

BAZE ADITIVNIH ŠABLONA

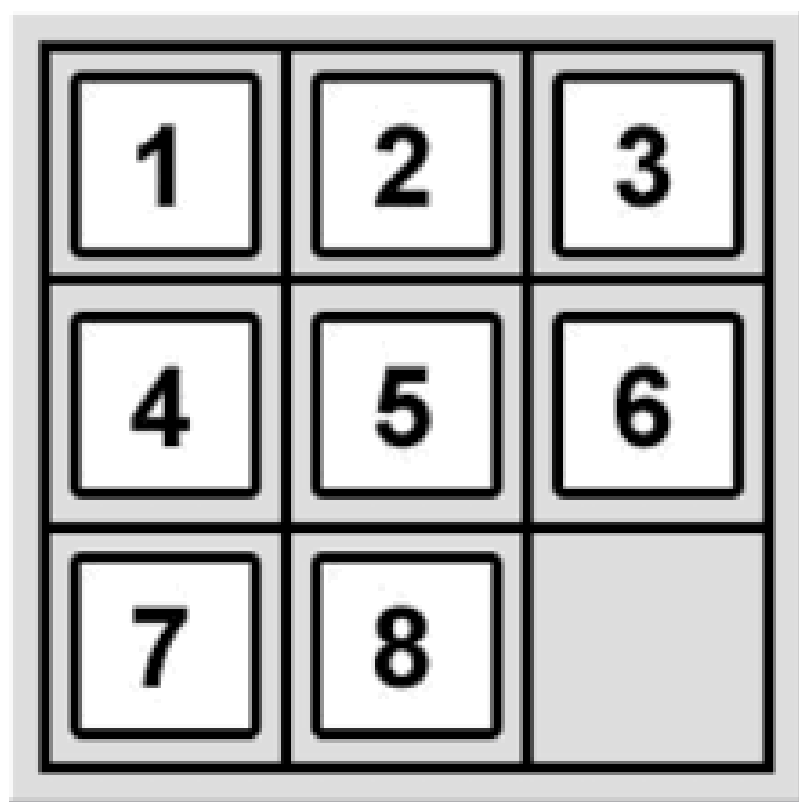
Nikola Nemeš
Fakultet tehničkih nauka

Uvod

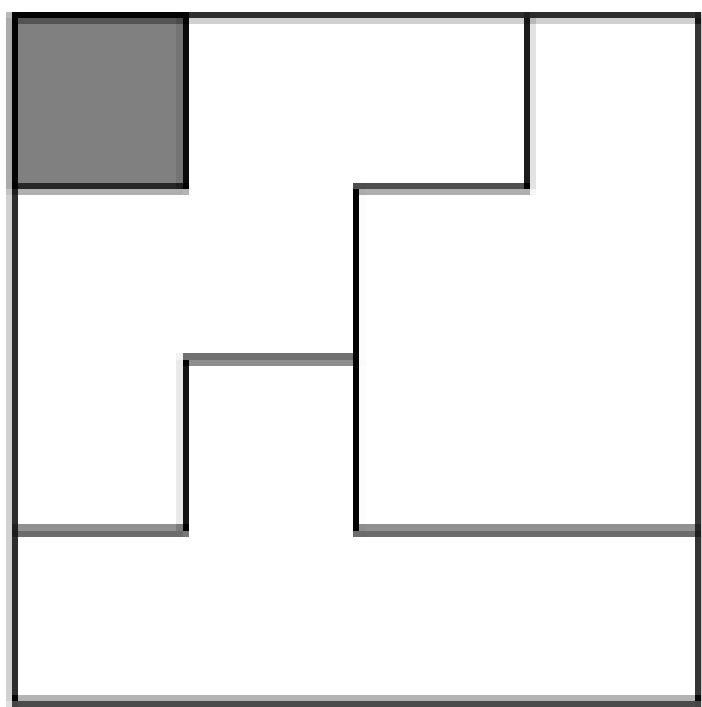
Glavni cilj ovog projekta je implementacija aditivnih baza šablona za "15" puzlu. Takođe, zbog velikog zauzeća memorije pri korišćenju ove heuristike, pokušana je aproksimacija pomoću neuronskih mreža. U ovom radu su upoređene aditivne baze šablona, jedna uobičajna heuristika (menhetn razdaljina) i aproksimacija aditivnih baza šablona pomoću neuronske mreže.

Aditivne baze šablona

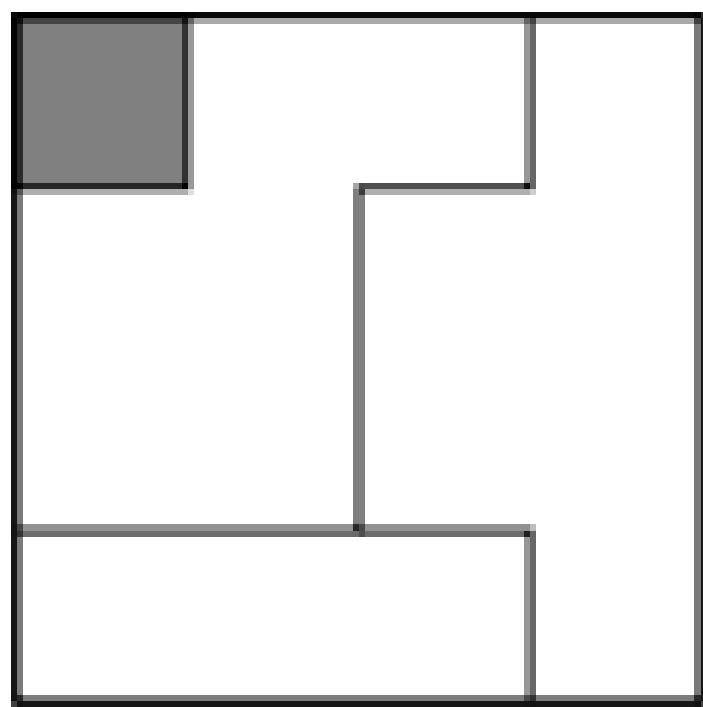
Osnovna ideja ove heuristike je da dekompunujemo problem na manje, rešive podprobleme i napravimo po heuristiku za svaki pojedinačni podproblem. Onda, ukoliko nas interesuje koja je heuristika za neko stanje u našem problemu, opet ga dekomponujemo na podprobleme, i sumiramo heuristike za svaki podproblem. Ovo naravno znači da heuristike pojedinačnih podproblema moraju biti napisane tako da njihova suma bude dopustiva. Da bismo ovo najlakše razumeli možemo uzeti primer "8" puzzle za početak.



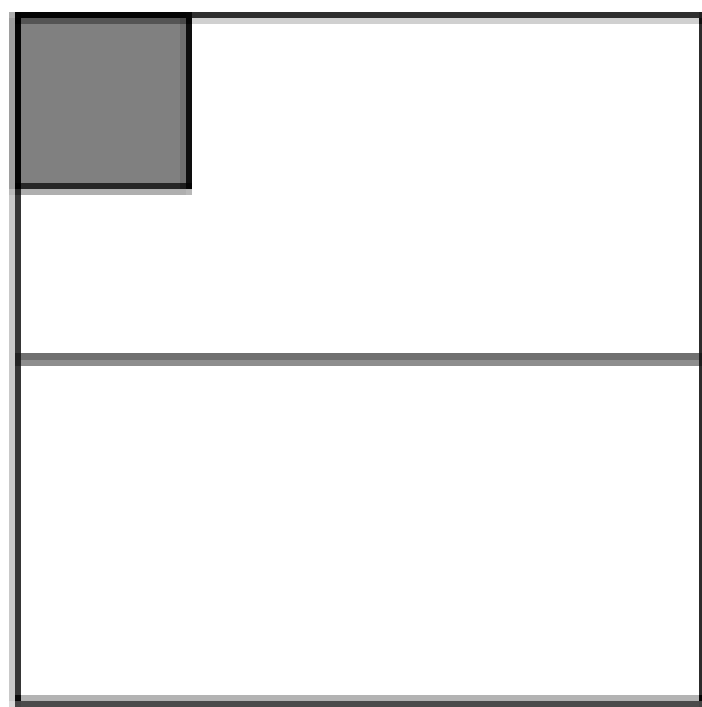
Pošto ova verzija puzzle ima samo 9 pločica, njen ukupan broj mogućih stanja je daleko manji. U ovoj verziji igre ukupno postoji: $9! = 362\,880$ različitih stanja. Zbog ovoga mi smo u mogućnosti da u potpunosti "rešimo" ovu puzlu, tako što za svako stanje pronađemo koliko je udaljeno od rešenja. Ovo je najlakše postići tako što krenemo iz rešenog stanja i obilazimo sva stanja po širini i dodeljujemo im heurističke vrednosti na osnovu njihove dubine u stablu. Sa "15" puzzleom ovo nije moguće, pošto je njen ukupan broj stanja: $16! = 2.092279 \cdot 10^{13}$. Međutim, ukoliko bismo ovu ideju probali da primenimo na samo deo table, dobili bismo broj stanja za koji je moguće primeniti ovaj algoritam.



A 5-5-5 partitioning



A 6-6-3 partitioning



A 7-8 partitioning

Sa porastom veličina pojedinačnih grupa, kvalitet heuristike raste ali takođe raste i potrošnja memorije. Zbog ovoga, podela table na samo dve grupe veličina 7 i 8 je najbolja heuristika, ali takođe zauzima i najviše memorije. Aditivne baze šablona nisu isključive za ove puzzle, mogu se primeniti na razne probleme, kao što su rubikova kocka i tower of hanoi. Više o ovoj metodi može se pronaći u naučnom radu tvorca algoritma na sledećem linku: <https://www.aaai.org/Papers/JAIR/Vol22/JAIR-2209.pdf>

Rezultati

U prvoj tabeli su prikazani rezultati postignuti korišćenjem aditivnih baza šablona, sa podelom 6-6-3 kao što je prikazana u prethodnoj slici.

Broj poteza do rešenja	Broj razvijenih čvorova	Potrošeno vreme(s)
30	96	0.052
35	1 343	0.07
40	2 571	0.079
45	55 717	0.599
50	104 496	1.063
56	263 024	2.453
58	663 223	6.22
60	735 778	6.957

U drugoj tabeli su prikazani rezultati postignuti korišćenjem menhetn razdaljine.

Broj poteza do rešenja	Broj razvijenih čvorova	Potrošeno vreme(s)
30	2 689	0.081
35	18 116	0.238
40	140 233	1.365
45	1 080 540	9.916
50	3 439 241	31.797
56	28 212 126	263.238

U trećoj tabeli su prikazani rezultati postignuti sa istim particijama kao i u prvoj tabeli, ali je najmanja od tri particije od 6-6-3 podele zamenjena sa neuronskom mrežom.

Broj poteza do rešenja	Broj razvijenih čvorova	Potrošeno vreme(s)
30	552	7.747
35	6 360	86.584
40	19 671	269.296

Zaključak

Kao što vidimo, baze šablona imaju nadaleko najbolje rezultate od sva tri rešenja. Razvijaju daleko manje čvorova od preostala dva rešenja, a i samo računanje heuristike je brzo.

Menhetn razdaljina se približno podjednako brzo računa, ali razvija daleko više čvorova u slučajevima gde je optimalno rešenje udaljenije.

U slučaju neuronske mreže, kao što je već napomenuto, zamenjena je samo najmanja particija sa neuron-skom mrežom. Kao trening skup za neuronsku mrežu uzeta je cela particija, pošto je particija dovoljno mala da se može vršiti treniranje nad celim skupom. Bez obzira što je loss sveden na veoma nizak nivo (ukupan loss je manji od 300, za preko 3000 elemenata) performanse su veoma loše. Glavni nedostatak je što je izračunavanje heurističke vrednosti za čvor veoma sporo, i bez obzira što ova aproksimacija razvije manje čvorova od menhetn razdaljine, sama pretraga traje duže, zbog vremena potrebnog da se vrednosti provuku kroz neuronsku mrežu. Takođe, još jedan nedostatak ove metode je to što zbog aproksimacije od strane neuronske mreže, možemo nadmašiti stvarnu heurističku cenu nekog stanja, i samim tim izgubiti dopustivost.