

デジタルスチルカメラのCGへの応用

三井建設(株) ○森野 佳子
 三井建設(株) 高田 知典
 三井建設(株) 桜井 浩
 三井建設(株) 掛橋 孝夫

1. はじめに

筆者らは既に報告しているとおり、デジタルスチルカメラで得られたステレオ画像から解析写真測量技術を応用して地形等の3次元形状を求めることができるシステムを開発し、現在、造成工事を主な対象に新しい測量方法として、その適用性を評価検討すべくさまざまなケースについて実験を行い、十分評価できる結果を得ている。一方でこの形状計測システムは、画像を構成する各画素(ピクセル)それぞれについて3次元的な位置情報を属性データとして付加することができるため、従来の測量とはまったく別の新しい利用の方法が考えられる。そこで応用例の1つとしてCG(コンピュータグラフィックス)への応用を試み、現在評価検討を行っている。

2. CGの現状

現在、土木分野におけるCGの利用は、工事完了後の構造物等を設計当事者以外の第三者に分かりやすく説明する(プレゼンテーション)ということが主な目的であるが、設計結果がそのままCGへ連係されているかと言えば否定せざるをえない。本来ならCADで行った設計がCGと一体であるべきであろうが、CGを作成するためにはCG固有のデータ入力というのが3次元CAD上で必要となる。つまり、元の設計とは直接関係のない、いわば余計な入力(背景データの入力等)がCG作成には必要である。そして、そのデータ入力の困難さがCG作成における大きな問題である。コンピュータの演算能力やインターフェイスを含めた操作環境の良さといったことがこの問題に大きくかかわっているのは事実であろうが、複雑な構造物や背景データをいかに簡単に短時間で入力するかというような”入力の工夫”が必要である。

3. デジタルスチルカメラの諸元

デジタルスチルカメラは、写真をデジタルデータとして記録することのできる高解像度カメラである。このカメラは従来のカメラに比べ以下に示す点で優れた特徴を備えている。

- ・写真撮影後のフィルムの現像処理が不要である。
- ・コンピュータ処理する際に必要な写真のA/D変換が不要である。
- ・デジタル方式で記録するために経時変化による画質の劣化が生じない。
- ・デジタル方式で記録するためにコピーによる画質の劣化が生じない。

また、デジタルスチルカメラは従来のカメラとほぼ同様な操作方法で撮影することが可能であり、容易に撮影作業を進めることができる。図-1に本システム

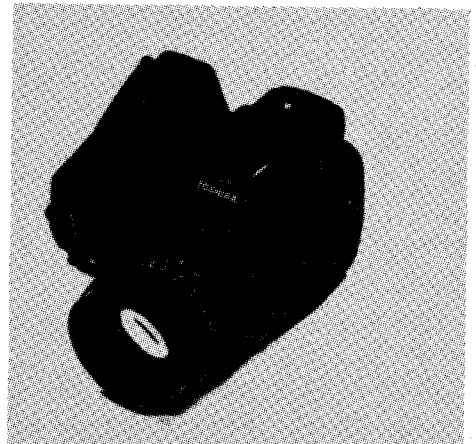


図-1 デジタルスチルカメラの外観

で用いているデジタルスチルカメラの外観、表-1に諸元を示す。

4. システム構成

本研究で開発した形状計測システムは「計測対象領域について、対象領域を観測することのできる地点から、職員が、携帯したデジタルスチルカメラによって計測（撮影）し、撮影したステレオ画像をEWS（エンジニアリングワークステーション）に引き渡すことにより、すみやかにその3次元情報（数値地形モデル）を算出することができる」システムである（図-2参照）。この形状計測システムによって対象物の3次元的位置情報が得られるわけであるが、同様の目的で使われる在来の測量儀と大きく異なる点は「画像情報」を同時に取り込むことができる点である。言い換えれば、画像を構成する1画素ごとに赤色(R)、緑色(G)、青色(B)の3原色の輝度情報および実空間内における位置情報を有する。以下に本システムの特徴、図-3にハードウェア構成を示す。

- ・短時間に対象物の形状を計測すること可能である。
- ・写真を撮影したカメラの位置とカメラの姿勢が判る。
- ・コンピュータ処理に必要な写真のA/D変換が不要である。
- ・対象物の3次元形状と色情報が得られる。

5. CGへの応用

従来、CGの製作、あるいは景観シュミレーションのための設計作業等においては、目的とする構造物は設計情報をもとにコンピュータ内に表現することができる。しかしながら、これらの対象物の周辺に存在する、いわゆる背景データの表現がきわめてやっかいな問題である。一般に用いられている方法としては、別途コンピュータ内に疑似背景データを人為的に作成したり、実際の地点から写真撮影した画像と、この視点に基づいて表示させたCG画像とを合成するといった方法がとられる。これに対して、本システムでは背景についてステレオ画像を撮影することによって、位置情報を持った画像データを得ることができるため、CGあるいはCADデータとのコンピュータ内部での3次元的な重ね合わせが容易となる。以下に本システムのCGへの応用例について示す。

表-1 デジタルスチルカメラの諸元

記録方式	フレームシフト方式
データ圧縮方法	サブサンプル及びADPCM
記録媒体	イメージメモリカード
記録枚数	12枚(標準), 6枚(高画質)
イメージセンサ	2/3インチ 40万画素 FIT-CCD
イメージセンササイズ	8.96×6.64mm
画像データ	RGB各8ビット/画素
画像構成	640×475画素
1画素のサイズ	0.0135mm
レンズ	F2.0, f:9~27mm

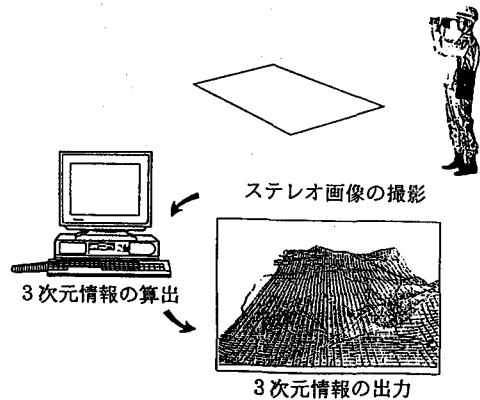


図-2 形状計測の流れ

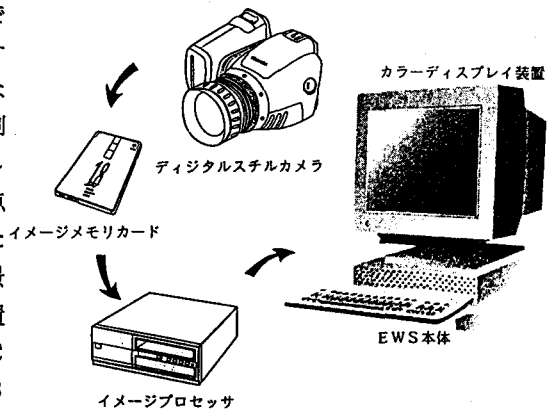


図-3 ハードウェア構成

(1) フォトモンタージュの作成

道路や橋などの構造物をCG化して、それを背景写真の中に組み込む、いわゆるフォトモンタージュを作成する際は、背景写真を撮影したカメラの位置情報とカメラの姿勢情報が必要である。従来方法によりカメラを用いて撮影された背景写真では、カメラの位置情報および姿勢情報を得ることは困難であり、フォトモンタージュを作成する際、カメラの位置情報および姿勢情報を試行錯誤しながら求めるといった作業が必要である。また、背景写真をCGと合成するために写真のA/D変換も必要である。これに対して、本システムではカメラの位置および姿勢情報を求めることが可能であるとともに、デジタルスチルカメラで撮影しているために写真のA/D変換が不要であり、フォトモンタージュの作成が容易に行うことが可能である。以下に本システムを利用したフォトモンタージュの作成手順を示す。

- 1) 構造物のCGの背景（対象領域）に基準点を3点以上設置する。
 - 2) 基準点が設置された対象領域をデジタルスチルカメラで撮影する。
 - 3) 撮影した写真を形状計測システムが構築されているEWSに入力する。
 - 4) 撮影された対象領域内の基準点の写真座標および地上座標を入力する。
 - 5) 基準点を基に空間後方交会によりカメラの位置および姿勢情報を求める。
 - 6) カメラの位置および姿勢情報を基に構造物のCGと背景写真を合成しフォトモンタージュを作成する。
- 以上の手順で作成したフォトモンタージュを図-4に示す。

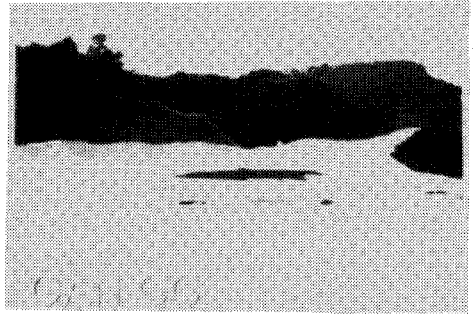


図-4 フォトモンタージュ

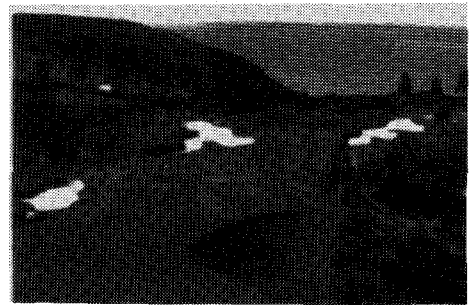


図-5 デジタルスチルカメラで撮影した
テクスチャによるCG

(2) テクスチャの作成

ゴルフ場等の景観図を作成する際、形状データは図面から入力することによって、芝やバンカー等はそれらにあったテクスチャを貼ること（マッピング）によって表現される。従来方法によるテクスチャの作成手順は以下の通りである。

- 1) テクスチャとして必要な芝やバンカー等をカメラで撮影する。
 - 2) フィルムを現像し焼き付け行う。
 - 3) スキャナーを用いて写真をA/D変換する。
 - 4) テクスチャとして使用できるように適当なヘッダ情報を付加して画像のフォーマット変換を行う。
- 以上のように、従来方法ではフィルムの現像・焼き付け、A/D変換が必要となるが、本システムが使用しているデジタルスチルカメラを使用することにより、これらが不要となりテクスチャが簡単かつ短時間に作成することが可能である。図-5にデジタルスチルカメラで撮影したテクスチャによるCGを示す。

(3) 背景データの作成

フォトモンタージュの作成で述べたように本システムは、写真撮影時のカメラの位置および姿勢情報を得

ることが可能であることからフォトモンタージュの作成は容易にできる。しかしながら、フォトモンタージュではカメラで撮影した際の視点からしか構造物を見ることができず、他の視点から見た構造物のフォトモンタージュを作成しようとした場合、新たに背景写真（画像）を用意する必要がある。そこで、本研究では本システムで得られる対象物の3次元情報とデジタルスチルカメラで得られる色情報を組み合わせることにより、背景写真（画像）ではなく背景データ（3次元情報と色情報を持ったデータ）の作成を試みた。

CGを作成する処理としては、モデリング処理とモデル化された物体の色等を決定するレンダリング処理がある。本システムにおけるモデリングおよびレンダリング処理は以下の通りである。

・モデリング

- 1) 背景データとなる対象のステレオ写真を撮影する。
- 2) 形状計測システムにより撮影した背景データの3次元形状を算出する。
- 3) 背景データとして必要な範囲を切り出す。
- 4) 算出された3次元情報（平面位置）は、地表面上では不規則な配列として求められるため、この不規則な配列の地上座標を規則的な配列（格子モデル）に変換する。
- 5) 変換された格子モデルをCG作成ツールに合ったオブジェクトファイルに変換（面や色の指定等）する。

・レンダリング

- 1) 変換された格子モデルの各点に対応する背景画像上の画像座標を算出する。
- 2) 得られた画像座標より各点の色情報を抽出する。
- 3) 抽出した色情報をCG作成ツールに合ったマテリアルファイルに変換する。

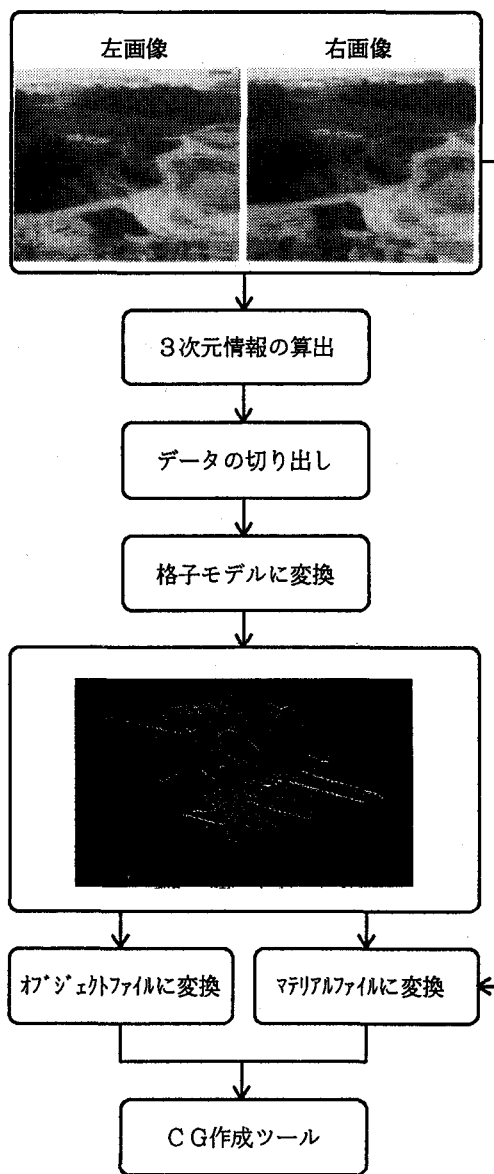


図-6 背景データ作成の流れ

6. おわりに

デジタルスチルカメラによる形状計測システムは、従来の測量方法としての利用以外にまったく新しい応用の可能性を秘めているといえる。ここに挙げたCGへの応用については現時点でまだまだ評価検討の段階であり、今後精力的に実現に向けて取り組んでいく予定である。また、CG以外についてもさらに新しい展開を検討していく所存である。

【参考文献】

シビルエンジニアリングシステム協会：土木CAD－現状と将来、ACES 22号、1992