



## 3D vidění v oblasti robotického laserového zpracování materiálů

Michal Chaluš<sup>1</sup>

### 1 Úvod

Tento příspěvek slouží k ukázce začínající spolupráce s firmou LaserTherm spol. s r.o. Ta se zabývá zejména laserovým zpracováním materiálů pomocí robotických manipulátorů, viz Obrázek 1. Jedná se například o laserové kalení funkčních ploch licích a lisovacích forem nebo o laserové svařování různých typů materiálů.



**Obrázek 1:** Vlevo robotický manipulátor s laserovou hlavicí. Vpravo ukázka formy určené pro laserové kalení hran.

Laserové zpracování pomocí robotických manipulátorů má velké přínosy ve kvalitě, výkonnosti a spolehlivosti. Další výhodou je i efektivita automatického provozu, která se ale vytrácí ve chvíli, kdy se nejedná o sériový proces jako v případě firmy LaserTherm. Opracovávané formy jsou často v jednotkách kusů. Trajektorie, jež musí být projety laserovou hlavicí, mívají velmi složité tvary, které musí být operátorem ručně naprogramovány, což zabírá až 90 % celkového času.

Naším cílem je vyvinout systém, který by byl schopen automaticky detekovat pracovní prostor robota za pomoci hrubého 3D skenování. Na jeho základě s interakcí uživatele by byly detekovány hledané tvary (střížné hrany, svary apod.), které by byly proměřeny detailněji. Dle technologických požadavků na laserové opracování trajektorie bude nakonec vygenerován řídicí kód pro robota. Tento problém přináší několik dílčích úkolů. V tomto příspěvku jsou popsány možnosti 3D vidění v pracovním prostoru robota.

### 2 Optické vidění

Existuje mnoho možností pro získání 3D modelu povrchů forem, obrobků atd., které se využívají především pro zpětnou kontrolu. V úloze robotického laserového svařování se předpokládá využití optických bezkontaktních metod pracujících hlavně na těchto principech:

- Triangulace – nejpoužívanější technika v současné době.

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

- Aktivní – na základě geometrie v triangulačním trojúhelníku mezi zdrojem paprsku, objektem a snímačem je získána vzdálenost objektu.
- Pasivní – využívá principu lidského zraku za pomoci snímků z kamer v různých polohách.
- Interferometrie – založena na principu interference koherentního záření, které bylo vysláno ze světelného zdroje a odraženo od referenčního a měřeného objektu.
- Time of flight – měření doby letu světelného paprsku od zdroje k objektu a zpět.

Jak již bylo výše zmíněno, systém by měl fungovat na principu hrubého skenování celého pracovního prostoru robota, na jehož základě by pak došlo k přesnějšímu skenování pouze částí, které budou laserově opracovány. Jelikož daný systém by měl být i komerčně využitelný, je zde kladen požadavek na co nejnižší náklady. Z tohoto důvodu byl pro první testování vybrán senzor Microsoft Kinect Xbox 360 pro hrubé skenování. Jedná se o snímač určený především pro interaktivní hraní her, který je vybaven kamerou, infračerveným zdrojem a snímačem pro získání hloubkové mapy a polem reproduktorů. Svoji funkčností a finanční dostupností ale získal rychle i oblibu ve výzkumné části, například pro sledování lidského těla nebo pro navádění robota v prostoru. V tomto případě je plánováno využití hloubkové mapy, která bude zaznamenána z několika pohledů. Všechny body vytvoří tzv. point cloud (mračno bodů), ze kterých se pomocí polygonální sítě zrekonstruuje povrch objektu. Problémem je ale přesnost snímače, která se bez kalibrace pohybuje i v řádu centimetrů, a různá odrazivost materiálů. Druhou možností se jeví využití tzv. Kinect Fusion, který aktualizuje rekonstruovaný 3D model s nově přichozími daty z hloubkové mapy, viz Izadi et al. (2011).

Pro přesné skenování byl testován snímač scanControl 2700-100 od firmy Micro-Epsilon, což je 2D skener využívající triangulace. S tímto senzorem byla vyzkoušena detekce svaru dvou rovnoběžných plechů.

### 3 Závěr

Vývoj tohoto systému je teprve v počátku a jsou identifikovány první možnosti, které by se mohly využít. Pro začátek spolupráce byl vybrán dílčí úkol svařování plechů s offline a online detekcí svaru, která by byla využitelná zejména při delších svarech, kde tepelným zpracováním dochází k posunům původní trajektorie.

### Poděkování

Příspěvek byl podpořen grantovým projektem SGS-2013-041.

### Literatura

- Izadi, S., Kim, D., Hilliges, O., 2011. KinectFusion: Real-time 3D Reconstruction and Interaction Using a Moving Depth Camera. *ACM Symposium on User Interface Software and Technology, Santa Barbara.*
- Tzyh-Jong, T., Shan-Ben Ch., Gu F., 2011. *Robotic Welding, Intelligence and Automation. Springer Science & Business Media, Berlin.*