

Periferic vizual pentru *self-driving car*

Vlad Gongescu, 1404A

Rezumat

Vehiculele autonome (cunoscute și ca „mașini fără șofer”) sunt vehicule automate capabile să îndeplinească principala funcție a vehiculelor tradiționale, respectiv transportul (persoanelor și mărfii) fără intervenția șoferului.

Administrația națională pentru siguranța pe șosele din Statele Unite ale Americii (National Highway Traffic Safety Administration) împreună cu SAE (care se ocupă de standarde din industria construcției de automobile) au propus o formă de clasificare a vehiculelor în funcție de gradul lor de automatizare a comenzilor:

- Nivelul 0: Șoferul controlează complet vehiculul în orice moment.
- Nivelul 1: Anumite controale individuale ale autovehiculului sunt automatizate, cum ar fi controlul electronic al stabilității sau frânarea automată .
- Nivelul 2: Cel puțin două controale pot fi automatizate concomitent, cum ar fi cruise control adaptiv în combinație cu sistemul pentru păstrarea benzii de mers.
- Nivelul 3: Șoferul poate cedeze complet controlul tuturor funcțiilor critice pentru siguranță în anumite condiții. Mașina simte atunci când condițiile impun ca șoferul să reia controlul și oferă un „timp de tranziție suficient de confortabil” pentru ca șoferul să facă acest lucru în siguranță.
- Nivelul 4: Vehiculul îndeplinește toate funcțiile critice pentru siguranță pentru întreaga călătorie, fără să fie necesar ca șoferul să preia controlul în niciun moment. Deoarece acest tip de vehicul va controla absolut toate funcțiile, de la pornire până la oprire, inclusiv toate funcțiile de parcare, acest nivel poate include și mașinile neocupate.

În acest moment (iunie 2015) există doar 4 state americane (California, Nevada, Michigan și Florida) și Marea Britanie permit testarea autovehiculelor care dispun de nivelul 4 de automatizare a comenzilor, dar nu fără prezența unui șofer și a unui ajutor, pentru mai multă siguranță.

Autovehiculele complet autonome dispun de un număr ridicat de sisteme adaptive de detecție, corecție și control, pentru a putea parcurge orice fel de traseu în condiții de deplină siguranță, în oraș sau pe autostradă, cu viteze corespunzătoare, indiferent de vreme, de momentul zilei sau de tipul și densitatea traficului, respectând indicatoarele și marcajele rutiere. Printre aceste sisteme amintim:

- Radar (radio detection and ranging) – sistem de radiolocație ce emite microunde și folosește reflexia acestora pe diferite obiecte pentru a determina existența și distanța lor față de antenă;
- Lidar (de la „light” și „radar”), sistem de detecție asemănător radar-ului, măsurând distanța până la obiecte prin iluminarea acestora cu unde laser (în general din spectrul vizibil, infraroșu sau ușor ultraviolet), și analiza luminii reflectate;
- Receptor GPS (sistem global de navigație prin satelit) a cărui precizie pentru măsurarea poziției se îmbunătățește constant (în prezent aproximativ 10 m pentru uz civil), folosit și pentru măsurarea timpului (precizie de sub 10 ns) și a vitezei;
- Rețea de camere video de mare viteză, cu acoperire 360° în jurul vehiculului, etc.

Toate aceste sisteme împreună cu tehnici din ce în ce mai avansate și mai rapide de procesare a semnalelor digitale și recunoaștere a imaginii fac vehiculele autonome să se deplaseze pe rețelele reale de străzi și șosele în deplină siguranță.

Pentru acest proiect am propus un sistem mai simplu de detecție a poziției pe un drum, folosind o camera analogică de tip „line scan” bazată pe senzorul TAOS TSL1401CL cu rezoluție de 128×1 pixeli, focus manual și amplificator intern inclus pentru creșterea contrastului. Senzorul vizual este montat pe o mașină scara 1:18, de tip „Freescale Cup Car” ce se deplasează autonom cu viteză ridicată pe un traseu de culoare albă mărginit de două dungă negre (putând simula astfel o bandă de mers a unei șosele reale).

Deși camera este singurul senzor folosit pentru detecția traseului (și compensează cu viteza ridicată de operare performanța optică scăzută) mașina se poate deplasa pe traseu indiferent de forma acestuia (trece cu ușurință de intersecții, prin tuneluri, urcă și coboară rampe) și de condiții (funcționează și la întuneric aproape complet și pe soare).

„Creierul” mașinii este un microcontroller de tip Freescale FRDM KL-25Z operând la 48 MHz, bazat pe un procesor ARM Cortex M0+, care se ocupă de senzori, actuatori și comunicații. Acesta preia informațiile de la cameră printr-un port analogic de intrare și ajustează traiectoria și viteza mașinii prin alte porturi digitale care comunică cu cele 2 motoare de curent continuu pentru tracțiune și cu motorul servo pentru direcție (prin driver-ul Freescale MC33931).

Pentru a ține mașina pe traseu am aplicat mai mulți algoritmi de procesare a semnalului pe forma de undă a camerei (Fig. 1) de mediere, de normalizare (mai ales datorită „falloff”-ului de pe marginile lentilei, proporțional cu \cos^4 al unghiului de deviație față de perpendiculara pe acea lentilă), de derivare și de interpretare (pentru detecția marginii) pentru a stabili cât mai exact limita dintre traseul alb și marginile negre indiferent de iluminare, de reflexii, și cu o viteză ridicată de procesare, precum și o varietate de algoritmi pentru direcție și viteză în funcție de rezultatele procesării imaginii de la cameră (control de tip PID modificat). De asemenea, am folosit și comunicația Bluetooth (cu chip-ul RN42 de la Sparkfun) pentru achiziție de date, testare și ajustare.

Domeniul vehiculelor autonome este în continuă dezvoltare iar cercetarea în acest domeniu este de actualitate și de viitor (se preconizează că în 2040 peste 75% dintre automobilele noi vor fi complet autonome, de nivelul 4).

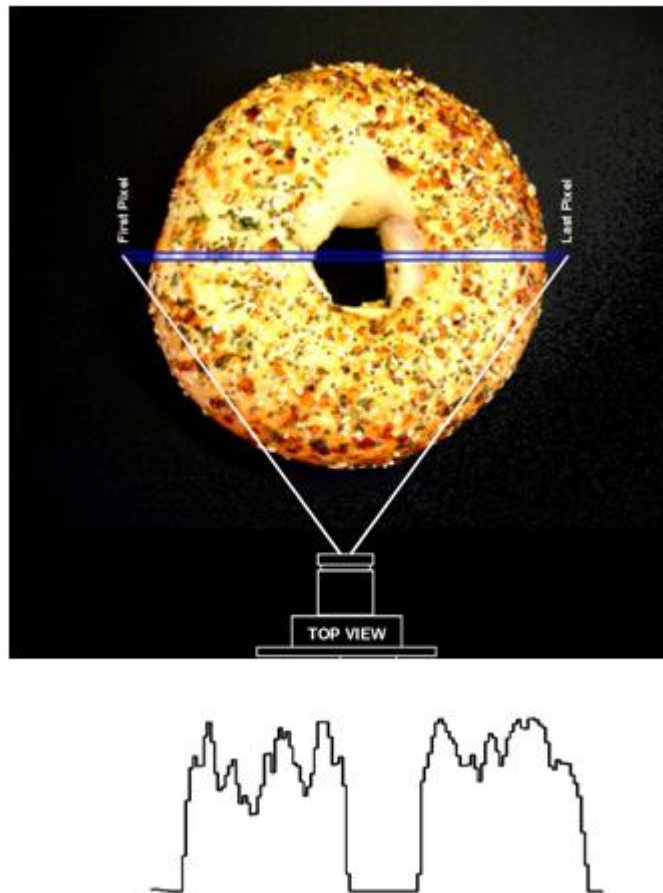


Fig. 1. Formă de undă tipică a camerei de tip line scan