

Performanceoptimierte Implementierung eines Strahlenzuordnungsalgorithmus

Hintergrund:

Mit dem am HZDR verfügbaren ultraschnellen Röntgen-Computertomographie-Messsystem lassen sich von Objekten mit bis zu 100 mm Durchmesser bis zu 8000 überlagerungsfreie Schnittbilder pro Sekunde berührungslos aufnehmen. Hierfür wird ein freier Elektronenstrahl auf einem so genannten Target kreisförmig abgelenkt, wodurch eine schnell rotierende Röntgenquelle generiert wird. Ein zum Target mit einem kleinen axialen Versatz angeordneter Detektorring misst die durch das Objekt hindurchgetretene Strahlung für definierte diskrete Röntgenquellpunktpositionen p im Intervall $0 < \alpha \leq 2\pi$. Konkret besteht das Strahlungsdetektormesssystem aus $d = [1 \dots N_{\text{Det}}]$ Einzeldetektoren, die zyklisch mit einer konstanten Samplefrequenz f_{Samp} ausgelesen werden. Zusammen mit einer konstanten Elektronenstrahlableitfrequenz f_{Defl} werden so

$$N_{\text{Proj}} = \frac{f_{\text{Samp}}}{f_{\text{Defl}}}$$

Durchstrahlungsprojektionen vom Objekt pro Datensatz kontinuierlich akquiriert. Nach Beendigung der CT-Aufnahme enthält der Projektionsdatensatz $f_{\text{Defl}} \cdot t_{\text{Mess}}$ einzelne Datensätze S_{dp}^{FAN} , aus denen anschließend die überlagerungsfreien Schnittbilder mit Hilfe von analytischen, algebraischen oder stochastischen Rekonstruktionsalgorithmen rekonstruiert werden können.

Allerdings bietet es sich für eine effektive Implementierung von Standardrekonstruktionsalgorithmen an, zuvor eine Strahlenneuordnung durchzuführen. Die vom CT-Messsystem generierten Strahrendatensätze S_{dp}^{FAN} sind durch die Nutzung einer quasi-statischen Punktquelle und einer Detektorkreisgeometrie als Fächerstrahlen sortiert (siehe Abbildung 1b). Aus mathematischen Gründen werden jedoch Parallelstrahlprojektionen $S_{a\theta}^{\text{PAR}}$ (siehe Abbildung 1a) benötigt.

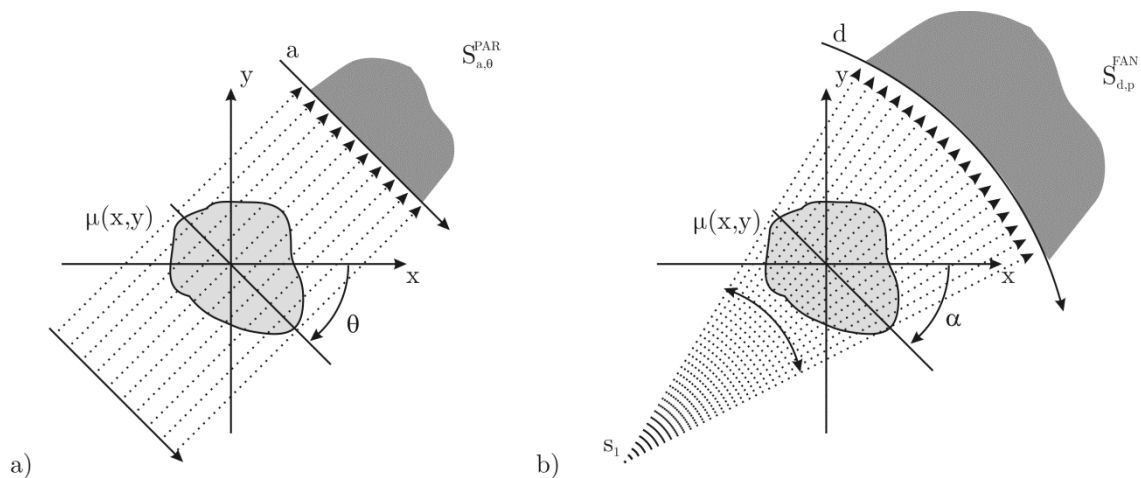


Abbildung 1: Aufnahme einer a) Parallel- und einer b) Fächerstrahlprojektion.

Aufgabe:

In einem ersten Schritt ist die Übertragungsmatrix, welche die Fächerstrahlgeometrie in eine Parallelstrahlgeometrie transformiert, zu erstellen / initialisieren und als Hash-Table zu hinterlegen. Anschließend müssen die Projektionsdaten von N Schnittbildaufnahmen in das Parallelstrahlkoordinatensystem umsortiert und interpoliert werden. Um auf verschiedensten Ressourcen (z.B.: Anzahl an CPUs und GPUs sowie korrespondierender verfügbarer Host und Device Speicher) optimal arbeiten zu können, sollen die vorhandenen Spezifika bei der Umsetzung der Datenverarbeitung berücksichtigt werden. Demnach muss vom Algorithmus beispielsweise entschieden werden:

- wie viele parallele Prozesse initialisiert werden,
- wie viele und welche Daten auf die GPU synchron oder asynchron geschoben werden und
- wie die Daten wieder in den Hauptspeicher simultan zurückgeführt werden

können.

Ansprechpartner:

André Bieberle (HZDR) | a.bieberle@hzdr.de | +49 351 260 2913