

【研究室紹介】



研究室紹介

● 研究室紹介 ●

VASC (The Vision and Autonomous Systems Center) Robotics Institute, Carnegie Mellon University

慶應義塾大学理工学部

齋藤 英雄

1. はじめに

カーネギーメロン大学（米国）のVASC (The Vision and Autonomous Systems Center, <http://www.ri.cmu.edu/centers/vasc/>) は、金出武雄教授を中心とする研究グループであり、筆者は1997年8月より2年間の予定で在籍している。

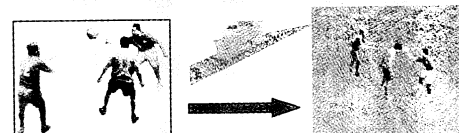
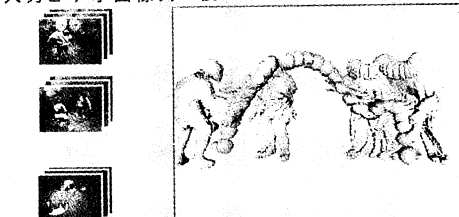
本稿では、VASCで現在行われているコンピュータビジョン技術に関する多くの研究プロジェクトのうち、現実世界を仮想世界で扱うことを目的にした研究について紹介する。

2. Virtualized Reality

複数のカメラにより撮影される映像から、動きのあるイベントの3次元情報をまるごと仮想空間に取りこみ、これをそのままコンピュータグラフィックスにより表示する「Virtualized Reality (仮想化現実)」と名づけた研究 (<http://www.cs.cmu.edu/~virtualized-reality>) である。これを実現するために開発したシステムでは、多方向に取りつけたカメラにより対象シーンを撮影し、これらの多視点画像のおのおのについてステレオマッチングを行い距離画像を作

成し、多視点の距離画像を融合することにより対象シーンの3次元形状の立体再構成を行う。そして、再構成された形状と入力多視点画像のテクスチャ情報を融合して、対象形状を3次元モデルとして表現し、この3次元モデルから任意視点画像を作り出すものである。図1に、このシステムにより合成された任意視点画像列を示す。ここでは、入力シーンには実際には存在しない仮想物体として、人物の存在している建物のモデルを仮想的に作成しておき、このモデルと実際のシーンに登場する人物の形状モデルを合成して表示している。

入力ビデオ画像列 復元された3次元形状の時系列



合成した任意視点画像 仮想物体（建物）と融合した任意視点画像

図1 Virtualized Reality により合成された任意視点画像と仮想物体との合成例

上記の処理は、全てがコンピュータにより自動的に行われるが、その計算量が膨大であるため、現実のイベントを記録して、後で再現するような応用には有効であるが、臨場感通信システムのように、リアルタイムでの応用は今のところ困難である。そこでVirtualized Realityのリアルタイム応用を目指して、3次元再構成処理を簡略化し、更に入力に用いるカメラの個数を減らすことにより、3次元形状再構築結果をリアルタイムで得ることのできるプロトタイプシステムを構築した。ここでは、シーンの3次元復元

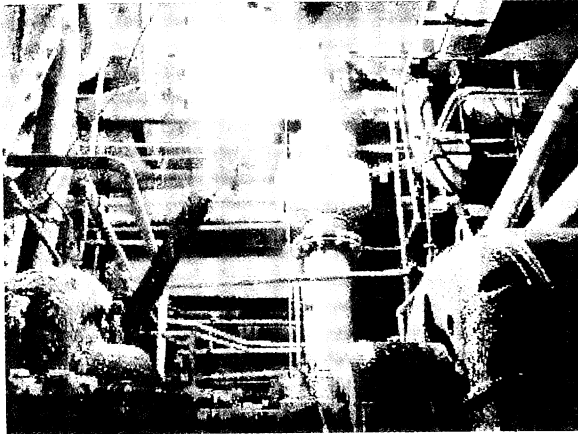


図3 レーザ3次元スキャナによるモデリング例

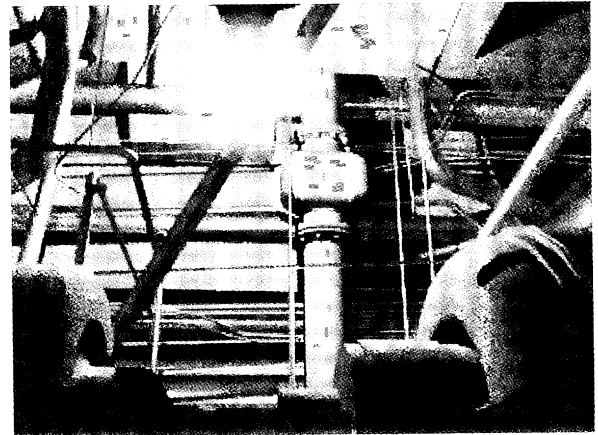


図2 VTR画像からのモデリング例

からその結果の画面表示までを毎秒約10～15フレーム程度の速度で行うことができている。

さらに、Virtualized Realityの通信への応用を目指して、マルチカメラシステムからの映像を、ギガビットの高速ネットワーク回線を用いて伝送する実験が、NGI (Next Generation Internet) プロジェクトの一環として行われている。この実験システムでは、48台のカメラの映像を12台のPCに搭載したMPEGエンコーダからのデジタル映像を、ギガビットネットワークを通して、受信側でリアルタイムで観察することができる。

3. 大規模構造物のモデリング

上記のVirtualized Realityシステムでは、対象とする空間をカバーするように多くのカメラを設置するので、例えば、建物のように大規模な構造物を仮想環境に取り込むことは困難である。このような対象については、撮影者がVTRを手を持って対象物の周囲を動きながら撮影した画像列を入力とした形状復元を行えば、これを仮想環境に取りこむことができる。

図2は、VTRで撮影された画像列から、建物の形状をモデリングした例を示す。

(<http://www.ius.cs.cmu.edu/IUS/mbvc0/www/modeling.html>)

この3次元情報の復元は、入力画像列の各フレームから特徴点を自動的に抽出・追跡し、この情報から対象シーンの形状とカメラの位置と姿勢を安定に推定できる手法として提案された因子分解法に基づいている。

一方、大規模な複雑形状物体のモデリングのために開発したレーザ3次元スキャナを用いると、図3に示すように、工場の配管のように複雑な構造も正確にモデル化することができる。この図では、左の実画像に対して、右がモデリング形状から合成したCG画像である。



4. VSAMにおける仮想世界と現実世界の融合

Visual Surveillance and Monitoring (VSAM) プロジェクト (<http://www.cs.cmu.edu/~vsam>) は、カメラ等により得られる視覚情報を用いて、重要な施設などの内外環境の監視とモニタリングを行おうという研究プロジェクトである。このように、一見すると、あまり仮想世界との関連が無さそうに見えるところでも、コンピュータビジョン技術により現実世界と仮想世界が結び付けられている。

この研究プロジェクトでは、入力画像の認識により得られる現実の情報を仮想世界を融合表示することにより、より効果的な監視・モニタリングシステムを構築した。図4は、VSAMプロジェクトで構築した監視システムからの仮想モデル表示である。あらかじめ地形の形状データをコンピュータに持たせておき、形状データから合成した仮想モデル上に、カメラからリアルタイム処理により得られた移動物体の抽出と認識結果を表示している。なお、この時、カメラは移動物体に追従するようにズーム、視線が自動的に変化するが、このズームや視線を入力画像から推定し、この推定値からカメラと同じ視点からの画像を仮想モデルから合成し、これに抽出・認識結果を合成している。

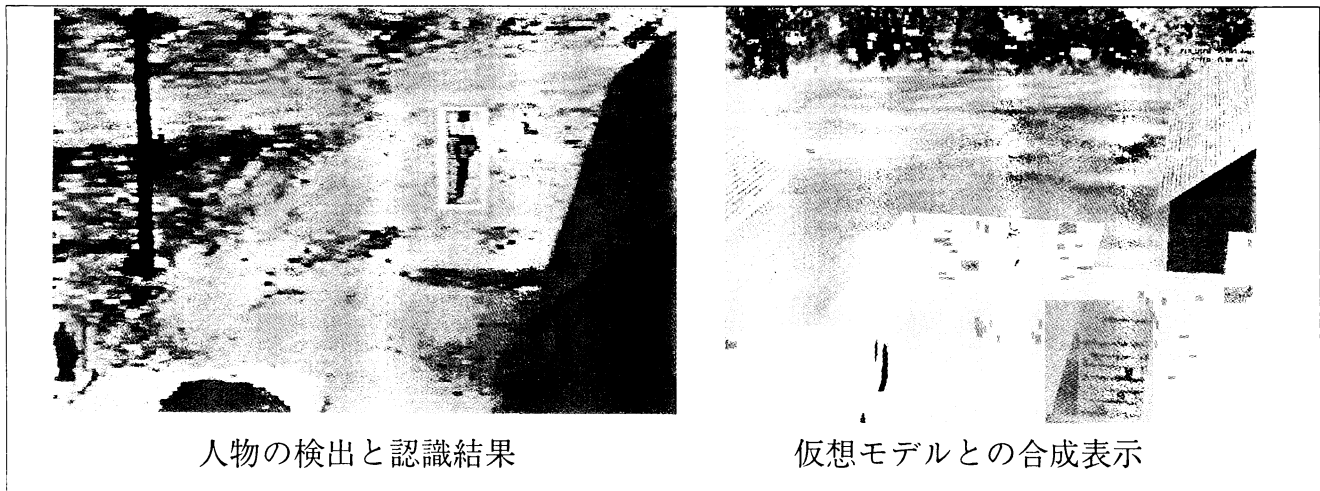


図4 VSAMシステムの検出と認識結果およびその仮想モデルとの合成表示

5. おわりに

筆者が在籍しているCMUのVASCにおいて、金出武雄教授を中心に行われている、コンピュータビジョンによる3次元形状復元技術を、実環境の仮想環境の自動入力や実環境と仮想環境の融合に応用するための研究例について紹介した。このように、バーチャルリアリティへのコンピュータビジョン技術の応用は、最近の新しいパラダイムの一つであり、今後の発展が楽しみである。

【謝辞】 本原稿の内容についてご意見を賜り、さらに図をご提供くださいました、金出武雄教授に感謝致します。

● 研究室紹介 ●

Electronic Visualization Laboratory

University of Illinois at Chicago

今井朝子 (東京大学)
 Thomas A. DeFanti (イリノイ大学)
 Daniel J. Sandin (イリノイ大学)
 Maxine D. Brown (イリノイ大学)
 Jason Leigh (イリノイ大学)

1. EVLの構成

イリノイ大学シカゴ校 (アメリカ) のElectronic

Visualization Laboratory (EVL) は、Thomas A. DeFanti 教授と Daniel J. Sandin 教授を中心とした研究室で、バーチャルリアリティと実時間インタラクティブ・コンピュータグラフィックスの研究を行っている。主な構成員は大学院生で、著者も1998年までその中の一人であった。EVLはアメリカで初めて工学部と、芸術・デザイン学部という2つの異なる学部によって正式に運営された研究室である。そして、芸術と工学の手法を取り入れて新しい領域を切り開いてきた。数年前からは、イリノイ大学アーバナシャンペーン校にある National Center for Supercomputing Applications (NCSA) のコンピュータサイエンティスト、数値計算の専門家、更に、Argonne 国立研究所の数学・コンピュータ部門と協力して、科学計算のためのバーチャルリアリティ (VR) 技術や道具を、集め、維持し、配り、評価を行っている。

2. EVL と Tele-Immersion

EVL は、1992年にCAVE、1995年にImmersaDesk バーチャルリアリティ表示装置を発表して注目を集めた。現在は、Tele-Immersionの研究を主に行っている。Tele-Immersionの技術を使うことによって、遠隔地にいるユーザは、Tele (遠い) -Immersion (没入) という言葉どおり、コンピュータが提供する共同空間を使って実時間データを共有することができる。この技術を開発することによって、世界中に散らばっているユーザは、高速通信網を使って共有されるバーチャル環境の中で、あたかも同じ部屋の中で作業するように、共同作業を行うことができるようになる。EVLの研究対象は、Tele-Immersionの研究を核として、サイエンティフィック・ビジュアライゼーション、理工学分野の新しい教育方法、情報の可視化、分散コンピューティング、人間とコンピュータのインタフェース、