التوصية ITU-R F.1760

منهجية حساب توزيع القدرة المشعة المكافئة المتناحية الكلية (a.e.i.r.p) من تطبيقات عالية الكثافة من نقطة إلى نقاط متعددة في الخدمة الثابتة العاملة في نطاقات فوق GHz 30 المحددة لمثل هذا الاستعمال*

(2006)

مجال التطبيق

تتناول هذه التوصية منهجية قد تستعمل لاشتقاق القدرة المشعة المكافئة المتناحية الكلية a.e.i.r.p لتطبيقات الإرسال عالية الكثافة من نقطة إلى نقاط متعددة (P-MP) ومن نقاط متعددة إلى نقاط متعددة (MP-MP) في محطات الخدمة الثابتة (HDFS) العاملة في النطاقات فوق GHz 30 التي قد تستعملها الإدارات الراغبة في تقييم التداخل المحتمل من محطات HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة إلى الخدمات الأخرى.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن الإدارات قد تحتاج إلى تقدير لقدرة a.e.i.r.p الناتجة عن انتشار محطات التطبيقات عالية الكثافة في الخدمة الثابتة HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة لتقدير التداخل المحتمل من محطات HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة إلى الخدمات الأخرى المتضررة على أساس وطني وثنائي؛

ب) أن استخدام تحكم أوتوماتي لقدرة المرسل (ATPC) في المرسلات من نقطة إلى نقاط متعددة من شأنه أن يقلل من القدرة المشعة الكلية؛

ج) أنه بالإمكان تحسين عملية تحديد قدرة a.e.i.r.p من خلال دراسة البيانات الطوبوغرافية والديموغرافية ونموذج الانتشار داخل المنطقة المحددة؛

وإذ تعترف

1 أن الرقم 547.5 من لوائح الراديو يحدد النطاقات GHz 33,4-31,8 وGHz 40-37 وGHz 43,5-40,5 وGHz 52,6-51,4 وGHz 59-55,78 وGHz 66-64 بوصفها متاحة للتطبيقات عالية الكثافة في الخدمة الثابتة (HDFS)،

* تنطبق هذه التوصية أيضاً على التطبيقات عالية الكثافة في الخدمة الثابتة (HDFS) من نقاط متعددة إلى نقاط متعددة (MP-MP).

وإذ تلاحظ

أ) أن القرار (WRC-2000) 75 يدعو قطاع الاتصالات الراديوية إلى وضع، على نحو طارئ، الأساس التقني لتحديد منطقة التنسيق لمحطة الاستقبال الأرضية في خدمة البحوث الفضائية (الفضاء العميق) مع محطات إرسال HDFS في النطاقات GHz 32,3-31,8 وGHz 38-37؛

ب) أن القرار (WRC-2000) 79 يدعو قطاع الاتصالات الراديوية إلى إجراء دراسات بشأن مسافة التنسيق بين محطات علم الفلك الراديوي العاملة في النطاق GHz 43,5-42,5 وأنظمة HDFS،

توصي

1 أنه بالإمكان استعمال المنهجية الموصوفة في الملحق 1 لتحديد توزيع قدرة a.e.i.r.p من محطات إرسال a.e.i.r.p من نقطة إلى نقاط متعددة العاملة في نطاقات فوق GHz 30.

الملحق 1

منهجية حساب توزيع القدرة المشعة المكافئة المتناحية الكلية (a.e.i.r.p) من تطبيقات عالية الكثافة من نقطة إلى نقاط متعددة في الخدمة الثابتة العاملة في نطاقات فوق GHz 30

1 المقدمة

يطالب القرار (WRC-2000) 75 بوضع أساس تقني لتحديد منطقة للتنسيق بين محطات الاستقبال الأرضية في خدمة الأبحاث الفضائية (الفضاء العميق) ومحطات الإرسال للتطبيقات عالية الكثافة في الخدمة الثابتة HDFS في نطاقات التردد GHz 32,3-31,8 وGHz 38-37. كما يدعو القرار (WRC-2000) 79 قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد إلى إجراء دراسات حول مسافة التنسيق بين محطات علم الفلك الراديوي العاملة في النطاق GHz 43,5-42,5 وأنظمة HDFS.

وتقدم هذه التوصية منهجيات قد تُستعمل لاشتقاق قدرة a.e.i.r.p لمحطات الإرسال HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة التي قد تستعملها الإدارات التي ترغب في تقييم التداخل المحتمل من محطات HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة إلى خدمات أخرى متضررة وذلك أثناء مناقشاتهم الوطنية والثنائية. وبالإمكان استعمال المنهجيات في هذه التوصية كمنطلق لدراسات لاحقة من قبل الإدارات المهتمة بالإجابة على ما جاء في فقرة يقرر في القرار (WRC-2000) 75 والقرار (WRC-2000) 79.

وكان المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2000 قد اعتمد الرقم 547.5 من لوائح الراديو الذي بدوره حدد نطاقات محددة فوق GHz 30 بحيث تتاح للتطبيقات عالية الكثافة في الخدمة الثابتة. وبينما لم يتم تحديد خصائص محددة للنظام، إلاّ أنه من المتوقع نشر عدد كبير من المحطات الطرفية داخل مناطق محددة ذات صلة بأنظمة الخدمة الثابتة التقليدية. وقد يكون لأنظمة HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة موضوع البحث مئات من المحطات الطرفية داخل خلية، وقد تتكون من آلاف الخلايا. ومن شأن ذلك أن يرفع إجمالي القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p) على نحو كبير، مما يقتضي معه دراسة نهج جديدة لوضع خطط لنمذجة هذه الآثار.

ويتمثل أحد هذه النهج، والمعروض في المنهجية أدناه في تحديد توزيع قدرة a.e.i.r.p من محطات HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة المنتشرة في منطقة محددة تسمى كتلة بنائية (BB). وتأخذ قدرة a.e.i.r.p ما يأتي في الحسبان:

- الاختلاف في ارتفاعات المرسل والمستقبل؛
- الاختلاف في موقع المحطة وطول القفزة؛
- الاختلاف في زاوية السمت والكسب المرتبط بها باتجاه نقطة على الأفق؛
- الاختلاف في التحكم بقدرة الإرسال؛

وبالإمكان معالجة هذه المعلمات باستعمال معادلة تداخل ومحاكاة مونت كارلو لاستخراج توزيع قدرة a.e.i.r.p عند نقطة اختبار للاستقبال تقع على الأفق. وباستعمال هذه الوسيلة يمكن لأي خلية أن تُشكل على هيئة توزيع قدرة a.e.i.r.p يمثل عدداً كبيراً من المرسلات داخل المنطقة المحددة بالكتلة البنائية.

وتُحدد المنهجية بثلاث مراحل وهي:

المرحلة 1 تخص تحديد معلمات نظام HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة؛

المرحلة 2 تخص نموذج الانتشار؛

المرحلة 3 تخص معالجة معلمات النظام للحصول على توزيع قدرة a.e.i.r.p.

يرد وصف هذه المراحل في الأقسام أدناه، كما يرد مثال تطبيقي في التذييل 1.

1.1 استعمال محاكاة مونت كارلو

بغية حساب توزيعات قدرة a.e.i.r.p من الضروري الأخذ في الحسبان الاختلاف في المعلمات المدخلة، مثل مواقع المحطة وزوايا سمت الهوائي. وبالإمكان إجراء هذا الحساب باستعمال أحد نهج النمذجة الإحصائية، مثل منهجية مونت كارلو.

وتستند منهجية مونت كارلو إلى مبدأ اختيار عينات من متغيرات عشوائية من توزيعات الاحتمال المحددة. وتُحدد هذه التوزيعات طبقاً للحد الأقصى والأدنى من معلمات النظام عند تحديد نظام مرجعي لتطبيقات HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة (انظر القسم 2.3 أدناه).

ومن أجل التوصل إلى نتائج إحصائية مرضية، ينبغي توفير عدد ملائم من العينات عند استعمال نهج مونت كارلو. وتجدر الإشارة إلى أن تحديد توزيعات قدرة a.e.i.r.p يتطلب اختيار ما لا يقل عن 10 000 عينة.

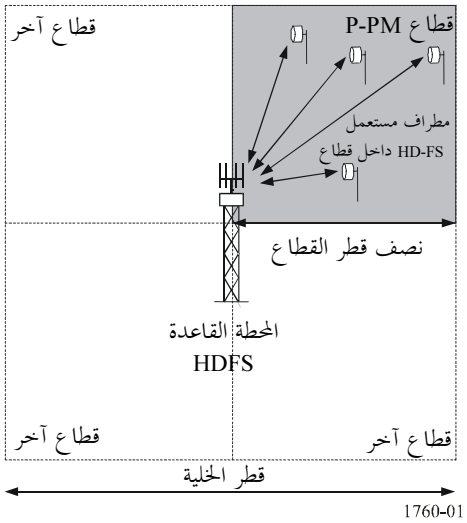
2.1 أنماط شبكة تطبيقات HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة

بالإمكان استعمال عدد من المعماريات لتوفير خدمات HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة. وهناك اثنتان من هذه المعماريات هما نقطة إلى نقاط متعددة ومن نقاط متعددة إلى نقاط متعددة تستخدم لهذا الغرض.

يبين الشكل 1 عناصر لنظام من نقطة إلى نقاط متعددة.

الشكل 1

عناصر لشبكة من نقطة إلى نقاط متعددة



وتتكون المعمارية مما يلي:

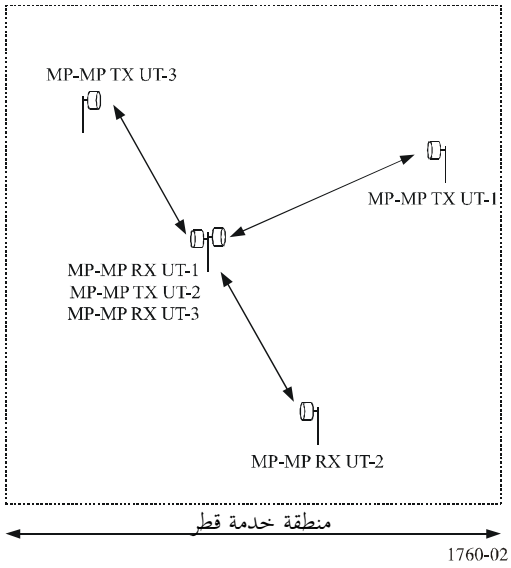
- منطقة محددة بوصفها الخلية التي يتم عبرها تقديم الخدمة؛
- في موقع داخل هذه الخلية، غالباً في المركز، تقع المحطة القاعدة (BS)؛
- تُقسم الخلية إلى مجموعة قطاعات حيث تُوَفّر الخدمة إلى كل منها بهوائي مستقل؛
- تقع المحطات الطرفية خاصة المستعمل (UT) داخل كل قطاع من هذه القطاعات؛
- لكل محطة طرفية المستعمل UT هوائي مسدد نحو المحطة القاعدة BS.

يرجى ملاحظة أن الخلية قد تتكون من قطاع واحد.

ويبين الشكل 2 عناصر نظام من نقاط متعددة إلى نقاط متعددة.

الشكل 2

عناصر شبكة من نقاط متعددة إلى نقاط متعددة



تتكون المعمارية من:

- منطقة يتم عبرها توفير الخدمات؛
- يتم توصيل كل عقدة أو محطة طرفية خاصة بالمستعمل بواحدة أخرى على أقل تقدير؛
- بالإمكان توصيل محطات طرفية خاصة بالمستعمل إضافية بالعُقد الموجودة.

2 وصف منهجية توزيع قدرة a.e.i.r.p

1.2 المرحلة 1 – معلمات نظام HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة

تكمن المرحلة الأولى في تحديد معلمات نظام HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة. ومن الممكن إجراء التحديد المذكور باستعمال النموذج الوارد في الجدول 1.

الجدول 1

معلمات نموذج HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة

المعلمات	القيمة	الوحدات	التعليق
المعمارية	محددة من المستعمل	–	أما من نقطة إلى نقاط متعددة أو من نقاط متعددة إلى نقاط متعددة
المرسل	محددة من المستعمل	–	يحدد إذا ما كان المرسل من المحطة القاعدة أو من محطة طرفية لمستعمل أو من تشكيل نقاط متعددة إلى نقاط متعددة
مخطط إشعاع هوائي المرسل	محددة من المستعمل	–	
ذروة كسب هوائي المرسل	محددة من المستعمل	dBi	

الجدول 1 (*نهاية*)

المعلمات	القيمة	الوحدات	التعليق
ارتفاع هوائي المرسل (فوق الأرض): أدنى ارتفاع أقصى ارتفاع	 محددة من المستعمل محددة من المستعمل	 m m	يُحدد الارتفاع الأقصى فقط لأنظمة من نقطة إلى نقاط متعددة. ويُنتقى ارتفاع الهوائي عشوائياً بين قيمتين دنيا وقصوى لأنظمة نقاط متعددة إلى نقاط متعددة
عدد الخلايا	محددة من المستعمل	–	عدد الخلايا المشكلة لأنظمة من نقطة إلى نقاط متعددة داخل مساحة كتلة بنائية
عدد القطاعات للخلية الواحدة	محددة من المستعمل	–	تبلغ القيمة بالتغيب 1 لأنظمة نقاط متعددة إلى نقاط متعددة
عدد المستعملين/القطاع أو عدد عُقد الإرسال	محددة من المستعمل	–	يُحدد عدد مستعملي الإرسال في آن واحد، أو العقد من نقاط متعددة إلى نقاط متعددة
موقع المستعمل داخل القطاع	عشوائي	–	يُنتقى عشوائياً
طول مسير الوصلة: الطول الأدنى الطول الأقصى	 محددة من المستعمل محددة من المستعمل	 km km	يُنتقى طول المسير عشوائياً بين القيمة الأدنى والأعلى. وبخصوص أنظمة من نقطة إلى نقاط متعددة فيكون وضع محطة طرفية للمستعمل UT عشوائياً داخل القطاع
التردد	43	GHz	قيمة بالتغيب
عرض النطاق المرجعي B	1	MHz	قيمة بالتغيب
استعمال أمر ATPC	نعم/كلا	–	
القدرة الأقصى للمرسل القدرة الأدنى للمرسل	محددة من المستعمل محددة من المستعمل	dB(W/B MHz) dB(W/B MHz)	في حالة عدم استعمال الأمر ATPC، تختلف قدرة المرسل عشوائياً بين قيمة دنيا وأخرى قصوى داخل عرض نطاق مرجعي قدره B MHz
سوية مدخل المستقبل الاسمية	محددة من المستعمل	dB(W/B MHz)	في حالة استعمال الأمر ATPC، يتم تحديد قدرة المرسل بحيث تحقق سوية مدخل الاستقبال الاسمي داخل عرض نطاق مرجعي قدره B MHz
خسارات أخرى	محددة من المستعمل	dB	خسارات في المغذي والكبل ..إلخ
مستقبل	محددة من المستعمل	–	يُحدد إذا ما كانت من المحطة القاعدة (BS) أو من محطة طرفية للمستعمل UT أو من نقاط متعددة إلى نقاط متعددة
مخطط إشعاع هوائي المستقبل	محددة من المستعمل	–	
ذروة كسب هوائي المستقبل	محددة من المستعمل	dBi	
ارتفاع هوائي المستقبل (فوق سطح الأرض) الارتفاع الأدنى الارتفاع الأقصى	 محددة من المستعمل محددة من المستعمل	 m m	في حالة نظام من نقطة إلى نقاط متعددة، يُحدد الارتفاع الأقصى فقط. أما في حالة أنظمة من نقاط متعددة إلى نقاط متعددة فينتقى ارتفاع الهوائي على نحو عشوائي بين القيمة الأدنى والأعلى

2.2 المرحلة 2 – نموذج الانتشار

تُحدِد المرحلة الثانية الكتلة البنائية أو المنطقة المرجعية التي يتم عبرها نشر محطات HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة، وتحدد أيضاً موقع نقاط الاختبار المستعملة لتحديد قدرة a.e.i.r.p على الأفق.

ويُحدَد الكتلة البنائية أو المنطقة المرجعية بوصفها مساحة ثابتة كضلع مثلاً بأبعاد 4 كم × 4 كم. كما يمكن النظر في مناطق مرجعية أخرى، غير أنه ينبغي للقيمة المنتقاة أن تكون متوافقة مع طريقة استعمال قدرة a.e.i.r.p. وسيجري تحديد مواقع عدد محدد من خلايا من نقطة إلى نقاط متعددة أو من عقد نقاط متعددة إلى نقاط متعددة داخل منطقة الكتلة البنائية.

وسيعتمد عدد خلايا من نقطة إلى نقاط متعددة على حجم الخلية. وعليه فإن كتلة بنائية بأبعاد 4 كم × 4 كم قد تحتوي على خلية كبيرة واحدة أو أربعة خلايا أصغر.

وتقع نقاط اختبار الأفق لكل قيمة عند كل قيمة تبلغ x° حول دائرة (حيث القيمة x أقل من فتحة هوائي الخدمة الثابتة البالغة 3 dB) تقع على الأفق في ضوء مشاهدتها من مركز المنطقة المرجعية. ويُعبَر عن المسافة إلى الأفق على النحو التالي:

$$D=\sqrt{2R_e h} \tag{1}$$

حيث:

D : المسافة للأفق

R_e : نصف القطر المكافئ للأرض

h : ارتفاع هوائي إرسال HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة.

(ترد القيم D وR_e وR بنفس الوحدات)

3.2 المرحلة 3 – حساب توزيع قدرة a.e.i.r.p.

تتكون منهجية مونت كارلو من حساب لقدرة a.e.i.r.p. على الأفق من نشر محطات HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة لسلسلة من العينات. وتشتمل كل عينة على معالجة لمدخلات مختلفة، مثل موقع المحطة وزاوية سمت الهوائي وارتفاعه.

ترد بعد ذلك قيمة قدرة a.e.i.r.p بالشكل التالي:

$$AEIRP_i = 10 \cdot \log_{10} \sum_{j}^{N_{ut}} 10^{\left[P_j(d_{i,j}) + G_{tx,i,j} - L_p\right]/10} \tag{2}$$

حيث:

i : رقم العينة

j : رقم المرسل

Nut : الرقم الإجمالي للمحطات الطرفية للمستعمل النشطة في وقت محدد وفي كتلة بنائية محددة (يؤخذ في الحسبان العدد الإجمالي لخلايا نظام من نقطة إلى نقاط متعددة في حالة نظام من نقطة إلى نقاط متعددة).

$AEIRP_i$: اجمالي قدرة e.i.r.p. لرقم العينة i (dBW).

$P_j(d_{i,j})$: قدرة إرسال مرسل j إلى وصلة قريبة لمسافة عشوائية منتقاة لمرسل j والعينة i (dBW).

$G_{tx,j}$: كسب المرسل باتجاه نقطة الاختبار على الأفق من مرسل j للعينة i (dBW).

Lp : خسارة الانتشار: (dB)

يرجى ملاحظة أن المجموع يرد بالوحدات الخطية بينما ترد الحدود الأخرى بوحدات dB.

وتمثل كل عينة تشكيلا واحداً أو نشراً لمحطات HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة داخل الكتلة البنائية، بينما تمثل نقطة الاختبار اتجاهاً عشوائياً واحداً لهذه الكتلة البنائية.

واستنادا إلى المعادلة (2)، بالإمكان تحديد توزيع قدرة a.e.i.r.p من الخطوات في الأجزاء التالية للمعماريتين من نقطة إلى نقاط متعددة ومن نقاط متعددة إلى نقاط متعددة.

كما ينبغي حساب خسارة الانتشار باستعمال نموذج خسارة المسير الملائم[1].

1.3.2 خوارزمية من نقطة إلى نقاط متعددة

الخطوة 1: ضع تعداد العينة $N = 0$.

الخطوة 2: ضع القيمة صفر لجميع مدخلات صفيف القدرة *AEIRP*.

الخطوة 3: كرر الخطوات 4 و5 عند كل محطة من المحطات القاعدة.

الخطوة 4: ضع المحطة القاعدة في مركز الخلية.

الخطوة 5: ضع ارتفاع المحطة القاعدة على نحو ما تم تحديده.

الخطوة 6: طالما كان تعداد العينة N هو أقل من N_{max}، كرر الخطوات من 7 إلى 23.

الخطوة 7: اختر نقطة الاختبار لهذه العينة لتكون TP_i، عشوائياً من نقاط الاختبار على الأفق.

الخطوة 8: ضع $AEIRP_{(W)}$ بما يعادل $AEIRP_{i(W)} = 0$.

الخطوة 9: كرر الخطوات من 10 إلى 21 لكل محطة من المحطات القاعدة.

الخطوة 10: كرر الخطوات من 11 إلى 21 لكل قطاع من المحطة القاعدة هذه.

الخطوة 11: كرر الخطوات 12 إلى 21 لكل محطة طرفية للمستعمل داخل القطاع.

الخطوة 12: حدد موضع المحطة الطرفية للمستعمل ليكون عشوائياً داخل منطقة قطاعه.

الخطوة 13: ضع ارتفاع هوائي المحطة الطرفية للمستعمل في موضع عشوائي بين الارتفاع الأدنى والارتفاع الأقصى.

الخطوة 14: سدد هوائي المحطة الطرفية للمستعمل باتجاه المحطة القاعدة المعنية.

---

[1] اختيار النموذج قد يتضمن خسارة مسير فضاء حر، التوصية ITU-R P.452 دون خسارة ضوضاء، أو تنفيذ خسارة الجلبة أو التوصية ITU-R P.452 مع مراعاة خسارة الجلبة. كما ينبغي للنموذج المستعمل أن يكون متفقا عليه بين جميع الأطراف مع مراعاة أن إهمال خسارة الجلبة قد تتسبب بالمبالغة في تقدير قدرة a.e.i.r.p. الفعلية.

الخطوة 15: في حالة عدم استعمال التحكم بالقدرة، ضع قدرة الإرسال عند قيمة عشوائية بين قدرة إرسال قصوى وقدرة إرسال صغرى، واستمر الى الخطوة 19.

الخطوة 16: احسب قدرة الإرسال المطلوبة لتستوفي سوية مدخل الاستقبال الاسمي المطلوبة باستعمال:

$$P_{TX} = R - \left(G_{TXb} - L_p - L_o + G_{RX}\right) .$$

الخطوة 17: إذا كانت القيمة P_{TX} أكبر من قدرة الإرسال القصوى، ضع P_{TX} = قدرة الإرسال القصوى.

الخطوة 18: إذا كانت القيمة P_{TX} أصغر من قدرة الإرسال الأدنى، ضع P_{TX} = قدرة الإرسال الأدنى.

الخطوة 19: احسب قدرة e.i.r.p. من هذا المرسل باتجاه TP_i باستعمال:

$$EIRP_{i,j} = P_{TX} + G_{TXo} - L_p .$$

الخطوة 20: أضف إلى قدرة $AEIRP_{(w)}$ لهذه العينة القدرة e.i.r.p. المحسوبة هذه:

$$AEIRP_{i(W)} \Rightarrow AEIRP_{i(W)} + 10^{EIRP_{i,j}/10} .$$

الخطوة 21: عند ضم جميع المرسلات، حول قدرة $AEIRP_{(w)}$ إلى dBW:

$$AEIRP_{i(dBW)} = 10\log_{10}(AEIRP_{i(W)}) .$$

الخطوة 22: أجر إضافة إلى المستطيل ذي الصلة في صفيف قدرة $AEIRP$ باستعمال القيمة $AEIRP_{i(dBW)}$.

الخطوة 23: عند اتمام خطوات N_{max}، يكون خرج صفيف قدرة $AEIRP$ على شكل مخطط درجي (هستوغرام) و/أو دالة توزيع تراكمية.

مفتاح للمعادلات:

i : رقم العينة

j : رقم المرسل

B : عرض النطاق المرجعي (MHz)

P_{TX} : القدرة عند المدخل لهوائي المرسل (dB(W/B MHz))

R : سوية مدخل استقبال اسمية (dB(W/B MHz))

G_{TXb} : كسب الإرسال عند خط التسديد (dBi)

G_{TXo} : جزء كسب الإرسال خارج خط التسديد (dBi)

Lp_s : خسارة الانتشار (dB) باستعمال نموذج خسارة المسير المناسبة

L_o : خسارات أخرى (dB)

G_{RX} : كسب ذروة الاستقبال (dBi)

$EIRP$: القدرة المشعة المكافئة المتناحية من مرسل واحد (dBW)

$AEIRP_{(W)}$: قدرة e.i.r.p الكلية من مرسلات متعددة (W)

$AEIRP_{(dBW)}$: قدرة e.i.r.p الكلية من مرسلات متعددة (dBW)

$AEIRP$: استعمال صفيف للأعداد الثنائية لحفظ قيم $AEIRP_{(dBW)}$ التي تُحدد خرج مخطط درجي و/أو دالة توزيع تراكمي.

2.3.2 خوارزمية من نقاط متعددة إلى نقاط متعددة

الخطوة 1: ضع تعداد العينة $N = 0$.

الخطوة 2: ضع كل مدخل من الأعداد الثنائية إلى الصفر في صفيف القدرة $AEIRP$.

الخطوة 3: عندما تكون القيمة N أصغر من القيمة N_{max} كرر الخطوات من 4 إلى 23.

الخطوة 4: اختر نقطة اختبار لهذه العينة، TP_i، عشوائياً من تلك الموجودة على الأفق.

الخطوة 5: ضع القدرة $AEIRP_{(W)}$ لهذه العينة: $AEIRP_{i(W)} = 0$.

الخطوة 6: كرر الخطوات 7 إلى 21 لكل عُقدة إرسال داخل منطقة الاختبار.

الخطوة 7: ضع موقع محطة الإرسال عشوائياً داخل منطقة الاختبار.

الخطوة 8: ضع ارتفاع هوائي الإرسال عند قيمة عشوائية بين الارتفاع الأدنى والارتفاع الأقصى.

الخطوة 9: ضع طول القفزة عند قيمة عشوائية بين القيمتين الأدنى والأقصى.

الخطوة 10: ضع زاوية السمت عند قيمة عشوائية بين +180° و-180°.

الخطوة 11: احسب موضع هوائي الاستقبال.

الخطوة 12: ضع ارتفاع هوائي الاستقبال عند قيمة عشوائية بين الارتفاع الأدنى والارتفاع الأقصى.

الخطوة 13: سدد هوائي الاستقبال باتجاه هوائي الإرسال.

الخطوة 14: سدد هوائي الإرسال باتجاه هوائي الاستقبال.

الخطوة 15: في حالة عدم استعمال التحكم بالقدرة، ضع قدرة الإرسال عند قيمة عشوائية بين القدرة القصوى للارسال والقدرة الأدنى له، واستمر حتى الخطوة 19.

الخطوة 16: احسب قدرة الإرسال المطلوبة لتستوفي سوية مدخل الاستقبال الاسمي باستعمال المعادلة التالية:

$$P_{TX} = R - \left(G_{TXb} - L_p - L_o + G_{RX}\right) .$$

الخطوة 17: إذا كانت القيمة P_{TX} أكبر من قدرة الإرسال القصوى، ضع قيمة P_{TX} = قدرة الإرسال القصوى.

الخطوة 18: إذا كانت القيمة P_{TX} أصغر من قدرة الإرسال الأدنى، ضع قيمة P_{TX} = قدرة الإرسال الدنيا.

الخطوة 19: احسب قدرة .e.i.r.p من هذا المرسل باتجاه TP_i باستعمال المعادلة التالية:

$$EIRP_{i,j} = P_{TX} + G_{TXo} - L_p .$$

الخطوة 20: أضف إلى القدرة AEIRP لغرض هذه العينة قيمة القدرة e.i.r.p كالتالي:

$$AEIRP_{i(W)} \Rightarrow AEIRP_{i(W)} + 10^{EIRP_{i,j}/10} .$$

الخطوة 21: عند ضم كل المرسلات، حوّل القدرة $AEIRP_{(W)}$ إلى dBW:

$$AEIRP_{i(dBW)} = 10 \log_{10}(AEIRP_{i(W)}) .$$

الخطوة 22: أضف إلى الأرقام الثنائية ذات الصلة في صفيف قدرة *AEIRP* باستعمال القيمة $AEIRP_{i(dBW)}$

الخطوة 23: عند إتمام الخطوات N_{max} ذات الصلة، يُقدم صفيف قدرة *AEIRP* على شكل مخطط درجي (هستوغرام) و/أو دالة توزيع تراكمي CDF.

مفتاح المعادلات

كما ورد أعلاه بشأن من نقطة إلى نقاط متعددة

3.3.2 تعديلات على النموذج

يكمن هدف التعديلات في تحديد القدرة .a.e.i.r.p بالوحدة dBW في إطار عرض نطاق مرجعي مثل 1 MHz. كما يمكن لهذه القدرة أن تكون أيضاً متوسط قدرة .a.e.i.r.p لعرض النطاق المرجعي المذكور بالتكامل عبر عرض نطاق مستقبل أكثر اتساعاً متأثر (مثل 1 GHz). وبناءً على ما تقدم، قد يتطلب إجراء الحساب أعلاه تعديلاً مناسباً لتتواءم مع القيمة المطلوبة.

وقد تحتوي المنطقة المرجعية على خلايا HDFS متعددة من نقطة إلى نقاط متعددة، تبعاً لنمط الخلية والبيئة. وعلى أية حال، سيكون من الضروري لنشر من نقطة إلى نقاط متعددة تحديد ما يلي:

- عدد القطاعات النشطة التي تعمل بتردد مشترك؛
- عدد المحطات الطرفية للمستعمل للقطاع الواحد؛
- وعليه، تحديد عدد المستعملين النشيطين للقطاع الواحد ممن يعملون على تردد مشترك.

وينبغي إجراء تعديل يأخذ في الحسبان القدرة الكلية من جميع قنوات HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة التي يمكن استيعابها في عرض نطاق محطة الاستقبال الأرضية، مقيسة بما يتناسب مع عرض نطاق قدره 1 MHz.

$$Adj = 10\log_{10}(N_{channels}) \quad (3)$$

حيث

$$N_{channels} = \frac{ES_{RxBw}}{HDFS_{ULBw} + HDFS_{DLBw}}$$

حيث

Adj: التعديل المطلوب

$N_{channels}$: عدد القنوات التي يمكن استيعابها داخل عرض نطاق محطة استقبال أرضية

ES_{RxBw}: عرض نطاق محطة استقبال أرضية.

$HDFS_{ULBw}$: عرض نطاق محطة HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة باتجاه وصلة صاعدة

$HDFS_{DLBw}$: عرض نطاق محطة HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة باتجاه وصلة هابطة.

4.3.2 خرج المنهجية

يكون الخرج الناتج عن المنهجية على شكل مخطط درجي و/أو دالة توزيع تراكمي CDF لتوزيع قدرة a.e.i.r.p.

التذييـــل 1
للملحـــق 1

مثال على تطبيق منهجية توزيع قدرة a.e.i.r.p

1 مقدمة

يتناول هذا التذييل مثالاً على تطبيق منهجية توزيع قدرة a.e.i.r.p الموضحة في الملحق 1 باستعمال معلمات نظام خدمة ثابتة أوروبي، بافتراض عدم حدوث خسارة جلبة وانتشار فضاء حر.

2 مثال تطبيقي لنشر تماثلي تجاري حضري

طُبقت المنهجية على نظام من نقطة إلى نقاط متعددة تم نشره في بيئة تجارية حضرية تعمل بعرض نطاقات إرسال تماثلي بين المحطة القاعدة والمحطة الطرفية للمستعمل. وقد تم التوصل إلى قيمة توزيع قدرة a.e.i.r.p لاتجاه الوصلة الصاعدة، أي من المحطة الطرفية للمستعمل إلى المحطة القاعدة.

1.2 معلمات النظام

ترد في الجدول 1 أدناه معلمات نظام النشر في بيئة تجارية حضرية UCS باستعمال نموذج معلمات نظام HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة.

الجدول 1

معلمات نظام UCS من نقطة إلى نقاط متعددة

المعلمة	القيمة	الوحدات
المعمارية	من نقطة إلى نقاط متعددة	–
المرسل	المحطة الطرفية للمستعمل	–
مخطط إشعاع هوائي المرسل	Bessel	–
كسب هوائي ذروة المرسل	33,1	dBi
ارتفاع هوائي للمرسل (فوق الأرض): الارتفاع الأدنى الارتفاع الأقصى	 غير متوفرة 5	 M m
عدد الخلايا	4	
عد القطاعات للخلية الواحدة	4	–
عدد المستعملين لكل خلية أو عدد عقد الإرسال	136	–
موقع المستعمل داخل القطاع	عشوائي	–
طول مسير الوصلة: الطول الأدنى الطول الأقصى	 غير متوفرة km 1,4	 km km

الجدول 1 (*نهاية*)

المعلمة	القيمة	الوحدات
التردد	43	GHz
عرض النطاق المرجعي	1	MHz
استعمال التحكم ATPC	نعم	–
قدرة الإرسال القصوى قدرة الإرسال الأدنى	30– 70–	dB(W/MHz) dB(W/MHz)
سوية مدخل الاستقبال الاسمية	124,1–	dB(W/MHz)
خسارات أخرى	1	dB
المستقبل	المحطة القاعدة من نقطة إلى نقاط متعددة	–
مخطط إشعاع هوائي المستقبل	EN 301 215-C2	–
كسب هوائي ذروة المستقبل	15	dBi
ارتفاع هوائي المستقبل (فوق الأرض): الارتفاع الأدنى الارتفاع الأقصى	 غير متوفرة 20	 m m

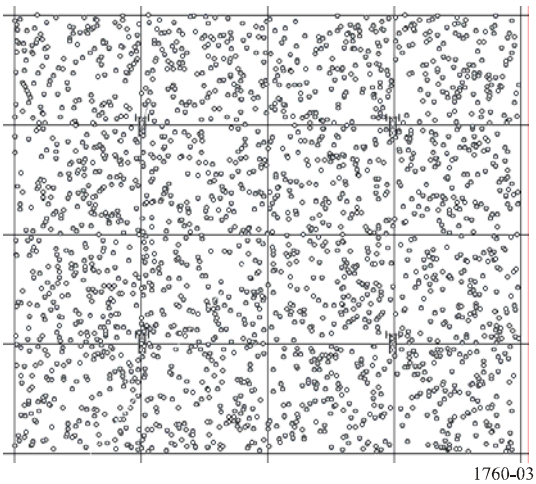
2.2 نموذج النشر

تُنشر محطات UCS داخل منطقة مرجعية تُعَرف بوصفها منطقة ثابتة بأبعاد 4 كم × 4 كم. واستناداً إلى المعلمات المحددة في الجدول 1، تم نمذجة أربع خلايا (أي أربع محطات قاعدة) تحتوي كل منها على أربعة قطاعات للخلية الواحدة. كما يوجد 136 مستعملاً لكل قطاع.

ويظهر الشكل 1 نموذج نشر بيئة تجارية حضرية UCS، بينما يظهر الشكل 2 موقع نقاط اختبار الأفق محسوبةً باستعمال المعادلة (1) الواردة في الفقرة 2.2 في الملحق 1.

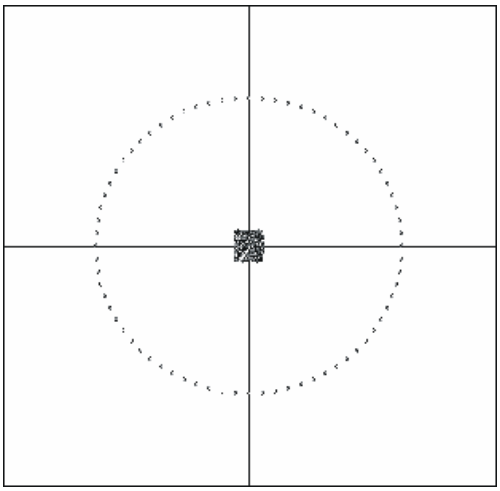
الشكل 1

مثال على توزيع بيئة تجارية حضرية



الشكل 2

موقع نقاط اختبار على الافق



3.2 حساب توزيع قدرة

تم إجراء التعديلات التالية للخوارزمية المحددة في الملحق 1 لتأخذ بالحسبان عدد القنوات الممكن توزيعها داخل عرض نطاق محطة الاستقبال الأرضية.

عرض نطاق محطة الاستقبال الأرضية:	1 000	MHz
عرض نطاق الوصلة الصاعدة لتطبيقات HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة	28	MHz
عرض نطاق الوصلة الهابطة لتطبيقات HDFS من نقطة إلى نقاط متعددة	28	MHz
$N_{channels}$:	17	
من المعادلة (3):		
$Adj = 10 \log_{10}$ (17):	12,3	dB

4.2 خرج المنهجية

يظهر الشكل 3 المخطط الدرجي لقدرة a.e.i.r.p. ودالة التوزيع التراكمي لنشر محطة طرفية للمستعمل لبيئة تجارية حضرية.

الشكل 3

رسم بياني لتوزيعات دالة توزيع تراكمي لمطاريف المستعمل لبيئة تجارية حضرية