

## محاضرة بعنوان: النقل الذكي

تقديم: دة مشفر

16 جويلية 2023



- مقدمة
- مفهوم النقل الذكي
- أنواع النقل الذكي
- مجالات خدمة أنظمة النقل الذكية
- أمثلة على خدمات أنظمة النقل الذكية للمستخدمين
- أنواع خدمات أنظمة النقل الذكية

## مقدمة

- ▶ كانت هناك زيادات في الميكنة والتحضر والسكان في جميع أنحاء العالم لعدة عقود.
- ▶ وتتسبب هذه الاتجاهات في الازدحام المروري ومشكلات تتعلق بالسلامة وتلوث الهواء.
- ▶ وتدعم أنظمة النقل الذكية مجموعة أدوات للمساعدة في التخفيف وربما تقليل الازدحام المروري والحوادث باستخدام الاتصالات اللاسلكية وتكنولوجيات أجهزة الاستشعار والحاسوب والتحكم ونشر المعلومات على نطاق واسع.
- ▶ وتستفيد عمليات نشر أنظمة النقل الذكية من معايير الاتصالات لتسهيل التشغيل البيئي وإمكانية النفاذ إلى الخدمات.



## مفهوم النقل الذكي

- تعرف أنظمة النقل الذكية (ITS)
- بأنها أنظمة تستعمل توليفة من تكنولوجيات الحواسيب، والاتصالات، والموضعة، والأتمتة
- من أجل تحسين سلامة النقل البري ، وإدارته وفعاليتها

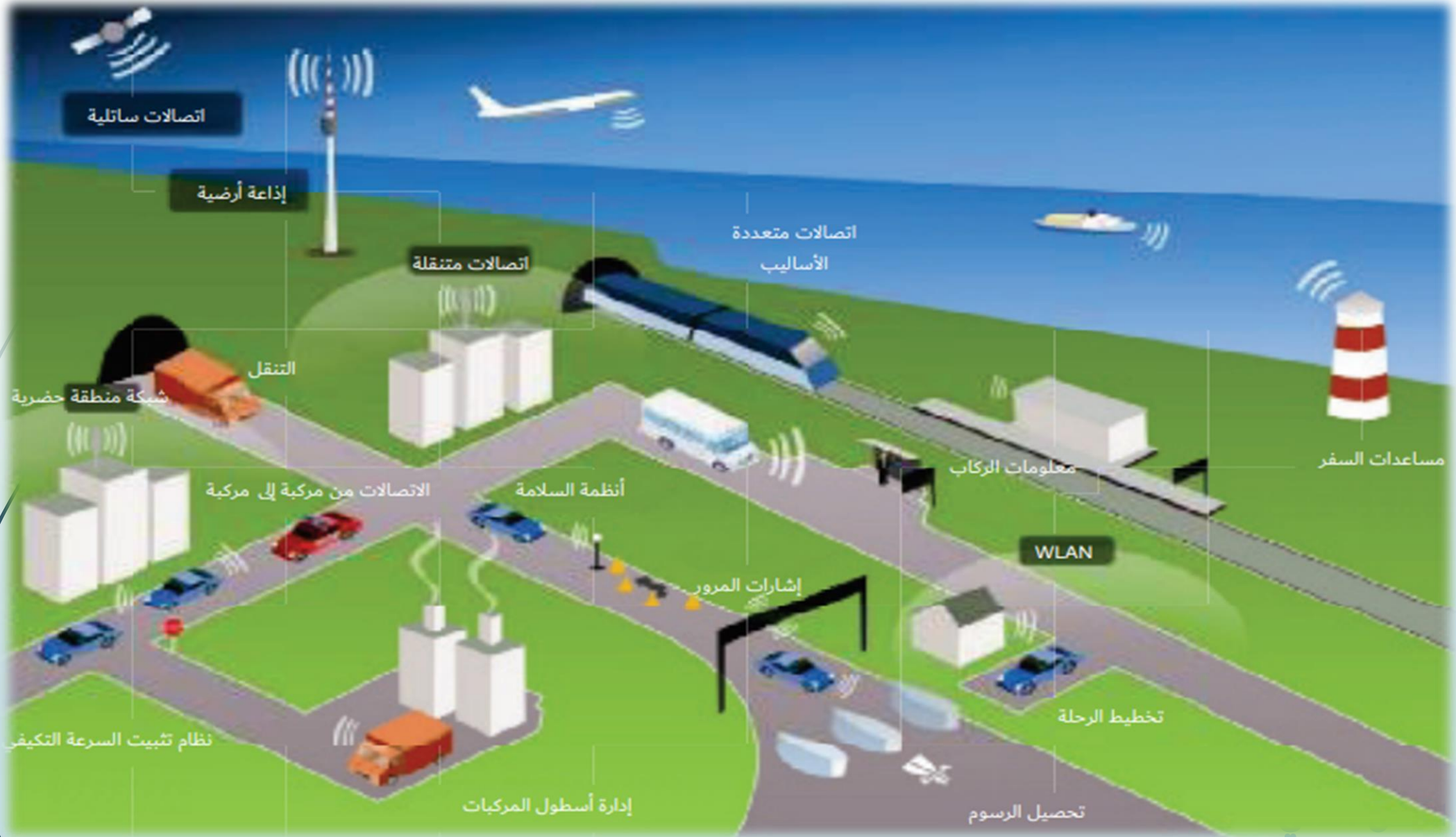


## أنظمة النقل الذكي

- هي من أهم وسائل إدارة الطرق والمواصلات حيث يتم توزيع شاشات على مداخل ومخارج المدن وكذلك الطرق الرئيسية.
- تزود هذه الأنظمة بأجهزة رادار لتحديد كثافة السير داخل وخارج المدينة ومراقبة الطرق الرئيسية ويتم التحكم في معلومات الشاشات عن بعد من غرفة التحكم المركزية لتوجيه المركبات.
- تتعدد استخدامات الشاشات في مجالات النقل الذكي حيث يمكن استخدامها في توسيع التطبيقات لتشمل الحدود الدولية (السوق المحلي) بين الدول او بين المدن الكبرى داخل الدول مما يسهل حركة المرور ويجعلها اكثر تنظيما

# مفهوم خدمة أنظمة النقل الذكية

6





# أنواع النقل الذكي

تصنف نظم النقل الذكية إلى خمسة أصناف متعارف عليها بين المعنيين بها هي كالتالي:

1. النظم المتقدمة لإدارة المرور
2. النظم المتقدمة لمعلومات المتنقلين
3. نظم عمليات المركبات التجارية
4. النظم المتقدمة للنقل العام
5. النظم المتقدمة للتحكم بالمركبة وسلامتها

فيما يلي عرض موجز لكل من هذه التطبيقات والخدمات المختلفة التي تقدمها.

# مجالات خدمة أنظمة النقل الذكية

الصيانة والبناء	إدارة البيانات	عمليات المركبات التجارية
النقل العام	السلامة العامة	إدارة وقوف السيارات
إدارة حركة المرور	السفر الدائم	الدعم
الطقس	سلامة المركبة	معلومات المسافرين



# أمثلة على خدمات أنظمة النقل الذكية للمستعملين

أمثلة لخدمات المستعملين	الفئة
<ul style="list-style-type: none"> <li>- تحذير انتهاك الضوء الأحمر</li> <li>- تنبيه بالسرعة في المنحنيات</li> <li>- المساعدة في غياب إشارات الوقوف</li> <li>- تحذير بخصوص نقاط معينة نتيجة للأحوال الجوية</li> <li>- تنبيهات بخفض السرعة/مناطق عمل</li> <li>- تحذيرات بوجود أماكن عبور للمشاة مزودة بإشارات (للحافلات)</li> </ul>	السلامة من المركبة إلى البنية التحتية (V2I Safety)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- تحذيرات بالإضاءة الإلكترونية للفرامل في حالات الطوارئ (EEBL)</li> <li>- تحذيرات بالاصطدام من الأمام (FCW)</li> <li>- المساعدة في عبور التقاطعات (IMA)</li> <li>- المساعدة في الدوران اليسار (LTA)</li> <li>- التحذير بخصوص المنطقة العمياء (غير المرئية) عند تغيير الحارة (BSW/LCW)</li> <li>- تحذير بعدم العبور (DNPW)</li> <li>- تحذير بدوران مركبة لليمين أمام حافلة (العبور)</li> </ul>	السلامة من مركبة إلى مركبة (V2V Safety)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- تحذيرات بعمليات صيانة للرصيف بواسطة المسابير</li> <li>- مراقبة حركة المرور بمساعدة المسابير</li> <li>- دراسة حركة المرور على أساس تصنيف المركبات</li> <li>- تحليل عمليات الدوران والتقاطعات بمساعدة المركبات الموصولة</li> <li>- دراسة نقاط الانطلاق والوجهات بمساعدة المركبات الموصولة</li> <li>- معلومات للمسافرين بشأن مناطق العمل</li> </ul>	بيانات الوكالة

# أمثلة على خدمات أنظمة النقل الذكية للمستعملين

<ul style="list-style-type: none"> <li>- الاقتراب من التقاطعات المزودة بإشارات للمرور ومغادرتها بطريقة مراعية للبيئة</li> <li>- توقيتات إشارات المرور المراعية للبيئة</li> <li>- أولويات إشارات المرور المراعية للبيئة</li> <li>- القيادة الموصولة المراعية للبيئة</li> <li>- الشحن اللاسلكي بالحث/الرنين</li> <li>- إدارة الحارات بطريقة مراعية للبيئة</li> <li>- تنسيق السرعات بطريقة مراعية للبيئة</li> <li>- نظام تثبيت السرعة التكيفي التعاوني المراعي للبيئة</li> <li>- معلومات المسافرين المراعية للبيئة</li> <li>- إدارة المنحدرات بطريقة مراعية للبيئة</li> <li>- إدارة المناطق ذات الانبعاثات المنخفضة</li> <li>- شحن مركبات الوقود البديل/معلومات التزود بالوقود</li> <li>- الصف الذكي للمركبات المراعي للبيئة</li> <li>- التسيير الدينامي للمركبات المراعي للبيئة (المركبات الخفيفة، الحافلات، الشاحنات)</li> <li>- نظام دعم قرار الإدارة المتكاملة للممرات بطريقة مراعية للبيئة</li> </ul>	البيئة
<ul style="list-style-type: none"> <li>- استشارات وتنبهات للسائقين (MAW)</li> <li>- نظام دعم قرار الصيانة المعزز</li> <li>- مترجم بيانات المركبة (VDT)</li> <li>- معلومات حركة المرور استجابة للأحوال الجوية (WxTINFO)</li> </ul>	الطقس على الطريق

# أمثلة على خدمات أنظمة النقل الذكية للمستعملين

أمثلة لخدمات المستعملين	الفئة
<ul style="list-style-type: none"> <li>- نظام معلومات المسافرين المتقدم</li> <li>- نظام إشارات المرور الذكية (I-SIG)</li> <li>- أولوية الإشارة (حافلات، شاحنات)</li> <li>- نظام إشارات للمشاة قابل للنفوذ عبر الهاتف المحمول (PED-SIG)</li> <li>- استباق مركبات الطوارئ (PREEMPT)</li> <li>- التنسيق الدينامي للسرعة (SPD-HARM)</li> <li>- تنبيهات جانب الطريق (Q-WARN)</li> <li>- نظام تثبيت السرعة التكيفي التعاوني (CACC)</li> <li>- توجيهات تنظيم مكان الحادث قبل وصول جهات الاستجابة حالات الطوارئ (RESP-STG)</li> <li>- تنبيهات مناطق العمل في مكان الحادث للسائقين والعمال (INC-ZONE)</li> <li>- الاتصالات والإخلاء في حالات الطوارئ (EVAC)</li> <li>- حماية التوصيل (T-CONNECT)</li> <li>- عمليات العبور الدينامية (T-DISP)</li> <li>- التشارك الدينامي في المركبات (D-RIDE)</li> <li>- التخطيط والداء الديناميين لسفريات الشاحنات</li> <li>- استمثال عمليات تفريغ الشاحنات</li> </ul>	التنقلية
<ul style="list-style-type: none"> <li>- الفحص اللاسلكي</li> <li>- الصف الذكي للشاحنات</li> </ul>	جانب الطريق الذكي

## أنواع خدمات أنظمة النقل الذكية

ويمكن تصنيف خدمات أنظمة النقل الذكية إلى

1. التحصيل الإلكتروني للرسوم (ETC)

2. سلامة المركبات والطرق

3. مكالمات الطوارئ

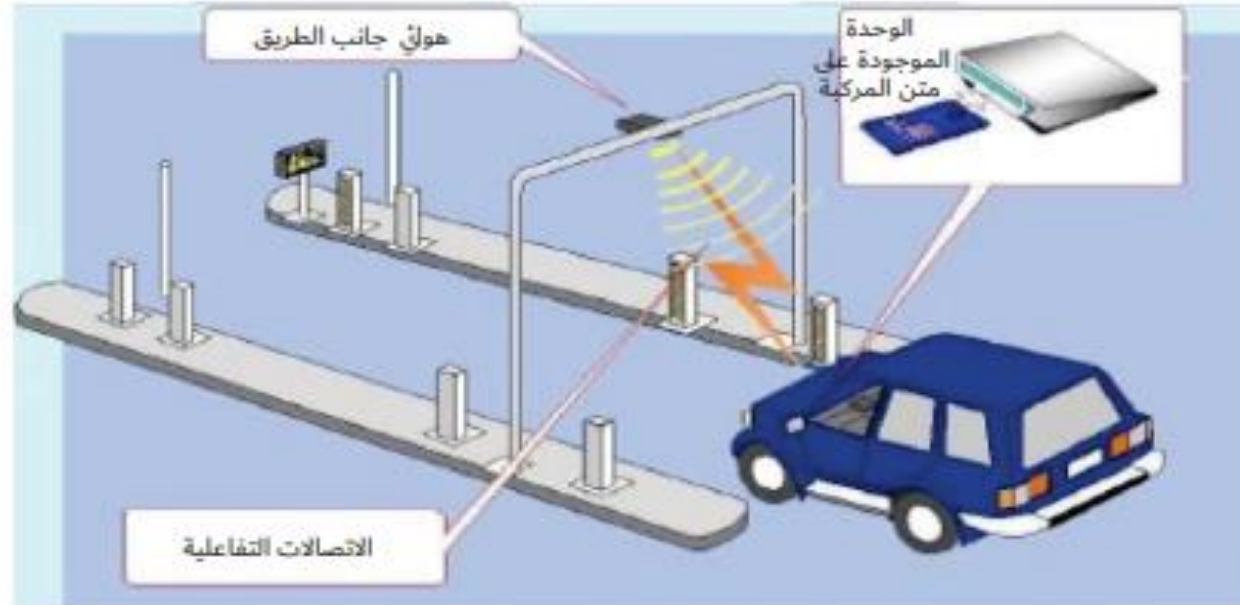
4. خدمة معلومات حركة المرور

5. القيادة الآلية

وهذه الخدمات الخمس هي أكثر خدمات أنظمة النقل الذكية من حيث الطابع التجاري أو التي يتم نشرها على نطاق واسع

# 1. التحصيل الإلكتروني للرسوم

التحصيل الإلكتروني للرسوم خدمة تسعير استخدام الطرق عندما تمر المركبة عبر بوابة تحصيل الرسوم. فعندما تدخل المركبة بوابة تحصيل الرسوم، فإن الوحدة الموجودة على متن المركبة (OBU) تبدأ الاتصالات الراديوية بالوحدة الموجودة على جانب الطريق (RSU) لتنفيذ معاملات الفوترة وربما الوظيفة الأمنية. وإذا حدث خطأ في الفوترة بسبب فشل الاتصالات الراديوية، يتم تحديد هوية المركبة وإنفاذ عملية الفوترة لاحقاً. ويوضح الشكل 2 مفهوم خدمة التحصيل الإلكتروني للرسوم (ETC).



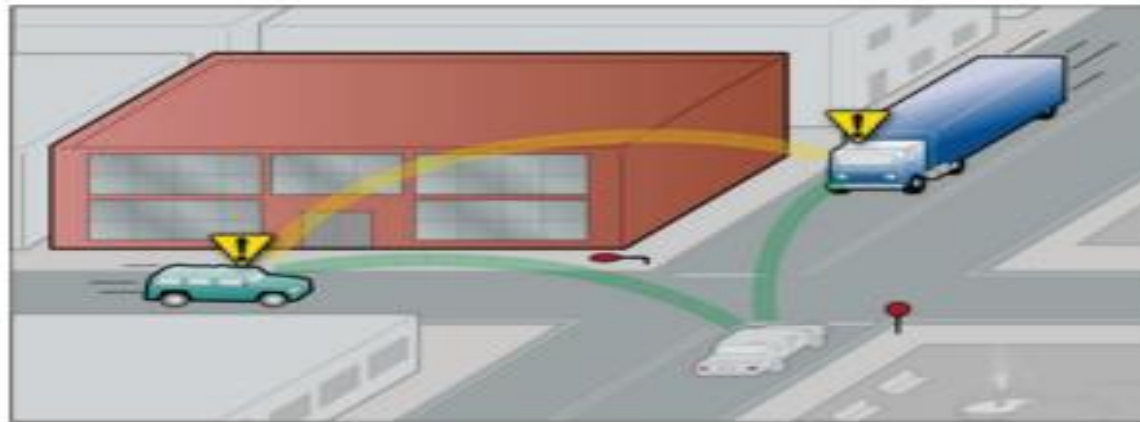
ويتطلب السداد الإلكتروني للرسوم اتصالات راديوية ذات كمون منخفض واعتمادية عالية لضمان موثوقية عالية لسلامة عملية الفوترة. وقد تستخدم خدمة التحصيل الإلكتروني للرسوم الاتصالات DSRC، أو تكنولوجيات الاتصالات القصيرة إلى المتوسطة المدى أو تكنولوجيا الاتصالات الخلوية القائمة على الشبكة. والاتصالات DSRC هو حالياً نظام الاتصالات الأكثر انتشاراً على نطاق واسع لدعم أنظمة التحصيل الإلكتروني للرسوم.



## 2. سلامة المركبات والطرق

14

توفر خدمة سلامة المركبات معلومات تحذير لمنع حوادث المرور. وعندما تدخل المركبة أحد التقاطعات، لا تعرف المركبة أن المركبات الأخرى تقترب من التقاطع بسبب حجب المباني في حالة الرؤية في غير خط البصر. وإذا ما كانت المركبات تقوم بإرسال موقعها وحالتها بشكل دوري، تدرك المركبات أن المركبات الأخرى تقترب وتتخذ الإجراءات لمنع الاصطدام. ويمكن تنفيذ ذلك باستخدام الاتصالات من مركبة إلى مركبة (V2V). وتحتاج هذه الخدمة إلى اتصالات V2V مباشرة مع خدمة المراسلة المنخفضة الكمون، ومعدل البيانات المتوسط وتغطية راديوية أوسع مقارنة بالاتصالات DSRC. فعلى سبيل المثال، يدعم المعيار IEEE 802.11p V2X والجيل الخامس من أنظمة النقل الذكية معدل بيانات يحد أقصى 27 Mbit/s مع 100 ms في طبقة التطبيق (5 ms في طبقة النفاذ الراديوي) وتغطية راديوية 1 km. ويمكن للاتصالات من المركبة إلى البنية التحتية (V2I) دعم السلامة على الطرق من خلال إرسال معلومات عن الهندسة الدقيقة للتقاطعات، ومرحلة إشارة المرور والتوقيت، وكذلك المواقف غير المتوقعة للمركبة. وتتبع معظم حالات الاستخدام ذات الصلة نماذج اتصالات مماثلة. فمثلاً، في سيناريو تقاطع تحيط به مباني عالية، يمكن أن تُحجب المركبات عن طريق المباني المتداخلة. وخدمة سلامة المركبات هي توفير معلومات تحذير لمنع حوادث المرور وفي حالة وجود هذه المباني المسببة للحجب، لن تتمكن المركبة من تحديد ما إذا كانت المركبات الأخرى تقترب من التقاطع من اتجاه آخر. وتعمل تطبيقات سلامة المركبات من خلال الاستفادة من إذاعة حركة المركبات ومواقعها؛ فإذا أرسلت المركبة موقعها وحالتها بشكل دوري، فإن المركبات الأخرى تدرك أن المركبة المحجوبة بالمباني تقترب ويمكن أن تتخذ إجراءات لمنع الاصطدام. ويصمم هذا النوع من تطبيقات السلامة عادة لاستخدام الاتصالات V2V.



تعد كفاءة حركة المرور أحد السيناريوهات الرئيسية لخدمة أنظمة النقل الذكية ومكوناً مهماً في النقل الذكي، باستخدام نظام للاتصالات من المركبة إلى كل شيء (V2X) قائم على تكنولوجيا التطور طويل الأجل (LTE)، مثلاً ومن الأهمية بمكان التخفيف من الازدحام المروري في المناطق الحضرية وتعزيز الحفاظ على الطاقة وخفض الانبعاثات. كما يؤدي التخفيف من الازدحام المروري إلى تعزيز سلامة النقل.

وتتضمن سيناريوهات كفاءة حركة المرور النموذجية توجيه السرعة. وفي سيناريو توجيه السرعة، تجمع الوحدة الموجودة على جانب الطريق (RSU) معلومات التوقيت عن إشارات المرور وأضواء الإشارة، وتبث معلومات مثل الحالة الحالية لأضواء الإشارة والوقت المتبقي لهذه الحالة إلى المركبات القريبة. وبناءً على المعلومات المسلمة، جنباً إلى جنب مع السرعة الحالية للمركبة وموقعها، تحسب المركبة سرعة القيادة الموصى بها وتبحث السائق من أجل زيادة إمكانية عبور التقاطع دون توقف. ويتطلب هذا السيناريو أن تكون الوحدة RSU قادرة على جمع معلومات إشارات المرور وبث رسائل الاتصالات V2X للمركبات. ويتطلب أن تكون المركبات القريبة قادرة على إرسال واستقبال رسائل الاتصالات V2X.

### 3. مكالمات الطوارئ

توفر مكالمات الطوارئ خدمة الصوت والبيانات لطلب سائق المركبة. ففي حالة وقوع حادث لمركبة، تحتاج المركبة إلى طلب عملية إنقاذ عن طريق مكالمات الطوارئ أو نقل البيانات في حالات الطوارئ. وتمثل مكالمات الطوارئ وخدمات التليماتية<sup>1</sup> استخدام اتصالات الصوت والبيانات ثنائية الاتجاه باستخدام الشبكات الخلوية. ويوضح الشكل 4 مفهوم خدمة مكالمات الطوارئ.

تحتاج هذه الخدمة إلى دعم اتصالات الصوت والبيانات ثنائية الاتجاه مع زيادة كمون البيانات والتغطية الواسعة. والتكنولوجيا الخلوية هي أنسب تكنولوجيات الاتصالات الراديوية لهذه الخدمة.





## 4. خدمة معلومات حركة المرور

يمكن للإذاعة الرقمية توفير معلومات عن حركة المرور لسائقي المركبات. وضع فريق خبراء بروتوكولات النقل (TPEG) في الأصل المعايير العالمية لخدمة معلومات المرور والسفر (TTI). وتُحول المعلومات TTI (على سبيل المثال، الازدحام المروري وإنشاء الطرق وحوادث المرور وما إلى ذلك) إلى معيار TPEG وتُذاع عبر قناة إذاعة رقمية. ويمكن لسائق المركبة استقبال المعلومات TTI كما هو موضح في الشكل 5.



- CTT: وقت الازدحام والسفر
- RTM: رسالة حركة المرور على الطريق
- SDI: معلومات القيادة الآمنة
- NWS: الأخبار
- OPI: معلومات أسعار النفط
- WEA: الطقس
- DGPS: النظام العالمي التفاضلي لتحديد الموقع
- POI: نقطة الاهتمام

وتدعم هذه الخدمة إذاعة البيانات في اتجاه واحد مع تغطية راديوية واسعة وكمون متوسط.

## 5. القيادة الآلية

17

على غرار التعرف الفيديوي الموجود على الكاميرات ورادارات الموجات الميلىمترية ورادارات أشعة الليزر، توفر الاتصالات V2X طريقة أخرى لتفاعل المعلومات للحصول على حالات الحركة (السرعة والفرامل وتغيير الممرات) للمركبات الأخرى والمشاة، ومع ذلك، لا تخضع الاتصالات V2X لقيود أجهزة الاستشعار الموجودة على متن المركبة، نتيجة لعوامل مثل الطقس والعوائق والمدى. بالإضافة إلى ذلك، توفر الاتصالات V2X قدرات إدراك "استشعار إضافية" للقيادة الآلية من خلال القدرة على توصيل نوايا القيادة والتفاوض حول المناورات التعاونية. وفي الوقت نفسه، تساعد الاتصالات V2X في بناء نظام خدمة شامل للتأجير القائم على اقتسام الوقت المناسب لتصنيع المركبات الآلية الموصولة (CAV) من خلال دمج الأشخاص والمركبات والبنية التحتية للطرق والمنصة السحابية. وتتضمن سيناريوهات القيادة الآلية النموذجية في الوقت الراهن قيادة المركبات في مجموعات والقيادة عن بُعد. وتشير قيادة المركبات في مجموعات إلى ربط المركبات من خلال الاتصالات V2X. وفي المجموعة، قد تكون المركبة القائدة مأهولة أو آلية القيادة، وتتبعها المركبات أعضاء المجموعة التي تحافظ على مسافة ثابتة بين المركبات بسرعة معينة بناءً على تفاعل المعلومات في الوقت الفعلي. ويدعم التطبيق الحفاظ على الممر والتتبع، وتثبيت السرعة التكييفي التعاوني، والفرملة التعاونية في حالات الطوارئ، والتذكير التعاوني بتغيير الممر، والدخول في المجموعة والخروج منها.

وتتيح القيادة عن بُعد للسائق تشغيل السيارة عن بُعد من خلال وحدة تحكم السائق. وتقوم الكاميرا والرادار وأجهزة الاستشعار الأخرى الموجودة على متن المركبة بإرسال معلومات الاستشعار متعددة القنوات في الوقت الفعلي إلى وحدة تحكم السائق عن بُعد. ومن المتصور أن يتم توفير الاتصالات للقيادة عن بُعد من خلال أنظمة الشبكات الخلوية من الجيل الخامس ذات عرض النطاق الكبير. وتوفر الإشارات الصادرة من وحدة التحكم عن بُعد الخاصة بالسائق رسائل تعليمات التحكم إلى عجلة القيادة، والخانق، والفرامل، والتي سترسل أيضاً في الوقت الفعلي إلى المركبة من خلال أنظمة الشبكات الخلوية من الجيل الخامس ذات الكمون المنخفض والاعتمادية العالية، مما ييسر عمليات تشغيل سهلة ودقيقة، مثل القيادة والتسارع والفرملة والدوران وعكس الاتجاه.



في ختام دراستنا لموضوع تقنيات نظم النقل الذكية كاستراتيجية لتطوير قطاع

النقل يمكننا القول بان هاته الاستراتيجية الجديدة والمستحدثة بغية تطوير قطاع النقل لها فائدة اقتصادية ستساعد من دون أدنى شك في إنقاذ الأرواح وتوفير الوقت والمال، كما أنها ستضاعف من جهة أخرى من فاعلية الصرف المالي على إنشاء مرافق الطرق والعبور وصيانتها، وستزيد من فائدة النقل العام وجذب الناس له، كما ستفتح المجال أمام فرص العمل والاستثمار .

هذا من جهة ومن جهة أخرى فان تقنية نظم النقل الذكية ستساهم من دون أدنى شك في التقليل من الحوادث الثانوية وكذا من الازدحام المروري، هذا إلى جانب مساهمتها في تحسين خدمات النقل العام، والحد من استهلاك الوقود وتلويث البيئة نتيجة للسيطرة على الازدحام . كما أن الهوامش العالية للسلامة التي توفرها تقنيات النظام الذكي بواسطة تقنية الإنذار وتفادي الاصطدام ستساهم من دون أدنى شك في



التقليل من عدد الحوادث المرورية وكذا من خطورتها.

كما أن تجميع المعلومات الكثيرة واستخدامها المطور سيساعد جميع شرائح مستخدمي الطريق في اتخاذ القرارات التي تناسب ظروفهم ورحلاتهم . ومع أن برنامج النظام الذكي سيكشف العديد من أوجه تحسين النقل، فإن الاهتمام الأكبر هو سلامة السائقين والركاب، لذلك فإن التقنيات الخاصة بالنظام الذكي ستقدم أمانا أكبر لمستخدمي الطريق في المستقبل القريب .

ولكن وعلى الرغم من أهمية تقنية نظم النقل الذكي في مختلف الميادين الاقتصادية والاجتماعية والبيئية إلا أنها قد لا تكون ذات جدوى في الدول النامية لعدة أسباب منها محدودية إلمام المجتمع بصناعة المعلومات واستخدامها، ومحدودية الوسائط البديلة المتوفرة للنقل داخل المدن، وكذا عدم إدراك قيمة الوقت من قبل كثير من العامة .

(1) أنظمة النقل الذكية - دليل الاتصالات المتنقلة البرية (بما فيها النفاذ اللاسلكي) (المجلد 4) طبعة 2021

(2) <http://local.iteris.com/arc-it/>

(3) <http://local.iteris.com/arc-it/html/architecture/architecture.htm>