

ThermoGuide : 表面温度分布を利用した加熱管理支援手法

斉藤 清隆 高橋 伸 田中 二郎*

概要. 本稿では、サーモグラフィを利用し調理中のフライパンや食材の表面温度を分析することで、加熱調理を支援する手法を提案する。非接触で温度情報を取得可能なサーモグラフィを利用することで、調理者の作業を妨害することなく加熱状況の判別や材料投入の検知が実現可能となる。また、提案手法の適応例として卵焼き作成ナビゲーションシステムの設計及び実装を行った。これによって従来の曖昧な表現が用いられていたレシピとは異なる、定量的な判断基準に基づくナビゲーションの可能性を示した。

1 はじめに

加熱調理において温度管理は、料理の出来具合を左右する重要なファクタである。しかしながら、一般的な料理で多く参考にされているレシピ文では、曖昧な表現がなされていることが多く、調理初心者が適切な温度管理を行う上での障害となっている。一方で、正確な温度管理が必要な料理に関しては温度計を用いて調理を行うが、温度計が刺せる料理に限定される上、素早い作業が必要な調理では測定している暇がないという欠点もある。食材の温度分布の変化は一様ではなく、熱源からの距離や食材の種類によってもまちまちとなるため、1点の温度では知り得る情報も限られてくる。

そこで我々は、非接触で温度分布を取得可能なサーモグラフィを利用し、調理中の加熱管理を支援する手法を提案する。既存の研究としてフライパンの中心温度に基づいたナビゲーションシステム [1] があるが、本研究では調理面の温度を監視することで、全体の加熱具合の判別から局所的な材料の火の通り具合まで幅広い加熱のサポートを目指す。

また、提案手法の適用例として卵焼き作成ナビゲーションシステムの設計および実装を行い、システムに関する実験を行った。

2 表面温度分布を利用した加熱管理支援

加熱調理をどれだけの時間行うべきかは、火加減、食材の量、調理器具の種類などの条件によって変化する [2]。そこで、加熱状況と密接に関係のある表面温度分布を取得し、調理状況を認識する。

具体的には、表面温度分布から計算できる適当な特徴量を、加熱を十分に行ったかどうかの指標として用いる。例えば、フライパンの余熱が完了したかどうかは、適切な温度になった領域が十分に広がっ

ているかどうかで判断できる。また、材料の投入時には表面温度は一気に減少するため、高温領域の減少によって判断可能となる。このように、調理の指標としてフライパン面積に対する、ある温度以上/以下の領域の割合を利用する。また、単純な指標として調理領域の最低温度や最高温度も併せて利用する。

これらの手法を用いることで、フライパン自体の加熱や材料に火が通ったかどうかの判別あるいは加熱をし過ぎといった温度上昇に関する条件設定ができると同時に、食材が入ったタイミングの認識や加熱した食材を冷ます場合など温度低下に関する条件としても利用することが可能となる。これらを用いることで、従来曖昧な表現が用いられていたレシピ文において絶対的な指標を設けることが可能となる。

3 試作: 卵焼き作成ナビゲーションシステム

本研究で提案する加熱管理手法の適用例の一つとして卵焼き作成ナビゲーションシステムを作成した。卵は固まり方が温度に大きく依存し、温度の調整ミスによる失敗が特に生じやすい。また、卵全体が固まるまでしっかり加熱できたか、部分的に加熱がされすぎていないか、といった状況は1点の温度だけでは判別が難しい。そのため、本研究で提案する表面温度分布を用いた状況推定が活かされると考えた。

3.1 システム概要

本システムでは、壁面ディスプレイに表示されるGUIおよびスピーカーから流れる音声によってユーザをナビゲートする。システム利用時のキッチン内の様子およびナビゲーションGUIを図1(a)に示す。

GUI左部には調理時の映像とそれに対応する温度分布が重畳表示されている。ここでは目標温度に達している部分のみ熱画像表示を行っており、加熱が足りない部分はそのまま調理映像を表示している。そのため、どの箇所の加熱が足りないかをひと目で確認することが可能となる。また、システム側では逐次調理状況を監視しており、加熱状況に応じて達成度がイラストと数値で示される。そして、達成度

Copyright is held by the author(s).

* Kiyotaka Saito, 筑波大学大学院 システム情報工学研究科 コンピュータサイエンス専攻, Shin Takahashi and Jiro Tanaka, 筑波大学 システム情報系

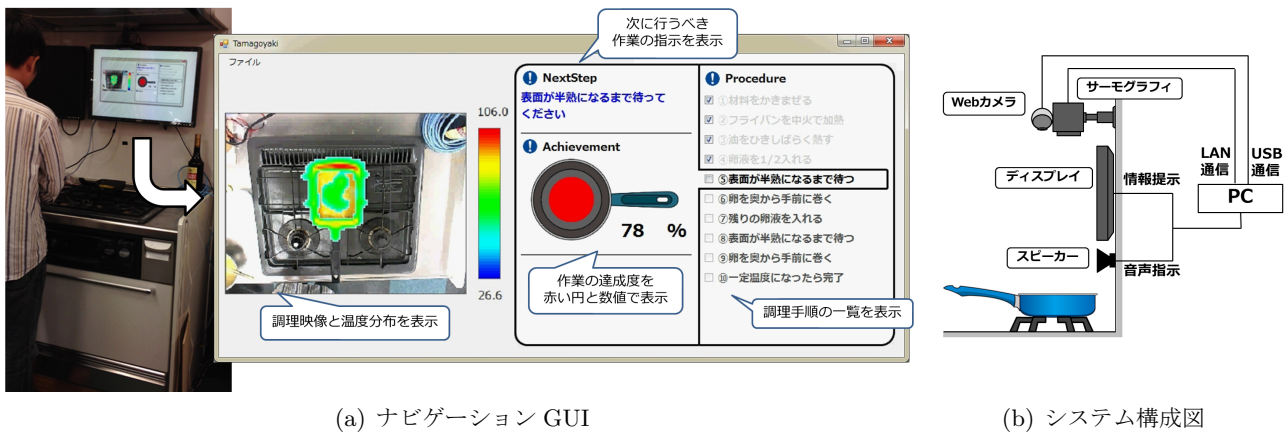


図 1. ナビゲーションシステム

が 100 % になると自動でレシピがチェックされ、次の指示に切り替わると同時に音声によって指示文が読み上げられる。そのため、ユーザはシステムに対して入力等を行う必要はなく、映像や達成度といった情報を参考にしながら、自動で提示されていくナビゲーションに従って調理を行えばよい。

3.2 システム構成

本研究では温度取得のため、チノー社製熱画像センサ TP-H0225AN を使用した。このセンサは物体の赤外線放射エネルギーを検出することで非接触の温度検知を実現する。

システム構成図を図 1(b) に示す。キッチン壁面にディスプレイとスピーカーが設置されており、その上部にサーモグラフィと web カメラが下向きで固定されている。web カメラから取得された映像は USB 経由で、サーモグラフィから取得された情報は LAN 経由でそれぞれコンピュータに送信される。

4 評価実験

4.1 実験内容

ナビゲーションシステムを用いて調理初心者の被験者に卵焼きの作成を行ってもらった。被験者は調理初心者の大学生・大学院生 4 名（男性 3 名、女性 1 名）であり、いずれの被験者も卵焼きの調理は今回が初めてであった。

4.2 結果と考察

実験で被験者が作成した卵焼きの一覧を図 2 に示す。いずれの卵焼きも、表面が焦げていたり卵が固まりきっていないといったことはなく、おおむね調理を成功することができていた。このことより、今回初めて卵焼きに挑戦した被験者においても本研究で提案する表面温度分布に基づくナビゲーションにより適切な調理手順を導くことができたといえる。



図 2. 実験 調理結果

システムの使用感についてだが、システムが調理状況を認識し進み具合を自動でチェックする機能は非常に好評であった。また、達成度表示により現在の作業がいつ終了するかをあらかじめ予測できたため、素早く次の作業に移ることができていたことも利点として考えられる。しかし、調理中に卵の巻き方など動作の面において被験者が苦戦する様子が見られた。今後は文字による指示だけではなく、動作に関するナビゲーションが必要と考えられる。

5 まとめと今後の発展

本研究では、非接触で温度分布を取得可能なサーモグラフィを利用し調理中の加熱管理を支援する手法を提案した。また、提案手法の適用例として卵焼き作成ナビゲーションシステムの設計及び実装を行い、実験を通じて従来のレシピ文に代わるような定量的な基準に基づくナビゲーションの可能性を示した。

今後の発展として、卵焼き以外の適用例を実現し、様々な種類の料理においても提案手法が有効であるかについて検証を行っていく予定である。

参考文献

- [1] D. Uriu, M. Namai, S. Tokuhisa, R. Kashiwagi, M. Inami, and N. Okude. panavi: Recipe Medium with a Sensors-Embedded Pan for Domestic Users to Master Professional Culinary Arts. In *Proc. of CHI'12*, pp. 129–138, 2012.
- [2] 渋谷 祥子. 調理における加熱の基本. 日本食生活学会誌, 17(2):89–93, 2006.