

Autonomní řízení tramvajových vozidel

”Pokrok není o zlepšování toho, co bylo, ale o směřování k tomu, co bude.” - Khalil Gibran

Západočeská Univerzita V Plzni
Katedra Kybernetiky
Semestrální práce - HKUI

Adam Rošík
31. semestr
30. ledna 2025

1 Úvod

Autonomní řízení je v posledních letech velkým tématem, hlavně v automobilovém průmyslu. V mé hlavě vyvstala otázka, proč se s autonomním řízením nezačalo raději u vlaků a tramvají? Jezdí přeci po kolejích takže je menší prostor na chybu. Když jsem se tohoto tématu hlouběji ponořil, tak se však ukázalo, že to tak jednoduché nebude. Velká hromada článků o daném vývoji ukázala, že autonomní řízení tramvají je opravdu tvrdý oříšek.

2 Problémy

2.1 Již vyřešené problémy

2.1.1 Čelo x náprava

Jedním z problémů, které se na začátku považovaly za téměř nemožné vyřešit, je to, že některé tramvaje mají přední nápravu až 4 metry za čelem vozidla. To znamená, že v zatáčkách předeek tramvaje opisuje zcela jinou dráhu než její kola. Senzor umístění v čele vozidla poté "vidí" přímo před sebou sloup trakce. Člověk stojící na kolejích v dráze vozidla je však zcela mimo výhled senzoru. Úhel dráhy vůči čelu dosahuje až 55° . To způsobuje, že v oblouku nelze využít klasický model senzorů využívaný například v automobilech.

2.1.2 detekce překážek v zatáčce

Jedním z používaných principů je detekce kolejové dráhy pomocí kamer. Překážky jsou pak detekované pouze v prostoru kolejí. Dalším principem je takzvaný "virtuální tunel". Pomocí

přesné lokalizace na trati vozidlo přesně ví, jak bude vypadat trajektorie jeho jízdy a kde tedy má detekovat potencionální překážky. Obě metody mají spoustu výhod a nevýhod. Detekce kolejí je jednodušší na HW požadavky, ale je problém sníh, listí, mlha atd. Virtuální tunel pak vyžaduje velmi přesnou lokalizaci, které není lehké dosáhnout. Mnoho firem se zabývá vývojem nových technologií a až čas ukáže, která technologie na trhu zvítězí.

2.1.3 Senzory pro detekci překážek

Samotná detekce překážky poté probíhá pomocí LiDARu. Detekují se všechny překážky v zorném poli a vzdálenost k nim. Pomocí předchozí metody se vybere zájmová oblast a vyhodnotí se nutnost změny rychlosti.

2.2 Stále nevyřešené problémy

2.2.1 Legislativa

V České republice momentální legislativa nedovoluje pro tramvaje autonomní řízení. V jiných zemích, jako například ve Finsku, je však možné ji nechat řídit samotnou pokud neveze žádné pasažéry a pohybuje se v zabezpečeném a vyhrazeném prostoru (například depo). I tam je však potřeba využít safety drivera. Společnost Škoda Digital v letošním roce provedla již několik testovacích jízd autonomních vozidel ve Finském městě Tampere. U nás se bohužel zákony a legislativy mění velmi pomalu, takže je dost možné, že tramvaj bude plně připravena vyjet do města dříve, než to bude vůbec legálně možné.

2.2.2 Provoz ve městě

K provozu v městském provozu, ale povede ještě velmi dlouhá cesta. Jedním z hlavních rozdílů mezi autonomními auty a tramvajemi je fakt, že v tramvajích je potřeba vyřešit pohyb cestujících. Musí být bezpečně vyřešen nástup a výstup, pohyb osob na nástupních ostrůvcích a brzdě reakce. Při nouzovém brzdění může dojít k pádu cestujících, které končí i vážným zraněním. Tramvaj musí jet podle časového rozvrhu a zároveň brát ohled na cestující. Ani pro řidiče není kolikrát lehké ukončit nástup a výstup. Zároveň, ale musí kontrolovat prostor kolem dveří. Nemůže přeci přiskřípnout někoho, kdo se rozhodl, že v poslední chvíli naskočí nebo člověka co stojí moc blízko u dveří. Zároveň musí dát na nástup a výstup dostatečnou dobu.

2.2.3 Detekce kolize

Dalším problémem, který se zatím nepodařilo vyřešit, je zjištění detekce nehody tramvaje. Tramvaj během jízdy silně vibruje. IMU jednotky běžné využívané v automobilech proto nelze pro tramvaj využít. Náraz v těchto vibracích může prakticky zaniknout. Ani hluková čidla se v běžném provozu použít nedají. Navíc je tramvaj dlouhá desítky metrů a mnoho nehod je zaviněno nepozorností řidiče, který narazí do boku vozidla. Vše toto musí tramvaj bezpečně detekovat, aby nedošlo ke stavu, že po lehké kolizi na bok tramvaje to tramvaj nezaznamená a projede celou délkou podél kolidujícího vozidla a způsobí si tak větší poškození.

2.3 Závěr

Vývoj postupuje kupředu nevídanou rychlostí. Do projektů na automatizaci tramvají tečou stovky milionů primárně od soukromých investorů, ale momentálně začínají přicházet peníze i z dotací. Přes veškerou snahu je však pravděpodobné, že prvních plně automatických tramvají se nedočkáme ještě několik let viz. sekce Stále nevyřešené problémy.

2.4 Zdroje

1. První chytrá tramvaj v Plzni
2. Konec tramvajáků nehrozí
3. Tramvaj jezdila v Tampere
4. Konzultace s odborníkem