

(続紙 1)

京都大学	博士（情報学）	氏名	橋本敦史
論文題目	Detecting and Tracking Handled-Objects for Progress Management in Food Preparation （調理における進行状況把握のためのハンドリングされた物体の検出及び追跡）		
(論文内容の要旨)			
本論文は、調理の進行状況を把握するために、カメラで観測された映像から調理者がハンドリングした物体を検出・追跡する手法について論じたものであり、全6章から構成されている。 第1章では、ユーザ主導型調理支援システムの実現という観点から、レシピに基づいた調理活動のモデル化、及び調理活動中の単位作業と物体のハンドリングとの関係を明らかにすることで、ユーザ主導という概念を実現する上でハンドリングされた物体の検出・追跡の有用性を述べている。 第2章では、従来の調理支援アプリケーションを挙げ、調理進行状況をシステムが自動的に把握することや特殊なデバイスの利用なしにシステムが動作するという本研究で想定するシステムの特徴に基づいて、研究の位置づけを明確化し学術上の貢献や従来アプリケーションに対する優位性を主張している。 第3章では、調理台上に現れる物体を検出するための背景差分手法を提案している。物体検出において、調理者自身の影が観測画像に大きな影響を与える。影の影響を受けにくい背景差分のアプローチとしてテクスチャ特徴に基づく手法が知られているが、色が均一な領域や擬似的なテクスチャが存在する影の輪郭領域ではテクスチャ特徴を正しく抽出できない。グラフカットによる平滑化効果を活用することで、これらの領域での背景判定を正しく行う手法を提案し、性質が異なる複数の屋内シーンに対する実験を通じて、手法の有効性を示した。 第4章では、検出された物体領域が取られた物体であるのか、置かれた物体であるのか、あるいは誤検出であるのかを区別するための動的背景モデルを提案している。調理台上に置かれた物体を背景として取り込む動的背景モデルは、多数の物体が現れるような状況であっても、重ねて置かれた物体を区別して検出できる。また、金属面などを背景に含む環境では画像処理では誤検出を避けることができないので、直前に人物が接触したかどうかを調べることで誤検出を削減できる。実際の調理の映像に手法を適用することで有効性を示した。 第5章では、ハンドリング中にカメラから隠された状態で加工される食材を追跡するための手法を提案している。一般的な物体追跡では、追跡対象物体の外見的特徴の一貫性、及び観測映像中での物体位置の連続性という二種類の制約を利用しているが、このような制約は食材のように追跡対象がハンドリング中に加工される場合には成り立たない。加工による外見特徴変化のパターンを事前に学習しておき、把持された順序に応じて優先度を考慮することにより、食材のように加工される物体を追跡する手法を提案し有効性を示した。 第6章は結論であり、本論文を総括している。			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、カメラで観測された映像から、調理者がハンドリングした物体を検出・追跡する手法に関する研究をまとめたものであり、得られた成果は以下の通りである。

1. 影に対して頑健に調理台上の変化を検出するための背景差分手法を提案した。テクスチャ特徴を用いた手法では、色が均一な領域や影の輪郭領域で正しく背景領域の判定ができないが、色の均一性や影の輪郭らしさからテクスチャ特徴の信頼度を計算し、その信頼度に応じてグラフカットを利用した動的な平滑化を行う背景差分手法を提案した。調理台での複数のシーンに対して手法を適用し有効性を示した。
2. 「置かれた物体」，「取られた物体」，「誤検出」による変化を区別するために、動的背景モデルと接触理由付けを利用した手法を提案した。この手法を通じて、複数の物体が重ねて置かれる状況や、背景に金属面を含む場合に生じる画像処理誤りへの対処を図った。実際の調理作業全体を観測した映像に対して手法を適用することで、その有効性を示した。
3. 物体毎に区別してハンドリングされたことを検出するためには、置かれた物体が過去に取られたどの物体と同一のものを判定する追跡処理が必要になる。食材はハンドリング中に切断されるため、一般的な物体追跡手法が仮定する追跡対象物体の特徴の一貫性や位置の連続性といった手がかりが利用できない。このような加工を受ける物体の追跡問題に対して、外見的特徴の変化を事前に学習しておき、把持された順序に応じて優先度を考慮した対応付けを行う方法を提案し、比較実験により有効性を確認した。

以上、本論文は、調理中にハンドリングされた物体の検出、及び、追跡を行う手法を提案したものであり、当該学術分野に寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成25年2月7日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。