

人間支援のための分散リアルタイムネットワーク基盤技術の研究

(研究期間：第 期 平成12年～14年)

研究代表者：安西 祐一郎 (慶應義塾大学)

研究課題の概要

人間支援のための知的社会インフラ構築技術の確立を目指し、分散リアルタイムネットワーク、リアルタイムプロセッサ、基本ソフトウェア、ワイヤレス通信、分散センサ・アクチュエータ、人間支援のためのウェアラブル機器等の先端的基盤技術研究を行うとともに、生体情報・環境情報・分散制御等を用いた人間支援、人間支援のための各種センサ、アクチュエータ、ウェアラブル機器、ワイヤレス機器等に関する技術開発を行い、新しい時代の知的社会インフラ構築の基盤を創出する。

(1) 総 評

RMT Processorを中心とした各要素技術の確立とその応用基盤に対する検討を、各サブテーマの連携も密接に図りつつ計画に従って十分に行っており、その成果は高く評価できる。

<総合評価：a>

第 期も当初の計画通り進行すべきであるが、成果の社会的意義や波及効果をより高めるためにも、(特にソフトリアルタイム技術について)確立した各要素技術を統合した具体的な応用事例を明確にし、技術統合の実現例をデモシステムとしてまとめるなどの方針を検討すべきである。また一方では、「安全・安心で豊かなネットワーク社会」というものがそもそもどういふものであるべきか、もきちんと検討する必要があるであろう。さらに、今後は、研究成果に関する情報発信をより積極的に行うとともに、開発した要素技術の知的財産権の確立を検討し、研究成果の社会還元の際に支障を来すことのないように十分心がけるべきである。<今後の進め方：a>

(2) 各テーマにおける評価結果

分散リアルタイムネットワーク基盤技術の研究」

本サブテーマでは、まず、分散リアルタイムネットワーク構築用のチップとして、世界で初めてハードウェアによるハードリアルタイムおよびソフトリアルタイムの通信と演算を可能にした、非常に高機能かつ高性能なリアルタイム通信・処理プロセッサ(RMT Processor)の研究開発に成功した。RMT Processorのプロセッシングコアは、8スレッド同時実行可能な優先度付細粒度マルチスレッディングを実現している。同時に、ハードウェアでリアルタイム通信を実現するResponsive Link IIの研究開発を行った。Responsive Link IIでは優先度による追越機能付ネットワークスイッチを設計・実装し、またネットワークの分散管理を実現した。RMT Processorには、上記以外にもコンピュータ用I/O、制御用I/Oを集積しており、非常に高機能なシステムオンチップの研究開発に成功した。

さらに、上記のResponsive Link IIは有線のリアルタイム通信であるが、有線だけではシステムが構築できない場合もあり、無線によってリアルタイム通信を実現する研究を行った。具体的には、有線のResponsive Linkのようにハードリアルタイム・ソフトリアルタイムを同時に実現できる無線変調方式の検討を行い、OFDMサブキャリア選択法を提案した。

また、分散リアルタイムネットワークシステムを実現するためには、基盤ソフトウェア(リアルタイムオペレーティングシステム)を研究開発する必要がある。多くのユーザに利用可能なように、研究開発用に一般に広く用いられているオペレーティングシステムであるLinuxに、リアルタイム機能を支援する機構を付加する研究開発を行った。

同時に、リアルタイムネットワークシステムの実例の構築を行った。300個以上のセンサからなる分散センサ・システムを実現して、それにより室内の物体の三次元位置を60Hz

で誤差3～5cmで計測し、その動きをリアルタイムに表示可能にした。さらに分散センサ・システム用ソフトウェア基盤技術の開発を行った。これによって、センサ間の動的な結合を可能にするソフトウェア基盤を実現した。

以上の通り、本サブテーマでは、本研究プロジェクトの基盤技術となる、チップ、通信プロトコル、OS、ミドルウェア等の、分散リアルタイムネットワーク構築の基盤となる研究開発について十分な成果を得ており、非常に高く評価できる。

人間支援とリアルタイムネットワーク応用のための要素技術の研究

本サブテーマでは、まず、制御系の研究開発としては、分散制御を実現するために必要な、分散システムの状態表現の理論の研究を行った。そして構造を記述する行列の数学的表現方法を確立した。また、分散システム設計法の研究開発を行い、分散制御の幾何学的構造を抽出する方法論を開発した。同時にリアルタイムネットワーク制御方式を確立し、状態表現・設計法をリアルタイムネットワーク制御問題に適用することができた。

さらに、上記理論の応用として、ネットワークベースのバイラテラル制御技術の研究開発を行った。ネットワークを介して結合したバイラテラルロボットを試作し、空間的に離れた2点間における作用反作用効果を実現した。

また、センシング系の研究開発としては、画像を用いたセンシング要素技術として、超並列センサ情報処理LSI制御システムの開発を行い、センシングの直接制御を可能とする実時間性を実現した。分散センサ情報処理アルゴリズムの開発を行い、特徴量のみの変換に基づく対象抽出・追跡アルゴリズムを考案した。また、センサフュージョンアーキテクチャの検討を行い、視覚覚を統合した作業支援テストベッドを試作した。それを用いてリアルタイム性を考慮したセンサ情報処理と行動最適化を実現した。

加えて、リアルタイムに人間を支援する要素技術として、生体情報・行動情報計測装置の研究開発を行い、リアルタイムに生体情報をセンシングするBluetooth内蔵の腕時計型センサモジュールを開発した。さらに、PDAを用いたリアルタイム応答生成システムの開発を行い、ユーザ状況に合わせたアドバイスを表示することを可能にした。それらのアプリケーション開発として、リアルタイム健康管理システムのプロトタイプを構築した。

そして、人間の身に着けるウェアラブルなセンシングシステムとしては「ケアウェア」を実現した。ケアウェアでは、画像処理及びセンサ統合処理のアルゴリズムを分散センサネットワーク対応型にし、分散モンテカルロ追跡手法およびボトムアップ・トップダウン統合アプローチによる物体の3次元位置姿勢推定手法の提案・設計を行った。同時に、ウェアラブル視覚システムを構築し、上記アルゴリズムを実装し、実環境で評価を行った。

以上の通り、本サブテーマでは、制御系とセンシング系の両面から、要素技術の研究開発について十分な成果を得ており、非常に高く評価できる。

(3)第 期にあたっての考え方

研究は順調に進捗しており、第 期も計画通り進行すべきである。

(4)評価結果

総合	今後の進め方	1.進捗状況		2.目標設定		3.研究成果			4.研究体制	
		1.達成度	2.進捗状況	1.設定	2.最終	1.科学価値	2.波及効果	3.情報発信	1.指導性	2.連携性
a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a

「人間支援のための分散リアルタイムネットワーク基盤技術の研究」(期移行の考え方 :体制移行図)

第 期

第 期

