

Stochastic Resonance in Computed Tomographic Imaging

Ziel dieser Arbeit war es, herauszufinden, ob es eine Möglichkeit gibt, Stochastische Resonanz (SR) auf iterativ rekonstruierte Computertomographie-Bilder (CT-Bilder) anzuwenden. Das Ziel ist, die Erkennbarkeit von Strukturen mit sehr niedrigem Kontrast zu verbessern. Eine Verbesserung der Bildqualität durch SR könnte die Akzeptanz der iterativen Rekonstruktion fördern, bei welcher die Deutbarkeit der CT-Bilder von vielen Radiologen in Frage gestellt wird.

SR tritt bei bistabilen Systemen auf, welche Signale enthalten, die sich unterhalb eines bestimmten Schwellenwerts befinden. Im Zusammenhang mit dieser Arbeit ist dies Bildmaterial, welches für den Betrachter schwer bis nicht sichtbare Bildinformation enthält. Wird nun ein solches Signal mit einem zufälligen, ebenso schwachen Signal, wie weisses Gaussrauschen überlagert, kann das zu schwache Signal dazu gebracht werden, den Schwellenwert zu überschreiten und so in den wahrnehmbaren Bereich zu gelangen.

Untersuchungen von Yeh et. al [Application of Stochastic Resonance for Imaging Enhancement of Computed Tomography in Hepatocellular Carcinoma, in 2011 IEEE International Conference on BIBM, pp. 945–947] zufolge ist es möglich, mit einer bestimmten Methode SR auf ein Bild anzuwenden und damit eine Verbesserung der Bildqualität zu erwirken. Die angewandte Methode funktioniert jedoch nur, wenn der Graustufenbereich, in welchem die gesuchte Bildinformation enthalten ist, bereits bekannt ist. Diese Einschränkung führte zur Zielsetzung, die Methode von Yeh auf mehrere bzw. alle Graustufen zu erweitern.

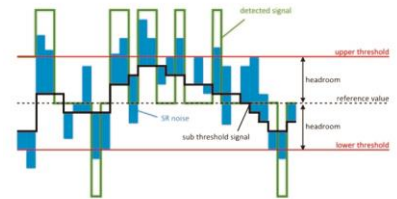
Mithilfe von MATLAB wurden die Parameter untersucht, welche SR beeinflussen können, wie zum Beispiel die Varianz des verwendeten stochastischen Rauschens. Die Ergebnisse zeigen, dass unter gewissen Bedingungen SR zur Verstärkung von sehr schwachen Bildsignalen verwendet werden kann und bei bereits vorhandenem Bildrauschen das Signal-Rausch-Verhältnis verbessert werden kann.

Es bleiben jedoch viele Aspekte bei der Anwendung von SR in der Bildverarbeitung ungeklärt, was weitere Nachforschungen in diesem Gebiet verlangt. Dabei sollte speziell der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Parametern genauer untersucht werden, die in der Berechnung von SR Verwendung finden.



Diplomierende
Roland Strähle
Nadina Zweifel

Dozierende
Rudolf Marcel Füchslin
Stephan Scheidegger



Prinzip von SR. Das Hinzufügen von Rauschen (blau) zu einem schwachen Signal (schwarz), welches kaum bis nicht wahrgenommen werden kann, bewirkt, dass dieses einen bestimmten Schwellenwert überschreitet und so detektiert werden kann (grün).

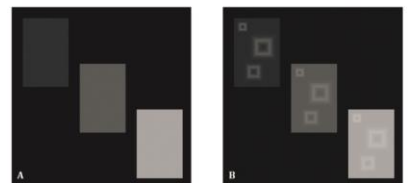


Bild A zeigt das unbearbeitete und Bild B das mit SR bearbeitete Bild. Das abgebildete Testbild enthält ein nicht sichtbares schwaches Bildsignal, welches durch SR verstärkt und sichtbar gemacht werden kann.