

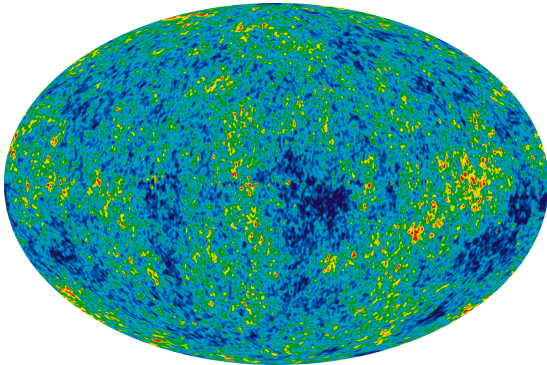
Hansruedi Patzen

Studenten/-innen
Dozenten/-innen
Co-Betreuer/-innen
Themengebiet

Hansruedi Patzen
Prof. Dr. Andreas Müller
--
Verschiedenes

Schnelle Algorithmen zur Berechnung sphärischer harmonischer Koeffizienten

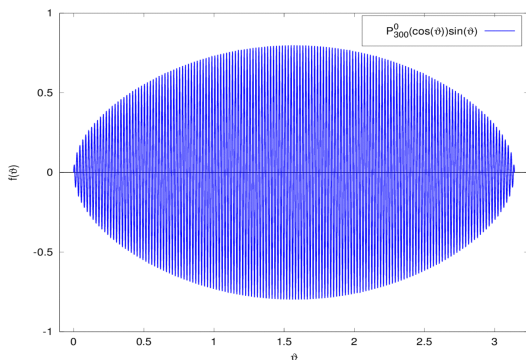
Eine C++ Library Implementation



Kosmische Mikrowellenhintergrundstrahlung. (Quelle: NASA / WMAP Science Team)

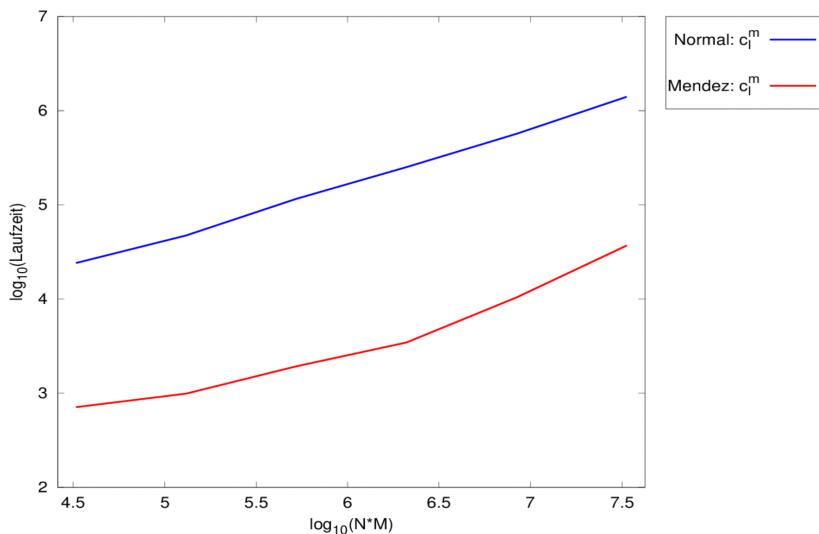
Ausgangslage: Kugelfunktionen und die sphärische harmonische Analyse haben viele Anwendungen, zum Beispiel die Analyse der kosmischen Mikrowellenhintergrundstrahlung. Diese Arbeit gibt einen Einblick in die Probleme der Berechnung dieser Funktionen und der sphärischen harmonischen Koeffizienten. Nebst der sphärischen harmonischen Transformation wird insbesondere der Vergleich zu der von Tabea Méndez entwickelten Méndez-Transformation gemacht, um die davon erhoffte Laufzeitverbesserung aufzuzeigen.

Vorgehen/Technologien: Die Arbeit untersucht Methoden der Berechnung sphärischer harmonischer Koeffizienten. Es wird gezeigt, dass der Algorithmus in die drei Teile Legendre-Polynom Berechnung, Fourier-Transformation und die Berechnung des diskreten Integrals aufgeteilt werden kann. Es zeigt sich, dass die Berechnung der Legendre-Polynome aufgrund einer numerischen Instabilität nicht mit einer direkten Umsetzung deren Definition implementiert werden kann. Es wird daher die bekannte GSL Library verwendet und mittels Threading parallelisiert. Bei der Fourier-Transformation wird eine Implementationsvariante mit der FFTW Library und eine mittels eigener OpenCL Implementation gezeigt. Für die Berechnung der Integrale werden vier verschiedene Methoden mit deren Vor- und Nachteilen analysiert und implementiert.



Ein mit $\sin(x)$ skaliertes Legendre-Polynom von Grad $l = 300$.

Ergebnis: Es ist eine Library entstanden, mit der sphärische harmonische Koeffizienten und die Méndez-Transformation berechnet werden können. Die Library ist in C++ geschrieben und mit einem C Interface für möglichst grosse Kompatibilität zu anderen Programmiersprachen ausgestattet. Es wird gezeigt, dass die Méndez-Transformation einen Laufzeitvorteil hat und damit die benötigten Koeffizienten bedeutend schneller als bei der normalen sphärischen harmonischen Transformation berechnet werden können.



Laufzeitvergleich der Méndez-Transformation und der normalen sphärischen harmonischen Transformation. ($l = 100$, $N*M = 256 \times 128$ bis 8192×4096)