

# 3D zvaranie, jeho princíp, použitie a perspektíva do budúcnosti\*

Juraj Marcinech

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

5. November 2021

## Abstrakt

Cieľom článku bude zamerať sa na offline programovanie – generovanie pohybového programu robota prostredníctvom plánovania trajektórie a simulácie pohybu vo virtuálnom prostredí. Postupný prechod z 2D formátu na 3D - technológiou senzorov a offline programovaním, aby vytvorili inteligentný navigačný systém zvaracieho robota pre 3D zakrivené zvary. Nakoľko súčasný režim programovania vizuálneho navigovania zvaru je väčšinou 2D vnímanie, ktoré nedokáže priamo vykonávať presné určovanie polohy a modelovanie zložitých 3D zvarov. Preto je potrebné zvyšovanie presnosti a zlepšovanie strojového učenia. A je nevyhnutné aby robot mal schopnosť inteligentného vnímania aby získal potrebné informácie na spracovanie informácií, generovanie programu pohybu a prevádzku. A v neposlednom rade aj autonómne rozhodovanie medzi typmi zvarov a následne ich kontrola.

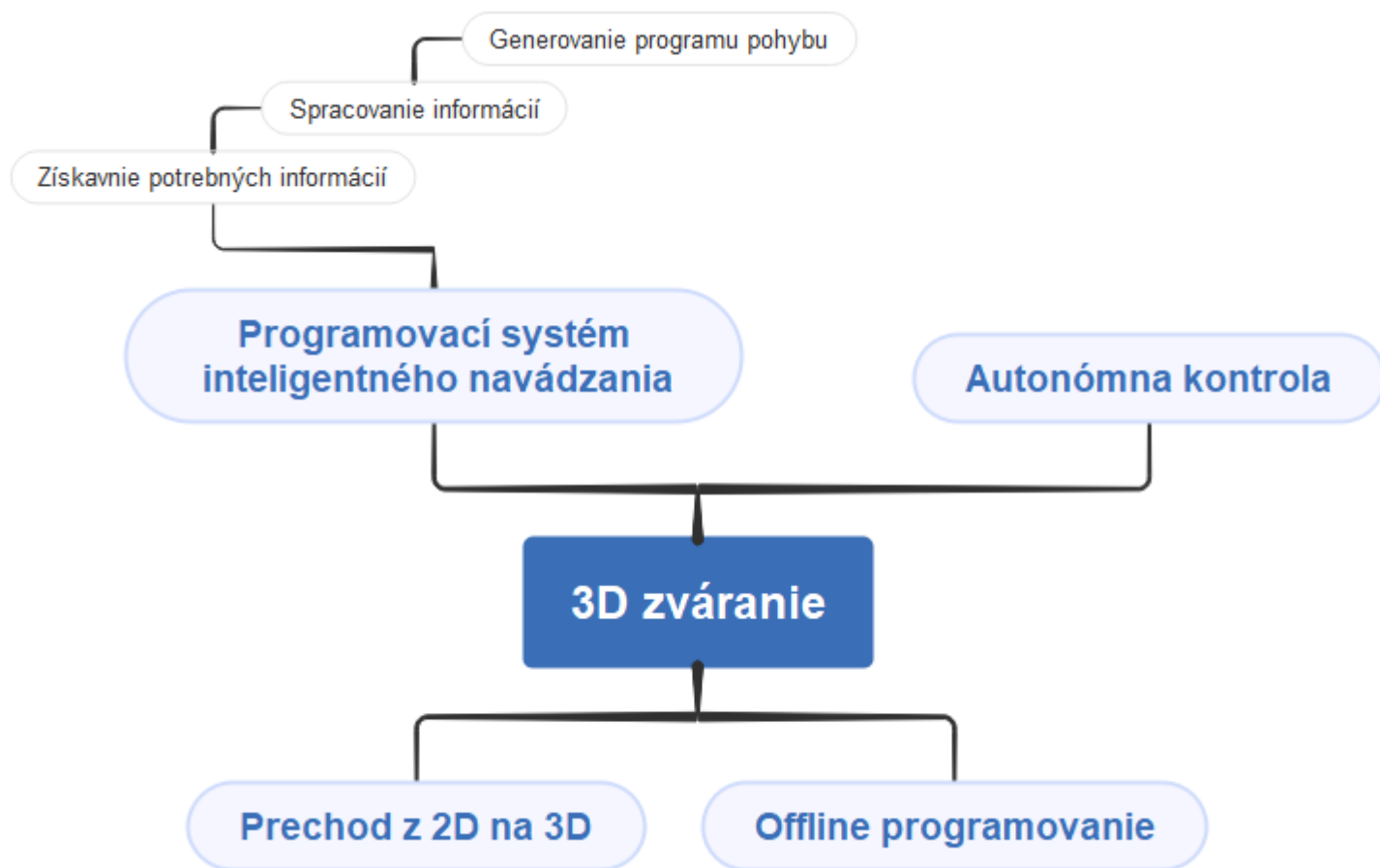
## 1 Úvod

V mojom článku by som sa chcel venovať 3D zvaraniu, jeho princípu, použitiu a perspektíve do budúcnosti. 3D zvaranie je téma z oblasti strojárstva, ale aj z oblasti modelovania softvérového inžinierstva, nakoľko bez vytvorenia modelov a dôkladnej analýzy by bolo nemožné dané problémy vyriešiť. V posledných rokoch išiel vývoj prudko dopredu, rovnako aj kvalita. Tento proces si ale vyžaduje veľké množstvo schopných programátorov, ktorí vedú kreatívne vyriešiť niekedy naozaj komplikované zvary. Celý tento automatizačný proces je veľmi dôležitý, nakoľko zvyšovaním kvality sa taktiež aj zvyšuje miera bezpečnosti daných produktov a ich trvácnosti. Perspektívou do budúcnosti je najmä sústredenie sa na vývoj a učenie umelej inteligencie, ktorá bude všetky úlohy vykonávať miesto programátorov a tak sa zredukuje počet chýb na minimum a kvalita bude ešte lepšia.

---

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

## 2 Myšlienková mapa



V myšlienkovej mape môžeme vidieť sekcie, ktorým sa bude článok venovať. Prvou sekciou bude Prechod z 2D na 3D (časť 3), kde bude opísaná problematika operácií v trojrozmernom priestore. V sekcii Offline programovanie (časť 4) sa budeme venovať ako toto programovanie funguje, porovnáme jeho výhody a nevýhody a porovnáme ho s umelou inteligenciou. Programovací systém inteligentného navádzania (časť 5) [2] pozostáva z podsekcí, v ktorých sa budem venovať získavaniu informácií, ich spracovaniu a následne generovaniu programu pohybu. V tejto sekcii a daných podsekcích bude opísaný princíp automatizácie a perspektíva používania umelej inteligencie do budúcnosti. Po exekúcii programu je následne potrebná kontrola kvality vykonaných operácií, ktorým sa bude venovať sekcia Autonómna kontrola [2] (časť 6).

### 3 Prechod z 2D na 3D

V súčasnosti väčšina robotov a strojov funguje na princípe offline programovania (viď 4), teda "klasickým" spôsobom - programátorom dopredu vytvorený program je spustený a robot alebo stroj dané kroky vykoná. Takto to funguje pri 2D a aj 3D formáte, akurát s tým rozdielom, že pri 3D je program zložitejší a ťažší na exekúciu. Samotný prechod by nebol až taký náročný, problém však nastáva, pokiaľ chceme implementovať umelú inteligenciu na zabezpečenie tohoto procesu, pretože učenie umelej inteligencie sa uskutočňuje priamo v procese. [2] To znamená, že umelá inteligencia sa učí rozoznávať, kedy spravila operáciu dobre a kedy nie. Tento proces je veľmi náročný vo viacerých sférach, no vyzdvihol by som najmä tieto - čas, finančná náročnosť a v neposlednom rade zručnosť programátorov.

### 4 Offline programovanie

Využíva sa najmä v robotickom výskume, inými slovami to môžeme nazvať i simuláciou. Ide o uistenie sa, že program vykonáva všetky operácie korektne ešte pred spustením na reálnom robotovi, aby sa predišlo zbytočným škodám. Niektoré simulátory dokonca umožňujú zadanie CAD modelu a systém automaticky vygeneruje trajektórie robota (viď 5.1), čo môže ešte viac zvýšiť efektivitu programovania. [2]

Výhody:

- Zníženie prestojov potrebných na programovanie robota, nakoľko robot musí byť zastavený iba počas sťahovania a testovania nového programu.
- Jednoduché testovanie mnohých rôznych prístupov k rovnakému problému, čo by bolo pre online programovacie metódy neefektívne.

Nevýhody:

- Virtuálne modely (pravdepodobne) nikdy nebudú schopné reprezentovať skutočný svet so 100% presnosťou. Po aplikovaní programu na skutočného robota môže byť potrebné zmeniť programy.
- Hoci offline programovanie znižuje prestoje robota, na druhej strane niekto musí venovať viac času vývoju simulácie, ako aj jej testovaniu na robotovi.

[1]

### 5 Programovací systém inteligentného navádzania

[2]

#### 5.1 Získavanie potrebných informácií

Skenovanie zväracích dielov je nevyhnutnou podmienkou pre inteligentné programovanie zväracieho robota. Senzorom sa meria povrch zvaru a následne sa

získavajú príslušné údaje potrebné na ďalšie vyhodnotenie. [2] Existujú dve metódy skenovania: jednou je "manual teaching scanning", druhou je skenovanie extrahovaním dráhy skenovania z 3D modelu zváraných dielov. Prvá metóda je väčšinou realizovaná pomocou pevného počiatočného bodu, orientácie, intervalu skenovania a časov skenovania. Hoci táto metóda nemôže priamo naučiť trajektóriu skenovania, tak je jednoduchá a pohodlná na ovládanie. Druhá metóda využíva SolidWorks (softvér na premietanie 3D dielov a simulácie) pre sekundárny vývoj a na realizáciu extrakcie bodov z dráhy skenovania 3D modelu dielov. Následne podľa extrahovanej dráhy navádza robota pri skenovaní. Táto metóda je vhodná najmä pri skenovaní komplexnejších a zložitejších tvarov. [2]

## **5.2 Spracovanie informácií**

## **5.3 Generovanie programu pohybu**

# **6 Autonómna kontrola**

[2]

# **7 Záver**

Niečo zmysluplné, sumarizácia článku.

## Literatúra

- [1] Alex Owen-Hill. What are the different programming methods for robots? <https://blog.robotiq.com/what-are-the-different-programming-methods-for-robots/>, 2016.
- [2] Bo Zhou, Yi Rong Liu, Yao Xiao, Rui Zhou, Ya Hui Gan, and Fang Fang. Intelligent guidance programming of welding robot for 3d curved welding seam. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9380906/>, 2021.