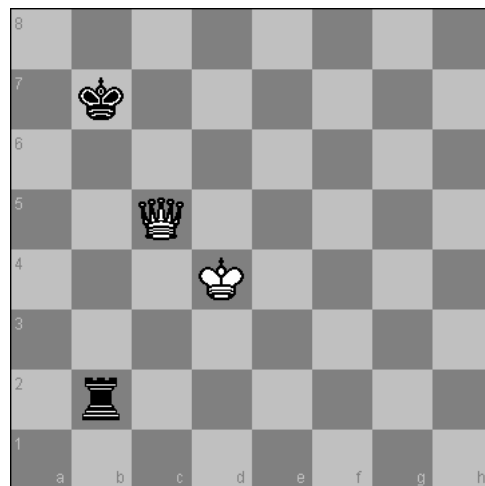


Databáze koncoviek

Klasický prístup k riešeniu deterministických stolových hier s perfektnými znalosťami a rozumným faktorom vetvenia je taký, že sa stavový priestor prehľadáva algoritmom minimax s použitím alfa-beta odsekávania. So zvyšujúcou sa hĺbkou prepočtu spravidla stúpa istota výsledku, ku ktorému sme sa dopracovali. Prehľadávací strom algoritmu minimax aj použitím alfa-beta odsekávania rastie exponenciálne. Preto prakticky nie je možné prekročiť určitú hĺbkou pri prehľadávaní. Minimax je neúplný algoritmus pre nekonečné stavové priestory, a zväčša sa úplného prepočtu nedočkáme ani pri konečných, dostatočne veľkých stavových priestoroch, akým môže byť napr. hra šach. Algoritmy minimax, alfa-beta, spolu so správnymi oceňovacími funkciami a inými pomocnými algoritmami poskytujú dobré výsledky pre väčšinu prípadov, ktoré môžu v takýchto hrách nastať. Pre niektoré špeciálne prípady, a to pre tie, keď sa na hracom poli nachádza dostatočne malý počet hracích kameňov, je však výhodnejší iný algoritmus.

Čo je koncovková databáza? Vysvetlíme si to na príklade šachu. Koncovková databáza (endgame database alebo endgame tablebase) je zoznam všetkých legálnych pozícií, keď ostalo na šachovnici už len niekoľko kameňov. Každý prvok tohoto zoznamu má okrem pozície ešte uložené dve čísla, ktoré určujú počet ťahov do ukončenia partie pri optimálnej hre oboch strán v prípade, že je na ťahu biely (prvé číslo), alebo čierny (druhé číslo). Prvky databázy sú abecedne zoradené.

Ako sa používa koncovková databáza? Použitie je veľmi jednoduché, ukážeme si ho na príklade. Daná je pozícia na obrázku:



Na ťahu je biely. Počítač prehľadá databázu a v logaritmickej čase nájde horeuvedenú pozíciu. Pozrie sa na jej ocenenie pre bieleho na ťahu. Dostane číslo +17, čo znamená, že pri optimálnej hre oboch strán biely vyhrá sedemnástym ťahom. V prípade, že čierny urobí nejakú chybu, nastane táto výhra skôr. Aký ťah má teraz biely zahrať, aby sa víťazstvu priblížil? Vygeneruje sa zoznam pozícií vzniknutých jedným ťahom bieleho zo súčasnej pozície. Tieto pozície sa vyhľadajú v databáze. V tomto prípade nás pri týchto pozíciách bude zaujímať ocenenie čierneho. Dostaneme zoznam možných pozícií a s nimi aj ocenenie pre čierneho na ťahu. Tento zoznam si zapíšeme do tabuľky, ale v trochu

inej forme. Budeme stále uvažovať pôvodnú pozíciu, teda znamienko sa invertuje a počet ťahov do matu zväčšíme o 1. Zoznam, ktorý tým získame, bude vyzeráť asi takto (už zoradený):

1.	Dc5-f5	Win in 17
2.	Kd4-d5	Win in 19
3.	Dc5-d5	Win in 19
4.	Kd4-e5	Win in 20
5.	Dc5-a5	Win in 20
6.	Dc5-e5	Win in 20
7.	Dc5-c4	Win in 20
8.	Dc5-a3	Win in 20
9.	Dc5-e7	Win in 20
10.	Dc5-f8	Win in 20
11.	Kd4-c3	Win in 21
12.	Dc5-g5	Win in 21
13.	Dc5-c3	Win in 21
14.	Dc5-c1	Win in 21

15.	Kd4-e3	Win in 22
16.	Dc5-h5	Win in 22
17.	Kd4-e4	Win in 23
18.	Kd4-d3	Win in 23
19.	Kd4-c4	Draw
20.	Dc5-d6	Draw
21.	Dc5-c2	Loss in 16
22.	Dc5-c8	Loss in 16
23.	Dc5-a7	Loss in 16
24.	Dc5-b5	Loss in 15
25.	Dc5-c7	Loss in 15
26.	Dc5-b4	Loss in 15
27.	Dc5-b6	Loss in 15
28.	Dc5-c6	Loss in 14

V prvom stĺpci je poradové číslo ťahu. Ťahy sú zoradené podľa toho, ako rýchlo vedú k matu. V druhom stĺpci je ťah, zapísaný vo forme $Fj-k$, kde F je figúra (v tomto prípade K – kráľ alebo D – dáma), j je počiatočná a k konečná pozícia figúry. Tretí stĺpec podľa predchádzajúceho popisu ukazuje, koľkým ťahom dáme mat.

V praxi bývajú údaje v databáze samozrejme uložené oveľa efektívnejším spôsobom (šetrí sa najmä miestom), počty ťahov do matu sú uvedené ako nezáporné celé čísla a reprezentujú počet *polťahov* do matu, čím sa problem výhry alebo prehry zmení zo zisťovania znamienka na zisťovanie párnosti a nepárnosti (sudosti a lichosti) čísla. Okrem toho bývajú rozdelené na dva podsúbory, ktoré obsahujú informáciu len pre bieleho alebo čierneho.

Ako sa konštruuje koncovková databáza? Šachová koncovková databáza sa generuje nasledovným postupom. Najprv vytvoríme zoznam všetkých možných pozícií s danými kameňmi (figúrami) na šachovnici. Vyradíme nemožné, nelegálne a symetrické pozície. Tým sa spravidla veľkosť zoznamu niekoľkonásobne zníži. Potom označíme všetky pozície ako neohodnotené. Postupujeme „retroanalyticky“, čiže „od konca“. Proces rozdelíme (len pre zjednodušenie výkladu) na dve vetvy: keď vyhráva čierny a keď vyhráva biely. Predpokladajme, že čierny prehrá. Budeme sa snažiť ohodnotiť všetky pozície, z ktorých biely na ťahu vyhrá a čierny na ťahu prehrá. Pre druhú vetvu budeme postupovať tým istým spôsobom len so zámenou farieb.

1. Označíme nulou všetky pozície, v ktorých čierny dostal mat.
2. Hľadáme pozície, v ktorých biely dá mat jedným polťahom. To ľahko urobíme tak, že overíme každú existujúcu neoznačenú pozíciu v databázi, v ktorej je na ťahu biely, či nevedie jedným ťahom do matovej pozície (označenej ako 0). Druhá možnosť, ako to docieľiť je, že z už označených matových pozícií vyvodíme všetky pozície, v ktorých existuje taký ťah, aby biely

jedným ťahom dal mat. Tieto pozície potom v databáze označíme číslom 1, čo znamená, že mat nastane za jeden polťah (všimnite si, že všetky párne čísla nám budú označovať prehru pre danú farbu a nepárne čísla výhru).

3. Hľadáme pozície, v ktorých je na ťahu čierny a prehrá druhým polťahom. Prejdeme všetky neoznačené pozície v databáze a dvojkou označíme tie, v ktorých *všetky* ťahy čierneho vedú do pozícií, v ktorých biely dá mat najneskôr (nejpozději) v jednom polťahu. Takých pozícií nebude veľa, lebo vo väčšine prípadov má čierny aspoň jeden iný ťah, ktorý nevedie k prehratej pozícii v jednom ťahu. Druhý spôsob, ako to urobiť, je generovať všetky pozície, z ktorých sa čierny *môže* dostať do prehratej pozície jedným ťahom, a tie potom testovať.
4. Induktívne aplikujeme pravidlo 2 a 3 na hľadanie matu v troch a štyroch polťahoch, atď, ..., až pokiaľ neohodnotíme ani jednu pozíciu.

História koncovkových databáz. Prvý, kto použil koncovkovú databázu bol Ken Thompson. V Bell Laboratories v roku 1983 vyvinul program, ktorý hral bezchybne koncovku kráľ a dáma proti kráľovi a veži (KD-KV). Databáza mala 1,9 milión pozícií a superpočítaču trvalo pol dňa, kým ju vytvoril. Navyše, dovtedy známa stratégia hrania tejto koncovky sa ukázala ako nevyhovujúca. V roku 1991 vedec Lewis Stiller analyzoval prvý šesťkameňovú koncovku (KVS-KJJ) na počítači s 65536 paralelnými procesormi Thompsonovou metódou. Počítač ocenil 10^{11} pozícií s nasledujúcim výsledkom: veža a strelec môžu vyhrať, a síce najneskôr po 223 ťahoch. Koncovka mala 8GB. Dnes sú bežne dostupné šesťkameňové koncovky online (<http://www.k4it.de/index.php?topic=egtb&lang=en>). Zatiaľčo zo švorkameňových a niektorých päťkameňových koncoviek je ešte možné odvodiť aspoň približnú stratégiu pre ľudí, pri ostatných koncovkách (najmä šesťkameňových) musia odborníci konštatovať, že nenašli v nich žiadnu pre ľudí využiteľnú stratégiu. Najnovšie informácie sú na <http://web.quick.cz/EVCOMP/tablebase.htm>.

Niektoré údaje o koncovkových databázach v šachu:

biely	čierny	max	výhra
KSS	KJ	66	91,8%
KD	KJJ	63	89,7%
KD	KJS	42	93,1%
KD	KSS	71	92,1%
KVJ	KV	33	35,9%
KVS	KV	59	40,1%

biely	čierny	max	výhra
KVV	KV	31	94,3%
KVD	KV	35	95,9%
KDJ	KD	35	48,4%
KDS	KD	33	53,4%
KDV	KD	67	92,1%
KDD	KD	30	94,0%

V prvom stĺpci je koncovka, v druhom najväčší počet ťahov do matu. V treťom je percento pozícií, ktoré zaznamenávajú výhru pre silnejšiu stranu (označenú ako prvú).

Koncovkové databázy v iných hrách. V dámových koncovkových databázach sa pri pozícii neukladá vzdialenosť do matu, ale iba informácia win/draw/lose. Preto môže byť koncovka lepšie komprimovaná za tú cenu, že pri jej používaní treba robiť dodatočné výpočty. V dáme boli nedávno analyzované všetky desaťkameňové koncovky. Spolu zaberajú 250 GB po komprimácii. Výpočet bežal

na niekoľkých paralelne spojených PC 4,2 roka. Pri takomto dlhom čase výpočtu nie je pravdepodobnosť, že sa počítač pomýli malá, a preto treba dodatočne overiť integritu databáze.

Zdroje:

- Dieter Steinweder, Frederic A. Friedel: Šachy na PC, Unis Publishing s.r.o., 1997, prvé vydanie
- online prístupné koncovkové databázy pre šach
(<http://www.k4it.de/index.php?topic=egtb&lang=en>)
- najnovšie informácie
(<http://web.quick.cz/EVCOMP/tablebase.htm>)
- vytvorenie desaťkameňových koncoviek na stolnom PC
(<http://pages.prodigy.net/eyg/Checkers/10-pieceBuild.htm>)