

Umělá inteligence a Big Data: Kontrola kvality spojovacích procesů v reálném čase

White Paper

Umělá inteligence a Big Data: Kontrola kvality spojovacích procesů v reálném čase

Slobodan Glavaški

Generální ředitel společnosti MultiMaterial-Welding

Martin Rhême

Vedoucí SmartSolutions společnosti MultiMaterial-Welding

ve spolupráci s týmem MM-Welding společnosti Bossard

www.bossard.com

Všechna práva vyhrazena © 2024 Bossard

Uvedená doporučení a rady musí být čtenářem odpovídajícím způsobem zkontrolovány při použití v praxi a musí být schváleny jako vhodné pro použití. Změny vyhrazeny.



ASSEMBLY
TECHNOLOGY
EXPERT

UMĚLÁ INTELIGENCE A BIG DATA: KONTROLA KVALITY SPOJOVACÍCH PROCESŮ V REÁLNÉM ČASE

Úvod

Dopravní průmysl je uprostřed masivní transformace a vozidla budoucnosti se zásadně liší od vozidel minulosti. Evoluční vývoj v oblasti odlehčených konstrukcí, ale také průlomové trendy, jako je elektromobilita nebo autonomní řízení, konfrontují vývojáře automobilů s celou řadou úplně nových problémů.

E-mobilita a odlehčený design transformují dopravní průmysl

Pokud jde o elektromobilní průmysl, nové požadavky na výrobce klade rovněž integrace baterií. Vzhledem k jejich vysoké hmotnosti, vyžadují baterie změny v konstrukci, designu a použitých materiálech. Totéž platí pro odlehčenou konstrukci, díky níž jsou elektrické i konvenční automobily bezpečnější a udržitelnější. Stále větší počet komponent je nahrazován různými druhy lehkých kompozitních materiálů. Výsledkem je, že na vývojáře a designéry jsou kladena nová omezení a komponenty a díly musí být ještě lehčí a ještě odolnější. Kromě toho je třeba zaměřit pozornost na náklady. Jediným způsobem, jak držet krok s tempem vývoje a nabídnout to nejúčinnější a nejbezpečnější řešení, je důsledné využívání nástrojů nabízených digitalizací. K tomu neoddělitelně patří použití digitálních aplikací v podobě řešení Průmyslu 4.0.

Digitalizace spojovacích procesů

Často podceňovaným, ale zásadním spojovacím článkem mezi různými materiály, použitými v těchto nových aplikacích, je technologie spojování. Bezpečnost konstrukce na tom doslova závisí. Kromě toho musí být proces spojování rychlý, účinný a nákladově efektivní. Směs různých materiálů používaných v automobilovém a dopravním průmyslu, představuje pro výrobce řadu výzev, pokud jde o výběr dokonalé spojovací technologie: Řešení musí být optimálně navržena tak, aby vyhovovala vlastnostem materiálů a potřebám příslušné aplikace. To vyžaduje, aby spojovací technologie držela krok s inovační úrovní materiálů. Efektivním přístupem k zajištění toho, aby spojovací technologie splňovala nejvyšší možné standardy, je použití umělé inteligence (Artificial Intelligence, AI). Švýcarská začínající společnost MM-Welding, společný podnik společností Bossard Group a SKion GmbH, vyvinula platformu pro spojovací technologie pro lehčené a multimateriálové konstrukce, která kombinuje AI se svou jedinečnou spojovací technologií.

Technologie MM-Welding (multimateriálové svařování) je inovativní platforma pro spojovací technologii, která využívá ultrazvukovou energii k vytvoření tvarového spoje u různých lehčených materiálů. S pomocí softwaru SmartSolutions může společnost zajistit úplné řízení kvality procesu spojování.

Výroba a umělá inteligence

AI má velký dopad na zpracovatelský průmysl s jasným cílem zvýšit efektivitu, flexibilitu a udržitelnost výroby. Zvládnutí umělé inteligence v průmyslové oblasti, se tak stává rozhodujícím faktorem pro úspěšný rozvoj společností.

Zamezení nákladnému stahování výrobků díky 100 % kontrole a dohledatelnosti

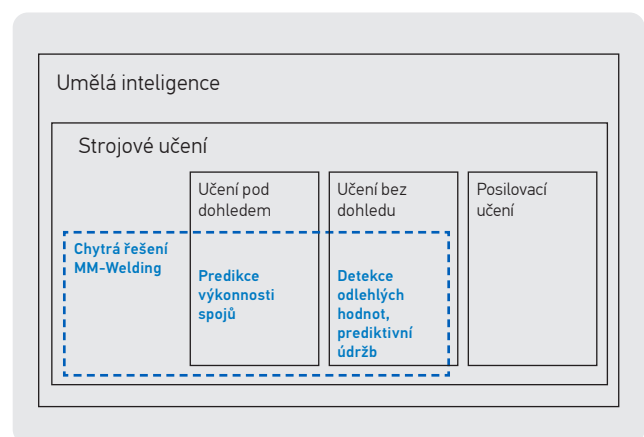
Stahování výrobků patří pro automobilové společnosti k nejdražším nežádoucím událostem. Nejen kvůli horentním nákladům, způsobeným výměnou vadných dílů, ale také kvůli tomu, že poškození dobrého jména společnosti, může mít dlouhodobé negativní důsledky. Jediným způsobem, jak tomu zabránit, je zajistit optimální kontrolu kvality. Na rozdíl od konvenčních namátkových kontrol lze AI použít k rozšíření kontroly kvality na 100% vyrobených komponent. I takto může MM-Welding zajistit úplnou kontrolu kvality spojovacího procesu. Pomocí algoritmů strojového učení jsou akceptovány a dodávány pouze spoje, které splňují specifická kritéria kvality.

Strojové učení: Nejlepší výsledky přináší know-how v oblasti vlastností materiálu a softwaru

Společnost MM-Welding používá strojové učení, které představuje podskupinu umělé inteligence. Rozhodujícím základem strojového učení jsou algoritmy: V případě MM-Welding se jako nejpřesnější prediktory ukázaly hluboké neuronové sítě (Deep Neural Networks, DNNs).

Samotné strojové učení je mimořádně velká a rozmanitá oblast, ale pro zjednodušení ji lze rozdělit do 3 hlavních kategorií: Učení pod dohledem, učení bez dohledu a posilovací učení. Při učení pod dohledem jsou algoritmy procvičovány s označenými daty, zatímco techniky učení bez dohledu fungují bez označení/štítků. Při posilovacím učení jsou virtuální agenti školeni, aby optimalizovali definovanou funkci odměny.

Jako příklad učení pod dohledem může sloužit rozpoznávání obrázku. K trénování se používají obrovské datové sady, miliony obrázků. Obrázky musí mít označení/štítky, například „pes“, „kočka“, „auto“, aby byly pochopeny informace (pixely) v nich obsažené. Během fáze nácviku nebo učení se algoritmus naučí relevantní spojení mezi obrazovými daty (pixely) jako vstupem a štítky jako výstupem. Po nácviku se algoritmus může podívat na dosud neviděný obrázek bez štítku a předpovědět jeho štítek na základě zkušeností nashromážděných během fáze učení.



Obr. 1: Oblasti použití softwaru SmartSolution společnosti MM-Welding

V rámci učení pod dohledem lze rozlišovat mezi regresními úkoly a klasifikačními úkoly. U regresního úkolu jsou štítky čísla v průběžném měřítku. Například předpovídání ztřejší teploty na základě zadaných vstupních dat. U klasifikačního úkolu jsou štítky rozděleny do tříd, např. „pes“, „kočka“, „auto“ nebo „pozitivní“, „negativní“.

Příkladem učení bez dohledu je jeden z největších systémů doporučení internetových obchodů. Sdružuje zákazníky do skupin s podobnými preferencemi a poskytuje doporučení na míru. Pro tento úkol nejsou potřeba žádné konkrétní štítky, údaje lze použít přímo. To je relevantní, protože štítkování údajů je často nákladný a zdoluhavý manuální proces, vyžadující zkušené lidi.

Příkladem posilovaného učení je AlphaGo od společnosti DeepMind, první počítačový program, který porazil profesionálního mistra světa ve hře Go. Cílová funkce, která se optimalizuje, je výhra ve hře. Algoritmus se tak může trénovat hraním milionů simulovaných her a optimalizovat své vlastní strategie na základě toho, zda vedou k vítězství nebo porážce agenta.

Pokud jde o MM-Welding, vedle DNNs vykazují slibné výsledky i další techniky. Lze použít tradičnější algoritmy strojového učení, jako jsou Support Vector Machines nebo Random Forest Ensemble Methods, které vedou k velmi vysoké přesnosti předpovědi. Dalším rozhodujícím faktorem jsou data. Říká se, že „data jsou nová ropa“. Algoritmus je jenom tak dobrý jako datový soubor, který se používá během fáze tréninku. Společnost MM-Welding to zjistila již dříve a vypracovala vlastní databázi ke sběru dat od raných fází společnosti v roce 2017. To nám umožňuje procvičovat naše algoritmy s dostatečnými daty, což vede k dobrému výkonu softwaru.

Jak efektivně spojit různé materiály

Problém s použitím konvenčních spojovacích technik spočívá v tom, že jsou primárně určeny ke spojování pevných materiálů. V odlehčených konstrukcích se naopak spojují kombinace porézních materiálů, jako jsou vláknité kompozity, sendvičové panely a lehčené materiály.

„Dutiny“ v těchto materiálech – a tedy nedostatek pevné hmoty materiálu – ztěžují nebo dokonce znemožňují použití běžných spojovacích systémů. Inovativní technologie MM-Welding otevírá výrobcům zcela nové možnosti spojování porézních materiálů, od pěnových materiálů, např. expandovaný polypropylen (EPP), až po materiály s voštinovou strukturou.

Zavedením technologie MM-Welding do upevňovacích nebo spojovacích řešení je spojování prvků realizováno bezpečným způsobem a v mnoha případech bez velké přípravy. V ideálním případě by se spojovací prvek měl stát součástí nosného materiálu.

Úspora nákladů díky úplné automatizaci spojovacího procesu

Proces MM-Welding využívá ultrazvukovou energii k částečnému zkapalnění termoplastických materiálů k vytvoření funkčního a silného spojení typu form-lock (tvarový spoj) s jiným materiálem za zlomek sekundy. K dosažení tohoto cíle se ke spojení komponent používají termoplastické prvky, např. ve tvaru kolíku nebo trubky.

MM-Welding se liší od současných aplikací ultrazvukového svařování, které neobsahují spojovací prvky a obvykle nevedou k mechanickým form-lock spojením, a proto má odlišný rozsah použití. Lze jej použít pro různé aplikace, zejména v oblasti dopravy, jako například:

- různé pěnové materiály (polyuretan, expandovaný polypropylen atd.)
- sendvičové materiály
- voštinové struktury
- netkané materiály
- spojení plast-kov
- nekompatibilní spojení plast-plast

Spojovací metodu MM-Welding lze provádět manuálně nebo automaticky, čímž se dosáhne celkové doby zpracování často pod jednu sekundu. Zkrácená doba zpracování spolu s jednoduchostí a spolehlivostí, v současné době nabízí ideální náhradu za mnoho aktuálně používaných způsobů spojování. Použití technologie MM-Welding zajišťuje úsporu nákladů v celém výrobním cyklu. Díky flexibilitě řešení spojování si návrháři mohou vybrat z široké škály materiálů.

Další výhody:

Rychlé: MultiMaterial-Welding (multimateriálové svařování) je mnohem rychlejší než alternativní technologie spojování, což umožňuje efektivnější in-line zpracování a eliminuje potřebu doby vytvrzování (celková doba procesu je < 2 sekundy)

Pevné: Podstatně silnější vazby než u jiných způsobů spojení

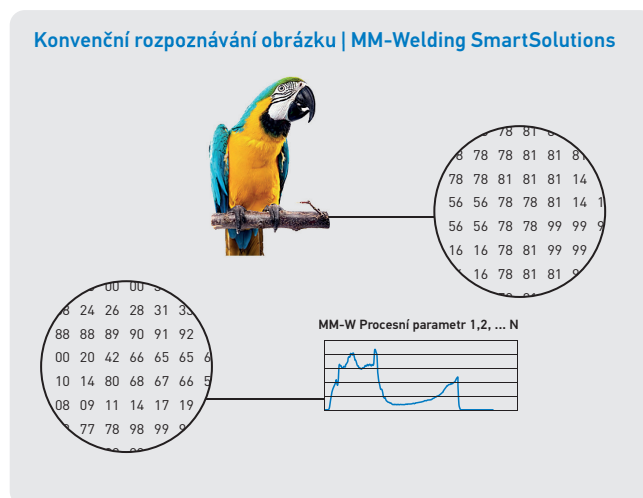
Flexibilní: Lze použít bez přednastavení kvůli kompenzaci tolerance

Čisté: Čisté zpracování, protože nejsou nutné žádné další materiály ani předúprava povrchů a nevzniká žádný odpad

Reprodukovatelné/měřitelné: Statistická kontrola celého procesu zaručuje kvalitu jednotlivých spojení

Osvědčená technologie: Tato technologie se používá v několika průmyslových procesech a v jiných průmyslových odvětvích (např. lékařství, nábytkářský a automobilový průmysl)

MM-Welding však není konvenční společností, zabývající se spojováním; kombinuje silné stránky svých chráněných spojovacích technologií se silou umělé inteligence a nabízí svým zákazníkům kontrolu kvality výroby v reálném čase, předpovědi výkonnosti a další. Společnost MM-Welding pracuje v oblasti hardwaru i softwaru a kombinuje to nejlepší z obou. Spojení MM-Welding a umělé inteligence umožňuje automatizaci celého spojovacího procesu.



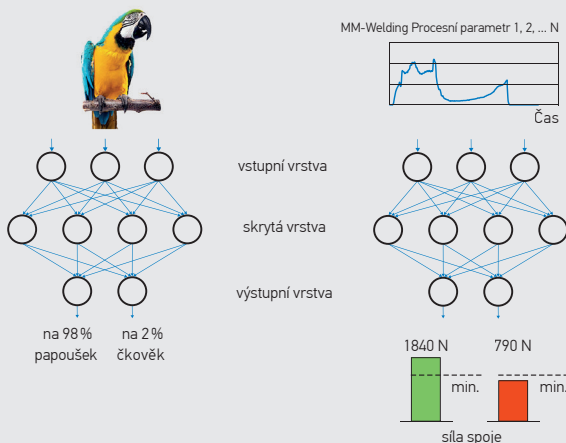
Obr. 2: Analýza obrázku pomocí pixelových dat ve srovnání s analýzou procesu pomocí procesních dat

Software SmartSolutions: Snadné a bezpečné zpracování

Software SmartSolutions společnosti MM-Welding transformuje výrobní data na smysluplné a použitelné informace pro zákazníky v reálném čase. Umožňuje kontrolu kvality u 100% vyrobených dílů a eliminuje potřebu destruktivního testování. Ideálně řeší potřebu úplné dohledatelnosti a kontroly v duchu Průmyslu 4.0.

SmartSolutions - Chytrá řešení společnosti MM-Welding jsou postavena na metodách učení pod dohledem a učení bez dohledu. U většiny aplikací se pro predikci výkonnosti používají metody učení pod dohledem. Jako vstupní data se používají odečty senzorů procesu MM-Welding, shromažďované svařovacími stroji, např. síla, energie, rychlost v čase. Jako výstup modelu se použije výkonnost spoje, např. pevnost spoje v tahu. Algoritmus je procvičován tak, že se do něj přivádí dostatek příkladů vstupních a výstupních dat. Po vyškolení algoritmu jej lze použít při sériové výrobě k předpovídání výkonnosti spojení ve zlomcích sekundy, a to pouze na základě vstupních údajů, vytvořených a změřených během procesu. Umožňuje to tedy předvídatelnou kontrolu kvality každého bodu spojení, vytvořeného během výroby v reálném čase, aniž by bylo nutné jakékoli destruktivní zkoušení.

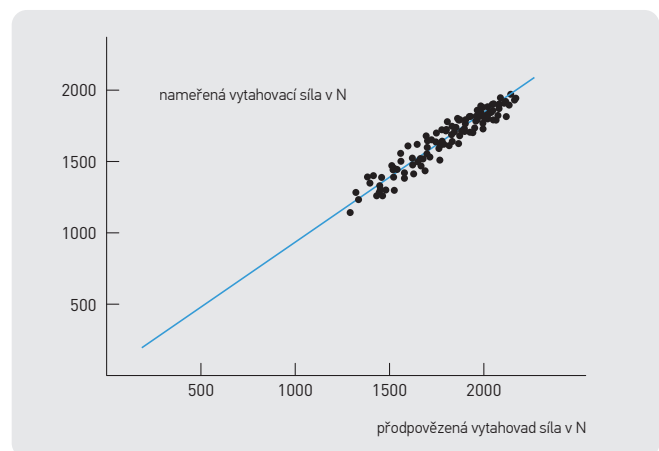
Konvenční rozpoznávání obrázku | MM-Welding SmartSolutions



Obr. 3: Popisování obrázku v porovnání s předpovědí výsledku procesu

Kontrola kvality výroby v reálném čase

„Chytrá řešení“ se zaměřují na upevňovací/spojovací řešení pro směsi více materiálů a inovativní využití technologie MultiMaterial-Welding - multimateriálového svařování. Software Smart-Solutions odkrývá potenciál Big Data a umělé inteligence pro spojovací řešení tak, aby poskytoval kontrolu kvality výroby v reálném čase, předpovědi síly a další. Smart-Solutions společnosti MM-Welding dosahují velmi vysoké přesnosti predikce, což znamená, že výkonnost spoje lze předpovídat velmi přesně.



Obr. 4: Předpokládaná a naměřená vytažovací síla v N.

Například u spojovacího prvku s požadovaným výkonem vytažovací síly 1500 N, by byl algoritmus schopen předpovědět hodnotu v konkrétním rozsahu nejistoty. Výše uvedený obrázek ukazuje tento vztah pro konkrétní aplikaci. Na vodorovné ose jsou zobrazeny hodnoty, předpovězené algoritmem SmartSolutions, zatímco svislá osa zobrazuje skutečné hodnoty empiricky změřené při validaci. Za pozornost stojí, že tyto validační štítky nebyly použity během tréninkové fáze a slouží pouze k posouzení přesnosti modelu. Jakmile je algoritmus validován a je prokázána jeho přesnost, lze se úplně vyhnout experimentálním měřením.

Neustálý další vývoj

Společnost MM-Welding již nabízí mnoho inovativních produktů, které řeší moderní výzvy spojovacích technologií. Vzhledem k vývoji v oblastech, jako je odlehčená konstrukce, elektromobilita a Průmysl 4.0, konvenční řešení již nesplňují požadavky. MM-Welding tuto mezeru přesně vyplňuje. Společnost nabízí kompletní technologickou platformu, od spojovacích prvků a automatizačních řešení až po software pro řízení kvality procesu. Ve výsledku je zákazníkovi poskytnut kompletní balíček řešení.

Další velmi slibnou oblastí, kterou MM-Welding zkoumá, je použití autoenkodérů pro detekci odlehčích hodnot. V tomto případě společnost využívá sílu učení bez dohledu k používání dat, která nemají štítky. Autoenkodéry používají zrcadlenou DNN architekturu. Vstupní data jsou kondenzována prostřednictvím neuronové sítě na menší reprezentaci sebe sama (kodér) a poté znovu rozšířena další neuronovou sítí do původní podoby a velikosti (dekodér). Když data použítá k nácviku obsahují pouze pravidelné vzorky, funguje tato architektura pro detekci odlehčích hodnot velmi dobře.

Když je modelem zpracována odlehčá hodnota, rekonstrukce dekodérem pravděpodobně selže a přinese vysokou chybu. Nastavením prahu chyby rekonstrukce lze identifikovat odlehčé hodnoty - vzorky, které vypadají odlišně od normy. Identifikace vadných dílů, které mohou vzniknout z nejrůznějších, potenciálně neznámých nebo dříve neviděných důvodů, je ve výrobním prostředí kritická. Tento algoritmus má vysoký potenciál pro zlepšování kvality a současné snížení nákladů. Společnost MM-Welding také diskutovala s různými partnery o možnosti rozšíření softwaru pro kontrolu kvality SmartSolutions na jiné oblasti, než je chráněná technologie společnosti MM-Welding. Zřejmým kandidátem jsou konvenční aplikace ultrazvukového svařování mezi dvěma polymerními částmi, známé a používané po desetiletí. Jelikož se používají podobné stroje, lze SmartSolutions u těchto aplikací použít přímo bez větších úprav. Obecně lze pomocí softwaru SmartSolutions řešit každý výrobní proces, který vytváří časové řady dat. Aplikace se zdají nekonečné a společnost MM-Welding je rozhodnuta uvolnit potenciál dat v různých oblastech.



Pokud máte jakékoli další dotazy, neváhejte se na nás obrátit. Vaše požadavky nás těší.
Naše kontaktní údaje: www.bossard.com.



Technologie multimateriálového svařování - MultiMaterialWelding®, je chráněná technologie společnosti MultiMaterial-Welding AG, Švýcarsko a je licencována společností Bossard AG.



Technologie MultiMaterialWelding® je založena na patentované technologii WoodWelding® společnosti WoodWelding SA a je licencována společností MultiMaterial-Welding AG, Švýcarsko.