

氏名	磯部好孝
学位の種類	博士(医療科学)
学位記番号	甲第43号
学位授与の日付	2024年3月10日
学位論文題名	Fully Automated Electronic Cleansing Using CycleGAN in Computed Tomography Colonography. 「CTコロノグラフィにおけるCycleGANによるクレンジングに関する検討」
指導教授	毛利彰宏
論文審査委員	主査 教授 小林茂樹 副査 教授 浅田恭生 教授 高津安男

論文内容の要旨

近年、前処置が簡便な大腸CTC検査(CT colonography : CTC)が新しい大腸がんの診断法として注目されている。この検査はCT検査によって大腸内部を観察するものである。腸管内残渣と腸管を区別するために残渣を経口造影剤で標識する方法、便標識(fecal tagging)が考案されている。便標識に用いられる経口造影剤としてバリウムが用いられ、下剤の服用量は内視鏡検査に比べ半分以下の量に減らしても大腸病変の検出感度の低下がない。また、バリウムによって標識された残渣を画像処理によって除去できるクレンジング技術が開発された。この技術は大腸内部を追跡し、高いCT値の領域を削除するアルゴリズムを用いてCTCで得られたCT画像から仮想的に標識された残渣を取り除くものであり、現在は臨床で用いる画像処理ソフトウェアにも搭載されている。しかし、このクレンジング処理は標識不良の場合、バリウム領域の除去が正しく行われなことがある。この課題を解決するためにドメイン変換技術であるCycleGAN に注目した。CycleGANは2つの画像データ同士の分野や領域の関係を学習して画像変換を実現する手法であり、医療分野への応用事例もいくつか報告されている。もしCycleGANを用いてCTC画像からバリウム領域を正確に削除することができれば、CTC検査の精度を向上させることが可能となる。そこで本研究では、CycleGANを用いてCTC画像のクレンジング処理を開発することを目的とした。

本研究で対象とするCT画像データは四日市羽津医療センターで撮影した125例のCTCの画像であり、1症例あたり約150枚のスライス画像を含んでいる。125例のうち100症例をCycleGANの学習に使用し、残りの25症例を評価に使用した。また、CycleGANを学習するためのデータセットとして、バリウムの存在するCTC画像とバリウム領域を削除したCTC画像を用意した。後者については、臨床で用いている画像処理ツールを用いて手

動でバリウム領域を削除して作成した。

画像変換に用いたCycleGANは2種類のドメインを相互変換する技術であり、2組の生成器と識別器で構成される。1組目の生成器・識別器ではCTC画像をクレンジング画像に変換する。もう1組の生成器・識別器ではクレンジング画像をCTC画像に変換する。2つの生成器・識別器では、生成器で変換した画像を識別器が真贋判定しながら変換精度を高めるための学習を行う。

提案手法の有効性を確認するために主観的評価と定量的評価を行った。主観的評価については、20年の臨床経験をもつCT認定技師により、腸管を含めてクレンジングすることなくバリウムのみがクレンジングされているか目視にて評価した。定量的評価については、従来手法と提案手法のクレンジング処理後に残存しているバリウムの体積を求め、そこからバリウムの削除率を求め評価した。

画像の主観的評価の結果、腸管を削除することなくバリウム領域のみが削除されていることを確認した。大腸がん病変が存在する症例においても、病変部が削除されることなくバリウム領域のみが削除されていた。定量的評価の結果では、Deep learningを用いない従来手法と提案手法による平均バリウム削除率はそれぞれ72.3%、96.3%となり、提案手法は従来手法より24.0%良好であった。

以上のように本研究ではCycleGANを用いてCTC画像からバリウム領域を削除する手法の開発を行った。従来手法と提案手法によるクレンジング画像を評価した結果、CycleGANを用いた提案手法はバリウムを従来手法よりも正確に削除することができた。よって提案手法はCTC画像に対するクレンジング技術として有効である。

最終試験結果の要旨

審査委員より、手動処理の導入の可否、バリウム除去率の更なる向上策、処理時間、等吸収を示す腸内液に起因するCleansing不良に対する今後考えられる対策などが諮問事項としてあげられたが、いずれの質問に対しても適格な受け答えを行っており、さらに今後進めていく予定の研究テーマについても用意した追加のスライドで示すなど、探求心が旺盛であることを示していた。論文は既に査読付きの学術雑誌に掲載されており、審査委員から論文修正に関する意見は無かった。以上より、最終試験合格とし、博士の学位論文として相応しいと判断するものである。