

MOŽNOSTI GENEROVANIA DRÁH NA ROBOTIZOVANEJ LAKOVACEJ LINKE POMOCOU PAINTING POWERPAC

Ing. Peter Marcinko, PhD.

Katedra výrobnéj techniky a robotiky,
Strojnícka fakulta, Technická univerzita,
Park Komenského 8, Košice
e-mail: peter.marcinko@tuke.sk

Abstract

For the needs of its customers, ABB created the Painting PowerPac, which is designed for programming robots in the paint shop. In addition, it allows you to modify, optimize and of course create new programs. Creating a program consists of several steps. First, it is necessary to select the surface to be sprayed, the tool and some parameters depending on the task. Once configured, the programmer can generate the path and optimize it for better performance and reduce the risk of errors.

Key words: painting, robotized workplace, path

ÚVOD

Monitorovaním procesov doplnok umožní zobrazit' približné informácie o spotrebe farby. Naskytuje sa tiež upraviť rýchlosť a efektivitu procesu, ako aj skontrolovať čas cyklu pred začatím výroby alebo pred vykonaním zmien na lakovacej linke [1].

Na vyriešenie problému s polohovaním je možné použiť niekoľko stratégií. Napríklad pohybovaním robota alebo obrobkom, kým nebudú k dispozícii všetky polohy, aby sa mohli skontrolovať a optimalizovať rozloženie náterových vrstiev. Okrem toho je tu automatická detekcia kolízií medzi dielami v rovnakých vrstvách alebo s objektom, ktorý sa má lakovať. Predíde sa tak potenciálne nákladnému poškodeniu zariadenia. Vizualizácia nástreku pri modelovaní pomáha určiť najlepšie parametre lakovania pre daný tvar, ktorý sa má nalakovať. Okrem toho je možné otestovať kompletnú výrobnú dávku s rôznymi modelmi a farbami. Je tiež k dispozícii na simuláciu udalostí, ako je zastavenie dopravníka, aby sa zabezpečila produkcia v reálnom čase a vyhodnotila sa spoľahlivosť programov [2].

Kvôli automatickému generovaniu cesty to nie vždy dopadne ideálne a musí sa upravovať, samozrejme, prostredie na to má nástroje a nevyžaduje si veľa úsilia. Avšak, aj pri použití automatickej optimalizácie cesty, potom si nie vždy vyberie tú najlepšiu možnosť a musí sa cesta spracovať v ručnom režime.

NÁVRH LAKOVACEJ LINKY

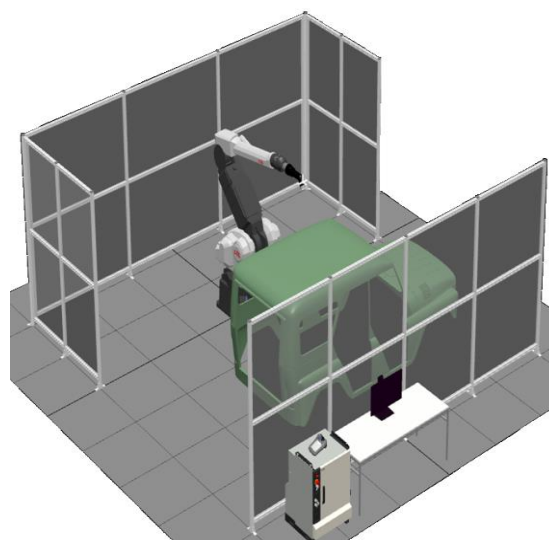
Tento príspevok sa zaoberá návrhom robotickej stanice s použitím Painting PowerPac. Toto pracovisko pozostáva z nasledujúcich komponentov:

- robot IRB 5400 a atomizéra,
- riadiaci systém,
- karoséria automobilu,
- bezpečnostné zariadenia a vizuálne doplnky.

Na testovanie Painting PowerPac bola vybraná karoséria auta, pretože má veľkú pracovnú plochu s rôznymi zaobleniami atď. Karoséria má tieto rozmery: 3694 mm na dĺžku, 1766 mm na šírku a 1500 mm na výšku.

Na vykonanie samotnej úlohy bol vybraný robot IRB 5400, konkrétne zvýšený typ, na zvýšenie svetlej výšky a tým lepší dosah. Tento typ robota bol zvolený s ohľadom na potrebné vlastnosti [3].

Pre lakovanie karosérie, prostredie RobotStudio ponúka výber rozprašovača ROBOBEL 926 s rôznymi dĺžkami. Na ovládanie robota bolo rozhodnuté zvoliť IRC 5 a flex pendant. Vizuálne komponenty ako monitor boli tiež modelované a pridané na monitorovanie procesu. Na ochranu robotickej stanice pred nekvalifikovanými pracovníkmi z bezpečnostných dôvodov boli použité kovovo-sklenené ploty bez otvorov. Tento plot umožňuje zamestnancom a programátorom pozorovať proces a zároveň byť chránený pred leptajúcimi čiastočkami farby a pod. Obr. 1 zobrazuje plne vybavenú robotickú stanicu [4].



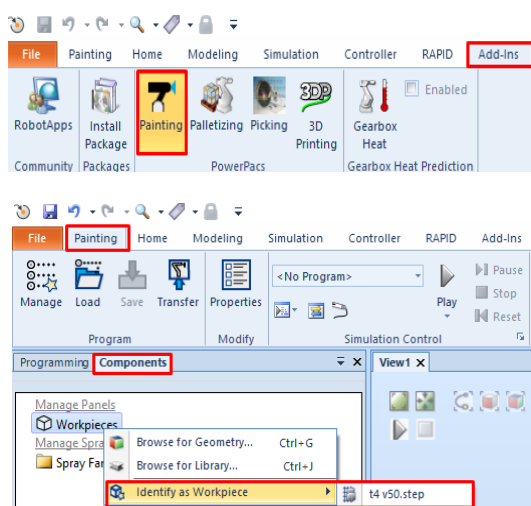
Obr. 1 Robotická lakovacia stanica

PAINTING POWERPAC

Programovanie pomocou Painting PowerPac prebieha v niekoľkých krokoch. Najprv je potrebné nakonfigurovať pracovisko, vybrať robota a vytvoriť virtuálny kontrolér, v tomto prípade je to IRB 5400, do robota je treba vybrať koncový efektor (ROBOBEL 926) a pripojiť ho ku koncovému členu robota, potom namodelovať a importovať súčiastku na spracovanie, pre tento typ pracoviska sa vybrala karoséria auta. Nakoniec sa vložia vizuálne komponenty ako riadiaci systém, monitoring a bezpečnostný plot [5].

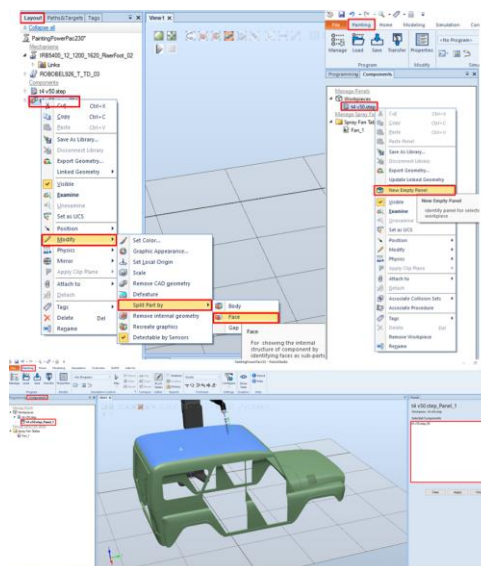
Po dokončení návrhu pracoviska možno prejsť k samotnému programovaniu, ktoré prebieha vo viacerých krokoch. Najprv je potrebné prejsť na záložku "Add-Ins" a aktivovať Painting PowerPac. Vynechaním tohto kroku nie je možné pokračovať.

V okne, ktoré sa otvorí, je možné stiahnuť hotový program pomocou funkcie "Load" alebo vytvoriť nový, na vytvorenie nového programu je potrebné určiť povrch súčiastky, na tento účel sa musí vybrať záložka „Components“ a identifikovať importovanú karosériu. Tiež v tom istom okne treba otvoriť tabuľku farieb kliknutím na "New Spray fan" [6].



Obr. 2 Identifikácia importovanej karosérie

Po identifikovaní karosérie, sa vyberie rovina ktorá sa má spracovať. Aby to bolo možné, najprv sa rozloží súčiastka na všetky možné roviny, kliknutím pravým tlačidlom myši na diel, sa vyberie funkciu „Split Part by Face“ a rozdelí sa karoséria na všetky možné povrchy. Ďalej treba vytvoriť nový panel a vybrať rovinu na spracovanie, je možné si vybrať jednu alebo viac rovín. Pre efektívne prevedenie sa rozhodlo vybratie strechy auta. Dôvodom je skutočnosť, že strecha je pomerne veľká, so zaoblením a rovnomernosťou, čo otestuje schopnosť generovať dráhu pomocou doplnku Painting PowerPac. Obr. 3 zobrazuje podrobný postup vytvárania roviny na spracovanie.



Obr. 3 Rozdelenie karosérie na partiálne časti

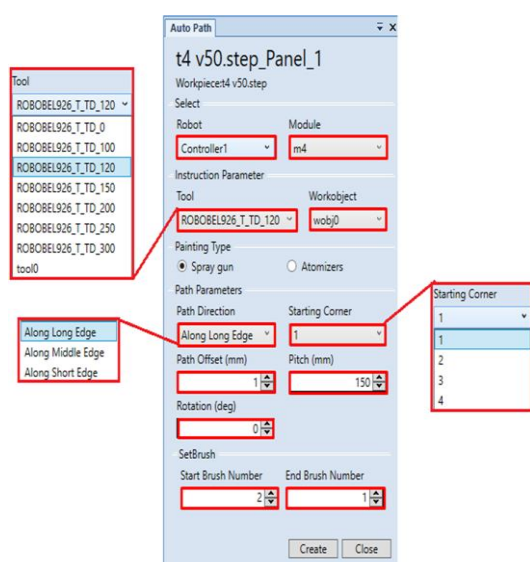
Ďalším krokom je nastavenie cesty. Na začiatok sa prejde do okna „Programovanie“ a vytvorenie nového modulu, v ktorom sa bude nachádzať vytvorená cesta.

Ďalej sa v predchádzajúcej záložke kliknutím pravým tlačidlom myši na panel, vyberie funkcia „Auto Path“, po ktorej sa otvorí okno, v ktorom je možné nakonfigurovať generovanie potrebnej cesty [7].

V otvorenom okne, ktoré je zobrazené na Obr. 4, je niekoľko funkcií, ktorými sa nastavujú viaceré parametre. Prvá funkcia je vhodný výber „Robot“, umožňuje vybrať vytvorený virtuálny kontrolér, ktorý sa má pre danú úlohu naprogramovať. V ďalšom okne "Module" sa vyberie tzv. modul, ktorý sme sa vytvoril skôr a tento modul bude obsahovať vygenerovanú cestu pre vybraný kontrolér. V okne „Tools“ je potrebné vybrať nástroje, ktoré budú pri aplikácii použité, môžu sa vybrať nástroje, ktoré ponúka prostredie, alebo vlastné predpripravené. Pre túto úlohu bolo rozhodnuté zvoliť "ROBOBEL 926" s rozsahom 120 mm. V okne „Workobject“ sa vopred vyberie pracovný objekt, ktorý bol vytvorený alebo možno vybrať navrhnutý prostredím. Ponúka sa tu veľa možností a však je vhodné vybrať ponúkaný Workobject, aby sa predišlo posunutiam vzťažného nulového bodu, ktorý vzniká otvorením novej stanice.

Pri zmene Workobjectu je nutné dbať nato, aby tieto nulové súradnice boli zhodné. V prípade, že sa stanica nakonfiguruje nesprávne RobotStudio zmení polohy a dráhy bude nemožné odsimulovať, resp. vyskočí chybová hláška: „Position outside reach“. V tomto prípade nastávajú viaceré možnosti ako problém napraviť. Väčšinou postačuje zosúladienie Workobjectov. V okne "Painting Type" je možné si vybrať typ nástroja, sprej alebo atomizér.

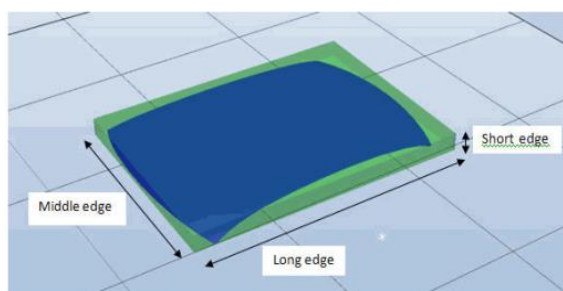
Podľa výberu nástroja závisí ako sa bude generovať cesta, pre toto pracovisko bolo rozhodnuté zvoliť striekaciu pištoľ (Spray Gun). V poslednej časti nastavenia sa nachádza „Path Parameters“ a v tomto okne je možné naviť viaceré hodnoty ako napr.: Path Direction, Starting corner, SetBrush a mnoho ďalších. Skúšaním rôznych nastavení je možné získať želaný výsledok a získať tak vhodnú simuláciu procesu lakovania [8].



Obr. 4 Nastavenia AutoPath

KONFIGURÁCIA

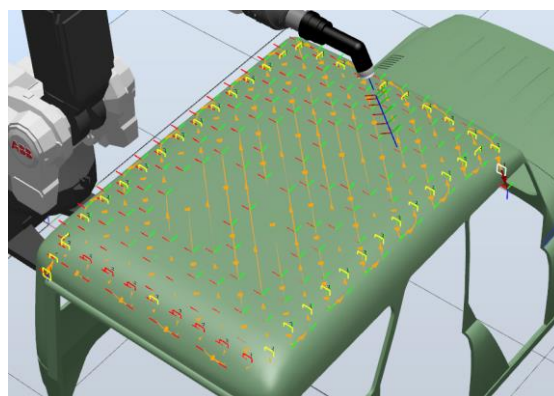
Potom zostáva nakonfigurovať samotnú cestu, v okne "Path Direction" je možné vybrať druh smeru. Na Obr. 5 je zobrazený rozdiel medzi nastaveniami možností Path Direction, čiže sa jedná o smer, v ktorom má robot lakovať objekt. Z týchto možností sa môže vybrať krátka hrana, dlhá hrana alebo stredná hrana. Pri aplikovaní týchto nastavení je nutné zobrať do úvahy smer a dĺžku požadovanej hrany.



Obr. 5 Path Direction

Na Obr. 4 sú uvedené ešte ďalšie možnosti. V okne „Starting Corner“ sa vyberie počiatočný bod, teda cestu, odkiaľ robot začne vykonávať dráhu. V okne "Path Offset" sa upravuje posun dráhy v mm. Pomocou okna "Pitch" sa nastavuje vzdialenosť medzi dvoma paralelnými cestami, táto charakteristika závisí od polomeru

atomizéra. Pre tento návrh bolo rozhodnuté zvoliť 100 mm. Pomocou „Rotation“ je možné zvoliť uhol sklonu v stupňoch Obr. 6 ukazuje test vytvorenia dráhy pod uhlom 45 stupňov. Posledné dva parametre sú „Start brush number“ a „End brush number“, pomocou ktorých sa očísľuje začiatok a koniec cesty.



Obr. 6 Predbežná dráha pre aplikáciu

VÝSLEDNÁ CESTA

Po všetkých nastaveniach sa kliknutím na tlačidlo „Create“ automaticky vygeneruje cesta, ktorú je potrebné opraviť a optimalizovať.

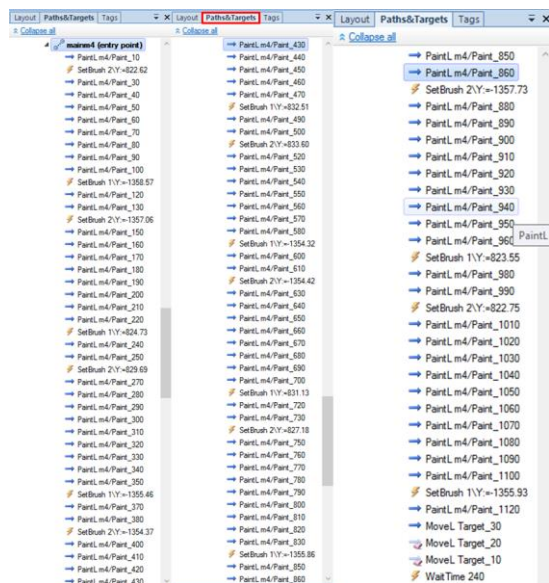
K tomu prostredie ponúka viacero nástrojov. Prvým z nich je „Reachability“, pomocou tohto nástroja je možné nájsť nesprávne nakonfigurované body, ktoré je potrebné upraviť. Ďalším nástrojom je „Properties“, pomocou ktorého sa mení orientácia a poloha bodu. Orientácia bodu sa najčastejšie považuje za meniaci sa parameter, na to je potrebné zvoliť osi "x, y, z" a uhol v stupňoch.

Nastavenie každého bodu trvá dlho, takže prostredie má schopnosť kopírovať orientáciu. Po úprave jedného bodu sa skopíruje orientácia jedného vytvoreného bodu a aplikuje sa na skupinu bodov. Po nastavení bodov stačí zapnúť automatickú optimalizáciu, ktorá opraví malé chyby a tým sa spustí jednorazový náhľad cesty.

Vygenerovanú cestu je možné upravovať a pridávať ďalšie body, napríklad pre túto navrhovanú úlohu bolo potrebné ešte pridať domácu pozíciu a čas oneskorenia po ukončení dráhy. Táto veľmi zložitá cesta sa automaticky vygenerovala po detailných nastaveniach pomocou PowerPac Painting. Bez tohto doplnku by to bolo veľmi náročné a veľmi nepresné, keďže každý bod a polohu, či orientáciu by bolo nutné upravovať manuálne. Taktiež by bolo nutné korigovať manuálne offset karosérie a samotného modelu, aby pri každom bode bola dodržaná tá istá vzdialenosť.

Samotná cesta je tvorená veľkým počtom bodov, ktoré boli automaticky vygenerované a tým veľmi uľahčili prácu s mnohými nastaveniami. Na Obr. 7 je zobrazená celá cesta a ako je možné vidieť RobotStudio nevytváralo klasickú cestu pomocou MovJ, MovL alebo MovC. Automaticky boli

vygenerované body s príponou Paint a všetky tieto body obsahujú potrebné nastavenia.



Obr. 7 Vytvorená výsledná cesta

ZÁVER

Cieľom tohto článku bolo poukázať na problematiku doplnku PowerPac Painting, ktorý sa používa pri návrhu robotických pracovísk v simulačnom prostredí RobotStudio. Stručne bola popísaná aplikácia takejto lakovacej robotizovanej linky. Pomocou tohto softvérového doplnku sa navrhujú omnoho jednoduchšie potrebné dráhy pre potrebu mnohobodových interpolácií v robotike. Na rozdiel od lineárnych interpolácií sa nestráca čas potrebný prejdением každého bodu a tým sa šetrí čas aj vďaka vhodne aplikovanej aproximácii každého bodu.

POĎAKOVANIE

Výskum je podporený grantom VEGA 1/0215/23 – Výskum a vývoj robotizovaných pracovísk vybavených priemyselnými a kolaboratívnymi robotmi.

Literatúra

- [1] RobotStudio Painting PowerPac. Data sheet. 2018-01-11,. <https://library.e.abb.com/public/cb8d335e167a48d0b48dd7fbf6029cbd/PR10278EN_PaitingPowerPac_RevD.pdf>
- [2] Hajduk, M., Semjon, J., Jánoš, R., Vagaš, M.: Robotika - Robotická technika. 1. vyd. - Košice : TU - 2015. - 188 s., - ISBN 978-80-553-2500-2.
- [3] Jánoš, R.: Design of Module for Robots Preliminary Calculation. Applied Mechanics and Materials: ROBTEP 2014: 13th International Conference on Industrial, Service and Humanoid Robotics, Štrbské Pleso, Slovakia, 15-17 May 2014. Vol. 613 (2014), p. 310-313. ISBN 978-303835202-0, ISSN 1660-9336.

[4] RobotStudio – silný nástroj pre online i offline programovanie. https://www.atpjournals.sk/rubriky/exkluzivne-clanky/robotstudio-silny-nastroj-pre-online-i-offline-programovanie.html?page_id=25175

[5] Feng, L.: Exploration and Practise on Industrial Robot Experimental Teaching Based on Virtuality and Reality Combination. 2020 International Conference on Artificial Intelligence and Education (ICAIE), p. 88 – 92.

[6] Marcinko, P., Semančík, K.: Robotized workplace for pick and place operation in simulation program robotstudio. In: Technical Sciences and Technologies. Chernihiv (Ukraina): Chernihiv National University of Technology, Roč. 24, č.2 (2021), s. 92-98, ISSN 2411-5363 (print)

[7] Marcinko, P., Semjon, J., Kočan, M.: Modulárne robotizované pracovisko. In: Novus Scientia 2020 : Zborník príspevkov z XVII. Medzinárodnej vedeckej konferencie doktorandov strojníckych fakúlt technických univerzít a vysokých škôl. - Košice (Slovensko) : Technická univerzita v Košiciach s. 150-153. ISBN 978-80-553-3500-1

[8] Tkachuk, O.: Využívanie doplnkov PowerPac pri návrhu robotizovaných pracovísk v simulačnom prostredí RobotStudio. Diplomová práca. Technická univerzita v Košiciach. Košice 2022.