



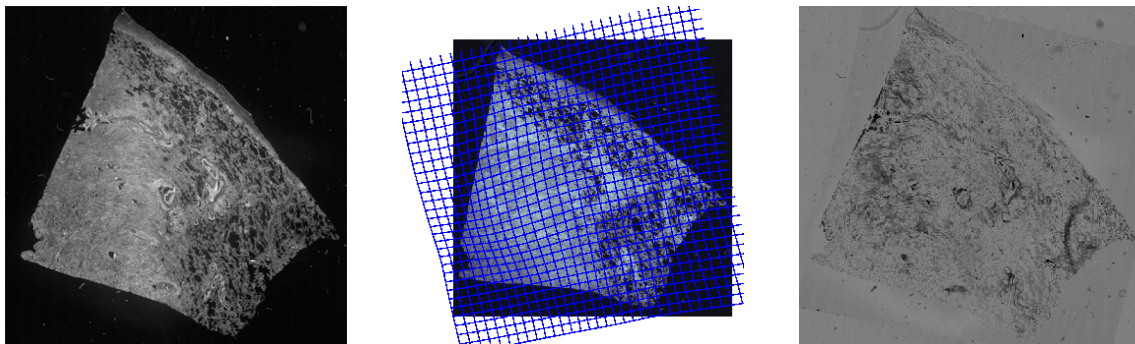
GPU-basierte nichtlineare Bildregistrierung GPU-Based Nonlinear Image Registration

Vorgelegt von: Martin Meike

Betreut durch: Prof. Dr. Jan Lellmann, Lars König M.Sc., Dipl.-Math.
Jan Rühaak

Abstract: In digital pathology, the registration of whole slice images is an important task for further applications such as creating 3D models. Due to the huge image resolution, the registration process needs high computational resources. In this thesis a nonlinear image registration is parallelized and implemented on a GPU using NVIDIA CUDA. For the computation of the gradient of the Sum of Squared Differences and Normalized Gradient Fields distance measure, the Curvature Regularizer and grid conversion explicit formulations have been adapted to the massively parallel GPU architecture. For solving the optimization problem tasks, components of a conjugate gradient and L-BFGS method have also been parallelized. The resulting speedup depends on the resolution of the image and the deformation grid. A maximum speedup of 9.7 was reached for an image registration with multi-level approach and NGF distance measure.

Zusammenfassung: Ein grundlegender Verarbeitungsschritt von digitalen histologischen Schnittbildern ist die Registrierung der Bilder benachbarter Schichten. Durch die enorme Auflösung der Bilddaten benötigt dieser Prozess ohne weitere Optimierung eine hohe Rechenzeit. In dieser Arbeit wurde eine nichtlineare Bildregistrierung parallelisiert und mittels NVIDIA CUDA auf die GPU übertragen. Es wurden direkt parallelisierbare Berechnungsvorschriften für den Gradienten des Sum-of-Squared-Differences und Normalized-Gradient-Fields-Distanzmaßes, den Curvature-Regularisierer und Gitterwechsel entwickelt und angepasst. Zudem wurden die Berechnungen der Komponenten des L-BFGS-Optimierungsverfahrens und CG-Verfahrens parallelisiert. Die resultierende Beschleunigung der GPU-Implementierung ist abhängig von der Bild- und Deformationsauflösung. Für eine vollständige Bildregistrierung mit Multi-Level-Ansatz wurde gegenüber einem auf der CPU parallelisierten Referenzcode eine 9,7-fache Beschleunigung erreicht.



Darstellung des Referenzbildes (links), des Templatebildes mit Deformationsgitter (mitte) und des Differenzbildes des Referenz- und deformierten Templatebildes.

The reference image is shown on the left and the template image with the overlaid deformation grid in the center. Reference and deformed template image are subtracted to show the image differences on the right.