

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	駱 愛文
学位授与の要件	学位規則第4条第①・2項該当		
論文題目			
<p>Research on Efficient Vision-Based Hardware Architecture for Feature Representation and Object Detection</p> <p>(特徴表現及び物体検出のための効率的なビジョンベースのハードウェアアーキテクチャに関する研究)</p>			
論文審査担当者			
主 査	教 授	MATTAUSCH, HANS JÜRGEN	
審査委員	教 授	横 山 新	
審査委員	教 授	藤 島 実	
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文ではリアルタイムでの画像特徴抽出及び物体検出のための高効率なハードウェアアーキテクチャに関する研究・開発成果が報告されている。高効率な特徴抽出法は、高度な運転者支援、携帯型装置、感情認識または無人航空機制御など、ビジョンベースのアプリケーションにおいて高い検出性能を達成するための重要な課題である。特に、選択された特徴表現法およびそのハードウェア実装は、精度、処理速度および電力消費の点で、物体検出性能を決定する。</p> <p>本論文の著者は、まず特徴ベクトル構築のために Haar-like ウェーブレットを適用することによって単純化された Speeded-Up Robust Features (SURF) 記述子を開発した。更に、専用のモバイルアプリケーションおよびウェアラブルアプリケーション用に資源効率の高いハードウェアアーキテクチャを使用することによって SURF 記述子を実装した。このために局所的な画像セルの特徴ベクトル抽出のために、前処理なしで直列に入力された画素データを直接使用する計算量の低いハードウェアアーキテクチャが開発されている。したがって、以前の研究において適用されてきた積分画像は不要となり、画像センサからの画素データの直列な入力に即時処理エンジンに送られ、資源効率およびリアルタイム処理を可能にした。重要な成果は、入力イメージの幅と高さは自由に選択できるようになることで、同じハードウェア上の異なるアプリケーションに対して柔軟に処理できるようになっていることと言える。</p> <p>さらに、特徴ベクトル構築と物体検出を同時にパイプライン処理するための革新的なスライディングウィンドウ手法が開発されている。検出動作は、部分局所特徴ベクトルの直列出力と同期化され、同時に複数のスライディングウィンドウの処理が実行される。複数のスライディングウィンドウの並列処理の高効率化のために、この研究では、消費電力と必要なメモリ容量の大幅な削減が達成されている。</p> <p>ブロックベースの特徴ベクトルの正規化および次元削減のための部分最小二乗回帰は、</p>			

検出精度の大幅な低下を生じることなしに計算の複雑さを下げるために使用される。これは、本論文の著者が両方のアプローチが互いに補完しあうため、高い検出性能の目標を達成するのに有効であることを見つけ出したことになる。部分最小二乗回帰スキームは、特徴ベクトルの次元、ひいては計算コストを著しく減少させることを検証している。また、正規化スキームは、テクスチャおよび照明変動に対するロバスト性を向上させている。

開発されたアーキテクチャの実験的評価のために、本論文では、オブジェクト分類器として最近傍探索またはサポートベクトルマシンを採用した Application Specific Integrated Circuit (ASIC:特定用途向け集積回路) およびフィールドプログラマブルゲートアレイ (FPGA) 実装を行った。その結果、他の研究グループの成果と比較して、高速処理速度、低消費電力、小型回路サイズ、高い認識精度を検証することをできた。

上記の評価の結論として、本論文の著者は、特徴表現および物体検出のための効率的なビジョンベースのハードウェアアーキテクチャを開発し、優れた性能特性を実験的に証明した。よって、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位に値すると判断する。