

Zawody przyszłości w przemyśle 5.0

inżynier robotyki

specjalista w zakresie interakcji człowieka i maszyny

Dokument ekspercki, będący źródłem informacji dla materiałów e-learningowych
w projekcie "Zawody przyszłości w przemyśle 5.0".

Opracowanie: industry up, proof reading: Jarosław Smulski.

50
indu □ **stry**

1 NAJWAŻNIEJSZE INFORMACJE

O specjalizacji w skrócie

Główne zadania:

- Adaptowanie różnorodnych obszarów zastosowań, takich jak opieka zdrowotna, przemysł, siły zbrojne i elektronika.
- Wprowadzanie innowacji w dziedzinie interfejsów człowiek–maszyna, czyli sterowania głosem, gestami, ruchem oczu i dotykiem (haptką).
- Prowadzenie testów w celu zapewnienia skuteczności i niezawodności interakcji człowieka z robotem.

Podstawowe pojęcia:

- **Interakcja człowieka i maszyny** – badanie i projektowanie relacji między ludźmi a robotami, żeby zapewnić skuteczną, bezpieczną i intuicyjną komunikację.
- **Ergonomia** – nauka o projektowaniu urządzeń i systemów dopasowanych do ludzkiego ciała i możliwości poznawczych, mająca na celu optymalizację komfortu i wydajności.
- **Obliczanie afektywne** – technologia umożliwiająca rozpoznawanie, interpretację i reagowanie na ludzkie emocje, co pozwala na bardziej empatyczne interakcje.

Roboty zintegrowane z użytkownikami

Inżynier robotyki specjalizujący się w interakcji człowiek–maszyna odgrywa kluczową rolę w projektowaniu, rozwijaniu i optymalizowaniu systemów robotycznych, które płynnie integrują się z ludźmi. Zawód ten łączy zasady inżynierii z wiedzą z zakresu ergonomii, nauk kognitywnych i badań nad zachowaniem człowieka, by tworzyć roboty reagujące intuicyjnie na polecenia, współpracujące bezpiecznie we wspólnych przestrzeniach i wzmacniające ludzkie możliwości. Praca inżyniera obejmuje wiele branż – od automatyzacji produkcji, przez robotykę wojskową i policyjną, po roboty usługowe wchodzące w naturalne interakcje z użytkownikami, a także roboty medyczne wspomagające operacje.

Inżynier jako łącznik

W szybko zmieniającym się środowisku technologicznym inżynier robotyki w zakresie interakcji człowieka i maszyny pełni funkcję "pomostu" łączącego potrzeby człowieka z funkcjonalnością robotów. W swoich projektach uwzględnia nie tylko wydajność mechaniczną i programistyczną, lecz także społeczne i

psychologiczne skutki wprowadzanych rozwiązań. Dzięki temu budowane roboty są nie tylko efektywne, ale również godne zaufania i akceptowane przez użytkowników. Jest to rola z natury interdyscyplinarna, która wymaga połączenia kreatywności, wiedzy technicznej i empatii wobec zróżnicowanych potrzeb ludzi.

2 ZAWÓD PRZYSZŁOŚCI

Etyczna integracja robotów w środowisku człowieka

Wraz z rozwojem technologii robotycznych, rola inżynierów robotyki zajmujących się interakcją człowiek–maszyna staje się jedną z ważnych i przyszłościowych profesji ery cyfrowej. Strategia przemysłu 4.0 połączyła dotychczas odizolowane wyspy robotów, łącząc je z centralnymi systemami zarządzania i produkcją opartą na danych. Według prognoz Statisty, globalny rynek robotyki przekroczy wartość 310 miliardów dolarów do 2030 roku, co gwałtownie zwiększa zapotrzebowanie na specjalistów potrafiących projektować, testować i etycznie integrować roboty w środowisku człowieka. Szczególnie cenni będą ci inżynierowie, którzy rozumieją zarówno mechanikę systemów robotycznych, jak i złożoność ludzkich zachowań, emocji i komunikacji.

Roboty współpracujące w przemyśle, logistyce i opiece zdrowotnej

Pojawienie się stosunkowo tanich i programowalnych robotów współpracujących (tzw. cobotów) zmieniło funkcje tego typu urządzeń – uwalniając je z klatek i pozwalając wykonywać szereg zadań wspólnie z ludźmi. Jednym z najszybciej rozwijających się obszarów jest właśnie robotyka kooperacyjna, czyli projektowanie maszyn, które mogą bezpiecznie współdziałać z człowiekiem. Jak prognozuje Markets and Markets, sam rynek cobotów osiągnie wartość 9,2 miliarda dolarów do 2028 roku, napędzany przez branże takie, jak produkcja, opieka zdrowotna, logistyka i asystencja osobista.

Roboty w rolach opiekuńczych

W miarę starzenia się społeczeństw i rosnących niedoborów siły roboczej, zwłaszcza w sektorach opieki i edukacji, zapotrzebowanie na inżynierów robotyki z silnymi kompetencjami w zakresie interakcji człowiek–maszyna będzie narastać. W tym obszarze mowa o tzw. robotach społecznych, zaprojektowanych tak, by wchodzić w interakcje z ludźmi w sposób intuicyjny – za pomocą mowy, mimiki i gestów. Coraz częściej wykorzystywane są one w służbie zdrowia, edukacji, handlu detalicznym i w domach, żeby zapewniać towarzystwo, wsparcie i spersonalizowane usługi.

Według prognoz Mordor Intelligence, globalny rynek robotów społecznych wzrośnie z 7,47 miliarda dolarów w 2025 roku do 30,38 miliarda w 2030 roku, co odpowiada skumulowanemu rocznemu wskaźnikowi wzrostu (CAGR) na poziomie 32,4%. Wzrost ten napędzają postępy w dziedzinach takich, jak sztuczna inteligencja, rozpoznawanie emocji oraz w związku z trendami demograficznymi, zwłaszcza w kontekście starzenia się populacji. Kluczowe sektory generujące popyt to opieka nad osobami starszymi, edukacja specjalna i obsługa klienta. W Japonii, na przykład, roboty już pełnią funkcje opiekuńcze w ponad 20% ośrodków dla seniorów (OECD), a trend ten szybko rozprzestrzenia się na inne kraje o wysokim dochodzie.

Nie tylko – co roboty potrafią, ale co powinny robić

Przyszli inżynierowie robotyki będą musieli współpracować nie tylko z twórcami sztucznej inteligencji, ale także z etykami, psychologami, projektantami doświadczeń użytkownika (UX) i władzą publiczną. Ich praca obejmie programowanie robotów zdolnych do interpretacji sygnałów od człowieka, regulowania reakcji emocjonalnych i poszanowania ludzkiej autonomii. Wyzwanie nie polega już tylko na tym, co roboty potrafią, lecz na tym, co powinny robić, a to sprawia, że rozumowanie etyczne i empatia staną się kluczowymi kompetencjami nowego pokolenia inżynierów.

Równocześnie, silny akcent na rolę człowieka w tej specjalizacji zawodowej doskonale współgra z jednym z filarów koncepcji przemysłu 5.0. Jest nim zorientowanie na człowieka. I właśnie inżynier robotyki, odpowiedzialny za interfejs człowiek-maszyna, będzie spełniał podstawową i strategiczną rolę w tym zakresie.

Przyszłość zawodu:

- projektowanie robotów emocjonalnie inteligentnych i społecznie świadomych
- integracja zaawansowanej sztucznej inteligencji dla płynnej komunikacji człowiek–maszyna
- rozwijanie systemów adaptacyjnego uczenia spersonalizowanych pod potrzeby użytkownika
- współpraca przy tworzeniu polityk dotyczących etycznej AI i praw człowieka w kontekście robotyki

- rozszerzanie zastosowań w opiece zdrowotnej, obsłudze klienta, edukacji i rozrywce
- promowanie zrównoważonego projektowania robotów i zarządzania ich cyklem życia.

3 KOMPETENCJE

Od hardware'u po obciążenia poznawcze

Skuteczny inżynier robotyki musi łączyć wiedzę techniczną, umiejętności interpersonalne i zdolności twórczego rozwiązywania problemów. Fundamentem są kompetencje w zakresie sprzętowym (czujniki, siłowniki, sterowniki) i oprogramowania (systemy operacyjne robotów, sztuczna inteligencja, uczenie maszynowe). Jednak równie ważne jest rozumienie ludzkich zachowań, tzw. obciążenia poznawczego i zasad ergonomii przy projektowaniu efektywnej interakcji człowieka z robotem. Ponadto, silne zdolności analityczne umożliwią diagnozowanie i doskonalenie działania systemów. Umiejętność komunikacji będzie sprzyjała współpracy z ekspertami z różnych dziedzin – projektantami, psychologami i użytkownikami. Z kolei świadomość etyczna będzie niezbędna, żeby przewidywać i rozwiązywać społeczne problemy związane z automatyzacją i prywatnością.

Podstawowe kompetencje:

- specjalistyczna wiedza z zakresu inżynierii robotyki (mechanika, elektronika, elektrotechnika, oprogramowanie)
- metodyczne projektowanie systemów automatyzacji i robotyki zgodnie z zasadami dobrej praktyki inżynierskiej
- znajomość osprzętowania automatyki i robotyki, sterowników PLC i PAC, rozproszonych systemów sterowania (DCS) oraz systemów nadzoru i akwizycji danych (SCADA)
- wiedza z zakresu czynników ludzkich i ergonomii poznawczej
- biegłość w sztucznej inteligencji i uczeniu maszynowym pod kątem systemów adaptacyjnych
- silne umiejętności analityczne i rozwiązywanie problemów
- skuteczna komunikacja interdyscyplinarna
- zarządzanie projektami i czasem
- etyczne myślenie w projektowaniu technologii.

4 ŚCIEŻKA KARIERY

Ścieżka edukacyjna i zawodowa

Droga do zawodu inżyniera robotyki w zakresie interakcji człowiek–maszyna wymaga łączenia wykształcenia technicznego z naciskiem na projektowanie zorientowane na człowieka oraz umiejętność rozwiązywania problemów. To ścieżka idealna dla osób, które lubią tworzyć systemy, ale jednocześnie interesują się tym, jak ludzie wchodzą w interakcję z maszynami. Profesja, którą opisujemy, wymaga też myślenia interdyscyplinarnego - łączenia mechaniki, elektrotechniki, informatyki, psychologii i etyki. Przyszli inżynierowie robotyki muszą umieć pracować zarówno z kodem, jak i ze sprzętem, a jednocześnie rozumieć poznawcze i emocjonalne reakcje użytkowników. Wraz ze wzrostem obecności inteligentnych robotów w miejscach pracy, domach i przestrzeni publicznej, specjaliści w tej dziedzinie będą kształtować sposób, w jaki maszyny służą ludziom, wspierają ich i integrują się z nimi. Ścieżka kariery jest wymagająca intelektualnie, a dodatkowo ma duży ciężar społeczny.

Krok 0: Wczesne zainteresowania przed podjęciem studiów

Warto zacząć od angażowania się w grupy dziedzinowe skupione na robotyce oraz korzystać z platform, takich jak Arduino, Raspberry Pi czy LEGO Mindstorms lub z zestawów open source do budowy robotów. Dobrym krokiem są również kursy wprowadzające do robotyki, programowania (Python, C++) i elektroniki, dostępne m.in. serwisach: Coursera, edX i Khan Academy. Pierwsze praktyczne doświadczenia pozwoli też zdobyć udział w targach, hackathonach czy projektach typu DIY, związanych z konstruowaniem prostych systemów robotycznych.

Krok 1: Edukacja akademicka

Uzyskaj tytuł licencjata lub inżyniera na jednym z poniższych kierunków:

- inżynieria robotyki
- inżynieria mechaniczna
- inżynieria elektryczna lub mechatronika
- informatyka (ze specjalizacją robotyczną).

Kluczowe przedmioty w toku studiów licencjackich:

- systemy sterowania i mechatronika
- interakcja człowiek–robot (HRI)
- systemy wbudowane i integracja czujników

- sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe
- kinematyka i dynamika robotów
- kognitywistyka lub ergonomia (opcjonalnie, ale warto).

Krok 2: Specjalizacja i rozwój umiejętności

Rozwijaj wiedzę dzięki studiom podyplomowym, certyfikatom lub specjalizacjom takim, jak:

- robotyka zorientowana na człowieka (Human-Centered Robotics)
- systemy operacyjne dla robotów (ROS) i symulacje Gazebo
- percepcja maszynowa (wizja komputerowa, rozpoznawanie mowy)
- robotyka miękka i systemy "ubieralne" (wearable systems)
- normy bezpieczeństwa dla cobotów (collaborative robots)
- narzędzia: MATLAB, SolidWorks, TensorFlow i systemy czasu rzeczywistego (RTOS).

Krok 3: Praktyczne doświadczenie

Angażuj się w staże, programy współpracy uczelni i przemysłu lub szukaj praktyk w takich rolach:

- stażysta ds. robotyki
- asystent mechatronika
- programista interfejsów człowiek–robot
- inżynier testów systemów interaktywnych.

Te wczesne zajęcia umożliwiają zdobycie praktycznego doświadczenia w projektowaniu systemów robotycznych, testowaniu interakcji z użytkownikami oraz współpracy interdyscyplinarnej, zwłaszcza w sektorach takich, jak produkcja, robotyka medyczna, technologie edukacyjne, czy pojazdy autonomiczne.

Krok 4: Rozwój kariery i uczenie się przez całe życie

Staraj się rozwijać swoją karierę, awansując na stanowiska średniego i wyższego szczebla, takie jak:

- specjalista ds. interakcji człowiek–robot
- główny inżynier systemów
- badacz UX w robotyce
- kierownik projektu ds. robotyki zorientowanej na człowieka
- założyciel startupu z zakresu robotyki.

Rozwijaj się zawodowo przez:

- udział w konferencjach branżowych
- lekturę czasopism naukowych i specjalistycznych
- podejmowanie dalszych studiów (np. doktorat z robotyki, AI lub z inżynierii biomedycznej)
- śledzenie zmian w branży w obrębie robotyki adaptacyjnej i etycznej sztucznej inteligencji.

5 GŁÓWNE OBOWIĄZKI

Systemy sterowania, interfejsy i sensory

Inżynierowie robotyki specjalizujący się w interakcji człowiek–maszyna mają szeroki zakres obowiązków skoncentrowanych na zapewnieniu, by roboty działały efektywnie w otoczeniu ludzi. Do zadań takich specjalistów należy projektowanie i testowanie systemów sterowania, opracowywanie intuicyjnych interfejsów oraz integracja czujników, które interpretują działania człowieka.

Długa droga do adaptacji rozwiązań

Kluczową częścią ich pracy jest iteracyjne prototypowanie i walidacja, które obejmują symulacje, badania z udziałem użytkowników i testy terenowe. Inżynierowie analizują dane z tych testów, żeby ulepszać algorytmy i konfiguracje sprzętowe. Muszą również prowadzić szczegółową dokumentację, przestrzegać norm bezpieczeństwa i regulacji prawnych oraz dostosowywać rozwiązania do konkretnych kontekstów przemysłowych lub społecznych.

Podstawowe obowiązki:

- projektowanie sprzętu robotycznego zoptymalizowanego pod kątem interakcji z ludźmi
- opracowywanie oprogramowania umożliwiającego adaptacyjne i responsywne zachowania robotów
- tworzenie i testowanie interfejsów użytkownika (głosowych, gestowych, dotykowych)
- prowadzenie badań zorientowanych na użytkownika oraz ocen ergonomii
- zarządzanie prototypami i ich udoskonalanie na podstawie opinii użytkowników
- bezpieczeństwo fizyczne systemów człowiek–maszyna, cyberbezpieczeństwo IT/OT oraz odporność i autonomia systemów
- zapewnianie zgodności z normami bezpieczeństwa i etyki

- koordynacja zespołów interdyscyplinarnych i harmonogramów projektowych.

6 PODOBNE ZAWODY

Istnieje kilka zawodów pokrewnych do inżyniera robotyki zajmującego się interakcją człowiek–maszyna. Inżynierowie mechatroniki koncentrują się na integracji elementów mechanicznych, elektronicznych i programowych, choć zwykle nie specjalizują się tak głęboko w aspektach interakcji z człowiekiem. Inżynierowie sztucznej inteligencji opracowują natomiast algorytmy odpowiadające za inteligencję robotów, lecz często nie mają rozległej wiedzy z zakresu sprzętu. Projektanci doświadczeń użytkownika (UX) skupiają się na interfejsie między człowiekiem a technologią, jednak zazwyczaj nie zajmują się podstawowymi systemami robotycznymi. Inżynierowie biomedyczni z kolei, pracujący nad protezami lub egzoszkieletemi, również działają na styku człowiek–robot, ale z silnym naciskiem na zastosowania medyczne. Niemniej zrozumienie specyfiki tych pokrewnych zawodów pomaga doprecyzować szczególną rolę inżyniera robotyki w aspekcie kontaktu człowieka z maszyną.

Do zawodów pokrewnych należą zatem:

- inżynier mechatroniki
- inżynier sztucznej inteligencji
- projektant doświadczeń użytkownika (UX designer)
- inżynier biomedyczny (protezy i urządzenia wspomagające)
- specjalista ds. czynników ludzkich
- inżynier automatyki
- inżynier systemów sterowania.

7 PODSUMOWANIE

Rola inżyniera robotyki z zakresu interakcji człowieka i maszyny ma kluczowe znaczenie dla kształtowania przyszłości technologii, która będzie harmonijnie współpracowała z ludźmi. Zawód ten wymaga nie tylko zaawansowanych kompetencji technicznych, lecz także głębokiego zrozumienia ludzkich zachowań oraz zasad etyki. Inżynierowie robotyki w tej specjalizacji umożliwiają maszynom pełnienie funkcji asystenckich, co podnosi jakość życia i produktywność w wielu sektorach. Przyszli inżynierowie robotyki powinni rozwijać szeroki zestaw umiejętności, łączący samą inżynierię z informatyką, psychologią i komunikacją. Kariera tego rodzaju zapewnia ciągły rozwój, innowacyjność i możliwość

realnego wpływu na sposób, w jaki społeczeństwo wchodzi w kontakt z nowymi technologiami. W miarę jak robotyka coraz silniej przenika nasze codzienne życie, inżynierowie o tej specjalności będą zdobywali decydujący wpływ na jakość współpracy ludzi i maszyn. A chodzi przede wszystkim o to, żeby wynikała z tej kooperacji produktywność i wzajemny szacunek.

8 ŹRÓDŁA (ostatni dostęp: 6 listopada 2025 roku):

- <https://dl.acm.org/journal/thri>
- <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2025>
- <https://www.utwente.nl/en/education/master/programmes/robotics/specialisations/human-robot-interaction-social-ai/career-perspectives/>
- <https://interviewguy.com/human-robot-interaction-specialist-job-description/>
- <https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/collaborative-robot-market>
- <https://www.futuremarketinsights.com/reports/collaborative-robot-market>
- <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/collaborative-robot-market-194541294.html>
- <https://www.marketsandmarkets.com/report-search-page.asp?rpt=collaborative-robot-market>
- <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/social-robots-market>

Dofinansowane ze środków UE. Wyrażone poglądy i opinie są jedynie opiniami autora lub autorów i niekoniecznie odzwierciedlają poglądy i opinie Unii Europejskiej lub Fundacji Rozwoju Systemu Edukacji. Unia Europejska ani Fundacja Rozwoju Systemu Edukacji nie ponoszą za nie odpowiedzialności. Wszystkie rezultaty opracowane w ramach projektu „Zawody przyszłości w przemyśle 5.0” są udostępniane na otwartej licencji Creative Commons Attribution – ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0). Dozwolone jest ich nieodpłatne rozpowszechnianie, pod warunkiem wskazania autorstwa oraz źródła finansowania projektu.



Dofinansowane przez
Unię Europejską

