

6D-2

基本曲面パッチの集合による画像の記述

長田 正 *査 紅彬

九州大学・工学部

1. まえがき 物体認識をするために、予め、対象物に関する幾何学的な性質などに応じて入力画像を記述することが必要となる。従来の画像記述法の多くは二次元濃淡画像だけを利用しており、それを複雑な物体の認識に応用することは困難である。これに対し、我々は、対象を平面、球面、円柱面、円錐面といった基本曲面で構成されるものに限定し、複数枚の画像から抽出された三次元情報を介してより高レベルでの画像記述を求める手法の開発を試みた。本稿では、このシステムにおける主な処理過程について説明する。

2. システムの構成 本システムにおける基本的な処理は主に三つの部分から構成される。

(1) 複数枚の入力画像から画像の法ベクトル図を抽出する；

(2) 入力画像を基本曲面パッチの集合に分割する；

(3) 各曲面パッチの種類とパラメータを決定する。

一方、ここで使われる基本曲面の位置、姿勢およびサイズを表す各パラメータを次の表で示すように規定する。

	位置 パラメータ	姿勢 パラメータ	サイズ パラメータ
平面	中心位置 p_c	法ベクトル v_p	
球面	中心 s_c		半径 R_s
円柱面	中心軸上の 一点 v_{cp}	中心軸方向 ベクトル v_u	半径 R_u
円錐面	頂点 o_c	中心軸方向 ベクトル v_o	中心軸と母線 との角度 α

3. 法ベクトル図の抽出 曲面表面の各点における傾きを表す法ベクトル図を抽出するために、我々は測光学ステレオ法を利用する。普通、理想化された完全拡散面を持つ物体が少ないため、ここでは、次のような改善案を導入する⁽¹⁾。1) 入力画像においてスムージング手続きを行い、画像の平均化により雑音の影響を抑える；2) 四光源測光学ステレオ法を利用して、画

像中の影の部分と正反射成分をとり除く。

4. 画像の分割 画像中の一点における法ベクトルと、この点と隣接する各点の法ベクトルとの角度差は曲面の不連続性を示している。これを利用すれば、画像にあるジャンプ型エッジと屋根型エッジを検出することができる。しかし、こうして抽出されるエッジ画像は不完全なものなので、本研究では、このようなエッジ画像を処理対象とする階層的な領域・分割アルゴリズム⁽¹⁾を画像の分割に用いる。

5. 曲面種類とパラメータの決定 画像曲面パッチのガウス写像(GSM)と曲面の主曲率 $k_1(x,y)$ と $k_2(x,y)$ ($k_1(x,y) \leq k_2(x,y)$)により、基本曲面のもつ次のような性質が導かれる。

平面 ==> GSMは一点に集まり、

$$\text{かつ } k_1(x,y)=k_2(x,y)=0$$

球面 ==> GSMは均一分布で、

$$\text{かつ } k_1(x,y)=k_2(x,y)=a \quad (a>0)$$

円柱面 ==> GSMは原点を通る平面曲線で、

$$\text{かつ } k_1(x,y)=0; k_2(x,y)=b \quad (b>0)$$

円錐面 ==> GSMは原点を通らない平面曲線で、

$$\text{かつ } k_1(x,y)=0; k_2(x,y)>0$$

このような性質を利用すると、曲面の種類とパラメータを決める手続きは次のようになる。

5. 1 曲面種類の決定 曲面パッチ P_j において計算される主曲率 $k_1(x,y)$ と $k_2(x,y)$ に対し、次のような特徴量を計算する。

$$k_{1j} = \sum_{(x,y) \in P_j} k_1(x,y) / N_j; k_{2j} = \sum_{(x,y) \in P_j} k_2(x,y) / N_j \quad (1)$$

$$\sigma_{k1j} = \sum_{(x,y) \in P_j} (k_1(x,y) - k_{1j})^2 \quad (2)$$

$$\sigma_{k2j} = \sum_{(x,y) \in P_j} (k_2(x,y) - k_{2j})^2 \quad (3)$$

ここで、 N_j は P_j における画素の数である。そして、次のような分類を行う。

$$\sigma_{k1j} \leq \epsilon_1; \sigma_{k2j} \leq \epsilon_1 \text{ and } |k_{1j}| \leq \epsilon_2; |k_{2j}| \leq \epsilon_2 \quad \text{---> 平面}$$

$$\sigma_{k1j} \leq \epsilon_1; \sigma_{k2j} \leq \epsilon_1 \text{ and } |k_{1j}| \approx |k_{2j}| > \delta_2 \quad \text{---> 球面}$$

$$\sigma_{k1j} \leq \epsilon_1; \sigma_{k2j} \leq \epsilon_1 \text{ and } |k_{1j}| \leq \epsilon_2; |k_{2j}| > \delta_2 \quad \text{---> 円柱面}$$

Deriving the Scene Description Represented by a Set of Primitive-Surface Patches

Tadashi NAGATA, Hongbin ZHA

Kyushu University

$0 < k_{1j} \leq \epsilon_1; 0 < k_{2j} > \delta_1$ and $|k_{1j}| \leq \epsilon_2$ ---> 円錐面

5. 2 曲面パラメータの計算 円柱面と円錐面のガウス写像はガウス球面と交わる平面上の円弧となる。この平面のパラメータを求めれば、曲面の姿勢パラメータは計算される。これに基づいて、我々は、曲面の姿勢を計算すると同時に、曲面の位置・サイズパラメータをも計算する三段階改良ハフ変換法を開発した⁽²⁾。

円柱面と円錐面に比べると、平面と球面のパラメータの計算は、以上述べたアルゴリズムの一部分と見なすことができるので、簡単である。

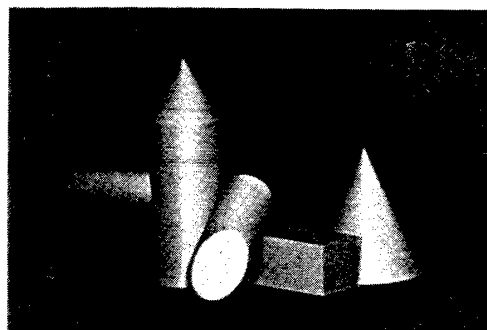
6. 実験結果 図1(a)は実験で使う入力画像を示す。抽出された法ベクトル図と分割された入力画像をそれぞれ図1(b), (c)で示す。結果とする画像記述は表1で示され、曲面の種類とパラメータが決定された上に、各曲面パッチと接続する曲面も判別された。

7. 結び 現在のプログラムには、重複計算などを含んで、かなりの無駄な計算があるので、処理時間が長く、これの短縮は今後の課題の一つとなる。また、対象物を一般曲面物体まで拡張させるためには、複雑曲面の基本曲面による近似、またはこれらの曲面の直接的なモデル化を行う必要がある。

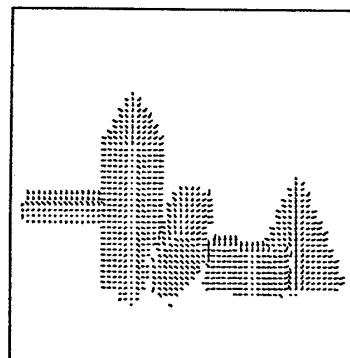
参考文献

(1) 長田, 查, "曲面の微分特徴量と抽出と法ベクトル図の分割", 情報処理学会論文誌, vol. 30, no. 8 (1989)

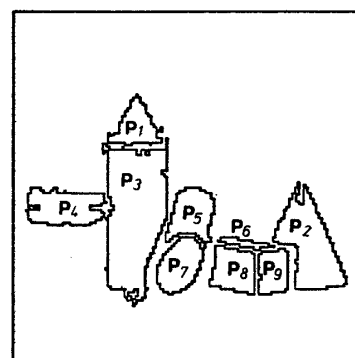
(2) Nagata & Zha, "Determining orientation, location and size of primitive surfaces by a modified Hough transform technique", Pattern Recog., vol. 21, no. 5, (1988)



(a)



(b)



(c)

図1 (a)入力画像, (b)法ベクトル図, (c)分割された画像.

	タイプ	位置 (L_o)	姿勢 (O_{ri})	サイズ (s_i)	隣接曲面 (S_{adj})
P_1	円錐面	(89.0, 196.0)	(-0.01, 0.99, 0.16)	50°	{ P_3 }
P_2	円錐面	(219.3, 111.5)	(0.02, 0.95, 0.31)	50°	{ P_6, P_9 }
P_3	円柱面	(86.3, 83.6)	(0.0, 0.99, 0.01)	32.0	{ P_1, P_4, P_5, P_7 }
P_4	円柱面	(10.8, 109.8)	(0.99, -0.05, 0.1)	20.0	{ P_3 }
P_5	円柱面	(124.0, 84.0)	(-0.15, -0.91, 0.38)	24.0	{ P_3, P_6, P_7, P_8 }
P_6	平面	(165.7, 88.0)	(-0.03, 0.6, 0.8)	—	{ P_2, P_5, P_8, P_9 }
P_7	平面	(120.8, 71.7)	(0.41, -0.31, 0.86)	—	{ P_3, P_5, P_8 }
P_8	平面	(161.9, 67.4)	(-0.48, -0.03, 0.88)	—	{ P_6, P_7, P_9 }
P_9	平面	(187.8, 66.5)	(0.5, -0.06, 0.87)	—	{ P_2, P_6, P_8 }

表1 結果とする画像記述