

(西暦) 2023 年度 博士前期課程学位論文要旨

学位論文題名 (注: 学位論文題名が英語の場合は和訳をつけること)

非参照型画質評価を用いた散乱線補正処理画像の画質評価に関する研究

学位の種類: 修士 (放射線学)

東京都立大学大学院

人間健康科学研究科 博士前期課程 人間健康科学専攻 放射線科学域

学修番号 22897717

氏名: 森 一也

(指導教員名: 根岸 徹)

単純 X 線撮影による画像診断は、日々の病状の進行確認や、術後の経過観察等に多く用いられている。単純 X 線撮影による経過観察を行うためには過去画像との比較読影が有用であるため、出力画像の画像コントラスト、および画像濃度の安定性が重要となる。

近年、散乱線除去グリッド (Real grid: RG) を用いず、画像に寄与する散乱線の除去を行う散乱線補正処理 (Virtual Grid: VG) の有用性が報告されている。VG は画像処理の過程で散乱線推定画像の作成を行うため、撮影条件の事前設定が必要である。しかし、ポータブル撮影では焦点-検出器間距離 (Source to image receptor distance: SID) を一定にすることが難しく、事前設定した撮影条件との乖離による画像コントラストへの影響が認められることがある。VG による画像コントラストの変動は、撮影者の主観的評価のみで判断されることになるため、VG の設定値との乖離による画像コントラストの変動を見逃すリスクがある。VG 画像の画像コントラストの変動を判定する客観的な評価システムの開発を行うことで、画像コントラストの変動が少ない VG 画像の提供が可能になると考えた。本研究では、VG 画像の画質変動の客観的評価指標値として、非参照型画質評価の有用性を検討した。

解析用画像の取得には、CALNEO Smart C47 (富士フイルム, 東京), MobileArt Evolution MX7 (島津メディカルシステムズ, 大阪), MS-X レイグリッド (三田屋製作所, 埼玉), および N-1 LUNGMAN (京都科学, 京都) を使用した。胸部ポータブル X 線撮影を想定し、管電圧 100 kV, 管電流時間積 1.4 mAs, SID120 cm の撮影条件で得た胸部ファントム画像を基準画像とした。解析用画像は、SID を 80 cm から 170 cm まで 5 cm 間隔で変化させた VG, および RG を使用した胸部ファントム画像とした。この時、VG の設定条件は基準画像取得時の撮影条件と同一条件で一定とした。初めに、各画像取得条件で得られた VG 画像, および RG 画像の肺野と肺動脈の画像コントラストの計測を行い、SID による VG 画像, および RG 画像の画像コントラストへの影響を比較した。次に、取得したファントム画像を用いて、非参照型画質評価である Blind/referenceless image spatial quality evaluator (BRISQUE) による各 SID における VG 画像, および RG 画像の画質への影響を評価した。BRISQUE の解析には Python 3.10 を使用した。また、主観的評価として、インフォームドコンセントを受けた診療放射線技師 12 名による Mean opinion score (MOS) を用いた 5 段階の視覚評価を行った。最後に、胸部ファントムの VG 画像における BRISQUE と MOS の相関関係をピアソンの積率相関係数により求めた。本研究は、埼玉県済生会川口総合病院倫理委員会の承認 (承認番号: 2021-37), および東京都立大学荒川キャンパス研究倫理委員会の承認を得て実施した (承認番号: 23004)。

画像コントラストの計測結果より、RG 画像では SID の変化による画像コントラストの

変動は小さかった。しかし、VG 画像では SID の変化に伴い、画像コントラストが大きく変動した。BRISQUE、および MOS の評価結果より、RG 画像では、SID が短くなる変化で BRISQUE、MOS の変動は小さく、一定の値を示したが、SID が長くなる変化で BRISQUE は上昇し、MOS は低下した。一方で、VG 画像では SID の設定値との乖離が大きくなるに従い BRISQUE は上昇し、MOS は低下した。BRISQUE および MOS による評価では、VG 画像と RG 画像で異なる特性を示した。RG 画像、および VG 画像の相関係数は、それぞれ -0.98 ($p < 0.05$), -0.94 ($p < 0.05$) であり、強い負の相関関係であった。また、決定係数は RG 画像で 0.96 、VG 画像で 0.89 であった。

本研究により、SID の変化による VG 使用時における胸部 X 線画像の画像コントラストへの影響を明らかにした。BRISQUE は視覚的な評価と強い相関関係があることが報告されており、BRISQUE から MOS を求めることで、VG の設定値との乖離による画質への影響を客観的に評価することが可能である。VG を用いた胸部ポータブル X 線画像において、VG の設定値との乖離により生じる画像コントラストへの影響に対する客観的な検出方法として、非参照型画質評価である BRISQUE による評価方法の有用性が明らかとなった。