

## تتبع سير المركبات المتعددة في الوقت الملائم إضافة للتعامل مع الإعاقة من خلال المشغل الآلي ذات الخلايا الضبابية

حيدر طالب مهدي الأحمر

كلية الإدارة والاقتصاد

الجامعة العراقية – بغداد/العراق

[Haeder.ahmar@gmail.com](mailto:Haeder.ahmar@gmail.com)

الساماني عبد المطلب أحمد

كلية علوم الحاسوب وتقانة المعلومات

جامعة النيلين-الخرطوم/السودان

[profsamani@gmail.com](mailto:profsamani@gmail.com)

### ARTICLE INFO

Submission date:12/2/2018

Acceptance date:23/4/2018

Publication date:18/8/2018

### الخلاصة

يعتبر كشف وتعقب المركبات المتحركة في مواقع المرور في الوقت الحالي هو المجال الحيوي الذي يشغل البحوث الناشئة لأنظمة النقل الذكية، وفي هذا البحث نتناول مقترح للمشغل الآلي ذات الخلايا المشوشة (*fuzzy*)، لمعالجة مشكلة التغيرات البيئية المرتبطة بأساليب وطرق الفصل في الخلفية (*Background*) وتتبع المركبات المتحركة. وان النموذج المقترح يتعامل مع المشغل الآلي ذات الخلايا المشوشة الذي تم اعداده بأقل نسبة تشويش والذي يعتبر استثنائي ويعمل كمطبق لقواعد العمليات المماثلة لدرجة التشويش. وان في حقيقة تطبيق كل خطوة هو ان يتم تحديث الخلفية (*Background*) الموجودة بطرق المركبات وفقا لعدد الخلايا النشطة وكشف الضبابية (*fuzzy*) فيها، من خلال ذلك يتم الكشف ببساطة عن المركبات المتحركة التي يتشابه مستواها اللوني الأقل وضوح مع مستوى خلفيتها غير الواضح. علاوة على ذلك يتم استخدام تقنية معالجة الاعاقة على أساس القياس البصري للكشف عن الفئات التي تعيق المركبة ويتم تقسيم المركبة حسب كل فئة اعاقه، ومن خلال النتائج الكلاسيكية التقليدية يتبين لنا أن الطريقة المقترحة هي أكثر قوة ودقة من الطرق التقليدية للكشف عن المركبات في وقت مناسب مع تتبعها.

الكلمات الدالة: نظام النقل الذكي، كشف المركبات وتتبعها، مشغل آلي ذات الخلايا المشوشة، تجزئة الاعاقه.

### Monitoring and Track Multiple and Vehicles at the Right Time in Addition to

### Dealing with Disabilities through the Operator for Fuzzy Cells

Haeder Talib Mahdi

AI-Sammani abdulmuttalib Ahmed

### Abstract

The detection and tracking of mobile vehicles at current traffic sites is the emerging research area for intelligent transport systems. In this search, we offer a mysterious cellular automated engine model to address the problem of environmental changes associated with the methods and methods of the rear subtraction of dynamic vehicle tracking. The proposed model deals with the fuzzy cellular operator, which has been set up with less vague "exclusive" support rules and "operates as the following mode logic to deal with degrees of uncertainty in the rule of similar operations. In fact/ at each step, the background update is determined according to the number of active cells and the blur mapping function; therefore, mobile compounds that resemble their grey level are simply detected with a grey background. Furthermore, the treatment technique is used on a visual measurement basis to detect the blockage of the vehicle and the breakdown of the vehicle by category of blockage and the results show the experimental method proposed is more robust and accurate than the traditional methods of detecting and tracking vehicles in a timely manner.

**Keywords:** Intelligent transport system (ITS), vehicle detection and tracking, fuzzy automatic cellular operator, fragmentation of blockage.

## 1. المقدمة

لقد جذبت أنظمة النقل الذكية (ITS) اهتمام الباحثين وركزت بحوثهم في مجالات متعددة مثل مجال تتبع المركبات، وإدراك وتقدير متغير حركة المرور [1]. تكمن المشكلة المتعلقة بتتبع المركبات في ان تخمين المواقع والمعلومات الأخرى ذات صلة بها مثل: مسار وشكل وحجم وعدد المركبات المتحركة في شكل متسلسل. وبناءً على ذلك حدد المتتبع علامات متناسقة للمركبات التي يتم تعقبها في أشكال فيديو. حيث أن هناك العديد من التحديات التي واجهتها في تتبع المركبات بسبب خلل في التحري عن المركبة المناسبة. إن دافع الكشف عن المركبات يتم من قبل تطبيقات وبرامج مختلفة. على سبيل المثال: إدارة تدفق حركة المرور، وتخطيط الطرق، والتحركات العسكرية، ونرصد حركة المرور على الطرق السريعة والعمل على التخطيط لإدارة المرور. ومن خلال ذلك تنشأ صعوبات في الكشف عن المركبات بسبب حركة المركبات المفاجئة، وتغير نمط مظهر كل من المركبة والموقع وحركة الكاميرا [2]. وحاولت معظم البحوث معالجة المشكلات المتعلقة بالكشف عن المركبات وجعل النظام قادراً على معرفة أو كشف المركبات المتحركة والساكنة في مختلف الظروف البيئية. ومع ذلك وعلى الرغم من البيانات الواسعة في هذا المجال ، وأداء معظم الخوارزميات لكنها لا تزال بعيدة عن السيطرة البشرية التامة [3] ، [4]. مع العلم بوجود العديد من الطرق لحل مشاكل تتبع المركبات في أنظمة النقل الذكية في العقود الماضية [2] ، [3]. ويمكن تقسيم طرق تتبع المركبات الحالية إلى أربع فئات: الخصائص، الطراز، المنحنى المتحرك، والتتبع القائم على المنطقة [5]، [6]. ويمكن لطرق الفئة الأولى تتبع بعض خصائص المركبات فقط. ومع ذلك فإنه قد يعالج مشكلات الإعاقة كما قد تظهر بعض الميزات أثناء حالة الإعاقة. وأساليب الفئة الثانية هي التحقيق المعرفي المسبق لإنشاء نماذج ثنائي وثلاثي الأبعاد (2D,3D) من المركبات. ونقطة الضعف الرئيسية لهذه الفئة هو الاعتماد على نماذج المركبات مع مشكلة التعقيد الحاسوبي الذي لا يساعد على المعالجة في الوقت المناسب. أما بخصوص طرق الفئة الثالثة فهي رسم الخطوط العريضة الأولية للسيارة ومن ثم الحفاظ على تحديثها باستمرار في المظهر الجانبي للأشكال المتتالية. وهذه الفئة بالغة الدقة في حساب للقيمة الأولية لمنحنى المركبة المتحرك ولديها مستوى منخفض في الشغل الآلي. وأخيراً أساليب الفئة الرابعة التي تتبع وحدة المركبة في المجال الزمني والتي هي عبارة عن مجموعة من البيكسلات المتصلة. ويمكن من خلالها توفير معلومات هائلة مثل كالحجم والشكل والكثافة.

وتتميز الفئة المستندة إلى الرؤية (*feature*) بعدة مزايا أهمها انخفاض تكلفة الأجهزة المستخدمة وقابليتها للتطور مقارنة بالفئات الأخرى، وبالتالي فهي واحدة من أكثر التقنيات المستخدمة عالمياً في أنظمة مراقبة الحركة المرورية [7]. وان الأنظمة التي تتبع هذه الفئة تحتاج إلى تصفية لأجسام (*the objects*) التي يهمن إدراكها ومتابعتها، وتسمى هذه العملية "التصنيف". ويمكن أن يستخدم التصنيف فئتين من الأساليب:

يعتمد على إحصائية حسب نظرية التقرير الإحصائي والتركيبية والتي تعتمد على الإدراك الإنساني وأساليب الإدراك بشكل عام، وتحتاج خوارزميات التتبع إلى اختيار الفائدة من العمل وإعداد المصنف بشكل صحيح. ويمكن للصفات أن تكون على شكل الجسم (الأبعاد والألوان)، أو حدوده (باستخدام خوارزميات الكشف عن الحدود) أو خصائصه الرياضية (كعزم القوة الإحصائية، وتحديد الهياكل). أن طريقة استخراج الخلفية هي واحدة من أساليب الكشف المتغيرة على نطاق واسع وتستخدم في كشف مناطق المركبات [3]. وتعتبر قطع فصل الخلفية من الأجسام الأمامية أكثر دقة في معظم الحالات مقارنة مع غيرها من أساليب الكشف عن الأجسام المتحركة المشتركة والكشف عن الأجسام الأمامية حتى لو كانت بلا حراك. وهناك طرق مختلفة لفصل الخلفية. بعض هذه

الطرق مثل الفرز المتوسط (*mean filter*) والفرز المستقيم (*median filter*) والذي يحتاج إلى سعة ذاكرة ضخمة في حين أن تقنيات مثل دالة الخلفية ومزيج دالة غاوس (*Gaussian*) تكون أكثر تعقيداً من الناحية الحسابية [6]. غير ان التكيفية (*adaptively*) في ذلك تعتبر عيب من العيوب الذي يثار بسبب التغير في الإضاءة وتغير الحالات المناخية. لذلك فإن العديد من الباحثين يعملون على حل هذا العيب من خلال العديد من الطرق الموصي بها في هذا المجال [8].

إن الحل المناسب لمشكلة فصل الخلفية يعتمد على مفاهيم المنطق الضبابي (*fuzzy logic*). حيث أن تطبيق الأرقام غير الواضحة تساعد على التعامل مع بيانات المركبة بصورة غير دقيقة ووصف النتائج بصورة غير رصينة [9]. وأحد عيوب الطريقة الضبابية لفصل الخلفية هو تحديد قيمة حدود المركبة التي عادة ما تقدر من قبل التجربة والخطأ. وبسبب ذلك في كل شكل يزداد وقت الكشف إلى جانب ذلك وجود التحديد غير المنطقي لنتائج قيمة الحدود في الكشف عن المركبات المتحركة. علاوة على ذلك فإن الكشف عن المركبات المتحركة التي يماثل مستواها اللوني غير الواضح مستوى الخلفية الغير الواضح وبالتالي لا يتم الكشف بدقة [10]. أصبح المشغل الخلوي الآلي (*CA*) الآن محطة جذب للباحثين من مختلف المجالات بسبب طبيعته المتشابهة. ويمكن أن يُعزى السبب وراء شعبية مشغل الخلوي الآلي (*CA*) إلى الإمكانات الهائلة التي يمتلكها في تشكيل نظم تصميمه المعقدة، على الرغم من بساطته في العمل [11]. وأصبح يستخدم بشكل متكرر في التصميم المجهرى (*the microscopic modeling*) لعمليات الكشف عن المركبات. ومع ذلك فإن تطوير خوارزميات محاكاة مشغل الخلوي الآلي (*CA*) القائم على التطبيقات وتوجيهه في الكشف عن المركبات لا تزال قضية صعبة. ويتعين أن توفر هذه الخوارزميات مفاضلة متوازنة بين الدقة والتعقيد الحاسوبي لتمكين المعالجة على الانترنت لبيانات القياس وتقدير تعقب المركبات [9]. علاوة على ذلك إن اختيار القاعدة المثلى والمعاملات (*the parameters*) في قاعدة الانتقال لمهمة معينة هو مهم [12]. ففي الآونة الأخيرة تم استخدام فئة خاصة من مشغل الخلوي الآلي (*CA*) المشار إليها بـ ضبابي (*fuzzy*) لتصميم نمط المصنف [13]، [14]. والمشغل الآلي الضبابي (*FCA*) يختلف عن المشغل الخلوي الآلي (*CA*) باستخدامه مجموعة من المتغيرات الضبابية لتحديد حالته، وباستخدام أساس الـ (إذا.... ثم) في قاعدة الغموض كمجموعة من قواعد الانتقال. ويستدل أساس قاعدة الغموض على الحالة الآلية التالية استناداً إلى حالة التشويش لحالي والمدخلات المشوشة الحالية (*fuzzy antecedents*). وبشكل عام يتدهور أداء نظام النقل الذكي عندما تظهر المركبات بشكل يحجب بعضها البعض من وجهة نظر الكاميرا في نسلسل صورة حركة المرور. ونتيجة لذلك يجب اعتماد أساليب الكشف عن الإعاقة واعتماد القرار من أجل تحقيق نتائج ذات مغزى وفائدة [10]-[15] وبالذات في الآونة الأخيرة، فقد تم وضع عدة أساليب للحل فيما يتصل بإعاقة المركبات لرصد حركة المرور [16]. وبُنيت مفاهيمهم عن طريق عرض مسبق لطريقة تجزئة المركبة (*vehicle-segmentation*)، حيث أنها قادرة على استخراج شكل المركبة من الخلفية بدقة بدون تأثير الظلال وغيرها من التأثيرات البصرية [15]. مع ذلك يعتمد أداء هذه الأنظمة على نهج (*approaches*) جيد لتحليل الصور المرورية للكشف عن المركبات وتتبعها وتصنيفها.

## 1.1 الهدف من الدراسة

يعتبر الكشف عن المركبات باستخدام كاميرات الفيديو واحدة من أكثر التكنولوجيات الواعدة غير التداخلية في مجال جمع البيانات على نطاق واسع وتنفيذ خطط متقدمة للتحكم في حركة المرور وإدارتها. ومع ذلك، تتطلب هذه النظم معايرة (calibration) واسعة وتتطلب معرفة المستخدم والخبرة (expertise) لتكوين هذه النظم. علاوة على ذلك، مطلوب معرفة معايير (parameters) غير معروفة أو دقيقة للحصول على أفضل نتائج، والتباين في إضاءة الفيديو يحط من كفاءة النظام. ونقدم في هذه الورقة البحثية نظام تتبع المركبات التلقائي ليتم تطبيقه في العالم الحقيقي (a real-world) الذي يجمع الصور اثناء الانتقال من خلال خوارزمية تجزئة (segmentation) الاجسام، ومدى اعاقته، وطريقة الحل، وطريقة تتبع المركبات. ويستفيد النهج المقدم من مزايا نماذج فصل الخلفية المتاحة ويزيل العوائق الرئيسية التي اعاقت تطبيقاتها في أنظمة تتبع المركبات عن طريق استخدام مشغل الخلوي الآلي (CA) الضبابي (fuzzy). في هذه الحالة، يتم إنشاء قيمة محدثة للحالات من خلال (بيكسلات صور فصل الخلفية) وعلى أساس الحالة الراهنة للخلفية وحالات الخلايا المجاورة لها والتوافق مع قاعدة تحديث حسابي ضبابي ثابت. ونقدم من خلال هذه الورقة البحثية ما هو الجديد "حصري" في استخدام عملية ضبابية أقل تأثير (sensitive fuzzy) في عملية لتحديث القياس للنموذج والانتقال في حالة الخلية. هذا النوع من الانتقال لضبابي (fuzzy transition) له مزايا جلية من حيث السماح باستخدام الوسيلة السهلة لنموذج معلوم للخبراء، واستخدام الطريقة المناسبة لنمذجة عدم التأكد في البيانات وعدم الدقة. علاوة على ذلك، يستخدم النظام المقترح طريقة قائمة على القياس لحل إعاقه المركبات في سلسلة من الصور المرورية المأخوذة من كاميرا محمولة على جانب الطريق.

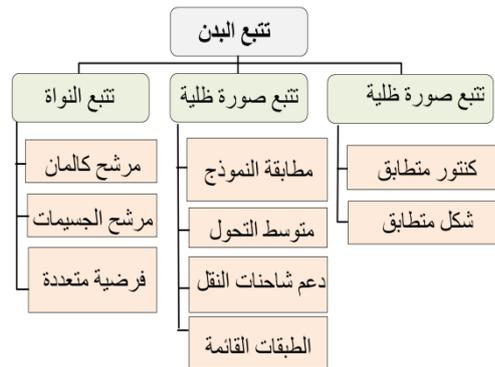
تنظم بقية الورقة البحثية على النحو التالي: ففي القسم رقم 2 يتم وصف بعض الأعمال الحديثة ذات الصلة. والقسم 3 يتم التفصيل والوصف للنظام، ويرد في قسم رقم 4 النتائج والمناقشات بشأن مجموعة البيانات. وأخيراً، نورد ونستخلص الاستنتاجات في قسم رقم 5.

## 2. الأعمال ذات الصلة

نركز في هذه الدراسة الاستقصائية أساساً على المنهجيات (methodologies) ذات الفائدة في الكشف عن المركبات (vehicle) وتتبعها بشكل عام وتقديم وصف شامل للطرائق التمثيلية في كل فئة منها والتعبير عن مزاياها وعيوبها. والرؤية (approach) المشتركة بينهم في الكشف عن الأجسام وذلك باستخدام المعلومات في إطار واحد. ولكن بعض طرق الكشف عن الكائنات تستخدم المعلومات الزمنية المحسوبة من سلسلة من الأطر للتقليل من عدد عمليات الكشف الخاطئة. وعادة ما تكون هذه المعلومات في شكل أطر مختلفة، مما يسلب الضوء على المناطق المتغيرة في الأطر المتعاقبة [2]. بشكل عام، إن الكشف عن الكائنات يمكن أن يتم عن طريق تقنيات مختلفة مثل تقنية تغير الإطارات، وتقنية التدفق البصري (Optical flow)، وتقنية فصل الخلفية (background subtraction) [17].

في ادبيات المنهج المستخدم في الكشف والتتبع، وبالذات في فصل الخلفية أساساً نهجين: [17] وهما (1) نستخدم تقنية التكرار (Recursive techniques) التي لا تحتفظ بالمخزون المؤقت لتقويم الخلفية وإنما يتم تحديث نموذج خلفية واحدة بشكل متكرر استناداً إلى كل إطار تم ادخاله. ونتيجة لذلك يمكن أن يكون لأطر المدخلات من الماضي البعيد تأثيراً على نموذج الخلفية الحالي. (2) تستخدم تقنية غير الترجيحية (non-

*recursive technique*) أسلوب انزلاق النافذة لتقدير الخلفية. أي أنه يخزن مخزون منظم من أطر الفيديوهات السابقة ويُقدّر صورة الخلفية على أساس الاختلاف الزمني لكل بكسل داخل المخزن المؤقت. والتقنيات غير الترجيعية هي على درجة عالية من التكيف لأنها لا تعتمد على التاريخ القديم لتلك الإطارات المخزنة في المخزن المؤقت. ومن ناحية أخرى، يمكن أن تكون متطلبات التخزين كبيرة إذا كان بحاجة إلى مخزن مؤقت كبير للتعامل مع حركة المرور البطيئة الحركة. وبالمقارنة مع التقنيات غير الترجيعية، تتطلب التقنيات المتكررة تخزين أقل، ولكن أي خطأ في نموذج الخلفية يمكن أن يستمر لفترة أطول بكثير من الزمن. إن تقنية فصل الخلفية المستندة إلى التكرار تشمل أساليب مختلفة مثل المتوسط التقريبي (*approximate median*)، والخلفية التكيفية (*adaptive background*)، وخليط غاوس (*Gaussian*) [2] [3].



الشكل 1. أنواع طرق تتبع البدن [17]

ويعتبر هذا العمل ذو أهمية كبيرة فيما يتصل بتتبع المركبات حيث حاول حل مشاكل التتبع مثل الضوضاء (*noise*) وتداخل الموجات في صورة، إضافة إلى حركة الجسم الانسداد الجزئي للكائن، وهياكل الكائن المعقدة (*complex object structures*) [2] [17] [18] وتشمل هذه الأساليب نقطة (*point*)، ونواة (*kernel*) وصورة ظليلة (*silhouette*) كما هو موضح في الشكل 1. وتشمل نقاط التعقب آلية الكشف في كل إطار، في حين أن التتبع القائم على النواة يتطلب الكشف فقط عندما يظهر الكائن لأول مرة في المشهد. وتعتبر نقطة التتبع مشكلة معقدة، ولاسيما في حدوث حالات الإعاقة التي تنتج نتائج خاطئة حول التتبع. ويمكن أن يكون التقدير للحالة بسيط نسبياً، من خلال الحدود، وعند تحديد هذه النقاط.

يتم تنفيذ تتبع النواة عادةً عن طريق إجراء إحصاء للكائن المتحرك الذي تمثله منطقة الكائن غير المكتملة، من خلال تتبع إطار إلى الآخر. وتكون حركة الكائن عادة في شكل حركة بارامترية (*parametric*) مثل الإزاحة، المطابقة (*conformal*)، القريب (*affine*)، وما إلى ذلك. وتتميز هذه الخوارزميات بالاختلاف من حيث تمثيل الوجود المستخدم، وعدد الكائنات التي تم تتبعها، والطريقة المستخدمة لتقريب حركة الكائن. ويمكنه التعامل مع تتبع صورة واحدة والإعاقة الجزئية للكائنات. إن الهدف من تتبع الكائن القائم على صورة ظليلة هو العثور على منطقة الكائن في كل إطار بواسطة نموذج كائن تم إنشاؤه بواسطة الإطارات السابقة. هذه الطريقة قادرة على التعامل مع مجموعة متنوعة من أشكال الكائنات مثل الإعاقة، وتقسيم الكائن والدمج (*merge*) [17] [19].

بعد استعراض طرق إجراء المسح، يُلاحظ أن هناك مناهج عديدة تستخدم لتتبع المركبات اعتماداً على منهجيات مختلفة تشمل: تكنولوجيا ضبابية (*fuzzy technology*)، الشبكة الحسية (*neural network*)،

والمطابقة ثابتة القائمة على التعرف على الملامح، وتقنية مطابقة القالب (*template*)، وكشف الحركة الإحصائية (مثل... التحويل الموجي *wavelet transform*). وتم إضافة بعض الاعمال الجديدة ذات الصلة [2] [3] بصفة عامة، أن العاملين اللذين يسببان مشاكل مع هذه المقاربات هما سرعة المعالجة البطيئة نسبياً (*slow processing speed*)، وعندما تكون المركبات المتعددة متداخلة مع بعضها البعض فإنها غالباً ما يتم كشفها على انها مركبة واحدة من خلال التداخل. في الأونة الأخيرة تم استخدام تقنيات الحوسبة قليلة النفاذية (*soft*) وتقنية الخلايا الآلية، مجموعة الجسيمات (*particle*) للوصول للأمثل مع مطابقة نموذج معايرة لاختراق هذه المشاكل وحلها [20].

تعتمد الخلية الآلية على الحلول الحسابية لمحاكاة تدفقات الحركة التي تسيطر عليها الإشارة [9] من خلال الجمع بين الخلية الآلية والأرقام الضبابية (*fuzzy numbers*). ويستفيد هذا النهج من مزايا النماذج الخلية الآلية المتاحة وبزبل العوائق الرئيسية التي أعاقت تطبيقاتها في أنظمة التحكم في حركة المرور. وتسمح بارامترات الخوارزمية بمعايرة بسيطة وتسمح لمحاكاة الحركة بأن تعكس معدلات تدفق التشعب المحددة سلفاً. وتستخدم الأرقام الضبابية من أجل وصف عدم الدقة في مدخلات المحاكات ومخرجاتها. وبالتالي، يمكن استخدام بيانات حركة المرور غير الدقيقة لتقدير أداء الحركة. وقدم الباحثون فيها [12] تقنية الحدود الفعالة وهي بسيطة للكشف عن الحافة استناداً إلى قواعد الخولي الآلي الضبابي الأمثل من قبل طريقة تحسين سرب الجسيمات [13]، من خلال استخدام عمليات ضبابية على بنية قواعد التحديث الآلي الخولي، وإدخال نهج جديد لتوليد عدد عشوائي موزع بشكل موحد.

ويتم دراسة بعض نقاط الضعف في استخدام طريقة متوسط التشغيل الكلاسيكي والضبابي لنمذجة الخلفية وفصل الخلفية [21]. وللتغلب على التحديات القائمة، ناقش الباحثون طريقة مشغل الخولي الآلي (*CA*) لفصل الخلفية والكائنات المتحركة. وتم ايجاد ملاحظة واحدة مهيمنة في هذه الورقة البحثية تركزت في أنه بدلاً من إجراء المحاولة والخطأ يتم استخدام المشغل الخولي الآلي (*CA*) لتحديد القيم المثلى للحدود. فهذا النظام قادر على الكشف عن جميع الأجسام المتحركة المتاحة في الموقع. ونعزي هذه الميزة الكبرى إلى خصائص المشغل الخولي الآلي في الواقع، وفي كل خطوة من خطواته، ويتم تحديد قيمة الحدود وفقاً لعدد الخلايا النشطة. وقد أظهرت النتائج التجريبية أن معدل الكشف الخاطئ (*FDR*) ومعدل الرفض الخاطئ (*FRR*) للكشف عن المركبات الزائفة الخولية هما 3% و 5%. علاوة على ذلك فقد أظهر الباحثون أن معدل الخطأ الكلي لنظم الكشف عن المركبات الزائفة (*VDS*) هو 9% و 15% أقل من أنظمة الكشف عن المركبات الكلاسيكية والغامضة على التوالي.

تُعد كيفية حل إعاقة المركبة بمثابة مهمة محفزة للباحثين في أنظمة النقل الذكية. ونتيجة لذلك كان يجب اعتماد أساليب الكشف عن الإعاقة واعتماد اتخاذ القرار من أجل تحقيق نتائج ذات مغزى [10] [22]. وتشمل هذه الأساليب استخدام رؤية ستيريو (*stereo vision*)، باستخدام كاميرا علوية مع محور عرض عمودي على سطح الطريق، أو استخدام أجهزة الاستشعار غير المرئية مثل الأشعة تحت الحمراء أو الليزر بالموجات فوق الصوتية لدعم نظام الرؤية. إن تعقيدات تركيب ومعالجة الإشارات الإضافية من أجهزة الاستشعار غير المرئية ببساطة جعل من استخدامها أقل وذلك لغلاء اثمانها. ولكن الباحثين كان لديهم الدافع أقوى للتحدي وحل مشكلة إعاقة المركبة من خلال الاستفادة من تسلسل الصور التي تم التقاطها من كاميرا محمولة وضعت على جانب الطريق. ويمكن الاطلاع على استعراض موجز لبعض الطرق المقترحة لحل الإعاقة فيها [15]. والأكثر شهرة هي

الخوارزميات التي يتم استخدامها في كثير من الأحيان إضافة الى الاعتماد على تقسيم ودمج الخوارزمية، المكانية والزمانية من خلال نموذج سلسلة ماركوف [23]، للخوارزميات القائمة على نقطة وخوارزميات التقسيم [24]، وطريقة النمذجة القابلة للتشويش.

وهناك اتجاه آخر للتعامل مع مشكلة الإعاقة يقوم على القياس البصري [1] الذي يوفر وسيلة ممتازة لنموذج شكل الكائن. حيث يتم استخدام العرض البصري والطول البصري لحل مشكلة الإعاقة. مع ذلك، يختلف عرض البكسل وطوله وفقاً للإحداثيات في الإطار. وبالتالي يتم توفير القياسات البصرية لتحويل أبعاد المركبة من بكسل إلى متر وتظهر النتائج التجريبية التي تم الحصول عليها من الصور المختلفة للطريق السريع أن النظام يمكن أن يكشف ويتعرف على أنواع المركبات المختلفة بنجاح.

وباختصار، لقد تم تطوير العديد من الأساليب والخوارزميات للكشف عن المركبات وتتبعها في السنوات الأخيرة [2] [3]، ومع ذلك فلا زالت هناك فجوة مقبولة بين معدل الكشف الحالي والمثالية الحقيقية. وهذا النهج فعال جداً (مثلاً: النمذجة الخلفية التكيفية (*adaptive*) غير حساسة للتغير البيئي) ومع ذلك تعرض هذا النهج لانتقادات عامة بسبب تعقده الحسابي وانعدام النخبوية (*elitism*) واختيار قيمة البارامترات المثلى (*optimal*).

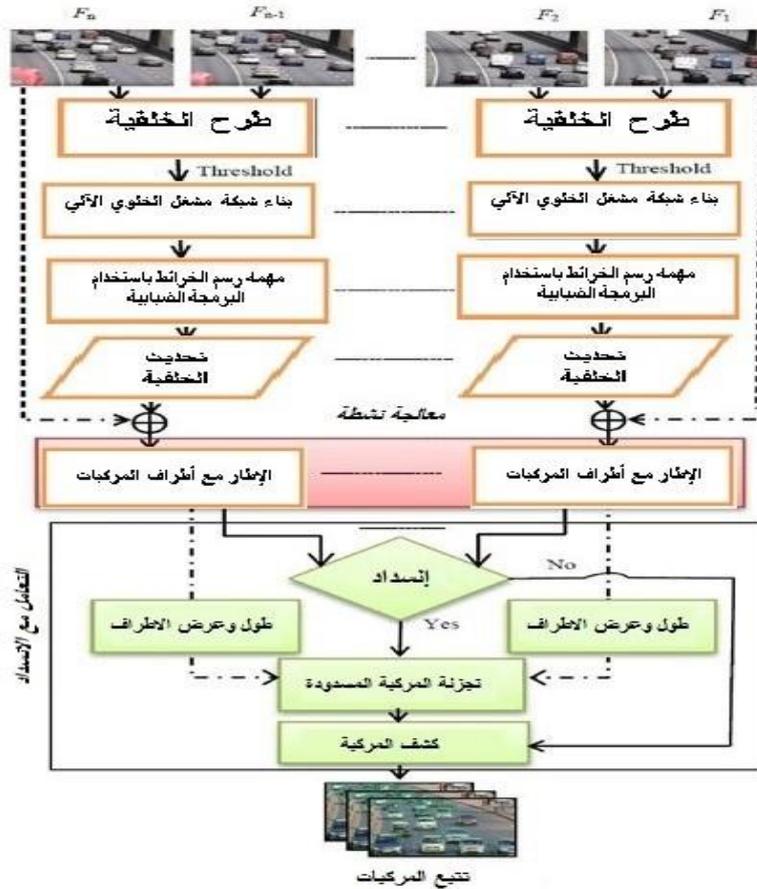
من أجل اختراق القيود المفروضة على الخلفية التقليدية لتتبع المركبات القائمة على فصل في مشاهد تشويش وازدحام، نقترح في هذه الورقة البحثية نص جديد من نموذج الفصل ضبابي للخلفية من خلال استخدام مشغل الخلوي الآلي (*CA*) مع مشغل ضبابي أقل حساسية لتحديث الخلفية بالنسبة للخلفيات المتحركة، وبعد كل تكرار نستخدم قيمة البكسل المتأثر بما حوله مباشرة من البكسلات ويستخدم كإدخال للتكرار التالي باستخدام قواعد انتقال بسيطة غامضة (*Fuzzy*) لكل إطار. بالتالي يُمكن استخدام بيانات المركبات غير الدقيقة في النهج المقترح لتقدير أداء التتبع. ويستخدم كلاً من النظام المقترح والعمل في [21] تتبع أنظمة الكشف عن المركبات (*FCA*) في مشاهد مختلفة في الوقت المناسب. ويُعد الفرق الرئيسي بينهم بأنه في عملهم يكون الهدف من مشغل الخلوي الآلي، تحديد قيمة حدود طريقة فصل الخلفية في كل خطوة من حسابات مشغل الخلوي الآلي، بحيث يتم تحديد حدود محددة فيما يتعلق بنوع المجاورة (عدد الخلايا النشطة). ويتم هذا باستخدام قواعد ضبابية لتنظيم عدد الخلايا النشطة المجاورة لحساب الحدود، في حين أنه في عملنا يُمكن نمذجة كل نموذج لتسلسل الإطار بواسطة مشغل الخلوي الآلي (*CA*) وتحدد قواعد مشغل الخلوي الآلي (*CA*) على أساس العمليات الضبابية التي تطبق على كل بكسل. والدافع وراء مفهوم عملية المشغل الخلوي الآلي (*CA*) الضبابي هو لأجل وظيفة الانتقال الآلي بحيث تكون متوازنة بشكل جيد بين استكشاف واستغلال القدرة على مساحة البحث لتحقيق أفضل تقارب إلى الأمثل. على حد علمنا (استناداً إلى البحث العلمي جوجل) لم تكن هناك محاولة سابقة على تتبع المركبات باستخدام مشغل الخلوي الآلي (*CA*) مع أكثر العمليات المنطقية قوة (*XOR*) بحيث تكون العملية الضبابية غير متغيرة الى حد كبير في حال قمنا بتغيير في المدخلات. وانعكست هذه القدرة في تحديث نموذج الخلفية، والتي تُعد واحدة من التحديات الرئيسية لفصل الخلفية. وتكشف التجارب على مقاطع الفيديو الحقيقية التي قمنا بها عن مزايا الخوارزمية المقترحة، حيث أنها تقارن بشكل إيجابي مع أحدث ما توصلت إليه التكنولوجيا الحديثة.

### 3. رؤية عامة للنظام المستخدم

ان الفكرة التي تم تطويرها في هذه الورقة البحثية مستوحاة جزئياً من الأعمال السابقة القائمة على تتبع المركبات المستندة على أساس النقاط (*point-based*) [1] [21]، مع وجود اختلاف كبير في التفاصيل. وهناك ميزة رئيسية لخوارزمية التعلم الخلفية غير الخاضعة للرقابة وهي أنه يمكن أن تبني بسرعة نموذج تقدير للخلفية.

علاوة على ذلك، فإنها فعالة للكشف عن أنواع مختلفة من المركبات التي بها إعاقة على أساس قياس شكل مركبتها، ويمكن تقسيم أثنين أو أكثر من المركبات المغلقة. وتستند الخوارزمية المقترحة للكشف عن المركبات على نهج خط الرحلة (*a trip-line*) التي تتميز بتعقيدها الحسابية الأقل وفيما يتعلق بنهج آخر يعالج إطار الصورة بأكمله. فيتم اختيار بعض المناطق المستطيلة على الصورة كمناطق للكشف. ولذلك يتم الكشف عن مناطق الكشف المحددة فقط للعثور على مركبة في كل إطار [8]. في هذا السياق، نبتعد عن الطراز الآلي الخلوي التقليدي في لكشف عن المركبات من خلال:

- 1- تحقق تقييم لعملية التحول الشاملة (*XOR*) مع صياغتها الجبرية.
  - 2- عدم اعتماد أي قاعدة قرار خارجية لتحديد الخلية الحية والمتضررة مما تتجاوز لأن كافة القواعد الضبابية الآلية غير قابلة لصياغة البرمجة الجبرية الضبابية. إضافة الى انه تم بناء النظام المقترح من عدة خطوات كما هو موضح في الشكل (2):
- فصل الخلفية: في حالتنا هذه يتم استخدام نسخة مُحسنة من طريقة متوسط (*average*) التشغيل الغامض لنمذجة الخلفية المستخدمة.
  - الكشف عن الإعاقة: يكشف النظام النقاط المتشابهة الموجودة في أكثر المركبات عن طريق تحليل الأبعاد البصرية.
  - تحليل الحركة بعد تجزئة جسم متحرك، تتم معالجة الأجسام المتحركة عن طريقة وضع العلامات على مكونات متصلة لتكون مربعات الحدود، والتي تشمل الكثير من مخطط كل جسم.



### 3.1 المفهوم والفكرة

هناك طريقتان للحدود ضمن طريقة فصل الخلفية: حدود محددة مسبقاً وحدود تكيفية. في معظم الأحيان، يمكن للحدود المحددة مسبقاً بالكاد استخراج جسم المركبة في محيط حركة المرور المعقدة، بالتالي فإن الباحثون يميلون إلى حدود التكيف. [25] وفيما يتعلق بمسألة كيفية تمكن أي نظام من الكشف الصحيح للمركبة باستعمال قيمة حدود الخلفية المقدرّة بواسطة المحاولة والخطأ في الإطار بأكمله، يعتمد نظام الذي ينصح به نظام البرمجة الضبابي القائم على قواعد البيانات الخلوية لضبط إخراج هذه القيمة. في كل خطوة من حسابات مشغل الخلوي الآلي (CA) يتم تعديل نتيجة تطبيق حدود (threshold) التكيف مسبقاً لفصل الخلفية عما يجاورها. إذا اعتبر الفرق بين كل إطارين متتاليين مساحة خلوية ثنائية الأبعاد (2D) ومن ثم يتم اعتبار كل بكسل يساوي خلية من البيانات الخلوية. واستناداً إلى هذا الافتراض، يُمكن نمذجة تسلسل الإطار من قبل مشغل الخلوي الآلي (CA) ويمكن تطبيق قواعد مشغل الخلوي الآلي (CA) محددة للبكسل ويحل كل ما يتعلق بمسألة أي نوع من الخصائص التي تمكن من الكشف عن الإعاقة، وقد اعتمدنا نموذج خلوي [1] الذي يستخدم نموذجاً تقديرياً للبعد ليلتزم الكائن المتحرك الجزأً. بساطة الطراز يسمح لنا بتحديد أبعاد الجسم اعتماداً على مجموعة من الأحجام البصرية. وبعد الموضوع يشير إلى ما إذا كانت الإعاقة موجود أو لا ، وما هو نوع الإعاقة (أهو جنباً إلى جنب أو أمامي وخلفي) [15]. وفيما يلي من بحثنا هذا سنقوم بوصف تفاصيل طريقة التحديث المقدمة.

### 3.2 استخراج الإطار (Frame extraction)

استخراج الإطارات هي عملية تقسيم تسلسل الفيديو الى مجموعات منقطعة من الأطر المتتالية المتجانسة وفقاً لبعض المعايير المحددة، ويلعب هذا الامر دوراً حيوياً في العديد من تطبيقات معالجة الفيديو مثل الكشف عن الجسم. ويمكن إجراء فيديو كشف الإطار عن طريق استخدام العديد من البرمجيات التي تتوافر في السوق اليوم (والبرنامج المستخدم في حالتنا هذه هو الماتلاب (Matlab) ومع ذلك، عندما نستخدم هذا البرنامج للحصول على إطارات من الفيديو؛ سوف يقرر البرنامج في الحدود كم عدد الإطارات التي نحتاجها في الثانية. وعادة عدد الإطارات في الثانية سيكون مختلف بالنسبة للكاميرات المختلفة.

### 3.3 عزل الكائنات عن الخلفية باستخدام مشغلات آلية ضبابية

تُعد الخوارزمية القائمة على فصل الخلفية بمثابة واحدة من الطرق الأكثر شعبية لتحقيق تتبع الأجسام المتحركة لأنها تقلل من المعلومات الغير هامة في تسلسل الصورة وتسرع وقت المعالجة [16]. وهي تقنية تستخدم الصورة الحالية لمقارنتها مع صورة الخلفية وتكتشف المقطع المتحرك [21]. ومع ذلك، خوارزميات تحديث الخلفية التقليدية تنظر في تحديث مستوي البكسل، لذلك ربما تسبب مشكلة جمود تحديث الخلفية. تحدث المشكلة عندما تبدأ الكائنات، التي تنتمي الى الخلفية بالتحرك، أو عندما تصبح الكائنات المتحركة ساكنة. لذلك، فإن طريقة عزل الكائنات عن الخلفية باستخدام خوارزمية تحديث الخلفية التقليدية سوف تحصل على كائن مزيف. لذلك فهي غير قادرة على التحديث المنطقي، ومن ثم سيتم الكشف عن الجسم المزيف كجسم متحرك. علاوة على ذلك في ظل الاضاءة السيئة، تتأثر مشاهد الخلفية بشكل كبير بالإضاءة المؤثرة على تحرك المركبات، بحيث تلك الإشارات الواضحة لنماذج الخلفية والتي هي فعالة في الكشف عن المركبات تصبح غير صالحة أثناء النهار. وبالتالي فمعظم اختلاف الإطار المذكور أعلاه وعلى أساس التقنيات من المحتمل ان يكون عملها غير جيد في ظل بيئات

حركة الطقس الجوية هذه [26]. وللتغلب على هذه المشاكل فالعمل المقترح في هذه الورقة يتم استخدام مستحدث ما يسمى بالمشغل الضبابي (*fuzzy-operator*) والمشغلات الآلية الخلوية على أساس طريقة عزل الكائنات عن الخلفية. فكل بكسل من صورة تم فصل الخلفية فيها ناتج عن الفرق بين الإطارات المتعاقبة، كما في المعادلة 1 والتي سوف يتم اعتبارها خلية من مشغلات الآلية الخلوية. وما يتعلق بالخصائص المتأصلة للمشغلات الآلية الخلوية، والحساب يتم بشكل مستقل وبشكل متزامن في جميع الخلايا.

$$cell_{BGS}(i, j) = \begin{cases} 1 & \text{if } \frac{|I_t(i, j) - BG_{t-1}(i, j)|}{255} > \Omega \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

هو إطار الإدخال في الوقت المحدد

t, BGt-1

هي صورة الخلفية في الوقت المحدد

t-1 .

فالشرط

$$|t(j) - Butt-1(j)|$$

يمثل أبسط وأسرع تقنية نمذجة خلفية. وتُمثل رموز  $\Omega$  حدود التحديد ما إذا كان البكسل المحدد ينتمي الى الهدف المتحرك. وتأثير هذه القيمة في الكشف يتم ضبطها اعتماداً على عدد الخلايا النشطة فيما يتعلق بجميع الخلايا المجمعة (يوجد أكثر من نوع مجاور *neighborhood* في حالتنا هذه) [21] بصورة عامة، وان المشغل الآلي ذو الخلايا الضبابي (*FCA*) هو هيكل متحرك يُعرف باسم:

$$FCA = \langle P, Q, N, F, T, \dots, \lambda, X \rangle$$

حيث  $P$  هي مساحة الأبعاد من الخلايا (مشغلات آلية فردية)، ويُعد  $Q$  بمثابة متجه مجموعات غير محددة - في مجموعات غامضة (*fuzzy*) فارغة من جميع الحالات للخلية الفردية، اما الحرف  $N$  فيمثل التعريف للمجموعات الغير واضحة (*fuzzy*) المتجاورة ويُعد  $f$  بمثابة مجموعة محدودة من القواعد الثابتة والغامضة (*fuzzy*) والتي تحدد حالة التحويلات للخلايا الفردية. ويُشير العنصر  $T$  الى وجود ضبابية (*fuzzy*) في نهاية المطاف أيضاً بمعنى المعالجة الزمنية، بينما يوفر  $\lambda$  وظيفة رسم الخرائط الثابتة التي تشكل رمزاً جديداً للناتج على أساس الغموض (*the global fuzzy*) العالمي لحالة المشغل الآلية (الخلية)، اما بالنسبة لـ  $Q$  فيمثل العنصر  $X$  مجموعة من المتغيرات الضبابية الخاطئة (*pseudo-neighbors*) والتي تكون مدخلات لعملية الاستدلال كعامل متغير لبعض الحالات العالمية والذي يساوي القيمة لجميع الخلايا [13]. الخصائص المتحركة العامة لهيكل المشغلات الآلية الخلوية (*CA*) والتي يتم تحديدها أيضاً في حالة نقل العمل، التي تمثل معظم التطبيقات، المقدمة من قبل مجموعة من القواعد  $F$ :

$$\forall c_c \in P : E(c_c, t+1) = F(E(c_c, t), E(N(c_c, t))) \quad (2)$$

ونحن نرى أن الخلية  $c_c$  في الحالة التالية (في الخطوة الزمنية  $1+t$ ) التي يتم تشكيلها على أساس حالات الخلايا  $c_c$  المجاورة كما في الخطوة الزمنية  $t$ . وهنا، نحن نركز على  $F$  للتخفيف من تأثير التنوع. وان تأثير المتغير  $\Omega$

في الكشف من أجل تحقيق نمذجة الخلفية التكيفية. وتترك جميع عناصر التعريف الأخرى في نهاية المطاف لتكون واضحة. ففي مشغلات الآلية الخلوية الضبابية التقليدية يتم تقييم الوظائف المنطقية التقليدية كما هو موضح في الجدول 1 [27] حيث ان إشارة + تشير الى  $OR$  العملية. وهنا  $A$  و  $B$  هما حالتان لها قيم منطقية ( $rational$ ) في الفاصل الزمني للوحدة  $(1,0)$  وان القاعدة المحلية  $FCA$  تمثل دالة حقيقية القيمة الناتجة وتحاكي العمل الأصلي. وقد اقترحت عدة عمليات وبحوث حصرية "  $exclusive$  " على وجه الخصوص، بعض هذه الأوراق البحثية التي استخدمت كامتداد طبيعي للضبابية "  $Fuzzy$  " "الحصري" أو من الثنائي الى عملية المصفوفة  $k$  [27] [13].

جدول 1. تقييم الدالة البولينية في خلية مشغلات الآلية الخلوية الضبابية [27]

| عملية مشغلات الآلية الخلوية الضبابية | العملية   | الدالة البولينية |
|--------------------------------------|-----------|------------------|
| $\min(1,a+b)$                        | $a + b$   | أو               |
| $a. b$                               | $Ab$      | و                |
| $(1-a)$                              | $\bar{A}$ | كلا              |

ومع ذلك، فمن المعقول أن نطلب ألا تتغير نتيجة العملية المشوشة ( $Fuzzy$ ) كثيراً إذا قمنا بتغيير المدخلات قليلاً. وهناك طريقة معقولة لإضفاء الصبغة الرسمية على هذا الشرط هو أن تتطلب العملية  $f: [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$  ان تفي بالخاصية التالية لبعض الأرقام الحقيقية  $K$  [28]:

$$|f(a,b) - f(a',b')| \leq k \cdot \max(|a - a'|, |b - b'|) \quad (3)$$

وكلما كانت قيمة  $K$  أصغر، تكون أقل تأثيراً على العملية المتماثلة. ولذلك، من المعقول النظر في العمليات الأقل تأثيراً للعمليات والأقل حساسية (الأكثر قوة)، وهذا يستخدم للعمليات التي تشكل  $K$  كمؤثر لأصغر قيمة ممكنة  $L$ . ومن المعروف أن هناك ( $t$ -norm) معياراً واحد فقط أقل دقة ("والعملية"):

$$f \& (a, b) = \min(a, b)$$

t-conform

$$f v(a, b) = \max(a, b) \quad [27].$$

$$f: [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$$

فقط واحد على أقل دقة

("أو العملية")

غير رسمي، تسمى وظيفة

عملية "حصرية" أو "غامضة" إذا استوفت الشروط التالية :

$$f(0,0) = f(1,1) = 0 \text{ and } f(1,0) = f(0,1) = 0 .$$

ونقول إن الدالة  $f \in F$  هي الأقل تأثيراً للفئة  $F$  فيما يتصل ببعض الرموز الحقيقية  $K$  [29]، وتكون هذه الدالة  $F$  هي  $K$  المتحسنة، ولكل  $K < K'$  لا توجد دالة  $f' \in F$  is  $K'$ . ونتيجة لذلك فإن فئة كل عملية "حصرية" أو "غامضة" تكون الوظيفة التالية أقل تأثيراً [28] - [30]:

$$f_{\oplus}(a, b) = \min(\max(a, b), \max(1 - a, 1 - b)) \quad (4)$$

الحل الذي وضعناه للكشف عن المركبات وتتبعها والتغلب على الصعوبات الناتجة عن نموذج المشغلات الآلية الخلوية في تقدير الكشف. ان الاكتشاف الدقيق لحركة النقاط المخفية ويتم من خلال توفير عملية الانتقال الغامض ( $Fuzzy$ ) على أساس المنطق للمشغل الضبابي الأقل تأثيراً على مجموعة البيكسلات لهذه المركبات. فمجموعة المشغلات الآلية الخلوية الضبابية وعزل الكائنات عن الخلفية قادرة على تلخيص سمات صورة أكثر

وضوحاً في هذه المرحلة، فلامح الصور هي أكثر وضوحاً لعيوننا المجردة، ومن بين كل الميزات، يستخدم النظام المقترح ميزة اللون والحافة (اختيار سمة الغلاف) التي تستخدم هذه السمة على نطاق واسع في خوارزميات تتبع مختلفة. علاوة على ذلك، يمكن للخوارزمية التي تم إدخالها أن تعمل بشكل متكرر وتعمل بشكل أفضل إلى حد كبير.

يتم الكشف عن المركبات المتحركة في ظل ظروف الطقس المختلفة لكي نحكم على أي من أقسام الإطارات ثابتة أو متحركة.

تعتبر وحدات البكسل في الإطار الحالي والتي تتحرك بشكل كبير عن الخلفية بواسطة التقنية المذكورة أعلاه أجسام متحركة. وتتم معالجة هذه البيكسلات الأمامية (*foreground*) بعد ذلك لتوطين الجسم وتتبعه. وهنا ينبغي تكييف وضبط  $\Omega$  عبر مشغلات الآلية الخلوية (*FCA*) لبيئة مختلفة لضمان دقة صورة الخلفية. ومن خلال تطبيق هذه الحدود والتي يتم ضبط تأثيرها من قبل مشغلات الآلية الخلوية، والاختلاف المطلق بين إطار الصورة الحالية وصورة الخلفية، هو أن الحركة الدقيقة للكائنات يمكن اكتشافها. اتفاقية قاعدة محددة يتم اعتمادها على النحو التالي: فالمربع المركزي يمثل الخلية الحالية التي هي خلية تحت النظر والبحث وتمثل كافة الصناديق الأخرى أقرب ثمان مجموعات للخلية. ويمكن أن تؤخذ كل من الخلايا كمتغيرات. وبالتالي يوجد بعدين (*2D*) المشغل الآلي الخلوي (*AC*) و *9* متغيرات لدراستها.

وفي حالتنا هذه فإن القاعدة المتمثلة الموجودة في كل خلية هي بشكل أساسي آلة لحالة محدودة في شكل قواعد مع إدخال لكل احتمال مجاور ممكن من الحالات، لذا فإن رقم القاعدة الذي يميز تبعية الخلية الحالية على ما يجاورها مما حدد في حالتنا فقط هو *511*، الذي يوفر وظيفة رسم الخرائط الثابتة (أي أن الاعتماد على جميع المجموعات المجاورة يتميز بالقاعدة *511*) فيتم تحديد حالة الخلية (بكسل) من قبل الحالات السابقة لمجموعة الخلايا المجاورة المحيطة للخلايا (بكسل) ويتم تحديثها بشكل متزامن في خطوات زمنية منفصلة.

### 3.4 المعالجة (*Treatment*)

بسبب الضوضاء (*noise*) وعدم استقرار البيئة الطبيعية، تشتمل الأجزاء الأمامية المعزولة عن الأجسام المتحركة الحقيقية على مجال العقبات (*interference*) التي سوف يؤدي إلى تتبع غير صحيح. لذلك فمن الضروري بعد معالجتها مراجعة الأجزاء الأمامية مثل الضوضاء والعقبات (*interference*). والمورفولوجيا الرياضية هي أداة لاستخراج مكونات الصورة التي هي مفيدة في تمثيل ووصف أشكال المنطقة، مثل الحدود والهياكل (*skeletons*) وما إلى ذلك [31] [12].

### 3.5 كشف وتتبع الأجسام المتحركة

بعد الإغلاق المورفولوجي [32]، يجب علينا وضع العلامات المتعلقة بالمكونات، للحصول على موقع الأجسام المتحركة. واستخدام العلامات المتعلقة بالمكونات للكشف عن المناطق المتصلة بالصورة الثنائية. مما سوف يؤدي إلى مسح الصورة مما يتشكل من مجموع وحدات البكسل الخاصة بها والمكونة لها على أساس اتصال البيكسلات فيما بينها [33] [34].

## 3.6 الإعاقة (Occlusion)

الإعاقة هو حدث متحرك (*Dynamic*) يتغير على مدار المدة، التي تظهر فيها المركبات داخل نطاق الرؤية. وقد يؤدي الفشل في الكشف عن وجود إعاقة ومعالجته إلى حدوث أخطاء في المراقبة، بما في ذلك عدد المركبات الغير صحيح، والتتبع الغير صحيح للمركبات الفردية، والتصنيف الغير صحيح لنوع المركبة في ذلك الجزء من الطريق. ومع ذلك الكشف عن الإعاقة ومعالجته معقد بطبيعته، كما أنها تعتمد على سمات المركبة الأولية التي تشير الى ما إذا كان الجسم المتحرك المعين يتكون من مركبة واحدة أو أكثر من مركبة واحدة [15] [35]. إذا كانت هذه هي الحالة الأخيرة، فإن هذه الميزات يجب أن توفر نقطة أساسية للتمييز بين السيارة والتفريق بينها. مما قد يكون السؤال في كثير من الأحيان حول ما يتعلق بأي نوع من السمات التي تمكن من الكشف وكيفية استخدامها لحل الإعاقة.

واستناداً الى السمات المحددة للمركبات المختلفة، فأنا نستخدم ثلاث متغيرات (parameters) كالاتي البصرية (*visual*)، والعرض البصري (*visual*)، ونسبة البكسل في محيط المربع (الناتج عن الخطوة السابقة) كما هو مذكور في [15] الحل لمشاكل الإعاقة بين المركبات. وتغلب هذا النظام على قضايا مختلفة نشأت عن طريق تعقيد الإعاقة المتجزئ، ويمكننا تحديد أربعة أنواع من الإعاقة في عنصر مكون متصل: أفقي، عمودي، ويميني مائل، ويساري مائل للإعاقة. وهنا يُعد البكسل كوحدة الطول والعرض في الصورة وتتأثر بموضع الكائن. وتعتمد الفكرة العامة على القاعدة التالية:

$$if \left\{ (L_{vis} \geq LR_{vis}) \wedge \left( \left| \frac{L_{vis} - LR_{vis}}{L_{vis}} \right| \leq 0.5 \right) \right\},$$

$$Else \ if \left\{ (L_{vis} \geq LR_{vis}) \wedge \left( \left| \frac{L_{vis} - LR_{vis}}{L_{vis}} \right| > 0.5 \right) \right\}$$

- تحديد الكائن الخاص بالمربع المحيط المتبقي كتابع لسيارة واحدة

- حذف المربع المحيط المتبقي.

أيضاً التحقق من قيم الإسقاط (*projection*) الأفقي (عدد وحدات البكسل في كل صف للحصول على الرسم البياني للإسقاط الأفقي) ضمن الطول المرئي  $L_{vis}$  لتصنيف الإعاقة على أنه يميني مائل، ويساري مائل.  $L_{vis}$  هو الطول المرئي،  $LR_{vis}$  يدل على الطول المرئي للحدود المتبقية من الصندوق [1] إضافة لمزيد من التفاصيل حول الخطوات المطلوبة لحل الأنواع الأربعة من الإعاقة. وللتحقق من فعالية الطريقة المقترحة، فيتم جمع قاعدة بيانات تتضمن 11 مجموعة من تسلسل الصور المتحركة الثنائية، مع ظروف بيئية مختلفة للاختبار. وتبين نتائج تجربتنا أن الطريقة المقترحة تحقق دقة عالية ومعالجة زمنية معقولة.

## 4. التوصيات

يعرض هذا القسم النتائج التجريبية للنظام المقترح والخوارزميات المقارنة المنفذة لتتبع المركبات المتحركة. ويتم إجراء هذه التجارب على سلسلة من أسطر الفيديو الحقيقية التي يتم اتخاذها على الطريق السريع والطرق الحضرية حيث يحدث الإعاقة في كثير من الأحيان. ويتم الحصول على تسلسل الصور خلال مشاهد النهار، مع وجود أجواء بيئية مختلفة. هناك مقطع فيديو بمعدل 450 إطار في المتوسط (تقريباً 30 إطار في الثانية) وحجم كل إطار من تسلسل الصور التي تم التقاطها هو 640 بكسل بمقدار 480 بكسل لكل إطار. فاستخدمنا

(MATLAB 2015a) ويعمل على حاسوب (Intel(R) core™ i5 -2410M)، 230 جيجا هرتز، ورامات 6.00 جيجا بايت.

يستخدم معدل الكشف الكاذب ( $FDR$ ) ومعدل الرفض الخاطئ ( $FRR$ ) لقياس أداء كشف المركبات المتحركة. ويعرض  $FDR$  معدل خطأ الكشف الكاذب الذي يقوم بكشف أي مركبة في مكان فارغ. ويعرض  $FRR$  معدل خطأ الرفض الكاذب الذي لا يكتشفه النظام في منطقة مشغولة. وكلما انخفضت قيمة  $FDR$  و  $FRR$ ، كلما تحسن الكشف عن المركبات المتحركة [2] [3] [21]. لمقارنة طريقتنا المقترحة للإعاقه بالطريقة الخلوية الغامضة ( $fuzzy-cellular$ ) مع الطريقة الكلاسيكية الخلوية [21] (المستندة الى غاوس ( $Gaussian$ ))، وان المنهج الغامض [36]، الذي يتم استخدامه في هذه الطرق للكشف عن المركبات. [21] ويتم تعريف قيمة الحدود لكل بكسل استناداً الى القيمة الحالية لمتوسط التشغيل الغامض ( $fuzzy\ running\ average$ ) في حين انه يتم استخدام العمل [36] في ضبط العتبة باستخدام الأوتوماتيكية الخلوية والقواعد المشوشة وفقاً للفواصل الزمني الذي ينتمي إليه عدد الخلايا النشطة لخلايا الحظر. والفرق الرئيسي بين النظام المقترح والنهج القائم في [21] قدرته على التعامل مع الإعاقه كون أن النظام المقترح لا يعتمد على قواعد غامضة، والتي يتم بناؤها في الغالب مع الخبراء، ويستخدم نظام المشغل الغامض كقاعدة تحويل في المشغل الثنائي الآلي الخلوي لضبط قيمة حدود محددة مسبقاً. وهذا المشغل الغامض  $XOR$  (المنطقي الحصري أو البرمجة) لديه القدرة على محاكاة أنظمة الكشف، حيث يكون العمل صاخباً ( $noisy$ ). وفي هذه الحالة قاعدة الانتقال ليست الدالة التي لها نتيجة واحدة بالضبط لكل ترتيب مجاور، ولكن القاعدة التي توفر واحدة أو أكثر من النتائج المحتملة بالارتباط مع عدم التيقن بالخلايا النشطة. [21]، ففي استخدم نظام انتقال القاعدة الكلي الذي يقوم على العدد الكلي للخلايا النشطة. وفي حيز تجربتنا، تم اختيار ثلاث نظريات ومركبات متحركة مختلفة وقواعد مختلفة عن تجربتنا هي: (1) ان تحرك العناصر التي مستوى اللون فيها غير واضح مختلف تماماً عن مستوى اللون الغير الواضح للخلفية وكلا الطرق قادرة على الكشف عن المركبة. (2) تحرك العناصر التي مستوى اللون فيها غير الواضح يختلف قليلا عن مستوى اللون الغير الواضح إذا كان للخلفية وهو المنهج الكلاسيكي الذي لا يمكنه الكشف عن جسم متحرك بشكل صحيح، مع ذلك فإن جميع المناهج الأخرى، تكشف عن المركبة بشكل صحيح. (3) تحرك العناصر التي مستوى اللون فيها الغير الواضح والذي يشبه الى حد كبير مستوى اللون الغير الواضح للخلفية: لا يمكن لأي من الطرق الكلاسيكية، الغامضة، ومشغلات الآلية الخلوية الغامضة القدرة على الكشف عن المركبة. في حين أن نهجنا المقترح يكشف بدقة عن عنصر متحرك مع ما حوله من أي إندارات خاطئة. كما هو مبين في الشكل 3، ويتم اكتشاف وتعقب السيارات المتحركة في طريق حضري بشكل صحيح باستخدام النظام المقترح بالمقارنة مع الخوارزميات الأخرى.



الشكل 3. نتيجة الكشف عن المركبات باستخدام (أ) عزل الكائنات عن الخلفية الكلاسيكية، (ب) الخلفية الغامضة (ج) الغامضة الخلوية (د) النظام المقترح.

لنتائج التجريبية في الجدول 2 تبين أن  $FDR$  و  $FRR$  للكشف عن المركبات المقترحة هو  $1\%$  و  $3\%$  على التوالي. فإنه يدل على معدل الخطأ الكلي للنظام المقترح هو  $19\%$ ،  $13\%$ ،  $4\%$ ، أقل من الكلاسيكية، الخلفية الغامضة (*fuzzy background*)، والنهج الخلوي الغامض على التوالي. وهو السبب في أن أسلوبنا الأقوى عند التغيرات البيئية ويتفوق على الأساليب المقارنة الأخرى ويرجع ذلك إلى حقيقة أنه يستخدم مشغلات الآلية الخلوية لضبط الحدود لمناهج اختلاف الإطار في كل إطار. وحدود التحول هذه تعزز التحديث المتكرر للصورة الخلفية لتعكس التغيير في حركة المركبات، وخاصة المركبات بطيئة الحركة. وعلاوة على ذلك أنه الأقل تأثراً وغموض في النظام المنطقي الحصري  $XOR$  أو البرمجة ويساهم برسم خرائط مهمة تساعد على التعامل مع قطع الحواف والخطوط المحيطة الغير قياسية التي تستغرق وقتاً طويلاً وتتعرض للضجيج (*noise*). وبشكل عام لا تتوقف المشغلات الآلية الخلوية عن العمل واحتواء الخطأ لأن خاصية الاتصال المحلي يساعده على ذلك. وأخيراً فإن وقوة متانة الشقوق والإعاقة الجزئية تنبع من طريقة معالجة الإعاقة المستخدمة.

جدول 2. المعدل الخاطئ

| معدل الكشف الكاذب | معدل الرفض الخاطئ | معدل الخطأ |  |
|-------------------|-------------------|------------|--|
| 4%                | 19%               | 23%        | الكشف عن الخلفية الكلاسيكية                |
| 5%                | 12%               | 17%        | عزل الكائنات عن الخلفية الغامضة            |
| 3%                | 5%                | 8%         | النهج الخلوي الغامض                        |
| 1                 | 3%                | 4%         | الخلوية الغامضة المتكيفة مع معالجة الإعاقة |

الجدول 3. البيانات التجريبية لنظامنا باستخدام  $\Omega = 0.06$ 

| الفيديو   | رقم الإطار | وقت الفيديو (بالثانية) | وقت التنفيذ (بالثانية) | المركبات المكتشفة | المركبات الفعلية |
|-----------|------------|------------------------|------------------------|-------------------|------------------|
| الفيديو 1 | 749        | 30                     | 979.12                 | 50                | 52               |
| الفيديو 2 | 998        | 33                     | 811.60                 | 21                | 21               |
| الفيديو 3 | 51         | 5                      | 24.89                  | 18                | 18               |

معدل الكشف 98.9% فترة التنفيذ المتاحة لكل إطار 25(ميلي ثانية)

ويوضح الجدول 3. النتائج الكمية للنهج المقترح (*the proposed approach*) في الكشف عن المركبات وتتبعها في الطريق الحضري. وبالنسبة لتسلسل فيديو المدخلات مع  $480 \times 640$  بيكسل لكل إطار، فإن النظام المقترح يستغرق في المتوسط 25 ميلي ثانية من زمن المعالجة لكل إطار. وتقدر التكلفة الحسابية للنظام بالقليلة والاقتصادية وأن نظام المقترح يعمل بشكل فعال خلال الوقت الحقيقي للمعالجة لأكثر من 30 إطار في الثانية. وتجدر الإشارة إلى أنه على الرغم من أن الفترات الزمنية الفعلية تعتمد على برنامج الحوسبة، فإن مقارنتها النسبية توفر مقارنة مباشرة لتعقيدها. ويتصل وقت تشغيل النظام المقترح بعدد الإطارات ( $N_f$ ) وعدد الكتل ( $N_b$ ) وبحجم  $3 \times 3$  خلايا داخل مصفوفة CA. وفي الوقت الحالي، يعمل نظامنا على حوالي  $3-1$  (إطار لكل ثانية) وبشأن مشاهد الحركة الكثيفة (حوالي 30 علبة مرتبطة بكل إطار)، و  $5-10$  إطار في الثانية في مشاهد متفرقة (لا يزيد عن 12 علبة مرتبطة بكل إطار). الجزء الأكثر استهلاكاً للوقت هو حساب وظيفة رسم الخرائط لكل كتلة داخل مصفوفة المشغلات الآلية الخلوية تعقيدها الحسابي هو  $O(Ncb)$  حيث  $Ncb$  هو عدد الخلايا لكل كتلة في كل إطار،  $O(N_f \times Ncb)$  لجميع إطارات الفيديو. وفي حالتنا هذه تشمل حالات الفشل صور مركبة مغطاة بأكثر من 40%.

الجدول 4. البيانات التجريبية لنظامنا باستخدام  $\Omega = 0.03$ 

| الفيديو   | رقم الإطار | وقت الفيديو (بالثانية) | وقت التنفيذ (بالثانية) | المركبات المكتشفة | المركبات الفعلية |
|-----------|------------|------------------------|------------------------|-------------------|------------------|
| الفيديو 1 | 749        | 30                     | 979.12                 | 50                | 52               |
| الفيديو 2 | 998        | 33                     | 811.60                 | 21                | 21               |
| الفيديو 3 | 51         | 5                      | 24.89                  | 18                | 18               |

معدل الكشف 97.8% الفترة الزمنية للتنفيذ المتاحة لكل إطار 25(ميلي ثانية)

يعتبر معدل الكشف جيد لمثل حالات الازدحام المروري هذه، وليس هناك الكثير من الفترات المنفصلة (أي الإيجابيات الخاطئة). فبمجرد أن كانت المركبات مجزأة من خلفيات مختلفة باستخدام المشغل الغامض للمشغلات الآلية الخلوية، فإنه يمكن الكشف عنها باستمرار وتحسب بطريق التمييز والتتبع في ظل معظم الظروف الجوية. وباستخدام النظام المقترح، وكان متوسط معدل اكتشاف المركبات أعلى من 96%. في النتيجة النهائية، وهناك مفاضلة بين فعالية ودقة النظام ويجب أن يؤخذ ذلك في الاعتبار أثناء اختيار المحددات (قيمة الحدود الأولية). ويمكن تحسين الأداء أكثر من خلال تحسين قيمة الحدود الأولية لتسريع عملية الضبط.

وكما نرى من الجدولين 3، 4، كلما انخفضت قيمة  $\Omega$  كلما انخفض معدل الكشف؛ 98.9% و 97.8% ل  $\Omega$  يساوي 0.06 و 0.03 على التوالي. أحد التفسيرات لهذه النتيجة هو أن عدد وحدات البكسل في الصورة المرجعية يتناقص مع زيادة القيم، ونتيجة لذلك، يتم زيادة كفاءة النظام لتمييز التغييرات، والتي تحدث بسبب وجود

فوضي زائدة ومتفرقة في المشهد الملحوظ (أي يتم باستمرار تحديث صورة الخلفية) مع القياسات للوقت، تحدث نفس النتيجة مرة أخرى بسبب ارتفاع قيمة  $\Omega$ ، وانخفاض عدد الخلايا النشطة في مصفوفة المشغلات الآلية الخلفية (بالرجوع لصورة الخلفية)، وبالتالي يستهلك النظام وقتاً أقل للتعامل مع كل كتلة في شبكة المشغلات الآلية الخلفية.

ويعتمد نجاح النظام الحالي على المفهوم الأساسي لتقنية تحديث الخلفية المستندة الى أنظمة المشغلات الآلية الخلفية الضبابية، وإدخال بطيء من المناطق التي تم تغييرها من المشهد الملاحظ عند الرجوع الى صورة الخلفية. في هذه الحالة، يتم تغيير مساحة المشهد المرصود (تبقى دون تغيير لفترة معينة من الوقت) ويتم تفسيرها على أنها ميزة ثابتة مكتشفة حديثاً للمشهد، ويتم إدراجها في الصور المرجعية. وإلا يعتبر التغيير الملحوظ إما عنصر متحرك (*object*) أو ضوضاء (*noise*).

ويبين الجدول 5 كفاءة النظام المقترح لمشاهد حركة المرور المزدحمة والضئيلة مع سرعات منخفضة وعالية للمركبات على التوالي. وكما نستطيع أن نرى ان أداء النظام هو الأفضل في كشف السرعات العالية للمركبات. في مشهد مروري ضئيل، مع نظام محفوظات 100% لمعدل الكشف مع صفر *FDR* و *FRR*، ومع ذلك يقل معدل الكشف لمشاهد المرور المتفرقة مع المركبات بطيئة السرعة. وذلك لأن تقنية النمذجة الخلفية لا تتعامل بشكل مباشر مع التغيرات المتحركة للخلفيات أثناء الكشف، وعلى سبيل المثال، السيارات المتوقفة أو السيارات ذات السرعة المنخفضة جداً. إذا بقيت قيم الألوان نفسها (وحدات البكسل الثابتة)، فمن المفترض أن هذا البيكسل لا ينشغل بالمركبات المتحركة ويتم تعيين قيم الألوان للبكسل المطابقة على صورة الخلفية. فقط النظام المقترح يعمل بشكل جيد في ظل الظروف الغير مزدحمة وعالية السرعة.

الجدول 5. أداء النظام في مشاهد حركة الرقص بسرعات مختلفة.

| معدل الكشف الكاذب | معدل الرفض الخاطئ | المركبة المرصودة | إجمالي عدد المركبات | وقت التنفيذ ثا | الوقت ثا | رقم الإطار | تفاصيل الفيديو                      |
|-------------------|-------------------|------------------|---------------------|----------------|----------|------------|-------------------------------------|
| 91                | 1                 | 62               | 153                 | 25.2           | 5        | 52         | مشهد لحركة مرور مزدحمة (سرعة بطيئة) |
| 27                | -                 | 61               | 86                  | 25.3           | 5        | 52         | مشهد لحركة مرور مزدحمة (سرعة عالية) |
| 5                 | -                 | 65               | 92                  | 25.0           | 5        | 52         | مشهد لحركة متفرقة (سرعة بطيئة)      |
| -                 | -                 | 18               | 18                  | 24.5           | 5        | 51         | مشهد لحركة متفرقة (سرعة عالية)      |

## الجدول 6. نتائج الكشف عن المركبات لمختلف الظروف الجوية.

| المعدل الصحيح |  | الشرق   | غانم         | المطر في اليوم |
|---------------|--|---------|--------------|----------------|
|               |  | %98     | %97          | %98            |
| المعدل الصحيح |  | الظهيرة | مغطى بالثلوج | ضباب           |
|               |  | %96     | %97          | %91            |
|               |  |         |              | إتلاج          |
|               |  |         |              | %75            |

من خلال الجدول 6، يمكننا أن نرى أن معدل التعرف على المركبات تحت ظروف الطقس منخفض الرؤية، كان أقل مما لو كان التعرف عليه تحت ظروف أفضل (شروق الشمس *sunrise*، غائم *cloudy*، الأمطار *rainy*، وظهراً *noon*)، وتميل ظروف الطقس المنخفض الرؤية إلى حجب الخطوط العريضة للمركبة، فضلاً عن المقدمة وخفض كمية معلومات المتاحة عن الحافة. وباستخدام النظام المقترح، يكون متوسط معدل اكتشاف المركبات تحت ظروف الطقس المنخفضة الرؤية أعلى من 92 %، أي أن الطريقة المقترحة لها العديد من المحددات مثل: (1) في معظم الحالات لا يُمكن للنظام تحديد المركبات التي لها لون مماثل للون الطريق. (2) التنبؤ القائم على سرعة ثابتة يُمكن حل إعاقة لفترة قصيرة، ولكن لا يزال لا يمكن حل إعاقة على المدى الطويل. (3) من الصعب الكشف عن المركبات ذات السرعة المنخفضة وتتبعها لأنها لا تؤثر بانتظام على حركة المرور بين الأطر المتتالية.

## 5. النتائج

إن الهدف الرئيسي من هذا العمل هو تطوير الوقت الحقيقي كي يكون جزء لا يتجزأ من نظام الكشف والتتبع عن المركبات وعبر موجات الكاميرات لتحديد عدد المركبات ومتغيرات التدفق التي يمكن استخدامها لمختلف تطبيقات نظم النقل الذكية *ITS*. ولاحظنا في هذه الورقة البحثية التكيف مع تحديث الخلفية لحل مشكلة تتبع المركبات على أساس أسلوب عمل المشغلات الآلية الخلوية الضبابية. بسبب التغيرات في حركة المركبات وغيرها من الاضطرابات البيئية، تتغير صورة الخلفية دائماً.

ويمكن تلخيص مزايا النظام المقترح على النحو التالي: (1) عن طريق استخدام النظام الضبابي الأقل تأثيراً *XOR* (المنطقي الحصري أو البرمجة) لوظيفة رسم الخرائط في تكوين المشغل الآلي الخلوي؛ لذلك يمكن للنظام تحديث صورة الخلفية باستمرار، (2) النظام قادر على تحديد عدد المركبات في ظل ظروف الإضاءة المختلفة دون متطلبات التكوين والمعايرة. (3) يمكن للنظام التعامل مع الإعاقة الجزئي، (4) النظام لا يتطلب التعلم عند عدم الاتصال، (5) نظراً لأن اتجاه السيارة والإزاحة مشتركتان وقريبان، فأن تتبع المنطقة المتكرر عبر إطارات متعددة سيكون أسرع. (6) تم استخدام نظام الكشف عن المركبات كجزء من نظام نقل ذكي متقدم (*ITS*). وتظهر النتائج أن التقنية المقترحة تحقق درجات عالية من الدقة مع أن الوقت أقل بكثير بالمقارنة مع التقنيات القائمة على أساس نمذجة المزيد من الخلفيات. ونحن نخطط لتوسيع هذا العمل لتحديد المركبات، أي يتم تطوير الوسائل لتحديد نوع السيارة، على سبيل المثال كـ (سيارة، حافلة، عربة، شاحنة، وما إلى ذلك). ويمكن تحقيق ذلك بسهولة عن طريق تعيين وتحديد حالة النقطة (*the blob*) ومقارنتها مع دليل / قاعدة بيانات المركبات القياسية.

**CONFLICT OF INTERESTS.**

There are non-conflicts of interest.

**المصادر:**

- [1] C.C.K.M.Y. & W.C.Y. Chiu, "Automatic Traffic Surveillance System for Vision-Based Vehicle Recognition and Tracking.," *JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE AND ENGINEERING* , pp. 611-629, 2010.
- [2] V.D.C. a. D.A.P.S.V. Kuntawar, "Vehicle Identification and Classification: A Survey," in *Proceedings of the International Conference on Modeling and Simulation in Engineering & Technology* , India, 2014.
- [3] R. A. S. G. & G. L. E. Hadi, "Vehicle detection and tracking techniques: a concise review," *International Journal (SIPIJ)*, pp. 1-12, 2014 February .
- [4] S. P. & P. M. B. Patil, "Moving vehicle detection: A review.," *International Journal of Computer Applications* , , p. 87(15), 2014.
- [5] Y. X. X. S. X. & C. S. Long, "Vehicle tracking method using background subtraction and meanshift algorithm," in *E-Product E-Service and E-Entertainment (ICEEE)*, 2010.
- [6] N. & S. T. Saunier, "A feature-based tracking algorithm for vehicles in intersections.," in *In Computer and Robot Vision* , , 2006.
- [7] M. Chovanec, "Computer vision vehicle tracking using background subtraction," 2005.
- [8] J. Y. Y. & Z. F. Ning, "Background Modeling and Fuzzy Clustering for Motion Detection from Video," *Journal of Multimedia* , , p. 8.5, 2013.
- [9] B. Płaczek, "A traffic model based on fuzzy cellular automata.," *arXiv preprint arXiv:1311.5843.*, 2013.
- [10] C. C. C. L. W. W. L. & Y. N. H. C. Pang, " A novel method for resolving vehicle occlusion in a monocular traffic-image sequence.," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, pp. 129-141., 2004.
- [11] D. R. P. P. K. & M. A. Nayak, "A survey on two dimensional cellular automata and its application in image processing.," *arXiv preprint arXiv:1407.7626*, 29 Jul 2014.
- [12] S. S. U. & S. F. Uguz, "Edge detection with fuzzy cellular automata transition function optimized by PSO," *Computers & Electrical Engineering*, pp. 180-192, 2015.
- [13] M. Z. N. L. I. & B. I. Mraz, "Fuzzy cellular automata: from theory to applications," in *In Tools with Artificial Intelligence*, 2000.
- [14] J. Carvalho, M. Carola and J. Tome, "Using Rule-Based Fuzzy Cognitive Maps to Model Dynamic Cell Behaviour in Voronoi Based Cellular Automata.," in *Fuzzy Systems, 2006 IEEE International Conference on* , Vancouver, BC, Canada, 2006.
- [15] B. Y. L. L. H. C. W. S. & W. Y. C. Lee, "Occlusion handling in videos object tracking: A survey.," in *IOP conference series: earth and environmental science*, 2014.
- [16] C.-C. C. H.-T. C. S.-H. H. MIN-YU KU, "Visual motorcycle detection and tracking algorithms.," *WSEAS TRANSACTIONS on ELECTRONICS*, pp. 121-131, 2008.

- [17] H. S. T. D. G. & J. U. K. Parekh, "A survey on object detection and tracking methods.," *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, pp. 2970-2979, 2014.
- [18] S. & T. M. M. Sivaraman, "Looking at vehicles on the road: A survey of vision-based vehicle detection, tracking, and behavior analysis," in *Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2013.
- [19] K. I. A. & J. A. Yousaf, "Comparative analysis of automatic vehicle classification techniques: a survey," *International Journal of Image, Graphics and Signal Processing*, p. 52, 2012.
- [20] Z. B. W. J. Y. S. & D. H. Musa, "Dynamic tracking system through PSO and Parzen particle filter.," in *In International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems*, Springer, Berlin, Heidelberg., 2009.
- [21] M. D. H. F. H. S. A. & N. A. Shakeri, "A novel fuzzy background subtraction method based on cellular automata for urban traffic applications.," in *In Signal Processing*, 2008.
- [22] M. G. M. K. & M. L. Chitra, "Occlusion and abandoned object detection for surveillance applications.," *International Journal of Computer Applications Technology and Research*, , pp. 2(6), 708-meta., 2013.
- [23] M. Davis, *markov models and optimization*, chapman & hall/crc, 1993.
- [24] A. A. P. Imran Ahmed, "A robust features based person tracker for overhead views in industrial environment," in *IEEE*, 28 December 2017 .
- [25] K. K. & D. E. J. Ng, "Background subtraction using a pixel-wise adaptive learning rate for object tracking initialization.," in *Visual Information Processing and Communication*, p. 78820, January 2011, .
- [26] Y. L. W. B. F. & F. C. J. Chen, "Real-time vision-based multiple vehicle detection and tracking for nighttime traffic surveillance.," in *In Systems, Man and Cybernetics*, 2009.
- [27] P. P. CHAUDHURI, "Fuzzy cellular automata for modeling pattern classifier," *IEICE Transactions on Information and Systems* , pp. 691-702, 2005.
- [28] J. E. & N. J. Hernandez, "Least sensitive (most robust) fuzzy "exclusive or" operations," 2011.
- [29] S. B. B. A. S. T. L. S. & G. W. Chandalasetty, "Classification of moving vehicles using k-means clustering. In Electrical," in *Computer and Communication Technologies (ICECCT)*, 2015, March.
- [30] Y. & P. S. R. Liu, "Modelling urban development with cellular automata incorporating fuzzy-set approaches.," in *Modelling urban development with cellular automata incorporating fuzzy-set approaches.*, Computers, Environment and Urban Systems, 2003, pp. 637-658.
- [31] B. K. V. K. G. A. K. & S. A. Sharma, "The automated vehicle detection of highway traffic images by differential morphological profile," *Journal of Transportation Technologies*, p. 150, 2014.
- [32] S. K. & B. S. S. Mahendran, "Enhanced automatic X-ray bone image segmentation using wavelets and morphological operators.," in *In International Conference on Information and Electronics Engineering*, 2011.

- [33] Y. C. K. S. Lifeng He, "A new two-scan algorithm for labeling connected components in binary images.," in *in Proceedings of the World Congress on Engineering*, london, 2012.
- [34] Y. S. Halabi, " New algorithm-simulation connected components labeling for binary images," *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, pp. 335-348, 2013.
- [35] N. B. S. & S. W. Kanhere, "Vehicle segmentation and tracking in the presence of occlusions," *Journal of the Transportation Research Board*,, pp. 89-97, 2006.
- [36] M. H. M. N. & P. H. Sigari, "Fuzzy running average and fuzzy background subtraction: concepts and application," *International Journal of Computer Science and Network Security*, pp. 138-143, 2008.
- [37] R. M. A. S. Z. E. Ayanzadeh, "Fuzzy cellular automata based random numbers generation," *Trends in Applied Sciences Research*, pp. 7(1), 96., 2012.
- [38] B. C. R. R. H. & D. G. P. Bedregal, "Xor-implications and E-implications: classes of fuzzy implications based on fuzzy Xor," *Electronic notes in theoretical computer science*, pp. 247, 5-18, 2009.