

Art painting Data Collection

Jordi Martínez Sàez

19 de Juny, 2011

Abstract

The classification of Art painting images is a computer vision applications that is growing considerably. The goal of this technology, is to classify an art painting image automatically, in terms of artistic style, technique used, or its author. For this purpose, the image is analyzed extracting some visual features. Many articles related with these problems have been issued, but in general the proposed solutions are focused in a very specific field. In particular, algorithms are tested using images at different resolutions, acquired under different illumination conditions. That makes complicate the performance comparison of the different methods. In this context, it will be very interesting to construct a public art image database, in order to compare all the existing algorithms under the same conditions. This paper presents a large art image database, with their corresponding labels according to the following characteristics: title, author, style and technique. Furthermore, a tool that manages this database have been developed, and it can be used to extract different visual features for any selected image. This data can be exported to a file in CSV format, allowing researchers to analyze the data with other tools. During the data collection, the tool stores the elapsed time in the calculation. Thus, this tool also allows to compare the efficiency, in computation time, of different mathematical procedures for extracting image data.

Key words: art painting, data collection,

1 Introducció

En els seus inicis, la xarxa Internet tenia com a ús principal l'intercanvi de dades de text. Actualment, l'evolució de la tecnologia i de les seves capacitats de transport han fet que avui en dia, cercar o compartir material multimèdia, com poden ser imatges, vídeos o música, sigui un dels seus usos principals.

En aquest sentit, a causa de la dimensió de la xarxa i del nombre d'usuaris existents, ens trobem que un dels problemes principals quan es disposa d'un volum considerable d'informació com aquest és la seva accessibilitat: és a dir, la seva catalogació, classificació i organització, de manera que aquests recursos estiguin disponibles pels usuaris de manera fàcil, ràpida i eficient.

Dins de la immensitat que representa tota la informació disponible a Internet, un dels casos que hi podem trobar és la publicació d'imatges de quadres de pintors que estan en poder de museus o galeries d'exhibició, per exemple.

La visió per computador és una branca de la ciència i la tecnologia dedicada a extreure informació d'imatges digitals, amb la finalitat de simular artificialment el sistema visual humà en una màquina, i una de les aplicacions amb creixent interès és el de la digitalització i etiquetatge d'obres d'art

Per a portar a terme tasques de visió artificial en el camp de l'anàlisi de quadres de pintors cal:

- 1) Tenir una col·lecció d'imatges prèviament classificada
- 2) Definir les funcions matemàtiques que permetran extreure informació de les imatges
- 3) Analitzar les imatges (o un subgrup d'elles) amb les funcions definides
- 4) Segons els resultats obtinguts, construir i/o parametritzar el mètode de classificació
- 5) Aplicar la tècnica de classificació sobre noves imatges, tot aplicant les funcions matemàtiques definides per extreure'n característiques, i aplicar el mètode de classificació amb les característiques obtingudes com a paràmetre.

Segons l'estat de l'art que s'ha analitzat, s'ha pogut veure que els diferents articles tenen com a objecte la identificació i classificació de quadres d'art de diferent moviment artístic, o si més no, que no parteixen de la mateixa base d'imatges, i que per tant, els diferents resultats de les solucions exposades en cadascun d'ells no poden ser directament comparats. En el rendiment dels diferents mètode de classificació d'imatges es consideren, no només la ràtio d'encerts en la classificació d'imatges, sinó també el temps necessari per a classificar un conjunt d'imatges.

Aquest treball té com a objecte la generació d'una base de dades àmplia, classificada segons el títol de l'obra, l'autor, la tècnica emprada, el moviment artístic emprat, així com les pròpies imatges en format JPG. En la base de dades, a més, s'indica l'adreça web origen d'on s'han obtingut les imatges i l'adreça relativa on es pot trobar la imatge de la carpeta d'imatges subministrada.

També es desenvolupa una eina que fa ús de programari lliure (tant en el llenguatge emprat, com en les llibreries fetes servir i programes que utilitza), i que permet gestionar les imatges tot creant de lots d'imatges d'entre totes les disponibles per realitzar les diferents tasques d'anàlisi, permet registrar en el sistema diferents funcions matemàtiques escrites en llenguatge matemàtic compatible amb el programa de càlcul **Octave**, posteriorment, seleccionar un conjunt d'aquestes funcions registrades i aplicar-les sobre un lot d'imatges per obtenir-ne uns resultats.

Dita eina és de caràcter multiplataforma, i es recolza en una base de dades ubicada en un gestor de base de dades de programari lliure.

Per tant, no es crea, modifica ni desenvolupa cap procés de visió per computador, sinó que es genera una base de dades d'imatges i es crea una eina que permeti una més fàcil recollida de dades sobre aquestes imatges.

Organització del document: La secció 2 analitza els articles que s'han estudiat en el camp de la classificació d'imatges de quadres de pintors, on es comenten els mètodes matemàtics fetes servir per extreure les característiques de les imatges i breument segons el cas, el mètode de classificació fet servir. En cada article també es comenten les característiques de les imatges fetes servir per l'estudi, tal com el moviment artístic emprat. La secció 3 explica el procés de creació de la base de dades d'imatges, indicant principalment l'origen de les dades. La secció 4 tracta del l'eina de gestió d'imatges i recollida de dades, la Secció 5 mostra les proves fetes i els seus resultats i la Secció 6 està dedicada a la conclusió.

Juntament amb el present article, s'afegeixen els següents annexos: I) L'aplicació “*ArtPaintingDataCollection.zip*”, llesta per ser executada en qualsevol plataforma. II) El manual d'usuari de l'aplicació, anomenat “*Manual Art Painting Data Collection.pdf*”. III) El paquet d'imatges en format JPG, en forma de fitxer comprimit anomenat “*Images.rar*”. IV) L'script de generació de la base de dades necessària per al funcionament de l'eina anomenat “*ImagesScript.sql*”. V) El codi font del l'eina de gestió d'imatges i classificació, en forma de projecte del sistema de desenvolupament *NetBeans*, anomenat “*ArtPaintingDataCollectionProject.zip*”. VI) Maquina virtual comprimida i dividida en 5 parts, amb fitxers anomenats “*Maquina Virtual.part1.rar*”, “*Maquina Virtual.part2.rar*”, “*Maquina Virtual.part3.rar*”, “*Maquina Virtual.part4.rar*” i “*Maquina Virtual.part5.rar*”.

2 Estat de l'Art

El primer article revisat es basa en la classificació d'imatges occidentals [1] segons l'autor, en les quals es treballa sobre una base d'imatges de pintures durant el Barroc i el període Rococó, que comprèn l'espai de temps entre l'any 1600 i el 1800.

Aquest estudi és l'últim publicat sobre aquesta temàtica amb una comparativa amb d'altres mètodes de caracterització i classificació similars, obtenint els millors resultats comparat amb els estudis fets prèviament.

La caracterització de les imatges que proposen, es basa en l'estudi de característiques visuals globals i locals.

En el cas de les característiques globals, es defineixen 4 paràmetres d'estudi, com són el color, la textura, la forma i la distribució del color.

Pel que fa al color, es fa ús d'un espai CIE L^*u^*v , que es separa en cadascun dels seus eixos en 4 parts, per tant, cada punt estudiat pot classificar-se en 64 valors diferents, tot i que comenten que en el seu estudi només es prenen 37 valors diferents dels 64 possibles.

Pel que fa a la textura, s'estudia la uniformitat i regularitat. Aquestes característiques s'extrauen fent servir filtres, que detecten la periodicitat de la intensitat dels píxels, tot identificant els valors més pronunciats per als píxels contigus. En particular, es fa servir el filtre de Gabor, que mesura un seguit d'orientacions i freqüències espacials, que en la solució proposada ascendeix a 30 filtres, i per tant, la textura es representa segons 30 vectors dimensionals.

La forma s'extreu segons les vores que s'identifiquen a la imatge. L'histograma de les direccions de les vores es fa servir per representar la informació global de la imatge, i l'operador de vores Canny es fa servir per generar l'histograma de les imatges en la fase de pre-processament. Després els histogrames són normalitzats al número de punts de les vores per a cada imatge. Finalment, s'apliquen tècniques de suavitzat que permeten que l'histograma no variï amb les rotacions. Així doncs, l'histograma de direcció de les vores es representa amb vectors de 30 dimensions.

Per a la característica de distribució del color la imatge es divideix en 8 x 8 blocs i es calculen els seus promitjos de color. A partir d'aquí s'obtenen una sèrie de coeficients aplicant la transformada de cosinus discreta. Es seleccionen els coeficients de baixa freqüència fent servir un escaneig en zig-zag i són quantificats per construir un descriptor de distribució del color, que es representa en YUV, amb una dimensionalitat de 30 que inclou els primers 10 valors de groc i dels coeficients Cr i Cb.

Pel que fa a les característiques locals, el seu sentit és per poder apreciar l'efecte d'unió de les diferents porcions de la imatge estudiades i consisteixen en dividir la imatge en sub-blocs i extreure'n característiques. Els processos d'extracció fan ús de filtres de Gabor bidimensionals, i donat que aquest filtres posen de manifest característiques espacials de localització i orientació poden representar informació sobre l'estil de la pintura.

Pel que fa a la classificació, aquesta es basa en xarxes neurals, però no entrarem en detall de les solucions proposades donat que nosaltres hem previst no fer-ne ús en el nostre procés de classificació.

Fins aquí, com s'ha encarat el problema de la classificació d'imatges segons l'autor de l'estil barroc i rococó.

Si ens fixem en els progressos fets en mètodes de caracterització i classificació que no fan servir xarxes neurals, hem de destacar el treball de Bilge Günsel, Sanem i Oglu [2] per a treballar sobre imatges d'estils classicistes, cubistes i impressionistes.

En aquest treball es defineix un nou mètode de caracterització que extreu sis característiques diferents. El primer aspecte que s'extreu és el ràtio de píxels foscos, entenent com a píxels foscos els que prenen un valor de 0 a 64 dels 256 possibles en la representació de 8 bits d'RGB, prenent els valors corresponents de l'escala de grisos.

El segon paràmetre s'obté del gradient de la pintura i els autors destaquen que aquests dos primers paràmetres permeten identificar amb prou garanties els estils classicista i cubista. A més, els estils surrealista i expressionista obtenen valors molt elevats per la segona característica descrita.

A més, per incrementar l'eficiència en la caracterització de les pintures d'estil impressionista i classicista, són útils dos aspectes més. Un dels aspectes és el nombre de màxims locals i globals en l'histograma de luminància. L'altre és el rang de color que correspon al punt màxim de l'histograma de luminància.

La raó d'escollir aquests dos nous paràmetres es basa en que les obres de l'impressionisme generen un màxim en les regions brillants de l'histograma de luminància. Les obres classicistes, generen el nombre majors de punts en la zona fosca. En canvi, en les obres cubistes, expressionistes i surrealistes creen més d'un punt màxim en regions variables de l'histograma.

Aquests aspectes estudiats, però són o poden ser alterats per les resolucions de les imatges o la il·luminació de les pintures quan es va prendre la imatge.

Així doncs, un altre aspecte a extreure és una desviació estàndard que té com a paràmetres la mitjana de luminància de tota la imatge i cada nivell de gris.

Finalment, la desviació de l'escala de grisos de la imatge des de Gauss.

En l'article s'afirma que en els moviments classicista i impressionista la distribució del color mostra característiques diferents que la distribució gaussiana, i en canvi les pintures cubistes i surrealistes encaixen amb el model gaussià.

Un altre part molt interessant de l'article és el referent a la classificació de les imatges un cop extretes les característiques abans esmentades.

En aquest treball, no es fan servir xarxes neurals, i en canvi es proven 6 classificadors diferents que inclouen el Bayesià, el k-NN, K-means clustering i la màquina de vectors

de suport, encara que també s'avalua un sistema híbrid que fa ús de la màquina de vectors de suport i l'anàlisi de components principals.

De l'estudi realitzat es conclou que la màquina de vectors de suport té un millor rendiment que els mètodes basats en comparació.

La classificació híbrida tracta de, primer, transformar les característiques de les imatges extretes a un nou espai fent ús de l'anàlisi del component principal (PCA) i després aplicar la màquina de vectors de suport sobre el domini obtingut.

Finalment, vull comentar l'article sobre la detecció de les traces de pinzell en mini retrats en les obres creades dels anys 1800 als 1900, donat que la majoria no van signades i poden ser una eina d'ajuda als historiadors.

Aquest estudi té com a objectiu la classificació de les obres segons l'autor [5], i que en la seva majoria són pintures en aquarel·la, i s'explica que fins al moment la detecció de traces de pinzell basades en detectors de vores aplicats a miniatures de retrats no són efectives.

L'autor ha desenvolupat en el seu estudi dos mètodes:

En el primer mètode cal que una persona li indiqui a l'algorisme quines són les traces principals, i a partir d'aquí se'n extreguin les característiques. Per fer això, a més, el personal que ho porti a terme ha de conèixer l'obra i per tant, no ho pot fer qualsevol. A més, l'autor ressalta que quan el fons del quadre no té un color homogeni no s'extreuen les vores correctament.

L'altre mètode consisteix en una xarxa neural anomenada autoalimentació multicapa i es fa ús d'una xarxa de propagació cap enrere amb una capa oculta. La capa d'inici té 225 unitats que es corresponen a les dimensions de 15 per 15 de la finestra centrada al voltant del píxel actual. La dimensió de 15 per 15 s'escull perquè s'afirma que aquest tamany és suficient per un observador humà per apreciar la presència d'una pinzellada fent servir només la informació del context local.

Així doncs, la capa oculta consta de 15 unitats, mentre que la capa de sortida només consta d'una unitat. Totes les unitats consten d'una funció d'activació de sigmoide [gg] amb valors de sortida de 0 a 1.

L'autor fa ús d'un esquema d'aprenentatge incremental amb un ràtio d'aprenentatge de 0,01 i una velocitat de 0,09. L'activació de cada entrada significa el valor de grisos del píxel corresponent, reduït a un factor de 1/255 (és a dir, amb valors possibles de 0 o 1).

La conclusió de l'estudi és la dificultat de desenvolupar un sistema de detecció com el proposat, sigui quin sigui el mètode, encara que la segona opció proposada obté millors resultats que la primera.

La base bibliogràfica comentada s'ha extret quasi íntegrament de les referències descrites en dit article, encara que no s'han comentat algunes d'elles referents a sistemes que permeten millorar els mètodes de classificació fent ús del feedback obtingut pels usuaris en les cerques, en mètodes de classificació neurals, o bé que indiquen com crear interfícies gràfiques que permetin mostrar els resultats de les classificacions i obtenir el feedback anteriorment especificat.

Després de revisar els diferents articles que parlen sobre la classificació de les imatges d'obres d'art, podem veure que en els diferents treballs s'intenten classificar obres d'art que pertanyen a estils diferents, que es treballa amb volums d'imatges diferents, i en els

que tampoc es fa menció de les diferents eines que s'han fet servir en la realització dels estudis.

Així doncs, l'interès d'aquest treball ha estat l'elaboració d'una base de dades d'imatges classificada segons el seu autor, l'estil i la tècnica, així com les imatges en format jpg de cadascuna d'elles, i un entorn de treball multiplataforma, basat en codi lliure, que permeti realitzar funcions matemàtiques sobre aquestes imatges per extreure'n propietats.

3 Base de dades d'imatges

Bàsicament, la base de dades d'imatges té com a font d'informació el lloc d'Internet “*WebGalley of Art*”², on podem trobar imatges d'obres d'art en general, classificades per autor i tècnica emprada. La web permet la consulta individual del seu fons artístic classificat, posant a disposició dels usuaris la imatge de cada obra, i també la consulta en format text d'un llistat de tot els seus fons.

D'altra banda, calia afegir informació sobre el moviment artístic de cada obra, ja que els treballs sobre classificació d'imatges que s'han revisat es basen en l'autor i el moviment artístic.

Per obtenir aquestes dades es va consultar una llista publicada al lloc d'Internet anomenat “*artst*”³, i que en el moment d'acabar la redacció d'aquest article no es troba disponible. D'aquest lloc s'ha extret la informació que classifica als autors d'obres d'art segons el seu moviment artístic.

Després es van filtrar les diferents dades obtingudes, sobretot, de la primera font d'informació, en extreure tan sols aquelles obres corresponents a pintures, i es van combinar les dades.

Les dades es van confrontar i es van eliminar les que no coincidien exactament en les dues fonts, quedant, com a resultat final, una base de dades amb més de 4.000 imatges.

Title	URL	File_Location	Author	Technique	Style
Christ on the Cross	http://www.wga.hu/art/a/altdorfe/2/07cruci.jpg	art/a/altdorfe/2/07cruci.jpg	ALTDORFER, Albre	Wood	The Northern Renaissance
Christ on the Cross	http://www.wga.hu/art/a/altdorfe/2/06crucif.jpg	art/a/altdorfe/2/06crucif.jpg	ALTDORFER, Albre	Limewood	The Northern Renaissance
Christ Taking Leave	http://www.wga.hu/art/a/altdorfe/2/08leave.jpg	art/a/altdorfe/2/08leave.jpg	ALTDORFER, Albre	Oil on limewood	The Northern Renaissance
Communion of the Holy	http://www.wga.hu/art/a/altdorfe/2/04commun.jpg	art/a/altdorfe/2/04commun.jpg	ALTDORFER, Albre	Oil on wood	The Northern Renaissance
Crucifixion	http://www.wga.hu/art/a/altdorfe/2/11crucif.jpg	art/a/altdorfe/2/11crucif.jpg	ALTDORFER, Albre	Lime panel	The Northern Renaissance
Diptych	http://www.wga.hu/art/a/altdorfe/2/00diptic.jpg	art/a/altdorfe/2/00diptic.jpg	ALTDORFER, Albre	Lime panel	The Northern Renaissance
Landscape with Saint Erasmus	http://www.wga.hu/art/a/altdorfe/1/1satyr.jpg	art/a/altdorfe/1/1satyr.jpg	ALTDORFER, Albre	Panel	The Northern Renaissance
Loth and his Daughters	http://www.wga.hu/art/a/altdorfe/1/7lot_dau.jpg	art/a/altdorfe/1/7lot_dau.jpg	ALTDORFER, Albre	Oil on limewood	The Northern Renaissance
Lovers	http://www.wga.hu/art/a/altdorfe/1/6lovers.jpg	art/a/altdorfe/1/6lovers.jpg	ALTDORFER, Albre	Fresco	The Northern Renaissance
Mary with the Child and Saint Elizabeth	http://www.wga.hu/art/a/altdorfe/2/09mary_c.jpg	art/a/altdorfe/2/09mary_c.jpg	ALTDORFER, Albre	Wood	The Northern Renaissance
Nativity	http://www.wga.hu/art/a/altdorfe/2/03nativi.jpg	art/a/altdorfe/2/03nativi.jpg	ALTDORFER, Albre	Lime panel	The Northern Renaissance
Portrait of a Woman	http://www.wga.hu/art/a/altdorfe/2/12porta.jpg	art/a/altdorfe/2/12porta.jpg	ALTDORFER, Albre	Oil on oak	The Northern Renaissance
Rest on the Flight into Egypt	http://www.wga.hu/art/a/altdorfe/2/02egypt.jpg	art/a/altdorfe/2/02egypt.jpg	ALTDORFER, Albre	Oil on oak	The Northern Renaissance
Schne Maria	http://www.wga.hu/art/a/altdorfe/2/05schone.jpg	art/a/altdorfe/2/05schone.jpg	ALTDORFER, Albre	Wood	The Northern Renaissance
St Florian Taking Leave	http://www.wga.hu/art/a/altdorfe/3/4scenes1.jpg	art/a/altdorfe/3/4scenes1.jpg	ALTDORFER, Albre	Oil on wood	The Northern Renaissance
Susanna in the Bath	http://www.wga.hu/art/a/altdorfe/1/4susanna.jpg	art/a/altdorfe/1/4susanna.jpg	ALTDORFER, Albre	Wood	The Northern Renaissance
The Arrest of Christ	http://www.wga.hu/art/a/altdorfe/3/2scenes1.jpg	art/a/altdorfe/3/2scenes1.jpg	ALTDORFER, Albre	Oil on wood	The Northern Renaissance
The Battle of Alexander the Great	http://www.wga.hu/art/a/altdorfe/1/5battle.jpg	art/a/altdorfe/1/5battle.jpg	ALTDORFER, Albre	Wood	The Northern Renaissance
The Entombment	http://www.wga.hu/art/a/altdorfe/3/3predel2.jpg	art/a/altdorfe/3/3predel2.jpg	ALTDORFER, Albre	Oil on wood	The Northern Renaissance
The Martyrdom of Saint Lawrence	http://www.wga.hu/art/a/altdorfe/3/4scenes2.jpg	art/a/altdorfe/3/4scenes2.jpg	ALTDORFER, Albre	Oil on wood	The Northern Renaissance
The Resurrection	http://www.wga.hu/art/a/altdorfe/3/3predel1.jpg	art/a/altdorfe/3/3predel1.jpg	ALTDORFER, Albre	Oil on wood	The Northern Renaissance
A Bishop Saint	http://www.wga.hu/art/a/angelico/00/11fieso7.jpg	art/a/angelico/00/11fieso7.jpg	ANGELICO, Fra	Tempera and gold	Early Renaissance Art
Adoration of the Kings	http://www.wga.hu/art/a/angelico/13/00adorati.jpg	art/a/angelico/13/00adorati.jpg	ANGELICO, Fra	Tempera and gold	Early Renaissance Art
Adoration of the Kings	http://www.wga.hu/art/a/angelico/02/02predel2.jpg	art/a/angelico/02/02predel2.jpg	ANGELICO, Fra	Tempera on panel	Early Renaissance Art
Adoration of the Kings	http://www.wga.hu/art/a/angelico/04/3predel3.jpg	art/a/angelico/04/3predel3.jpg	ANGELICO, Fra	Tempera on wood	Early Renaissance Art
Adoration of the Kings	http://www.wga.hu/art/a/angelico/09/cells/39_ador.jpg	art/a/angelico/09/cells/39_ador.jpg	ANGELICO, Fra	Fresco	Early Renaissance Art
Annalena Altarpiece	http://www.wga.hu/art/a/angelico/12/51annale.jpg	art/a/angelico/12/51annale.jpg	ANGELICO, Fra	Tempera and gold	Early Renaissance Art
Annalena Altarpiece	http://www.wga.hu/art/a/angelico/12/50annale.jpg	art/a/angelico/12/50annale.jpg	ANGELICO, Fra	Tempera and gold	Early Renaissance Art

Il·lustració 1: Contingut de la base de dades d'imatges

² <http://www.wga.hu/>

³ www.artst.org

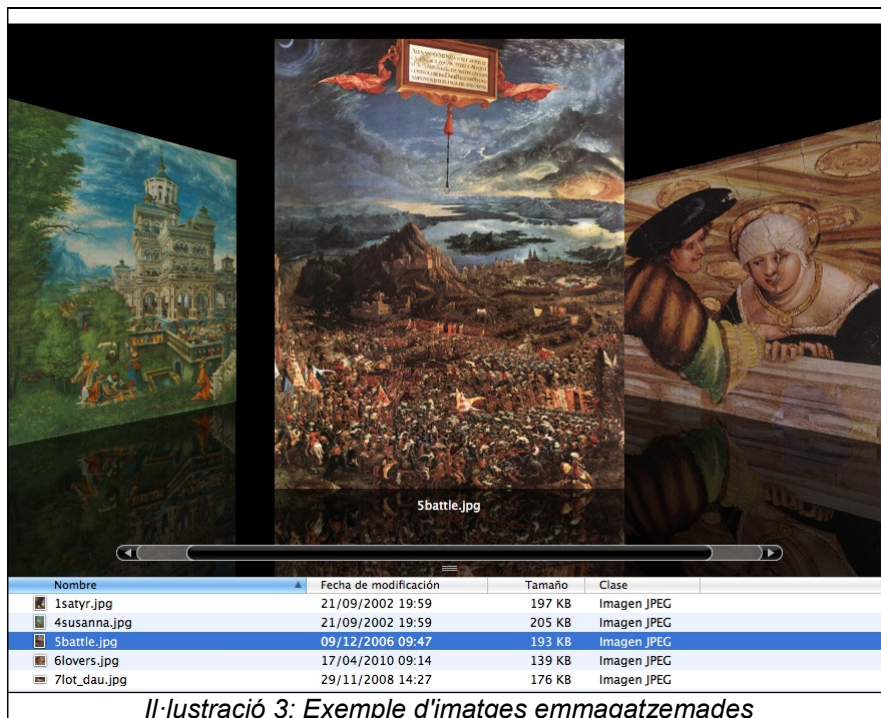
Com es pot apreciar, s'ha inclòs a la informació de cada imatge la seva ubicació real a Internet, per a la seva consulta directa en cas de no disposar de les degudes imatges en local, encara que el programa que permet fer la recollida de dades quan s'apliquen funcions matemàtiques a les funcions no en fa cap ús.

A l'hora de descarregar les imatges en local, s'ha seguit la mateixa classificació de fitxers que segueix el lloc web on s'han obtingut, i es basa en un primer nivell de carpetes per a cada lletra de l'abecedari, un segon nivell segons el nom de l'autor, un tercer nivell de carpetes numerades, i finalment les imatges en un quart nivell.

art	10/06/2011 22:00	--	Carpeta
.DS_Store	Hoy, 23:05	8 KB	Documento
a	11/06/2011 18:39	--	Carpeta
.DS_Store	Hoy, 23:05	8 KB	Documento
altdorfe	Ayer, 00:43	--	Carpeta
.DS_Store	Hoy, 23:05	8 KB	Documento
1	04/06/2011 16:17	--	Carpeta
1satyr.jpg	21/09/2002 19:59	197 KB	Imagen JPEG
4susanna.jpg	21/09/2002 19:59	205 KB	Imagen JPEG
5battle.jpg	09/12/2006 09:47	193 KB	Imagen JPEG
6lovers.jpg	17/04/2010 09:14	139 KB	Imagen JPEG
7lot_dau.jpg	29/11/2008 14:27	176 KB	Imagen JPEG
2	04/06/2011 16:17	--	Carpeta
00diptic.jpg	09/02/2008 16:53	225 KB	Imagen JPEG
02egypt.jpg	21/09/2002 19:59	193 KB	Imagen JPEG
03nativi.jpg	09/02/2008 16:53	197 KB	Imagen JPEG
04commun.jpg	21/09/2002 19:59	164 KB	Imagen JPEG
05schone.jpg	21/09/2002 19:59	143 KB	Imagen JPEG
06crucif.jpg	14/08/2006 18:23	180 KB	Imagen JPEG
07cruci.jpg	17/04/2010 09:14	164 KB	Imagen JPEG
08leave.jpg	23/03/2007 11:15	197 KB	Imagen JPEG
09mary_c.jpg	17/04/2010 09:14	147 KB	Imagen JPEG
11crucif.jpg	09/02/2008 16:53	180 KB	Imagen JPEG
12portra.jpg	14/12/2008 17:36	131 KB	Imagen JPEG
3	04/06/2011 16:17	--	Carpeta
2scenes1.jpg	14/08/2006 18:26	127 KB	Imagen JPEG
3predel1.jpg	14/08/2006 18:24	143 KB	Imagen JPEG
3predel2.jpg	21/09/2002 19:59	164 KB	Imagen JPEG
4scenes1.jpg	05/12/2008 12:10	184 KB	Imagen JPEG
4scenes2.jpg	21/09/2002 19:59	164 KB	Imagen JPEG
andrea	11/06/2011 18:39	--	Carpeta
.DS_Store	11/06/2011 22:43	8 KB	Documento
bartolo	04/06/2011 16:17	--	Carpeta
castagno	04/06/2011 16:17	--	Carpeta

Il·lustració 2: Estructura de carpetes amb les imatges

El volum d'imatges recollit supera els 600 MB



4 Programa de recol·lecció de dades

4.1 Objectiu

L'objectiu del desenvolupament de l'aplicació d'aquest estudi és poder fer ús de la base de dades d'imatges recollides, com a eina per als desenvolupadors de tècniques de classificació d'imatges de quadres de pintors que els faciliti, per una banda, escollir el conjunt d'imatges que els servirà per a fer les proves dels seus estudis, i per un altra, en base a les imatges escollides, poder executar de forma fàcil i automàtica les funcions matemàtiques en llenguatge *Octave* i recollir les dades obtingudes incloent-les en una base de dades i poder-les exportar per al seu posterior anàlisi o manipulació.

També és objectiu del present treball l'ús d'eines i entorns de programari lliure, de manera que aquesta eina pugui ser utilitzada, modificada i distribuïda també sota les condicions de programari lliure.

4.2 Estructura i característiques del programa.

El llenguatge de programació escollit és el *Java*¹, ja que permet la seva execució en qualsevol entorn en que pugui ser instal·lada la màquina virtual de Java, i inclou tant sistemes *Windows*, com *OS X* i evidentment, *GNU/Linux*. S'ha fet ús de la plataforma de desenvolupament *NetBeans*².

El programa té la intenció de fer ús dels avantatges del programari lliure, com és la reutilització de programari que ja realitza tasques que necessitem implementar, i també que es pugui distribuir i modificar lliurement, adaptant-la a noves necessitats o implementant noves característiques i funcionalitats.

Així doncs, per a poder funcionar, el programa necessita tenir accés a una base de dades *MySQL*³, on s'ha d'haver carregat prèviament l'estructura subministrada en aquest mateix treball. Aquesta base de dades, pot estar disponible en mode local o bé estar accessible desde la xarxa.

A més, es necessita també tenir disponibles a l'equip, de manera local, la carpeta que inclou totes les imatges en format JPG que s'especifiquen en la base de dades *MySQL*. Tan sols amb aquests requeriments, el programa ja pot funcionar, i com a mínim, consultar les imatges de la base de dades.

4.3 Mètode de recollida de característiques de les imatges

L'aplicació ha de permetre fer càlculs matemàtics sobre les imatges seleccionades. Per a fer-ho, es fa ús de solucions de programari lliure ja implementats i reconeguts que siguin també multiplataforma i que permetin el seu ús amb el programa desenvolupat.

En aquest cas, s'ha escollit l'eina anomenada *Octave*⁴ (amb llicència GNU), definida a sí mateixa com un llenguatge d'interpretació d'alt nivell desenvolupat per a càlculs numèrics. Per fer-ne ús, s'utilitza la llibreria Java anomenada *JavaOctave*⁵ (amb llicència Apache versió 2), que ens serveix com a pont entre el nostre programa i l'aplicatiu *Octave*.

D'aquesta manera, els desenvolupadors amb alts coneixements en el llenguatge *Octave*, han de trobar amb l'eina desenvolupada en aquest treball una oportunitat per no haver de

¹<http://www.java.com/es/download/>

²<http://netbeans.org/>

³<http://www.mysql.com/>

⁴ <http://www.gnu.org/software/octave/>

⁵<http://kenai.com/projects/javaoctave/pages/Home>

desenvolupar programes especials o treballar amb fulles de càlcul o definició manual de lots d'imatges per a portar a terme les seves proves de manera ràpida i eficient.

L'únic requisit per a poder treballar amb funcions d'*Octave* en aquesta eina seran:

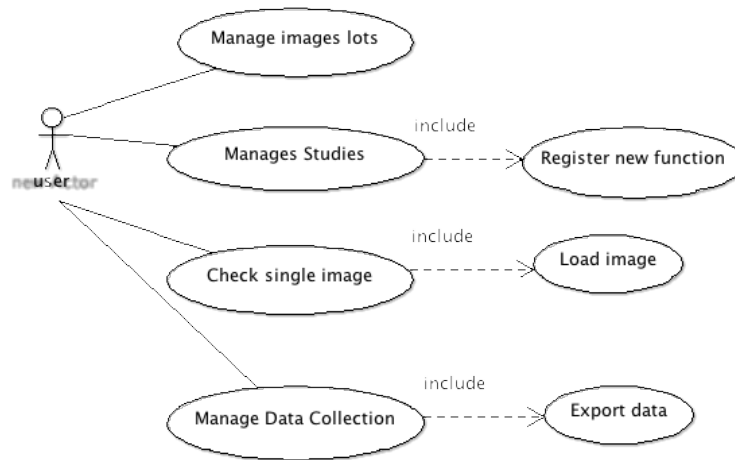
- Acceptar només un paràmetre d'entrada que sigui la ruta on es troba la imatge
- Retornar un valor que pugui ser llegit com a "*Double*".

Per a poder aplicar dites funcions sobre un conjunt d'imatges, caldrà seleccionar un subconjunt de les funcions (que poden ser totes). Aquesta selecció tindrà el nom d'"*Study*" al programa.

4.4 Implementació del programa

4.4.1 Diagrama de casos d'ús

En el disseny del programa s'han considerat els possibles casos d'ús:



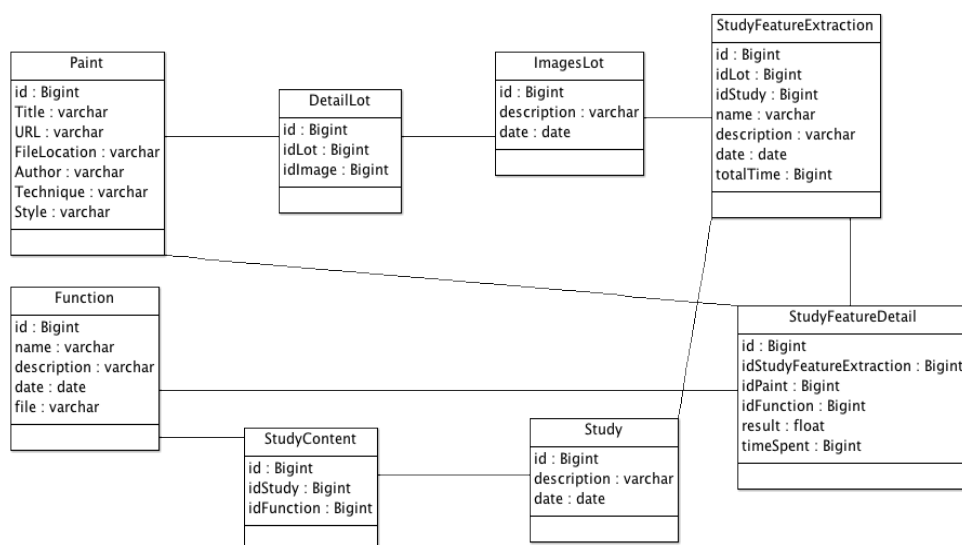
Il·lustració 4: Diagrama de casos d'ús

Com s'ha dit, l'aplicació ha estat dissenyada per a poder aplicar funcions matemàtiques sobre un conjunt d'imatges. Així doncs, l'usuari ha de poder crear i gestionar lots d'imatges, com una selecció de totes les imatges disponibles en la nostra base de dades. També l'usuari ha de poder crear i gestionar diferents grups de funcions matemàtiques, que s'anomenen estudis. Evidentment, en aquest punt l'usuari ha de ser capaç de registrar noves funcions.

Per tal de poder recollir dades de les imatges, cal que l'usuari pugui crear i gestionar el que anomenem, col·lecció de dades, que no és res més que assignar un cert estudi sobre un conjunt d'imatges. Un cop executat l'estudi, l'usuari haurà de ser capaç d'exportar les dades obtingudes.

4.4.2 Diagrama de classes

Per a la manipulació de la informació amb la que tracta el programa, s'han implementat les següents classes:



Il·lustració 5: Classes de la base de dades

Com es pot veure, en la base de dades té una taula/classe anomenada “**Paint**” que conté la informació de cada imatge, com és el títol de l'obra, l'autor, la tècnica, l'estil, l'adreça d'Internet on s'ha obtingut, l'adreça relativa al sistema de fitxers local on es pot trobar.

En el cas de les funcions matemàtiques, es crea una taula/classe anomenada “**Function**”, on es guardaran el nom de la funció, la descripció, la data quan s'ha donat d'alta i el nom del fitxer de la funció (que inclou l'extensió “.m” que indica aquest tipus de fitxer). En el cas del nom de la funció, només es guarda el nom del fitxer i no la ruta sencera, ja que al registrar una funció el programa copia la llibreria a una carpeta especial que emmagatzema les funcions i que s'ha de configurar al programa.

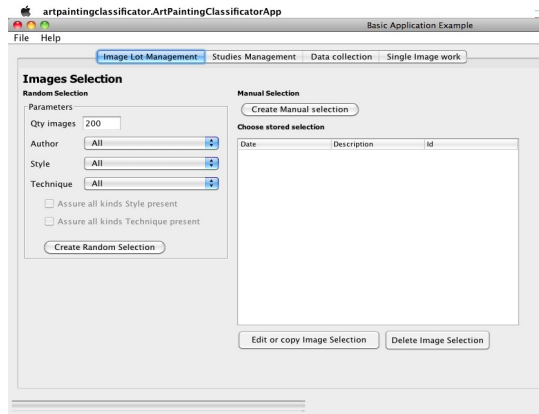
D'altra banda, s'ha creat una taula/classe que permet identificar lots d'imatges, anomenada “**ImagesLot**”, on s'emmagatzema una descripció i una data de creació. Les imatges que inclou aquell lot estan indicades a la taula/classe “**DetailLot**”, on es fa referència en cada entrada a l'identificador d'imatge i l'identificador de lot.

De la mateixa manera, es fa ús d'una taula/classe anomenada “**Study**” que permet identificar conjunts de funcions, on s'emmagatzema una descripció i la data de creació. La referència a les funcions que s'inclouen en cada estudi s'emmagatzemen a la classe/taula “**StudyContent**”, on cada entrada fa referència al número d'estudi inclòs i a la funció.

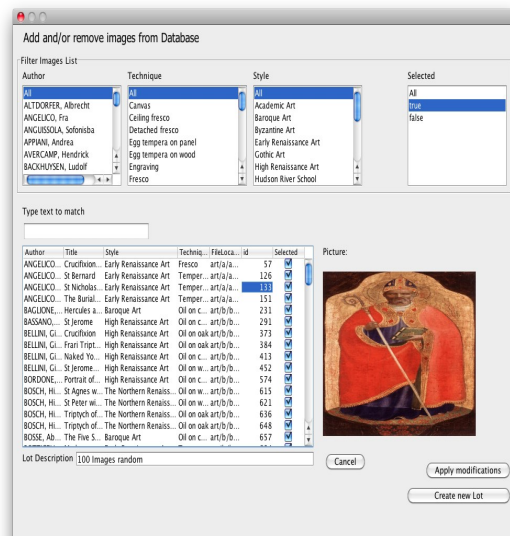
Finalment, la taula/classe “**StudyFeatureExtraction**” descriu les relacions creades entre lots d'imatges i estudis, i el detall d'aplicar les funcions a les imatges s'emmagatzema a la taula/classe “**StudyFeatureDetail**”, on es fa referència a la relació entre imatges i funcions, a la imatge en concret i la funció en concret, un resultat i un temps de calcul. Aquests dos últims camps només tenen valor després d'haver executat la funció sobre la imatge.

4.4.3 Aparença del programa

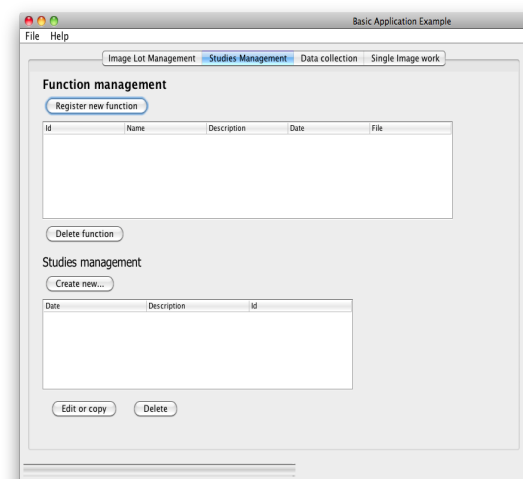
Aparença del programa sota sistema operatiu Apple *OS X Snow Leopard*:



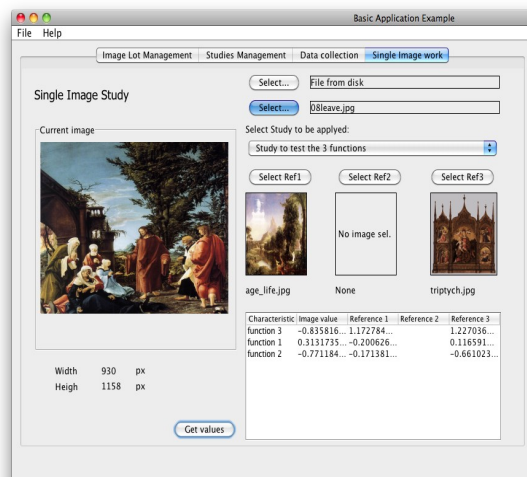
Il·lustració 6: Pestanya de gestió de lots d'imatges



Il·lustració 7: Vista de selecció d'imatges a la base de dades



Il·lustració 8: Pestanya de gestió dels Estudis

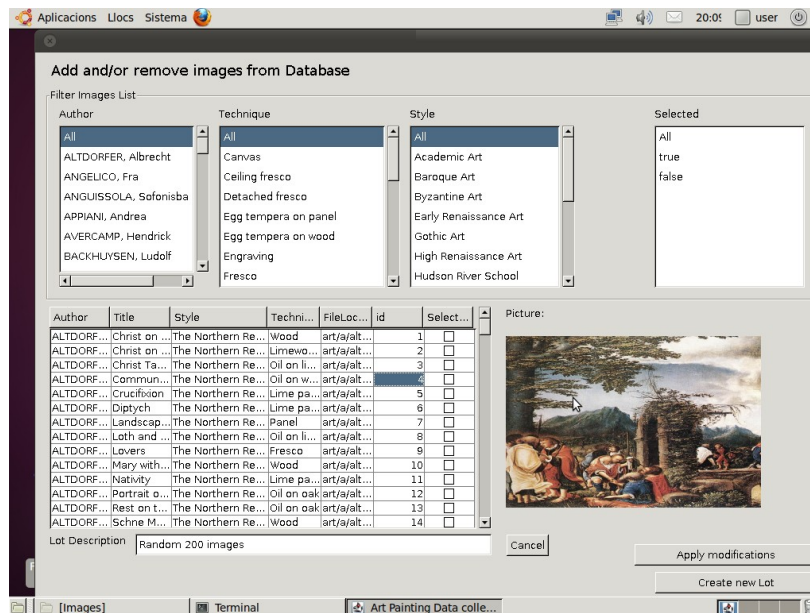


Il·lustració 9: Pestanya de treball sobre imatge única

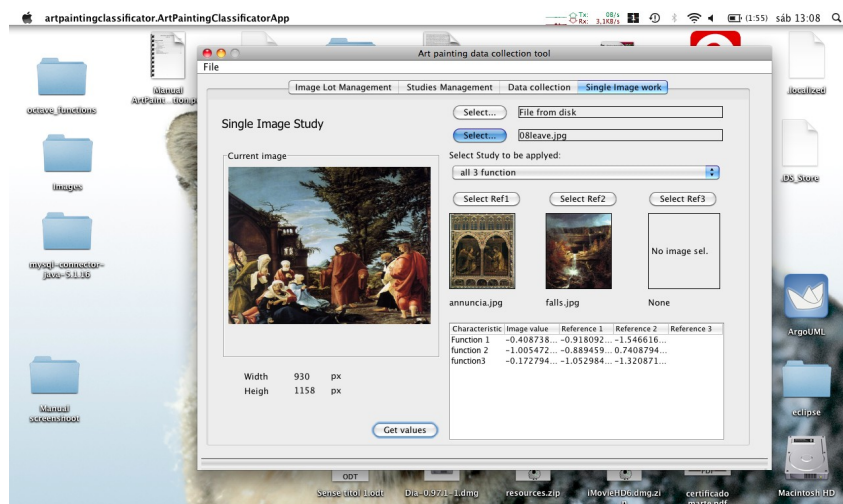
5 Proves i resultats

La primera de les proves, ha estat la seva execució en diferents plataformes. S'ha fet ús d'un servidor de bases de dades *MySQL* en xarxa, i l'execució del programa en plataformes *Windows 7*, *Mac Os X Snow Leopard* i *GNU/Linux Ubuntu*.

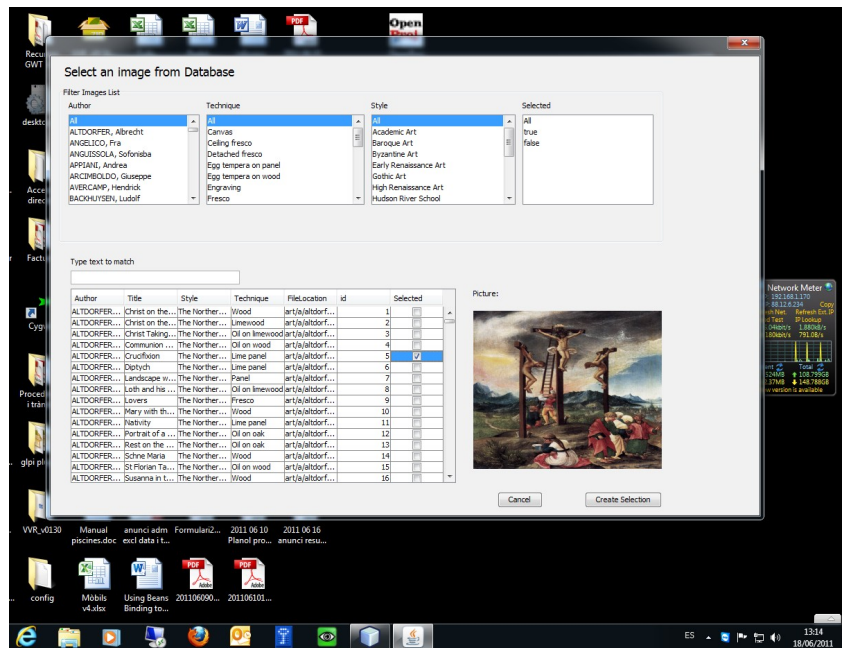
El resultat ha estat satisfactori en tots tres casos:



Il·lustració 10: Execució del Programa "Art Painting Data collection" sota sistema GNU/Linux



Il·lustració 11: Execució del Programa "Art Painting Collection" sota sistema OS X



Il·lustració 12: Execució del programa "Art Painting Data Collection" sota entorn Windows 7

Com s'ha comentat al llarg de l'article, aquesta eina no inclou cap funció matemàtica implementada. El test de rendiment s'ha fet en base a una funció amb llenguatge *Octave* que, segons el paràmetre d'entrada que es correspon a una l'adreça en el sistema de fitxers local d'un imatge, la carrega (per comprovar que no hi ha errors en la càrrega d'imatges), i calcular un valor aleatori que és el que torna el sistema. La funció que s'ha fet servir com a prova té doncs, aquesta estructura:

```

“function y = funcio1 (m)
imread (m)
y=randn(1,1)
endfunction”

```

La funció s'ha copiat tres vegades com a “funcio1”, “funcio2” i “funcio3” i s'ha registrat al programa.

En el sistema que corria l'aplicació sota OS X, s'ha realitzat una selecció de 100 imatges aleatòries i s'ha executat una recollida de dades.

Una captura de pantalla dels resultats es mostra a continuació:

Data Collection report

100 images 3 functions

Description: 100 images 3 function

Image Lot Description: random 100

Study Description: Study to test the 3 functions

66876

PaintName	PaintAuthor	PaintStyle	PaintTechnique	function 3	function 1	function 2
Self-Portrait	POUSSIN, Nicolas	Baroque Art	Oil on canvas	1.40061	-0.923367	0.370183
Portrait of Georges...	PRUD'HON, Pierre...	Neoclassical Art	Oil on canvas	-0.988635	0.57292	1.24452
The Studio of the P...	COURBET, Gustave	Realism	Oil on canvas	-0.395957	-0.00730535	-0.867781
Aristotele	VERONESE, Paolo	Mannerism	Oil on canvas	2.01793	-0.20855	-0.533882
Mars, God of War	VELAZQUEZ, Diego	Baroque Art	Oil on canvas	-0.750009	-0.144827	-0.364894
The Sonnet	MULREADY, William	Romanticism	Oil on canvas	0.0206088	1.00257	0.394867
Philip IV	VELAZQUEZ, Diego	Baroque Art	Oil on canvas	1.10164	2.03897	-1.10961
Portrait of a Young...	MEMLING, Hans	The Northern Renal...	Oil on wood	-2.11539	1.39845	-1.60388
The Departure of St...	GOZZOLI, Benozzo	Early Renaissance Art	Fresco	-0.376158	-0.716923	-0.754101
Portrait of a Woman	HALS, Frans	Baroque Art	Oil on oak	1.64314	-0.821285	-0.840222
St Hugo of Grenoble...	DE ZURBARAN, Fra...	Baroque Art	Oil on canvas	-1.95795	-0.345516	0.120296
Christ in his Glory	PERUGINO, Pietro	Early Renaissance Art	Fresco	-0.546396	-0.688491	-0.394835
Madonna and Child...	BOTTICELLI, Sandro	Early Renaissance Art	Tempera on panel	-0.901678	0.426567	0.485481
Mankind Beset by...	BOSCH, Hieronymus	The Northern Renal...	Oil on oak	-1.67896	0.673704	1.14676
Rest on the Flight in...	BENSON, Ambrosius	The Northern Renal...	Oil on oak	-0.196398	-1.87213	0.35996
Lamentation over th...	POUSSIN, Nicolas	Baroque Art	Oil on canvas	-3.69698	0.289575	-0.292843
Madonna and Child...	RICCI, Sebastiano	Rococo Art	Oil on canvas	1.72927	-1.4057	-0.300235
Halt of the Brigands	MAGNASCO, Ales...	Rococo Art	Oil on canvas	-0.717357	-0.747855	0.131824
The Annunciation	CHRISTUS, Petrus	The Northern Renal...	Wood	-0.0678289	-0.19074	-0.554597
Coronation of the VL...	CRIVELLI, Carlo	Early Renaissance Art	Tempera on panel	0.527477	0.829373	-0.293287
Profile Portrait of C...	ROMANO, Antoniaz...	Early Renaissance Art	Tempera on panel	1.06406	0.672587	1.21586
Triptych (interior)	GADDI, Taddeo	Early Renaissance Art	Poplar panel	-0.111609	1.7434	1.31772
Nativity with Sts La...	ROMANO, Antoniaz...	Early Renaissance Art	Tempera on panel	1.35476	-0.645603	0.167905
Diana and Actaeon	JORDAENS, Jacob	Baroque Art	Oil on oak	-0.0250273	-2.08486	-1.11848
St Jerome Bringing...	BASTIANI, Lazzaro	Early Renaissance Art	Tempera on panel	-0.157362	-1.63111	0.455602
Madonna	CHRISTUS, Petrus	The Northern Renal...	Wood	-0.077141	-1.68948	0.539441
St James	DEL SARTO, Andrea	High Renaissance Art	Oil on canvas	-0.0589934	0.394283	-1.62907
Rest on the Flight in...	LOTTI, Lorenzo	High Renaissance Art	Oil on canvas	0.373435	-0.0488695	-0.356526

Exit Export

Il·lustració 13: Resultat de recol·lecció de dades sota OS X

En aquest test, el temps emprat per carregar 100 imatges i calcular un valor aleatori 3 vegades (una per a cada funció), ha estat de prop de 67.000 mili-segons (una mica més d'un minut).

Data Collection report

200/1

Description: 200 images, 1 function

Image Lot Description: Random 200 images

Study Description: Just function 1

119215

PaintName	PaintAuthor	PaintStyle	PaintTechnique	Function 1
Monument to Nicc...	DEL CASTAGNO, ...	Early Renaissance...	Fresco	-0.593316
The Drinker	STEEN, Jan	Baroque Art	Oil on canvas	3.07015
Interrogations in jail	MAGNASCO, Ales...	Rococo Art	Oil on canvas	-0.343127
Lot and his Daugh...	FURINI, Francesco	Baroque Art	Oil on canvas	1.3902
Virgin and Child wi...	DAVID, Gerard	The Northern Ren...	Oil on oak	1.11453
The Molo, Looking ...	CARLEVARIS, Luca	Baroque Art	Oil on canvas	-0.557495
The Miracles of Sa...	PERUGINO, Pietro	Early Renaissance...	Tempera on wood	-0.410719
Sts Mark and Mar...	VERONESE, Paolo	Mannerism	Oil on canvas	0.170438
Annunciation	GRECO, El	Mannerism	Tempera on panel	2.70219
The Story of Nast...	BOTTICELLI, Sandro	Early Renaissance...	Tempera on panel	0.0215042
The Penitent Mag...	CARRACCI, Agostino	Baroque Art	Oil on copper	-1.48134
Still-Life with a Ba...	BERJON, Antoine	Romanticism	Oil on canvas	0.43439
The Judgment of P...	FLORIS, Frans	The Northern Ren...	Oil on oak	-0.477642
Virgin and Child E...	VERONESE, Paolo	Mannerism	Oil on canvas	-1.79086
Self-Portrait (Man ...	COURBET, Gustave	Realism	Oil on canvas	-0.655041
Portrait of a Woman	HALS, Frans	Baroque Art	Oil on canvas	-0.889591
Noli me Tangere	CANO, Alonso	Baroque Art	Oil on canvas	0.908935
Malvern Hall in Wa...	CONSTABLE, John	Romanticism	Oil on canvas	-1.6049
Venus and Cupid	PONTORMO, Jacopo	Mannerism	Oil on wood	-0.745294
A Farmstead Near...	SAFTLEVEN, Corn...	Baroque Art	Oil on oak	1.13224

Exit Export

Il·lustració 14: Il·lustració 13: Resultat de recol·lecció de dades sota GNU/Linux

S'ha fet una altra prova sota el sistema virtualitzat Linux/GNU, amb una base de 200 imatges i aplicant una funció:
 En aquest test, el temps emprat per carregar les 200 imatges i calcular un valor aleatori ha estat de prop de 120.000 mili-segons (2 minuts).

6 Conclusions

En aquest article s'han revisat diferents articles sobre la classificació d'imatges de quadres d'art basats en la visió per computador mitjançant l'extracció de diferents característiques mitjançant funcions matemàtiques sobre les imatges. En l'estudi dels diferents articles podem observar que no hi ha un fons comú d'imatges que permeti posteriorment, fer una comparació de les diferents tècniques proposades pels autors. En cap dels articles tampoc no es comenta el procés de selecció dels subconjunts d'imatges per a poder fer proves, o com es seleccionen les que entrenen els seus sistemes d'aprenentatge per a la posterior classificació. Així doncs, en el present article es presenta la tasca de generació d'una base de dades d'imatges amb més de 4.000 referències i també d'una eina que permeti la seva selecció, així com l'automatització de la recollida de dades de possibles funcions matemàtiques aplicades sobre les diferents imatges seleccionades, basada en programari lliure.

Referències

- [1] Shen, J., Stochastic, *Modeling Western Paintings for Effective Classification*. Pattern Recognition (PR), vol. 42, issue 2, 2009.
- [2] Bilge G., Sanem S., Oguz Icoğlu, Content-Based Access to Art Paintings, Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing, 2005
- [3] I. Cox, L. Miller, P. Minka, V. Papathomas, P. Yianilos, **The Bayesian image retrieval system, pichunter: theory, implementation and psychophysical experiments**, IEEE Trans. Image Process. 9 (1) (2000) 20—37.
- [4] D. Tao, X. Tang, X. Li, **Which components are important for interactive image searching?**, IEEE Trans. Circuits Systems Video Technol. (TCSVT) 17 (2007).
- [5] T. Melzer, P. Kammerer, E. Zolda, **Stroke detection of brush strokes in portrait miniatures using a semi-parametric and a model based approach**, in: Proceedings of IEEE ICPR, 1998.