

Automatické svařování pивních tanků

Michal Chaluš¹

1 Úvod

Příspěvek je ukázkou spolupráce s firmou LaserTherm, která se zabývá laserovým opracováním obrobků pomocí osazených laserových hlav na šestiosých robotech. Využití laserové technologie přináší velké výhody z pohledu kvality procesu, ovšem vyžaduje vyšší nároky na přesnost plánování trajektorie procesní hlavy v rámci desetin milimetru oproti například svařování elektrickým obloukem, kde je tolerance polohování v milimetrech. Hlavním důvodem navázané spolupráce bylo do té doby nutné ruční programování trajektorie, jenž je v menších provozech velmi neefektivní. Dochází zde totiž k častějšímu střídání obrobků a s tím souvisejícímu nutnému přeprogramování trajektorie, které v některých případech může být časově velmi náročné. Navíc se naprogramovaná trajektorie nemusí shodovat pro obrobky stejného typu kvůli geometrickým chybám či nekvalitnímu upínacímu přípravku. Proto jsou k procesním hlavám přidávány kamery, profilové snímače či jiné sensory pro automatickou detekci trajektorie Laiping et al. (2004). Tyto naváděcí systémy jsou obecně pojmenovány jako *seam tracking systems (ST)*. V následujícím textu bude představen jeden z vyvinutých systémů pro svařování pивních tanků.

2 Popis systému

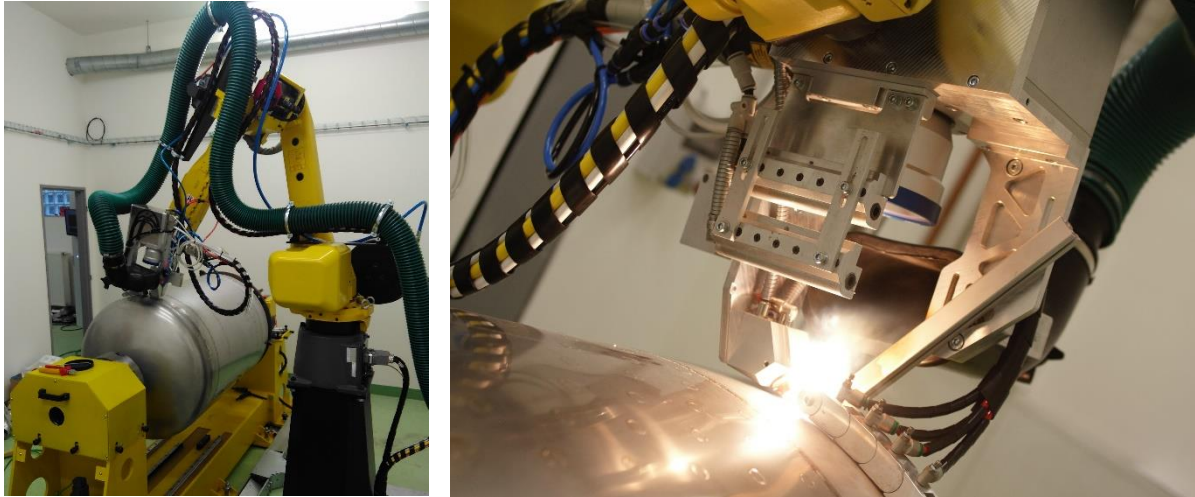
Úkolem systému je svařit dva typy svarů na pивním tanku, který je uchycen v jednoosém polohovadle. Obvodové svary na začátku a konci tanku jsou svařovány otáčením polohovadla a korigováním laserové hlavy osazené na přírubě robota v rovině výchozí polohy na základě detekce místa spoje profilovým snímačem. Podélné svary jsou naopak svařovány pouze pohybem laserové hlavy, takže je zde nutné řídit všech šest stupňů volnosti.

Systém se skládá z několika částí, které spolu musí komunikovat. Hlavním řídicím prvkem je PLC, které zajišťuje běh celého systému na základě interakce s uživatelem. PLC dle zvoleného režimu obsluhou nastaví důležité parametry pro svařovací laserovou hlavou, kterou pomocí robota přesune do počáteční polohy pro proces včetně natočení tanku v polohovadle. Dále pak PLC předá řízení její vyvinuté naváděcí aplikaci ST s parametry pro zvolený typ svaru. Ta kromě komunikace s PLC musí ovládat také nastavení a sběr dat z profilového snímače pro detekci spoje a samozřejmě musí také ovládat robota s polohovadlem. ST obsahuje mnoho dílčích úkolů, z nichž nejdůležitější budou představeny.

Kritickou úlohou pro přesnost navádění ST je prvotní kalibrace nástrojů uchycených na přírubě robota. Každý nástroj má svůj tzv. *tool center point (TCP)*, který má definován svůj vlastní souřadný systém a který kontroler robota řídí do zapsané pozice vzhledem k básovému souřadnému systému robota. Defaultně se TCP nachází na středu příruby, ovšem přidáním nástroje je nutné určit transformaci mezi defaultním TCP a TCP nástroje (sensor, laserová hlava). V kontroleru robota existují standartní metody pro kalibraci nástroje, jež jsou však vhodné pro fyzicky dostupný TCP jako hrot bodové svářečky. U sensoru či laserové hlavy jejich

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

TCP však „visí ve vzduchu“, takže použití těchto metod je pouze přibližné. To by však znamenalo nepřesné přenesení polohy detekovaného spoje v souřadném systému sensoru do korekce polohy v souřadném systému laserové hlavy. Proto byla vyvinuta a použita metoda na základě *hand-eye kalibrace*, jež využívá pro nalezení transformační matice sensoru vyhodnocení dat ze snímaného kalibračního objektu v různých pozicích, viz Chaluš a Liška (2018).



Obrázek 1: Systém pro svařování pivních tanků (vpravo detail hlavy).

Další důležitou částí ST je detekce místa spoje na základě snímaného profilu ze sensoru uchyceného před laserovou hlavou. Kromě určení pozice je zde nutné nalézt také šířku spoje, aby dle toho mohla být řízena rychlost podávání drátu. Data i následně vypočtené pozice spoje v souřadnicovém systému robota je nutné vzhledem k různým odleskům a dalším chybám filtrovat v několika krocích.

Poslední zmíněnou úlohou ST bude generování trajektorie pro laserovou svařovací hlavu, které je nutné rozlišovat dle typu svaru. Pro obvodové svary se poloha laserové hlavy koriguje pouze výškově a ve výchylce kolmo ke spoji. Detekovaný spoj určuje korekci polohy pro konkrétní místo tanku před laserovou hlavou, jež je nutné dát do souvislosti vzhledem k aktuálnímu natočení polohovadla a pozicím TCP laseru a sensoru. Do kontroleru robota pak musí být vypočtená korekce odeslána až ve chvíli, kdy se místo z pod sensoru opravdu přesune pod laserovou hlavu. Naopak pro podélný spoj se prokládá přímka skrze nalezené spoje v určitém okolí od aktuální pozice laserové hlavy, pomocí níž jsou pak následující pozice hlavy korigovány ve všech šesti osách pro požadovanou pozici a natočení TCP laseru vůči materiálu.

Vyvinutý automatický naváděcí systém postupně úspěšně nahrazuje ruční výrobu pivních tanků zejména díky kvalitě a rychlosti procesu.

Poděkování

Príspevek byl podpořen grantovým projektem SGS-2019-020.

Literatura

Laiping, L., Shanben, C. and Tao, L. (2004) 3D vision technology and its application in welding. *ICARCV 2004 8th Control, Automation, Robotics and Vision Conference*. Kuming, China, pp. 190-198.

Chaluš, M. and Liška, J. (2018) Calibration and using a laser profile scanner for 3D robotic welding. *Int. J. Computational Vision and Robotics*, Vol. 8, No. 4, pp. 351-374.