منشورات ITU

الاتحاد الدولي للاتصالات
قطاع الاتصالات الراديوية

أنظمة النقل الذكية

دليل الاتصالات المتنقلة البرية (بما فيها النفاذ اللاسلكي)

المجلد 4

(طبعة 2021)

أنظمة
النقل
الذكية

دليل
الاتصالات المتنقلة البرية
(بما فيها النفاذ اللاسلكي)

المجلد 4

(طبعة 2021)

مكتب الاتصالات الراديوية

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

يضطلع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يتمثل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد لمدى الترددات، تكون أساساً لإعداد التوصيات واعتمادها.

ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية وظائفه التنظيمية والسياسية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجمعيات الاتصالات الراديوية بمساعدة لجان الدراسات.

يرجى الاتصال بالعنوان التالي للحصول على المعلومات المتعلقة بمسائل الاتصالات الراديوية

الاتحاد الدولي للاتصالات
مكتب الاتصالات الراديوية
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
سويسرا

الهاتف: +41 22 730 5800
الفاكس: +41 22 730 5785
البريد الإلكتروني: brmail@itu.int
الموقع الإلكتروني: www.itu.int/itu-r

يرجى الاتصال بالعنوان التالي لطلب منشورات الاتحاد الدولي للاتصالات

ويرجى ملاحظة أن الطلبات لا تقبل عن طريق الهاتف، ولذلك ينبغي إرسالها بالفاكس أو بالبريد الإلكتروني.

ITU
Sales and Marketing Service
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

الفاكس: +41 22 730 5194
البريد الإلكتروني: sales@itu.int

زوروا المكتبة الإلكترونية لمنشورات الاتحاد على الموقع التالي: www.itu.int/publications

© ITU 2021

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي وسيلة كانت إلا بإذن خطي مسبق من الاتحاد الدولي للاتصالات.

تصدير

تُعرَّف أنظمة النقل الذكية (ITS) بأنها أنظمة تستعمل توليفة من تكنولوجيات الحواسيب، والاتصالات، والموضعة، والأتمتة، من أجل تحسين سلامة النقل البري وإدارته وفعاليته.

وتحل طبعة 2021 من المجلد الرابع من دليل قطاع الاتصالات الراديوية (ITU-R) الخاص بالاتصالات المتنقلة البرية (بما فيها النفاذ اللاسلكي) محل طبعة 2006.

وقد انطلق استحداث هذا الدليل المتعدد المجلّدات في إطار القطاع ITU-R في أواخر تسعينيات القرن المنصرم، من أجل تلبية الحاجة المتزايدة في البلدان النامية إلى دليل عن أحدث التكنولوجيات يشمل مختلف جوانب خدمة الهاتف المتنقل البري، بما فيها التكنولوجيات والأنظمة.

والمجلدات الخمسة التي نُشِرت حتى تاريخه هي:

- المجلد 1: النفاذ اللاسلكي الثابت؛
- المجلد 2: مبادئ ومناهج التطور نحو IMT-2000؛
- المجلد 3: أنظمة التوزيع والمراسلة المتقدمة؛
- المجلد 4: أنظمة النقل الذكية
- المجلد 5: نشر أنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق

الغرض من الدليل هو مساعدة المعنيين في عملية اتخاذ القرارات المتعلقة بتخطيط الأنظمة الأرضية المتنقلة اللاسلكية، وهندستها، وإقامتها، وذلك على الخصوص في البلدان النامية. ويهدف أيضاً إلى تقديم معلومات وافية تساعد على تدريب المهندسين والمخططين فيما يتعلق بضبط هذه الأنظمة، وهندستها، وإقامتها.

وهذا المجلد من الدليل يعرض بإيجاز استعمال الاتصالات اللاسلكية في سياق نظام نقل ذكي (ITS) قائم أو قيد الاستحداث في العالم، عرضاً يشمل المعمارية والأنظمة والتطبيقات. وهذا قطاع ينمو بسرعة، عن كونه في البداية جزئياً. ويمثل هذا المجلد زمن إنتاجه، ولذا فهو يصف الاتصالات اللاسلكية المستعملة في سياق نظام نقل ذكي (ITS) يعود إلى عام 2020.

جرى إعداد المجلد 4 (طبعة 2021) على يد فريق خبراء متفرع عن فرقة العمل 5A للاتصالات الراديوية. وأود أن أعرب عن تقديري للدكتور تاكاهيكو يامازاكي (اليابان) المقرر المعني بدليل الاتصالات المتنقلة البرية، والدكتور هيتوشي يوشينو (اليابان) رئيس فريق العمل WG5A-5، والدكتور ساتوشي (سام) أوياما (اليابان)، رئيس فريق العمل الفرعي المعني بأنظمة النقل الذكية، والدكتور هيون سيو أوه (جمهورية كوريا) الذي تلطّف بتنقيح هذا المجلد؛ وتقديري كذلك لجميع الخبراء الذين أسهموا في إعداد هذا الدليل.

جوزيه م. كوستا
رئيس فريق العمل 8A للاتصالات الراديوية
كندا

جدول المحتويات

الصفحة

تصدير iii

الفصل 1 - مقدمة 1

1.1 غرض دليل الاتصالات المتنقلة البرية ومجال تطبيقه 1

2.1 بنية المجلد 4 وطريقة استعماله 1

الفصل 2 - تطبيق أنظمة النقل الذكية (ITS) 3

1.2 مقدمة 3

2.2 أنواع خدمات أنظمة النقل الذكية 6

1.2.2 التحصيل الإلكتروني للرسوم 7

2.2.2 سلامة المركبات والطرق 8

3.2.2 مكالمات الطوارئ 9

4.2.2 خدمة معلومات حركة المرور 9

5.2.2 القيادة الآلية 10

3.2 خدمة أنظمة النقل الذكية التعاونية 11

1.3.2 الخدمات القائمة على التوصيلية من المشاة إلى أي شيء (P2X) 11

2.3.2 الخدمات القائمة على التوصيلية من المركبة إلى أي شيء 12

الفصل 3 - أنظمة النقل الذكية ومعمارية الاتصالات 15

1.3 معمارية أنظمة النقل الذكية 15

1.1.3 الرؤية المؤسسية 16

2.1.3 الرؤية الوظيفية 16

3.1.3 الرؤية المادية 17

4.1.3 رؤية الاتصالات 18

2.3 معمارية اتصالات أنظمة النقل الذكية 20

1.2.3 نظام اتصالات أنظمة النقل الذكية 20

2.2.3 شبكة اتصالات أنظمة النقل الذكية 22

الفصل 4 - التكنولوجيات الراديوية لأنظمة النقل الذكية 25

1.4 الاتصالات قصيرة المدى المكرسة (DSRC) 25

1.1.4 المقدمة 25

2.1.4 تشكيلة النظام 25

3.1.4 الخصائص التقنية 27

1.3.1.4 الاتصالات DSRC المنفعلة الأوروبية 27

2.3.1.4 الاتصالات قصيرة المدى المكرسة في أمريكا 31

3.3.1.4 الاتصالات DSRC النشطة اليابانية 31

الصفحة

4.3.1.4 الاتصالات DSRC في الصين 34
5.1.3.4 الاتصالات DSRC النشطة في كوريا 35
4.1.4 خصائص الانتشار الراديوي للاتصالات قصيرة المدى المكرسة (DSRC) 36
2.4 الاتصالات الراديوية المتقدمة لأنظمة النقل الذكية 38
1.2.4 مقدمة 38
2.2.4 تشكيلة النظام 39
3.2.4 الخصائص التقنية 41
1.3.2.4 الجيل الخامس من أنظمة النقل الذكية الأوروبية 41
2.3.2.4 النظام WAVE لأمريكا الشمالية 44
3.3.2.4 النظام ITS Connect في اليابان 48
4.3.2.4 تكنولوجيا الاتصالات V2V في كوريا 50
5.3.2.4 أنظمة النقل الذكية في البرازيل 51
4.2.4 خصائص الانتشار الراديوي 52
3.4 الاتصالات V2X الخلوية 52
1.3.4 مقدمة 52
2.3.4 تشكيلة النظام 53
3.3.4 الخصائص التقنية 55
1.3.3.4 الاتصالات V2Xالقائمة على التكنولوجيا LTE 58
2.3.3.4 الاتصالات V2X من الجيل الخامس 58
4.3.4 خصائص الانتشار الراديوي 58
4.4 البث لمنطقة واسعة 58
1.4.4 المقدمة 58
2.4.4 تشكيلة النظام 59
3.4.4 الخصائص التقنية 59
4.4.4 خصائص الانتشار الراديوي 59
5.4 اتصالات الموجات الميلليمترية 60
1.5.4 مقدمة 60
2.5.4 تشكيلة النظام 60
3.5.4 الخصائص التقنية 60
4.5.4 خصائص الانتشار الراديوي 61
6.4 رادارات المركبات والطرق بالموجات الميلليمترية 62
1.6.4 مقدمة 62
2.6.4 تشكيلة النظام 63
3.6.4 الخصائص التقنية 63

الصفحة

4.6.4 خصائص الانتشار الراديوي 67
الفصل 5 - المعايير 69
1.5 معايير الاتصالات DSRC 69
1.1.5 المعايير العالمية بشأن الاتصالات DSRC 69
2.1.5 معيار الاتصالات DSRC في الإقليم 1 69
3.1.5 معيار الاتصالات DSRC في الإقليم 2 70
4.1.5 معيار الاتصالات DSRC في الإقليم 3 70
2.5 معيار الاتصالات الراديوية لأنظمة النقل الذكية المتقدمة 71
1.2.5 معيار الجيل الخامس من أنظمة النقل الذكية في الإقليم 1 71
2.2.5 معايير النظام WAVE في الإقليم 2 72
3.2.5 معيار الاتصالات الراديوية لأنظمة النقل الذكية المتقدمة في الإقليم 3 73
3.5 معايير الاتصالات V2X الخلوية 74
4.5 معايير الإذاعة 76
5.5 الاتصالات والرادارات العاملة بالموجات الميلليمترية 76
1.5.5 معايير رادارات المركبات العاملة بالموجات الميلليمترية في الاتحاد الدولي للاتصالات 76
2.5.5 معايير رادارات المركبات العاملة بالموجات الميلليمترية في الإقليم 1 76
3.5.5 معايير رادارات المركبات العاملة بالموجات الميلليمترية في الإقليم 2 77
4.5.5 معايير رادارات المركبات العاملة بالموجات الميلليمترية في الإقليم 3 77
الفصل 6 - استعمالات الترددات في تطبيقات أنظمة النقل الذكية 79
1.6 استعمال الترددات في الاتصالات المكرسة قصيرة المدى 79
2.6 استعمال الترددات في الاتصالات الراديوية لأنظمة النقل الذكية المتقدمة 80
3.6 استعمال الترددات في الشبكات الخلوية 80
4.6 استعمال الترددات في الإذاعة 81
5.6 استعمال الترددات في رادارات المركبات ورادارات الطرق العاملة بالموجات الميلليمترية 81
الملحق A - قائمة مختصرات 83
الملحق B - استخدام أنظمة النقل الذكية في بعض البلدان 89
الملحق C - المنشورات بشأن أنظمة النقل الذكية 97
1 نظرة عامة 97
2 منشورات الاتحاد الدولي للاتصالات 97
1.2 توصيات المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية 97
2.2 توصيات قطاع الاتصالات الراديوية 97
3.2 تقارير قطاع الاتصالات الراديوية 97
3 مراجع أنظمة النقل الذكية الأخرى 98

الفصل 1

مقدمة

1.1 غرض دليل الاتصالات المتنقلة البرية ومجال تطبيقه

غرض المجلد 4 من دليل الاتصالات المتنقلة البرية ومجال تطبيقه هو تقديم معلومات عامة ومحدثة عن أنظمة النقل الذكية (ITS). وتستعمل الأنظمة ITS بشكل أساسي توليفة من الحواسيب، والاتصالات، والموضعة، والأتمتة، من أجل تحسين سلامة أنظمة النقل البري، وإدارتها، وفعاليتها. وفي هذا الدليل يُبحث كثير من التطبيقات الحالية للأنظمة ITS، وتُبحث أيضاً تطبيقات جديدة مخططة من أجل المستقبَل. ولما كان معظم الناس يعتمدون على شكل ما من أشكال النقل في حياتهم اليومية، فإن عدداً هائلاً من المستعملين مستعدون للاستفادة من أنظمة النقل الذكية (ITS) على أساس يومي.

وهذا المجلد من الدليل يعرض بإيجاز استعمال الاتصالات اللاسلكية في سياق نظام نقل ذكي (ITS) قائم أو قيد الاستحداث في العالم. وهذا قطاع ينمو بسرعة. وتمثل هذه الطبعة من المجلد 4 زمن إنتاجها، ولذا فهي تصف الاتصالات اللاسلكية المستعملة في سياق نظام نقل ذكي (ITS) يعود إلى بداية عام 2020.

2.1 بنية المجلد 4 وطريقة استعماله

بُنيَ المجلد 4 موزَّعاً بين عدد من الفصول التي تزوِّد القارئ بالمعلومات الأساسية، وعدد من الملحقات التي تعرض عليه بالتفصيل المعلومات التقنية والتشغيلية والتنظيمية.

وترد مقدمة المجلد في الفصل 1. ويقدم الفصل 2 معلومات عن تطبيق أنظمة النقل الذكية. ويغطي الفصل 3 نظام النقل الذكي ومعمارية الاتصالات. ويغطي الفصل 4 التكنولوجيات الراديوية لأنظمة النقل الذكية، ويناقش الفصل 5 التقييس على الصعيدين الدولي والوطني. ويصف الفصل 6 استخدام الترددات الراديوية في أنظمة النقل الذكية. ويحتوي الملحق A على قائمة بالأسماء المختصرة. ويحتوي الملحق B على استخدام أنظمة النقل الذكية في بعض البلدان، ويتضمن الملحق C منشورات عن أنظمة النقل الذكية.

الفصل 2

تطبيق أنظمة النقل الذكية (ITS)

1.2 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 البيني وإمكانية النفاذ إلى الخدمات.

الشكل 1

مفهوم خدمة أنظمة النقل الذكية

Land Mobile Handbook Vol.4 -01

يسرد الجدول 1 مجالات خدمة أنظمة النقل الذكية الواسعة لتوضيح التأثير المجتمعي المحتمل الواسع النطاق لأنظمة النقل الذكية. ويوفر نظام النقل الذكي أمثلة محددة لخدمات المستعملين كما هو موضح في الجدول 2، لفئات السلامة من المركبة إلى البنية التحتية والسلامة من مركبة إلى مركبة وبيانات الوكالة والبيئة وطقس الطريق والتنقلية والتطبيق الذكي على جانب الطريق.

وهناك ثلاث مجموعات رئيسية لمستعملي أنظمة النقل الذكية:

- مشغلو الطرق الذين يديرون الطرق بكفاءة ويراقبون حالة الطرق ويقدمون المعلومات لمستخدمي الطرق؛
- سائقو المركبات الذين يتجهون إلى وجهتهم دون حوادث؛
- المسافرون أو المشاة الذين يحتاجون إلى معلومات المرور أو المساعدة في حالات الطوارئ.

يمكن تفسير خدمات أنظمة النقل الذكية من منظور مجموعات مستعمليها. ويندرج مستعملو خدمات أنظمة النقل الذكية، إلى حد كبير، في ثلاث مجموعات. أول مجموعة من المستعملين هم مشغلو الطرق، الكيان الذي يدير الطرق لتحقيق الأهداف المحلية، عموماً للحفاظ على انسياب حركة المرور والاستجابة للحوادث المتعلقة بالسلامة. ويقوم مشغلو الطرق بمراقبة حالة الطرق وتقديم المعلومات لمستخدمي الطرق. ولمشغلي الطرق دور مهم في معظم خدمات أنظمة النقل الذكية؛ فقط تطبيقات السلامة من مركبة إلى مركبة تُترك لممثلين عن سلطات الطرق أو العبور. وتتكون المجموعة الثانية من المستعملين من سائقي المركبات الذين يتجهون إلى وجهتهم دون حوادث. وهذه المجموعة هي المستعمل النهائي للعديد من خدمات أنظمة النقل الذكية، ومورد غير مباشر لكثير من بيانات أداء الطرق (إما من خلال الاستشعار عن بعد أو تجمعها المركبة بنشاط وتقدمها إلى طرف ثالث). والمجموعة الثالثة من المستعملين هم المسافرون أو المشاة الذين يستخدمون خدمات أنظمة النقل الذكية للحصول على معلومات المرور أو تخطيط الرحلات أو استخدام خدمات العبور أو طلب المساعدة في حالات الطوارئ.

للمناطق المختلفة بطبيعة الحال أهداف مختلفة عند نشر أنظمة النقل الذكية، ولكن يمكن تصنيفها بشكل عام إلى خمس مجالات رئيسية: السلامة والتنقلية والبيئة والتنظيم والراحة. وفي إطار هذه المجالات الواسعة، توفر أهداف أكثر تركيزاً، غير واضحة في بعض الأحيان من خلال التكنولوجيا أو الاختيار المعماري، تصنيفات أكثر اختصاراً للخدمات القابلة للنشر. وفي كثير من الأحيان، تلبي هذه الخدمات أهداف متعددة. على سبيل المثال، في الولايات المتحدة الأمريكية، تتولى خدمة نظم إدارة الحدود الأهداف المتعلقة بالتنقلية والتنظيم والسلامة. وبالتالي، تعزز العديد من الخدمات خصائص متعددة، اعتمادا على الهدف (الأهداف) التي تساعد في تحقيقها وخصائص التكنولوجيا أو المعمارية الطبقة في الخدمة. ويمكن تلخيص الخدمات على أنها تفي بالأهداف في مجالات الخدمة المبينة في الجدول 1.

الجدول 1

مجالات خدمات أنظمة النقل الذكية

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

ويتم، في إطار هذه المجالات، تعريف أكثر من مائة خدمة. وللحصول على قائمة كاملة من الخدمات المعرفة من الولايات المتحدة، طالع الموقع https://local.iteris.com/arc-it/html/servicepackages/servicepackages-areaspsort.html.

ويرد في الفقرة 2.2 شرح بعض أنواع الخدمات ذات الطابع التجاري الأكبر بمزيد من التفصيل؛ وهذه الخدمات هي التحصيل الإلكتروني للرسوم، وسلامة المركبات وسلامة الطرق، ومكالمات طوارئ، وخدمة معلومات المرور والقيادة الآلية. ويرد وصف وظائف الخدمة والخصائص التقنية لتكنولوجيات الاتصالات الراديوية.

الجدول 2

أمثلة على خدمات أنظمة النقل الذكية للمستعملين

الفئة	أمثلة لخدمات المستعملين
السلامة من المركبة إلى البنية التحتية (V2I Safety)	- تحذير انتهاك الضوء الأحمر - تنبيه بالسرعة في المنحنيات - المساعدة في غياب إشارات الوقوف - تحذير بخصوص نقاط معينة نتيجة للأحوال الجوية - تنبيهات بخفض السرعة/مناطق عمل - تحذيرات بوجود أماكن عبور للمشاة مزودة بإشارات (للحافلات)
السلامة من مركبة إلى مركبة (V2V Safety)	- تحذيرات بالإضاءة الإلكترونية للفرامل في حالات الطوارئ (EEBL) - تحذيرات بالاصطدام من الأمام (FCW) - المساعدة في عبور التقاطعات (IMA) - المساعدة في الدوران لليسار (LTA) - التحذير بخصوص المنطقة العمياء (غير المرئية) عند تغيير الحارة (BSW/LCW) - تحذير بعدم العبور (DNPW) - تحذير بدوران مركبة لليمين أمام حافلة (العبور)
بيانات الوكالة	- تحذيرات بعمليات صيانة للرصيف بواسطة المسابير - مراقبة حركة المرور بمساعدة المسابير - دراسة حركة المرور على أساس تصنيف المركبات - تحليل عمليات الدوران والتقاطعات بمساعدة المركبات الموصولة - دراسة نقاط الانطلاق والوجهات بمساعدة المركبات الموصولة - معلومات للمسافرين بشأن مناطق العمل
البيئة	- الاقتراب من التقاطعات المزودة بإشارات للمرور ومغادرتها بطريقة مراعية للبيئة - توقيتات إشارات المرور المراعية للبيئة - أولويات إشارات المرور المراعية للبيئة - القيادة الموصولة المراعية للبيئة - الشحن اللاسلكي بالحث/الرنين - إدارة الحارات بطريقة مراعية للبيئة - تنسيق السرعات بطريقة مراعية للبيئة - نظام تثبيت السرعة التكيفي التعاوني المراعي للبيئة - معلومات المسافرين المراعية للبيئة - إدارة المنحدرات بطريقة مراعية للبيئة - إدارة المناطق ذات الانبعاثات المنخفضة - شحن مركبات الوقود البديل/معلومات التزود بالوقود - الصف الذكي للمركبات المراعي للبيئة - التسيير الدينامي للمركبات المراعي للبيئة (المركبات الخفيفة، الحافلات، الشاحنات) - نظام دعم قرار الإدارة المتكاملة للممرات بطريقة مراعية للبيئة
الطقس على الطريق	- استشارات وتنبيهات للسائقين (MAW) - نظام دعم قرار الصيانة المعزز - مترجم بيانات المركبة (VDT) - معلومات حركة المرور استجابة للأحوال الجوية (WxTINFO)

الجدول 2 (*تتمة*)

الفئة	أمثلة لخدمات المستعملين
التنقلية	- نظام معلومات المسافرين المتقدم - نظام إشارات المرور الذكية (I-SIG) - أولوية الإشارة (حافلات، شاحنات) - نظام إشارات للمشاة قابل للنفاذ عبر الهاتف المحمول (PED-SIG) - استباق مركبات الطوارئ (PREEMPT) - التنسيق الدينامي للسرعة (SPD-HARM) - تنبيهات جانب الطريق (Q-WARN) - نظام تثبيت السرعة التكيفي التعاوني (CACC) - توجيهات تنظيم مكان الحادث قبل وصول جهات الاستجابة حالات الطوارئ (RESP-STG) - تنبيهات مناطق العمل في مكان الحادث للسائقين والعمال (INC-ZONE) - الاتصالات والإخلاء في حالات الطوارئ (EVAC) - حماية التوصيل (T-CONNECT) - عمليات العبور الدينامية (T-DISP) - التشارك الدينامي في المركبات (D-RIDE) - التخطيط والداء الديناميين لسفريات الشاحنات - استمثال عمليات تفريغ الشاحنات
جانب الطريق الذكي	- الفحص اللاسلكي - الصف الذكي للشاحنات

2.2 أنواع خدمات أنظمة النقل الذكية

يتم وصف وظائف الخدمة والخصائص التقنية في تكنولوجيات الاتصالات الراديوية. ويمكن تصنيف خدمات أنظمة النقل الذكية إلى التحصيل الإلكتروني للرسوم (ETC) وسلامة المركبات والطرق، ومكالمات الطوارئ، وخدمة معلومات حركة المرور والقيادة الآلية. وهذه الخدمات الخمس هي أكثر خدمات أنظمة النقل الذكية من حيث الطابع التجاري أو التي يتم نشرها على نطاق واسع.

يتم توفير هذه الأنواع من خدمات أنظمة النقل الذكية باستخدام تكنولوجيات الاتصالات الراديوية المتاحة بصورة مباشرة مثل الاتصالات قصيرة المدى المكرسة (DSRC) من أجل التحصيل الإلكتروني للرسوم، والاتصالات من المركبة إلى كل شيء (V2X) على النطاق 700 MHz أو 5,9 GHz من أجل سلامة المركبات والطرق؛ والاتصالات الخلوية القائمة على الشبكة لإجراء مكالمات الطوارئ، على سبيل المثال؛ والبث الرقمي لخدمة معلومات حركة المرور؛ وربما الاتصالات المستندة إلى شبكة اتصالات من المركبة إلى كل شيء من أجل القيادة الآلية. وتكنولوجيات الاتصالات الراديوية الخمس هذه مناسبة لأنواع الخدمات ذات الصلة ولديها الخصائص التقنية الموضحة في الجدول 3.

فمثلاً، يمكن للاتصالات DSRC من أجل التحصيل الإلكتروني للرسوم أن توفر بيانات رزم ثنائية الاتجاه عبر مسافات قصيرة (100 m تقريباً). ويمكن للاتصالات من المركبة إلى كل شيء على النطاق 5,9 GHz أن توفر بيانات رزم ثنائية الاتجاه وبث البيانات على مسافات تقل عن 1 km. ويمكن للاتصالات الخلوية القائمة على الشبكة لإجراء مكالمات الطوارئ أن توفر اتصالات الصوت والبيانات ثنائية الاتجاه عبر مدى راديوي واسع (10 km تقريباً). ويمكن للبث الرقمي لخدمة معلومات حركة المرور أن يوفر البيانات أحادية الاتجاه عبر مدى راديوي واسع (أقل من 10 km). وبالنسبة لسلامة المركبات والطرق أو القيادة الآلية، يكون الكمون المنخفض لنقل معلومات الحركة والموقع ذات الصلة الخاصة بالمركبات، إلى جانب رسائل التحكم، أحد أهم متطلبات الاتصالات.

الجدول 3

الخصائص التقنية لتكنولوجيات الاتصالات

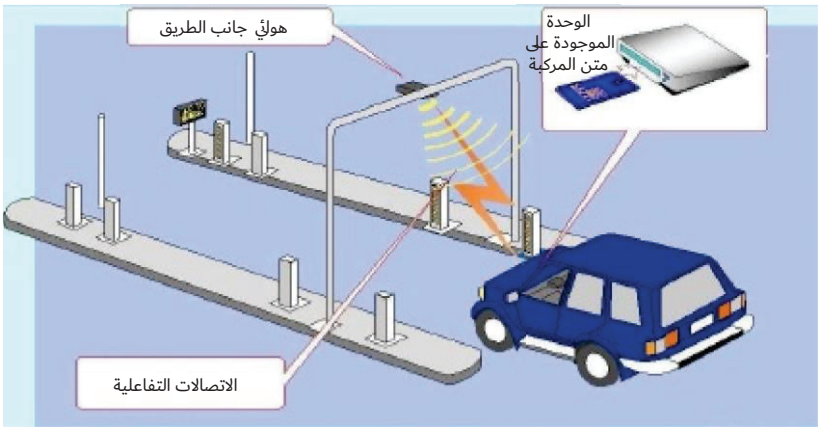
نوع الخدمة	تكنولوجيات الاتصالات الراديوية	المعلومات	التغطية الراديوية	الكمون بالنسبة للرسائل
التحصيل الإلكتروني للرسوم	الاتصالات قصيرة المدى المكرسة	بيانات ثنائية الاتجاه	صغيرة (~100 m)	منخفض (<100 ms)
سلامة المركبات والطرق	الاتصالات من المركبة إلى كل شيء (V2X) على النطاق 700 MHz أو 5,9 GHz	بيانات ثنائية الاتجاه، بث بيانات	متوسطة (~1 000 m)	منخفض (<100 ms)
مكالمات الطوارئ	الاتصالات الخلوية	اتصالات صوت وبيانات ثنائية الاتجاه	واسعة (~10 m)	كبير (~1 s)
خدمة معلومات حركة المرور	مجموعة بروتوكولات النقل (TPEG)	بث بيانات	واسعة (~100 m)	متوسط (~1 s)
القيادة الآلية	الاتصالات من المركبة إلى كل شيء	بيانات ثنائية الاتجاه، بث بيانات	متوسطة (~1 000 m)	منخفض (<5 ms)

1.2.2 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).

الشكل 2

مفهوم خدمة التحصيل الإلكتروني للرسوم



Land Mobile Handbook Vol.4 -02

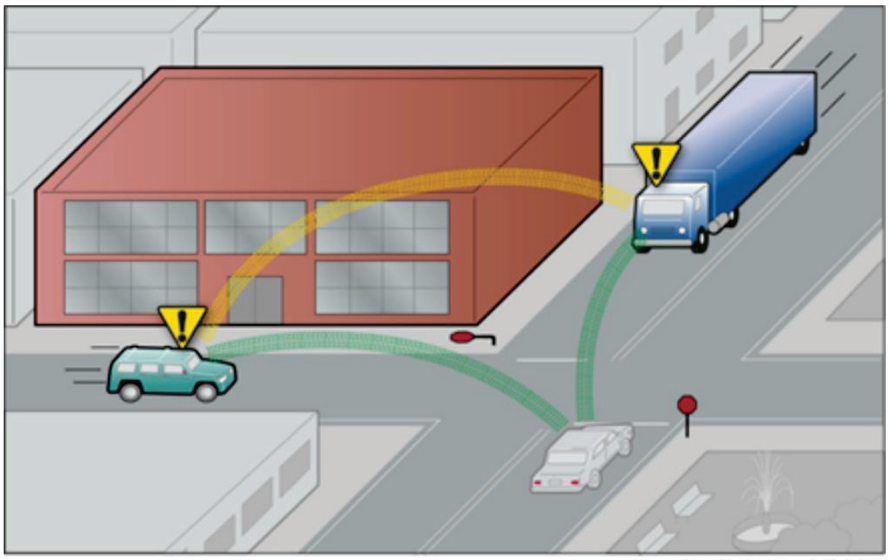
ويتطلب السداد الإلكتروني للرسوم اتصالات راديوية ذات كمون منخفض واعتمادية عالية لضمان موثوقية عالية لسلامة عملية الفوترة. وقد تستخدم خدمة التحصيل الإلكتروني للرسوم الاتصالات DSRC، أو تكنولوجيات الاتصالات القصيرة إلى المتوسطة المدى أو تكنولوجيا الاتصالات الخلوية القائمة على الشبكة. والاتصالات DSRC هو حالياً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

2.2.2 سلامة المركبات والطرق

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 بحد 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. ويُصمم هذا النوع من تطبيقات السلامة عادة لاستخدام الاتصالات V2V.

الشكل 3

تحذيرات السلامة عند التقاطعات



Land Mobile Handbook Vol.4-03

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 وتحث 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.

3.2.2 مكالمات الطوارئ

توفر مكالمة الطوارئ خدمة الصوت والبيانات لطلب سائق المركبة. ففي حالة وقوع حادث لمركبة، تحتاج المركبة إلى طلب عملية إنقاذ عن طريق مكالمة الطوارئ أو نقل البيانات في حالات الطوارئ. وتمثل مكالمات الطوارئ وخدمات التليماتية[1] 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.

الشكل 4

خدمة مكالمات الطوارئ

Land Mobile Handbook Vol.4 -04

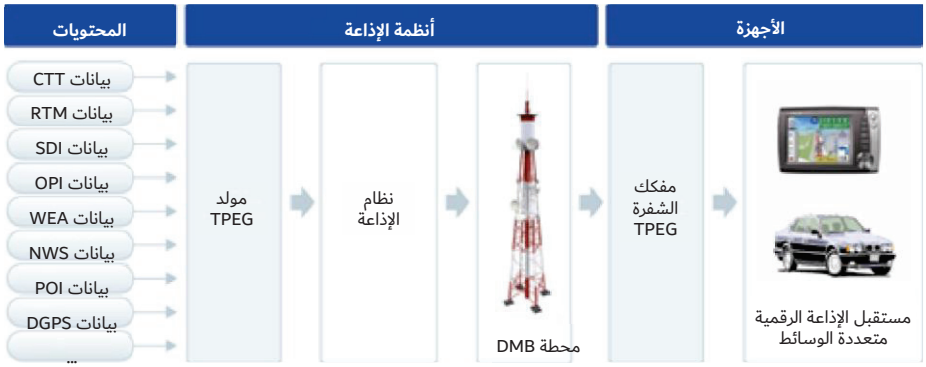
4.2.2 خدمة معلومات حركة المرور

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.

[1] التليماتية مصطلح عام جداً يشير إلى الدمج بين تكنولوجيات الاتصالات والمعلوماتية، عادة في سياق المركبات.

الشكل 5

خدمة معلومات المرور



- OPI: معلومات أسعار النفط
- WEA: الطقس
- DGPS: النظام العالمي التفاضلي لتحديد الموقع
- POI: نقطة الاهتمام

- CTT: وقت الازدحام والسفر
- RTM: رسالة حركة المرور على الطريق
- SDI: معلومات القيادة الآمنة
- NWS: الأخبار

-05 Land Mobile Handbook Vol.4

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

5.2.2 القيادة الآلية

على غرار التعرف الفيديوي الموجود على الكاميرات ورادارات الموجات الميلليمترية 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 التكيفي التعاوني، والفرملة التعاونية في حالات الطوارئ، والتذكير التعاوني بتغيير الممر، والدخول في المجموعة والخروج منها.

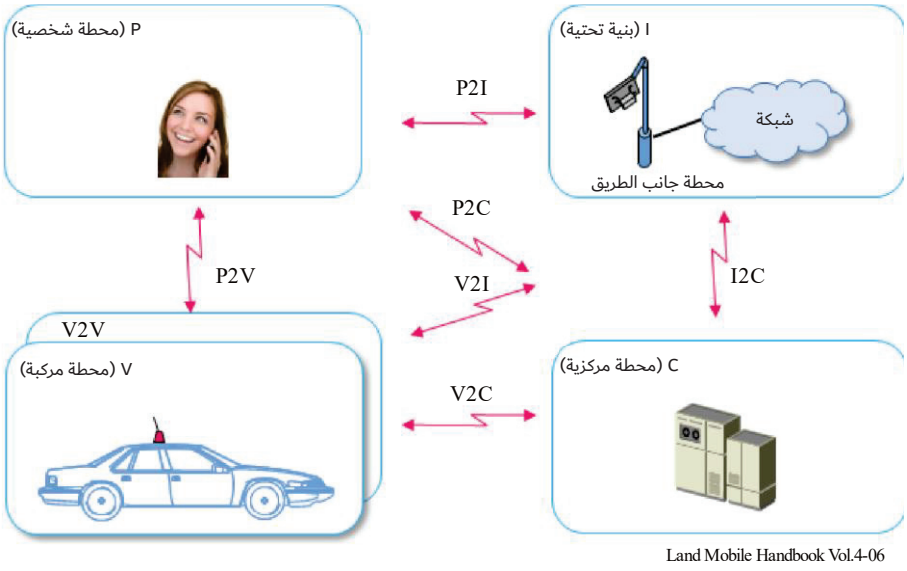
وتتيح القيادة عن بُعد للسائق تشغيل السيارة عن بُعد من خلال وحدة تحكم السائق. وتقوم الكاميرا والرادار وأجهزة الاستشعار الأخرى الموجودة على متن المركبة بإرسال معلومات الاستشعار متعددة القنوات في الوقت الفعلي إلى وحدة تحكم السائق عن بُعد. ومن المتصور أن يتم توفير الاتصالات للقيادة عن بعد من خلال أنظمة الشبكات الخلوية من الجيل الخامس ذات عرض النطاق الكبير. وتوفر الإشارات الصادرة من وحدة التحكم عن بعد الخاصة بالسائق رسائل تعليمات التحكم إلى عجلة القيادة، والخانق، والفرامل، والتي ستُرسل 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.

3.2 خدمة أنظمة النقل الذكية التعاونية

تمكن تكنولوجيات الاتصالات الراديوية من توفير تطبيقات أنظمة النقل الذكية وتحديد أنواع الخدمات وجودة الخدمات لتطبيقات أنظمة النقل الذكية. ووفقاً لمعيار المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO)، يتكون نظام النقل الذكي التعاوني (C-ITS) من محطات شخصية ومحطات مركبات ومحطات على جانب الطريق ومحطة مركزية، كما هو موضح في الشكل 6. وبافتراض التوصيلية من نظير إلى نظير، يمكن تحديد تطبيقات أنظمة النقل الذكية من خلال التوصيلية من المشاة إلى أي شيء (P2X) والتوصيلية من المركبة إلى أي شيء (V2X).

الشكل 6

تشكيلة نظام النقل الذكي التعاوني (C-ITS)



Land Mobile Handbook Vol.4-06

1.3.2 الخدمات القائمة على التوصيلية من المشاة إلى أي شيء (P2X)

قد تتضمن تكنولوجيا الاتصالات من المشاة إلى أي شيء أنواع التوصيلية من المشاة إلى المركبة (P2V) والتوصيلية من المشاة إلى البنية التحتية (P2I) والتوصيلية من المشاة إلى المركز (P2C).

- توفر الاتصالات P2V التوصيلية بين محطة شخصية ومحطة مركبة. وتوفر الاتصالات تحذير مشاة لسائق المركبة إذا اقترب المشاة من المركبة. وتزود المشاة بتحذير مركبة إذا اقتربت المركبة من المشاة.

- توفر الاتصالات P2I التوصيلية بين محطة شخصية ومحطة جانب الطريق. وهي توفر الملاحة الشخصية وتحذير المركبة عند التقاطعات لمستخدمي حركة المرور المعاقين.

- توفر الاتصالات P2C التوصيلية بين المشاة والمركز. وتُوفر خدمة الملاحة القائمة على معلومات حركة المرور في المحطة الشخصية إذا ما تمكنت محطة المركز من توفير معلومات حركة المرور للمحطة الشخصية.

ويُعرض في الجدول 4 ملخص للخدمات القائمة على التوصيلية P2X لمختلف أنواع التوصيليات.

الجدول 4

الخدمات القائمة على التوصيلية P2X

التوصيلية	الخدمات P2X
P2V	تحذير مشاة، تحذير مركبة
P2I	ملاحة شخصية، تحذير مركبة
P2C	معلومات حركة المرور

2.3.2 الخدمات القائمة على التوصيلية من المركبة إلى أي شيء

قد تحتوي تكنولوجيا الاتصالات V2X على التوصيلية من المركبة إلى البنية التحتية (V2I)، والتوصيلية من المركبة إلى المركز (V2C)، والتوصيلية من مركبة إلى مركبة (V2V)، والتوصيلية من المركبة إلى أي شيء (V2X) بأجهزة الاستشعار.

- تدعم الاتصالات V2I التحصيل الإلكتروني للرسوم لدفع رسوم الطريق عندما تمر المركبة عبر بوابة رسوم. ويمكن أن تدعم أيضاً جمع بيانات المركبة للحصول على معلومات حالة المركبة بشكل دوري، وهي السرعة الدينامية للمركبة، واتجاهها، والفرملة في حالات الطوارئ، وتحديد الهوية، ومعلومات الموقع. وقد تدعم توفير معلومات حالة الطريق مثل معلومات إشارات المرور أو حوادث الطرق أو الأعمال الجارية في الطرق.

- تدعم الاتصالات V2C خدمة معلومات الحافلات (BIS) لإعلام المسافرين بوقت الوصول والموقع. كما أنها تدعم مكالمات الطوارئ لإبلاغ فريق السلامة العامة والمساعدة (PSAP) بحالة طوارئ بالمركبة. ويعد نظام معلومات واتصالات المركبة (VICS) في اليابان مثالاً نموذجياً على الاتصالات V2C.

- تدعم الاتصالات V2V، جنباً إلى جنب مع أجهزة استشعار المركبة، تحذير الفرامل في حالات الطوارئ، والتحذير من الاصطدام في التقاطعات، ونظام التحكم في السرعة التكيفي التعاوني (CACC).

- تدعم الاتصالات V2X مع أجهزة استشعار المركبة وأجهزة استشعار الطريق خدمة الصف الأوتوماتي للمركبات والقيادة الآلية.

ويُعرض في الجدول 5 ملخص للخدمات القائمة على التوصيلية V2X لمختلف أنواع التوصيليات.

الجدول 5

الخدمات القائمة على التوصيلية V2X

التوصيلية	الخدمات V2X
V2I	التحصيل الإلكتروني للرسوم، جمع بيانات المركبة، تحذير بالسرعة في المنحنيات، استباق مركبات الطوارئ ، نظام دعم قرار الصيانة المحسن، تنبيهات منطقة العمل في مكان الحادث للسائق والعاملين، لافتات داخل السيارة، اللافتات الرقمية داخل المركبة، تحذير بمركبة كبيرة الحجم، تحذير من المشاة في معبر مشاة مزود بإشارات، تحذير مخالفة عبور السكة الحديد، تحذير مخالفة الضوء الأحمر، تحذير بمنطقة للسرعة المنخفضة، تحذير بالتقيد بالممر، الإضاءة على جانب الطريق، مساعد المسافة من إشارة التوقف، تحذير من مخالفة إشارة التوقف، تنبيه المركبة عند المحطة/التوقف، انعطاف المركبة يميناً أمام حافلة، التوقف الطارئ، نظام إشارات المرور الذكي، خط الحافلات المتقطع، تنقل المشاة، مراقبة وتخطيط الأداء، تنسيق السرعة، استمثال انسياب حركة المرور، أولوية إشارة العبور، حد السرعة المتغير لإدارة حركة المرور المستجيبة للطقس
V2C	نظام معلومات الحافلات، نظام معلومات واتصالات المركبات، بيانات المركبات لعمليات حركة المرور، تنسيق الوصول والمغادرة بسرعة مراعية للبيئة، إدارة منطقة الانبعاثات المنخفضة، الاستيقان، الموقع والوقت، إدارة الأمن والإثباتات، الإعلان اللاسلكي، الإنترنت، الدفع من داخل المركبة، إدارة الحدود، إدارة شحن المركبات الكهربائية، الدفع الإلكتروني المتكامل متعدد المجالات، معلومات الطقس على الطرق
V2V	تحذير الفرامل في حالات الطوارئ، التحذير من الاصطدام في التقاطعات، التحذير بالمنطقة العمياء، تحذير فقدان السيطرة، تحذير عدم المرور، تنبيه المركبة في حالات الطوارئ، تحذير الاصطدام الأمامي، المساعدة في عبور التقاطعات، إشارة اقتراب دراجة نارية، معرفة الحالة، تحذير القيادة في الطريق الخطأ، التوقف في حالات الطوارئ، التحذير باستخدام ضعفاء للطريق، تحذير بازدحام، نظام التحكم في السرعة التكيفي التعاوني
V2X مع أجهزة استشعار	الصف الأوتوماتي للمركبات، القيادة الآلية

الفصل 3

أنظمة النقل الذكية ومعمارية الاتصالات

توفر معمارية أنظمة النقل الذكية (ITS) الإطار الأساسي الذي يمكن للقائمين بالنشر من خلاله تصميم خدمات أنظمة النقل الذكية وتخطيطها وتنفيذها. ويوفر هذا الإطار الأساس لتصاميم متعددة يمكن تكييفها خصيصاً لتلبية الاحتياجات الفردية للمستخدم، مع الحفاظ على فوائد وجود معمارية مشتركة. وتحدد المعمارية الوظائف (على سبيل المثال، جمع معلومات حركة المرور أو طلب تحديد مسار) التي يجب إجراؤها لتنفيذ خدمة مستخدم معينة، والكيانات المادية أو الأنظمة الفرعية التي توجد بها هذه الوظائف (مثل جانب الطريق أو المركبة)، والسطوح البينية/تدفقات المعلومات بين الأنظمة الفرعية المادية ومتطلبات الاتصالات اللازمة لتدفق المعلومات (على سبيل المثال، اتصالات سلكية أو لاسلكية). بالإضافة إلى ذلك، فإنه يحدد ويعرف المتطلبات اللازمة من المعايير لدعم الأمن، وقابلية التشغيل البيني على الصعيدين الوطني والإقليمي، بالإضافة إلى معايير المنتجات اللازمة لدعم وفورات الحجم في عمليات النشر.

1.3 معمارية أنظمة النقل الذكية

طُور نهج عام محايد تكنولوجياً لمعمارية أنظمة النقل الذكية الشاملة لتوفير إطار مشترك لتخطيط وتحديد ودمج أنظمة النقل الذكية.[2] وتتضمن المعمارية المرجعية للنقل التعاوني والذكي (ARC-IT)[3] مجموعة من المكونات الموصولة بينياً التي يتم تنظيمها في أربع وجهات نظر تركز على أربع رؤى معمارية مختلفة، كما هو موضح في المخطط التالي:

1) الرؤية المؤسسية التي تتناول أنظمة النقل الذكية من منظور تنظيمي. وهي تحدد المنظمات أو المؤسسات أصحاب المصلحة - الأشخاص والمنظمات التي تخطط وتطور وتشغل وتصون وتستخدم أنظمة النقل الذكية. وتحدد أدوار أصحاب المصلحة والعلاقات بين أصحاب المصلحة. وهذه هي الرؤية التي يتم فيها أيضاً تحديد الاحتياجات مادامت المعمارية ARC-IT، وبمعنى أوسع أنظمة النقل الذكية، تحكمها احتياجات منظمات أصحاب المصلحة، والجهات التابعة لها وعملائها.

2) الرؤية الوظيفية، وتتناول أنظمة النقل الذكية من منظور وظيفي. وتُحدد المتطلبات الوظيفية التي تدعم احتياجات مستخدمي أنظمة النقل الذكية. وتوفر العمليات وتدفقات البيانات عرضاً منظماً للوظائف والتفاعلات التي تدعم المتطلبات.

3) الرؤية المادية، وتعرف الكائنات المادية (الأنظمة والأجهزة) التي توفر وظائف أنظمة النقل الذكية. وتحدد تدفقات المعلومات تدفق المعلومات بين الكائنات المادية. وتنظم الكائنات الوظيفية الوظائف المطلوبة لدعم أنظمة النقل الذكية داخل كل كائن مادي.

4) رؤية الاتصالات، وتحدد كيفية تواصل الكائنات المادية. وهي تحدد معايير الاتصالات ومواصفاتها التي يتم دمجها في حلول الاتصالات التي تحدد كيفية تبادل المعلومات بشكل موثوق وآمن بين الكائنات المادية.

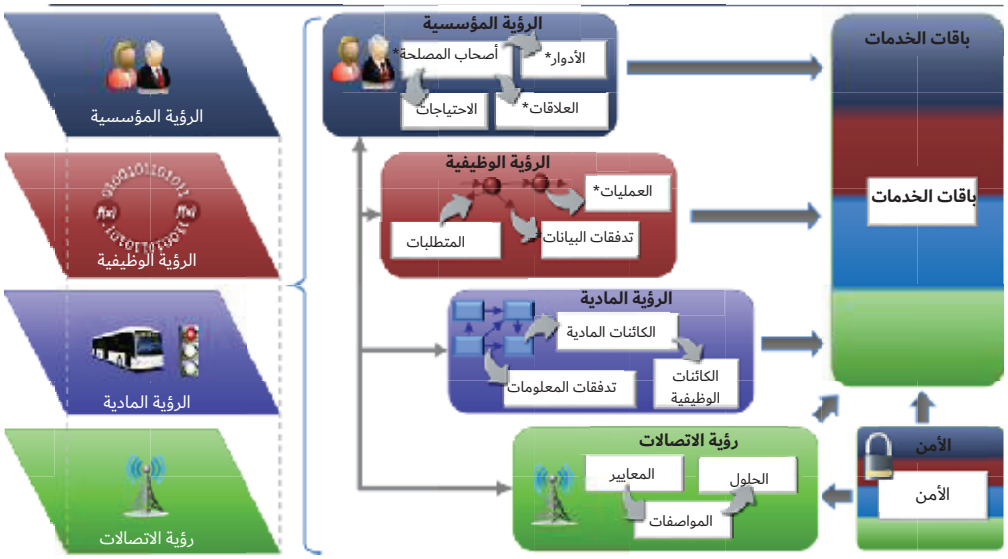
---

2 http://local.iteris.com/arc-it/

3 http://local.iteris.com/arc-it/html/architecture/architecture.html

الشكل 7

المعمارية المرجعية للنقل التعاوني والذكي (ARC-IT)



*لا تتضمن الإصدار V8

Land Mobile Handbook Vol.4-07

يلاحظ أن للأمن أهمية قصوى في أنظمة النقل الذكية في القرن الحادي والعشرين، وأن المعمارية ARC-IT تعالج الأمن بشكل شامل، وتعالج المخاوف الأمنية التي تغطي جميع وجهات النظر الأربع. بالإضافة إلى ذلك، تعد باقات الخدمات نقطة دخول متمحورة حول الخدمات تجعل من السهل عرض شريحة رأسية من المعمارية ARC-IT تغطي جميع وجهات النظر الأربع لأي خدمة بعينها من خدمات أنظمة النقل الذكية (مثل التحكم في إشارات المرور).

1.1.3 الرؤية المؤسسية[4]

تصف الرؤية المؤسسية العلاقات بين المنظمات وأدوار هذه المنظمات في بيئة أنظمة النقل الذكية التعاونية.

واللبنات الأساسية للرؤية المؤسسية للمعمارية ARC-IT هي كائنات المؤسسة التي تتفاعل لتبادل المعلومات وإدارة وتشغيل الأنظمة خارج نطاق المنظمة الواحدة. وتركز الرؤية المؤسسية على العلاقات بين كائنات المؤسسة هذه، ولكنها تحدد أيضاً كيفية تفاعل كائنات المؤسسة مع الكائنات المادية، والتي تظهر في الرؤية المؤسسية كموارد.

وتُنظم العلاقات بين كائنات المؤسسة كأنواع مختلفة من التنسيق: اتفاق أو عقد يهدف إلى تحقيق الأغراض المشتركة اللازمة لتنفيذ وتقديم خدمات أنظمة النقل الذكية. والعلاقة بين كائن المؤسسة والمورد هي دور: يمتلك، يشغل، يطور، يركب، يصون، إلخ.

2.1.3 الرؤية الوظيفية[5]

تصف هذه الرؤية تشكيلة النظام وكياناته الوظيفية، والعلاقات بين الكيانات الوظيفية. وتتناول الرؤية الوظيفية تحليل العناصر الوظيفية المجردة وتفاعلاتها المنطقية. وهنا يتم تصوير المعمارية ARC-IT كمجموعة من العمليات المنظمة تراتبياً. وتؤول هذه العمليات (الأنشطة والوظائف) لمجموعة من المتطلبات المشتقة من وثائق المصدر. وتُحدد تدفقات البيانات التي تنتقل بين العمليات ومخازن البيانات حيث قد تتواجد البيانات لفترات أطول في قاموس البيانات.

4 http://local.iteris.com/arc-it/html/viewpoints/enterprise.html

5 http://local.iteris.com/arc-it/html/viewpoints/functional.html

وسلوك الوظيفة (المعروفة أيضاً باسم العملية) هو مجموعة الإجراءات التي يؤديها هذا العنصر لتحقيق هدف ما. وتقوم العملية بتنفيذ إجراءات لتحقيق هدف التطبيق أو لدعم إجراءات عملية أخرى. وقد يشمل ذلك جمع البيانات أو تحويلها أو توليدها أو معالجتها عند تنفيذ تلك الإجراءات. وتحدد الرؤية الوظيفية العمليات اللازمة للتحكم في سلوك النظام وإدارته، مثل المراقبة وعناصر التحكم النشطة الأخرى التي تعد جزءاً من وصف السلوك الوظيفي للنظام. كما تصف أيضاً وظائف معالجة البيانات ومخازن البيانات والتدفقات المنطقية للمعلومات بين هذه العناصر.

3.1.3 الرؤية المادية

تصف الرؤية المادية[6] أنظمة النقل وعمليات تبادل المعلومات التي تدعم أنظمة النقل الذكية. وفي هذه الرؤية، يتم تصوير المعمارية على أنها مجموعة من الكائنات المادية المتكاملة (الأنظمة الفرعية والمحطات النهائية) التي تتفاعل وتتبادل المعلومات لدعم باقات خدمات المعمارية. وتُحدد الكائنات المادية بحيث تمثل المكونات المادية الرئيسية لمعمارية أنظمة النقل الذكية. وتتضمن الكائنات المادية الأنظمة الفرعية، والمحطات النهائية التي توفر عموماً مجموعة من الإمكانات أكثر مما يمكن تنفيذه في أي مكان أو وقت واحد. والأنظمة الفرعية هي كائنات مادية تشكل جزءاً من نظام النقل الذكي الشامل وتوفر وظائف "داخل حدود" نظام النقل الذكي. والمحطات النهائية عبارة عن كائنات مادية تقع على حدود أنظمة النقل الذكية وتوفر المعلومات التي تحتاجها وظائف أنظمة النقل الذكية أو تتلقى المعلومات من أنظمة النقل الذكية. وتقسم الكائنات الوظيفية الأنظمة الفرعية إلى أجزاء بحجم النشر وتعين بشكل أكثر تحديداً الوظائف والسطوح البينية المطلوبة لدعم باقة خدمات معينة. وتصور تدفقات المعلومات عمليات تبادل المعلومات الذي تحدث بين الكائنات المادية (الأنظمة الفرعية والمحطات النهائية). وتُحدد عمليات تبادل المعلومات في الرؤية المادية من خلال ثلاثيات تتضمن الكائن المادي المصدر والكائن المادي المقصد وتدفق المعلومات الذي يتم تبادله بينهما.

وترتبط الرؤية المادية بالرؤى الأخرى للمعمارية. حيث يرتبط كل كائن وظيفي بالرؤية الوظيفية، والتي تصف بدقة أكبر الوظائف التي يتم تنفيذها وتفاصيل البيانات التي يتم تبادلها بواسطة هذا الكائن. ويتم أيضاً تصور الكائنات المادية والكائنات الوظيفية على أنها موارد في الرؤية المؤسسية، والتي تصف المنظمات المشاركة والأدوار التي تؤديها في تركيب جميع مكونات المعمارية وتشغيلها وصيانتها واعتمادها.

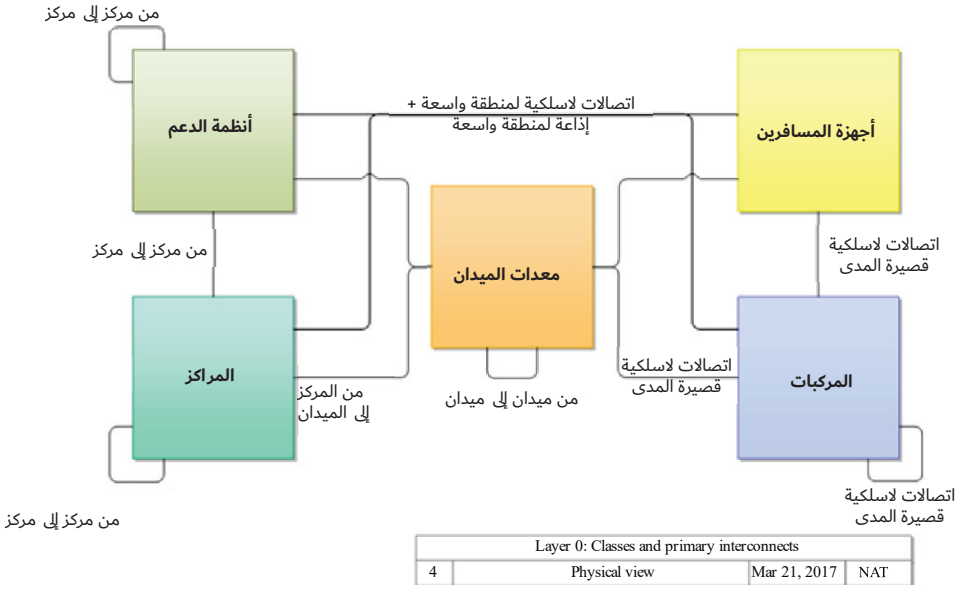
بالإضافة إلى ذلك، تشتمل الرؤية المادية على تراتب افتراضي. وبالنظر إلى المعمارية من أكثر مستوياتها (أعلاها) تجريداً، تصف الرؤية المادية التفاعلات بين أنظمة الدعم والمركز والميدان والمسافر والمركبة كما هو موضح في الشكل 8.

كما تم استخدام مصطلحات بديلة للكائنات المادية، على سبيل المثال: المحطة الشخصية، ومحطة المركبة، والبنية التحتية (محطة وشبكة على جانب الطريق)، والمحطة المركزية.

6 http://local.iteris.com/arc-it/html/viewpoints/physical.html

الشكل 8

الرؤية المادية



Land Mobile Handbook Vol.4-08

4.1.3 رؤية الاتصالات

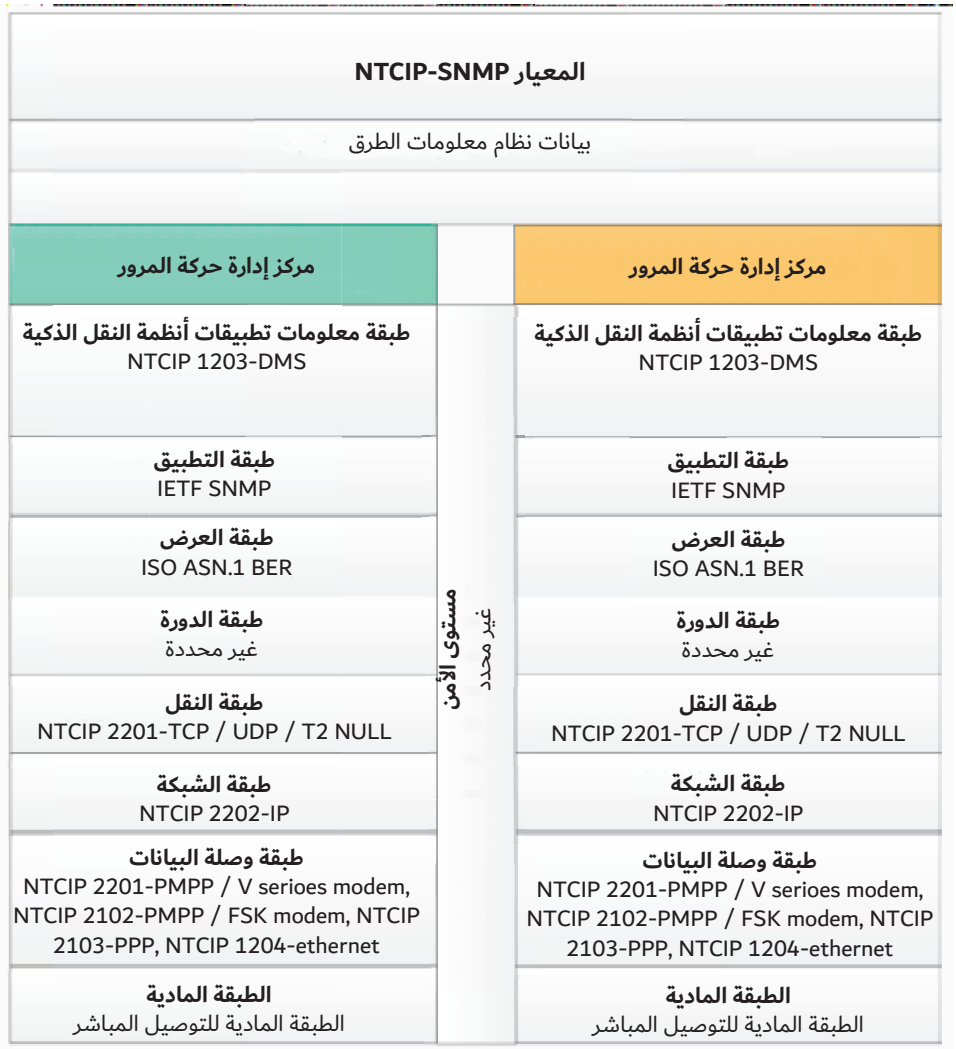
تصف رؤية الاتصالات[7] البروتوكولات اللازمة لتوفير قابلية التشغيل البيني بين الكائنات المادية في الرؤية المادية. يمكن إجراء تقابل بين كل تدفق معلومات ثلاثي من الرؤية المادية ومجموعة من المعايير أو المواصفات المنشورة التي يمكن استخدامها معاً لبناء عملية تنفيذ قابلة للتشغيل البيني داخل منطقة تشغيلية. ويُنظر إلى هذه المعايير عادة بطريقة تراتبية، من تلك العناصر التي تتضمن عنصر البيانات والرسالة وتعاريف الحوار في الأعلى، إلى تلك العناصر التي توفر مرافق النفاذ والربط الشبكي والنقل وتبادل البيانات المادية في الأسفل. ونظراً للطبيعة التراتبية المطلوبة للعلاقات بين معظم المعايير، تُنظم هذه البروتوكولات في سلسلة من الطبقات. وتراعى أيضاً تلك المعايير التي توفر إدارة الأجهزة والأمن، والتي تُصمم عادةً عبر جميع الطبقات المتمحورة حول الاتصالات.

ويوضح الشكل 9 عينة من كدسة الاتصالات، في هذه الحالة للتحكم في إشارة رسالة دينامية من قبل مركز إدارة حركة المرور. ويستخدم حل الاتصالات هذا أي تكنولوجيا وسائط متاحة؛ وفي حين ما يكون هذا الحل عادة عبارة عن خط سلكي ذي نقطة ثابتة، يمكن أيضاً استخدام التكنولوجيات اللاسلكية.

7 http://local.iteris.com/arc-it/html/viewpoints/communications.html

الشكل 9

رؤية الاتصالات



* آلية لإرسال البتات غير المعالجة عبر وصلة مادية بين المركز والميدان، مثل I.430/431 أو SONET/SDH أو IEEE 802.3 أو IEEE 802.11 أو أي مواصفة صالحة أو معيار صالح للطبقة المادية.

Land Mobile Handbook Vol.4-09

معمارية نظام النقل الذكي (ITS) توفّر بنية مشتركة من أجل تصميم أنظمة نقل ذكية. فهي ليست تصميم نظام، ولا مفهوم تصميم. وكل ما تفعله هو تحديد إطار يمكن أن تُستحدَث حوله طرائق تصميمية متعددة، كل منها مطوَّعة خصيصاً لتلبية احتياجات المستعملين الفردية، وتُستبقى مع ذلك فوائد المعمارية المشتركة المشار إليها أعلاه. فالمعماريّة تعرِّف الوظائف (كتجميع المعلومات عن حركة السير أو طلب طريق، مثلاً) الواجب أداؤها لتنفيذ خدمة مستعمل معيَّن، وتعرِّف كيانات مادية أو أنظمة فرعية تقيم فيها هذه الوظائف (كما على جانب الطريق أو على متن مركبة، مثلاً)، والسطوح البينية/تدفق المعلومات بين الأنظمة الفرعية المادية، وتعرِّف أخيراً المتطلبات الاتصالية لتدفق المعلومات (كالوسيلة السلكية أو اللاسلكية، مثلاً). وبالإضافة إلى ذلك، تحدد المعمارية وتوصِّف المتطلبات بخصوص المعايير اللازمة لجعل التشغيل البيني ممكناً على الصعيدين الوطني والإقليمي، وكذلك معايير المنتَج اللازمة لجعل وفورات الحجم ممكنة مع الإنتاج والتوزيع.

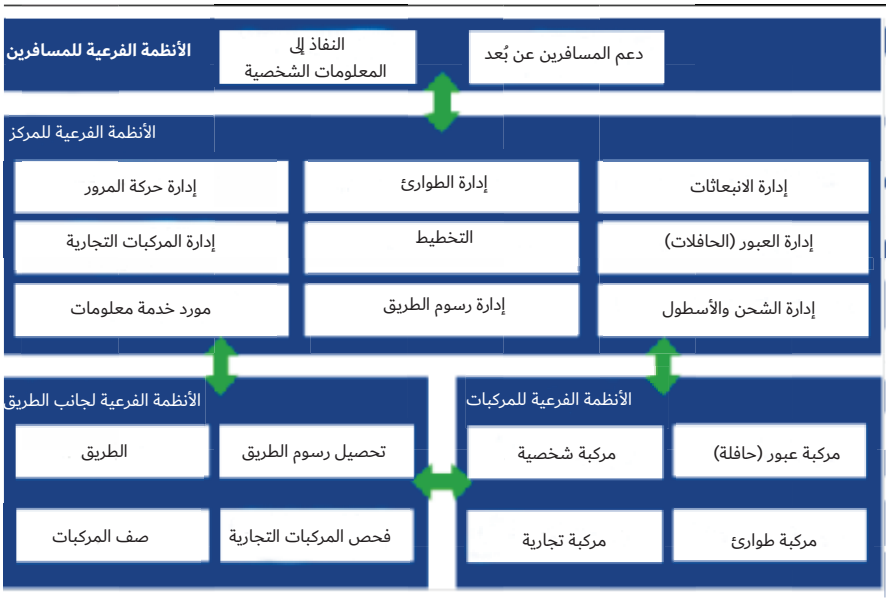
2.3 معمارية اتصالات أنظمة النقل الذكية

1.2.3 نظام اتصالات أنظمة النقل الذكية

إن معمارية اتصالات نظام النقل الذكي توفّر إطاراً يشد الروابط بين عالمي النقل والاتصالات، من أجل إتاحة تطوير السلسلة الطويلة العريضة من خدمات المستعمل التي يوفّرها نظام النقل الذكي (ITS) وتنفيذها بصورة فعالة. وتتيسّر لمصمم النظام خيارات اتصالاتية متعددة. ومرونة الانتقاء بين الخيارات المتنوعة تسمح لكل منفِّذ بانتقاء التكنولوجيا المعيّنة التي تلبّي الاحتياجات المحلية أو الإقليمية أو الوطنية. والمعمارية تعرِّف هوية التكنولوجيات الاتصالاتية المرشَّحة وتقيّم مَقْدِراتها، لكنها لا تنتقي ولا توصي باعتماد أنظمة أو تكنولوجيات "رابحة". وكانت إحدى الأفكار الهادية الأساسية لإعداد معمارية نظام النقل الذكي هي أن يُستفاد في تصميم هذه المعمارية من البنى التحتية الموجودة والناشئة في مجال الاتصالات والنقل، على اعتبار أن ذلك يقلل من المحاذير والتكاليف الملازمة لبسط النظام المذكور، ويزيد زيادة قصوى قبوله وتوغله في السوق، وانتشاره المبكر.

الشكل 10

نظرة عامة لمعمارية اتصالات أنظمة النقل الذكية



Land Mobile Handbook Vol.4-10

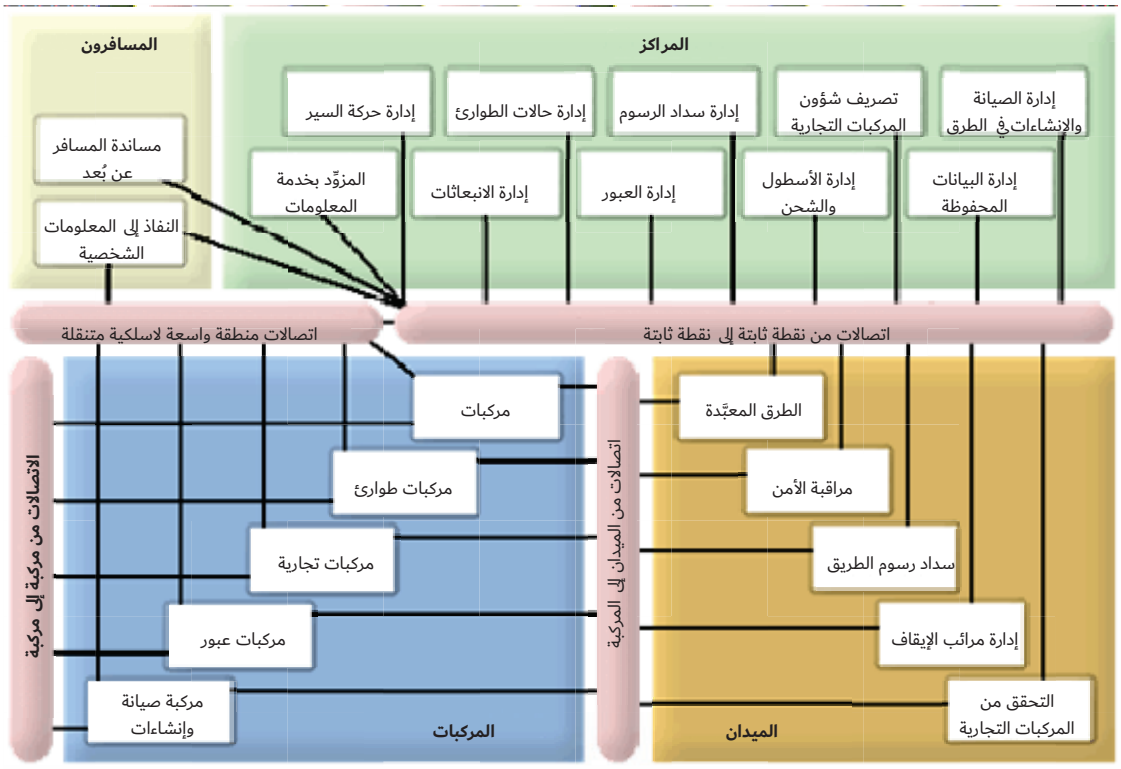
في الشكل 10، تتولّى أنظمة المركز الفرعية الوظائف المخصصة عادة لوكالات تدبير الشؤون أو الإدارة أو التخطيط، عمومية كانت أو خاصة. والأنظمة الفرعية المحاذية للطرق تشتمل على وظائف تتطلب نفاذاً سهلاً إلى مواقع بجوانب الطرق من أجل نشر أجهزة استشعار، وإشارات، وعلامات قابلة للبرمجة، أو غير ذلك من السطوح البينية مع المسافرين والمركبات على اختلاف أنماطها؛ والأنظمة الفرعية للمركبات تكون منصوبة على مركبات. والأنظمة الفرعية السفرية تمثّل منصّات لوظائف النظام ITS التي تهم المسافرين أو الناقلين (كمشغِّلي مركبات النقل التجارية، مثلاً) وتدعم السفر المتعدد الأساليب. ويمكن أن تكون الأنظمة الفرعية السفرية ثابتة (كحواسيب الأكشاك أو المنازل/المكاتب، مثلاً) أو محمولة (كالحواسيب الصغيرة اليدوية، مثلاً)، ويمكن أن ينفذ إليها العموم (بواسطة الأكشاك، مثلاً) أو الأفراد (بواسطة الهواتف الخلوية أو الحواسيب الشخصية، مثلاً). تحدد المعمارية أربعة أنماط من وسائط الاتصال للوفاء بمتطلبات الاتصالات بين الأنظمة الفرعية التسعة عشر. النمط الأول سلكي أو لاسلكي (من موقع ثابت إلى موقع ثابت)، والثاني لا سلكي لمساحة واسعة (من ثابت إلى متنقل)، والثالث اتصالات قصيرة المدى مكرَّسة (من ثابت إلى متنقل)، وأخيراً، الاتصال من مركبة إلى مركبة (من متنقل إلى متنقل). ويعرض الشكل 11 مخطط توصيل بيني بأعلى سوية للأنظمة الفرعية، يوضح أمثلة للسطوح البينية لوسائط الاتصالات بين العديد من الأمثلة للأنظمة الفرعية المحتملة المكوِّنة للمعمارية.

وهناك تكنولوجيات سلكية عديدة يمكن الاختيار من بينها للوفاء بمتطلّبات الاتصالات من ثابت إلى ثابت. مثلاً: يمكن أن تُستعمَل، في الأنظمة الفرعية لإدارة حركة السير، كبلات مزدوجة مجدولة أو كبلات متحدة المحور أو كبلات ألياف بصرية، مستأجَرة أو مملوكة، من أجل تجميع المعلومات، ورصد وضبط رزم تجهيزات الأنظمة الفرعية المحاذية للطرق (مثل محاسيس مراقبة حركة السير، وإشارات حركة السير، وإشارات الرسائل المتغيرة، وما إلى ذلك). وتتاح أيضاً العديد من التكنولوجيات اللاسلكية لدعم متطلبات الاتصالات اللاسلكية من موقع ثابت إلى موقع ثابت.

وتعرِّف المعمارية فئتين متميّزتين من الاتصالات اللاسلكية، بناءً على مدى التغطية ومساحتها. الفئة الأولى، الاتصالات اللاسلكية ذات مساحة التغطية الواسعة (من ثابت إلى متنقل) تصلح للخدمات والتطبيقات التي تكون فيها المعلومات منثورة بين مستعملين غير مقيمين على مقربة من مصدر الإرسال، ويتطلّبون تغطية بلا انقطاع. والاتصالات اللاسلكية ذات مساحة التغطية الواسعة تنقسم بدورها إلى أحادية الاتجاه وثنائية الاتجاه. من الأمثلة على أحادية الاتجاه الإرسال الإذاعي لتقارير عن حركة السير يتم استقبالها على موجات بتشكيل الاتساع (AM) وموجات بتشكيل التردد (FM). ومن الأمثلة على ثنائية الاتجاه مسافر معه هاتف متنقل، يطلب ويتلقى معلومات عن حالة حركة السير، من مزوّد خدمات معلومات. ولكل تكنولوجيا لاسلكية مواطن قوة ومواطن ضعف من حيث معالجة متطلبات الاتصالات لأنظمة النقل الذكية.

الشكل 11

التوصيل البيني لأنظمة النقل الذكية التعاونية



Land Mobile Handbook Vol.4-11

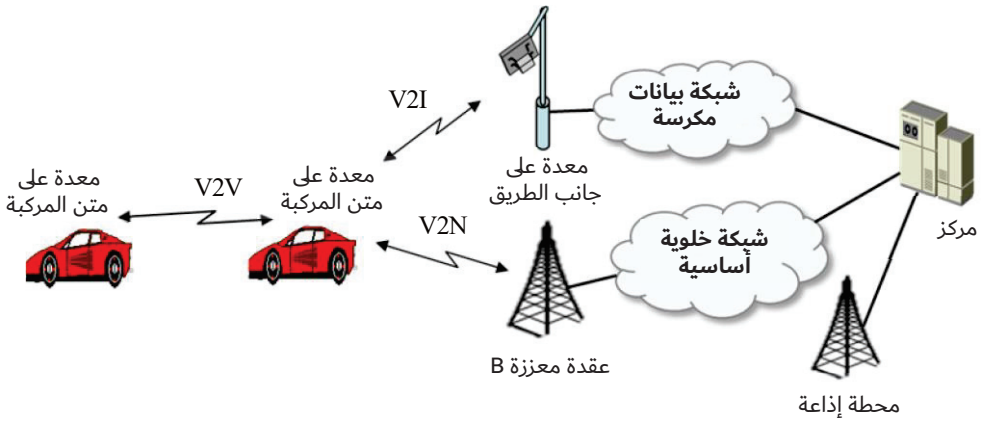
تطبق الاتصالات اللاسلكية قصيرة المدى على نقل المعلومات ذات الأهمية المحلية. وعادةً ما تُطبق تكنولوجيات الاتصالات قصيرة المدى على عمليات بث وتبادل المعلومات الناشئة من مركبة إلى مركبة (V2V) ومن المركبة إلى البنية التحتية (V2I). والاتصالات اللاسلكية قصيرة المدى مطلوبة لدعم نظام الطرق السريعة الآلي (AHS)، وعلى الأرجح تطبيقات تجنب الاصطدام في التقاطعات. وتشمل الأمثلة على التطبيقات المناسبة للاتصالات قصيرة المدى تطبيقات سلامة المركبات، والدفع المحلي، وفحوصات السلامة على جانب الطريق، والتحقق من الاثباتات، ولوحات الإعلانات الرقمية داخل المركبة وما يتصل بذلك من نشر بيانات حركة المرور والتنقل المحلية مثل تنبيهات الازدحام والمعلومات المتعلقة بإشارات المرور.

2.2.3 شبكة اتصالات أنظمة النقل الذكية

هناك ثلاثة أنواع من شبكات الاتصالات اللاسلكية ذات الصلة باتصالات أنظمة النقل الذكية: الاتصالات المباشرة، والاتصالات من نظير إلى نظير، واتصالات الشبكة الخلوية، والإرسالات الإذاعية. وتوضح شبكة اتصالات أنظمة النقل الذكية العامة الموضحة في الشكل 12 استخدام أنواع الاتصالات المتعددة لدعم أنظمة النقل الذكية. ويمكن تصميم شبكة الاتصالات هذه لتلبية المتطلبات التقنية لتطبيقات أنظمة النقل الذكية. وتختلف الملكية والمسؤوليات التشغيلية للأجزاء المختلفة من شبكات الاتصالات المستخدمة في أنظمة النقل الذكية وفقاً للاحتياجات المختلفة للإدارات المختلفة، وبالتالي فهي تخضع للمتطلبات التنظيمية لتلك الإدارات.

الشكل 12

شبكة اتصالات أنظمة النقل الذكية



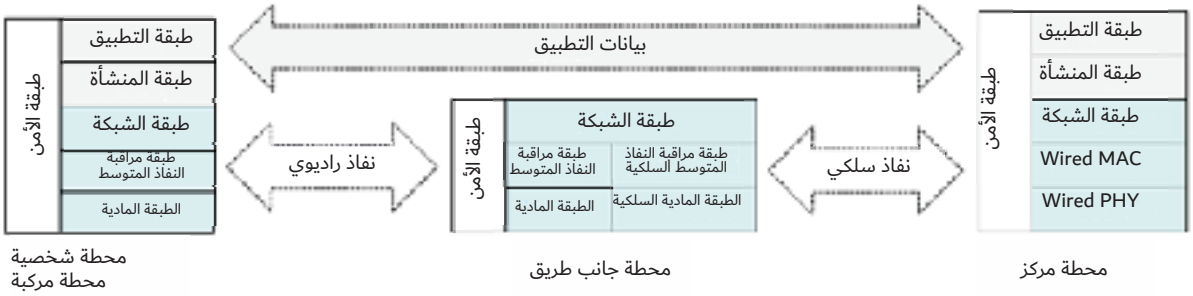
Land Mobile Handbook Vol.4-12

يوضح الشكل 13 مثالاً لرؤية مادية لنظام للنقل الذكي يتكون من محطة شخصية ومحطة مركبة ومحطة على جانب الطريق ومركز. وهذه المحطات الأربع هي الكيانات المادية التي تمكن من الاتصالات على التوالي. والمحطة الشخصية عبارة عن جهاز محمول باليد للمشاة والمسافرين. ومحطة المركبة هي مطراف موجود على متن المركبة للسائقين. وتوفر المحطتان وظيفة النفاذ الراديوي ومعالجة بيانات التطبيق للمستخدمين النهائيين. وتركب المحطة الخاصة بجانب الطريق على الطريق وتوفر نفاذاً راديوياً ونفاذاً سلكياً على السواء للتوصيل بين المحطة الشخصية (محطة المركبة) والمركز على التوالي. والمركز عبارة عن مخدم بيانات لاستقبال طلبات الخدمة وتقديم خدمات أنظمة النقل الذكية إلى المحطة الشخصية أو محطة المركبة.

ووفقاً لمعمارية الطبقة ISO 7، تحتوي المحطة الشخصية ومحطة المركبة على طبقة مادية ومراقبة للنفاذ المتوسط (MAC) وطبقة شبكة لوظيفة النفاذ الراديوي. كما تحتوي المحطتان على طبقة منشأة وطبقة تطبيق تضم طبقة أمن. ويحتوي المركز أيضاً على طبقة مادية سلكية ومراقبة للنفاذ المتوسط وطبقة شبكة. كما أنه يحتوي على طبقة منشأة وطبقة تطبيق تضم طبقة أمن مثل الطبقات المعمارية للاتصالات الخاصة بالمحطة الشخصية ومحطة المركبة. وتحتوي محطة جانب الطريق على كل من وظيفة النفاذ الراديوي والنفاذ السلكي مثل البوابة الواقعة بين المستخدم النهائي والمخدم.

الشكل 13

تشكيلة نظام اتصالات أنظمة النقل الذكية



Land Mobile Handbook Vol.4-13

يتم إنشاء الرسالة المرسلة للمحطة الشخصية أو محطة المركبة في طبقة التطبيق والمنشأة. يتم تحويل الرسالة إلى رسالة رزم IP أو رزم غير IP وتضاف معلومات العنونة إلى الرسالة المرسلة. يتم تقسيم رسالة الرزم IP أو الرزم غير IP إلى رزم قصيرة الحجم ويتم تشكيلها وتحويلها إلى إشارة RF. وتُحول الإشارة RF المستقبلة إلى إشارة مشكلة، ويتم استعادة الرسالة في طبقة التطبيق في محطة المركز. ويوضح الجدول 6 السمات التقنية لمثال معمارية اتصالات أنظمة النقل الذكية.

الجدول 6

السمات التقنية لمثال معمارية اتصالات أنظمة النقل الذكية

معمارية الاتصالات	الوظائف	تكنولوجيات الاتصالات
الطبقة المادية	التشكيل الرقمي، التحكم الأمامي في الأخطاء، إرسال واستقبال الإشارة RF	ASK، BPSK، QPSK، OFDM
طبقة مراقبة النفاذ المتوسط	النفاذ إلى القناة الراديوية وتخصيصها، اكتشاف أخطاء بيانات الرزم	FDMA، TDMA، CSMA، OFDMA
طبقة الشبكة	العنونة والتسيير	TCP/IP، UDP/IP، WSMP، Geo Networking
طبقة المنشأة	المحتويات من أجل التطبيق	Traffic signal، LDM
طبقة الأمن	الاستيقان وخصوصية البيانات	Authentication، Encryption
طبقة التطبيق	معرف هوية التطبيق وتشفير المصدر	ETC، BIS، Vehicle and Road Safety، e-call، T-PEG

الفصل 4

التكنولوجيات الراديوية لأنظمة النقل الذكية

يصف هذا الفصل المتطلبات والخصائص التقنية للتكنولوجيات الراديوية لأنظمة النقل الذكية. وهو يقدم المزيد من التفاصيل عن الجزء الخاص برؤية الاتصالات من معمارية أنظمة النقل الذكية، ويصف العديد من التكنولوجيات الراديوية الممكنة المستخدمة في خدمات أنظمة النقل الذكية، بما في ذلك الاتصالات DSRC والاتصالات V2X والاتصالات الخلوية ذات الصلة بأنظمة النقل الذكية والإذاعة ورادار المركبات بالموجات الميلليمترية ورادار الطريق.

1.4 الاتصالات قصيرة المدى المكرسة (DSRC)

1.1.4 مقدمة

الاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC) تجري بين البنية التحتية المقامة على جانب الطريق والمركبات من أجل تطبيقات أنظمة الاتصالات النقل الذكية. وتنقل الاتصالات DSRT بيانات الرزم بين الوحدة الراديوية لجانب الطريق والوحدة الراديوية للمركبة لمسافة قصيرة. وتقل تغطيتها الراديوية، بشكل عام، عن 100 m. فإذا كانت المركبة تسير بسرعة 100 km/h، فسيكون الزمن المسموح به لخدمة أنظمة النقل الذكية أقل من 3,6 ثانية، لأن سرعة المركبة 27,7 m/s مقسومة بالمسافة 100 m. وتتطلب الاتصالات تجهيزة وصلة وانتهائية سريعة بما في ذلك التفاعلات السريعة بين البنية التحتية المقامة على جانب الطريق والمركبات من أجل تطبيقات أنظمة الاتصالات النقل الذكية.

للاتصالات DSRC نوعان من الاتصالات: الاتصالات DSRC النشطة والاتصالات DSRC المنفعلة. ويحتوي نوع الاتصالات DSRC النشطة على مصدر مذبذب لتوليد تردد الموجة الحاملة في الوحدة الراديوية للمركبة كالوحدة الراديوية لجانب الطريق. لكن نوع الاتصالات DSRC المنفعلة لا يتضمن المذبذب لتوليد تردد الموجة الحاملة في الوحدة الراديوية للمركبة. وبدلاً من ذلك، ستوفر الوحدة الراديوية لجانب الطريق تردد الموجة الحاملة للوحدة الراديوية للمركبة.

تشمل خدمات الاتصالات DSRC أنظمة التحكم في المركبات وأنظمة إدارة حركة المرور وأنظمة معلومات المسافرين وأنظمة النقل العام وأنظمة إدارة الأسطول وأنظمة إدارة الطوارئ وخدمات السداد الإلكتروني. وتعتبر الاتصالات DSRC بمثابة تكنولوجيا فعالة للاتصالات لتنفيذ التحصيل الإلكتروني للرسوم (ETC) وتوفير معلومات حركة المرور.

ولأنظمة الاتصالات DSRC السمات التالية:

- اتصالات بيانات الرزم بين المركبة والبنية التحتية.
- الاتصالات بتجهيزة الوصلة السريعة وانتهائية الوصلة في منطقة الاهتمام.
- وجود نوعين من الاتصالات DSRC: الاتصالات DSRC النشطة والاتصالات DSRC المنفعلة (يطلق عليها الانتثار الخلفي)

2.1.4 تشكيلة النظام

يتكون نظام الاتصالات DSRC من المعدات الموجودة على متن المركبة (OBE) والمعدات الموجودة على جانب الطريق (RSE)، كما هو موضح في الشكل 14. والمعدات الموجودة على متن المركبة هي الوحدات الراديوية على جانب المركبة، والمعدات الموجودة على جانب الطريق هي الوحدات الراديوية على جانب الطريق.

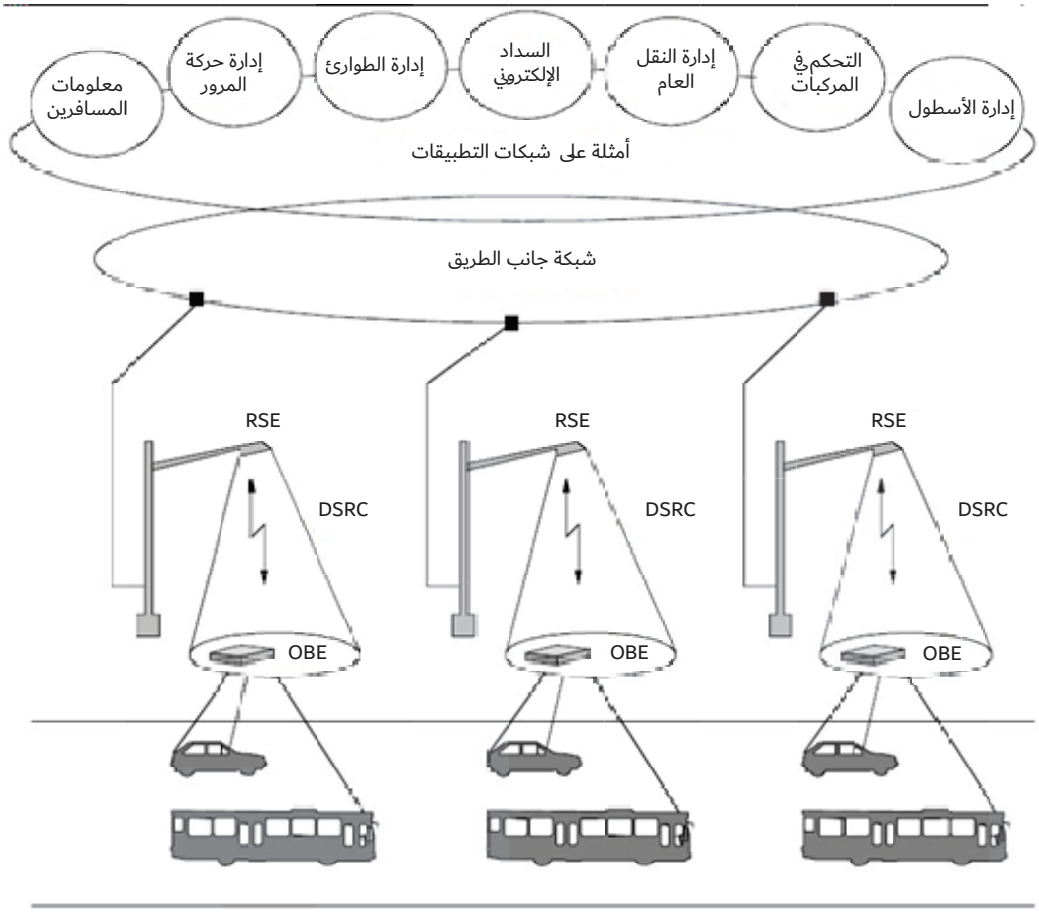
تُلحق **المعدات الموجودة على متن المركبة** بالقرب من لوحة القيادة أو على الزجاج الأمامي، وتتكوّن من دارات اتصالات راديوية، ودارة لمعالجة التطبيق. وتشتمل عادة على سطح بيني بين الإنسان والآلة بما فيه أزرار التبديل، وشاشات العرض، ومنبّه أزّاز.

تُنصب **المعدات الموجودة على جانب الطريق** إما فوق الطرق وإما على جوانبها وتتصل بالمعدات OBE المارة، باستعمال إشارات راديوية. وتتكون المعدة RSE من دارات اتصالات راديوية، ودارة لمعالجة التطبيق. وتكون لها عادة وصلة بالبنية التحتية لجانب الطريق لتبادل البيانات.

تشتغل أنظمة الاتصالات DSRC بإرسال إشارات راديوية من أجل تبادل البيانات بين المعدات الموجودة على متن المركبة والمعدات الموجودة على جانب الطريق. وتبادل البيانات هذا يستوجب اعتمادية عالية وحماية خصوصيات المستعمل، لكونه ينطوي على معاملات مالية وغيرها.

الشكل 14

تشكيلة نمطية لنظام اتصالات DSRC



OBE: المعدات الموجودة على متن المركبة
RSE: المعدات الموجودة على جانب الطريق

Land Mobile Handbook Vol.4-14

للمعدات OBE وRSE نموذج مرجعي للنظام مع طبقة نفاذ راديوي وطبقة تطبيق كما هو موضح في الشكل 15. ويتم تنفيذ التطبيق ETC من خلال وظائف طبقة النفاذ الراديوي وطبقة التطبيق بدون وظيفة الشبكة لأن المخدم ETC مثبت في بوابة تحصيل الرسوم. وستوصل طبقة الإدارة والأمن بطبقة النفاذ الراديوي وطبقة التطبيق لتدميث النظام وإدارته وحماية الخصوصية وأمن البيانات.

الشكل 15

النموذج المرجعي للاتصالات DSRC

Land Mobile Handbook Vol.4-15

3.1.4 الخصائص التقنية

1.3.1.4 الاتصالات DSRC المنفعلة الأوروبية

خلفية

في عام 1992، وافقت اللجنة الأوروبية للاتصالات الراديوية (ERC)، المتفرّعة عن المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات (CEPT)، على قرار اللجنة ERC رقم 02(92) بتعيين نطاقات التردد بخصوص إنشاء نظام نقل بري متكامل تماماً، من أجل تحسين جميع جوانب النقل البري. وتقرر تعيين نطاق التردد 795 5-805 5 MHz على مستوى أوروبي، وإضافة نطاق فرعي على المستوى الوطني هو 805 5-815 5 MHz توخّياً للوفاء بمتطلبات نقاط الاتصال بين الطرق المتعددة المسارب. وكانت نطاقات التردد هذه معَدَّة من أجل الأنظمة البدئية للاتصال بين الطريق والمركبة، ولا سيما أنظمة جباية رسوم الطرق التي برزت بشأنها وقتئذٍ متطلبات في عدد من البلدان الأوروبية. وفي عام 2002، سحبت لجنة الاتصالات الإلكترونية (ECC) قرار اللجنة ERC رقم 02(92) وأحلّت محله قرار اللجنة ECC رقم 01(02)، الذي دخل حيّز النفاذ بتاريخ 15 مارس 2002. وفي عام 2012، سحبت اللجنة ECC القرار 01 (02) ECC على أساس أن القرار EC 2006/771/EC بصيغته المعدلة بالقرار EU 134/2019 والملحق 5 بالتوصية ERC 03-70 يحتوي على مقياس تنسيق للاتصالات DSRC الخاصة بالخدمات التِلِماتية للنقل والسير برّاً (RTTT) داخل الاتحاد الأوروبي وعلى مستوى المؤتمر CEPT.

وإضافة إلى ذلك، وضعت لجنة التقييس الأوروبية (CEN) والمعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) معايير للاتصالات DSRC بخصوص تطبيقات نظام النقل الذكي. وهناك معيار للطبقة المادية التي تستعمل الموجات الصغرية بتردد 5,8 GHz (المعيار CEN EN 12253)، يصف القيم اللازم أن تتخذها معلَمات الاتصالات الراديوية والتردد الراديوي لكي يمكن التعايش والتشغيل البيني بين أنظمة الاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC). وهذا المعيار جزء من عائلة معايير الاتصالات DSRC المكوّنة من أربعة معايير تشمل الطبقاَت البروتوكولية 1 و2 و7 من البطاريات والمظاهر الجانبية لبروتوكول التوصيل البيني للأنظمة المفتوحة (OSI) بخصوص تطبيقات الخدمات التِلِماتية للنقل والسير برّاً (RTTT). وجميع هذه المعايير التي وضعتها لجنة التقييس الأوروبية (CEN) تم إقرارها ونشرها في عامي 2003 و2004.

كذلك أُقِرّ ونُشر في عام 2004 المعيار المتسق الذي وضعه المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI)، المعيار EN 300 674-2: "تجهيزات الاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC) للإرسال (بمعدل 500 kbit/s / 250 kbit/s)، العاملة في النطاق 5,8 GHz للخدمات الصناعية والعلمية والطبية (ISM). ويحتوي هذا المعيار الشروط العامة والبيئية، وطرائق القياس، وحدود المعلمات.

وإن استعمال المعيار المتسق الذي وضعه المعهد ETSI يعطي قرينة امتثال للمادة 3 من التوجيه رقم Directive 1999/5/EC الصادر عن البرلمان الأوروبي، ومن التوجيه الخاص بالتجهيزات الراديوية والتجهيزات المطرافية للاتصالات (R&TTE Directive).

علاوة على ذلك، طور المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) المعايير EN 300 674-2-1 "معدات الإرسال للاتصالات قصيرة المدى المكرسة (DSRC) (500 kbit/s و250 kbit/s) العاملة في نطاق التردد من 795 5 MHz إلى 815 5 MHz؛ الجزء 2: المعيار المنسق الذي يغطي المتطلبات الأساسية للمادة 2.3 من التوجيه EU/53/2014؛ الجزء الفرعي 1: وحدات جانب الطريق (RSU) "المنشور في 2016 و2-2-EN 300674" معدات الإرسال للاتصالات قصيرة المدى المكرسة (DSRC) (500 kbit/s / 250 kbit/s) العاملة في نطاق التردد من 795 5 MHz إلى 815 5 MHz؛ الجزء 2: المعيار المنسق للنفاذ إلى الطيف الراديوي؛ الجزء الفرعي 2: الوحدات الموجودة على متن المركبة (OBU)" المنشور في عام 2019 والذي يعطي افتراض المطابقة مع المادة 2.3 من توجيه المعدات الراديوية EU/53/2014 الصادر عن البرلمان الأوروبي.

الخصائص التقنية

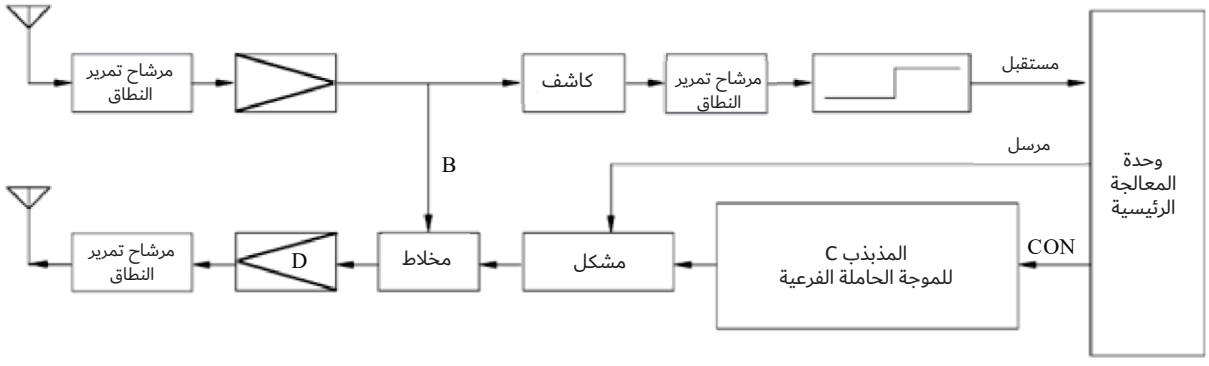
تستخدم أنظمة الاتصالات DSRC في أوروبا طريقة الانتثار الخلفي المنفعل (طريقة المرسِل المستجيب). في هذه الطريقة لا يوجد داخل التجهيز المركبي (OBE) مذبذب يولّد إشارة موجة حاملة في نطاق تردد GHz 5,8، ولذا يكون فيها الاعتماد على المذبذب في نطاق تردد GHz 5,8 الموجود في الوحدة المقامة بجانب الطريق ومعها يجري الاتصال. ويرد شرح تفصيلي عن ذلك في الشكل 16 مع مخطط فدري وظيفي نمطي.

وبما أن المرسل المستجيب المنفعل ليس له، حين يرسل من التجهيز المركبي (OBE)، مذبذب يولّد إشارة موجة حاملة، فقد تعيّن على الوحدة المقامة بجانب الطريق أن ترسل بصورة مستمرة إشارة حاملة غير مشكَّلة. ويستقبل التجهيز OBE هذه الإشارة، فيغذي بها دارة الإرسال ويجعل منها إشارة موجته الحاملة (الإشارة B). ومعطيات الإرسال الصادرة عن وحدة المعالجة الرئيسية تُضفي تشكيلاً على خرج المذبذب C المولِّد لإشارة الموجة الحاملة الفرعية، ويخلط هذه الإشارة مع إشارة الموجة الحاملة الصادرة عن المستقبِل. وتُرسَل إشارات النطاق الجانبي الناجمة عن ذلك، الحاملة لمعطيات الإرسال بترددات مختلفة (تردد إشارة الموجة الحاملة زائد/ناقص تردد الموجة الحاملة الفرعية) عن إشارة الموجة الحاملة، تُرسَل مع إشارة الموجة الحاملة. وطريقة تشكيل الموجة الحاملة الفرعية تُستعمَل لتوسيع منطقة الاتصال عن طريق خفض ضوضاء الطور في الموجة الحاملة، وأيضاً لخفض مسافة إعادة استعمال التجهيز المقام بجانب الطريق (RSE) في نظام المرسِل المستجيب المنفعل. والإشارة المشكَّلة الصادرة عن التجهيز RSE يكشفها الكاشف وتعالجها وحدة المعالجة الرئيسية إذ تستقبل المعطيات. ومنطقة الاتصال لنظام المرسِل المستجيب المنفعل صغيرة جداً، يصل مداها عادة إلى 10 أمتار أو 20 متراً أمام التجهيز RSE. وتوسيع منطقة الاتصال هذه بعض التوسيع يستلزم مضخماً (D) للتردد الراديوي إضافياً، يُدرَج في دارة إرسال المرسِل المستجيب.

إحدى الخصائص الهامة لطريقة الانفعال أو الانتثار الخلفي هي ضيق منطقة الاتصال، إذ تصل عادة إلى مدى 10 أمتار أو 20 متراً أمام التجهيز المقام على جانب الطريق (التجهيز RSE). وهذه الخصيصة، أن الاتصال لا يمكن أن يتم إلا في نقطة معيّنة بدقة، هامة بالغ الأهمية لتحديد موقع المركبة بالضبط. ويوجد كثير من التطبيقات التي تستعمل هذه الخصيصة، مثل تحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC)، والتعرّف الأوتوماتي على هوية المركبة (AVI)، وغير ذلك. ولطريقة الانفعال أو الانتثار الخلفي خصيصة أخرى هامة وهي أن بنية التجهيز المركبي بسيطة، ومنخفضة تكاليف التصنيع.

الشكل 16

التشكيلة النموذجية للمعدات الموجودة على متن المركبة في طريقة الانتثار الخلفي المنفعل

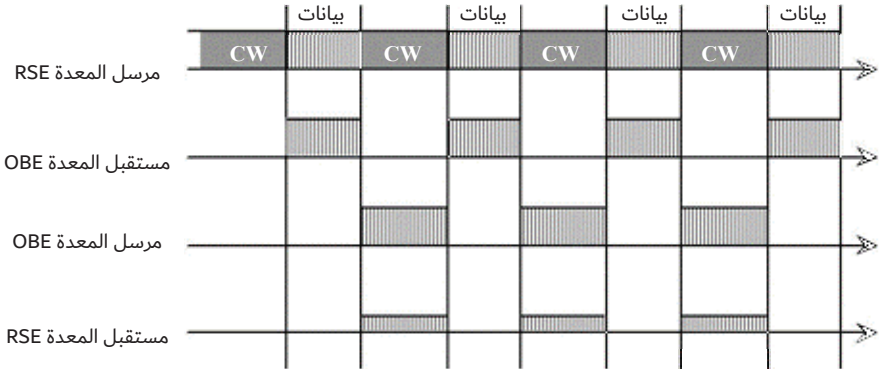


Land Mobile Handbook Vol.4-16

يعرض الشكل 17 مخطط توقيت إرسال المعدة RSE والمعدة OBE، ويبيّن الشكل 28 طيف إرسال كل من المعدتين في طريقة الانتشار الخلفي المنفعل.

الشكل 17

مخطط توقيت الإرسال في طريقة الانتشار الخلفي المنفعل

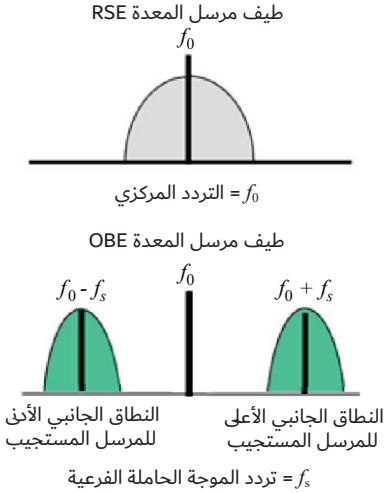


CW: موجة مستمرة

Land Mobile Handbook Vol.4-17

الشكل 18

طيف إرسال المعدتين RSE وOBE في طريقة الانتشار الخلفي المنفعل



Land Mobile Handbook Vol.4-18

المواصفة التقنية

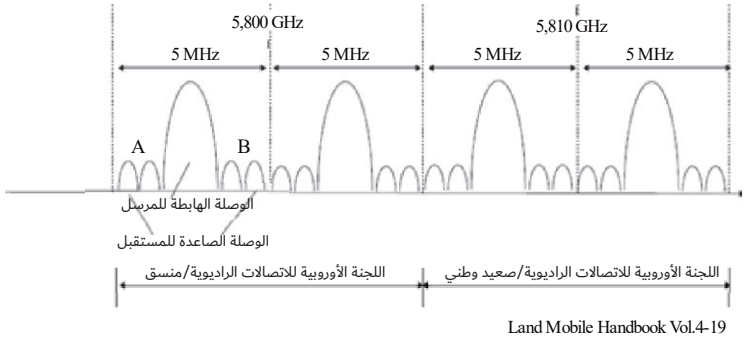
تُعرض الخصائص التقنية لطريقة الانتشار الخلفي (المرسل المستجيب) الأوروبية في الجدول 7، المقتطف من التوصية ITU-R M.1453-2. وهذه التوصية تدمج المعيار الأوروبي "معدل المعطيات المتوسط" (CEN EN 12253)، والمعيار الإيطالي "معدل المعطيات العالي"، في توصية واحدة.

وفي معيار الاتصالات DSRC الأوروبي، تدعم المعدات OBE نوعين من ترددات الموجات الحاملة الفرعية (1,5 MHz و2,0 MHz). ويعتمد اختيار تردد الموجة الحاملة الفرعية على المواصفة المبينة من المعدة RSE. (ويوصى بالتردد 1,5 MHz). ويُعرض الطيف الترددي للمعيار الأوروبي "معدل البيانات المتوسط" في الشكل 19.

وفي حالة المعيار الإيطالي "معدل البيانات العالي"، فإن تردد الموجة الحاملة الفرعية للوصلة الصاعدة للمعدة OBE يساوي 10,7 MHz، مما يؤدي إلى زيادة سرعة إرسال بيانات الوصلة الصاعدة. ويُعرض الطيف الترددي للمعيار الإيطالي "معدل البيانات العالي" في الشكل 20.

الشكل 19

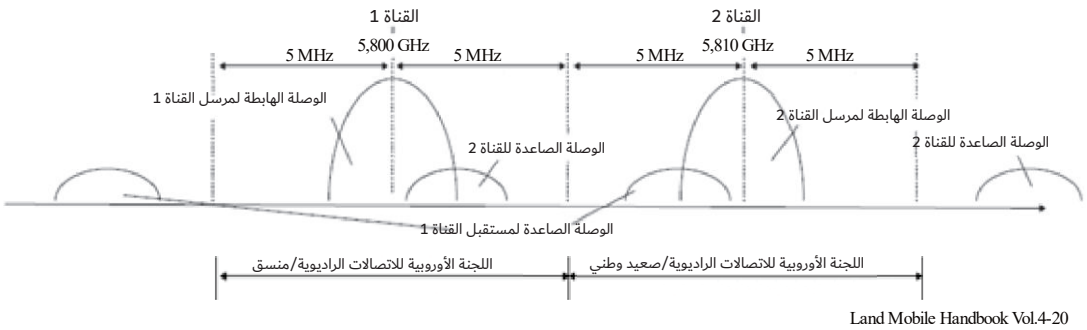
الطيف الترددي للمعيار الأوروبي "معدل البيانات المتوسط"



(RAST6(98)29، "نظام نقل ذكي – رؤية للمعهد ETSI")

الشكل 20

الطيف الترددي للمعيار الإيطالي "معدل البيانات العالي"



(RAST6(98)29، "نظام نقل ذكي – رؤية للمعهد ETSI")

الجدول 7

خصائص طريقة الانفعال أو الانتثار الخلفي (المرسل المستجيب)

الموضوع	الخصيصة التقنية	
	معدل المعطيات المتوسط	معدل المعطيات العالي
ترددات الموجة الحاملة	نطاق GHz 5,8 للوصلة الهابطة	نطاق GHz 5,8 للوصلة الهابطة
ترددات الموجة الحاملة الفرعية	MHz 2/MHz 1,5 (للوصلة الصاعدة)	MHz 10,7 (للوصلة الصاعدة)
المباعدة بين الموجات الحاملة للتردد الراديوي (الفصل بين القنوات)	MHz 5	MHz 10
عرض النطاق المشغول المسموح به	أقل من MHz 5/قناة	أقل من MHz 10/قناة
طريقة التشكيل	ASK (للموجة الحاملة في الوصلة الهابطة) PSK (للموجة الحاملة الفرعية في الوصلة الصاعدة)	ASK (للموجة الحاملة في الوصلة الهابطة) PSK (للموجة الحاملة الفرعية في الوصلة الصاعدة)
سرعة إرسال المعطيات (معدل البتات)	kbit/s 500 (الوصلة الهابطة) kbit/s 250 (الوصلة الصاعدة)	Mbit/s 1 (الوصلة الهابطة) Mbit/s 1 (الوصلة الصاعدة)
تشفير المعطيات	FM0 (الوصلة الهابطة) NRZI (الوصلة الصاعدة)	
نمط الاتصال	نمط مرسِل مستجيب	نمط مرسِل مستجيب
القدرة e.i.r.p. القصوى (الملاحظة 1)	≥ +33 dBm (الوصلة الهابطة) ≥ -24 dBm (الوصلة الصاعدة: نطاق جانبي وحيد)	≥ +39 dBm (الوصلة الهابطة) ≥ -14 dBm (الوصلة الصاعدة: نطاق جانبي وحيد)
الملاحظة 1- التوصية 03-70 الصادرة عن اللجنة ERC توصِّف قيمة 2 W من القدرة e.i.r.p. للأنظمة الفاعلة، و8 W للأنظمة المنفعلة.		

بالمعيار الأوروبي للاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC)، يستطيع التجهيز المركبي (OBE) تأدية نوعين من ترددات الموجة الحاملة الفرعية (1,5 MHz و2,0 MHz). أما انتقاء تردد الموجة الحاملة الفرعية فيتوقَّف على المواصفة المبينة من المعدة RSE. (ويوصى بالتردد 1,5 MHz).

2.3.1.4 الاتصالات قصيرة المدى المكرسة في أمريكا

تُستخدم في الولايات المتحدة الأمريكية حالياً تكنولوجيات مختلفة على جانب الطرق والمركبات ذات ملكية خاصة للتحصيل الإلكتروني للرسوم في مناطق مختلفة داخل أمريكا الشمالية. وهذه التكنولوجيات غير قابلة للتشغيل البيني بشكل مباشر، لذا يلزم وجود العديد من المرسلات المستقبلات من أجل تمكين التحصيل الإلكتروني للرسوم عبر هذه المناطق المتنوعة، وتُستخدم اتفاقات لتبادل البيانات لتوفير إمكانية تشغيل متبادل محدودة داخل المناطق الإقليمية.[8] وعلى المدى الطويل، من المتوقع أن تسمح تكنولوجيات المركبات الموصولة بتقارب التحصيل الإلكتروني للرسوم في تكنولوجيا واحدة أو أكثر بناءً على معايير الصناعة الطوعية.

3.3.1.4 الاتصالات DSRC النشطة اليابانية

الخلفية

في يوليو 1996 تم في اليابان وضع خطة شاملة لإقامة نظام نقل ذكي (ITS) وترويجه كرؤية طويلة الأجل. وتوضّح تلك الخطة الوظائف المقترحة للنظام ITS والمفاهيم الأساسية لتنفيذه ونشره في اليابان. وتضمّنت الخطة تعريف عشرين خدمة يؤديها النظام ITS للمستعملين، وتعيين أهداف للبحث والتطوير والنشر، تسعى لتحقيقها القطاعات العمومية والأكاديمية والصناعية، مصنّفة داخل تسعة مجالات للتطوير. وصُنِّف نظام تحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC) بين مجالات التطوير التسعة.

8 https://www.ibtta.org/sites/default/files/Interoperabiity%20Background-1.pdf

والاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC) هي تكنولوجيا مفتاحية للنظام ETC ولعدد من الخدمات التي تؤديها تطبيقات نظام النقل الذكي (ITS). ففي عام 1994 انطلق التطوير بخصوص الاتصالات DSRC مع مجلس تكنولوجيا الاتصالات الذي أنشأته وزارة البريد والاتصالات (حالياً: وزارة الشؤون الداخلية والاتصالات). وفي عام 1997، عملاً بالتقرير الذي قدمه مجلس تكنولوجيا الاتصالات، أصدرت وزارة البريد والاتصالات لائحة الاتصالات DSRC (بخصوص نظام ETC). وفي نوفمبر 1997 تم وضع معيار الاتصالات DSRC ونشره من قبل رابطة الصناعات ومشاريع الأعمال الراديوية (ARIB) في اليابان.

وفي عام 1994 بدأت وزارة البناء اليابانية (حالياً: وزارة الأراضي والبنية التحتية والنقل)، بالتعاون مع أربع هيئات عمومية للجباية ومع عشرة اتحادات من الشركات الخاصة، مشروع بحث مشتركاً في موضوع أنظمة لتحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC) تتصف بتشغيل بيني على امتداد اليابان. وفي عام 1997 أُنجز مشروع البحث وتُوِّج باختبار تشغيل أُجري على الطريق السريع من أوداوارا إلى أتسوغي.

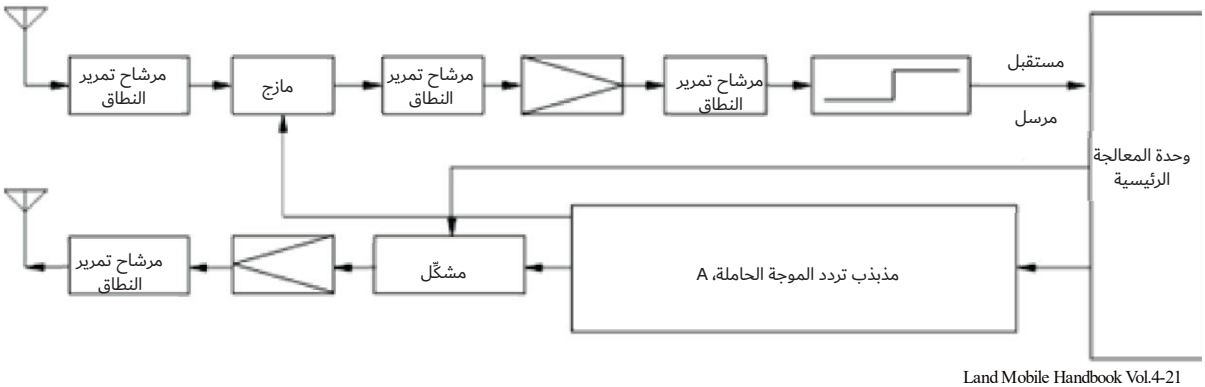
وفي عام 2001 انطلقت خدمات تحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC) على امتداد البلاد. وفي 2017 بلغ عدد المشتركين في نظام ETC عدد 60 مليوناً. وسمكّن ازدياد عدد المشتركين من تقديم خدمات تطبيقات متنوعة لتكنولوجيا الاتصالات DSRC باستعمال نفس النمط من التجهيز المركبي (OBE). وقد بدأت في عام 2015، خدمات ETC2.0، مثل نظام اتصالات معلومات المركبات (VICS) لخدمة معلومات المرور على الطرق السريعة على مستوى البلاد.

الخصائص التقنية

في النظام الياباني للاتصالات القصيرة المدى المكرّسة (DSRC) اعتُمِدت طريقة الفعل (طريقة المرسل المستقبِل). بموجب هذه الطريقة، يكون التجهيز المركبي (OBE) مزوّداً بنفس الوظائف المزوَّد بها التجهيز المحاذي للطريق (RSE)، مع الأجهزة الضرورية للاتصال الراديوي. وبوجه أخص، يحتوي كلا التجهيزين RSE وOBE مذبذب تردد لموجة حاملة بنطاق 5,8 GHz، وله نفس الوظائفية من حيث الإرسال الراديوي. ويبيّن الشكل 21 مخططاً فدرياً نمطياً لمنظومة الدارات الراديوية في التجهيز OBE. النصف العلوي من الشكل 21 يمثل المستقبِل، والنصف السفلي يمثّل المرسل، ووحدة المعالجة ممثلة على اليمين. ومن الممكن تقاسم هوائي الإرسال وهوائي الاستقبال. على طريقة الفعل (المرسل المستجيب)، يستقبل التجهيز المركبي (OBE) الإشارات الراديوية من التجهيز المحاذي للطريق (RSE) بواسطة الهوائي المبيَّن على أعلى اليسار. وتمر كل إشارة مستقبَلة في كل فدرة وظيفية، وتجري معالجتها في وحدة المعالجة الرئيسية باعتبارها معطيات استقبال. وإشارة الإرسال الصادرة عن التجهيز OBE هي التي يولّدها المذبذب A إشارةً للموجة الحاملة ذات نطاق التردد 5,8 GHz، مشكَّلة مع معطيات الإرسال. وتُرسَل الإشارة من الهوائي الممثَّل في أسفل اليسار.

الشكل 21

تشكيلة نموذجية للمعدات OBE في الطريقة النشطة



Land Mobile Handbook Vol.4-21

طريقة الفعل (طريقة المرسل المستقبِل) تمكّن من تكوين مناطق اتصال صغيرة أو كبيرة، عن طريق التحكّم باتجاهية هوائي الإرسال. حيِّز الأثر (مساحة الاتصال) لهوائي النظام ETC صغير جداً (أبعاده النمطية: 3 m x 4 m ومن جهة أخرى، يمكن تكوين حيّز أكبر للأثر يصل حتى طول 30 m بواسطة هوائي الاقتراب من أجل بث المعلومات. ومعدل الخطأ في البتات (BER) منخفض جداً داخل حيِّز الأثر (أقل من 10^{-6}). والميزة الرئيسية لطريقة الفعل (طريقة المرسل المستقبِل) هي المرونة في تكوين منطقة الاتصال، تضاف إليها ميزة أخرى هي استطاعة إيصال مقادير كبيرة من المعلومات بدرجة عالية من الاعتمادية. والخصائص المذكورة لا يُستغنى عنها في خدمات تطبيقات نظام النقل الذكي المعتمد على الاتصالات القصيرة المدى المكرّسة (DSRC).

المواصفة التقنية

الخصائص التقنية لطريقة الفعل (طريقة المرسِل المستقبِل) اليابانية مبيَّنة في الجدول 6 المقتطف أيضاً من التوصية ITU-R M.1453-2. وفي عمود المباعدة بين الموجات الحاملة الراديوية من هذا الجدول ترد مواصفتان. الأولى هي المباعدة الواسعة (بفاصل 10 MHz بين القنوات) تُستعمَل بصورة رئيسية في تطبيقات النظام ETC الحالية، المعمول فيها بطريقة التشكيل ASK (تشكيل بزحزحة الاتساع). والثانية هي المباعدة الضيقة (بفاصل 5 MHz بين القنوات) تُستعمَل بصورة رئيسية في الخدمات المتعددة لتطبيقات الاتصالات DSRC، المعمول فيها بطريقة التشكيل بزحزحة الاتساع (ASK) و/أو التشكيل التربيعي بزحزحة الطور (QPSK). ثم أُضيفت مواصفات بخصوص المباعدة الضيقة، في أكتوبر 2000 حين عدّلت وزارة البريد والاتصالات (حالياً: وزارة الشؤون الداخلية والاتصالات) اليابانية قانون الاتصالات الراديوي وفقاً لاقتراح مجلس تكنولوجيا الاتصالات بشأن الغرض العام لتطبيقات نظام الاتصالات القصيرة المدى المكرّسة (DSRC). وعُرِض التعديل على قطاع الاتصالات الراديوية (ITU-R) الذي اعتمده في أغسطس 2002 بصيغة معدَّلة للتوصية ITU-R M.1453-1 المتعلقة بالاتصالات DSRC.

فأوصِيَ بأن تكون منطقة الاتصال القصوى للاتصالات DSRC ضمن مسافة 30 m تشجيعاً على استعمال فعال للترددات بخفض مسافة إعادة استعمال التجهيز المحاذي للطريق (RSE). واعتُمدت أيضاً أنظمة ازدواج بتقسيم التردد (FDD) تشجيعاً على استعمال فعال للترددات الراديوية.

الجدول 8

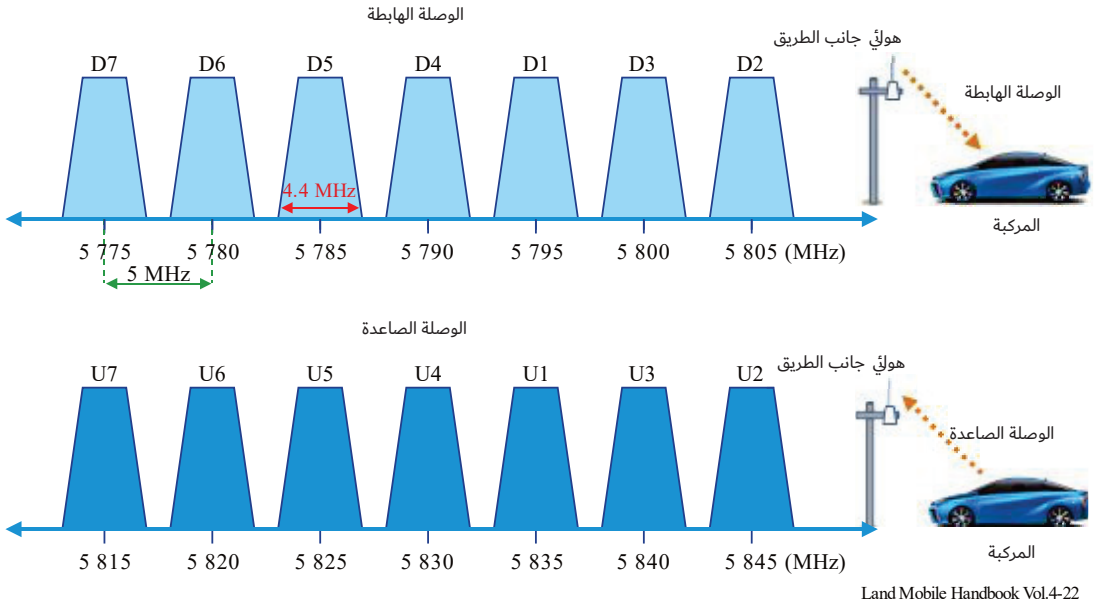
خصائص طريقة الفعل (طريقة المرسِل المستقبِل)

المادة	الخصيصة التقنية
ترددات الموجة الحاملة	نطاق GHz 5,8 للوصلة الهابطة والوصلة الصاعدة
المباعدة بين الموجات الحاملة للتردد الراديوي (الفاصل بين القنوات)	MHz 5
عرض النطاق المشغول المسموح به	أقل من MHz 4,4
طريقة التشكيل	ASK، QPSK
سرعة إرسال المعطيات (معدل البتات)	ASK/ kbit/s 1 024 QPSK/ kbit/s 4 096
تشفير المعطيات	تشفير ASK/Manchester QPSK/NRZI
الفصل المزدوج	MHz 40 في حالة ازدواج بتقسيم التردد (FDD)
نمط الاتصال	نمط مرسِل مستقبِل
القدرة e.i.r.p. القصوى	≥ +30 dBm (الوصلة الهابطة) (في حالة إرسال لمسافة 10 m أو أقل. القدرة المزوَّد بها الهوائي ≥ 10 dBm)
	≥ +44,7 dBm (الوصلة الهابطة) (في حالة إرسال لمسافة أكبر من 10 m القدرة المزوَّد بها الهوائي ≥ 24,77 dBm)
	≥ +20 dBm (الوصلة الصاعدة) (القدرة المزوَّد بها الهوائي ≥ 10 dBm)

ويعرض الشكل 22 ترتيبات القنوات لتطبيقات أنظمة النقل الذكية التي تستخدم الاتصالات DSRC في النطاق GHz 5,8 باليابان.

الشكل 22

ترتيبات القنوات للاتصالات DSRC من أجل تطبيقات أنظمة النقل الذكية في اليابان في النطاق GHz 5,8



Land Mobile Handbook Vol.4-22

4.3.1.4 الاتصالات DSRC في الصين

يعتمد نظام التحصيل الإلكتروني للرسوم (ETC) الصيني الطريقة النشطة (المرسل المستقبل). وتعمل كل من المعدات RSE والمعدات OBE في النطاق GHz 5,8. وهناك صنفان محددان في الطبقة المادية. الصنف A مع التشكيل ASK، ينبغي أن يلبي المتطلبات الأساسية للتطبيق ETC. والصنف B مع التشكيل FSK، ينبغي أن يلبي متطلبات إرسال البيانات عالي السرعة. وترد الخصائص التقنية للوصلتين الهابطة والصاعدة في الجدولين 9 و10 على التوالي.

الجدول 9

الخصائص التقنية للوصلة الهابطة لنظام التحصيل الإلكتروني للرسوم (ETC) الصيني

البند		الصنف A	الصنف B
ترددات الموجة الحاملة	القناة 1	MHz 5 830	MHz 5 830
	القناة 2	MHz 5 840	MHz 5 840
عرض النطاق المشغول المسموح به		MHz 5 ≥	MHz 5 ≥
طريقة التشكيل		ASK	FSK
سرعة إرسال البيانات (معدل البتات)		kbit/s 256	Mbit/s 1
تشفير البيانات		FM0	مانشستر
القدرة e.i.r.p.		dBm 33+ ≥	dBm 33+ ≥

الجدول 10

الخصائص التقنية للوصلة الصاعدة لنظام التحصيل الإلكتروني للرسوم (ETC) الصيني

البند		الصنف A	الصنف B
ترددات الموجة الحاملة	القناة 1	MHz 5 790	MHz 5 790
	القناة 2	MHz 5 800	MHz 5 800
عرض النطاق المشغول المسموح به		≥ MHz 5	≥ MHz 5
طريقة التشكيل		ASK	FSK
سرعة إرسال البيانات (معدل البتات)		kbit/s 512	Mbit/s 1
تشفير البيانات		FM0	مانشستر
القدرة e.i.r.p.		≥ +10 dBm	≥ +10 dBm

5.1.3.4 الاتصالات DSRC النشطة في كوريا

خلفية

هناك طلب متزايد في كوريا على مرافق وخدمات النقل بسبب النمو السريع في عدد السكان والتوظيف في المدن الحضرية. وأعلنت وزارة الأراضي والبنية التحتية والنقل الكورية (MOLIT) عن مشروع نشر أنظمة النقل المتقدمة، وقد حققت إنجازاً ملحوظاً لبدء تشغيل أنظمة النقل الذكية في كوريا. وفي خريف عام 2000، اختارت الوزارة MOLIT منطقة دايجون وجزيرة جيجو ومدينة جيونجو كأماكن نموذجية لنشر أنظمة النقل الذكية. وقد حفز هذا المشروع شركاء القطاعين العام والخاص على تطوير تكنولوجيا أنظمة النقل الذكية.

وقد طُورت تكنولوجيا الاتصالات DSRC الكورية من خلال المشروع الوطني الذي أطلقته وزارة العلوم وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات (MSIT) من 1998 إلى 2000. وفي عام 2001، تم تخصيص نطاق الترددات الراديوية GHz 5,8 لتطبيقات أنظمة النقل الذكية. ويحتوي هذا النطاق على نطاقي تردد: واحد بمقدار MHz 20 (GHz 5,815~5,795) لأنظمة النقل الذكية العامة والآخر بمقدار MHz 20 (GHz 5,855~5,835) لمشغلي أنظمة النقل الذكية.

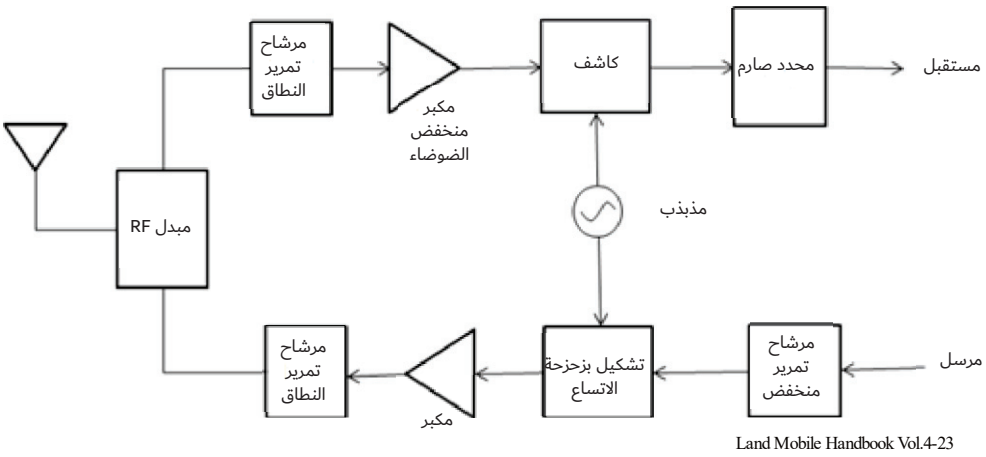
تم تطبيق تكنولوجيا الاتصالات DSRC الكورية في التحصيل الإلكتروني للرسوم (ETC) ونظام معلومات الحافلات (BIS). وتسمى العملية ETC خدمة "Hi-Pass" في كوريا. وتوفر الخدمة Hi-Pass خدمة السداد التلقائي للرسوم في بوابات تحصيل الرسوم على الطرق السريعة. وطُبقت تكنولوجيا الاتصالات DSRC الكورية على نظام معلومات الحافلات في المدن الحضرية. وعندما تصل حافلة عامة إلى محطة التوقف، يتم توصيلها بمركز نظام النقل الذكي عبر المعدات RSE والشبكة السلكية. وسيكون بمقدور مركز نظام النقل الذكي اكتشاف رقم الحافلة وموقعها وإرسال وقت الوصول والمغادرة إلى محطة التوقف. وسيحصل المسافر على موقع وحالة الحافلة أثناء سيرها. وفي عام 2004، تم تسويق الخدمة Hi-Pass تجارياً، وزاد عدد المشتركين فيها إلى أكثر من 10 ملايين.

الخصائص التقنية

يحتوي نطاق تردد الاتصالات DSRC الكورية على عرض نطاق قناة مقداره MHz 10 وقدرة مشعة قيمتها mW 10 بدون كسب الهوائي. وهي تعتمد المخطط TDD لاستخدام موجة حاملة RF واحدة في النفاذ إلى الوصلتين الهابطة والصاعدة، وهو أكثر كفاءة في استخدام الترددات مقارنة بالمخطط FDD. ويحتوي المخطط TDD على مبدل RF لتحديد الإشارة المرسلة أو الإشارة المستقبلة. وفي جزء الإرسال، يتم تحويل البيانات الرقمية المرسلة إلى إشارة معدلة من خلال مرشاح تمرير منخفض (LPF) والتشكيل بمخطط زحزحة الاتساع (ASK). وفي جزء الاستقبال، يتم استرداد إشارة التردد الراديوي المستقبلة باستخدام كاشف الغلاف ومحدد صارم كما هو مبين في الشكل 23.

الشكل 23

تشكيلة الوحدات OBU للمخطط TDD DSRC



Land Mobile Handbook Vol.4-23

المواصفة التقنية

تتسم الاتصالات DSRC الكورية بتغطية راديوية قصيرة أقل من 100 m، ووقت الاتصال المسموح به محدود في حدود عدة مئات من الميللي ثانية. وبالتالي، يجب أن يحتوي على تجهيز وصلة سريعة واتصال ثنائي الاتجاه في ظل ظروف قيادة المركبات. ويبلغ معدل البيانات المرسلة 1,024 Mbit/s، ومعدل البيانات يتضاعف عن طريق تشفير مانشستر، وهو التشفير للعبور إما منخفض ثم مرتفع، أو مرتفع إلى منخفض، بالنسبة لزمن البتة. ويساعد تشفير مانشستر على استعادة الميقاتية في المستقبل. والقدرة RF تبلغ 10 dBm (10 mW).

الجدول 11

المواصفة التقنية للاتصالات DSRC الكورية

البند		الخصائص الراديوية
ترددات الموجة الحاملة	القناة 1	5,80 GHz
	القناة 2	5,810 GHz
المباعدة بين الموجات الحاملة RF		10 MHz
طريقة التشكيل		ASK (التشكيل بزحزحة الاتساع)
سرعة إرسال البيانات		1,024 Mbit/s
معدل تشفير البيانات		مانشستر
القدرة RF القصوى		10 dBm
ازدواج الإرسال		ازدواج الإرسال بتقسيم الزمن (TDD)

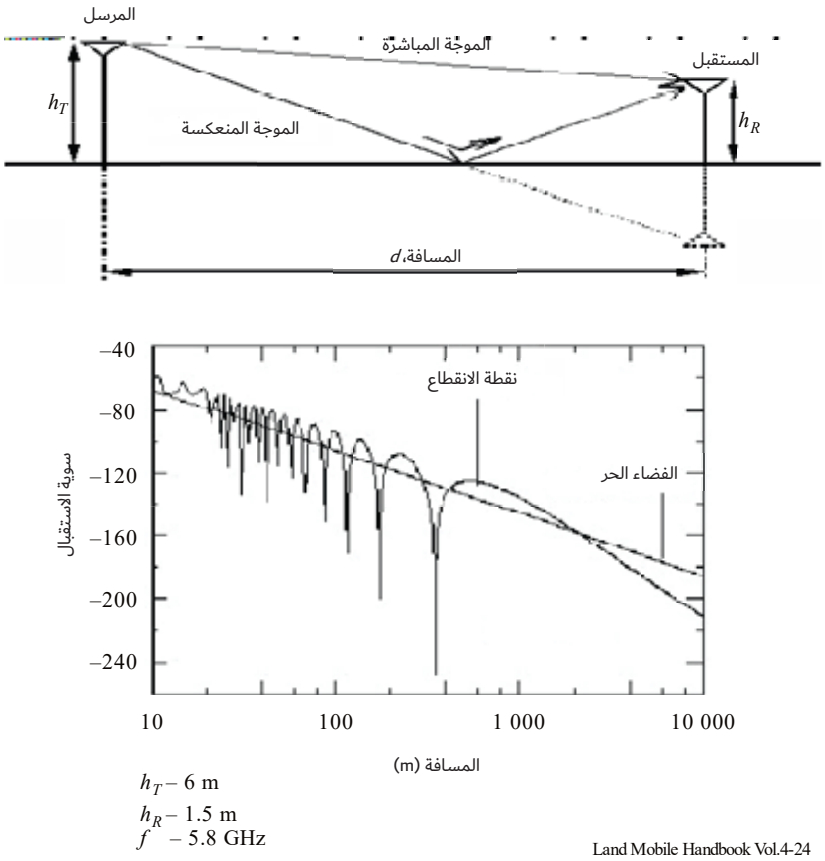
4.1.4 خصائص الانتشار الراديوي للاتصالات قصيرة المدى المكرسة (DSRC)

الانتشار الراديوي

في الانتشار الراديوي للاتصالات DSRC، الانعكاس على الأرض هو أهم عنصر يحكم خصائص الاستقبال في المستقبِل. ويعرض الشكل 24 العلاقة المتبادلة بين مسار مباشر ومسار منعكس، مع مثال على سويّة الاستقبال في المستقبِل على مسافة. فالموجات المباشرة والمنعكسة من شأنها أن تزيد أو تخفض سوية الاستقبال، تبعاً للفرق ($\Delta_r = 2h_Th_R/d$) بين طولَيْ المسار المباشر والمسار المنعكس. إذ إنه، لما كانت الموجات المباشرة والموجات المنعكسة تتداخل تداخلاً بنّاءً أو تداخلاً هدّاماً، تبعاً لعلاقة الطور بين الموجة المنعكسة والموجة المباشرة، فقد صارت سويّة الاستقبال تتغيّر في المستقبِل تغيّراً يصل إلى نقطة الانقطاع ($d_{BP} = (4h_Th_R)/\lambda$)، حيث λ هي طول الموجة) نقطة تبدأ عندها الموجة المنعكسة تُلغي الموجة المباشرة إلغاء دائماً، فتنحط سوية الاستقبال انحطاطاً أسرع ($1/d^4$) مما في الفضاء الحر ($1/d^2$).

الشكل 24

نموذج انتشار ذو شعاعين



Land Mobile Handbook Vol.4-24

يمكن تعرُّف ثلاث مساحات، متميّزة بالمسافة بين المرسِل والمستقبِل، هي:

- المساحة 1: تبعد حتى بضعة عشرات من الأمتار (عادةً حتى 30 m).

على الرغم من أن سوية الاستقبال في المستقبِل تتغيّر نظرياً تبعاً للمسافة بفعل الانعكاس عن الأرض، يمكن إغفال هذا التغير في أغلب الحالات، بفضل اتجاهية الهوائي في كل من المرسِل والمستقبِل. هذه المساحة هي الأنسب لتطبيقات الاتصالات DSRC.

- المساحة 2: من بضعة عشرات حتى نقطة الانقطاع.

تتغير في هذه المساحة سوية الاستقبال تغيراً ملحوظاً تبعاً للمسافة، والمركبة المتحركة على طول الطريق تشهد خبواً سريعاً (في استقبال الإشارات).

- المساحة 3: تمتد بعد نقطة الانقطاع.

في هذه المساحة تنحط سوية الاستقبال سريعاً ($1/d^4$) فتتعرض المركبات المتحركة على طول الطريق لتداخل شديد في الاستقبال.

تنحط سوية الاستقبال سريعاً *(تخصيص تردد راديوي واحد (1) لنظام النقل الذكي $1/d^4$)*. تتعرض المركبات المتحركة على طول الطريق لأشد التداخلات.

خصائص الانتشار الراديوي

عدا خصائص نموذج الانتشار بشعاعين الموصوف أعلاه، يجب أن تراعى عوامل التداخل التالية في البيئة الفعلية:

- الخبو بسبب تعدد المسارات: تعدد المسارات الناجم عن الانتثار والانعكاس عن الأرض، والمباني، والمركبات الأخرى، يسفر عن خبو سريع عند المركبات العالية السرعة، انظر الشكل 25.

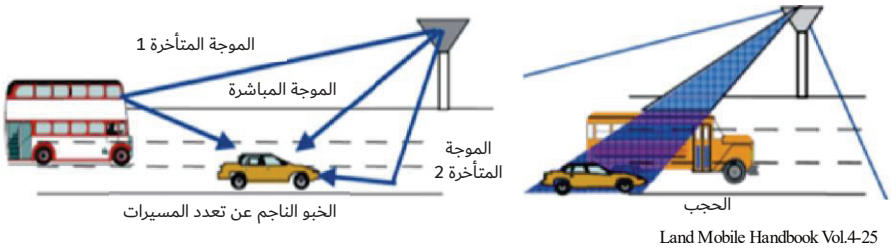
- تمديد مهلة الانتشار: حين تكون المعلومات الرقمية المراد إرسالها ذات معدل معطيات عالٍ، يجب مراعاة آثار تمديد مهلة الانتشار (كالتشوه الذي يسببه تمديد وقت الانتشار الناجم عن القنوات المتعددة المسارات).

- الحَجْب: إن الخسارة بالانعراج نتيجة للحَجْب الذي يسببه حائل كبير، كالباص مثلاً، يسبب توهيناً كبيراً في شدة المجال، انظر الشكل 25.

- الظواهر الدوبلرية: في حالة الترددات العالية والمركبات العالية السرعة، يجدر أن تراعى بوجه خاص، الظواهر الدوبلرية (كالتشوه الذي يسببه تشتت التردد الناجم عن الظواهر الدوبلرية).

الشكل 25

الخبو الناجم عن تعدد المسيرات والحجب



Land Mobile Handbook Vol.4-25

2.4 الاتصالات الراديوية المتقدمة لأنظمة النقل الذكية

1.2.4 مقدمة

الاتصالات الراديوية المتقدمة لأنظمة النقل الذكية هي أيضاً اتصالات قصيرة المدى مكرسة لتوفير الاتصالات بين المركبة والمركبة (V2V) والاتصالات بين المركبة والبنية التحتية (V2I) في بيئة المركبات لأغراض تطبيقات السلامة. ويعني التوصيل V2V الاتصالات المباشرة من نظير إلى نظير دون توصيل البنية التحتية ويمكن تطبيقه في تطبيقات سلامة المركبات.

كما أن الاتصالات DSRC الحالية مكرسة للاتصال قصير المدى لتوفير التوصيلية V2I في أحد نطاقات تردد الخدمات الصناعية والعلمية والطبية (ISM). ومع ذلك، توفر الاتصالات الراديوية المتقدمة لأنظمة النقل الذكية توصيلية V2I وV2V في نطاق تردد مكرس لتطبيقات السلامة. وترد في الجدول 12 مقارنة بين الخصائص التقنية للاتصالات DSRC (كوريا) والاتصالات الراديوية المتقدمة لأنظمة النقل الذكية (WAVE).

وتستخدم الاتصالات V2V طريقة للتحكم في النفاذ الموزع لأن كل وحدة OBU ستكون قادرة على محاولة النفاذ إلى القناة الراديوية عندما يكون لدى الوحدة OBU بيانات لإرسالها. وتستخدم الاتصالات V2V طريقة للتحكم في النفاذ الموزع لضمان أن تكون كل وحدة OBU قادرة على محاولة النفاذ إلى القناة الراديوية عندما يكون لدى الوحدة OBU بيانات لإرسالها.

ويعد النفاذ اللاسلكي لأمريكا الشمالية في بيئة المركبات (WAVE) هو المثال النموذجي للاتصالات V2X. ووفقاً لمواصفات النفاذ WAVE، فإنه يفي بكمون للرزم يبلغ 100 ms ومعدل خطأ في الرزم بنسبة 10% في مدى راديوي 300 m مع متطلب سرعة للسيارة 200 km/h للأنظمة المتعلقة بالسلامة. كما أنه يلبي الاستيقان البيانات والأمن، وهما أمران ضروريان لأن رسالة السلامة تتضمن معلومات موقع المركبة. وتُدعم حالات استخدام أنظمة النقل الذكية الأخرى بالاتصالات WAVE لمديات تصل إلى 1 km. ويوفر الجدول 12 مقارنة عالية المستوى بين الاتصالات DSRC والاتصالات الراديوية المتقدمة لأنظمة النقل الذكية.

الجدول 12

مقارنة للخصائص التقنية بين الاتصالات DSRC والاتصالات الراديوية المتقدمة لأنظمة النقل الذكية

البند	الاتصالات DSRC	الاتصالات الراديوية المتقدمة لأنظمة النقل الذكية
نطاق التردد	ISM	نطاق تردد مكرس
التوصيلية	V2I	V2I وV2V
ازدواج الإرسال	FDD, TDD	TDD
التشكيل	ASK	OFDM[9]
سرعة إرسال البيانات	1,024 Mbit/s	27 Mbit/s كحد أقصى[10]، و6 Mbit/s كقيمة نموذجية لأنظمة الاتصالات المتعلقة بالسلامة في الأنظمة المنشورة
القدرة RF القصوى	10 dBm	44 dBm (40 Watt) كحد أقصى، و 20 mW كقيمة نموذجية للأنظمة المنشورة ذات الصلة بالسلامة
كمون البيانات	منخفض	أقل من 100 ms
التغطية الراديوية	أقل من 100 m	1 000 m كحد أقصى، وتغطية 300 m متعددة الاتجاهات بمتطلب نموذجي أقصى لمعدل الخطأ في الرزم قدره 10% للأنظمة المنشورة ذات الصلة بالسلامة

تتمتع تكنولوجيا الاتصالات الراديوية المتقدمة لأنظمة النقل الذكية أيضاً بتجهيزة وصلة سريعة وانتهائية لسلامة المركبات وتطبيقات أنظمة النقل الذكية التعاونية (C-ITS). وتوفر الاتصالات الراديوية المتقدمة لأنظمة النقل الذكية أداءً محسناً مقارنة بالاتصالات DSRC الحالية من حيث كمون الرزم ومعدل البيانات والتغطية الراديوية. وتتميز الاتصالات الراديوية المتقدمة لأنظمة النقل الذكية بالسمات التالية:

- اتصالات بيانات الرزم باستخدام التوصيل V2I أو V2V
- تجهيزة وصلة سريعة وانتهائية الوصلة في منطقة الاهتمام
- اتصالات موثوقة في بيئة المركبات
- استيقان البيانات وأمنها.

2.2.4 تشكيلة النظام

يتكون نظام الاتصالات الراديوية المتقدمة لأنظمة النقل الذكية (ITS) من معدات على متن المركبة (OBE) ومعدات على جانب الطريق (RSE) كما هو مبين في الشكل 26. والمعدات OBE هي الوحدات الراديوية على جانب المركبة، والمعدات RSEs هي الوحدات الراديوية على جانب الطريق وهي نفس المصطلحات المستخدمة في الاتصالات DSRC. وتوصل الوحدات RSE بمركز أنظمة النقل الذكية من خلال شبكة IP قد تستخدم بنية تحتية سلكية أو لاسلكية.

---

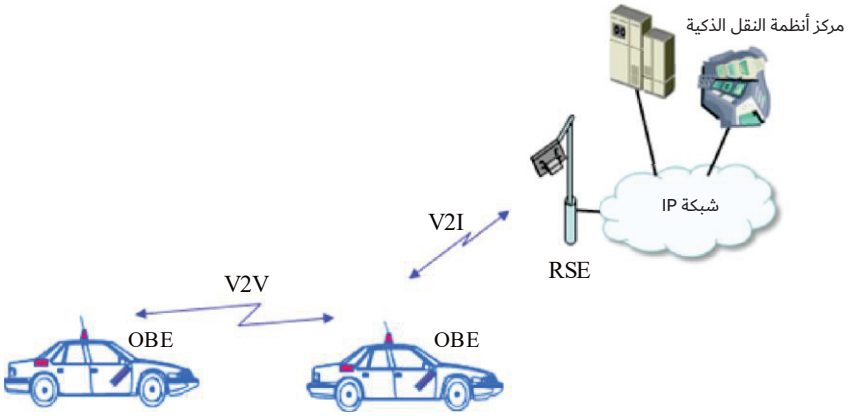
9 المعيار IEEE 802.11™-2016، صفحة 2303، الفصل 17.

10 المعيار IEEE 802.11™-2016، صفحة 2303، الجدول 17-16 من أجل قناة 10 MHz.

وتستخدم الاتصالات الراديوية المتقدمة لأنظمة النقل الذكية نظام نفاذ موزع للقنوات لأن كل معدة OBE ستكون قادرة على محاولة النفاذ إلى القناة الراديوية في أي وقت تحتاج فيه لإرسال رسالة.

الشكل 26

نظام الاتصالات الراديوية المتقدمة لأنظمة النقل الذكية

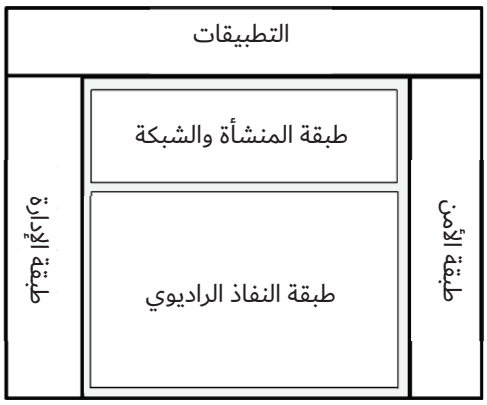


Land Mobile Handbook Vol.4-26

تحتوي المعدات OBE وRSE على نماذج مرجعية للنظام مع طبقة نفاذ لاسلكي وطبقة منشأة وشبكة وتطبيق، كما هو مبين في الشكل 27. وستدعم طبقة النفاذ الراديوي التوصيلات الراديوية V2X بين المركبات والمعدات RSE. وتوفر طبقة المنشأة والشبكة معلومات سياقية عن حالة المركبة والطريق في الوقت الفعلي (على سبيل المثال، الخريطة الديناميكية المحلية). وهي تدعم الشبكات IP أو الشبكات غير IP. وتوصل طبقتا الإدارة والأمن بطبقة النفاذ الراديوي وطبقة المنشأة والشبكة والتطبيق لتدميث النظام وإدارته واستيقان معرف الهوية وأمن البيانات.

الشكل 27

نموذج مرجعي للاتصالات V2X من أجل أنظمة النقل الذكية المتقدمة



Land Mobile Handbook Vol.4-27

3.2.4 الخصائص التقنية

1.3.2.4 الجيل الخامس من أنظمة النقل الذكية الأوروبية

خلفية

تعتمد اتصالات أنظمة النقل الذكية التعاونية (C-ITS) على أنظمة اتصالات لاسلكية مخصصة مقيَّسة وقابلة للتشغيل البيني. ويجب ضمان قابلية التشغيل البيني على الأقل في مناطق العالم المختلفة. ولا يعني متطلب قابلية التشغيل البيني استخدام نفس النظام بالضبط في جميع المناطق، فعلى سبيل المثال تعتمد الأنظمة C-ITS في أوروبا في النطاق GHz 5,9 بشكل أساسي على المعيارين IEEE 802.11p وETSI ITS-G5، بينما يعتمد التنفيذ الأمريكي في النطاق GHz 5,9 على المعيار IEEE 802.11p والنظام WAVE المختلفين قليلاً كما هو موضح أعلاه. وبالنسبة لهذه التكنولوجيات، تم الانتهاء من المعايير، وتم القيام بعمليات مكثفة للاختبار والتحقق من الصحة، وتم إنجاز عمليات التنفيذ الأولى، وجاري النشر. وتعتمد معظم الأنظمة الفعلية التي نوقشتا على طبقة نفاذ راسخة (طبقة مادية وطبقة MAC) تم تقييسها بواسطة مجموعة المعايير IEEE802 في صورة المعيار IEEE802.11p، والذي تم دمجه حالياً كجزء من مجموعة المعايير IEEE802.11TM-2016.

وفي بعض البلدان، تم اختيار نطاق تردد يتراوح بين 850 5-925 5 MHz (ما يصل إلى عرض النطاق مقداره 75 MHz)، بما يتوافق مع التوصية ITU-R M.2121-0 (2019/01) - تنسيق نطاقات التردد لأنظمة النقل الذكية في الخدمة المتنقلة، باعتباره النطاق الرئيسي للتشغيل لعمليات النشر القادمة لأنظمة النقل الذكية التعاونية المتعلقة بسلامة حركة المرور. بالإضافة إلى ذلك، تم تعيين نطاق التردد GHz 65,88-63,72 للتطبيقات المتعلقة بسلامة حركة المرور في إطار الخدمة المتنقلة في المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات.

وتشارك مجموعة واسعة من منظمات التقييس في جميع أنحاء العالم في تقييس أنظمة النقل الذكية التعاونية. والجهات الفاعلة الرئيسية التي تحظى بدعم قوي من صناعة السيارات هي الأنشطة الأمريكية حول المعايير IEEE/WAVE/SAE والأنشطة الأوروبية حول المعايير ETSI TC ITS. ويتم دعم هذه الأنشطة من قبل اتحادات الصناعة، شراكة مقاييس تجنب الاصطدامات (CAMP) في الولايات المتحدة واتحاد الاتصالات من سيارة إلى سيارة (C2C-CC) في أوروبا.

يعد الاتحاد C2C-CC رابطة غير ربحية مدفوعة بالصناعة تضم 16 جهة مصنعة أوروبية للسيارات و37 مورداً و28 منظمة بحثية، مكرسة لتحقيق حركة المرور التعاونية على الطرق وبالتالي زيادة سلامة حركة المرور وكفاءتها وراحة القيادة. وللاتحاد C2C-CC دور مهم في تطوير المعايير الأوروبية لأنظمة النقل الذكية التعاونية ويتعاون بشكل وثيق بخصوص هذه الأنظمة مع اتحاد الشراكة CAMP في الولايات المتحدة. ولمواءمة وتنسيق نشر الأنظمة C-ITS في المركبات والبنية التحتية للمرور في أوروبا بحلول عام 2019، شارك الاتحاد مع مجموعة أمستردام. وهذا تحالف استراتيجي بين الاتحاد C2C-CC ورابطة مشغلي البنى التحتية لخدمات تحصيل الرسوم على الطرق السريعة (ASECAP) ومؤتمر مديري الطرق الأوروبيين (CEDR) وشبكات المدن والمناطق الأوروبية لحلول النقل المبتكرة (POLIS). علاوة على ذلك، يساهم الاتحاد بنشاط في أعمال منصة نشر الانظمة C-ITS التي تنظمها المفوضية الأوروبية.

وقد شارك الاتحاد C2C-CC في التصميم الأولي لتكنولوجيات الاتصالات من مركبة إلى مركبة من خلال نشر بيان رسمي. كما ساعد في التحقق من صلاحية الأنظمة C-ITS من خلال المشاركة في الاختبارات التشغيلية الميدانية (FOT) ومشاريع ممرات الأنظمة C-ITS الجارية عبر الحدود، والتركيز على اختبارات التشغيل البيني.

وفي عام 2007، نشر الاتحاد C2C-CC البيان على موقعه على الويب[11]. ووضعت هذه الوثيقة الأساس لأول عرض توضيحي للتشغيل البيني تم تنفيذه في عام 2008 في موقع اختبار شركة أوبل في مدينة Dudenhofen.

وتصف الوثيقة سيناريوهات الأنظمة C-ITS لتحسين السلامة وكفاءة حركة المرور وكذلك استخدام نظام الاتصالات للإعلام والترفيه ولأغراض أخرى. ومن السيناريوهات، يتم اشتقاق متطلبات النظام والقيود، وتطوير معمارية النظام. وتصف المعمارية مبادئ الاتصالات والمكونات الفردية ومعمارية الطبقات والبروتوكولات ذات الصلة. وتصف الفصول الأخرى التطبيقات ونظام الراديو والاتصالات بالإضافة إلى أمن وخصوصية البيانات.

11 https://www.car-2-car.org/documents/basic-system-profile/

تحدد الوثيقة المواصفة المعيارية الذي تتيح إمكانية التشغيل البيني لوحدات الأنظمة C-ITS. وتم إطلاق أول إصدار من مواصفة النظام الأساسي (BSP) للاستخدام الداخلي للاتحاد C2C-CC بنهاية عام 2014. وطُرحت أحدث نسخة منقحة من المواصفة BSP على أعضاء الاتحاد والجمهور في عام 2020 ويتم تحديثها باستمرار. وتحتوي على مواصفة نظام تكملها مجموعة مختارة من المعايير والمعلمات. وتسمح باختبار الجوانب التي ستستخدمها تطبيقات "الوهلة الأولى".

الخصائص التقنية

تم تحديد المعيار ETSI ITS-G5 في اللجنة التقنية التابعة للمعهد ETSI المعنية بأنظمة النقل الذكية (ITS). ويُنسق النظام الأساسي بالكامل مع نظام الاتصالات V2X الأمريكي (WAVE)كما هو موضح في الأقسام السابقة.

وتم تطوير المعيار ETSI ITS-G5 كنظام مخصص كامل لا يعتمد على أي مكونات شبكات ثابتة مثل نقاط النفاذ أو المحطة القاعدة أو مكونات البنية التحتية الأخرى. ومع ذلك، فإن نشر البنية التحتية على أساس المعايير ETSI ITS-G5 كجزء من الشبكة المخصصة يمكن أن يعزز القدرات التشغيلية من خلال تقديم المعلومات القائمة على البنية التحتية.

وتعتمد تطبيقات أنظمة النقل الذكية على الاتصالات ذات الاعتمادية العالية والكمون المنخفض، بالإضافة إلى التحكم الموزع في الازدحام (DCC)، الذي يحافظ على استقرار الشبكة وكفاءة الصبيب والتوزيع العادل للموارد باستخدام التحكم في قدرة الإرسال (TPC) وضبط معدل البيانات ومعدل الرزم.

ويُقسم نطاق التردد 855 5-925 5 MHz لتطبيقات أنظمة النقل الذكية إلى قنوات بعرض نطاق يبلغ 10 MHz. وينبغي أن تُقيد كثافة القدرة الطيفية القصوى لمحطات أنظمة النقل الذكية بالقيمة 23 dBm/MHz للقدرة e.i.r.p.، على ألا تتجاوز القدرة الإجمالية 33 dBm للقدرة e.i.r.p.، مع مدى للتحكم في قدرة الإرسال (TPC) بمقدار 30 dB. وقد عين المؤتمر CEPT القيمة 20 MHz الدنيا من نطاق التردد لتطبيقات أنظمة النقل الذكية ذات الصلة بالسلامة غير المرورية مثل تعزيز كفاءة حركة المرور، بينما تم تعيين القيمة 50 MHz العليا من نطاق التردد لتطبيقات أنظمة النقل الذكية المتعلقة بسلامة المرور مثل تبادل معلومات الحالة الحرجة من حيث الوقت والتي تهدف إلى تقليل عدد الوفيات أو الحوادث المرورية باستخدام الاتصالات بين محطات أنظمة النقل الذكية. ويرد ملخص لتخصيص قنوات التردد لأنظمة النقل الذكية في الجدول 13 الذي يحتوي على الاتصالات V2V والاتصالات V2I لأنظمة النقل الذكية على الطرق. وتم في المؤتمر CEPT والاتحاد الأوروبي تعيين 10 MHz إضافية من النطاق 925 5-935 5 MHz للسكك الحديدية الحضرية التي لا تدخل في نطاق هذا التقرير.

الجدول 13

تخصيص قنوات التردد لأنظمة النقل الذكية

التطبيق	التنظيم	مدى التردد (MHz)	سنة النشر أو الخطة
الاتصالات V2V وV2I	المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات: ECC/REC/(08)01 الاتحاد الأوروبي: 2019/1345 (EU)	855 5 إلى 865 5	
		865 5 إلى 875 5	
الأنظمة ITS ذات الصلة بسلامة حركة المرور والاتصالات V2V وV2I	المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات: ECC/DEC/(08)01 الاتحاد الأوروبي: 2020/1426 (EU)	875 5 إلى 885 5	نشر البنية التحتية في بعض الدول الأعضاء منذ عام 2016[12]، ونشر المركبات في 2019[13]
		885 5 إلى 895 5	
		895 5 إلى 905 5	
		905 5 إلى 915 5	
		915 5 إلى 925 5	
الأنظمة ITS ذات الصلة بسلامة حركة المرور والاتصالات V2V وV2I	المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات: ECC/DEC/(09)01 الاتحاد الأوروبي: 2019/1345 (EU)	GHz 65,88-63,72	

12 https://www.c-roads.eu/platform.html

13 https://www.volkswagenag.com/en/news/2017/06/pwlan.html

المواصفة التقنية

تحدد الأنظمة ETSI ITS-G5 آلية حماية لحماية أنظمة التحصيل الإلكتروني للرسوم استنادًا إلى الاتصالات CEN-DSRC العاملة في النطاق من 795 5 MHz إلى 815 5 MHz. وتعمل هذه الآليات والقيود على استمثال التعايش السلس بين النظامين اللذين يعملان في جوار قريب.

علاوة على ذلك، يجب أن تنفذ الأنظمة ETSI ITS-G5 آلية للتحكم في الازدحام لضمان التشغيل السلس في ظل ظروف التحميل العالي للقنوات. وتم تحديد هذه الآلية في المعيار ETSI TS 103175.

وترد في الجدول 14 الخصائص الرئيسية للمرسل للمعيار ETSI ITS-G5. ويبين الجدول 15 قناع طيف المرسل لعرض نطاق قناة 10 MHz من أجل نظام ETSI ITS-G5.

الجدول 14

الخصائص الرئيسية للمرسل

المعلمة	القيمة	
عرض النطاق عند 3 dB للبث (MHz)	10 MHz	
القدرة e.i.r.p. (القصوى) (dBm)	33 dBm	
الكثافة الطيفية للقدرة e.i.r.p. (dBm/MHz)	23 dBm/MHz	
معدل البيانات	3 و4,5 و6 و9 و12 و18 و24 و27 Mb/s	
معلمات التشكيل	التشكيل: BPSK وQPSK و16-QAM و64-QAM	معدل الشفرة: 1/2 و3/4 و2/3
مخطط هوائي السمت من المحور	المركبات – شامل الاتجاهات (360 درجة)؛ وتستخدم هوائيات قطاعية في بعض الأوقات مع هوائيات مرسل النظام ETSI-ITS-G5 الخاص بالبنية التحتية	

الجدول 15

قناع طيف المرسل لعرض نطاق قناة 10 MHz طبقاً للمعيار ETSI EN 302-571 v2.1.1

تردد الموجة الحاملة f_c (dBc)	تخالف ±4,5 MHz (dBc)	تخالف ±5,0 MHz (dBc)	تخالف ±5,5 MHz (dBc)	تخالف ±10 MHz (dBc)	تخالف ±15 MHz (dBc)
0	0	26–	32–	40–	50–

2.3.2.4 النظام WAVE لأمريكا الشمالية

خلفية

النظام WAVE هو نظام اتصالات راديوية متنقلة مكرس لتوفير الاتصالات غير الصوتية بين المركبات التي تسافر على الطرق أو السكك الحديدية أو غيرها من المرافق المكرسة؛ وكذلك بين تلك المركبات والبنية التحتية للنقل. لذلك، يعد النظام WAVE تكنولوجيا أساسية لاتصالات أنظمة النقل الذكية، حيث تساعد على ربط الطرق وحركة المرور والمركبات التي يغطيها نشر أنظمة النقل الذكية بتكنولوجيا معلومات منسقة وقابلة للتشغيل البيني. ويمكن أن تكون هذه التكنولوجيا اللاسلكية الخاصة تحويلية لتطور أنظمة النقل، لأنها توفر قدرات اتصالات محلية للغاية وذات كمون منخفض على أساس من النظير إلى النظير. وتهدف هذه القدرات إلى دعم احتياجات البيانات المخطط لها وغير المتوقعة لنظام النقل المتطور والأكثر أتمتة والمستقبلي. وتستخدم الأنظمة WAVE على وجه التحديد أسلوب البث للعمليات كوسيلة أساسية لدعم المنافع العامة؛ وتحقق الاتصالات باستخدام اتصالات ثنائية الاتجاه بين المركبات والبنية التحتية، بما في ذلك القدرة على تقديم رسائل ذات أولوية أقل تتعلق بالوحدات المحددة المشاركة في مجموعة متنوعة من بيئات النقل العام والخاص.

وتُستخدم الأنظمة WAVE في الولايات المتحدة "لتحسين سلامة المسافرين، وتقليل الازدحام المروري، وتسهيل الحد من تلوث الهواء، والمساعدة في الحفاظ على الوقود الأحفوري الحيوي"،[14] وبتركيز خاص في الولايات المتحدة، لتقليل الوفيات على الطرق السريعة. وعلى الرغم من عدم نشرها على نطاق واسع حتى الآن، فقد طورت الولايات المتحدة تطبيقات متعددة، تم اختبار عدد منها في اختبارات ميدانية واسعة النطاق أو تم تشغيلها في عمليات نشر نموذجية.[15] وقد زود هذا التقدم الولايات المتحدة بمعرفة واسعة بهذه التطبيقات التي تساهم في سلامة النقل والتنقل والإشراف البيئي في سياق أنظمة النقل الذكية المتقدمة. وتُصمم تطبيقات النقل الذكية WAVE من أجل إجراء العمليات المتعلقة بتحسين السلامة المرورية وتدفق حركة المرور، بالإضافة إلى تطبيقات خدمات النقل الذكية الأخرى، بما في ذلك تعزيز كفاءة أنظمة النقل وعملياتها (على سبيل المثال، تسهيل حركات الشحن على الطرق أو إدارة النقل أثناء الاستجابة لحالات الطوارئ). وتشمل نقاط التركيز الرئيسية للنشر الأمريكي لتطبيقات أنظمة النقل الذكية المتقدمة باستخدام الاتصالات WAVE: سلامة النقل، والتشغيل البيني على الصعيد الوطني؛ استقرار تقني طويل الأجل؛ معايير الصناعة الطوعية؛ ودعم المنافع العامة.

الخصائص التقنية

المعدات الموجودة على متن المركبات (WAVE OBE): تتكون المعدات OBE من معدات الاتصالات والمعالجة المثبتة في المركبات لتمكين الاتصالات WAVE مع المركبات والبنى التحتية الأخرى، ودعم التطبيقات القائمة على النظام WAVE. وقد تكون المعدات OBE أكثر فاعلية عندما يتم دمجها في المركبة وتكون قادرة على التفاعل مع المعدات الأخرى الموجودة على متن المركبة مثل مجموعة مستشعرات السيارة ونظام الفرامل المانعة للانغلاق والأنظمة الفرعية الأخرى، مما يسمح لها باستكمال هذه الأنظمة القائمة.

وحدة جانب الطريق (WAVE RSU): تُثبت الوحدة WAVE RSU فوق أو بجانب الطريق أو البنى التحتية الأخرى وتتواصل مع المعدات OBE المارة باستخدام إشارات راديوية. وتتكون الوحدة RSU من دارات اتصالات راديوية ودارة لمعالجة التطبيقات والمعدات ذات الصلة. وقد يكون لها روابط بيانات بمراكز إدارة حركة المرور (TMC) ومعدات جانب الطريق الأخرى (مثل وحدات التحكم في إشارات المرور)، وكذلك بالإنترنت لتبادل البيانات والحفاظ على معلومات الإثباتات الأمنية.

---

14 السجل الفيدرالي، المجلد 64، الموضوعات 225-227، الصفحة 66405.

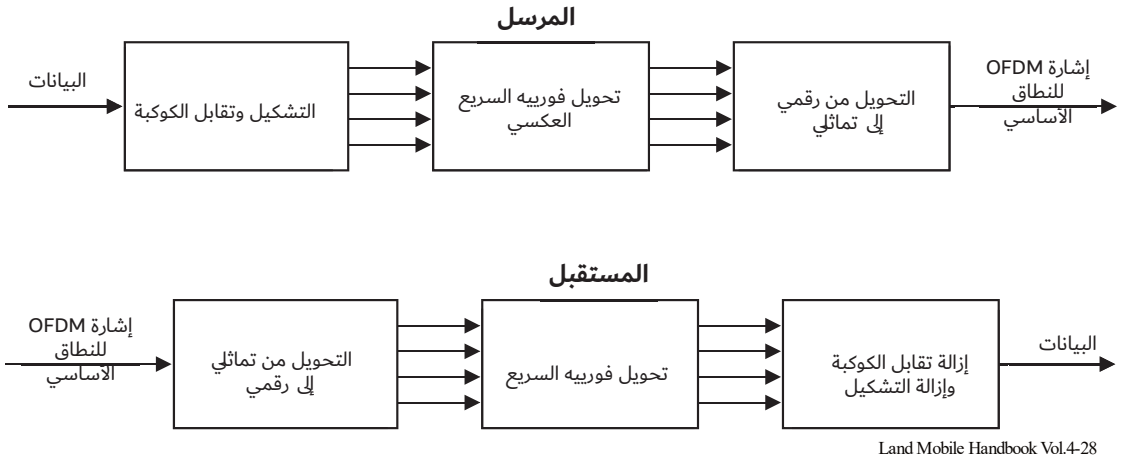
15 "تحديث أبحاث المركبات الموصولة التعاونية" (https://www.its.dot.gov/presentations/CV_PublicMeeting2013/PDF/Day1_LukucInteroperability.pdf) الصفحات 10-12؛ "نشر نموذج تجريبي للسلامة: الدروس المستفادة والتوصيات من أجل الأنشطة المستقبلية للمركبات الموصولة" (https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/4361) الصفحات 10-12؛ "تطبيقات المركبات الموصولة التي نشرتها بالفعل الوكالات المستجيبة" (http://transops.s3.amazonaws.com/uploaded_files/V2I%20DC%20TWG%201%20-%20January%2028%2C%202016%20Webinar%20Slides%20V3.pptx) الصفحة 30؛ "البرنامج SMARTDriveSM لإدارة النقل بمقاطعة ماريكوبا (MCDOT)" (https://www.maricopa.gov/640/Connected-Vehicles-Program)؛ "المرحلة 1 من برنامج النشر التجريبي للمركبات الموصولة: مفهوم العمليات (ConOps) – مدينة نيويورك" (https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/30881) الصفحة 36؛ "برنامج النشر التجريبي للمركبات الموصولة: مفهوم عمليات ICF/Wyoming" (http://www.its.dot.gov/pilots/pdf/ICF_ConOpsWebinar_02042016.pdf) الصفحة 34.

وتعمل الأنظمة WAVE عن طريق إرسال إشارات راديوية لتبادل البيانات فيما بين المعداتOBE المثبتة على متن المركبات، وبين المعدات OBE والوحدات RSU القائمة على البنى التحتية. ومن خلال الالتزام بالمتطلبات التي تحددها معايير الصناعة، تحقق هذه الأنظمة تبادل البيانات الذي يضمن أن البيانات قابلة للتشغيل البيني عبر مجموعة واسعة من مصنعي الأجهزة والتطبيقات. وتعد قابلية التشغيل البيني عاملاً رئيسياً لدعم التبني السريع والموحد للتطبيقات التي تقدم كفاءات حاسمة تتعلق بالسلامة والنظام والتشغيل ومزايا عامة أخرى.

وتأتي الكثير من المعلومات اللازمة لإكمال الجداول التالية من المعيار 802.11-2016. والتشكيل المستخدم في النظام WAVE هو تعدد الإرسال OFDM "بنصف نبضة" على قنوات 10 MHz. والشكل 28 عبارة عن مخطط صندوقي لمجموعة الإرسال والاستقبال OFDM الأساسية.

الشكل 28

مرسل ومستقبل النظام WAVE



قد يكون لتطبيقات WAVE نفاذ إلى كل قناة من القنوات 10 MHz السبع على أساس التخصيص الدينامي طبقاً لاتجاه التحكم في القنوات كما هو موضح في الجدول 16، ولكن بدون استخدام القنوات 20 MHz المركبة، المعينة على أنها القناتان 175 و181 في الجدول. وتوفر خطة النطاق هذه قنوات مكرسة للتطبيقات ذات الصلة بالسلامة قبل الاصطدام الوشيك (القناة 172) والتطبيقات ذات الصلة بالسلامة العامة عالية القدرة (القناة 184)، بالإضافة إلى التخصيص المرن لقنوات الخدمات الأخرى من خلال آلية التحكم في القنوات لدعم النطاق الواسع من تطبيقات WAVE لأنظمة النقل الذكية المتقدمة. ولن تستخدم العديد من التطبيقات قناة معينة قابلة للتخصيص في وقت وموقع معينين إلا بشكل جزئي، مما يسمح بالتقاسم بين تطبيقات WAVE على قنوات الخدمات الفردية القابلة للتخصيص.

تستخدم التطبيقات المتعلقة بالسلامة التي لم يتم تعيينها مسبقاً للقنوات المكرسة قناة التحكم لإرسال رسائل قصيرة للغاية وغير متواترة، أو تستخدم إعلانات خدمة النظام WAVE، الإعلانات (WAS) على قناة التحكم للإشارة إلى قناة الخدمة التي يمكن الاتصال من خلالها، إذا كانت هذه الرسائل أقل اعتماداً على وجود كمون منخفض للغاية. وتستخدم الرسائل ذات الأولوية المنخفضة عادةً الإعلانات WSA على قناة التحكم لتخصيصها لقناة خدمة لا تشغلها الاتصالات المتعلقة بالسلامة بشكل كامل في ذلك الموقع في ذلك الوقت. وهذا التعيين المرن لرسائل التطبيقات لقنوات الخدمات المختلفة في مواقع مختلفة يسهل الكفاءة الطيفية ويقلل التداخل بين التطبيقات WAVE.

الجدول 16

خطة النطاق للنظام WAVE في الولايات المتحدة

GHz 5,850		GHz 5,925					
	CH175			CH181			
5 855-5 850 احتياطي MHz 5	CH172 خدمة MHz 10	CH174 خدمة MHz 10	CH176 خدمة MHz 10	CH178 تحكم MHz 10	CH180 خدمة MHz 10	CH182 خدمة MHz 10	CH184 خدمة MHz 10

ملاحظة - قد تحتاج خطة النطاق هذه إلى المراجعة في حالة حدوث تغييرات تنظيمية نتيجة للإجراءات التنظيمية الجارية في الولايات المتحدة.

المواصفة التقنية

الجدول 17

خصائص المرسل

المعلمة	القيمة	
عرض النطاق عند 3 dB للبث (MHz)	10 MHz	
القدرة (القصوى) (dBm)	من 23 إلى 44,8 dBm من القدرة e.i.r.p. (حسب القناة المستعملة، أو الوحدة RSU أو المعدة OBE أو الجهة حكومية أم خاصة)؛ كذلك يجب ألا تستخدم الإرسالات إلا القدرة اللازمة لدعم التطبيق المعني	
طيف البث (بالنسبة للتوهين (dB) بدلالة تخالف التردد عن التردد المركزي (ΔF) (MHz))	التوهين	ΔF
	انظر الشكل 29	انظر الشكل 29
معدل البيانات	6 Mb/s	

معلمات التشكيل	التشكيل QPSK	معدل الشفرة 1/2
مخطط هوائي السمت من المحور	المركبات – شامل الاتجاهات (360 درجة)؛ وتستخدم هوائيات قطاعية في بعض الأوقات مع هوائيات مرسل النظام WAVE الخاص بالبنية التحتية	
مخطط هوائي الارتفاع من المحور	من –6 إلى +10 درجات – البنية التحتية للمركبات - يعتمد على التنفيذ	
ارتفاع الهوائي	15-1,5 m	
استقطاب الهوائي	رأسي بالدرجة الأولى (دائري ميامن نوعاً ما)	

الجدول 18

تصنيف قدرة الإرسال القصوى للمحطة للنطاق 850 5-925 5 MHz في الولايات المتحدة

تصنيف قدرة إرسال المحطة	قدرة الإرسال القصوى للمحطة (mW)	القدرة e.i.r.p. القصوى المسموح بها (dBm)
A	1	23
B	10	33
C	100	33
D	760 يلاحظ أنه يسمح لهذا الصنف بقدرة أعلى طالما أن مستوى القدرة يُخفض إلى هذا المستوى عند دخل الهوائي مع استيفاء مواصفات قناع البث.	33 لغير الحكومية 44,8 للحكومية

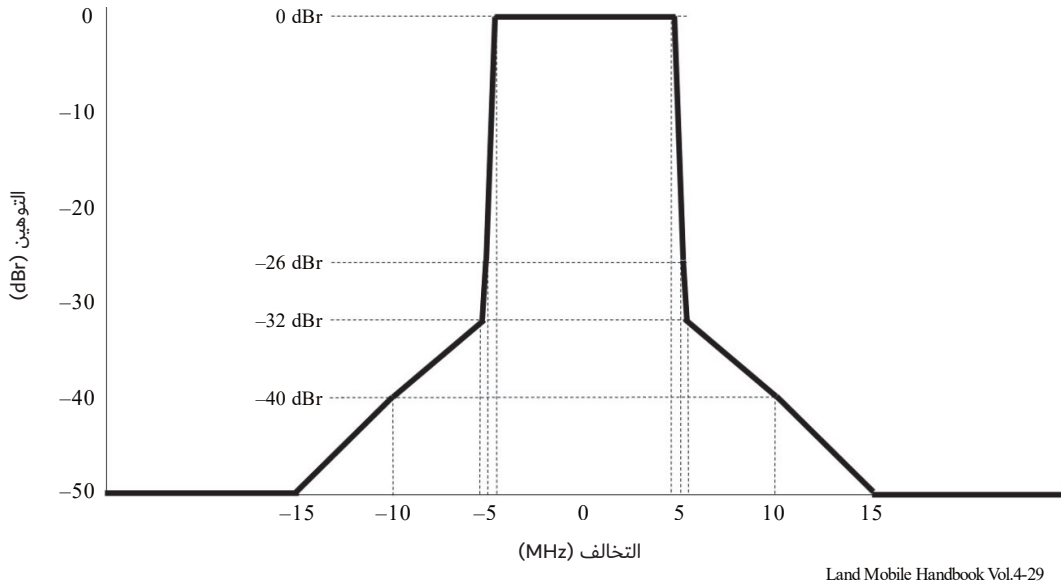
الجدول 19

بيانات قناع الطيف لمباعدة 10 MHz بين القنوات

صنف قدرة الإرسال للمحطة	الكثافة الطيفية للقدرة المسموح بها (dBr)				
	تخالف ±4,5 MHz (*f*1±)	تخالف ±5,0 MHz (*f*2±)	تخالف ±5,5 MHz (*f*3±)	تخالف ±10 MHz (*f*4±)	تخالف ±15 MHz (*f*5±)
الصنف A	0	10–	20–	28–	40–
الصنف B	0	16–	20–	28–	40–
الصنف C	0	26–	32–	40–	50–
الصنف D	0	35–	45–	55–	65–

الشكل 29

قناع طيف الإرسال لبث 10 MHz لمعدة OBE (الصنف C النموذجي)



Land Mobile Handbook Vol.4-29

3.3.2.4 النظام ITS Connect في اليابان

خلفية

يستخدم النظام ITS Connect في اليابان النطاق 764,5-755,5 MHz. والتردد المركزي 760 MHz. وإذا كان سيتم استخدام النظام ITS Connect في بلد آخر، وعلى سبيل المثال، عند تخصيص نطاق أقل من 1 GHz، فإن أداء مسافة الاتصال على خط البصر/خارج خط البصر يكون مماثلاً للتردد 760 MHz، وقد يكون النظام قادراً على تحقيق نفس السلامة للطريق ونفس التأثيرات البيئية.

الخصائص التقنية

تُقام تشكيلة النظام ITS Connect باستخدام وحدات جانب الطريق (RSU) والمعدات الموجودة على متن المركبات (OBE). وفيما يلي الوظائف الأساسية للنظام ITS Connect:

- نقل وتبادل المعلومات التي تساهم في تقليل عدد الحوادث المرورية.
- نقل وتبادل المعلومات التي تساهم في المساعدة على القيادة الآمنة.
- نقل وتبادل المعلومات التي تساهم في تسهيل انسياب حركة المرور.

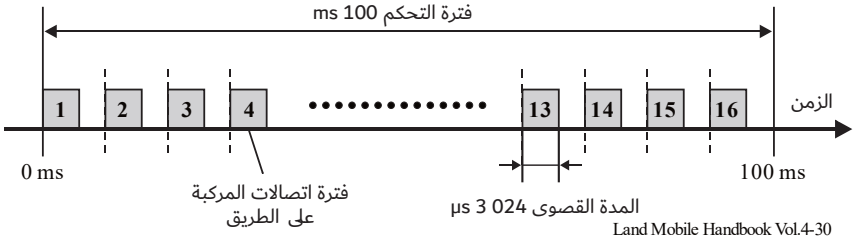
تُثبت المعدة OBE داخل المركبة. وتجري المعدة OBE الاتصالات الراديوية مع الوحدات RSU أو المعدات OBE الأخرى. وتتكون المعدات الراديوية للمعدة OBE من جهاز مرسل، ومستقبل، ووحدة تحكم، وهوائي، وما إلى ذلك. وترسل المعدة OBE معلومات المركبة (مثل الموقع، والسرعة، والاتجاه، وما إلى ذلك). وتستقبل المعدة OBE إشارات من المعدات OBE والوحدات RSU الأخرى. وبعد ذلك، يمكن للمركبة معرفة موقع وحالة المركبات الأخرى، ويمكنها تقديم معلومات كافية أو سلوك مناسب للسائق للمساعدة في القيادة الآمنة.

تقوم الوحدة RSU بإجراء الاتصالات الراديوية مع المعدات OBE أو الوحدات RSU الأخرى. وتتكون المعدات الراديوية الخاصة بالوحدة RSU من مرسل، ومستقبل، وجهاز تحكم، وهوائي، وما إلى ذلك. وتُثبت الوحدات RSU على جانب الطريق (بشكل أساسي عند التقاطعات). وتتمثل إحدى حالات استخدام الاتصالات من البنية التحتية إلى المركبة (I2V) في بث معلومات إشارات المرور. وبالنسبة لحالة الاستخدام هذه، تتصل الوحدة RSU بمركز التحكم في إشارات المرور. ومن حالات الاستخدام الأخرى للاتصالات I2V بث معلومات عن المركبات والمشاة عندما يكون هناك عبور للمشاة حول تقاطع طرق مثبت فيه وحدات RSU. وتكتشف أداة الاستشعار المركبة والمشاة، ثم تقوم بنقل المعلومات إلى الوحدة RSU.

تشترك جميع الوحدات RSU والمعدات OBE في قناة RF واحدة. ويُقسم الفاصل الزمني إلى فترات للاتصالات V2V وفترات للاتصالات I2V، ثم يمكن بعد ذلك للوحدة RSU والمعدة OBE تقاسم التردد دون تداخل متبادل. ويوضح الشكل 30 آلية التقاسم. وتجري الوحدات RSU والمعدات OBE الاتصالات بشكل طبيعي في دورة مدتها 100 ms. وفي الشكل 30، يمكن للوحدة RSU استخدام الفترة الرمادية. وإذا لم تستخدم الوحدة RSU الفترة البالغة 3024 ميكروثانية بالكامل، يمكن للمعدة OBE استخدام هذا الوقت في الاتصالات V2V.

الشكل 30

فترات إرسال الوحدة RSU



تفادياً للتصادم بين إرسالات المعدات OBE، يستخدم بروتوكول CSMA/CA.

المواصفة التقنية

يستخدم النظام ITS Connect إشارة واحدة مُشكلة OFDM لقناة RF. ويبلغ عرض النطاق المشغول 9 MHz أو أقل. ومعظم معلمات تعدد الإرسال OFDM هي نفسها الموجودة في المعيار IEEE 802.11p. ويرد وصف طريقة التشكيل والتشفير في الجدول 20. ويبلغ معدل بيانات الإرسال 5 Mbit/s أو أكثر.

الجدول 20

مواصفة طريقة التشكيل والتشفير

البند	المعلمة
نطاق التردد	764,5-755,5 MHz (قناة وحيدة)
اختيار القناة	غير مطلوب (ثابتة)
تصحيح الأخطاء	تصحيح أمامي تلافيفي للأخطاء بمعدل = 1/2 و3/4
التشكيل	BPSK/OFDM, QPSK/OFDM, 16QAM/OFDM

وقد حُددت هذه اللوائح للتعايش بين النظام ITS Connect الذي يستخدم النطاق 764,5-755,5 MHz وأنظمة القنوات المجاورة (التكنولوجيا LTE والتلفزيون الرقمي والميكروفونات الراديوية وما إلى ذلك).

وحساسية الاستقبال هي نفسها الموجودة في المعيار IEEE 802.11p. وفي هذا النظام، تُحدد المخططات BPSK وQPSK وQAM16 بمباعدة 10 MHz بين القنوات. وتبلغ قدرة الإرسال لنطاق تردد التشغيل 10 mW أو أقل لكل عرض نطاق يبلغ 1 MHz في المتوسط.

4.3.2.4 تكنولوجيا الاتصالات V2X في كوريا

خلفية

بدأ المشروع الوطني للاتصالات متعددة القفزات للمركبات (VMC) بشأن تكنولوجيا الاتصالات V2X الكورية في عام 2007، ويهدف تطوير تكنولوجيا الاتصالات V2X بشكل أساسي إلى تلبية المعيار WAVE الأمريكي.

وفي عام 2009، تم إطلاق مشروع الطريق السريع الذكي لتطوير المعدات OBE وRSE وتم اختباره على الطريق السريع من بوابة تحصيل الرسوم لمدينة سيول إلى Suwon IC. وفي عام 2014، بدأ اختبار الأنظمة C-ITS التجريبي، وتم تركيب 3 000 معدة OBE و79 معدة RSE للتحقق من 15 تطبيقاً في الطرق السريعة وطرق الضواحي والطرق الحضرية.

وفي عام 2016، خصصت وزارة العلوم وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات نطاق التردد 5,855-5,925 GHz لتطبيقات الأنظمة C-ITS والمواصفات التقنية. وفي عام 2018، قررت وزارة الأراضي والبنية التحتية والنقل نشر النظام C-ITS على الطريق السريع، في مدينة سيول، وفي جزيرة جيجو.

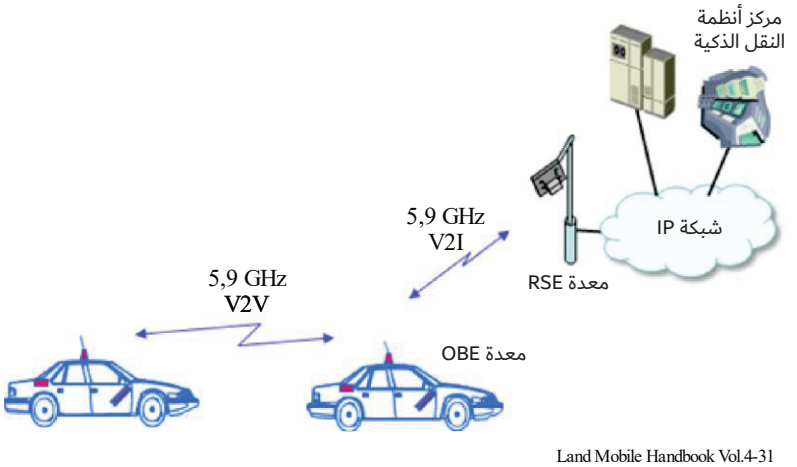
الخصائص التقنية

يستخدم نظام الاتصالات V2X الكوري نطاق تردد 5,9 GHz مكرس للتطبيقات C-ITS وتطبيقات سلامة المركبات. ويجب أن يدعم تغطية راديوية لمسافة 1 km وكمون مقداره 100 ms في الاتصالات V2V والاتصالات V2I.

ويمكن لنظام الاتصالات V2X الكوري استخدام قناة تحكم واحدة و**ست** قنوات خدمة. وتُستخدم قناة التحكم لإنشاء توصيل الوصلة الأولية أو إرسال الرسائل المتعلقة بالسلامة. ويجب أن يدعم التشغيل متعدد القنوات للقيام بالتبديل المادي للقنوات بين قناة التحكم وقناة الخدمة.

الشكل 31

تشكيلة نظام الاتصالات V2X



Land Mobile Handbook Vol.4-31

المواصفة التقنية

الجدول 21

مواصفة الاتصالات V2X

البنود	المواصفة
نطاق التردد	5,925~5,855 GHz (سبع قنوات)
عرض نطاق القناة	10 MHz
الكمون	أقل من 100 ms
التشكيل	OFDM (BPSK، QPSK، 16QAM، 64QAM)
معدل البيانات	3 و4,5 و6 و9 و12 و24 و27 Mbit/s
مراقبة النفاذ المتوسط (MAC)	البروتوكول CSMA/CA

5.3.2.4 أنظمة النقل الذكية في البرازيل

تقدر البرازيل أهمية ظهور حلول توصيلية المركبات لشبكات الاتصالات المتنقلة في بيئات المدن والريف والطرق السريعة، لإرسال واستقبال البيانات والمعلومات للمساعدة في قيادة حركة المرور وظروف حركة المرور والصيانة الوقائية للمركبات.

وقد تم تضمين متطلبات اتصالات أنظمة النقل الذكية في البرازيل في اللائحة التي تحكم المتطلبات التقنية لتقييم المطابقة لمعدات الاتصالات الراديوية ذات الإشعاع المقيد، والتي تشمل أنظمة اتصال البيانات بين المركبات وبين المركبات والبنى التحتية للطرق. وتستند خصائص استخدام أنظمة النقل الذكية في البرازيل إلى المعيار ETSI EN 302 571، الذي يغطي استخدام معدات الاتصالات الراديوية العاملة في نطاق التردد 855 5-925 5 MHz، المقسم إلى فدرات كل منها 10 MHz.

الجدول 22

خطة النطاق لأنظمة النقل الذكية في البرازيل

رقم القناة	مدى التردد (MHz)
1	5 855-5 865
2	5 865-5 875
3	5 875-5 885
4	5 885-5 895
5	5 895-5 905
6	5 905-5 915
7	5 915-5 925

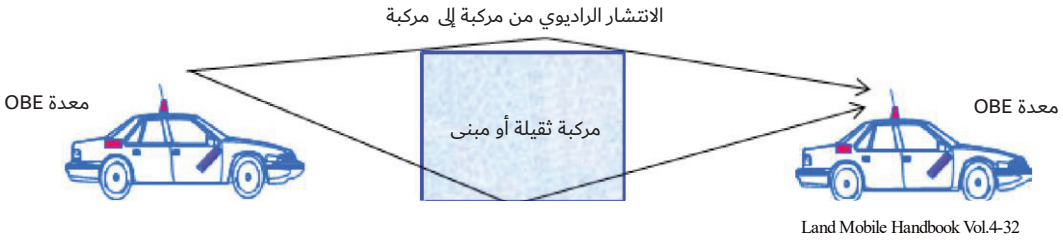
بالنسبة للاتصالات V2V وV2I باستخدام نطاق التردد 5,9 GHz، فإن الحد الأقصى للقدرة EIRP يبلغ 23 dBm (200 mW). وبالنسبة لاتصالات القدرة العالية من المركبة إلى البنية التحتية، يُسمح بحد أقصى للقدرة EIRP يبلغ 26 dBm (400 mW). والقنوات من 5 إلى 7 مقصورة على تطبيقات سلامة حركة المرور وسلامة المركبات.

4.2.4 خصائص الانتشار الراديوي

للاتصالات الراديوية المتقدمة لأنظمة النقل الذكية قنوات راديوية V2V وV2I. ويجب أن تراعي القنوات الراديوية V2V وV2I البيئات المختلفة، على سبيل المثال، الطرق الحضرية والريفية والطرق السريعة. وقد تتسم القناة الراديوية V2V بخصائص الخبو على خط البصر وخارج خط البصر بسبب وجود حواجز راديوية مثل الحافلات الثقيلة أو المباني في منطقة حضرية. ومن الناحية العملية، تحتوي القناة الراديوية V2V على قناة للخبو متعدد المسيرات خارج خط البصر مع تمديد التأخير والإزاحة الدوبلرية.

الشكل 32

قناة راديوية V2V خارج خط البصر



Land Mobile Handbook Vol.4-32

يعني تمديد التأخير إحصائيات التأخير الزمني للإشارة الراديوية الساقطة في الميدان الزمني، أما الإزاحة الدوبلرية فهي عبارة عن إحصاءات تخالف التردد للإشارة الراديوية الساقطة في ميدان التردد. ويتم تحديد تمديد التأخير من خلال المدى الراديوي، وتعتمد الإزاحة الدوبلرية على السرعة النسبية لمركبتين تتصلان ببعضهما.

كانت هناك دراسة لقناة راديوية V2V على اتصالات V2X في النطاق 5,9 GHz، حيث اختبرت تمديد التأخير والإزاحة الدوبلرية في ظل ظروف تغطية راديوية 1 km وسرعة 108 km/h للمركبة.

ويكون تمديد التأخير أقل من 1,5 µs، وتبلغ أقصى إزاحة دوبلرية حوالي 1,53 kHz. ويوضح الجدول 23 تمديد التأخير والإزاحة الدوبلرية في البيئات الحضرية والريفية والطرق السريعة.

الجدول 23

خصائص القناة الراديوية V2V

معلمة القناة الراديوية	بيئة حضرية	بيئة ريفية	طرق سريعة
الحد الأقصى لتمديد التأخير (µs)	0,6	1,5	1,4
الإزاحة الدوبلرية (kHz)	0,583	1,11	1,53

3.4 الاتصالات V2X الخلوية

1.3.4 مقدمة

الاتصالات الخلوية هوي اتصالات ثنائية الاتجاه لتوفير تطبيقات المستخدم في منطقة واسعة. ولديها بنية متعددة الخلايا وقد تدعم اتصالات الصوت البشري والبيانات والفيديو. وتتطور الاتصالات الخلوية باستمرار نحو تحسين الأداء من حيث معدل البيانات والكمون.

ولا توفر التكنولوجيا الخلوية من الجيل الأول (1G) إلا اتصالات الصوت البشري عن طريق النفاذ FDMA، وقد توفر التكنولوجيا الخلوية من الجيل الثاني (2G) كلاً من الصوت الرقمي والبيانات باستخدام نظام نفاذ راديوي رقمي، مثل TDMA وCDMA. وقد توفر التكنولوجيا الخلوية من الجيل الثالث (3G) اتصالات رقمية للصوت والبيانات والفيديو باستخدام النفاذ CDMA. وقد توفر التكنولوجيا الخلوية من الجيل الرابع (4G) اتصالات وسائط متعددة تستند إلى بروتوكول الإنترنت بالكامل باستخدام النفاذ OFDMA. كما قد توفر التكنولوجيا الخلوية الحديثة من الجيل الخامس (5G) اتصالات وسائط متعددة ثلاثية الأبعاد باستخدام تكنولوجيات النفاذ الراديوي الجديد (NR).

في معايير الاتصالات الخلوية من الجيل الرابع، تم تطوير الاتصالات LTE V2X وLTE eV2X لتوفير اتصالات V2X لتطبيقات أنظمة النقل الذكية مثل سلامة المركبات والقيادة الآلية. يمكن استخدامها لإنشاء شبكات اتصالات مكرسة لتطبيقات أنظمة النقل الذكية. وهي تتسم بالخصائص التقنية التالية:

- اتصالات بيانات الرزم باستخدام الاتصالات V2I وV2V وV2P
- اتصالات موثوقة في تنقلية عالية تصل إلى 500 km/h
- النفاذ الموزع والنفاذ المركزي.

الجدول 24

الخصائص التقنية لتكنولوجيا الاتصالات الخلوية

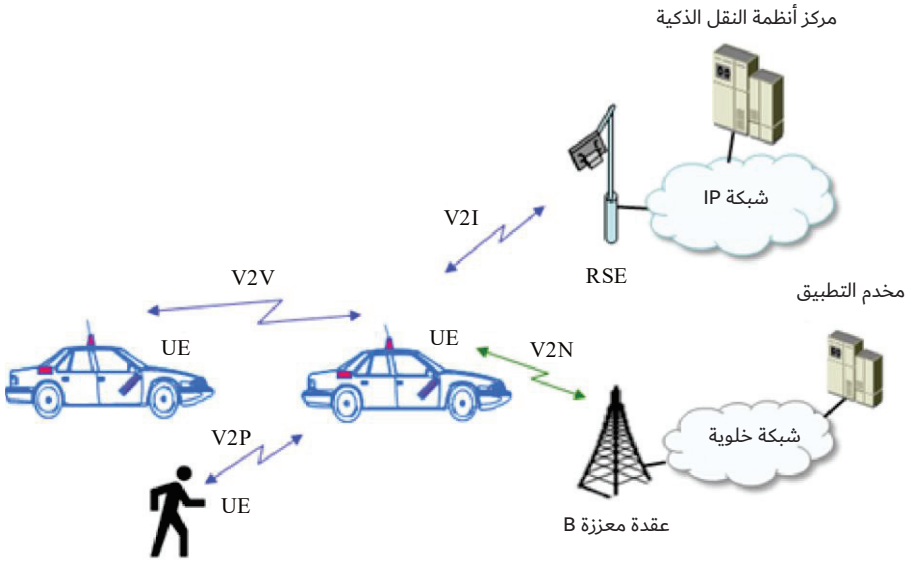
البند	1G	2G	3G	4G	5G
معيار النفاذ الراديوي	تماثلي AMPS	رقمي (GSM، CDMA)	الاتصالات IMT-2000 (WCDMA)	الاتصالات IMT Advanced	الاتصالات IMT-2020
أسلوب النفاذ الراديوي	FDMA	TDMA، CDMA	CDMA	OFDMA	Scalable OFDM-based numerology
المعدل الأقصى للبيانات	–	64 kbit/s	2 Mbit/s	100 Mbit/s	10 Gbit/s
حجم الرتل	20 ms	20 ms	10 ms	5 ms	1 ms
التطبيقات	اتصالات صوت تماثلية	اتصالات صوت وبيانات رقمية	اتصالات صوت وبيانات وفيديو رقمية	اتصالات وسائط متعددة قائمة على بروتوكول الإنترنت	اتصالات النطاق العريض، وإنترنت الأشياء الكثيفة، والاتصالات ULCC

2.3.4 تشكيلة النظام

تتكون شبكات الاتصالات الخلوية LTE V2X وeV2X من معدات المستعمل (UE) والعقدة المعززة B للمحطة القاعدة ومعدات جانب الطريق (RSE). قد توفر معدات المستعمل الاتصالات V2V وV2P وV2I وV2N. وتوفر الاتصالات V2I التوصيلية بشبكة أنظمة النقل الذكية المكرسة عبر المعدات RSE. وتوفر الاتصالات V2N التوصيلية بمخدم التطبيق عبر العقدة المعززة B.

الشكل 33

نظام اتصالات خلوية V2X



Land Mobile Handbook Vol.4-33

في حالة التطبيقات V2V وV2I وV2P، قد يتم توصيل معدات المستعمل (UE) في شكل اتصالات V2X مكرسة وموزعة من نظير إلى نظير. وإذا كان الأمر كذلك، فسيتم تنسيق نطاق التردد المستخدم مع نطاق التردد GHz 5,9 الموصى به لتطبيقات أنظمة النقل الذكية.

تتاح التوصيلية V2N من خلال مشغل للاتصالات الخلوية، ويتولى هذا المشغل إدارة نطاق هذه التوصيلية. والترددات الراديوية من الجيل الأول إلى الجيل الرابع من التكنولوجيات الخلوية هي 450 MHz و800 MHz و10,8 GHz و2,1 GHz، بينما قد تستخدم تكنولوجيات الجيل الخامس الخلوية نطاقي الترددات الميلليمترية 3,5 GHz و28 GHz، على سبيل المثال.

لذلك، تدعم الاتصالات V2X القائمة على التكنولوجيا LTE سيناريوهات العمل مع أو بدون الاعتماد على تغطية الشبكة الخلوية أو نشرها. ومن حيث تكنولوجيات الاتصالات المحددة، تشتمل الاتصالات V2X القائمة على التكنولوجيا LTE على سطحين بينيين (كما هو موضح في الشكل 34)، يُطلق عليهما السطح البيني Uu (السطح البيني للاتصالات الخلوية) والسطح البيني PC5 (السطح البيني للاتصالات المباشرة) على التوالي. ويمكن استخدام السطح البيني Uu في إطار شبكة خلوية عندما تغطي الشبكة الخلوية جهاز مطرافي (مثل مطراف على المتن أو هاتف ذكي أو وحدة RSU) يدعم خدمات الاتصالات V2X القائمة على التكنولوجيا LTE. سواء كانت هناك تغطية للشبكة الخلوية أم لا، يمكن استخدام السطح البيني PC5 في الاتصالات V2X. ويوفر هذا المزيج من السطوح البينية الدعم المتبادل لخدمات الاتصالات V2X خيارات للاتصالات، اعتمادًا على متطلبات الاتصالات لتطبيقات V2X المحددة، بما في ذلك، على سبيل المثال، متطلبات الكمون والمدى والموثوقية.

السطح البيني PC5

تم تحسين تصميم آلية السطح البيني PC5، استناداً إلى التكنولوجيا LTE-D2D، في العديد من الجوانب، من أجل دعم بث رسائل V2X (خاصة رسائل V2V)، وتبادل الديناميات سريعة التغير (مثل الموقع والسرعة واتجاه القيادة)، وتطبيقات القيادة الذاتية المحتملة في المستقبل، بما في ذلك تجميع المركبات في مجموعات والتشارك في أجهزة الاستشعار.

وتُزاد الطبقة المادية لدعم سرعة الحركة النسبية التي ما يصل إلى 500 km/h في نطاق التردد العالي وحل مشكلة انتشار تردد دوبلر العالي والقنوات المتغيرة بمرور الوقت بسرعة.

ولضمان أداء الاتصالات، يجب مزامنة مستقبلات ومرسلات الاتصالات V2X القائمة على التكنولوجيا LTE مع بعضها البعض أثناء الاتصالات. وتتيح الاتصالات C-V2X المزامنة من مصادر مختلفة بما في ذلك النظام GNSS والمحطات القاعدة والمركبات. ويمكن للمطراف الحصول على مصادر التزامن المثلى من خلال التحكم في الشبكة أو استرجاع المعلومات المشكلة مسبقاً لتحقيق المزامنة المحتملة على مستوى الشبكة. علاوة على ذلك، تدعم الاتصالات V2X القائمة على التكنولوجيا LTE الصيانة الدينامية لمصادر المزامنة المثلى، مما يسمح للمطراف باختيار المصدر الأكثر أولوية في الوقت المناسب لمزامنة الميقاتية.

ويدعم السطح البيني PC5، باعتباره التكنولوجيا الرئيسية الأساسية للاتصالات V2X القائمة على التكنولوجيا LTE، أسلوبي التخصيص المجدول للموارد (الأسلوب-3) والتخصيص المستقل للموارد (الأسلوب-4). بالإضافة إلى ذلك، تعتمد الاتصالات V2X القائمة على التكنولوجيا LTE آلية التحكم في الازدحام المشتركة الموزعة مركزياً، والتي يمكن أن تزيد بشكل ملحوظ من عدد المستخدمين الذين يقومون بالنفاذ إلى النظام في سيناريوهات عالية الكثافة، ولكن مع نفاذ أقل تواتراً يتم توزيعه لكل مستخدم.

السطح البيني Uu

من أجل مواءمة خصائص خدمات الاتصالات V2X بشكل أفضل، تُجرى تحسينات على السطح البيني Uu في الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة وحوسبة الحافة متعددة النفاذ (MEC).

ويدعم إرسال الوصلة الصاعدة جدولة شبه ثابتة متعددة الاتجاهات بناءً على خصائص الخدمة، مما يقلل بشكل كبير من تأخير جدولة الوصلة الصاعدة في ظل فرضية موثوقية نقل الخدمة العالية. ويتسم الإرسال على الوصلة الهابطة بسمات البث قصير المدى، والإرسال منخفض الكمون في خلية واحدة من نقطة إلى عدة نقاط (SC-PTM)، واستخدام شبكة وحيدة التردد للبث المتعدد/البث (MBSFN) للاتصالات المحلية لخدمات الاتصالات V2X. بالإضافة إلى ذلك، تدعم الاتصالات V2X القائمة على التكنولوجيا LTE النشر المحلي لعناصر الشبكة الأساسية وتحدد معلمات جودة الخدمة (QoS) لخدمات الاتصالات V2X لضمان أداء نقل الخدمة.

وقد تم دمج الحوسبة MEC في الاتصالات V2X القائمة على التكنولوجيا LTE لدعم خدمات إنترنت المركبات (IOV) (مثل القيادة الذاتية، وتنزيل الخرائط عالية الاستبانة في الوقت الفعلي) التي تتطلب كمون منخفض للغاية ونقل موثوق للغاية. وفي الوقت الحالي، أطلق المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) ومشروع الشراكة 3GPP مشروعاً رئيسياً يدرس الإطار العام للحوسبة MEC واختيار مستوى المستخدم وتفريغ الخدمات والتنقلية واستمرارية الخدمات وانفتاح قدرة الشبكات.

3.3.4 الخصائص التقنية

خلفية

تعتمد اتصالات الوصلة المباشرة من جهاز إلى جهاز للاتصالات V2V القائمة على التكنولوجيا LTE، كما هي موصفة في الإصدار 14، على الاتصالات D2D المحددة كجزء من الخدمات ProSe (الخدمات القائمة على الموقع) في الإصدارين 12 و13 من مشروع الشراكة 3GPP. وفي إطار الخدمات ProSe، أُدخل سطح بيني D2D جديد في الإصدار 14، وتم تحسينه من أجل حالات استخدام المركبات، وتحديداً التعامل مع السرعات العالية (سرعات نسبية تصل إلى 500 km/h) وسيناريوهات التوصيلات عالية الكثافة.[16] وقد أُدخلت بعض التعديلات الأساسية على السطح البيني PC5 للاتصالات LTE-V2V.

- تمت إضافة رموز DMRS إضافية للتعامل مع الدوبلرية العالية المرتبط بسرعات نسبية تصل إلى 500 km/h وعند تردد عالٍ (حيث يكون النطاق 5,9 GHz لأنظمة النقل الذكية هو الهدف الرئيسي)
- صُممت ترتيبات جدولة التخصيص وموارد البيانات لتحسين أداء مستوى النظام في ظل السيناريوهات عالية الكثافة مع تلبية متطلبات الكمون المنخفض للاتصالات V2V.

تم إدخال الجدولة الموزعة (الأسلوب 4)، وهي آلية استشعار مع إرسال شبه دائم.

الخصائص التقنية

توصف "دراسة بشأن خدمات الاتصالات V2X القائمة على التكنولوجيا LTE" لمشروع الشراكة 3GPP[17] التحسينات اللازمة لتمكين خدمات الاتصالات V2X مع الوصلات الصاعدة والهابطة LTE، وتمكين السطح البيني LTE PC5 من دعم خدمات إضافية للاتصالات V2X مثل الاتصالات من المركبة إلى المشاة (V2P)، ولدعم المزيد من سيناريوهات تشغيل الخدمات V2V باستخدام السطح البيني LTE PC5. والسمات التالية، تحديداً، هي السمات الرئيسية التي تم بحثها في هذه الدراسة:

- تحسين الوصلة الصاعدة والسطح البيني PC5 لتمكين العقدة eNB من التغيير السريع للجدولة شبه الدائمة (SPS) عند التكيف مع التغيير في نمط إنشاء الرسائل V2X

16 انظر مواصفة مشروع الشراكة 3GPP رقم 36.785 – الخدمات من مركبة إلى مركبة (V2V) القائمة على وصلة جانبية LTE: الإرسال والاستقبال الراديوي لمعدات المستعمل (UE).

17 المواصفة رقم 36.885 لمشروع الشراكة 3GPP

- إدخال فترات جدولة أقصر في الوصلة الهابطة والسطح البيني PC5 لبث الرسائل V2X في إطار متطلبات الكمون
- استحداث إجراء إضافي لتخصيص الموارد في الأسلوب 4 للسطح البيني PC5 لتوفير الطاقة في معدات المستعمل الخاصة بالمشاة
- إدخال نظام التحكم في الازدحام PC5 للتشغيل في الأحمال المرورية العالية
- تحسين تزامن السطح البيني PC5 للتشغيل خارج تغطية النظام GNSS أو العقدة eNB
- دعم عمليات الاتصالات V2X المتزامنة عبر شركات اتصالات متعددة.

السطح البيني PC5 من أجل التوصيلية V2X، يدعم المخططين QPSK وQAM16 في قناة 10 MHz أو 20 MHz، وهو ما ينتج عنه معدل أقصى مقداره 41,472 Mbit/s. ويعيد السطح البيني Uu للتوصيلية V2X استخدام السطح البيني Uu القائم للتكنولوجيا LTE، وبالتالي يتماثل مخطط التشكيل والمعدل الأقصى. وتُعرض الخصائص التقنية في الجدول 25.

الجدول 25

خصائص مخطط الإرسال

البند	خصائص الإرسال	
	السطح البيني Uu	**السطح البيني PC5**
مدى التردد العامل	جميع النطاقات المحددة في المعيار TS 36.101 تدعم التشغيل مع السطح البيني Uu، فيما عدا النطاق 47 النطاقات الخاصة بالسطح البيني Uu عندما يُستخدم بالاشتراك مع السطح البيني PC5 النطاق 3: الوصلة الصاعدة: 710 1-785 1 MHz الوصلة الهابطة: 805 1-880 1 MHz النطاق 5: الوصلة الصاعدة: 824-849 MHz الوصلة الهابطة: 869-894 MHz النطاق 7: الوصلة الصاعدة: 500 2-570 2 MHz الوصلة الهابطة: 620 2-690 2 MHz النطاق 8: الوصلة الصاعدة: 880-915 MHz الوصلة الهابطة: 925-960 MHz النطاق 20: الوصلة الصاعدة: 832-862 MHz الوصلة الهابطة: 791-821 MHz النطاق 28: الوصلة الصاعدة: 703-748 MHz الوصلة الهابطة: 758-803 MHz النطاق 34: الوصلة الصاعدة: 010 2-025 2 MHz الوصلة الهابطة: 010 2-025 2 MHz النطاق 39: 880 1-920 1 MHz النطاق 41: 496 2-690 2 MHz النطاق 71: الوصلة الصاعدة: 663-698 MHz الوصلة الهابطة: 617-652 MHz	بالنسبة للإصدار 14 النطاق 47: 855 5-925 5 MHz

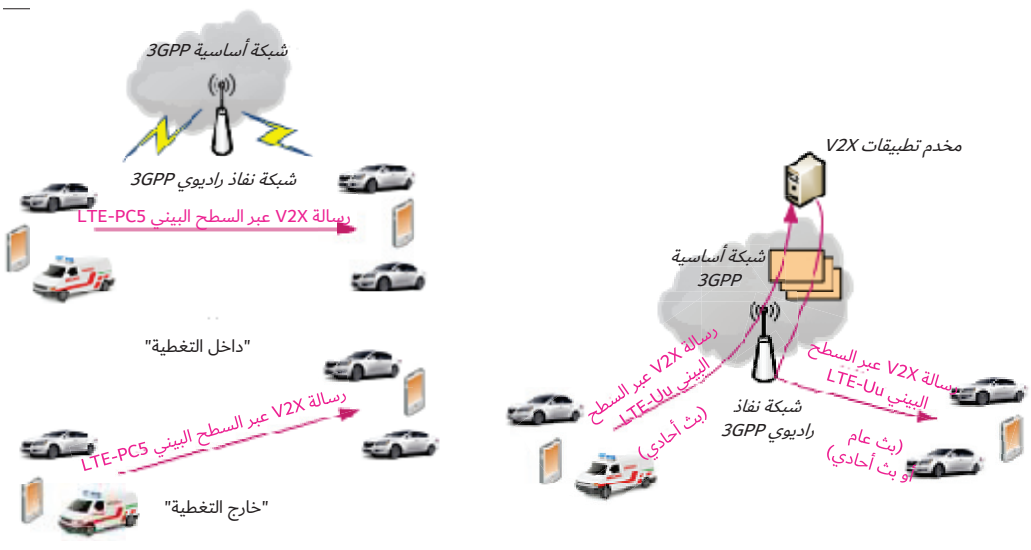
الجدول 25 *(تتمة)*

البند	خصائص الإرسال	
	السطح البيني Uu	السطح البيني PC5
عرض نطاق القناة RF	1,4 أو 3 أو 5 أو 10 أو 15 أو 20 MHz لكل قناة	10 أو 20 MHz لكل قناة
قدرة الإرسال RF/القدرة EIRP	43 dBm كحد أقصى للعقدة eNB 23 أو 33 dBm كحد أقصى لمعدات المستعمل	23 أو 33 dBm كحد أقصى
مخطط التشكيل	الوصلة الصاعدة: QPSK SC-FDMA، 16QAM SC-FDMA، 64QAM SC-FDMA؛ الوصلة الهابطة: QPSK OFDMA، 16QAM OFDMA، 64QAM OFDMA	QPSK SC-FDMA، 16QAM SC-FDMA
التصويب الأمامي للأخطاء	تشفير تلافيفي وتشفير turbo	تشفير تلافيفي وتشفير turbo
معدل إرسال البيانات	الوصلة الصاعدة: من 1,4 Mbit/s إلى 36,7 Mbit/s للقناة 10 MHz الوصلة الهابطة: من 1,4 Mbit/s إلى 75,4 Mbit/s للقناة 10 MHz	من 1,3 Mbit/s إلى 15,8 Mbit/s للقناة 10 MHz
التحكم في النفاذ إلى الوسائط	جدولة مركزية بواسطة العقدة eNB	جدولة مركزية أو جدولة موزعة
أسلوب الإرسال المزدوج	FDD or TDD	TDD

تدعم المواصفات الراديوية LTE طريقتين للاتصالات V2X القائمة على التكنولوجيا LTE، لكل من السطح البيني PC5 وUu، كما هو موضح في الشكل 34 أدناه. وتدعم اتصالات السطح البيني إرسال الوصلة المباشرة عندما توفر الشبكة الخلوية تغطية للمركبات (السطح البيني Uu داخل التغطية)، أو عندما تكون المركبات خارج تغطية الشبكة الخلوية (السطح البيني PC5). ويمكن للاتصالات V2X القائمة على التكنولوجيا LTE أن تدعم إرسال الرسائل عن طريق البث الأحادي والبث العام عند استخدام السطح البيني Uu.

الشكل 34

الاتصالات V2X عبر السطحين البينيين PC5 وUu



أ) الاتصالات V2X عبر السطح البيني LTE-PC5

ب) الاتصالات V2X عبر السطح البيني LTE-Uu

1.3.3.4 الاتصالات V2X القائمة على التكنولوجيا LTE

أكملت الشراكة 3GPP تقييس الإصدار 14 من الاتصالات V2X القائمة على التكنولوجيا LTE، بما في ذلك بشكل أساسي متطلبات الخدمة ومعمارية النظام وتكنولوجيا السطح البيني الراديوي والأمن.

فيما يتعلق بمتطلبات الخدمة، تحدد المواصفة 27 حالة استخدام للاتصالات V2V وV2I وV2P وV2N ومتطلبات الخدمة لخدمات الاتصالات V2X القائمة على التكنولوجيا LTE وتقدم متطلبات الأداء لسبعة سيناريوهات نموذجية. وفيما يتعلق بمعمارية النظام، تحدد المواصفة التحسينات الازمة لدعم الخدمات V2X استناداً إلى معمارية الخدمات القائمة على الموقع (ProSe) عبر السطح البيني PC5 والاتصالات الخلوية LTE عبر السطح البيني Uu، وتعلن بوضوح أن التحسينات تدعم على الأقل الخدمات V2X المرسلة عبر السطح البيني PC5 والسطح البيني LTE-Uu. وفيما يتعلق بتكنولوجيا السطح البيني الراديوي، توضح المواصفة بنية القناة وعملية التزامن وتخصيص الموارد على السطح البيني PC5 والتعايش بين السطحين البينين PC5 و Uu في نفس الموجات الحاملة والموجات الحاملة المجاورة وتشوير التحكم في الموارد الراديوية (RRC) ومؤشرات الترددات الراديوية (RF) ذات الصلة ومتطلبات الأداء، وتستكشف تحسينات الإرسال على السطحين البينيين Uu و PC5 لدعم خدمات الاتصالات V2X القائمة على التكنولوجيا LTE. علاوة على ذلك، تم الانتهاء من دراسة الجانب الأمني لتحسينات معماريات التكنولوجيا LTE لدعم الخدمات V2X.

2.3.3.4 الاتصالات V2X من الجيل الخامس

تشمل الاتصالات V2X من الجيل الخامس كلاً من تطور الاتصالات V2X القائمة على التكنولوجيا LTE منذ الإصدار 15 والتكنولوجيا القائمة على الاتصالات الراديوية الجديدة (NR). وقد صُممت الاتصالات V2X من الجيل الخامس لدعم سيناريوهات الخدمات V2X الأكثر تقدماً. وتدعم الاتصالات V2X من الجيل الخامس خدمات أكثر تقدماً وتراعي تحسينات الاتصالات LTE-V2X من خلال دمج إمكانات التكنولوجيا LTE.

وتمثل الاتصالات LTE-eV2X المرحلة (الإصدار 15) من الدراسة حول تكنولوجيات التحسين التي تدعم سيناريوهات الخدمات V2X المتقدمة، بهدف زيادة تحسين الموثوقية ومعدل البيانات وأداء الكمون في الأسلوب من جهاز إلى جهاز (D2D)، والوفاء بشكل جزئي باحتياجات الخدمات V2X المستقبلية المتوقعة.

حددت المواصفة التقنية 22.886 (TS) متطلبات الخدمة لعدد 25 حالة استخدام في خمس فئات للخدمة eV2X، بما في ذلك المتطلبات الأساسية، وتجميع المركبات في مجموعات، والقيادة شبه الذاتية/الذاتية، وأجهزة الاستشعار الممتدة، والقيادة عن بعد. وتستهدف الدراسة الجارية حول المرحلة 2 من المواصفة 3GPP V2X بشكل أساسي جدوى وفوائد تكنولوجيات التحسين مثل تجميع الموجات الحاملة وتنوع الإرسال والتشكيل عالي الدرجة والتشارك في مجموعات الموارد وتقليل التأخير وتقصير الفاصل الزمني للإرسال (TTI).

وبالنسبة إلى الاتصالات NR-V2X، وافقت الشراكة 3GPP حالياً على دراسة لتطوير أسلوبي المحاكاة TR 38.913 وTR 38.802 وفقاً لاحتياجات المعيار TR 22.886، بما في ذلك سيناريوهات المحاكاة ومؤشرات الأداء ونماذج الخدمة. وتغطي الدراسة نموذج قناة الوصلة الجانبية فوق 6 GHz.

4.3.4 خصائص الانتشار الراديوي

الانتشار الراديوي في نطاق التردد 5,9 GHz مماثل لما هو موضح في الفقرة 4.2.4.

4.4 البث لمنطقة واسعة

1.4.4 مقدمة

على الرغم من استخدام تقنيات البث عبر مديات قصيرة، على سبيل المثال لتطبيقات السلامة V2V عبر السطح البيني PC5، فإن تكنولوجيا البث لمنطقة واسعة هي اتصالات أحادية الاتجاه من محطة قاعدة إلى تطبيقات الدعم بين المستعملين عبر منطقة واسعة. وهي قد تدعم خدمات الصوت البشري والبيانات والفيديو. وقد تطورت تكنولوجيا البث نحو الرقمنة من البث التماثلي لتحسين الأداء الراديوي.

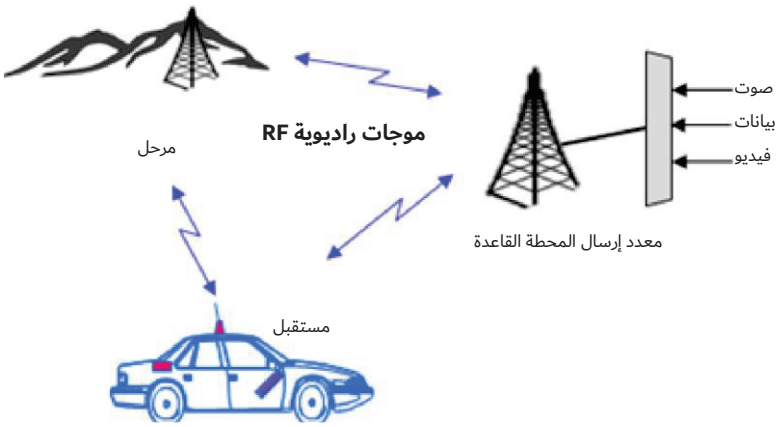
وقد أُستخدمت تكنولوجيا البث هذه لتطبيقات محددة لأنظمة النقل الذكية لأنها يمكن أن تدعم الاتصالات أحادية الاتجاه لتطبيقات أنظمة النقل الذكية عبر منطقة واسعة. والقناة الراديوية للبيانات بتشكيل التردد (FM DARC) ونظام البيانات الراديوية مثالان على تكنولوجيات بث البيانات المستخدمة في تطبيقات أنظمة النقل الذكية. وتستخدم القناة الراديوية للبيانات بتشكيل التردد والنظام RDS موجة حاملة فرعية 53-100 kHz لإرسالات الترددات FM التماثلية.

والبث DMB هو تكنولوجيا بث رقمية للوسائط المتعددة لتوفير خدمة الوسائط المتعددة لمستخدمي السيارات والمحمولة.

2.4.4 تشكيلة النظام

الشكل 35

تشكيلة نظام البث واسع النطاق



Land Mobile Handbook Vol.4-35

3.4.4 الخصائص التقنية

القناة الراديوية للبيانات بتشكيل التردد (FM DARC) هي نظام بث متعدد الإرسال بتشكيل التردد (FM) لإرسال البيانات الرقمية في قناة البث FM القائمة 60~94 kHz. وتستخدم القناة FM DARC التشكيل بزحزحة دنيا مع تحكم بالمستوى (LMSK) والذي يكون قوياً مع التداخل متعدد المسيرات في قناة البث FM. ويبلغ الحد الأقصى لمعدل البيانات kbit/s ويمكن للقناة FM DARC إرسال معلومات حركة المرور وتنزيل الخرائط ومعلومات النظام GPS التفاضلية لتطبيقات أنظمة النقل الذكية. وتتمثل فائدتها في توفير بيانات الرزم الرقمية بتغطية راديوية واسعة.

البث الرقمي للوسائط المتعددة (DMB) هو نظام بث تلفزيوني رقمي يستخدم لإرسال الصوت الرقمي والفيديو الرقمي وبيانات الرزم الرقمية، وهو نظام تم تكييفه من نظام البث الصوتي الرقمي Eureka-147. ونظام البث الصوتي الرقمي Eureka-147 هو نظام صوتي رقمي مع بيانات الرزم البيانات وأسلوب تدفق البيانات. والبث T-DMB هو بث DMB للأرض يستخدم تشفير MPEG-4 وتقنية تشفير الخطأ الأمامي ريد-سولومون لتوفير إشارة صوت وفيديو رقمية.

4.4.4 خصائص الانتشار الراديوي

يتراوح التردد الراديوي للبث FM بشكل عام بين 87,5 و108 kHz وله تغطية راديوية واسعة تصل إلى 65 km. ويستفيد من تأثير حافة السكين[18] بحيث يستقبل الإشارات المرسلة على الرغم من وجود بيئة راديوية خارج خط البصر.

[18] https://www.its.bldrdoc.gov/fs-1037/dir-020/_2955.htm

5.4 اتصالات الموجات الميلليمترية

1.5.4 مقدمة

تقابل الموجات الميلّليمترية من الطيف الكهرمغنطيسي الترددات الراديوية للنطاق 30-300 GHz وهو ما يقابل طول موجة يتراوح من 10 mm إلى 1 mm). وتتمثّل واحدة من أهم خصائص الموجات الميلّليمترية في أنها تدعم الإرسال عريض النطاق، مثل الكميات الكبيرة من البيانات الحاسوبية والفيديو المعدد الإرسال والقنوات الصوتية لمرسلات ترحيل التطبيقات الإذاعية. وبالإضافة إلى ذلك، ستكون تجهيزات الموجات الميلليمترية صغيرة القد، مع هوائي صغير عالي الكسب.

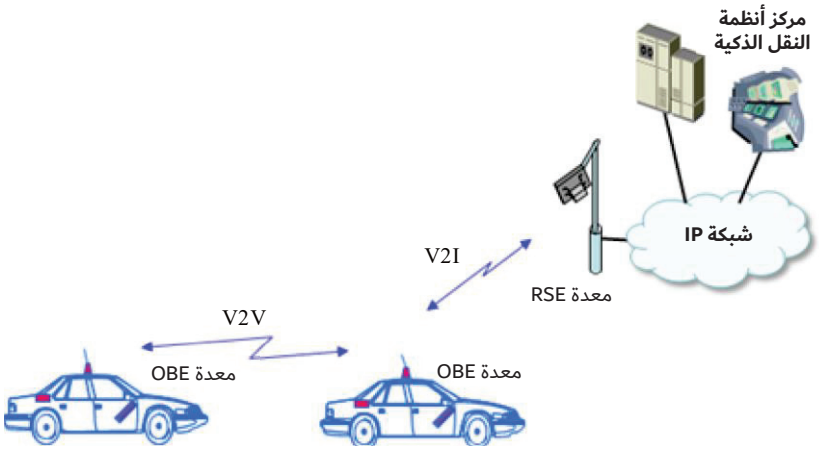
يمكن استخدام ترددات الموجات الميلّليمترية للاتصالات V2X أو رادار المركبات من أجل تطبيقات أنظمة النقل الذكية. وتدعم الاتصالات V2X بالموجات الميلّليمترية أنواعاً معينة من الاتصالات من مركبة إلى مركبة أو من المركبة إلى البنية التحتية في نطاق التردد 63-66 GHz في بعض الولايات القضائية.

2.5.4 تشكيلة النظام

تتكون أنظمة الاتصالات V2X بالموجات الميلليمترية من معدات على متن المركبات (OBE) ومعدات على جانب الطريق (RSE). والمعدة OBE هي الوحدة الراديوية على جانب المركبة، والمعدة RSE هي الوحدة الراديوية على جانب الطريق، وهو نفس الأمر المطبق في الاتصالات DSRC.

الشكل 36

نظام اتصالات V2X بالموجات الميلليمترية



Land Mobile Handbook Vol.4-36

3.5.4 الخصائص التقنية

تعتبر اتصالات الموجات الميلليمترية أساساً قناة راديوية على خط البصر (LOS) لأنها تعاني من خسارة انتشار شديدة في أي بيئة خارج خط البصر. وهي لديها القدرة على دعم الإرسالات عريضة النطاق لتوفير اتصالات ذات نطاق عريض ومأمونة لأنظمة النقل الذكية وتطبيقات سلامة المركبات. وتتميز الاتصالات V2X بالموجات الميلّليمترية بالمزايا التالية:

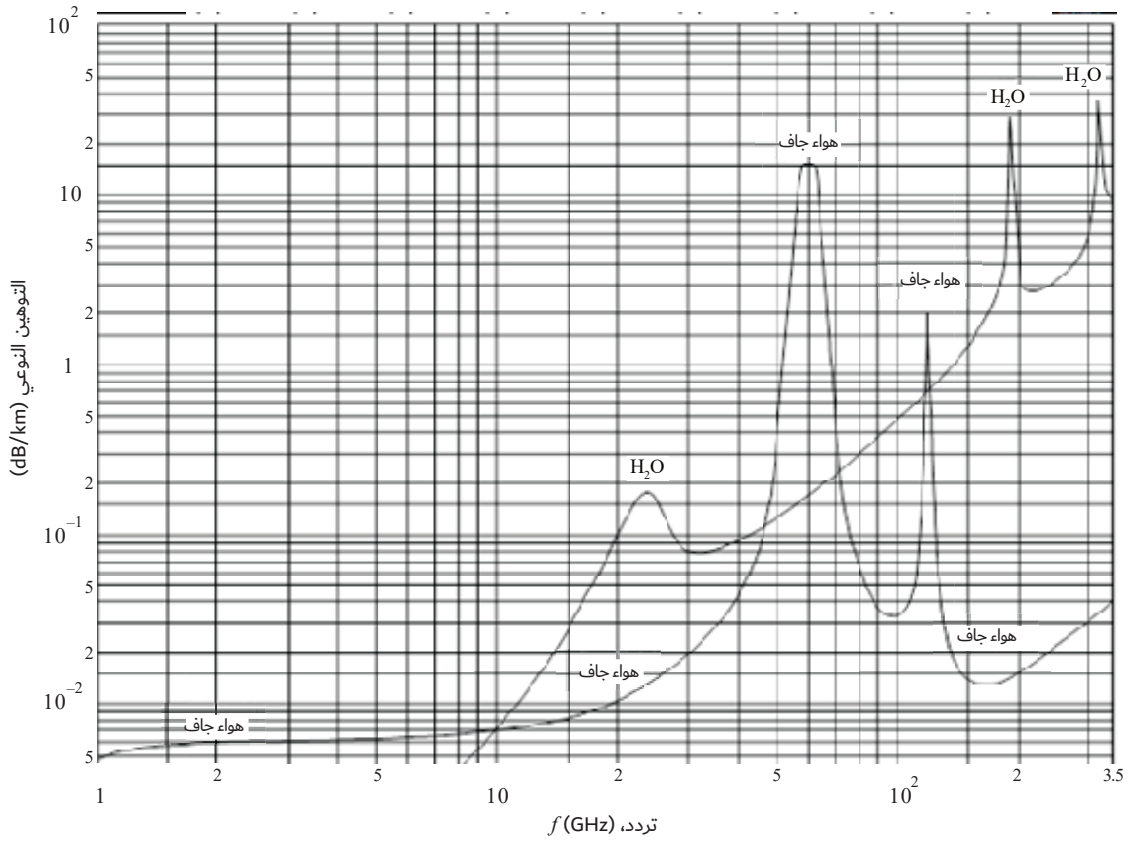
- نطاقات عريضة لنقل المعلومات ذات معدلات البيانات العالية؛
- احتمال منخفض للتداخل نتيجة للتوهين الشديد الحاصل في الجو؛
- الخبو الضعيف الناجم عن تعدد المسيرات؛
- انخفاض قدرة الإرسال بفضل ارتفاع كسب الهوائي؛
- صغر قدّ الهوائي والتجهيزات بفضل التردد العالي؛
- قدرة عالية من حيث الاتجاهية والاستبانة المكانية.

4.5.4 خصائص الانتشار الراديوي

نطاق التردد الواقع حول GHz 60 هو الأنسب للاتصالات القصيرة المدى المأمونة، كالاتصال من مركبة إلى أخرى، والرادار القصير المدى، لأن جزيئات الأكسيجين، عند تردد GHz 60 تتفاعل مع الإشعاع الكهرمغنطيسي، وتمتص الطاقة المرسَلة، فتمنع الموجات المرسَلة من الوصول بعيداً. وتقلل حالات تداخل الاتصالات بين المركبات، وتُسهم كبير الإسهام في تحقيق استعمال فعال لموارد الترددات الراديوية. ويبيّن الشكل 37 التوهين النوعي الذي تسببه الغازات الجوية. إذ إن خسائر الإرسال تحصل حين تصادف الموجات الملّيمترية في مسيرها عبر طبقات الجو ما يمتصها من جزيئات أكسيجين أو بخار ماء أو غيرها من مكوّنات الجو الغازية. وتكون هذه الخسائر أكبر في حالة بعض الترددات، حين تتطابق مع الترددات الطنانة الميكانيكية لجزيئات الغاز. ويبدو أن فعل الامتصاص من جانب جزيئات الأكسيجين يبلغ ذروة مع تردد في حدود GHz 60.

الشكل 37

التوهين النوعي الناجم عن الغازات الجوية (التوصية ITU-R P.676-3)



Land Mobile Handbook Vol.4-37

تتعرض الموجات الملّيمترية أثناء انتشارها في نطاق تردد GHz 60 لخسارة أكبر في المسير بسبب امتصاص المطر وجزيئات الأكسيجين، بالإضافة إلى الانعراج والانتثار بسبب النباتات وغيرها. فالخصيصة النوعية لنطاق تردد GHz 60 جعلت هذا النطاق يُستعمَل على نطاق واسع في الاتصالات القصيرة المدى الصغيرة القدرة للاستعمالات غير المرخَّصة.

يمكن استخدام ترددات الموجات الميللّيمترية في النطاق GHz 60 لأنواع معينة من الاتصالات V2X. ويتميز نطاق التردد الراديوي GHz 60 بخصائص الانتشار الراديوي ذات خسارة الاضمحلال السريع للمسافة بين المرسل والمستقبل. وقد سُجل أن قيمة تمديد التأخير هي 20~50 ns في الشارع، و150 ns أو أكثر في بيئة محيط الشارع.

6.4 رادارات المركبات والطرق بالموجات الميلليمترية

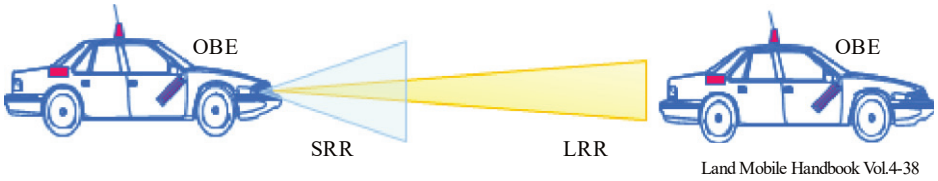
1.6.4 مقدمة

رادارات المركبات والطرق بالموجات الميلليمترية هي تكنولوجيا استشعار لمراقبة سرعة المركبات ومسافتها من أجل تطبيقات أنظمة النقل الذكية. وعلى الرغم من وجود أجهزة استشعار بالموجات فوق الصوتية، وأجهزة استشعار لمعالجة الصور، ورادارات الأشعة تحت الحمراء وأجهزة قياس المسافة بأشعة الليزر، ورادارات الموجات الصغرية، فإن رادارات الموجات الميلليمترية تتميز بميزة الكشف المستقر عن الأهداف في ظل الظروف الجوية السيئة مثل المطر أو الثلوج. ويمكن تركيب رادارات الموجات الميلليمترية على جانب المركبة أو على جانب البنى التحتية للطرق، ويسمى رادار المركبة أو رادار الطريق، على التوالي.

وعادةً ما يتم تثبيت رادار المركبة على الجانب الأمامي والخلفي للسيارة ويتم استخدامه في نظام تثبيت السرعة التكيفي (ACC) والتحذير من اصطدام المركبات. ولرادارات المركبات بالموجات الميلليمترية نوعان: رادار طويل المدى (LRR) ورادار قصير المدى (SRR). ويتسم الرادار LRR بمدى راديوي يبلغ حوالي 200 m مع حزمة هوائي ضيقة في نطاق التردد الراديوي 77-76 GHz وللرادار SRR مدى قصير يبلغ حوالي 30 m مع حزمة هوائي عريضة في نطاق التردد 22-29 GHz و77-81 GHz.

الشكل 38

رادار المركبة بالموجات الميلليمترية



Land Mobile Handbook Vol.4-38

يتم تثبيت رادار الطريق على جانب البنية التحتية للطريق ويتم استخدامه للتحذير من المخاطر مثل تحذير العمل على الطريق أو تحذير السلامة عند التقاطعات. وينبغي أن يكون لرادار الطريق بالموجات الميلليمترية مدى طويل يصل إلى 1 km لمراقبة حالة الطريق بشكل فعال. وتمت تجربة رادار الطريق بالموجات 34 GHz لدعم توفير تحذيرات الطريق غير المتوقعة.

الشكل 39

رادار طريق بالموجات الميلليمترية

Land Mobile Handbook Vol.4-39

2.6.4 تشكيلة النظام

لرادارات المركبات والطرق بالموجات الميلليمترية ثلاثة أجزاء وظيفية: الهوائي ووحدة التردد الراديوي، ووحدة معالجة الإشارة، ووحدة التعرف.

الهوائي ووحدة التردد الراديوي: يتكوّن هذا الجزء من هوائي إرسال، وهوائي استقبال، وتجهيز استقبال، وتجهيز إرسال. وفي هذا الجزء تجري معالجة تشكيلات الإشارات، وتحويلها إلى ترددات عالية، وإرسالها بالموجات الراديوية، واستقبالها بالموجات الراديوية. وهذا الجزء يمكن أن يُجهَّز بعدة هوائيات، وأن يؤدّي مسحاً بالحزمة.

وحدة معالجة الإشارات: هذه الوحدة تعطي المسافة والسرعة بحساب يستند إلى الإشارات التي تمررها إليها وحدة التردد الراديوي. وتجري هنا أحياناً حسبة متوسط المسافة ومتوسط السرعة، وإلغاء التداخل. وحين يكون الهوائي ذا مقدرة لتأدية المسح بالحزمة، تستنتج هذه الوحدة بالحساب اتجاه الأشياء المكتشفة.

وحدة التعرّف: تستطيع هذه الوحدة انتقاء وترتيب المعطيات المطلوبة على الأكثر أو الضرورية، تبعاً لاحتياجات كل نظام. مثل أن تتعرف هذه الوحدة أخطر العقبات، وتبت فيما إذا كانت المركبة المقابلة في المسرب. وأحياناً، تحسب هذه الوحدة متوسط الأرقام المجمَّعة، وترشِّح التداخل، وتحسّن دقة القياس واعتمادية المعطيات المستمَدَّة من محاسيس أخرى.

3.6.4 الخصائص التقنية

رادار المركبات منخفض القدرة في النطاق GHz 24

يعد توزيع الترددات لتطبيق رادار المركبات حالياً في مرحلة إعادة البناء. ونتيجة للقيود التكنولوجية والتجارية، تم توزيع الترددات لهذه التطبيقات المتعلقة بالسلامة في بداية العقد الماضي في المدى GHz 24. ففي أوروبا، على سبيل المثال تم منح توزيع للنطاق GHz 24 العريض جداً (GHz 26,65-21,65) كحل وسط بسبب عدم التوافق مع خدمة الفلك الراديوي وخدمة استكشاف الأرض الساتلية والخدمة الثابتة والتطبيقات العسكرية. لذلك، تم تحديد الموعد النهائي للتوقف في 1 يوليو 2013. ففي يوليو 2011، مددت لجنة الاتصالات الإلكترونية (ECC) تاريخ التوقف (لأجهزة الاستشعار ذات نطاق التردد المنخفض البالغ GHz 26,65-24,25) حتى 1 يناير 2018 بموجب قرار اللجنة رقم (10)04 للسماح لمصنعي السيارات بالتنفيذ السلس لتكنولوجيا النطاق GHz 79. وقد أدى التطور التكنولوجي خلال السنوات الماضية إلى حقيقة أنه مع بذل جهد مماثل يمكن تحقيق أداء أعلى اليوم.

وجدير بالذكر أن للنطاق GHz 24 الخاص بأنظمة النقل الذكية (GHz 24,25-24,05) دور جذب، خاصة للمركبات ذات الأسعار الميسورة. ونظراً لأن هذا النطاق هو أحد نطاقات أنظمة النقل الذكية ومنسق عالمياً، يمكن استخدام رادارات المركبات العاملة في النطاق GHz 24,25-24,05 الخاص بأنظمة النقل الذكية في جميع أنحاء العالم دون أي قيود زمنية.

رادار المركبات قصير المدى عالي الاستبانة العامل في النطاق GHz 79 (GHz 81-77)

تم بالفعل توزيع النطاق GHz 81-77 لهذا النوع من تطبيقات رادار المركبات في العديد من البلدان. ومن المتوقع أن تقوم بلدان أخرى بتنفيذ قرار المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2015 (WRC-15) بشأن رادارات المركبات العاملة في النطاق GHz 79 في المستقبل القريب.

وقد تم تعيين النطاق GHz 81-77 من قبل المؤتمر CEPT في يوليو 2004 (03 (04)/DEC/ECC) لتطبيقات رادار المركبات. كما اعتمدت المفوضية الأوروبية القرار 2004/545/EC بشأن تنسيق الطيف الراديوي في النطاق GHz 79 (GHz 81-77) لاستخدامات رادار المركبات. وتم اعتماد المعيار المنسق EN 302 264 من قبل المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) للرادار قصير المدى (SRR) الذي يعمل في النطاق GHz 81-77.

في مارس 2010، أطلقت وزارة الشؤون الداخلية والاتصالات (MIC) في اليابان فريق دراسة في مجلس المعلومات والاتصالات لإدخال رادار عالي الاستبانة في نطاق التردد GHz 81-77 للاستخدام الوطني. ونتيجة لهذا النشاط، تم توزيع النطاق GHz 81-78 لرادار المركبات في ديسمبر 2012.

وفي أكتوبر 2010، حدد الاتحاد الروسي النطاق GHz 81-77 لرادار المركبات.

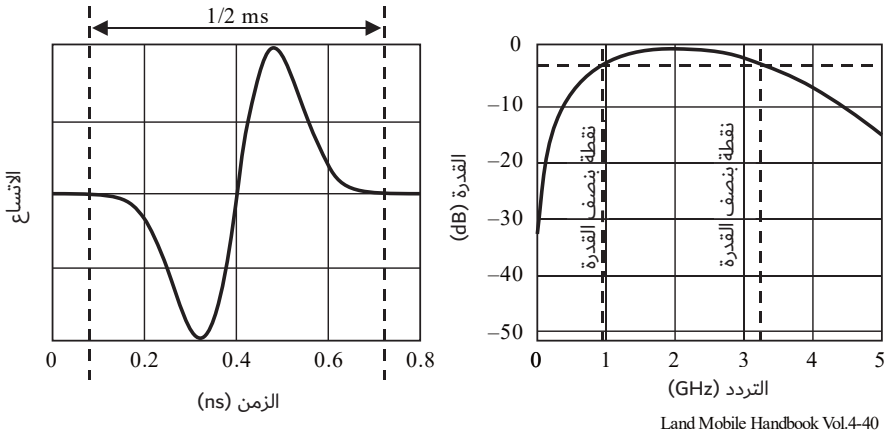
الرادار ذو النطاق الفائق العرض (UWB)

يعرف النطاق فائق العرض عموماً بأنه إشارة راديوية يكون عرض نطاقها الوظيفي أكبر من 20% من التردد المركزي أو أن يشغل عرض النطاق فيها عند 10 dB قدراً من الطيف يساوي 500 MHz أو أكثر.

تستعمل تكنولوجيا النطاق الفائق العرض (UWB) في الأساس نبضات ضيقة جداً أو قصيرة المدة، تُسفر عن عروض نطاقات للإرسال كبيرة جداً أو فائقة العرض (انظر الشكل 40). وبالنسبة لرادار المركبات، يتم الاستعاضة عن تقنية النطاق UWB النبضي خطوة بخطوة بنبضات تردد عريضة النطاق جداً (موجة مستمرة بتشكيل التردد = FMCW أو رادار ضغط النبضات) دون الحاجة إلى نبضات قصيرة الأمد. وبفضل معايير تقنية مناسبة، تستطيع الأجهزة ذات النطاق الفائق العرض (UWB) الاشتغال باستعمال طيف الخدمات الراديوية القائمة دون تسبيب تداخل، فتمكّن هكذا من استعمال موارد الطيف الشحيحة بمزيد من الفعالية.

الشكل 40

ميدانا الزمن والتردد لدورة واحدة للنطاق UWB
(النطاق UWB، "مجال محتمل للمعايير"، عرض GSC 8 للجنة الاتصالات الفيدرالية)



Land Mobile Handbook Vol.4-40

الرادار المثبت على متن المركبة

فيما يتعلق بالمتطلبات الوظيفية ومتطلبات السلامة، يمكن تصنيف أنظمة رادارات المركبات العاملة في النطاق 76-81 GHz إلى فئتين:

- **الفئة 1:** رادارات تثبيت السرعة التكيفي (ACC) وتجنب الاصطدام (CA)، من أجل قياس مديات حتى 300 m. وبالنسبة لهذه التطبيقات، يلزم وجود عرض نطاق أقصى مستمر مقداره 1 GH. ويُنظر في هذه الرادارات من أجل توفير وظائف راحة إضافية للسائق، بدعم القيادة الأكثر خلواً من الضغوط.

- **الفئة 2**: أجهزة استشعار لتطبيقات عالية الاستبانة مثل كشف المناطق العمياء (BSD)، ومساعدات تغيير الممرات (LCA)، والتنبيه بحركة المرور خلف المركبة (RTCA)، والكشف عن المشاة والدراجات الهوائية بالقرب من المركبة، وذلك لمديات قياس تصل إلى 100 m. وبالنسبة لهذه التطبيقات عالية الاستبانة، يحتاج الأمر إلى عرض نطاق لازم يبلغ 4 GHz. وتحقق هذه الرادارات بشكل مباشر إضافة إلى السلامة المنفعلة والسلامة النشطة للمركبة، وبالتالي فهي ذات فائدة أساسية لتحسين السلامة المرورية.

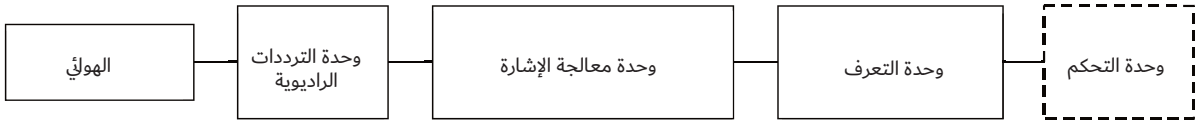
واعتماداً على عدد أجهزة استشعار الرادارية وموضع تثبيتها على المركبة، يمكن اكتشاف الأشياء في قطاعات أو حتى المحيط الكامل للمركبة. وإشارات أجهزة الاستشعار هي الأساس ليس فقط لأنظمة مساعدة السائق مثل النظام ACC ولكن أيضاً لمجموعة متنوعة من تطبيقات المركبات الخاصة بالسلامة النشطة والسلامة المنفعلة.

تؤدي أنظمة مراقبة جوانب المركبات دوراً مهماً في ضمان سلامة القيادة. وستكون رادارات المركبات عالية الاستبانة تكنولوجيا استشعار رئيسية للمركبات ذاتية القيادة. ونظراً لمقاومته لسوء الأحوال الجوية والأوساخ، فإن رادار المركبات مناسب للمركبات التي تتم قيادتها في ظروف قاسية.

ويعرض الشكل 41 تشكيلة رادار المركبات.

الشكل 41

تشكيلة رادار المركبات



Land Mobile Handbook Vol.4-41

وفيما يلي الأنظمة الفرعية:

- *الهوائي/وحدة الترددات الراديوية*

يتكون هذا الجزء من هوائي إرسال وهوائي استقبال ومعدات استقبال ومعدات إرسال. ويتم التعامل مع عمليات تشكيل الإشارة وتحويلها إلى ترددات عالية وإرسال الموجات الراديوية واستقبال الموجات الراديوية في هذا الجزء. ويمكن تجهيز هذا الجزء بالعديد من الهوائيات ويمكنه إجراء مسح حزمي.

- *وحدة معالجة الإشارة*

تنتج هذه الوحدة المسافة والسرعة عن طريق حساب الإشارات المرسلة من وحدة الترددات الراديوية. يتم هنا أحياناً إنتاج متوسط المسافة والسرعة وتخفيف التداخل. وعندما يقوم الهوائي بمسح حزمي، تحسب هذه الوحدة اتجاه الأجسام المكتشفة.

- وحدة *التعرف*

يمكن لهذه الوحدة تحديد وترتيب البيانات المطلوبة أو الضرورية أكثر حسب احتياجات كل نظام. فعلى سبيل المثال، سوف تتعرف الوحدة على الأشياء الأكثر أهمية، ويمكنها الحكم على ما إذا كانت المركبة التي أمامك في الممر أم لا. وتعمل هذه الوحدة أحياناً على حساب متوسطات الأرقام التي تم جمعها، وتصفية التداخل، وتزيد من دقة القياس وموثوقية البيانات عن طريق تتبع الأجسام ودمج البيانات مع البيانات المتحصل عليها من أجهزة الاستشعار الأخرى.

رادارات أنظمة الكشف عن حوادث الطرق[19]

تمكّن خدمة الكشف عن الحوادث المنتشرة في كوريا السائقين في المركبات من تلقي معلومات في الوقت الفعلي عن حالة الطريق غير المتوقعة (العوائق، والمركبات المتوقفة والمركبات التي تسير في اتجاه خاطئ، والطرق المجمدة، وما إلى ذلك) من خلال نظام الكشف في الوقت الفعلي والأوتوماتي باستخدام أجهزة الاستشعار الرادارية لمنع الحوادث غير المتوقعة. كما توفر معلومات عن حركة المرور على بعد 1 km من جهاز الاستشعار الراداري. وهي تدعم السائق في حالة هطول الأمطار الغزيرة والطقس الضبابي لتلقي المعلومات في الوقت الفعلي عن طريق نظام الكشف عن الحوادث.

19 اللوائح التقنية بشأن المعدات الراديوية التي تعمل بدون ترخيص: وزارة العلوم وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، جمهورية كوريا، المذكرة 57-2014؛ و30-9-2014؛ رقم المقال 17، رادارات الكشف عن معلومات الطرق.

الشكل 42

رادار الطريق للكشف عن الحوادث

Land Mobile Handbook Vol.4-42

وتُعرض في الجدول 26 خصائص رادار الكشف عن الحوادث العامل في النطاق GHz 34.

الجدول 26

نظام رادار الطريق

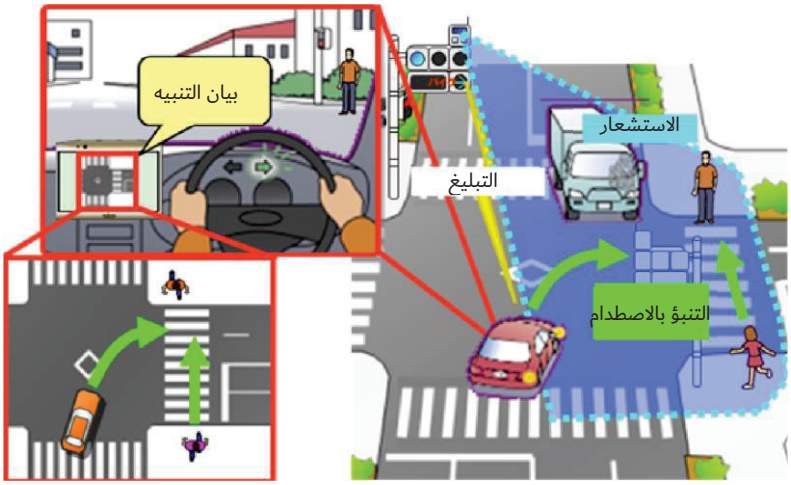
الخاصية (المعلمة)	القيمة
الخصائص التشغيلية	
التطبيق/الخدمة	نظام كشف على جانب الطريق
التثبيت النمطي	عمود (أو قنطرة) على جانب الطريق
الخصائص التقنية	
أقصى مدى	m 1 000
مدى التردد	GHz 34,875-34,275
عرض النطاق المحدد	حتى MHz 600
القدرة القصوى (e.i.r.p.)	حتى dBm 55+
القدرة المتوسطة (e.i.r.p.)	حتى dBm 45+

رادار دعم القيادة التعاونية

تم في اليابان تطوير ونشر نظام دعم القيادة التعاونية من أجل السلامة عند التقاطعات. ويتكون النظام من رادار بالموجات الميلليمترية كجهاز استشعار على جانب الطريق لاكتشاف المشاة وراكبي الدراجات والمركبات الداخلة في التقاطع. وعادةً ما يتم تركيب جهاز استشعار جانب الطريق على نفس ارتفاع إشارات المرور تقريباً التي لها مجال رؤية واسع. وينبه النظام أيضاً سائقي المركبات بالأخطار المحتملة باستخدام الاتصالات الراديوية لأنظمة النقل الذكية.

الشكل 43

دعم القيادة التعاونية



Land Mobile Handbook Vol.4-43

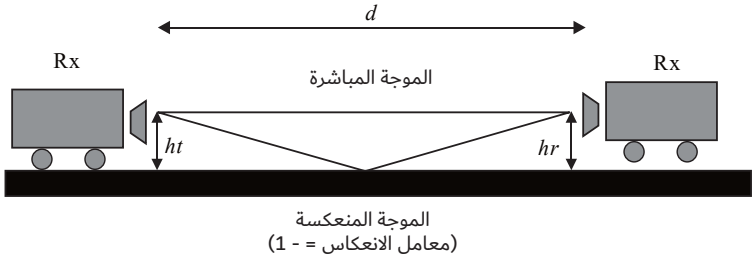
4.6.4 خصائص الانتشار الراديوي

يُستعمَل هنا نموذج الانتشار بشعاعين بين الموجة المباشرة والموجة المنعكسة عن سطح الطريق، لتقدير خصائص انتشار الموجات الملّيمترية. والشكل 45 هو رؤية تخطيطية لنموذج الانتشار بشعاعين. في هذا النموذج يُعبَّر عن القدرة المستقبَلة P_r تقريبياً كما هو مبيّن في الشكل، حيث P_t هي القدرة المرسَلة، وG_t وG_r هما كسب هوائي الإرسال وهوائي الاستقبال بترتيب التوالي، و$L(r)$ عامل امتصاص الأكسيجين للموجات، وا طول الموجة، وr المسافة بين الهوائيين، وd المسافة الأفقية بين الهوائيين، وh_t وh_r هما ارتفاعا المرسل والمستقبل بترتيب التوالي. وفي هذا المخطط للنموذج، يُفترض أن معامل الانعكاس عن الطريق يساوي –1، وتُغفَل اتجاهية الهوائي. ويفترض أن التوهين الناجم عن امتصاص جزيئات الأكسيجين للموجات يساوي 16 dB/km.

الشكل 44

نموذج الانتشار بشعاعين

$$\text{القدرة المستقبَلة } P_r = \frac{P_t G_t G_r}{L(r)} \left(\frac{\lambda}{4\pi r}\right)^2 \sin\left(\frac{2\pi h_t h_r}{\lambda d}\right)$$

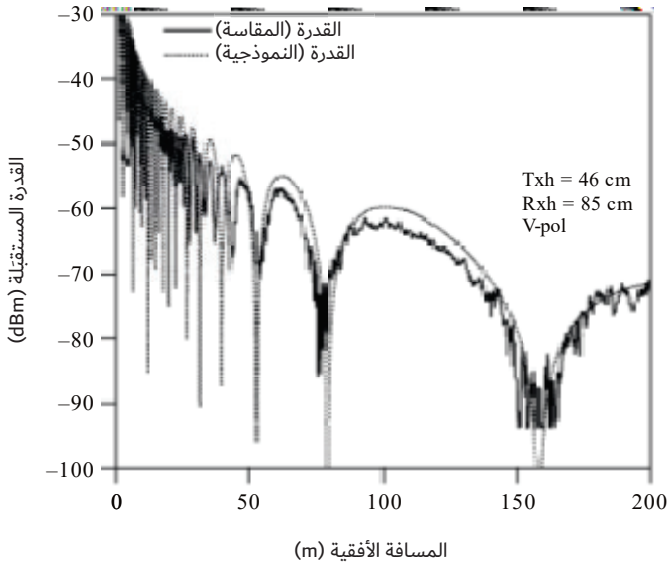


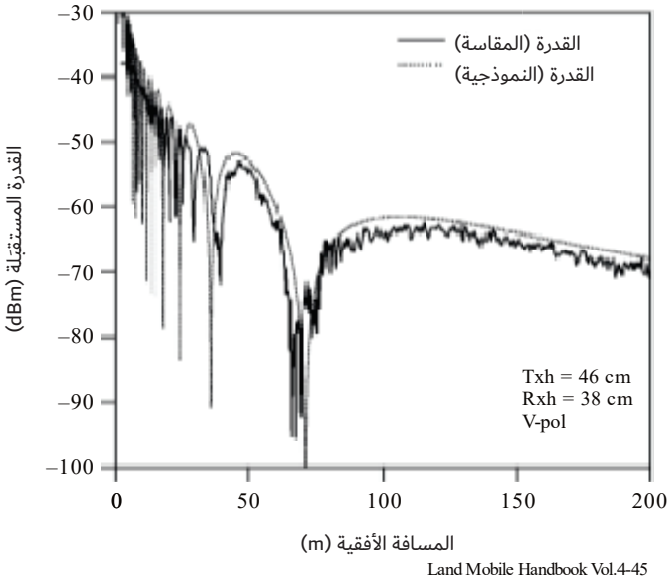
Land Mobile Handbook Vol.4-44

يعرض الشكل 45 نتائج قياس القدرة المستقبَلة. والمحور الأفقي يمثل المسافة بين المركبتيْن. ونتائج قياس القدرة مشابهة للنتائج المحصّلة بواسطة نموذج الانتشار بشعاعيْن.

الشكل 45

نتائج قياسات القدرة المستقبلة بين المركبات





Land Mobile Handbook Vol.4-45

الفصل 5

المعايير

يصف هذا الفصل معايير قطاع الاتصالات الراديوية والمعايير الصناعية في الأقاليم 1 و2 و3 من أجل استخدام التكنولوجيات الراديوية في تطبيقات أنظمة النقل الذكية.

1.5 معايير الاتصالات DSRC

1.1.5 المعايير العالمية بشأن الاتصالات DSRC

الجدول 27

معيار عالمي بشأن الاتصالات DSRC

المنظمة المعنية بوضع المعايير	رقم المعيار	عنوان المعيار
الاتحاد الدولي للاتصالات	ITU-R M.1453-2	أنظمة النقل الذكية - الاتصالات المكرسة قصيرة المدى في النطاق 5,8 GHz

2.1.5 معيار الاتصالات DSRC في الإقليم 1

تعرف معايير المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات المعدات OBE والمعدات RSE ومواصفات الاختبار الخاصة بها من أجل التحصيل الإلكتروني للرسوم.

الجدول 28

معيار من أجل التحصيل الإلكتروني للرسوم (ETC) في أوروبا

المنظمة المعنية بوضع المعايير	رقم المعيار	عنوان المعيار
المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات	EN 300 674	الخدمات التِلِماتية للنقل والسير برّاً (RTTT)؛ ومعدات إرسال الاتصالات المكرسة قصيرة المدى (DSRC) (500 kbit/s/250 kbit/s) العاملة في النطاق 5,8 GHz الخاص بالتطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM)
	ETSI EN 300 674-2-1	الخدمات التِلِماتية للنقل والسير (TTT)؛ ومعدات إرسال الاتصالات المكرسة قصيرة المدى (250 kbit/s/500 kbit/s) (DSRC) العاملة في النطاق 5,8 GHz الخاص بالتطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM)؛ الجزء 2: معيار منسق يغطي المتطلبات الأساسية للمادة 2.3 من التوجيه 2014/53/EU؛ الجزء الفرعي 1: وحدات جانب الطريق (RSU)
	ETSI EN 300 674-2-2	الخدمات التِلِماتية للنقل والسير (TTT)؛ ومعدات إرسال الاتصالات المكرسة قصيرة المدى (250 kbit/s/500 kbit/s) (DSRC) العاملة في النطاق 5,8 GHz الخاص بالتطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM)؛ الجزء 2: معيار منسق يغطي المتطلبات الأساسية للمادة 2.3 من التوجيه EU/53/2014؛ الجزء الفرعي 2: الوحدات الموجودة على متن المركبة (OBU)
	TS 102 486	مواصفات الاختبار لمعدات إرسال الاتصالات DSRC

3.1.5 معيار الاتصالات DSRC في الإقليم 2

بالرغم من وجود رغبة في معيار مشترك وقابلية منتظمة للتشغيل البيني في جميع أنحاء أمريكا الشمالية،[20] يتم استخدام تكنولوجيات مختلفة لجانب الطريق والمركبات مسجلة الملكية حالياً للتحصيل الإلكتروني للرسوم في مناطق مختلفة. وهذه التكنولوجيات ليست قابلة للتشغيل البيني بشكل مباشر، لذا يلزم وجود مرسلات مستقبلات متعددة من أجل تمكين التحصيل الإلكتروني للرسوم عبر هذه المناطق المتنوعة، وتستخدم اتفاقات تبادل البيانات لتوفير إمكانية تشغيل بيني محدودة داخل المناطق الإقليمية. وعلى المدى الطويل، من المتوقع أن تسمح تكنولوجيات المركبات الموصولة بتقارب التحصيل الإلكتروني للرسوم في تكنولوجيا واحدة أو أكثر بناءً على معايير الصناعة الطوعية.

4.1.5 معيار الاتصالات DSRC في الإقليم 3

تعرف معايير الاتصالات DSRC النفاذ الراديوي بين المعدات OBE والمعدات RSE ومواصفات الاختبار الخاصة بها من أجل التحصيل الإلكتروني للرسوم.

الجدول 29

معايير التحصيل الإلكتروني للرسوم في منطقة آسيا والمحيط الهادئ

المنظمة المعنية بوضع المعايير	رقم المعيار	عنوان المعيار
رابطة تكنولوجيا الاتصالات (TTA)	TTAS.KO-06.0025/R1	معيار الاتصالات الراديوية DSRC بين معدات جانب الطريق والمعدات الموجودة على متن المركبة في النطاق GHz 5,8
	TTAS.KO-06.0052/R1	مواصفة الاختبار للمستوى 2 من الاتصالات DSRC في النطاق GHz 5,8
	TTAS.KO-06.0053/R1	مواصفة الاختبار للمستوى 7 من الاتصالات DSRC في النطاق GHz 5,8
رابطة الصناعات ومشاريع الأعمال الراديوية (ARIB)	STD-T75	نظام للاتصالات المكرسة قصيرة المدى (DSRC)
إدارة التقييس الصينية (SAC)	GB/T 20851.1-2007	التحصيل الإلكتروني للرسوم - الاتصالات المكرسة قصيرة المدى الجزء 1: الطبقة المادية
	GB/T 20851.2-2007	التحصيل الإلكتروني للرسوم - الاتصالات المكرسة قصيرة المدى الجزء 2: طبقة وصلة البيانات
	GB/T 20851.3-2007	التحصيل الإلكتروني للرسوم - الاتصالات المكرسة قصيرة المدى الجزء 3: طبقة التطبيق
	GB/T 20851.4-2007	التحصيل الإلكتروني للرسوم - الاتصالات المكرسة قصيرة المدى الجزء 4: طبقة المعدات
	GB/T 20851.5-2007	التحصيل الإلكتروني للرسوم - الاتصالات المكرسة قصيرة المدى الجزء 5: طرائق الاختبار للمعلمات الرئيسية في الطبقة المادية
اللجنة الاستشارية لمعايير الاتصالات التابعة لهيئة تطوير وسائط المعلومات والاتصالات (IMDA TSAC)	IMDA TS DSRC	مواصفة تقنية للاتصالات المكرسة قصيرة المدى في أنظمة النقل الذكية

[20] https://www.ibtta.org/sites/default/files/documents/Interoperability/IBTTA%20White%20Paper%20Toll%20Interoperability%20September%202016.pdf

2.5 معيار الاتصالات الراديوية لأنظمة النقل الذكية المتقدمة

الجدول 30

توصيات وتقارير الاتحاد الدولي للاتصالات

المنظمة المعنية بوضع المعايير	رقم الوثيقة	العنوان
الاتحاد الدولي للاتصالات	التوصية ITU-R M.1890	أهداف الاتصالات الراديوية التشغيلية والمتطلبات من أجل أنظمة النقل الذكية المتقدمة
	التقرير ITU-R M.2228	الاتصالات الراديوية لأنظمة النقل الذكية (ITS) المتقدمة
	التوصية ITU-R M.2084	معايير السطوح البينية الراديوية للاتصالات من مركبة إلى مركبة ومن مركبة إلى البنية التحتية في تطبيقات أنظمة النقل الذكية

1.2.5 معيار الجيل الخامس من أنظمة النقل الذكية في الإقليم 1

يعرف معيار الجيل الخامس من أنظمة النقل الذكية معمارية النظام ومواصفة الطبقة لتطبيقات الاتصالات V2X في أنظمة النقل الذكية.

الجدول 31

معيار الاتصالات الراديوية لأنظمة النقل الذكية المتقدمة في أوروبا

المنظمة المعنية بوضع المعايير	رقم المعيار	عنوان المعيار
المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات	TS 102 637 series	أنظمة النقل الذكية (ITS)؛ اتصالات المركبات؛ مجموعة التطبيقات الأساسية
	EN 302 637-2	أنظمة النقل الذكية (ITS)؛ اتصالات المركبات؛ مجموعة التطبيقات الأساسية؛ الجزء 2: مواصفة خدمة التوعية الأساسية التعاونية
	EN 302 637-3	أنظمة النقل الذكية (ITS)؛ اتصالات المركبات؛ مجموعة التطبيقات الأساسية؛ الجزء 3: مواصفات الخدمة الأساسية للإشعار البيئي اللامركزي.
	EN 302 665	أنظمة النقل الذكية (ITS)؛ معمارية الاتصالات
	TS 102 636 series	أنظمة النقل الذكية (ITS)؛ اتصالات المركبات؛ البروتوكول GeoNetworking
	EN 302 636-4-1	أنظمة النقل الذكية (ITS)؛ اتصالات المركبات؛ البروتوكول GeoNetworking؛ الجزء 4: العنونة الجغرافية وإعادة التسيير من أجل الاتصالات من نقطة إلى نقطة ومن نقطة إلى عدة نقاط؛ الجزء الفرعي 1: الجوانب الوظيفية المستقلة عن الوسائط.
	TS 102 894-2	متطلبات مستعملي وتطبيقات أنظمة النقل الذكية؛ الجزء 2: قاموس البيانات المشترك لطبقة التطبيقات والمرافق. قاموس للتعاريف المستخدمة في معايير أنظمة النقل الذكية الأخرى للجنة ETSI TC.
	TS 102 890-3	أنظمة النقل الذكية – وظيفة طبقة المرافق؛ إدارة موقع المرفق والتوقيت
	EN 302 895	أنظمة النقل الذكية (ITS)؛ اتصالات المركبات؛ مجموعة التطبيقات الأساسية؛ الخرائط الدينامية المحلية (LDM)

الجدول 31 (*تتمة*)

المنظمة المعنية بوضع المعايير	رقم المعيار	عنوان المعيار
المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات	TS 101 556-1	أنظمة النقل الذكية (ITS)؛ التطبيقات I2V؛ مواصفة الإبلاغ عن موقع شحن المركبات الكهربائية
	TS 101 556-2	أنظمة النقل الذكية (ITS)؛ الاتصالات من البنية التحتية إلى المركبة؛ الجزء 2: مواصفة نظام اتصالات لدعم متطلبات التطبيقات من أجل قابلية التشغيل البيني بين نظام معلومات إطارات المركبة (TIS) وعداد ضغط الهواء في الإطارات (TPG)
	TS 101 539-1	أنظمة النقل الذكية – التطبيقات V2X؛ الجزء 1: متطلبات تطبيقات تشوير أخطار الطرق (RHS)
	TS 101 539-3	أنظمة النقل الذكية – التطبيقات V2X؛ الجزء 3: التنبيه بمخاطر الاصطدام الطولي
	TS 102 792	أنظمة النقل الذكية (ITS)؛ تقنيات التخفيف من أجل منع التداخل بين معدات تحصيل الرسوم بالاتصالات المكرسة قصيرة المدى CEN الأوروبية (CEN DSRC) وأنظمة النقل الذكية العاملة في مدى الترددات 5 GHz
	EN 302 571	أنظمة النقل الذكية (ITS)؛ معدات الاتصالات الراديوية العاملة في نطاق التردد 855 5-925 5 MHz؛ معيار منسق يغطي المتطلبات الأساسية للمادة 2.3 من التوجيه 2014/53/EU
	EN 302 686	أنظمة النقل الذكية (ITS)؛ معدات الاتصالات الراديوية العاملة في نطاق التردد من 63 إلى 64 GHz؛ معيار منسق يغطي المتطلبات الأساسية للمادة 2.3 من التوجيه R&TTE 3 وهذا المعيار قيد المراجعة لمراعاة نطاق التردد المحدث 63,72-65,88 GHz لتغطية المتطلبات الأساسية للمادة 2.3 من التوجيه 2014/53/EU
	EN 302 663	أنظمة النقل الذكية (ITS)؛ معيار المواصفة الأوروبية للطبقة المادية وطبقة التحكم في النفاذ المتوسط لأنظمة النقل الذكية العاملة في نطاق التردد 5 GHz

2.2.5 معايير النظام WAVE في الإقليم 2

تعرف معايير النظام WAVE معدات المستعمل ومعمارية النظام ومواصفة الطبقات لتطبيقات الاتصالات V2X في أنظمة النقل الذكية.

الجدول 32

معايير الاتصالات الراديوية لأنظمة النقل الذكية المتقدمة في الولايات المتحدة الأمريكية

المنظمة المعنية بوضع المعايير	رقم المعيار	عنوان المعيار
الجمعية الأمريكية لاختبار المواد (ASTM)	E2213-03	المواصفات القياسية للاتصالات وتبادل المعلومات بين أنظمة جانب الطريق وأنظمة المركبات – مواصفات طبقة التحكم في النفاذ المتوسط (MAC) والطبقة المادية (PHY) للاتصالات المكرسة قصيرة المدى (DSRC) العاملة في النطاق 5 GHz
معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE)	IEEE 802.11-2016	مواصفات طبقة التحكم في النفاذ المتوسط (MAC) والطبقة المادية (PHY) في الشبكة المحلية اللاسلكية
	IEEE 1609.0-2013	دليل معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات بشأن النظام WAVE - المعمارية
	IEEE 1609.2-2016	دليل معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات بشأن النظام WAVE – خدمات الأمن من أجل التطبيقات ورسائل الإدارة
	IEEE 1609.3 -2016	دليل معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات بشأن النظام WAVE – خدمات الربط الشبكي

الجدول 32 (*تتمة*)

المنظمة المعنية بوضع المعايير	رقم المعيار	عنوان المعيار
	IEEE 1609.4-2016	دليل معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات بشأن النظام WAVE – العمليات متعددة القنوات
	IEEE 1609.11-2010	دليل معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات بشأن النظام WAVE - بروتوكول تبادل بيانات الدفع الإلكتروني على الهواء من أجل أنظمة النقل الذكية
	IEEE 1609.12-2016	دليل معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات بشأن النظام WAVE – توزيع معرفات الهوية
جمعية مهندسي السيارات (SAE)	SAE J2735 March, 2016	قاموس مجموعة رسائل الاتصالات المكرسة قصيرة المدى (DSRC)
	SAE J2945/1 March, 2016	متطلبات الأنظمة الموجودة على متن المركبة من أجل اتصالات السلامة V2V

3.2.5 معيار الاتصالات الراديوية لأنظمة النقل الذكية المتقدمة في الإقليم 3

هناك معايير للاتصالات V2X صادة عن رابطة الصناعات ومشاريع الأعمال الراديوية والرابطة الصينية لتقييس الاتصالات ومنتدى المعلومات والاتصالات الخاصة بأنظمة النقل الذكية ومنتدى الترويج للنظام ITS connect واللجنة الاستشارية لمعايير الاتصالات ورابطة تكنولوجيا الاتصالات.

الجدول 33

المعايير والمواصفات التقنية والمبادئ التوجيهية بشأن الاتصالات الراديوية لأنظمة النقل الذكية المتقدمة في منطقة آسيا والمحيط الهادئ

المنظمة المعنية بوضع المعايير	رقم المعيار	عنوان المعيار
رابطة تكنولوجيا الاتصالات (TTA)	TTAS.KO-06.0175/R2	نظام اتصالات للمركبات، المرحلة 1: المتطلبات
	TTAS.KO-06.0193/R2	نظام اتصالات للمركبات، المرحلة 2: المعمارية
	TTAS.KO-06.0216/R1	نظام اتصالات للمركبات، المرحلة 3: الطبقة المادية/طبقة التحكم في النفاذ المتوسط
	TTAS.KO-06.0479	نظام اتصالات للمركبات، المرحلة 3: الطبقة المادية/طبقة التحكم في النفاذ المتوسط (الاتصالات V2X القائمة على التكنولوجيا LTE)
	TTAS.KO-06.0234/R1	نظام اتصالات للمركبات، المرحلة 3: الربط الشبكي
	TTAK.KO-06.0242/R1	نظام اتصالات للمركبات، المرحلة 3: السطح البيني لبروتوكول التطبيق
	TTAK KO-06.0344	نظام اللافتات الرقمية داخل المركبة من أجل توجيه سلامة المركبة، المرحلة 1: المتطلبات
	TTAK KO-06.0344-Part 2	نظام اللافتات الرقمية داخل المركبة من أجل توجيه سلامة المركبة، المرحلة 2: تبادل البيانات
منتدى المعلومات والاتصالات الخاصة بأنظمة النقل الذكية	مبادئ توجيهية لمنتدى أنظمة النقل الذكية	– ITS FORUM RC-008، مبادئ توجيهية لإدارة العمليات من أجل نظام اتصالات مساعدة السائق – ITS FORUM RC-009، مبادئ توجيهية أمنية من أجل نظام اتصالات مساعدة السائق – ITS FORUM RC-010، أنظمة النقل الذكية العاملة في النطاق 700 MHz – مبادئ توجيهية للوظائف الموسعة – ITS FORUM RC-013، أنظمة النقل الذكية العاملة في النطاق 700 MHz – مبادئ توجيهية تجريبية لرسائل الاتصالات بين المركبات

الجدول 33 (*تتمة*)

المنظمة المعنية بوضع المعايير	رقم المعيار	عنوان المعيار
اتحاد الترويج للنظام ITS connect	ITS Connect TD-001	ITS Connect TD-001، مواصفات رسائل الاتصالات بين المركبات
رابطة الصناعات ومشاريع الأعمال الراديوية	STD T109	أنظمة النقل الذكية العاملة في النطاق MHz 700
الرابطة الصينية لتقييس الاتصالات	YD/T 3400-2018	المتطلبات التقنية العامة لاتصالات المركبات القائمة على التكنولوجيا LTE
	YD/T 3340-2018	المتطلبات التقنية العامة للسطح البيني الراديوي لاتصالات المركبات القائمة على التكنولوجيا LTE
اللجنة الاستشارية لمعايير الاتصالات التابعة لهيئة تطوير وسائط المعلومات والاتصالات	IMDA TS DSRC	المواصفة التقنية للاتصالات المكرسة قصيرة المدى في أنظمة النقل الذكية

3.5 معايير الاتصالات V2X الخلوية

تعرف معايير الاتصالات V2X القائمة على التكنولوجيا LTE الاتصالات V2X وتطبيقاتها.

الجدول 34

قائمة بالمواصفات التقنية لمشروع الشراكة 3GPP ذات الصلة بالاتصالات V2X

رقم المعيار	عنوان المعيار
	<Core network and UE protocol>
3GPP TS 22.185	متطلبات الخدمة لخدمة الاتصالات V2X
	<Core network and UE protocol>
3GPP TS 23.003	الترقيم والعنونة وتحديد الهوية
3GPP TS 23.007	إجراءات الاستعادة
3GPP TS 23.008	تنظيم بيانات المشتركين
3GPP TS 23.122	وظائف طبقة عدم النفاذ (NAS) المتصلة بالمحطة المتنقلة (MS) في أسلوب الراحة
3GPP TS 23.203	معمارية التحكم في السياسات والترسيم
3GPP TS 23.285	تحسينات في معمارية خدمة الاتصالات V2X
3GPP TS 23.303	الخدمات القائمة على الموقع (ProSe)؛ المرحلة 2
3GPP TS 24.301	بروتوكول طبقة عدم النفاذ (NAS) من أجل نظام الرزم المتطور (EPS)؛ المرحلة 3
3GPP TS 24.334	جوانب بروتوكول الوظيفة بين معدات مستعمل (UE) الخدمات القائمة على الموقع (ProSe) والخدمات القائمة على الموقع (ProSe)
3GPP TS 24.385	كائن إدارة (MO) الخدمات V2X
3GPP TS 24.386	وظيفة التحكم بين معدات المستعمل والاتصالات V2X؛ جوانب البروتوكول؛ المرحلة 3
3GPP TS 29.116	نقل الحالة التمثيلية عبر النقطة المرجعية xMB بين مورد خدمة المحتوى ومركز خدمة البث الإذاعي/البث المتعدد (BM-SC)

الجدول 34 (*تتمة*)

رقم المعيار	عنوان المعيار
3GPP TS 29.212	التحكم في السياسات والترسيم (PCC)؛ النقاط المرجعية
3GPP TS 29.272	النظام القائم على الرزم المتطور (EPS)؛ السطوح البينية المتصلة بكيان إدارة التنقلية (MME) وعقدة دعم GPRS الخادمة (SGSN) القائمة على بروتوكول القطر
3GPP TS 29.388	جوانب وظيفة التحكم في الخدمات V2X مع مخدم المشترك المنزلي (HSS) (V4)؛ المرحلة 3
3GPP TS 29.389	جوانب تشوير وظيفة التحكم بين الخدمات V2X (V6)؛ المرحلة 3
3GPP TS 29.468	العناصر التمكينية لأنظمة اتصالات المجموعات من أجل تكنولوجيا التطور طويل الأجل (GCSE_LTE)؛ النقطة المرجعية MB2؛ المرحلة 3
3GPP TS 31.102	خصائص تطبيق الوحدة النمطية لتعرّف هوية المشترك العالمية (USIM)
	<Security>
3GPP TS 33.185	الجوانب الأمنية لدعم التطور طويل الأجل للخدمات V2X
	<Device performance requirements>
3GPP TS 36.101	النفاذ الراديوي للأرض العالمي المتطور (E-UTRA)؛ الإرسال والاستقبال الراديوي في تجهيزات المستعمل (UE)
3GPP TS 36.133	النفاذ الراديوي للأرض العالمي المتطور (E-UTRA)؛ متطلبات دعم إدارة الموارد الراديوية
	<Physical layer aspects>
3GPP TS 36.211	النفاذ الراديوي للأرض العالمي المتطور (E-UTRA)؛ القنوات المادية والتشكيل
3GPP TS 36.212	النفاذ الراديوي للأرض العالمي المتطور (E-UTRA)؛ تعدد الإرسال وتشفير القنوات
3GPP TS 36.213	النفاذ الراديوي للأرض العالمي المتطور (E-UTRA)؛ إجراءات الطبقة المادية
3GPP TS 36.214	النفاذ الراديوي للأرض العالمي المتطور (E-UTRA)؛ الطبقة المادية؛ القياسات
	<Medium access and radio resource management protocols>
3GPP TS 36.300	النفاذ الراديوي للأرض العالمي المتطور (E-UTRA) وشبكة النفاذ الراديوي للأرض العالمي المتطور (E-UTRAN)؛ الوصف العام؛ المرحلة 3
3GPP TS 36.302	النفاذ الراديوي للأرض العالمي المتطور (E-UTRA)؛ الخدمات التي تقدمها الطبقة المادية
3GPP TS 36.304	النفاذ الراديوي للأرض العالمي المتطور (E-UTRA)؛ إجراءات تجهيزات المستعمل (UE) في أسلوب الراحة
3GPP TS 36.306	النفاذ الراديوي للأرض العالمي المتطور (E-UTRA)؛ مقدِرات النفاذ الراديوي إلى تجهيزات المستعمل (UE)
3GPP TS 36.321	النفاذ الراديوي للأرض العالمي المتطور (E-UTRA)؛ مواصفة بروتوكول التحكم في النفاذ إلى الوسائط (MAC)
3GPP TS 36.322	النفاذ الراديوي للأرض العالمي المتطور (E-UTRA)؛ مواصفة بروتوكول التحكم في الوصلة الراديوية (RLC)
3GPP TS 36.323	النفاذ الراديوي للأرض العالمي المتطور (E-UTRA)؛ مواصفة بروتوكول تقارب بيانات الرزم (PDCP)
3GPP TS 36.331	النفاذ الراديوي للأرض العالمي المتطور (E-UTRA)؛ التحكم في الموارد الراديوية (RRC)؛ مواصفة البروتوكول
	<Radio access network aspects>
3GPP TS 36.443	شبكة النفاذ الراديوي للأرض العالمي المتطور (E- UTRAN)؛ بروتوكول التطبيق في السطح البيني M2 (M2AP)
3GPP TS 36.413	شبكة النفاذ الراديوي للأرض العالمي المتطور (E-UTRAN)؛ بروتوكول التطبيق في السطح البيني S1 (S1AP)
3GPP TS 36.423	شبكة النفاذ الراديوي للأرض العالمي المتطور (E-UTRAN)؛ بروتوكول التطبيق في السطح البيني X2 (X2AP)

4.5 معايير الإذاعة

الجدول 35

قائمة بمعايير الإذاعة

المنظمة المعنية بوضع المعايير	رقم المعيار	عنوان المعيار
رابطة تكنولوجيا الاتصالات (TTA)	TTAS.KO-07.0035	أنظمة إذاعة الوسائط المتعددة الرقمية للأرض؛ مواصفة إرسال خدمة معلومات حركة المرور والسفر من أجل إذاعة الوسائط المتعددة الرقمية في النطاق VHF للمستقبلات المتنقلة والمحمولة والثابتة
	TTAS.KO-07.0106/R1	مواصفة خدمة النظام العالمي لتحديد الموقع لفرق الفاصل الزمني للإرسال (TTI) من أجل إذاعة الوسائط المتعددة الرقمية للمستقبلات المتنقلة والمحمولة والثابتة

5.5 الاتصالات والرادارات العاملة بالموجات الميلليمترية

1.5.5 معايير رادارات المركبات العاملة بالموجات الميلليمترية في الاتحاد الدولي للاتصالات

الجدول 36

المعايير العالمية لرادارات المركبات العاملة بالموجات الميلليمترية

المنظمة المعنية بوضع المعايير	رقم المعيار		عنوان المعيار
الاتحاد الدولي للاتصالات	ITU-R M.1452	التوصية	أنظمة الاتصالات الراديوية بالموجات الميلليمترية من أجل تطبيقات أنظمة النقل الذكية
	ITU-R M.2057		خصائص أنظمة رادارات المركبات العاملة في نطاق التردد 76-81 GHz فيما يتعلق بتطبيقات أنظمة النقل الذكية
	ITU-R M.2322	التقرير	خصائص الأنظمة والتوافق بين رادارات المركبات العاملة في النطاق 77,5-78 GHz من أجل دراسات التقاسم
	ITU-R F.2394		التوافق بين التطبيقات من نقطة إلى نقطة في الخدمة الثابتة العاملة في النطاقين 71-76 GHz و81-86 GHz وتطبيقات رادارات المركبات العاملة في خدمة التحديد الراديوي للمواقع العاملة في النطاقات 76-81 GHz

2.5.5 معايير رادارات المركبات العاملة بالموجات الميلليمترية في الإقليم 1

الجدول 37

معايير رادارات المركبات العاملة بالموجات الميلليمترية في أوروبا

المنظمة المعنية بوضع المعايير	رقم المعيار	عنوان المعيار
المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات	TR 101 983	المعدات الراديوية الواجب استعمالها في النطاق بين 76 و77 GHz؛ وثيقة مرجعية للنظام من أجل رادارات المدى القصير كي تناسب البنية التحتية على الطرق
	EN 301 091 parts 1-2	الأجهزة قصيرة المدى؛ والخدمات التِلِماتية للنقل والسير برّاً (RTTT)؛ والمعدات الرادارية العاملة في المدى من 76 إلى 77 GHz
	EN 302 258 parts 1-2	الأجهزة قصيرة المدى؛ والخدمات التِلِماتية للنقل والسير برّاً (RTTT)؛ والمعدات الرادارية العاملة في المدى من 24,05 إلى 24,25 GHz أو المدى من 24,05 إلى 24,50 GHz
	EN 302 288 parts 1-2	الأجهزة قصيرة المدى؛ والخدمات التِلِماتية للنقل والسير برّاً (RTTT)؛ والمعدات الرادارية قصيرة المدى العاملة في المدى 24 GHz
	EN 302 264 parts 1-2	الأجهزة قصيرة المدى؛ والخدمات التِلِماتية للنقل والسير برّاً (RTTT)؛ والمعدات الرادارية قصيرة المدى العاملة في المدى من 77 إلى 81 GHz

3.5.5 معايير رادارات المركبات العاملة بالموجات الميلليمترية في الإقليم 2

الجدول 38

معايير بشأن رادارات المركبات العاملة بالموجات الميلليمترية في أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية

المنظمة المعنية بوضع المعايير	رقم المعيار	عنوان المعيار
	ANSI C63.10-2013	
	FCC part 15.249	FCC Part 15 PART 15 – أجهزة الترددات الراديوية عمليات التشغيل في النطاقات 902-928 MHz و400 2-483,5 MHz و725 5-875 5 MHz و24,0-24,25 GHz
	FCC part 15.252	FCC Part 15 PART 15 – عمليات تشغيل أجهزة الترددات الراديوية 15.252 في أنظمة رادارات المركبات واسعة النطاق في النطاقين 16,2-17,7 GHz و23,12-29,0 GHz
	FCC part 95M	FCC Part 15 PART 15 – أجهزة الترددات الراديوية 15.252 عمليات التشغيل في النطاقين 46,7-46,9 GHz و76,0-77,0 GHz
	FCC part 15.515	FCC Part 15 PART 15 – أجهزة الترددات الراديوية 15.252 المتطلبات التقنية لأنظمة رادارات المركبات

4.5.5 معايير رادارات المركبات العاملة بالموجات الميلليمترية في الإقليم 3

الجدول 39

معايير بشأن رادارات المركبات العاملة بالموجات الميلليمترية في منطقة آسيا والمحيط الهادئ

المنظمة المعنية بوضع المعايير	رقم المعيار	عنوان المعيار
رابطة الصناعات ومشاريع الأعمال الراديوية	STD-T48	المعدات الرادارية العاملة بالموجات الميلليمترية من أجل محطات راديوية منخفضة القدرة محددة
	STD-T111	رادار عالي الاستبانة في النطاق 79 GHz
اللجنة الاستشارية لمعايير الاتصالات التابعة لهيئة تطوير وسائط المعلومات والاتصالات	IMDA TS SRD	
	IMDA TS UWB	

الفصل 6

استعمالات الترددات في تطبيقات أنظمة النقل الذكية

يصف هذا الفصل تخصيص الترددات الراديوية الخاصة بالتكنولوجيات الراديوية لتطبيقات أنظمة النقل الذكية. والجدول أدناه هو ملخص لتخصيصات الترددات الراديوية.

الجدول 40

استعمالات الترددات الخاصة بالتكنولوجيات الراديوية لتطبيقات أنظمة النقل الذكية

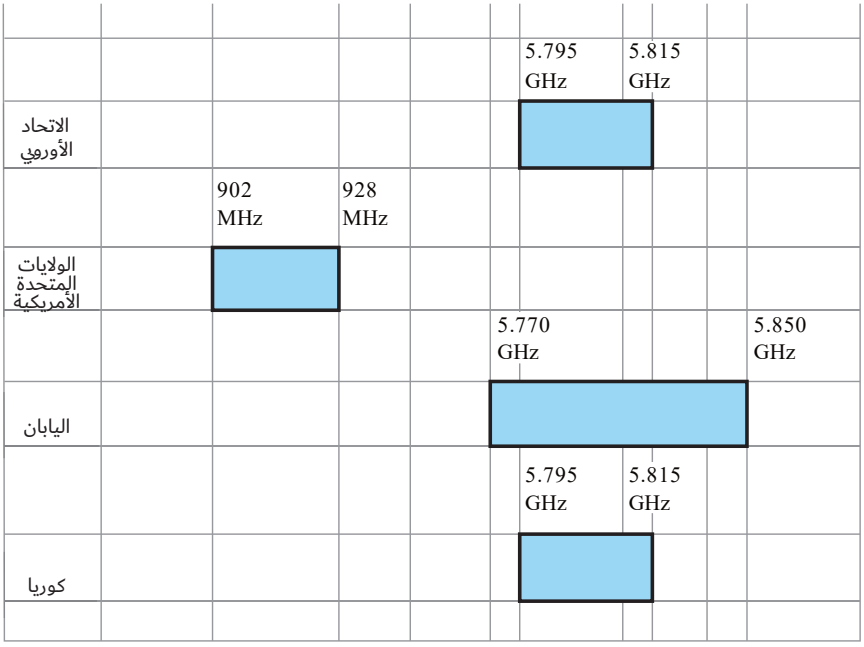
التكنولوجيات الراديوية لأنظمة النقل الذكية	الترددات المستعملة
الاتصالات DSRC	900 MHz (في بعض بلدان الإقليم 2 فقط) و2,4 GHz و5,8 GHz
الاتصالات الراديوية لأنظمة النقل الذكية المتقدمة	760 MHz و5,9 GHz و63-66 GHz
الإذاعة FM	74-90 MHz
رادارات المركبات	5,8 GHz و24 GHz و60 GHz و76 GHz و79 GHz
رادارات الطرق	34 GHz

1.6 استعمال الترددات في الاتصالات المكرسة قصيرة المدى

يعرض الشكل 46 نطاقات التردد المستخدمة في الاتصالات المكرسة قصيرة المدى في أوروبا وأمريكا الشمالية واليابان وكوريا. وباستثناء النطاق 900 MHz في أمريكا الشمالية (902-928 MHz)، يُنسق الاستخدام الحالي لنطاقات التردد لكل منطقة حول النطاق 5,8 GHz الخاص بالتطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM).

الشكل 46

استعمال الترددات في الاتصالات المكرسة قصيرة المدى



Land Mobile Handbook Vol.4-46

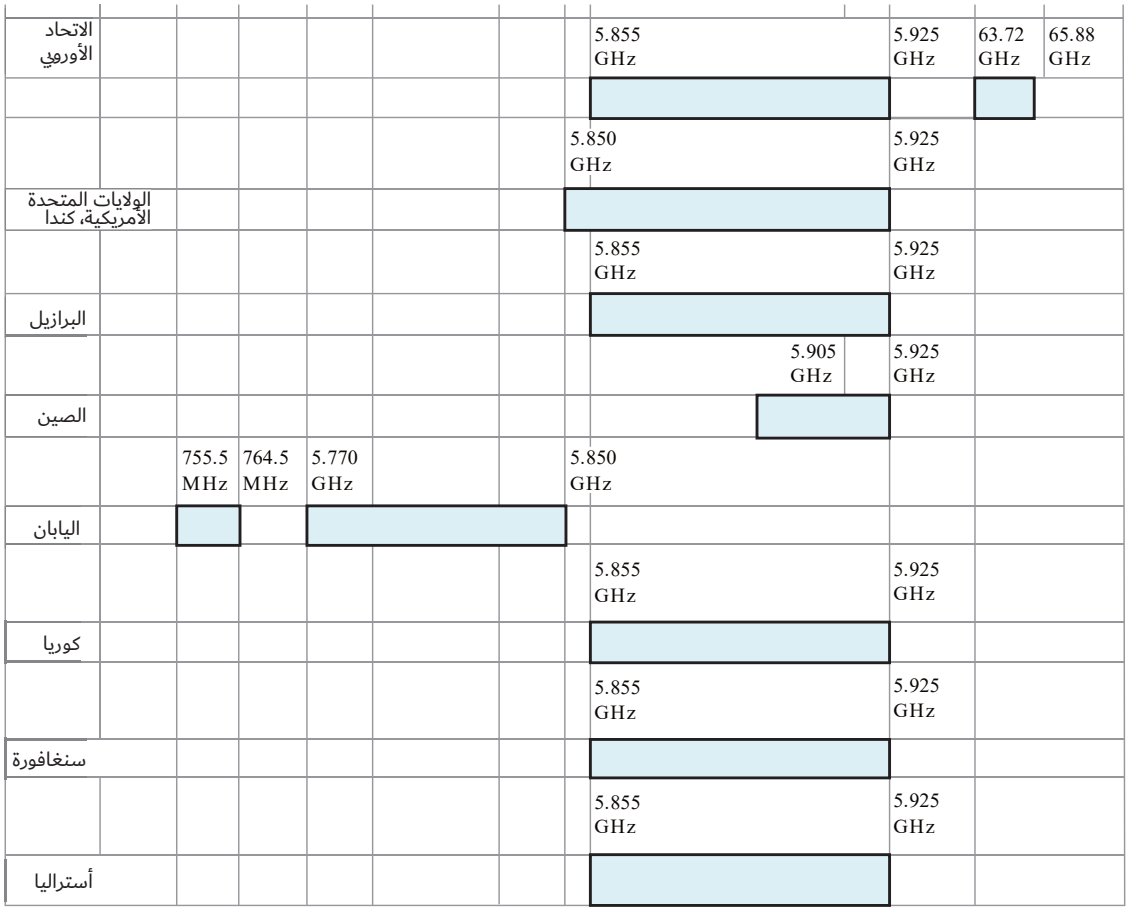
يصف القسم 3.1.4 الخطوط العريضة لتكنولوجيات وخصائص الاتصالات DSRC في النطاق GHz 5,8، مكملاً محتويات التوصية ITU-R M.1453-2 - أنظمة النقل الذكية - الاتصالات المكرسة قصيرة المدى في النطاق GHz 5,8.

2.6 استعمال الترددات في الاتصالات الراديوية لأنظمة النقل الذكية المتقدمة

تُعرض في الشكل 47 نطاقات التردد للاتصالات V2X المكرسة.

الشكل 47

استعمال الترددات في الاتصالات الراديوية لأنظمة النقل الذكية المتقدمة



Land Mobile Handbook Vol.4-47

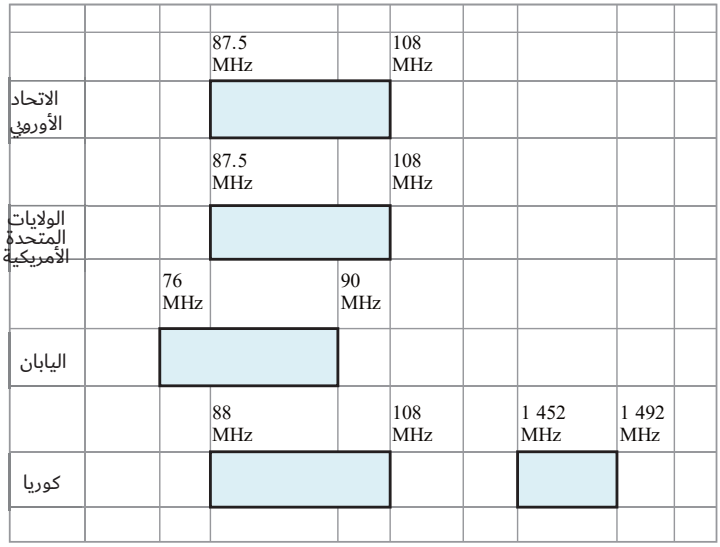
3.6 استعمال الترددات في الشبكات الخلوية

تعمل الشبكات الخلوية على نطاقات تردد مختلفة بما في ذلك النطاق 450 MH، والنطاق 700 MHz، والنطاق 800 MHz، والنطاق 900 MHz، والنطاق 1 800 MHz، والنطاق 2 100 MHz، والنطاق 2 600 MHz حيث إن الجيل الأول من النظام AMPS التناظري يتطور إلى الجيل الرابع من التكنولوجيا LTE. ومن المتوقع استخدام تكنولوجيات الجيل الخامس الحديثة في مديي التردد 3,5 GHz و28 GHz. وتم حذف جدول التردد لأن تخصيص الترددات وتشغيلها يعتمدان على البلدان في أقاليم الاتحاد الدولي للاتصالات 1 و2 و3.

4.6 استعمال الترددات في الإذاعة

الشكل 48

استعمال الترددات في الإذاعة

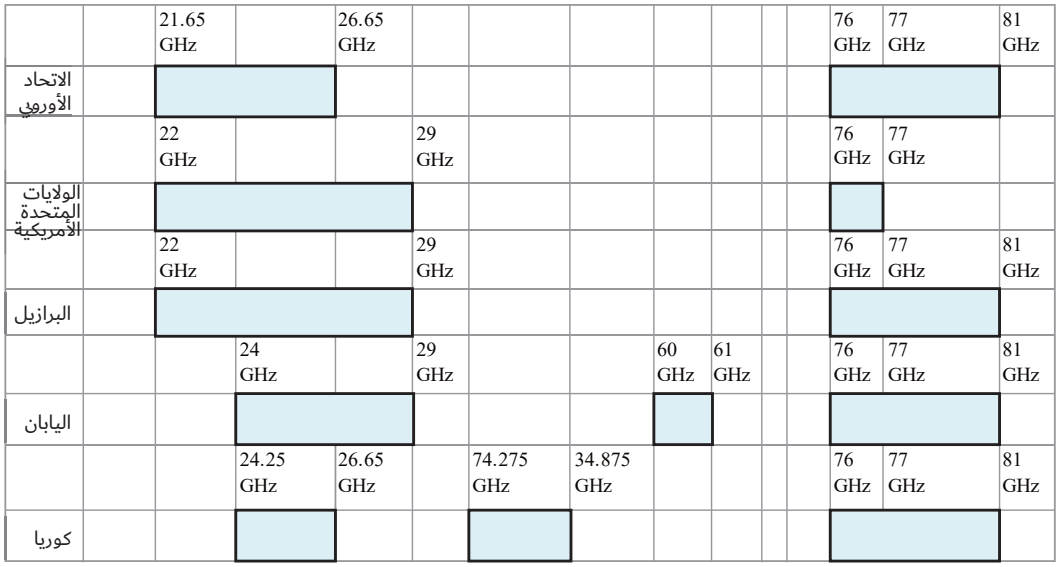


Land Mobile Handbook Vol.4-48

5.6 استعمال الترددات في رادارات المركبات ورادارات الطرق العاملة بالموجات الميلليمترية

الشكل 49

الرادارات العاملة بالموجات الميلليمترية



Land Mobile Handbook Vol.4-49

الملحق A

قائمة مختصرات

3GPP	برنامج شراكة من الجيل الثالث *(3rd Generation partnership program)*
AACN	تبليغ أوتوماتي عن اصطدام *(Automatic crash notification)*
ACC	التحكّم المتكيّف بالسير *(Adaptive cruise control)*
ACR	مسيِّر متحكم في النفاذ *(Access control router)*
ADSL	عروة خط مشترِك رقمي لا تناظري *(Asymmetric digital subscriber loop)*
AGPS	نظام الموضعة العالمي المعزز *(Assisted GPS)*
AHS	المنظومة المؤتمتة للطرق العامة *(Automated highway system)*
AoA	زاوية الوصول *(Angle of arrival)*
ARIB	رابطة الصناعات ومشاريع الأعمال الراديوية *(Association of Radio Industries and Businesses)*
ASECAP	رابطة مشغلي البنى التحتية لخدمات تحصيل الرسوم على الطرق السريعة *(Association of operators of toll road infrastructures)*
ASK	تشكيل بزحزحة الاتساع *(Amplitude shift keying)*
ASL	طبقة التطبيق الفرعية *(Application sub-layer)*
ASTM	الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد أو جمعية ASTM الدولية *(American Society for Testing and Materials, later ASTM International)*
ATIS	خدمة الإعلام المتقدم عن حركة السير *(Advanced traffic information service)*
AVI	تعرف/تعريف أوتوماتي لهوية المركبة *(Automatic vehicle identification)*
AWG	الفريق المعني بالاتصالات اللاسلكية التابع لجماعة آسيا والمحيط الهادئ للاتصالات *(APT Wireless Group)*
BCMCS	خدمة إذاعة وتوزيع متعدد *(Broadcast-multicast service)*
BER	معدل الخطأ في البتات *(Bit error rate)*
BIS	نظام إعلام عن الباصات *(Bus information system)*
BMS	نظام إدارة باصات *(Bus management system)*
BPSK	الإبراق بزحزحة طور اثنيني *(Binary phase shift keying)*
C2C-CC	اتحاد الاتصالات من سيارة إلى سيارة *(CAR-to-CAR Communication Consortium)*
CACC	نظام التحكم في السرعة التكيفي التعاوني *(Cooperative adaptive cruise control)*
CAMP	شراكة مقاييس تجنب الاصطدامات *(Crash Avoidance Metric Partnership)*
CCSA	رابطة معايير الاتصالات الصينية *(China Communications Standard Association)*
CALM	السطح البيني الراديوي للاتصالات المتوسّطة والطويلة المدى *(communications air interface long and medium range)*
CCTV	تلفزة بدارة مغلقة *(Closed circuit television)*
CDMA	نفاذ متعدد بتقسيم الشفرة *(Code division multiple access)*
CEDR	مؤتمر مديري الطرق الأوروبيين *(Conference of European Directors of Roads)*

CEN	لجنة التقييس الأوروبية *(European committee for standardization)*
CEPT	المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات *(European Conference of Postal and Telecommunications Administrations)*
C-ITS	تشكيلة نظام النقل الذكي التعاوني *(Cooperative ITS communication)*
CLI	تعرّف/تعريف هوية خط الطالب *(Caller line identification)*
CSMA	نفاذ متعدد باستشعار الموجة الحاملة *(Carrier sensing multiple access)*
DARC	قناة راديوية للمعطيات *(Data radio channel)*
DB	قاعدة معطيات *(Data base)*
DCC	التحكم الموزع في الازدحام *(Distributed Congestion Control)*
DCU	وحدة اتصالات معطياتية *(Data communication unit)*
DELTA	تنفيذ إلكترونيات مبنية على الاتصالات DSRC (القصيرة المدى المكرَّسة) من أجل تطبيقات مركبات النقل والسيارات عموماً *(DSRC electronics implementation for transportation and automotive applications)*
DGPS	نظام موضعة عالمي تفاضلي *(Differential globe positioning system)*
DMB	إذاعة متعددة الوسائط رقمية *(Digital multimedia broadcasting)*
DQPSK	تشكيل تربيعي بزحزحة الطور تفاضلي أو تشكيل QPSK تفاضلي *(Differential QPSK)*
DSB	إذاعة صوتية رقمية *(Digital sound broadcasting)*
DSRC	اتصالات قصيرة المدى مكرَّسة *(Dedicated short range communications)*
DTTB	إذاعة تلفزيونية أرضية رقمية *(Digital terrestrial television broadcasting)*
ECC	لجنة الاتصالات الإلكترونية *(Electronic Communications Committee)*
EID	تعرف/تعريف هوية الكيان *(Entity Identification)*
EIRP	القدرة المشِعَّة المكافئة المتناحية *(Effective isotropic radiation power)*
ERC	اللجنة الأوروبية للاتصالات الراديوية *(European Radiocommunications Committee)*
ERI	التعرّف الإلكتروني لهوية التسجيل *(Electronic registration identification)*
ETC	تحصيل الرسوم الإلكتروني *(Electronic toll collection)*
ETSI	المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات *(European Telecommunications Standardization Institute)*
EU	الاتحاد الأوروبي *(European Union)*
EV	مركبة كهربائية *(Electric vehicle)*
FA	وكيل أجنبي *(Foreign agent)*
FCC	اللجنة الفدرالية الأمريكية للاتصالات *(Federal Communications Committee)*
FDD	ازدواج بتقسيم التردد *(Frequency division duplexing)*
FDMA	نفاذ متعدد بتقسيم التردد *(Frequency division multiple access)*
FEC	التحكم الأمامي في الأخطاء *(Forward error control)*
FFT	محوَّلة فوريه سريعة *(Fast Fourier transform)*
FLO	تكنولوجيا مقصورة على الوصلة الأمامية *(Forward link only technology)*
FM0	تشكيل التردد 0 *(Frequency modulation 0)*

FOT	الاختبارات التشغيلية الميدانية *(Field operational tests)*
FWA	نفاذ لاسلكي ثابت *(Fixed wireless access)*
GMLC	مركز تحديد مواقع المتنقلات البوابية *(Gateway mobile location centre)*
GMSK	إبراق غوسي مرشَّح بزحزحة دنيا *(Gaussian filtered minimum shift keying)*
GNSS	النظام العالمي للملاحة المعتمدة على السواتل *(Global navigation satellite system)*
GPR	رادارات نافذة في الأرض *(Ground penetrating radars)*
GPS	نظام الموضعة العالمي *(Global positioning system)*
HDLC	تحكم عالي السويَّة بوصلات المعطيات *(High-level data link control)*
HSDPA	نفاذ عالي السرعة إلى رزم الوصلة الهابطة *(High speed downlink packet access)*
IAG	فريق مشترك بين الوكالات *(Interagency Group)*
ICT	تكنولوجيا المعلومات والاتصالات *(Information and communication technologies)*
ID	تعرّف/تعريف الهوية *(Identification)*
IEEE	معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات *(Institute of Electrical and Electronics Engineers)*
IETF	فريق مهام هندسة الإنترنت *(Internet Engineering Task Force)*
IMDA	هيئة تطوير وسائط المعلومات والاتصالات *(سنغافورة)* *(Infocomm Media Development Authority (Singapore))*
IMS	النظام الفرعي المتعدد الوسائط لبروتوكول الإنترنت (*IP multimedia subsystem*)
IMT-2000	الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 *(International mobile telecommunication-2000)*
IP	بروتوكول الإنترنت *(Internet Protocol)*
ISM	(تطبيقات) صناعية وعلمية وطبية *(Industrial, scientific and medical)*
ISO	المنظمة الدولية للتوحيد القياسي *(International Organization for Standardization)*
ITI	بنية تحتية ذكية للنقل *(Intelligent transportation infrastructure)*
ITS	نظام نقل ذكي *(Intelligent transport system)*
LAN	شبكة محلية *(Local area network)*
LBS	خدمة بحسب الموقع *(Location based service)*
LCD	شاشة عرض بالبلورات السائلة *(Liquid crystal display)*
LCP	بروتوكول التحكم المحلي *(Local control protocol)*
LDM	الخرائط الدينامية المحلية *(Local dynamic map)*
LED	ثنائي المَساري بانبعاث ضوئي *(Light emitting diode)*
LMS	خدمة تحديد الموقع والرصد *(Location and monitoring service)*
LMSK	تشكيل بزحزحة دنيا مع تحكم بالسوية *(Level controlled minimum shift keying)*
LOS	خط البصر *(Line of sight)*
LRR	رادار مركبات طويل المدى *(Long range vehicular radar)*
LTE	تكنولوجيا التطور طويل الأجل *(Long term evolution)*

LTE-V2X	اتصالات V2X قائمة على التكنولوجيا LTE *(LTE based V2X)*
MAC	مراقبة النفاذ المتوسط *(Medium access control)*
MDSS	نظام دعم قرار الصيانة *(Maintenance decision support system)*
MIC	وزارة الشؤون الداخلية والاتصالات *(Ministry of Internal Affairs and Communications)*
MMD	ميدان متعدد الوسائط *(Multi-media domain)*
MMI	سطح بيني للإنسان والآلة *(Man machine interface)*
MMS	خدمة المراسلة متعددة الوسائط *(Multimedia messaging service)*
MNO	مشغِّل شبكة متنقلة *(Mobile network operator)*
MOCT	وزارة البناء والنقل *(Ministry of Construction and Transportation)*
MRPI	إعلام مسبق متوسِّط المدى *(Medium range pre-information)*
MS	محطة متنقلة *(Mobile station)*
NLOS	خارج خط البصر *(Non-line of sight)*
NMS	نظام رصد الشبكة *(Network monitoring system)*
NOMA	نفاذ متعدد غير متعامد *(Non-orthogonal multiple access)*
NRZ	بدون عودة للصفر (0) *(None return to zero)*
NRZI	بدون عودة للصفر (0) معكوسة *(None return to zero inverted)*
OBD	معينات تشخيص مركبية الموضع *(On-board diagnostics)*
OBE	تجهيز على مركبة/مركبي *(On-board equipment)*
OBU	وحدة على مركبة/مركبية *(On-board unit)*
OFDM	تعديد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد *(Orthogonal frequency division multiplexing)*
OFDMA	النفاذ المتعدد إلى الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد *(Orthogonal frequency division multiple access)*
OSI	توصيل بيني للأنظمة المفتوحة *(Open system interconnection)*
OTDoA	الفارق المرصود في وقت الوصول *(Observed time difference of arrival)*
P2C	التوصيلية من المشاة إلى المركز *(Pedestrian to centre)*
P2I	التوصيلية من المشاة إلى البنية التحتية *(Pedestrian to infrastructure)*
P2V	التوصيلية من المشاة إلى المركبة *(Pedestrian to vehicle)*
P2X	التوصيلية من المشاة إلى أي شيء *(Pedestrian to anything)*
PC5	وصلة مباشرة من جهاز إلى جهاز *(Device-to-device direct link)*
PCS	خدمة الاتصالات الشخصية *(Personal communication service)*
PDA	المساعدة الرقمية الشخصية *(Personal digital assistance)*
PDE	كيان تحديد الموضع *(Position determination entity)*
PHY	الطبقة المادية *(Physical layer)*
POI	نقطة هامة *(Point of interest)*

POLIS	شبكات المدن والمناطق الأوروبية لحلول النقل المبتكرة *(European cities and regions networking for innovative transport solutions)*
ProSE	الخدمات القائمة على الموقع *(Proximity server)*
PSAP	نقطة مسؤولة عن السلامة العامة *(Public safety answering point)*
PSAP	فريق السلامة العامة والمساعدة *(Public Safety and Assistance Party)*
PSK	إبراق بزحزحة الطور *(Phase shift keying)*
PSS	محطة مشترِك محمولة *(Portable subscriber station)*
PSTN	شبكة هاتفية عمومية تبديلية *(Public switched telephone network)*
PTIS	نظام إعلام عن النقل العمومي *(Public transportation information system)*
QAM	تشكيل اتساع تربيعي *(Quadrature amplitude modulation)*
QPSK	تشكيل تربيعي بزحزحة الطور *(Quadrature phase shift keying)*
RADAR	الكشف وقياس المدى/المسافة راديوياً *(Radio detecting and ranging)*
RDS	نظام بيانات راديوي *(Radio Data System)*
RF	تردد راديوي *(Radio frequency)*
RSE	تجهيز محاذٍ للطريق *(Road side equipment)*
RSU	الوحدة الموجودة على جانب الطريق *(Roadside unit)*
RTT	تكنولوجيا إرسال راديوي *(Radio transmission technology)*
RTTT	الخدمات التِلِماتية للنقل والسير برّاً *(Road transport and traffic telematics)*
RVC	اتصالات مركبات برية *(Road vehicle communication)*
SDM	زُجلة استشعار وتشخيص *(sensing and diagnostic module)*
SIP	بروتوكول بدء الدورة *(Session initiation protocol)*
SNP	بروتوكول تشوير شبكي *(Signaling network protocol)*
SRR	رادار مركبي قصير المدى *(Short range vehicular radar)*
STA	محطة *(Station)*
TCP/IP	بروتوكول التحكم في الإرسال/بروتوكول الإنترنت *(Transmit control protocol/Internet protocol)*
TDD	إرسال مزدوج بتقسيم الزمن *(Time division duplexing)*
TDMA	نفاذ متعدد بتقسيم الزمن *(Time division multiple access)*
TDoA	فارق وقت الوصول *(Time difference of arrival)*
TIA	رابطة صناعات الاتصالات *(Telecommunications Industry Association)*
ToA	وقت الوصول *(Time of arrival)*
TPC	التحكم في قدرة الإرسال *(Transmit power control)*
TPEG	فريق خبراء بروتوكولات النقل *(Transport Protocol Experts Group)*
TRS	نظام راديوي متعدد القنوات *(Trunked radio system)*
TSAC	اللجنة الاستشارية لمعايير الاتصالات (سنغافورة) *((Telecommunications Standards Advisory Committee (Singapore))*

TTA	رابطة تكنولوجيات الاتصال *(Telecommunication Technology Association)*
TTI	خدمة معلومات المرور والسفر *(Traffic and travel information)*
UDP/IP	بروتوكول وحدات بيانات المستعمل/بروتوكول الإنترنت *(User datagram protocol/Internet protocol)*
UAE	الإمارات العربية المتحدة *(United Arab Emirates)*
UE	تجهيز المستعمل *(User equipment)*
UMTS	نظام اتصالات متنقلة عالمية *(Universal mobile telecommunications system)*
URA	منطقة تسجيل الشبكة UTRAN *(UTRAN registration area)*
USD	التوجيه الخاص بالخدمة الشاملة *(Universal service directive)*
UTRAN	شبكة نفاذ راديوي أرضي إلى النظام UMTS *(UMTS terrestrial radio access network)*
Uu	وصلة بين محطة قاعدة وجهاز *(Link between a base station and a device)*
UWB	نطاق فائق العرض *(Ultra wide band)*
V2I	التوصيلية من المركبة إلى البنية التحتية *(Vehicle to infrastructure)*
V2N	التوصيلية من مركبة إلى الشبكة *(Vehicle to network)*
V2V	التوصيلية من مركبة إلى مركبة (Vehicle to vehicle communication)
V2X	التوصيلية من المركبة إلى أي شيء *(Vehicle to anything)*
VICS	نظام الإعلام والاتصال للمركبات *(Vehicle information and communication system)*
VIN	الرقم المعرِّف بهوية المركبة *(Vehicle identification number)*
VMC	الاتصالات متعددة القفزات للمركبات *(Vehicle multi-hop communication)*
VMS	إشارات تراسل متغيِّرة *(Variable message signs)*
VoIP	بروتوكول المهاتفة بواسطة الإنترنت *(Voice over internet protocol)*
WAVE	النفاذ اللاسلكي في البيئات المركبية *(Wireless access for vehicle environment)*
WCDMA	نفاذ متعدد بتقسيم الشفرة عريض النطاق *(Wide-band code division multiple access)*
WDN	شبكة لاسلكية للمعطيات المرزَّمة *(Wireless packet data network)*
WiBro	نطاق عريض لاسلكي *(Wireless broadband)*
WiMax	قابلية تشغيل بيني عالمي لنفاذ الموجات الصغرية *(Worldwide interoperability for microwave access)*
WIPI	منصّة إنترنت لاسلكية بقابلية تشغيل بيني *(Wireless Internet platform for interoperability)*
WLAN	شبكة محلية لاسلكية *(Wireless local area network)*
WNC	مراقب شبكة لاسلكية *(Wireless network controller)*
WNS	جهاز تبديل لشبكة لاسلكية *(Wireless network switch)*
WSMP	بروتوكول الرسائل القصيرة للنظام WAVE *(WAVE short message protocol)*

الملحق B

استخدام أنظمة النقل الذكية في بعض البلدان

يصف هذا الملحق موجزاً عن نظرة عامة على الخدمات والمعايير واستعمال الترددات لتطبيقات أنظمة النقل الذكية المدرجة في الجداول من 41 إلى 45.

الجدول 41

موجز لاستخدام الاتصالات الراديوية لأنظمة النقل الذكية في الدول الأعضاء بالاتحاد الدولي للاتصالات

البلد	التطبيق	المعيار	نطاق التردد	النشر
بلدان الاتحاد الأوروبي	ETC	DSRC	GHz 5,815~5,795	سُن عام 2004
	C-ITS	ITS G5	GHz 5,925~5,855	نشر البنية التحتية في بعض الدول الأعضاء منذ عام 2016
	ITS	ETSI EN 302 686	GHz 65,88~63,72	
	TIS	FM	MHz 108~87,5	
الولايات المتحدة الأمريكية	ETC	DSRC	MHz 928~902	سُن عام 2004
	C-ITS	WAVE	GHz 5,925~5,850	التخطيط للبدء في نشر المركبات على نطاق واسع - 2021
	TIS	FM	MHz 108~87,5	
كندا	C-ITS	WAVE	GHz 5,925~5,850	
الصين	C-ITS	LTE V2X	GHz 5,925~5,905	سُن عام 2018
اليابان	ETC	DSRC	GHz 5,805~5,795 و GHz 5,845~5,835	سُن عام 2001
	C-ITS	ITS Connect	MHz 764,5-755,5	تم النشر في 2015
	VICS	FM Broadcasting	MHz 90~76	سُن عام 1996
		DSRC	GHz 5,850~5,770	سُن عام 2015
كوريا	ETC	DSRC	GHz 5,815~5,795	سُن عام 2004
	C-ITS	WAVE، Cellular V2X	GHz 5,925~5,855	سُن عام 2016
	TIS	FM Broadcasting	MHz 180~88 MHz 1 492~1 452	
سنغافورة	C-ITS	WAVE	GHz 5,925~5,855	-
أستراليا	C-ITS	WAVE	GHz 5,925~5,855	-

الجدول 42

استعمال الترددات في رادارات المركبات العاملة بالموجات الميلليمترية في الإقليم 1

	النطاق GHz 24,25-24,05 الخاص بالتطبيقات الصناعية والعلمية والطبية		من 76 إلى 77 GHz			من 77 إلى 81 GHz		
	اللائحة	المعيار	اللائحة	المعيار	التقرير/الملاحظات	اللائحة	المعيار	التقرير/الملاحظات
أوروبا - المؤتمر CEPT، والاتحاد الأوروبي	ERC/REC 70-03 الملحق 5 COMMISSION IMPLEMENTING DECISION 2013/752/EU	ETSI EN 302 858 (2013-07)	ERC/REC 70-03 - الملحق 5 ECC/DEC/(02)01 - COMMISSION IMPLEMENTING DECISION 2017/1483/EU	ETSI EN 301 091-1 (2006-11)	التقارير 35 و36 و37 للمؤتمر CEPT	2004/545/EC - ERC/REC 70-03 - الملحقان 5 و13 ECC/DEC/(04)03	ETSI EN 302 264-1 (2009-04)	- التقرير ECC/REP 056 - جزئياً: التقرير 003 للمؤتمر CEPT - التقريران 46 و37 للمؤتمر CEPT
- روسيا	SFMC Decision No. 07-20-03-001 الملحق 7		SFMC Decision No. 07-20-03-001 الملحق 7		التذييل 1 من قرار اللجنة الحكومية للترددات الراديوية رقم 03-09-10 المؤرخ 29 أكتوبر 2010	SFMC Decision No. 07-20-03-001 الملحق 7		التذييل 1 من قرار اللجنة الحكومية للترددات الراديوية رقم 03-09-10 المؤرخ 29 أكتوبر 2010
الدول العربية (مثل المملكة العربية السعودية، وعمان، والأمارات العربية المتحدة)	UAE-TRA: Ultra-Wide band and Short Range Devices Regulations	CITC Technical Specification Doc. Number: RI054 (Rev 2)	UAE-TRA: Ultra-Wide band and Short Range Devices Regulations CITC	CITC Technical Specification Doc. Number: RI049 (Rev 2)		77-82 GHz -SRR Decision of TRA No 133/2008 of 28-Oct-08		

الجدول 43

استعمال الترددات في رادارات المركبات العاملة بالموجات الميلليمترية في أمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية

	النطاق GHz 24,25-24,05 الخاص بالتطبيقات الصناعية والعلمية والطبية		من 76 إلى 77 GHz			من 77 إلى 81 GHz		
	اللائحة	المعيار	اللائحة	المعيار	التقرير/الملاحظات	اللائحة	المعيار	التقرير/الملاحظات
الولايات المتحدة الأمريكية	FCC Part 15/15.249		FCC Part 15/15.253			Planned (NPRM FCC15-16)		
كندا		RSS-310	Spectrum Utilization Policies SP-47 GHz	RSS 251				
البرازيل	ANATEL Resolution No. 506		ANATEL Resolution No. 506					

الجدول 44

استعمال الترددات في رادارات المركبات العاملة بالموجات الميلليمترية في منطقة آسيا والمحيط الهادئ

	النطاق GHz 24,25-24,05 الخاص بالتطبيقات الصناعية والعلمية والطبية		من 76 إلى 77 GHz			من 77 إلى 81 GHz		
	اللائحة	المعيار	اللائحة	المعيار	التقرير/الملاحظات	اللائحة	المعيار	التقرير/الملاحظات
جمهورية كوريا	Technical regulations for unlicensed devices of MSIT (Notification 2020-58)		Technical regulations for unlicensed devices of MIST (Notification 2020-58)			Technical regulations for unlicensed devices of MIST (Notification 2020-58)		
الصين	Technical Specification for Micropower (Short Distance) Radio Equipment of Category G		Technical Specification for Micropower (Short Distance) Radio Equipment, part XIV					
اليابان	Ministry of Internal Affairs and Communication Ordinance (46-2010)	ARIB STD-T73	Ordinance Regulating Radio Equipment Notification of MIC (643-1997)	ARIB STD-T48		Ordinance Regulating Radio Equipment, Notification of MIC (4432012)	ARIB STD-T111	

الجدول 44 (*تتمة*)

	النطاق GHz 24,25-24,05 الخاص بالتطبيقات الصناعية والعلمية والطبية		من 76 إلى GHz 77			من 77 إلى GHz 81		
	اللائحة	المعيار	اللائحة	المعيار	التقرير/الملاحظات	اللائحة	المعيار	التقرير/الملاحظات
سنغافورة			IMDA Technical Specification Short Range Devices	IMDA TS SRD		IMDA Technical Specification Ultra-Wideband (UWB) Devices	IMDA TS UWB	
تايلاند	Notification regarding licensing rules for vehicle radar radiocommunication equipment	NBTC TS 1011-2560 Section 2.1.1	Notification regarding licensing rules for vehicle radar radiocommunication equipment	NBTC TS 1011-2560 Section 2.1.2		Notification regarding licensing rules for vehicle radar radiocommunication equipment	NBTC TS 1011-2560 Section 2.1.3	
فيتنام	Regulation on technical and operational requirements for short range devices (Circular No. 46/2016/TT-BTTTT)		Regulation on technical and operational requirements for short range devices (Circular No. 46/2016/TT-BTTTT)			Regulation on technical and operational requirements for short range devices (Circular No. 46/2016/TT-BTTTT)		

الجدول 45

حالة الاستعمال المتعلقة برادارات المركبات العاملة بالموجات الميلليمترية في منطقة آسيا والمحيط الهادئ

البلد	التطبيق	التكنولوجيا/المعيار	نطاق التردد	سنة النشر أو الخطة
أستراليا	القسم 66 مرسلات أنظمة رادارات المركبات قصيرة المدى ذات عرض النطاق الفائق	Radiocommunications (Low Interference Potential Devices) Class Licence 2015	GHz 26,5-22	-
	القسم 66 مرسلات الاستدلال الراديوي		GHz 24,25-24,0	
	رادار المركبات طويل المدى (نظام تثبيت السرعة الذكي) القسم 69 مرسلات الاستدلال الراديوي		GHz 77-76	
	القسم 70 مرسلات الاستدلال الراديوي		GHz 81-77	
الصين	رادار تحديد المدى للمركبات	Notice on Promulgation of the Technical Specification for Micropower (Short Distance) Radio Equipment	GHz 24,25-24,00	سُن في 2005
			GHz 77-76	
	رادار تحديد المدى للمركبات	Ministry of Industry and IT, Notice regarding 24 GHz frequency band short range automotive radar	GHz 26,65-24,25	سُن في 2012
	رادار تحديد المدى للمركبات	Radar	GHz 81-77	سُجل وتمت تجربته في 2017
	أنظمة رادارات المركبات	HKCA1075 Exemption from Licensing Order	[21]GHz 77-76	2005
			[19]GHz 81-77	2017

21 استخدام الترددات هذا خاص بهونغ كونغ، الصين.

الجدول 45 (*تابع*)

البلد	التطبيق	التكنولوجيا/المعيار	نطاق التردد	سنة النشر أو الخطة
اليابان	التعرف البيئي (الكشف عن العوائق)	Quasi-millimetre wave system	GHz 24,25-24,0	سُن في 2010
			GHz 29-24,25	
		Millimetre wave system	GHz 61-60	سُن في 1995
			GHz 77-76	سُن في 2011 (عرض النطاق المشغول 500 MHz) روجع في 2015 (عرض النطاق المشغول: 1 GHz)
			GHz 81-77	سُن في 2012 من أجل نطاق 78-81 GHz روجع في 2017 لإضافة الترددات فوق 77 GHz
جمهورية كوريا	رادار تجنب اصطدام المركبات	Radar	GHz 26,65-24,25	2012 (يمكن تركيب الجهاز من أجل "رادار المركبات" حتى 31 ديسمبر 2021 ويمكن استخدام ذلك حتى نهاية فترة عمر هذا الجهاز)
			GHz 77-76	2008
			GHz 81-77	2016
	الكشف عن حوادث الطرق	Millimetre wave road radar	GHz 34,875-34,275	سبتمبر 2014
سنغافورة	أنظمة الرادار قصيرة المدى مثل نظام التثبيت الأوتوماتي للسرعة وأنظمة الإنذار بالاصطدام للمركبة	Radar IMDA TS SRD	GHz 77-76	2002
	رادارات المركبات	Radar IMDA TS UWB	GHz 81-77	2008

الجدول 45 (*تتمة*)

البلد	التطبيق	التكنولوجيا/المعيار	نطاق التردد	سنة النشر أو الخطة
تايلاند	تطبيقات رادارات المركبات	NBTC Standard 1011-2560	GHz 24,05-22,00	اعتمدت اللائحة في 2018. يُسمح باستخراج التراخيص والحصول عليها من أجل الاستعمال داخل تايلاند حتى 31 ديسمبر 2023. وبعد هذا التاريخ لا يُسمح إلا بإحلال الأجزاء فقط.
	تطبيقات رادارات المركبات	NBTC Standard 1011-2560	GHz 24,25-24,05	اعتمدت اللائحة في 2007 وروجعت في 2018
	تطبيقات رادارات المركبات	NBTC Standard 1011-2560	GHz 26,65-24,25	اعتمدت اللائحة في 2014 وروجعت في 2018. يُسمح باستخراج التراخيص والحصول من أجل الاستعمال داخل تايلاند حتى 31 ديسمبر 2023. وبعد هذا التاريخ لا يُسمح إلا بإحلال الأجزاء فقط.
	تطبيقات رادارات المركبات	NBTC Standard 1011-2560	GHz 77-76	اعتمدت اللائحة في 2006
	تطبيقات رادارات المركبات	NBTC Standard 1011-2560	GHz 81-77	اعتمدت اللائحة في 2018
فيتنام	تطبيقات قصيرة المدى غير محددة تشمل رادارات المركبات قصيرة المدى	Low Interference Potential Devices	GHz 24,25-24,00	اعتمدت اللائحة في 2009
	رادارات المركبات	Radar	GHz 77-76	2012
	رادارات المركبات	Radar	GHz 81-77	2016

الملحق C

المنشورات بشأن أنظمة النقل الذكية

1 نظرة عامة

تقدم الأقسام التالية قائمة غير حصرية بمنشورات الاتحاد الدولي للاتصالات ذات الصلة بشأن أنظمة النقل الذكية. وتُقدم ملخصات لتسهيل الرجوع إليها.

2 منشورات الاتحاد الدولي للاتصالات

1.2 توصيات المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية

التوصية (WRC-19) 208

يوصي

1 بأن تنظر الإدارات في استخدام نطاقات التردد المنسقة عالمياً أو إقليمياً، أو أجزاء منها، على النحو الوارد وصفه في أحدث نسخ للتوصيات (مثل ITU-R M.2121)، عند تخطيط ونشر تطبيقات أنظمة النقل الذكية الآخذة في التطور، مع مراعاة الفقرة *ب)* من *"وإذ يدرك"* أعلاه؛

2 بأن تأخذ الإدارات في الاعتبار، إذا لزم الأمر، مسائل التعايش بين محطات أنظمة النقل الذكية ومحطات الخدمات القائمة (مثل المحطات الأرضية للخدمة الثابتة الساتلية) مع مراعاة الفقرة *و)* من *"إذ يضع في اعتباره"*،

2.2 توصيات قطاع الاتصالات الراديوية

ITU-R M.1452	أنظمة الاتصالات الراديوية بالموجات الميلليمترية من أجل تطبيقات أنظمة النقل الذكية
ITU-R M.1453	أنظمة النقل الذكية - الاتصالات المكرسة قصيرة المدى في النطاق GHz 5,8
ITU-R M.1890	أنظمة النقل الذكية - المبادئ التوجيهية والأهداف
ITU-R M.2057	خصائص أنظمة رادارات المركبات العاملة في نطاق التردد GHz 81-76 فيما يتعلق بتطبيقات أنظمة النقل الذكية
ITU-R M.2084	معايير السطوح البينية الراديوية للاتصالات من مركبة إلى مركبة ومن مركبة إلى البنية التحتية في تطبيقات أنظمة النقل الذكية
ITU-R M.2121	تنسيق نطاقات التردد من أجل أنظمة النقل الذكية في الخدمة المتنقلة

3.2 تقارير قطاع الاتصالات الراديوية

ITU-R M.2228	الاتصالات الراديوية لأنظمة النقل الذكية المتقدمة
ITU-R M.2322	خصائص الأنظمة والتوافق بين رادارات المركبات في نطاق التردد GHz 78-77,5 من أجل دراسات التقاسم
ITU-R F.2394	التوافق بين التطبيقات من نقطة إلى نقطة في الخدمة الثابتة العاملة في النطاقين GHz 76-71 وGHz 86-81 وتطبيقات رادارات المركبات العاملة في خدمة التحديد الراديوي للمواقع العاملة في النطاقات GHz 81-76.
ITU-R M.2444	أمثلة على الترتيبات الخاصة بعمليات نشر أنظمة النقل الذكية في إطار الخدمة المتنقلة
ITU-R M.2445	استعمال أنظمة النقل الذكية (ITS)

3 مراجع أنظمة النقل الذكية الأخرى

ARC-IT

ترقية رئيسية إلى المعمارية المرجعية لأنظمة النقل الذكية الوطنية (ITS) التي تدمج المحتوى المتطور من كل من الإصدار 7.1 من معمارية أنظمة النقل الذكية الوطنية والإصدار 2.2 من CVRIA

ARIB STD-T48

معدات الرادارات العاملة بالموجات الميلليمترية من أجل محطة راديوية منخفضة القدرة محددة (https://www.arib.or.jp/english/std_tr/telecommunications/std-t48.html)

ARIB STD-T75

نظام الاتصالات المكرسة قصيرة المدى (https://www.arib.or.jp/english/std_tr/telecommunications/std-t75.html)

ARIB STD-T109

أنظمة النقل الذكية العاملة في النطاق 700 MHz (https://www.arib.or.jp/english/std_tr/telecommunications/std-t109.html)

ARIB STD-T111

الرادارات عالية الاستبانة العاملة في النطاق 79 GHz (https://www.arib.or.jp/english/std_tr/telecommunications/std-t111.html)

CEN EN 12253

الخدمات التليماتية للنقل والسير براً – الاتصالات المكرسة قصيرة المدى – الطبقة المادية التي تستخدم الموجات الصغرية في النطاق 5,8 GHz

تنفذ اللجنة القرار 2019/1345 (EU) المؤرخ 2 أغسطس 2019 المعدِّل للقرار EC/771/2006 والذي يحدث الشروط التقنية المنسقة في مجال استخدام الطيف الراديوي في الأجهزة قصيرة المدى

القرار ERC (92)02

تم تعيين نطاقات تردد من أجل الإدخال المنسق للأنظمة التليماتية للنقل البري

القرار 01(08) للجنة الاتصالات الإلكترونية

الاستعمال المنسق لأنظمة النقل الذكية المتعلقة بالسلامة في نطاق التردد 5875-5935 MHz

القرار 01(09) للجنة الاتصالات الإلكترونية

الاستعمال المنسق لنطاق التردد 63,72-65,88 GHz في أنظمة النقل الذكية (ITS)

القرار EC/771/2006 للمفوضية الأوروبية المعدل بالقرار EU/1345/2019

القرار 01(02) للجنة الاتصالات الإلكترونية

تم تعيين نطاقات تردد من أجل الإدخال المنسق للأنظمة التليماتية للنقل البري

التوصية 03-70 للجنة الاتصالات الراديوية الأوروبية

تتعلق باستعمال الأجهزة قصيرة المدى (SRD)

ETSI EN 300 674-2

الخدمات التِلِماتية للنقل والسير (TTT)؛ ومعدات إرسال الاتصالات المكرسة قصيرة المدى (250 kbit/s 500/kbit/s) (DSRC) العاملة في النطاق 5,8 GHz الخاص بالتطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM)؛ الجزء 2: معيار منسق يغطي المتطلبات الأساسية للمادة 2.3 من التوجيه 2014/53/EU

ETSI EN 302 571

أنظمة النقل الذكية (ITS)؛ معدات الاتصالات الراديوية العاملة في نطاق التردد من 5 855 MHz إلى 5 925 MHz؛ معيار منسق الذي يغطي المتطلبات الأساسية للمادة 2.3 من التوجيه 2014/53/EU

ETSI EN 302 663

أنظمة النقل الذكية (ITS)؛ مواصفة طبقة النفاذ لأنظمة النقل الذكية العاملة في نطاق التردد 5 GHz

ETSI EN 302 665

معمارية الاتصالات لأنظمة النقل الذكية (ITS)

ETSI EN 302 686

أنظمة النقل الذكية (ITS)؛ معدات الاتصالات الراديوية العاملة في نطاق التردد من 63 إلى 64 GHz؛ معيار EN منسق يغطي المتطلبات الأساسية للمادة 2.3 من توجيه R&TTE

ETSI TS 102 687

أنظمة النقل الذكية (ITS)؛ آليات التحكم اللامركزية في الازدحام لأنظمة النقل الذكية العاملة في المدى 5 GHz؛ جزء طبقة النفاذ

ETSI TS 102 792

أنظمة النقل الذكية (ITS)؛ تقنيات التخفيف من أجل منع التداخل بين معدات تحصيل الرسوم بالاتصالات المكرسة قصيرة المدى CEN الأوروبية (CEN DSRC) وأنظمة النقل الذكية العاملة في مدى الترددات 5 GHz

ETSI TS 102 724

أنظمة النقل الذكية (ITS)؛ مواصفة القناة المنسقة لأنظمة النقل الذكية (ITS) العاملة في نطاق التردد 5 GHz

ETSI TS 103 175

أنظمة النقل الذكية (ITS)؛ كيان إدارة قناة اتصالات البيانات (DCC) عبر الطبقة للعمل في الوسط ITS G5A وITS G5B

IEEE 1609.0™-2013

دليل المعهد IEEE بشأن النفاذ اللاسلكي في بيئات المركبات (WAVE) – المعمارية

IEEE 1609.2™-2016

معيار المعهد IEEE بشأن النفاذ اللاسلكي في بيئات المركبات (WAVE) – خدمات الأمن من أجل التطبيقات ورسائل الإدارة

IEEE 1609.3™-2016

معيار المعهد IEEE بشأن النفاذ اللاسلكي في بيئات المركبات (WAVE) – خدمات الربط الشبكي

IEEE 1609.4™-2016

معيار المعهد IEEE بشأن النفاذ اللاسلكي في بيئات المركبات (WAVE) – التشغيل متعدد القنوات

IEEE 1609.11™-2010

معيار المعهد IEEE بشأن النفاذ اللاسلكي في بيئات المركبات (WAVE) – بروتوكول تبادل بيانات السداد الإلكتروني على الهواء من أجل أنظمة النقل الذكية (ITS)

IEEE 1609.12™-2016

معيار المعهد IEEE بشأن النفاذ اللاسلكي في بيئات المركبات (WAVE) – توزيع معرفات الهوية

SAE J2735 March, 2016

قاموس إعداد الرسائل في الاتصالات المكرسة قصيرة المدى (DSRC)

SAE J2945/1 March, 2016

متطلبات الأنظمة الموجودة على متن المركبات من أجل اتصالات السلامة V2V

TTAK.KO-06.0175/R1

نظام اتصالات المركبات، المرحلة 1: المتطلبات

TTAK.KO-06.0193/R1

نظام اتصالات المركبات، المرحلة 2: المعمارية

TTAK.KO-06.0216/R1

نظام اتصالات المركبات، المرحلة 3: الطبقة المادية/طبقة التحكم في النفاذ إلى الوسائط

TTAK.KO-06.0234/R1

نظام اتصالات المركبات، المرحلة 3: الربط الشبكي

CCSA 2015-1616T-YD

المتطلبات التقنية العامة لاتصالات المركبات القائمة على التكنولوجيا LTE

CCSA 2016-1853T-YD

المتطلبات التقنية للسطوح البينية الراديوية لاتصالات المركبات القائمة على التكنولوجيا LTE

الاتحـاد الـدولي للاتصـالات
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

ISBN 978-92-61-32746-0 SAP id
44038
9 789261 327460

نُشرت في سويسرا
جنيف، 2021
إصدار الصور: Shutterstock