



Politechnika
Wroclawska

Algorytmy sztucznej inteligencji w Przemysle 4.0

Systemy wieloagentowe

Dr inż. Radosław Idzikowski





Definicja MAS

Systemy Wieloagentowe (*Multi Agent Systems*, MAS)

To zbiór agentów, które współdziałają ze sobą w dynamiczny sposób, aby osiągnąć wspólny cel. Każdy agent jest autonomicznym podmiotem posiadającym pewną autonomię decyzyjną i zdolność do interakcji z innymi agentami.

- ▶ Agent - autonomiczny podmiot działający w imieniu użytkownika
- ▶ Współpraca i komunikacja między agentami
- ▶ Adaptacyjność w dynamicznych środowiskach



Zastosowanie MAS w Przemysle 4.0

- ▶ MAS może być używane do ciągłego monitorowania maszyn i procesów produkcyjnych, identyfikowania awarii oraz prognozowania potencjalnych problemów. Agentom można powierzyć zadanie analizy danych sensorycznych i zgłaszania wszelkich odstępstw od normy.
- ▶ W Przemysle 4.0 kluczowym elementem jest efektywne zarządzanie łańcuchem dostaw. MAS może koordynować dostawców, magazyny i transport, monitorując na bieżąco warunki i potrzeby, co prowadzi do optymalizacji procesu dostaw.
- ▶ MAS mogą sterować autonomicznymi robotami w magazynach, optymalizując trasę, zbierając i pakując produkty, a także adaptując się do zmian w zapotrzebowaniu na produkty.
- ▶ Agentom można przypisać zadanie planowania i harmonogramowania produkcji, uwzględniając zmienne warunki produkcji, dostępność surowców oraz elastyczność w reagowaniu na zamówienia i zmiany.
- ▶ Systemy Wieloagentowe mogą być wykorzystane do zarządzania ruchem drogowym, optymalizacji tras dla pojazdów dostawczych i koordynacji autonomicznych pojazdów w fabrykach, co przyczynia się do zwiększenia efektywności i bezpieczeństwa transportu.

Zastosowania te przyczyniają się do elastyczności, adaptacyjności i zwiększenia efektywności w Przemysle 4.0.



Krótką historia i ewolucja MAS

- ▶ Lata 70. i 80.: Początki badań nad MAS, skupiające się na modelowaniu agencji w interakcjach społecznych i ekonomicznych.
- ▶ Lata 90.: Rozwój teorii MAS w informatyce, zastosowania w dziedzinie sztucznej inteligencji i systemów rozproszonych.
- ▶ Początek XXI wieku: Wykorzystanie MAS w złożonych systemach, takich jak zarządzanie ruchem lotniczym czy optymalizacja sieci telekomunikacyjnych.
- ▶ Współczesność: Intensywne zastosowanie w Przemysle 4.0, internet rzeczy (IoT) i inteligentnych systemach logistycznych.
- ▶ Przyszłość: Kontynuacja rozwoju w kierunku autonomii, adaptacyjności i zastosowań w obszarze sztucznej inteligencji.



Definicja Agenta w Kontekście MAS

Agent w MAS

Agent w Systemie Wieloagentowym (MAS) to autonomiczny podmiot posiadający zdolność do podejmowania decyzji, interakcji z otoczeniem oraz współpracy z innymi agentami w celu osiągnięcia określonych celów.

- ▶ Agent jest jednostką autonomiczną, zdolną do samodzielnego podejmowania decyzji.
- ▶ Posiada zdolność do interakcji z otoczeniem, co obejmuje percepcję i reakcję na zmiany w środowisku.
- ▶ Współpracuje z innymi agentami w ramach MAS w celu realizacji wspólnych lub zróżnicowanych celów.
- ▶ Cechuje go zdolność do adaptacji do zmieniających się warunków.

- ▶ **Autonomia:** Agenci w MAS posiadają autonomię, czyli zdolność do podejmowania decyzji bez bezpośredniej kontroli zewnętrznej.
- ▶ **Reaktywność:** Agenci są zdolni do reakcji na zmiany w otoczeniu i podejmowania działań w odpowiedzi na zidentyfikowane sytuacje.
- ▶ **Proaktywność:** Agenci w MAS mogą proaktywnie inicjować działania w kierunku osiągnięcia swoich celów, nie tylko reagować na zewnętrzne bodźce.
- ▶ **Socjalność:** Właściwość ta oznacza zdolność agentów do współpracy, komunikacji i interakcji z innymi agentami w systemie.
- ▶ **Równoczesność:** Agenci w MAS mogą działać równocześnie, co oznacza, że wielu agentów może wykonywać różne zadania jednocześnie.



Komunikacja Między Agentami

- ▶ Protokoły Komunikacyjne: Agenci w MAS komunikują się zgodnie z ustalonymi protokołami, które określają sposób przesyłania informacji i wymiany komunikatów.
- ▶ Kanały Komunikacyjne: Komunikacja między agentami może odbywać się poprzez różne kanały, takie jak bezpośrednie połączenia, współdzielone bazy danych czy komunikację przez wiadomości.
- ▶ Bezpieczeństwo Komunikacji: W przypadku wymiany danych między agentami, bezpieczeństwo jest kluczowym aspektem, aby chronić poufność i integralność informacji.
- ▶ Przykłady Zastosowań Komunikacji w MAS:
 - ▶ Współpraca w rozwiązywaniu problemów
 - ▶ Rozdzielanie zasobów w efektywny sposób
 - ▶ Koordynacja działań w czasie rzeczywistym

Kooperacja i Konflikty

- ▶ **Kooperacja:**
 - ▶ Agenci w MAS mają zdolność do współpracy w celu osiągnięcia wspólnych lub zgodnych celów.
 - ▶ Kooperacja może obejmować wymianę informacji, zasobów, czy wzajemne wspieranie się w realizacji zadań.
- ▶ **Konflikty:**
 - ▶ Konflikty mogą wynikać z różnic w celach, preferencjach czy konkurencji o dostęp do zasobów.
 - ▶ Systemy Wieloagentowe muszą radzić sobie zarówno z kooperacją, jak i konfliktami, aby efektywnie funkcjonować.
- ▶ **Rola Kooperacji i Konfliktów:**
 - ▶ Kooperacja wspiera efektywność i osiągnięcie celów systemu.
 - ▶ Konflikty mogą prowadzić do nowatorskich rozwiązań, ale wymagają skutecznych mechanizmów rozstrzygnięcia sporów.



Centralizowane vs. Rozproszone Podejścia

▶ **Centralizowane Podejście:**

- ▶ W centralizowanym MAS, decyzje i kontrola są skupione w jednym punkcie, zwykle nadrzędnym agencji lub systemie zarządzającym.
- ▶ Łatwiejsza koordynacja i zarządzanie, ale potencjalne problemy z jednym punktem awarii i skalowalnością.

▶ **Rozproszone Podejście:**

- ▶ W rozproszonym MAS, agenci działają niezależnie i podejmują decyzje lokalnie, wymieniając się informacjami w celu współpracy.
- ▶ Większa odporność na awarie, ale wymaga efektywnych mechanizmów komunikacji i koordynacji między agentami.

▶ **Wybór Podejścia:**

- ▶ Wybór pomiędzy centralizacją a rozproszeniem zależy od charakterystyki systemu, jego celów i wymagań.
- ▶ Hybrydowe podejścia są również możliwe, łącząc elementy obu modeli w jednym systemie.



Modelowanie Agentów

▶ **Definicja Agenta w MAS:**

- ▶ Agenci w Systemie Wieloagentowym (MAS) to autonomiczne jednostki posiadające zdolność do podejmowania decyzji, interakcji i współpracy.
- ▶ Modelowanie agentów obejmuje określenie ich cech, zachowań, celów oraz relacji z otoczeniem i innymi agentami.

▶ **Elementy Modelu Agenta:**

- ▶ **Struktura Wewnętrzna:** Reprezentacja wiedzy, strategii decyzyjnej i mechanizmów uczenia.
- ▶ **Zachowanie:** Opisuje, jak agent reaguje na sytuacje i podejmuje decyzje w zależności od celów.
- ▶ **Komunikacja:** Mechanizmy, które umożliwiają agentowi komunikację z otoczeniem i innymi agentami.

▶ **Znaczenie Dokładnego Modelowania:**

- ▶ Precyzyjne modelowanie agentów jest kluczowe dla zrozumienia i efektywnego zarządzania systemem wieloagentowym.

MocosSim



Wyzwania i Przyszłość MAS w Przemysle 4.0

▶ Wyzwania w Zastosowaniach Przemysłowych:

- ▶ Złożoność i skalowalność systemów wieloagentowych w dużych i rozbudowanych środowiskach przemysłowych.
- ▶ Integracja z istniejącymi systemami produkcyjnymi i infrastrukturą.
- ▶ Bezpieczeństwo i ochrona danych w kontekście przemysłowych aplikacji MAS.

▶ Rozwój Technologii:

- ▶ Udoskonalenia w dziedzinie sztucznej inteligencji, uczenia maszynowego i analizy danych wspierają rozwój zaawansowanych funkcji agentów.
- ▶ Wykorzystanie technologii blockchain do zabezpieczania komunikacji i transakcji w środowisku MAS.

▶ Standardy i Interoperacyjność:

- ▶ Konieczność ustalenia standardów komunikacyjnych i protokołów dla interoperacyjności między różnymi systemami MAS.
- ▶ Zapewnienie zgodności z regulacjami przemysłowymi i normami bezpieczeństwa.

▶ Przyszłość MAS w Przemysle 4.0:

- ▶ Coraz większe zastosowanie w zarządzaniu inteligentnymi fabrykami, logistyką, utrzymaniem ruchu i innych obszarach przemysłowych.
- ▶ Kierunek na rozwój autonomicznych systemów produkcyjnych, zdolnych do adaptacji do dynamicznych warunków.



Podsumowanie Kluczowych Punktów Wykładu

- ▶ **Definicja MAS:** Systemy Wieloagentowe to zbiory agentów, które współpracują ze sobą w dynamiczny sposób w celu osiągnięcia wspólnego celu.
- ▶ **Rola w AI Przemysle 4.0:** MAS wprowadzają elementy współpracy między agentami, zwiększając zdolności AI w optymalizacji procesów produkcyjnych.
- ▶ **Zastosowania w Przemysle 4.0:** Monitorowanie produkcji, optymalizacja procesów, logistyka w czasie rzeczywistym, zarządzanie łańcuchem dostaw, autonomiczne roboty w magazynach.
- ▶ **Historia i Ewolucja:** Rozwój badań od lat 70. do współczesności, z intensywnym zastosowaniem w dziedzinie Przemysłu 4.0.
- ▶ **Definicja Agent:** Agent w MAS to autonomiczny podmiot zdolny do podejmowania decyzji, interakcji i współpracy w imieniu użytkownika.
- ▶ **Właściwości Agentów:** Autonomia, reaktywność, proaktywność, socjalność, równoczesność.
- ▶ **Komunikacja Między Agentami:** Wykorzystanie protokołów i kanałów komunikacyjnych, zapewnienie bezpieczeństwa komunikacji.
- ▶ **Kooperacja i Konflikty:** Agenci mogą współpracować w osiągnięciu celów, ale również konkurować o zasoby.
- ▶ **Centralizowane vs. Rozproszone Podejścia:** Wybór zależy od charakterystyki systemu, jego celów i wymagań.
- ▶ **Modelowanie Agentów:** Obejmuje strukturę wewnętrzną, zachowanie i mechanizmy komunikacji.
- ▶ **Struktury Organizacyjne Agentów:** Hierarchiczne, heterogeniczne, sieciowe - zależnie od specyfiki systemu.
- ▶ **Wyzwania i Przyszłość w Przemysle 4.0:** Złożoność zastosowań, rozwój technologii, standardy i interoperacyjność, rosnące znaczenie w przemyśle.