

Ein neuer Visualisierungsansatz zur überlagerten Darstellung registrierter Bildserien

Norbert Rahn, Hendrik Ditt und Siegfried Wach

Siemens AG, Medical Solutions
Grundlagenentwicklung, 91050 Erlangen
{Norbert.Rahn, Hendrik.Ditt, Siegfried.Wach}@siemens.com

Zusammenfassung. Dieser Beitrag stellt einen neuen Visualisierungsansatz zur überlagerten Darstellung registrierter Bildserien vor. Mit dem neuen Ansatz können Probleme des herkömmlichen α -Blendings vermieden werden, indem beliebig viele Grauwert-Teilbereiche beider registrierter Bildserien mit unterschiedlichen Gewichtungen geblendet werden. Die Identifikation von zu blendenden Grauwert-Teilbereichen beider Original-Bildserien erfolgt dabei mit Hilfe einer intuitiven graphischen Benutzeroberfläche. Die Vorteile des Visualisierungsansatzes werden anhand von fusionierten funktionellen und morphologischen klinischen 3D-Bildserien aufgezeigt.

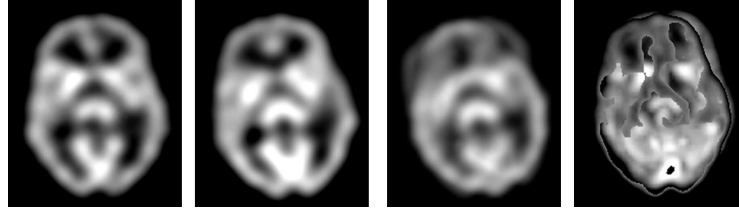
1 Einleitung

Die Fusion unterschiedlicher medizinischer Bildserien liefert zusätzliche Information für Diagnose, Therapieplanung und Therapie. Die derzeit gebräuchlichste Methode, registrierte Bildserien visuell zu überlagern, ist das sogenannte α -Blending [1,2]. Beim α -Blending wird jeweils für zwei korrespondierende Voxel der beiden Original-Bildserien der mit einem α -Wert gewichtete mittlere Grauwert – eventuell farbcodiert – dargestellt.

Durch die beim α -Blending durchgeführte Grauwert-Mittelung werden die ursprünglich hochkontrastigen Original-Bildserien in der Überlagerung deutlich kontrastärmer dargestellt. Weiterhin fehlt dem Anwender in der Überlagerung durch α -Blending die Möglichkeit, ein Voxel der fusionierten Visualisierung eindeutig einer der beiden Original-Bildserien zuzuordnen. Insbesondere bei der Fusion von Bildserien der gleichen Modalität (Abb. 1), die beispielsweise zum Zweck von Verlaufsstudien zur Beobachtung pathologischer Prozesse oder zur Kontrolle des Ansprechens einer Medikation Verwendung findet, ist die durch α -Blending generierte Visualisierung durch den schwachen Kontrast und die fehlende Zuordnungsmöglichkeit in der Praxis oft nicht mehr aussagefähig interpretierbar.

In diesem Beitrag wird ein neuer Visualisierungsansatz zur überlagerten Darstellung registrierter Bildserien vorgestellt, der die Problematik des α -Blendings deutlich entschärft.

Abb. 1. 1) SPECT-Serie 1, 2) SPECT-Serie 2, 3) α -Blending, 4) flexibles Blending, geblendete Darstellungen bewusst nicht registriert



2 Methode zur überlagerten Darstellung registrierter Bildserien durch flexibles Blending

Der hier beschriebene Ansatz stellt Funktionalität zur Verfügung, verschiedene Grauwert-Teilbereiche in den Histogrammen der Original-Bildserien mit Trapezen interaktiv zu identifizieren und zu gewichten. Mit einer intuitiven graphischen Benutzeroberfläche können beliebig viele Trapeze erzeugt und in ihrer Form und Amplitude verändert werden. In Abb. 3 ist jeweils ein Histogramm zu der CT- und der MR-Bildserie aus Abb. 2 dargestellt. Während in der CT-Bildserie ausschließlich der Grauwert-Teilbereich der Knochen identifiziert wurde, wurden in der MR-Bildserie die Teilbereiche des Haut- und Fettgewebes sowie des Liquors und des Gehirngewebes identifiziert. Dabei gibt die Höhe der Trapeze die Gewichtung des Teilbereiches an, mit der dieser in der Überblendung dargestellt wird. Für die Berechnung eines Bildpunktes der fusionierten Darstellung werden die Grauwerte der entsprechenden Bildpunkte der Original-Bildserien sowie die entsprechenden Trapeze in ihrem jeweiligen Histogramm betrachtet. Man definiert diese Trapeze als diskrete Funktionen $f_{CT}(g)$ und $f_{MR}(g)$ über den gesamten Grauwertbereich der jeweiligen Original-Bildserie, wobei $f(g) = 0$, falls zu dem Grauwert g kein Trapez definiert ist. Mit Hilfe dieser diskreten Funktion lässt sich der Grauwert der fusionierten Darstellung wie folgt berechnen: Sei g_{FUS} der Grauwert eines Voxel der zu berechnenden fusionierten Darstellung. g_{CT} und g_{MR} sind jeweils die zugehörigen Grauwerte der korrespondierenden Voxel der Original-Bildserien des CT- und MR-Datensatzes. Mit α_{CT} und α_{MR} werden die jeweiligen Funktionswerte der diskret definierten Funktionen über den jeweiligen Grauwert $f(g)$ bezeichnet. Der Bildpunkt der fusionierten Darstellung berechnet sich wie in (1) beschrieben.

$$g = \begin{cases} \frac{\alpha_{CT}g_{CT} + \alpha_{MR}g_{MR}}{\alpha_{CT} + \alpha_{MR}} & \text{für } \alpha_{CT} + \alpha_{MR} \neq 0 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases} \quad (1)$$

In Abb. 2 ist das Ergebnis der Fusion mit Hilfe der hier dargestellten Methode visualisiert. In dieser Visualisierung werden die in Abb. 3 selektierten Grauwerte ohne Kontrastverlust dargestellt.

Abb. 2. 1) CT-Bildserie, 2) MR-Bildserie, 3) flexibles Blending

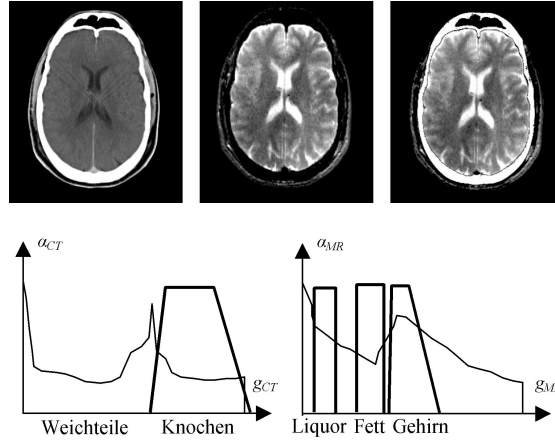


Abb. 3. Selektion von Grauwert-Bereichen mit graphischer Benutzerschnittstelle

3 Ergebnis

Der Visualisierungsansatz konnte zur unimodalen Fusion von SPECT-Bildserien und von CT-Bildserien sowie zur multimodalen Fusion erfolgreich eingesetzt werden. Die Abb. 2/3, 4/3 und 5/3 zeigen Visualisierungen fusionierter Bildserien ohne unerwünschten Kontrastverlust, wobei die Voxel der fusionierten Darstellung eindeutig einer der beiden Original-Bildserien zugeordnet werden können.

3.1 SPECT-SPECT-Fusion

Die Fusion von neurologischen SPECT-Bildserien konnte in mehreren Fällen, bei denen mit Hilfe des herkömmlichen α -Blendings keine interpretierbare Visualisierung möglich war, ohne Kontrastverlust dargestellt werden. Durch den neuen Visualisierungsansatz konnten einzelne Konturen und Strukturen einer SPECT-Bildserie dem Bild der anderen SPECT-Serie überlagert werden (Abb. 1/4). Dadurch ist z.B. die Kontrolle der Güte der Überlagerung sehr einfach möglich.

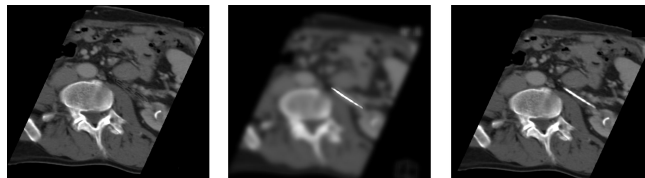
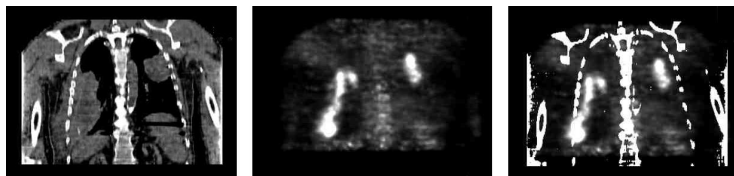


Abb. 4. 1) CT-Serie, 2) Niedrigdosis-CT-Serie mit Instrument, 3) flexibles Blending

Abb. 5. 1) CT-Serie, 2) PET-Serie, 3) flexibles Blending



3.2 CT-CT-Fusion

Ebenso konnte mit dem neuen Visualisierungsansatz die Fusion von CT-Bildserien aus dem Abdomen-Bereich durchgeführt werden (Abb. 4). Der Grauwert-Teilbereich eines chirurgischen Instruments, das nur in einer Niedrigdosis-CT-Bildserie abgebildet war, konnte mit Hilfe der graphischen Benutzerschnittstelle selektiert werden. So war es möglich, das Instrument den Voxeln der korrespondierenden hochauflösenden CT-Bildserie zu überlagern, ohne den Kontrast dieser Bildserie zu beeinträchtigen.

3.3 Visualisierung multimodaler Fusionsergebnisse

Darüberhinaus wurde der Ansatz zur Fusion von morphologischen (CT, MR) mit funktionellen (PET, SPECT) Bildserien mit guten Ergebnissen eingesetzt. In Abb. 5 ist eine Fusion von CT- und PET-Bildserien dargestellt. Durch eine geeignete Auswahl der Trapeze wird nur die in der jeweiligen Bildserie relevante Information dargestellt. Beispielsweise ist es möglich, zur räumlichen Orientierung lediglich die Knochen der CT-Serie sowie die Foki der PET-Serie darzustellen. Durch diese Darstellung kann entschieden werden, ob eine exakte Abgrenzung zwischen dem Knochen und den im PET dargetellten Tumoren möglich ist.

4 Ausblick

Die nächsten Schritte werden darin bestehen, den neuen Visualisierungsansatz systematisch in der klinischen Routine zu validieren und dessen Vorteile zu verifizieren.

Durch eine anschließende Produkt-Integration wird dieser Ansatz als Bestandteil einer – auf der medizinischen Bildverarbeitungsplattform *syngo*[®] basierenden – Multimodalitäts-Workstation zur Verfügung stehen.

Literatur

1. Viergever MA, van den Elsen PA, Stokking R: Integrated Presentation of Multimodal Brain Images. *Brain Topography* 5(2):135-145, 1992.
2. Foley JD, van Dam A, Fisher S., et al: *Computer Graphics*. Addison Wesley, Reading, 1997: 835-840.