

画像情報による航空機等
着陸姿勢角の検出

6N-7

本間幸造*、山本浩通*、中 正夫*、幸尾治郎**、鎌田一史**

* 航空宇宙技術研究所 ** 東海大学

1. はじめに

近年、航空輸送においては、小型機等の多用途化や機体の大型化あるいは運航の多様性に伴い、航空機運行の安全性に関する事項の中で特に着陸時が重要となってきた。筆者らは、着陸フェーズにおいて、TVカメラを使用することにより視覚画像情報を取得し、その処理結果に基づき航空機の姿勢角を従来方式に比し高精度かつ高信頼に検出し得る方式や操縦負荷の軽減方式の検討を進めている。ここでは、実験室内での基礎実験、とりわけ着陸姿勢角検出のための視覚画像情報の取得方式および姿勢角の測定方式について報告する。

2. 航空機着陸システム概要

航空機の着陸援助システムとしては、計器着陸方式や地上制御進入装置、電波高度計、進入灯、進入角指示灯などが使用されている。特に着陸では、現在使用されているレーダなどの計器進入システムや航空保安施設の灯火を用いても低高度における計測精度的な限界があり、いづれも一般に決心高(空港により異なるが30mあるいは60m)までの高度であり、最終的には、滑走路の長さや自機の高度、速度を考慮しながら操縦士の視覚に依存して行なわれている¹⁾。そこで、ここでは着陸直前を対象とし光学画像センサ系であるTVカメラで得られた視覚画像情報より自機の姿勢角情報を抽出する光学式姿勢角検出方式を新しく提案する。

3. 光学式姿勢角検出方式

航空機が着陸進入するためには、三次元空間における自機の空間位置として進入経路角と方位角を高精度に検出するための着陸標識の形状の選定は重要である。ここでは、第一段階として、実験室内で用いるための模擬着陸標識としては目標物になりやすく、情報抽出が比較的容易な、ランディングマークを使用した(図1参照)。

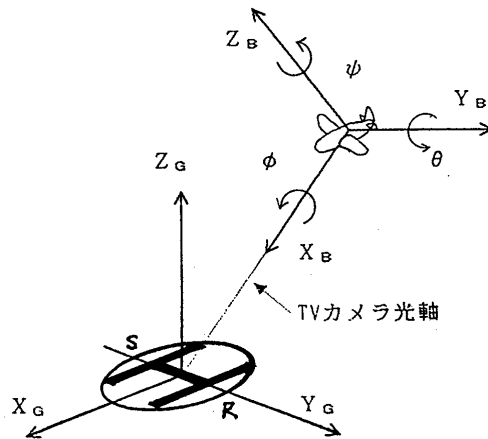


図1 着陸標識と座標系

3.1. 進入経路角検出

進入経路角は、機体座標軸 X_B に取付けるTVカメラの光軸と着陸標識設置平面 X_G, Y_G との交角に相当する。TVカメラより撮像された画像情報から進入経路角を検出するには、図2に示すように、着陸標識が設定されている面をSR、TVカメラの位置をO、画像投影面をABとすると、着陸標識の真円部分(半径Y)

A New Method of Approach Path Detection for Aircraft Landing Phase using Optical Image Information

*Kohzo HOMMA, *Hiromichi YAMAMOTO, *Masao NAKA, **Jiro KŌO, **Kazusi KAMATA
*National Aerospace Laboratory, **Tokai University

は面AB上で、上短軸半径 Y_1 、下短軸半径 Y_2 、長軸半径 Y となり、歪んだ楕円形状になる。従って図2から、

$$Y_2' = \frac{2Y_1 \cdot Y_2}{Y_1 + Y_2} \quad (1)$$

となるから、

$$\sin \theta = \frac{Y_2'}{Y} = \frac{2Y_1 \cdot Y_2}{Y(Y_1 + Y_2)} \quad (2)$$

となり、進入経路角 θ が得られる。

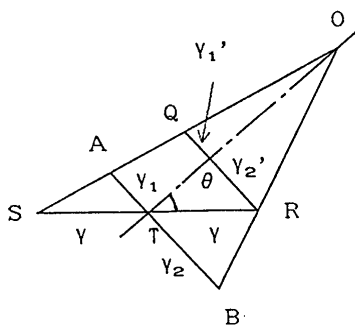


図2 進入経路角検出

3.2. 方位角検出

方位角は、図1に示すように Y_G 軸上の着陸標識直線部分より決定できる。地上座標系 (X_G, Y_G, Z_G) と機体座標系 (X_B, Y_B, Z_B) との間のEuler角 (Ψ, θ, ϕ) の関係を使うと、

$$\left. \begin{aligned} X_B &= \cos \theta \sin \Psi Y_G \\ Y_B &= \cos \Psi Y_G \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

となる。即ち、地上座標系で表わされる着陸標識の中の1つの線分 Y_G は、機体に取付けたTVカメラによって撮像される画像(機体座標系)上では(3)式のようなになる。従って方位角 Ψ は、

$$\tan \Psi = \frac{1}{\cos \theta} \cdot \frac{X_B}{Y_B} \quad (4)$$

と表わせる。

4. 実験室内基礎実験

4.1. 実験システム構成

実験室内という条件下で、模擬着陸標識設定用三次元回転台座、画像情報を取得するTVカメラ、データ収集処理装置を図3の如く構成した。

姿勢角検出測定に際しては、光学ベンチ上に設置した模擬着陸標識用三次元回転台座とTVカメラとの光軸合せを行なう。その後、模擬着陸標識を進入経路角及び方位角で模擬した角度に設定し、TVカメラにより撮像した画像から模擬着陸標識を認識抽出し²⁾、進入経路角と方位角を検出する。

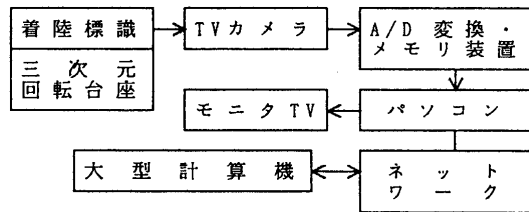


図3 システム構成

4.2. 姿勢角検出実験

着陸姿勢角検出結果の1例を表1に示す。検出角度誤差の要因としては、光学的な設定上の誤差や対象物とTVカメラの光軸合せの誤差が考えられる。また、画像処理上では、円形状部分の抽出を近似楕円でを行ったための誤差が考えられる。

表1 模擬着陸標識の姿勢角検出結果

	設定角度	検出角度
進入経路角	30°	29.6°
方位角	30°	31.3°

5. おわりに

今後の課題としては、低角度進入による着陸標識の認識精度の向上、実時間演算処理化等がある。

参考文献

- 1) 「航空宇宙工学便覧」日本航空宇宙学会編、丸善
- 2) 山本、本間、中「機体姿勢角検出におけるHough変換方式」、情報処理学会第45回(平成4年後期)全国大会