



الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة الشهيد حمه لخصر بالوادي



قسم الهندسة الكهربائية

كلية التكنولوجيا

مذكرة تخرج

لنيل شهادة الماستر في الهندسة الكهربائية

تخصص : أنظمة اتصالات سلكية ولاسلكية

تحت عنوان :

التعرف على الوجه على أساس التحليل

متعدد الأبعاد

- إعداد الطلبة :

- حدانة أسامة

- بالعيد عبد الحق

- تحت إشراف :

الدكتور حتيري مسعود

لجنة المناقشة :

رئيس اللجنة: د/ أجقو رياض

مناقش : د/ اللبي ياسين

2021 / 2020

اهداء

نهدى هذا العمل المتواضع

الى والدينا العزيزين

الى اخوتنا و اخواتنا

الى اقاربنا و اصدقائنا

والى كل من ساعدنا من قريب أو بعيد لإنجاز هذه المذكرة

شكر وتقدير

نحمد الله سبحانه وتعالى ونشكره الذي بعونه أتممنا إنجاز مذكرتنا .

نشكر أعضاء اللجنة الكريمة لتكريس جزء من وقتهم في مراجعة عملنا.

كما نخص بالشكر مؤطرنا الفاضل الأستاذ الدكتور "حتيري مسعود" على

دعمه لنا ونصائحه القيمة ولطف تعامله.

نشكر أيضا الأساتذة الذين قاموا بتدريسنا خلال المسيرة الجامعية.

وفي الأخير نشكر كل من كان يدعمنا ولو معنويا من قريب أو بعيد

وأیضا من كان ينتقدنا لأنه ما زادنا إلا عزيمة وإصرارا.

الملخص

في العقود الاخيرة، تلقى القياسات الحيوية الكثير من الاهتمام بسبب الحاجة المتزايدة باستمرار لمصادقية الهوية. ومن بين الطرائق البيومترية المختلفة، يقدم الوجه مزايا تنافسية للحصول على بيانات الوجه ، التي تساعدنا على معرفة الأشخاص و التي تستعمل من أجل تحديد الهوية و في الأشياء الأمنية مثل (قفل الهاتف،البنوك،المصانع.....الخ) ، نقوم بدراسة برنامج التعرف على الوجه لكي يقوم بتحديد و التعرف على الوجوه الأشخاص الذين قمنا بحفظهم في قاعدة البيانات لكي يتم التمييز بين العامل و الشخص الغريب ، و قد ساعد هذا البرنامج في أن يحقق لنا نتائج دقيقة و جيدة التي أدت الى اعتمادنا على هذا البرنامج بشكل كامل.

الكلمات المفتاحية: التعرف على الوجوه ، تحديد الهوية.

Résumé

Au cours des dernières décennies, la biométrie a fait l'objet d'une grande attention en raison du besoin sans cesse croissant d'authentification de l'identité. Parmi les différentes méthodes biométriques, le visage offre des avantages concurrentiels pour l'obtention de données faciales, ce qui nous aide à connaître les personnes qui écoutent l'identification et la sécurité telles que (serrure de téléphone, banques, usines Etc., nous étudions le programme de reconnaissance faciale pour identifier et reconnaître les visages des personnes que nous avons enregistrées dans la base de données afin de faire la distinction entre le travailleur et l'étranger, et ce programme a aidé à obtenir des résultats précis et bons qui ont conduit à notre pleine confiance dans ce programme.

Les mots clés: Reconnaissance faciale, identification

الفهرس

الاهداء

شكر وتقدير

المخلص.....	(أ)
قائمة الأشكال.....	(ح)
قائمة الجدوال.....	(ي)
الاختصارات.....	(ك)

المقدمة العامة..... 1

1. الفصل الأول: نظرة شاملة على مفاهيم و تقنيات التعرف على الوجه

1.1 مقدمة.....	2
2.1 مفهوم نظام التعرف على الوجه.....	2
3.1 الاستخدامات المفيدة لتقنية التعرف على الوجه.....	2
4.1 تاريخ نظام التعرف على الوجه.....	3
5.1 خوارزمية نظام التعرف على الوجه.....	3
1.5.1 المحيط الخارجي الفزيائي.....	4
2.1.5 تخزين الصور.....	4
3.5.1 المعالجة الأولية.....	5
4.5.1 استخراج الوسائط.....	5
5.5.1 التصنيف.....	5
6.5.1 التعلم.....	5
7.5.1 القرار.....	5
6.1 أنواع تقنية التعرف على الوجه.....	5
1.6.1 صورة ثنائية الأبعاد.....	6

6	2.6.1 صورة ثلاثية الأبعاد
8	7.1 الصعوبات التي تواجه تقنية التعرف على الوجه
9	8.1 مخاطر تقنية التعرف على الوجه
9	1.8.1 التعدي على الخصوصية
9	2.8.1 عدم الدقة في تحديد الهوية
9	9.1 الخاتمة
2. الفصل الثاني: تقنيات التعرف على الوجه	
10	1.2 مقدمة
10	2.2 التعرف على الوجه
11	3.2 خوارزمية التعرف على الوجه
11	1.3.2 الأساليب الشاملة
12	2.3.2 الأساليب المحلية
13	3.3.2 الأساليب المختلطة
14	4.2 تقنية التعرف على الوجه ثنائية الأبعاد
15	1.4.2 الأسلوب الشامل
15	2.4.2 النهج الشامل
15	1.2.4.2 التثنيات الخطية
16	2.2.4.2 التقنيات الغير خطية
16	3.4.2 النهج المحلي
17	1.3.4.2 الأساليب القائمة على الخصائص المحلية
18	2.3.4.2 الطرق المحلية المبنية على مظهر الوجه
23	5.2 تقنية تعرف على الوجه ثلاثية الأبعاد
24	1.5.2 النهج النموذجي
24	2.5.2 مناهج شاملة

24	1.2.5.2 أقرب نقطة تكرارية.....
25	2.5.2.2 الفضاء الفرعي (LDA و PCA).....
25	3.2.5.2 المسافة من هاوسدورف.....
26	4.2.5.2 نموذج قابل للتشوه.....
27	3.5.2 النهج المحلية.....
27	1.3.5.2 الطرائق المستندة الى الوصفات.....
27	2.3.5.2 أساليب قائمة على المنطقة.....
27	3.3.5.2 الأساليب القائمة على حساب المنحنى.....
28	4.3.5.2 الأساليب القائمة على حساب النقطة.....
29	5.3.5.2 أساليب تقوم على دمج خصائص متعددة.....
30	6.2 خاتمة.....

3. الفصل الثالث: برنامج التعرف على الوجوه بالأسلوب الشامل

31	1.3 المقدمة.....
31	2.3 قياس جودة الصورة.....
31	3.3 وقت الحساب.....
32	4.3 اختيار الصورة.....
35	5.3 خوارزمية البرنامج.....
36	6.3 النسبة القصوى للإشارة بالنسبة للضجيج "PSNR" في حالة دخول العامل رقم 16 الى المؤسسة.....
37	7.3 زمن الحساب لتشغيل برنامج التعرف على الوجوه.....
37	8.3 النسبة القصوى للإشارة بالنسبة للضجيج "PSNR" في حالة دخول شخص غريب الى المؤسسة.....
38	9.3 خاتمة.....
39	خاتمة عامة.....
40	المراجع.....

قائمة الأشكال

- الشكل 1.1 عملية نظام التعرف على الوجه..... 4
- الشكل 2.1 التعرف على الوجه على صورة ثنائية الابعاد [10]..... 6
- الشكل 3.1 مسح كروي للتعرف على الوجه بدون شعر. عرض ثلاثي الأبعاد [13]..... 8
- الشكل 1.2 تدهور قدرة النظام البصري البشري على تمييز الوجوه عند عدم رؤية الوجوه في حالتها الطبيعية..... 10
- الشكل 2.2 تصنيف الخوارزميات الرئيسية المستخدمة في التعرف على الوجه..... 11
- الشكل 3.2 المسافات بين النقاط المميزة..... 13
- الشكل 4.2 وصف بناء SIFT..... 19
- الشكل 5.2 ميزات MB-LBP التي اقترحها تشانغ وآخرون [64]..... 20
- الشكل 6.2 سلسلة تنفيذ طريقة "فيولا*جونز"..... 22
- الشكل 1.3 صورة رقم 1 الحجم 92x122 بيكسل..... 32
- الشكل 2.3 صورة رقم 2 الحجم 92x122 بيكسل..... 32
- الشكل 3.3 صورة رقم 3 الحجم 92x122 بيكسل..... 33
- الشكل 4.3 صورة رقم 4 الحجم 92x122 بيكسل..... 33
- الشكل 5.3 صورة رقم 5 الحجم 92x122 بيكسل..... 33
- الشكل 6.3 صورة رقم 6 الحجم 92x122 بيكسل..... 33
- الشكل 7.3 صورة رقم 7 الحجم 92x122 بيكسل..... 33
- الشكل 8.3 صورة رقم 8 الحجم 92x122 بيكسل..... 33
- الشكل 9.3 صورة رقم 9 الحجم 92x122 بيكسل..... 34
- الشكل 10.3 صورة رقم 10 الحجم 92x122 بيكسل..... 34
- الشكل 11.3 صورة رقم 11 الحجم 92x122 بيكسل..... 34
- الشكل 12.3 صورة رقم 12 الحجم 92x122 بيكسل..... 34
- الشكل 13.3 صورة رقم 13 الحجم 92x122 بيكسل..... 34

- الشكل 14.3 صورة رقم 14 الحجم 92x122 بيكسل 34
- الشكل 15.3 صورة رقم 15 الحجم 92x122 بيكسل 35
- الشكل 16.3 صورة رقم 16 الحجم 92x122 بيكسل 35

قائمة الجداول

- الجدول 2.1 الصفات المستخدمة لتحديد الوجه عن طريق الطريقة المحلية..... 12
- الجدول 2.2 مقارنة الأساليب القائمة على الخصائص المحلية أو العالمية..... 14
- جدول 1.3: النسبة القصوى للإشارة بالنسبة للضجيج "PSNR" في حالة دخول العامل رقم 16 الى المؤسسة..... 36
- جدول 2.3: الزمن المستغرق للبرنامج للتعرف على وجه شخص..... 37
- جدول 3.3: نسبة القصوى للإشارة بالنسبة للضجيج "PSNR" في حالة دخول شخص غريب الى المؤسسة..... 38

الاختصارات

ACP Analyse des Composantes Principales (EigenFace)

ADL Analyse Discriminante Linéaire

ICA Independent Component Analysis

EPGM Elastic Bunch Graph Matching

LG-ACP Log Gabor ACP

LDA Linear Discriminate Analysis

LFA Local Feature Analysis

ترجمة الاختصارات

ACB تحليل المكون الرئيسي

ADL تحليل التمييز الخطي

ICA تحليل مكونات المستقلة

EPGM مطابقة الرسم البياني حزمة مرنة

LG-ACP ACP سجل قابور

LDA تحليل تمييز الخطي

LFA تحليل الميزات المحلية

المقدمة عامة

زاد استخدام تقنية التعرف على الوجه بقوة خلال الفترة الماضية من قبل الكثير من الدول في مجالات عديدة ، فأصبحت هذه التقنية الأداة الأكثر أماناً على مستوى الدول أو المؤسسات أو على المستوى الشخصي حيث تُعتبر هذه التقنية من الأنظمة الحديثة لتحديد هوية الأشخاص في الصور الرقمية أو إطار الفيديو وهناك طرق متعددة لعمل هذه الأنظمة ، ولكنها تتمثل بشكل عام بالخوارزمية التالية.

إلقاء نظرة على الصورة وتحديد مواقع الأشخاص بداخلها

التركيز على كل وجه والقدرة على التعرف عليه مع اختلاف درجة دورانها أو درجة الإضاءة.

اكتشاف السمات الخاصة بكل وجه مثلاً أن يحتوي الوجه على عيون صغيرة أو كبيرة، أنف كبير أو صغير، وذلك لكي يتم تفريقه عن الآخرين

مقارنة السمات الخاصة بكل وجه مع مجموعة من الصور المخزنة تعرف بقاعدة البيانات وذلك لكي يتم التعرف على العامل من غير العامل

نلاحظ أن خطوات هذه الخوارزمية تشبه الى حد ما الخطوات التي يستخدمها الإنسان في التعرف على شخص معين ولكن الإنسان يستطيع القيام بذلك بكل سهولة لأنه معتاد على رؤية الأشخاص يومياً مقارنةً مع الحاسوب لذلك يجب تعليمه خطوة بخطوة بشكل منفصل ليقوم بهذه المهمة.

الفصل الأول: نظرة شاملة على مفاهيم و تقنيات التعرف على الوجوه

1.1 مقدمة :

تعد تقنية التعرف على الوجوه أحد تطورات العصر الحديث يتم من خلالها التعرف على الشخص عن طريق الوجه (المسافة بين العيون-عرض الانف-عمق العين-شكل عظام الخد)، هذه المعالم تقاس بواسطة البرنامج وتترجم إلى شيفرات رقمية تسمى بصمة الوجه وتستخدم لتمثيل الوجه في قاعدة البيانات. كما أصبحت هذه التقنية تعمل بثلاثية الابعاد في وقتنا الحاضر.

في هذا الفصل سنتحدث على الفائدة من التعرف على الوجه و مكان استخدامها و الصعوبات التي واجهتها.

2.1 مفهوم نظام التعرف على الوجه :

عبارة عن نظام قادر على تحديد الهوية والتحقق من الأشخاص، من خلال مقارنة وتحليل أنماط مختلفة على أساس ملامح الوجه، فيساعد على تحديد وتمييز الوجوه البشرية من صورة أو فيديو. ويستخدم نظام التعرف على الوجه في مجموعة متعددة من المجالات، إلا أن أبرز هذه الاستخدامات يظهر في الأغراض الأمنية [1]

3.1 الاستخدامات المفيدة لتقنية التعرف على الوجه

يستخدم ملايين الناس التعرف على الوجه لتأمين هواتفهم المحمولة ووضع علامات على الصور، وهناك أمثلة لا حصر لها على كيفية حد هذه التقنية من الاحتيال المالي في البنوك ومنع الأخطاء الطبية في المستشفيات وحماية الشركات الصغيرة من السرقة وتحسين الأمن في المطارات وغيرها .

كذلك من الفوائد المهمة لها هو تحديد هوية المفقودين من الأطفال، على سبيل المثال، تشتهر الهند بوجود أعداد كبيرة من الأطفال المفقودين، ففي السنوات الخمسة الأخيرة تم تسجيل فقدان 250000 ألف طفل، ولهذا السبب، أنشأت الحكومة الهندية قاعدة بيانات تحتوي على صور للأطفال المفقودين واستخدمت تقنية التعرف على الوجه للتعرف على الآلاف منهم [3]

4.1 تاريخ نظام التعرف على الوجه:

التعرف التلقائي على الوجه هو مفهوم جديد نسبيا. تم تطوير أول نظام شبه آلي للتعرف على الوجه في الستينات، مما يتطلب تحديد موقع العينين والأذنين والأنف والفم على الصورة: والتقاط المسافات والنسب المحسوبة عند نقطة مرجعية مشتركة، والتي تمت مقارنتها بعد ذلك ببيانات الأساسية:

✓ في عام 1970 ميلادي

استخدم **غولديشتاين هارمون و ليسك [4]** واحد وعشرون علامة محددة مثل لون الشعر وسمك الشفاه لمعرفة الوجه. و لكن المشكلة بقت في أن القياسات والمواقع تم حسابها يدويا.

✓ في عام 1988 ميلادي

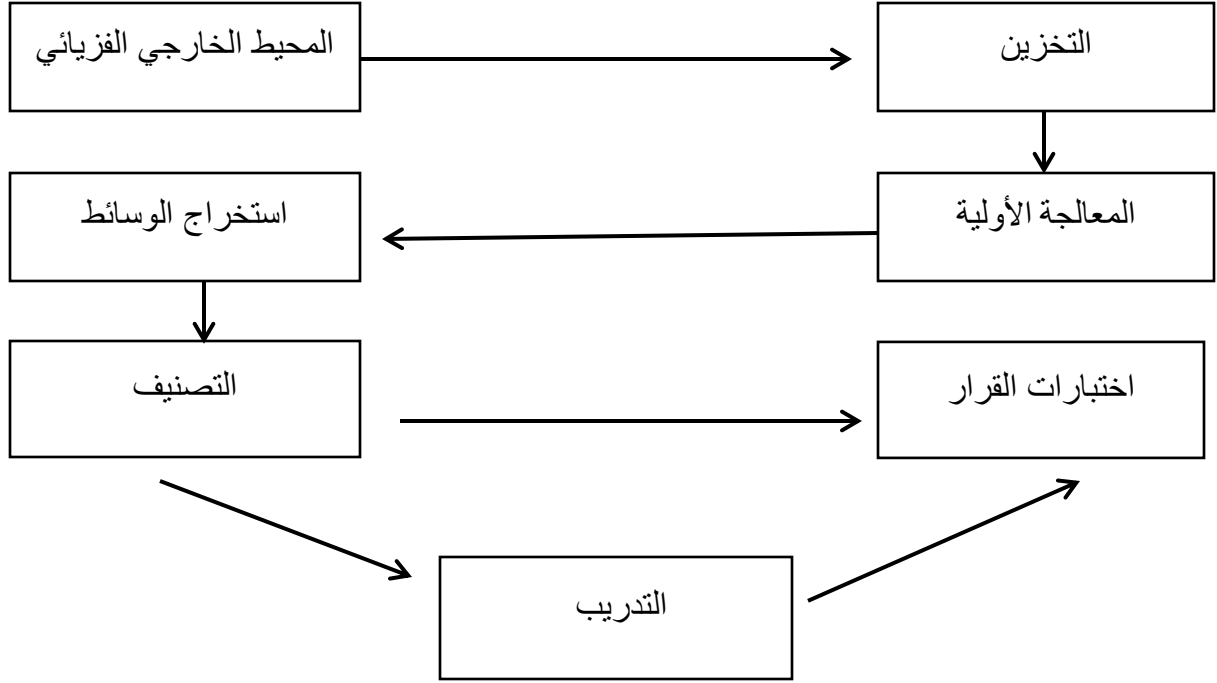
قام **كيربي وسيروفيتش [5]** بتطبيق تحليل المكون الرئيسي (ACP) وهو أسلوب الجبر الخطي القياسي في تحديد هوية الوجوه.

✓ في عام 1991 ميلادي

اكتشف **ترك و بنتلند [6]** أنه عند استخدام تقنية (ACP) يمكن استخدام الخطأ المتبقي للكشف عن الوجه في صورة ، وهو اكتشاف سمح بالتعرف التلقائي على الوجه في الوقت الحقيقي. وعلى الرغم من أن هذا النهج محدود بعض الشيء بسبب العوامل البيئية، فإنه قد أوجد مع ذلك اهتماما كبيرا بتعزيز تطوير تكنولوجيات التعرف التلقائي على الوجه. تم اختبار هذه التكنولوجيا في يناير 2001 خلال المباراة النهائية لبطولة كرة القدم الأمريكية عن طريق التقاط صور المراقبة ومن ثم مقارنة قاعدة البيانات الرقمية [7]. و في الوقت الحالي يتم استخدام هذا النظام في عدة مجالات.

5.1 خوارزمية نظام التعرف على الوجه :

أنظمة التعرف على الوجه هي أنظمة آلية قادرة على تحديد الأفراد على أساس خصائص الوجه مثل العين وعظام الأنف والشفة والأذن والذقن وغيرها. يتم تحليل هذه الخصائص ومن ثم مقارنتها بقاعدة بيانات موجودة لتحديد هوية الشخص . في نظام التعرف على الوجه ، تتبع الصورة عملية محددة من داخلها لتحديد هوية حامل الوجه. تحتوي هذه العملية على عدة خطوات يمكن توضيحها من خلال الرسم التخطيطي التالي [8]:



الشكل 1.1 عملية نظام التعرف على الوجه

1.5.1 المحيط الخارجي الفيزيائي

المحيط الخارجي الفيزيائي يقصد به قبل الحصول على الصورة. في هذه الخطوة، تؤخذ بعين الاعتبار عموماً ثلاث معايير أساسية: الإضاءة، تباين الوضع، والمقياس. يمكن أن يؤدي اختلاف إحدى هذه المعايير الثلاث إلى صورتين مختلفتين لنفس الشخص ، مما يؤدي الى تحديد هوية مزورة .

2.5.1 تخزين الصور:

وهي العملية التي تسمح بتخزين الصور من المحيط الخارجي الفيزيائي الحقيقي ، يمكن أن تكون هذه العملية ثابتة (مثل الماسح الضوئي) أو ديناميكية (مثل كاميرا) .

3.5.1 المعالجة الأولية:

يمكن أن تتأثر الصورة الخام بعوامل مختلفة مما يؤدي إلى تدهورها ، ويمكن أن تكون صاخبة ، أي تحتوي على معلومات طفيلية بسبب الأجهزة البصرية أو الإلكترونية. للتغلب على هذه المشاكل ، هناك عدة طرق لمعالجة وتحسين الصور ، مثل : التوحيد القياسي ، ومعادلة المدرج التكراري ، الخ..... .

4.5.1 استخراج الوسائط:

مرحلة استخراج الوسائط هي جوهر نظام التعرف على الوجه، الذي ينطوي على معالجة الصورة باستغلال البيانات بشكل أفضل، وبالتالي يسمح فقط باستخدام معلومات مفيدة وتمييزية وغير زائدة عن الحاجة.

5.5.1 التصنيف :

تتكون هذه الخطوة من تصنيف المعلومات المستخرجة من وجه الفرد أو مجموعة الوجوه استناداً إلى خصائصها المشتركة. النموذج هو مجموعة مفيدة وتمييزية وغير زائدة عن الحاجة من المعلومات التي تميز شخصاً أو أكثر من الأشخاص الذين يعانون من أوجه التشابه.

6.5.1 التعلم:

تتكون هذه المرحلة من حفظ المعلومات ، بعد الاستخراج والتصنيف ، في قاعدة بيانات جيدة الترتيب لتسهيل اتخاذ القرار.

7.5.1 القرار:

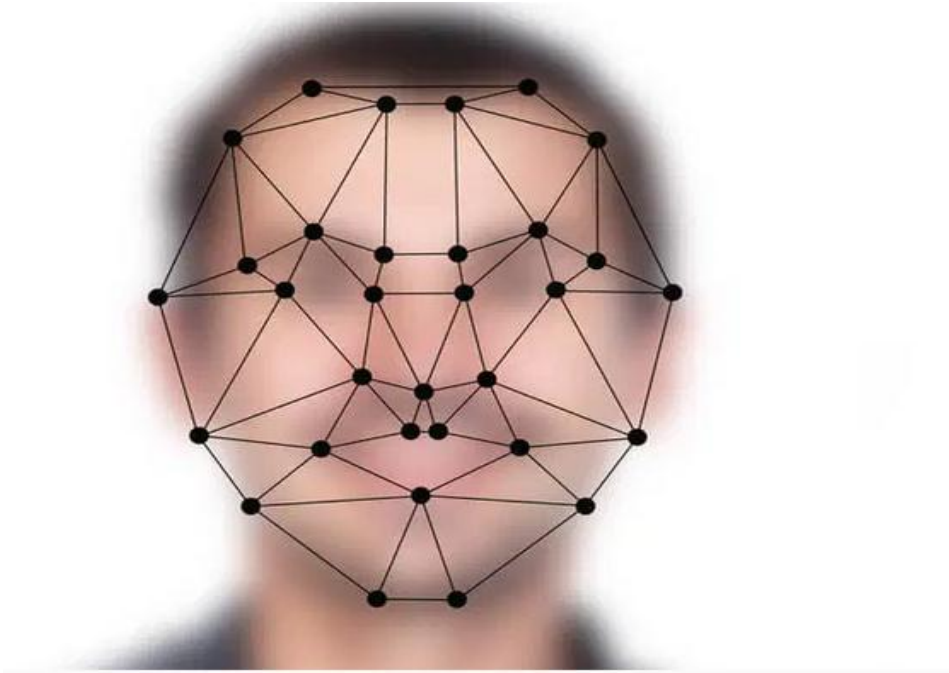
النظام يقرر تحديد هوية الفرد و انتمائه ، وبالتالي فإن القرار هو تتويج للعملية. ويمكن تقييمه من خلال معدل دقة القرار.

6.1 أنواع تقنية التعرف على الوجه:

يقوم نظام التعرف على الوجه بتحديد الوجه عن طريق كاميرات خاصة تكون في الشارع أو في أي مكان اخر ، حيث يضع النظام صور الأشخاص المبحوث عنهم في قاعدة البيانات، ثم يتعرف البرنامج عليهم . و تنقسم تقنية التعرف على الوجه الى نوعين وهما كالآتي:

1.6.1 صورة ثنائية الأبعاد :

استخدمت في الماضي تقنية ثنائية الأبعاد للتعرف إلى الوجوه، من خلال تمييز معالم الوجه بعدد من النقاط (Pixels) (قد بلغت حوالي 80 نقطة تقريبا)، والتي تحدد على سبيل المثال: المسافات بين العينين، وعمق تجويف العين، وعرض الأنف، وشكل عظام الوجه، وطول الفك، ويحول البرنامج نقاط الوجه إلى أرقام تشكل بصمة الوجه، ويقارنها ببصمات الوجوه المحفوظة ضمن قاعدة بيانات البرنامج، غير أن هذه التقنية كانت تتطلب أن يكون الوجه في مواجهة الكاميرا تماما دون أي زوايا تصوير مختلفة، كما كانت قليلة الكفاءة، حيث تتأثر بأي تغيير في الإضاءة، أو تعبيرات الوجه، مما أدى للحاجة إلى تطوير تقنية ثلاثية الأبعاد للتعرف إلى الوجوه [9]



الشكل 2.1 التعرف على الوجه على صورة ثنائية الأبعاد [10]

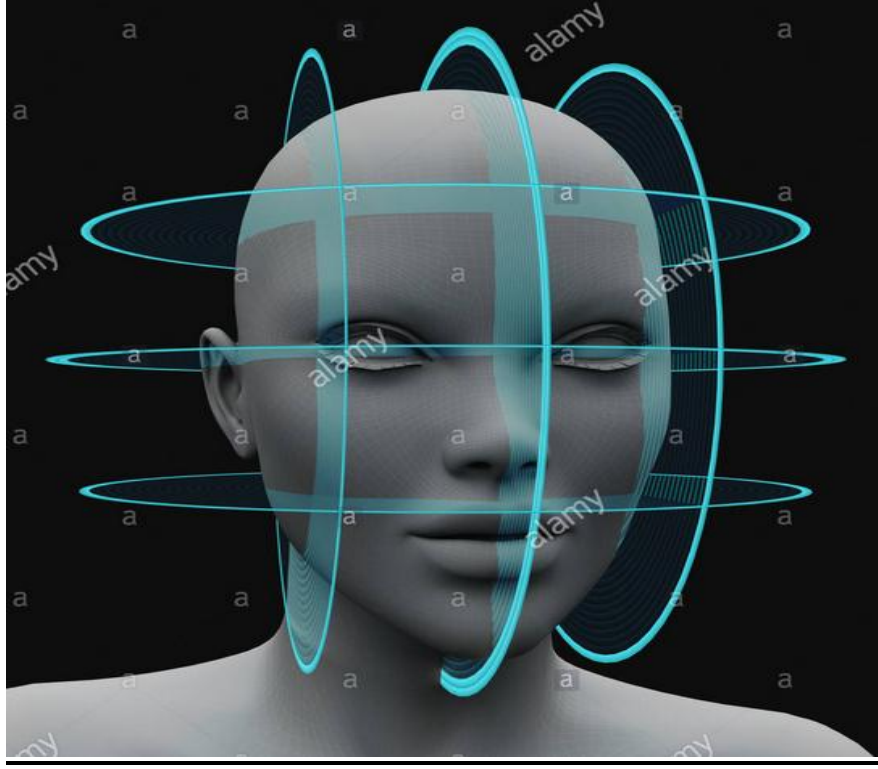
2.6.1 صورة ثلاثية الأبعاد:

يستخلص البرنامج في تقنية التعرف إلى الوجوه ثلاثية الأبعاد المعالم المميزة لوجه الشخص (مثل: منحنيات تجويف العين، والأنف، والذقن) والتي يكون فيها شكل الأنسجة والعظام واضحا، بحيث لا تتغير بمرور الوقت، أو حتى باختلاف الإضاءة في الصورة الثابتة، ويحولها إلى خوارزميات (والخوارزمية هي

مجموعة متسلسلة من الخطوات الرياضية والمنطقية، تهدف للحصول على نتيجة من خلال برمجة الحاسبات [11]

ومن خلال قاعدة بيانات يستطيع البرنامج تحديد هوية الأشخاص، وبالرغم من أن معالم الوجه التي يستخدمها البرنامج لا تتغير بتغير إضاءة الصورة الثابتة؛ غير أن أداء التقنية ثلاثية الأبعاد للتعرف على الوجوه وحدها يتأثر بالسلب مع تغير الإضاءة، لذا تعتبر الصور الثابتة عالية الدقة عاملاً هاماً في تحسين كفاءة البرنامج، حيث يمكن عن طريق دمجها مع تقنية تحليل ملمس الجلد عالي الدقة استخلاص كل بقعة من سطح الجلد -والتي تسمى «بصمة الجلد»- وتحويلها بشكل منفصل إلى أجزاء أصغر، تتم معالجتها رياضياً عن طريق الخوارزميات، ويسجل البرنامج بيانات مثل المسافات المقاسة بين خطوط الوجه، والمسام، وملمس الجلد، وبهذه الطريقة يستطيع التعرف إلى الاختلافات بين التوائم المتماثلة، الأمر الذي لا يزال من الصعب تمييزه باستخدام تقنية التعرف إلى الوجوه ثلاثية الأبعاد وحدها حتى الآن.

من ثم فإن الدمج بين تقنية التعرف إلى الوجوه ثلاثية الأبعاد، وتقنية تحليل ملمس سطح الجلد من شأنه أن يعطي نتائج أكثر دقة بنسبة تتراوح بين (20-25%)، وتشير التوقعات إلى أن قدرات بعض الخوارزميات على التعرف إلى الوجوه وتحديد هوياتها قد تتساوى مع قدرات البشر؛ بل من الممكن أن تتفوق عليها في بعض الأحيان، حيث إن البشر جيّدون في التعرف على هوية الأشخاص المألوفين بالنسبة لهم، لكن ليسوا بارعين تماماً في التعرف إلى هوية الأشخاص غير المألوفين [12].



الشكل 3.1 مسح كروي للتعرف على الوجه بدون شعر. عرض ثلاثي الأبعاد [13]

7.1 الصعوبات التي تواجه تقنية التعرف على الوجوه [14]:

لا تزال هناك العديد من الصعوبات في استخدام أجهزة الكمبيوتر لأداء التعرف التلقائي على الوجه بالكامل ، مثل الاختلافات الموجودة في وجه الإنسان ، وهذا يجعل تقنية التعرف على الوجوه معقدة للغاية ، وهو ما ينعكس بشكل سلبي في الجوانب التالية:

✓ تعابير الوجه معقدة ، ووجه الإنسان له قدرة متنوعة على التغيير ، حيث يوجد أكثر من خمسين عضلة موزعة على وجه الإنسان ، وتؤدي حركة هذه العضلات إلى ظهور تعابير وجه مختلفة ، مما يؤدي إلى تغييرات كبيرة في ملامح الوجه.

✓ يتغير الوجه مع تقدم العمر ، فظهور التجاعيد وارتخاء عضلات الوجه سوف يتسببان في تغيير بنية وملمس الوجه.

✓ هناك إضافات يمكن تغييرها بسهولة على الوجه ، مثل تغيير تسريحة الشعر ، أو إطلاق اللحية ، أو ارتداء القبعات والنظارات وغيرها من الملحقات .

- ✓ إخفاء ملامح الوجه ، وسيؤدي إخفاء الوجه كله أو جزء منه إلى التعرف الزائف.
- ✓ تشويه صورة الوجه ، بسبب الإضاءة المختلفة وزوايا الرؤية وزوايا الالتقاط ، قد يتسبب في تشويه الصورة بالتدرج الرمادي ، وتدوير الزاوية ، وما إلى ذلك ، مما يقلل من جودة الصورة ويزيد من صعوبة التعرف على الوجه.

8.1 مخاطر تقنية التعرف على الوجه

1.8.1 التعدي على الخصوصية

تعد عملية انتهاكات البيانات شائعة جداً هذه الأيام، والمعلومات الشخصية التي يجمعها برنامج التعرف على الوجه ليست محصنة. وقد وجد مركز (بيو) للأبحاث أن 56% من الأمريكيين يثقون بتطبيق القانون لاستخدام التعرف على الوجه بطريقة مسؤولة، في حين لا يثق آخرون بأن البيانات ستستخدم بطريقة أخلاقية أو حتى قد تقع تحت أيدي مجرمين[15].

2.8.1 عدم الدقة في تحديد الهوية:

وهي تعتمد علي مقارنة الوجوه المختارة المراد تأكيد هويتها بالوجوه المحفوظة داخل قاعدة البيانات، ولكن للأسف ابرزت العديد من الدراسات امكانية ان تخطئ الخوارزميات اثناء تحديد الهوية. حيث قامت منظمة الاتحاد الامريكي للحريات المدنية (ACLU) عام 2018 بعمل اختبار لنظام التعرف علي الوجه التابع لشركة امازون وكانت النتائج صادمة حيث حدد النظام بشكل خاطئ 28 عضوا في الكونغرس الامريكي كأشخاص اخرين تم اعتقالهم بسبب جريمة و قد اثارت هذه الدراسة مخاوف من عمليات اعتقال غير قانونية [16].

9.1 خاتمة:

من خلال ما شاهدناه في تقنية التعرف على الوجه أحد تطورات هذا العصر و هي أحد تقنيات الأمنية حيث كانت تعمل بتقنية ثنائية الابعاد تطورت الى تقنية ثلاثية الابعاد والتي تساعدنا على أمان هواتفنا و ممتلكاتنا و تحديد وجوه الدخلاء و الذين يقومون بالبحث عنهم و رغم كل هذا فان هذه التقنية لها بعض العيوب و الصعوبات التي من خلالها يتم سرقة ممتلكاتنا و لهذا يجب بذل جهد كبير لانتاج برنامج أكثر كفاءة لتجاوز كل الصعوبات التي تمر به

الفصل الثاني: تقنيات التعرف على الوجه

1.2 مقدمة

طوال السنوات الماضية تم تطور تقنية التعرف على الوجوه حتى تصبح أكثر دقة سنتحدث في هذا الفصل على حوارزمية التعرف على الوجوه ثم سنتطرق الى تقنية التعرف على الوجوه ثنائية الابعاد و ثلاثية الابعاد.

2.2 التعرف على الوجوه

قد اقترحت العديد من أساليب التعرف على الوجه على مدى السنوات الثلاثين الماضية. التعرف التلقائي على الوجه هو التحدي الذي دفع الكثير من البحوث في مختلف التخصصات: علم النفس والأعصاب والرياضيات والفيزياء وعلوم الكمبيوتر (التعرف على الأشكال والشبكات العصبية ورؤية الكمبيوتر). هذا هو السبب في الأدب على معرفة واسعة والمتنوعة للوجوه.

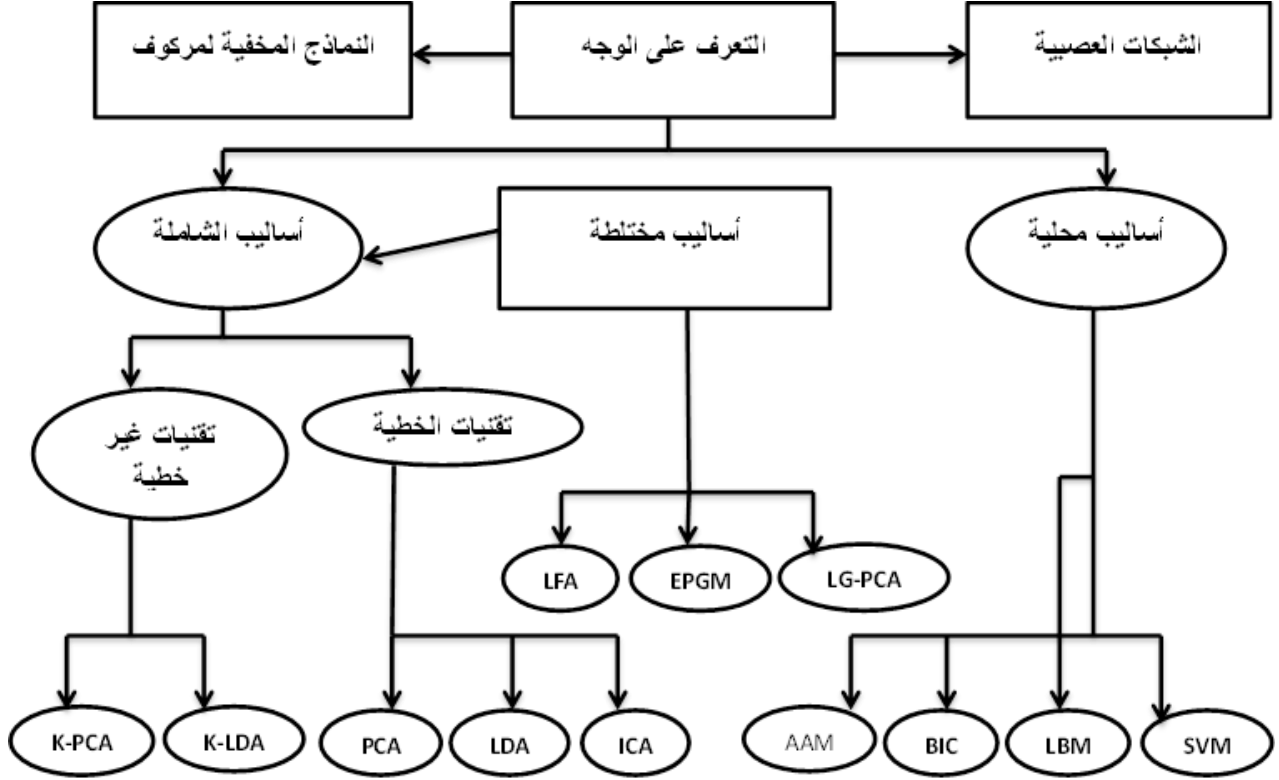
درس أطباء الأعصاب منذ فترة طويلة الآلية التي يعيد الدماغ من خلالها معرفة الوجوه، ويعتقد الكثيرون أن الدماغ ينظر إلى الوجوه بطريقة محددة ومختلفة جدا عن الأشياء البصرية الأخرى. على سبيل المثال، وجدت الدراسات أن دوران صورة الوجه بزواوية 180 درجة يقلل من التعرف أكثر بكثير من دوران مماثل لأي كائن (انظر الشكل 1.2). في العمل المبتكر [17] وقد أظهرت دراسات العال "موسكوفيتش" وآخرون أن أدمغة الرجال تعالج الوجوه والأشياء في مناطق منفصلة، أي يتم التعامل مع الوجوه في منطقة خاصة. وكان هذا النهج مرجعا على مدى العقد الماضي حتى عمل العالم "جيانغيت آل" [18].



الشكل 1.2 تدهور قدرة النظام البصري البشري على تمييز الوجوه عند عدم رؤية الوجوه في حالتها الطبيعية.

3.2 خوارزمية التعرف على الوجه

يمكن تصنيف طرق التعرف على الوجه إلى ثلاثة أساليب رئيسية كما يوضح الشكل (2.2)، الأسلوب الأول يمثل نهج شامل يتم فيه تحليل الوجه (الصورة المنقطة للوجه) بالكامل؛ و الأسلوب الثاني يبرز نهج محلي قائم على محاولة النظام اكتشاف العناصر المختلفة للوجه مثل الأنف والعينين والفم وتجميعها والتعرف عليها؛ وأخيرا، هناك أساليب هجينة تجمع بين الأسلوبين السابقين [19]



الشكل 2.2 تصنيف الخوارزميات الرئيسية المستخدمة في التعرف على الوجه

1.3.2 الأساليب الشاملة

في الأساليب الشاملة يستخدم كامل سطح الوجه كمصدر للمعلومات عند مدخل الخوارزمية ، بغض النظر عن الوجه المحلية مثل العينين و الأنف ، و ما الى ذلك. هذه التقنيات هي ناجحة جدا و درست بشكل جيد. ولكن مشكلة تخزين المعلومات المتستخرجة خلال مرحلة التدريب لا تزال المشكلة الرئيسية لهذه الطريقة [20] [21].

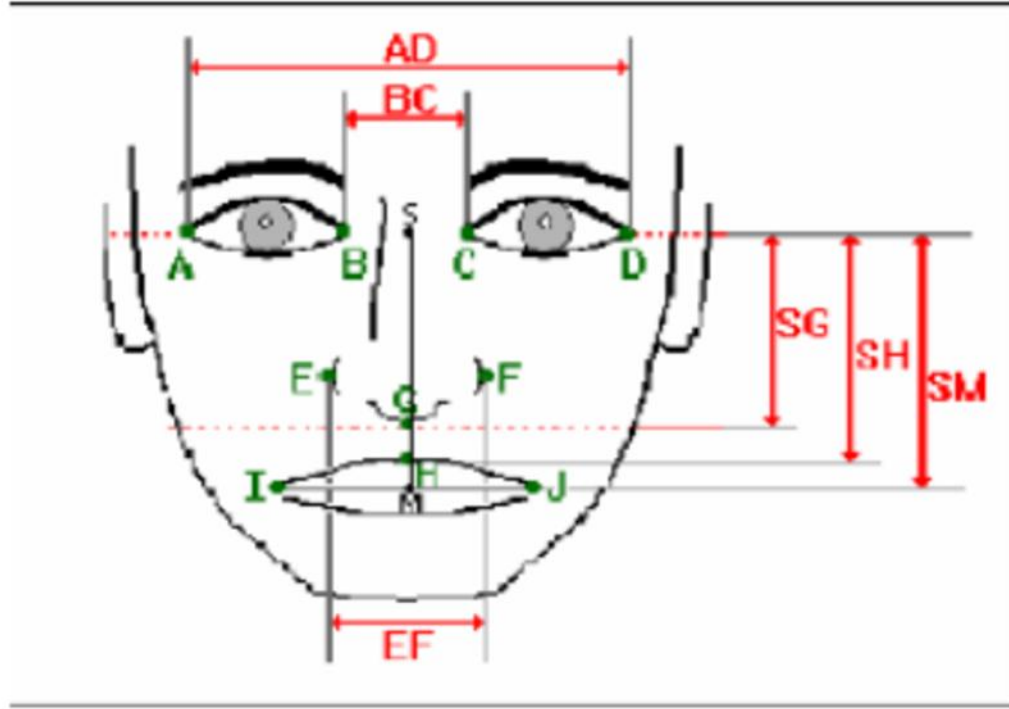
2.3.2 الأساليب المحلية

الأساليب المحلية تعني الصفات، والهندسة، والخصائص المحلية، أو الأساليب التحليلية. يتم إعطاء تحليل الوجه البشري من خلال الوصف الفردي لأجزاء منه. يتوافق هذا النموذج مع الطريقة التي ينظر بها الإنسان إلى الوجه ، أي مفاهيمنا لملامح الوجه وأجزاء مثل العينين والأنف والفم ، إلخ [22].

الفئة	الصفات
العين	الشكل واللون والمسافة بين العينين
الفم	العرض، الطول، منطقة الفم المفتوحة
الحاجبين	السماكة، الانفصال
الشعر	الكثافة، الشكل، اللون
الشفاه	العرض، الشكل، اللون
الخدود	الثدة أو القوة
الأنف	الطول، العرض
المسافات	البعد بين الذقن و الفم ، البعد بين العيون و مركز الأنف
التقرير	البعد بين (مركز الوجه ، الفم)/ البعد بين (الذقن، الفم)

الجدول 2.1 الصفات المستخدمة لتحديد الوجه عن طريق الطريقة المحلية

وميزة هذه الأساليب هي أنها تأخذ في الاعتبار خصوصية الوجه كشكل طبيعي يجب التعرف عليه ، مستغلة نتائج الأبحاث التالية لعلم النفس العصبي وعلم النفس المعرفي على النظام البصري البشري. وهذا يجعل من السهل بالنسبة لهم لنموذج الاختلافات في تشكل، الإضاءة والتعبير فيما يتعلق بالأساليب العالمية. هذه الأساليب تواجه صعوبة عندما يتعلق الأمر بالنظر في وجهات نظر متعددة من الوجوه. وبالتالي فإن عدم الدقة في مرحلة "استخراج" النقاط هو عيبها الرئيسي. ومع ذلك ، فهي أثقل للاستخدام لأنه غالبا ما يكون من الضروري وضع عدد كبير إلى حد ما من النقاط على الوجه يدويا في حين أن الطرق العامة تتطلب معرفة موضع العينين فقط من أجل تطبيع الصور ، والتي يمكن القيام بها تلقائيا وموثوقا بها إلى حد ما عن طريق خوارزمية الكشف. [20][25].



الشكل 3.2 المسافات بين النقاط المميزة

على وجه التحديد ، تستخرج هذه الطرق السمات المحلية للوجه ، ثم تستخدم هندستها و / أو مظهرها كبيانات إدخال للمصنف. يمكننا التمييز بين ممارستين مختلفتين : [23]

-الأول يعتمد على استخراج مناطق كاملة من الوجه ، وغالبًا ما يتم تنفيذه بنهج عالمي على الوجوه ، على سبيل المثال واجهات eigenfaces للتعرف المعيارية

-تستخرج الممارسة الثانية نقاطا محددة من المناطق المميزة المختلفة للوجه، مثل زوايا العينين والفم والأنف. وتشمل هذه النهج: نماذج ماركوف المخفية، خوارزمية مطابقة الرسوم البيانية المرنة، البند الخاص، مطابقة النموذج [20][25].

3.3.2 الأساليب المختلطة

الأساليب المختلطة هي النهج التي تجمع بين الخصائص الشاملة مع خصائص المظهر المحلي لتحسين أداء التعرف على الوجه. في الواقع، الخصائص المحلية والخصائص العامة لها خصائص مختلفة

تماما. وبهذه الطريقة، فإنها تسمح لنا بأن نرث فوائد كلا الأسلوبين وهذا يزيد من استقرار أداء التعرف خلال التغيرات في تشكّل والإضاءة وتعبيرات الوجه [28][29].

الجدول 2.2 يعكس نوعي الفرق بين نوعي الخصائص

عوامل الاختلاف	خصائص المحلية	خصائص العامة
الإضاءة	حساسة جدا	معقولة
التعبير	غير حساسة	معقولة
Pos	معقولة	حساسة جدا
ضجيج	حساسة جدا	معقولة
Occlusion	غير حساسة	حساسة جدا

الجدول 2.2 مقارنة الأساليب القائمة على الخصائص المحلية أو العالمية

ويمكننا أن نرى أن الخصائص المحلية والعالمية تتفاعل بشكل مختلف مع عوامل الاختلاف. على سبيل المثال، قد يكون للتغيرات في الإضاءة تأثير أكبر على الخصائص المحلية، في حين أن التغيرات في التعبير لها تأثير أكبر على الخصائص الكلية. وبالتالي، يمكن أن تكون الأساليب الهجينة نهجا فعالا للحد من تعقيد المصنفات وتحسين قدرتها على التعميم [21]

-تحليل الخصائص المحلية (LFA الهجين) وخصائص المتردد غابور (مثل EBGGM) هي خوارزميات هجين نموذجية وهناك أيضا أحدث الخوارزميات مثل سجل غابور

ACP (LG-ACP) التي تؤدي عملية الانتقال مع الموجات غابور موجهة جول بعض النقاط المميزة للوجه [19]

4.2 تقنية التعرف على الوجه ثنائية الأبعاد

يوجد الكثر من الأساليب للتعرف على الوجه و من بينها تقنية التعرف على الوجه ثنائية الأبعاد التعرف من الصور أو من الفيديو أو بالنقاط من الكاميرا سوف نتحدث في هذه الفقرة على ثلاث أشياء (أسلوب نهج) الأسلوب الشامل، النهج الشامل النهج المحلي.

1.4.2 الاسلوب الشامل

ويتمثل مبدأ هذه النهج في استخدام كامل سطح الوجه كمصدر للمعلومات دون مراعاة الخصائص المحلية مثل العيون والفم وما إلى ذلك. ومن أكثر الطرق استخداماً لتمثيل الوجه ACP [26]. تعتمد الخوارزميات العالمية على الخصائص الإحصائية المعروفة وتستخدم الجبر الخطي. فهي سريعة نسبياً لتنفيذ، ولكنها حساسة للاختلافات في الإضاءة، تشكل وتعبير الوجه. من بين أهم المناهج في هذه الفئة هي:

* تحليل المكون الرئيسي (PCA ou Eigen Faces) ،

* التحليل التمييزي الخطي (LDA) [27].

2.4.2 النهج الشامل

هذه الطرق تحدد وجه باستخدام الصورة الكاملة للوجه كمدخل في نظام التعرف. إن كل من $n \times m$ يتم تمثيلها بواسطة متجه بسيط للبعد (n, m) صورة من صور الوجه البعيدة خلال ربط قيم المستوى الرمادي لكل بكسلات صورة الوجه. على سبيل المثال ، ولننظر إلى صورة صغيرة 64 64 ، في ترميز رمادي على 8 بت (حتى من 0 إلى 255). الفضاء الأول الذي يحتوي على جميع وجوه الصور يسمى صور الفضاء. وميزة هذا التمثيل أنه يحافظ ضمناً على النسيج وشكل المعلومات اللازمة للتعرف على الوجه. وبالإضافة إلى ذلك ، فإنه يسمح بالنقاط الجانب العام للوجه بشكل أفضل من التمثيل المحلي. بيد أن استخدامه لتقنيات نمذجة الفضاء الفرعي قد حقق تقدماً كبيراً في تكنولوجيا التعرف على الوجه. وبوسعنا أن نميز نوعين من التقنيات بين الأساليب العالمية: التقنيات الخطية والتقنيات غير الخطية. [28].

1.2.4.2 التقنيات الخطية

التقنيات الخطية خطياً مشروع البيانات من مساحة كبيرة (على سبيل المثال، مساحة الصورة الأصلية) على مساحة فرعية أصغر. لسوء الحظ ، هذه التقنيات غير قادرة على الحفاظ على الاختلافات غير المحدبة من الأصناف (هندسية بالمعنى الرياضي للمصطلح) من الوجوه من أجل التمييز بين الأفراد. في الفضاء الفرعي الخطي، لا تسمح المسافات الإقليدية ومسافات ماهلانوبيس بشكل عام، والتي تستخدم عادة لمقارنة ناقلات البيانات، بتصنيف جيد بين فئتي الأشكال "الوجه" و"غير الوجه" وبين الأفراد أنفسهم. هذا العامل الحاسم يحد من قوة التقنيات الخطية للحصول على كشف الوجه دقيقة جداً والتعرف عليها. أشهر هذه

النهج هو ما يسمى بتقنية Eigenface التي قدمها Turk et Pentland [29] تحليل المكون الرئيسي (ACP) هو أسلوب تقليل البعد الخطي الذي قدمته Pearson [30].

2.2.4.2 التقنيات الغير الخطية

وقد تم تطوير تقنيات عالمية غير خطية، غالبا من التقنيات الخطية. على سبيل المثال، التحليل في المكونات الأساسية الرئيسية (أو «Kernel-PCA» [31]، [32] وتحليل التمييز الخطي النواة (أو «Kernel-LDA» [33])

كما تم استخدام تقنيات أخرى غير خطية في سياق التعرف على الوجه :

-التحجيم متعدد الأبعاد (MDS) [34]

- Isomap [35]

- خرائط الانتشار [36]

- تضمين خطي محلي (LLE) [37]

- Laplacian eigenmaps [38]

- Le Hessien LLE [34]

-تحليل الفضاء المماس المحلي (LTSA) [39]

-النهج العصبية [40] (autoencodeurs) [41] (cartes de Kohonen)

- (réseaux de neurones convolutionnels). [42]

3.4.2 النهج المحلي

هذه تستخدم خصائص الوجوه المحلية للتعرف على الوجه. نستطيع تصنيف الأساليب المحلية إلى فئتين: تلك التي تستند إلى الخصائص المحلية: استخراج وتحديد نقاط الخصائص ، وتلك التي تستند إلى المظاهر المحلية: درجات من صور الوجه في المناطق المميزة. [43]

1.3.4.2 الأساليب القائمة على الخصائص المحلية: [44]

وهذه الأساليب فعالة. ومع ذلك ، فإن أدائها يعتمد بشكل خاص على دقة تحديد موقع النقاط المميزة. وتظل المهمة صعبة للغاية في الممارسة العملية ، ولا سيما في الحالات التي يمكن أن يتغير فيها شكل ومظهر الريش تغيرا كبيرا. ويمكن تقسيم نهج استخراج النقاط المميزة إلى فئتين: النهج الهندسي والنهج القائمة على الرسم البياني.

* النهج الهندسي: وهي تستند إلى استخلاص الموقع النسبي للعناصر التي تشكل الوجه (مثل الأنف والقم والعيون). وتستخدم النهج الهندسية نقاط الاهتمام (مثل زوايا الفم والعيون). وتكلفة تخزين التقنيات الهندسية منخفضة جدا مقارنة بالتقنيات الأخرى. بيد أن النهج الهندسية البحتة تنطوي على بعض العيوب ، بما في ذلك:

-الخصائص الهندسية عادة ما يكون من الصعب استخراجها ، وخاصة في الحالات المعقدة: الإضاءة المتغيرة ، الاحتكاك.

-السمات الهندسية وحدها ليست كافية لتمثيل الوجه ، في حين أن المعلومات المفيدة الأخرى مثل رمادي الصورة لا تُستغل على الإطلاق.

النهج القائم على الرسم البياني: وبدلا من استخدام أساليب هندسية بحتة ، اختار بعض الباحثين تمثيل الخصائص المحلية للوجه في شكل رسوم بيانية. ثم يتم صياغة التعرف على الوجه كمسألة في رسم الخرائط البيانية. ومع ذلك ، بمجرد بناء الرسم البياني الطوبولوجي لا يمكن تعديله. بيد أن صور الوجه تتغير بسهولة بسبب اختلافات مختلفة (الإضاءة ، والتعبير ، والتشكيل ، وما إلى ذلك) ، وبالتالي فإن الرسم البياني للقطعة الطوبولوجية الثابتة لم يعد كافيا.

"وسكوت" وآخرون [45] توسيع نطاق استخدام LDA لطريقة معروفة تسمى Elastic Bunch الرسم البياني مطابقة (EBGM)، حيث تقع العقد من الرسوم البيانية على عدد من النقاط المحددة من الوجه. استخدم ويسكوت وآخرون موجات غابور لاستخراج خصائص النقاط المكتشفة، لأن مرشحات غابور قوية للتغيرات في الإضاءة والتشوهات والاختلافات في الحجم. ونتيجة لذلك، كانت EBGM واحدة من أكثر الخوارزميات كفاءة في مسابقة FERET في عام 1996.

وختاماً، تم اقتراح العديد من الطرق القائمة على استخراج النقاط المميزة ويمكن أن تكون هذه الأساليب مفيدة وفعالة للتعرف على الوجه في حالة توفر صورة مرجعية واحدة فقط. ومع ذلك، فإن أدائهم يعتمد كثيراً على كفاءة الخوارزميات لتحديد النقاط المميزة للوجه. [46]

في الممارسة العملية، مهمة الكشف بدقة عن النقاط المميزة ليست سهلة ولم يتم حلها بشكل موثوق، خاصة في الحالات التي يمكن أن يختلف فيها شكل أو مظهر صورة الوجه كثيراً [47]. نقطة ضعف هذه الطرق هو الوقت المناسب لحساب المعلمات وتعقيد مقارنة المرجع والاختبار.

2.3.4.2 الطرق المحلية المبنية على مظهر الوجه

وبمجرد تحديد المناطق المحلية، يتعلق الأمر باختيار أفضل طريقة لتمثيل المعلومات في كل منطقة. وهذه الخطوة حاسمة لأداء نظام الاعتراف. الخصائص الشائعة الاستخدام هي: معاملات غابور [46,48,53]، موجات هار [50] تحويلات فوربييه SIFT (تحويل ميزة المقياس الثابت) [51]. الخصائص المستندة إلى الأسلوب LBP (النمط الثنائي المحلي) [52]، LPQ (كمية المرحلة المحلية) [53]، Weber Law، WLD (Descriptor) [54] BSIF (ميزات الصورة الاحصائية الثنائية) [55]. في هذا

SIFT et sa variante*

تقنية مقياس ثابت ميزة تحويل (SIFT) يمكن ترجمتها على أنها (مقياس التحويل الثابت للخصائص المرئية)، وهو نهج لكشف واستخراج و صفات للخصائص المحلية التي تكون غير ثابتو بشكل معقول للتغيرات في الإضاءة، وضجيج الصور و الدوران و النطاق و التغيرات الصغيرة في الآراء و قد أعده الباحث ديفيد لو في عام 1999 [56] بحسب [56]

بمخمس خطوات SIFT عمل خوارزمية:

-كشف الإمتداد في الفضاء المقياسي،

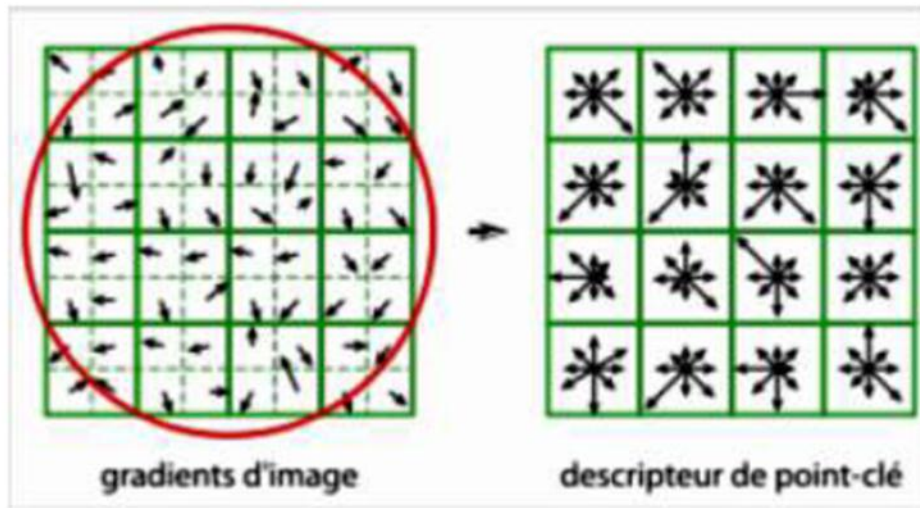
-الموقع الدقيق للنقاط الرئيسية،

-مهمة التوجيه

-حساب واصفات النقاط الرئيسية،

-مراسلة.

الخطوة الأولى من الخوارزمية هي الكشف عن نقاط الاهتمام ، والمعروفة باسم النقاط. وهناك نقطة رئيسية (x,y,σ) يتم تعريفه من ناحية من خلال احداثيات على الصورة $(x و y)$ و من ناحية أخرى من خلال عامل مقياسها المميز (σ) . بالمعنى الدقيق للكلمة، هو منطقة ذات أهمية أهمية دائرية، نصف قطر المنطقة يتناسب مع عامل المقياس. ويتبع ذلك خطوة إعادة تقارب وتصفية تحسن دقة موقع النقاط الرئيسية وتلغي عددا منها يعتبر غير ذي صلة. ثم يتم ربط كل نقطة رئيسية متبقية مع اتجاه جوهري، أي، اعتمادا فقط على المحتوى المحلي للصورة حول نقطة المفتاح، إلى عامل المقياس المدروس. وهو يضمن عدم انغاز الأسلوب إلى دوران ويستخدم كمرجع في حساب واصف، الذي هو الخطوة الأخيرة في هذه العملية. [57]



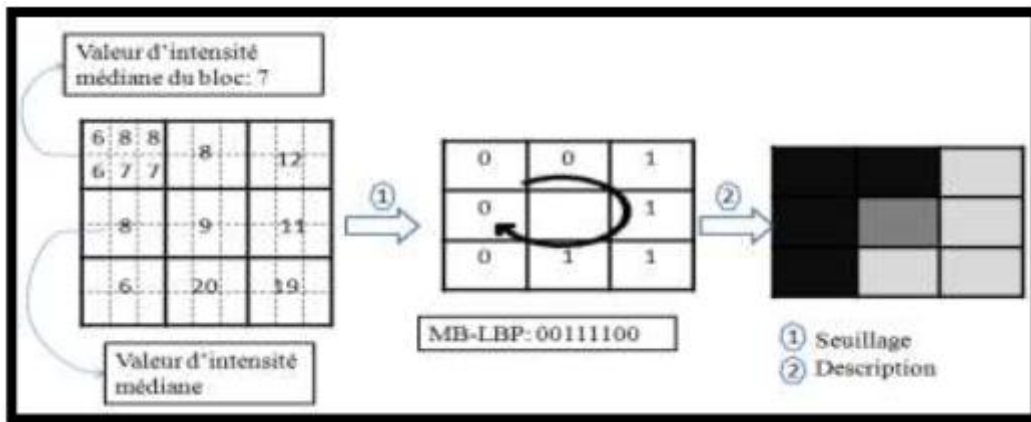
الشكل 4.2 وصف بناء SIFT

*LBP et sa variante récente [46 ،58]

الأسلوب الأصلي نمط ثنائي محلي (LBP) تسميات بكسل صورة مع أرقام عشرية، والتي تسمى LBP التي ترميز البنية المحلية حول كل بكسل. وهكذا: تتم مقارنة كل بكسل بجيرانه الثمانية في 3×3 عن طريق طرح قيمة البكسل المركزي؛ يتم ترميز القيم السالبة بدقة الناتجة مع 0 والآخرين مع واحد. لكل بكسل معين، يتم الحصول على رقم ثنائي عن طريق ربط كافة هذه القيم الثنائية باتجاه عقارب الساعة، والتي تبدأ من أحد جيرانها في أعلى اليسار.

ثم يتم استخدام القيمة العشرية المطابقة للرقم الثنائي الذي تم إنشاؤه لوضع علامة على البكسل المعطى. تسمى الأرقام الثنائية المشتقة رموز LBP [59]. جين وآخرون [60] تحسين مشغل LBP، اقترحوا محسن LBP (تحسين LBP، ILBP).

اقترح "يانغ" و "وانغ" [61] على هامينغ LBP تحسين القدرة التمييزية ل LBP الأصلي. وفي الآونة الأخيرة، اقترح "غو" وآخرون [62] CLBP (LBP كاملة)، والتي، في رأينا، مشابهة تماما مع ELBP. تم تقديم (SOFT LBP) SLBP في [63] والذي يستخدم دالتين عضوية غامض بدلا من مؤشر علامة LBP. تشانغ وآخرون [64] اقترح مجموعة جديدة من الميزات المميزة مستطيلة للكشف عن الوجه تحت اسم كتل متعددة من الأنماط الثنائية المحلية مختصرة ل MB-LBP (متعدد كتل نمط ثنائي المحلية). ترميز MB-LBP شدة المناطق مستطيلة حسب طراز البت المحلي. تصف نماذج النتائج العديد من الهياكل المحلية في الصورة وتمكنت من التقاط الهياكل بأحجام مختلفة.



الشكل 5.2 ميزات MB-LBP التي اقترحها تشانغ وآخرون [64]

*طريقة "فيولا" و "جونز"

نحن مهتمون بصفة خاصة بالوصف الموجز لبعض الأعمال القائمة منذ الألفية. تقنية اكتشاف الوجه الشهيرة في العقد الماضي هي تلك التي اقترحها "بول فيولا" و "مايكل جونز" في 2001 [65,66]. هذه الطريقة تجمع بين أربعة مبادئ رئيسية هي سمات مستطيلة بسيطة تسمى سمات زائفة بسبب تشابهها مع موجات هار ، ونهج الصورة الكاملة للكشف السريع والفعال عن السمات ، وأسلوب التعلم التكيفي [67]AdaPowing.

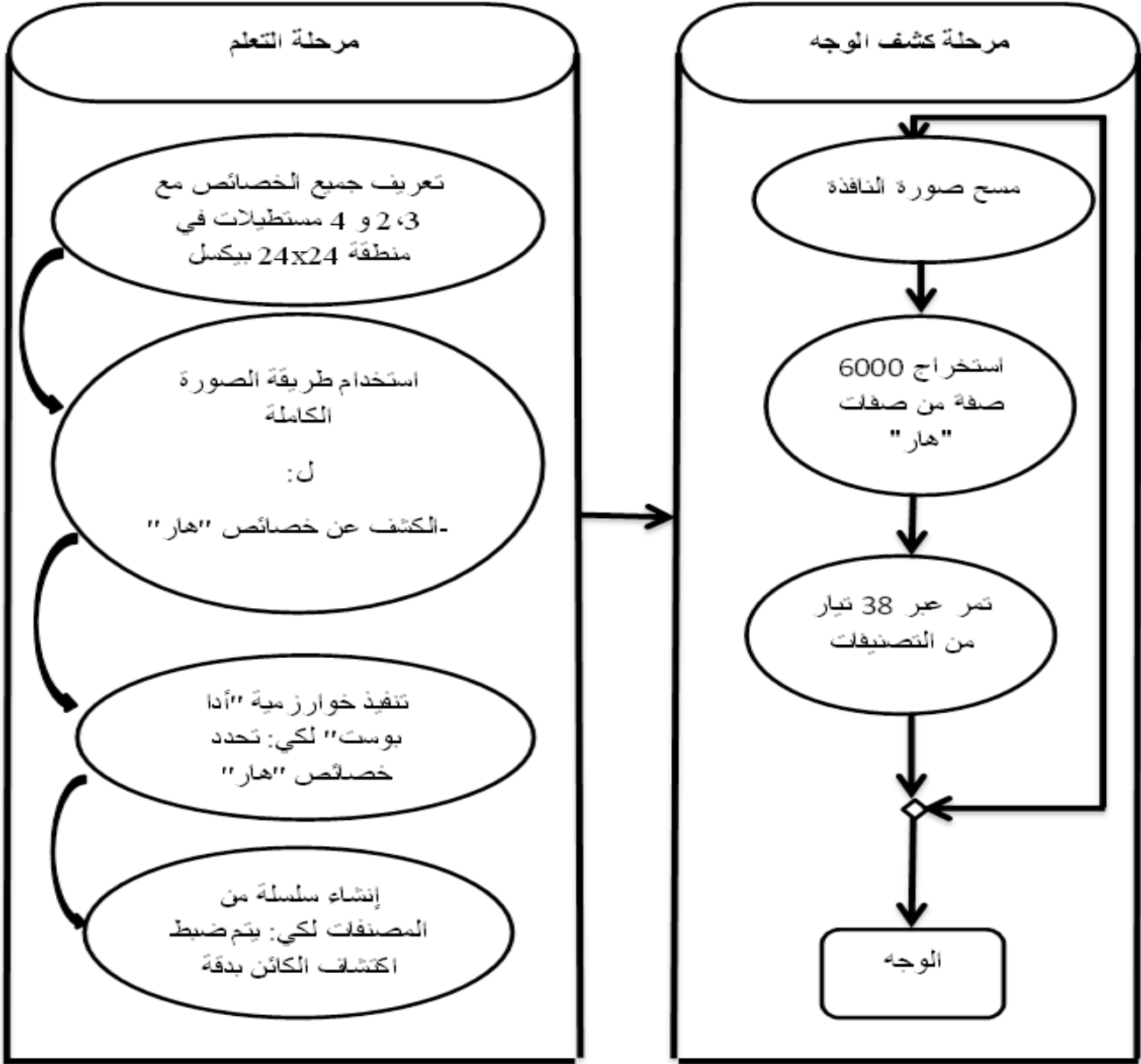
(التي نشرتها "فرويد" و "شابير" في عام 1996) تسعى إلى تقليل سوء التصنيف، والخوارزميات المتتالية من المصنفين: بل هو سلسلة التي تجمع بين العديد من المصنفين حسب المراحل فرزها في ترتيب تصاعدي من التعقيد. وفيما يلي، سوف نتمكن من تفصيل هذه الخطوات الرئيسية مع تحديد المساهمة التي يولدها كل منها على أداء وفعالية الأسلوب. سننهي وصفنا لطريقة "فيولا*جونز" من خلال سرد المزايا التي أضافها كل مساهمة من المساهمات المذكورة.

-تسمح خصائص الهار الزائفة بالكشف عن الأجسام وفقا لعدة مقاييس (الكشف متعدد النطاقات).

-الصورة المتكاملة تسمح بحساب الخصائص في الوقت الحقيقي.

-خوارزمية AdaBoost يختار الخصائص الأكثر تمييزا للتصنيف ويشكل مصنف أداء جيد.

-تقلل السلسلة المتتالية من وقت الحساب وتحسن حدود التصنيف.



الشكل 6.2 سلسلة تنفيذ طريقة "فيولا*جونز"

وقد استلهم العديد من الباحثين من نهج "فيولا و جونز" ، في حين اقترح تغييرات في خصائص استخراج الزائفة "هار" و/ أو في استخدام خوارزمية المنشطات للكشف عن الوجه.

كما يقدم مؤلفو [68] اجراء لمرحلة ما بعد التحسين .معدل معدل تحسين الأداء بقيادة التدخل الأول مقارنة ب " فيولا و جونز" يساوي 10 بالمئة و تلك ولدتخا التدخل الثاني حوالي 12.5 بالمئة من مزيج التحقيق معدل نمو أكثر من 23 بالمئة.

في عام 2003، حسنو فيولا و جونز طريقتهما الأولية للتعامل مع مشكل الكشف. من وجهات نظر متعددة الوجه في نفس الوقت. سقترحو [69] كاشفات مختلفة وجهات النظر (الوجه و الشخصية)، و أنها تؤدي تدريب شجرة القرار لتحديد تلقائيا كاشف مناسب للوجه الحاضر في الصورة. تبين أن التعديلات التي أجريت تعطي نتائج جيدة و الحفاظ على السرعة في تنفيذ نهجهم الأول.

في [64]، يستخدم المؤلفون طريقة تعلم تستند الى خوارزمية لطيف أدابوست لاختيار ميزة مناسبة و بناء المصنفات سلسلة كاشف. وفقا "لتشانغ" و اخرون MP-LBP سيحقق معدل نجاح 15 بالمئة أكثر من تلك التي تم الحصول عليهما بطريقة " فيولا و جونز".

في [70] يعلن الباحثون أن نظامهم لديه معدل أداء مرتفع مقارنة بطريقة "فيولا و جونز" الأسلوب وذلك باستخدام مرشحات غاوسي بدلا من الأساسية الزائفة "هار". "مينت" و اخرون هذه الميزات لمظهر الوجه و أنها بسيطة للحساب. يتم تشكيل سمة من قبل الجمع بين عامل التصفية في الاتجاه الأول و مشتقه الأول في اتجاه واحد متعامد.

5.2 تقنية التعرف على الوجه ثلاثية الأبعاد

راجعنا طرق التعرف على الوجه 2D. على الرغم من التقدم المحرز في السنوات الأخيرة ،في مجال التعرف ثنائي الأبعاد على الوجوه القوية لعوامل التباين المختلفة (الإضاءة ، الوضع ، الخفاء) بعيدة كل البعد عن تحقيق أهدافها. يشكل التعرف على الوجوه ثلاثية الأبعاد اليوم بديلاً واعدًا لتوضيح هذه المشكلات ، وذلك من خلال ظهور أجهزة من الاليات ثلاثية الأبعاد قوية. تكمن الميزة الرئيسية للمناهج القائمة على النماذج ثلاثية الأبعاد في حقيقة أن النماذج ثلاثية الأبعاد تحتفظ بجميع المعلومات حول هندسة الوجه ، مما يجعل من الممكن الحصول على تمثيل حقيقي للأخير. على غرار تصنيف التعرف على الوجه ثنائي الأبعاد ، سنتحدث على ثلاثج مناهج أو نهج النهج النموذجي و مناهج شاملة و النهج المحلية.

1.5.2 النهج النموذجي

تبنى هذه النهج، من النقاط ثلاثية الأبعاد، نماذج من الوجوه التي يستخدمونها لاحقا للاعتراف بها. "بلانز" وآخرون. [71][72]. اقترح طريقة تقوم على نموذج ثلاثي الأبعاد "قابل للتحويل" للوجه. يتم تمثيل مجموعة الوجوه بمساحة متجهة [73]. تحتوي قاعدة البيانات على 100 وجه ذكر و100 وجه نسائي تم الحصول عليها باستخدام ماسح ضوئي ليزر CyberwareTM3030PS. يتم تمثيل النقاط ثلاثية الأبعاد لنماذج الوجه المتولدة من خلال إحداثياتها الأسطوانية المحددة نسبة إلى المحور الرأسي. لكل وجه مرجعي، يتم تجميع الإحداثيات وقيم النسيج لجميع القمم ($n = 75,972$) معا لتشكيل متجهين: متجه الشكل وناقل نسيج. بمجرد إنشاء الطراز العام، فإن الخطوة التالية هي أن تناسبه على الصورة 2D. من معلمات الشكل والملمس. تركيب الصورة يجعل من الممكن تقديم المواقف الجديدة المتوقعة من القمم من نموذج 3D، وذلك باستخدام الإضاءة واللون المستخرج وأخيرا، يتم تنفيذ خطوة الاعتراف من خلال قياس مسافة Mahalanobis [74]. بين إعدادات الشكل والملمس للنماذج في المعرض ونموذج الضبط. تم تقييم التعريف على قاعدتي بيانات لصور الوصول المفتوح: CMU-PIE [75] و FERET [76] تم الحصول على معدل الاعتراف بنسبة 95% على مجموعة بيانات CMU-PIE و 95.9% على مجموعة بيانات FERET.

2.5.2 مناهج شاملة [46]

في حين أن النهج العالمية القائمة على الصور 2D التي تستغل الصورة 3D كامل من الوجه كمدخل للنظام، والمعلومات الهندسية 3D المقابلة للنهج العالمية تعمل مباشرة على صورة عمق كامل أو مبعثر من الوجه لحساب قياس التشابه.

1.2.5.2 أقرب نقطة تكرارية (ICP)

في هذه الحالة، تكمن مشكلة التعرف على الوجه ثلاثي الأبعاد في محاذاة سطحين ثلاثي الأبعاد يقومان بنمذجة الوجهين ليتم مطابقتها. الخوارزمية المستخدمة عادة هي خوارزمية الجوار الأقرب تكرارا، أو ICP (النقطة الأقرب التكرارية)، التي تم تقديمها من قبل [77]. وهو يتألف من التحسين بالتناوب من المباريات والتحويلات.

قام "ميدوني" و "ابوتيتش" [78] بإجراء التعرف على الوجه ثلاثي الأبعاد باستخدام برنامج المقارنات الدولية لمطابقة سطح الوجه. في حين أن معظم الوظائف تستخدم الأشكال ثلاثية الأبعاد التي تم

الحصول عليها بواسطة مستشعر الضوء المنظم. وانغ وآخرون [79]. المقترحة ICP جزئية تحدد جزءا من أزواج من نقاط القرب لحساب مقياس التشابه عند تسجيل أسطح الوجه وتقليل الآثار السلبية الناجمة عن التغيرات في تعبير الوجه.

في أحدث الأعمال، ICP e على نطاق واسع كما هو الحال في مرحلة ما قبل المعالجة خطوة رئيسية لتصحيح 3D تشكل الاختلافات كما هو الحال في [80، 81]. اقترح محمد زاده وهاتزيناكوس [82] طريقة "أقرب نقطة طبيعية متكررة" للعثور على النقاط المقابلة بين الوجه المرجعي العام وكل وجه إدخال.

2.2.5.2 الفضاء الفرعي (LDA و PCA)

وقد استخدمت على نطاق واسع الأساليب القائمة على الفضاء الفرعي في التعرف على الوجه 2D. وفي الأونة الأخيرة، تم توسيع نطاق هذه التقنيات أيضا لمواجهة البيانات ثلاثية الأبعاد. "أشerman" وآخرون [83]. تطبيق نهج الوجه محددة للتعرف على الوجه 3D. وهي تقدم نتائج مجموعة بيانات من 24 موضوعا يحتوي كل منها على 10 صور ويجد معدل اعتراف بنسبة 100٪.

"هيسلتين" وآخرون [84]. قيمت نهج الوجه النظيف بمسافات مختلفة مثل قياس التشابه للتحقق من الوجه على قاعدة بيانات كبيرة تحتوي على 330 صورة لأكثر من 100 شخص. وخلصوا إلى أن أدنى معدل خطأ في المساواة (TEE) يبلغ 17.8% قد تحقق لمسافة ماهاالانوبيس وليس لمسافات إقليدس وسيسنيان.

"هيزلتاين" وآخرون [85] وسعت مجموعة اختبار إلى 1470 صور عمق 230 شخصا واستغل LDA في نفس الإعداد. وادعوا أن LDA يؤدي أفضل من PCA مع مسافة القاطع. مع LDA، حصلوا على % 15.3 = TEE.

3.2.5.2 المسافة من هاوسدورف

مسافة "هاوسدورف" هي مقياس لتشابه مجموعتين من النقاط [86]. وهو عام جدا ويمكن تطبيقه على مجموعة واسعة من المشاكل. تعرف مسافة هاوسدورف غير الموجهة بين مجموعتين من النقاط A و B على النحو التالي:

$$H(A, B) = \max(h(A, B), h(B, A))$$

حيث $h(A, B)$ يدل على مسافة Hausdorff الموجهة، وقد استخدمت أصلا مسافة Hausdorff لهذه المجموعات من النقاط في الطائرة 2D [83].

"أشerman" و "بنكر" [87] استخدم امتداد مسافة Hausdorff للتعرف على الوجه ثلاثي الأبعاد. وهم يبلغون عن تجارب باستخدام 240 صورة عمق، و10 صور لكل شخص من الأشخاص الـ24، ويحققون اعترافا بنسبة 100% لبعض الحالات.

"بان" وآخرون. [88] مقارنة نهج المسافة Hausdorff مع ذلك استنادا إلى تقنية PCA في التعرف على الوجه D3. في التجارب مع الصور من قاعدة بيانات D_RMA3، فإنها تبلغ عن TEE من أجل 3% إلى 5% لنهج مسافة Hausdorff و 5% إلى 7% للنهج القائم على PCA. "روس" وآخرون [89] استكشف المراسلات على الصور 3D من الوجه.

4.2.5.2 نموذج قابل للتشوه

ويقترح النموذج المشوه من أجل وصف أفضل للتحويلات غير جامدة من الوجوه. باستخدام عينات تمثيلية في قاعدة التدريب، يمكن استخدام النموذج المشوه ل [64]:

-تعلم مقدار التشوهات بين تعبيرات الوجه المختلفة من خلال الإشارة إلى ما إذا كانت تنتمي إلى فئة الاختلافات داخل،

-تعلم التحويلات بين تعبيرات الوجه المختلفة لتكبير مجموعة الاختبار مع أنماط الوجه أكثر تعبيراً أو لتحويل وجه معبرة من قاعدة الاختبار إلى نمط محايد للتعرف عليها.

"لو" و "حاين" [90، 91] اقترح طريقة بديلة للتعرف على الوجه 3D باستخدام نهج التعرف ICP [92] القائم على قوية للاختلافات في تعبير الوجه. استنادا إلى المعلومات التي تم تعلمها باستخدام مجموعة التحكم لكل موضوع، يمكن أن يولد النهج أنماط وجه تعبير محايد مختلفة في جميع أنحاء المعرض.

العصيمي وآخرون [93] أخذ تعبير أشكال التشوه من بيانات التشكيل إلى متجهات PCA ثم تستخدم هذه الأساليب لتحويل التشوهات التعبيرية. ويتم استخراج مقاييس التشابه عن طريق مطابقة الوجوه 3D المتغيرة. ويطبق هذا النهج على قاعدة بيانات FRGC v2.

3.5.2 النهج المحلية

ودرست النهج المحلية في التعرف 3D بالوجه لأنها تؤدي عموماً إلى نتائج أفضل مقارنة بالنهج العالمية. وهذه النهج مصنفة في [94] إلى خمس فئات.

1.3.5.2 الطرائق المستندة إلى الوصفات

لتمثيل كل قمة سحابة نقطة من الوجه ثلاثي الأبعاد أو كل بكسل من صورة عمق للوجه ، واصفات عامة هي أساليب لاستخراج سمات الشكل محلياً من جوارها. يمكن وصف الوجه بأكمله بواسطة ناقل مميز يجمع بين معلومات هذه الوصفات التي يتم إدخالها أخيراً في مرحلة التصنيف.

"جوبتا" وآخرون. [95] يقترح استخدام الموجات المعقدة ذات التشابه قياس الهيكلية (مقياس التشابه الهيكلية المعقد للموجة الموجية، CW-SSIM) سمات من الصور العميقة للوجه للتعرف 3D على الوجه بحسب CWSSIM بكفاءة وقوة إلى التشوهات الهندسية الصغيرة.

"وانغ" وآخرون [97,96] استخدام SSDM (خريطة فرق الشكل الموقعة) محسوبة بين وجهين ثلاثي الأبعاد متوائمين كتمثيل لمقارنة سطح الوجه.

"تانغ" وآخرون [98] تطوير خوارزمية التعرف على الوجه ثلاثي الأبعاد باستخدام LBP (نمط ثنائي محلي) في أصناف التعبير ، وتمديد عامل LBP ، والذي يستخدم على نطاق واسع في تحليل الوجه 2D. أولاً وقبل كل شيء ، لوصف الوجه البشري بشكل أكثر دقة والحد من تأثير تشويبه المحلي ، يقترح نظام تقسيم الوجه ثلاثي الأبعاد. ثم، لكل منطقة من الوجه، يتم استخدام الرسم البياني الإحصائي لتلخيص تفاصيل الوجه. وأخيراً، يتم اختبار خوارزمية التعرف على الوجه ثلاثية الأبعاد المقترحة على قواعد بيانات BJUT-3D و FRGC v2. حصل المؤلفون على نتائج واعدة وخلصوا إلى أنه من الممكن تطبيق تمثيل LBP على التعرف على الوجه ثلاثي الأبعاد.

2.3.5.2 أساليب قائمة على المنطقة

يمكن تقسيم سطح الوجه بأكمله نسبياً إلى أجزاء جامدة وغير جامدة عن طريق تعيين وزن أقل على المناطق غير جامدة من الوجه للحد من ممتلكاتهم. ثم تتم مقارنة مناطق الوجه المحددة بمساحة مميزة معينة للتعرف على الوجه.

"اليوز" و آخرون [99] اقترح نهج إقليمي لتسجيل قوي ضد التعبيرات للتعرف على الوجه ثلاثي الأبعاد.

3.3.5.2 الأساليب القائمة على حساب المنحنى

"سمير" وآخرون [100] عرض نهج جديد 3D مقارنة سطح الوجه للتعرف عليه. تم إدخال عدد من التمرينات قبل هذه العملية ، مثل تحويل نموذج 3D إلى صورة عميقة ، وتوصيل الثقوب ، والقضاء على القمم من قبل Gaussian soluthing وأخيرا تجزئة بواسطة قناع ببيضاوي الشكل لسطح الوجه.

"تشانغ" وآخرون. [101] الاستفادة من نماذج الوجه D3 وصورهم لاستخراج ملامح التماثل المركزي. استنادا إلى قيم انحناء من التشكيلات الجانبية، وتقع ثلاث نقاط أساسية على كل سطح من الوجه. من خلال تجربة مجموعة من النماذج التي تمثل تعبيرات الوجه المختلفة. ماهور وآخرون. [102] أدخل الانحناء الرئيسي، k_{max} ، لتمثيل صورة الوجه كصورة ثنائية ثلاثية الأبعاد تسمى صورة القمة. تظهر صورة القمة موقع خطوط التلال حول مناطق الوجه الهامة على الوجه (العينين والأنف والفم).

يصف "جاهانبين" وآخرون [102] الأسطح ثلاثية الأبعاد بواسطة منحنيات متساوية العمق وإيزو جيوديسية. الخطوة الأخيرة هي التحقق من طلبات المستخدمين أو رفضها باستخدام مصنف المسافة الإقليدي أو SVM.

"ديريرا" وآخرون. [103] استكشاف منحنيات شعاعي مرن لنموذج تشوهات الوجه 3D الناجمة عن الاختلافات في تعبير الوجه. المسافة الجيوديسية بين المنحنيات تعقل كمقاييس تشابه لمقارنة أسطح الوجه.

4.3.5.2 الأساليب القائمة على حساب النقطة

الطرق القائمة على حساب نقطة استخراج المعلومات من خصائص مجموعة من النقاط الأولية لمطابقة، مثل: الإحداثيات الأصلية، والمسافة من حافة بين نقطتين، ومنطقة منطقة تتألف من عدة نقاط، والزاوية بين حواف اثنين، تتطلب واصفات أكثر تعقيدا.

يقترح "وو" وآخرون [104] LSM (خريطة الشكل المحلي) لوصف نقطة على سطح الوجه. لا تتطلب هذه الطريقة تسجيل سطحين للوجه. يقدم كاستيلاني وآخرون [105] طريقة تعليمية توليدية من خلال تكييف تقنية HMM التي تعمل على شبكات ثلاثية الأبعاد. تشكل دانيال وآخرون [106] ما يسمى بنموذج توزيع النقاط (PDM). يتم استغلال جميع المسافات الإقليدية بين النقطتين كخصائص وتصنيفها من خلال طريقة LDA للاعتراف ثلاثي الأبعاد.

"مايس" وآخرون [107] توسيع خوارزمية SIFT إلى ما يعرف باسم شبكة SIFT. بعكس المعلومات المتدرجة المستخرجة من قبل عامل التشغيل SIFT الأصلي، تقوم Mesh SIFT بترميز الرسم البياني المحلي لمؤشر الشكل. يتم إجراء الاختبارات على جميع بيانات البوسفور وتصل إلى معدل اعتراف يساوي 93.7%.

اقترح "بيريتي" وآخرون [108] نظام التعرف على الوجه ثلاثي الأبعاد في حالة توفر أجزاء فقط من فحوصات الاختبار. النقاط الرئيسية التي تم الكشف عنها على مسح الوجه من خمسة أشخاص مختلفين لمزيج من FRGC v2 وقاعدة بيانات الأمم المتحدة الإنمائية.

5.3.5.2 أساليب تقوم على دمج خصائص متعددة

يمكن الجمع بين كل هذه الميزات المحلية المذكورة أعلاه لتحسين أداء التعرف على الوجه ثلاثي الأبعاد وبالتالي تشكيل الفئة الأخيرة: الأساليب القائمة على دمج الخصائص المتعددة.

"فوكبيرك" وآخرون [109] مقارنة خمسة أنهجة للتعرف على الوجه 3D. وهي تقارن بين الأساليب القائمة على EGI ومراسلات برنامج المقارنات الدولية وعمق الملف الشخصي وBCP وLDA. كما أنها تستكشف دمج نتائج النهج الخمسة القادرة على تحقيق معدل اعتراف بنسبة 99% في هذا الوقت، هذا العمل جديد نسبيا في مقارنة أداء خوارزميات التعرف على الوجه ثلاثية الأبعاد المختلفة.

قام "مورينو" وآخرون [110] بحساب ثلاثين خاصية هندسية محلية تحتوي على المسافة والزوايا والمنطقة والانحناءات... الخ لنموذج 3D أسطح الوجه. وتستخدم تقنيات PCA وSVM للتصنيف على مجموعة بيانات Gavab. "لي" وآخرون [111] كشف يدويا ثماني نقاط، سبعة منحنيات، والمسافة وقيم الزاوية.

استكشف "لي" و"تشانغ" [112] استخدام العديد من السمات الهندسية الجوهرية، بما في ذلك الزوايا والمسافات الجيوديسية والمنحنيات للتعرف على الوجه ثلاثي الأبعاد، حيث يتم تمثيل كل وجه بشبكة مثلثة، مجهزة مسبقا للحصول على اتصال موحد. استخدام نهج الوجه النظيف على أساس الأوزان المستفادة وأقرب مصنف الجيران. وتظهر النتائج المستمدة من قاعدتي بيانات غافاب وFRGC أن الاندماج يحسن الأداء.

"جوان" و "تشانغ" [113] الجمع بين FSA (زاوية هيكلية الوجه) LRM (خريطة المنطقة المحلية) للتعرف على الوجه ثلاثي الأبعاد. يدعي المؤلفون أن هذه الاستراتيجية قوية مقارنة بتعبيرات الوجه.

6.2 خاتمة

قدمنا في هذا الفصل بداية على لمحة البداية للتعرف على الوجه و تحدثنا على خوارزمية التعرف على الوجوه التي تتم تحديدها عن طريقة المسافات بين العين و الفم و شكل الوجه كما شهدناها في هذا الفصل و قمنا بالتحدث على تقنية التعرف على الوجه ثنائية الأبعاد و ثلاثية الأبعاد أحد تطويرات هذا العصر.

الفصل الثالث: برنامج التعرف على الوجوه بالأسلوب الشامل

1.3 مقدمة

نحاول في هذا الفصل التعرف على الوجوه بالأسلوب الشامل من خلال قاعدة بيانات مؤسسة أو شركة المراد معرفة عمالها و الأشخاص الغرباء.

حيث نقوم بجمع جميع وجوه العمال في قاعدة البيانات و احداث برنامج يقوم بالتحقق من هوية الأشخاص الداخليين للمؤسسة.

2.3 قياس جودة الصورة :

تتم مقارنة الصورة دائما بالأصل لتحديد نسبة التشابه. المعيار الكمي الأكثر استخداما للمقارنة هو الخطأ المربع المتوسط "EQM"، أو النسبة القصوى للإشارة بالنسبة للضجيج "PSNR".

$$EQM = \frac{1}{M * N} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N \left[x(m, n) - \hat{x}(m, n) \right]^2 \quad (3.1)$$

M : طول الصورة بالبيكسل. N: عرض الصورة بالبيكسل .

يتم تعريف PSNR من خلال:

$$PSNR = 10 \log(255^2 / EQM) \quad (3.2)$$

3.3 وقت الحساب

وقت الحساب هو العامل الأساسي في تقييم أداء أي برنامج ، فإنه يرقى إلى حساب الوقت الذي يستغرقه هذا الأخير. لان وقت التحقق من وجه أي شخص يدخل الى المؤسسة يجب أن يكون أقل ما يمكن خاصة عند وجود أعداد كبيرة من الأشخاص الداخليين لها، وبالتالي يجب أن يكون التحقق من الوجوه في الزمن الحقيقي.

4.3 اختبار الصور

في تطبيق برنامجنا، استخدمنا الصور التالية:

- صورة رقم 1 تدرج رمادي بترميز (8bit) الحجم 92 x 112 بيكسل الشكل (1.3)
- صورة رقم 2 تدرج رمادي بترميز (8bit) الحجم 92 x 112 بيكسل الشكل (2.3)
- صورة رقم 3 تدرج رمادي بترميز (8bit) الحجم 92 x 112 بيكسل الشكل (3.3)
- صورة رقم 4 تدرج رمادي بترميز (8bit) الحجم 92 x 112 بيكسل الشكل (4.3)
- صورة رقم 5 تدرج رمادي بترميز (8bit) الحجم 92 x 112 بيكسل الشكل (5.3)
- صورة رقم 6 تدرج رمادي بترميز (8bit) الحجم 92 x 112 بيكسل الشكل (6.3)
- صورة رقم 7 تدرج رمادي بترميز (8bit) الحجم 92 x 112 بيكسل الشكل (7.3)
- صورة رقم 8 تدرج رمادي بترميز (8bit) الحجم 92 x 112 بيكسل الشكل (8.3)
- صورة رقم 9 تدرج رمادي بترميز (8bit) الحجم 92 x 112 بيكسل الشكل (9.3)
- صورة رقم 10 تدرج رمادي بترميز (8bit) الحجم 92 x 112 بيكسل الشكل (10.3)
- صورة رقم 11 تدرج رمادي بترميز (8bit) الحجم 92 x 112 بيكسل الشكل (11.3)
- صورة رقم 12 تدرج رمادي بترميز (8bit) الحجم 92 x 112 بيكسل الشكل (12.3)
- صورة رقم 13 تدرج رمادي بترميز (8bit) الحجم 92 x 112 بيكسل الشكل (13.3)
- صورة رقم 14 تدرج رمادي بترميز (8bit) الحجم 92 x 112 بيكسل الشكل (14.3)
- صورة رقم 15 تدرج رمادي بترميز (8bit) الحجم 92 x 112 بيكسل الشكل (15.3)
- صورة رقم 16 تدرج رمادي بترميز (8bit) الحجم 92 x 112 بيكسل الشكل (16.3)



الشكل 1.3 صورة رقم 1 الحجم 92x122 بيكسل



الشكل 2.3 صورة رقم 2 الحجم 92x122 بيكسل



الشكل 3.3 صورة رقم 3 الحجم 92x122 بيكسل



الشكل 4.3 صورة رقم 4 الحجم 92x122 بيكسل



الشكل 5.3 صورة رقم 5 الحجم 92x122 بيكسل



الشكل 6.3 صورة رقم 6 الحجم 92x122 بيكسل



الشكل 7.3 صورة رقم 7 الحجم 92x122 بيكسل



الشكل 8.3 صورة رقم 8 الحجم 92x122 بيكسل



الشكل 9.3 صورة رقم 9 الحجم 92x122 بيكسل



الشكل 10.3 صورة رقم 10 الحجم 92x122 بيكسل



الشكل 11.3 صورة رقم 11 الحجم 92x122 بيكسل



الشكل 12.3 صورة رقم 12 الحجم 92x122 بيكسل



الشكل 13.3 صورة رقم 13 الحجم 92x122 بيكسل



الشكل 14.3 صورة رقم 14 الحجم 92x122 بيكسل

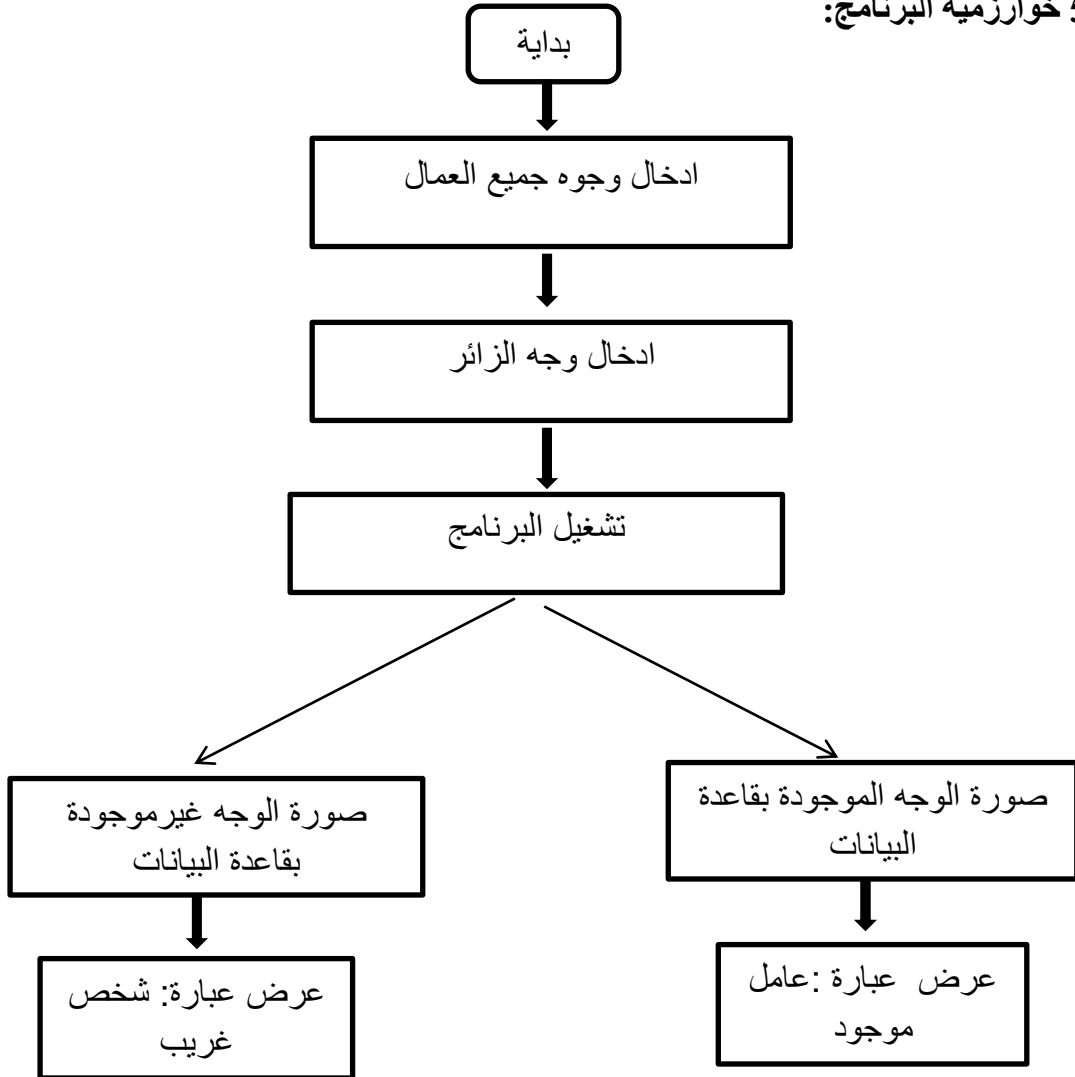


الشكل 15.3 صورة رقم 15 الحجم 92x122 بيكسل



الشكل 16.3 صورة رقم 16 الحجم 92x122 بيكسل

5.3 خوارزمية البرنامج:



الشكل 17.3: خوارزمية عمل البرنامج

في البداية نقوم بإدخال وجوه العمال و تخزينها في قاعدة البيانات لبرنامجنا ، ثم نقوم بتشغيل البرنامج عند دخول أي شخص للمؤسسة بأخذ صورة وجهه و مقارنتها مع الوجوه الموجودة في قاعدة البيانات ،حيث أنه اذا دخل أي عامل الى المؤسسة يلتقط برنامجنا صورة وجهه و يظهر في الشاشة عبارة (عامل موجود يسمح له بالدخول الى المؤسسة) ، و اذا دخل الى المؤسسة شخص غريب تظهر على الشاشة عبارة (شخص غير موجود لا يتم السماح له بالدخول) كما هو موضح في الشكل (رقم 16.3).

6.3 النسبة القصوى للإشارة بالنسبة للضجيج "PSNR" في حالة دخول العامل رقم 16 الى المؤسسة:

نلاحظ أن النسبة القصوى للإشارة بالنسبة للضجيج "PSNR" عند دخول العمال الذين أرقامهم من رقم 1 الى رقم 15 لديها قيمة تتراوح بين 27 ديسيبل الى 28 ديسيبل ، و تصل الى مالا نهاية (Inf) في حالة العامل رقم 16 لوجود تطابق كلي لان هذا الأخير هو الشخص الداخل الى المؤسسة (أنظر الى الجدول رقم 1.3). كما أن البرنامج يعرض عبارة (عامل موجود).

رقم العامل	PSNR بالديسيبل
العامل رقم 1	27.15
العامل رقم 2	27.94
العامل رقم 3	27.81
العامل رقم 4	27.54
العامل رقم 5	27.79
العامل رقم 6	27.80
العامل رقم 7	27.90
العامل رقم 8	27.35
العامل رقم 9	27.90
العامل رقم 10	27.99
العامل رقم 11	27.26
العامل رقم 12	27.28
العامل رقم 13	27.73
العامل رقم 14	27.87
العامل رقم 15	27.42
العامل رقم 16	تطابق كلي (Inf)

جدول 1.3: النسبة القصوى للإشارة بالنسبة للضجيج "PSNR" في حالة دخول العامل رقم 16 الى

المؤسسة

7.3 زمن الحساب لتشغيل برنامج التعرف على الوجوه

نلاحظ في الجدول رقم 2.3 أن الزمن الازم للتعرف على الوجه في برنامجنا لا يتجاوز 0.14 ثانية كأقصى حد.

رقم دخول العامل	زمن الحساب (بالثانية)
العامل رقم 1	0.11
العامل رقم 2	0.10
العامل رقم 3	0.14
العامل رقم 4	0.10
العامل رقم 5	0.11
العامل رقم 6	0.12
العامل رقم 7	0.10
العامل رقم 8	0.11
العامل رقم 9	0.12
العامل رقم 10	0.11
العامل رقم 11	0.14
العامل رقم 12	0.10
العامل رقم 13	0.09
العامل رقم 14	0.11
العامل رقم 15	0.11
العامل رقم 16	0.12

جدول 2.3: الزمن المستغرق للبرنامج للتعرف على وجه شخص

8.3 النسبة القصوى للإشارة بالنسبة للضحيج "PSNR" في حالة دخول شخص غريب الى المؤسسة

نلاحظ في الجدول رقم 3.3 عند دخول أي شخص غريب عن المؤسسة أن قيمة النسبة القصوى للإشارة بالنسبة الى الضحيج لديها قيمة لا تتجاوز 28 ديسبل في جميع الحالات ، و لا يمكن بتاتا في أي

حال من الأحوال أن تأخذ الما لا نهاية (Inf) لان وجوه الأشخاص الغرباء لا توجد في قاعدة بيانات البرنامج. كما أن الشاشة تعرض عبارة (شخص غريب لا يسمح له بالدخول الى المؤسسة).

وجه الشخص	PSNR بالديسبل
العامل رقم 1	27.15
العامل رقم 2	27.94
العامل رقم 3	27.81
العامل رقم 4	27.54
العامل رقم 5	27.79
العامل رقم 6	27.80
العامل رقم 7	27.90
العامل رقم 8	27.35
العامل رقم 9	27.90
العامل رقم 10	27.99
العامل رقم 11	27.26
العامل رقم 12	27.28
العامل رقم 13	27.73
العامل رقم 14	27.87
العامل رقم 15	27.42
العامل رقم 16	27.62
الشخص الغريب	27.50

جدول 3.3: نسبة القسوى للإشارة بالنسبة للضجيج "PSNR" في حالة دخول شخص غريب الى المؤسسة

9.3 خاتمة

لقد قمنا في الفصل الثالث بعمل برنامج يتم من خلاله التعرف على وجه كل شخص يدخل الى المؤسسة سواء كان عاملا أو شخصا غريبا ، ففي حالة دخول عامل تعرض الشاشة عبارة (يسمح له بالدخول الى المؤسسة) ، و في حالة دخول شخص غريب تعرض الشاشة عبارة (لا يسمح له بالدخول الى المؤسسة).

هذا البرنامج يستغل الأسلوب الشامل للتعرف على الوجه و يمتاز بسرعته و دقته للتعرف على

الوجوه.

خاتمة عامة

برنامج التعرف على الوجه في الوقت الحالي مطلباً هاماً بسبب الاحتياجات الأمنية في عدة مجالات. ونظراً لكمية البرمجيات المحتملة (الأمن ، والشبكات الاجتماعية) التي يمكن أن تستند إلى هذا التطبيق، فلا بد وأن تلبي متطلبات القوة وسرعة النتائج.

ينطوي برنامج التعرف على الوجه على عدة جوانب ويستند إلى عدة أدوات ومفاهيم. الخطوة الأولى كانت كشف الوجه ، حيث تم استخدام خوارزمية فيولا وجونز القياسية ، المعترف بها على نطاق واسع كأسلوب في الوقت الحقيقي التي وفرت نتائج قوية وموثوقة. ومن أجل استخلاص الخصائص ، شاهدنا طرق من هذا النوع للاستفادة من بساطتها من حيث التنفيذ وكفاءة القوة. وأدى التصنيف التعلم باستخدام الشبكة الوطنية إلى ارتفاع معدلات الاعتراف.

وقمنا بعمل نظام يحقق هدفنا الأصلي المتمثل في تنفيذ نظام يسمح بالاعتراف على العمال. ولا تزال مشاكل التركيب والإضاءة لتحديد الهوية في البيئات الخارجية تشكل تحديات ستؤدي إلى بذل المزيد من الجهود.

وعلى سبيل المنظور ، يمكن في البداية توخي توسيع نطاق هذا العمل عن طريق الدراسة وإعمال نظام للكشف عن الوجه وإضفاء الطابع المحلي عليه بأداء عالٍ إلى حد ما ، وثمة نظام آخر هو تطبيق هذا النظام على قواعد بيانات أخرى للوجوه ذات الاختلافات القوية في الإضاءة ، وكذلك النظر في إمكانية استخدام نهج يستند إلى العناصر المحلية للوجه.

ومن بين التحديات الرئيسية التالية أن تتمكن من التحكم على نحو أفضل في التباينات البيئية ، التي لا تزال تزعج أنظمة التعرف بشكل مفرط. ولقد مكنت أحدث التطورات في تكنولوجيا التقاط الصور الوجودية 3D من إنشاء أنظمة قوية للتعرف على الصور مقارنة 2D. وفي هذا السياق ، أصبح من الممكن إنشاء نظم للتعرف على الصور الوجودية.

ورغم أن القياسات الحيوية تشكل قضية مهمة على المستوى الاقتصادي ، فإن البحوث ، وخاصة في مجال التعرف على الوجه ، لا تزال تقدم مجالاً مفتوحاً للغاية للتحقيق مع وجهات نظر واسعة مثل:

-أدمج الأداة المطورة في تطبيق حقيقي للتعرف على التوثيق.

-إضافة نظم للرصد عن بعد إلى مركز للمراقبة الأمنية.

- [1] Facial Recognition، اطّلع عليه بتاريخ 2019-8-8 : www.techopedia.com من موقع
- [2] <https://arabicprogrammer.com/article/5448142804/>consulté le14/03/2021.
- [3] <https://www.noonpost.com/content/37430> consulté le15/03/2021.
- [4] A. J. Goldstein, L. D. Harmon and A. B. Lesk, Identification of Humman Faces,Proc.IEEE, May 1971, vol.59, No. 5, 748-760.
- [5] L. Sirovich and M. Kirby, A Low -Dimensional Procedure for the Characteri-zation of Human Faces, J. Optical Soc. Am. A, 1987, vol.4, No. 3, 559-524.
- [6] M. A. Turk and A. P. Pentland, Face Recognition using Eigenfaces, Proc. IEEE,1991, 586-591.
- [7] National Science and Technology Concil (NSTC). Comittee on Technology. FaceRecongition. 7 Aout 2006, 10p.
- [8] Simulation d'un système d'identification de personnes par le visage et la voix " mémoire de master Mention ÉlectroniqueSpécialité Electronique des systèmes embarqués ESE 2017-2018 Université SAAD DAHLAB de BLIDA.
- [9] How Facial Recognition Systems Work [Internet]. HowStuffWorks. 2001 [cited 2018 Nov 9]. Available from: <https://electronics.howstuffworks.com/gadgets/high-tech-gadgets/facial-recognition.htm>
- [10] <https://abuomar.ae/2019/07/20/%D9%83%D9%8A%D9%81-%D8%AA%D8%B9%D9%85%D9%84-%D8%AA%D9%82%D9%86%D9%8A%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%AA%D8%B9%D8%B1%D9%81-%D8%B9%D9%84%D9%89-%D8%A7%D9%84%D9%88%D8%AC%D9%87-%D8%9F-%EF%BB%AD%EF%BB%A3%EF%BA%8E/>consulté le02/04/2021.
- [11] algorithm [Internet]. [cited 2018 Nov 7]. Available from: <https://xlinux.nist.gov/dads/HTML/algorithm.html>

[12] Better Face-Recognition Software – MIT Technology Review [Internet]. [cited 2018 Nov 7]. Available from: <https://www.technologyreview.com/s/407976/better-face-recognition-software>

[13] https://www.alamyimages.fr/photo-image-reconnaissance-faciale-numerisation-spherique-sans-cheveux-le-rendu-3d-166074192.html?pv=1&stamp=2&imageid=963F1BD7-F9D4-49F2-A519-CBA63A53DE68&p=341196&n=0&orientation=0&pn=1&searchtype=0&IsFromSearch=1&srch=foo%3dbar%26st%3d0%26pn%3d1%26ps%3d100%26sortby%3d2%26resultview%3dsortbyPopular%26npgs%3d0%26qt%3dfacial%2520recognition%26qt_raw%3dla%2520reconnaissance%2520faciale%26lic%3d3%26mr%3d0%26pr%3d0%26ot%3d0%26creative%3d%26ag%3d0%26hc%3d0%26pc%3d%26blackwhite%3d%26cutout%3d%26tbar%3d1%26et%3d0x00000000000000000000%26vp%3d0%26loc%3d0%26imgt%3d0%26dtfr%3d%26dtto%3d%26size%3d0xFF%26archive%3d1%26groupid%3d%26pseudoid%3d%26a%3d%26cdid%3d%26cdsrt%3d%26name%3d%26qn%3d%26apalib%3d%26apalic%3d%26lightbox%3d%26gname%3d%26gtype%3d%26xstx%3d0%26simid%3d%26saveQry%3d%26editorial%3d1%26nu%3d%26t%3d%26edoptin%3d%26customgeoip%3d%26cap%3d1%26cbstore%3d1%26vd%3d0%26lb%3d%26fi%3d2%26edrf%3d%26ispremium%3d1%26flip%3d0%26pl%3d consulté le05/04/2021.

[14] <https://arabicprogrammer.com/article/16431798771/> consulté le05/04/2021.

[15] <https://www.hitsnet.net/?p=1741> consulté le05/04/2021.

[16] http://www.igli5.com/2020/12/3_11.html consulté le06/04/2021.

[17] M. Behrman, M. Moscovitch, G. Winocur. Facing the issue : New research showsthat the brain process faces and objects in separate brain systems. Journal ofCognitive Neuroscience, 1997.

[18] X.Jiang, E. Rosen, T. Zeffiro, J. Vanmeter, V. Blanz, and M. Riesentruber.Evaluation of a shape-based model of human face discrimination using fmriand behavioral techniqueq. Neuron,50(1) : 159-72, April 2006.

- [19] B. Sofiane, «Détection et identification de personne par méthode biométrique», Mémoire de magister en Electronique, Option: Télédétection, Université Mouloud MAMMERI et TIZI-OUZOU.
- [20] M. A. Fodda, «Détection et reconnaissance de visage», Projet de fin d'études, ESPRIT, Octobre 2010.
- [21] S. Guerfi Ababsa, «Authentification d'individus par reconnaissance de caractéristiques biométriques liées aux visages 2D/3D», Thèse de doctorat, UNIVERSITE D'EVRY VAL D'ESSONNE, octobre 2008.
- [22] R. Jourani, «Reconnaissance de visage», Mémoire de fin d'études, Université Mohammed V-Agdal, Novembre 2006.
- [23] T. Rawlinson et al., «Principles and Methods for Face Recognition and Face Modelling» Dep. of Computer Science, University of Warwick, UK. Février 2009.
- [24] P. Sinha, «Processing and Recognition 3D format», PhD thesis, Massachusetts Inst. of Technology, 1995.
- [25] B. Abdessettar, S. Fathi, «Extraction des caractéristiques pour l'analyse biométrique d'un visage», Université Kasdi MERBAH OUARGLA, A.U: 2013-1204.
- [26] SOUHILA GUERFI ABABSA, « Authentification d'individus par reconnaissance de caractéristiques biométriques liées aux visages 2D/3D» thèse de doctorat, Université D'EVRY VAL D'ESSONNE 2008.
- [27] Reconnaissance de visages par Analyse Discriminante Linéaire(LDA) Par Amira Chiheb Université du 8 mai 45 de Guelma Algérie -Licence en informatique 2003.
- [28] N. Morizet. "Reconnaissance Biométrique par Fusion Multimodale du Visage et de l'Iris". Thèse de l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications Spécialité : Signal et Images, 2009.

- [29] SOUHILA GUERFI ABABSA, « Authentification d'individus par reconnaissance de caractéristiques biométriques liées aux visages 2D/3D» thèse de doctorat, Université D'EVRY D'ESSONNE 2008.
- [30] G. Zhao and M. Pietikainen, "Dynamic texture recognition using local binary patterns with an application to facial expressions," *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, vol. 29, pp. 915-928, 2007.
- [31] B. Scholkopf, A. Smola, and K. Muller. Nonlinear component analysis as a kernel eigenvalue problem. *Neural Computation*, pages 1299–1319, 1998.
- [32] K. Hotta. View independent face recognition based on kernel principal component analysis of local parts. In *International Conference on Image Processing*, pages III : 760–763, 2005.
- [33] S. Mika and J. Weston. Fisher discriminant analysis with kernels. *Neural Networks for Signal Processing*, May 06 1999.
- [34] H. Kim, H. Park, and H. Zha. Distance preserving dimension reduction for manifold learning. In *International Conference on Data Mining. SIAM*, 2007.
- [35] M. H. Yang. Face recognition using extended isomap. In *International Conference on Image Processing*, pages 117–120, 2002.
- [36] G. Hagen, T. Smith, A. Banasik, R.R. Coifman, and I. Mezić. Validation of low-dimensional models using diffusion maps and harmonic averaging. In *IEEE Conference on Decision and Control*, 2007.
- [37] J. Wang, C. Zhang, and Z. Kou. An analytical mapping for LLE and its application in multi-pose face synthesis. In *British Machine Vision Conference*, pages xx–yy, 2003.
- [38] B. Raducanu and F. Dornaika. Dynamic facial expression recognition using laplacian eigenmaps-based manifold learning. In *International Conference on Robotics and Automation*, pages 156–161. IEEE, 2010.
- [39] Q. Wang and J. Li. Combining local and global information for nonlinear dimensionality reduction. *Neurocomputing*, 72(10-12) :2235–2241, 2009.

- [40] M. N. Teli. Dimensionality reduction using neural networks. Technical re-port, April 02 2008.
- [41] S. Lawrence, C. L. Giles, A. C. Tsoi, and A. D. Back. Face recognition : Aconvolutional neural-network approach. IEEE Transactions on Neural Net-works, 8(1) :98–113, January 1997.
- [42] S. Duffner and C. Garcia. Face recognition using non-linear image recon-struction. Ini-LIDS : Bag and Vehicle Detection Challenge, pages 459–464,2007.
- [43]33 X. Tan, S. Chen, Z. H. Zhou et F. Zhang. "Face recognition from a single image per person:Asurvey". Pattern Recognition,Volume 39,numéro 9, Pages 1725-1745, Septembre 2006.
- [44]8 S.G. Ababsa."Authentification d'individus par reconnaissance de caractéristiques biométriques liées auxvisages 2D/3D ". Thèse de doctorat, UniversitéEvry Val d'Essonne. 03 octobre 2008.
- [45]51L. Wiskott, J. M. Fellous, N. Kuiger, and C. von der Malsburg. "Face recognition by elastic bunch graph matching". IEEE Trans. PAMI, vol. 19, no. 7, pp. 775-779, July 1997.
- [46]4 A. Ouamane. "Reconnaissance Biométrique par Fusion Multimodale duVisage 2D et 3D". Thèse de doctoraten sciences en Electronique, Université de Mohamed Khider Biskra,11 Juin 2015.
- [47] Ngoc Son Vu. "Contributions à la reconnaissance de visages à partir d'une seule image et dans un contexte non-contrôlé", Thèse de L'Université de Grenoble, 2010.
- [48] B. S. Manjunath, R. Chellappa, and C. von der Malsburg. "A feature based approach to face recognition". In CVPR, 1992.
- [49]R. Brunelli and T. Poggio."Face recognition : features versus templates". IEEE Trans. PAMI,vol. 15, no. 10, pp. 1042-1052, 1993.
- [50] P. Viola and M.J. Jones. "Robust real-time face detection". Int Journal of Computer Vision, vol. 57, pp. 137-154, 2004.

- [51] D.G. Lowe. "Distinctive image features from scale-invariant keypoints". Int Journal of Computer Vision, vol. 60, no. 2, pp. 91-110, 2004.
- [52] T. Ahonen, A. Hadid, and M. Pietikainen. "Face recognition with local binary patterns". In ECCV, pp. 469-481, 2004.
- [53] V. Ojansivu and J. Heikkila. "Blur insensitive texture classification using local phase quantization". International Conference on Image and Signal Processing (ICISP08), pp. 236-243, 2008.
- [54] J. Chen, S. Shan, C.He, G.Zhao, M. Pietikainen, X. Chen, W. Gao, "WLD: A Robust Local Image Descriptor", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.32,no.9, 2010.
- [55] J. Kannala and E. Rahtu. "BSIF: Binarized Statistical Image Features". 21st International Conference on Pattern Recognition (ICPR), pp.1363-1366, 2012.
- [56] D. Lowe. "Distinctive Image Features from Scale-Invariant Key Points". Intl J. Computer Vision, vol. 60, no. 2, pp. 91-110, 2004.
- [57] https://ena.etsmtl.ca/pluginfile.php/59680/mod_resource/content/0/SIFT%20Wikipedia.pdf.
- [58] D. Huang, Caifeng, M. Ardabilian, Y. Wang, and L. Chen. "Local Binary Patterns and Its Application to Facial Image Analysis: A Survey", IEEE transactions on systems, man, and cybernetics—part c: applications and reviews, vol. 41, no. 6, november 2011.
- [59] T. Ojala, M. Pietikäinen, and T. Maenpaa. "Multiresolution gray-scale and rotation invariant texture classification with local binary patterns". IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intel., vol. 24, no. 7, pp. 97-987, Jul. 2002.
- [60] H.Jin, Q. Liu, H. Lu, and X.Tong. "Face detection using improved LBP under Bayesian framework". in Proc Int. Conf. Image Graph., 2004, pp. 306-309.
- [61] H. Yang and Y. Wang. "A LBP-based face recognition method with Hamming distance constraint". in Proc. Int. Conf. Image Graph., pp. 645-649, Aug. 2007.

- [62] Z. Guo, L. Zhang, and D. Zhang. "A completed modeling of local binary pattern operator for texture classification". IEEE Trans. Image Process., vol. 19, no. 6, pp. 1657-1663, Jun. 2010.
- [63] T. Ahonen and M. Pietikäinen. "Soft histograms for local binary patterns". in Proc. Fin. Signal Process. Symp., Oulu, Finland, 2007.
- [64] L. Zhang, R. Chu, S. Xiang, S. Liao, and S. Z. Li. "Face detection based on multi-block LBP representation", Lecture Notes in Computer Science, volume 4642/2007, pages 11-18, 2007.
- [65] P. Viola et M. Jones. "Robust real-time face detection", International Conference on Computer Vision, volume 2, page 747, Juillet 2001.
- [66] Viola et M. Jones. "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features", IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, volume 1, pages 511-518, Décembre 2001.
- [67] Y. Freund et R. Schapire. "Experiments with a new boosting algorithm", International Conference on Machine Learning, pages 148-156, Janvier 1996.
- [68] R. Lienhart et J. Maydt. "An Extended Set of Haar-like Features for Rapid Object Detection", IEEE ICIP, volume 1, pages 900-903, Septembre 2002.
- [69] M. Jones et P. Viola. "Fast Multi-view Face Detection", IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Juillet 2003.
- [70] T. Mita, T. Kaneko, et O. Hori. "Joint Haar-like features for face detection", IEEE International Conference on Computer Vision, volume 2, pages 1619-1626 Octobre 2005.
- [71] V. Blanz, R. Sami, V. Thomas, Face identification across different poses and illuminations with a 3d morphable model. Proc. IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, pp. 202-207, 2002.
- [72] V. Blanz, T. Vetter, Face recognition based on fitting a 3D morphable model, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 25, 1063-1074, 2003.

- [73] T. Vetter and T. Poggio, "Face recognition by elastic bunch graph matching," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 19, no. 7, pp. 733–742, 1997.
- [74] R.O. Duda, P.E. Hart, and D.G. Stork, Pattern Classification, second ed. John Wiley & Sons, 2001.
- [75] T. Sim, S. Baker, M. Bsat, The CMU pose illumination and expression (PIE) database, in: Proceedings of the Fifth International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 2002.
- [76] P.J. Phillips, H. Hyeonjoon, S. Rizvi, P. Rauss. The FERET Evaluation Methodology for Face-Recognition Algorithms. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vo. 22, No. 10, Octobre 2000.
- [77] P. J. Besl, N. D. McKay, N. (1992). "A method for registration of 3D shapes". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, volume 14, numéro 2. 1992.
- [78] G. Medioni and R. Waupotitsch. "Face Modeling and Recognition in 3-D". In IEEE International Workshop on Analysis and Modeling of Faces and Gestures, pp. 232-233, 2003.
- [79] Y. Wang, G. Pan, Z. Wu, and Y. Wang. "Exploring facial expression effects in 3D face recognition using partial ICP". in Proc. Asian Conf. Comput. Vision (Lectures Notes in Computer Science 3851), P. Narayanan, Ed. Berlin, Germany: Springer-Verlag, pp. 581-590, Jan. 2006.
- [80] I. A. Kakadiaris, G. Passalis, G. Toderici, M. N. Murtuza, Y. Lu, N. Karampatziakis and T.Theoharis. "Three-dimensional face recognition in the presence of facial expressions: an annotated deformable model approach". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 29, no. 4, pp. 640-649, 2007.
- [81] X. Li, T. Jia and H. Zhang. "Expression-insensitive 3D face recognition using sparse representation". In IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 2575-2582, Jun. 2009.

[82] H. Mohammadzade and D. Hatzinakos. "Iterative Closest Normal Point for 3D Face Recognition", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 35, no. 2, 2013.

[83] B. Achermann, X. Jiang and H. Bunke. "Face recognition using range images". In International Conference on Virtual Systems and MultiMedia, pp. 129-136, 1997.

[84] T. Heseltine, N. Pears and J. Austin. "Three-dimensional face recognition: an eigensurface approach". In IEEE International Conference on Image Processing, vol. 2, pp. 1421-1424, Oct. 2004.

[85] T. Heseltine, N. Pears and J. Austin. "Three-dimensional face recognition: a fisher surface approach". In International Conference on Image Analysis and Recognition, pp. 684-691, 2004.

[86] D. P. Huttenlocher, G. A. Klanderman and W. J. Rucklidge. "Comparing images using the Hausdorff distance". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 15, no. 9, pp. 850-863, 1993.

[87] B. Achermann and H. Bunke. "Classifying range images of human faces with Hausdorff distance". In International Conference on Pattern Recognition, vol. 2, pp. 809-813, 2000.

[88] G. Pan, Z. Wu and Y. Pan. "Automatic 3D face verification from range data". In IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, vol. 3, pp. 193-196, 2003.

[89] T. D. Russ, K. W. Koch and C. Q. Little. "3D facial recognition: a quantitative analysis". In Annual Meeting of the Institute of Nuclear Materials Management, 2004.

[90] X. Lu and A. K. Jain. "Deformation modeling for robust 3D face matching". In IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, vol. 2, pp. 1377-1383, 2006.

[91] X. Lu and A. K. Jain. "Deformation modeling for robust 3D face matching". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 30, no. 8, pages 1346-1357, Aug. 2008.

- [92] X. Lu, D. Colbry and A. K. Jain. "Three-dimensional model based face recognition". In International Conference on Pattern Recognition, pp. 362-366, 2004.
- [93] F. R. Al-Osaimi, M. Bennamoun and A. S. Mian. "An expression deformation approach to non-rigid 3D face recognition". International Journal of Computer Vision, vol. 81, no. 3, pp. 302-316, 2009.
- [94] D. Huang, "Robust Face Recognition based on Three Dimensional Data", Thèse de l'école central de Lyon, 2011.
- [95] S. Gupta, M. P. Sampat and Z. Wang. "Facial range image matching using the complex wavelet structural similarity metric". In IEEE International Workshop on Applications of Computer Vision, page 4, Feb. 2007.
- [96] Y. Wang, X. Tang, J. Liu, G. Pan and R. Xiao. "3D face recognition by local shape difference boosting". In European Conference on Computer Vision, pp. 603-616, 2008.
- [97] Y. Wang, J. Liu and X. Tang. "Robust 3D face recognition by local shape difference Boosting". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 32, no. 10, pp. 1858-1870, 2010.
- [98] H. Tang, B. Yin, Y. Sun, Y. Hu. "3D face recognition using local binary patterns". Signal Processing, vol. 93, pp. 2190-2198, 2013.
- [99] N. Alyuz, B. Gokberk and L. Akarun. "Regional registration for expression resistant 3D face recognition". IEEE Transactions on Information Forensics and Security, vol. 5, no. 3, pp. 425-440, 2010.
- [100] C. Samir, A. Srivastava, M. Daoudi. "Three-Dimensional Face Recognition Using Shapes of Facial Curves". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 28, no. 11, pp. 1858-1863, 2006.
- [101] L. Zhang, A. Razdan, G. E. Farin, J. Femiani, M. Bae and C. Lockwood. "3D face authentication and recognition based on bilateral symmetry analysis". The Visual Computer, vol. 22, no. 1, pp. 43-55, 2006.

- [102] M. H. Mahoor and M. Abdel-Mottaleb. "3D face recognition based on 3D ridge lines in range data". In IEEE International Conference on Image Processing, vol. 1, pp. 137-140, 2007.
- [103] H. Drira, B. Ben Amor, M. Daoudi and A. Srivastava. "Pose and expression-invariant 3D face recognition using elastic radial curves". In British Machine Vision Conference, pp. 90.1-90.11, 2010.
- [104] Z. Wu, Y. Wang and G. Pan. "3D face recognition using local shape map". In IEEE International Conference on Image Processing, volume 3, pages 2003_2006, Oct. 2004.
- [105] U. Castellani, M. Cristani, X. Lu, V. Murino and A. K. Jain. "HMM-based geometric signatures for compact 3D face representation and matching". In IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshop on Biometrics, pp. 1-6, Jun. 2008.
- [106] F. Daniyal, P. Nair and A. Cavallaro. "Compact signatures for 3D face recognition under varying expressions". In IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance, pp. 302-307, Sep. 2009.
- [107] C. Maes, T. Fabry, J. Keustermans, D. Smeets, P. Suetens and D. Vandermeulen. "Feature detection on 3D face surfaces for pose normalization and recognition". In IEEE International Conference on Biometrics: Theory Applications and Systems, pp. 1-6, 2010.
- [108] S. Berretti, A. D. Bimbo, and P. Pala. "Sparse Matching of Salient Facial Curves for Recognition of 3-D Faces With Missing Parts", IEEE Transactions on Information Forensics and Security, vol.8, no. 2, 2013.
- [109] B. Gokberk, A. A. Salah and L. Akarun. "Rank-based decision fusion for 3D shape-based face recognition". In International Conference on Audio-and Video-based Biometric Person Authentication, pp. 1019-1028, 2005.

- [110] A. B. Moreno, A. Sanchez, J. Velez and J. Diaz. "Face recognition using 3D local geometrical features: PCA vs. SVM". In IEEE International Symposium on Image and Signal Processing and Analysis, pp. 185-190, Sep. 2005.
- [111] Y. Lee, H. Song, U. Yang, H. Shin and K. Sohn. "Local feature based 3D face recognition". In International Conference Audio-and Video-Based Biometric Person Authentication, pp. 909-918, 2005.
- [112] X. Li and H. Zhang. "Adapting geometric attributes for expression-invariant 3D face recognition". In IEEE International Conference on Shape Modeling and Applications, pp. 21-32, Jun. 2007.
- [113] P. Guan and L. Zhang. "3D face recognition based on facial structural angle and local region map". In IEEE International Conference on Multimedia and Expo, pp. 41-44, Apr. 2008.