

# Umelá inteligencia vo videohrách\*

Dávid Pilný

Slovenská technická univerzita v Bratislave  
Fakulta informatiky a informačných technológií  
xpilnyd@stuba.sk

06.11.2022

## Abstrakt

V tomto článku si vysvetlíme rozdiely medzi umelou inteligenciou ktorá je používaná v hrách a v priemysle, pozrieme sa na výhody a nevýhody ktoré nastávajú pri použití umelej inteligencie v hrách a tiež si spomenieme dva najpoužívanejšie algoritmy ktoré sa používajú pri tvorbe umelej inteligencie vo videohrách. Taktiež sa pozrieme na evolúciu umelej inteligencie od jej prvého použitia až po súčasnosť.

## 1 Úvod

Umelá inteligencia je v našich životoch čoraz častejší výskyt a nie je prekvapivé, že ju môžeme vidieť aj vo videohrách, ktoré sa snažia realitu alebo fikciu napodobniť čo najuveriteľnejšie. Vývin umelej inteligencie už pretrváva vyše polovicu storočia, v podstate od vzniku videohier, kde váš súper je niekto iný ako druhý človek 2.1. Čím viac sa videohry vyvíjajú, tým sa tiež zdokonaľuje umelá inteligencia v imitovaní ľudskej alebo neľudskej bytosti. 2.3

Aby sa predišlo zbytočnému kódovaniu algoritmov pre umelú inteligencia, tak sa určité algoritmy, ktoré sa najčastejšie používajú, ako je napríklad algoritmus rozhodovania sa 3.2 a hľadania cesty 3.1, publikovali verejne a sú dostupné pre každého, koho zaujíma ako tieto algoritmy fungujú.

V tomto článku sa pozrieme na históriu umelej inteligencie, od jej prvého použitia až po súčasnosť 2. Následne si predstavíme dva najpoužívanejšie algoritmy ktorými sú algoritmus hľadania cesty a rozhodovania sa 3. Ďalej si rozoberieme rozdiely medzi umelou inteligenciou v hrách a mimo hier 4.

## 2 História umelej inteligencie vo videohrách

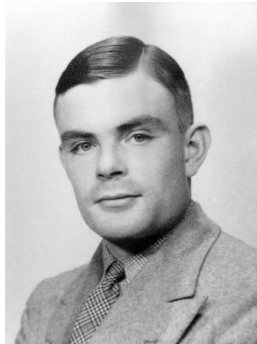
Pojem umelá inteligencia bol oficiálne predstavený ľudstvu v prvej polovici 20. storočia prostredníctvom filmov Čarodejník z krajiny Oz (1939) a Metropolis (1927). Znázornenie umelej inteligencie bolo v týchto filmoch realizované postavami Plechový drevorubač vo filme Čarodejník z krajiny Oz a Machine-Person

---

\*Semestrálny projekt v predmete Metódy inžinierskej práce, ak. rok 2022/23, vedenie: Igor Stupavský

ktorá imitovala hlavnú postavu Máriu vo filme Metropolis. Toto oboznámenie ľudstva s konceptom umelej inteligencie spôsobilo rozvoj kreativity u mladých ľudí, ktorí o pár rokov neskôr začali odborne skúmať pojem umelá inteligencia. Najznámejší človek ktorý sa zaoberal umelou inteligenciou a vytvoril podklad pre jej ďalší rozvoj bol matematik Alan Turing ktorý vo svojej seminárnej práci Výpočtová technika a Inteligencia (Computing Machinery and Intelligence) [4] uviedol nasledovný návrh:

*Ak človek vie na základe poskytnutých zdrojov vyriešiť zadaný problém, tak prečo by stroje nemali vedieť spraviť to isté?*



Obr. 1: Alan Turing

Alan Turing vo svojom výskume ohľadne umelej inteligencie nemohol pokračovať pretože výpočtová technika v období pred rokom 1950 nebola dostatočná pre jeho výskum pretože počítače vedeli príkazy len vykonávať, nemali žiadnu pamäť na zapamätanie si vykonaných príkazov. Ďalší problém boli vysoké náklady na prevádzkovanie a prenajímanie počítačov, čo si mohli dovoliť len prestížne univerzity a spoločnosti, nie individuálni výskumníci. [1]

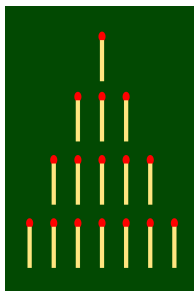
Tabuľka 1: Porovnanie cien počítačov

1951	1965	1977	1982
UNIVAC	IBM System/360	Apple II	Commodore 64
130 000\$/mesiac	253 000\$	5800\$	1670\$

V roku 1956 bol vytvorený prvý program ktorý používal skutočnú umelú inteligenciu s názvom Logic Theorist. Jeho tvorcovia boli Herbert Alexander Simon, Allen Newell a John Clifford Shaw. Tento program bol prvý ľudský vynález, ktorý vedel uvažovať na ľudskej úrovni. Podstatou tohto programu bolo riešenie rôznych matematických problémov a vyhotovenie matematických dôkazov, kde pri jednej z 52 teorém vyhotovil dôkaz detailnejšie ako pôvodní autori danej teorémy.

## 2.1 Prvé použitie umelej inteligencie vo videohrách

Umelá inteligencia vo videohrách bola prvý krát použitá vo videohre Nim, kde bolo cieľom poraziť súpera v odstraňovaní zápaliek z herného poľa. Herné pole predstavuje 4 rady zápaliek a hra spočíva v tom, že hráč ktorý je na rade si zvolí ľubovoľný rad a odoberie z neho rôzne množstvo zápaliek. Hráč ktorý odoberie zápalku alebo zápalky ako posledný, vyhráva hru.



Obr. 2: Videohra Nim

## 2.2 Videohry pred rokom 2000 používajúce umelú inteligenciu

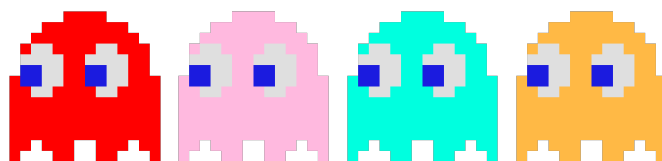
Videohry sa začali vytvárať až po druhej svetovej vojne a počas studenej vojny pretože tieto udalosti pomohli vývoju výpočtovej techniky čo znamenalo, že viac a viac ľudí malo prístup k týmto technológiám čiže vývoj výpočtovej techniky sa začal zväčšovať exponenciálne. V roku 1980 bola vytvorená hra Pac-Man ktorá mala zakomponovanú už o niečo komplikovanejšiu umelú inteligenciu ako videohra Nim, ale stále to boli len jednoduché algoritmy. Vo videohre Pac-Man ale na rozdiel od hry Nim bola umelá inteligencia použitá 4 krát vo forme duchov ktorý počas hry prenasledujú hráča na základe 4 rozdielnych algoritmov. [2]

Červený duch prenasleduje hráča priamo, neuvažuje nad tým, akými možnými cestami môže hráč utiecť.

Ružový duch funguje veľmi podobne ako červený duch, ale odlišuje sa od prvého v tom, že nehľadá najkratšiu cestu k hráčovi, ale pred hráča.

Modrý duch sa správa tak, že ako prvé sa zoberie pozícia pred hráčom, rovnako ako pri ružovom duchovi, ďalej sa vytvorí úsečka medzi týmto bodom a červeným duchom. Úsečka sa otočí o 180 stupňov doprava a bod, ktorý bol na červenom duchovi je teraz cieľ modrého ducha, takže najkratšou možnou cestou sa k tomuto bodu snaží dostať a tento proces sa neustále vykonáva pre čo najväčšiu presnosť.

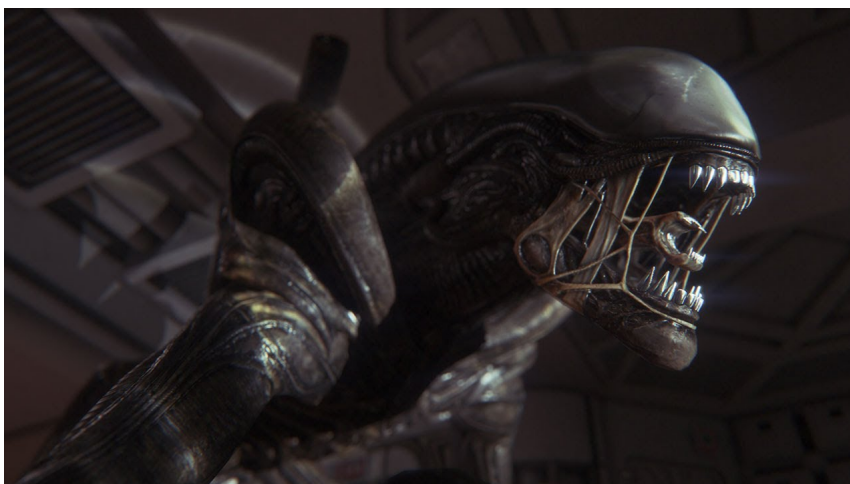
Oranžový duch funguje tak, že ak je viac ako osem políčok ďaleko od hráča, tak funguje ako červený duch, ale ak je dostatočne blízko, tak mení svoj algoritmus a ide najkratšou možnou cestou do dolného ľavého rohu. Medzi týmito dvoma algoritmami neustále prepína čím pôsobí na hráča nepredvídateľne čo je aj jeho úlohou, aby hráč spravil chybu a jeden z ďalších troch duchov ho chytil.



Obr. 3: Pac-Man Duchovia

### 2.3 Umelá inteligencia v moderných videohrách

O 34 rokov vývoja umelej inteligencie neskôr, vyšla hra s názvom Alien Isolation v ktorej je umelá inteligencia zakomponovaná do nepriateľov, nazývaných votrelci. Týchto votrelcov riadia dve umelé inteligencie. [3] Sú rozdelené tak, že jedna neustále vie, kde sa hráč nachádza ale tá druhá o tom nevie. Cieľom tej prvej inteligencie je navádzať tú druhú tak, aby vedela na čo sa má sústrediť, napríklad keď votrelec naposledy videl hráča utiecť do miestnosti, kde sa dá schovať do rôznych objektov, tak tá inteligencia, ktorá vie kde sa nachádza hráč povie tej druhej, nech skontroluje tieto objekty. Pomimo umelej inteligencie má tento votrelec v sebe zakomponované aj meradlo, čím meria intenzitu stresu ktorú hráč prežíva, tým, že vidí votrelca alebo je v jeho blízkosti a ak sa toto meradlo naplní, tak prvá inteligencia prikazuje tej druhej, aby išla preč od hráča čím si hráč môže nachvíľu oddychnúť. Toto striedanie medzi útekem od votrelca a schovávaním pred ním udržiava hráča hrať túto hru a neodradí ho po prvej hodine alebo dvoch hrania. Druhá umelá inteligencia votrelca nikdy nevie presne kde sa hráč nachádza ak ho nevidí v jej zornom poli. Na základe poskytnutých informácií prvou umelou inteligenciou postupuje podľa naprogramovaného stromového grafu v ktorom sa nachádza cez 100 možností na výber. Niektoré tieto možnosti sa ale odomknú až po dosiahnutí určitých úrovní kvôli tomu, aby sa votrelec po danom čase hrania nezdal opakujúci.



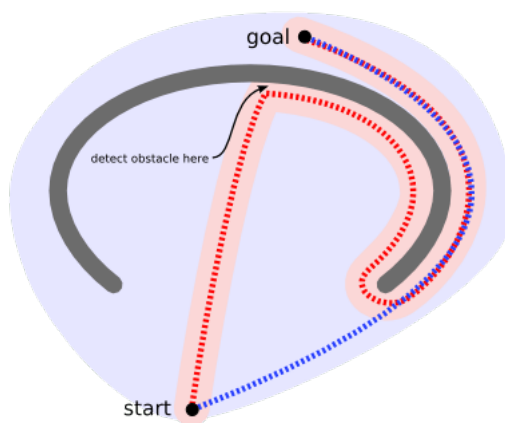
Obr. 4: Votrelec

### 3 Algoritmy umelej inteligencie

Umelá inteligencia sú v podstate algoritmy, ktoré sa snažia napodobniť to, ako sa má daná inteligentná forma života správať. Najčastejšie používané algoritmy v umelej inteligencii vo videohrách je algoritmus hľadania cesty a algoritmus rozhodovania sa.

#### 3.1 Algoritmus hľadania cesty

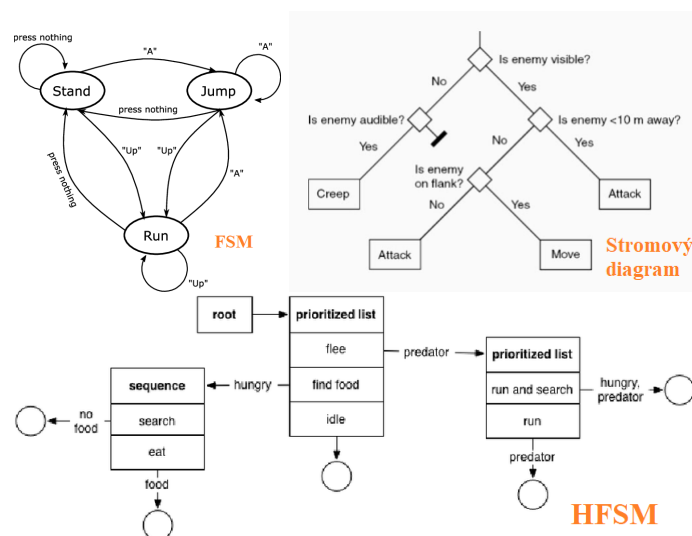
Z anglického slova “path finding”, tento algoritmus je jeden z najpoužívanějších v moderných videohrách pretože je veľmi flexibilný, čo vývojári hier veľmi obľubujú. Jeho cieľom je nájsť najkratšiu cestu z bodu A do bodu B. Algoritmus hľadania cesty môže byť realizovaný pomocou prehľadávania grafu do dĺžky alebo šírky, Dijkstrovej metódy alebo algoritmu A\*. V moderných videohrách je najčastejšie implementovaný algoritmus A\* pretože spomedzi uvedených možností, je najefektívnejší pri hľadaní cesty z bodu A do bodu B.



Obr. 5: Algoritmus hľadania cesty

#### 3.2 Algoritmus rozhodovania sa

Tento algoritmus určuje, čo a na základe akých okolností vykoná umelá inteligencia. Vstupom sú dáta z okolia, kde sa umelá inteligencia nachádza a z týchto vstupov usudzuje, čo má spraviť ďalej. Ako taký príklad môže byť, že hráč strieľa po umelej inteligencii ktorá na základe tohto vstupu, sa rozhodne, že sa skryje za najbližšiu prekážku. Podobne ako pri algoritme hľadania cesty, algoritmus rozhodovania môže byť realizovaný pomocou FSM (konečný automat), HFSM (hierarchický konečný automat) alebo pomocou stromového diagramu.

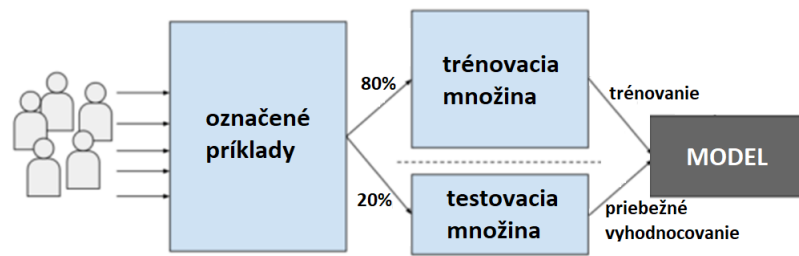


Obr. 6: Algoritmus rozhodovania sa (FSM, HFSM, Stromový diagram)

## 4 Typy umelej inteligencie

Na začiatku tohto článku 2 som vysvetlil pojem skutočná umelá inteligencia a jej využitie v programe Logic Theorist. Tento typ umelej inteligencie je nazývaný skutočná umelá inteligencia pretože má potenciál zdokonalovať sa podľa získaných výsledkov z predošlých pokusov. Tento článok sa zaoberá umelou inteligenciou vo videohrách, ktorá je prevažne označovaná ako nie skutočná umelá inteligencia pretože zjednodušene je to sada algoritmov ktoré napodobňujú inteligentnú formu života. Kvôli tomuto napodobňovaniu, umelá inteligencia vo videohrách na rozdiel od tej skutočnej umelej inteligencie, nemá priestor na zlepšovanie až na pár špecifických výnimiek ako sú napríklad nepriateľské postavy vo videohre Horizon Zero Dawn, kde nepriateľ sa každým porazením adaptuje k hernému štýlu hráča ale aj napriek týmto výnimkám, umelá inteligencia nikdy nedosiahne úroveň obtiažnosti, kde ju hráč nevie poraziť.

Ďalším hlavným rozdielom medzi týmito dvoma typmi umelej inteligencie je implementovanie strojového učenia pri skutočnej umelej inteligencii. Najväčším rozdielom je priestor pre zdokonalovanie sa. Toto zdokonalenie sa v modernej umelej inteligencii, čo môžu byť rôzni virtuálni asistenti vo väčšine smart zariadeniach, je spôsobené strojovým učením čo je zjednodušene zdokonalovanie sa umelej inteligencie bez zásahu programátora, to znamená, že na základe poskytnutých informácií a výsledkov sa vie prispôsobiť alebo zlepšiť vo zvolených aspektoch. Napríklad pri virtuálnych asistentoch pri rozpoznávaní slov ktorými človek na daného asistenta rozpráva, pri prvom použití môže mať tento asistent ľubovoľný počet vzorových hlasových vzoriek ako dané slovo znie ale človek nikdy nepovie to isté slovo tým istým spôsobom, vždy je pri výslovnosti nejaká variácia od minulej výslovnosti napríklad pri výške hlasu alebo intenzite hlasu a tento rozdiel, pomocou strojového učenia sa daný asistent naučí rozpoznávať čím si tiež rozširuje schopnosť rozoznať ďalšie variácie tohto slova od iných ľudí.



Obr. 7: Strojové učenie

## 5 Záver

### Literatúra

- [1] Rockwell Anyoha. The history of artificial intelligence. <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence>.
- [2] Chad Birch. Understanding pac-man ghost behavior. <https://gameinternals.com/understanding-pac-man-ghost-behavior>.
- [3] Tommy Thompson. The perfect organism: The ai of alien: Isolation. <https://www.gamedeveloper.com/design/the-perfect-organism-the-ai-of-alien-isolation>.
- [4] A. M. Turing. Computing machinery and intelligence. <https://redirect.cs.umbc.edu/courses/471/papers/turing.pdf>.