

# プロセスのフェーズ推定における推定精度向上に関する考察

李周浩<sup>†1</sup> Tran Dinh Tuan<sup>†2</sup>

**概要:** プロセスのフェーズ推定する既存のアルゴリズムの推定精度を向上するための工夫を行う。本研究では、ある目的をもっている順番が定まった一連の動作をプロセス、順序のある動作をフェーズと定義する。本稿では、既存アルゴリズムの前処理部と正規化部を改良して全体の推定性能向上を図る。

## Improvement of Phase Estimation for Surgical Work Flow

JOO-HO LEE<sup>†1</sup> DINH TUAN TRAN<sup>†2</sup>

### 1. はじめに

様々な医療分野において ICT の応用が期待されている。この期待の主な理由の中には効率向上による人手の軽減、熟練者から未熟練者への効率の良い医療技術の伝授、多量のデータのアーカイブ及び柔軟な検索などがある。また、医療ミスによる死亡がアメリカ人の死亡原因の第3位として挙げられる[1]など深刻な問題になっており、ICT の投入による改善が望まれている。本稿では、ICT 技術を応用した手術・看護のプロセスモデリングを目的とするフェーズ推定手法の性能向上について紹介する。

フェーズ(Phase)とは、段階、局面などを意味する言葉である。本稿では、一連の順序で行われる作業においてどの段階であるかを指す言葉としてフェーズを使用する。また、ある目的を満たすために行われる一連の作業のことをプロセスまたはワークフローと定義する。様々なプロセスが医療分野において存在し、それぞれのプロセスは複数のフェーズで構成される。たとえば、医師がある種の手術を行うとすると、その手術はある順序による一連の作業に行われるプロセスである。もちろん同じ種類の手術でも、部分的には特定のフェーズが省略されたり、順番が入れ替わったり、他とは異なるフェーズが入ったりする。しかし、全体のプロセスを見るとこのような部分は全体に対しての一部であり、簡単な手術であれば概ね同じプロセスで行われるといえるだろう。そこでフェーズ推定とは、概ねプロセスが定まっている手術などの医療行為において医師または看護師自身が、行っているフェーズをみずから手動で報告することなく、センサーなどから得たデータをコンピュータが自動で分析・推論して正しいフェーズを認識することを意味する。

もし、高い精度の自動フェーズ推定が実現できれば、医療現場において様々な応用が予想される。たとえば、手術

後の報告書は、医療スタッフの手を要するが、手術のプロセス分析及びデータの文書化技術に基づく術後ドキュメントの自動生成は、専門知識をもつ人材のリソース節約や正確性の向上が期待される。また、訓練を行っている人は、熟練者の記録を見たり、自分の動きと比較してみたりすることも自動フェーズ推定によって可能になり、これまでより効率よく訓練することができる。このほかにも、自動フェーズ推定によってビデオデータを時間区間にタグ付けして保存したり、保存されたデータからユーザーが見たい部分だけを、タグ付けされたフェーズデータを用いて素早く検索して再生したりすることも可能になる。個人レベルだけではなく、病院レベルでも自動フェーズ推定の応用が可能である。たとえば、総合病院などの大型医療施設では、一日に複数回の手術が行われる。このような施設では、手術を1件単位で見るとはならず、複数の手術について患者の搬送や麻酔のタイミングといったことも総合して計画を立てて行動しなければいけない。そのため、手術の状態を現場の医療スタッフだけではなく病院全体で把握することができれば、病院内での手術計画が立てやすくなり、病院全体の業務効率化につながる。

### 2. 提案手法

手術・看護のプロセスモデリングを行うために医療プロセスを主な対象とするフェーズ推定の研究を2012年から行ってきた。これまでのフェーズ推定の構成は、使用データ、特徴量、LDA(Latent Dirichlet Allocation)、HMM(Hidden Markov Model、隠れマルコフモデル)となっている[2]。図1に従来手法の構成を示す。

#### 2.1 推定精度向上のための新手法

従来手法はノイズに弱く、残すべき特徴を残せない問題があった。また、学習のためのデータの正規化においても次元が大きくなると指数関数的に要求メモリが大きくなる

<sup>†1</sup> 立命館大学情報理工学部  
Ritsumeikan Univ.  
<sup>†2</sup> 立命館大学情報理工学研究科

Ritsumeikan Univ.

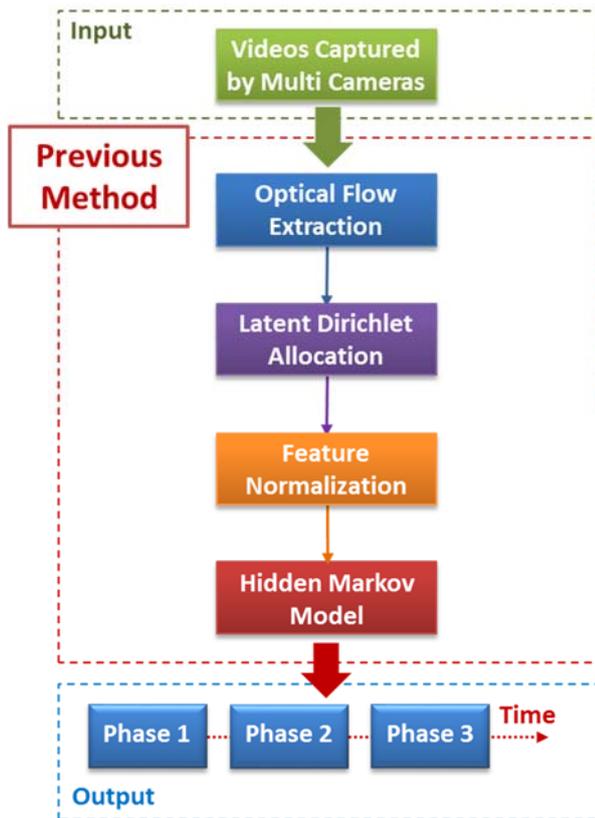


図1 従来のフェーズ推定手法の構成

Figure 1 Previous Algorithm for Phase Estimation

問題があった。こういった問題を改善した新手法を図2に示す。

(1) **ロバスト性の改善**

従来の手法では入力画像に対して決まったサンプリング点だけで Optical Flow を求めて特徴量として用いたが、フレーム間差分と Block Average Optical を求めることによりノイズや、主要特徴点の欠落問題を改善した。

(2) **正規化手法の改善**

従来の手法では LDA から出力された Topic データを単なる正規化を行って HMM の学習に用いたため Topic の数が増えると膨大なメモリが必要になった。新手法では正規化手法として K-means を適用したため既存のメモリ問題を解決した。

3. **評価実験**

9 件の模擬手術データを用いて評価実験を行った。LOOCV で学習データと実験データに分けて実験を行った。その結果を図3に示す。従来の手法が最も良い結果として 75.1% を出したのに対して、新しい手法は、Topic 数が 100 個、K-means クラスタの数が 275 個の時に最も良い結果として 91.5% を達成した。

4. **おわりに**

地域間の医療格差解消、医療技術の伝授・保存、医療行

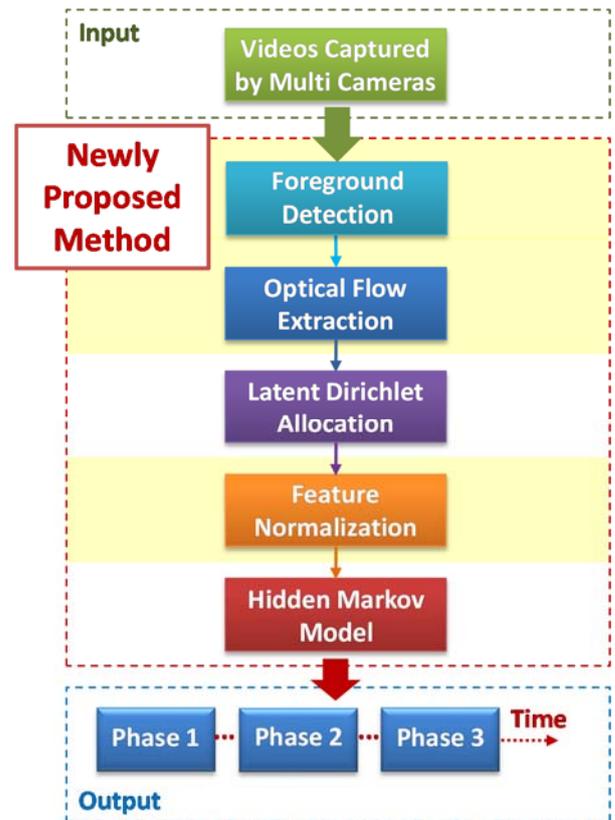


図2 改善されたフェーズ推定手法の構成

Figure 2 Improved Algorithm for Phase Estimation

為の記録・保管・検索など、ICT を医療分野応用して解決すべき課題は沢山存在する。その中の一つが手術・看介護などの医療プロセスのモデリングである。本稿では、その一例であるプロセスにおけるフェーズの推定手法とその改善策について紹介した。

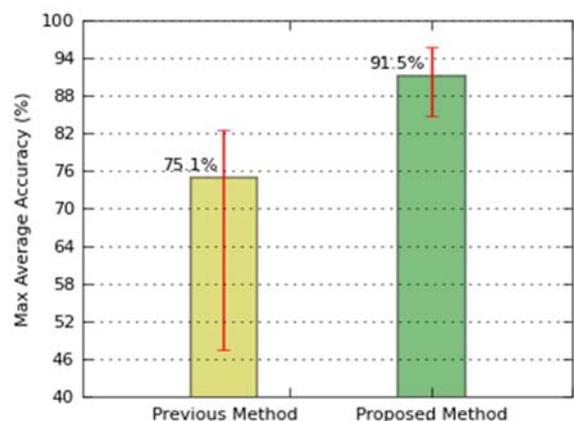


図3 評価実験結果

Figure 3 Experimental Result

**謝辞** 本研究は、私立大学戦略的研究基盤形成支援事業の支援を受けて行われたものである。

## 参考文献

- [1] Makary MA, Daniel M. Medical error—the third leading cause of death in the US. *BMJ*. 2016;353:i2139; doi: 10.1136/bmj.i2139. May 3, 2016.
- [2] Dinh Tuan Tran, Ryuhei Sakurai, Joo-Ho Lee , “Integration of a topic probability distribution into surgical phase estimation with a hidden Markov model”. Industrial Electronics Society, IECON 2015 - 41st Annual Conference of the IEEE, 2015.