

Projecte de recerca bàsica o aplicada PAC3 – Tercera Prova d'avaluació continuada

Cognoms: [Colorado González]

Nom: [Jesús]

- Per a dubtes i aclariments sobre l'enunciat, adreceu-vos al consultor responsable de la vostra aula.
- Cal lliurar la solució **en un fitxer OpenDocument o PDF fent servir una de les plantilles lliurades conjuntament amb aquest enunciat. Adjunteu el fitxer a un missatge adreçat a l'espai d'avaluació de l'aula virtual.**
- El fitxer ha de tenir l'extensió *.odt* (OpenDocument) o *.pdf* (PDF) segons el format en què feu el lliurament.
- La data límit de lliurament és el **19 de juny** (a les 24 hores).

Respostes

Títol

Reconeixement facial en obres d'art: Avaluació del rendiment dels mètodes del estat de l'art actual.

Autor/s

Jesús Colorado González
Àgata Lapedriza Garcia
Xavier Barò Solè

Resum

Aquest paper es divideix en 3 parts fonamentals, la primera relata el que pretén mostrar aquest estudi, que és aplicar els sistemes actuals de reconeixement facial en una base de dades d'obres d'art. Explica que mètodes s'utilitzarà i perquè es interessant realitzar aquest estudi. La segona passa a mostrar el detall de les dades obtingudes en l'experiment, amb imatges i gràfics que facilitaran la comprensió. I en l'última part tenim la discussió dels resultats obtinguts en l'anàlisi i les seves posteriors conclusions.

Introducció

Actualment el problema del reconeixement facial en fotos i vídeos amb una imatge de la cara frontal és un problema resolt. Existeixen sistemes de reconeixement facial que funcionen de forma consistent amb un alt percentatge de positius per una taxa de errors en nivells molt baixos. Aquests sistemes estan pensats per funcionar amb imatges reals, frontals i no rotades. Podem apreciar com arriben a nosaltres actualment per exemple en càmeres digitals d'última generació. O sistemes de vídeo vigilància que els implementen.

La qüestió que es planteja aquesta investigació és la següent: ¿fins a on poden arribar aquests detectors facials si els apliquem en obres d'art? ¿Serviran els mateixos algoritmes en imatges reals per imatges en pintures? Possiblement podran trobar un alt percentatge quan més realistes siguin les obres, però ¿que passarà en estils tals com cubisme o impressionisme? L'estudi es farà en un rang de dates que permeti comprovar com reaccionen els detectors en diferents èpoques, autors i estils.

Les aplicacions que poden sorgir per un sistema perfeccionat per obres d'art poden ser de gran profit e indispensables en un futur per els museus d'art per exemple. Pensar que un cop detectada la cara podria ser reconeguda la identitat d'aquesta persona a l'obra, d'aquesta manera es podria aconseguir emmagatzemar les pintures en bases de dades segons les persones que apareixen a les obres. Es podria obtenir una classificació automàtica de la informació pels sistemes implementats, estalviant moltíssim temps a les persones implicades en aquests processos. Un altre utilitat podrien ser les aplicacions mòbils de reconeixement d'obres d'art.

Un cop presentat els mètodes es pretén fer un estudi dels actuals sistemes que ja estan funcionant en cares reals. Amb els resultats obtinguts es podran proposar les millores oportunes per poder perfeccionar els detectors perquè puguin ser utilitzats òptimament en obres d'art, especialment en pintures.

Desenvolupament del tema de recerca

Treball i mètodes

Per realitzar aquest estudi s'han utilitzat les llibreries OpenCV[ref1] per realitzar el escaneig de les obres d'art. Aquestes llibreries estan pensades per el reconeixement facial i d'objectes entre altres. El detector per reconeixement facial[ref2] i d'objectes creat per Viola and Jones[ref3] està basat en aquesta llibreria i serà l'utilitzat com a base del estudi per aplicar-ho en obres d'art, principalment pintures.

El sistema esta pensat per cares en imatges reals i frontals, també n'hi ha que poden detectar en cares en semi perfil. El que fa el detector es passar per 3 fases, on la primera és un anàlisi en forma de integral de la imatge per obtenir una avaluació dels trets característics d'aquesta, amb aquest anàlisi un algoritme anirà aprenent quines son les característiques extreteres dintre de la detecció, per últim es realitzarà una cascada de classificadors que aniran extraient les parts de la imatge on no n'hi hagin aquests trets característics deixant només les parts que si que poden tindre.

En aquesta primera fase el que realitza és una avaluació de la imatge basat en grups de característiques simples. Es aquesta classificació de característiques el que fa guanya en velocitat respecte si estigues utilitzant els píxels. Les característiques simples podran ser basats en dos tres i quatre rectangles respectivament, proporcionant diferent informació cadascun dels grups.

Un cop s'obté aquests rectangles es poden extreure les característiques de la imatge avaluant el conjunt segons la intensitat dels píxels que els componen. Fent la resta de la regions de luminància blanca menys les de regió obscura, obtenint així la característica de luminància per aquest grup, i es podrà afegir a les regions que es vagin quantificant amb aquest mètode.

Per fer el càlcul més ràpidament d'aquestes característiques dels rectangles, Viola and Jones utilitzen una imatge integral que l'obtenen sumant les luminàncies dels píxels per una regió delimitada de la imatge, aquesta suma de píxels dona l'àrea amb la corresponent integral de la imatge. Aquesta integral es realitza per un conjunt d'imatges de entrenament per que pugui trobar més ràpidament les característiques que es busquen.

Després de trobar les característiques dintre del conjunt d'imatges es hora de trobar les que defineixen una cara o puguin servir per trobar-la. Es aquí on entra en lloc el classificador que se encarregarà de trobar aquestes característiques en les imatges a estudiar. L'algoritme classificador està basat en AdaBoost de Freund i Saphire[ref4], que és un tipus d'algoritme on mica a mica va aprenent i fica les característiques amb més importància com més rellevants, donant així una velocitat en la classificació per el reconeixement de l'objecte.

Així doncs el que fa el detector es rastrejar la imatge que un cop darrera l'altre canviarà les posicions, les mides etc. I el que estarà buscant serà on probablement no estigui l'objecte, es a dir les porcions de la imatge on segurament no hi sigui l'objecte. Al tractar-se de una cascada de classificadors, el que es farà es dir si aquella regió es candidata, si no ho es quedarà descartada però en el cas que passi passarà al següent classificador, i en el cas que passi tots, serà classificat com objecte.

Cal dir que el sistema de Viola and Jones està proposat per una cascada de 38 classificadors, que reuneix i busquen 6060 característiques per la detecció de cares. Dintre d'aquesta etapa es considera el primer classificador com el que més no objectes detecta, eliminant el 50% de les imatges i encertant el 100% de objectes. Les següents etapes estan perfeccionades per obtindre una major selecció en la detecció reunint 25 i 50 característiques respectivament.

És en aquest punt on es comprovarà si els mateixos resultats obtinguts per el reconeixement facial en imatges de persones reals poden ser obtinguts en obres d'art, es compararan els resultats que s'obtenen en l'article de Viola and Jones amb l'anàlisi que es farà aplicant el sistema dintre de la base de dades d'obres d'art, utilitzant les mateixes característiques, classificadors. També es podrà utilitzar noves característiques e implementar un nou rang de classificadors per realitzar l'estudi.

Per poder aplicar correctament els mètodes s'ha utilitzat la llibreria LIBSUNAI[ref5] creada per Xavier Barò Solè, professor e investigador de la UOC.

Es farà un estudi i quantificació de resultats aplicant aquest detector a una base de dades d'obres d'art disponible a la xarxa. Un cop finalitzat aquest s'ha fet un estudi en obres més actuals i estils més abstractes que els clàssics de segles passats.

Experiments

Base de dades

Un cop proposats els mètodes es passa a realitzar l'estudi i anàlisi, com hem dit abans s'ha utilitzat la base de dades[ref6] disponible amb les següents característiques.

Aquesta base de dades ens permet tindre un catàleg de totes les obres d'art de les que està composta en format Excel el que ens ha permès una millor gestió del treball organitzatiu de la base de dades en termes de iteració amb la llibreria.

La base de dades esta composta de quasi 30 mil obres, però pel cas d'estudi em aplicat només obres d'art que siguin pintures i portraits es a dir retractes. El que ens permet tindre millors resultants per els detectors empleats.

En principi doncs aquesta classificació pensada només per retractes amb una cara només no ha sigut del tot idíl·lica, degut a que dintre de la base de dades la classificació de retractes no es perfecte, el que vol dir que dintre de les 3220 obres analitzades n'hi han un cert nombre de obres que hi apareixen 2 o més cares. Tot i així em trobat interessant comptabilitzar l'anàlisi d'aquestes obres afegint un nou tret en l'estudi del sistema per obres d'art, que és com reacciona en obres amb 2 o més cares.

Per altre banda per la segona part del estudi s'han utilitzat només 150 obres de autors més contemporanis, fent una petita mostra per veure els indicis de resultats per obres més properes al nostre temps actual.

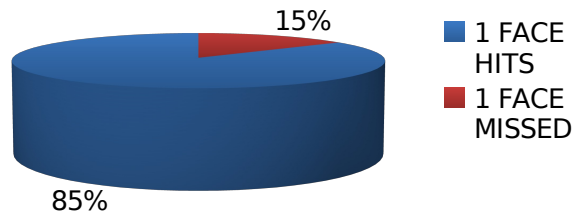
Resultats

A continuació es mostren els resultats obtinguts primer per la base de dades de 3220 obres, dividit primer en l'estudi per obres on només apareix 1 cara. On es quantifica el nombre de encerts a l'hora de trobar la cara (HIT), el nombre de errades per trobar la cara (MISS), i si n'hi ha falsos positius (FALSE), que és quan detecta una cara on no n'hi ha cap.

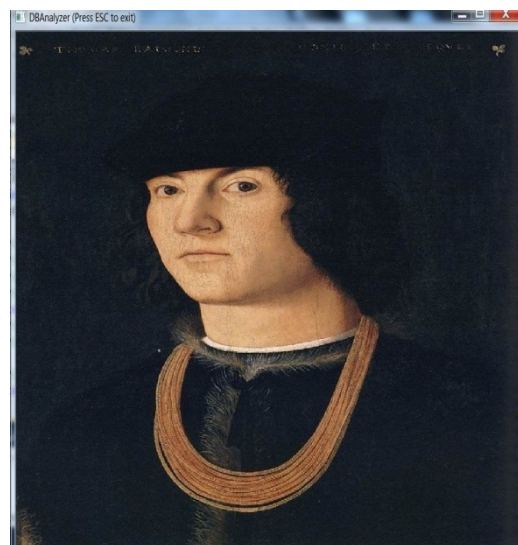
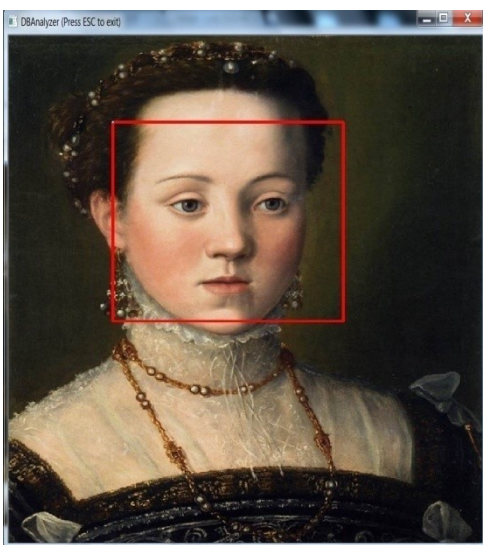
PORTRAITS 1 FACE	1 FACE HITS	1 FACE MISSED	1 FACE FALSE
2651	2258	393	1201

Del total de 3220 obres d'art analitzades es troben 2651 que només tinguin 1 cara localitzable. D'aquestes 2651 en 2258 el sistema ha detectat la cara que hi havia i en 393 no ho ha aconseguit el que ens deixa un percentatge d'encert del 85% contra un 15% d'errada.

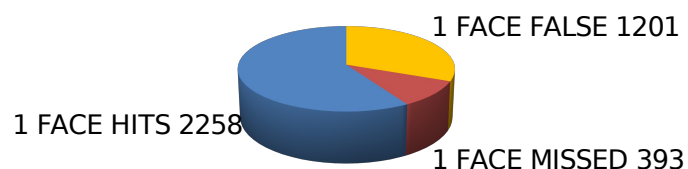
1 Face Portraits



En la següents imatges podem observar: una mostra de un encert a una obra on només hi ha una cara i una mostra on hi ha una cara i no la aconsegueix reconèixer. El que seria comptabilitzat com HIT (encert) i MISS (errada).



Però a l'hora de detectar cares pot succeir que en reconeix on no n'hi ha, això ens dona un total de 1201 falsos positius, en un total de 2651 obres analitzades. Veure gràfic per apreciar el volum de falsos en contraposició de deteccions.



Com a mostra de falsos positius podem veure les següents imatges que es mostren a continuació on petit detalls son mal interpretats pel detector. Ambos son considerats HITS perquè reconeixen la cara però també son

comptabilitzats com FALSE, degut a que confon aquests detalls de la pintura amb cares.

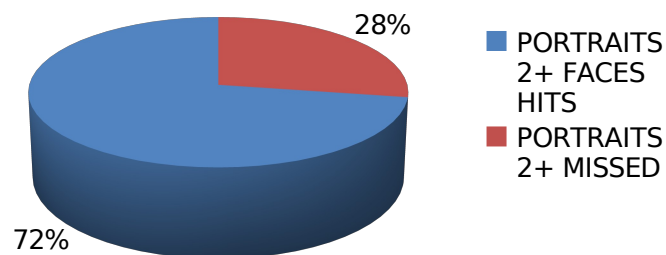


Un cop analitzada aquesta primera part es mostren els resultats que s'obtenen per la segona quantificació de la base de dades de 3220 obres on es mesuren les obres on apareixen 2 o més cares amb els mateixos paràmetres que el primer estudi: HIT, MISS i FALSE. Seran les 493 obres restants del total.

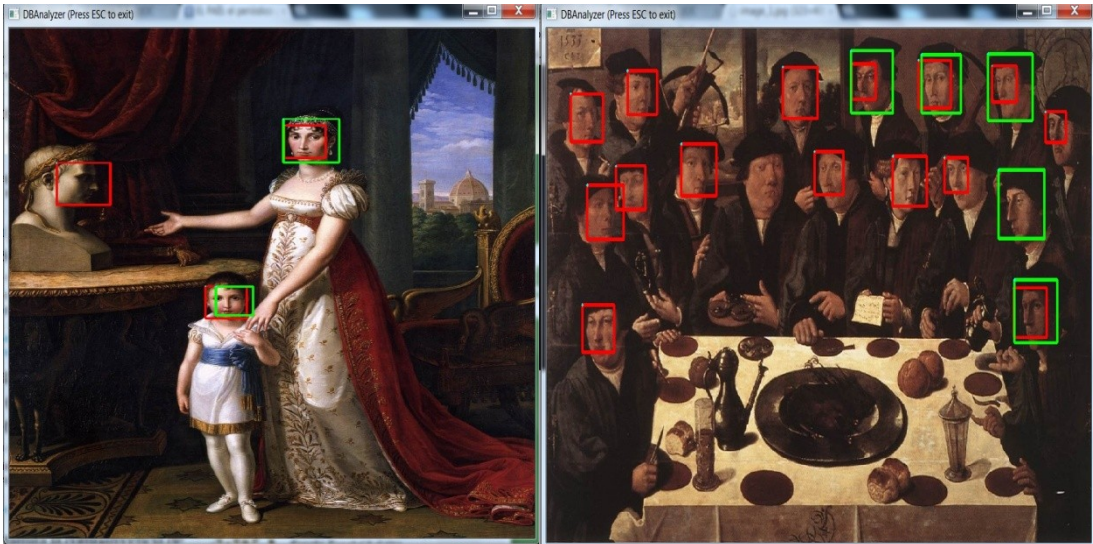
PORTRAITS 2+ FACES			
493			
NUMBER OF FACES	PORTRAITS 2+ FACES HITS	PORTRAITS 2+ MISSED	2+ FALSE
2082	1507	575	397

I tenim que dintre de les 493 obres escanejades ens trobem amb més de 2 mil cares, en concret 2082 on el sistema aconsegueix reconèixer 1507 per 575 on no hi pot detectar la cara. Això ens deixa un percentatge d'èxit de 72% vers un 28% d'error.

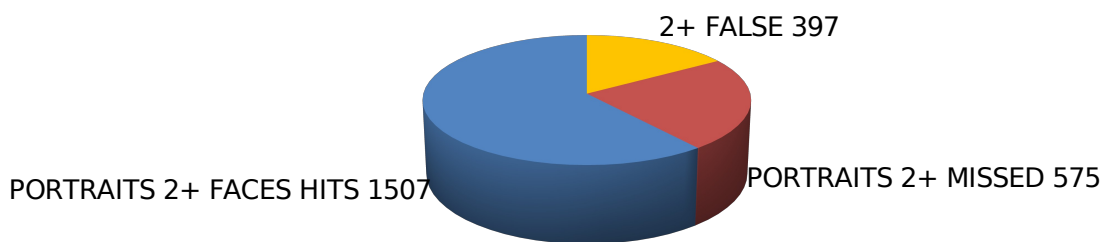
2+ Faces Portraits



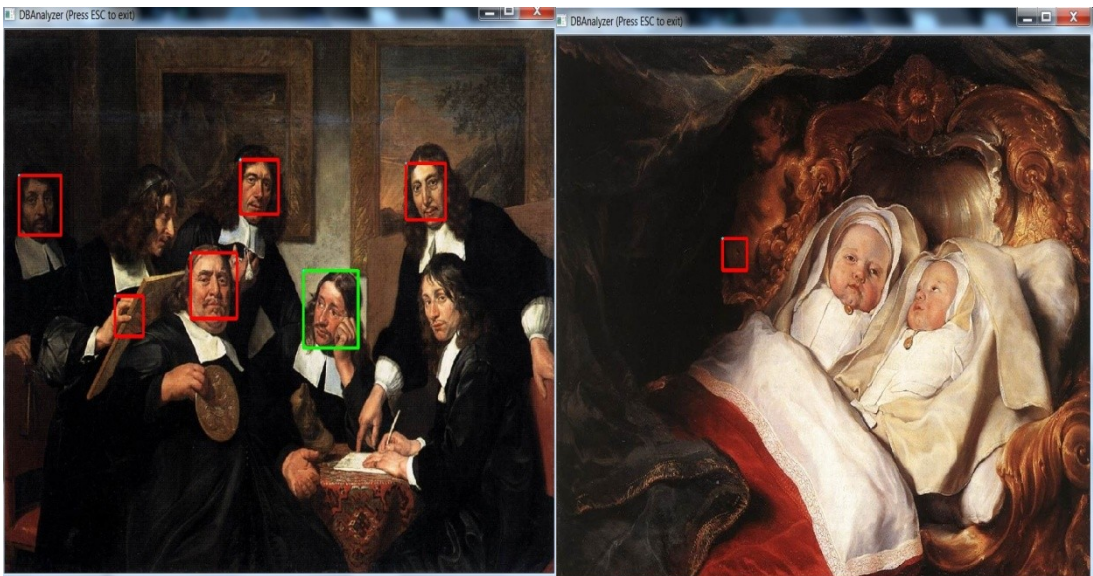
Les obres amb 2 o més cares poden variar en nombre de deteccions a realitzar, ens podem trobar amb obres on es tenen que detectar un gran nombre fins a 20 o més cares amb una complicació elevada degut a la magnitud de la pintura o només n'hi apareixen 2 amb molta claredat però amb riquesa de detalls com per exemple una escultura en forma de cara.



En aquest cas el nombre de falsos positius es situa en 397 en obres on hi havia 2082 cares per reconèixer. Aquí podem observar el contrast entre Encerts i falsos positius.



En obres més grans on la pintura creix en detalls acostuma a haver-hi falsos positius acompanyats de no reconeixements on la situació ho demanava. Aquí podem veure dos exemples on en una obra gran detecta un nombre de cares alt, però alhora es deixa reconeixement i crea un fals positiu. Mentre que en la obra on apareixen 2 nens nadons els passa per alt i fa un fals positiu en un detall de la pintura.



Discussió

Partint del primer anàlisi ens trobem que els números són per un nombre de 2651 obres amb 1 cara tenim un taxa d'encert del 85%. El sistema en que ens basem com hem dit és el detector creat per Viola and Jones [ref3] el qual està pensat per imatges amb cares frontals i de perfil on tomarem com a mesura per comparar amb el nostre estudi el test del MIT+CMU[ref7] que va passar i està publicat dintre del seu article. On té uns resultats del 94,1% d'encert per 422 falsos positius en una base de dades de 130 imatges on hi ha 507 cares. Aquesta taxa de 94% es mostra gairebé estable a partir dels 200 falsos positius segons els seus resultats, de mode que el que ens trobem nosaltres potser es una corba molt més extensa per podem pujar el percentatge d'encerts, ho podem comprovar mirant el percentatge que tenim en obres de 2 o més cares on a l'anàlisi de 493 obres tenim un encert del 72%.

Entrant en el detall dels falsos positius, com hem dit els resultats obtinguts en el test del MIT+CMU que va obtindre el detector Viola and Jones són de 422 quan la taxa arriba al 94%, considerant una base de dades de 130 imatges amb 507 cares. Aquesta mostra resulta petita en comparació al estudi realitzat en les obres d'art que ens pertany però tenint en compte que el sistema ens ha donat un total de 1201 falsos positius per 2258 cares la taxa es mostra inferior a la que van obtenir al test. Però en aquest test les imatges que van tindre que escanejar eren grups, es a dir, amb 2 o més cares a detectar. Per això la nostra comparació equivalent podria ser amb 2 o més cares en obres d'art on obtenim uns resultats de 397 falsos positius en 493 obres analitzades, es aquí on si que podem dir que els resultats son semblants i per tant molt interessants.

Si ens entrem a veure els detalls de perquè o quan comet errades el detector en pintures, per exemple en retractes d'una cara em observat que quan l'obra guanya en riquesa, es a dir per exemple un Home o una dona de cos sencer a una sala pot detectar falsos positius en els petits detalls com els mobles que hi havia a la cambra o els vestits que portaven les dones en aquell moment. D'altra banda a l'hora de no detectar una cara en un retracte el cas mes recurrent ha sigut quan ens trobem una cara completament de perfil, es a dir només es mostra un ull, una orella, la meitat de la boca i meitat del nas. En aquest cas n'hi ha hagut una gran quantitat de no deteccions. Les pintures mes antigues acostumaven a realitzar aquest tipus de retracte per això seria un aspecte molt important a implementar en la millora del detector.

Dintre dels casos especials podem nombrar quan apareix gent amb poca llum al rostre, es a dir en una ombra o gent de color negre, el detector ha tingut grans dificultats a reconèixer-los, això potser degut a les condicions lumíniques de l'obra. També com a cas interessant trobem que quan apareixen nens a l'obra ha sigut més costos i amb menys probabilitat d'encert que quan son persones adultes, tenint una mida de la cara més petita i una definició d'ulls, nas i faccions més suavitzada, ens trobem que el detector perd característiques en aquests detalls per poder realitzar l'anàlisi amb més seguretat.

Entrant en detall per les obres de grup, on apareixen 2 o més cares, ens trobem amb problemes semblants als que te el detector Viola and Jones quan passa el test del MIT+CMU, una taxa de falsos positius en obres on hi

ha 2 o més cares quasi equivalent al increment de obres analitzades. A les obres d'art podem veure grans obres on apareix molta gent, de diferents edats com per exemple retractes de família, molts canvis de llum, interiors, paisatges, escultures pintades, miralls etc. El detector es pot confondre en aquests detalls però la taxa que te d'encert es molt millorable encara, i és l'aspecte on es tenen que implementar les millores. Que seran les mateixes que es poden aplicar per obres individuals, però potser per exemple aplicar nous filtres quan el reconeixement superi més d'un nombre de cares detectades podria ajudar en obres on la quantitat de cares i detalls es converteix en un problema per el sistema.

Conclusions

Em pogut observar com responen els millors sistemes actuals per reconeixement facial en imatges aplicant-los en una base de dades d'obres d'art de 3220 pintures. L'anàlisi ha llençat uns resultats amb un percentatge de positius inferior al màxim rendiment que ofereixen els detectors en imatges reals. Tot i així podem considerar que el percentatge d'encerts es força elevat i a mesura que es vagi millorant es podrà acostar a la taxa que s'obté en imatges reals. En el cas dels falsos positius estem parlant també d'un nombre que s'acosta als nivells obtinguts en tests realitzats pels detectors, però també n'hi haurà que oferir millores en aquest apartat com les que hem comentat a la secció de discussió d'aquest paper i que seran més específiques pel que pertany a pintures, on trobem una complexitat de detalls que moltes vegades porten a equivocar al sistema.

Així doncs, es important recordar que el sistema Viola and Jones està pensant per cares frontals i de perfil, els seus anàlisi van ser fets en bases de dades on les imatges eren quasi exclusivament una cara frontal on van obtindre els millors resultats per el que pertany a sistemes de reconeixement facial. Així doncs el que mostrem a aquest estudi no son els paràmetres ideals per la detecció de la que van pensar quan van crear el sistema. Tenim obres d'art en forma de pintura amb una línia de temps que va des de el 1300 al 1900, diferents autors, diferents estils, obres amb 1 cara i obres grans amb molta riquesa de continguts on el detector te que analitzar una quantitat innumerable de detalls. Això ens dona uns resultats amb molta riquesa per poder comprendre que els sistemes si estan en el bon camí per poder reconèixer obres d'art amb la mateixa taxa que es te ara mateix per reconeixement facial en imatge i vídeo, però cal a dir que necessitaran de millores per poder arribar als mateixos resultats i considerar el problema resolt com és el reconeixement facial en imatge i vídeo.

Referències

1. Learning OpenCV Computer Vision with the OpenCV Library [Gary Bradski, Adrian Kaehler] <http://opencv.willowgarage.com/wiki/> Wiki d'accés al recursos de la llibreria OpenCV, on es pot descarregar, consultar informació i entrar al fòrum.
2. <http://opencv.willowgarage.com/wiki/FaceDetection> Reconeixement facial utilitzant la llibreria OpenCV.
3. Robust Real-time Object Detection [Paul Viola & Michael Jones]. An Extended Set of Haar-like Features for Rapid Object Detection[Rainer Lienhart and Jochen Maydt].
4. <http://www.yorku.ca/gisweb/eats4400/boost.pdf> Introducció a Adaboost per Yoav Freund i Robert E. Schapire
5. <http://xbaro.github.com/LibSUNAI/> Web de la llibreria LIBSUNAI.
6. <http://www.wga.hu/index1.html> Base de dades obres d'art.
7. http://vasc.ri.cmu.edu/idb/html/face/frontal_images/ Base dades MIT+CMU.