الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R M.2003-2
(2018/01)

الأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدة جيغابتات والعاملة على ترددات حول GHz 60

السلسلة M

الخدمة المتنقلة وخدمة الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة

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 توصيات قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني http://www.itu.int/publ/R-REC/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
SNG	التجميع الساتلي للأخبار
TF	إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت
V	المفردات والمواضيع ذات الصلة

ملاحظة: *تمت الموافقة على النسخة الإنكليزية لهذه التوصية الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.*

النشر الإلكتروني
جنيف، 2018

© ITU 2018
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).

التوصية ITU-R M.2003-2

الأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدة جيغابتات والعاملة على ترددات حول 60 GHz

(المسألة ITU-R 212-3/5)

(2018-2015-2012)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية خصائص عامة ومعايير السطوح البينية الراديوية للأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدة جيغابتات والعاملة على ترددات حول 60 GHz.

المصطلحات الرئيسية

الأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدة جيغابتات (MGWS)، شبكة محلية لاسلكية (WLAN)، شبكة محلية راديوية (RLAN)، نفاذ محلي لاسلكي، شبكات، شبكات محلية راديوية، الأنظمة المتنقلة في المحيط القريب (CPMS)

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن الأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدة جيغابتات (MGWS) تستخدم على نطاق واسع في التجهيزات الحاسوبية الثابتة وشبه الثابتة (القابلة للنقل) والمحمولة من أجل مجموعة منوعة من تطبيقات النطاق العريض؛

ب) من المتوقع أن تشمل الأنظمة MGWS تطبيقات تخص التطبيقات اللاسلكية الرقمية في الفيديو والصوت والتحكم، وكذلك الشبكات المحلية اللاسلكية WLAN ذات السرعات المقدرة بعدة جيغابتات والأنظمة المتنقلة من نقطة إلى نقطة في المحيط القريب؛

ج) أن معايير الأنظمة MGWS قد استُحدثت من أجل التشغيل في مدى التردد 60 GHz؛

د) أنه ينبغي تنفيذ الأنظمة MGWS مع الحرص على مراعاة مسألة التوافق مع التطبيقات الراديوية الأخرى؛

هـ) أن كثيراً من الإدارات تسمح للأنظمة MGWS بما في ذلك أجهزة الشبكات المحلية الراديوية (RLAN) والشبكات الشخصية اللاسلكية (WPAN) بالعمل في مدى التردد 60 GHz على أساس الإعفاء من الترخيص؛

و) أن الترددات المنسقة في مدى التردد 60 GHz للخدمة المتنقلة ستسهل من إدخال الأنظمة MGWS بما في ذلك الشبكات المحلية الراديوية (RLAN)،

وإذ تقر

أ) أن كلاً من المستهلكين والجهات المصنعة سوف يستفيدان من التنسيق العالمي للطيف في المدى 60 GHz من أجل الأنظمة MGWS؛

ب) أنه بالرغم من أن الأنظمة MGWS كانت تستعمل غالباً للتطبيقات داخل المباني، فهناك إدارات تسمح باستعمال هذه الأنظمة خارج المباني،

وإذ تلاحظ

أن هناك العديد من المعايير التي توفر خيارات من أجل تنفيذ الأنظمة MGWS،

توصي

بأن تستعمل معايير الأنظمة MGWS وخصائص النظام الواردة في الملحق 1.

الملحق 1

الخصائص العامة للأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدة جيغابتات العاملة على تردد GHz 60

1 لمحة عامة

يمكن استعمال شبكات الاتصالات الراديوية للأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدة جيغابتات (MGWS) في ظروف المدى القصير، وعلى خط البصر وخارج خط البصر مع طوبولوجيات الشبكات المحلية اللاسلكية التقليدية. ويمكن أيضاً استعمال الأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدة جيغابتات في اتصالات الجوار ذات المدى القصير جداً مع سرعة عالية حيث يكون المدى الراديوي عدد قليل من السنتيمترات والأجهزة متزاوجة من نقطة إلى نقطة على مقربة من بعضها البعض.

وبالنسبة إلى الشبكة المحلية اللاسلكية، سيتفاوت إجمالي الأداء ومدى الاتصالات تبعاً لتصميم النظام (مثل عدد عناصر الهوائي) والبيئة، لكن الأداء بسرعات تقدر بعدة جيغابتات متوقع عادةً عند مديات تدور حول 10 m للاستعمال داخل المباني عندما يكون للأجهزة عادةً عدد ضئيل من عشرات عناصر الهوائي (≤3)، وصولاً إلى مئات الأمتار للاستعمال خارج المباني عندما قد تكون الأجهزة مزودة بعدة عشرات من عناصر الهوائي (≤6). ويمكن نشر هذه الشبكات بنقطة نفاذ كما هو الحال في حالات نشر الشبكات المحلية اللاسلكية (WLAN) القائمة أو بدون تلك البنية التحتية كما هو الحال في كل من الشبكة المحلية اللاسلكية (WLAN) في الأسلوب المخصص والشبكة الشخصية اللاسلكية (WPAN).

أما طوبولوجيا الاتصال في الجوار القريب فهي عبارة عن زوج من الأجهزة (وتعرف أيضاً باسم الشبكة الزوج (pairnet)) مع أداء يصل إلى 100 Gbits، فمن المتوقع أن يصل المدى إلى 10 cm أو أقل (حيث تتلامس الأجهزة تقريباً) مع توصيلات عابرة (عمليات إعداد وهدم سريعة)؛ وتستعمل أجهزة المحيط القريب عادة عنصر هوائي وحيد وطاقة إرسال منخفضة جداً.

وعند استعمال نقاط النفاذ، فإنها تُركّب داخل المباني بخدمة تغطي مساحة منزل أو مكتب بمطراف مستعمل جوال يستعمل أيضاً عادةً داخل المباني، بمعنى أن نظام الشبكة WLAN برمته سيستخدم في بيئة داخل المباني. ولتوفير مديات أطول وسعة أفضل، تُزود نقطة النفاذ عادة بعدد من عناصر الهوائي أكبر من تلك الموجودة في مطاريف المستعملين.

وفي حالة عدم استخدام نقاط النفاذ، فإن أجهزة الأنظمة MGWS سيسمح باتصالها بإنشاء روابط مباشرة لتبادل البيانات بين الأجهزة/التجهيزات. وتشمل التطبيقات النمطية معدة إلى معدة (حاسوب محمول إلى جهاز عرض ضوئي مثلاً) وجهاز إلكتروني استهلاكي (CE) إلى كشك[1]، ويمكن افتراض أن الاستعمال سيكون داخل المباني غالباً. وفي بعض التطبيقات، تتصل أجهزة التجوال بأجهزة ثابتة (أي كشك أو باب أو بوابة دوارة أو آلة بيع) لمدة قصيرة جداً من أجل نقل كمية كبيرة من البيانات، مثل

[1] في هذا السياق، كشك يشير إلى مقصورة توفر نفاذاً وتوزيعاً لمحتوى إلكتروني مثل الأفلام، والموسيقى، والفيديو، والكتب الإلكترونية، وغير ذلك.

تنزيل محتوى فيديوي عالي الوضوح مدته ساعتان خلال 250 ms عند عبور بوابة دخول دوراة في محطة قطار أو في مطار. وفي حالة التطبيقات في المحيط القريب، قد يتركز عدد كبير جداً من الأجهزة والمستعملين في مساحة صغيرة، على سبيل المثال عند عبور بوابات[2] الدخول بالبطاقات في محطة قطار أو في مطار.

2 الخصائص التقنية للأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدة جيغابتات

1.2 الطيف

يلزم توفير طيف متلاصق لا يقل عن 7 GHz في المدى 57-71 GHz، للوفاء بمتطلبات[3] التطبيقات المتصور استعمالها في هذا الطيف، مثل تطبيقات الفيديو غير المضغوط (أي الأسطح البينية متعددة الوسائط عالية الوضوح (HDMI) بمعدل 3 Gbit/s)، والنفاذ اللاسلكي، والتوصيل الشبكي اللاسلكي، والتنزيل/التحميل السريع. وسيسمح هذا بما يصل إلى ست قنوات تحقيقاً للمرونة وتحسين التوصيلية. وعلاوةً على ذلك، بالنسبة إلى القنوات الوحيدة، يسمح عرض نطاق للقناة يبلغ 160 2 MHz بمخططات تشكيل أبسط لتحقيق معدلات بيانات متعددة الجيغابتات، وهذا مناسب لاستخدامات الأجهزة منخفضة القدرة مثل الهواتف الذكية، والأجهزة اللوحية، وحواسيب الإنترنت، والحواسيب الشخصية المحمولة. وعند تجميع القنوات الوحيدة من أجل تحقيق سعة أكبر، يُحدد عرض النطاق كمضاعف عدد صحيح للنطاق 160 2 MHz لإتاحة التعايش مع الأنظمة التي تستعمل النطاق 160 2 MHz.

2.2 عرض نطاق القناة والترددات المركزية

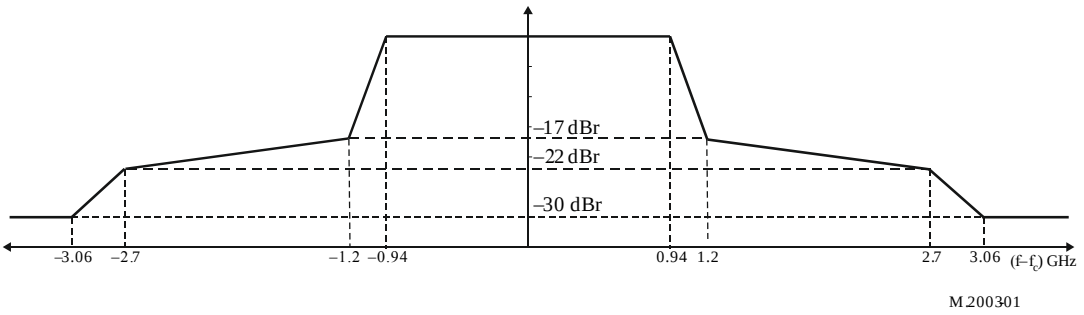
يستلزم الأمر عرض نطاق قناة يبلغ 160 2 MHz عند السماح بالقنوات الوحيدة وبتجميع القنوات الوحيدة. ومن الأهمية بمكان لمعايير الأنظمة MGWS أن توظف توزيع القنوات ذاته بغية تعزيز تعايش أفضل. ويُوصى باستخدام ترددات مركزية من أجل القنوات الوحيدة تبلغ 58,32 و60,48 و62,64 و64,80 GHz و66,96 GHz و69,12 GHz. وفيما يتعلق بالقنوات المجمعة، تعتمد الترددات المركزية على عدد القنوات الوحيدة المجمعة، لكن من الضروري أن تتباعد بانتظام عن الترددات المركزية للقنوات الوحيدة.

3.2 قناع الإرسال

يطبق القناع التالي على التشغيل بقناة وحيدة.

الشكل 1

قناع طيفي للتشغيل بقناة وحيدة



في الشكل 1 أعلاه، يشير الرمز f_c إلى التردد المركزي للموجة الحاملة.

---

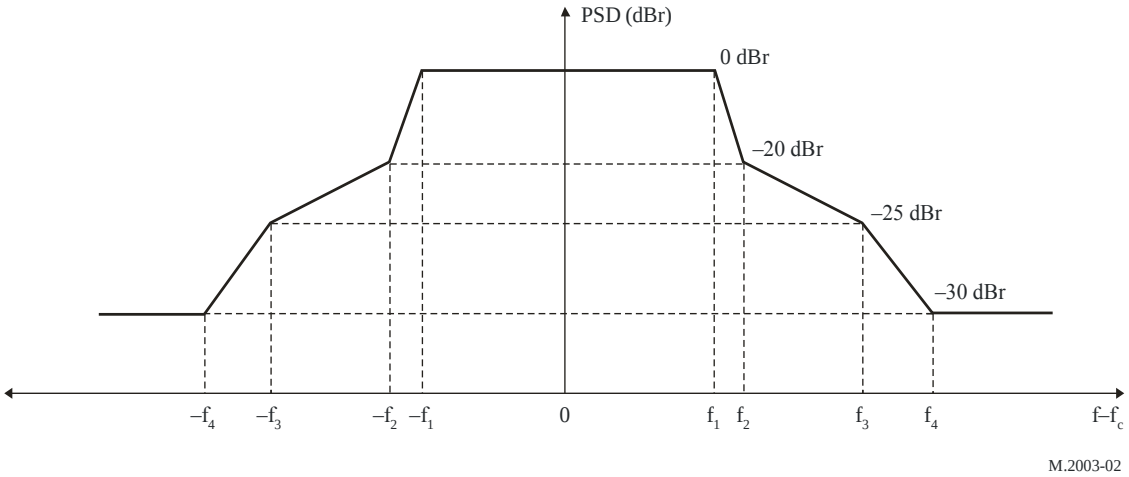
[2] في هذا السياق، تؤدي بوابة الدخول بالبطاقات وظيفتين دفع الأجرة وتحميل ملفات كبيرة وتستعمل في محطات السكك الحديدية ومحطات مترو الأنفاق. وتتمثل محتويات الملفات الكبيرة في الفيديو بالبطاقات والأفلام وما إلى ذلك.

[3] ترد متطلبات النظام في المعايير الواردة في الملحق 1.

ويُطبق القناع التالي (الشكل 2 والجدول 1) عند استعمال تجميع قنوات من أكثر من قناة متلاصقة.

الشكل 2

قناع طيفي لأكثر من قناة متلاصقة بتجميع القنوات



الجدول 1

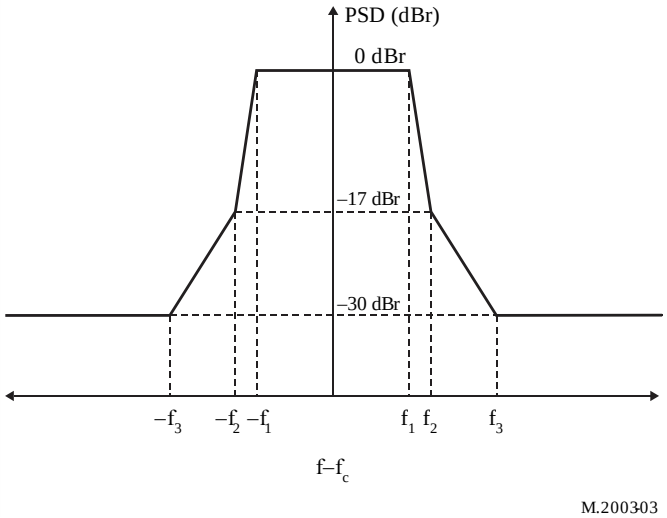
معلمات القناع الطيفي للإرسال

f_4 (GHz)	f_3 (GHz)	f_2 (GHz)	f_1 (GHz)	تجميع القنوات
4,000	3,000	2,160	2,100	إرسال بتجميعة من قناتين
6,000	4,500	3,240	3,150	إرسال بتجميعة من ثلاث قنوات
8,000	6,000	4,320	4,200	إرسال بتجميعة من أربع قنوات

ويُطبق القناع الطيفي البديل (الشكل 3 والجدولان 2 و3) عند استعمال تجميع قنوات لأكثر من قناة متلاصقة.

الشكل 3

قناع كثافة القدرة الطيفية البديل للتشغيل بقنوات مجمعة



الجدول 2

القيمة الحدية النسبية لقناع الكثافة الطيفية لقدرة الإرسال للتشغيل بقنوات مجمعة

التردد	القيمة الحدية النسبية (dBr)
$\lvert f - f_c \rvert < f_1$	0
$f_2 \le \lvert f - f_c \rvert < f_1$	$-17(\lvert f - f_c \rvert - f_1)/(f_2 - f_1)$
$f_3 \le \lvert f - f_c \rvert < f_2$	$-17 - 13(\lvert f - f_c \rvert - f_2)/(f_3 - f_2)$
$f_3 \le \lvert f - f_c \rvert$	-30

الجدول 3

معلمات قناع الكثافة الطيفية لقدرة الإرسال

تجميع القنوات	f_1 (GHz)	f_2 (GHz)	f_3 (GHz)
قناتان مجمعتان	1,880	2,400	4,000
ثلاث قنوات مجمعة	2,820	3,600	6,000
أربع قنوات مجمعة	3,760	4,800	8,000

4.2 خصائص مشتركة

1.4.2 مدى درجة حرارة تشغيل الإرسال والاستقبال

يتبع مدى درجة حرارة تشغيل الإرسال والاستقبال المعيار IEEE 802.11-2016.

2.4.2 تفاوت التردد المركزي المسموح به

ينبغي أن يكون تفاوت التردد المركزي المسموح به لجهاز الإرسال ±20 ppm كحد أقصى للنطاق 60 GHz.

3.4.2 تفاوت ميقاتية الرموز المسموح به

ينبغي أن يكون تفاوت التردد لميقاتية الرموز المسموح به ±20 ppm كحد أقصى للنطاق 60 GHz. ويؤخذ التردد المركزي للإرسال وتردد ميقاتية الرموز من المذبذب المرجعي ذاته.

4.4.2 معدل تسرب التردد المركزي للإرسال

ينبغي ألا يزيد معدل تسرب التردد المركزي لجهاز الإرسال عن –23 dB بالنسبة إلى الطاقة الإجمالية المرسَلة، أو، ما يكافئ، 2,5 dB بالنسبة إلى متوسط الطاقة لبقية الموجات الحاملة الفرعية (في تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM)).

5.4.2 صعود الإرسال وهبوطه

يُعرّف صعود قدرة الإرسال بأنه الوقت اللازم للمرسِل ليرتفع من مستوى أقل من 10% إلى مستوى أكثر من 90% من متوسط القدرة التي يتعين إرسالها في الرتل.

وينبغي أن يتم صعود طاقة الإرسال في 10 نانو ثانية تقريباً.

يُعرّف هبوط قدرة الإرسال بأنه الوقت اللازم للمرسِل لينخفض من مستوى أكثر من 90% إلى ما دون 10% من أقصى مستوى للقدرة التي يتعين إرسالها في الرتل.

وينبغي أن يتم هبوط قدرة الإرسال في 10 نانو ثانية تقريباً.

6.4.2 أقصى مستوى للدخل

أقصى مستوى دخل للمستقبِل هو أقصى مستوى قدرة للإشارة الواردة، بوحدات dBm، موجودة عند دخل المستقبِل الذي يجري الوفاء عنده بمعيار معدل الأخطاء (محدد في قسم حساسية المستقبِل). ويقع أقصى مستوى دخل المستقبِل مطابق عند هوائي (هوائيات) الاستقبال لما لا يقل عن 10 ميكروات/سم^2 لكل نسق من أنساق التشكيل التي يدعمها المستقبِل.

7.4.2 خصائص النظام

يلزم الوفاء بخصائص معينة لمستوى النظام إذا أردنا الاستغلال التام للإمكانات التي يمكن أن توفرها الأنظمة MGWS بما في ذلك دعم التطبيقات والخدمات الوارد شرحها هنا:

1) الصبيب: ينبغي لكل جهاز للنظام MGWS لا يدعم تشغيل أكثر من قناة وحيدة أن يوفر وسيلة لتحقيق أقصى صبيب، حال قياسه عند قمة طبقة التحكم في النفاذ إلى الوسائط، بمعدل بيانات 1 Gbit/s. وإذا كان جهاز النظام MGWS يدعم تشغيل القنوات المجمعة، فينبغي للصبيب أن يتناسب خطياً مع عدد القنوات المجمعة.

2) المدى: ينبغي أن توفر أنظمة الشبكات المحلية اللاسلكية وسيلة لتحقيق مدى يصل إلى مستوى 10 m بمعدل بيانات مقداره 1 Gbit/s، حال قياسه عند قمة طبقة التحكم في النفاذ إلى الوسائط، في ظل ظروف معينة لقناة الطبقة المادية خارج خط البصر. وبالنسبة إلى الشبكات الشخصية اللاسلكية والأنظمة المتنقلة في المحيط القريب، ينبغي أن يكون مدى الأنظمة عادة أقل من 10 cm لتحقيق إعادة استعمال مرتفعة للطيف.

وبالإضافة إلى الخصائص آنفة الذكر، عندما يدعم النظام تدفق الفيديو غير المضغوط، هناك خصائص أخرى واردة في الجدول 4 يتعين الوفاء بها.

الجدول 4

خصائص النظام

المعلمات	القيمة	الوصف
المعدل	3 Gbit/s	فيديو غير مضغوط، 1 080 p (RGB): 1 920 × 1 080 pixels, 24 bits/pixels, 60 frames/s
معدل فقدان الرزم (8 كيلوبايت حمولة نافعة)	1e-8	
التأخير[4]	10 ms	

8.4.2 مخططات النفاذ إلى القناة

مخطط النفاذ الأساسي هو نفاذ متعدد بتقسيم زمني (TDMA)، وهو ضروري للتعامل مع تحديات التشغيل في نطاق التردد 60 GHz، والطبيعة الاتجاهية للاتصالات، وتطبيقات من قبيل العرض اللاسلكي. ويستطيع النفاذ المتعدد بتقسيم زمني (TDMA) أن يوفر ضمانة عرض النطاق اللازم للتطبيقات الحساسة لجودة الخدمة المقدمة بالنظر إلى خصائصها المتحفظة مع الاتسام بالكفاءة في استهلاك الطاقة إذ إن الأجهزة لا تحتاج أن تبقى نشطة حال عدم قيامها بعمليات اتصال.

4 يمثل هذا التأخير من قمة طبقة التحكم في النفاذ إلى الوسائط في طرف إلى قمة طبقة التحكم في النفاذ إلى الوسائط في الطرف الآخر.

فضلاً عن ذلك، وحيث إن النفاذ المتعدد بتقسيم زمني (TDMA) مجدول زمنياً، فإن المحطات تدرك بالضبط مع أي المحطات الأخرى ستتواصل ومتى، حيث لدى المحطات القدرة على توجيه الفص الرئيسي لهوائياتها ناحية الوجهة المقصودة دون الحاجة إلى اتصال شامل الاتجاهات والمطلوب للنفاذ على أساس التنازع.

وينبغي أيضاً دعم النفاذ على أساس التنازع، مثل ذلك الذي توفره تكنولوجيا Wi-Fi، لاستعمالات من قبيل تصفح الشبكة ونقل الملفات. ومع هذا، ينبغي استخدام النفاذ على أساس التنازع في الأوقات الزمنية الموزعة في البنية التحتية لنفاذ قناة النفاذ المتعدد بتقسيم زمني (TDMA)، بدلاً من كونه مخطط النفاذ الأساسي.

5.2 معلمات للتعايش

من أجل تعايش محسن، من المهم أن تستخدم جميع الأنظمة MGWS ترتيب القنوات ذاته.

أمثلة لترتيب القنوات:

1) معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE):

أ) يحدد المعيار IEEE 802.11-2016[5] عرض نطاق قناة مقداره 160 2 MHz.

ب) يحدد المعيار IEEE 802.15.3-2016[6] عرض نطاق قناة مقداره 160 2 MHz.

ج) يحدد المعيار IEEE 802.15.3e-2017[7] عرض نطاق قناة مقداره 160 2 MHz مع تجميع ما يصل إلى أربع قنوات.

وقبل بدء التشغيل على القناة، ينبغي للأنظمة MGWS أن تمسح القناة في محاولة لضمان أن تشغيل القناة لن يتسبب في تداخل على أنظمة MGWS أخرى تعمل على القناة ذاتها.

أمثلة لتقنيات التخفيف من التداخل:

1) المعهد IEEE:

أ) نقطة نفاذ المعيار IEEE 802.11-2016 ينبغي ألا يبدأ تشغيل شبكة على قناة يكون مستوى الإشارة فيها عند أو فوق –48 dBm أو عند اكتشاف استهلال صالح لتشوير الأسلوب الشائع (CMS) حسب المعيار IEEE 802.15.3c-2009 عند مستوى استقبال مكافئ أو أعلى من –60 dBm. وتم تحديد تقنيات تخفيف عديدة أخرى مثل تبديل القنوات، والتحكم في قدرة الإرسال، وتحديد شكل الحزمة، على سبيل المثال لا الحصر.

ب) لا يسمح المعيار IEEE 802.15.3c-2009 لوحدة تحكم في شبكة متناهية الصغر في بدء تشغيل شبكة متناهية الصغر جديدة على قناة مشغولة حالياً بوحدة تحكم أخرى في شبكة من هذا النوع. وتم تحديد طريقة تشوير الأسلوب الشائع (CMS) للسماح للعديد من وحدات التحكم هذه بتقاسم النفاذ في قناة ما باستخدام الفواصل الزمنية للنفاذ TDMA الموزعة لشبكات متناهية الصغر فرعية.

ج) يقيد المعيار IEEE 802.15.3e-2017 مدى الاتصال بمقدار 10 cm أو أقل مع مستوى منخفض جداً للقدرة المشعة المكافئة المتناحية (EIRP). وإذا أصبحت المسافة بين الأجهزة أكثر من 10 cm، تُفصل الأجهزة عن بعضها وتقتصر قدرة الإرسال على دليل دوري.

---

5 معيار المعهد IEEE لتكنولوجيا المعلومات – تبادل الاتصالات والمعلومات بين الأنظمة – الشبكات المحلية وشبكات المناطق الحضرية الكبيرة – المتطلبات المحددة – الجزء 11: مواصفات التحكم في النفاذ إلى الوسائط (MAC) والطبقة المادية (PHY) في الشبكات المحلية اللاسلكية، ديسمبر 2016.

6 المعيار IEEE، للشبكات اللاسلكية المتعددة الوسائط ذات معدلات البيانات المرتفعة.

7 تعديل المعيار الصادر عن المعهد IEEE للشبكات اللاسلكية المتعددة الوسائط ذات معدلات البيانات المرتفعة: الاتصالات من نقطة إلى نقطة في المحيط القريب ذات المعدلات المرتفعة.

6.2 مستويات حساسية الاستقبال

عادةً ما تكون مستويات حساسية الاستقبال بين –48 و–78 dBm.

أمثلة لمستويات حساسية الاستقبال:

1) المعهد IEEE: في المعيار IEEE 802.11-2016، معدل أخطاء الرزم أقل من 1% (5% بالنسبة لمخطط التشكيل والتشفير 0) لوحدة بيانات خدمة عرض (PSDU) طولها 4 096 أثمون (256 أثموناً لمخطط التشكيل والتشفير 0).

ملاحظة – فيما يخص قياسات القدرة RF على أساس كثافة القدرة المستقبلة، يجب تصويب مستوى الدخل للتعويض عن كسب الهوائي في التنفيذ. وكسب الهوائي هو أقصى كسب مقدر من قبل المصنِّع. وفي حالة استعمال هوائي صفيفي متطاور فإن كسبه يكون المجموع الأقصى لخسارة التنفيذ البالغة –3 dB للكسب المقدر للعناصر.

7.2 قواعد تقييم حالة القناة (CCA)

قد تستخدم الأنظمة MGWS قواعد تقييم حالة القناة (CCA) للتخفيف من التداخل الناجم عن أنظمة MGWS أخرى.

على سبيل المثال، في حالة المعيار IEEE 802.11-2016، هناك ثلاث مجموعات من المخطط MCS محددة وهناك قواعد تقييم CCA محددة لكل مجموعة منها. والمجموعات الثلاث على النحو التالي:

أ) المجموعة MCS0: تعرف باسم المخطط MCS للتحكم حيث تستند إلى تشكيل بموجة حاملة وحيدة (SC).

ب) المخططات من MCS1 إلى MCS12,6، ومن MCS25 إلى MCS31: المجموعة SC MCS.

ج) المخططات من MCS13 إلى MCS24: مجموعة المخططات MCS الخاصة بتعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM).

ومن ثم، فإن المعيار IEEE 802.11-2016 يحدد قواعد تقييم CCA التي يمكن تطبيقها على كل مجموعة MCS على النحو التالي:

أ) المخطط MCS للتحكم: بداية إرسال صالح للمخطط MCS للتحكم عند مستوى استقبال أكبر من الحد الأدنى للحساسية لهذا المخطط (–78 dBm) سوف تجعل التقييم CCA يشير إلى وضع مشغول باحتمال أكبر من 90% في غضون 3 µs.

ب) المجموعة SC MCS: بداية الإرسال الصالح لهذه المجموعة عند مستوى استقبال أكبر من الحد الأدنى للحساسية للمخطط MCS1 (–68 dBm) سوف تجعل التقييم CCA يشير إلى وضع مشغول باحتمال أكبر من 90% في غضون 1 µs. ويجب أن يبقي المستقبل على إشارة تحسس الموجة الحاملة مشغولة لأي إشارة تزيد بمقدار 20 dB عن حد الحساسية الأدنى للمخطط MCS1.

ج) المجموعة OFDM MCS: بداية الإرسال الصالح لهذه المجموعة أو المجموعة SC MCS يكون عند مستوى استقبال أكبر من حد الحساسية الأدنى للمخطط MCS13 (–66 dBm) سوف تجعل التقييم CCA يشير إلى وضع مشغول باحتمال أكبر من 90% لمدة 1 µs.

3 معايير الأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدة جيغابتات (MGWS)

ترد أدناه قائمة المعايير التي تتناول مواصفات الأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدة جيغابتات:

1) المعيار IEEE 802.11-2016، معيار للمعهد IEEE لتكنولوجيا المعلومات – تبادل الاتصالات والمعلومات بين الأنظمة – الشبكات المحلية والحضرية الكبيرة – متطلبات محددة – الجزء 11: مواصفات التحكم في النفاذ إلى الوسائط (MAC) والطبقة المادية (PHY) في الشبكات المحلية اللاسلكية، ديسمبر 2016.

2) المعيار IEEE 802.15.3™-2016، معيار الشبكات اللاسلكية المتعددة الوسائط ذات معدلات البيانات المرتفعة.

3) المعيار 802.15.3e™-2017، تعديل معيار المعهد IEEE للشبكات اللاسلكية المتعددة الوسائط ذات معدلات البيانات المرتفعة: الاتصالات من نقطة إلى نقطة في المحيط القريب ذات المعدلات المرتفعة.

4) المعيار ETSI EN 302 567 v2.1.1 (2017-07)، معيار التجهيزات الراديوية ذات السرعة المقدرة بعدة جيغابتات التي تعمل في النطاق 60 GHz؛ معيار موحد يغطي المتطلبات الأساسية للمادة 2.3 من التوجيه 2014/53/EU.

5) مواصفات تحالف الأمانة اللاسلكية (WFA) وطبقة مواءمة البروتوكول (PAL) هي:

- الإصدار 2.0 من مواصفة تقنية لتمديد شاشة العرض لتحالف التكنولوجيا اللاسلكية متعددة الجيغابتات (WiGig®)، مارس 2015.
- الإصدار 1.2 من مواصفة تمديد الناقل لتحالف التكنولوجيا اللاسلكية متعددة الجيغابتات، أكتوبر 2014.
- الإصدار 1.1 من مواصفة التمديد لتحالف التكنولوجيا اللاسلكية متعددة الجيغابتات الرقمنة الآمنة (WSD)، يناير 2015.

6) المعيار ISO/IEC 13156، تكنولوجيا المعلومات – تبادل الاتصالات والمعلومات بين الأنظمة – الطبقة المادية (PHY) وطبقة التحكم في النفاذ إلى الوسائط (MAC) وطبقة مواءمة البروتوكول (PAL)، عالية المعدل في النطاق 60 GHz.

4 الأسماء المختصرة والمختصرات

CCA تقييم حالة القناة *(Clear channel assessment)*

CE أجهزة إلكترونية استهلاكية *(Consumer electronics)*

HDMI السطح البيني متعدد الوسائط عالي الوضوح *(High definition multimedia interface)*

MGWS الأنظمة اللاسلكية ذات السرعات المقدرة بعدة جيغابتات *(Multiple Gigabit Wireless Systems)*

MCS مخطط التشكيل والتشفير *(Modulation and coding scheme)*

OFDM تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد *(Orthogonal frequency division multiplexing)*

PER معدل أخطاء الرزم *(Packet error rate)*

RLAN شبكة محلية راديوية *(Radio local area network)*

SC موجة حاملة وحيدة *(Single carrier)*

TDMA نفاذ متعدد بتقسيم زمني *(Time division multiple access)*

WLAN شبكة محلية لاسلكية *(Wireless local area network)*

WPAN شبكة شخصية لاسلكية *(Wireless personal area network)*