

フリーフライト環境における航空機の衝突回避の検証

5P-7

小澤 靖

溝口 徹夫

(岩手県立大学 ソフトウェア情報学研究科)

1. はじめに

航空路は地上電波施設の上空に設定され、その上を飛行することにより自分の位置を把握している。また、レーダーや航空機からの位置通報による管制を行っている。

数年前からアメリカを中心として航空業界では、フリーフライトの実現が望まれている。本研究で目指すフリーフライトは次の通りである。

- ・ 航空路にとらわれず飛行する
- ・ 管制官の指示を受けずに飛行する

しかし、近年では GPS による位置の取得、ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast) による航空機同士の通信が可能になりつつある。

本研究ではフリーフライトが実現された環境で、局地的通信を用い、衝突回避の手段を与えた航空機が安全に飛行することができるかを検証した。

2. 制約条件

航空機特有の制約が存在する。地上と違い停止できないということである。墜落しないためにはある程度の速度で前進し続けなければならない。

また、高速であることや速度の計測誤差が自動車などに比べ大きいことから余裕を持った安全距離を確保する必要がある。この距離を保てなくなった時、ニアミスが発生する。

もちろん、性能上の制約も存在する。上昇率や限界高度、加速性能などがある。

3. 装備

全機、ADS-B による通信ができるものとする。ADS-B は自分の位置を周辺の航空機、地上施設等に自動で定期的に伝える放送型データ通信である。通

Validation of conflict avoidance of the airplane in free flight environment

Yasushi Ozawa
Tetsuo Mizoguchi

Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

信可能距離は 150NM (Nautical Mile、約 278 km) とする。よって、通信範囲内の航空機を把握できている。

また、GPS を搭載しているものとし、自身の位置を把握できている。

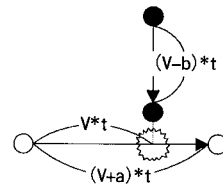
4. その他条件

全機、同一性能とする。高高度のみを対象とし、空港を出発すると巡航高度まで一瞬で上昇すると仮定する。

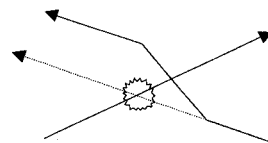
5. 衝突回避手段

航空機は 4 次元で回避することができる。位置 (3 次元) と時間である。3 つの手段が一般的である。

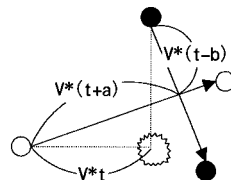
- ・ 速度差から生じる時間差による回避



- ・ 高度差による回避



- ・ 針路を変更することによって生じる時間差による回避



このうち速度差と高度による回避手段までを与え

た。

この2つの回避手段の選択には速度差によるものを優先した。速度差によって回避できないと判断すると、高度による回避をはじめめる。

さらに速度差による回避の場合はどちらが加速し、どちらが減速するか、高度差による回避の場合はどちらが高度を変更するか進路権を決定しなければならない。本研究では速度差による回避は早い者勝ち、左優先の順で決定した。高度差による回避では速度の速いものが高度を変えることにした。この2機間での判断を重ね、最終的に自機に対し進路権を持つ機が進路権を持たない機より多い場合には通信範囲内で自機は他機に進路を譲るようにした。

以上のような設定で回避させるのだが、通信半径が150NMと限定されているため、回避対象機の状態を窺い知る事ができない。また、状況は刻々と変化する。よって、我々が自動車を運転する時にハンドルを少しずつ操作し進路を修正するように、航空機も刻々と変わる状況に応じて少しずつ速度、高度、針路を修正するようにした。

6. 検証

これまで述べてきた機能を持った航空機をシミュレータ上の限定された空域で異なる混雑度で飛行させて、ニアミスの発生を計測してみた。混雑度は1時間当りの離陸機数とした。ただし、離陸した直後にニアミスを起こしそうな時は地上で待機するため、厳密ではない。どのシミュレーションも空域の広さ、空港の数は同じで航空機は50時間離陸し、全ての航空機が着陸するまで計測した。空港は各々600NM(約1111km)以上離れている。

混雑度 (機/時)	ニアミス (回/時)	最大 認識機数	平均 認識機数	ニアミス時 平均 認識機数
25	2.14	9.67	1.63	3.19
50	5.19	13.33	2.43	4.50
75	8.20	14.67	3.15	5.45

最大認識機数は、ある1機が次の行動を決断する瞬間に通信範囲内にいる他の航空機の最大値である。

平均認識機数は、全ての航空機が次の行動を決断する瞬間に通信範囲内にいる他の航空機の機数を平均したものである。

個々のニアミスを見ると、単純な判断しかさせていないためであるが、高度による回避を行う時に回避するための変更後の高度へ到達するのが間に合わずに発生している場合も見受けられた。

1時間当りの離陸機数と平均認識機数、1時間当りのニアミス回数はおおよそ正比例しているように見える。ニアミス発生時の認識機数の平均は全体の認識機数の平均に対し約1.7~2倍であることが分かった。この事から認識機数を低く抑えればニアミスの発生率も低く抑えることができそうである。

7. 終わりに

まだまだ好ましい結果とは言えない。フリーフライトの実現には安全の確保が第一条件であるのでニアミスは起こらないようにしなくてはならない。針路を変更する手段を加え、手段の選択基準を再考する必要がある。また、ADS-Bではインテンションを伝える事ができるので、周辺機の行動がより正確に予測できるはずである。今後の研究でインテンションを伝えられるようにすると、今回のシミュレーションで見られた右往左往するような無駄な回避行動が減少すると思われる。

検証結果から、認識機数をコントロールし、低く抑える事ができれば、ニアミスを減らせると考えられる。周囲の状況がある程度コントロールできるような方法を組み込みんでいきたい。

参考文献

- [1]Minimum Operational Performance Standards for 1090MHz Automatic Dependant Surveillance-Broadcast (ADS-B). RTCA, Inc. September 2000.
- [2]Minimum Aviation System Performance Standards For Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B), DO-242. RTCA, Inc. February 1998.
- [3]Final Report of RTCA Task Force 3 Free Flight Implementation. RTCA Task Force 3. October 1995.