

3次元視覚情報処理による環境モデル作成の研究
 ——ステレオデータ補間法の検討——

7M-6

服部 寛 小野口一則 八木 稔 渡辺 睦

(株)東芝 関西研究所

1 はじめに

近年、3次元コンピュータグラフィクスが様々な分野で利用され、今後もバーチャルリアリティ、マルチメディア、アミューズメント等の分野での大幅な成長が予想される。CG映像を作成するためには、表示する対象の3次元形状、表面の模様、色、及び反射特性等の情報を計算機に入力する必要がある。しかし、これらの入力、現在、人手に頼っている部分が多く、多大な時間と労力を必要としており、作業の省力化が求められている。このため、我々は、TVカメラから得られた画像を用いて、環境にある物体の形状や表面の色、模様等のデータを獲得する環境モデル作成システムの開発を行っている [1][2]。本報告では、本システムにおいて用いられる、ステレオデータ（ステレオ視により得た3次元距離データ）の補間法、及び室内画像を用いた実験結果について述べる。

2 ステレオデータの補間法

離散的に得られた距離情報から元の面を復元する、面復元問題の従来の研究は、表1に示す3つの方法に大別出来る。標準正則化を用いる方法 [3] は、データにフィットする滑らかな面を復元する。この方法は、自由曲面を扱うことが出来るという他の2つの方法にはない利点があるが、画像中の大部分の領域で滑らかさの拘束条件が満たされなければならない、多面体で近似される物体が多く存在する室内環境に適用することは困難である。

閉ループを検出することにより、面復元を行なう方法 [4] は、ステレオデータから閉ループ状の境界を探索し、それを用いて面を復元する。しかし、実シーンにおいては、ノイズの影響で、エッジの途切れが生じるため、ループ状の境界が直接得られることは稀であり、境界に欠落するセグメントがあっても、その欠落セグメントを予測するような条件を設定する必要がある。しかし、このような条件に一般性を持たせることは非常に困難である。

三角パッチによる補間法は、近接するデータ間に三角パッチを生成し、三角形の頂点のデータを用いて、三角パッチ内部の点のデータを補間する方法 [5] である。この方法は、対象が平面に限定されるが、前述の2つの方法のような問題点はなく、多面体で近似される物体が多く存在する室内環境のステレオデータの補間法として有効な方法と言える。従って、今回は、三角パッチによる補間法を用いて、シーンの多面体近似を生成した。

表1：ステレオデータの補間法

	対象	特徴	問題点
標準正則化	自由曲面	滑らかさの拘束条件利用	距離の不連続が多いシーンに適用困難
閉ループ	平面	線分の接続関係を利用	各種パラメータの設定方法がアドホック複雑なシーンには適用困難
三角パッチ	平面	三角形近似	曲面は扱えない

3 三角パッチによる補間

ステレオデータのような、規則的に並ばないデータに対し、隣接関係を求め、三角パッチを生成する有効な方法としてデローニ三角法と呼ばれる方法がある。この方法は、外接円内に他のデータがない三角パッチを生成する。例えば、図1において、黒い点A, B, D, E, , , でデータが得られたすると、三角形ABDの外接円C₁の内部には他のデータが存在しないので、三角パッチABDを生成する。同様に、三角パッチDEFを生成する。逆に、三角形GHIの外接円C₃の内部には、他のデータA, B, D, , , が存在するので、三角パッチGHIは生成しない。

この方法に基づき、ステレオデータの補間を行なう。例えば、図3のステレオ原画像から図4のようなエッジセグメント上の点の3次元データが得られたとする。このデータに対し、デローニ三角法を適用すれば、対応づけされていない点の距離情報を推定することが出来る。ここで、エッジセグメントの上の全点に対し、デローニ三角法を適用するのは、効率が悪いので、エッジセグメントの端点のみを用いて、デローニ三角網を作成することを考える。しかし、点をベースとした従来のデローニ三角法は、各点の接続関係については考慮されていないため、セグメントと交差する三角パッチが生成されるという問題点がある。

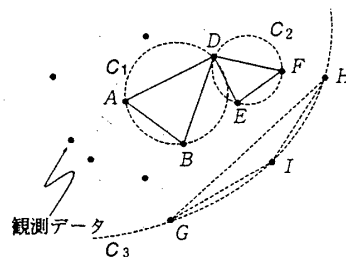


図1：デローニ三角法

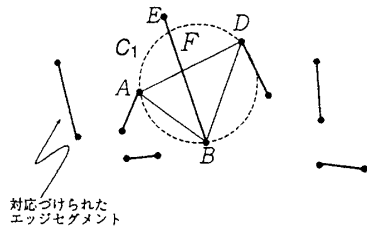


図2：端点のみを用いた従来のデローニ三角法

例えば、図2において、三角形 ABD の外接円 C_1 の中に他の観測点は存在しないので、セグメント BE と交差する三角パッチ ABD が生成される。しかし、元来、エッジセグメントは、距離が不連続な部分に存在することが多いため、エッジセグメントと交差するような三角パッチは生成してはならない。

この問題を解決するため、各点の接続関係も考慮した以下の三角パッチ生成法を考案した。

1. 三角形の三辺が他のセグメントと交差しない。
2. 三角形内部にセグメントを含まない。
3. 外接円内部にデータを含まないか、または、含んでもその点と三角形を構成する3点を結ぶ線分と交差するセグメントが存在する。

以上の3条件を全て満足すれば、三角パッチを生成する。この方法を用いれば、セグメントの端点のみを用いて、セグメントと交差しない三角網を作成することが出来る。

4 実験

実験室内3シーンのステレオデータに対し、上記の方法を適用し、三角パッチを生成する実験を行なった。その定量的な結果を表2に示す。図3は、その内の1シーンのステレオ原画像を示し、図4、5は、各々、対応づけられたエッジセグメントと作成された三角網を示す。ここで、表2の正解率とは、生成された三角パッチに対する、実際に存在する面に生成された三角パッチの割合である。三角網生成の計算は、EWS上で行なった。本手法により、各シーンともに、70%以上の正解率が得られており、多面体近似作成に有効であると考えられる。

表2：実験結果

	セグメント (本)	三角パッチ (個)	正しい三角 パッチ (個)	正解率(%)	計算時間(秒)
シーン1	104	499	353	70.7	143
シーン2	179	741	555	74.9	723
シーン3	231	1048	826	78.8	1308

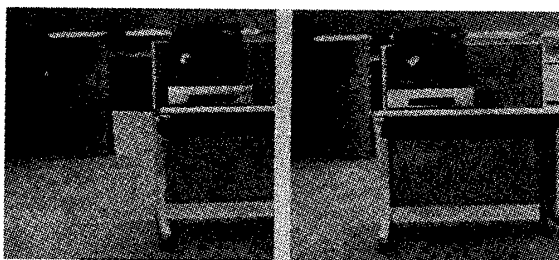
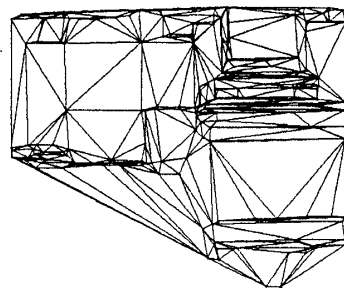


図3：ステレオ原画像（シーン1）



図4：対応づけられたエッジセグメント



5 まとめ 図5：作成された三角網

3次元視覚情報処理技術により室内等にある物体の形状及び表面情報を入力する環境モデル作成システムにおいて、ステレオデータの補間をエッジセグメントの端点のみを用いて行なう方法を考案し、実験により、その有効性を確認した。今後は、多視点の情報を用いた偽の面消去、3次元情報を用いた三角網の作成、同一面にある三角パッチの統合による面推定精度向上等を検討するとともに、環境モデル作成システムの未完成部分の作成を行なっていく。

参考文献

- [1] 渡辺, 服部, 小野口, 八木: “3次元視覚情報処理による環境モデル作成の研究 — システム構成の検討 —”, 第47回情報処全大, 2-333, 1993.
- [2] 小野口, 服部, 渡辺: “環境モデル構築のための観測手法～奥行き検出法の検討”, 信学技報, PRU92-153, IE92-130, 1993.
- [3] 横矢: “多重スケールでの正則化によるステレオ画像からの不連続を保存した曲面再構成”, 信学論D-II, Vol.J76-D-II, No.8, pp.1667-1675, 1993.
- [4] 八木, 津戸, 谷内田: “移動視により得られたワイヤフレームモデルからの空間構成理解”, 日本ロボット学会誌, Vol.11, No.3, pp.477-480, 1993.
- [5] O.D.Faugeras, E.Le Bras-Mehlman, J.D.Boissonnat: “Representing Stereo Data with the Delaunay Triangulation”, Artificial Intelligence, 1990.