Parallelisierung eines Algorithmus für die Projektionsdatenrestrukturierung

Hintergrund:

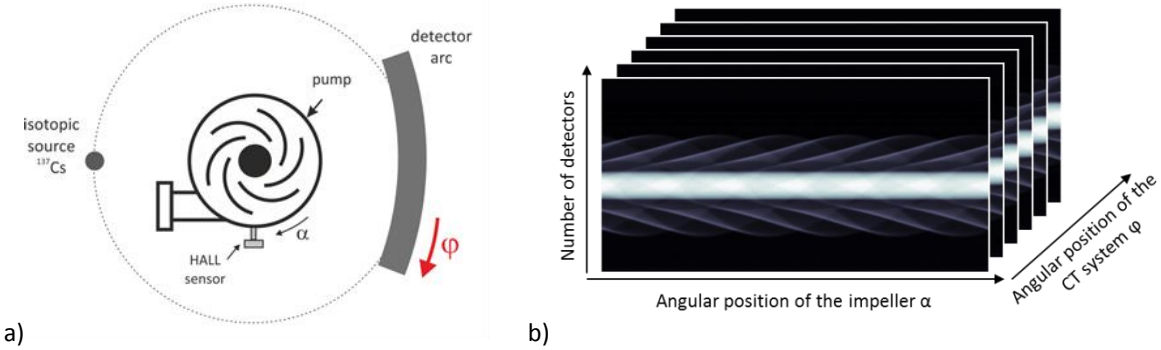
Mit dem am HZDR verfügbaren räumlich hoch auflösenden Computertomographiesystem mit hoch energetischer Gammastrahlung (662 keV) lassen sich auch stark dichte Objekte zerstörungsfrei analysieren. Es können Objekte mit einem Durchmesser von bis zu 700 mm durchleuchtet werden. Für einen CT Scan werden sogenannte Durchstrahlungsprojektionen von verschiedenen Winkelpositionen p im Intervall von $0 < \varphi \leq 2\pi$ von einem Strahlungsdetektor mit d = [1 … N_{Det}] Einzeldetektoren aufgenommen und mit Hilfe von Standardrekonstruktionsalgorithmen ein überlagerungsfreies Schnittbild erzeugt.

Um schnell rotierende Objekte f_{Objekt} scharf abbilden zu können, wird der Strahlungsdetektor mit einer Frequenz von f_{Detektor} abgetastet, wobei die Anzahl der Durchstrahlungsprojektionen N_{Proj} pro Objektumdrehung wie folgt definiert ist:

$$N_{\text{Proj}} = \frac{f_{\text{Detektor}}}{f_{\text{Objekt}}}$$

Da jedoch für nur eine Objektumdrehung das Signal-Rausch-Verhältnis zu schlecht ist, muss über eine definierte Anzahl von Umdrehungen *N* gemittelt werden, d.h. es werden die Projektionsdaten gemittelt, welche bei gleicher Objektwinkelstellung α aufgenommen worden sind. Hierfür wird ein sogenanntes Nullgebersignal vom Messobjekt S_{Objekt} zur Synchronisation des Projektionsdatensatzvolumens genutzt.

Werden nun solche zeitgemittelten und rotationssynchronen Datensätze aus verschiedenen CT-Messsystempositionen φ aufgenommen (Synchronisation über ein weiteres Positionsgebersignal S_{CTSystem}), können durch Umsortierung der aufgenommenen Projektionen zu konstanten korrespondierenden Winkelstellungen α des Messobjektes neue Projektionsdatensätze zusammengestellt werden, mit denen Schnittbildern rekonstruiert werden können, bei denen sowohl die statischen als auch die rotierenden Teile immer scharf abgebildet werden.



a) b)

Abbildung 1: a) Schematische Prinzip-Skizze und b) erhaltener Datensatz der winkelaufgelösten GammaCT.

Aufgabe:

Das vorhandene „Einkern“ C++ Programm (32-Bit Compiler) muss hinsichtlich seiner Parallelisierbarkeit (multi core CPU / many core GPU) analysieren werden. Anschließend müssen folgende Datenverarbeitungsschritte performanceoptimiert ausgeführt werden:

- Datenkonversion (Serieller Datenstrom in einen „Byte“ Datenstrom)
- Projektionsdatensubtraktion
- Projektionsdatenmittelung
- Suche nach Triggersignalen S_{Objekt} und S_{CTSystem} im Projektionsdatenstrom
- Projektionsdateninterpolation auf eine konstante Projektionsanzahl N_{Proj} pro Umdrehung (Drehzahlfluktuationen)
- Erstellung von gemittelten Projektionsdatensätzen in Abhängigkeit der Messposition des CT-Systems.
- Abspeicherung der gewonnenen Daten

Ansprechpartner:

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