Implement Surveillance System using Raspberry PI and Open CV

Dr. Ali Esmail*
Haya kablan**

(Received 13 / 12 / 2022. Accepted 5 / 6 / 2023)

□ ABSTRACT □

The Internet of Things has witnessed increasing growth in recent years, and it is the embodiment of smart services that resulted from the transformation of things into smart, connected things that are able to interact with their surroundings, and one of the most prominent realistic examples in this field is smart Surveillance applications, security has always been a source of great concern for homes, companies and institutions, The Internet of Things came loaded with innovative and smart solutions for buildings to achieve these goals, and more secure systems were achieved with cheaper costs and less energy use than using the old system such as closed-circuit television (CCTV). The same applies to facial recognition, where it has obtained a wide field of research and a great application in the field of the Internet of things.

we built an effective and inexpensive smart home monitoring application using the Raspberry PI and Open CV, the application broadcasts real-time video (live video streaming) using the pi-camera connected to the Raspberry PI when motion is detected, then the frame is sent to the server using the python socket API to be processed by face detection using Haar cascade algorithm and face recognition using LBPH algorithm.

Keywords: IOT ,live video streaming, face detection , face recognition ,Raspberry PI, open CV , Haar cascade, LBPH.

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* **Assistant Professor– Department of Computer Systems and Networks – Faculty of Information Engineering – Tishreen University – Lattakia – Syria. AliEsmaiel@gmail.com**
** **Postgraduate Student (Master) – Department of Computer Systems and Networks – Faculty of Information Engineering – Tishreen University – Lattakia – Syria.**

تنفيذ نظام مراقبة باستخدام Raspberry PI وOpen CV

د. علي اسماعيل*

هيا قبلان**

(تاريخ الإيداع 13 / 12 / 2022. قُبِل للنشر في 5/ 6 / 2023)

□ ملخّص □

شهد انترنت الأشياء نمواً متزايداً خلال السنوات الأخيرة، وهو تجسيد للخدمات الذكية التي نتجت عن تحول الأشياء إلى أشياء ذكية ومتصلة بالانترنت وقادرة على التفاعل مع محيطها، ومن أبرز الامثلة الواقعية في هذا المجال هو تطبيقات المراقبة الذكية. كان الأمن مصدر قلق كبير للمنازل والشركات والمؤسسات ، و لذلك جاء إنترنت الأشياء محملاً بحلول مبتكرة وذكية للمباني لتحقيق هذه الأهداف، و تم تحقيق أنظمة أكثر أماناً و أرخص تكلفةً و أقل استخداماً للطاقة من الأنظمة القديمة مثل الدارات التلفزيونية المغلقة CCTV، الأمر نفسه بالنسبة للتعرف على الوجه حيث حصل على مجال بحث واسع و تطبيق كبير في مجال انترنت الأشياء.

لذلك قمنا ببناء تطبيق مراقبة منزل ذكي فعال رخيص التكلفة باستخدام Raspberry PI وOpen CV، يقوم التطبيق ببث الفيديو في الوقت الحقيقي live video streaming باستخدام pi camera متصلة مع Raspberry PI عند تحسس الحركة، عندها يرسل frame إلى server باستخدام python socket API ليتم معالجته عن طريق تحديد الوجه باستخدام خوارزمية Haar cascade والتعرف على الوجه باستخدام خوارزمية LBPH.

الكلمات المفتاحية: انترنت الأشياء ، بث الفيديو المباشر، تحديد الوجوه، التعرف على الوجوه، Raspberry PI، المكتبة البرمجية المفتوحة للرؤية الحاسوبية، خوارزمية Haar cascade، خوارزمية LPBH.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

* **مدرس – قسم النظم والشبكات الحاسوبية – كلية الهندسة المعلوماتية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**
AliEsmaiel@gmail.com

** **طالبة دراسات عليا (ماجستير)- قسم النظم والشبكات الحاسوبية- كلية الهندسة المعلوماتية- جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.**

مقدمة:

الإنترنت لم يعد أمرًا اختيارياً مع التقدم التقني الحاصل في عالمنا، فقد أصبح حاجة ملحة في حياتنا اليومية، ومع وجود إنترنت الأشياء ستزيد الحاجة لتواجد الإنترنت بشكل دائم.

بعد أن تمكنّت شبكة الإنترنت من جعل العالم قرية صغيرة يسهل التنقل بين ربوعها بأقل وقت وجهد، أصبح الآن من الممكن استقطاب الأشياء لاتصالها بشبكة الإنترنت تلقائيًا دون الحاجة لتدخل اليد البشرية تحت عنوان "إنترنت الأشياء".

كل شيء بمعنى الكلمة يدخل تحت مفهوم إنترنت الأشياء، الملابس، الأثاث، المدن، أي شيء يمكن يلتصق به وحدة معالجة وخاصية اتصال بالإنترنت يعتبر شيء في عالم إنترنت الأشياء بحيث يشار له اختصارًا في عالم التكنولوجيا بـIOT.

أتاح انترنت الأشياء مجال واسع من التطبيقات ومن أهم التطبيقات أنظمة المراقبة الذكية التي تهدف إلى تلبية احتياجات المستخدم الأمنية لمراقبة منطقة معينة، لها تطبيقات لا حصرلها ويمكن استخدامها في مختلف البيئات و السيناريوهات.

تم استخدام عبارة "إنترنت الأشياء" لأول مرة من قبل كيفن أشتون ، مؤسس مركز التعرف التلقائي في عام 1999، على الرغم من عدم وجود تعريف موحد لـ "إنترنت الأشياء" [1].

Raspberry PIعبارة عن آلة مضمنة(embedded system) تعمل كجهاز حاسوب صغير الحجم يحتوي على جميع مكونات حاسوب للأغراض العامة ولكن بسعة أقل بكثير، إنه قادر على القيام بجميع الوظائف والتطبيقات التي يؤديها جهاز حاسوب للأغراض العامة مثل معالجة الصور والاتصال عبر الإنترنت وما إلى ذلك[2].

في السنوات القليلة الماضية، لعب الأمن دورًا مهيمنًا في حياة الإنسان .في هذا الوقت، التكلفة هي العامل المؤثر الأكبر. تطلق أنظمة الأمان التقليدية إنذارات عند اكتشاف خرق أمني، ويتم مراقبة الخرق وتسجيله بشكل مستمر من قبل أفراد الأمن. في هذه الطرق، تُشغل الكاميرا مساحة تخزين أكبر[3].

من خصائص الإدراك البشري القدرة على التمييز بين الوجوه المختلفة حتى عندما تبدو متشابهة والتعرف على العديد من الأفراد المختلفين دون أي جهد تقريبًا. التعرف الآلي على الوجوه هو أحد مجالات الرؤية الحاسوبية المستوحاة من هذه القدرة عن طريق استخراج الوجوه من الصور الثابتة و الفيديو وتحديد ما إذا كانت تنتمي إلى قاعدة بيانات لأفراد معروفين أم لا[4].

تناولت العديد من الدراسات تصميم وتنفيذ أنظمة `ذكية سواء للتحكم بفتح الباب أو كشف السرقة ومراقبة المنزل عند البث باستخدام Raspberry PIو OpenCV عن طريق استخدام خوارزمية Haar cascade لتحديد الوجه و LBPH للتعرف على الوجه.

قام الباحثون في [2]تفعيل خوارزمية للحركة التي تقوم عند اكتشاف الحركة بالتقاط الفيديو وإرساله مباشرة إلى السحابة، في طرف مخدم السحابة يتم استلامه وتطبيق خوارزمية كشف الوجوه، ويتم إرسال الفيديو من السحابة إلى المستعرض ليستطيع المستخدم مشاهدة الفيديو، الباحث يرى أن السحابة يمكن أن تكون AWS أو سيرفر PHP (يمكن استضافة هذا السيرفر مع قاعدة البيانات في السحابة) يمكن الوصول إلى التطبيق عن طريق URL.

اقترح الباحثون[4] نظام ذكي للتحكم في فتح الباب بالاعتماد على التعرف على الوجوه في ظروف الإضاءة المختلفة وزوايا مختلفة باستخدام Raspberry PI وكاميرا، تم استخدام مكتبة OpenCV التي تشمل مصنف Haar cascade للتعرف على الوجوه ، ولاستخراج features تم استخدام LBPH، و أنشؤوا قاعدة بيانات تتضمن 500 صورة، في حال التعرف على الصورة يفتح الباب وإلا يتم إطلاق إنذار.

للاختبار، جمع الباحثون بيانات وجه مختلفة لمعرفة كيفية استجابة النظام لعوامل مختلفة واستخدم كاميرا Raspberry pi لجمع البيانات، وتم إنشاء وتخزين قاعدة بيانات الوجه لعشرة أشخاص عشوائيين مع 31 صورة لكل شخص في مجلد Dataset باستخدام معرف وجه فردي وبالنتيجة تم التعرف على الوجه الذي يسمح له بالدخول وإطلاق إنذار عند عدم التعرف على الوجه.

عرض الباحثون [5] طريقة بناء نظام رصد وكشف باستخدام الرؤية الحاسوبية و Raspberry Pi كجزء من إنترنت الأشياء. واعتمدوا على مكتبة OpenCV التي تتضمن خوارزميتين فعالتين للتعرف على الوجه وهما Haar cascadeو LBPH، ذلك بتنفيذ ثلاثة اكواد بعدد frames مختلفة وعدد cores مختلف و إظهار مدى استهلاك موارد Raspberry PI، وتم التوصل كلما زادات الحاجة إلى عدد إطارات أكثر زاد استهلاك الموارد (cores)، و لاكتشاف الحركة تم تنفيذ برنامجين الأول لا يعتمد على مكتبة OpenCV أما الثاني يعتمد على OpenCV لرصد البيئة المحيطة المغلقة والمفتوحة لمدة خمس ساعات والتقاط صور عند اكتشاف الحركة وأظهرت النتائج أن الطريقة الثانية اعطت نتائج أفضل من الطريقة الأولى و ذلك بنسبة دقة 96% وعدم دقة 4 % مقابل 85 % وعدم دقة 15 % للطريقة الأولى.

صمم الباحثون [6]نظام انترنت أشياء لتحديد حركة الشخص الذي يحاول دخول المنزل سيتم الكشف عنه بواسطة مستشعر كشف الحركة، يتم وضع مستشعر PIR على إطار الباب، ويقوم بتشغيل كاميرا USB لالتقاط صورة الشخص، تتم معالجة الصورة الملتقطة لاكتشاف الوجه والتعرف على الصورة باستخدام OpenCV وخوارزميات التعلم الآلي Haar cascade أثناء التعرف على الوجه، يقارن Raspberry Pi الوجه المكتشف مع الصور المحفوظة في قاعدة البيانات، ويرسل إشعار عبر e–mail مع صورة الشخص سواء كان مصرح له بالدخول أم لا، وتم تقييم الأداء بقياس زمن التدريب مع زيادة عدد الصور، ولاحظوا أن زيادة عدد الصور يزيد زمن التدريب .

طرح الباحثون[7] نظام انترنت أشياء أمني لحماية المنزل من السرقة بالاعتماد على خوارزمية Haar cascade لكشف الوجه و LBPH للتعرف على الوجه على Raspberry PI باستخدام OpenCV، عند محاولة خرق النظام يتم التقاط مقطع فيديو لنشاطه و إرسال تنبيه إلى مالك المنزل عبر الايميل و تشغيل الإنذار.

أهمية البحث وأهدافه:

أنظمة الأمن مهمة جداً في حياة الإنسان المعاصر، لذلك تهدف أنظمة المراقبة الذكية الحديثة إلى تلبية احتياجات المستخدم الأمنية لمراقبة منطقة معينة، التي لها تطبيقات لا حصر لها ويمكن استخدامها في مختلف البيئات والسيناريوهات، في عالم انترنت الأشياء عندما يكون لدينا كل التقنيات لحماية منازلنا، نحن دائما نريد نظاماً يمكن التحكم والمراقبة من خلاله من أي مكان، كما هناك العديد من الأنظمة و الكاميرات التي تفي هذا الغرض ولكنها مكلفة كثيراً .

الهدف من البحث تطوير نظام مراقبة ذكي يستند إلى إنترنت الأشياء باستخدام التعلم الآلي، وهذا النظام فعال لأنه لا يقوم بالمراقبة المستمرة على غرار الأنظمة التقليدية التي تسجل جميع أنشطة المراقبة وبالتالي ينتج تخزينًا كبيرًا و استهلاك طاقة أكبر، نظامنا يسجل الحدث باستخدام كاميرا عالية الدقة متصلة مع Raspberry PI عندما يكتشف مستشعر الحركةPIR حركة، وبعدها يتم إرسال الفيديو بالزمن الحقيقي باستخدام socket (frame by frame) إلى المخدم الذي يملك قدرات تفوقRaspberry PI من ناحية التخزين والمعالجة والطاقة ليتم معالجته باستخدام مكتبةOpenCV، عن طريق تحديد الوجه باستخدام خوارزمية Haar Cascade والتعرف على الوجه باستخدام خوارزمية LBPH، وبالتالي يمكن لمالك المنزل مراقبة منزله من خلال المتصفح الذي يعرض الفيديو مع التعرف على الأشخاص.

طرائق البحث ومواده:

تم التطرق إلى تعريف انترنت الأشياء وتطبيقاته، كما يتطرق إلى الى المكونات المادية والبرمجية المستخدمة لبناء النظام كخوارزمية التعلم الألي المستخدمة و الأدوات المستخدمة لبناء النظام مثل Raspberry PI والمكونات المتصلة به لإنجاز المشروع، ثم يشرح معمارية النظام.

1. انترنت الأشياء

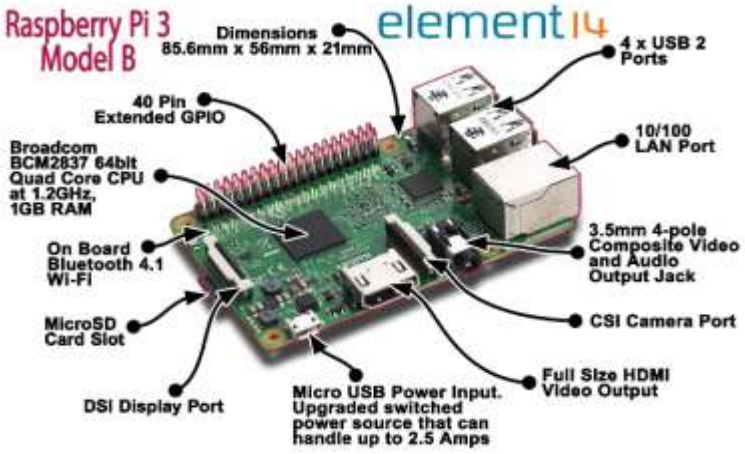
يشير مصطلح "انترنت الأشياء" Internet of Things ،والذي استُخدم أول مرّة عام 1999، إلى شبكة متنامية من الأشياء المادية المتّصلة بالإنترنت والتي تتميز بوجود عنوان IP مخصّص لها كسائر الأجهزة التقليدية التي نستخدمها في حياتنا اليومية كالحواسب المحمولة والهواتف الذكية والأجهزة اللوحية.

حاولت العديد من الجهات وضع تعريف دقيق لإنترنت الأشياء، ولأنه لا يوجد جهة تمتلك أو تتحكم بإنترنت الأشياء فبالتأكيد لن يكون هناك تعريف رسمي[1]، ولكن ببساطة يمكن تعريف إنترنت الأشياء كمفهوم اتصال حديث يشمل ملايين الأجهزة الذكية / أجهزة الاستشعار المتصلة بالشبكة والتي تجمع جميع أنواع المعلومات دون أي تدخل بشري سواء عن طريق البلوتوث أو من خلال بروتوكولات الاتصال الخاصة بها مما يسمح للكائنات بالتواصل مع بعضها البعض[8].

يقوم على مبدأ أن البيئة المحيطة يتم قراءتها عبر مستشعرات، تقوم هذه المستشعرات بتوليد بيانات وارسالها الى المتحكمات Controllers، تقوم هذه المتحكمات باتخاذ قرارات بناءاً على البيانات وإرسال أوامر الى المشغلات Actuators أو تقوم بإرسال البيانات عبر الانترنت الى قواعد البيانات Databases أو تتخاطب مع أجهزة انترنت أشياء أخرى أو تتيح لنا الاطلاع على تحليل البيانات من خلال منصات التحليل أو برامج الجوال.

Raspberry PI 1-1

حاسوب متكامل صغيرِ الحجم بحجم كف اليد ذو كلفةٍ منخفضةٍ يمكن توصيله بشاشة حاسوب كما يوضح الشكل (1)، كما يمكن توصيل فأرة ولوحة مفاتيح إليه لتسهيل التحكم به، يمكن تثبيت أكثر من نظام عليه وأشهر الأنظمة المستخدمة نظام راسبيان Raspbian الذي يعمل بتوزيعة Debian و يستخدم بكثرة في مجال انترنت الأشياء، طرحت أجيالٍ منه منذ إطلاقه في عام 2012 إلى الآن هي Pi 1 و Pi 2 و pi 3 وPi 4 [5]، لكن في حالتنا نستخدمRaspberry PI 3 Model B+ المستخدم لمعالجة الوسائط المتعددة مثل التقاط الفيديو وتخزين دفق الفيديو مؤقتا ونقل دفق الفيديو إلى خادم سحابي عن طريق الاتصال بشبكة Wi-Fi ونقل البث عبر إنترنت[2].



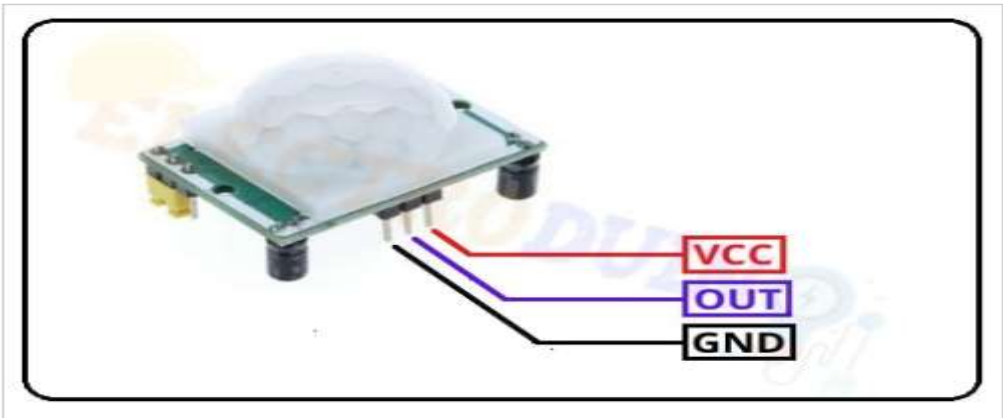
الشكل(1) Raspberry PI

تعد(general-purpose input/output) GPIOمكون هام حيث تقوم بربط الحساس مع Raspberry PI، عددها 40 pins يستخدم بعضها في التحكم الإلكتروني (outputs)وبعضها في الاستشعار (input) و في إمداد الطاقة وبعضهم مخصص لبرتوكولات الاتصال بين المكونات والأجهزة الإلكترونية المختلفة.

2-1 حساس الحركة HC-SR501

تعتبر حساسات الحركة من اهم الحساسات المستخدمة في مجال الحماية والبيوت الذكية، وهي أجهزة صغيرة تساعد في الكشف عن الحركة كما يوضح الشكل (2)، وهي غير غالية و تتطلب طاقة منخفضة.

يعمل هذا الحساس على تحليل أشعة التحت الحمراء المنبعثة من جسم الإنسان ويستشعر الحركة من على بعد 7 إلى 10أمتار وبزاوية تتراوح بين 90 إلى 110 درجة ، و هذه المساحة تكفي تقريباً لتغطية غرفة صغيرة أو متوسطة [9].



الشكل (2) حساس الحركة

3-1 PI camera

كاميرا بدقة 5 ميجابكسل قادرة على تصوير الفيديو بدقة 1080 بكسل والصور الثابتة وتوصيلها بجهاز Raspberry PI مباشرة باستخدام ومنفذ يعرف باسم CSI (camera serial interface)كما يوضح الشكل (3)[10].

الشكل (3) PI camera

2. Streaming video

يعد البث طريقة لعرض الفيديو دون تنزيل ملفات الوسائط فعليًا، أي النقل المستمر لملفات الصوت أو الفيديو من المخدم إلى العميل، تستخدم بعض طرق البث بروتوكول UDP والبعض الآخر يستخدم بروتوكول UDP. TCPو TCPبروتوكولات نقل، مما يعني أنهما يستخدمان لنقل حزم البيانات عبر الشبكات، كلاهما يستخدم مع بروتوكول الإنترنت (IP). يفتح TCP اتصالاً مخصصًا قبل إرسال البيانات ، ويضمن وصول جميع حزم البيانات بالترتيب. على

عكس TCP، لا يقوم UDP بأي من هذه الأشياء. نتيجة لذلك، يكون TCP أكثر موثوقية ، لكن نقل البيانات عبر UDPلا يستغرق وقتًا طويلاً كما يحدث عبر TCP، على الرغم من فقدان بعض الحزم على طول الطريق[11].

يتم استخدام socket APIلارسال الرسائل عبر الشبكة، أنها توفر شكلاً من أشكال الاتصال بين العمليات يمكن أن تكون الشبكة شبكة محلية LAN، أو شبكة متصلة فعليًا بشبكة خارجية WAN، لها اتصالاتها الخاصة بشبكات أخرى. المثال الأكثر شيوعًا هو الإنترنت، أكثر أنواع تطبيقات socket انتشاراً هي تطبيقاتClient /server، حيث يعمل جانب واحد كمخدم وينتظر الاتصالات من العملاء، وهذا هو نوع تطبيق بث الفيديو المباشر الذي سنقوم ببنائه.[12]

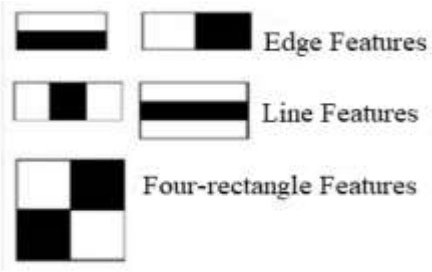
3. التعرف على الوجه

نظام التعرف على الوجه يتضمن ثلاثة مراحل وهي تحديد الوجه واستخراج الميزات والتعرف على الوجه عن طريق المقارنة .

3-1 تحديد الوجه :استخدمنا Haar cascade-Classifier المعتمد على OpenCV [13]،عندما نتعامل مع الكشف عن الوجه ، تتطلب الخوارزمية أخذ الكثير من الصور الإيجابية (صور الوجه) والصور السلبية (الصور بدون وجه) ومعالجتها في أربع مراحل للحصول على المصنف النهائي[14]:

- **Haar Features Selection**

تعبر ميزة Haar عن المناطق المستطيلة المجاورة في مكان محدد في نافذة الكشف، وتلخص شدة البكسل في كل منطقة وتحسب الفرق بينهم.بشكل عام، يتم استخدام ثلاثة أنواع من الميزات كما يوضح الشكل (4)هي ميزات الحافة وميزات الخط والميزات رباعية الجوانب أو ميزات المحيط المركزي[6].



الشكل (4) haar features

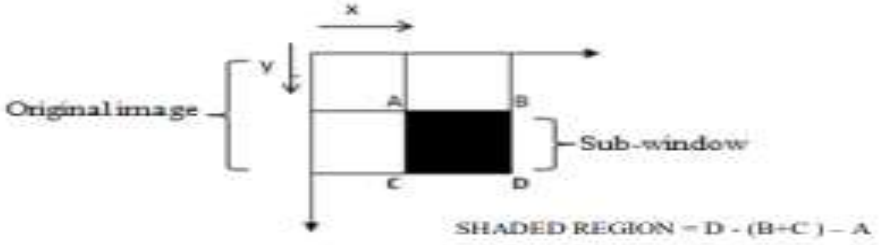
الميزة هي قيم عددية يتم استخلاصها من صور الوجه التي تميز كل وجه عن الآخر، تأخذ عملية اكتشاف الوجه الصورة وتحويلها إلى نافذة 24 × 24، وتطبق الميزات على تلك النافذة بكسل تلو الآخر[14].

$$\text{Value} = \Sigma(\text{pixels in black area}) - \Sigma(\text{pixels in white area}) \quad (1)$$

سيتم استخراج الميزات من الصورة في البث المباشر باستخدام هذه الخوارزمية.

- **Creating Integral Image**

يمكن تحديد ميزات المستطيل بسرعة عبر تمثيل وسيط للصورة يسمى الصورة المتكاملة، تتكون الصورة المتكاملة من تمثيل وحدات صغيرة لصورة معينة كما بوضح الشكل (5).



الشكل (5) جمع البكسلات للحصول على قيمة واحدة

إجمالي وحدات البكسل في مستطيل D هو:

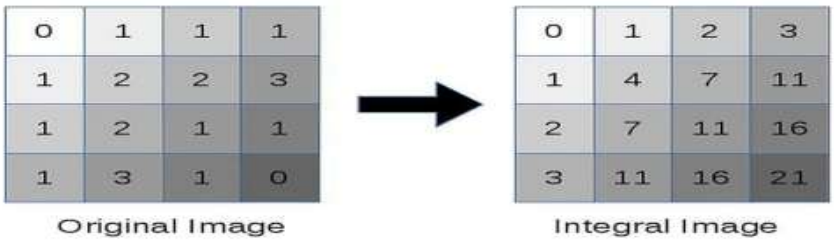
$$S(D) = ii(4) - (ii(3) + ii(2)) + ii(1) \quad (2)$$

حيث S (D)هو مجموع البكسل في المستطيل D فقط وهو مجموع البكسل في المستطيل+ A B + C + D ، ويمثله ii (4) ؛ ii (3)هي صورة متكاملة للمستطيل A + C ؛ ii (2) هي الصورة المتكاملة ل B+A وأخيرًا ii (1) هي صورة متكاملة للمستطيل A، يتم تنفيذ الإضافة نظرًا لطرح المنطقة A مرتين في ii (3) و ii ((2) تم تحديد الصورة المتكاملة على النحو التالي:

$$ii[x, y] = i[x', y'] \quad (3)$$

حيث يمثل ii [x , y] الصورة الأصلية و i [x' , y'] الصورة المتكاملة .

قيمة البكسل للصور المدمجة في أي مكان (x,y) هي مجموع كل قيم البكسل المعروضة قبل البكسل الحالي، القيمة التكاملية للبكسل الفردي هي مجموع البكسلات باتجاه اليسار والأعلى من هذا البكسل كما يوضح الشكل (6)، هذا يجعل حساب الإضافة إلى وحدات البكسل بأكملها داخل أي مستطيل محدد باستخدام أربع قيم فقط[15].



الشكل (6) الصورة المتكاملة للصورة الأصلية

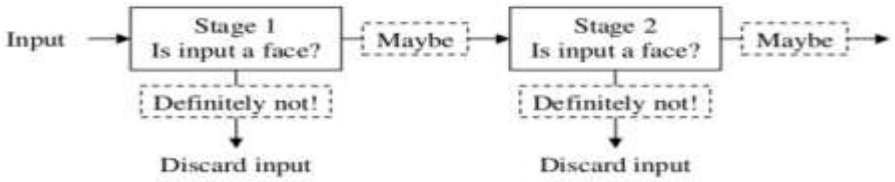
- **Adaboost Training algorithm.**

ينتج عن كل الأحجام والمواقع الممكنة لكل حساب الكثير من الميزات، ينتج عن إطار 24 × 24 أكثر من 160.000 ميزة. لحل هذه المشكلة، يتم استخدام خوارزمية Adaboost، مما يقلل من 160000 ميزة إلى 6000 ميزة [16].

تعد خوارزمية Haar-like feature متعلمًا ضعيفًا لتحديد الميزات والفرز والحجم في المصنف النهائي، يتم استخدم Adaboost للتحقق من أداء المصنفات من خلال تقييم المناطق الفرعية للصور المقدمة إليه، قليل من المناطق الفرعية ستعطي ردودًا قوية تشير إلى أن لديها مصنفًا لوجه بشري، في حين أن البعض ينتج ردودًا ضعيفة تشير إلى أن المصنف ليس له وجه، النتيجة النهائية هي مصنف قوي يحتوي على أفضل المصنفات الضعيفة أداءً[6].

- **Cascaded Classifiers**

تسمى كل مرحلة من مراحل تصنيف المنطقة المحددة بواسطة الموقع الحالي للإطار الكاشف بأنها إما إيجابية أو سلبية كما يوضح الشكل (7)، تشير الموجبة إلى أنه تم العثور على كائن وتشير السلبية إلى عدم العثور على كائن، إذا كانت التسمية سالبة ، يكون تصنيف هذه المنطقة مكتملاً ، ويقوم الكاشف بتحريك النافذة إلى الموقع التالي. إذا كانت التسمية موجبة ، ينتقل مصنف المنطقة إلى المرحلة التالية، يقوم الكاشف بالإبلاغ عن كائن موجود في موقع النافذة الحالية عندما تصنف المرحلة الأخيرة المنطقة بأنها إيجابية، تم تصميم المراحل لرفض العينات السلبية في أسرع وقت ممكن. الافتراض هو أن الغالبية العظمى من النوافذ لا تحتوي على كائن، على العكس من ذلك، الإيجابيات الحقيقية نادرة وتستحق وقتًا للتحقق[6][17].



الشكل (7) create Cascaded Classifiers

3-2 استخراج الميزات و المقارنة:

بعد اكتشاف الوجه ، فإن الخطوة التالية هي استخراج الميزات، يتم التقاط الصورة أولاً وتحويلها إلى صورة رمادية ، ثم التحقق مما إذا كانت صورة وجه أم لا بناءً على خصائص Haar واكتشاف منطقة الوجه في الصورة، ثم تطبق خوارزمية LBPH [18].

❖ تستخدم خوارزمية LBPH 4 بارامترات :

- **Radius:** يستخدم نصف القطر لبناء نمط ثنائي محلي دائري ويمثل نصف القطر حول البكسل المركزي. عادة ما يتم ضبطه على 1.
- **Neighbors:** عدد نقاط العينة لبناء النمط الثنائي المحلي الدائري، كلما زاد عدد نقاط العينة التي قمت بتضمينها، زادت التكلفة الحسابية. عادة ما يتم ضبطه على 8 .
- **Grid X: :** عدد الخلايا في الاتجاه الأفقي. كلما زاد عدد الخلايا، زادت دقة الشبكة، زادت أبعاد متجه الميزة الناتج. عادة ما يتم ضبطه على 8.
- **Grid Y:** عدد الخلايا في الاتجاه العمودي. كلما زاد عدد الخلايا، زادت دقة الشبكة، زادت أبعاد متجه الميزة الناتج. عادة ما يتم ضبطه على 8.

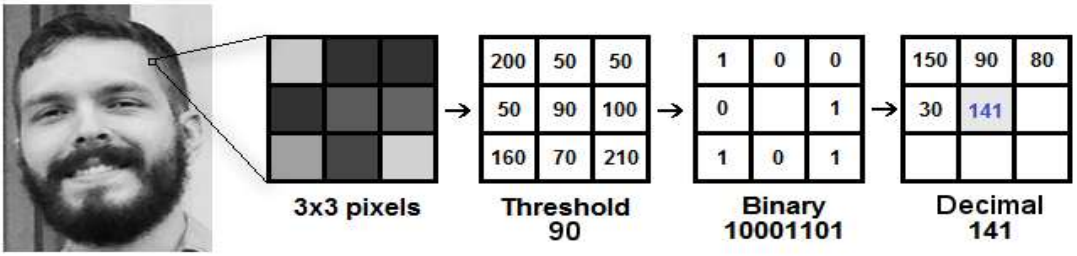
❖ **تدريب الخوارزمية:** أولاً ، نحتاج إلى تدريب الخوارزمية. للقيام بذلك ، نحتاج إلى استخدام مجموعة بيانات مع صور الوجه للأشخاص الذين نريد التعرف عليهم. نحتاج أيضًا إلى تعيين معرف (قد يكون رقمًا أو اسم الشخص) لكل صورة، لذلك ستستخدم الخوارزمية هذه المعلومات للتعرف على صورة الإدخال وإعطائك مخرجات، يجب أن تحمل صور نفس الشخص نفس المعرف.

❖ **تطبيق عملية LBP:** تتمثل الخطوة الحسابية الأولى لـ LBPH في إنشاء صورة وسيطة تصف الصورة الأصلية بطريقة أفضل، من خلال إبراز خصائص الوجه. للقيام بذلك، تستخدم الخوارزمية مفهوم النافذة المنزلقة ، بناءً على المعلمات نصف القطر والجيران.

تقسيم كتلة الوجه إلى خلايا بحجم 3*3 لكل خلية وتتم مقارنة كل بكسل في الخلية مع ثمانية جيران لها، إذا كانت كثافة البكسل المركزي أقل من جارتها، فسيتم الإشارة إليها بـ 0 وإلا يتم وضع 1،عن طريق الحصول على رقم ثنائي لكل بكسل مثل 11101001 ثم تحول النتيجة إلى قيمة عشرية، كما هو موضح في الشكل(8).

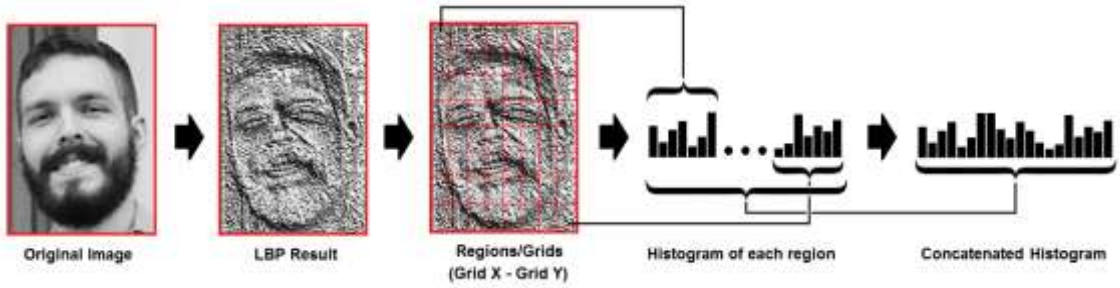
تحويل هذه القيمة الثنائية إلى قيمة عشرية وتعيينها القيمة المركزية للمصفوفة، والتي هي في الواقع بكسل من الصورة الأصلية.

الحصول صورة جديدة تمثل خصائص الصورة الأصلية بشكل أفضل.



الشكل (8) خوارزمية LBP

❖ **استخراج histogram:** باستخدام الصورة التي تم إنشاؤها في الخطوة الأخيرة، يمكن استخدام البارامتر Grid X وGrid Y لتقسيم الصورة إلى شبكات متعددة، كما هو موضح في الشكل (9).



الشكل (9) استخراج histogram

نظرًا لأن لدينا صورة بتدرج الرمادي، فإن كل histogram (من كل شبكة) سيحتوي فقط على 256 موضعًا (0 ~ 255) تمثل تكرارات كل كثافة بكسل.

بعد ذلك ، نحتاج إلى تجميع كل histogram لإنشاء histogram جديد وأكبر. لنفترض أن لدينا شبكات8*8، سيكون لدينا 8x8x256 = 16.384 موضعًا في الرسم البياني النهائي، يمثل الرسم البياني النهائي خصائص الصورة الأصلية للصورة.

❖ **إجراء التعرف على الوجوه:** في هذه الخطوة، تم تدريب الخوارزمية بالفعل، يتم استخدام كل histogram تم إنشاؤه لتمثيل كل صورة من مجموعة بيانات التدريب. لذلك ، بالنظر إلى صورة الإدخال ، نقوم بتنفيذ الخطوات مرة أخرى لهذه الصورة الجديدة وإنشاء رسم بياني يمثل الصورة، لذا للعثور على الصورة التي تتطابق مع الصورة المدخلة، نحتاج فقط إلى مقارنة رسمين بيانيين وإرجاع الصورة بأقرب histogram.

يمكننا استخدام طرق مختلفة لمقارنة الرسوم البيانية (حساب المسافة بين histogram)، على سبيل المثال: المسافة الإقليدية، مربع كاي، القيمة المطلقة.

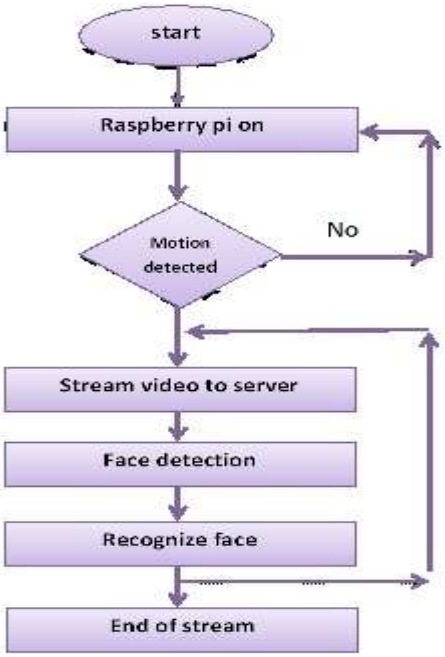
ناتج الخوارزمية هو ID مع أقرب histogram، يمكن أن تُرجع الخوارزمية أيضًا المسافة المحسوبة، والتي يمكن استخدامها لقياس "الثقة". لأن الثقة الأقل هي الأفضل لأنها تعني أن المسافة بين Two Histogram أقرب[19] .

النتائج و المناقشة:

1. التنفيذ :

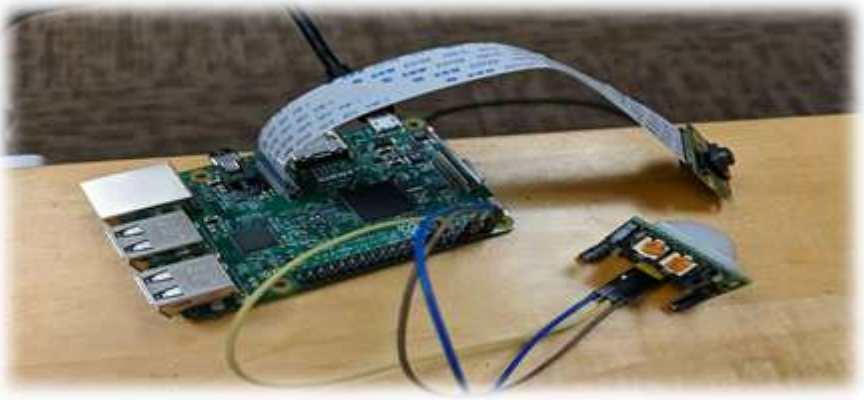
تم تنفيذ نظام مراقبة منزل ذكي للتعرف على الوجوه أثناء البث المباشر و الوصول إلى البث عن طريق المتصفح، وذلك عن طريق استخدام أداة Raspberry PI لها المواصفات الآتية:

(Raspberry PI 3 Model B+, Processor: 1.4 GHz, 64 bit ,RAM: 1 GB ,Os: Raspbian Buster) متصلة مع حساس حركة(عبر GPIO PIN) وكاميرا، عند اكتشاف الحركة وإرسالها إلى سيرفر له المواصفات التالية (corei7 4500U ,12GB RAM, OS :Ubuntu) عبر تطبيق socket API streaming، ليتم استخدام مكتبة OpenCV(OpenCV-python 4.6.0.66) التي تضم خوارزمية Haar cascadeللكشف عن الوجه عن طريق وضع مستطيل حول الوجه وهي تشمل على نماذج مدربة مسبقاً (ملفات XML)واستخدمنا مصنف "haarcascade_frontalface_default.xml" و LBPH للتعرف على الوجوه في الزمن الحقيقي ، و الوصول إلى البث عن طريق المتصفح ،يوضح الشكل (10) المخطط التدفقي للنظام:



الشكل (10) المخطط التدفقي للنظام

بدايةً، تم ضبط إعدادات Raspberry PI وتنزيل نظام التشغيل وتفعيل الكاميرا وSSH وضبط الاتصال الشبكي وقمنا بوصل Raspberry pi مع حساس الحركة والكاميرا، حيث يعمل Raspberry PI كزبون client socket streaming يقوم ببث إطارات الفيديو إلى السيرفر عند اكتشاف الحركة كما يوضح الشكل (11) وصل المكونات:



الشكل (11)وصل الدارة

وبعد ذلك قمنا بالتدريب الذي ينتج عنه ملف trainer.yml الذي يستخدم في التعرف من خلال صفحة ويب كما يوضح الشكل (12)،ويعيد عدد الوجوه المدربة وبعدها يتم التعرف على الوجه أثناء البث المباشر الذي نصل إليه من خلال المتصفح .

الشكل (12) صفحة ويب لتدريب البيانات

تم تجهيز dataset تحتوي 30 صورة للشخص المراد التعرف عليه ويتم تخزينها عن طريق التسمية User id.imagenumber (id معرف نقوم بإدخاله)، ويتم التقاطها عبر pc camera(كاميرا المخدم) من صفحة ويب تحتوي زر training data

الشكل (13) تجهيز dataset

2. تقييم الأداء :

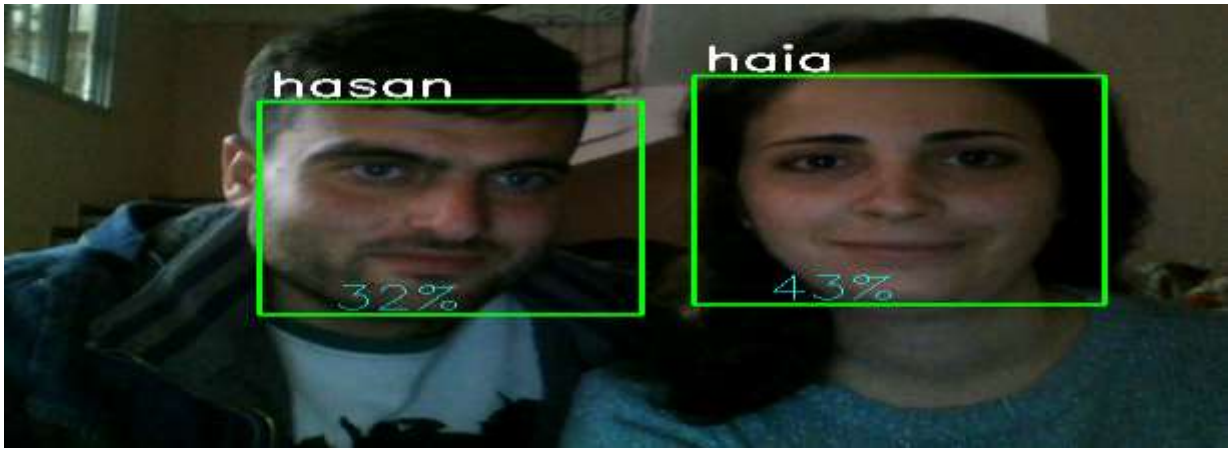
- تم الاختبار بأخذ صور للمستخدمين (haia, hasan,zeina) وتخزينها للتدريب، والوصول عبر المتصفح إلى تطبيق الويب الذي يطلب من المستخدم تسجيل دخول في حال وجود حساب منشئ، وتشغيل الخدمة live video streaming التي تعطي نتيجة في حال تم اكتشاف الحركة من قبل الحساس .

الشكل (14) صفحة ويب لتشغيل خدمة التعرف على الوجه

وحصلنا على النتيجة الموضحة بالشكل (15).

الشكل (15) نتائج التعرف على الوجه أثناء البث

وبالتجريب يمكن للخوارزمية التعرف على عدد من الوجوه في نفس الصورة كما في الشكل (16)

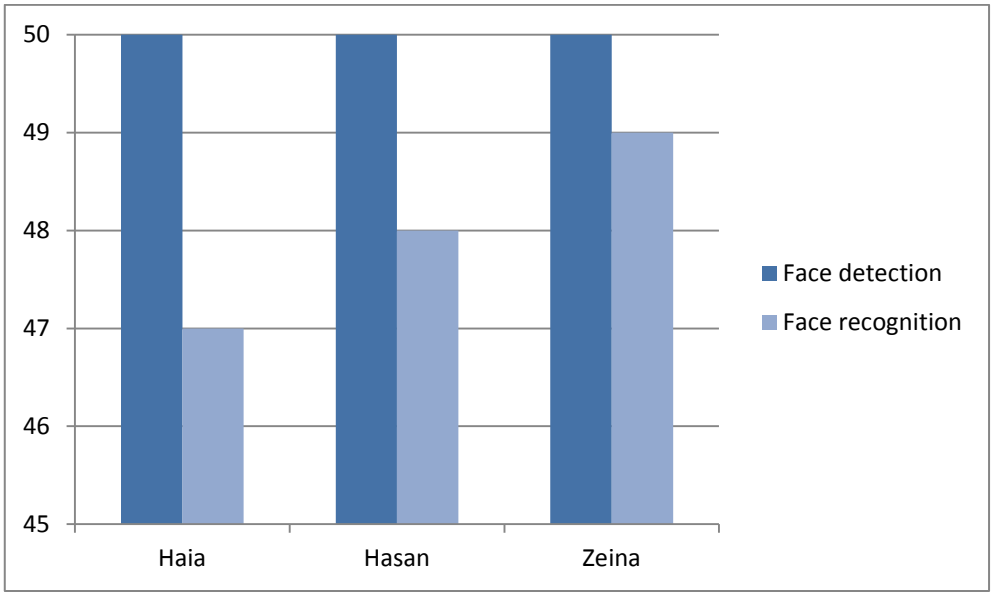


الشكل (16) التعرف على أكثر من وجه في نفس الصورة

تم اختبار 50 عينة لكل مستخدم(haia, hasan,zeina) مع مسافة 1 متر بين الكاميرا والمستخدم

الجدول (1) بيانات 50 عينة مع مسافة 1 متر بين الكاميرا والمستخدم

User name	Face detection	Face recognition
Haia	50	47
Hasan	50	48
Zeina	50	49

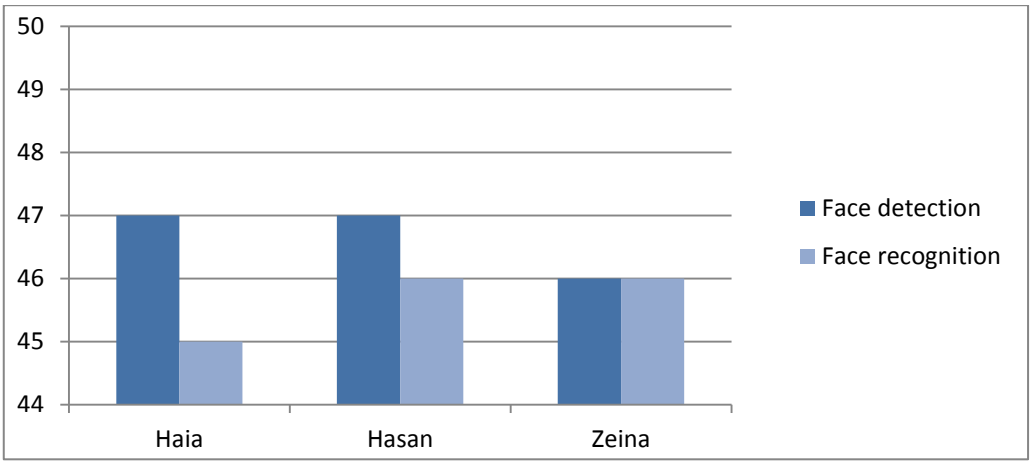


الشكل (17) نتائج مع مسافة 1 متر بين الكاميرا و المستخدم

اختبار 50 عينة لكل مستخدم مع مسافة مترين بين الكاميرا والمستخدم

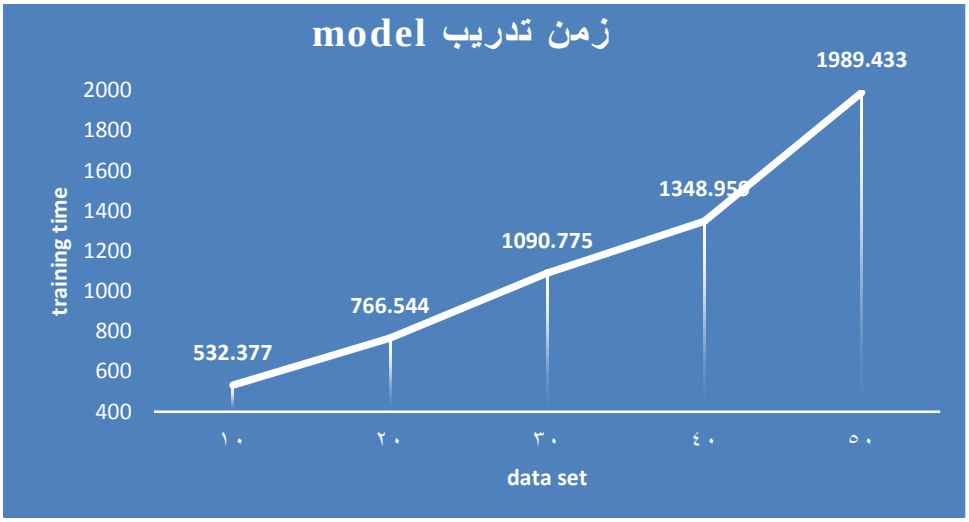
الجدول (2) بيانات 50 عينة مع مسافة 1 متر بين الكاميرا والمستخدم

User name	Face detection	Face recognition
Haia	47	45
Hasan	47	46
Zeina	46	46



الشكل (18) مخطط النتائج مع مسافة 2 متر بين الكاميرا والمستخدم

- كما تم حساب زمن تدريب model من أجل أحجام مختلفة ل dataset، كما يوضح الشكل (19)، حيث يزداد زمن التدريب بازدياد حجم dataset:



الشكل (19) زمن تدريب model

الاستنتاجات والتوصيات:

في هذا البحث تم تنفيذ نظام مراقبة ذكي باستخدام Raspberry PI يقوم ببث الفيديو في الزمن الحقيقي والتعرف على الوجوه خلال ذلك ، و استخدام خوارزمية Haar cascade و LBPH من أجل ذلك، وأظهرت قدرة النظام على التعرف على الوجوه في الزمن الحقيقي، لكن تقل دقة الخوارزمية بازدياد المسافة بين الشخص والكاميرا وتغيير ظروف الإضاءة المختلفة، بلغت دقة خوارزمية Haar cascade 100 % وخوارزمية LBPH 95 % تقريباً.

قدم البحث على العكس من الأبحاث [4] و[5] و[6] و[7]بناء نظام مراقبة فعال و ذلك ببث الفيديو عبر socket إلى مخدم بدلاً من المعالجة ضمن raspberry pi الذي يملك قدرات معالجة و ذاكرة أقل ، ومقارنة دقة النظام باختلاف المسافة بين الشخص والكاميرا.

يستخدم هذا النظام في مراقبة المنازل أو الأسواق التجارية أو الشركات، ومراقبة حضور الطلاب أو نظام للتحكم بفتح البوابة من خلال الفيديو أو الصور ، أي يستخدم في تطبيقات الزمن الحقيقي.

يتأثر دقة النظام بظروف الإضاءة والمسافة ودقة الكاميرا، كما يتأثر بموارد مخدم المعالجة، كل هذه العوامل يجب وضعها بعين الاعتبار عند تصميم النظام واختبار دقته.

يمكن تصميم النظام باستخدام خوارزميات تعلم أخرى أكثر دقةً وقادرة على كشف الوجه عند ارتداء أقنعة، ويمكن استخدام أنواع أخرى من المصنفات في خوارزمية haar-cascade.

يمكن أن يكون cloud server منصة AWS أو أي منصة تقدم موارد (تخزين، معالجة).

References:

[1]Guo, l.; Huang,y.; Cai, J. ; Qu, L. *Investigation of architecture, key technology and application strategy for the internet of things*. Proceedings of 2011 Cross Strait Quad-Regional Radio Science and Wireless Technology Conference,,IEEE, October. 2011, 1196-1199.

[2] Kazi,R.; Chaudhary,G. *Live Video Streaming using Raspberry PI with Face Detection.* IJERT, Vol. 8 ,N.11, November.2019, 716-717.

[3]Manikanta,R.; SaraveswaraRao,T.; Srinivas,K. *IOT based theft detection system using machine learning algorithm. EasyChair,vol.8224,* June . 2022.

[4]Rahamanm,F.; Al Noman,A.; Ali, Muhammad.; Rahman, Mahfuzur. *design and implementation of a face recognition based door access security system using raspberry pi***.** IRJET, Volume.8 ,N.11 ,Nov. 2021, 1705-1709.
[5]Balogh,Z.; Magdin,M.; Molnár,G. *Motion Detection and Face Recognition using Raspberry PI, as a Part of, the Internet of Things.* Acta Polytechnica Hungarica, Vol. 16, No. 3, 2019, PP.167-185.
[6]Raoa , M.; Palleb ,H.; Dasaric , P.; Jannaikode,Sh. *Implementation of Low Cost IOT Based Intruder Detection System by Face Recognition using Machine Learning.* Turkish Journal of Computer and Mathematics Education Vol.12 No.13,2021,pp. 353-362.
[7]P,PRIYANKA . *SMART HOME ANTI-THEFT DETECTION USING IOT AND AI.* JETIR , Vol. 8, No. 7, July .2021,PP.977-982.
[8]Thangavel,DE.; Ma,X.; Valera,A.; Tan,H.; Tan,T. *Performance Evaluation of MQTT and CoAP via a Common Middleware*. IEEE Ninth International Conference on Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing (ISSNIP), 21-24 April 2014, pp. 1-6.
[9] PIR Motion Sensor with Raspberry PI,23, November,2022. <https://www.hackster.io/hardikrathod/pir-motion-sensor-with-raspberry-pi-415c04>
[10]Sivasankari,G.; Joshi,P. *Live Video Streaming using Raspberry PI in IOT Devices. IJERT,V. 5, NO.19,2017, PP.1-5.*
[11]what-is-streaming,25November,2022.
https://www.cloudflare.com/learning/video/what-is-streaming/
[12]live-video-streaming-application-using-socket-programming-with-python, 25 November,2022.< Developing a Live Video Streaming Application using Socket Programming with Python | by Amima Shifa | Nerd For Tech | Medium>
[13]Ijaradar,J.; Xu,J. *A Cost-efficient Real-time Security Surveillance System Based on Facial Recognition Using Raspberry PI and OpenCV*.Current Journal of Applied Science and Technology,vo.41,No.5, 2022,pp.1-12.
[14]Singh ,S.; Anap,P .; Bhaigade ,Y.; Chavan,J. *IP Camera Video Surveillance using Raspberry PI.* JARCCE, Vol. 4, NO.2, February 2015,PP.326-328.
[15]Senthamizh,R.; , Sivakumar,D.; Sandhya,S .; Siva ,S.; Ramya.S .; Suba,K.; Raja.S. *Face Recognition Using Haar - Cascade Classifier for Criminal Identification.* IJRTE , Vol.7, No.6S5, April .2019,pp.1871-1876.
[16]Willberger. (Deep learning Haar – cascade explained.),26, November,2022. Internet: www.willberger.org/cascade-haar-explained
[17]ZHAO,w.; CHELLAPPA,R. *Face Recognition: A Literature Survey*. ACM Computing Surveys, Vol. 35, No. 4, December 2003, pp. 399–458.
[18]Ijaradar,J.; Xu,J. *A Cost-efficient Real-time Security Surveillance System Based on Facial Recognition Using Raspberry PI and OpenCV*.Current Journal of Applied Science and Technology,vo.41,No.5, 2022,pp.1-12.
[19]Face Recognition: Understanding LBPH Algorithm, 26, November,2022.< Face Recognition: Understanding LBPH Algorithm | by Kelvin Salton do Prado | Towards Data Science>