المؤتمر الحادي عشر للملاحة الجوية

مونتريال، ٢٢/٩-٣/١٠/٢٠٠٣

البند ٦: المسائل المرتبطة بالملاحة الجوية

تقييم جدوى عمليات الاقتراب والهبوط من الفئتين الثانية والثالثة والعمليات على أرض المطار بالاعتماد على النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية (GNSS)

(مقدمة من الأمانة العامة)

ملخص

تعرض في هذه الوثيقة نتائج تقييم فريق الخبراء المعني بالنظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية (GNSSP) للعمل المتواصل الهادف الى تحديد قدرات النظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية (GNSS) على دعم عمليات الاقتراب والهبوط من الفئتين الثانية والثالثة والعمليات على أرض المطار. وتستعرض هذه الوثيقة، التي وضعت بناء على طلب من لجنة الملاحة الجوية التابعة للايكاو، التحديات المرتبطة باعداد قدرات لتنفيذ العمليات في جميع الأحوال الجوية باستخدام نظم التقويم الأرضية (GBAS) لنظام (GNSS). وتسعى أيضا الى تحديد أطر زمنية يمكن خلالها استخدام نظام (GNSS) لدعم العمليات من الفئتين الثانية والثالثة والعمليات على الأرض. وتقر الوثيقة بالمنافع المحتملة لاستخدام نظام (GNSS) لدعم هذه العمليات وأنه ينبغي للايكاو تطوير الأعمال في هذا المجال.

ويرد الاجراء المعروض على المؤتمر في الفقرة ٥.

١- مقدمة

١-١ قد يتفادى المنتفعون ومقدمو الخدمات دفع بعض التكاليف وقد يجنون بعض المنافع من جراء استخدام نظام واحد يمكن أن يوفر الارشاد في كل مراحل الرحلة الجوية. وبالنسبة الى العمليات في ظروف الرؤية المنخفضة بوجه خاص تتضمن هذه المنافع امكانية خفض البنية الأساسية وتكاليف المشغلين الجويين واعتماد اجراءات جديدة وشروط مرنة لتقرير المواقع وتوفير الارشاد للعمليات على أرض المطار.

١-٢ ان نظام التقويم الأرضي (GBAS) هو نظام التقويم التابع للنظام العالمي للملاحة بالأقمار الصناعية (GNSS) الذي يجري حاليا اعتماده ليدعم كل فئات الاقتراب الدقيق وعمليات الهبوط. ويتولى عدد من الدول تطوير وشراء أجهزة نظم (GBAS) لدعم عمليات الاقتراب والهبوط من الفئة الأولى. وتواصل دول عديدة اجراء عمليات البحوث والتطوير لتحسين هذه النظم حتى تدعم العمليات من الفئتين الثانية والثالثة والعمليات على أرض المطار.

١-٣ يعتمد مستوى أداء نظم (GBAS) على الهندسة المختارة لدعم العملية. يمكن مثلا الحصول على قدر أكبر من الدقة أو الصلابة باستخدام تردد مزدوج على الأرض وعلى متن الطائرة . وان اختيار هذه الهندسة يؤثر مباشرة على الموعد الزمني المحقق والمخاطر الفنية المرتبطة بهندسة معينة.

٢- الاقتراب الدقيق وعمليات الهبوط

٢-١ معلومات عامة

٢-١-١ توفر القواعد القياسية والتوصيات (SARPs) الحالية المتعلقة بنظم (GBAS) تقويما لمجموعة الأقمار الصناعية الأساسية المكونة من النظام العالمي للملاحة الجوية بالأقمار الصناعية المدارية (GLONASS) والنظام العالمي لتحديد الموقع (GPS)، ودعما لعمليات الاقتراب الدقيق من الفئة الأولى. وسيضاف نظام غاليليو (Galileo) الى مجموعة الأقمار الصناعية الأساسية وسيتم توحيد عنصره المحلي قياسيا كتعديل على القواعد القياسية والتوصيات المتعلقة بنظم (GBAS) في وقت لاحق. أما المصادر الاضافية لتحديد المسافة، مثل المصادر الأرضية لتحديد المسافة، فيمكن أن تدرج في القواعد القياسية في المستقبل.

٢-١-٢ ان أحد أهداف تطوير نظام (GBAS) لدعم العمليات من الفئتين الثانية والثالثة يتمثل في تمكين تطور التصميم الأساسي للفئة الأولى لتصبح صالحة للفئة الثالثة مع تخفيض التغييرات المدخلة على التصميم الأساسي الى أدنى حد. ولتحقيق ذلك، يشترط تحقيق التجانس مع الكترونيات الطائرة من الفئة الأولى.

٢-١-٣ وان هدفا أساسيا آخر لدعم نظم (GBAS) عمليات الاقتراب الدقيق يتمثل في تنفيذ عمليات "شبيهة لنظام الهبوط الآلي". وعلى الرغم من أن هذا التعبير يتغير مغزاه بصورة كبيرة، فهو يعني بشكل عام أنه ينبغي تصميم نظام (GBAS) بحيث يقلل التأثير الى أقصى حد على تنفيذ الطائرات واجراءات طاقم القيادة والعمليات ومراقبة الحركة الجوية وترخيص الطائرات ووضع الخرائط ورسائل النوتام والخ. وبغض النظر عن مدى تحقيق نظام (GBAS) هدف الشفافية مقارنة مع نظام الهبوط الآلي، فيجب عليه أن يفي بنفس القواعد القياسية الخاصة بالسلامة التي يتقيد بها نظام الهبوط الآلي.

٢-٢ نظم التقويم الأرضية لعمليات الفئة الأولى

٢-٢-١ أصبحت القواعد القياسية والتوصيات الصادرة عن الايكاو لنظم (GBAS) القادرة على دعم عمليات الفئة الأولى منطبقة بحلول ٢٠٠١/١١/١ كجزء من تعديل الملحق العاشر رقم ٧٦. وفي شهر نوفمبر ٢٠٠١، انتهت اللجنة الفنية الراديوية للطيران (RTCA) من وضع القواعد القياسية الدنيا للأداء التشغيلي للمواصفات المتعددة للمعدات المحمولة على متن الطائرات (RTCA/DO-253A). أما المنظمة الأوروبية المعنية بمعدات الطيران المدني (EUROCAE) فتحدّث حاليا القواعد القياسية الدنيا للأداء التشغيلي للجهاز المستقبلي متعدد الأشكال (MMR) لكي تتضمن نظم (GBAS) (ED-88). وفي أوائل ٢٠٠٣، انتهت المنظمة الأوروبية (EUROCAE) من اصدار أول مجموعة للقواعد القياسية الدنيا للأداء التشغيلي للمعدات الأرضية (ED-114).

٢-٢-٢ على الرغم من أنه لا يوجد حاليا أي موافقة تشغيلية باستخدام نظم (GBAS) الممتثلة للقواعد والتوصيات (SARPs)، فتجري حاليا نشاطات كبيرة ملحوظة تعتمد على نظم (GBAS) في مجال الطيران. وان دولا عديدة لديها نماذج عن نظام (GBAS) لدعم الفئة الأولى وهي تكتسب الخبرة في تعيين موقع هذا النظام واختباره واستخدامه. ويضع على الأقل ثلاثة مصنعي تجهيزات أرضية نظما ممتثلة للقواعد القياسية والتوصيات. ولدى بعض الدول برامج للمشتريات وتنوي دولة واحدة على الأقل أن تركب عددا من نظم (GBAS) لدعم عمليات الاقتراب الدقيق والهبوط للفئة الأولى باستخدام النظام العالمي لتحديد الموقع (GPS)، ومن المتوقع بدء التشغيل بصورة أولية في عام ٢٠٠٦.

٢-٢-٣ تسعى على الأقل ثلاث شركات تبيع معدات الطيران الى تطوير المعدات، وقد توصل بائع واحد على الأقل الى وضع نموذج من أجهزة استقبال متعددة الأشكال ممتثل للقواعد القياسية وأساليب العمل الموصى بها في طائرة تستخدم للاختبارات. وعلى الأقل، تدرج شركتان مصنعتان للطائرات المعدات ذات الصلة في عملية الانتاج. ويسعى العديد من الدول الى الحصول على الترخيص الفني. وعلى الأقل، لدى مشغلا طائرات برنامج لاضافة هذه المعدات في أسطولهما.

٢-٣ نظم التقويم الأرضية للعمليات من الفئتين الثانية والثالثة

٢-٣-١ يتم العمل حاليا على وضع القواعد القياسية وأساليب العمل الموصى بها لنظم (GBAS) لدعم عمليات الاقتراب والهبوط للفئتين الثانية والثالثة. وتعد في الوقت الحالي الشروط على المستوى العالمي. ويتوقع أن يستكمل العمل على هذه القواعد القياسية والتوصيات حوالي العام ٢٠٠٨. وتشرح أدناه المسائل الأساسية لتطور نظم الفئة الأولى الى نظم الفئة الثالثة.

اعداد شروط الأداء

٢-٣-٢ حددت شروط أداء اشارات نظام (GNSS) الكهرومغنطيسية اللازمة لعمليات الفئة الأولى في الفقرة ٣-٧-٢-٤ من الفصل الثالث من المجلد الأول للملحق العاشر. وتتمثل الشروط في الدقة والسلامة (بما في ذلك مدة الانذار وحدوث الانذار) والاستمرارية والتوافر. وستوسع هذه الشروط لكي تتضمن أداء الفئتين الثانية والثالثة.

٢-٣-٣ تعمل حاليا المنظمة الأوروبية (EUROCAE) واللجنة الفنية (RTCA) معا على اعداد شروط الفئتين الثانية والثالثة. وقد ركزت الجهود السابقة على استخلاص الاحتياجات على المستوى الرفيع لمواصفات أخطاء نظام الملاحة باستخدام القواعد القياسية لنظام الهبوط الآلي الواردة في الملحق العاشر وشروط القواعد القياسية للأداء التشغيلي للمعدات المحمولة على متن الطائرات الصادرة عن المنظمة الأوروبية (EUROCAE) واللجنة الفنية(RTCA).

٢-٣-٤ ولكن، ثمة ما يدل على أن طريقة استخلاص الشروط هذه قد تكون مقيدة أكثر من اللازم نظرا لاختلاف مواصفات الأخطاء بين نظام الهبوط الآلي ونظام (GBAS). وان التحاليل التي قام بها مصنعا الطائرات تشير الى أن نوعية ودقة الارشاد الذي يقدمها نظام (GBAS) لعمليات الفئة الأولى قد تكفيان لتنفيذ الهبوط التلقائي لطائرات النقل الجوي. ونتيجة لذلك، يفكر حاليا كل من اللجنة الأوروبية (EUROCAE) واللجنة الفنية (RTCA) وفريق الخبراء (GNSSP) في ايجاد وسائل جديدة لاستنتاج شروط مفصلة لنظم الملاحة الجوية مع تحقيق نفس القدر من السلامة والاستمرارية في مستويات المخاطر الخاصة بنظم الهبوط الآلي. واذا ما نضجت هذه المنهجيات البديلة وأقرّ بجدواها فلن يتوجب سوى ادخال تغييرات طفيفة لتوسيع نطاق هندسة الفئة الأولى الممتثلة للقواعد القياسية والتوصيات لدعم عمليات الفئتين الثانية والثالثة. ورهنا بشروط احتياجات الأداء في المطاف الأخير، قد تظهر الحاجة الى تردد ثان محمي مدني متميز بقدر كاف

من الأداء المتواصل لاجراء عمليات الفئة الثانية والثالثة. وسيكون من الضروري الاستفادة من منافع الأداء التي يمكن تحقيقها بواسطة المعلومات بالأقمار الصناعية على التردد المزدوج، مثل التحسينات في ازالة أخطاء الغلاف الايوني، وذلك لتحقيق مستويات الدقة والتكامل اللازمة لعمليات الفئة الثالثة.

سلامة الاشارات الكهرومغنطيسية

٢-٣-٥ ان التأكد من النظام الفرعي الأرضي لنظم (GBAS) ممتثل لشروط سلامة الاشارات الكهرومغنطيسية يمثل تحديا كبيرا. وان نفس المنهجية المستخدمة لتصميم نظم (GBAS) ولاثبات أنها ممتثلة لشروط عمليات الفئة الأولى تطبق على الشروط الأكثر صرامة الخاصة بالفئتين الثانية والثالثة. وبما أن الشروط الخاصة بمخاطر السلامة تعتبر أكثر صرامة، فمن الأرجح ادخال تغييرات في التصاميم. لذلك، تبذل حاليا الجهود لدراسة امكانية توسيع نطاق أجهزة المتابعة المصممة لدعم الفئة الأولى ولتحديد التشعبات الأخرى المؤثرة على تصاميم النظم الأرضية الحالية.

الاستمرارية

٢-٣-٦ بالنسبة لنظام الهبوط الآلي، يشكل شرط استمرارية توافر الاشارات المغنطيسية لدعم عمليات الفئة الثالثة عنصرا أقوى بأربعة أضعاف من الشرط المطبق على عمليات الفئة الأولى. ويعتبر بعض الخبراء أن هذا الاختلاف يمثل تحديا اذا ما تم تطبيقه على نظام (GBAS) نظرا لأن آثار هندسة مجموعة الأقمار الصناعية وخصائص فترة انقطاع اشارات الأقمار الصناعية تصبح من العناصر الأكثر أهمية في الوفاء بهذا الشرط الأكثر صرامة. أما فترات انقطاع الاشارات التي تتسبب بها هندسة الأقمار الصناعية أو أعطالها فيمكن أن تحد من تواترها الى أقصى درجة باستخدام مصادر اضافية لقياس المسافة.

٢-٣-٧ لقد حددت اللجنة الفنية (RTCA) عنصرا يمكن أن يهدد امكانية تحقيق استمرارية توافر الاشارات اللازمة لعمليات الفئة الثالثة وهو يتمثل في التدهور المحتمل للأداء نظرا لتعدد المسارات الأرضية عندما تكون الطائرة قريبة جدا من الأرض أو سائرة على سطح الأرض وسرعتها منخفضة. ويمكن أن تتسبب هذه المسألة بمشكلة كبيرة بالنسبة للنظم المعتمدة على الرموز والتي هي طور البحث حاليا. وأما الانتقال الى استخدام المقاييس التي تعتمد على معلومات الناقل الجوي فهي مسألة طور الدراسة لمعرفة ما اذا كان يمكن أن نخفف من تدهور الأداء المذكور.

٢-٣-٨ أما تغطية اذاعة البيانات بالتردد العالي (VDB) للطائرات على المدارج، فهو من الشواغل الأخرى بالنسبة لعمليات الفئة الثالثة. ويمكن تركيب أجهزة متعددة لاذاعة البيانات على التردد العالي جدا (VDB) حول المطار لضمان أن الطائرات تستلم اشارة مجدية. ولكن قبل ذلك، ينبغي معالجة مسائل تشغيلية أخرى مرتبطة بهذا الحل.

توافر الخدمة

٢-٣-٩ تجري حاليا الدراسات لفهم ما هي درجات توافر الخدمة التي يمكن تحقيقها للخيارات الهندسية المتعددة (مثلا مجموعة الأقمار الصناعية الأساسية المستخدمة واعتماد مقاييس التردد الواحد أو المزدوج) بالاضافة الى التصورات الافتراضية المختلفة بشأن شروط الأداء. ويظهر هدفان متنافسان في اختيار الهندسة وشروط الأداء وهما: التوصل الى أكبر قدر ممكن من توافر الخدمة وتقليص التعقيد والتكاليف الى أدنى حد ممكن مع المحافظة على مستوى السلامة الحالي.

٢-٣-١٠ اذا كان يمكن الوفاء بشروط الفئة الثانية والثالثة باعتماد تردد واحد فانه يمكن استخدام التردد الثاني لتقديم خدمة متكررة في حالة عدم توافر التردد الأول، مثلا في حالة التشويش. ومن المتوقع أن يدخل نظام غاليليو متعدد الترددات حيز النفاذ في عام ٢٠٠٨. ومن المتوقع توافر تردد ثان لنظام (GPS) للتطبيقات الأساسية في حوالي عام ٢٠١٥.

٢-٣-١١ اقترح اللجوء الى المصادر الأرضية لقياس المسافة، المعروفة أيضا بالأقمار الصناعية الزائفة للمطارات أو نظم (APL)، بالنسبة الى هندسة الفئة الثانية والثالثة كبديل لعدد الأقمار الصناعية المتزايد، وذلك بهدف تحسين توافر الخدمة بشكل عام. ووضعت اللجنة الفنية (RTCA) مواصفات أولية محددة لاشارات نظم (APL) في عام ١٩٩٨، وقد احتفظت بها في الطبعات المحدثة اللاحقة لوثيقة مراقبة تداخل الاشارات الكهرومغنطيسية (RTCA DO-246B). ومنذ ذلك الوقت، قـد حققـت بعض الدول تقدما في اعداد نظم (APL) وباشرت في تحديد نماذج لها عند اجراء الاختبارات أثناء الرحلة.

٢-٣-١٢ على الرغم من التقدم المسجل في مستوى النضج الفني لنظم (APL)، فمازالت تظهر شواغل بالنسبة لتحديد موقعها في المطار ورصد سلامة اشارة تحديد المسافة بالأقمار الصناعية المزيفة واتسامها مع أجهزة استقبال نظم (GNSS) المحمولة على متن الطائرة وغير المشاركة في النظام. وقد عبر بعض الخبراء عن تحفظهم أزاء المضي قدما في تطوير نظم (APL) نظرا لتوسع مجموعة الأقمار الصناعية الأساسية المتواصل واضافة عناصر جديدة عليها. ومثالا على ذلك، قد يؤدي استخدام مجموعة متعددة للأقمار الصناعية الأساسية، مثل نظام (GPS) ونظام غاليليو، الى جعل نظم (APL) غير ضرورية في بعض المناطق. وفي نهاية المطاف، تعتمد الحاجة الى نظم (APL) بدرجة كبيرة على توافر نظم (GBAS) بشكل كبير وعلى عجز هندسة الأقمار الصناعية في مطارات معينة حيث سيتم تنفيذ نظم (GBAS).

مسائل برمجيات الكمبيوتر

٢-٣-١٣ ان برمجيات الكمبيوتر الموجودة في نظام (GBAS) أوسع نطاقا وتدعم في بعض الحالات مهام أكثر حساسية من برمجيات مساعدات الملاحة الأرضية. وهذا الأمر بحد ذاته يقلق الخبراء. فان تطوير البرمجيات أصبح أمرا أكثر تعقيدا ويتطلب وقتا أكبر لأن مستوى الحساسية يزداد. وحتى ولو كانت نوعية ارشاد نظام مصمم لدعم عمليات الفئة الأولى يمكن أن يدعم عمليات الهبوط من الفئة الثالثة فينبغي لمستوى البرمجيات أن يتكافأ مع زيادة حساسية عمليات الفئة الثالثة.

٣- التحركات على الأرض

٣-١ في عام ١٩٩٨، استنتجت اللجنة الفنية (RTCA) أن هندسة كل من نظم تقويم اشارات الأقمار الصناعية (SBAS) ونظم التقويم الأرضية (GBAS) مفيدة في توفير الارشاد والاستطلاع للتحركات على الأرض. وتنفذ في أوروبا واليابان والولايات المتحدة الأعمال لتطوير هذه الفكرة واثبات جدواها. وتتضمن هذه الجهود توفير الخدمة الى الطائرات ومركبات المطارات وتشمل أيضا هندسات نظم (GNSS) التفاضلية وهي تتخطى الهندسة التي تشملها القواعد القياسية والتوصيات. وتهدف الجهود الحالية التي تبذلها اللجنة الفنية (RTCA) الى تحديد كيف يمكن للتجهيزات الحالية لنظم (GBAS) أن تدعم تطبيقات التحركات على الأرض، لا سيما في مسألة الوعي بحالة الحركة.

٢-٣ وتركز الدراسات الحالية في الايكاو على تطبيق نظم (GNSS) كأداة يتحسس الموقع لدعم النظم المتقدمة للتوجيه ومراقبة التحركات على الأرض (A-SMGCS).

٤- الاستنتاج

٤-١ يتوقع بعض الخبراء المعنيين بنظام (GNSS) تشغيل نظم الأقمار الصناعية الأساسية المتعددة والمكتملة العناصر والمتعددة التواتر بحلول عام ٢٠١٥، وبالتالي سيكون من الممكن من الناحية الفنية تشغيل نظام (GBAS) لدعم الفئة الثانية والثالثة والتحركات على الأرض. ويتوقع بعض الخبراء المعنيين بنظام (GNSS) أنه قد يتسنى تحقيق ذلك في وقت أبكر، أي بحلول عام ٢٠١٠، ولكن ذلك يبقى رهنا بالهندسة المختارة وشروط الأداء مثل تأمين شرط توافر الخدمة.

٤-٢ ستحدد بشكل كبير النتيجة الأخيرة لاعداد الشروط والقواعد القياسية للأداء تعقّد الهندسة المستقبلية لنظام (GBAS) الذي سيتمكن من دعم عمليات الاقتراب للفئة الثانية والثالثة من جهة وتوقيت اتاحة هذه الخدمة بشكل عام من جهة أخرى. وفي حين أن درجة تعقيد الصيغة النهائية للهندسة المستقبلية لنظام (GBAS) غير معروفة الآن، فان المنافع التي يمكن اكتسابها والمذكورة في الفقرة ١-١ أعلاه تسوّغ مواصلة الأعمال لحل المسائل الفنية والتشغيلية ذات الصلة.

٤-٣ تجري حاليا عمليات التقييم لتحديد التطبيقات على الأرض التي يمكن أن يدعمها نظام (GBAS).

٥- الاجراء المعروض على المؤتمر

٥-١ يرجى من المؤتمر أن يأخذ علما بالاستنتاجات التي تم التوصل اليها في الوثيقة عند اعداد مقترحات التعديلات على استراتيجية الايكاو لاعتماد وتطبيق المساعدات غير البصرية لعمليات الاقتراب والهبوط (المرفق (ب)، المجلد الأول ــ مساعدات الملاحة الراديوية للملحق العاشر ــ اتصالات الطيران) والخطة العالمية للملاحة الجوية لنظم (CNS/ATM) (Doc. 9750).

ــ انتهـــى ــ