

Masterarbeit

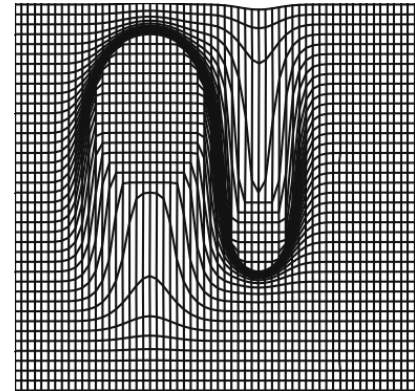
Modular Multi-Shape Registration

Modulare Multiform Registrierung

vorgelegt von: Rosa Antonia Kowalewski

ausgegeben und betreut von: Prof. Jan Lellmann

in Zusammenarbeit mit: Dr. Barbara Gris



Abstract

The deformation module approach introduced in [1] is a generic framework for integrating prior knowledge about desired deformation fields in shape and image registration. Deformation modules allow to build diffeomorphic deformations that satisfy a given structure, for example locally affine transformations, scalings and rotations, or a combination. The diffeomorphisms are built by integrating a flow of constrained velocity fields.

However, in applications such as modeling of respiratory motion in abdominal images for operation planning, one often encounters situations where a single deformation model is not adequate. While it makes sense to consider diffeomorphic deformations of the separate organs, breathing motion results in a non-smooth and possibly discontinuous displacement field at organ boundaries. To be able to use different constrained deformations for different organs, we combine the model with a framework to introduce region boundary constraints for multiple interacting objects in a shape or image, as introduced in . Deformation fields are built for each object separately, while their interaction is incorporated by constraints on the deformation of the object boundaries.

We derive theoretical results on the existence of optimal trajectories for the constrained registration problem and provide numerical results to demonstrate the potential of our approach.

Kurzfassung

Der in [1] eingeführte Deformationsmodul-Ansatz berücksichtigt Vorwissen über gewünschte Deformationsfelder in der Form- und Bildregistrierung. Deformationsmodule ermöglichen es, diffeomorphe Deformationen zu generieren, die einer bestimmten Struktur entsprechen: zum Beispiel lokal affine Transformationen, lokale Skalierungen und Rotationen oder deren Kombination. Die Diffeomorphismen ergeben sich als Lösung der Flussgleichung zeitabhängiger eingeschränkter Geschwindigkeitsfelder.

In einigen Anwendungen wie der Modellierung der Atembewegung in Bildern des Abdomens zur Operationsplanung reicht ein einziges Deformationsmodell jedoch nicht aus, um eine plausible Deformation zu erhalten. Während diffeomorphe Deformationen innerhalb einzelner Organe plausibel sind, führt die Atembewegung zu einem nichtglatten, möglicherweise diskontinuierlichen Verschiebungsfeld an den Organgrenzen. Um für verschiedene Organe verschiedene Vorgaben formulieren zu können, kombiniert die hier vorgestellte Methode das Modell mit dem Ansatz in [2], der Deformationen an den Grenzen mehrerer interagierender Objekte einschränkt. Deformationsfelder werden für jedes Objekt separat bestimmt und anschließend unter Berücksichtigung der Einschränkungen an den Objektgrenzen zusammengefügt.

Inhalt dieser Arbeit sind theoretische Ergebnisse zur Existenz von Minimierern des aufgestellten Registrierungsproblems sowie numerische Ergebnisse, die das Potenzial des Ansatzes aufzeigen.

[1] Gris, Barbara. *Modular approach on shape spaces, Sub-Riemannian geometry and computational anatomy*. Diss. 2016.

[2] Arguillère, Sylvain. *Géométrie sous-riemannienne en dimension infinie et applications à l'analyse mathématique des formes*. Diss. 2014.