] [VAI-93]).

Schema sa bloc este tipică pentru acest gen de dispozitive care se compun în principal dintr-un controlor grafic de înaltă rezoluție[ARS-88][ARS-89],cu un canal DMA rapid de achiziție a datelor provenind de la un convertor A/N de mare viteză(flash)(fig.4.4).

Sistemul este prevăzut sa accepte semnal video complex alb- negru de la o cameră TV funcționând pe standardul CCIR sau OIRT.

O caracteristică importantă a acestui dispozitiv îl constituie faptul ca el se sincronizează direct pe semnalul video primit, ceea ce-l diferențiază de unele realizări similare ,care sincronizează camera TV cu un semnal provenit din calculator. Controlorul are posibilitatea de a funcționa în trei regimuri principale: o memorie de 512x512x8 biți, 4 memorii de 256x256x8 biți sau 2 memorii de 256x256x16 biți. Selecția este realizată de 3 biți din portul de comandă.

O mare parte din soluțiile tehnice originale utilizate în implementarea blocurilor funcționale au fost evidențiate în capitolele anterioare.

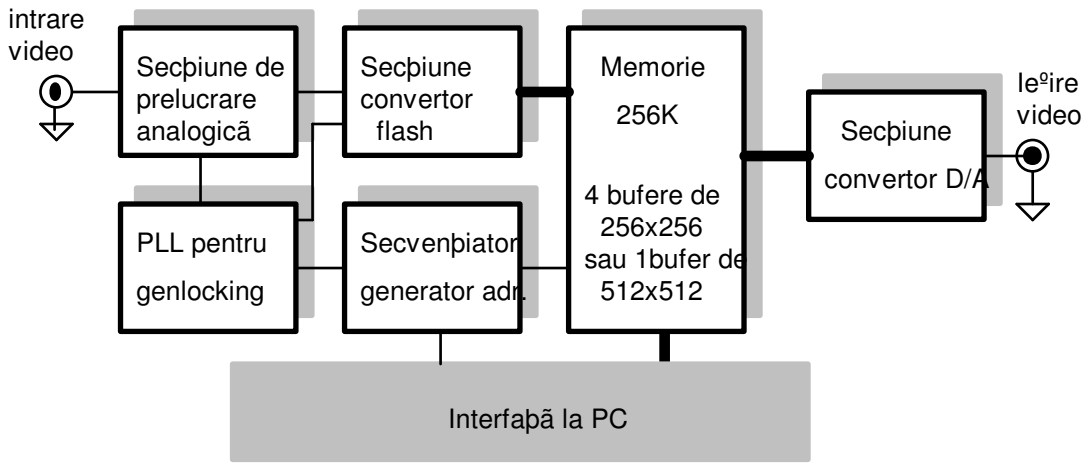


Fig.4.4.Schema bloc a plăcii de achiziție video SV-101

4.3.Suportul software necesar SVI

4.3.1.Limbaje specializate în prelucrarea imaginilor

Este realizată o prezentare a principalelor forme caracteristice pentru mediile software specializate în prelucrarea imaginilor.

4.3.2.Mediu de testare şi realizare a aplicațiilor de analiză de imagini

Programele prezentate sunt realizate în colectivul Video&DSP din cadrul SITC pentru deservirea plăcii SV-101.

4.3.2.1.Programul de testare CURSOR-PC

Comenzile sale sunt formate dintr-un set de doua litere majuscule în unele cazuri acestea fiind însoțite de parametrii numerici.

Sunt date în continuare o lista a comenzilor accesibile (în număr de 32) , ordonate alfabetic.

4.3.2.2.Programul de elaborare a aplicațiilor IMAG [ARS1-92]

Trebuie precizat faptul că acest paragraf este doar o trecere în revistă a funcțiilor principale ale mediului de dezvoltare a aplicațiilor de prelucrări de imagini IMAG.

Programul are două regimuri principale de funcționare:

a).Mod Aplicație
b).Mod Interpretor

Procedurile şi funcțiile de prelucrare imagini incluse în mediu

Sunt prezentate succint posibilitățile mediului.

4.4.Contribuții la aplicațiile SVI din generația I

4.4.1.Aplicații industriale

1.Aplicații în granulometrie.In [ARS1-90] este descris un astfel de sistem .Sistemul are următoarele funcții:

-introducerea şi calcularea matricii de corecție, care compensează în procesul de analiză neuniformitățile sistemului optic ale microscopului

-introducerea intervalelor de analiză a particulelor

-introducerea parametrilor de etalonare a sistemului, fie prin măsurători directe fie prin intervenția operatorului
-efectuarea propriu-zisă a măsurătorilor
-extragerea rezultatelor măsurătorilor, prin integrarea acestora într-un fişier sau listarea pe imprimantă
-funcții de analiză prin investigare semiautomată, a zonelor imaginii (funcții de tip cursor)
Lucrarea [09] prezintă şi alte aplicații de tip granulometric.

2.Aplicații în controlul calitativ pe fluxul de fabricație
3.Aplicații în robotică [AYA-82][HER-91]

4.4.2.Aplicații biomedicale

Domeniul este în plină dezvoltare şi apar numeroase lucrări care tratează subiectul.O astfel de aplicație care utilizează tehnologia de imagistică dezvoltată este descrisă în [VAI1-93], dar au fost realizate şi alte experimente de conectare la aparatura medicală şi de prelucrare a rezultatelor achiziționate [ARS2-90].Imaginile prezentate în continuare sunt ilustrative pentru aplicațiile medicale descrise.

4.4.3.Un sistem de dezvoltare a aplicațiilor de videocomunicație

Sistemul este realizat în jurul unui calculator personal compatibil IBM-PC având ca bază placa de achiziție SV-101 prezentată anterior.Schema bloc a sistemului este prezentată în figura 4.7.

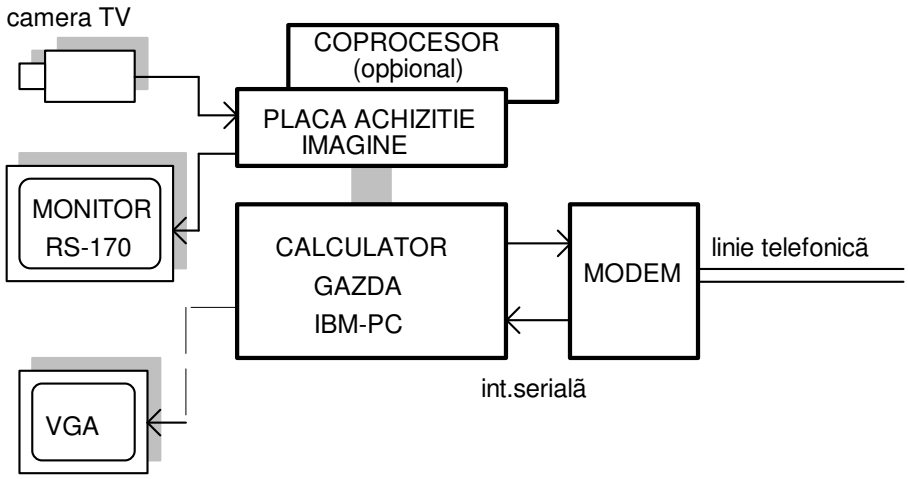


Fig.4.7.Terminal de achiziție şi transmisie de imagini

Funcțiile mediului de comunicație sunt în esență aceleaşi cu cele prezentate la paragraful 4.3.2.1.Comenzile care implementează facilități suplimentare sunt următoarele:
TR - Recepție imagine .
TW- Transmisie imagine .

4.4.4.Realizarea de prelucrări de imagini cu plăci de tip "video overlay"

Placa [ARS2-92] realizată este destinată comutării şi controlului surselor de semnal video în aplicații multimedia. Ea permite sincronizarea pe un semnal video exterior(semnal pilot) , adaugarea de atribute grafice sau alfanumerice (overlay), transmiterea de comenzi către aparatura video ataşată ,prin intermediul spotului în infraroşu şi digitizarea cu viteză redusă a imaginilor statice.

In scopul realizării acestor funcții placa are o structură de complexitate adecvată, fiind compusă din următoarele blocuri:

- bloc de sincronizare şi timing
- controlor video
- bloc de overlay
- bloc emisie telecomenzi
- bloc digitizor

Structura plăcii este ilustrată de schema bloc din fig.4.8.

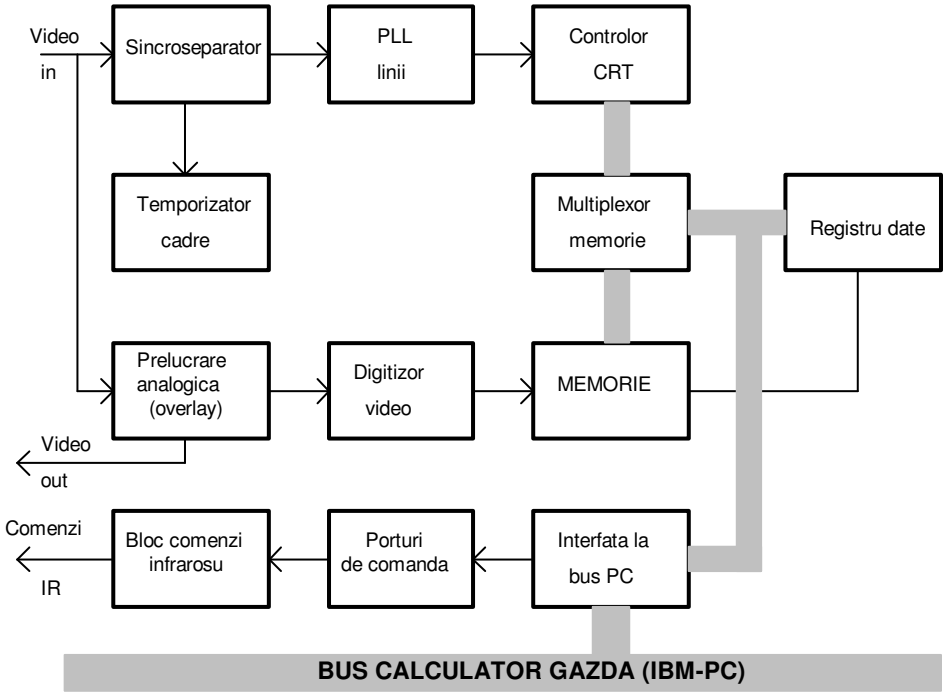


Fig.4.8.Structura plăcii OVERLAY

4.4.5.Aplicații în instrumentație virtuală a tehnologiei de achiziție de viteză dezvoltate [ARS 6-96]

Tehnologia de achiziție de viteză dezvoltată în cursul experimentărilor şi care a fost implementată în realizarea SVI,a fost utilizată şi la realizarea unor dispozitive de achiziție de semnal de uz mai general, care sunt totuşi utilizabile şi în digitizarea de semnale video.Un exemplu este ilustrat de prezentul paragraf [ARS1-91][SER-96][ARS6-96].Sistemul de achiziție de semnal rapid este destinat achiziționării şi stocării, în vederea prelucrării semnalelor electrice, provenite din diferite surse. Semnalul electric achiziționat poate fi de curent continuu sau curent alternativ, şi domeniul de frecvențe 0÷5 MHz, cu amplitudinea de maximum 100V (±50V) şi minimum 100mV (±50mV).Alte detalii tehnice sunt cuprinse în [SER-96].Sistemul a fost utilizat în implementarea unui instrument virtual de tip osciloscop cu memorie.

4.5.Concluzii rezultate din experimentările realizate cu SVI din generația I

Sinteza contribuțiilor originale este prezentată în capitolul final (7).

5.Metode evoluate de prelucrare a informației în SVI

5.1.Considerații asupra rolului şi locului prelucrării numerice intensive a semnalului în sistemele video

Obiectivele urmărite de prelucrarea numerică prin circuite specializate a semnalului video şi a căilor de atingere a acestor obiective[MOT-84] sunt detaliate în teză.

5.2.O analiză a conceptelor şi arhitecturilor în prelucrarea numerică a semnalelor video

Paragraful face o trecere în revistă a problemelor legate de prelucrarea numerică , utilizând circuite specializate, a informației vizuale.

5.2.1.Scurt istoric al conceptelor utilizate

5.2.2.Transputerul[GRA-92]

5.2.3.Procesoare cu set de instrucțiuni redus(RISC)[WEI-92]

5.2.4.Procesorul digital de semnal (DSP)

Preocupările autorului sunt legate de realizarea unor sisteme de dezvoltare şi aplicative în domeniul prelucrării de semnal video utilizând procesoare de semnal din generația a 2- a.In paragraful 5.3.1.este descris un astfel de sistem prezentat mai pe larg în [ARS3-93].

5.2.5.Arhitecturi specializate în procesarea numerică a semnalelor video

a).Sisteme de tip pipeline,
b).Sisteme cu arhitectură de tip rețea,
c). Arbori şi piramide,
d).Hipercuburi - ca N-Cube sau maşina comutațională.
e).Maşini cu utilizare combinată a memoriei ca Butterfly.

5.2.5.1.Circuite de compresie /decompresie a semnalelor video

5.2.5.2.Circuite de compresie/decompresie a informației video pentru aplicații în comunicații

5.2.5.3.Circuite de procesare pentru aplicații multimedia

Sunt prezentate aplicații ale circuitelor pentru aplicații multimedia.

5.2.5.4.Circuite de prelucrare matricială(convolvere)

Este prezentat un circuit specializat în prelucrarea imaginilor -convolverul.

5.3.Contribuții la implementarea conceptelor şi tehnicilor avansate de prelucrare în SVI

5.3.1.Accelerator de prelucrări de numerice de semnal bazat pe procesoare digitale de semnal

Schema bloc a plăcii de accelerare este prezentată în fig.5.8.

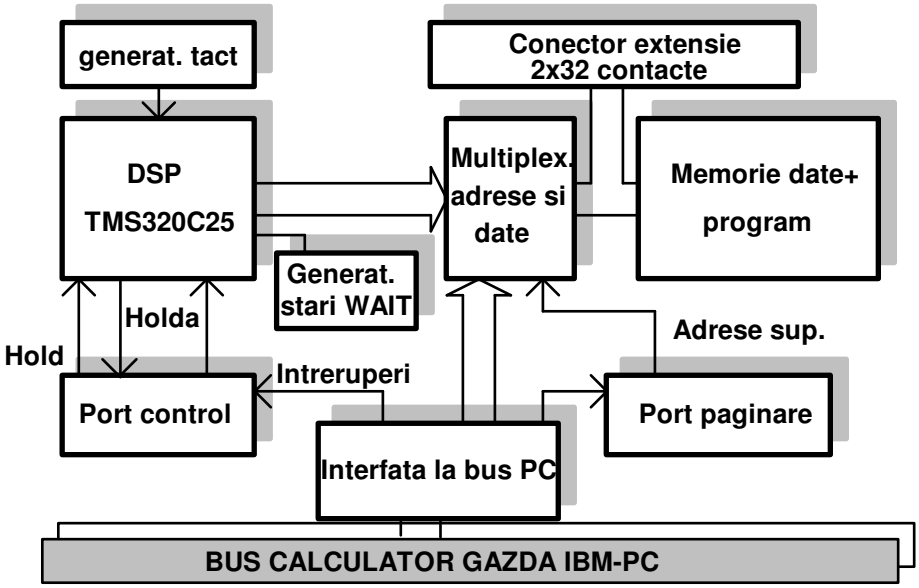


Fig.5.8.Schema bloc a plăcii DSPxx25

Performanțele tehnice ale plăcii sunt în esență următoarele:

Tip procesor:	TMS320C25
Lungime cuvânt:	16 biți
Lungime acumulator:	32 biți
Frecvență maximă:	40MHz
Stări de WAIT:	max.2
Memorie maximă:	64Kcuvinte pt. date
	64kcuvinte pt. program

Arhitectura şi performanțele obținute sunt comparabile cu realizările din [BIT-92] , [RAJ-93] , în domeniul prelucrării de imagini.Placa este bazată pe utilizarea DSP TMS320C25 care deşi face parte dintr-o generație intermediară a dezvoltării DSP are încă performanțe care îi oferă avantaje incontestabile în prelucrarea de imagini.

Pentru o utilizare eficientă a acestui sistem au fost concepute şi realizate în colectivul Video&DSP al SITC o serie de instrumente software destinate dezvoltării de aplicații în medii compatibile IBM PC:

•ASMC25 este un asamblor simbolic pentru procesorul digital de semnal TMS320C25. Acesta prelucrează fişiere cu cod sursă scris în limbaj de asamblare şi generează fişiere cu cod obiect executabil. Asamblorul permite utilizarea unor directive care controlează contorul de program, alocarea memoriei şi formatul listingului generat.

•DEPC25 este un depanator pentru programe executabile cu procesorul digital de semnal TMS320C25; acesta este o interfață software executbilă pe orice calculator gazdă IBM PC sau compatibil, care lucrează cu placa DSPxx25 şi permite controlul total al resurselor sistemului şi al execuției programelor de către procesorul TMS320C25 din sistem prin comenzi date simplu de către operator.

5.3.1.1.Asamblorul ASMC25

5.3.1.2.Depanatorul DEPC25

5.3.1.3.Modalitate de implementare a testelor funcționale pentru placa DSPxx25

Pentru testarea funcțională a plăcii s-a elaborat o metodologie implementată într-un program independent.Dificultățile care apar în cazul testării unui astfel de sistem sunt amplificate de performanțele ridicate la care trebuie să funcționeze acesta.Testarea trebuie efectuată gradual pentru a depista cu cea mai mare exactitate sursa erorilor în cazul funcționării defectuoase.

5.3.2.Un sistem de dezvoltare a aplicațiilor de prelucrare de imagini cu DSP[ARS4-95]

5.3.2.1.Structură şi instrumente software

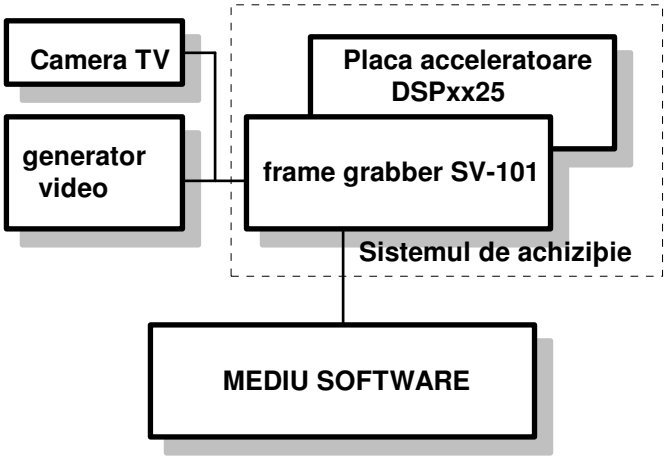


Fig.5.11. Schema bloc a sistemului de prelucrare de imagini bazat pe DSP

5.3.2.2.Rezultate experimentale ale tehnologiei DSP în prelucrarea de imagini

Această secțiune prezintă doar cele mai semnificative elemente comparative care recomandă tehnologia DSP în prelucrarea de imagini.Trebuie făcută precizarea că procesorul TMS320C25 de pe placa DSPxx25 folosită lucrează la frecvența de tact de 20 MHz , deci la doar jumătate din frecvența maximă tipică acestui procesor.

Prelucrare(us/pixel)	PC(40Mhz) limbaj TPASCAL	Sistem cu DSP
Trasare linie orizont.	-	1
Trasare linie vert.	-	2,6
Trasare linie diag.	-	3,6
FFT 256 pct.(total)	2s	5ms
DCT(8x8 pixeli)	-	1
Convoluție 3x3	~45	~4
Compresie DPCM	~78	~4

5.3.2.3.Sistem autonom de prelucrare a imaginii, bazat pe DSP în virgulă fixă

Sistemul autonom de prelucare de imagini cu DSP prezentat în acest paragraf [ARS5-96] este destinat implementării în aplicații industriale de inspecție vizuală, care au căpătat o răspândire din ce în ce mai mare în ultimii ani.Schema bloc a acestui modul este prezentată în figura 5.14.

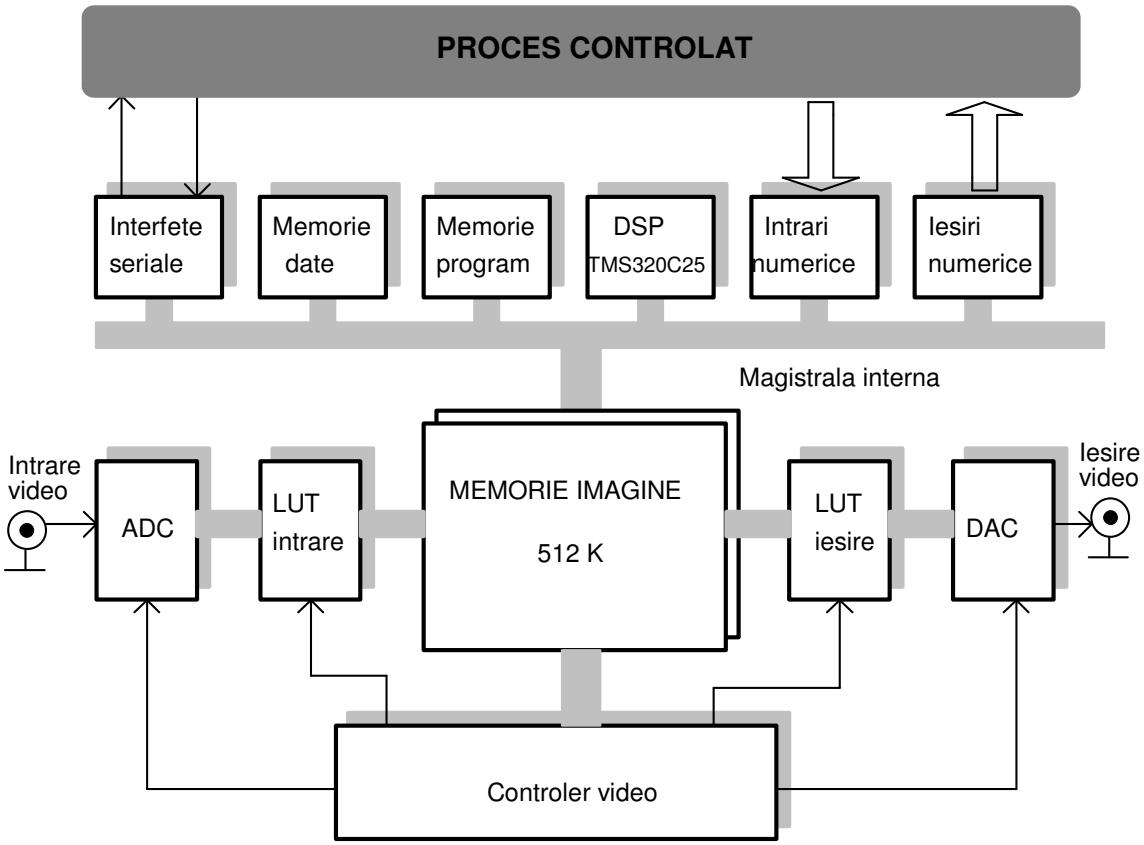


Fig.5.14.Arhitectura modulului de inspecție vizuală

5.4.Alte aplicații ale sistemelor bazate pe DSP dezvoltate

5.4.1.Modul coprocesor de semnal pentru encefalografie

Achiziția potențialelor creierului este realizată de o unitate independentă (Head-box) care este izolată galvanic de unitatea fixă fiind conectată cu aceasta prin intermediul interfeței seriale.Unitatea acceptă până la 24 semnale de intrare de la electrozi (cu un nivel de intrare de 10-150µV), le converteşte în formă numerică (cu o rezoluție de 8 biți) şi transmite aceste valori la unitatea fixă .Frecvența de achiziție este de 128 Hz ceea ce permite evaluarea frecvențelor din semnalele de intrare până la valori de 45-50 Hz.

5.4.2.Sistem de dezvoltare a aplicațiilor de sinteză vocală[ARS3-96]

Sistemul este realizat pe baza plăcii DSPxx25 descrisă în paragrafele anterioare.Pentru implementarea aplicației de sinteză de voce s-a elaborat placa de achiziție şi generare de sunet denumită ADDA2.

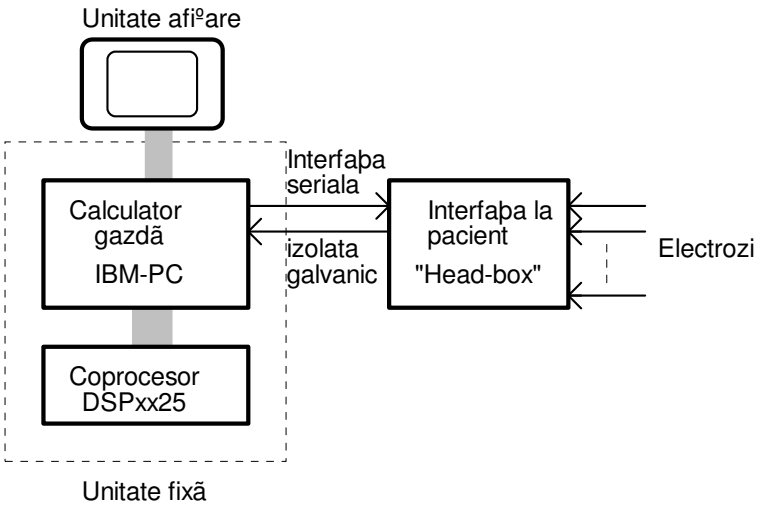


Fig.5.15.Structura encefalografului utilizând DSP

5.5.Concluzii

Contribuțiile legate de tematica capitolului sunt evidențiate în cap.7.

6.Analiza surselor de eroare în SVI şi metode de testare a acestora

6.1.Scurtă prezentare a surselor şi contribuției erorilor în imagistică

Parametrii caracteristici ai unui SVI pot fi grupați în mai multe categorii aşa cum se arată în tabelul următor [GOR-80].

Tipul parametrilor	Denumirea parametrilor
Metrologici (de acuratețe)	Precizia de măsură a parametrilor obiectelor
	Precizia de măsură a caracteristicilor
	Precizia de masură a distribuțiilor
Funcționali	Numărul parametrilor măsurați
	Gama dinamică a parametrilor măsurați
	Viteza de funcționare
De exploatare	Fiabilitate
	Gradul de automatizare al controlului parametrilor
	Simplitatea în utilizare
Tehnico -economici	Dimensiuni, masă, putere consumată
	Cost
	Grad de standardizare

In acest capitol se va examina prima categorie de parametri , cei care definesc precizia metrologică a unui SVI.

6.1.1.Distorsiuni spațiale

Transformarea neliniară de coordonate care este datorată sistemului optic este de forma:

$$\xi = k[x + \Delta x(x+y)]\ ;\ \eta = k[y + \Delta y(x+y)]; \qquad (6.1)$$

$$\Delta x(x,y) \approx Ax(x^2 + y^2)\ ;\ \Delta y(x,y) \approx Ay(x^2 + y^2)\ ; \qquad (6.2)$$

unde k - coeficientul de mărire al sistemului optic; A- coeficient de distorsiune, determinat de parametrii sistemului optic.

6.1.2.Distorsiuni de amplitudine

Distorsiunile de amplitudine sistematice sunt împărțite în două grupe mai mult sau mai puțin independente.

Prima grupă este constituită de distorsiunile neliniare care nu depind de coordonatele spațiale si sunt descrise de o funcție univocă de tipul U=U(R), unde U-valoarea semnalului distorsionat , R-valoarea semnalului de intrare.

A doua grupă este constituită de distorsiunile neliniare care depind de coordonatele spațiale ale semnalului de intrare x,y.Aceste distorsiuni sunt descrise de o funcție de trei variabile U=U(x,y,R);

Distorsiunile sistematice din cea de-a doua categorie sunt mult mai complexe de descris şi evaluat.Ele sunt datorate în principal neuniformității baleierii țintei în dispozitivele videocaptoare.In unele aproximații se încercă descompunerea funcției complexe U(x,y,R) în produsul a două funcții separate sub forma:

$$U(x,y,R) = U_1(x,y)U_2(R) \tag{6.5}$$

6.1.3.Erori de discretizare

Cea mai cunoscută formă de discretizare este eşantionarea uniformă , pentru care este construită întreaga teorie a prelucrării numerice a semnalelor analogice.

Formula de reconstrucție a semnalului inițial din semnalul eşantionat (în condițiile respectării teoremei eşantionării) este de forma:

$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} f(nT_s)\,\mathrm{sinc}\,2\pi\left(\frac{t}{T_s} - h\right) \tag{6.6}$$

Un caz particular îl constituie apariția frecvenței subpurtătoarei subeşantionate în sisteme care utilizează camere color fără a fi prevăzute cu circuite de rejecție a acesteia.

O altă modalitate de apariție a erorilor de discretizare în sistemele de imagistică este datorată variațiilor ceasului de achiziție (jitterului) mai ales în sisteme care sincronizează acest ceas cu semnalele de sincronizare ale sursei de semnal.

6.1.4.Erori de cuantizare

Cuantizarea semnalului analogic (sau seria temporală discretă corespunzătoare) constă în înlocuirea valorilor continue cu cele mai apropiate valori din seria de valori finite discrete (nivelele de cuantizare).

Problemele legate de raportul semnal/zgomot al CAN au fost examinate pe larg în capitolul 2.

Erorile de cuantizare apar nu numai în procesul de conversie analog-numerică ci şi ulterior în cursul etapelor de prelucrare a informației în dispozitivele de calcul specializate care au erori de trunchiere sau rotunjire datorate lungimii finite a cuvântului unității aritmetice.

6.2.Surse concrete de eroare şi evaluarea acestora[ARS2-96]

Tipurile de distorsiuni prezentate în paragraful anterior sunt în general destul de dificil de evaluat separat .Ca efect global şi combinat ele determină o serie întreagă de erori în achiziția datelor în SVI, care se constituie în mărimi şi parametri măsurabili.Aceştia vor constitui obiectul prezentului paragraf.

6.2.1.Zgomotul propriu

Subiectiv şi obiectiv în evaluarea zgomotului în SVI

In imagistică analiza zgomotului are o importanță variabilă , în funcție de domeniul de aplicare.In general sunt detectabile două categorii principale de aplicații:
1.Aplicații de manipulare a informației video- aplicații multimedia , televiziune digitală- în care valoarea cantitativă a zgomotului este de importanță secundară , primordial fiind efectul vizual al acestuia.
2.Aplicații de imagistică propriu-zise-în care imaginea este de obicei "înghețată" la un moment dat , conținând toate efectele perturbatoare din acel moment.

Zgomotul este un aspect nedorit comun multor categorii de aparatură electronică.Deşi teoria matematică a surselor de zgomot este în general bine pusă la punct , estimarea zgomotului şi mai ales izolarea sursei acestuia este mult mai dificilă.In general măsurarea zgomotului face apel la aşa-numitul **raport semnal-zgomot(SNR)** definit matematic [KRI-78] de relația:

$$\Psi_{rms} = 20\log(V_s / V_{rms}) \tag{6.9}$$

In relația de mai sus mărimile care intervin sunt definite astfel:
V_S - valoarea vârf la vârf a semnalului de imagine (cu valorile extreme reprezentate de porțiunile întunecate respectiv albe ale imaginii)
Vrms- tensiunea efectivă de zgomot din imagine

Funcția de distribuție a zgomotului este în majoritatea lucrărilor considerată de tip Gaussian. Din valorile eşantionate ale unui semnal, valoarea efectivă a zgomotului V_{rms} este determinată dintr-un set de N valori v_i cu formula:

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} v_i^2} \tag{6.13}$$

Dacă se cunoaşte densitatea spectrală de putere a zgomotului P(ω), valoarea efectivă a zgomotului este:

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{2\pi}\int_{\omega 1}^{\omega 2} P(\omega)d\omega} \tag{6.14}$$

unde $\omega_1 = 2\pi f_1, \omega_2 = 2\pi f_2$ sunt frecvențele care delimitează banda sistemului video investigat.

Pentru măsurarea raportului semnal-zgomot în sisteme analogice s-au elaborat mai multe metode [KRI-78].Pentru adaptarea la sisteme de achiziție numerice vom prezenta o metodă care se pretează relativ uşor la implementarea în sisteme de calcul.

Metodă de estimare a V_{rms} din numărul de vârfuri de zgomot aleator care depăşesc un nivel dat

Valoarea Vrms poate fi estimată prin numărarea într-un interval de timp finit a numărului de depăşiri a unui nivel de tensiune dat:

$$\begin{aligned} \frac{m}{n} &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}V_{rms}}\int_E^{\infty}\exp\left(-\frac{v^2}{2V_{rms}^2}\right)dv \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}V_{rms}}\int_E^{\infty}\exp\left(-\frac{v^2}{2}\right)dv = F\left(\frac{E}{V_{rms}}\right) \end{aligned} \tag{6.17}$$

unde n este numărul total al valorilor zgomotului eşantionate: m este numărul de eşantioane ale zgomotului care depăşesc nivelul constant E; iar F(E/Vrms) este funcția integrală a distribuției normale.

Fiind date E şi raportul m/n este uşor de determinat Vrms.

6.2.1.1.Metodă de evaluare a parametrilor de zgomot în SVI

O primă variantă a metodei este aplicată direct unui sistem concret, care are în componență cameră de luat vederi,unitate de achiziție şi calculator gazdă.Etapele necesare sunt următoarele:

1.Achiziția unui cadru cu sistemul prezentat în care obiectivul camerei de luat vederi este obturat, obținându-se un aşa numit "cadru negru" la nivelul oferit de cameră pentru iluminare zero.

2.Prelucrarea statistică a datelor obținute pentru determinarea următoarelor mărimi:

a.Media (fondul) imaginii

$$M = \frac{\sum_{i=0}^{N-1}\sum_{j=0}^{N-1}(e(i,j))}{NxN} \tag{6.18}$$

b.Valoarea medie pătratică a zgomotului

Experimental, valoarea medie pătratică este estimată de valoarea medie pătratică a diferenței eşantioanelor din imagine :

$$N_{ms}^2 \cong \frac{\sum_{i=0}^{N}\sum_{j=0}^{N}(e(i,j)-M)^2}{NxN} \tag{6.20}$$

c.Valoarea medie absolută a zgomotului

$$Na = \frac{\sum_{i=0}^{N-1}\sum_{j=0}^{N-1}(|e(i,j)-M|)}{NxN} \tag{6.21}$$

O altă variantă de evaluare a acestei mărimi este reprezentată de calculul ariei histogramei distribuției nivelelor din jurul nivelului de gri utilizat în măsurare.

d.Valoarea maximă (de vârf) a zgomotului

$$\mathrm{N\,max} = \max_{i,j}^{N-1}(|e(i,j)-M|) \tag{6.22}$$

3.Evaluarea pe baza mărimilor de mai sus a raportului semnal- zgomot

O a doua variantă a metodei ,mai riguroasă, face apel la un generator de semnal video de test care livrează un semnal de forma celui prezentat în fig.6.1.

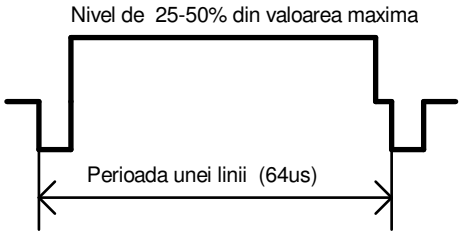


Fig.6.1.Forma de undă utilizată în măsurarea zgomotului

Paşii necesari în prelucrare sunt similari cu cei ai variantei anterioare, cu deosebirea că măsurătoarea se poate face la valori diferite ale nivelului "constant" al palierului de intrare, obținându-se şi evoluția sistemului în funcție de acest parametru.

Aplicarea combinată a celor două măsurători permite o izolare a contribuției erorilor de zgomot ale camerei de luat vederi şi o determinare mai precisă a erorilor sistemului de achiziție propriu-zis.

6.2.1.2.Determinarea frecvențelor dominante în sistemele de achiziție ale SVI

Acest paragraf este concentrat pe analiza acelor componente de zgomot care au o structură regulată (deterministă) : frecvențe armonice,perturbații radiate.

Evaluarea acestor perturbații, denumite de autor "frecvențe dominante" este obținută prin analiza FFT a eşantioanelor fiecărei linii sau coloane din memoria de date.Fişierul prelucrat este obținut analog şi cu cel utilizat la paragraful anterior pentru măsurarea de zgomot.Considerând Fk(i) componentele spectrului de putere pentru linia de informație k (pentru 0<i<N/2) coeficientul global Fg(i) este calculat după cum urmează [ARS3-95]:

$$Fg(i) = \sum_{k=0}^{N-1} Fk(i) \tag{6.23}$$

Din setul de valori ale Fg(i) se poate estima dacă una (sau mai multe) frecvențe sunt dominante,.Criteriul pentru această apreciere este un nivel de prag calculat din media elementelor Fg(i) :

$$Mf = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} Fg(i)}{N} \tag{6.24}$$

6.2.2.Parametrii de cuantizare ai CAN

Parametrii de cuantizare ai convertoarelor analog-numerice sunt relativ bine cunoscuți din teoria şi practica achiziției de date.O prezentare a acestora a fost făcută şi în capitolul 2.In acest paragraf se vor prezenta pe scurt principalii parametri ai CAN "flash" care prezintă înteres în evaluarea sistemelor de achiziție numerice de semnal video.

6.2.2.1.Caracteristica de transfer

Evaluarea caracteristicii de transfer este realizată într-un sistem similar cu cel prezentat la evaluarea parametrilor anteriori.In acest caz forma de undă aplicată este cea din fig.6.2.

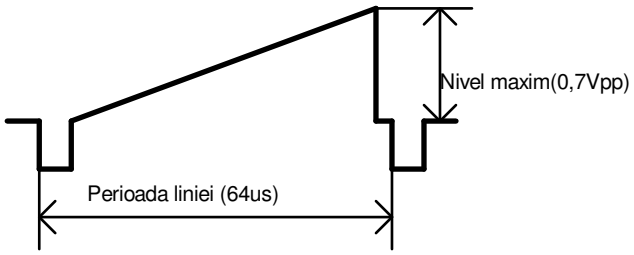


Fig.6.2.Forma de undă utilizată în evaluarea caracteristicilor CAN video

6.2.2.2.Rezoluția efectivă a CAN utilizat

Multe plăci utilizate în SVI au rezoluții efective mai mici decât cele aparente, date de dimensiunea cuvântului rezervat unui eşantion în memoria de imagine.Acest lucru poate fi evidențiat cu uşurință prin vizualizarea unei histograme a unei imagini digitizate cu o astfel de placă,pozițiile din histogramă care corespund codurilor lipsă fiind egal spațiate - din 2 în 2 pentru un bit în minus sau 4 în 4 pentru 2 biți diferență.

6.2.2.3.Erorile de apertură

Erorile de apertură ale CAN (prezentate şi în cap.2) nu pot fi in general separate de alte efecte parazite în SVI. Ele se manifestă ca o suplimentare a zgomotului plăcii şi astfel sunt incluse la măsurătorile din paragrafele anterioare.

6.2.3.Parametri legaţi de secţiunea de procesare analogică

Secţiunea de procesare analogică se găseşte , aşa cum s-a prezentat în cap.1 şi 2 , între sursa de semnal şi circuitele de conversie analog-numerică.Aici se realizează unele prelucrări primare asupra semnalului de intrare dintre care menţionăm:

-separarea impulsurilor de sincronizare

-restaurarea nivelului de referinţă, numit în mod general nivel de negru

-amplificarea semnalului video până la nivelele necesare CAN video

Parametrii caracteristici definiţi şi măsuraţi sunt strict legaţi de funcţiile principale enunţate mai sus.

6.2.3.1.Stabilitatea nivelului de negru

Lucrările [KRI-78] specializate în măsurători asupra sistemelor video definesc câţiva parametri care caracterizează stabilitatea unui nivel constant .

Neuniformitatea semnalului video este dată de formula:

$$N_s = \frac{V_{max} - V_{min}}{V_{max} + V_{min}} 100\ \% \qquad (6.25)$$

unde V_{max} şi V_{min} sunt valorile maxime respectiv minime ale unei linii de informaţie video corespunzătoare unui câmp uniform.

In practica testării dispozitivelor de tip frame-grabber autorul a utilizat cu succes o evaluare bazată pe calcule în interiorul unor domenii de imagine de dimensiune 8x8 pixeli sau 16x16 pixeli prin determinarea mediei nivelului acestora după formula:

$$M(m,n) = \frac{\sum_{i=0}^{15}\sum_{j=0}^{15} e(m*16+i, n*16+j)}{256} \qquad (6.26)$$

In formula de mai sus dimensiunea elementară considerată este de 16x16pixeli.

Măsurarea stabilităţii nivelului de negru în dispozitive de achiziţie numerică este realizată cu aceleaşi configuraţii descrise la cap.6.2.1.Prelucrarea statistică mai urmăreşte evidenţierea următorilor parametri:

a.**Valoarea medie a unei linii** (sau coloane)de informaţie din memoria video calculată cu formulele:

$$M_k = \frac{\sum_{i=0}^{255} e(k,i)}{256} \qquad (6.27)$$

In formula de mai sus rezoluţia imaginii a fost presupusă de 256x256 pixeli.

b.Abaterea de la valoarea medie la capetele liniei (pe orizontală) de informaţie video respectiv coloanei (pe verticală) .

6.2.3.2.Banda de frecvenţă a amplificatorului video

Banda de frecvenţă determină în general rezoluţia efectivă a sistemului de achiziţie.De exemplu pentru o rezoluţie de 512x512 puncte banda de frecvenţă necesară este de minimum 6 MHz.

O relaţie practică de determinare a benzii de frecvenţă luând ca referinţă durata frontului unui semnal treaptă este [SIE-86]:

$$t_c = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} h(t)dt}{h(t_0)} \qquad (6.29)$$

unde tc este durata de creştere,h(t) este caracteristica la impuls a amplificatorului, iar $h(t_0)$ este valoarea acestei funcții la momentul t_0 care este situat la jumătatea frontului semnalului de ieşire.

6.2.3.3.Calitatea sincronizării

Ca o alternativă la metodele de măsurare tradiționale , care necesită aparatură specializată de înaltă performanță, vom descrie o metodă elaborată de autor bazată în întregime pe utilizarea SVI investigat şi a unor prelucrări statistice specifice de date.

Metodă statistică de estimare a calității sincronizării în sisteme de achiziție de imagini

Evaluarea este bazată pe utilizarea aceluiaşi sistem aplicând forma de undă descrisă în fig.6.4.

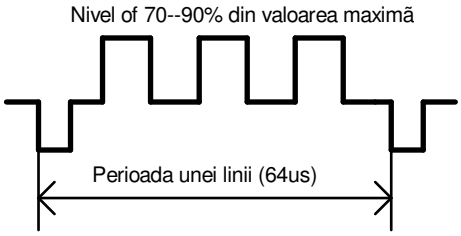


Fig.6.4 . Forma de undă utilizată la evaluarea acurateții sincronizării

In urma achiziției în memoria de imagine vom putea defini ca **puncte de tranziție** coordonatele corespunzătoare fronturilor ridicătoare şi coborâtoare ale formei de undă analizate.In cazul ideal punctele de tranziție pentru toate liniile de informație au aceeaşi valoare.Presupunând că cele Q puncte de tranziție pentru linia k sunt:

$$m_1(k), m_2(k), \ldots, m_Q(k) \qquad (6.30)$$

vom considera ca o măsură a acurateții sincronizării următoarea formulă:

$$Sy = \frac{1}{Q}\sum_{q=1}^{Q}\frac{\sum_{k=0}^{N-1}|m_q(k) - M_q|}{N} \qquad (6.31)$$

unde Mq este media punctului de tranziție q calculată astfel:

$$M_q = \frac{\sum_{k=0}^{N-1} m_q(k)}{N}; q = 1,2,\ldots,Q \qquad (6.32)$$

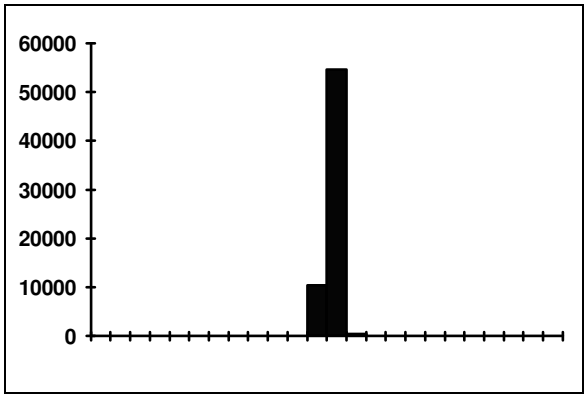
6.3.Implementări şi rezultate experimentale

Acest set de metode de măsurare a fost implementat în mai multe medii software pe calculatoare personale de tip IBM-PC.Programul are următoarele facilități:

-permite selecția fişierelor utilizate în diferite faze de tes,selectează individual sau global diferite tipuri de teste,efectuează testele selectate,afişează rezultatele testelor în formă numerică şi după caz ,grafică (histogramă)

Pentru testare s-au folosit două tipuri de plăci de achiziție video :prima dintre acestea este placa SV 101 descrisă în capitolul 4, cea de-a doua este o placă de producție industrială destinată unor aplicații multimedia.

Pentru început să încercăm să ilustrăm unele din efectele prezentate în paragrafele anterioare şi modul în care acestea pot fi relevate în procesul de testare.



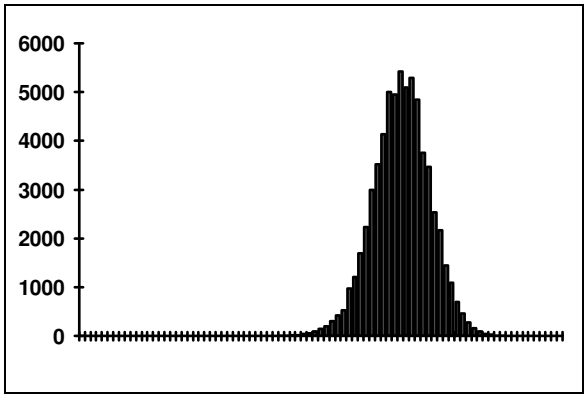
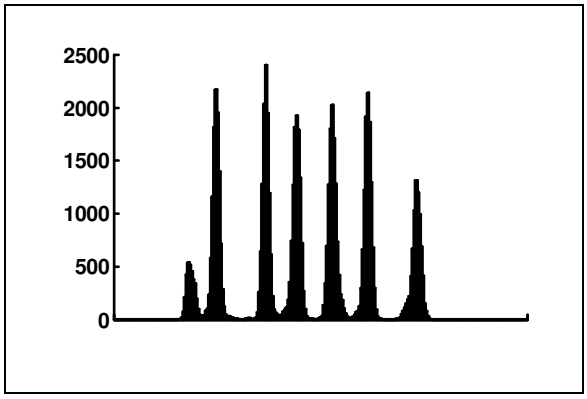
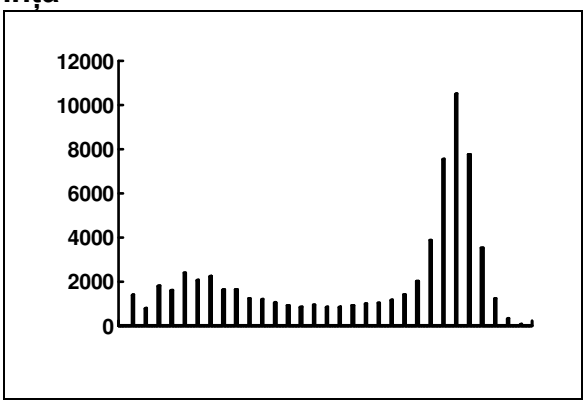


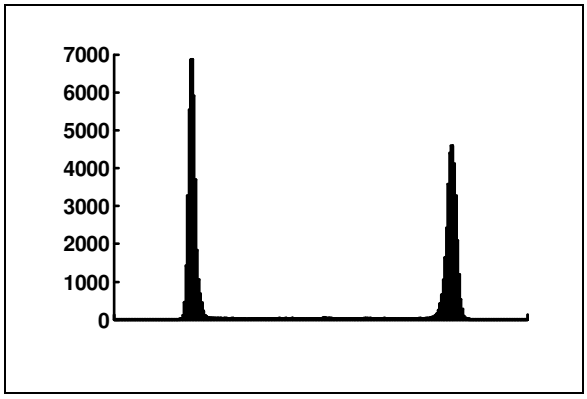
Fig.6.6.Influența zgomotului camerei de luat vederi asupra histogramei fişierului de referință



a

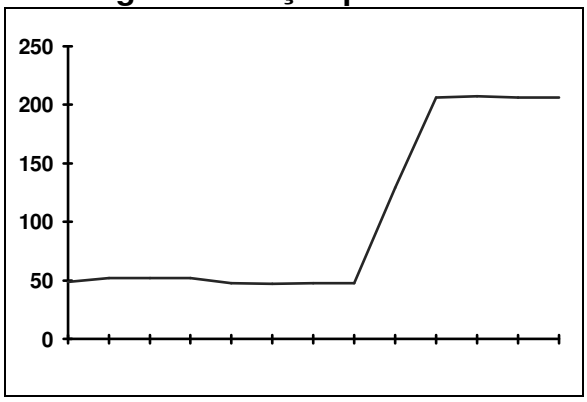


b

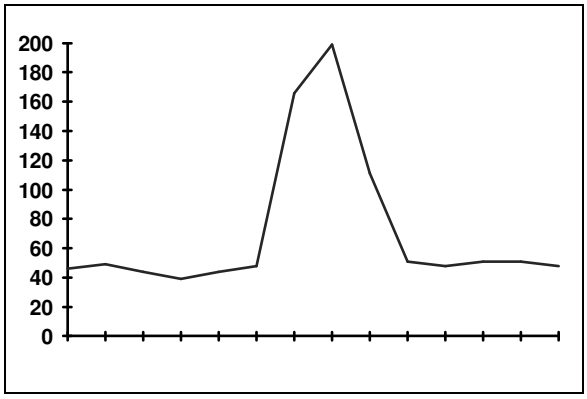


c

Fig.6.7.Histogramele unor fişiere achiziționate in procesul de testare a zgomotului şi a parametrilor CAN



a



b

Fig.6.8 Rezultate ale evaluării răspunsului în frecvență

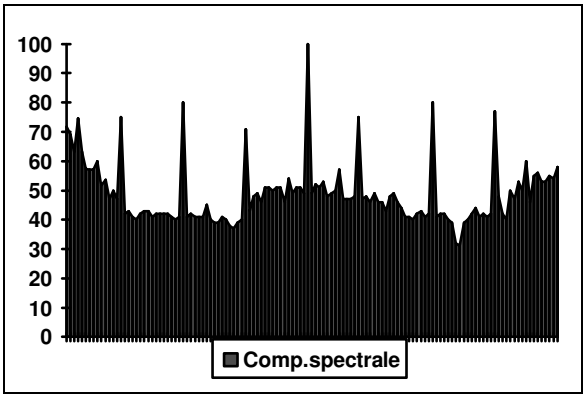


Fig.6.9.Determinarea frecvențelor dominante

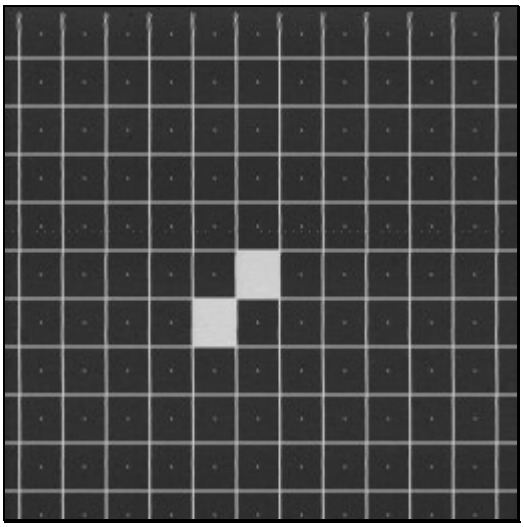


Fig.6.10.Mira de test utilizată în determinarea răspunsului în frecvență

Valorile măsurate pentru cele două tipuri de plăci , utilizând mediul descris, sunt sintetizate în tabelul de mai jos.

Tabel 6.1.

Tip placa	Zgomot	Stabilitate nivel negru	Frecvente dominante	Parametri CAN	Acuratetea sincronizarii
No #1	abs.< 1LSB RMS<1LSB	Variatie <0.07%`	fs/8-75.5% fs/4-80% fs/2-100% 3fs/4-80%	No missing codes.	0.72puncte/ transitie
No #2	abs.<1.5LSB RMS <1.8 LSB	Variatie <2%	-	No missing codes	1.28 puncte /transition

Note:fs-este frecvența de eşantionare specifică fiecărui tip de placă

6.4.Concluzii privind problemele de evaluare şi testare a SVI

Problema testării SVI are o importanță care a fost subliniată şi la începutul acestui capitol.Elaborarea metodologiei de testare descrise şi definirea parametrilor prezentați a putut face posibilă evidențierea în termeni obiectivi , măsurabili , a diferențelor dintre aceste sisteme şi renunțarea la formulări subiective de tipul "imaginea este mai bună", "fişierul este mai puțin zgomotos" ,care ascundeau cauzele reale ale diferențelor.

7.Concluzii generale şi perspective ale tezei

Cercetările acestei teze îşi au originea în experimentele şi proiectele autorului din anii '80 pentru realizarea de echipamente în domeniul contollerelor grafice din calculatoare personale. ([ARS1-86][ARS2-86][ARS1-87][ARS1-88][ARS2-88][PAT1-86] [PAT2-86][PAT-88][VLA-85]).Pe măsura avansării în acest domeniu a apărut posibilitatea de trecere la aplicații mai complexe cum sunt sistemele de prelucrare de imagini pentru aplicații industriale.

Acceptarea temei în cadrul examenului de doctorat a dat un nou impuls cercetărilor autorului care a trecut la dezvoltarea sistematică a unei tehnologii de realizare şi implementare a senzorilor vizuali inteligenți.De fapt lucrarea s-ar putea numi "Studii pentru dezvoltarea unei tehnologii de achiziție ,manipulare şi prelucrare a datelor în sisteme cu informație vizuală".Cercetările au avut în principal trei faze de dezvoltare.

Faza 1

Elaborarea bazelor tehnologiei de realizare a SVI

In această fază s-a realizat dezvoltarea unei tehnologii de achiziție a informației video şi de prelucrare a acesteia utilizând ca suport microcalculatoare de uz general. Principalele realizări ale acestei faze sunt următoarele:

Studii privind componentele tehnologice ale SVI

- Evidențierea faptului că prelucrarea analogică primară a informației video este de mare importanță în SVI.De acuratețea acesteia depind în mod esențial performanțele globale ale SVI.Ca o contribuție la mai buna înțelegere a acestor probleme primele capitole au o structură şi un conținut care încearcă să satisfacă necesitățile unui studiu corespunzător[ARS4-93].
- Utilizarea cu succes în prelucrarea analogică a informației video a circuitelor "comerciale", nededicate în principiu aplicațiilor profesionale, dar care permit obținerea de performanțe superioare în condițiile unui studiu minuțios al schemelor interne şi de utilizare. Câteva propuneri de îmbunătățire a performanțelor acestora, prin modificarea topologiei schemei clasice de utilizare sunt propuse şi de autor[ARS4-93]în cap.2.

In cadrul acestor preocupări s-au elaborat soluții originale şi s-au efectuat studii în problema realizării unui sistem de sincronizare cu semnalul extern a plăcii de achiziție. Acesta utilizează metoda combinată de sincronizare care duce la un jitter de pixel redus(sub 1/2 pixeli) comparabil cu soluțiile menționate în literatură [10];

- Studiul CAN de tip 'flash' ,care sunt principalele componente ale sistemelor de achiziție şi prelucrare digitală a semnalelor ,în particular a imaginilor. Principalul lor avantaj este posibilitatea de a funcționa fără dispozitive de eşantionare şi reținere într-o gamă largă de frecvențe de intrare, care ating deja câteva zeci(sau chiar sute) de megaherți, cu rezoluții de 6-10 sau chiar 12 biți. Autorul a investigat un bogat volum de literatură referitoare la diversitatea constructivă şi tehnologică sintetizând datele mai importante .
- Pentru utilizarea corectă a CAN flash este necesară cunoaşterea exactă a caracteristicilor lor dinamice. Metodologia generală de determinare a acestora este bazată pe analiza caracteristicilor reale de cuantizare, obținute prin aplicarea unor

semnale de testare cu caracteristici bine definite. Studiul experimental al performanțelor CAN video , realizat de autor s-a efectuat asupra a 4 tipuri de circuite CAN flash din diverse generații tehnologice şi aparținând unor producători diverşi (K1107PV1,K1107PV2,K1107PV3,TDA8703).

- Printre metodele de testare cele mai importante cele mai puternice şi relevante sunt metodele histogramei (statistică) şi metoda transformatei Fourier discrete (DFT), care permit să se obțină şi calculeze toți parametrii dinamici importanți. Pentru realizarea acestora se folosesc sintetizoare de frecvență, calculatoare, analizoare de semnal. Metoda analizei FFT urmată de prelucrări statistice a rezultatelor a fost utilizată cu succes de autor utilizând ca medii de prelucrare programe profesionale de tip MATHLAB sau Numeri.
- Investigarea prealabilă a caracteristicilor convertoarelor analog-numerice de către utilizator este practic obligatorie , evitându-se surprize neplăcute, mai ales în realizări în care se cere reproductibilitate. Acest studiu se poate realiza pe plăci de evaluare livrate de producătorii de circuite integrate sau pe plăci realizate cu mijloace proprii cum este cea realizată şi prezentată de autor[ARS4-93] .
- Convertoarele numeric-analogice video au o diversitate constructivă şi tehnologică considerabilă, toate tehnologiile uzuale azi (bipolară sau MOS) permițând obținerea unor performanțe de vârf. Introducerea unor memorii RAM de translație a codului numeric permite o mai mare flexibilitate în proiectare utilă mai ales în grafica de calculator, unde se admite un spațiu al culorilor mai redus. Emularea acestora utilizând circuite nededicate a facilitat autorului înțelegerea structurii interne şi a problemelor legate de corecta lor implementare în SVI.
- Soluția profesională de memorare a imaginilor este constituită de utilizarea memoriilor VRAM , dar în sisteme minimale o proiectare adecvată a circuitelor de comandă permite utilizarea unor memorii mai ieftine (RAM static sau dinamic).Contribuția practică a autorului este constituită de câteva rezolvări tehnologice de implementare a unei memorii video utilizând memorii DRAM cu micşorarea timpului de acces echivalent.

Experimentarea şi optimizarea de algoritmi de preprocesare a informației în SVI

- Experimentarea unor metode de scalare dimensională (zoomare) a imaginilor cu accent pe timpul de prelucrare caracteristic fiecărei metode.
- Studiul şi implementarea unor metode de filtrare a imaginilor având ca rezultat reducerea sau eliminarea zgomotului, pentru a facilita prelucrările ulterioare. Toate aceste studii sunt însoțite de experimentări şi implementări practice.
- Experimentarea unei nou tip de filtru median adaptiv care elimină unele dezavantaje ale filtrului median clasic. Acesta are următoarele caracteristici:

  -adaptează fereastra de filtrare la conținutul de detalii din imagine

  -modifică coeficienții de ponderare ai filtrului în funcție de statistica imaginii

  -permite conservarea mai bună a detaliilor raportat la acțiunea filtrului median clasic de lungime fixă

  -realizează o îmbunătățire mai ridicată a raportului semnal-zgomot
- Elaborarea şi experimentarea unei metode de sporire a contrastului , care are ca principal avantaj posibilitatea de aplicare fără a realiza transformata Fourier ca în cazul altor metode de restaurare a imaginilor .Ca rezultat viteza de execuție este sporită.
- Introducerea conceptului de reducere a rezoluției imaginii raportat celui de compresie de imagini sau a celui de scalare. Principala diferență este scopul imaginii rezultate din procesul de reducere , care este de a realiza prelucrări ulterioare şi micşorarea numărului de operații ,în timp ce în cazul compresiei accentul cade pe reducerea de informație în vederea reconstituirii ulterioare .Scalarea ("zoomarea") este

o operație de modificare a aspectului imaginii utilă în dispozitivele de afişare, principalul criteriu fiind cel vizual şi nu informațional. In cazul acestor cercetări s-au experimentat şi comparat diferite metode de reducere a imaginilor sub aspect informațional şi subiectiv (organoleptic).

- Realizarea şi experimentarea unor algoritmi auxiliari în SVI cum este cel de estimare a rezoluției imaginii achiziționate cu aplicație directă în reglarea optimă a distanței obiectivului camerei TV, pentru un maximum de detalii.
- Studiul metodelor de compresie în domeniul timp a imaginii, cu accent pe metodele DPCM, realizarea unui mediu de experimentare a acestui tip de compresie, măsurători efectuate pe diverse categorii de imagini.
- Studiul unor componente ale compresiei în domeniul transformatei prin experimentarea unor algoritmi (direcți şi rapizi) de transformată cosinus discretă (DCT).Pe baza acestora au fost realizate instrumente de compresie prin metoda JPEG utilizabile direct în aplicații. S-a realizat şi un studiu al influenței factorilor care intervin în compresie asupra calității imaginii comprimate şi asupra posibilității de comprimare.

Faza 2

Extinderea bazei de aplicații a SVI realizați

Această fază a fost dedicată valorificării rezultatelor primei faze prin realizarea unor implementări practice a tehnologiilor realizate în mai multe aplicații.

- Realizarea unui sistem de viziune artificială bazat pe microcalculatoare (de 8 biți şi 16 biți), care a ajuns în prezent la a doua generație. Sistemul permite digitizarea semnalelor video cu o frecvență de eşantionare maximă de 13 MHz , într-o matrice de 512x512 puncte, performanțe care permit abordarea majorității aplicațiilor de tip industrial şi medical.
- Preocupări de promovare a soluțiilor bazate pe SVI în domenii diferite in medicină, cercetare ştiințifică , industrie, materializate în sisteme comerciale şi de cercetare [ARS1-90][ARS2-90]. Ele conțin implementări originale pentru rezolvarea acestora, evidențiate în cadrul acestei teze.
- Realizarea unui mediu software de elaborare a aplicațiilor bazate pe SVI, care conține majoritatea funcțiilor limbajelor de tip SUSIE
- Realizarea unui sistem de dezvoltare a aplicațiilor de compresie de imagine , bazat pe plăcile de achiziție descrise în [ARS1-91] ,[ARS2-91],[ARS1-92]
- Implementarea pe acest sistem a unei aplicații de baza de date pentru aplicații biomedicale , în cadrul căreia a fost folosită metoda de compresie de imagini DPCM descrisă la cap.2.3.1.[ARS1-96]
- Realizarea unui mediu experimental de achiziție , preprocesare şi transmisie de fişiere de imagine , care permite transmisia acestora prin linii telefonice , îndeplinind funcțiile de bază ale unui terminal de videoconferință. Metodele elaborate pentru această aplicație includ implementări originale ale algoritmilor standardizați în compresia de imagini: PCX,BMP,TGA,JPEG [ARS1-93]
- Elaborarea de alte aplicații bazate pe soluțiile tehnice puse la punct în cursul cercetărilor. In cadrul acestora amintesc placa OVERLAY care poate înlocui în multe aplicații plăcile cu digitizare completă a semnalului [ARS2-92]. Cu ajutorul acestei plăci se pot realiza aplicații simple (subtitrare, granulometrie sau control dimensional) , la un cost mai redus şi cu complicații minime în programare.
- O altă aplicație este sistemul de achiziție de semnale tranzitorii de înaltă frecvență cu facilități de tip osciloscop. Acesta poate fi utilizat şi în achiziția de semnale cu frecvențe apropiate de domeniul video [ARS2-92][SER-96] fiind utilizat în implementarea unor aplicații de instrumentație virtuală.

Faza 3

Studii pentru elaborarea unei generații de SVI bazate pe componente performante

Faza a treia a început în momentul în care autorul a sesizat impasul în care ajunsese dezvoltarea de tehnologii în domeniul prelucrării de imagini utilizând microcalculatoare. Aplicațiile din ce în ce mai pretențioase , în domenii ca :multimedia, inspecție vizuală, au necesitat găsirea de dispozitive cu putere de calcul superioară pentru implementarea cât mai apropiată de timp real."Descoperirea " procesoarelor digitale de semnal a constituit pentru autor ieşirea din această dilemă şi a însemnat deschiderea de noi posibilități în domeniu.Principalele contribuții ale acestei faze sunt următoarele:

- Realizarea unui studiu asupra metodelor şi circuitelor specializate de prelucrare a informației în sistemele video. Acesta cuprinde o prezentare a conceptelor şi arhitecturilor actuale în domeniu. Sunt examinate tehologii caracteristice principalelor aplicații ale circuitelor VLSI în imagistică:
  - -multimedia
  - -telecomunicații
- Studii şi experimentări legate de implementarea procesoarelor de semnal în prelucrarea de semnal, în particular de imagini. A fost realizat un modul accelerator de prelucrări de semnal cu DSP TMS320C25 [ARS3-93] care este utilizat în sistemul de dezvoltare menționat în capitolul 5 , tehnologia pusă la punct fiind utilizată şi în alte teme de cercetare din domeniul analizei şi sintezei vocale sau al prelucrărilor de semnale în domeniul medical. Elementele originale ale sistemului cu DSP sunt următoarele:
  - -integrarea în calculatorul gazdă ceea ce permite viteze de transfer ridicate în cursul schimbului de date
  - -existența unui conector de interfață cu ajutorul căruia pot fi extinse posibilitățile sistemului prin montarea unor interfețe specializate
  - -posibilitatea de conectare a două plăci de acest tip într-un sistem multiprocesor
  - -existența debuggerului integrat care permite moduri sofisticate de depanare a programelor
  - -elaborarea unei modalități de testare funcțională graduală a sistemului cu DSP care elimină posibilitatea de interblocare a testelor
  - -realizarea unei implementări originale a unui asamblor pentru procesoarele de semnal din familia TMS320C2X
  - -realizarea de instrumente de conversie din mediul COFF în formatele utilizate în sistemul SIDERAL
- Experiența acumulată în realizarea de sisteme bazate pe procesoare digitale de semnal a permis autorului să participe , în calitate de coautor , la elaborarea primei cărți dedicate în întregime tehnologiei procesoarelor digitale de semnal din România ([ARS3-95])
- Preocupările autorului au avut ca scop punerea la punct a unei tehnologii de achiziție şi procesare a imaginilor axată pe utilizarea procesoarelor de semnal din ultimele generații[ARS4-95].Tehnologia include realizări şi experimentări de aparatură (hardware) şi algoritmi (software) adecvați prelucrării de semnale video utilizând coprocesoare specializate. Dintre aceste experimente menționăm:
  - -sistemul de dezvoltare pentru prelucrări de imagini bazat pe DSP
  - -experimentarea de algoritmi de convoluție,filtrare,compresie pe acest sistem
  - -implementări de transformate FFT,DCT pentru DSP
- Tehnologia DSP a fost utilizată şi în implementarea altor aplicații care necesită prelucrare numerică a semnalului cum este prelucrarea datelor biomedicale sau sinteza de voce[ARS4-96][ARS6-96][FER2-96]:

-modul coprocesor pentru electroencefalografie
-sistem de dezvoltare a aplicațiilor de sinteză vocală

- Tot în cazul acestei faze au fost realizate studii de evaluare şi optimizare a performanțelor sistemelor existente.In cadrul acestor preocupări se numără şi definirea unor parametri caracteristici sistemelor de achiziție de informație vizuală şi elaborarea unei metodologii de evaluare a acestora [ARS3-95][ARS2-96]

Metodologia permite determinarea principalilor parametri ai sistemelor şi plăcilor de achiziție utilizate în realizarea SVI.Ea propune metode de evaluare pentru următoarele mărimi:

-zgomotul sistemului
-frecvențele dominante
-parametrii de cuantizare ai CAN
-stabilitatea nivelului de negru
-banda de frecvențe a amplificatorului video
-calitatea sincronizării

Metodologia descrisă a fost implementată în mai multe variante de programe pe calculatoare IBM-PC, realizându-se măsurători şi evaluări pentru două tipuri de plăci.

Perspectivele tezei

Prezenta teză este doar o etapă în preocupările mai generale ale autorului de dezvoltare a unei tehnologii de prelucrare a semnalului de frecvență video, în caz particular în senzorii vizuali inteligenți.

Direcțiile în care poate fi dezvoltată teza sunt următoarele:

- experimentarea de noi circuite specializate de achiziție şi prelucrare a informației vizuale
- explorarea tehnologiei de prelucrare numerică a semnalului prin utilizarea DSP inclusiv prin realizarea de sisteme multiprocesor
- implementarea de procesoare performante , special elaborate pentru aplicații multimedia (TMS320C80)
- implementarea de tehnici moderne de abordare a prelucrării de semnal prin concepte actuale cum sunt rețelele neuronale sau logica fuzzy
- dezvoltarea de metode şi tehnologii de reconstrucție a imaginilor cu aplicații în realizarea de ecografe sau tomografe

8.BIBLIOGRAFIE(selectivă)

[ALE-84] Alexandru T.,**Arsinte R.**,Bulduş R.
Măsurarea cvasiinstantanee a pulsului- Simpozionul național de electronică medicală - ediția a V-a Cluj Napoca 18-20 oct.1984 - Vol.CNETAC - p.182-186

[AMI-89] Aminev A.M.,Timofeev A.L.Bahtiarov M.M.
Metodî i sredstva kontolia dinamiceskih parametrov bîstrodeistvuiuşcih ATP-Zarubejnaia Radioelectronika nr.4/1989 p.36-55

[ARS1-86] **R.Arsinte**, S.Munteanu
Codor PAL pentru afisarea informației pe TV color-Săptămâna ştiinței şi tehnicii tineretului clujean -Cluj-Napoca - octombrie 1986

[ARS2-86] **R.Arsinte**, S.Munteanu
Codor PAL pentru afisarea informației alfanumerice şi grafice pe TV color-Sesiunea națională de comunicări tehnico-ştiințifice ale tineretului în domeniul informaticii -Cluj-Napoca - noiembrie 1986

[ARS1-87] **R.Arsinte**

Aspecte ale fiabilitatii calculatoarelor personale-Al XI-lea simpozion de informatica si conducere CONDINF 87-iunie 1987
[ARS2-87] **R.Arsinte**
Convertor analog-numeric pentru utilizarea în calculatoare personale-Săptămâna ştiinţei şi tehnicii tineretului clujean-noiembrie 1987
[ARS1-88] **R.Arsinte**,N.Patrubany
PRAE-PHOENIX, un nou calculator personal , cu dublă compatibilitate:PRAE-M şi Sinclair Spectrum--Al XII-lea simpozion de informatică şi conducere CONDINF 88-iunie 1988
[ARS2-88] **R.Arsinte** ,N.Patrubany,S.Munteanu,A.Ferencz
PRAE-PHOENIX-aspecte ale proiectării unui calculator cu dublă compatibilitate - Săptamâna ştiinţei şi tehnicii tineretului clujean-noiembrie 1988
[ARS-89] **R.Arsinte**
Controlor grafic de înaltă rezoluţie pentru echipamente de prelucrări de imagini- Al XIII-lea Simpozion de conducere şi informatică- Condinf'89- Cluj-Napoca 1989
[ARS1-90] **R.Arsinte**,M.Tudoran
Sistem de analiză granulometrică cu microcalculator- Raport de cercetare- ITC 1990
[ARS2-90] **R.Arsinte,**M.Tudoran
Sistem de achiziţie,stocare şi analiză a imaginilor cu aplicaţii în microscopie-Simpozionul naţional de baze de date - Cluj-Napoca nov.1990
[ARS1-91] **R.Arsinte**,V.Rus,D.Seni
Interfeţe şi software specializate pentru analiza semnalelor tranzitorii rapide pe calculatoare compatibile IBM-PC - Simpozionul Zilele Academice Clujene oct.1991
[ARS2-91] **R.Arsinte**
Analizoare de semnale tranzitorii rapide (video).Rapoarte de cercetare 1-4. ITC 1991.
[ARS1-92] **R.Arsinte**,T.Miclea
Implementarea procesoarelor de semnal în analizoarele de semnal rapid(video).Senzori vizuali inteligenţi pentru aplicaţii industriale.Rapoarte de cercetare 1-4, Software ITC 1992.
[ARS2-92] **R.Arsinte**
Modul conversie formate grafice Rapoarte de cercetare 1-4. Software ITC 1992.
[ARS1-93] **R. Arsinte**
Modul compresie date video cu aplicaţii în realizarea unui terminal de videoconferinţă pe calculatoare compatibile IBM-PC Rapoarte de cercetare 1-3 Software ITC 1993
[ARS2-93] **R.Arsinte**,T.Miclea
Accelerator de prelucrări numerice cu procesor digital de semnal(DSP) pentru calculatoare compatibile IBM-PC - Simpozionul SBE'93 Universitatea tehnică Cluj-Napoca sept.1993
[ARS3-93] **R. Arsinte**
Studii privind realizarea şi aplicaţiile senzorilor vizuali inteligenţi bazaţi pe microcalculatoare-Referat de doctorat - Universitatea Tehnică Cluj-Napoca 1993
[ARS1-94] **R. Arsinte**
Implementarea procesoarelor şi analizoarelor de semnal rapid în aplicaţii industriale-Raport de cercetare Software ITC 1994
[ARS2-94] **R. Arsinte**,T.Miclea,L.Negrescu,I.Mihuţ
Placa cu procesor de semnal TMS320C25 pentru calculatoare compatibile IBM-PC şi instrumente pentru dezvoltarea aplicaţiilor- Sesiunea de comunicări ştiinţifice Realizări în Electronica Profesională pag.TC17-TC20 - Bucureşti oct.1994
[ARS3-94] **R.Arsinte**
DSPxx25-Manual de prezentare- Software ITC - 1994

[ARS4-94] **R.Arsinte**
DSPxx25-Manual de interfață - Software ITC - 1994
[ARS1-95] **R. Arsinte**
Some Aspects of Choosing and Testing Essential Parameters in Industrial Image Acquisition Boards (Frame-Grabbers) Evaluation- DSPx '95 Conference --Poster Session -San Jose mai 1995
[ARS2-95] **R. Arsinte**
Un sistem de dezvoltare a aplicațiilor de viziune artificială pentru instalații industriale, bazat pe procesoare de semnal în virgulă fixă- Sesiunea de comunicări ştiințifice Realizări în Electronica Profesională - Bucureşti 16-17 nov.1995 p.TC1-TC4
[ARS3-95] **Radu Arsinte**,Tiberiu Miclea ,Eugen Lupu
Procesoare de semnal-Generația TMS320C2X -prezentare şi aplicații-Ed.Promedia Cluj-Napoca -1995
[ARS1-96] **Radu Arsinte**,Costin Miron
On the Efficiency of the Differential Pulse Code Modulation in Image Coding and Compression and an Implementation on a Digital Signal Processor Based System - Simpozionul Sintes'8 - Section Electronics&Instrumentation p.7-11,Craiova-iunie 1996
[ARS2-96] **Radu Arsinte**,Costin Miron
Acquisition Accuracy Evaluation in Visual Inspection Systems-A Practical Approach-Proceedings of ETc'96 Symposium -Timisoara ,Romania-sept.1996
[ARS3-96] **Radu Arsinte**,Attila Ferencz,Costin Miron
DSP Based System for Real Time Voice Synthesis Applications Development-Proceedings of International Workshop SPECOM'96-St.Petersburg-Russia 28-31 oct.1996 p.155-158
[ARS4-96] **Radu Arsinte**
Analiza unor proceduri encefalografice - Raport de cercetare - tema 58/A8 1996-Software ITC S.A.Cluj-Napoca- nov.1996
[ARS5-96] **Radu Arsinte**
Studii şi experimentări privind achiziția şi prelucrarea informației video cu procesor digital de semnal (DSP) cu aplicații în realizarea modulelor de inspecție vizuală ultrarapide- Raport de cercetare - tema 58/B6 1996- Software ITC S.A.Cluj-Napoca-nov.1996
[ARS6-96] **Radu Arsinte**
Studii şi dezvoltări tehnologice (hardware şi software) de instrumentație virtuală în aparatură de înaltă frecvență ,cu aplicații în domenii de înaltă tehnologie - Raport de cercetare - tema 2052/B4 1996- Software ITC S.A.Cluj-Napoca- nov.1996
[ARS1-97] **Radu Arsinte**,Attila Ferencz ,Costin Miron
Study and Implementation of A Non-linear DPCM Voice Compression Algorithm on a DSP Based System ,Optimised by Using Neural Networks Concepts - (acceptat pentru) Eurospeech'97 Conference - Rodos-Grecia -sept.1997
[CHE1-92] Ling Hwei Chen,Yu Kumg Chen
A High Compression Image Coding Method Based on a new segmentation Technique - Proc.Natl. Sci.Counc. ROC (A) Vol.16 No.5, 1992 p.403-421
[CHE2-92] Rama Chellappa-editor
Digital Image Processing- IEEE Computer Society Press - 1992
[CHI-95]Leonardo Chiarilione
The Development of an Integrated Audiovisual Coding Standard- Proceedings of the IEEE Vol.83 No.2. February 1995 p.151-157
[DON-95] Robert D.Dony , Simon Haykin

Neural Network Approaches to Image Compression-Proceedings of the IEEE-Image processing Vol.83 No.2 february 1995 p.288-303
[EVA-82] David J. Evans
Parallel Processing Systems-Cambridge University Press- 1982 (Traducere rusă -Mir - Moscova- 1985)
[FER-90] Richard F.Ferraro
Programmer's Guide to the EGA and VGA Cards Addison-Wesley Publishing Company, Inc.1990
[FER1-96]Attila Ferencz, **Radu Arsinte**, Alexandru Kiss,Teodora Ratiu, Diana Zaiu, Maria Ferencz, Gelu Serban
Improving the Technological Burning Process of Ceramic Isolators, by Extending the Classical Automation System with a Computerised Data Processing System - Simpozionul national de automatică şi testare-Cluj-Napoca mai 1996 -Section A Vol.1. pag.457-460
[FER2-96] Attila Ferencz,**Radu Arsinte**,Diana Zaiu,Teodora Ratiu,Maria Ferencz ,Gavril Toderean
Experimental Implementation of the LPC-MPE(Multi-Pulse Excitation) Synthesis Method for the ROMVOX Text-to-Speech System-Proceedings of International Workshop SPECOM'96 St.Petersburg-Russia 28-31 oct.1996 p.159-154
[FER1-97] Attila Ferencz,**Radu Arsinte**, ş.a.
Experimental Implementation of Pitch Synchronous Synthesis Methods for the ROMVOX Text-to-Speech System - (acceptat pentru) Eurospeech'97 Conference - Rodos-Grecia -sept.1997
[HER-91]Matthieu Herrb
Vision en Mouvement pour la Robotique Mobile-These presentee au Laboratoire d'Automatique et d'Analyse des Systemes du CNRS en vue d'obtention du Doctorat de l'Universite Paul Sabatier de Toulouse -Toulouse 1991
[JAI-92]Anil K.Jain
Advances in Mathematical Models for Image Processing - In Digital Image Processing - IEEE Computer Society Press -1992 p.17-44
[JAY-93] Nikil Jayant,James Johnston,Robert Safranek
Signal compression based on Models of Human Perception - Proceedings of the IEEE Vol.81 No.10 October 1993
[KER-88]
L.Kerekes,**R.Arsinte**,D.Julean-Metodă de culegere şi prelucrare a datelor experimentale din procese de aşchiere utilizând microsisteme de calcul-Simpozionul național de aşchiere-Bucureşti - septembrie 1988
[OKU-95]Sakae Okubo
Reference Model Methodology - A Tool for the Collaborative Creation of Video Coding Standards - Proceedings of the IEEE Vol.83 No.2. February 1995 p.139-149
[PAT1-86] N.Patrubany,**R.Arsinte**
Studiul critic al comportamentului termic la controlorul CRT al calculatorului PRAE M-Al X-lea simpozion de informatică şi conducere CONDINF 86 -Cluj Napoca 28-30 mai 1986
[PAT2-86] N.Patrubany ,**R.Arsinte** ş.a.
Interfața analogică la calculatorul PRAE M.Pachete software cu destinatie medicala utilizind PRAE ANAIN 8x10 -Al X - lea Simpozion de informatică şi conducere CONDINF 86 -Cluj-Napoca 28-30 mai 1986
[PAT-88]Patrubany N., **Arsinte R.** ş.a.

Locul calculatorului PRAE-MAX în rândul microcalculatoarelor româneşti pe 8biți-Sesiunea de comunicări ştiintifice Realizări în domeniul electronicii profesionale - Bucureşti - septembrie 1988-Vol.2-p.VIII.16-VIII.19
[PIR-95] Peter Pirsch,Nicolas Demassieux,Winifried Gehrke
VLSI Architectures for Video Compression-A Survey- Proceedings of the IEEE -Image processing - Vol.83 No.2.February 1995-p.220-245
[POP-90] E.V Popov -editor
Iskustvennîi Intelekt - Kn.1 - Sistemî obşcenia î ekspertnîie sistemî-Ed.Radio i Sviazî - Moscova 1990
[SEL-89] S.Selinger,**R.Arsinte**
Analizor nematologic cu microcalculator - Raport de cercetare ITC 1989
[SER-96] Marius Şerban, **Radu Arsinte**,Tiberiu Miclea
High Speed IBM PC Based Data Acquisition Board for Analysis and Test Systems-Simpozionul national de automatică şi testare-Cluj-Napoca -mai 1996-Section T Vol.3 pag.55-60
[SUO-92] Risto Suoranta, Kari Pekka Estola
Robust Median Filter with Adaptive Window Lenght-ASEE Anual Conference Proceedings 1992
[TUD-93] M.Tudoran
Cercetări în domeniul teoriei şi proiectării bazelor de cunoştințe-Teza de doctorat-Institutul politehnic Bucureşti - 1993
[VAI-93] M.Vaida,**R.Arsinte**,s.a.
Application System for the Determination of Tumor Micronucleation and Morphometry by Computer Vision - MEDINF '93 IMF Timişoara nov.1993
[VAI-94] M.Vaida
Automatizarea diagnosticului medical prin vedere artificială- Teza de doctorat - Universitatea Tehnică Cluj-Napoca 1994
[VLA-85]Vladu D.,Lupu E.,Baruck Z.,**Arsinte R.**
Sistem de dispecerizare sonde țiței TELEROM DIPET-Simpozionul național TEHNIC 2000 - Timişoara 24-27 apr.1985 - Volum p.335-338
[34] * * *
TMS320C80-Digital Signal Processor-Data Sheet- Texas Instruments -1996