المؤتمر الحادي عشر للملاحة الجوية

مونتريال، ٢٢/٩-٣/١٠/٢٠٠٣

البند رقم ٦: المسائل المرتبطة بالملاحة الجوية

مد نطاق تغطية النظام الأوروبي للملاحة الجوية العالمية بالأقمار الصناعية الثابتة المدار (EGNO) لتشمل عمليات الملاحة والاستطلاع

(مقدمة من السويد)

ملخص

ان شبكة التقوية الاقليمية الأرضية التابعة للنظام الأوروبي للملاحة الجوية العالمية بالأقمار الصناعية (EGNOSTRAN) هي برنامج ترعاه المفوضية الأوروبية لتطوير منهجية لمد نطاق تغطية الأقمار الصناعية التابعة لنظام EGNOS في خطوط العرض الشمالية والتضاريس الصعبة عن طريق الشبكات الأرضية واجراء اختبارات طيران للتحقق من المفهوم والمنافع المحتملة. وتصف هذه الوثيقة بايجاز المشروع وتقدم ملخصا للتجارب التي أجريت في كيرونا (خط عرض ٦٧ شمالا) للتحقق من المفهوم.

يرد الاجراء المعروض على المؤتمر في الفقرة ٤.

١- مقدمة

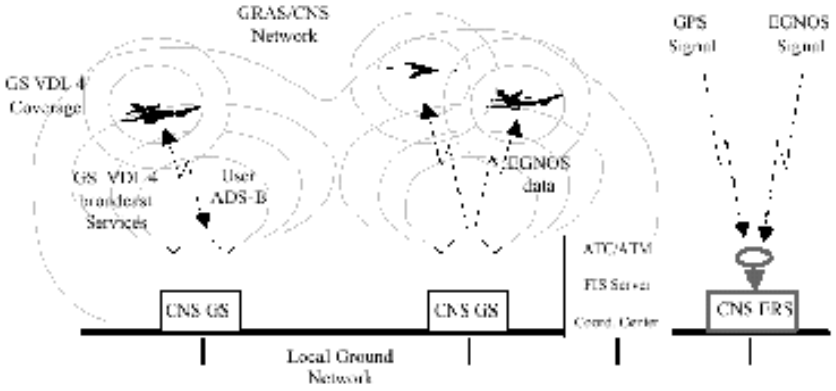
١-١ تجري وكالة الفضاء الأوروبية (ESA) دراسة عنوانها النظام الأوروبي للملاحة الجوية العالمية بالأقمار الصناعية ــ شبكة التقوية الاقليمية الأرضية (EGNOSTRAN). ومفهوم نظام EGNOSTRAN هو اذاعة أجزاء من بيانات نظام EGNOS من خلال وصلات أرضية، مثلا باستخدام شبكات الاتصالات القائمة والتي سوف تعوض عن نقصان مدى الرؤية "عند حدود منطقة التغطية" للأقمار الصناعية الثابتة المدار بالنسبة للأرض. ويتم الارسال التكميلي لبيانات EGNOS عن طريق الشبكات الأرضية (مثل شبكات الهاتف النقال والشبكات المحلية مثل اذاعات VDL Mode 4 و Loran C عن طريق Eurofix الخ.) في المناطق التي لا تتوافر فيها اشارة القمر الصناعي لنظام EGNOS. وبالتالي فمن المتوقع أن تقدم خدمات EGNOS في المناطق التي يكون توافر الاشارة فيها محدودا أو غير متواصل مثلما يحدث في التضاريس الصعبة والمناطق الحضرية وخطوط العرض الشمالية الخ، بحيث تتحقق نفس خواص الأداء مثل تلك التي تقدمها اذاعات EGNOS الخالصة. وبالتالي فان شبكة التقوية الاقليمية الأرضية التابعة لنظام EGNOS سوف تقدم خدمة محسنة من النظام لعدد متزايد من المنتفعين ولمناطق جغرافية أكبر من المتوقع في الأصل. وتقتصر هذه الوثيقة على تطبيقات EGNOSTRAN التي يستخدمها الطيران المدني.

١-٢ يستخدم تطبيق (الطيران المدني الذي يتناوله نظام EGNOSTRAN لتحليل الأداء الذي يمكن أن يتحقق ومراحل الطيران التي يمكن أن تدعم. وبالنسبة للمتطلبات التي لا يستوفيها نظام EGNOS بسبب حساسية التطبيق، يمكن أن تكون هناك حاجة الى التقوية المحلية. وينصب تركيز نظام EGNOSTRAN بشكل واضح على أداء الملاحة والاستطلاع في منطقة المحطة النهائية بالنسبة للاقتراب والهبوط بالاضافة الى عمليات مرحلة أثناء الطريق وسطح المطار. ويمكن لهذه العمليات معا أن تقدم تغطية من نقطة البداية الى نقطة النهاية. وبالنسبة للمتطلبات التي لا يستوفيها نظام EGNOS بسبب حساسية التطبيق يمكن تقديم تقوية محلية. وتقدم منصة اختبار خطوط العرض الشمالية (NLTB) امكانية اختبار خدمات مجمعة مع التقوية المحلية كعنصر داعم أو لتحسين الخدمات بسبب مثل هذه القيود على سبيل المثال.

١-٣ غير أن متطلبات وجود نظم متقدمة لتوجيه ومراقبة الحركة على السطح (A-SMGCS) مازالت قيد التطوير ويمكن تخيل أن خدمة نظام EGNOS من المستوى ٢ ينبغي أن تدعم عناصر الاستطلاع في النظم المتقدمة لتوجيه ومراقبة الحركة على السطح. ويمكن أن يتحقق ذلك من خلال المستوى ٢ الذي يستهدف الاقتراب والهبوط (APV-I, II, CAT-I). وسوف تستخدم تطبيقات EGNOSTRAN لتحليل الأداء الذي يمكن أن يتحقق وأجزاء النظم المتقدمة لتوجيه ومراقبة الحركة على السطح التي يمكن أن تدعم.

٢- وصف موجز للنظام ونتائج التجارب

٢-١ يظهر الشكل رقم ١ رسومات تجميعية لشبكة ETRAN. وتتكون الشبكة من محطة أرضية للاتصالات والملاحة والاستطلاع (CNS GS). وهناك نوعان من الشبكات تستخدم في مفهوم ETRAN للطيران المدني. فهناك شبكة أرضية محلية يشار اليها أيضا باسم شبكة المنطقة الواسعة التي تربط المحطات الأرضية للاتصالات والملاحة والاستطلاع (CNS GS) مع بعضها بالاضافة الى منشأة معالجة مراقبة نظام CPF EGNOS التي تستقبل رسائل EGNOS وتحولها الى رسائل تشبه تلك الصادرة عن نظام التقوية الأرضي (GBAS) واذاعتها للمنتفع. وتستخدم الطريقة الأخرى نظام جهاز استقبال لنظام ERS EGNOS يستقبل اشارات EGNOS والنظام العالمي لتحديد الموقع GPS ويعالجها ويشكل منها رسائل تشبه رسائل GBAS التي تذاع على وصلة بيانات. وفي الاختبارات التي أجريت لاثبات مفهوم النظام استخدمت الشبكة الثانية التي ورد وصفها.



الشكل رقم ١ ــ رسم تجميعي لشبكة التقوية الاقليمية الأرضية التابعة لنظام EGNOS

٢-٢ استخدمت الطائرات والعربات الأرضية أثناء التجارب نفس طراز المعدات المنقولة التي يستخدمها منتفع نظام الاتصالات والملاحة والاستطلاع. واشتملت المعدات على جهاز ارسال واستقبال من طراز VDL-4 (به جهاز ارسال واحد وجهازي استقبال) ومعالج للاتصالات وجهاز استقبال تفاضلي لنظام تحديد المواقع على الأرض. غير أن قائدي الطائرات وسائقي العربات الأرضية كان لدى كل منهم شاشات عرض مختلفة وما يرتبط بها من وصلات آلية.

٢-٣ وقدم جهاز الاستقبال والارسال VDL-4 المواقع المتنقلة محسوبة بواسطة شبكة التقوية الاقليمية الأرضية التابعة للنظام الأوروبي للملاحة بالأقمار الصناعية كأداة اختبار. وتم تركيب معدات المستخدمين في كل من السيارات/العربات والطائرات. ويتكون جهاز الاستقبال والارسال المتحرك من طراز VDL-4 من نظام لاسلكي فرعي من طراز VDL-4 يقدم اتصالات وصلة بيانات ذات ترددات عالية جدا من والى جهاز الاستقبال والارسال المتنقل، بينما يقدم النظام العالمي الفرعي للملاحة بالأقمار الصناعية بيانات ملاحة وتوقيت دولي. ويحتوي جهاز الاستقبال والارسال على نظام حاسب آلي فرعي مبني فيه يقوم بادارة اعادة صياغة البيانات والرصد والمراقبة بالاضافة الى ادارة عمليات الاتصالات والملاحة والاستطلاع. وفيما يلي خطوات تحليل بيانات أداة الاختبار:

أ) التجهيز الحركي للبيانات الخام الواردة عن طريق الاتصالات المتحركة وذلك باستخدام نظام الاستقبال التابع للنظام الأوروبي للملاحة بالأقمار الصناعية بوصفه مرجعا ثابتا يحدد "مسارا حقيقيا" مرجعيا. ويمثل مستوى الدقة البالغ ٩٥ في المائة للمسقط الذي تم حسابه حوالي ٢٠/١٥ سنتيمترا وهو ما يعد كافيا بصورة طيبة لتقييم متطلبات أداء شبكة التقوية الاقليمية الأرضية لنظام EGNOS والتي تصل الى عدة أمتار قليلة.

ب) تحديد أخطاء شبكة التقوية الاقليمية الأرضية التابعة لنظام EGNOS الأفقية والرأسية في مقابل الزمن عن طريق مقارنة سجل موقع الشبكة مع المسار الحقيقي.

ج) حساب مسار نظام تحديد المواقع "المستقيم" الذي يتم الابلاغ عنه بواسطة جهاز الاستقبال المتنقل في غياب التصحيحات التي تقوم بها شبكة التقوية الاقليمية الأرضية التابعة لنظام اغنوس عن طريق تقييم البيانات الخام الواردة عن طريق الاتصالات المتحركة فقط.

د) تحديد الأخطاء الأفقية والرأسية ذات الصلة لحلول نظام تحديد المواقع عن طريق مقارنة موقع مسار نظام تحديد المواقع مع المسار الحقيقي.

هـ) حساب المستويات الأفقية والرأسية للحماية (HPL وVPL) باستخدام (sigma prgnd) في سجل الطراز ١ لرسائل GBAS الصادرة عن نظام الاستقبال التابع لنظام EGNOS والبيانات الخام الواردة عن طريق جهاز استقبال الاتصالات المتحركة.

و) وأخيرا، تخطيط أخطاء الملاحة ومستويات الحماية في مقابل زمن نظام تحديد المواقع أو في ملخص رسومات ستانفورد للتحقق من الامتثال مع متطلبات أداء الاقتراب بالتوجيه الرأسي ٢.

٢-٤ أجريت التجارب التي شملت رحلات طيران اختبارية وعمليات للعربات الأرضية في بيئة خط الطول الشمالي الحقيقي لمطار كيرونا (السويد، ٦٨° شمالا) من يناير الى ابريل عام ٢٠٠٣. وحاليا فان نظام EGNOS لا يعمل، وبالتالي فان التصحيحات الاقليمية الآتية من الأقمار الصناعية الثابتة المدار بالنسبة للأرض التابعة لمنصة اختبار نظام EGNOS قد استخدمت في هذه التجارب.

٢-٥ وبغية توسيع نطاق تغطية الخدمة تحدد تصحيحات منصة اختبار نظام EGNOS مع ايلاء الاعتبار أيضا للقياسات الخام الواردة من محطة رصد المدى والتكامل الاضافية المركبة في موقع الاختبار والموصلة بمنصة اختبار نظام EGNOS من خلال منصة اختبار البحر المتوسط (MTB).

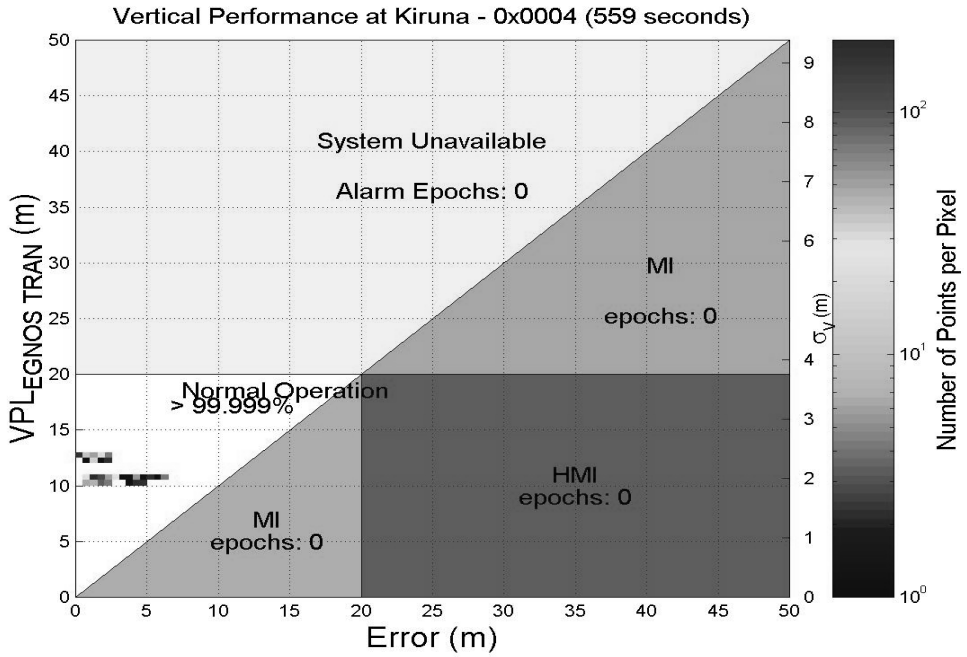
٢-٦ جهزت ملفات القياسات المحصلة أثناء التجارب بواسطة أداة الاختبار لحساب أخطاء نظام الملاحة الخاص لموقع نظام تحديد المواقع المستقيم وبالموقع الذي تم تحديده بواسطة جهاز تحديد شبكة التقوية الاقليمية الأرضية التابعة لنظام EGNOS. كما حسبت أيضا مستويات الحماية التي تمت الحصول عليها عن طريق ترسيم معلومات نظام EGNOS التكاملية في رسائل GBAS.

٢-٧ يلخص الجدول رقم ١ نتائج الدقة النموذجية التي تم الحصول عليها أثناء تجارب الطيران، وجرى الحصول على نتائج متشابهة أثناء التجارب بعربات السطح.

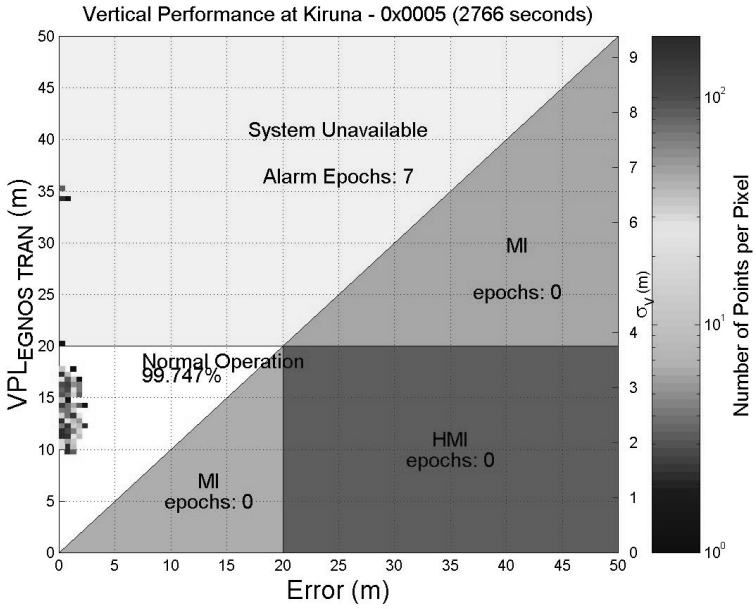
الجدول رقم ١ ــ الاحصاءات الافقية والرأسية لشبكة التقوية الاقليمية الأرضية التابعة لنظام EGNOS (ETRAN) في مقابل الاحصاءات الأفقية والرأسية للنظام العالمي لتحديد المواقع (GPS)

GPS الخطأ الرأسي (m)	ETRAN الخطأ الرأسي (m)	GPS الخطأ الأفقي (m)	ETRAN الخطأ الأفقي (m)	
0,0	0,0	0,0	0,1	Min
8,9	2,2	4,3	1,2	Max
3,0	0,7	1,1	0,6	average
2,9	0,6	1,0	0,6	50%
5,5	1,4	2,0	0,9	95%
6,5	1,7	2,6	1,0	99%

٢-٨ يبين الشكل رقم ٢ والشكل رقم ٣ حدود الحماية الرأسية أي السلامة التي تتحقق أثناء الحركة على السطح وتجارب الطيران. وتظهر النتائج الأداء الذي يحقق المتطلبات الموضوعة في القواعد القياسية وأساليب العمل الموصى بها الصادرة عن الايكاو لـــ APV-II.



الشكل رقم ٢ ــ الأداء الرأسي لتجربة نموذجية للحركة على السطح



الشكل رقم ٣ ــ الأداء الرأسي لتجربة الطيران النموذجية

٣- ملخص

٣-١ يمكن من التجارب أن نرى أن أداء شبكة التقوية الاقليمية الأرضية التابعة لنظام EGNOS يمكن مقارنته مع أداء "EGNOS المباشر" ويتوافق مع متطلبات نظام APV-II.

٣-٢ من خلال شبكة التقوية الاقليمية الأرضية التابعة لنظام EGNOS يزداد توافر تصحيحات نظام EGNOS بصورة ملحوظة في خطوط العرض العليا التي تفقد فيها بسهولة مدى الرؤية GEO بسبب العوائق أو مستويات الاشارة المنخفضة.

٣-٣ وبغية عدم الاحتياج الى أي تغييرات في المعدات المتحركة كان المفهوم المستخدم أثناء التجارب هو اذاعة رسائل GBAS المشتقة من بيانات SBAS. وتم التحقق أيضا من هذا المفهوم بما يثبت أن شبكة التقوية الاقليمية الأرضية التابعة لنظام EGNOS يمكن تنفيذها بدون تغييرات في المعدات المتحركة الحالية لنظام GBAS.

٣-٤ وتضمن الاختبار كلا من عمليات الملاحة والاستطلاع. وقدمت وصلة لمراقبة الحركة الجوية للاستطلاع/الاطلاع على الوضع. وشمل الاختبار أيضا سيناريوهات انتهاكات المدارج التي أجريت بنجاح.

٤- الاجراء المعروض على المؤتمر

٤-١ يرجى من المؤتمر القيام بما يلي:

أ) أن يولي الاعتبار لمفاهيم شبكة التقوية الاقليمية الأرضية التابعة لنظام EGNOS والتقوية الاقليمية الأرضية بغية تقديم عمليات الاستطلاع والملاحة في وقت مبكر.

ب) أن يوافق على أن اذاعة بيانات الاستطلاع والملاحة على وصلة بيانات VDL Mode 4 بدون أي آثار سلبية وتحقيق أداء APV-II، ويثبت جدوى استخدام هذه التقنية وفاعليتها من حيث التكاليف.

ج) أن يوصي باستخدام طريقة VDL Mode 4 في الاتصالات والملاحة والاستطلاع وبأن توضع القواعد القياسية والتوصيات الملائمة في برامج العمل المستقبلية.

– انتهـــى –