

3次元特微量からのアスペクト分類法

7 J-6

田中弘一

NTTヒューマンインタフェース研究所

1 はじめに

近年、物体識別や姿勢推定等の3次元物体解析の研究は、レンジセンサーから得られるレンジデータベースで行われることが多くなった。一般にレンジセンサーから得られるデータは、対象物体をある視点から計測した部分データである。3次元物体解析においては、計測した部分データを計算機内部で保持する物体モデルとマッチングをとるために、事前に物体の見え方に対するアスペクトグラフを物体モデルから生成することが行われる。よって、物体モデルから物体の見え方(アスペクト)を生成する手法が重要である。

本報告は、物体モデルとしてCADモデル等の幾何モデルを仮定しないアスペクト生成法について提案する。具体的には、レンジセンサー等でとられた3次元点列モデル(全景)から視方向毎に部分データを生成する。この部分データから3次元空間の並進と回転に不変な特微量を抽出し、特微量の空間でクラスタリングを行う。こうして構成された各クラスターが物体の見え方を代表するアスペクトを表すと考える。

2 不変特微量

2.1 特微量の不変性

レンジデータは3次元点列データであり、物体表面に関する形状と位置姿勢の情報を含む。この点列データから、物体形状を表す特微量を抽出する方法については以前報告した¹⁾。この特微量の抽出は、以下の事実に基づく。

- 1 3次元点列から構成した法線分布(EGI)は座標系の並進に対して不変である。
- 2 球面上の関数とみなした法線分布から回転不変な量を構成可能である。

2は、球面調和関数が回転群の既約表現を構成することによる。よって各表現空間毎にノルムをとることにより回転不変量が抽出できる。1と2より3次元点列データをもとに並進と回転に対して不変な特微量を構成することができ、この特微量は物体の形状を表す。

2.2 特微量の抽出

図1に則してレンジデータから不変特微量への変換処理を以下に述べる。

- 1 レンジデータをもとに3角パッチを構成し、各パッチから、(球面上の位置が法線方向でそこでの値がその方向を持つパッチの面積に比例する様に)法線分布 $f(\theta, \phi)$ を構成する。

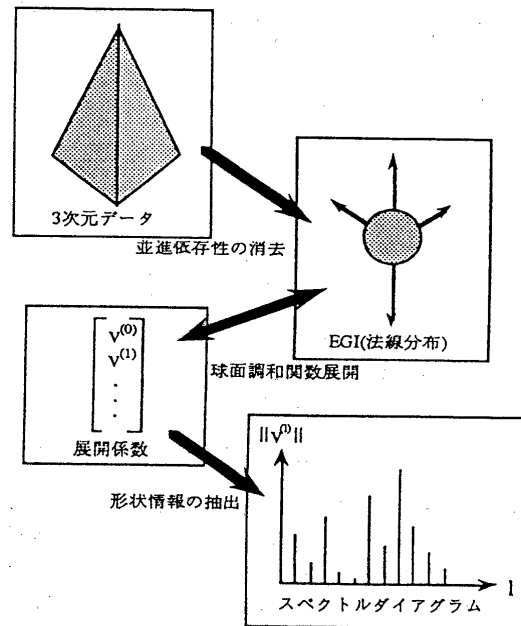


図1 レンジデータから不変特微量の抽出

- 2 法線分布 $f(\theta, \phi)$ を球面上の関数とみなし、球面調和関数 $Y_{lm}(\theta, \phi)$ で展開する。

$$a_{l,m} = \int_{S^2} d\mu Y_{l,m}^*(\theta, \phi) f(\theta, \phi)$$

- 3 展開次数 l 毎(各表現空間毎)に展開係数のノルム(2乗和のルート) $\|v^{(l)}\|$ を作る。

$$\|v^{(l)}\| = \sqrt{\sum_m |a_{l,m}|^2}$$

3の各次数 l のノルムが不変特微量の組 $\|v^{(l)}\|$ ($l=0,1,2,\dots$)を与える。

3 アスペクト生成

図2は、上のように構成された不変特微量が物体アスペクトに固有の量であることを示す。同一物体を異なる視点から見ると、異なる面の組を見る場合と、同一の面の組を見る場合とがある。アスペクトを生成するためには、後者の同一の

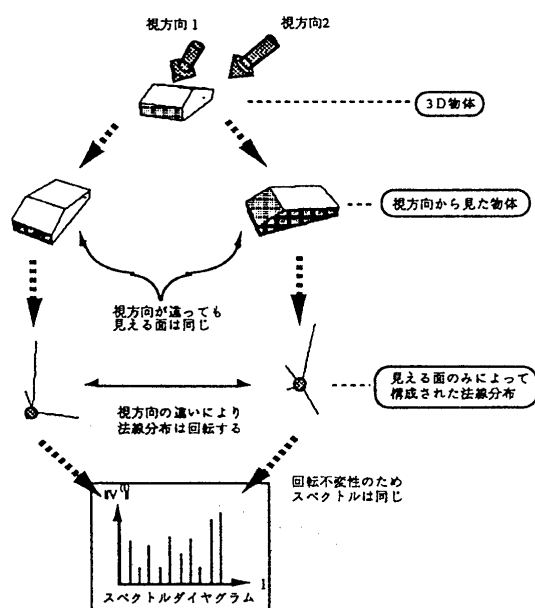


図2 不変特徴量のアスペクト不変性

面の組を見る場合に同じ特徴量が対応することが必要である。図2に示すように異なる視点から同一の面の組を見る場合、それらから構成された法線分布は、互いに他を回転した関係に成っている。よってこの法線分布から回転不変な特徴量を抽出することによりアスペクトに固有な量を構成できる。よって、アスペクトの生成は以下の手続きで行なわれる。

- 1 視方向をサンプリングするため、(視方向の) 球面を分割する(図3)。
・正20面体からはじめ、各面を4分割することにより必要とする分割数まで球面をほぼ一様に分割することが可能である。
- 2 3次元モデル物体から、サンプリングされた各視方向毎に不変特徴量を構成する。
・原理的に凸物体の場合には、見えている面が異なる限り同一の特徴量を持つはずである。しかし、実際にはもとの3次元物体モデルがサンプリングされた点列モデルのため、特徴量にサンプリング誤差等が生じる。よって、特徴量は特徴量の空間で、ある代表点の周りにクラスターを形成すると考えられる。
- 3 特徴量をそれが成す空間の中でクラスタリングすることにより、物体の代表的なアスペクトを生成する。

4 実験

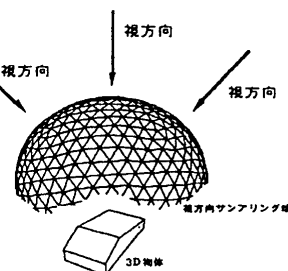
マウス形状の3次元物体に対して、サンプリングした各視点毎の特徴量を求めた。視方向は球面を正20面体から3段階分割した1280(20×4)方向である。これらの視方向毎に10次までの球面調和関数展開を行ない特徴量を抽出した。図4は、低次の特徴量の空間に視方向の分布をプロットしたものである。クラスターを形成する密度の濃い部分が存在するの

がわかる。プロットしたデータを見るかぎりサンプリング誤差にはばらつきが多い傾向があり、現在その原因を解析中である。

5 おわりに

3次元モデルを視方向をサンプリングすることにより部分データを作成し、それらに

図3 視方向サンプリング



対し不変特徴量を抽出した後、特徴量の空間でクラスタリングする物体アスペクト生成手法を提案した。この手法は物体の3次元モデルとしてCAD等の幾何モデルを仮定せずに、3次元点列モデルのみからアスペクトを生成することが可能である。

本報告では、クラスタリング結果まで報告することができなかったが、今後クラスタリングによりアスペクトを生成し、そのアスペクトを使うことにより物体の部分データと3次元モデルとのマッチングを行う実験を行い、提案したアスペクト生成法の有効性を確認していく予定である。

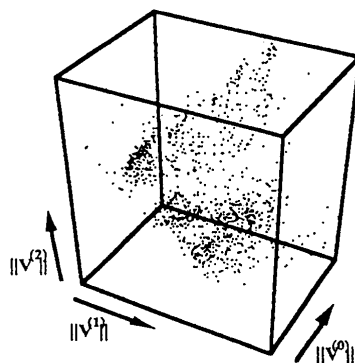


図4 特徴量空間における視方向の分布

謝辞 御討論頂いた金子博主幹研究員、奥平雅士主幹研究員、武川直樹主任研究員を始め研究グループの皆様に感謝いたします。

参考文献

- [1] 田中他、"球面調和関数展開を用いた3次元物体認識法"、信学会春季全国大会、D-644, (1991)
- [2] 田中他、"球面調和関数展開を用いた3次元物体の姿勢推定法"、情処研報、cv74-7, (1991)
- [3] Hamermesh, "Group Theory and Its Application to Physical Problems", Addison-Wesley, MA, (1964)