

FACTORY 4.0 - TOVÁŘNY BUDOUCNOSTI

Jiří Odehnal

Faculty of Mechanical Engineering, Brno University of Technology
Institute of Automation and Computer Science
Technická 2896/2, Brno 616 69, Czech Republic
145162@vutbr.cz

Abstract: *Cílem této práce je představit perspektivní technologie ve výrobě se zaměřením na Průmysl 4.0.*

Keywords: *Analýza dat, Simulace, Aditivní výroba, Robotizace, Automatizace, Umělá inteligence*

1 Úvod

Každý z nás se alespoň jednou setkal s pojmem Průmysl 4.0, ať už z médií, ve svém zaměstnání nebo ve škole. Co si pod tímto pojmem můžeme představit a jaký na nás bude mít vliv? Nastupující digitalizace se začíná promítat do všech odvětví lidské činnosti a průmyslová výroba je jednou z nich. V současné době se většina firem potýká s problémem, kde sehnat nové zaměstnance. Zaměstnanci stále častěji odmítají vykonávat fyzicky náročné a opakující se stereotypní činnosti. Tento problém lze vyřešit automatizací výroby. Nahrazením lidí ve výrobě roboty, ať už klasickými nebo kolaborativními. Výroba je závislá na poptávce a poptávka se řídí aktuálními trendy. Příkladem může být nastupující trend Green Dealu – zelené dohody a její vedlejší efekt, přechod od automobilů se spalovacími motory k elektromobilům. Výroba elektromobilů je v mnohém odlišná od výroby automobilů se spalovacími motory. Je potřeba upravit zavedené výrobní postupy, proškolení zaměstnance atd. Podniky se proto snaží mimo zrychlení automatizace výroby také o digitalizaci výroby, která by dokázala pružně reagovat na změny. Lídry v digitalizaci jsou velké průmyslové podniky jako je Siemens, Festo, Bosch, ABB a další. Společnost Siemens vyvíjí mnoho produktů zaměřených na digitalizaci výroby a průmysl 4.0. Digitalizace výroby podle Siemensu stojí na čtyřech hlavních pilířích, kterým se dále budeme věnovat: 1. Analýza dat, 2. Simulace, 3. Aditivní výroba, 4. Robotizace, automatizace, umělá inteligence. [12]

2 Analýza dat

Továrny budoucnosti budou produkovat obrovské množství dat, tzv. big data. Pokud budou tato data dále zpracovávána, mohou firmám přinést benefity ve formě např. snížení výrobních nákladů, snížení poruchovosti výrobních strojů nebo zvýšení míry individualizace výroby.

2.1 MindSphere

MindSphere je název pro otevřený operační systém od společnosti Siemens, zaměřený na IoT (internet of things – internet věcí). Sbírá data z různých senzorů, strojů a dalších zařízení v reálném čase, která poté ukládá do cloudu pro pozdější zpracování nebo je ihned vyhodnocuje. Na základě těchto dat poté dochází k optimalizaci výroby. Tím, že je MindSphere otevřený operační systém, mohou zákazníci nebo kdokoliv jiný vytvářet vlastní aplikace zaměřené na IoT. MindSphere je z tohoto důvodu vybavena API (otevřené aplikační programovací rozhraní).[11]

2.2 Technická diagnostika

Informační technologie již dnes pronikly také do méně zmiňované ale neméně důležité oblasti výroby, kterým je údržba. Klasický model údržby strojů pomalu vytlačuje nový systém preventivní údržby. Příkladem může být relativně nový obor technická diagnostika, která zahrnuje vibrační diagnostiku nebo také vibrodiagnostiku. Vibrodiagnostika je založena na měření a analýze vibrací v důležitých částech strojů při zavádění nového stroje do výroby a následném provozu stroje. Na základě změny úrovně spektra vibrací rozpozná zhoršení technického stavu stroje a lze tak odhadnout dobu provozu stroje do poruchy a naplánovat případnou opravu stroje nebo jeho části. Velkou výhodou vibrodiagnostiky je měření vibrací za plného provozu stroje. Systém dokáže poruchu odhalit včas a s velmi dobrou lokalizační přesností.[2]

2.3 Digitální dvojče

Jedná se o digitální model reálného zařízení nebo pracoviště, na kterém je možné simulovat chování zařízení za různých podmínek. Cílem je předejít vážným problémům při uvádění zařízení do provozu, tedy zkrácení testovacího provozu a předejití vzniku problémů při reálném provozu. Dalším benefitem je možnost otestování více návrhů pracoviště a následné zvolení nejvhodnější varianty, což v koncovém důsledku může vést ke zvýšení produktivity pracoviště. Digitální dvojče nejčastěji zahrnuje konstrukční návrh pracoviště ve zvoleném CAD softwaru a dále implementaci fyzikálních principů na tento model.[5]

3 Aditivní výroba

Aditivní, inkrementální, přírůstková výroba nebo také 3D tisk zaznamenává v poslední době prudký rozmach. Její předností je relativně snadná výroba prototypů, tvarově složitých dílů nebo individualizovaných aplikací.

3.1 3D tisk

Jedná se o výrobní proces, kdy finální výrobek je tvořen postupným nanášením vrstev materiálu na sebe, dokud není výrobek kompletní. Výrobním zařízením je 3D tiskárna. Tisknout lze z několika odlišných materiálů, z nichž nejpoužívanějšími jsou plasty a kovy. Rozdíl mezi tiskem plastových a kovových dílů je, že tisk plastových dílů probíhá nanášením roztaveného plastu ve vrstvách na sebe, zatímco tisk kovových dílů probíhá laserovým spékáním kovového prachu. V poslední době některé firmy experimentují s tiskem s chemicky upraveným betonem. Cílem je vytvořit cenově přijatelné obytné domy v krátkém časovém intervalu. Zde se většinou pro tisk používají robotická ramena se speciální tiskovou hlavou. Proces 3D tisku zahrnuje několik kroků. Nejprve je potřeba vytvořit 3D model tištěného dílu. To lze několika způsoby. Nejčastějším způsobem je modelování dílu v 3D CAD programu. Dalším způsobem je naskenování dílu 3D skenerem. I zde je ale potřeba díl následně upravit v modelovacím programu. Po vytvoření 3D modelu lze model podrobit simulacím, na základě kterých lze díl dodatečně optimalizovat – upravit tvar, snížit hmotnost, apod. Následně je potřeba převést díl do odpovídajícího formátu, který 3D tiskárna dokáže přečíst. Nejčastěji je to formát STL. Po vytištění dílu je většinou potřeba díl ještě upravit – opílovat, odstranit podpurné konstrukce, atd.[7]

4 Robotizace, automatizace, umělá inteligence

4.1 TIA Portal

Totally Integrated Automation Portal, zkráceně TIA Portal, je inženýrský softwarový systém od společnosti Siemens, sloužící k projektování a údržbě automatizačních systémů. Ve společném programovém prostředí, rozděleném na jednotlivé editory, jsou zde integrovány všechny potřebné nástroje, sloužící k návrhu a konfiguraci řídicích systémů, sestávajících se z programovatelných automatů (PLC) a decentralizovaných periférií (stanice I/O), dále operátorských rozhraní pro stroje (HMI), dispečerských systémů (SCADA), komunikačních sítí a pohonů (Sinamics). To umožňuje rychlejší tvorbu programů, zlepšuje přehlednost projektu a usnadňuje údržbu, servis a diagnostiku.[10]

4.2 Bin Picking

Bin Picking je název pro technologii, kdy manipulátor odebírá uložené díly z manipulační jednotky (bedny, krabice apod.) dle zadaného algoritmu a organizovaně je zakládá do dalšího procesu. Tato technologie si v poslední době získává u firem oblibu. Bin picking tvoří primárně systém 3D strojového vidění, software a robot nebo manipulátor s vhodným uchopovačem (gripper). Technologii lze dle polohy dílů rozdělit do tří hlavních skupin: strukturovaný, polostrukturovaný a náhodný bin picking. Nejobtížnější z těchto aplikací je náhodný bin picking, kdy robot musí umět najít a odebrat dílec v jakékoliv poloze a orientaci, případně překrytý jiným dílcem. Jednodušší aplikace bin pickingu, kde je potřeba odebírat jeden typ dílu, pracují většinou s 3D skenerem, případně s již hotovým 3D modelem dílu. U komplikovanějších aplikací, kde je potřeba zároveň odebírat větší množství rozdílných dílů a nejsou k dispozici 3D data dílů, lze využít dražší a přesnější systémy, například 3D kamery od společnosti Keyence, řada XT. Mnoho společností již také využívá technologii AI - deep learning (hluboké učení) pro rozpoznání a zařazení smíšených nebo nových dílů.[13]

4.3 Residual Reinforcement Learning

Se zvyšujícím se počtem robotů v průmyslové výrobě rostou nároky na jejich řízení. Po robotech se stále častěji vyžaduje schopnost adaptace na proměnlivé situace. Konvenční metody řízení se zpětnou vazbou dokáží velmi dobře řešit aplikace, které lze modelovat pomocí pohybových rovnic tuhého tělesa. V reálných aplikacích se do

procesu zapojují i další fyzikální fenomény a tím je především tření. Nasazení konvenčních metod řízení na tyto typy aplikací může vést k mnoha nepřesnostem v řízení a je potřeba delší čas k celkovému odladění systému. Je velmi obtížné určit přesné fyzické parametry interakce. Dalším problémem je potřeba zvážení všech možných chování systému ještě v době návrhu řešení. Řešením tohoto problému mohou být metody zesíleného učení, které patří do oboru AI. Robot je zde prezentován agentem, který se snaží dokončit úkol a získat odměnu. [4]

4.4 Rozšířená realita

V blízké budoucnosti mohou údržbáři získat ke své práci nového pomocníka. Firmy začínají s testováním brýlí s virtuální a rozšířenou realitou Microsoft HoloLens druhé generace při údržbě strojů, výrobních linek, atd. Brýle obsahují kameru a projektor a dokáží promítat hologramy s pokyny, manuály, případně dalšími informacemi na průhledný display v zorném poli uživatele. Speciální systém je schopný v reálném čase analyzovat, jaký je vztah mezi prostředím, očima uživatele a zobrazením, aby zajistil, že virtuální objekty budou tvarově a polohou co nejvíce odpovídat reálným objektům kdykoliv uživatel pootočí hlavou. Brýle dokáží také sdílet obraz, který jejich uživatel právě vidí, se svými kolegy na školeních, jednáních nebo když potřebuje poradit, apod. V Česku testuje brýle s rozšířenou realitou při servise strojů například Škoda Auto. Systém je nastaven tak, že zaměstnanci na opravovaném stroji nebo lince naskenují QR kód a zpřístupní se jim příslušná dokumentace, která může obsahovat fotografie a videa a která je krok za krokem provede údržbou/opravou zařízení. Pro vývoj 2D a 3D aplikací pro virtuální brýle Microsoft HoloLens 2 lze využít programy Microsoft Visual Studio, Unity a Vuforia. Pro bezdrátovou komunikaci brýle využívají technologii Bluetooth a WiFi.[3]

4.5 Autonomní vnitropodniková logistika

Vnitropodniková logistika brzo dozná zásadních změn. Na trhu je stále více robotických autonomních systémů pro přepravu materiálu v podnicích a ve skladech. Mnoho firem již tyto systémy používá nebo o jejich nasazení uvažuje. Nejčastěji používané autonomní logistické systémy jsou AGV (automatizovaná naváděná vozidla), dále AS/RS (automatizované systémy zakládání a vychystávání), AMR (autonomní mobilní roboty), G2P (zboží k osobě) a další. Příkladem AMR jsou robotické vozíky řady Matic od firmy Linde nebo skupina robotických vozíků MiR (Mobile Industrial Robots). Linde nedávno představilo řadu robotických vozíků C-Matic ve třech verzích s maximálním zatížením 600, 1000 a 1500 kg. Dopravu nákladu lze provádět dvěma způsoby. První způsob využívá pohyblivý přepravní stůl/vozik, na kterém je materiál umístěn nejčastěji na paletě a pod který robotický vozík najede a materiál s ním převáží. Druhým způsobem je vyzvednutí palety s materiálem z pevné adaptační desky. Rychlost pohybu vozíků je 7,2 km/h. Důležitou roli zde hraje technologie QR kódů, která zajišťuje navigaci vozíků v prostoru tím, že QR kamera vozíku čte QR kódy umístěné na podlaze. Systém řízení skladu posílá vozíkům informace o cíli a systém vozíku si sám určí, jakou trasu do cíle zvolí. Detekci překážek, pohyblivých nebo stacionárních, zajišťuje laserový skener. Při detekování pohyblivé překážky vozík přizpůsobí svoji rychlost nebo úplně zastaví, dokud překážka neopustí zónu, kterou robot monitoruje. Pevným překážkám se robot dokáže vyhýbat. Robot dokáže vydávat i akustické nebo vizuální varovné signály. Výdrž baterie vozíku je až 16 hodin. Poté se vozík samostatně přesune k nabíjecí stanici, kde se dobije a čeká na další úkol.[9]

4.6 Kolaborativní humanoidní roboti

Od doby, kdy byl představen humanoidní robot Atlas od společnosti Boston Dynamics, stále častěji slyšíme o potřebě urychlení vývoje humanoidních robotů, kteří by dokázali nahradit lidské dělníky při výkonu těžké manuální práce. Nedávno k tomuto tématu přispěl i CEO Tesly, SpaceX a dalších společností, Elon Musk. Na akci Tesla AI Day představil model dvounohého humanoidního robota s názvem Tesla Bot a ambiciózní plán, kdy v průběhu roku 2022 by měl vzniknout funkční prototyp robotu. Tesla Bot, dle Muska, využije technologie používané v automobilech Tesla, jakými jsou strojové učení apod. Tesla Bot bude vysoký 1,72m a vážit bude 57 kg. Robot by měl chodit maximální rychlostí 8 km/h a měl by uzvednout břemeno o hmotnosti 20 kg. Navigaci robota by měly obstarat kamery převzaté z automobilů Tesla a plynulý pohyb zajistí 40 elektromechanických pohonů. Pro srovnání, Atlas od Boston Dynamics je vysoký 1,5 m a váží 89 kg. Má 28 hydraulicky poháněných kloubů a dokáže vyvinout rychlost až 2,5 m/s. [6] [8] [1]

References

- [1] Elon musk reveals tesla bot (full presentation) - youtube, Aug 2021.
- [2] HAMPLOVÁ, P. V., AND ZUTH, I. D. Současný stav vibrodiagnostiky.
- [3] JAN, A. Zobrazení stavu průmyslových zařízení a podprůhových dat v rozšířené realitě. B.S. thesis, České vysoké učení technické v Praze. Vypočetní a informační centrum., 2021.

- [4] JOHANNINK, T., BAHL, S., NAIR, A., LUO, J., KUMAR, A., LOSKYLL, M., OJEA, J. A., SOLOWJOW, E., AND LEVINE, S. Residual reinforcement learning for robot control. In *2019 International Conference on Robotics and Automation (ICRA)* (2019), IEEE, pp. 6023–6029.
- [5] KAŇOK, O. Model výrobního procesu-digitální dvojče.
- [6] KATÓ, I., AND LÖW, R. J. Minulost a budoucnost robot.
- [7] KLOSKI, L. W., AND KLOSKI, N. *Začínáme s 3D tiskem*. Computer Press, 2017.
- [8] MINI, S. Boston dynamics. *Retrieve from <http://bostondynamics.com>* (2008).
- [9] REDAKCE. Linde představuje nové autonomní přepravní vozíky do skladů, Mar 2022.
- [10] SIEMENS, A. Tia portal. *URL: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal.html>* (visited 13/12/2021) (1996).
- [11] SPECKMANN, C., AND HORVÁTH, P. Mit mindsphere die digitale transformation vorantreiben. *Controlling-Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung* 31, 6 (2019), 63–65.
- [12] VISIONSMAG.CZ. Future factory, Jul 2019.
- [13] VOLENÍK, P., ET AL. Robotické odnímání náhodně orientovaných předmět.