

Berechnung der optimalen Fahrlinie im Skirennsport mittels künstlicher Intelligenz

Diplomanden



Fabio Sciamanna



Lukas Mettler

Ausgangslage: Skirennsport fasziniert. Jeden Winter fahren die besten Skirennfahrer und Skirennfahrerinnen der Schweiz bei Weltcuprennen um den Sieg. Dabei entscheiden meist nur hundertstel Sekunden über den Sieger. Mit unserer Arbeit wollen wir die ideale Fahrlinie bei einem Rennen bestimmen und so dem Geheimnis des Erfolgs ein wenig näherkommen.

Vorgehen: Um eine ideale Fahrlinie zu berechnen, wurde ein Modell entwickelt, welches ein Skifahrer auf einer Piste darstellt. Mit diesem Modell wurde ein Optimierungsproblem aufgestellt, welches die ideale Fahrlinie, sowie die idealen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen berechnet. Um das Optimierungsproblem zu lösen wurde ein SQP-Algorithmus verwendet.

Für die Modellierung wurden einige Vereinfachungen getroffen: Die Piste ist keine kontinuierliche Strecke, sondern ist durch eine Diskretisierung in Teilstrecken unterteilt. Des Weiteren wurde lediglich ein Ski betrachtet, welcher den Fahrer als Punktmasse im Zentrum besitzt. Der Ski wurde als unelastisch betrachtet und kann auf der vollen Auflagefläche die Kräfte verteilen. Zusätzlich wurden sämtliche Bewegungen des Fahrers selbst nicht berücksichtigt. Ski- und Schneeparameter wurden aus realen Messungen ermittelt, um ein möglichst genaues Abbild der Realität zu erhalten.

Da die Physik des Skifahrens noch wenig erforscht ist, wurde eine umfangreiche Parameterstudie durchgeführt, um den Einfluss verschiedener Größen auf das Modell zu untersuchen.

Ergebnis: Der Effekt von Einflussfaktoren (z.B. das Gewicht des Athleten) auf die ideale Fahrlinie und die Fahrzeiten wurde untersucht. Dabei konnte gezeigt werden, dass für die Kurvenfahrt, abhängig von der Steigung des Hanges, ein optimales Körpergewicht des Athleten existiert. In diesem Sinne konnten wir qualitative Aussagen über die Erfolgsfaktoren im Ski-Rennsport herleiten. Aufgrund der Einfachheit des zugrundeliegenden Modells konnten quantitative Aussagen (noch) nicht getroffen werden. In Zermatt hat Swiski Messungen vorgenommen, mit welcher die Optimierung überprüft werden konnte. Dabei war es möglich das Modell nahe an die Realität zu bringen.

Referent
Prof. Dr. Martin Bünner

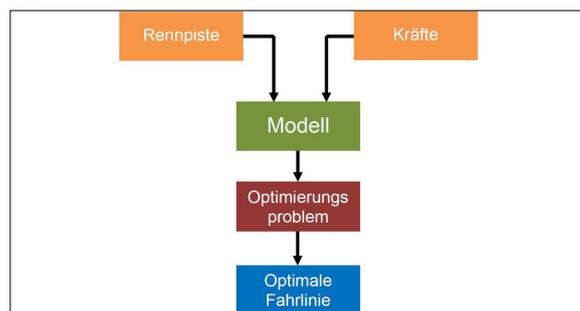
Korreferent
Dr. Erich Carelli

Themengebiet
Informations- und Kommunikationssysteme, Ingenieurinformatik

Projektpartner
Institut ICE

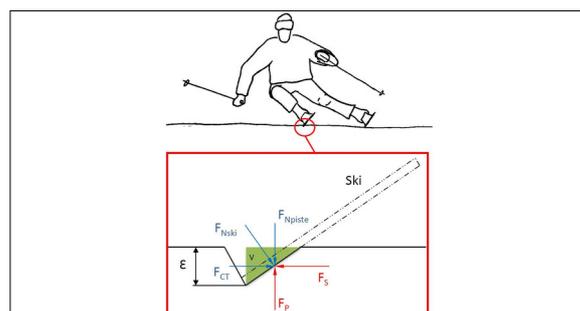
Aufbau und Ablauf des Optimierungsproblems.

Eigene Darstellung



Vereinfachte Darstellung des Modells mit den wirkenden Kräften.

Eigene Darstellung



Fahrlinienvergleich der realen Messdaten (orange Linie) mit dem Modell (blaue Linie) in Zermatt.

Eigene Darstellung

