Security Policy Papers
أوراق السياسات الأمنية
https://spp.nauss.edu.sa/index.php/spp
ورقة تحليل سياسات أمنية

سياسات تعزيز السلامة المرورية في المدن الذكية

Policies to Enhance Traffic Safety in Smart Cities

المخرجات الرئيسة:

- تَبَنِّي الحكومات رؤى واضحة وأهداف تنفيذية قابلة للتطبيق من خلال الحكومات المركزية وأفرعها الإقليمية والمحلية، ومُتَّسِقَة لتطوير وتوسيع البنية التحتيَّة لتقنيات المعلومات والاتصالات، وتَبَنِّي خارطة طريق نموذجية لتوسيع وتحديث تلك البنى التحتيَّة.
- وضع وصياغة أهداف وإستراتيجيات وخطط تطوير مدينة ذكيَّة ذات معايير ونماذج مطبقة معتمدة و/ أو معترف بها.
- تعزيز البنية التحتيَّة لتقنيات المعلومات، والاتصالات، ورصدها، وتقييمها. وإذا تَعَذَّر إنشاء البنية التحتيَّة لتقنيات المعلومات والاتصالات المتقدمة والميسورة التكلفة في وقت قصير، فمن الأفضل أن تبدأ الحكومات المحلية في تطوير مناطق صغيرة لاكتساب الخبرة واكتشاف أفضل الممارسات قبل التوسع في المشاريع والنطاقات الأكبر حجمًا.

المستخلص

مع ظهور المدن الذكية، أصبح إنترنت الأشياء (IOT) قادرًا على تبسيط التطبيقات الأكثر تطورًا والمستخدمة في هذه المدن، ومنها تقنيات النقل الذكي، وبما أن السلامة على الطرق تمثل مجالًا مهمًّا من مجالات الاهتمام بأنظمة البنية التحتية للمدن الذكية،

Abstract

With the emergence of smart cities, the Internet of Things (IoT) has become capable of simplifying the most advanced applications, including smart transportation technologies, that are used in these cities. Given that road safety represents a crucial area of interest in the infrastructure

1658-8886© 2023. SPP. This is an open access article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial License.

فإن جميع الجهات المعنية تتطلع إلى أنظمة النقل الذكي وإنترنت الأشياء لتوفير الحلول المناسبة لمشكلات النقل. وتتناول هذه الورقة توظيف تقنيات النقل الذكي في تعزيز السلامة المرورية لمستخدمي الطرق. عمومًا تقدم المدن الذكية رؤى طويلة الأجل لإدارة حركة المرور، من خلال تحسين إدارة النقل والتنقل وتقليل الازدحام.

وتتمثل أهم النتائج التي جرى التوصل إليها في مجال الحركة المرورية على الطرق في تقليل الازدحام، وتنظيم الحركة العابرة السريعة، ومواقف المركبات، والحوادث المرورية وخدمات الطوارئ. وقد زادت في الآونة الأخيرة معدلات استخدام تطبيقات أنظمة إدارة حركة المرور في المركبات ذاتية القيادة والتحكم في شبكات إشارات المرور الذكية، الأمر الذي يؤول إلى الحد من وقوع الحوادث المرورية وما ينجم عنها من إصابات ووفيات. كما تعمل تلك الأنظمة أيضًا على تقليل تكلفة الخدمات ذات الصلة، بالإضافة إلى إدارة استهلاك الكهرباء. وكذلك تُستخدَم أنظمة «IOT» للتحكم بشكل أفضل في مصابيح الشوارع وتوفير الطاقة المرتبطة بإضاءة الشوارع الحضرية.

systems of smart cities, all relevant parties are looking to smart transportation systems and IoT to provide appropriate solutions for transportation problems. This paper highlights how smart transportation technologies may be used to enhance road safety for road users. Overall, smart cities offer long-term visions for traffic management by improving transportation management, facilitating mobility, and reducing congestion.

The most significant findings in the field of traffic flow on roads include reducing congestion, regulating fast-moving traffic, vehicle parking, traffic accidents, and emergency services. Recently, rates of using traffic management system applications have increased in self-driving vehicles and in controlling smart traffic signal networks, which leads to a fewer number of traffic accidents and their associated injuries and fatalities. Additionally, these systems reduce the cost of related services, as well as manage electricity consumption. Furthermore, IoT systems are used to provide more control on streetlights and provide the energy required for urban street lighting.

المقدمة

تم استخدام تعبير "المدينة الذكيَّة" لعدة سنوات من قِبَل عددٍ من شركات التقنية، وهو وصفٌ لتطبيق أنظمة مدمجة لتشغيل البنية التحتية الحضرية والخدمات، مثل: المباني، والنقل، وتوزيع الكهرباء والمياه (Harrison and Donnelly,2011)، والسلامة العامة (Novotný et al, 2014). ويُمْكِنُ وَصْف مدينةٍ ذكيَّةٍ بأنها:

- تَسْمَحُ بجمعِ البيانات الحضريةِ في العالم الحقيقي وتحليلها من خلال استخدام أنظمة البرمجيات، والبنية التحتيَّة للخادم، والبنية التحتيَّة للشبكة، وأجهزة العملاء.
- تُنَفِّذ حلولًا عمليَّة، بدعم ما توفره الأجهزة والمستشعرات المرتبطة بها والمحركات والأجهزة المحمولة.
- يُمْكِنُ أَنْ تَجْمَعَ بين إنتاج الخدمات والبيئة الذكيَّة،

وتستغل المعلومات التي يمكن الوصول إليها في أنشطتها، واتخاذ القرارات، وتَبَنِّي تدفق المعلومات بين البلدية والمجتمع الحضري أو مجتمع الأعمال التجارية.

- يُمْكِنُ اعتبار المدينةِ كمنظمةٍ تُقَدِّمُ خدماتٍ للمواطنين كعملاء، فهي توفر الخدمات لمواطنيها. وهناك طلب على مدن أكثر ذكاءً وفعالية وأكثر استدامة، التي تدفع الذكاء الجماعي للمدن إلى الأمام، والتي يمكن أن تُحَسِّن القدرة على التنبؤ وإدارة التدفقات الحضرية، ودمج أبعاد الفراغات الماديَّة والرقميَّة والمؤسسيَّة للتجمعات الإقليمية، في ظل تحول التنمية الحضرية نحو المجالات التقنية (Schaffers et al. 2011).

وتَستَخْدِمُ المدنُ الذكيَّةُ تقنياتِ المعلوماتِ والاتصالاتِ المختلفة، التي تتضمن حلولًا مميزة في جوانب مختلفة من النظام البيئي للمدينة، مثل: البنية التحتيَّة الذكيَّة، والتشغيل الذكي، والخدمة الذكيَّة، والصناعة الذكيَّة، أو التعليم الذكيّ، أو الأمن الذكيّ. ويَدْمِجُ مفهومُ المدينةِ الذكيَّةِ أبعادَ المساحاتِ المادية والمؤسسية والرقمية للتجمع المناطقي. ويُقَدِّمُ هذا النهج جوانب، مثل: الارتباطات، والعلاقات المتداخلة، والتنظيم الذاتي، والتكيف من أجل توفير فهم تقريبي للنمو العضوي وتطور المدن (Cimmino et al, 2013).

وبناء على ذلك، تَهْدفُ هذه الورقةُ إلى وَضْعِ إطارٍ عامٍّ لصُنَّاع القرار حول المتطلبات الضرورية للتطبيقات التقنية في المدن الذكيَّة على ضوء سياسات وتوجهات الدول المتقدمة حول تَبَنِّي المشروعات بسبعة قطاعات في المدن الذكيَّة، التي تم تطويرها من خلال إنترنت الأشياء، وهي: البيئة، والبنية التحتيَّة للطاقة، والاتصالات السلكية واللاسلكية، والنقل والتنقل، والصحة والخدمات المجتمعية، والمياه النقية والمياه العادمة، والسلامة العامة.

أولًا: المشكلات والتحديات

فيما يلي نتناول بالعرض والتحليل أهم المشكلات والتحديات المتعلقة بالمتطلبات اللازمة للتطبيقات المتعلقة بالمدن الذكيَّة، وكذلك الفرص والحلول المقترحة من واقع التجارب السابقة بهدف إبراز توصيات تنفيذية قابلة للتطبيق على أرض الواقع.

(1) خصائص المدن الذكيَّة

المدنُ الذكيَّةُ هي تلك التي تستخدم أجهزة الاستشعار والبيانات الضخمة والتحليلات لمعالجة القضايا المهمة، مثل: كيفية إدارة أنظمة الصرف الصحي بشكل أفضل، وتحسين شبكات النقل، وتعزيز السلامة المرورية على الطرق، وتقديم الخدمات الحكومية بشكل أكثر كفاءة (Tan and Taei- 2020 hagh,). وقد تم التوصل لمعظم تطبيقات المدن الذكيَّة باستخدام إنترنت الأشياء (مكونات مدمجة بأجهزة استشعار واتصال لاسلكي لتمكينها من إرسال واستقبال البيانات التي يمكن تحليلها والتصرف بناء على مخرجاتها). وتشمل تقنيات المدن الذكيَّة التمكينية الأخرى شبكات النطاق العريض السلكية واللاسلكية، وأدوات التحليل لمعالجة البيانات القادمة من شبكات الاستشعار، والأنظمة المستقلة.

وتوجد العديد من التطبيقات المحتملة لتقنيات المدن الذكيَّة، وسيظهر الكثير مع تطور التقنيات وتحقيق تَبَنِّيها على نطاق واسع. وتشمل مجالات التطبيق: أنظمة النقل، ومراقبة البنية التحتيَّة، والكشف عن الكوارث الطبيعية، وإدارة نظام المرافق،

والمراقبة البيئية، والتخطيط الحضري، والسلامة العامة، وتقديم الخدمات البلدية، والإضاءة العامة، وغيرها. ومن الصعب تقدير الفوائد الاقتصادية والاجتماعية المحتملة التي ستولدها المدن الذكيَّة. إن تطبيقات المدينة الذكيَّة ليست فقط ناشئة، بل ليس هناك معرفة تامة بمدى تأثيراتها على أرض الواقع بعد اكتمالها. ومع ذلك، فإن نماذج نجاح المدن، التي تُعَدّ من المتبنين الأوائل، تُبَشِّر بالخير. فمثلًا: تمكنت مدينة سانتاندير في إسبانيا من خفض تكاليف الطاقة بنسبة تصل إلى 25% عن طريق تثبيت مصابيح الشوارع الذكيَّة، التي تتوقف تلقائيًّا عندما لا يوجد أحد في محيطها (Viljanen et al, 2012).

وتوجد في "سول" عاصمة كوريا الجنوبية، حاويات قمامة ذكيَّة، التي يمكن للعاملين في المدينة مراقبتها عن بُعْد، والتي قَلَّلَت من تكاليف جمع النفايات بنسبة 83% في المدن الذكيَّة (Cimmino et al, 2013). هذه أمثلة محدودة تُوَضِّح فوائد تطبيقات المدن الذكيَّة؛ حيث يتاح لمعظم وظائف المدينة الاستفادة من البيانات، وهو ما يمنحها القدرة على أن تكون أكثر كفاءة واستجابة وفعالية.

(2) المتطلبات اللازمة للتطبيقات المتعلقة بالمدن الذكيَّة

تتحمل المدن الذكيَّة، وكذلك تلك التي تطمح إلى أن تكون ذكيَّةً، مسؤولية تقديم المنتجات والخدمات المهمة التي تحتاج إليها الشركات والقطاع العام والمواطنون على مدار 24 ساعة في اليوم. ويحتاج المواطنون إلى مياه نظيفة، وينبغي توفير الطاقة اللازمة للشركات، كما ينبغي جمع النفايات، وأن يعمل النظام المدرسي بشكل كامل وفعال. وتعتمد المدينة والجهات الحكومية ذات العلاقة على هذه الوظائف لتوليد الإيرادات اللازمة للعمل بطريقة جيدة من حيث التكلفة والفعالية (Yanliu et al, 2015).

ويتم تأسيس هذه الإيرادات، سواء أكانت ضرائب المبيعات، أم ضرائب الممتلكات، أم ضرائب الدخل، أم رسوم الاستخدام، على بيئة اقتصادية نشطة تعتمد في النهاية على النشاط الاقتصادي المتنامي والوظائف ذات الأجور المرتفعة. وبمعنى أوسع، تضمن هذه الجهود أيضًا المرتكزات الثلاثة للاستدامة:

1. الحفاظ على البيئة الطبيعية وتعزيزها.
2. الحفاظ على جودة حياة السكان وتنميتها، مع ضرورة القيام بذلك.
3. بطريقة مُجْدِية اقتصاديًّا. تسهم التطبيقات الرأسية الموضحة أدناه في تحقيق هذه الأهداف.

ثانيًا: دور النقل الذكي في تعزيز السلامة المرورية في المدن الذكيَّة

أثرت التقنيات في المجتمعات على مر السنين، وهو ما أَدَّى إلى تحسين مستوى المعيشة ونوعية الحياة. وقد أثرت التطورات الحديثة في الاتصالات وإنترنت الأشياء والحوسبة السحابية والحوسبة المتطورة والتخزين القابل للتطوير وتحليلات بيانات الحوسبة السريعة والرؤى المُعَزَّزَة بالبيانات، في جعل التنقل الذكي والاتصالات في أي وقت مُمْكِنًا. ومع القدرة المُضَافَة لإدماج التقنيات الناشئة، تَبَنَّت العديدُ من الدول مشاريعَ وطنيةً تتعلق بالمدن الذكيَّة من أجل تغيير الحياة وتعزيز العمليات التجارية والقدرة التنافسية في السوق.

ويُعَدُّ النقلُ شرايين المجتمع والاقتصاد الحديثين. وقد أسهم نقل البضائع والأشخاص في نجاح الأعمال

وإنشاء المدن الجديدة. ويُنْظَر إلى النقلِ عمومًا على أنه مشكلةً هندسيةً مدنيةً وإنشائيةً كلاسيكيةً، إلا أنه أصبح الآن رقميًّا بشكل متزايد من خلال تقنيات اتصالات المعلومات.

وتتمثل مشكلات المرور الحالية التي تُوَاجِه المجتمعات في الوقت الحاضر في: (1) الاختناقات المرورية. (2) الحوادث المرورية. (3) التلوث البيئي. (4) تكلفة الوقود. (5) ندرة الوقود. (6) ارتفاع تكاليف التأمين. (7) أخرى.

وأدت زيادة عدد السكان في المدن وعدد السيارات والدراجات الهوائية والدراجات النارية ومستخدمي الطرق إلى زيادة مخاطر الحوادث وازدحام حركة المرور...إلخ. وقد تم إحراز العديد من النجاحات على مدى العقود الماضية لمعالجة بعض تلك المشكلات.

ويشمل النقل الذكي: (1) الطرق الذكيَّة. (2) أضواء الشوارع الذكيَّة. (3) السيارات الذكيَّة. (4) إشارات المرور الذكيَّة. ويتم تعزيز كل ذلك من خلال الشركات التي تعمل على أنظمة مساعدة السائق المتقدمة، وحلول شحن المركبات وشركات أشباه الموصلات التي تنتج شرائح ذكاء اصطناعي قوية.

وتطورت التقنيات المختلفة المُتَعَلِّقَة بالنقل الذكي على مر السنين منذ منتصف التسعينيات، والتي تُغَطِّي مجموعةً واسعةً من المجالات التي تستهدف الْحَدَّ من الحوادث المرورية على الطرق. وتتمثل هذه التقنيات فيما يتعلق بالطرق الذكيَّة، والاتصالات من مركبة إلى أخرى، وشبكات المركبات المتخصصة، وتقاطعات الطرق الذكيَّة، والإنقاذ التعاوني في حالات الطوارئ لأنظمة النقل الذكيَّة، وتقنيات التقاط سلوك القيادة، وأضواء الشوارع الذكيَّة، وإشارات المرور الرقمية اللاسلكية (Toh et al, 2019).

وتوجد إشارات المرور الذكيَّة التي تُسْتَخْدَم منذ فترة طويلة. وفي الواقع، تُعَدُّ المملكةُ المتحدةُ والولاياتُ المتحدةُ الأمريكيةُ من بين الدول القليلة الأوائل في العالم التي تنتشر فيها إشارات المرور الذكيَّة لتحذير السائقين وفرض قواعد المرور. كما توجد إشارة مرور رقمية لاسلكية، التي تتمثل فكرتُها في تضمين خادم في لوحة إشارات المرور، ثم يتم بث الإشارة المحددة لاسلكيًّا إلى حركة المرور القادمة، وتقوم وحدة استقبال موجودة داخل المركبة بعد ذلك بالتقاط الإشارة اللاسلكية وتنبيه السائق (شفهيًّا أو على الشاشة) بشأن ما يحدث. هذا يُلْغِي تمامًا دور السائق في الانتباه للعلامات أثناء القيادة، ويُمَكِّنه من تركيز انتباهه على ما يحدث أمامه.

ومن المعلوم أن الطرق التقليدية لاكتشاف المخالفات المرورية تتم من خلال الكاميرات المثبتة مسبقًا وأجهزة كشف السرعة مع علامات الخطوط البيضاء على الطرق. وهذه الطرق أقل فعالية في ظروف المطر والغبار والضباب بسبب ضعف الرؤية (Toh et al, 2019.). لكن في المدن الذكيَّة يتم الكشف التلقائي عن مخالفات المرور من خلال: (1) استخدام إشارات المرور الرقمية اللاسلكية. (2) استخدام الطائرات من دون طيار (Wang et al, 2016).

ثالثًا: مراقبة حركة المرور باستخدام إشارات المرور الرقمية اللاسلكية

مع وجود إشارات المرور اللاسلكية في المدن الذكيَّة، تم توفير طريقة جديدة للكشف عن المخالفات المرورية (Toh et al, 2019). فمثلًا: لن يتمكن السائقون من إنكار وتجاهل وجود إشارات عند مواجهة رجال

المرور، حيث سيتم تسجيل الإشارات الواردة والصوتية كدليل داخل نظام المركبة وأيضًا على الصندوق الأسود للمركبة. والقيادة بسرعة تتجاوز الحد الأقصى للسرعة المحددة ستكون قد انتهكت قانون المرور، وستقوم إشارة المرور الرقمية اللاسلكية بتنبيه نظام التحكم في حركة المرور، الذي يستطيع بعد ذلك إرسال إشارة مخالفة حدود السرعة مباشرة إلى السائق، عبر اتصال خلوي، إلى جانب إرسال نسخة إلى نظام مراقبة حركة المرور بالإدارة المختصة. ويتم تسجيل معلومات إشارة المرور اللاسلكية التي يتلقاها السائق كدليل على الإخطار الناجح، ولا يمكن للسائق إنكار عدم تَسَلُّمِهِ. وهذه العملية تلقائية وسلسة وستعزز كفاءة عملية ضبط المخالفات، وبالتالي تعمل على تعزيز السلامة المرورية على الطرق بالمدن الذكيَّة.

وتُعَدُّ تقاطعات الطرق عرضةً للحوادث المرورية بسبب عرقلة رؤية المركبات القادمة من اتجاهات مختلفة؛ لذا، فقد تم استخدام تقنيات وحلول التقاطع الذكيَّة بالمدن الذكيَّة (Schirokoff 2012 et al). ولسلامة تقاطعات الطرق في المدن الذكيَّة تُسْتَخْدَم أجهزة استشعار لاكتشاف المركبات والأشياء الأخرى في محيط التقاطعات، بالتزامن مع تقنيات رسم الخرائط وتحديد المواقع لتقليل الحوادث المرورية المُمِيتَة وتعزيز السلامة عند تقاطعات الطرق. وتوفر التقنيات المستخدمة تحليلًا شاملًا للحوادث، وتحديد سيناريوهات وأنواع الحوادث الشائعة عند التقاطعات الأكثر انتشارًا (Atici et al, 2011).

وفي نظام التقاطع الذكي بالمدن الذكيَّة تستطيع التقاطعات استشعار وفهم حالة الطرق وإطلاق

وهناك العديد من المزايا لاستخدام إشارات المرور اللاسلكية الحديثة في المدن الذكيَّة، التي تشمل ما يلي:

(1) إلغاء الحاجة إلى أن تكون الإشارة مرئية للعين البشرية.

(2) إزالة الحمل عن السائق ليحترس من الإشارات المرورية أثناء القيادة.

(3) إزالة العبء عن السائق لتذكر جميع إشارات المرور.

(4) عدم التَّأثُّر بظروف الطقس والإضاءة السيئة.

(5) الإشارة قابلة للبرمجة، وهو ما يعني أن تغيير اللافتة سهل من خلال إعادة برمجتها .

(6) ليست هناك حاجة إلى معالجة الإشارات المُعَقَّدة، والتعرف على إشارات المرور الصورية المستخدمة في المركبات ذاتية القيادة اليوم.

(7) توافر الحساب التلقائي لحجم حركة المرور.

(8) التكلفة المنخفضة.

المصدر: (Toh et al, 2019)

التحذيرات في الوقت الفعلي، التي يتم إرسالها إلى مستخدمي الطريق عند التقاطعات، وهو ما يسهم إيجابًا في الحد من الحوادث المرورية عند تلك التقاطعات.

التوصيات

ويمكن لأجهزة إنترنت الأشياء في قطاع النقل العام أن تساعد على تعزيز تجارب السفر وتحقيق مستوى أعلى من السلامة والالتزام بالمواعيد. وأن تساعد أيضًا على مراقبة المرافق، وفي قطاع السلامة، تلعب التقنيات القائمة على إنترنت الأشياء دورًا حاسمًا في توفير المراقبة في الوقت الفعلي، وتعزيز السلامة المرورية والعامة، وتطوير أدوات صنع القرار والتحليلات من خلال كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة وأجهزة الاستشعار الصوتية. كما يمكن تحليل البيانات الواردة من قنوات التواصل الاجتماعي بعناية لتحسين السلامة العامة في المدينة والتنبؤ بمواقع الجرائم المحتملة. وبالنسبة لقطاعات المواقف الذكيَّة، يمكن لتقنيات إنترنت الأشياء أن تساعد السائقين على تحديد أماكن مواقف المركبات المتاحة على الخريطة في الوقت الفعلي، استنادًا إلى بيانات نظام تحديد المواقع العالمي التي تم جمعها من الهواتف الذكيَّة للسائقين أو أجهزة استشعار سطح الطريق المضمنة في أماكن وقوف المركبات.

بناء على ما سبق، يمكن بلورة توصيات هذه الورقة حول النقاط الآتية:

- تَبَنِّي الحكومات لرؤى واضحة وأهداف تنفيذية قابلة للتطبيق من خلال الحكومات المركزية وأذرعها الإقليمية والمحلية، ومُتَّسِقَة لتطوير وتوسيع البنية التحتيَّة لتقنيات المعلومات والاتصالات، وتَبَنِّي خارطة طريق نموذجية لتوسيع وتحديث تلك البنى التحتيَّة.
- وضع وصياغة أهداف وإستراتيجيات وخطط تطوير مدينة ذكيَّة ذات معايير ونماذج مطبقة معتمدة و/ أو معترف بها.
- تعزيز البنية التحتيَّة لتقنيات المعلومات، والاتصالات، ورصدها، وتقييمها. وإذا تَعَذَّر إنشاء البنية التحتيَّة لتقنيات المعلومات والاتصالات المتقدمة والميسورة التكلفة في وقت قصير، فمن الأفضل أن تبدأ الحكومات المحلية في تطوير مناطق صغيرة لاكتساب الخبرة واكتشاف أفضل الممارسات قبل التوسع في المشاريع والنطاقات الأكبر حجمًا.
- ضرورة مشاركة أصحاب المصلحة (كالمستثمرين من القطاعين العام والخاص، والشركات الناشئة، والأكاديميين والمواطنين) في تطوير البنية ا لتحتيَّة.
- إتاحة الوصول إلى البيانات ومشاركتها لدعم الخدمات الذكيَّة وتحسينها.
- ضرورة توفير حماية أمن البيانات والخصوصية وحقوق الملكية الفكرية.

المراجع

- Akande, A., Cabral, P., Gomes, P. and Casteleyn, S. (2019). The Lisbon ranking for smart sustainable cities in Europe. Sustain. Cities Soc.44: 475–487.
- Atici, C., Ozcelebi, T., Lukkien, J.J.)2011). Exploring user-centered intelligent road lighting design, IEEE Trans. Consum. Electron. 57:788–793.

fairs–Population Division, The World's Cities in 2016 – Data Booklet, (New York: United Nations,2016), http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/the_worlds_cities_in_2016_data_booklet.pdf.

- Lee, J.H., Hancock, M.G. and Hu, M. C. (2014). Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco. Technol. Forecast. Soc. Change. 89:80–99.
- Lin, Y., Zhang, X. and Geertman, S. (2015). Toward smart governance and social sustainability for Chinese migrant communities. J. Clean. Prod.107: 389–399.
- Liu, Y., Dijst, M. and Geertman, S. (2014). Residential segregation and well-being inequality between local and migrant elderly in Shanghai. Habitat Int.42:175–185.
- Martin, C.J., Evans, J. and Karvonen, A. (2018). Smart and sustainable? Five tensions in the visions and practices of the smart-sustainable city in Europe and North America. Technol. Forecast. Soc. Change.133: 269–278.
- Nesti, G. (2018). Defining and assessing the transformational nature of smart city governance: Insights from four European cases. Int. Rev. Adm. Sci.0020852318757063.
- Chen, Y. T., Sun, E. W., Chang, M. F. and Lin, Y.B. (2021). Pragmatic real-time logistics management with traffic IoT infrastructure: Big data predictive analytics of freight travel time for Logistics 4.0. Int. J. Prod. Econ. 238:108157.
- Cimmino, A., Pecorella, T., Fantacci, R., Granelli, F., Rahman, T. and Sacchi, C. (2013). The Role of Small Cell Technology in Future Smart City. Transactions on Emerging Telecommunications Technologies 25: 11-20.
- Clement, S., Mckee, D. and Xu, J. (2017). Service-oriented reference architecture for smart cities, in service-oriented system engineering (SOSE). IEEE Symposium. 2017: 81–85.
- Englund, C., Chen, L., Vinel, A. and, Lin, S.Y. (2015). Future applications of VANETs. Vehicular Ad Hoc Networks, Berlin, Germany: Springer Publishers.
- Harrison, C. and Donnelly, I.A. (2011). A Theory of Smart Cities. Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS. Hull: International Society for the Systems Sciences.
- ITU-T. (2015). Requirements and architecture of home energy management system and home network services. Y.2070.
- Karagianis, L. (2014). The Future of Cities, MIT Spectrum. United Nations Department of Economic and Social Af-

Trousse, B., Nilsson, M. and Oliveira, A. (2011). Smart Cities and the Future Internet: Towards Cooperation Frameworks for Open Innovation, Lecture Notes in Computer Science.

- Schirokoff, A., Pilli-Sihova, E. and Sihvola, N. (2012). Assessing the safety impacts of intersection safety systems, Procedia Social and Behavioral Sciences. 48: 1515–1524.
- Sethi, P. and Sarangi, S. R. (2017). Internet of things: architectures, protocols, and applications. J. Electr. Comput. Eng.2017:1–25.
- Sharma, M., Joshi, S., Kannan, D., Govindan, K., Singh R. and Purohit, H. C. (2020). Internet of Things (IoT) adoption barriers of smart cities' waste management: An Indian context. J. Clean. Prod,270:122047.
- Silva, B.N., Khan, M. and Han, K. (2018). Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities. Sustain. Cities Soc.38: 697–713.
- Tan, S.Y. and Taeihagh, A. (2020). Smart city governance in developing countries: a systematic literature review. Sustainability. MDPI.12(3):1-29.
- Toh, C.K. (2007). Future application scenarios for MANET-based intelligent transportation systems. In Proc. of Fu-
- Novotný, R., Kuchta, R. and Kadlec, J. (2014) Smart City Concept, Applications and Services. J. Telecommun. Syst. Manage. 3: 117.
- Oberascher, M., Rauch, W. and Sitzenfrei, R.(2022). Towards a smart water city: A comprehensive review of applications, data requirements, and communication technologies for integrated management. Sustainable Cities and Society.76:103442.
- Razaghi, M. and Finger, M. (2018). Smart governance for smart cities. Proc. IEEE.206: 680–689.
- Rocha, N.P., Dias, A., Santinha, G., Rodrigues, M., Queirós, A. and Rodrigues, C. (2019). Smart cities and public health: a systematic review. Procedia Computer Science.164:516–523.
- Ruhlandt, R.W.S. (2018). The governance of smart cities: A systematic literature review. Cities.81: 1–23.
- Said, O. and Tolba, A. (2021). Accurate performance prediction of IoT communication systems for smart cities: An efficient deep learning-based solution. Sustain. Cities Soc.69:102830.
- Sarrab, M., Pulparambil, S. and Awadalla, M. (2020). Development of an IoT based real-time traffic monitoring system for city governance. Glob. Transitions. 2: 230-245.
- Schaffers, H., Komninos. N., Pallot, M.,

- Viljanen, K., Poikola, A., Koponen, P. (2012) Information navigation in the city. the City of Helsinki: Forum Virium Helsinki and the Fireball project.
- Yanliu, L. Zhang, X. and Geertman, S. (2015). Toward smart governance and social sustainability for Chinese migrant communities. Journal of Cleaner Production.107: 389–399.
- Wang, L., Chen, F. and Yin, H. (2016). Detecting and tracking vehicles in traffic by unmanned aerial vehicles. Autom. Constr. 72(3): 294–308.
- Yigitcanlar, T., Han, H., Kamruzzaman, M., Ioppolo, G. and Sabatini-Marques, J. (2019). The making of smart cities: Are Songdo, Masdar, Amsterdam, San Francisco and Brisbane the best we could build? Land Use Policy. 88:104187.
- ture Generation Communication and Networking, Jeju, South Korea, 6–8 December.2007. Piscataway, NJ: IEEE.
- Toh, C.K., Cano, J.C., Fernandez-Laguia, C., Manzoni, P. and Calafate, C.T. (2019). Wireless digital traffic sign of the future. IET Net w. J. 8: 74–78.
- Trindade, E.P., Farias, M.P. Moreira da Costa, H.E., Marques, J.S., Bastos, R.C. and Yigitcanlar, T. (2017). Sustainable development of smart cities: A systematic review of the literature. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity. 3: 1-11.
- Viale Pereira, G., Cunha, M.A., Lampoltshammer, T.J., Parycek, P. and Testa, M.G. (2017). Increasing collaboration and participation in smart city governance: A cross-case analysis of smart city initiatives. Inf. Technol. Dev. 23: 526–553.

Received 06 Dec. 2022; Accepted 30 Jan. 2023; Available Online 15 Jul. 2023.

Ali Alrashidi*, Othman Altahir, Sherif Shokry
The Center of Road Traffic Safety,
Naif Arab University of Security Sciences

علي بن ضبيان الرشيدي*، عثمان أحمد الطاهر، شريف شكري عبد ربه
مركز السلامة المرورية على الطرق،
جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية

Keywords: smart cities, internet of things, smart transportation, traffic safety, artificial intelligence systems.

الكلمات المفتاحية: المدن الذكية، إنترنت الأشياء، النقل الذكي، السلامة المرورية، أنظمة الذكاء الاصطناعي.

Production and hosting by NAUSS

* Corresponding Author: Ali Alrashidi
Email: aalrashidi@nauss.edu.sa
doi: 10.26735/PDYR8070