

## التعرف على الأشخاص بالاعتماد على دمج المكونات الحيوية

د. م. منهل صالح المحمد \*

(تاريخ الإيداع 2021/ 3/ 11 . قُبل للنشر في 2021/ 5/ 23 )

### □ ملخص □

لقيت مسألة التعرف على الأشخاص خلال السنوات الماضية اهتماماً كبيراً من قبل الباحثين، كما واجهت هذه المسألة تحديات عديدة بسبب نماذج الظهور المختلفة للشخص، ومع ظهور جائحة فايروس كورونا كان لابد من الابتعاد عن الحساسات الحيوية التي تحتاج إلى لمس (كقارئ بصمة الإصبع أو الكف...الخ) في منظومات التعرف، حيث تعتبر الكاميرا من أفضل الخيارات المتاحة في منظومات التعرف الحيوية لأنها لا تحتاج إلى تماس مع المستخدم.

في هذا البحث تم اختيار المكونين الحيويين (الوجه وطريقة المشي) للتعرف على الأشخاص، فقد دعم تكامل الخصائص بين هذين المكونين الحيويين اقتراح دمجهما، حيث يعتبر التعرف على الوجه مناسباً أكثر عندما يكون الشخص قريباً من الكاميرا، بينما تعتبر طريقة المشي مكوناً حيوياً مناسباً للتعرف على الشخص عندما يكون بعيداً عنها.

استخدمت ودمجت المعلومات من مصادر هذين المكونين الحيويين (أمامي وجانبي للوجه وجانبي لطريقة المشي) عند مستوى النتائج (Score Level). تم تمثيل صور الوجه وطريقة المشي بواسطة شعاع مواصفات المستويات الأفقية الفعالة (AHL (Active Horizontal Levels).

اختبر النظام المقترح على قاعدتي البيانات CASIA Gait and FEI Face Database. أظهرت النتائج المكتسبة أن طريقة دمج المكونين الحيويين (الوجه وطريقة المشي) يحمل مقدرة تمييز عالية مقارنة بأي مكون حيوي منفرد.

**كلمات مفتاحية:** التعرف على الوجه، التعرف على طريقة المشي، الدمج عند مستوى النتائج، والمكونات الحيوية.

\* مدرس من كلية الهندسة المعلوماتية في أكاديمية الأسد للهندسة العسكرية

## Identifying people Based on Fusion of Biometrics

**Dr. Eng. Manhal Saleh Al-mohammad**

(Received 11 / 3 / 2021 . Accepted 23 / 5 / 2021)

### □ ABSTRACT □

During the past years, human identification problem has received significant attention. Consequently, their identification problems have challenged due to largely varying appearances.

With the emergence of the Corona virus pandemic, it was necessary to move away from touch sensors in identification system, as the Camera is considered one of the best options available in Biometric systems because it does not need contact with the person.

In this paper, the two biometrics (Face and Gait) were chosen to identify people. However, complementary properties of these two biometrics suggest fusion of them. Face identification is more reliable when the person is close to the camera. On the other hand, gait is a suitable biometric trait for human identification at a distance. Information from these two biometric sources, frontal and side of face and side of gait, are utilized and integrated at score level. The images of face and gait is represented by the Active Horizontal Levels (AHL) feature vector.

The proposed system was tested on CASIA (Chinese Academy of Sciences the Institute of Automation) gait database and FEI (Face using Eigen Image) Face Databases. The achieved results showed that the integrated face and gait biometric carry the most discriminating power compared to any individual biometric.

**Keywords:** Face Identification, Gait Identification, Score Fusion and Biometrics.

**1- مقدمة:**

تستخدم الخصائص الحيوية لتحديد هوية الشخص بشكل آلي، بالاعتماد على مميزات فيزيائية (الوجه وبصمة الإصبع والهندسة اليدوية وخط اليد والأذن وقزحية العين...الخ) أو مميزات سلوكية (الصوت وطريقة المشي...الخ)، حيث استنبطت العديد من الخصائص المختلفة من هذه المكونات الحيوية للتعرف على الأشخاص [1].

يعتبر الوجه مكوناً حيويًا فيزيائياً، كما أن التعرف على الوجه عملية شائعة عند البشر، ولا يلاحظ الفرد عدد مرات التعرف التي تنجز كل يوم.

من الجدير بالذكر أن الوثوقية في التعرف على الوجه ما تزال التحدي الأكبر أمام الباحثين. إن أهمية الوجه كمكون حيوي تأتي من المميزات التي تقدم من ناحية سهولة الوصول والتكلفة والقبول (على سبيل المثال: معطيات الوجه يمكن أن تؤخذ بشكل ملائم باستخدام مجموعة من الكاميرات غير المكلفة) [2].

تعتبر طريقة المشي مكوناً حيويًا سلوكياً مهماً جداً في مجال التعرف على الأشخاص، وتمتلك طريقة المشي عدداً من المميزات مثل إمكانية التمييز عن بعد وصعوبة الإخفاء [3].

اكتسب دمج الموديلات المختلفة اهتماماً كبيراً بسبب فوائده التي يقدمها في زيادة الوثوقية ودقة التمييز. في هذا البحث: تم اختيار الوجه وطريقة المشي كمكونات حيوية في نظام التعرف المقترح لعدة أسباب منها:

أولاً: لا يحتاج الناس للتفاعل مع قارئ البصمة (الكاميرا) بشكل غير طبيعي.

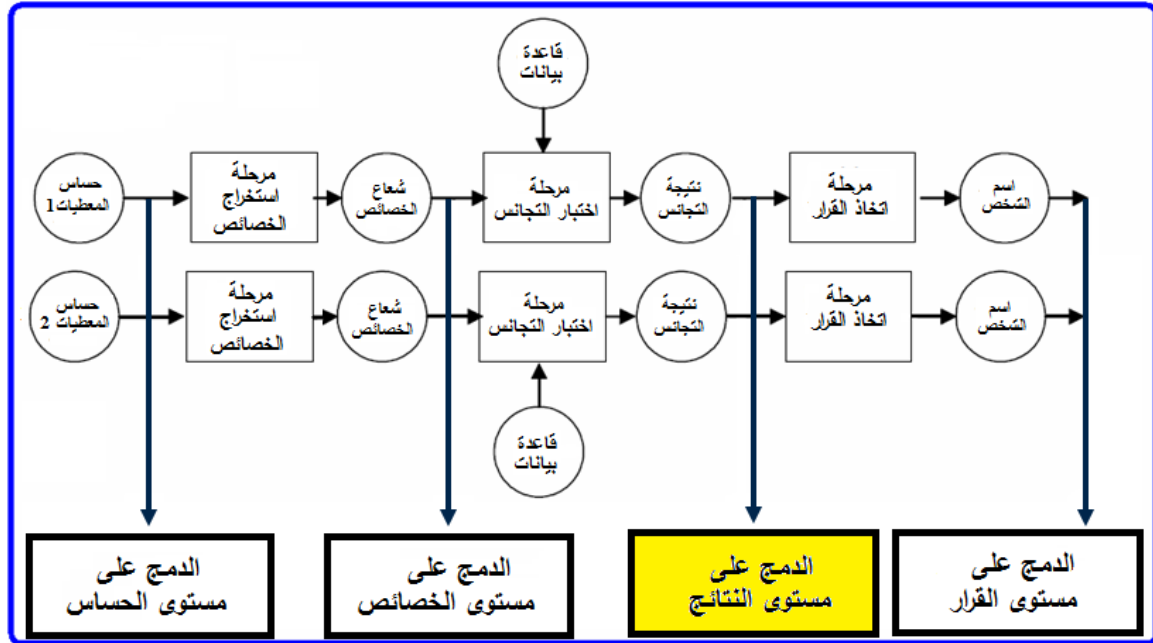
ثانياً: تتفد عملية التعرف على الوجه وطريقة المشي ضمناً على شخص موجود على قيد الحياة لذلك لا يمكن أن تكون البصمة مسروقة أو ضائعة.

ثالثاً: لا يحتاج المستخدمون إلى تقديم معلومات إضافية عن أنفسهم غير المعلومات التي تكون متوفرة أصلاً.

رابعاً: دعم تكامل الخصائص لهذين المكونين الحيويين إمكانية دمجها، حيث أن التعرف على الوجه مناسب أكثر عندما يكون الشخص قريب من الكاميرا، وطريقة المشي مناسبة في حال التعرف على الشخص عن بعد [4].

إن الهدف الأساسي من هذا البحث هو أن يتم التحري عن الأشخاص بشكل آلي بالاعتماد على دمج بصمتي الوجه وطريقة المشي، بشكل خاص تعتمد التطبيقات الأمنية وأنظمة التحكم بالدخول على الخصائص الحيوية، وذلك بسبب الحاجة المتزايدة للمراقبة والتي اقتضت الربط بين التطبيقات لمواجهة النشاطات المريبة.

إن عملية التعرف على الأشخاص يمكن أن تقسم إلى مراحل مختلفة وهي: المعالجة الأولية Pre-Processing واستخلاص السمات Feature Extraction واتخاذ القرار Decision والدمج Fusion عند عدة مستويات [5],[11]. يبين الشكل (1) بنية منظومة التعرف.



الشكل (1): بنية منظومة التعرف على الأشخاص باستخدام دمج المكونات الحيوية عند عدة مستويات

### 1-1- المعالجة الأولية: (Pre-processing)

تهدف إلى استبعاد المعلومات غير الضرورية أو المكررة.

### 2-1- استخلاص السمات: (Feature Extraction)

تخزن طريقة استخلاص السمات المعلومات حول الصور الرقمية بغية استخدامها في المرحلة التالية في منظومة التعرف. استخدمت في هذا البحث خوارزمية المستويات الأفقية الفعالة (AHL Active Horizontal Levels) [6]. تعتمد هذه الطريقة على نسبة تواجد الأشخاص على المستويات الأفقية المختلفة في صور الوجه والجسم بالكامل أثناء المشي.

### 3-1- اتخاذ القرار: (Decision)

في المرحلة الثالثة يجب أن يؤخذ القرار لتحديد الشخص بالاستعانة بالمعطيات المجمعة من المرحلة السابقة في مرحلة التدريب (التسجيل).

### 4-1- الدمج: (Fusion)

يوجد أربع مستويات ممكنة تستخدم لدمج المعطيات. وهذه المستويات هي: مستوى الحساس (Sensor Level) ومستوى السمات (Feature Level) ومستوى النتائج (Score Level) ومستوى القرار (Decision Level). في هذا البحث تم مناقشة الدمج عند مستوى النتائج (مستوى حساب مقدار قرب بصمة الشخص الجديد من بصمات الوجه وطريقة المشي المخزنة في قاعدة البيانات) (Matching Score Level).

### 2- أهمية البحث وأهدافه:

تتلخص أهمية البحث في النقاط التالية:

- إن المكونات الحيوية تلعب دوراً هاماً في أنظمة المراقبة الحديثة. وخاصة فيما يخص الأنظمة الأمنية.

- يستخدم هذا البحث طريقة حديثة في استخلاص السمات من صور وجوه الأشخاص وطريقة المشي، حيث تم الاعتماد عليها في هذا البحث.

- تم اقتراح نموذج جديد وفعالة لدمج بصمتي الوجه وطريقة المشي عند مستوى النتائج (Score Level)، بغية زيادة الموثوقية ودقة التمييز.
- تم اختبار النموذج الجديد المقترح على قواعد بيانات عالمية، وأعطت نتائج مشجعة مقارنة مع النتائج المستخلصة من بصمة الوجه وطريقة المشي بشكل منفرد، وكذلك مقارنة مع طرق شائعة في عملية الدمج [7]، [11].

### 3- طرائق البحث ومواده:

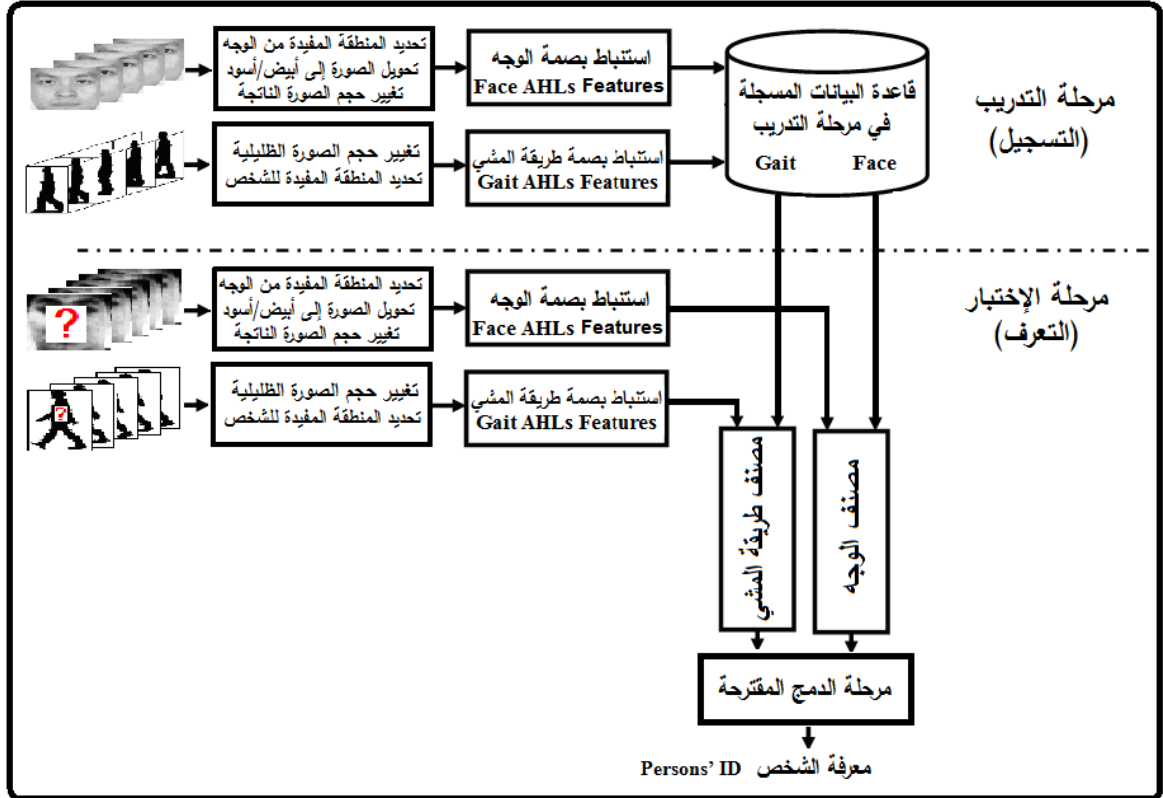
فيما يلي الطرائق والمواد المستخدمة في هذا البحث.

#### 1-3 النموذج المقترح للتعرف على الأشخاص بدمج بصمتي الوجه وطريقة المشي:

يمكن توصيف مشكلة التعرف على الوجه وطريقة المشي كما يلي: يوجد لدينا مجموعة من صور الوجه وطريقة المشي الملتقطة سابقاً لمجموعة من الأشخاص والمخزنة في قاعدة بيانات كأشخاص معروفين، والمطلوب هل من الممكن أن نتعرف أو نميز صورة الوجه وطريقة المشي الغير مخزنة في قاعدة البيانات لشخص من مجموعة الأشخاص السابقة الذكر؟

#### 1-1-3 بنية النظام المقترح:

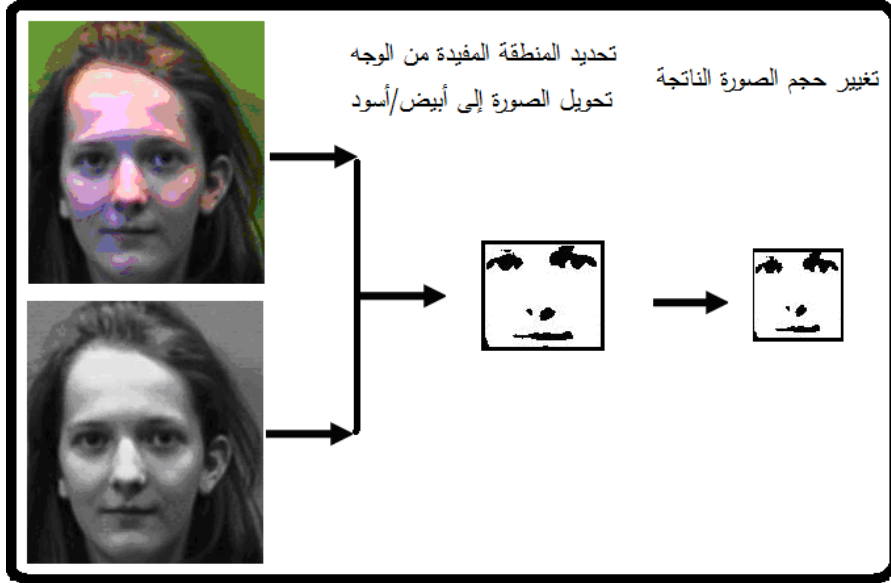
إن النظام المقترح للتعرف على الأشخاص باستخدام دمج بصمتي الوجه وطريقة المشي يتضمن مرحلتين أساسيتين: مرحلة التدريب (التسجيل) ومرحلة الاختبار (التعرف)، يبين الشكل (2) بنية النظام المقترح. إن الوحدات الوظيفية في كل مرحلة تم شرحها بالتفصيل في فقرات لاحقة. كما تم استخدام Matlab R2014b في عملية برمجة المراحل.



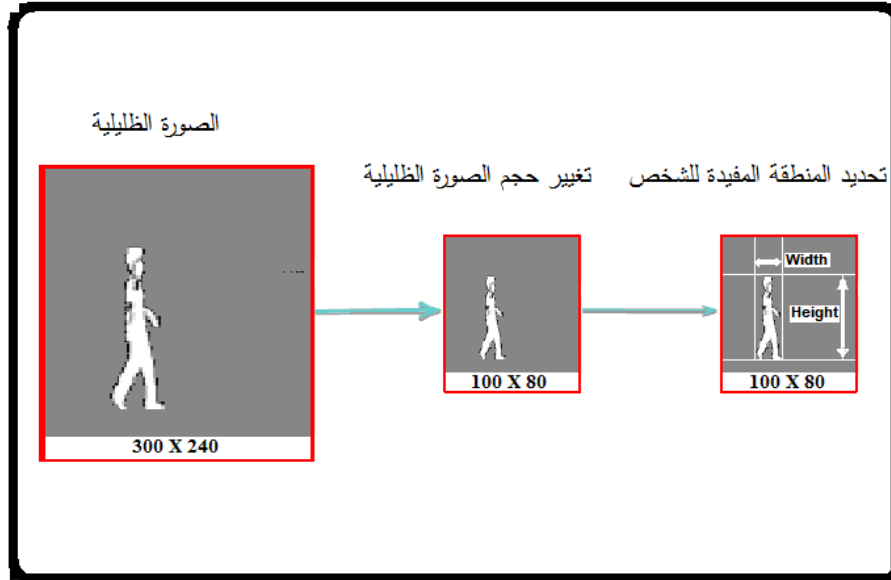
الشكل (2): بنية النظام المقترح للتعرف على الأشخاص باستخدام دمج بصمتي الوجه وطريقة المشي

### 3-1-1-1-1 - مرحلة المعالجة الأولية: ( Pre-processing )

تتضمن مرحلة المعالجة الأولية للوجه تحديد حدود منطقة الاهتمام في الوجوه الموجودة في قواعد بيانات الوجه (FEI Face Databases)، والتي تضم العينين والأنف والشم. ثم تحويل الصور الملونة أو الرمادية إلى صور أبيض وأسود ثم تم توحيد حجم الصور ضمن قياس 10KPixels كما هو مبين في الشكل (3) القسم (أ). أما المعالجة الأولية في طريقة المشي فهي تغيير حجم الصور الظليلية الموجودة في قاعدة بيانات طريقة المشي CASIA Gait Database إلى 8k Pixels ثم تم تعيين الحد العلوي والسفلي واليميني واليساري لصورة الشخص أثناء المشي كما في الشكل (3) القسم (ب) [6]. إن المعالجة الأولية ضرورية لسببين: الأول لتقليل الحجم، والسبب الثاني هو عزل المعلومات التي تميز صورة الوجه وصورة الشخص أثناء المشي.



القسم (أ)



القسم (ب)

الشكل (3): مرحلة المعالجة الأولية للوجه وطريقة المشي

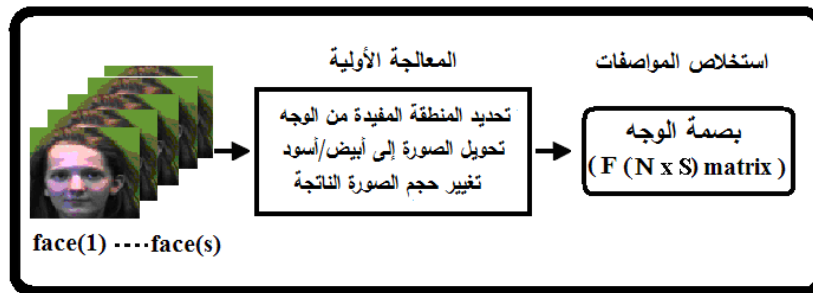
### 3-1-1-2- مرحلة استخلاص السمات: ( Feature Extraction Phase )

أجريت العديد من التجارب على قواعد بيانات الوجه وطريقة المشي من أجل تحديد المستويات الأفقية التي تعطي معدلات تمييز عالية. تحتوي كل صورة للوجه أو للشخص أثناء المشي على 100 مستوى أفقي. إن خوارزمية المستويات الأفقية الفعالة AHL algorithm تقوم بإيجاد المستويات الأكثر فعالية والتي يمكن أن تستخدم للتعرف على الأشخاص، وذلك بإزالة المستويات غير الفعالة باستخدام طرق انتقاء عالمية [6]. يتم تسجيل شعاع المصفوفة المكون من أرقام تدل على عدد عناصر الصورة (Pixels) عند كل مستوى فعال لكل صورة للوجه (أبيض/أسود) أو للشخص أثناء المشي (ظليلية). يتم التعبير عن عدد عناصر الصورة

(Pixels) عند كل مستوى  $k$  بواسطة القيمة  $X[k]$  حيث أن  $1 < k < 100$ . يتم التعبير عن الصورة بواسطة شعاع المصفوفة  $X = [X[1], X[2], \dots, X[N]]$  حيث  $N$  هي عدد المستويات الأفقية الفعالة، وتمثل المصفوفة  $X$  بصمة الوجه وطريقة المشي. إن المصفوفة المستخلصة تحوي على قيم عددية تمثل عدد عناصر الصورة (Pixels) عند كل مستوى أفقي فعال، ومن أجل التخلص من مشكلة القرب والبعد عن الكاميرا يتم تقسيم كل عناصر شعاع المصفوفة على أعظم قيمة فيها وبالتالي نحصل على نفس البصمة لنفس الصورة مهما كان بعدها عن الكاميرا (بإجراء عملية Normalization).

إن بصمة الوجه وطريقة المشي لعدد من الأشخاص تمثل بواسطة مصفوفتين كما هو مبين في الشكل (4) [6],[11]:

تمثل المستويات الأفقية الفعالة للوجه بالمصفوفة  $F(N \times S)$  Matrix، وتمثل المستويات الأفقية الفعالة لطريقة المشي بالمصفوفة  $G(N \times S)$  Matrix، حيث أن  $N$  تمثل عدد المستويات الأفقية الفعالة، و  $S$  تمثل عدد الصور الملتقطة للوجه وللشخص أثناء المشي.



القسم (أ)



القسم (ب)

الشكل (4): مرحلة استخلاص السمات للوجه وطريقة المشي

3-1-1-3 - مرحلة اتخاذ القرار لمصنف الوجه وطريقة المشي بشكل منفصل: (Matching Score Phase) في هذه المرحلة يتم حساب التجانس بين بيانات الصورة المراد التعرف عليها مع بيانات الصور المخزنة في قاعدة البيانات والمسجلة في مرحلة التدريب (التسجيل). يتخذ قرار التعرف حسب المسافة الإقليدية (أقرب تجانس).



**3-1-1-4- مرحلة الدمج: (Fusion Phase)** في هذا البحث تم مناقشة الدمج عند مستوى النتائج (مستوى حساب مقدار قرب بصمة الشخص المراد التعرف عليه من بصمات الأشخاص (الوجه وطريقة المشي) المخزنة في قاعدة البيانات).

**3-2-1- طريقة الدمج: (Score Fusion Method)**

إن دقة تمييز شخص ما من قاعدة البيانات (ترتيبه  $i$  (person  $i$ )) وفقاً لطريقة الدمج الثابتة (Fixed Score Fusion Rule) عند مستوى النتائج، وبالاعتماد على القيمة الوسطية Mean، يعبر عنها بالعلاقة (1) [8]:

$$FF(i) = \frac{(R_{Fi} + R_{Gi})}{2} \quad (1)$$

بينما دقة تمييزه وفقاً لطريقة الدمج المثقولة (Weighted Score Fusion) Rule، باستخدام القيمة الوسطية Mean، وذلك بالاعتماد على ثقل كل مصنف عند مستوى النتائج، يعبر عنها بالعلاقة (2) [8]:

$$WF(i) = \frac{(W_1 * R_{Fi} + W_2 * R_{Gi})}{2} \quad (2)$$

$R_{Fi}$ : هي درجة أهمية (ترتيب) Rank الشخص  $i$  (person  $i$ ) باستخدام مصنف الوجه فقط في عملية التمييز.

$R_{Gi}$ : هي درجة أهمية (ترتيب) Rank الشخص  $i$  (person  $i$ ) باستخدام مصنف طريقة المشي فقط في عملية التمييز.

$W_1$ : ثقل مصنف الوجه، مبين في العلاقة (3):

$W_2$ : ثقل مصنف طريقة المشي، مبين في العلاقة (4):

$$W_1 = \frac{Acc_F}{Acc_F + Acc_G} \quad (3)$$

(4)  $Acc_F / Acc_G$ : دقة التمييز باستخدام خصائص الوجه وطريقة المشي بشكل مستقل، كما هو مبين في العلاقات (5) (6)، وهي تحسب من مصفوفات المزج (Confusion Matrices) للوجه وطريقة المشي بشكل منفصل، والناجئة باستخدام برنامج التقييم WEKA 3.7.1 على قواعد البيانات المخزنة في مرحلة التدريب للوجه وطريقة المشي، حيث استخدم في التقييم مصنف المسافة الإقليدية (Euclidean distance classifier).

$$Acc_F = \frac{AllTrue_F}{All_F} \quad (5)$$

$AllTrue_F / All_F$ : تمثل العدد الكلي للصور التي تم التعرف عليها بشكل صحيح باستخدام

الوجه وطريقة المشي بشكل مستقل لجميع الأشخاص  $AllTrue_G$  (6)  $Acc_G = \frac{AllTrue_G}{All_G}$   $All_F / All_G$ : تمثل العدد الكلي لصور الوجه وطريقة المشي بشكل مستقل لجميع الأشخاص في قاعدة البيانات.

الوجه وطريقة المشي بشكل مستقل في عملية التمييز. تبين المعادلتين (7)(8) درجات الأهمية (الترتيب) المثقلة للشخص  $i$  (person  $i$ ) باستخدام ثقلي مصنف للشخص  $i$ :

$$R_{WFi} = W_1 * R_{Fi} \quad (7)$$

$$R_{WGi} = W_2 * R_{Gi} \quad (8)$$

توضح العلاقة (9) قانون الدمج المقترح باستخدام القيمة الوسطية Mean وذلك بالاعتماد على ثقل المصنف و ثقل الشخص  $i$  (person  $i$ ) عند كل مصنف ودرجة أهميته على مستوى النتائج.

$$PWF(i) = \frac{(W_{face}(i) * R_{Fi} + W_{gait}(i) * R_{Gi})}{2} \quad (9)$$

توضح العلاقة (10) قانون الدمج المقترح باستخدام علاقة الجمع Sum وذلك بالاعتماد على ثقل المصنف و ثقل الشخص  $i$  (person  $i$ ) عند كل مصنف ودرجة أهميته على مستوى النتائج.

$$PWF(i) = (W_{face}(i) * R_{Fi} + W_{gait}(i) * R_{Gi}) \quad (10)$$

توضح العلاقة (11) قانون الدمج المقترح باستخدام علاقة الضرب Product، وذلك بالاعتماد على ثقل المصنف و ثقل الشخص  $i$  (person  $i$ ) عند كل مصنف ودرجة أهميته على مستوى النتائج.

$$PWF(i) = (W_{face}(i) * R_{Fi} * W_{gait}(i) * R_{Gi}) \quad (11)$$

توضح العلاقة (12) قانون الدمج المقترح باستخدام قانون القيمة الأعظمية Max، وذلك بالاعتماد على ثقل المصنف و ثقل الشخص  $i$  (person  $i$ ) عند كل مصنف ودرجة أهميته على مستوى النتائج.

$$PWF(i) = \begin{cases} W_{face}(i) * R_{Fi} & \text{if } W_{face}(i) * R_{Fi} > W_{gait}(i) * R_{Gi} \\ W_{gait}(i) * R_{Gi} & \text{if } W_{face}(i) * R_{Fi} < W_{gait}(i) * R_{Gi} \end{cases} \quad (12)$$

توضح العلاقة (13) قانون الدمج المقترح باستخدام قانون القيمة الأصغرية Min، وذلك بالاعتماد على ثقل المصنف و ثقل الشخص  $i$  (person  $i$ ) عند كل مصنف ودرجة أهميته على مستوى النتائج.

$$PWF(i) = \begin{cases} W_{face}(i) * R_{Fi} & \text{if } W_{face}(i) * R_{Fi} < W_{gait}(i) * R_{Gi} \\ W_{gait}(i) * R_{Gi} & \text{if } W_{face}(i) * R_{Fi} > W_{gait}(i) * R_{Gi} \end{cases} \quad (13)$$

وبالتالي  $R_{PFi} / R_{PGi}$  هي درجة الأهمية (ترتيب) Rank المثقلة المقترحة للشخص  $i$  (person  $i$ ) والمبينة في العلاقتين (14)(15).

$$R_{PFi} = W_{face}(i) * R_{Fi} \quad (14)$$

$$R_{PGi} = W_{gait}(i) * R_{Gi} \quad (15)$$

تبين العلاقتين (16)(17) الثقل المعدل لمصنف الوجه من أجل الشخص  $i$   $W_{face}(i)$ ، والثقل المعدل لمصنف طريقة المشي من أجل الشخص  $i$   $W_{gait}(i)$ .

$$W_{face}(i) = \frac{(W_1 * W_F(i))}{(W_1 * W_F(i)) + (W_2 * W_G(i))} \quad (16)$$

$$W_{gait}(i) = \frac{(W_2 * W_G(i))}{(W_1 * W_F(i)) + (W_2 * W_G(i))} \quad (17)$$

حيث أن مجموع ثقل مصنف الوجه وطريقة المشي بالنسبة للشخص  $i$  (person  $i$ ) تساوي الواحد كما هو مبين في العلاقة (18):

$$W_{face}(i) + W_{gait}(i) = 1 \quad (18)$$

هي ثقل مصنف الوجه وطريقة المشي بشكل مستقل بالنسبة للشخص  $i$ ، وتستتبط

هذه الأتقال من القطر الرئيسي من مصفوفات المزج (Confusion Matrices). تبين العلاقتين (19)(20) كيفية حساب هذه الأتقال.

$$W_F(i) = \frac{True_F(i)}{AllTrue_F} \quad (19)$$

$$W_G(i) = \frac{True_G(i)}{AllTrue_G} \quad (20)$$

$True_F(i) / True_G(i)$ : تمثل العدد الكلي للصور التي تم التعرف عليها بشكل صحيح للشخص  $i$  باستخدام الوجه وطريقة المشي بشكل مستقل لجميع الأشخاص في قاعدة البيانات. إن النتائج التجريبية على الطرق المقترحة بينت أن طريقة الدمج على مستوى النتائج باستخدام القيمة الوسطية MEAN أعطت أفضل النتائج.

### 2-3-2 قواعد بيانات الوجه وطريقة المشي: (Face and Gait Databases)

من أجل بناء خوارزمية موثوقة للتعرف على الأشخاص باستخدام بصمة الوجه وطريقة المشي نحتاج إلى عدد من قواعد البيانات لصور الوجه وصور للشخص أثناء المشي. يوجد عدد من قواعد البيانات لأهداف غير تجارية على الانترنت، سواءً بشكل مجاني أو بتكلفة زهيدة. تم التقاط وتسجيل الصور في هذه القواعد ضمن شروط مختلفة وذلك لتخدم تطبيقات متنوعة. وسينم في ما يلي توصيف قاعدتي البيانات المعروفة عالمياً والمستخدمه في هذا البحث.

#### 3-2-1 قاعدة بيانات الوجه FEI: (FEI Face Database)

تحتوي قاعدة بيانات الوجه FEI على صور لأشخاص من البرازيل أخذت بين عامي 2005 و 2006 ولفئات عمرية بين 19 - 45 سنة، بظهورات واضحة المعالم و بوجود حلي (زينة)، وكذلك تصفيات شعر مختلفة. عدد الذكور والإناث 200 شخص، بحيث يوجد 14 صورة لكل شخص، وبالتالي فإن مجموع الصور الملتقطة 2800 صورة. كل الصور ملونة وأخذت بوجود خلفية بيضاء، أخذت الصور والوجه بشكل أمامي وجانبي مستدير بزوايا 180 درجة، وأبعاد كل صورة 640x480Pixels. يبين الشكل (5) بعض الأمثلة من قاعدة بيانات الوجه FEI.

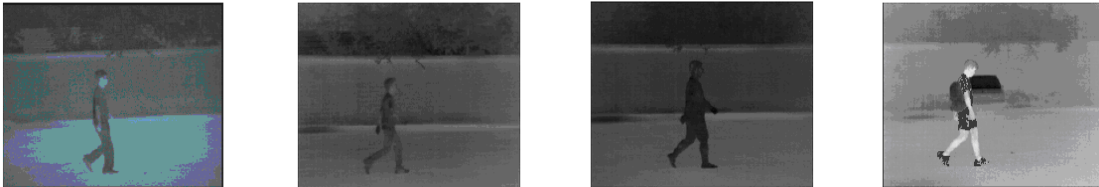


الشكل (5): أمثلة من قاعدة بيانات الوجه FEI [9]

#### 3-2-2 قاعدة بيانات طريقة المشي CASIA: (CASIA Gait Database)

تعتبر قاعدة بيانات طريقة المشي CASIA من أضخم قواعد البيانات المستخدمة في التعرف على الأشخاص باستخدام طريقة المشي.

تحتوي على ثلاثة قواعد بيانات فرعية (A, B and C). استخدمت في هذا البحث قاعدة البيانات CASIA-C. التقطت الصور في قاعدة البيانات CASIA-C باستخدام كاميرا ليلية تعتمد على الأشعة تحت الحمراء، وهي تحتوي على صور لـ 153 شخص أثناء المشي بمجالات مختلفة. مجموع الصور الملتقطة لكل حالة مسير لكل شخص 55 صورة، وهي قاعدة بيانات توضح تغيرات سرعة الشخص حيث تم التقاط صور متسلسلة للشخص في عدة حالات سرعة (مسير عادي، مسير بطيء، مسير سريع، مسير عادي مع حقيبة ظهر). أبعاد الصور في هذه القاعدة هي 300×240 Pixels. يبين الشكل (6) بعض الأمثلة من قاعدة بيانات طريقة المشي CASIA.



الشكل (6): أمثلة من قاعدة بيانات طريقة المشي CASIA [10]

#### 4- النتائج العملية والمناقشة:

لتقييم النموذج المقترح، تم تنفيذ بعض التجارب على حاسب مكتبي بالمواصفات التالية:

المعالج: Intel® Core™2Duo CPU E7400 @ 2.80 GHz

الذاكرة المثبتة (RAM): 2GB

نظام التشغيل: 32Bit

كما نفذت التجارب على قاعدتي البيانات FEI Face Database والتي تمتلك تغييرات مختلفة (كما ورد سابقاً) وقاعدة بيانات لطريقة المشي CASIA-C Gait Database تمتلك تغييرات مختلفة تتعلق بسرعة المسير (مسير عادي، ومسير بطيء، ومسير سريع، ومسير عادي مع حقيبة ظهر). نفذت هذه التجربة لتقييم النموذج المقترح وذلك باستخدام مصنف المسافة الإقليدية (Euclidean Distance Classifier). حيث استخدم 60% من كل قاعدة بيانات في مرحلة التدريب (التسجيل). نفذت هذه التجربة على 150 شخص من كلا قاعدتي البيانات وأخذ لكل شخص 10 صور مختلفة للوجه وأربع حالات مشي مختلفة. عملية انتقاء الصور تمت شكل عشوائي. والنتائج مبينة في الجدول (1)، حيث أظهرت نتائج هذه التجارب أن دقة التعرف باستخدام نموذج الدمج المقترح أفضل منها في حال استخدام أحد المكونات الحيوية منفرداً للتعرف على الأشخاص، كما أن زمن التعرف على شخص واحد في حالة الدمج أكبر من مجموع كلا زمني التعرف في حال استخدام الوجه أو طريقة المشي بشكل منفرد.

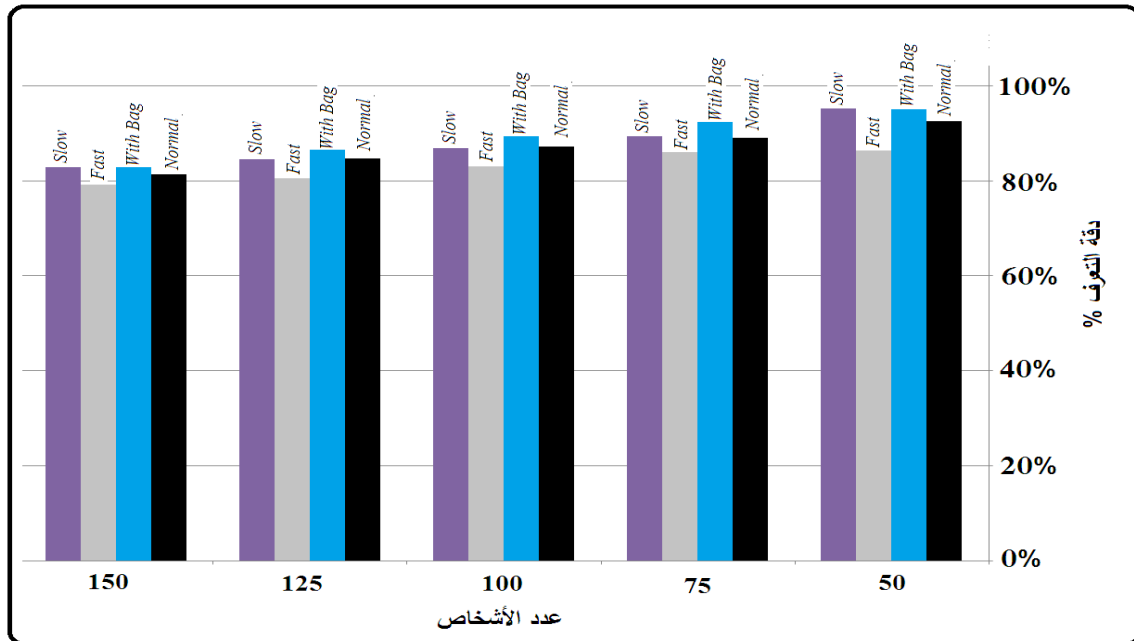
الجدول (1): أداء النظام المقترح (الدقة وزمن لتنفيذ) مقارنةً باستخدام مكون حيوي واحد، وذلك باستخدام قاعدة بيانات الوجه

FEI وقاعدة بيانات طريقة المشي CASIA

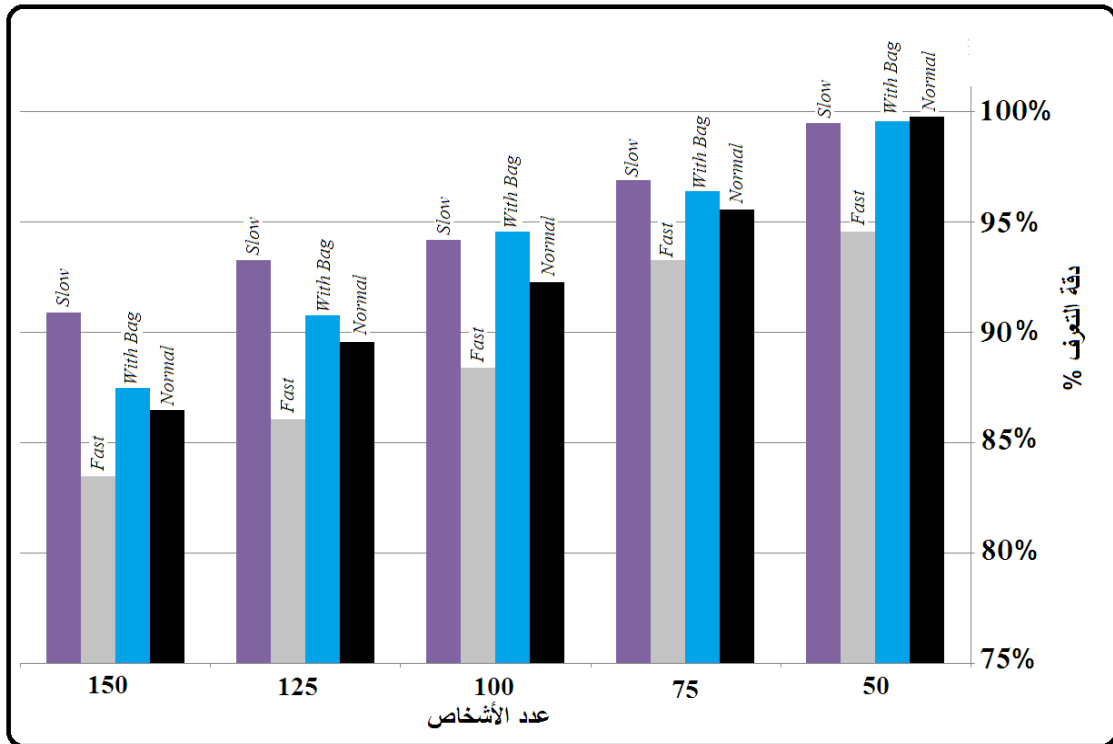
تغييرات الوجه (اتجاه/إبتسامه)	تغييرات المشي	الوجه	طريقة المشي	نموذج الدمج المقترح
الاتجاه	الدقة %	78.5%	58.9%	81.52%
		78.5%	66.7%	82.93%
		78.5%	49.1%	79.3%
		78.5%	71.2%	83%
		83.3%	58.9%	86.5%

87.5%	66.7%	83.3%	<b>With bag</b>		
83.5%	49.1%	83.3%	<b>Fast</b>		
90.9%	71.2%	83.3%	<b>Slow</b>		
11.1 Sec	5.7 Sec	4.8 Sec	<b>Normal</b>	زمن التنفيذ Sec	الاتجاه
11.1 Sec	5.7 Sec	4.8 Sec	<b>With bag</b>		
11.1 Sec	5.7 Sec	4.8 Sec	<b>Fast</b>		
11.1 Sec	5.7 Sec	4.8 Sec	<b>Slow</b>		
11.1 Sec	5.7 Sec	4.8 Sec	<b>Normal</b>		الابتسامة
11.1 Sec	5.7 Sec	4.8 Sec	<b>With bag</b>		
11.1 Sec	5.7 Sec	4.8 Sec	<b>Fast</b>		
11.1 Sec	5.7 Sec	4.8 Sec	<b>Slow</b>		

لتقييم استقرارية النموذج المقترح، تم تنفيذ مجموعة من التجارب على نفس قاعدتي البيانات السابقتين ولكن مع تغيير عدد الأشخاص في كل تجربة. حيث يظهر الشكل (7) نتائج هذه التجارب مع وجود تغيير في اتجاه الوجه (Pose variations)، بينما يظهر الشكل (8) نتائج هذه التجارب مع وجود تغيير في الابتسامة (Smile variations)، حيث بينت التجارب أن دقة التعرف تتناقص مع زيادة عدد الأشخاص بشكل صغير نسبياً في حالة تغيير الاتجاه، بينما تتناقص بشكل ملحوظ في حالة تغيير الابتسامة. أي أن استقرارية النظام أكبر في حالة تغيير الاتجاه.



الشكل (7): تغيرات دقة التعرف لنظام الدمج المقترح مع تغيير عدد الأشخاص في حال تغير اتجاه الوجه



الشكل (8): تغيرات دقة التعرف لنظام الدمج المقترح مع تغيير عدد الأشخاص في حال تغير الابتسامة

#### 1-4 - دراسة مقارنة: (Comparative Study)

لقد تم مقارنة النموذج المقترح مع نماذج أخرى بغية تقييم أداءه، لذلك تم تنفيذ اختبار على قاعدة بيانات خاصة بالوجه وطريقة المشي. اكتسبت المعطيات بواسطة كاميرا فيديو رقمية طراز Sony DCR-VX1000. جمعت 92 لقطة فيديو خاصة بـ 46 شخص بمعدل 30 Frames Per Second، دقة الصور الملتقطة 720x480 Pixels. المسافة بين الأشخاص والكاميرا 10 أقدام، ولكل شخص لقطة فيديو، واحدة لمرحلة التدريب والأخرى لمرحلة الاختبار. كل لقطة فيديو (تسلسل من الصور) مخصصة لشخص واحد. استخلصت الصورة الجانبية للوجه من مجموعة الصور الملتقطة لطريقة المشي. يبين الشكل (9) أمثلة من قاعدة البيانات المذكورة.



الشكل (9): أمثلة من قاعدة البيانات الخاصة الملتقطة صورها بواسطة كاميرا فيديو رقمية طراز Sony DCR-VX1000

يظهر الجدول (2) مقارنة دقة التعرف مع الخوارزمية المقترحة في البحث [7]، باستخدام مصنف المسافة الإقليدية (Euclidean Distance Classifier). أظهرت النتائج التجريبية أن الطريقة المقترحة للدمج باستخدام قاعدة الجمع (Sum Fusion Rule) أعطت دقة (90%) وهي أفضل من الدقة الناتجة في النموذج المقترح في البحث [7]، والذي أعطى دقة (89.1%). نتيجة الدقة بالاعتماد على قاعدة الضرب (Product Fusion Rule) باستخدام

النموذج المقترح (91.25%) وهو أفضل بكثير من الدقة الناتجة في النموذج المقترح في البحث [7]، والذي أعطى دقة (84.8%). نتيجة الدقة بالاعتماد على قاعدة دمج القيمة الأكبر (Max Fusion Rule) باستخدام النموذج المقترح (88.5%) وهو أفضل بكثير من الدقة الناتجة في النموذج المقترح في البحث [7]، والذي أعطى دقة (84.8%).

الجدول (2): مقارنة دقة التعرف الخاصة بالنماذج المقترحة في هذا البحث مع الخوارزمية المقترحة في البحث [7]

قانون الدمج			طريقة المشي	الوجه	طريقة الدمج
MAX	Product	SUM			
84.8%	84.8%	89.1%	87%	71.7%	النماذج المقترحة في البحث [7]
88.5%	91.25%	90%	87%	71%	النماذج المقترحة في هذا البحث

كما تم مقارنة هذا النموذج المقترح للدمج عند مستوى النتائج (Score level) مع النموذج المقترح للدمج عند مستوى الخصائص (Feature level) في البحث [11]، حيث تم تمثيل صور طريقة المشي بواسطة شعاع مواصفات المستويات الأفقية الفعالة AHL في كلا البحثين، بينما تم تمثيل صور الوجه باستخدام مواصفات المستويات الأفقية الفعالة AHL في هذا البحث وشعاع مواصفات الخطوط الفعالة بين النقاط البارزة في الوجه (Active Lines among Face Landmark Points) ALFLP في النموذج المقترح في البحث [11]. استخدم مصنف الجار أقرب (K-Nearest Neighbour) (IBK) في النموذج المقترح في البحث [11] لأنه أعطى أفضل نتائج في البحث [11]. بينما استخدمت طرق الدمج المقترحة في هذا البحث على مصنف المسافة الإقليدية، وطبقت التجارب على قاعدة البيانات CASIA-C Data base مستخدمين 60% لخمسين شخصاً كمجموعة تدريب (تسجيل)، كما هو موضح في الجدول (3).

الجدول (3): مقارنة دقة التعرف الخاصة بالنماذج المقترحة في هذا البحث مع طريقة الدمج المقترحة في البحث [11]

قانون الدمج			طريقة المشي	الوجه	طريقة الدمج
MAX	Product	SUM			
Feature Level Fusion			78.3%	72.7%	النموذج المقترح في البحث [11]
96.3%					
MAX	Product	SUM	78.3%	82.3%	النماذج المقترحة في هذا البحث
93.5%	96.7%	96.4%			

أكدت النتائج أن نموذج الدمج المقترح عند مستوى الخصائص في البحث [11] يعطي دقة تمييز مساوية تقريباً لنموذجي الدمج المقترحة عند مستوى النتائج في هذا البحث في حال استخدام علاقتي الضرب Product والجمع SUM، وأكثر منها في حال استخدام علاقة MAX في قانون الدمج المقترح. لكن لا بد من الأخذ بعين الاعتبار زمن تنفيذ كلا الخوارزميتين في عملية المقارنة. يبين الجدول (4) مقارنة زمن تنفيذ النماذج المقترحة للدمج عند مستوى النتائج (Score level) مع النموذج المقترح للدمج في

البحث [11] عند مستوى الخصائص (Feature level)، حيث تم تنفيذ التجارب على حاسب مكتبي بالموصفات

التالية: المعالج: Intel® Core™2Duo CPU E7400 @ 2.80 GHz

الذاكرة المثبتة (RAM): 2GB

نظام التشغيل: 32Bit

الجدول (4): مقارنة زمن تنفيذ النماذج المقترحة في هذا البحث مع النموذج المقترح للدمج في البحث [11].

قانون الدمج			طريقة المشي	الوجه	طريقة الدمج
Feature Level Fusion			1.9Sec	1.6Sec	النموذج المقترح في البحث [11]
4.8 Sec					
MAX	Product	SUM	1.9Sec	1.5Sec	النماذج المقترحة في هذا البحث
3.7 Sec	3.7 Sec	3.7 Sec			

تبين أنه في حال التعرف على شخص واحد فإن زمن التنفيذ للتجارب السابقة باستخدام النماذج المقترحة للدمج في هذا البحث أصغر من زمن تنفيذ التجربة نفسها باستخدام النموذج المقترح في البحث [11].

## 5- الاستنتاجات والتوصيات:

تم في هذا البحث دراسة مشكلة التعرف على الأشخاص باستخدام دمج بصمتي الوجه وطريقة المشي عند مستوى النتائج (Score Level Fusion)، وذلك بالأخذ بعين الاعتبار الدقة والبعد عن الكاميرا. إن المساهمة الرئيسية المقدمة في هذا البحث هي طريقة واحدة لدمج بصمتي الوجه وطريقة المشي عند مستوى النتائج (Score Level). نتائج هذا الدمج (Score Fusion) مستقرة نسبياً بالنسبة لتغيرات المكان والبعد عن الكاميرا (Scale and Transform). أكدت النتائج التجريبية على قاعدتي بيانات الوجه وطريقة المشي أن طريقة الدمج المقترحة تعطي نتائجاً أفضل من استخدام بصمة الوجه لوحدها أو بصمة طريقة المشي لوحدها.

أكدت النتائج التجريبية على قاعدة بيانات خاصة أن الخوارزمية المقترحة في هذا البحث أعطت نتائجاً أفضل بقليل من الخوارزمية المقترحة من قبل Zhou and Bhanu [7].

أكدت النتائج التجريبية على قاعدة بيانات CASIA-C أن الخوارزمية المقترحة في هذا البحث أعطت نتائجاً قريبة من الخوارزمية المقترحة من قبل M. S. Almohammad, G. I. Salam and T. A. Mahmoud [11]، إلا أن زمن تنفيذ التجارب أكد أن الخوارزمية المقترحة في هذا البحث تتمتع بزمن تنفيذ أقل بكثير من الخوارزمية المقترحة في البحث [11].

## 6- المراجع: (References)



- [1] ALMOHAMMAD, M.; SALAMA, G.; and MAHMOUD, T.; (2013). *Face and Gait Fusion Methods: A Survey*, Int. Journal of Computer Science and Telecommunications (IJCSST). Volume 4 (Number 4). PP 19-28
- [2] FAGERTUN, J.; (2005). *Face Recognition*, M Eng Thesis, Technical University on Denmark
- [3] HOSSAIN, M.; MAKIHARA, Y.; WANG, J.; and YAGI, Y.; (2010). *Clothing-Invariant Gait Identification using Part-Based Clothing Categorization and Adaptive Weight Control*, Pattern Recognition. Volume 43 (Number 6). PP 2281-2291
- [4] FAUNDEZ-ZANUY, M.; (2005). *Data Fusion in Biometrics*, IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine. Volume 20 (Number 1). PP 34-38
- [5] JAIN, K.; ROSS, A.; and PRABHAKAR, S.; (2004). *An Introduction to Biometric Recognition*, IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology. Volume 14 (Number 1). PP 4-19
- [6] ALMOHAMMAD, M.; (2013). *Combination of Face and Gait for Human Recognition*, Ph.D. of Science in Electrical Engineering, Cairo, Egypt
- [7] ZHOU, X.; and BHANU, B.; (2006). *Integrating Face and Gait for human recognition*, In Proc. CVPRW'06, PP 55
- [8] MONWAR; and MARU, M.; (2009). *Multimodal Biometric System Using Rank-Level Fusion Approach*, Trans. on IEEE, Volume 39 (Number 4). PP 867-878
- [9] (2020) The *Face databases website*, Available: <http://www.face-rec.org/databases>
- [10] (2020). *CASIA gait database*, Available: <http://www.cbsr.ia.ac.cn/english/gait%20Databases.asp>
- [11] ALMOHAMMAD, M.; SALAMA, G.; and MAHMOUD, T.; (2012). *Human Identification System Based on feature level fusion using face and gait biometrics*, 1st Int. IEEE. Conf. on Engineering and Technology (ICET).