

10. A-SMGC 経路設定用インターフェイス装置について

通信・航法・監視領域 ※松久保 裕二、二瓶 子朗、宮崎 裕己
機上等技術領域 古賀 禎
航空交通管理領域 青山 久枝、山田 泉

1. はじめに

近年の航空需要増大に伴い高密度での航空機の運用がなされている。空港面においても交通量の増加に伴い、レイアウトも複雑化してきている。そこで、空港面での運用を安全かつ効率的に実施するには、管制官から指示された経路情報を正確かつ確実に運航者が把握する事が必要であり、現在行われている音声による指示では、聞き取り間違いや認識違い等により安全性や効率性が失われてしまう恐れがある。これを防止するためには、管制官と運航者の双方が情報を共有できることが必要である。

A-SMGC（先進型地上走行誘導管制：Advanced - Surface Movement Guidance and Control）システムはICAO（国際民間航空機関）で検討が進められている空港面における航空機等の地上走行に対する安全性向上と効率化を目指したシステムであり、管制業務負荷の軽減と航空機等の衝突や誤進入の防止を可能とするシステムである。A-SMGC システム[1]では、監視、経路設定、誘導、管制の4つの基本機能が定義されており、この4つの機能を有機的・効果的に結合してシステム構築する必要がある。電子航法研究所では、平成16年度から「A-SMGC システムの研究」を実施しており、システムの中核を成す監視機能の開発を中心として、他の機能についても近い将来実現可能な技術水準を前提としたシステム開発[2]を進めている。

本稿では、平成20年3月に仙台空港で実施した実験システムの性能試験のうち、経路を指示する経路設定用インターフェイス装置の機能検証試験と管制官評価について報告する。なお本接続試験では、灯火誘導機能の開発を担当している交通安全環境研究所と共同研究契約を結んで連携を図った。

2. 経路設定用インターフェイス装置

2.1 概要

管制官は離陸機および着陸機に対して、滑走路の出入口誘導路付近から駐機するスポット間の走行経路を音声によって指示し、航空機は管制官から指示された経路を走行する。経路設定用インターフェイス装置は、管制官による音声指示と同じ経路情報を生成出力する装置であり、基本的な機能とその操作性を検証するために仙台空港をモデルとした実験装置を開発した。

経路設定用インターフェイス装置の構成は、図1に示すように複数の監視センサ情報を統合処理する統合型監視センサ用インターフェイス装置から出力される航空機位置情報の取得、指示する経路情報を生成処理するサーバと航空機位置情報の表示、航空機位置（始点）から目的地（終点）までの経路を入力指示するクライアントから構成されている。経路指示の入力方法としてはタッチパネルを使用する。生成された経路情報は、管制表示装置と灯火制御装置に提供される。

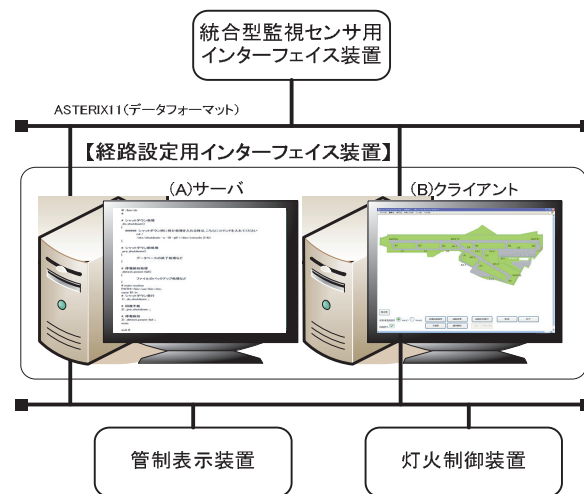


図1 経路設定用インターフェイス装置構成

2.2 機能

経路設定用インターフェイス装置では、走行可能な誘導路をエッジと定義し、クライアントのタッチパネル画面を指、専用ペンまたはマウスを使用して経路上のエッジを選択することで経路データを生成する。図2は、仙台空港面の経路（エッジ）とその名称を示す。

本装置では、管制官が航空機に対して通常指示する経路情報を優先的に使用する機能、着陸機に対して離脱する誘導路を選択できる機能、出発機に対して誘導路から進入する滑走路の入口を選択する機能や当所で開発中の仙台空港をモデルとした推奨経路生成処理アルゴリズム[3]に用いられている最短経路を検索するDijkstra法を使用している。またクライアント画面上に表示する航空機の出現エリアによって着陸機と出発機の判定ができ、滑走路の運用方向が選択可能であることから運用形態に沿った経路設定が可能である。

図3は経路生成の流れを示すフローチャートであり、経路を指示する航空機を選択することから操作が開始される。推奨経路の設定は、着陸機、出発機ともに航空機を選択すると、着陸機は滑走路の出口からスポットまで、出発機は待機スポットから滑走路入口までの使用頻度の高い地上走行経路が提供される。推奨経路と同時に着陸機に対して滑走路から誘導路へ離脱する前であれば、離脱誘導路を選択できる。出発機については、滑走路へ進入する誘導路を選択することにより、経路生成が行われる。

任意経路の設定では、管制官が設定する経路上の全てのエッジを選択しなくても始点と終点、そしてその間の重要となるエッジを選択指示するだけで、経路を生成することができる。そして、推奨経路または任意経路で生成された走行経路は、最終的に承認を行うことにより、クライアント表示画面と接続されている管制表示装置や灯火制御装置へ経路情報が伝送される。

承認後の経路情報の変更については、航空機を選択して経路変更部分を選択し、新たな経路

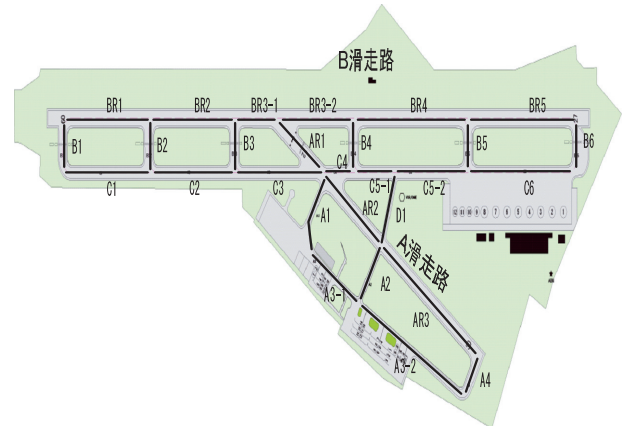


図2 仙台空港面の経路（エッジ）とその名称

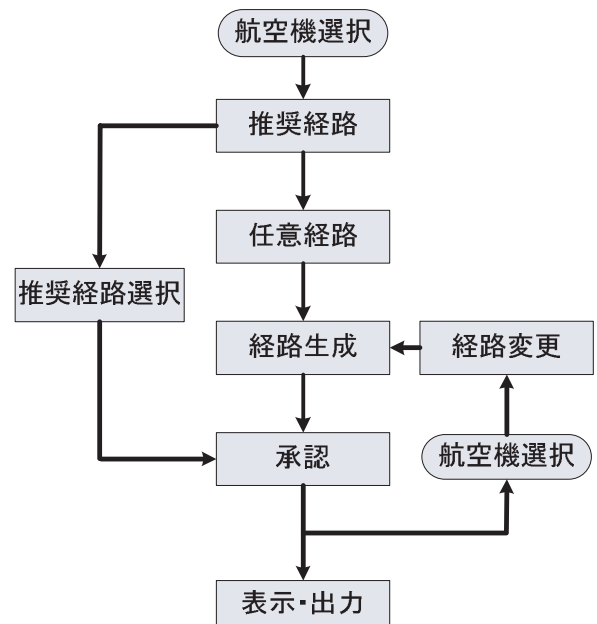


図3 経路生成の流れ

を追加入力した後に再び経路生成のやり直しを行い、生成した経路の承認をすることにより経路変更作業が終了する。

2.3 経路設定手順（推奨経路）

図4は、仙台空港をモデルとした経路設定用インターフェイス装置の画面を示す。スポットは、通常の運用で使用する位置ではなく、赤丸で示すA4の停止線付近を仮想スポットとし、A滑走路も誘導路として使用して、地上走行経路を長く設定できるようにした。



図4 経路設定画面1



図5 経路設定画面2



図6 経路設定画面3

実験用航空機が図5に示すように着陸のため滑走路に進入してくると航空機の選択が可能

となり、航空機を選択（着陸機：青→選択機：白色）すると推奨経路が黄色で表示される。同時に離脱する誘導路の候補（赤枠のB1,B2,B3）が表示される。この時の実験用シナリオでは、B3誘導路からの離脱を想定しており、B3を選択することによって指示しようとする走行経路が決められる。

次に選択決定された走行経路に対して承認すると図6に示すように、黄色表示されていた走行経路が白線表示となり、接続実験で接続されている管制表示装置と灯火制御装置へこの経路情報が伝送される。

3. 管制官評価

3.1 概要

平成20年3月、仙台空港で実施したA-SMGC実験システムの性能試験時に、航空局、東京空港事務所、成田空港事務所の管制官8名に協力頂いて経路設定用インターフェイス装置の操作性と機能性について評価を実施した。

3.2 評価方法

評価方法としては、当所実験用航空機があらかじめ設定した仙台空港ターミナルエリアと空港面を走行する所定のトラフィックパターンに沿って飛行し、管制官はシナリオに沿って経路設定用インターフェイス装置を操作して経路を入力指示することで評価を行った。

3.3 評価項目

(1) 操作画面

- ・航空機、実行コマンドの操作性
- ・航空機識別方法
- ・経路の表示方法

(2) 経路設定機能

- ・誘導路選択機能
- ・推奨経路設定機能
- ・任意経路設定機能
- ・経路変更機能

(3) アンケート

- ・現状行われている音声による経路指示と共に、運航者に対して視覚的情報の提供は、安全な運用を行うために有効だと思われるか。

- ・混雑する空港面地上管制を安全に行う場合、提供される情報として航空機位置、航空機識別の他にどのような情報が必要か。

3.4 評価結果

(1) 操作画面

タッチパネルでの航空機選択や各種実行を行うコマンドの操作性は、選択してからの反応速度、航空機やコマンドの選択エリアの改善を求める意見が多く、航空機識別方法については、わかりやすいとしながらも、色彩については現状使用しているシステムと整合が必要との意見があった。経路の表示についても、経路選択時の黄色表示についてはわかりやすいが、経路設定後の経路表示に対する色彩や表示方法に対する指摘が多かった。

(2) 経路設定機能

推奨経路を設定する際に、着陸機は離脱誘導路、出発機は滑走路へ進入する誘導路を選択できる機能について、着陸機に対しては離脱する誘導路があらかじめ決められているものではなく離脱直前に決められることが多いことから、機能としては有効でないとの意見が多かった。また、出発機が滑走路へ進入する誘導路を選択できる機能について、有効としながらも直前で変更となる場合があるため、変更が容易に出来る必要があることがあげられた。推奨経路、任意経路、経路変更の各機能については、どの機能についても経路を設定する上で必要としながら、この3つの機能が独立した機能ではなく、共通性をもったものでなければならないなどの意見があった。

(3) アンケート

評価して頂いたほとんどの管制官が、運航者への視覚的情報の提供について、低視程運用時の使用も含め有効と回答している。最後のアンケート項目として空港面地上管制を行う場合の管制官が必要とする情報としては、航空機に関しては、型式、速度表示や出発方式等、地上面においては、滑走路や誘導路の制限箇所、閉鎖箇所の状態表示、工事車両情報

等さまざまな情報が状況に応じて必要としていることがわかった。

4. まとめ

本稿では、平成20年3月に仙台空港で実施したA-SMGC実験システムの性能試験のうち、経路設定機能として開発中の経路設定用インターフェイス装置の機能検証試験と管制官評価の結果について紹介した。A-SMGCの基本機能の1つである経路設定機能を実現させるためには、管制官の業務内容を考慮した操作しやすいものでなければならない。その為には、管制官が通常航空機に対して指示する走行経路の分析[4]と操作方法を容易にするための機能向上、使用者による評価を今後も継続的に行っていくことが必要である。

今後は、これまでの研究結果を反映させて、機能面の性能向上をはかると共に、空港面レイアウトが複雑で交通量の多い東京国際空港をモデルとした装置の開発を予定している。

5. 謝辞

実験及び評価にご協力頂いた国土交通省航空局、東京空港事務所、成田空港事務所、仙台空港事務所、当研究所岩沼分室の関係各位に感謝します。

参考文献

- [1] ICAO: A-SMGCS Manual, Doc.9830, 1st Edition
- [2] 二瓶、宮崎他：“先進型地上走行誘導管制（A-SMGC）実験システムの接続試験について” 第7回電子航法研究所研究発表会公演概要、平成19年6月 pp89-96
- [3] 山田、二瓶他：“A-SMGCシステム経路生成機能の開発—空港面地上走行のモデル化—” 第45回飛行機シンポジウム 2G6、平成19年10月
- [4] 青山、二瓶他：“A-SMGCシステム経路生成機能の開発—地上走行パターンの解析について—” 第45回飛行機シンポジウム 2G7、平成19年10月