

Umelá inteligencia a robotické manipulátory v šachu

Lukáš Horniak

Fakulta Strojného Inžinierstva, Brno University of Technology
Institute of Automation and Computer Science
Technická 2896/2, Brno 616 69, Czech Republic
218504@vutbr.cz

Abstrakt: Šach je celosvetovo uznávaná hra, ktorej popularita rastie vďaka rozvoju umelej inteligencie. V tomto príspevku je prezentovaná história umelej inteligencie (UI) a robotických systémov používaných na manipuláciu so šachovými figúrkami.

Kľúčové slová: Umelá inteligencia, Robotický manipulátor, Šachový strom, Minimax, Paradigmy, Engine

1 Úvod

Jednoduchá myšlienka robota, ktorý môže hrať hru ako je šach, existuje už dlho. Najstaršia zmienka o funkčnom robotovi hrajúcom šach, nazývanom "Turek" (The Turk), bola v skutočnosti podvod kde muž predstieral, že ovláda robota. Namiesto toho ovládal figurínu, ktorá pohybovala figúrkami. Počas rokov pokroku vznikli dva najbežnejšie mechanizmy pohybu figúrky. Buď to robotické rameno, ktoré figúrky zdvíha alebo magnetický posúvač ovládaný pod doskou. [6].

Celkovo sú šachové roboty mechatronické systémy s mnohými časťami. Vývoj jedného, napríklad robotického ramena, si vyžaduje interagujúci softvér, mechanické komponenty, elektroniku a čo je najdôležitejšie jasnú myseľ a pochopenie fyziky a matematiky, ktorá je za tým všetkým. Robotické systémy používané na hranie šachu by neboli veľmi užitočné bez umelej inteligencie, ktorá dokáže v podstate prinútiť robota aby sa stal živým.

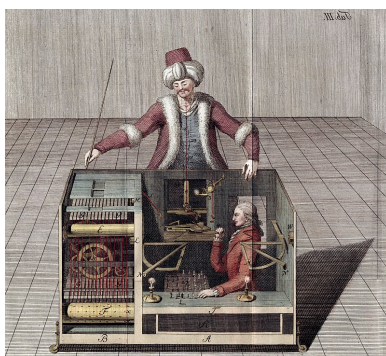


Figure 1: "The Turk" [2]

2 Umelá inteligencia a šachu

2.1 História UI v šachu

Vývoj programov na hranie hier bol hlavnou oblasťou výskumu v rodiacej sa oblasti umelých inteligencií. Vytvorenie dostatočného šachového programu bolo skutočne jednou z pôvodných výziev pre UI. Len málokto si uvedomoval náročnosť tvorby programov, ktoré by vykazovali inteligenciu na ľudskej úrovni, a prvé roky boli skôr prekliatím než optimistickými nadhľadom [10], [11].

V 70. a 80. rokoch sa výskum počítačových hier intenzívne venoval šachu. Úspech šachového programu Northwesternskej Univerzity ukázal, že existuje silná súvislosť medzi rýchlosťou vyhľadávania a výkonom šachového programu. Dôsledkom bolo predĺžené obdobie aktivít zameraných na vývoj hier. Od konca osemdesiatych rokov až dodnes bol výskum počítačových hier neuveriteľne úspešný. Začiatok nastal s publikáciami inovatívnych vyhľadávacích algoritmov ako napríklad konšpiračné čísla [5]. Po mnohých desaťročiach pomalého pokroku boli deväťdesiate roky svedkom série dramatických počítačových úspechov proti najlepšiemu šachistovi. V roku 1994 program CHINOOK vyhral majstrovstvá sveta medzi človekom a strojom [9], [8]. V roku 1997 rýchlo nasledovalo víťazstvo DEEP BLUE nad majstrom sveta v šachu Garrym Kasparovom [3], [10].

2.2 Deep Thought

Deep Thought je prvý šachový program, ktorý dosiahol titul Grandmaster. V roku 1988 sa delil o prvé miesto v šampionáte s Grandmasterom Anthonym Milesom, pričom cestou porazil štvornásobného kandidáta na majstrovstvá sveta Grandmastera Benta Larsena. Táto úroveň výkonu je z veľkej časti spôsobená značným skokom v rýchlosti hardvéru, ale dôležitú úlohu zohrávajú aj postupné zlepšenia v hodnotení pozície a niektoré nové úvahy o selektívnych vyhľadávacích algoritmoch. Tento dokument poskytuje stručnú históriu vývoja programu a rozoberá niektoré z nich aspekty projektu, ktoré ho odlišujú od predchádzajúcich šachových automatov. [4]

2.3 Deep Blue

Ako nástupca Deep Thought bol vytvorený ďalší šachový program Deep Blue, ktorý prekonal všetky očakávania keď porazil najlepšieho šachistu danej doby Garry Kasparova. Deep Blue je preto považovaný za agenta Smitha z matrixu.

Je to paralelný systém určený na vykonávanie takzvaného šachového stromu vyhľadávania (Chess Tree). Šachový strom je grafická reprezentácia všetkých možných herných stavov. Medzi takéto hry patria známe hry ako šach, dáma, Go a piškvorky. Toto možno použiť na meranie zložitosti hry, pretože predstavuje všetky možné spôsoby, akými sa môže hra vyvíjať. Na riešenie herných stromov existujú rôzne metódy. Ak je možné vygenerovať úplný strom hry, možno použiť deterministický algoritmus, ako je spätná indukcia alebo retrográdna analýza. Randomizované algoritmy a minimax algoritmy sa môžu použiť v prípadoch, keď nie je možné vytvoriť úplný strom hry.

Systém pozostáva z 28 uzlov s 120 MHz P2SC procesormi a 2 uzlov s 135 MHz P2SC procesormi. Uzly medzi sebou komunikujú cez vysokorýchlostný prepínač. Všetky uzly majú 1 GB RAM a 4 GB disk. Počas zápasu s Kasparovom v roku 1997 bol v systéme operačný systém AIX 4.2. Deep Blue je schopný vyhľadať 2 až 2,5 milióna šachových pozícií za sekundu a komunikovať so svojim hostiteľským uzlom cez mikrokanálovú zbernicu. Celková rýchlosť systému sa značne líšila v závislosti od špecifických charakteristík vyhľadávaných pozícií. Pri taktických pozíciách, kde existujú dlhé sekvencie nútených pohybov, by Deep Blue v priemere predstavovala asi 100 miliónov pozícií za sekundu. Pre jednoduchšie taktické pozície boli typické rýchlosti blízke 200 miliónom za sekundu. V priebehu zápasu s Kasparovom v roku 1997 bola celková priemerná rýchlosť systému pozorovaná pri vyhľadávaní 126 miliónov pozícií za sekundu. Maximálna trvalá rýchlosť pozorovaná v tomto zápase bola 330 miliónov pozícií za sekundu. Deep Blue sa spolieha na mnohé nápady vyvinuté v skorších šachových programoch. Napriek tomu pri vytváraní systému tak veľkého a zložitého ako Deep Blue človek prirodzene zabehne na relatívne neprebádané územie [1].

2.4 Stockfish vs AlphaZero

Stockfish a LCZero (neskôr nahradený AlphaZero) predstavujú dve konkurenčné paradigmy v pretekoch o zostavenie najlepšieho šachového programu. Kúzo enginu Stockfish je naprogramované do jeho vyhľadávania, kúzo AlphaZero do jeho hodnotenia. Keď dostali za úlohu vyriešiť Plaskettovu hádanku, Stockfishov prístup sa ukázal ako lepší. Prehľadal takmer 1,9 miliardy rôznych pozícií, aby identifikoval riešenie. Samotná efektívnosť algoritmu, čiastočne vďaka optimalizácii vyhľadávania pre konkrétnu doménu, mu umožnila nájsť prekvapivé, nepravdepodobné riešenie. Na druhej strane, selektívne vyhľadávanie AlphaZero bolo menej efektívne, predovšetkým preto, že si vybralo nesprávne riadky na hlboké vyhľadávanie. Dokonca ani jeho výkonnejšia hodnotiacia funkcia založená na hlbokom učení nedokázala rozpoznať pozíčný potenciál obetovania koňa. Je to obzvlášť pozoruhodné, pretože hodnotiacia funkcia AlphaZero sa často nebojí poskytnúť materiál na pozícnú výhodu. [7]

Keďže často nedokážu dopočítať do konca hry, existuje neistota v hodnotách, ktoré priradujú ťahom. Cieľom dopredného vyhľadávania z niektorých pozícií je znížiť neistotu pre každú akciu. Táto neistota môže byť reprezentovaná ako distribúcia cez všetky možné Q-hodnoty, ktoré môže akcia vykonať. Väčšia neistota vedie k väčšej spojitosti entropii. Po anotácii 40 partíí medzi Stockfish a AlphaZero, sa dospelo k záveru, že Stockfish predstavuje kalkuláciu a AlphaZero predstavuje intuíciu. Pre skúsených ľudských hráčov sa rozhodnutia, ktoré si predtým vyžadovali logický aparát, zakorenili až do bodu "automatizácie" opakovaním. [7]

3 Robotické ovládanie šachu

Ako prostriedok, ktorý bude manipulovať s figúrka na šachovnici je najznámejšie využitie buď to robotického ramena, ktoré figúrky zdvíha alebo magnetický posúvač, ktorý je ovládaný pod doskou.

Robotické rameno je manipulátor, zvyčajne programovateľný, s podobnými funkciami ako ľudské rameno. Články takéhoto manipulátora sú spojené kĺbmi umožňujúcimi buď rotačný pohyb, alebo lineárny posuv.

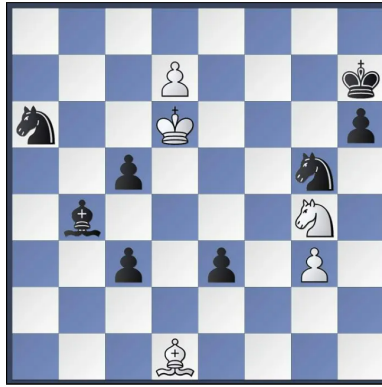


Figure 2: Plaskett puzzle

Najdôležitejšie sú články manipulátora, ktoré tvoria kinematický reťazec. Koniec kinematického reťazca sa nazýva koncový efektor a predpokladá sa, že je analogický ľudskej ruke. Koncové efektory sú navrhnuté tak, aby vykonávali akúkoľvek úlohu ako je zváranie, uchopenie, točenie atď., v zásade v závislosti od aplikácie. Môžu byť autonómne alebo ovládané manuálne a používajú sa na vykonávanie rôznych úloh s maximálnou presnosťou. Robotické rameno môže byť pevné alebo mobilné (t.j. kolesové) a môže byť navrhnuté pre priemyselné alebo domáce aplikácie [13].

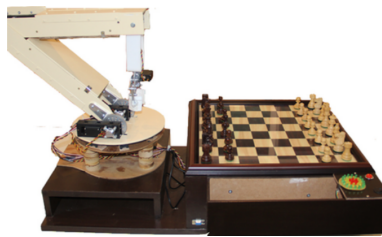


Figure 3: Robotic arm[13]

Dve magnetické polia sú namontované vo vnútri na miniatúrnych posúvačoch. Magnetické pole je riadené posunom jedného poľa magnetov voči druhému pozdĺž osi. Problém obmedzeného prístupu do oblasti magnetického poľa a ladenie magnetického poľa bol vyriešený spôsobom opísaným v práci A. Temnykh, kde je popísaná magnetická štruktúra, ako sa skladá z lacných, jednoducho tvarovaných blokov permanentných magnetov. Bloky sú prispájkované k medeným držiakom. Držiaky majú zase funkcie pre presné polohovanie potrebné na ladenie magnetického poľa. Porovnané s lepením, spájkovanie poskytuje silnejšie spojenie a kompatibilitu. Pretože pohyb má iba jeden stupeň voľnosti, na ladenie parametrov by sa dal použiť jeden ovládač krokového motora so spätnou väzbou cez presné polohovacie meradlo. Táto jednoduchosť viedla k vynikajúcej reprodukovateľnosti polohy. [12]

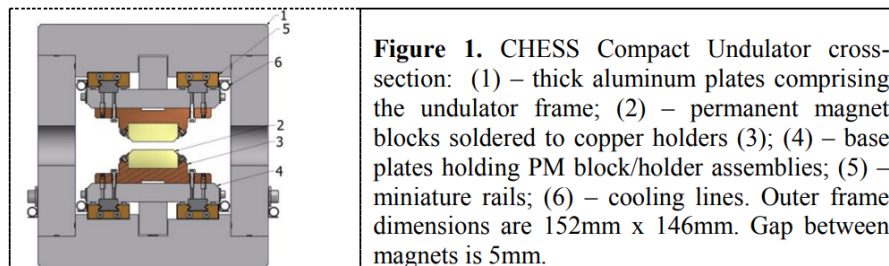


Figure 4: Magnetic slider (Undulator)[12]

4 Záver

V uvedenej práci je stručné opísanie histórie, rozličných UI vytvorených na zdokonalenie myslenia v problematike šachu a možnosti vytvorenia robotických manipulátorov.

Šachové programy prekonali všetky očakávania. Od počiatku vekov sa človek považoval za najinteligentnejšiu bytosť na planéte a predsa v hre ktorú vymysleli ľudia dominujú stroje. Je to začiatok konca civilizácie alebo

len ďalší skok ľudstva na ceste k ešte oveľa väčšiemu pokrok modernej civilizácie? Bezohľadu na odpoveď však vieme, že technologický progres bude napredovať a šachy sú a naďalej budú jeho súčasťou.

References

- [1] CAMPBELL, M., HOANE JR, A. J., AND HSU, F.-H. Deep blue. *Artificial intelligence* 134, 1-2 (2002), 57–83.
- [2] FOURTANÉ, S. The turk: Wolfgang von kempelen's fake automaton chess player. *Interesting Engineering* 31 (2018).
- [3] HSU, F.-H. *Behind Deep Blue: Building the computer that defeated the world chess champion*. Princeton University Press, 2002.
- [4] MARSLAND, T. A., AND SCHAEFFER, J. *Computers, chess, and cognition*. Springer, 1990.
- [5] MCALLESTER, D. A. Conspiracy numbers for min-max search. *Artificial Intelligence* 35, 3 (1988), 287–310.
- [6] ÓMARSÓTTIR, F. Y., ÓLAFSSON, R. B., AND FOLEY, J. T. The axiomatic design of chessmate: a chess-playing robot. *Procedia CIRP* 53 (2016), 231–236.
- [7] SADLER, M. The tcec14 computer chess superfinal: A perspective. *J. Int. Comput. Games Assoc.* 41, 3 (2019), 152.
- [8] SCHAEFFER, J. One jump ahead: Challenging human supremacy in checkers. *ICGA Journal* 20, 2 (1997), 93–93.
- [9] SCHAEFFER, J. *One jump ahead: challenging human supremacy in checkers*. Springer Science & Business Media, 2013.
- [10] SCHAEFFER, J., AND VAN DEN HERIK, H. J. Games, computers, and artificial intelligence. *Artificial Intelligence* 134, 1-2 (2002), 1–7.
- [11] SIMON, H. A., AND NEWELL, A. Heuristic problem solving: The next advance in operations research. *Operations research* 6, 1 (1958), 1–10.
- [12] TEMNYKH, A., DALE, D., FONTES, E., LI, Y., LYNDAKER, A., REVESZ, P., RICE, D., AND WOLL, A. Design and beam test results of chess compact undulator. *LEPP-CHESS CBN*, 13–1.
- [13] YUSOFF, M. A. K., SAMIN, R. E., AND IBRAHIM, B. S. K. Wireless mobile robotic arm. *Procedia Engineering* 41 (2012), 1072–1078.