استخدام تقنية معالجة الصور في مجال السلامة المرورية[1]

علي قنون[2]

الملخص: بحسب إحصائيات منظمة الصحة العالمية وبيانات إدارة المرور الليبية يعتبر معدل الوفيات والإصابات المختلفة نتيجة لحوادث المرور في ليبيا من أكبر معدلات الوفيات عالمياً مقارنة بعدد السكان في السنوات الماضية، ومن الواجب بذل كافة المتطلبات اللازمة وتوحيد كافة الجهود التي تؤدي إلى تحسين السلامة على الطرق والحد من عدد الوفيات والإصابات نتيجة الحوادث المرورية وبالتالي التقليل من التكلفة الاجتماعية والاقتصادية. يهدف هذا البحث إلى عرض استخدام تقنية معالجة الصور للتعرف بصورة آلية على لوحات ترخيص المركبات الآلية الليبية، وبالتالي استخدام نتائج هذه التقنية في عدة تطبيقات يمكن أن تساهم في تقليل عدد الحوادث والإصابات الناتجة من حوادث المرور.

تعتبر تقنية التعرف على لوحات ترخيص المركبات الآلية باستخدام معالجة الصور من الأبحاث الحديثة نسبياً، وتم استخدام هذه التقنية في عدة دول ويزداد استخدامها بصورة كبيرة سنوياً نظراً لأهميتها وللمزايا التي توفرها. ونظراً لخصوصية مواصفات ترخيص المركبات الآلية لكل دولة يهتم هذا البحث باستخدام هذه التقنية على لوحات ترخيص المركبات الآلية الليبية. اعتمد البحث على استخدام آلات التصوير الرقمية الحديثة للحصول على صور ثابتة أو متحركة ومن ثم التعرف على لوحات المركبات التي تم تصويرها، يتم تحليل ومعالجة الصور بعد ذلك للحصول على المعلومات المطلوبة. كما يستعرض البحث بعض التطبيقات التي تم تنفيذها للاستفادة من نتائج هذا البحث.

كلمات دالة: معالجة الصور، استخلاص المعلومات، استخلاص الميزات أو الصفات، تصنيف الميزات، التعرف على لوحات الترخيص.

1. المقدمة

تعتبر تقنية معالجة الصور (Image Processing) من تطبيقات الذكاء الصناعي (Artificial Intelligence) أحد فروع علم الهندسة الكهربائية والإلكترونية. تهتم هذه التقنية بإجراء العمليات المختلفة على الصور باستخدام الحاسوب بهدف تحسينها طبقاً لمعايير محددة ولتسهيل تفسيرها وفهم محتوياتها أو استخلاص بعض المعلومات منها بدون مساعدة بشرية. يوجد لهذه التقنية عدة تطبيقات في عدة مجالات ولاسيما تطبيقات التحكم الآلي، والإنسان الآلي ومعالجة الصور الطبية. ومن التطبيقات المهمة استخدامها في مجال السلامة المرورية.

بحسب تقرير منظمة الصحة العالمية لسنة 2015 [1] يلقى أكثر من 1.2 مليون شخص حتفهم سنوياً من جراء تصادمات الطرق في العالم، كما يعاني ما يتراوح عدده من 20 مليون إلى 50 مليون شخص من إصابات قاتلة نتيجة لحوادث الطرق. ويؤكد تقرير المنظمة أن الإصابات الناجمة عن حوادث الطرق تمثل مشكلة عالميّة من مشاكل الصحة العمومية وخصوصاً في البلدان المنخفضة الدخل والبلدان المتوسطة الدخل. حيث يبلغ معدل الوفيات الناجمة عن حوادث الطرق في الدول المنخفضة والمتوسطة والمرتفعة الدخل حوالي 21.5 و19.5 و10.3 على التوالي لكل 100000 نسمة. وبحسب التقرير السابق بلغ عدد الحوادث القاتلة في ليبيا سنة 2013 حوالي 3606 حادث وتقدر المنظمة أن عدد الوفيات من الحوادث يبلغ 73.4 لكل 100000 نسمة، وهذه النسبة هي نسبة مرتفعة جدّاً إقليميّاً ودوليّاً وتعد أعلى نسبة وفيات تم توثيقها في تقرير منظمة الصحة العالمية من بين 178 دولة. بحسب إحصائيات إدارة المرور الليبية تم تسجيل وفاة عدد 2728 قتيلاً في حوادث المرور بليبيا خلال 2012 [2]، كما يقدر بأن ما يزيد عن خمسين ألف ليبي قضوا خلال الأربعين عاماً الماضية نتيجة حوادث المرور في بلد لا يتجاوز عدد سكانه ستة ملايين نسمة [2]، وبالإضافة إلى ذلك يوجد عدد كبير من الإصابات المختلفة كما توجد خسائر مادية مكلفة. لهذا فإنه من الأهمية العمل على خفض تلك الخسائر بكافة الوسائل الممكنة، ومن تلك الطرق استخدام التقنيات الحديثة للمساعدة في تقليل التكلفة البشرية والاقتصادية لتلك الحوادث المؤسفة. من هنا تأتي أهمية هذا البحث الذي يهدف إلى عرض استخدام تقنية معالجة الصور في مجال الطرق والسلامة المرورية وبما يساهم في تقليل عدد الحوادث المرورية.

تستخدم تقنية معالجة الصور في عدة تطبيقات في مجال السلامة المرورية، ومن تلك التطبيقات استخدام معالجة الصور للتعرف على لوحات ترخيص المركبات الآلية؛ حيث كان أول استخدام لها في بريطانيا عام 1981 وذلك للتعرف على إحدى السيارات المسروقة. حاليًّا تستخدم هذه التقنية

[1] يتقدم الباحث بخالص الشكر للهيئة الوطنية للبحث والعلوم والتكنولوجيا على الدعم المقدم لتنفيذ هذا البحث.

[2] علي أحمد قنون، أستاذ مساعد بقسم الهندسة الكهربائية والإلكترونية بكلية الهندسة بجامعة طرابلس- ليبيا، a.gandoun@uot.edu.ly.

في العديد من التطبيقات في كثير من الدول ويزداد استخدامها بصورة كبيرة سنويًا نظراً لأهميتها وللمزايا التي توفرها.

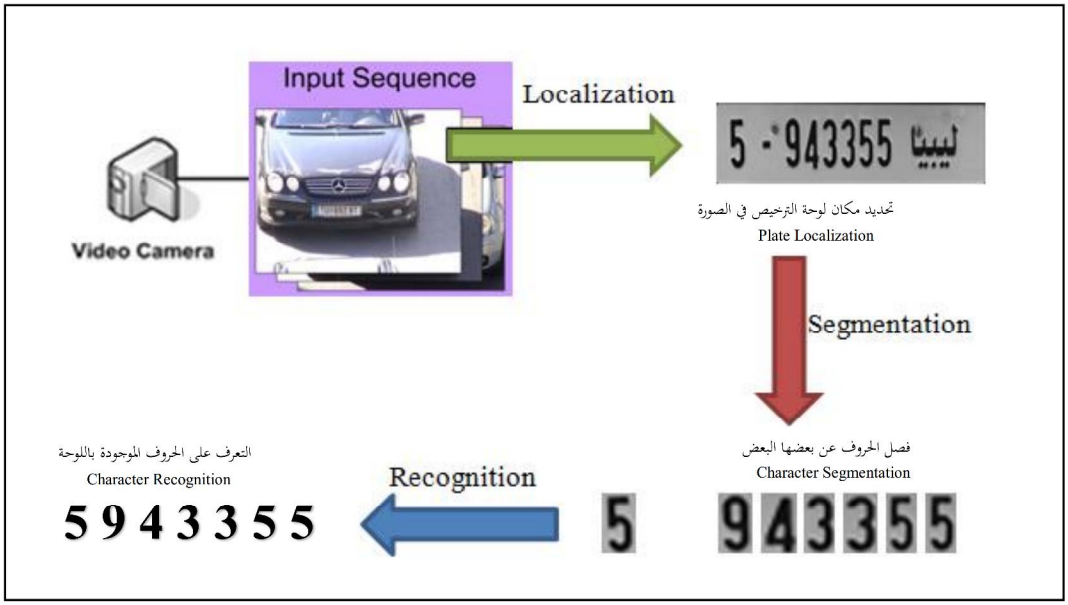
بعد التعرف على لوحات ترخيص المركبات الآلية باستخدام معالجة الصور يمكن تنفيذ عدة تطبيقات مهمة في مجال السلامة المرورية، حيث يمكن استخدام هذه التقنية في التطبيقات التالية:

- تقدير سرعة المركبات الآلية على الطرق ومخالفة المتجاوزين للحد الأقصى للسرعة.
- البحث عن المركبات المفقودة أو المخالفة الموجودة في قاعدة بيانات خاصة.
- المساعدة في فرض رسوم أو التحكم في استخدام طرق معينة.
- دراسة وتحليل النتائج الإحصائية لاستخدام المركبات الآلية عن طريق إعداد الإحصائيات المرورية للطرق للتعرف على الاختناقات المرورية للحد منها وكذلك في تقليل نسبة التلوث بالحد من دخول المركبات إلى أماكن معينة أو طرق معينة في فترة محددة.

يستعرض هذا البحث بعض نتائج المشروع البحثي الخاص باستخدام تقنية معالجة الصور للتعرف بصورة آلية على لوحات ترخيص المركبات الآلية Automatic License Plate Recognition System، ويهتم هذا البحث باستخدام تقنية معالجة الصور لاستخلاص المعلومات الموجودة على لوحات ترخيص المركبات الآلية الليبية نظراً لخصوصية مواصفات ترخيص المركبات الآلية لكل دولة. تجدر الإشارة هنا إلى أن تعريف هوية المركبة يعتمد على التطبيق المستخدم والجهة المستفيدة، فمثلاً قد تعني الهوية مجرد رقم لوحات المركبة. كما يمكن أن تمثل هوية المركبة مواصفات المركبة الفنية كالنوع واللون وتاريخ الصنع بالإضافة إلى اسم المالك وعنوانه وكافة البيانات ذات العلاقة في حالة استخدام التطبيقات المقترحة من قبل شرطة المرور [3-5].

2. التعرف على لوحات المركبات الآلية

المرحلة الأولى للتعرف على لوحات المركبات الآلية باستخدام تقنية معالجة الصور تتطلب استخدام آلات تصوير رقمية خاصة للحصول على صور ثابتة أو متحركة وذلك عن طريق وضع آلة تصوير بالقرب من الطرق الرئيسة لتصوير كافة المركبات الآلية التي تستخدم تلك المسارات. بعد الحصول على الصور الرقمية التي تحتوي على لوحات الترخيص تتم عملية التعرف باستخدام ثلاث مراحل رئيسة، الأولى هي تحديد مكان اللوحة داخل الصورة، الثانية هي عملية فصل الأرقام المكونة للوحة الترخيص، والثالثة والأخيرة هي التعرف على الأرقام وذلك كما هو مبين في الشكل (1).



شكل (1) مراحل التعرف على لوحات الترخيص.

1.2. التعرف على مكان لوحة الترخيص في الصورة (Plate Localization)

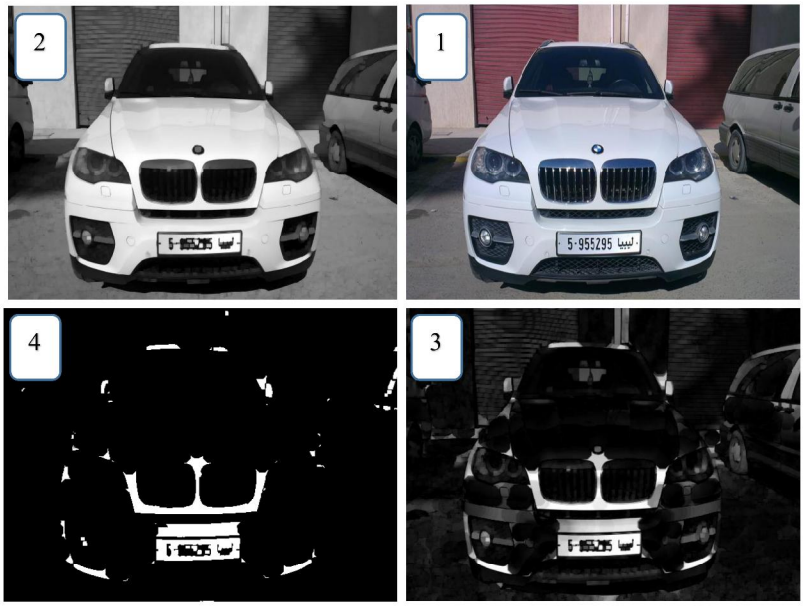
المدخلات في هذه المرحلة هي الصورة، والمخرجات هي الموقع المتوقع للوحة الترخيص أو المواقع المتوقعة للوحات الترخيص في حالة وجود أكثر من لوحة ترخيص داخل الصورة. تعتمد هذه المرحلة على تنفيذ تقنيات معالجة الصور التالية:

- **المعالجة المبدئية (Pre-processing)**: وهي مجموعة من العمليات التي تعد البيانات ليتم تحليلها لاحقاً ولتصحيح الأخطاء كتصفية الصورة من التشويش الموجود بها.
- **فصل محتويات الصورة (Image Segmentation)**: وهي عملية فصل المعلومات المهمة الموجودة في الصورة عن الخلفية.

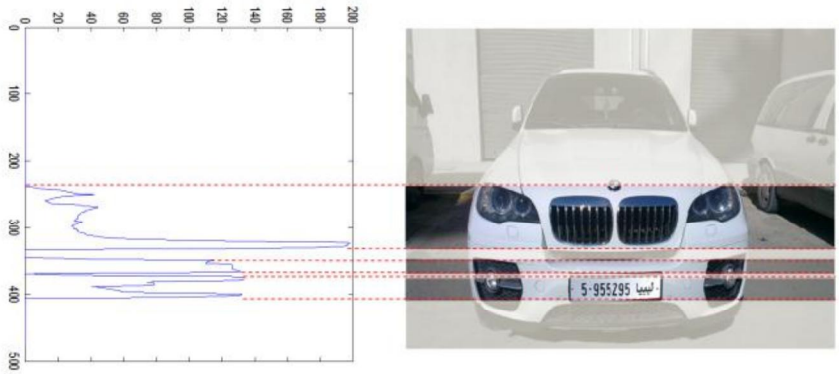
يتم هنا تحديد موقع لوحات الترخيص داخل الصورة.

للتعرف على مكان لوحة الترخيص تم استخدام عدة تقنيات خاصة بمعالجة الصور منها عملية تحويل الصورة الملونة إلى صورة غير ملونة وكذلك عدة عمليات تصفية للتعرف على المواقع التي من المحتمل وجود لوحات الترخيص بها، يبين شكل (2) جزءاً من تلك العمليات. كما يبين شكل (3) تقنية المساقط الأفقية المستخدمة في نهاية هذه المرحلة لتحديد مكان اللوحة بدقة [6].

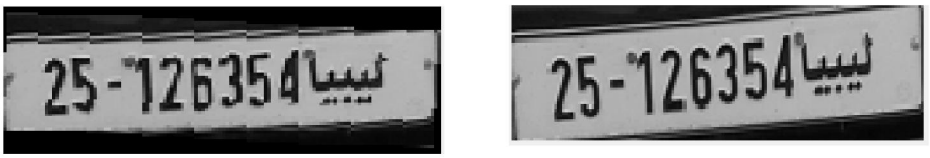
قد تكون لوحة الترخيص بها زاوية ميلان في بعض الصور، في هذه الحالة يتم استخدام تقنية خاصة لتصحيح زاوية ميلان لوحة الترخيص، يبين شكل (4) مثالاً على تصحيح زاوية ميلان لوحة الترخيص.



شكل (2) مراحل التعرف على مكان لوحة الترخيص.



شكل (3) المساقط الأفقية لتحديد مكان لوحة الترخيص.



شكل (4) تصحيح زاوية ميلان لوحة الترخيص.

2.2. فصل الحروف أو الأرقام الموجودة بلوحة الترخيص (Character Segmentation)

المدخلات في هذه المرحلة هي الموقع المتوقع للوحة الترخيص، والمخرجات هي مجموعة من الصور تحتوي كل صورة على حرف أو رقم واحد. تعتمد هذه المرحلة على تقنية استخلاص الميزات أو الصفات (Features Extraction) وهي عملية الحصول على صفات وخصائص المعلومات المهمة من الصورة مثل الحروف والأرقام المختلفة الموجودة داخل لوحات الترخيص.

تستخدم عدة تقنيات في هذه المرحلة، وأهم تلك التقنيات هي استخدام المساقط العمودية لفصل الأرقام عن بعضها البعض، يبين شكل (5) طريقة المساقط العمودية لفصل الأرقام.

3.2. التعرف على الحروف أو الأرقام الموجودة بلوحة الترخيص (Character Recognition)

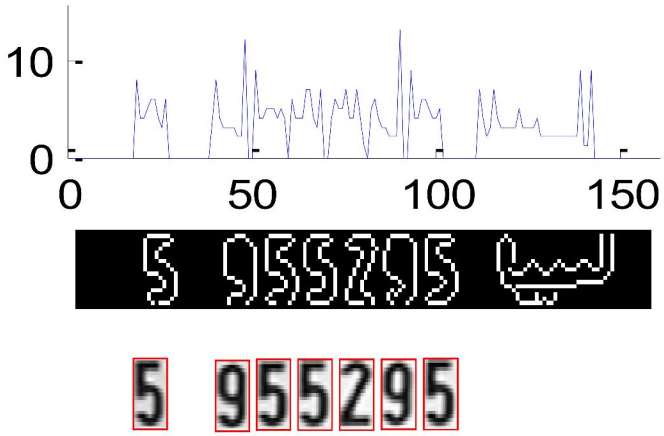
المدخلات في هذه المرحلة هي الصور التي تحتوي على أحد أرقام أو أحرف لوحة الترخيص والمخرجات هي رقم أو حرف مميز. تعتمد هذه المرحلة على تقنية تصنيف الميزات (Classification) وهي عملية التعرف على محتويات الصورة عن طريق ربطها بالنمط الذي تعود إليه، وهي تشمل التعرف الآلي على الحروف والأرقام الموجودة داخل لوحات الترخيص.

تم استخدام طريقتين للتعرف على الأرقام، الأولى تعتمد على مقارنة التشابه والترابط (Correlation) بين الرقم الموجود في لوحة الترخيص مع قاعدة بيانات تحتوي كافة الأرقام. الطريقة الثانية تعتمد على التعرف على نقاط نهاية (End-points) الأرقام الموجودة في لوحة الترخيص مع تلك الموجودة في قاعدة بيانات الأرقام [3].

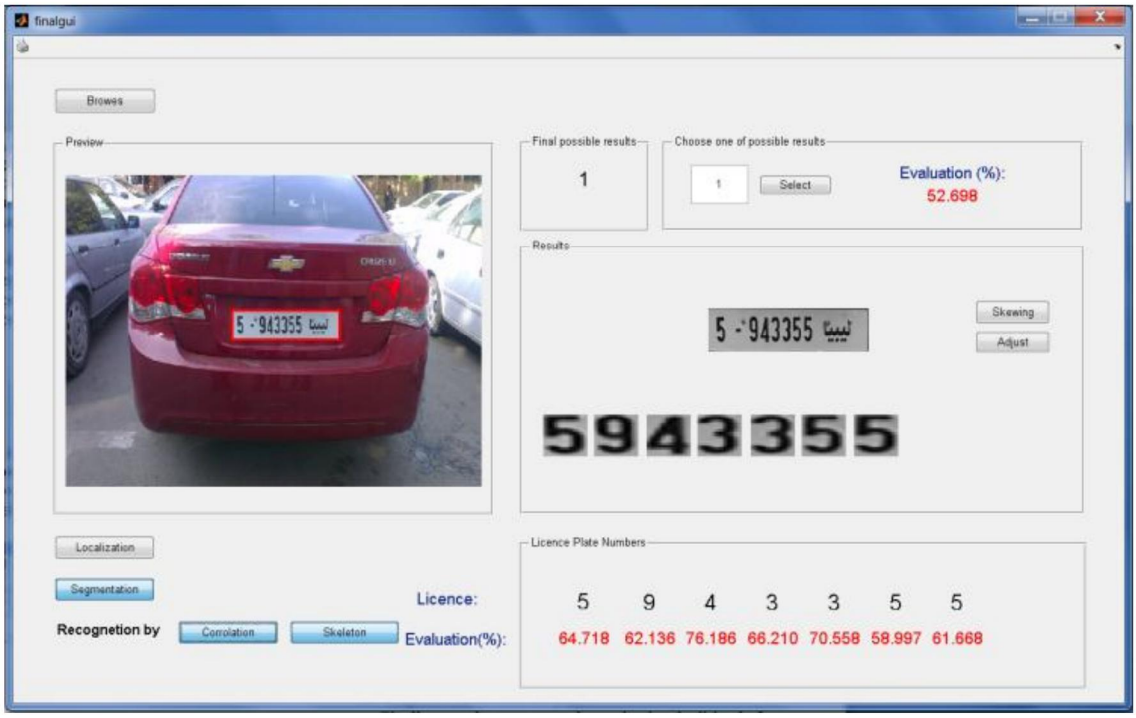
3. تطبيقات السلامة المرورية

1.3. منظومة التعرف على لوحات الترخيص في الصور الثابتة

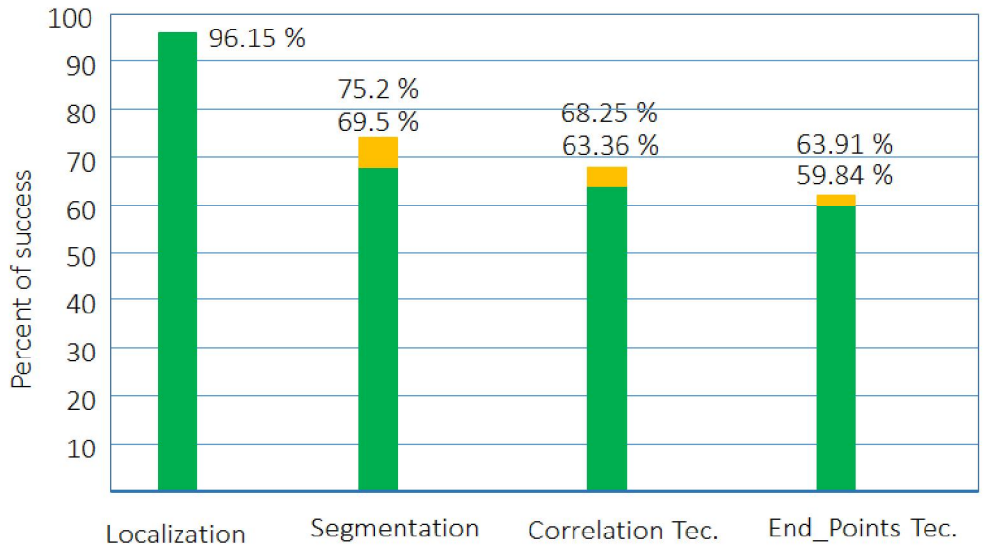
تم تصميم منظومة التعرف على لوحات الترخيص في الصور الثابتة، يبين شكل (6) واجهة عمل لاختبار المنظومة في التعرف على إحدى الصور الثابتة. حيث تبين نتائج مراحل التعرف ودرجة دقة كل مرحلة. ولاختبار منظومة التعرف على لوحات الترخيص تم تصوير أكثر من مئة صورة ثابتة تحوي عدة مركبات آلية وتم اختبار دقة وكفاءة المنظومة في التعرف على لوحات الترخيص. يبين شكل (7) نتائج اختبار قياس الأداء لمراحل عمل المنظومة [3].



شكل (5) استخدام المساقط العمودية لفصل أرقام لوحة الترخيص.



شكل (6) واجهة عمل لاختبار منظومة التعرف على لوحات الترخيص في الصور الثابتة.



شكل (7) اختبار قياس الأداء لمنظومة التعرف على لوحات الترخيص الليبية.

2.3. منظومة التعرف على لوحات الترخيص في صور الفيديو

تم تنفيذ منظومة التعرف على لوحات ترخيص المركبات الآلية آليّاً في صور الفيديو . يبين شكل (8) بعض نتائج هذا التطبيق في التعرف على لوحات الترخيص التي تم معاينتها وتاريخ وتوقيت التعرف وغيرها من المعلومات التي تم استخلاصها من صور الفيديو التي تم استخدامها [4]، وتستخدم هذه المنظومة في عملية حصر وتبويب كافة المركبات الآلية التي تستخدم مساراً أو طريقاً معيّناً في فترة معينة وبما يساعد في الحصول على الإحصائيات المرورية للطرق المختلفة.

	1	2	3	4	5	6
1	'No of Frame'	'Date & Time'	'No of Possible Candidates'	'Plate No'	'Localization Evaluation'	'Recognition Evaluation'
55	54	'16-Oct-2013 23:08:04'	0	'no plate detected'	0	0
56	55	'16-Oct-2013 23:08:06'	0	'no plate detected'	0	0
57	56	'16-Oct-2013 23:08:08'	0	'no plate detected'	0	0
58	57	'16-Oct-2013 23:08:09'	0	'no plate detected'	0	0
59	58	'16-Oct-2013 23:08:11'	0	'no plate detected'	0	0
60	59	'16-Oct-2013 23:08:13'	0	'no plate detected'	0	0
61	60	'16-Oct-2013 23:08:15'	0	'no plate detected'	0	0
62	61	'16-Oct-2013 23:08:16'	0	'no plate detected'	0	0
63	62	'16-Oct-2013 23:08:18'	0	'no plate detected'	0	0
64	63	'16-Oct-2013 23:08:20'	0	'no plate detected'	0	0
65	64	'16-Oct-2013 23:08:21'	0	'no plate detected'	0	0
66	65	'16-Oct-2013 23:08:23'	0	'no plate detected'	0	0
67	66	'16-Oct-2013 23:08:25'	0	'no plate detected'	0	0
68	67	'16-Oct-2013 23:08:27'	0	'no plate detected'	0	0
69	68	'16-Oct-2013 23:08:28'	0	'no plate detected'	0	0
70	69	'16-Oct-2013 23:08:30'	0	'no plate detected'	0	0
71	70	'16-Oct-2013 23:08:32'	0	'no plate detected'	0	0
72	71	'16-Oct-2013 23:08:34'	0	'no plate detected'	0	0
73	72	'16-Oct-2013 23:08:35'	0	'no plate detected'	0	0
74	73	'16-Oct-2013 23:08:37'	0	'no plate detected'	0	0
75	74	'16-Oct-2013 23:08:39'	1	'5 1 0 7 9 3 0 9'	79.4872	55.9823
76	75	'16-Oct-2013 23:08:41'	1	'5 1 0 7 9 3 0 9'	79.4872	55.9823
77	76	'16-Oct-2013 23:08:43'	1	'5 1 0 7 9 3 0 9'	77.5000	61.1870
78	77	'16-Oct-2013 23:08:45'	1	'5 1 0 7 9 3 0 9'	77.5000	61.1870

شكل (8) بعض نتائج التعرف على لوحات الترخيص في صور الفيديو.

3.3. منظومة قياس سرعة المركبات الآلية

تم تنفيذ منظومة خاصة لقياس سرعة المركبات الآلية على الطرق، كما يمكن استخدام نفس المنظومة لتتبع المركبات الآلية التي تستخدم مساراً أو طريقاً محدداً، يبين شكل (9) بعض نتائج استخدام منظومة قياس سرعة المركبات الآلية [8].

شكل (9) بعض نتائج منظومة قياس سرعة المركبات الآلية.

4. الخلاصة

استعرضت هذه المقالة بعض نتائج البحث الخاص بالتعرف على لوحات الترخيص الليبية باستخدام تقنية معالجة الصور وكذلك بعض نتائج المنظومات العملية التي تم تنفيذها على المركبات الآلية. يمكن لعدة جهات الاستفادة من تطبيق نتائج هذه البحث؛ فمثلاً يمكن لإدارة المرور استخدام نتائج هذا البحث في تقدير سرعة المركبات على الطرق وبالتالي مخالفة المتجاوزين للسرعة كما يمكن استخدامه للبحث عن المركبات المفقودة أو المسروقة أو المخالفة الموجودة في قاعدة بيانات خاصة. ويمكن كذلك للمراكز البحثية والجامعات المهتمة بتحليل الإحصائيات المرورية وتأثيراتها الاجتماعية والبيئية استخدام هذا البحث في الحصول على الإحصائيات المختلفة. ويمكن للجهات القضائية والأمنية استخدام نتائج هذا البحث في الحصول على كافة المعلومات الخاصة بزمن ومكان تواجد أي مركبة آلية عند وضع آلات التصوير في المواقع الاستراتيجية.

تؤكد النتائج المبدئية التي تم الحصول عليها أنه يمكن تنفيذ عدة تطبيقات عملية تعتمد على عملية التعرف على لوحات ترخيص المركبات الآلية باستخدام تقنية معالجة الصور، ويمكن أن تساهم تلك التطبيقات بصورة فعالة في السلامة المرورية وبالتالي التقليل من التكلفة البشرية والمادية لنتائج حوادث المرور.

5. المراجع

[1] Global Status Report On Road Safety 2015, Report of World Health Organization 2015 Global status report on road safety 2015. *World Health Organization.*

[2] ندوة حول حوادث المرور في ليبيا 2013.

[3] W. Algablawi, W. BenAnaif and A. Ganoun, Libyan Vehicle License Plate Recognition System, *ICECE* 2013 (Best Student Paper).

[4] W. Algablawi, W. BenAnaif and A. Ganoun, Video Based Automatic License Plate Recognition System,: *International Conference on Electrical, Computer, Electronics and Communication Engineering (ICECECE),* 2014.

[5] Ganoun, Ali. "Automatic Localization System of Libyan License Plates." *In Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), 2015 IEEE, pp. 1-4. IEEE,* 2015.

[6] Naito, Takashi, Toshihiko Tsukada, Keiichi Yamada, Kazuhiro Kozuka, and Shin Yamamoto. "Robust license-plate recognition method for passing vehicles under outside environment." *Vehicular Technology, IEEE Transactions on 49,* no. 6 (2000): 2309-2319.

[7] Ondrej, Martinský, V. Zboril Frantisek, and Drahanský Martin. "Algorithmic and mathematical principles of automatic number plate recognition systems." *BRNO University of technology* (2007): 10.

[8] S. Ellafi, A. Elsaltani and A. Ganoun, " Vehicles Mean Speed Estimation From Video Sequence" B. Sc. Thesis, *University of Tripoli, Libya,* 2014.