

# コンピュータ・グラフィックスによる 景観シミュレーション

曾山 豊, 井上 紀宏

## 1. コンピュータ・グラフィックスによる 景観シミュレーションの必要性

景観シミュレーションは初期のごく簡単な形状が描かれさえすれば、後は利用者のイメージーションに頼ることで満足していた段階から、次第に画質に対する要求が厳しくなり、リアリティーの高度化がますます強く望まれるようになってきている。このような映像グルメ化に対応するため、近年、景観シミュレーションはコンピュータ・グラフィックス(Computer Graphics 以下ではCG)の発達、普及とともに急速にその用途を広げてきており、建築構造物を設計する際のプレゼンテーションや景観評価のためにCGが盛んに利用されている。また、電力会社では数多くの大規模構造物を有し、その建設の際には事前にその景観の評価を行なうことが大変重要なこととなっており、景観シミュレーションの必要性が認識されている。

## 2. 景観シミュレーションシステムの開発

筆者らのグループでは、電力分野における特有の巨大構造物である送電線鉄塔を例にいくつかの景観シミュレーションのための手法の考案とシステムの開発を行ってきた[1][2][3][4]。われわれの目的は電力会社における大規模構造物が自然景観に与える影響の評価を行なうための資料作成を目的とした景観シミュレーションシステムの開発である。また、他のグループによっても有意義な研究成果の報告がいくつかなされている[5][6][7]。

以下、第3章で合成技法による景観シミュレーションについて、第4章で航空写真と地形データ

そやま ゆたか, いのうえ としひろ  
中部電力㈱ 電力技術研究所

〒459 名古屋緑区大高町字北関山20-1

を利用するテクスチャマッピング技法による景観シミュレーションについて、第5章で両技法の特徴について述べる。

## 3. 合成技法による景観シミュレーション

電力分野で予想される景観シミュレーションでは発変電所や送電線鉄塔などの建設地点を想定すると、山岳地帯などの情景となり自然物と人工物の両者を必ず含むものとなる。送電線鉄塔は人工構造物としては高度なプラントなどと比べて単純なため、鉄塔の設計図をもとに3次元モデルは容易に作成できる。それは形状も正確で、かつリアリティーのある送電線鉄塔のCGとなる。

しかし、自然物については必ずしも満足のいく効果を実現する手法が確立しているとは言い難い。そこで、背景画像に実写真やビデオ画像を使用し、CGによる送電線鉄塔の3次元モデラーと背景画像との画像合成システムを開発した。本システムのプロットを図1に示す。以下では、写真を背景画像に利用する静止画合成システムとビデオ画像を背景画像とする動画合成システムについて述べる。

### 3.1 静止画合成システム

本節では、鉄塔モデラーと画像合成について概要を述

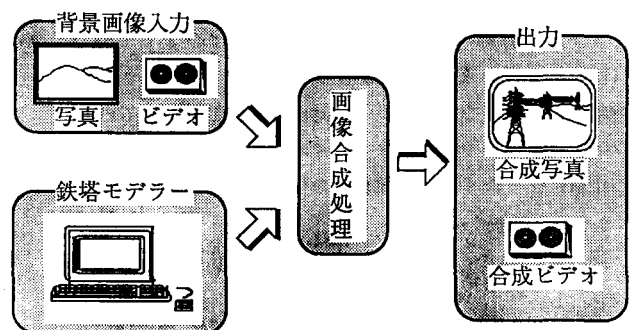


図1 合成技法による景観シミュレーションシステム概念図

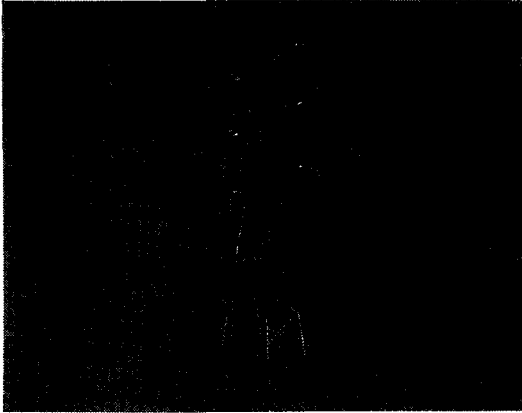


図 2 鉄塔モデラー作成による送電線鉄塔のCG

べる。

### 3.1.1 鉄塔モデラー

鉄塔モデラーは、送電線鉄塔の3次元モデルを簡便に作成するために開発した[1]。鉄塔本体部は実際の鉄塔の図面より会話的に寸法を入力することにより作成される。碍子については本体部に比べ相対的には小さいものであるにもかかわらず形状が複雑でモデリングに労力を要するのであらかじめモデル化し登録しており、煩わしいモデリングを必要としない。また、送電線については、耐張型碍子を利用した場合のカテナリー角度や鉄塔間での弛み具合など計算して描かれる。鉄塔モデラーにより作成した送電鉄塔を図2に示す。

### 3.1.2 画像合成

送電鉄塔建設のための景観シミュレーションについて静止画では、鉄塔の3次元モデルと建設予定地の背景写真との整合を地図情報を加味して行ない、霞効果を含めた画像合成が行なわれる[2]。合成の前処理として2次元情報である背景画像に奥行き値を与える。これにより送電線鉄塔の下部が前面の山に隠れるなどの合成が行ないリアルさが増す。また霞効果は、天候のあまりよくない日の背景写真や遠方に鉄塔が配置されている場合など、背景写真に比べて鉄塔が鮮明に見えず不自然になるのを防ぐ。霞効果の度合いはカメラの撮影点から鉄塔までの距離により決まる。画像合成の例を図3に示す。

### 3.2 動画合成システム

動画合成の手法は基本的には静止画合成の技法を発展させたものである[3][4]。静止画合成で述べた鉄塔モデラーと画像合成は、動画合成においても利用している。画像合成では、背景画像を撮影する際のカメラの位置な



図 3 静止画合成技法による画像合成例

どと計算機によって建築物の画像を作成する際のそれらと一致させ、整合性をとる必要がある。これは、実写の撮影条件によりカメラの位置や撮影方向などのパラメータを求め建築物モデルがいかに見えるか計算してCGの画像を作成するためである。しかし、カメラの位置や方向などのパラメータが逐次変化する動画像では、この手法を適用する場合には1コマごとにこの整合性をとる必要があり、多大な労力を要する。そのために動画像にもとづく合成技法は従来は敬遠されてきた。また、本システムで使用するビデオは路上を走る車上から撮影したものであり、耐震台などの特殊な装置は一切使用していない。そのためビデオ画像には、車の進行による動きのほか路面の凹凸による揺れ、車のサスペンションによる揺れなども含まれることを考慮に入れなくてはならない。そこで、本システムでは、ビデオ画像からカメラの位置などを比較的簡易な手法で自動抽出し、かつ、背景のビデオ画像と設計図面から構成した建築物の3次元像を矛盾なく合成する方式を開発し、効率的な合成ビデオの作成を可能にした。さらに、送電線鉄塔の建設に応用した場合、本システムによって作成された合成ビデオは静止画では得られなかった情報を有しており、構造建築物の景観に与える影響を事前に評価するのに有効であることが実験的に確かめられた。

図4に動画合成システムの構成を示す。また、図5に作成した合成ビデオの一部を示す。作成した合成ビデオは全部で711コマ(24秒弱)、1コマは640画素×480画素で、各画素の濃淡値はRGB各8ビットである。

## 4. テクスチャマッピング技法による景観シミュレーション

筆者らのグループでは画像合成とは異なるアプローチ

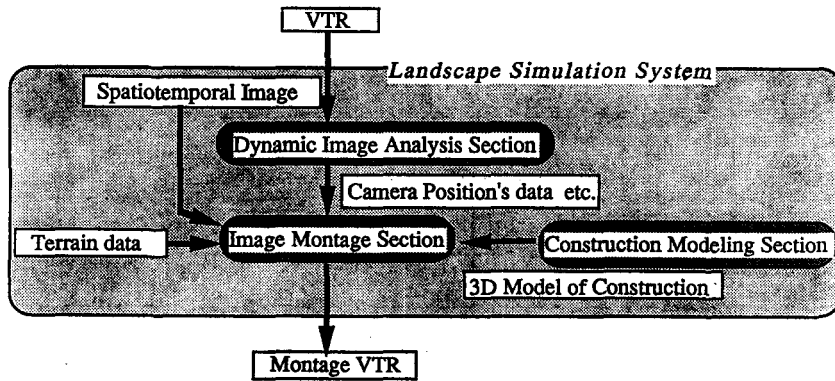


図 4 動画合成システムの構成図

として地図情報をもとに作成した山岳形状に航空写真をマッピング(貼り付け)し,その上に送電線鉄塔を配置し,景観シミュレーション用のCGを作成する手法を開発した[8].この手法における大きな問題は地形図情報と航空写真の正確な位置合わせである.しかし,別途に測量用の複数枚の航空写真から画像処理により地形情報を作成するシステムを開発しており,その成果を導入することにより克服した.このシステムは地形図情報を提供するだけでなく,システムの中に地形図と完全に対応のとれた航空写真を有しているため,これらを融合した写真地図などの新しいメディアを提供できる.ここでの鳥瞰図としての利用もその一例である.図6に鳥瞰図を示す.

また,本手法はすべての情報を3次元として有している特徴がある.前述の画像合成に比べ背景のリアルさには欠けるものの任意の方向からの景観シミュレーションが可能となる.たとえば,送電線ルート沿いに飛ぶ飛行機から送電線および鉄塔がいかに見えるかなどのアニメーションを容易に作成できる.図7に作成したアニメーションの数シーンを示す.この機能は景観シミュレーション

のみでなくルート選定の際の検討資料としても利用可能である.

## 5. 両技法の長所・短所

本章では合成技法とテクスチャマッピング技法による景観シミュレーションの長所・短所について述べる.

合成技法についての長所はそのリアルさである.送電鉄塔のように背景となるまわりの風景が自然情景である場合,樹木などのモデリング技術がまだ確立していない現在では,背景に実写真もしくはビデオを利用することは有効である.反面,合成技法の短所としては,当然のことながら背景を撮影した位置からの景観シミュレーションしか行えない.また,背景画像は奥行き情報をもたないので,合成の際に奥行き情報は手入力する必要がある.

テクスチャマッピング技法の長所はこの手法が地形データと建築物の3次元モデルを有しているため,任意の視点からの景観シミュレーション用のCGを生成できるところにある.しかし,航空写真をもとの画像データ



図 5 動画合成技法による合成ビデオの例(一部)

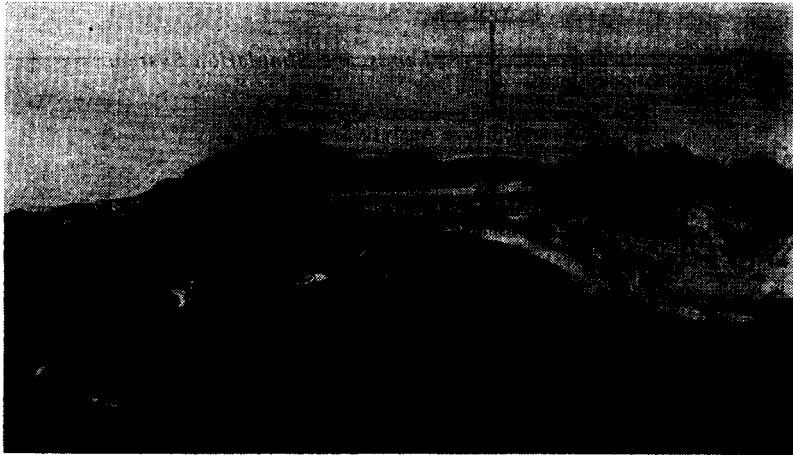


図 6 鳥瞰図作成例

としているので視点が地上近くなるとその荒さが目立ち満足のゆく結果は得られなくなる欠点がある。

両技法の長所・短所を考え合わせると、合成技法は景観シミュレーションの必要性が高く、その評価地点が既知である地点での利用が考えられ、用地部門などでの活用が期待できる。また、テクスチャーマッピング技法は、試行錯誤性に富んでいるため設計部門などでの利用が考えられる。

## 6. まとめと今後の展望

本稿では、当社で開発している景観シミュレーションシステムについてその概要を報告した。

合成技法による景観シミュレーションでは静止画合成と動画合成の2つの技法について述べた。

静止画合成では現在人手により写真の上に建築物を描いているが、これをCGを利用することにより、より正

確にそしてリアリティーのある画像を作成することができるようになった。

動画合成は1コマごとにこの整合性をとる必要があり多大な労力を要するために敬遠されてきた。そこで、ビデオ画像からカメラの位置などをオプティカルフロー（画面上の物体の見かけ上の動き）から比較的簡易な手法で自動抽出し、かつ、背景のビデオ画像と設計図面から構成した建築物の3次元像を矛盾なく合成する方式を開発し、効率的な合成ビデオの作成を可能にした。また、実際の送電線鉄塔に適用した結果、動画像による景観シミュレーションによって静止画では得られなかった情報、すなわち構造物がどのあたりからどのような形で見え始め、かつ、どのように変化していくかなどの情報が得られ、建築物の景観に与える影響を事前に評価するために有効であることが確かめられた。

テクスチャーマッピング技法による景観シミュレーション

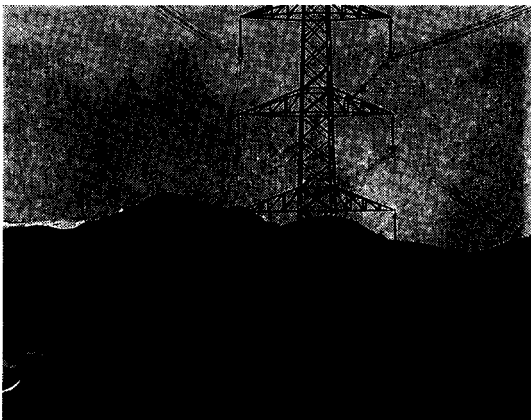


図 7 アニメーション作成例（一部）

ョンでは、広範囲にわたる地域の景観シミュレーションを試行錯誤しながら検討していくことが可能なため、特に設計部門などでの利用が有効であることが確かめられた。

現在は、合成の際に必要な奥行き値の計測をモーション・ステレオ等で行なうことやビデオなどの時空間画像から景観シミュレーションのための簡易な地形モデルを作成するための研究を進めている。

[謝辞] 静止画合成システムは中部電力㈱(現所属)コンピュータ・テクノロジー・インテグレイタ)の松田信之氏の研究によるものである。本研究の全体にわたる共同研究者であるダイキン工業㈱の平野徹氏、高島純氏、石淵耕一氏、また、テクスチャーマッピング技法による景観シミュレーションにおいて地形情報作成システムの共同研究者であり地形図データを提供していただいたアジア航測㈱の嶋本孝平氏、広田智佳郎氏、内田修氏に感謝いたします。日頃、ご討論していただく鳥脇純一郎教授をはじめとする名古屋大学工学部情報工学科鳥脇研究室の皆様、および、本研究の機会を与え、ご助言いただいた中部電力㈱電力技術研究所の皆様感謝いたします。

### 参 考 文 献

[1] 松田信之, 田中庸平, 高月利治, 高島純, 石淵耕一, 平野徹: “電力分野における画像処理技術の応用(その1)—鉄塔モデラーの開発—”, 情処第38回全大, pp. 705-706 (1989)

[2] 高島純, 宮脇隆志, 平野徹, 松田信之, 志澤通正, 田中庸平: “電力分野における画像処理技術の応用(その2)—画像合成システムの開発—”, 情処第38回全大, pp. 707-708 (1989)

[3] 石淵耕一, 高島純, 平野徹, 曾山豊, 志澤通正, 井上紀宏: “動画像処理技術を用いた景観シミュレーション”, 第6回NICOGRAPH論文コンテスト論文集, pp. 329-334 (1990)

[4] 岡本敬, 石淵耕一, 高島純, 平野徹, 曾山豊, 志澤通正, 井上紀宏: “高精度な動画像合成による景観シミュレーション”, 第7回NICOGRAPH論文コンテスト論文集, pp. 260-267 (1991)

[5] 中前栄八郎: “景観シミュレーション”, 情処研報, 89, 64, pp. 1-7 (1989)

[6] Nakamae E., Harada K., Ishizaki T. and Nishita T.: “A montage method: The overlaying of the computer generated images onto a background photograph”, Computer Graphics, 20, 4, pp. 207-214 (1986)

[7] Kaneda K., Kato F., Nakamae E. and Nishita T.: “Three dimensional terrain modeling and display for environmental assessment”, Computer Graphics, 23, 3, pp. 207-214 (1990)

[8] 曾山豊, 嶋本孝平, 石淵耕一: “航空写真を利用した地形図データの半自動作成および景観シミュレーションへの利用”, 平3電学全大, 13-p. 70 (1991)

### 会 合 記 録

7月10日(金)	会員増強委員会	7名
7月13日(月)	庶務幹事会	7名
7月16日(木)	研究普及委員会	9名
7月20日(月)	理事会	16名
7月21日(火)	編集委員会	13名
7月30日(木)	表彰委員会	7名

#### 第2回理事会議題 (4.7.20)

1. 平成4年度第1回理事会議事録の件

2. 入退会の件

3. 会員増強の件

4. 平成4年度春季支部長会議開催報告・議事録の件

5. 第1/四半期収支計算の件

6. 春季研究発表会・第27回シンポジウム終了報告の件

7. 本部定例講演会(第1回・第2回)終了報告の件

8. 研連シンポジウム終了の件・秋季研究発表会中間報告の件

9. 平成5年度春季研究発表会の件

10. 丸の内OR研究会の発足について