

氏 名	唐 達頼 ^{たん だらい}
所 属	システムデザイン研究科 システムデザイン専攻
学 位 の 種 類	博士（工学）
学 位 記 番 号	シス博 第 71 号
学位授与の日付	平成 28 年 3 月 25 日
課程・論文の別	学位規則第 4 条第 1 項該当
学位論文題名	Informationally Structured Space for Daily Life Monitoring (日常生活モニタリングのための情報構造化空間)
論文審査委員	主査 教 授 久保田 直行 委員 教 授 児島 晃 委員 教 授 高間 康史 委員 教 授 松日楽 信人(芝浦工業大学)

【論文の内容の要旨】

近年，日々の生活において，ロボットパートナーやインテリジェントルームを用いた行動計測システムや見守りシステムの実用化への期待が高まっている．ロボットパートナーに関する研究では，行動計測を行うためのハードウェアの研究開発や，人間とのコミュニケーションを通して能動的に行動を計測するための方法論が提案されている．また，インテリジェントルームに関する研究では，センサなどを環境中に埋め込むことで，受動的に計測する方法論が提案され，ユビキタスコンピューティングやアンビエントインテリジェンス，Internet of Things (IoT) など様々な研究分野において議論されている．しかしながら，これらの研究では，途切れないネットワークの構築や通信プロトコルの仕様に関する研究，分散センシングや大規模データの計測・収集などに関する研究開発が中心的な課題であり，個々のセンサやロボットが計測した情報の表現方法や利用方法に関する方法論や体系化が必要とされている．

現在，空間知能化や環境情報構造化に関する研究開発が行われているが，情報の構造化に関する包括的な設計指針について議論がほとんど行われていない．また，インテリジェントルームとロボットパートナー間の情報の共有方法，さらには，環境条件やシステム構成の変化に対し，柔軟に適応するための方法論も体系的に扱われてこなかった．したがって，本研究では，上記の問題に対し，情報的に構造化された空間が持つべき性質などを明確にし，ボトムアップ的な情報収集に基づく特徴抽出による情報の構造化とトップダウン的な制約に基づく情報計測に関する方法論を提案する．ここで，人間の行動がある環境内の位置情報に紐付けられ，行動の時間的・空間的な変化などを参照できるような空間を情

報構造化空間とよぶことにする。次に、情報構造化空間に基づく日常生活の行動計測手法を提案し、様々なセンサから構成される分散センシングシステムとロボットパートナーの連携のための方法論を提案する。さらに、環境条件やシステム構成の変化に柔軟に適応するための方法論を提案し、日常生活の行動計測や長期的なモニタリングに関する様々な実験を通して、本提案手法の有効性を示す。以下、本論文は6章から構成されている。

第1章では、背景となる関連領域を説明し、本研究の目的を明確にした。

第2章では、情報構造化空間が持つべき基本的性質を明確にした。ここでは、まず、デバイス間での情報の共有方法、人間との親和性を考慮した情報の表現方法、デバイス間での情報の変換の可逆性、システムの汎用性を考慮した情報の運用方法について検討した。次に、設計指針を明確にするために、情報構造化空間を、計測に関する「センシング層」、計測情報から特徴量を抽出する「特徴抽出層」、特徴量の時間的・空間的变化を抽出可能な「モニタリング層」の3階層の枠組みで検討し、各階層の機能や構造を定義した。

第3章では、分散センシングシステムのための情報構造化空間の構築手法を提案した。まず、環境条件及び計測対象の観点から、センシング層における屋内・屋外の計測、大域的・局所的な計測について問題点を明確にした。次に、スパイクニューラルネットを用いた人間の行動計測手法を提案し、位置と行動情報の対応付けを行うことで情報構造化空間を構成・更新する手法を提案した。実験結果から、屋外での移動手段を含め、屋内外での行動計測が柔軟に行えることを示した。

第4章では、能動的な行動計測が可能なロボットパートナーのための情報構造化空間の構築手法を提案した。まず、進化的ロボットビジョンを用いたジェスチャ認識システムと時間依存発話に基づく対話システムを構築し、特徴抽出層で用いられる行動推定手法を提案した。次に、情報構造化空間を介して、分散センシングシステムが計測した行動情報とロボットパートナーが推定した行動情報を相補的に利用する方法を提案した。実験結果より、ロボットパートナーが情報構造化空間を参照し、人間の時間依存的な行動にあわせた対話を行うことで、分散センシングシステムだけでは認識困難な行動情報を推定できることを示した。

第5章では、長期的な人間の行動計測を行うためのモニタリング層に関する情報構造化空間の構築手法を提案した。まず、長期間にわたる時系列行動情報からファジィモデリングを用いて日々の生活モデルを推定する手法を提案した。また、曜日別や月別など粒度の異なる生活モデルを構築するとともに、生活モデル間の差異を特定する手法を提案し、実験結果から、生活モデルの変化を特定できることを示した。次に、環境条件やシステム構成の変化に対して柔軟に適応する手法として、故障やバッテリー切れなどによる情報構造化空間へのアクセス状況の変化にあわせ、センシング層において信号処理やネットワークの構造を柔軟に変更できる手法を提案した。故障を想定した実験を行い、提案手法の有効性を示した。さらに、情報構造化空間を模倣したシミュレーション環境を構築し、数値実験を通して提案手法の有効性について考察した。

第 6 章では、本論文の結論として結果を総括するとともに、今後の課題を明確にする。工学的な観点からまとめると、本論文では、情報構造化空間の構築手法について多角的な観点から考察し、人間の行動計測に対する提案手法の有効性を示した。