

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	林 昌 希
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学准教授	博士（工学） 青木 義満
	副査	慶應義塾大学教授	工学博士 池原 雅章
		慶應義塾大学教授	工学博士 岡田 英史
		慶應義塾大学教授	博士（工学） 斎藤 英雄
		中部大学教授	博士（工学） 藤吉 弘亘
(論文審査の要旨)			
<p>学士(工学)、修士(工学)林昌希君提出の学位請求論文は、「Human Body Pose Estimation Framework for Team Sports Videos Integrated with Tracking-by-Detection (Tracking-by-Detection に統合されたチームスポーツ映像向け人物姿勢推定フレームワーク)」と題し、6章から構成されている。</p> <p>近年、スポーツ映像からの選手の追跡技術が盛んに研究されている。試合中の各選手の位置情報は最も基本的かつ重要な情報であり、実際のスポーツの現場でも活用されている。追跡して得られた選手軌跡に加えて、各選手の「姿勢」まで自動的に推定できるようになれば、プレー判別や注視解析など、より高次の戦略解析への展開が期待できる。しかし、従来の人物姿勢推定技術は、推定可能な姿勢が限定的であり、スポーツ映像に対する頑健な人物姿勢推定は実現されていない。</p> <p>本論文では、チームスポーツ映像向けの人物姿勢推定フレームワークを、標準的な人物追跡手法であるTracking-by-Detectionに統合する形で提案している。選手の頭部領域を追跡した後に、下半身姿勢の推定モジュールと、上半身姿勢の推定モジュールが独立に姿勢を推定する。最後に2つの結果を統合することで、全身の姿勢を頑健に推定している。時系列情報を用いず、追跡された1フレームの位置合わせ済み人検出窓のみから姿勢推定を行うため、動画から追跡された窓画像群、もしくは1枚の入力画像から検出された窓のどちらに対しても姿勢を推定できる利点がある。また、全身もしくは半身のグローバルなHOG(Histograms of Oriented Gradients)特徴量のうち、Random Forestsで選択した特徴を推定に用いることで、ローカルな歪みや姿勢変化、未知の姿勢パターンに対して頑健であるという特長がある。</p> <p>第1章では、スポーツ映像解析の現状と背景を概説し、チームスポーツにおける人物姿勢推定の意義を述べ、本論文の意義と目的を示している。</p> <p>第2章では、先行研究として古典的なモーショキャプチャと、近年の機械学習を基にした姿勢推定技術の発展について述べ、本論文の位置付けを明らかにしている。</p> <p>第3章では、下半身姿勢推定手法を提案している。窓中心が骨盤中心位置となる追跡の後、その追跡窓に対して関節位置をグリッド構造特徴(HOG特徴)のグリッド位置として学習・推定するLabel-Grid識別器を用いた姿勢推定を提案している。実際のスポーツ映像を用いた実験により、従来手法よりも高精度に下半身姿勢を推定できることを示している。</p> <p>第4章では、上半身姿勢推定手法を提案している。追跡した頭部中心に位置合わせされた上半身HOG特徴から、頭部中心に対する相対的な骨盤中心の回帰を行うPoselets-Regressorの提案を行っている。また、推定した背骨の傾きの範囲ごとに分類した画像群について、それぞれ学習した5つの識別器を用いた上半身方向の推定手法も提案している。性能評価を行った結果、従来手法よりも高精度かつ頑健に頭部と骨盤を結ぶ上半身姿勢を推定可能なことを示している。上半身方向の推定精度についても定量的に評価を行い、有効性を示している。</p> <p>第5章では、上半身、下半身姿勢推定の統合によりPoselets-Regressorを用いることで、頭部中心に対する相対的な骨盤中心位置、骨盤中心位置に対する相対的な下半身関節位置を同時に推定する手法を提案し、実験によって統合手法の有効性を示している。</p> <p>第6章では、本論文をまとめ、今後の課題と展望を示している。</p> <p>以上要するに、本論文は、Tracking-by-Detection手法とHOG特徴を用いたLabel-Grid識別器、Poselets-Regressorを統合することによって、スポーツ映像中の選手の頑健な姿勢推定を実現可能であることを示したもので、画像工学分野において工業上、工学上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	<p>学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第2(電気電子工学専修)科目担当で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。</p> <p>また、語学(英語)についても十分な学力を有することを確認した。</p>		