

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R SM.1708-1
(2011/09)

قياسات شدة المجال على طول طريق ما
مع تسجيلات الإحداثيات الجغرافية

السلسلة SM
إدارة الطيف

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 والمظمنة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهنتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في القرار 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
أنظمة الاستشعار عن بعد	RS
الخدمة الثابتة الساتلية	S
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، 2020

© ITU 2020

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 SM.1708-1*

قياسات شدة المجال على طول طريق ما مع تسجيلات
الإحداثيات الجغرافية

(2011-2005)

مجال التطبيق

نظراً لتزايد عدد الشبكات المتنقلة التي تستخدم أنماط تشكيل وتقنيات نفاذ مختلفة، فقد أصبحت قياسات شدة المجال على طول طريق ما مع تسجيلات الإحداثيات الجغرافية مهمة لضمان كفاءة استخدام الطيف.

كلمات أساسية

إذاعة رقمية، أسلوب قياس، مراقبة الطيف

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

- أ) أن عدد الشبكات المتنقلة التي تستخدم أنماط تشكيل وتقنيات نفاذ مختلفة آخذ في الازدياد؛
- ب) أن ضمان الاستعمال الفعال للطيف يقتضي معرفة الإدارات بالتغطية الراديوية للشبكات؛
- ج) أن التنبؤ بشدة المجال يستدعي الدعم بالقياسات العملية التي يتم القيام بها عن طريق المراقبة؛
- د) أن قياسات شدة المجال المتنقلة هي - في بعض الأحيان - الحل الوحيد لتحديد التغطية الراديوية لمنطقة واسعة؛
- هـ) أن المنظمين قد يحتاجون إلى التحقق من انتشار تغطية شبكة ما وفقاً للرخصة؛
- و) أن الإدارات تستخدم نهجاً مختلفة لقياس شدة المجال المتنقل،

وإذ تقر

أ) بأن وجود إجراءات قياس مشتركة هو أمر ضروري بغية الوصول إلى قبول متبادل لنتائج القياس من قبل الأطراف المعنية،

توصي

1 أن يستخدم النهج الموصوف في الملحق 1 في قياسات شدة المجال للإشارات المستقطبة عمودياً على طول طريق ما.

* أدخلت لجنة الدراسات 1 للاتصالات الراديوية في عامي 2018 و 2019 تعديلات صياغية على هذه التوصية وفقاً للقرار 1 ITU-R.

الملحق 1

1 ملامح عامة

قد تختلف القيم الحقيقية لشدة المجال - والتي تتأثر بظروف الاستقبال المحلي - اختلافاً كبيراً عن قيمها المتنبأ بها. ولذا فإنه لا بد من التحقق منها عن طريق إجراء قياسات لتحديد التغطية الراديوية شديدة المجال لمنطقة واسعة.

ويجب أن يدون تسجيل نتائج الاختبار جنباً إلى جنب مع معطيات الإحداثيات الجغرافية لهذه النتائج من أجل تحديد موقع مشاهد القياسات، وجمع النتائج على الطرق الأكثر نفاذاً للمنطقة موضع البحث لغايات رسم الخرائط.

وبدلاً من قياس شدة المجال الفعلية، هناك في بعض الأحيان ضرورة لقياس فلطية خرج هوائي المستعمل (وهو الهوائي النموذجي للخدمة موضع الاستقصاء) لتقييم التغطية الراديوية.

وتتسم أنظمة الشبكات الرقمية (مثل GSM و DCS1800 و UMTS أو DAB أو DVB-T) بالحساسية تجاه آثار الاستقبال المنعكس. وفي هذه الحالة يكون من الضروري - بالإضافة إلى قياس مستوى الإشارة - قياس جودة الاستقبال التي تتم من خلال قياس معدل نسبة الخطأ في البتات (BER) أو قياس استجابة نبضات القناة كذلك من أجل تحديد تقييم أداء النظام. ويمكن إجراء هذه القياسات على الشبكات الرقمية التشغيلية عن طريق استعمال النداءات الأوتوماتية دون أية آثار عكسية.

ولا بد من وجود إرسال مستمر لغايات القياس على طول طريق معين.

2 نتائج قياس شدة المجال المتنقل

تبرز شدة المجال على طول الطريق تقلبات حادة نظراً لأثر الإشارات المنعكسة. ويمكن أن تتطابق نتيجة قياس واحدة مع القيمة الدنيا أو القصوى للانعكاس، وهي تتأثر كذلك بالارتفاع المختار لهوائي المستقبل والموسم والطقس والكساء الحضري ورطوبة البيئة المحيطة مما يجعل ذلك خاطئاً.

ونظراً للعوامل المذكورة أعلاه، يمكن أن تحسب نتائج اختبار شدة المجال الممكن استخلاصها انطلاقاً من عدد كبير من قراءات المعطيات الأولية عن طريق معالجتها إحصائياً.

3 حساب شدة المجال

يمكن أن تحسب قيمة شدة المجال - مع معرفة فلطية خرج الهوائي (المقاسة عادة بـ $\text{dB}(\mu\text{V})$) وعامل الهوائي وتوهين مسير إشارة الهوائي - عن طريق المعادلة التالية:

$$e = v_o + k + a_c$$

حيث:

e : عنصر شدة المجال الكهربائي ($\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$)

v_o : فلطية خرج الهوائي ($\text{dB}(\mu\text{V})$)

k : عامل الهوائي ($\text{dB}(\text{m}^{-1})$)

a_c : توهين مسير إشارة الهوائي (dB).

ويمكن، من خلال استخدام بعض مستقبلات الاختبار، قراءة نتيجة شدة المجال مباشرة على شكل ($\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$) وذلك من خلال كتابة عامل الهوائي وتوهين مسير الإشارة الملخصين في ذاكرة المستقبل.

4 قياس الهوائيات

يكون الارتفاع المختار لهوائي الاختبار خلال القياس هو 1,5 إلى 3 أمتار. وتعتبر النتيجة على أنها أجريت بناء على ارتفاع 3 أمتار.

5 ضبط مستقبل الاختبار

1.5 النطاق الدينامي

يجب أن يكون نطاق التشغيل الدينامي لمستقبل القياس ≤ 60 dB.

2.5 وظائف وعرض نطاق الكاشف للأشكال المتوالية للإشارة

يجب أن يكون عرض نطاق المستقبل واسعاً بما فيه الكفاية لاستقبال الإشارة، بما في ذلك الأجزاء الأساسية لطيف التشكيل. ويجب أن يضبط نمط الكاشف وفقاً لخصائص الإشارة المختبرة ونسق تشكيلها.

وظيفة الكاشف	عرض النطاق الأدنى (kHz)	نموذج أنماط الإشارة
معدل وسطي خطي	9 أو 10	مزدوج النطاق الجانبي AM
ذروة	2,4	وحيد النطاق الجانبي AM
معدل وسطي (أو لوغاريتمي) خطي	120	إشارة بث FM
ذروة	120	موجة حاملة تلفزيونية
جذر متوسط التربيع	300	إشارة GSM
	1 500	إشارة DAB
	6 000	إشارة DVB-T
	7 000	أنظمة: MHz 6
	8 000	MHz 7
		MHz 8
	30	إشارة TETRA
	4 000	إشارة UMTS
معدل وسطي (أو لوغاريتمي) خطي	7,5	راديو FM ضيق النطاق
معدل وسطي (أو لوغاريتمي) خطي	12	مباعدة القناة: kHz 12,5
معدل وسطي (أو لوغاريتمي) خطي	12	kHz 20
		kHz 25

GSM: النظام العالمي للاتصالات المتنقلة

DAB: إذاعة سمعية رقمية

DVB-T: إذاعة فيديو رقمية للأرض

TETRA: راديو رئيسي أرضي

UMTS: نظام الاتصالات المتنقلة العالمية، تكنولوجيا خاصة ضمن عائلة IMT-2000

6 سرعة المركبة

يجب أن تكون سرعة المركبة (V) ملائمة لطول الموجة وعدد الإشارات المختبرة المقاسة في آن واحد مع الترددات المختلفة ومدة القياس الزمنية الأقصر القابلة للتطبيق لمستقبل الاختبار:

$$V \text{ (km/h)} \leq \frac{864}{f \text{ (MHz)} \times t_r \text{ (s)}}$$

حيث تمثل t_r المدة الزمنية الدنيا التي تنص عليها مواصفات المستقبل لتكرار معاينة تردد واحد.

7 العدد الضروري لنقاط القياس والفاصل الوسطي

يختار عدد نقاط العينة - لغايات التقييم الإحصائي (منهج Lee)* - بطريقة تعرض معها نتائج عملية التغيير البطيء في شدة المجال (أثر خبو طويل الأمد)، كما يجب أن تعكس هذه النتائج من قريب أو بعيد الفردية المحلية (الآنية) (أثر الخبو قصير الأمد) لتوزيع شدة المجال.

وللحصول على فاصل ثقة 1 dB حول القيمة الوسطى الحقيقية، يجب أن تختار عينات نقاط الاختبار عند كل 0,8 λ (طول موجة) على مدى 40 فاصل وسطي (50 قيمة مقاسة ضمن 40 طول موجة).

8 أنظمة الملاحة وتحديد الموقع

1.8 نظام تقدير الموضع

تقدر المسافة من نقطة الانطلاق بمساعدة محول مسافة إلى نبضات مربوط على إطار غير مدفوع بمحرك في مركبة الاختبار، في حين يقدم الجيروسكوب الآلي المعلومات المبينة للوجهة. وتعتمد دقة تحديد الموقع على دقة تسجيل نقطة الانطلاق والمسافة التي تغطيها مركبة الاختبار.

2.8 الأنظمة العالمية لتحديد الموقع (GPS)

لا تعطي الأنظمة العالمية التجارية لتحديد الموقع هي نفسها معطيات دقيقة عن الموقع إلا على بعد بضعة أمتار، ولكنها لا تعمل بشكل دقيق في الأنفاق والشوارع الضيقة والوديان. ومع ذلك فإن أنظمة GPS تبقى النهج المفضل لتحديد الموقع بالنسبة إلى قياسات شدة المجال.

وتتسم الأنظمة المعيارية GPS بدقة كافية لاختبار تغطية البث الإذاعي لتلفاز أو محطة راديوية.

ويتطلب اختبار نظام رقمي صغري الخلايا في منطقة حضرية دقة في معلومات تحديد الموقع ضمن عدة أمتار.

3.8 نظام الملاحة المركب

يشكل هذا النظام توليفة من النظامين المذكورين أعلاه. وتقدم أنظمة الملاحة هذه بشكل دائم ودون الحاجة إلى تدخل يدوي من المشغل معطيات عن الموقع والزمن ومعلومات عن الوجهة والنقطة الوسيطة.

9 جمع المعطيات ومعالجتها

يمكن الحصول من خلال مناهج القياس والتقييم التالية إما على القيم الوسطية أو الذروية العليا/الدنيا أو التقييم الإحصائي أو احتمال تجاوز مستوى النتائج.

* السيد ويليام ك. ي. بي "المبادئ الأساسية لتصميم الاتصالات المتنقلة"، رقم ISBN: 0-471-57446-5.

1.9 جمع نتائج القياس دون إنقاص المعطيات (المعطيات الأولية لشدة المجال)

لا يمكن إعادة نتيجة اختبار واحدة، نظراً للآثار المتباينة للخبو والانعكاس، وبالتالي فإنه لا يمكن لهذه النتيجة أن تمثل مباشرة قيمة شدة المجال لنقطة اختبار. ويمكن معالجة المعطيات الأولية بشكل إضافي بالشكل المطلوب (انظر الفقرتين 1.2.9 و 2.2.9).

2.9 جمع نتائج القياس مع إنقاص المعطيات

يسمح هذا المنهج بإنقاص كمية المعطيات الأولية المسجلة إلى حد كبير من خلال المعالجة الإحصائية.

1.2.9 القيم الوسطية

في مقدور بعض مستقبلات الاختبار إجراء تصنيف داخلي لنتائج الاختبار على مدى فواصل يحددها المستعمل مسبقاً. ويمكن للمستعمل أن يختار فواصل تقييم تصل كحد أقصى إلى زهاء 10 000 عينة مقاسة، على أن يحتوي كل فاصل منها على 100 قيمة كحد أدنى.

ولا يخزن في القرص الصلب سوى القيم الحسابية الوسطية للرقم المحدد سلفاً لنتائج الاختبار، وتبين هذه القيم في الخريطة النهائية للتغطية الراديوية.

2.2.9 تصنيف النتائج وفقاً لاحتمال تجاوز المستوى

تصنف النتائج خلال القياسات ما بين 1 و 99% وفقاً لاحتمال التجاوز. وتمثل هذه القيم المئوية بالنسبة إلى مستوى شدة المجال احتمال تجاوز الحد. وقيمها النموذجية هي 1% و 10% و 50% و 90% و 99%. وتفضل القيمة المتوسطة 50% لدراسات الانتشار.

ومن الأحرى الانتباه إلى أن المستقبلات تتطلب بعض آلاف الأجزاء من الثانية لتقييم التصنيف، بحيث تكون نبضات الإطلاق خلال هذه الفترة مهمة، وبالتالي لا يتم الحصول على قياسات جديدة.

10 تقديم المعطيات

تكون التمثيلات التالية ممكنة من خلال استعمال مراقب مدمج أو مراقب ملون لحاسوب شخصي خارجي أو طابعة أو جهاز رسم:

1.10 تقديم المعطيات الأولية على شكل جداول

المزية: يعطي معلومات مفصلة عن الآثار المحلية للخبو. ويمكن أن تحول النتائج إلى أي نوع من النتائج التي يسهل استعراضها من خلال العمليات الرياضية أو الإحصائية.

العيب: الحجم المفرط للمعطيات، ولا يمكن تكرار فرادى النتائج.

2.10 تخطيطها على شكل إحداثيات ديكراتية

يخطط العرض البياني لمعطيات شدة المجال على شكل إحداثيات ديكراتية مقابل المسافة مع مبيانات لهذه القيم المتوسطة المحسوبة. المزية: يعطي هذا النظام نتيجة سريعة للتوزيع والمواقع دون مستوى عتبة معينة لشدة المجال، ويمكن استعراض هذه النتيجة بسهولة.

العيب: من الصعب إقامة علاقة بين النتائج والمواقع الدقيقة للقياسات.

3.10 رسم الخرائط

يعرض الخط متعدد الألوان من أجل تمثيل مستويات شدة المجال الخاضعة للمعالجة (مثلاً مع 10 dB(μ V/m) أو احتمالات تجاوز المستوى (ما بين 1 و99%) على خريطة الطريق.

ويجب أن يكون مقياس الرسم المختار منسجماً مع حجم المنطقة المغطاة بالإشارة الراديوية موضع البحث والاستبانة المطلوبة لنتائج شدة المجال الخاضعة للمعالجة. ويمكن أن تشتمل الفواصل المقدمة - نظراً لمقياس رسم الخريطة - على مضاعفات الفواصل الوسطية. وينبغي اختيار استبانة النتيجة المقدمة بطريقة يمكن معها رسم الخصوصيات المحلية دون الخط الملون كونه مفعماً بالألوان على نحو مفرط.

وإذا برزت الحاجة لتقديم الفواصل الوسطية بدرجة أعلى من الاستبانة (كتمثيل النتائج في خلايا صغيرة)، فبوسع النظام أن يزوم الخريطة المتوفرة.

وإذا سجلت سلسلتا معطيات في آن واحد خلال القياسات (كشدة المجال ونسبة الخطأ في البتات) فمن المستصوب تمثيلهما معاً بخطين ملونين متوازيين على طول الطرق المرسومة في الخريطة.

المزية: يمكن أن تربط نتائج الاختبار بالبقعة الدقيقة للقياسات. وهي تعطي نتائج سريعة وسهلة الاستعراض عن التوزيع والوصول إلى مستوى أدنى من مستوى عتبة معينة لشدة المجال.

العيب: يمكن أن تكون استبانة الفاصل المرسوم أكبر من الفاصل المعالج. وبذا يمكن أن تموه الخصائص المحلية لشدة المجال.