

自然な地形上に位置する土木構造物のコンピューターグラフィックス

岡山大学大学院

学生会員 ○横山信之

岡山大学環境理工学部

正会員 谷口健男

東急建設情報システム部

正会員 二宮功

東急建設施工本部土木設計部

正会員 小澤靖一

第1節 まえがき 現在、多くの分野でCGがプレゼンテーションの道具として用いられている。しかし、自然物と人工物との組み合わせ、例えば自然な地形表面上に作られた土木構造物のCGデータの生成は今日多くの工学分野で有効に利用されているCADシステムでは取り扱いが困難である。本研究では前者を2次元Delaunay Triangulation¹⁾で、後者をCADを用いて生成し、それらのデータを組み合わせ、結合部を厳密に修正して、全体のCGデータを作り出す手法を提案し、その有効性を検討する。

第2節 地形表面の生成 本研究では入力データとして等高線上の節点座標と等高線の高さの間隔だけを用いて地形のCG用のデータを作成する方法を提案する。その手法としてはまず節点のx、y座標を用いて2次元Delaunay Triangulation²⁾を適用して領域を三角形分割する。ここで作成された三角形は幾何学的に正三角形に近いというだけなのでz座標を用いて作成された三角形を修正することによって三角形の辺によってすべての等高線を表現するようにしなければならない。

次に、等高線が凹型に湾曲しているところでは三頂点とも同じ高さの点で構成された三角形ができ、斜面なのに平面（棚田状）のようになってしまう。これはCG化したとき実際の地形表面と食い違ってくるので切り直す必要がある。その手法は、まず三頂点とも同じ高さの三角形の集合図1(1)の多角形abcdeのような図形を探し出す。この三角形群に点f、点gのようにまだ等高線の続きがあるとき、これは平面ではないので図1(2)のように切り直す。

作成された図を図2～3に示す。図2は棚田があり、図3は切りなおした図である。図2と図3を比較すると棚田が解消されたことがよく解る。

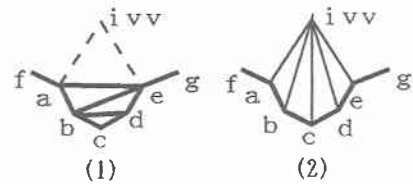


図1 棚田の解消

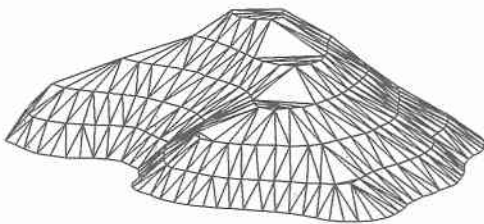


図2 地形表面（棚田有り）

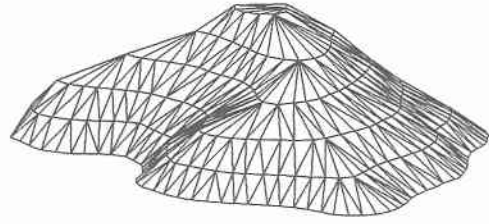


図3 地形表面（棚田解消後）

第3節 CADによる人工物の作成 人工物のCGは市販のCADを利用して容易に作成できる。しかし、地形と人工物の2つのCGを合成するにはそれらデータの統一が必要である。本研究では汎用性を高めるためにCAD側の

データを一度DXFファイルに変換する。なお、DXFファイルは簡単に他のCADシステムの書式に変換したり、またその逆も行えるので本研究ではこの方式を用いる。DXFファイルは三角形と四角形の集合である。また書式も文字と数字が混在している。これを地形のデータに合わせて、四角形は二つの三角形に分割し、表面を覆う三角形の集合のデータに変換して取り扱う。本研究では日本鋼管株式会社製のDesign CAD 2-D/3-D Ver. 3を用いてCADデータを作成した。

第4節 地形と人工物との結合 前述の第2節、第3節で地形表面と構造物のCG用のデータは作成できる。よってこの二つを合成すれば人工物と自然物の混合したCGができあがる。ここでは今までの画像処理システムでは表現が困難であった結合部分を正確に表現する。結合部分を正確に表現するには二つの結合部分の交線がいずれかの三角形の辺とならなければならない。そのため地形データと構造物データを結合するには、二つの図形の結合点を計算する必要がある。しかし、地形表面データも人工物データも三角形の集まりなので、これは二つの三角形の交線を計算することによって容易に求めることができるので、あとはそれぞれのデータに交点を補完して、交線を形成する二点が必ずつながるように元の三角形を再分割することによって二つの図形の結合部分を表現する。この場合元の三角形を壊さないように再分割を行う。地形とトンネルを合成した図を図4～図5に示す。図4は隠線処理を行った図で、図5は色を付けた図である。

第5節 あとがき 本研究ではDelaunay Triangulationを改良することによって地形表面のCGを簡便にしかも高速に作成する画像システムの構築を行い、そのCGにCADで作成した土木構造物のCADデータを合成することによって自然発生物を含んだCGを作成する手法を提案した。この手法がCGの作成に取り入れられれば、地形表面を含んだCG作成の作業工程が大幅に削減され、土木工学分野へのCADの導入に道を開くものと思われる。

参考文献

- 1) SLOAN, S. W. : A fast algorithm for computing in the plane. Advances in Engineering Software, Vol. 9, No. 1, pp. 34-pp55, 1987
- 2) 谷口健男 : FEMのための要素自動分割、森北出版, 1992, 9

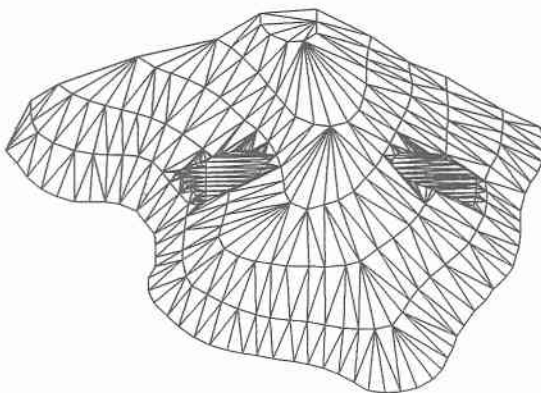


図4 地形とトンネル

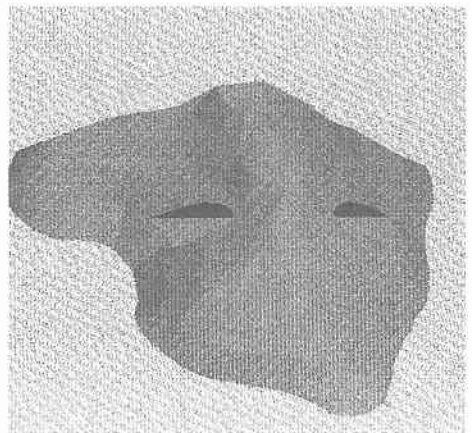


図5 地形とトンネル