

Przemysław Ciszek

Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach

ORCID 0000-0003-0203-3810

Czy to jest inteligentne? Sztuczna inteligencja w grach wideo

Wstęp

Gry cyfrowe są obecnie ogromnym, szeroko dostępnym medium. Podlegają ciągłej ewolucji, a ich twórcy dokładają starań by zainteresować nimi jak największą grupę odbiorców. Na każdą grę wideo składa się wiele elementów audiowizualnych, tzw. silnik gry oraz silnik fizyczny, fabuła i przedstawione postacie. Jednym z ważnych elementów wpływających na odbiór i wrażenia z rozgrywki jest także tzw. sztuczna inteligencja przeciwników oraz innych postaci występujących w grze.

W ostatnich dekadach sztuczna inteligencja – *artificial intelligence* (dalej AI) znacząco zmieniła krajobraz przemysłu gier wideo, wpływając na wszystkie aspekty ich tworzenia i odbioru. Od prostych skryptów kontrolujących podstawowe zachowania przeciwników w grach z lat osiemdziesiątych, po zaawansowane systemy, które mogą tworzyć iluzję dynamicznego, adaptacyjnego świata gry. Tak zwana AI stała się nieodzownym elementem niemal wszystkich nowoczesnych gier wideo.

Na samym wstępie warto zdefiniować kluczowe, acz zasadniczo nieostre pojęcia, które często bywają źle rozumiane. Sztuczna inteligencja w powszechnej świadomości kojarzyć się może z wieloma zjawiskami i w istocie jest ona złożoną kwestią. Początki prac nad tą technologią sięgają lat pięćdziesiątych XX wieku, czyli okresu gdy gwałtownie rozwijały się maszyny liczące. Przełomowe metody „uczenia” komputerów takie jak *machine learning* i *deep learning* pozwoliły na coraz bardziej zaawansowane zastosowania. Technologie używające AI są stosowane od lat (tłumaczenie języków, diagnostyka medyczna itp.), ale przełomem w społecznym odbiorze zjawiska stały się dopiero premiery narzędzia do generowania grafiki Midjourney w lutym 2022 r. oraz ChatGPT w listopadzie 2022 r. Zwłaszcza ta druga usługa miała duży wpływ na pewne obszary życia i sprawiła, że generatywne AI zaczęło być używane przez wiele osób.

Sztuczna inteligencja w grach wideo może być przez niektórych laików mylona ze wspomnianymi samouczącymi się systemami. Jednak w większości przypadków AI w grach obejmuje tylko tzw. skrypty – predefiniowane instrukcje, które kierują zachowaniami postaci i ustalają kolejność występowania zdarzeń oraz warunki pod jakimi się wydarzą. Skrypty te, choć ograniczone w swojej złożoności, umożliwiają twórcom gier tworzenie iluzji inteligentnych i realistycznych wirtualnych światów.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie roli AI w grach wideo, ze szczególnym uwzględnieniem jej zastosowań związanych z kontrolą postaci w grach oraz jej wpływu na interaktywność i immersję. Omówiono zarówno tradycyjne skrypty AI, jak i bardziej zaawansowane systemy, przedstawiając pokrótce ich ewolucję, zastosowania i wpływ na doświadczenia graczy. Ukazana została także rola generatywnego AI w tworzeniu gier. Artykuł skupia się na AI w grach od strony teoretycznej i koncepcyjnej, jedynie wspominając podstawowe kwestie techniczne związane z programowaniem. Są one bowiem domeną programistów i innych specjalistów technik informatycznych.

Zrozumienie, jak te technologie są wykorzystywane, jest ważne dla badaczy gier wideo, ponieważ wpływają one nie tylko na techniczne aspekty projektowania gier, ale także na ich narracyjne i interaktywne możliwości.

Definicje i kategoryzacja AI w grach wideo

AI w różnych formach i poziomach złożoności, jest nieodzownym elementem współczesnego projektowania gier cyfrowych. Od prostych skryptów po zaawansowane systemy generatywne, AI pozwala twórcom gier na tworzenie bardziej angażujących i realistycznych doświadczeń dla graczy. Istnieje kilka rodzajów „uczenia się” które są stosowane w przypadku sztucznej inteligencji, chociażby uczenie maszynowe i uczenie głębokie. Polegają one na danych treningowych, a program stara się uzyskać jak najlepszy wynik. Głębokie uczenie się opiera się na sztucznych sieciach neuronowych, które są reprezentacjami naszych sieci neuronowych, które badają warstwy wejściowe w celu określenia wyników. Przykładowo system dzieli zdjęcie zwierzęcia na kilka warstw, takich jak kolory, kształty i jeśli dany fragment wygląda jak ogon lub spiczaste uszy, program stara się zdeterminować czy zadany obraz to kot czy pies¹. AI korzystające z *deep learningu* musi dużo trenować i uczyć się na przykładach, zanim uzyska wiarygodne wyniki.

Standardowe gry cyfrowe zazwyczaj korzystają jednak z symbolicznej sztucznej inteligencji, takiej jak skrypty AI. Są to predefiniowane zestawy instrukcji, które sterują zachowaniem postaci w grze. W tym przypadku system sprawdza możliwe konfiguracje świata gry i określa, jak może osiągnąć swój cel, szukając ścieżki do niego². Skrypty zazwyczaj nie uczą się na podstawie danych, ale reagują na określone zdarzenia zgodnie z wcześniej zaprogramowanymi zasadami. Jedną z bardziej rozbudowanych wersji skryptów nich jest *Finite State Machine* (FSM), czyli maszyna stanów skończonych. FSM to matematyczny model, który pozwala na reprezentowanie i zarządzanie zachowaniami chociażby postaci niezależnych (NPC) poprzez podział ich zadań na predefiniowane stany oraz przejścia między nimi na podstawie określonych warunków³. W grach wideo ta technika jest często używana do

1 D. Cattelan, *Evolution of AI in video-games from 1980 to today*, Medium, 7.12.2019, https://medium.com/@DylanCa_/evolution-of-ai-in-video-games-from-1980-to-today-e3344acaed4c – [on-line:] 22.08.2024.

2 *Why is it difficult to make good AI for games?*, AI and Games, 24.01.2024, [on-line:] <https://www.youtube.com/watch?v=qCkqpRnk1oU> – 22.08.2024.

3 E.F. Anderson, *Playing smart – artificial intelligence in computer games*, „Conference: Proceedings of zfxCON03 Conference on Game Development”, 2003.

kontrolowania prostych, ale ważnych aspektów zachowań, takich jak patrolowanie, atakowanie, ucieczka czy wykonywanie zadań. Na przykład w grze akcji, przeciwnik może przechodzić między stanami: „czuwanie”, „śledzenie”, „atakowanie” i „ucieczka” w zależności od akcji gracza i parametrów takich jak odległość czy poziom zdrowia NPC. Taka struktura umożliwi projektantom gier tworzenie bardziej przewidywalnych i kontrolowanych zachowań, co przyczynia się do spójnego i realistycznego doświadczenia dla graczy. Prostota implementacji sprawia, że jest popularnym wyborem w branży gier wideo, zwłaszcza w przypadkach, gdy potrzebne są proste, deterministyczne reakcje na działania gracza.

Inną techniką jest tzw. *fuzzy logic*, czyli logika rozmyta, która pozwala na bardziej elastyczne i realistyczne modelowanie zachowań w grach. W przeciwieństwie do tradycyjnej logiki binarnej, która operuje na wartościach prawda lub fałsz, logika rozmyta pozwala na reprezentowanie stanów pośrednich, takich jak „częściowo prawda” lub „częściowo fałsz”⁴. Dzięki temu możliwe jest bardziej naturalne i zniuansowane podejmowanie decyzji przez postacie niezależne. W praktyce logika rozmyta jest wykorzystywana w grach wideo do zarządzania wieloma aspektami zachowań AI – w grach strategicznych może być używana do oceny ryzyka i korzyści różnych manewrów bojowych, uwzględniając stopnie prawdopodobieństwa powodzenia. W grach sportowych może być stosowana do oceny intencji gracza, takich jak „chęć strzału” czy „gotowość do podania”, na podstawie szeregu czynników, takich jak pozycja na boisku, dystans do bramki i zachowanie przeciwników. Dzięki temu postacie kontrolowane przez AI mogą podejmować bardziej realistyczne i złożone decyzje nie bazujące na sztywnych wytycznych.

Interesujący i nowatorski system wprowadzili autorzy gry z gatunku *survival horror* – *Alien: Isolation* (2014). Główny antagonist, czyli monstrum znane z serii filmów s-f, posiada dwa rodzaje sztucznej inteligencji. Pierwszy z nich zwany „Reżyserem” zawsze wie gdzie znajduje się gracz i wydaje polecenia pomniejszej AI, która steruje samym obcym⁵. Potwór korzysta ze standardowych drzew decyzyjnych, ale dostosowuje się też do stylu gry gracza, aby stanowić większe wyzwanie. Cały ten zabieg miał na celu wykreowanie atmosfery ciągłego zagrożenia, w której gracz nigdy nie wie gdzie może czaić się wróg i co zrobi za chwilę.

Inne gry gdzie zastosowano AI adaptujące się do zachowań gracza, to chociażby strzelanina FPS *F.E.A.R.* (2005) czy strategia *Middle-earth: Shadow of Mordor* (2014). W tej pierwszej przeciwnicy mogą zmieniać swoje zachowanie, strategię i taktykę w zależności od działań gracza. Drugi tytuł wprowadził system *Nemesis*, który pozwalała AI przeciwników uczyć się na podstawie interakcji z graczem. Wrogowie, którzy wyszli cało z potyczek, zapamiętywali jego taktyki i mogli rozwijać się oraz dostosowywać swoje późniejsze zachowania.

Mechanizmy AI służą też do bardziej prozaicznych celów takich jak skuteczne metody wyznaczania ścieżek poruszania się postaci w grach. Sprawne poruszanie się postaci niezależnych po świecie gry (zwłaszcza w grach trójmiarowych) nie jest

4 M. Winiarski, *Jak powstaje sztuczna inteligencja w grach komputerowych*, 21.09.2018, [on-line:] <https://mwin.pl/jak-powstaje-sztuczna-inteligencja-w-grach-komputerowych> – 22.08.2024.

5 J. Švelch, *Should the monster play fair?: Reception of artificial intelligence in Alien: Isolation*, „Game Studies” 2020, vol. 20, iss. 2, [on-line:] https://gamestudies.org/2002/articles/jaroslav_svelch – 22.08.2024.

łatwe, szczególnie omijanie przeszkód i reagowanie na ewentualne zmiany warunków środowiskowych. W grze *Driver: San Francisco* (2011) zastosowano złożone systemy zarządzające standardowym ruchem ulicznym oraz pojazdami uczestniczącymi w pościgach. AI miała za zadanie takie kierowanie pojazdami, aby całość była dynamiczna i realistyczna oraz stanowiła odpowiednie wyzwanie na graczy⁶.

Początki i rozwój AI w grach

Pierwsze, eksperymentalne gry wideo powstały na urządzenia nieprzystosowane do elektronicznej rozrywki i miały mocno charakter eksperymentalny. W 1951 r. powstała gra *Nim*, będąca adaptacją tradycyjnej chińskiej gry logicznej. Fakt, iż możliwa była rozgrywka z maszyną było pewnym ewenementem⁷. Nawet jeśli brać pod uwagę, że komputer Ferranti Mark 1 pracujący wówczas na Uniwersytecie w Manchesterze nie był zwykle dostępny dla osób spoza uczelni. Z kolei gra *OXO* (1952) stworzona przez Alexandra Douglasa na komputer EDSAC pozwalała na rozgrywkę z komputerem w popularne kółko i krzyżyk. Dużo większym wyzwaniem dla programistów było jednak opracowanie skutecznych algorytmów mogących grać w warcaby i szachy. Stało się to już w latach 50., ale potrzeba było jeszcze wiele czasu, aby programy szachowe osiągnęły dużą siłę gry. Warto wspomnieć w tym miejscu o fałszywym robocie potrafiącym rzekomo grać w szachy. Mechaniczny „Turek szachista” powstał około 1769 r. i zadziwiał wiele osób, w tym władców państw. Okazał się zręczną mistyfikacją, w której zamiast inteligentnej maszyny w rzeczywistości grał ukryty wewnątrz człowiek.

Obejściem problemu stworzenia sztucznej inteligencji przeciwników była produkcja gry tylko dla ludzkich graczy. *Tennis for Two* (1958) czy *Spacewar!* (1961), umożliwiały rozgrywkę dwuosobową, a komputer jedynie pośredniczył w tym pojedynku. Jednak wszyscy pragnęli rozgrywki z komputerem, a popularyzacja gier wideo w latach 70. XX wieku wręcz wymagała tego typu rozwiązań. Stosowano zatem proste algorytmy, tzw. drzewa Monte Carlo⁸ i inne sposoby, aby korzystając z bardzo skromnych zasobów ówczesnych komputerów i konsol, stworzyć satysfakcjonujące wyzwanie dla graczy⁹. W *Galaxian* (1979) przeciwnicy poruszali się wedle prostych

6 S. Barriaes, C. Jenner, *Fast cars, big city. The AI of driver San Francisco*, [w:] *Game AI Pro 3: Collected wisdom of game AI professionals*, red. S. Rabin, Boca Raton 2017, s. 215–229.

7 *NIM – the first Computer Game (1951)*, [on-line:] <https://jot101.com/2013/09/nim-first-computer-game-1951> – 22.08.2024.

8 Drzewo Monte Carlo (*Monte Carlo Tree*) to struktura danych i technika używana w algorytmach, które są stosowane w dziedzinie sztucznej inteligencji, szczególnie w grach i innych problemach decyzyjnych. MCT działa poprzez losowe symulacje, aby ocenić potencjalne ruchy w grze. Struktura drzewa Monte Carlo obejmuje węzły reprezentujące stany gry i krawędzie reprezentujące możliwe akcje. Algorytm eksploruje drzewo, symulując partie gry od aktualnych stanów do końca gry, aktualizując wartości węzłów na podstawie wyników tych symulacji. Z czasem, algorytm koncentruje się na najbardziej obiecujących ścieżkach, optymalizując decyzje na podstawie skumulowanych doświadczeń z symulacji.

9 J.J. Martinez, *AI in video games: a historical evolution, from Search Trees to LLMs. Chapter 1: 1950–1980*, Medium, 4.11.2023, [on-line:] <https://medium.com/@jjmcarrascosa/ai-in-video-games-a-historical-evolution-from-search-trees-to-llms-chapter-1-1950-1980-f3b04d6e9dc8> – 22.08.2024.

schematów. Nie przeszkadzało to jednak w dobrej zabawie i w uzyskaniu przez ten tytuł statusu kultowego. Inny, ważny dla rozwoju elektronicznej rozrywki tytuł, czyli *Pac-Man* (1980) miał duży wpływ na gry wideo, także w kontekście AI przeciwników. Ta prosta gra posiadała złożoną jak na swoje czasy mechanikę zachowań wrogów, z których każdy miał inny zestaw cech i poruszał się wedle innych prawideł¹⁰. Czyniło to zabawę bardziej wymagającą i mniej przewidywalną.

Lata 90. przyniosły spowolnienie rozwoju sztucznej inteligencji w grach wideo. Nastąpiła tzw. zima AI, a zastrój ten spowodowało kilka czynników:

- a) niemożność spełnienia wygórowanych oczekiwań wobec AI w grach – gracze spodziewali się coraz bardziej zaawansowanych, ludzkich zachowań ze strony postaci niezależnych i antagonistów. Tworzenie sztucznej inteligencji, która w przekonujący sposób naśladuje ludzkie zachowanie, dostosowuje się do zmieniającego się środowiska gry było ogromnym wyzwaniem dla programistów,
- b) ograniczenia sprzętowe i koszty – sztuczna inteligencja w grach często wymaga znacznej mocy obliczeniowej, która wówczas nie była dostępna dla przeciętnego użytkownika gier;
- c) skoncentrowanie na innych aspektach gry – podczas tworzenia gier priorytetem były inne elementy, takie jak grafika, mechanika rozgrywki i fabuła. Sprawdziło to, że rozwój sztucznej inteligencji zszedł na drugi plan¹¹.

Jednak nie oznacza to, że rozwój AI zatrzymał się. Cały czas próbowano udoskonalać zachowanie przeciwników, aby gry stanowiły większe wyzwanie. W strzelaniu *Half-Life* (1998) walczący z protagonistą żołnierze są zdolni do zaawansowanej koordynacji i taktycznego działania. Współpracują ze sobą, używając flankowania, a także korzystają z granatów, aby zmusić gracza do opuszczenia osłony. W momencie premiery gra była chwalona za zaawansowane systemy AI przeciwników.

Interesującym zastosowaniem są też tzw. boty (*bots*), czyli sterowani przez komputer oponenti w grach gatunku FPS w trybie *multiplayer*. Pionierami skutecznego zastosowania botów były *Unreal Tournament* oraz *Quake 3*. Oba tytuły zadebiutowały w 1999 r. i umożliwiały zabawę także z wykorzystywaniem przeciwników kontrolowanych przez komputer. Boty różnią się od zwykłych wrogów spotykanych w trakcie misji fabularnych w grach FPS, gdyż ich algorytmy są dostosowane do charakterystycznej walki na mapach przygotowanych dla trybu wieloosobowego.

Rola AI w grach wideo

Tym co odróżnia gry cyfrowe od innych mediów audiowizualnych jest głównie ich interaktywność. Maszyny cyfrowe pozwoliły na tworzenie programów mogących reagować na dane wprowadzane przez człowieka. Odnosi się to oczywiście także do systemów operacyjnych czy edytorów tekstu, które przecież także odpowiednio

10 R. Birch, *Understanding Pac-Man ghost behavior*, 2010, [on-line:] <http://gameinternals.com/understanding-pac-man-ghost-behavior> – 22.08.2024.

11 J.J. Martinez, *AI in video games: a historical evolution, from Search Trees to LLMs. Chapter 2: 1980–2000*, Medium, 8.11.2023, [on-line:] <https://medium.com/@jjmcarrascosa/ai-in-video-games-a-historical-evolution-from-search-trees-to-llms-chapter-2-1980-2000-341bc31860d9> – 22.08.2024.

reagują na polecenia użytkownika. Gry cyfrowe posuwają tę interaktywność o krok dalej, oferując nie tylko reakcje na dane wejściowe, ale także tworząc dynamiczne i niekiedy immersyjne światy, które mogą adaptować się do decyzji i działań gracza w czasie rzeczywistym. A przynajmniej gracz ma takie wrażenie, gdyż celem twórców gier jest wykreowanie pewnej iluzji¹². Moc obliczeniowa komputerów i konsol jest ograniczona i sprytne użycie dostępnych technik pozwala zaoszczędzić ją na cele generowania grafiki czy obliczeń fizycznych.

W przeciwieństwie do tradycyjnych mediów, gdzie narracja jest z góry określona, gry cyfrowe często oferują wiele ścieżek oraz pewną dozę wolności, której skala zazwyczaj różni się w zależności od gatunku gry. Z zabawą grami wideo związane jest pojęcie zawieszenia niewiary (*suspension of disbelief*), które polega na tym, że gracz niejako „udaje”, iż nie zauważa pewnych nieścisłości i błędów w grze¹³. Dzięki temu program nie musi za wszelką cenę symulować każdego aspektu rzeczywistego świata i dozwolona jest pewna doza umowności.

Na kreowanie pełniejszej symulacji pozwolił postęp technologii komputerowych, który umożliwił tworzenie gier z trójwymiarową grafiką o wysokiej jakości. Dopełnieniem tego są właśnie systemy AI, bez których świat gry byłby niczym ładna, teatralna dekoracja. Symulowanie rzeczywistego świata w grach wideo jest jednym z najważniejszych aspektów, które decydują o ich realizmie, immersji i atrakcyjności i to właśnie systemy skryptów AI odgrywają kluczową rolę w tworzeniu takich symulacji. Typy gier, które szczególnie intensywnie korzystają ze złożonych systemów AI to te z gatunku *sandbox / open world*. Ich istotą jest poruszanie się po otwartym świecie, w którym gracz może podejmować różnorodne aktywności. To jak ten wirtualny świat reaguje na poczynania gracza, często determinuje odbiór danej gry i opinię o niej.

Skrypty AI odpowiadają za zachowania trzech głównych grup postaci występujących w grach cyfrowych. Są to przeciwnicy, sojusznicy oraz niezależne postacie tła. Szczególnie w grach akcji dobre AI wrogów odgrywa dużą rolę w tworzeniu satysfakcjonującej i angażującej rozgrywki. Kiedy zachowują się oni w sposób naturalny i inteligentny, gracze mają wrażenie, że walczą z prawdziwymi, myślącymi przeciwnikami, a nie tylko z zaprogramowanymi postaciami. Przykładowo oponenci mogą korzystać z osłon, koordynować ataki, a także wycofywać się i reorganizować swoje siły w odpowiedzi na działania gracza. Takie zachowanie sprawia, że świat gry wydaje się bardziej żywy i autentyczny, co wciąga graczy w rozgrywkę. Użytkownicy gier często szukają wyzwania, a dobrze zaprojektowane AI może im takowych dostarczyć. Przykładem jest seria *Dark Souls* (2011–2016) oraz inne gry studia From Software. W grach strategicznych dobre AI przeciwników zmusza graczy do myślenia taktycznego i planowania swoich działań. Komputerowi przeciwnicy, którzy potrafią analizować sytuację na polu bitwy i oraz przewidywać ruchy gracza, wymagają ciągłego dostosowywania swoich strategii.

12 J. Argasiński, *Sztuczna Inteligencja w grach wideo*, [w:] *Olbrzym w cieniu. Gry wideo w kulturze audiowizualnej*, red. A. Pitrus, Kraków 2012, s. 44–45.

13 V.-M. Karhulahti, *Suspending virtual disbelief: A perspective on narrative coherence*, [w:] *ICIDS 2012: The 5th International Conference on Interactive Digital Storytelling Proceedings*, London–New York 2012.

Drugim z ważniejszych zastosowań skryptów i systemów AI w grach jest tworzenie realistycznego zachowania postaci niezależnych (NPC). Występują one w wielu typach gier, ale największą rolę odgrywają w produkcjach z otwartym światem. Jednym z ich głównych zadań jest sprawianie, by gracz miał wrażenie przebywania w „prawdziwym” świecie. Postaciami niezależnymi mogą być też zwierzęta. W tytułach takich jak *The Elder Scrolls V: Skyrim* (2011) czy *Red Dead Redemption 2* (2018) skomplikowane skrypty AI starają się symulować ekosystem, w którym różne gatunki zwierząt wchodzą w interakcje ze sobą oraz z otoczeniem.

Seria *Grand Theft Auto*, a szczególnie części IV i V są dobrym przykładem gier, które wykorzystują zaawansowane skrypty AI do symulacji życia wielkiego miasta. Realistyczne odwzorowanie metropolii jest trudne z uwagi na mnogość czynników i podsystemów. Także dlatego, że gracze są często zaznajomieni z tym jak wygląda prawdziwe duże miasto, trudniej ich więc oszukać. NPC w tego typu grach mają swoje rutyny, reagują na ruch uliczny, uczestniczą w wydarzeniach spowodowanych przez gracza, takich jak przestępstwa czy niebezpieczna jazda samochodem. Postacie niezależne mogą też zmieniać swoje zachowanie w zależności od pory dnia czy pogody, co zwiększa realizm i immersję.

W innych grach z dużym, otwartym światem, np. w serii *Watch Dogs* (Ubisoft, 2014–2020) zastosowano złożone i dopracowane systemy osobowości postaci niezależnych. Twórcy nie chcieli by mieszkańcy miasta byli niczym zaprogramowane manekiny. W drugiej odsłonie tej serii z 2016 r. stworzyli zatem system zwany *Anecdote Factory*, którego celem było generowanie realistycznych wydarzeń w mieście, tak aby gracz miał wrażenie poruszania się po żyjącym mieście. Każdy mieszkaniec miasta, którego napotkał gracz miał w danym momencie jeden z czterech stanów nastroju (zrelaksowany, szczęśliwy, zły, niespokojny). Możliwe były też przejścia pomiędzy nimi bazujące chociażby na akcjach gracza. Ponadto NPC mogli mieć którąś z kilku „osobowości” – agresywną, pesymistyczną, optymistyczną, neutralną i heroiczną¹⁴. Połączenie tych parametrów oraz dodanie ręcznie przygotowanej matrycy zależności zachowań pozwoliło na wykreowanie bardzo realistycznego tła działań w postaci symulacji żyjącego miasta.

Po odpowiednim przeszkoleniu AI potrafi też grać w gry, które pierwotnie nie zawierały takiej opcji. W kwietniu 2019 r. OpenAI Five pokazało publicznie zaawansowaną sztuczną inteligencję, która pokonała mistrzów świata w grze e-sportowej *Dota 2*. AI została zaprojektowana od podstaw, bez wcześniejszej wiedzy na temat gry oraz bez przygotowanych wcześniej algorytmów. Sieci neuronowe rywalizowały same ze sobą by doskonalić technikę gry. Sztuczna inteligencja wykorzystywała aż 128 000 rdzeni procesora i 256 procesorów graficznych, aby codziennie odbywać 180 lat wirtualnego treningu. W rezultacie poszczególne AI będące składowymi systemem mogły skupić się albo na własnej nagrodzie (obejmującej zabicie innych postaci i zebranie skarbów), albo na ogólnej nagrodzie drużyny¹⁵.

14 *The spreadsheet that powers civilian AI in Watch Dogs 2 | AI and Games #56*, AI and Games, 5.11.2020, [on-line:] <https://www.youtube.com/watch?v=HTK-bVRzp5k> – 26.08.2024.

15 J. Abhisht, S. Moolchand, J. Al Zubi, *Artificial intelligence in games. Transforming the gaming skills*, [w:] *Deep learning in gaming*, red. V. Chaudhary, M. Sharma, P. Sharma, D. Agarwal, Boca Raton 2022, s. 118–119.

Tak zwani „agenci AI” mogą też grać ramię w ramię z graczami. Startup Altera stworzył AI, które może uczestniczyć w rozgrywce w *Minecrafta* udając żywego człowieka.

Autonomiczni agenci mogą grać wykonując zadania takie jak poruszanie się, budowanie, wytwarzanie, rolnictwo, handel, wydobywanie czy atakowanie. W założeniu agenci AI mają być raczej towarzyszami graczy, niż ich asystentami wykonującymi polecenia. Mają oni swobodę podejmowania własnych decyzji, co może sprawić, że gra będzie ciekawsza¹⁶.

Generatywne AI i tworzenie gier

Ostatnie lata przyniosły duży postęp w generatywnym AI i tego typu narzędzia stały się także pomocne dla twórców gier. Tym co zwiększa regrywalność danego tytułu może być chociażby proceduralne generowanie zawartości. Wspomagane przez skrypty, pozwala ono na tworzenie dużych, zróżnicowanych i unikalnych światów. Zastosowane było chociażby w pierwszej części *Diablo* (1996) oraz w grach takich jak *No Man's Sky* (2016) czy *Minecraft* (2011). Proceduralne generowanie opiera się na algorytmach, które często wykorzystują techniki takie jak fraktale, automaty komórkowe czy szum Perlin¹⁷. Ten ostatni jest często używany do tworzenia realistycznych terenów i krajobrazów, ponieważ może tworzyć ciągłe i naturalnie wyglądające struktury. Generatywna sztuczna inteligencja może usprawnić tworzenie modeli 3D postaci i innych elementów, skracając proces twórczy. Generatywną AI można również używać do tworzenia realistycznych efektów dźwiękowych czy muzyki. Może być to bardzo przydatne na początkowych etapach tworzenia gry, kiedy nie nabrała ona jeszcze konkretnego kształtu.

Innym sposobem, w jaki sztuczna inteligencja może pomóc twórcom gier jest kontrola jakości. Można jej używać do automatycznego wykrywania błędów w kodzie oraz innych problemów technicznych oraz uszeregowania ich według priorytetu i ich wpływu na grę. Ponadto możliwości predykcyjne sztucznej inteligencji oznaczają, że można ją wykorzystać do analizowania danych w celu przewidywania potencjalnych problemów w grze, umożliwiając programistom podejmowanie proaktywnych działań¹⁸.

AI w służbie wydajności

Poza wymienionymi powyżej zastosowaniami AI może być także używane w mniej oczywisty sposób, który jednak może mieć duże znaczenie dla części graczy. W ciągu ostatnich lat rozwinęła się technika zwiększania wydajności wyświetlania

16 L. Forristal, *Bye-bye bots: Altera's game-playing AI agents get backing from Eric Schmidt*, TechCrunch, 8.05.2024, [on-line:] <https://techcrunch.com/2024/05/08/bye-bye-bots-alteras-game-playing-ai-agents-get-backing-from-eric-schmidt/?guccounter=1> – 26.08.2024.

17 I. Millington, *AI for games. Third edition*, Boca Raton 2019.

18 B. Marr, *The role of generative AI in video game development*, Forbes, 18.04.2024, [on-line:] <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2024/04/18/the-role-of-generative-ai-in-video-game-development> – 22.08.2024.

grafiki trójwymiarowej z wykorzystaniem algorytmów AI. Pozwala to na osiągnięcie większej liczby klatek obrazu na sekundę. Stosowane są takie technologie jak *supersampling* i rekonstrukcja obrazu. Jedną z najbardziej znanych technologii opartych na AI jest *Deep Learning Super Sampling* (DLSS) opracowana przez firmę NVIDIA. DLSS wykorzystuje sieci neuronowe do rekonstrukcji obrazu w wysokiej rozdzielczości na podstawie obrazu w niższej rozdzielczości. Dzięki temu można uzyskać wyższą jakość grafiki przy mniejszym obciążeniu sprzętu, co prowadzi do wyższej liczby klatek na sekundę (FPS)¹⁹. Analogiczne technologie opracowują też inni producenci. AI pomaga też w optymalizacji *ray tracingu* czyli zaawansowanej technice renderowania²⁰, która symuluje sposób, w jaki światło rozprasza się i odbija w rzeczywistym świecie. Algorytmy identyfikują i renderują tylko najistotniejsze promienie świetlne, co redukuje obciążenie karty graficznej.

Sztuczna inteligencja może również być używana do kompresji danych tekstur i ich późniejszej rekonstrukcji. Umożliwia to przechowywanie i przesyłanie mniej szczegółowych tekstur, które następnie są rekonstruowane do pełnej jakości przez algorytmy AI w czasie rzeczywistym. Redukuje to ilość danych do przetworzenia, co poprawia wydajność. Algorytmy AI mogą dynamicznie dostosowywać jakość grafiki w zależności od aktualnych zasobów systemowych i sceny gry. Na przykład, w momentach dużego obciążenia karty graficznej, AI może obniżyć jakość mniej istotnych elementów graficznych, zachowując wysoki poziom detali tam, gdzie jest to najbardziej widoczne dla gracza. Technologie te przyczyniają się do lepszego wykorzystania zasobów sprzętowych, co z kolei ma wpływ na płynniejsze i bardziej realistyczne wrażenia z gry.

Podsumowanie

Szeroko rozumiana sztuczna inteligencja i gry wideo mają wiele wspólnego i ich związek będzie z pewnością coraz bliższy. Mimo iż systemy skryptów i logicznych zależności nie są „prawdziwą” sztuczną inteligencją, to dzięki zjawisku zawieszenia niewiary gracze poddają się iluzji i zanurzają w wirtualnych światach. Odgrywa ono kluczową rolę w realizacji tych możliwości, dostarczając narzędzi do tworzenia realistycznych zachowań NPC, dynamicznych środowisk i nielinowych narracji. Dzięki AI, gry cyfrowe oferują niepowtarzalne doświadczenia, które przewyższają możliwości tradycyjnych mediów audiowizualnych. Zaawansowane AI w grach cyfrowych przyczynia się także do zwiększenia złożoności i trudności wyzwań. Przeciwnicy sterowani przez AI mogą stosować zaawansowane taktyki, współpracować ze sobą i dostosowywać swoje strategie do działań gracza. To sprawia, że rozgrywka jest bardziej wymagająca oraz angażująca i może motywować do rozwijania umiejętności i testowania nowych strategii.

Jednocześnie, rozwój AI w grach wiąże się z licznymi wyzwaniami technicznymi. Twórcy gier muszą balansować między złożonością algorytmów a wydajnością, dbając o to, aby program działał płynnie i bez zakłóceń na różnych platformach

19 Maksimum FPS. Maksimum jakości. Z potęgą SI, NVIDIA, 2023, [on-line:] <https://www.nvidia.com/pl-pl/geforce/technologies/dlss> – 22.08.2024.

20 Renderowanie grafiki to proces, w którym dane cyfrowe są przetwarzane do postaci możliwej do przedstawienia na ekranie monitora.

sprzętowych. Równie ważne jest zachowanie balansu trudności i uniknięcie powtarzalności zachowań postaci kierowanych przez AI.

Sztuczna inteligencja rozumiana jako systemy generatywne czy konwersacyjne może mieć w przyszłości jeszcze większe znaczenie. Być może dzięki niej postaci niezależne w grach będą mogły toczyć z graczami prawdziwe rozmowy i dawać im generowane dla nich zadania. W związku z tym pojawić się mogą także potencjalne implikacje społeczne, etyczne czy wręcz filozoficzne. W miarę jak interakcje z postaciami wirtualnymi stają się coraz bardziej złożone i realistyczne, padać mogą pytania o wpływ takich doświadczeń na percepcję rzeczywistości przez graczy oraz na ich emocjonalne zaangażowanie. Z tego względu, twórcy gier powinni rozważać, jakie granice immersji są odpowiednie i etycznie uzasadnione, a także jakie konsekwencje mogą wynikać z przekroczenia tych granic. W obliczu dynamicznego rozwoju tej technologii może się okazać konieczne opracowanie regulacji prawnych dotyczących jej wykorzystania w rozrywce cyfrowej.

Bibliografia

- Abhisht J., Moolchand S., Al Zubi J., *Artificial intelligence in games. Transforming the gaming skills*, [w:] *Deep learning in gaming*, red. V. Chaudhary, M. Sharma, P. Sharma, D. Agarwal, Boca Raton 2022.
- Anderson E.F., *Playing smart – artificial intelligence in computer games*, „Conference: Proceedings of zfxCON03 Conference on Game Development”, 2003.
- Argasiński J., *Sztuczna Inteligencja w grach wideo*, [w:] *Olbrzym w cieniu. Gry wideo w kulturze audiowizualnej*, red. A. Pitrus, Kraków 2012, s. 39–53.
- Barriales S., Jenner C., *Fast cars, big city. The AI of driver San Francisco*, [w:] *Game AI Pro 3: Collected wisdom of game AI professionals*, red. S. Rabin, Boca Raton 2017.
- Birch R., *Understanding Pac-Man ghost behavior*, 2010, [on-line:] <http://gameinternals.com/understanding-pac-man-ghost-behavior> – 22.08.2024.
- Cattelan D., *Evolution of AI in video-games from 1980 to today*, Medium, 7.12.2019, [on-line:] https://medium.com/@DylanCa_/evolution-of-ai-in-video-games-from-1980-to-today-e3344acaed4c – 22.08.2024.
- Forristal L., *Bye-bye bots: Altera's game-playing AI agents get backing from Eric Schmidt*, TechCrunch, 8.05.2024, [on-line:] <https://techcrunch.com/2024/05/08/bye-bye-bots-alteras-game-playing-ai-agents-get-backing-from-eric-schmidt> – 26.08.2024.
- Karhulahti V. -M., *Suspending virtual disbelief: A perspective on narrative coherence*, [w:] *ICIDS 2012: The 5th International Conference on Interactive Digital Storytelling Proceedings*, Springer, London–New York 2012, s. 1–17.
- Maksimum FPS. *Maksimum jakości. Z potęgą SI, NVIDIA*, 2023, [on-line:] <https://www.nvidia.com/pl-pl/geforce/technologies/dlss> – 22.08.2024.
- Martinez J.J., *AI in video games: a historical evolution, from Search Trees to LLMs. Chapter 1: 1950–1980*, Medium, 4.11.2023, [on-line:] <https://medium.com/@jjmcarras-cosa/ai-in-video-games-a-historical-evolution-from-search-trees-to-llms-chapter-1-1950-1980-f3b04d6e9dc8> – 22.08.2024.
- Marr B., *The role of generative AI in video game development*, Forbes, 18.04.2024, [on-line:] <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2024/04/18/the-role-of-generative-ai-in-video-game-development> – 22.08.2024.

Martinez J.J., *AI in video games: a historical evolution, from Search Trees to LLMs. Chapter 2: 1980–2000*, Medium, 8.11.2023, [on-line:] <https://medium.com/@jjmcarrasco/ai-in-video-games-a-historical-evolution-from-search-trees-to-llms-chapter-2-1980-2000-341bc31860d9> – 22.08.2024.

Millington I., *AI for games. Third edition*, Boca Raton 2019.

Švelch J., *Should the monster play fair?: Reception of artificial intelligence in Alien: Isolation*, „Game Studies” 2020, vol. 20, iss. 2, [on-line:] https://gamestudies.org/2002/articles/jaroslav_svelch – 22.08.2024.

The spreadsheet that powers civilian AI in Watch Dogs 2 | AI and Games #56, AI and Games, 5.11.2020, [on-line:] <https://www.youtube.com/watch?v=HTK-bVRzp5k> – 26.08.2024.

Why is it difficult to make good AI for games?, AI and Games, 24.01.2024, [on-line:] <https://www.youtube.com/watch?v=qCkqpRnk1oU> – 22.08.2024.

Winiarski M., *Jak powstaje sztuczna inteligencja w grach komputerowych*, 21.09.2018, [on-line:] <https://mwin.pl/jak-powstaje-sztuczna-inteligencja-w-grach-komputerowych> – dostęp: 22.08.2024.

Streszczenie

Celem artykułu jest przedstawienie zastosowań i roli sztucznej inteligencji (AI) w grach cyfrowych. AI, zarówno w formie skryptów i systemów logicznych, jak i w formie generatywnej AI odgrywa coraz większą rolę w procesie tworzenia gier.

Metody: przegląd literatury, analiza stanu zastanego.

Wyniki: sztuczna inteligencja przeciwników i innych postaci występujących w grach to także ważny element wpływający na doświadczenie graczy. Początkowe lata rozwoju gier cyfrowych nie oferowały zbyt wiele w tej materii, ale rosnąca moc obliczeniowa komputerów oraz postęp w technikach programowania pozwoliły na stosowanie coraz bardziej złożonych technik. Z kolei generatywne AI umożliwia tworzenie proceduralnej zawartości i ułatwia prototypowanie. Trzecim, najmniej oczywistym zastosowaniem, jest zwiększanie płynności działania gier poprzez użycie algorytmów AI generujących dodatkowe klatki obrazu.

Wnioski: w przyszłości rozwój AI może zmienić oblicze gamingu i wprowadzić gry na nowe tory.

Słowa kluczowe: gry wideo, sztuczna inteligencja, algorytmy, nowe media, gracze

Is it smart? Artificial intelligence in video games

Abstract

The aim of this article is to present the applications and role of artificial intelligence (AI) in digital games. AI, both in the form of scripts and logic systems, as well as generative AI, is playing an increasingly important role in the game development process.

Methods: literature review, analysis of the existing state.

Results: artificial intelligence for opponents and other characters in games is also an important element influencing the experience of players. The early years of digital game development did not offer much in this regard, but the growing computing power of computers and advances in programming techniques have allowed the use of increasingly complex techniques. In turn, generative AI which enables the creation of procedural content and

facilitates prototyping. The third, least obvious application is increasing the smoothness of game operation by using AI algorithms that generate additional image frames.

Conclusions: in the future, the development of AI may change the face of gaming and take games to new paths.

Keywords: video games, artificial intelligence, algorithms, new media, gamers