الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التقرير ITU-R SM.2405-0

(2017/06)

مبادئ إدارة الطيف والتحديات والقضايا المتعلقة بالنفاذ الدينامي إلى نطاقات التردد عن طريق أنظمة راديوية تستخدم قدرات إدراكية

السلسلة SM

إدارة الطيف

الاتحاد الدولي للاتصالات

تمهيد

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 والسياساتية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجمعيات الاتصالات الراديوية بمساعدة لجان الدراسات.

سياسة قطاع الاتصالات الراديوية بشأن حقوق الملكية الفكرية (IPR)

يرد وصف للسياسة التي يتبعها قطاع الاتصالات الراديوية فيما يتعلق بحقوق الملكية الفكرية في سياسة البراءات المشتركة بين قطاع تقييس الاتصالات وقطاع الاتصالات الراديوية والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهرتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في الملحق 1 بالقرار ITU-R 1. وترد الاستمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقديم بيان عن البراءات أو للتصريح عن منح رخص في الموقع الإلكتروني http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en حيث يمكن أيضاً الاطلاع على المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيق سياسة البراءات المشتركة وعلى قاعدة بيانات قطاع الاتصالات الراديوية التي تتضمن معلومات عن البراءات.

سلاسل تقارير قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني http://www.itu.int/publ/R-REP/en)

السلسلة	العنوان
BO	البث الساتلي
BR	التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية
BS	الخدمة الإذاعية (الصوتية)
BT	الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)
F	الخدمة الثابتة
M	الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة
P	انتشار الموجات الراديوية
RA	علم الفلك الراديوي
RS	أنظمة الاستشعار عن بُعد
S	الخدمة الثابتة الساتلية
SA	التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية
SF	تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة
SM	**إدارة الطيف**

ملاحظة: *وافقت لجنة الدراسات على النسخة الإنكليزية لهذا التقرير الصادر عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.*

النشر الإلكتروني
جنيف، 2017

© ITU 2017

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يمكن استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي شكل كان ولا بأي وسيلة إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

التقرير ITU-R SM.2405-0

مبادئ إدارة الطيف والتحديات والقضايا المتعلقة بالنفاذ الدينامي إلى نطاقات التردد عن طريق أنظمة راديوية تستخدم قدرات إدراكية

(2017)

مجال التطبيق

يتناول هذا التقرير التقنيات الممكنة في هندسة الطيف ومبادئ إدارة الطيف والتحديات والقضايا المتعلقة بها التي يمكن أن تيسّر النفاذ الدينامي إلى الطيف عن طريق أنظمة راديوية تستخدم قدرات الأنظمة الراديوية الإدراكية (CRS). ويركّز هذا التقرير على دراسة الإطار العام لتقنيات النفاذ الدينامي إلى الطيف التي تستخدم قدرات الأنظمة الراديوية الإدراكية ووصف بعض التحدبات والقضايا المتعلقة بهذه التقنيات التي تم تحديدها حتى الآن. وباستثناء الدراسات التي يكون الغرض منها استخدام أمثلة لإثبات قضايا محددة، فإن الدراسات الرامية إلى تنفيذ النفاذ الدينامي إلى الطيف من أجل خدمة محددة تعمل في نطاق ترددي محدد لا تقع ضمن نطاق هذا التقرير.

ومع الإشارة إلى أن قدرات الأنظمة الراديوية الإدراكية تُقدَّم أكثر فأكثر على أنها حلّ مناسب لضمان حماية الخدمات القائمة في نطاق محدد في حالة النفاذ الدينامي إلى الطيف، فإن هذا التقرير يتناول التحديات والقضايا ذات الصلة الملازمة للعملية الأولية التي تقع على عاتق الإدارات.

في هذا التقرير، الذي وضع استجابة للقرار ITU-R 58-1، يشير النفاذ الدينامي إلى الطيف إلى استعمال جزء من الطيف لم يجر استعماله في وقت معين وداخل منطقة جغرافية معينة، ويمكن إتاحته للاستعمال بواسطة أحد تطبيقات الاتصالات الراديوية الذي يعمل وفقاً للوائح الراديو. وطبقاً للقرار ITU-R 58، ينبغي أيضاً للأنظمة الراديوية التي تستخدم المبادئ والتقنيات الواردة في هذا التقرير أن تضمن حماية الخدمات القائمة التي تتقاسم الطيف نفسه أو تعمل في نطاقات مجاورة.

جدول المحتويات

الصفحة

1 مقدمة 6

2 تعريف 7

3 توصيات وتقارير قطاع الاتصالات الراديوية ذات الصلة 7

4 اعتبارات عامة بشأن استعمال النفاذ الدينامي إلى الطيف باستخدام أنظمة راديوية إدراكية 7

1.4 موارد الطيف المتاحة لاستعمال النفاذ الدينامي إلى الطيف باستخدام أنظمة راديوية إدراكية 7

2.4 الخصائص التقنية والتشغيلية للأنظمة الراديوية الإدراكية 7

3.4 القدرات الإدراكية للأنظمة الراديوية الإدراكية 8

5 اعتبارات عامة بشأن العناصر الرئيسية للشبكة التي تسهل النفاذ الدينامي إلى الطيف 9

1.5 تحديد الموقع الجغرافي بالنفاذ إلى قاعدة البيانات 9

2.5 استشعار الطيف 9

6 القضايا والتحديات التي تواجهها إدارة الطيف والمتعلقة باستعمال النفاذ الدينامي إلى الطيف 9

1.6 اعتبارات عامة بشأن القضايا والتحديات التي تواجهها إدارة الطيف والمتعلقة بحماية الخدمات القائمة 10

2.6 القضايا والتحديات التي تواجهها إدارة الطيف والمتعلقة بالتنسيق عبر الحدود 12

3.6 القضايا والتحديات التي تواجهها إدارة الطيف والمتعلقة بتكنولوجيا الاستشعار لقياس انشغال الطيف 12

4.6 القضايا والتحديات التي تواجهها إدارة الطيف والمتعلقة بتنفيذ تطبيق يستخدم النفاذ الدينامي إلى الطيف 13

الملحق 1 – نموذج نظام إدراكي قائم على تحديد الموقع الجغرافي 16

الملحق 2 – تكنولوجيات الاستشعار 19

1 أنواع تكنولوجيات الاستشعار 19

2 تكنولوجيا الاستشعار التي تستخدم الانتقاء الدينامي للتردد 20

الملحق 3 – خصائص و/أو معايير حماية خدمات الاتصالات الراديوية التي يمكن فيها استخدام النطاقات الموزّعة من جانب الأنظمة الراديوية الإدراكية 22

1 الخدمتان المتنقلة البرية والثابتة 22

2 الخدمة المتنقلة الساتلية (MSS) وخدمة الاستدلال الراديوي الساتلية (RDSS) 23

3 خدمات أخرى 24

الملحق 4 – دراسات بشأن الأنظمة الراديوية الإدراكية في أوروبا 29

الملحق 5 – دراسات أجراها الاتحاد الروسي بشأن الطيف غير المستعمل/غير المشغول مؤقتاً في النطاقات الموزّعة على الخدمة الإذاعية 32

الملحق 6 – بحوث بشأن النفاذ الدينامي إلى الطيف من جانب الراديو الإدراكي في الصين 41

الصفحة

الملحق 7 – تجربة شركة ATDI في حسابات النطاقات التلفزيونية غير المشغولة 46
1 مقدمة 46
2 نهج بناء قاعدة بيانات وطنية لأجهزة النطاقات التلفزيونية غير المشغولة 47
3 لمحة عن طريقة حسابات النطاقات التلفزيونية غير المشغولة 48
4 تنفيذ حساب النطاقات التلفزيونية غير المشغولة 48
1.4 أداة حساب النطاقات التلفزيونية غير المشغولة 48
2.4 أداة إدارة قاعدة البيانات WSDB 49
3.4 النفاذ الإلكتروني 49
5 هيئة التنظيم 50
6 منصة شركة ATDI لحساب النطاقات التلفزيونية غير المشغولة 51
1.6 لمحة عامة 51
2.6 ملخص 52
الملحق 8 – دراسات حالة من بوتسوانا 53
1 مقدمة 53
2 الأهداف والمستفيدون المستهدفون 53
3 المواقع الجغرافية 54
4 المعمارية التقنية 54
5 التمويل 58
6 العناصر التنظيمية 58
7 خلاصة 59
الملحق 9 – دراسات حالة في الفلبين 59
1 مقدمة 59
2 الاستراتيجيات 59
3 التحديات 63
4 النتائج 63
5 خلاصة 63
الملحق 10 – دراسات حالة في جمهورية كوريا 68
1 مقدمة 68
2 الإجراءات التنظيمية الأخيرة 68
3 المشاريع التجريبية في النطاقات TVWS 69
4 خلاصة 73

المختصرات والأسماء المختصرة

ADC	محول تماثلي إلى رقمي *(Analog to Digital Converter)*
ACS	انتقائية القناة المجاورة *(Adjacent Channel Selectivity)*
ARNS	خدمة الملاحة الراديوية للطيران *(Aeronautical Radio Navigation Service)*
BIH	مركز الابتكار في بوتسوانا *(Botswana Innovation Hub)*
BOCRA	هيئة تنظيم الاتصالات في بوتسوانا *(Botswana Communications Regulatory Authority)*
BS	محطة قاعدة *(Base Station)*
BSS	الخدمة الإذاعية الساتلية *(Broadcasting Satellite Service)*
C/I	نسبة الموجة الحاملة إلى التداخل *(Carrier to Interference)*
CCTV	دارة تلفزيونية مغلقة *(Closed Circuit TV)*
CEPT	المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات *(European Conference of Postal and Telecommunications Administrations)*
CPE	تجهيزات منشآت العملاء *(Customer Premises Equipment or Customer Provided Equipment)*
CRS	أنظمة راديوية إدراكية *(Cognitive Radio Systems)*
dB	دسيبل *(DeciBel)*
dBd	دسيبل بالنسبة إلى هوائي ثناي القطب *(dB relative to Dipole antenna)*
dBi	دسيبل بالنسبة إلى هوائي متناحٍ *(dB relative to Isotropic antenna)*
dBm	دسيبل بالنسبة إلى 1 ملي واط *(dB relative to 1 milliwatt)*
dBr	دسيبل بالنسبة إلى الذروة *(dB Relative to peak)*
dBW	دسيبل بالنسبة إلى 1 واط *(dB relative to 1 Watt)*
DVB-T	الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض *(Digital Video Broadcasting – Terrestrial)*
DFS	الاختيار الدينامي للتردد *(Dynamic Frequency Selection)*
DSA	النفاذ الدينامي إلى الطيف *(Dynamic Spectrum Access)*
DSAD	جهاز النفاذ الدينامي إلى الطيف *(Dynamic Spectrum Access Device)*
DTT	التلفزيون الرقمي للأرض *(Digital Terrestrial TV)*
ECC	لجنة الاتصالات الإلكترونية *(Electronic Communications Committee (CEPT))*
EESS	خدمة استكشاف الأرض الساتلية *(Earth Exploration-Satellite Service)*
e.i.r.p.	القدرة المشعّة المكافئة المتناحية *(equivalent isotropically radiated power)*
e.r.p.	القدرة المشعّة الفعالة *(effective radiated power)*
ETSI	المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات *(European Telecommunications Standards Institute)*

FSS	الخدمة الثابتة الساتلية *(Fixed-Satellite Service)*
GBS	الحل العالمي عريض النطاق *(Global Broadband Solution)*
I/N	نسبة التداخل إلى الضوضاء *(Interference to Noise)*
ICT	تكنولوجيا المعلومات والاتصالات *(Information and Communication Technologies)*
ID	تعرّف الهوية *(IDentification)*
GPS	النظام العالمي لتحديد المواقع *(Global Positioning System)*
IEEE	معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات *(Institute of Electrical and Electronics Engineers)*
IMT	الاتصالات المتنقلة الدولية *(International Mobile Telecommunications)*
IP	بروتوكول الإنترنت *(Internet Protocol)*
LoS	خط البصر *(Line of Sight)*
LTE	التطور طويل الأجل *(Long-Term Evolution)*
MIMO	تعدد المدخلات وتعدد المخرجات *(Multiple Input and Multiple Output)*
MSS	الخدمة المتنقلة الساتلية *(Mobile-Satellite Service)*
NLoS	خارج خط البصر *(Non Line of Sight)*
NRA	هيئة التنظيم الوطنية *(National Regulatory Authority)*
P-P	من نقطة إلى نقطة *(Point to Point)*
P-MP	من نقطة إلى عدة نقاط *(Point to Multi Point)*
PMSE	إنتاج البرامج والأحداث الخاصة *(Program Making and Special Event)*
SNR	نسبة الإشارة إلى الضوضاء *(Signal to Noise Ratio)*
RDSS	خدمة الاستدلال الراديوي الساتلية *(Radio Determination-Satellite Service)*
RNSS	خدمة الملاحة الراديوية الساتلية *(Radio Navigation-Satellite Service)*
RR	لوائح الراديو (للاتحاد الدولي للاتصالات) *(Radio Regulations (ITU))*
SRD	جهاز قصير المدى *(Short Range Device)*
TVBD	جهاز تلفزيوني واسع النطاق *(TV Wide Space Band Device)*
TVWS	نطاق تلفزيوني غير مشغول *(TV White Space)*
USAID	الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية *(U.S. Agency for International Development)*
VHF	تردد عالٍ جداً (MHz 300-30) *(Very High Frequency (30–300 MHz))*
VoIP	نقل الصوت عبر بروتوكول الإنترنت *(Voice over Internet Protocol)*
UHF	تردد فائق العلوّ (MHz 3 000-300) *(Ultra High Frequency (300–3,000 MHz))*
W	واط *(Watt)*

WAS نظام النفاذ اللاسلكي *(Wireless Access System)*

WSD جهاز النطاقات غير المشغولة *(White Space Device)*

WSDB قاعدة بيانات أجهزة النطاقات غير المشغولة *(White Space Device Database)*

WRC المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (الاتحاد الدولي للاصالات) *(World Radiocommunication Conference (ITU))*

1 مقدمة

يؤدي الطلب المتزايد لخدمات الاتصالات الراديوية على القدرات الإضافية والطيف إلى بيئة لإدارة الطيف محفوفة أكثر بالتحديات. وغالباً ما تتطلب هذه التحديات إدخال ابتكارات في تقنيات إدارة الطيف للتأكد من أن الخدمات الموزعة في أحد نطاقات التردد تستخدم موارد الطيف المحدودة وتتقاسمها على نحو فعال. وفي ظروف معينة، يمكن لتطبيق النفاذ الدينامي إلى الطيف أن ييسّر الاستخدام الفعّال للطيف. ومع ذلك، فإن استخدام النفاذ الدينامي إلى الطيف يطرح أيضاً تحديات جديدة أمام إدارة الطيف. وتتسم الأنظمة الراديوية التي تستخدم القدرات الإدراكية بمزايا مبتكرة يمكن استخدامها في التصدي لهذه التحديات.

يناقش هذا التقرير المبادئ العامة لإدارة الطيف وتقنيات هندسة الطيف التي يمكن استخدامها في تيسير النفاذ الدينامي إلى الطيف من جانب أنظمة راديوية تستخدم قدرات إدراكية. كما يبحث هذا التقرير في القضايا والاعتبارات المختلفة التي يتعين معالجتها للتأكد من أن استخدام النفاذ الدينامي إلى الطيف يسهم في زيادة الاستخدام الفعّال للطيف، وفي حماية خدمات الاتصالات الراديوية التي تعمل داخل النطاق وفي النطاقات المجاورة.

في سياق هذا التقرير، يمثل الطيف غير المستعمل/غير المشغول مؤقتاً جزءاً من الطيف في نطاق معدّ ليستخدمه أحد التطبيقات العديدة العاملة وفقاً لأحكام لوائح الراديو ولا يجري استخدامه في وقت معيّن وداخل منطقة جغرافية معيّنة. ويشار في الأدبيات العلمية إلى الطيف غير المستعمل/غير المشغول باسم فجوة الطيف[1].

في سياق هذا التقرير، يدل النفاذ الدينامي إلى الطيف (DSA) على إمكانية عمل نظام راديوي ينفذ قدرات الأنظمة الراديوية الإدراكية في طيف غير مستعمل/غير مشغول مؤقتاً وتكييف استخدام أو وقف استخدام هذا الطيف استجابة لمستعملين آخرين للنطاق.

ويقع على كاهل الإدارات تحديد أجزاء الطيف المتاحة للنفاذ الدينامي إلى الطيف وتختلف الشروط من حالة إلى أخرى. ويفترض بهذه الأنظمة التي تطبق النفاذ الدينامي إلى الطيف أن تعمل وفقاً للوائح الراديو (RR) والقرار ITU-R 58. ويرد في التقرير ITU-R M.2330 أمثلة على تطبيقات النفاذ الدينامي إلى الطيف من قبيل استعمال النطاقات التلفزيونية غير المشغولة والتقاسم الرأسي والأفقي للطيف الذي تتيحه تكنولوجيات الأنظمة الراديوية الإدراكية. ويمكن توفير القدرة على النفاذ الدينامي إلى الطيف مثلاً عن طريق قدرات الجهاز و/أو عنصر الشبكة و/أو كيان خاجي للشبكة (مثل قاعدة بيانات).

وبالنظر إلى العناصر التقنية الواردة في هذا التقرير فيما يتعلق بالنطاقات التلفزيونية غير المشغولة، ينبغي أن تؤخذ في الحسبان القرارات التي اتخذها المؤتمر WRC-12 والمؤتمر WRC-15 لتوزيع نطاق التردد MHz 790-694 على الخدمة المتنقلة (انظر الرقم **317A.5** من لوائح الراديو).

[1] R. Tandra et al. “What is a Spectrum Hole and What Does it Take to Recognize One?” *Proceedings of the IEEE*, vol. 97, no. 5, pp. 824–848.

وينص القرار (WRC-15) 235[2] على أن يدعو قطاع الاتصالات الراديوية، بعد المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019 وفي وقت مناسب من أجل المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2023، إلى استعراض استعمال الطيف ودراسة الاحتياجات من الطيف للخدمات القائمة داخل نطاق التردد 470-960 MHz في الإقليم 1، وخاصة الاحتياجات من الطيف للخدمتين الإذاعية والمتنقلة، باستثناء المتنقلة للطيران، بالإضافة إلى إجراء دراسات التقاسم والتوافق، حسب الاقتضاء، في نطاق التردد 470-694 MHz في الإقليم 1 بين الخدمتين الإذاعية والمتنقلة، باستثناء المتنقلة للطيران، مع مراعاة دراسات قطاع الاتصالات الراديوية وتوصياته وتقاريره ذات الصلة.

2 تعريف

النظام الراديوي الإدراكي (CRS) (من التقرير ITU-R SM.2152)

هو أي نظام راديوي يستخدم تكنولوجيا تتيح للنظام الحصول على معلومات بشأن بيئته التشغيلية والجغرافية والسياسات السارية وحالته الداخلية؛ وذلك لكي يقوم النظام بضبط معلماته التشغيلية وبروتوكولاته ديناميا وأوتوماتيا طبقاً لهذه المعلومات لتحقيق أهداف محددة سلفاً، وللاستفادة من النتائج المتحصلة.

3 توصيات وتقارير قطاع الاتصالات الراديوية ذات الصلة

إن تحديد المتطلبات التقنية والتشغيلية للنفاذ الدينامي إلى نطاقات التردد من جانب أنظمة راديوية تستخدم قدرات إدراكية يعتمد بشكل كبير على خدمات الاتصالات الراديوية التي يتعين حمايتها ويحتاج إلى تحليلٍ على أساس كل حالة على حدة.

ويمكن تحديد توصيات وتقارير قطاع الاتصالات الراديوية المطبقة والمتعلقة بخصائص و/أو معايير حماية خدمات الاتصالات الراديوية بدعم من لجان دراسات قطاع الاتصالات الراديوية المعنية بهذه الخدمات. ويرد في الملحق 3 بهذا التقرير بعض تقارير وتوصيات قطاع الاتصالات الراديوية لأغراض البيان.

كما ينبغي الإشارة إلى التوصية **76 (WRC-12)** بشأن نشر الأنظمة الراديوية الإدراكية واستعمالها.

4 اعتبارات عامة بشأن استعمال النفاذ الدينامي إلى الطيف باستخدام أنظمة راديوية إدراكية

1.4 موارد الطيف المتاحة لاستعمال النفاذ الدينامي إلى الطيف باستخدام أنظمة راديوية إدراكية

تعتمد كمية الطيف المتوفرة للأنظمة الراديوية الإدراكية على عوامل من قبيل مستوى الحماية المتوفر للخدمات القائمة والتطبيقات المتعلقة بها، وعلى الخصائص التقنية والتشغيلية للأنظمة الراديوية الإدراكية. وقد يعتمد مقدار الطيف المتوفر على الموقع ويتغير مع الوقت. وينخفض التوافر بشكل كبير إذا استخدمت قدرات أعلى في الأنظمة الراديوية الإدراكية، لا سيما في المناطق المكتظة بالسكان. ويمكن الاطلاع في الملحقات على المنهجية وبعض الأمثلة المتعلقة بطريقة الحساب الكمي للطيف غير المستعمل/غير المشغول مؤقتاً.

2.4 الخصائص التقنية والتشغيلية للأنظمة الراديوية الإدراكية

يمكن الاطلاع على وصف الخصائص التقنية والتشغيلية للأنظمة الراديوية الإدراكية في القسم 7 بعنوان "الخصائص رفيعة المستوى والمتطلبات التقنية والتشغيلية" من التقرير ITU-R M.2330. ويرد وصف للجوانب الإضافية والتحديات التقنية لتكنولوجيا

[2] استعراض استعمال الطيف في نطاق التردد 470-960 MHz في الإقليم 1، في وقت مناسب من أجل المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2023.

الأنظمة الراديوية الإدراكية في شبكات الاتصالات المتنقلة الدولية في التقرير ITU-R M.2242 "الأنظمة الراديوية الإدراكية الخاصة بالاتصالات المتنقلة الدولية".

3.4 القدرات الإدراكية للأنظمة الراديوية الإدراكية

يرد في التقرير ITU-R M.2225 عرض للقدرات الإدراكية ووصف لها. ويرد فيه بوجه خاص تعريف للقدرات الثلاث التالية:

أ) قدرة النظام الراديوي على الحصول على معلومات بشأن بيئته التشغيلية والجغرافية والسياسات السارية وحالته الداخلية، وعلى مراقبة أنماط الاستعمال وتفضيلات المستعملين. ويمكن تحقيق ذلك، على سبيل المثال، من خلال استشعار الطيف و/أو استخدام قاعدة بيانات و/أو استقبال معلومات عن التحكم والإدارة؛

ب) وقدرة النظام على ضبط مَعلماته التشغيلية وبروتوكولاته ديناميا وأوتوماتيا طبقاً لهذه المعلومات لتحقيق أهداف محددة سلفاً، مثل زيادة كفاءة استخدام الطيف؛

ج) وقدرة النظام على الاستفادة من نتائج إجراءاته من أجل زيادة تحسين أدائه.

بالإضافة إلى ذلك، يرد في التقرير ITU-R M.2330 وصف لأمثلة على تكنولوجيات التمكين التي تعتبر جزءاً من قدرات الأنظمة الراديوية الإدراكية في الحصول على المعلومات، واتخاذ القرار والتعديل، والتعلّم. كما أن التقرير ITU-R M.2330 يحدّد السمات التقنية والتحديات المتعلقة بهذه التكنولوجيات ويقدم وصفاً لها.

ووفقاً للتقريرين ITU-R M.2225 وITU-R M.2330، "من الناحية المبدئية، فإن إدخال ونشر الأنظمة الراديوية الإدراكية يمكن أن يحدث دون الحاجة إلى أي تغيير في لوائح الراديو. بالإضافة إلى ذلك، يجدر الملاحظة أن أي نظام في خدمة الاتصالات الراديوية يستخدم تكنولوجيا الأنظمة الراديوية الإدراكية في نطاق ترددات بعينه سيعمل وفقاً لأحكام لوائح الراديو التي تحكم استخدام هذا النطاق".

وكما ورد في التقرير ITU-R M.2225، هناك ثلاث سمات تقنية تميز عقدة النظام الراديوي الإدراكي، وهي ملخصة في الجدول 1.

الجدول 1

ملخص السمات التقنية للنظام CRS وقدراته وفقاً للتقرير ITU-R M.2225

السمة	النهج/الطريقة	الوصف
1. الحصول على المعلومات	تقييم الوصلة الراديوية ونوعية الشبكة	يمكن أن تراقب عقدة النظام CRS خصائص نوعية الوصلة الراديوية ومعلمات نوعية الشبكة، مع مراعاة نوع التطبيق.
	الاستماع إلى قناة التحكم اللاسلكية	تستقبل عقدة النظام CRS المعلومات المرسلة (مثلاً المعلومات الراديوية والمشغلين والتكنولوجيات المتاحة) على قناة محددة سلفاً.
	استشعار الطيف	تحصل عقدة النظام CRS بشكل مباشر على معلومات عن البيئة الراديوية بما في ذلك الطيف غير المستعمل. ومن الأساليب المتبعة الترشيح المواءم وكشف الطاقة والخواص الدورية.
	تحديد الموقع الجغرافي	يمكن أن تحصل عقد النظام CRS على مواقعها الجغرافية باستخدام تقنيات تحديد الموقع الجغرافي. انظر الفقرة 1.5.
	استخدام قاعدة البيانات	يمكن للنظام CRS النفاذ إلى قواعد البيانات التي تتضمن معلومات عن الترددات المتاحة والمستويات المسموح بها لقدرة الإرسال والبيئة التشغيلية وغيرها. انظر الفقرة 1.5.
	التعاون	يمكن أن تتبادل عقد النظام CRS المعلومات المتحصلة فيما بينها.

السمة	النهج/الطريقة	الوصف
2أ). اتخاذ القرار	مركزياً	من أجل تنسيق الموارد بين عقد CRS في السيناريوهات التي تحتاج إلى تشكيل عالمي واستخدام أمثل. يجمع الكيان المركزي (مدير موارد الشبكة، المحطة القاعدة) مجموعة من المعلومات من النظام CRS ويتخذ القرار الشامل الأمثل.
	بشكل موزع	قد يحتاج النظام CRS إلى عدة كيانات للإدارة لاتخاذ القرار بشأن إعادة تشكيله (مثلاً عدة محطات قاعدة، طوبولوجيا متشابكة).
2ب). تعديل معلمات التشغيل/البروتوكولات	نظام راديوي معرّف بالبرمجيات	يغيّر النظام CRS معلماته التشغيلية و/أو بروتوكولاته أوتوماتياً عن طريق إعادة التشكيل من أجل تحقيق أهداف معينة محددة سلفاً. قد تشمل هذه المعلمات: – قدرة الخرج – تردد التشغيل – نمط التشكيل – تكنولوجيا النفاذ الراديوي – معلمات/بروتوكولات أخرى
	وحدات تجهيز متعددة	
3. التعلّم	–	يمكّن من تحسين أداء النظام CRS من خلال استعمال المعلومات المخزّنة عن إجراءاته ونتائجه السابقة.

5 اعتبارات عامة بشأن العناصر الرئيسية للشبكة التي تسهل النفاذ الدينامي إلى الطيف

1.5 تحديد الموقع الجغرافي بالنفاذ إلى قاعدة البيانات

يوفر تحديد الموقع الجغرافي بالنفاذ إلى قاعدة البيانات معلومات عن الطيف غير المستعمل/غير المشغول مؤقتاً ويرفر بالتالي حماية للخدمات القائمة من التداخل الضار. وبالإضافة إلى المعلومات عن الطيف غير المستعمل/غير المشغول مؤقتاً، يمكن أيضاً لقواعد البيانات أن توفر متطلبات الحماية المتعلقة باستعمال هذا الطيف في مواقع معينة، من قبيل الحد الأقصى المسموح به من قدرة الإرسال، ومناطق الاستبعاد و/أو الحماية.

ويقدم التقرير ITU-R M.2330 خيارات مختلفة لتنفيذ قاعدة البيانات من قبيل قاعدة البيانات المفتوحة الوحيدة وقواعد البيانات المفتوحة المتعددة وقواعد البيانات المغلقة الخاضعة للملكية. بالإضافة إلى ذلك، تظهر أيضاً التحديات الخاصة بتحديد المواقع الجغرافية وقاعدة البيانات بالنسبة لتحديث المعلومات وإدارة قاعدة البيانات وجوانب الأمن والخصوصية وقابلية التشغيل البيني للنفاذ إلى قاعدة البيانات بين البلدان المختلفة (مثلاً التنسيق عبر الحدود).

2.5 استشعار الطيف

استشعار الطيف هو القدرة على كشف إشارات أخرى حول عقدة النظام CRS يمكن استخدامها لتحديد الطيف غير المستعمل/غير المشغول مؤقتاً. ويستعمل استشعار الطيف بوجه خاص في الحالات التي يكون فيها مستوى الإشارة المكتشفة كافياً بشدة، و/أو نمط/شكل الإشارة معروفاً مسبقاً. ويصف التقرير ITU-R M.2330 طرائق استشعار مختلفة، ومؤشرات الأداء المتعلقة بأثر تقنيات استشعار الطيف المختلفة على مستعملين آخرين للطيف، وتنفيذ طرائق الاستشعار، وأخيراً وليس آخراً التحديات المتعلقة باستشعار الطيف بوجهٍ عام.

6 القضايا والتحديات التي تواجهها إدارة الطيف والمتعلقة باستعمال النفاذ الدينامي إلى الطيف

يقدم هذا القسم عدداً من القضايا غير الشاملة والتحديات المتعلقة باستخدام النفاذ الدينامي إلى الطيف في طيف غير مستعمل/غير مشغول مؤقتاً والتي ينبغي النظر فيها بعناية لدى التخطيط لتنفيذ مثل هذا النهج لتقاسم الطيف.

1.6 اعتبارات عامة بشأن القضايا والتحديات التي تواجهها إدارة الطيف والمتعلقة بحماية الخدمات القائمة

كما هو الحال بالنسبة للتطبيقات الراديوية، يجب أن يحدّد الإطار التنظيمي للتطبيقات القائمة على النفاذ الدينامي إلى الطيف وفقاً لأحكام لوائح الراديو. ويلاحظ أن النفاذ الدينامي إلى الطيف هو آلية نفاذ إلى الطيف تيسّر تقاسم استعمال الطيف، ويفترض أن تعمل التطبيقات القائمة على النفاذ الدينامي إلى الطيف ضمن خدمات الاتصالات الراديوية الموزعة وبالتالي تنطبق الإجراءات المنصوص عليها في المادة **15** (التداخل).

وقد يتطلب ذلك إجراء دراسات تفصيلية عن التقاسم والتوافق داخل أفرقة الخبراء المعنيين بالخدمة المقرر حمايتها.

وينبغي أن تأخذ دراسات التقاسم والتوافق في الاعتبار ليس فقط التداخل في نفس القناة بل أيضاً التداخل في القنوات المجاورة. وينبغي ألّا يتطرق تحديد الطيف غير المستعمل/غير المشغول مؤقتاً إلا لهاتين الحالتين.

وتنطوي دراسات التوافق على صعوبات أكثر أو أقل تبعاً لطبيعة الخدمة أو التطبيق الراديوي الواجب حمايته. وتجسّد بعض الأمثلة الواردة أدناه بعض الحالات التي يمكن أن تكون فيها إدارة سيناريو التعايش أكثر صعوبة و/أو بحاجة إلى مزيد من الاهتمام.

1) النطاقات الموزّعة على خدمات الاتصالات الراديوية لسلامة الأرواح، والملاحة الراديوية، والمتنقلة للطيران، والمتنقلة الساتلية للطيران: إذا كان المطلوب تنفيذ أجهزة النفاذ الدينامي إلى الطيف في توزيعات التردد المستعملة في تطبيقات سلامة الأرواح، ما قد يفرض مخاطر كبيرة على استعمال خدمات الطيران والخدمات البحرية بسلامة وكفاءة وهو ما قد يتعذر تصحيحه بسهولة فور وضع الأجهزة حيّز الاستخدام العام.

وتعتبر حماية الخدمات للطيران حاسمة الأهمية للتشغيل الآمن للطائرات. حتى أن المستويات الدنيا من التداخل يمكن أن تفرض مخاطر على سلامة تشغيل الطائرة. وهناك عدة مساعِدات ملاحية للطيران لا تقوم إلا بإرسال معلومات لكي تستقبلها أجهزة استقبال منفعلة تكون غالبيتها موضوعة في الطائرة وبالتالي شديدة التنقل على مدى من الارتفاعات وبخط بصر راديوي كبير جداً. بالإضافة إلى ذلك، يجري حالياً تطوير تكنولوجيا الرادار ثنائي المحطة (مثلاً التوصية ITU-R M.1638-1) الذي يميّز المرسل عن المستقبِل من الناحية الجغرافية.

2) النطاقات الموزّعة على الوصلة الصاعدة للخدمة المتنقلة الساتلية وخدمة الاستهلال الراديوي الساتلية: تكون المحطات الأرضية التي ترسل إشارات الخدمة المتنقلة الساتلية متنقلة بطبيعتها وبالتالي فإن استخدام قاعدة بيانات لتحديد مواقعها يبدو أمراً غير عملي. وعلاوة على ذلك، ففي النطاقات الموزّعة بالاتجاه أرض–فضاء، يتمثل التداخل المسموح الذي يكفل حماية وصلات الخدمة المتنقلة الساتلية وخدمة الاستدلال الراديوي الساتلية في كل من التداخل وحيد المصدر والتداخل المجمّع الذي تسببه جميع هذه الأجهزة التي يراها مستقبل الساتل. ونتيجة لذلك، يبدو استعمال تكنولوجيا الاستشعار غير عملي كذلك.

3) النطاقات الموزّعة على الوصلة الهابطة للخدمة المتنقلة الساتلية وخدمة الاستدلال الراديوي الساتلية: يؤدي الطابع المتنقل لمستقبلات الخدمة المتنقلة الساتلية وخدمة الاستدلال الراديوي الساتلية إلى صعوبة التنفيذ العملي لقواعد البيانات. ومن غير المرجح أن يشكل الاستشعار حلاً لأن الإرسال الذي يتعين كشفه يرد من سواتل الإرسال. وينبغي عدم التقليل من صعوبات التنفيذ العملي لنظام قادر على استشعار هذه الإرسالات الساتلية. وعلاوة على ذلك، تغطي الأنظمة الساتلية مناطق جغرافية كبيرة قد يكون فيها تحديد مواقع المستقبلات ممكناً أم لا. لذلك فقد يؤدي هذا النظام إلى عدم توفر أي تطبيق يستخدم النفاذ الدينامي إلى الطيف في نطاقات الوصلة الهابطة الساتلية بصفة مستديمة. ويمكن توضيح هذه الظاهرة بصورة أفضل بواسطة أحد الأمثلة: توفر أنظمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) تغطية عالمية، ولو تم تزويد جهاز يستخدم النفاذ الدينامي إلى الطيف بجهاز استشعار يمكنه كشف إشارات RNSS بشكل مناسب، لأمكنه الاستنتاج فقط بأن هذه الإشارات يمكن استقبالها في الواقع عالمياً. ومن ثَمّ لن يمكّن من إعطاء أي دلالة على ما إذا كان مستقبل الإشارات RNSS قريباً فعلاً من الجهاز أو يحتمل تعرّضه للتداخل الناجم عن إرساله.

4) النطاقات الموزّعة على خدمة استكشاف الأرض الساتلية (المنفعلة) وخدمة الأبحاث الفضائية (المنفعلة) وخدمة علم الفلك الراديوي حيث يطبق الرقم **340.5**: فالسماح بالإرسال داخل نطاق ترددي يطبق فيه الرقم **340.5** من لوائح الراديو يؤدي إلى انتهاك هذا الحكم. علاوة على ذلك، وبما أنه "تحظر جميع الإرسالات" في هذه النطاقات طبقاً للرقم **340.5**، تطبق اعتبارات خاصة على الإرسالات غير المرغوبة الناجمة عن عمليات في نطاقات أخرى إذا أمكنها التأثير على استعمال النطاقات رهناً بأحكام الرقم **340.5**.

5) استعمال الخدمة المنفعلة التي لا يمكن كشفها بواسطة استشعار الطيف نظراً لعدم وجود أي من خصائص استعمال الإشارة: وفي هذه الحالات يبدو تحديد الموقع الجغرافي وحده وسيلة ممكنة لمنع النفاذ الدينامي غير المبرر للطيف. كما ينبغي توسيع استعمال تحديد الموقع الجغرافي ليشمل التعرّف على مناطق الصمت الراديوي ومناطق التنسيق التي تحمي عمليات الخدمة المنفعلة على المستوى الإقليمي والوطني، بما في ذلك نطاقات الطيف التي لا تكون الخدمات المنفعلة موزعة فيها وإنما محمية محلياً، انظر التقرير ITU-R RA. 2259.

6) النطاقات الموزّعة على خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة): إن أي استشعار لخدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) بواسطة أنظمة تستخدم مفهوم النفاذ الدينامي إلى الطيف قد يحدث في وقت متأخر جداً لا يسمح لنظام النفاذ الدينامي إلىالطيف بالتوقف عن الإرسال وتجنب التداخل الذي يسببه لجهاز استشعار خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة). وقد ينطوي استخدام الأنظمة الراديوية الإدراكية لقاعدة بيانات من أجل تجنب التداخل المحتمل مع جهاز استشعار خدمة استكشاف الأرض الساتلية (النشيطة) على بعض الصعوبات.

7) بعض تطبيقات الاتصالات الراديوية الفضائية التي تتسم بوصلات بالغة الأهمية من حيث الوقت والسلامة والمهمة لا يمكن كشفها إلا بواسطة معدات شديدة الحساسية أو لا ترسل بصورة مستمرة. وعلى سبيل المثال، قد لا تتمكن أجهزة استشعار شبكة تطبيقات قائمة على النفاذ الدينامي إلى الطيف من كشف الطيف المستخدم في الاتصالات بين مركبة فضائية في خدمة الأبحاث الفضائية (الفضاء السحيق) ومستقبلات أرضية فائقة الحساسية ذات هوائيات كبيرة جداً يزيد قطرها على 34 متراً. ومن ثَمّ يمكن التعرّف على هذا الطيف عن طريق الخطأ بأنه طيف غير مستعمل/غير مشغول مؤقتاً، ولكنه يستخدم في الواقع لدعم واستقبال بيانات علمية حاسمة الأهمية بالنسبة للمهمة قد تضيع إذا تردت حالة الوصلات.

وبالنسبة لمرحلتي الإطلاق والصعود في أي مهمة، يجب أن تكون وصلات الاتصالات متوفرة ولا انقطاع فيها خلال هذه الفترات الزمنية الحاسمة لضمان سلامة وحماية الطاقم والمركبة الفضائية والمهمة.

- استراتيجيات الاستشعار.
- الجمع مع قاعدة بيانات جغرافية.
- آليات تقاسم الطيف بين مختلف أنظمة النفاذ الدينامي إلى الطيف.

وتقدم الملحقات معلومات واردة من الإدارات الفردية والمناطق.

8) وفي الاتجاه أرض–فضاء، تكون محطات الإرسال الأرضية في الخدمة الثابتة الساتلية حائزة على ترخيص شامل ومنتشرة الاستعمال أينما كان في بعض نطاقات التردد، ولذا يتعذر استعمال قاعدة بيانات لتحديد مواقع هذه المحطات. وعلاوة على ذلك، فإن الاستشعار عموماً لن يساعد جهاز النفاذ الدينامي إلى الطيف على تحديد ما إذا كان بإمكانه أن يرسل، لأن التداخل المسموح به في النطاقات الموزعة في الاتجاه أرض–فضاء لضمان حماية وصلات الخدمة الثابتة الساتلية ووصلات التغذية في الخدمة الإذاعية الساتلية من هذه الأنظمة يمكن أن يحدد كتداخلٍ من مصدر وحيد أو تداخلٍ مجمّع على السواء. وبما أنه لا سبيل للتحكم في العدد الإجمالي لأجهزة النفاذ الدينامي إلى الطيف التي يراها مستقبل الساتل، فلا سبيل أيضاً للتحكم في مستوى التداخل المجمّع. ونتيجة لذلك، يبدو أن استخدام تكنولوجيا الاستشعار غير عملي في نطاقات وصلات الخدمة الثابتة الساتلية (بما في ذلك نطاقات الخدمة الثابتة الساتلية المستعملة في وصلات التغذية للخدمة الإذاعية الساتلية).

9) وفي الاتجاه فضاء–أرض، تمنع الطبيعة غير المحدودة للخدمة الثابتة الساتلية (FSS) والخدمة الإذاعية الساتلية (BSS) في بعض نطاقات التردد التنفيذ العملي للحلول القائمة على قواعد البيانات. ومن غير المرجح أن يشكل الاستشعار حلاً بصفة عامة نظراً إلى أن الإرسال الذي يتعين كشفه يرد من سواتل مرسلة وبالتالي تكون قدرته منخفضة جداً. وينبغي عدم التقليل من صعوبات التنفيذ العملي لنظام قادر على استشعار هذه الإرسالات الساتلية. بالإضافة إلى ذلك، وحتى إذا تحقق هذا الأمر، فإن هذا النظام لن يجدي نفعاً عملياً لأن الكثير من الأنظمة الساتلية تغطي مناطق جغرافية واسعة في حين أن تحديد مواقع المستقبلات قد يكون ممكناً أم لا. وبالتالي، وحتى إذا أمكن كشف الإرسال الساتلي بواسطة جهاز النفاذ الدينامي إلى الطيف، فإنه لن يقدم معلومات حقيقية بشأن إمكانية التداخل مع مستقبل الساتل.

2.6 القضايا والتحديات التي تواجهها إدارة الطيف والمتعلقة بالتنسيق عبر الحدود

قبل أن تتخذ الإدارات قرارها بشأن إدخال النفاذ الدينامي الراديوي في أراضيها ينبغي إنجاز التنسيق عبر الحدود للطيف غير المستعمل/غير المشغول مؤقتاً من أجل تجنب التداخل الضار الذي تتعرض له الخدمات القائمة في البلدان المجاورة. وتنص التوصية ITU-R SM.1049-1 على طريقة لإدارة الطيف تستخدم لتسهيل عملية تخصيص الترددات لخدمات الأرض في المناطق الحدودية، علماً بأنه لا يمكن استعمال هذه الطريقة بالكامل في حالة النفاذ الدينامي إلى الطيف لعدد من الأسباب.

يتغير مقدار الطيف غير المستعمل/غير المشغول مؤقتاً في موقع معين من لحظة إلى أخرى ونتيجة لذلك تواجه الإدارات صعوبات في تحديد الترددات التي ينبغي إدراجها في الاتفاقات وكذلك في تحديد الترددات المخصصة لإدارة بذاتها على أساس حصري أو تفضيلي. وتصبح القضية أكثر تعقيداً إذا نُفّذت الأنظمة الراديوية الإدراكية (CRS) وحدها (مثل الأنظمة التي لا تخضع لمراقبة الشبكة التي تستخدم قاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي للحصول على متطلبات استعمال التردد) في منطقة التنسيق نظراً لعدم توفر المعلومات للإدارة بشأن الترددات الدقيقة المستعملة من هذه الأجهزة.

في الوقت نفسه، تكون بعض مبادئ التنسيق عبر الحدود الواردة في التوصية ITU-R SM.1049-1 صالحة أيضاً للنفاذ الدينامي إلى الطيف – حيث يكون لكل إدارة حقوق متساوية في النفاذ إلى الطيف. ومن أجل تحقيق هذا المبدأ، وبما أن الإدارات قد توافق على المستوى الثنائي أو المستوى المتعدد الأطراف، يجب تحديد منطقة تنسيق إلى جانب شروط استعمال الطيف في النفاذ الدينامي إلى الطيف.

3.6 القضايا والتحديات التي تواجهها إدارة الطيف والمتعلقة بتكنولوجيا الاستشعار لقياس انشغال الطيف

عقدت لجنة الاتصالات الإلكترونية (ECC) ورشة عمل حول "كيف يساعد قياس انشغال الطيف في إدارة الطيف" في 15 يناير 2014 في مينز. وتتوفر النتائج المتعلقة بها في بيان لجنة الاتصالات الإلكترونية بشأن قياس انشغال الطيف[3]. وفيما يلي مقتطف من بيانات المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات/لجنة الاتصالات الإلكترونية (CEPT/ECC):

يمكن فقط أن تسهم نتائج القياسات المتعلقة بانشغال الطيف والتي جرت وفق هذا النهج في عدد محدود من المواقع الثابتة في تحديد النطاقات المحتملة التي يمكن تحديدها من أجل تطبيقات النطاقات غير المشغولة. ولا تسمح نتائج القياس هذه باستخلاص قرار بشأن ما إذا كان يمكن استعمال تردد محدد في موقع معين، مثلاً كجزء من النفاذ الدينامي إلى الطيف أو فيما يتعلق بقواعد بيانات تحديد الموقع الجغرافي.

وتوضع معدات إنتاج البرامج والأحداث الخاصة (PMSE) والأجهزة قصيرة المدى (SRD) وتعرّف الهوية بواسطة التردد الراديوي (RFID) وكذلك التطبيقات الساتلية لماذا لا تكفي أجهزة الاستشعار الفريدة منخفضة التكلفة لتبيان الواقع في نطاق التردد من 30 MHz إلى 6 000 MHz. ولإعطاء بيان مفصل عن استعمال الطيف في مدينة كبيرة، من الضروري وضع عدد كبير من محطات الاستقبال الثابتة أو أساليب أخرى من قبيل جمع البيانات المتنقلة.

[3] https://cept.org/ecc/groups/ecc/client/introduction/ecc-statement-on-spectrum-occupancy-workshop.

4.6 القضايا والتحديات التي تواجهها إدارة الطيف والمتعلقة بتنفيذ تطبيق يستخدم النفاذ الدينامي إلى الطيف

قضايا موارد الطيف

ينبغي ألا يمنع استعمال النفاذ الدينامي إلى الطيف في نطاق تردد موزع على أكثر من خدمة واحدة على أساس أولي أو ثانوي التطور المستقبلي لخدمات أخرى في تلك النطاقات. وينبغي ألا يتأثر توافر الطيف ومرونته فيما يتعلق بتحسين ظروف الطيف الذي تعمل فيه الخدمة الأولية بتطبيق يستخدم النفاذ الدينامي إلى الطيف. ويعني ذلك إجمالاً أن التنفيذ العملي والترخيص يمكن أن يستجيبا لتطور السياسات الوطنية من حيث توزيع الطيف على المستعملين الرئيسيين. كما ينبغي مواجهة المخاطر، لا سيما بالنسبة لأصحاب المصلحة الصناعيين، المتصلة بحالات عدم اليقين من توافر الطيف، سواء محلياً أو كنتيجة لتغير توزيع الطيف على المستعملين الرئيسيين.

مسؤولية هيئة التنظيم الوطنية وتعقيد قواعد البيانات

تسيطر الإدارات عبر إدارة قواعد البيانات على عمليات التقرير 1) بشأن التنفيذ الفعال لإطار تنظيمي وطني يسمح بتطبيق النفاذ الدينامي إلى الطيف الذي يخضع إلى الطلب في السوق وإلى تقييم سليم لأثره على التكاليف والفوائد، و2) بشأن نطاق التردد الفعلي الذي يمكن أن يعمل فيه الجهاز في إطار تطبيق يستخدم النفاذ الدينامي إلى الطيف.

وتمثل العملية المدعومة بقواعد البيانات نهجاً جديداً في إدارة الطيف وبالتالي لا توجد تجربة أو إطار محدد بوضوح لقواعد البيانات التنظيمية. وعند النظر في كيفية تنفيذ ذلك، من المرجح أن تنظر هيئة التنظيم الوطنية في المسائل التالية:

- كيفية التأكد من أن قواعد البيانات المعتمدة من هيئة التنظيم الوطنية فقط هي التي توفر الخدمة إلى الأجهزة؟
- ما هي الأداة القانونية التي تمكّن هذه الإجهزة من العمل؟
- ما هي التزامات مورّد قواعد البيانات؟

قد تعتمد القرارات والخيارات بشأن التخفيف من التداخل بين مختلف تطبيقات النفاذ الدينامي إلى الطيف على تقييم المخاطر التي تطرحها هيئة التنظيم الوطنية. فعلى سبيل المثال، عندما تكون كثافة الاستعمال متدنية، قد يكون الحل الأفضل عدم فعل أي شيء نظراً لكون احتمال حصول التداخل منخفضاً. ولا يكون اختيار أنسب الحلول مباشراً علماً بأن اتخاذ خيارات تنظيمية خاطئة ينطوي على وجود مخاطر في ظل غياب فهم واضح للشكل الذي سيكون عليه سيناريو التداخل.

ويتعين على هيئة التنظيم الوطنية أن تشارك في عدد من المهام المتصلة بإدارة قواعد البيانات:

- جمع البيانات القائمة ومعالجتها؛
- حساب إمكانية توافر الطيف؛
- اختيار واعتماد وتنظيم قواعد البيانات – أو بطريقة أخرى تشغيل قاعدة بيانات.

وكنتيجة لمختلف عمليات تبادل المعلومات المتعلقة بإدارة قواعد البيانات، سيكون على هيئة التنظيم الوطنية وشركات التشغيل القائمة أن تتحمل التكاليف الناجمة عن جمع البيانات بشأن الطيف المتوفر وتجميعها وتحديثها لاستعمالها في تطبيق النفاذ الدينامي إلى الطيف، كما ستتكبد هيئة التنظيم الوطنية تكاليف إنشاء وتحديث الخوارزمية ومراقبة دقة قاعدة/قواعد بيانات الطرف الثالث المستخدمة. وعلى الرغم من أن إتاحة الطيف إلى هذا التطبيق لا ينبغي أن تزيد كثيراً من خطر التداخل على حامل الترخيص إذا نُفّذ إطار التعايش بشكل صحيح، فقد تقع مع ذلك على كاهل هيئة التنظيم الوطنية زيادة في تكاليف إنفاذ القانون بشأن كشف التداخل وتسويته. أخيراً، يتكبد مورّد/موردو قواعد البيانات أيضاً تكاليف متعلقة بإعداد الأنظمة والاستجابة لطلبات تطبيقات النفاذ الدينامي إلى الطيف.

أخيراً، ينبغي للإدارات أن تولي العناية الواجبة للتحديات المرتبطة بتقييم المطابقة وإنفاذها بين أنظمة قواعد البيانات التي توفر الأساس لترخيص أجهزة النفاذ الدينامي إلى الطيف المنخفضة التكلفة والتي يحتمل أن تكون منتشرة بأعداد كبيرة جداً.

قضايا متعلقة بأداة التنبؤ التي تساعد قاعدة البيانات في منح موارد الطيف

تترجِم آلة الحساب المعلومات عن الخدمات القائمة والخصائص التقنية وموقع جهاز تطبيق النفاذ الدينامي إلى الطيف إلى قائمة بالترددات المسموح بها وما يصاحبها من قدرات الإرسال في الأجهزة. وينبغي أن يلاحظ أن الهيئة التنظيمية نفسها قد تضطلع، حسب المنظمة الوطنية لإدارة الترددات، ببعض عمليات الترجمة من خلال توفير مجموعة بيانات النتائج لقواعد البيانات – في شكل قدرات وقنوات متاحة لاستخدام تطبيق النفاذ الدينامي إلى الطيف في جميع النقاط في الشبكة التي تغطي البلد. وبالفعل فإن إطار تعايش جهاز حساب قدرات تطبيقات النفاذ الدينامي إلى الطيف، على أساس حدود تداخل مسموح بها مسبقاً، قد يتطلب عدداً هائلاً من الحسابات المعقدة، مع اللجوء في كثير من الأحيان إلى استخدام بيانات حساسة بالنسبة للخدمة القائمة.

وكشرط هام، سوف تحرص هيئة التنظيم الوطنية على التأكد من أن قاعدة البيانات تجري عملية الحساب بطريقة صحيحة لأن الأخطاء قد تسبب التداخل لشركات التشغيل القائمة.

اتساق المعمارية الإجمالية لنظام النفاذ الدينامي إلى الطيف

يجب أن تكون التفاعلات بين أنظمة الاتصالات الراديوية وقاعدة البيانات محددة بوضوح وأن تكون الروابط بين شبكة الاستشعار وقاعدة البيانات موضّحة بالكامل، وأن تشمل خطة للحالات التي يحدث فيها فشل في الاتصال و/أو في الاستشعار بين الجهاز الذي يعمل في إطار تطبيق النفاذ الدينامي إلى الطيف وقاعدة البيانات وكذلك لعمليات التشخيص الذاتي للنفاذ إلى الوظائف المناسبة.

وينبغي أن تتحقق هيئة التنظيم الوطنية من اتساق النظام بمجمله ومن عدم ترك أي مجال للانحراف عن الإطار التنظيمي القائم للطيف (مثلاً عدم إمكانية تعديل قدرة المعدات بعملية يدوية، ما يضمن عدم تمكن عملية قائمة على جهاز النفاذ الدينامي إلى الطيف من الإرسال إلا داخل أراضي البلد فيما لو اكتشفت بنجاح قاعدة بيانات لتحديد المواقع الجغرافية معتمدة من هيئة التنظيم الوطنية (NRA)، ...).

التحديات التي يواجهها تجنّب التداخل

يحتاج استخدام نماذج مختلطة (بعض الأنظمة التي تعمل مع بعض معلمات التشغيل (قدرة محددة، تقنيات تخفيف محددة لضمان التعايش، ...) و/أو قاعدة بيانات محددة للموقع الجغرافي، فيما يستخدم بعضها الآخر قدرات أقل و/أو قناع زاوية ارتفاع الهوائي/القدرة المشعة المكافئة المتناحية) إلى دارسة لتحديد ما إذا كان من الممكن السماح بهذا الاستخدام المختلط من دون حدوث تداخل ضار في الخدمات القائمة.

وتضع هيئة التنظيم الوطنية القواعد التي تحدد توافر الطيف وقدرات الإرسال المرتبطة به ويتم تنفيذها في قاعدة بيانات.

قضية تحديد الموقع الجغرافي

ما هي أنسب الأساليب (مثل النظام الساتلي العالمي لتحديد الموقع (GPS)، وعنوان بروتوكول الإنترنت لخدمة تحديد المواقع، ونظام تحديد الموقع الذاتي) للتأكد من الموقع الدقيق لكل جهاز؟ وخاصة في داخل المباني؟ ولتحديث الموقع؟

يتطلب استعمال أي مستقبل لنظام GPS استقبالاً واضحاً لإشارة GPS؛ ولذلك ثمة صعوبة واضحة بالنسبة لأي تطبيق داخل المباني لتحديد الموقع، نظراً إلى أن التحديد الدقيق للموقع يحتاج إلى إشارة GPS جيدة. ومع ذلك لا يتمكن مستقبل GPS من العمل إذا كان داخل المباني.

بالإضافة إلى ذلك، يجوز أن يكون لدى بعض الإدارات أحكام تنظيمية نافذة بإمكانها أن تمنع الكشف عن الموقع الصحيح للمعدات.

مسائل يجب معالجتها بشأن قاعدة البيانات وعمل النظام

ما هو عدد المرات التي تقوم فيها المطاريف بمسح قاعدة البيانات؟ لا يمكن أن تكون جميع المطاريف في حالة استماع في الوقت نفسه. وبالتالي لا يمكن للمعدات أن تتوقف عن الإرسال تماماً على القناة في الحال. فهل يوفر وقت المسح الوقت الكافي لجميع المطاريف للتوقف عن العمل وعدم التسبب بالتداخل في الخدمة القائمة؟

بالإضافة إلى ذلك، ومع الأخذ في الحسبان أن عدد مطاريف المستعملين يعتمد على البطاريات، فإن المسح المتكرر لقاعدة البيانات يؤثر على استهلاك الطاقة. ويبدو أن تقييم مدى إسهام هذه العملية في خفض مرتبة استقلالية بطارية المطراف يكتسي أهمية كبيرة (قد يشكل ذلك مصدر تشجيع لبعض المستعملين على العبث بالجهاز).

قدرات الاستشعار

يبدو أن من المهم التأكد من أن تقنية الاستشعار المستخدمة تلبي الشروط المحددة لحماية الخدمة القائمة. وإلا فينبغي أيضاً تقييم أثر تنفيذ هذه الشروط على الأنظمة.

ويعتبر اختيار تكنولوجيا الاستشعار أمراً ضرورياً لحسن عمل الآلية. فما هي أنسب تكنولوجيات الاستشعار لهذا الغرض؟

تكنولوجيا الاستشعار ضيقة النطاق [1]، [2]	المزايا	العيوب
كشف الطاقة	– طريقة كشف غير متسق لا تحتاج إلى معلومات مسبقة – كلفة حسابية منخفضة	– أداء رديء في إطار نسبة SNR منخفضة – لا يمكن التمييز بين المستعملين
كشف قائم على الموجات	– وقت قصير للقياس – موثوقية عالية	– بحاجة إلى معلومات مسبقة
سمة الخصائص الدورية	– تصلح في منطقة تكون فيها النسبة SNR منخفضة – تصمد ضد التداخل	– بحاجة إلى معلومات جزئية مسبقة – كلفة حسابية مرتفعة
ترشيح مواءم	– أداء أمثل من خلال تعظيم النسبة SNR – كلفة حسابية منخفضة	– بحاجة إلى معلومات مسبقة عن المستعمل الأولي – تزيد من تعقيد التنفيذ

تكنولوجيا الاستشعار عريضة النطاق [2]		المزايا	العيوب
الاستشعار عريض النطاق بمعدل نيكويست	تحويل تماثلي إلى رقمي معياري	– هيكل بسيط	– معدل اعتيان مرتفع – تكلفة حسابية مرتفعة
	اعتيان بمجموعة مراشيح	معدل اعتيان منخفض نطاق دينامي مرتفع	زيادة في تعقيد التنفيذ
الاستشعار عريض النطاق دون معدل نيكويست	استشعار انضغاطي	– معدل اعتيان منخفض – كلفة منخفضة لحيازة الإشارة	– حسّاس لعدم تطابق النماذج
	اعتيان متعدد القنوات دون معدل نيكويست	معدل اعتيان منخفض يصمد ضد عدم تطابق النماذج	بحاجة إلى قنوات اعتيان متعددة

الملحق 1

نموذج نظام إدراكي قائم على تحديد الموقع الجغرافي

أحكام عامة

تمثل قاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي العنصر الذي يستخدم مبدأ النظام الرديوي الإدراكي في النظام الأوتوماتي لإدارة الطيف الراديوي في شبكات الاتصالات. تتواصل قاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي مباشرة مع الأجهزة الرئيسية في الشبكات الراديوية الإدراكية. وتوزع قاعدة البيانات قنوات التردد وتتحكم في معلمات الإرسال في الأجهزة الإدراكية وتضمن التوافق الكهرمغنطيسي بين النظام الراديوي الإدراكي وغيره من الأجهزة الإلكترونية الراديوية التي تعمل في نطاقات متراكبة أو مجاورة.

وتتضمن قاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي معلومات عن مواقع ومعلمات تشغيل جميع الأجهزة الإلكترونية الراديوية داخل نطاق التردد قيد النظر، أو عن أي أقنعة تحديد معينة تستخدم في الحالة التي يصعب فيها تحديد المواقع أو المعلمات التقنية للأجهزة الإلكترونية الراديوية المحمية.

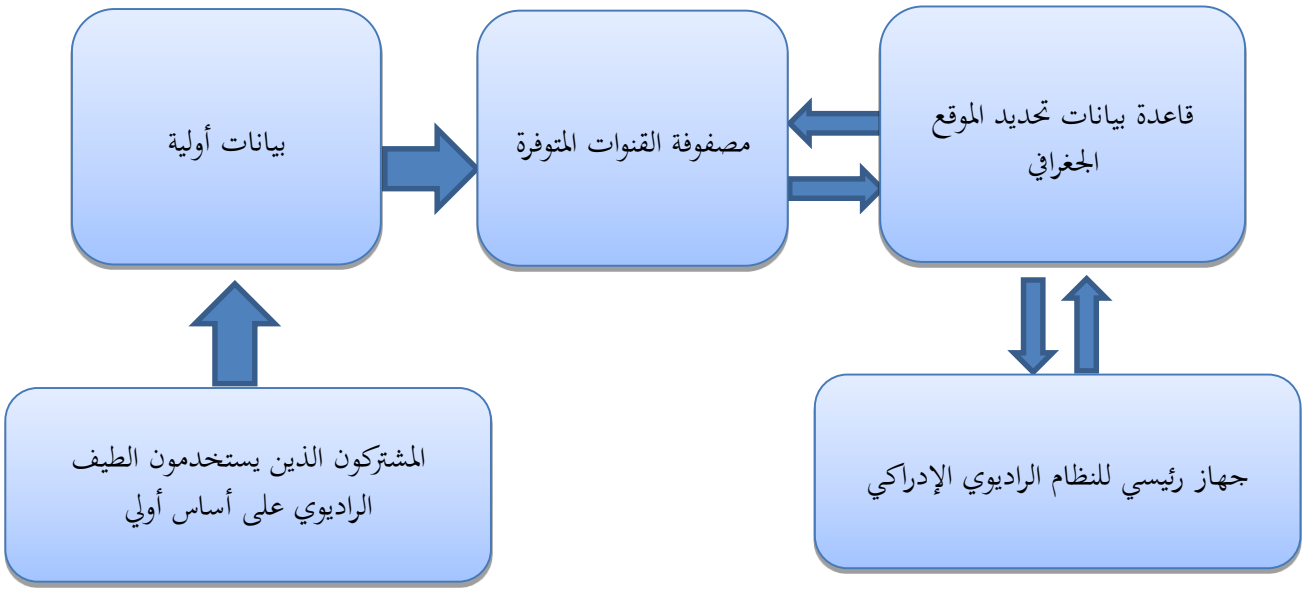
ويمكن أن يستند عمل قاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي على مصفوفة تتضمن معلومات عن توافر قنوات تردد معينة في كل نقطة من منطقة معينة ولنطاق تردد معين، وتبين المعلمات التقنية القصوى المسموح بها.

توليد مصفوفة القنوات المتوفرة

تتولد مصفوفة القنوات المتوفرة باستخدام المعلومات الواردة من قاعدة بيانات الهيئة التنظيمية بشأن جميع الأجهزة الإلكترونية الراديوية ذات التراخيص الصالحة ومواصفاتها بالقدر الذي يكفي لحساب التوافق الكهرمغنطيسي.

ويمكن أن يضطلع بتوليد المصفوفة مخدّم خارجي يقع بعيداً عن قاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي. وفي هذه الحالة، يكون لدى مشغل قاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي مصفوفة بقنوات التردد المتوفرة، ولكن ليس لديه معلومات عن الأجهزة الإلكترونية الراديوية المحددة والمعلمات التقنية التي استعملت في توليد المصفوفة.

مبدأ النظام الإدراكي الذي يستخدم قاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي



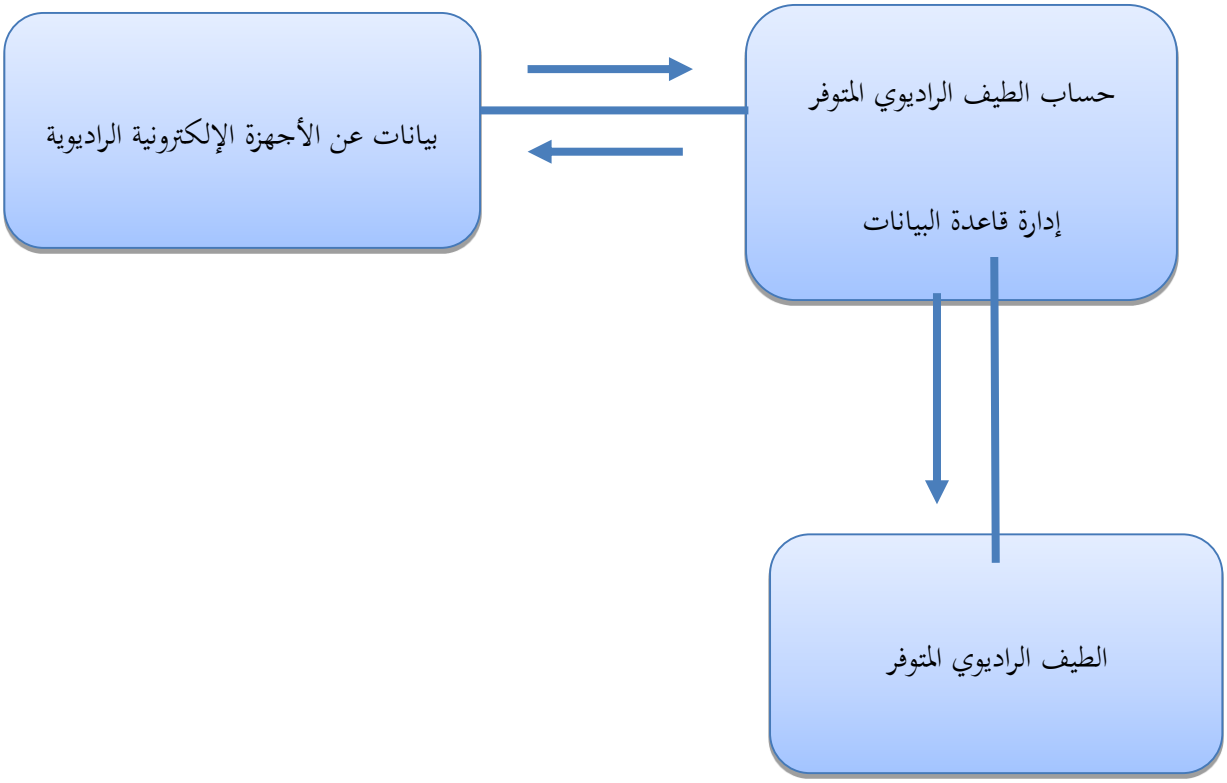
يمكن تقسيم منطقة التغطية لقاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي إلى أجزاء صغيرة ذات حجم محدد مسبقاً، أي إلى "بكسلات". يحتوي كل "بكسل" على معلومات عن القنوات المحمية. وعلى هذا الأساس، يمكن تحديد مجموعة من القنوات المتوفرة باستخدام مستوى القدرة المشعة المكافئة (e.r.p.) ومعلمات أخرى ضرورية لعمل الأجهزة الإدراكية. ويمكن تحديد عدد القنوات المتوفرة في كل "بكسل" بمراكبة معلومات انشغال الطيف الواردة من خدمات متنوعة بحيث لا توجد حاجة لتخزين معلومات عن مختلف الأجهزة الراديوية المحمية. ويكفي فقط معرفة عدد القنوات في البكسل الواحد التي تكون متوفرة للأجهزة الإدراكية.

ويعتمد حجم "البكسل" على القرارات المتخذة في مرحلة التخطيط عند ملء قاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي، علماً بأن حجماً بحدود m 200 x m 200 يُفترض أن يكون مناسباً في معظم الحالات. وهذا حجم "للبكسل" هو الأفضل لأن حجماً أكبر من ذلك قد يؤدي إلى عدم كفاءة استخدام قاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي، أي إلى طيف متاح مخفّض، وأن حجماً أصغر قد يؤدي إلى حجم كبير من الحسابات وحجم كبير من البيانات المقرر إرسالها إلى الجهاز. ومن ثَمّ تختزل المشكلة إلى مراعاة القيود على مجموعة "البكسلات" من أجل تحديد القنوات ومستويات القدرة المتاحة للأجهزة الإدراكية.

وبعد استقبال المعلومات الواردة من الأجهزة الإلكترونية الراديوية، يحسب عدد القنوات المتوفرة في كل "بكسل" بشكل مسبق، فيؤدي ذلك إلى مصفوفة القنوات المتوفرة. وبالتالي تكون عمليات الحساب في الوقت الفعلي قد انخفضت بشكل كبير.

وبعد فترة زمنية معينة (تحددها الهيئة التنظيمية) ينبغي إعادة حساب عدد القنوات المتوفرة في كل "بكسل" وإعادة ملء مصفوفة جديدة للقنوات المتوفرة. وتخزن مصفوفة القنوات المتوفرة في قاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي.

حساب الطيف الراديوي المتوفر



قد تَستخدم الحسابات نماذج انتشار مختلفة (مثلاً التوصية ITU-R P.1546، الفضاء الحر، نموذج هاتا، إلخ.). وبعد حساب القدرة في "بكسل" معين، تحسب القنوات المتوفرة مع أخذ عتبات محددة في الاعتبار. فإذا كانت القدرة المحسوبة أقل من قدرة العتبة، تعتبر عندئذ تلك القناة حرة؛ إما إذا كانت قيمة القدرة أعلى من العتبة، فإن القناة تعتبر عندئذ مشغولة.

البيانات الأولية

ينبغي أن تستخدم البيانات التالية كبيانات أولية في حساب مصفوفة القنوات المتوفرة:

أ) بيانات حول الأجهزة الإلكترونية التي تعمل بموجب تراخيص:

- رقم تعرّف هوية (ID) المحطة الراديوية أو الجهاز الراديوي
- نوع المرسل
- الموقع (الإحداثيات الجغرافية)
- القنوات الموجودة (تسجل بطاقات للقنوات التي يشغّلها مستعملون أوليون)
- قدرة الإرسال أو القدرة المشعة المكافئة للجهاز المرخص (هذه المعلومات ضرورية لحساب مستوى القدرة المسموح به للأجهزة الثانوية)
- ارتفاع هوائي الإرسال (لحساب خسارة الانتشار)
- نمط إشعاع هوائي الإرسال
- اللوائح التنظيمية لحماية الأجهزة القائمة، الأراضي، إلخ.

ب) بيانات حول الأجهزة الإلكترونية الراديوية الأخرى مثل الميكروفونات اللاسلكية (تسجل هذه الأجهزة لضمان صحة عمل النظام الراديوي الإدراكي بأكمله)

- نوع الجهاز (ميكروفونات لاسلكية أو آلات تصوير أو نوع آخر من الأجهزة الثانوية)
- رقم تعرّف هوية الجهاز
- موقع الجهاز
- القنوات المستعملة
- قدرة الإرسال

ج) بيانات حول الأجهزة الإدراكية والأجهزة التي تعمل على أساس ثانوي:

- نوع الجهاز (ثابت أو متنقل/جهاز إدراكي متنقل)
- رقم تعرّف هوية الجهاز
- رقم الإنتاج التسلسلي
- موقع الجهاز
- القنوات المستعملة (القنوات التي تستعملها حالياً الأجهزة الإدراكية)

د) معلومات تنظيمية

- رقم تعرّف هوية المنظم
- نماذج الانتشار المستخدمة وخوارزميات عمل النظام
- عتبات القدرة المقابلة لقناة حرة
- ينبغي إلغاء تفعيل القيود التي تعمل في إطارها الأجهزة الإدراكية.

بيانات حول الطيف الراديوي المتاح

بعد حساب القنوات المتوفرة لجميع "البكسلات"، تُخزن مصفوفة القنوات المتوفرة في قاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي. وإذا رغب أحد المستعملين في معلومات عن الطيف المتوفر، يقدم مشغل قاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي، الذي يتمتع بالنفاذ المباشر إلى هذه البيانات، قائمة بالقنوات المتوفرة دون أي حسابات في الوقت الفعلي مع أخذ موقع المستعمل في الاعتبار. تتضمن هذه القائمة المعلومات التالية:

- معرّف هوية "البكسل" أو إحداثياته الجغرافية؛
- أعداد القنوات المتوفرة (المتوفرة "لبكسل" معين)؛
- الخصائص التقنية المسموح بها للأجهزة الإدراكية، من قبيل قدرة الإشعاع القصوى المسموح بها ومدة صلاحية المعلومات المقدمة.

وعند تقاسم نطاق ترددي معين بين خدمتين راديويتين، تحسب مصفوفة القنوات المتوفرة لكل خدمة راديوية ثم تجمعان معاً.

وينبغي أن تقدم قاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي خيار نطاقات التردد والمواصفات المتعلقة بالأنظمة الراديوية الإدراكية بحيث تضمن إمكانية عملها وعمل أجهزة إلكترونية راديوية أخرى من دون حدوث تداخل فيما بينها. ويكون للأجهزة الإلكترونية الراديوية الأخرى أولوية في استخدام القنوات المتوفرة على الأنظمة الراديوية الإدراكية.

وقبل أن يصبح الجهاز الراديوي الإدراكي قادراً على الإرسال، ينبغي أن يتصل بقاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي ويتبادل معها المعلومات عن الخدمة لكي يحصل على قائمة بالقنوات المتوفرة – نطاقات التردد التي يمكن أن يستخدمها الجهاز الإدراكي من دون إحداث تداخل في المستعملين الأوليين.

تتواصل الأجهزة الإدراكية مع قاعدة بياتات تحديد الموقع الجغرافي لتعديل خصائصها من قبيل نطاق ترددات التشغيل الذي يعتمد على الوقت والموقع الحاليين فضلاً عن معلمات المرسل.

الملحق 2

تكنولوجيات الاستشعار

1 أنواع تكنولوجيات الاستشعار

يمكن تصنيف تكنولوجيات استشعار الطيف إلى تكنولوجيات استشعار الطيف ضيقة النطاق وعريضة النطاق. تركز تكنولوجيات استشعار الطيف ضيقة النطاق على الاستفادة من الفرص الطيفية عبر مدى ترددات ضيق بما يكفي لاعتبار الاستجابة الترددية للقناة مسطحة. أما الطيف العريض النطاق فيهدف إلى إيجاد فرص طيفية أكثر عبر مدى ترددات واسع وتحقيق صبيب كلي تحيّني أكبر.

ويصنف الجدول 1-A2 مزايا وعيوب تكنولوجيات استشعار الطيف التقليدية ضيقة النطاق.

الجدول A2-1

تكنولوجيا الاستشعار ضيقة النطاق [1]، [2]	المزايا	العيوب
كشف الطاقة	– طريقة كشف غير متسق لا تحتاج إلى معلومات مسبقة – كلفة حسابية منخفضة	– أداء رديء في إطار نسبة SNR منخفضة – لا يمكن التمييز بين المستعملين
كشف قائم على الموجات	– وقت قصير للقياس – موثوقية عالية	– بحاجة إلى معلومات مسبقة
سمة الخصائص الدورية	– تصلح في منطقة تكون فيها النسبة SNR منخفضة – تصمد ضد التداخل	– بحاجة إلى معلومات جزئية مسبقة – كلفة حسابية مرتفعة
ترشيح مواءم	– أداء أمثل من خلال تعظيم النسبة SNR – كلفة حسابية منخفضة	– بحاجة إلى معلومات مسبقة عن المستعمل الأولي – تزيد من تعقيد التنفيذ

ويمكن تصنيف استشعار الطيف عريض النطاق عامة إلى نوعين: استشعار عريض النطاق بمعدل نيكويست واستشعار عريض النطاق دون معدل نيكويست. يقوم النوع الأول بمعالجة الإشارات الرقمية بمعدل مساوٍ لمعدل نيكويست أو أعلى منه، بينما يعالج النوع الثاني الإشارات الرقمية بمعدل أدنى من معدل نيكويست.

ويعرض الجدول A2-2 مزايا وعيوب تكنولوجيات استشعار الطياف القائمة عريضة النطاق.

الجدول A2-2

تكنولوجيا الاستشعار عريضة النطاق [2]		المزايا	العيوب
استشعار عريض النطاق بمعدل نيكويست	تحويل تماثلي إلى رقمي معياري	– هيكل بسيط	– معدل اعتيان مرتفع – كلفة حسابية مرتفعة
	اعتيان بمجموعة مراشيح	معدل اعتيان منخفض نطاق دينامي مرتفع	زيادة في تعقيد التنفيذ
استشعار عريض النطاق دون معدل نيكويست	استشعار انضغاطي	– معدل اعتيان منخفض – كلفة منخفضة لحيازة الإشارة	– حساس لعدم تطابق النماذج
	اعتيان متعدد القنوات دون معدل نيكويست	معدل اعتيان منخفض يصمد ضد عدم تطابق النماذج	يحتاج إلى قنوات اعتيان متعددة

2 تكنولوجيا الاستشعار التي تستخدم الانتقاء الدينامي للتردد

يعتبر الانتقاء الدينامي للترددات (DFS) أحد تقنيات التخفيف في تقاسم الطيف. ويَستعمل نظام النفاذ اللاسلكي (WAS) وظيفة الانتقاء الدينامي للترددات لتوفير حماية ملائمة للرادارات في النطاق 5 GHz.

وفيما يلي قائمة بالتوصيات والتقارير المتعلقة بالانتقاء الدينامي للترددات ونظام النفاذ اللاسلكي (WAS).

– التوصية ITU-R M.1652 – الانتقاء الدينامي للتردد في الأنظمة اللاسلكية بما فيها الشبكات المحلية الراديوية لأغراض حماية خدمة الاستدلال الراديوي في النطاق 5 GHz

- التوصية ITU-R M.1461 – إجراءات تحديد احتمالات التداخل بين الرادارات العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي وأنظمة الخدمات الأخرى
- التوصية ITU-R M.1638 – الخصائص ومعايير الحماية المطبقة في دراسات التقاسم بين رادارات التحديد الراديوي للموقع ورادارات الملاحة الراديوية للطيران العاملة في نطاقات التردد بين 5 250 و5 850 MHz
- التقرير ITU-R M.2034 – أثر متطلبات الكشف الراديوي للانتقاء الدينامي للترددات على مستقبلات أنظمة النفاذ اللاسلكي في النطاق 5 GHz

يتحقق للانتقاء الدينامي للترددات عن طريق كشف التداخل الذي يسببه نظام الرادار وتجنب التشغيل في نفس القناة. ويلزم الكشف الراداري عند تشغيل قنوات يقع عرض نطاقها جزئياً أو كلياً ضمن مدى الترددات بين 5 250 و5 350 MHz أو بين 5 470 و5 725 MHz. وينطبق هذا الشرط على جميع أنواع أجهزة نظام النفاذ اللاسلكي بصرف النظر عن نوع الاتصال بين هذه الأجهزة.

ويحدد الجدول 3-A2 متطلبات الكشف والتشغيل والاستجابة للانتقاء الدينامي للترددات.

الجدول 3-A2

المعلمة	القيمة
عتبة الكشف عن الانتقاء الدينامي للترددات	–62 dBm للأجهزة التي تبلغ قدرتها المشعة المكافئة المتناحية القصوى < 200 mW –64 dBm للأجهزة التي تبلغ قدرتها المشعة المكافئة المتناحية القصوى من 200 mW إلى 1 W محسوبة وسطياً على 1 µs
وقت التحقق من توفّر القناة	60 s
فترة عدم الانشغال	30 min
فترة تحريك القناة	≥ 10 s

المراجع

[1] T. Yucek and H. Arslan, "A survey of spectrum sensing algorithms for cognitive radio applications," IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 11, pp. 116-130, March 2009.

[2] H. Sun, A. Nallanathan, C. Wang and Y. Chen, "Wideband spectrum sensing for cognitive radio networks: A survey," IEEE Wireless Communications, vol. 20, pp. 74-81, April 2013.

الملحق 3

خصائص و/أو معايير حماية خدمات الاتصالات الراديوية التي يمكن فيها استخدام النطاقات الموزّعة من جانب الأنظمة الراديوية الإدراكية

يرد أدناه لأغراض البيان قائمة بالتوصيات والتقارير ذات الصلة المتعلقة بخصائص و/أو معايير حماية خدمات الاتصالات الراديوية المختلفة.

1 الخدمتان المتنقلة البرية والثابتة

- التوصية ITU-R M.478 – الخصائص التقنية للتجهيزات والمبادئ التي تنظم توزيع قنوات التردد بين 25 و3 000 MHz للخدمة المتنقلة البرية بتشكيل التردد (FM)
- التوصية ITU-R M.1184 – الخصائص التقنية للأنظمة المتنقلة الساتلية في نطاقات التردد تحت 3 GHz للاستعمال في وضع معايير التشارك بين الخدمة المتنقلة الساتلية (MSS) وخدمات أخرى

(ملاحظة – تتضمن الخصائص التقنية لأنظمة تعمل في الخدمة المتنقلة الساتلية البرية.)

- التوصية ITU-R F.1402 – معايير تقاسم الترددات بين نظام النفاذ اللاسلكي المتنقل البري ونظام نفاذ لاسلكي ثابت يستخدم نفس نمط تجهيزات نظام النفاذ اللاسلكي المتنقل
- التوصية ITU-R M.1450 – خصائص الشبكات المحلية الراديوية العريضة النطاق
- التوصية ITU-R M.1453 – أنظمة النقل الذكية – الاتصالات المكرّسة قصيرة المدى في النطاق 5,8 GHz
- التوصية ITU-R M.1767 – حماية الأنظمة المتنقلة البرية من الأنظمة الفيديوية الرقمية للأرض والأنظمة الإذاعية الصوتية في النطاقات المتقاسمة للموجات VHF وUHF الموزعة على أساس أولي
- التوصية ITU-R M.1739 – معايير حماية أنظمة النفاذ اللاسلكي، بما في ذلك الشبكات المحلية الراديوية، التي تعمل في الخدمة المتنقلة طبقاً للقرار **229 (WRC-03)** في النطاقات 150 5-250 5 MHz و250 5-350 5 MHz و470 5-725 5 MHz
- التوصية ITU-R M.1808 – الخصائص التقنية والتشغيلية للأنظمة المتنقلة البرية التقليدية والمتعددة القنوات العاملة في تخصيصات الخدمة المتنقلة تحت التردد 869 MHz والتي يتعين استعمالها في دراسات التقاسم (ملاحظة – يتضمن القسم 1.2 من الملحق 1 معايير حماية الخدمة المتنقلة التي يتعين استعمالها في دراسات التقاسم وتقضي "باستعمال نسبة التداخل إلى الضوضاء (I/N) التي تبلغ –6 dB لتحديد أثر التداخل على الأنظمة المتنقلة البرية، وبإمكانية استعمال نسبة التداخل إلى الضوضاء (I/N) التي تبلغ –10 dB للتطبيقات التي تتطلب قدراً أكبر من الحماية، مثل الحماية العامة والإغاثة في حالات الكوارث".)
- التوصية ITU-R M.1823 – الخصائص التقنية والتشغيلية للأنظمة الخلوية الرقمية المتنقلة البرية لاستعمالها في دراسات التقاسم
- التوصية ITU-R M.1824 – خصائص نظام البث التلفزيوني الخارجي وتجميع الأخبار إلكترونياً والإنتاج الميداني الإلكتروني في الخدمة المتنقلة لاستعمالها في دراسات التقاسم
- التقرير ITU-R F.2086 – الخصائص والتطبيقات التقنية والتشغيلية للنفاذ اللاسلكي عريض النطاق في الخدمة الثابتة
- التقرير ITU-R M.2116 – خصائص أنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق العاملة في الخدمة المتنقلة البرية لاستعمالها في دراسات التقاسم

- التقرير ITU-R M.2228 – الاتصالات الراديوية لأنظمة النقل الذكية المتقدمة
- التقرير ITU-R M.2242 – الأنظمة الراديوية الإدراكية الخاصة بأنظمة الاتصالات المتنقلة الدولية

2 الخدمة المتنقلة الساتلية (MSS) وخدمة الاستدلال الراديوي الساتلية (RDSS)

- التوصية ITU-R M.1039-3 – تقاسم الترددات المشتركة بين محطات الخدمة المتنقلة العاملة تحت 1 GHz ومحطات أرضية متنقلة في الأنظمة الساتلية المتنقلة غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض (أرض–فضاء) تستعمل النفاذ المتعدد بتقسيم التردد (FDMA)
- التوصية ITU-R M.1184-2 – الخصائص التقنية للأنظمة المتنقلة الساتلية في نطاقات التردد تحت 3 GHz للاستعمال في وضع معايير التشارك بين الخدمة المتنقلة الساتلية (MSS) وخدمات أخرى
- التوصية ITU-R M.1318-1 – نموذج تقييم التداخل المستمر الذي تسببه مصادر راديوية غير المصادر في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية لأنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية وشبكاتها العاملة في النطاقات 164 1-215 1 MHz و215 1-300 1 MHz و559 1-610 1 MHz و010 5-030 5 MHz
- التوصية ITU-R M.1787-1 – وصف الأنظمة والشبكات في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء–أرض وفضاء-فضاء) والخصائص التقنية لمحطات الإرسال الفضائية العاملة في النطاقات 164 1-215 1 MHz و215 1-300 1 MHz و559 1-610 1 MHz
- التوصية ITU-R M.1901 – إرشادات بشأن توصيات قطاع الاتصالات الراديوية المتصلة بأنظمة وشبكات في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية العاملة في نطاقات التردد 164 1-215 1 MHz و215 1-300 1 MHz و559 1-610 1 MHz و000 5-010 5 MHz و010 5-030 5 MHz
- التوصية ITU-R M.1902 – الخصائص ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء–أرض) العاملة في النطاق 215 1-300 1 MHz
- التوصية ITU-R M.1903 – الخصائص ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء–أرض) والمستقبلات في خدمة الملاحة الراديوية للطيران العاملة في النطاق 559 1-610 1 MHz
- التوصية ITU-R M.1904 – الخصائص ومتطلبات الأداء ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء–فضاء) العاملة في نطاقات التردد 164 1-215 1 MHz و215 1-300 1 MHz و559 1-610 1 MHz
- التوصية ITU-R M.1905 – الخصائص ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء–أرض) العاملة في النطاق 164 1-215 1 MHz
- التوصية ITU-R M.1906 – الخصائص ومعايير الحماية في محطات الاستقبال الفضائية وخصائص محطات الإرسال الأرضية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (أرض–فضاء) العاملة في النطاق 000 5-010 5 MHz
- التوصية ITU-R M.2030 – طريقة لتقييم التداخل النبضي الذي تسببه المصادر الراديوية ذات الصلة خلاف المصادر القائمة في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (RNSS) لأنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية وشبكاتها العاملة في نطاقات التردد 164 1-215 1 MHz و215 1-300 1 MHz و559 1-610 1 MHz
- التوصية ITU-R M.2031 – الخصائص ومعايير الحماية لمحطات الاستقبال الأرضية وخصائص محطات الإرسال الفضائية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية (فضاء–أرض) العاملة في النطاق 010 5-030 5 MHz
- التوصية ITU-R M.1091 – مخططات إشعاع مرجعية خارج المحور لهوائيات محطات أرضية متنقلة تعمل في الخدمة المتنقلة الساتلية البرية في مدى الترددات من 1 إلى 3 GHz

- التوصية ITU-R M.1229 – أهداف الأداء المنطبقة على القنوات الرقمية للخدمة المتنقلة الساتلية للطيران (AMSS) العاملة في النطاقات من 525 1 إلى 559 1 MHz ومن 626,5 1 إلى 660,5 1 MHz والتي لا تشكل جزءاً من الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات
- التوصية ITU-R S.1427 – منهجية ومعيار لتقييم التداخل من المرسلات في أنظمة النفاذ اللاسلكي الأرضية/الشبكات المحلية الراديوية إلى وصلات تغذية السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة المتنقلة الساتلية في النطاق 150 5-250 5 MHz
- التوصية ITU-R M.1454 – حدود كثافة القدرة المشعة المكافئة المتناحية والقيود التشغيلية على مرسلات الشبكات الراديوية المحلية (RLAN) أو غيرها من أنظمة النفاذ اللاسلكية لتأمين حماية وصلات التغذية للأنظمة غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة المتنقلة الساتلية في نطاق الترددات 150 5-250 5 MHz
- التوصية ITU-R M.1475 – منهجية حساب أهداف الأداء في أنظمة الخدمة المتنقلة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض العاملة في النطاق 1-3 GHz التي لا تستعمل التنوع الساتلي
- التوصية ITU-R M.1799 – التشارك بين الخدمة المتنقلة والخدمة المتنقلة الساتلية في النطاق 668,4 1-675 1 MHz
- التوصية ITU-R M.2046 – الخصائص ومعايير الحماية لأنظمة الخدمة المتنقلة الساتلية (MSS) غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض العاملة في النطاق 399,9-400,05 MHz

3 خدمات أخرى

التوصية ITU-R F.758 – توفر معايير الحماية والخصائص الأخرى للأنظمة اللاسلكية الثابتة العاملة في نطاقات مختلفة.

الخدمة المتنقلة للطيران (R)

- التوصية ITU-R M.1827* – المتطلبات التقنية والتشغيلية لمحطات الخدمة المتنقلة للطيران (R) (AM(R)S) المقتصرة على التطبيقات السطحية المستعملة في المطارات ولمحطات الخدمة المتنقلة للطيران (AMS) المقتصرة على تطبيقات أمن الطيران (AS) في النطاق 091 5-150 5 MHz
- التقرير ITU-R M.2121 – مبادئ توجيهية لدراسات تقاسم الخدمة المتنقلة للطيران (R) في النطاق 960-164 1 MHz
- التوصية ITU-R M.2205 – نتائج دراسات توزيع الخدمة المتنقلة للطيران (R) في نطاق التردد 960-164 1 MHz وتوزيع الخدمة المتنقلة للطيران (R) في النطاق 030 5-091 5 MHz لتوفير وصلات التحكم والاتصالات غير اتصالات الحمولة النافعة في أنظمة الطائرات دون طيار (UAS)
- التوصية ITU-R M.2235 – دراسات تقاسم الخدمة المتنقلة للطيران (R) في نطاق التردد 960-164 1 MHz
- التوصية ITU-R M.2171 – خصائص أنظمة الطائرات دون طيار (UAS) واحتياجاتها من الطيف لضمان أمن تشغيلها في فضاء جوي غير محجوز
- التوصية ITU-R M.2237 – دراسة التوافق لدعم وصلات التحكم في خط البصر والاتصالات غير اتصالات الحمولة النافعة في أنظمة الطائرات دون طيار المقترحة لنطاق التردد 030 5-091 5 MHz
- التوصية ITU-R M.2238 – دراسة التوافق لدعم وصلات التحكم في خط البصر والاتصالات غير اتصالات الحمولة النافعة في أنظمة الطائرات دون طيار المقترحة لنطاق التردد 091 5-150 5 MHz

الخدمة المتنقلة للطيران

- التوصية ITU-R M.1459 – معايير الحماية المطبقة على أنظمة القياس عن بعد في الخدمة المتنقلة للطيران وتقنيات التخفيف لتسهيل التشارك مع الخدمة الإذاعية الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض والخدمة المتنقلة الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض في نطاقي التردد 452 1-525 1 MHz و310 2-360 2 MHz
- التوصية ITU-R M.1828 – المتطلبات التقنية والتشغيلية للمحطات المحمولة على متن الطائرات في الخدمة المتنقلة للطيران المقتصرة على إرسالات القياس عن بعد لاختبار الطيران في النطاقات القريبة من 5 GHz
- التوصية ITU-R M.2089 – الخصائص التقنية ومعايير الحماية لأنظمة الخدمة المتنقلة للطيران العاملة في مدى الترددات 15,35-14,5 GHz
- مشروع تمهيدي للتوصية الجديدة [ITU-R M.[AMS-CHAR-24* – الخصائص التقنية ومعايير الحماية لأنظمة الخدمة المتنقلة للطيران في نطاقي التردد 23,6-22,5 و27,5-25,25 GHz
- التقرير ITU-R M.2118 – التوافق بين الأنظمة المقترحة في الخدمة المتنقلة للطيران والخدمة الثابتة الساتلية القائمة في النطاق 091 5-250 5 MHz
- التقرير ITU-R M.2119 – التقاسم بين أنظمة القياس عن بعد في الخدمة المتنقلة للطيران لاختبار الطيران والأنظمة الأخرى العاملة في النطاقين 400 4-940 4 MHz و925 5-700 6 MHz
- التقرير ITU-R M.2221 – إمكانية تشغيل الخدمة المتنقلة الساتلية في بعض نطاقات التردد

خدمة الملاحة الراديوية

- التوصية ITU-R M.1461* – إجراءات تحديد احتمالات التداخل بين الرادارات العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي وأنظمة الخدمات الأخرى
- التوصية ITU-R M.1796-2 – الخصائص ومعايير الحماية لرادارات الأرض العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي في نطاق التردد 500 8-680 10 MHz
- التوصية ITU-R M.1851 – نماذج رياضية لمخططات هوائيات أنظمة الرادارات في خدمة الاستدلال الراديوي يتعين استخدامها في الدراسة التحليلية للتداخل

خدمة الملاحة الراديوية لطيران

- التوصية ITU-R M.1461* – إجراءات تحديد احتمالات التداخل بين الرادارات العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي وأنظمة الخدمات الأخرى
- التوصية ITU-R M.1464* – خصائص رادارات التحديد الراديوي للموقع، والخصائص ومعايير الحماية المطبقة في دراسات التقاسم بين رادارات خدمة الملاحة الراديوية للطيران ورادارات الأرصاد الجوية في خدمة الاستدلال الراديوي العاملة في نطاق التردد 700 2-900 2 MHz
- التوصية ITU-R M.1584 – طريقة لتحديد مسافات التنسيق، في النطاق 5 GHz، بين محطات النظام المعياري الدولي للهبوط بالموجات الصغرية العاملة في خدمة الملاحة الراديوية للطيران ومحطات خدمة الملاحة الراديوية للطيران (أرض–فضاء)
- التوصية ITU-R M.1638* – الخصائص ومعايير الحماية المطبقة في دراسات التقاسم بين رادارات التحديد الراديوي للموقع ورادارات الملاحة الراديوية للطيران ورادارات الأرصاد الجوية العاملة في نطاقات التردد بين 250 5 و850 5 MHz
- التوصية ITU-R M.1639 – معايير حماية خدمة الملاحة الراديوية للطيران فيما يخص عمليات البث الكلي الصادرة عن المحطات الفضائية في خدمة الملاحة الراديوية الساتلية في النطاق 164 1–215 1 MHz

- التوصية ITU-R M.1642 – منهجية تقييم كثافة تدفق القدرة المكافئة المجمعة القصوى عند محطة لخدمة الملاحة الراديوية للطيران تنتجها جميع أنظمة خدمة الملاحة الراديوية الساتلية العاملة في النطاق 164 1-215 1 MHz
- التوصية ITU-R M.1830 – الخصائص التقنية ومعايير الحماية لأنظمة خدمة الملاحة الراديوية للطيران في نطاق التردد 645-862 MHz
- التوصية ITU-R M.2007 – الخصائص ومعايير الحماية للرادارات العاملة في خدمة الملاحة الراديوية للطيران في نطاق الترددات 150 5-250 5 MHz
- التوصية ITU-R M.2008-1 – الخصائص ومعايير الحماية للرادارات العاملة في خدمة الملاحة الراديوية للطيران في نطاق الترددات 13,25-13,40 GHz
- التوصية ITU-R M.2013 – الخصائص التقنية ومعايير الحماية لأنظمة الملاحة الراديوية للطيران غير الخاضعة لمعايير منظمة الطيران الدولي والعاملة قرابة التردد 1 GHz
- التقرير ITU-R M.2112 – التوافق/التقاسم بين رادارات المراقبة في المطارات ورادارات الأرصاد الجوية، وأنظمة الاتصالات المتنقلة الدولية في النطاق 700 2-900 2 MHz
- التوصية ITU-R M.1851 – نماذج رياضية لمخططات هوائيات أنظمة الرادارات في خدمة الاستدلال الراديوي لاستخدامها في الدراسة التحليلية للتداخل
- التوصية ITU-R M.2059 – الخصائص التشغيلية والتقنية ومعايير الحماية لأجهزة تحديد الارتفاع الراديوية التي تستعمل نطاق الترددات 200 4-400 4 MHz ومعايير حمايتها

خدمة الملاحة الراديوية البحرية

- التوصية ITU-R M.824 – المعلمات التقنية للمنارات الرادارية
- التوصية ITU-R M.1176 – المعلمات التقنية لمعززات أهداف الرادار
- التوصية ITU-R M.629 – استعمال خدمة الملاحة الراديوية لنطاقات الترددات 900 2-100 3 MHz و470 5-650 5 MHz و200 9-300 9 MHz و300 9-500 9 MHz و500 9-800 9 MHz
- التوصية ITU-R M.1461* – إجراءات تحديد احتمالات التداخل بين الرادارات العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي وأنظمة الخدمات الأخرى
- التوصية ITU-R M.1851 – نماذج رياضية لمخططات هوائيات أنظمة الرادارات في خدمة الاستدلال الراديوي لاستخدامها في الدراسة التحليلية للتداخل
- التقرير ITU-R M.2050 – نتائج الاختبارات التي تثبت حساسية رادارات الملاحة الراديوية البحرية للإرسالات الصادرة عن الاتصالات الرقمية والأنظمة النبضية في النطاقين 900 2-100 3 MHz و 200 9-500 9 MHz
- التوصية ITU-R M.1372 – الاستعمال الفعّال للطيف الراديوي في المحطات الرادارية لخدمة الاستدلال الراديوي
- التقرير ITU-R M.2032 — اختبارات تثبت التوافق بين رادارات الملاحة الراديوية البحرية والإرسالات الصادرة عن رادارات التحديد الراديوي للموقع في النطاق 900 2-100 3 MHz
- التوصية ITU-R M.2058 – خصائص نظام رقمي يسمى بيانات ملاحية لإذاعة المعلومات المتعلقة بالسلامة البحرية والأمن من الساحل إلى السفن في نطاق التردد HF البحري

خدمة الملاحة الراديوية

- التوصية ITU-R M.1227 – الخصائص التقنية والتشغيلية لرادارات رصد خصائص الرياح في النطاقات الواقعة على مقربة من 000 1 MHz

- التوصية ITU-R M.1460* – الخصائص التقنية والتشغيلية ومعايير الحماية لرادارات الاستدلال الراديوي العاملة في نطاق الترددات 900 2-100 3 MHz
- التوصية ITU-R M.1461* – إجراءات تحديد احتمالات التداخل بين الرادارات العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي وأنظمة الخدمات الأخرى
- التوصية ITU-R M.1462 – خصائص ومعايير حماية الرادارات العاملة في خدمة التحديد الراديوي للموقع في مدى الترددات 420-450 MHz
- التوصية ITU-R M.1463 – خصائص ومعايير حماية الرادارات العاملة في خدمة الاستدلال الراديوي في نطاق التردد 215 1-400 1 MHz
- التوصية ITU-R M.1465* – خصائص ومعايير حماية الرادارات العامة في خدمة الاستدلال الراديوي في مدى الترددات 100 3-700 3 MHz
- التوصية ITU-R M.1638* – الخصائص ومعايير الحماية المطبقة في دراسات التقاسم بين رادارات التحديد الراديوي للموقع) ورادارات الملاحة الراديوية للطيران ورادارات الأرضاد الجوية العاملة في نطاقات التردد بين 250 5 و850 5 MHz
- التوصية ITU-R M.1849* – الجوانب التقنية والتشغيلية لرادارات الأرصاد الجوية المنصوبة على الأرض
- التوصية ITU-R M.1851 – نماذج رياضية لمخططات هوائيات أنظمة الرادارات في خدمة الاستدلال الراديوي لاستخدامها في الدراسة التحليلية للتداخل
- التقرير ITU-R M.2013 – رادارات رصد خصائص الرياح
- التقرير ITU-R M.2112 – التوافق/التقاسم بين رادارات المراقبة في المطارات ورادارات الأرصاد الجوية، وأنظمة الاتصالات المتنقلة الدولية في النطاق 700 2-900 2 MHz
- التقرير ITU-R M.2136 — نتائج التحليل النظري والاختبار المتعلقة بتحديد المعايير ذات الصلة بحماية رادارات الأرصاد الجوية المنصوبة على الأرض من التداخل
- التوصية ITU-R M.1372 – استخدام المحطات الرادارية الفعال للطيف الراديوي في خدمة الاستدلال الراديوي
- التوصية ITU-R M.1464* – خصائص رادارات التحديد الراديوي للموقع، والخصائص ومعايير الحماية المطبقة في دراسات التقاسم بين رادارات خدمة الملاحة الراديوية للطيران ورادارات الأرصاد الجوية في خدمة الاستدلال الراديوي العاملة في نطاق التردد 700 2-900 2 MHz
- التقرير ITU-R M.2032 – اختبارات تثبت التوافق بين رادارات الملاحة الراديوية البحرية والإرسالات الصادرة عن رادارات التنديد الراديوي للموقع في النطاق 900 2-100 3 MHz

الخدمة الثابتة الساتلية (FSS) والخدمة الإذاعية الساتلية (BSS)

- التوصية ITU-R S.465 – مخطط إشعاع مرجعي لهوائيات المحطات الأرضية في الخدمة الثابتة الساتلية للاستخدام في التنسيق وتقييم التداخلات في مدى الترددات من 2 إلى 31 GHz
- التوصية ITU-R S.466 – المستوى الأقصى للتداخل المسموح به في قناة هاتفية في شبكة ساتلية مستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة الثابتة الساتلية وتستخدم تشكيل التردد بتعدد الإرسال بتقسيم التردد، عندما تسبب التداخل شبكات أخرى لهذه الخدمة
- التوصية ITU-R S.483 – المستوى الأقصى للتداخل المسموح به في قناة تلفزيونية في شبكة ساتلية مستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة الثابتة الساتلية وتستخدم تشكيل، عندما تسبب التداخل شبكات أخرى من هذه الخدمة

- التوصية ITU-R S.523 – المستويات القصوى للتداخل المسموح به في شبكة ساتلية مستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة الثابتة الساتلية تستعمل المهاتفة بالتشفير PCM ذي 8 بتات، عندما تسبب التداخل شبكات أخرى من هذه الخدمة
- التوصية ITU-R S.524 – المستويات القصوى المسموح بها لكثافة القدرة e.i.r.p. خارج المحور والمشعة في المحطات الأرضية التابعة للخدمة الثابتة الساتلية والتي ترسل في نطاقات الترددات 6 GHz و13 GHz و14 GHz و30 GHz
- التوصية ITU-R S.728 – المستوى الأقصى المسموح به لكثافة القدرة e.i.r.p. خارج المحور في مطاريف ذات فتحة صغيرة جداً (VSAT)
- التوصية ITU-R S.735 – المستويات القصوى للتداخل المسموح به في شبكة ساتلية مستقرة بالنسبة إلى الأرض من أجل مسير رقمي افتراضي مرجعي (HRDP) يشكل جزءاً من الشبكة ISDN في الخدمة الثابتة الساتلية، عندما تسبب التداخل شبكات أخرى من هذه الخدمة تحت 15 GHz
- التوصية ITU-R S.1323 – المستويات القصوى للتداخل المسموح به في شبكة ساتلية (GSO/FSS؛ non-GSO/FSS؛ وصلات التغذية non-GSO/MSS) لمسير رقمي افتراضي مرجعي في الخدمة الثابتة الساتلية، عندما تسبب التداخل شبكات أخرى متحدة الاتجاه تحت 30 GHz
- التوصية ITU-R S.1426 – حدود كثافة تدفق القدرة المجمعة عند المدار الساتلي للخدمة الثابتة الساتلية لمرسلات شبكة راديوية محلية (RLAN) تعمل بنطاق تردد 150 5-250 5 MHz وتتشارك في الترددات مع الخدمة الثابتة الساتلية (الرقم **447A.5** من لوائح الراديو)
- التوصية ITU-R S.1427 – منهجية ومعيار لتقييم التداخل من المرسلات في أنظمة النفاذ اللاسلكي الأرضية/الشبكات المحلية الراديوية إلى وصلات التغذية في مدار الخدمة المتنقلة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في النطاق 150 5-250 5 MHz
- التوصية ITU-R S.1432 – تقسيم حالات انحطاط أداء الأخطاء المسموح بها على المسيرات الرقمية المرجعية الافتراضية للخدمة الثابتة الساتلية (FSS) الناشئة عن تداخل غير متغير مع الزمن لأنظمة تعمل بتردد أدنى من 30 GHz
- التوصية ITU-R S.1528 – نمط إشعاع الهوائيات الساتلية بالنسبة للهوائيات الساتلية ذات المدار غير المستقر بالنسبة إلى الأرض العاملة في الخدمة الثابتة الساتلية تحت 30 GHz
- التوصية ITU-R S.1587 – الخصائص التقنية للمحطات الأرضية المحمولة على متن سفن التي تُجري اتصالات مع سواتل الخدمة الثابتة الساتلية في نطاقي الترددات 925 5-425 6 MHz و14-14,5 GHz المخصصين للخدمة الثابتة الساتلية
- التوصية ITU-R S.1711 – تحسين أداء بروتوكول التحكّم في الإرسال على الشبكات الساتلية
- التوصية ITU-R S.1716 – أهداف الأداء والتيسر لأنظمة القياس عن بعد والتتبع والتحكم الخاصة بالخدمة الثابتة الساتلية
- التوصية ITU-R S.1855 – مخطط إشعاع مرجعي بديل لهوائيات المحطات الأرضية المستعملة في السواتل الموجودة في المدارات الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض من أجل استعمالها في التنسيق و/أو تقييم التداخل في مدى التردد من 2 إلى 31 GHz
- التوصية ITU-R S.1856 – منهجيات لتحديد ما إذا كانت محطة اتصالات متنقلة دولية موجودة في موقع معين وتعمل في النطاق 400 3-600 3 MHz تقوم بالإرسال بما لا يتجاوز حدود كثافة تدفق القدرة الواردة في الأرقام **430A.5** و**432A.5** و**432B.5** و**433A.5** من لوائح الراديو

- التوصية ITU-R BO.652 – مخططات مرجعية لهوائيات محطات أرضية وسواتل للخدمة الإذاعية الساتلية في النطاق GHz 12 ولوصلات التغذية المصاحبة في النطاقين GHz 14 وGHz 17
- التوصية ITU-R BO.792 – نسب الحماية من التداخل للخدمة الإذاعية الساتلية (تلفزيون) في النطاق GHz 12
- التوصية ITU-R BO.1213 – مخطط مرجعي لهوائي استقبال محطة أرضية للخدمة الإذاعية الساتلية في النطاق GHz 12,75-11,7
- التوصية ITU-R BO.1293 – أقنعة الحماية وطرائق الحساب المصاحبة من أجل التداخلات التي تحدث لأنظمة الإذاعة الساتلية في حالة الإرسالات الرقمية
- التوصية ITU-R BO.1773 – معيار لتقييم أثر التداخل على الخدمة الإذاعية الساتلية من إرسالات أجهزة دون توزيع تردد مقابل لها في لوائح الراديو تتسبب في إرسالات أساسية في نطاقات التردد الموزعة على الخدمة الإذاعية الساتلية
- التوصية ITU-R BO.1776 – كثافة تدفق القدرة القصوى للخدمة الإذاعية الساتلية في النطاق GHz 22,0-21,4 في الإقليمين 1 و3
- التوصية ITU-R BO.1898 – قيمة كثافة تدفق القدرة اللازمة لحماية محطات الاستقبال الأرضية في الخدمة الإذاعية الساتلية في الإقليمين 1 و3 من إرسالات صادرة من محطة في الخدمة الثابتة و/أو المتنقلة في النطاق GHz 22-21,4
- التوصية ITU-R BO.1900 – مخطط إشعاع مرجعي لهوائي استقبال محطة أرضية للخدمة الإذاعية الساتلية في النطاق GHz 22,0-21,4 في الإقليمين 1 و3
- التقرير ITU-R M.2109 – دراسات التشارك بين أنظمة الاتصالات المتنقلة الدولية–المتقدمة والشبكات الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة الثابتة الساتلية في نطاقي الترددات MHz 4 200-3 400 وMHz 4 800-4 500
- التقرير ITU-R S.2199 – دراسات بشأن توافق أنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق (BWA) وشبكات الخدمة الثابتة الساتلية (FSS) في النطاق MHz 4 200-3 400
- التقرير ITU-R BO.631 – تقاسم الترددات بطريقة مرضية بين الخدمة الإذاعية الساتلية (الصوتية والتلفزيونية) والخدمات الأخرى للأرض
- التقرير ITU-R BO.634 – نسب الحماية المقيسة من التداخل في تخطيط الأنظمة الإذاعية التلفزيونية

الملحق 4

دراسات بشأن الأنظمة الراديوية الإدراكية في أوروبا

النواتج المنشورة

تعرض في التقارير التالية الدراسات التي أجراها المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات (CEPT) والمتعلقة بالمتطلبات التقنية والتشغيلية لأجهزة النطاقات غير المشغولة (WSD) في نطاق التردد MHz 790-470: تقرير لجنة الاتصالات الإلكترونية 159 [1]، وتقرير لجنة الاتصالات الإلكترونية 185 [2]، وتقرير لجنة الاتصالات الإلكترونية 186 [3].

ونشر المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) المعيار EN 301 598 V1.1.1 (2014-04) بشأن أنظمة النفاذ اللاسلكية العاملة في النطاق من MHz 470 إلى MHz 790.

وفي عام 2015، نشر المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات/لجنة الاتصالات الإلكترونية التقرير 236 للجنة الاتصالات الإلكترونية بشأن توجيهات للتنفيذ الوطني لإطار تنظيمي لأجهزة النطاقات التلفزيونية غير المشغولة باستخدام قواعد بيانات تحديد الموقع الجغرافي.

ولم تعتمد لجنة الاتصالات الإلكترونية ولا تنوي اعتماد تدابير مواءمة تتعلق بإمكانية استخدام أجهزة النطاقات غير المشغولة للنطاق 470-790 MHz.

وتعرض فيما يلي الخدمات/الأنظمة الراديوية القائمة التي بحثت في الدراسات التقنية، مع ملخص لهذه التقارير:

الخدمات/الأنظمة الراديوية القائمة

تمت دراسة حماية الخدمات/الأنظمة الراديوية القائمة التالية في التقارير التي ورد ذكرها أعلاه:

- الخدمة الإذاعية (BS) للأرض، بما في ذلك الإذاعة الفيديوية الرقمية للأرض بوجهٍ خاص
- أنظمة إنتاج البرامج والأحداث الخاصة (PMSE) بما في ذلك الميكروفونات الراديوية بوجهٍ خاص
- خدمة الفلك الراديوي في النطاق 608-614 MHz
- خدمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) في النطاق 645-790 MHz
- الخدمة المتنقلة (MS) تحت 470 MHz وفوق 790 MHz.

ملخص التقارير ECC التي ورد ذكرها أعلاه

أجري تقرير لجنة الاتصالات الإلكترونية 159 [1]، كنقطة انطلاق للبحوث المتعلقة بالأنظمة الراديوية الإدراكية (CRS)، دراسات عن توافق أجهزة النطاقات غير المشغولة مع بعض الخدمات/الأنظمة الراديوية القائمة المذكورة أعلاه. وتركزت هذه الدراسات على جهاز النطاقات غير المشغولة القائم بذاته على أساس الاستشعار. واختتم التقرير بقائمة للمجالات التي تحتاج إلى مزيد من العمل ويمكن تلخيصها على النحو التالي:

- المجالات المتعلقة بخصائص أجهزة النطاقات غير المشغولة (WSD).
- الاعتبارات التقنية بشأن حماية الخدمة الإذاعية.
- الاعتبارات التقنية بشأن حماية إنتاج البرامج والأحداث الخاصة.
- تحديد المواصفات وتنفيذ المتطلبات لنهج قواعد بيانات تحديد الموقع الجغرافي.

يضاف إلى ذلك نواتج تقرير لجنة الاتصالات الإلكتروني 185 [2] الذي يستكمل التحليل الوارد في تقرير لجنة الاتصالات الإلكترونية 159 [1]، وهي كما يلي:

أ) تصنيف أجهزة النطاقات غير المشغولة (WSD) والنهج الممكنة لتعيين حدود قصوى ثابتة للقدرة المسموح بها في أجهزة النطاقات غير المشغولة.

ب) اعتبارات بشأن الاستشعار التعاوني للطيف للتغلب على الظروف السيئة للقنوات الخاصة بالموقع.

ج) حماية الخدمة الإذاعية: تحليل تكميلي لحساسية المعلمات الأساسية (احتمال الموقع، تقييم التغطية) وأداء مستقبلات التلفزيون الرقمي للأرض في ظل وجود أجهزة النطاقات غير المشغولة.

د) حماية إنتاج البرامج والأحداث الخاصة (PMSE).

هـ) حماية أنظمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS).

و) أثر التداخل الناجم عن أجهزة النطاقات غير المشغولة العاملة في نطاقات مجاورة للنطاق 470-790 MHz.

ز) بعض الأمثلة على الدراسات الوطنية بشأن الطيف المحتمل توفره لأجهزة النطاقات غير المشغولة.

واستكمالاً لتقرير لجنة الاتصالات الإلكترونية 185 [2]، وُضع تقرير لجنة الاتصالات الإلكترونية 186 [3] لتحليل المتطلبات التقنية والتشغيلية لتشغيل أجهزة النطاقات غير المشغولة (WSD) في إطار قاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي، وهي:

أ) اعتبارات بشأن دقة موقع الجهاز WSD.

ب) المبادئ العامة والمتطلبات التشغيلية لجهاز WSD يعمل في إطار مفهوم الرئيس/التابع.

ج) إدارة قواعد البيانات.

د) أمثلة على عملية الترجمة في قاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي لحماية الخدمات/الأنظمة الراديوية القائمة.

هـ) اعتبارات بشأن جمع تكنولوجيا الاستشعار مع تحديد الموقع الجغرافي.

يجدر الإشارة إلى أن هذه التقارير هي أساساً بمثابة توجيهات للإدارات التي تتبع المؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات التي ربما تخطط لإدخال الأنظمة الراديوية الإدراكية في نطاق التردد 470-790 MHz على أساس وطني.

كما يجدر الإشارة إلى أن مواءمة متطلبات قاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي وسطوحها البينية جارية ضمن إطار عمل المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات.

المراجع

[1] ECC Report 159:

Technical and operational requirements for the possible operation of cognitive radio systems in the ‘white spaces’ of the frequency band 470-790 MHz.

[2] ECC Report 185:

Further definition of technical and operational requirements for the operation of white space devices in the band 470-790 MHz.

[3] ECC Report 186:

Technical and operational requirements for the operation of white space devices under geo-location approach.

[4] ECC Report 236:

Guidance for national implementation of a regulatory framework for TV WSD using geolocation databases.

الملحق 5

دراسات أجراها الاتحاد الروسي بشأن الطيف غير المستعمل/غير المشغول مؤقتاً في النطاقات الموزّعة على الخدمة الإذاعية

يتضمن هذا الملحق منهجيةً للتحديد الكمي للطيف غير المستعمل/غير المشغول مؤقتاً وتحليلاً لأحد سيناريوهات تنفيذ الأنظمة الراديوية الإدراكية. ويستند إلى الدراسات التي أجراها الاتحاد الروسي.

تستخدم الخدمة الإذاعية النطاق MHz 790-470 بشكل كبير ويعتبر المورد الرئيسي للترددات اللازمة لتنفيذ وتطوير الإذاعة الرقمية للأرض في الاتحاد الروسي.

وقد أُجري في منطقة أرخانغلسك تقييم لطيف الترددات المتوفرة كنطاق غير مشغول في الاتحاد الروسي ضمن الإذاعة التلفزيونية الرقمية للأرض. ولم يأخذ التقييم في الاعتبار استعمال أنظمة الملاحة الراديوية للطيران (ARNS) (MHz 790-645) لهذا الطيف بواسطة الخدمات المساعدة للإذاعة/الخدمات المساعدة للإنتاج (SAB/SAP)، وأنظمة الإذاعة الكبلية، وفي بعض البلدان، محطات الإذاعة التلفزيونية التماثلية.

منهجية التحديد الكمي للطيف غير المستعمل/غير المشغول مؤقتاً

وضعت الافتراضات التالية فيما يتعلق بالمنهجية المتبعة لتقييم المقدار المتوفر من الطيف لأجهزة النطاقات غير المشغولة (WSD):

- مراعاة الاستعمال المتزامن للنطاق MHz 694-470 من جانب الخدمة الإذاعية وأجهزة النطاقات المشغولة؛
- تم اختيار نسبة انحطاط قيمتها 1% لاحتمال الموقع في التلفزيون الرقمي كمعيار للتوافر؛
- من المفترض أن تركّب أجهزة WSD على ارتفاع m 30 عن سطح الأرض؛
- استعملت نسب الحماية لأسوأ الحالات الواردة في التوصية ITU-R BR.1368 من التداخل الصادر عن نظام LTE (حماية بنسبة 90% للمولّفات السليكونية وخيار 0% للحمولة النافعة لأجهزة WSD)؛
- نموذج الحماية: فضاء حر وانحراف معياري قدره dB 3,5 للمسافات التي تصل إلى m 80، التوصية ITU-R P.1546 وانحراف معياري قدره dB 5,5 للمسافات الأطول؛
- لم يؤخذ مجموع الإشارات المسببة للتداخل في الاعتبار؛
- تمت مراعاة تمييز اتجاهية هوائي الاستقبال في كل نقطة؛
- أخذ عرض النطاق البالغ MHz 5 لقناة أجهزة النطاقات غير المشغولة ووزعت قنوات أجهزة WSD بطريقة تجعل الترددات المركزية لقنوات WSD متطابقة مع الترددات المركزية للقنوات التلفزيونية (انظر الشكل A5-1).

الشكل A5-1

شبكة القنوات التلفزيونية وقنوات الأجهزة WSD

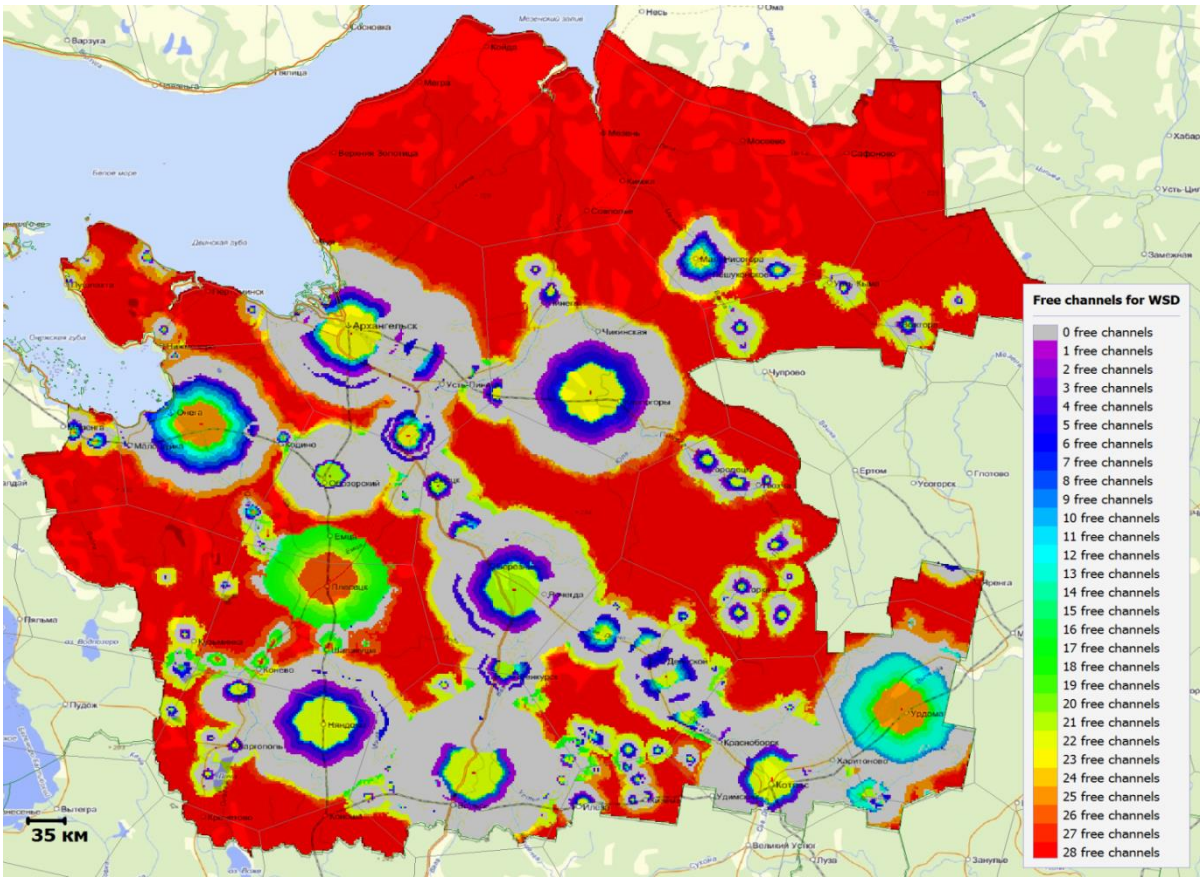
تقدير الطيف المتوفر

يعرض الشكل 2-A5 خريطة مقدار الطيف المتوفر على امتداد المنطقة لقدرة مشعة مكافئة متناحية (e.i.r.p) قيمتها 20 dBm. وتتميز المنطقة بتضاريس منتظمة وبانخفاض كثافة المحطات التلفزيونية والتجمعات السكانية، وخاصة في جزئها الشمالي.

ويعرض الشكل 3-A5 العلاقة بين عدد القنوات الحرة للجهاز الإدراكي والنسبة المئوية لأراضي المنطقة التي يتوفر لها هذا العدد من القنوات الحرة. ويعرض الشكل 4-A5 االعلاقة بين عدد القنوات الحرة والنسبة المئوية من السكان الذي يعيشون في المنطقة والذين يتوفر لهم هذا العدد من القنوات الحرة.

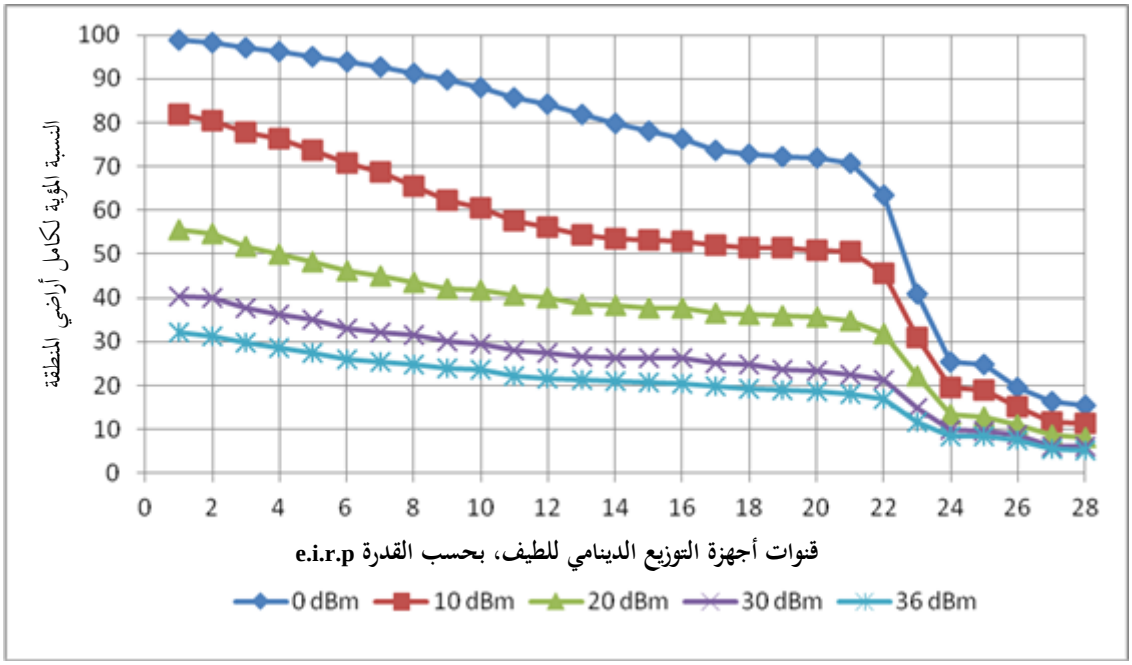
الشكل 2-A5

مثال على خريطة توافر طيف الترددات لأجهزة WSD
التي تبلغ قدرتها 20 dBm (100 mW) في منطقة أرخانغلسك



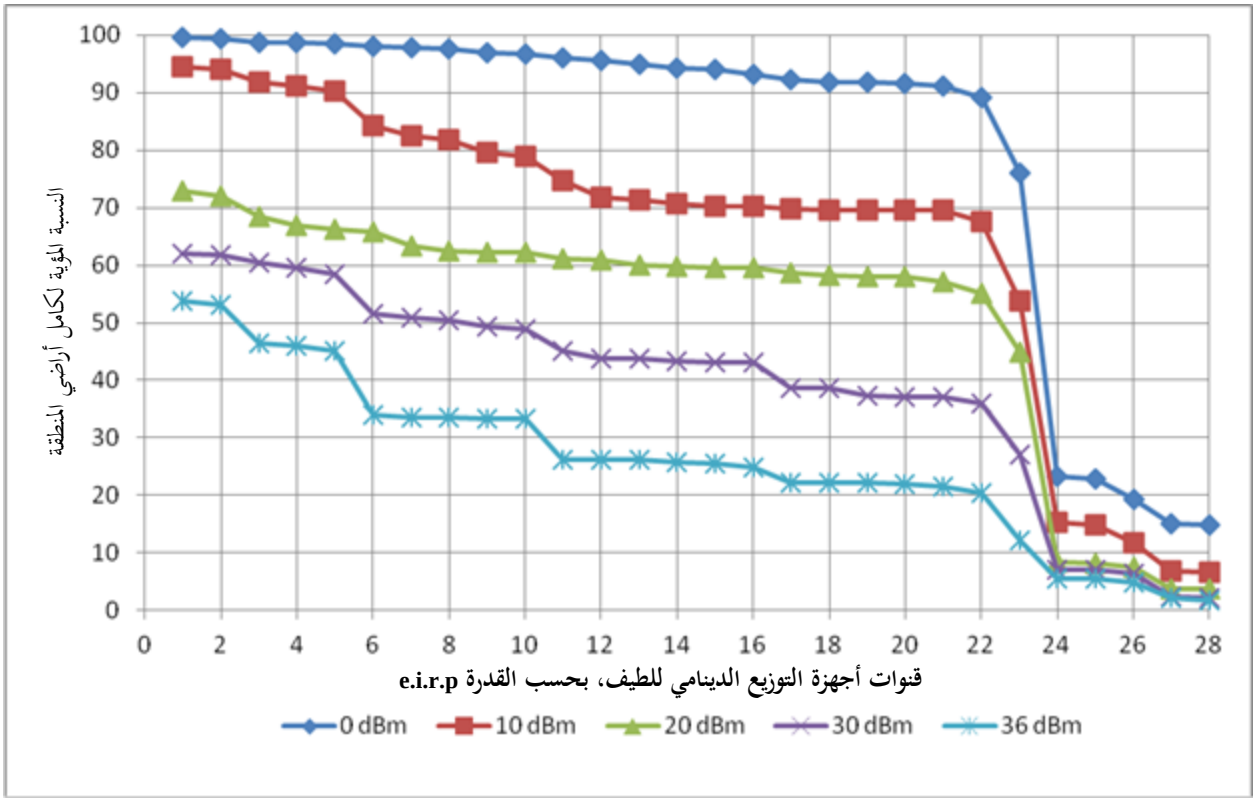
الشكل 3-A5

نتائج تحليل القنوات المتوفرة لأجهزة WSD بالتوزيع الدينامي للطيف
بحسب النسبة المئوية للبكسلات، والتي يتاح لها هذا العدد من القنوات الحرة



الشكل 4-A5

نتائج تحليل القنوات المتوفرة التوزيع لأجهزة WSD بالتوزيع الدينامي للطيف
بحسب النسبة المئوية للسكان في المنطقة، والتي يتاح لها هذا العدد من القنوات الحرة



وقد أجري في منطقة واحدة من الاتحاد الروسي تقدير للطيف المتوفر لتنفيذ أجهزة النطاقات غير المشغولة (WSD). وتظهر نتائج الحسابات أنه مع قدرة منخفضة لأجهزة WSD (e.i.r.p. تساوي 0 dBm) تتوفر 20 قناة لنسبة 90% من سكان المنطقة، وأنه مع قدرة عالية لأجهزة WSD (e.i.r.p. تساوي 36 dBm) تتوفر 20 قناة لنسبة 20% فقط من سكان المنطقة. وهذه التجمعات السكانية (التي تمثل 20% من السكان) تعيش بالقرب من المحطات التلفزيونية.

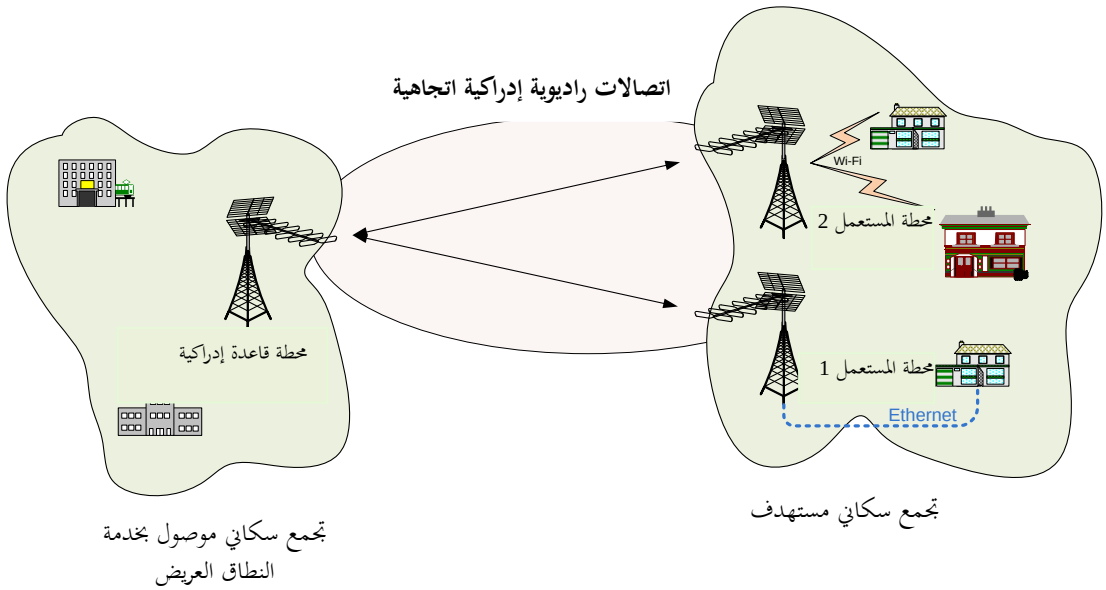
ويتعين الإشارة إلى أن الحسابات المقدمة لا تراعي التداخل المجمّع الناجم عن عدة أجهزة WSD، الذي قد يخفّض مقدار الطيف المتوفر لهذه الأجهزة.

سيناريوهات التطبيق في وصلات الاتصالات من نقطة إلى نقطة (P-P)

يوجد في الاتحاد الروسي عدد كبير من التجمعات السكانية الأصغر حجماً التي لا يتوفر فيها النطاق العريض. وفي هذه الحالة يتمثل السيناريو النموذجي لتنفيذ نظام اتصالات راديوي إدراكي في نشر المصدر داخل تجمع سكاني يتمتع بالنفاذ إلى الإنترنت عبر النطاق العريض الثابت، بينما تنشر محطات المستعملين في تجمع سكاني بعيد. وفي هذه الحالة يمكن أن يستخدم كلّ من المصدر والمحطات البعيدة هوائيات اتجاهية (انظر الشكل 5-A5).

الشكل 5-A5

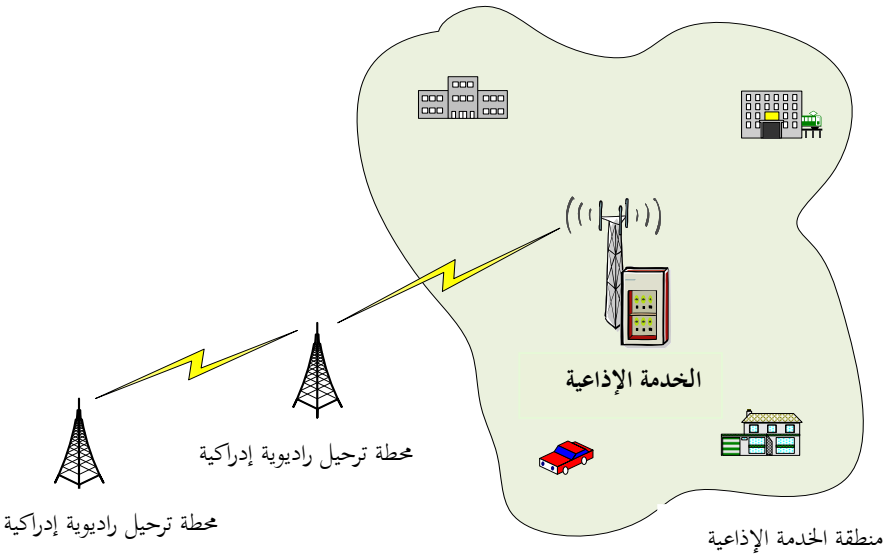
وصلة من نقطة إلى عدة نقاط داخل تجمع سكاني تستخدم هوائيات اتجاهية في نطاق التردد 470-686 MHz



ويمكن داخل التجمع السكاني نشر محطات قاعدة صغيرة لنظام LTE (خلايا صغيرة) أو نقاطاً ساخنة لاسلكية (Wi-Fi hotspots) كمحطات لمستعملي النظام الراديوي الإدراكي. ومن شأن هذه الطبولوجيا أن تسمح بتوصيل السكان المقيمين بالشبكات العامة عن طريق السطوح البينية الراديوية المعيارية لأجهزة المشتركين المتيسرة للجميع، واستخدام الطيف غير المشغول في النطاق 470-790 MHz للاتصالات. ويظهر الشكل 6-A5 وصلة راديوية متعددة القفزات تقوم على نظام راديوي إدراكي.

الشكل 6-A5

وصلة ترحيل راديوية داخل تجمع سكاني تقوم على التكنولوجيا الإدراكية



من ميزات هذا الخيار أنه لا توجد حاجة إلى مشغل اتصالات خاص. وكما هو الحال بالنسبة للأنظمة الراديوية المعفاة من الترخيص، يكون المستعملون أنفسهم أو شركة مرخصة مسؤولين عن إنشاء النظام الراديوي الإدراكي وتشغيله وفقاً لقواعد التركيب والتشغيل المعمول بها في الاتحاد الروسي.

ولضمان خلو تشغيل الأنظمة الراديوية الأولية المحمية من التداخل في النطاق الإذاعي، ينبغي استخدام هوائيات عالية التوجيهية وتطبيق القيم المسموح بها للقدرة المشعة. ويقدم الجدول 1-A5 أمثلة على المسافات المحسوبة للوصلات الراديوية من نقطة إلى نقطة ومن نقطة إلى عدة نقاط باستخدام مرسلات منخفضة القدرة ومتوسطة القدرة وهوائيات ياغي الاتجاهية، مماثلة لتلك المطبقة في استقبال الإذاعة التلفزيونية للأرض في نطاق التردد 790-470 MHz.

الجدول 1-A5

مثال على حساب المسافات داخل تجمع سكاني لوصلة النفاذ إلى النطاق العريض/مرحل راديوي في مدى التردد 600 MHz باستخدام هوائيات ثابتة مثل تلك المستخدمة في الإذاعة التلفزيونية

أجري الحساب لمعلمات تشكيل مماثلة لتلك المستخدمة في التشكيل DVB-T2

المعلمة	قدرة منخفضة لمدى طويل	قدرة منخفضة لمدى متوسط	قدرة منخفضة لمدى قصير	قدرة مرتفعة لمدى طويل	قدرة مرتفعة لمدى متوسط	قدرة مرتفعة لمدى قصير
قدرة المرسل، W	1	1	1	25	25	25
كسب الهوائي، dBd	12	12	10	12	12	10
ارتفاع الهوائي، m	10	10	10	10	10	10
خسارة المغذّي، dB	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
القدرة e.r.p.، dBW	9,5	9,5	7,5	23,5	23,5	21,5
التشكيل	QPSK	QAM 64	QAM 256	QPSK	QAM 64	QAM 256
معدل الشفرة	¾	½	¾	¾	½	¾
السعة، Mbit/s	11	22	44,3	11	22	44,3
شدة المجال القصوى لنسبة 70% من المواقع، dB(μV/m)	35,6	42,0	51,8	35,6	42,0	51,8
المسافة القصوى لتضاريس معتدلة الوعورة بحسب التوصية ITU-R P.1546-4	6,8	5,0	2,8	13,6	9,9	5,7
المسافة القصوى لمسار في خط البصر بحسب التوصية ITU-R P.1812-2	9,1	6,6	5,2	33	20,1	14,7

ولا بد من ضمان خفض التداخل على الإذاعة التلفزيونية في نطاق التردد MHz 790-470 أثناء تركيب النظام الراديوي الإدراكي وتوليفه، ويمكن تحقيق ذلك من خلال التدابير التالية:

- اختيار المواقع واتجاهات التسديد المثلى لهوائيات الأنظمة الراديوية الإدراكية (CRS)؛
- خفض القدرة المشعة للنظام CRS؛
- فرض حظر على استخدام قنوات راديوية معينة للأنظمة الراديوية الإدراكية المركبة رغم الحصول على إذن من نظام انتقائية القناة المجاورة للراديو الإدراكي (CR ACS) (قاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي)؛
- إدراج المزيد من المرشّحات الانتقائية التردد عند خرج المرسل الراديوي الإدراكي.

ومن خلال استخدام تدابير التخفيف في الموقع هذه، يمكن تحقيق أكبر قدر من الأثر المحتمل في الحالات الصعبة، وعلى سبيل المثال، في الجزء البعيد من منطقة الخدمة التلفزيونية أو في منطقة شبه الظل حيث يكون مستوى استقبال إشارة الإذاعة التلفزيونية للأرض ضعيفاً نسبياً. وهذه الطريقة في التركيب هي وحدها التي توفر أفضل الظروف لضمان التوافق الكهرمغنطيسي مع الإذاعة التلفزيونية.

وقد أجريت اختبارات ميدانية لتأكيد جدوى هذه التدابير في مقاطعة موسكو. ولحماية الإذاعة التلفزيونية، اعتُمدت المناعة ضد الضوضاء في نظام التشكيل الرقمي، المقابل للتشكيل COFDM 64-QAM في عرض نطاق قناة بقيمة MHz 8، أساساً لشدة المجال الكهربائي. ويبين الجدول 2-A5 الحد الأدنى لشدة المجال للقناة التلفزيونية 40.

الجدول 2-A5

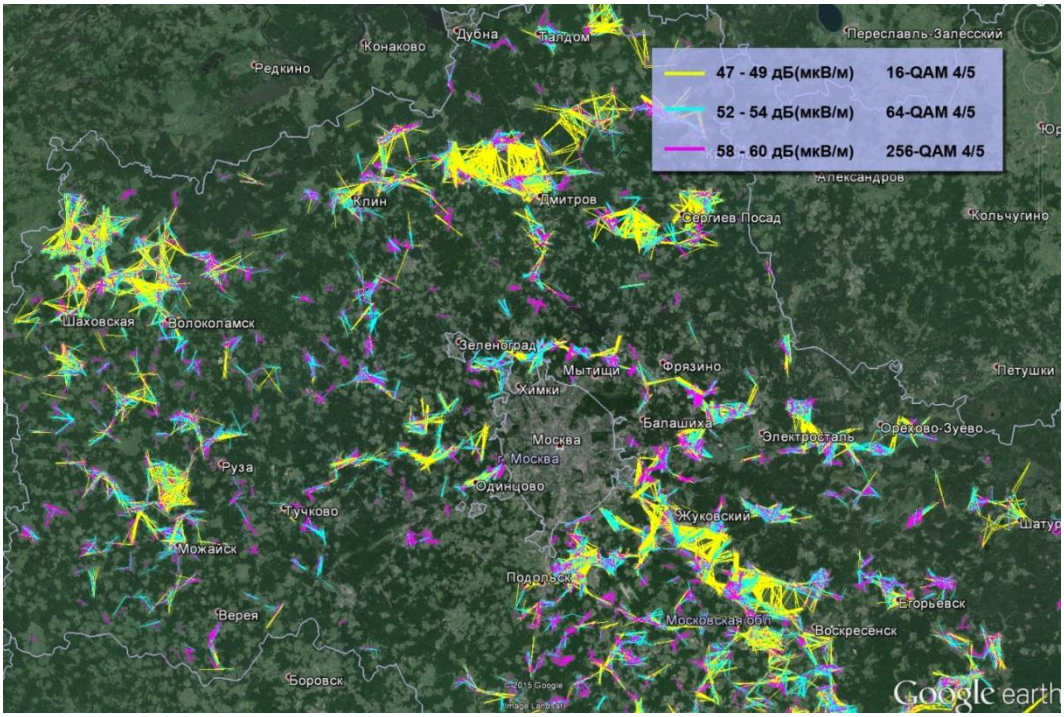
الحد الأدنى لمتوسط شدة المجال في نظام الإرسال DVB-T2 للقناة التلفزيونية 40

	Emin, dB[µV/m]		
النسبة المئوية لعدد المواقع	%50	%70	%95
QPSK (بمعدل شفرة 4/5)	32,3	35,2	41,4
16 QAM (بمعدل الشفرة 4/5)	38,4	41,3	47,5
64 QAM (بمعدل الشفرة 4/5)	44,0	46,9	53,0
256 QAM (بمعدل الشفرة 4/5)	49,4	52,3	58,4

ويمثل الشكلان 7-A5 و8-A5 المسارات المحتملة (مبينة بألوان مختلفة) للقياسات. وتتم النمذجة وفقاً لطريقة التنبؤ بالمسارات من نقطة إلى نقطة الواردة في التوصية ITU-R P.1812. كما أجريت حسابات إضافية باستخدام المنهجية الواردة في التوصية ITU-R P.1546. وأجريت المحاكاة بأخذ العوائق الطبيعية في المسار وجلبة الغابات في الاعتبار.

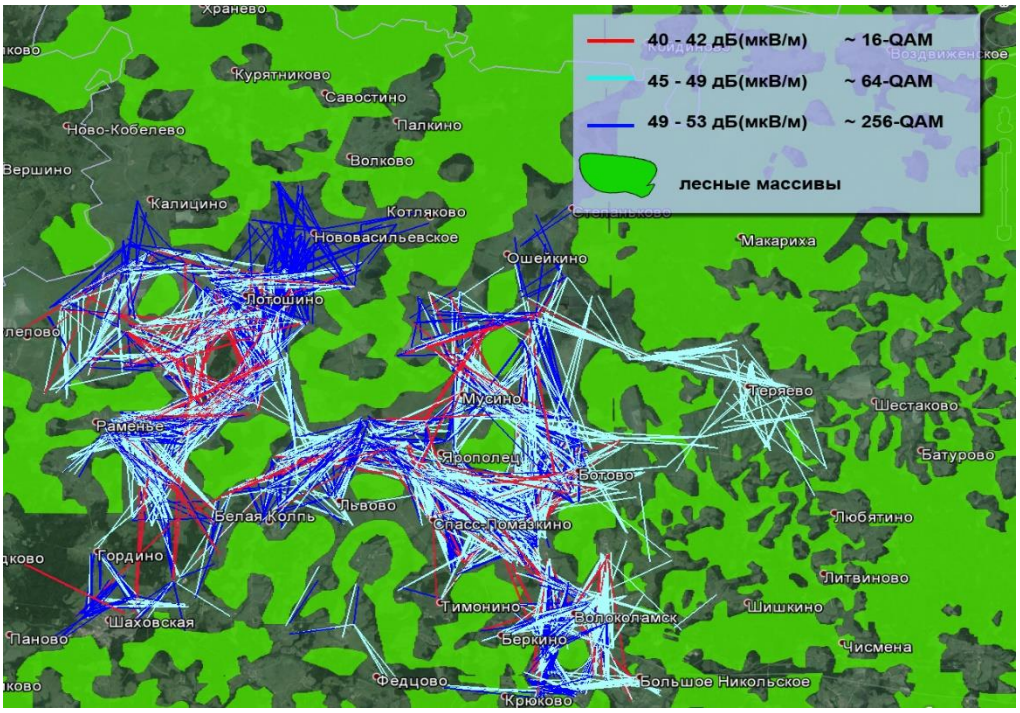
الشكل 7-A5

المسارات المحتملة للاتصالات داخل تجمع سكاني في مقاطعة موسكو



الشكل 8-A5

المسارات المحتملة للاختبارات الميدانية في مقاطعة موسكو



وقد أجريت الاختبارات الميدانية وأظهرت مستويات كافية من الإشارة في معظم المواقع المحسوبة مع هوائي إرسال/استقبال منخفض الارتفاع (10 m). وبحسب القياسات، بلغت السرعة القصوى المحققة لإرسال البيانات 48,27 Mbit/s (ما يقابل التشكيل 4/5 256-QAM) لعرض نطاق قناة بقيمة 8 MHz. وقد بلغت المسافة بين هذه التجمعات السكانية 8,6 km على امتداد مسار شبه مغلق. وبلغت أدنى سرعة لإرسال البيانات 18,07 Mbit/s ((ما يقابل التشكيل 3/5 16-QAM)، وتم الحصول عليها لوصلة اتصالات راديوية داخل تجمع سكاني ولمسافة 11,1 km بين التجمعات، وعلى امتداد مسار شبه مغلق.

وأظهرت القياسات أن أحد الشروط الرئيسية لضمان الاستقبال يتمثل بنسبته المئوية خارج خط البصر جراء العوائق التي تعترض مسار الانتشار. وقد توفر استقبال مضمون للإشارات على جميع المسارات التي بلغت فيها النسبة المئوية للمنطقة الواقعة على خط البصر أعلى من 50%، وهي نسبة ضرورية للانتشار. أما المسارات الأخرى التي زادت فيها النسبة المئوية للمواقع خارج خط البصر بين الإرسال والاستقبال على ذلك فلم يتوفر فيها غالباً استقبال للإشارة. وبالتالي يمكن لخصائص النظام الراديوي الإدراكي هذه، من قبيل مدى إرسال البيانات والسرعة المحققة، أن تتغير تبعاً لنوع الجلبة.

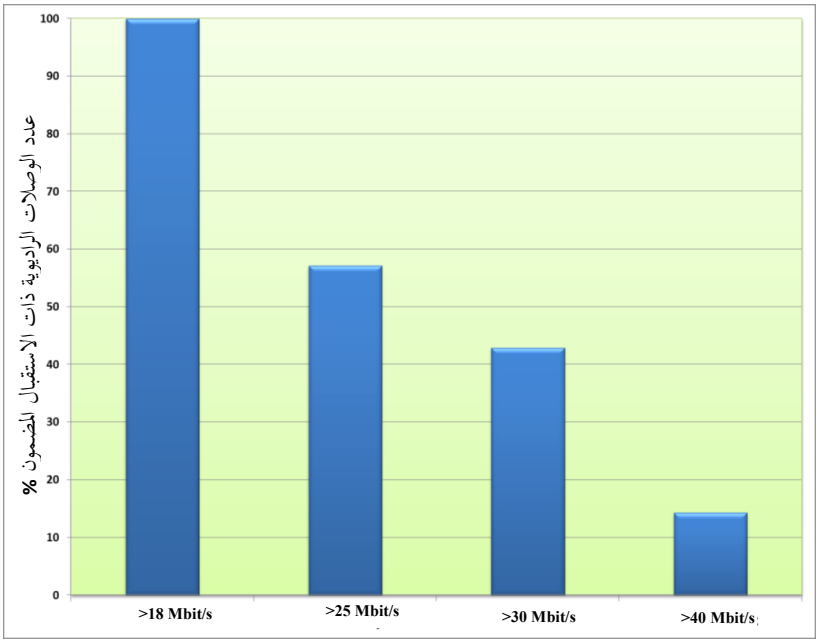
ويبين الشكل 9-A5 المخطط الذي يعبر عن توزيع السرعات المحققة لإرسال البيانات داخل عرض نطاق قناة بقيمة 8 MHz. وتغطي أعمدة المخطط أربع مجموعات لمعدلات نقل البيانات:

1) أعلى من 18 Mbit/s
2) أعلى من 25 Mbit/s
3) أعلى من 30 Mbit/s
4) أعلى من 40 Mbit/s

ويقدم المخطط تحليلاً لجميع المسارات الممكنة بين تجمعات سكانية مثل التجمعات في مقاطعة موسكو مع مراعاة المظهر الجانبي للمسار (نمط الجلبة).

الشكل 9-A5

عدد الوصلات الراديوية مقابل المعدلات القصوى المحققة لنقل البيانات



وقد بلغ عدد الوصلات الراديوية التي تزيد فيها المعدلات المضمونة للبيانات على 40 Mbit/s حوالي 14%، في حين أن معدلات البيانات التي تبلغ في المتوسط 25-30 Mbit/s متوفرة لنسبة 50% من الوصلات الراديوية. ويتحقق متوسط معدل البيانات هذا على مسافات تتراوح بين 8 و12 km.

ويرد في الجدول 3-A5 المعلمات التقنية المحتملة لمحطات مطاريف أجهزة النطاقات غير المشغولة (WSD).

الجدول 3-A5

المعلمات التقنية لجهاز WSD

المعلمة	القيمة الدنيا	القيمة القصوى
قدرة المرسل، W	0,1	25
كسب الهوائي، dBd	5	14
ارتفاع الهوائي، m	10	30
خسارة المغذّي، dB	1	5
القدرة e.r.p.، dBW	8–	27

وبالتالي، وبناء على نتائج الدراسات التي أجراها الاتحاد الروسي، يمكن استخلاص ما يلي:

1) يتضمن نطاق ترددات الإذاعة التلفزيونية مورد ترددات غير مشغول يعتمد مقداره بشكل كبير على الأراضي وعلى خصائص الأنظمة الراديوية الإدراكية.

2) يمكن للأنظمة من نقطة إلى نقطة أن تستخدم الطيف غير المشغول في النطاق الإذاعي مع نفاذ دينامي إلى المورد استناداً إلى قاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي، بمعدل ممكن للبيانات بقيمة 40 Mbit/s ولمسافات تصل إلى 12- km 10 على مسارات في خط البصر بين التجمعات السكانية في الظروف المتوسطة وتصل إلى 18 km على مسارات في خط البصر في حالة خلو استقبال الإذاعة التلفزيونية من التداخل. ومع ذلك ينبغي اتخاذ تدابير خاصة لاستبعاد حالات التداخل غير المتعمّد على استقبال الإذاعة التلفزيونية، ولا سيما التخطيط الأولي للشبكات.

الملحق 6

بحوث بشأن النفاذ الدينامي إلى الطيف من جانب الراديو الإدراكي في الصين

بما أن تقنية النفاذ الدينامي إلى الطيف من جانب الراديو الإدراكي تمثل حلاً مجدياً للنقص في موارد الطيف وعدم كفاءة استخدام الطيف، فإن أعمال البحث بشأن إدارة الطيف في تقنية النفاذ الدينامي إلى الطيف تحرز تقدماً في الصين، علماً بأنه تم نشر شبكات تجريبية لأنظمة النفاذ الدينامي إلى الطيف في النطاق 223-235 MHz من أجل زيادة تطوير تكنولوجيات أنظمة النفاذ الدينامي إلى الطيف وإدارة الطيف.

توزيع الطيف في النطاق 223-235 MHz

وُزعت في الصين موارد الطيف في النطاق 223-235 MHz على الصناعات، مثل صناعة الطاقة وصناعة التعدين، من أجل إرسال البيانات. ووُزعت موارد الطيف المختلفة بصورة ثابتة على الصناعات في البلد بأسره. وتُستخدم أجهزة إرسال واستقبال البيانات في التطبيقات الصناعية من أجل إرسال البيانات بالدرجة الأولى، ويجب أن توافق الهيئة المنظمة على نشر مرسلات ومستقبلات البيانات المستخدمة في التطبيقات الصناعية وأن تقوم بتسجيلها.

عدم كفاءة استخدام الطيف في النطاق 223-235 MHz مع توزيع ثابت للطيف

يؤدي التوزيع الثابت للطيف إلى عدم كفاءة استخدام الطيف في النطاق 223-235 MHz.

(1) بسبب خصائص التطبيقات في الصناعة، يتعين أن يتم إرسال بيانات التطبيقات بصورة دورية. ولكن كثيراً ما تكون موارد الطيف الموزّعة على بعض الصناعات في حالة عدم استعمال مؤقت. وفي حالة التوزيع الثابت للطيف لا يمكن لصناعات أخرى أن تستعمل موارد الطيف غير المستعملة هذه.

(2) في حالة التوزيع الحالي الثابت للطيف، وفي أي منطقة جغرافية، لا يمكن أن تستعمل موارد الطيف الموزعة على إحدى الصناعات من جانب صناعات أخرى. ومع ذلك، قد لا يكون لبعض الصناعات وجود في مناطق معينة، وبالتالي لا يوجد إرسال للبيانات إطلاقاً في الطيف الموزع على تطبيقات الصناعات هذه. ولكن هذه الأجزاء غير المشغولة من الطيف لا يمكن أن تستعملها صناعات أخرى في حالة التوزيع الثابت للطيف.

يبين الجدول 1-A6 استعمال الطيف في النطاق 223-235 MHz الموزّع على بعض الصناعات في محافظات مختلفة. وفي هذا الجدول تعني الخلية الملونة أن الطيف الموزع على الصناعة مستعمل في هذه المقاطعة أو المدينة، وتعني الخلية الفارغة أن الطيف غير مستعمل. ونستنتج من الجدول 1-A6 أن موارد الطيف الموزعة على بعض الصناعات غير مستعملة في بعض المناطق.

الجدول 1-A6

استخدام الطيف في النطاق 223-235 MHz الموزع على بعض الصناعات في المحافظات

Industries / Provinces	Industry1	Industry2	Industry3	Industry4	Industry5	Industry6	Industry7
Jiangsu							
Shanghai							
Fujian							
Tianjin							
Xinjiang							
Zhejiang							
Anhui							
Henan							
Guangdong							
Jiangxi							
Shaanxi							
Ningxia							
Hebei							
Neimenggu							
Beijing							
Yunnan							
Sichuan							
Hainan							
Gansu							
Guizhou							
Hunan							
Chongqing							
Guangxi							
Hubei							
Shanxi							

Industry1
Industry2
Industry3
Industry6
Industry7
unused

المتطلبات المتزايدة من الطيف لتنمية الصناعة

مع تطور الصناعة، من قبيل الشبكة الذكية وحقول النفط الذكية، طرأ تغيير على خصائص تطبيقات الصناعة وظهرت الحاجة إلى مزيد من موارد الطيف لإرسال بيانات التطبيقات. لكن النطاق 223-235 MHz لا يتضمن موارد طيف كافية لتلبية المتطلبات المتزايدة من الطيف لتطبيقات الصناعة.

تطبيق النفاذ الدينامي إلى الطيف من جانب الراديو الإدراكي في النطاق 223-235 MHz

تتسم كيفية تحسين كفاءة استخدام الطيف بأهمية كبيرة في النطاق 223-235 MHz. ويجري النظر في تطبيق نظام النفاذ الدينامي إلى الطيف في النطاق 223-235 MHz، ويمكن بتقنية الراديو الإدراكي كشف الطيف غير المستعمل/غير المشغول مؤقتاً وتقاسمه بين الصناعات. وبناء على ذلك، تتحسن كفاءة استخدام الطيف في النطاق 223-235 MHz فضلاً عن إمكانية تلبية المتطلبات من الطيف.

التحديات التي تواجهها إدارة الطيف

مع تطبيق النفاذ الدينامي إلى الطيف من جانب الراديو الإدراكي في النطاق 223-235 MHz تبرز تحديات جديدة في إدارة الطيف:

(1) ضمان الإرسال الموثوق في الوقت الفعلي للمعلومات الإدراكية

ينبغي أن يكون نظام النفاذ الدينامي إلى الطيف قادراً على تحديد الطيف غير المستعمل/غير المشغول مؤقتاً بدقة مع الإرسال الموثوق في الوقت الفعلي للمعلومات الإدراكية. وبالنسبة لأنظمة الاتصالات الراديوية، يجب أن ترسل معلومات التحكم، من قبيل ضبط قنوات الاتصالات، بشكل دقيق.

وفي نظام النفاذ الدينامي إلى الطيف، عندما ترسل البيانات بتقاسم الطيف، ينبغي النظر في كيفية ضمان الإرسال الموثوق في الوقت الفعلي للمعلومات الإدراكية أو لمعلومات التحكم.

(2) ضمان جودة الخدمة

تختلف متطلبات جودة الخدمة باختلاف بيانات الخدمات المختلفة، مثلاً متطلبات كمون صارمة لبعض بيانات الخدمة الهامة. ومع تطبيق نظام النفاذ الدينامي إلى الطيف، ينبغي النظر في كيفية ضمان جودة بيانات الخدمة الهامة.

وفي النظام القائم الذي لا يتوفر فيه النفاذ الدينامي إلى الطيف، ترسل معلومات التحكم وبيانات الخدمة مع موارد الطيف الموزعة بشكل ثابت. غير أن هذا النظام يستطيع إدخال نظام النفاذ الدينامي إلى الطيف أن يكشف الموارد الموزعة على الأنظمة القائمة بشكل دينامي ويستعملها، وقد يتعرض النظام القائم للتداخل. وبناء على ذلك، تنقطع معلومات التحكم وبيانات الخدمة الخاصة بالنظام القائم ولا يمكن ضمان جودة الخدمة الخاصة بها.

وبما أن هناك أكثر من نظام قائم في نطاق تردد التشغيل، فقد يعمل نظام النفاذ الدينامي إلى الطيف على تردد مجاور لنظام آخر للنفاذ الدينامي إلى الطيف أو لنظام لا يتوفر فيه النفاذ الدينامي إلى الطيف. وبالتالي ينبغي تحقيق التوافق بين الأنظمة التي تعمل في نطاق التردد نفسه لتجنب التداخل وضمان جودة الخدمة للأنظمة المختلفة.

(3) ضمان تقاسم الطيف بإنصاف بين الأنظمة

في حالة أنظمة النفاذ الدينامي إلى الطيف التي تعمل في الوقت نفسه ينبغي أن يوضع مخطط يضمن الحصول على تقاسم موارد الطيف بإنصاف بين الأنظمة من حيث مدة استعمال الموارد وكمية الموارد.

أعمال البحث الجارية في مجال إدارة الطيف

تجري حالياً أعمال بحث في مجال إدارة الطيف وتقنيات هندسة الطيف من أجل حل المشاكل المذكورة أعلاه، يتم والتركيز بصورة أساسية على المجالات التالية:

– تخطيط الطيف لتطبيق أنظمة النفاذ الدينامي إلى الطيف

لضمان الإرسال موثوق في الوقت الفعلي للمعلومات الإدراكية أو لمعلومات التحكم في الأنظمة، ينبغي أن توزّع موارد الطيف المناسبة عليها وأن تصمم معايير حماية هذه الموارد تصميماً صحيحاً.

– وضع قواعد للموارد المستعملة بين أنظمة النفاذ الدينامي إلى الطيف

لضمان متطلبات جودة الخدمة في بيانات الخدمة والموارد التي يتعين تقاسمها بإنصاف بين أنظمة النفاذ الدينامي إلى الطيف، ينبغي وضع قواعد لاستعمال موارد الطيف من قبيل تحديد الوقت الأقصى المسموح به وكمية موارد الطيف المتقاسمة لكل نظام نفاذ دينامي إلى الطيف في لحظة معينة.

– تقييس الخصائص التشغيلية والتقنية لأجهزة النفاذ الدينامي إلى الطيف

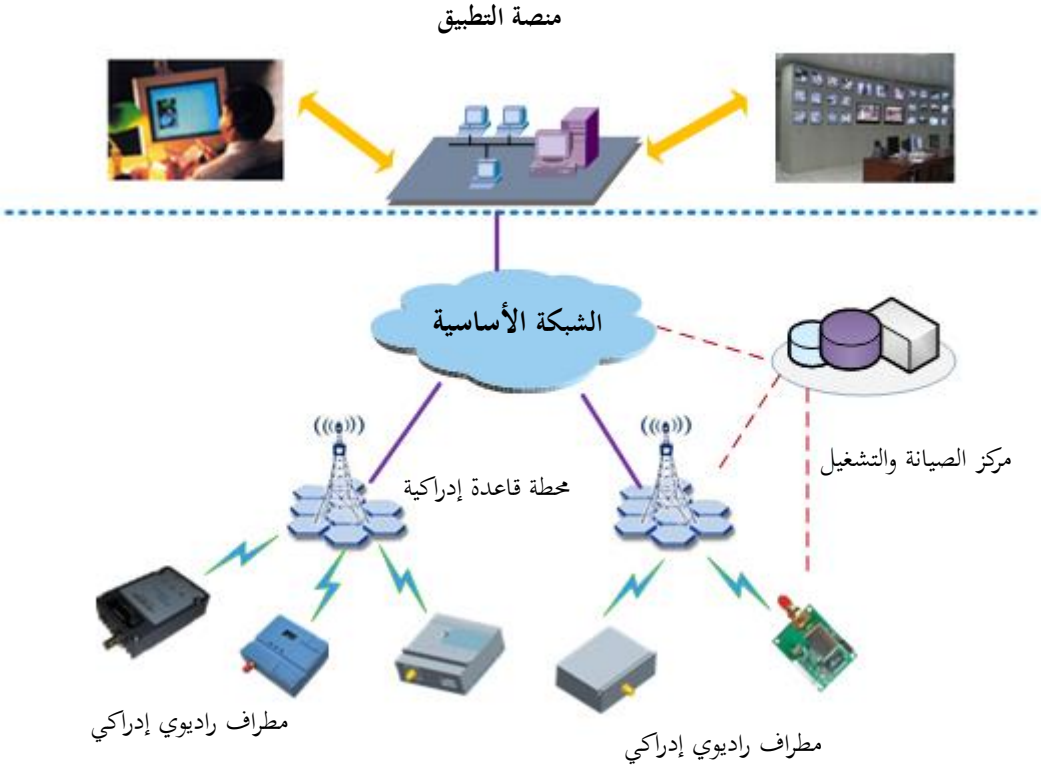
ينبغي تقييس بعض الخصائص التشغيلية والتقنية لأجهزة النفاذ الدينامي إلى الطيف لتحقيق التوافق بين الأجهزة في نطاق التشغيل من قبيل المتطلبات الراديوية واحتمال الكشف ووقت الانسحاب.

تجارب النفاذ الدينامي إلى الطيف في صناعة الكهرباء

وضع نظام النفاذ الدينامي إلى الطيف من جانب الراديو الإدراكي على أساس تجريبي في النطاق MHz 235-223 وتظهر معماريته في الشكل 1-A6. ويتكون النظام من شبكة نفاذ لاسلكي وشبكة أساسية ومركز الصيانة والتشغيل ومنصة التطبيق. وتشمل شبكة النفاذ اللاسلكي محطات قاعدة إدراكية ومطاريف راديوية إدراكية تستعمل في كشف موارد الطيف غير المستعملة مؤقتاً. وتوفر منصة التطبيق وظيفة إحصاء بيانات التطبيق وتحليلها.

الشكل 1-A6

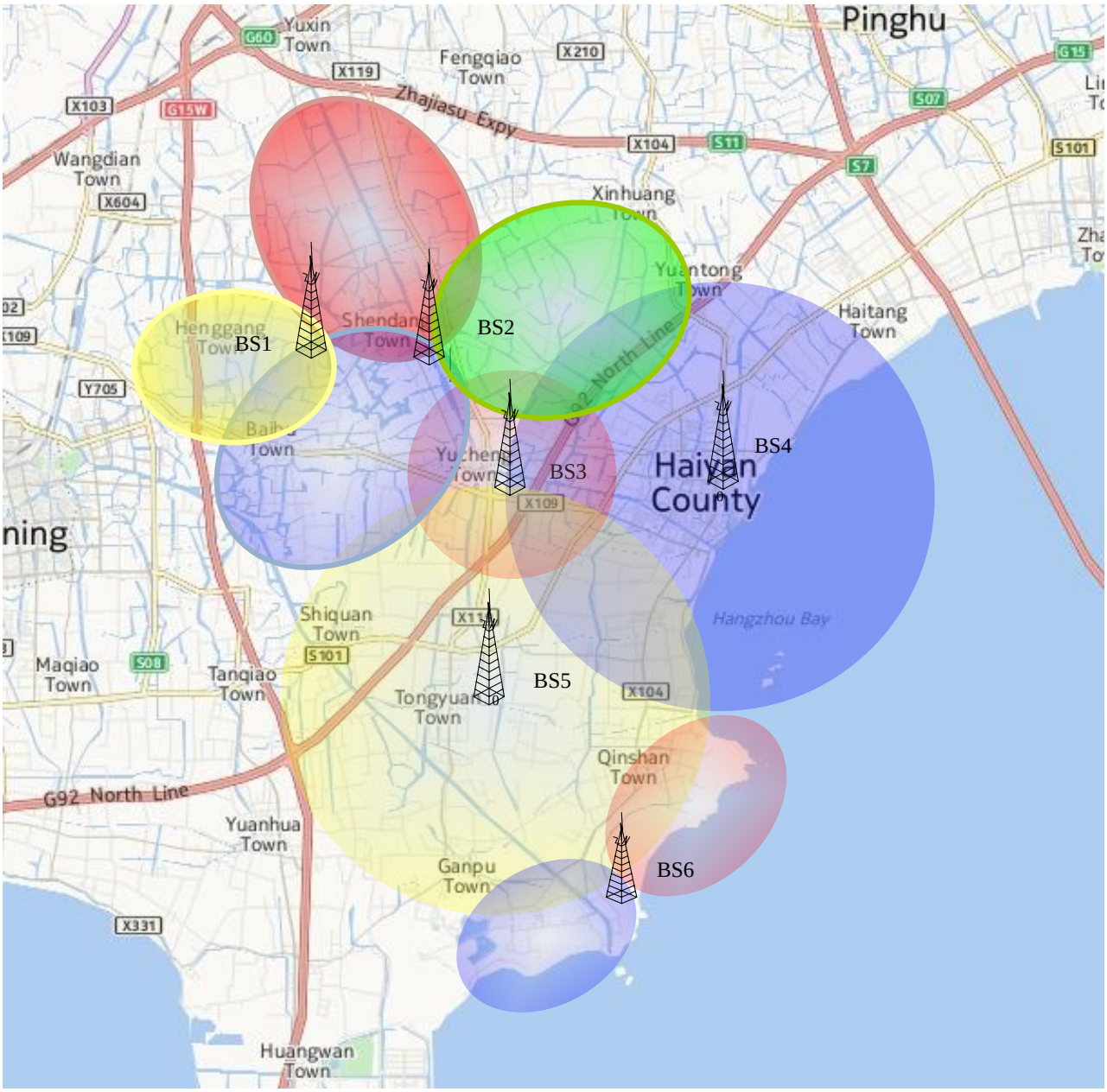
معمارية نظام النفاذ الدينامي إلى الطيف على أساس تجريبي



ومع إقامة الشبكة الذكية وتطويرها في الصين، ثمة حاجة إلى مزيد من موارد الطيف من أجل التطبيقات من قبيل أتمتة توزيع الطاقة وجمع المعلومات عن الاستهلاك. لكن موارد الطيف الموزعة على صناعة الكهرباء في النطاق 223-235 MHz ليست كافية. وبناءً على ذلك نشر الراديو الإدراكي في محافظة سيجيانغ في الصين نظام النفاذ الدينامي إلى الطيف من أجل صناعة الكهرباء، ومع تقنية الراديو الإدراكي يمكن كشف الطيف غير المستعمل وتلبية احتياجات تطبيق الشبكة الذكية من الطيف. ويبين الشكل 2-A6 نشر الشبكة التجريبية في هايان، وهي مقاطعة في محافظة سيجيانغ.

الشكل 2-A6

نشر الشبكة التجريبية في هايان



يمكن التحقق من أداء نظام النفاذ الديناميي إلى الطيف في الشبكة التجريبية. وبحسب نتائج الاختبار، يمكن كشف موارد الطيف غير المستعمل مؤقتاً واستعمالها في تطبيق الكهرباء استناداً إلى تقنية الراديو الإدراكي. ونتيجة لجمع ذلك مع تقنية تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM) والتشكيل والتشفير التكيفي (AMC)، تحسنت كفاءة استخدام الطيف في النطاق 223-235 MHz بشكل كبير من 0,768 bps/Hz إلى 2,44 bps/Hz. وسيتوسع الاختبار في المستقبل ليشمل تقاسم الطيف بين أنظمة متعددة للنفاذ الديناميي إلى الطيف في صناعات مختلفة.

الملحق 7

تجربة شركة ATDI في حسابات النطاقات التلفزيونية غير المشغولة

1 مقدمة

النطاقات التلفزيونية غير المشغولة (TVWS) هي ترددات شاغرة تحت 1 GHz متاحة للاستعمال غير المرخّص في بعض البلدان، وفي مواقع لا يجري فيها استعمال الطيف من جانب خدمات مرخصة، وبشكل أساسي الخدمة الفيديوية الإذاعية. ويستعمل حالياً النطاق 470-790 MHz في أوروبا في التلفزيون الرقمي للأرض (DTT) وفي إنتاج البرامج والأحداث الخاصة (PMSE).

ويرد في النص التالي تفاصيل عن طرائق محاكاة التعايش بين جهاز النطاقات غير المشغولة (WSD) والتلفزيون الرقمي للأرض. كما يعرض كيفية بناء قاعدة بيانات الأجهزة WSD واستعمالها وتقاسمها انطلاقاً من الحسابات والتحليلات التي تجريها منصة شركة ATDI.

الشكل 1-A7

نطاق توضيحي للتلفزيون UHF (470-790 MHz) ومستعمليه الأوروبيين

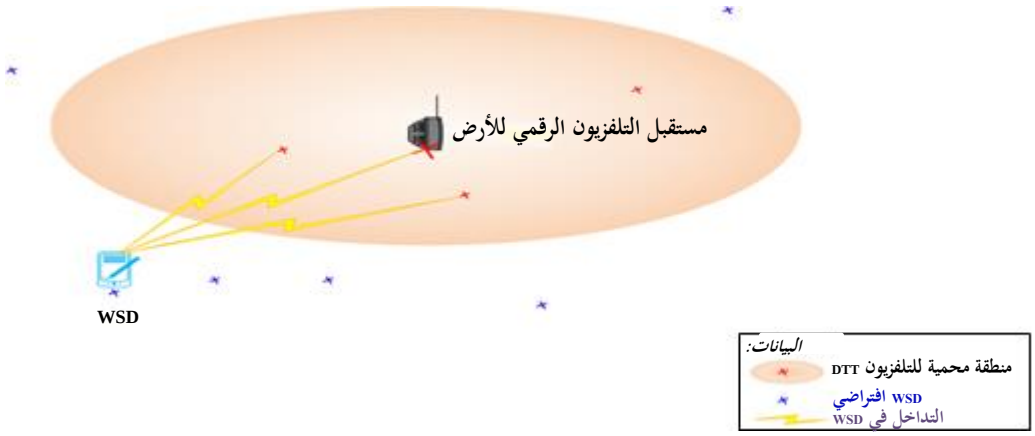
ويمكن استعمال الطريقة نفسها الواردة أدناه لإيجاد القنوات المتاحة في أي نطاق ترددي التي تستعملها أي خدمة اتصالات راديوية: تغيير إعدادات الحسابات، التي يحددها المستعمل أو يسترجعها من جداول المعايير؛ ويمكن استخدام السمات ذاتها.

2 نهج بناء قاعدة بيانات وطنية لأجهزة النطاقات التلفزيونية غير المشغولة

تقترح شركة ATDI المهمات التالية من أجل بناء قاعدة البيانات الوطنية لأجهزة النطاقات التلفزيونية غير المشغولة (WSD):

الشكل 2-A7

نهج بناء قاعدة بيانات وطنية لأجهزة WSD



أ) حساب التغطية لجميع شبكات التلفزيون الرقمي للأرض. ويفضل نموذج انتشار محدد لخرائط النطاقات التلفزيونية غير المشغولة وحسابات التداخل. يستخدم هذا النموذج أيضاً في التحقق من التوافق بين التلفزيون الرقمي للأرض وجهاز WSD.

يتم التحقق من التوافق في جميع نقاط الاستقبال داخل تغطية التلفزيون الرقمي للأرض. وإذا تعرض أحد مستقبلات التلفزيون الرقمي للأرض إلى تداخل من جهاز WSD يعمل بقدرته الدنيا، يتم عندئذ رفض موقع الجهاز WSD.

ب) وينبغي أيضاً أن تؤخذ مرسلات التلفزيون الرقمي للأرض الأجنبية في الاعتبار. ويجب تحديد طريقة لحماية المستقبلات الأجنبية (التوزيعات والتخصيصات) استناداً إلى حساب العتبة و/أو التغطية.

ج) تحديد مجالات خصائص أنظمة إنتاج البرامج والأحداث الخاصة والأنظمة الأخرى، والقنوات المعيّنة.

د) تحديد القنوات المحجوزة المحتملة للتلفزيون الرقمي للأرض (من أجل احتمال تعدد الإرسال في المستقبل).

هـ) التحقق من التغطية وتطبيق مرشح على المناطق المكتظة بالسكان باستخدام قاعدة بيانات السكان.

و) حساب خريطة توافر النطاقات التلفزيونية غير المشغولة (TVWS) باستخدام التداخل الذي يسببه جهاز WSD في مستقبلات التلفزيون الرقمي للأرض لتحديد مناطق الاستبعاد. وتجرى الحسابات لقنوات يصل فيها تردد دلتا إلى n+/-3 (وفقاً للجدول 3 من المعيار ETSI EN 301 598 V1.0.0) وفي الميدان خارج النطاق لكل فئة من فئات أجهزة WSD، ولكل قناة من قنوات التلفزيون الرقمي للأرض ولمختلف ارتفاعات هوائيات أجهزة WSD. ويمكن تطبيق هامش من الضوضاء من أجل الأخذ في الاعتبار لإرسال عدة أجهزة WSD من النقطة ذاتها.

ز) إتاحة خرائط مجانية للطيف للاطلاع عليها على الإنترنت (تظهر عدد القنوات المتوفرة في كل نقطة) وعليها المعلومات التالية: إحداثيات كل نقطة والقنوات المتوفرة والقدرة القصوى المصاحبة المسموح بها.

ح) ومع إضافة عدد من أجهزة WSD الجديدة، إعادة التحقق من مستويات التداخل بواسطة مجموع قدرات التداخل الذي تسببه أجهزة WSD الجديدة ويتجمّع لتشكيل التداخل في التلفزيون الرقمي للأرض.

ط) ويجب أيضاً تحديد إدارة تراخيص أجهزة WSD بوضوح: القيود المفروضة من الخدمات، التزويد، الأولوية...

ي) تحديد بروتوكولات أجهزة WSD المرخصة (النطاقات غير المشغولة) اللازمة لبدء عمل المسيّرات البعيدة ومراقبتها (جودة الخدمة، الحركة).

3 لمحة عن طريقة حسابات النطاقات التلفزيونية غير المشغولة

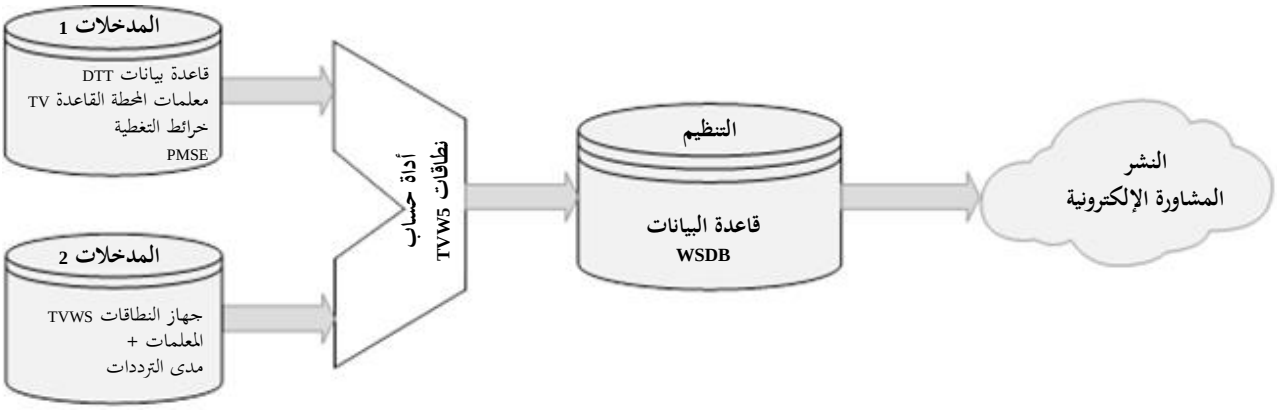
يتمثل الهدف الرئيسي بتعيين ترددات أجهزة WSD في فجوات التغطية الخاصة بالقنوات التلفزيونية. وتقضي الطريقة بتحديد المناطق التي تتوفر فيها كل قناة من القنوات التلفزيونية.

وللتثبت من صحة الترخيص أو إبطاله، يرد في الشكل أدناه تفصيل للطريقة. وتتضمن المنصة ثلاث وحدات أساسية:

- أداة لحساب النطاقات التلفزيونية غير المشغولة.
- قاعدة بيانات لأدوات الإدارة.
- أداة للنشر أو موقع إلكتروني مخصص.

الشكل 3-A7

لمحة عن منصة إدارة أجهزة WSD



4 تنفيذ حساب النطاقات التلفزيونية غير المشغولة

1.4 أداة حساب النطاقات التلفزيونية غير المشغولة

تقوم أداة التخطيط الراديوية بحساب وتقدير عدد القنوات المتوفرة في كل نقطة من منطقة معينة انطلاقاً من قاعدة بيانات المحطات القائمة في التلفزيون الرقمي للأرض. وتستند حماية هذه المناطق (التخصيصات والتوزيعات) من التداخل إلى حساب العتبة و/أو التغطية.

بعد إجراء هذه الحسابات، ترسَل البيانات اللازمة للنسخ الاحتياطي لقاعدة بيانات أجهزة WSD غير المرخصة (WSDB) وتحديثها من أجل الطلبات التالية على أجهزة WSD.

وتمثل بيانات الدخل التي أخذت في الاعتبار في هذا الحساب معلمات جهاز WSD ومدى التردد ورقم تعرّف الهوية.

1.1.4 بيانات الدخل

تتضمن بيانات الدخل جميع المعلمات اللازمة للحسابات ولتحديد النطاقات التلفزيونية غير المشغولة. وتتكون هذه البيانات من:

- معلمات الإرسال في التلفزيون الرقمي للأرض وفي إنتاج البرامج والأحداث الخاصة، وأماكن المواقع، والتغطية، التي تم حسابها بالفعل...
- طلب على قناة (قنوات) جهاز WSD مع معلمات الإرسال المعروفة (القدرة، المدى الدينامي، نطاق التردد...).

1.1.1.4 قاعدة بيانات محطات التلفزيون الرقمي للأرض وإنتاج البرامج والأحداث الخاصة

تحتوي قاعدة البيانات هذه على جميع محطات التلفزيون الرقمي للأرض وإنتاج البرامج والأحداث الخاصة التي وزعت بالفعل في منطقة معينة وعلى المستوى الوطني. وبالتالي تكون خصائص (القدرة المشعة، خرائط التغطية، الموقع، الترددات، نسب الحماية...) كل مرسل معروف متوفرة.

2.1.1.4 قاعدة بيانات أجهزة النطاقات غير المشغولة (WSD)

تتضمن قاعدة بيانات أجهزة النطاقات غير المشغولة (WSDB) المعلومات التالية:

- الإحداثيات (خط الطول، خط العرض، أو X، Y) وارتفاع الهوائي أو علو جهاز WSD الرئيسي.
- القدرة.
- خصائص الهوائي: الكسب والاستقطاب.
- صنف المعدات.
- نطاق التردد الذي يمكن أن يعمل فيه جهاز WSD.

تستخدم هذه المعلومات في إعداد أداة الحساب لمعرفة تغطية نطاق تلفزيوني غير مشغول وفقاً لبيئة رسم الخرائط والجلبة ونموذج الانتشار وارتفاع الهوائي.

2.1.4 طريقة مقترحة للحساب

تسفر الحسابات التي تعتمدها هيئة التنظيم عن التالي:

- خرائط توافر النطاقات التلفزيونية غير المشغولة.
- المناطق الواجب حمايتها لكل قناة في التلفزيون الرقمي للأرض.
- تخصيص قناة (قنوات) لجهاز WSD.

2.4 أداة إدارة قاعدة البيانات WSDB

تخزن النتائج الصادرة عن أداة الحساب في قاعدة البيانات WSDB، وتتضمن خرائط القنوات المحمية وقنوات النطاقات التلفزيونية غير المشغولة والقدرة القصوى المخصصة لكل قناة. كما تسجل جهاز WSD الذي تم ترخيصه بالفعل.

وتحدد هيئة التنظيم سبل النفاذ إلى قاعدة البيانات هذه وعملية توزيع القنوات المتوفرة. وتسمح الإدارة الإلكترونية لقاعدة البيانات من خلال أداة خاصة أو موقع إلكتروني مخصص بتقاسم القنوات المتوفرة وفقاً لمعايير تحددها هيئة التنظيم.

3.4 النفاذ الإلكتروني

حالما تمتلئ قاعدة البيانات، يمكن تقاسمها إلكترونياً للسماح لمستعملي/مشغلي أجهزة WSD بتبادل المعلومات عن قنوات النطاقات التلفزيونية غير المشغولة حول منطقة معينة وتقديم طلب رسمي لاستعمال قناة جهاز WSD مع معرفة ما يلي:

- أهلية قنوات WSD ومؤهلاتها وأولويتها من حيث النوع والفئة.
- قائمة بالقنوات المتوفرة والقدرة القصوى المخصصة.

– قائمة بالقنوات المستعملة بالفعل (بصورة دائمة أو مؤقتة مثلما هو الحال في بعض خدمات إنتاج البرامج والأحداث الخاصة على سبيل المثال).

كما يمكن الاتصال بمدير قاعدة البيانات للتثبت من صحة القنوات المنتقاة قبل استخدامها. وتسمح منصة الإنترنت هذه للمشغلين بدمج جميع الطلبات على القنوات التي أجريت من نماذج التسجيل الإلكترونية لأجهزة WSD وإرسالها إلى هيئة التنظيم.

5 هيئة التنظيم

في سياق إدارة أجهزة WSD، تحدد هيئة التنظيم الإعدادات التي يتعين مراعاتها في أداة الحساب. ويمكن التوصية بعدد من القواعد لتحسين أداء الحسابات ودقتها. وتتيح الإعدادات التوافق بين التلفزيون الرقمي للأرض وأجهزة WSD.

والمعلمات التي يجب مراعاتها هي:

– نموذج مرجعي للانتشار.

– حساب عتبة التغطية والمسافة القصوى.

– نسب الحماية لقنوات التلفزيون الرقمي للأرض.

الشكل 4-A7

مثال على جدول توزيع القنوات

		نسبة الحماية			
		PR1	PR2	PR3	PR4
الأولوية	N1	**C11**	C12	C13	C14
	N2	C21	**C22**	C23	C24
	N3	C31	C32	**C33**	C34
	N4	C41	C42	C43	**C44**

تقابل قناة متوفرة من قنوات النطاقات التلفزيونية غير المشغولة مستوى أولوية (N) ونسبة حماية (C/I) معينَيْن. فعلى سبيل المثال، لا يمكن توزيع تردد على خدمة تحظى بأولوية منخفضة إلا إذا توفر أكثر من قناتين في النقطة ذاتها. انظر الشكل 5-A7 للاطلاع على مثال على حساب النطاقات التلفزيونية غير المشغولة المتوفرة في منطقة معينة.

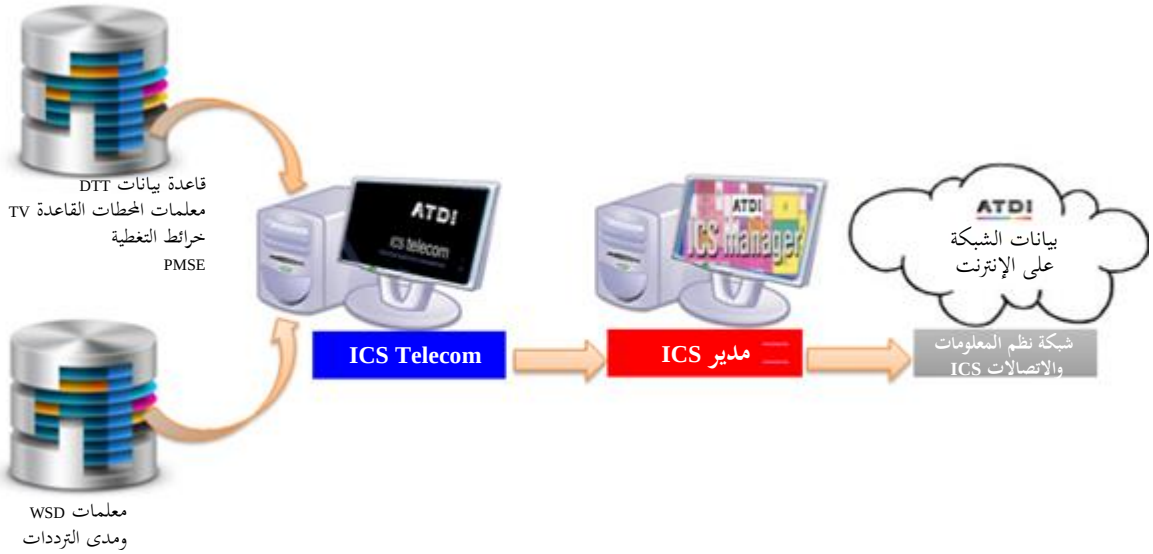
6 منصة شركة ATDI لحساب النطاقات التلفزيونية غير المشغولة

1.6 لمحة عامة

استناداً إلى الطريقة التي ورد وصفها من قبل، ترد فيما يلي معمارية منصة شركة ATDI لإدارة النطاقات التلفزيونية غير المشغولة (TVWS).

الشكل 5-A7

حسابات النطاقات TVWS، وإدارتها بواسطة أدوات شركة ATDI

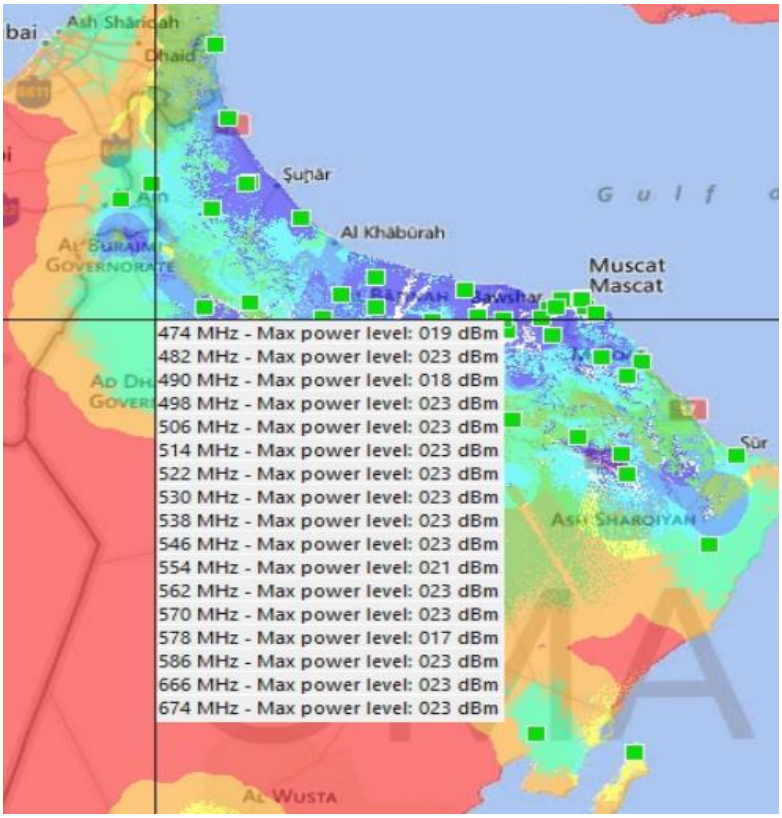


وتعتبر ICS Telecom أداةً للتخطيط الراديوي وضعتها شركة ATDI ويستخدمها العديد من المنظمين والمشغلين في شتى أنحاء العالم. وتشمل منصة الحساب هذه من الآن فصاعداً وحدات مخصصة لحساب النطاقات TVWS.

فعلى سبيل المثال، في خريطة لمساحة 100 000 km^2 باستبانة قدرها 100 m، فإن مدة الحساب بواسطة حاسوب شخصي عادي من طراز عام 2017 تبلغ 15 min لكل قناة.

الشكل 6-A7

القنوات المتوفرة مع القدرة القصوى المقابلة



وتخصص قاعدة بيانات نظام الإدارة في شركة ATDI، أي مدير نظام ICS، للمنظمين ومديري الطيف الراديوي. وتسمح هذه الأداة بتوزيع القنوات وإدارتها من خلال وضع القواعد. ويوجد بحوزة مدير نظام ICS خدمة إلكترونية تسمح بتبادل المعلومات مع مستعملي النطاقات TVWS. ويمكن استخدام جميع هذه الوظائف في أي نوع من التكنولوجيا.

2.6 ملخص

تسمح الطريقة التي اقترحتها شركة ATDI بما يلي:

- تحديد القنوات TVWS بصورة دقيقة (وإن لم يقتصر الأمر على ذلك). ويمكن تطبيق الطريقة ذاتها على أي خدمة في أي نطاق لتحديد القنوات المتوفرة.
- توزيع القنوات مع مراعاة القواعد الخاصة بالمناطق المحمية.
- تحليل أثر النشر الجديد لأجهزة WSD على خدمات أخرى في منطقة معينة.

وللاطلاع على مزيد من المعلومات حول الأدوات التي وضعتها شركة ATDI لحساب وإدارة النطاقات TVWS، يمكنك زيارة موقعنا الإلكتروني: http://www.atdi.com/white-space-device-calculation-and-database/.

الملحق 8

دراسات حالة من بوتسوانا

1 مقدمة

تفتقر العيادات الصحية في الكثير من البلدان النامية إلى نفاذ كاف إلى النطاق العريض. وللتصدي لهذا التحدي الصحي في بوتسوانا، عقدت وزارة الصحة في بوتسوانا وهيئة تنظيم الاتصالات في بوتسوانا (BOCRA) شراكة مع محور الابتكار في بوتسوانا (BIH) وجامعة بوتسوانا ووكالة الولايات المتحدة للتنمية الدولية (USAID) وجامعة بنسلفانيا وشركة مايكروسوفت وشركة Global Broadband Solutions (GBS) وأطلقت مشروعاً تجريبياً لتقديم خدمة إلكترونية للرعاية الصحية في مناطق من بوتسوانا لا يتوفر فيها النفاذ إلى النطاق العريض وإلى خدمات صحية متخصصة كافية. ويتوفر النطاق العريض باستخدام النفاذ الدينامي إلى الطيف (DSA) غير المستعمل من خلال القنوات التلفزيونية، أو ما يشار إليه عادة بالنطاقات التلفزيونية غير المشغولة (TVWS).

وبما أن هذا المشروع التجريبي يبرز مثالاً على تقاسم النفاذ إلى الطيف بطريقة تساهم في القطاع الصحي، فقد قدمت هذه المساهمة للاستعانة بها في توجيه عمل القرار 9 في مهمته المتمثلة "بتجميع دراسات الحالة وأفضل الممارسات المتعلقة بالاستعمالات الوطنية الخاصة بتقاسم النفاذ إلى الطيف، بما في ذلك النفاذ الدينامي إلى الطيف (DSA) ودراسة الفوائد الاقتصادية والاجتماعية التي يحققها التقاسم الفعّال لموارد الطيف".

وفيما يتعلق بتوافر النطاقات TVWS في بوتسوانا، ثمة طيف بموجات ديسيمترية (UHF) غير مستعمل و/أو غير مخصص يمكن استخدامه في توفير النفاذ إلى النطاق العريض عبر تقاسم الطيف – ما يشكل بالتالي فرصة هامة لزيادة استخدام مورد الطيف هذا بفعالية أكبر من أجل تحسين الكثير من مظاهر الحياة في بوتسوانا، بما في ذلك توفير الرعاية الصحية.

2 الأهداف والمستفيدون المستهدفون

يركز مشروع النطاقات TVWS في بوتسوانا على توفير برنامج صحي في إطار الطب عن بعد بواسطة نطاق عريض منخفض التكلفة طويل المدى عبر النطاقات TVWS. وسيمكّن هذا البرنامج الموظفين الطبيين من التشاور مع مرضاهم في الأماكن النائية بهدف أساسي يتمثل في توسيع النطاق المحتمل للخدمات الصحية في أنحاء بوتسوانا والأماكن التي تصل إليها هذه الخدمات. وتشمل الأهداف الثانوية إرساء الأسس لزيادة النفاذ المنخفض التكلفة إلى الإنترنت الذي يمكن أن يساعد في زيادة استخدام الطاقة المتجددة وتحسين التعليم والرعاية الصحية والوصول إلى الأسواق وتمكين الأعمال التجارية الصغيرة في شتى أنحاء بوتسوانا.

والمستفيدون المستهدفون هم المستشفيات والعيادات والمرضى الطبيون الذين يحتاجون إلى الخدمات التالية:

- فحوصات مرض سرطان عنق الرحم
- فحوصات الأمراض الجلدية
- فحوصات فيروس نقص المناعة البشرية (HIV) واستشارات بشأنه
- فحوصات السلّ والاستشارات بشأنه
- رعاية الكبار والأطفال
- استشارات الطب الداخلي

يقوم هؤلاء المستفيدون بإجراء فحوصات وتلقي استشارات من خلال استعمال تطبيقات المؤتمر الفيديوي عالية الوضوع التي تستهلك 8 ميغابكسل، وآلات تصوير عالية الاستبانة في أماكن العيادات والمستشفيات النائية. وتتطلب الفحوصات تصويراً عالي الوضوح لتشخيص الاضطرابات الطبية السائدة، كالسلّ، ومعالجتها بشكل صحيح. تنتقل هذه الصور وأشرطة الفيديو عبر

وصلات النطاق العريض القائمة على النطاقات TVWS في المواقع النائية الثلاثة والمناطق المحيطة بها (ضمن مسافة إرسال إشارة TVWS) حيث تنتقل بعد ذلك إلى وصلة التوصيل بالإنترنت التي ترسل البثّ الفيديوي مباشرة إلى الموظفين الطبيين في محور غابورون أو إلى الشركاء في جامعة بنسلفانيا للتشخيص والتوصيات المتعلقة بالمعالجة.

3 المواقع الجغرافية

تبنى الشبكة حول محور مركزي وثلاثة مستشفيات مناطقية وعيادات الرعاية الصحية المحيطة بها، التي تقل في كل منها موارد الرعاية الصحية وخدمات النفاذ إلى النطاق العريض. تقوم المستشفيات المناطقية الثلاثة بدور محطات قاعدة للنطاقات TVWS تتوسع لتشمل شبكة من سبعة مواقع لعيادات إضافية بين المواقع الثلاثة، ليصل مجموع المواقع إلى عشرة في المرحلة الأولى من المشروع.

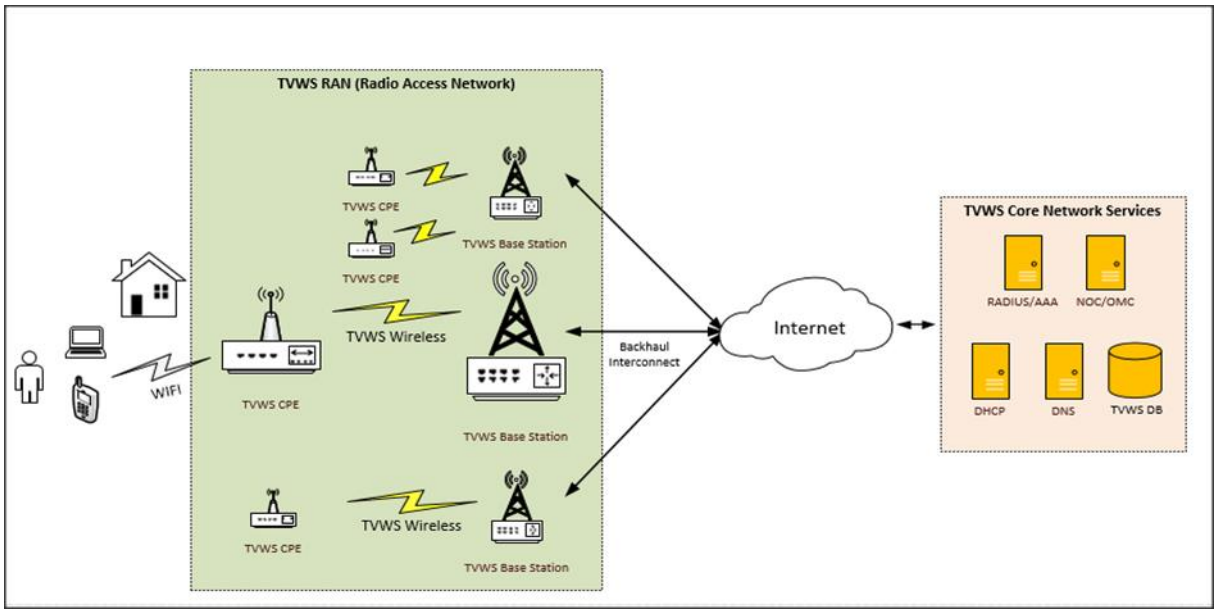
- المحور – غابورون: محور من الأنظمة قرب جامعة بوتسوانا ومستشفى الأميرة مارينا في غابورون يقوم بدور محور الشبكة. يسمح الموقع المركزي بتوصيل الشبكة بوصلة إنترنت لاسلكية عالية الجودة توفر رسوماً تصويرية واضحة للمرضى في الأماكن النائية وخدمات استشارية ذات صلاحية من خلال تطبيقات الطب عن بعد وأجهزته.
- الموقع الأول – لوباست: يقع جنوب شرق غابورون، ويستضيف الموقع الميداني في لوباست شبكة TVWS تقدم خدمة عريضة النطاق في جميع أنحاء المنطقة المحيطة إلى العيادات وإلى مواقع أخرى محتملة في المستقبل. وسيستضيف هذا الموقع فحوصات سرطان عنق الرحم وفحوصات الأمراض الجلدية.
- الموقع الثاني – فرانسيستاون: يقع قرب الحدود الشمالية الشرقية مع زمبابوي، ويتصل أيضاً بنطاقات TVWS ويقدم فحوصات سرطان عنق الرحم خلال المرحلة الأولى من المشروع. وسينتقل في المرحلة الثانية إلى توفير فحوصات السلّ وفيروس HIV، إلى جانب رعاية الكبار والأطفال.
- الموقع الثالث – مون: يقع في المنطقة الريفية في شمال غرب بوتسوانا، وسيبدأ تشغيل هذا الموقع الميداني قريباً في المرحلة الثانية من المشروع لتقديم فحوصات سرطان عنق الراحم والسلّ وفيروس HIV، واستشارات للكبار والأطفال، إلى جانب تقديم الرعاية في الطب الداخلي.

4 المعمارية التقنية

توفر شركة Botswana Fibre Networks (BoFiNet) وصلة التوصيل بالإنترنت (وهي مورّد بالتجزئة للبنية التحتية للاتصالات الدولية) التي توفر التوصيلية من محور غابورون إلى المواقع الثلاثة الأولية، حيث تقع المحطات القاعدة للنطاقات TVWS التي تؤمن الاتصال مع الأجهزة الراديوية للنطاقات TVWS الواقعة في أماكن المواقع وحولها. وسيركّز النشر الأولي على ضمان حصول العيادات على أجهزة راديوية للنطاقات TVWS لكي تتمكن من الاتصال بواسطتها، ولكنها ستشمل مع الوقت كيانات أخرى مثل المكاتب الحكومية والأعمال التجارية الصغيرة.

الشكل 1-A8

المخطط التقني



الجدول 1-A8

المواصفات الراديوية للنطاقات التلفزيونية غير المشغولة

المواصفات الراديوية	نطاقات راديوية غير مشغولة
الوسط اللاسلكي:	TDD OFDMA
معايير الشبكة:	المعيار 802.22 المعدل والمحسّن
معدلات PHY المدعومة:	12 أسلوباً من 1,5 Mbps إلى 20 Mbps
معدل البيانات (الطبقة الإجمالية للنطاق 6 MHz)	2UL+DL 1 Mbps – 16 Mbps
عرض القناة:	5,5 MHz (الأمريكتان)، 7,6 MHz (أوروبا وإفريقيا)
إعدادات قدرة الإرسال المتاحة:	20 dBm (100 mW) موصولة
التحكم في القدرة:	قابل للبرمجة
نطاقات التشغيل:	FCC UHF 400-1 000 MHz
حساسية المستقبل:	–98 dBm 3.5 dB 2.7 Mbps (QPSK 1/2) –90 dBm 11.5 dB 7.1 Mbps (16 QAM 2/3) –81 dBm 20.5 dB 12 Mbps (64 QAM 3/4)
التشكيل	OFDM: QPSK, 16 QAM, 64QAM
الهوائيات	PCB Bowtie Client only, integrated رأسي الاستقطاب، ~0 dBi DB2E UHF Panel Client or Base رأسي الاستقطاب، عنصران، 6-9 dBi Log-Periodic Base Only رأسي الاستقطاب، 10 dBi

طيف النطاقات TVWS المستخدم في المشروع

- حتى ست قنوات UHF بعرض 8 MHz تستعمل في النطاق 470-790 MHz.
- 3 قنوات UHF في المدى 470-598 MHz.
- 3 قنوات UHF متوفرة في المدى 638-790 MHz.

الجدول 2-A8

مخطط القنوات

مدى قنوات UHF	مدى الترددات	مجموع القنوات	القنوات المستخدمة	اسم القناة المتوفرة
Ch. 21-36	MHz 598-470	16	3	X1,X2,X3
Ch. 42-60	MHz 790-638	19	3	Y1,Y2,Y3

الجدول 3-A8

مخطط القنوات والسعة

اسم وموقع محطة القاعدة	أماكن المواقع الإضافية	عدد القطاعات (هوائيات/أعمدة)	المستعملون المتزامنون (باستخدام Mbps 1,2 لكل مستعمل)	الصبيب الأدنى لكل مستعمل (Mbps)*	متوسط صبيب البروتوكول TCP لكل قناة (Mbps)	السعة الإجمالية (Mbps)	العدد الأدنى للأجهزة الراديوية في محطة القاعدة (BS)	عدد الأجهزة الراديوية في المحطة القاعدة لكل قطاع			توزيع القنوات لكل جهاز راديوي في المحطة القاعدة						
								A	B	C	A1	A2	B1	B2	C1	C2
مستشفى أتلون، لوباست	عيادة تسوبنغ	3	50	1,2 إلى 10	10	60	6	2	2	2	X1	Y1	X2	Y2	Y3	Y3
مستشفى لتسهولانتيب 2 التذكاري، مون	عيادة مويتي عيادة بوزيجا عيادة مون عيادة سيدي عيادة مون العامة	3	50	1,2 إلى 10	10	60	6	2	2	2	X1	Y1	X2	Y2	Y3	Y3
مستشفى نيانغابوي/فرانسيستاون		3	50	1,2 إلى 10	10	60	6	2	2	2	X1	Y1	X2	Y2	Y3	Y3

* يتغير الصبيب الأدنى بناء على الظروف الراديوية (البعد عن الموقع، المستعملون المتزامنون). ويقدر بقيمة 3 Mbps لإشارة خارج خط البصر تصل إلى 10 km.

5 التمويل

يموّل المشروع التجريبي عن طريق نموذج للشراكة بين محور الابتكار في بوتسوانا (BIH) وشركة مايكوسوفت ووكالة الولايات المتحدة للتنمية الدولية (USAID) وجامعة بنسلفانيا وشركة GBS. ويقدم كل طرف مساهمات عينية ذات قيمة مختلفة:

- التزم المحور BIH برصد مبلغ 949 435 دولار لتمويل تكاليف دعم الشبكة.
- التزمت شركة مايكروسوفت برصد مبلغ 765 473 دولار لتمويل نفقات المشروع، بما في ذلك تطوير التطبيقات وبرنامج الطب عن بعد وتوفير هواتف نوكيا لتوزيعها على الموظفين الصحيين والمراكز الصحية المحلية وحواسيب مكتبية تعمل على برنامج ويندوز 8.1.
- التزمت وكالة الولايات المتحدة للتنمية الدولية (USAID) بتمويل تجهيزات شبكة عريضة النطاق للنطاقات TVWS بتكلفة تقديرية قيمتها 240 205 دولار.
- التزمت جامعة بنسلفانيا بالتنسيق مع موظفيها الطبيين في بوتسوانا لتوفير استشارات طبية من خلال برنامج الطب عن بعد الذي تشترك في تمويله الشراكة في المشروع التجريبي.
- التزمت شركة GBS بتصميم وبناء وتشغيل شبكة النطاقات TVWS لتوفير النفاذ إلى النطاق العريض لمستشفيات وعيادات وزارة الصحة في بوتسوانا.
- يتمثل الهدف الإجمالي في أن تحقق شبكة TVWS وبرنامج توفير الرعاية الصحية المرتبط بها استدامة مالية من خلال الانتقال إلى نموذج تجاري لتقديم الخدمات في وقت ما في المستقبل لا يتطلب هبة خارجية ومساهمات تمويل عينية.

6 العناصر التنظيمية

منحت هيئة تنظيم الاتصالات في بوتسوانا (BOCRA) ترخيصاً لمحور الابتكار BIH بالشراكة مع شركة مايكروسوفت وجامعة بنسلفانيا وشركة GBS لإجراء تجربة للنطاق العريض اللاسلكي باستخدام النطاقات TVWS رهناً بالشروط التالية:

- ترخّص التكنولوجيا على أساس ثانوي، وبالتالي إذا تعرضت خدمة أولية (الإذاعة) إلى التداخل يتعين على الفور إطفاء النظام TVWS.
- فترة تجريبية لمدة 36 شهراً (3 سنوات).
- الترددات التي يستفيد منها كيان الهيئات هي 470-694 MHz.
- ينبغي أن تكون جميع التجهيزات المستعملة معتمدة من الهيئة BOCRA.
- يرخص بإجراء المحاولة في البلد بأسره لخدمة المستشفيات والعيادات وكذلك المراكز الصحية.
- ينبغي أن تكون فترة تقديم التقارير الدورية عن تقدم العمل في المشروع إلى هيئة تنظيم الاتصالات في بوتسوانا 6 أشهر.
- ينبغي أن تقدّم التعريفات التي تستوفى من العملاء المعنيين إلى الهيئة BOCRA لاعتمادها.
- إذا وضعت الهيئة BOCRA إطاراً لتشغيل النطاقات TVWS عموماً خلال الفترة التجريبية واعتمدته، يكون المحور BIH ملزماً بالعمل بموجب هذا الإطار.
- يمكن أن تقوم الهيئة بتعديل الشروط (بما في ذلك وضع شروط إضافية) عند الضرورة بالتشاور مع الشركاء.

7 خلاصة

أصبحت تطبيقات النطاق العريض وسيلة هامة لتحسين نوعية الحياة في المجتمعات المحرومة من الخدمات في جميع أنحاء العالم النامي. وفي بوتسوانا، يسهم النطاق العريض عبر تقاسم الطيف في النطاقات TVWS في تلبية احتياجات المواطنين في بوتسوانا من الرعاية الصحية. ويتوقع أن يجني برنامج الطب عن بعد فوائد اقتصادية واجتماعية، علماً بأن البرنامج يتضمن وظيفة رصد وتقييم لتوثيق الأثر الاقتصادي والاجتماعي على المجتمعات المعنية.

وللانتقال إلى أبعد من المشاريع التجريبية نحو عمليات نشر تجارية مستدامة، تلتزم الهيئة BOCRA بتحديد وتنفيذ سبل زيادة تشجيع هذه الحلول المبتكرة من خلال إحداث تغييرات تنظيمية من شأنها أن ترسخ الإطار السياساتي للطيف من أجل استعمال تقاسم الطيف. وسيساعد الإطار التنظيمي على تحفيز الجهات الفاعلة اقتصادياً على النظر في نشر شبكات إضافية لتيسير ليس فقط توصيل الرعاية الصحية بل الكثير من تطبيقات النطاق العريض المفيدة في جميع أنحاء بوتسوانا.

الملحق 9

دراسات حالة في الفلبين

1 مقدمة

يستهدف المشروع عشرين (20) مدرسة ابتدائية وثانوية حكومية على الأقل في تاليبون وأوباي وتوبيغون (بنصف قطر 10 km) والضواحي المجاورة القريبة على شواطئ بوهول لتلبية متطلبات الأنظمة الإيكولوجية للمصائد المستدامة (Ecofish) من توصيلية النطاق العريض في هدفها المتمثل بجعل قطاع المصائد قطاعاً مستداماً من خلال الإدارة الفعالة.

ويستهدف مكتب تكنولوجيا المعلومات والاتصالات التابع لوزارة العلوم والتكنولوجيا (DOST-ICTO) نشر محطة قاعدة في أبراج الإرسال الراديوي القائمة التابعة لمكتب الاتصالات في وزارة العلوم والتكنولوجيا (ICTO-TELOF) ومعدات منشآت العملاء في المدارس الابتدائية والثانوية الحكومية كجزء من المشاريع التجريبية غير التجارية للنطاقات التلفزيونية غير المشغولة (TVWS). وتقدم خدمة توصيلية النطاق العريض في بلديات تاليبون وتوبيغون وأوباي في بوهول إما بواسطة مكتب الاتصالات ICTO-TELOF أو القطاع الخاص. ومع ذلك لا تزال غالبية الضواحي والمدارس، ولا سيما تلك الواقعة في المناطق النائية والجزر القريبة، غير موصولة بعد بالإنترنت بسبب نقص البنية التحتية في مرحلة الإيصال الأخيرة. ويتوقع أن يكون نشر النفاذ اللاسلكي إلى النطاق العريض عن طريق تكنولوجيا النطاقات TVWS ملائماً لحل فجوات التوصيلية في مرحلة الإيصال الأخيرة في هذه المناطق.

2 الاستراتيجيات

يهدف هذا المشروع إلى توسيع تغطية توصيلية النطاق العريض إلى الضواحي والمدارس التي لا تزال محرومة من الخدمات وقليلة الخدمات في البدّالات المحلية لتاليبون وتوبيغون وأوباي التابعة للمكتب ICTO-TELOF في منطقة بوهول. ويرمي إلى خدمة المدارس الابتدائية والثانوية الحكومية في تاليبون وتوبيغون وأوباي (بنصف قطر 10 km) والضواحي المجاورة في البلديات المذكورة. كما يتوقع أن يلبي متطلبات الأنظمة الإيكولوجية للمصائد المستدامة (Ecofish) من توصيلية النطاق العريض من خلال شبكة wifi عمومية مجانية في هدفها المتمثل بجعل قطاع المصائد قطاعاً مستداماً من خلال الإدارة الفعالة. وبالإضافة إلى تحقيق توصيلية النطاق العريض في مختلف الخدمات الحكومية في المدارس الحكومية والمستشفيات والمراكز الإلكترونية المجتمعية، يهدف هذا المشروع التجريبي، الذي هو جزء من خطة مكتب تكنولوجيا المعلومات والاتصالات التابع لوزارة العلوم والتكنولوجيا

(DOST-ICTO)، عند تنفيذه إلى 1) توفير البيانات الضرورية لوضع السياسات والقواعد واللوائح وصيغها النهائية لإضفاء طابع مؤسسي على اعتماد تكنولوجيات TVWS متسقة مع الخطط الوطنية، و2) مساعدة الشركاء في تكنولوجيا TVWS في صقل منتجاتهم وخدماتهم وفقاً لسمات البيئة في الفلبين، و3) مساعدة قاعدة البيانات الخاصة بالنطاقات TVWS وموردي خدمة التوصيلية ببيانات وخبرة هامة لتطوير خدماتهم قبل النشر المتوخى على مستوى البلد.

أما بشأن حالة البرنامج المذكور، فمن المتوقع أن يستكمل نشر مشروع النطاقات التلفزيونية غير المشغولة في غضون سنة إلى سنتين. وقد نشر مكتب تكنولوجيا المعلومات والاتصالات تكنولوجيا النطاقات التلفزيونية غير المشغولة في بوهول عمداً بسبب الزلزال الذي ضرب هذه المحافظة وأدى إلى قطع الاتصالات بالكامل ما جعل السكان في المنطقة معزولين عن العالم الخارجي. وبالتالي، تعرقلت جهود الإنقاذ وإعادة التأهيل التي بذلتها الوكالات الحكومية والخاصة بسبب غياب الاتصالات. ونشرت تكنولوجيا TVWS في الساحة العامة ومبنى البلدية وفي المركز الحكومي عمداً لتوفير شبكة wi-fi مجانية للسكان في المجتمع المحلي لكي يتمكنوا من إجراء المكالمات والتواصل مع أقربائهم باستخدام الوسائط المتعددة من قبيل Viber وLine وSkype وما إلى ذلك. في الوقت ذاته، استخدمت تكنولوجيا TVWS في تاكلوبان التي تعرضت لإصابات وأضرار جسيمة من جراء الإعصار هايان (يولاندا). ونشر مكتب المعلومات والاتصالات نطاقاً تلفزيونياً غير مشغول في المنطقة لتوسيع مدى المطاريف الساتلية VSAT من المكتب الإقليمي لوزارة العلوم والتكنولوجيا إلى ثانوية العلوم في الفلبين (بيساي) وليت، وإلى لوس بومبيرو، وهو متطوع إسباني، حيث توجد مراكز الإخلاء. بالإضافة إلى ذلك، استخدمت النطاقات التلفزيونية غير المشغولة لتوسيع نطاق إشارة الإنترنت من البرج الذكي في تانوان، ليت، إلى المبنى البلدي والمركز الإلكتروني المجتمعي لكي يستخدمها الجمهور ويتواصل عن طريق البريد الإلكتروني والتحادث مع الأقرباء محلياً وفي الخارج. وقد هيأنا برنامجاً للصحة الإلكترونية في المركز الحكومي باستخدام جهاز RXBox يعمل من خلال النطاق التلفزيوني غير المشغول.

يغطي نشر المشروع التجريبي للنطاقات التلفزيونية غير المشغولة في بوهول المنطقة التالية: محطة القاعدة المنشأة في تاليبون للنطاقات TVWS التي توفر التوصيلية داخل نصف قطر قدره 10 km إلى 5 مدارس ابتدائية/ثانوية حكومية وشبكة Wifi مجانية إلى الأعضاء في مشروع Ecofish الممول من BFAR-USAID، والوحدات الصحية الريفية (RHU) المجاورة والقاعات الكبيرة في الضواحي والجمهور؛ والمحطة القاعدة المنشأة في توبيغون للنطاقات TVWS التي توفر الإنترنت لإحدى المدارس الابتدائية وشبكة WIFI مجانية للساحة العامة والسوق العمومي والكنيسة بالإضافة إلى توصيلية النطاق العريض إلى المستشفى المركزي في المجتمع المحلي ومختلف الوكالات الحكومية المجاورة؛ والمحطة القاعدة المنشأة في أوباي للنطاقات TVWS التي توفر التوصيلية للمستفيدين المتوقعين وهم 12 مدرسة ابتدائية حكومية ومركز إلكتروني مجتمعي، وإلى مشروع Ecofish الممول من BFAR-USAID والوحدات الصحية الريفية (RHU) والقاعة العمومية في الضاحية المجاورة للمدارس بالإضافة إلى شبكة wifi عمومية مجانية للجمهور.

مشروع نشر النطاقات TVWS في بوهول	
المحطة القاعدة في توبيغون	تركيب محطة قاعدة بقناتين (2) رئيستين وسعة إجمالية 24 Mbps (تقريباً 12 Mbps لكل قناة). تركيب ثلاثة تجهيزات لمنشآت العملاء في المواقع التالية: المستشفى المحلي في توبيغون الذي يوفر التوصيلية للوكالات الحكومية المختلفة في المركز الحكومي في توبيغون (وهي وزارة الرعاية الاجتماعية والتنمية (DSWD)، ووزارة العلوم والتكنولوجيا (DOST)، ومؤسسة MCTC، وهيئة التعليم المهني وتطوير المهارات (TESDA)، بالإضافة إلى الوحدات الصحية الريفية (RHU) في توبيغون؛ النادي الرياضي متعدد الأغراض في توبيغون مع نفاذ إلى شبكة wifi عمومية لتغطية سوق توبيغون العمومي والساحة الرئيسية وكنيسة توبيغون؛ مدرسة توبيغون الابتدائية المركزية بنقطة نفاذ إلى شبكة wifi
المحطة القاعدة في أوباي	تركيب محطة قاعدة بأربع (4) قنوات رئيسية وسعة إجمالية 48 Mbps (تقريباً 12 Mbps

مشروع نشر النطاقات TVWS في بوهول	
	لكل قناة). تركيب ثلاثة عشر (13) من تجهيزات منشآت العملاء في المدارس الابتدائية الحكومية التالية والمركز الإلكتروني المجتمعي: بوبلاسيون كايات تابون أشيلا كامامبوغان بود كاتارونغان المركز الإلكتروني المجتمعي (ك. ب. غارسيا) تيبولا كالانغامان سان إيزودرو تابال سنتينلا إيملدا
المحطة القاعدة في تاليبون	تركيب محطة قاعدة بثلاث (3) قنوات رئيسية وسعة إجمالية 48 Mbps (تقريباً 12 Mbps لكل قناة). تركيب خمسة (5) تجهيزات لمنشآت العملاء في المواقع التالية: ثانوية سان خوسيه الوطنية مدرسة سان بيدرو الابتدائية، تاليبون مدرسة سانتو نينو الابتدائية، تاليبون مدرسة جينيباتان الابتدائية، تاليبون القاعة الرئيسية في ضاحية بينامغو، تاليبون

وبالنسبة للشراكة والتمويل، أقام مكتب تكنولوجيا المعلومات والاتصالات التابع لوزارة العلوم والتكنولوجيا (DOST-ICTO) شراكة مع وكالات حكومية مختلفة وموزّدي التكنولوجيا وأصحاب المصلحة عبر مذكرة تفاهم، وهذه الوكالات هي اللجنة الوطنية للاتصالات (NTC)، ووزارة التعليم (DepEd)، وشركة مايكوسوفت، وشركة Nityo InfoTech، واتحاد رابطات التلفزيون الكبلي الدولي والاتصالات في الفلبين (FICTAP)، ومؤسسة ABS-CBN، وجمعية Ecofish، وBFAR، وUSAID.

وفيما يتعلق بتطبيقات الخدمات المقدمة، أطلقت الحكومة شبكة قائمة على نطاقات TVWS لتوفير شبكة اتصالات فورية على أرض الواقع للمستجيبين للإغاثة في حالات الكوارث وضحايا إعصار هايان. وقد أنشئت في غضوت ساعات بعد وقوع الكارثة، ووفرت فوراً شبكة اتصالات لاسلكية بالاتجاهين للصوت والبيانات لأي شخص لديه أجهزة عاملة مثل الهواتف اليدوية والحواسيب المحمولة والحواسيب اللوحية وما إلى ذلك، وبتكلفة لا تتعدى عُشر الأسعار التي توفرها الحلول البديلة. وقد وفّر مشروع النطاقات TVWS هذا توصيل مجتمعات صيد الأسماك بالنطاق العريض وسمح للحكومة المحلية بالنفاذ إلى نظام التسجيل الوطني بصورة مباشرة، ومكّن البلديات من توزيع الوثائق والشهادات والتراخيص الهامة الخاصة بتعرّف الهوية بصورة فورية على

صيادي الأسماك الذين هم بحاجة إليها، وزودت في الوقت نفسه الشرطة الوطنية والوكالات الأخرى بنفاذ فوري وتوصيل بقاعدة البيانات المركزية لرصد الامتثال.

وكان الهدف من مشروع النطاقات TVWS نشر النطاق العريض في المناطق الريفية للاستخدام العام من قبيل 1) استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات للتعليم العام كالتعليم المتعدد الوسائط والوصول إلى نوع أفضل من المعلمين والنفاذ إلى المعلومات وتوصيلها؛ 2) استخدام "الصحة عن بعد" في الوحدات RHU لتوصيل الرعاية الصحية الأولية والوصول إلى الاختصاصيين والإدارة الصحية والحصول على الرعاية الصحية للجميع؛ 3) استخدام الإدارة في التنسيق بين الوحدات الحكومية المحلية (LGU) والوكالات الحكومية الوطنية (NGA) والنفاذ إلى خدمات الحكومة الإلكترونية والمشاركة الكبيرة من الجمهور؛ 4) استخدام الكوارث والتخفيف من آثارها والتصدي لها في جمع البيانات عن طريق شبكة الاستشعار وتوصيل المعلومات (الإنذار المبكر)؛ 5) استخدام التجارة والصناعة في الأعمال التجارية الإلكترونية – التسويق والبيع والتوزيع والدعم وما إلى ذلك، وتحسين الإنتاجية، والحصول على المعارف. وفيما يلي المواصفات التقنية لنظام TVWS.

المواصفات التقنية للنطاقات TVWS	
مواصفات النظام	
نطاقات التردد	MHz 750-630
Max PldB @ 1.5Mpbs	dBm 31+
عرض نطاق القناة	MHz 20/10/5
حساسية المستقبل	dBm 99–
معدلات البيانات	1,5 إلى Mbps 13,5
التشكيل	QPSK و16 QAM
المدى	حتى km 10,7
السطح البيني الراديوي	MMCX
السطح البيني للطرف الخلفي	32 bit miniPCI
القدرة الاسمية	A 1,6 على DC V 3,3
عامل الشكل	3.3”x 2.3”x 0.5”
درجة حرارة التشغيل	33– إلى +55 مئوية
رطوبة التشغيل	حتى 95% لا مكثّفة

وبالنسبة للتركيب والنشر، تم تركيب تجهيزات منشآت العملاء بالتنسيق مع مسؤولي المدارس لتوصيل محطات القاعدة التي توفر الإنترنت. ونظراً لعدم وجود اللوائح، كانت عملية النشر موجهة للجمهور أكثر أو للاستخدام الحكومي خاصة في المدارس الحكومية التي ليس لديها نفاذ إلى الإنترنت ولأن التلامذة يحتاجون بشدة إلى الإنترنت لكي يبقوا على اطلاع جيد عما يجري علماً بأن المشكلة تكمن في نقص التوصيل للمرحلة الأخيرة الذي تحول دون استخدام الإنترنت. ومن خلال استخدام تكنولوجيا النطاقات TVWS تم توفير الإنترنت إلى المدارس وإلى الضواحي الأخرى في الوقت نفسه، لأن المنطقة مجزأة من الناحية الطوبولوجية ولأن استعمال الألياف الضوئية لا يتسم بالفعالية من حيث التكاليف إلا عند استعمال أجهزة راديوية تبعد بين 7 إلى 10 km وتستخدم النطاقات TVWS في خط البصر وحتى إلى ما هو أبعد من ذلك بين نقطة وعدة نقاط في البحر/المحيط لتغطية خط البصر وخارج الإشارة التي تنتقل عبر الماء (الشكلان A9-1 وA9-4 في المرفق بهذا الملحق 9).

3 التحديات

تتمثل التحديات التي ووجهت أثناء تنفيذ المشروع في المقاومة الأولية من جانب المعلمين بسبب عدم إدراكهم لفوائد الإنترنت. في الوقت نفسه كان الناس في المنطقة/المجتمع، وخاصة كبار السن، غير متيقنين بسبب عدم معرفتهم بفوائد الإنترنت. وقد أفاد هذا المشروع المتجر الذي يحيط بالمنطقة لأنه تحول إلى مكانٍ لتجمع الأشخاص الذين يرغبون في استعمال الإنترنت وأصبح أيضاً مكاناً اجتماعياً للمجتمع المحلي.

4 النتائج

تتمثل الفوائد التي حققها المشروع في تزويد المدارس بإنترنت مجانية وفي تمكن الصيادين من تسجيل أنفسهم والتنسيق فيما بينهم في الوقت نفسه باستخدام بروتوكول نقل الصوت عبر الإنترنت مثل Viber وSkype وما إلى ذلك. في الوقت نفسه أصبح سكان المناطق المحيطة بالمدارس قادرين على استخدام الإنترنت بعد ساعات الدراسة حين تتوقف المدرسة عن استعمالها أو حين تصبح مفتوحة بعد ساعات الدراسة وتتحول المنطقة المحيطة بالمدرسة إلى منطقةٍ للتواصل الاجتماعي. فيذهب الراغبون في استعمالها إلى هذا المكان لكي يتمكنوا من ذلك.

ومن أفضل الممارسات التي اكتشفت في هذا المشروع تقاسم الإنترنت بين المدارس والمجتمع وخصوصاً بعد ساعات الدراسة بدلاً من أن يهدر النطاق العريض حين لا يكون مستعملاً من أحد. وأفضل الممارسات هي تقاسم الإنترنت حين لا تستعمل المدرسة النطاق العريض الذي فتحناه للجمهور بشكل شبكة wifi مجانية. في الوقت نفسه تحدث أفضل الممارسات أثناء النكبات نظراً لوجود شبكة wifi مجانية، حيث يتمكن المصابون أو الضحايا الذين لا يستطيعون تحمل تكاليف المكالمات الطويلة المسافة المكلفة أو إجراءها بسبب عدم توفرها أثناء وجودهم في مراكز الإخلاء من التواصل مع أحبائهم باستخدام بروتوكول نقل الصوت عبر الإنترنت مثل Viber وSkype وما إلى ذلك دون أي تكاليف. فيصبح بإمكانهم تقديم المساعدة إلى أقربائهم أو طلب المساعدة لهم هنا وفي الخارج. وفي الوقت نفسه، يصبحون قادرين على إطلاع أقربائهم على وضعهم لكي يطمئن هؤلاء الأقرباء لمعرفة أحوالهم.

5 خلاصة

كان مشروع النطاقات التلفزيونية غير المشغولة (TVWS) الذي نشر في تاليبون وتوبيغون وأوباي مفيداً ولا سيما لوزارة التعليم التي تعتبر الجهة المتلقية للمشروع. فقد زوّد التلامذة ومعلمي المدارس الابتدائية والثانوية بشبكة wifi مجانية. وليس التلامذة والمعلمون وحدهم المستفيدين من هذا المشروع بل أيضاً السكان في المجتمع المحلي المحيط بالمدارس لأنه أصبح بإمكانهم النفاذ إلى شبكة wifi المجانية واستعمالها بعد ساعات الدراسة. كما تم تركيب الشبكة wifi المجانية هذه في ساحة البلدية والمستشفيات المحلية والوحدات الصحية في المناطق الريفية والنادي الرياضي متعدد الأغراض الذي يغطي السوق العمومي والساحة العامة والكنيسة.

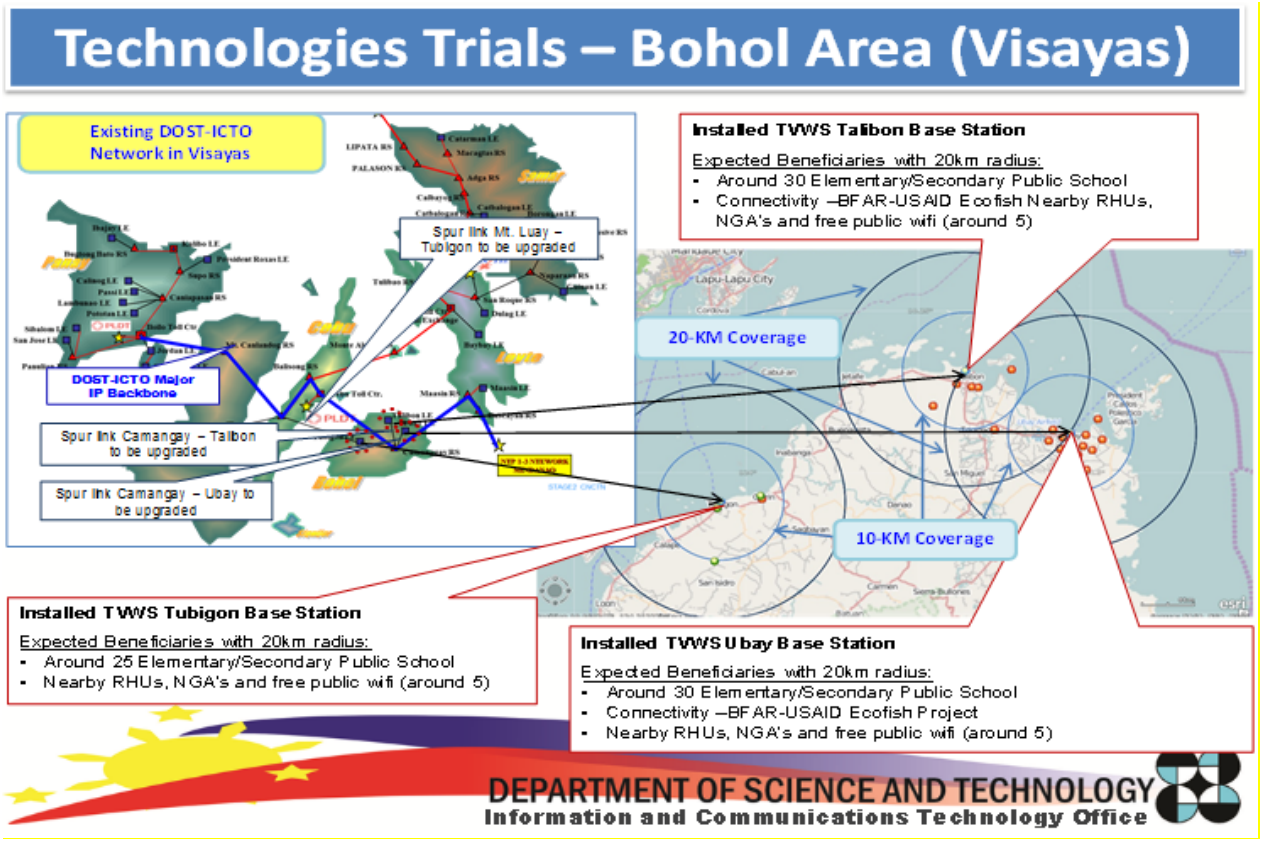
في الوقت نفسه، تم نشر تكنولوجيا TVWS واستخدامها في بوهول عمداً بسبب الزلزال الذي ضرب هذه المحافظة وأدى إلى قطع الاتصالات بالكامل ما جعل السكان في المنطقة معزولين عن العالم الخارجي وتعرقلت جهود الإغاثة بسبب غياب الاتصالات. كما تم استخدامها في مدينة تاكلوبان التي تعرضت لإصابات وأضرار جسيمة من جراء الإعصار هايان (يولاندا) من أجل توفير شبكة اتصالات فورية على أرض الواقع للمستجبين لأعمال الإغاثة في حالات الكوارث وضحايا الإعصار الفائق وللأشخاص لكي يتواصلوا مع أقربائهم محلياً وفي الخارج وللمتطوعين الموجودين في مراكز الإخلاء.

وبعد نشر تكنولوجيا TVWS في تاليبون وتوبيغون وأوباي في محافظة بوهول، أصبحت المجتمعات المحلية الريفية في المنطقة والمدارس والضواحي تتمتع بالنفاذ إلى الخدمات القائمة على النطاق العريض التي قد تسهم في التنمية الاقتصادية في المناطق المذكورة.

مرفق
بالملحق 9

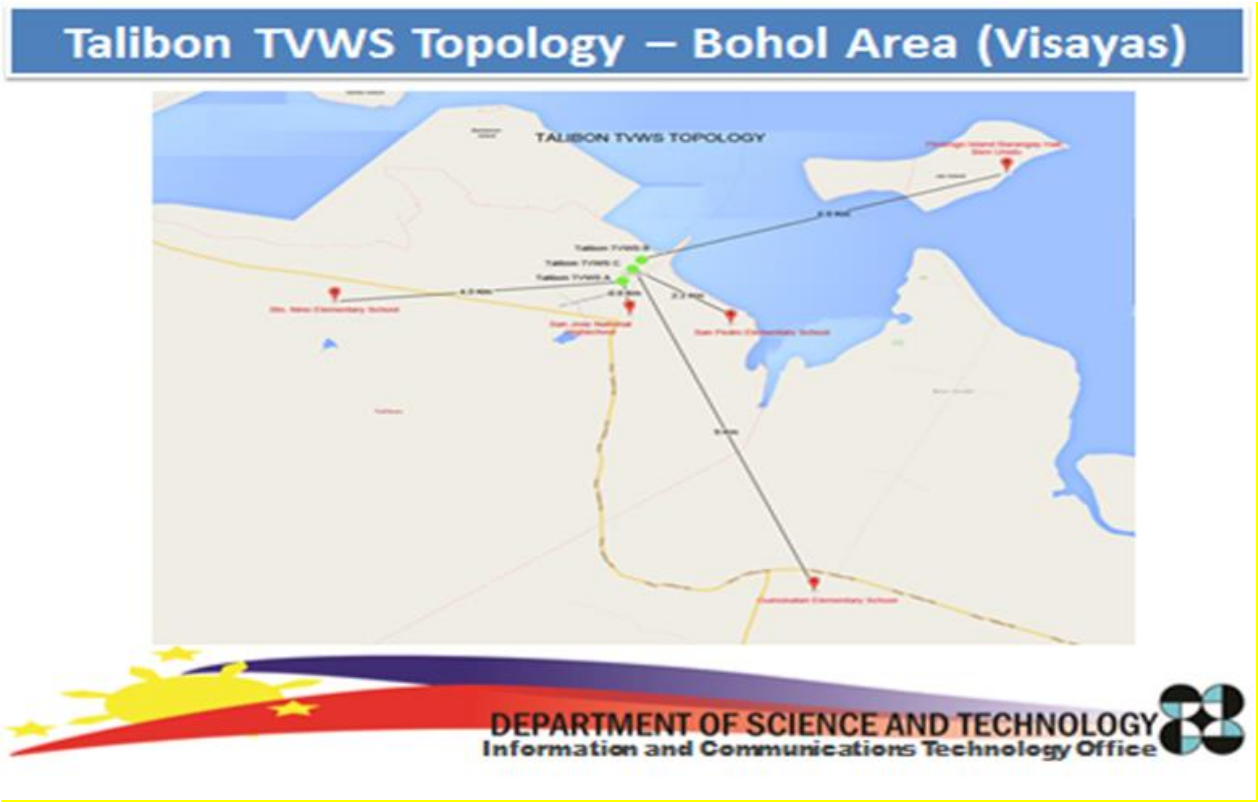
الشكل 1-A9

تغطية مناطق النطاقات TVWS في تاليبون وتوبيغون وأوباي



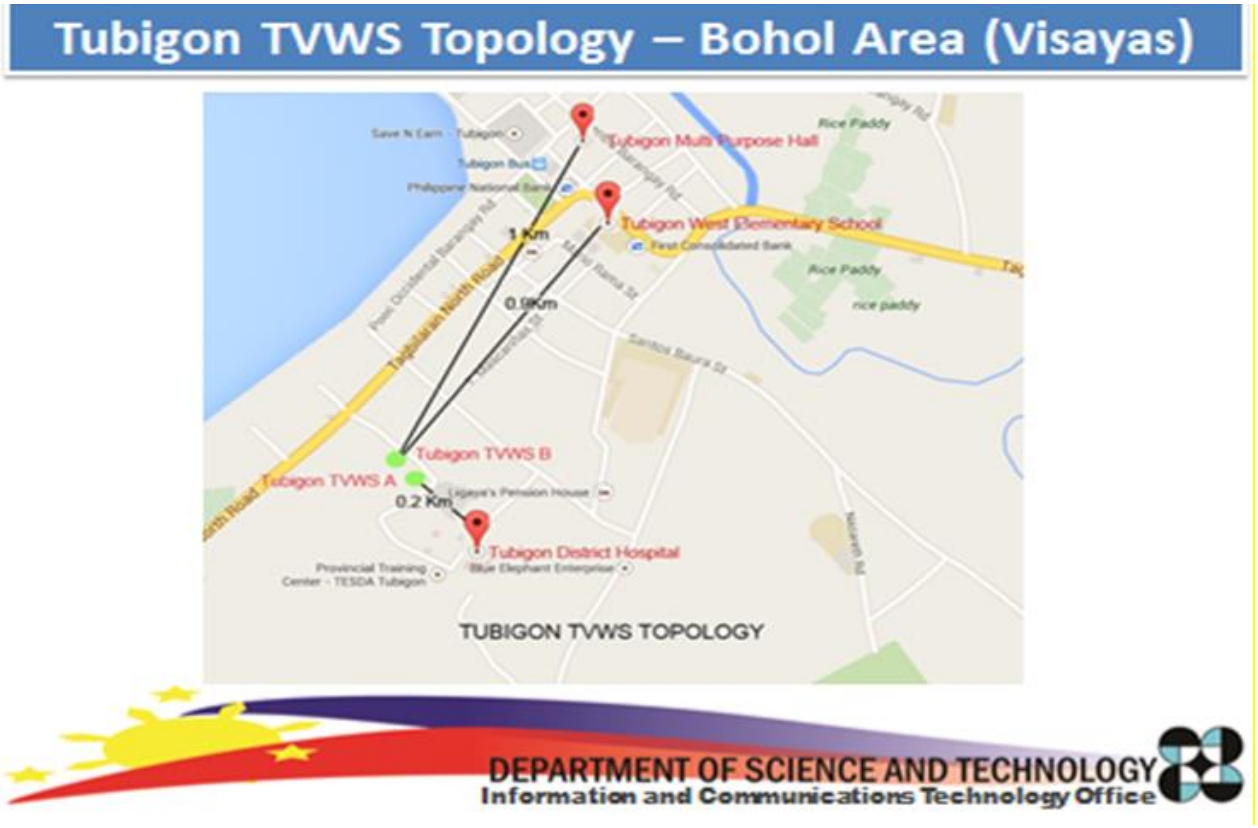
الشكل 2-A9

تغطية المشروع TVWS في بلدية تاليبون



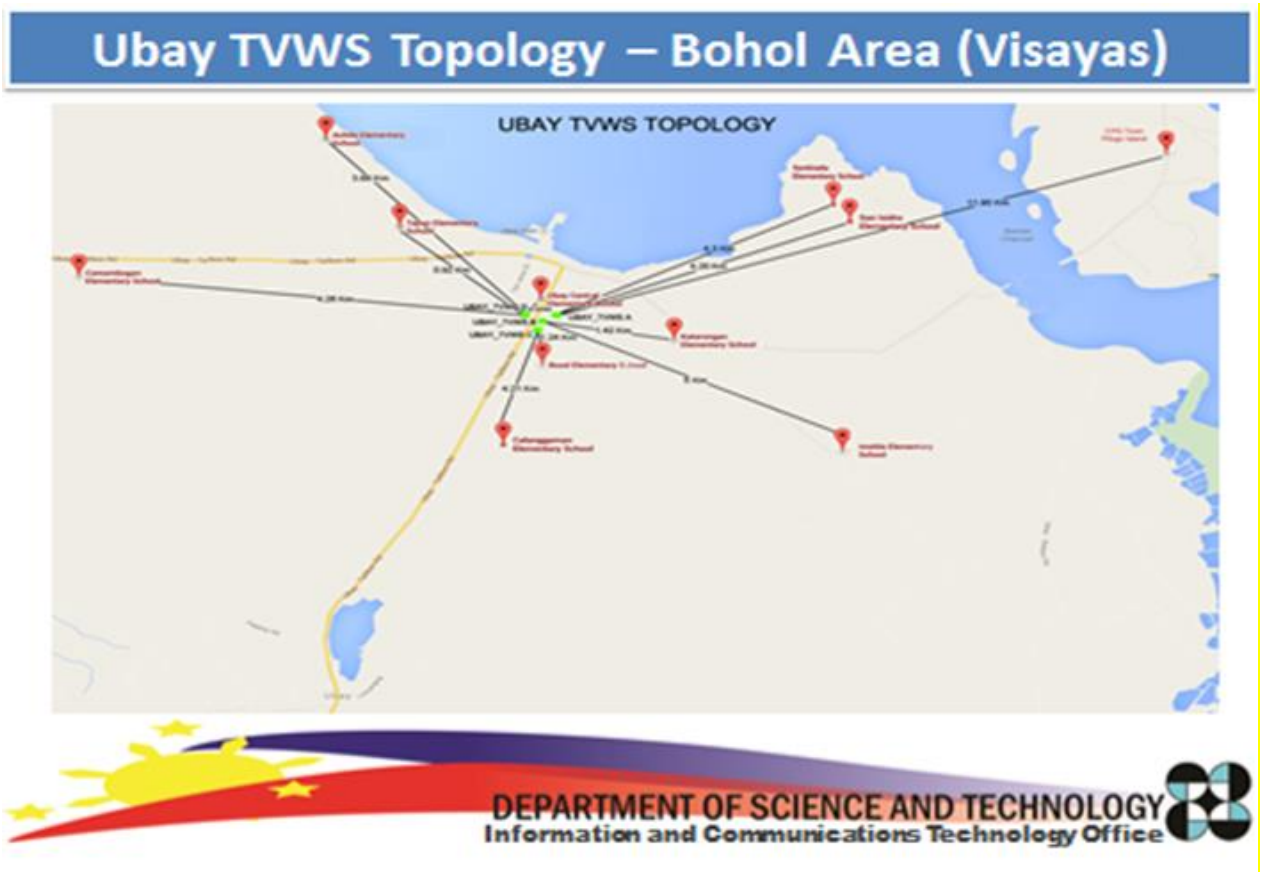
الشكل 3-A9

تغطية المشروع TVWS في بلدية توبيغون



الشكل 4-A9

تغطية المشروع TVWS في بلدية أوباي



الملحق 10

دراسات حالة في جمهورية كوريا

1 مقدمة

في السنوات الأخيرة، حدث تغير في النموذج المتعلق بإدارة الطيف عن طريق وسائط التقارب بين البث الإذاعي والاتصالات وتكاثر التطبيقات المتقاربة. وبما أن موارد الطيف تشكل أصولاً قيّمة وغير مادية للبلدان وأن قيمة موارد الترددات قد ازدادت أكثر بتطور تكنولوجيات الاتصالات اللاسلكية المختلفة، يشجّع العديد من البلدان بكشل فعال على تطوير تكنولوجيات لاسلكية جديدة وإدخال سياسات تساعد على زيادة كفاءة استخدام الطيف. ومع ذلك، يتمثل التحدي الكبير في الاستمرار بتوفير نطاقات تردد جديدة استجابة لظهور تكنولوجيات جديدة من خلال إعادة تحديد مواقع نطاقات الطيف القائمة، وبالتالي يتعين على البلدان في شتى أنحاء العالم أن تركّز على تقاسم الطيف.

وقد قررت جمهورية كوريا إدخال النطاقات التلفزيونية غير المشغولة في النطاق 470-698 MHz داخل نطاقات الترددات الإذاعة التلفزيونية. ولتحقيق أقصى قدر من الكفاءة في استعمال موارد الترددات، أدخلت كوريا الخدمات التجارية للنطاقات TVWS في النطاق 470-698 MHz.

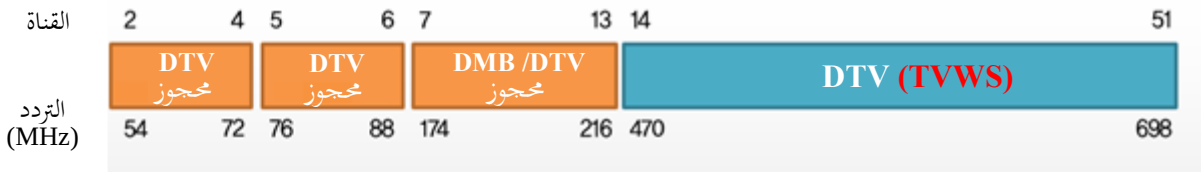
2 الإجراءات التنظيمية الأخيرة

في عام 2010 أعلنت كوريا خطتها بشأن النطاقات التلفزيونية غير المشغولة (TVWS) لإدخال خدمات Wi-Fi في المناطق الريفية وتوصيل المعلومات إلى المتاحف أو الملاعب.

وفي عام 2011 أُعلن عن خطة لاستخدام النطاقات TVWS في نطاق التردد 470-698 MHz. وتشمل تطبيقات TVWS ما يلي: 1) الإنترنت اللاسلكية للمناطق الريفية؛ 2) توصيل المعلومات إلى المتاحف والملاعب وغيرها من المناطق الصغيرة؛ 3) الوقاية من الكوارث وإدارتها، من قبيل الإرسال الفيديوي المستخدم تحت الأرض لأنشطة الإنقاذ والأنشطة المتصلة بالسلامة؛ 4) توصيل المعلومات البيئية عن استخدام الماء والكهرباء. ويظهر الشكل 1-A10 نطاق طيف النطاقات التلفزيونية غير المشغولة في كوريا.

الشكل 1-A10

نطاق طيف TVWS



كما وضعت كوريا التخطيط الاستراتيجي للمعلومات (ISP) وحددت المتطلبات التقنية للنطاقات TVWS غير المرخصة لبناء قاعدة بيانات (DB) النطاقات التلفزيونية غير المشغولة، وفي الوقت نفسه حماية نطاق التردد 470-698 MHz، بما في ذلك التلفزيون الرقمي للأرض والميكروفون اللاسلكي المرخص.

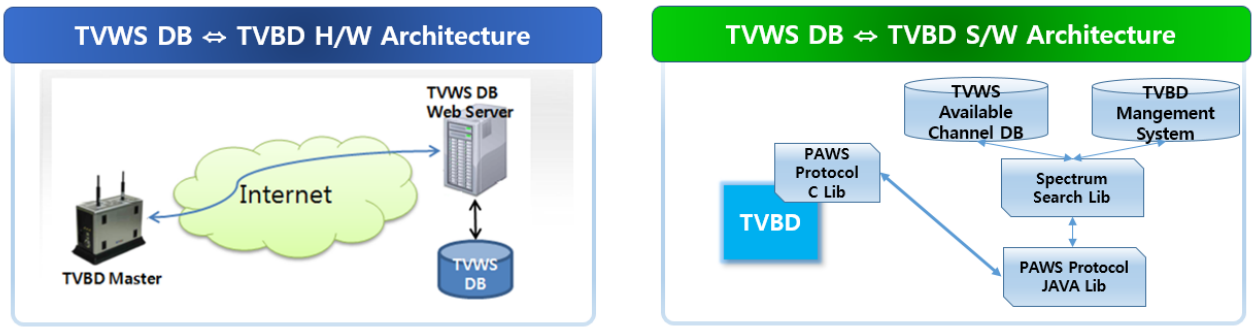
وفي عام 2013 أُعِدّت قاعدة البيانات TVWS DB من أجل تقديم قوائم توافر قنوات النطاقات TVWS لقاعدة بيانات أجهزة النطاقات التلفزيونية غير المشغولة (TVDB) مع مستقبل للنظا م العالمي لتحديد المواقع مدمج فيها. وتسمح طريقة النفاذ إلى قاعدة بيانات تحديد الموقع الجغرافي للنطاقات TVWS لأجهزة TVBD بالنفاذ إلى قاعدة البيانات وإرسال معلومات عن الموقع الحالي واستقبال قائمة القنوات المتوفرة في الموقع الحالي من قاعدة البيانات. ويمكن الاطلاع على القنوات المتوفرة للنطاقات TVWS في كوريا في "نظام البحث عن القنوات TVWS المتوفرة (https://www.tvws.kr)".

وفي عام 2016 أصدرت حكومة كوريا إشعاراً عاماً للسماح باستعمال النطاقات TVWS على أساس غير مرخص.

وفي أبريل 2017 أطلق أول منتج من أجهزة TVDB يفي بمتطلبات اللوائح وبدأت كوريا بتوفير الخدمة التجارية للنطاقات TVWS.

الشكل 2-A10

أنظمة TVWS DB



وطُبّقت في خوارزمية الأجهزة TVWS DB مسافات التباعد اللازمة لحماية استقبال التلفزيون الرقمي والميكروفونات اللاسلكية، وروعي فيها نوع الجهاز TVBD وقدرة الإرسال وارتفاع الهوائي. ويبين الشكل 2-A10 أنظمة TVWS DB.

وأخذ نوعان من أجهزة TVBD في الاعتبار، وهما الثابت والمحمول، للعمل في القنوات المتوفرة في نطاق التردد من 470 MHz إلى 698 MHz (القنوات 14 إلى 51). ويبين الجدول 1-A10 المتطلبات التقنية لجهاز TVBD.

الجدول 1-A10

المتطلبات التقنية لجهاز TVBD

نوع الجهاز TVBD	ثابت	محمول	
أسلوب التشغيل	مسافة التباعد في نفس القناة/القناة المجاورة	مسافة التباعد في نفس القناة/القناة المجاورة	القناة المجاورة بدون تباعد
الكثافة الطيفية للقدرة القصوى المطبقة على الهوائي	1 W / 6 MHz 12.2 dBm / 100 kHz	100 mW / 6 MHz 2.2 dBm / 100 kHz	40 mW / 6 MHz –1.8 dBm / 100 kHz
كسب الهوائي	dBi 6	dBi 0	dBi 0

3 المشاريع التجريبية في النطاقات TVWS

في عام 2011 أجرت كوريا بحثاً استقصائياً لجمع الطلبات على النطاقات TVWS والتعليقات عليها فيما يتعلق بجدوى تطبيقات TVWS من عدد من المنظمات بلغ مجموعها 200 منظمة، بما في ذلك حكومات محلية ومؤسسات عامة وهيئات

إذاعية ومشغلو اتصالات. وأظهرت نتائج الآراء الواردة أن أنسب تطبيقات TVWS هو تكنولوجيا Wi-Fi (46%)، يليها توصيل المعلومات في حالات الكوارث والطوارئ (22%)، ومعلومات الحركة والأمن (13%)، والشبكة الذكية (5%).

وفي العام نفسه، قُدمت خدمات تجريبية في مجال النطاقات TVWS لمعرفة أنسب نماذج الخدمات في منطقة جيجو والمناطق الداخلية. ونتيجة لذلك أُدخلت شبكة Wi-Fi في منطقة جيجو وأُدخل الإرسال الفيدوي تحت الأرض في حالات الكوارث والطوارئ في منطقة نامياجيو كتطبيقات للنطاقات TVWS.

وفي عام 2013، اختارت حكومة كوريا خمسة اتحادات لتوسيع مشاريع TVWS التجريبية في البلاد. وهي على النحو التالي:

1) خدمة الإذاعة المتعددة الوسائط الرقمية المختلطة عالية الوضوح في غويانغ؛

2) خدمة الإنترنت اللاسلكية ومعلومات السياح في منطقة جيجو؛

3) المراقبة بواسطة شاشات عن بعد للحرائق والكوارث الأخرى ولأغراض السلامة في غانغنونغ وسيول وشيونجيو وداجيون وغانوادو؛

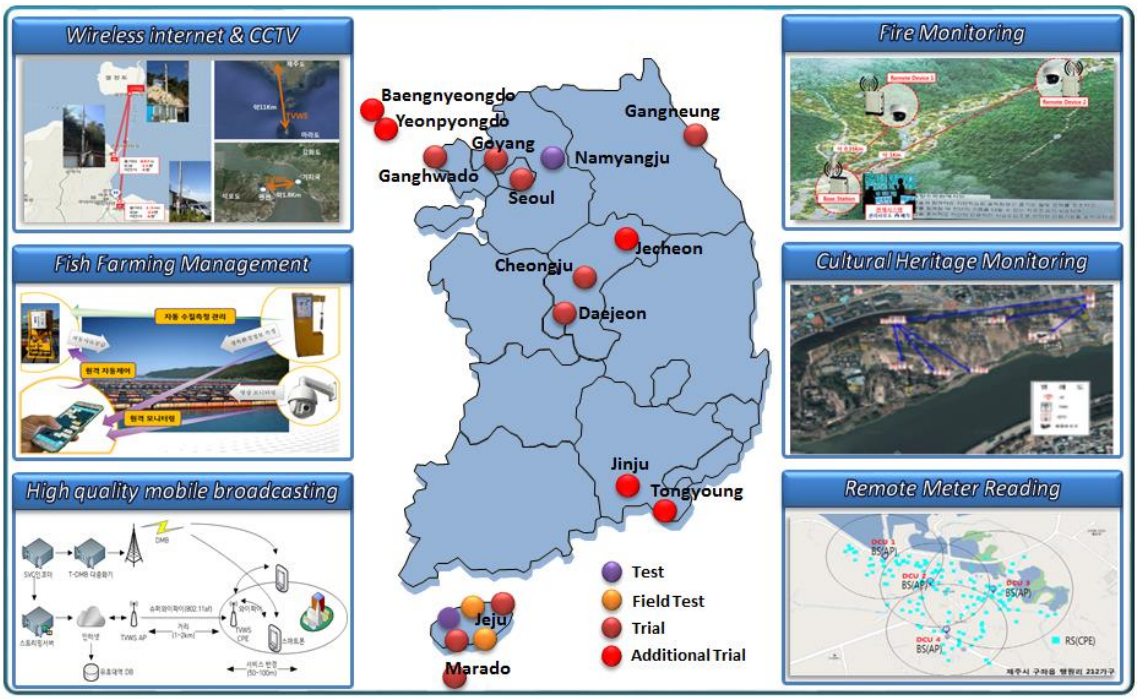
4) التحقق من سلامة الأسر ذات الفرد الواحد بواسطة مقاييس القدرة وتحليل بيانات المقاييس، ولا سيما لكبار السن وذوي الإعاقة في جيجو؛

5) شبكة توصيل المحتوى (CDN) للإعلان الذكي في داجيون.

ويبين الشكل 3-A10 وصف مشاريع TVWS التجريبية.

الشكل 3-A10

مشاريع TVWS التجريبية



وقد نجح المصنّع الكوري في تطوير أجهزة للنطاقات التلفزيونية غير المشغولة (TVDB) أكثر تحديثاً من الأجهزة القائمة في عام 2014.

وفي عامي 2015 و2016، أجرت الحكومة المحلية مشاريع تجريبية إضافية في مجال النطاقات TVWS، تشمل الإنترنت اللاسلكية وخدمة الدوائر التلفزيونية المغلقة (CCTV) في المناطق النائية مثل جيشون وباكنيونغدو، وتوفير بيانات ضخمة عن تربية الأسماك لإدارة مزارع الأسماك في تونغ يونغ، ونظاماً لكشف الحرائق من أجل التراث الثقافي في جينجو.

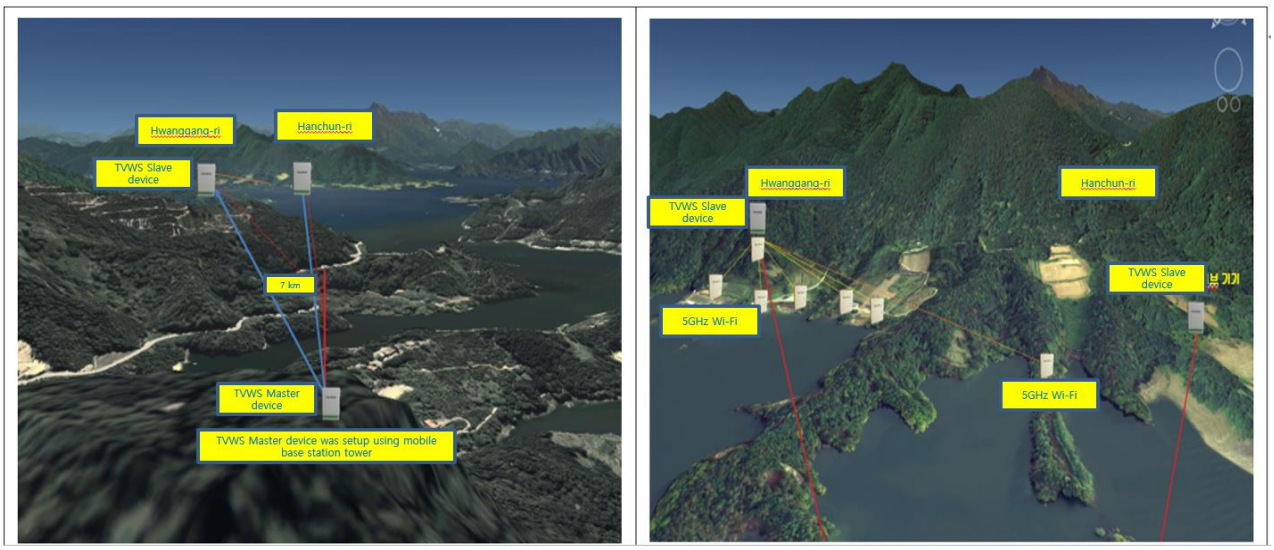
ومن بين هذه المشاريع كان هناك مكان منعزل في جيشيون غمرته المياه نتيجة بناء سد وبحيرة اصطناعية في عام 1985. ولم تكن شبكات الاتصالات والتجهيزات الكهربائية متوفرة للوصول إلى هذه المنطقة بسبب عزلتها. وقد مكّن نظام توليد الطاقة الشمسية وأجهزة TVDB من إتاحة الإنترنت اللاسلكية.

ومما يبشر بالنجاح أن بناء شبكات TVDB ليس مكلفاً كثيراً. فتكاليفها هي أقل بنسبة 76% من كلفة الموجات الصغرية وأقل بنسبة 95% من كلفة كبل الاتصالات البحري.

ويظهر الشكل 4-A10 توصيل النطاقات TVWS لخدمة الإنترنت اللاسلكية في مناطق نائية من جيشيون. ويلخص الجدولان 2-A10 و3-A10 على التوالي المواصفات وكمية الصبيب الخاصة بالنطاقات TVWS والمستعملة لأغراض التجريب.

الشكل 4-A10

توصيل النطاقات TVWS لخدمة الإنترنت اللاسلكية في مناطق نائية من جيشيون



الجدول 2-A10

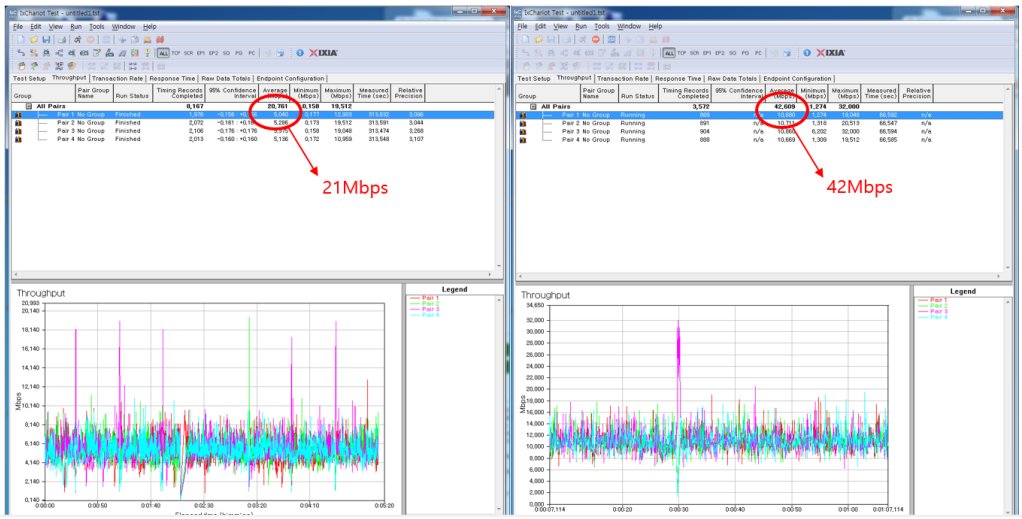
مواصفات أجهزة TVBD

الفئة	المواصفات
مدى الترددات	*MHz 698 ~ 470*
قدرة الإرسال	*MHz 12/dBm 30 ،MHz 6/dBm 27*
خطوة التحكم بقدرة الإرسال	*dB 1*
القدرة *EIRP*	*MHz 12/dBm 39 ،MHz 6/dBm 36*
القناع الطيفي للإرسال	*dBr 55*
الحد الأقصى لمستوى الاستقبال	*dBm 40-* للموجة الحاملة
تعدد الدخل وتعدد الخرج	*2x2* (رأسي/افقي)
عرض نطاق الموجة الحاملة	*MHz 6* أو *MHz 12* (مجاور)
تعدد النفاذ	*CSMA/CA*
التشكيل	*64QAM ،16QAM ،QPSK*
مسافة الخدمة	أكثر من *km 7* على خط البصر
الصبيب الأقصى	*42Mbps(12MHz) ،21Mbps(6MHz)*
السطح البيني *WAN/LAN*	*RJ-45*
قدرة التيار المتناوب	*220V*
الحجم	*mm140 x mm440 x mm310*

الجدول 3-A10

الصبيب في أجهزة TVDB

☐ 6MHz(1CH) BW Throughput ☐ 12MHz(2CH) BW Throughput



قد تتغير قنوات TVWS المتوفرة بحسب المنطقة. وعلى سبيل المثال، ففي حالة جهاز TVBD ثابت، تبين أن متوسط القنوات المتوفرة يبلغ 3 في المناطق الحضرية الكبرى و7 في محافظات كوريا. وقد بين المشروع التجريبي للنطاقات TVWS في جيشيون أن الصبيب لا يتعدى 21 Mbit/s عن طريق قناة TVWS واحدة (بعرض نطاق 6 MHz) على بعد 7 km من المحطة الراديوية الموصولة بالنفاذ العام، و42 Mbit/s باستخدام قناتين مجمّعتين متجاورتين (بعرض نطاق 12 MHz). وبالتالي يصبح المقيمون قادرون على النفاذ إلى خدمات الإنترنت وتجارة الإنترنت.

4 خلاصة

تعتقد كوريا أن النطاقات TVWS ستسهم في حل مشكلة الفجوة الرقمية وتجعل النفاذ إلى النطاق العريض اللاسلكي ميسور التكلفة عبر البلاد. ويعني ذلك أيضاً أن تقاسم الطيف قد يخفف من ندرة موارد الترددات ويزيد من راحة الناس في المجتمع القادم فائق التوصيل.

المراجع

[1] Basic plan to utilize TV white space, Dec. 2011, Korea (Rep. of)

[2] A Study on Plan of Use and Service Activation in TV White Space, Dec. 2011, Korea Radio Promotion Association (RAPA)

[3] A study on Regulation provision for Spectrum Common Use by Database access, 2013, Korea Radio Promotion Association (RAPA)

[4] 'TVWS Workshop in Korea', Nov. 2015, Korea Radio Promotion Association (RAPA)

[5] 'Protection of Incumbent Services and Its Impact on Coverage of TV Band Device Networks in TV White Space', Feb. 2016 ETRI Journal, Volume 38, Number 1.

_____