

## 審査の結果の要旨

論文提出者 鏡 慎吾

本論文は、「適応機構を有する実時間センサ情報処理システムの研究」と題し、7章より構成されている。実世界から有用な情報を選択・抽出するためのセンサ情報処理への要求は、ますます多様化し続けており、その要求に効率的に応えるためには、センシング目的や環境に対してこれらの過程を適応させるための技術の確立が重要となる。本論文は、ソフトウェアによって制御される適応機構を画素レベルの構造に導入した実時間視覚処理システムを構築し、視覚センシングの特性の柔軟な制御を実現するとともに、このセンシングシステムの利用に際して、さまざまな性能の間のトレードオフを定量的に扱って、目的に合致した適切なセンシング戦略を構成するための手法を提案し、その有効性を示したものである。

第1章は序論であり、ソフトウェア制御による適応性をセンサ情報処理に導入することの必要性を指摘した上で、今後のセンサ情報処理の在り方におけるその重要性を論じ、本論文の目的と構成を述べている。

第2章は「実時間センサ制御アーキテクチャ」と題し、センシング特性の制御には高い時間分解能での実時間性が要求されるとの考察に基づいて、SIMDアレイ型のセンサの制御を行うためのマイクロコントローラアーキテクチャを提案している。このアーキテクチャは32ビットのRISC型プロセッサに、制御コードの生成・送出やデータ入出力といったSIMDアレイの制御を行う専用パイプラインが統合された形になっており、命令サイクルの時間分解能での実時間動作を保証できる点を特徴としている。

第3章は「ビジョンチップを用いた実時間視覚処理システム」と題し、前章のアーキテクチャに基づいて構築された視覚処理システムについて述べている。センサとして、画素ごとにデジタル処理回路を集積したイメージセンサであるビジョンチップを採用し、要求に基づいた設計と実装を行うことで、十分な演算性能を実現するとともに、高い時間分解能での実時間制御が可能であることを実証している。

第4章は「ソフトウェアによる画素レベルA-D変換の制御」と題し、前章までで構築したシステムにおいて、センサの各画素における入力光のA-D変換を制御して、任意の特性を得るためのアルゴリズムを提案している。同アルゴリズムは、光検出器への参照電位入力と動作タイミングとの2者を同時に制御する点を特徴としており、実時間制約を考慮した最適なスケジューリングを行うことで、ノイズの影響を少なくすることを可能としている。前章までで実現されたシステムにこの手法を実装することで、同手法の有効性を実証するとともに、提案した制御アーキテクチャが、センサ特性の制御という目的に対して有効に機能することを示している。

第5章は「センサ特性の最適選択」と題し、任意の特性を与えられる視覚センサの利用に際して、センシング目的や環境に応じて、最適な特性を選択するための手法を論じている。ここでは、視覚センサのフレームレートと画質がトレードオフの関係にあることに着目し、カルマンフィルタを用いて両者を共通の基準で評価できる枠組のもとに置くことで、トレードオフを定量化して適切な選択を実現している。提案手法は対象追跡タスクを例と

した数値実験により検証され、対象の運動状態や観測ノイズの大小、センサと対象の位置関係などに応じた、適切なセンシングが実現できることが示されている。

第6章は「通信遅延を考慮したセンサ選択」と題し、複数のセンサがネットワークで結合されたシステムにおいて、通信遅延の存在を明示的に示した上で、対象の情報をより効率よく得ることができるようなセンサを選択するための手法を提案している。ここでは、まず複数のセンサから遅延を伴って順不同で到着するセンサ情報に対して、計算量・記憶量に負担をかけずに統合できるように拡張されたカルマンフィルタを導入している。次にこの枠組に基づいて、各センサによる観測がもたらす情報量に対して、通信遅延による影響を含んだ形で定量的に評価するための手法を提案している。この手法は視覚センサを用いた対象追跡タスクの数値実験により検証され、観測精度と通信遅延の両者を状況に応じて適切に考慮したセンサ選択が実現できることが示されている。

第7章は結論であり、本研究の成果がまとめられている。

以上要するに、本論文は、実時間視覚センシングにおける適応機構に関して、画素レベルの構造として実現するために必要となるアーキテクチャ並びにアルゴリズムを提案し、これをシステムとして実装することによってその有効性を実証するとともに、種々のトレードオフを考慮しながら、目的や環境に適応可能なセンシング戦略を構成するための手法を提案したものである。知能化センシングの研究に対して、特に実時間性を強く意識した新しい手法を提供するものであり、関連分野の研究の発展に貢献するとともに、計測工学の進歩に対して寄与することが大であると認められる。よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。