

I-A 130

複雑な3次元空間形状のCGデータ生成

岡山大学大学院	学生会員	○佐野 敏之
東急建設株式会社	正会員	横山 信之
岡山大学環境理工学部	正会員	谷口 健男

概要 土木工学分野でCGデータを生成するにあたり、表面形状の認識が困難なことがその妨げになっている。それは土木工学では取り扱う対象物が複雑な形状を有する場合が多いからである。そこで本研究では表面上の点から対象物を覆いつくす面を作成する方法を考える。その面は三角形で定義する。まず、等高線データから自然な形状を有する面を作成する。また、形状の幾何学的特性を表すデータが十分に無い場合は近似関数を用いて点を補間することによって形状を表す面を作り出す。次に人工的な形状を持つ面をCADを用いて作り出し、その2つの面のデータを合成することによって面の加工を行い、多様な形状のCGデータを作成できるようにする。

自然な形状の認識 自然な形状を覆う三角形をDelaunay Triangulation法¹⁾を修正することによって作成する²⁾。ここで問題になってくるのは、1つの三角形が3頂点とも同じ高さを持つ場合に、棚田現象が生じる(図2)ので解消を行う(図3)。この方法により自然な形状のCGデータを高速に作成することができる。

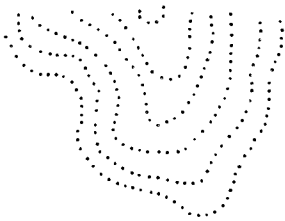


図1 節点(202点)

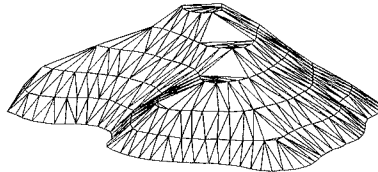


図2 自然な形状(棚田あり)

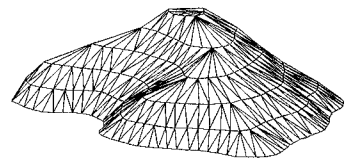


図3 自然な形状(棚田解消後)

形状の幾何学的特性を表すデータがない場合は近似曲面を用いて点を補間する事によって面を作成する。

4x4の格子状に並んだ点を基本とし曲面近似を行う。4つの近似関数の特徴を次に示す。

3次関数 ・領域の中央部のみを近似できる。・元のすべての点を通過する。

Lagrange補間 ・領域すべてを近似できる。・元のすべての点を通過する。

Bezier ・領域のすべてを近似できる。・元のすべての点を通過するとはかぎらない。

B-スプライン ・領域の中央部のみを近似できる。・元の点すべてを通過しない。・滑らかな面が作れる。

この4つの関数の選択はユーザーに委ねる。図4の曲面より乱数抽出した10x10の格子状の点(図5)を用いて、それぞれの関数で曲面近似を行う(図6, 7, 8, 9)。

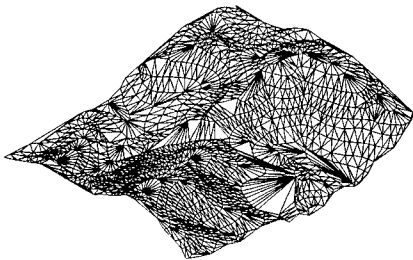


図4 元の曲面

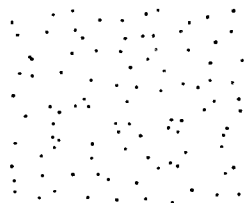


図5 10x10の格子状に並んだ節点

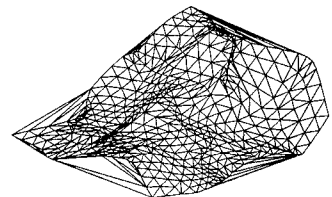


図6 3次関数による曲面近似

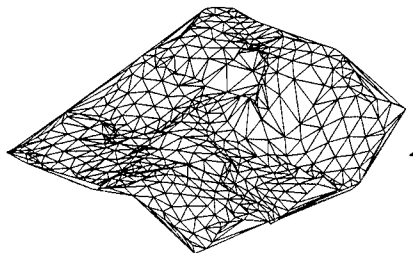


図7 Lagrange補間による曲面近似

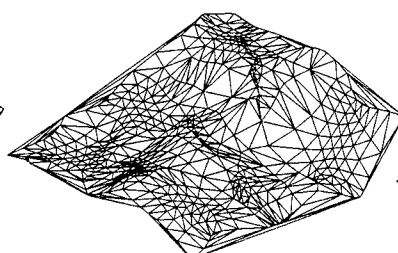


図8 Bezierによる曲面近似

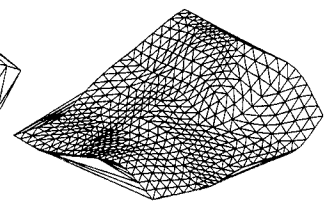
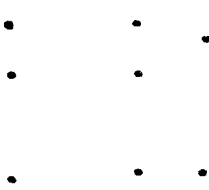
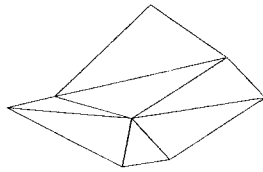


図9 B-スプラインによる曲面近似

入力データが極端に少なく曲面近似も行えない場合、近似曲線を用いて点を補間し、4×4の格子状の点にする。これは上記の4つの関数のうち、すべての点を通り、領域すべてを補間できるLagrange補間を用いる。この方法を用いて、8点(図10)より作成した面を図11に示す。



(1)節点



(2)メッシュ図

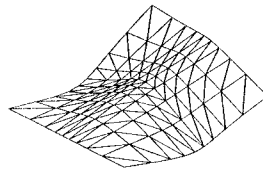


図11 近似曲面

図10 8点

人工的な形状の認識 人工的な形状を持つものの面の定義はCADで行う。そのとき、データの互換性、その後の加工の容易さを考慮して、まず、CADデータをDXFファイルに変換した後ですべて三角形のデータに変換して取り扱う。

データの合成・加工 自然な形状と人工的な形状、または同一の形状どうしを含む対象を取り扱う場合、データの合成が必要である。これは、すべてのデータが三角形の集まりなので、三角形の交差を考えることによって行うことができる。このとき、交線が必ずつながるように三角形分割を行う。図12の自然な形状と図13の人工物を合成して、図14のように合成する。

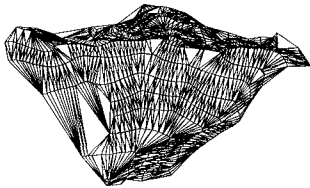


図12 自然な形状

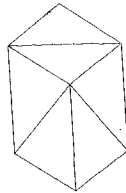


図13 人工的な形状

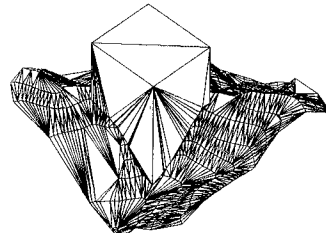


図14 合成後

結果 土木工学分野で取り扱う対象物の複雑な形状を点を用いて三角形で作成する方法を示した。まず、取り扱う対象の形状を自然な形状と人工的な形状の2つに分けて考える。自然な形状を持つもののうち、等高線データを用いて面を作成した。節点データが少ない場合には近似関数によって点を補間し、面を作成した。人工的な形状を持つものについてはCADで作成し、最後に作成された面を加工するために面の合成の方法を示した。以上の方法により土木工学分野で扱う複雑な形状のCGデータのほとんどを作ることができる。ここでは、例として土木施工の手順を示すシステムに応用した。このシステムが使えるようになれば、工事関係者などに工事内容や工法の説明・理解を容易ならしめ、工事段階の安全性の向上、工期の短縮に役立つと思われる。

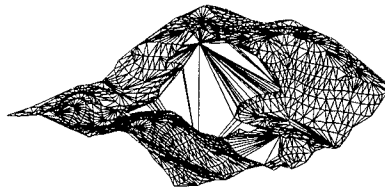


図15 切り土

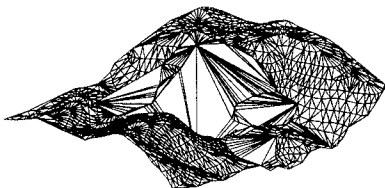


図16 盛り土

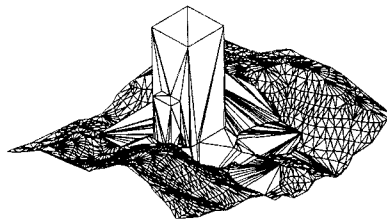


図17 土木構造物の設置

参考文献 1)谷口健男：FEMのための要素自動分割、森北出版、1992 2)谷口健男、横山信之、二宮功、小澤靖一：自然な地形上に位置する土木構造物のCGデータの生成、土木情報システム論文集, vol. 3, 1994, pp. 39-46 3)山口富士夫：コンピュータグラフィックによる形状処理工学[1], [2]、日刊工業新聞社、1982