

# **LV Robotik Projektvorstellung**

## **Wegfindung in 2 nahezu gleichgroßen 2D-Räumen mit Hindernissen**



# Gliederung

- Aufgabe und Anforderungen
- Konzept
- Umsetzung
  - Interaktion
  - Berechnungen
  - Darstellung
- Demonstration eines Anwendungsfalls
- Fazit



# Aufgabenstellung und die daraus entstandenen Anforderungen



# Aufgabenstellung

- Pfad zwischen Start- und Endpunkt mit mehreren Wegpunkten
- 2 nahezu gleichgroße Räume mit einer Tür mit statischen Hindernisse
- Statistische Verteilung von Wegpunkten
- Kollisionsprüfung des Weges und interaktive Anpassung der Anzahl von Wegpunkten bei Kollision
- Verwendung von Dijkstra, A\* (optional) und Catmull-Rom Splines
- Anzeige der Laufzeiten für verschiedene Abschnitte



# Anforderungen

- Verarbeitung von Bilddaten
- Benutzerschnittstelle (GUI oder Konsole)
- Zeichnen und einbetten einer Szene
- Modellierung von Wegpunkten in einem Raum
- Verschiedene Berechnungen zur Problemlösung
- Evtl. Darstellung einzelner Zwischenergebnisse
- Laufzeitmessungen von verschiedenen Programmabschnitten





# Konzept, Grobarchitektur



# Konzept: GUI

- 2 spaltiges GUI → Einstellungen links, Szene rechts
- Interaktives Ändern der Szene
- Optionen:
  - Wegpunkte hinzufügen/löschen
  - Debugging
  - Wahl von verwendeten Algorithmen
  - Animation eines punktförmigen Roboters
- Status und Hilfstexte
- Laden/Speichern von Projekten und Räumen



# Konzept: Szene & Berechnungen

- Farbliche Trennung der dargestellten Objekte
- Initiales Setzen von Wegpunkt in Tür
- Willkürliches Setzen von Start- und Endpunkt zu Beginn
- Berechnung des Pfades bei Setzen oder Löschen von Punkten





# Umsetzung

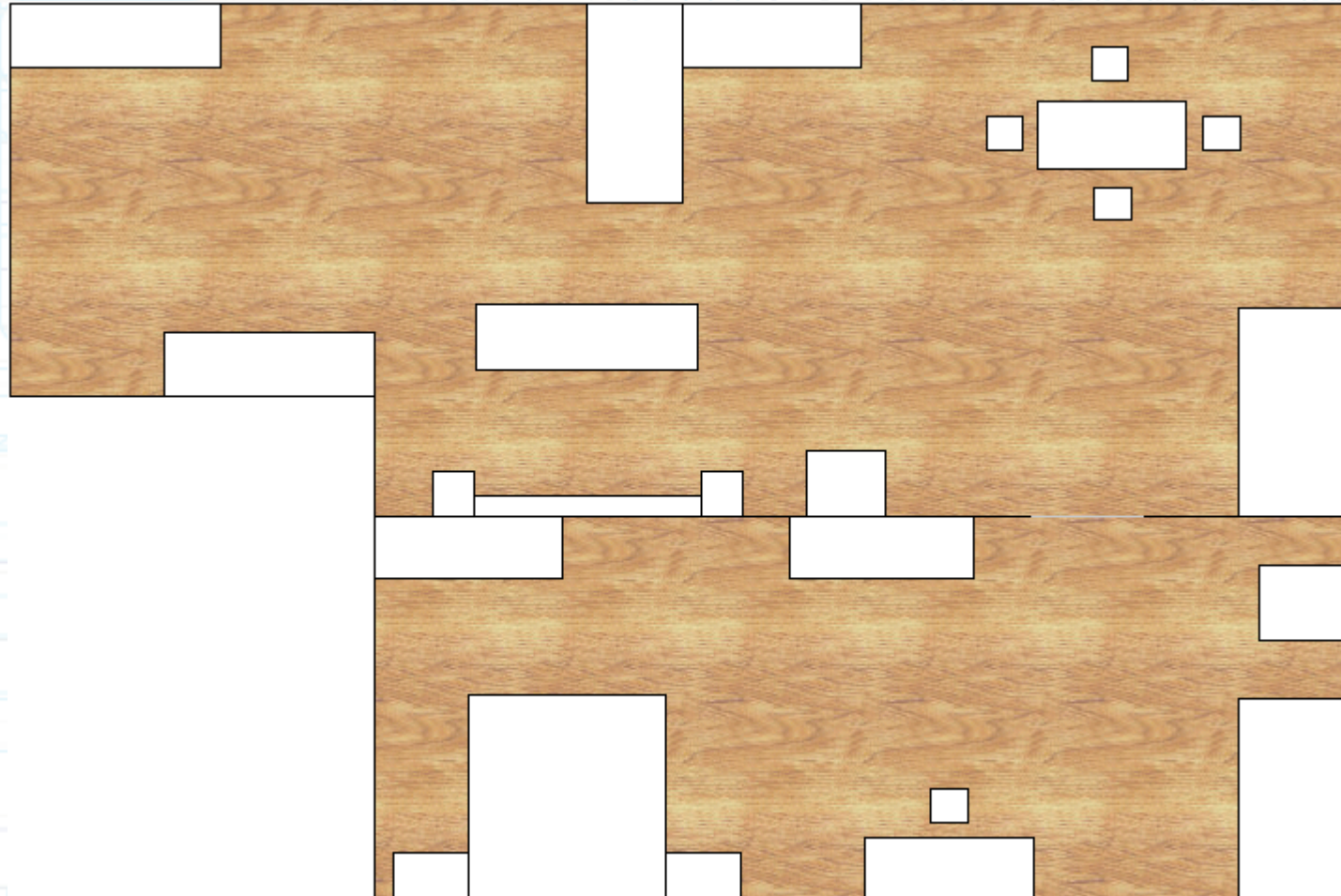


# Umsetzung: Bildverarbeitung (1)

- Laden eines Bildes → DevIL-Bibliothek
- Farbanalyse und Kategorisieren von Pixeln
- Umriss, Türen, Objekte → Polygone
- Raumumriss: Umlaufen, Eckpunkte ermitteln
- Objekte: „Innen“-Pixel expandieren
- Tür: Umlaufen der grauen Pixel
- Berücksichtigen des Radius des Roboters



# Umsetzung: Bildverarbeitung (2)



# Umsetzung: GUI (1)

- Qt 5.4 (Beta): QOpenGLWidget
- Wenige Menüs: Load/Save/Quit
- Optionen als Checkbox/Dropdown
- Hilfetexte bei Mouseover
- Statusnachrichten, falls in der Berechnung Ereignisse auftreten





# Umsetzung: GUI (2)

Project Quit

Amount of nodes

☐ Add waypoint

☐ Remove waypoint

☐ Set startpoint

☐ Set endpoint

☐ Show triangulation

☐ Show room triangulation

☐ Show waypoints

☐ Show path

☐ Show neighbours

Animate

Statistics

Algorithms

Dijkstra

Status

Startpoint (716/371) outside domain, can't insert.

Help



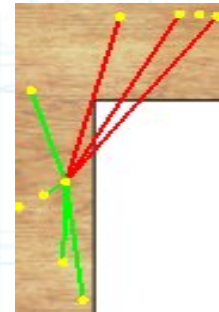
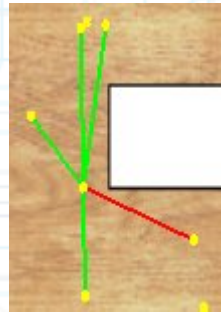


# Umsetzung: Wegfindung (1)

- Graphen aus Triangulierung ableiten
- Dijkstra:
  - Gewichtung = euklidischer Abstand
- A\*:
  - Gewichtung = Heuristik = euklidischer Abstand
  - Ansonsten gleicher Code (Dijkstra Spezialfall von A\* mit  $h(x) = 0$ )
- Kollisionsprüfung → Nachbarn verwerfen



# Umsetzung: Wegfindung (2)



# Umsetzung: Triangulierung (1)

- (Constrained) Delaunay Triangulation
- DT:
  - möglichst wenig „kleine“ Dreieckswinkel
  - Kreis der alle Eckpunkte umfasst, enthält keine anderen Punkte
- CDT:
  - Manche Strecken müssen enthalten sein  
→ Constraints
  - Nicht immer Delaunay
- Implementierung in CGAL



# Umsetzung: Triangulierung (2)

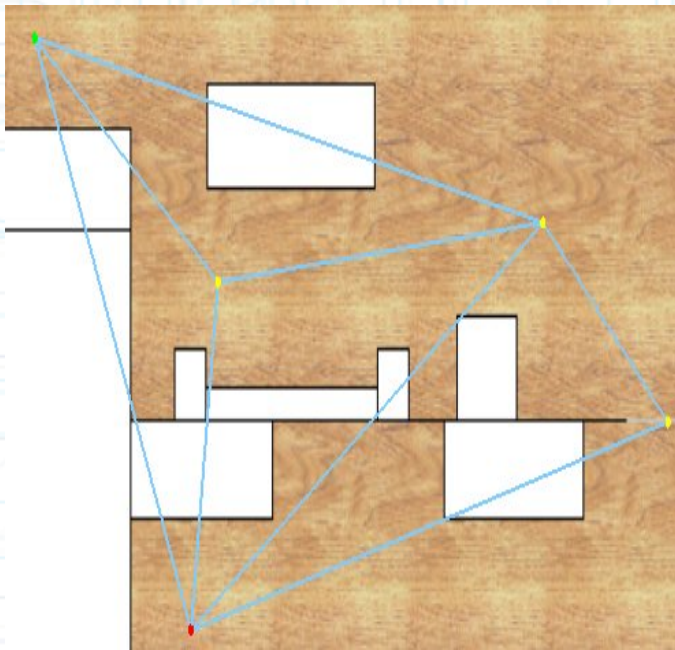
- DT für Triangulierung der Wegpunkte
  - Basis eines gerichteten Graphen
- CDT für Triangulierung des Raumes
  - einfache Überprüfung, ob Punkte im Raum liegen
  - Kollisionsprüfung mit Grenzen



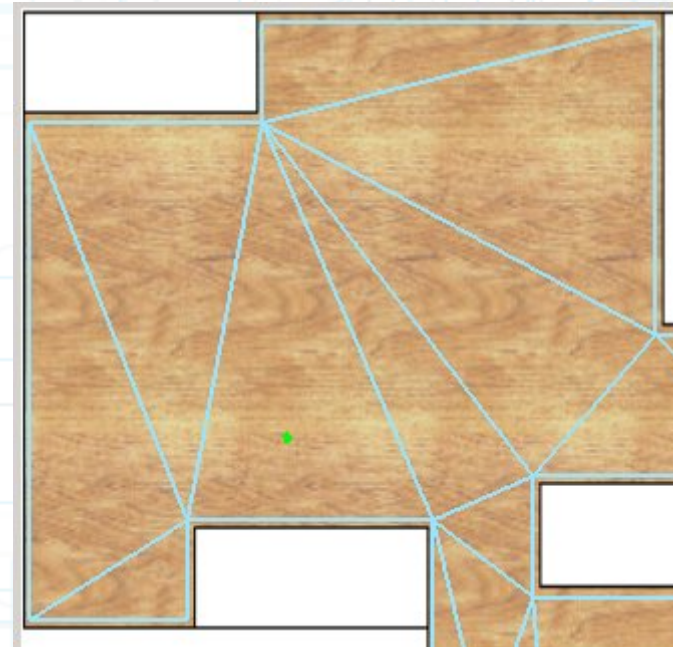


# Umsetzung: Triangulierung (3)

Delaunay Triangulation



Constrained Delaunay Triangulation





# Umsetzung: Kurvendarstellung des Wegs (1)

- Catmull-Rom Splines
- Kubischer Spline
  - 4 Stützpunkte (die mittleren 2 werden durchlaufen)
  - Dadurch besondere Betrachtung von Start- und Endsegment
    - Start-/Endpunkt verdoppeln
- Granularität der Segmente
- Grundstein der Animation

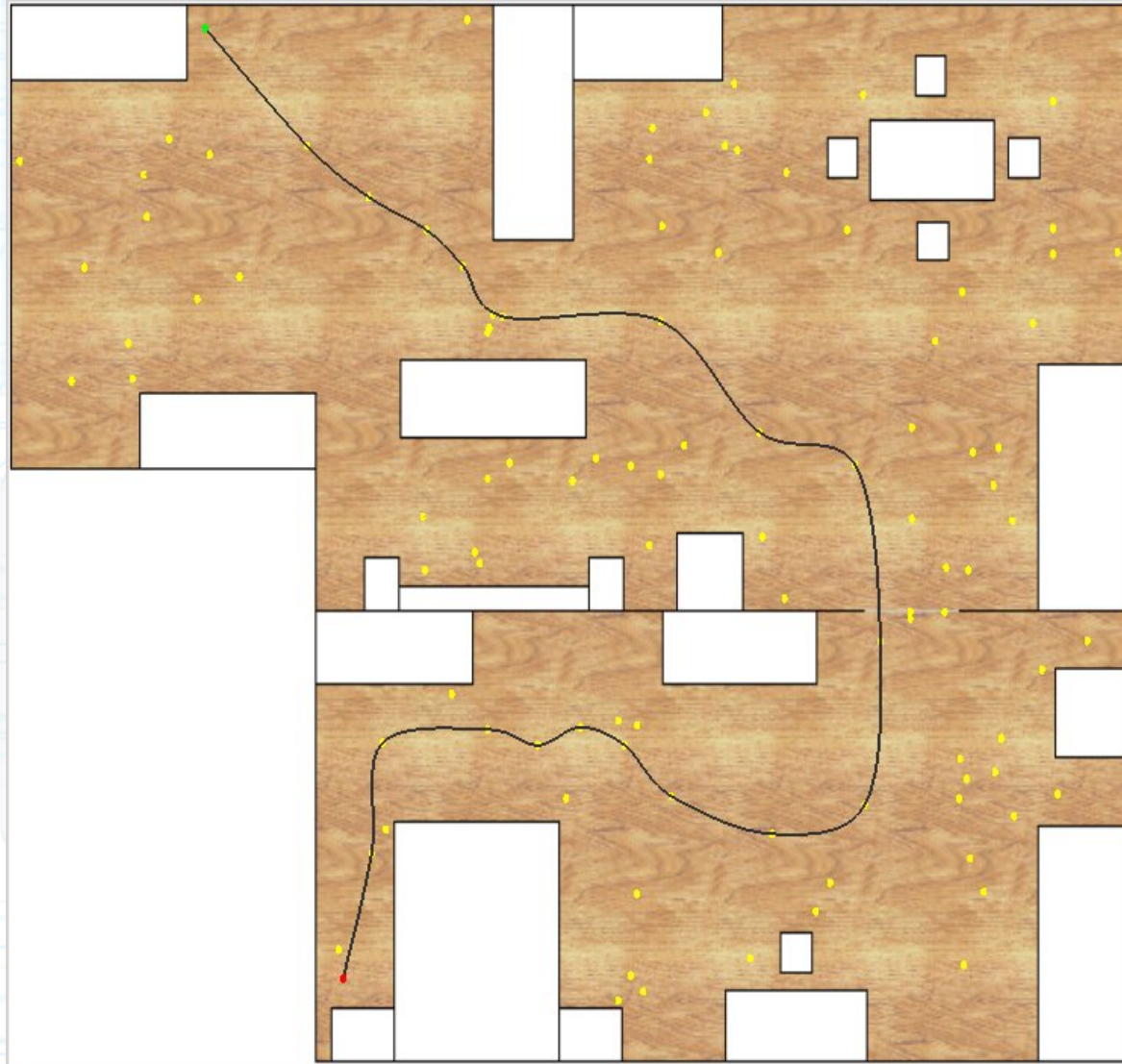


# Umsetzung: Kurvendarstellung des Wegs (2)

- Geringe Auflösung führt zu „pixeligen“ Kurven
- Kollisionsprüfung mit CDT



# Umsetzung: Kurvendarstellung des Wegs (3)



# Demonstration eines Anwendungsfalls

- Statistisches und Interaktives Setzen von Stützpunkten
- Triangulierungen zeigen
- Kollisionsprüfung verdeutlichen
- Statistiken anzeigen





# Fazit

- Projektaufgabe erfüllt und Wissen vertieft
- Laufzeit angemessen
- Geringer Anteil Algorithmen bzgl. Robotik
- Optimierung in der Berechnung
  - Geometriekentnisse
  - Was tun bei Implementierung auf  $\mu\text{C}$ ?
- Aufwand bei 4k LOC recht hoch
- Evtl. andere/mehr Bibliotheken nutzen





# Vielen Dank fürs Zuhören!



# Eure Fragen/Meinungen

