

Capitolul 1

IRIS - Sistem prototip de indexare și căutare a imaginilor color

1.1 Ce este IRIS ?

IRIS este un prototip pentru un sistem de indexare, căutare și regăsire a imaginilor color conținute într-o bază de imagini. Sistemul IRIS este fi ormat dintr-un ansamblu de funcții Matlab, ce permit realizarea de experimente și demonstrații pentru tehnicile uzuale de indexare a bazelor de imagini, de formulare a unor interogări prin imagini exemplu și de regăsire a imaginilor similare din punct de vedere vizual cu imaginea exemplu. Imaginea exemplu folosită la interogarea bazei de imagini indexate poate să facă parte sau nu din respectiva bază de imagini.

1.2 Utilizarea uzuală a sistemului IRIS: trei pași de bază

1.2.1 Stabilirea bazei de imagini

Imaginile (color sau nu) ce compun baza de imagini de lucru trebuie să fie plasate într-un unic director; nu se admit baze de imagini repartizate în mai multe directoare sau în directoare cu subarborescențe (subdirectoare). Imaginile sunt stocate în fișiere al căror format trebuie să fie recunoscut de Matlab (pentru o utilizare de bază sunt recunoscute fișierele de tip JPEG (.jpg), Windows Bitmap (.bmp), TIFF (.tif), PCX (.pcx), PNG (.png)). În directorul ce conține baza de imagini nu trebuie să se mai găsească și alte fișiere în afara celor conținând imaginile bazei. Numărul maxim de imagini din baza de imagini este limitat la aproximativ 2000 (depinzând de performanțele calculatorului utilizat, a dimensiunii descriptorilor utilizați și a accepțiunii utilizatorului asupra noțiunii de răspuns rapid a sistemului). Conținutul specific al imaginilor nu este important.

În cele ce urmează vom presupune că baza de imagini folosită se găsește în directorul d:\imagini\vacanta.

1.2.2 Indexarea bazei de imagini

După cum am arătat în introducerea teoretică, procesul de indexare constă în calcularea, pentru fiecare imagine din baza de imagini selectată, a unui sau a mai multor descriptori, caracteristici pentru conținutul imaginii. Mulțimea descriptorilor calculați pentru toate imaginile bazei de imagini formează indexul bazei de imagini.

Din punctul de vedere al implementării, în urma procesului de indexare a bazei de imagini sunt constituite două fișiere de date de tip Matlab (.mat): lista numelor fișierelor conținând imagini (formată din șiruri de caractere, reprezentând numele complet al fișierelor corespunzând imaginilor din bază, grupate pe liniile unei matrici), numită în continuare ”conținut al bazei de imagini” (Image Database Content, IDC) și descriptorii imaginilor din bază (câte un vector de numere reale pentru fiecare imagine a bazei, grupați pe liniile unei matrici), numiți în continuare ”descriptori ai bazei de imagini” (Image Database Descriptors, IDD). Numele complet al acestor două fișiere (IDC și IDD) trebuie furnizat de către utilizator în momentul apelului funcției de indexare, sub forma unor șiruri de caractere (deci încadrate de simboluri ’, conform sintaxei Matlab). Pentru o utilizare minimală a sistemului IRIS se vor folosi doar descriptorii deja integrați în sistem (vezi figura 1.1, fără opțiuni particulare sau suplimentare.

De exemplu, vom considera că fișierul de conținut al bazei de imagini (IDC) va fi numit `c:\bazedate\foto_vacanta` iar fișierul de descriptori ai bazei de imaginii (IDD) va fi numit `c:\descriptori\vacanta_1`. Aceasta presupune, desigur, că directoarele `c:\bazedate` și `c:\descriptori` există și scrierea de noi fișiere în aceste directoare este permisă. Atunci indexarea bazei de imagini va fi lansată prin comanda:

```
iris_index_database('c:\bazedate\foto_vacanta','c:\descriptori\vacanta_1')
```

După lansarea acestei funcții, pe ecran va apăre o fereastră intitulată meniu (MENU), conținând mai multe butoane, ce permit alegerea tipului de descriptor ce va fi folosit pentru descrierea conținutului imaginilor din bază (vezi figura 1.1).

După alegerea descriptorului prin apăsarea pe butonul corespunzător, pe ecran va apăre o altă fereastră de dialog, intitulată ”alegerea bazei de imagini” (Choose Image Database) (vezi figura 1.2), prin care se va specifica un fișier oarecare din baza de imagini ce se dorește indexată (ca de exemplu `d:\imagini\vacanta\xxx003.jpg`). După alegerea bazei de imagini, pe ecran vor fi afișate, pe rând, numele fișierelor conținând imaginile din baza aleasă, urmate de un scurt mesaj de OK la terminarea calculului descriptorului pentru respectiva imagine.

1.2.3 Căutarea imaginilor în baza indexată

Interfața de navigare și căutare în bazele de imagini este lansată din Matlab prin comanda:

```
iris
```

După închiderea automată a ferestrei de prezentare, utilizatorul va selecționa, în ferestre de tipul celei prezentate în figura 1.2 numele fișierului de conținut al bazei de imagini (IDC - în

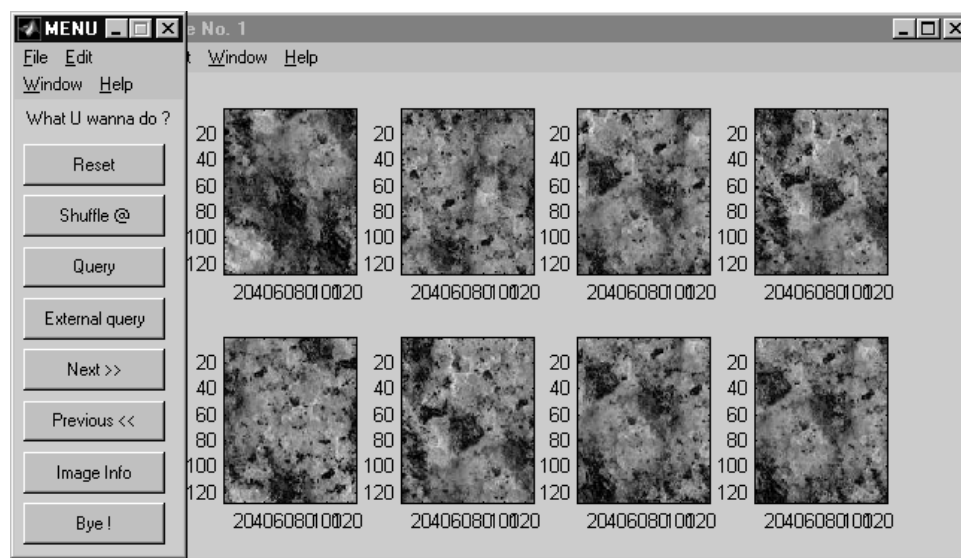


Fig. 1.1: Fereastră de tip meniu (MENU) permițând alegerea unor descriptori standard pentru indexarea bazei de imagini. Tipurile de descriptori standard oferiți sunt: Mean RGB - Culoarea medie din imagine, în reprezentare RGB, normalizată în intervalul $[0,1]$; RGB Histo - Histograma culorilor din imagine, în reprezentare RGB, cuantizate liniară uniformă în 6 intervale pe componentă de culoare, cu normalizare probabilistă; Gray Histo - Histograma nivelelor de gri din imagine, cuantizate liniar uniform în 16 intervale, cu normalizare probabilistă; Mean Saturation - Saturația medie a culorilor din imagine, normalizată în intervalul $[0,1]$; Paschos color moments - Momente statistice ale distribuției de culoare în spațiul cromatic normalizat xy ; Runlength matrix param - Parametri ai matricilor de izosegmente verticale și orizontale.

exemplul nostru `c:\bazedate\foto_vacanta.mat`) și numele fișierului de descriptori ai bazei de imagini (IDD - în exemplul nostru `c:\descriptori\vacanta_1.mat`).

Sistemul va încărca în memorie lista numelor de fișiere din baza de imagini și matricea de descriptori ai imaginilor, urmând ca apoi să deschidă două ferestre: o fereastră de comandă meniu (What U wanna do ?) și o fereastră de afișare. În fereastra de afișare sunt prezentate primele opt imagini din baza de imagini, în ordinea alfabetică a numelui fișierelor acestora, în ordinea normală (pe rânduri de la stânga la dreapta, și apoi de sus în jos).

Fereastra de comandă (What U wanna do ?) conține două categorii de comenzi: comenzi de navigație ("Reset", "Shuffle @", "Next >>", "Previous <<", "Image info", "Bye !") și comenzi de interogare sau căutare ("Query", "External Query"). Comanda "Shuffle @" permite afișarea unei selecții aleatoare de opt imagini din baza de imagini. Comanda "Reset" permite revenirea la ordonarea alfabetică inițială (din momentul pornirii sistemului). Comenzile "Next >>" și "Previous <<" permit afișarea următoarelor (respectiv a precedentelor) opt imagini, în ordinea existentă în momentul comenzii (ordinea alfabetică - la lansarea sistemului sau după o comandă "Reset", ordine aleatoare - după o selecție aleatoare sau ordine de similaritate - după o operație de căutare). Comanda "Image Info" produce apariția unui cursor în formă de cruce; poziționarea acestui cursor pe una dintre imaginile afișate în fereastra de afișare și selecționarea acestuia (click de buton stânga de mouse) produce apariția unei ferestre de dialog (IRIS Info) (vezi figura 1.3) în care este afișat numele imaginii. Fereastra de informații este modală, și deci trebuie închisă înaintea continuării sesiunii de lucru. Comanda "Bye !" este comanda de închidere a sistemului IRIS.

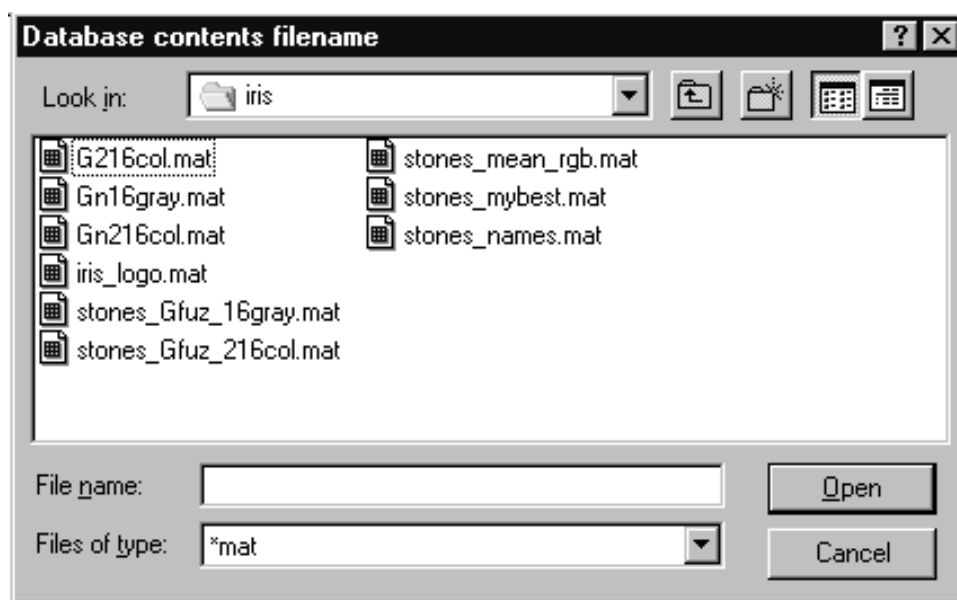


Fig. 1.2: Fereastră de selecție a bazei de imagini de indexat, prin alegerea unei imagini oarecare conținută în aceasta.

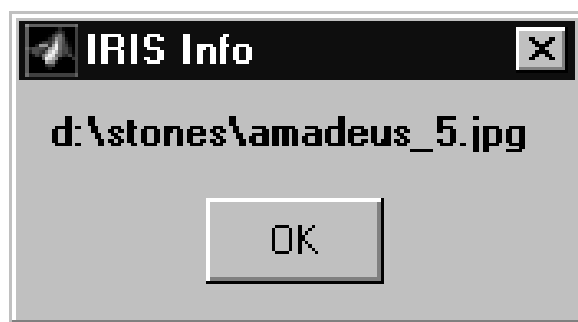


Fig. 1.3: Fereastră de informații ce afișează numele complet al fișierului în care este stocată imaginea selectată; pentru închiderea ferestrei și continuarea utilizării sistemului IRIS este necesară apăsarea butonului OK.

Comanda de interogare "Query" are ca efect căutarea în baza de imagini și regăsirea imaginilor similare (din punctul de vedere al descriptorului și metricii folosite) cu imaginea exemplu aleasă. Imaginea exemplu de căutat este selecționată dintre imaginile prezentate în fereastra de afișare prin poziționarea cursorului în cruce în interiorul respectivei imagini și click de buton stânga de mouse; selecția imaginii este confirmată de modificarea culorilor de afișare a respectivei imagini (aceasta este afișată cu culori inversate). Imaginile regăsite în urma căutării sunt prezentate în fereastra de afișare, în ordine descrescătoare a similarității cu imaginea exemplu aleasă (pe rânduri, de la stânga la dreapta și de sus în jos). Comanda de interogare "External Query" permite specificarea imaginii exemplu folosită la interogare prin alegerea acesteia în afara bazei de imagini indexate în care se caută. Imaginea este aleasă prin selecția numelui fișierului ce o conține într-o fereastră similară celei din figura 1.2. Căutarea în baza de imagini cu o imagine exemplu externă este posibilă numai dacă pentru imaginea exemplu se poate calcula același descriptor ca și pentru baza de imagini în care se face căutarea. Dacă sistemul nu poate calcula același descriptor și pentru o eventuală imagine exemplu externă, alegerea comenzii "External Query" este dezactivată (la alegerea ei obținându-se un mesaj de eroare (nu se pot face căutări cu imagini exemplu externe pentru descriptori necunoscuți sau compuși) într-o

fereastră modală. Dacă căutarea cu imagine exemplu externă este posibilă, imaginea exemplu selectată este afișată într-o nouă fereastră, apoi i se calculează descriptorul, și în fereastra principală de afișare a sistemului IRIS sunt prezentate imaginile din baza de imagini curentă ce sunt similare cu imaginea exemplu.

1.3 Utilizarea avansată a sistemului IRIS

1.3.1 Crearea de baze de imagini de evaluare

Evaluarea performanțelor de indexare și regăsire a imaginilor se face pentru baze de imagini ce corespund unei evaluări supervizate, în care răspunsurile corecte sunt cunoscute (și deci imaginile din bază trebuie să fie grupate pe clase de imagini cu conținut similar). Pentru a utiliza o asemenea structură în cadrul sistemului IRIS, imaginile unei aceleiași clase trebuie să fie stocate în fișiere ce au o aceeași rădăcină a numelui, ce prefixează un grup de cifre (cu corespondent numeric). Extensiile fișierelor corespund formatului de stocare a imaginilor, și, teoretic, pot fi diferite. De exemplu, fișierele ce corespund imaginilor dintr-o clasă pot să se numească `test_1.jpg`, `test_2.bmp`, `test_3.jpg`, ..., `test_49.jpg`, etc. Pentru o bază de imagini generaliste, o asemenea clasificare trebuie și nu poate fi realizată decât manual.

Sistemul IRIS oferă o facilitate de construire automată a claselor de imagini pentru baze de imagini de evaluare prin decuparea unor fragmente din imaginile de bază. Această abordare este eficientă în cazul în care se dispune de o singură imagine de bază, de dimensiuni relativ mari, pentru fiecare caz considerat interesant (de exemplu câte o imagine pentru diferite modele de textură). Funcția `iris_do_samples` permite construirea unui număr impus de imagini (de dimensiune de asemenea impusă), plecând de la fiecare imagine disponibilă într-o colecție.

De exemplu, dacă sunt disponibile un număr oarecare de imagini de texturi color în directorul `c:\temp`, și se dorește construirea unei baze de texturi de evaluare, situate în directorul `d:\imagini\texturi`, având 20 de imagini de dimensiune 64 x 64 pixeli pentru fiecare clasă de texturi (reprezentată de o imagine inițială), se folosește:

```
iris_do_samples('c:\temp','d:\imagini\texturi',64,64,20)
```

Se presupune, evident, că imaginile inițiale sunt de dimensiune mai mare decât 64 x 64 pixeli, că directorul `d:\imagini\texturi` există și că în acesta este permisă scrierea.

1.3.2 Evaluarea performanțelor

Evaluarea performanțelor de indexare și regăsire a imaginilor este realizată în sistemul IRIS prin determinarea curbei precizie - reamintire, a poziției medii a primei imagini regăsite corect și a probabilităților de recunoaștere a imaginii exemplu (în sensul problemelor de recunoașterea formelor) prin utilizarea unei reguli de clasificare bazată pe cei k ($k=1, 3, 5, 7$) cei mai apropiați vecini (kNN - k Nearest Neighbors).

Să presupunem că baza de texture de evaluare creată anterior a fost deja indexată, fișierul de conținut a bazei de imagini (IDC) este `c:\bazedate\texturi.mat` și fișierul de descriptori ai bazei de imagini (IDD) este `c:\descriptori\texturi_test.mat`. Evaluarea performanțelor descriptorului folosit se face prin:

```
[precizie,recunoastere,reamintire,pozitie]=iris_eval([],20)
```

Poziția medie a primei imagini regăsite corect este dată în variabila `pozitie` (valoarea ideală este 2, pentru că pe poziția 1 este plasată imaginea exemplu de căutat). Probabilitățile de recunoaștere folosind o clasificare prin regula celor k cei mai apropiați vecini, pentru $k=1, 3, 5, 7$ sunt date în variabila `recunoastere`. Curba precizie - reamintire este compusă dintr-un număr de puncte de măsură egal cu numărul de imagini din fiecare clasă (în cazul exemplului ales, 20). Măsurările se fac pentru rate de reamintire fixate, de valori crescătoare între $1/20$ și 1. Curba precizie - reamintire se obține afișând rata de reamintire pe abscisă și precizia pe ordonată:

```
figure(), plot(reamintire,precizie)
```

1.4 Utilizarea expertă a sistemului IRIS

1.4.1 Structura fișierului descriptorilor bazei de imagini (IDD)

Fișierul ce conține descriptorii bazei de imagini este un fișier de date de tip Matlab (`.mat`) și poate conține până la patru variabile cu nume impus. Dintre cele patru variabile posibile, una singură este obligatorie, și anume variabila `descriptor`. Aceasta este o matrice al cărei număr de linii este egal cu numărul de imagini din baza de imagini ce a fost indexată și al cărei număr de coloane este egal cu numărul de componente al descriptorului fiecărei imagini. În același fișier de descriptori ai bazei de imagini se mai pot găsi variabilele de tip scalar (matrice cu o linie și o coloană) `descriptor_type` (ce precizează tipul descriptorului folosit, conform valorilor specificate în tabelul 1.1), `descriptor_param` (ce conține un vector de valori ce pot fi folosite ca parametri specificați de utilizator în momentul calculării descriptorului; structura acestui vector este detaliată în tabelul 1.2) și `descriptor_metric` (ce precizează tipul de metrică ce va fi utilizată în momentul comparării descriptorilor unor imagini diferite, conform valorilor specificate în tabelul 1.3).

1.4.2 Structura fișierului de conținut al bazei de imagini (IDC)

Fișierul de conținut al bazei de imagini (IDC) este un fișier de date Matlab (`.mat`) ce conține o unică variabilă, `database_files`. Această variabilă este o matrice al cărei număr de linii este egal cu numărul de imagini din baza de imagini și al cărei număr de coloane este fixat la 100 (prin variabila `max_name_length` ce apare în funcția de indexare a bazei de imagini, `iris_index_database`). Fiecare linie a matricii este un șir de caractere ce conține numele complet al unui fișier imagine, completat cu spații albe până la limita de 100 de caractere (aceste spații albe trebuiesc înlăturate în momentul citirii imaginilor propriu-zise).

Tabel 1.1: Tipuri de descriptori de imagini

Valoarea variabilei <code>descriptor_type</code>	Tipul descriptorului
1	Culoarea medie din imagine, în reprezentare RGB
2	Histograma culorilor din imagine, în reprezentare RGB
3	Histograma nivelelor de gri din imagine
4	Saturația medie a culorilor din imagine
5	Momentele statistice de cromaticitate de tip Paschos
6	Parametri derivați din matricile de izosegmente
100	Histograma culorilor din imagine, cuantizate adaptiv (paletă de culori)
101	Valoarea medie a indicelui de simetrie spațială a culorilor

1.4.3 Adăugarea unui nou descriptor de imagini

Fiecărui nou descriptor de imagini i se asociază un număr `descriptor_type`, un scalar diferit de cele existente în tabelul 1.1. Odată ce scalarul este stabilit, în funcția `iris_index_image` se adaugă o clauză `case` cu valoarea scalarului respectiv în interiorul instrucțiunii `switch` după variabila `tip`. În clauza `case` astfel introdusă se tratează mai întâi problema eventualilor parametri (specificați la apelul funcției `iris_index_image` prin variabila `param`) și apoi se poate lansa calculul efectiv al descriptorului prin apelul unei funcții externe, de tipul

```
out=nou_parametru(r,g,b, ....)
```

Rezultatul calcului, `out`, trebuie să fie un vector linie; matricile `r`, `g`, `b` de componente RGB ale imaginii prelucrate au componentele normalizate în intervalul $[0,1]$.

1.4.4 Adăugarea unei noi metrici

Fiecărei noi metrici i se asociază un număr `distance_type`, un scalar diferit de cele existente în tabelul 1.3. Odată ce scalarul este stabilit, în funcția `iris_distance` se adaugă o clauză `case` cu valoarea scalarului respectiv în interiorul instrucțiunii `switch` după variabila `tip`. În clauza `case` astfel introdusă se tratează mai întâi problema eventualilor parametri (specificați la apelul funcției `iris_distance` prin variabila `param`) și apoi se poate lansa calculul efectiv al distanței între cei doi vectori linie, `index1` și `index2`.

1.5 Funcțiile sistemului IRIS

1.5.1 iris

Lansează interfața de căutare a imaginilor și de navigație în baze de imagini. La apelul complet al funcției se precizează numărul de linii și de coloane pe care vor fi organizate imaginile prezentate în fereastra de afișare (în mod implicit afișarea se face pe două linii și patru coloane).

Tabel 1.2: Tipuri de parametri pentru descriptorii de imagini

Valoarea variabilei <code>descriptor_type</code>	Structura vectorului de parametri <code>descriptor_param</code>	Semnificația parametrilor
2	[bins]	bins reprezintă numărul de intervale de cuantizare liniară uniformă a fiecărei componente de culoare RGB; valoarea implicită este 6
3	[bins]	bins reprezintă numărul de intervale de cuantizare liniară uniformă a nivelelor de gri; valoarea implicită este 16.
5	[bins]	bins reprezintă numărul de intervale de cuantizare liniară uniformă a celor două componente de cromaticitate xy ; valoarea implicită este 100
6	[bins type levels]	bins reprezintă numărul de intervale de cuantizare liniară uniformă a nivelelor de gri; valoarea implicită este 16. type este un selector pentru tipul de parametri extrași din matricea de izosegmente; valoarea implicită este 3. levels este numărul nivelelor de rezoluție fuzzy folosite; valoarea implicită este 1 (ceea ce corespunde cazului net)
100	[nb sigma]	nb este numărul de culori selecționate în paleta de culoare prin cuantizare adaptivă; valoarea sa implicită este 8. sigma este dispersia folosită în funcția de calcul a similarității între culori și reprezintă similaritatea a două culori separate de o distanță euclidiană unitară; valoarea sa implicită este 0.5.
101	[D]	D este jumătatea dimensiunii vecinătății de calcul a indicelui de simetrie spațială a culorilor (de exemplu 1 pentru o vecinătate centrată 3 x 3); valoarea sa implicită este 3

```
iris(displayed_lines,displayed_columns)
```

Apelează direct funcțiile: `iris_index_image`, `iris_distance`

Folosește fișierul de date: `iris_logo.mat`

1.5.2 `iris_distance`

Calculează distanța între doi descriptori (vectori de caracteristici) ai imaginilor. Funcția este apelată din funcția `iris` și nu trebuie folosită direct.

```
out=iris_distance(index1,index2,tip,param)
```


Tabel 1.3: Tipuri de metrice

Valoarea variabilei <code>descriptor_metric</code>	Metrica folosită
1	L1
2	L2
inf	Linf
3	distanță între histograme de culoare realizate cu cuantizare adaptivă (palette de culoare)

Variabilele `index1` și `index2` sunt cei doi descriptori între care se calculează distanța. Descriptorii sunt vectori linie ce trebuie să aibă același număr de componente (atenție, funcția nu verifică dimensiunile parametrilor de apel). Variabila `tip` precizează tipul de metrică utilizată, conform valorilor numerice precizate în tabelul 1.3 (valoarea implicită este 2, deci se va folosi metrica L2). Variabila `param` furnizează eventuali parametri suplimentari necesari metricii (de exemplu pentru metrica de comparare a histogramei color construite prin cuantizare adaptivă), forma și componența acestui vector sunt detaliate (pentru diferiți descriptori) în tabelul 1.2.

1.5.3 `iris_do_samples`

Construiește o clasă de imagini de cardinalitate și dimensiuni impuse, prin decuparea acestora din fiecare imagine disponibilă într-un director specificat. Funcția este folosită pentru generarea de baze de imagini clasificate. Funcția este apelată prin:

```
iris_do_samples(source,destination,sample_h,sample_w,N)
```

Variabila `source` este un șir de caractere corespunzând numelui unui director (inclusiv semnul \ la sfârșitul șirului) sau al unei imagini. Dacă sursa este un director, prelucrarea se aplică tuturor fișierelor imagine ce se află în directorul respectiv. Dacă sursa este un fișier imagine, acesta este singurul căruia i se aplică prelucrarea. Dacă variabila de intrare `source` este o variabilă vidă (`source==[]`), este deschisă o fereastră de alegere a numelui directorului sursă, prin selecționarea unui fișier din acesta. Variabila `destination` este un șir de caractere corespunzând numelui unui director (inclusiv semnul \ la sfârșitul șirului) în care sunt înregistrate imaginile obținute în urma procesului de decupare a imaginii (sau imaginilor) sursă. Numele noilor imagini are ca prefix numele imaginii sursă, urmat de terminațiile numerice `_1`, `_2`, ..., `_N` (unde `N` este variabila de intrare ce precizează numărul de imagini ce trebuie decupate; valoarea implicită este 10). Dimensiunea imaginilor decupate este de `sample_h` linii și `sample_w` coloane (valori implicite 64); atenție, nu se face verificarea compatibilității dimensiunilor porțiunilor decupate cu dimensiunile imaginii sursă. Poziția din imaginea sursă de la care se face decuparea este aleasă în mod aleator.

1.5.4 `iris_eval`

Funcția de evaluare a performanțelor de indexare și regăsire a imaginilor este apelată prin:

```
[precizie,recunoastere,reamintire,pozitie]=iris_eval(dat,C)
```

Variabila de apel `dat` este o matrice de tip descriptor de bază de imagini; fiecare linie a matricii este un vector de descriere a câte unei imagini din baza de imagini. Dacă `dat` este o matrice vidă (`dat==[]`), numele fișierului de descriere a bazei de imagini (IDD) va fi precizat printr-o fereastră de selecție. Variabila `C` reprezintă numărul de imagini din fiecare clasă (valoare implicită 10). Variabilele returnate de funcție sunt precizia, procentele de recunoaștere (conform regulii de clasificare a celor k cei mai apropiați vecini), rata de reamintire și poziția medie a primei imagini corecte regăsite.

1.5.5 iris_get_txtdata

Această funcție permite importul unor vectori de descriere a imaginilor dintr-o bază de imagini ce sunt stocați sub formă text. În fișierul text corespunzător, componentele vectorilor de descriere a imaginilor sunt stocate câte una pe linie, fiecare linie fiind terminată cu un caracter CR/LF. DE exemplu, un asemenea fișier se poate obține dintr-un program C în care valorile componentelor vectorilor de descriere a imaginilor sunt afișate cu instrucțiuni `printf("%f\n", ...)` și redirecționarea ieșirii programului către un fișier (de exemplu prin `calculeaza_descriptori >> fisier.txt`). Apelul funcției se face prin:

```
[out,out_norm]=iris_get_txtdata(filename,descriptor_size)
```

Variabila `filename` este un șir de caractere ce reprezintă numele complet al fișierului text în care se află valorile descriptorilor. Dacă `filename` este o variabilă vidă (`filename==[]`), atunci numele fișierului text în care se găsesc valorile descriptorilor imaginilor este precizat printr-o fereastră de selecție. Variabila `descriptor_size` reprezintă numărul de componente al vectorului de descriere a fiecărei imagini (valoarea implicită este 1). Variabilele returnate de funcție sunt matrici de descriptori ai bazei de imagini (numărul de linii egal cu numărul de imagini din bază și numărul de coloane egal cu `descriptor_size`); `out` reprezintă matricea de descriptori așa cum apar în fișierul text, iar `out_norm` este o variantă normalizată a matricii de descriptori (fiecare componentă a fiecărui vector descriptor este normalizată la valoarea maximă a componentei respective pentru întreaga bază de imagini).

1.5.6 iris_index_database

Funcția permite indexarea unei baze de imagini, stocată într-un singur director, și fără subdiviziuni. Apelul funcției se face prin:

```
iris_index_database(filenamees_matfile,descriptor_matfile,descriptor_type,  
descriptor_param,descriptor_metric)
```

Variabilele `filenamees_matfile` și `descriptor_matfile` sunt șiruri de caractere (deci, conform sintaxei Matlab, trebuie încadrate de semne ') ce reprezintă numele complet al unor

fișiere (fără extensie) în care urmează să se stocheze conținutul bazei de imagini (IDC) și respectiv descriptorii bazei de imagini (IDD). Directorul în care se găsește baza de imagini ce urmează a fi indexată se precizează într-o fereastră de selecție și navigație, prin selecționarea unui fișier ce conține o imagine din respectiva bază de imagini. Variabilele **descriptor_type**, **descriptor_param** și **descriptor_metric** precizează tipul descriptorului de imagini folosit la indexare, eventualii parametri suplimentari și o eventuală metrică specifică ce urmează a fi folosită la compararea descriptorilor de acest tip. Dacă tipul descriptorului nu este precizat printr-un număr corespunzător, este lansată o fereastră de selecție a unuia dintre descriptorii standard ai sistemului IRIS. Dacă vectorul de parametri pentru descriptor nu este precizat, atunci acesta este considerat un vector vid ([]) și sunt folosite valorile implicite ale parametrilor (vezi tabelul 1.2). Dacă nu se precizează o metrică specifică, se va folosi metrica implicită, L2. Atenție, nu se verifică dacă codurile metrcilor și descriptorilor sunt relevante.

Apelează direct funcțiile: **iris_distance**, **iris_index_image**

1.5.7 iris_index_image

Funcția permite calculul unui descriptor pentru o unică imagine; funcția nu trebuie folosită independent, ci prin apelarea funcției **iris_index_database**. Apelul funcției se face prin:

```
out=iris_index_image(filename,tip,param)
```

Variabila **filename** este un șir de caractere ce corespunde numelui complet al unui fișier de imagine, în unul din formatele acceptate de Matlab. Variabila **tip** precizează tipul de descriptor dorit (conform codurilor din tabelul 1.2); dacă variabila **tip** nu există, este considerată valoarea implicită 1 (și deci se calculează culoarea medie în reprezentare RGB). Variabila **param** conține vectorul de parametri folosiți la calculul descriptorului; dacă **param** nu este precizat, atunci acesta este considerat un vector vid ([]) și sunt folosite valorile implicite ale parametrilor (vezi tabelul 1.2).

Apelează funcțiile: **iris_ldp_matrix**, **iris_ldp_param**, **iris_paschos**, **iris_syminindex**
Utilizează fișierul: **fuzlut.mat**

1.5.8 iris_ldp_matrix

Calculează matricea de izosegmente fuzzy pe direcție verticală (pe coloane); apelul funcției se face prin:

```
out=iris_ldp_matrix(in,prag,fuz_width);
```

Variabila **in** este o matrice ce conține regiunea de imagine pentru care se calculează matricea de izosegmente. Variabila **prag** reprezintă pragul de acceptabilitate al unui izosegment fuzzy (1 pentru a obține izosegmente clasice, valoare implicită). Variabila **fuz_width** definește lărgimea funcției triunghiulare de calcul a similarității scalarilor din matricea **in** (valoare implicită 3).

1.5.9 iris_ldp_param

Funcția calculează parametri statistici de descriere a unei matrici de izosegmente; apelul său se face prin:

```
out=iris_ldp_param(in,type)
```

Variabila `in` este o matrice de izosegmente, calculată cu funcția `iris_ldp_matrix`. Parametrul `tip` permite alegerea parametrilor de descriere folosiți: descriptorii Galloway, Chu și Dasarathy (`tip=1`) sau cele trei entropii normalizate ale distribuției izosegmentelor și proporția plajelor (`tip=3`), valoare implicită).

1.5.10 iris_paschos

Funcția calculează cele 5 momente statistice ale distribuției de cromaticitate xy și ale subgrăfului acesteia; apelul funcției se face prin:

```
out=iris_paschos(r,g,b,bins)
```

Variabilele `r`, `g` și `b` sunt cele trei plane de culoare RGB ale unei imagini color (atenție, nu se face verificarea identității dimensiunilor celor trei matrici). Variabila `bins` (valoare implicită 100) reprezintă numărul de intervale de cuantizare a celor două componente ale spațiului de cromaticitate xy .

1.5.11 iris_symindex

Funcția calculează indicele de simetrie a distribuției spațiale a culorilor și se apelează prin:

```
out=iris_symindex(temp)
```

Variabila `temp` este o matrice pătrată, de dimensiune impară, ce conține gradele de similaritate ale pixelilor corespunzători pozițional cu pixelul central.