الاتحاد الدولي للاتصالات

أنظمة النقل الذكية

دليل

الاتصالات المتنقلة البرية
(بما فيها النفاذ اللاسلكي)

المجلد 4
(طبعة 2006)

الاتحاد الدولي للاتصالات

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

ITU
Radiocommunication Bureau
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Telephone:	+41 22 730 5800
Fax:	+41 22 730 5785
E-mail:	brmail@itu.int
Web:	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

Fax:	**+41 22 730 5194**
E-mail:	**sales@itu.int**

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

© ITU 2007

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

أنظمـــــة
النقـــــل
الذكيـــــة

دليـــل
الاتصـــالات المتنقلـــة البريـــة
(بما فيها النفاذ اللاسلكي)

المجلـــد 4

(طبعة 2006)

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

مكتب الاتصالات الراديوية

تصـــدير

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

هذا هو المجلد الرابع من دليل قطاع الاتصالات الراديوية (ITU-R) الخاص بالاتصالات المتنقلة البرية (بما فيها النفاذ اللاسلكي). 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 الثلاثة التي نُشِرت حتى تاريخه هي:

- المجلد 1: النفاذ اللاسلكي الثابت؛
- المجلد 2: مبادئ ومناهج التطور نحو IMT-2000؛
- المجلد 3: أنظمة التوزيع والمراسلة المتقدمة.

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 بداية عام 2006.

جرى إعداد المجلد 4 على يد فريق خبراء متفرع عن فريق العمل 8A للاتصالات الراديوية.

أود أن أعرب عن تقديري للسيدة ريما حافظ (كندا)، المقررة بخصوص دليل الاتصالات المتنقلة الأرضية، وللدكتور يونغتاك أوه (جمهورية كوريا) الذي تلطّف بتنقيح هذا المجلد؛ وتقديري كذلك لجميع الخبراء الذين أسهموا في تحقيق هذا الدليل.

جوزيه م. كوستا

رئيس فريق العمل 8A للاتصالات الراديوية

كندا

Any-Bus علامة تجارية للشركة SDS (شركة SI كورية)؛ BREW علامة تجارية للشركة Qualcomm؛ cdma2000 علامة تجارية مسجّلة لرابطة صناعات الاتصالات (TIA) في الولايات المتحدة الأمريكية، باسم الشركاء التنظيميين لبرنامج الشراكة الثاني من الجيل الثالث (3GPP2)؛ K-ways علامة تجارية للشركة KTF (مشغِّل كوري لخدمات الاتصالات الشخصية)؛ OnStar علامة تجارية لشركة OnStar؛ ROTIS علامة تجارية للشركة ROTIS (الشركة الكورية لأنظمة النقل الذكية).

جدول المحتويات

الصفحة

تصـــدير iii
الفصـــل 1 – مقدمـــة 1
1.1 غرض دليل الاتصالات المتنقلة البرية ومجال تطبيقه 1
2.1 معلومات عامة 1
3.1 بنية المجلد 4 وطريقة استعماله 2
الفصـــل 2 – معمارية الاتصالات في إطار نظام نقل ذكي (ITS) 3
1.2 مقدمة 3
2.2 أهداف نظام النقل الذكي (ITS) 3
3.2 معمارية النظام ITS 3
4.2 توزيع الترددات 6
1.4.2 طيف الترددات للاتصالات DSRC 7
2.4.2 طيف الموجات المِلّيمترية 7
5.2 الاتجاهات المستقبلية 8
الفصـــل 3 – تطبيقات أنظمة النقل الذكية (ITS) من أجل الاتصالات اللاسلكية ذات مساحة التغطية الواسعة، والإرسال الإذاعي 9
1.3 مقدمة 9
2.3 الاتصالات الخلوية/خدمة الاتصالات الشخصية/الاتصالات المتنقلة الدولية 2000 9
1.2.3 السطح البيني الراديوي للنفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة 2000 (CDMA2000) 10
2.2.3 الخدمة K-WAYSTM 11
1.2.2.3 الخدمات 11
2.2.2.3 تكنولوجيا استجلاء الموقع 13
3.2.2.3 المعمارية الشبكية 14
3.2.3 النظام ONSTAR 15
4.2.3 النظام الخلوي الرقمي والنظام الإذاعي الرقمي في اليابان 17
1.4.2.3 النظام الخلوي الرقمي 17
2.4.2.3 النظام الإذاعي الأرضي الرقمي 17
5.2.3 النظام الأوروبي لنداءات الطوارئ من المركبات (النظام eCall) 18
1.5.2.3 مقدمة 18
2.5.2.3 المعمارية الأساسية للنظام eCall 19

الصفحة

3.3 نظام الإعلام عن الباصات باستعمال شبكة معطيات لاسلكية 20
1.3.3 مقدمة 20
2.3.3 كشف مواقع الباصات وتتبعها 20
3.3.3 وصلة الاتصال المستعمَلَة لإرسال المعلومات عن المواقع 21
4.3.3 تنفيذ نظام للإعلام عن النقل العمومي 22
1.4.3.3 مقدمة 22
2.4.3.3 شبكة النظام BMS اللاسلكية للمعطيات المرزَّمة 23
3.4.3.3 الأنظمة المركزية لنظام إدارة الباصات (BMS) في سيؤول 24
4.4.3.3 التجهيزات المحلية لنظام إدارة الباصات (BMS) في سيؤول 25
5.4.3.3 بروتوكول الاتصال بين الباصات والأنظمة المركزية 25
5.3.3 نماذج متنوعة لنظام الإعلام عن الباصات وإدارتها 26
4.3 الإذاعة بتشكيل التردد (FM) 26
1.4.3 القناة الراديوية للمعطيات (DARC) 26
5.3 الاتجاهات المستقبلية 28
1.5.3 التشغيل البيني العالمي لنفاذ الموجات الصغرية (WiMax) في الاتصالات المتنقلة (نطاق عريض لاسلكي (WiBro)) 28
1.1.5.3 الوصف 28
2.1.5.3 تشكيلة النظام 29
3.1.5.3 الخدمات الرئيسية 30
4.1.5.3 النظام WiBro كنظام نقل ذكي 30
2.5.3 الإذاعة المتعددة الوسائط، الرقمية، الأرضية (T-DMB) 30
1.2.5.3 تكنولوجيا الإذاعة المتعددة الوسائط، الرقمية، الأرضية (T-DMB) 30
3.5.3 الإذاعة الفيديوية الرقمية للأجهزة اليدوية (DVB-H) 33
1.3.5.3 تكنولوجيا الإذاعة الفيديوية الرقمية للأجهزة اليدوية (DVB-H) 33
4.5.3 الوصلة الأمامية فقط (FLO) 33
1.4.5.3 تكنولوجيا الوصلة الأمامية فقط (FLO) 33
5.5.3 التبليغ الأوتوماتي عن الاصطدام (ACN) 34
1.5.5.3 أهداف الخدمة 34
2.5.5.3 خصائص تجهيز التبليغ ACN 34
3.5.5.3 المسائل التجارية المقترنة بالتبليغ ACN 35
4.5.5.3 المسائل المقترنة بالتبليغ ACN من حيث الحمالة الخلوية 35
6.5.3 الإنترنت المركبية 36
7.5.3 الصيانة على الخط 36

الصفحة

8.5.3 إشارات التراسل المتغيرة (VMS) على متن المركبة 37
9.5.3 الملاحة المعتمدة على السواتل، وتجنب الازدحام 37
الفصـــل 4 – الاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة 39
1.4 مقدمة 39
2.4 النظام الأوروبي للاتصالات DSRC وتطبيقاته 41
1.2.4 الخلفية 41
2.2.4 الخصائص التقنية 41
1.2.2.4 طريقة الانفعال أو الانتثار الخلفي 41
2.2.2.4 الخصائص التقنية لطريقة الانفعال أو الانتثار الخلفي الأوروبية 43
3.2.4 التطبيقات 45
1.3.2.4 معلومات عامة 45
2.3.2.4 تحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC) 46
3.3.2.4 التعرّف الإلكتروني لهوية التسجيل (ERI) 47
4.3.2.4 الإعلام المسبق المتوسِّط المدى (MRPI) 48
3.4 النظام الياباني للاتصالات DSRC وتطبيقاته 48
1.3.4 الخلفية 48
2.3.4 الخصائص التقنية 49
1.2.3.4 طريقة الفعل (طريقة المرسل المستجيب) 49
2.2.3.4 الخصائص التقنية لطريقة الفعل اليابانية 50
3.3.4 طبقة التطبيق الفرعية (ASL) من أجل تطبيقات متعددة 51
4.3.4 التطبيقات 53
1.4.3.4 معلومات عامة 53
2.4.3.4 تحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC) 54
3.4.3.4 السطح البيني الأساسي للتطبيق من أجل توسيع التطبيق في المركبات 55
4.4 نظام النقل الذكي (ITS) مستعمِلاً شبكة للاتصالات DSRC 56
1.4.4 مقدمة 56
2.4.4 مبادرات بسط النموذج 56
1.2.4.4 عناصر البرنامج الرئيسية 59
2.2.4.4 إدارة البرنامج 59
3.4.4 طريقة الفعل في الاتصالات DSRC 60
5.4 اتجاهات مستقبلية: نظام للاتصالات DSRC بتردد GHz 5,9 وتطبيقاته 62
1.5.4 مقدمة 62
2.5.4 المتطلبات الوظيفية بخصوص منظومات الجيل القادم للاتصالات الراديوية في النظام ITS 62
3.5.4 المتطلبات بخصوص تكنولوجيا الإرسال الراديوي 64

الصفحة

1.3.5.4 خصائص الانتشار الراديوي للاتصالات DSRC 64
2.3.5.4 حيثيات تخص بيئة الانتشار الراديوي للاتصالات DSRC 65
3.3.5.4 تكنولوجيا للجيل القادم من الاتصالات الراديوية للنظام ITS 66
4.5.4 مستقبَل نظام الاتصالات DSRC وتطبيقاته في أمريكا الشمالية 67
1.4.5.4 الخلفية 67
2.4.5.4 مستقبل نظام الاتصالات DSRC في أمريكا الشمالية 68
3.4.5.4 التطبيقات المقترحة في أمريكا الشمالية بخصوص الاتصالات DSRC 69
4.4.5.4 المتطلبات والاتجاهات المستقبلية 70
5.4.5.4 مفهوم وبروتوكول الإنترنت 72
6.4.5.4 الاتصالات DSRC المبنية على بروتوكول الإنترنت 74
الفصـــل 5 – الاتصالات بالموجات المِلّيمترية 77
1.5 مقدمة 77
2.5 الرادار المركبي 79
1.2.5 الخلفية 79
2.2.5 الرادار المركبي المنخفض القدرة المشتغل في نطاقَي تردد 60 GHz و76 GHz 80
1.2.2.5 معلومات عامة 80
2.2.2.5 متطلبات النظام 81
3.2.5 الرادار ذو النطاق الفائق العرض (UWB) 82
1.3.2.5 معلومات عامة 82
2.3.2.5 الموقف في الولايات المتحدة الأمريكية 82
3.3.2.5 الموقف في أوروبا 83
3.5 اتجاهات المستقبل 84
1.3.5 الخلفية 84
2.3.5 دراسة القطاع ITU-R للاتصالات الراديوية للنظام ITS المعتمدة على الموجات المِلّيمترية 85
3.3.5 خصائص انتشار الموجات المِلّيمترية من زاوية الاتصالات من مركبة إلى مركبة 85
1.3.3.5 نموذج انتشار الموجات المِلّيمترية بشعاعين 85
2.3.3.5 نتائج اختبارات التشغيل الميدانية 86
4.3.5 تعزيز الاتصالات من مركبة إلى مركبة بالرادار 88
1.4.3.5 الاتصال عن طريق الرادار 89
2.4.3.5 أمثلة على تطبيقات 90
الملحـــق 1 – مراجع وموارد..... 91
1 الأمريكتان 91
2 أوروبا 91

الصفحة

3 اليابان 91
4 كوريا 92
الملحـــق 2 – نظام الإعلام والاتصال للمركبات (VICS) 93
1 مقدمة 93
2 وصف مقتضب للنظام 93
3 وسائط توزيع المعلومات 94
1.3 الإذاعة المعددة الإرسال بتشكيل التردد 94
2.3 منار موجات راديوية 95
الملحـــق 3 – استعمال المنار الراديوي في نظام النقل الذكي (ITS) 99
1 نظام تجميع معلومات حركة السير في الوقت الفعلي 99
2 نظام تجميع معلومات حركة السير 100
3 نظام إعلام عن الباصات (إدارة) 100
4 المواصفات 101
الملحـــق 4 – معمارية مستقبلية لشبكة نظام النقل الذكي (ITS): CALM 103
1 مقدمة 103
2 مفهوم CALM 104
3 أنماط خدمة CALM 104
4 فوائد CALM 105
5 معمارية CALM 105
الملحـــق 5 – قائمة مختصرات 107

الفصـــل 1

مقدمـــة

1.1 غرض دليل الاتصالات المتنقلة البرية ومجال تطبيقه

انطلق العمل على إعداد دليل الاتصالات المتنقلة البرية داخل 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 الاتصالات المتنقلة البرية، بما فيها التكنولوجيات والأنظمة. وهذا الدليل موزّع في عدة مجلدات، نُشِر منها حتى تاريخه ثلاثة مجلدات وهي:

- المجلد 1: النفاذ اللاسلكي الثابت؛
- المجلد 2: مبادئ ومناهج التطور نحو IMT-2000؛
- المجلد 3: أنظمة التوزيع والمراسلة المتقدمة.

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، وتخطيطها، وهندستها، وإقامتها. ويشمل الدليل تطبيقات الاتصالات الأرضية المتنقلة، بما فيها الاتصالات بين المركبات، والاتصالات داخل المباني، والاتصالات خارج المباني، وغير ذلك مثل تطبيقات أنظمة النقل الذكية (ITS). ويدخل في الأنظمة المشمولة الأنظمة الخلوية، وأنظمة المراسلة، وأنظمة التوزيع، والنفاذ اللاسلكي الثابت، والأنظمة ITS.

أما مستعملو هذا الدليل فمن الراجح اندراجهم في إحدى فئتين. الأولى هي فئة متخذي القرارات والمخططين الذين يودّون أن يزوّدهم الدليل بالمعلومات الكافية التي تساعدهم على اتخاذ القرارات بشأن اختيار الأنظمة، من حيث مدى وفائها بمتطلباتهم. ولهذا الغرض، يقدم الدليل تحليلاً لمختلف الأنظمة، تراعى فيه عوامل مثل: تقدير حركة السير وإسقاطها، والمتطلبات من حيث نطاق وطيف الترددات، والاستثمارات، والمتطلبات والخبرات في مجال التنظيم والسياسة، واستراتيجيات إقامة وتوزيع الأنظمة، والمتضمنات على المدَيَيْن القصير والطويل، وعوامل أخرى لازمة لأغراض اتخاذ القرارات والتخطيط.

والفئة الثانية من المستعملين والمهندسين يزوّدها الدليل بمعلومات تقنية أكثر تعمّقاً عما يلي: خصائص مختلف الأنظمة والتطبيقات، وتصميم الأنظمة، وتحليل حركة السير وتقديرها، تقدير الطيف، خطط توزيع القنوات، تصميم والخلايا وانتقائها، واستراتيجية إقامة وتوزيع الأنظمة، وتجهيزات المحطات المتنقلة والمحطة القاعدة، ويزوّدها بمعلومات أخرى ذات صلة.

2.1 معلومات عامة

غرض المجلد 4 من دليل الاتصالات المتنقلة البرية ومجال تطبيقه هو تقديم معلومات عن أنظمة النقل الذكية (ITS). تستعمل الأنظمة ITS 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، على كونه في البداية بشكل سافر. ويمثل هذا المجلد زمن إنتاجه، ولذا فهو يصف الاتصالات اللاسلكية المستعملة في سياق نظام نقل ذكي (ITS) يعود إلى بداية عام 2006.

3.1 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. فالمدخل إلى المجلد يوفره الفصل 1. ويقدّم الفصل 2 معلومات عن معمارية الاتصالات في إطار نظام نقل ذكي (ITS). ويشتمل العرض في الفصل 3 على عدد من تطبيقات النظام ITS، بينما يعالج الفصل 4 خصّيصاً الاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة. ويبحث الفصل 5 موضوع الاتصالات المعتمدة على الموجات المِلّيمترية (أو الاتصالات بترددات فائقة السرعة).

الملحق 1 يوفِّر عدداً من عناوين الموارد والمصادر المفيدة في مختلف أنحاء العالم عن أنظمة النقل الذكية (ITS). ويقدم الملحقان 2 و3 بالتفصيل أوصافاً تقنية وتشغيلية لأنظمة المعلومات والاتصالات المنصوبة على مركبات، وعن الأنظمة ITS التي تستعمل منائر راديوية. ويحتوي الملحق 4 وصفاً لمعمارية السطح البيني الراديوي للاتصالات المتوسّطة والطويلة المدى (CALM). والملحق 5 يحتوي قائمة بالمختصرات المستعملة في هذا المجلد.

الفصـــل 2

معمارية الاتصالات في إطار نظام نقل ذكي (ITS)

1.2 مقدمة

تأتي نظام النقل الذكي (ITS) بحلول لمشكلات ازدحام حركة السير والسلامة في أنظمة النقل، وبتحسينات للحركة وشروط السلامة. ففي أنظمة النقل المتحركة، لا بد من أنظمة الاتصال اللاسلكية والسلكية لتبادل عدة أنماط من المعلومات فيما بين أنظمة النقل، وأنظمة التحكم، والمستعملين. فغرض هذا الفصل هو أن يصف بإيجاز نظام نقل ذكي (ITS) من أجل إرساء مفهوم هذا النظام. ويبيّن إضافة إلى ذلك معمارية نظام ITS، بما فيها معمارية الاتصالات الخاصة بهذا النظام، على سبيل إيضاح الوظائف الاتصالية.

2.2 أهداف نظام النقل الذكي (ITS)

أُدرجت تكنولوجيات النظام ITS في مجموعة مترابطة من خدمات المستعمِل من أجل تطبيقها على مشكلات النقل. وخدمات المستعمل يمكن تعريفها، على سبيل المثال، كما هو مبيَّن في الجدول 1*.

3.2 معمارية النظام ITS

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.

في الشكل 1، 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 مَحاسيس، وإشارات، وعلامات قابلة للبرمجة، أو غير ذلك من السطوح البينية مع المسافرين والمركبات على اختلاف أنماطها؛ والأنظمة الفرعية المركبية تكون منصوبة على مركبات. والأنظمة الفرعية السفرية تمثِّل 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).

* المرجع: المعمارية الوطنية لنظام النقل الذكي (ITS)، U.S. DoT.

الجدول 1

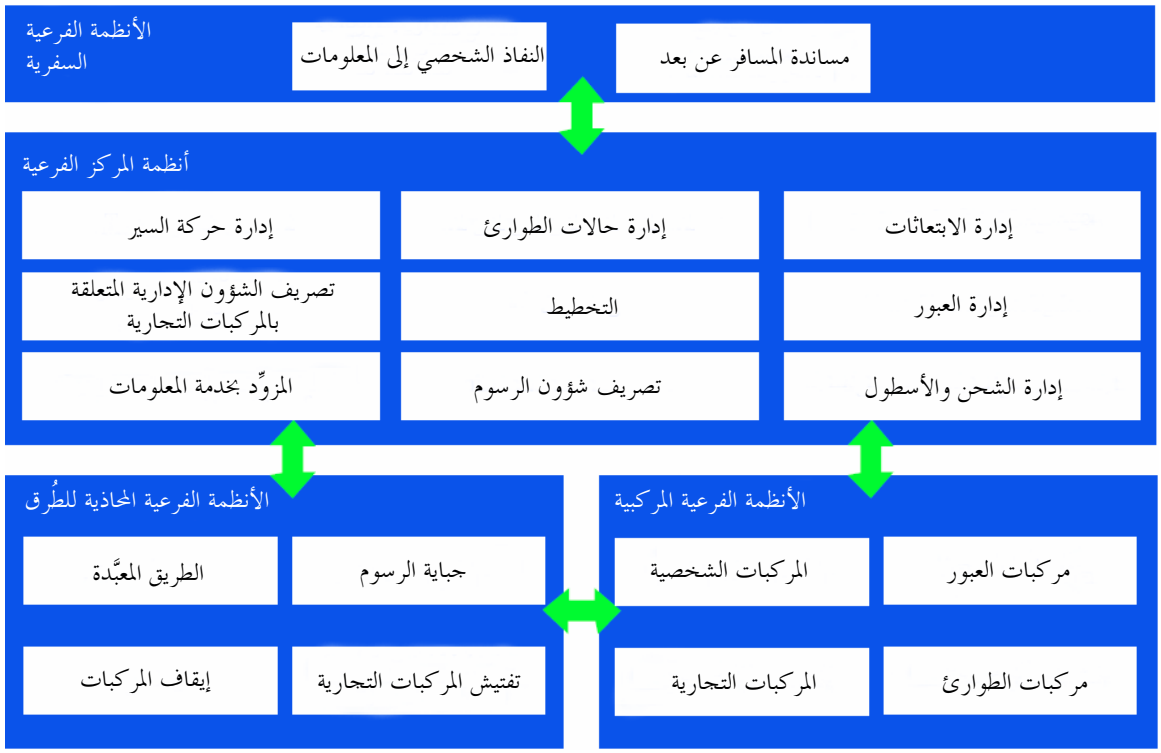
خدمات المستعمل التي يوفّرها نظام النقل الذكي (ITS)

الفئة	خدمة المستعمل
إدارة السفر والنقل	– إعلام السائق أثناء مسيره – إرشادات على الطريق – إعلام عن خدمات المسافرين – ضبط حركة السير – إدارة الحوادث – قياس الابتعاثات والحد منها – إدارة الطلبات وتلبيتها – إعلام عن السفر قبل بدء الرحلة – مواءمة الرحلة والحجز لها – الإعلام بتقاطع السكك الحديدية والطرق العامة
عمليات النقل العمومي	– إدارة النقل العمومي – إيصال معلومات العبور أثناء حركة السير على الطريق – تكييف شروط العبور العمومي مع الظروف الشخصية – أمن السفر العمومي
تأدية المدفوعات إلكترونياً	– خدمات الدفع الإلكترونية
عمليات المركبة التجارية	– التخليص الجمركي للمركبة التجارية إلكترونياً – التفتيش المؤتمت لسلامة جوانب الطرق – رصد السلامة على متن المركبة – تصريف الشؤون الإدارية المتعلقة بالمركبة التجارية – المواد الخطرة
إدارة حالات الطوارئ	– التبليغ عن حالات الطوارئ ورعاية أمن الأشخاص – إدارة المركبة في الحالات الطارئة
الأنظمة المتقدمة للتحكم بالمركبة وتأمين سلامتها	– تجنيبها التصادم الطولاني – تجنيبها التصادم الجانبي – تجنيبها التصادم في التقاطع – تحسين الرؤية من أجل تجنب الاصطدام – جاهزية توفير شروط السلامة – إعمال التقييدات السابقة للاصطدام – نظام أتمتة الطرق العامة

إن معمارية 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 1

المعمارية المادية لنظام نقل ذكي (ITS)



LandMobV4-01

تحدد المعمارية أربعة أنماط من وسائط الاتصال للوفاء بمتطلبات الاتصالات بين الأنظمة الفرعية التسعة عشر. النمط الأول سلكي (من ثابت إلى 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 2 مخطط توصيل بيني بأعلى سوية للأنظمة الفرعية، يعرِّف هوية السطوح البينية لوسائط الاتصالات بين الأنظمة الفرعية التسعة عشر المكوِّنة للمعمارية.

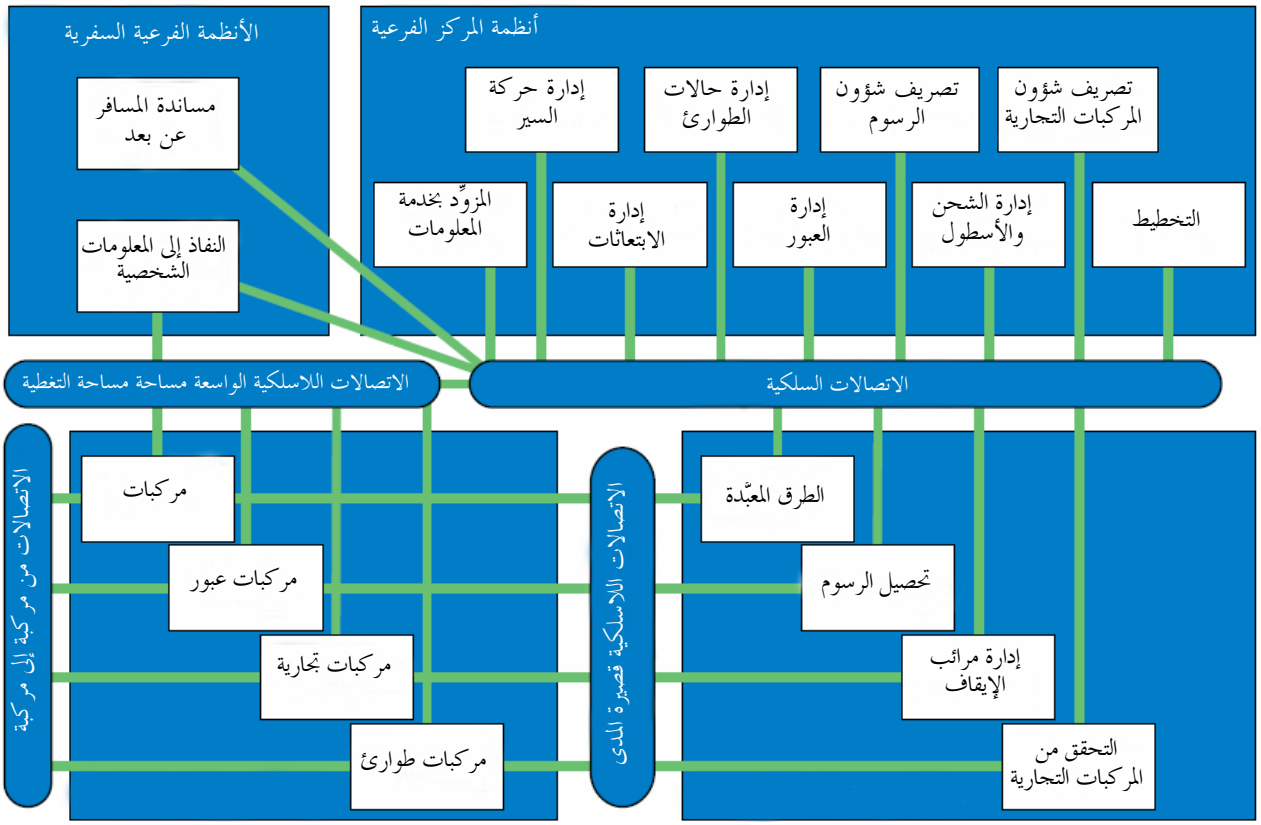
وهناك تكنولوجيات سلكية عديدة يمكن الاختيار من بينها للوفاء بمتطلّبات الاتصالات من ثابت إلى ثابت. مثلاً: يمكن أن تُستعمَل، في الأنظمة الفرعية لإدارة حركة السير، كبلات مزدوجة مجدولة أو كبلات متحدة المحور أو كبلات ألياف بصرية، مستأجَرة أو مملوكة، من أجل تجميع المعلومات، ورصد وضبط رزم تجهيزات الأنظمة الفرعية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

وتعرِّف المعمارية فئتين متميّزتين من الاتصالات اللاسلكية، بناءً على مدى التغطية ومساحتها. فالاتصالات 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. لكن، على الرغم من

أن لكل تكنولوجيا لاسلكية مواطن قوة ومواطن ضعف من حيث معالجة المتطلبات الاتصالية لنظام النقل الذكي (ITS)، لم ينجح أي من الأنظمة المبسوطة حالياً في توفير التغطية الشاملة التي يتطلبها التشغيل البيني على امتداد قُطر من الأقطار.

الشكل 2

مخطط التوصيل البيني للأنظمة الفرعية المكوِّنة للمعمارية



LandMobV4-02

الفئة الثانية، الاتصالات اللاسلكية القصيرة المدى، معنية بنقل المعلومات المحصورة أهميتها بموقع معيّن. وتُميِّز المعمارية بين نمطين من الاتصالات اللاسلكية القصيرة المدى: اتصالات من مركبة إلى مركبة، واتصالات قصيرة المدى مكرّسة (DSRC). فالاتصالات اللاسلكية القصيرة المدى، من مركبة إلى مركبة، (من متنقل إلى متنقل) مطلوب منها دعم المنظومة المؤتمتة للطرق العامة (AHS)، وفي الأغلب تفادي التصادم في أماكن التقاطع. وأما الاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC) (من ثابت إلى متنقل) فإن التطبيقات المناسبة لها تشمل: تحصيل الرسوم، وتحصيل رسوم مرائب الإيقاف، وعمليات التفتيش في محاذاة الطرق بخصوص شروط السلامة، وتدقيق أوراق الاعتماد، والتوقيع داخل المركبة، وتفادي التصادم في التقاطعات، واتصالات مختارة خاصة بالمنظومة AHS (مثل عمليات التدقيق في شروط السلامة، وتخويل النفاذ، وتحديث حالة النظام).

4.2 توزيع الترددات

تم توزيع طيف الترددات للاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC): نطاقات GHz 5,8 أو GHz 5,9. والتوصية ITU-R M.1453-2 مبنية على الاتصالات DSRC في نطاق الترددات الخاصة بالتطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM) من 5725 إلى 5875 MHz. في نطاق الترددات الملّيمترية، وُزِّع النطاق 76 إلى 77 GHz للتجهيزات الرادارية المركبية، القصيرة المدى، المنخفضة القدرة. وتعالج التوصية ITU-R M.1452 موضوع استعمال نظام النقل الذكي (ITS) لنطاق الترددات هذا.

1.4.2 طيف الترددات للاتصالات DSRC

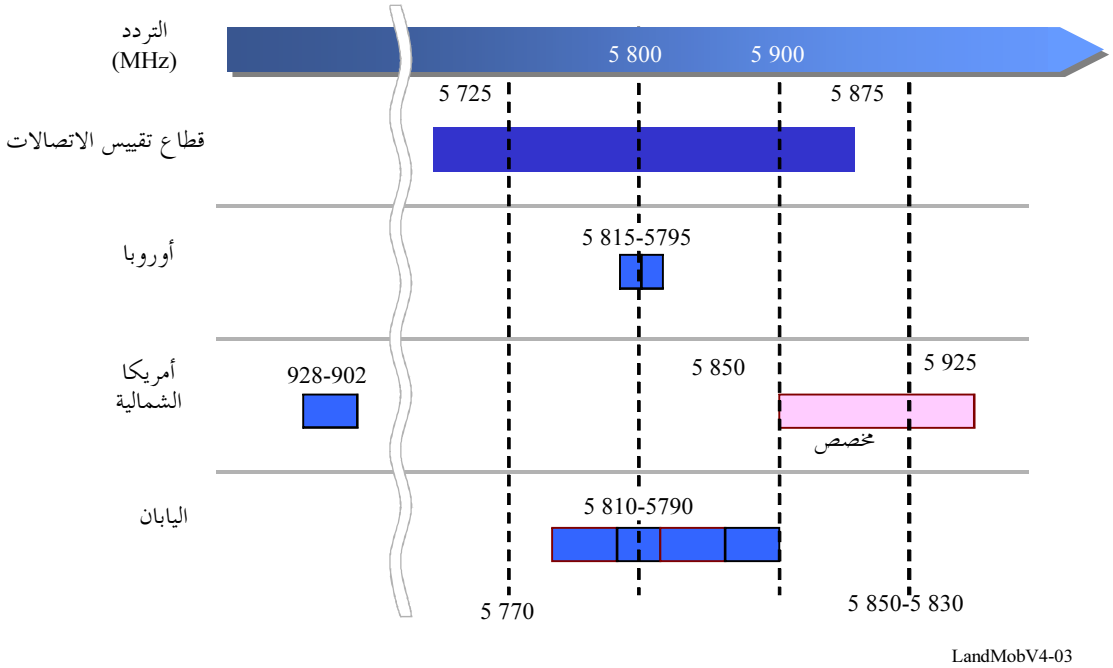
في أوروبا، تُستعمَل تطبيقات الاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC) بصورة رئيسية لأغراض تحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC)، وقد وُزِّع لها عرض نطاق قدره 20 MHz، من تردد 5 795 إلى تردد 5 815 MHz. ومع ذلك فإن النطاق من 5 805 إلى 5 815 MHz خياري لكل بلد. وبالإضافة إلى هذا الطيف، تجري حالياً دراسة طيف إضافي من أجل تطبيقات نظام النقل الذكي (ITS) المتعددة، مثل الاتصالات المتعلقة بسلامة المركبات، التي تُجرى في نطاق 5,9 GHz.

وفي أمريكا الشمالية، تُستعمَل تطبيقات الاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC) بصورة رئيسية لأغراض تحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC)، وقد وُزِّع لها عرض نطاق قدره 26 MHz، من تردد 902 إلى تردد 928 MHz. ووزعت اللجنة الفدرالية الأمريكية للاتصالات (FCC) 75 MHz من الطيف لتطبيقات نظام النقل الذكي (ITS) المتعددة التي تستعمل الاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC)، أي ضمن النطاق من تردد 5 850 إلى 5 925 MHz. وهناك تسمّى الاتصالات DSRC أيضاً WAVE (نفاذ لاسلكي إلى بيئة المركبات) تمييزاً لها عن الاتصالات DSRC المستعملة ضمن نطاق 5,8 GHz.

وفي اليابان، وُزِّع لطيف الاتصالات DSRC المتعددة التطبيقات عرض نطاق قدره 80 MHz، أي من تردد 5 770 إلى تردد 5 850 MHz. ويبيِّن الشكل 3 توزيع طيف الترددات في العالم.

الشكل 3

توزيع طيف ترددات الاتصالات DSRC



2.4.2 طيف الموجات المِلّيمترية

طيف الترددات لنظام النقل الذكي (ITS) في الاتصالات بالموجات المليمترية وُزِّع بنطاق 60 و70 GHz. ووُزِّع لنظام الرادار المركبي نطاق فائق العرض (UWB) هو النطاق من 21,65 إلى 26,65 GHz، في أوروبا؛ والنطاق من 22 إلى 29 GHz، في الولايات المتحدة الأمريكية.

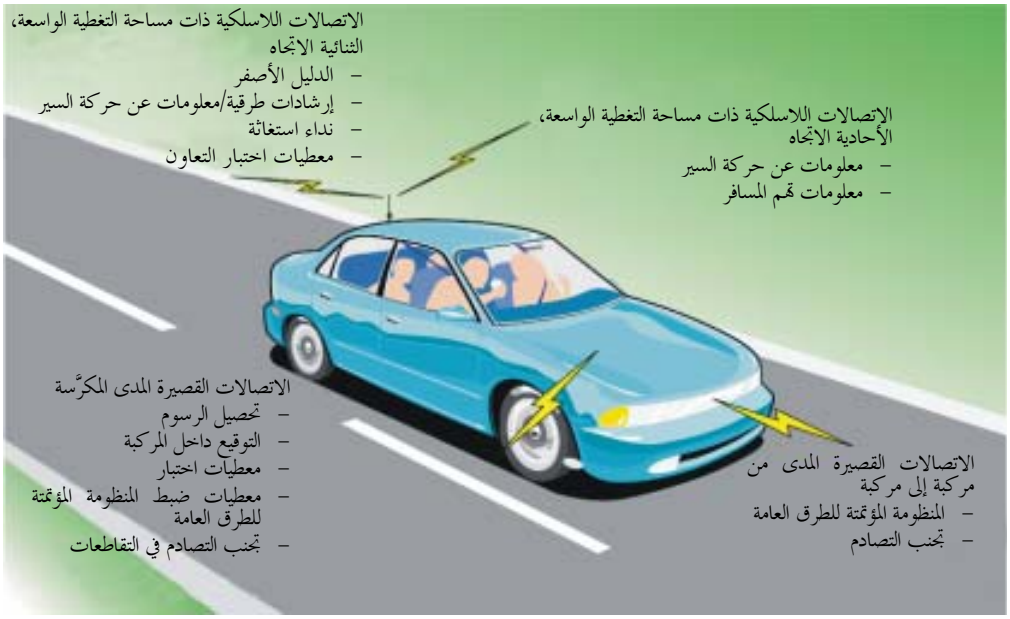
ويرد في الفقرة 1.5 وصف تفصيلي للاتصالات بالموجات المليمترية.

5.2 الاتجاهات المستقبلية

يُستعان في كل فصل من هذا الدليل بتكنولوجيات جديدة للإذاعة والاتصالات، من أجل التنبؤ بالاتجاهات المستقبلية. ويأتي فيما يلي بيان وسائط الاتصال المطلوبة لتزويد ركّاب مركبات المستقبل بسلسلة كاملة من خدمات نظام ITS.

الشكل 4

الاتصالات من على متون مركبات المستقبل



يمكن القول في تكنولوجيات الاتصالات اللاسلكية والإذاعية المستقبلية إنها ستكون عريضة النطاق، ومطوَّعة للاحتياجات الشخصية، وشاملة، كسمات مميّزة. وبالنظر إلى تقدم تكنولوجيات جديدة للاتصالات اللاسلكية والإذاعية، وهي أساسية فيما يخص أنظمة النقل المتحركة، فإن مصممي أنظمة النقل الذكية (ITS) سيكون أمامهم خيارات أكثر مما في الماضي. ولذا ينبغي أن يدرس مصممو أنظمة النقل الذكية (ITS) بعناية التكنولوجيات اللاسلكية الملائمة للاستعمال المنوي لهذه الأنظمة.

الفصـــل 3

تطبيقات أنظمة النقل الذكية (ITS) من أجل الاتصالات اللاسلكية ذات مساحة التغطية الواسعة، والإرسال الإذاعي

1.3 مقدمة

جرى بنجاح في جميع أنحاء العالم نشر الاتصالات اللاسلكية كالشبكات الخلوية وخدمات الاتصالات الشخصية (PCS)، وذلك بصورة رئيسية من أجل خدمات الاتصالات الصوتية .لكنه شوهد في الآونة الأخيرة توسّع التطبيقات باتجاه صفيف غني من المقْدِرات للاتصالات المعطياتية، تشتمل على التحميل بواسطة الإنترنت والفيديو وإضافة إلى ذلك، جرى نقل المعلومات عن حركة السير والمعلومات الإنذارية إلى السائقين عبر شبكات خلوية وأنظمة إذاعية .فالسطوح البينية الراديوية، الحالية والناشئة، مصممة بحيث توفّر اتصالات إذاعية، وتوزيعاً إذاعياً متعدد النقاط، ومن نقطة إلى نقطة، ومن مركبة إلى مركبة، ومن مركبة إلى نقطة، يمكن استعمالها في قطاع أنظمة النقل الذكية (ITS). هذه التكنولوجيات مصممة من أجل تمكين قيام اتصالات شبه مستمرة أو اتصالات مستمرة لمدة أطول من المعتاد، بين المركبات (أو المطاريف المتنقلة) وموردي الخدمات، أو بين المركبات/المطاريف المتنقلة وكيانات أخرى .فهي بتعريفها هذا مكمِّلة لتكنولوجيات الاتصالات القصيرة المدى، الفريدة النقطة، المقيَّسة، المستعملة في مناطق مختلفة من العالم.

2.3 الاتصالات الخلوية/خدمة الاتصالات الشخصية/الاتصالات المتنقلة الدولية 2000

إن تحرك المعلومات السريع عبر المسافات الطويلة باستعمال التكنولوجيا اللاسلكية مختلف وظيفياً جد الاختلاف، عن تعريف متطلبات الاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC). إذ إنه مطلوب حجوم كبيرة من المعطيات لأغراض مثل الإعلام عن حركة السير، وإدارتها، والتحميلات الفيديوية في المركبات من أجل إعلام السياح وترفيههم، وتحديث أنظمة الملاحة، وما إلى ذلك.

ثم إن شبكات الاتصالات الخلوية/خدمة الاتصالات الشخصية/الاتصالات المتنقلة الدولية 2000 يمكن أن تُستعمَل بصورة فعالة لتوفير اتصالات ذات مساحة التغطية الواسعة، وإرسال إذاعي يشتمل على تطبيقات تتمادى من النطاق الضيق إلى النطاق العريض. ويعمل حالياً في العالم كثير من موردي الخدمات. وإضافة إلى ذلك، سيكون أيضاً من شأن الأنظمة المتقدمة للاتصالات المتنقلة الدولية أن تفي بالمعايير التي يتعيّن الأخذ بها في استعمال أنظمة النقل الذكية (ITS)، مثل السطح البيني الراديوي للاتصالات المتوسّطة والطويلة المدى (CALM). وبما أن هذه الأنظمة مطوَّرة فينبغي أن تُدرَس أيضاً في سياق هذا العمل. والمعايير المشار إليها مصممة من أجل تمكين قيام اتصالات شبه مستمرة أو اتصالات مستمرة لمدة أطول من المعتاد، فهي مكمِّلة لتكنولوجيات الاتصالات القصيرة المدى، الفريدة النقطة، المقيَّسة، المستعملة في مناطق مختلفة من العالم.

ويعيّن المعياران الدوليان ISO 21212 وISO 21213 خيارات السطح البيني الراديوي الممكن تطبيقها على السطح البيني CALM باستعمال التكنولوجيا الخلوية والشبكات من الجيل الثاني والجيل الثالث.

والمراجع من أجل مزيد من المعلومات والمقدرات المعمارية التي تنطبق على أنظمة النقل الذكية (ITS) هي:

التوصية – ITU-R M.1457 مواصفات تفصيلية للسطوح البينية الراديوية للاتصالات المتنقلة الدولية 2000 (IMT-2000)
يُسترعى الانتباه إلى أن بعض هذه المواصفات ينطبق على النطاق العريض للاتصالات اللاسلكية المتنقلة

بخصوص السطح البيني CALM في أنظمة النقل الذكية (ITS)، كما أُشيرَ إليه في وثيقة المنظمة الدولية للتوحيد القياسي المتعلقة بالجيل الثالث للسطح البيني (CALM).

التوصية – ITU-R F.1763 معايير السطح البيني الراديوي لأنظمة النفاذ اللاسلكي العريضة النطاق المستعملة في الخدمة الثابتة المشتغلة بترددات تحت 66 GHz.

التوصية – ITU-R M.1645 الإطار ومجمل الأهداف لتطوير الاتصالات المتنقلة الدولية 2000 (IMT-2000) والأنظمة التي تتجاوز IMT-2000.

في هذا المقطع تُستعمَل خلاصات لمواصفات أنظمة الاتصالات (IMT) المنشورة، ويُستعمل مثال على مزوّد خدمة، وذلك إيضاحاً لأنماط الخدمات الممكن التزويد بها.

1.2.3 السطح البيني الراديوي للنفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة 2000 (CDMA2000)

السطح البيني الراديوي للنفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة 2000 (CDMA2000)، المعروف أيضاً باسم السطح البيني CDMA المتعدد الموجات الحاملة للاتصالات الدولية المتنقلة 2000 (IMT-2000 CDMA)، يوفِّر في الوقت الحاضر تطبيقات مختلفة، متعددة الوسائط، على صلة بنظام النقل الذكي (ITS)، ويوصِّف سطحاً بينياً راديوياً بتمديد الطيف مأموناً، يستعمل تكنولوجيا النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة (CDMA)، بما في ذلك توصيف السطح البيني الراديوي الأساسي، والأداء الأدنى، ومواصفات الخدمة. وهذه المواصفات الفعالة من حيث استعمال الطيف مصممة من أجل تشغيلها في معمارية شبكية خلوية النمط، يتفاوت فيها عدد الخلايا تبعاً لاحتياجات التغطية وللطيف المبسوط. وهذا النمط من الحلول المتعلقة بالنظام والنفاذ مُستعمَل، في عدد من مناطق العالم، لأنماط متعددة منشورة من المعماريات الشبكية الخلوية اللاسلكية، يدخل فيها خدمات النفاذ اللاسلكي العريض النطاق من ثابت إلى متنقل، عبر شبكات مناطق حضرية وشبكات ذات مساحة التغطية الواسعة. والسطح البيني الراديوي للمعطيات المرزَّمة العالية السرعة ذو الصلة بالسطح البيني CDMA2000، والمعروف بتسمية "المعطيات التطورية المستمثَلة (EV-DO, evolution data optimized)، يستطيع تأدية نفاذ لاسلكي (سريع حتى السرعة المخصصة للاتصال فيما بين المركبات) واسع مساحات التغطية، والتزويد بخدمات صوتية وخدمات معطياتية. بمعدلات تصل إلى 3,1 Mbit/s على وصلة هابطة، و1,8 Mbit/s على وصلة صاعدة، تبعاً لسوية التنقلية. وهذه التكنولوجيا المتجهة إلى التطور تستعمل فقط قناة 1,25 MHz لتوفير مقْدِرة للنظام ومرونة عاليتَيْن. والعمل مستمر للتمكّن من تأدية نطاق للقناة أكبر ومعدلات للمعطيات ذروية أعلى مما ذُكِر. وهذه التكنولوجيا يجري في الوقت الحاضر نشرها لتلبية احتياجات الاتصالات الذات مساحة التغطية الواسعة للأنظمة ITS، بما في ذلك خدمات من نمط OnStar ومقدرة معطيات عالية السرعة لتسليم نفاذ إلى الإنترنت عريض النطاق، إلى جانب خدمات أخرى متقدمة للمعطيات، ومقدِرات متعلقة بالسلامة العامة (مثل تسليم رسائل عن الحالات الطارئة، وتعرّف هوية طالب نداء من نقطة إفادة عن السلامة العامة (PSAP)، ومعاودة النداء).

ويمكن أيضاً الملاحظة أن شركات اغْرينفيلد الناقلة اللاسلكية والشركات الناقلة التي تشغِّل شبكات معتمدة على النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) تستطيع بسط السطح البيني CDMA2000 (EV-DO). بمثابة شبكة راكبة، من أجل توفير نفاذ إلى الأجهزة المتنقلة مجدي التكلفة، تنقّليّ التوجه، يشمل الأجهزة المركبية، والحواسيب المحمولة، وأجهزة المساعدة الرقمية الشخصية (PDAs)، وغير ذلك من أجهزة النفاذ؛ وكذلك من أجل سلسلة واسعة من تطبيقات التلماتية، والخدمات المعتمدة على الموقع من خدمات نظام الموضعة العالمي بالمساعدة (AGPS) ثم إن السطح البيني CDMA2000 هو أيضاً سطح بيني وسائطي من نمط CALM (السطح البيني الراديوي للاتصالات المتوسّطة والطويلة المدى)، طبقاً للتعريف ISO TC 204 الصادر عن المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO):

ISO 21213: Intelligent transport systems – Communications, air-interface, long and medium range (CALM) – 3G Cellular systems

وإضافة إلى ذلك، فإن البرنامج 3GPP2 المطوَّر عن السطح البيني CDMA2000 (جرى تطويره وإصداره بالاشتراك مع مشغِّلين) أخذ بالنظام الفرعي متعدد الوسائط للبروتوكول (IMS) IP، العائد بأصله إلى البرنامج 3GPP الذي أقامه أساساً لمعمارية الخدمة .والبرنامج 3GPP2 استوعب أيضاً بنيان IMS في ميدانه متعدد الوسائط (MMD) الذي يشتمل على النظام الفرعي IMS وعلى شبكة المعطيات المرزّمة، متعددة الموجات الحاملة، المعتمدة على السطح البيني CDMA للاتصالات الدولية المتنقلة 2000 (IMT-2000) وشبكة الميدان متعدد الوسائط (MMD)، التابعة للبرنامج 3GPP2 المعرَّفة من أجل السطح البيني CDMA2000، توفّر مقدِرات جيل ثالث (3G)، وتعتمد على البروتوكولات التي وضعها فريق مهام هندسة الإنترنت (IETF) .بما فيها بروتوكول بدء الدورة (SIP)، وبروتوكول وصف الدورة (SDP)، والبروتوكول diameter، والبروتوكول IP التنقلي .والميدان متعدد الوسائط (MMD) يستطيع تأدية وظائف يُحتمَل أن يتطلبها بعض الإدارات، مثل مراقبة التشوير القانونية، والحركة الحمّالة. وسيجري أيضاً تمديد الميدان MMD بحيث يستطيع تأدية المهاتفة بواسطة بروتوكول الإنترنت، والنداءات المتعددة الوسائط في حالات الطوارئ، واستعمال نظام الموضعة العالمي المعزز (AGPS) لخدمات الطوارئ، والتلماتية، وأنظمة النقل الذكية (ITS)، وتطبيقات أخرى.

ومعايير المرجع متيسِّرة، تزوِّد بخدمات مختلفة، وبمتطلبات الأداء والاختبار المكوِّنة للشبكة. ويشتمل السطح البيني CDMA2000 على احتياطيات من أجل إضافات خدمية مستقبلاً وتوسيع مَقْدِرات النظام، كما يشتمل على معمارية تسمح بهذا التوسّع، دون فقدان التوافق مع السابق من مطاريف النفاذ والأنظمة المعرَّفة.

وهذه الطائفة من المعايير تشتمل أيضاً على معايير خدمة إذاعة وتوزيع متعدد (BCMCS) (ظهرت إلى الوجود خارج نطاق البرنامج 3GPP2) تسمح باستمثال الاستعمال للسطح البيني الراديوي CDMA2000، من أجل تسليم تدفقات محتويات الخدمة BCMCS إلى مطاريف في شبكة مشغِّل. ويستطيع المشغِّل مراقبة كل تدفق من تدفقات محتويات الخدمة BCMCS من حيث المحاسبة ومناطق الشبكة التي تكون فيها تدفقات محتويات الخدمة BCMCS متيسّرة لمستعملين مختلفين. ويكون المحتوى مجفَّراً لمنع استلام تدفقات البروتوكول IP بدون تخويل. وتُستعمَل بروتوكولات فريق مهام هندسة الإنترنت (IETF) على نطاق واسع، كلما أمكن تقليل عدد البروتوكولات الجديدة المطلوبة، وزيادة استعمال المعايير الراسخ قبولها.

ثم إن CDMA2000 علامة تجارية بخصوص التسمية التقنية لبعض المواصفات والمعايير التي تَوافقَ عليها الشركاء التنظيميون في البرنامج 3GPP2؛ وهي من حيث الجغرافيا (وابتداء من تاريخ النشر) علامة تجارية مسجلة لرابطة صناعات الاتصالات في الولايات المتحدة الأمريكية (TIA-USA).

انظر المرجعين التاليين:

TIA-2000.1-D [2004] Introduction to cdma2000® Spread Spectrum Systems.

TIA-856-A [EV-DO] [2004] cdma2000® High Rate Packet Data Air Interface Specification.

2.2.3 الخدمة K-WAYSTM

الخدمة K-ways™ خدمة تقارب رقمية، توفق بين خدمة الاتصالات وخدمة الإعلام الممزوج بالترفيه. وتنطوي هذه الخدمة على تكنولوجيا خدمية مبنية على تحديد الموقع، وتكنولوجيا اتصالات متنقلة لا سلكية. ويُتوقع لهذه الخدمة أن تصير عنصراً محركاً في مجال تصميم الخدمات وتطوير التكنولوجيات ذات الصلة بالتلماتية.

1.2.2.3 الخدمات

1.1.2.2.3 تنقسم الخدمة K-waysTM إلى ثلاثة أنماط، بحسب شكل المطراف.

الشكل 5

الأنماط الثلاثة للخدمة K-ways™

النمط الهاتفي

الخدمة الهاتفية النمط تؤدّي خدمة ملاحية، بمجرّد هاتف يدوي يستعمل نظام موضعة عالمي (GPS) معتمد على محطة متنقلة (MS) لتحديد الموضع الحالي. وهذه الخدمة الملاحية الهاتفية النمط تعتمد على منصة إنترنت لا سلكية بقابلية تشغيل بيني (WIPI) تُستعمَل للاتصال بين تطبيق الجهاز اليدوي ومخدم الخدمة. فالهاتف اليدوي يحمّل معطيات الملاحة، مثل معطيات تخطيط الطريق، ومعطيات الإرشاد في الطريق، ومعطيات الخريطة، ومعطيات النقاط الهامة (POI) وإذ يستعمل تطبيق الهاتف اليدوي المعطيات التي حملها، فهو ينفّذ خدمة الملاحة.

المجموعة الوظائفية

خدمة المطراف المكون من مجموعة وظائفية يُستعمَل فيها هاتف يدوي للاتصال بالمخدم، وتُستعمل مجموعة وظائفية خاصة بنظام الموضعة العالمي (GPS) من أجل استقبال إشارة النظام GPS. فالخدمة التي على نمط مجموعة وظائفية تعتمد على منصة إنترنت لا سلكية بقابلية تشغيل بيني (WIPI) وعلى منصة بيئة ثنائية لتشغيل اللاسلكي (BREW) ففي إطار شبكة الاتصالات المتنقلة، يستقبل الجهاز اليدوي معطيات الملاحة، أي معطيات النقاط الهامة (POI)، ومعطيات تخطيط الطريق، ومعطيات الإرشاد في الطريق، والمعلومات عن حركة السير في الوقت الفعلي.

المطراف العريض

مطراف من النمط العريض يُستعمل للملاحة فقط، موصَّل بالجهاز اليدوي من أجل الاتصال بالمخدم. ويمكنه من أن يشتغل بصورة مستقلة، ولكن لا بد له من الاستعانة بالجهاز اليدوي للاتصال بالمخدم من أجل الحصول على المعلومات عن حركة السير في الوقت الفعلي.

2.1.2.2.3 ملامح الخدمة

خدمة تخطيط الطريق والإرشاد فيه

الوظيفة الرئيسية بين ملامح الخدمة هي تخطيط الطريق والإرشاد فيه، من الموضع الحالي إلى الموضع المقصود. فبفضل مستقبِل النظام GPS يحدَّد الموضع، وبفضل معطيات تخطيط الطريق ومعطيات الإرشاد فيه يجري الإرشاد الملاحي.

خدمة الإعلام عن حركة السير في الوقت الفعلي

تمثِّل خدمة الإعلام عن حركة السير في الوقت الفعلي الوظيفة المفتاحية الثانية. إذ بها يكون الفرق بين خدمة موصولة بالشبكة وخدمة غير موصولة بالشبكة.

خدمة النقاط الهامة (POI)

تعطي خدمة النقاط الهامة للمستعملين معلومات موضعية عن مواقع مختلفة، مثل محطة بنـــزين، ومخزن، ومطعم، ومستشفى، وغير ذلك.

الخدمة الصوتية

الخدمة الصوتية توجّه نداءً إلى مركز المهاتفة. فحين ينتقي المستعمل مقصداً أو يطلب معلومات عن حركة السير في الوقت الفعلي، تجري إجابة له صوتية. وحين يكون المستعمل في خطر، يكون من الممكن إجراء خدمة طوارئ.

2.2.2.3 تكنولوجيا استجلاء الموقع

عُرِف تقليدياً وجود طريقتين للتزويد لا سلكياً بمعلومات موقعية عن الموضع، وهما: الطريقة المبنية على الشبكة، والطريقة المبنية على أجهزة الهاتف اليدوية.

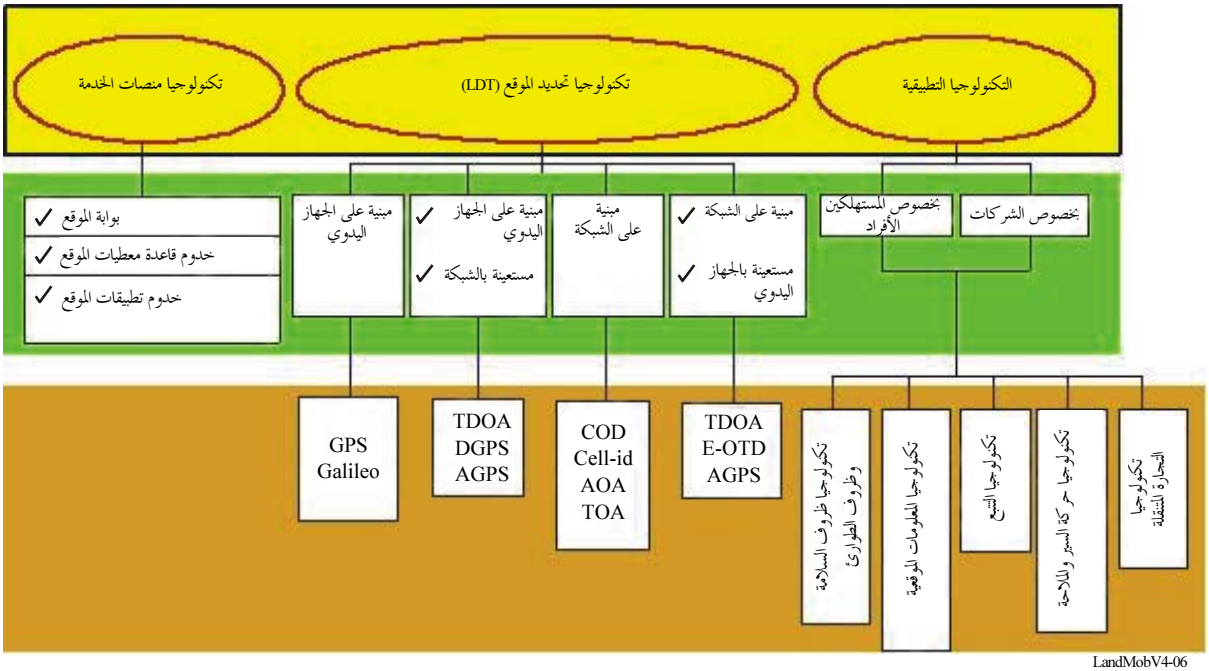
الطريقة المبنية على الشبكة تعتمد على الإشارة المرسلة من جهاز يدوي لا سلكي، المستقبَلة في محطات قواعد ثابتة متعددة، باستعمال زاوية الوصول (AoA) ووقت الوصول (ToA) لتعيين الموضع لكن هذه الطريقة المبنية على الشبكة تواجه عدداً من المصاعب، مثل الانتشار المتعدد المسارات، والانعراج وظروف الإشارة الضعيفة وتيسّر المحطة القاعدة وارتفاع تكاليف التحسين والتطوير.

والطريقة المبنية على أجهزة الهاتف اليدوية تستعمل نظام الموضعة العالمي (GPS)، نظام يشمل العالم، قوامه 24 ساتلاً مع محطاتها الأرضية .وتعتمد على أن المستقبِل يقيس بدقة المسافة التي تفصله عن ثلاثة سواتل، ثم يعيّن موضعه على الأرض أينما كان بفضل قياس تثليثي. لكن هذه الطريقة تواجه أيضاً عدداً من المصاعب، مثل حالة المستقبِل لمرسَلات النظام GPS، وعدم قدرة الجهاز اليدوي على التقاط المرسَلات الساتلية بسبب الحواجز كالمباني وورق الشجر وطوبوغرافية المكان.

في الوقت الحاضر، التكنولوجيات الرئيسية الخاصة بالخدمة K-ways™ هي: تكنولوجيا منصات الخدمة بحسب الموقع (LBS)، وتكنولوجيا تحديد الموقع (LDT)، والتكنولوجيا التطبيقية. وتطوير التكنولوجيا التطبيقية ضروري لتقدم تكنولوجيا تحديد الموقع ومختلف الخدمات الأساسية المتعلقة بالموقع.

الشكل 6

المعمارية التكنولوجية للخدمة K-ways™



أ) المبنية على تعرّف/تعريف هوية الخلية

– تحصيل المعلومات عن الخلية بالاستدعاء الراديوي وتحديث مساحة تحديد الموقع وتحديث الخلية وتحديث مساحة تسجيل الشبكة UTRAN.

– اكتملت إقامة مركز تحديد مواقع المتنقلات البوابية (GMLC).

ب) الفارق المرصود في وقت الوصول (OTDOA) (انظر الملاحظة 1)

– تحصيل المعلومات بفضل تقاطع ما لا يقل عن 3 عُقَد مع دائرة البث بتكنولوجيا الإرسال الراديوي عريض النطاق (3 Node-B RTT circle).

الملاحظة 1 – انخفاض معدل الدقة ناجم عن تعدد المسارات وعن المكرِّر. لا يوجد خطة تنفيذ لدى المصنّعين.

ج) نظام الموضعة العالمي المعزز (AGPS)

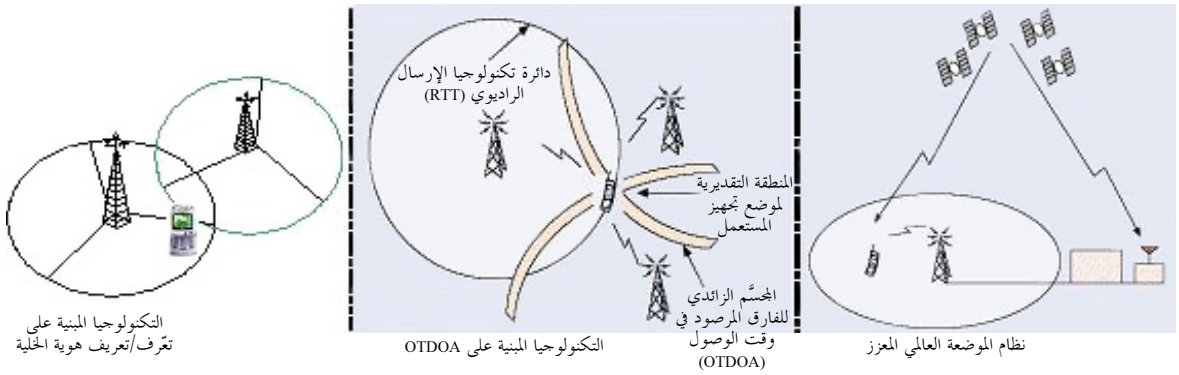
– إيصال المعلومات بين تجهيز المستعمِل المستقبِل للنظام GPS والنظام GPS.

3.2.2.3 المعمارية الشبكية

المقاربة الهجينة بخصوص الخدمة K-ways™ تدمج الطريقة المبنية على نظام GPS والطريقة المبنية على الشبكة، بأنها تجمّع أولاً القياسات من مجموعة سواتل النظام GPS ومن شبكة النفاذ CDMA (نفاذ متعدد بتقسيم الشفرة عريض النطاق WCDMA)، ثم تُرسِل المعلومات إلى كيان تعيين الموضع (PDE)، الواقع داخل الشبكة، حيث يجري التوفيق بين القياسات، من أجل الخروج بتحديد دقيق مبني على تعدد المواضع.

الشكل 7

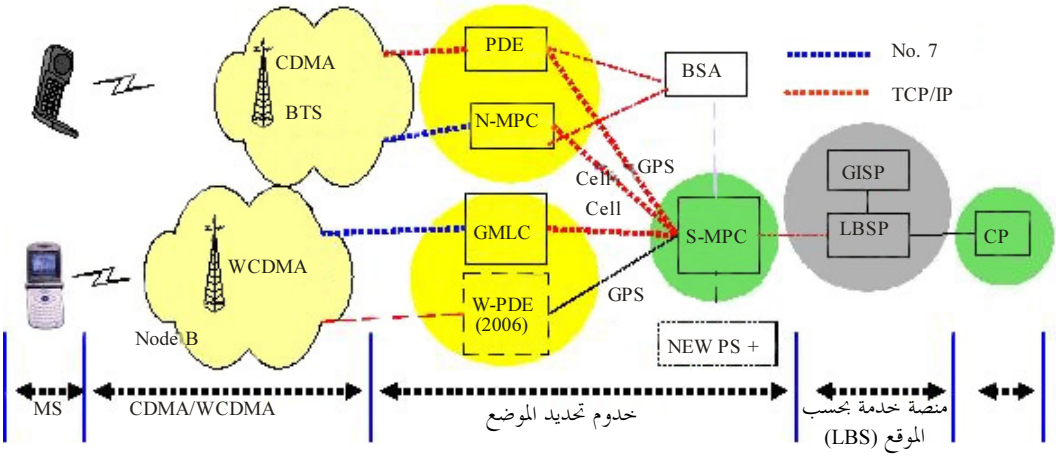
تكنولوجيا تحديد الموقع – (LDT) التكنولوجيات الثلاث الرئيسية في البرنامج 3GPP



LandMobV4-07

الشكل 8

شبكة الخدمة بحسب الموقع (LBS)



LandMobV4-08

التصنيف	الوظيفة	تعليق
PDE	تحديد موقع مطراف النظام GPSبواسطة الاتصال بين المحطة المتنقلة وكيان تحديد الموقع (PDE)	W-PDE
N-MPC	تحديد موقع شبكة CDMAالقاعدة بالطريقة المبنية على تعرّف/تعريف هوية الخلية	GMLC
S-MPC	تحديد موقع قاعدة شبكة WCDMAبالطريقة المبنية على تعرّف/تعريف هوية الخلية	
LBSP	الفوترة والتخويل بواسطة منصة الخدمة بحسب الموقع (LBS)	

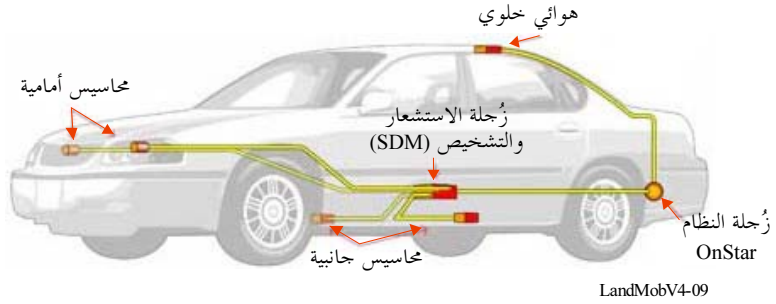
3.2.3 النظام ONSTAR

النظام OnStar سوّقته شركة جنرال موتورز في أمريكا الشمالية على الأكثر. وخدمات هذا النظام تستعمل تكنولوجيا النظام GPS الساتلية والخلوية لوصل المركبة وسائقها بمركز النظام OnStar.

ويبيّن الشكلان 9 و10 أن نظام التبليغ الأوتوماتي عن الاصطدام (AACN) الذي وضعته شركة جنرال موتورز يستعمل محاسيس أمامية وجانبية، كما يستعمل مَقدِرات الاستشعار التي توفّرها زُجلة الاستشعار والتشخيص (SDM). ومقياس التسارع الموضوع داخل الزجلة SDM يقيس شدة الصدمة.

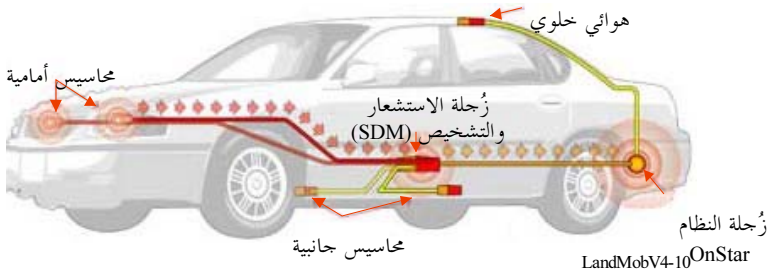
الشكل 9

نظام التبليغ الأوتوماتي عن الاصطدام (AACN) الذي وضعته شركة جنرال موتورز



الشكل 10

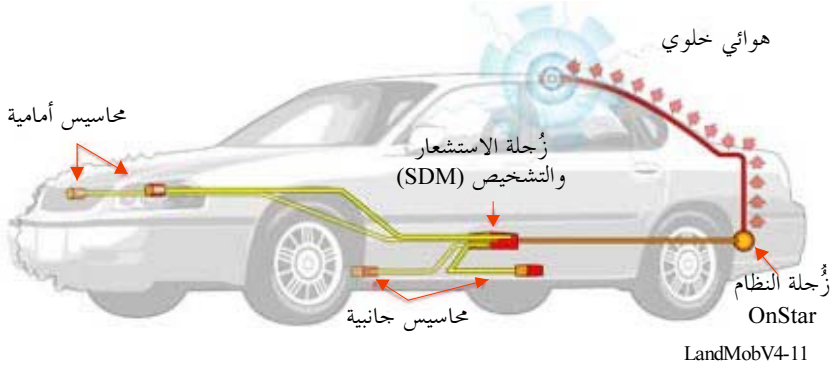
التبليغ الأوتوماتي عن الاصطدام (AACN) عند وقوعه



يبيِّن الشكل 11 أنه، في حالة اصطدام جبهي أو جانبي، تُرسَل المعطيات من المحاسيس المصابة إلى زُجلة الاستشعار والتشخيص (SDM). ومن شأن محساس الزجلة SDM أيضاً أن يتعرَّف هوية وقع خلفي شدته كافية. وبصرف النظر عن بسط أكياس الهواء الواقية أو عدمه، فإن الزجلة SDM ترسل المعلومات عن الصدمة إلى زُجلة النظام OnStar التي في المركبة بواسطة رسالة عبر هاتف خلوي.

الشكل 11

النظام OnStar يبعث رسالة هاتفية



يبيِّن الشكل 11 أنه، في غضون ثوانٍ على وقوع اصطدام متوسط إلى شديد، تبعث زُجلة النظام OnStar رسالة إلى مركز تلقّي النداءات التابع للنظام OnStar (OCC) عبر توصيل خلوي، تفيد المستشار أن اصطداماً وقع. وعندئذ يقام توصيل صوتي بين المستشار والركّاب. فيتشاور هذا مع فريق التدخل 911 أو مع نقطة مسؤولة عن السلامة العامة (PSAP) فيتقرر ما إذا

كان يلزم إجراء خدمات طوارئ. وفي حالة انعدام الإجابة من الركاب، يستطيع المستشار تزويد موزِّع عمليات الطوارئ بالمعلومات المستمَدّة من زُجلة الاستشعار والتشخيص (SDM)، المبيّنة لخطورة الصدمة. فيستطيع موزّع عمليات الطوارئ تعرّف ما يناسب من خدمات الطوارئ. ويتمكّن مستشارو النظام OnStar باستعمالهم ساتل النظام GPS، من إفادة عاملي المساعدة في حالات الطوارئ عن موقع المركبة المنكوبة.

4.2.3 النظام الخلوي الرقمي والنظام الإذاعي الرقمي في اليابان

1.4.2.3 النظام الخلوي الرقمي

في نهاية مارس 2006 فاق عدد المشتركين (49 مليوناً) في النظام الخلوي الرقمي من الجيل الثالث عدد المشتركين في نظيره من الجيل الثاني (43 مليوناً)، ولا يزال في تزايد سريع.

خدمة الإعلام المتقدم للمسافر هي أحد التطبيقات النمطية التي تستعمل النظام الخلوي الرقمي. إن هذه الخدمة، إذ تزوّد مستعملي نظام النقل السطحي بمعلومات في الوقت الفعلي، تسهم في تسديد قراراتهم بشأن توقيت الرحلة، واختيار أسلوبها، واختيار طريقها، وما إلى ذلك، فرارات لا يمكن اتخاذها بدون معلومات محدثة ودقيقة عن حركة السير والطريق والأحوال الجوية، لأنها تتحكّم بهذه الخيارات. وخدمة الإعلام المتقدم للمسافر ترسل المعلومات إلى المستعملين بالإنترنت، والاتصالات ذات مساحة التغطية الواسعة، والإذاعة.

وخدمات الإعلام المتقدم للمسافر يؤديها في اليابان كلا القطاعين العام والخاص. يوجد لدى القطاع العام نظامان رئيسيان من أجل الإعلام المتقدم للمسافر. أحدهما يسمّى خدمة نظام الإعلام والاتصال للمركبات (VICS)، وقد بدأ تشغيله في أبريل 1996. ويأتي الوصف التفصيلي للنظام VICS في الملحق 2 من هذا الدليل. والنظام الآخر يسمّى خدمة الإعلام المتقدم عن حركة السير (ATIS) وتشغّله شركة ATIS التي أُنشئت بالاشتراك بين العاصمة طوكيو ورابطات من القطاع الخاص في يوليو 1993.

وأما القطاع الخاص ففيه أتى كل من المصنّعين بخدمته للإعلام المتقدم للمسافر منذ عام 1998، لكن هذه الأنظمة لم يَشَع استعمالها ولم تتلاقَ في خدمات تلماتية متكاملة حتى عام 2002. فالخدمات التلماتية التي يقدمها المصنّعون الثلاثة الكبار في اليابان هي: G-Book لتويوتا موتورز، وInterNavi Premium Club لهوندا موتورز، وCarwings لنيسان موتورز. هذه الخدمات لقيت عند المستعملين قبولاً أحسن مما لقيت سابقاتها.

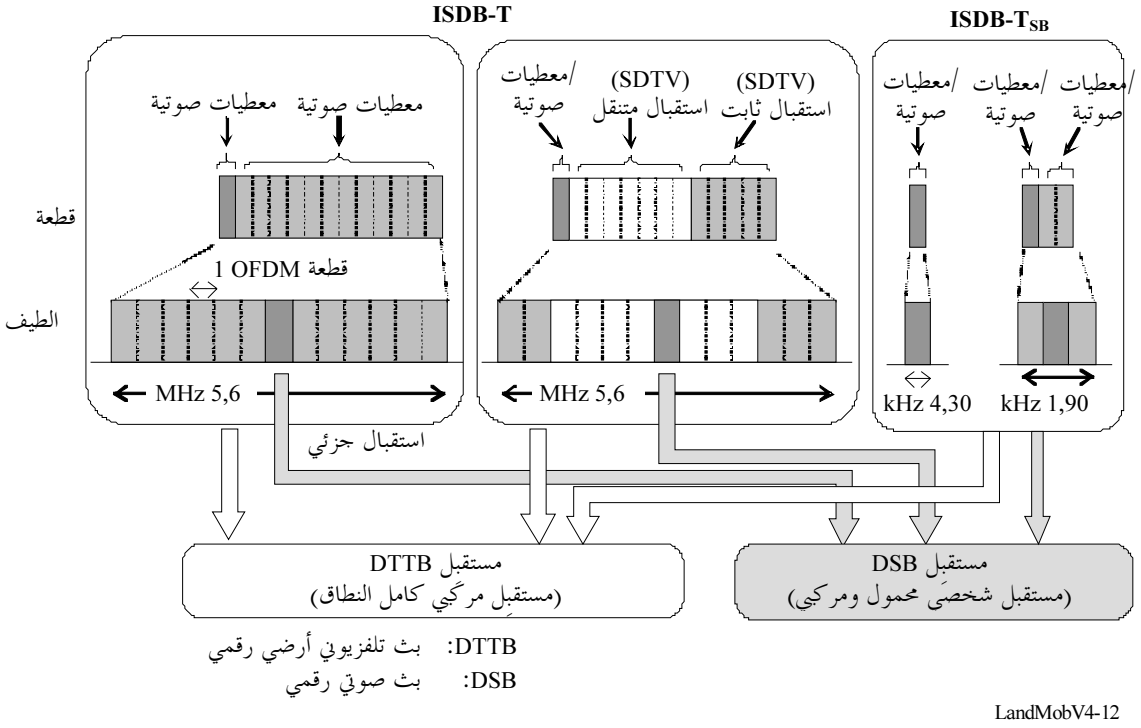
2.4.2.3 النظام الإذاعي الأرضي الرقمي

في اليابان، بدأت خدمة البث التلفزيوني الرقمي الأرضي عام 2003، وبدأت خدمة البث الصوتي الرقمي الأرضي عام 2006. وتقدّم هاتان الخدمتان برامج موجَّهة خصّيصاً إلى المطاريف المحمولة، بما فيها الهواتف المتنقلة، كجزء من البرامج الرقمية الأرضية. وتستعمل هاتان الخدمتان قطعة من النظام الرقمي C (الإذاعة الرقمية الأرضية المتكاملة الخدمات (ISDB-T): البث التلفزيوني الرقمي الأرضي) ومن النظام الرقمي F (الإذاعة الرقمية الأرضية المتكاملة الخدمات ($ISDB-T_{SB}$): البث الصوتي الأرضي). وفي الشكل 12 بيان استعمال إشارات الإرسال لكلا البث التلفزيوني الرقمي الأرضي والبث الصوتي الأرضي ($ISDB-T/T_{SB}$) في إطار الإذاعة الرقمية الأرضية المتكاملة الخدمات (ISDB).

وفي الوقت الحاضر تجري دراسة عدد من تطبيقات النظام ITS من أجل هذه الخدمات الإذاعية.

الشكل 12

خدمات البث التلفزيوني الرقمي الأرضي والبث الصوتي الأرضي (ISDB-T/T_{SB}) واستعمال إشارات الإرسال فيها



5.2.3 النظام الأوروبي لنداءات الطوارئ من المركبات (النظام eCall)

1.5.2.3 مقدمة

النظام eCall محاولة مشتركة لعموم أوروبا لإقامة نظام في المركبات لنداءات الطوارئ، ابتدأتها اللجنة الأوروبية. والمقصود هو إدخال هذا النظام كخيار معياري في بنيان جميع المركبات الموافَق على نمطها، اعتباراً من عام 2010 وما بعد.

أُريدَ لمعمارية النظام eCall أن تُبنى على وصلة صوتية معطياتية شبه متآونة من مولِّد خاص بالنظام eCall إلى أقرب نقطة مسؤولة عن السلامة العامة (PSAP). ولذا ينبغي اعتماد المتطلبات الأساسية التالية، لكي يمكن إرسال كلا الصوت والمعطيات عبر شبكات الاتصالات المتنقلة:

- الصيغة الأوروبية:
- مَقدِرة التجوال؛
- الأخذ بمعايير النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (GSM) (التي وضعها المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI)، وبرنامج الشراكة 3GPP) وتيسّر ذلك لمدة خدمة كافية لكامل دورة حياة المركبة؛
- تنفيذها بصورة مشتركة بين جميع مؤسسات الاتصالات الأوروبية ويُفضَّل أن يكون داخل جميع زُجلات النظام GSM؛

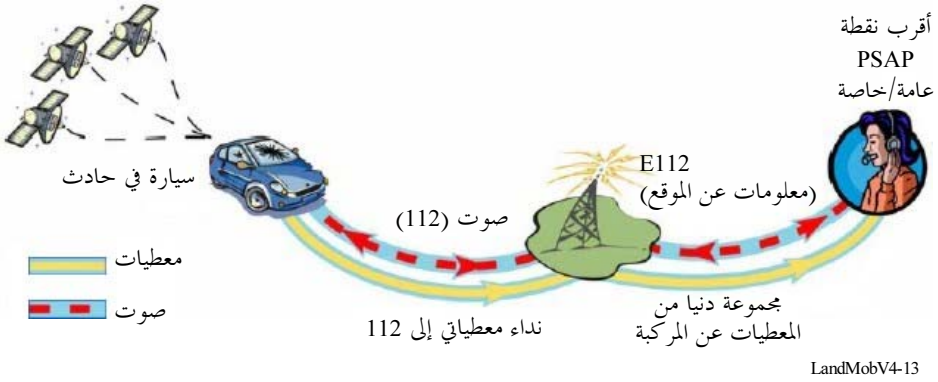
- آلية النقل في الوقت الفعلي؛
- نقل شبه متآون للنداء الصوتي والمعطيات؛
- آلية حمل وتسيير مأمونة (E112)؛
- إشعار أوتوماتي بالاستلام.

2.5.2.3 المعمارية الأساسية للنظام eCall

معمارية النظام eCall، الموضَّحة في الشكل 13 أريدَ لها أن يعتمدها جميع المعنيين عند تنفيذ النظام eCall. ويأتي أدناه وصف العملية بمراحلها.

الشكل 13

نظرة شاملة على النظام eCall



- المولِّد الخاص بالنظام eCall يُطلق عمل النظام eCall المركبي، بواسطة محاسيس و/أو يدوياً، ويبعث رسالة إلى النقطة المسؤولة عن السلامة العامة (PSAP). ويتكوّن النداء eCall من عنصرين: أحدهما نداء بالهاتف صوتي بحت (سمعي) مبني على توصيف نداء الطوارئ 112، والآخر هو مجموعة دنيا من المعطيات عن المركبة (MSD).
- يتعرَّف مشغِّل الشبكة المتنقلة (MNO) النداء eCall (المعطيات + الصوت) المنقول إليه عبر الشبكة المتنقلة، على أنه نداء طوارئ 112، فيقوم أولاً بمعالجته. وبناءً على المعالجة الخاصة بنداء الطوارئ 112، يحسّن مشغّل الشبكة المتنقلة (MNO) معرفته للنداء بتعرّف هوية خط الطالب (CLI)، ويضيف في الوقت نفسه أفضل موقع متيسِّر (عملاً بمبدأ "الجهد الأجدى")، طبقاً للتوجيه الخاص بالخدمة الشاملة (USD) ولأحكام التوصية E112. وبعد المعالجة 112، يُسلّم مشغّل الاتصالات صوت النداء 112، مع هوية خط الطالب (CLI)، وموقع الهاتف المتنقل، والمجموعة الدنيا من المعطيات (MSD) المتعلقة بالنداء eCall، إلى النقطة المسؤولة عن السلامة العامة (PSAP) المناسبة.
- تُرسِل النقطة PSAP هذه إشعاراً بالاستلام إلى المولّد الخاص بالنظام eCall يفيد أنه تم استلام المجموعة MSD كما يجب.

ويتجه التفكير حالياً إلى إقامة نظام eCall موسَّع يمكّن من توفير معلومات إضافية عن المركبة والأشخاص، من المزوّد بالخدمة إلى النقطة المسؤولة عن السلامة العامة (PSAP) المناسبة.

المصدر: Recommendations of the DG eCall for the introduction of the pan-European eCall, [April 2006] Version 2.0

3.3 نظام الإعلام عن الباصات باستعمال شبكة معطيات لاسلكية

1.3.3 مقدمة

في بعض حالات الازدحام الشديد، تنخفض كثيراً تنقلية المركبة. وبالإضافة إلى ذلك، فإن عدم كفاية تنقلية المركبات يسبب مباشرة إنتاجية سلبية، وهدر الطاقة، وزيادة انبعاث غازات العادم من المركبات، مع تعرض حياة المسافرين للخطر.

ولذا أصدرت وزارة البناء والنقل الكورية قانون أنظمة النقل الذكية (Transportation System Efficiency Act, established on February 1999 (قانون فعالية نظام النقل، الموضوع في فبراير 1999)). وبناءً على هذا القانون قام عدد من المدن المستقلة ذاتياً بإدخال أنظمة نقل ذكية (ITS). ولكن، حتى اليوم، ظلت جميع الأنظمة ITS تقريباً مركّزة على المركبات وسائقيها، ولم تأخذ في الاعتبار كيانات النقل العمومية، مثل ركاب الباصات، وسائقي الباصات، وشركات الباصات. ولذا جرى في الآونة الأخيرة أن عدة مدن مستقلة ذاتياً في البلاد أدخلت العمل بأنظمة إعلام عن النقل العمومي من أجل تزويد عموم المسافرين بالمعلومات المفيدة.

خلافاً للمركبات التي يسوقها أصحابها، تتسم المركبات المستعملة للنقل العمومي، كالباصات، بأنها تسير على طريق مرسوم لها، في مواقيت مُجَدولة، لخدمة جمهور بصورة رئيسية (كجمهور الطلبة، والعمال، وغير ذلك). وتفيد نتائج استبيان موجَّه إلى سائقي وركّاب الباصات، أُجري في الآونة الأخيرة في إحدى المدن المستقلة ذاتياً، أن سائقي الباصات يفضلون وجود فاصل زمني ومسافي بين الباص الذي يسوقونه والباص السابق له والباص اللاحق؛ في حين أن ما يهم الركاب هو طول وقت انتظارهم للباص. فتوخياً لتزويد السائقين والركاب بالمعلومات السديدة، استُحدِث نظام الإعلام عن النقل العمومي (PTIS) ليس فقط من أجل تجميع المعطيات الضرورية من باص شغّال، بل أيضاً من أجل توفير معلومات ذات قيمة مضافة بعد معالجة المعطيات.

يستند نظام PTIS إلى مطراف مركبي، وشاشة عرض لمحطة الباصات، ووصلة اتصالات، ومنظومة مركزية. من وجهة نظر الاتصالات، يتكوّن هذا النظام من منظومة لكشف الموقع، ومنظومة لتتبّع المسار، ووصلة اتصال لاسلكي من أجل إرسال المعلومات عن الموقع.

يحتوي هذا المقطع وصف تقنية تصميم النظام PTIS، ومدخلاً إلى تقنية كشف مواقع الباصات وإلى شبكة الاتصال اللاسلكي، وعرضاً لحالة تنفيذ لنظام PTIS في سيؤول، كوريا، يشتمل على وصف شبكة الاتصال اللاسلكي للمعطيات المرزمة، شبكة طُبِّق فيها النموذج Any-Bus I.

2.3.3 كشف مواقع الباصات وتتبعها

تقوم طريقة كشف مواقع الباصات أثناء المسير على إحداثيات كشف تستعمل نظام الموضعة العالمي (GPS)، وعلى كشف نقطي بخصوص كشف المساحات الخلوية الصغيرة.

- *طريقة الكشف المعتمِدة على الإحداثيات*: يُكشف موقع الباص نتيجة لحساب مسافة الطول ومسافة العرض باستعمال إشارات النظام GPS بما في ذلك تدقيق الوقت.
- طريقة الكشف النقطي:
  - منار راديوي: بنطاق تردد kHz 223 987,5 – kHz 224 137,5 (ch 6، kHz/ch 25)، بمعدّل kbit/s 4,8، وبمساحة خلية 5–50 m
  - اتصالات قصيرة المدى مكرَّسة (DSRC): بنطاق تردد MHz 5 790 -MHz 5 811 (ch 2، MHz/ch 10)، بمعدّل kbit/s 1 024، وبمساحة خلية تقرب من 100 m

- شبكة محلية (LAN) لاسلكية: تطبيق تجاري 801.11 b/g/a، بمساحة خلية تساوي عدة مرات 100 m

- *أساس تصميم النظام*: مطراف على متن الباص يتتبّع باستمرار الإحداثيات المكتشفة لمواقع الباص من أجل حساب الوقت الذي تستغرقه الرحلة بين وصلات شبكة الطرق ومتوسِّط وقت الرحلة، متوسِّط يجب حفظه في قاعدة معطيات.

إن طريقة الإحداثيات المستعمِلة للنظام GPS، على الرغم من اتصافها بدرجة عالية من الدقة، تشكو أحياناً من خلل وظيفي في مواقع مثل مواقف السيارات تحت الأرض، والمواقع التي بين المباني الشاهقة، وتحت الممرات العلوية، بسبب توهين إشارات النظام GPS. ومن جهة أخرى، تتصف طريقة الكشف النقطي بدقة ضعيفة جداً، تشكو من انحراف يبلغ عشرات الأمتار. ثم إنه لا يمكن بطريقة الكشف النقطي كشف حالة غير متوقَّعة (كالحوادث، والازدحام المفاجئ في حركة السير، وغير ذلك) حين يكون المسير في المجال الفاصل بين مساحتَيْ التغطية لخليّتَيْن. ويصعب كذلك مع هذه الطريقة أن تُحسَب باستمرار خصائص تدفق حركة السير في الوقت الفعلي. ولكن يمكن التغلّب على مشكلة مساحة التغطية الخلوية في طريقة الكشف النقطي، بنصب عدة هوائيات.

وبناءً على ما تقدم، فإن نظاماً هجيناً يجمع بين طريقة النظام GPS وطريقة الكشف النقطي يكون من شأنه تحسين الدقة في تحديد الموقع.

3.3.3 وصلة الاتصال المستعمَلَة لإرسال المعلومات عن المواقع

شبكة الاتصالات هي العامل الأهم فيما يخصّ إرسال المعلومات عن مواقع المركبات أثناء سيرها. وبما أن شبكة الاتصالات تقتضي مساحة تغطية خلوية واسعة، فمن الصعب على شركة خاصة أو على مدينة مستقلة ذاتياً أن تقيم الشبكة من جديد. ولذا قررت عدة مدن استئجار شبكات الاتصال الموجودة بملكية خاصة، بتكاليف اتصال كبيرة:

- *عدة صناعات اتصال لاسلكي في كوريا*:

- الشبكة اللاسلكية للمعطيات المرزَّمة: نطاق 898–900 MHz، ونطاق 938–940 MHz (60 ch، 12,5 kHz/ch، 9,6 kbit/s)

- الشبكة الخلوية الرقمية: النطاقات 824–849 MHz، و869–894 MHz و1 750–1 780 MHz و1 840-1 870 MHz (معدلات 14,4–144 kbit/s)

- النظام الراديوي المتعدد القنوات (TRS): نطاق 805–821 MHz ونطاق 851– 866 MHz (بمعدل 18 kbit/s)

- *أساس تصميم النظام*:

يُستعمَل لإرسال معطيات مواقع الباصات غير ذلك من خدمات الاتصالات المعطياتية التي تؤديها الشبكات الخلوية الرقمية، خدمات أُعِدت في الأصل للإرسال الصوتي. ونتيجة لذلك، صار يلزم نحو 10 ثوانٍ في المحطة القاعدة الخلوية لإقامة النداء، و1,5 ثانية لإرسال المعطيات الموقعية. وإضافة إلى ذلك، حين يوجد عدد من الباصات، أي عدد من المشتركين، يواجه المشترك في الاتصالات الصوتية العادية مقداراً كبيراً من الحركة.

فبدلاً من ذلك، شاع، من أجل تجميع المعلومات عن حركة السير والتزويد بها، استعمال شبكة لاسلكية للمعطيات المرزَّمة (WDN)، سريعة فيها جداً إقامة النداء، ومكرّسة أصلاً لإيصال المعطيات الرقمية.

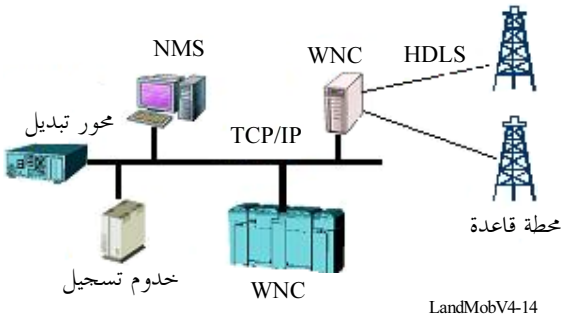
ومن وجهة نظر خدمة نظام نقل ذكي (ITS)، يمكن تطبيق الشبكة الخلوية الرقمية وشبكة النظام الراديوي المتعدد القنوات (TRS) على مدن متوسّطة القدّ، فيها ظروف حركة السير أقل صعوبة، وعدد الباصات أقل (لا يفوق 500). وأما المدن الكبيرة التي قد يفوق فيها عدد الباصات 1 000 فلا بد لها من شبكة اتصالات مناسبة تتصف بما يلي:

- تؤدي الاتصال في الوقت الفعلي بسبب قصر وقت إقامة النداء؛
- تمكّن من إيصال الرسائل ذوات الحجم، والقصيرة، ومن نمط الرشقة؛
- أقل تأثراً في فترات معيّنة مثل ساعات الازدحام، وظروف الحوادث، وما إلى ذلك.

فمراعاة للبنود المتقدم ذكرها، تقرر تطبيق شبكة لاسلكية للمعطيات المرزَّمة (WDN) على نظام إدارة الباصات (BMS) في سيؤول.

الشكل 14

معمارية شبكية



4.3.3 تنفيذ نظام للإعلام عن النقل العمومي

1.4.3.3 مقدمة

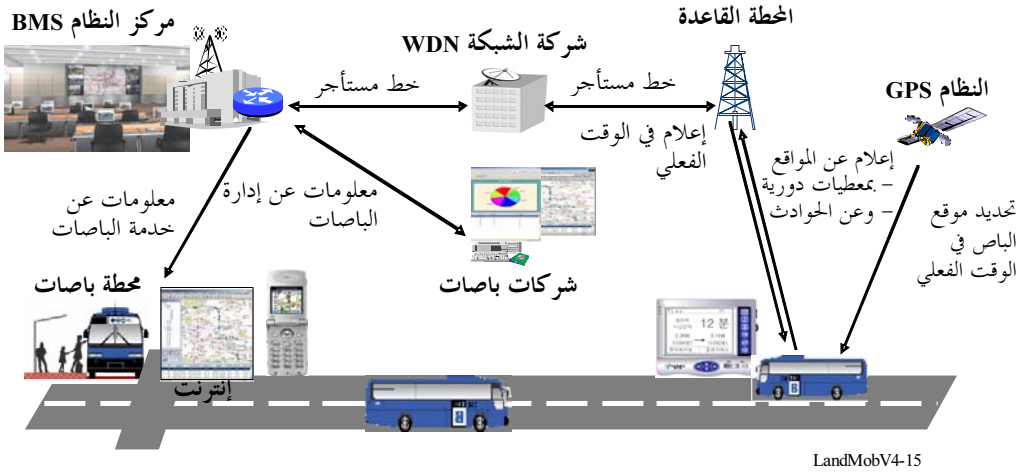
سيؤول هي عاصمة كوريا، عدد سكانها 10,3 ملايين نسمة، وعدد مركباتها 3 ملايين منها 7 600 باص، على 420 طريقاً، في مساحة 605 Km^2. فاليوم تنطوي ظروف حركة السير في سيؤول على تحديات مختلفة. تنقلية المركبات تنخفض انخفاضاً شديداً، بسبب قساوة ازدحام حركة السير. ثم إن عدم كفاية تنقلية المركبات تولّد إنتاجية سلبية، كهدر الطاقة وزيادة انبعاث غازات العادم من المركبات.

ولذا بُدئ العمل بنظام إدارة الباصات (BMS) المسمّى Any-Bus I كإحدى الاستراتيجيات لتنشيط حركة النقل العمومي وحل المشكلات المتقدم ذكرها. وأحد أهداف هذا النظام هو زيادة استعمال الباصات أكبر زيادة ممكنة، بجدولة خدمة الباصات، وتجميع إحصاءات عن حركة السير في الوقت الفعلي، من أجل إعداد استراتيجية النقل اللاحقة.

ويقوم نظام إدارة الباصات (BMS) على منظومة مركزية مسمّاة مركز النظام BMS، وتجهيزات محلية بما فيها الوحدات المنصوبة داخل المركبات البالغ مجموعها 7 600 باص، على 420 طريقاً، وشبكة لاسلكية للمعطيات المرزّمة، تؤدي الاتصال بين الباصات والأنظمة المركزية، كما هو مبيّن في الشكل 15.

الشكل 15

تشكيلة نظام إدارة باصات (BMS) سيؤول



2.4.3.3 شبكة النظام BMS اللاسلكية للمعطيات المرزَّمة

في 1995 جرى تقديم بروتوكول النفاذ الراديوي إلى وصلة المعطيات (RD_LAP)، المكرّس للاتصالات المعطياتية اللاسلكية، مع مراعاة متطلبات الاستعمال المقصور على الاتصالات المعطياتية. وبُدئ تشغيل هذا النظام في كوريا عام 1996 من أجل التطبيق الخاص بتوزيع المخزونات، والقياس عن بعد، والمراقبة عن بعد لجوانب الطرق، وغير ذلك. وفي الوقت الحاضر أصبح يستعمل كنظام نقل ذكي (ITS) ونظام لإدارة الباصات والإعلام عنها.

تكون تشكيلة الشبكة اللاسلكية للمعطيات المرزَّمة (WDN) التي تستعمل بروتوكول النفاذ الراديوي إلى وصلة المعطيات (RD_LAP) كما يلي:

- جهاز تبديل الشبكة اللاسلكية (WNS): يعالج معطيات المشترك؛
- مراقب الشبكة اللاسلكية (WNC): يراقب المحطات القواعد؛
- خدوم التسجيل: يدير المعلومات المتعلقة بموقع المشترك؛
- نظام رصد الشبكة (NMS).

يكون الاتصال بين أنظمة المخدم داخل المكتب المركزي للشبكة WDN باستعمال بروتوكول التحكم بالنقل/بروتوكول الإنترنت (TCP/IP)، بينما يُستعمل برتوكول التحكم العالي السويَّة لوصلات المعطيات (HDLC) في الاتصال بين الأنظمة المركزية (أي مراقب الشبكة اللاسلكية (WNC)) والمحطات القواعد.

- *خصائص السطح البيني الراديوي للشبكة WDN*

تنقسم الشبكة اللاسلكية للمعطيات المرزَّمة (WDN)، العاملة بتردد 900 MHz، إلى وصلتين صاعدة وهابطة، بفجوة نطاقية قدرها 45 MHz، تدير فيها المحطة القاعدة (المشتغلة بكامل الازدواج) الاتصالات بين الشبكة وجميع الأجهزة المتنقلة (بتشغيل نصف مزدوج)، أي الوحدات المركبية المنصوبة داخل الباصات، ضمن مساحة التغطية لكل منها. أما خرج القدرة فهو من القدرة المُشِعّة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) 3 W للمحطة القاعدة، و1 W للأنظمة المحلية.

واستعمال خلايا أكبر يستتبع مُهلاً أطول في وصلة المسير مع ظاهرة الحجب. ولذلك أعيد تصميم مخطط الخلايا، بعد النظر في مسافة إعادة استعمال التردد وفي خصائص اتجاهية التردد، فجُعل 3 قطاعات لكل محطة قاعدة داخل المساحة المركزية للعاصمة سيؤول، لكي يبلغ أداء الاتصال بين الباصات والأنظمة المركزية لنظام إدارة الباصات (BMS) نسبة 99%. وخصائص التردد الرئيسية يوجزها الجدول 2 التالي.

الجدول 2

المواصفة التقنة للشبكة اللاسلكية للمعطيات المرزَّمة (WDN)

الموضوع	الملاحظات
نطاق الترددات	المغادرة: 938 ~ 940 MHz، الواصلة: 898 ~ 900
القنوات، عرض النطاق	60 قناة، 12,5 kHz/قناة
المعدل، التشكيلة	9 600 bit/s، تشكيل بزحزحة التردد (FSK) ذو أربع سويات، تشفير شبكي ¾
خرج قدرة التردد الراديوي (e.i.r.p.)	المغادر: 3 W (بكامل الازدواج)، الواصل 1 W (بنصف ازدواج)

– *الخصائص الوظيفية للشبكة اللاسلكية للمعطيات المرزَّمة (WDN)*

صُمّمت هذه الشبكة WDN التي تستعمل بروتوكول النفاذ الراديوي إلى وصلة المعطيات (RD_LAP) من أجل استعمالها حصراً في الاتصالات المعطياتية بطبيعتها. وهكذا فإن الشبكة WDN طُبّقت على نظام النقل الذكي (ITS) لميزات الاستجابة في الوقت الفعلي، وتوصيلية المشترك المتآونة، وأداء إيصال المعطيات، وما إلى ذلك. ومن وجهة نظر النظام ITS خصائص الشبكة WDN هي التالية:

– لا حاجة لوقت في إقامة النداء؛

– إمكان عدد كبير من المشتركين يصل إلى 20 000 لكل محطة قاعدة (2 000 مشترك لكل قناة).

3.4.3.3 الأنظمة المركزية لنظام إدارة الباصات (BMS) في سيؤول

– *الأنظمة الفرعية لتجميع المعطيات*

المعلومات عن المواقع المحصَّلة بواسطة النظام GPS فئتان: معطيات دورية، ومعطيات حدثية. وتجري معالجتها بأن تُرسَل إلى منظومة مركزية بالاتصال اللاسلكي للمعطيات المرزّمة. ففي حالة المعطيات الدورية، مثل المعلومات عن المواقع، وعن متوسط سرعة المركبة، يجري إرسالها بفواصل زمنية قدرها 20 ثانية.

أما المعطيات الحدثية فهي أنه يحصل عَرَضاً للباص، حين يصل إلى محطة أو يغادرها، ظروف غير اعتيادية، كالحوادث أو أشكال الخلل الوظيفي. ففي مثل هذه الحالات، يقوم السائق بإرسال المعطيات الحدثية إلى الأنظمة المركزية مشغِّلاً بسهولة الوحدة التي في المركبة.

– *الأنظمة الفرعية لمعالجة المعطيات*

تتولّى أنظمة مكوّنة من عدة خُدُم معالجة المعطيات المجمّعة، من أجل معرفة تقريبية لموعد وصول الباص إلى الموقف المعيّن، وكذلك معرفة الفواصل الزمنية والمسافية بين باص وآخر لاحق. وبفضل استعمال المعطيات، يتسنّى لمدير مركز النظام BMS فيض من التحليلات الإحصائية تمكّنه من دراسة النـــزعات، وتخطيط خدمات للمستقبل أقوى فعالية.

– *منظومة الإعلام الفرعية*

بفضل منظومة الإعلام الفرعية، يستطيع السائقون الحفاظ على فواصل موزّعة بانتظام، وأن يسوقوا طبقاً لجدول مستعينين بالإعلام عن المواقع. ويستطيع الركاب الحصول على معلومات متنوعة، عبر الإنترنت، والهاتف الخلوي، والمساعدة الرقمية الشخصية (PDA)، وكذلك بواسطة لوحات الدلالة المنصوبة في مواقف الباصات. ثم إن المعلومات المحصّلة عبر الإنترنت يمكن عرضها بأشكال متنوعة حسب رغبة المستعمل ومتطلباته.

4.4.3.3 التجهيزات المحلية لنظام إدارة الباصات (BMS) في سيؤول

– *المطراف المركبي*

يتكون المطراف المنصوب في المركبة من مراقب رئيسي، سطح بيني للإنسان والآلة (MMI) (شاشة عرض بالبلورات السائلة (LCD قياس "5)، ومستقبل للنظام GPS، ومودم للشبكة WDN وهوائيين (هوائي GPS وهوائي WDN). ومن شأن هوائي بقطبين، خرجه 1 W (e.i.r.p.)، منصوب على سطح الباص، أن يحسّن الحساسية لاستقبال إشارات التردد الراديوي. ويستطيع سائقو الباصات تلقي معلومات مفيدة عن حالة السواقة (مثل تجمّع الباصات) واتخاذ تدابير علاجية لضمان تشغيل أمثل للطريق. وبالإضافة إلى ذلك، توجد قائمة خيارات سهلة الاستعمال يسوقها السطح البيني MMI لضمان تشغيل ممتع للنظام.

– *مطراف محطة الباص*

يُصمّم مطراف محطة الباص على نمطين، نمط شاشة عرض ثنائية المسرى بانبعاث ضوئي (LED) مثبَّتة على عمود، ونمط شاشة عرض بالبلورات السائلة (LCD)، قياس "20، مثبتة على جدار ملجأ المحطة، تبعاً لظروف الفسحة البيئية وكثافة الركاب في محطة الباص. وشاشات العرض العالية قابلية الرؤية، التي تتلقى المعطيات في الوقت الفعلي من الأنظمة المركزية، لا تقتصر فائدتها على رسم الطريق بدقة، بل تعطي أيضاً معلومات عن وقت الوصول لعدد من الباصات القادمة.

5.4.3.3 بروتوكول الاتصال بين الباصات والأنظمة المركزية

يتكوّن رتل معطيات التطبيق في نظام إدارة الباصات (BMS) من رأس وجسم وذيل، يساوي قدّه الأقصى 40 بايتة، ويكون مغلَّفاً في مودم الشبكة اللاسلكية للمعطيات المرزَّمة (WDN)، ومبنياً على بروتوكول النفاذ الراديوي إلى وصلة المعطيات (RD-LAP)، ويُرسَل إلى الأنظمة المركزية عبر الشبكة WDN. ويوجد ما مجموعه 52 من شفرات التشغيل (Op-Codes) من أجل تطبيق نظام الإعلام عن النقل العمومي (PTIS).

الجدول 3

الأنساق البروتوكولية المغلَّفة في البروتوكول RD-LAP

أنساق مغلَّفة في البروتوكول RD-LAP للشبكة WDN

رأس				جسم	ذيل	
STX	معرِّف هوية الجهاز	شفرة تشغيل	طول	معطيات	مجموع تدقيقي	ETX

5.3.3 نماذج متنوعة لنظام الإعلام عن الباصات وإدارتها

كما ذُكر أعلاه، استُحدِث في كوريا عدد من أنظمة الاتصال الشبكية، توخّياً لتلبية احتياجات الزبائن المتميّزة. وكل تصميم من تصاميم هذه النماذج فهو مطوَّع لميزانيات نصب تجهيزات المحطات القواعد، وتكاليف الاتصال، واعتمادية النظام، وما إلى ذلك.

يدخل في النموذج Any-Bus I كشف الموقع بالاعتماد على النظام GPS، والاتصال عبر الشبكة WDN، وذلك في المدن التالية: سيؤول، وسو–وون، وأن–يانغ، ويُستعمل بخصوص مساحة العاصمة نظام إعلام عن الباصات (BIS) وهو أكبر نظام.

والنموذج Any-Bus II هو نموذج تكميلي يدخل فيه شبكة محلية (LAN) تشابكية أو منائر راديوية، على الخصوص في منطقة مركزية أو نشيطة من المدينة. وفي حالة إنشاء الشبكات بصورة خاصة من قبل مدن مستقلة ذاتياً، تُستعمَل الشبكة المحلية (LAN) التشابكية من أجل الكشف النقطي والاتصال بالأنظمة المركزية بدون تكاليف اتصالاتية إضافية. ولهذه الشبكة التشابكية خصائص تسيير متنقلة في المطراف المتنقل، بحيث إن النموذج Any-Bus II يمكن أن يشكل بسهولة شبكة مخصصة بدون توصيل سلكي.

في النموذج Any-Bus III يدخل كشف المواقع بالاعتماد على النظام GPS، وشبكة محلية (LAN) لاسلكية، والشبكات الخلوية الرقمية الموجودة بدلاً من الشبكة اللاسلكية للمعطيات المرزَّمة (WDN). هذا النموذج مناسب للمدن الصغيرة التي لا تمتلك شبكة لاسلكية للمعطيات المرزّمة (WDN).

4.3 الإذاعة بتشكيل التردد (FM)

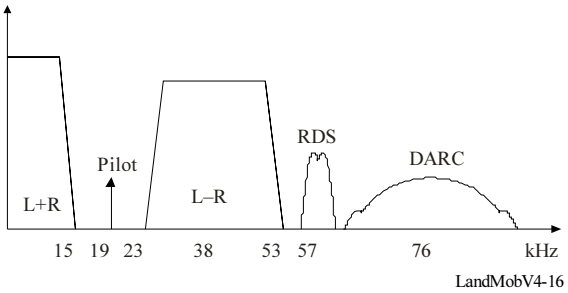
1.4.3 القناة الراديوية للمعطيات (DARC)

استُحدِث نظام الموجة الحاملة الفرعية للقناة الراديوية للمعطيات (DARC) التي تبث بتشكيل التردد (FM)، من أجل خدمات إرسال المعطيات بما فيها المعلومات عن حركة السير، ويُستعمل في كوريا، واليابان، وبعض البلدان الأوروبية، كنظام رئيسي لخدمة نقل معطيات حركة السير وإعلام المسافرين.

يُسمح للإذاعة المجسمة الصوت التي تبث بتشكيل التردد (FM) أن تستعمل نطاقاً أساسياً قيمته 100 kHz لإرسال إشارات مجسَّمة الصوت، لكنها تستعمل فقط 53 kHz من عرض النطاق. ومن ثَمّ يمكن استعمال فَضلة عرض النطاق، أي 53–100، لخدمات أخرى للمعطيات الرقمية أو لخدمات بصوت مجسَّم. من الطرائق المتَّبعة في استعمال هذه الفضلة طريقة أنظمة معطيات الراديو (B) التي يُرمز إليها بالمختصر (R(B)DS) وتتصف بمعدل إرسال منخفض هو 1 187,5 bit/s، وطريقة القناة الراديوية للمعطيات (DARC) العالية معدل الإرسال وهو 16 kbit/s. ويبيّن الشكل 16 طيف النطاق الأساسي للإذاعة المجسَّمة الصوت بتشكيل التردد (FM)، بما في ذلك RDS وDARC، بينما يعرض الجدول خصائص كل من DARC وRDS.

الشكل 16

طيف النطاق الأساسي للإذاعة المجسَّمة الصوت بتشكيل التردد (FM)



الجدول 4

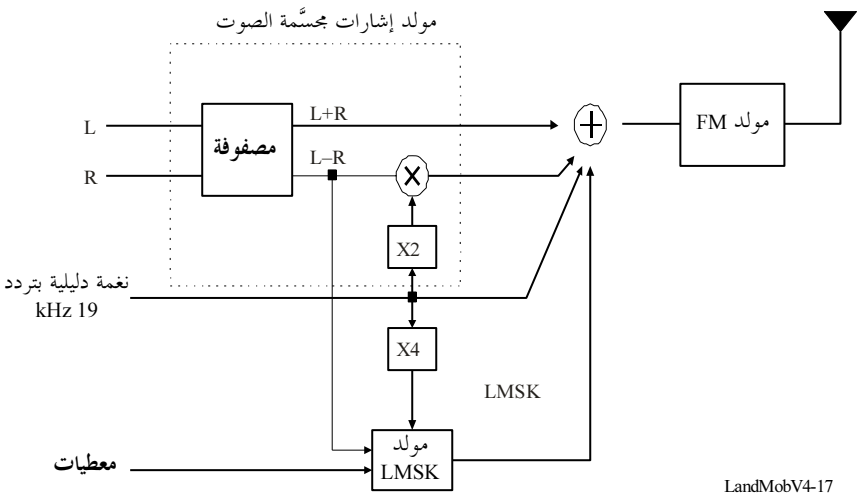
خصائص القناة الراديوية للمعطيات (DARC) وأنظمة معطيات الراديو (RDS)

	DARC	RDS
تردد الموجة الحاملة الفرعية	kHz 76	kHz 57
سوية الموجة الحاملة الفرعية	تتغيّر مع سوية معدل الخط (4–10%)	ثابتة: 1,3% – 10% (2,7%)
معدل إرسال المعطيات	kbit/s 16	bit/s 1 187,5
مخطط التشكيل	تشكيل بزحزحة دنيا مع تحكم بالسوية (LMSK)	تشكيل الإبراق بزحزحة الطور 2 (PSK)
مخطط تصحيح الخطأ	(272,190) شفرة المنتَج	(26,16) شفرة دورية مختصرة

يتم إرسال المعطيات في القناة DARC بإضافة معطيات رقمية تستعمل تشكيلاً بزحزحة دنيا مع تحكم بالسوية (LMSK) في الإشارات المجسَّمة الصوت ضمن النطاق الأساسي للبث بتشكيل التردد (FM). التشكيل LMSK يتحكم بسوية المعطيات في قناة الـــ FM وفقاً لسوية الإشارات السمعية في هذه القناة، ويخفض معدل الأخطاء في نقل المعطيات. وينبغي ألا يصيب الإشارة بالصوت المجسَّم انحطاط بسبب إضافة معطيات. فالإرسال في القناة DARC طريقة تجعل سوية المعطيات تتغيّر بنسبة 4–10% عن سوية الإشارة المجسَّمة الصوت، فتقلل إلى الحد الأدنى التداخل بين الإشارات المجسَّمة الصوت وإشارات القناة DARC، بفضل استعمال التشكيل LMSK. وفي هذا الاختبار تُحقَن إشارة معطيات القناة DARC بسوية 10% طبقاً لتوصيات قطاع الاتصالات الراديوية (ITU-R)، فتأتي النتيجة أن لا تداخل في الإشارة المجسَّمة الصوت.

الشكل 17

نظام قناة راديوية للمعطيات (DARC) بتشكيل التردد (FM)



5.3 الاتجاهات المستقبلية

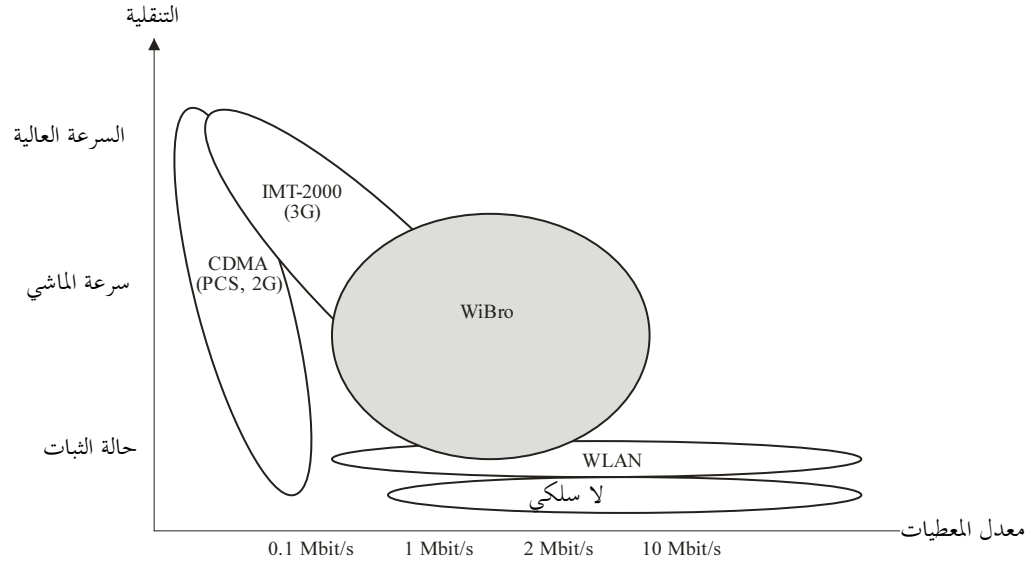
1.5.3 التشغيل البيني العالمي لنفاذ الموجات الصغرية (WiMax) في الاتصالات المتنقلة (نطاق عريض لاسلكي (WiBro))

1.1.5.3 الوصف

النطاق العريض اللاسلكي (WiBro) هو المعيار الذي وضعته رابطة تكنولوجيات الاتصال (TTA) من أجل أنظمة الاتصالات المعطياتية اللاسلكية المبنية على البروتوكول IP في كوريا الجنوبية. وقد صُمّم نظام WiBro لكي يفي باحتياجات النفاذ إلى الإنترنت دون انقطاع، حتى إذا كان المستعملون متحركين. ودخل التقييس حيز النفاذ منذ يونيو 2003 بعد ما تم في عام 2002 توزيع نطاق التردد المكرَّس المضاهي GHz 2,3. وفي يونيو 2004، نشرت الرابطة TTA المرحلة الأولى من النظام WiBro المتصفة بمعدّل معطيات ذروي قدره Mbit/s 30 . ويبيِّن الشكل 18 خصائص معدل المعطيات والتنقلية للنظام WiBro وأنظمة اتصال لاسلكية أخرى.

الشكل 18

موضعة النظام WiBro



خصائص النظام WiBro الأساسية هي:

- إرسال مزدوج بتقسيم الزمن (TDD)؛
- نفاذ متعدد مع تعديد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDMA)؛
- نطاق تردد من GHz 2,3 إلى GHz 2,4؛
- عرض نطاق للقناة قدره MHz 10؛
- عامل 1 لإعادة استعمال التردد؛
- فعالية تردد الوصلة الهابطة/الوصلة الصاعدة بنسبة وسطية 2/1 ونسبة قصوى 6/2؛
- طول رتل قدره ms 5 مع محوَّلة فوريه سريعة (FFT) بقيمة 1 024؛
- تشفير القناة بشفرة تربينية تلافيفية؛

- تشكيل تربيعي بزحزحة الطور (QPSK)، وتشكيل اتساع تربيعي–16 (16-QAM) وتشكيل 64-QAM (الوصلة الهابطة فقط)؛
- معدل النقل اللاتناظري للمعطيات (الوصلة الصاعدة: 128 kbit/s ~ 1 Mbit/s؛ الوصلة الهابطة: 512 kbit/s ~ 3 Mbit/s)؛
- بيئات استعمال لمستعمل جوّال، وبسرعة الماشي، ولمركبات متوسطة السرعة؛
- نقل بين الخلايا (نقل صارم)؛
- تأدية التنقلية الطبقية للبروتوكول IP باستعمال صيغة هذا البروتوكول IPv4 أو IPv6 للاتصال المتنقل؛
- نقل مأمون باستعمال بروتوكول الاستيقان الموسّع (EAP) والبروتوكول diameter/radius؛
- تنوع أنماط مطراف المستعمل (حاسوب محمول، المساعدة الرقمية الشخصية (PDA)، هاتف خلوي هجين).

والنظام WiBro هو مجموعة فرعية من المعيار 802.16 الذي وضعه معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE). وقد اختارت وزارة المعلومات والاتصالات في كوريا 3 مزوّدي خدمات وأعطتهم رُخصاً لبدء تشغيل الخدمة التجارية. ومزوّدو الخدمات هؤلاء ملزمون ببدء تشغيل الخدمة قبل أكتوبر 2006.

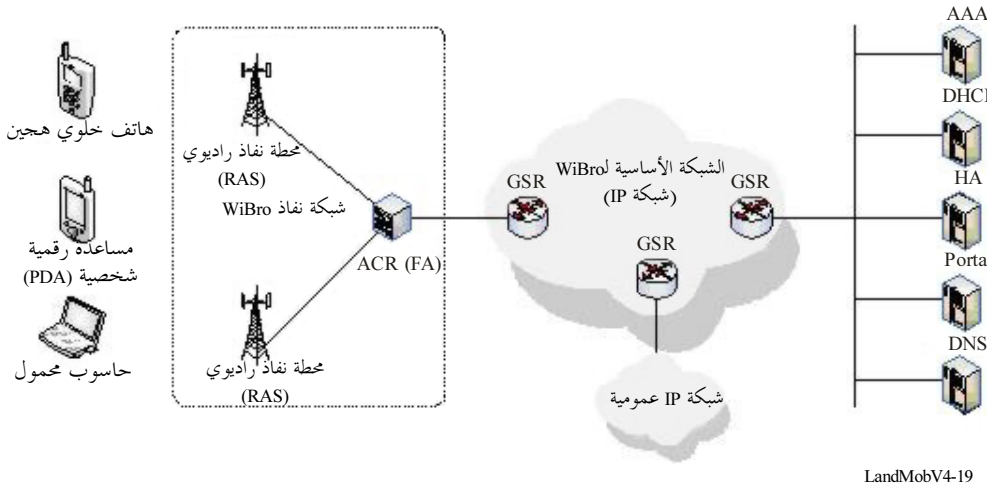
2.1.5.3 تشكيلة النظام

يتصف النظام WiBro بمعمارية بسيطة نسبياً لشبكة النفاذ. وتتكون شبكة النفاذ من محطات نفاذ راديوي (RASs) ومسيِّر متحكم في النفاذ (ACR). محطة النفاذ الراديوي (RAS) توفِّر نقطة النفاذ اللاسلكي للمستعمل في مطراف يسمّى محطة مشترك محمولة (PSS)، وتتحكم في النفاذ المتوسّط من محطات PSS متعددة. وباستعمال هوائي اتجاهي، قد يصير للمحطة RAS الواحدة 3 قطاعات، وقد تمتد المساحة الاتصالية التي تغطيها هذه المحطة حتى دائرة نصف قطرها نحو 500 م في البيئات الحضرية الكثيفة. والمعمارية الخلوية هي الشكل النمطي لبسط المساحة الاتصالية.

يقوم المسيِّر المتحكم في النفاذ (ACR) بتجميع معطيات حركة السير من محطات نفاذ راديوي (RAS) متعددة، ويسيِّر حركة المعطيات إلى المحطات RAS المناسبة. وباستعمال صيغة البروتوكول IPv4 للاتصال المتنقل، يوفّر المسيّر ACR وظائف وكيل أجنبي (FA) متنقل للبروتوكول IP. والمسيِّر المتحكم في النفاذ (ACR)، كما تفيد التسمية، يؤدي أيضاً عمل مسيِّر إلى الشبكة الأساسية. وباستعمال شبكة أساسية مشتغلة بالبروتوكول IP، تُسيَّر كل حركة لمعطيات المستعملين بعناوين IP من وإلى محطة نفاذ راديوي.

الشكل 19

تشكيلة النظام WiBro



3.1.5.3 الخدمات الرئيسية

يؤدي النظام WiBro جميع أنماط الخدمات المبنية على البروتوكول IP. إذ إن هذا النظام، بفضل معماريته الشبكية المعتمدة بالكامل على البروتوكول IP، وبفضل معدلاته العالية لنقل المعطيات، يوفر للمستعملين نفاذاً لاسلكياً محسّناً إلى الإنترنت. فيؤدي خدمة المراسلة المتعددة الوسائط (MMS) وخدمة حامل المراسلة الآني المتعدد الوسائط المستعمل لبروتوكول بدء الدورة (SIP) كخدمة أساسية. وفي هذا النظام ستُعتَمَد المهاتفةُ بواسطة بروتوكول الإنترنت (VoIP) تكنولوجيا محوريةً للاتصال الصوتي والاتصال على نحو اضغط لتتكلم (PTT). وتلبية لاحتياجات المستعملين إلى خدمات مميَّزة ومشخصَنة، ستؤدَّى الخدمة xOD، والخدمة بحسب الموقع (LBS) والتلماتية كخدمات إضافية. وستكون أبرز خصائص النظام WiBro هي تلاقي خدمات متنوعة، كما في حالة الإذاعة المتعددة الوسائط الرقمية الساتلية أو الأرضية (DMB) والنفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة (CDMA) والشبكة المحلية اللاسلكية (WLAN).

4.1.5.3 النظام WiBro كنظام نقل ذكي

من المتوقع أن يُستعمَل النظام WiBro على نطاق واسع كنظام أولي لتسليم معلومات للمساعدة على قيادة السيارات، مثل الإعلام عن حركة السير والملاحة في الوقت الفعلي، وعلى وجه التحديد بالنسق المتعدد الوسائط. وفي حين يجري على نطاق واسع بسط البنية التحتية لتجميع ومعالجة المعلومات المتعلقة بحركة السير، وذلك على الخصوص في تطبيقات مثل العروة، والاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC)، والتلفزة بدارة مغلقة (CCTV)، والعربات الاختبارية، فقد ازدادت الحاجة شدةً إلى نظام فعال لتسليم معلومات في بيئات المركبات. ومع تزايد متطلبات المستعملين بخصوص حجم المعلومات المسلّمة وجودتها، أصبحت معدلات وتكاليف نقل المعطيات عوامل حاسمة في اختيار أنظمة المعطيات اللاسلكية.

ومع نزعة تقارب نظام النقل الذكي (ITS) والخدمة بحسب الموقع (LBS)، والتلماتية، سيضطلع النظام ITS بالدور الرئيسي في تجميع المعلومات عن حركة السير والنقل، وتصير LBS هي الخدمة المفتاحية بخصوص الموضعة، والتلماتية الخدمة الرئيسية لتسليم المعلومات. وفيما يخص الموضعة، سيُستعمَل على نطاق واسع نظام الموضعة العالمي (GPS) ولا سيما النظام AGPS (GPS المعزز) مدمجاً في مطراف المستعمِل. وتوخّياً لتعويض قصورات التغطية في خدمة الموضعة وتعويض تنقلية المطراف، يمكن استعمال مطراف مزدوج النطاق ومزدوج الأسلوب، مدمجاً مع النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة (CDMA).

2.5.3 الإذاعة المتعددة الوسائط، الرقمية، الأرضية (T-DMB)

الإذاعة المتعددة الوسائط، الرقمية، الأرضية (T-DMB) هي خدمة إذاعية متعددة الوسائط، متنقلة، جديدة. تمكّن الجمهور من استعمال الخدمات المتعددة الوسائط في مركباتهم، وفي المباني، والأنفاق، أي في كل مكان. وتوفّر أيضاً جودة سمعية مماثلة لما يوفّره قرص مدمَج، وخدمات معطياتية متنوعة بما فيها معلومات عن حركة السير ولفائدة المسافرين مجاناً أو بأسعار منخفضة.

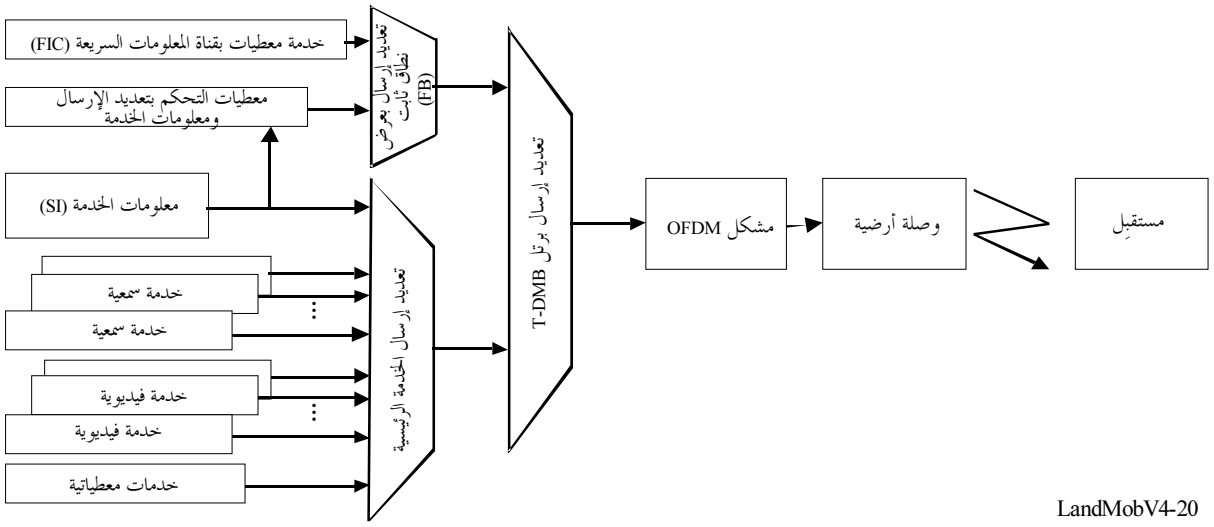
1.2.5.3 تكنولوجيا الإذاعة المتعددة الوسائط، الرقمية، الأرضية (T-DMB)

عرض نطاق قناة الإذاعة المتعددة الوسائط، الرقمية، الأرضية (T-DMB) هو 1536 MHz للموجات المترية، وطريقة تشكيل المعطيات هي تشكيل تربيعي بزحزحة الطور (QPSK) تفاضلي بنسبة $\pi/4$ (DQPSK): أي طريقة لنقل المعطيات يكون فيها لكل رمز نفس سوية التوتر والطور، نتيجة لإضافة إحدى القيم التالية: 0° أو 90° أو 180° أو 270° وإضافة تخالف مشترك قدره 45° ($\pi/4$) إلى تخالف الرمز السابق.

تعديد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM) هو طريقة إرسال تشكِّل الإشارات، وتُعدِّد إرسالها باستعمال موجات حاملة متعددة مع التعامد. وتتكوّن منظومة الإذاعة T-DMB من الطرف المرسِل والطرف المستقبِل، حيث يتكوّن الطرف المرسِل من دخل الجهاز السمعي أو الفيديوي أو المولِّد لإشارات خدمة المعطيات أو معدِّد الإرسال أَو مولِّد إشارات OFDM أو الوصلة الأرضية أو غير ذلك.

الشكل 20

تشكيلة نظام الإذاعة المتعددة الوسائط، الرقمية، الأرضية (T-DMB)

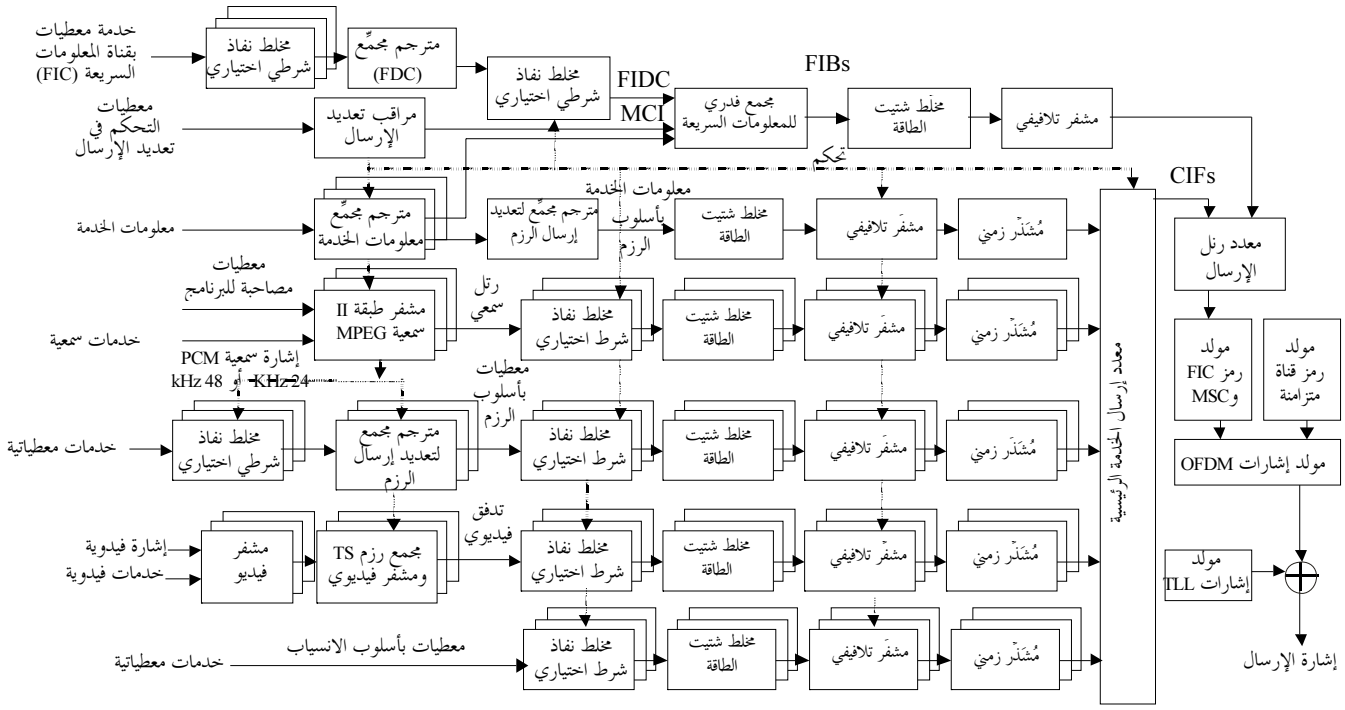


على وجه العموم، آليات النقل المستعملة في النظام T-DMB من أجل خدمات الإرسال الفيديوي أو السمعي أو المعطياتي تتبع نمط آليات النقل الموصوفة في المقطع 5 من الوثيقة ETSI EN 300 401 V1.3.3 الوارد فيها إيضاح آليات النقل الأساسية.

الشكل 21

المخطط الفدري النظري لآلية النقل

في نظام الإذاعة المتعددة الوسائط، الرقمية، الأرضية (T-DMB)



LandMobV4-21

يتكون رتل نقل إشارات الإذاعة المتعددة الوسائط، الرقمية، الأرضية (T-DMB) من القنوات الثلاث التالية: القناة الأولى هي قناة المزامنة (SC)، والثانية هي قناة المعلومات السريعة (FIC)، والثالثة هي قناة الخدمة الرئيسية (MSC). الوظيفية الأساسية لقناة المعلومات السريعة (FIC)، المكوّنة من فِدَر معلومات سريعة (FIB)، هي نقل معلومات التحكم الضرورية لتفسير تشكيلة القناة MSC. والجزء الأساسي من معلومات التحكم هذه هي معلومات تشكيلة معدِّد الإرسال (MCI) التي تحتوي معلومات عن بنية معدِّد الإرسال، وعند اللزوم عن إعادة تشكيله. ومن المعلومات الأخرى التي يمكن أن تحتويها القناة FIC معلومات الخدمة (SI)، ومعلومات إدارة النفاذ الشرطي (CA)، ومعطيات قناة المعلومات السريعة (FIDC). فتوخّياً للتمكين من استجابة سريعة ومأمونة لمعلومات تشكيلة معدِّد الإرسال (MCI)، تُرسَل قناة المعلومات السريعة بدون تشذير زمني، ولكن بسويّة عالية للحماية من أخطاء الإرسال.

بخصوص مكوِّنات قناة الخدمة الرئيسية (MSC)، يُعرَّف أسلوبان مختلفان للنقل، هما أسلوب الانسياب وأسلوب الرُزَم. أسلوب الانسياب يوفّر نقلاً شفافاً من المصدر إلى المقصد، بمعدل بتات ثابت، في قناة فرعية معيّنة. أما أسلوب الرزم فهو معرَّف من أجل تحميل عدة مكوّنات في قناة فرعية واحدة. ومن الجائز في كل قناة فرعية أن تحمل مكوّناً واحداً أو عدة مكوِّنات للخدمة.

3.5.3 الإذاعة الفيديوية الرقمية للأجهزة اليدوية (DVB-H)

الإذاعة الفيديوية الرقمية للأجهزة اليدوية (DVB-H) هي صنف فرعي من أنظمة الاتصال المتعددة[1] التوزيع، المتعددة الوسائط، المتنقلة، الأرضية (TM3)، المبنية على الإذاعة الفيديوية الرقمية الخاصة بتكنولوجيا الأجهزة اليدوية. هذه التكنولوجيا تمكّن المستعملين/المشتركين من استعمال الخدمات المتعددة الوسائط داخل وخارج مركباتهم أو قطاراتهم أو غيرها من وسائل النقل البري. وهي توفّر أيضاً جودة سمعية مماثلة لما توفّره الأقراص المدمَجة، والمقدرة للانتفاع بشتى خدمات المعلومات.

1.3.5.3 تكنولوجيا الإذاعة الفيديوية الرقمية للأجهزة اليدوية (DVB-H)

أول من أصدر هذه التكنولوجيا هو المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI). ثم انخرطت اللجنة الهندسية التابعة لرابطة صناعات الاتصالات (TIA) (التي أصدرت الوثيقة TR-47.2, terrestrial mobile multimedia multicast (TM3) = أنظمة الاتصال المتعددة التوزيع، المتعددة الوسائط، المتنقلة، الأرضية (TM3))، في تطوير وصيانة معايير الوصلة الهابطة من أنظمة TM3، بناءً على تكنولوجيا الإذاعة الفيديوية الرقمية للأجهزة اليدوية (DVB-H) التي سبق أن استحدثها المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI).

وهذه المعايير معدَّة لكي يستعملها المستعملون والمورِّدون من أجل ترويج أنظمة متلائمة وقابلة للتشغيل البيني بحيث تفي بمتطلبات التوزيع المتعدد السمعي والفيديوي والمعطياتي لمجموعة واسعة من الخدمات التجارية والعمومية.

4.5.3 الوصلة الأمامية فقط (FLO)

الوصلة الأمامية فقط (FLO) هي صنف فرعي من أنظمة الاتصال المتعددة التوزيع، المتعددة الوسائط، المتنقلة، الأرضية (TM3) التي تأخذ بتكنولوجيا FLO، وتحسّن الأداء بتطويع طريقة النقل لمقتضى الخدمة؛ مثلاً: بخصوص الانسياب الفيديوي، لا يكون النقل مبنياً على البروتوكول IP، في حين أنه بخصوص خدمات أخرى يرد بين الخيارات أن يكون النقل مبنياً على البروتوكول IP. هذه التكنولوجيا تمكّن المستعملين/المشتركين من استعمال الخدمات المتعددة الوسائط داخل وخارج مركباتهم أو قطاراتهم أو غير ذلك من وسائل النقل البري. وهي توفّر أيضاً جودة سمعية مماثلة لما توفّره الأقراص المدمَجة، والمقدرة للانتفاع بشتى خدمات المعلومات.

1.4.5.3 تكنولوجيا الوصلة الأمامية فقط (FLO)

هذه التكنولوجيا جار تطويرها ونشرها على يد اللجنة الهندسية TR-47.1 التابعة لرابطة صناعات الاتصالات (TIA). وهذه اللجنة منخرطة، من خلال أنظمة الاتصال المتعددة التوزيع، المتعددة الوسائط، المتنقلة، الأرضية (TM3))، في تطوير وصيانة معايير الوصلة الهابطة من أنظمة TM3 التي تنطوي على تكنولوجيا الوصلة الأمامية فقط (FLO). وهذه التكنولوجيا التي هي صنف فرعي من أنظمة TM3 تتميّز بالتوفيق بين الخصائص التالية، من بين أمور أخرى:

- البناء خصيصاً للغرض المعيّن؛
- فعالية استعمال الطيف؛
- تعدد وتآون الخدمات؛
- تشكيل على طبقات؛

[1] اتصال سمعي أو فيديوي يجرى مع زمرة من المقاصد المتعددة بصورة متآونة، أو اتصال ثنائي الاتجاه مثل المؤتمرات الفيديوية أو المؤتمرات الهاتفية أو البريد الإلكتروني.

- تشفير متقدم؛
- طرائق نقل متنوّعة، غير مقصورة على التغليف ببروتوكول الإنترنت؛
- تعديد إرسال إحصائي لخدماتٍ معدلاتُها متغيّرة؛
- جودة عالية سمعية وفيديوية ومعطياتية؛
- حماية المحتوى؛
- تعدد مساحات التغطية (الواسعة والمحلية) ضمن حدود قناة تردد راديوي (RF) واحد؛
- توفير جودة خدمة (QoS) مختلفة مع اختلاف الخدمات ضمن حدود قناة تردد راديوي (RF) واحد؛
- توفير جودة خدمة (QoS) مختلفة مع اختلاف المكوّنات ضمن الخدمة الواحدة؛
- سرعة التبديل بين الخدمات؛
- تقليل استهلاك قدرة المستقبل إلى أدنى حد ممكن، دون تضحية باختلاف الأداء مع اختلاف الوقت، ولا بسرعة التبديل بين الخدمات، أياً كان معدل الخدمة؛
- بنية رتل حتمية، معتمدة على إشارة مزامنة مثل إشارة النظام GPS.

وهذه المعايير معدَّة لكي يستعملها المستعملون والمورِّدون من أجل ترويج أنظمة متلائمة وقابلة للتشغيل البيني بحيث تفي بمتطلبات التوزيع المتعدد السمعي والفيديوي والمعطياتي لمجموعة واسعة من الخدمات التجارية والعمومية.

5.5.3 التبليغ الأوتوماتي عن الاصطدام (ACN)

1.5.5.3 أهداف الخدمة

- تأدية وظيفة نداء استغاثة بخصوص المركبات ينطلق بفعل الصدمة؛
- تأدية رسائل تنطلق أوتوماتياً، بالمعطيات فقط، صادرة عن المركبة؛
- وجوب أن تُصدَر رسالة المعطيات المتضمِّنة التبليغ الأوتوماتي عن الاصطدام (ACN) فوراً بدون وقت تسجيل على الشبكة الخلوية؛
- إزالة المهلة التي تستلزمها إقامة النداء الصوتي؛
- تحاشي المشكلات اللغوية؛
- تجنب مشكلات كالتي تتمثل، بعد الاصطدام، في الاتصال بشاغلي المركبة غير القادرين على النطق أو المحتمل غيابهم عنها؛
- تعجيل استلام النقطة المسؤولة عن السلامة العامة (PSAP) هذه المعلومات بغية تقصير وقت وصول خدمات الطوارئ المناسبة مع التجهيزات الملائمة لمعالجة النمط المعيّن من حالات الاصطدام؛
- إمكان إجراء الخدمة عبر كل الوسائط المتيسّرة في كل مكان.

2.5.5.3 خصائص تجهيز التبليغ ACN

- تفوُّق خدمته، من حيث اعتمادية وجودة درجة الأوتوماتية، على الخدمة التي تؤديها الهواتف المتنقلة بدرجة "الجهد الأجدى" التجارية؛
- متين جداً ومدمَج في تجهيز المركبة (الهاتف المتنقل العادي قد لا ينجو من الصدمة)؛

- متين ويتحمّل الاصطدام؛
- ذو مقدرة للانتقال إلى مختلف الوسائط اللاسلكية (عن طريق اتصالات لاسلكية تتحكم بها برمجيات، وتبديل خرطوشة الاتصالات الوسائطية، أو ما شابه ذلك):
  - يشتغل بدرجة سلامة عالية تستمر طيلة عمر المركبة؛
  - يجب فيه القدرة على الاشتغال لمدة 20 سنة على الأقل بعد بيع المركبة؛
- الاتصالات المعطياتية للتبليغ ACN التي تتصف بها المركبة تظل تشتغل حتى بعدما تتغير تكنولوجيا الاتصالات اللاسلكية:
  - يجب في وحدة الاتصالات المعطياتية (DCU) المجهزة بها المركبة أن تكون قابلة للتحديث وفقاً لوسائط اتصالات جديدة؛
  - يُفضَّل أن يكون المرسِل-المستقبِل مبنياً على برمجيات، بحيث يمكن أن تُرسَل لاسلكياً إلى المركبة بروتوكولات اتصالاتية جديدة، ما يجنِّب تكاليف تغيير التجهيزات؛
- يُفضَّل أن يتصف الهوائي بمقدرة انتقاء الترددات بناءً على أوامر برمجية (ومن المحتمل أيضاً أن تسهِّل التكنولوجيات المعرفية الجديدة احتياجات التجهيزات الراديوية).

3.5.5.3 المسائل التجارية المقترنة بالتبليغ ACN

- تكون تكاليف التجهيز والخدمة طيلة حياة التجهيز محسوبة في سعر المركبة الجديدة؛
- يكون التجهيز متيناً، ولكن متصفاً بالأساسيات، مدمجاً في بنية المركبة، ومصنَّعاً بكمية كبيرة؛
- يكون منخفض تكاليف التشغيل بحيث يمكن بيعه بدون مدفوعات دورية.

4.5.5.3 المسائل المقترنة بالتبليغ ACN من حيث الحمالة الخلوية

توخّياً للحد من بتات الخدمة حين إرسال رسائل التبليغ CAN عن طريق الشبكة الخلوية، لا تسجّل المركبة في شبكة ما وحدة الاتصالات المعطياتية (DCU) الخاصة بها إلا عندما:

- يكون عندها رسالة يلزم إرسالها؛
- تكون قد تبلّغت وصول رسالة معطيات منتظِرة استلامها.

ويجب أيضاً استرعاء الانتباه إلى ما يلي:

- رسائل المعطيات المتعلقة بالتبليغ CAN يجب معالجتها حتى لو لم تكن وحدة الاتصالات المعطياتية (DCU) الخاصة بالمركبة مسجلة في شبكة خلوية؛
- رسائل المعطيات المتعلقة بالتبليغ CAN يجب إرسالها فوراً بدون أخذ وقت لتسجيلها في شبكة خلوية؛
- في المناطق النائية يجوز، من أجل إرسال رسائل المعطيات المتعلقة بالتبليغ ACN، استعمال الاتصال الساتلي (بناءً على ترتيبات تجارية محلية وطبقاً للوائح المحلية).

6.5.3 الإنترنت المركبية

قد يكون وجود الإنترنت في المركبة من أجل استعمال مباشر من شاغليها بواسطة المطاريف المنصوبة على متن المركبة، ولكن قد يكون أيضاً من أجل الأنظمة ذات الصلة بالسلامة، أو الملاحة، أو الازدحام، أو من أجل الصيانة المباشرة على الخط وتزويد مديري الصيانة بمعطيات المحرّك والمعلومات المصاحبة.

ومع ظهور الاتصالات الخلوية 2,5 واتصالات الجيل الثالث (3G)، صار يتسنّى أن توصِّف البروتوكولات المستحدثة أو الجاري استحداثها في إطار برامج الشراكة من الجيل الثالث (3GPPs)، كيف يمكن تزويد المتنقلات العريضة النطاق والإنترنت العريضة النطاق في المركبة بالمعلومات. فيما يخص النطاق العريض اللاسلكي للمتنقلات، تحدد الوثيقتان IEEE 802.16 وIEEE 802.20 والنفاذ المتعدد العالي السعة بتقسم مكاني (HC-SDMA) كيف يمكن مباشرة تزويد الإنترنت المركبية بالمعلومات. أما الوسائط الأخرى فيلزم بشأنها توصيف الوسائل لتزويد الإنترنت داخل المركبة. وخدمات الإنترنت مستقلة عن الوسائط.

الشكل 22

الإنترنت داخل المركبة

LandMobV4-22

7.5.3 الصيانة على الخط

يتسم توفير الصيانة على الخط بأهمية عند مصنّعي المركبات، إذ من شأنه أن يخفض تكاليف إعادة النداء وتكاليف الصيانة معاً. وفي الوقت الحاضر، يوفّر مصنّعو مركبات كثيرون نفاذاً كبلياً إلى الحواسيب المركبية وأنظمة إدارة المحركات. فإذا توفّرت الشروط الأمنية الوافية، أمكن التزويد بهذه المعطيات باستعمال أي وسط موفَّر داخل المركبة، وأمكن التزويد بمعلومات للصيانة تتحكم بها البرمجيات أثناء السير على الطرق، بدون حاجة إلى أخذ المركبة إلى مَرأَب للصيانة.

الشكل 23

صيانة المركبة أثناء المسير

LandMobV4-23

هذه الخدمات لا تعود بالنفع فقط على مستعمِل المركبة، بل تمكّن أيضاً مصنّعي المركبات من تحميل تحسينات برمجية وتقليل عدد إعادات النداء، وهذه ليست مكلفة وحسب، بل تمثّل أيضاً إساءة دعائية لسمعة المصنّع.

8.5.3 إشارات التراسل المتغيرة (VMS) على متن المركبة

أصبحت إشارات التراسل المتغيّرة (VMS) مستعملة في أكثرية البلدان المتقدمة. والبنية التحتية لاستدامة تحديث هذه الإشارات أصبحت قائمة في أكثرية البلدان. إلا أن اللوحات الصالحة للتراسل بالإشارات VMS هي نفسها باهظة تكاليف البناء والصيانة. ويمكن أيضاً أن تمثّل إقحاماً مشوّهاً للمنظر في مساحات ذات جمال طبيعي أو في المدن. ولكن حيثما كانت المركبات مجهَّزَة بوسائل اتصال مستمر وبشاشة عرض، أمكن استعمال تكنولوجيات تستفيد من البنية التحتية القائمة لنظام النقل الذكي، أو من نقاط إذاعية بسيطة قائمة، لإرسال رسائل الإشارات VMS مباشرة إلى المركبة، فتتوفّر هكذا خدمة منخفضة التكاليف وأوفى تحييناً.

9.5.3 الملاحة المعتمدة على السواتل، وتجنب الازدحام

الأمثلة على أنظمة الملاحة المعتمدة على السواتل، المؤتلفة مع الإعلام عن حالات الازدحام باستعمال التكنولوجيا الخلوية أصبحت موجودة، بصورة رئيسية في كوريا، وفي الآونة الأخيرة في أوروبا (مع توفير خدمات مثل "TomTom GO"). وتستعمل هذه الخدمات في الوقت الحاضر الاتصالات الخلوية، ويجوز أيضاً التوقع أنها ستستعمل نظام البث بالنطاق العريض اللاسلكي متى تم نشره. وبما أن الجوانب الاتصالاتية لهذه الخدمات موجَّهة نحو نقل المعطيات، فقد صار ممكناً توفيرها عبر أي وسيطة موفَّرة على متن المركبة. وباستعمال نفاذ الإنترنت المركبية، يمكن خفض تكلفة توفير الخدمة خفضاً كبيراً، وفي الوقت نفسه زيادة احتمال جَني المصنّعين والمستهلكين قيمة مضافة.

الفصـــل 4

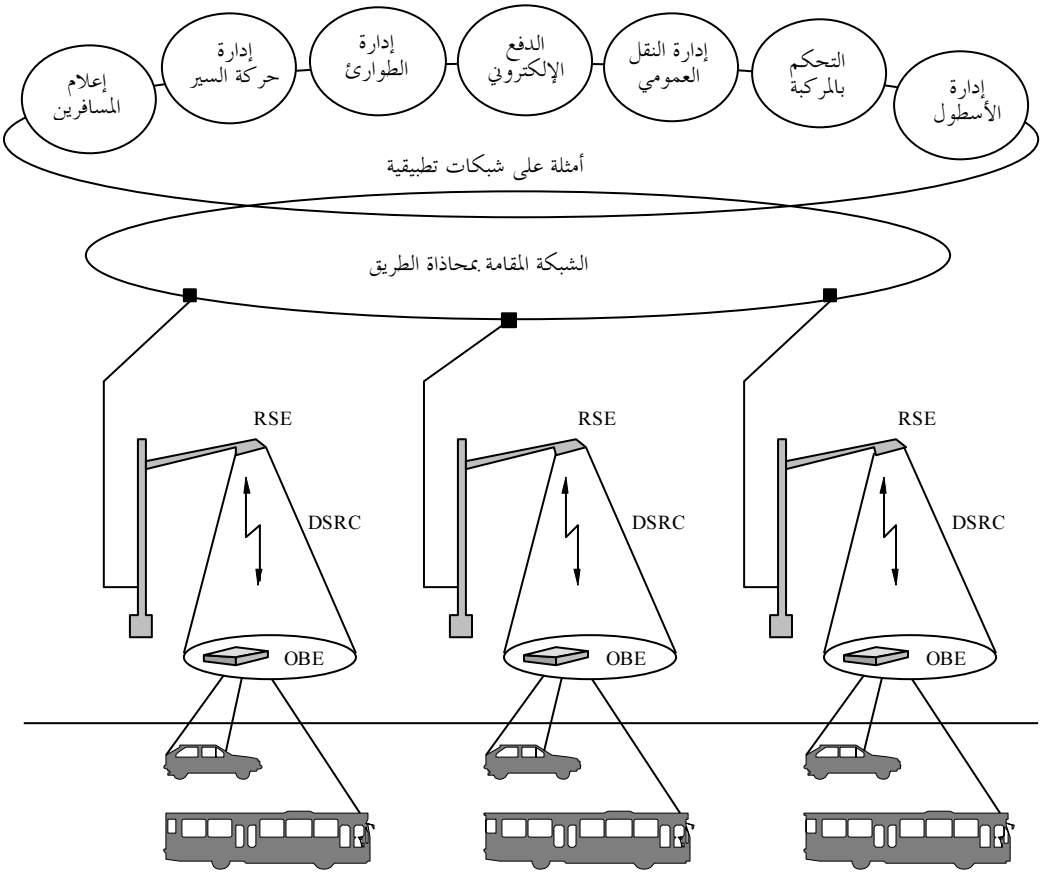
الاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة

1.4 مقدمة

الاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC) تجري بين البنية التحتية المقامة بمحاذاة الطرق والمركبات أو المنصّات المتنقلة الخاصة بتطبيقات نظام الاتصالات الذكي (ITS). الاتصالات DSRC هي استعمال تقنيات راديوية غير صوتية لنقل المعطيات على مدى مسافات قصيرة بين الوحدات الراديوية المقامة بمحاذاة الطرق والوحدات الراديوية المتنقلة، من أجل تأدية عمليات ذات صلة بتحسين انسياب حركة السير، وسلامتها، وتأدية تطبيقات أخرى لخدمة نظام النقل الذكي في بيئات عمومية وتجارية متنوعة. وتشمل خدمات الاتصالات DSRC أنظمة التحكم بالمركبة، وأنظمة إدارة حركة السير، وأنظمة إعلام المسافرين، وأنظمة النقل العمومي، وأنظمة إدارة الأساطيل، وأنظمة إدارة الطوارئ، وأخيراً خدمات الدفع الإلكترونية.

الشكل 24

ترابط الاتصالات DSRC وشبكات اتصالات النظام ITS



OBE: تجهيز على مركبة
RSE: تجهيز على جانب الطريق

LandMobV4-24

أنماط الاتصال بين التجهيزات المركبية وتجهيزات جانب الطريق هي عادة: النمط النقطي، والنمط المستمر، ونمط المساحات الواسعة. الاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC) تخص وصلة الاتصال الراديوي من النمط النقطي. والاتصالات DSRC تعتبَر تكنولوجيا فعالة بخصوص أنظمة مثل تحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC) والملاحة. ولأنظمة الاتصالات DSRC الخصائص التالية:

- هي اتصالات مناطق مقيَّدة: يمكن إجراؤها حصراً ضمن مناطق محددة؛
- هي اتصالات قصيرة الوقت: يمكن إجراؤها حصراً ضمن مُهَل محددة.

وتقوم الاتصالات DSRC على عنصرين رئيسيين هما التجهيزات المركبية (OBE) والتجهيزات المحاذية للطرق (RSE).

التجهيزات المركبية (OBE): يكون التجهيز المركبي مثبّتاً في المركبة قرب لوحة القيادة أو على مِصدّ الريح، ويتكوّن من دارات اتصال راديوي، ودارة لمعالجة التطبيق، وما إلى ذلك. ويشتمل عادة على سطح بيني للإنسان والآلة بما فيه أزرار التبديل، وشاشة العرض، ومنبّه أزّاز.

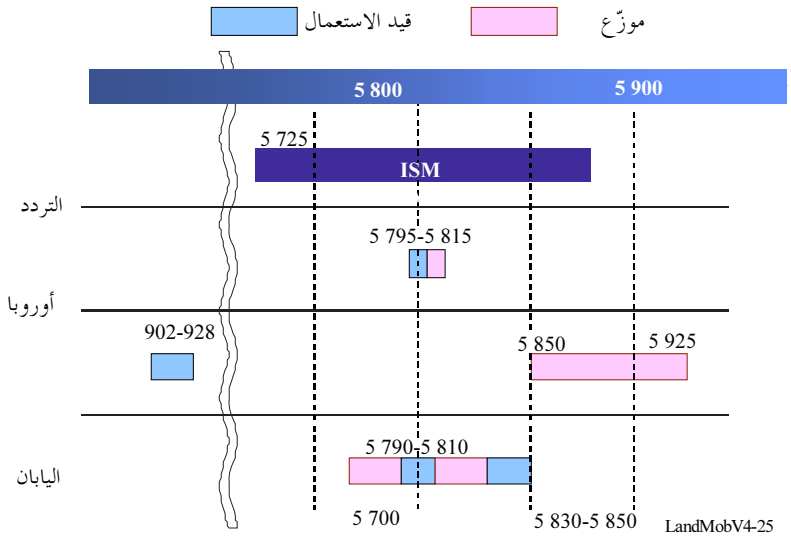
التجهيزات المحاذية للطرق (RSE): تكون التجهيزات RSE منصوبة إما فوق الطرق وإما على جوانبها وتتصل بالتجهيزات OBE المارة، باستعمال إشارات راديوية. يتكوّن التجهيز RSE من دارات اتصال راديوي، ودارة لمعالجة التطبيق، وما إلى ذلك. ويكون له عادة وصلة مع البنية التحتية المحاذية للطريق من أجل تبادل المعطيات.

تشتغل أنظمة الاتصالات DSRC بإرسال إشارات راديوية من أجل تبادل المعطيات بين التجهيز المنصوب على مركبة (OBE) والتجهيز المنصوب على جانب الطريق (RSE). وتبادل المعطيات هذا يستوجب اعتمادية عالية وحماية خصوصيات المستعمل، لكونه ينطوي على معاملات مالية وغيرها.

يبيّن الشكل 25 نطاقات التردد المستعملة للاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC) في أوروبا، وأمريكا الشمالية، واليابان. والاستعمال الحالي لنطاقات التردد بخصوص كل منطقة مُنسَّق حول النطاق GHz 5,8 الصناعي والعلمي والطبي (ISM)، باستثناء نطاق الـ MHz 900 لأمريكا الشمالية (MHz 928–902).

الشكل 25

نطاقات التردد المستعملة للاتصالات DSRC في أوروبا، وأمريكا الشمالية، واليابان



يصف هذا الدليل المعالم الرئيسية والخصائص لتكنولوجيات الاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC) في النطاق 5,8 GHz، مكمِّلاً هكذا محتويات التوصية ITU-R M.1453-2 – أنظمة النقل الذكية – الاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC) في النطاق 5,8 GHz وللاتصالات الراديوية DSRC طريقتان: طريقة الفعل (طريقة المرسِل المستقبِل) وطريقة الانفعال أو الانتثار الخلفي (طريقة المرسِل المستجيب). كلتا الطريقتين استُعملت بنجاح لتأدية خدمات النمط الموجود للاتصالات DSRC، وكلتاهما منصوح باستعمالها في التوصية ITU-R M.1453-2 وموصوفة في هذا الدليل.

2.4 النظام الأوروبي للاتصالات DSRC وتطبيقاته

1.2.4 الخلفية

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 5 795–5 805 MHz على مستوى أوروبي، وإضافة نطاق فرعي على المستوى الوطني هو 5 805– 5 815 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.

وبناءً على قرار اللجنة ECC هذا، 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 الطبقاتِ البروتوكولية 1 و2 و7 من البطاريات والمظاهر الجانبية لبروتوكول التوصيل البيني للأنظمة المفتوحة (OSI) بخصوص تطبيقات الخدمات التِلماتية 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 أو 250 kbit/s)، في النطاق 5,8 GHz الصناعي والعلمي والطبي (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).

2.2.4 الخصائص التقنية

1.2.2.4 طريقة الانفعال أو الانتثار الخلفي

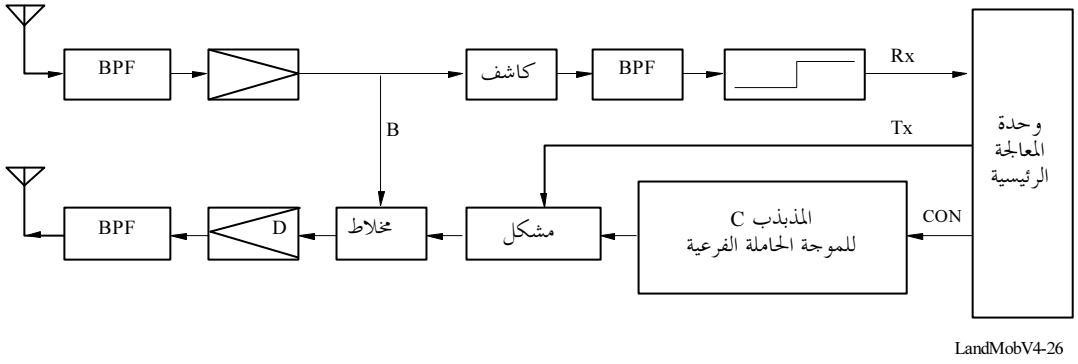
تعتمد أنظمة الاتصالات DSRC في أوروبا طريقة الانفعال أو الانتثار الخلفي (طريقة المرسِل المستجيب). في هذه الطريقة لا يوجد داخل التجهيز المركبي (OBE) مذبذب يولّد إشارة موجة حاملة في نطاق تردد 5,8 GHz، ولذا يكون فيها الاعتماد

على المذبذب في نطاق تردد GHz 5,8 الموجود في الوحدة المقامة بجانب الطريق ومعها يجري الاتصال. ويرد شرح تفصيلي عن ذلك في الشكل 26 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 أو 20 م أمام التجهيز RSE. وتوسيع منطقة الاتصال هذه بعض التوسيع يستلزم مضخماً (D) للتردد الراديوي إضافياً، يُدرَج في دارة إرسال المرسِل المستجيب.

الشكل 26

التشكيلة النمطية للتجهيز المركبي (OBE) في طريقة الانفعال أو الانتثار الخلفي



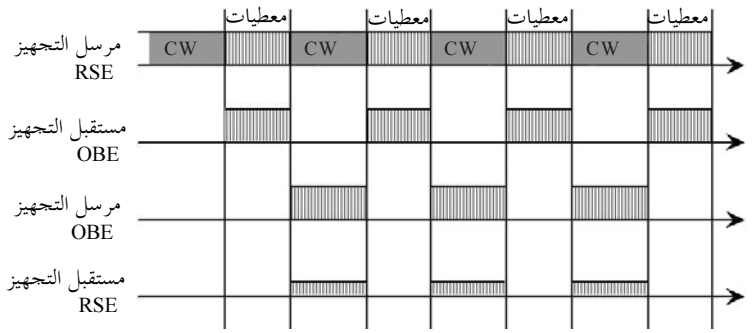
LandMobV4-26

إحدى الخصائص الهامة لطريقة الانفعال أو الانتثار الخلفي هي ضيق منطقة الاتصال، إذ تصل عادة إلى مدى 10 أو 20 م 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 لهوية المركبة (AVI)، وغير ذلك. ولطريقة الانفعال أو الانتثار الخلفي خصيصة أخرى هامة وهي أن بنية التجهيز المركبي بسيطة، ومنخفضة تكاليف التصنيع.

يعرض الشكل 27 مخطط توقيت إرسال التجهيز RSE والتجهيز OBE، ويبيّن الشكل 28 طيف إرسال كل من التجهيزين في طريقة الانفعال أو الانتثار الخلفي.

الشكل 27

مخطط توقيت الإرسال على طريقة الانفعال أو الانتشار الخلفي

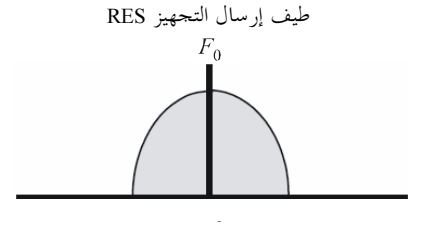


CW: موجة مستمرة.

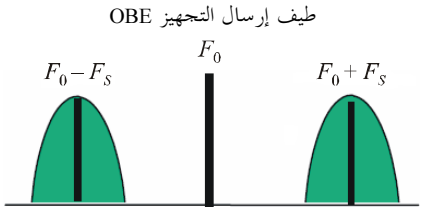
LandMobV4-27

الشكل 28

طيف الإرسال لكل من التجهيز RSE والتجهيز OBE
على طريقة الانفعال أو الانتشار الخلفي



F_0: التردد المركزي



F_S: تردد الموجة الحاملة الفرعية

LandMobV4-28

2.2.2.4 الخصائص التقنية لطريقة الانفعال أو الانتشار الخلفي الأوروبية

الخصائص التقنية لطريقة الانفعال أو الانتشار الخلفي (المرسل المستجيب) الأوروبية يبيّنها الجدول 5، 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.

الجدول 5

خصائص طريقة الانفعال أو الانتشار الخلفي (المرسل المستجيب)

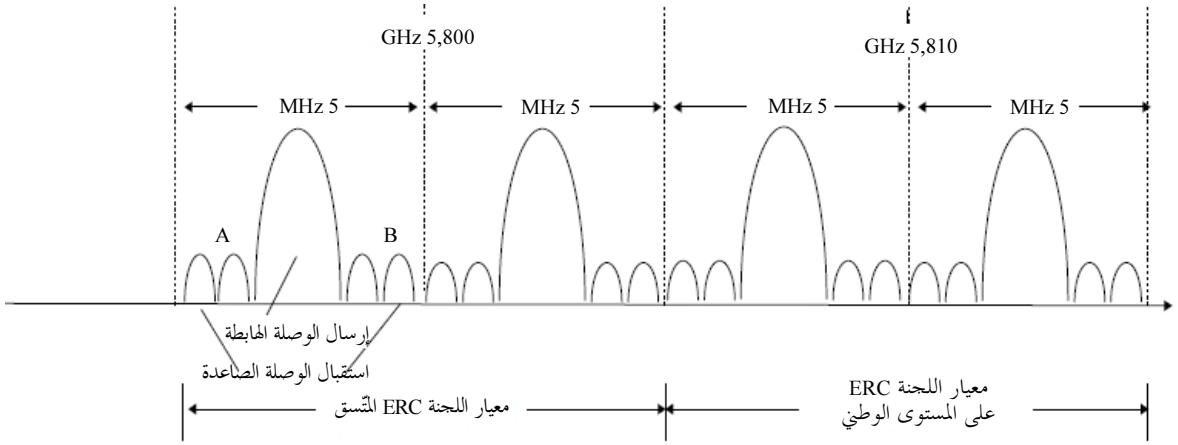
الموضوع	الخصيصة التقنية	
	معدل المعطيات المتوسط	معدل المعطيات العالي
ترددات الموجة الحاملة	نطاق GHz 5,8 للوصلة الهابطة	نطاق GHz 5,8 للوصلة الهابطة
ترددات الموجة الحاملة الفرعية	MHz 2/MHz 1,5 (للوصلة الصاعدة)	MHz 10,7 (للوصلة الصاعدة)
المباعدة بين الموجات الحاملة للتردد الراديوي (الفصل بين القنوات)	MHz 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.[1] القصوى	≥ + 33 dBm (الوصلة الهابطة) ≥–24 dBm (الوصلة الصاعدة: نطاق جانبي وحيد)	≥ + 39 dBm (الوصلة الهابطة) ≥–14 dBm (الوصلة الصاعدة: نطاق جانبي وحيد)

[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 المظهر الجانبي الذي يدل عليه التجهيز المحاذي للطريق (RSE) (يُنصَح باعتماد 1,5 MHz). ويعرض الشكل 29 المعيار الأوروبي لطيف ترددات "معدل المعطيات المتوسّط".

الشكل 29

المعيار الأوروبي لطيف ترددات "معدل المعطيات المتوسّط"



(RAST6(98)29 – "نظام النقل الذكي–نظرة المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI)")

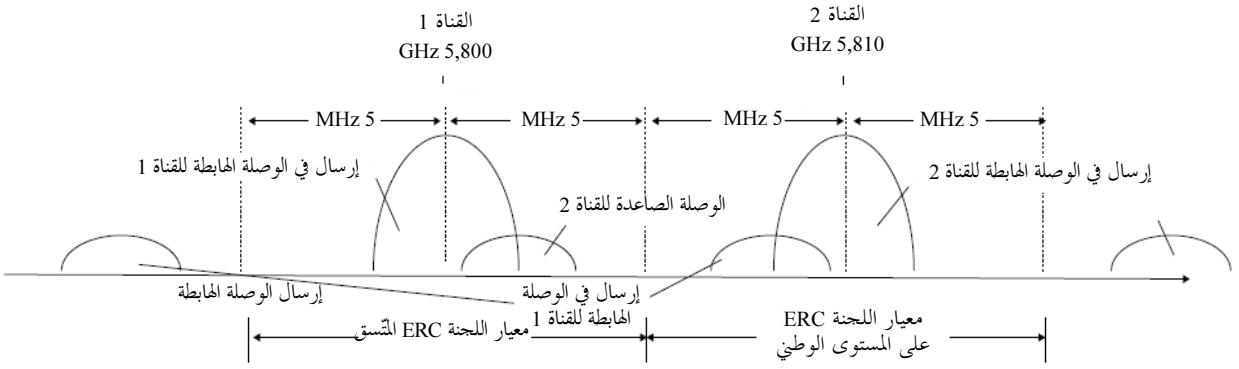
LandMobV4-29

في حالة المعيار الإيطالي "معدل المعطيات العالي"، يكون تردد الموجة الحاملة الفرعية في الوصلة الصاعدة من التجهيز المركبي (OBE) هو 10,7 MHz، ما يُسفِر عن سرعة عالية في إرسال المعطيات في الوصلة الصاعدة.

وطيف الترددات للمعيار الإيطالي "معدل المعطيات العالي" يبيّنه الشكل 30.

الشكل 30

المعيار الإيطالي لطيف ترددات "معدل المعطيات العالي"



(RAST6(98)29 – "نظام النقل الذكي–نظرة المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI)")

LandMobV4-30

3.2.4 التطبيقات

1.3.2.4 معلومات عامة

يعمل عدد كبير من البلدان الأوروبية على تنفيذ نظام لتحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC) مبني على تكنولوجيا الاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC). وتُعتبَر تطبيقات النظام ETC قوة الدفع الرئيسية لقيام السوق الجديدة لعدد كبير من تجهيزات الاتصالات DSRC، التجهيزات التي تؤدي الخدمات المتعددة الاستعمال لتطبيقات أخرى مبنية على الاتصالات DSRC. إذ إنه، بالإضافة إلى النظام ETC، تُعرَض في أوروبا كخدمات مندرجة في النظام ITS، تطبيقات مثل التحكم في النفاذ، وإدارة مواقف المركبات ودفع أجورها، والإعلام عن حركة السير، والإنذار بالحالات الطارئة، وإدارة عمليات الشحن والأسطول، ومراقبة حركة السير، وما إلى ذلك. ويُتوقَّع أن تُنفَّذ هذه التطبيقات بقدر كبير، حين يصير استعمال النظام ETC المبني على تكنولوجيا الاتصالات DSRC واسع الانتشار.

ويهدف المشروع الأوروبي DELTA (تنفيذ إلكترونيات مبنية على الاتصالات DSRC (القصيرة المدى المكرَّسة) من أجل تطبيقات النقل والسيارات) إلى إدخال وصلة الاتصالات DSRC جزءاً تجهيزياً أساسياً في بنيان كل مركبة. وفيما يلي قائمة بتطبيقات نظام النقل الذكي (ITS) الممكنة في المستقبل:

- التوقيع من على متن المركبة للمساعدة في السواقة المأمونة (الحصول على معلومات عن حركة السير والسفر، من التجهيزات المحاذية للطريق؛
- دفع أجرة مرأب إيواء المركبات؛
- تحميل موسيقى MP3 أثناء التزوّد بالوقود؛
- البيان عن حكم العربة من حيث فوترة التأجير الأوتوماتية؛
- تركيب برمجيات (يركّب مرفق الخدمة برمجيات إدارة الأسطول في المركبة)؛

- تخطيط المهام (كأن يخطط مشغِّل أسطول ويحمّل إلى المركبة معطيات مهام)؛
- معطيات طليقة عن السيارة (اكتساب معلومات متعلقة بالسفر عبر الاتصالات DSRC)؛
- معلومات عن النقل متنوّعة الأسلوب (عرض معلومات عن مركبة النقل العمومي)؛
- التحكم في المركبة (ضبط اطّراد حركة السير ضبطاً أوتوماتيّ التكيّف)؛
- الاشتراك في خدمة؛
- عمليات تشخيص (تقنيّ الخدمة يُشخِّص الأعطاب عبر الاتصالات DSRC).

وينبغي استرعاء الانتباه إلى وجود تكنولوجيات متنافسة بخصوص كثير من هذه الخدمات؛ من ذلك على سبيل المثال: الاتصالات المتنقلة المشفوعة بالموضعة عن طريق السواتل (كالنظام العالمي للملاحة المعتمدة على السواتل (GNSS)). إلا أن الخصائص النوعية للاتصالات DSRC مثل درجة السلامة العالية في إيصال المعطيات (الاعتمادية العالية)، وانخفاض الكمون في الإرسال (إيصال في الوقت الفعلي)، ستمكّن من استعمال الاتصالات DSRC في أكثرية الخدمات المصاحبة للتطبيقات المذكورة.

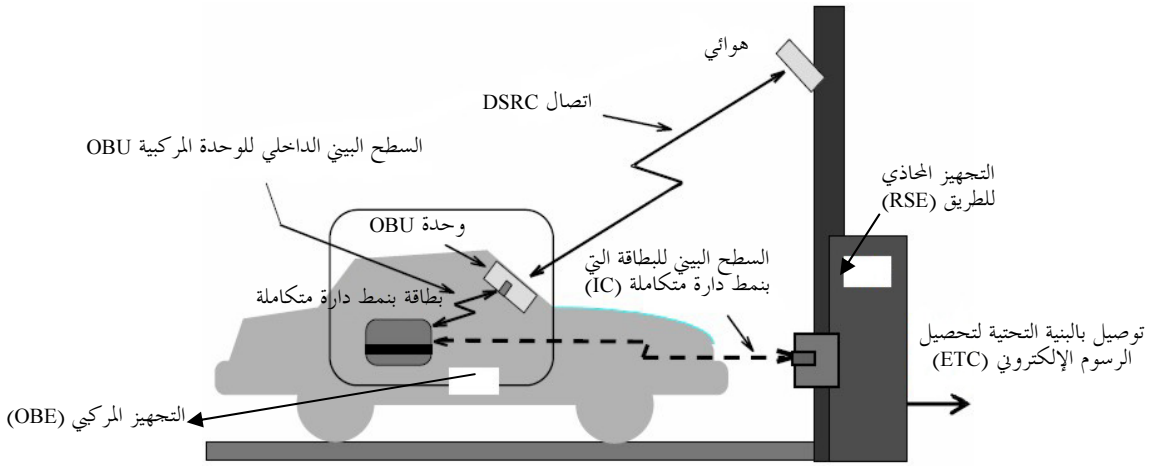
ويأتي أدناه وصف التطبيقات النمطية التي تستعمل الخصائص المؤاتية لها في الاتصالات DSRC المنفعلة. وهذه التطبيقات مقيَّسة بعناية لجنة التقييس الأوروبية (CEN).

2.3.2.4 تحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC)

إن تحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC)، ويسمّى أيضاً الجباية الإلكترونية للرسوم (EFC)، إذ يعتمد على الاتصالات DSRC، يؤدي دور الرائد لتطبيقات نظام النقل الذكي في كثير من البلدان الأوروبية. فمن شأن تحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC) أن يقلل الازدحام في أماكن جباية الرسوم من حيث يمكّن من السواقة بدون توقف بفضل اجتياز بوابة الجباية. وذلك أنه حين تمر المركبة عبر بوابة الجباية، يتصل هوائي التجهيز المقام بجانب الطريق مع التجهيز المركبي (OBE) (المرسل المستجيب) الواقع عادة من المركبة على الجانب الداخلي من مِصدّ الريح. فيجري الترسيم أوتوماتياً على المركبات أثناء اجتيازها بوابة الجباية (انظر الشكل 31).

الشكل 31

نقطة لتحصيل الرسوم الإلكتروني المعتمد على الاتصالات DSRC



الملاحظة 1 – يتكوّن التجهيز OBE من الوحدة OBU ومن البطاقة IC. إلا أن أكثرية التجهيزات OBE المستعملة حالياً في أوروبا لا تشتمل على بطاقة IC (حساب مركزي).

LandMobV4-31

من شأن الاتصالات DSRC، بالتضافر مع التجهيز المناسب، كمنظومة محاسيس لكشف وجود مركبة، أن تؤدي ثلاث وظائف أساسية لتحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC)، وهي: تحديد موقع المركبة، والاتصال بها، وإنفاذ القانون بحق المركبات المحتالة.

وعدد مشتركي تحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC) في أوروبا قُدِّر بأكثر من عشرة ملايين في مارس 2005. وتُستعمَل أنظمة تحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC) وسيلةً لجباية رسوم الطرق السريعة على نطاق وطني في كل من إيطاليا (نحو 5 ملايين مشترك)، والبرتغال (نحو 2 مليون مشترك)، وفرنسا (نحو 2 مليون مشترك)، والنرويج (أكثر من 1 مليون مشترك).

ويجري حالياً تقييس تطبيقات النظام ETC لدى لجنة التقييس الأوروبية (CEN) في المعيار CEN TC278، ولدى منظمة التقييس الدولية (ISO) في المعيار ISO TC204. وأهم معيار يمكن تسليمه هو ISO 14906 – الجباية الإلكترونية للرسوم – تعريف السطح البيني للتطبيق بخصوص الاتصالات القصيرة المدى المكرّسة.

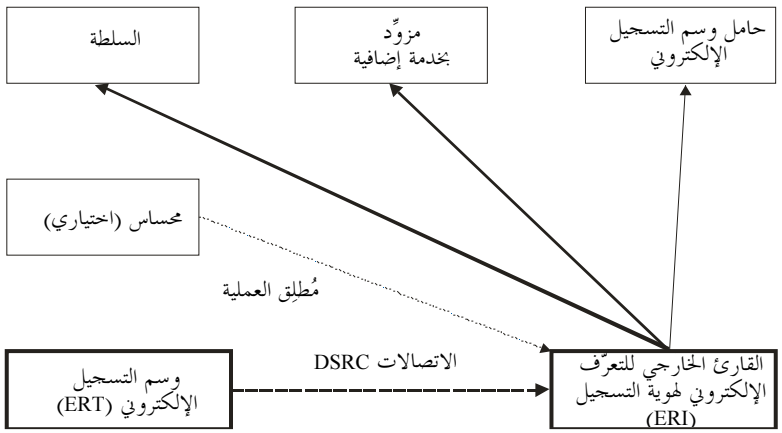
3.3.2.4 التعرّف الإلكتروني لهوية التسجيل (ERI)

التعرّف الإلكتروني لهوية التسجيل (ERI) هو وسيلة لتجميع التسجيل والمعطيات الأخرى المتصلة به لاسلكياً، بما في ذلك المعطيات المأمونة العالية التجفير. ويُستعمَل قارئ ERI الخارجي لقراءة المعطيات من وسم ERI على المركبة (انظر الشكل 32).

وسيقدّم تطبيق التعرّف الإلكتروني لهوية التسجيل (ERI) فوائد كبيرة لا توفّرها التكنولوجيات الموجودة بخصوص تعرّف هوية المركبات. فمعطيات تعرّف هوية المركبة تتكوّن من الرقم المعرِّف بهوية المركبة (VIN) ومن معطيات أخرى عن المركبة كما هي مدرجة نمطياً في شهادة التسجيل. وستمكّن تكنولوجيا التعرف ERI في المستقبل من إدارة حركة السير والنقل وتصريف شؤونهما. والتعرّف ERI مطلوب لتلبية احتياجات السلطات ومستعملين آخرين إلى تحقيق تعرّف للهوية إلكتروني موثوق.

الشكل 32

اشتغال التعرّف الإلكتروني المعتمد على الاتصالات DSRC



السلطات: الجهات صاحبة الحق في قراءة معطيات التعرّف الإلكتروني لهوية التسجيل (ERI).
مزوّدو الخدمات الإضافية: هم الذين يزوّدون بخدمات تتطلب تكنولوجيا ERI.
حاملات ERT: هي الأشياء الحاملة لوسم التسجيل الإلكتروني (ERT).

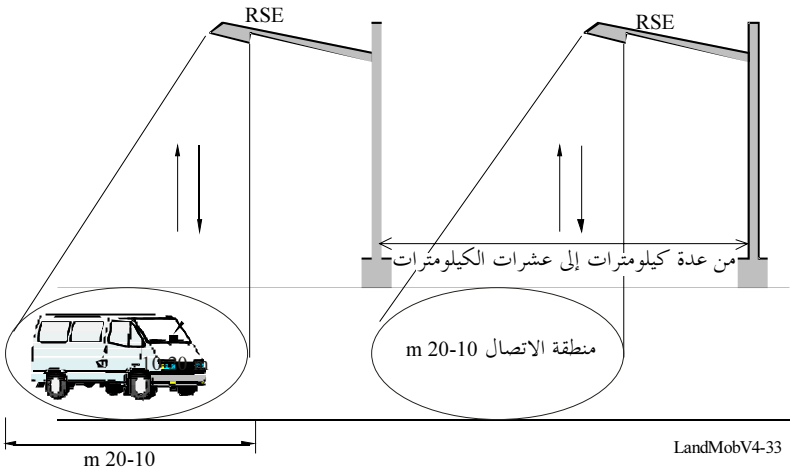
LandMobV4-32

4.3.2.4 الإعلام المسبق المتوسِّط المدى (MRPI)

الإعلام المسبق المتوسِّط المدى (MRPI) بواسطة الاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC) هو نظام اتصال ثنائي الاتجاه، ينشر معلومات عن حركة السير وعن السفر، بالاستناد إلى مصادر متنوعة للمعلومات المتيسّرة. ويؤدي أيضاً وظيفة استرداد المعلومات المجمَّعة من المركبات في مختلف مواقع التجهيزات المحاذية للطريق (RSE).

الشكل 33

الإعلام المسبق المتوسِّط المدى (MRPI) عبر الاتصالات DSRC



منطقة اشتغال الاتصالات DSRC لا تتجاوز 10-20 m أمام التجهيز المحاذي للطريق (RSE). فوقت اشتغال الاتصال، يُعرَف موضع المركبة على طريق معيّنة معرفة دقيقة، ليس فقط من حيث موقعها الجغرافي، بل أيضاً من حيث الطريق واتجاه حركة السير. وحتى حين تكون المركبة تجاوزت منطقة اشتغال الاتصال يمكن، بالتوفيق بين المعلومات البدئية عن موقع المركبة والمعلومات المستمَدّة من محساس سرعة المركبة أو من عداد المسافات، معرفة موضع المركبة بدقة كبيرة لمدى عدة كيلومترات، وبدقة معقولة لمدى عشرات الكيلومترات. إذ إن المعلومات عن موقع المركبة تُستَوفى كلما مرّت المركبة أمام تجهيز RSE تالٍ.

في التطبيقات البسيطة، تعرِّف المعلومات التي ترسلها المركبة إحدى خصائص تغير الحالة أو حدثاً، وتحدد المسافة من آخر نقطة تسليم مرجعية معروفة إلى نقطة حصول هذه الخصيصة أو الحدث. ويمكن أيضاً أن تُسترَدّ من المركبات معلومات مثل معطيات متوسِّط السرعة، ومواقع الضباب والمطر الغزير، والمواقع الزَلِقة من الطرق، وغير ذلك. وهذه المعلومات توفّر معلومات طليقة قيّمة عن السيارات يستفاد منها في إدارة شبكات الطرق، وفيما بعد للتنبيه بخصوص حركة السير التالية.

3.4 النظام الياباني للاتصالات DSRC وتطبيقاته

1.3.4 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.

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 أربعة 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. ومع حلول يوليو 2006 بلغ عدد المشتركين في نظام ETC 13 مليوناً. وسيمكّن ازدياد عدد المشتركين من تقديم خدمات تطبيقات متنوعة لتكنولوجيا الاتصالات DSRC باستعمال نفس النمط من التجهيز المركبي (OBE).

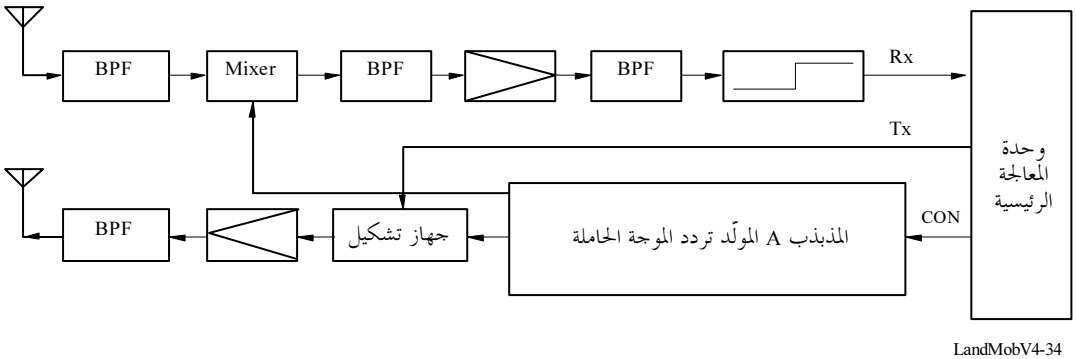
2.3.4 الخصائص التقنية

1.2.3.4 طريقة الفعل (طريقة المرسل المستجيب)

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 GHz 5,8، وله نفس الوظائفية من حيث الإرسال الراديوي. ويبيّن الشكل 34 مخططاً فدرياً نمطياً لمنظومة الدارات الراديوية في التجهيز OBE. النصف العلوي من الشكل 34 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 GHz 5,8، مشكَّلة مع معطيات الإرسال. وتُرسَل الإشارة من الهوائي الممثَّل في أسفل اليسار.

الشكل 34

التشكيلة النمطية للتجهيز OBE في طريقة الفعل (طريقة المرسل المستقبِل)

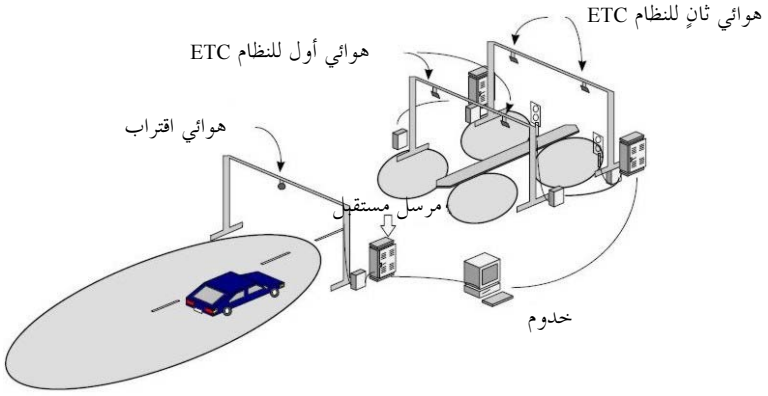


LandMobV4-34

طريقة الفعل (طريقة المرسل المستقبِل) تمكّن من تكوين مناطق اتصال صغيرة أو كبيرة، عن طريق التحكّم باتجاهية هوائي الإرسال. ويعرض الشكل 35 أمثلة على تكوين مناطق اتصال مرنة باستعمال التشكيلة النمطية لبوابة تحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC). حيِّز الأثر (مساحة الاتصال) لهوائي النظام ETC صغير جداً (أبعاده النمطية: $3\,m \times 4\,m$ 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).

الشكل 35

أمثلة على حيِّز الأثر لهوائي الاتصالات DSRC في بوابة نمطية للجباية بالنظام ETC



سوية استقبال التجهيز المركبي (OBE)
ومعدل الخطأ في البتات (BER) تحت هوائي الاقتراب
LandMobV4-35

2.2.3.4 الخصائص التقنية لطريقة الفعل اليابانية

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 تطبيق النظام ETC الحالي، المعمول فيه بطريقة التشكيل ASK (تشكيل بزحزحة الاتساع). والثانية هي المباعدة الضيقة (بفاصل 5 MHz بين القنوات) تُستعمَل بصورة رئيسية في الخدمات المتعددة الغرض 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 6

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	MHz 10
عرض النطاق المشغول المسموح به	أقل من MHz 4,4	أقل من MHz 8
طريقة التشكيل	ASK، QPSK	ASK
سرعة إرسال المعطيات (معدل البتات)	ASK/ kbit/s 1 024 QPSK/ kbit/s 4 096	Mbit/s 1 024
تشفير المعطيات	تشفير ASK/Manchester QPSK/NRZI	تشفير Manchester
الفصل المزدوج	MHz 40 في حالة ازدواج بتقسيم التردد (FDD)	
نمط الاتصال	نمط مرسِل مستقبِل	
القدرة e.i.r.p.[1] 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)	

[1] التوصية 03-70 الصادرة عن اللجنة الأوروبية للاتصالات الراديوية (ERC) توصِّف قمة 2 W من القدرة e.i.r.p. للأنظمة الفاعلة، و8 W للأنظمة المنفعلة.

3.3.4 طبقة التطبيق الفرعية (ASL) من أجل تطبيقات متعددة

توفّر طبقة التطبيق الفرعية (ASL) وظائف الاتصال التكميلية للمجموعات البروتوكولية للاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC) في معظم المعايير الموجودة، الدولية منها والإقليمية، للاتصالات DSRC. وقد عُرِضت على قطاع الاتصالات الراديوية (ITU-R)، وتم اعتمادها، في يونيو 2005، بصيغة التوصية ITU-R M.1453-2 المعدلة بشأن الاتصالات DSRC.

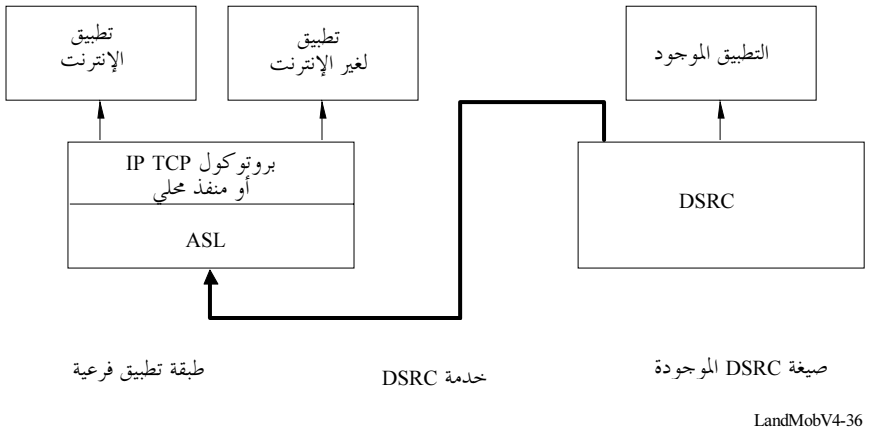
واعتُبِر استعمال النموذج الكامل للتوصيل البيني للأنظمة المفتوحة (OSI) غير مناسب لمجال الاتصالات DSRC، بسبب بعض القيود النوعية لوصلة DSRC، مثل سعة الإرسال المحدودة، والتغطية المتقطعة، ودخول/خروج المركبات العشوائي في المنطقة. فتبسيطاً لمعمارية الاتصالات DSRC، استُبعِدت طبقات OSI من الثالثة إلى السادسة من مجموعات بروتوكول الاتصالات DSRC، في المواصفة اليابانية الحالية للاتصالات DSRC، مواصفة مبنية على بروتوكول الطبقة السابعة الذي وضعته منظمة التقييس الدولية (ISO) في المعيار ISO/TC204 (ITS)، بالتنسيق الوثيق بين القطاع ITU-R والمنظمة ISO. وكان حذف الطبقة الشبكية أمراً حيوياً للتطبيقات الشبكية المشتغلة ببروتوكول الإنترنت. فطبقة التطبيق الفرعية (ASL) للاتصالات DSRC توفّر وظائف الاتصال التكميلية لمجموعات بروتوكول الطبقة العليا للاتصالات DSRC، من أجل تطبيقات DSRC المتعددة، ولا سيّما التطبيقات الشبكية للبروتوكول IP. وتنطبق الطبقة ASL على كلتا الطريقتين، طريقة الفعل (المرسِل المستقبِل) وطريقة الانفعال أو الانتثار الخلفي (المرسل المستجيب)، طالما اعتمدتا بروتوكول الطبقة السابعة الذي وضعته المنظمة ISO في الوثيقة ISO/TC204 (ITS).

إن طبقة التطبيق الفرعية (ASL) للاتصالات DSRC توفّر البروتوكولات الشبكية وبروتوكولات التحكم الممددة بالوصلة، كوظائف اتصال تكميلية لمجموعات بروتوكول DSRC، باستعمال الخدمة ACTION المتعددة وظائفها التي تؤديها الطبقة 7 للاتصالات DSRC، الطبقة الموصَّفة في الوثيقة ISO FDIS 15628 – Intelligent transport systems – dedicated short range communication (DSRC) – DSRC application layer (أنظمة النقل الذكية – الاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC) – طبقة تطبيق الاتصالات DSRC). فالطبقة ASL للاتصالات DSRC توسّع تطبيقات DSRC بدون تعديل المجموعات الموجودة لبروتوكول DSRC، فتحقق هكذا البروتوكول من نقطة إلى نقطة (PPP) لتوصيل لاسلكي بالإنترنت، وبروتوكول التحكم بالشبكة من أحل الشبكات المحلية (LAN)، وبروتوكول التحكم بالمنفذ المحلي من أجل التطبيقات غير الشبكية.

ويأتي الشكل 36 بعرض إيضاحي لمفهوم طبقة التطبيق الفرعية (ASL). وتُعرَّف الطبقة ASL للاتصالات DSRC بأنها عنصر هذه الاتصالات المحرك الذي يقوم بمثابة سطح بيني للبروتوكول TCP/IP (بروتوكول التحكم في الإرسال/بروتوكول الإنترنت) في استعمال تطبيقات الإنترنت، وبمثابة سطح بيني للمنفذ المحلي في استعمال تطبيقات لغير الإنترنت.

الشكل 36

مفهوم طبقة التطبيق الفرعية (ASL)



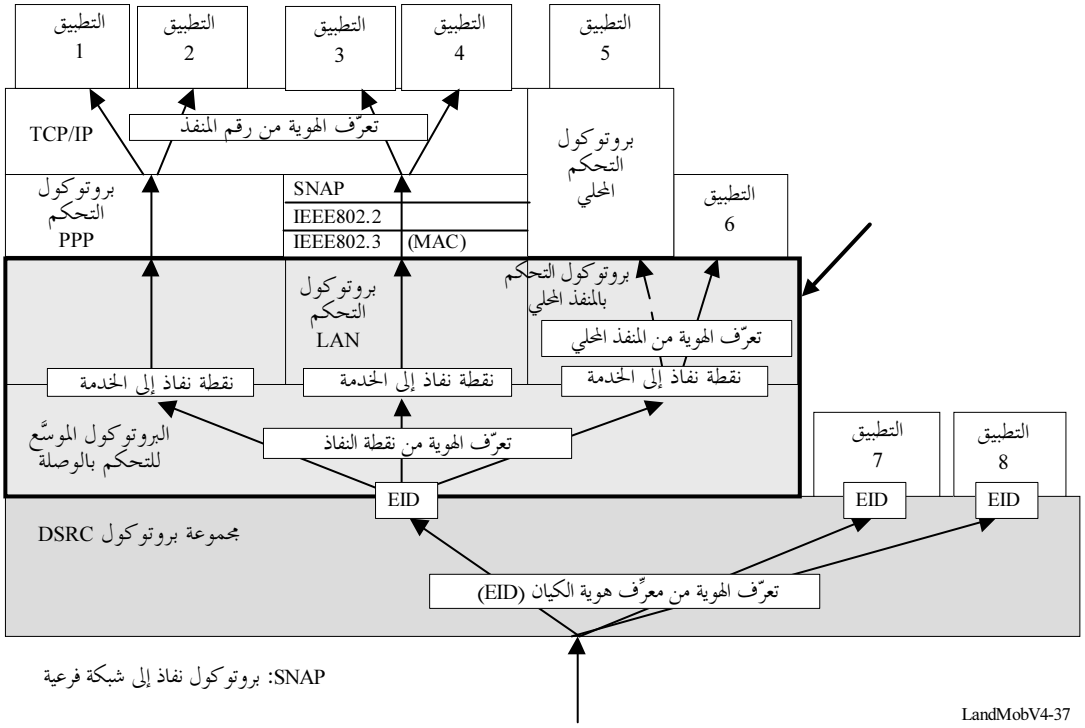
البنية العامة لطبقة التطبيق الفرعية (ASL) مبيّنة في الشكل 37. التطبيقات 1 إلى 4 معروضة كتطبيقات البروتوكول TCP/IP، بينما التطبيق 5 معروض كتطبيق لغير الإنترنت يشتغل على المنفذ المحلي. والتطبيق 6 بسيط ولغير الإنترنت، يشتغل على

بروتوكول التحكم المحلي (LCP). والتطبيقان 7 و8 يدلان على التطبيقات التقليدية للاتصالات DSRC. ويكون تعرُّف هوية التطبيق بفضل عنصر تعرف/تعريف هوية الكيان (EID) على بروتوكول الاتصالات DSRC، ويجري التعامل معه كما يناسب.

تقوم طبقة التطبيق الفرعية (ASL) للاتصالات DSRC سطحاً بينياً بين مجموعات بروتوكول DSRC والتطبيقات الشبكية أو غير الشبكية. وتوفِّر وظائف اتصال تكميلية للاتصالات DSRC بدون استشعارها مجموعات بروتوكول DSRC في الطبقة التي تحتها.

الشكل 37

البنية العامة لطبقة التطبيق الفرعية DSRC-ASL ومفهوم تعرّف هوية التوصيل



4.3.4 التطبيقات

1.4.3.4 معلومات عامة

حدث في اليابان، كما في أوروبا، أن تحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC) المعتمد على الاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC) شقّ الطريق أمام تطبيقات نظام الاتصالات الذكي (ITS). ففي اليابان انطلقت خدمة ETC في مارس 2001، وفي نهاية مارس 2003 كانت هذه الخدمة تشمل قرابة 900 بوابة جباية يمر بها 90% من مستعملي الطرق السريعة. وهذا يعني أن الخدمة انتشرت على امتداد البلاد في غضون سنتين تقريباً. ومع نهاية مارس 2004 بلغ عدد بوابات الجباية 1300، وفي يوليو 2006 وصل عدد التجهيزات المركبة (OBE) أي عدد المشتركين إلى ثلاثة عشر مليوناً.

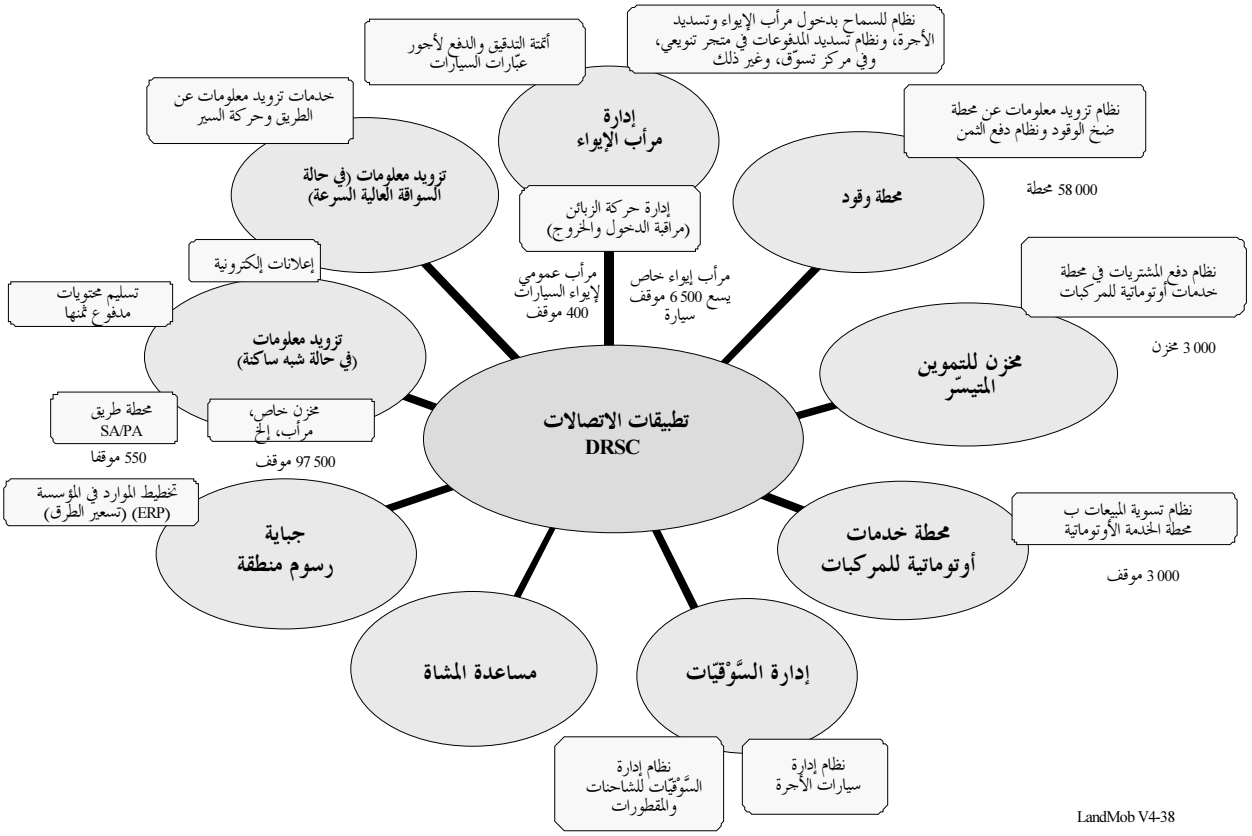
فالازدياد السريع في عدد مشتركي الخدمة ETC يهيِّئ الظروف المؤاتية لتقديم تكنولوجيات الاتصالات DSRC خدمات تطبيقات متنوعة باستعمال نفس التجهيز المركبي. ولذا فإن نشاط البحث والتطوير جارٍ، بالتعاون بين الجهات العمومية والجهات الصناعية، في سبيل استحداث تجهيز مركبي متعدد الوظائف، يؤدي خدمات DSRC شتى.

وفي اليابان تجري حالياً دراسة مجالات التطبيق التالية بقصد توسيع نطاق التطبيقات في تجهيز المركبة (انظر الشكل 38):

- إدارة مرأب إيواء السيارات؛
- محطة وقود؛
- مخزن للتموين المتيسّر؛
- محطة خدمات أوتوماتية للمركبات؛
- إدارة السَّوْقيّات؛
- مساعدة المشاة؛
- ترسيم دخول منطقة معيّنة (جباية رسوم لمنطقة معيّنة)؛
- تزويد معلومات: بحالة شبه ساكنة؛
- تزويد معلومات: بسرعة عالية؛

الشكل 38

تطبيقات متعددة للاتصالات DSRC قيد الدراسة في اليابان



2.4.3.4 تحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC)

قبل استحداث تحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC)، كان مزوّدو خدمة جباية رسوم الطرق في اليابان (كما على طرق اليابان العامة، والطرق السريعة في العواصم، وطرق هانشين السريعة، وجسر هونشو–شيكوكو، وغير ذلك) يؤدون خدمات جباية رسوم الطرق على امتداد البلاد، بالوسائل اليدوية. وجاءت خدمة ETC فخففت الازدحام عند بوابات الجباية، ويسّرت

الأمور لسائقي السيارات بإزالة الحاجة إلى حمل نقود، وقللت التكاليف الإدارية. وفي اليابان يتوجّب على النظام ETC معالجة تعقيدات نظام الترسيم حيث تختلف المبالغ المترتّبة باختلاف نمط المركبة والمسافة المقطوعة. يضاف إلى ذلك أن نموذجاً واحداً للتجهيز المركبي (OBE) يجب استعماله على طرق كثيرة خاضعة لرسوم، تديرها هيئات إدارية مختلفة.

حين استُحدِث النظام ETC في اليابان، تضمّنت مواصفته مجموعة الخصائص التالية:

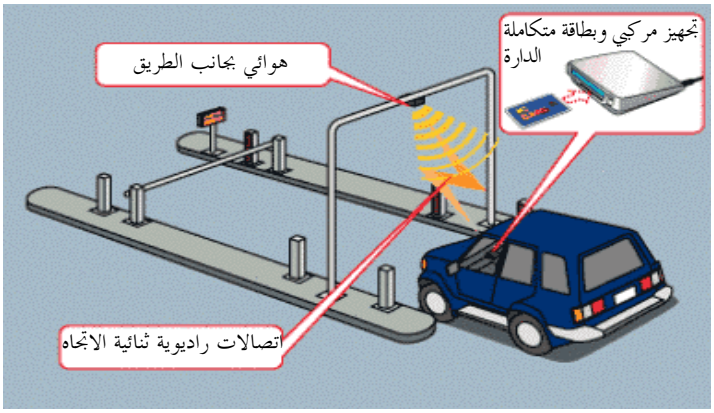
- التشغيل البيني على امتداد البلاد؛
- العمل بطريقة الفعل في الاتصالات DSRC في نطاق تردد GHz 5,8، ضماناً لإمكان قيام اتصال ثنائي الاتجاه وموثوق بين المركبات والتجهيزات المحاذية للطرق؛
- تكوين التجهيز المركبي (OBE) من "قطعتين"، وحدة مركبية (OBU) وبطاقة بنمط دارة متكاملة (IC card) من أجل التوسيع الوظيفي مستقبلاً ومن أجل استعمال متعدد الأغراض لهذه البطاقات؛
- أن يكون النظام مأموناً بدرجة عالية، منعاً للاحتيال.

ويوضّح الشكل 39 التشكيلة الأساسية لبوابة ETC اليابانية. تُدرَج بطاقة بنمط دارة متكاملة (IC card) وحاملة لمعلومات العقد، في وحدة مركبية (OBU) منصوبة داخل المركبة. وهذه الوحدة المركبية تتصل مع هوائي التجهيز المحاذي للطريق عند بوابة الجباية في اتصال راديوي ثنائي الاتجاه (طبقاً لنظام الاتصالات DSRC). وتوجد رسوم الطريق العام ومعلومات أخرى مسجّلة على البطاقة وفي حاسوب جباية الطريق الموصول بهوائي التجهيز المحاذي للطريق. فيستطيع السائقون اجتياز بوابة الجباية بدون توقيف المركبة.

الشكل 39

التشكيلة الأساسية لبوابة ETC اليابانية

(http://www.mlit.go.jp/road/ITS)



LandMobV4-39

3.4.3.4 السطح البيني الأساسي للتطبيق من أجل توسيع التطبيق في المركبات

فيما ينتشر نظام الاتصالات DSRC على نطاق واسع عبر أنظمة تحصيل الرسوم الإلكتروني، أصبح مطلوباً تطبيق الاتصالات DSRC على خدمات أخرى، ولا سيما التطبيقات غير الشبكية داخل المركبات، مثل تسديد الرسوم باستعمال البطاقة المتكاملة الدارة (IC card)، وخدمات تزويد المركبات العالية السرعة بالمعلومات. وتيسيراً لتطبيق DSRC على التطبيقات غير الشبكية، يجري استحداث مجموعات تحكم من أجل التحكم بالأجهزة عن بعد باستعمال طبقة التطبيق الفرعية للاتصالات DSRC، وذلك هو ما يسمّى "السطح البيني الأساسي للتطبيق". فالسطح البيني الأساسي للتطبيق معَدّ من أجل تطبيقات غير

شبكية توفّر خدمات تطبيق في ظروف غير شبكة الإنترنت، وتحقق خدمات نظام النقل الذكي (ITS) بواسطة تجهيز مركبي (OBE) متصف بالنفاذ عن بعد، وفقاً لمحتويات الخدمة.

السطح البيني الأساسي للتطبيق يُدرج بين بروتوكول التحكم بالمنفذ المحلي التابع لطبقة التطبيق الفرعية والتطبيقات غير الشبكية، فيتحكم بموارد التجهيز المركبي (OBE) انطلاقاً من التجهيز المحاذي للطريق (RSE). والسطح البيني الأساسي للتطبيق يحدد "مجموعات تحكم" ويوفّر تسهيلات لنفاذ الأجهزة البعيدة إلى الأجهزة المركبية (OBE) داخل المركبات. وبفضل اختيار مجموعات التحكم المناسبة والتوفيق بينها، تستطيع التطبيقات المحلية غير الشبكية أن تُجري، بصورة فعالة، المعاملات التطبيقية بين التطبيقات المقامة بجانب الطريق والتطبيقات التي داخل المركبات.

وفيما يلي قائمة بأمثلة على مجموعات تحكم تشتغل في إطار السطح البيني الأساسي للتطبيق:

- تطبيق الدلالة/الاستجابة الخاص بالتجهيز المركبي (OBE) من أجل السطح البيني للإنسان والآلة الخاص بالتجهيز OBE؛
- تطبيق النفاذ إلى ذاكرة التجهيز المركبي (OBE) من أجل كتابة/قراءة ذاكرة التجهيز OBE انطلاقاً من التجهيز المحاذي للطريق (RSE)؛
- تطبيق النفاذ إلى البطاقة المتكاملة الدارة من أجل فوترة البطاقات المتكاملة الدارة وتسديد فواتيرها؛
- تطبيق تسليم المعلومات على نمط ضغط زر، من أجل تسليم معلومات مرزَّمة، من التجهيز RSE إلى التجهيز OBE.

ويعرض الشكل 40 مثالاً على السطح البيني الأساسي للتطبيق.

4.4 نظام النقل الذكي (ITS) مستعمِلاً شبكة للاتصالات DSRC

1.4.4 مقدمة

في خريف 2000، أعلنت وزارة البناء والنقل (MOCT) الكورية عن اختيارها مناطق دايجيون وجيجو وجيونجو واجهة لبسط نظام النقل الذكي (ITS). وقد مثّل هذا البرنامج، المسمّى بمبادرات بسط أنظمة النقل المتقدمة، خطوة هامة على طريق إقامة البنية التحتية للنقل الذكي (ITI) في كوريا. ودعا البرنامج الشركاء من كلا القطاعين العام والخاص، إلى تطوير تكنولوجيا نظام النقل الذكي (ITS) ودمجها، من أجل تقصير أوقات السفر، وتحسين الاستجابة لحالات الطوارئ، وتزويد الجمهور معلومات عن حركة السير .

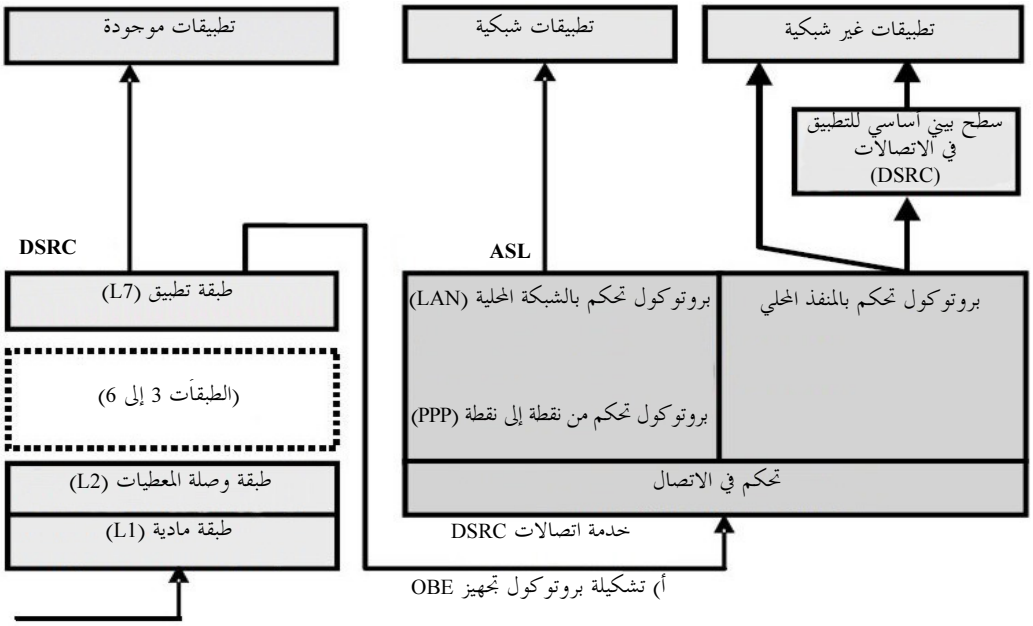
وفي كوريا يفوق الطلب العرض كثيراً في مجال مرافق وخدمات النقل. وصحيح أن أكثرية المناطق الحضرية في العالم تواجه هذا التحدي، لكن المشكلة حادة في كوريا بوجه خاص، بسبب الازدياد السريع في عدد السكان والعمالة. وقد أُجري تحليل استُنتِج منه أن أداء نظام النقل سينحط بصورة مأسوية على مدى الـــ 20 سنة القادمة، ما لم تتخذ الحكومة إجراءات لتحسين الأمور.

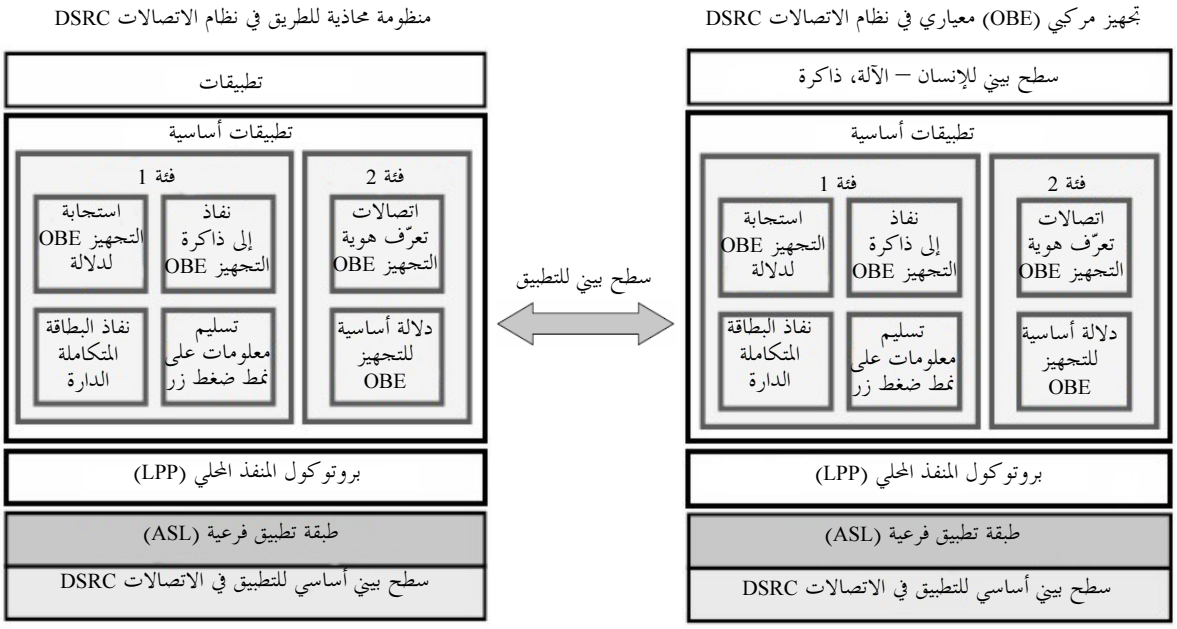
2.4.4 مبادرات بسط النموذج

استدرجت وزارة البناء والنقل (MOCT) تقديم عروض من جانب المدن في جميع أنحاء البلاد، من أجل تلقّي أموال تكون جزءاً من مبادرة بسط النظام ITS. وترمي هذه المبادرة إلى الإسهام في تمويل إنشاء بنى تحتية للنقل الذكي متكاملة تمام التكامل، في عدد من المدن المنتقاة في كوريا.

الشكل 40

سطح بيني أساسي للتطبيق في الاتصالات DSRC





فئة 1: خدمات عامة.
فئة 2: خدمات منخفضة الموارد.

ب) سطوح بينية أساسية للتطبيق، بين التجهيز المحاذي للطريق (RSE) والتجهيز المركبي (OBE)

LandMobV4-40

كانت دايجيون واحدة من المدن الثلاث المنتقاة للمشاركة في مبادرات بسط النموذج (MDI). ومدينة دايجيون واقعة في قلب شبه الجزيرة الكورية، ولذا فهي مركز للإدارة وللتكنولوجيا. ووضعها القانوني كثاني عاصمة إدارية للبلاد، يجعل منها مقراً

لثالث مجمَّع حكومي في كوريا، يضم عدداً من الوكالات الحكومية الرئيسية. ودايجيون بحكم موقعها في وسط كوريا، مركز رئيسي لأنشطة النقل. إذ فيها تلتقي أهم سكك الحديد والطرق السريعة، بما في ذلك خطّان حديديان رئيسيان.

وجيجو أكبر جزر كوريا، تقع عند الطرف الجنوبي لشبه الجزيرة الكورية. ولا تزال جيجو موقعاً فريداً بثقافته الجزَرية المليئة بالأسرار والحكايات الشعبية. وعند سفح الذروة الرئيسية لجبل هَلّا تنبسط مفاتن سياحية عديدة، تتنوع من مناظر جبلية بأوديتها وشلالاتها إلى شواطئ تتناثر حولها جزر صغيرة وتغسل أقدامها مياه زُمرُّديةُ الخضرة. وهذه المنطقة الغنية بجمالها الطبيعي تتمتع أيضاً بمناخ دافئ على مدار السنة، ما جعلها قِبلة للسيّاح، يؤمّونها من البرّ الكوري ومن البلاد الأخرى.

الجدول 7

برنامج مبادرات بسط النموذج

الموضوع	دايجيون	جيجو	جيونجو
الميزانية الكلية	30 مليون دولار أمريكي	10 ملايين دولار أمريكي	8 ملايين دولار أمريكي
السكان (2001)	1 408 809	622 238	611 910
التحكم المتقدم بحركة السير	O	O	O
نظام إدارة الحوادث	O	O	O
معلومات حركة السير قبل الرحلة	O	O	O
FTMS	O	–	–
أنظمة الإرشاد في الطريق	O	O	–
أنظمة إدارة مرائب إيواء المركبات	–	O	–
نظام الإعلام عن الباصات	O	O	O
نظام أجور العبور	O	–	–
نظام التحكم بمسرب الباص	O		
تحصيل الرسوم الإلكتروني	O	–	–
الإنفاذ الأوتوماتي للحركة	O	–	O

مدينة جيونجو، مقر مكتب إقليمي لـــ Chollabuk-do، تقع في جنوبيّ شرقيّ شبه الجزيرة الكورية. مساحة هذه المدينة 624 20 km^2 وعدد سكانها 238 622 نسمة (042 189 أسرة)، وتقسيماتها الإدارية هي 2 gus و40 dongs .

تتسم هذه المدن بعدة خصائص رئيسية تجعل منها خيارات مُثلى لمبادرة بسط نموذج نظام النقل الذكي (ITS) أي الخصائص التالية:

- علاقات ممتازة بين المؤسسات العمومية والمؤسسات الخاصة؛
- تصميمها بحيث تكون واجهة عرض لنتائج وفوائد تشغيل النظام ITS؛
- إمكان سحب النجاح فيها على مواقع أخرى؛
- كونها قواعد قوية تقنية وصناعية للمنطقة.

ومشروع مبادرة بسط النموذج (MDI) بتكلفة 50 مليون دولار أمريكي موازَن بحيث يزيد أداء وفعالية شبكات الطرق وأنظمة النقل في المنطقة، توخّياً لتلبية متطلبات النمو. ويتولّى المعهد الكوري للنقل (KOTI) توجيه مشروع المبادرة MDI المصمم من أجل البناء على الاستثمارات الهامة للمنطقة في البنية التحتية لنظام النقل الذكي (ITS).

1.2.4.4 عناصر البرنامج الرئيسية

يتكوّن البرنامج من ستة أنظمة فرعية هي: نظام إعلام المسافرين، ونظام إدارة العبور والإعلام عنه، ونظام إنفاذ أوتوماتي، ونظام تحكم في إشارات حركة السير، ونظام إدارة الحوادث.

فنظام إدارة العبور، المعتمد على أنظمة لتحديد مواقع المركبات، باستعمال تكنولوجيا نظام الموضعة العالمي (GPS) والاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRC) بخصوص 965 مركبة عابرة، يحسّن أداء هذه المركبات من حيث الدقة في المواعيد، ويوفّر معلومات عن حالة تنفيذ جدول مرور الباصات. وفي محطات الباصات رسائل إلكترونية تُعلِم السائقين بمواقع الباصات التي يسوقونها. وتوجد أيضاً في مراكز العبور مواقع وأكشاك إنترنت تزوّد السائقين معلومات عن مسارات الباصات، وجداول مواعيدها، وظروف حركة السير، وتخطيط الرحلة. وكجزء من المشروع، بُسط نظام لدفع أجور الرحلات إلكترونياً، يشتمل على بطاقات عبور مبنية على تكنولوجيا البطاقة المَحْوسَبة، تُستعمل للدفعَ على متون الباصات وقطارات الأنفاق، ولها وظائف نافعة أخرى.

أنظمة التحكم المتقدم بإشارات حركة السير (أنظمة COSMOS) من شأنها تحسين توقيت الإشارة من أجل إدارة طلبات حركة السير على وجه أفضل. ونظام إدارة الحوادث المشفوع بنظام مراقبة يساعد الوكالات المحلية على الاستجابة لحالات الحوادث بسرعة وفعالية.

ونظام إعلام المسافرين، المشفوع بنظام إعلام عن حركة السير في الوقت الفعلي مبني على الاتصالات DSRC، يمكّن الجمهور من تحقيق خيارات نقل مستنيرة. ونظام إنفاذ حركة السير الأوتوماتي يُستعمَل لإنفاذ جزاء انتهاكات حدود السرعة وإشارات حركة السير بصورة تلقائية.

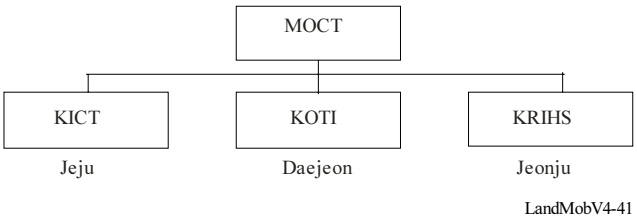
ثم إن هذه البرامج تزوّد مواد التسويق الوطنية بمدخلات، يستفاد منها في إنتاج كراريس إعلامية ووثائق أخرى تساعد عملية النقل. ومجهود العلاقات العامة والتسويق، المنصَبّ بوجه خاص على فوائد الأنظمة المتعددة الأساليب في إعلام المسافرين، يُفترض فيه أن يرفع سوية الوعي بالنظام ITS في كوريا.

2.2.4.4 إدارة البرنامج

استمدّ مشروع المبادرة MDI العاملين فيه من المؤسسات الشريكة. وعُيِّن المعهد الكوري للنقل (KOTI)، والمعهد الكوري لبحوث المستوطنات البشرية (KRIHS)، والمعهد الكوري لتكنولوجيا البناء (KICT)، لإدارة المشروع في دايجيون وجيونجو وجيجو، بترتيب التوالي. وطُلب أيضاً من موظفين آخرين عاملين في هذه الوكالات، ومن أفراد ينتمون إلى المدن الشريكة، أن يلتحقوا بفريق إدارة المشروع.

الشكل 41

تشكيلة إدارة المشروع



3.4.4 طريقة الفعل في الاتصالات DSRC

في نظام النقل الذكي (ITS)، يُعوَّل كثيراً على التجهيزات المنصوبة بجانب الطرق والمبنية على الاتصالات القصيرة المدى المكرّسة (DSRC). والاتصالات DSRC مختلفة عما يستعمَل في الاتصالات المتنقلة الأخرى، لأن لها استطاعة إرسال المعطيات بمعدل لا يتجاوز 1 Mbit/s وضمن مساحة محدودة. وقد استُحدِث النمط الفاعل من بين أنظمة الاتصالات DSRC من أجل نظام الإعلام عن حركة السير ونظام إدارة العبور. وسيُبسَط أيضاً في أنظمة التحكم بمرائب الإيواء، وفي تحصيل الرسوم الإلكتروني.

الجدول 8

المواصفات الرئيسية للاتصالات DSRC

الموضوع	المواصفة
نطاق التردد	GHz 5,8
الفاصل الترددي بين الموجات الحاملة	MHz 10
طريقة التشكيل	ASK
معدل نقل المعطيات	Mbit/s 1
البروتوكول	بروتوكول ALOHA ذو الفواصل
قدرة الهوائي	MW 10 RSE/OBE

نحو 5000 سيارة وباص اختبار ستبلِّغ عن موقع وساعة مرورها قرب التجهيز المحاذي للطريق المسلوكة (التجهيزات RSE)، ثم ترسل هذه التجهيزات المعطيات إلى مركز إدارة حركة السير باستعمال خط اتصال يُسمّى عروة خط مشترِك رقمي لا تناظري (ADSL). ومواصفات الاتصالات DSRC مستعملة في مشروع بسط نموذج النظام ITS في دايجيون.

الجدول 9

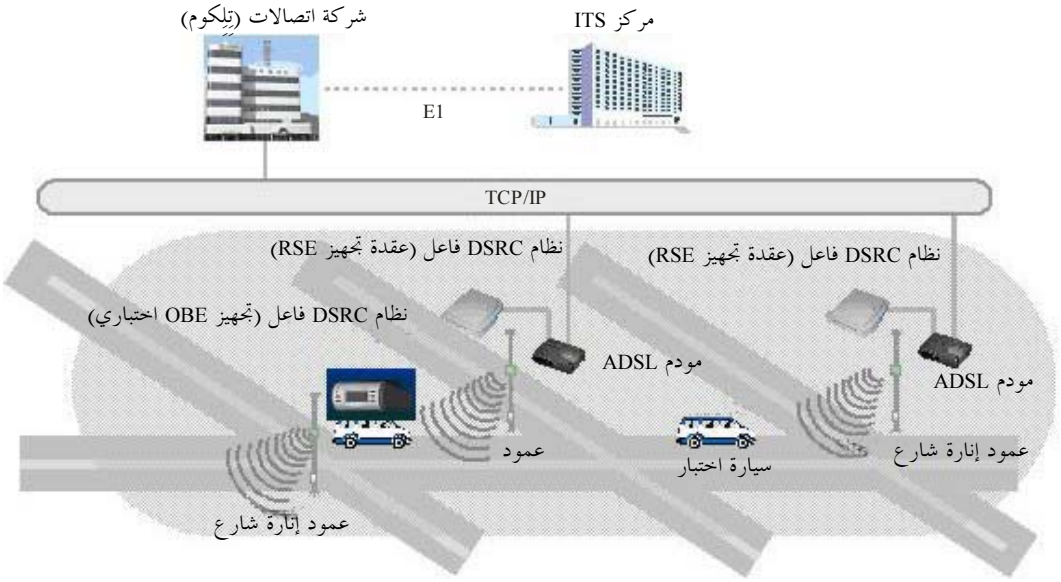
خصائص التجهيزات

	تجهيز للاتصالات DSRC محاذٍ للطريق فاعل (RSE)	**وحدة مركبية (OBU)**
المظهر المادي		
الأبعاد	mm 80 × mm 210 × mm 160	mm 45 × mm 100 × mm 110
الوزن	kg 3,5	kg 0,3
مصدر القدرة	AC 85V ~ AC 265V	DC 12V/24V

الشكل 42

بنية تخطيطية مبسَّطة لخدمة الإعلام المتقدم عن حركة السير (ATIS)

باستعمال الاتصالات DSRC

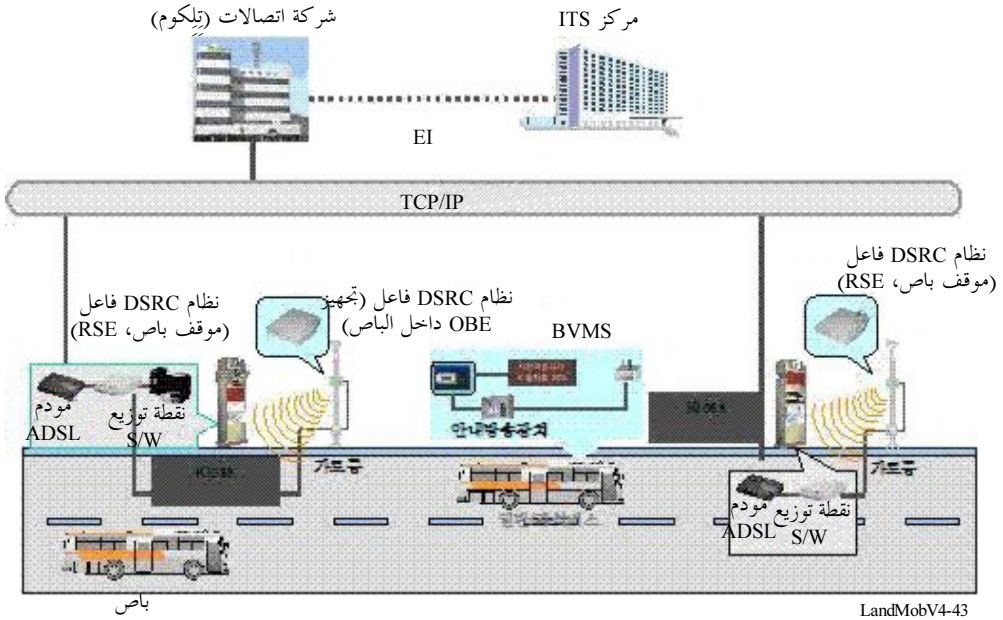


LandMobV4-42

الشكل 43

بنية تخطيطية مبسَّطة لنظام الإعلام عن الباصات (BIS)

باستعمال الاتصالات DSRC



LandMobV4-43

5.4 اتجاهات مستقبلية: نظام للاتصالات DSRC بتردد GHz 5,9 وتطبيقاته

1.5.4 مقدمة

على الرغم من أن الاتصالات DSRC الحالية سيكون لها دور هام في كثير من خدمات مستعملي نظام النقل الذكي (ITS)، فإنه بدأ منذ الآن الطلب على أن تكون الاتصالات DSRC أبعد مدى وأكبر سعة اتصال في الجيل القادم للنظام ITS مما تتصف به أجهزة اتصالات DSRC الحالية من مقدرة. فتطبيقات الجيل القادم من اتصالات النظام ITS مطلوب فيها مدى أطول بخصوص سلامة المركبات وسلامة السائقين، وسعة كبيرة لنقل المعلومات، وما إلى ذلك.

وإن إدخال هذه التحسينات على الخدمات سيعود بالفوائد التالية:

- تمكين سلطات النقل والإدارة والشرطة من مراقبة وإدارة حركة المركبات والمشاة والتحكم فيها؛
- توفير الدعم للسائقين والمشاة بصورة سليمة وترفيهية أثناء سواقتهم ومشيهم، ومن ثَمّ إقامة ثقافة جديدة يندمج فيها الاتصال اللاسلكي والنقل؛
- تمكين صناعة النقل، بما فيها مديرو الطرق ومشغّلو المركبات التجارية، وشركات الباصات، وما إلى ذلك، من امتلاك أقوى الأدوات للتشغيل الفعال والصيانة الفعالة.

في يوليو 2004، اعتمدت اللجنة الفدرالية الأمريكية للاتصالات (FCC) الترخيص وقواعد خدمة بخصوص استعمال الاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRCS) في خدمة نظام النقل الذكي (ITS) الراديوية بنطاق تردد GHz 5,9، من أجل ترويج حل لمسألة سلامة النقل يعم البلاد. ومن المقرر أن تمتثل الوحدات المركبية في سياق الاتصالات DSRCS للمعايير التقنية التي تضعها ASTM (الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد، المسمّاة لاحقاً جمعية ASTM الدولية)، ولا سيما المعيار E2213–03، المتضمن مواصفة من أجل الاتصالات وتبادل المعلومات بين التجهيزات المقامة على جوانب الطرق والتجهيزات المنصوبة على متون المركبات؛ والمواصفات المنشورة في سبتمبر 2003، المتعلقة بمراقبة النفاذ المتوسط (MAC) للاتصالات DSRC في نطاق تردد GHz 5، وبالطبقة المادية (PHY). ويشير المعيار E2213–03 (معيار ASTM) التقني إلى أن الخدمة DSRCS تُعتبَر خدمة اتصالات راديوية من الجيل القادم.

2.5.4 المتطلبات الوظيفية بخصوص منظومات الجيل القادم للاتصالات الراديوية في النظام ITS

يعرض الشكل 44 مخططاً للتطبيقات المرشّحة للجيل القادم للاتصالات الراديوية في النظام ITS، من حيث التنقلية ومعدل إرسال المعطيات، بحسب دراسة شاملة أجراها قطاع الاتصالات الراديوية (ITU-R). ينبغي في المتطلبات الوظيفية بخصوص منظومات الجيل القادم للاتصالات الراديوية في النظام ITS أن تستطيع تأدية معدل إرسال قناة يفوق 3 Mbit/s. وقد يكون مطلوباً وفاء بعض التطبيقات بمدى تغطية يصل إلى 1 km في الاتصال و/أو الإذاعة. وجرت محاولة لتعريف هذه المتطلبات الوظيفية نوجزها فيما يلي:

أ) *التشكيلة الأساسية*

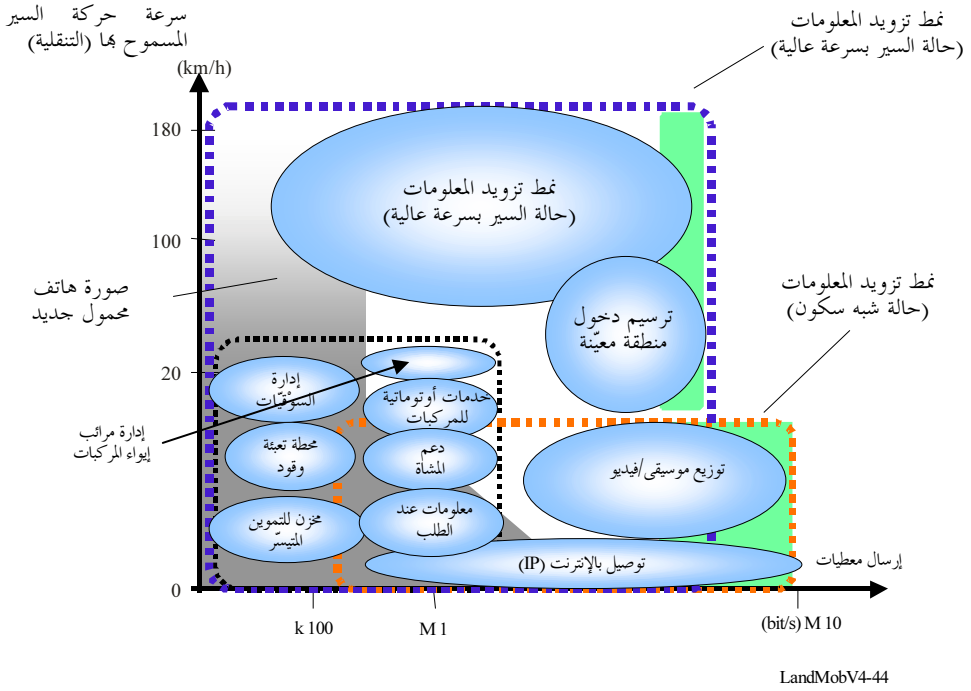
- منظومة تتكون من تجهيزات محاذية للطرق (RSE)، وتجهيزات مركبية مدمَجة (OBE) من أجل التطبيقات المركبية، وأجهزة اتصال شخصية (PCD)، وفيما بينها وصلات للاتصالات الراديوية؛
- يلزم للتجهيز OBE أو PCD أن يتناول تطبيقات متعددة؛
- يلزم للتجهيز OBE أو PCD أن يكون مرناً بحيث يفي باحتياجات مستعملين مختلفين؛
- سهولة النفاذ إلى تجهيز OBE أو PCD من أجل الخدمات المتعددة؛

– توفير وظائف تشغيل وصيانة؛

– توفير عدة سطوح بينية من أجل النفاذ الشبكي (مثل LAN، ADSL، DSL، FWA، IMT 2000 وما إلى ذلك).

الشكل 44

معدل إرسال المعطيات المطلوب للجيل القادم من الاتصالات الراديوية للنظام ITS



ب) *الخصائص التقنية ومسائل الاتصالات الراديوية*

– معدل إرسال 3 إلى 5 Mbit/s مناسب لتشغيل أكثرية التطبيقات؛

– متطلبات عرض النطاق: 10 MHz؛

– معدل الخطأ في البتات: 10^{-5} – 10^{-6}؛

– وقت التدميث السريع: أقل من 1 ms؛

– استعمال التردد: إرسال مزدوج بتقسيم الزمن (TDD) (ويمكن اختيار ازدواج بتقسيم التردد (FDD))؛

– أسلوب الاتصال: من نقطة إلى نقطة، إذاعة بسيطة أو توزيع متعدد، تبعاً للخدمات؛

– أسلوب التوصيل: من تجهيز OBE إلى تجهيز RSE، ومن تجهيز OBE إلى تجهيز OBE، ومن تجهيز RSE إلى تجهيز RSE، من أجل تبادل المعلومات و/أو معطيات الصيانة؛

– ضرورة أن يكون قدُّ خلية الاتصالات مرناً، وفقاً للتطبيقات المرتقَبة؛

– توفير قدر من التسامح بخصوص التداخل؛

– وظيفة تمرير: تمرير إلى منطقة مجاورة أو إلى منطقة معزولة؛

– التحكم بالأولوية: أولوية عالية، معتدلة، منخفضة، بحسب خدمات المستعمل المطلوبة وتصنيف المستعملين؛

– وظائف أمن مناسبة لكل خدمة مستعملين.

ج) *السرعة القصوى للمركبة*

- يلزم في الوصلة الراديوية أن تؤدي خدمات لمركبة تسير بسرعة قصوى قيمتها 200 km/h؛
- والتطبيقات اللازمة للقطارات العالية السرعة قد تكون ذات متطلبات أشد.

د) *بيئة التشغيل*

- بيئة جانب الطريق: طريق ضيقة/واسعة تحيط بها مبانٍ منخفضة/عالية، وغير ذلك؛
- بيئة مساحةٍ مفتوحةِ الأفق؛
- تجهيزات اتصال بتكلفة تنافسية؛
- بخصوص تشغيل السطح البيني الراديوي، ينبغي استبقاء تخطيط التردد المطلوب، والتنسيق الضروري بين الشبكات، أقل ما يمكن.

ه) *اعتبارات أخرى*

- يلزم توفير وظائف متنوعة أخرى، كالمعاملات الإلكترونية، وفقاً لاحتياجات المستعملين ومزوِّدي المعلومات؛
- توفير تجهيزات الاتصال بكلفة تنافسية؛
- بخصوص تشغيل السطح البيني الراديوي، ينبغي استبقاء تخطيط التردد المطلوب، والتنسيق الضروري بين الشبكات، أقل ما يمكن.

3.5.4 المتطلبات بخصوص تكنولوجيا الإرسال الراديوي

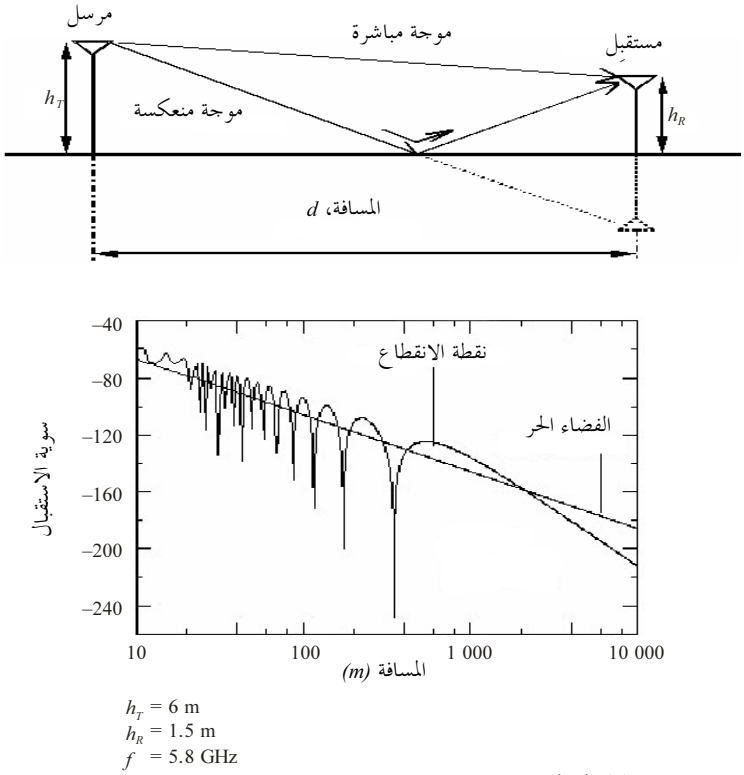
توخياً للوفاء بالمتطلبات الوظيفية بخصوص منظومات الجيل القادم للاتصالات الراديوية في النظام ITS، ينبغي استعمال تكنولوجيا إرسال راديوي فعالة. وتتمثل خطوة أولى هامة في تحرّي خصائص الانتشار الراديوي للاتصالات DSRC، من أجل التمكن من تصميم نظام DSRC يشتغل باستعمال فعال للتردد ومقاومة التداخل في التطبيقات.

1.3.5.4 خصائص الانتشار الراديوي للاتصالات DSRC

في الانتشار الراديوي للاتصالات DSRC، الانعكاس على الأرض هو أهم عنصر يحكم خصائص الاستقبال في المستقبل. ويعرض الشكل 45 ما يسمّى نموذج الانتشار بشعاعَيْن، مبيِّناً العلاقة المتبادلة بين مسار مباشر ومسار منعكس، مع مثال على سويّة الاستقبال في المستقبل حسب المسافة. فالموجات المباشرة والمنعكسة من شأنها أن تزيد أو تخفض سوية الاستقبال، تبعاً للفرق ($\Delta_r = 2h_T h_R/d$) 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 المستقبل تغيّراً يصل إلى نقطة الانقطاع ($d_{BP} = (4h_T h_R)/\lambda$)، 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 45

نموذج الانتشار بشعاعَيْن



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

المساحة 1: تبعد حتى بضعة عشرات من الأمتار (عادة 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.

2.3.5.4 حيثيات تخص بيئة الانتشار الراديوي للاتصالات DSRC

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.

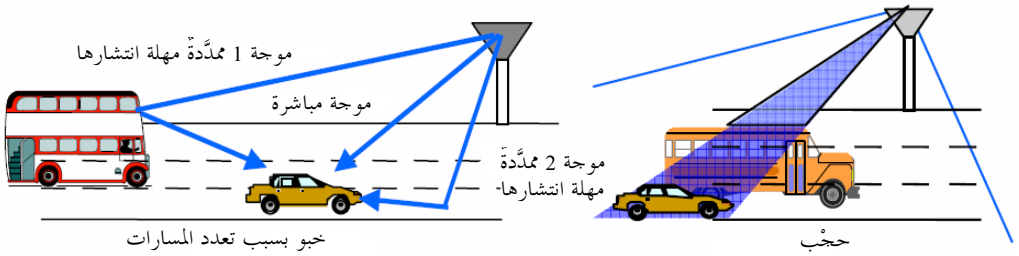
تمديد مهلة الانتشار: حين تكون المعلومات الرقمية المراد إرسالها ذات معدل معطيات عالٍ، يجب مراعاة آثار تمديد مهلة الانتشار (كالتشوه الذي يسببه تمديد وقت الانتشار الناجم عن القنوات المتعددة المسارات).

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

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 46

الخبو بسبب تعدد المسارات والحجب



LandMobV4-46

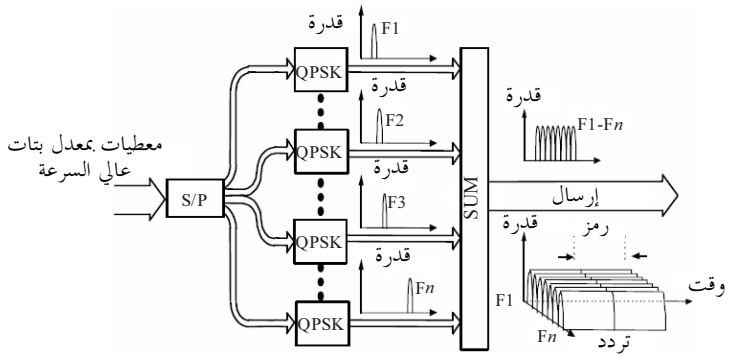
3.3.5.4 تكنولوجيا للجيل القادم من الاتصالات الراديوية للنظام ITS

الجيل القادم من الاتصالات الراديوية للنظام ITS يتطلب إرسالاً متوسّط المدى إلى طويل المدى (المساحتان 2 و3) بمعدل معطيات عالٍ، خلافاً للاتصالات DSRC التقليدية، القصيرة مدى الإرسال (المساحة 1)، المتوسّطة معدل المعطيات. ففي الإرسال المتوسّط إلى الطويل المدى، ينبغي استعمال تكنولوجيا إرسال راديوي فعالة، من أجل استعمال فعال للتردد، ومقاومة التداخل الموصوف أعلاه. وتعديد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM) هو إحدى التكنولوجيات المؤاتية للجيل الثاني من الاتصالات الراديوية لنظام النقل الذكي (ITS).

وفي الشكل 47 عرض مثال على مخطط مبسَّط للتشكيل OFDM. والمبدأ الذي يرتكز عليه التشكيل OFDM هو فلق تدفق معطيات عالي المعدل إلى عدد من تدفقات المعطيات أخفض منه معدلاً، تُرسَل بصورة متآونة في عدد من الموجات الحاملة الفرعية المتعامدة. وتُشكَّل كل موجة حاملة فرعية تشكيلاً مستقلاً، يُستعمَل فيه عادة نمط تشكيل اتساع تربيعي (QAM) أو تشكيل تربيعي بزحزحة الطور (PSK). وإشارة النطاق الأساسي المركّبة هذه تُستعمَل لتشكيل موجة حاملة لتردد راديوي رئيسي. ومن فوائد استعمال التشكيل OFDM الكفاءة العالية في استخدام الطيف، مقاومة التداخل المتأتي عن تعدد المسارات، ولا سيما مقاومة تأثيرات تمديد المهلة، وسهولة إزالة الضوضاء بالمرشاح.

الشكل 47

مخطط مبسَّط للتشكيل OFDM



S/P: تحويل من التسلسل إلى التوازي

LandMobV4-47

4.5.4 مستقبَل نظام الاتصالات DSRC وتطبيقاته في أمريكا الشمالية

1.4.5.4 الخلفية

في أمريكا الشمالية، ينفِّذ مورّدو خدمات تحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC) في الوقت الحاضر أنظمة تشتغل في نطاق التردد 902–928 MHz. وهذا الطيف، المسمّى نطاق التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM)، تم توزيعه أيضاً، في إطار توزيعات المنطقة 2 من مناطق الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)، لخدمة تحديد المواقع والرصد (LMS) على أساس التقاسم في شمال أمريكا الشمالية، لكن مورّدي خدمات ETC يرغبون في توزيع طيف رسمي لهذه الخدمات. وفيما يخص طرائق الاتصالات الراديوية المستعملة في DSRC، يستعمل كل من مورّدي خدمات ETC إما طريقة الفعل وإما طريقة الانفعال أو الانتشار الخلفي، على اعتبار أن هاتين الطريقتين كانتا مبسوطتين وقت لم يكن موجوداً معيار للاتصالات DSRC. وفي عام 1999، نُشرت مجموعة معايير للاتصالات DSRC قابلة للتشغيل البيني في نطاق التردد 902–928 MHz. وهذه المعايير مستعملة بالدرجة الأولى في تطبيقات المركبات التجارية، وإن تكن تؤدي أيضاً تطبيقات أخرى، مثل تحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC).

أكبر نظام ETC في أمريكا الشمالية (وفي العالم أيضاً) هو E-ZPass، إذ بلغ عدد المشتركين فيه 14,2 مليون، في نوفمبر 2005 (ما يمثل تقريباً ثلاثة أرباع الجباية الإلكترونية في الولايات المتحدة). وكان تم اعتماد النظام E-ZPass من قبل الفريق المشترك بين الوكالات (IAG) الذي يضم ممثلي 21 وكالة عضواً، موزّعة في 11 ولاية. يستند هذا النظام إلى طريقة الفعل في الاستفادة من تكنولوجيا الاتصالات DSRC، وذلك في نطاق تردد 915 MHz. والنظام E-ZPass Plus مقبول لإدارة مرائب إيواء المركبات في بعض مطارات الولايات المتحدة.

في عام 1997 طلبت شركة ITS America من اللجنة الفدرالية الأمريكية للاتصالات (FCC) توزيع 75 MHz من الطيف في نطاق التردد 5,9 GHz لصالح نظام النقل الذكي (ITS)، وعلى الخصوص لصالح الاتصالات القصيرة المدى المكرّسة (DSRC). وفي عام 1999 وزعت اللجنة FCC نطاق التردد 5,9 GHz لصالح تطبيقات النظام ITS المبنية على الاتصالات DSRC، واعتمدت قواعد تقنية من أجل تشغيل الاتصالات DSRC.

وفي يوليو 2004 اعتمدت اللجنة FCC قواعد ترخيص وخدمة بخصوص خدمة DSRC (DSRCS) معتبرة إياها الخدمة الراديوية للنظام ITS في نطاق التردد 5,9 GHz، من أجل ترويج حل لمسألة سلامة النقل يشمل البلاد. وبخصوص الخدمة DSRCS، اعتمدت اللجنة FCC الوثائق المنشورة في سبتمبر 2003، أي المعيار ASTM E2213–03، والمواصفات المتعلقة بمراقبة النفاذ المتوسط (MAC) للاتصالات DSRC في نطاق تردد 5 GHz، وبالطبقة المادية (PHY)، من أجل الترخيص باستعمال نطاق التردد 5,9 GHz لصالح السلامة العامة وغير العامة.

2.4.5.4 مستقبل نظام الاتصالات DSRC في أمريكا الشمالية

في أمريكا الشمالية، عُرِّفت خدمات الاتصالات القصيرة المدى المكرَّسة (DSRCS) بأنها استعمال التقنيات الراديوية لنقل المعطيات على مسافات قصيرة، بين وحدات منصوبة على جوانب الطرق ووحدات متنقلة، وفيما بين الوحدات المتنقلة، وبين الوحدات المحمولة والوحدات المتنقلة، من أجل تأدية عمليات لها صلة بتحسين تدفق حركة السير، وسلامة السير، وغير ذلك من تطبيقات خدمة النقل الذكي، في بيئات متنوعة. ومن الممكن لأنظمة DSRCS أن ترسل رسائل عن الحالة، ورسائل تعليمات ذات صلة بالوحدات المعنية.

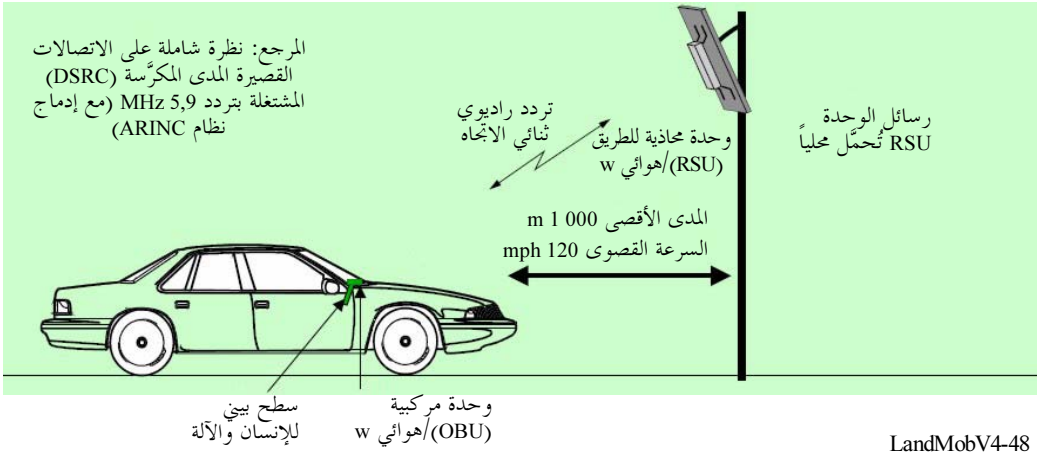
والمعيار التقني ASTM E2213–03 للخدمات DSRCS يتضمّن مواصفات النفاذ المتوسط (MAC) والطبقة المادية (PHY) بخصوص التوصيل اللاسلكي في استعمال الخدمات DSRCS. وهذا المعيار يستند ويشير إلى المعايير الصادرة عن معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) تحت الرقم 802.11، بخصوص "مواصفات النفاذ اللاسلكي المتوسط للشبكة المحلية (LAN MAC) والطبقة المادية (PHY)"، وأريد به أن يكون تمديداً لتكنولوجيا المعيار IEEE 802.11 في بيئة المركبات العالية السرعة.

وفي نوفمبر 2004 أُنشئ فريق مهام في إطار فريق العمل المعني بالمعيار IEEE 802.11، من أجل استحداث تعديل على المعيار IEEE 802.11 بحيث يستطيع تأدية الاتصال بين المركبات والتجهيزات المقامة على جوانب الطرق، وفيما بين المركبات العالية السرعة حتى 200 km/h (120 miles/h) أثناء سيرها، اتصال يغطي مدى 1 000 m. والتعديل المنشود سيتيح تأدية اتصالات في نطاقات تردد 5 GHz، أي على وجه التحديد نطاق 850 5-925 5 MHz في أمريكا الشمالية، بهدف تحسين التنقلية والسلامة في جميع أشكال النقل السطحي، بما فيه نقل السكك الحديدية والنقل البحري. وهذا التعديل، المسمّى "النفاذ اللاسلكي في البيئات المركبية" (WAVE)، جارٍ تحديده على يد فريق المهام المعني بالمعيار IEEE 802.11، ومتى أصبح ناجزاً سيُدخَل على المعيار التقني ASTM E2213-3.

ويعرض الشكل 48 نظرة شاملة على النفاذ WAVE. وهذا النفاذ WAVE مبني على تحليلات مستفيضة للاتصالات اللاسلكية في بيئة تنقلية، بيئة مركبات تسير بسرعة لا تقل عن 200 km/h (120 miles/h)، اتصالات تغطي أمداء يصل أعظمها إلى 1 000 m. وكما هو مبيّن في الشكل 46، يستوعب نطاق الخدمة الراديوية سبع قنوات في كامل عرض النطاق البالغ 75 MHz. وأكثرية القنوات عرض نطاقها 10 MHz، باستثناء قناة واحدة عرض نطاقها 20 MHz، ناشئة عن جمع قناتين كل منهما بنطاق عرضه 10 MHz.

الشكل 48

نظرة شاملة على النفاذ WAVE



ويبيّن الجدول 10 الخصائص الرئيسية للنفاذ WAVE. وقد اعتُمِد التشكيل OFDM بمعدل معطيات أقصى هو 27 Mbit/s (54 Mbit/s في حالة قنوات بعرض نطاق قدره 20 MHz). المقدار الأقصى الذي تسمح به لوائح اللجنة FCC من حيث القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) هو 44,8 dBm (30 W). وقدرة خرج الجهاز يحددها صنفه؛ وقدرة الخرج القصوى المسموح بها للجهاز هي 28,8 dBm (0,75 W).

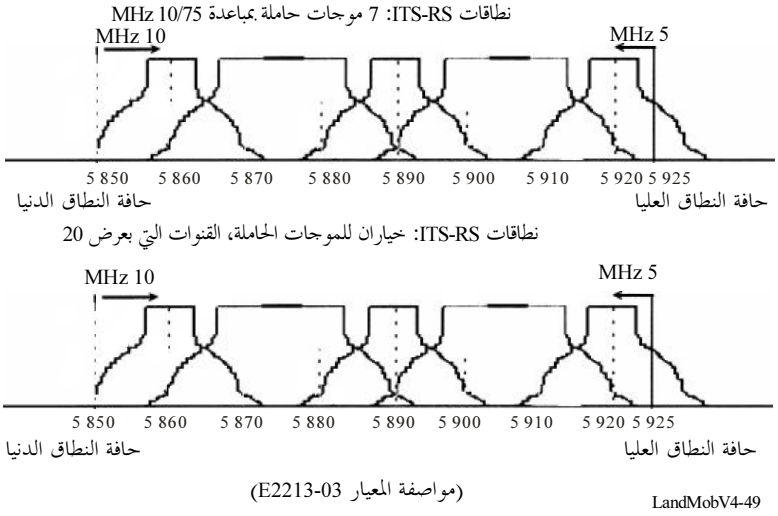
الجدول 10

الخصائص الرئيسية للنفاذ WAVE

المدى الأقصى	1 000 m (~ 3 000 ft)
عرض النطاق	75 MHz (5 850–5 925 GHz)
التشكيل	BPSK/QPSK OFDM (مع خيارين: 16-QAM و64-QAM)
القنوات	7 قنوات (توفيقات اختيارية: قنوات 10 وقنوات 20 MHz)
معدل المعطيات	3 و4 و5 و6 و9 و12 و18 و24 و27 Mbit/s في القنوات التي بعرض نطاق 10 MHz
معدل الخطأ في الرزم (PER)	أقل من 10% في الرسائل التي طولها 64 بايتة، من مركبات تسير بسرعة 200 km/h

الشكل 49

نطاق الخدمة الراديوية WAVE



(مواصفة المعيار E2213-03)

LandMobV4-49

3.4.5.4 التطبيقات المقترحة في أمريكا الشمالية بخصوص الاتصالات DSRC

الخدمة المبنية على الاتصالات DSRC، الموجودة في أمريكا الشمالية، المشتغلة في النطاق 920–928 MHz، تشتمل على التطبيقات التالية: تحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC)، ودفع الأجور الإلكتروني على التوقيف في المرائب، والتخليص الجمركي الإلكتروني للمركبات التجارية.

أما التطبيقات المستقبلية فتُعطى فيها لتطبيقات السلامة العامة الأولوية على سائر تطبيقات الاتصالات DSRC، طبقاً لقواعد الترخيص والخدمة التي اعتمدتها اللجنة الفدرالية الأمريكية للاتصالات (FCC) في يوليو 2004، وإن تكن اللجنة FCC سمحت باستعمالات السلامة العامة وغير العامة في النطاق 5,9 GHz (استعمالات السلامة غير العامة لها مرتبة ثانوية).

وفي الجدول 11 قائمة بالتطبيقات المقترحة في أمريكا الشمالية بخصوص الاتصالات DSRC. ويعرض الشكل 50 مثالاً على تطبيق طويل المدى للاتصالات DSRC عنوانه "أولوية إشارة من مركبة طوارئ".

الجدول 11

التطبيقات المقترحة في أمريكا الشمالية بخصوص الاتصالات DSRC

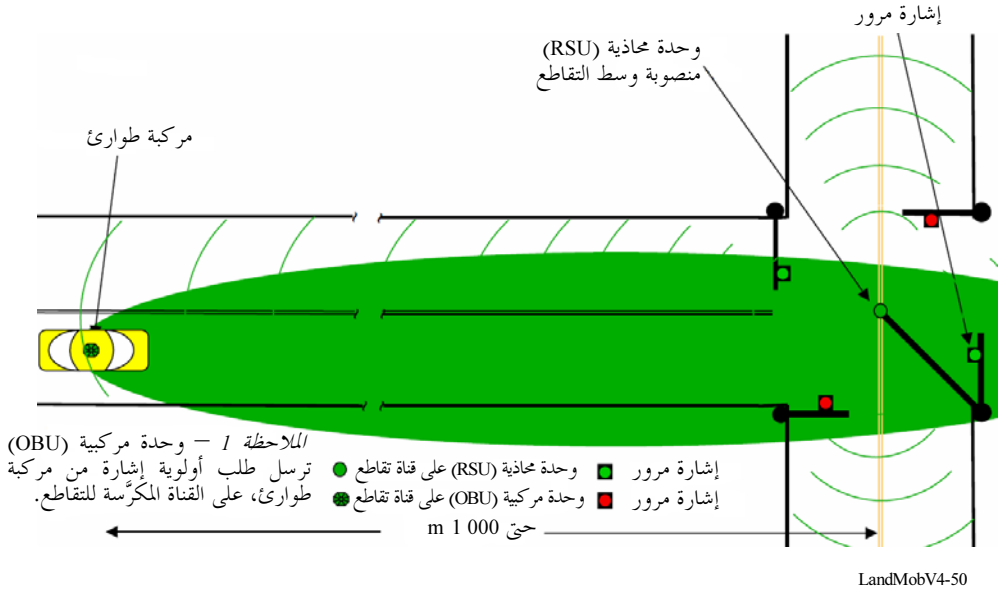
السلامة العامة	السلامة الخاصة
تجميع معطيات الاختبار	تحكم في النفاذ
معلومات عن حركة السير	دفع ثمن الوقود
تحصيل الرسوم	دفع الرسوم بدون توقف المركبة
التوقيع داخل المركبة – تنبيه إلى منطقة عمل – تنبيه إلى تقاطع طريق عام وسكة حديد – تنبيه إلى ظروف الطريق	دفع أجور الإيواء في المرأب
تفادي التصادم في التقاطع	نقل المعطيات – معطيات خدمة الإعلام المتقدم عن حركة السير (ATIS) – معطيات التشخيص – تسجيل خدمة التصليح – تحيين برنامج حاسوب المركبة – تحيين معطيات الخرائط والموسيقى
تنبيه من مركبة إلى مركبة – تنبيه من مركبة متوقفة أو متباطئة	معالجة تأجير مركبة
تنبيه دوار	إدارة الأسطول من مكتب مركزي وحيد
تنبيه إلى جسر واطئ	نقل معطيات مركبة عابرة (باحة)
غربلة الخط الرئيسي	تجديد تعبئة الوقود لمركبة عابرة
تخليص معاملة عبور مركبة للحدود	رصد وقود قاطرة
السجل اليومي للسائق	
تفتيش على متطلبات السلامة في المركبة	
نقل معطيات مركبة عابرة (بوابة)	
أولوية إشارة من مركبة عابرة	
أولوية إشارة من مركبة طوارئ	

4.4.5.4 المتطلبات والاتجاهات المستقبلية

تاريخياً، كانت التطبيقات الأولى للاتصالات DSRC هي تحصيل الرسوم الإلكتروني (ETC) وتعرف الترددات الراديوية. والتكنولوجيا الأساسية تتسع لاستعمالات أكثر تنوعاً من ذلك، لكنها غير مناسبة لكثير من التطبيقات المخططة للمستقبَل. وهذه التطبيقات المستقبلية تفرض مطالب جديدة من حيث أداء الاتصالات DSRC، ومرونتها، وملاءمتها لمدى اتصال أوسع، وأنظمة الحوسبة.

الشكل 50

أولوية إشارة من مركبة طوارئ



الجيل الجديد الجاري تنفيذه من التطبيقات الخاصة بالسلامة على الطرق العامة يتطلب أمداء أطول مما هو ممكن مع أنظمة DSRC الحالية. فكثير من هذه التطبيقات يتطلب أمداء تشغيل تصل إلى 1 000 m. وهناك مطلب إضافي من متطلبات تطبيقات السلامة، وهو إقامة شبكة من مركبة إلى مركبة، حتى لو لم توجد أي وحدة محاذية (RSU) محلية. وفي هذه الحالة يجب في الوحدة المركبية (OBU) أن تشتغل بطريقة ند إلى ند، وهذا مستحيل مع تكنولوجيا الاتصالات DSRC الحالية. يجب إذاً أن تتوفر في الوحدات المركبية (OBU) المقدرة لإقامة شبكاتها المخصصة أثناء سيرها على الطريق. ومن خصائص تطبيقات السلامة هذه أيضاً أنها تطلب سوية اعتمادية أعلى بكثير مما تطلبه التطبيقات التقليدية للاتصالات DSRC؛ إذ إن أي انقطاع كبير في الاتصال يمكن أن يسفر عن فقدان حياة. وهذا يتطلب التحرر من تداخل أي نظام راديوي آخر قد يوجد في الجوار. ولهذا السبب رُئي أن هذه العمليات يجب أن تؤدى في نطاق تردد مرخَّص خصّيصاً للاتصالات DSRC. ثم إن التوفيق بين اشتغال وحدات مركبية (OBU) بصورة مستقلة والمدى الطويل يسفر عن تراكب مناطق اتصال متعددة. ولذا يتوجّب أن تكون هذه الأنظمة ذات وظائف تمكّن من إرسال رسائل الطوارئ واستقبالها، مهما اختلفت وكثرت مناطق الاتصال المتواجدة.

وكثير من تطبيقات المستقبَل سيتطلب نفاذاً إلى الإنترنت داخل المركبات، ويستعمل بروتوكول الإنترنت (IP) حتى بدون نفاذ مباشر إلى الإنترنت. وأنظمة DSRC الموجودة ذات مقدرة محدودة لنقل رزم البروتوكول IP، وهذا النقل غير فعال لأن نقل هذه الرزم يتم "تسريباً" وليس باستعمال البروتوكول IP بحد ذاته. وهكذا فإن الأنظمة الموجودة، في حين تمتلك المقدرة لمعالجة بعض التطبيقات مثل البريد الإلكتروني ومستكشِفات الويب، تقصِّر عن توفير كل منافع البروتوكول IP مثل وظيفتي العنونة والتسيير. وتشتمل هذه المقدرة على استطاعة تكوين شبكات أجهزة، مثل شبكة مخصصة من المركبات أثناء سيرها طوال الطريق.

ومن الحاجات الواردة مستقبَلاً توفير نظام اتصال متكامل في المركبات، وهذا مع الاعتراف بأنه لا يوجد وسيلة اتصال واحدة تلبي جميع متطلبات المستقبَل. فالفرصة قائمة لتضافر أنظمة متعددة، كالهواتف المتنقلة، والسواتل، والاتصالات DSRC. ولن تستطيع وسيطة واحدة من الوسائط تلبية جميع التطبيقات في المستقبَل. والمرغوب هو تمكين كل جهاز أو تطبيق مركبي محتاج إلى الاتصال بوسائط الاتصال التي خارج المركبة، من النفاذ إلى أي مقدرة أو إلى جميع مقدرات الاتصال

المتنوعة الممكن وجودها خارج المركبة، باستعمال واحدة منها تكون الأصلح للاحتياجات الفورية والأوفق للمقدرات. وهذا يقود إلى لزوم طبقة داخل المعمارية، تتيح وتدير تسيير المعطيات من/إلى أي تطبيق داخل المركبة إلى أي جهاز اتصالات متيسِّر خارجها.

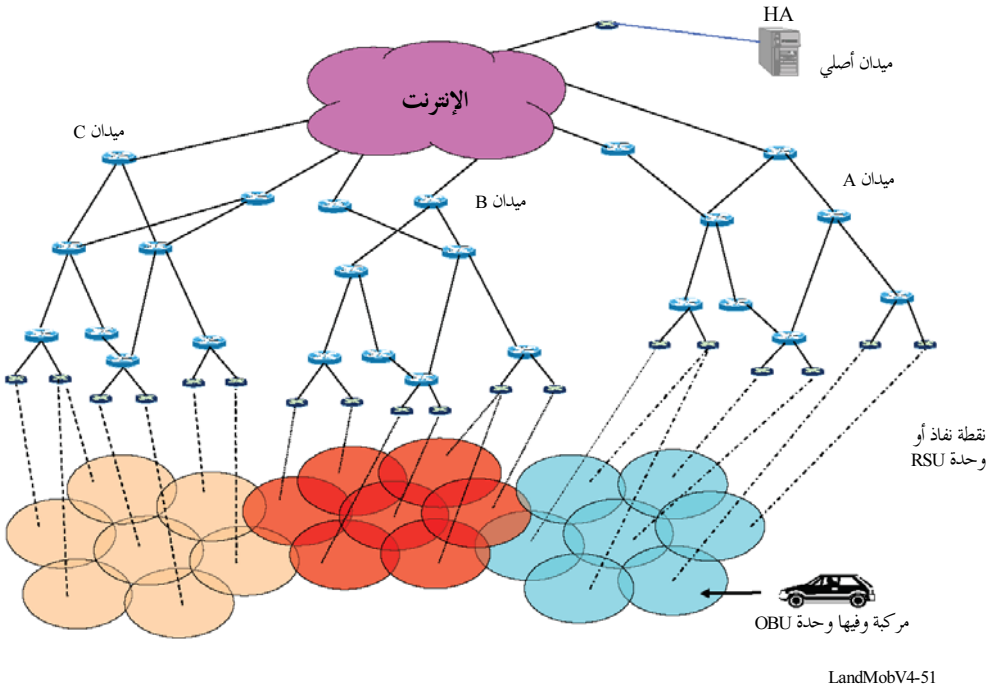
5.4.5.4 مفهوم وبروتوكول الإنترنت

المفهوم العام المرغوب هو أن يكون كل جهاز أو تطبيق مركبي قادراً على معالجة الاتصالات DSRC بالضبط مثل عقدة أخرى على شبكة الإنترنت. والهدف عندئذ هو تمكين هذا التطبيق المركبي من إرسال رسائل في أي وقت إلى أي عقدة أخرى على الإنترنت. وقد يكون من الأمثلة على ذلك أن يتمكن تطبيق خاص بالأعمال التجارية، منصوب على متن مركبة، من إرسال معطيات إلى عنوان معيّن، داخل الشبكة المحلية للأعمال التجارية. وبالمقابل، أن يتمكّن مكتب محلي من إرسال ما قد يحتاج إليه من الرسائل إلى تطبيق زبون في مركبة معيّنة أياً كان موقعها.

ويجد هذا المفهوم إيضاحاً له في الشكل 51، حيث الميدان الأصلي يمكن أن يكون ثابتاً، في حين تجوب المركبة منطقة ما، حيث يتسنّى لها النفاذ إلى الإنترنت في مواقع مختلفة. وهذا يطرح مشكلة ميدان أصلي يعرف كيف يوجّه رسالة إلى مركبة معيّنة حين تظهر فجأة في أي نقطة نفاذ من أي ميدان. واللازمة لذلك هي وجود تطبيق على متن مركبة يرغب في توجيه رسالة إلى المكتب الأصلي. ويتغيّر توجيه/تسيير المعلومات المطلوب، مع كل وحدة محاذية (RSU) تصادفها المركبة.

الشكل 51

المركبة كعقدة متنقلة على شبكة الإنترنت



الحلول لهذه المشكلات هي حالياً قيد البحث والتحقيق. وحالياً يُبذل جهد في إطار منظمة التقييس الدولية (ISO)، الوثيقة TC204/WG16، من أجل تعريف معمارية إجمالية تعالج هذه القضية وقضايا أخرى كثيرة. والمعايير الجاري استحداثها يؤخذ في حسبانها وسائل إدارة مركبة متنقلة معينة، دون تثقيل الطلب على حركة الشبكة ولا على إدارة جدول التسيير، كما تستلزمه النهوج

الحالية لو كان عليها التعويل. هذا النهج مبني على تنقلية الشبكة (NEMO). وNEMO هو اسم فريق مهام هندسة الإنترنت (IETF) ويشمل مصطلحات دعم تنقلية الشبكة؛ انظر http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-nemo-terminology-02.txt.

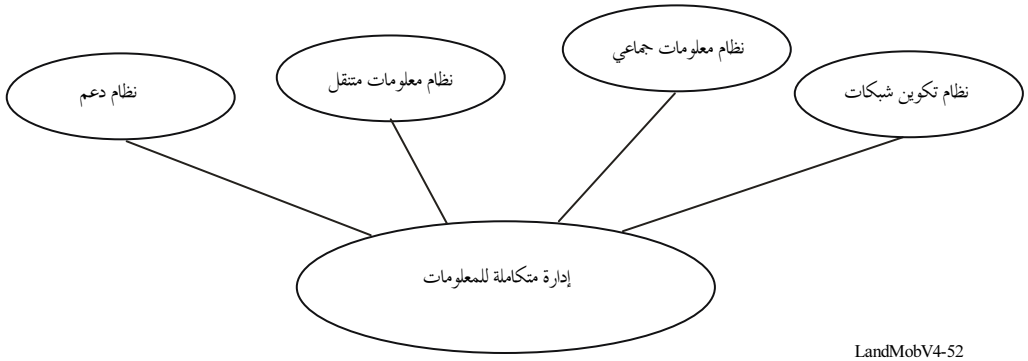
وعلى هذا النهج، سيكون ممكناً لكل جهاز على أي مركبة أن تُوجَّه إليه رسائل مباشرة عبر الإنترنت. مثلاً: يمكن لمعينات التشخيص المركبيةِ (OBD)، الموجودة داخل المركبة، أن ترسِل أوتوماتياً رسالة إلى التاجر بائع السيارة المسجَّل متى ما اكتُشِف فيها عطب، ويمكن للتاجر البائع أن يستجيب بإرسال نشرة مناسبة، مع مواعيد الخدمة، إلى مركز المراسلة المنصوب داخل المركبة والخاص بالسائق.

وتظهر أهمية هذه المقدرة بأقوى وضوح عند النظر في أمر المركبات التجارية. فالشاحنات المرفاعية ستختلف في المستقبل عما هي الآن، وهذا الاختلاف لن يكون على الأكثر في عدد أو أنماط الوظائف والأنظمة الإلكترونية والحاسوبية التي قد تُزوَّد بها، بل في طريقة اندماج جميع هذه الوظائف والأنظمة وتكاملها في الكل. إن اندماج وتكامل هذه الوظائف والأنظمة أمر يعود دائماً إلى دور إدارة المعطيات أكثر مما إلى السطوح البينية الميكانيكية والإلكترونية التقليدية. ستصير الشاحنة المرفاعية أكثر اندماجاً وتكاملاً في نظام النقل الكلي منها اليوم حيث لا تعدو أن تكون ناقلة للسلع. إذ إن المعطيات التي في التجهيز المركبي، بما فيها معطيات رصد الحمولة وأنظمة الأمن، ستكون بصورة مستمرة متيسّرة لمنظومات التجهيزات المحاذية للطرق التي تستطيع هكذا إدارة المركبة وسائقها وحمولتها. وأنظمة إدارة الحمولة التي على متن المركبة ستمكّن مشغّل الأسطول من معاملة الشاحنة المرفاعية معاملة مستودع متنقل أكثر من معاملتها كصندوق على دواليب.

ثم إن مسائل التصميم والتنفيذ ستصير هكذا أكثر تركيزاً بكثير على إدارة المعلومات/المعطيات، وعلى نقل المعطيات بين عناصر نظام النقل الكليّ، الذي تندرج فيه الشاحنة المرفاعية كجزء منه لا ينفصل. ويجد هذا المفهوم إيضاحاً له في الشكل 52.

الشكل 52

نظام مركبة المستقبَل سيكون جزءاً من نظام أكبر لإدارة المعلومات



وذلك يستتبع مطالب جديدة بخصوص أنظمة الاتصالات، المركبية منها والتي خارج المركبات. فمن الراجح أن تشتمل أنظمة الاتصالات المركبية على شبكة معطيات مكرّسة للحواسيب، كالحواسيب المحمولة، وأنظمة الملاحة، ورصد الحمولة، وشاشات عرض متطورة، ومراقبة مركزية للمركبة. ويمكن أن يكون كل هذا مبنياً على بروتوكول الإنترنت (IP)، وقد يكون سلكياً أو لاسلكياً. وأما أنظمة الاتصالات التي خارج المركبات فالاتصالات الهاتفية والساتلية شائعة فيها منذ اليوم، ويمكن التوقع أنها ستبقى وسائل اتصال قيّمة خارج المركبات. لكنّ الاتصالات DSRC المبنية على البروتوكول IP ستدخل حيز الخدمة خلال السنوات القليلة القادمة، ويتوقَّع لها أن تؤثر على خليط الاتصالات الجاري استعمالها خارج المركبات. إذ إن التكنولوجيا ستتيح نفاذاً إلى الإنترنت عالي السرعة كلما وُجِدت مركبة في مدى هوائي التجهيز المحاذي للطريق.

ولذا فإن الاتصالات الخارجية التي ستأتي بها التكنولوجيا المذكورة تنطوي، في الأنظمة المركبية، على خيارات متعددة للاتصال بالأنظمة الخارجية. فقد عرَّفت منظمة التقييس الدولية (ISO)، في الوثيقة TC 204/WG16، معمارية جديدة تمكّن أي جهاز على متن مركبة من إرسال واستقبال رسائل، عبر أي من أنظمة الاتصال المشار إليها، عن طريق نقطة نفاذ واحدة. وهذا يمكّن، متى تحقق، جهازاً ما من استعمال أي خدمة اتصال تلبّي على وجه أفضل الاحتياجات الفورية، بدلاً من أن يكون مكرّساً لخدمة معيّنة أو أن يلزمه استطاعة العمل بسطوح بينية متعددة، سطح بيني لكل خدمة. وإذا تم التوفيق بين هذه المعماريات والاتصالات DSRC المبنية على البروتوكول IP، صار بالإمكان ليس فقط أن يكون لكل مركبة عنوان إنترنت خاص بها، بل أيضاً أن يكون لكل جهاز على متن المركبة عنوان له مخصص. ورؤية هذه الأعمال التطويرية هي أن الإنترنت المبنية حالياً على الاتصالات الأرضية ستصير متاحة بلا انقطاع داخل المركبة، وجزءاً منها ومن جميع الأنظمة المشتغلة على متن المركبات. وعندئذ يتسنّى لإدارة أسطول من الشاحنات المرفاعية اتصال مباشر بالأنظمة المركبية المنصوبة على قطع الأسطول، أياً كان موقعها في اللحظة المعيّنة. والمعلومات المستمَدة من هذا الاتصال تشمل ما يتعلق بالمركبة، وما يتعلق بالحمولة، وما يخص السطوح البينية للمشغِّل.

6.4.5.4 الاتصالات DSRC المبنية على بروتوكول الإنترنت

في إطار برامج نظام النقل الذكي (ITS) المستحدَثة في أمريكا الشمالية، تم تعرّف عدد كبير من الأوجه الممكنة لجعل الطرق العامة أسلم، ولتشغيلها بصورة فعالة (تقليل الازدحام) أيضاً. وعدد كبير من هذه التطبيقات يتطلّب الاتصالات DSRC لإقامة الاتصال من المركبة إلى التجهيزات المحاذية للطريق، ومن مركبة إلى أخرى. وعند تقييم هذه التطبيقات، اتّضح فوراً أن أنظمة الاتصالات DSRC الموجودة ليس من شأنها أن تفي بالمتطلبات، ولا سيما مدى التشغيل، والتفاعلات من ند إلى ند، والاتصالات من مركبة إلى أخرى. فلزم عن ذلك بدء مشروع جديد لاستحداث صنف جديد من تكنولوجيا الاتصالات DSRC.

وتمثّلت المهمة البدئية من مهام هذا المشروع في تقييم مائة تطبيق مقترح، من أجل تحديد المتطلبات في نظام الاتصالات المستقبلي هذا. وكانت التطبيقات الأكثر تطلباً هي المتعلقة بسلامة الطرق العامة. وتشمل المتطلبات المستخلصة من هذا التحليل ما يلي:

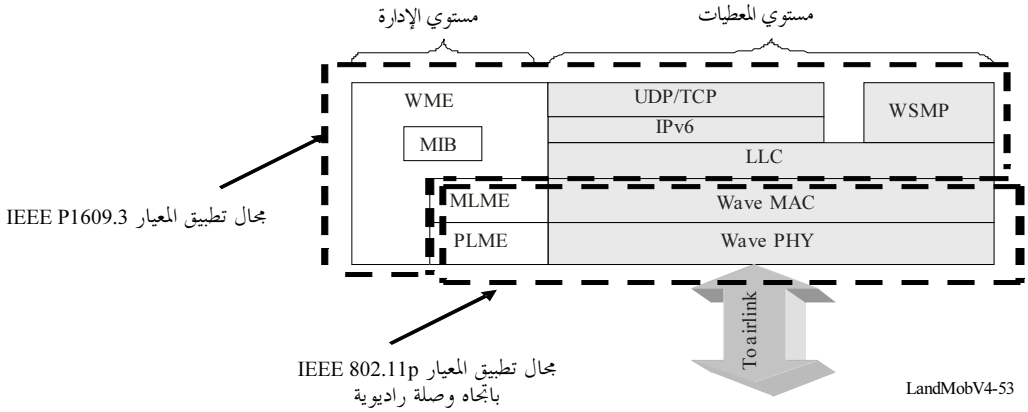
- قابلية التشغيل البيني التام على امتداد أمريكا الشمالية؛
- إمكان تحقيق الاتصال الثنائي الاتجاه كاملا:
  - من المركبة إلى التجهيزات المحاذية للطريق،
  - من مركبة إلى مركبة؛
- انخفاض فترة الكمون (بعض المِلّيثواني (ms) لإقامة الاتصال)؛
- الأمن والمجهولية؛
- قابلية بسط الأنظمة على مساحات واسعة (تراكب كثير من المناطق)؛
- تطويل المدى (حتى 1 000 m)؛
- ارتفاع معدلات إرسال المعطيات (حتى 54 Mbit/s)؛
- استطاعة تأدية المجموعة الكاملة من التطبيقات والتجهيزات المنصوبة؛
- تلبية احتياجات الأعمال التجارية (من حيث التكاليف، والجداول الزمنية، وما إلى ذلك).

وضماناً لإمكان تشغيل خدمة التطبيقات المتعلقة بالسلامة على غاية الجودة، تقرر أنه سيكون من الضروري الحصول على ترخيص طيف كان مستعمله الأول هو الاتصالات DSRC. إذ إن النطاقات الراديوية الموجودة حالياً لاستعمال الاتصالات DSRC غير مرخَّصة، وهي عرضة لتداخل من مستعملين آخرين غير مرخَّص لهم. وتبيَّن أيضاً أن كثيراً من هذه التطبيقات المتعلقة بالسلامة يتطلب أمداء تشغيل (سويات قدرة) لا تستطيع تأديتها النطاقات غير المرخّصة الحالية. ولذا صار جزءاً من البرنامج الحصول على توزيع نطاق يُستعمَل على امتداد أمريكا الشمالية، يكون مرخَّصاً، ومستعمله الرئيسي هو الاتصالات DSRC. وتمت الموافقة على ترخيص النطاق 5855 إلى 5925 MHz، وسيُستعمَل داخل أمريكا الشمالية قاطبة (توجد بعض الفروق في القنوات بين الولايات المتحدة وكندا، لكنها فروق طفيفة نسبياً وروعيت في المعايير الموضوعة).

وهدف ذلك الرئيسي هو استطاعة جعل الاتصالات الراديوية DSRC منصوبة كجزء دائم مدمَج في جميع السيارات الجديدة التي تباع في أمريكا الشمالية، مع قابلية التشغيل البيني لجميع التطبيقات المتعلقة بالسلامة. ويتطلب تحقيق هذا الهدف قبولاً واسعاً في السوق (ما ينطوي بين جملة أمور على خفض محاذير التوزيع ومحاذير التكنولوجيا)، ومقدرات بسط سريع. والتكنولوجيا الأساسية المنتقاة هي الموصَّفة في المعيار IEEE 802.11 (Wi-Fi) وبوجه خاص المعيار IEEE 802.11a الذي يَفضُل بمزايا متعددة المعيار IEEE 802.11b الشائع تنفيذه أكثر. لكن المعيار IEEE 802.11 لا يمكن استعماله مباشرة في بيئة الطرق العامة، ويلزم إدخال بعض التعديلات عليه لكي يستطيع تأدية الفروق الموجودة كالمتمثِّلة في تعدد المسار والمشكلات الدوبلرية. كذلك يتطلب كثير من التطبيقات مُهَل استجابة قصيرة جداً تقاس بالمِلّيثانية. وفي الوقت الحاضر يجري إدخال التعديلات الضرورية على المعيار الأساسي IEEE 802.11 وستظهر في الصيغة IEEE 802.11p المزمع إصدارها. وإضافة إلى ذلك، جرى تطوير المعيار IEEE P1609 من أجل طبقات أعلى، وأمن أفضل. وجاءت النتيجة نظاماً للاتصالات DSRC مبنياً على المعمارية المبيَّنة في الشكل 53.

الشكل 53

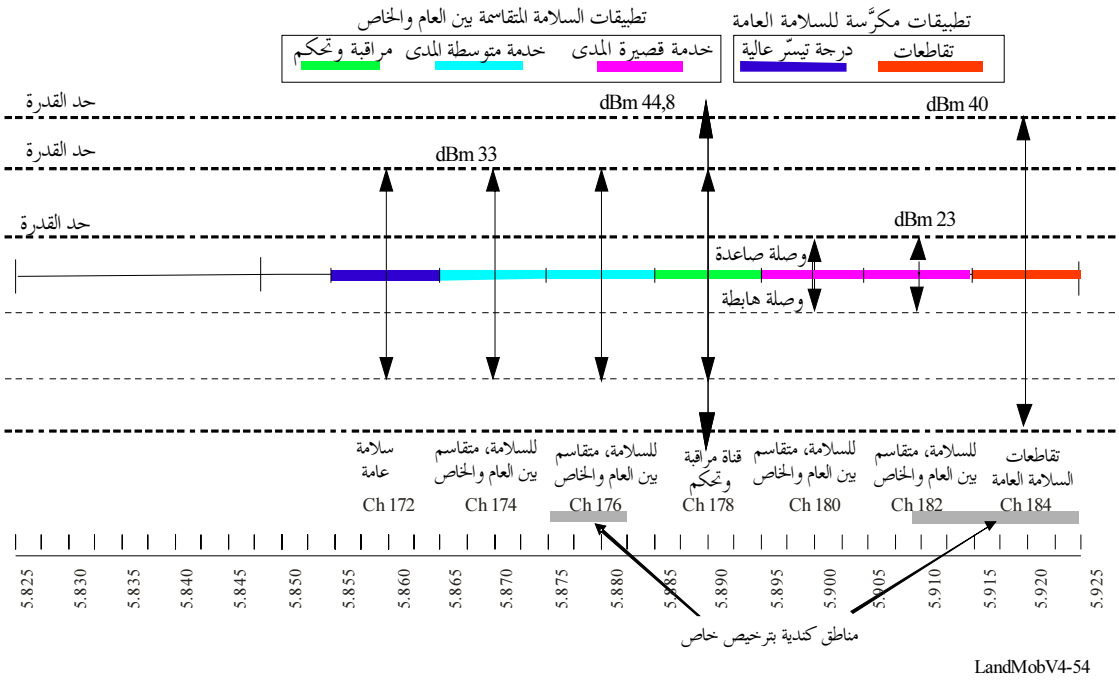
معمارية نظام للاتصالات DSRC مبني على بروتوكول الإنترنت



في أمريكا الشمالية، قُسِم نطاق التردد إلى 7 قنوات لكل منها 10 MHz، كما هو مبيَّن في الشكل 54، وذلك لكي يستطيع تلبية الحاجة إلى مناطق اتصالات متراكبة متعددة. وتُستعمَل القناة 178 قناة للمراقبة والتحكم، تُبثّ عليها في ذلك الموقع الإعلانات عن الخدمات، والرسائل القصيرة العالية درجة الأولوية. وإذا تعيّن بدء تبادل معطيات ثنائي الاتجاه، أو كانت الرسائل القصيرة منخفضة درجة الأولوية، فعندئذ يُعرِّف الإعلان هوية جهاز التبديل إلى قناة الخدمة التي أُعطيت لهذا الموقع. ويُجرى تبادل المعطيات داخل قنوات الخدمة هذه. وباستعمال الوظائف المعرَّفة في المعيارين IEEE 803.11p وIEEE P1609.3 يُحتمَل أن يكون لكثير من الأجهزة مناطق اتصال متراكبة، لكنّ كلاً منها يظل قادراً على إرسال إعلاناته ورسائله القصيرة ذات الأولوية.

الشكل 54

مخطط قنوات أمريكا الشمالية



هذه الطريقة، التي تبني الاتصالات DSRC على تكنولوجيا البروتوكول IP، اختُبِرت اختباراً كاملاً وتمت محاكاتها، فجاءت النتائج دالة على أنها تستطيع أن تلبّي جميع المتطلبات التقنية بالأجهزة الرخيصة المَوجودة. وقد وافق جميع مصنّعي السيارات الرئيسيين على استعمال المعايير الجديدة، وهم يخططون لإدراج الاتصالات الراديوية DSRC وكثير من التطبيقات الخاصة بالسلامة كتجهيزات معيارية في مركبات المستقبل. وفي الوقت الحاضر، يعمل مختلف مصنّعي السيارات مع إدارة النقل في الولايات المتحدة على إجراء اختبارات يُفترَض فيه التحقق من مختلف عناصر نظام وطني كامل. وستشمل هذه الاختبارات الاتصالات من مركبة إلى مركبة، ومن المركبة إلى التجهيز المحاذي للطريق، وتشمل إضافة إلى ذلك العناصر المحلية والإقليمية والوطنية للبنية التحتية المحاذية للطريق.

الفصـــل 5

الاتصالات بالموجات المِلّيمترية

1.5 مقدمة

منطقة الموجات الملّيمترية من الطيف الكهرمغنطيسي تطابق ترددات النطاق الراديوي المتمادية من 30 GHz إلى 300 GHz (وطول الموجة يتمادى من 10 mm إلى 1 mm). وتتمثّل واحدة من أهم خصائص الموجات الملّيمترية هي أنها ترسل مقادير كبيرة من المعطيات المطلوبة لإرسال مقدار ضخم من المعطيات الحاسوبية، مثلاً، أو تلفزة معدَّدة الإرسال أو قنوات صوتية من أجل مرسِلات ترحيل لأغراض إذاعية. وبالإضافة إلى ذلك، يمكّن التردد العالي للموجات الملّيمترية من تحقيق تجهيزات صغيرة القد، بما فيها الهوائي المتراصّ العالي الكسب، المناسب استعماله في المركبات.

تُستعمَل الموجات الملّيمترية في أنظمة النقل الذكية كوسيطة اتصال وكشف هامة. إذ من شأنها، خصوصاً في نظام الرادار، أن تكوّن بسهولة حزمة ضيقة مرغوبة لتمييز الأشياء البعيدة الصغيرة. وفيما يلي بيان التوزيعات الرئيسية للطيف الراديوي للموجات الملّيمترية في كل من الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا واليابان:

الولايات المتحدة الأمريكية:

- 77-76 GHz: أنظمة الرادار المركبية لتجنب التصادم.
- 29-22 GHz: نظام الرادار المركبي (نطاق فائق العرض: UWB)

أوروبا:

- 64-63 GHz: الاتصالات من مركبة إلى مركبة ومن تجهيزات الطريق إلى المركبات.
- 77-76 GHz: أنظمة الرادار المركبية لتجنب التصادم وللتحكم بحركة السير .
- 26,65-21,65 GHz: تجهيز راداري قصير المدى من أجل السيارات.
- 81-77 GHz: تجهيز راداري قصير المدى من أجل السيارات.

اليابان:

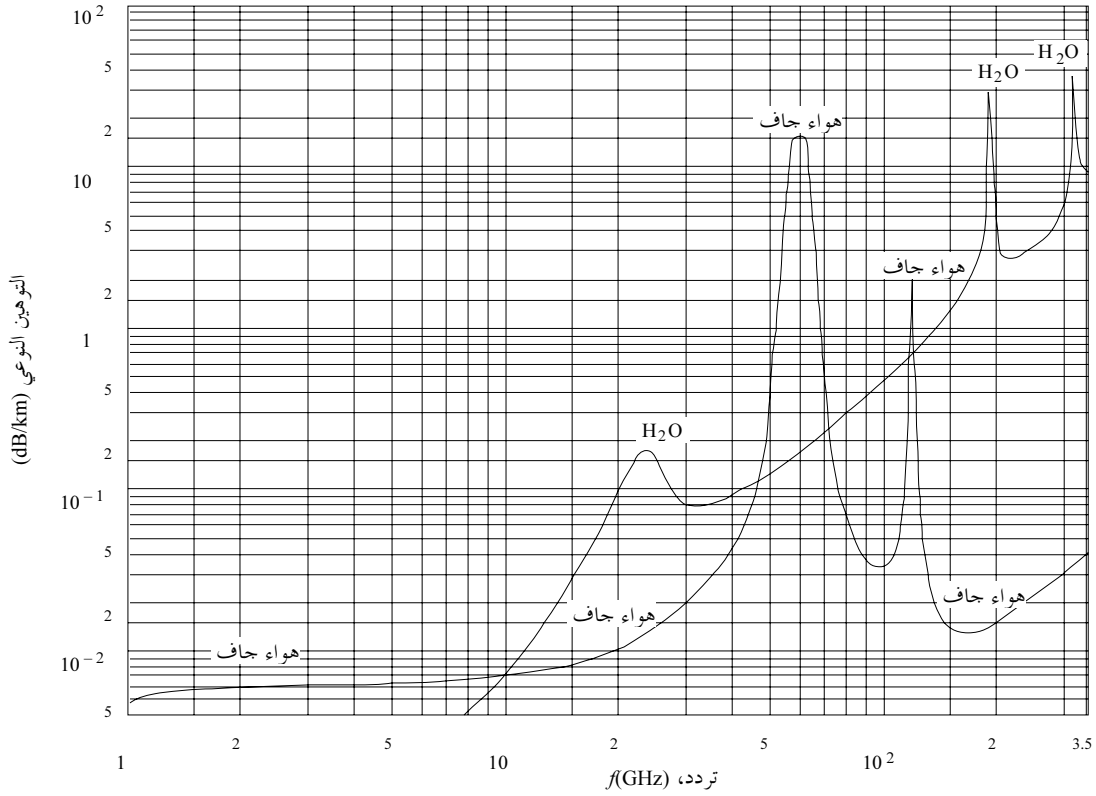
- 77-76 GHz: نظام رادار مركبي.
- 61–60 GHz: نظام رادار مركبي.

نطاق التردد الواقع حول 60 GHz هو الأنسب للاتصالات القصيرة المدى المأمونة، كالاتصال من مركبة إلى أخرى، والرادار القصير المدى، لأن جزيئات الأكسيجين، عند تردد 60 GHz 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 55 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 60 GHz.

الشكل 55

التوهين النوعي بسبب الغازات الجوية

(التوصية ITU-R P676-3)



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.

وفي عام 2001 وزّعت اللجنة الفدرالية الأمريكية للاتصالات (FCC) نطاق تردد GHz 7 متصلاً داخل الطيف، بين 57 وGHz 64 للاتصالات اللاسلكية من أجل الاستعمالات غير المرخَّصة. وفي أوروبا، قررت اللجنة الأوروبية للاتصالات الراديوية التابعة للمؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات (CEPT-ERC) في عام 1992 (القرار ERC/DEC(92)02)، توزيع نطاق الترددات 63 إلى GHz 64 لأنظمة الخدمات التِلِماتية للنقل وحركة السير برّاً (RTTT) (ITS)، من أجل أنظمة الاتصال من مركبة إلى مركبة ومن التجهيزات المحاذية للطرق إلى المركبات. ثم في عام 2002 سحبت اللجنة الأوروبية للاتصالات الراديوية (ECC) القرار 02(92) هذا الذي كانت اتخذته اللجنة الأوروبية للاتصالات الراديوية (ERC)، وأحلّت القرار ECC 01(02) محلّه، ودخل القرار الجديد حيّز النفاذ بتاريخ 15 مارس 2002.

وفي اليابان، عدَّلت وزارة البريد والاتصالات اليابانية (حالياً: وزارة الشؤون الداخلية والاتصالات – MIC)، في عام 2000، قاعدة الترخيص المتعلق بنطاق التردد GHz 60 للمحطات الراديوية الصغيرة القدرة، وأطلقت الاستعمال غير المرخَّص في نطاق من الطيف ترددات من GHz 59 إلى GHz 66. فأصبح جائزاً استعمال هذه المحطات الراديوية الصغيرة القدرة، للمرسل

المستقبل في الاتصالات بين المركبات وبين تجهيزات الطريق وتجهيزات المركبات. وتشتمل هذه المحطات أيضاً على الرادار المركبي الذي سبق تخصيصه لهذا النطاق.

وفيما يلي ذكر مقتَضب لمزايا استعمال الموجات المِلّيمترية في اتصالات أنظمة النقل الذكية (ITS) بما فيها الأنظمة الرادارية:

- نطاقات عريضة جداً لنقل المعلومات بمعدلات عالية من المعطيات؛
- احتمال منخفض للتداخل نتيجة للتوهين الشديد الحاصل في الجو؛
- الخبو الضعيف الناجم عن تعدد المسارات؛
- انخفاض قدرة الإرسال بفضل ارتفاع كسب الهوائي؛
- صغر قدّ الهوائي والتجهيز بفضل علو التردد؛
- استطاعة عالية من حيث الاتجاهية والاستبانة.

2.5 الرادار المركبي

1.2.5 الخلفية

تكنولوجيا المحساس الخاص برصد وتعرّف الأشياء القريبة من المركبات هي أهم تكنولوجيا أساسية متعلقة بالسلامة بخصوص استحداث أنظمة تفي بهذا الغرض. وقد دُرِست واستُحدِثت أنماط من المحاسيس متنوعة، واتضح بفضل هذه البحوث والمستحدثات أن الرادار (radio detection and ranging = كشف الأشياء وقياس مداها راديوياً) الذي يستعمل الموجات الراديوية مناسب للوفاء بهذا الغرض. ويمثّل بذل جهد دولي، في سبيل وضع قواعد بخصوص الرادار القصير المدى للتطبيقات المركبية، أمراً حاسماً من حيث ضمان تشغيل مستقر للرادار واستعمال فعال لموارد الترددات. وبناءً على لوائح الراديو، اعتُبِرت نطاقات التردد 60-61 GHz و76-77 GHz مناسبة للنظام الراداري، نظراً لخصائص الموجة الراديوية الموصوفة أعلاه، من حيث قابليتها للامتصاص أثناء مسيرها في الجو. وفي وقت سابق خصصت اللجنة الفدرالية الأمريكية للاتصالات (FCC) نطاق التردد 76 GHz للرادارات المركبية في الولايات المتحدة الأمريكية. وفي اليابان، خصصت وزارة الشؤون الداخلية والاتصالات (MIC) نطاقات التردد 60-61 GHz و76-77 GHz للرادارات المركبية المنخفضة القدرة القصيرة المدى. ومن جهة أخرى، وفقاً لمتطلّبات الطيف الأوروبية التي أُقِرّت عام 2002 بشأن الخدمات التِلِماتية للنقل وحركة السير برّاً (RTTT)، اعتمد المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI)، معياراً أوروبياً للرادارات المركبية المشتغلة في نطاق 76-77 GHz GHz (المعيار رقم EN 301 091) في عام 1998. وفي عام 2000 اعتُمدت التوصية ITU-R M.1452 ونُشرت بشأن الرادارات المركبية المنخفضة القدرة، القصيرة المدى، المشتغلة في نطاقات التردد 60-61 GHz و76-77 GHz.

وفي أوروبا تُعتبَر تكنولوجيا الرادار القصير المدى (SRR)، ذي النطاق الفائق العرض (UWB)، المشتغل بتردد 24 GHz، تكنولوجيا مفتاحية لإدخال كثير من أنظمة السلامة المركبية الذكية إدخالاً سريعاً ومُجْدِيَ التكلفة. إذ إن اللجنة الأوروبية قررت، في يناير 2005 استعمالاً محدود المدة (حتى 1 يوليو 2013) للتردد 24 GHz من أجل التجهيز الراداري المركبي القصير المدى (SRR)، ذي النطاق الفائق العرض (UWB). ومن المقرر لما بعد هذه المدة المحددة تشغيل التجهيز الراداري المركبي القصير المدى (SRR) في نطاق الترددات 77 إلى 81 GHz بصورة دائمة (انظر القرار ECC/DEC/(04)03). أما التطبيقات التي تشتغل في نطاق تردد قريب من 24 GHz فستعاني بصورة متزايدة سويات هامة من التداخل الضار، إذا لزم تجاوز سوية معيّنة لتلقّي حركة السير دخول مركبات تستعمل من مدى الطيف الراديوي نطاق تردد 24 GHz للرادارات القصيرة المدى. وحسب المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات (CEPT)، لا يكون التقاسم بين الخدمات الساتلية لاستكشاف الأرض والرادارات المركبية القصيرة المدى ممكناً من الناحية الاقتصادية إلا لفترة محددة.

2.2.5 الرادار المركبي المنخفض القدرة المشتغل في نطاقَي تردد GHz 60 وGHz 76

1.2.2.5 معلومات عامة

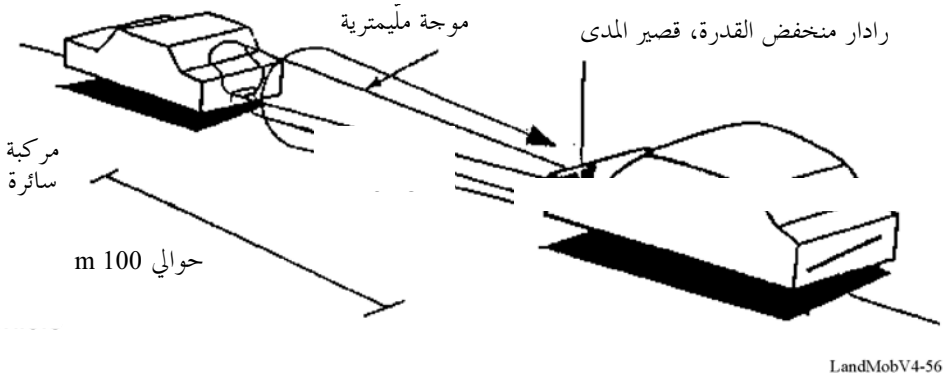
يستطيع الرادار المركبي المنخفض القدرة، القصير المدى، أن يكشف الظروف المحيطة بالمركبة حتى مسافة m 100، مستعملاً الموجات الملّيمترية. يُتوقّع من هذا النظام أن يُجنِّب التصادمات وغيرها من الحوادث. وفي المستقبل سيُستعمَل الرادار المركبي المنخفض القدرة، القصير المدى، في التحكم المتكيِّف بحركة السير (ACC) وفي السواقة المستقلة ذاتياً. وحسنة الرادار الرئيسية التي يَفضُل بها الأجهزة المنافسة، كتجهيز الرؤية بالأشعة تحت الحمراء أو بالليزر، هي مقاومته للطقس السيّئ (من مطر وضباب وثلج) والأقذار. فالرادار المنخفض القدرة، القصير المدى، مناسب للمركبات المَسوقة في ظروف قاسية.

في الشكل 56 إيضاح مثال على الرادار المركبي المنخفض القدرة، القصير المدى.

الشكل 56

مثال على الرادار المركبي المنخفض القدرة، القصير المدى

(التوصية ITU-R M.1452)

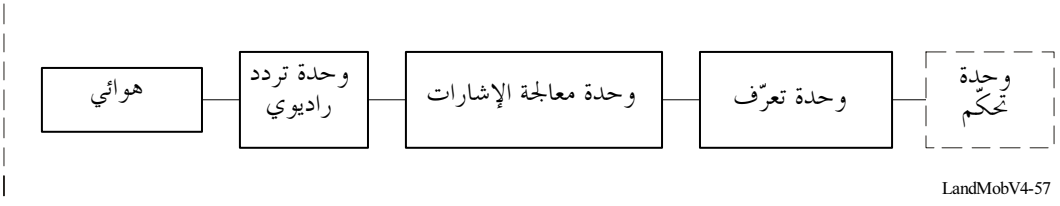


في الشكل 57 إيضاح لتشكيلة الرادار المركبي القصير المدى.

الشكل 57

تشكيلة الرادار المركبي القصير المدى

(التوصية ITU-R M.1452)



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 في ما إذا كانت المركبة المقابلة في المسرب. وأحياناً، تحسب هذه الوحدة متوسط الأرقام المجمَّعة، وترشِّح التداخل، وتحسّن دقة القياس واعتمادية المعطيات المستمَدَّة من محاسيس أخرى.

2.2.2.5 متطلبات النظام

فيما يلي متطلبات النظام، اقتُطفت من التوصية ITU-R M.1452 – تجهيز الرادار المركبي المنخفض القدرة، القصير المدى، المشتغل في نطاقي التردد 60 GHz و76 GHz.

أ) *نطاق التردد الراديوي*

- نطاق 60 GHz: 60–61 GHz؛
- نطاق 76 GHz: 76–77 GHz.

ب) *طريقة الرادار وطريقة التشكيل*[2]

يوصى بالأخذ بطرائق الرادار الأربع التالية (مع طرائق التشكيل المناظرة):

- طريقة CW–FM (تشكيل التردد – الموجة المستمرة)؛
- طريقة النبض (تشكيل نبضي)؛
- طريقة الموجة المستمرة بترددَيْن (لا تشكيل ولا تشكيل تردد)؛
- طريقة تمديد الطيف (تمديد الطيف بتتابع مباشر).

ج) *قدرة الإرسال وكسب الهوائي*

قدرة الإرسال (القدرة المنقولة إلى الهوائي) 10 mW أو أقل (قدرة ذروية).

كسب الهوائي: 40 dB أو أقل.

د) *عرض النطاق الموصَّف*

حتى 1,0 GHz.

[2] طريقة الموجة المستمرة بترددين تكشف المسافة الفاصلة لين المركبة والحاجز، عن طريق الفرق في الطور بين موجتين حاملتين، وتكشف السرعة النسبية نحو المركبة عن طريق الظاهرة الدوبلرية التي تبدّل تردد حزمة الرادار بسبب حركة المركبة. ويرد الوصف المفصل لطرائق تشكيل أخرى في الملحق 4 "أمثلة على مخططات التشكيل" من المعيار رقم EN 301 091-1 V1.2.1 الذي وضعه المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI)، بخصوص الخدمات التِلماتية للنقل والسير برّا (RTTT) ؛ التجهيز الراداري المشتغل في المدى 76 GHz إلى 77 GHz؛ الجزء 1: الخصائص التقنية وطرائق الاختبار للتجهيز الراداري المشتغل في المدى 76 GHz إلى 77 GHz.

3.2.5 الرادار ذو النطاق الفائق العرض (UWB)

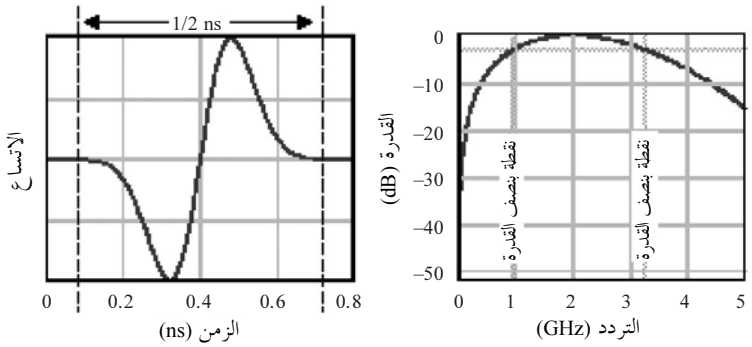
1.3.2.5 معلومات عامة

تستعمل تكنولوجيا النطاق الفائق العرض (UWB) نبضات ضيقة جداً أو قصيرة المدة، تُسفر عن نطاقات إرسال كبيرة جداً أو فائقة العرض (انظر الشكل 58). وبوجه عام يُعرَّف النطاق الفائق العرض (UWB) بأنه الإشارة الراديوية التي يكون عرض نطاقها الكسري أكبر من 20% من التردد المركزي أو التي يشغل عرضُ نطاقها ذو الـ 10 dB مجالاً من الطيف يساوي 500 MHz أو أكثر. 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 58

النطاق الفائق العرض (UWB): زمنه الأحادي الدورة وميادين ترددات

(النطاق UWB، "فسحة ممكنة للمعايير"، كما قدمته اللجنة FCC إلى المؤتمر العالمي الثامن للتقييس – GSC 8)



2.3.2.5 الموقف في الولايات المتحدة الأمريكية

بتاريخ 22 أبريل 2002، أصدرت اللجنة الفدرالية الأمريكية للاتصالات (FCC) في الولايات المتحدة أول *تقرير وأمر* بتعديل الجزء 15 من قواعدها، من أجل السماح بتسويق وتشغيل بعض أنماط المصنوعات الجديدة التي تدمج تكنولوجيا النطاق الفائق العرض (UWB). وتتصرف اللجنة FCC بحذر في سماحها بتكنولوجيا النطاق UWB، تجنباً للتداخلات في الخدمات المرخَّصة وغيرها من الخدمات الراديوية الهامة المشتغلة في الولايات المتحدة الأمريكية. ويضع *الأمر* معايير تقنية مختلفة وقيود تشغيل بخصوص ثلاثة أنماط من الأجهزة المعتمدة على النطاق UWB، بناءً على طاقة كل منها في تسبيب التداخل.

وأنماط الأجهزة المعتمدة على النطاق UWB المشار إليها هي:

1 منظومات التصوير بما فيها الرادارات النافذة في الأرض (GPR)، والتصوير الجدارِي، والتصوير عبر الجدارِ، ومنظومات التصوير الطبي، وأجهزة المراقبة.

2 منظومات الرادار المركبية المشتغلة في نطاق تردد 24 GHz.

3 منظومات الاتصال والقياس.

الرادار المركبي المشتغل في نطاق تردد 24 GHz هو واحد من أهم الأجهزة المعتمدة على تكنولوجيا النطاق الفائق العرض (UWB). إذ إن أجهزة هذا النمط قادرة على تحديد مواقع الأشياء وحركتها في جوار المركبة، فتؤدي وظائف مثل تجنب شبه التصادم، وتحسين تنشيط أكياس الهواء، وتكييف أنظمة التعليق بحيث تستجيب أفضل لأحوال الطريق. وتشتغل

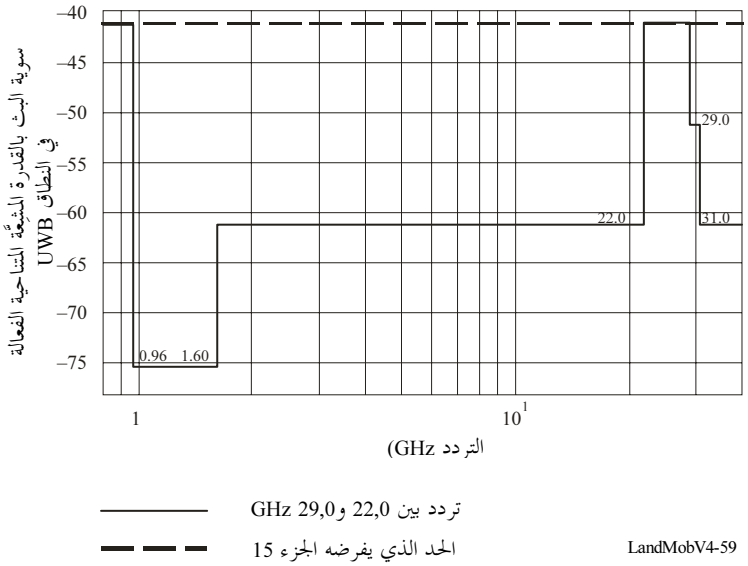
منظومات الرادار المركبية في نطاق 22–29 GHz مستعملة هوائيات اتجاهية على مركبات نقل برّي. وينبغي أن يكون التردد المركزي للبث، والتردد الذي يحصل معه أعلى بث بالإشعاع، أكبر من 24075 GHz. وتوهين البث فيما تحت 24 GHz محصور بصرامة فوق المستوي الأفقي، من أجل حماية المحاسيس المنفعلة المشتغلة داخل المركبات الفضائية في نطاق 23,6–24,0 GHz في المراحل الزمنية 2005 و2010 و2014.

ويبيّن الشكل 59 حدود البث بالإشعاع المفروضة على المنظومات الرادارية المعتمدة على النطاق الفائق العرض (UWB) والموصَّفة في الجزء 15 من اللوائح التي أصدرتها اللجنة FCC.

الشكل 59

حدود البث بالإشعاع للمنظومات الرادارية المعتمدة على النطاق الفائق العرض (UWB)

(مقتطف من الجزء 15 من لوائح اللجنة FCC – المقطع 15.515)



3.3.2.5 الموقف في أوروبا

يؤيّد الاتحاد الأوروبي بقوة استعمال الرادار المركبي القصير المدى (SRR) في إطار مبادرته eSafety، وهي مبادرة مشتركة للقطاعين العام والخاص، تهدف إلى تعجيل استحداث، وبسط، واستعمال منظومات سلامة متكاملة ذكية، بالتعويل على تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT)، من أجل تحسين شروط سلامة الطريق، وتقليل عدد الحوادث على طرق أوروبا.

عيّنت اللجنة الأوروبية الطيف الراديوي بنطاق 79 GHz لتجهيز الرادار المركبي القصير المدى، في يوليو 2004. وكانت صناعات السيارات قد ارتأت أن النطاق 24 GHz مناسب للرادار المركبي القصير المدى (SRR)، ولكن ظل قائماً إمكان التداخل مع الخدمة الثابتة، والتطبيقات الفلكية الراديوية، وسواتل استكشاف الأرض. ثم عُيّن نطاق بديل، 77 GHz، للحزمة الضيقة، ولرادارات المسح الأمامي من أجل جهاز التحكم بحركة السير، لكن استعماله غير ملائم في أجهزة الوقاية من التصادم المشتغلة في نفس نطاق التردد. ولذا اقتُرح النطاق 79 GHz من أجل الرادار SRR الجديد، وأقرته اللجنة. وبقيت المشكلة أن صنع المكوّنات الضرورية للرادار SRR الذي يستعمل النطاق 77 GHz أو النطاق 79 GHz يستغرق عدة سنوات. ولذا تقرر استعمال النطاق 24 GHz إلى أجل محدد هو 1 يوليو 2013، يجري عنده الانتقال إلى استعمال نطاق التردد 79 GHz لأجل طويل. وفي يناير 2005 قررت اللجنة أن يُستعمَل لمدة محددة نطاق الطيف الراديوي ذو النطاق 24 GHz، من أجل الجزء المشتغل بالنطاق الفائق العرض، من التجهيز الراداري المركبي القصير المدى.

وفي مارس 2001 تأسس اتحاد الشركات الصناعية المسمّى "توزيع ترددات رادار السيارات القصير المدى (SARA)"، بأعضاء من مصنّعي وموزّدي السيارات، وما زال يعمل في إطار الاتحاد الأوروبي للخروج بحل تنظيمي للرادارات المركبية المعتمدة على النطاق الفائق العرض (UWB) المشتغلة في النطاق 24 GHz. ويعرض الجدول 12 خصائص التحكم الأوتوماتي بحركة السير (ACC) وخصائص الرادار المركبي المعتمد على النطاق UWB. ويقدم الشكل 60 مختلف تطبيقات الرادار المركبي.

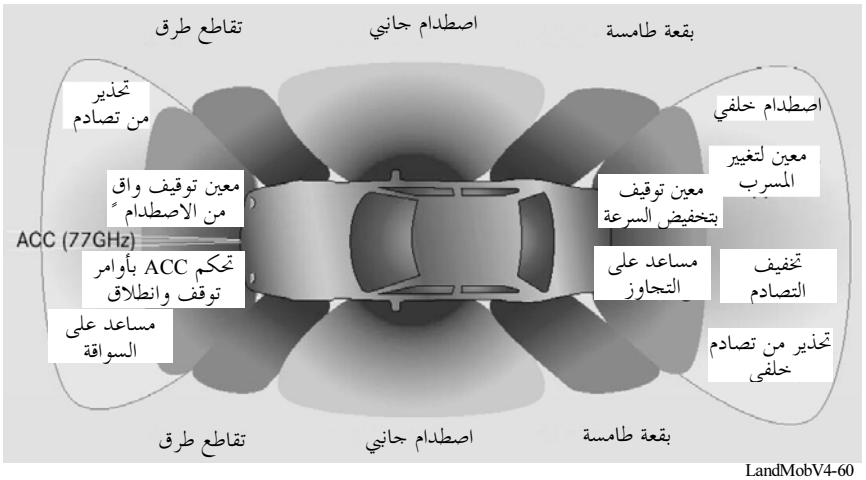
الجدول 12

التحكم ACC والرادارات المعتمدة على النطاق UWB

الموضوع	التحكم ACC (رادر بتردد 77 GHz)	الرادار القصير المدى المعتمد على النطاقUWB (بتردد 24 GHz)
المدى	2– 120 m	0,3– 30 m
الاستبانة	100 cm (بعرض نطاق 0.5 GHz)	3 cm (بعرض نطاق 5 GHz)
الخصائص	مقدرة لأهداف متعددة، مقاومة لسوء الطقس	موثوق، تغطية كاملة لمركبات المساحة الأمامية

الشكل 60

تطبيقات نظام الرادار المعتمد على النطاق الفائق العرض (UWB)



المصدر: حلقة عمل قطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) المعنية بتقييس اتصالات المركبات ذوات المحرك، التي عُقِدت يومي 24 و25 نوفمبر 2003 (http://www.itu.int/ITU-T/worksem/telecomauto/index.html).

3.5 اتجاهات المستقبل

1.3.5 الخلفية

من الأهمية بمكان استعمال الموجات المِلّيمترية في الاتصالات من مركبة إلى أخرى، والاتصالات بين المركبات والبنية التحتية المحاذية للطريق، نظراً لخصائصها النافعة مثل الاتصال على خط البصر، وخسارة الانتشار الكبيرة. ومن شأن الموجات المِلّيمترية أن توفر النطاق العريض والاتصالات الراديوية المأمونة من أجل تطبيقات النقل وسلامة المركبات. وقد لُمِست ضرورة العمل على وضع توصية جديدة بشأن الاتصالات من مركبة إلى مركبة، وذلك في التوصية ITU-R M.1310 – أنظمة معلومات النقل والتحكم به (TICS) – الأهداف والمتطلبات.

وفي التوصية 03-70 (الملحق 5) الصادرة عن اللجنة الأوروبية للاتصالات الراديوية (ERC) التابعة للمؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات (CEPT)، وُضعت المتطلبات التشغيلية للخدمات التِلِماتية للنقل وحركة السير برّاً

(RTTT) بما فيها التطبيقات المبنية على الموجات المليمترية. وفي الوقت الحاضر يعمل المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI TC ERM TG31B) على وضع المتطلبات التشغيلية والمواصفات التقنية لمنظومات الاتصال الراديوي الخاصة بنظام النقل الذكي (ITS) المعتمدة على الموجات المليمترية. وفي اليابان تجري في الوقت الحاضر دراسة تكنولوجيات الاتصال للنظام (ITS) المعتمدة على الموجات المليمترية، بما فيها الاتصال من مركبة إلى مركبة، ومن المركبة إلى تجهيزات الطريق، ومن تجهيزات الطريق إلى المركبة، وذلك في محيط التردد 60 GHz، عن طريق المحاكاة، وباختبارات تشغيل ميدانية.

2.3.5 دراسة القطاع ITU-R للاتصالات الراديوية للنظام ITS المعتمدة على الموجات المليمترية

يوفر القطاع ITU-R إطاراً لإعداد مشروع توصية (أو توصيات) جديدة شاملة بشأن متطلبات الاتصالات الراديوية وتطبيقاتها المرتقبة من أجل النظام ITS المتنقل المشتغل بالموجات المليمترية. وستُجرى الدراسات التالية في إطار المسألة ITS – ITU-R 205/8 من أجل إنجاز التوصية (التوصيات) الضرورية:

- تحقيق في التطبيقات المعتمدة على الموجات المليمترية من أجل النظام ITS؛
- المتطلبات الوظيفية بخصوص منظومات الاتصالات الراديوية للنظام ITS المعتمدة على الموجات المليمترية؛
- الخصائص التقنية لطبقات الوصلة المادية والوصلة المعطياتية في منظومات الاتصالات الراديوية للنظام ITS المعتمدة على الموجات المليمترية؛
- خصائص انتشار الموجات المليمترية من زاوية الاتصالات من مركبة إلى مركبة؛
- دراسات في تداخل اتصالات النظام ITS وتلاؤمها مع اتصالات أنظمة أخرى معتمدة على الموجات المليمترية.

3.3.5 خصائص انتشار الموجات المليمترية من زاوية الاتصالات من مركبة إلى مركبة

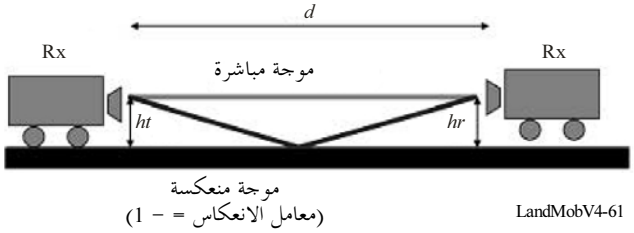
1.3.3.5 نموذج انتشار الموجات المليمترية بشعاعين

يُستعمَل هنا نموذج الانتشار بشعاعين بين الموجة المباشرة والموجة المنعكسة عن سطح الطريق، كما في صدد الاتصالات DSRC، لتقدير خصائص انتشار الموجات المليمترية. والشكل 61 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_t هما كسب هوائي الإرسال وهوائي الاستقبال بترتيب التوالي، و$L(r)$ عامل امتصاص الأكسيجين للموجات، وλ 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 61

نموذج الانتشار بشعاعين

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



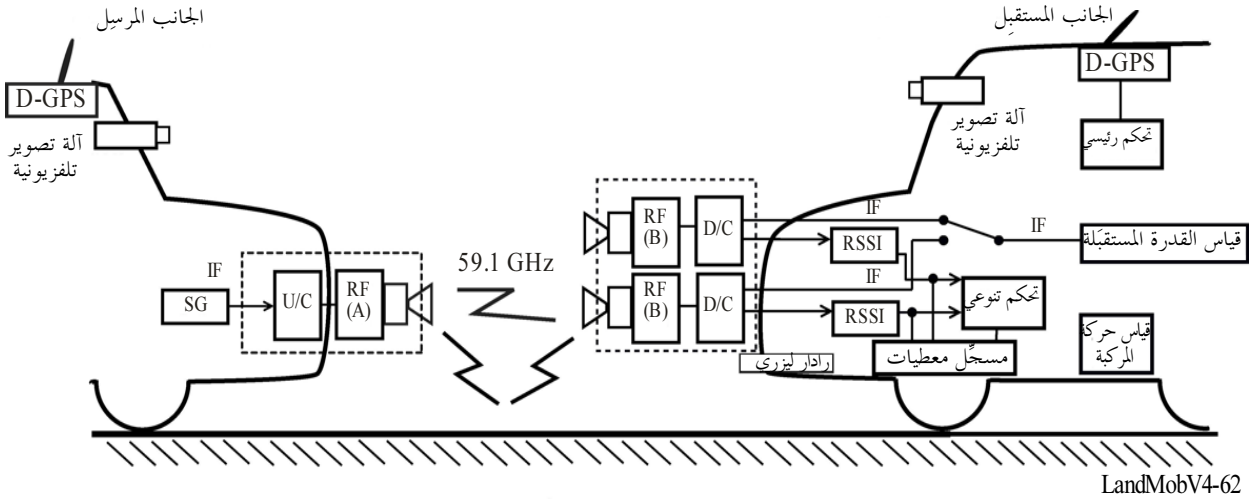
2.3.3.5 نتائج اختبارات التشغيل الميدانية

1.2.3.3.5 مرفق اختبار الاتصالات من مركبة إلى مركبة

يعرض الشكل 62 تشكيلة نظام القياس التجريبي. والتردد المستعمل لقياس خصائص الانتشار هو GHz 59,1.

الشكل 62

تشكيلة نظام القياس التجريبي



على الجانب المرسِل، يجعل مولّد الإشارات تردد الموجة الحاملة المتوسط بقيمة MHz 140. ثم تحوَّل الإشارات المستقبَلة بتردد متوسط (IF) تحويلاً يرفعها إلى إشارات تردد راديوي قيمته GHz 59,1. وعلى الجانب المستقبِل، توجد وحدتا ترددات راديوية منصوبتان في مقدمة المركبة. وبعدما يتم تحويل الإشارات الراديوية المستقبَلة بخفضها إلى تردد متوسط (IF)، تقاس القدرة المستقبَلة.

مجرى الاختبار كان قطعة من طريق بطول m 200 وذات مسرَبَيْن. السيارة السابقة كانت موقفة على طرف الطريق، السيارة اللاحقة تتقدم نحوها بسرعة ثابتة قيمتها m/s 2,5.

يحتوي الجدول 13 مواصفات منظومة القياس التجريبية. القدرة المرسَلة هي dBm 4– وكل هوائيات الإرسال والاستقبال معيارية، بوقية النمط، بكسب dBi 24، وكلها منصوبة على ارتفاع ما، أي: cm 46 (Tx.A) وcm 85 (Rx.B) وcm 38 (Rx.C) على التوالي.

الجدول 13

مواصفات منظومة القياس التجريبية

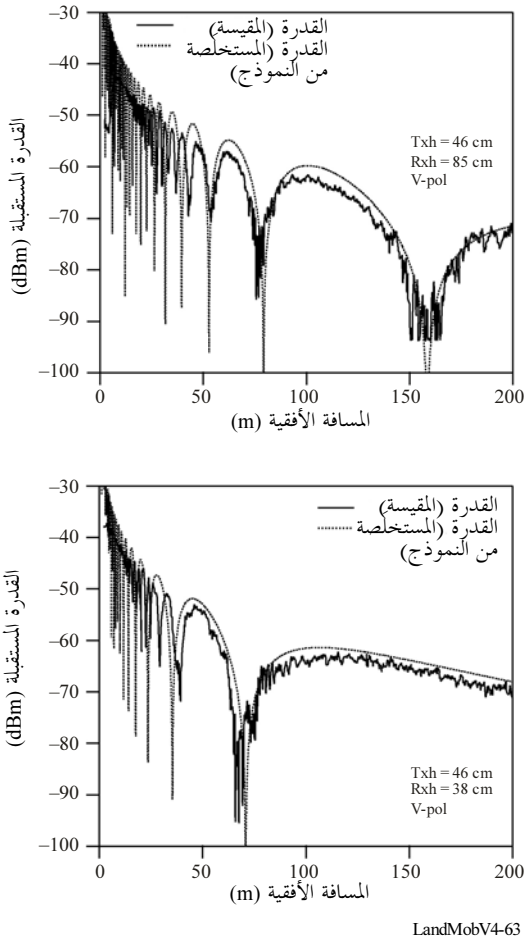
التردد المركزي	GHz 59,1
القدرة المرسَلة	dBm–
كسب الهوائي	dBi 24
الاستقطاب	عمودي

2.2.3.3.5 مقارنة بين نتائج اختبارات التشغيل الميدانية والقيمة المقدَّرة

يعرض الشكل 63 نتائج قياس القدرة المستقبَلة. المحور الأفقي يمثل المسافة بين المركبتيْن. ويصف الشكل 63 أيضاً القدرة المستقبَلة المقدَّرة باستعمال نموذج الانتشار بشعاعيْن. نتائج قياس القدرة مشابهة للنتائج المحصّلة بواسطة نموذج الانتشار بشعاعيْن. ويعرض الشكل 64 نتائج القياس في حالة استعمال الاختلاف المكاني في الارتفاع. وهذه النتيجة تبيّن أن الاختلاف المكاني في الارتفاع فعال فيما يخص نظام الاتصال من مركبة إلى مركبة بالموجات المِلّيمترية.

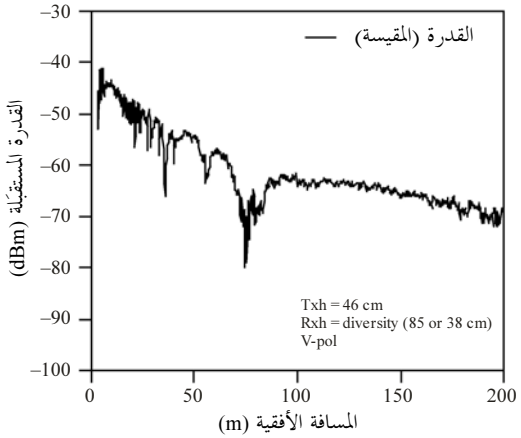
الشكل 63

نتائج قياس القدرة المستقبَلة بين مركبتين



الشكل 64

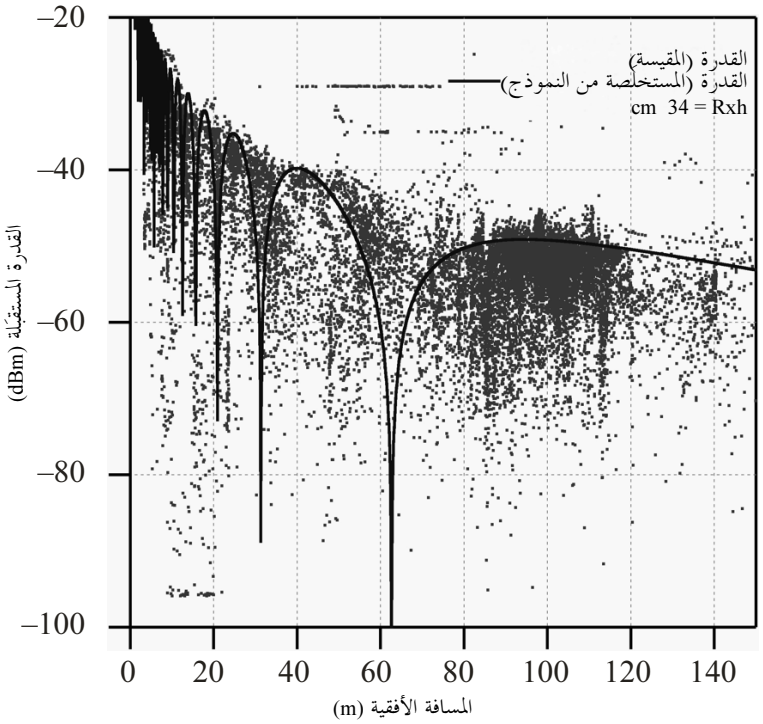
نتائج قياس القدرة المستقبَلة مع الاختلاف المكاني في الارتفاع



ويعرض الشكل 65 النتائج المَقيسة والنتائج الحسابية لقياس القدرة المستقبَلة، في حالة السواقة بسرعة عالية على الطريق السريع. خصائص القدرة المستقبَلة تختلف هنا عنها في حالة نموذج الانتشار بشعاعين. ربما كان السبب هو التماوج في حركة المركبات.

الشكل 65

النتائج المَقيسة والنتائج الحسابية لقياس القدرة المستقبَلة على طريق سريع



4.3.5 تعزيز الاتصالات من مركبة إلى مركبة بالرادار

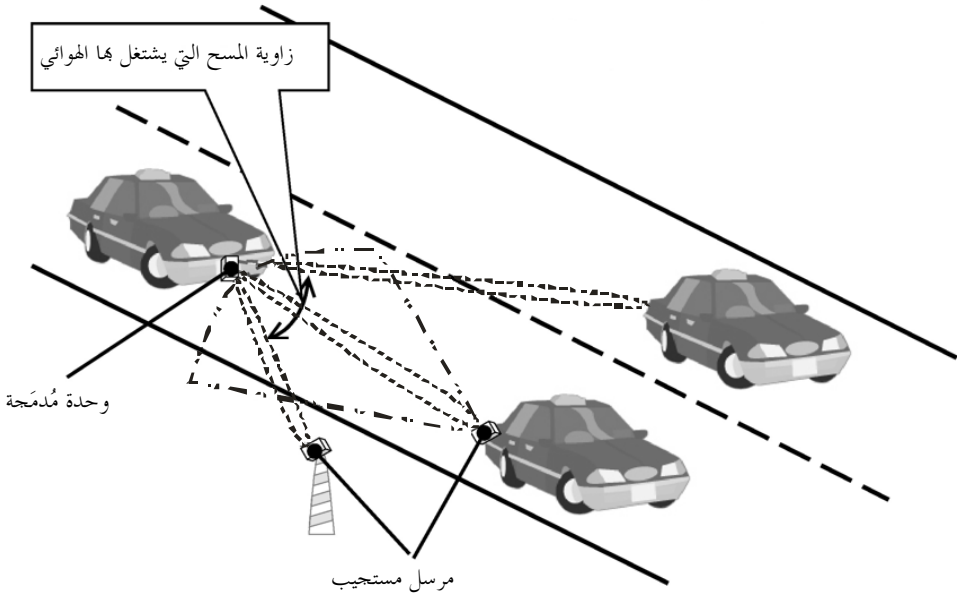
توخياً لسلامة السائق ورفاهيته، يكون من الفعال جداً استعمال الاتصالات والرادار معاً. إذ إن مركبة ما يمكن تجهيزها بالمرسل المستقبل بصورة مستقلّة عن الرادار، كما يمكن تجهيزها بالرادار مع وظيفة الاتصال. ففي سبيل تحسين وظيفة الرادار ACC (التحكّم المتكيِّف بحركة السير)، يكون من الفعال جداً أن تنفَّذ فيه وظيفة الاتصال.

1.4.3.5 الاتصال عن طريق الرادار

يرد هنا في الحسبان، كما في حالة منظومات اتصالات النظام ITS، استعمال منظومات الإرسال الكبيرة السعة، كالتي تستعمَل في الإرسال المتعدد الوسائط، ومنظومات الإرسال الصغيرة السعة كالتي تؤدي عملية تشغيل المركبة بأمان. ورادار تجنب التصادم يستطيع تأدية تشغيل المركبة بأمان. فإذا أضيفت إليه وظيفة اتصال، أمكن جني مزيد من الفوائد. مثلاً: يستطيع هكذا السوّاقون الحصول على معلومات تشغيلٍ من المركبات التي تتقدمهم أو معلومات سلامة من الشواخص الإعلامية المنصوبة على طول الطريق. وفي الشكل 66 إيضاح لمفهوم منظومة تحسين السلامة المكوّنة من رادارات مركبية مزوّدة بوظيفة اتصال، ومن مرسِلات مستجيبة منصوبة على متون المركبات أو على الشواخص الإعلامية.

الشكل 66

مفهوم الرادار المزوّد بوظيفة اتصال متسقة مع مرسلات مستجيبات



هذه المنظومة المتكاملة من رادار مزوّد بوظيفة اتصالات ومن مرسِلات مستجيبات، تعمل في مثل الظروف التالية:

- حين لا يوجد أي شريك اتصالات، يعني لا يوجد مرسل مستجيب في جوار الرادار، تُستعمَل هذه المنظومة فقط كرادار يجنِّب السواقين التصادم؛
- حين يوجد شريك اتصالات، يستطيع الرادار الاتصال مع المرسل المستجيب ويستطيع استقبال المعلومات من الشريك.

فاستعمال تجهيز مرسل مستجيب بسيط كشريك اتصالات من شأنه أن يروّج هذه المنظومة المتكاملة في مجتمع نظام النقل الذكي (ITS). وقد يتمثّل سيناريو فعال لإشاعة استعمال منظومات الاتصال بين المركبات، في استعمال تجهيز بسيط يضيف وظيفة اتصالات إلى رادار تجنيب التصادم الذي يمكن استعماله بوظيفته الرادارية فقط. ويمكن نصب مرسِلات مستجيبة على مؤخرة المركبة أو على الشواخص الإعلامية المواكبة للطريق. وبفضل ذلك يمكن إرسال نية سواق السيارة المتقدمة إلى سواق السيارة التالية. وفي هذا السيناريو، قد تكون المعلومات على صلة بالمسارعة أو الكبح أو المنعطف أو سرعة المركبة وما إلى ذلك. يضاف إلى ذلك أنه يمكن إرسال المعلومات عن حركة السير وأحوال الطريق، من المرسلات المستجيبة المنصوبة على جانب

الطريق. ومن شأن استعمال هذه المنظومة أن يؤدي إلى تطبيقات مثل الأدلة المشتغلة بالموجات الراديوية. ومن شأنه أيضاً أن يشيع السواقة السليمة في التقاطعات. وقد استُحدِث في اليابان نموذج أولي لهذه المنظومة، واستعماله جارٍ في إطار التجارب.

في هذا النموذج الأولي للمنظومة، أُدمجت وظيفة رادار مشتغل بالموجات الملّيمترية ووظيفة اتصالات، بواسطة تقاسم الزمن: فترة اشتغال الوظيفة الرادارية هي 1 ms، وفترة اشتغال وظيفة الاتصالات هي 4 ms، وتتكرر الوظيفتان كل 5 ms. وحزمة المسح الاستكشافي للهوائي تشتغل ميكانيكياً بزاوية 30°. وفترة المسح الاستكشافي بحزمة الهوائي هي 0,5 s. ويحتوي الجدول 14 مواصفات النموذج الأولي لمنظومة الرادار والمرسل المستجيب، لكن على سبيل المثال فقط.

الجدول 14

مثال على مواصفات منظومة الرادار والمرسل المستجيب

	منظومة اتصالات رادارية	**مرسل مستجيب**
التردد	GHz 60,5	GHz 60,5
القدرة	dBm 5,0+	dBm 5,7+
التشكيل	AM/FSK 2	AM/FSK 2
الكشف	كشف هوموداين (متجانس التقارن أو الفعل)/ FSK	كشف غلاف/FSK
معدل الإرسال	kbit/s 100	kbit/s 100
الاستقطاب	°45	°45
كسب الهوائي	dBi 30	dBi 10
حزمة الهوائي	°3,5 El °3,5 Az	°60 El °60 Az

2.4.3.5 أمثلة على تطبيقات

نقدّم فيما يلي أمثلة على أربعة أنماط في تطبيق المنظومة المتقدم وصفها:

أ) *الأدلة المشتغلة بالموجات الراديوية من شواخص ضبط حركة السير*

تُرسَل من المرسِلات المستجيبة المنصوبة على الشواخص رسائل بشأن حدود السرعة، وغير ذلك.

ب) *تعزيز السواقة السليمة على الطرق المتلاقية*

تُنصب مرسِلات مستجيبة في مواقع التقاء الطرق، ترسل معلومات عن المركبات القادمة المقتربة من البُقَع الطامسة.

ج) *اجتياز التقاطعات بسلامة*

في تقاطعات الطرق المنطوية على بقع طامسة، يقوم المرسل المستجيب، المزوّد بوظائف استقبال الرسائل من المركبات المخفية المقتربة من هذه البقع، باستقبال هذه الرسائل وتكرارها.

د) *الإنذار بتجنب التصادم على الطرف الخلفي*

يُرسَل إنذار من المرسل المستجيب المنصوب على مؤخّرة المركبة إلى المركبة القادمة وراءها. المركبة المتقدمة هي التي ترسل الإنذار إلى المركبة اللاحقة. إن إضافة وظيفة اتصالات بسيطة إلى الصيغة الحالية لرادار تجنيب التصادم تعطي هذا الرادار معمارية بسيطة للاتصالات، وتكون فعّالة في دعم وظيفة السواقة المأمونة. ومنظومة الاتصالات الرادارية هذه ستُستعمَل بصفة الجيل القادم من أنظمة النقل الذكية.

الملحـــق 1

مراجع وموارد

نظراً لأن حالة تكنولوجيا أنظمة النقل الذكية (ITS)، ونشرها في الميدان، وتجارتها، على تغير سريع، يُخشى أن تكون محتويات هذا الدليل في مستقبل قريب قد تخطّاها الزمن. ولذا فإننا نضمّن هذا الملحق قائمة بمواقع الويب ذات الصلة بالأنظمة ITS في مختلف أنحاء العالم.

1 الأمريكتان

- http://www.itsa.org/: ITS America
- http://www.itscanada.ca: ITS Canada
- http://www.stiargentina.org.ar: ITS Argentina
- http://www.itsb.org.br: ITS Brazil
- http://www.itschile.cl: ITS Chile
- http://www.itsperu.org: ITS Peru
- www.itspan.org/: PAITX

2 أوروبا

- http://www.nen.nl/cen278: CEN Technical Committee 278
- http://www.ertico.com/: ERTICO – ITS Europe
- http://portal.etsi.org/Portal_Common/home.asp: ETSI/ERM Technical Group 37'
- http://www.iso-calm.de/Public/CALMintro.html: CALM-Website
- http://www.eScope.info: eSafety initiative
- http://europa.eu.int/comm/research/transport/tran_trends/systems_en.html: EU-Site
- http://www.sanewsletters.com/its/calendar.asp: ITS Events calendar
- http://www.ictsb.org/itssg_home.htm: Intelligent Transport Systems Steering Group

3 اليابان

- http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/eng/index.html: Ministry of Internal Affairs and Communications
- http://www.npa.go.jp/koutsuu/kisei/its/index.htm: National Police Agency
- http://www.meti.go.jp/english/index.html: Ministry of Economy, Trade and Industries
- http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/chuu/index00.html: Road Transport Bureau, Ministry of Land Infrastructure and Transport
- http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/index.html: Road Bureau, Ministry of Land Infrastructure and Transport
- http://www.itsforum.gr.jp/E_index.html: ITS Info-Communications Forum, Japan
- http://www.internetits.org/en/top.html: Internet ITS Consortium
- http://www.nilim.go.jp/japanese/its/index.htm: National Institute for Land and Infrastructure Management
- http://www.jsae.or.jp/index_e.php: The Society of Automotive Engineers of Japan
- http://www2.nict.go.jp/is/t822/108/index-e.html: Yokosuka ITS Research Center, National Institute of Information and Communications Technology

- http://www.utms.or.jp/english/index.html: Universal Traffic Management Society of Japan
- http://www.ahsra.or.jp/index_e.html: Advanced Cruise-Assist Highway System Research Association
- http://www.jeita.or.jp/english/: Japan Electronics and Information Technology Industries Association
- http://www.arib.or.jp/english/index.html: Association of Radio Industries and Businesses
- http://www.vics.or.jp/english/index.html: Vehicle Information and Communication System Center
- http://www.orse.or.jp/english/: Organization of Road System Enhancement
- http://www.hido.or.jp/ITSHP_e/: Highway Industry Development Organization
- http://www.jari.or.jp/en/: Japan Automobile Research Institute
- http://www.jama.org/: Japan Automobile Manufacturers Association

4 كوريا

- http://www.moct.go.kr/: Ministry of Construction and Transport
- http://www.mic.go.kr/: Ministry of Information and Communication
- http://www.freeway.co.kr/: Korea Highway Corporation
- http://www.ktnews.net/: Korea Transport News
- http://www.koti.re.kr/: Korea Transport Institute
- http://www.itskorea.or.kr/: ITS Korea
- http://www.tta.or.kr/: Telecommunication Technology Association
- http://www.spatic.go.kr/www/: Seoul Police Traffic Center
- http://www.seoul.npa.go.kr/: Seoul Metropolitan Expressway Traffic Center
- http://www.rotis.com/: ROTIS
- http://www.ktf.com/: KTF
- http://www.sktelecom.com/: SKTelecom
- http://www.lgtelecom.com/: LGTelecom

الملحـــق 2

نظام الإعلام والاتصال للمركبات (VICS)

يتضمن هذا الملحق معلومات تقنية وتشغيلية عن الخدمة VICS (نظام الإعلام والاتصال للمركبات).

1 مقدمة

في اليابان، خدمة متقدمة بنظام إعلام للمسافرين يُسمّى VICS (نظام الإعلام والاتصال للمركبات)، قائمة شغّالة منذ أبريل 1996. للنظام VICS وحدات مُدمجة في تجهيز الملاحة المنصوب في المركبة، وقد شاعت هذه الوحدات حتى إن ما بيع منها حتى عام 2005 بلغ مجموعه 11,88 مليون وحدة. والسبب في رواج النظام VICS هو تزايد الحاجة إلى معلومات في الوقت الفعلي عن حركة الطرق، حاجة يقوّيها توسّع المساحات التي تشملها الخدمة. ومن عوامل هذا الرواج الأخرى الازدياد السريع في تجهيزات الملاحة المدمَجة فيها مستقبِلات النظام VICS، ما أدى إلى انخفاض ثمن الوحدة.

2 وصف مقتضب للنظام

نظام الإعلام والاتصال للمركبات (VICS) هو نظام رقمي لإيصال المعطيات، يزوّد السائقين تزويداً سريعاً بأحدث المعلومات عن حركة الطرق، بواسطة التجهيزات الملاحية التي في المركبات. تُرسَل إلى السائقين في الوقت الفعلي معلومات، بشكل مخططات أو سمات، عن الازدحام والوقت الذي يستغرقه السير عبر كل منطقة. وفي إطار النظام VICS يُستعمَل نمطان من الوسائط لتوزيع المعلومات. أحدهما مبني على الإذاعة، وسيطة توزيع المعلومات على منطقة واسعة، إذاعة معددة الإرسال بتشكيل التردد (FM). والنمط الآخر هو منار، يستمد السائقون منه المعلومات في منطقة محدودة، وبصورة متقطعة. وهذه المنائر على نمطين: منار يشتغل بالموجات الراديوية، ومنار يشتغل بالأشعة تحت الحمراء.

والمعلومات التي يزوّدها النظام VICS على ثلاثة أنماط مختلفة:

- عرض خريطة؛
- عرض رسم بياني بسيط؛
- عرض نص.

ويستطيع السائقون استعمال كل من هذه الأنماط للحصول على تنويعة عريضة من المعلومات عن حركة السير على الطرق، على مدار 24 ساعة يومياً، تبعاً لأجهزة استقبال النظام VICS المنصوبة في مركباتهم.

ويعرض الشكل 67 موجزاً للنظام VICS. للنظام VICS أربع وظائف: تجميع المعلومات، وصياغتها/معالجتها، وتوزيعها، واستعمالها.

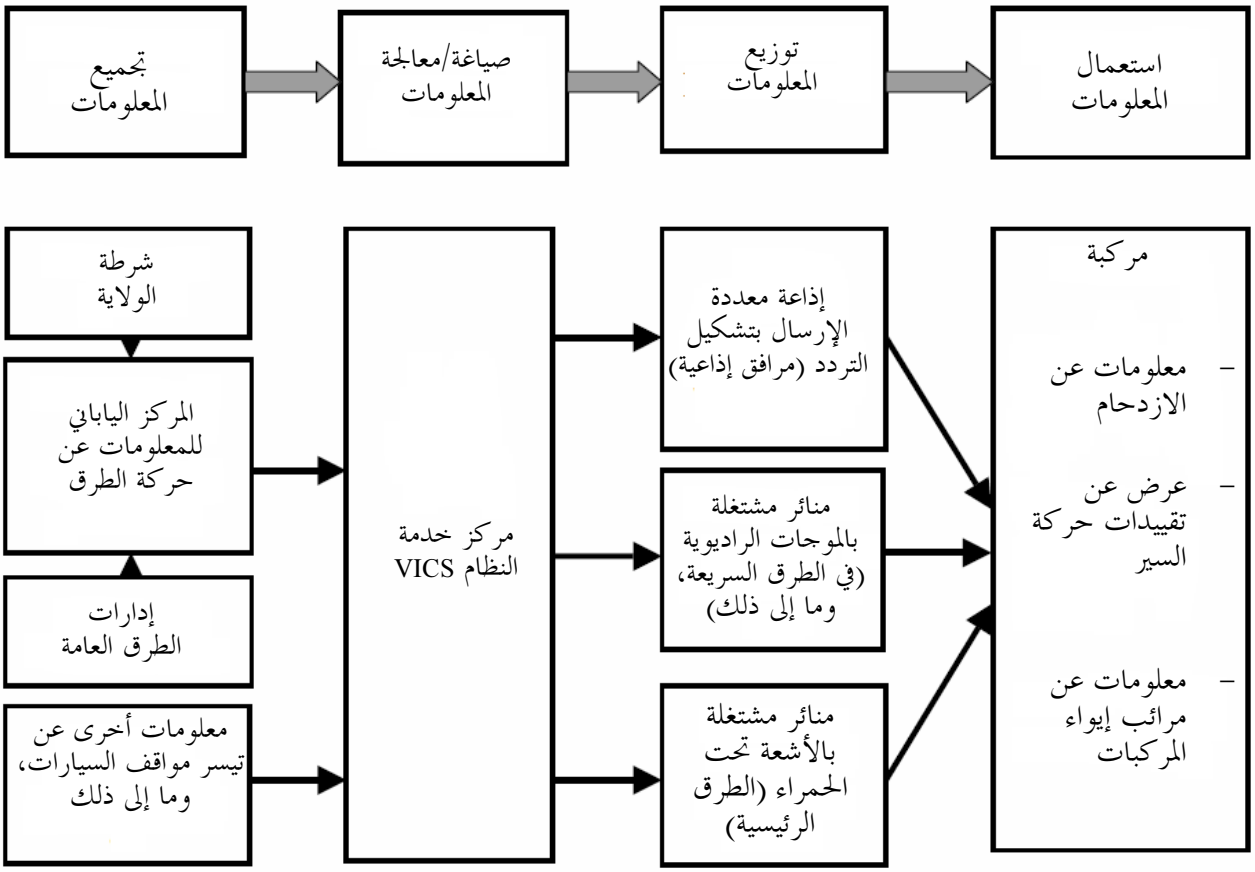
تشمل معلومات النظام VICS "ازدحام حركة السير "، و"الزمن الذي يستغرقه السفر"، و"تحديد مواقع الحوادث والأشغال"، و"السرعة ونظام المسارب"، و"مواقع مرائب الإيواء"، و"تيسر مواضع التوقيف في المرائب". وفوائد النظام VICS هي:

- تفادي الازدحام أثناء السفر؛
- تقصير زمن الرحلة؛

- تخفيف التوتر المتعلق بالسواقة؛
- لا رسوم على الاستعمال.

الشكل 67

موجز النظام VICS



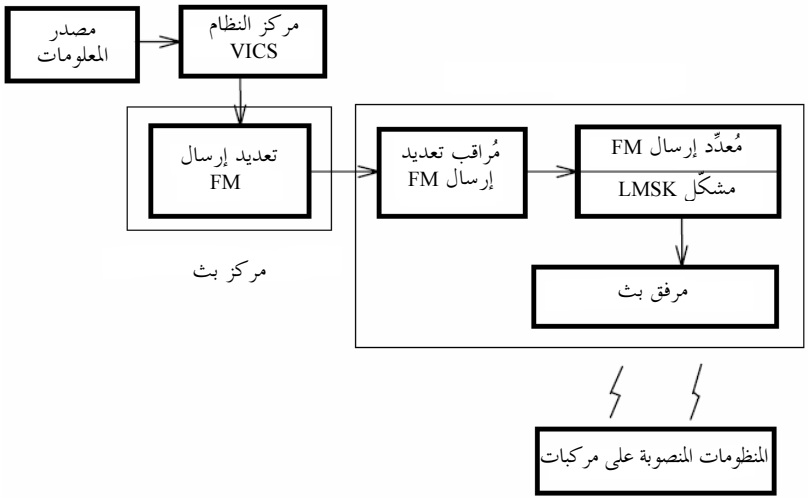
3 وسائط توزيع المعلومات

1.3 الإذاعة المعددة الإرسال بتشكيل التردد

خدمة معلومات النظام VICS الإذاعية تُقدَّم كإذاعة معددة الإرسال بتشكيل التردد، تستعمل الموجات الراديوية الإذاعية الموجودة استعمالاً فعالاً. في الإذاعة المعددة الإرسال بتشكيل التردد، يجري توزيع المعلومات عن حركة الطرق بتعديد إرسالها إلى الموجات الراديوية لهيئات الإذاعة بتشكيل التردد. وبما أن منطقة استقبال الإذاعة المعددة الإرسال بتشكيل التردد هي نفس المنطقة المعتادة لاستقبال الإذاعة المجسّمة الصوت بتشكيل التردد، فقد بات من الممكن استهداف منطقة واسعة. فالإذاعة المعددة الإرسال بتشكيل التردد تستطيع تزويد المعلومات تزويداً يشمل الولاية والمساحات المجاورة والحدود الإقليمية. وإرسالها معدد بالإذاعة الصوتية من محطات تشكيل التردد التابعة لهيئة الإذاعة اليابانية (NHK)؛ ويتم إرسال المعلومات في نفس نطاق الترددات، مرتين كل خمس دقائق للتأكد من حصول استقبالها بمعدل معطيات هو 50 000 سمة كل دقيقتين ونصف (min 2,5).

الشكل 68

مخطط لنظام الإذاعة المعددة الإرسال بتشكيل التردد (FM)



LMSK= تشكيل بزحزحة دنيا مع ضبط السويّة

LandMobV4-68

الجدول 15

الخصائص التقنية للإذاعة المعددة الإرسال بتشكيل التردد (FM)

الموضوع	الخصائص التقنية
التردد الراديوي	معدد الإرسال بإذاعات FM في نطاق الترددات العالية جداً (VHF) (MHz 90-76)
تردد موجة حاملة فرعية (في النطاق الأساسي)	kHz 76
طريقة التشكيل	طريقة LMSK (تشكيل بزحزحة أدنوية مع ضبط السويّة)[1]
معدل إرسال المعطيات	kbit/s 16

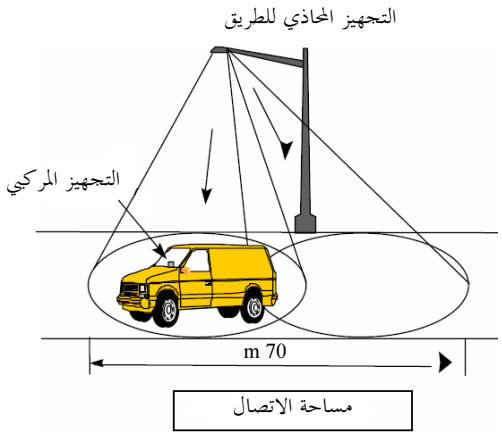
[1] التوصية ITU-R BS.1194-2 - Systems for multiplexing frequency modulation – Annex 1 – System description: System A, data radio channel (DARC).

2.3 منار موجات راديوية

منار الموجات الراديوية للنظام VICS هو شكل اتصالات أحادية الاتجاه من الاتصالات DSRC، يشتغل بتردد MHz 2 499,7 في بث معلومات متقدمة تهم المسافرين. يطبّق النظام VICS تقنية منطقة اتصالات راديوية نقطية (قطرها نحو m 70) لبث معلومات مثل ظروف حركة السير، ورسائل إرشادية بشأن الطريق موجهة إلى المركبات السائرة فيه، تُرسَل من منار الموجات الراديوية المنصوب على البنية التحتية المحاذية للطريق. يشتمل التجهيز المحاذي للطريق على هوائيين في كل نقطة، ويستعمل كوصلة هابطة إشارة أحادية الاتجاه في نطاق تردد GHz 2,5 كما يبيّنه الشكل 69. وفي الجدول 16 عرض الخصائص التقنية لمنار الموجات الراديوية.

الشكل 69

منظومة الاتصالات الراديوية في النظام VICS

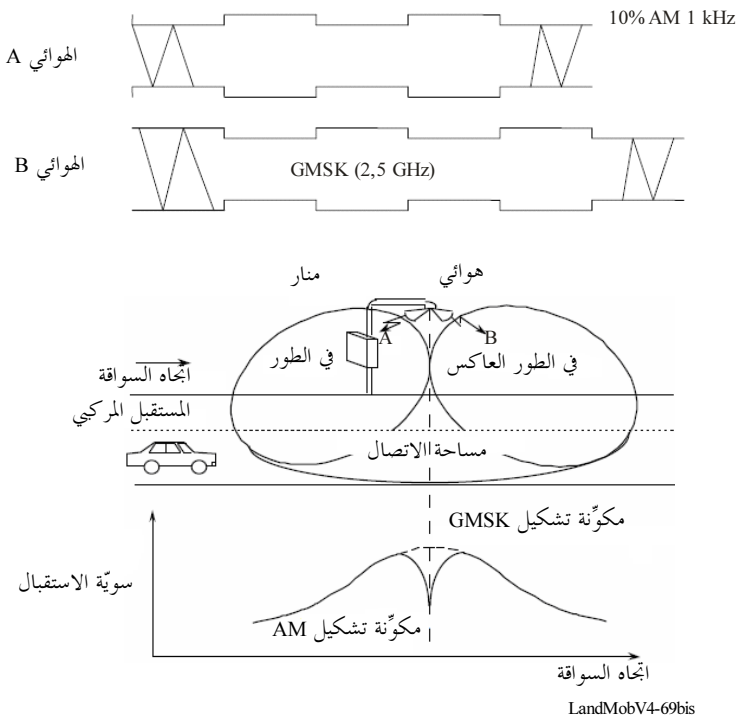


الجدول 16

الخصائص التقنية لمنار الموجات الراديوية

الموضوع	الخصائص التقنية
التردد الراديوي	نطاق GHz 2,5 (MHz 2 499,7)
عرض النطاق الموصَّف	حتى kHz 85
طريقة التشكيل	ثنائية، تشكيل GMSK ($B_b \cdot T = 0{,}5$) وتشكيل اتساع (بدرجة 10%)[1]
معدل إرسال المعطيات	kbit/s 64
قدرة الإرسال (القدرة المزوَّد بها كل هوائي)	MW 10
كسب الهوائي	dB 8,5 أو أقل

[1] التشكيل ثنائي، تشكيل GMSK (إبراق غوسي مرشح بزحزحة دنيا)، وتشكيل اتساع. بفضل استعمال هوائيين مختلفَيْ تشكيل الاتساع إضافة إلى GMSK، يرسلان إشارات نحو اتجاه حركة السير وبالاتجاهات المعاكسة للسير، يتم بصورة صحيحة كشف موضع المنار ضمن مسافة بضعة أمتار، وكشف اتجاه حركة السير أيضاً.


10% AM 1 kHz
الهوائي A
الهوائي B
GMSK (2,5 GHz)
منار
هوائي
A
B
في الطور
في الطور العاكس
اتجاه السواقة
المستقبل المركبي
مساحة الاتصال
مكوِّنة تشكيل GMSK
سويّة الاستقبال
مكوِّنة تشكيل AM
اتجاه السواقة
LandMobV4-69bis

الملحـــق 3

استعمال المنار الراديوي في نظام النقل الذكي (ITS)

1 نظام تجميع معلومات حركة السير في الوقت الفعلي

يُستعمل النظام ROTIS لتجميع معلومات في الوقت الفعلي، عن سرعة انسياب حركة السير في كل طريق، بفضل تكنولوجيا منائر مبرَّأة ومرخَّصة، وتوزَّع المعلومات المجمّعة في الوقت الفعلي بعد معالجتها رقمياً، على الجمهور بواسطة الهواتف المتنقلة، والإنترنت، والإذاعة الرقمية FM والوسائط، وغير ذلك. وهذا النظام لا يستعمل تلفزة بدارة مغلقة (CCTV)، ولا أليافاً بصرية، ولا غيرها مما يؤجَّر بتكلفة غالية من خط اتصال أو خطوط اتصالات تجارية متنقلة غالية التكلفة تركيباً وتشغيلاً.

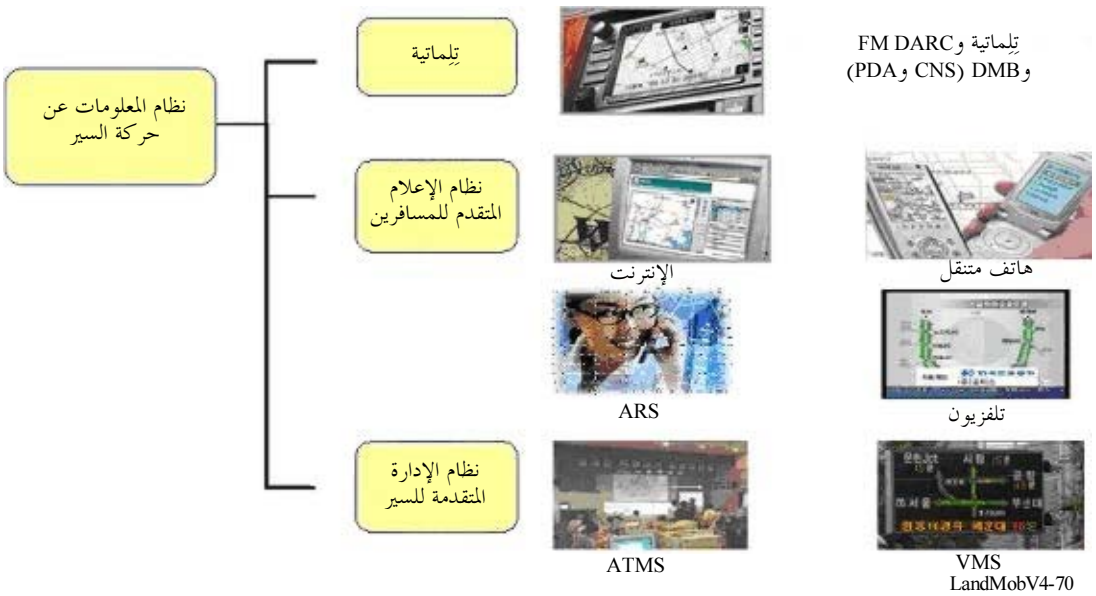
فالنظام ROTIS يكوّن لنفسه شبكة مستقلة للاتصالات المعطياتية بالتوفيق بين ترددات صغيرة تُبثّ من منائر وخطوط مؤجَّرة ضيقة النطاق (سرعة نقل المعطيات أقل من 2,4 kbit/s لكل منار).

ومن شأن هذا النظام أن يوفّر عدة تطبيقات ذات قيمة مضافة، مثل:

- نظام أوتوماتي لتتبع مواقع المركبة؛
- تحليل تقييمي لبيئة حركة السير من أجل تعيين طرق جديدة، أو توسيع الطرق الموجودة أو وضع سياسة بخصوص حركة السير بالاستناد إلى قاعدة المعطيات والمعلومات المجمّعة عن حركة السير ؛
- خدمة التنبؤ بحالة حركة السير ؛
- نظام ملاحة للسيارات يقترح طريقاً أسرع لبلوغ الهدف؛
- لوحة إشارات مرور مع شاشة تعرض المعلومات عن حالة حركة السير في الوقت الفعلي (إشارات تراسل متغيّرة = VMS)
- نظام إعلام عن الباصات، وما إلى ذلك.

الشكل 70

معمارية النظام ROTIS



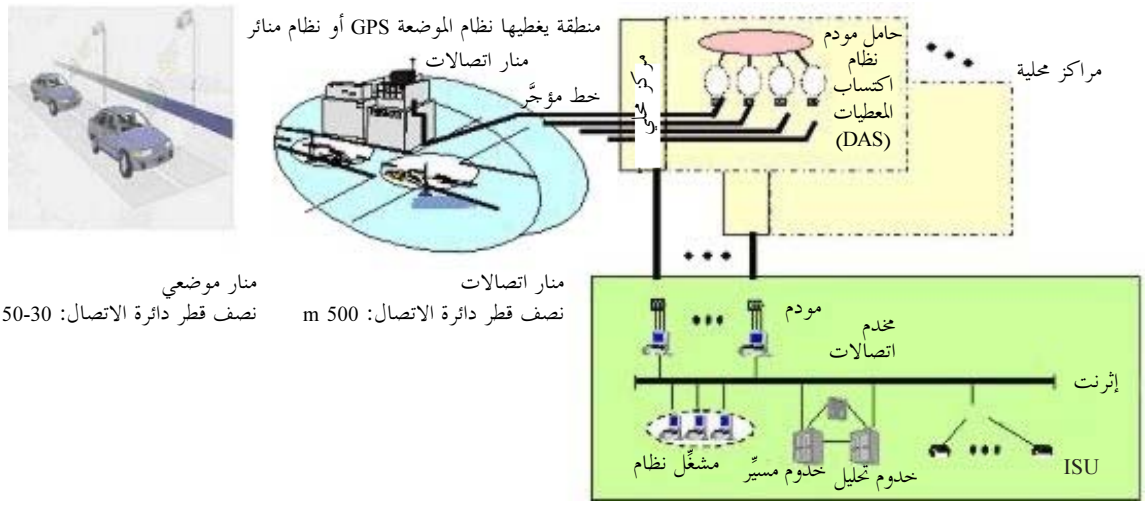
2 نظام تجميع معلومات حركة السير

تجمّع المنائر الموضعية للتردد الراديوي المنصوبة بمحاذاة الطرق وترسل معطيات مقطعية عن سرعة المركبات وعن مواضعها. ثم تقوم المراكز الإقليمية والمركز الرئيسي للمعلومات بصياغة المعلومات عن حركة السير، على أساس المعطيات الخام المستمَدّة من المنائر الموضعية.

الشكل 71

معمارية نظام المنائر

مفهوم نظام المنائر، النظام ROTIS



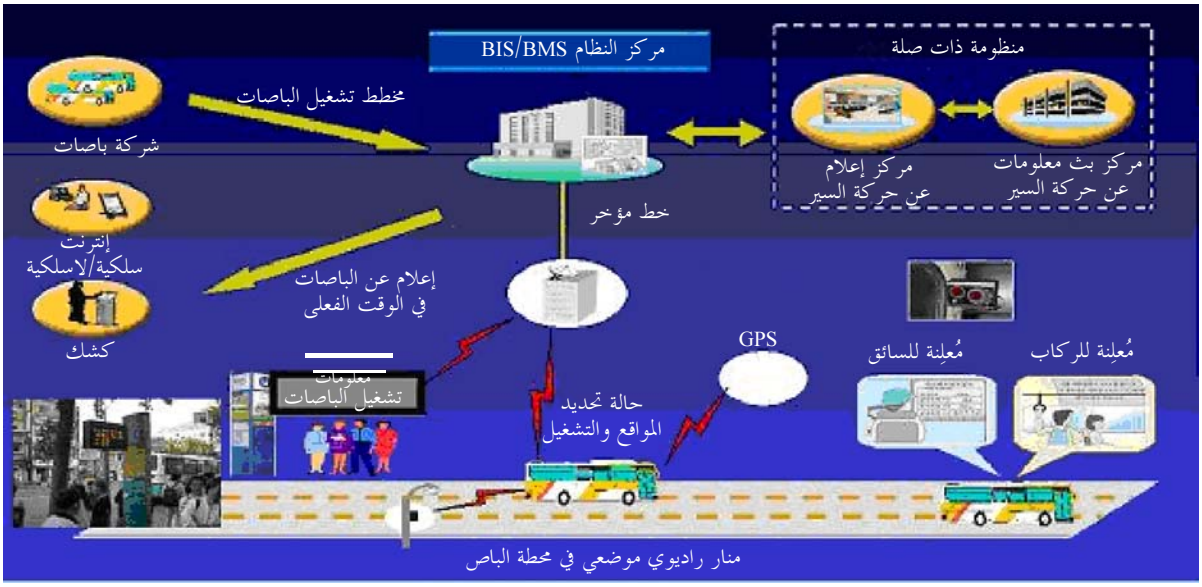
LandMobV4-71

3 نظام إعلام عن الباصات (إدارة)

أصبح ازدحام حركة السير أمراً خطيراً في المناطق الحضرية لكثير من البلدان، بسبب النقص في إنشاء طرق تسع العدد المتزايد من المركبات. ويتوقَّع أن تبلغ الخسارة النقدية السنوية الناجمة عن ازدحام حركة السير مبلغاً هائلاً، وقد بذل جميع المسؤولين عن النقل الذين يواجهون هذه المشكلات جهوداً يائسة في سبيل حلها. ويتمثّل الحل الأجدى اقتصادياً والأنجع عملياً في التشغيل الفعال للنقل العمومي، ومن هذا القبيل فإن نظام الإعلام عن الباصات (BIS) هو حل أمثل.

الشكل 72

معمارية نظام إدارة الباصات (BMS)



LandMobV4-72

4 المواصفات

أ) *المنار الموضعي*

- جهاز اتصال يُعلم عن موقع الباص
- الوظيفة
- إذاعة المعلومات عن الموضع
- المواصفة:

– منصوب على عمود إنارة شارع
– مصدر الكهرباء: إنارة الشارع أو خلية شمسية
– التردد: MHz 224,150 (6 قنوات)
– المعدل: bit/s 4 800 (FFSK) MSK
– مدى الإرسال: m 50 (مدى أقصى) في المناطق الحضرية.

ب) *الزجلة المركبية (CRF)*

- مسبار للاتصالات المركبية
- الوظيفة

– وظيفة وحدة معالجة مركزية 8-bit
– كشف موقع المركبة بواسطة دارئ مؤشِّر
– الاتصال بالإرسال والاستقبال مع محطة ترددات راديوية
– استشعار مسافة المركبة السائرة بواسطة إشارة محساس سرعة المركبة (VSS) (إشارة Tacho)

– تسجيل معلومات المسار وإرسالها
– إرسال إحداثيات الموضع الفعلي
– وظيفة نداء وخدمة إعلام عن حركة السير

– المواصفة:

– بث في نطاق تردد MHz 150-224,025 (قنوات 1-6)
– طريقة الاتصال: لاسلكية FFSK بمعدل bit/s 4 800
– طريقة إرسال نصف مزدوج
– مصدر الكهرباء: مصدر كهرباء المركبة.
– الهوائي خارجي
– قابل للتوصيل مع جهاز خارجي بواسطة RS-232C (المعدل bit/s 9 600).

ج) *محطة الترددات الراديوية*

– محطة ترحِّل معطيات الزُجلة المركبية CRF إلى مركز معلومات حركة السير.

– الوظيفة:
  – اتصالات لاسلكية بالاتجاهين
  – تجميع معلومات المسار، رزمة إحداثيات المواضع الفعلية
  – خدمة سريعة للسيارات – مستقبِل مركّب في الزُجلة CRF.

– المواصفة:

– مصدر القدرة محلي
– إرسال/استقبال في نطاق تردد MHz 224,125-224,0 (قنوات: 0–5)
– قدرة الخرج: أقل من MW 10
– تشكيل بزحزحة دنيا (MSK) (FFSK)، بمعدل bit/s 4 800
– طريقة الإرسال: نصف مزدوج
– مدى الإرسال: m 500 (الأقصى)
– اتصال بواسطة مودم خط هاتفي (معدل bit/s 2 400).

الملحـــق 4

معمارية مستقبلية لشبكة نظام النقل الذكي (ITS): CALM

1 مقدمة

المنشود من السطح البيني الراديوي للاتصالات المتوسّطة والطويلة المدى (CALM) هو توفير مجموعة مقيَّسة من بروتوكولات ومَعلَمات سطح بيني راديوي لاتصالات النظام ITS المتوسّطة والطويلة المدى، العالية السرعة، الأحادية أو المتعددة الوسائط، بنقاط متعددة وبروتوكولات شبكية في حالة كل من الوسائط، مع بروتوكولات طبقة عليا تمكّن من النقل بين المعطيات.

قد يبدو مرغوباً اتخاذ قرارات ولوائح ومعايير مشتركة عالمياً، بخصوص إقامة وتشغيل خدمات نظام ITS، لكنّ طبيعة الشبكات اللاسلكية اللامتجانسة، والبيئة التنظيمية في العالم، تطرحان تحديات على الذين يحاولون استعمال هذه الشبكات لحمل الحركة الشبكية للنظام ITS. وباختصار، يلزم معالجة التحديات التالية:

أ) توفير منظومات تمكّن من إقامة اتصالات شبه مستمرة بين المركبات والبنية التحتية، وفيما بين المركبات، في بيئة تشهد عولمة سوق المركبات، وعدداً محدوداً من كبار المصنّعين، ينتجون نماذج مركبات على صعيد عالمي، بدون تغيير ذي شأن يراعون فيه المتطلبات الوطنية المحلية.

ب) توفير منظومات ذات عمر نافع مقيَّس مدته 10–20 سنة، في حين أن المركبات تظل شغّالة 20 سنة وأكثر. وعليه، فإن الحاجة قائمة إلى إنتاج منظومات تظل شغّالة حتى عام 2030 وما بعد.

ج) يُلاحَظ تقاصر عمر منظومات الاتصال، وتلوح في الأفق منذ اليوم عدة إمكانات، إذ من الواضح أن تكنولوجيات جديدة أخرى، لم يتجه بعد التفكير إليها، ستُستَحدَث خلال الفترة 2005–2040. ومن غير المحتمل أن توجد في عام 2040 أنظمة الاتصالات الحالية، مثل الأنظمة الخلوية من الجيل الثاني (2G) والثالث (3G)، نتيجة للتطور وتقدم التكنولوجيا. ولكن يمكن الاعتراف أيضاً بأن بعض معايير النظام الخلوي 3G المتطوّرة المبنية على البروتوكول IP تُوضَع عن عمد متّسمة بالتوافق مع السابق، ويجري بسطها في الوقت الحاضر من أجل خدمات النظام ITS (بما في ذلك تنقلية الشبكة الخلوية، والتوصيلية مع الشبكة الهاتفية العمومية التبديلية (PSTN)، والتطبيقات التي من نمط مخصص). ويمكن أيضاً في تطوراتها المتقدمة، المبنية على النظام الخلوي ما بعد 3G، أن تكون على توافق مع السابق، وقدر المستطاع مع الأنظمة الخلوية الحالية أو القادمة عما قريب، فتسمح هكذا بقيام شكل منفتح على التطور، وظيفي، وله دورة حياة تغطي عشرين سنة وأكثر.

د) توجد في بلدان مختلفة أنظمة لاسلكية مختلفة متيسِّرة لتأدية تطبيقات نظام النقل الذكي (ITS).

هـ) تتنوع خصائص الوسائط المختلفة تبعاً لخواص كل وسيطة. إذ إن الوسائط المختلفة على تفاوت من حيث ملاءمتها لمختلف التطبيقات.

و) كثيراً ما تقطع المركبات في سفرها حدود البلدان، فتشتغل في بلدان غير بلدها الأصلي. وهذا القول يصدق بوجه خاص على المركبات التجارية، وعلى جميع المركبات داخل أوروبا.

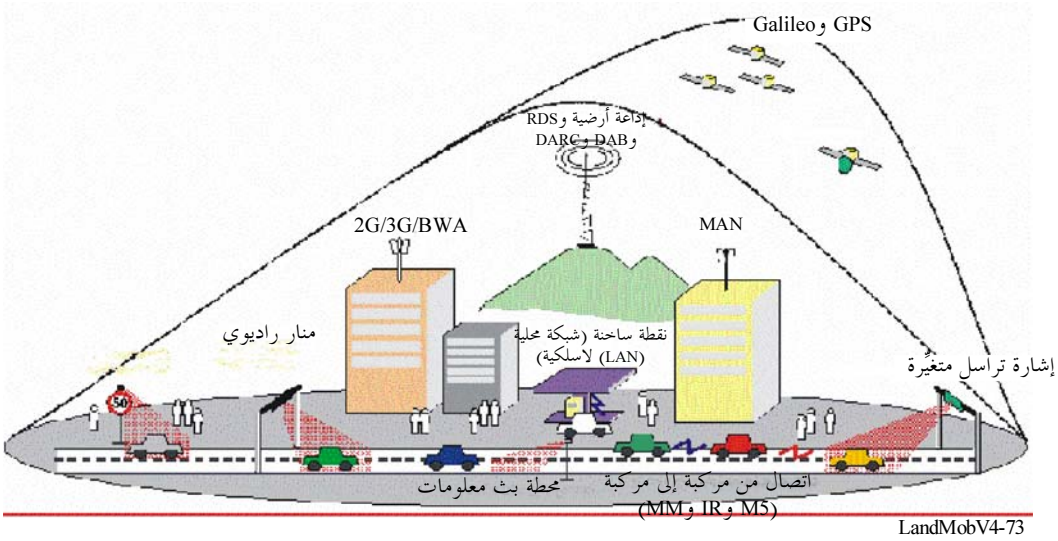
ز) قد يريد كثير من مصنّعي المركبات تجهيز منتجاتهم بتجهيز واحد يمثّل حلاً عالمياً بخصوص النظام ITS. ويحق لهم ألا يرغبوا في التعقيد، والمجازفة، بخصوص أنظمة اتصال غير متناسقة، تقدم خدمات مختلفة. ولذا فإن تحقيق وظائفية سطح بيني مقيَّسة، ومَقْدِرات ملاءمة، وتشغيل بيني، مواكبة للتقدم في صنع مجموعات إلكترونية متعددة الاستعمال، سيكون من شأنه تمهيد الطريق أمام تلبية احتياجات المصنّعين، وتهيئة الظروف الإقليمية والأسواق المؤاتية لبسط المنتجات.

ح) إن معايير نظام النقل الذكي (ITS) تتطور مع تتطور التكنولوجيا. وبما أن الدور الذي يضطلع به مطوِّرو المعايير وظيفته تفعيل السوق لا تحديدها، فالحاجة بالتالي قائمة إلى تكييف وتمديد أنظمة ومعايير ITS بالاتساق مع تطور التكنولوجيا.

الشكل 73

تشغيل CALM في بيئة متعددة الوسائط

(مثال على خيارات وسائطية)



2 مفهوم CALM

إن أساسيات السطح البيني الراديوي للاتصالات المتوسّطة والطويلة المدى (CALM)، وما يصاحبه من معمارية ومعايير، مبنية على مبدأ استعمال الموارد المتيسِّرة على الوجه "الأفضل". والموارد هي مختلف الوسائط المتيسِّرة للاتصالات، في حين أن مصطلح "الأفضل" تعرِّفه الأهداف المنشودة وتكاليفها النسبية. ومفاتيح النجاح هنا هي المرونة، وقابلية التكيّف، وقابلية التمديد.

إذًا، استُحدِث مفهوم CALM من أجل إيجاد حل بمعمارية ذات طبقاتٍ، تجعل من الممكن استمرار الاتصالات بين المركبات والبنية التحتية، أو فيما بين المركبات، باستعمال ما يتيسَّر من وسائط الاتصالات اللاسلكية (المتعددة) في أي موقع، مع استطاعة التحول إلى استعمال وسائط مختلفة متيسِّرة، عند الاقتضاء. ويكون انتقاء الوسائط حسبما يتناسب مع المعلمات التي يحددها المستعمل.

3 أنماط خدمة CALM

الخدمات المحتمل أن تستعمل السطح البيني الراديوي للاتصالات المتوسّطة والطويلة المدى (CALM) تدخل في إحدى الفئتين، خدمات السلامة والخدمات التجارية، وإن تكن الخدمات المتعلقة بالسلامة ذات أهمية تجارية وتُستعمَل كخيارات في المركبات التجارية. والقائمة المعطاة في الفقرة 2.2 (انظر الجدول 1) تمثّل مجموعة منتقاة من الخدمات التي تم تعرّفها بأنها من الراجح استنساب توفيرها بواسطة CALM. والقائمة ليست استنفادية ولا كاملة، بل يستمر تمديدها في مواكبة تطور النظام ITS. لكنها تعطي دلالة على أنماط وفئات الخدمات المحتمل أن تستعمل CALM.

4 فوائد CALM

السطح البيني الراديوي للاتصالات المتوسّطة والطويلة المدى (CALM) يجسِّر ويوفّق بين وسائط اتصالاتية متعددة، بما فيها الإذاعة، وذلك بطريقة منفتحة، تندمج فيها طبقة التلاقي للصيغة IPv6/إدارة من صيغ بروتوكول الإنترنت، طبقاً للمعايير الدولية، فيحقق ما يلي:

- الانفتاح، على اعتبار أن المعايير متيسّرة للجميع. فالسطح البيني CALM يوفّق بين وسائط اتصالاتية متعددة بطريقة منفتحة
- الاستقرار، بالنظر إلى وجود هيئة رسمية مسؤولة
- اتسام المواصفات بقابلية الرؤية والموثوقية
- انفتاح السبيل للتأثير على المراحل القادمة في تطوير المعايير
- قابلية التمديد.

المقترَح CALM مبني على الصيغة 6 من بروتوكول الإنترنت (IPv6)، مما يعني أنه متوافق كلياً مع خدمات الإنترنت، وهو في الوقت نفسه غير مقيَّد بقصورات الإصدار 4 من بروتوكول الإنترنت (IPv4) من حيث العنونة. (فريق مهام هندسة الإنترنت (IETF) يقدم حلولاً تمكّن من تشغيل الإصدار 4 (من بروتوكول الإنترنت (IPv4) عبر الإصدار 6 من بروتوكول الإنترنت (IPv6).

5 معمارية CALM

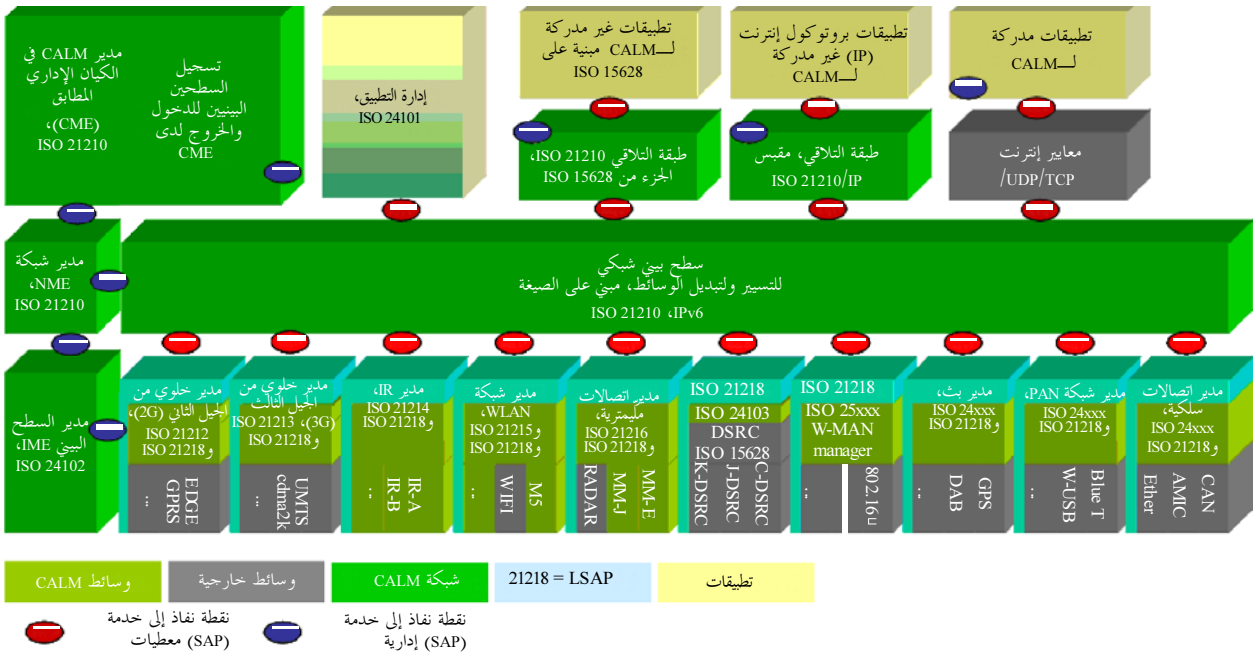
المنشود من السطح البيني الراديوي للاتصالات المتوسّطة والطويلة المدى (CALM) هو توفير مجموعة مقيَّسة من بروتوكولات ومَعلَمات سطح بيني راديوي لاتصالات النظام ITS المتوسّطة والطويلة المدى، العالية السرعة، الأحادية أو المتعددة الوسائط، بنقاط متعددة وبروتوكولات شبكية في حالة كل من الوسائط، مع بروتوكولات طبقة عليا تمكّن من النقل بين المعطيات.

ومعمارية المقترَح CALM تستطيع تأدية أساليب الاتصال التالية:

- *من المركبة إلى البنية التحتية:* مَعلَمات الاتصال المتعدد النقاط يجري التفاوض عليها أوتوماتياً، ويمكن بدء الاتصال اللاحق إما من جانب التجهيز المحاذي للطريق، وإما من جانب التجهيز المركبي؛
- *من البنية التحتية إلى البنية التحتية:* يمكن استعمال نظام الاتصال أيضاً لربط نقاط ثابتة حيث يكون الربط الكبلي التقليدي غير مرغوب فيه؛
- *من مركبة إلى مركبة:* إقامة شبكة بين الأنداد قصيرة فترة الكمون، متسمة بمقدِرة نقل المعطيات المتعلقة بالسلامة، مثل معطيات تفادي التصادم، وخدمات أخرى من مركبة إلى مركبة، مثل الشبكات المخصَّصة التي تربط بين مركبات متعددة.

الشكل 73

معمارية النظام CALM في مشروع منظمة التقييس الدولية (ISO) رقم 21217 *



* في تاريخ نشر هذا الدليل كانت هذه المعمارية بحكم مشروع وثيقة في مرحلة الإيداع.

LandMobV4-74

يُرجى من الراغب في الحصول على مزيد من المعلومات، عن الوضع التنظيمي لمعايير CALM وسطوحه البينية (المبيَّنة في معمارية CALM أعلاه)، الرجوع إلى الأنشطة في الوثائق التالية: ISO/TC204 وCEN TC278 وETSI ERM TG37.

الملحـــق 5

قائمة مختصرات

3GPP	برنامج شراكة من الجيل الثالث *(3rd Generation partnership program)*
3GPP2	برنامج شراكة ثان من الجيل الثالث *(3rd Generation partnership two program)*
AACN	تبليغ أوتوماتي عن اصطدام *(Automatic crash notification)*
ACC	التحكّم المتكيِّف 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)*
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)*
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)*
BREW	بيئة ثنائية لتشغيل اللاسلكي *(Binary runtime environment for wireless)*
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)*
CEN	لجنة التقييس الأوروبية *(European committee for standardization)*
CEPT	المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات *(European Conference of Postal and Telecommunications Administrations)*

CLI تعرّف/تعريف هوية خط الطالب *(Caller line identification)*

DARC قناة راديوية للمعطيات *(Data radio channel)*

DB قاعدة معطيات *(Data base)*

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)*

DSL عروة مشترِك رقمية *(Digital subscriber loop)*

DSRC اتصالات قصيرة المدى مكرَّسة *(Dedicated short range communications)*

DTTB إذاعة تلفزيونية أرضية رقمية *(Digital terrestrial television broadcasting)*

DVB-H تكنولوجيا الإذاعة الفيديوية الرقمية للأجهزة المحمولة
(Digital video broadcasting for handheld devices technology)

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)*

FA وكيل أجنبي *(Foreign agent)*

FCC اللجنة الفدرالية الأمريكية للاتصالات *(Federal Communications Committee)*

FDD ازدواج بتقسيم التردد *(Frequency division duplexing)*

FFT محوَّلة فورييه سريعة *(Fast Fourier transform)*

FLO تكنولوجيا مقصورة على الوصلة الأمامية *(Forward link only technology)*

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)*
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)*
KICT	معهد كوريا لتكنولوجيا البناء *(Korea Institute of Construction Technology)*
KOTI	معهد كوريا للنقل *(Korea Transport Institute)*
KRIHS	معهد كوريا للبحوث المتعلقة بالمستوطنات البشرية *(Korea Research Institute of Human Settlements)*
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)*
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)*
MAC	مراقبة النفاذ المتوسط *(Medium access control)*
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)*
NEMO	تنقلية الشبكة *(NEtwork MObility)*
NMS	نظام رصد الشبكة *(Network monitoring system)*
OBD	معينات تشخيص مركبية الموضع *(On-board diagnostics)*
OBE	تجهيز على مركبة/مركبي *(On-board equipment)*
OBU	وحدة على مركبة/مركبية *(On-board unit)*
OCC	مركز تلقّي النداءات التابع للنظام OnStar *(OnStar Call Center)*
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)*
PCD	أجهزة الاتصالات الشخصية *(Personal communications devices)*
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)*
PSAP	نقطة مسؤولة عن السلامة العامة *(Public safety answering point)*
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)*
RADIUS	خدمة مستعملين تبديلية مع استيقان عن بعد *(Remote authentication dial In user service)*
RAS	محطة نفاذ راديوي *(Radio access station)*
RD_LAP	بروتوكول نفاذ راديوي إلى وصلة المعطيات *(Radio data-link access protocol)*

RF	تردد راديوي *(Radio frequency)*
RSE	تجهيز محاذٍ للطريق *(Road side equipment)*
RTT	تكنولوجيا إرسال راديوي *(Radio transmission technology)*
RTTT	الخدمات التِلماتية للنقل والسير برّاً *(Road transport and traffic telematics)*
SARA	توزيع ترددات رادار السيارات القصير المدى *(Short-range automotive radar frequency allocation)*
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)*
TDD	إرسال مزدوج بتقسيم الزمن *(Time division duplexing)*
T-DMB	إذاعة متعددة الوسائط رقمية أرضية *(Terrestrial digital multimedia broadcasting)*
TDoA	فارق وقت الوصول *(Time difference of arrival)*
TIA	رابطة صناعات الاتصالات *(Telecommunications Industry Association)*
ToA	وقت الوصول *(Time of arrival)*
TRS	نظام راديوي متعدد القنوات *(Trunked radio system)*
TTA	رابطة تكنولوجيات الاتصال *(Telecommunication Technology Association)*
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)*
UWB	نطاق فائق العرض *(Ultra wide band)*
VICS	نظام الإعلام والاتصال للمركبات *(Vehicle information and communication system)*
VIN	الرقم المعرِّف بهوية المركبة *(Vehicle identification number)*
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)*

_____

30102

طبع في سويسرا

جنيف، 2007

ISBN 92-61-11876-3