

Wybrane zagadnienia robotyzacji w przemyśle FMCG

MARIUSZ MURAWSKI, ANDRZEJ WOJCIECHOWSKI,
MACIEJ MATUSZEWSKI, OLEG POLISHCHUK *

Przedstawiono przykład robotyzacji w przemyśle FMCG. W szczególności scharakteryzowano wybrane czynniki determinujące automatyzację w branży FMCG. Dokonano oceny zastosowania w linii pakującej produkty kosmetyczne sortera butelek, wykorzystującego robota z systemem wizyjnym. Wskazano korzyści oraz problemy jakie wynikły po wdrożeniu.

Wprowadzenie

Przemysł 4.0 to nazwa kolejnej fundamentalnej zmiany w świecie produkcji – kolejny krok w ewolucji technologii. Nowoczesne technologie informacyjne i komunikacyjne oznaczają wprowadzenie systemów cyfrowych do konwencjonalnych przemysłowych procesów produkcyjnych. Produkcję w erę industrializacji wprowadziła mechanizacja – wynalezienie i wdrożenie silnika parowego. Kolejnym etapem była elektryfikacja – to właśnie elektryczność wyparła silniki parowe, zaś linie produkcyjne mogły wytwarzać produkty w dużych seriach. Następnym milowym krokiem stała się cyfryzacja. Maszyny i urządzenia dzięki oprogramowaniu mogły być sterowane przez coraz bardziej wydajne komputery i układy przetwarzania, a dzięki temu zyskały większą wydajność, precyzję i elastyczność. Zaczęły powstawać systemy planowania i kontroli, których celem była koordynacja działań w obrębie produkcji. Obecnie nastąpiła era *Przemysłu 4.0*, czyli konsolidacja systemów i tworzenie sieci, fuzja ludzi ze sterowanymi cyfrowo maszynami z internetem i technologiami informacyjnymi. Materiały produkowane lub wykorzystywane do produkcji można zdefiniować, występuje również możliwość niezależnego komunikowania się między poszczególnymi ogniwami procesu produkcyjnego [1, 2, 4].

Istnieje wiele czynników wpływających w sposób bezpośredni i pośredni na produkcję, jednak jednym z najistotniejszych, mającym znaczący wpływ na kondycję przedsiębiorstw są koszty produkcji. Przemysłane zastosowanie narzędzi *Przemysłu 4.0* pozwala je w znaczący sposób zredukować. W tym celu przedsiębiorstwa i firmy podejmują implementację automatyzacji swoich procesów produkcyjnych. Pozwala to na skrócenie czasu wytworzenia, wzrost efektywności, zwiększenie wydajności i redukcję ryzyka wytworzenia przedmiotów wadliwych. To z kolei bezpośrednio przyczynia się do minimalizacji kosztów wytwarzania oraz powoduje zwiększenie kapitału pochodzącego od sprzedaży [2, 3].

Korzyściami z wprowadzenia *Przemysłu 4.0* w przedsiębiorstwach, poza zmniejszeniem kosztów produkcji jest również ułatwione zarządzanie produkcją, poprzez konsolidację systemów produkcyjnych, możliwość produkcji małoseryjnej z zachowaniem zalet produkcji masowej, możliwości doskonalenie procesów produkcyjnych, wzrost efektywności produkcji opartej na inteligentnej analizie danych. Głównymi czynnikami, dla których firmy decydują się na implementację innowacyjnych technologii, są: wzrost efektywności procesów (74%), redukcja oraz optymalizacja kosztów (68%), oraz usprawnienie raportowania (56%) [3, 5].

Przy wdrażaniu elementów *Przemysłu 4.0* przedsiębiorstwa napotykają jednak z reguły na problemy natury technicznej, które muszą rozwiązać, aby uzyskać pożądane korzyści z doskonałego systemu produkcyjnego. W artykule dokonano oceny wdrożenia sortera butelek, wykorzystującego robota z systemem wizyjnym, w linii pakującej produkty kosmetyczne.

Czynniki determinujące automatyzację branży FMCG

Nazwa branży *FMCG* to skrót od angielskiego określenia *Fast Moving Consumer Goods* oznaczającego dobra szybko zbywalne, czyli *towary pierwszej potrzeby*, bez których trudno obejść się w codziennym funkcjonowaniu. Cechuje je niska cena i duży popyt niezależnie od sytuacji ekonomicznej i gospodarczej na rynku. Gama asortymentu branży FMCG jest duża i bardzo zróżnicowana, Do tej grupy zalicza się z pozoru całkiem różne produkty takie jak: artykuły spożywcze, chemię domową czy wyroby tytoniowe. Na tym tle, już intuicyjnie

* Mgr inż. Mariusz Murawski, TZMO S.A. – Bella Sp. z o.o., Toruń, mgr inż. Andrzej Wojciechowski, ODEKA – Ośrodek Doskonalenia Kadr SIMP, Bydgoszcz, dr hab. inż. Maciej Matuszewski, Politechnika Bydgoska, prof. Oleg Polishchuk, Narodowy Uniwersytet Techniczny, Chmielnicki, Ukraina.

widać, że branża jest z tego powodu statystycznie bardzo odporna na kryzysy i ewentualne zawirowania rynkowe, bo człowiek ma ciągłe potrzeby jedzenia i dbania o higienę [1, 3].

FMCG to produkty o relatywnie niskiej cenie (tym samym obiektywnie małej wartości zysku przypadającego na sztukę), ale o szybkiej zbywalności i masowym charakterze sprzedaży. Firmy produkcyjne w branży FMCG, aby mogły funkcjonować na dość konkurencyjnym rynku, muszą zatem skupić się nie tylko na promocji i marketingu swoich produktów, ale również na sprawnym procesie ich wytwarzania i dystrybucji tych produktów.

Największym wyzwaniem automatyzacji wytwarzania dóbr z sektora FMCG jest duża zmienność produkcji oraz potrzeba różnorodności, personalizacji zamówień ze strony klientów. Z uwagi na specyfikę tej branży bardzo ważne jest elastyczne planowanie produkcji. Podobnie jak w przypadku innych branż, najczęściej w pierwszym kroku odbywa się robotyzacja powtarzalnych procesów produkcyjnych. Zazwyczaj są to operacje na końcu linii produkcyjnej np. paletyzacja, oraz miksowanie produktów. W każdej branży przemysłu automatyzacja ma i będzie miała wpływ na jakość, zarówno procesu, jak i produktu, a także na efektywność kosztową przedsiębiorstwa.

Z technicznego punktu widzenia, pewnymi wyzwaniami robotyzacji jest produkcja wyrobów, których reżim sanitarny wytwarzania jest duży. Zarówno produkty spożywcze, suplementy, kosmetyki, czy środki czystości wymagają dbałości o czystość stanowisk pracy. Jest to jeden z kluczowych parametrów. Zapewniająca jakość w tym obszarze robotyzacja, stanowi także o specyfice branży. Konieczność utrzymania, czasem niemal sterylnych warunków sprawia, że proces wytwarzania produktu z reguły opiera się maszynach specjalistycznych, wykonanych z materiałów odpornych na działanie czynników środowiska, a czasem dość agresywnych środków czystości [7, 8].

Uwarunkowania wdrożenia robotyzacji na przykładzie przedsiębiorstwa branży kosmetycznej

Przed implementacją rozwiązań cyfrowych w przedmiotowej linii opakowania były wkładane do kubków na transporterze ręcznie. Udoskonalenie produkcji polegało na wdrożeniu sortera butelek (rys. 1).

Podstawowe jednostki składające się na sorter FGI to: robot, manipulator, układ podawania butelek i lampy. Zastosowany robot – Codian Robotics D5Delta – jest 5-cio osiowym robotem typu Delta wyposażonym w system wizyjny.

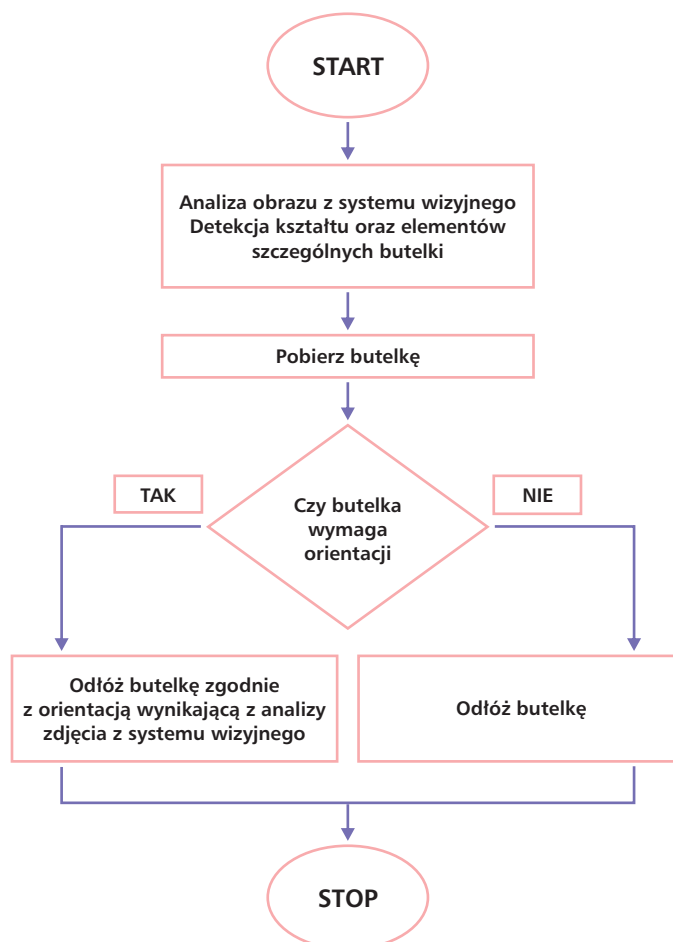
Rozwój algorytmów służących przetwarzaniu obrazu pozwala na skuteczną identyfikację przedmiotów (przez porównanie ze wzorcem lub przez analizę ich charakterystycznych cech), odczyt kodów, ocenę wymiarów geometrycznych, analizę obecności (w tym zliczanie obiektów), analizę znaków ASCII, analizę pozycji i orientacji, analizę stanu powierzchni, kontrolę jakości wytwarzania, ocenę barwy lub sortowanie wyrobów. Dzięki zaawansowanym algorytmom przetwarzania obrazu system wizyjny jest w stanie szczegółowo i w krótkim czasie analizować zbierane informacje. Z tego powodu systemy wizyjne znajdują obecnie szerokie zastosowanie w przemyśle. Robot, który ma możliwość odbierania i przetwarzania informacji pochodzących z kamery lub systemu kamer może reagować w „inteligentny” sposób na zaistniałe zdarzenie.



Rys. 1. Sorter butelek FGI SSD - Robo Smart Feeder

Na rys. 2 przedstawiono schematycznie algorytm pracy przedmiotowego robota.

Kiedy robot rozpoczyna pracę, obraz przedmiotu z kamery jest procesowany przez przeznaczone do tego celu oprogramowanie i następuje ułożenie przedmiotu w konkretne położenie.



Rys. 2. Algorytm pracy robota wykorzystującego system wizyjny

Na rys. 3 przedstawiono sortowanie butelek w kolorze białym oraz czarnym.

Po wdrożeniu sortera butelek i zastąpieniu ręcznego ustawiania opakowań na transporterze procesem automatycznym prędkość pakowania wzrosła z 50 szt./min do 70 szt./min, a wydajność linii pakującej wzrosła średnio w ciągu roku o 7,4%. Jednak po wprowadzeniu do produkcji nowego wariantu kolorystycznego istniejącego już formatu butelki – opakowanie w kolorze bordowym, na linii pakującej pojawił się problem z rozpoznawaniem tego typu butelek. Kamera sortera butelek nie identyfikowała takich opakowań. Stosowane do tej pory światło zielone podczas sortowania butelek bordowych nie oświetlało opakowań w sposób



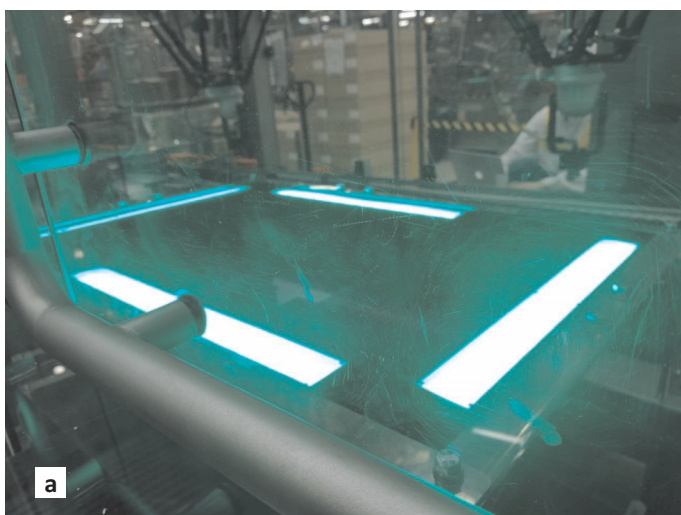
Rys. 3. Robot podczas sortowania butelek: a) w kolorze białym, b) w kolorze czarnym

umożliwiający ich widoczność okiem kamery. System wizyjny nie identyfikował położenia butelek.

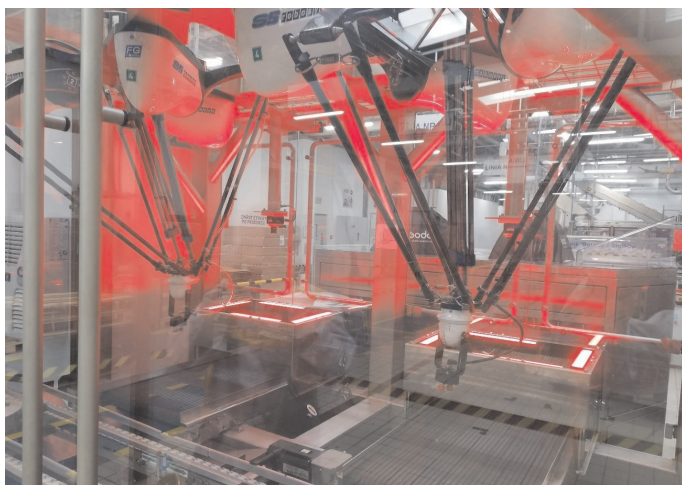
Po przeprowadzeniu licznych testów (rys. 4) doboru koloru oświetlenia, które zapewni najbardziej efektywną pracę sortera dla butelek wariantu bordowego, do linii ostatecznie przyjęto kolor czerwony (rys. 5). Konieczność zmiany koloru oświetlenia

wymusiła konieczność modernizacji miejsca mocowania lamp oświetleniowych sortera butelek, tak aby w łatwy i szybki sposób dokonywać koniecznych przebrojeń.

Po zastosowaniu odpowiedniego koloru oświetlenia prędkość pakowania oraz wydajność była na takim samym poziomie co przy butelkach w kolorze białym lub czarnym.



Rys. 4. Wnętrze sortera: a) z lampą pracującą w trybie koloru standardowego – zielonego, b) podczas testu lamp



Rys. 5. Wnętrze sortera z lampą pracującą w trybie koloru czerwonego

Podsumowanie

Automatyzacja produkcji poprzez implementację sortera opakowań, zastępującego manualne wkładanie opakowań w kubki na transporter, co jest oczywiste spowodowała wzrost efektywności linii pakującej w przedsiębiorstwie z sektora dóbr szybko zbywalnych (FMCG).

Istnieje wiele czynników determinujących efektywność implementacji rozwiązań bazujących na *Przemysle 4.0*. W wielu sytuacjach, jednak dopiero praktyczna weryfikacja przyjętych rozwiązań, pozwala na ocenę prawidłowości przyjętych cyfrowych algorytmów postępowania.

Literatura

- [1] Drucker P.F.: Innovation and Entrepreneurship. HarperCollins Publisher, Waszyngton, 2002.
- [2] Honczarenko J.: Roboty przemysłowe. Budowa i zastosowanie. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2010.
- [3] Józwick J., Ostrowski D.: Wybrane problemy badawcze robotów przemysłowych. Wydawca Politechnika Lubelska, Lublin 2016.
- [4] Kaczmarek W., Panasiuk J.: Robotyzacja procesów produkcyjnych, Napędy i Sterowanie, nr 6, 2021, s. 74-81.
- [5] Kaczmarek W., Panasiuk J.: Wykorzystanie robotów przemysłowych w wybranych aplikacjach, Napędy i Sterowanie, nr 2, 2019, s. 48-51.
- [6] Knop K., Mielczarek K.: Aspekty doskonalenia procesu produkcyjnego. Zeszyty Naukowe Quality. Production. Improvement Nr 1(2) 2015, s. 69-82.
- [7] Szkody T.: Dynamika robotów przemysłowych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2013.
- [8] Szkody T.: Podstawy robotyki. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2012. ■