

Adam Wojciechowski
Instytut Logistyki i Magazynowania

Łukasz Wojciechowski
Zakład Maszyn i Urządzeń Przemysłu Spożywczego Politechniki Poznańskiej

Automatyzacja łańcuchów dostaw

Stały postęp techniczny sprawia, że ciągle trwają poszukiwania nowych rozwiązań eliminujących uciążliwą pracę dla ludzi. Dotyczy to szczególnie prac transportowych podczas produkcji masowej, przy jednoczesnym wzroście wydajności i dokładności realizowanych czynności, przy zachowaniu wysokiego stopnia bezpieczeństwa. Opracowywane są nowe rozwiązania wykorzystujące wysokie technologie. Również w logistyce obserwowane są tego typu działania.

Pięć przedsiębiorstw współpracujących na poziomie rzeczywiście wysoko rozwiniętej technologii, opracowało robota i automatyczny pojazd przemysłowy (wózek jezdniowy) ściśle ze sobą współpracujące – rys. 1, ale nie koniecznie. Są to rozwiązania, które mogą zrewolucjonizować logistykę elastycznych procesów produkcji i dystrybucji poprzez stopniową automatyzację łańcucha dostaw, aż do całkowitego jej osiągnięcia.



Rys. 1. Automatyczne ogniwo łańcucha dostaw

Prowadzona w ostatnim czasie szeroka współpraca pomiędzy pięcioma światowymi przedsiębiorstwami: ABB Flexible Automation, NDC Netzler & Dahlgren Co AB, SICK, Linde/Indumat i Nordwaggon może mieć dalekosiężne, a zarazem trudne do przewidzenia, skutki dla globalnej logistyki.

Firma ABB specjalizuje się w rozwiązywaniu problemów za pomocą elastycznych robotów przemysłowych. Aktualnie firma rozwija rodzinę stacjonarnych robotów paletyzujących, czyli podnoszących towary, a następnie for-

mujących paletowe jednostki ładunkowe. Sprzedaż robotów w ramach tego segmentu rynku wykazuje wzrost o ok. 30% obrotu i nadal charakteryzuje się tendencją rosnącą. Roboty posiadają minimalne oprogramowanie oraz mają wyposażenie umożliwiające podnoszenia, które pozwalają na manipulowanie ładunkami o masie nie przekraczającej 90 kg.

Przedsiębiorstwa NDC oraz Linde/Indumat opracowały nowy typ wózków mogących pracować bez kierowcy, które przystosowują się do pracy. Nie są to jednak konwencjonalne wózki AGV (ang. Automated Guided Vehicles) z tradycyjnymi systemami sterowania i ruchu. **W wózkach tych wykorzystano tzw. technologię „Teach-In”.** Pozwala ona na to, że wyposażone w nią wózki można „nauczyć” podnoszenia (pobierania) i przemieszczania pustych palet, uformowanych paletowych jednostek ładunkowych, a nawet towarów. Właściwie raz, na podstawie ściśle ustalonych procedur programowany jest mikroprocesorowy układ sterująco-nawigacyjny wózka. Jak to się odbywa w uproszczony sposób przedstawiono na rys. 2. Następnie wózki potrafią już samoczynnie wykonywać zaprogramowane czynności. Realizacja automatycznego cyklu pracy jest możliwa, ponieważ wózki wykorzystujące technologię „Teach-In”, wyposażone są w dwa różne systemy nawigacyjno-sterujące, które pokazano na rys. 3. Systemy te można określić jako:

- górny – system „Lazerway” dostarcza-

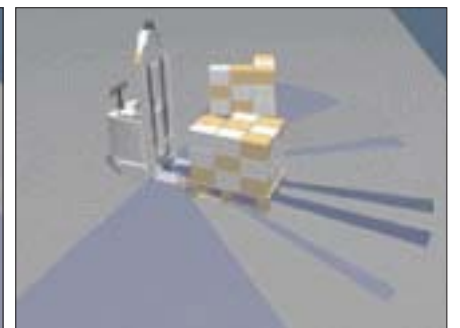
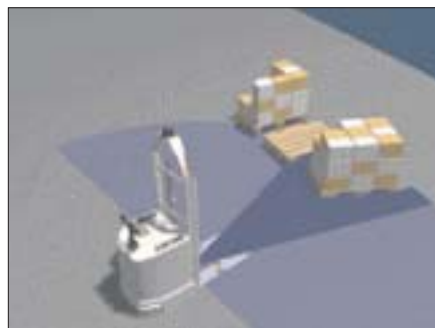
ny przez firmę NDC
• dolny – system firmy SICK, zapewnia-



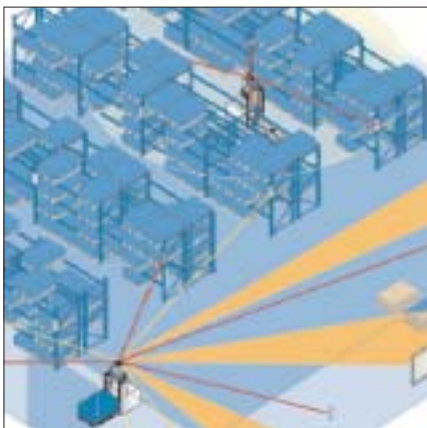
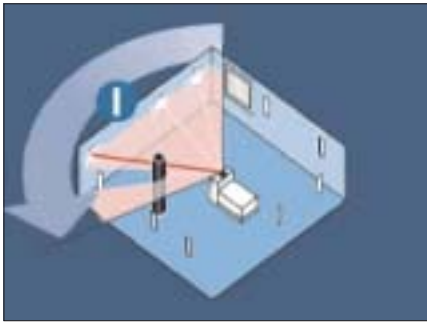
Rys. 2. Programowanie pracy wózka – droga główna – kolor fioletowy, – droga dojazdowa – kolor zielony, – droga aktualnie programowana – kolor czerwony



Rys. 3. Wózek jezdniowy typu „Teach-in”



Rys. 5. Dolny system poszukiwania paletowych jednostek ładunkowych: a) przeszukiwanie przestrzeni przed wózkiem, b) korekta ustawienia wózka w stosunku do odnalezionej jednostki



Rys. 4. Górny system nawigacyjno-sterujący technologii „Teach-in”:

a) ogólna zasada orientacji przestrzennej,
b) funkcjonowanie systemu w warunkach pracy

jący bezpieczeństwo i precyzję pracy. System „Lazerway” umożliwia odnajdywanie określonej dla wózka drogi do paletowych jednostek ładunkowych, które są umieszczane dokładnie, w pewnych, z góry ustalonych pozycjach. Laserowy układ nawigacji systemu „Lazerway” skanuje znane pozycje reflektorów rozmieszczonych w strefie jazdy. Układ skanujący strefę stanowi

najwyżej położony element poruszającego się wózka. Promień lasera skanuje określoną przestrzeń dookoła pojazdu, według specjalnych algorytmów, w stosunku do rozmieszczonych w przestrzeni roboczej reflektorów – rys. 4. Podczas odczytu każdego skanowania system wykorzystuje kąt położenia w stosunku do jednego z reflektorów w celu dokonania korekty pozycji. Układ dokonuje korekty pozycji 20-krotnie w ciągu sekundy. W przypadku, gdy podczas jednego skanowania nie zostanie wykryty żaden reflektor, to komputer przechodzi do następnego okna lub kolejnych do czasu, aż pozycja reflektora nie zostanie ustalona. Zastosowanie takiego sposobu podejścia do interpretacji procesu nawigacji sprawia, że system jest tolerancyjny w stosunku do zakłóceń i negatywnego wpływu otoczenia. Jeżeli do układu trafi odbicie pochodzące z innego źródła niż reflektor, wówczas informacja ta jest ignorowana i nie jest przyjmowana do obliczeń dokonywanych przez system.

Dolny system nawigacyjno-sterujący produkowany przez firmę SICK pozwala na:

1. Dużą precyzję podczas lokalizacji paletowych jednostek ładunkowych. System przeszukuje programowo określoną, niewidoczną strefę przed wózkiem dokonując lokalizacji zadanej jednostki ładunkowej – rys. 5, którą następnie pobiera i przewozi na wyznaczone pole odkładcze.
2. Zapewnienie bezpieczeństwa pracy w obrębie przemieszczającego się wózka. W obrębie pola poruszającego się wózka wytwarzane są niewidoczne strefy bezpieczeństwa – żółte i czerwone pole na rys. 6. W przypadku, gdy zewnętrzny obrys pola żółtego zostanie naruszony przez jakąkolwiek przeszkodę system spowoduje przesterowanie układu jazdy tak, aby wózek zatrzymał się zanim przeszkoda znajdzie się w polu czerwonym.

Wózki wykorzystujące technologię „Teach-In” w praktyce charakteryzują



Rys. 6. Dolny system zapewnienia bezpieczeństwa pracy:
a) jazda w kierunku przeszkody,
b) naruszenie żółtej strefy bezpieczeństwa,
c) całkowite zatrzymanie wózka w momencie naruszenia strefy czerwonej

się dużą funkcjonalnością działania, a równocześnie gwarantują elastyczność i stabilność przy zachowaniu bezpieczeństwa pracy w różnych warunkach, nawet takich, w których pobyt



Rys. 8 Przykład zastosowania wózka typu „Teach-in”



Rys. 8 Przykład zastosowania wózka typu „Tech-in”

człowieka jest niewskazany, czy też nie-
możliwy. Dodatkową zaletą jest to, że
układ pracujący według tej technologii
można wyłączyć i wówczas wózek bę-
dzie pracował jak standardowy. Tech-
nologia „Tech-In” znajduje w praktyce
coraz szersze zastosowanie i to nie tyl-
ko wśród producentów wózków jez-

dniowych podnoszących, jak np. Linde,
Jungheinrich, Rockla, czy Fenwick, ale
również w specjalizowanych wózkach
wykorzystywanych w transporcie tech-
nologicznym. Przykłady różnych zasto-
sowań wózków typu „Tech-In” przed-
stawiono na rysunkach 7 ÷ 12.

Połączenie funkcjonalne pracy sta-



Rys. 9 Przykład zastosowania wózka typu „Tech-in”



Rys. 10 Przykład zastosowania wózka typu „Tech-in”

cjonarnego robota – paletyzatora
z wózkiem typu „Tech-In” sprawia,
że pojawiła się możliwość tworzenia
nieomal zupełnie automatycznych
ogniw łańcuchów dostaw – od stano-
wiska paletyzacji, aż do wewnątrz
przewożącego ładunek środka trans-
portu dalekiego.

Niewiarogodne możliwości otwiera-



Rys. 11 Przykład zastosowania wózka typu „Tech-in”

ją się w przypadku, gdy opisywaną powyżej technologię paletyzacji oraz „Teach-In” połączymy z systemem XML lub EDI, przekazującymi informacje dotyczące zamówień i poleceń poprzez Internet. Pozwala to na stworzenie ogniw łańcuchów zaopatrzenia logistycznego, w których praktycznie wyeliminowane zostanie fizyczne zaangażowanie

ludzi. W momencie, kiedy klient skieruje zamówienie na towary przez Internet, to trafi ono do serwera systemu, który wygeneruje zlecenia do urządzeń realizujących określone czynności w poszczególnych ogniwach kompletacji wysyłki (dostawy). Pobrane z miejsc składowania asortymenty natychmiast trafią na przenośnik, który dostarcza je do strefy roboczej robota-paletyzatora, a ten uformuje z nich paletowe jednostki ładunkowe. Uformowane jednostki mają nadawane kody umożliwiające automatyczną identyfikację. Każda oznakowana jednostka pobierana jest przez wózek typu „Teach-In” i przemieszczana na wskazane pole odładcze lub do środka transportowego.

Przedstawione tendencje oraz obserwacja kierunków rozwoju logistycznych łańcuchów dostaw pozwala na sprecyzowanie domniemania, że już w niedalekiej przyszłości magazyn będzie obiek-

tem wybudowanym w oddaleniu od miejsc zaludnionych, a sterowanie jego pracą odbywało się będzie w pełni automatycznie, na odległość. Gdzie i kiedy zacznie funkcjonować taki obiekt nie można jeszcze określić, ale naszym zdaniem jedno jest pewne, że nie będzie to miało miejsca w Polsce.



Rys. 12 Przykład zastosowania wózka typu „Tech-in”