

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Computational Pathology Image Analysis Based on Nuclear Characteristics
著者(和文)	BoonsiriOranit
Author(English)	Oranit Boonsiri
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10273号, 授与年月日:2016年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:長橋 宏,渡邊 澄夫,山村 雅幸,宮下 英三,長谷川 修,木賀 大介
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10273号, Conferred date:2016/6/30, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Oranit BOONSIRI	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	長橋 宏	教授	長谷川 修	准教授
	審査員	渡辺 澄夫	教授	木賀 大介	教授
		山村 雅幸	教授		
		宮下 英三	准教授		

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Computational Pathology Image Analysis Based on Nuclear Characteristics (細胞の核特性に基づく計算論的病理画像の解析について)」と題し、英文 6 章から構成されている。

第 1 章「Introduction (序論)」では、病理学者への診断支援と治療に関する情報提供を主目的とする CAD (計算機支援による病理診断) システムにおいて、病理画像における計算論的解析と病理分類を支援する処理が重要な役割を担っていることを述べている。そして、本論文の目的が、マルチスペクトル画像および 3 次元画像として可視化された細胞組織画像から核領域を自動抽出する新たな方法を提案するとともに、癌の分類を的確に行うために必要な核領域の特性記述法を検討することであると述べている。

第 2 章「Related works (関連研究)」では、当該研究で対象とする肝細胞癌と甲状腺濾胞腺癌の現状について触れるとともに、それらの細胞組織の可視化に用いられている光学顕微鏡によるマルチスペクトル画像と 3 次元画像に関して、医用および生物分野での研究事例について述べている。続いて、これまでに報告されているマルチスペクトル画像からの細胞構造抽出法、および三次元細胞分割法について述べている。そして、画像中の細胞組織分類のために必要な細胞からの特徴抽出とその表現方法として、主に形態学的特徴、統計的特徴、テクスチャ特徴の 3 つの特徴カテゴリが用いられていることに触れ、それぞれの特徴を用いた研究事例について述べている。また、各種癌診断を支援する CAD システムについてまとめている。

第 3 章「Systems overview of proposed method (提案手法のシステム概要)」では、提案手法が癌細胞画像からの細胞核領域抽出と、抽出された細胞核領域の特性解析の 2 つの主要な部分からなることを述べている。癌細胞では、核の形態学的特性とクロマチンパターンに変化が見られる。そこで、正常細胞と癌細胞の判別を行うために、細胞の核領域抽出を行うことが重要であることを述べている。本論文で用いている領域抽出処理は、病理医によって分割された核領域に基づいて教師あり学習によって構築されており、前処理、画素毎の核尤度判定、尤度に基づく核領域判定の 3 つの処理工程を持つと述べている。一方、細胞の核領域特性解析では、核領域の特徴抽出とそれに基づく分類が行われると述べている。核領域の特徴としては、細胞組織に応じて適切な特徴表現が必要であることから、ガボールフィルタで構成されるフィルタバンクによる特徴表現法と、共起行列から得られる 12 種類の Haralick 統計量を用いた特徴表現法について評価を行うと述べている。さらに、核特徴表現に基づく細胞判定には、機械学習によって構築されたランダム木による分類器を用いることを述べている。

第 4 章「Hepatocellular carcinoma classification in multispectral histopathology images(マルチスペクトル組織病理画像における肝細胞癌分類)」では、肝細胞の核構造に関する組織病理学的検査結果が、肝細胞癌の診断において重要な役割を果たすことを述べている。本論文では、肝細胞核領域テクスチャパターンの空間情報とスペクトル情報の双方を考慮した新たな特徴を得ることを目的として、予め専門医によって分類された正常肝細胞と癌化肝細胞の双方の標本に対して、倍率 100 倍の 16 バンド・マルチスペクトル画像を取得し、解析実験を行ったことを述べている。解析のための提案手法は、教師あり学習に基づく自動領域分割処理と、ガボールフィルタバンクによって分割核領域から抽出されたテクスチャ特徴に基づく分類処理によって構成されていると記している。そして、解析の結果として、それぞれのバンド画像毎の正常および癌化の分類性能を示した上で、99%を超える高い分類精度の得られるスペクトルバンドが存在することを述べている。

第5章「Thyroid follicular tumor classification in 3D images (3次元画像での甲状腺濾胞腺癌の分類)」では、癌の進行に応じて甲状腺濾胞腺癌を低リスク、中リスク、高リスクの3段階に分類し、リスクの高い悪性癌への治療を優先的に行うという日本甲状腺学会の提案を受け、本研究の目的が、細胞核のテクスチャ特徴に基づいて甲状腺濾胞腺癌の3段階分類を支援する新たな手法について研究することであると述べている。そして、通常の2次元細胞診画像に見られる焦点位置のずれた細胞画像に起因する細胞分類への悪影響を回避するために、3次元細胞診画像による解析の必要性について触れた上で、3次元画像からの細胞領域の切出し法の提案と、3次元共起行列および3次元ガボールフィルタバンクの2つの方式による3次元領域のテクスチャ記述法について検討を行っている。実験の結果、3次元ガボールフィルタおよび3次元共起行列による特徴記述法によって約95.5%の分類正解率が得られ、2次元画像の場合と比べて約9%の改善を達成できたと述べている。

第6章「Conclusion (結論)」では、本論文を総括するとともに、今後の課題について述べている。

以上を要するに、本論文は、人間の細胞組織標本を可視化した病理画像からの病理診断を支援するための機械学習に基づく画像解析および分類に関する新たな手法を提案したものであり、工学上寄与する所が大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。