

Balíček
Strojové učenie

Karta

Posilňované učenie

04



Umelá
inteligencia
vo vzdelávaní



MINISTERSTVO
ŠKOLSTVA, VÝSKUMU,
VÝVOJA A MLÁDEŽE
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Metodický materiál Kurikula umelej inteligencie pre základné a stredné školy
Informatika na 2. stupni ZŠ a SŠ – karty

Posilňované učenie

Základné informácie o posilňovanom učení

Posilňované učenie je prístup, vďaka ktorému sa program učí správne rozhodovať metódou pokus-omyl. Skúša rôzne stratégie a zisťuje, ktoré z nich prinášajú najlepší výsledok. Môžeme si to predstaviť ako hru, v ktorej program dostáva body za dobré rozhodnutia a stráca body za tie zlé. Cieľom programu je nazbierať čo najviac bodov. Týmto spôsobom sa program učí, ako dosiahnuť čo najlepší výsledok. Pozrite sa na túto [analogiu so sliepku](#). Sliepka predstavuje program, ktorý dostáva odmenu iba za to, keď dôbne do ružovej bodky. Preto jej ani nenapadne dobať do iných farieb.

Definícia pre pokročilých

Posilňované učenie (alebo tiež spätnoväzbové, prípadne anglicky „reinforcement learning“) je typ strojového učenia, v ktorom sa tzv. agent (AI systém) učí vykonávať akcie v danom prostredí tak, aby maximalizoval určitú odmenu. Učenie prebieha na základe interakcie s prostredím – môže ísť o reálne prostredie, keď sa robot učí napríklad chodiť, alebo aj simulované prostredie kartovej hry, šachu, bitcoinového obchodovania a podobne. Každá akcia vedie k získaniu pozitívnej alebo negatívnej spätnej väzby. Tento proces, keď agent veľakrát dostáva spätnú väzbu na svoje správanie, mu umožňuje postupne objavovať optimálne stratégie bez toho, aby mu niekto explicitne hovoril, čo má robiť (ako v prípade algoritmu).



Balíček Strojové učenie

Dataset
Strojové učenie s učiteľom
Zaujatosť
Posilňované strojové učenie



Materiál vytvoril tím neziskovej organizácie AI deťom v rámci projektu AI Kurikulum a podlieha licencií [Creative Commons 4.0 – Medzinárodná](#).

Preklad do slovenčiny zabezpečilo Ministerstvo školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky.

[Formulár na pripomienky.](#)



AI deťom

Pozn.: Rodová rovnosť je pre AI deťom kľúčová, ale na zostručenie využívame v našich metodikách formulácie v mužskom rode.

Aktivita na hodinu

Ako sa počítače učia hrať hry

30-45
minút

Opis aktivity

Žiaci sa zoznámia s konceptom posilňovaného učenia pomocou interaktívnej hry [Hexapawn](#). [Hexapawn](#) je zjednodušená šachová hra na hracej ploche s rozmermi 3×3 políčka s tromi pešákmi na každej strane. Cieľom hry je dostať pešiaka na opačnú stranu hracej plochy alebo eliminovať všetkých súperových pešiakov.

Žiaci nielenže hrajú proti počítaču, ktorý sa učí pomocou posilňovaného učenia a vylepšuje svoje stratégie po každej hre, ale aj aktívne pracujú s herným stromom. Herný strom zobrazuje možné ťahy v hre Hexapawn a pomáha žiakom vizualizovať si a porozumieť rozhodovaciemu procesu, ktoré využíva algoritmus strojového učenia. Každý uzol v strome predstavuje stav hry a žiaci dopĺňajú nadväzujúce ťahy, aby videli, ako môžu rôzne rozhodnutia ovplyvniť výsledok hry. Tento vizuálny nástroj ilustruje, ako AI využíva skúsenosti z predchádzajúcich hier na optimalizáciu svojich stratégií a učenie sa z chýb.

Ako súvisí posilňované učenie s aktivitou

Táto aktivita priamo demonštruje princípy posilňovaného učenia, kde počítač (AI agent) interaguje s prostredím (hra Hexapawn) a učí sa z výsledkov svojich akcií. V priebehu hry umelá inteligencia získava spätnú väzbu v podobe výhier alebo prehier, ktoré jej pomáhajú určiť, ktoré ťahy vedú k úspechu a ktoré nie. Tento proces neustáleho zlepšovania sa prostredníctvom skúseností a získavania odmen (posilňované učenie) umožňuje umelej inteligencii adaptovať a optimalizovať svoje stratégie bez presných inštrukcií, čo presne má robiť. Žiaci tak môžu vidieť, ako AI využíva metódu pokus-omyl na vylepšenie svojich rozhodovacích procesov v reálnom čase.

[Hexapawn](#)

Informácie o lekcii

Vstupné znalosti/ročníky, dĺžka lekcie

6. – 9. ročník ZŠ, 45 minút.

Stavebné kamene

Posilňované učenie.

Čo sa žiaci učia?

Posilňované učenie je typ strojového učenia, pri ktorom sa stroje učia metódou pokus-omyl.

Prečo sa to učia?

Rozvíjajú si schopnosť analytického myslenia a pochopenia rozhodovacích procesov v hrách.

Ako spoznáme, že sa to naučili?

Vysvetlia, ako môžu počítače pomocou algoritmov strojového učenia upravovať svoje stratégie.

Pomôcky

Pedagóg: Projektor, prezentácie.

Žiaci: Počítač, notebook alebo tablet (ale nie s OS Android) pre každého žiaka alebo do skupiny, pracovné listy.

Digitálne kompetencie

Informácie a komunikácia.

Bloomova taxonómia

Porozumenie: Žiaci porozumejú rozhodovacím procesom algoritmu strojového učenia v jednoduchej hre.

Aplikácia: Porozumenie algoritmu aplikujú pri hraní jednoduchej hry.

Analýza: Analyzujú hernú stratégiu.

Súlad so štátnym vzdelávacím programom

ŠVP ZV 2023: Informatika

3. cyklus:

1. cieľ: Analyzovať problémy a rozvíjať abstrakciu a logiku.

5. cieľ: Zoznámiť sa s digitálnou reprezentáciou informácií rôznych typov (výkonový štandard: dekodovať informáciu z jednoduchých reprezentácií, vyhľadať a získať informácie v informačnom systéme a databáze).

6. cieľ: Spoznať princípy a koncepty informatiky, vrátane reprezentácie a spracovania údajov v tabuľkách, stromoch a grafoch.

8. cieľ: Používať sieťové zariadenia a nástroje na prácu v počítačovej sieti (výkonový štandard: diskutovať o správnosti a kvalite vyhľadaných informácií).

9. cieľ: Analyticky posudzovať digitálne technológie (výkonový štandard: diskutovať o digitálnych technológiách a ich vplyve na ostatných).

ŠVP 2015: Informatika - nižšie stredné vzdelávanie

Reprezentácie a nástroje – informácie

Reprezentácie a nástroje – štruktúry

Komunikácia a spolupráca – práca s webovou stránkou

Informačná spoločnosť - digitálne technológie v spoločnosti

ŠVP ZV 2023: AI gramotnosť

Súčasť balíčka	Strojové učenie
Vzdelávací cyklus	3. cyklus
Stručný opis metodiky	Metodika vysvetľuje posilňované strojové učenie prostredníctvom jednoduchej šachovej hry Hexapawn. Žiaci najprv pracujú s herným stromom – vizualizáciou všetkých možných stavov hry, a potom hrajú Hexapawn proti počítaču, ktorý sa učí metódou pokus-omyl. Program si pamätá neúspešné fáhy a neopakuje ich, čím sa stáva postupne neporaziteľným. Evokáciu tvorí video o AI agentoch učiacich sa bežat.
Komponenty AI gramotnosti	Komponent 1: Princípy fungovania AI
Ciele AI gramotnosti	3. cyklus Porozumieť princípom fungovania AI (LLM, asistenti, agenti) a vplyvu kvality dát na zaujatost' výstupov.
Kľúčové obsahy a očakávané spôsobilosti	3. cyklus Procesný model: · Rozlíšiť princípy rôznych prístupov strojového učenia (učenie s učiteľom, učenie bez učiteľa) a vysvetliť, ako tieto prístupy menia spôsob, akým systém spracováva vstupné dáta. Rozpoznávanie AI systémov · Porovnať rôzne typy AI systémov z hľadiska ich účelu, schopností a obmedzení, vrátane vysvetlenia rozdielu medzi AI asistentom a AI agentom.
Zdôvodnenie prepojenia	Hra Hexapawn je priamou simuláciou princípu posilňovaného učenia – program (AI agent) interaguje s prostredím (hra), dostáva spätnú väzbu (výhra/prehra) a na jej základe upravuje svoje správanie. Žiaci tak intuitívne pochopia mechanizmus spätnej väzby bez potreby odbornej terminológie. Záverečná reflexia, v ktorej žiaci porovnávajú posilňované učenie so strojovým učením s učiteľom (Teachable Machine z predchádzajúcich kariet), naplní spôsobilosť rozlíšiť rôzne prístupy strojového učenia.
Poznámky a odporúčania	Metodika je štvrtou a záverečnou kartou z balíčka Strojové učenie. Odporúčame ju realizovať po predchádzajúcich troch kartách (Dataset, Strojové učenie s učiteľom, Zaujatosť). Obsahovo korešponduje s metodikou Ju a Pí 06: Učenie sa zo skúseností – Robotie dobrodružstvo v bludisku, ktorá tiež vysvetľuje posilňované učenie pre 2. – 3. cyklus. Obe metodiky je možné kombinovať takto: metodiku Ju a Pí 06 na fenomenologické pochopenie (bludisko) a metodiku Posilňované učenie na formálnejšie pochopenie s herným stromom a algoritmickým myslením. Pre úplné pokrytie spôsobilosti 3. cyklu odporúčame doplniť aj porovnanie s učením bez učiteľa.

Evokácia

Opíš

Prezentácia strana 02

Diskutujte so žiakmi – môžete využiť niektoré z týchto otázok:

My ľudia sa učíme rôznymi spôsobmi. Aké spôsoby poznáš z vlastného života? Môžeš uviesť konkrétny príklad? Čo sa stane, keď urobíš chybu a dostaneš za ňu okamžitú spätnú väzbu? Ako ti pomáha v učení? Myslíš si, že sa učíš lepšie, keď ti niekto ukáže, čo robiť, alebo keď si to vyskúšaš samostatne? Prečo?

Diskusiou privedte žiakov k nasledujúcemu zovšeobecneniu:

- 1) Ľudia sa môžu učiť pomocou príkladov. Napríklad, ak vidíme pomaranč, nabudúce ho už rozpoznáme.
- 2) Ľudia sa môžu učiť metódou pokus-omyl. Napríklad, ak sa popálime na horúcej piecke, nabudúce sa jej už nebudeme chytať, ak vidíme, že je v nej zakúrené.

V minulých lekciiach sme si ukázali, že aj stroje (počítače, roboti atď.) sa môžu učiť pomocou príkladov. Ukázali sme programu Teachable Machine príklady príslušníkov rôznych mimozemských rodín a ten sa na základe toho naučil rozpoznávať ich. Myslíš si, že sa stroje dokážu učiť aj pomocou skúseností?

Správna odpoveď: Áno, dokážu.

Prezentácia strana 03

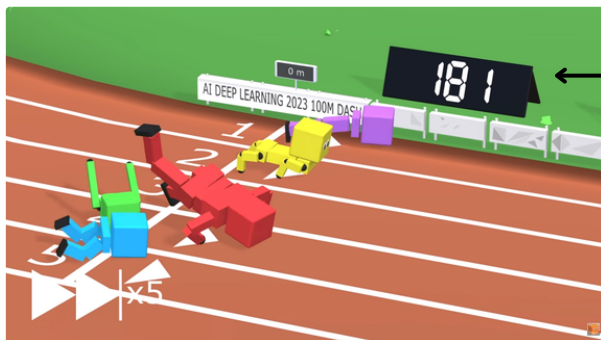
Pustite žiakom časť videa.

Adresa: [youtube.com/watch?v=pJPdW8WWAso](https://www.youtube.com/watch?v=pJPdW8WWAso)

Vysvetlenie videa: Vo videu vidíme päť AI agentov (3D objekty robotov), ktorých úlohou je naučiť sa zabehnúť preteky na sto metrov. Kto dobehne prvý, dostane tortu. Agenti sa učia metódou pokus-omyl a výber ďalších pohybov je riadený neurónovou sieťou (s tou sme sa už stretli napríklad v nástroji Teachable Machine). Program agentov odmeňuje viac, ak sa viac priblížia k cieľu, a postihuje ich, ak napríklad spadnú alebo sa nepohybujú vzpriamene. Vďaka tomu sa po veľkom množstve „skúšobných behov“ naučia dostať sa do cieľa. Na základe toho agenti vyvíjajú svoje stratégie – učia sa „lepšie behať“.



[YouTube](https://www.youtube.com/watch?v=pJPdW8WWAso)



Počet pokusov

Video má zhruba 11 minút. Vzhľadom na časovú dotáciu odporúčame vybrať len pár úsekov. Napríklad:

Začiatok: Vysvetlite, o čo vo videu ide, čo je cieľom a ukážte počet pokusov.

204. pokus: Zelený robot už robí prvé krôčiky. Môžete žiakov nechať hádať, ktorý z agentov dobehne prvý.

390. pokus: Červený už trochu vie, čo má robiť, fialový sa zase rozhodol podvádzať.

738. pokus: Roboti sa zlepšujú, ale stále majú problém so stabilitou.

813. pokus: Fialový robot v tom už začína byť dobrý!

954. pokus: Červený už vie, ako udržať rovnováhu! Lenže potom...

1638. pokus: Červený vybieha a s napätím sledujeme, ako sa blíži do cieľovej rovinky – a je tam!

V rámci evokácie žiakom nevysvetľujte, že títo agenti sa učia pomocou posilňovaného učenia. K videu sa vrátíme v reflexii.

Uvedomenie

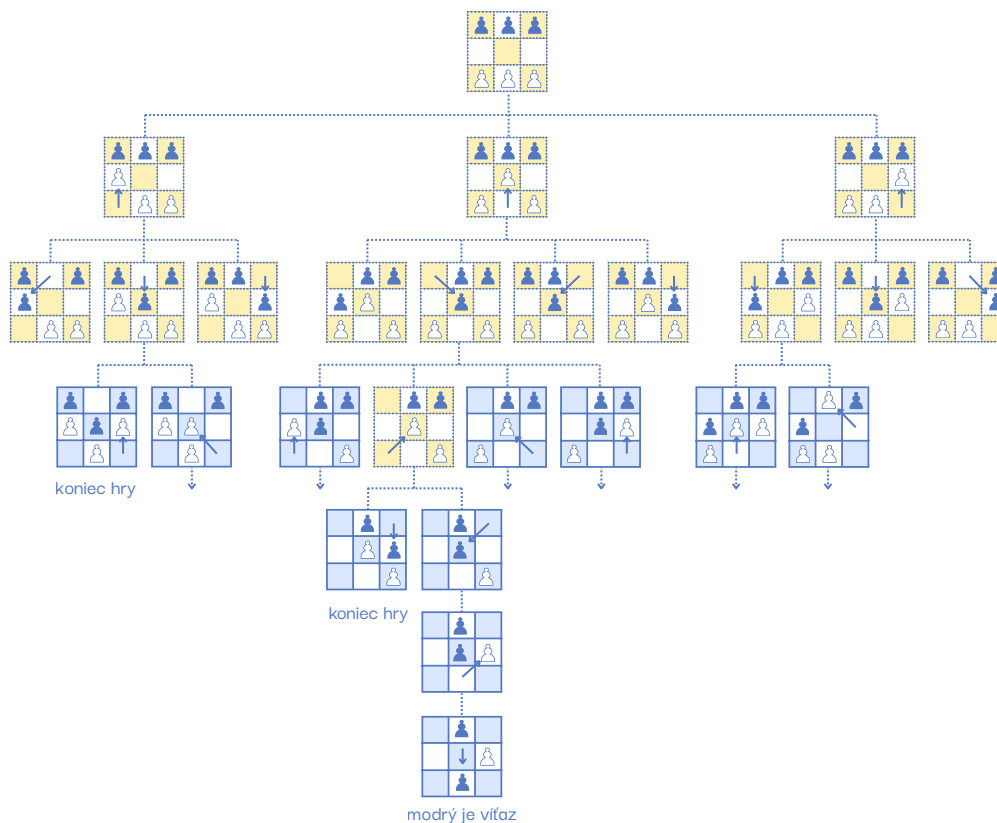


Prezentácia strana 04

Žiaci samostatne alebo vo dvojiciach pracujú s pracovnými listami. Ukážte žiakom pravidlá hry Hexapawn a jej vizualizáciu v prezentácii na strane 04.

Hexapawn je zjednodušená verzia šachu. Hrá sa na šachovnici s rozmermi 3×3 políčka a každý hráč má na začiatku hry troch pešiakov. Cieľom hry je dostať jedného z pešiakov na opačnú stranu šachovnice. Pešiaci sa pohybujú rovnako ako v šachu: môžu ísť o jedno políčko dopredu, pokiaľ je prázdne. Alebo môžu vziať súperovho pešiaka ťahom šikmo vpred. Hráč, ktorý sa ako prvý s jedným zo svojich pešiakov dostane na opačný koniec šachovnice alebo porazí všetkých súperových pešiakov, vyhráva hru.

Úlohou žiakov je doplniť stavy hry, ktoré sú nižšie znázornené modrou farbou. Správne riešenia vyzerajú takto:



Prezentácia strana 05

Žiaci naučia program hrať hru Hexapawn. Zdieľajte žiakom QR kód v prezentácii na strane 05.

Adresa: mrozilla.cz/lab/hexapawn

Vývojár Mrozilla ponúka na svojich stránkach program, ktorý na hre Hexapawn ukazuje princíp posilňovaného strojového učenia. Program (umelá inteligencia) najprv v reakcii na ťahy hráča robí náhodné ťahy. Ťahy programu sú spočiatku úplne náhodné, no zakaždým, keď jeho ťah vedie k prehre, program sa naučí už ho znova neurobiť (pokiaľ hráč nenačíta stránku prehliadača znova). Vďaka posilňovanému učeniu sa program veľmi rýchlo stane neporazitelným.

Nechajte žiakov hrať Hexapawn (je to možné aj na smartfónoch). Môžu si tiež zaznamenávať svoje ťahy do vopred pripravených hárkov s hernými stromami. Hárky na vytlačenie nájdete v Pracovnom liste 2 na strane 07 tejto metodiky.



Hexapawn

Reflexia

10
minútSpomeň si
a analyzuj

Prezentácia strana 06

Dnes sme pracovali s herným stromom. Vizualizovali sme vďaka nemu postup hry Hexapawn, ktorá je oproti šachu jednoduchá. Skús si predstaviť, koľko možných stavov hry má šach.

Uvádza sa číslo medzi 10^{43} až 10^{50} . Ešte zložitejšia je hra Go.

Čo ste sa dnes naučili o tom, ako sa stroje môžu učiť z vlastných skúseností?

Stroje sa môžu učiť podobne ako my, a to metódou pokus-omyl. Keď robia rozhodnutia v určitom prostredí, dostávajú spätnú väzbu – buď odmenu za správne rozhodnutie, alebo trest za chybu. Vďaka tomu si „zapamätajú“, čo funguje, a postupne sa zlepšujú. Videli sme to na hre Hexapawn, kde program po niekoľkých hrách prestal robiť chyby a naučil sa hrať optimálne. Tento proces sa nazýva posilňované učenie a ukazuje, ako stroje dokážu samy zdokonaľovať svoje stratégie na základe skúseností.

Áké stratégie ste počas hry používali vy? V čom boli podobné alebo odlišné od stratégií programu?

Kde podľa vás posilňované učenie nájde reálne využitie?

Možné odpovede: Napríklad v iných hrách, ako sú šach, Go či počítačové hry.

V reálnom živote sa vďaka posilňovanému strojovému učeniu učia aj roboti alebo samojazdiace autá.

Môžete žiakom ukázať niekoľko príkladov:

Agent57 sa vďaka posilňovanému učeniu naučil hrať všetky hry z konzoly Atari: youtu.be/TmPftjtdgg

Štvornohý robot sa učí vstávať: youtube.com/watch?v=xAXvfVTggrQ

Simulácia – samojazdiace auto: youtube.com/watch?v=SX08NT55YhA

Všetky programy, ktoré sa dokážu učiť, využívajú strojové učenie. Ide o metódu, vďaka ktorej sa učí umelá inteligencia. Posilňované strojové učenie ale nie je jediný typ strojového učenia. V predchádzajúcich lekciách sme v nástroji Teachable Machine vyskúšali iný. Spomenieš si, ako sa volal?

Správna odpoveď: strojové učenie s učiteľom.

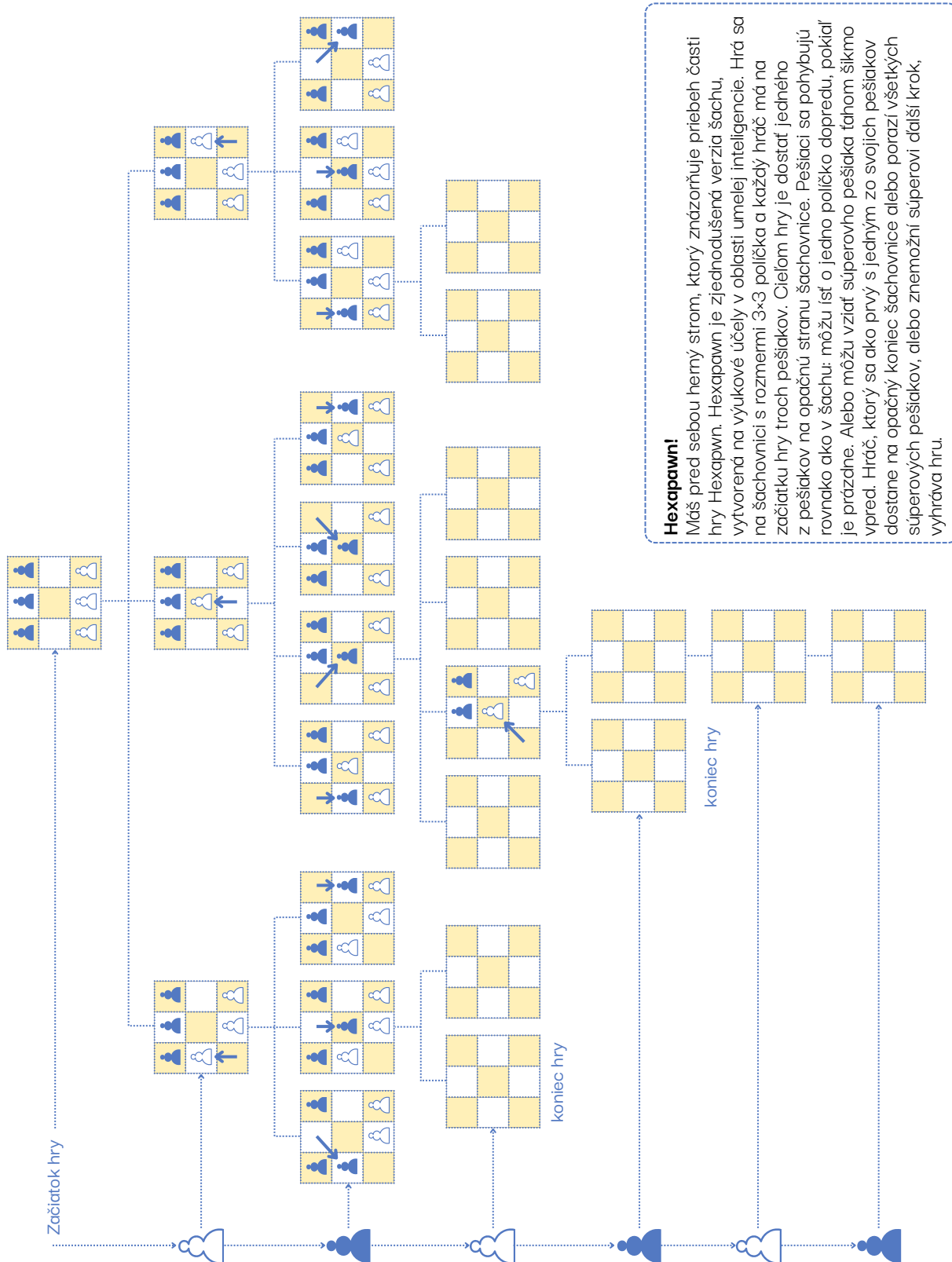
My ľudia sa učíme z príkladov a skúseností. Dokážu to podobne aj stroje?

Správna odpoveď: Áno, ak sa stroje učia z príkladov, hovoríme tomu strojové učenie s učiteľom.

Ak sa učia zo skúseností, nazývame to posilňované učenie.

Niektoré rozhodnutia otvárajú ďalšie možnosti, iné nie.

Do prázdnych polí herného stromu doplň nadväzujúce stavy hry Hexapawn.



Zaznamenaj všetky fáhy a sleduj, či program urobí chybné rozhodnutia znova.

The image displays a 3x8 grid of 24 identical 2x3 grid diagrams. Each diagram consists of two rows and three columns. The top row has three blue circles. The bottom row has three white circles. The background is a 2x3 grid of yellow squares. Dotted lines connect the top and bottom rows of each diagram.