تمييز تعابير الوجه البشري بواسطة خوارزميات الذكاء الاصطناعي

محمد يوسف عبدالله الماحي[1]، جامعة الإمام المهدي، كلية الحاسوب وتقنية المعلومات
M.Yousif@mahdi.edu.sd
محمد المعز سيف الدين سراج احمد[2]، جامعة الإمام المهدي، كلية الحاسوب وتقنية المعلومات
Mohammed.almoiz@mahdi.edu.sd

المستخلص:

معالجة الصور والرؤية بالحاسوب واحدة من أكبر مجالات علوم الحاسوب التي تهتم بالصور الرقمية وكيفية معالجتها. الغاية من هذا البحث إلقاء الضوء على آلية ومراحل التعرف على تعابير وجه الإنسان بتحديد انتماء الوجه المدخل إلى تعبير معين، هناك مجموعة من التعابير في وجه الإنسان منها التعابير الستة النموذجية وهي الغضب، والاشمئزاز، الخوف، السعادة، الحزن، الدهشة، بالإضافة إلى الحالة الطبيعية سيتم التعرف على تعبيرين منهم بواسطة هذا النموذج. في هذه الورقة تم تطبيق هذا نظام التعرف على بعض تعابير وجه الإنسان، بواسطة خوارزمية Histogram of Oriented Gradients algorithm (HOG) (لإستخراج المميزات من الصور Feature Extraction) وخوارزمية Support Vector Machine (SVM) التي تقوم بعمليات التصنيف وتحديد التعبير المطلوب. وصلت دقة هذا النظام الي 90% للتعرف على الأوجه المختلفة بمختلف الجنسيات والأعمار.

Abstract:

Computer vision & image processing is one of the largest areas of computer science that focuses on processing of the digital images. The purpose of this research is to shed light on the mechanism and stages of recognizing the expressions of the human face by identifying the identity of the face that is entered into a particular expression. There are a number of expressions in the face of human, including the six typical expressions of anger, disgust, fear, happiness, sadness, surprise, in addition to normal face expression. In this paper, recognition system was applied to some human facial expressions two expression, using the Histogram of Oriented Gradients algorithm (HOG) to extract image features, and the Support Vector Machine (SVM), which processes the classification and expression of the desired expression. The accuracy of this system reached 90%. This model is capable to identify different faces from different nationalities and ages.

Key words: الكلمات المفتاحية

Histogram of Oriented Gradients HOG, Support Vector Machine SVM, Image processing معالجة الصور الرقمية، , Emotion detection, computer vision, الرؤية بالحاسوب Facial expression, التعرف على تعابير الوجه.

1. المقدمة: Introduction:

الذكاء الاصطناعي هو سلوك وخصائص معينة تتسم بها البرامج الحاسوبية تجعلها تحاكي القدرات الذهنية البشرية وأنماط عملها ومن أهم هذه الخاصيات القدرة على التعلم والاستنتاج ورد الفعل على أوضاع لم تبرمج في الآلة من خلال هذا العلم يمكننا تصميم نظام للتعرف على تعابير الوجه والاستعانة به في عديد من المجالات. تتلخص مشاكل التي يعالجها هذا البحث في، صعوبة في معرفة

تعابير الأوجه المتشابهة بالحاسوبلدراسة سلوك الإنسان، بعض الخوارزميات التي تطبق في عمليات التحليل لا تعطي نتائج دقيقة، صعوبة في عملية تحليل الوجه بالكامل والتنبؤ وتفسير الدواخل. نستهدف بهذا البحث عمل نموذج تستطيع من خلاله تكوين قاعدة معرفة لتعبرين من تعابير الوجه الستة الرئيسية (المفاجأة، الحزن، الغضب، الاشمئزاز، الخوف، السعادة)، سيتم استخدام خوارزمية Histogram of Oriented Gradients algorithm (HOG) لتحليل المكونات الأساسية لحصول على صور واضحة، نعمل على الوصول الي نسبة دقة عالية لهذا النموذج، وأيضا تعزيز قدرة النموذج لتحديد تعابير وجه لأشخاص من أعمار أعراق مختلفة. يمكننا تلخيص أهمية هذا البحث في أنه يخدم عدة مجالات منها المجال القضائي أو الجنائي والمجال الطبي وغيرها.

يمكننا تقسيم تعابير الوجه البشري الرئيسية إلى:

تعبير السعادة happiness: تكون الإبتسامة واضحة تماما ، و مع ذلك إذا لم يكن هناك ظهور للتجاعيد و زيادة الإنتفاخ في الوجه أو حركة عضلات عامة حول العينين ، يكون هذا الشخص يقوم بتزوير الإبتسامة.

تعبير الحزنsadness : تكون الحواجب و الشفاه متحولة إلى أسفل، و حركة الحاجبين يمكن أن تعني أيضا شعور الشخص بالذنب.

تعبير الازدراء contempt : أحد أركانه رفع الفم ، وكأنه نوع من "نصف إبتسامة" ، و في حالة الإحتقار الشديد فم الشخص يتغير بطريقة غريبة.

تعبير الاشمئزازdisgust : يتم رفع الشفة العليا، والتي تبين الأسنان في الحالات القصوى مثل الازدراء.

تعبير المفاجأة:surprise يكون بفتح الفم مع رفع الحاجبين، و إذا كان هذا التعبير يستمر لفترة أطول من ثانية، يكون الشخص يقوم بتزويره.

تعبير الخوف fear :و يظهر برفع الحاجبين و خفض الجزء السفلي من الفم خاصة في الحالات القصوى، و يشير البلع أيضا إلى الخوف.

تعبير الغضب anger :يتم شدد الشفاه، وحرق الخياشيم، و سحب الحاجبين معا إلى أسفل، و كل ذلك علامات على الغضب.

يمكننا تقسيم هذه الورقة كالتالي، القسم التاني منها يتحدث عن الدراسات السابقة، أما القسم الثالث يغطي تخطيط بناء النموذج، القسم الرابع يعرض التجارب العملية، القسم الخامس يعرض نتائج التجارب، والقسم السادس يعرض الخاتمة.

2. الدراسات السابقة Related Work:

من أوائل الدراسات التي شكلت نموذجا لمعاجلة تعابير الوجه كانت في عام 1986م لدى العالمين Bruce & Young وقد استمر البحث لتقديم أنظمة انجزت في الفترة ذاتها بشكل متعلق ولكن العديد من المصاعب ظهرت بالرغم من النتائج الجيدة التي حققتها هذه الدراسات ضمن هذا المضمار فبدأ العمل لإحراز تقدم في القضايا المتعلقة بالآليات المستخدمة في تصوير تعابير الوجه ومن هذه الدراسات:

العديد من الأبحاث طبقت تقنيات متنوعة لحل هذه المسائل بالإضافة إلى الخوارزمية تحليل المكونات الأساسية ونذكر من هذه الدراسات في الآونة الأخيرة بدأ العديد من الباحثين في كل من النماذج المسندة إلى الصورة حيث وجد أن تقنية HOG المستخدمة في النماذج المسندة إلى الصورة يمكن تطبيقها بشكل ناجح في بناء وتمثيل وتشفير للوجه ومن هذه الأبحاث. قام العديد من الباحثين بتمييز تعابير الوجه الستة بالإضافة إلى الحالة الطبيعية اعتمادا على الخوارزميات منهم في عام 2000. وقد ذكرت الدراسات السابقة أن تعبيرات الوجه على الجانب الأيسر من الوجه تظهر أقوى من هذه على الجانب الأيمن. وصفنا خوارزمية من طريقة فعالة اختيار ميزة على أساس التعلم تحت إشراف الشبكات العصبية متعددة الطبقات للتعرف على تعبير الوجه. استخرجنا أقنعة العاطفة التي تركز على بكسل ذات دلالة إحصائية في صورة

الوجه باستخدام عمليات البحث الشاملة استنادا إلى طريقة اختيار ميزة مختلفة. وقد وفرت تدبيرا موضوعيا لتقييم عدم التماثل في الوجه. أثبتنا فعالية نهجنا في التجارب النوعية لتصنيف تعابير الوجه غير المتماثلة. في التجربة، وقد ثبت عدم التماثل الأيمن واليمين من تعبيرات الوجه بموضوعية باستخدام بكسل كبيرة إدراكيا داخل أقنعة العاطفة. تم تحسين معدل التعرف على تعبيرات الوجه باستخدام أقنعة العواطف بدقة 78.8٪ إلى 83.1٪.

التعبيرات الدقيقة Micro Expressionهي تعبيرات جزئية في الوجه تظهر بصورة عفوية قصيرة و بصورة غير إرادية. ومع ذلك، تجاهلت الدراسات السابقة أن مناطق الوجه المختلفة لها مساهمات مختلفة في التعرف على التعبير الجزئي. في هذه الدراسة، اقترحنا الطريقة التي توظف الوزن من ميزة وتصنيف غامض المرجح لتعزيز المعلومات الفعالة في تسلسل التعبير الجزئي. وقد حققت الطريقة المقترحة التعرف على التعبير الجزئي الوجهي على أساس مزيج من المعلقة المكاني الزماني HOG3Dوصف لتصنيف العمل وطريقة الترجيح معا. وأظهرت النتائج أن الوصف المكاني الزماني HOG3Dوطريقة الترجيح المقترحة لها أداء متفوق وتحقق نتائج واعدة جدا في التعرف على التعبير الجزئي.

نموذج نظام التعرف على الوجه في مجال رؤية الكمبيوتر عادة يتعلم ويترجم السلوكيات الوجه في الحالات العاطفية مباشرة استنادا إلى بيانات التدريب. منذ وجهنا لا يقتصر عدد قليل من التسميات الطبقة. ومن أجل شرح تعبيرات الوجه الأكثر تعقيدا، اقترحنا وحدة كشف جديدة (أو) بعد نظام ترميز الوجه (إكسمان). وقد استخدم نظام الكشف في الاتحاد الافريقي المميزات الزمنية القوية وهيكلة جديدة لأساليب التصنيف القائمة على تحليل العناصر المستقلة التمييزي (إيكا) مع عملية التبييض بواسطة طريقة إيجنسباس استنادا إلى خصائص الطبقة ولذلك يمكننا وصف موضوعي تعابير الوجه خفية ومعقدة في نفس المعيار في دراسات علم النفس. وتظهر النتائج التجريبية ارتفاع أداء نظامنا المقترح مقارنة بأساليب التصنيف السابقة في مجموعة البيانات القياسية.

في [1]، تم تطوير نموذج شبكات عصبية متعددة الطبقات وموثوقة (Mfanns) للتنبؤ بالتصنيف نوع الإنسان. الدراسة المستخدمة ميزات لمجموعة من 450 صورة تم اختيارها عشوائيا من .DataSetFeretنحن استخراج معلمات المرشح الراقية فقط تشكل .DataSetFeret في هذا النموذج، معايير الأداء لمعدل الدقة وتعني الخطأ التربيعي (MSE) وصلت .AR تتم مقارنة نتائج نماذجMfannsمع تلك التي حصلت عليها SVR-RBF و .K-NN يظهر أن نموذج Mfanns ينفذ بشكل أفضل (أي أدنى مستوىMSE = 0.0789 ، وأعلى معدل دقة = 96.9٪) من طرازات SVR ومقدمة-K .NNربط نتائج الدراسة مع النتائج التي تم الحصول عليها في مراجعة الأدب، نستنتج أن طريقتنا تحقق حساب موصى به للتنبؤ بين الجنسين.

أما [2] تم اقتراح نهج تعليمي عميق بناء على الشبكة تنافعية الاهتمام للتعرف على تعبيرات الوجه. تعتمد النهج التقليدية لهذه المشكلة على ميزات مصنوعة يدوية مثل SIFT و HOG و LBP، تليها مصنف مدرب على قاعدة بيانات للصور أو مقاطع الفيديو. معظم هذه الأعمال تؤدي بشكل جيد بشكل معقول على مجموعات بيانات الصور التي تم التقاطها في حالة خاضعة للرقابة، ولكنها تفشل في الأداء بشكل جيد في مجموعات البيانات الأكثر تحديا مع المزيد من تباين الصور والوجوه الجزئية. حيث تم اقتراح نهجا تعليميا عميقا بناء على الشبكة التنافعية الاهتمام، والتي تتمكن من التركيز على أجزاء مهمة من الوجه، وتحقق تحسنا كبيرا على النماذج السابقة على مجموعات بيانات متعددة، بما في ذلك FER-2013.

هدفت الدراسة [3] للتركيز على الإجهاد الذي يتعرض له الإنسان وهو رد فعل الجسم الطبيعي على المحفزات الخارجية والداخلية. على الرغم من كونه شيء طبيعي،

فإن التعرض الطويل للضغوط يمكن أن يسهم في مشاكل صحية خطيرة. تنعكس هذه التفاعلات ليس فقط في الفسيولوجيا، ولكن أيضا نفسيا، ترجمة إلى العواطف وتعبيرات الوجه. بناء على ذلك، قمنا بتطوير دليل على مفهوم للكشف عن الإجهاد. مع وجود شبكة عصبية قادرة على تصنيف تعبيرات الوجه، وتطبيق يستخدم هذا النموذج لتصنيف الصور في الوقت الفعلي لوجه المستخدم وبالتالي تقييم وجود علامات الإجهاد. لإنشاء نموذج التصنيف يستخدم نقل التعلم مع ضبط جيد. بهذه الطريقة، استفادتنا من الشبكات المدربة مسبقاVGG16، VGG19 ، و-Ingisting Resnet V2 لحل المشكلة. النتائج التي تم الحصول عليها واعدة للغاية ونظام الكشف عن الإجهاد المقترح غير مرن، يتطلب فقط كاميرا ويب لمراقبة تعبيرات الوجه للمستخدم.

قامت الدراسة [4] بالتركيز على مراقبة الوضع اليقظ والعاطفي للسائق الذي يمثل أمر بالغ الأهمية لسلامة وراحة القيادة. في هذا العمل، تم تطوير نظام مراقبة غير تدخلية في الوقت الفعلي، والذي يكتشف الحالات العاطفية للسائق من خلال تحليل تعبيرات الوجه. يعتبر النظام مشاعتين أساسيتين سلبيين للغضب والغضب والاشمئزاز، كمشاعر الإجهاد ذات الصلة. نكتشف العاطفة الفردية في كل إطار فيديو واتخاذ قرار بشأن مستوى التوتر على مستوى التسلسل. تظهر النتائج التجريبية أن النظام المتقدم يعمل بشكل جيد للغاية على البيانات المحاكاة حتى مع النماذج العامة. تخفض خطوة تطبيع إضافية من تأثير عدم تطابق تشكل بسبب إعداد الكاميرا وتشكل التباين، وبالتالي يحسن دقة الكشف أكثر.

قامت الدراسة [5] على معرفة تعابير الوجه، وتقدم مراجعة منهجية لهذه المسألة. بالإضافة إلى ذلك ، كما تمت تلخيص 112 ورقة بحثية. وتمت فيها مراجعة طرقهم وخوارزمياتهم الأكثر استخدامًا وتلخيصها من أجل فهم أفضل، مثل اكتشاف الوجه، والتنعيم، وتحليل المكونات الرئيسية (PCA)، والأنماط الثنائية المحلية (LBP) ، والتدفق البصري (OF) ، ومرشحات Gabor ، من بين أمور أخرى. حددت هذه المراجعة صعوبة واضحة في ترجمة دقة التعرف على تعبيرات الوجه (FER) العالية في البيئات الخاضعة للرقابة إلى بيئات غير خاضعة للرقابة ومتغيرة. يجب وضع الجهود المستقبلية في مجال FER في أنظمة متعددة الوسائط قوية بما يكفي لمواجهة سيناريوهات العالم الحقيقي. يتم تقديم تحليل شامل للبحث الذي تم إجراؤه على FER في Computer Vision بناءً على الأوراق المختارة. لا تهدف هذه المراجعة إلى أن تصبح مرجعًا للبحث المستقبلي حول التعرف على المشاعر فحسب، بل تهدف أيضًا إلى تقديم نظرة عامة على العمل المنجز في هذا الموضوع للقراء المحتملين.

في [6] تم العمل على تعابير الوجه في طريقة الاتصال، تعمل تعبيرات الوجه كتواصل غير لفظي وتلعب دورًا مهمًا في التفاعل الاجتماعي من خلال توفير بعض المعلومات السياقية. تعبيرات الوجه تعبر أيضًا عن الحالة العاطفية الداخلية للإنسان ، وهي فعالة جدًا للتواصل مع المشاعر الفعلية. في هذه الورقة ، تم اقتراح خوارزمية لاكتشاف الوجه وأجزاء الوجه بشكل أكثر دقة لخوارزمية فيولا - جون ، وخوارزمية تتبع سريع لتتبع الوجه في سيناريوهات الوقت الفعلي. تم استخدام دمج ملامح الوجه لاستخراج الميزات وتم تقديم عمل مقارن على العديد من المصنفات. في هذا النهج ، تم الحصول على الصور وتم اقتصاص سبعة أجزاء مهمة من الصورة ، ثم استخراج وتخزين ملامح العديد من تعابير الوجه. أخيرًا ، تم التعرف على التعبيرات في الصور باستخدام المصنفات. تم اختبار الخوارزمية على أربعة أنواع من قواعد البيانات وحققت أداءً دقيقًا من خلال النظام المصمم.

3. التخطيط لبناء النموذج Model Design

ضمن هذا الجزء نقوم ببناء نظام خبير لتعرف على تعابير الوجه ستكون مجموعة

التدريب هي الصفات المميزة المستخرجة بتطبيق خوارزمية الـ HOG على مجموعة من الوجوه التي تحمل أحد التعابير الستة المعتمدة لأشخاص مختلفين في العمر والعرق والجنس يقصد بالصفات المميزة هي القيم المهمة والأساسية ضمن الصور الأصلية وبذلك يتم اختزال حجم الصور إلى صفات مميزة تمثل خلاصة الصور. أن مهمة نظام التعرف على تعابير الوجه في عملية إيجاد الصفات المميزة الأكثر شبها والأقرب ضمن مجموعة التدريب Training set إلى الصفات المستخلص من الصورة المقدمة للاختبار Test image أي الصورة المطلوب تحديد التعبير فيها عبر نظام التعرف على تعابير الوجه وتدعى في هذه الحالة هذه الصورة المقدمة للتعرف عليها بصورة الاختبار.

خوارزمية HOG:

وصف روبرت ك. ماكونيل من شركة وايلاند ريزارتش أول مفاهيم وراء Hog في طلب براءة اختراع في عام 1986. [7] في عام 1994 استخدمت المفاهيم من قبل مختبرات ميتسوبيشي الكتريك للبحوث. [8] ومع ذلك، أصبح الاستخدام على نطاق واسع فقط في عام 2005 عندما قدم نافنيت دلال وبيل تريجز، والباحثين للمعهد الوطني الفرنسي للبحوث في علوم الكمبيوتر والأتمتة (إنريا) عملهم التكميلي على واصفات Hog في مؤتمر الرؤية بالكمبيوتر والتعرف على الأنماط. في هذا العمل ركزوا على الكشف عن المشاة في الصور الثابتة، على الرغم من ذلك منذ ذلك الحين وسعت اختباراتها لتشمل الكشف عن الإنسان في أشرطة الفيديو، فضلا عن مجموعة متنوعة من الحيوانات المشتركة والمركبات في الصور الثابتة

الفكرة الأساسية وراء الرسم البياني من وصف التدرجات الموجهة هو أن مظهر الكائن المحلي وشكل داخل صورة يمكن وصفها من خلال توزيع التدرجات كثافة أو اتجاهات الحافة. وتنقسم الصورة إلى مناطق متصلة صغيرة تسمى الخلايا، وبالنسبة للبكسل داخل كل خلية، يتم تجميع رسم بياني لاتجاهات التدرج. والوصف هو تسلسل هذه الرسوم البيانية. ولتحسين الدقة، يمكن تباين الرسم البياني المحلي من خلال حساب مقياس للكثافة عبر منطقة أكبر من الصورة تسمى كتلة، ثم استخدام هذه القيمة لتطبيع جميع الخلايا داخل الكتلة هذا التطبيع يؤدي إلى ثبات أفضل للتغيرات في الإضاءة والتظليل.

ويحتوي Hog على بعض المزايا الرئيسية على الواصفات الأخرى وبما أنه يعمل على الخلايا المحلية، فهو ثابت للتحولات الهندسية والفوتومترية، باستثناء اتجاه الكائن. ولن تظهر هذه التغييرات إلا في مناطق مكانية أكبر. وعلاوة على ذلك، كما دلال و تريجز اكتشفت، أخذ العينات المكانية الخشنة، وأخذ العينات التوجه غرامة، والتطبيع الضوئية المحلية قوية يسمح حركة الجسم الفردية للمشاة ليتم تجاهلها طالما أنها تحافظ على وضع مستقيم تقريبا. وبالتالي فإن وصف Hog مناسب بشكل خاص للكشف عن الإنسان في الصور.

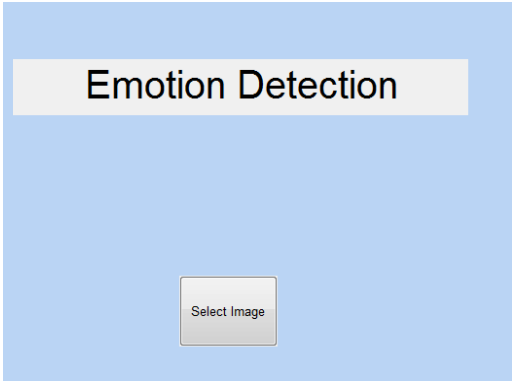
خوارزميات التصنيف Support Vector Machine (SVM)

تقوم هذه الخوارزمية بحساب سطح أو مجموعة أسطح في بعد آخر يختلف طوله عن طول متجه الخصائص. تحدد دقة الخوارزمية بقدرتها على الفصل بين النوعيتين بحيث تكون أقرب عينة من كلى النوعيتين أبعد ما يكون عن بعضهما البعض وهو ما يسمى بالحافة، وبصفة عامة كلما زادت الحافة أو هامش الفصل، كلما قل الخطأ في حالة التعميم لجزء البيانات الغير خاص بمرحلة المران. بالرغم مما تبدو عليه المشكلة من سهولة، إلا أنه في أغلب الأحيان لا يمكن الفصل بين النوعيتين خطياً، وحينها نلجأ لتحويل محاور متجهات الخصائص لبعد أعلى بحيث يتم الفصل بينهم بسطح. ويراعى في هذا المنظور العبء الحسابي فيتم حساب الضرب القياسي للمتجهات بواسطة دالة المصفوفة، حيث يكون السطح الفاصل معرف بمجموعة من النقاط نتاج ضربهم القياسي مع متجه في الإحداثيات

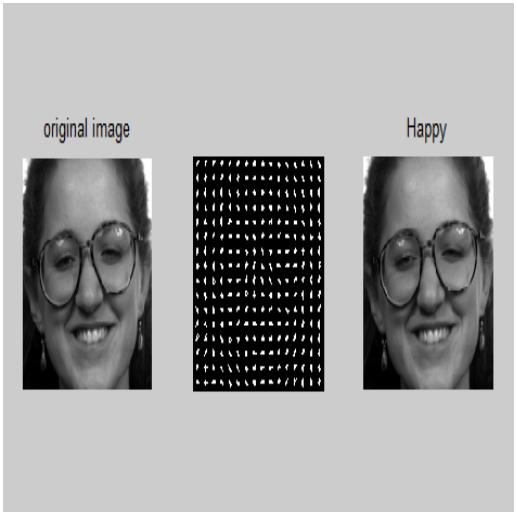
الجديدة (ذات البعد الأعلى) تكون ثابتة، الشكل رقم (2) يوضح طريقة عمل النموذج.

1. التجارب العملية Experiments:

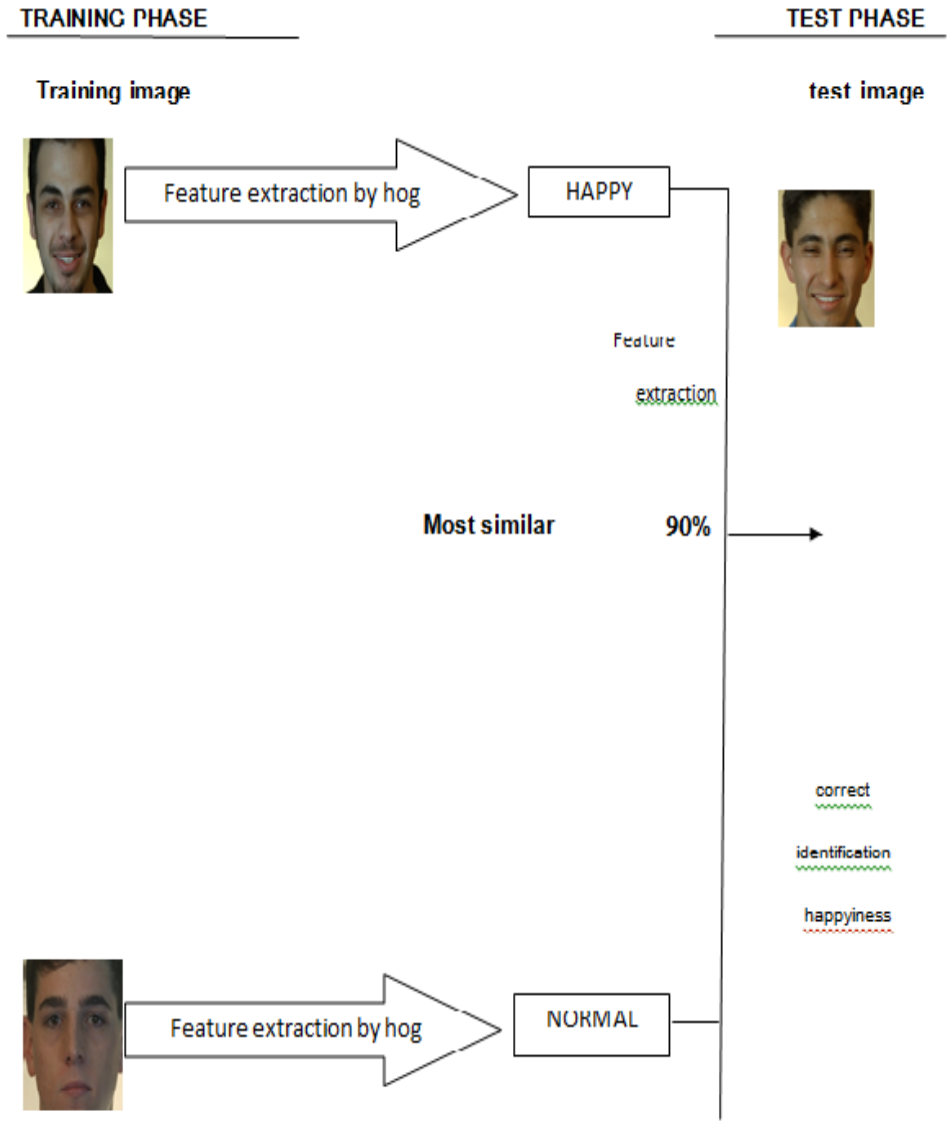
تم تطوير هذا النموذج التطبيقي للتعرف على تعبير السعادة و تعبير الوجهة العادي أو الطبيعي باستخدام برنامج Matlab 2014a (يدعم واجهات المستخدم الرسومية- GUI Graphical User Interface)على نظام التشغيل Windows 732 bit، كما في الشكل رقم (3) واجهات البرنامج الشكل رقم (4)و(5) خوارزمية HOG وطريقة التعرف على تعابير الوجه.



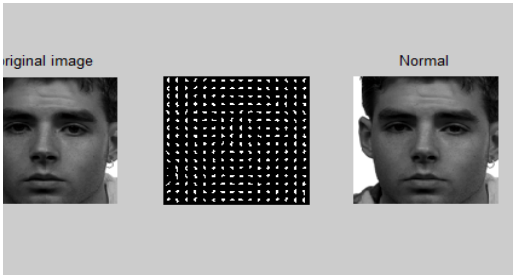
الشكل رقم (3) يوضح واجه المستخدم



الشكل رقم (4) يوضح تعبير السعادة



الشكل رقم (2) يوضح طريقة عمل النموذج



الشكل رقم(5) يوضح التعبير الطبيعي

1. نتائج التجارب The Result:

يتم الحصول على دقه النظام accuracy (ACC) **وفقا للمعدلات التاليه:**

A C C =((TP)+ T N) / (T P + F P + F N + T N))X 100%---------(1)

إيجابي صحيح True positive (TP):السعداء الذين تم تحديدهم بشكل صحيح على أنهم سعيدون.

إيجابية كاذبة False positive (FP): الأشخاص السعداء الذين تم تحديدهم بشكل غير صحيح على أنهم طبيعيون.

سلبي حقيقي True Negative (TN) : الأشخاص الطبيعيون الذين تم تحديدهم بشكل صحيح على أنهم طبيعيون.

سالبة كاذبة False negative (FN) : الطبيعيون الذين تم تحديدهم بشكل غير صحيح على أنهم سعداء.

الجدول التالي يوضح نسبة متوسط النموذج مستخرجة من خمس تجارب.

جدول رقم (1) لتجارب النموذج

الرقم	TP	TN	FP	FN	ACC
1	6	1	0	0	100
2	3	2	1	1	71.34
3	4	3	0	0	100
4	3	4	0	0	100
5	5	3	1	1	80
المتوسط					90.29

1. الخاتمة Conclusion :

لقد تم عمل نموذج تطبيقي تستطيع من خلاله معرفة تعبيرين من تعابير الوجه الستة (المفاجأة، الحزن، الغضب، الاشمئزاز، الخوف، السعادة)، حبث تم تمييز تعبير الصورة المدخلة للنظام بدقة عالية، حيث استطاع النموذج تحديد تعابير وجه لأشخاص من أعمار وألوان مختلفة وصلت نسبه الدقة فيه إلى 90% فى التعرف على التعابير الوج البشري. سيعمل الباحثان على استخدام الخوارزميات في عمليات معالجة الصور للحصول على نتائج أفضل واستخدام النظم الخبيرة في عمليات التعرف على تعابير الوجه اعتماداً على الشبكات العصبية وزيادة عدد الصور المستخدمة في النموذج، كما سيتم العمل على زيادة معرفة التعابير الأخرى في المرحلة المقبلة، وايضا استخدام هذا النظام فى كاميرات البث المباشر للتعرف على التعابير في الزمن الحقيقي مثل التعرف على الجرائم الارهابيه قبل حدوثها، أو استخدامه في تمييز المهربين عبر المعابر المختلفة.

المراجع Reference :

[1] Elmahi, Mohamed Yousif, and EI MohommoudZayid. "Image-Based Gender Prediction Model Using Multilayer Feed-Forward Neural Networks." *IJMIP* 9.1 (2019): 450-458.

[2] Minaee, Shervin, Mehdi Minaei, and AmiraliAbdolrashidi. "Deep-emotion: Facial expression recognition using attentional convolutional network." *Sensors* 21.9 (2021): 3046

[3] Almeida, José, and Fátima Rodrigues. "Facial Expression Recognition System for Stress Detection with Deep Learning." (2021).

Consulting Psychologists Press, Palo Alto.

[4] Gao, Hua, Anil Yüce, and Jean-Philippe Thiran. "Detecting emotional stress from facial expressions for driving safety." *2014 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*. IEEE, 2014

[5] Canedo, Daniel, and António JR Neves. "Facial expression recognition using computer vision: a systematic review." *Applied Sciences* 9.21 (2019): 4678.

[6] Yadav, Kuldeep Singh, and JoyeetaSingha. "Facial expression recognition using modified Viola-John's algorithm and KNN classifier." *Multimedia Tools and Applications* 79.19 (2020): 13089-13107.

[7] Ekman, Paul, and Wallace V. Friesen. "Constants across cultures in the face and emotion." *Journal of personality and social psychology* 17.2 (1971): 124..

[8] EKMAN P, FRIESEN W, 1978- Facial Action Coding System: A Technique for the Measurement of Facial Movement.