

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التقرير ITU-R SM.2258
(2012/06)

لمحة عامة عن كشف مصدر التداخل الذي يؤثر
على النطاق MHz 406,1-406,0 الذي تستعمله
منارات الطوارئ الراديوية وتحديد الموقع
الجغرافي لهذا المصدر

السلسلة SM
إدارة الطيف

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 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 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 تقارير قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/publ/R-REP/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

ملاحظة: وافقت لجنة الدراسات على النسخة الإنكليزية لهذا التقرير الصادر عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.

النشر الإلكتروني

جنيف، 2013

التقرير ITU-R SM.2258

لمحة عامة عن كشف مصدر التداخل الذي يؤثر على النطاق 406,1-406,0 MHz الذي تستعمله منارات الطوارئ الراديوية وتحديد الموقع الجغرافي لهذا المصدر

1 معلومات أساسية

النظام Cospas-Sarsat هو نظام دولي ساتلي لإنذارات الاستغاثة في عمليات البحث والإنقاذ (SAR) حيث يقوم بكشف وتحديد موقع منارات الطوارئ الراديوية التي تنشطها الطائرات والسفن والمتجولون في المناطق النائية المعزولة عند الاستغاثة في العالم. وحتى فبراير 2012، بلغ عدد البلدان المشاركة في البرنامج¹ ثلاثة وأربعين بلداً. ويعتمد الكشف الساتلي الموثوق لمنارات الطوارئ الراديوية في النطاق الطيفي 406,1-406,0 MHz على طيف خال في هذا المدى. وكثيراً ما يحدث التداخل لأسباب مختلفة مما يعرقل أو يحول دون الكشف عن منارات الطوارئ في بعض المناطق.

وتتمثل إحدى الخطوات الهامة التي تحققت في السنوات الأخيرة في النظام الأوتوماتي لرصد التداخل (AIMS) الذي طورته الولايات المتحدة الأمريكية لكشف مصادر التداخل وتحديد موقعها والتبليغ عنها أوتوماتياً للجنة الاتصالات الفيدرالية الأمريكية (FCC)، للتخفيف من تأثير مصدر التداخل. وتصف هذه الوثيقة برنامج Cospas-Sarsat وتأثير التداخل على كشف منارات الطوارئ الراديوية، وعمليات النظام الأوتوماتي لرصد التداخل من أجل تحديد موقع التداخل وكيفية تبليغ لجنة الاتصالات الفيدرالية بمواقع مصادر التداخلات للتخفيف من آثارها. وإضافة إلى ذلك، تصف الوثيقة التقرير الشهري بشأن التداخل في النطاق 406 MHz الذي تعده الولايات المتحدة وثمانى دول أخرى وترسله إلى الاتحاد الدولي للاتصالات.

والهدف من هذه الوثيقة توضيح العمليات المستخدمة لكشف مصادر التداخل وتحديد موقعها الجغرافي من أجل مساعدة الهيئات التنظيمية المعنية بمراقبة الطيف وإزالة التداخل في تحديد مواقع مصادر التداخل والتخفيف من آثاره على نحو فعال. وهناك أمل في أن يشجع شرح النظام الأوتوماتي لرصد التداخل (AIMS) المستعمل في الولايات المتحدة الأمريكية الهيئات التنظيمية على بحث استخدام عمليات مماثلة لكشف مصادر التداخل والتبليغ عنها بسرعة للتخفيف من آثارها.

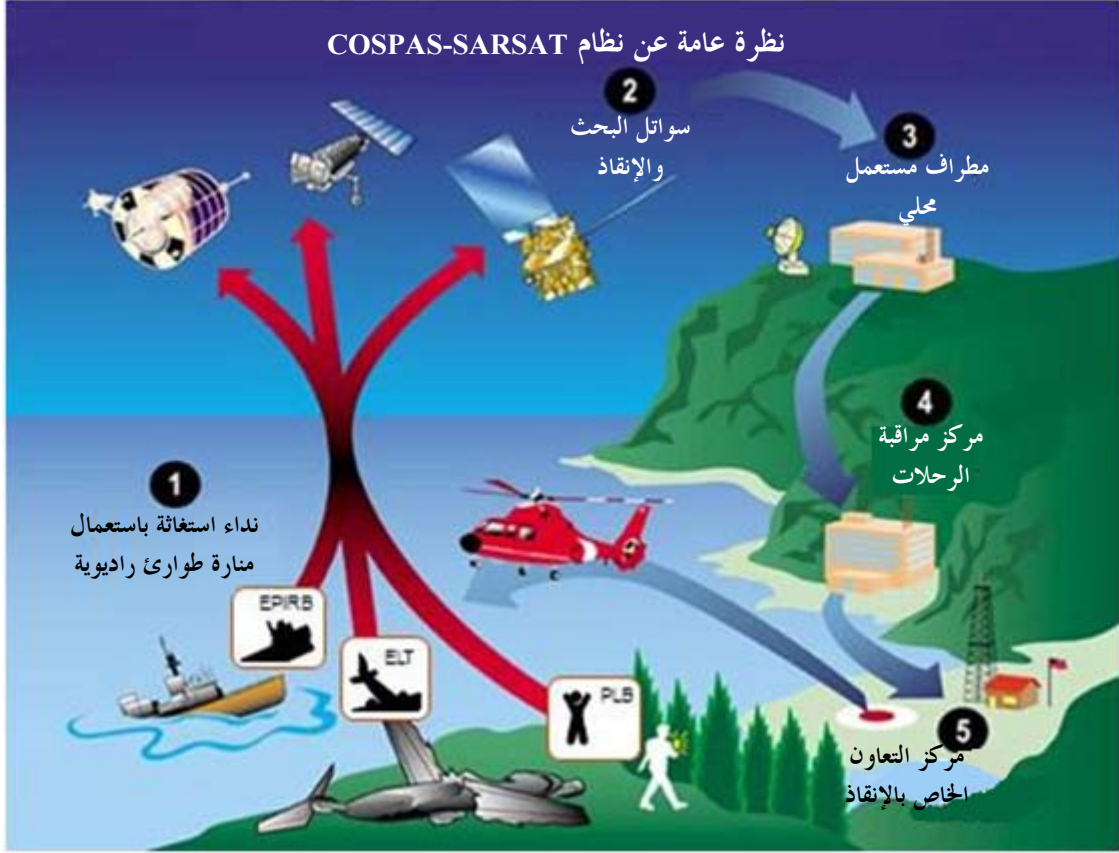
1.1 لمحة عامة عن النظام

يصف الشكل 1 النظام العام ويعرض الخطوات التي تتم خلال حدث استغاثة نمطي ويوضح المكونات الرئيسية للنظام - المنارات الراديوية والسواتل ومطارييف المستعمل المحلي:

¹ انظر: <http://www.cospas-sarsat.org/en/about-us/participating-countries-organisations>

الشكل 1

نظرة عامة عن نظام COSPAS-SARSAT



نظام البحث والإنقاذ (ترتبط الأرقام بتلك الواردة في الشكل 1)

- 1) تُنشط المنارة الراديوية (إما يدوياً أو أوتوماتياً).
- 2) تستقبل سواتل النظام COSPAS-SARSAT إشارات الاستغاثة. تستقبل جميع السواتل إشارات المنارة الراديوية في النطاق 406 MHz. ويُستعمل في النظام كل من سواتل المدارات الأرضية المنخفضة (LEO) وسواتل المدارات المستقرة بالنسبة إلى الأرض (GEO)، لكن عمليات تحديد الموقع الجغرافي تستعمل سواتل المدارات الأرضية المنخفضة فقط.
- 3) إعادة إرسال إشارة المنارة الراديوية إلى مطاريف المستعمل المحلي للمحطة الأرضية المؤتمنة (LUT) حيث يتم تحديد رسائل الإنذار الصادرة عن المنارة وموقعها وإرسالها إلى مركز مراقبة الرحلات (MCC).
- 4) يرسل مركز مراقبة الرحلات الموقع إلى مركز مراقبة الإنقاذ (RCC).
- 5) يرسل مركز مراقبة الإنقاذ الموقع إلى أقرب وحدة للبحث والإنقاذ (SAR).
- 6) تنتقل وحدة البحث والإنقاذ إلى مكان الحادث.

تجري الخطوات 2 إلى 5 بشكل أوتوماتي. وتعتمد عملية الكشف وتحديد الموقع بنجاح ودقة في جانب منها على الطيف الخالي من التداخل. ويرد في الملحق 1 وصف مفصل لتاريخ النظام COSPAS-SARSAT ومعمارية النظام المفصلة.

2 تحديد الموقع باستخدام خاصية Doppler

يتم تحديد موقع مصدر الإشارة بمعالجة دوبلر للإشارة من خلال وضع السواتل في المدارات الأرضية المنخفضة. ومع دوران الساتل LEO حول الأرض، فإن معالجه للبحث والإنقاذ (SAR) على المتن يسمح بإزالة تشكيل إشارات المنارة الراديوية

المشفرة رقمياً في النطاق 406 MHz بصورة مستمرة. ويسترجع معالج البحث والإنقاذ رقم تعرف هوية المنارة الوحيد (ID) ويقيس تردد الموجة الحاملة المستقبلية ويسجل الوقت الذي استُقبلت فيه الإشارة. وتسجل هذه العناصر الثلاثة (معرف هوية المنارة والتردد المستقبل للساتل ووقت استقبال الإشارة) في ذاكرة على المتن وتُرسل أيضاً إلى أقرب مطراف مستعمل محلي.

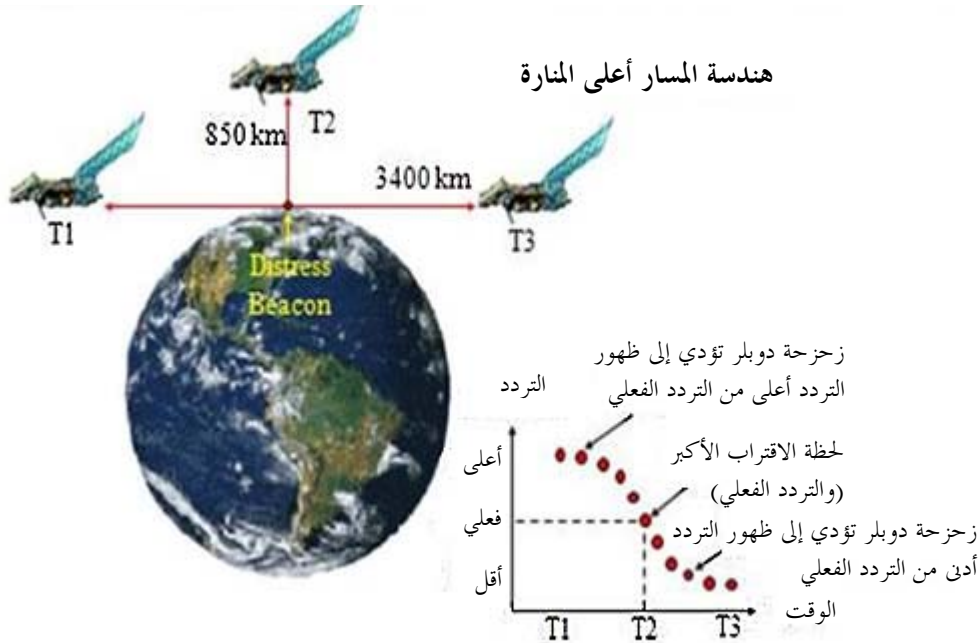
يستقبل مطراف المستعمل المحلي الوصلة الهابطة ويعالج بيانات معالج البحث والإنقاذ، حيث يحدد من خلالها منحني دوبلر للمنارة. وقد يقوم مطراف المستعمل المحلي أيضاً بشكل مستقل بمعالجة طيف الوصلة الهابطة لمكرر البحث والإنقاذ حيث تتحدد من خلاله منحنيات دوبلر المستمدة من المنارات ومصادر التداخل.

ونظراً للحركة بين المصدر والساتل، فعندما يظهر مصدر للساتل للمرة الأولى، يكون التردد المستقبل في أعلى مستوياته ويتناقص باستمرار حتى اختفاء المصدر عن الرؤية. ويشكل التردد الناتج مقابل الزمن منحني دوبلر. ويقوم مطراف المستعمل المحلي بتحليل منحني دوبلر لتحديد نقطة الانقلاب في المنحني (النقطة التي يتغير فيها تقوس المنحني). وإذا كان منحني دوبلر لا يشمل نقطة انقلاب، يطبق مطراف المستعمل المحلي الاستكمال الخارجي على المنحني، سواء إلى الأمام أو نحو الخلف مع الزمن لتقدير نقطة الانقلاب. وتبلغ زحزحة دوبلر عند نقطة الانقلاب صفراً، نظراً لعدم وجود حركة نسبية بين المصدر والساتل. وهذه هي لحظة الاقتراب الأكبر (TCA) بين المصدر والساتل. ويحدد مطراف المستعمل المحلي أيضاً ميل منحني دوبلر في لحظة الاقتراب الأكبر. وهذان العنصران، الميل والوقت، في لحظة الاقتراب الأكبر عاملان حاسمان لتحديد الموقع الجغرافي للمصدر.

ويبين الشكل 2 منحني التردد مقابل الزمن الذي يشمل نقطة الانقلاب لأن الساتل يتحرك نحو مصدر الإشارة، مع تغير التردد من الحد الأقصى في الوقت T1 إلى 0 في الوقت T2 ويصل إلى الحد الأدنى في T3. وهذا هو تأثير زحزحة دوبلر ويتم توضيحه بالنسبة لمنارة راديوية 406 MHz - ترسل رشقة مدتها نصف ثانية كل 50 ثانية. وتجري نفس العملية لمنارات ترسل على التردد 243,0/121,5 MHz، باستثناء أن منحني دوبلر الناجم يكون خطأً مستمراً (أو عدة خطوط اعتماداً على مستوى طاقة النطاق الجانبي). وجدير بالملاحظة أن التداخل في النطاق ينتج أيضاً منحنيات دوبلر مماثلة.

الشكل 2

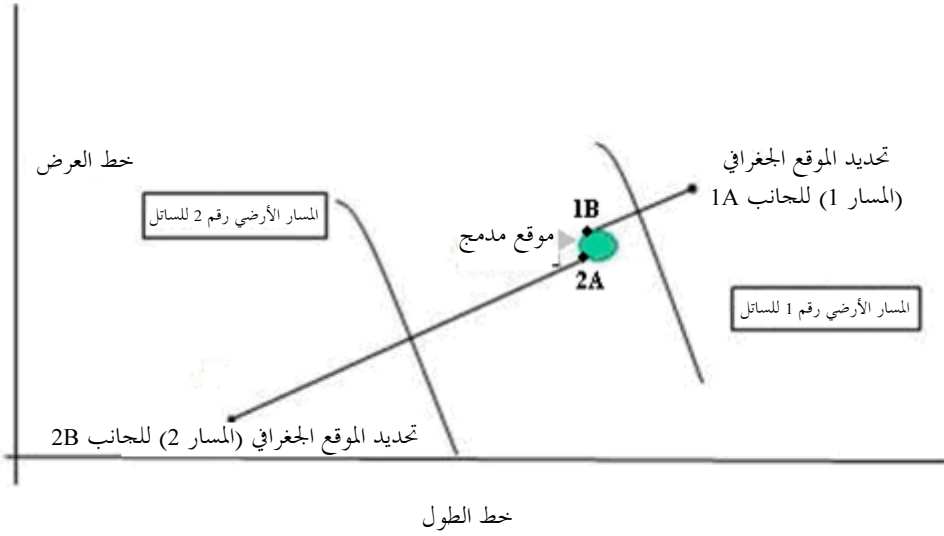
زحزحة دوبلر (تغيير في التردد المقيس بسبب الحركة النسبية بين المرسل والمستقبل)



وهناك نقطة هامة أخرى جديدة بالملاحظة ألا وهي أن عملية تحديد الموقع بواسطة ظاهرة دوبلر تنتج موقعين محتملين عملياً، واحد على كل جانب من جانبي المسار الأرضي للساتل يشار إليهما بالموقع الجغرافي للجانب "A" والموقع الجغرافي للجانب "B". وهذا الأمر يؤدي إلى الالتباس يتطلب معلومات إضافية لإزالته، مثل مسار ساتلي آخر يسمح بتوفير حل دوبلري آخر وإزالة الالتباس على النحو الموضح في الشكل 3.

الشكل 3

إزالة الالتباس المتعلق بتحديد الموقع بواسطة ظاهرة دوبلر من خلال مسارين ساتليين



3 آثار التداخل

معلومات أساسية

النطاق 406,0 إلى 406,1 MHz محجوز بموجب اتفاق دولي لإرسال إشارات الاستغاثة من منارات راديوية موجودة على سطح الأرض إلى سواتل دوار. غير أنه في بعض الحالات، يستعمل آخرون أجزاء من مدى الطيف هذا للاتصالات في غير حالات الاستغاثة (غالباً للاتصالات المتنقلة وأجهزة المودم اللاسلكية و/أو الرادارات). وفي حالات أخرى، ترسل أجهزة الإرسال الراديوي العاملة في نطاقات مجاورة إشارات هامشية تقع ضمن نطاق الاستغاثة. وأخيراً، يمكن أن تتسبب بعض المنارات الراديوية التي تعاني من أعطال في التداخل أيضاً. وتعتبر هذه الإشارات جميعها مسببة للتداخل علماًً يمكن أن تتسبب بل وغالباً ما تتسبب في التداخل مع استقبال الساتل لإرسالات منارات الاستغاثة مما يؤدي إلى تأخير الشروع في عمليات البحث المشروعة وما يترتب على ذلك من احتمال وقوع خسائر في الأرواح.

وتوضح أمثلة التداخل المقدمة أدناه باستعمال طيف المنارة التي ترسل على التردد 121,5 MHz وطيف المنارة التي ترسل على التردد 406 MHz. وعلى الرغم من أن إشارات المنارة التي ترسل على التردد 243/121,5 MHz لم تعد تعالج وفقاً لدوبلر، فالآثار شبيهة بحالات الانحطاط الملاحظة في النطاق 406,0-406,1 MHz.

1.3 القناة 121,5 MHz، طيف خالٍ من التداخل

يعتبر الشكل 4 غير نموذجي نوعاً ما من حيث إنه لا يوجد أي تداخل تقريباً في النطاق 121,5 MHz. ويبين الجزء المركزي من الشكل مخطط بياني للنطاق الأساسي للقدرة عبر الطيف (في فترات مدة كل منها ثانية واحدة) مقابل الزمن عبر كامل المسار الساتلي من حيازة الإشارة إلى فقدها. وتندرج الإحداثيات السينية في فواصل زمنية مدة كل منها 100 ثانية بدءاً من حيازة الإشارة؛ وتندرج الإحداثيات الرأسية من مركز النطاق إلى ± 12 kHz.

وفي الجزء العلوي من الشكل (باللون الأحمر)، يُعرض معرف هوية الساتل ووقت حيازة الإشارة وفقدانها والتاريخ ذي الصلة (الساتل S2، المدار 58748، من الساعة 17:00:54 إلى 17:12:14، 4 مايو 1996). ويعرض الجزء السفلي من الشكل معرف هوية مطراف المستعمل المحلي (كاليفورنيا #2) فضلاً عن الساعة والدقائق والثواني حتى المسار التالي.

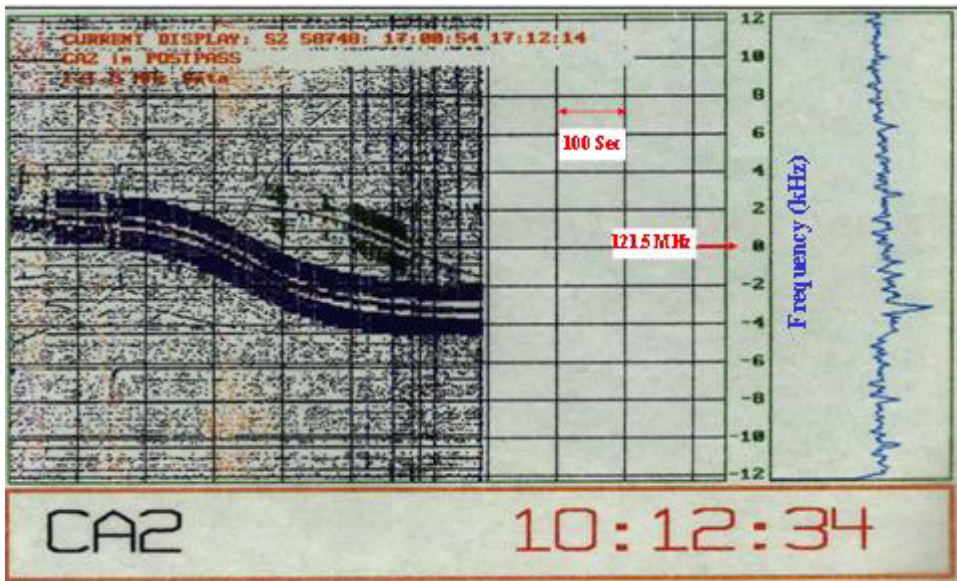
ويظهر في النصف الأيسر من الشكل منحني دوبلر كامل للمنارة التي ترسل على التردد 121,5 MHz. والموجة الحاملة والنطاقات الجانبية محددة بوضوح. وفي أقصى يمين الشكل يبدو المخطط الطيفي النهائي (الذي التقط قبيل فقدان الإشارة مباشرة). ويبين المخطط الطيفي بوضوح الموجة الحاملة للمنارة عند حوالي 3,5 kHz (وهو ما يقابل 3,5 kHz تحت مركز النطاق). وتستعمل مطارييف المستعمل المحلي طرائق مقيدة بالملكية لتحديد منحنيات دوبلر وحساب لحظة الاقتراب الأكبر المقابلة وميل منحني دوبلر وفي النهاية تقديرات الموقع الحقيقية والمصورة للمنارة.

ويظهر منحني دوبلر جزئي لأول مرة لمنارة أخرى ترسل على التردد 121,5 MHz لحظة حيازة للإشارة +300 ثانية، عندما يتسنى تحديد الموجة الحاملة. وعند حوالي 500 ثانية، تكون النطاقات الجانبية للتشكيل واضحة تماماً وتظل قابلة للتحديد لمدة 100 ثانية تقريباً. ويمكن لمنحني دوبلر الثاني أن يؤدي إلى حل لتحديد الموقع وإن كان أقل جودة من منحني دوبلر الأول. وفي هذه الحالة، يخرج مطراف المستعمل المحلي عن مجال رؤية الساتل قبل ترحيل منحني دوبلر بالكامل ومن ثم يتاح منحني دوبلر جزئي فقط لمطراف المستعمل المحلي من أجل المعالجة. وبصورة عامة، من المطلوب كحد أدنى 4 دقائق من منحني دوبلر لإنتاج حل قابل للاستخدام (يعتبر الحل قابلاً للاستخدام عندما يكون هناك احتمال كبير لتواجد المصدر ضمن 20 km من الإحداثيات المحددة). وتزداد جودة الحل بشكل كبير عندما يشمل منحني دوبلر لحظة الاقتراب الأكبر وهي على ما يبدو متوفرة في هذه الحالة.

ويبين فحص الشكل 4 أيضاً سلسلة من الخطوط الأفقية. وتعزى هذه الخطوط إلى التداخل على متن الساتل الذي يتم التحقق منه من خلال غياب زحزحة دوبلر للوصلة الصاعدة. ونظراً لأن البيانات الموضحة في الشكل 4 مرقمنة بالكامل، من السهل نسبياً إزالة التداخل على متن من البيانات كي لا يؤثر بالسلب على معالجة دوبلر.

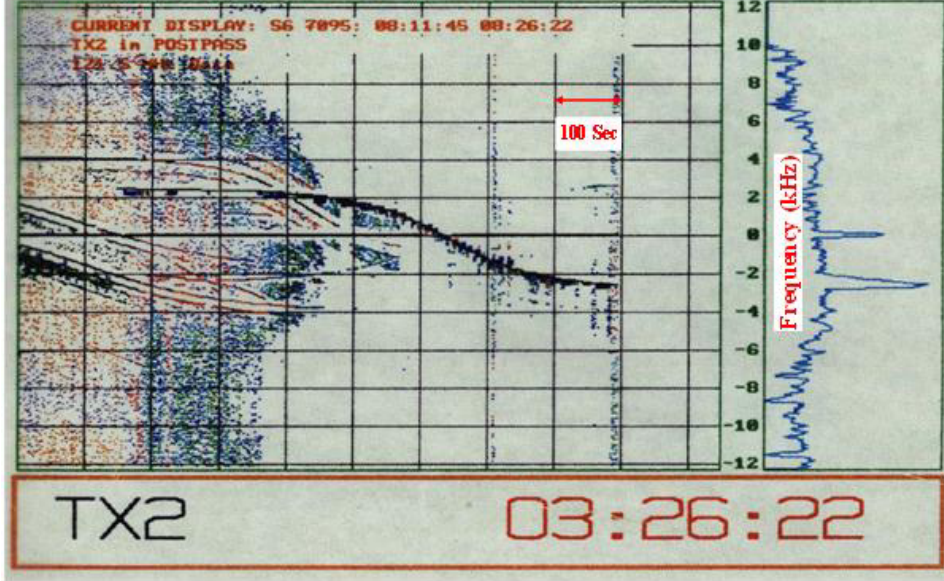
الشكل 4

الطيف 121,5 MHz مع الحد الأدنى من التداخل



الشكل 5

الطيف 121,5 MHz مع تداخل كبير



2.3 طيف القناة 121,5 MHz مع تداخل كبير

تم إعداد العرض الموضح في الشكل 5 بنفس العملية المستخدمة بالشكل 4. والاختلاف الوحيد هو التداخل على الوصلة الصاعدة الذي كان قويا للغاية لدرجة أنه أدى إلى إضعاف حساسية مستقبل الساتل فعليا مما جعله غير قادر على إعادة إرسال إشارات المنارة الأضعف كثيراً. كما أن مسح التردد قبل فقدان الإشارة مباشرة (عند حوالي 900 ثانية من حيازة الإشارة) يوضح بيانياً مقدار الإشارة المسببة للتداخل التي يمكن تحديدها بموقعها باستخدام نفس الطرائق.

3.3 طيف القناة 406,0 إلى 406,1 MHz

يبين الشكل 6 طيف القناة 406 MHz. والطريقة المستعملة لمعالجة وعرض القناة 406,0-406,1 MHz شبيهة بتلك المستعملة لعرض القناة 121,5 MHz. وكما هو الحال بالنسبة لعرض القناة 121,5 MHz المبين في الشكلين 4 و5، يشير التدرج الأفقي إلى الوقت ويبدأ عند حيازة مطراف المستعمل المحلي للإشارة (يبلغ كل قسم في التدرج 100 ثانية). وتشير شبكة التدرج الرأسى إلى عرض نطاق النطاق الأساسى للقناة 100 kHz (يبلغ كل قسم في التدرج 10 kHz). والاختلاف الأساسى عن عرض القناة 121,5 MHz هو أن المعالج يقوم بكشف وفك تشفير رشقة المنارة. ثم يبرز المعالج بعد ذلك الرشقة بنقطة ملونة ويطبّع القيم الستة عشرية لمعرف هوية المنارة في أعلى يمين الشكل (باستعمال نفس لون نقاط الرشقات). ويظهر فحص النقاط الحمراء فقدان رشقة عند حوالي 360 ثانية بعد حيازة الإشارة. والرشقة المفقودة هي على الأرجح نتيجة تداخل عريض النطاق يمكن ملاحظته عبر النطاق من عند حوالي 320 ثانية إلى 525 ثانية بعد حيازة الإشارة.

الشكل 6

طيف المكرر 406,0-406,1 MHz



بعد حيازة الإشارة بوقت قصير، تحدث أربع رشقات لبيانات المنارة بالتتابع عند حوالي 9 kHz تفصل بينها 30 ثانية. وتظهر الرشقات باللون الأزرق وتوجد في نهاية منحنى دوبلر من منارة مرجعية للنظام C-S (منارة المخطط المداري)، وهي واحدة من حوالي 6 منارات في العالم تستعمل لمعايرة مدارات السواتل LEO. وفي هذه الحالة، يمكن عموماً تحديد الموقع بخاصية دوبلر وإن كانت جودة البيانات رديئة نظراً لتواجد جميع النقاط في نهاية متطرفة لأحد جانبي منحنى دوبلر. وتظهر عدة نقاط مماثلة باللون الأخضر. وتمثل هذه النقاط إشارات المنارة التي تم كشفها ولكن لم يتسن التعرف على المنارة نظراً لتلف شفرة تعرف هويتها.

وإضافة إلى الضوضاء عريضة النطاق التي سبق مناقشتها، يمكن ملاحظة إشارتين أخريين مسببتين للتداخل اعتباراً من 80 ثانية تقريباً بعد حيازة الإشارة عند حوالي 14 kHz و 60 kHz. كما أنه من المرجح كثيراً التمكن من تحديد الموقع بخاصية دوبلر لكلتا الإشارتين المسببتين للتداخل اللتين تكونان الطيف عريض النطاق المبين (حوالي 40 إشارة منتشرة عبر النطاق تسفر عن 40 زوجاً من المواقع المقدرة).

وهناك حوالي ثمانية بلدان لديها مطاريف المستعمل المحلي لمراقبة السواتل LEO تستخدم برمجيات مسجلة الملكية تسمح لمطاريف المستعمل المحلي بالاحتفاظ بقاعدة بيانات للإشارات المسببة للتداخل تُرسل إلى مركز مراقبة الرحلات المرتبط بها. ويستعمل كل بلد مشارك قواعد بيانات التداخل المستمدة من المطاريف LUT لديه لإعداد تقرير شهري بشأن التداخل في النطاق 406 MHz يُقدم إلى الاتحاد. ويرد في الملحق 2 مثال لنسق هذا التقرير.

4 تحديد موقع مصدر التداخل والتبليغ عنه في الولايات المتحدة

1.4 معلومات أساسية

يتم الكشف عن الإشارات المسببة للتداخل في النطاق 406,1-406 MHz ومعالجتها في الولايات المتحدة بواسطة مطاريفالمستعمل المحلي للولايات المتحدة. وترسل البيانات التقريبية المتعلقة بالمواقع الناتجة إلى النظام الأوتوماتي لرصد التداخل (AIMS) التابع للإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي الذي يقوم بتحليل البيانات لتحديد تواجد مصدر تداخل مستمر. وعند تجميع بيانات وافية ذات جودة مناسبة بحيث يكون مصدر التداخل ضمن 12 km إحصائياً من الموقع المقدر، يُزود المكتب المركزي التابع للجنة الاتصالات الفيدرالية (FCC) (مركز العمليات للجنة الاتصالات الفيدرالية) بشكل تلقائي بخطي العرض والطول للموقع المقدر بواسطة النظام AIMS. وعلى الرغم من أن التداخل الراديوي في النطاقات الترددية الثلاثة يشكل مشكلة مستمرة للنظام Cospas-Sarsat، يقتصر تحليل النظام AIMS على التداخل في النطاق 406,1-406,0 MHz. وحالياً، تُرسل جميع معلومات النظام AIMS المتعلقة بالموقع عن طريق الفاكس.

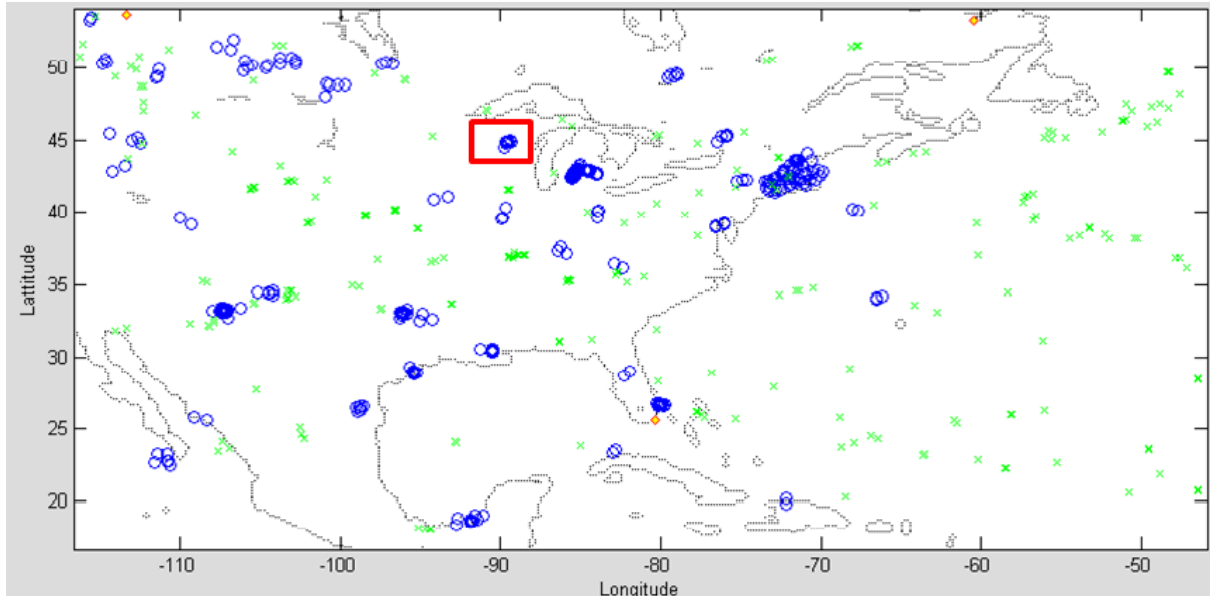
2.4 منهجية تحديد موقع التداخل بواسطة النظام AIMS

تحتوي قاعدة بيانات التداخل تقريباً على جميع العلامات المرتبطة بتحديد موقعي الجانبيين A و B لمصدر التداخل، بما في ذلك خطا العرض والطول للجانبيين A و B، والوقت والتردد عند الاقتراب الأكبر وزاوية المسار المستعرض (يرد في الملحق 3 حقول البيانات المستخدمة في النظام AIMS). وقامت كل إدارة بوضع المنهجية الخاصة بها لتحليل قاعدة بيانات التداخل. ويرد في هذا القسم المنهجية المستعملة في الولايات المتحدة ويُقدم مثال عن ذلك.

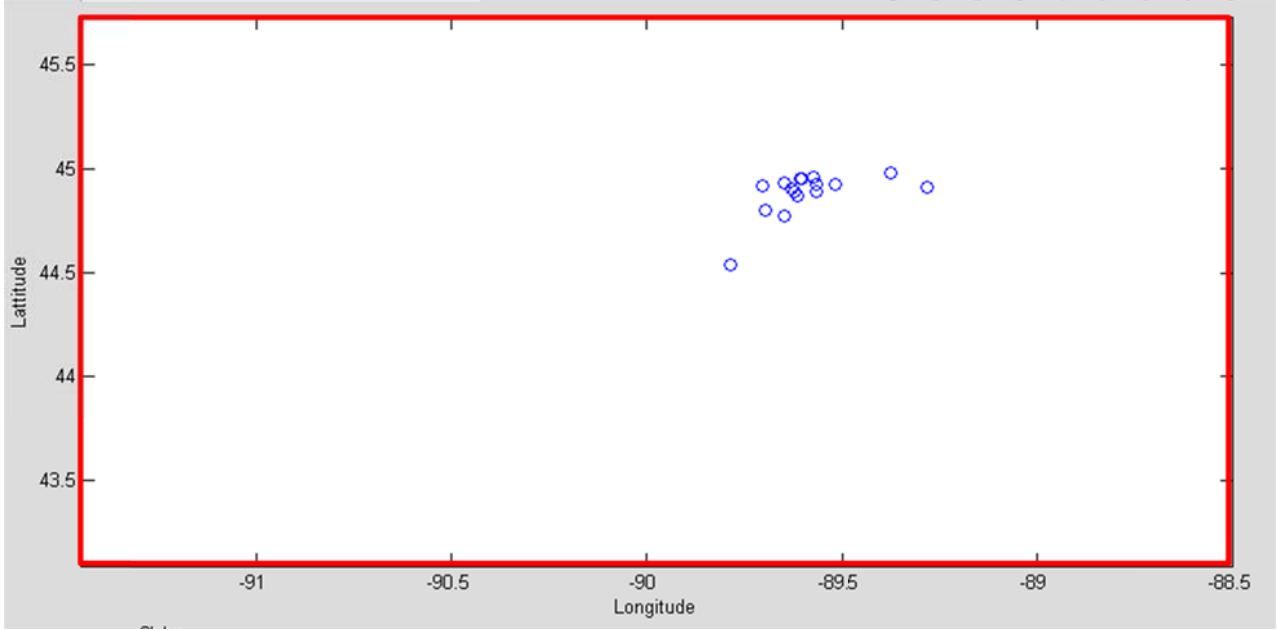
ويعرض الشكل 7 رسماً بيانياً لمصدر تداخل حديث في أمريكا الشمالية باستعمال أداة تحليل التداخل المطورة حديثاً والتي تظهر مصادر التداخل المتعددة الملاحظة بالضبط. وعادةً ما تتكون الإشارة المسببة للتداخل من عدة موجات حاملة فرعية، تنتج كل واحدة منها عملية لتحديد الموقع بخاضية دوبلر تختلف عن بعضها اختلافاً طفيفاً بحيث إنه عندما يتم التركيز على منطقة معينة وتكبيرها ورسمها، تبدو المواقع في شكل مخطط انتشاري أكثر أو أقل عشوائية.

الشكل 7

عرض موقع مصدر التداخل في النطاق 406 MHz (نقاط زرقاء) مع مستويين من التركيز والتكبير
 (يبين الشكل 7A أمريكا الشمالية بالكامل مع الإشارة إلى منطقة صغيرة،
 ويبين الشكل 7B صورة موسعة للجزء المشار إليه في الشكل 7A)



الشكل 7A



الشكل 7B

قبل تطوير الأداة، كان من اللازم توسيع كل منطقة معينة يدوياً من أجل تحديد المواقع التي تحتوي على عدد كافٍ من حالات التداخل، حيث كانت تقع ضمن منطقة بحث معقولة.

وتم تحديد موقع مقدّر من خلال حساب متوسط خطي العرض والطول لمجموعة نقاط البيانات على النحو المبين في المثال المعروض في الشكل 7B. وتم تحديد نصف قطر منطقة البحث المقدرة من خلال الجمع بين الانحراف المعياري لخطي العرض والطول (مصحح بجيب التمام لخط العرض). وهذه هي العملية الأساسية التي تمت أتمتها وأصبحت تعرف بالنظام الأوتوماتي لرصد التداخل (AIMS).

3.4 تحسين النظام الأوتوماتي لرصد التداخل

بعد فترة قصيرة من بدء التقرير الشهري للتداخل المقدم إلى الاتحاد (الموصوف في الملحق 2)، أعدت الإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي طريقة تكرارية لمعالجة البيانات زادت من دقة موقع مصدر التداخل المقدّر ومنطقة البحث المحتملة. وهذه الطريقة التكرارية توسع العملية الأساسية للنظام AIMS من خلال إجراء حسابات متتالية للموقع المتوسط والانحراف المعياري ومن ثم استبعاد عناصر البيانات التي تقع خارج انحراف معياري محدد.

ويمكن أن تؤدي الخطوات التكرارية الإضافية عندما تطبق يدوياً على مجموعة بيانات التداخل إلى نتائج أفضل. ويرد في الجدول 1 مقارنة بين عملية للنظام AIMS مقابل عملية للنظام AIMS بالإضافة إلى العملية التكرارية، وذلك فيما يتعلق بحالة تداخل معينة. ويمكن إدماج هذه الطريقة في عملية النظام AIMS إذا أظهرت نتائج المقارنة المماثلة الإضافية استمرار التحسن.

الجدول 1

ملخص نتيجة مصدر للتداخل في سولت ليك سيتي (Salt Lake City) باستعمال التكرار وبدونه

خطأ في الموقع (km)	نصف قطر منطقة البحث (km)	خط الطول	خط العرض	
-	-	111,9542-	40,7719	الإحداثيات الفعلية
12,6	11	111,829-	40,803	أسلوب النظام AIMS
2,2	9,2	111,9441-	40,7890	طريقة التكرار

يقدم الملحق 4 مقارنة تفصيلية للخطأ في الموقع بين التحليل الأساسي للنظام AIMS والتحسينات (في هذه الحالة) المحققة باستعمال الطرائق التكرارية. ويتواصل العمل لتحسين النتائج ومعالجة مواقع التداخل.

4.4 إجراء التبليغ من النظام AIMS إلى اللجنة FCC

تتبع عملية التقرير FCC – AIMS حالياً البروتوكول التالي:

- (1) يراقب النظام AIMS ملفات حلول قاعدة البيانات لموقع التداخل فيما يتعلق بمصادر التداخل التي يُقدّر أنها تقع ضمن نطاق مسؤولية لجنة الاتصالات الفيدرالية.
 - (2) ويقوم النظام AIMS بحساب نصف قطر منطقة البحث المقدرة الذي يجري تحديثه في أقرب وقت فعلي كلما أضيفت حلول جديدة إلى قاعدة البيانات.
 - (3) وعندما تكشف ثمانية تحليقات ساتلية على الأقل عن وجود تداخل، ويبلغ نصف قطر منطقة البحث المقدرة أقل من 12 km، يرسل النظام AIMS رسالة مؤتمتة إلى لجنة الاتصالات الفيدرالية.
- ملاحظة - يمكن تغيير هذه المعلومات (عدد التحليقات الساتلية ونصف قطر منطقة البحث) بسهولة.

يزود تقرير النظام AIMS لجنة الاتصالات الفيدرالية بالبيانات التالية إلى جانب طلب الحصول على تعليقات بشأن الموقع الفعلي ونمط الأجهزة والإجراءات المتخذة للتخفيف من آثار التداخل، إلخ. (مثال لتبليغ من مركز مراقبة الرحلات الفضائية للولايات المتحدة في 24 أكتوبر 2000):

الموقع: 27 25,7 شمالاً 099 20,4 غرباً (27,428 - 99,340)

التردد: المدى = 406,015 إلى 406,081 - متوسط = 406,055

الكشف الأول: 2000/10/14، الساعة 23:03:47

الكشف الأخير: 2000/10/24، الساعة 02:32:34

المدة: 219 ساعة و 28 دقيقة و 47 ثانية

نصف قطر منطقة البحث: 11,0 km

معرف هوية موقع مركز مراقبة الرحلات الفضائية للولايات المتحدة: 6598.

5 البحث النهائي والتخفيف من الآثار

بعد استلام لجنة الاتصالات الفيدرالية لتقرير التداخل، توجه المعلومات إلى أقرب مكتب إنفاذ ميداني تابع للجنة الاتصالات الفيدرالية لإجراء مزيد من التحقيقات. ويتم الرد عادةً خلال يوم واحد إذا كانت الإشارة لا تزال نشيطة. ويقوم المكتب

الميداني للجنة الاتصالات الفيدرالية بنشر فريق معني بالتحقيق مع مركبة متنقلة لتحديد الاتجاه راديوياً وجهاز محمول لتحديد الاتجاه وفقاً للإحداثيات المبلغ عنها بواسطة النظام AIMS. ويتم البحث في المنطقة المحددة عموماً انطلاقاً من إحداثيات المركز أو بالقرب منها، خارج (وأحياناً بعد) نصف القطر المحدد للمنطقة المستهدفة (يعتمد ذلك على شبكة الطرق وعوامل أخرى). وإذا كانت مؤشرات تحديد الاتجاه للمركبة تشير إلى مبان أو موانئ أو مراسي سفن، إلخ. قد يبادر القائمون على التحقيق إلى العمل سراً على الأقدام مع استخدام المعدات المحمولة باليد لتحديد موقع المصدر.

وبمجرد تحديد موقع المصدر، يجري الاتصال بالمالك و/أو تعطيل الجهاز عن طريق إغلاقه أو فصل الطاقة الكهربائية أو البطاريات، إلخ. ويخضع مشغلو الأجهزة المسببة للتداخل لعقوبات مختلفة بموجب قواعد لجنة الاتصالات الفيدرالية، تتراوح بين تحذيرات ومصادرات (حسب الظروف). وأخيراً، تقدم تعليقات إلى مركز مراقبة الرحلات للولايات المتحدة في الإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي لإخطارها بالموقع الفعلي ونمط الجهاز المسبب للتداخل وبمعلومات تفصيلية بشأن القدرة وتردد التشغيل إذا كانت متاحة.

6 المراجع

نظام COSPAS _ SARSAT

<http://www.sarsat.noaa.gov/background.html>

<http://www.cospas-sarsat.org/>

التقارير الشهرية للتداخل في النطاق 406 MHz المقدمة إلى الاتحاد من البلدان المشاركة.

برنامج المراقبة في النطاق 406,1-406 MHz (القرار 205، COSPAS-SARSAT)

<http://www.itu.int/ITU-R/index.asp?category=terrestrial&mlink=resolution-205&lang=en>

الملحقات

الملحق 1 - تاريخ ووصف تفصيلي للنظام Cospas-Sarsat

الملحق 2 - نسق التقرير الشهري للاتحاد الدولي للاتصالات

الملحق 3 - قائمة جزئية للمعلومات في قاعدة بيانات التداخل في النطاق 406 MHz

الملحق 4 - مثال معالجة بواسطة النظام AIMS/معالجة تكرارية

الملحق 5 - وثائق الاتحاد ذات الصلة.

الملحق 1

وصف النظام Cospas-Sarsat

1.1A لمحة تاريخية

في 1978، اشتركت الولايات المتحدة وكندا وفرنسا معاً في إجراء تجربة تتبع بمساعدة السواتل للبحث والإنقاذ (SARSAT) من أجل تحديد مدى إمكانية استعمال نظام قائم على السواتل في مدار أرضي منخفض (LEO) لكشف وتحديد موقع منارات الاستغاثة الراديوية التي تستخدمها السفن والطائرات من خلال استعمال تقنيات تحديد الموقع بمساعدة خاصية دوبلر. وتم إقرار حمل منارات الاستغاثة الراديوية على المتن (في الولايات المتحدة) في 1965، إلا أنه لم يكن هناك نظام موثوق لكشف الإشارات. وترسل المنارات قدرة مشعة فعالة تبلغ 50 mW على موجتين حاملتين بتشكيل تماثلي على 121,5 و 243,0 MHz، وكانت تعرف

في الطائرات بأجهزة الإرسال لتحديد الموقع في حالات الطوارئ (ELT)، وفي السفن بالمنارات الراديوية لتحديد الموقع في حالات الطوارئ (EPIRB). وطلب من الطائرات التجارية أن ترصد ترددات الاستغاثة إلا أن معظم شركات الطيران كانت ترصد فقط ترددات الاستغاثة عندما يطلب منها مراقبو الحركة الجوية ذلك. وإضافة إلى ذلك، تم تطوير نمط جديد من المنارات للكشف عنها خصيصاً بواسطة سواتل SARSAT. وتم تشفير المنارات الجديدة رقمياً بشفرة تعرف وحيدة يتم إرسالها بخرج قدرة اسمية أو بقدرة W 5 وتعمل في النطاق المعين لعمليات البحث والإنقاذ (406,0 إلى 406,1 MHz).

وبعد تشكيله بفترة قصيرة، انضم النظام SARSAT إلى برنامج مماثل أعده الاتحاد السوفيتي ويدعى COSPAS وهو مختصر روسي "للنظام الفضائي للبحث عن السفن المستغيثة". وتم التوقيع على مذكرة التفاهم الأولى بشأن النظام C-S في نوفمبر 1979 وفي مايو 1980 اتفقت جميع الأطراف على خطة تنفيذ تنص على جميع خصائص الأداء المتعلقة بالنظام C-S، بما في ذلك المتطلبات التشغيلية للمنارات والمحطات الأرضية والسواتل.

تشمل المراحل الرئيسية في تاريخ برنامج Cospas-SarSat ما يلي:

- حجز الاتحاد للتردد 406 MHz من أجل منارات الاستغاثة منخفضة القدرة
 - 1982: تسجيل أول للتردد 121,5 MHz
 - 1984: تسجيل أول للتردد 406 MHz (ديسمبر 1984)
 - 1985: الإعلان عن تشغيل النظام LEOSAR
 - 1988-1993: اعتماد المنظمة البحرية الدولية للمنارات التي ترسل على التردد 406 MHz
 - 1995: التشغيل الأول للسواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض
 - 1998: الإعلان عن تشغيل النظام GEOSAR
 - 1999: فرضت منظمة الطيران المدني الدولي وجود أجهزة الإرسال لتحديد الموقع في حالات الطوارئ على التردد 406 MHz
 - 2006: إنشاء قاعدة بيانات دولية لتسجيل المنارات (IBRD)
 - 2009: توقف معالجة السواتل لإشارات الاستغاثة على التردد 121,5/243
 - 2010-2011: تعريف المتطلبات المتعلقة بمنارات الجيل الثاني المصممة للعمل بواسطة النظام MEOSAR
 - 2011-2012: مواصفات منارات الجيل الثاني للنظام كوسباس-سارسات (Cospas-Sarsat)/MEOLUT.
- وحتى فبراير 2012، كان النظام كوسباس-سارسات يضم 12 ساتلاً (6 سواتل في مدار أرضي منخفض و6 سواتل في مدار مستقر بالنسبة إلى الأرض) وأكثر من مليون منارة تعمل على التردد 406 MHz حول العالم. وتشمل التحسينات المستقبلية خططاً لتطوير سواتل البحث والإنقاذ ذات المدارات الأرضية المتوسطة (MEOSAR).
- ولا تناقش هذه الوثيقة بوجه عام إلا جوانب النظام كوسباس-سارسات ذات الصلة بتحديد موقع مصدر التداخل (ويرد وصف تفصيلي للنظام كوسباس-سارسات بما في ذلك المنارات والسواتل والمحطات الأرضية في الموقع الإلكتروني للنظام المبين في المراجع).

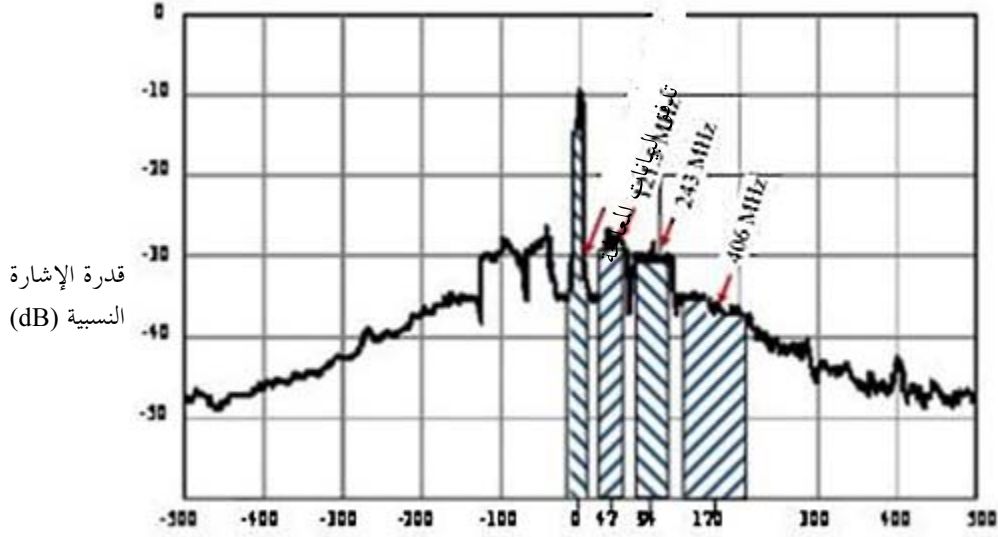
2.A1 السواتل والمعدات الساتلية

تستخدم كل من سواتل المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض (GEO) والسواتل ذات المدار الأرضي المنخفض (LEO) في النظام، ومع ذلك تُعد السواتل ذات المدار الأرضي المنخفض وحدها مناسبة لتحديد الموقع بواسطة خاصية دوبلر نظراً لحركتها المدارية. ويحتوي كل ساتل بمدار أرضي منخفض على جهاز استقبال/معالج بيانات يعمل على التردد 406 MHz وذاكرة تخزين على المتن ومكرر يعمل على التردد 406 MHz ومكرر يعمل على التردد 121,5 MHz. بالإضافة إلى ذلك، تشمل سواتل النظام سارسات مكرراً يعمل على التردد 243 MHz.

يقوم معالج البيانات بفك تشفير إشارة المنارة وتسجيل الرسالة الرقمية بالكامل بما في ذلك معرف هوية المنارة. كما يقيس التردد المستقبل ويسجله، والوقت الذي استُلمت فيه إشارة المنارة. وتُخزن هذه العناصر الثلاثة في ذاكرة الساتل ويعاد إرسالها في الوقت الفعلي. وتعمل الذاكرة في عروة تشغيل مستمر وتكون كبيرة بما يكفي لتخزين بيانات المنارات المجمعة خلال يومين على الأقل قبل إلغاء الملفات القديمة واستبدالها بالبيانات الجديدة.

الشكل 8

طيف الوصلة الهابطة للنظام SARSAT (تردد الموجة الحاملة 1 544,5 MHz)



التردد (kHz) - بالنسبة إلى التردد المركزي للوصلة الهابطة

يعرض الشكل 8 طيف الوصلة الهابطة (للنظام سارسات). حيث يعرض الموجة الحاملة 1 544,5 MHz (المشكلة بتدفق البيانات بمعدل 2,4 kbit/s)، والأطياف الترددية المنقولة من إرسالات المنارات على الترددات 121,5 و 243,0 و 406 MHz.

3.A1 المحطات الأرضية

تستقبل المحطات الأرضية للنظام C-S، التي تدعى مطاريف المستعمل المحلي (LUT) إشارة الوصلة الهابطة على التردد 144,5 MHz وتعالج البيانات وترسل البيانات المعالجة إلى مركز مراقبة الرحلات الفضائية (MCC). ويتم التحكم عادةً في مطاريف المستعمل المحلي عن بُعد انطلاقاً من مركز مراقبة الرحلات الفضائية المرتبط بها.

ويقوم مطراف المستعمل المحلي بتتبع المسارات الساتلية المجدولة له عبر هوائي مكافئ دائري مياسر مستقطب (LCP) (يبلغ قطره حوالي 6 أقدام)، ويعالج إشارات المنارة المستقبلية لاسترجاع البيانات الساتلية بمعدل 2,4 kbit/s، والأطياف الترددية المنقولة من المنارات 121,5 و 243,0 و 406 MHz. وتجري معالجة البيانات والطيف بالنسبة للإرسال على التردد 406 MHz على النحو التالي:

- بيانات بمعدل 2,4 kbit/s:

تتضمن قناة البيانات بمعدل 2,4 kbit/s (المشكلة على الموجة الحاملة للوصلة الهابطة للساتل على التردد 1 544,5 MHz) بيانات رقمية مستمدة من المعالج الساتلي للبحث والإنقاذ (SARP) وتشمل الرسالة الرقمية للمنارة بالكامل بما في ذلك معرف هوية المنارة؛ والتردد المقيس والوقت الذي استقبل فيه الساتل إشارة المنارة. ويستعمل مطراف المستعمل المحلي التشغيل في الوقت الفعلي من خلال ذاكرة الساتل لتجميع كل بيانات المعالج SARP المتاحة من المنارة خلال الفترة الزمنية التي تكون فيها المنارة في مجال رؤية الساتل (15 دقيقة عادةً بالنسبة إلى مسار الساتل أعلى المنارة بما يسمح للساتل بإمكانية استقبال حتى 18 إرسالاً من المنارة).

وتُجمع رسائل المنارة ويتم إعداد منحني دوبلر. وتسمح معلمات منحني دوبلر ومعرفة البيانات المدارية للساتل لمطراف المستعمل المحلي بحساب موقع المنارة استناداً إلى معالجة دوبلر.

النطاق 406 MHz:

للقناة 406 MHz عرض نطاق طيفي يبلغ 100 kHz (406,0-406,1 MHz) يتم استقباله ونقله في المكرر الساتلي للبحث والإنقاذ (SARR) ويُجمع مع نواتج مكرري النطاقين 243/121,5 MHz. وتجمع النطاقات الثلاثة لإرسالها إلى المطارييف LEOLUT على موجة حاملة للوصلة الهابطة بتردد 1 544,5 MHz. وتقوم بعض مطارييف المستعمل المحلي (التي لديها القدرة على معالجة النطاق 406 MHz من أجل تحديد موقع مصدر التداخل وفقاً لدوبلر) برقمنة الطيف 406,0-406,1 MHz بمعدل عينة واحدة في كل ثانية خلال تحليق الساتل. وأي منارات نشيطة توجد أيضاً في مجال رؤية الساتل سوف تُدرج إشاراتها في الوصلة الهابطة للساتل بالتردد 1 544,5 MHz.

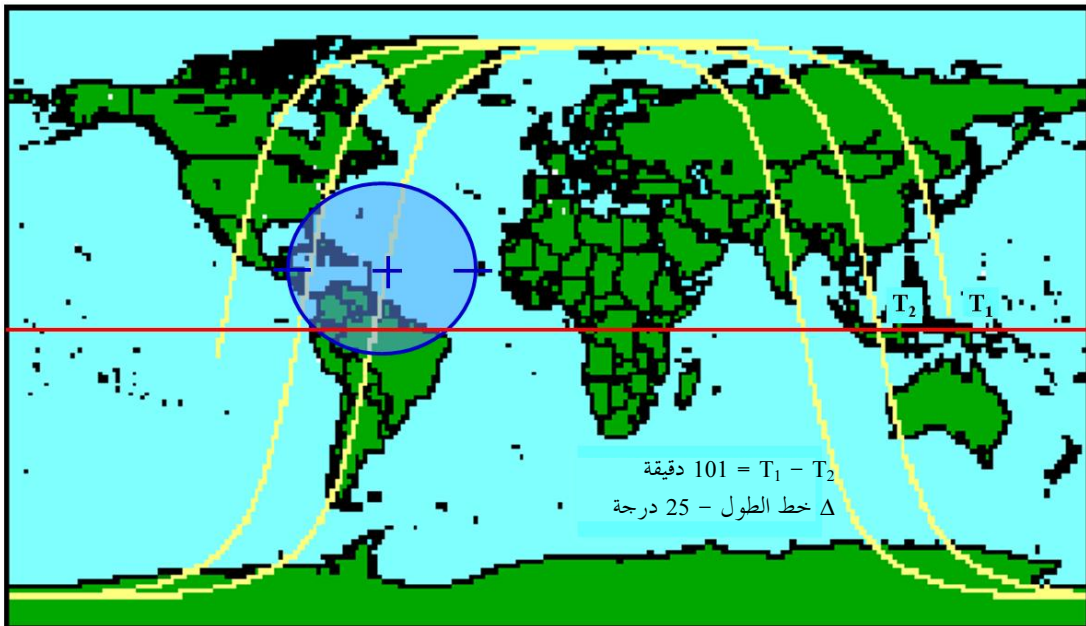
وتوصف عملية تحديد الموقع بخاصية دوبلر للإشارات الأرضية في الفقرة 2 بالتفصيل. وفي 1 فبراير 2009، تم التوقف عن معالجة مماثلة للإشارات على الترددين 121,5 MHz و 243 MHz. ومع ذلك ما زالت إشارة "التوجيه" 121,5 MHz تُستخدم للبحث في "الميل الأخير" من جانب أفرقة البحث على الأرض لكونها إشارة مستمرة.

4.A1 منطقة مسح هوائي الساتل

يقدم الشكل 9 مثلاً لمسار أرضي من دورتين ونصف متتاليتين لساتل سارسات في مداره (المسارات الأرضية للساتل كوسباس متشابهة). وتُعرض الدورة الأولى في المدار بواسطة عبور من جنوب خط الاستواء إلى شماله في الوقت T_1 (فوق إندونيسيا عند خط الطول 130° تقريباً). ويستمر المسار فوق نصف الكرة الشمالي ويعبر خط الاستواء في الاتجاه من الشمال إلى الجنوب فوق شمال غرب البرازيل عند خط الطول $62,5^\circ$ تقريباً. وبعد المرور فوق نصف الكرة الجنوبي، يعبر المسار الأرضي خط الاستواء في الاتجاه من الجنوب إلى الشمال في الوقت T_2 عند خط الطول 105° تقريباً. وتُمثل منطقة مسح الهوائي بالشكل الإهليلجي الأزرق في وسط المسار الأرضي عند خط العرض 12° تقريباً ويغطي فلوريدا وكوبا والجزء الشمالي من أمريكا الجنوبية. وتأخذ منطقة المسح شكل دائرة يبلغ قطرها حوالي 6 000 km، وتتمركز عند مسقط الساتل على سطح الأرض ويتنقل مع دوران الساتل حول الأرض. وهذه الحركة للساتل بالنسبة إلى المنارة الموجودة عند نقطة ثابتة على سطح الأرض هي التي تولد زحزحة دوبلر في التردد اللازمة لحساب موقع المنارة.

الشكل 9

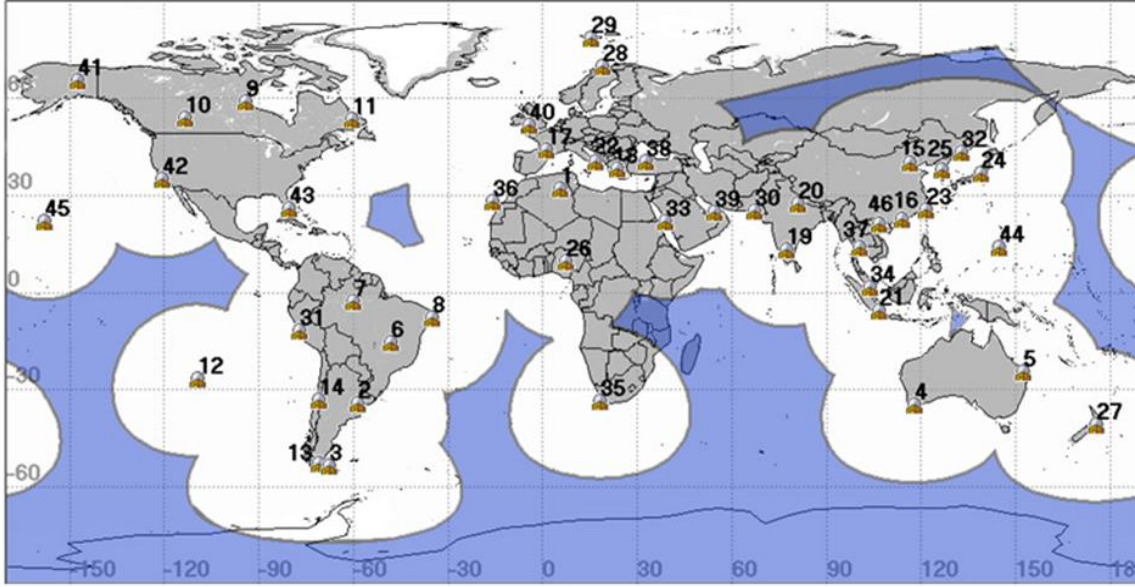
المسار الأرضي ومجال الرؤية للساتل في مدار أرضي منخفض



وكما يظهر من الشكل 9، إذا كانت المنارة عند أحد خطوط العرض المتوسطة، ستكون هناك فرصة لتحديد الموقع من خلال ثلاث فترات مرور متتالية للساتل، تفصل بين كل منها فترة انتظار تبلغ 100 دقيقة. وبالتالي ستبلغ فترة الانتظار 6 ساعات قبل حدوث سلسلة أخرى من 3 تحليقات. وينخفض وقت الانتظار بشكل كبير عند إضافة سواتل إضافية إلى النظام. وتتمثل التشكيلة الأساسية للنظام C-S في وجود أربعة سواتل بمدار أرضي منخفض (هناك ستة سواتل عادة).

الشكل 10

تغطية مطراف المستعمل المحلي (يشير اللون الأزرق إلى المناطق غير المشمولة بالتغطية)



يعرض الشكل 10 (الأبيض والرمادي) مناطق العالم التي تغطيها مطاريف المستعمل المحلي (46 موقعاً حتى يناير 2012). ولا يمكن تحديد موقع أي مصدر تداخل يقع في أي مكان من المنطقة الزرقاء وفقاً لدوبلر في الوقت الفعلي نظراً لعدم وجود أي مطراف مستعمل محلي في مجال رؤية الساتل. ومع ذلك، يمكن استعمال البيانات المخزنة لتحديد الموقع بخاصية دوبلر عندما يمر الساتل في مجال رؤية مطراف المستعمل المحلي. وتشير الأرقام إلى موقع مطراف المستعمل المحلي، وترد في الجدول أدناه (تشارك مطاريف المستعمل المحلي المتشاركة في الموقع).

#	المدينة، البلد	#	المدينة، البلد
1	ورقلة، الجزائر	24	غونما، اليابان
2	البالومار، الأرجنتين	25	إنشيون، كوريا
3	ريو غراندي، الأرجنتين	26	أبوجا، نيجيريا
4	ألباني، أستراليا	27	ويلينغتن، نيوزيلندا
5	بوندابرغ، أستراليا	28	ترومسو، النرويج
6	برازيليا، البرازيل	29	سييتسرغن، النرويج
7	ماناوس، البرازيل	30	كاراتشي، باكستان
8	ريسيفي، البرازيل	31	كالاوو، بيرو
9	تشورشيل، كندا	32	ناكودكا، روسيا
10	إدمونتون، كندا	33	جدة، المملكة العربية السعودية*
11	غوز باي، كندا	34	سغافورة

المدينة، البلد	#	المدينة، البلد	#
كيب تاون، جنوب إفريقيا	35	إيستر آيلند، شيلي	12
ماسبالوماس، إسبانيا	36	بونتأ أريناس، شيلي	13
بانكوك، تايلاند*	37	سانتياغو، شيلي	14
أنقرة، تركيا*	38	بيجين، الصين*	15
أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة	39	هونغ كونغ، الصين*	16
كومب مارتن، المملكة المتحدة	40	تولوز، فرنسا**	17
ألاسكا، الولايات المتحدة الأمريكية*	41	باتتيلي، اليونان	18
كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية*	42	بنغالور، الهند	19
فلوريدا، الولايات المتحدة الأمريكية*	43	لاكنو، الهند	20
غوام*	44	سينغكارينغ، إندونيسيا	21
هواي، الولايات المتحدة الأمريكية*	45	باري، إيطاليا	22
هايونغ، فيتنام	46	كيلونغ، ITDC*	23

ملاحظات: (جرى تحديث الجدول في يناير 2012)

مواقع مرقمة للمطاريف LEOLUT المعروضة في الشكل 10.

* تشير إلى نظام مزدوج

** تشير إلى نظام مزدوج يعمل كمطراف واحد LEOLUT.

الجدول 2

نسق تقرير التداخل في النطاق 406 MHz¹ (الجزء 2 - انظر الملاحظة 7)

سرد يشمل تحديد هوية المصدر، إن وجد								الموقع (مؤكد)				الحالة (مفتوحة-مغلقة)
بيانات أخرى	الإجراءات المتخذة	سبب التداخل	خصائص القدرة	صنف البث	النطاق الترددي المخصص	التردد المخصص	نمط المعدات	خط الطول (بالدرجات)	خط العرض (بالدرجات)	أقرب مدينة	البلد	1-مفتوحة، 0-مغلقة
34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22
								nn.nn±	nn.nn±	نص	نص	1
												0

الملاحظة 1 - ينبغي تقديم التقارير في نسق Excel بصورة شهرية. يتعين وجود بيانات على الأقل في الأعمدة التالية: 1 و 2 و 3 و 6 و 7 و 8 و 9 و 13 و 14 و 19 و 20. ويمكن ترك الحقول التي لا تتوفر بيانات من أجلها فارغة.

الملاحظة 2 - يتألف رقم معرف هوية الموقع من جزأين: الرمز الدليلي للبلد من 3 أرقام وفقاً للرمز الدليلي للبلد MID للاتحاد الخاص بالهيئة المبلغة زائد 6 أرقام تخصصها الهيئة للموقع. ويشير الوسم بين () إلى معرف هوية الموقع المبلغ عنه في أول تقرير من مجموعة التقارير المتتالية.

الملاحظة 3 - نمط تشكيل الموجة الحاملة الرئيسية: N - بث موجة حاملة غير مشكولة؛ ME - بث موجة حاملة مشكولة؛ PE - بث النبضات (بيانات اختيارية للجزء 1، تعرض في حالة تسرها).

الملاحظة 4 - مرتفع: يتم خفض صبيب المنارة المرجعية في حالة الرؤية المتبادلة بنسبة 50% وأكثر، متوسط - بنسبة 25-50%، منخفض - أقل من 25%.

الملاحظة 5 - نسبة الكشف شهرياً $DR = N1/(N1+N2)$ ، حيث N1 - عدد مرات المرور فوق المرسل عند/فوق 5 درجات، مع موقع واحد على الأقل؛ N2 - عدد مرات المرور فوق المرسل عند/فوق 5 درجات، بدون موقع.

الملاحظة 6 - ينبغي أن يتم التبليغ عموماً عن مصادر التداخل ذات نسبة الكشف $(DR \geq 0.1)$ وما لا يقل عن 10 رصدات منفصلة (10 مرات مرور مختلفة للساتل) شهرياً من جانب مركز مراقبة الرحلات الفضائية القائم بالتبليغ خلال فترة التبليغ الحالية. ومع ذلك، نظراً للمستويات المختلفة للتداخل في مختلف أجزاء العالم، قد تعدل مراكز المراقبة معايير التبليغ الخاصة بها من أجل الحفاظ على عدد مصادر التداخل المبلغ عنها عند مستوى معقول. وتجب الإشارة إلى المعايير المستعملة في التقرير (رأسية العمودين 12 و 19). ويجوز أيضاً التبليغ عن أي مصدر تداخل يظل ضمن معايير التبليغ المختارة خلال فترة تبليغ معينة ضمناً للاستمرارية مع التقارير السابقة. وتُشجع مراكز المراقبة على استعمال سلطتها التقديرية لضمان استمرارية محتوى تقاريرها على مر الزمن وإيلاء اهتمام مناسب لمصادر التداخل الواقعة في المناطق التابعة لها.

الملاحظة 7 - تعتمد هذه البنود على التعقيبات المتعلقة بمصدر التداخل. وتتاح هذه التعقيبات عادة بعد إغلاق المصدر ووقف الإرسال.

الملاحظة 8 - يمكن حساب نصف قطر منطقة البحث (العمود 6) باستعمال الانحرافات المعيارية لخطوط العرض والطول.

الجدول 3

البلدان التي تقدم تقارير شهرية بشأن مصادر التداخل في النطاق 406 MHz
إلى الاتحاد الدولي للاتصالات

(حتى فبراير 2012)

البلد	رمز الاتحاد
أستراليا	AUS
كندا	CAN
الصين (جمهورية الصين الشعبية)	CHN
إسبانيا	E
فرنسا	F
اليونان	GRC
تركيا	TUR
الولايات المتحدة	USA
فيتنام	VTN

المراجع

برنامج مراقبة النطاق 406,1-406 MHz (القرار 205، COSPAS-SARSAT)

<http://www.itu.int/ITU-R/index.asp?category=terrestrial&rlink=resolution-205&lang=en>

الملحق 3

قائمة جزئية بالمعلومات الواردة في قاعدة بيانات التداخل في النطاق 406 MHz

الوصف	رأسية العمود	البند
الرقم التسلسلي للحل المخصص للمطراف LEOLUT	Solution_Id	1
مجموعة حلول للمطاريق LEOLUT المخصص لها رقم موقع. ويكون التصنيف بدلالة المسافة والتردد بين الحلول (يختارهما المستعمل، تكون عادة 50 km و 100 kHz للولايات المتحدة). سوف يتضمن الموقع عموماً أرقاماً متساوية تقريباً للحل A والحل B	Alert_Site_Number	2
رقم هوية الساتل	Sat_ID	3
عدد دورات الساتل في المدار	Orbit_Number	4
رقم هوية المطراف LEOLUT	LUT_ID	5
احتمال الجانب A	A_Prob	6
خط عرض الجانب A	A_Lat	7
خط طول الجانب A	A_Lon	8
لحظة الاقتراب الأكبر للجانب A (TCA)	A_TCA	9
زاوية مسار العبور للجانب A (CTA)؛ زاوية رأسها مركز الأرض ويمر ضلعها بموقع الحل والساتل عند لحظة الاقتراب الأكبر	A_CTA	10
التردد عند نقطة انقلاب منحنى دوبلر، زحزحة عن 406,025 MHz	A_Freq_Bias	11
انظر نظير الجانب A	B_Lat	12
انظر نظير الجانب A	B_Lon	13
انظر نظير الجانب A	B_Tca	14
انظر نظير الجانب A	B_CTA	15
انظر نظير الجانب A	B+FreqBias	16

الملحق 4

مثال للنظام الأوتوماتي لرصد التداخل/معالجة تكرارية

تحليل الخطأ في موقع مصدر التداخل في النطاق MHz 406
في سولت ليك سيتي (Salt Lake City)

الغرض

الغرض من هذا التقرير تقديم نتائج تحليل الموقع ونصف قطر منطقة البحث المحددة بالإصدار الحالي للنظام الأوتوماتي لرصد التداخل (AIMS) وتلك المحددة بتقنيات المعالجة التكرارية المستعملة حالياً لإنتاج التقرير الشهري للتداخل في النطاق MHz 406.

معلومات أساسية

في 11 أغسطس 2006، أرسل النظام الأوتوماتي لرصد التداخل التابع لمركز مراقبة الرحلات الفضائية للولايات المتحدة رسالة إلى لجنة الاتصالات الفيدرالية للتبليغ عن مصدر تداخل تم الكشف عنه في سولت ليك سيتي، منطقة أوتا. وتم الإبلاغ بخطي العرض والطول المقدرين ونصف قطر منطقة البحث المحتملة، فضلاً عن مواعدي الكشفيين الأول والأخير. وأفادت لجنة الاتصالات الفيدرالية أن التداخل صادر من جهاز إرسال ASOS 2 للإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي يقوم بتوجيه هوائي ياغي وقدمت لمركز مراقبة الرحلات الفضائية الموقع الذي تم قياسه بواسطة النظام GPS.

وكان تردد التشغيل الاسمي لجهاز الإرسال المسبب للتداخل يبلغ MHz 410,075، غير أنه كانت هناك إرسالات هامشية تُبث في النطاق الخاص بالبحث والإنقاذ. وقام المهندس المسؤول في الإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي بتركيب مرشاح تمرير نطاق في جهاز الإرسال في 15 أغسطس، بحيث لم يُكتشف أي تداخل بعدها بواسطة النظام C-S.

ملخص النتائج

يقدم الجدول 4 ملخصاً لنتائج التحليل. ويعرض الجدول موقع مصدر التداخل الذي تم قياسه بواسطة النظام GPS، وكذلك المواقع المقدره ونصف قطر منطقة البحث التي تم تحديدها بواسطة النظام AIMS والعملية التكرارية اليدوية. ويبين العمود الأخير الخطأ في الموقع في العمليتين (استعملت كلتا العمليتين بيانات تم الحصول عليها في الفترة من 3 إلى 11 أغسطس).

وجدير بالملاحظة أن الخطأ في الموقع للنظام AIMS أكبر من نصف قطر منطقة البحث ذي الصلة (لا يقع الموقع الفعلي ضمن منطقة البحث المقدره).

الجدول 4

ملخص النتائج

خط العرض	خط الطول	نصف قطر منطقة البحث (km)	الخطأ في الموقع (km)
40,7719	111,9542-	-	-
40,803	111,829-	11	12,6
40,7890	111,9441-	9,2	2,2

خلاصة

فيما يتعلق بهذا الحدث، كانت العملية التكرارية متفوقة بوضوح على عملية النظام AIMS الحالية. وعلى الرغم من أنها ليست نهائية، فإنها تبين أن العملية التكرارية لديها القدرة على توفير تقديرات أفضل بشأن الموقع، مما يوفر حافزاً قوياً لتحليل مزيد من الحالات. بالإضافة إلى ذلك، فهي تبرز أهمية الحصول على معلومات حقيقية بخصوص الموقع.

تحليل البيانات

يعرض الشكل 11 مخطط انتشار لجميع الحلول الأولية للنظام AIMS على مقربة من سولت ليك سبتي في الفترة 3-11 أغسطس 2006. وتظهر الحلول الجانبية الحقيقية بنقاط صغيرة حمراء؛ وتظهر الحلول الزائفة بنقاط صغيرة سوداء (لا تُستعمل سوى الحلول الجانبية الحقيقية في المعالجة التكرارية). ويعرض الشكل 11 أيضاً المواضع البيانية لموقع مصدر التداخل الفعلي (مثلث أخضر)، وحل النظام AIMS (بعلامة X زرقاء) والحل التكراري (نقطة كبيرة سوداء). ويكشف فحص سريع للشكل 11 عن أن مجرد حساب متوسط الحلول الأولية يمكن أن يفضي إلى تحيز شرقي في النتيجة نظراً لوجود مزيد من الأخطاء الكبيرة باتجاه الشرق في التركيز الشديد لنقاط البيانات. وكما سيناقش لاحقاً، تسمح العملية التكرارية بتفادي هذا التحيز من خلال إزالة الأخطاء الكبيرة من مجموعة البيانات.

ويقدم الشكل 12 طريقة صورة مكبرة للشكل 11 مع إضافة خصوصية منطقة البحث المقدرة (النظام AIMS، دائرة زرقاء؛ العملية التكرارية، دائرة سوداء). وكما ذكر سابقاً، يقع الموقع الفعلي لمصدر التداخل (مثلث أخضر) خارج منطقة البحث المقدرة بواسطة النظام AIMS (دائرة زرقاء).

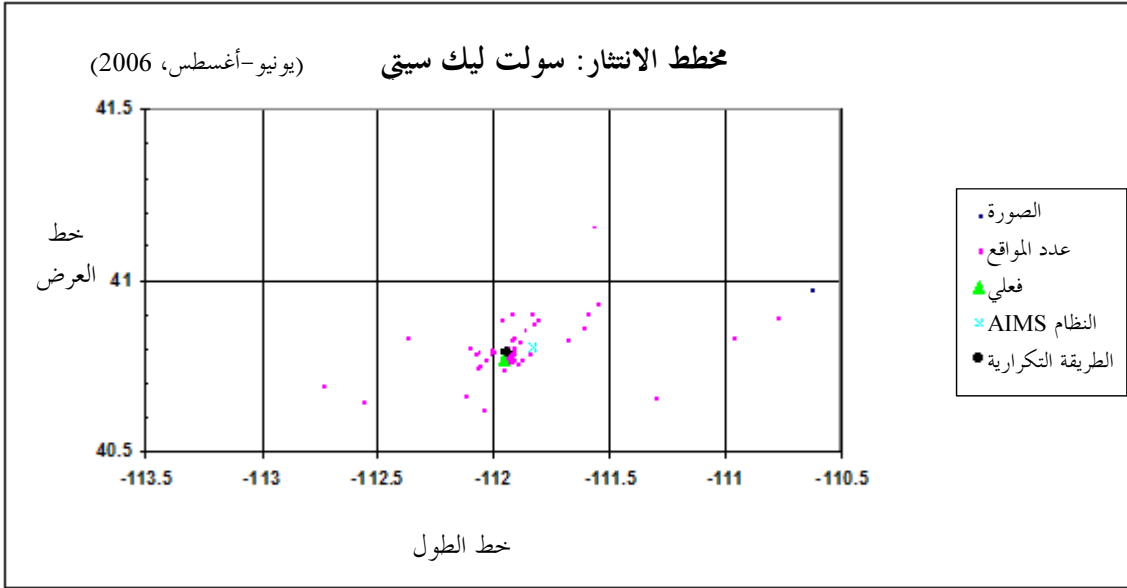
يبين الشكل 5 نتائج المعالجة التكرارية. والتكرار "0" هو مجرد متوسط ملفات الحلول الجانبية الأولية الحقيقية البالغ عددها 29 (تم الحصول عليها من قاعدة بيانات النظام AIMS للفترة 3-13 أغسطس 2006). وتتألف عملية التكرار الأولى من ترتيب الحلول الأولية بترتيب تصاعدي حسب المسافة التي تفصل بينها وبين متوسط مجموعة البيانات ثم إلغاء نسبة 10% من البيانات الأبعد عن المتوسط. ويتم بعد ذلك تحديد متوسط جديد (وبيانات إحصائية أخرى) وموقع مقدر جديد ومنطقة بحث مقدرة جديدة. وتستمر العملية حتى يقترب رقم الجدارة² من قيمة تجريبية محددة تبلغ 0,18 (على النحو المبين في الجدول 5).

وجدير بالملاحظة في الجدول 5 أن الخطأ الفعلي باستعمال العملية التكرارية كان 2,21 km، في حين كان نصف قطر منطقة البحث المقدرة 9,2 km، مما يدل على أن نصف قطر منطقة البحث المقدرة يشير إلى قيمة متشائمة يمكن تخفيضها.

² يستعمل رقم الجدارة المستخدم في حوارزمية التكرار متوسط الانحرافات المعيارية (SD) لخطوط العرض والطول لمجموعة البيانات المستمدة من كل عملية تكرار متتالية. وعندما تقل نسبة متوسط الانحرافات المعيارية المستمدة من عمليات التكرار المتتالية عن 0,18، عندئذ تستعمل خطوة التكرار التي تكون نسبة انحرافها المعياري أقرب إلى 0,18 كأفضل عامل تقدير لمنطقة البحث وموقع المنارة المقابل.

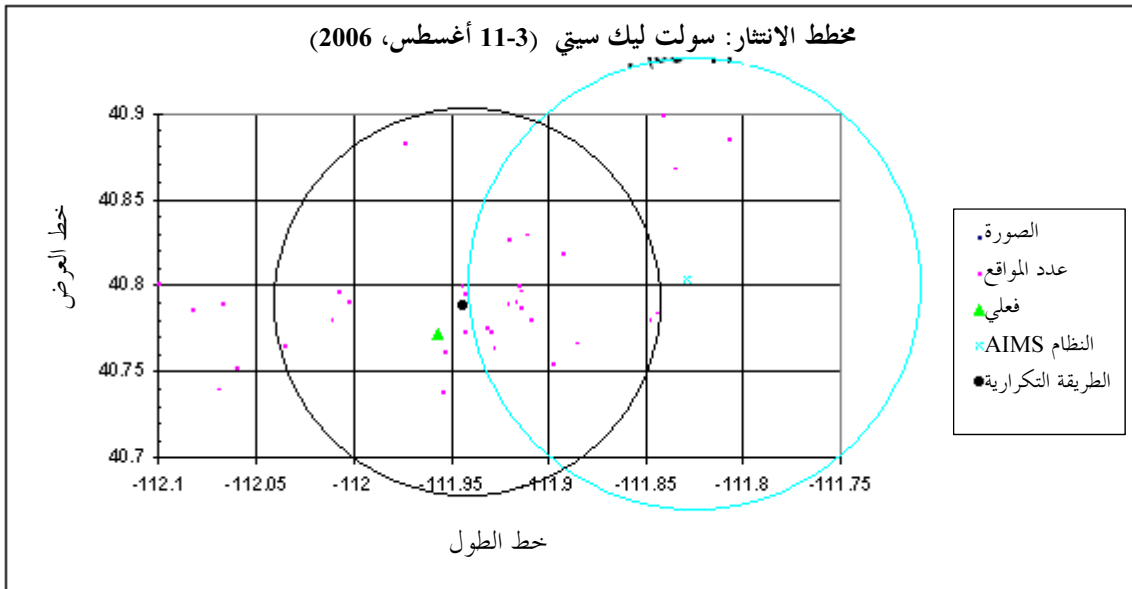
الشكل 11

المواقع الأولية للنظام AIMS (عدد المواقع) والموقع المقدر والموقع الفعلي لمصدر التداخل في سولت ليك سيتي



الشكل 12

صورة مكبرة للشكل 11 مع مناطق البحث المقدرة



الجدول 5

نتائج المعالجة التكرارية

رقم التكرار	تعداد	خط العرض	خط الطول	نسبة الانحراف المعياري	نصف قطر منطقة البحث (km)	منطقة البحث (km ²)	الخطأ في الموقع (km)
0	29	40,7968	111,8468-		24,1	1 821	10,75
1	26	40,7978	111,8947-	0,35-	15,7	775	7,21
2	23	40,7968	111,9142-	0,28-	11,3	399	5,23
3	21	40,7890	111,9441-	0,19-	9,2	265	2,21
4	19	40,7936	111,9487-	0,16-	7,7	185	2,49
AIMS		40,803	111,829-		11	380	12,60
فعلي		40,7719	111,9542-				

الملحق 5

وثائق الاتحاد ذات الصلة

التوصية ITU-R SM.1051

<http://www.itu.int/rec/R-REC-SM.1051-2-199707-1/en>

يُحدد التداخل بالنظام Cospas-Sarsat على أنه محتمل عندما تتجاوز الزيادة التي تولدها إشارات التداخل على إشارات التداخل الأساسية في النطاق 406,0-406,1 MHz القيمة $190 \text{ dBW/m}^2/\text{Hz}$ ($154 \text{ dBW/m}^2/4 \text{ kHz}$) عند هوائي الساتل (عند 850 km)، مما يؤدي إلى زيادة مستوى ضوضاء الخلفية بمقدار 0,3 dB. ويقابل ذلك جهاز إرسال على سطح الأرض لديه قدرة مشعة مكافئة متناحية تبلغ 60 dBW/Hz (24 dBW/4 kHz) فيما يخص الضوضاء عريضة النطاق أو بمقدار 40 dBW فيما يخص إشارة موجة مستمرة.

التوصية ITU-R M.1478-2 (2012-2004-2000)

<http://www.itu.int/rec/R-REC-M.1478-2-201201-1/en>

تقدم هذه التوصية معايير الحماية لأجهزة البحث والإنقاذ في النظام Cospas-Sarsat المحمولة على متن السواتل في المدارات الأرضية المتوسطة والمنخفضة (LEO) المستقرة بالنسبة إلى الأرض والتي تستقبل الإشارات من موقع طوارئ يشير إلى منارات راديوية للاستدلال على الموقع في حالات الطوارئ (EPIRB) وغيرها من منارات الاستغاثة الراديوية العاملة في النطاق 406,0-406,1 MHz.