

18. 滑走路における誤進入およびコンフリクト検出方式について

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

1. はじめに

電子航法研究所では、空港における航空機および車両の安全で効率的な運航を可能とする先進型地上走行誘導管制システム(A-SMGCS)の研究を進めている。国際民間航空機関(ICAO)のA-SMGCSの指針を示すマニュアル[1]では、管制機能の一部として、誤進入およびコンフリクト(衝突)の予測検出機能の実装を推奨している。当研究所では、ICAO指針を実現するため、平成17,18年に滑走路における誤進入およびコンフリクト検出方式について検討し、ソフトウェアを試作した。本稿では、第2章にて本ソフトウェアで検出する誤進入およびコンフリクトの項目について説明した後、第3章で実装方法について説明する。さらに、第4章でログデータ再生による評価の結果について述べ、最後にまとめを述べる。

2. 誤進入およびコンフリクトの検出

本ソフトウェアで検出する誤進入およびコンフリクトの項目について説明する。

2.1 誤進入の検出

(1)非識別移動体の進入

保護エリア(非識別移動体用)に、非識別移動体の進入が予想される時、注意情報を発する。進入時には、警報を発する(図1(1))。

(2)識別車両の進入

保護エリア(識別車両用)に、識別車両の進入が予想される時、注意を発する。進入時には、警報を発する(図1(1))。

(3)クローズ滑走路への進入

クローズ滑走路へ航空機の進入が予想される時、注意を発する(図1(2))。航空機が離陸を開始した時、警報を発する(図1(3))。

クローズ滑走路へ航空機の着陸が予想される場合、警報を発生する。(図1(4))

(5)滑走路の運用方向

滑走路の運用方向と異なる方向へラインアップしている場合、注意を発する(図1(5))。さらに離陸を開始した時、警報を発する。

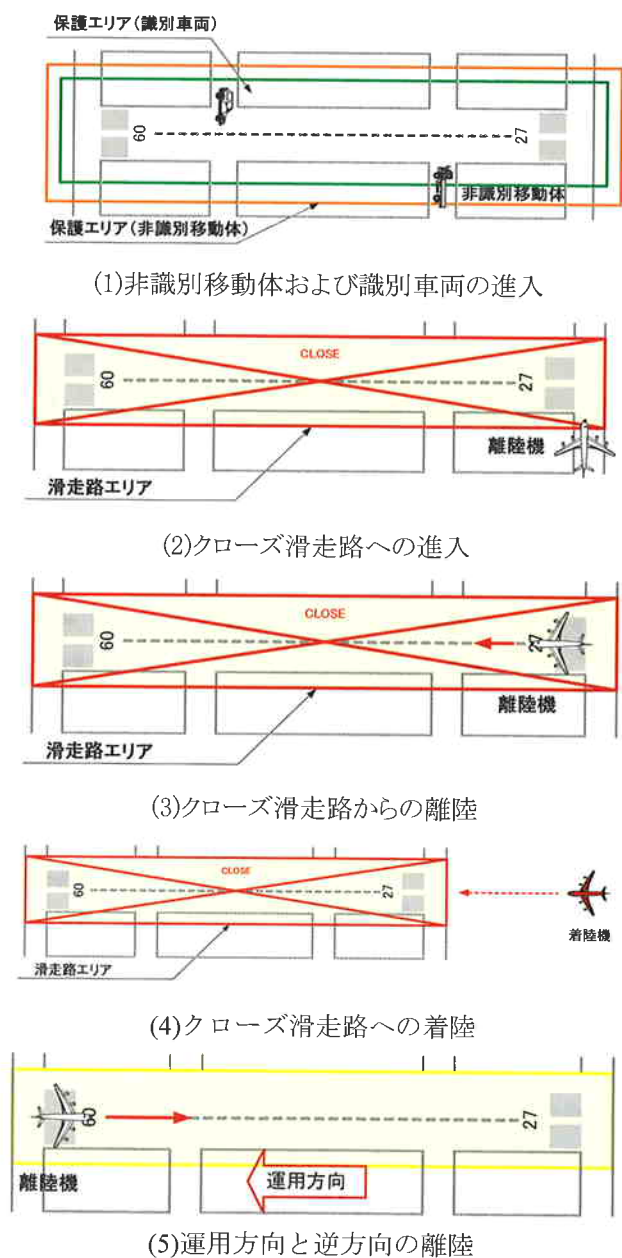


図1. 誤進入の検出

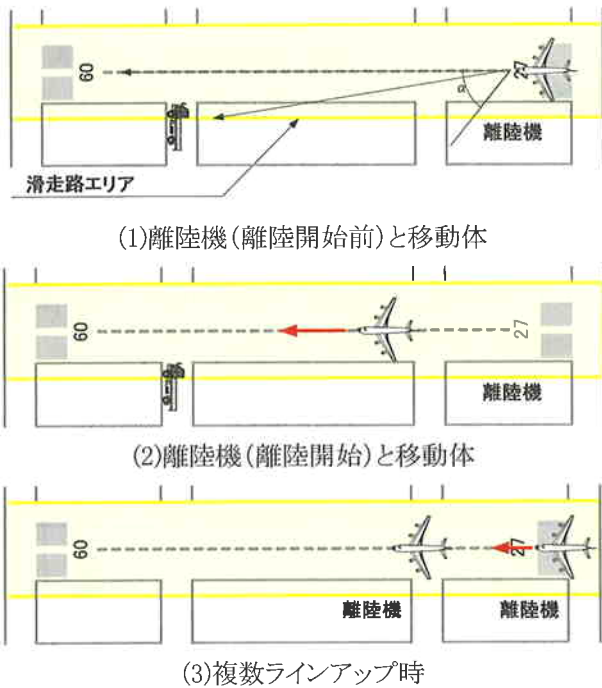


図 2. 離陸機のコンフリクト検出

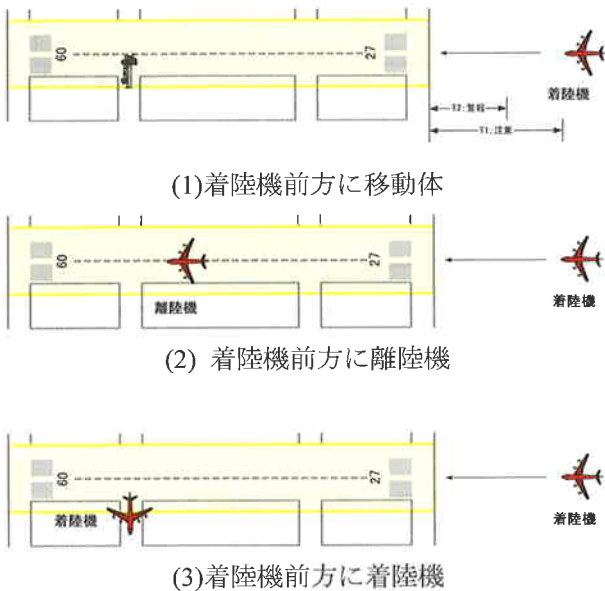


図 3. 着陸機のコンフリクト検出

2.2 コンフリクトの検出

(1) 離陸機

離陸機前方の保護エリア内に移動体（航空機、識別車両または非識別移動体）がある場合、注意を発する(図 2.(1))。さらに、離陸機前方の保護エリ

ア内に移動体があり、離陸機が離陸を開始した時、警報を発する(図 2.(2))。

複数の航空機のラインアップが許可されている場合には、後方の航空機が移動を開始したときに警報を発する(図 2.(3))。

(2) 着陸機

保護エリアに移動体（航空機、識別車両または非識別移動体）があり、滑走路までの到達時間が $T1$ 秒以内である時、注意を発する。さらに到達時間が $T2$ 秒以内である時、警報を発する。(図 3(1)-(3))。

また、間隔を短縮して運用する場合を想定し、短縮間隔モードを設けた。短縮間隔モードへの切り替えは、コマンド入力により変更できる。

短縮間隔モードでは、滑走路までの到達時間が $T2$ 秒でかつ

- 航空機との距離が $R1$ 以上の場合、注意を発する。
- 航空機との距離が $R2$ 未満の場合、警報を発する。
- 離陸機との距離が短縮間隔 $R1$ 未満、短縮間隔 $R2$ 以上で離陸機が離陸(高度 >0)している場合、注意を発する。
- 離陸機との距離が短縮間隔 $R1$ 未満、短縮間隔 $R2$ 以上で離陸機が離陸していない場合、警報を発する。

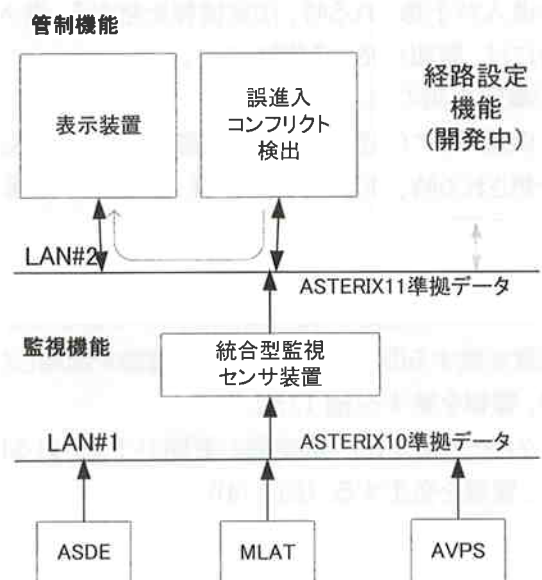


図 4 システム構成

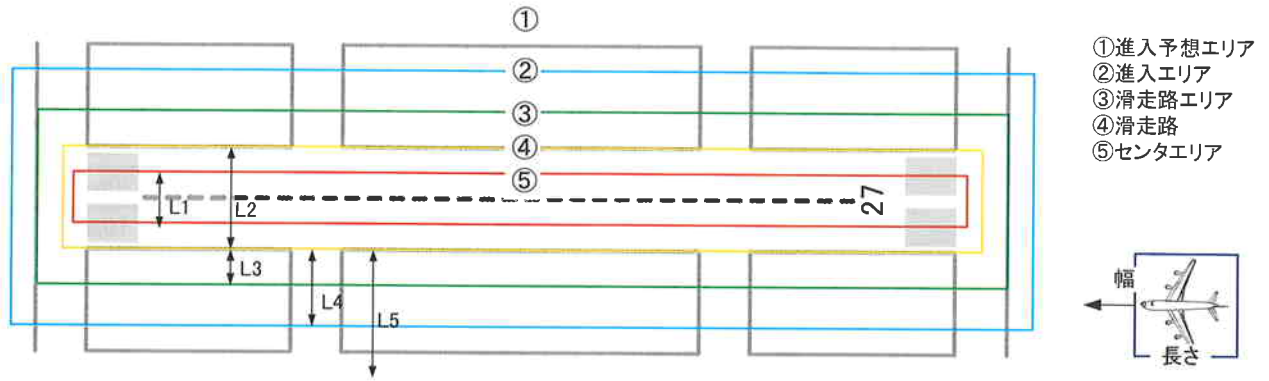


図5 移動体検出エリア

3. ソフトウェアの実装

3.1 システム構成

図6にシステム構成を示す。本ソフトウェアは、監視機能(統合型監視センサ)からの ASTERIX11形式の監視情報を入力し、検出処理を実行する。

検出処理後は、注意警報情報を ASTERIX11 に追加して、管制表示装置等へ出力する。

監視センサとしては、マルチラレーション(MLAT)、空港面探知レーダ(ASDE)、空港面車両監視システム(AVPS)の3センサを利用する。

3.2 移動体

本ソフトウェアは、ASTERIX11の監視センサの種類別情報を用いて移動体を分類する。表1に監視センサと移動体の関係を示す。

これにより、MLATで監視される移動体＝航空機、AVPSで監視される移動体＝識別車両、ASDEだけで監視される移動体＝非識別移動体と分類する。

移動体は、図5右に示すような長方形で表す。各移動体の大きさを表3に示す。

3.3 エリア区分

本ソフトウェアでは、滑走路付近の領域を5つのエリアに分け、移動体とエリアの位置関係を計算し、誤進入およびコンフリクトの検出を行う。図5に検出エリアの区分を示す。検出エリアは多角形で設定できる。

表1. 監視センサと移動体の関係

	ASDE	MLAT	AVPS
航空機	○	○	×
識別車両	○	×	○
非識別移動体	○	×	×

4. 評価試験

ソフトウェアの機能の評価するため、東京国際空港におけるマルチラレーションの導入評価で取得したデータをオフラインで再生し、本ソフトウェアに適用した。ここでは、注意警報の発生件数および検出処理時間を評価した。図6にソフトウェアの表示例を示す。

4.1 注意警報の発生回数

C滑走路において、エリアサイズの異なる2つのソフトウェアを起動し、同一データを供給した。この時、誤進入、離陸機コンフリクト、着陸機コンフリクトの発生状況の評価した。表2に発生件数を示す。

エリアマップは Outer-Taxiway を含む大きいマップ、Outer-Taxiway を含まない小さいマップを用意した。表3に設定値を示す。

評価の結果、ログデータ中には、誤進入やコンフリクトとなる状態は存在しないにもかかわらず、

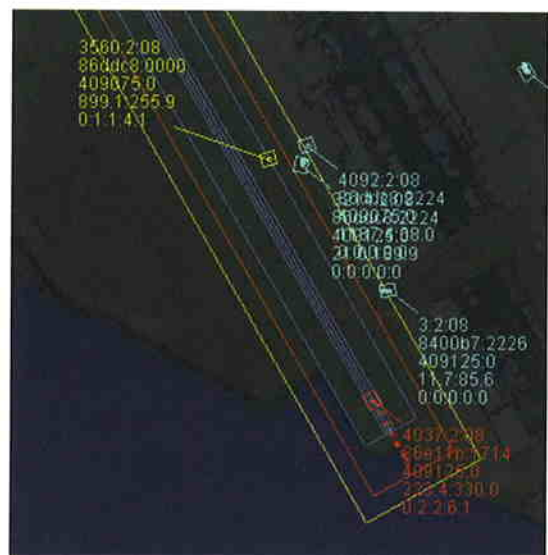


図6 表示画面例
(青:警報なし、黄色:注意、赤色:警告)

表2 注意警報の発生回数 時間 10:30-11:00

エリア マップ		誤進入	離陸機 コンフリクト	着陸機 コンフリクト
大	注意	12	22	3
		1102	11948	972
	警報	0	7	0
		0	2705	0
小	注意	4	7	2
		433	2286	420
	警報	0	4	0
		0	776	0

(上段：発生回数/下段：注意警報レポート数。ソフトウェアは一事例で、複数のレポートを発生する。)

誤進入やコンフリクトの誤警報が発生していた。また、大きいマップの方がより多くの誤警報を発生していた

誤警報の原因を調査したところ、以下のような状況が明らかになった。

- ① 航空機のトランスポンダがONとなっていない場合、MLATにより検出できない。このとき、移動体は非識別移動体と認識され、非識別移動体に対する誤進入およびコンフリクト警報が発生した。
- ② ASDEの虚像が保護エリア内に発生した。虚像は非識別移動体と認識され、非識別移動体に対する誤進入およびコンフリクト警報が発生した。
- ③ ASDEの追尾の欠落によりターゲットが分離し、分離した偽ターゲットに対し誤進入およびコンフリクト警報が発生した。
- ④ B滑走路への着陸機がある場合、これをコンフリクトの対象と検出した。

4.2 処理時間

ソフトウェアがASTERIX11を受信し、注意警報を生成するまでの時間を計測した。評価の結果、平均値は約1msとなった。最小値は1ms以下、最大値は80msであり、高速に検出処理していることを確認した。

表3. 設定パラメータ

項目		マップ大	マップ小
滑走路	滑走路幅(L1)	60m	60m
	センタエリア(L2)	20m	20m
	滑走路エリア(L3)	10m	10m
	進入エリア(L4)	250m	250m
	進入予想エリア(L5)	350m	250m
	着陸判定時間1(T1)	30秒	30秒
	着陸判定時間2(T2)	15秒	15秒
	短縮間隔1(R1)	2500m	2500m
	短縮間隔2(R2)	2000m	2000m
ターゲット	航空機	長さ(m) 幅(m)	74m 65m
	識別車両	長さ(m) 幅(m)	8m 4m
	非識別移動体	長さ(m) 幅(m)	10m 4m

5. まとめ

本稿では、当所にて試作した誤進入およびコンフリクト検出ソフトウェアの検出項目や検出方法などについて紹介した。また、東京国際空港で取得したログデータによる評価試験の結果について紹介した。評価の結果、多くの誤警報が発生していた。特に、非識別移動体に対する警報が多い。今後は、誤警報を低減するための改善を進めていく予定である。

参考文献

- [1] ICAO, "ASMGCS Manual", Doc9830, 2004, 1st Edition
- [2] Eurocontrol, "Operational Concept & Requirements for A-SMGCS implementation Level II", 17/05/2004,
- [3] 古賀他, 「滑走路における誤進入・コンフリクトの検出手法の検討」, IEICEソ大会, 9/2006