

特集「大量カメラとネットワーク」の発行に寄せて

和田 俊和[†] 内海 章^{††}

1. はじめに

コンピュータビジョンとイメージメディア研究会では、2002年1月研究会で、オーガナイズドセッション「大量カメラとネットワーク」を企画し、多数のカメラで撮影した複数画像の解析アルゴリズムとそれを実現するシステムにおける通信方式、および応用システムなどに関する発表と活発な議論が行われた。本特集号「大量カメラとネットワーク」は、これらの発表と議論、および一般投稿をもとにして編集されたものである。

従来の単眼視、ステレオ視では、人間の視覚機能の内省や生物の視覚系のアナロジーから、処理方式を考えることができた。しかし、大量カメラの場合は（昆虫の複眼のようなケースを除けば）そのような視覚系を持つ生物が存在しないことから、生物の視覚系で行われていることを模倣するわけにはいかない。このようなこともあり、多数のカメラをどのように利用し、何を實現するかについては意見が分かれるところであるが、上記セッションでの発表を概観すると、以下に述べる3つの視点が見えてくる。

まず、大量カメラを用いたシステムは以下の2通りに分類することができるという。

- 大量のカメラを持つ単一システム
- 単一もしくは数個のカメラを持つシステムが複数

個集まり構成されたマルチエージェントシステム前者の場合、大量の映像情報が一台のコンピュータに集中するため、入出力バスのボトルネックが問題となり、スケーラビリティのあるシステム構成が困難になる。この問題に対処するために、複数台のコンピュータを用いた並列処理手法が研究され、さらに、視点や映像がカメラごとに異なることに対処するため、映像データを処理する個々のコンピュータに自律性を持たせたマルチエージェントシステムが研究されるようになってきた。このような処理方式の変遷の中で、「通信」あるいは「ネットワーク」が果たす役割が大きくなり、それが「大量カメラ」と並んで本特集のキー

ワードの1つになっている。

次に、大量カメラを用いるうえでの主な技術的困難さは、1)大量カメラのカメラキャリブレーションをいかに行うかということと、2)撮影もしくは処理時刻のずれにいかに対処すべきか、という2点に要約されるといえる。これらは、空間的・時間的キャリブレーションの問題と呼ぶこともできる。これに関しては、巧妙なキャリブレーション手法や、フルキャリブレーションを行わなくてもよい手法など、興味深い手法が提案されている。

最後に、どのようなタスクが大量カメラを用いることと最も整合性がよいかを今の時点で語ることはできないが、撮影方式とタスクの間には次に述べるような関係があるといえる。すなわち、対象追跡や形状復元、あるいは対象の任意視点映像の生成などのタスクには、対象を周囲から撮影する「視線集中型撮影方式」が適しており、ロボットの位置決めや全方位画像の生成などには一視点から周囲を撮影する「視線分散型撮影方式」が適している。

これらの視点から見ても、本特集号で採録した論文には十分な多様性があり、かつ、優れた内容を持つものばかりである。このことは以下に示す採録論文の概要からも理解できるはずである。

2. 採録論文の概要

本特集では、総合論文3編、一般論文5編の計8編の論文と1編のテクニカルノートを採録した。以下それらの概要について順に示す。

有田、花田、谷口氏による「分散並列計算機による実時間ビジョン」では、大規模な分散視覚システムにおいて特に重要となるレイテンシの問題を解決するために提案されたストリームデータ転送機構を中心に、PCクラスタを用いた実時間多視点ビジョンシステムであるRPVについて解説してもらった。分散視覚システムでは各ノード間で大量の画像データの転送が必要となることが多く、大規模システムではシステム全体のレイテンシが大きくなってしまふ。筆者らのシステムでは、データ送信の粒度を下げることでこの問題の解決を図っている。9台のカメラを用いた視体積交差法の実装による性能評価結果から、提案方式の有効

[†] 和歌山大学システム工学部

^{††} ATR メディア情報科学研究所

性が示されている。

中澤，日浦，加藤氏による「分散協調型対象追跡システムの設計に関する考察」では，実時間物体追跡を目的としたマルチエージェントシステムを分類し，それぞれの特徴についてまとめている．分散視覚システムでは，各ノード（観測ステーション）間の情報共有，資源配分について様々な方式が考えられており，システムの設計のためには，各方式の利点，問題点の理解が重要である．本論文では，各エージェントの行う画像処理，複数エージェント間の情報・資源共有，エージェント間の通信方式，観測戦略などを軸として，それぞれの手法の持つ特徴について論じている．

斎藤，木村，矢口，稲本氏による「射影幾何を利用した多視点画像からの中間視点映像生成」では，多視点システムの代表的なアプリケーションの1つである任意視点映像の生成法について解説している．通常，物体の3次元復元を行うには，対象空間のユークリッド座標系に対して各カメラを強校正する必要があるが，それが多視点システムの運用上大きな制約となるが，著者らはカメラ間の射影幾何学的な関係を基礎行列として求めることで得られる射影グリッド空間上で対象物体を再構成し，強校正を行うことなく，中間視点画像を生成する手法を提案している．

岡谷，久保田，出口氏による「カメラモデルの段階的切り換えによる多視点カメラシステムのセルフキャリブレーション」では，パラメータ推定の非線型最適化過程に初期値を与える際に，正射影と弱透視投影の2つの線形カメラモデルを用い，レンズ歪みを含む透視カメラモデルへと段階的に変化させることで，徐々に推定精度を高める手法を提案している．それにより，セルフキャリブレーションを安定化させることに成功している．

遠藤，谷川，広田，廣瀬氏による「超多眼カメラによる全天周画像の再構成」では，焦点を共有しない多数のカメラ映像から，単一焦点による全天周画像を再構成する手法を提案している．提案手法では，全天周方向に向けて配置した多数のカメラによる同期撮影映像から，光線空間を再現し単一焦点の映像を生成する．カメラを互いに離して設置できることからカメラや撮影者の映り込みを避けることができ，実用性の高い手法であるといえる．実際，自動車に搭載したカメラを用いた実験により実環境に適用可能であることを示している．

延原，和田，松山氏による「弾性メッシュモデルを用いた多視点画像からの高精度3次元形状復元」では視体積交差法によって得られた形状を初期値とする弾

性メッシュモデルを変形させ，形状復元の高精度化を図っている．弾性メッシュを photo consistency 制約，シルエット保持制約，単純閉局面制約という3つの条件を満たしながら変形させ，立体形状を推定する．人物像を対象に，高精度な復元が可能であることを示している．

浮田，松山氏による「能動視覚エージェント群による複数対象の実時間協調追跡」では，ネットワークに接続された複数の能動視覚エージェントによって動的環境下における複数対象の同時追跡を行う際の，協調動作を計画するための3層構造のアーキテクチャを提案している．各能動視覚エージェントが状況に応じて適応的に役割分担を行いながら，全体として複数対象に対する追跡処理を達成している．

今井，八木，谷内田氏による「全方位画像列の記憶に基づくロボット誘導」では，あらかじめ既知ルートにて撮影された多数の全方位パノラマ画像列を記憶しておき，入力画像と比較することによってロボットの位置推定を行う手法を提案している．全方位画像の水平線成分だけを効率的に記憶することで，記憶容量の削減と計算コストの低減を図っている．動的輪郭モデルを採用して記憶画像列から入力画像パターンを探索するなど，実用性の観点からの工夫もされている．

棚橋，王，丹波，山本氏による「全方向ステレオシステム(SOS)を用いた複数イベントの同時検出」は，著者らが開発した全方向ステレオシステム(SOS)による空間イベントの抽出法を提案している．全方向ステレオシステム(SOS)は，20個の3眼ステレオユニットから構成され，全方向のカラー画像とステレオ画像対を実時間で取得できる．本論文では，カラー画像による背景差分とステレオ画像対から得られる視差画像による背景差分の2種類の方法でイベントを抽出し，精度評価を行っている．

3. おわりに

本特集号に掲載した論文には，カメラキャリブレーションや同期の問題に関する基礎的な研究から，物体追跡，映像生成などの応用的な研究まで大量カメラシステムに関する話題が幅広く含まれており，当該研究分野の現状が一望できるものになったと考えている．

ビジョン/映像システムに対する高精度化・高品質化の要求とカメラ・計算機のコスト低下が相まって，多視点システムは今後ますますその重要度を増し，応用の裾野を広げていくと思われる．本特集号が，これからこの分野にチャレンジしようとする研究者の方々の参考になれば幸いである．

最後に、優れた論文をご執筆いただいた著者の方々、
多忙にもかかわらず査読にご協力いただいた査読委員
の皆様、本企画について多くのご助言をいただいた編
集委員ならびにオーガナイズドセッションの企画・運

営にご協力いただいた CVIM 研究会運営委員の皆様、
また発行に向けてご尽力いただいた情報処理学会の渡
辺様、CVIM 事務局の斉木様に深く感謝いたします。
