

## AS-84.3127 Paikannus- ja navigointimenetelmät

### Laskuharjoitus 2.

1.

a) Johda kinemaattiset yhtälöt kuvan ”differential drive”-liikuntamekanismin omaavalle robotille. Robotti (ylhäältä katsottuna) on esitetty allaolevassa kuvassa.

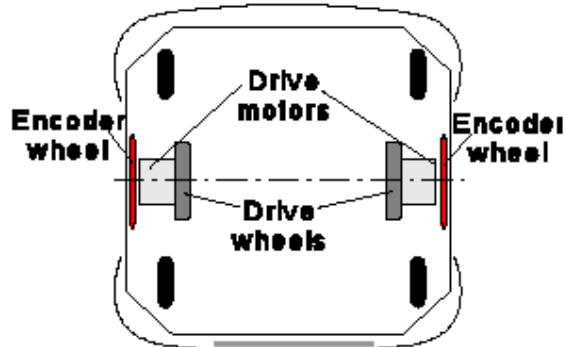


Figure 5.7: Conceptual drawing of a set of encoder wheels for a differential drive vehicle.

Robotin vetävien pyörien välistä etäisyyttä merkitään  $d$ :llä.

b) Määritä robotin reitti peruskoordinaatiston suhteen kun lähtöpisteenä on koordinaatiston origo (heading kulma  $=0$ ). Oletetaan lisäksi, että  $d=0.5\text{m}$  ja vetävien pyörien säde  $D_{L/R}=0.1\text{m}$ . Enkooderit antavat 100 pulssia pyörän yhtä pyörähdystä kohden. Reitin määrittämistä varten on mitattu vasemman ja oikeanpuoleisen pyörän enkooderin mittaamat suhteelliset pulssilukemat (edellisen reitin pisteen suhteen) viidessä reitin pisteessä (Left/Right): (200, 300), (200, 200), (400, 200), (300,200), (200,200). Pyörien liike reittipisteiden välillä on ollut tasaista niin, että molempien liike on alkanut ja päättynyt yhtä aikaa.

2.

Johda kinemaattiset liikeyhtälöt kuvan (non-holonomic) nelipyöräajoneuvolle. Oletetaan, että vetävät pyörät ovat edessä. (VIHJE: Approksimoi ajoneuvoa kaksipyörämallilla. Kiinnitä ajoneuvokoordinaatisto takimmaisena pyörän kohdalle).

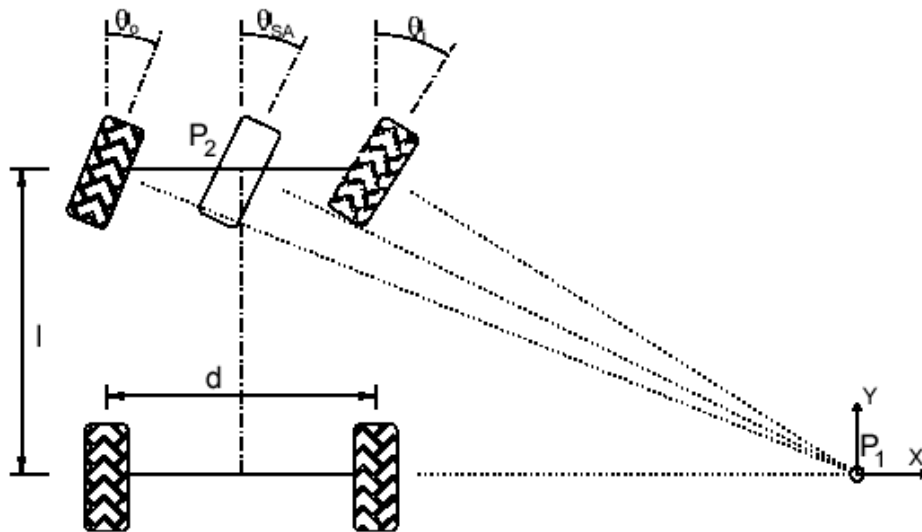


Figure 1.8: In an Ackerman-steered vehicle, the extended axes for all wheels intersect in a common point. (Adapted from [Byrne et al., 1992].)

## AS-84.3127 Localisation- and navigation methods

### Exercise 2.

1.

a) Derive kinematic equations for a robot with "differential drive"-movement mechanism. The robot (from above) is shown in the figure below.

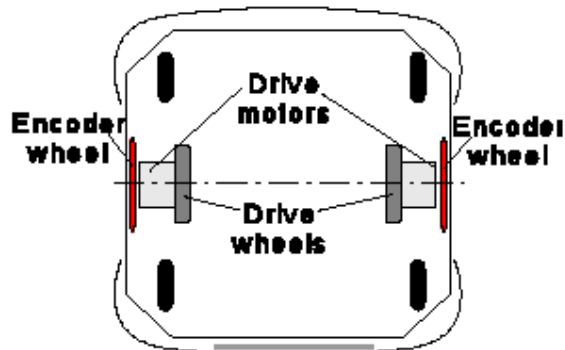


Figure 5.7: Conceptual drawing of a set of encoder wheels for a differential drive vehicle.

The distance between the robots driving wheels is denoted by  $d$ .

b) Determine the trajectory of the robot with respect to baseframe whose origo is the starting position and starting heading angle = 0. Lets further assume, that  $d = 0.5\text{m}$  and the radius of the driving wheels is  $D_{L/R} = 0.1\text{m}$ . The encoders give 100 pulses per one wheel revolution. The encoder readings for left and right wheel have been measured in five points along the trajectory. The readings given are encoder pulses since last measurement (Left/Right): (200, 300), (200, 200), (400, 200), (300,200), (200,200). The speed of each wheel has been constant between measurements.

2.

Derive kinematic equations for the (non-holonomic) four-wheel vehicle in the figure below. Let's assume, that the driving wheels are in the front. (Hint: Approximate the vehicle with a two-wheel model. Fix the origin of the vehicle coordinate frame on the rear wheel).

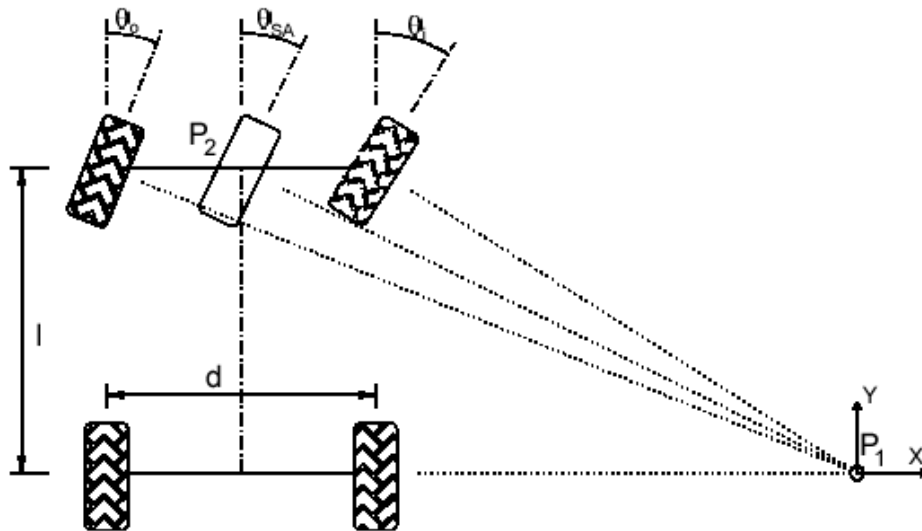


Figure 1.8: In an Ackerman-steered vehicle, the extended axes for all wheels intersect in a common point. (Adapted from [Byrne et al., 1992].)