

# Autopilot\*

Samuel Švec

Slovenská technická univerzita v Bratislave  
Fakulta informatiky a informačných technológií  
`xsvecs@stuba.sk`

6.11.2021

## Abstrakt

Tento článok bude o tom ako funguje autopilot v lietadlách a taktiež pokrok v automobilovom priemysle. Rozoberie aj aktuálne chyby v softvéroch, ktoré môžu ovplyvniť spoľahlivosť a bezpečnosť autopilota a tým aj zastaviť používanie daného softvéru.

Kľúčové slová: autopilot, chyby, história, softvér

## 1 Úvod

Autopilot nie je v dnešnej dobe nový pojem. S autopilotom sa vieme stretnúť aj v našom bežnom živote, a to napríklad v leteckej či vodnej doprave. V oblasti automobilového priemyslu však nie je dostatočne autopilot využívaný. V súčasnej dobe niekoľko popredných firiem pracuje na vytvorení dokonalého automobilového autopilota, ako napríklad Tesla. Avšak, použitie autopilota prináša aj veľa hrozieb.

Základný problém, ktorý bol naznačený v úvode, je podrobnejšie vysvetlený v časti 2. Ďalej je to rozvinuté v časti 5.

## 2 Autopilot v leteckej doprave

### 2.1 História autopilota v letectve

Autopilot je technický systém, ktorý je počas prevádzky schopný zastúpiť človeka v riadení ovládaného objektu bez ďalšej ľudskej asistencie. Historicky prvý funkčný autopilot bol zostrojený v roku 1912 Lawrencom Sperryom, predstavený však bol verejnosti prvý raz až v roku 1914 a uvedený do prevádzky v lodnej doprave. [5] Na obr. 1 môžeme vidieť vynálezcu Lawrenca Sperryho.

---

\*Semestrálny projekt v predmete Metódy inžinierskej práce, ak. rok 2021/22, vedenie: Vladimír Mlynarovič



Obr. 1: Lawrence Sperry (naľavo) - prvý funkčný autopilot

## 2.2 Autopilot v lietadlách

V letectve sa často stretávame s pomenovaním AFCS.<sup>1</sup>Tieto systémy sú univerzálne používané v komerčnom letectve. Rozsiahle uplatnenie nachádzajú aj vo vojenskom a všeobecnom letectve, ale koncepcia voľného letu, v rámci ktorej bude v budúcnosti prebiehať plne automatický let, je v podstate zameraná na zníženie preťaženia dýchacích ciest, čo je situácia, ktorá ovplyvňuje najmä komerčné letectvo. Hoci lietadlá všeobecného letectva musia tiež pracovať v prostredí voľného letu, väčšina týchto lietadiel má buď iba manuálne riadiace systémy, alebo je inštalácia AFCS len základná. [1]

Hlavným účelom použitia AFCS je do určitej miery automatizovať lietanie lietadla, aby sa znížila pracovná záťaž pilotov (zvyčajne v určitej kritickej fáze letu), aby sa zachovala bezpečnosť letu. Čoraz častejšie sa AFCS používajú aj na zlepšenie základných letových vlastností lietadla (napr. na zabezpečenie dynamickej stability, aj keď bolo lietadlo navrhnuté ako staticky nestabilné), alebo na overenie základných výkonov lietadla v niektorých atmosférických podmienkach. Na dosiahnutie plne automatického letu bude potrebné, aby sa dosiahlo niekoľko dôležitých technologických a operačných systémových vývojov, ale vždy, keď sa to podarí, výsledný plne automatický systém bude fungovať prostredníctvom už vyvinutého AFCS. [2]

## 3 Autopilot v automobiloch

V nasledujúcej kapitole bude opísaný vývoj autonómnej jazdy v plne elektrických autách značky Tesla až po súčasnosť.

### 3.1 Počiatky autopilota v automobiloch značky Tesla

V roku 2014 bol predstavený prvý polo-autonómny autopilot. Bol to asistent parkovania, ktorý fungoval tak, že ovládal volať a jeho úlohou bolo vmanévrovať auto na parkovacie miesto, zatiaľ čo vodič mal na starosti ovládanie prídávateľ plyn a brzdiť automobil.

---

<sup>1</sup>Automatic Flight Control Systems - automatické systémy riadenia letu

Prvý autonómny autopilot predstavila automobilka Tesla v roku 2015. Autopilot vedel prebrať ovládanie vozidla. Autopilot sa staral o riadenie vozidla a taktiež oproti predchádzajúcej verzii autopilota aj o plynový a brzdový pedál. Avšak, vodič automobilu musel stále dávať pozor na premávku. Kvôli príliš vysokej dôvere autopilotu však dochádzalo k dopravným nehodám. Preto Tesla zakázala používanie tejto verzie autopilota.

Napriek tomu daná verzia autopilota bola schopná pomocou mobilnej aplikácie vyparkovať automobil z parkovacieho miesta a privieŕť auto k vodičovi bez zásahu vodiča. Tento systém sa nazýva *Summon*<sup>2</sup> a dodnes je Teslou podporovaný.

V roku 2016 nastal veľký prelov v autopilote od automobilky Tesla. Predstavili autopilota, ktorý dokázal stále dávať pozor na premávku okolo automobilu, zvládol riadiť automobil v jednoduchých dopravných situáciách, akou je napríklad dopravná zápch. [3]

### 3.2 Tesla Autopilot v dnešných dňoch

V súčasnosti je automobil schopný prebrať riadenie na diaľnici alebo aj zaparkovať bez zásahu vodiča. Tento systém je nazvaný *Parkseek mode*. Po vystúpení z auta nájsť voľné parkovacie miesto a zaparkovať. Následne ho pomocou mobilnej aplikácie jednoducho privolať k sebe.

Ďalšou novinkou je aj takzvaný Supercharger. Je to špeciálna možnosť automatického nabíjania. Auto sa odstaví pri stojan, ktorý sám pripojí nabíjací kábel. Na stanici Supercharger trvá nabitie batérie automobilu ohruba okolo 30 minút. [3]

## 4 Adaptívne riadenie distribuovaných aplikácií autopilota

Aj keď sa programovacie modely aj paralelné počítačové systémy naďalej rýchlo vyvíjajú, väčšina analýz výkonnosti zostáva založená na procese vyvinutom pred viac ako štyridsiatimi rokmi:

- *Aplikačné prístrojové vybavenie* - Aplikačný kód môže byť vybavený nástrojmi automaticky alebo manuálne vložením volaní do rutín knižnice nástrojov. Počas následného vykonávania knižnica nástrojov zaznamenáva príslušné údaje o výkone, vrátane počtu a časov vykonávania procedúr, slučiek a základných blokov.
- *Extrakcia údajov o výkone* - Po inštrumentácii sa zachytia údaje o výkone z jedného alebo viacerých vykonávaní programu. V ideálnom prípade tieto spustenia zahŕňajú vstupné údaje a výpočtové zdroje typické pre tie, ktoré sa vyskytujú v produkčnom prostredí.
- *Analýza a vizualizácia* - Po následnom spracovaní sa údaje o výkone vizualizujú a analyzujú, aby sa identifikovali úzke miesta výkonu aplikačného programu (napr. pomocou textových profilovacích nástrojov alebo vizualizačných systémov ako AIMS alebo Pablo)

---

<sup>2</sup>ovládanie automobilu aplikáciou mimo vozidla

- *Optimalizácia aplikácie* - Na základe merania a analýzy sa buď program upraví tak, aby sa zmiernili vnímané úzke miesta, alebo sa prispôsobia pravidlá runtime systému tak, aby lepšie zodpovedali požiadavkám na zdroje programu. [4]

#### 4.1 Softvérové komponenty autopilota

Oddelením merania výkonu, riadenia a rozhodovania umožňuje Autopilot systémovým dizajnérom nahradiť softvérové rozhodovacie postupy vizualizáciou v reálnom čase a interaktívnym riadením, keď rýchlosť zmien pripúšťa ľudskú kontrolu.

Akýkoľvek adaptívny riadiaci systém musí monitorovať príslušné stavy systému, určiť, aké zmeny sú potrebné, a tieto zmeny realizovať, aby sa splnili požadované ciele. Aby sa dynamicky optimalizovalo správanie aplikácií a behu systému pre distribuované výpočtové siete, systém adaptívneho výkonu s uzavretou slučkou musí zahŕňať niečo z nasledujúceho:

- *Distribuované senzory výkonu* - dokážu zachytiť údaje o výkone aplikácií a systému a generovať popisy požiadaviek na zdroje a metriky výkonu
- *Softvérové ovládače* - môžu povoliť a konfigurovať správanie aplikácií a zásady správy zdrojov
- *Rozhodovacie procedúry* - ako lokálne, tak aj globálne, na výber politik správy zdrojov a aktivovanie akčných členov na základe pozorovaných požiadaviek na zdroje aplikácií a systémových odoziev zachytených senzormi výkonu.
- *Rozhodovacie mechanizmy* - využívajú údaje z distribuovaných senzorov na vyváženie často protichodných optimalizačných cieľov
- *Distribuované menné servery* - podporujú registráciu vzdialených senzorov a akčných členov a požiadavky na senzory a akčné členy založené na vlastnostiach vzdialených klientov
- *Klienti senzorov a akčných členov* - interagujú so vzdialenými senzormi a akčnými členmi, monitorujú dáta senzorov a vydávajú príkazy akčným členom [4]

### 5 Chyby autopilota

V tejto kapitole budú opísané chyby autopilota.

### 6 Zhrnutie

#### Literatúra

- [1] Said D. Jenie and Agus Budiyo. Automatic flight control system. In *International Workshop on Software Factories, OOPSLA 2005*, Bandung, Indonesia, January 2006.

- [2] Donald McLean. Automatic flight control systems. *Measurement and Control*, 36(6), 2003.
- [3] Peter Navrátil. Vývoj a súčasnosť autopilotov tesly. In *International Workshop on Software Factories, OOPSLA 2005*, Brno, Česká republika, December 2017.
- [4] Randy L. Ribler, Jeffrey S. Vetter, Huseyin Simitci, and Daniel A. Reedl. Autopilot: Adaptive control of distributed applications. In *International Workshop on Software Factories, OOPSLA 2005*, Urbana, Illinois 61801, 2005.
- [5] Bc. Štefan Németh. Adaptívny letecký autopilot. <https://is.muni.cz/th/ces61/?lang=en>.