

## 3D robotické navařování s využitím hloubkové mapy

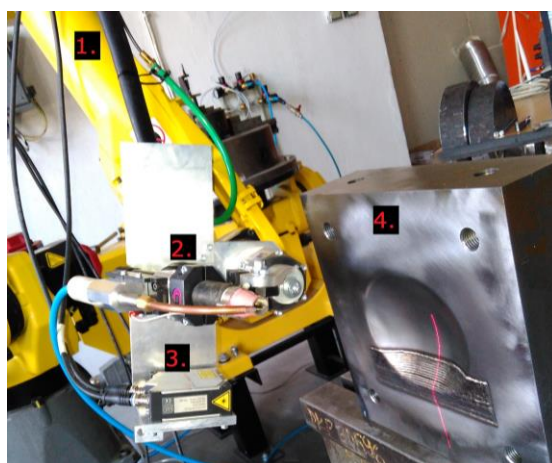
Michal Chaluš<sup>1</sup>

### Úvod

Robotická pracoviště pro svařování a obecně opracování obrobků se nachází téměř v každém větším sériovém provozu průmyslových firem. Tyto systémy přináší vysokou přesnost, rychlost, efektivitu a spolehlivost. Postupně dochází k integraci těchto pracovišť i do středních a menších provozů, kde se ovšem zvyrazňuje jejich zásadní nevýhoda. Dráhu robota je nutné předem definovat. V provozech, kde dochází k časté změně výrobního procesu a nutnosti přeprogramování trajektorie procesní hlavy, může čas na úpravu procesu mnohdy dosahovat až 90 % celkového času pro zpracování dané zakázky. Pracoviště se tak doplňují dalšími sensory pro automatizaci této úlohy (Pérez et al., 2016). Se stejným problémem se potýká i firma LaserTherm spol. s r.o., se kterou byla navázána spolupráce pro vytvoření univerzálního kognitivního modulu. Cílem jeho funkcí je umožnit vytvoření 3D modelu pracovního prostoru robota, se kterým by obsluha mohla interaktivně pracovat a zvolit nastavení pro automatické robotické svařování dle konkrétně prováděného procesu. Ukázka některých funkcí kognitivního modulu bude představena na následující realizované aplikaci.

### Automatické vyvaření kavity

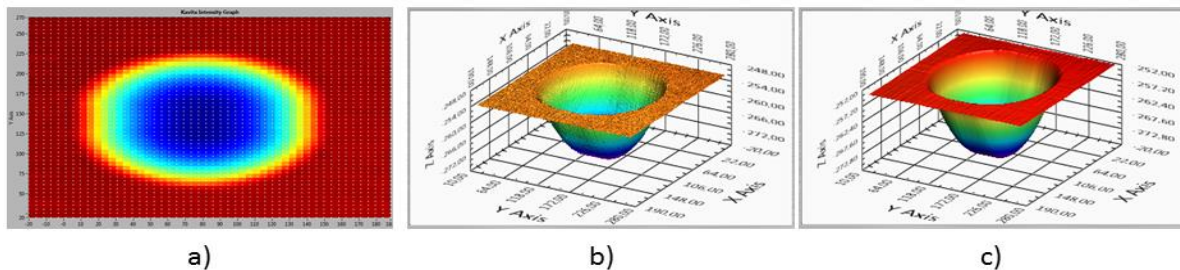
V tomto případě je kognitivní modul využit pro opravu povrchových trhlin materiálu. V místě trhliny se vyfrézuje tzv. kavita, která se postupně vyvařuje pomocí housenek (Obrázek 1). To probíhá skládáním housenek vedle sebe a na sebe, dokud nedojde k vyvaření celé kavity (řádově stovky housenek). V navařeném materiálu se nesmí objevit žádné póry, takže je nutné definovat dráhu svařovací hlavy velmi přesně pro každou unikátní housenku.



**Obrázek 1:** Robotické pracoviště pro vyvaření kavity: 1 – robot, 2 – TIG svařovací hlava, 3 – laserový profilometr, 4 – kavita.

<sup>1</sup> student doktorského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Kybernetika, e-mail: chalus@ntis.zcu.cz

Ručním programováním každé housenky by proces trval několik týdnů. Proto byl připraven automatický řetězec, který tuto problematiku řeší. Nejprve kognitivní modul vytvoří hloubkovou mapu kavity pomocí skenování jejího povrchu laserovým profilovým skenerem. Ten měří data ve 2D, jež je možné pomocí znalosti polohy sensoru v souřadnicovém systému robota převést do 3D prostoru. Nad povrchem kavity je zadefinována rovina  $XY$ , v níž je zvolena síť bodů, pro které se postupně aktualizují hodnoty hloubky v ose  $Z$  na základě polohování sensoru nad kavitou s proměnnou orientací. Výhoda reprezentace pomocí hloubkové mapy je možnost využití funkcí pro zpracování obrazu, například vyhlazení, viz Obrázek 2. Trajektorie housenky může být ručně zvolena uživatelem v  $XY$  rovině hloubkové mapy nebo pomocí automatického posunu. Zvolená křivka v hloubkové mapě je rozdělena vybraným počtem bodů, které jsou přepočteny do 3D prostoru a interpolovány pro zaručení plynulosti. Trajektorie je pak převedena do řídicího kódu dané robotické platformy dle požadavku na technologii navařování (výška, orientace, rychlost svařovací hlavy atd.). Kognitivní modul navíc umožňuje celý proces monitorovat pomocí rozdílu po sobě jdoucích naskenovaných hloubkových map, protože dle jejich rozdílu lze ověřit množství navařeného materiálu i geometrické rozměry housenky.



**Obrázek 2:** Konstrukce 3D modelu kavity: a) Hloubková mapa s vybranou mřížkou v  $XY$  rovině (bílé body), b) hrubý 3D model, c) vyhlazený 3D model.

## Závěr

V příspěvku byly popsány některé z funkcí vyvíjeného kognitivního modulu v úloze oprav povrchových trhlin v materiálu, jehož hlavní doménou je zautomatizování a zefektivnění celého procesu. 3D model součásti založený na hloubkové mapě z dat laserového profilového snímače umožní uživateli ručně nebo automaticky navrhovat a korigovat trajektorii svařovací hlavy. V dalším vývoji u těchto konkrétních funkcí kognitivního modulu bude snaha zpřesnit 3D model obrobku pro využití laserové technologie svařování. Řešena bude především kalibrace nástrojů (svařovací hlava, sensor) uchycených k přírubě robota, protože ta má největší vliv na přesnost systému.

## Poděkování

Příspěvek byl podpořen projekty PUNTIS - LO1506 a SGS-2016-031.

## Literatura

Pérez, L., Rodríguez, Í., Rodríguez, N., Usamentiaga, R. and García, D.F. (2016) „Robot Guidance Using Machine Vision Techniques in Industrial Environments: A Comparative Review“, *Sensors* 2016, 16, 335.