

調理手順に従った撮影対象領域の決定に基づく 調理映像を対象としたデジタルカメラワーキング

兵庫 渉[†] 林 泰宏^{††} 野田 雅文^{††}

出口 大輔^{†††} 井手 一郎^{††} 村瀬 洋^{††}

[†] 名古屋大学工学部 〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町

^{††} 名古屋大学大学院情報科学研究科 〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町

^{†††} 名古屋大学情報連携統括本部 〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町

E-mail: [†]{hyogow,hayashiy,mnoda}@murase.m.is.nagoya-u.ac.jp,

^{††}{ide,murase}@is.nagoya-u.ac.jp, ^{†††}ddeguchi@nagoya-u.ac.jp

あらまし 近年、ウェブ上で個人が料理レシピを公開する機会が増えている。しかし、これらのレシピは文章と静止画のみで構成されており、理解しにくい場合がある。そこで、本研究では調理過程を説明した映像を付与することでレシピをより分かりやすく表現することを目指す。しかし、このような映像を個人で作成することは困難である。そこで、本報告では個人でも自ら撮影した調理履歴映像から、手軽に調理過程を説明した映像を作成するためのデジタルカメラワーキング手法を提案する。提案手法では、調理動作と映像の対応付けを行い、各調理動作に対応する映像区間ごとに動作に応じた切り出し領域を決定することで、仮想的なカメラワークを生成する。対応付け精度と切り出し領域の決定精度を評価する実験を行い、提案手法の有効性を確認した。

キーワード デジタルカメラワーキング, 調理履歴映像, 調理手順, 調理動作

Digital Camera-Working for Cooking Videos Based on the Determination of Target Areas According to the Cooking Process

Wataru HYOGO[†], Yasuhiro HAYASHI^{††}, Masafumi NODA^{††},

Daisuke DEGUCHI^{†††}, Ichiro IDE^{††}, and Hiroshi MURASE^{††}

[†] Nagoya University, Faculty of Engineering Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya-shi, Aichi, 464-8603 Japan

^{††} Nagoya University, Graduate School of Information Science

Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya-shi, Aichi, 464-8601 Japan

^{†††} Nagoya University, Information and Communications Headquarters

Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya-shi, Aichi, 464-8601 Japan

E-mail: [†]{hyogow,hayashiy,mnoda}@murase.m.is.nagoya-u.ac.jp,

^{††}{ide,murase}@is.nagoya-u.ac.jp, ^{†††}ddeguchi@nagoya-u.ac.jp

Abstract In recent years, there is an increase in the opportunity to publish personal cooking recipes on the Web. However, they are not necessarily easy to understand, because they are composed of only texts and images. We are aiming to make such recipes more understandable by providing a video which explains the cooking process. However, editing such a video is difficult for non-professional users. Accordingly, we propose a digital camera-working method that facilitates the editing of a video which explains the cooking process from personal cook-log videos. In the proposed method, digital camera works are created by mapping cooking operations to video segments and determining the target area to be trimmed for each section according to the cooking operations. We confirmed the effectiveness of the proposed method through an evaluation experiment on the precisions of mapping cooking operations to video segments and the determination of the target areas.

Key words Digital camera-working, cook-log video, cooking process, cooking operation

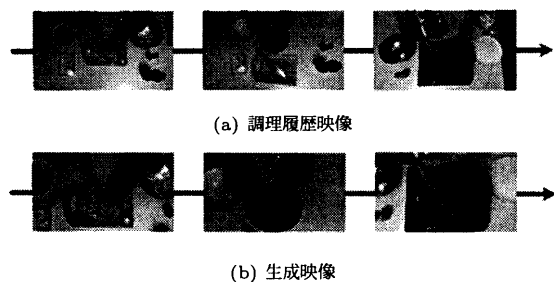


図1 調理履歴映像を対象としたデジタルカメラワーキング

1. はじめに

近年、インターネットの普及に伴い、ウェブ上で個人が料理レシピを公開する機会が増えている。中でも、個々のユーザが料理レシピを自由に投稿できるウェブサービスである COOKPAD は、月間利用者が 1,000 万人を超え、広く利用されている [1]。しかし、このような料理レシピは、主に文章と静止画のみで表現されているため、具体的な調理法を理解しにくい場合がある。そこで、本研究では調理過程を説明した映像を付与することによって、料理レシピをより分かりやすく表現することを目指す。

図 1(a) に個人が調理した際に撮影した映像（以下、調理履歴映像）を示す。このような映像は、固定カメラから撮影されるため、そのまま料理レシピに付与すると、対象が必ずしも大きく見えないこともあり、分かりにくいと考えられる。このため、図 1(b) に示すように、調理を行っている領域を切り出し、仮想的にカメラワークを加えることで、分かりやすい映像を生成することが必要と考えた。このような手法は、デジタルカメラワーキングと呼ばれる [2]。

デジタルカメラワーキングは、固定カメラの映像を撮影後に自動編集するため、手間が少なく、個人ユーザ向きであると考えられる。大西ら [3] や篠木ら [4] らは、講義映像を対象としたデジタルカメラワーキング手法を提案した。この手法では、講義者や板書などの領域を切り出し、映像中の講義者の動きや視聴者の注目点を考慮したカメラワークを加えることによって、分かりやすい講義映像を生成している。また熊野ら [5] は、サッカー映像を対象とし、選手やボールの領域を切り出し、これらの動きに合わせたカメラワークを加えることによって、臨場感のあるサッカー映像を生成している。

本報告では個人でも手軽に自ら撮影した調理履歴映像から、調理過程を説明した映像を作成するためのデジタルカメラワーキング手法を提案する。提案手法では、図 2 に示すように、調理動作ごとに切り出し領域を決定することによって、視覚的に分かりやすい調理映像を生成する。また、映像のみから調理動作を判別するのは困難なため、調理者が自ら作成した料理レシピから調理動作に関する情報を得る。

本報告の構成を以下に示す。2. では、調理履歴映像を対象としたデジタルカメラワーキングについて述べる。3. では、実験を行った結果を示し、考察する。最後に、4. で本報告をまとめる。

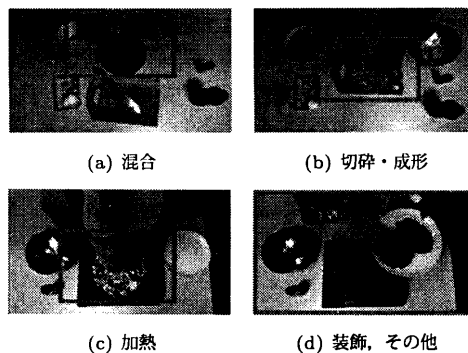


図2 調理動作別の切り出し領域

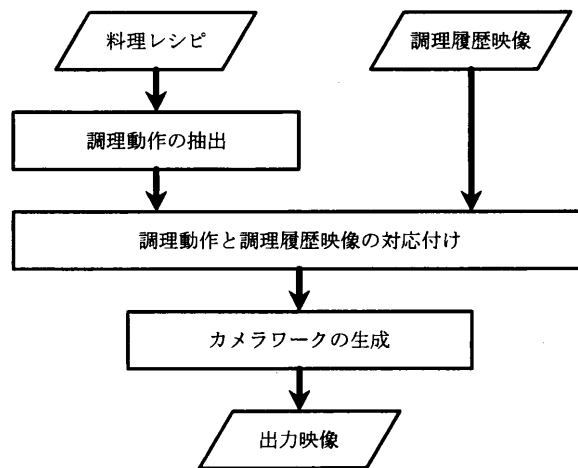


図3 提案手法の処理の流れ

2. 調理履歴映像を対象としたデジタルカメラワーキング

図 3 に提案手法の処理の流れを示す。まず、料理レシピを構造化することによって調理動作を抽出し、抽出した調理動作を調理履歴映像と対応付ける。そして、映像中の各調理動作に対応する区間ごとに、調理動作に応じて切り出し領域を決定し、仮想的にカメラワークを加えることによって、出力映像を生成する。以降、各処理の詳細を述べる。

2.1 料理レシピと調理履歴映像

2.1.1 料理レシピと調理手順

一般に、料理レシピは大きく「材料」部と「調理手順」部で構成される。さらに、「調理手順」部は「手順番号」を付した複数の調理手順からなる。「材料」部には、その料理を作るために必要な材料が書かれている。提案手法では、「調理手順」部から調理動作を取得する。

2.1.2 調理履歴映像

調理履歴映像は、図 4 に示すように、「コンロ」、「調理台」のような調理場所ごとに設置したカメラから撮影したものをを用いる。各カメラは、撮影領域が重複しないように設置する。これらのカメラから撮影した調理履歴映像から、各時刻において調理が行われている場所を検出し、それらを切り替えてつなぎ合わせることで 1 本の調理履歴映像とする。ただし、同時に 2 か

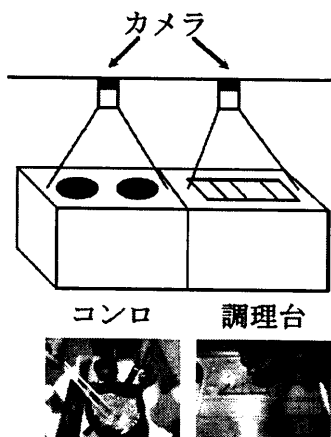


図4 撮影環境

表1 調理手順の例

手順番号	調理手順
1	野菜を切る. 肉とタレを合せ, 炒める.
2	調味料を混ぜてドレッシングを作る.
3	【1】と【2】を皿に盛り付けて, できあがり.

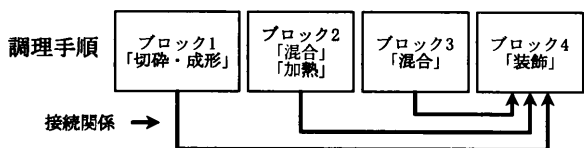


図5 調理動作の抽出結果の例

所以上で調理は行われたいものとする。また各カメラの設置位置は既知であり、この調理履歴映像には調理が行われている場所の情報が付与されているものとする。なお、映像中の動作などに基づいて映像の切り替えを行う方法が考えられるが、ここではこの映像は、事前に人手で作成しておく。

またここでは、ある調理場所に切り替わってから、別の調理場所に切り替わるまでの映像区間を“シーン”と定義する。

2.2 料理レシピからの調理動作の抽出

はじめに、表1、図5に示すように、料理レシピから調理動作を抽出する。本報告では、浜田らの手法 [6] を用いて、料理レシピから「切る」、「炒める」などの調理動作を抽出する。そして、これらの調理動作をさらに、「混合」、「切碎・成形」、「加熱」、「装飾」、「その他」の5種類に分類する。また、連続していると考えられる調理動作はそれぞれ「ブロック」にまとめる。調理手順中の各「ブロック」はそれ以降の他の「ブロック」に接続し、接続先の「ブロック」では、接続元の「ブロック」の調理動作によって生じた中間生成物を素材として使い、新たに調理を行うと考える。

2.3 調理動作と調理履歴映像の対応付け

図6に示すように、料理レシピから得られた調理動作に対応する調理履歴映像の区間を求める。

1段階目では、映像中のシーンと、料理レシピから得られた調理動作のブロックを対応付けることで、各調理場所に対応する調理動作を求める。2段階目では、各シーンを動きの大きい

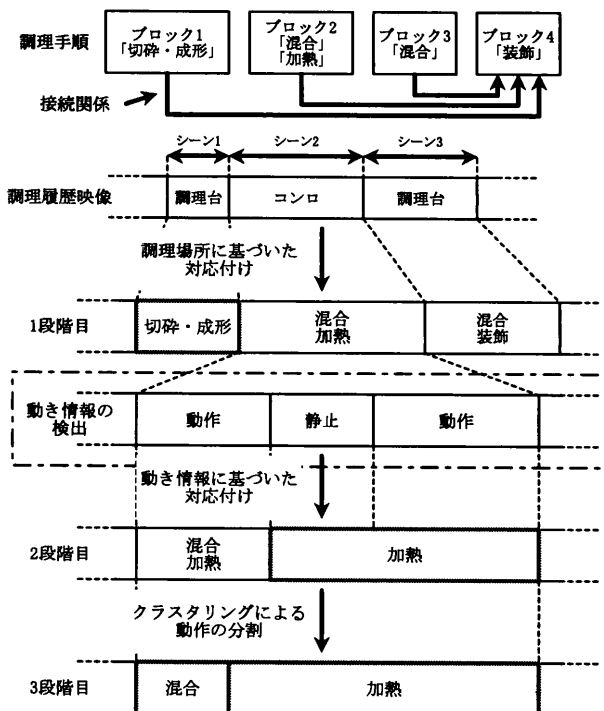


図6 調理動作と調理履歴映像の対応付け処理の流れ

区間（動作区間）と小さい区間（静止区間）に分割し、各区間に対応する調理動作を求める。そして、3段階目では、調理動作を2つ以上含む区間について、動作領域のクラスタリングによる調理動作の分割を行うことにより、すべての調理動作を調理履歴映像中の区間に対応付ける。以降、各段階の処理の詳細を述べる。

2.3.1 調理場所に基づいた対応付け

1段階目では、調理場所と調理動作間で以下のようなルールを設ける。

- ルール1：
「加熱」動作は「コンロ」に対応付ける。
- ルール2：

調理手順上、連続して出現するブロックが接続している場合、同じシーンに対応付けられる可能性を高くする。

- ルール3：
調理手順上、連続して出現するブロックが接続していて、かつ接続元のブロックが「加熱」動作を含む場合、同じシーンに対応付けられる可能性をさらに高くする。

これらを考慮し、DP マッチング [7] により対応付けを行う。

ここで、シーン、ブロックの系列を各々、 $S = (s_1, s_2, s_3, \dots)$, $B = (b_1, b_2, b_3, \dots)$ とする。また、シーン数、ブロック数を各々、 I, J とし、シーン s_i ($i = 1, \dots, I$) とブロック b_j ($j = 1, \dots, J$) のシーン方向の距離を $d_1(i, j)$, 斜め方向の距離を $d_2(i, j)$, ブロック方向の距離を $d_3(i, j)$, 距離ペナルティを $m(i, j)$ とする。

$D(1, 1) = d(1, 1)$ とし、以下の漸化式を再帰的に計算することで、すべての i, j についてシーンとブロックの間の累積距離 $D(i, j)$ を以下の式で求める。

$$D(i, j) = \min \begin{cases} D(i-1, j) + d_1(i, j) + m(i, j) \\ D(i-1, j-1) + d_2(i, j) + m(i, j) \\ D(i, j-1) + d_3(i, j) + m(i, j) \end{cases} \quad (1)$$

シーンとブロック間の距離 $d_1(i, j)$, $d_2(i, j)$, $d_3(i, j)$, 距離ペナルティ $m(i, j)$ は以下のように定義する。ここで $\alpha_1, \dots, \alpha_7$ を定数とし, $\alpha_1 \leq \dots \leq \alpha_7$ とする。

$$d_1(i, j) = \alpha_5 \quad (2)$$

$$d_2(i, j) = \alpha_4 \quad (3)$$

$$d_3(i, j) = \begin{cases} \alpha_3 \begin{pmatrix} b_j \text{ と } b_{j-1} \text{ が接続して、} \\ b_{j-1} \text{ が「加熱」を含まない} \\ \text{(ルール 3)} \end{pmatrix} \\ \alpha_2 \begin{pmatrix} b_j \text{ と } b_{j-1} \text{ が接続して、} \\ b_{j-1} \text{ が「加熱」を含む} \\ \text{(ルール 4)} \end{pmatrix} \\ \alpha_6 \begin{pmatrix} b_j \text{ と } b_{j-1} \text{ が接続していない} \\ \text{(ルール 3)} \end{pmatrix} \end{cases} \quad (4)$$

$$m(i, j) = \begin{cases} \alpha_1 \begin{pmatrix} b_j \text{ が「加熱」を含み、} \\ s_i \text{ が「コンロ」のとき} \\ \text{(ルール 1)} \end{pmatrix} \\ \alpha_7 \text{ (それ以外のとき (ルール 1, 2))} \end{cases} \quad (5)$$

2.3.2 動き情報に基づいた対応付け

まず, フレーム間差分を用いて, 各シーンを, 動きの大きい区間(動作区間)と小さい区間(静止区間)に分割する。

2段階目では, 動き情報と調理動作間で以下のようなルールを設ける。

- ルール 1:

静止区間は「加熱」, 「その他」動作に対応付ける。

- ルール 2:

「混合」, 「切碎・成形」, 「装飾」動作で静止区間に対応付けられた箇所は, 「その他」動作に変更する。

- ルール 3:

各動作は動作区間から始める。ただし, 「その他」には適用しない。

- ルール 4:

「加熱」は複数の静止・動作区間をまたぐ可能性を高くする。

これらを考慮し, DP マッチング [7] により対応付けを行う。

静止・動作区間の系列 $S' = (s'_1, s'_2, s'_3, \dots)$, シーン中の調理動作の系列 $B' = (b'_1, b'_2, b'_3, \dots)$ とし, 静止・動作区間数とシーン中の調理動作数を各々, I' , J' とする。静止・動作区間方向の距離 $d'_1(i, j)$, 斜め方向の距離 $d'_2(i, j)$, 調理動作方向の距離 $d'_3(i, j)$, 距離ペナルティ $m'(i, j)$ ($i = 1, \dots, I', j = 1, \dots, J'$) を以下のように定義する。ここで $\alpha'_1, \dots, \alpha'_{10}$ を定数とし, $\alpha'_1 \leq \dots \leq \alpha'_{10}$ とする。

$$d'_1(i, j) = \begin{cases} \alpha'_4 \text{ (} b'_j \text{ が「加熱」のとき (ルール 4))} \\ \alpha'_7 \text{ (それ以外のとき)} \end{cases} \quad (6)$$

$$d'_2(i, j) = \begin{cases} \alpha'_6 \text{ (} s'_i \text{ が動作区間のとき (ルール 3))} \\ \alpha'_2 \begin{pmatrix} s'_i \text{ が静止区間であり、} \\ b'_j \text{ が「その他」のとき} \\ \text{(ルール 3)} \end{pmatrix} \\ \alpha'_8 \text{ (それ以外のとき)} \end{cases} \quad (7)$$

$$d'_3(i, j) = \begin{cases} \alpha'_5 \text{ (} s'_i \text{ が動作区間のとき (ルール 3))} \\ \alpha'_9 \text{ (} s'_i \text{ が静止区間のとき (ルール 3))} \end{cases} \quad (8)$$

$$m'(i, j) = \begin{cases} \alpha'_1 \begin{pmatrix} s'_i \text{ が静止区間であり、} \\ b'_j \text{ が「加熱」「その他」} \\ \text{のいずれかのとき} \\ \text{(ルール 1)} \end{pmatrix} \\ \alpha'_3 \begin{pmatrix} s'_i \text{ が動作区間であり、} \\ b'_j \text{ が「加熱」のとき} \\ \text{(ルール 4)} \end{pmatrix} \\ \alpha'_{10} \text{ (それ以外のとき)} \end{cases} \quad (9)$$

2.3.3 クラスタリングによる調理動作の分割

3段階目では, 調理動作の個数をクラスタの数とし, 動作領域の画素を用いたクラスタリングを行う。動作領域はフレーム間差分によって求める。クラスタリングの結果, 各クラスタの分類境界で分けられる区間と調理動作を対応付ける。

2.4 仮想的なカメラワークの生成

調理履歴映像中の各調理動作に対応する区間ごとに, その動作の切り出し領域を決定することによって, 仮想的なカメラワークを生成する。

提案手法では, 調理動作ごとに設定した抽出方法を用いて撮影対象領域を決定する。抽出手法として, フレーム間差分および Hough 変換 [8] を用いる。

また, 提案手法では, 撮影対象として「手元」, 「円形容器」, 「矩形容器」の3つを想定する。「円形容器」には「加熱器具」や「ボール」などが該当し, 「矩形容器」には「まな板」などが該当する。まず, 「手元」はフレーム間差分によって領域を抽出する。「円形容器」は Hough 変換による円検出によって領域を抽出する。「矩形容器」は, Hough 変換による矩形検出によって領域を抽出する。そして, 撮影対象領域の画素の座標の重心を切り出し領域の中心とし, 切り出す大きさは座標の標準偏差の定数倍とする。

以下, 各調理動作における撮影対象領域の決定方法について述べる。

- 混合: 「手元」と「円形容器」を撮影対象とし, これらの領域を結合したものを撮影対象領域とする。
- 切碎・成形: 「手元」と「矩形容器」を撮影対象とし, これらの領域を結合したものを撮影対象領域とする。
- 加熱: 「円形容器」領域を撮影対象領域とする。
- 装飾, その他: 撮影対象の抽出を行わず, 画像全体を切り出し領域とする。

調理動作ごとの切り出し領域を決定後, 大西らの手法 [2] に従い, 切り出し領域を滑らかに変化させることで, 人手で撮影

表 2 各調理履歴映像におけるフレーム数

レシピ	ハンバーグ	豚の生姜焼き	ポトフ
フレーム数	40,289	36,513	117,282

表 3 調理場所以に基づいた対応付けの距離計算に用いる定数

α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	α_7
0	1	2	2	3	5	8

表 4 動き情報に基づいた対応付けの距離計算に用いる定数

α'_1	α'_2	α'_3	α'_4	α'_5	α'_6	α'_7	α'_8	α'_9	α'_{10}
0	0	1	1	1	2	3	5	5	5

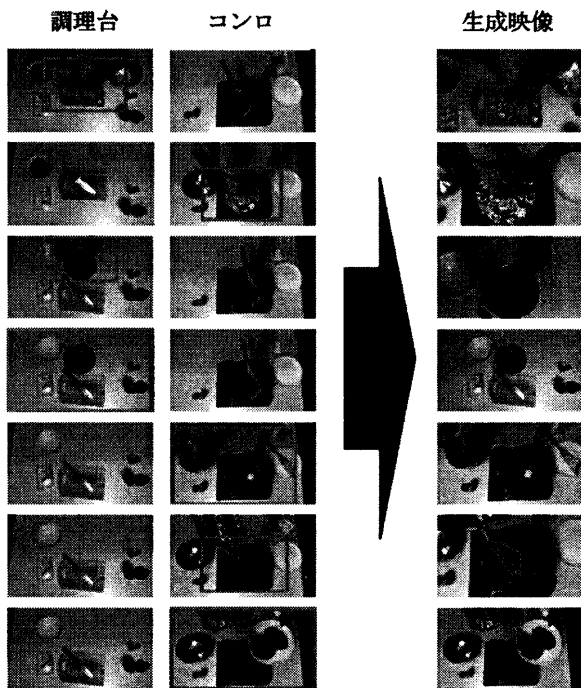


図 7 生成した調理映像の例 (ハンバーグ)

したような自然なカメラワークを生成し、出力画像を得る。

3. 実験と考察

実際に撮影した調理履歴映像に提案手法を適用した実験について述べる。提案手法の有効性を確認するため、(1) 調理動作と調理履歴映像の対応付け、(2) 調理動作区間ごとの切り出し領域の決定の 2 点について、評価した。

3.1 実験条件

本実験では、「ハンバーグ」、「豚の生姜焼き」、「ポトフ」を調理した際の調理履歴映像を用いた。本実験では、「調理台」と「コンロ」の 2 か所で撮影を行った。この調理映像の解像度は $1,920 \times 1,080$ pixels、フレームレートは 15 fps であった。表 2 に各調理履歴映像におけるフレーム数を示す。また、対応付けの距離計算に用いる定数は「ハンバーグ」の調理履歴映像に合わせ、表 3、4 に示すように経験的に定めた。

3.2 実験結果

図 7 に実際に生成した映像を示す。料理レシピと調理履歴映像から、調理過程を説明した映像を生成することができた。

表 5 調理動作と映像の対応付け精度の評価に用いる比較手法

手法	1 段階目 (場所情報)	2 段階目 (動き情報)	3 段階目 (動作の分割)
提案手法	○	○	○
比較手法 1	×	○	○
比較手法 2	○	×	○
比較手法 3	×	×	○

表 6 各調理履歴映像に対する各手法のフレーム一致率

手法	ハンバーグ	豚の生姜焼き	ポトフ
提案手法	93.7%	87.7%	98.8%
比較手法 1	65.3%	47.5%	84.7%
比較手法 2	69.4%	76.2%	30.0%
比較手法 3	35.7%	29.6%	29.4%



図 8 提案手法における対応付けの成功例

3.3 調理動作と映像の対応付け精度に関する評価

調理動作を正しく対応付けられた区間のフレーム数を比較することで、調理動作と調理履歴映像の対応付けにおける各段階の処理の有効性について評価した。比較手法では、場所情報の利用、動き情報の利用、動作の分割の有無によって比較した。表 5 に提案手法および比較手法について示す。

評価基準として、以下で定義するフレーム一致率を用いた。

$$\text{フレーム一致率} = \frac{\text{全一致区間のフレーム数}}{\text{全正解区間のフレーム数}} \quad (10)$$

これは、各手法で得られた調理動作区間と正解区間とが一致した区間（一致区間）の正解区間に対する割合を示す。なお、正解区間は人手によるものを用いた。

表 6 に評価結果を示す。いずれのレシピにおいても、提案手法で最も高い精度が得られ、有効性を確認できた。

特に提案手法は、図 8 に示すような「加熱」動作の対応付けにおいて比較手法よりも高い精度が得られた。この要因として、「加熱」動作中に静止区間と動作区間の両方が存在していたことが考えられる。クラスタリングによる動作の分割では、動作中に静止区間が存在すると、そこが動作の境界とされてしまうため、正しく調理動作を対応付けることができない。提案手法では、調理場所と動き情報に基づいてあらかじめ静止区間と動作区間に各調理動作を対応付ける。これにより、クラスタリングによる動作の分割を動作区間内でのみ行うことができ、精度が向上したと考えられる。

3.4 切り出し領域の決定精度に関する評価

調理動作に応じた撮影対象領域に基づいて切り出し領域を決定することで人間が撮影したい領域が切り出せることを確認するため、被験者実験により、切り出し領域の決定精度について評価した。比較手法では、フレーム間差分による「手元」領域の利用、Hough 変換による「容器」領域の利用の有無によって

表 7 切り出し領域の決定精度の評価に用いる比較手法

手法	フレーム間差分	Hough 変換
提案手法	○	○
比較手法 1	○	×
比較手法 2	×	○
比較手法 3	×	×

表 8 各手法の領域一致率

手法	領域一致率
提案手法	71.5%
比較手法 1	67.9%
比較手法 2	68.3%
比較手法 3	60.0%

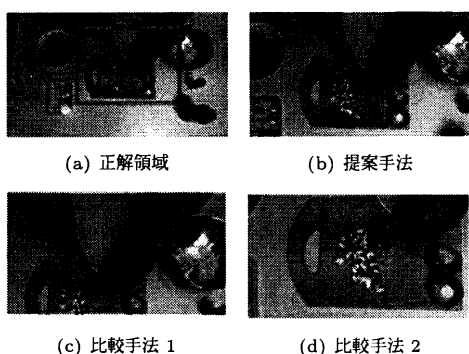


図 9 「しいたけを切る」場面における各手法の切り出し結果

比較した。表 7 に提案手法および比較手法について示す。

評価基準として、正解領域と切り出し領域で一致している部分を一致領域とし、以下の式で求められる領域一致率を用いた。

$$\text{領域一致率} = \frac{\text{一致領域の面積} \times 2}{\text{正解領域の面積} + \text{切り出し領域の面積}} \quad (11)$$

なお、正解領域は次のように設定した。「ハンバーグ」を撮影した調理履歴映像中の各調理動作区間から抜粋した画像 11 枚について、20 代の被験者 10 人にそれぞれ、撮影領域として妥当と思われる領域を指定してもらった。その領域を正解領域とし、11 枚の画像に各 10 人分の正解領域、合計 110 枚分の正解領域と、各手法によって抽出された切り出し領域とを比較し、提案手法の有効性を評価した。

評価結果を表 8 に示す。提案手法が最も高い精度を得られ、有効性を確認できた。

図 9 に示すように、比較手法では、「手元」や「容器」のみを撮影するため、「しいたけを切る」のように「手元」と「まな板」の両方が撮影対象となることが想定される場合、どちらかに偏った切り出し領域となり、人間の意図するものからずれた映像が生成されてしまう。一方、提案手法では、調理動作に応じて撮影対象を切り替えるため、人間の撮影したい領域と近い領域を切り出し領域とすることができる。

しかし、提案手法においても図 10 に示すように、「容器」に偏った切り出し領域となることがあった。これは、手元の動きが小さかったことが原因であると考えられる。提案手法では、「手元」領域と「容器」領域を統合して撮影対象領域を決定する際、各撮影対象に対する重み付けは行っていないため、一方



図 10 提案手法における切り出しの失敗例

の領域が小さくなってしまった場合に、もう一方の領域に切り出し領域が偏ってしまうことがある。このことから、撮影対象領域を決定する際の各撮影対象に対する重み付け方法の検討が必要であると考えられる。

4. むすび

本報告では、調理履歴映像から調理の過程を説明できるような映像を作成できるようにすることを目的とし、調理履歴映像に対するデジタルカメラワーキング手法を提案した。

提案手法では、調理者が自ら作成した料理レシピから調理動作に関する情報を得て、調理動作ごとに切り出し領域を決定することによって、視覚的に分かりやすい調理映像を生成した。具体的には、料理レシピを構造化することによって調理動作を抽出し、抽出した調理動作に対応する調理履歴映像の区間を、調理場所と動き情報を利用した DP マッチングと、動作領域画素のクラスタリングによる動作区間の分割によって求めた。その後、各調理動作に対応する区間ごとに、その調理動作に基づいた撮影対象領域を決定し、仮想的なカメラワークを生成した。

実際に撮影した調理履歴映像を用いて評価実験を行い、調理動作の対応付け精度の評価、切り出し領域の決定精度の評価をしたところ、提案手法の有効性を確認した。

提案手法の制限として、生成される映像の時間的な長さは入力映像と変わらないことが挙げられる。このため、映像の要約が必要となる。そこで、調理履歴映像を自動的に要約する手法を検討し、提案手法と組み合わせることによって、調理履歴映像の自動編集を実現することが今後の課題として挙げられる。

文 献

- [1] クックパッド株式会社, “COOKPAD”, <http://cookpad.com/>.
- [2] 大西 正輝, 泉 正夫, 福永 邦雄, “デジタルカメラワークを用いた自動映像生成,” 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2000) 講演論文集, vol. I, pp. 331-336, Jul. 2000.
- [3] 大西 正輝, 村上 昌史, 福永 邦雄, “状況理解と映像評価に基づく講義の知的自動撮影,” 電子情報通信学会論文誌 (D-II), vol. J85-D-II, no. 4, pp. 594-603, Apr. 2002.
- [4] 篠木 雄大, 藤吉 弘巨, “高解像度映像からの視聴者の注目点を考慮した講義映像の自動生成,” 映像情報メディア学会誌, vol. 62, no. 2, pp. 240-246, Feb. 2008.
- [5] 熊野 雅仁, 有木 康雄, 塚田 清志, “ボールと選手に着目したデジタルカメラワークの実現法: デジタルシューティングによるサッカー解説映像生成システムに向けて,” 映像情報メディア学会誌, vol. 59, no. 2, pp. 271-278, Feb. 2005.
- [6] 浜田 玲子, 井手 一郎, 坂井 修一, 田中 英彦, “料理テキスト教材における調理手順の構造化,” 電子情報通信学会論文誌 (D-II), vol. J85-D-II, no. 1, pp. 79-89, Jan. 2002.
- [7] 内田 誠一, “DP マッチング概説～基本と様々な拡張～,” 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU2006-166, Dec. 2006.
- [8] 田村 秀行 編著, “コンピュータ画像処理,” オーム社, 2002.