

6N-8

機体姿勢角検出における
H o u g h 変換方式

山本 浩通 本間 幸造 中正 夫
航空宇宙技術研究所

1. まえがき

将来的な航空宇宙システムの高信頼化において、機械ビジョンは重要な基盤技術の一つとして有望視されている。しかし、画像情報処理過程をはじめとして、不可避な研究課題が山積している。ここでは、このうち画像情報を利用して飛翔体の姿勢角情報を検出する際の基本的な課題である計算機負荷の軽減化に対処し得る方式について報告する。

2. 姿勢角検出における課題

画像情報の中から対象物を抽出する方式は、従来からも数々提案されて来ているが、中でもパターン抽出範囲を含め、H o u g h 変換方式が数多く検討されて来ている¹⁾。

とりわけ、機体搭載の撮像系からの画像情報を基に機体姿勢角を、高速に且つ高精度に検出することが求められる航空宇宙分野では、撮像情報から目標対象物を的確に抽出する画像認識方式、および計算機負荷の少ない画像処理方式を確立することが重要である。

このため、画像認識処理に必要な計算機メモリ空間の軽減化、および演算処理の高速化を図ることが必須な課題である。

3. 計算機負荷の軽減化

H o u g h 変換における計算機負荷の軽減化には、パラメータ抽出に必要な所要メモリ空間の減少、および演算量の軽減がある。

一般に、H o u g h 変換に必要なパラメータ空間の大きさ T は、

$$T = \prod_{c=1}^p q_c \quad (1)$$

ここで、 p : 抽出パラメータ総数

[(例) 直線: $p=2$ 、円: $p=3$ 、
楕円: $p=5$]

q_c : 抽出パラメータ c の探索範囲
分割数

となる。従って、各々のパラメータの探索範囲分割数 q_c が多くなると、パラメータ空間は飛躍的に大きくなり、

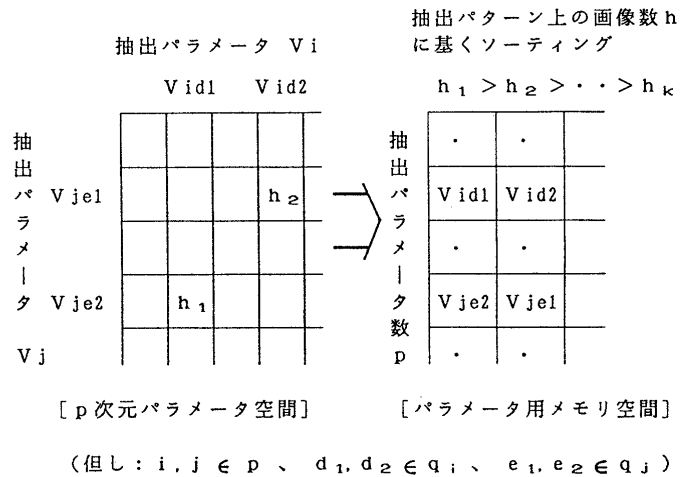


図1 パラメータ抽出メモリ空間の縮小化

取扱いが極めて困難になる。

これに対処する方策として、図1の如く、抽出パターン上の該当画素数に基づくパラメータ値のみを格納するアルゴリズム

が有効である。これにより、必要なパラメータ空間の大きさは、

$$T = k p \quad (2)$$

に激減する。

また、演算処理の高速化を図るには、階層化²⁾による演算対象画素数の削減が有効である。表1に示す如く、最上位階層化画像において抽出パラメータ値の粗推定値を求め、下位階層化画像では順次上位階層推定値の近傍に探索範囲を絞ることにより、全演算負荷の低下を図る。

4. 対象目標物検出アルゴリズム

前述の基本方式を機体姿勢角検出のための線分/楕円形状抽出に適用すると、図2の如くなる。

該当パラメータの抽出には、(3)式に示す如くの多次元ヒストグラムに基づく局所的な強調操作を、

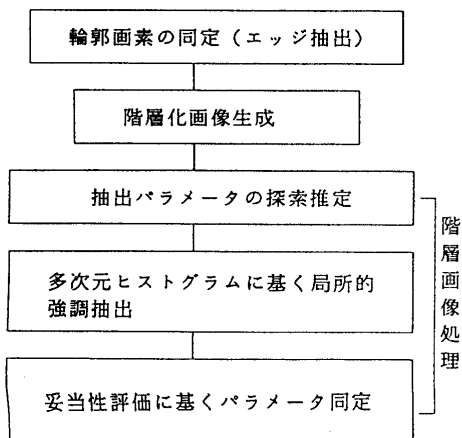


図2 姿勢角検出対象抽出フロー図

表1 階層化パラメータ抽出

画像階層化	画像サイズ	パラメータ抽出
z	$2^{-(z-1)}M \times 2^{-(z-1)}N$	$V_{(z)}$: 粗推定
z-1	$2^{-(z-2)}M \times 2^{-(z-2)}N$	$V_{(z-1)}$: $V_{(z)}$ 近傍での推定
:		
1	$M \times N$ (エッジ抽出画像)	$V_{(1)}$: $V_{(z)}$ 近傍での推定

$$V = \tilde{V} \quad \text{if } h > h_s \quad (3)$$

ここで、V : 抽出パラメータ推定値
 h : 当該パターン上の画素数
 s : パラメータ空間隣接範囲
 ~ : 実計算値

また、推定パラメータの妥当性評価には、(4)式を適用した。

$$V = \tilde{V} \quad \text{if } |\theta_u - \theta_{u+1}| \leq \xi \quad (4)$$

ここで、 θ_u : 極座標 (r, θ) 表示における
 当該パターン上のu番目画素の位置
 ξ : パターン上の不連結許容量

さらに、Hough変換の対雑音特性を考慮し、画像階層化に際し元画像において輪郭画素同定のためのエッジ抽出を適用した。

5. まとめ

ここで提案した方式は、従来からの課題であったメモリ空間の膨大を抑制し得るばかりでなく、演算負荷の軽減にも連なるものである。機体搭載系への適用に際しての諸課題は、今後の研究課題である。

参考文献

- 1) J. Illingworth and J. Kittler, "A Survey of the Hough Transform", Comput. Vision, Graphics & Image Process., **44**, pp.87-116, 1988.
- 2) C.F. Neveu, C.R. Dyer and R.T. Chin, "Two-Dimensional Object Recognition Using Multiresolution Models", Comput. Vision, Graphics & Image Process., **34**, pp.52-65, 1986.