The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	カプセル内視鏡画像における周辺領域を考慮した病変追跡に関する研究
Author(s)	柳川, 由紀子
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/72606
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　柳川　由紀子　）	
論文題名	カプセル内視鏡画像における周辺領域を考慮した病変追跡に関する研究

論文内容の要旨

カプセル内視鏡は，従来の内視鏡を用いた検査では難しかった小腸の病変の有無を検査でき，患者への負担も少ないことから活用が進んでいる．患者が飲み込んだカプセル内視鏡は消化管の蠕動運動によって推進し，胃腸管を通過する7-8 時間の間，画像を撮影し続ける．そのため，カプセル内視鏡検査で撮りためられる画像は膨大な量になる．診断する医師はこの膨大な量の画像の中から些細な変化を見逃さずに病気の有無を診断する必要があり，負担が大きい．また，カプセル内視鏡診断は，従来の内視鏡検査と違ったスキルを必要とする．そこで，医師の診断を支援するシステムや医師の技術を向上させる教育システムの研究が進んでいる．本論文では，支援システムでの効率的な表示や教育システムの訓練データ作成に有益なカプセル内視鏡画像の病変領域の追跡に焦点を当て，カプセル内視鏡画像中の病変追跡手法を提案した．

本論文ではカプセル内視鏡画像中の病変追跡を対象として周辺状態を考慮した領域追跡手法として2 つの手法
・病変の周囲の特徴を手がかりとした，周囲の特徴点と病変の幾何拘束に基づく領域追跡（特徴点ベースの追跡手法）
・病変とその周囲領域を用いたイントラフレーム学習による領域追跡（CNNを用いた追跡手法）
を提案し，その有効性の検証を行った．

前者では，病変の周囲の特徴を手がかりとした，周囲の特徴点と病変の幾何拘束に基づく特徴点ベースの領域追跡手法を提案する．カプセル内視鏡画像では病変部と周囲の特徴が不鮮明な場合があり，個々の特徴点のマッチング結果が安定しない．そこで，近接フレームでは病変部と周囲の狭い領域の各特徴点の幾何学的位置関係が保持される，という仮定に基づき，特徴点のマッチングに三角形の幾何拘束を適用することを提案する．三角形の幾何拘束条件として，三つの特徴点のなす角度による拘束と三つの特徴点によるアフィン行列係数による拘束の二つのアプローチを考察し，評価実験では実際の病変を含むカプセル内視鏡画像列を用い，幾何拘束条件がない場合と二つの三角形の幾何拘束条件を適用した場合についての比較実験ならびに，従来研究との比較実験を通して，特徴点ベースの領域追跡において三角形の幾何拘束を用いることの有効性評価を行った

後者では，Convolutional Neural Networks（CNN）を用いて病変とその周囲領域を用いたイントラフレーム学習による領域追跡の手法を提案する．一般に，カプセル内視鏡画像では病変部と周囲の特徴の差が明確でないため，追跡に有効な特徴をあらかじめ定義するのは困難である．そこで．初期フレームの病変部と周囲の画像を用いて有効な特徴量を，CNN を用いたイントラフレーム学習することで，周辺との関係において最適な特徴量選択を可能にする．評価実験では実際の病変を含むカプセル内視鏡画像列を用い，従来研究との比較実験を行い，これらの評価実験を通して，イントラフレーム学習による領域追跡手法の有効性評価を行った．

様式７

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　柳川　由紀子　）			
論文審査担当者		（職）	氏　名
	主 査	教授	八木　康史
	副 査	教授	伊野　文彦
	副 査	教授	越後　富夫（大阪電気通信大学）
	副 査	准教授	槇原　靖

論文審査の結果の要旨

本論文は，消化器官内視鏡検査で困難とされている小腸において，有効性が確認されたカプセル内視鏡で取得した映像から，病変を時間的に追跡する手法を提案したものである．

第１章では，カプセル内視鏡画像における病変領域の追跡についての重要性を述べ，本研究の目的を明らかにした．さらに，病変の追跡を実現するために必要となる要素を整理している．

第２章では，カプセル内視鏡画像を用いた研究と画像の物体追跡手法の従来研究の紹介を行った．

第３章では，病変の周囲の特徴を手がかりとした，周囲の特徴点と病変の幾何拘束に基づく特徴点ベースの領域追跡の手法を提案した．カプセル内視鏡画像は病変部と周囲の特徴差が小さいため，病変部のみを用いての追跡は難しい．カプセル内視鏡画像における病変領域の追跡では，病変と背景が局所的に同じ動きをするという特性を利用し，病変の周囲の特徴点を用いて追跡する．提案手法は近接フレームでは病変部と周囲の狭い領域の各特徴点の幾何学的位置関係が保持される仮定に基づき，特徴点のマッチングに三角形の幾何拘束を適用することを提案した．三角形の幾何拘束条件として，三つの特徴点のなす角度による拘束と三つの特徴点によるアフィン行列係数による拘束の二つのアプローチを考察し，評価実験では実際の病変を含むカプセル内視鏡画像列を用い，幾何拘束条件がない場合と二つの三角形の幾何拘束条件を適用した場合についての比較実験ならびに，従来研究との比較実験を通して，特徴点ベースの領域追跡において三角形の幾何拘束を用いることの有効性評価を行った．これにより，提案手法は，動きの変位が大きく，肉眼では検出が困難な場合でも，病変を追跡することができることを示した．

第４章では，CNN を用いた病変とその周囲領域を用いたイントラフレーム学習による領域追跡の手法を提案した．カプセル内視鏡画像では病変部と周囲の特徴の差が明確でないため，追跡に有効な特徴を予め定義するのは困難である．一方で，CNNは検出や追跡に最適な特長量を自動的に学習して定義することができる．しかし，従来のCNN を用いた物体追跡手法はあらかじめ大量の学習データが必要であるという大きな課題があった．本論文では類似データを用いた事前学習を行わず，追跡開始時に与えられる開始フレームと追跡ターゲットである病変の初期位置のみを用いてCNN の学習に必要なデータを構築することで，事前に大量の学習データを必要としないイントラフレーム学習による追跡手法を提案した．実際の病変を含むカプセル内視鏡画像列を用い，従来研究との比較実験を行い，これらの評価実験を通して，イントラフレーム学習による領域追跡手法の有効性評価を示している．

第５章では３章で提案した特徴点ベースの追跡手法と４章で提案したCNN を用いた追跡手法の比較をした．CNN を用いた追跡手法のオンライン学習を行う場合の精度が一番良い結果になった．しかし，オンライン学習を行わない場合は，二つの手法での性能差は少なく，特徴点ベースの追跡手法は色味が一律に変化する等の全体的に同じような特長量の変化や浮遊物が動く等の局所的な変化に強く，CNN を用いた追跡手法は蠕動運動などによって生じる凹凸の変化等の全体的なパターン変化に強いことが分かった．さらに，これらの結果を受けて二つの手法を合わせた新たな手法の提案も行っている．

よって，博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める．