Lokal-trilineare Bewegungskorrektur in der MR-Mammographie

Harald Fischer, Claudia Ehritt-Braun, Matthias Otte*, Jürgen Hennig, Thomas Mergner*

Röntgendiagnostik, Neurologie*
Universitätsklinik Freiburg, 79106 Freiburg
Email: fischerh@nz160.ukl.uni-freiburg.de

Zusammenfassung: Kontrastmittel-gestützte MR-Mammographie wird zur Diagnose von Mammakarzinomen in Fällen unklarer Aussagen von Ultraschall und Röntgenuntersuchung auf Grund seiner hohen Spezifität herangezogen. Die einzelnen Volumen können auf Grund der benötigten Datenakquisitionsdauer nicht unter Atemanhalten aufgenommen werden, sondern bei normaler Lungenaktivität. Dies kann zu starken lokalen Bewegungsartefakten führen, welche zu Fehldiagnose oder Unbefundbarkeit der Daten führen kann. Es soll hier ein Verfahren zur Korrektur dieser artefaktbehafteten Daten vorgestellt werden.

Schlüsselwörter: MR-Mammographie, Bewegungskorrektur, Kontrastmittel

1 Einleitung

In der Kontrastmittel-gestützten MR-Mammographie werden mehrere Volumen der weiblichen Brust nach Injektion des Kontrastmittels Gadolinium-DTPA akquiriert. Malignes Gewebe zeichnet sich durch einen schnellen und starken Kontrastmittel (KM) Anstieg aus, welches durch eine starke Intensitätssteigerung der entsprechenden Voxel beobachtet werden kann. Ein Intensitätsanstieg von über 70-80 % zwischen Pre-KM und erstem Post-KM ist ein deutliches Indiz für eine maligne Gewebsveränderung. Sehr ähnliche Intensitätsveränderungen können durch Bewegungsartefakte [1-4] – speziell durch Atmung – hervorgerufen werden, auf Grund der großen Intensitätsunterschiede von Fettgewebe und Parenchym.

In der medizinischen Diagnostik muß nun zwischen bewegungsbedingter und KM-bedingter Kontrastveränderung getrennt werden. Typischerweise wird dies durch medizinisches Wissen wie anatomische Lage der entsprechenden Pixel und Informationen aus bisherigen Befunden der Patientin ermittelt. Hier kann eine automatische Bewegungskorrektur die Genauigkeit bei der Tumorerkennung erhöhen, sowie eine automatische Auswertung der Daten ermöglichen.

Global arbeitende Bewegungskorrekturalgorithmen welche typischerweise bei der Registrierung des Kopfes verwendet werden und die lediglich globale Rotationen, Translationen und u.U. affine Verzerrungen zulassen, können für die MR-Mammographie auf Grund des weichen Gewebes nicht verwendet werden. Das Modell eines Starren Körpers kann hier nicht angenommen werden. Hier werden Verfahren nötig, die lokale Verzerrungen korrigieren können [5].

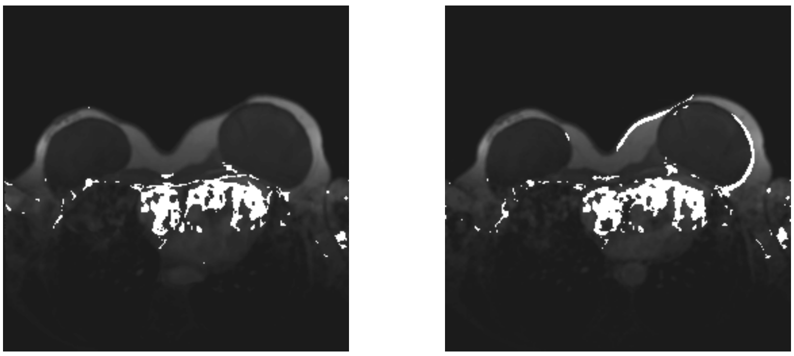
2 Methodik

Bei der Bewegungskorrektur wird jedes akquirierte Volumen auf ein Referenzvolumen der aufgenommenen Serie registriert, typischerweise auf das Nativvolumen oder auf das erstes Post-KM Volumen. Jedes Post-KM Volumen ist in gleich große Subvolumen unterteilt. Jedes Subvolumen wird auf das Referenzvolumen mit einer eigenen Transformationsvorschrift abgebildet. Die Transformation aller Volumen unterliegt der Randbedingung eines stetigen Übergangs an den Grenzen der Subvolumen. Damit ist die Gesamttransformation als Spline beschrieben. Zur schnellen Bewegungskorrektur werden trilineare Bezier Splines verwendet, die ein effizientes Resampling der Daten im Optimierungsprozess erlauben. Die Ähnlichkeit der Volumen wird direkt aus den Voxelintensitäten mit dem linearen oder dem Entropie basierten Korrelationskoeffizienten [6] ermittelt. Die optimale Abbildung wird mit Hilfe einer iterativen Optimierung gefunden.

3 Resultate

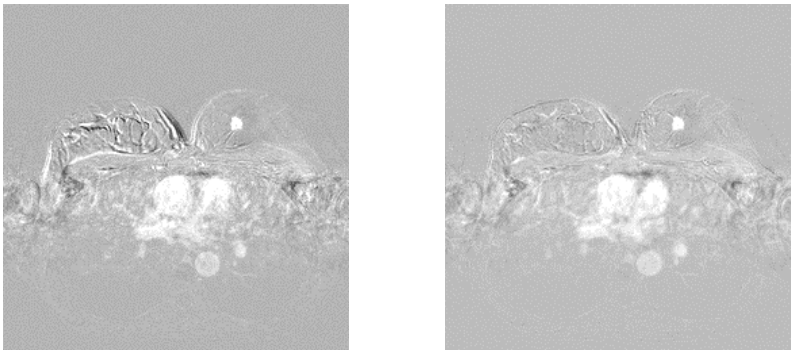
Das zugrunde gelegte Datenmaterial besteht aus klinischen Mammographien mit vornehmlich 5 Post-KM Volumen mit jeweils 40 axialen Schichten. Die Registrierung jedes Post-KM Volumens benötigt ca. 10 Minuten auf einer SGI Indigo Workstation. Die Ergebnisse wurden durch Bildung und Vergleich von Differenzbildern aus Nativaufnahmen und Post-KM Aufnahmen überprüft (*Abb. 2*), wie in der Diagnostik üblich. Ferner wurden für den bewegungskorrigierten und nicht korrigierten Fall Bilder berechnet, bei denen alle Pixel selektiert werden, die in allen Post-KM Aufnahmen eine Intensität größer als 80 % bezogen auf das Nativbild zeigen (*Abb. 1*).

Abb. 1. Korrekturergebnisse der Daten einer Patientin mit beidseitigen Implantaten gezeigt an



einer anatomischen Schicht bei korrigierten (links) und nicht korrigierten (rechts) Daten. Pixel mit einem Intensitätsanstieg von über 80 % sind im Nativbild weiß markiert.

Abb. 2. Daten einer Patientin mit positivem Befund. Differenzbilder vor (links) und nach (rechts) Bewegungskorrektur.



4 Diskussion

Lokal-trilineare Transformationen können lokale Bewegungsartefakte, wie sie bei der MR-Mammographie auftreten, korrigieren. Sie können effizient implementiert werden und benötigen keine Benutzerinteraktionen. Sie stellen somit einen vielversprechenden Ansatz zur Verbesserung der MR-Mammographie Diagnose dar und sind Voraussetzung für eine Automatisierung der Analyse.

Literatur

1. Zuo CS, Jiang A, Buff BL, Mahon TG, Wong TZ: Automatic Motion Correction for Breast MR Imaging. Radiology, **198**: 903-906, 1996.
2. Beier J, Büge T, Oellinger H, Fleck E, Felix R: MR-Mammography based Perfusion Analysis – A 3D Extension. CAR 97: 105-110, 1997.
3. Clair C, Verdenet J, Le Mouel A, Cardot JC, Kastler B: MR Mammography using Karhunen-Loeve-Transformation: a method for optimizing signal to noise and display kinetic of contrast media uptake. CAR 97: 970, 1997.
4. Pedevilla M, Stollberger R, Bammer R, Schmidt F, Wach P, Ebner F: Improving the Diagnostic Reliability of Dynamic MR-Mammography – ROI vs. Pixel-by-Pixel Evaluation. CAR 97: 117-122, 1997.
5. Otte M, Schreiber A, Büchert M, Schmider K, Hennig J, Mergner T, Lücking CH. 5th SMR Meeting: 2018, 1997.
6. Press, W.H., Flannery, B.P., Teukolsky, S.A., Vetterling, W.T: Numerical Recipes in C, The Art of Scientific Computing. Cambridge University Press, 1994.