

報告番号	※甲	第	号
------	----	---	---

主論文の要旨

論文題目

Visual scene analysis based on the kurtosis of responses of independent component filters (独立成分フィルター応答の尖度に基づくビジュアルシーン解析)

氏名

ANDRE BORGES CAVALCANTE

論文内容の要旨

背景

情報科学や情報工学における古くからの問題の一つが、ビジュアルシーンの解析である。ビジュアルシーン解析のゴールは、画像処理技術を使用して、ビジュアルシーンについての、ある仮説を検証もしくは、ある事実を結論付けることである。一般的に、シーン解析は、分割と認識の2つの処理の実装で達成される。分割はシーンを異なる領域や部分に分離することで、認識はシーンの部分やシーン全体を、予め決めたカテゴリーに分類することである。

分割と認識は、監視、医用画像処理と診断支援、生体認証、物体検出と追跡、視覚検査、文書処理などの多くの応用の基礎である。これらの応用は、自動車、航空機や宇宙船、病院や医療機器、スマートフォンやタブレットの低電力消費電子機器のような、異なるプラットフォームで実装されている。これらのプラットフォームは、エネルギー消費、時間計算量、空間計算量、処理装置のサイズと重量の間でのトレードオフがなされる。それゆえ、ビジュアルシーン解析を低いエネルギー消費で高速に実行できる手法が必要である。

目的

本論文の目的は、高速な実行と低い計算量のビジュアルシーン解析のための新しい方法論を考案することである。提案の方法論は、独立成分 (IC) フィルターの応答の尖度を分析するものである。本方法論は、分割と認識の処理を実現するために使用できる。

方法論

本論文で、ビジュアルシーン解析のために、IC フィルターの応答の尖度を使用することを提案する。提案の方法論は、独立成分フィルターと尖度の、2つの概念に基づくものである。独立成分フィルターは、統計的に独立な応答を持つように、学習される。尖度は、確率変数の4次モーメントを標準化したものとして定義される。

提案の方法論では、入力画像に対して、2つの異なる IC フィルター集合の応答をそれぞれ計算する。理想的には、一方の IC フィルター集合は、事前に決められた一つの画像カテゴリーにだけ強く応答するように設計される。同様に、もう一つの IC フィルター集合は、異なる画像カテゴリーに強く応答するようにする。全てのフィルター応答の尖度を解析して、入力画像の異なるカテゴリーの領域を、分割もしくは認識できる。

方法と実験

提案の方法論をビジュアルシーン解析の3つの課題に適用する。最初の課題は、depth-of-field 画像の分割である。2つ目の課題は自然物と人工物の識別で、3つ目の課題は街路風景の視覚的複雑さの計測である。

最初の課題である depth-of-field 画像の分割（3章）では、画像中の焦点が合った領域と合っていない領域を認識し分割することが目標である。提案手法では、2つの異なる IC フィルター集合を作成する。一つは焦点が合った画像領域に反応し、もう一つは焦点がぼけた領域に反応するフィルターで構成される。これら全てのフィルターの応答の尖度を計算し、画像中のどの領域が焦点が合っているか否かを識別する。

depth-of-field 画像の2つのデータベースを用いて、提案手法の性能を評価した。性能評価の客観的指標として F 値を使用する。提案手法は、depth-of-field 領域分割の高速手法の中で最高の F 値を与え、時間を消費する手法と比べると F 値が低いとの結果を得た。

2つ目の課題の自然物と人工物の識別（4章）では、画像中の自然物と人工物を認識し区別することが目標である。depth-of-field 画像分割と同じように、2つの異なる IC フィルター集合を作成する。一つは自然物に強く反応し、もう一つは人工物に強く反応するフィルターで構成される。これら全てのフィルターの応答の尖度を計算し、画像中の各領域が自然物か人工物のいずれであるかを判定する。

2つのデータセットを用いて、提案手法の性能を評価した。一つ目のデータセットは静止カメラで得られた画像からなり、もう一つは移動カメラで得られた画像からなる。いずれのデータセットも、自然物と人工物の2つのデータベースで構成される。性能評価の客観的指標として F 値を使用する。提案手法は、他の手法と比較して最も良い F 値を与えた。

3つ目の課題の街路風景の視覚的複雑さの計測（5章）では、街路風景の、人による視覚的複雑さの知覚を定量化する尺度を構成することが目標である。提案する複雑さの客観的尺度は、局所コントラストと局所空間周波数の統計量に基づいている。本論文で提案された尖度に基づく方法論が、局所空間周波数の統計量を抽出するのに使われる。

性能評価のために、街路風景のデータセットを構成した。このデータセットの画像は、アルジェリアの2都市、日本の2都市で撮影された。被験者による複雑さの主観的評価と、客観的尺度との相関係数を使用して、客観的尺度の性能を評価する。提案の複雑さの尺度は、他の尺度と比べ、人による複雑さの主観的評価と、より高い相関を示した。さらに、本尺度は夜間の街路風景の複雑さ知覚の解析にも利用できることを示した。

まとめ

本論文はビジュアルシーン解析のための新しい方法論を提案した。新しい方法論は一般的であり、ビジュアルシーン解析のさまざまな課題に適用可能である。提案の方法論に基づいた新しい計算システムが、depth-of-field 画像の分割、自然物と人工物の識別、街路風景

の知覚的複雑さの測定といった応用のために構築される。これらの3つの課題に対して、本論文は、研究の動機づけ、最先端の技術水準、未解決の問題および提案手法を用いた実験結果を提示した。提案システムは、3つの全ての課題において、他の手法と同等もしくは良い性能を示した。さらに、提案手法が高速で低計算量であることは特筆すべき点である。それゆえ、提案の方法論は、産業や消費者向けの、実時間ビジョン応用の上で魅力的なものである。

今後の課題は、フィルタリングを複数層で行う階層的アーキテクチャを用いることで、提案の方法論を拡張することと、運転や誘導に関する問題に本方法論を適用することである。

