

全方位ビジョン

八 木 康 史[†]

1. はじめに

周囲 360 度の視野映像を対象とした全方位視覚ならびにパノラマ視覚の研究が、コンピュータビジョン分野で行われるようになってから約 15 年の歳月が経った。最近では、2000 年 1 月台湾で開催されたコンピュータビジョンに関するアジア会議 (ACCV)、2000 年秋開催の IEEE 主催 IECON2000 ならびに IEEE/RSJ 主催 IROS2000 など、国際会議におけるオーガナイズドセッションや CVPR2000 併催の全方位ビジョンに関するワークショップなど全方位視覚に関する企画が相次いでいる。筆者が全方位視覚研究をスタートさせた 1988 年頃と比較すると、年間の関連発表論文件数も数十倍に増え、全方位関連のビジネスも、すでに国内外含め十数の企業で立ち上がっている。21 世紀を迎え、全方位ビジョンは確実に研究・産業における重要分野の 1 つに成長している。

このようななかで CVIM 研究会においても、2001 年 1 月「全方位ビジョン」に関するオーガナイズドセッションを開催し、この分野の現状と将来像に関する講演と討論を行った。本特集号は、このオーガナイズドセッションと連動した形での企画である。したがって、これまでの特集号とは異なり、一般投稿による研究論文のほかに、この分野のこれまでの歩みと最近の話題をまとめた解説論文、そしてこの分野の発展に寄与してきた研究グループの研究を総括的に記述した総合論文の 3 部構成からなる。

2. 「全方位ビジョン」特集号

大阪大学の八木康史と奈良先端科学技術大学院大学の横矢直和氏による解説論文では、過去十数年間の全方位ビジョン研究の流れを、全方位・パノラマ映像を獲得するためのセンサ開発ならびにそれらのセンサを用いた応用という観点から概説している。2000 年度までの研究は、この論文を参照することでほぼ知ることができる。

全方位ビジョンの研究は、計測手段としてのセンサ開発から全方位視覚センサの持つ光学特性や射影特

性に注目したコンピュータビジョンの基礎研究、全方位映像を呈示するための技術、そして移動ロボットやバーチャルリアリティ、サーベイランスなどの目的を意識した応用研究まで、さまざまな視点からさかんに研究が行われている。以下、総合論文と研究論文については、上記の位置づけを考えつつ各論文の内容について概観する。

大阪大学の八木康史、谷内田正彦氏による総合論文「実時間全方位視覚センサ」は、その名のとおり、実時間性に注目したセンサの開発に関する一連の研究と、実時間性を必要とする移動ロボットの環境認識問題にそれらのセンサを適用した応用研究についてまとめている。彼らは、円錐ミラー、双曲面ミラーなどの光学的手段を用いた全方位視覚センサを考案してきたが、実時間性の面からは現状最適手段で全世界で多くの研究者がこの光学系を利用している。論文では、従来の全方位視覚センサにおける課題であった小型化と高精細化に関して、新たなセンサと手法を提案している。

全方位視覚センサは、広域情報を獲得する手段として有効であることはいうまでもない。このセンサが多数あると広域が観測できるだけでなく、センサどうしが互いに観測し合えることから、さまざまな幾何拘束が生まれ特徴的処理が可能となる。第 2 の総合論文では、京都大学の十河卓司氏、石田 亨氏ならびに和歌山大学の石黒 浩氏により、「分散全方位視覚システムの研究」というタイトルで、静的に配置された複数の実時間全方位視覚センサシステムにおける基本技術とそれらを用いた応用システムについて述べている。

全方位視覚は、周囲 360 度の映像を獲得するうえで有効なセンサで、仮想現実感などでの応用が期待されている。しかし得られたパノラマ映像を呈示しようとした場合、通常の大画面スクリーンやヘッドマウントディスプレイでは視野角が狭く、十分な没入感が得られない。筑波大学の岩田洋夫氏は、球面スクリーンの全周面に映像を投影することのできる Enosphered Vision と呼ぶ没入型ディスプレイを提案している。総合論文では、一連の研究成果に加え、ユーザが装着し、歩き廻ることのできる新たなウェアラブル型システムについても報告している。

以上の 3 つの技術は、全方位を扱うための基礎技術

[†] 大阪大学大学院基礎工学研究科

である。これらのセンサやディスプレイなどを用いることで、さまざまな応用が広がる。

最も実用に近い世界は、全方位視覚センサにより得られた画像からの仮想空間の構築であろう。カメラを移動させながら時間軸方向に積層した全方位時空間画像から容易に仮想視点の映像を作り出すことができる。この応用に関して、東京大学の池内克史氏を中心とするグループならびに奈良先端科学技術大学院大学の横矢直和氏を中心とするグループが精力的に研究を行っている。池内克史氏らによる総合論文では、仮想都市空間を効率的に生成するための各種手法について述べられている。たとえば、全方位時空間画像を解析することで3次元情報を獲得する手法、さらに複合仮想都市画像生成のためのステレオ全方位画像からの光源推定方法などを提案している。一方、横矢直和氏らによる総合論文では、テレプレゼンス、代理身体としての移動ロボットの遠隔操縦、およびビデオサーベイランスなど、人間へのインタラクティブな映像呈示システムのための各種要素技術ならびに実際に構築したシステムについて一連の成果をまとめている。

一般投稿に関しては、10件の投稿に対し、厳正な査読の結果、5件が採録された。上述と同様に研究を分類すると、最初の2件がセンサに関連する研究、残りの3件がメディアとロボット応用に関する研究である。

全方位視覚センサを開発するうえでの課題は、センサの小型化と高解像度化である。特に凸面ミラーを用いる場合は、通常の屈折光学系とは異なるため、その光学特性を正確に見極めることが大切である。東北大学の岡谷貴之氏と出口光一郎氏は、凸面ミラーを用いた全方位視覚センサの画像照度特性に関して基礎的な解析を行い、画像の歪みが凸面ミラーによって作り出される限りにおいて、歪みは画像照度に影響しないということを示している。

一方、高解像度化に関しては、NECの中尾敏康氏と柏谷篤氏が、実用的な全方位カメラシステムを開発した。このシステムでは、軽量でかつ小型のミラーをカメラ前方に設置することで、カメラを回転する機構よりも小型化ができ、かつ高速に回転することがで

きることを特徴としている。

上記の論文は、全方位カメラの高解像度化を目的としていたが、環境モデリングが目的の場合には、環境モデルが高解像度化されている必要がある。大阪大学の長原一氏らは、全方位視覚センサの持つ光学特性をモデル化することで、全方位時空間画像を解析することで得られた3次元環境モデルのテキストチャ情報を高解像度化する手法を提案している。

仮想体験の手段として、3次元幾何モデルによるレンダリング手法とイメージベースレンダリングと呼ぶあらかじめ撮影した大量の画像を加工・処理することで、仮想視点の映像を再構築する手法がある。東京大学の高橋らは、カメラを直線経路に沿って移動させながら撮影した全方位時空間画像から、撮影経路と同一平面に限定される任意視点からの画像生成を可能にする手法を提案している。

最後の研究論文は、今はやりのロボットによるサッカーゲームRoboCupを目的とした移動ロボットのための視覚機能に関する研究である。明石高専の関森大介氏らは、全方位視覚センサで得られる床領域から、移動ロボットのための障害物回避と自己位置同定を高速に実現する手法を提案している。

3. おわりに

以上、本特集号には、解説論文、総合論文、研究論文合わせて合計11編の論文が掲載されている。全方位ビジョンに関する世界の動向ならびに日本の現状は、ほぼこの一冊を見ることで理解してもらえるものと思う。今後、全方位ビジョンに関する研究を行う方々の参考になれば幸いである。

末筆ながら、本特集の編集にあたり、貴重な研究成果を投稿いただいた著者、厳しいスケジュールのなか、短期間での査読をお引き受けいただいた査読委員、多忙なか編集にご協力いただいた編集委員ならびに「全方位ビジョン」オーガナイズドセッションの運営でご支援いただいたCVIM研究会運営委員の方々、そして情報処理学会の渡辺様、CVIM事務局の斉木様に心から深く感謝いたします。