

診療映像におけるシーン分割手法の検討 (第2報)

浅井 博次 田中 等幸

Investigation of Automatic Segmentation of Intervention Video (2nd report)

Hirotsugu ASAI Tomoyuki TANAKA

あらまし 近年、電子カルテの普及や手術や救急処置などの診療映像記録の一般化に伴い、膨大な医療データが電子データとして蓄積されつつある。これに連動して、電子化された医療データを解析し、医療教育、医療の質の底上げ・向上、病院経営などに活用したい、という要求が急速に高まっている。しかしながら、映像情報は一覧性・可読性の悪さから、解析はもとより、利活用すること自体、困難である。これに対し、我々は、シーン分割やラベリングにより診療映像をコンテンツとして利活用可能なものとするを目的に研究を進めている。本稿では、多種多様な処置が実施される診療映像に対し幅広く適用可能な分割手法として、ベッドを基準としたLog-Polar変換により処置者や医療機器の配置に基づいて診療映像を自動分節化する手法について提案する。また、心肺蘇生映像を対象とした実験により、提案手法の有効性を確認した。

キーワード 診療映像、シーン分割、Log-Polar変換

1. はじめに

近年、手術室や救急処置室など重要な処置を行う場所へのカメラシステム導入が進み、診療の様子を撮影した動画記録の蓄積が急速に進んでいる。これは、医療の透明性への要求、医療訴訟関連費用の病院経営への圧迫などに起因したものであるが、ハードディスクなどのデータストレージの価格低下や映像圧縮技術の向上に伴い、大量の映像を記録することが現実的なものとなったことが最も大きい要因と思われる。大量の診療映像の記録が可能となったことで、それらを解析し、医療教育、医療の質の底上げ・向上、病院経営の改善等に活用したい、という要望は増加しているが、一覧性・可読性の悪さとその膨大なデータ量から、解析はもとより、利活用すること自体、困難な状況である。

これに対し、我々は、映像のシーン分割やラベリングにより診療映像をコンテンツとして利活用可能なものとするを目的に研究を進めている^[1~4]。本稿では、多種多様な処置が実施される診療映像に対し幅広く適用可能な分割手法として、ベッドを基準としたLog-Polar変換により処置者や医療機器の配置に基づいて診療映像を似通った状態が継続する区間に自動分節化する手法について提案する。また、心肺蘇生映像を対象とした実験により、提案手法の有効性を検討したので報告する。

2. 診療映像のシーン分割

2. 1 課題

本研究で対象としている手術や救急救命処置では、以下に挙げる特徴がある。

- ・処置内容が多種多様である
- ・数名のチームで処置が実施される
- ・状況に応じて臨機応変に処置が実施される

画像情報からの処置イベント検出を考えた場合、処置を一意に定義することが難しい上、同時に進行する複数の処置を切り分ける必要がある為、特定の処置イベントの検出は非常に困難である。更に、多種多様な処置への対応が要求されることも考慮すると、特定の処置イベントを検出する、というアプローチだけでは十分なシーン分割やラベリングを実現できない。そこで、本研究では、診療行為を似通った状態が継続する区間に分節化し、分類・提示することで、診療映像の大まかなシーン分割を行い、診療映像の内容確認の支援、ラベリング作業の簡素化を図る。

2. 2 提案手法

医療の分野では、様々な処置に対し、詳細に渡った標準的な治療の判断や手順を定めた標準的な治療ガイドラインの策定が進んでおり、これらのガイドラインに従って実際の処置が実施される。また、処置が決まれば、処置に使用する機器や患者に対する人の配置が決まる。処置を行う患者の部位が変わるわけではないため、臨機応変な処置が実施される手術や救急処置においても、基本的な配置は大きく変わらない。これらに着目すると、人や医療機器の配置から、処置（あるいは処置の状況）をある程度推定できると思われる。

提案手法では、人や医療機器などの物の配置に基づいて診療映像を大まかに分節化する。具体的には、ベッドに横たわる患者に対して行う診療の様子をベッド上方の

天井から撮影した映像を対象とし、ベッドを基準として処置者や医療機器が「どの方向」に「どの程度いる（ある）か」を特徴量としてクラスタリングを行うことで、診療映像を分節化する。提案手法の手順は以下のとおりである。

1. Log-Polar 変換（変換中心；ベッド中心）
2. 処置者・医療機器領域抽出（背景差分）
3. 二値化&ベッド領域マスク
4. 二値化マスク画像の各画素に対し、行毎にヒストグラムを計算
5. 前項のヒストグラムを特徴量として各フレームをk-means 法によりクラスタリング

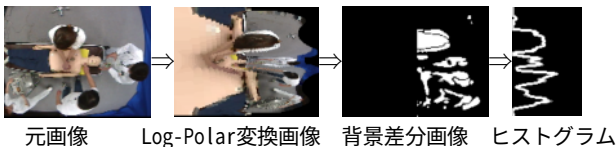


図1 提案手法処理イメージ

ベッド領域をマスクすることで、ベッド周辺の人や物の配置情報のみを抽出し、二値化した背景差分画像の行毎に計算したヒストグラムを配置情報特徴量として利用し、クラスタリングにより映像を分節化する。

ベッドを基準とした配置情報を記述するため、ベッドの中心を変換中心としたLog-Polar変換を使用した。図2に示すように、Log-Polar変換をそのまま適用すると、変換中心からベッド端面までの距離の遠い頭部方向と、距離の短い胸部側面方向では、ベッドから同一距離にいる人の大きさが変換画像上で大きく異なってしまう。また、ベッドを基準とした方向の記述についても、歪みが生じてしまう。ここでは、変換画像上でベッド領域が直線になるように処理することで、これらの問題に対応した。

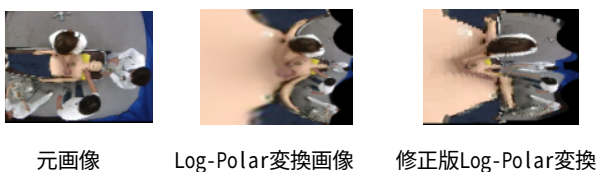


図2 Log-Polar変換の工夫

3. 実験

シミュレーション人形を使用し、岐阜大学医学部附属病院等の医療従事者による処置者4名で行われた心肺蘇生処置映像を用いて本手法の有効性を検証した。使用した映像は160×120 pixel, 30fpsの非圧縮AVIファイルである。心肺蘇生処置では、主に胸骨圧迫、換気、除細動、薬剤投与などの処置が行われる。特に、胸骨圧迫をできる限り中断しないことが重要視されており、処置の大部分で胸骨圧迫が施されている。

分割結果例を図3に示す。クラスタ数は、経験的に7とした。図中、表上部が映像から手作業で抽出した実際の

イベント区間、下部が提案手法による分割結果である。また、下部に列挙した映像は各クラスタの映像例である。以下、分割結果について詳細に説明する。

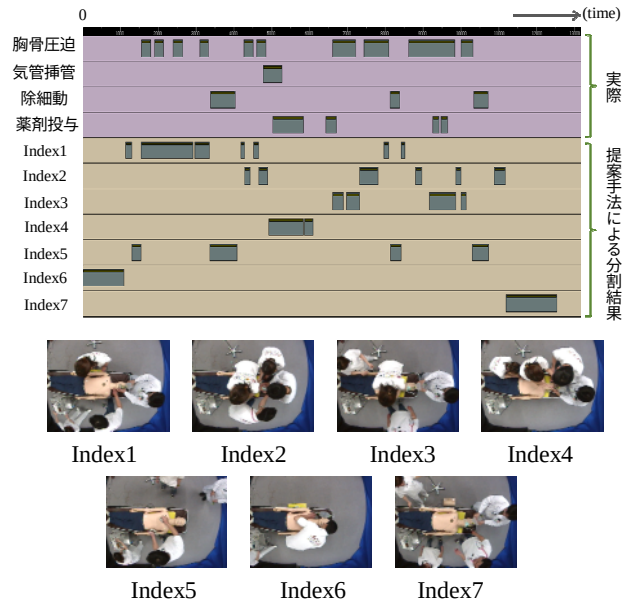


図3 分割結果例

Index1～4は、心肺蘇生処置において最も実施区間の長い胸骨圧迫が実施されている、あるいは、実施可能な位置に処置者がいるシーンである。その内、Index1～3は、胸骨圧迫と患者頭部に立って行う換気が実施されている（あるいは、実施可能な）状態でリーダーが状況確認や指示を行う、最も多いシーンである。それが更に3つに分割され、Index2が基準となるシーン、Index1、Index3は、患者左脚部、または右脚部に更に処置者がいる特殊シーンとして位置付けることができる。

Index6は、処置者が1名だけのシーンであり、患者搬入直後の初期診断と対応している。また、Index7は、ベッド周辺にまんべんなく処置者がいるシーンであり、患者の容態安定後の状況確認・次工程への指示シーンと対応している。

Index5は、除細動器のある患者左側面のみに処置者がいるシーンである。図4は実際に実施された除細動処置との比較をした図であるが、非常によく対応していることがわかる。一方、Index4は、Index5とは逆に、患者右側面以外に処置者がいるシーンである。図5に示すように、気管挿管と薬剤投与の最初に実施される静脈路確保の処置が行われている区間と対応している。

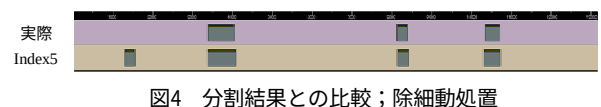


図4 分割結果との比較；除細動処置



図5 分割結果との比較；Index4



図6 分割結果との比較；胸骨圧迫

このように、「配置に基づいた分割」という意味では、人の認識と一致する有意な分割ができていることが確認された。また、分割結果と実際に行われた処置との関連性についても、強い対応関係が見られる分割が得られており、提案手法の有効性を確認できた。一方、課題も明確になった。図6は実際に行われた胸骨圧迫処置と心肺蘇生処置において最も多いシーンに対応する配置である。Index1～3を比較したものであるが、Index1～3が実際の処置と対応した有意な分割となっていないことがわかる。これは、「配置≠処置の実施」であることに起因している。配置がある処置を行う配置と一致していたとしても、実際にその処置を実施するかどうかはわからない。そのため、図6のように、ある処置が複数の配置に跨って実施される場合や複数の処置で共通して同じ配置が発生する場合には、人にとって有意な分割が得られないのである。

この問題には、医療知識の活用による処置に対応した映像領域を限定する解析方法や、位置情報など、他の手法による分割結果と統合することで対応できると考えている。

他の手法による分割結果との統合例として、動き情報の周波数解析による胸骨圧迫イベント抽出^[2]結果と提案手法による映像分割結果を統合した例を図7に示す。表中央の分割結果が周波数解析による胸骨圧迫検出結果である。胸骨圧迫処置と関連性が見られるものの有意な分割ではないIndex1～3を、胸骨圧迫を高精度に検出可能な当該手法による分割結果に置き換えることにより、診療映像全体の大まかな分割が実現できている。

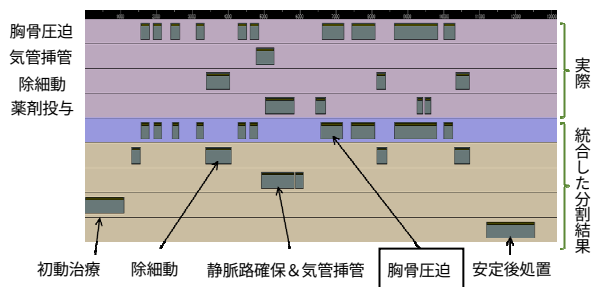


図7 他の手法による分割結果との統合例

4. まとめ

ベッドに横たわる患者に対して行う診療を対象に、ベッド周辺の人・物の配置に基づいて診療を大まかなシーンに分割する手法を提案し、実験により有効性を確認した。

提案手法は、ベッドのように作業対象を中心とし、その周りから中心にある作業対象に向かって作業を行うような対象であれば適用可能であることから、今後は、製造工程での作業映像など、他分野への適用を検討していく予定である。

謝 辞

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] 浅井博次, 棚橋英樹, 田中等幸, 金川誠, 速水悟, “ビデオによる診療記録システムの開発”, 第26回医療情報学連合大会, pp.1011-1012, 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8号, pp.4-8, 2007
- [3] 浅井博次, 田中等幸, 清水早苗, “診療映像におけるシーン分割手法の検討”, 岐阜県情報技術研究所研究報告9号, pp.15-17, 2008.
- [4] 田中等幸, 浅井博次, 平湯秀和, “三次元位置に基づく救急医療処置の自動分割”, 岐阜県情報技術研究所研究報告9号, pp.18-22, 2008.