

WYBRANE ZASTOSOWANIA ROBOTÓW W LOGISTYCE

SELECTED APPLICATIONS OF ROBOTS IN LOGISTICS

Wojciech SOKOŁOWSKI

w.sokolowski@amw.gdynia.pl

Akademia Marynarki Wojennej
Wydział Dowodzenia i Operacji Morskich
Instytut Operacji Morskich
Zakład Wsparcia Działań Sił Morskich

Marcin ZIĘCINA

ziecina.m@gmail.com

STRESZCZENIE

Artykuł porusza zagadnienia dotyczące możliwości wykorzystania technologii robotyki w określonych procesach logistycznych. Charakteryzuje wybrane przykłady robotów, omawia ich możliwości, zalety i wady. Część uwagi poświęcono także perspektywie wdrożenia tych rozwiązań do świata logistyki.

SUMMARY

The article raises issues related to possibility of using robotics technology in specific logistic processes. It characterizes selected examples of robots, discusses their capabilities, advantages and disadvantages. Part of the attention is also focused to the perspective of implementing these solutions to the world of logistics.

Słowa kluczowe: robot, cobot, bezpieczeństwo, możliwości, czujniki

Key words: robot, collaborative robots, security, capabilities, sensors

WSTĘP

Robotyzacja i automatyzacja jest dobrym przykładem trendu technologicznego, który będzie miał duży wpływ na logistykę oraz charakteryzuje się krótką perspektywą wdrożenia. Oczywiście wpływ ten należy ocenić jako bardzo pozytywny. Obecnie roboty powszechnie wykorzystuje się np. w zabiegach medycznych jako mniej inwazyjne, zapewniające większą precyzję czy np. w miejscach niebezpiecznych dla człowieka, gdzie istnieje potencjalne zagrożenie jego życia lub zdrowia. Inny przykład to przemysł, szczególnie systemy produkcyjne, gdzie roboty funkcjonują obok pracowników, zapewniając wysoką jakość przy znacznie mniejszych nakładach, zastępując człowieka. Tych przykładów zastosowań robotów w otoczeniu człowieka jest oczywiście znacznie więcej, i jak wspomniano na wstępie, zakres ich wykorzystania stale rośnie, a jednym z takich obszarów jest szeroko rozumiana logistyka. W tym zakresie istnieje cały wachlarz możliwości wykorzystania robotów i cobotów, chociażby w procesach magazynowych, w centrach dystrybucyjnych, dostawach ostatniej mili itp. przekładałoby się to na podniesienie poziomu

obsługi klienta i jego satysfakcję, co jest kluczowym zadaniem procesów logistycznych. Prognozowany szybki rozwój robotyki wpisuje się obok wielu innych elementów jako jeden z kluczowych czynników mających swoje określone implikacje dla Logistyki 4.0, powstającej na fali czwartej rewolucji przemysłowej.

Rynek robotów i cobotów mających zastosowanie w szeroko rozumianej logistyce jest gotowy do szybkiego wzrostu. Prognozuje się, że światowy rynek mobilnych robotów wzrośnie do 75 miliardów dolarów do 2027 roku, a następnie podwoi do 2038 roku, prognoza IDTechEx. Podobnie, Mordor Intelligence przewiduje roczną stopę wzrostu na poziomie 24,52% w latach 2018-2023, a Transparency Market Research oczekuje, że rynek ten wzrośnie z 8,58 miliarda USD w 2016 r. do 30,96 miliardów USD do 2025 r. Jak widać szacunki te różnią się, ale tendencja zapotrzebowania na autonomiczne pojazdy następnej generacji czy to w magazynach, czy centrach realizacji zamówień e-commerce bez wątpienia rośnie (RBR, 2018).

Kluczowym czynnikiem, który w istotny sposób wpływa na rozwój stopnia wykorzystania robotów i cobotów w logistyce jest najzwyczajniej rynek pracy. Coraz trudniej znaleźć jest wystarczającą liczbę pracowników o pożądanym kwalifikacjach do sektora TSL, a tych stale potrzeba coraz więcej. Wynika to m.in. z intensywnego rozwoju rynku e-commerce oraz czynników demograficznych, a dokładniej obniżenia się dostępnej siły roboczej z powodu starzejącej się populacji, szczególnie na Zachodzie. Na potwierdzenie powyższych tez można przytoczyć prognozowany przez Forrester Research wzrost sprzedaży online w samych Stanach Zjednoczonych, która w roku 2022 będzie stanowić 17% całej sprzedaży detalicznej (Business Insider, 2017), dla porównania w Chinach będzie to 25% już w roku 2020 (PricewaterhouseCoopers, 2017), czy pięcioletnią perspektywę zwiększenia sprzedaży online rzędu 11,3% rocznie w Europie Zachodniej (O'Grady, 2017). Z kolei jeżeli chodzi o dostępną siłę roboczą to np. w samych Niemczech w roku 2030 będzie brakowało 10 mln pracowników, we Włoszech 0,9 mln, w Chinach 24,5 mln, a w Kanadzie 2,3 mln (BCG, 2014, s. 4). Już obecnie pracownicy przechodzą później na emeryturę, często będąc na emeryturze dalej pracując, jednak profesje z sektora TSL do łatwych w tym wieku nie należą. Implikacje wynikające z tego stanu rzeczy sugerują dwa rozwiązania, albo zwiększanie kosztów przy jednoczesnym ograniczaniu usług, albo automatyzację, która tak na dobrą sprawę również nie zastępuje człowieka, wiele czynności musi być dalej realizowanych z wykorzystaniem pracowników, np. w magazynach. Stąd też pojawia się miejsce na współpracę z robotami i cobotami, jako uzupełnienie luki powodowanej przez

brak wymaganej siły roboczej i wspomaganie procesów logistycznych realizowanych przez obecnych pracowników, czyniąc ich pracę łatwiejszą.

Dotychczasowy brak wykorzystania na szerszą skalę robotów w procesach logistycznych wynika z braku stosunkowo zaawansowanej technologii, nie była ona po prostu jeszcze gotowa. Logistyka w tym zakresie jest dosyć wymagająca, to nie mogą być roboty, które wykonują dziennie tysiące monottonnych i powtarzalnych ruchów, zapewniając przy tym wysoką dokładność i precyzję, większość procesów logistycznych jest niestety bardziej skomplikowana. Roboty muszą przede wszystkim posiadać zdolności i odczuwać pewne stany typowe dla człowieka, np. widzieć, poruszać się, reagować na bodźce zewnętrzne. Bez tego trudno mówić o zastępowaniu ludzi czy współpracy z nimi, przede wszystkim ze względów bezpieczeństwa. Nie bez znaczenia pozostaje także zdolność rozróżniania praktycznie nieograniczonego asortymentu, szczególnie w procesach sortowania czy kompletowania, na co nie pozwalało nawet stosowanie drogich kamer czy innego wyposażenia, które dodatkowo podnosiło koszty samych robotów, czyniąc je praktycznie niedostępnymi w przedsiębiorstwach o niskich kosztach pracy lub nie funkcjonujących w sposób ciągły. Obecnie, coraz szerzej dostępna technologia eliminuje te mankamenty i w krótkiej perspektywie czasu czyni tę technologię obiecującą i możliwą do implementacji na szerszą skalę.

W dalszej części przedstawione zostaną wybrane przykłady zastosowania robotyki w świecie logistyki. Będą to rozwiązania już dostępne lub aktualnie rozwijane.

1. ROBOTY ŁADUJĄCE I ROZŁADOWUJĄCE NACZEPY I KONTENERY

Powszechna i stale rozwijająca się unifikacja jednostek ładunkowych, przejawiająca się wykorzystaniem palet i kontenerów na skalę masową i na całym globie już nikogo nie dziwi. Kolejnym etapem rozwoju w tym zakresie jest próba skrócenia procesów załadunku i wyładunku czy formowania jednostek ładunkowych. Wiele towarów, które sprzedawane są w Europie czy w Stanach Zjednoczonych trafia na te rynki z Azji najczęściej właśnie w kontenerach uniwersalnych, przy czym ładowane są one bezpośrednio na podłodze tych kontenerów i układane pod sufit bez palet. Podobnie wygląda kwestia ładowania paczek w naczepach. Wymaga to często ręcznego załadunku, rozładunku, sortowania i układania na paletach, np. w celu umieszczenia na polach składowych w magazynie. Czyni to te procesy zarówno czasochłonnymi, jak i pracochłonnymi, tym samym w ogólnym rozrachunku dosyć kosztownymi.

Już dobrych kilka lat temu (w 2003 roku DHL) próbowano rozwiązać ten problem właśnie z wykorzystaniem robota (rysunek 1). Składał się on z podwozia, przenośnika taśmowego, laserowego skanera 3D i systemu chwytającego: ramienia i chwytaka. W miarę postępu pracy robot przesuwał się do przodu wyciągając kolejne paczki. W owym czasie technologia ta nie była jednak na tyle dojrzała, żeby tego konkretnego robota wdrożono na szerszą skalę. Aczkolwiek pokazana możliwość robotyzacji tych procesów wystarczyła, żeby kilka firm podjęło się dalszego rozwijania tej technologii czyniąc ją na tyle dopracowaną i przystępną cenowo, że w chwili obecnej są na rynku podmioty, które posiadają w swojej ofercie sprzedaży tego typu roboty. Przykładem może tu być oferta amerykańskiej firmy Wynright, tj. samosterujący, autonomiczny robot ładujący i rozładujący naczepy i kontenery - RTU(L) - Bulk (Rys. 2). W trakcie ładowania oprogramowanie sterujące opracowuje plan załadunku dla każdej naczepy czy kontenera uwzględniając wagę oraz wymiary poszczególnych elementów, co zapewnia stabilność, bezpieczeństwo i optymalne wykorzystanie pojemności ładunkowej. Natomiast w czasie wyładunku robot automatycznie dostosowuje swoje położenie dzięki możliwości wykrywania położenia ścian bocznych, podłogi i samych produktów. Wbudowane algorytmy postrzegania oraz ramię chwytające są tak skonstruowane, żeby robot mógł obsługiwać różne towary w określonym cyklu, może również wspierać procesy automatycznego lub ręcznego formowania paletowych jednostek ładunkowych, odbierać towary z sorterów, może drukować etykiety, skanować kody kreskowe itp., producent daje możliwość pełnego dostosowania do indywidualnych potrzeb.



Rys. 1. DHL Parcel Robot
Źródło: Bonkenburg, 2016, s. 23.



Rys. 2. Robotic Truck Unloader
Źródło: AutomationWorld, 2018.

Wybrane parametry przykładowego robota tego typu, wykorzystującego ramię firmy Yaskawa, są następujące: długość ponad 3 m, szerokość około 1,5 m, a zasięg ponad 2 m. Zakres obsługiwanych opakowań waha się od 28x23x15 cm (długość, szerokość, wysokość) do 50x33x33 cm, natomiast wydajność załadunku to 1000 elementów na godzinę, a rozładunku 900.

2. SAMOJEZDNE ROBOTY TRANSPORTOWE

Mimo stałego rozwoju automatyki robotyki w dalszym ciągu tylko niewielka część procesów logistycznych jest przez nie wspomagana. Widać to nawet w wielkich, nowoczesnych centrach sortowniczych, gdzie ich pracownicy pokonują każdego dnia wiele kilometrów, np. 11-24 km dziennie (Business Insider, 2013) zbierając i przewożąc produkty, z których kompletowane są konkretne zamówienia.

Jednym ze sposobów zmiany konfiguracji tych procesów może być właśnie wykorzystanie samojezdnych robotów transportowych (AMR), które zastąpiłyby człowieka pokonując samodzielnie odległości między strefą przyjęć, strefą magazynowania i strefą kompletacji i załadunku oraz potrafiłyby odnaleźć właściwy produkt, zdjąć go z pola składowego i umieścić w określonym miejscu.

Należy w tym miejscu wyraźnie odróżnić je od autonomicznych wózków samojezdnych (AGV), które poruszają się po wyznaczonych, odpowiednio wyposażonych

trasach, np. malowane, w szczególności fluorescencyjne tory jazdy, magnetyczne paski przyklejane do podłogi, pętle indukcyjne, czy jeszcze inne punkty odniesienia w postaci np. tagów RFID czy technologii GPS. Oczywiście są też wyposażone w skanery bezpieczeństwa, które gwarantują bezpieczeństwo ludzi i otoczenia. Można je z powodzeniem wykorzystywać do realizacji prostych poleceń, polegających głównie na przenoszeniu/przewożeniu określonych produktów po ustalonych trasach. Brak inteligentnych systemów pokładowych wpływa na to, że w przypadku wystąpienia jakichkolwiek zakłóceń nie umieją im samodzielnie przeciwdziałać. Inna dosyć istotna wada wynika z konieczności poniesienia określonych nakładów finansowych i czasowych na modyfikację obszaru roboczego pracy tych wózków.

Z kolei autonomiczne roboty samojezdne są znacznie bardziej wyrafinowane. Wyposaża się je w czujniki i wydajne komputery pokładowe, które pomagają zrozumieć im ich środowisko pracy. Zamiast ograniczać się do stałych tras, AMR może nawigować dynamicznie za pomocą mapy, co pozwala zaplanować własne trasy do szybkiego i sprawnego poruszania się w dowolnym miejscu. Dodanie nowego miejsca, czyli zwiększenie obszaru roboczego, sprowadza się jedynie do modyfikacji mapy. Wózki te są również wystarczająco inteligentne, aby rozpoznawać i reagować na ludzi, samochody, wózki widłowe i wszystkie inne obiekty znajdujące się w ich otoczeniu. Mogą także bezpiecznie kontynuować wykonywanie swoich zadań, bez względu na to co się dzieje, np. ominąć przeszkodę, czy intuicyjnie zaprojektować nową trasę przejazdu. Mogą także podążać za konkretną osobą.

Na pierwszy rzut oka wydawać się może, że te wszystkie zalety i wyposażenie AMR wpływa istotnie na ich cenę czyniąc ją wyższą niż wózków AGV. Nic bardziej mylnego, mimo tego, że wykorzystują zaawansowane systemy kamer, czujników laserowych, sprzętu komputerowego itp., mogą być nawet o 40% tańsze niż pojazdy AGV. Należy pamiętać, że roboty AMR nie wymagają inwestycji w infrastrukturę pozwalającą na ich poruszanie się. Dodatkowo realizują swoje zadania dużo szybciej i niezawodnie, tym samym w większym stopniu pozwalają oszczędzać i czas, i pieniądze. W literaturze czy wśród producentów można spotkać się z twierdzeniem, że zautomatyzowane pojazdy z napędem kierowanym (AGV) stanowią wcześniejszą generację technologii, która po prostu nie nadaje za elastycznością i opłacalnością autonomicznych robotów mobilnych (Fetch Robotics, 2018).

Przykładem robota, który potrafi rozpoznać i umieścić w pojemniku odpowiednie produkty i dostarczyć je do miejsca kompletacji może być robot Swift, znajdujący się w ofercie firmy IAM Robotics (Rysunek 3). Jest on w stanie wybierać i transportować

produkty na takim samym poziomie co człowiek. Może pracować samodzielnie lub jako element całej floty robotów, usprawniając procesy pakowania i dostaw, co może być jednym z narzędzi osiągnięcia przewagi konkurencyjnej.



Rys. 3. AMR Swift

Źródło: IAM Robotics, 2018.

Robot wyposażony jest w jedno z najszybszych ramion przemysłowych dostępnych na rynku, jest w stanie wybierać produkty znajdujące się na regałach zarówno z jego lewej jak i prawej strony, sięga do półek od poziomu podłogi do wysokości siedmiu stóp. Istnieje możliwość wyposażenia go w wiele różnych efektorów końcowych do chwytania przedmiotów o wadze do 15 funtów. Jednak najbardziej popularnym efektem końcowym jest chwytak próżniowy. Efektor końcowy można również zmienić w celu dopasowania do dowolnego pojemnika i przekształcić istniejącą infrastrukturę w zautomatyzowany system przechowywania i wyszukiwania.

Stosowana technologia RapidVision umożliwia wyświetlanie i lokalizowanie obiektów w trójwymiarze i w czasie rzeczywistym. Korzystając z wbudowanych czujników, robot rozpoznaje obiekty na podstawie informacji zebranych ze skanera Flash. Ramię robota zamontowane jest na energooszczędnej mobilnej podstawie o dużej mocy, która pozwala łatwo poruszać robotem ręcznie i jest bezpieczniejsza niż tradycyjne platformy AGV, dzięki kołom mogącym się swobodnie obracać. Mieści się w niej także wymienna bateria,

która zapewnia 10 lub więcej godzin ciągłej pracy, natomiast jej wymiana zajmuje tylko 30 sekund, co praktycznie wyklucza przestoje.

Producent tego robota podkreśla także to, że Swift w zakresie bezpieczeństwa wychodzi dalej niż wymagają tego przepisy. Robot jest w stanie wykryć prawie każdą przeszkodę w polu widzenia 60 stopni zarówno w pionie, jak i w poziomie. Pozwala to uniknąć kolizji z elementami wiszącymi nad robotem czy wystającymi z górnych półek.

Innym ciekawym przykładem może być rozwiązanie opracowane przez firmę Fetch Robotics, tj. robot składający się z dwóch modułów, pierwszy określany jako Fetch jest zaawansowanym mobilnym manipulatorem zdolnym do ściągania z półek określonych produktów, drugi zwany Freight to mobilna baza, która przenosi we właściwe miejsca umieszczone na niej produkty (rysunek 4).



Rys. 4. Fetch and Freight
Źródło: Fetch Robotics, 2017.

Oba roboty są oparte na systemie operacyjnym robota open-source, ROS i pracują niezależnie od pracowników wykonując powtarzalne czynności.

Fetch składa się z teleskopowego grzbietu (dającego mu zasięg chwytu od podłogi do prawie dwóch metrów), ramienia manipulatora o siedmiu stopniach swobody, które może unieść 6 kg (90-95 procent wszystkich przedmiotów w typowym magazynie

z modułowym chwytakiem ze standardowym interfejsem ISO (RBR, 2015) oraz ruchomej podstawy, dzięki której może poruszać się z maksymalną prędkością 1 m/s, przy masie własnej około 140 kg (Fetch Robotics, 2017).

Freight z kolei zapewnia szybki transport produktów na terenie magazynu, może współpracować z modułem Fetch lub z określonym pracownikiem, którego będzie śledzić w całym środowisku magazynowym, pełniąc funkcję kosza lub półki będącej zawsze w zasięgu ręki, a jego prędkość maksymalna wynosi około 2 m/s, natomiast masa to 68 kg (Fetch Robotics, 2017).

Podobnie jak wcześniejszy przykład i ten robot wyposażony jest w odpowiednie skanery 2D i 3D i inne sensory, pozwalające unikać przeszkód i samodzielnie wyznaczać trasy, zapewniając jednocześnie możliwość interakcji w środowisku, w którym znajdują się ludzie.

Internetowy interfejs umożliwiła menedżerom hali magazynowej uzyskanie dostępu w czasie rzeczywistym do lokalizacji robotów, sposobu realizacji zamówień i stanu zapasów.

Autor w tym miejscu wyraźnie podkreśla, że przedstawione przykłady autonomicznych robotów samojezdnych nie wyczerpują dostępnej oferty rynkowej, wśród której można znaleźć wiele innych ciekawych propozycji.

3. ROBOTY CO-PACKINGOWE

W obecnych czasach bardzo dużą rolę odgrywa szybkie dostosowywanie się do potrzeb klientów, chcąc oczywiście sprzedać jak najwięcej. Często organizowanie są akcje kup jeden produkt drugi dostaniesz gratis, co wymaga np. albo oklejenia określonych grup produktów, albo ich połączenia w pakiety, co wiąże się z ich wyjęciem z opakowań zbiorczych i ponownym schowaniem do tego samego lub innego opakowania. Może zachodzić także konieczność indywidualnego dostosowania oferty dla konkretnego klienta. Nie są to procesy bardzo skomplikowane jednak wymagają określonego nakładu czasu pracy i przestrzeni, w której to wszystko można zrealizować. Sprzedawcy bardzo często tego typu zadania przekazują swoim dostawcom. Rozwój wykorzystania robotów i cobotów również i w tym zakresie przychodzi z pomocą, pojawiają się na rynku coboty, które będą w stanie wykonywać tego typu czynności. Przykładem mogą być produkty oferowane przez firmę Rethink Robotics, tj. cobot Baxter (Rysunek 5) i Sawyer (Rysunek 6).



Rys. 5. Cobot Baxter
Źródło: Rethink Robotics (2018a).



Rys. 6. Cobot Sawyer
Źródło: Rethink Robotics (2018a).

Baxter wyposażony jest w dwa ramiona posiadające tytanowe przeguby w każdym połączeniu, dzięki czemu robot precyzyjnie ustawia wymaganą siłę i reaguje na określoną siłę. Dzięki odpowiednim systemom bezpieczeństwa (czujniki) w przypadku uderzenia w jakiś element ramiona się wyłączają. Dodatkowo posiadając siedem stopni swobody pracują praktycznie tak samo jak ludzkie ramię oraz pozwalają zredukować rekonfigurację komórek roboczych.

Robot oczywiście został zaprojektowany tak, żeby mógł bezpiecznie pracować obok ludzi, także nie ma potrzeby umieszczania go w specjalnych klatkach lub innych

wydzielonych miejscach, co oszczędza zarówno pieniądze jak i kubaturę. Wyposażony jest m.in. w czujnik umieszczony w głowie robota, który wykrywając obecność ludzi może zwolnić jego ruchy. Posiada wbudowane kamery, które oprócz tego, że dają mu wizję, mogą bez dodatkowego sprzętu, oprogramowania lub kosztów integracji wykonywać złożone zadania wizji lub płynnie integrować wewnętrzne systemy wizyjne.

Innowacją w zakresie konstruowania robotów i bardzo istotną zaletą w przypadku tego produktu jest możliwość uczenia/trenowania robota przez zatrudnionych pracowników, wystarczy chwycić ramię i prowadzić je przez konkretne zadanie, tym sposobem robot jest już w stanie wykonywać je w sposób ciągły. Wpływa to wymiennie na koszty realizacji określonych procesów. Co ważne, zapewnia to także elastyczność i łatwość ponownego przedstawienia go do innych prac.

Za tą inteligencją odpowiada specjalne oprogramowanie Intera, które wg użytkowników jest bardzo proste w obsłudze. Umożliwia ono także wyświetlanie na robocie wartości kluczowych wskaźników wydajności (KPI), takich jak m.in. liczba sztuk, czasy cyklu, prędkość itp., wszystko odbywa się oczywiście w czasie rzeczywistym (Rethink Robotics, 2018a).

Jeżeli chodzi o Sawyera to zasadnicza różnica polega na tym, że robot ten wyposażony jest w jedno 7-stopniowe ramię o zasięgu 1260 mm, które manewruje w ciasnych przestrzeniach. Robot posiada także wbudowane funkcje wykrywania siły, które umożliwiają podejmowanie decyzji adaptacyjnych w miarę wykonywania zadań, umożliwiając mu precyzyjną pracę z dokładnością +/- 1 mm, zapewniając jednocześnie bezpieczeństwo dla pracujących obok ludzi (Rethink Robotics, 2018b).

Dzięki czułym czujnikom momentu obrotowego osadzonym w każdym przegubie, Sawyer ma wbudowaną funkcję wykrywania siły, która pozwala kontrolować siłę, w przypadku konieczności delikatnego wkładania części lub wykorzystywać sprzężenie zwrotne siły w zadaniach, w których trzeba sprawdzić, czy części są prawidłowo osadzone.

Robot ten również wykorzystuje oprogramowanie Intera oraz technologię chwytania ClickSmart, co pozwala na szybsze wdrożenie robotów do większej liczby zadań i aplikacji bez czasochłonnego dostosowywania.

Przynajmniej w teorii i założeniach oba coboty powinny być dobrze dostosowane do procesów pakowania i co-pakowania, oczywiście nie są to wszystkie ich możliwe zastosowania. Zwiększająca się stale firmowa sieć dystrybucji tych produktów najlepiej świadczy o wzroście popytu i potwierdza ich przydatność we wspomaganiu różnych

procesów (Rethink Robotics, 2018c). Przyszłość oczywiście pokaże w jak dużym stopniu będą pasować do świata logistyki, a szczególnie do procesów co-packingu.

4. ROBOTY DOSTARCZAJĄCE PACZKI

Jak wiadomo od dłuższego już czasu wdrażana jest koncepcja dostarczania przesyłek z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych. Natomiast roboty poruszające się po ziemi, które mogłyby wspierać procesy dostaw pozostawały nieco w cieniu. Jednak od kilku lat sytuacja zaczyna się powoli zmieniać, a na rynku pojawia się coraz to więcej producentów tego typu rozwiązań.

Jako pierwszy przykład można wskazać robota skonstruowanego przez firmę Starship Technologies (rysunek 7). Jest on w stanie przenosić przedmioty w promieniu 2 - 3 km. Paczki i artykuły spożywcze są dostarczane bezpośrednio ze sklepów lub wyspecjalizowanych hubów, w momencie, gdy klient wybierze taką opcję za pośrednictwem aplikacji mobilnej. Odbiór przesyłki trwa od 5 do 30 minut, a cała podróż robotów może być monitorowana na smartfonie.



Rys. 7. Robot Starship

Źródło: Starship Technologies, 2018.

Robot porusza się z prędkością pieszą i waży nie więcej niż 50 funtów, niezaladowany. Wyposażone są w odpowiednie systemy bezpieczeństwa i z założenia są bezpieczne dla otoczenia, stąd mogą poruszać się wśród ludzi.

Ze względów bezpieczeństwa dostęp do ładowni w czasie całej podróży jest zablokowany, otworzyć ją może tylko odbiorca. Lokalizacja robotów jest stale śledzona, dzięki temu odbiorca dokładnie wie, gdzie znajduje się jego zamówienie i zna potencjalny czas dostawy.

Według producenta platforma jest energooszczędna i charakteryzuje się minimalną emisją, tym samym jest przyjazna dla środowiska. Dodatkowo koszty dostaw są wielokrotnie niższe niż przy wykorzystaniu tradycyjnych systemów dostarczania (Starship Technologies, 2018).

Obecnie firma Starship Technologies uruchomiła na dużą skalę komercyjną autonomiczną usługę dostarczania skierowaną do kampusów korporacyjnych i akademickich w Europie i USA. Poinformowała także, że do końca 2018 roku planuje uruchomić około 1000 robotów w kilku jeszcze innych nieujawnionych kampusach (Sawers, 2018).

Innym przykładem może być robot skonstruowany przez zespół naukowców zajmujących się sztuczną inteligencją i robotyką z MIT, Uniwersytetu Pensylwanii, Uniwersytetu Południowej Kalifornii, Uniwersytetu Illinois i Uniwersytet Kalifornijski w Berkeley (rysunek 8).



Rys. 8. Robot Carry
Źródło: Menlo College, 2016.

Robot, podobnie jak poprzedni, przewozić będzie głównie artykuły spożywcze. Jest niewielkich rozmiarów, długość i wysokość około jednego metra, natomiast szerokość nie większa niż szerokość wózka inwalidzkiego, co pozwala dostarczać paczki pod drzwi odbiorcy.

Carry ma napęd elektryczny, który zasilany jest bateriami litowo-jonowymi i może pomieścić do 100 funtów towarów, do których klienci mają dostęp za pośrednictwem aplikacji mobilnej. Aplikacja pozwala również na śledzenie w czasie rzeczywistym, pozwalając użytkownikom monitorować przedmioty przechowywane w jednym z czterech bezpiecznych przedziałów.

5. PODSUMOWANIE

Trudno byłoby znaleźć w chwili obecnej kogoś, kto nie słyszałby o robotach, praktycznie każdy wie, że są wykorzystywane w produkcji wielu dóbr. Jednak wiele osób nie miało okazji ich nigdy zobaczyć w praktyce. To się zapewne niedługo zmieni, gdyż jak wynika z tych krótkich rozważań przedstawionych w niniejszym artykule, to tylko kwestia czasu kiedy roboty wyjdą/wyjadą na ulice i będą stałym elementem codziennego otoczenia, mając bezpośredni wpływ na nasze życie, zarówno w miejscach pracy, domach czy sklepach. Wkroczą także w świat szeroko rozumianej logistyki. To nie jest już pytanie "czy" tylko "kiedy" to nastąpi.

Jak wspomniano na wstępie w ciągu najbliższych dwudziestu lat w krajach rozwiniętych będzie istniał niedobór siły roboczej. Co w dobie rozwoju handlu elektronicznego staje się dosyć problematyczne, gdyż implikuje rozwój procesów magazynowych i dystrybucyjnych, które z kolei potrzebują stale nowych pracowników. Wydaje się w tym kontekście, że rozwój floty cobotów jest dobrym rozwiązaniem, które z jednej strony umożliwi ludziom wykonywanie bardziej złożonych i satysfakcjonujących zadań przy jednoczesnej poprawie ogólnej produktywności oraz staje się substytutem brakującej siły roboczej. Może nie jest to do końca "ludzkie", ale w sytuacjach awaryjnych łatwiejsze wydaje się zastąpienie jednego robota drugim, który po uzupełnieniu swojej bazy danych np. z chmury obliczeniowej szybko i sprawnie przejmie kontrolę nad swoim wycofanym z eksploatacji odpowiednikiem i praktycznie od razu przystępuje do pracy. Dla porównania znalezienie i przeszkolenie pracownika nie jest już niestety takie proste. Podobnie w okresach szczytów, np. przed świętami, z wykorzystaniem robotów łatwiej jest zapewnić odpowiednią wydajność operacyjną. Można dokonać stosownych przesunięć robotów lub zwiększyć ich liczbę. Tego typu możliwości być może wpłyną na pojawienie się rynku leasingu robotów, rynku wynajmu robotów i rynku robotów używanych, umożliwiając firmom zmniejszenie inwestycji kapitałowych przy jednoczesnym dalszym zwiększeniu elastyczności operacyjnej.

Już dziś można sobie wyobrazić zrobotyzowany świat procesów magazynowych i dystrybucyjnych, gdzie poszczególne operacje będą wykonywane przez określone typy robotów, np. rozładunek i załadunek pojazdów ciężarowych, co-packing, kompletowanie zamówień, sortowanie, transportowanie, dostarczanie produktów do klientów końcowych itd. Natomiast czynności bardziej zaawansowane zostaną przypisane człowiekowi, w tym także i szkolenie tych robotów, ich naprawa, zarządzanie wszystkim operacjami oparte oczywiście na zaawansowanych rozwiązaniach informatycznych oraz obsługa pojawiających

się wyjątków. Należy w tym miejscu zwrócić uwagę na dosyć istotną sprawę, czyli wydajność takiego systemu w trybie całodobowym, roboty w przeciwieństwie do człowieka nie potrzebują snu i nie odczuwają zmęczenia, wystarczą naładowane baterie i odpowiedni system ich obsługi.

Ważnym elementem w zakresie szerszego wykorzystania robotów jest także zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa ludzi, czyli środowiska pracy tych platform. Czynnikiem ten wymiennie opóźnia stosowanie robotów na większą skalę, chociaż w tym aspekcie na przestrzeni ostatnich lat zrobiono bardzo duże postępy, co potwierdzają liczne testy wykonane zarówno w obiektach zamkniętych, jak i na ulicach dużych miast. Względy bezpieczeństwa znalazły również swoje odzwierciedlenie w licznych normach i przepisach prawa z zakresu projektowania i produkcji robotów.

Biorąc pod uwagę to, że koszty technologii robotyki spadają, możliwości robotów są stale zwiększane, pojawia coraz więcej producentów tych zaawansowanych urządzeń, ale również i ich odbiorców (np. Amazon), można z dużą dozą pewności stwierdzić, że świat logistyki w niezbyt odległej perspektywie czasowej będzie się robotyzował i czerpał korzyści z postępów tej technologii.

LITERATURA

AutomationWorld (2018). *Wynright Receives NextGen Game Changer Award For Groundbreaking Robotic Truck Unloader*,

<https://www.automationworld.com/article/technologies/robotics/wynright-receives-nextgen-game-changer-award-groundbreaking-robotic> (27.04.2018).

BCG (2014). *The Global Workforce Crisis*. June 2014.

Bonkenburg, T. (2016). *Robotics in logistics*. DHL.

Business Insider (2017). Keyes D., *E-Commerce will make up 17% of all US retail sales by 2022 – and one company is the main reason*, <http://www.businessinsider.com/e-commerce-retail-sales-2022-amazon-2017-8?IR=T> (05.04.2018).

Business Insider (2017). Yarow J., *An Inside Look At The Pretty Miserable Working Conditions At An Amazon Warehouse*, <https://www.businessinsider.com/working-conditions-at-an-amazon-warehouse-2013-2?IR=T> (05.06.2018).

Fetch Robotics (2017). *Specifications 07.28.2017*, http://fetchrobotics.com/wp-content/uploads/2017/07/Fetch_robot_spec_overview_2017-2.pdf (06.06.2018).

Fetch Robotics (2018). <http://fetchrobotics.com/amrs-vs-agvs-whats-the-difference/> (05.06.2018).

IAM Robotics, <https://www.iamrobotics.com/products/swift/> (06.06.2018).

- Menlo College (2016), *Carry the Robot Makes a Debut at Menlo College*,
<https://menlo.edu/news/carry-the-robot-makes-a-debut-at-menlo-college/> (20.08.2018).
- O'Grady, M. (2017). *Forrester Data: Online Retail Forecast, 2017 To 2022 (Western Europe)*,
<https://www.forrester.com/report/Forrester+Data+Online+Retail+Forecast+2017+To+2022+Western+Europe/-/E-RES139254> (10.04.2018).
- PricewaterhouseCoopers (2017). *eCommerce in China - the future is already here*.
- RBR (2018). *Adaptive Autonomy Enables the Latest Mobile Robots*,
<https://www.roboticsbusinessreview.com/webcast/adaptive-autonomy-enables-latest-mobile-robots/> (04.04.2018).
- RBR (2015). *Fetch and Freight*, https://www.roboticsbusinessreview.com/supply-chain/fetch_and_freight/ (07.06.2018).
- Rethink Robotics (2018a). <https://www.rethinkrobotics.com/baxter/> (17.08.2018).
- Rethink Robotics (2018b). <https://www.rethinkrobotics.com/sawyer/> (17.08.2018).
- Rethink Robotics (2018c). *Rethink Robotics continues growth with new authorized global distribution partners*, <https://www.prnewswire.com/news-releases/rethink-robotics-continues-growth-with-new-authorized-global-distribution-partners-300685982.html> (17.08.2018).
- Starship Technologies, <https://www.starship.xyz/kit/> (20.08.2018).
- Starship Technologies, <https://www.starship.xyz/business/> (20.08.2018).
- Sawers, P. (2018). *Starship Technologies launches autonomous robot delivery services for campuses*,
<https://venturebeat.com/2018/04/30/starship-technologies-launches-autonomous-robot-delivery-services-for-campuses/> (20.08.2018).