

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	A study towards device-independent histological quantification and automatic classification system
著者(和文)	Abdul Aziz Maulana
Author(English)	Maulana Abdul Aziz
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10992号, 授与年月日:2018年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:山口 雅浩,小林 隆夫,熊澤 逸夫,金子 寛彦,渡辺 義浩
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10992号, Conferred date:2018/9/20, 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		Maulana Abdul Aziz	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	山口雅浩	教授	審査員	渡辺義浩	准教授
	審査員	小林隆夫	教授			
		熊澤逸夫	教授			
		金子寛彦	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「A study towards device-independent histological quantification and automatic classification system (デバイス独立な病理組織定量化と自動分類に関する研究)」と題し、英文6章から構成されている。

第1章「Introduction (序論)」では、癌の診断において病理組織診断は重要な役割を果たしており、従来は顕微鏡を用いて目視で診断が行われてきたが、近年 Whole Slide Imaging (WSI) と呼ばれる技術の進展とともにデジタル画像技術の導入が進みつつあると述べている。さらに、コンピュータによる解析技術を応用して画像から組織の特徴の定量化や悪性組織の判別などを行い、診断を支援する技術の研究が進んでいるが、臨床への応用には多くの課題が残されていることを指摘している。そのうえで、本研究の目的として、様々な臓器の組織で応用が可能な細胞核の形態的特徴だけでなく、臓器に依存する組織構造の特徴を用いて癌の識別を行うことで精度向上を図ること、特徴量の定量化を行う際に WSI スキャナのデバイスに依存して得られる値が変動するという問題を解決することの2点を挙げている。

第2章「Digital pathology and quantitative pathology (デジタル病理学と定量病理学)」では、本研究の背景となる病理診断、デジタル病理学、WSI スキャナ、定量病理学、コンピュータ診断支援技術に関して概観し、本研究の応用面からの位置づけを明らかにしている。

第3章「Enhancement of automatic classification system of histopathological images (病理組織画像の自動分類システムの改善)」では、画像解析技術を用いて肝細胞癌の病理組織標本から定量的な特徴を算出して診断支援に活用するシステムにおいて、癌の識別精度の向上に関して検討を行っている。従来胃癌や乳癌の病理画像解析で用いられている細胞核の特徴量に加えて、肝組織の構造的な特徴量を定量化し、その特徴量を機械学習による癌組織の識別に使用することで、識別精度の向上が可能であることを実験的に示している。実験では、生検標本及び手術切除標本合わせて約 120 症例から抽出した約 2,000 枚の画像を用い、サポートベクターマシンを用いた機械学習により正常組織と癌の識別を行っている。その結果、細胞核の特徴のみを用いた場合に対して精度は 3% 程度向上し約 90% を達成している。さらに生検標本または手術切除標本の一方のみを教師データとした場合には、他方に対して精度が大幅に低下するのに対して、両者を混合した教師データを用いることで安定的に高精度な識別が可能となることを明らかにしている。

第4章「Color correction and its effect on quantitative pathology (色補正とその定量病理学における効果)」では、病理組織の染色段階や WSI スキャナによる画像入力において生じる色のばらつきを補正する技術の画像解析システムに対する適用に関して論じている。正常及び癌の病理組織標本を異なる3種類のスキャナで画像入力し、スキャナ毎の色のばらつきを解析するとともに、色補正技術の適用が特徴量定量化に対して及ぼす効果を検討している。そして、色補正技術を適用しない場合には一部の画像で細胞核を正しく抽出できない場合があり、また算出された特徴量のスキャナ毎のばらつきが大きいが、色補正技術を適用することで細胞核抽出に成功し、特徴量のばらつきも抑制できることを示している。しかしテクスチャーに関する特徴量に関しては色補正の効果は限定的であり、画像の鮮鋭度など他の要素に関する補正も必要であることを指摘している。

第5章「Sharpness correction and its effect on quantitative pathology (鮮鋭度の補正とその定量病理学における効果)」では、スキャナによって画像の鮮鋭度に違いが生じることが組織の特徴量算出に与える影響と、その補正方法に関する検討結果を示している。スキャナの空間周波数伝達特性の補正を行った結果では補正の効果が限定的であり、その原因として画像入力時のフォーカス調整が影響していると考察している。そしてフォーカス誤差の影響を取り除くためにボケ関数のパラメータを画像から推定して補正する手法を提案し、基礎的な実験の結果から、特徴量の定量化におけるばら

つきを改善できる可能性がある」と述べている。

第6章「Summary and future work (結論及び今後の課題)」では、本研究で得られた成果を総括するとともに、デバイス独立な病理組織定量化と自動分類を可能とするシステムの全体像と今後の課題についてまとめている。

以上を要するに、本論文は病理組織標本に対して画像解析技術を適用して特徴量の定量化及び自動分類を行うシステムに関して、生検標本と手術切除標本を組み合わせた教師データを用い、細胞核と組織構造の特徴量を組み合わせることで癌の識別精度を向上できること、また色のばらつきを補正することでデバイス独立な特徴量定量化を行える可能性を明らかにしたものであり、工学上ならびに工業上寄与するところが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分に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。