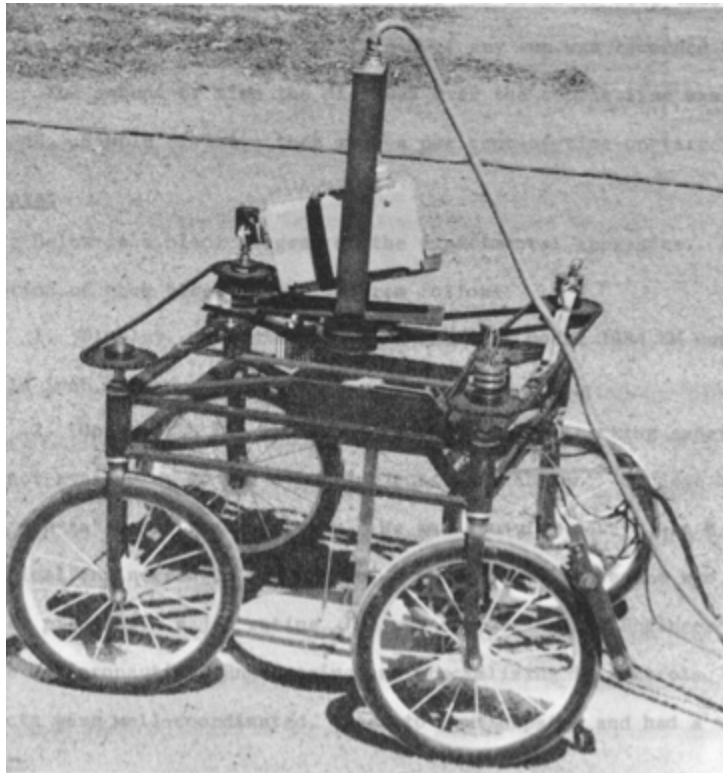


Stanford Cart



Západočeská Univerzita V Plzni
Katedra Kybernetiky
Semestrální práce - HKUI

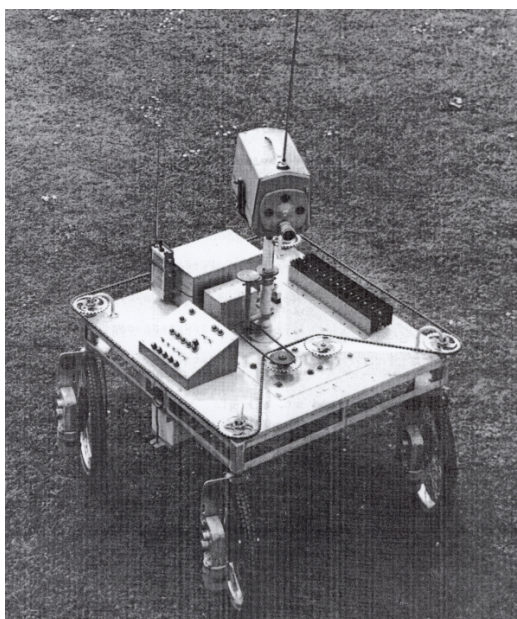
Matěj Duda
31. semestr
31. ledna 2024

1 Historie a rozvoj vozítka

1.1 Vznik a rozvoj v letech 1960-63

Vozítko Stanford Cart bylo původně vytvořeno studentem Jamesem L. Adamsem jakožto podpora k jeho výzkumu problematiky ovládní vozidla s použitím video informace. Adams pracoval na projektu NASA zvaný "Project Prospector", který postupoval s předpokladem že by se někdo na Zemi mohl pohybovat po měsíci prostřednictvím TV kamery na vozidle a radiového ovládní, Adams však tento předpoklad prokázal jako nepravdivý.

Vozítko bylo vybaveno čtyřmi koly s elektromotory televizní kamerou s fixovaně mířeným výhledem směrem vpřed a bylo poháněno auto-baterií. Původní testy zahrnovali řízení s dvěma koly a čtyřmi koly. Vozítko bylo ovládnáno pomocí rádiového spojení, ale aby se dal co nejdůvěrněji simulovat přenos signálu ze Země na Měsíc, bylo propojení ovládní a projekce na televizní displej s vozítkem provedeno pomocí dlouhého kabelu, kde se pomocí smyčky z magnetických pásek dalo vytvořit zpoždění přenosu signálu a tím simulované zpoždění v komunikaci mezi Zemí a Měsícem. Adams na základě testů prokázal že zpoždění (cca 2,5 sekundy) by znemožnilo spolehlivé řízení vozítka při rychlostech nad 0,3km/h.



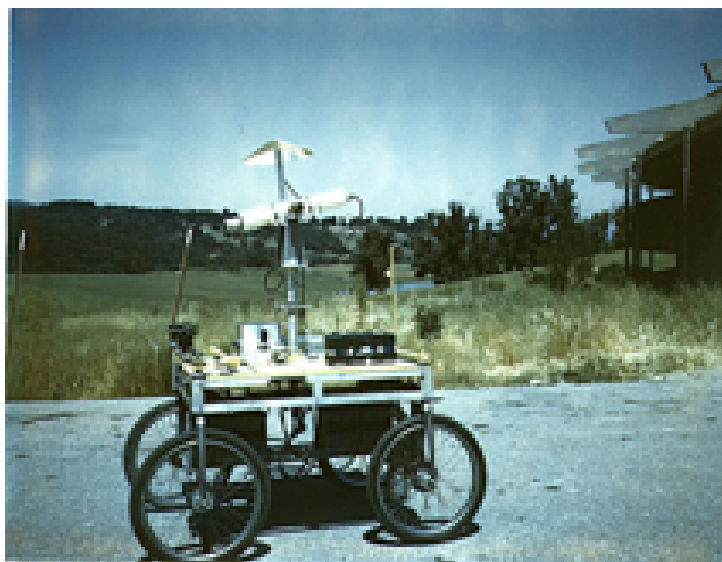
obr. 1: Stanford cart s radiovým spojením

Paul W. Braisted vliv tohoto nedostatku zredukoval přidáním analogového počítače předpovídající pozici vozítka na základě předchozích vstupů. Tímto zlepšením zvýšil maximální ovladatelnou rychlost na 8km/h. Zpoždění přenosu stále bylo větší než doba při které bylo vozítko vzdáleno od překážky což znamenalo nevyhnutelnou srážku s neviděnou překážkou.

Bezprostřední perspektiva využití této technologie byla odložena v důsledku oznámení prezidenta Johna F. Kennedyho z 12. září 1962 o americké pilotované misi na Měsíc.

1.2 Stanford cart jako Autonomní vozidlo

Do roku 1966 zůstalo vozítko nepoužito. Poté se ho ujal Les Earnest který s pomocí Rodneyho Smidta pracovali s vozítkem jako projektem vytvořit robotické vozidlo s vizuálním naváděním. Prvotní testy byli prováděny manuálním řízením lidským operátorem s vizuální reprezentací okolí vozidla složených z dat senzorů kamer vozítka. Přidáním procesoru KA10 schopný vykonat 0,65 milionů instrukcí za sekundů dokázal Smidt nechat vozítko následovat vysoce kontrastní bílou čáru na podlaze rychlostí 1,3 km/h.



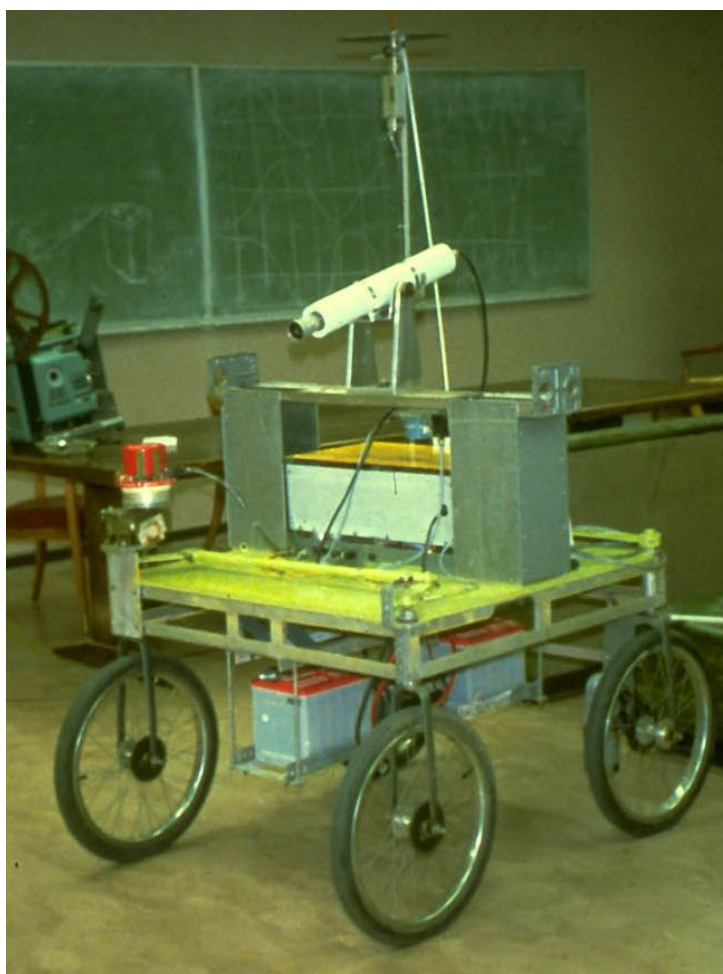
obr. 2: Autonomní Stanford cart

Stanford cart následující čáru:

https://archive.org/details/sailfilm_cart

V letech 1971-1980 se projektu chopil Hans Moravec který přišel do stanfordu pracovat na visuální navigaci. Společně s Victorem Sheinmanem vybavili vozítko posuvníkem posouvající kameru ze strany na stranu což umožnilo prohlédnout větší část prostoru bez potřeby pohybu vozítka. V této době bylo vozítko vybaveno procesorem KL10 který umožnil 2,5 milionů instrukcí za sekundu s čímž Moravec mohl využít multiokulární vidění pro pomalou navigaci kolem překážek.

Vozítko se pohybovalo po metrových úsecích s 10-15 minutovými pauzami na zmapování terénu/okolí a vytvoření trasy. v roce 1979 dokázal Stanford cart project skrz místnost plnou židlí za zhruba 5 hodin bez jakékoliv lidské pomoci.



obr. 3: Stanford cart vybavené posuvníkem

Stanford cart se stalo jedním z nejvíce dokumentovaných autonomním vozidlem v historii počínající jako dálkově ovládané vozidlo na měsíci přes vozidlo následující bílou čáru až po kompletně autonomní vozidlo. I přes limitace technologií své doby nakonec dosáhl Stanford cart úctyhodných výsledků. Jeho příběh končí v Mountain View počítačovém muzeu v Kalifornii, kde od roku 2011 je k vidění dodnes.



obr. 4: Novodobá interpretace Stanford cart

2 Zdroje

1. <https://cyberneticzoo.com/cyberneticanimals/1960-stanford-cart-american/>
2. <https://graphics.stanford.edu/~heathkh/scancart/>
3. <https://web.stanford.edu/~learnest/sail/oldcart.html>
4. <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA133207.pdf>