التوصيـــة ITU-R M.1825

إرشادات بشأن المعلمات التقنية ومنهجيات دراسات التقاسم المتعلقة بأنظمة الخدمة المتنقلة البرية

(المسألة ITU-R 7/8)

(2007)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية إرشادات بشأن دراسات التقاسم المتعلقة بأنظمة الخدمة المتنقلة البرية. كما تضع قائمة بالمعلمات التي تحدد خصائص نظام يساعد على إجراء دراسات التقاسم، وتقدم معلومات عن الطرائق التي يمكن استعمالها في تحليلات التقاسم التي تضم الخدمة المتنقلة البرية، وتصف تقنيات التخفيف من التداخل التي من شأنها تحسين تقاسم الطيف. وتضم أيضاً قائمة بالتوصيات والتقارير والكتيبات ذات الصلة الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) إمكانية تغير الخصائص التقنية لأنظمة الخدمة المتنقلة البرية؛

ب) احتمال ظهور أنماط جديدة من الأنظمة أو الخدمات في النطاقات التي تستعملها الخدمة المتنقلة البرية؛

ج) ضرورة أن تحدد الخصائص التقنية والتشغيلية الخاصة بالأنظمة العاملة في النطاقات الموزعة على الخدمة المتنقلة البرية إمكانية إدخال أنماط جديدة من الأنظمة؛

د) الحاجة إلى إعداد إجراءات وطرائق من أجل دراسة المواءمة بين الأنظمة العاملة في الخدمة المتنقلة البرية وأنظمة الخدمات الأخرى،

وإذ تحيط علماً

أ) بقائمة التوصيات والتقارير والكتيبات ذات الصلة الواردة في الملحق 3،

توصي

1 باستعمال قائمة المعلمات التي يتضمنها الملحق 1 كإرشادات بشأن خصائص أنظمة الخدمة المتنقلة البرية الملائمة لاستخدامها في دراسات التقاسم؛

2 باستخدام الطرائق التي يتضمنها الملحق 2 في دراسات التقاسم بين أنظمة الخدمة المتنقلة البرية (تقاسم داخل الخدمة) وبين أنظمة الخدمة المتنقلة البرية وأنظمة الخدمات الأخرى (تقاسم بين الخدمات).

الملحـــق 1

المعلمات التقنية لأنظمة الخدمة المتنقلة البرية لأغراض دراسات التقاسم

1 مقدمة

لا بدّ لكل دراسة تقاسم من وضع خصائص الأنظمة التي تتقاسم الطيف. وتعرض الفقرة 2 قائمة المعلمات ذات القيم الكفيلة بتحديد خصائص النظام لأغراض دراسات التقاسم.

2 قائمة عامة بالمعلمات

يستحسن استعمال خصائص الخدمة المتنقلة البرية المعددة في الجدول أدناه لدراسات التقاسم. بيد أن المعلمات المذكورة أدناه لا تتواءم جميعها مع كل نظام خدمة برية، وبالتالي قد لا تظهر بهذه الصفة في المعايير المصاحبة. ونتيجة لذلك، ينبغي توخي الحيطة عند تحديد المعلمات ذات الصلة وقيمها في دراسات التقاسم بين الأنظمة المحددة.

معلمات عامة نطاق التردد (MHz) نمط الإرسال نمط الانتشار (مثال، خلوي ...) تقنية النفاذ عدد القطاعات عامل إعادة استعمال التردد هوائيات قطاعية نمط أنظمة الهوائيات أدنى خسارة اقتران الهوائي في نفس الموقع (dB)	**معلمات النظام** عرض نطاق القناة (kHz) نمط التشكيل طريقة الإرسال المزدوج المعدلات BER أو SINAD أو FER النمطية
معلمات المرسل قدرة الخرج (W) القدرة ERP أو EIRP (dBW أو dBm) عرض نطاق القناة اللازم (kHz) نسبة تسرب القدرة في القناة المجاورة (ACLR) أو قناع الإرسال خارج النطاق كسب الهوائي (dBd أو dBi) ارتفاع الهوائي (m) مخطط الإشعاع استقطاب الهوائي	**معلمات المستقبل** عامل الضوضاء (dB) عرض نطاق المرشاح IF (kHz) الحساسية (dBm) الحساسية خارج القناة: – انتقائية القناة المجاورة (ACS) – خصائص السد (في النطاق وخارج النطاق) معايير الحماية توهين الاستجابات الهامشية للتشكيل البيني (dB) كسب الهوائي (dBd أو dBi) ارتفاع الهوائي (m) مخطط الإشعاع استقطاب الهوائي

ويمكن تبعاً لنمط النظام إدراج الخصائص الإضافية التالية لأغراض دراسات التقاسم:

– حجم الخلايا أو منطقة التغطية؛
– زاوية الميل نحو الأسفل؛
– الخسارة في خط التغذية (إن لم يكن متضمناً في كسب الهوائي)؛

- معدلات المعطيات المطلوبة؛
- مدى قدرة الإرسال الناتجة عن التحكم بالقدرة؛
- النسب المستهدفة بين الإشارة والضوضاء (SNR) في الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة؛
- نموذج الانتشار (مع مراعاة التوصيات النافذة من السلسلة P والواردة في الملحق 3).

الملحـــق 2

طرائق التقاسم المتصلة بالأنظمة العاملة في الخدمة المتنقلة البرية

1 مقدمة

تكمن الخطوة الأولى لدراسة التقاسم في تحديد خصائص البيئة والتشكيل وظروف الأنظمة قيد الدراسة.

وثمة نوعان من الظروف يتعين أخذهما بالحسبان وهما: التحليل داخل النطاق حيث تتقاسم الأنظمة نفس النطاق، والتحليل في النطاقات المجاورة حيث قد يؤثر البث غير المطلوب لأحد الأنظمة على المستقبلات الراديوية في نطاق مجاور.

وتقدم الفقرة 2 وصفاً للطرائق التي يمكن استخدامها في تحليلات التقاسم التي تضم الخدمة المتنقلة البرية. وتصف الفقرة 3 تقنيات التخفيف من التداخل التي يمكن استعمالها في بعض الظروف من أجل تحسين إمكانيات تقاسم الأنظمة للطيف الراديوي.

2 الطرائق المتبعة في دراسات التقاسم

ثمة طريقتان أساسيتان لدراسات التقاسم في الخدمة المتنقلة البرية هما: طريقة موازنة الوصلة وطريقة مونت كارلو.

1.2 طريقة موازنة الوصلة

يمكن تحديد أقصى سوية مسموح بها للقدرة المشعة المتناحية المكافئة (e.i.r.p.) في إشارة مسببة للتداخل باستعمال المعادلة البسيطة التالية:

$$EIRP_{MAX} = I_{MAX} - G_R(\theta) + L_P + L_R$$

حيث:

$EIRP_{MAX}$: أقصى كثافة مسموح بها للقدرة (e.i.r.p.) في الجهاز المسبب للتداخل (dBm/B_{REF}) والتي ينبغي اختيار عرض نطاق مرجعي B_{REF} ملائم لها

I_{MAX}: أقصى سوية لقدرة التداخل المسموح بها عند مدخل المستقبل، وهي قيمة معيارية (dBm/B_{REF})

$G_R(\theta)$: كسب هوائي المستقبل المتأثر في اتجاه الإشارة المسببة للتداخل (dBi)

L_P: الخسارة الناجمة عن الانتشار بين هوائي الإرسال وهوائي الاستقبال (dB) وقد تتمثل في معادلة معقدة تبعاً لعوامل بيئية علماً بأن بعضها قد يتغير مع الوقت (كالخبو مثلاً)

L_R: الخسارة الناجمة عن الإدراج (الخسارة بين هوائي الاستقبال ومدخل المستقبل) (dB). ويمكن افتراض القيمة صفر dB في حال عدم توفر أي قيمة.

2.2 طريقة مونت كارلو

تتيح طريقة مونت كارلو توفير أي سوية مطلوبة للدقة الحسابية والصلاحية الإحصائية والموثوقية في حساب احتمالات التداخل في أي نوع من الاتصالات الراديوية. وتتحدد درجة الدقة وصلاحية الإحصاءات بالعاملين التاليين:

أ) درجة دقة وصف النموذج الحسابي المستعمل (أو النماذج الحسابية المستعملة) في سيناريو التداخل موضوع الدراسة، و

ب) عدد المحاولات التي تجرى لحساب وجود التداخل أو غيابه.

وتستعمل طريقة مونت كارلو قيماً تنتج عشوائياً لمتغيرات غير أكيدة تقوم على توزيعات الاحتمالات المطبقة على هذه المتغيرات. وتجمع هذه الطريقة عدداً كبيراً من حالات المتغيرات المستقلة وتعطي نتائج إحصائية. وهناك ميزة خاصة لاستعمال طريقة المحاكاة مونت كارلو وهي قدرتها على وضع توزيع إحصائي لسوية التداخل المجمَّع المتوقع (أي دالة التوزيع التراكمي) الذي يراعي عدم تعيين العناصر الهامة في نموذج التداخل المجمَّع مثل كثافة انتشار الأجهزة/الأنظمة المسببة للتداخل، والعوامل النشيطة وغير ذلك. ولذا فإن هذه الطريقة مفيدة جداً في تقدير احتمالات تجاوز سوية معينة لقدرة التداخل المجمع.

وقد طور قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد طريقة المحاكاة مونت كارلو كأداة إحصائية تستعمل في دراسات المواءمة بين أنظمة الاتصالات الراديوية. ويقدم التقرير ITU-R SM.2028-1 عرضاً عاماً لهذه الطريقة. كما أن التوصية ITU-R M.1634 تصف استعمال طريقة مونت كارلو للمواءمة مع الخدمة المتنقلة.

وتفترض طريقة المحاكاة مونت كارلو فيما يتعلق بالخدمات المتنقلة البرية مستقبِلاً متأثراً من التداخل يعمل في خضم عدد من المصادر المسببة للتداخل موزعةً على نحوٍ عشوائي.

ويمكن حساب سوية الإشارة المطلوبة في المستقبل المتأثر استناداً إلى قدرة الإرسال وكسب الهوائي والخسارة في المسير. ويتحدد تأثير كل مصدر تداخل على المستقبل المعرَّض للتداخل من خلال حساب قدرة الإرسال وكسب الهوائي والخسارة في المسير وخصائص البث غير المطلوب في المرسِل وسد المستقبل وتباعد الترددات.

ويعتبر التداخل في بعض الخدمات تداخلاً ضاراً عندما تصبح النسبة C/I أقل من نسبة الحماية.

3 تقنيات التخفيف من التداخل

غالباً ما يعني التشديد على جعل استعمال الطيف الراديوي استعمالاً فعالاً أن على الأنظمة الراديوية أن تستعمل ترددات متقاربة إلى أكبر حد ممكن في الحيز الراديوي. ومن أجل تحقيق ذلك دون المس بموثوقية هذه الأنظمة الراديوية، يمكن استعمال تقنيات التخفيف من التداخل.

وتحد هذه التقنيات من التداخل وبالتالي من تأثيره على الاتصال. ولذا فإنها تساعد التجهيزات والمستعملين في حال استعمالها استعمالاً صحيحاً على تقاسم نفس مدى الترددات.

ويمكن تقسيم تقنيات التخفيف من التداخل إلى أربعة أنواع رئيسية هي:

- SPEC: الطرائق المتصلة بالمواصفات
- PERF: نوعية أداء التجهيزات (تحسين المصنَّع أداء التجهيزات)
- SESS: هندسة المواقع في موقع واحد
- DEPL: علاقة الانتشار بين المواقع.

وفيما يلي قائمة بمختلف التقنيات القائمة حالياً للتخفيف من التداخل. وليست جميع التقنيات صالحة لجميع أنماط الأنظمة. وعلى سبيل المثال، قد يكون حجب التضاريس مفيداً للأنظمة الثابتة ولكنه غير مفيد للمطاريف المتنقلة. وبصورة مماثلة،

قد تكون بعض التقنيات ناجعة لنهايتي الوصلة المسببة للتداخل بينما لا تصلح تقنيات أخرى إلا للمرسل المسبب للتداخل أو للمستقبل المتأثّر.

انتقاء الموقع – اختيار موقع من شأنه الحد ما أمكن من احتمالات التداخل (SESS، DEPL)

الحجب المادي – استعمال التضاريس الطبيعية أو المباني أو حواجز مصممة خصيصاً لسد الاتجاهات غير المرغوبة بوجه الإشارة. (SESS)

المباعدة بين الهوائيات – يمكن الحد من اقتران هوائيين واقعين في نفس الموقع من خلال المباعدة لعدة أمتار فقط بين الهوائيات عمودياً أو أفقياً أو ظهراً إلى ظهر. (SESS)

توجيه الهوائي – توجيه هوائي النظام الثابت الاتجاهي بعيداً عن الأنظمة الراديوية الأخرى. وغالباً ما تحد القيود الطبيعية لهندسة النظام من مرونة توجيه الهوائي. (SESS، DEPL)

ميل الهوائي – وهو حالة خاصة من حالات توجيه الهوائي يمكن فيها استعمال مخطط الهوائي الرأسي وميل الهوائي باتجاه الأسفل لتكييف التغطية وبالتالي تخفيف التداخل خارج المنطقة المخدومة. وتستخدم هذه التقنية خصوصاً في محطات قاعدة النظام لكن آثاره على التغطية قد يجعل من هذه التقنية تقنية غير مرغوب فيها في كثير من الحالات. (SESS، DEPL)

تجميع التنوع – وهو تقنية تجميع متسق للإشارات الصادرة عن هوائيات متعددة بهدف إنتاج الكسب. (SESS)

الملاحظة 1 – تستعمل تقنية تجميع التنوع جميع عناصر الهوائي في جميع الأوقات ولكل مستعمل، وتحدث بذلك مخططاً هوائياً يتكيف دينامياً مع بيئة الانتشار.

الاستقطاب المتقاطع – يستعمل الاستقطاب المتقاطع لإدراج قدر من التمييز يصل إلى حوالي 25-30 dB. (DEPL)

تنسيق التردد – تنسيق انتقاء التردد بين الأنظمة المتجاورة على نحو ينقص من احتمال التداخل. (DEPL)

توزيع زمني متزامن – تقنية تضمن أن تُزامن أنظمة النطاق المجاور إرسالها واستقبالها بحيث تتفادى أن يبث نظام ما في أثناء الفترة التي يستقبل فيها نظام آخر في النطاق المجاور. (DEPL)

ترشيح المرسل والمستقبل – الترشيح هو أفضل تقنية لتجنب تداخل القناة المجاورة أو تسببه أو استقباله. (PERF)

هوائيات ذكية – يجمع نظام للهوائيات الذكية عدة عناصر هوائيات مع مقدرة معالجة إشارة تهدف إلى تحسين مخطط الإشعاع و/أو الاستقبال أوتوماتياً ليصل إلى أفضل مستوى تبعاً لبيئة الإشارة. وتكمن الفائدة من استعمال الهوائيات الذكية للتقاسم في أن الطاقة الراديوية التي تشعها مجموعة الهوائيات تقل عن تلك التي تشعها الهوائيات التقليدية لإنتاج نفس القدرة e.i.r.p. فضلاً عن أنها تتمركز في مناطق خاصة محدودة للخلية بدلاً من القطاعات الواسعة. (SPEC، PERF)

الملاحظة 1 – الفئتان الرئيسيتان للهوائيات الذكية، استناداً إلى اختيار استراتيجية الإرسال، هما الهوائيات التكييفية وهوائيات الحزم التبديلية.

تقنيات الانتقاء الديناميي للقناة – يمكن للنظام الراديوي أن يستعمل لكل إرسال قناة من القنوات المتعددة داخل نطاق ما. ويجري النظام الراديوي جلسات استماع على جميع هذه القنوات من أجل تحديد القنوات المشغولة ويختار القناة المناسبة للاستعمال وفقاً لذلك. وتضم هذه التقنيات مثلاً الانتقاء الدينامي للتردد أو آليات الكشف والتفادي. (SPEC)

تقنيات الانتقاء الساكن للقناة – يجري النظام الراديوي، قبل أن يبدأ الإرسال، جلسات استماع على القناة (القنوات) الفرعية المحددة مسبقاً من أجل تحديد إمكانية ملاءمتها للبث. وتضم هذه التقنيات مثلاً تقنية الاستماع قبل التكلم أو آليات ساكنة أخرى للكشف والتفادي. (SPEC)

قفزات التردد – يعني استعمال قفزات التردد أن النظام الراديوي لن يستعمل إلا تردداً خاصاً أثناء فترة وجيزة من الوقت، ولذا فإن التداخل لن يظهر إلا لفترة وجيزة ولن يسيء على الأرجح لعمل النظام. وتشكل تقنية قفزات التردد الدينامية مرحلة إضافية من خلال استبعاد قنوات من تتابع القفزات في حال استعمال نظام آخر لها. (SPEC)

تقنيات تمديد الطيف – يتوزع متوسط طاقة الإشارة المرسلة، كما هو محدد في التوصية ITU-R SM.1055، على عرض نطاق أوسع بكثير من عرض نطاق المعلومات. ومن بين تقنيات تمديد الطيف، على سبيل المثال، تقنيات تمديد الطيف بقفزات التردد (FHSS) وتمديد الطيف بالتتابع المباشر (DSSS). (SPEC)

التحكم في قدرة التكييف – لا تبث الأنظمة التي تستعمل التحكم في قدرة التكييف إلا القدرة الضرورية لإرسال الإشارة؛ مما يقلل من القدرة الراديوية الكلية التي قد تسبب تداخلاً في الأنظمة الأخرى ويتيح للأنظمة أن تتكيف مع ظروف صعبة من خلال زيادة سوية القدرة المرسلة مؤقتاً. (SPEC)

التشكيل التكييفي – يتيح الانتقال إلى نظام تشكيل أدنى مرتبة للنظام الراديوي أن يستمر في العمل بوجود التداخل على الرغم من بعض الخسارة في قدرة النظام. (SPEC)

تنوع الترددات – وهو التنوع في الاستقبال حيث تستعمل قنوات راديوية مختلفة ومباعدة مناسبة بين الترددات. (SPEC)

دورة التشغيل، التوزيع الزمني – ينتج تخفيف التداخل من توزيع زمني تبث المرسلات بموجبه في أوقات مختلفة. (SPEC)

وقد تقدم الحلول التقنية المختلفة لتخفيف التداخل سويات مختلفة من التخفيف لأجهزة من نفس النوع مقارنة بأجهزة من نوع مختلف. وقد ترتبط سوية التخفيف من التداخل بالتقنية المستعملة وغالباً بمجموعة المعايير التقنية.

الملحـــق 3

المراجع

1 مقدمة

يتضمن هذا الملحق قائمة المراجع ذات الصلة بدراسات التقاسم في الخدمة المتنقلة البرية.

2 أمثلة للتوصيات والتقارير الصادرة عن القطاع ITU-R والمتضمنة للخصائص ومعايير الحماية الخاصة بالأنظمة العاملة في الخدمات المتنقلة

تقدم التوصيات والتقارير التالية الصادرة عن القطاع ITU-R خصائص النظام المتنقل البري المستخدمة في دراسات التقاسم. كما قد تستخدم توصيات وتقارير أخرى أيضاً.

- التوصية ITU-R M.1808 – الخصائص التقنية والتشغيلية للأنظمة المتنقلة البرية التقليدية والمتقاسمة العاملة في تخصيصات الخدمة المتنقلة دون التردد 869 MHz والتي يتعين استعمالها في دراسات التقاسم.
- التوصية ITU-R M.1823 – الخصائص التقنية والتشغيلية للأنظمة المتنقلة البرية الخلوية الرقمية التي يتعين استعمالها في دراسات التقاسم.
- التقرير ITU-R M.2116 – خصائص أنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق العاملة في الخدمة المتنقلة البرية والتي يتعين استعمالها في دراسات التقاسم.
- التوصية ITU-R M.1801 – معايير السطوح البينية الراديوية لأنظمة النفاذ اللاسلكي عريض النطاق بما في ذلك التطبيقات المتنقلة والتطبيقات الجوالة في الخدمة المتنقلة العاملة دون التردد 6 GHz.
- التقرير ITU-R M.2039 – خصائص الأنظمة IMT-2000 للأرض التي تستخدم في تحليل التداخل وتقاسم الترددات.

3 معايير الحماية

- التوصية ITU-R M.1739 – معايير حماية أنظمة النفاذ اللاسلكي، بما في ذلك الشبكات المحلية الراديوية التي تعمل في الخدمة المتنقلة طبقاً للقرار (WRC-03) 229 في النطاقات 5 150–5 250 MHz و5 250–5 350 MHz و5 470–5 725 MHz.
- التوصية ITU-R M.1767 – حماية الأنظمة المتنقلة البرية من الأنظمة الفيديوية الرقمية للأرض والأنظمة الإذاعية السمعية في النطاقات المتقاسمة للموجات VHF وUHF الموزعة على أساس أولي.

4 الانتشار

توصيات السلسلة P: ITU-R P.452 وITU-R P.1238 وITU-R P.1406 وITU-R P.1407 وITU-R P.1411 وITU-R P.1546 إلى آخره، والكتيب الصادر عن القطاع ITU-R بعنوان – انتشار الموجات الراديوية في الخدمة المتنقلة البرية للأرض في نطاقات الموجات VHF/UHF.

5 طرائق/دراسات التقاسم

- التوصية ITU-R M.1634 – الحماية من التداخل في أنظمة الخدمة المتنقلة للأرض التي تستخدم طريقة المحاكاة مونت كارلو وتطبيق تقاسم التردد.
- التقرير ITU-R SM.2028-1 – طريقة المحاكاة مونت كارلو للاستخدام في دراسات التقاسم والمواءمة بين الخدمات أو الأنظمة الراديوية المختلفة.

6 تقنيات التخفيف من التداخل

- التقرير ITU-R M.2045 – تقنيات التخفيف من التداخل التي يتعين استخدامها لضمان التعايش بين تقنيات السطح البيني الراديوي مزدوج الإرسال بتقسيم الزمن أو بتقسيم التردد للاتصالات IMT-2000 في مدى الترددات 2 500-2 690 MHz العاملة في النطاقات المجاورة وفي نفس المنطقة الجغرافية.
- التوصية ITU-R M.1652 – الاختيار الدينامي للترددات (DFS) في أنظمة النفاذ اللاسلكي (WAS) ومنها الشبكات المحلية الراديوية (RLAN) بغرض حماية خدمة الاستدلال الراديوية في نطاق الترددات 5 GHz.
- التقرير ITU-R M.2040 – الهوائيات التكييفية وخصائصها التقنية الرئيسية.

7 توصيات أخرى

- التوصية ITU-R M.1797 – مسرد مصطلحات الخدمة المتنقلة البرية.