

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra elektrotechniky a automatizace



Bakalářská práce

**Konstrukce, funkce a model bezpečnostního systému
"lane assist" v osobních automobilech**

Vedoucí práce: Ing. Viktor Novák

Diplomant: Michal Penc

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Michal Penc

Zemědělské inženýrství
Inženýrství údržby

Název práce

Konstrukce, funkce a model bezpečnostního systému "lane assist" v osobních automobilech

Název anglicky

Design, function and model of car safety system "lane assist"

Cíle práce

Bakalářská práce má za cíl nejprve podat popis konstrukčního uspořádání a použitých technických prostředků, zejména senzorů a akčních členů bezpečnostního systému "lane assist" v osobních automobilech. Autor práce dále vytvoří ve vhodném simulačním programu jednoduchý model chování tohoto systému. Cílem práce je také zhodnotit funkčnost tohoto bezpečnostního systému v reálných podmínkách.

Metodika

Popis konstrukčního uspořádání systému "lane assist" a technická specifikace jeho jednotlivých prvků.

Vytvoření jednoduchého modelu chování tohoto systému ve vhodném simulačním programu.

Vyzkoušení systému "lane assist" v reálném provozu a zhodnocení jeho funkčnosti.

Doporučený rozsah práce

30 – 40

Klíčová slova

senzor, akční člen, osobní automobil, lane assist

Doporučené zdroje informací

Eichelberger, A. H.; McCartt, A. T. Toyota drivers' experiences with Dynamic Radar Cruise Control, Pre-Collision System, and Lane-Keeping Assist. *Journal of Safety Research*. 2016, vol. 56, s. 67 – 73.

Jan, Z.; Ždánský, B.; Kubát, J. *Automobily 5 – Elektrotechnika motorových vozidel 1*. Avid, 2009.

Mahajan, H. S.; Bradley, T.; Pasricha, S. Application of systems theoretic process analysis to a lane keeping assist system. *Reliability Engineering and System Safety*. 2017, vol. 167, s. 177 – 183.

Olivares-Mendez, M.A. et al. Vision-based steering control, speed assistance and localization for inner-city vehicles. *Sensors (Switzerland)*. 2016, Vol. 16, čís. 3/362.

Pohl, J.; Ekmark, J. A lane keeping assist system for passenger cars – design aspects of the user interface [online]. 2010. Dostupné z:
<https://pdfs.semanticscholar.org/f3a5/5945bb5738a463dc2a1bb10c6bdecb863b1b.pdf>

Vlk, F. *Automobilová elektronika*. Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2006.

Předběžný termín obhajoby

2020/2021 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Viktor Novák

Garantující pracoviště

Katedra elektrotechniky a automatizace

Elektronicky schváleno dne 30. 1. 2019

Ing. Miroslav Linda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2019

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 20. 10. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci Konstrukce, funkce a model bezpečnostního systému "lane assist" v osobních automobilech jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.5.2021

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Viktoru Novákovi za užitečné rady k dokončení mé bakalářské práci a panu Ph.D. Jaroslavu Jirkovskému za cenné rady, jak pracovat s programem MATLAB.

Konstrukce, funkce a model bezpečnostního systému "lane assist" v osobních automobilech

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá systémem lane assist. V teoretické části práce je definován systém lane assist, popsána jeho historie a vyjmenovány názvy asistenčních systému lane assist u různých značek automobilů. Dále jsou zde popsány snímací prvky, které systém využívá. Poté se bakalářská práce zabývá konstrukčním uspořádáním systému lane assist v automobilu. Dalším tématem této bakalářské práce je popsání zkoušek systému lane assist kterou provádí firma Euro NCAP. Praktická část této bakalářské práce se zabývá návrhem systému v simulačním programu a získání výstupních grafů z tohoto systému. Poté bylo za úkol zhodnotit funkci toho systému v osobních automobilech na silnici.

Klíčová slova: senzor, akční člen, osobní automobil, lane assist

Design, function and model of car safety system "lane assist"

Abstract

This Bachelor thesis deals with lane assist system. In the theoretical part of this bachelor thesis, the lane assist system is defined, its history is described and names of assistance systems for lane assist on different car brands. Sensors which are in this system are described here. Next it covers a construction arrangement of the lane assist system in car. Another topic of this Bachelor thesis is description of testing for the lane assist system that company Euro NCAP provides. Practical part of this Bachelor thesis is focused on designing the system in simulation program and gathering output graphs of the system. Then a evaluation of this lane assist system in passenger cars.

Keywords: sensor, actuator, car, lane assist

Obsah

1. Úvod	13
2. Definice systému lane assist	14
3. Historie vzniku lane assist	14
4. Asistenční systémy udržování vozidla uprostřed jízdního pruhu	14
4.1. Systém rozeznání jízdního pruhu.....	15
4.2. Podpora udržování jízdního pruhu LKS.....	15
4.3. Asistenční systém změny jízdního pruhu LCA, LCS a LKA.....	15
4.4. Asistenční systém udržování jízdního pruhu LDWS.....	16
4.5. Varování při vybočení z jízdního pruhu LDW.....	17
4.6. Asistent udržování jízdního pruhu LDWA.....	17
4.7. Hlídač jízdního pruhu LDW.....	18
4.8. Driver Support System.....	18
5. Snímače využívané v asistenčním systému lane assist	19
5.1. Infračervené snímače.....	20
5.1.1. Infračervené snímací kamery.....	21
5.1.2. Snímání v daleké infračervené oblasti.....	22
5.2. Videosenzory.....	23
5.2.1. Technologie CCD.....	23
5.2.1.1. Princip CCD čipu.....	24
5.2.2. Technologie CMOS.....	25
5.2.3. Porovnání CCD a CMOS technologií.....	26
5.2.4. Stereo kamera.....	26
5.3. Laserový snímač ALASCA.....	27
6. Konstrukční uspořádání systému Lane assist	27
6.1. CAN bus.....	27
6.1.1. Vlastnosti sběrnice CAN.....	28
6.2. LPOS.....	28
6.3. DACU.....	29
6.4. HMI/OM.....	29
6.5. CIOM.....	30
6.6. EBS.....	30
6.7. VMCU.....	30
6.8. FAS.....	31

6.9. Schematický popis systému lane assist v automobilech Volvo	31
7. Zkoušky, kritéria a výpočty pro správnou funkci bezpečnostního systému	34
7.1. Zkoušky	34
7.2. LKA a jeho kritéria	34
7.2.1. Kritéria pro systém LKA	34
7.3. ELK a jeho kritéria	35
7.3.1. Kritéria pro systém ELK.....	35
7.4. HMI.....	36
7.4.1. Kritéria pro HMI.....	36
7.5. Celkové vyhodnocení funkčnosti systému LSS.....	36
8. Modelová představa a výpočet systému lane assist	37
8.1. Výsledky ze simulace systému lane assist.....	39
8.2. Lane assist v simulačním programu.....	41
9. Zhodnocení funkčnosti lane assist v automobilech.....	45
9.1. Lane assist ve Škoda Octavia.....	45
9.2. Lane assist Citroën Berlingo.....	45
9.3. Zhodnocení systému lane assist v autě značky Citroën a Škoda	46
10. Dotazník o spokojenosti uživatelů s lane assist	46
11. Možnosti vylepšení systému lane assist.....	49
12. Závěr	50
13. Seznam literatury	52

Seznam obrázků

Obrázek 1: AFIL systém u automobilu Citroën C5	16
Zdroj: https://www.researchgate.net/figure/Systeme-AFIL-de-PSA-Peugeot-Citroen-18_fig6_281599727	
Obrázek 2: LDWS jako součást systému Driver Support System (Mitsubishi)	18
Zdroj: http://euler.fd.cvut.cz/research/rs2/files/mitsubishi/9838.html	
Obrázek 3: Používané senzory v automobilech a jejich účel	19
Zdroj: https://www.team-bhp.com/news/understanding-autonomous-technology-and-adas	
Obrázek 4: Infračervený snímač z automobilu Citroën C5	20
Zdroj: https://www.sbazar.cz/j.strnad0/detail/132632153-citroen-c5-iii-x7-afil-senzor-prejizdeni-pruhu	
Obrázek 5: FPA čip	21
Zdroj: https://santabarbaracraiglist.blogspot.com/2020/11/santa-barbara-focal-plane-array.html	
Obrázek 6: Princip snímání a získávání obrazu přes infrakameru	21
Zdroj: https://www.paladix.cz/clanky/co-to-je-a-jak-se-chova-infracervene-zareni.html	
Obrázek 7: CCD čip a jeho funkce	23
Zdroj: Technický univerzita Liberec, prezentace Sensorika pro vizualizaci technologické scény, Vlastimil Hotař	
Obrázek 8: Postup získávání obrazu pomocí CCD čipu	23
Zdroj: Technický univerzita Liberec, prezentace Sensorika pro vizualizaci technologické scény, Vlastimil Hotař	
Obrázek 9: CMOS čip	25
Zdroj: Technický univerzita Liberec, prezentace Sensorika pro vizualizaci technologické scény, Vlastimil Hotař	
Obrázek 10: Stereo kamera značky Bosch	26
Zdroj: https://www.bosch-mobility-solutions.com/en/products-and-services/passenger-cars-and-light-commercial-vehicles/driver-assistance-systems/lane-departure-warning/stereo-video-camera/	
Obrázek 11: Snímač ALASCA XT	26
Zdroj: http://www.raginbot.com/wiki/images/d/d8/Manual_ALASCA.pdf	
Obrázek 12: Funkce CAN bus	27

Obrázek 13: DACU jednotka.....	28
Zdroj: https://www.olx.pl/oferta/modul-sterownik-komputer-dacu-volvo-fh-4-22364865-CID5-IDFoUOn.html	
Obrázek 14: EBS jednotka.....	29
Zdroj: https://www.strongway.com.my/control-unit-p-3199.html	
Obrázek 15: VMCU jednotka	30
Zdroj: https://www.truck1-ee.com/varuosad/kaitsmed/volvo-fh-4-a3832052.html	
Obrázek 16: Lane keeping support firmy Volvo	31
Zdroj: Volvo Group, Podpora řidiče, popis funkce, 2018.	
Obrázek 17: Schéma systému pro automatizované srovnání předních kol do jízdního pruhu v systému lane assist	37
Zdroj: BROECKER, M. <i>MODELING AND SIMULATION - A LANE KEEPING ASSIST STUDY</i> . Vídeň, 2009 [cit. 2021-04-21].	
Obrázek 18: Působící silové momenty na model volantu.....	38
Zdroj: BROECKER, M. <i>MODELING AND SIMULATION - A LANE KEEPING ASSIST STUDY</i> . Vídeň, 2009 [cit. 2021-04-21].	
Obrázek 19: Modelová situace pro výpočet systému lane assist	38
Obrázek 20: Levé a pravé boční odsazení automobilu od dělící čáry	40
Obrázek 21: Zjištění stavu systému a dělícího pruhu na vozovce pomocí logickou 0 a 1 ..	41
Obrázek 22: Řidičův a pomocný úhel řízení	41
Obrázek 23: Silnice s dráhou automobilu bez použití a s použitím systému lane assist	43
Obrázek 24: Graf spokojenosti uživatelů se systémem lane assist.....	46
Obrázek 25: Otázka 1 a 2 z dotazníku	47
Obrázek 26: Otázka 3 a 4 z dotazníku	47
Obrázek 27: Otázka 5 a 6 z dotazníku	48

Seznam tabulek

Tabulka 1: Porovnání CCD a CMOS čipu.....	25
Tabulka 2: Kritéria a bodové hodnocení LKA	34
Tabulka 3: Kritéria a bodové hodnocení ELK.....	34
Tabulka 4: Kritéria a bodové hodnocení HMI.....	35
Tabulka 5: Bodové vyhodnocení LSS	35
Tabulka 6: Barevné a procentuální hodnocení LSS.....	36

Seznam použitých zkratek

Zkratka	Anglický název	Český název
ABS	Anti-lock Brake System	Anti-Blokovací Systém
ACC	Adaptive Cruise Control	Adaptivní tempomat
BAS	Brake Assistant System	Brzdový asistent
ESP	Electronic Stability Program	Elektronický stabilizační program
TLC	Time to Line-crossing	Bezpečnostní systém pro rozeznání jízdního pruhu
LDW	Lane Departure Warning	Varovný systém před vybočením z jízdního pruhu
LCA	Lane Change Asisstant	Asistent pro změnu jízdního pruhu
LCS	Lane Chagne Support	Podporný systém pro změnu jízdního pruhu
LKA	Lane Keeping Assist	Asistent pro udržení jízdního pruhu
LKS	Lane Keeping Support	Podporný systém pro udržení jízdního pruhu
LDWS	Lane Departure Warning System	Varovný systém pro udržení jízdního pruhu
LDWA	Lane Departure Warning Assistant	Varovný asistent pro opouštění jízdního pruhu
FPA	Focal plane array	V praxi se do češtiny nepřekládá
CCD	Charge-Coupled Device	V praxi se do češtiny nepřekládá
CMOS	Complementary Metal-Oxide-Semiconductor	V praxi se do češtiny nepřekládá
Laser	Light Amplification by Stimulation Emission of Radiation	Laser
CAN bus	Controller Area Network	Sběrnice (řídící síť) v automobilech
LPOS	Lane positioning object sensor	Jednotka pro přední kameru
DACU	Driver Alert Control unit	Regulační jednotka asistence řidiče
HMI/IO	Human Machine Interface Input Output Module	Rozhraní člověk-stroj se vstupním a výstupním modulem
CIOM	Control input output module	Jednotka polohy spínače
EBS	Electronic brake system	Elektronická ovládací brzdová soustava
VMCU	Vehicle main control unit	Hlavní regulační jednotka v automobilu
FAS	Front axle system	Řídící jednotka přední nápravy
ELK	Emergency lane keeping	Nouzové udržování jízdního pruhu
HMI	Human Machine Interface	Rozhraní člověk-stroj
LSS	Lane Support System	Bezpečnostní systém pro rozeznání jízdního pruhu

1. Úvod

Automobily se jako každé technické zařízení zdokonalují a v současnosti je i vzhledem k platným předpisům samozřejmostí, že se v automobilu nachází různé bezpečnostní prvky, jako například bezpečnostní pásy, airbagy a další bezpečnostní prvky. Tyto prvky u prvních vyrobených automobilů nebyly. V polovině 19. století si vynálezce George Caley uvědomoval, že automobily (parní stroje) v té době neobsahují žádné bezpečnostní prvky. Jako první tedy přišel s myšlenkou zavést do automobilů (parních strojů) bezpečnostní pás, ale jeho myšlenka byla zavržena. První bezpečnostní pás byl použit až v roce 1913 v letectví. Deset let předtím, tedy v roce 1903, vynalezl Louis Renault pětibodový bezpečnostní pás, ze kterého automobilka Volvo vyvinula tříbodový bezpečnostní pás. Bezpečnostní pásy se do automobilů začaly rozšiřovat až ve třicátých letech dvacátého století. Po zavedení všemožných bezpečnostních prvků pořád lidé za volantem umírali. Proto se s vývojem technologie začaly vymýšlet další bezpečnostní prvky, a hlavně automatické systémy. Proto se začaly dělat statistiky, co může za dopravní nehody na silnicích, a vyšlo najevo, že za to může lidský faktor. Když toto automobilky a subdodavatelé zjistili, začali vyvíjet bezpečnostní systémy, aby procento dopravních nehod způsobených lidským faktorem kleslo a jízda v autě byla bezpečnější. Existují různé bezpečnostní systémy, jako například ABS-předchází zablokování kol při brždění, ACC-adaptivní tempomat, který při jízdě udržuje rychlost zvolenou řidičem, BAS-brzdový asistent, ESP-udržování stability vozidla při smyku a další. Jedním z takových podpůrných systémů je i lane assist, který bude detailně popsán v rámci této bakalářské práce. Tento systém má za úkol udržovat automobil v jízdním pruhu, pokud by z něho chtěl vyjet bez použití směrových světel, a pokud by k této situaci došlo, má ještě za úkol spustit varovný signál, například jako brnění volantu, srovnání volantu, aby auto najelo doprostřed jízdního pruhu, vydávání zvuků v reproduktorech, které jsou ve dveřích automobilu. V práci budou popsány snímací prvky, které se v tomto systému používají a bude vysvětleno, jak tento systém pracuje a jaké vzorce a matematické operace ke správnému chodu systému používá. Dále se v bakalářské práci nachází matematický model systému lane assist i s výstupními grafy, jak reagoval tento model na dráhu, která byla v matematickém modelu navržena. Pro tuto bakalářskou práci byl zhotoven i dotazník spokojenosti uživatelů se systémem lane assist.[1] [2].

2. Definice systému lane assist

Lane assist je aktivní bezpečnostní systém v automobilech, který má za úkol udržet automobil uprostřed jízdního pruhu. K pozorování vozovky se využívají různé snímače, jako videokamera, infračervené snímače, infračervené kamery a další. Kamera je připojena k počítači, který je v automobilu umístěn, a ten zpracovává informace, které mu kamera předala. K tomu, aby byl schopen určit, zda auto nevyjíždí z jízdního pruhu bez použití odbočovacích světel, sleduje taky natočení volantu. Pomocí vzorců, který systém používá pro výpočty, zda auto vyjíždí z jízdního pruhu, nebo ne, vyjde výstupní informace, zda má být varovný systém spuštěn, nebo nikoliv. Tento systém chrání před tím, aby řidič nevyjel z jízdního pruhu a nezpůsobil kolizi, kdyby měl například mikrospánek za volantem nebo se nevěnoval řízení. [4] [23]

3. Historie vzniku lane assist

V roce 1992 se firma Mitsubishi začala zabývat technologií do automobilů, aby byly pomocí senzorů udržovány uprostřed jízdního pruhu a nemohly z jízdního pruhu vyjet bez použití směrovky. Jejich systém pracoval na principu kamery, která snímala bílé jízdní pruhy na silnici. Po dlouhých devíti letech automobilka Nissan začal používat tuto technologii ve svém modelu Cima. Od roku 1992 až do roku 2001 tuto technologii nikdo jiný, než Mitsubishi nepoužíval. O rok později začala firma Toyota konkurovat Nissanu a Mitsubishi. Toyota tento systém ještě dokázala poupravit a naučila auto provádět volantem mírné korekce. Pak se k tomuto trendu přidala firma Citroën, Audi, Hyundai a další automobilové značky. [3]

4. Asistenční systémy udržování vozidla uprostřed jízdního pruhu

V této kapitole budou popsány různé typy systému lane assist, které používají jednotlivé automobilky. Jakkoli mohou mít jednotlivé systémy u každé automobilky jiný komerční název, jedná se o stejný princip snímání vozovky snímačem a zabránit vozidlu opustit jízdní pruh, pokud nemá zapnutá odbočovací světla. Drobné odlišnosti v konstrukci nebo funkci systému budou zmíněny níže.

4.1. Systém rozeznání jízdního pruhu

Tento systém se nazývá TLC neboli Time to Line-crossing, který je svým významem velice podobný systému LDW popsanému níže. Tento systém též varuje řidiče před vyjetím z jízdního pruhu bez použití směrovek. V tomto systému využíváme pro sledování vozovky optické systémy, které pomocí elektroniky a softwaru zjišťují vizuální polohu před vozidlem. Podle výpočtů a jejich výsledků, který tento systém provádí, je poté řidič upozorněn, že musí točit volantem na druhou stranu, než jede, aby se vyhnul nebezpečí. Jako snímače se používají videokamery nebo infračervené snímače. V minulosti byly pokusy zavést do této technologie 77 GHz Long Range Radar a ultrazvukové senzory, ale nebylo to úspěšné. [4]

4.2. Podpora udržování jízdního pruhu LKS

Celý název tohoto systému je Lane Keeping Support. Tento systém měří pozici vozidla vzhledem k jízdnímu pruhu. Navíc tento systém aktivně podporuje řidiče při udržování jízdního pruhu tím, že řidič při aktivaci tohoto systému cítí natočení volantu, ale zachovává se jeho iniciativa. Tím, že řidič má svoji iniciativu v tomto systému, může řízení vozidla kdykoliv ovládat sám. Tento systém využívá mnoho firem například Bosch a Volvo. [4]

4.3. Asistenční systém změny jízdního pruhu LCA, LCS a LKA

Systém LCA se jmenuje celým názvem Lane Change Assistant a LCS je zkratka pro Lane Change Support. Také sem spadá systém Lane Keeping Assist neboli ve zkrácené verzi LKA. Oba tyto asistenční systémy fungují na principu asistenčního systému LKS. Pomocí videokamery, která je zabudována ve vozidle, je snímána pozice vozidla relativně k jízdnímu pruhu. Tento systém navíc aktivně podporuje řidiče při udržování jízdního pruhu. Pokud systém vyhodnotí, že se řidič snaží opustit jízdní pruh, ve kterém zrovna jede bez použití odbočovacího světla, tento systém zareaguje tím, že se volant začne natáčet v protisměru, aby se automobil srovnal na střed jízdního pruhu. Jelikož je v tomto systému zachována iniciativa řidiče, může řízení vozidla kdykoliv sám ovládat. Tyto systémy vyvinula firma Bosch. Tento systém je využíván v automobilu Mercedes-Benz. [4]

4.4. Asistenční systém udržování jízdního pruhu LDWS

V angličtině se tento systém nazývá Lane Departure Warning System neboli ve zkratce LDWS. Tento systém byl vymyšlen ve Francii firmou Citroën. Tento asistenční systém se uplatňuje jak na dálnicích, tak na rychlostních komunikacích. Automaticky kontroluje neúmyslné přejetí dělicí čáry na vozovce bez použití směrovek. Tento systém je aktivní při vyšších rychlostech než 80 km/h. Jak již bylo řečeno, pokud řidič přešel dělicí čáru na vozovce, je jedno, zda byla plná, nebo přerušovaná, bez použití směrovek, infračervené snímače systému, které jsou umístěny za předním nárazníkem, na tuto situaci zareagují, vyšlou signál do počítače, který je v automobilu, a ten řidiče na tuto situaci upozorní. Řidič je upozorněn tím, že mu začne sedadlo v automobilu vibrovat na straně, kde došlo k přejetí dělicí čáry na vozovce. Vibrace v sedadle zde mají velkou výhodu, a to takovou, že dokážou probudit řidiče, pokud by byl v mikrosnánku. Tento systém obsahuje šest infračervených snímačů, tři na každé straně ve spodku předního nárazníku, které dokážou poznat, zda řidič přešel jízdní pruh na vozovce bez použití odbočovacího světla. Tyto infračervené snímače se skládají z vysílacích infračervených diod a detekčních buněk. Systém taky dokáže rozeznat, zda je podélné značení vozovky plné, nebo přerušované, odbočovací šipky, které jsou nakresleny na vozovce, údaje o nutné vzdálenosti mezi vozy a spoustu dalších podobných věcí. Tento systém používá firma DAF a Citroën. [4]

Na obrázku 1 je zobrazeno mimo jiné šest infračervených snímačů. Dva z těchto snímačů, které jsou znázorněny oranžovou barvou snímají jízdní pruh a zjišťují, že se automobil snaží změnit jízdní pruh. Čtyři snímače jsou znázorněny zelenou barvou, protože jízdní pruh ještě nedetekovaly.



Obrázek 1: AFIL systém u automobilu Citroën C5

4.5. Varování při vybočení z jízdního pruhu LDW

Celým názvem je to Lane Departure Warning. Tento systém využívá ke sledování vozovky kamery, které jsou zabudovány ve vozidle a neustále sledují pozici automobilu vzhledem ke krajům jízdního pruhu. Pokud vůz začne značně vybočovat ze středu jízdního pruhu k okraji, zařízení vyšle varovný signál, aby řidič dokázal srovnat auto, aby nepřešel jízdní pruh bez použití odbočovacího světla. Jako varovné signály se používají vibrace ve volantu, vibrace v sedadle nebo jsou to zvukové signály. Tento systém využívají auta firmy Scania. [4]

4.6. Asistent udržování jízdního pruhu LDWA

Celým názvem je to Lane Departure Warning Assistant. Tento systém jako snímací prvek vozovky používá videokameru, která snímá značení jízdních pruhů na vozovce. Elektronická řídicí jednotka má za úkol vyhodnotit situaci, a pokud by se začalo schylovat k přejetí jízdního pruhu na vozovce bez použití odbočovacího světla, má za úkol vizuálně a zvukově varovat řidiče. Tento systém je v chodu, pokud auto dosahuje rychlosti aspoň 70 km/h. Tento systém monitoruje mrkání a pohyb očí u řidiče, a tím vyhodnocuje jeho kondici. Tato funkce byla do tohoto systému přidána z důvodu, že statistiky uvádějí, že za každou čtvrtou smrtelnou nehodu může únava řidiče neboli mikrosnání. Tento systém vyvinula firma Bosch. [4]

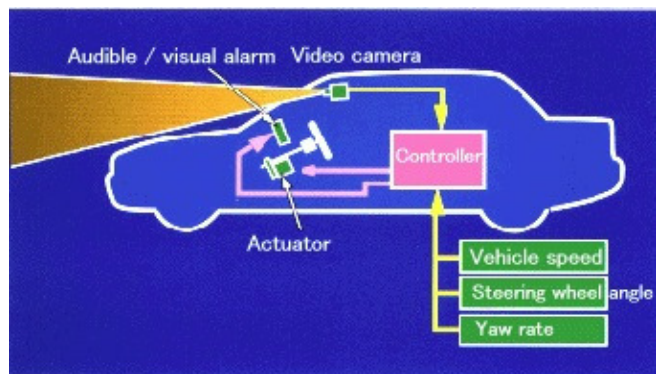
4.7. Hlídač jízdního pruhu LDW

Celý název tohoto systému je LaneSense- Lane departure warning. Tento systém byl vynalezen firmou Daimler Chrysler a dokáže varovat řidiče nákladních automobilů, aby neúmyslně vyjeli z jízdního pruhu bez použití odbočovacího světla. Jako snímací prvek se zde využívá kamera na čelním skle, která dokáže identifikovat značení na vozovce. Ke kameře je připojen počítač, který zpracovává obraz, který kamera snímá, a analyzuje kurs jízdy auta vzhledem k jízdnímu pruhu. Pokud počítač vyhodnotí, že automobil vybočuje z jízdního pruhu bez použití odbočovacího světla, zazní vpravo nebo vlevo varovný signál a řidič intuitivně stočí vozidlo druhým směrem, a tím vozidlo stabilizuje v jízdním pruhu. [4]

4.8. Driver Support System

Tento systém je příklad komplexní nadstavby pro podporu řidiče, který používá mimo jiné LDWS, adaptivní tempomat, systém Preview Distance Control což je kontrola bezpečné vzdálenosti a systém Side-rear Monitor, který monitoruje zpětný výhled. Všechny systémy jsou zde propojeny. Obrázek číslo 2 ukazuje, že důležitým parametrem ve vyhodnocení situace je rychlost auta a úhel natočení volantu. Všechny tyto informace jsou předány do kontrolní jednotky ve vozidle a ta vyhodnotí, jaká je situace na vozovce. Na obrázku je vidět, že systém LDWS nevyužívá jako u automobilů značky Citroën infračervené snímače, ale videokameru umístěnou na předním skle automobilu. Tento systém využívá firma Mitsubishi. [4]

Na obrázku 2 je zjednodušený schématický popis systému Driver support system v automobilech Mitsubishi. Obraz snímáný video kamerou (video camera) je přenášen do řídicí jednotky (controller), která získává hodnoty o rychlosti automobilu (vehicle speed), úhel natočení volantu (steering wheel angle) a stáčivou rychlost (yaw rate). Všechny tyto informace řídicí jednotka zpracuje a pošle do akčního členu (actuator), který provede zákrok. Informace jsou posílány i do zvukového/vizuálního alarmu (audible/visual alarm).



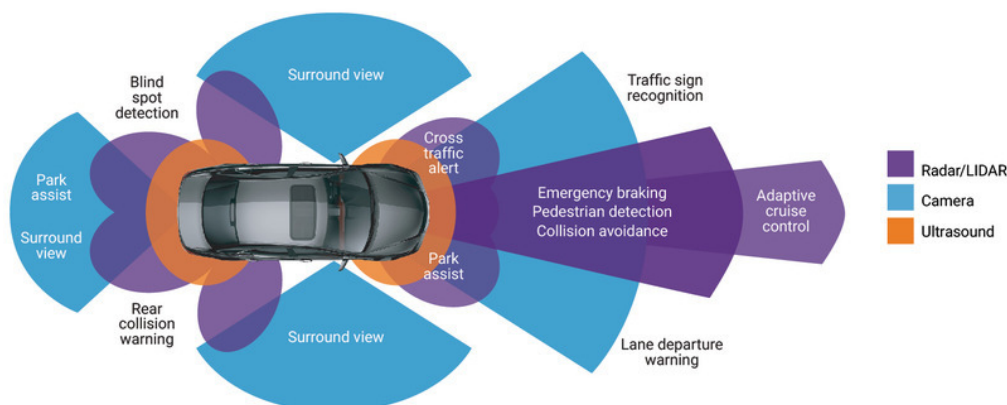
Obrázek 2: LDWS jako součást systému Driver Support System (Mitsubishi)

5. Snímače využívané v asistenčním systému lane assist

Tyto snímače se využívají ke snímání vozovky před automobilem, ale nesnímají jen podélné značení na vozovce, ale celý obraz před automobilem. Ze snímaného obrazu si počítač vezme důležité informace, které vyhodnotí. Důležitým kritériem pro dobrou funkci snímačů je to, aby na vozovce byly podélné čáry dobře vyznačeny, pokud tomu tak není, systém nefunguje spolehlivě. [4]

Na obrázku 3 jsou zobrazeny tři druhy snímačů a k čemu se používají. Fialovou barvou je označen radarový snímač/Lidar, který se používá jako parkovací asistent (park assist), snímá zda se při couvání automobilu do silnice nenachází nějaké jedoucí vozidlo ze strany (rear colosion warning) a tuto samou funkci provádí i na předku automobilu (cross traffic alert), kontroluje slepý úhel (blind spot detection), snímá automobil před námi a dokáže nouzově zabrzdít (emergency braking, collision avoidance), dokáže detekovat chodce (pedestrian detection), k adaptivnímu tempomatu (adaptive cruise control) a využívá se pro prostorový vidění zda se něco nenachází kolem automobilu (surround view).

Jako druhý snímač je tam kamera (camera), která je označena modrou barvou. Všechny činnosti, co jsou popsány u radaru a lidarů vykonává i kamerový snímač s tím rozdílem, že ve předu automobilu má kratší dosah jak radar nebo lidar a zezadu automobilu dohlédne dále než radar a lidar. Jako poslední snímač, který se nachází na obrázku je ultrazvuk (ultrasound), který se využívá jen jako parkovací asistent (park assist). Pro další činnosti se nevyužívá, protože má krátký dosah.



Obrázek 3: Používané senzory v automobilech a jejich účel

5.1. Infračervené snímače

Infračervené záření je elektromagnetické záření s vlnovou délkou větší než viditelné světlo, ale menší než mikrovlnné záření. Infračervené záření má vlnovou délku mezi 760 nm až 1 mm. Toto záření zabírá ve spektru tři dekády. Infračervené záření se snímá vyzařováním infračervených paprsků přímo z povrchu sledovaného objektu nebo odražením záření z povrchu objektu, kterému se tepelná energie dodává z vnějšího zdroje. Jako vnější zdroj se používají zábleskové lampy, halogenové lampy, lasery a další. Převáděním infračerveného záření z povrchu objektu dostaneme obrazový signál v řadě barevných odstínů. Tyto snímače byly založeny na faktu, který říká, že všechny formy hmoty vyzařují při teplotách vyšších než absolutní nula tepelné záření ve viditelném i neviditelném pásmu spektra. Vztah mezi emitovaným zářením, teplotou a vlnovou délkou je matematicky popsán Planckovým vyzařovacím zákonem.

Planckův vyzařovací zákon vyjadřuje závislost intenzity záření absolutně černého tělesa na úhlové frekvenci ω . Vzorec (5.1.1) Planckova vyzařovacího zákona je:

$$dI = \frac{\hbar}{\pi^2 \cdot c^2} \cdot \frac{\omega^3}{e^{\frac{\hbar\omega}{kT}} - 1} \cdot d\omega \quad (1)$$

kde je: ω úhlová frekvence a jednotka je [s^{-1}],

I je intenzita záření a jednotka této veličiny je [W/m^2],

T je teplota absolutně černého tělesa kde jednotkou je [K],

h je Planckova konstanta,

c je rychlost světla ve vakuu a k je Boltzmannova konstanta. Planckova konstanta má hodnotu $(6,6256 \pm 0,0005) \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ a Boltzmannova konstanta má hodnotu $(1,38054 \pm 0,00018) \cdot 10^{-23} \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$. Podle znění tohoto zákona lze odvodit tři informace, které jsou v tomto případě pro nás důležité. První informace říká: emitované záření se spojitě mění s vlnovou délkou. Druhá informace říká: při každé vlnové délce se intenzita emitovaného záření zvětšuje s rostoucí teplotou. Poslední informace říká: spektrální rozložení emitovaného záření se mění s teplotou. [4] [5] [6] [7] [9]

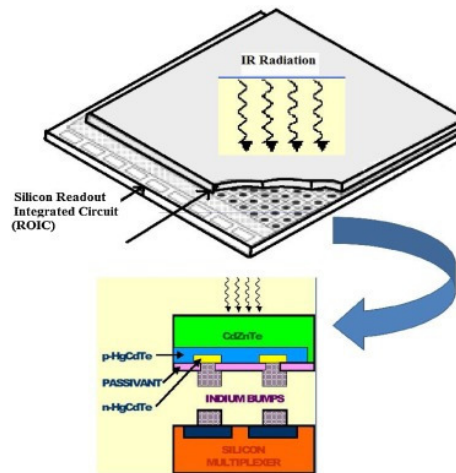


Obrázek 4: Infračervený snímač z automobilu Citroën C5

5.1.1. Infračervené snímací kamery

Pracují na principu tepelných snímačů, kde při absorpci fotonů dojde k oteplení citlivé části senzoru a energie, která byla pohlcena, je nepřímo vyhodnocována přes senzory teploty. Také existuje provedení jako kvantový snímač, který vyhodnocuje infračervené záření cestou fotoelektrického jevu v polovodičích. Infračervené kamery pracují s infračerveným světlem, které má vlnovou délku 880 nm. Výhodou infračervených kamer je to, že dokážou pracovat ve tmě, mlze a kouři. Tento typ kamer využívá čip s názvem Focal plane array neboli FPA. Tento čip je vhodný pro detekci infračerveného záření a oproti CCD kamerám je snímáno na denním světle méně pixelů a je složen z několika vrstev, které tvoří dva zlaté pláty, jež jsou pokryty silikonem. Vrstvy mají za úkol vyfiltrovat nepotřebné

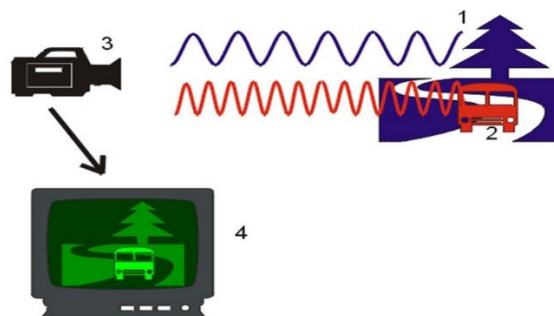
elektromagnetické vlnění. Pod vrchním plátem čipu jsou senzory, které jsou citlivé na infračervené záření. [4] [8] [9]



Obrázek 5: FPA čip

5.1.2. Snímání v daleké infračervené oblasti

Infračervená kamera má dosah okolo 150 metrů. Snímání kamery z takové dálky se přenáší na obrazovku a dokáže nám vykreslit oblast před námi. Vizualizuje se zde infračervené záření těles, která mají vyšší teplotu než absolutní nula. K tomu se používají elektronická zařízení, která obsahují složité detektory, jejichž pomocí dokážeme zachytit infračervené záření teplých těles. Toto záření je převáděno na elektrické signály a digitalizuje se. Snímač infračerveného záření musí být chlazen na teplotu nižší, než je teplota snímaných těles z důvodu, že by sám sebe snímal a zahltit se vlastním tepelným zářením. [4]



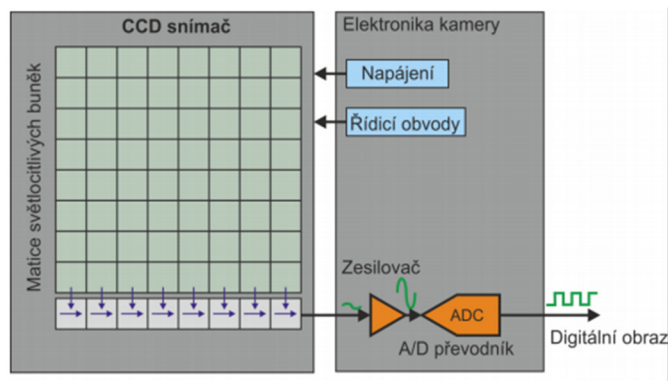
Obrázek 6: Princip snímání a získávání obrazu přes infrakameru

5.2. Videosenzory

V dnešní době se nejvíce pro rozeznání jízdních pruhů na silnici využívají videokamery, které jsou umístěny na předním skle v automobilu. Firma Bosch začala videokamery používat v systémech lane assist. Vysoce účinné kamery pomocí počítače ve vozidle dokáží identifikovat dopravní značky, další vozidla, překážky v jízdním pruhu a dokáží identifikovat i jízdní pruhy na vozovce. Základem pro dokonalou podporu řidiče je speciálně vyvinutá kamera, výkonný počítač a systém pro komplexní zpracování obrazu. Videokamera je zabudována za předním sklem. Pro dobrou funkci kamery je nutné udržovat sklo v čistotě, a tomu napomáhají stěrače automobilu. Čipy pro videokamery se rozlišují na technologii CCD a CMOS. Firma Bosch vyvinula software, který dokáže rozeznat jízdní pruhy na silnici, značky, podélné značení na silnici. [4]

5.2.1. Technologie CCD

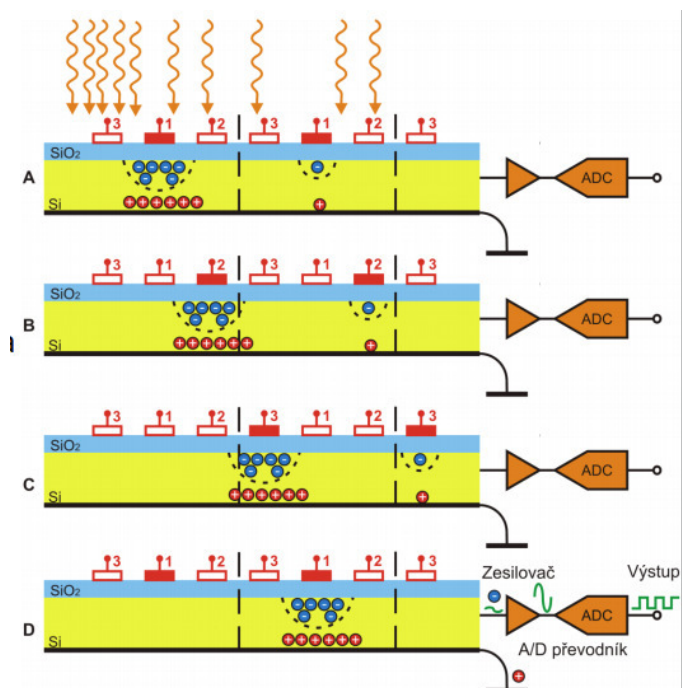
Celý název této technologie je Charge-Coupled Device. CCD je nábojově vázaná jednotka. Tato technologie je založena na polovodičovém snímači, který zaznamenává intenzitu dopadajícího světla, které se fotoelektrickým efektem transformuje na elektrickou energii. Při dopadu světla transparentní elektrodou na křemíkový snímač obrazu se vytváří proporcionálně s intenzitou a dobou osvětlení nosiče náboje. Tímto postupem vzniká elektrický náboj. Využívá se jako elektronický čip k zachycení obrazu u digitálních kamer. CCD technologie pracuje s propojeným nábojem. CCD prvek o dvaceti buňkách ve čtyřech řadách. Spodní řada se nazývá načítací registr. V registru se náboje z jednotlivých buněk řadí do fronty a směřují do zesilovače a ze zesilovače jsou vedeny do konvertoru analog-digital. Jakmile náboje odešly, do registru se dostanou náboje z následující řady, protože jsou to propojené náboje, jak již bylo zmíněno, tak o jednu pozici klesnou všechny řady. Informace z buněk odcházejí z řádky (row), které se dostaly do registru, jsou jedna po druhé vedeny přes zesilovač do analog-digitálního převodníku a pak v digitální podobě do procesoru. V procesoru se vyhodnocují informace ze sousedních buněk a takto vznikají pixely, z nichž se pak složí reálný obraz, který snímáme kamerou. Každá informace z buňky se posuzuje několikrát vzhledem ke svému sousedovi. [4] [12]



Obrázek 7: CCD čip a jeho funkce

5.2.1.1. Princip CCD čipu

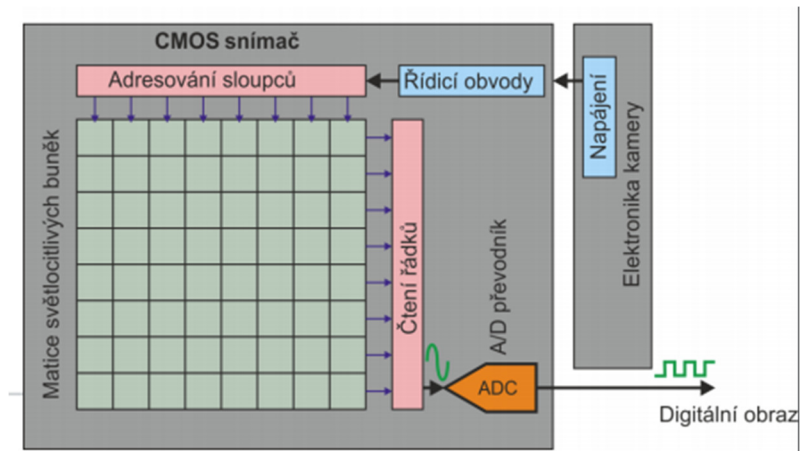
První krok A se nazývá expozice obrazu. Na elektrody číslo jedna přivádíme kladné napětí, a tím se nám otevře závěrka a necháme na snímač působit světlo. Druhý krok B je snímání obrazu. V každé buňce jsou umístěny další dvě elektrody. Na elektrodách dva se pozvolna zvyšuje napětí, zatímco se na elektrodách číslo jedna souběžně snižuje. Ve třetím kroku C se pokračuje ve snímání obrazu. V tomto kroku se na elektrodách číslo tři začne napětí pozvolna zvyšovat a na elektrodách dva se průběžně snižuje. Ve čtvrtém kroku D se signál z čipu dostane k zesilovači a v A/D převodníku se změní na digitální výstup. Tyto postupy běží pořád dokola ve stejném pořadí, a tím dostaneme výstup v podobě obrazu prostředí, které snímáme. [12]



Obrázek 8: Postup získávání obrazu pomocí CCD čipu

5.2.2. Technologie CMOS

Celý název této technologie je Complementary Metal-Oxide-Semiconductor. Tato technologie je založena na polovodičové technice a využívá se u obrazového senzoru digitálních kamer. Dopadající světlo je převáděno světelnými prvky senzoru, pixely, na elektrický náboj. Tyto náboje jsou pomocí analogově-digitálního převodu, pro každý pixel zvlášť, převáděny na informaci o světlosti. Každá buňka v CMOS technologii má svůj vlastní A/D převodník a zesilovač. Díky tomu může být informace přímo adresována nebo čtena pomocí X, Y souřadnic na snímači. Výhodou těchto senzorů je, že oddělují velmi světlé světelné vlny jasně od pozadí, a proto není obrázek tak přespvětlený. Z toho důvodu se tato kamera hodí nejlépe pro používání v automobilech. Tak funguje pomocí počítače jako snímač vozovky před automobilem a dokáže například detekovat jízdní pruhy na vozovce a s podporou počítače může fungovat jako lane assist. V tomhle případě je jen na konstruktérovi, co chce, aby počítač zpracovával za informace, a co z toho má vyhodnotit. Technologie CMOS má jednodušší výrobu než technologie CCD, a i v této technologii docílíme vysokých výkonů. [4] [12]



Obrázek 9: CMOS čip

5.2.3. Porovnání CCD a CMOS technologií

Asi největší rozdíl mezi těmito dvěma čipy je v tom, že oba vyčítají elektrony jiným způsobem. Další rozdíly jsou uvedeny v tabulce. [12]

Tabulka 1: Porovnání CCD a CMOS čipu

Parametr	CCD	CMOS
Signál vystupující z pixelu	Paket elektronů	Napětí
Signál vystupující z čipu	Napětí (analogový signál)	Bity (digitální signál)
Rychlost	Nizká, sekvenční čtení	Vysoká, maticové adresovaná buňka
Citlivost	Velmi dobrá, lze dosáhnout kvalitního obrazu, lepší barevná věrnost snímku	Za snížených světelných podmínek může být problém dosáhnout kvalitního zobrazení, horší rozlišení barev
Dynamický rozsah	Vysoký	Průměrný
Šum	Malý, velká kvalita obrazu	Je větší s ohledem na nižší fill factor
Odběr energie	Odebírá více (uvádí se, že až 50x více jak CMOS)	Relativně malý
Složitost čipu a náklady na vývoj	Menší	Velké
Složitost systému	Velká, mnoho obvodů je mimo čip	Menší, většina obvodů je přímo na čipu
Cena	Vysoká, jedná se o specializovanou výrobní technologii	Levnější, je využíváno standartní technologie výroby logických obvodů

5.2.4. Stereo kamera

Konstrukce této kamery se skládá z hliníkového povrchu, do kterého jsou upevněny dvě totožné kamery, které jsou nakloněny pod různými úhly. Přijímaný signál vyhodnocuje software, který poté dokáže vyhodnotit svislé a vodorovné dopravní značení, přečíst dopravní značky a další věci. Pokud používáme tento typ kamery, musíme zajistit, aby byl zpracováván obraz kolem auta, takže snímače musí snímat 360°. Toho dosáhneme tím, že jednu stereo kameru umístíme na přední sklo automobilu a druhou na zadní sklo automobilu, poté kolem auta nainstalujeme ultrazvukové snímače. Tyto kamery dokážou sledovat prostor před autem a za autem do 150 metrů. Boční snímače nebo kamery dokážou sledovat do 30 metrů. Tento typ kamer se například využívá u automobilů Mercedes – Benz a u automobilů značky Subaru. Automobilka Subaru využívá tento typ kamer pro funkci systému EyeSight, který není jednoúčelový. Jedna z funkcí, kterou tento systém musí splnit je, že musí sledovat jízdní pruhy na vozovce a v případě, že by se řidič snažil opustit jízdní pruh bez použití odbočovacích světel, tak ho na to zvukově upozorní. [4] [13] [14]



Obrázek 10: Stereo kamera značky Bosch

5.3. Laserový snímač ALASCA

Tento snímač byl vynalezen firmou IBEO Automotive Sensors v roce 2003. Tento senzor je vhodný například pro systém fog detection, který detekuje mlhu, a i pro systém lane change support, který dokáže snímat jízdní pruhy na silnici. V moderních automobilech už tento snímač málo kdy uvidíme z důvodu, že se nejvíce využívají video kamery. [4]



Obrázek 11: Snímač ALASCA XT

6. Konstrukční uspořádání systému Lane assist

V této kapitole je popsáno konstrukční uspořádání systému lane assist ve vozidle Volvo XC90. Vybral jsem si tuto značku z důvodu, že mi jako jediná automobilka odepsala na dotaz, jak jejich lane assist v automobilech vypadá viz. Kapitola 6.9. a toto uspořádání je konstrukčně podobné i u jiných automobilek.

6.1. CAN bus

Systém lane assist je propojen pomocí sběrnice Controller Area Network. Nejčastěji je tato sběrnice využívána pro vnitřní komunikační síť senzorů a funkčních jednotek v automobilech. Tato datová sběrnice byla vyvinuta firmou Bosch. Parametry přenosu jsou určeny normou ISO 11898. Tato sběrnice dovoluje vzájemnou komunikaci mezi všemi zařízeními v automobilu, a hlavně pro část lane assist. Maximální rychlost přenosu je 1 Mbps po jednovodičové nebo dvouvodičové síti. [15]

6.1.1. Vlastnosti sběrnice CAN

Typ tohoto protokolu je multi-master, což znamená, že každý uzel sběrnice může být master, a proto může každý uzel řídit chování jiných uzlů. Tím pádem není nutné řídit celou síť pomocí jednoho nadřazeného uzlu a tím je u této sběrnice zvýšena její spolehlivost. Sběrnice byla vytvořena jako sériový komunikační protokol, který nám umožňuje sbírat data v reálném čase a s vysokou mírou zabezpečení proti chybám. Po této sběrnici probíhá komunikace mezi dvěma uzly pomocí zpráv typu datová zpráva a žádost o data. Management sítě má za úkol signalizovat chybu a pozastavit komunikaci. Management posílá dvě speciální zprávy typu chybová zpráva a zpráva o přetížení. Pomocí identifikátoru můžeme zajistit, aby jakýkoliv uzel přijímal zprávy, které jsou určeny jen pro něho. V této sběrnici je zajištěno, aby zpráva s vyšší prioritou byla v případě kolize dvou zpráv doručena přednostně. Síť CAN má 11bitový identifikátor se dvěma uzly. Oba tyto uzly vysílají bity ve stejnou dobu. Bity jsou vysílány do té doby, dokud například uzel 3 ve čtvrtém bitu nebude mít na konci logickou 0 a uzel 4 ve čtvrtém bitu logickou 1. Logická 1 v této sběrnici znamená ústup a logická 0 znamená dominanci. Jakmile tato situace nastala, uzel 4 ví, že vysílal logickou 1, ale vidí logickou 0 tak se vyskytla kolize, a proto dojde k rozhodnutí. Proto přestane uzel 4 vysílat a uzel 3 bude ve vysílání pokračovat dále bez ztráty dat. [15] [16] [17]

	Startovní bity	ID bitů											Zbytky datového rámce	
		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		
Uzel 3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1		
Uzel 4	0	0	0	0	0	0	0	1	Zastavené vysílání					
CAN Data	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1		

Obrázek 12: Funkce CAN bus

6.2. LPOS

Celý název této jednotky je Lane Positioning Object Sensor. Tato jednotka je základem pro správnou funkci celého systému lane assist, protože s pomocí kamery na předním skle vyhodnocuje, jak blízko jízdního pruhu se automobil vyskytuje. Pro správnou funkčnost této jednotky je správná kalibrace, která je prováděna výrobcem. Další podmínkou pro správnou funkci tohoto systému je to, aby na předním skle nebyl například sníh, tím pádem by kamera nebyla schopna snímat vozovku. [17]

6.3. DACU

Název této jednotky je Driver Alert Control Unit. Tato jednotka je společná pro všechny podpůrné systémy v automobilu, které pomáhají řidiči. Jednotka tvoří rozhraní pro vnitřní komunikační síť Controller Area Network a její podsítě. Funkce této jednotky začne být aktivní, když rychlost stoupne nad 65 km/h a zůstává aktivní, pokud je rychlost větší než 60 km/h. [17]

Na obrázku 13 je zobrazena DACU jednotka. Šedě barevná zdířka je napájen a černá zdířka přijímá a odesílá informace.



Obrázek 13: DACU jednotka

6.4. HMI/OM

Název této jednotky je Human Machine Interface Input Output Module. Je to jeden z prvků informační a komunikační technologie, který můžeme popsat jako komunikační kanál mezi uživatelem a systémem. Jeho využití je v situacích, kdy člověk přichází do interakce se strojem. V této jednotce jsou monitorovány její vstupy a výstupy a pomocí těchto informací dokáže celý systém fungovat pohodlně. Tato jednotka například z jednotky DACU dostává informaci o dosažení aktivační rychlosti systému a tato jednotka reaguje tak, že dá do chodu celý systém. Jako další příklad, co má tato jednotka za úkol vyhodnotit, je bdělost řidiče a podat o ní informace dalším jednotkám. Dalo by se říct, že je to takový prostředník mezi člověkem a systémem, který podává informace od člověka systému nebo naopak. [17]

6.5. CIOM

Název této jednotky je Central Input Output Module. Jednotka CIOM má zde za úkol poznat, zda je poloha spínače v logické 0 (vypnuto), nebo v logické 1 (zapnuto). Díky této jednotce pak systém ví, zda má pracovat, nebo ne.

6.6. EBS

Název této jednotky je Electronic Braking System. Jednotka EBS je elektronická ovládací brzdová soustava. Tato jednotka má za úkol při vyhodnocení kritické situace zpomalit rychlost auta na určitou hodnotu, aby nedošlo k dopravní nehodě. [17]

Na obrázku 14 je zobrazena jednotka EBS. Tato jednotka obsahuje čtyři zdířky: jedna je 12 pinová, druhá je 15 pinová, třetí je 18 pinová a čtvrtá je 17 pinová. Každá zdířka má jiný počet pinů, aby se při montáži nestala chyba a systém fungoval špatně nebo vůbec nefungoval.



Obrázek 14: EBS jednotka

6.7. VMCU

Název této jednotky je Vehicle Main Control Unit. Je to hlavní regulační jednotka v automobilu. Tato jednotka má v tomto systému tři hlavní úkoly. Prvním úkolem této jednotky je zjistit informaci o tom, zda jsou směrová světla při vybočení z jízdního pruhu v logické jedničce, tedy zda jsou zapnuta. Pokud nebudou zapnuta, tak se tato data posílají dále a systém vyhodnotí, že nemůže z jízdního pruhu vybočit. Další dva úkoly jsou důležité pro výpočet. Úkoly této jednotky jsou zjistit polohu brzdového pedálu a rychlost vozidla.

Informace jsou důležité pro výpočet polohy automobilu k jízděmu pruhu a kdy má systém začít reagovat. [17]

Na obrázku 15 je jednotka VMCU. Barevně označené zdířky jsou vstupy do této jednotky. Můžeme vidět, že jednotlivé vstupy jsou označeny barevně z důvodu, aby se při montáži automobilu neprohodily vstupy. Šedá zdířka je napájení a černá zdířka je výstup.



Obrázek 15: VMCU jednotka

6.8. FAS

Název této jednotky je Front Axle unit System. FAS je řídicí jednotka přední nápravy. Tato jednotka má za úkol určit informace o natočení kol na přední nápravě. Pokud systém vyhodnotí, že se řidič snaží opustit jízděmu pruh bez použití směrovek, tak musí tato jednotka vyhodnotit, jaký má vyvinut potřebný moment, aby auto dostala zpět do prostředka jízděmu pruhu. Tato jednotka také zjišťuje, jaký moment vyvolává řidič v automobilu. Poslední úkol této jednotky je to, že při opuštění jízděmu pruhu bez použití směrovek musí spustit varovné vibrace ve volantě. [17]

6.9. Schematický popis systému lane assist v automobilech Volvo

Schéma systému lane keeping support od firmy Volvo. Tato značka auta byla vybrána z důvodu, že jako jediná automobilka mi poslala kompletní schéma systému lane assist. I když je to schéma z nákladního automobilu, byl jsem zaměstnancem firmy Volvo ujistěn, že se nijak neliší od osobních automobilů. Automobil od firmy Volvo obsahuje systém lane

jednotka EBS (A21) a čidlo stáčivé rychlosti (B50), které určují stáčivou rychlost vozidla. Poslední informace pro jednotku DACU vychází ze snímače úhlu natočení volantu (B49), který nám říká, jaký úhel právě teď volant svírá. [17]

4. Pokud je tento systém zapnutý a podmínky z předešlého kroku jsou splněny, jednotka DACU vypočte řídicí moment nezbytný k tomu, aby se vozidlo vrátilo zpět doprostřed jízdního pruhu. Pomocí jednotky VMCU je do jednotky FAS (řídicí jednotka řízení přední nápravy; A179L/R) vyslán požadavek, aby byl vyvinut potřebný řídicí moment ke srovnání vozidla doprostřed jízdního pruhu. Jednotka DACU pak během této činnosti vypočítává momenty, aby bylo plynule dosaženo křivky, při které se auto srovná doprostřed jízdního pruhu. [17]

5. Při srovnávání automobilu doprostřed jízdního pruhu dostává DACU jednotka pořád informace z FAS jednotky o řídicím momentu, který vyvíjí řidič. Pokud nastane situace, kdy řidič nevyvíjí žádný řídicí moment, v tom případě řidič nedrží volant, tak DACU jednotka vydá výstrahu. Informace o výstraze je odeslána do modulu HMIOM a poté do audio systému (A07/A231) a do kombinovaného přístroje. Zde je jako varovný systém použit audio systém, ale také by se dalo použít, jak již bylo zmíněno ve čtvrté kapitole, vrnění volantu nebo sedadla, na kterém sedí řidič. [17]

6. Pokud je řídicí pokus neúspěšný nebo je řídicí jednotka vypnuta a výstražná funkce zapnuta a všechny podmínky jsou splněny, je vydána výstraha. Informacemi vydanými z DACU pomocí VMCU je odeslán požadavek do jednotky FAS a tato jednotka spustí vibrace ve volantu. V tentýž moment je z DACU prostřednictvím HMIOM odeslán požadavek do kombinovaného přístroje, aby se rozsvítila výstražná kontrolka na palubní desce. [17]

7. Zkoušky, kritéria a výpočty pro správnou funkci bezpečnostního systému

Tato kapitola se bude zabývat kritérii pro hodnocení zkoušek systému lane assist, jejich bodovým hodnocením a zkouškami funkce systému lane assist.

7.1. Zkoušky

Tyto systémy odměňuje za jejich stoprocentní funkci systém Euro NCAP v programu Safety assist od roku 2014. Při zkoušce funkce tohoto systému je auto podrobena standardizovaným testům na zkušební dráze. Jak systém LKA, tak systém ELK jsou testovány při různých typech značení na vozovce jako plné čáry, přerušované čáry, a také v situacích, kdy není okraj silnice označen čarou. Poté jsou různá kritéria vyhodnocena v bodech a musí být splněn minimální počet bodů, aby byl systém označen jako funkční. [18] [19]

7.2. LKA a jeho kritéria

Celým názvem lane keeping assist neboli asistent pro udržení jízdního pruhu. Systémy tohoto typu mají za úkol zasáhnout do řízení, pokud auto vyjíždí z jízdního pruhu bez použití odbočovacích světel. Tento systém zasahuje do řízení i v situacích, jež nejsou kritické. [19] [19]

7.2.1. Kritéria pro systém LKA

Při testech systému LKA je základním kritériem pro správné vyhodnocení funkčnosti systému vzdálenost od okraje jízdního pruhu. Mezní hodnota vzdálenosti od okraje jízdního pruhu v testech pro LKA je nastavena na 0,3 metru, což znamená, že systém LKA nesmí dovolit zkušebnímu autu překročit vnitřní okraj zkušební dráhy o vzdálenost větší než 0,3 metru. Pro krajnici na vozovce platí hodnota 0,1 metru. Hodnocení této zkoušky se uvádí v bodech, které se udávají za splnění či nesplnění všech zkoušek, které provádíme. V tomto testu je nutné splnit všechny zkoušky, aby nedošlo k pochybení funkčnosti systému na dálnici. [18] [19]

Bodové vyhodnocení je uvedeno v tabulce 2:

Tabulka 2: Kritéria a bodové hodnocení LKA

Scénář LKA	Dopravní značení	Body
Krajnice vozovky	Pouze krajnice vozovky	0,25
	Krajnice vozovky s plnou středovou čarou	0,25
Přerušovaná čára	Pouze přerušovaná čára vozovky	0,25
	Plné označení jízdního pruhu	0,5
Plná čára	Pouze plná čára vozovky	0,25
	Plné označení jízdního pruhu	0,5
Celkem		2

7.3. ELK a jeho kritéria

Celý název tohoto systému je Emergency Lane Keeping neboli nouzové udržování jízdního pruhu. Tento systém zasahuje do řízení mnohem agresivněji než systém LKA, ale jen v případech, kdy je situace vyhodnocena jako kritická. [18] [19]

7.3.1. Kritéria pro systém ELK

V testech pro systém ELK je hodnotícím kritériem vzdálenost od okraje jízdního pruhu na vozovce. Mezní hodnotou vzdálenosti od okraje pruhu pro test ELK je hodnota 0,1 metru.

Zkouška probíhá i s přítomností protijedoucího auta. Při zkoušce ELK nesmí být ovlivněna kritéria u zkoušeného auta buď protijedoucím, nebo předjíždějícím automobilem. Jako u testu systému LKA musí i zde být provedeny všechny části testu, za které se udělují body. Body se přidělují podle tabulky 3: [18] [19]

Tabulka 3: Kritéria a bodové hodnocení ELK

Scénář ELK	Dopravní značení	Body
Krajnice vozovky	Přerušovaná čára a žádné značení krajnice vozovky	0,25
	Přerušovaná středová čára a přerušovaná čára krajnice vozovky	0,25
	Přerušovaná středová čára a plná čára krajnice vozovky	0,25
Projíždějící vozidla	Plné značení jízdních pruhů	0,5
Předjíždějící vozidla	Plné značení jízdních pruhů	0,25
Celkem		1,5

7.4. HMI

Human machine interface neboli rozhraní člověk-stroj. Je to uživatelské rozhraní, které podporuje řidiče automobilu a samotný automobil. Jednoduše řečeno toto rozhraní nám pomáhá, aby nedošlo k nějaké závažné chybě z důvodu nepozornosti člověka. [18] [19]

7.4.1. Kritéria pro HMI

V rozhraní HMI se bodují jen dvě funkce, a to varování před opuštěním jízdního pruhu a monitorování slepého úhlu. V prvním scénáři hodnotíme systém LDW, který má za úkol při vyhodnocení, že opouštíme jízdní pruh vydat zvukové či vibrační varování. Vzdálenost od okraje jízdního pruhu je zde nastavena na 0,2 metru. [18] [19]

Hodnocení HMI si ukážeme v tabulce 4:

Tabulka 4: Kritéria a bodové hodnocení HMI

HMI	Body
Varování před opuštěním jízdního pruhu	0,25
Monitorování slepého úhlu	0,25

7.5. Celkové vyhodnocení funkčnosti systému LSS

Finální skóre LSS je suma hodnot z testů LKA, ELK a HMI. [18] [19]

Tabulka 5: Bodové vyhodnocení LSS

Funkce LSS	Body
HMI	0,5
LKA	2
ELK	1,5
Celkem	4

Poté jsou výsledky zobrazeny v tabulce 6 pomocí barev, které jim náleží. V tomto testu se počítá s třemi desetinnými místy. [18] [19]

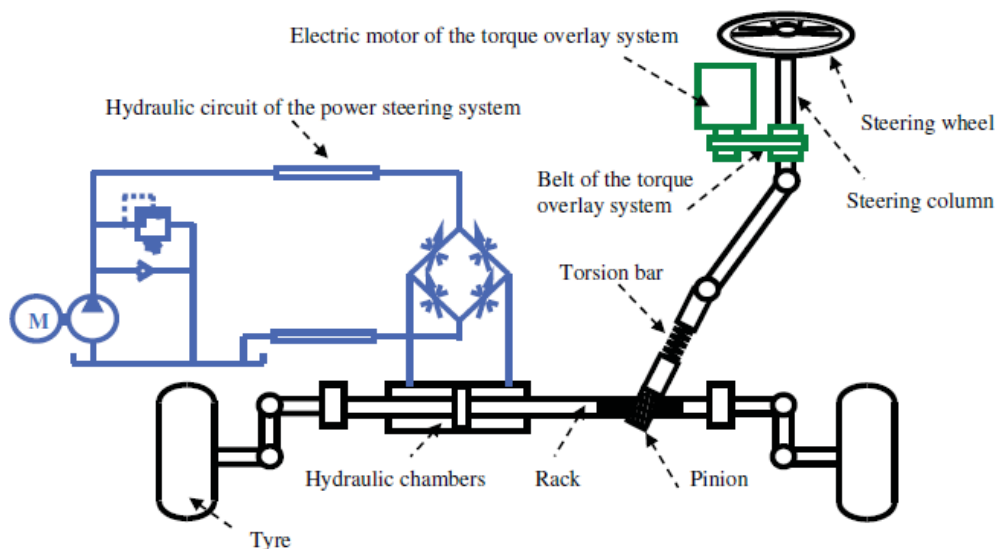
Tabulka 6: Barevné a procentuální hodnocení LSS

Barva	Výrok	Minimální - Maximální počet bodů pro celkový výsledek	Minimální - Maximální procento pro celkový výsledek
Zelená	Dobrý	3,001 - 4,000 bodů	75,0% - 100,0 %
Žlutá	Adekvátní	2,001 - 3,000 bodů	50,0% - 75,0 %
Oranžová	Marginální	1,001 - 2,000 bodů	25,0% - 50,0 %
Hnědá	Slabý	0,001 - 1,000 bodů	0,0% - 25,0 %
Červená	Velmi slabý	0,000 bodů	0,0%

8. Modelová představa a výpočet systému lane assist

Systém lane assist funguje tak, že začne reagovat v určité vzdálenosti od dělicí čáry na vozovce, pokud řidič nemá zapnuté odbočovací světlo. K určení této vzdálenosti potřebuje systém zjistit tři základní parametry. Prvním parametrem je rychlost automobilu, druhým parametrem je stáčivá rychlost a třetí parametr je úhel natočení volantu, tedy pod jakým úhlem je přední náprava vozidla. Jakmile se tyto parametry dostanou do systému, začnou složité matematické operace pro určení vzdálenosti automobilu od dělicí čáry na vozovce. Na obrázku 17 je zobrazen systém lane assist, který nám samostatně srovná auto do prostředka jízdního pruhu, pokud systém vyhodnotí, že se snažíme opustit jízdní pruh bez použití směrových světel.

Na obrázku je zobrazen systém pro automatické srovnání přeních kol do jízdního pruhu v systému lane assist. Tento systém se skládá z: volantu (steering wheel), sloupku řízení (steering column), elektromotoru pro změnu točivého momentu (Electric motor of the torque overaly system), řemenu pro změnu točivého momentu (Belt of the torque overaly system), torzní tyče (Torsion bar), pastorku (Pinion), ozubeného hřebenu (Rack), hydraulické komory (Hydraulic chambers), pneumatik (Tyre), hydraulického systému posilovače řízení (Hydraulic circuit of the power steering system). [23]



Obrázek 17: Schéma systému pro automatizované srovnání předních kol do jízdního pruhu v systému lane assist

Vzorec pro výpočet přenosové funkce úhlu vybočení $G_\psi(s)$. Pomocí tohoto vzorce dokáže systém určit, pod jakým úhlem se bude automobil nacházet vzhledem k jeho trajektorii kdekoli na snímané dráze. Pomocí tohoto výpočtu dokáže systém predikovat, kdy by měl zasáhnout do řízení, pokud se nějaká veličina nezmění.

Skládá se z těchto veličin: $-\dot{\Psi}$ je úhel vybočení vozidla, který je uváděn v [rad],

$-\delta$ je úhel natočení volantu, jeho jednotka je [rad]

$-s$ je viditelná délka trati, kterou vidí senzor a jeho jednotka je [m]

$-T_1$ je časová konstanta

$-\sigma$ je rozpadová konstanta pastorku v závislosti na teplotě

$-\omega_0$ je vlastní netlumená frekvence vozidla jednotkou této veličiny je [rad*s⁻¹]

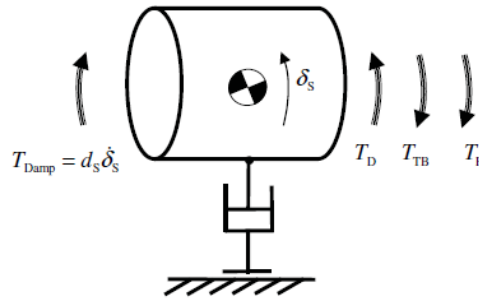
[23]

$$G_\psi(s) = \frac{1}{s} \cdot \frac{\dot{\Psi}(s)}{\delta(s)} = \frac{1}{s} \cdot \left(\frac{\dot{\Psi}}{\delta} \right)_{stat} \cdot \frac{1 + T_1 \cdot s}{1 + \frac{2\sigma}{\omega_0^2} \cdot s + \frac{1}{\omega_0^2} \cdot s^2} \quad (2)$$

Systém využívá i další vzorce pro výpočet parametrů, ale to už je mimo rozsah této bakalářské práce.

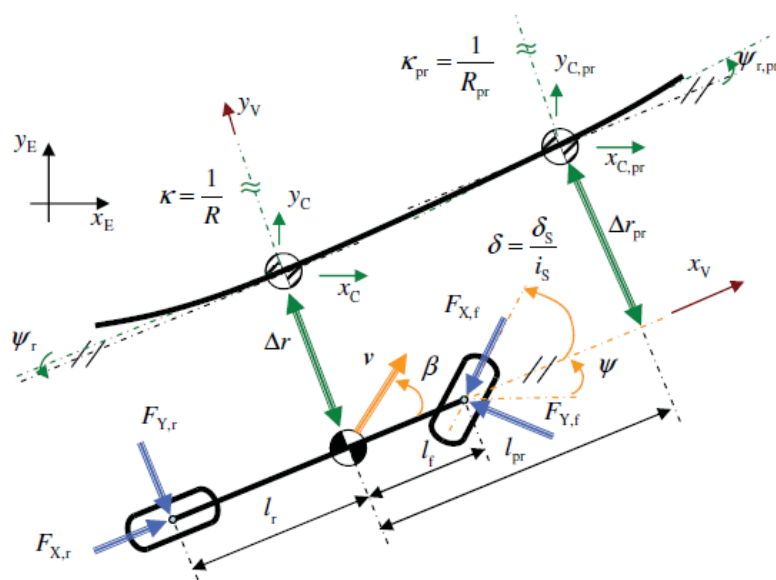
Na obrázku 18 jsou zobrazeny silové momenty, které působí na model volantu. Zde síly působí na točení volantu vlevo, nebo vpravo. Když je úhel natočení volantu natáčen v levém směru (δ_s) tak ve stejném směru působí i točivý moment vyvolaný řidičem (T_D). Na opačnou stranu tedy vpravo působí tyto momenty: tlumivý moment (T_{Damp}), kroutící moment torzní

tyče (T_{TB}) a třecí síla na volantě (T_F). Pomocí těchto údajů pak systém dokáže reagovat tak, aby se automobil srovnal zpět doprostřed jízdního pruhu. [23]



Obrázek 18: Působící silové momenty na model volantu

Na obrázku 19 můžeme vidět modelovou situaci na vozovce pomocí které jsou odvozeny všechny vzorce v kapitole 8.



Obrázek 19: Modelová situace pro výpočet systému lane assist

[22] [23]

8.1. Výsledky ze simulace systému lane assist

Vzorec pro určení chyby boční polohy vozidla Δr vypočítá, v jaké vzdálenosti se nachází automobil od dělicí čáry na vozovce při vyjždění z jízdního pruhu. Tato vzdálenost je zobrazena na obrázku 21.

Skládá se z těchto veličin: $-s$ je délka viditelné trati, kterou vidí senzor a jeho jednotka je [m]

- v_x je rychlost vozidla je uváděna v [m/s]
 - Ψ_R je relativní úhel vybočení a veličina je uváděna v [rad]
 - β je úhel skluzu vozidla a jednotkou této veličiny je [rad]
 [23]

$$\Delta r = \frac{1}{s} \cdot v_x \cdot (\Psi_R - \beta) \quad (3)$$

Vzorec pro chybu boční polohy vozidla v předem definované vzdálenosti Δr_{pr} vypočítá, v jaké vzdálenosti se nachází automobil od dělicí čáry na vozovce při vyjíždění z jízdního pruhu, ale automobil se nachází na jiném místě než při vzorci 8.1.1. Tato vzdálenost je zobrazena na obrázku 21.

Skládá se z těchto veličin: $-\Delta r$ je chyba boční polohy vozidla a tato veličina je uváděna v [m]

- l_{pr} je předem definovaná vzdálenost a jednotka této veličiny je [m]

- Ψ_R je relativní úhel vybočení vozidla a jednotkou této veličiny je [rad]

[23]

$$\Delta r_{pr} \approx \Delta r + l_{pr} \cdot \Psi_R \quad (4)$$

Vzorec pro s vzdálenost trati je rozepsán pod textem. Pomocí tohoto vzorce dokáže systém určit vzdálenost trati a její zaoblení a pomocí tohoto dokáže systém predikovat, jak by automobil měl po trati jet.

Skládá se z těchto veličin: $-A$ je parametr klotoidy neboli Eulerovy spirály

- R' je poloměr je uváděn v [m]

[23]

$$s = \frac{A^2}{R'} \quad (5)$$

Vzorec pro určení souřadnice trajektorie referenční silnice na ose x (x) dokáže určit možnou trasu silnice osy x , po které by se automobil měl pohybovat.

Skládá se z těchto veličin:

- A je parametr klotoidy neboli Eulerovy spirály

- v je rychlost vozidla a jednotka pro tuto veličinu je [m/s]

- dv je diferenciál rychlosti vozidla a tato veličina je uváděna v [m/s]
[23]

$$x = \sqrt{\pi \cdot A} \cdot \int_0^g \cos \cdot \left(\frac{\pi}{2} \cdot v^2 \right) dv \quad (6)$$

Vzorec pro určení souřadnice trajektorie referenční silnice na ose y (y) dokáže určit možnou trasu silnice osy y , po které by se automobil měl pohybovat.

Skládá se z těchto veličin:

- A je parametr klotoidy neboli Eulerovy spirály

- v je rychlost vozidla a jednotka pro tuto veličinu je [m/s]

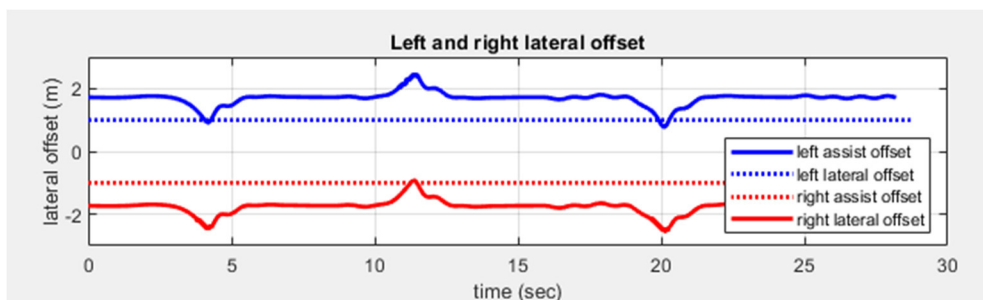
- dv je diferenciál rychlosti vozidla a tato veličina je uváděna v [m/s]
[23]

$$y = \sqrt{\pi \cdot A} \cdot \int_0^g \sin \cdot \left(\frac{\pi}{2} \cdot v^2 \right) dv \quad (7)$$

8.2. Lane assist v simulačním programu

Lane assist byl naprogramován v programu Matlab. Tento software byl vypůjčen od firmy Humusoft. Pomocí videí na jejich webových stránkách, podpoře a příkladu lane assistu v tomto programu jsem byl schopný vytvořit model systému lane assist.

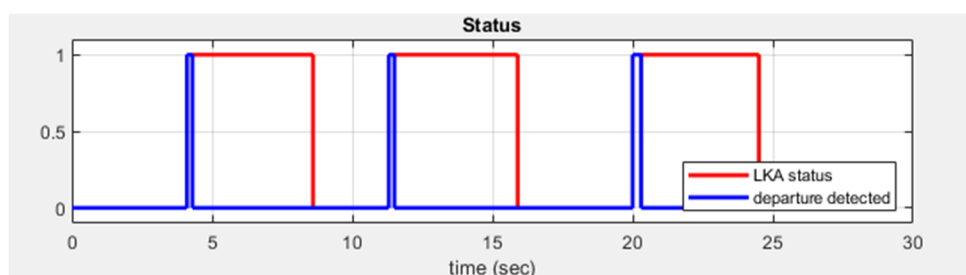
V modelové situaci bylo zadáno opuštění jízdního pruhu celkem 3x, z toho 2x doleva a 1x doprava. Na obrázku 20 je znázorněn graf v závislosti boční vzdálenosti od dělicí čáry na čase, ze kterého lze vyčíst kolikrát auto chtělo vybočit z jízdního pruhu. Systém byl nastaven tak, aby začal reagovat, když snímací kamera bude jeden metr od dělicí čáry, to znázorňují tečkované čáry v červené a modré barvě, kde červená barva je pro pravý pruh a modrá pro levý pruh. Plná čára ukazuje, jak automobil po dráze jel, když byl systém zapnutý, a jakmile se plná čára střetla s tečkovanou, systém začal reagovat a srovnal automobil do prostředka jízdního pruhu. Také zde vidíme, v jakém čase systém měl začít reagovat.



Obrázek 20: Levé a pravé boční odsazení automobilu od dělicí čáry

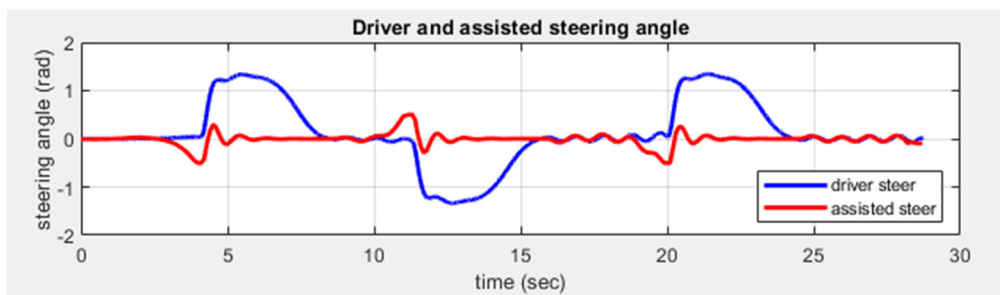
Na obrázku 21 je znázorněn, jak dlouho lane assist reagoval, když srovnával auto doprostřed jízdního pruhu, znázorněno červenou barvou, a kdy snímač zaregistroval, že je snímací kamera v automobilu jeden metr od dělicí čáry, znázorněno modrou barvou. Graf ukazuje závislost logické úrovně na čase. Vše je znázorněno, v jakém časovém úseku se reakce naskytla.

Pokud je graf na hodnotě jedna znamená to, že systém v daném časovém úseku reaguje a srovnává automobil do prostředka jízdního pruhu, pokud je v hodnotě nula, tak jen čeká na signál, kdy bude muset srovnávat automobil do jízdního pruhu. Podobné je to u modré čáry, ale liší se v tom, že pokud je v hodnotě nula tak snímač zaregistroval dělicí čáru a dává signál, k reakci systému lane assist. Pokud je logická úroveň na nule, tak nereaguje na žádnou dělicí čáru.



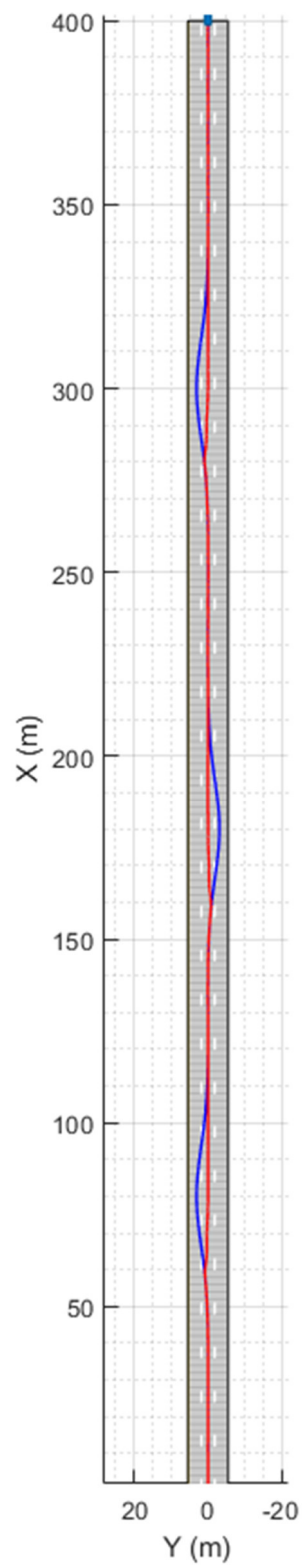
Obrázek 21: Zjištění stavu systému a dělicího pruhu na vozovce pomocí logickou 0 a 1

Na obrázku 22 je znázorněno, pod jakým úhlem se nacházel automobil, když vyjížděl z jízdního pruhu bez použití systému lane assist, znázorněno modrou barvou, a pod jakým úhlem se nacházel automobil, když byl systém lane assist zapnutý a automobil nebyl schopen opustit jízdní pruh a byl srovnán doprostřed jízdního pruhu, znázorněno červenou barvou. Graf ukazuje závislost úhlu řízení na čase.



Obrázek 22: Řidičův a pomocný úhel řízení

Na obrázku 23 je moje navržená dráha, po které automobil jel. Navrhl jsem rovnou silnici, protože se na ní i v osobním automobilu nejlépe ukazuje funkčnost systému. Plná modrá čára znázorňuje dráhu automobilu bez zapnutého lane assistu. Červená čára znázorňuje dráhu automobilu se zapnutým lane assistem. Z tohoto obrázku se dá usoudit, že navržený systém funguje bezchybně.



Obrázek 23: Silnice s dráhou automobilu bez použití a s použitím systému lane assist

9. Zhodnocení funkčnosti lane assist v automobilech

V této kapitole bude zhodnocen systém lane assist ve dvou automobilech značky Škoda a Citroën.

9.1. Lane assist ve Škoda Octavia

Prvním automobilem, u kterého jsem provedl funkčnost systému v reálném provozu, bylo auto Škoda Octavia RS. Vybral jsem si trasu z Kralup nad Vltavou až do obchodního centra Letňany po dálnici D8. Když jsem najel na dálnici, začal jsem zkoušet, zda tento systém už funguje při 60 km/h, a fungoval. Poté jsem zkusil čtyři-krát po sobě opustit jízdní pruh bez zapnutých odbočovacích světel a na počtvrté mě nechal tento systém opustit jízdní pruh bez varovného signálu. Po nějaké době jsem tento pokus zkusil znovu a situace se opakovala. Další problém byl, kdy jsem jel v jízdním pruhu, kde se nacházel kus opravené silnice, a byl vodorovně s dělicí čarou na vozovce. Než jsem k této opravené části dojel, počítač vyhodnotil tuto část jako dělicí pruh a začal mě rovnat doprostřed jízdního pruhu. Myslím si, že by tento systém neměl takto reagovat z důvodu, že to může zavinit dopravní nehodu. Negativně hodnotím na tomto systému, že se chová až moc nepřirozeně, což mi za volantem velice vadilo. Pozitivně hodnotím, že síla vibrace ve volantě nebyla tak nepříjemná. Systém jsem, ale časem musel vypnout z důvodu, že mi nevyhovoval. Proto bych tento systém v automobilu Škoda ani nedoporučil. Poté, co jsem toto auto vyzkoušel, jsem se podíval na hodnocení tohoto systému, které dělalo Euro NCAP. Hodnocení systému v automobilech Škoda podle Euro NCAP je 3,5 bodu ze 4 bodů. S tímto hodnocením dle kritérií, které jsem napsal v kapitole 7.2. až 7.5., bych souhlasil. [20]

9.2. Lane assist Citroën Berlingo

Druhým automobilem, který jsem podrobil funkčnosti systému lane assist v reálném provozu bylo auto značky Citroën Berlingo. Abych mohl dobře porovnat systém v automobilu Citroën a Škoda, zvolil jsem stejnou trasu z Kralup nad Vltavou do obchodního centra Letňany a zpátky po dálnici D8. U systému v automobilu Citroën jsem pocíťoval stejné nedostatky jako u automobilu Škoda. Když jsem chtěl počtvrté za sebou během chvíle vyjet z jízdního pruhu, tento systém nereagoval. Když jsem narazil na opravovanou silnici, kde byla opravovaná část vodorovná s dělicí čarou na silnici, systém nesnímal čáru, ale tu opravenou část, z důvodu, že se nacházela před dělicí čarou. Systém v Citroënu reagoval úplně stejně jako systém v automobilu Škoda. Jakmile jsem se přiblížil k opravené části

vozovky, auto směřovalo doprostřed jízdního pruhu. Stejně jako u automobilu Škoda bych vyzdvihl jejich přenášený obraz z kamery na displej v automobilu a jejich reakci, když se přibližujeme k jízdnímu pruhu. Na tomto systému se mi ještě nelíbil jejich vibrační systém do volantu, který byl na mě až příliš agresivní. Poté se mi nelíbilo agresivní a nepřírozené chování systému, když se nás pokoušel navést doprostřed jízdního pruhu. Citroën Berlingo má hodnocení tohoto systému podle Euro NCAP 3.3 bodu ze 4. S tímto hodnocením dle kritérií, které jsem napsal v kapitole 7.2. až 7.5., bych souhlasil. [21]

9.3. Zhodnocení systému lane assist v autě značky Citroën a Škoda

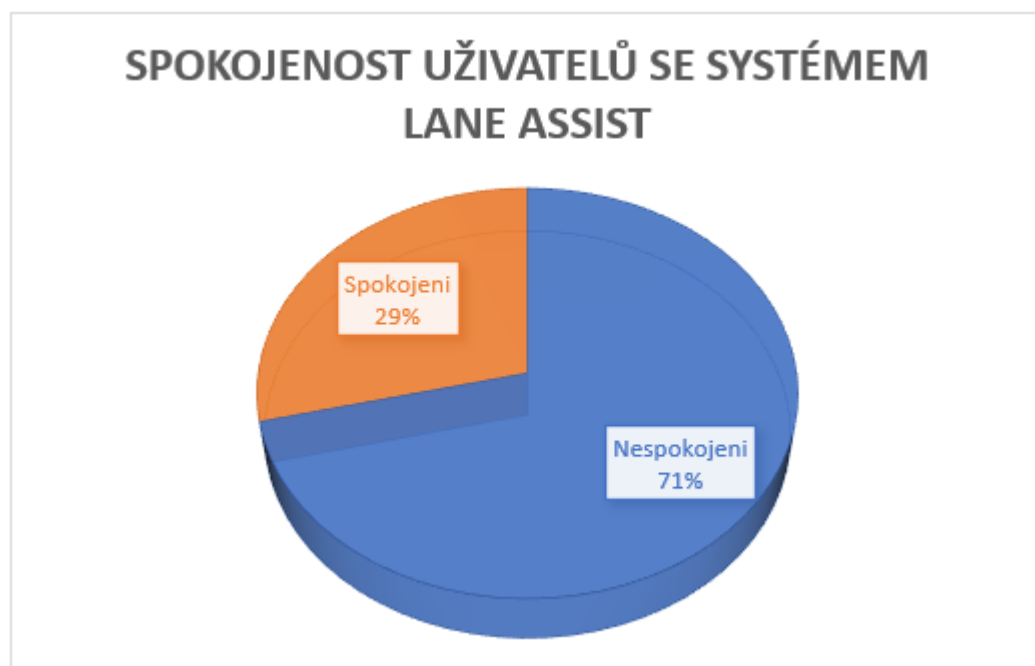
S hodnocením Euro NCAP lze podle mého subjektivního dojmu souhlasit, neboť podle jejich kritérií, které jsou uvedeny v kapitolách 7.2. až 7.5., je vidět, že se hodnotí jen funkčnost systému, a ne pocity a zkušenosti řidičů, což je asi také jeden z důvodů proč řidiči tento systém nepoužívají. Největším problémem je, že se v kritériích nezohlední, jak funkce tohoto systému dokáže ovlivnit soustředění řidiče za volantem. Při zkoušce těchto systémů jsem v obou automobilech systém lane assist vypnul, protože mi nevyhovoval. Lane assist fungoval někdy až příliš agresivně a nepřírozeně. V nějakých situacích systém vyhodnotil opravu na silnici jako jízdní pruh a pokud se automobil nacházel blízko, systém rovnal automobil doprostřed jízdního pruhu. Tato situace by se rozhodně nikdy neměla stát. Při zkoušení lane assist v reálných podmínkách jsem došel k závěru, že bych si tento systém do auta zatím nepořídil, protože mi nevyhovuje. Brzy už bude díky EU povinný ve všech vozech i pro ty co to nechtějí, což samozřejmě auta prodraží. Časem se možná chování tohoto systému změní a bude reagovat na situace, které má řešit jako člověk, a ne jako robot.

10. Dotazník o spokojenosti uživatelů s lane assist v autě

Dotazník byl zaměřen na zjištění informací, zda lidé, kteří vlastní řidičský průkaz a mají ve svém automobilu systém lane assist, ho využívají nebo ne. Dotazník se také zaměřoval na to, co lidem na systému lane assist vadí, pokud se s ním setkali, a co by na něm vylepšili, aby ho začali používat. Dotazník vyplnilo 80 respondentů. Z osmdesáti respondentů využívá systém v automobilu jen 27 z nich. Dále v dotazníku byla otázka, co respondentům, kteří se se systémem lane assist setkali nejvíce vadí a co by na něm změnili. Každému respondentovi tohoto dotazníku něco na systému vadí. Třiceti respondentům na tomto asistentu nejvíce vadí to, že jim zasahuje do řízení způsobem, který jim nevyhovuje.

Další problém lze spatřovat například v tom, že v některých automobilech je při reakci systému až moc silná vibrace ve volantu, který řidičům nevyhovuje, pak řidičům vadí, že systém občas reaguje chybně a podobně. Respondenti si myslí, že je zatím tento systém v automobilech zbytečný z důvodu, že jim spíše v řízení překáží, než aby byl užitečný. S jejich názorem bych souhlasil, protože jsem si sám tento systém vyzkoušel a nebyl jsem s ním spokojený.

Na obrázku 24 je graf spokojenosti uživatelů systému lane assist, který znázorňuje kolik z 80 respondentů je spokojeno a není spokojeno se systémem lane assist v automobilu.



Obrázek 24: Graf spokojenosti uživatelů se systémem lane assist

Na obrázcích 25, 26, 27 jsou otázky, které byly předloženy respondentům v dotazníku.

1. Jakého jste pohlaví?*

Vyberte jednu nebo více odpovědí

Muž

Žena

2. Kolik je Vám let?*

Vyberte jednu nebo více odpovědí

18-20

21-30

31-40

41-50

51-60

61-70

Obrázek 25: Otázka 1 a 2 z dotazníku

3. Využíváte ve Vašem automobilu bezpečnostní systém lane assist?*

Vyberte jednu nebo více odpovědí

Ano

Ne

4. Pokud ve svém automobilu využíváte bezpečnostní systém lane assist, jak by jste jeho funkci ve Vašem automobilu ohodnotil/a? (známky jako ve škole)*

Vyberte jednu nebo více odpovědí

1

2

3

4

5

0 (nemám ve svém automobilu tento systém ani jsem se s tímto systémem nikdy nesetkal)

Obrázek 26: Otázka 3 a 4 z dotazníku

**5. Pokud tento systém zareaguje, jaký z toho máte pocit*
pocit***

Vyberte jednu odpověď

Nevyvede mě to z míry

Poté co systém zareaguje, jsem za volantem nervózní, ale systém nechám zapnutý

Poté co systém zareaguje, jsem za volantem nervózní a proto ho raději vypnu, aby mě to nerušilo, když řídím

Žádný, s tímto systémem jsem se nesetkal

+

6. Co by jste na systému změnili a nebo na systému nechali?*

Napište jedno nebo více slov...

500

Obrázek 27: Otázka 5 a 6 z dotazníku

11. Možnosti vylepšení systému lane assist

Nejlepší způsob, jak tento systém změnit, aby ho používalo více lidí by byl takový, že by se výrobci systému měli zajímat o to, jak se s ním řidič ztotožňuje, co mu na něm vadí, co mu na něm vyhovuje a jak by ho například změnil. Tento krok by byl asi nejlepší z toho důvodu, že tento systém má napomáhat řidiči v řízení, a ne mu škodit. Dále by se například dala změnit intenzita vibrací ve volantu. Systém by se mohl propojit s kamerami, které se nachází v kabině automobilu a sledují oční víčka řidiče, aby systém vyhodnotil, v jakém stavu se řidič nachází. Tyto kamery by se daly propojit se systémem, který by určoval intenzitu vibrací podle stavu řidiče. Poté by se měla změnit funkce systému, aby nechyboval, například v případě, kdy byl prováděn experiment funkce systému lane assist a kamera místo dělicí čáry začala snímat opravovanou část vozovky. Toto byla od systému velká chyba, které by se mělo předejít.

12. Závěr

V úvodu bakalářské práce byl popsán bezpečnostní systém lane assist a jeho vznik a historie. Byly popsány různé názvy bezpečnostního systému lane assist, které využívají jednotlivé automobilky, a i když má každá automobilka jiný název pro tento systém, tak je jeho funkčnost všude stejná. Poté jsou popsány snímací prvky, které se v jednotlivých bezpečnostních systémech lane assist využívají. V dnešní době je nejvíce využívaným snímacím prvkem, který snímá vozovku před autem, vidokamera. Konstrukce systému lane assist je vysvětlena na systému značky Volvo, k jehož materiálům jsem měl přístup. Jsou zde popsány všechny jednotky, jejich funkce a u některých, jak reálně vypadají. Poté je v bakalářské práci popsána zkouška, kterou musí bezpečnostní systém lane assist projít, aby se zjistila jeho funkčnost a zda může být uveden na trh. Zkouška je prováděna firmou Euro NCAP a obsahuje kritéria, která jsou napsána v tabulkách, a k nim jsou napsána i maximální bodová ohodnocení. Na webové stránce Euro NCAP jsou různá ohodnocení tohoto systému v automobilech, které prošly touto zkouškou. Hodnocení systému lane assist je velice složité pro pochopení řidičem, který se o toto odvětví nezajímá. Jedinou věc, které řidič automobilu porozumí je celkové procentuální vyhodnocení. Řidič očekává dobrý pocit a kvalitní funkci tohoto systému, a to se přesně ukázalo v kapitole 9. a jejích podkapitolách, kde byl prováděn experiment ohledně funkčnosti systému lane assist v automobilech Škoda Octavia a Citroën Berlingo. I když tyto automobily neměly až tak špatné výsledky dle Euro NCAP, v reálném provozu tento systém nebyl přesvědčivý z důvodu, že systém reagoval nesprávně na opravy na vozovce, u automobilu Citroën Berlingo a Škoda Octavia RS systém vždy po čtvrtém pokusu za sebou opustil jízdní pruh bez použití odbočovacího světla nereagoval. Pro tuto bakalářskou práci byl vytvořen matematický model systému lane assist v programu MATLAB. Dráha pro tento matematický model byla navržena jako rovná silnici, která je dlouhá čtyři sta metrů. Na této dráze se automobil pokouší třikrát opustit svůj jízdní pruh, z toho dvakrát doleva a jednou doprava. Jako výstupní grafy z této simulace jsou použity: boční odsazení automobilu od dělící čáry, řidičův a pomocný úhel řízení a stav systému. Podle těchto grafů jsem zhodnotil, že matematický model fungoval bezchybně. Pro zhodnocení spokojenosti řidičů byl vytvořen krátký dotazník, který zjišťoval, zda řidičům systém lane assist vyhovuje nebo ne. Ne všichni, kteří tento systém v automobilu užívají, s ním mají dobré zkušenosti, a jen 27 respondentů z 80 ho aktivně používá. Může to být z důvodu, že tento systém není hodnocen firmou EURO NCAP i z pohledu řidiče, zda mu

jeho funkčnost nevádí při řízení a podobně. Podle mého názoru by se tento systém neměl dávat do každého automobilu, protože na něj nejsou řidiči připraveni anebo ho nechtějí využívat, a systém není tak naprogramovaný, aby řidičům nevádil v řízení. Proto bych doporučil všem řidičům, kteří tento systém využívají, ať si stále všimají, co se na silnici děje, a nedůvěřují až tak moc bezpečnostním systémům v automobilu. Myslím si, že nejsme v této době tak dobře technologicky vyspělí, abychom tyto systémy využívali ve všech automobilech, nemáme na ně ještě dostatečně propracované jednotky pro správnou funkčnost systému. Proto je bezchybná funkčnost systému lane assist stále otázkou budoucnosti.

13. Seznam literatury

- [1] Používání bezpečnostních pásů [online]. 2010 [cit. 2021-5-12]. Dostupné z: <https://fyzmatik.pise.cz/365-pouzivani-bezpecnostnich-pasu.html>
- [2] Bezpečnostní systémy v osobních automobilech. Autodohled [online]. 2008, 23.12. [cit. 2021-02-22]. Dostupné z: <https://www.tipcars.com/magazin/nase-tema/bezpecnostni-systemy-v-osobnich-automobilech.html>
- [3] Lane assist [online]. [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: <https://www.volkswagen.cz/znacka-a-technologie/asistencni-systemy/lane-assist>
- [4] VLK, F. Automobilová elektronika. Brno: František Vlk, 2006. ISBN 80-239-6462-3
Začátek formuláře
- [5] LIBRA, M., ŠTĚRBA J. a BLÁHOVÁ I. Fyzikální podstata světla [online]. 2000 [cit. 2021-5-12]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/casopis/tema/fyzikalni-podstata-svetla--16967>
- [6] PLANCKŮV VYZAŘOVACÍ ZÁKON [online]. [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: <https://eu.fme.vutbr.cz/file/vomm/0202.htm>
- [7] PLANCKŮV VYZAŘOVACÍ ZÁKON. Odbor termomechaniky a techniky prostředí, Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně [online]. [cit. 2021-02-22]. Dostupné z: <https://eu.fme.vutbr.cz/file/vomm/0202.htm>
- [8] SOOD, Ashok K., ZELLER J. W. a PURI Y. R. SiGe Focal Plane Array Detector Technology for Near-Infrared Imagin 2017, [cit. 2021-02-23].
- [9] Funkce infračerveného filtru v kameře. Netcam [online]. [cit. 2021-02-24]. Dostupné z: <https://netcam.cz/encyklopedie-ip-zabezpeceni/denni-a-nocni-videni.php>
- [10] SCHOLZ, J., WILLHOEFT V., SCHULZ R. a KLUGE T. ALASCA User manual. 2006 [cit. 2021-02-25].
- [11] BARTÁK, P. Senzory a navigační systémy pro mobilní roboty. Plzeň, 2007.
- [12] HOTAŘ, V. Sensorika pro vizualizaci technologické scény: Základní princip strojového vidění, robot vision, bin-picking. In: Technická univerzita v Liberci [online]. 2019 [cit. 2021-02-24]. Dostupné z: <http://www.ksr.tul.cz/ksr/podklady/ARS-8.Kamery-3.pdf>
- [13] [online]. [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: <https://www.subaru.com/engineering/eyesight.html>

- [14] SEKINE, Hiroshi, Hikaru KUMAGAI a Shigeo NOMURA. Development of Improvements to Driver Assistance System “EyeSight” for Reduction of Traffic Accidents [online]. [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/322778187_Development_of_Improvements_to_Driver_Assistance_System_EyeSight_for_Reduction_of_Traffic_Accidents
- [15] NEWALD, Josef. Method, CAN bus driver and CAN bus system for the recovery of a clock frequency of a CAN bus [online]. [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/302601908_Method_CAN_bus_driver_and_CAN_bus_system_for_the_recovery_of_a_clock_frequency_of_a_CAN_bus
- [16] GAY, Warren. CAN Bus [online]. [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/325490169_CAN_Bus
- [17] Volvo Group, Podpora řidiče, funkce, 2018 [cit. 2021-02-25]
- [18] EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME: TEST PROTOCOL - Lane Support Systém. 2019 [cit. 2021-02-25]
- [19] Firemní podpora. EURO NCAP. [cit. 2021-02-25].
- [20] HOW SAFE IS YOUR CAR? EURO NCAP. 2019 [cit. 2021-02-25].
- [21] HOW SAFE IS YOUR CAR? EURO NCAP. 2018 [cit. 2021-02-25].
- [22] POHL, J. a EKMARK, J. A LANE KEEPING ASSIST SYSTEM FOR PASSENGER CARS - DESIGN ASPECTS OF THE USER INTERFACE. 2003 [cit. 2021-02-25].
- [23] Zdroj: BROECKER, M. MODELING AND SIMULATION - A LANE KEEPING ASSIST STUDY. Vídeň, 2009 [cit. 2021-04-21].