

診療映像におけるシーン分割手法の検討

浅井 博次 田中 等幸 清水 早苗

Investigation of Automatic Segmentation of Intervention Video

Hirotsugu ASAI Tomoyuki TANAKA Sanae SHIMIZU

あらまし 近年、医療分野においても動画記録が急速に普及し、手術映像など膨大な動画記録が日々蓄積されている。しかしながら、その一覧性の悪さから効果的な活用がなされていない。本研究では、この膨大な動画記録をコンテンツとして利活用可能なものとするを目的に、画像から抽出した動き情報の統計量のみを用い、診療行為に関する知識を必要としないロバストなシーン分割手法について検討し、その有効性を確認した。

キーワード 救急医療、診療映像、シーン分割、オプティカルフロー

1. はじめに

近年の急速な技術発展に伴い、誰もが簡単に安く動画記録を行うことが可能となった。医療分野においても、多くの病院で手術や救急処置などを動画で記録できるようになっている。一方、蓄積される膨大な動画記録を利活用するには問題が残されている。その一つに、一覧性の悪さがある。動画を利活用するためには内容の確認を行う必要があるが、単純に記録しただけでは再生して確認する以外方法がなく、記録に要した時間とほぼ同等の時間が必要になってしまう。時間に追われている医療従事者にとって、この問題は致命的である。増加していく動画記録を有効に利活用するためには、複数の動画の中から所望の映像や所望のシーンを発見する検索機能、検索された映像の内容を簡単に一覧できる要約機能など、蓄積された動画を短時間で利活用できる枠組みが不可欠なのである。

我々は、この膨大な動画記録を眠れる財産と考え、一連の動作等に分割するシーン分割、分割した各シーンを記録されている内容に応じて分類するラベリングによって内容の要約や整理・検索を可能とし、容易に利活用可能なコンテンツとなすことを目指している。

昨年度までは、どんな動作を伴う処置なのか、処置を行うときに使用する道具（装置）があるか、患者のどの部分に対して行う処置なのか、などの検出対象に対する知識を利用し、画像情報からの特定処置イベントの検出を行った。具体的には、限定した対象画像領域（患者胸部領域）から抽出した動き情報を周波数解析することで心肺蘇生処置における心臓マッサージの検出を行った^[1,2]。このアプローチでは、対象とする処置イベントを精度よく検出することは可能であるが、処置毎に全く別の検出アルゴリズムを用意する必要があり、動画全体のシ

ーン分割を行うのは困難である。

そこで、本年度は、動画全体のシーン分割を実現するため、対象についての知識を必要とせず、画像から抽出した動き情報の統計量のみを用いたシーン分割手法について検討を行ったので報告する。

2. 診療映像のシーン分割

診療行為は通常、チームで行われるため、複数人によって複数の処置が同時並行で実施される。単独で行われる処置もあれば、複数人でしか行えない処置もある。また、同じ処置であっても、単独で行う場合や一人の処置者が複数人からサポートを受けながら行う場合があるなど、状況によって実施される処置行動が変化するため、画像処理で処理可能なように処置を一意に定義することが困難なケースが多い。

そのため、診療映像に含まれるすべての処置を正しく検出するのは至難である。そこで、まず映像全体のシーンを大まかに分割する。その上で、分割されたシーンの解析や個別処置イベント検出によりシーン分割の高度化や分割したシーンのラベリングを行うことが診療映像のシーン分割に有効であると思われる。また、診療行為は標準的な処置の手順や判断基準を定めた治療ガイドラインに則って行われるため、シーン分割結果と治療ガイドラインとを比較するなど、ガイドラインの情報を活用することで、より詳細なシーン分割やシーン分割の精度向上が期待できる。本年度は最初のステップである診療映像の大まかなシーン分割手法について検討を行った。

事前の知識を必要とせず、客観的に映像を大まかなシーンに分割するため、動きのある動的なシーンと動きのない静的なシーンに分割することを試みた。映像から動き情報を抽出し、閾値処理により動きの有無を判定し、

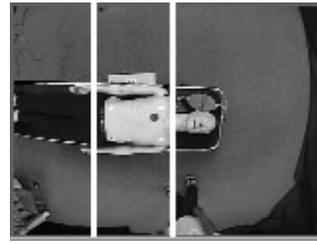
診療映像を動きあり区間と動きなし区間に分割する．動き情報は動きベクトル（オプティカルフロー）の大きさに対するヒストグラムを用いた統計量を用いることで，映像に含まれる一部の動きにあまり左右されずに，全体の情報から映像を大きく分類することが可能となる．

細かな動きに依らず，診療映像を大まかに分割するため，動きあり区間のインターバルが一定時間以内の場合は同一のシーンとみなして統合する．また，統合したシーンの長さが一定以下のシーンはノイズとみなし，削除する．

3．実験と考察

提案手法を救急処置で行われる心肺蘇生映像に適用し，有効性について検討した．対象映像として，患者が横たわるベッド真上から撮影した160×120ピクセル，30fpsの非圧縮AVIファイルを使用した．当該映像では，ベッド周辺での医者・看護師の動きを見てとることができる．

救急処置や手術などの医療行為では，複数の医師・看護師がチームを組み，それぞれ役割を分担しながら複数の作業を同時並行的に実施する．診療行為は患者中心に行われ，患者の身体部位に応じて実施される処置を限定することができることから，患者の部位に応じて映像中の対象領域を限定することで，これら同時並行的に実施される複数の処置行為の切り分けが期待できる．映像領域の切り分けによる効果についても検討するため，実験



頭部領域
胸部領域
脚部領域

図1 映像領域分割例

では，画像全体に加え，図1に示すように患者を基準として頭部領域，胸部領域，脚部領域の3つに映像を分割し，それぞれの領域に対して提案手法を適用した．

インターバル時間の閾値を1秒，ノイズ判定シーン長の閾値を1秒とした実験の結果を図2に示す．薄い色で囲まれた領域が提案手法により検出された動きあり区間，白い領域が動きなし区間である．グラフ縦軸に記載のある心臓マッサージ，除細動，気管挿管，意識・呼吸の確認，薬剤投与は心肺蘇生において重要な処置であり，映像から手作業で抽出した「実際に当該処置を行っている区間」（理論値）を濃い色のバーで表示してある．

画像全体に対して適用した結果（図2（a））では，450秒の映像を54の動きあり区間，動きなし区間に分割できている．心臓マッサージの理論値と提案手法による分割結果を比較すると，心臓マッサージを実施している区間を包むように動きあり区間が分割されている．一方，除細動に着目すると，比較的大きな動きなし区間によく対応している．処置についての知識を全く与えていないに

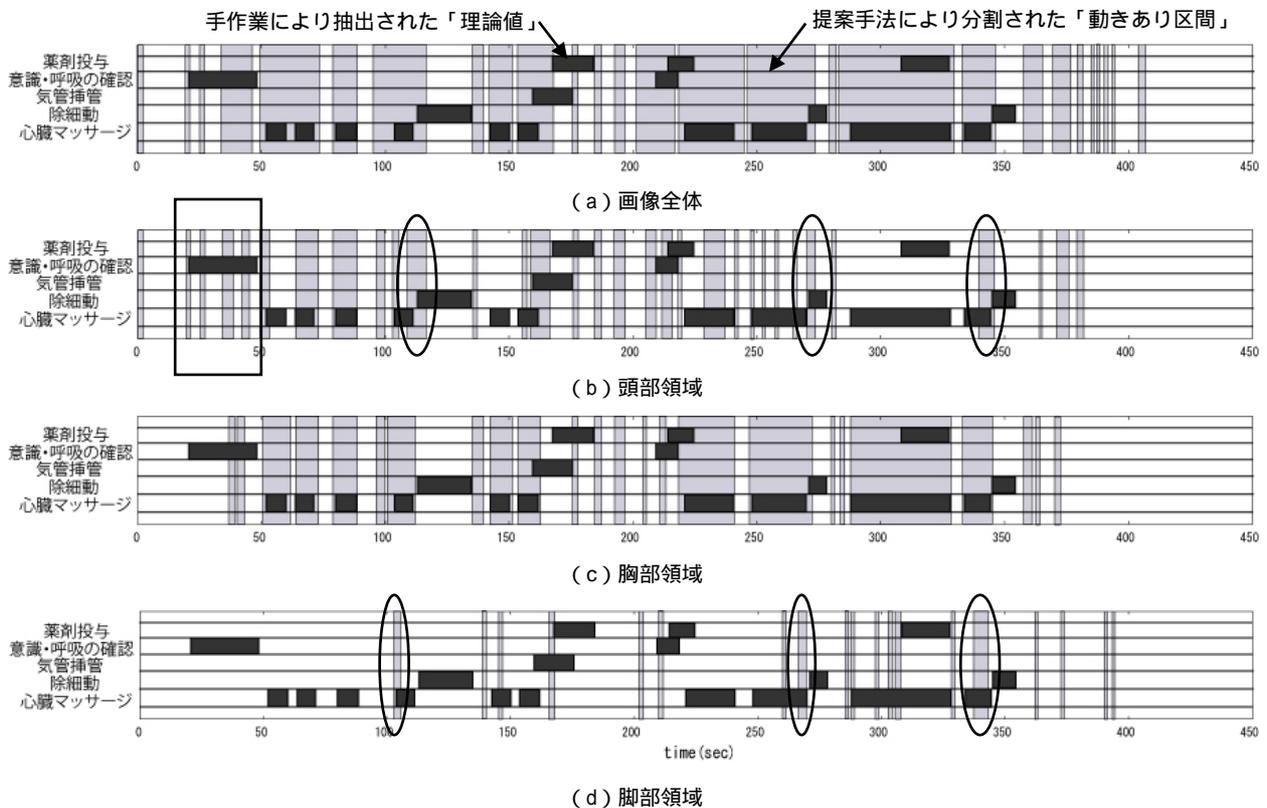


図2 心肺蘇生映像分割例

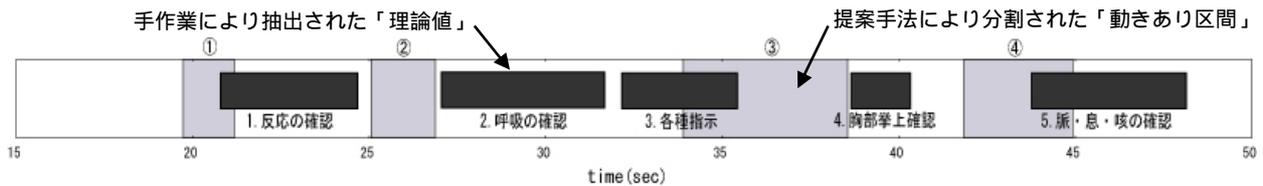


図3 呼吸・意識の確認動作分割例

も関わらず、手動抽出によるイベント区間に近い箇所でもうまく分割できており、映像の大まかな分割に提案手法が有効であることが確認できた。心肺蘇生では、絶え間ない心臓マッサージが非常に重要視されており、心臓マッサージの合間に意識の確認や除細動などの処置が行われるが、動きの大きな心臓マッサージ、すべての患者から離れないと処置のできない除細動など、重要な処置で動と静がきれいに分かれていることがこの結果に繋がっていると思われる。薬剤投与に対応した分割はできていないが、これは、薬剤投与が除細動以外のほとんどの処置と同時に進行することが可能であり、処置に伴う動作も小さいことに起因しているものと思われる。

映像領域を切り分けて行った実験の結果では、それぞれの部位毎で大きく結果が異なっている。胸部領域の結果(図2(c))では、心臓マッサージと除細動が精度よく分割できている。これは、胸部で実施されるこの2つの処置が同時に実施できない上、動きにおいて静動対照的であるからだと思う。

頭部領域の結果(図2(b))では、呼吸・意識の確認動作の詳細な動作が抽出できている。25~50sec付近で行われている確認動作(図中四角で囲んだ区間)を例にとって説明する。当該区間を詳細に見ると

1. 患者の両肩を軽く叩いて反応を確認
2. 患者の顔に顔を近づけ、呼気の有無、呼吸音の有無、胸部の上下動の有無から呼吸の有無を確認
3. 胸部挙上確認のため
4. バックバルブ換気による胸部挙上の有無を確認
5. 患者頸部に手を当てて脈の確認、及び、患者の顔に顔を近づけて息・咳の確認

という処置が行われている。図3は当該区間の結果を拡大したものであるが、分割された動きあり領域はそれぞれ、反応確認のため患者の両肩を触りに行く動作、呼吸確認のため患者の顔に顔を近づける動作、マスク換気、及び除細動モニタの手配動作、息・咳確認のため患者の顔に顔を近づける動作に対応しており、当該確認動作の処置や処置間の移行動作を適切に抽出できていることがわかる。また、図2(b)の で囲んだ部分を見ると、除細動実施直前に安全確保のためベッドから離れる動きが適切に抽出できていることがわかる。

脚部領域の結果(図2(d))では、動きあり区間の抽出が非常に少ない。これは、脚部領域で実施される動作が、除細動モニタの操作、除細動処置に付随する準備等の動

作、薬剤投与に限定されているからである。結果では、除細動実施前に除細動パッドを取り上げ、パッドにペーストを塗布する動作が適切に抽出できている。(図2(d)の で囲んだ部分)先述の通り、脚部領域でのイベントは限定されているため、治療ガイドライン情報を活用することで、抽出が困難な薬剤投与イベントの抽出が期待できる。

上記の通り、動きのあり・なしという非常に明快な指標によって、十分効果的な映像分割が可能であることが確認できた。また、対象映像の特定領域の映像に同様の手法を適用することで、詳細なシーン分割や精度のよいイベント抽出が可能であることが確認できた。

4. まとめ

本研究では、画像情報による診療映像のシーン分割手法として、画像から抽出した動き情報の統計量のみを用いたロバストなシーン分割手法を提案し、心肺蘇生映像に適用した実験により、適切に大まかなシーン分割が可能であることを確認した。また、領域分割による詳細・高精度なシーン分割の可能性についても実験により確認した。

今後は、より詳細な動き情報を取り扱うため、動き情報の特徴量に動きベクトルの方向別ヒストグラムを使用し、分割シーンの解析により、分割シーンの分類、分割シーン内のシーン分割をすすめていく予定である。

本研究は文部科学省知的クラスター創成事業の一環としてなされたものである。

文献

- [1] H. Asai, H. Tanahashi, et al., "The Cardiac Massage Detection in The Emergency Medical Care Video", Proc. of the Sixth IASTED International Conference on Visualization, Imaging, And Image Processing, pp.597-602, 2006.
- [2] 浅井博次, 田中等幸, "診療映像における自動イベント検出の検討", 岐阜県生産情報研究所研究報告第8号, pp.4-8, 2007.