

Systemy strojového 3D vidění v nabídce Turck

In-line 3D skenování a inspekce ve výrobních a kontrolních linkách jsou moderní způsoby, jak zpřesnit jejich automatizaci, zajistit 100% kontrolu kvality či optimalizovat funkci linky při současném zefektivnění využití materiálů (např. při jeho dělení). Systémy snímání obrazu ve 3D totiž umožňují kompletní měření geometrie předmětů včetně jejich tvarů a povrchů.

Pro plnou automatizaci výrobních linek s minimalizací lidské obsluhy je jednou z největších a nejdůležitějších výzev realizovat plně automatickou funkci monitorování a zaměření předmětu před rozhodnutím, jak s ním dále manipulovat. Běžné použití základních 1D snímačů přiblížení nebo 2D kamer obvykle zajišťuje jen základní kontrolu předmětu pro jednoduché vyhodnocení ano/ne, tedy zda daný předmět buď splňuje, nebo nesplňuje přednastavené referenční parametry. Následně je buď puštěn dál do procesu, nebo je zcela vyřazen.

Tento způsob zpracování neumožňuje dostatečně efektivní využití všech produktů: každá změna výroby vyžaduje změnu nastavení snímačů a nestandardní produkty mohou způsobit kolizi, zablokování nebo chybnou funkci linky, kterou následně musí řešit přivolaný pracovník, či dokonce servisní technik.

Jestliže však automatizovaný systém má kompletní informace s naměřenými hodnotami o tvaru, rozměrech či natočení získané prostřednictvím 3D snímání či skenování, může daleko lépe přizpůsobit svoji funkci konkrétní situaci a produktu nebo alespoň lépe předem předvídat možné problémy. Výhodou 3D snímačů je také jejich univerzalita, protože je možné měřit nejen celkové rozměry, ale i úhly, náklony, natočení, rozměry částí, dutin a otvorů nebo počítat povrch, objem apod. Tím lze optimalizovat zpracování předmětů (např. optimalizace krájení potravin či obrábění materiálů podle jejich skutečných rozměrů nebo profilu). A rovněž je výhodou odolnost proti vlivu vnějšího osvětlení.

Turck a 3D snímače Gocator

Společnost Turck CZ je mimo jiné i zastoupením společnosti LMI Technologies, která dodává široký sortiment 3D optických senzorů řady Gocator.

Společnost LMI Technologies (LMI) se dlouhodobě specializuje na bezkontaktní 3D

skenovací a kontrolní systémy. Pod označením Gocator nabízí kompaktní, předem kalibrované snímače, kde jsou skenování, měření i vyhodnocení integrovány v jednom zaří-



Obr. 1. Systémy strojového 3D vidění – kompletní sortiment

zení bez externí jednotky (obr. 1). Snímače se nastavují a ovládají kompletně prostřednictvím běžného webového prohlížeče, takže není nutné instalovat na počítač speciální software. 3D skenování i vyhodnocení probíhají v reálném čase.

Senzory Gocator jsou určeny především pro průmyslové linky, kde snímače namontované na pevné rámy nebo roboty kontrolují různé parametry a kvalitu nepohybujícího i pohybujícího se předmětu. Krytí IP67 umož-

ňuje přímé nasazení v průmyslových podmínkách. Odlehčená a kompaktní konstrukce dovoluje připevnit je i přímo na robotické paže. Rovněž lze vzájemně propojit a synchronizovat několik snímačů a vytvořit celý kontrolní systém, který se pak z uživatelského pohledu chová jako jeden snímač s velmi velkým rozsahem. Soustavu dvou a více snímačů tak lze využít k vyhodnocení velmi velkých nebo členitých tvarů bez potřeby s předmětem otáčet nebo pohybovat snímači.

Výrobce LMI si také dává záležet na co nejjednodušším použití a instalaci. Všechny 3D snímače Gocator jsou již z výroby předem zkalibrovány, takže zprovoznění zahrnuje jen mechanickou instalaci snímače, připojení snímače prostřednictvím Ethernetu na počítač s libovolným operačním systémem, otevření webového prohlížeče, připojení na kokpit GoPXL a dokončení konfigurace snímače podle konkrétní úlohy. Podporovány jsou i průmyslové komunikační protokoly pro různé typy PLC nebo řídicí systémy robotů, jako jsou např. Modbus TCP či EtherNet/IP. Zpracování a vyhodnocení dat ve snímači umožňuje v něm přímo přesně porovnávat každý naskenovaný předmět s přednastavenými referenčními parametry. Naměřené hodnoty rozměrů, vzdáleností a výsledky detekce lze i ukládat a exportovat. Navíc vizualizační rozhraní GoHMI, opět instalované přímo ve snímači, dovoluje přizpůsobit zobrazení např. pro běžné operátory strojů.

Široké možnosti skenování a měření v jednom snímači

Zmíněné 3D senzory Gocator využívají ke skenování prostoru laserovou triangulaci i proužkovou projekci. Profily předmětů lze měřit v režimu jednoho bodu nebo několika bodů (měření vzdálenosti jednotlivých definovaných míst nebo bodů na povrchu předmětu od čela snímače či podložky), linie (odměření celého zakřiveného povrchu předmětu v řezu) nebo v režimu celého 3D obrazu „snapshot“ (snímkování celého 3D povrchu viditelného ze strany čela snímače). Zatímco první dva režimy využívají laserovou triangulaci a používají se pro velmi rychlé skenování povrchu a profilu pohybujících se předmětů velikosti od 10 mm



Obr. 2. Gocator, rodina G2 – laserové profiloměry pro pohybující se objekty

Řádkové konfokální zobrazení

Liniové konfokální zobrazení (*Line Confocal Imaging, LCI*) je specializovaná optická metoda pro měření mikroskopických rozměrů a tomografických struktur.

Metoda je založena na optickém jevu zvaném laterální chromatická aberace. Bílé světlo vycházející z vysílače se při průchodu optickou soustavou rozdělí na souvislé spektrum vlnových délek – ohniska jednotlivých vlnových délek jsou laterálně posunuta. Při fotografování se tato vada odstraňuje celkem jednoduchou softwarovou transformací, ale snímače G4 a G5 ji naopak využívají k měření. Zjednodušeně řečeno, na senzor dopadne světlo té vlnové délky, na kterou je soustava „zaostřena“. Výškové rozdíly se tedy na senzoru projeví změnou barvy dopadajícího světla.

Měřicí metoda je k dispozici v axiálním provedení pro jednobodové a vícebodové měření (snímače G4) a v mimoosém provedení pro liniové snímání (snímače G5).

Každý snímač má dvě optické soustavy – osvětlovací a snímací. Ve vysílači kon-

fokálního senzoru je jako zdroj světla výkonná bílá LED. Světlo obsahuje všechny viditelné vlnové délky a prochází osvětlovací optickou soustavou, která má pro každou barvu světla trochu posunutě ohnisko. V případě liniového snímání tedy vznikne vertikální ohnisková rovina s posunutými ohniskovými liniemi pro různé vlnové délky (u bodového snímání je místo roviny vertikální přímka).

Snímací optická soustava obsahuje různé optické prvky, jako jsou šterbinové clony a hranoly. Cílem je přenést světlo dané vlnové délky a intenzity z každé horizontální linie ohniskové roviny do spektrální kamery. V kaměře se na základě dominantní vlnové délky a informace o nejvyšší intenzitě každého datového bodu vytvoří pole bodů. Dominantní vlnová délka odražená na senzor CMOS závisí na vzdálenosti mezi vysílačem a každým z měřených bodů.

Na přijímač liniového snímače se odráží celá ohnisková rovina a snímač analyzuje tisíce měřených bodů najednou. Na základě získaných dat jsou vytvořeny 2D a 3D obrázky měřeného předmětu.

Liniové konfokální zobrazování má mnoho výhod:

- analýzy nevyžadují žádné další filtrování, zobrazování vychází ze surových dat, a proto nedochází ke zkreslení,
- je možné měřit všechny typy materiálů a povrchů: zrcadlové, průhledné, průsvitné, zakřivené, konvexní, konkávní, měkké, křehké, porézní,
- je možné měřit předměty s kombinacemi libovolných barev a světlých a tmavých nebo lesklých a matných povrchů,
- metoda má rozlišení a přesnost na úrovni laboratorního měření a je vhodná pro vysokorychlostní zobrazování.

Metoda je vhodná např. pro analýzu drsnosti průhledných i neprůhledných povrchů, detekci defektů ve vícevrstvých součástech, pro analýzy posunu, výšky kroku, tloušťky vrstvy, vzduchových mezer, vůle, vzdálenosti, úhlu, plochy, objemu a koplanarity v různých průmyslových odvětvích, analýzu velikosti otřepů v kovoprůmyslu, analýzu integrity těsnění lékařských obalů nebo pro různé analýzy při výrobě elektronických součástek a desek plošných spojů. (Bk)

po 2,0 m s rozlišením až 4K, resp. 2,5 μm , režim „snapshot“ využívá režim proužkové projekce povrchu předmětu. Ten je vhodný k měření statického předmětu do velikosti desítek centimetrů. To je vhodné pro úlohy, v nichž se předmět na chvíli zastaví (např. před další manipulací).

Konkrétně zatímco nejjednodušší bodové senzory Gocator řady G1 (obr. 2) se obvykle používají jen k základnímu měření rozměrů objektů (zejména tloušťky nebo výšky povrchu materiálů), liniové univerzální senzory Gocator řady G2 (obr. 3) fungují jako laserové profilometry pro pohybující se objekty. Používají promítanou laserovou linii k měření tvarů průřezů dílů a povrchů materiálů. Umožňují vytvářet i 3D obraz celého dílu pro provádění přesných tvarových, povrchových a objemových měření při in-line pohybu běžnou rychlostí (typicky na výrobním dopravníku). Například laserové liniové senzory G2400 s velkým rozlišením a využívající současně červený a modrý laser umožňují spolehlivé skenování a měření i leštěných zrcadlových povrchů. Modré světlo vyvolává vysoký kontrast kontur předmětů s téměř absolutní odolností proti vlivu okolního světla. Senzory Gocator řady G3 (obr. 4) jsou nejvíce propracované a pracují v režimu snap-



Obr. 3. Gocator, rodina G3 – snímače snapshot pro stacionární objekty



Obr. 4. Gocator G5: kombinace simultánní 3D topografie, 3D tomografie a 2D intenzitních dat umožňuje přesné skenování široké škály materiálů

shot. To je ideální pro robotické úlohy *pick and place*.

Novinkou jsou in-line konfokální senzory Gocator řady G4 (koaxiální konfokální snímače) a G5 (dvoosé konfokální snímače; obr. 5) pro vysoce lesklé a transparentní pohyblivé se objekty. Například snímače G5500 mají mimořádně velké rozlišení 3D skenování všech typů materiálů, včetně zakřivených skel a zrcadel nebo i vícevrstvých skel (více je v textu na rastru).

Nejnovější funkce a režimy

Kvalita skenování a měření nezávisí jen na snímací optice, ale stejně tak i na funkcích softwarového vyhodnocení. Například nový režim HDR v senzorech Gocator 2610, 2618 a 2629 zvyšuje kvalitu skenování na náročných objektech dříve náchylných na přexponování (např. vysoce reflexní metalické povrchy). Optimalizované vyhlazení povrchu je určeno k redukci šumu. To uživateli umožňuje dosáhnout vyšší přesnosti lokalizace, měření a identifikace geometrických vlastností na většině objektů a jejich povrchů.

Praxe a použití

Mezi typické příklady použití strojového 3D vidění patří:

- inspekce v automobilovém průmyslu – čtení a rozpoznávání vyražených kódů, např. VIN (OCR – *Optical Character Recognition*), měření spár a lícování, kontrola komponent a jejich správného osazení, měření drsnosti brzdových destiček, inspekce

- kompletnosti bateriového modulu, inspekce nanosení lepidel, kontrola částí elektromotorů, měření izolačních vrstev apod.,
- měření a inspekce v nábytkářském průmyslu – např. měření nábytkářských polotovarů, inspekce kompletnosti a kvality nábytku, inspekce kvality povrchu a tvarů okenních a dveřních rámců,
- in-line inspekce dílů – např. inspekce výlisků, optimalizace zpracování potravin,

- měření rozměrů balíků a detekce jejich defektů, nahodilé defekty vzhledu (např. i 3 μ m škrábance na skle telefonu), měření drsnosti s rozlišením až 1 μ m, inspekce spotřební elektroniky,
 - optimalizace robotické montáže – kompletní inspekce a měření montovaných dílů.
- Systémům strojového 3D vidění rozhodně patří budoucnost a bez nich se žádná skutečně plně automatizovaná výrobní linka neobejde.

Jejich použití je vhodné jak na začátku linek pro identifikaci komponent, během zpracování pro přesné změření rozměrů a pozice a následnou optimalizaci pracovního procesu a také na konci linky pro kontrolu kvality výsledné montáže a diagnostiku parametrů hotového produktu. Jsou to zkrátka oči každé moderní automatizované linky.

(Turck, s. r. o.)

Umělá inteligence rozšiřuje možnosti strojového vidění a usnadňuje jeho použití

Společnost Cognex Corporation uvádí, že stále více zákazníků dosahuje vyšší produktivity a efektivity díky řešením strojového vidění od Cognexu. Tato řešení využívající umělou uměloú inteligenci k zvládnutí aplikací, které ještě nedávno vyžadovaly lidskou práci.

Příkladem je aplikace In-Sight SnAPP, využívající umělou inteligenci, která zpřístupňuje strojové vidění i menším zákazníkům, kteří dosud neměli k dispozici vhodné nástroje. Zároveň pomáhá větším zákazníkům urychlit vývoj jejich automatizačních projektů.

Jedním ze zákazníků je společnost Schneider Electric, která v rámci strategické iniciativy digitální transformace začlenila systémy strojového vidění Cognex do více než stovky svých továren po celém světě (obr. 1). Podle Laurenta Chantoiseaua, datového analytika z firmy Schneider Electric, sehrała velkou roli v úspěšné implementaci funkce edge learning. Chantoiseau vysvětluje: „Edge learning od společnosti Cognex výrazně usnadňuje nastavení systému strojového vidění do provozu; jde-li o jednoduchou úlohu, je možné zpravidla za méně než čtyři hodiny mít aplikaci připravenou ke spuštění.“

Edge learning místo „rule based“ nástrojů nastavených programátory používá umělou inteligenci, která se učí na základě příkladů výrobků splňujících a nesplňujících požadavky. Navrhne prahové hodnoty pro rozlišení OK/NOK. V podstatě napodobuje způsob, jakým se učí lidé.

Schopnosti umělé inteligence jsou ovšem běžně velmi náročné na trénovací množinu, na níž se systém učí. Edge learning využívá fakt, že průmyslové snímky mají specifickou strukturu a obsah, a proto své algoritmy trénuje s využitím těchto znalostí již od počátku. Díky tomu není nutné začínat učení, což umožňuje rychlejší a méně náročnou implementaci systému.

Společnost Cognex spolupracuje se společností Schneider Electric více než dvacet let a v roce 2018 se připojila k technologickému partnerskému programu společnosti Schneider Electric.

Schneider Electric oceňuje zejména tyto vlastnosti kamer a systémů strojového vidění Cognex:

- velká přesnost – systémy strojového vidění Cognex spolehlivě detekují defekty produktu, což společnosti Schneider Electric umožňuje přísněji kontrolovat kvalitu výroby,

živají výhody edge learningu s umělou inteligencí.

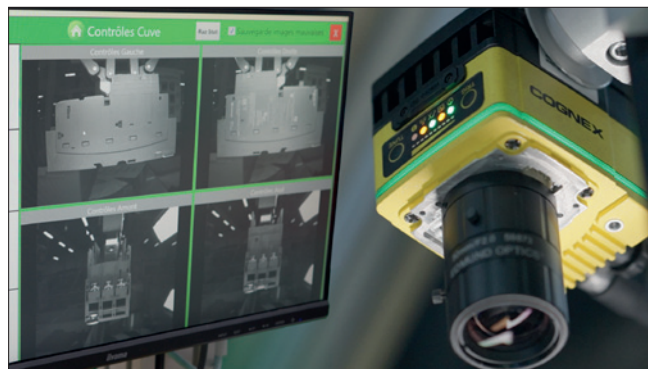
Federal Package

Výrobci spotřební chemie a kosmetiky vynakládají velké úsilí, aby zajistili, že jejich produkty nemají vady, včetně přeplnění, nedostatečného plnění nebo špatného označení. Závísí na tom pověst jejich značky. Mnoho předních výrobců těchto produktů zadává jejich balení externím partnerům. Tito smluvní výrobci musí dodržovat přísné normy kvality stanovené svými zákazníky.

Firma Federal Package se sídlem v Chanhassenu v Minnesotě v USA je preferovaným smluvním výrobcem mnoha známých značek. Specializuje se na balení široké škály produktů pro zdraví, krásu a osobní péči, včetně deodorantů, opalovacích krémů, balzámů na rty, kosmetických sér a různých pleťových vod

a krémů. Jsou hrdí na kvalitu balení, která podporuje image značek jejich zákazníků.

Nedávný projekt ve společnosti Federal Package na plnění deodorantů vyžadoval investice do automatizované kontroly. Ve výrobním procesu jsou dva kontrolní body, které byly dobrými kandidáty na automatizaci. Jedním z nich je kontrola plastového obalu, v němž je deodorant. Kontroluje se, zda zvnějšku obalu nejsou kapky deodorantu (obr. 2). To by ukazovalo na přeplnění, ale také vedlo ke špatné prezentaci produktu. Druhým kontrolním bodem je kontrola etiket. To zahrnuje ověření, že byl použit správně



Obr. 1. Systémy strojového vidění Cognex pomáhají při kontrole kvality ve výrobních závodech Schneider Electric po celém světě

- rychlá a snadná integrace – systémy Cognex podporují standardní komunikační a síťové protokoly, což umožňuje rychlou integraci do výrobních systémů v závodech Schneider Electric,
- snadná implementace – díky snadno použitelným průvodcům nastavením se systémy Cognex instalují, nastavují a uvádějí do provozu rychle a snadno,
- všestrannost – flexibilita a škálovatelné platformy usnadňují učení a replikaci na úrovni závodu i v globálním měřítku.

V následujícím textu jsou uvedeny další nedávné příklady zákazníků, kteří vyu-