

学 位 請 求 論 文 要 旨

高田 健一

題目 高安全知能コンピューティングシステムに関する研究

生活環境で発生する犯罪，急病，事故などの様々な危険事象に対して，人間の安全を支援するためのプラットフォームとして共通に適用可能な高安全知能コンピューティングシステムの実現が望まれている．

本論文では，この高安全知能コンピューティングシステムの実現に必要なプラットフォームの構成及び知能情報処理について述べた．まず，本システムが対象とする危険事象の範囲と本システムが危険事象検出，または危険予測及びこれらの処理結果に基づいた行動計画の3つの知能情報処理によって構成されることを示し，対象とする危険事象が変更されても，それに合わせてシステムの構成を変更する必要がないため，本システムがプラットフォームとして機能することが明らかとなった．

次に，危険検出のための高精度シーン認識の手法を提案した．この手法では，物体カテゴリ認識のために学習済のCNNを画像の特徴抽出器として用い，そこから得られたCNN特徴ベクトルをSVMで学習/識別することにより，高精度の静止画を用いた単一シーン認識が可能であることを評価実験により示した．また，複数種類のシーンが発生する可能性のある生活空間における高精度の多クラス分類を実現するための手法として識別器選択方式による多クラス分類手法を提案した．評価実験では，強盗，急病，その他シーンの各テストデータセットを用い，提案手法と一

般に SVM の多クラス分類に用いられる one-vs-one 方式による実験を行い、その結果、提案手法は各単一シーンの認識結果に匹敵する高い正解率を示したが、one-vs-one 方式は大きく正解率が低下した。これにより、提案手法が複数シーンの認識に有効であることが明らかとなった。更に、感情価を用いた多クラス分類の手法を提案し、学習コストの低減と評価実験により、この手法が識別器選択方式による多クラス分類と同等の認識精度を得られることを示した。

このような静止画シーン認識のみでは検知できない、人間などの物体の動きによりはじめて異常な動作等であると認識可能となるシーンが存在するため、動画を用いたシーン認識の手法を考案した。これには、フレームとオプティカルフローの重畳画像を用いる。また、動画シーン認識の場合は、複数枚の重畳画像の識別結果（正例/負例）からシーン認識結果を決定する必要があるため、2種類のシーン認識結果決定法を評価実験により比較した。その結果、認識周期を設定し識別結果の多数決を取る方式に比べ、隠れマルコフモデルを用い状態系列を推定する方式がより高精度にシーン認識が可能であることが明らかとなった。

危険予測については、前兆シーンがどの程度確からしいかという前兆シーン認識によって得られるクラス事後確率の推定のみでは、危険予測は難しい場合があり、これまで発生した危険事象に関する統計データを合わせて用いることにより、リアルタイムで精度の高い危険予測が可能であることを示した。危険予測では、前兆シーン認識によるクラス事後確率と統計データから得られる危険事象発生確率に基づき確信度を求めることにより、行動計画において、その確信度に応じた対策を講じることが可

能となることを明らかにした。従来、危険予測に統計モデルを用いた場合は、ある特定の時間帯や場所などにおける危険事象発生確率を求めることにより危険予測を行うことは可能であるが、その予測には時間的幅などがありピンポイント（不審者の入店したその瞬間など）でリアルタイムに危険予測を行うことは難しかった。しかしながら、本システムにおいては、統計データ分析による危険予測の弱点をシーン認識のリアルタイム性によって補完することにより、信頼性の高い危険予測を実現している。

行動計画については、その知能処理を階層化することにより、様々な危険事象に対し、容易に適用が可能なプラットフォームとして機能することを示した。この行動計画は、優先順位付けされたグローバルな行動候補を選択する第1階層とその詳細行動を決定する第2階層からなっている。行動候補の優先順位付け問題については、行動の効果を客観的に示す十分なデータの入手が困難なため、システム設計者が専門家等の知見や費用対効果なども考慮しながら、主観的に優先順位付けを行わなければならない場合、確信度と AHP を用い数理的に意思決定を行う手法を提案した。また、第2階層では、詳細行動を決定するが、一例として津波避難を取り上げ、シーン認識により得られる時々刻々変化する経路情報に基づき、通行不能個所を検出し動的に経路探索する手法を提案し、この手法により、最も安全と思われる避難経路をユーザに提示できることを示した。

以上のことから、様々な危険事象に共通に活用可能なプラットフォームとしての高安全知能コンピューティングシステムの実現が可能であることが明らかとなった。