

揚げ物調理支援へ向けた加熱油中の食材追跡の試み

工藤 央一郎[†] 平井 重行[‡]

京都産業大学大学院 先端情報学研究科[†]

京都産業大学 情報理工学部[‡]

1. はじめに

飲食業界の人手不足が深刻化しており、従業員一人あたりの作業量が増加している。特に調理場の担当者は多忙を極め、食材の下準備や補充などを並行して行う必要があり、調理に専念できない状況となる。そのような中、調理の中でも唐揚げ等の揚げ物には課題が多い。揚げ物は時間管理されることが多く、食中毒等の衛生被害を防ぐために飲食店毎に最低限の調理時間が設けられている。しかし注文毎に逐一フライヤーに投入される揚げ物の管理は困難であり、タイマー等で管理する個数には限界がある。そのため、揚げ物調理は担当者の目視に頼っている飲食店も多く、他の調理作業に影響が出る。これに対しては、揚げ物管理が自動化できれば調理場全体での作業効率が向上すると言える。飲食チェーン店等の資本力ある店舗では、ロボット技術や専用調理機材を導入して自動化を図る動きはある[1]。だが、これには設置スペースやコストの課題もある。そこで本研究では、揚げ物調理における食材の油中での管理に特化して、比較的低コストで実現できる手法について検討している。ここではフライヤー上部に小型カメラを設置して、フライヤーに逐次投入された個別食材の有中での追跡を行う。本稿では、これを実現するための基礎的実験と画像処理結果について述べる。

2. 実装・計測環境

基礎的実験のデータの収録は、京都産業大学内の実験住宅 E Home (クスイーホーム)で行った。実験住宅内には一般的なキッチンカウンターがあり、コンロで調理する様子を撮影できる。本研究では、調理器具として業務用フライヤーの代わりに中華鍋を用いることで、油面の

一定の幅や深さを確保し、飲食店の調理場の環境を想定した。動画収録は、サーモカメラと通常のRGBカメラで行った。各カメラは図1のように台所のコンロ直上に位置する換気扇に取り付け、調理中の食材の様子を直上付近から撮影した。使用したサーモカメラ FLIR Lepton3からは、8bit 画像として熱画像が得られるが、温度の計測範囲設定により熱の解像度を0.05°Cまで上げることができる。これを揚げ物の油の温度付近の計測範囲に設定することで、油面の細かな温度変化を捉えることができる。



図1 各機材の配置

3. 油面からの食材部分抽出手法

3. 1 熱画像を用いた手法

サーモカメラで得られた熱画像から、食材の温度と油面の温度差を利用して、食材部分の抽出と追跡を行う。熱画像を用いる利点としては、食材や油の温度管理を単に時間で管理するよりは、食材に確実に火が通っていることがわかるため、衛生管理の点で優れている点が挙げられる。事前調査により、食材を投入すると一定領域の油面温度が低下することが確認できていたため、まず図2bのように食材投入前の油面温度と著しく異なる点の画素を抜き出す。その後ガウシアンフィルタで細かいノイズの除去を行う。ノイズ除去後の最終的な出力結果が、図2cである。食材部分は抽出される面積が大きいいため、ガウシアンフィルタで平滑化後も表示される。以上のことから、熱画像より食材部分の

Attempts to track foodstuffs in oil for cooking support of deep-fried food

[†] Eiichiro Kudo, Division of Frontier Informatics, Graduate School of Kyoto Sangyo University

[‡] Shigeyuki Hirai, Faculty of Information Science and Engineering, Kyoto Sangyo University

抽出が可能であることが確認できた。

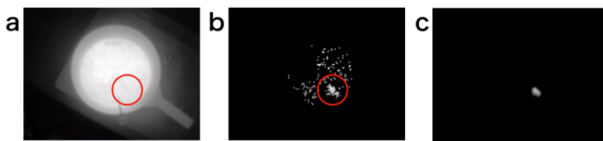


図2 熱画像からの食材領域抽出
(a:熱画像 b:温度低下部分 c:ノイズ除去後)

ただ、この手法については、図3に示す通り近接位置にある食材を1つの領域として抽出してしまう点が現時点での課題である。また、食材を複数回調理していくと、揚げカスが油面にたまり、温度低下部分が広範囲に及ぶため、誤検出が増えてしまう。そのため、一定時間で基準となる油面の情報を更新していく処理が必要になる。

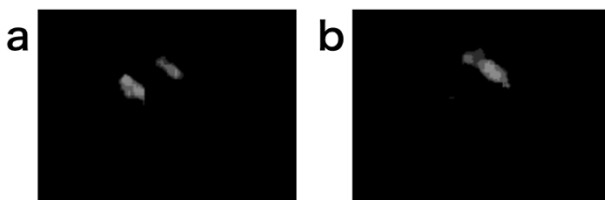


図3 複数の食材を抽出する例
(a:位置が遠い場合 b:位置が近い場合)

3.2 オプティカルフローを用いた手法

RGBカメラで撮影される動画に対し、多数発生する気泡の移動ベクトルから食材の位置を推定する。この気泡の移動ベクトルはそれぞれのオプティカルフローから求めることとし、それを食材位置の計算に用いる。気泡のベクトル情報を用いたのは、形や色を特徴点として用いることが困難な油中の食材の位置を、多数の気泡の発生元から計算する案に基づいている。オプティカルフローの計算には Lucas-kanade 法を用いた。実際に調理中のカラー画像のR成分についてオプティカルフローを描画したものが図4aである。このようなオプティカルフローがRGBの3次元について求まる。これらを気泡のベクトルデータとみなし、食材位置の計算に用いる。まず、ベクトルの始点と終点の2次元座標を取得する。次に各ベクトルの始点と終点座標を通る直線を計算し、各交点の重心を計算する。この処理をRGBの3次元について行い、それぞれの重心が合計3個得られる。最後に3つの重心から、さらに重心を計算し、得られた2次元座標を食材の位置とする。これらの処理を

実際の調理画像に適用した例が図4bである。調理画像の多く場合について、計算結果の重心位置が食材部分と重なることが確認できた。これらことから、食材から発生する気泡のベクトルデータを用いることで、食材の大まかな位置を推定することが可能であることが確認できた。

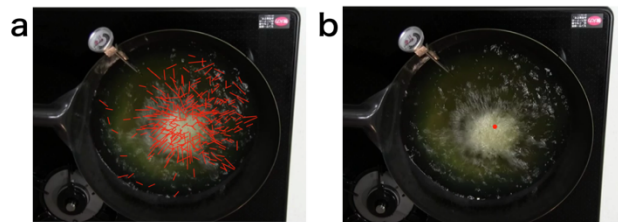


図4 カラー画像による食材領域推定
(a:R成分のオプティカルフロー検出の様子
b:重心位置の計算結果)

この手法の課題は、食材が複数の場合に位置の計算が困難な点である。食材が複数の場合はそれぞれの位置の計算に必要なオプティカルフローを選択していかなくてはならないが、個々のベクトル情報がどの食材から発生した気泡のものかを判断するのは非常に困難である。この問題を解決するためには、オプティカルフローの密度に基づき、領域を区切って重心を計算する方法が考えられる。また、調理が後半になると食材から発生する気泡が減少するためか、重心の計算結果と食材の位置のズレが大きくなってしまうため、この手法は調理前半に限定して用いることが考えられる。

4. まとめ

本研究では、サーモカメラと通常のカメラで収録した動画に対して、温度情報とベクトル情報の2つのアプローチで、食材領域の抽出が可能か検証を行った。今後は、それぞれの手法で複数の食材領域の抽出および追跡が可能か検証するほか、リアルタイム処理化や追跡結果の提示方法の検討を進め、揚げ物調理支援システムとして開発していく予定である。

参考文献

- [1] W. X. Yan, Z. Fu, Y. Z. Zhao "Realization of turn-over-wok movement for cooking robot" industrial Robot, Vol. 40 No. 1, pp. 67-76.
<https://doi.org/10.1108/01439911311294264>