

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R M.1474-1
(2010/01)

منهجية تقييم تأثير التداخل الناجم عن أنظمة النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن/النفاذ المتعدد بتقسيم التردد (TDMA/FDMA) للخدمة المتنقلة الساتلية (MSS) العاملة في نطاق التردد 3-1 GHz على أداء المستقبلات الرقمية للخدمة الثابتة العاملة في النطاق الأساسي والواقعة في خط البصر

السلسلة M

الخدمة المتنقلة وخدمة التحديد الراديوي للموقع وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة

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 مدى 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 الكهروتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في الملحق 1 بالقرار ITU-R 1. وترد الاستثمارات 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>)

العنوان	السلسلة
البث الساتلي	BO
التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية	BR
الخدمة الإذاعية (الصوتية)	BS
الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)	BT
الخدمة الثابتة	F
الخدمة المتنقلة وخدمة التحديد الراديوي للموقع وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة	M
انتشار الموجات الراديوية	P
علم الفلك الراديوي	RA
الخدمة الثابتة الساتلية	S
أنظمة الاستشعار عن بعد	RS
التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية	SA
تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة	SF
إدارة الطيف	SM
التجميع الساتلي للأخبار	SNG
إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت	TF
المفردات والمواضيع ذات الصلة	V

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

النشر الإلكتروني

جنيف، 2010

© ITU 2010

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.1474-1*

منهجية تقييم تأثير التداخل الناجم عن أنظمة النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن/النفاذ المتعدد بتقسيم التردد (TDMA/FDMA) للخدمة المتنقلة الساتلية (MSS) العاملة في نطاق التردد 3-1 GHz على أداء المستقبلات الرقمية للخدمة الثابتة العاملة في النطاق الأساسي والواقعة في خط البصر

(المسألان ITU-R 201/4 و ITU-R 118/5)

(2010-2000)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية منهجية لتقييم تأثير التداخل الناجم عن إرسالات الأنظمة TDMA/FDMA للخدمة المتنقلة الساتلية فضاء-أرض وأرض-فضاء على أداء المستقبلات الرقمية للخدمة الثابتة الواقعة في خط البصر والعاملة في نطاق التردد 3-1 GHz. كما يمكن استخدام هذه المنهجية في التنسيق التفصيلي بين الخدمة المتنقلة الساتلية والخدمة الثابتة.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

- أ) أن نطاق التردد 1 518-1 525 MHz موزع على الخدمة المتنقلة الساتلية (فضاء-أرض) والخدمة الثابتة على أساس أولي مشترك في جميع الأقاليم؛
- ب) أن نطاق التردد 1 525-1 559 MHz و 1 626,5-1 660,5 MHz موزعان أيضاً على الخدمة المتنقلة الساتلية (فضاء-أرض وأرض-فضاء، على التوالي) على أساس أولي في جميع الأقاليم؛
- ج) أن نطاق التردد 1 525-1 530 MHz موزع أيضاً للخدمة الثابتة على أساس أولي في الإقليمين 1 و 3، وأن نطاقات التردد 1 550-1 559 MHz و 1 626,5-1 645,5 MHz و 1 646,5-1 660 MHz موزعة أيضاً للخدمة الثابتة على أساس أولي في بعض البلدان؛
- د) أن نطاق التردد 1 668,4-1 675 MHz موزع للخدمة المتنقلة الساتلية (أرض-فضاء) والخدمة الثابتة على أساس أولي مشترك في جميع الأقاليم؛
- هـ) أن نطاق التردد 1 980-2 010 MHz و 2 170-2 200 MHz في جميع الأقاليم والنطاقين 2 010-2 025 MHz و 2 160-2 170 MHz في الإقليم 2 موزعة للخدمة المتنقلة الساتلية (أرض-فضاء وفضاء-أرض) وللخدمة الثابتة على أساس أولي مشترك؛
- و) أن الإرسالات الصادرة عن السواتل المتنقلة قد تسبب تداخلاً في مستقبلات الخدمة الثابتة الواقعة في خط البصر والعاملة في هذه النطاقات؛
- ز) أن الإرسالات الصادرة عن السواتل المتنقلة والمحطات الأرضية المتنقلة التابعة لها قد تسبب تداخلاً في مستقبلات الخدمة الثابتة الواقعة في خط البصر والعاملة في هذه النطاقات؛

* أعدت لجتنا الدراسات 4 و 5 للاتصالات الراديوية معاً هذه التوصية، وستضطلعان معاً بإجراء أي مراجعة لها.

- (ح) أن تداخلًا من هذا القبيل يستتبع ظواهر متغيرة بتغير الزمن مثل هندسة التداخل وشروط الانتشار وحركة الخدمة المتنقلة الساتلية؛
- (ط) أن المحاكاة هي عموماً الطريقة الوحيدة لتقييم هذا التداخل بصورة دقيقة؛
- (ك) أن نتائج عمليات المحاكاة تظهر عادة على شكل إحصاءات للنسب C/I و C/N و $C/(N+I)$ ؛
- (ل) أن تأثير تداخل من هذا القبيل غالباً ما يتم تقديره بدراسة إحصاءات الترددات الراديوية فقط؛
- (م) أنه لا بد في الحالات الحرجة من تقييم تأثير التداخل على أهداف الأداء في الخدمة الثابتة للنطاق الأساسي،

توصي

1 باستعمال المنهجية الواردة في الملحق 1 باعتبارها إرشادات التنسيق التفصيلي ثنائي الأطراف من أجل تقدير تأثير التداخل الناجم عن الأنظمة TDMA/FDMA لسواتل الخدمة المتنقلة الساتلية ومحطاتها الأرضية المتنقلة العاملة في نطاق الترددات 3-1 GHz الموزع للخدمة المتنقلة الساتلية على أداء المستقبلات الرقمية للخدمة الثابتة في النطاق الأساسي الواقعة في خط البصر، وذلك استناداً إلى إحصاءات التداخل الراديوي.

الملاحظة 1 - تعتبر المنهجيات الواردة في الملحق 1 مؤقتة. ويرجى من الإدارات أن تقدم مساهمات بهدف تطوير هذه المنهجيات.

الملحق 1

1 مقدمة

يستتبع التقاسم بين الخدمة المتنقلة الساتلية والخدمة الثابتة ظواهر تتغير تبعاً للزمن، مثل هندسة التداخل وشروط الانتشار وإلى ما غير ذلك. والمحاكاة عموماً هي الطريقة الوحيدة لتقييم التداخل بين أنظمة الخدمة المتنقلة الساتلية والخدمة الثابتة تقيماً دقيقاً. وتظهر نتائج عمليات المحاكاة عادة في شكل إحصاءات عن النسب C/I و C/N و $C/(N+I)$ ، وتظهر بوصفها دالة توزيع تراكمي.

وتقدم التوصية ITU-R M.1319 منهجية تتيح، في جملة أمور، ترجمة أهداف معدل الخطأ في البتات للأنظمة الرقمية للخدمة الثابتة إلى المتطلبات المقابلة للنسبة $C/(N+I)$ في نسبة مئوية معينة. وتمثل هذه الأهداف المقابلة لأداء التردد الراديوي بيانياً في منحنيات توزيع تراكمي للنسبة $C/(N+I)$ من أجل تحديد ما إذا كان التداخل الناجم عن سواتل الخدمة المتنقلة الساتلية مقبولاً.

وعلى الرغم من أن الطريقة الواردة في التوصية ITU-R M.1319 تستند إلى محاكاة حاسوبية كبيرة، لكنها سهلة التطبيق نسبياً في البرمجية، لأن جميع الحسابات والمقارنات تجري بالترددات الراديوية. وينبغي استعمال هذه الطريقة في طور التنسيق التفصيلي بين الإدارات، والذي يُشترط أن يتم الشروع به عملاً بالمادة 9 والتذييل 5 من لوائح الراديو ذاتها، من أجل تحديد ما إذا كان التداخل مقبولاً أم لا، مع مراعاة البيانات الفعلية المتوفرة عن أنظمة الخدمة الثابتة وأهداف الأداء وأهداف التيسر ذات الصلة التي حددها قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد.

وفي بعض الحالات، قد يكون من الضروري، في طور التنسيق ثنائي الأطراف، أن تتفحص الأطراف المعنية، بعناية أكبر، تأثير التداخل الناجم عن الخدمة المتنقلة الساتلية على أهداف أداء الأنظمة الرقمية للخدمة الساتلية. وقد يحدث ذلك عندما لا تكون نتائج طريقة المحاكاة الواردة في التوصية ITU-R M.1319 آفة الذكر حاسمة بما يكفي لإنهاء تنسيق الترددات.

والغرض من هذا الملحق هو تقديم طرائق من شأنها أن تحوّل إحصاءات النسبة $C/(N+I)$ إلى قياسات أداء للموجات الحاملة الرقمية للخدمة الثابتة في النطاق الأساسي.

2 تحويل النسبة $C/(N+I)$ إلى معدل خطأ في البتات (BER)

يمكن تحويل النسبة $C/(N+I)$ إلى نسبة خطأ في الرموز (SER) متكافئة باستعمال المعادلات والخطوط البيانية الواردة في التوصية ITU-R SF.766. وعلى سبيل المثال، بالنسبة إلى موجة حاملة بتشكيل M -PSK ينتج:

$$(1) \quad SER = \operatorname{erfc} \left(\sqrt{\log_2(M)} \gamma_b \sin \frac{\pi}{M} \right)$$

حيث:

$$[C/(N+I)](B/R) = E_b/(N_0 + I_0) = \gamma_b \quad (\text{نسبة رقمية})$$

B : عرض نطاق الضوضاء في مستقبل الخدمة الثابتة

R : معدل البتات

M : عدد الحالات.

يمكن تحويل النسبة SER إلى المعدل BER بافتراض أن $SER/\log_2(M) = BER$.

3 أهداف أداء أخرى

فيما يلي الأهداف الأخرى للأداء الرقمي للخدمة الثابتة (إضافة إلى المعدل BER):

- عدم التيسر؛
- نسبة الخطأ في الثواني (ESR)؛
- نسبة الخطأ الشديد في الثواني (SESR)؛
- معدل الخطأ في الفدر المتبقية (BBER).

ويتطلب التقدير الدقيق لهذه القياسات مراقبة متواصلة لأداء نظام الخدمة الثابتة. ويعني ذلك في حالة المحاكاة أن يكون الفاصل الزمني صغيراً جداً، أي بحدود جزء من الألف من الثانية. وقد يكون ذلك غير ممكن في برمجية تحاكي التداخل الذي يسببه نظام الخدمة المتنقلة الساتلية غير المستقر بالنسبة إلى الأرض في مستقبلات الخدمة الثابتة، بسبب ضرورة نمذجة التنوعات أيضاً للأجل الطويل، علماً بأن وقت التشغيل قد لا يسمح بذلك.

ولهذه الأسباب يُقترح تقييم قياسات الأداء سابقة الذكر استناداً إلى طريقة القيم المتوسطة، أي انطلاقاً من افتراض أن المعدل BER ثابت بين عيّنتين مختلفتين زمنياً. وعلاوة على ذلك يُفترض أن توزيع الأخطاء في البتات متساوٍ عبر الزمن. وقد تعطي هذه الطريقة تقديرات حذرة، نظراً لأن أخطاء البتات ستتوزع على أقصى عدد من الفدرات (انظر الفقرة 2.3 للحصول على تعريف الفدر)؛ وقد يؤدي مزيد من التنوع لجمع الأخطاء في البتات إلى عدد أقل من الفدرات المتأثرة (بافتراض أن العدد الإجمالي للأخطاء في البتات معروف). وستعرض الفقرات التالية طرائق يمكن استعمالها لإجراء هذا التقييم.

1.3 عدم التيسر

تعرف التوصية ITU-R F.557 عدم التيسر في الوصلات الرقمية للخدمة الثابتة على النحو التالي:

"تبدأ فترة عدم التيسر عند بداية فترة عشر ثوان شديدة الأخطاء (SES) متتالية، في اتجاه واحد على الأقل للإرسال. وتعتبر فترة العشر ثوان هذه فترة عدم تيسر. وللحصول على تعريف SES يرجى الرجوع إلى التوصيتين الصادرتين عن قطاع تقييس الاتصالات G.821 و G.826.

وتبدأ فترة تيسر جديدة عند بداية 10 ثوان متتالية خالية من ثوان شديدة الأخطاء في اتجاهي الإرسال. وتشكل الثواني العشر هذه جزءاً من التيسر. وللحصول على تعريف الثواني شديدة الأخطاء، يرجى الرجوع إلى التوصيتين ITU-T G.821 و ITU-T G.826 ذات الصلة".

ونظراً للاستناد إلى فرضية أن المعلومة المتوفرة الوحيدة هي دالة قوة احتمال النسبة $C/(N+I)$ ، يستحسن استعمال طريقة مبسطة هنا. ولذا يتم تقدير عدم التيسر باعتباره النسبة المئوية من الوقت التي يتجاوز خلالها المعدل BER النسبة 1×10^{-3} . ويكون عدم التيسر T_U (s) عندئذ:

$$(2) \quad T_U = N_s \sum_{i=a}^x pdf_i$$

حيث:

N_s : إجمالي وقت المحاكاة (S)

pdf_i : دالة قوة الاحتمال المحسوبة للنسبة $C/(N+I)$

a : القيمة $C/(N+I)$ الأصغر في التوزيع

x : القيمة $C/(N+I)$ المقابلة للمعدل BER 1×10^{-3} .

ويكون عدم التيسر المعبر عنه بالنسبة المئوية هي $T_U/N_s \times 100$.

2.3 الثواني الخطأ

تعرف التوصية ITU-T G.826 الثانية الخطأ (ES) بأنها "فترة مدتها ثانية تضم فدره خطأ واحدة أو أكثر أو عطل واحد على الأقل"، والفدره الخطأ هي فدره تضم بته خطأ واحدة أو أكثر. ويجب في حساب النسبة ESR مراعاة الوقت المتيسر فقط:

$$(3) \quad ESR = \frac{ES}{N_s - T_U}$$

حيث ES هو عدد الثواني الخطأ خلال الوقت المتيسر.

ويمكن حساب عدد الثواني الخطأ خلال الوقت المتيسر على النحو التالي:

$$(4) \quad ES = N_s \sum_{i=x}^b pdf_i \min \left[1, BlockE_s(i) \right]$$

حيث:

b : أعلى قيمة $C/(N+I)$ في التوزيع المتوفر

$BlockE_s(i)$: متوسط عدد الأخطاء في الفدر في الثانية لنسبة $i=C/(N+I)$

ويجدر بالذكر أنه إذا كان هذا المتوسط أكبر من 1 تعتبر جميع الثواني مع $i=C/(N+I)$ خطأ

$$(5) \quad BlockE_s(i) = N_{Blocks/s} \min \left[1, BE_{Block}(i) \right]$$

حيث:

عدد الفدر في الثانية الواحدة : $N_{Blocks/s}$

$BE_{Block}(i)$: متوسط عدد البتات الخاطئ في الفدرة الواحدة للنسبة $i=C/(N+I)$. وبنفس الطريقة إذا كان متوسط عدد أخطاء البتات في الفدرة أكبر من 1، تعتبر جميع فدر النسبة $i=C/(N+I)$ خطأً.

$$(6) \quad BE_{Block}(i) = BER_i \cdot N_{B/block}$$

حيث:

المعدل BER المقابل للنسبة $i=C/(N+I)$: BER_i عدد البتات في الفدرة الواحدة. : $N_{B/block}$

3.3 الثواني شديدة الخطأ (SES)

تعرف التوصية ITU-T G.826 الثانية شديدة الخطأ بأنها "فترة مدتها ثانية واحدة تضم $\leq 30\%$ من الفدر الخطأ أو عطل واحد على الأقل". وقد أهمل مفهوم العطل في الجزء التالي. ولا يُراعى في حساب النسبة SESR إلا الوقت المتيسر.

$$(7) \quad SESR = \frac{SES}{N_s - T_U}$$

حيث:

عدد الثواني SES في الوقت المتيسر : SES

$$(8) \quad SES = N_s \sum_{i=x}^b pdf_i \cdot CHECK1_i$$

حيث:

$$CHECK1_i = 1 \quad \text{if } BlockE_s(i) > 0.3 N_{Blocks/s}, \quad \text{else } CHECK1_i = 0$$

4.3 فدرية خطأ متبقية (BBE)

تعرف التوصية ITU-T G.826 الفدرة BBE بأنها "فدرية خطأ تحدث خارج الثانية شديدة الخطأ".

$$(9) \quad BBER = \frac{BBE}{N_s - T_U}$$

حيث:

عدد الفدر الخطأ التي تحدث في الوقت المتيسر : BBE

$$(10) \quad BBE = N_s \cdot N_{Block/s} \sum_{i=x}^b pdf_i \min \left[1, BE_{Block}(i) \right] CHECK2_i$$

حيث:

$$CHECK2_i = 1 \quad \text{if } BlockE_s(i) < 0.3 N_{Blocks/s}, \quad \text{else } CHECK2_i = 0$$

4 الخلاصة

يقدم هذا الملحق معادلات يمكن استعمالها للتوصل إلى تقديرات تأثير التداخل على الأداء في النطاق الأساسي للأنظمة الرقمية للخدمة الثابتة استناداً إلى إحصاءات النسبة $RF C/(N+I)$. وتقوم هذه الطرائق على أساس نهج القيم المتوسطة التي تعطي تقديرات حذرة نظراً لأن الأخطاء في الثبات موزعة على أكبر عدد من الفدرات؛ وقد يؤدي مزيد من التنوع في تجميع الأخطاء في البتات إلى عدد أقل من الفدرات المتأثرة (بافتراض أن العدد الإجمالي لأخطاء البتات معروف).

وينبغي استعمال الطرائق الواردة في هذا الملحق في الحالات الحرجة فقط، عندما لا تُفضي دراسة إحصاءات التداخل الراديوي إلى نتائج حاسمة بصورة كافية للتوصل إلى تنسيق الترددات.
