

PRZYSZŁOŚĆ PRACY: ROBOTYKA

1 Wprowadzenie

Chociaż maszyny towarzyszyły człowiekowi od dawna, rewolucja przemysłowa przyniosła przełom w wykorzystaniu urządzeń mechanicznych i maszynierii. W tym okresie powszechnie uznawano ich rolę i znaczenie, chociaż wzbudzały bardzo różne reakcje: niektórzy postrzegali maszyny jako zagrożenie, podczas gdy inni wiązali z ich pojawieniem się obiecujące perspektywy. Dzisiaj, w dobie wszechobecnej technologii, znaleźliśmy się w podobnej sytuacji, tym razem w związku z pojawieniem się inteligentnych maszyn i procesów.

Jak postaramy się udowodnić, „(r)ewolucja wszechobecności” wprowadzi nas w erę, w której maszyny i urządzenia będą mogły być zainstalowane w dowolnym miejscu, nawet w ludzkim ciele; roboty będą asystować człowiekowi, a w dłuższej perspektywie staną się naszymi współpracownikami.

2 Czym jest robot?

Ze względu na przeznaczenie i zastosowanie roboty dzielą się na przemysłowe i usługowe:

- Międzynarodowe Stowarzyszenie na rzecz Robotyki (International Robot Association) definiuje **robotą przemysłowego** jako „automatycznie sterowane, reprogramowalne i wielofunkcyjne urządzenie manipulacyjne, swobodnie programowalne w co najmniej trzech osiach, które może mieć charakter stacjonarny lub mobilny, i być wykorzystywane w automatyce przemysłowej”. (zgodnie z normą ISO 8373: 1994)
- **Roboty usługowe** zaprojektowano w celu wspierania człowieka, towarzyszenia mu i sprawowania opieki nad nim, działania w tym samym środowisku co człowiek jako urządzenia zdolne do podstawowych, inteligentnych zachowań umożliwiających realizację powierzonych zadań. Dzielą się one na trzy klasy: Roboty należące do klasy 1. zastępują człowieka w brudnych, niebezpiecznych warunkach, wykonując za niego żmudne zadania; roboty klasy 2. funkcjonują w bezpośrednim kontakcie z człowiekiem i zwiększają jego komfort: zapewniając mu rozrywkę, jako pomoc osobom starszym, przenosząc pacjentów samodzielnie lub z pomocą ludzi; roboty klasy 3. prowadzą działania na człowieku i należą do nich np. roboty medyczne wykorzystywane na potrzeby diagnostyki, chirurgii, leczenia i rehabilitacji.

Pierwotnie roboty miały przeprowadzać proste zadania, ale z czasem powstawało coraz więcej takich, które były w stanie myśleć dzięki **sztucznej inteligencji** (ang. artificial intelligence, AI).

Istnieją dwa typy AI: słaba i mocna. O słabej AI mówimy w przypadku maszyn działających na podstawie oprogramowania zaprojektowanego w odpowiedzi na konkretny problem, w celu zbadania go i znalezienia rozwiązania. Taki robot nie ma świadomości, ale służy przede wszystkim do rozwiązywania problemów w pewnym ograniczonym zakresie (np. rozpoznawanie tekstu i obrazu, systemy eksperckie i komputery szachowe). W odróżnieniu od słabej mocna AI odnosi się do hipotetycznej maszyny, która działa w sposób co najmniej tak zręczny i elastyczny jak człowiek.

Względna przewaga robotów i inteligentnych maszyn wynika z ich zdolności do wykonywania różnorodnych ruchów oraz niestrudzonego „myślenia” w nieskończoność. Obecnie przy projektowaniu robotów nacisk kładzie się na ich zdolność do działania zgodnego z pewnym wzorcem; w konsekwencji są to z reguły wysoce wyspecjalizowane maszyny. W niezbyt odległej przyszłości możemy oczekiwać zmian w tym zakresie: pojawienia się robotów zdolnych do realizacji szerokiego zakresu zadań i naśladowania człowieka. Zmiany te będą częściowo możliwe dzięki rozszerzeniu pamięci robotów i aplikacji AI, co pozwoli na dostęp do wielu danych i korzystania z nich w celu realizacji różnorodnych zadań operacyjnych.

3 Zakres robotyki i prognozy

Ogólnie rzecz ujmując, obserwujemy ewolucję od społeczeństwa informacyjnego do społeczeństwa opartego na wiedzy, a następnie od społeczeństwa opartego na wiedzy w kierunku tzw. wszechobecnego społeczeństwa wiedzy. We wszechobecnym społeczeństwie wiedzy rola inteligentnych i autonomicznych maszyn będzie jednym z zagadnień o kluczowym znaczeniu dla decydentów. Uwaga skupi się na tzw. falach technologicznych: cyfryzacji, technologii informacyjnej i komunikacyjnej oraz robotyce, które są kluczowymi elementami rozwoju tego nowego społeczeństwa.

Zmiany w unijnej strategii robotyki do 2020 r. przedstawiono w następujący sposób:

„Robotyka stanie się dominującą gałęzią technologii w nadchodzącym dziesięcioleciu. Nie pozostanie to bez wpływu na żaden aspekt naszego życia prywatnego i zawodowego. Robotyka jest w stanie całkowicie zmienić nasze życie, sposób wykonywania pracy, podnieść poziom wydajności i bezpieczeństwa, poprawić standard usług i doprowadzić do powstania nowych miejsc pracy. Jej wpływ będzie wzrastał w miarę upływu czasu, wraz z nasilającymi się interakcjami pomiędzy robotami a ludźmi”.

Między latami 60. a 90. XX wieku większość robotów i sama robotyka ograniczały się do zastosowań przemysłowych. Obecnie możliwości i moc robotów osiągnęły nadzwyczajny poziom, a robotyka i AI będą miały istotny wpływ na rozwój wielu branż przemysłu, takich jak: wojsko, służby bezpieczeństwa, opieka zdrowotna, transport i logistyka, obsługa klienta i czynności związane z utrzymaniem domu. W dziedzinie robotyki usługowej zaobserwowano niedawno przełomowe zmiany w zakresie opieki zdrowotnej, a na osiągnięcie jeszcze większego poziomu autonomii i złożoności systemu nie trzeba będzie długo czekać, podobnie jak na nowe zastosowania ukierunkowane na człowieka.

We wszechobecnym społeczeństwie informacyjnym ludzie będą się komunikować pomiędzy sobą (człowiek – człowiek), maszyny (w tym roboty) będą komunikować się z ludźmi (człowiek – maszyna), a także między sobą (maszyna – maszyna). Oczekuje się, że liczba urządzeń zaangażowanych w komunikację maszyna – maszyna będzie rosła wykładniczo: liczba tzw. inteligentnych urządzeń zdolnych do komunikowania się pomiędzy sobą i współdziałania z ludźmi w 2020 r. szacowana jest na około 50 miliardów.

Te zmiany w komunikacji doprowadzą do powstania powszechnie przewidywanego **internetu przedmiotów** (Internet of Things, IoT), tj. autonomicznego systemu opierającego się na komunikacji między obiektami fizycznymi. Robotyka będzie pod wieloma względami powiązana z internetem przedmiotów, a sam proces zmieni „stare” społeczeństwo sieciowe. Sposób, w jaki telefony komórkowe i komputery stanowiące integralną część ubrania (wearable computers), takie jak urządzenia rejestrujące nasze funkcje życiowe (life-trackers) stały się częścią naszego codziennego życia, stanowi dowód na to, że już wkrótce będziemy żyć we „wszechobecnym świecie”, w którym wszystkie urządzenia (w tym roboty) będą funkcjonować w sieci. Systematyczne upowszechnianie się robotów w naszym codziennym życiu sprawia, że oparte na powstającym internecie przedmiotów zastosowania w zakresie robotyki stają się rzeczywistością.

Przysze postępy w tej dziedzinie doprowadzą do stworzenia robotów, które będą pomagać i asystować człowiekowi, wykonywać różne prace w gospodarstwie domowym czy związane z opieką zdrowotną; pojawią się roboty budowlane, roboty pupile, roboty zabawki i roboty do telekonferencji. Roboty będą naśladować zachowania ludzi i zwierząt, a wszechobecne aplikacje umożliwią im komunikowanie się między sobą.

Wszystkie te zmiany ilościowe będą stanowić fundament dla zmian jakościowych, których ze względu na złożoność zagadnienia praktycznie nie można przewidzieć. Systemy obliczeniowe już korzystają z możliwości szybszego, bardziej niezawodnego i precyzyjnego podejmowania decyzji i działania, chociaż nie możemy wykluczyć pewnego ryzyka i zagrożeń związanych w szybkim rozwoju jak nagłe skoki na giełdzie spowodowane transakcjami o wysokiej częstotliwości. Czy zmiany nie zachodzą zbyt szybko? Czy rosnące tempo rozwoju wszechobecnego społeczeństwa i innych zmian technologicznych stanowi zagrożenie dla gospodarki i społeczeństwa?

4 Robotyka a przyszłość pracy

Biorąc pod uwagę przyszłość pracy, warto rozważyć, w jakim stopniu roboty mogą zastępować lub uzupełniać i usprawniać pracę ludzką. Przyszłość, w której roboty będą opracowywane głównie z myślą o tym, by pełniły rolę uzupełniającą, to najłagodniejszy dla społeczeństwa scenariusz, ponieważ ludzie

nie musieliby konkurować z robotami i automatami, a tradycyjne role byłyby w dużej mierze zachowane. Niemniej jednak presja ekonomiczna i wymogi produktywności mogą spowodować, że pewne jednostki i grupy zawodowe zostaną zastąpione przez roboty i zautomatyzowane systemy. Można spodziewać się spadku zapotrzebowania na pracowników wykonujących rutynowe lub jasno zdefiniowane zadania, ponieważ zostaną oni zastąpieni robotami przemysłowymi i usługowymi. Wynikiem tych zmian technicznych będzie względny wzrost zapotrzebowania na wysoko wykwalifikowanych oraz zmniejszone zapotrzebowanie na mniej wykształconych pracowników wykonujących pracę opartą na rutynowych zadaniach umysłowych i fizycznych. Takie niszczenie miejsc pracy wymagających średnich kwalifikacji może doprowadzić do eliminacji w nadchodzących dziesięcioleciach około jednej trzeciej wszystkich istniejących obecnie miejsc pracy.

Dylemat między komplementarnością a zastępowalnością i równowagą, między ochroną miejsc pracy a bezrobociem wynikającym z rozwoju technologii jest wyzwaniem dla polityków, biznesu i szeroko rozumianego społeczeństwa obywatelskiego. Zastosowanie robotyki w gospodarce i wpływ tego procesu na rynek pracy wiąże się z wieloma trudnymi do rozstrzygnięcia kwestiami społecznymi i politycznymi. Dyskusja na temat inteligentnych maszyn oraz wpływu robotyki i wszechobecnej technologii na społeczeństwo, gospodarkę i zatrudnienie była do tej pory znikoma; sformułowano zaledwie kilka ustrukturyzowanych teorii na temat granic rozwoju zrobotyzowanego i zautomatyzowanego społeczeństwa.

Strach przed bezrobociem wywołany rozwojem technologii nie jest nowym zjawiskiem – protestowali już angielscy pracownicy przemysłu włókienniczego, tzw. luddyci, którzy w XIX wieku obawiali się utraty pracy w związku z upowszechnieniem nowych technologii w epoce rewolucji przemysłowej. Niemniej wielokrotnie udowodniano, że strach przed rozwojem technologii mogących doprowadzić do zastąpienia dużej części pracowników, a w konsekwencji do trwałego bezrobocia strukturalnego jest bezpodstawny – dla wielu ekonomistów jest to wręcz niewyobrażalne. W rzeczywistości postęp technologiczny spowodował wzrost zamożności i powstanie większej liczby miejsc pracy, przynajmniej w dłuższej perspektywie, a nowe technologie i wynalazki naukowe są z reguły postrzegane bardzo pozytywnie. Nowa era robotyki i sztucznej inteligencji może jednak oznaczać zmiany na bezprecedensową skalę; jeżeli ten scenariusz się ziści, wpływ zmian na zatrudnienie, eliminację miejsc pracy i gospodarkę nie był do tej pory przedmiotem dokładnej analizy. Wielu ekonomistów, którzy są tradycjonalistami, uważa, że mechanizmy rynku po raz kolejny zapewnią równowagę w dłuższej perspektywie. Czy naprawdę w każdym przypadku możemy na to liczyć?

5 Implikacje robotyki w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy

Jak wspomniano wcześniej, upowszechnienie innowacji w dziedzinie robotyki będzie miało istotne konsekwencje dla pracy w przyszłości. Korzystanie z robotów umożliwia utrzymanie wysokiego poziomu produkcji w krajach przemysłowych, w których koszty pracy są wysokie. Umożliwiają one także prowadzenie działalności produkcyjnej i wykonywanie takich zadań, których nie można powierzyć człowiekowi, jak: analiza, audyt i edycja znacznej liczby danych. Część zostanie wykorzystana do pracy w warunkach, które są zbyt trudne lub niebezpieczne dla człowieka. Ponadto, biorąc pod uwagę proces starzenia się społeczeństwa, roboty mogą stanowić rozwiązanie w zakresie rosnącego niedoboru – i wartości – pracy fizycznej.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa i higieny pracy (BHP) z rozwojem robotyki wiążą się zarówno nowe możliwości, jak i wyzwania.

Największe korzyści dla BHP wynikające z szerszego zastosowania robotyki wynikają z zastąpienia osób pracujących w warunkach szkodliwych dla zdrowia lub niebezpiecznych. Autonomiczne roboty są szczególnie użyteczne w pracy w przestrzeni kosmicznej, w sektorze obronności, bezpieczeństwa i w przemyśle jądrowym, ale także do wykonywania zadań związanych z logistyką, kontrolą i konserwacją, ponieważ mogą zastąpić człowieka, wykonując za niego niebezpieczne i nużące zadania. Pracownicy są mniej narażeni na działanie szkodliwych czynników i przebywanie w niebezpiecznych warunkach, a w konsekwencji na zagrożenia fizyczne, ergonomiczne i psychospołeczne. Obecnie roboty wykorzystuje się na przykład do wykonywania powtarzalnych i monotonicznych zadań, do przenoszenia materiałów radioaktywnych lub pracy w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. W przyszłości roboty będą wykonywać wiele innych, powtarzalnych, ryzykownych lub nieprzyjemnych zadań w takich branżach, jak: rolnictwo, budownictwo, transport, służba zdrowia, pożarnictwo lub usługi porządkowe.

Warto pamiętać, że istnieją pewne umiejętności, które pozostaną domeną człowieka, przynajmniej przez pewien czas, dlatego powstaje pytanie o optymalne połączenie umiejętności człowieka i robotów. Roboty lepiej niż ludzie radzą sobie z fizycznie wymagającą, powtarzalną pracą wykonywaną w trudnych warunkach i wymagającą precyzji, natomiast człowiek ma przewagę w tych zawodach, które wymagają kreatywności, podejmowania decyzji, elastyczności i zdolności adaptacyjnych. Ta potrzeba optymalnego połączenia umiejętności zaowocowała współpracą robotów i ludzi we wspólnej przestrzeni pracy i doprowadziła do opracowania nowych metod i standardów w celu zagwarantowania bezpiecznego funkcjonowania obok siebie człowieka i robota. Niektóre kraje europejskie włączają robotykę do swoich programów krajowych i starają się promować bezpieczną i elastyczną współpracę między robotami a operatorami w celu zwiększania wydajności. Przykładowo, niemiecki Federalny Instytut Bezpieczeństwa i Higieny Pracy (BAuA) organizuje coroczne warsztaty pod hasłem „współpracy między człowiekiem a robotem”.

W przyszłości współpraca ta będzie bardziej zróżnicowana: roboty staną się bardziej autonomiczne, a ich współpraca z człowiekiem przyjmie zupełnie nowe formy. Obecne podejście i standardy techniczne mające na celu ochronę pracowników przed ryzykiem współpracy z robotami zostaną zrewidowane, by przygotować grunt pod przyszłe zmiany.

Istnieją też inne wyzwania w zakresie BHP związane z powstaniem autonomicznych robotów i robotyki usługowej:

- Robotyka odgrywa ważną rolę w innowacjach w zakresie świadczenia opieki zdrowotnej i opieki dla osób starszych (w tym starszych pracowników). Wykorzystuje się ją w rozwoju technologii protetycznych i w implantologii, a te dwa obszary z kolei opierają się w dużej mierze na neurobiologii i informatyce. Interfejsy mózg – komputer (brain–computer interfaces, BCI), protezy sprzężone z układem nerwowym, sztuczny wzrok, elektroniczne implanty, a nawet neuroczipy (obecnie na wczesnym etapie) należą do najnowszych osiągnięć w tej dziedzinie.

Te i inne osiągnięcia w robotyce umożliwiają rozwój technologii poprawiających możliwości nie tylko osób niepełnosprawnych, ale także zdrowych. Przykładowo, zewnętrzne szkielety lub „roboty do noszenia” zwiększają zdolność pracowników do przewożenia ładunków, a jednocześnie stosuje się je w rehabilitacji lub po to, by umożliwić osobom niepełnosprawnym powrót do pracy. Wprowadzenie technologii poprawiania ludzkich możliwości stawia nowe wymagania dotyczące zarządzania bezpieczeństwem i higieną, związane z koniecznością monitorowania pojawiających się zagrożeń, a zarazem powoduje nowe wątpliwości natury prawnej i etycznej.

- Zdecydowana większość osób nie ma doświadczenia w interakcji z robotami, ale to się zmieni, ponieważ interakcje człowiek – maszyna w miejscach pracy są coraz częstsze. Pośrednie skutki komunikacji maszyna – maszyna nie są powszechnie znane, ale mogą okazać się zasadnicze. Ergonomiczne i logistyczne ustawienia autonomicznych robotów wymagają nowych rodzajów testowania i systemów pilotażowych w przemyśle i sektorze usług, a także odpowiednich programów szkoleniowych dla pracowników, którym zostanie powierzone programowanie, obsługa, konserwacja i współpraca z robotami.
- Wpływ robotyki na motywację oraz dobrostan pracowników i menedżerów nie jest do tej pory powszechnie znany. Czynniki psychospołeczne związane z robotyką będą wymagały zwiększonej uwagi w dziedzinie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia.
- Ze względu na różnice w dojrzałości poszczególnych technologii nie można sformułować jednolitych wytycznych w zakresie bezpieczeństwa i zarządzania ryzykiem. W przypadku niektórych zastosowań, kwestie bezpieczeństwa i ochrony rozwiązano w sposób profesjonalny, chociaż inne mogą okazać się mniej bezpieczne. Należy przeprowadzić więcej analiz w celu identyfikacji ryzykownych i niebezpiecznych działań autonomicznych robotów, w szczególności w rolnictwie i przemyśle spożywczym, w przypadku opieki nad osobami i usług dla gospodarstw domowych, w przemyśle wytwórczym oraz usługach profesjonalnych i transporcie.
- Zważywszy, że robotyka w usługach profesjonalnych jest stosunkowo nową dziedziną, kwestie odpowiedzialności prawnej za wypadki w przestrzeni publicznej nie zostały wyjaśnione. Należy przeprowadzić dodatkowe analizy legislacyjne dotyczące kwestii odpowiedzialności przed wprowadzeniem tych technologii do użytku.

Potrzebne są zatem nowe ramy bezpieczeństwa dla autonomicznej robotyki przemysłowej i usługowej. Do głównych zagadnień o znaczeniu strategicznym należą: 1) zarządzanie technologią, 2) regulacje

prawne i dobre rządzenie oraz 3) interfejsy i doświadczenia użytkownika. Istnieje potrzeba dostosowania szeroko stosowanej europejskiej bazy wiedzy na temat metod służących zapewnieniu bezpieczeństwa mniej inteligentnych systemów (na przykład pojazdów i samochodów) do robotyki usługowej i autonomicznych robotów, które w przyszłości będą znacznie „inteligentniejsze”.

6 Wnioski

W historii nie brakuje przykładów na to, że nowe technologie przynoszą nie tylko korzyści i nowe możliwości, ale również zagrożenia i koszty. Powszechnie przyjmuje się, że tempo zmian rośnie i coraz trudniej będzie przewidywać przyszłe zmiany, zwłaszcza w dziedzinie robotyki i AI, gdzie nowe wynalazki i innowacje wprowadzane są niemal co tydzień. Do korzyści wynikających z postępów w tych dziedzinach należy poprawa stanu zdrowia człowieka, większy komfort, wydajność, bezpieczeństwo i dostępność bardziej przydatnych danych, informacji i wiedzy na potrzeby osób i organizacji. Potencjalnymi minusami są zagrożenia w zakresie ochrony prywatności i danych osobowych pracowników, przesadne oczekiwania oraz rosnąca złożoność technologiczna stosowanych rozwiązań.

Istnieje potrzeba szerszej ogólnoeuropejskiej współpracy w następujących dziedzinach:

- 1) wymogi bezpieczeństwa związane z robotyką (zbiory wymogów, norm bezpiecznego użytkowania i dobrych praktyk)
- 2) wytyczne w zakresie ergonomii robotyki
- 3) sposoby poprawy zastosowań robotyki w zakresie bezpieczeństwa i higieny
- 4) techniki zatwierdzania i weryfikacji (służące kontrolowaniu, czy wymogi i wytyczne są stosowane prawidłowo)
- 5) doświadczenia i zachowania związane z robotyką zorientowane na użytkownika
- 6) modele edukacyjne szkoleń dla pracowników mających współpracować z robotami
- 7) najlepsze praktyki w zakresie rozwiązań regulacyjnych dotyczących robotyki przemysłowej (w szczególności robotów autonomicznych) i usługowej (zwłaszcza robotów służących zaspokajaniu potrzeb człowieka w zakresie ochrony zdrowia i dobrostanu)
- 8) możliwości technologiczne tworzenia bezpiecznych systemów poprzez wyeliminowanie lub zmniejszenie ewentualnych zagrożeń związanych z robotyką.

Niniejszy dokument opracowano na podstawie streszczenia dłuższego artykułu, który EU-OSHA zamówiła u dra Jariego Kaivo-oja. Wykorzystano w nim również informacje zgromadzone w ramach funkcjonowania sieci punktów centralnych agencji, przedstawione podczas seminarium, które odbyło się w dniu 11 czerwca 2015 r. w Bilbao.