Map Generation in Autonomous Racing

A Comparision of a Classic Heuristical Algorithm and Machine Leaning

Alexander Seidler

Bachelor's Thesis

Department of Computer Science
Multimedia Information Processing Group
Kiel University

Advised by: Prof. Dr. Reinhard Koch
Lars Schmarje, M.Sc.

2. Dezember 2021

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe angefertigt und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Die eingereichte schriftliche Fassung der Arbeit entspricht der auf dem elektronischen Speichermedium.
Weiterhin versichere ich, dass diese Arbeit noch nicht als Abschlussarbeit an anderer Stelle vorgelegen hat.

Alexander Seidler
2. Dezember 2021

Abstract

Kurze Zusammenfassung der Arbeit. Hier sollten auch Ergebnisse genannt werden.

Acknowledgements

Optionale Danksagungen

Inhaltsverzeichnis

1 Introduction **1**

1.1 Motivation 1

1.2 Goals 1

1.3 Related Work 1

1.4 Thesis Structure 1

2 Foundations and Technologies **3**

2.1 Discrete Curvature 3

3 Methods **7**

3.1 Images 7

3.2 Citations 8

4 Evaluation **9**

5 Conclusion **11**

5.1 Abstract 11

5.2 Outlook 11

Literaturverzeichnis **13**

Anhang A Abkürzungsverzeichnis **15**

Anhang B Example Appendix **17**

Kapitel 1

Introduction

1.1 Motivation

Hier muss eine begeisternde Einleitung für das Thema gegeben werden. Dieser Abschnitt ist notwendig!

1.2 Goals

Optionale seperate Definition der Ziele der Arbeit.

1.3 Related Work

In diesem Teil wird die Arbeit in den Kontext bestehender Arbeiten eingeordnet. Dieser Teil ist Pflicht.

1.4 Thesis Structure

Optionaler Überblick über die Struktur der Arbeit.

Kapitel 2

Foundations and Technologies

2.1 Discrete Curvature

Discrete curvature applies the concept of curvature from a continuous curve to a discrete curve called a polyline.

A polyline is a series of line segments and is determined by a sequence of points $(P_0, ..., P_n)$ $n \in \mathbb{N}$ where each line segment connecting a pair of adjacent points $[P_i, P_{i+1}]$ $i \in \mathbb{N}_{\leq n}$ forms a vertex in the polyline.

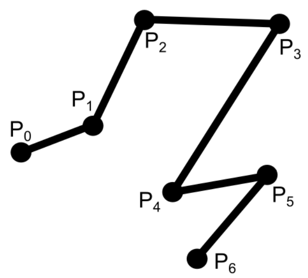

Abbildung 2.1 Polyline over P_0-P_6

In the continuum[source:wiki] "the curvature at a point of a differentiable curve is the curvature of its osculating circle"which more formally can be defined in terms of the unit tangent $\vec{T}$ and the arc length s: [Cur]

$$\kappa = \left\| \frac{d\vec{T}}{ds} \right\|$$

This definition however cannot be used directly to determine the curvature of points in a polyline, given its non continuous nature. All straight segments would have a curvature of 0 while the curvature in the edges would diverge to infinity. A new definition must be used to determine the curvature of a series line segments, which in turn can be used to approximate this series. A different definition can be derived from the quotient of the circular angle and the arc length:

$$\kappa = \frac{d\varphi}{ds}$$

Using this idea we can define the curvature from a point A, a heading $\vec{h}$ in that point and a point B as the reciprocal of the radius of the circle passing though A and B and being tangent to $\vec{h}$ in A.

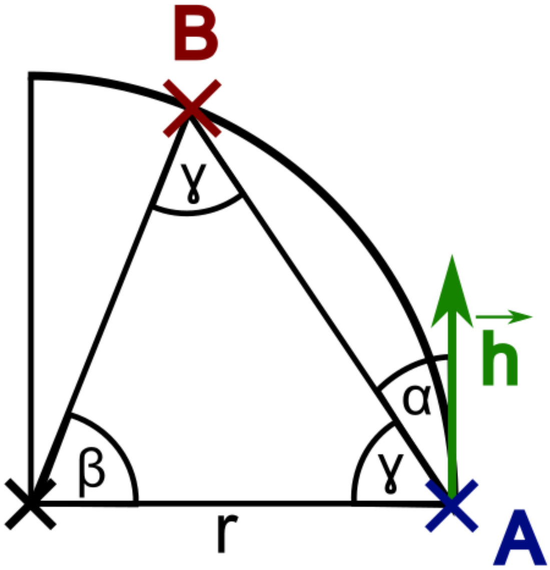

Abbildung 2.2 Points A with heading $\vec{h}$ and B in circle

Thus we can calculate the reciprocal of the radius of this circle as follows:
Since $\vec{h}$ is tangent $\gamma = 90° - \alpha$ and $180° = 2\gamma + \beta$ thus $\beta = 2\alpha$

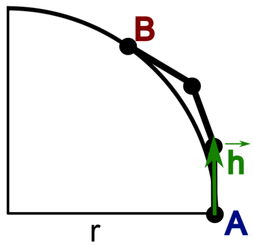

Abbildung 2.3 Example Curvature approximating a polyline in A

The length of the secant $s := |\vec{AB}|$ can be calculated as $s = 2r \cdot sin(\frac{\beta}{2}) \Leftrightarrow \frac{1}{r} = \frac{2sin(\alpha)}{s}$

Using this method we can calculate the average curvature of the curve that is tangent in A to $\vec{h}$ and passing though B, which approximates the polyline connecting these points. The heading $\vec{h}$ can also be derived using the next point after A leading to B. Doing this for different distant points B on a polyline gives us a suitable approximation for the course of a polyline starting from point A. Of course this neglects the shape of the polyline completely, which fails to detect S-curves between point A and B, this however imposes no problem if we choose a fairly small distance between point A and B such that the variance of the curvature for intermediate points is non-significant.

Kapitel 3

Methods

Dies ist der Hauptteil der Arbeit. Hier sollte die Methodik erklärt werden. Implementierungsdetails können hier genannten werden, wenn dies nötig ist. Das nächste chapter 3 kann auch mit diesem Hauptteil kombiniert werden.

3.1 Images

Bilder können individuell eingefügt werden oder über einen eigenen Befehl der in Preamble.tex definiert ist.
Der korrekte graphicspath am Anfang dieser .tex Datei muss gesetzt sein.

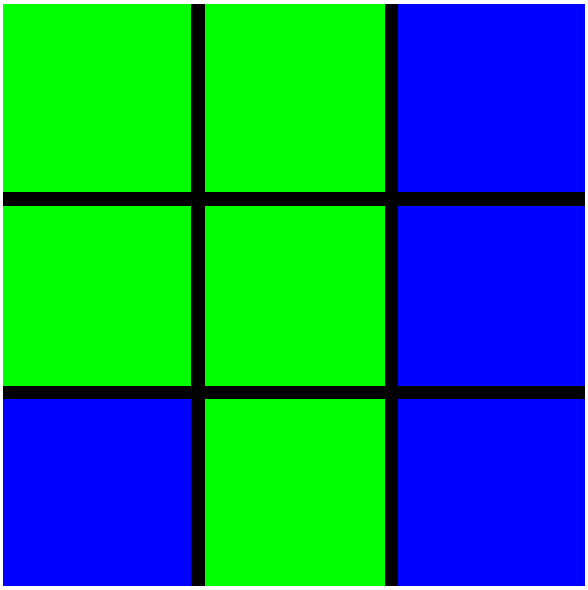

Abbildung 3.1 Beispielbild

3.2 Citations

So kann man eine Quelle zitieren [2].

Kapitel 4

Evaluation

Kapitel 5

Conclusion

5.1 Abstract

Fasse nochmal alle Ergebnisse der Arbeit zusammen.

5.2 Outlook

Betrachte welche Fragen noch offen sind oder wie das System erweitert werden kann.

Literaturverzeichnis

[Cur]

[2] Srivastava, N., Hinton, G., Krizhevsky, A., Sutskever, I., and Salakhtudinov, R. (2014). Dropout: A Simple Way to Prevent Neural Networks from Overfitting. *Journal of Machine Learning Research*, (15):1929–1958.

Anhang A

Abkürzungsverzeichnis

Dieses Kapitel ist optional.

Anhang B

Example Appendix

Hier könnte ihr Anhang sein!

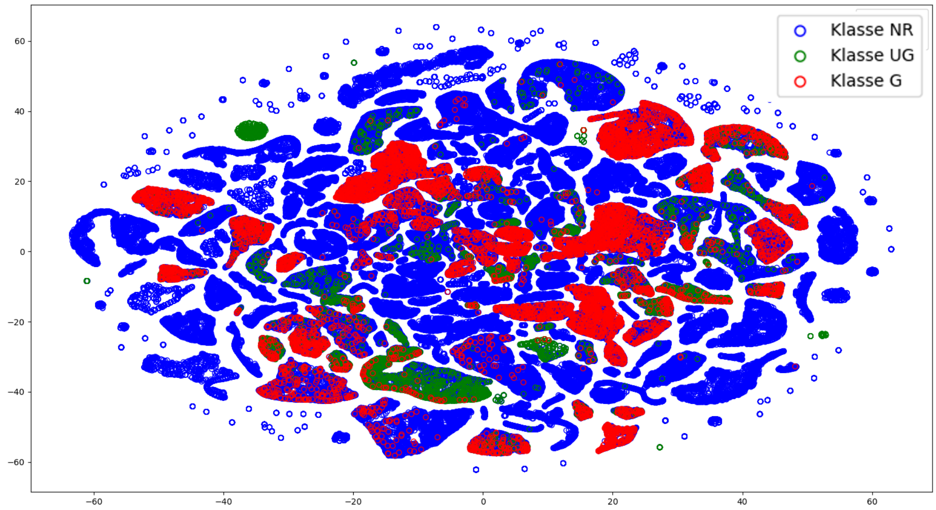

Abbildung B.1 Beispielbild