



PAF Acting

WS 20/21 Gruppe 1 & Gruppe 2



Gruppe 1

Steering Package kümmert sich um:

- Lenkung und Beschleunigung
- Zwei Controller für Beschleunigung und Bremsen
- Nutzt die Vorgaben des Local Planner
- Konfiguration für costmaps

move_base Package:

- Gibt die Befehle an das Fahrzeug raus um Befehle auszuführen.



Gruppe 1

Carla Twist PID Control

- Abwandlung des offiziellen carla-ros-bridge-Pakets (calra_ackermann_control)
- Original:
 - AckermannDrive-Nachrichten -> CarlaEgoVehicleControl-Nachrichten
 - Beschleunigungs- und Bremsvorgänge: PID-Controller
 - Lenkwinkel Vorgaben ohne Regelung an das Fahrzeug
- Im Projekt:
 - Twist-Nachrichten vom Local Planner
 - Threshold bei starken Differenzen der Stellgröße für das vollständige Bremsen oder Gas geben



Gruppe 1

Carla Twist P Control

- Vereinfachte Version des Controllers von vorher
- Kein PID-Regler, sondern P-Regler
- P-Regler deutlich einfacher aufgebaut, liefert jedoch meist bessere Ergebnisse in diesem Projekt
- Sicherstellung durch den Regler für die Maximale Geschwindigkeitsvorgabe



Gruppe 1 Funktionen

Carla Control Physics

- Masse des Fahrzeugs: 1500kg
- Bremskraft: 500.0N
- Beschleunigung wenn der Motor aus ist = - Bremskraft / Masse des Fahrzeugs
- Beschleunigung abhängig von: (mit Werten aus Wikipedia)
 - Rollreibung
 - Aerodynamische Trägheit
 - slope force
- Maximaler Steuerung Winkel: 70°
- Max. Beschleunigung: 3.0m/s^2
- Max. Bremsgeschwindigkeit: 8.0m/s^2
- Max. Geschwindigkeit: 180 km/h



Gruppe 1 Funktionen

Carla Twist PID

- Control zyklus:
 - laden der Input Parameter
 - Steuern
 - Anhalte und Rückwärtsfahren
 - Geschwindigkeitsregulierung
 - Beschleunigung Regulieren
 - Senden der Control Commands



Gruppe 1 Funktionen

PSAF Twist P Control Node

- Frequenz: 20 Hz
- um eine Beschleunigung von 0 zu erhalten muss das Gaspedal bestimmt stark gedrückt werden. (Abwärts Rollen etc.)
- 3 Modes:
 - breaking
 - coasting
 - accelerating



Gruppe 2

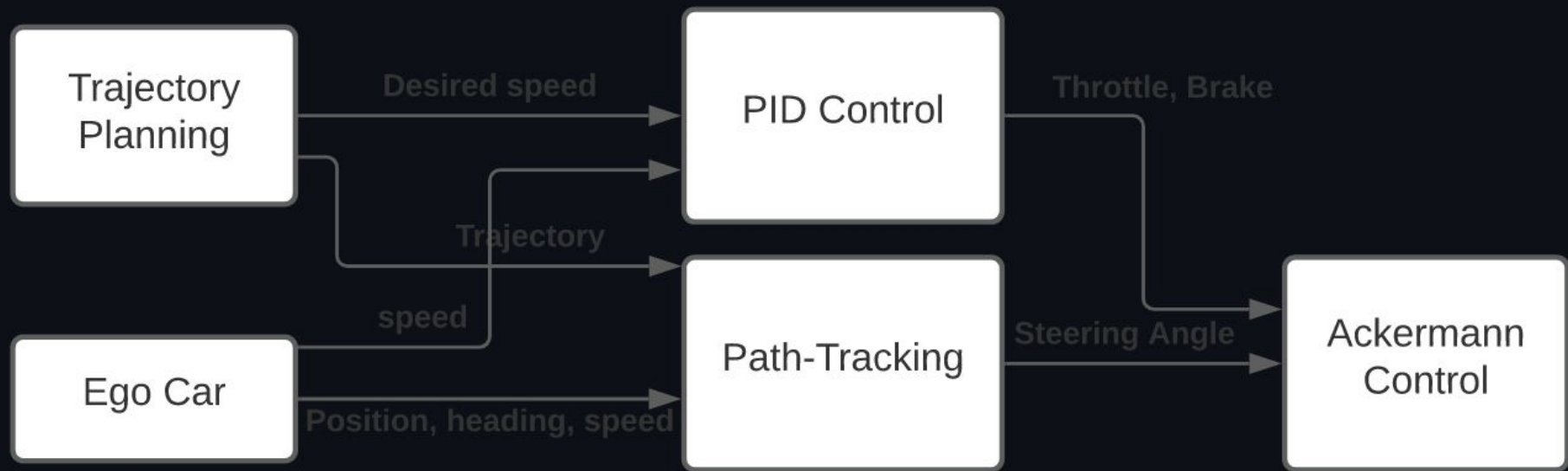
ego_vehicle package

- Starten der `ros_bridge.config.json` beschreibt die sensor-arrays.

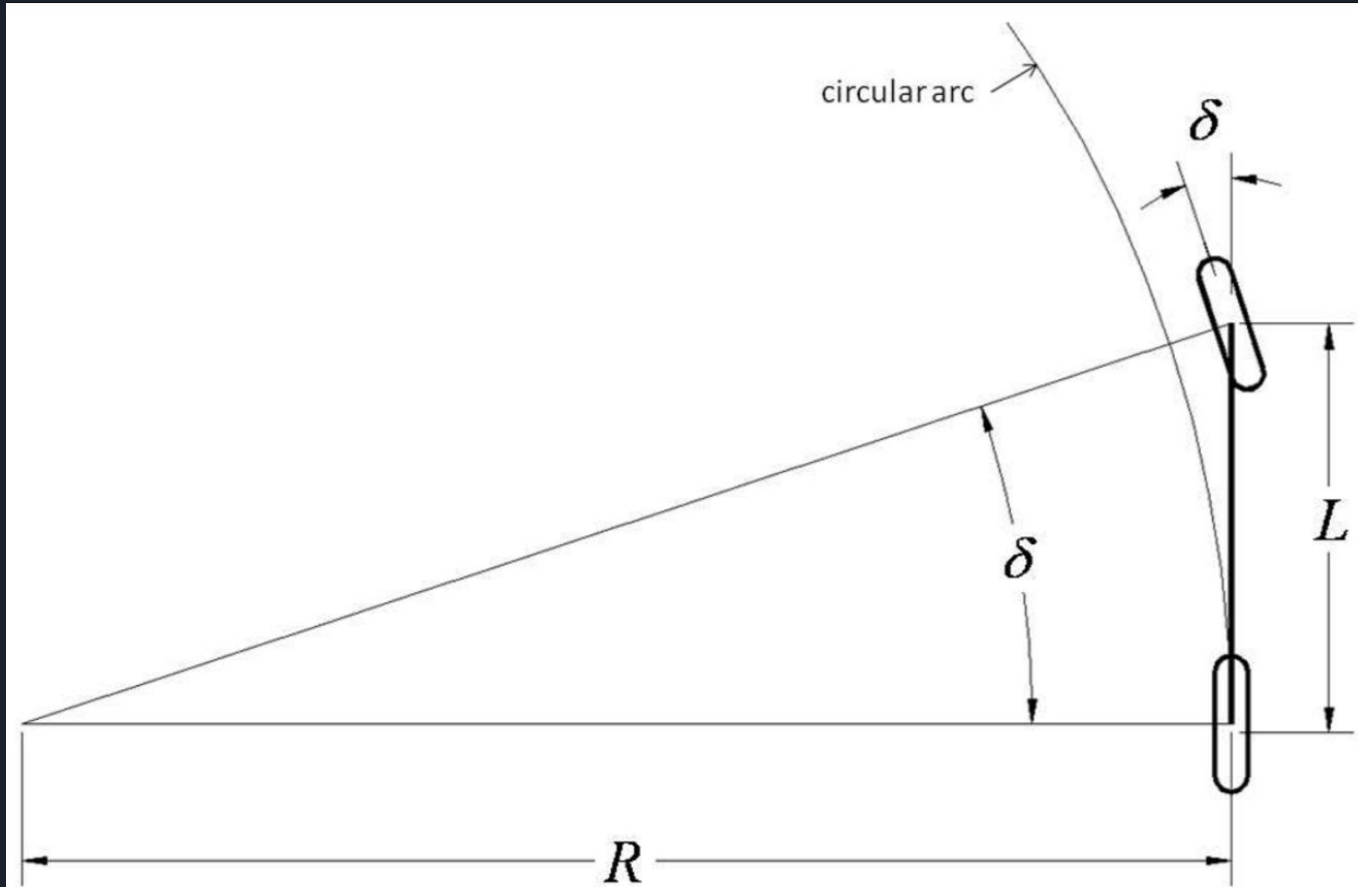
steering_controllers package

- Nutzen des `CarlaEgoVehicleControl`-Message in jedem Zeitschritt
- Nutzen eines Stanley-Controller um einen lokalen Pfad des lokal planers zu folgen.
- ACC (automatic cruise control) mit 2 PID. (Distanz und Geschwindigkeit)

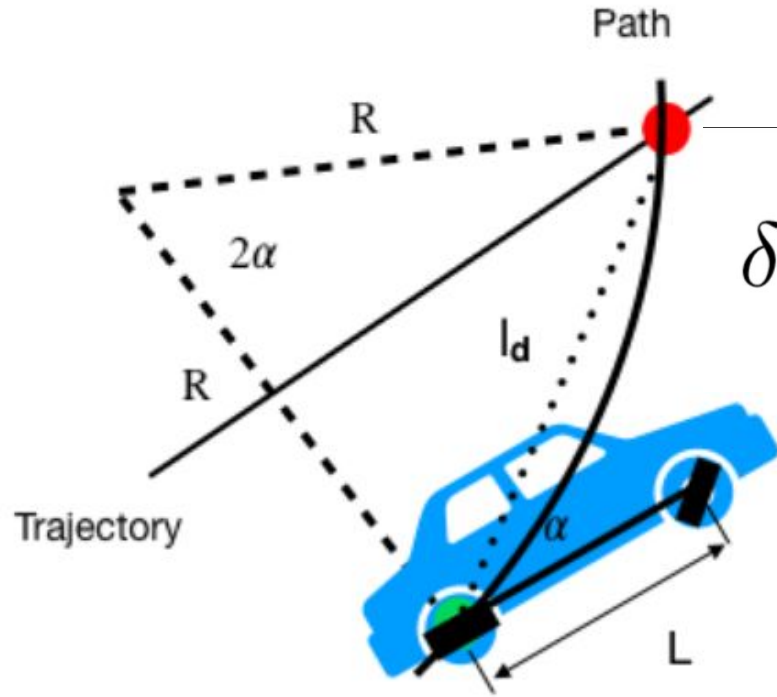
Gruppe 2



Gruppe 2 Steuerungsmethoden



Gruppe 2 Steuerungsmethoden (Pure Pursuit)



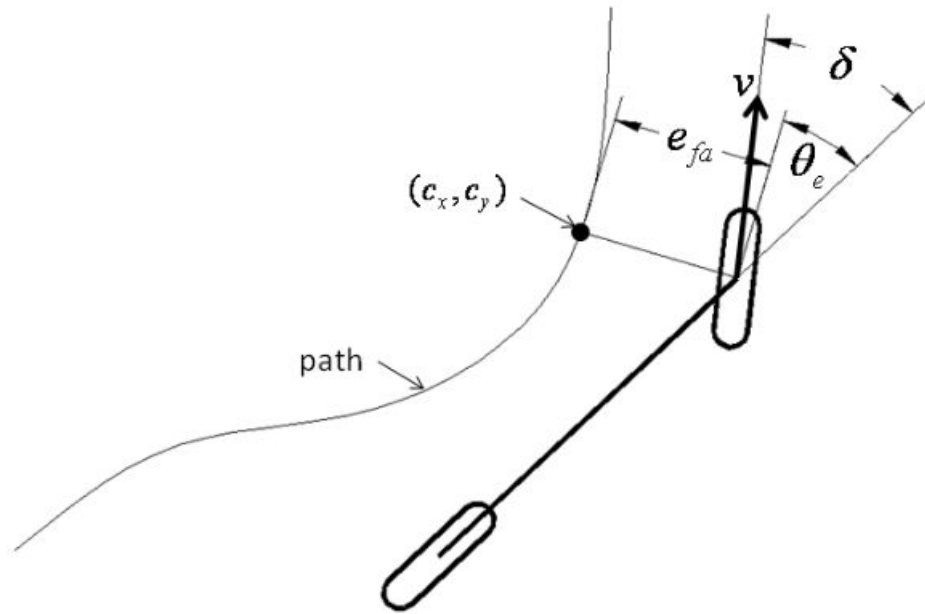
$$\delta(t) = \tan^{-1} \left(\frac{2L \sin(\alpha)}{kv_x(t)} \right)$$



Gruppe 2 Steuerungsmethoden (Pure Pursuit)

- Nutzt einen Look-Ahead-Point mit festem Abstand vor dem Ego-Car auf dem Pfad (abhängig von der Geschwindigkeit)
- Einfach zu implementierung
- hohe Abstände besser geeignet
- enge Kurven nicht exakt beim befolgen des Pfades

Gruppe 2 Steuerungsmethoden (Stanley Methode)



Heading Error Cross-track Error

$$\delta(t) = \theta_e(t) + \tan^{-1} \left(\frac{ke_{fa}(t)}{v_x(t)} \right)$$

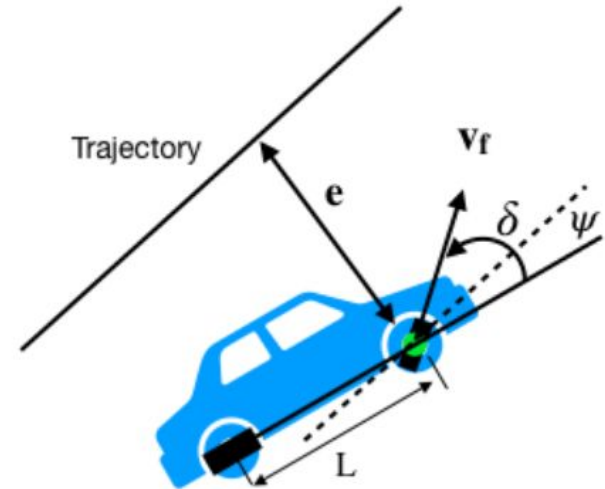



Figure 14: Stanley method geometry



Gruppe 2 Steuerungsmethoden (Stanley Methode)

- Vorderachse als Referenzpunkt
- Heading Error und cross-track error
- Ausgleich von lateralen Fehlern durch:
 - e_{fa} : Abstand zum Pfad
 - v_x : Geschwindigkeit des Fahrzeugs
 - k : einstellbarer Gain-Parameter
- Konvergiert unabhängig von den Anfangsbedingungen
- einfach zu verstehen und zu berechnen
- gut für niedrige und hohe Geschwindigkeiten
- Aber: Probleme mit Unstetigkeiten im Pfad
- Pro: erprobt und in der "Darpa Grand Challenge" mit dem Fahrzeug "Stanley" als Gewinner hervorgegangen.



Gruppe 2 Steuerungsmethoden (Model Predictive Algorithm)

- State-of-the-art für autonome Fahrzeuge
- Benötigt ein Modell, dass die Fahrzeugkinematik beschreibt.
- Weitere Informationen wie Geschwindigkeitsvorgaben, Straßenbeschaffenheit oder Krümmung des Pfades können miteinbezogen werden
- Anhand des Modells kann die Auswirkung einer Lenkeingabe zum aktuellen Zeitpunkt untersucht werden.
- Auswirkung auf eine bestimmte Anzahl von Zeitschritten in die Zukunft untersucht (Receding Horizon (Receding Horizon Control))
- Minimierung einer Kostenfunktion als optimale Lenk Vorgabe zum aktuellen Zeitpunkt.
- **Nachteil:** Rechenintensiv, vor allem für nicht lineare Modelle



Gruppe 2 Steuerungsmethoden (Alternativen)

LQR-Regler

Falls Modell eine linear mit Zustandsraum Matrizen besitzt, ist eine geschlossene Lösung für das Optimierungsproblem offline berechenbar.

Nichtlineare Modelle

Optimierungsproblem mit numerischen Differentialgleichung
Lösungs-Verfahren lösbar.

Deutlich Rechenintensiver als für alle anderen Herangehensweisen.



Gruppe 2 Daten informationen

Loop: 10 Hz

Minimum Distanz zu Fahrzeugen davor: 4 (m)



Quellen

- Repos
- [https://www.ri.cmu.edu/pub_files/2009/2/Automatic Steering Methods for Autonomous Automobile Path Tracking.pdf](https://www.ri.cmu.edu/pub_files/2009/2/Automatic_Steering_Methods_for_Autonomous_Automobile_Path_Tracking.pdf)
- <https://dingyan89.medium.com/three-methods-of-vehicle-lateral-control-pure-pursuit-stanley-and-mpc-db8cc1d32081>