

**Politechnika Śląska**

**Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki**

**Kierunek Informatyka**

##### Praca dyplomowa magisterska

###### Nawigacja postaci w wirtualnym świecie 3D

Autor: Radosław Bigaj

Kierujący pracą: dr Ewa Lach

Gliwice, wrzesień 2013

# Wstęp

## Geneza

Proces tworzenia gier posiada własny specyficzny świat. Posiada własną pulę idiomów, umiejętności i wyzwań, którymi każdy projektant lub programista musi się zmagać. Można powiedzieć, że jest to jeden z powodów dla których

## Cel pracy

Celem ogólnym pracy jest zapoznanie się z poszczególnymi technikami nawigacji oraz dokonanie ich analizy. W projekcie jest zawarte klika technik animacji, które zostaną

## Przewodnik po pracy

# Sztuczna inteligencja

Sztuczna inteligencja pełni znaczącą rolę w grach wideo. Obszar zagadnień związanych ze sztuczną inteligencją istnieje właściwie odkąd pojawiły pierwsze gry wideo(1970 rok), jednak same algorytmy pojawiły się kilkanaście lat wcześniej. Zadanie jakie powinna pełnić sztuczna inteligencja może podzielić na trzy kategorie:

* Podniesienie realizmu świata gry. Stosowane głównie w grach typu cRPG (ang. Copmuter Role-Playing Games). Ma za zadanie sterować poczynaniami agentów, z którymi zetknie się bohater gracza.
* Wsparcie podczas walki. Jest to najczęściej spotykana kategoria sztucznej inteligencji w grach komputerowych. Stosowana powszechnie w grach strategicznych oraz grach akcji. Sztuczna inteligencja ma celu sterowanie agentami podczas walki.
* Relacjonowanie wydarzeń. Stosowane w grach sportowych. Sztuczna inteligencja pełni funkcje związane z trafnym komentowanie zdarzeń zachodzących w świecie gry na podstawie bieżących działań gracza.

Obszar działania sztucznej inteligencji nie kończy się jednak tylko na symulowaniu inteligentnych zachowań, ale może również nadać agentom cechy ludzkie. Po implementacji takiej funkcjonalności w danej grze może sprawić, że gra zacznie cieszyć się dużą popularnością. Efekt taki można uzyskać przenosząc do wirtualnego świata ludzkie niedoskonałości oraz tworząc sposób porozumiewania zawierający nieliniowe dialogi czy duży zasobów słów postaci.

## Krótka historia

Pierwsza faza rozwoju gier komputerowych przykłada wagę do wyświetlanej grafiki, oczywistym tego powodem były ograniczenia czasu pracy procesora, a to grafika robiła największa wrażenia na graczach. Takie podejście skutkowało tym, że sztuczna inteligencja została zepchnięta na drugi plan. Przykładowe implementacje zawierały sztywno zakodowane schematy zachowania oraz proste maszyny stanów. W dzisiejszych czasach większość operacji związanej z przetwarzaniem grafiki odbywa się w układach graficznych komputerów (GPU), a wzrost jakości wyświetlanej grafiki nie przyciąga graczy, którzy wymagają czegoś więcej od gier. Dlatego producenci gier, aby spełnić żądania graczy kładą większy nacisk na rozwój sztucznej inteligencji.

Gra "Tennis for Two" jest jedną z pierwszych gier wideo - jest to symulacja tenisa ziemnego, w której obraz jest wyświetlany za pomocą oscyloskopu. Została stworzona przez Williama Higinbothama w 1958 roku. Pierwszą grą wideo stworzoną specjalne na komputer osobisty było "Space War". Gra została napisana na Uniwersytecie Technicznym w Massachusetts. przez S. Russel'a na minikomputer w 1962. Obydwie te gry łączyło to, że wymagały dwóch graczy do rozgrywki. Dopiero w latach siedemdziesiątych zaczęto stosować pewne proste ustalone schematy odpowiadające za poruszanie się obiektów, co można traktować jako początki sztucznej inteligencji.

Pierwszą grą, w której gracz posiadał przeciwników był "Pac-Man" wydany w 1979. Agenci komputerowi sprawiali wrażenie inteligentnych - podczas pościgu za postacią gracza, na każdym z rozwidleń dróg agenci mieli różne szanse wyboru losowej drogi lub pogoni za graczem. W efekcie gracz miał odczucie, że komputerowi agenci współpracują ze sobą. Pac-Man zawierał implementacje prostej maszyny stanów, gdzie każdy z czterech agentów(duszków) mógł gonić lub uciekać przed graczem w labiryncie. Do tej pory gry bazowały na prostych lub bardziej złożonych wzorach, jak w klasycznych grach "Golden Axe"(1987 rok) czy "Super Mario Brothers"(1985 rok), gdzie przeciwnicy zwykle poruszali się w jednym lub dwóch kierunkach, aż do napotkania gracza.

Pierwszą grą akcji posiadającą sztuczną inteligencje jest "Goldeneye 007"(1997 rok). Pozwalała ona reagować na odpowiednio na ruch oraz akcję gracza. Komputerowi agenci posiadali zmysł wzroku i byli w stanie zauważyć czy pozostali agenci są martwi. Natomiast w grze "Thief: The Dark Project"(1998 rok) rozgrywka opierała się w znaczniej mierze na symulacji zmysłów wzroku i słuchu.

W latach 2001 i 2002 powstały dwie gry, które sprawiły, że gracze z niedowierzaniem patrzyli na poziom sztucznej inteligencji. Pierwsza z tych gier to "The Sims" ze studia Maxis, gdzie sztuczna inteligencja zajmowała się modelowaniem ludzkich emocji oraz potrzeb, przez co można powiedzieć, że gra była symulatorem życia. Drugą z gier jest "Black and White" ze studia Lionhead Studios, w tej grze komputerowy agent posiada umysł będący siecią neuronową przez, co może uczyć się w sztucznie stworzonym środowisku. Obecnie jednak większość wykorzystuje tylko podstawowe techniki związane ze sztuczną inteligencją. Powszechnie stosowaną techniką są maszyny stanów oraz jej pochodne.

## Techniki symulacji sztucznej inteligencji

Wyróżnia się wiele technik stosowanych do symulacji sztucznej inteligencji w grach komputerowych. Poniżej zostaną omówione najpopularniejsze z nich, są one powszechnie stosowane w branży gier komputerowych do gier wykorzystujących sztuczną inteligencję. Popularność danej techniki wynika z tego, że najprostsze rozwiązania okazują się najlepszymi dzięki czemu techniki takie jak: automaty skończone, heurystyczne poszukiwanie drogi czy drzewa decyzyjne zyskały sobie taką popularność.

Technika automatów stanów skończonych była wykorzystywana już w latach 90. jej funkcją było kontrolowanie wirtualnych agentów. Automaty stały się tak popularne i użyteczne, że są stosowane do zarządzania AI, również w najnowszych wysokobudżetowych produkcjach. Wykorzystuje się je też w komputerowych grach fabularnych (cRPG - ang. computer Role Playing Game) do sterowania dialogami gracza z agentami. Co więcej zarządzają obiektu w grze, przechowują stan rozgrywki (np. zwycięstwo, porażka, wykonane zadanie, postać dotarła do punktu docelowego), przetwarzają komendy gracza oraz zarządzają światem gry.

Automat stanów skończonych zbudowany jest z pewnej ściśle określonej liczby stanów znajdujących w danej puli rozwiązań. Kolejno zostają przechwycone pewne zdarzenia, które zmieniają stan maszyny. Dzięki temu istnieje możliwość podjęcia jednego lub kilku działań w zależności od stanu w jakim się aktualnie znajduje obiekt gry.

Heurystyczne poszukiwanie drogi.

Jednym z problemów jaki rozwiązuje sztuczna inteligencje jest określenie najlepszej drogi z punktu A do punktu B na terenie rozgrywki. Technika ta jest stosowana jest do rozwiązywania zagadnień bardzo skomplikowanych i złożonych takich jak poruszanie się jednostek w formacjach czy planowanie strategiczne. Rozwiązaniem jakie stosuje się dla problemów tego typu jest heurystyczny algorytm A\*. Algorytm ten podczas procesu określania drogi do celu nie szuka jej "na ślepo" tylko szacuje jej najbardziej prawdopodobny kierunek odrzucając inne mniej sensowne ścieżki.

Celem algorytm A\* jest minimalizacja obszaru poszukiwań najlepszej trasy dzięki ustaleniu pewnego kierunku, który zawęża obszar rozważanych tras. Technika ta oblicza koszt dotarcia do punktu na mapie i dodaje do niego heurystykę określającą przewidywane koszty dotarcia do celu. Heurystyka jest liczona zwykle jako odległość od obecnego punktu do celu ignorując wszelkie przeszkody i ograniczenia umieszczone na mapie. W skrócie A\* sprawdza po każdym wykonanym ruchu agenta wszystkie możliwe kierunki dalszej trasy i ponownie wybiera możliwe kierunki trasy o jak najniższym koszcie. W momencie, gdy rozważane położenie jest celem algorytm kończy swoje działanie. W przeciwnym przypadku algorytm przechowuje przyległe położenie, tak aby w przyszłości móc rozważyć inne ścieżki.

Drzewa decyzyjne są popularną techniką sztucznej inteligencji stosowaną przy tworzeniu AI dla komputerowych odpowiedników gier planszowych takich jak szachy, warcaby, czy go. Zadaniem tego algorytmu AI może być rozwiązywanie problemów decyzyjnych, jak również tworzenie planu działania. Drzewo decyzyjne przedstawia się w postaci grafu decyzji i ich możliwych

konsekwencji, którego węzły są stanem gry, a węzły potomne to położenia uzyskiwane

po przeprowadzeniu jednego ruchu. Węzły decyzyjne i węzły konsekwencji występują naprzemiennie, a każda ze ścieżek kończy się węzłem końcowym. Agent analizuje drzewo decyzyjne tak daleko, jak potrafi lub uzna za konieczne, rozpatrując wszelkie możliwe posunięcia względem obecnej sytuacji – i wybiera to, które uzna za najlepsze.

Logika rozmyta jest powiązana z teorią zbiorów rozmytych i teorią prawdopodobieństwa. Pomiędzy stanem 0 (fałsz) a stanem 1 (prawda) rozciąga się wiele wartości pośrednich określających stopień przynależności elementu do zbioru. Technika ta pozwala na prace z koncepcjami, które wymagają podania odpowiedzi na pytania typu „w jakim stopniu?”, „ile?”, np.: „bardzo”, „mocno”, „dużo”, „mały”, „średni”, „trochę”. W grach komputerowych logika rozmyta wykorzystywana jest do symulowania emocji agentów (np. „miły”, obojętny”, „nieuprzejmy”, „wrogi”, „zły”, „wściekły” itp.), dzięki czemu tworzona jest dużo głębsza i bardziej podobna

do ludzkiej sfera uczuciowa komputerowych postaci. Innymi przykładami zastosowania

logiki rozmytej jest sterowanie nieograniczonymi zachowaniami – przykładem mogą być poruszające się na niebie chmury czy drżenie liści na wietrze .

Sztuczne sieci neuronowe.

Sztuczne sieci neuronowe zostały zaprojektowane, aby działać podobnie jak sieci neuronowe w mózgu człowieka. Przetwarzają one sygnały oraz wykonują obliczenia za pomocą neuronów - są to elementy, które wykonują pewne operacje na wejściu. Za pomocą sieci neuronowej agent może się uczyć wraz z postępem gry. Natrafiając na nowy rodzaj sytuacji, dostosowuje się do niej korzystając ze zdobytego doświadczenia.

Sieci neuronowe od wielu lat zamierzano przystosować do tworzenia sztucznej inteligencji w grach komputerowych. W 2000 roku swoją premierę miała gra Collin MaRae Rall 2.0 - gra będąca symulatorem wyścigów. Gra ta zawierała implementacje sieci neuronowej. Za dane wejściowe przyjmowała ona parametry opisujące trasę jaką miał przejechać agent przykładowo: krzywizna łuku drogi, rodzaj gruntu, parametry techniczne pojazdu. Zadaniem tej sieci było wygenerowanie odpowiednich danych wyjściowych bazując na parametrach wejściowych tak, aby samochód kierowany przez agenta mógł bez problemu przejechać trasę wyścigu.

Dalszy rozwój sztucznej inteligencji w grach komputerowych

Wraz z upływem czasu rola sztucznej inteligencji w grach zwiększyła się o analizowanie gry i jej dostosowanie do poziomu gracza. Powoduje ona rozwój świata wraz ze wzrostem doświadczenia gracza, które uzyskał w dotychczasowym procesie rozgrywki.

# Znajdowanie ścieżki

Postacie w grach komputerowych muszą się poruszać po danej mapie. Czasami ten ruch jest na stałe ustawiony przez programistę. Przykładowo strażnik patrolujący drogę porusza się ślepo po ogrodzonym terenie, po którym złodziej może się losowo przemieszczać. Stałe trasy są łatwe do implementacji i wdrożenia, natomiast bardzo łatwo można spowodować, że obiekt zostanie przesunięty przez inny obiekt (wejdzie z nim w kolizje), co spowoduje, że wypadnie z trasy. Pozwolenie postaci na pewną dowolność w przemieszczaniu może spowodować, że jej wędrówki będą bezcelowe, co więcej postać będzie mogła łatwo utknąć. Bardziej zaawansowane postaci nie wiedzą z góry gdzie będą musiały się przemieścić. Jednostka wykorzystywana w strategii czasu rzeczywistego może zostać przypisana do dowolnego punktu na mapie przez gracza w dowolnym momencie czas, patrolujący strażnik w grze skradankowej może potrzebować przemieścić się do najbliższego punktu alarmowego, żeby wezwać wsparcie, a w grach platformowych może być wymagane, żeby przeciwnicy gonili gracza do przepaści używając dostępnych platform.

Dla każdej z tych postaci musi zostać obliczona odpowiednia droga przez dany poziom, żeby dostać się tam gdzie jest Nasz cel. Najlepszym wyjściem jest utworzenie sensownej trasy w jak najkrótszym czasie (za przykład bezsensownej trasy można podać postać idącą z kuchni do salonu przez strych).

To właśnie jest istotą odnajdywania ścieżki (ang. Pathfinding), czasami nazywane także planowaniem ścieżki - znajduję się każdym silniku gry posiadającym moduł odpowiedzialny za sztuczną inteligencję. W przedstawionym poniżej modelu rola odnajdywania ścieżki znajduje się pomiędzy modułami odpowiedzialnymi za podejmowanie decyzji oraz poruszanie się postaci. Często odnajdywanie ścieżki jest po prostu używane do wykonania wstępnej analizy gdzie się przesunąć, aby dotrzeć do celu. Sam cel jest wyznaczany inną część modułu sztucznej inteligencji, więc można podsumować, że odnajdywanie ścieżki oblicza nam tylko jak dostać się do celu. Do uzyskania pożądanego efektu trzeba zbudować system przemieszczania w taki sposób, aby był wywoływany, kiedy jest potrzeba zaplanowania drogi. Zostanie on omówiony w kolejnych rozdziałach. Moduł odnajdywania ścieżki może, również zostać umieszczony na siedzeniu kierowcy, podejmując.

# Nawigacja postaci

# Koncepcja inteligentnego agenta

# Realizacja

# Podsumowanie i wnioski