
Kurzfassung

Diese Diplomarbeit untersucht Algorithmen auf ihre Eignung, eine stark nichtlineare Modellanpassung an große Datenmengen vorzunehmen. Es werden verschiedene mathematische Methoden vorgestellt, mit deren Hilfe eine Modellanpassung auf Grundlage der Summe der kleinsten Fehlerquadrate durchgeführt werden kann. Spezielle Anforderungen bezüglich der Verarbeitung großer Datenmengen als Grundlage für eine derartige Modellanpassung werden diskutiert.

Am konkreten Beispiel der Suche nach Gravitationswellensignalen in simulierten Daten der ESA-Satellitenmission Gaia wird gezeigt, wie es möglich ist, dass eine Modellanpassung auch bei komplexen Modellen und großen Datenmengen durchführbar ist. Für diesen Zweck ist ein hochparalleler Prototyp einer Suchsoftware implementiert worden. Der Prototyp nutzt einen hybriden Algorithmus aus linearer Suche, evolutionärem Algorithmus und klassischem iterativen Gauß-Newton Verfahren. Die Performance und das Verhalten der einzelnen Komponenten wurden untersucht.

Mit Hilfe der in dieser Arbeit vorgestellten Software ist es (zum ersten Mal) gelungen, Signale von Gravitationswellen in simulierten astrometrischen Daten zu detektieren, sowie deren Parameter zu bestimmen. Des Weiteren kann aus dem Laufzeitverhalten der Software geschlossen werden, dass eine solche Suche auch in realen Daten der Gaia Mission möglich ist.

Abstract

This thesis investigates algorithms regarding their applicability for highly nonlinear model fitting on big datasets. Various mathematical methods are presented with which a model fit using the least squares criterion is possible. Special requirements regarding the processing of large data sets as a basis for such a model fit are discussed.

The specific example of the search for gravitational wave signals in simulated data of the ESA satellite mission Gaia is used to demonstrate how a model fit is possible, even with complex models and large amount of data. For this purpose, a highly parallel prototype of a future search software is implemented. The resulting prototype uses a hybrid algorithm which utilizes a linear search, an evolutionary algorithm and a classical iterative Gauss-Newton fit. The performance and behavior of its components are investigated in detail.

With the help of software presented in this work it has been possible for the first time to detect gravitational wave signals in simulated astrometric data, and to determine their parameters. Furthermore, it can be concluded from the runtime behavior of the software that such a search is also possible in real data of the Gaia mission.