

Title	放射線画像診断における骨転移判定支援システムの開発
Author(s)	土井, 健太郎
Citation	大阪大学, 2024, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/96236
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

論文内容の要旨

氏名 (土井 健太郎)	
論文題名	放射線画像診断における骨転移判定支援システムの開発
論文内容の要旨	
<p>【背景・目的】骨転移は進行すると、疼痛や病的骨折、脊髄麻痺などの骨関連事象を惹起し、がん患者の生活の質や全生存期間を著しく低下させる。そのため、骨転移患者を早期に発見することは重要である。骨転移の診断に有効である放射線画像診断では、放射線画像に基づいて病変の詳細な情報が画像所見に記載され治療方針の決定などに重要な役割を果たす反面、個々の記載情報から骨転移の有無を判断することが困難である場合も少なくない。本研究では、画像所見に対する言語解析モデルを基軸として骨転移患者を予測するシステムの開発を検討した。一方で、本言語解析モデルによる骨転移患者同定精度は構築に用いる画像所見の品質に依存する。これに対し、放射線画像から自動的に一定の品質で骨転移病変を疑う領域を抽出することが有効策であると考え、がんの診断早期から一般的に撮影されるCT画像上で骨転移病変を疑う領域を可視化する画像解析モデルの開発に関する基礎的な検討も行った。</p> <p>【材料・方法】関西医科大学附属病院において収集された骨転移関連病名を含む1749件の全モダリティの画像所見に対し、骨転移陽性／陰性のラベル付けおよび自然言語処理による前処理、時系列データ予測に優れるlong short-term memoryを用いた深層学習 (DL) により分類モデルを構築した。ここで、ラベル付けにおいて骨転移を疑う症例は陽性症例とし、前処理においてはトークン化、句読点削除、標準化、不要語削除を行った。モデル構築では1549件に対し5分割交差検証を適用し5つの分類モデルを構築した。構築したこれらのモデルに対して学習に使用していない200件の画像所見を用いてテストを行い、精度、感度、特異度、陽性的中率、ROC解析によりモデル評価を行った。</p> <p>画像解析モデルの検討では、同附属病院で撮影された骨転移患者5例のPET/CT画像に対して、一般的に画像平滑化などに用いられる拡散方程式を用いた。拡散方程式における拡散係数および計算回数を最適化することで骨転移病変を疑う領域と正常骨組織を差別化することができると仮説を立てた。拡散係数には、全てCT画像を引数としたシグモイド関数、ガウス関数、指数関数、三角関数などを適用し、5回の計算を行った。これらの計算結果をPET画像と比較しPET画像再現性能を基準として最適な計算条件を検討した。</p> <p>【結果・考察】言語解析モデルの精度、感度、特異度、陽性的中率、ROC曲線下面積はそれぞれ、0.93、0.95、0.90、0.90、0.97と良好な性能が示された。一方で、20人に1人の割合で偽陰性判定が生じる可能性がある。これに対し、拡散係数にガウス関数を適用した拡散方程式の計算を5回行うことでCT画においてPET画像で指摘された病変領域を可視化することに成功した。本言語解析モデルでは、20人に1人の割合で偽陰性判定を生じる可能性があるが、基礎検討を行った画像解析法に基づいたモデルを適用する事で画像所見の質を向上させ、これに伴った言語解析モデルの性能向上も期待される。</p> <p>【結論】本研究では、画像所見に対するDLに基づいた言語解析およびCT画像に対する拡散方程式を用いた画像解析を行うことで、骨転移患者早期同定システムの実現可能性が示唆された。</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (土 井 健 太 郎)		
	(職)	氏 名
論文審査担当者	主 査	教授 西尾禎治
	副 査	教授 小泉雅彦
	副 査	教授 石田隆行

論文審査の結果の要旨

骨転移は進行すると、疼痛や病的骨折、脊髄麻痺などの骨関連事象を惹起し、がん患者の生活の質や全生存期間を著しく低下させる。そのため、骨転移患者を早期に発見することは重要である。骨転移の診断に有効である放射線画像診断では、放射線画像に基づいて病変の詳細な情報が画像所見に記載され治療方針の決定などに重要な役割を果たす反面、個々の記載情報から骨転移の有無を判断することが困難である場合も少なくない。本研究では、画像所見に対する言語解析モデルを基軸として骨転移患者を予測するシステムの開発を検討した。一方で、本言語解析モデルによる骨転移患者同定精度は構築に用いる画像所見の品質に依存する。これに対し、放射線画像から自動的に一定の品質で骨転移病変を疑う領域を抽出することが有効策であると考え、がんの診断早期から一般的に撮影されるCT画像上で骨転移病変を疑う領域を可視化する画像解析モデルの開発に関する基礎的な検討も行った。

関西医科大学附属病院において収集された骨転移関連病名を含む1749件の全モダリティの画像所見に対し、骨転移陽性/陰性のラベル付けおよび自然言語処理による前処理、時系列データ予測に優れるlong short-term memoryを用いた深層学習 (DL) により分類モデルを構築した。ここで、ラベル付けにおいて骨転移を疑う症例は陽性症例とし、前処理においてはトークン化、句読点削除、標準化、不要語削除を行った。モデル構築では1549件に対し5分割交差検証を適用し5つの分類モデルを構築した。構築したこれらのモデルに対して学習に使用していない200件の画像所見を用いてテストを行い、精度、感度、特異度、陽性的中率、ROC解析によりモデル評価を行った。

画像解析モデルの検討では、同附属病院で撮影された骨転移患者5例のPET/CT画像に対して、一般的に画像平滑化などに用いられる拡散方程式を用いた。拡散方程式における拡散係数および計算回数を最適化することで骨転移病変を疑う領域と正常骨組織を差別化することができると仮説を立てた。拡散係数には、全てCT画像を引数としたシグモイド関数、ガウス関数、指数関数、三角関数などを適用し、5回の計算を行った。これらの計算結果をPET画像と比較しPET画像再現性能を基準として最適な計算条件を検討した。

言語解析モデルの精度、感度、特異度、陽性的中率、ROC曲線下面積はそれぞれ、0.93、0.95、0.90、0.90、0.97と良好な性能が示された。一方で、20人に1人の割合で偽陰性判定が生じる可能性がある。これに対し、拡散係数にガウス関数を適用した拡散方程式の計算を5回行うことでCT画においてPET画像で指摘された病変領域を可視化することに成功した。本言語解析モデルでは、20人に1人の割合で偽陰性判定を生じる可能性があるが、基礎検討を行った画像解析法に基づいたモデルを適用する事で画像所見の質を向上させ、これに伴った言語解析モデルの性能向上も期待される。

本研究では、画像所見に対するDLに基づいた言語解析およびCT画像に対する拡散方程式を用いた画像解析を行うことで、骨転移患者早期同定システムの実現可能性が示唆された。

上記の通り、言語解析ではこれまで実現していなかった全モダリティからの骨転移患者の検出を可能にし、画像解析では深層学習など既存の手法に捉われない新たな数学的手法を検討し骨転移病変の可視化可能性を示した。このように、臨床的課題に対して独創的な視点から言語解析および画像解析を展開し、骨転移患者 (病変) を早期に検出するシステム構築に重要な位置付けとなる基盤技術を開発・検討した。これらの内容を踏まえ、本論文審査を行った結果、合格と判定した。

以上のことから博士 (保健学) の授与に値すると判断する。