Bienvenue !

Intégration d'un ensemble complet de logiciels pour la conduite autonome

Ahmed Hanachi

- Berner Fachhochschule TI

Déroulement

- Présentation de sh@ttle
- Environnement de développement software (ROS, Autoware)
- Développement:
  - Perception
  - Localisation
  - Planification
  - Interface avec shattle
- Potentiel futur

Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

sh@ttle

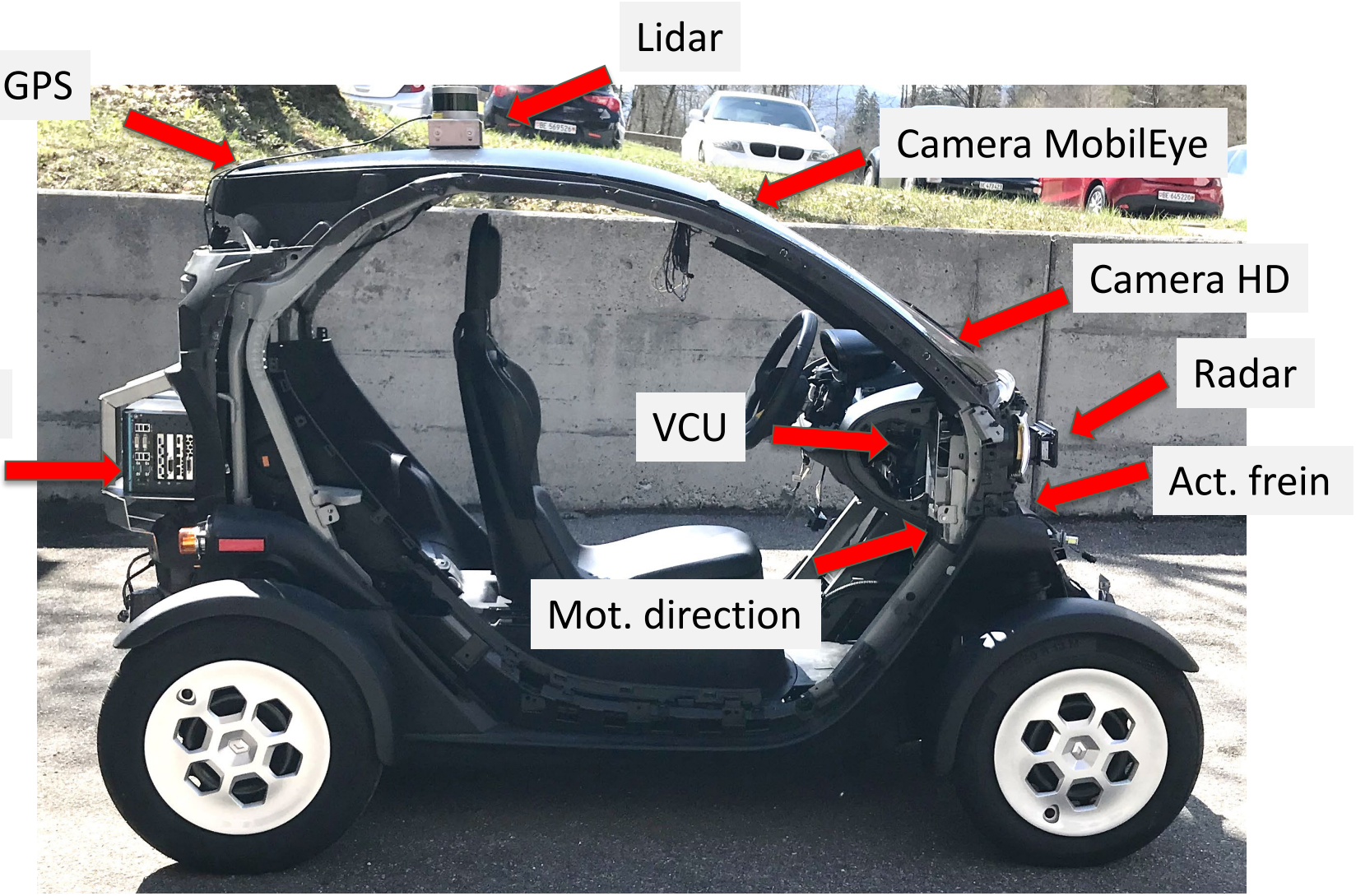
Véhicule

sh@ttle

https://media.renault.ch/__/113582.ad3b6d1d.jpg

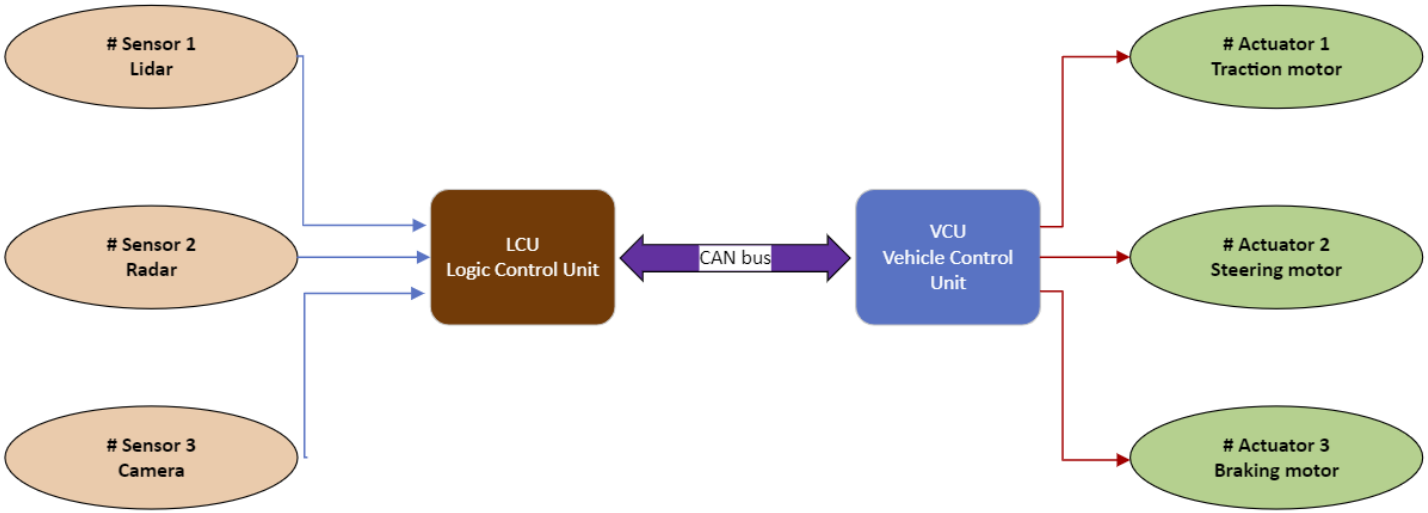
Modifications

sh@ttle



Structure

sh@ttle



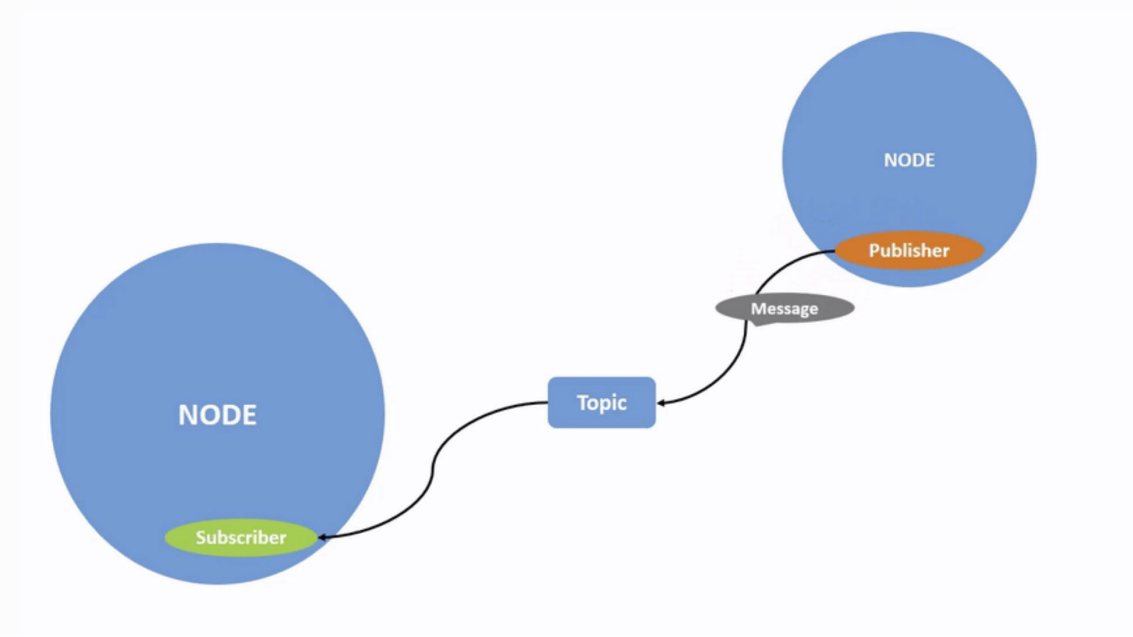
État initial du projet

- Capteurs installés (radar, lidar, caméra intelligente, caméra HD)
- Actuateurs installés (moteur de direction, moteur de frein)
- Communication CAN Bus (véhicule d'origine, VCU)
- Ordinateur (LCU)
  - Disque dur vierge

Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

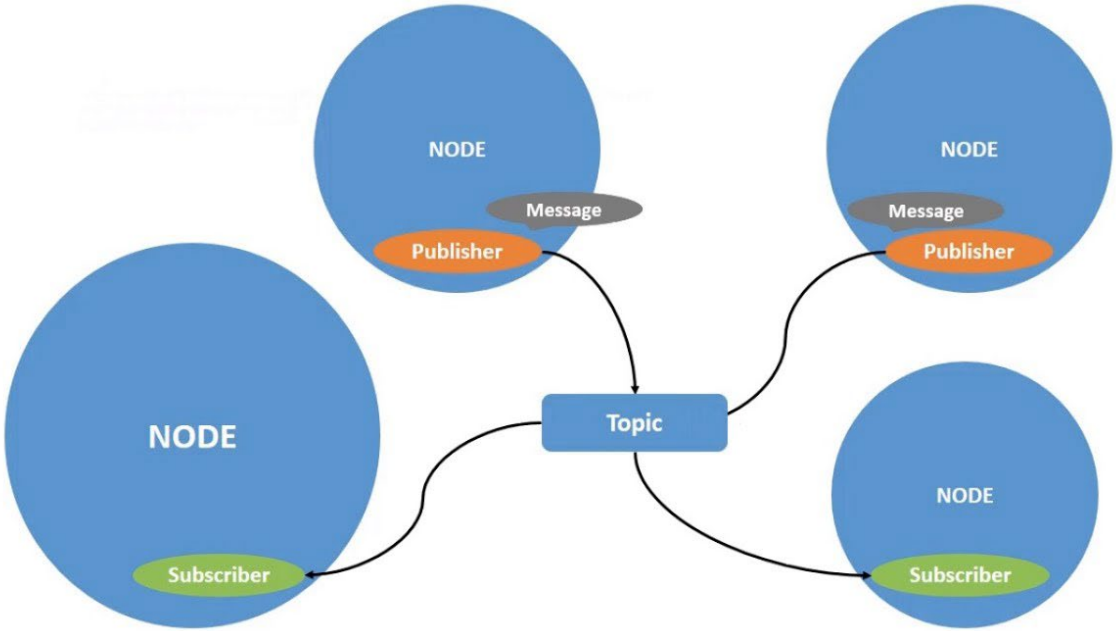
Robot Operating System (ROS)

Principe node-topic



https://docs.ros.org/en/foxy/Tutorials/Beginner-CLI-Tools/Understanding-ROS2-Topics/Understanding-ROS2-Topics.html

Principe node-topic



https://docs.ros.org/en/foxy/Tutorials/Beginner-CLI-Tools/Understanding-ROS2-Topics/Understanding-ROS2-Topics.html

ROS

Avantages:

- Structure : node - topic
- Langage hybride : Python, C++
- Grande bibliothèque de logiciels open source pour la robotique

Inconvénients:

- Real time non garantie -> ROS2
- Incompatible avec les microcontrollers -> ROS2 (micro-ROS)

- **Support, suivi et documentation autour de la conduite autonome -> Autoware**

Autoware Fundation

- Construit par-dessus ROS, ROS2
- Environnement ROS dédié à la conduite autonome
- Communauté active grandissante

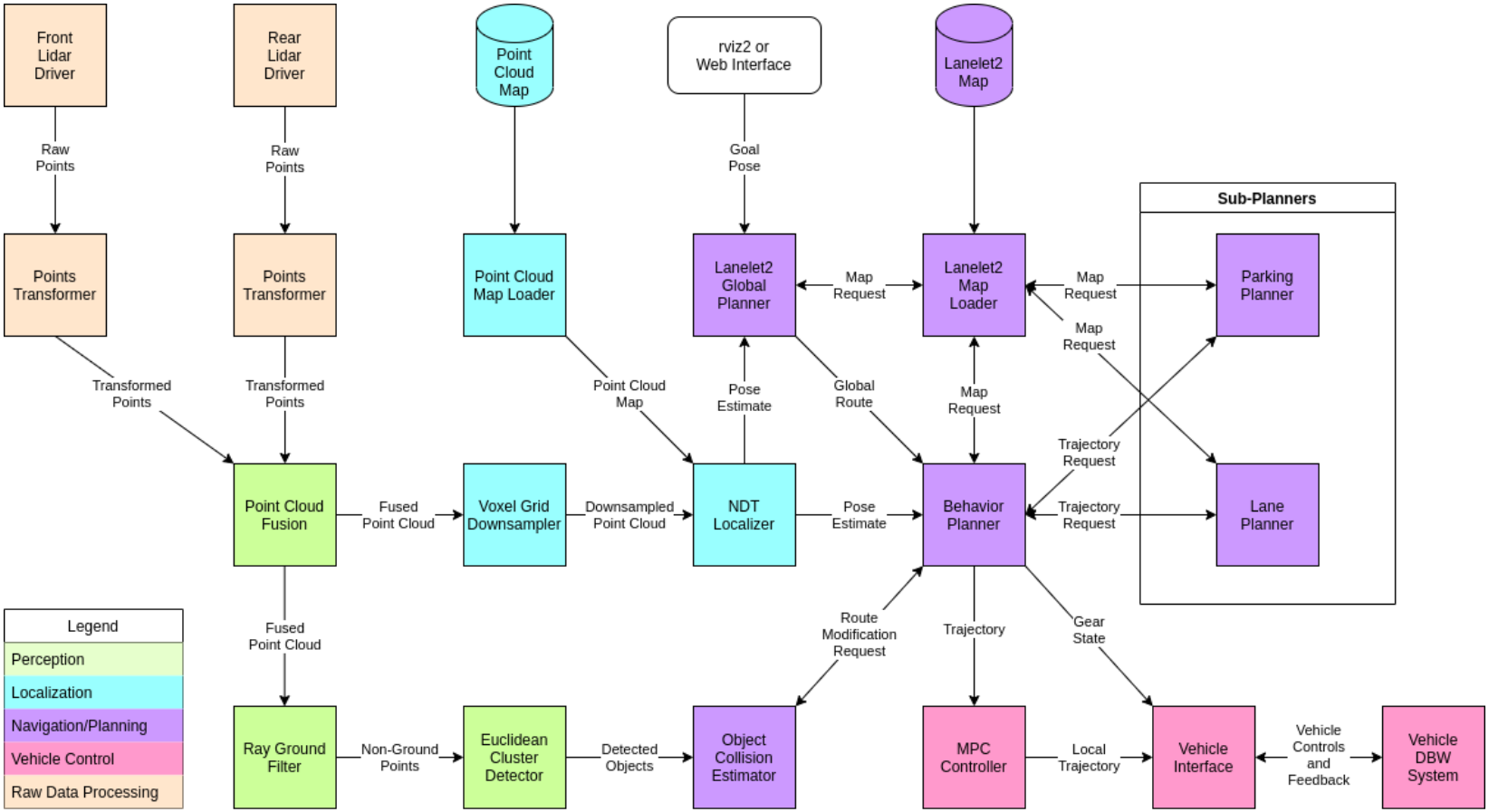
- Turquie : bus transport autonome
- USA : Parking autonome
- USA, dpt. Trans. : CARMA, coop. driving automation
- USA, F1Tenth
- USA : Indiana Autonomous Challenge

- https://autoware.org/case-studies

Autoware Fundation

- Autoware AI
  - Débuté en 2015 au Japan
  - ROS1
  - Largest autonomous driving open-source community
- Autoware Auto
  - Débuté en 2019
  - ROS2 / Amélioration des supports pour la communauté (directive de développement, documentation)
- Autoware Universe
  - Fin 2022
  - Amélioration de Autoware Auto
  - Élargissement de l'offre générale, meilleures supports

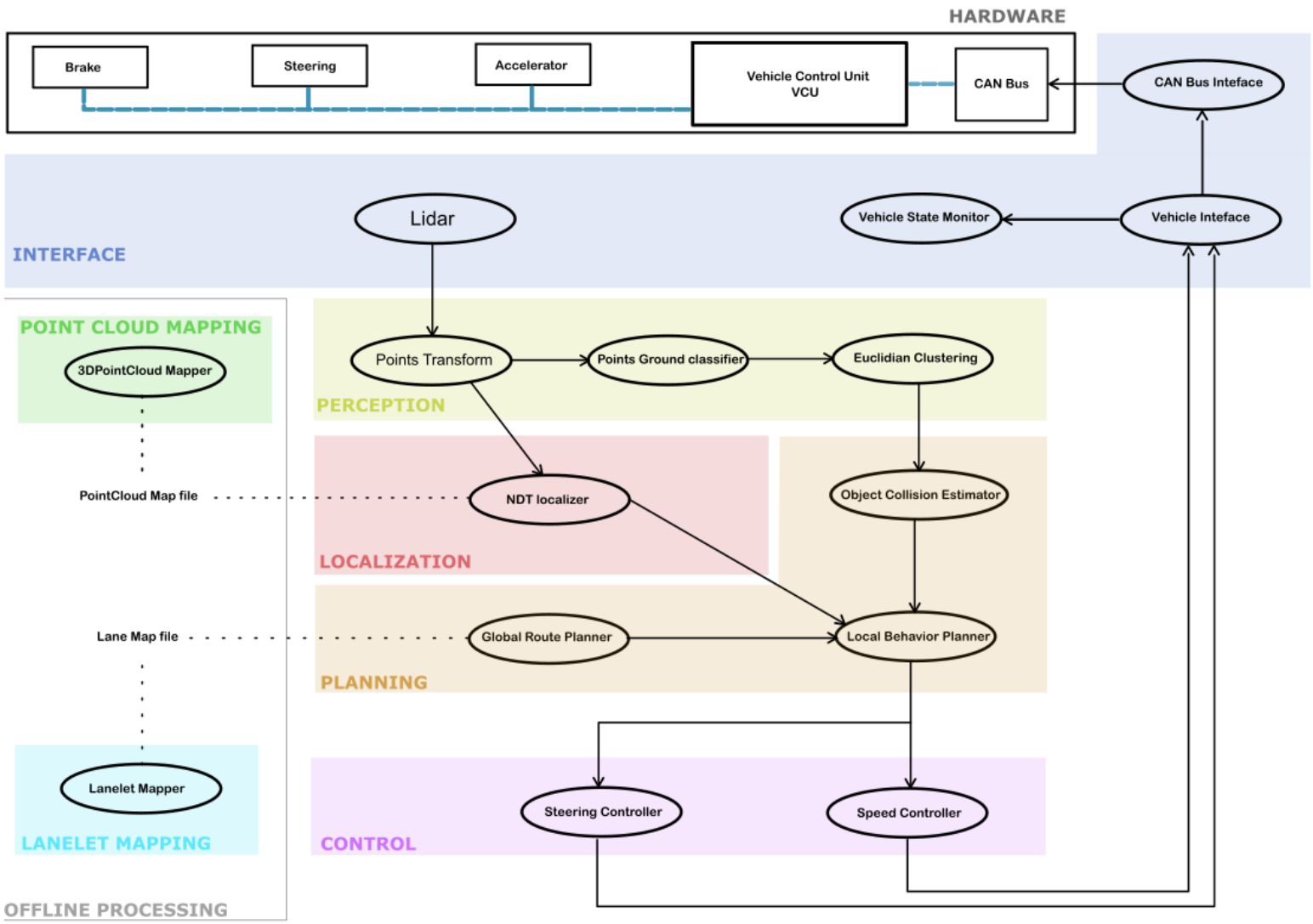
Roadmap Autoware



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Développement

Software roadmap



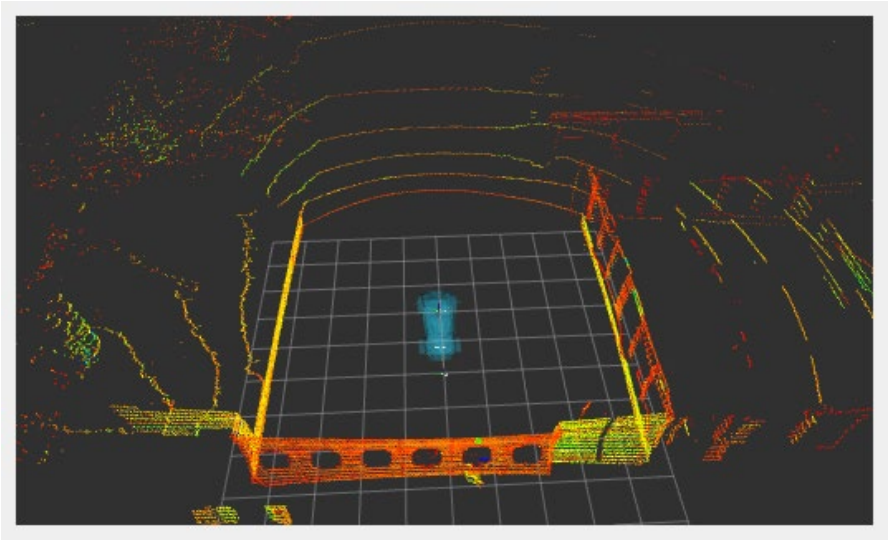
Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

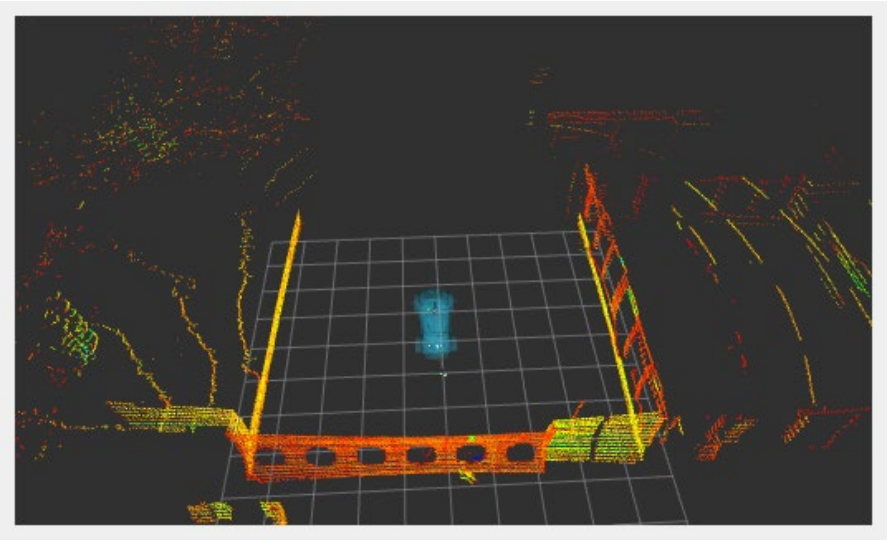
Perception

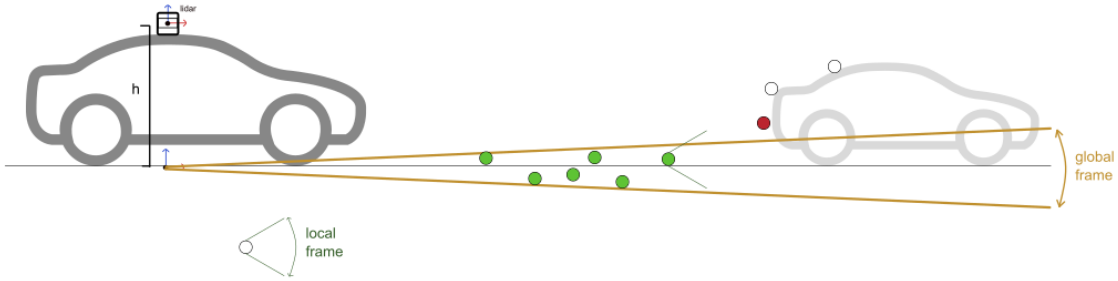
- Filtrage des points du sol
- Groupement des points (non sol)
- Encapsulation des groupes

Perception

Filtrages des points du sol





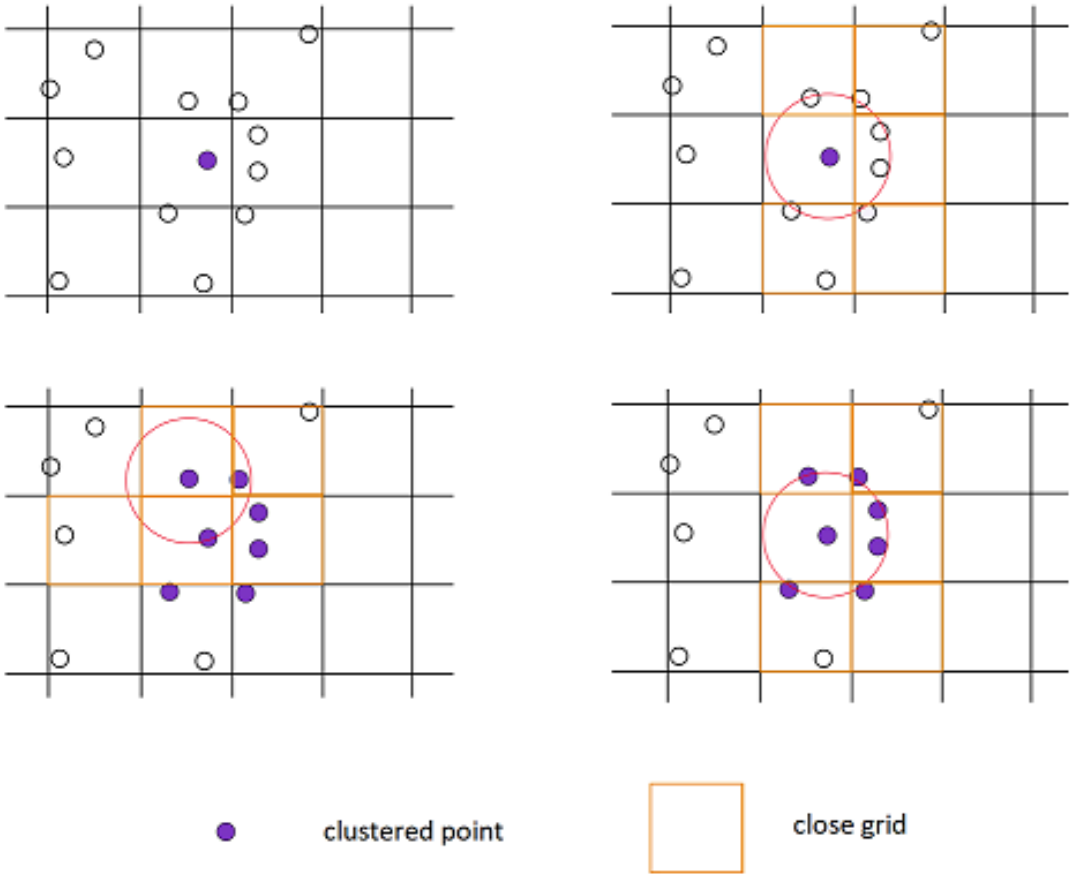


- 1. différence de hauteur absolue (global, local)
- 2. angle (global, local)

Perception

Regroupement des points

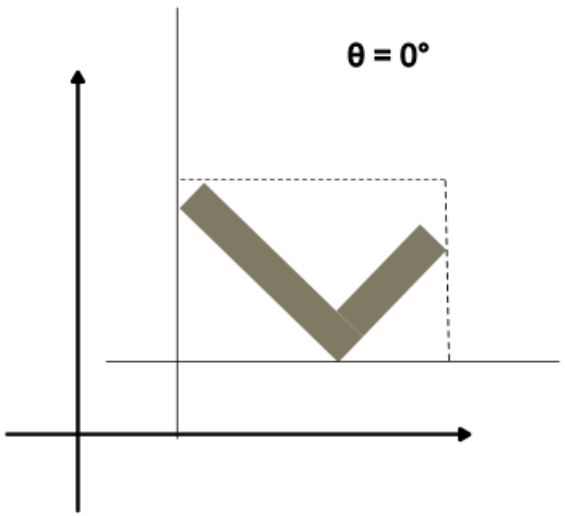
- création des sous-espaces
- itération sur tous les points des sous-espaces adjacents
  critère: distance
- création du groupe (ou objet)
  critère: nombre de points

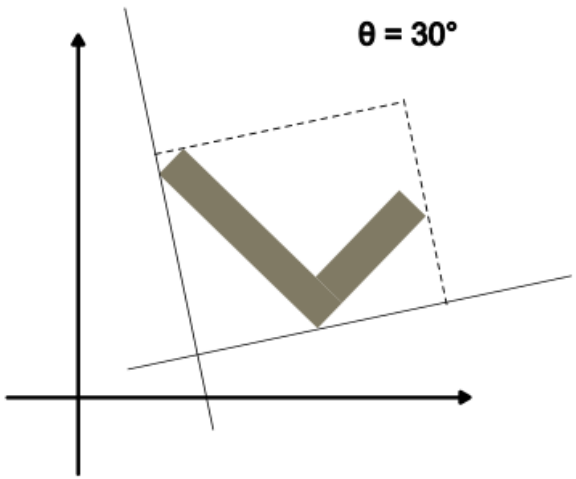


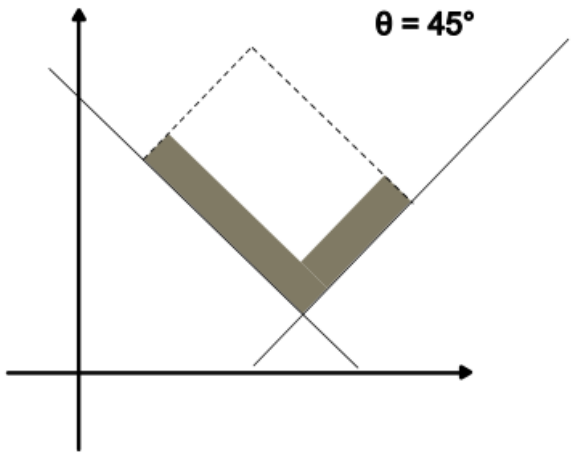
Perception

Encapsulation

- Définir les limites de l'objet par encapsulation en une forme cubique





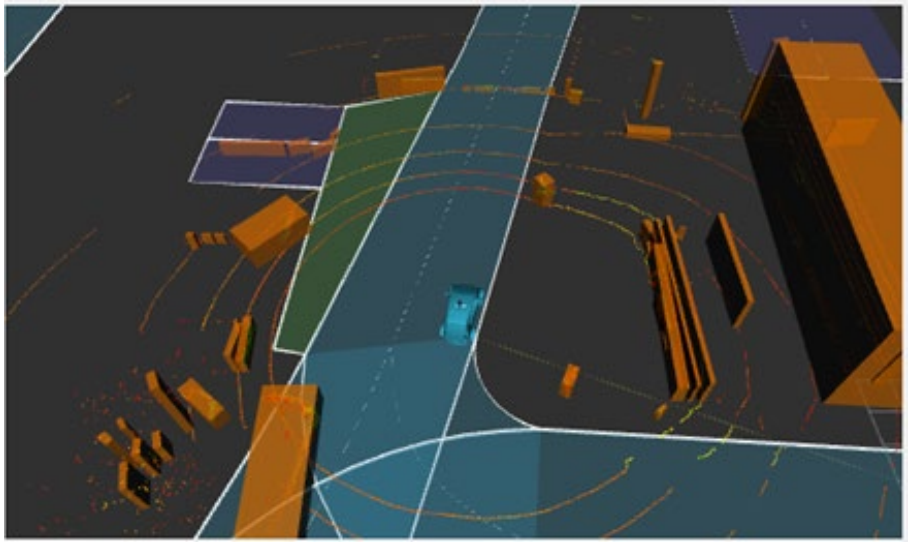


- Vecteur de direction perpendiculaire

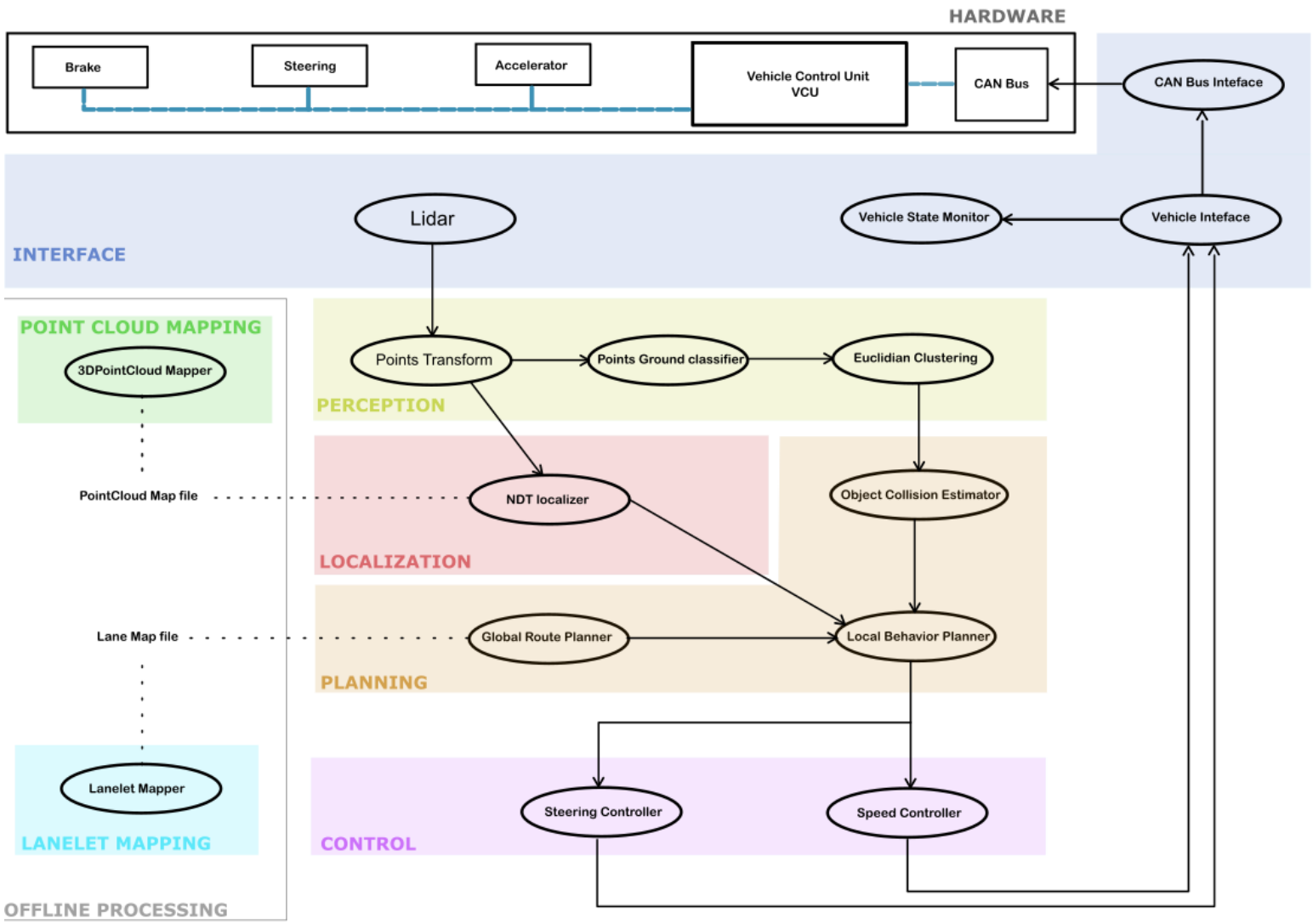
- Rotation entre 0 et 90°
- Projection des points

- Critère de performance: surface

Perception



Software roadmap



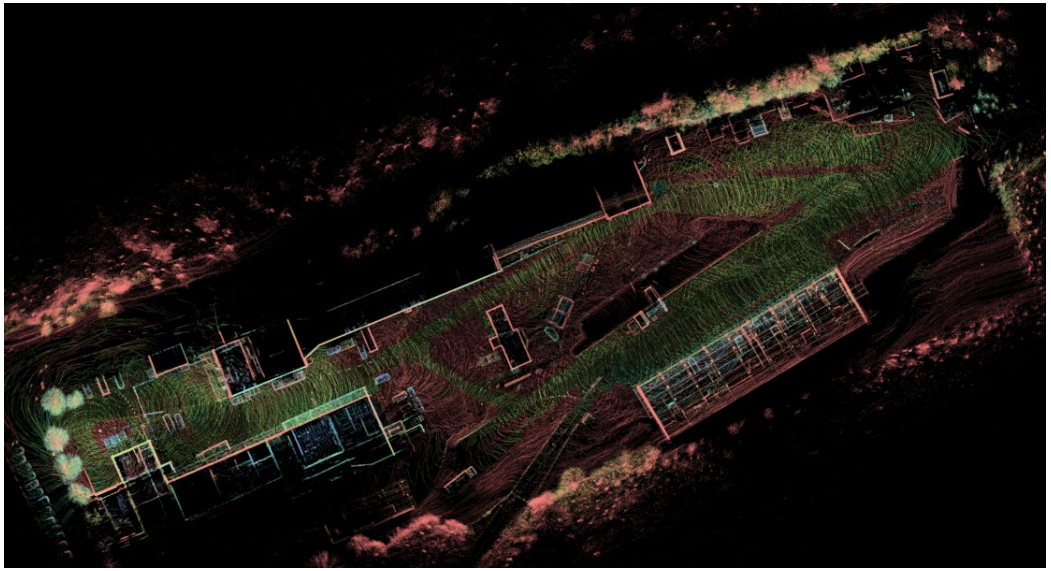
Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Localisation

Localisation

Création de la carte

- Création de la carte hors-ligne
- Choix du taux de sous-échantillonnage
- Enregistrer dans un fichier PCD (Point Cloud Data)



Localisation Normal Distribution Transform

Pour chaque cellule:

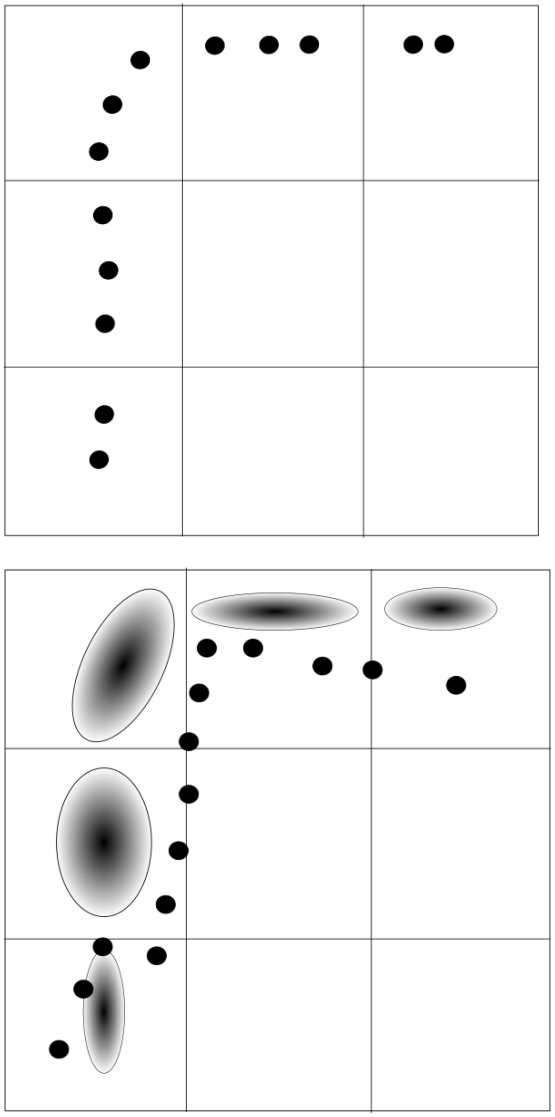
- Calcul de la distribution normale

Boucle -> convergence:

- Calcul de la somme des probabilités (score)
- Optimisation
- Incrément de la position

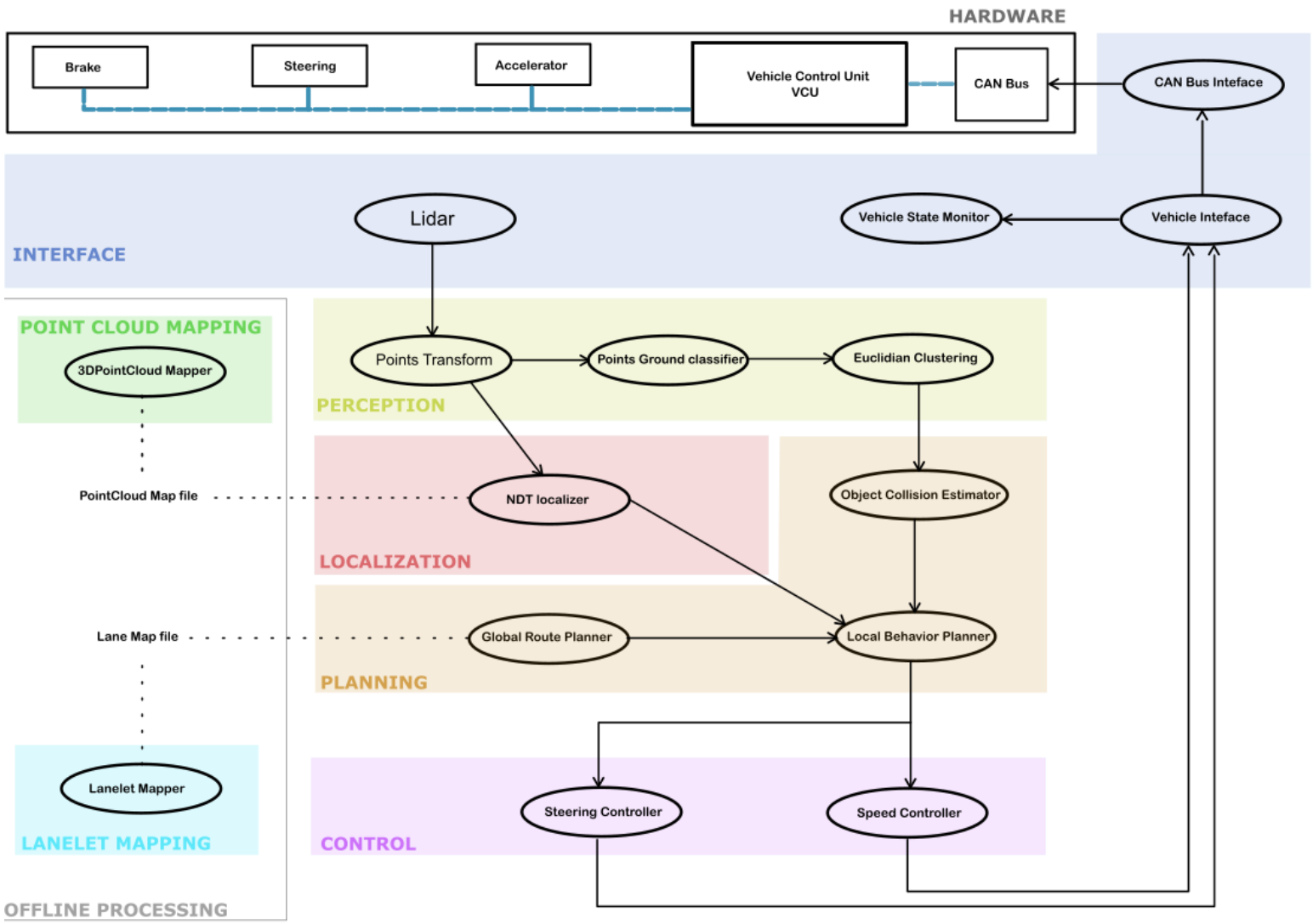
Entrées nécessaires:

- Position de départ
- Carte
- Point du lidar en direct



Roadmap sh@ttle

Autoware



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Planification

Planification Carte Haute Définition

Open Street Map based (OSM)

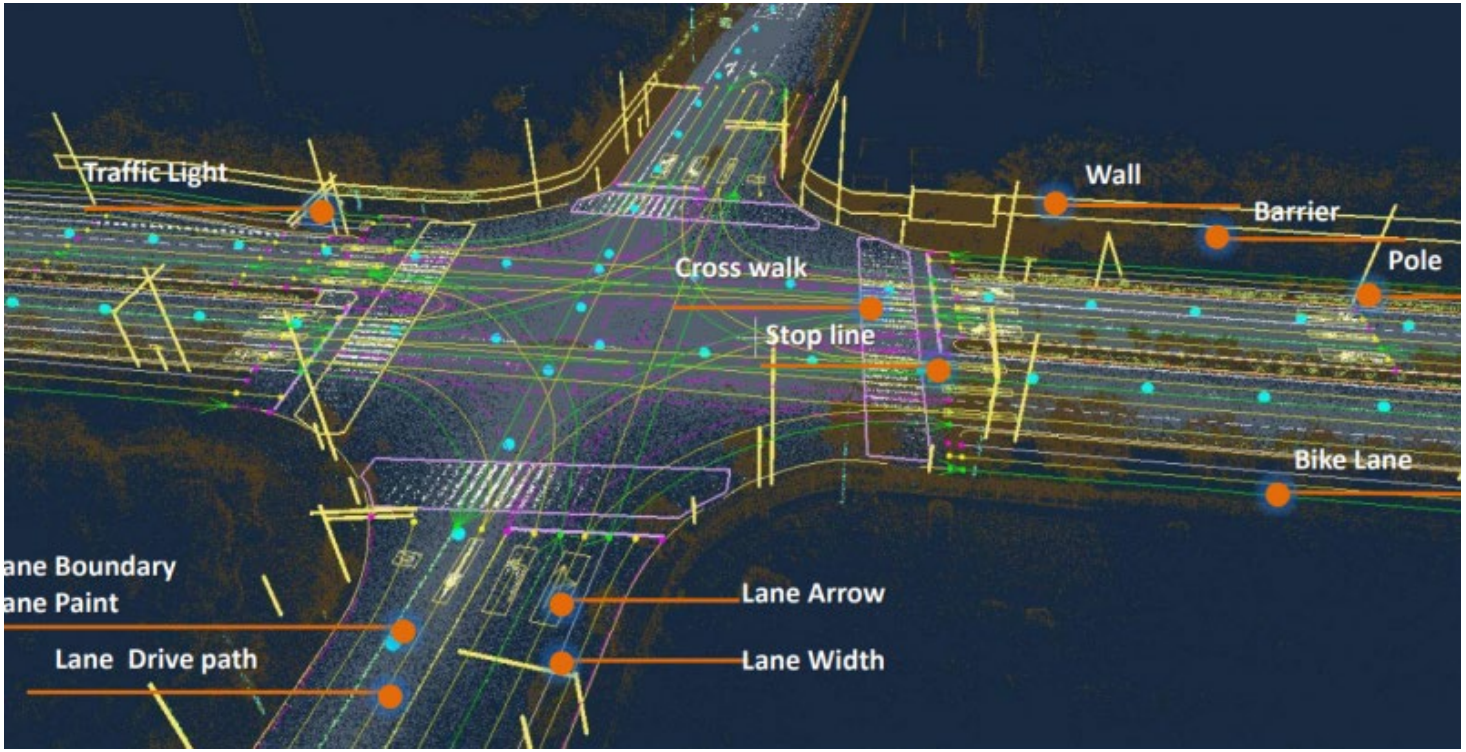
- Projet collaboratif de cartographie en ligne, base de données géographiques libre du monde
- Création de carte sous licence libre

Outils en ligne : TierIV : https://tools.tier4.jp/

-> création précise par superposition de la carte 3D du lidar

Planification

Carte HD

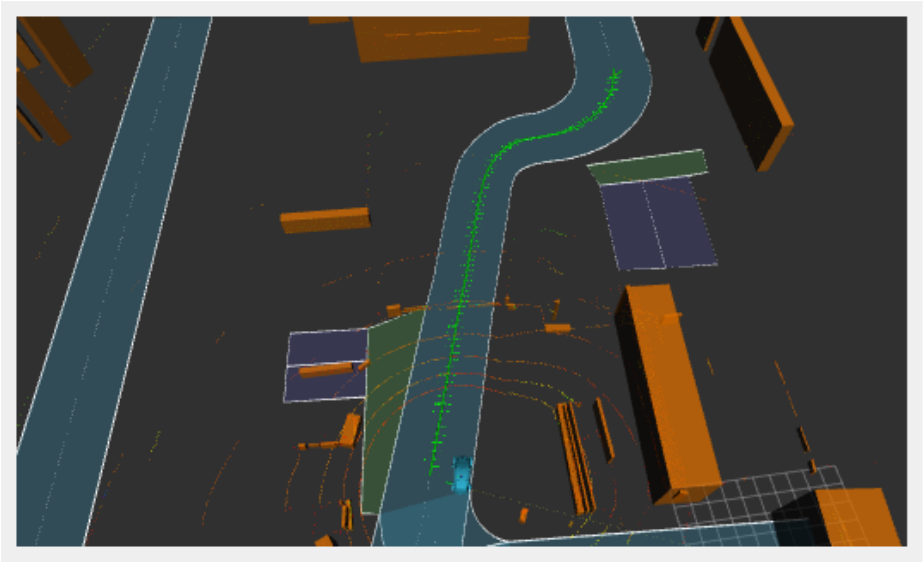


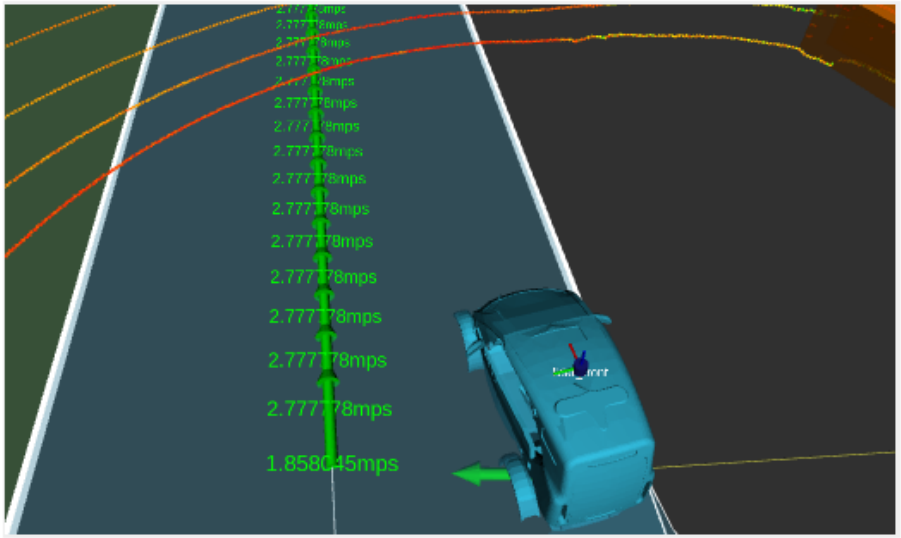
https://mscvprojects.ri.cmu.edu/2020teamg/project/

- Indication des signalisations routières (ligne, passage piéton, feux, panneau, etc..)
- Définition de la limitation de vitesse

Planification

Trajectoire

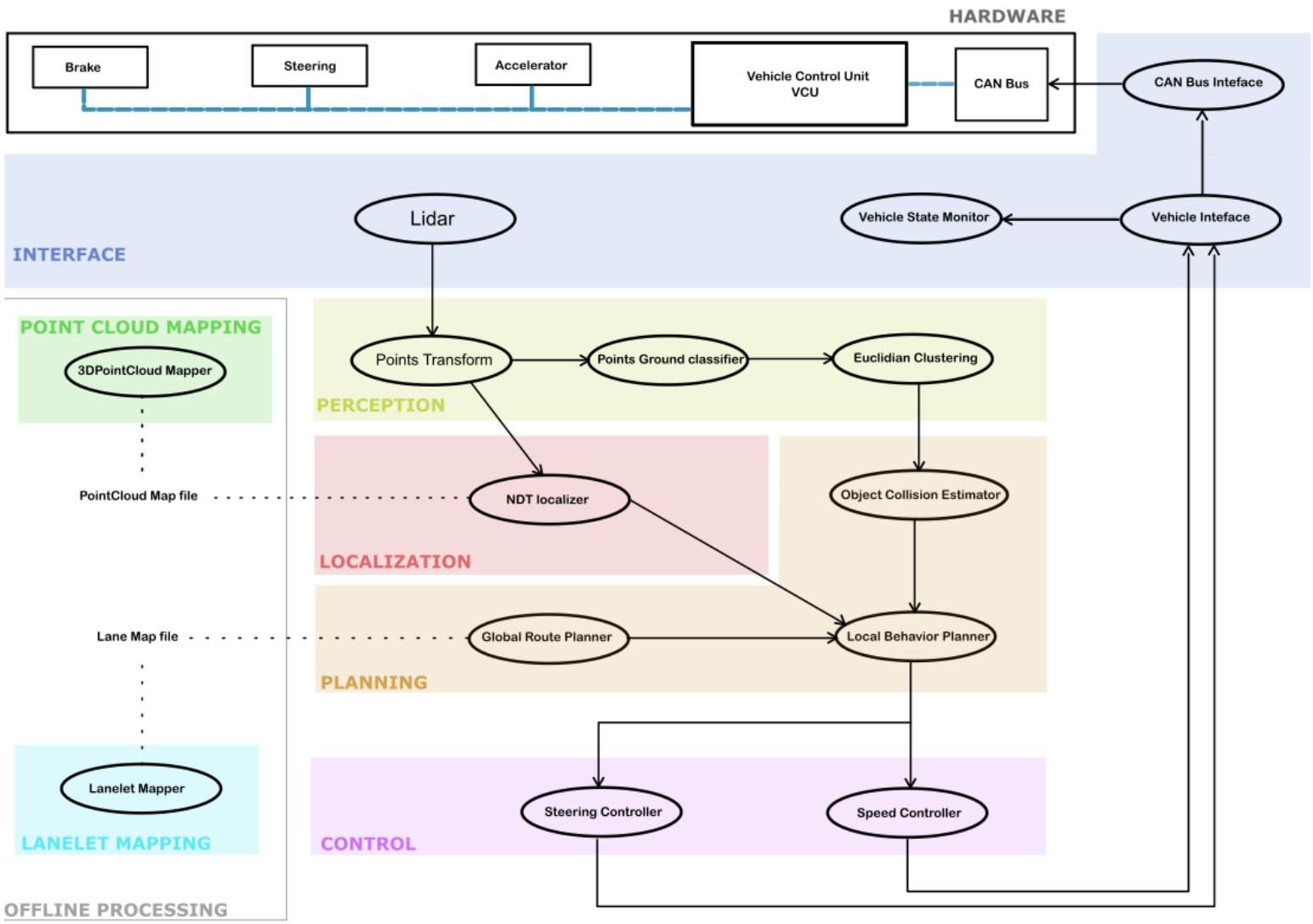




- Vitesse et orientation en chaque point de la trajectoire globale calculée
- Comportement local du véhicule sujet à la détection d’obstacle

Roadmap sh@ttle

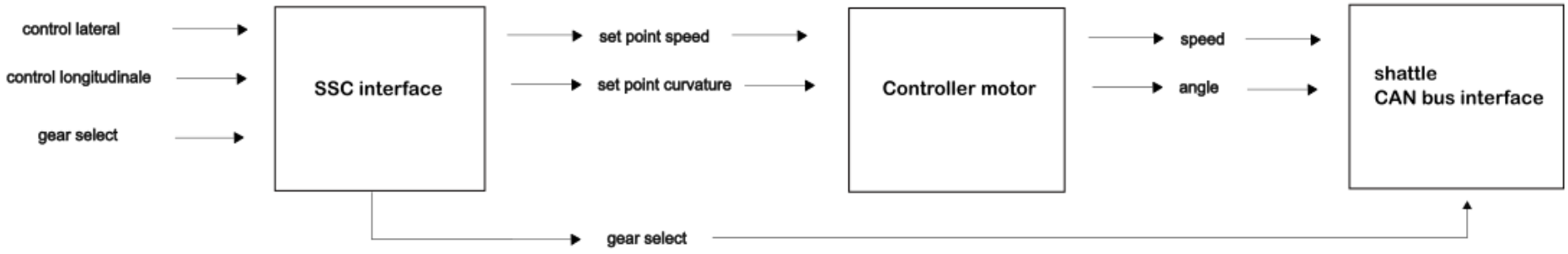
Autoware



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Interface avec shattle

Interface



- SSC (Steering and Speed Control) software by AutonomousStuff

Paquet AutonomousStuff pour Autoware
Mécanisme de contrôle des données (sûre et cohérent)
Rayon de courbure

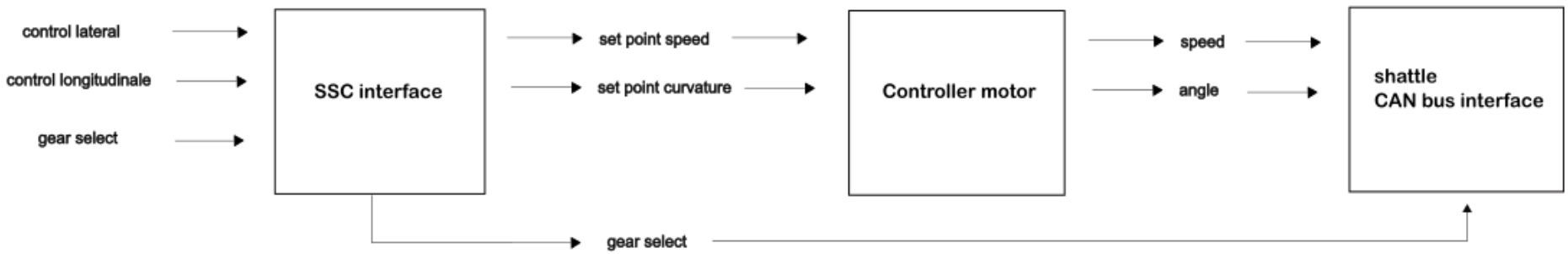
- Controller motor

Contrôleur PID pour les moteurs

- Interface shattle

Échanges des données via CAN Bus

Interface



- SSC (Steering and Speed Control) software by AutonomousStuff

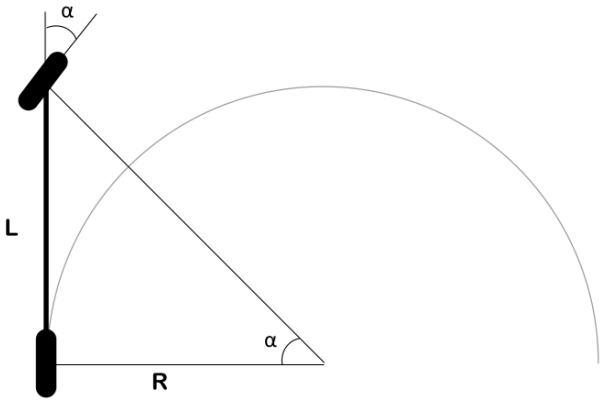
Paquet AutonomousStuff pour Autoware
Mécanisme de contrôle des données (sûre et cohérent)
Rayon de courbure

- Controller motor

Contrôleur PID pour les moteurs

- Interface véhicule

Échanges des données via CAN Bus



$$\kappa = \frac{1}{R}$$

$$R = L \cdot \tan(\alpha)$$

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{R}{L}\right)$$

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{1}{\kappa \cdot L}\right)$$

- Conversion

rayon de courbure
-> angle de direction

Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Potentiel futur

Détection d‘objets

- Fusion des capteurs
  - lidar, camera et radar
  - combinaison (tiré parti des avantages de chaque capteur)
- Camera classification avec DNN
- Lidar classification avec DNN

Exemple ci-dessus, tous disponibles dans les logiciels Autoware ou ROS

F1TENTH

Education

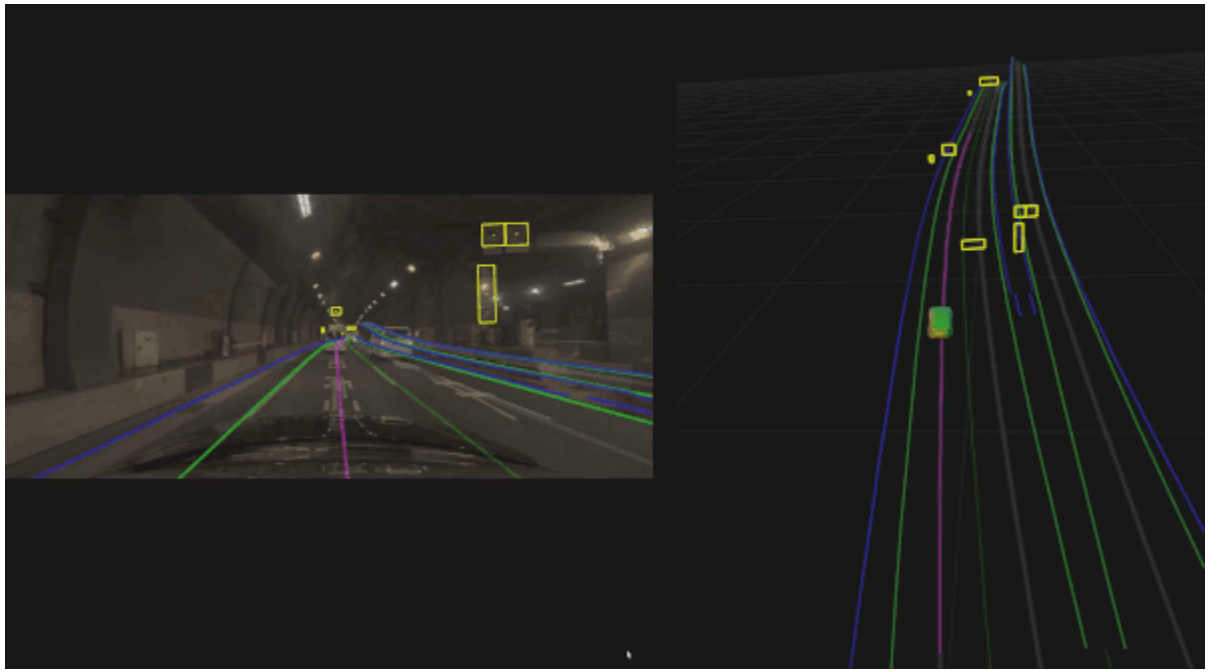
- Educational and research plateform on 1/10 scale vehicle
- Intégration de F1TENTH dans Autoware

PBL flagship project on autonomous racing.
F1TENTH using ROS // ETH Zürich

Localisation

Carte HD

NVIDIA Drive labs



HD map, camera et DNN (deep neural network)

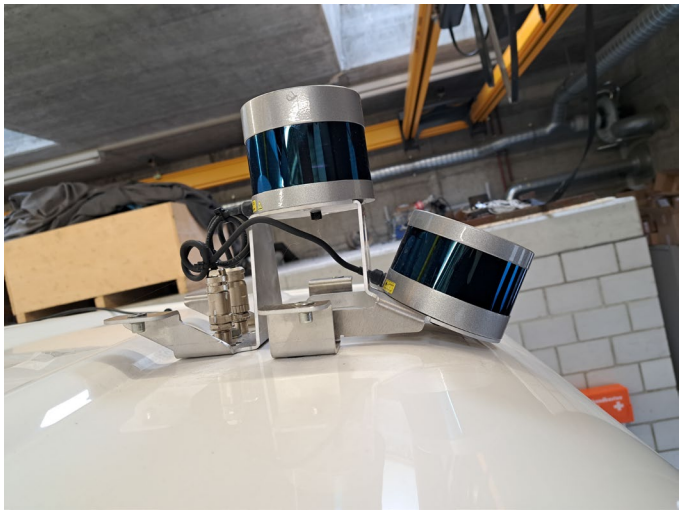
- Position du véhicule (détection des panneaux et des lignes)

Driving Next Level

RetroFit

Open source software stack integration on public transport shuttle

3 bottom low-level security lidars
2 top high-level velodyne lidars
3 cameras
IMU



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Fin

Merci de votre attention!