Robotické pracovisko pre inteligentné zváranie

Obr. 1. Robotické zváracie pracovisko

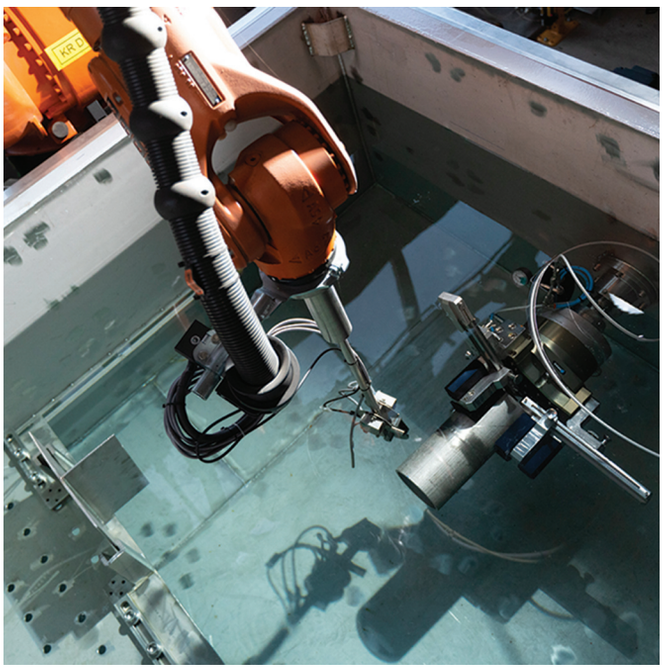
Pre malosériovú výrobu je typická vysoká variabilita požiadaviek kladených na jej výstupný produkt. Z tohto dôvodu je pre dosiahnutie potrebnej pružnosti výrobných systémov v malosériovej výrobe charakteristickej vysokou variabilitou potrebná implementácia technológií s vysokým stupňom schopnosti automaticky sa prispôsobiť na variabilné požiadavky kladené na tvar, rozmery, množstvo a kvalitu výrobku. V plne automatizovanom procese je potrebná adaptácia tak v procese manipulácie, zvárania, ako aj v testovacích procesoch a kontrolných činnostiach preukazujúcich dosiahnutie požadovaného stupňa kvality výsledného produktu. Z tohto dôvodu firma VÚEZ, a. s., a Slovenská technická univerzita v Bratislave navrhli, otestovali a validovali inovatívne prototypy robotických pracovísk predstavených v tomto článku.

Robotické zváracie pracovisko v maloobjemovej výrobe

Podstata technického riešenia robotického pracoviska (obr. 1) pre inteligentné zváranie spočíva v tom, že obsahuje skupinu kooperujúcich robotov pozostávajúcu z dvoch šesťosových polohovacích robotických manipulátorov umiestnených proti sebe vrátane jedného jednoosového externého polohovadla. To je uložené osovo súmerne medzi nimi. Robotický systém na manipuláciu spájaných súčastí disponuje trinástimi stupňami voľnosti pohybu. Skupina robotov obsahuje aj jeden šesťosový spájací robot, ktorý je umiestnený v 90° uhle proti prvému a druhému robotickému manipulátoru. Prvý robotický manipulátor, druhý robotický manipulátor, externé polohovadlo a spájací robot sú vzájomne komunikačne prepojené a koordinované centrálnym riadiacim systémom, ku ktorému sú pripojené: systém automatizovaného robotického odoberania voľne uložených súčastí z prvého a druhého skladu súčastí a automatizovaný systém korekcie polôh robotických manipulátorov. V prípravnej etape výroby treba do skladu výrobkov pripraviť palety s výrobnými súčasťami, z ktorých bude výrobok pozostávať. Následne bude operátorom pomocou HMI systému zvolený typ požadovaného výrobku z dostupnej databázy výrobkov. Po uvedení pracoviska do režimu automatizovanej výroby, keď už nie je do pracovného priestoru povolený vstup operátorovi, sa začína samotná automatizovaná výroba.

Robotická ultrazvuková diagnostika

Pri diagnostike kvality výrobkov rôznych rozmerov a tvarov musí byť robotický ultrazvukový diagnostický systém pre nedeštruktívne testovanie schopný automaticky manipulovať s rôznymi predmetmi prostredníctvom robotov. Na tento účel bola navrhnutá robotická manipulácia s predmetmi rôznych tvarov a veľkostí. Robotická manipulácia a robotická diagnostika bola verifikovaná simuláciou a validovaná v prototype robotického ultrazvukového diagnostického systému (obr. 2). Testovaný prototyp diagnostického robotického systému ponúka viacero možností na robotické vyberanie predmetov a ich umiestňovanie v skladoch, ako aj robotické držanie diagnostikovaného objektu počas ultrazvukovej diagnostiky. Testovanie kvality robotickou ultrazvukovou metódou sa realizuje v kvapalnom prostredí vo vnútri diagnostickej nádoby. K automatizovanému robotickému polohovaniu UZ sondy je využitá spätná väzba od súboru troch laserových snímačov vzdialenosti, ktoré boli kalibrované pre meranie v diagnostickej kvapaline. Vďaka implementovanému meraniu vzdialenosti je možné automaticky polohovať diagnostický robot v požadovanej vzdialenosti od objektov rôznych tvarov. Systém robotickej ultrazvukovej diagnostiky ponúka aj možnosť robotického zakladania a následnej rotácie prostredníctvom siedmej – externej osi robotického diagnostického systému s robotickým chápadlom vo vnútri nádrže.



Obr. 2. Pracovisko robotickej ultrazvukovej kontroly kvality zvarov

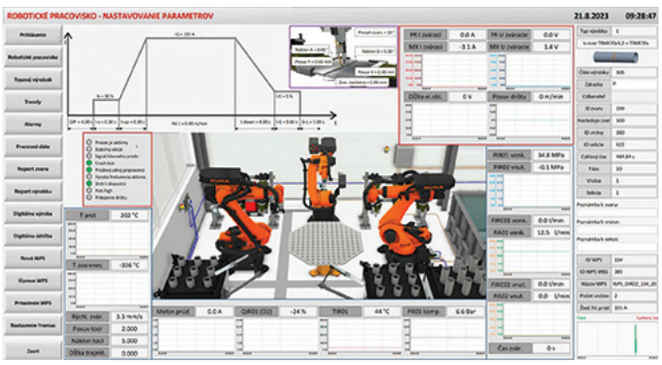
Digitalizácia robotického zvárania a kontroly kvality

Digitalizácia robotického pracoviska zvárania umožnila vznik HMI rozhrania (obr. 3) pre nastavovanie a monitorovanie robotického zváracieho procesu. Digitalizované údaje sú ukladané v dátovom sklade v prostredí MS SQL servera. Pre klientov je k dispozícii webová aplikácia WELDSOFT ako nástroj pre správu a monitorovanie zvárania a súvisiacich procesov. Táto aplikácia svojím rozsahom funkcionalít poskytuje konštruktérovi, zváraciemu technológovi, kvalitárovi a výrobnému manažérovi komfortný prostriedok pre nastavovanie parametrov zvárania, vizualizáciu procesov aj mimo pracoviska. Aplikácia WELDSOFT umožňuje jednoduchý prístup k databáze, tvorbu a prezeranie produktov, zvarových reportov, protokolov kontroly kvality. Okrem toho aplikácia poskytuje prostredníctvom integrovaných nástrojov zobrazenie údajov z ultrazvukovej diagnostiky, ktoré umožňujú detailnú analýzu a diagnostiku zvarových defektov. Tiež zahŕňa aj funkciu pre údržbu, ktorá slúži na plánovanie a evidenciu pravidelných údržieb, porúch a opráv porúch, čím prispieva k celkovému zvýšeniu bezpečnosti a spoľahlivosti robotického pracoviska a zabezpečuje dlhodobú udržateľnosť výrobného procesu.

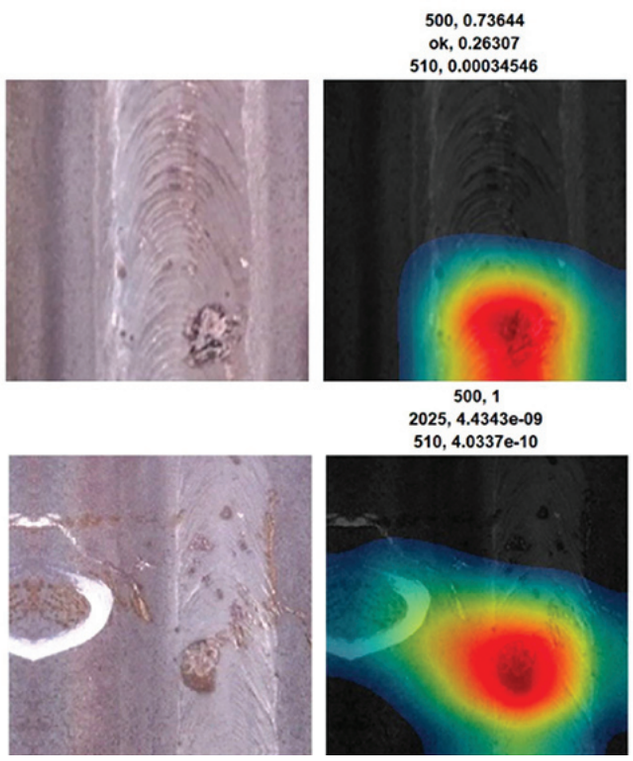
Umelá inteligencia v procese kontroly kvality

Digitalizácia technologického zváracieho procesu, robotického polohovania zváraných súčastí a kontrolných diagnostických činností dáva predpoklad vzniku, trénovania a validácie umelých neurónových sietí, ktoré sú schopné klasifikovať defekty digitalizované s využitím robotických vizuálnych systémov, ako aj systémov nedeštruktívneho testovania vnútornej kvality materiálu produktov ultrazvukom a to aj v maloobjemovej, vysoko variabilnej výrobe.

Počas realizácie výskumno-vývojového projektu DIROZ boli v spolupráci VÚEZ, a. s., v Leviciach a Slovenskej technickej univerzity v Bratislave navrhnuté, natrénované a otestované viaceré neurónové siete zamerané na klasifikáciu defektov vizuálnou kontrolou (obr. 4) a tiež klasifikáciu vnútorných štruktúr materiálov. Testovaním bola preukázaná schopnosť klasifikovať defekty s úspešnosťou nad 99 %.



Obr. 3. Obrazovka HMI systému



Obr. 4. Príklady testovania Restnet-18 v obrazoch defektných zvarov pre triedu 2025 (vľavo – pôvodný obrázok, vpravo – obrázok CAM a klasifikačné skóre)

Integrácia zváracieho zariadenia typu TIG vybaveného digitálnou komunikáciou, robotických systémov, súboru snímačov a počítačové riadenie výrobnej technológie dali predpoklad vzniku rozsiahlej databázy údajov o zváraných produktoch.

Databázový archív umožnil natrénovanie viacerých typov neurónových sietí zameraných na hodnotenie kvality zvarov a optimalizáciu robotického zvárania. Digitalizácia údajov o výrobných požiadavkách, výrobnej technológii a výrobkoch umožňuje využitie inovatívnych digitálnych nástrojov v manažmente malého a stredného výrobného podniku a tiež vo webovej online komunikácii so zákazníkom.

Robotické pracovisko pre inteligentné zváranie maloobjemovej výroby nesie v sebe potenciál zefektívnenia výrobných prevádzok v kovospracujúcom priemysle.

VÚEZ, a. s.
www.vuez.sk