

Hopfieldova sieť: Autoasociatívna pamäť

Hopfieldova neurónová sieť je autoasociatívna pamäť, ktorej symetrická matica synaptických váh je naprogramovaná tak, že sieť uchováva a reaktivuje isté pamäťové vzory. Vzory majú formu N -rozmerných binárnych vektorov s aktívnym kódovaním $S[i] = \{-1, 1\}$, kde N je počet neurónov v sieti. Tieto vzory zodpovedajú lokálnym stabilným bodom (atraktorom) v stavovom priestore siete. Mierou kvality vyvolania vzoru je veľkosť konečného prekryvu (po ustálení aktivít) s odpovedajúcim pamäťovým vzorom.

Postup: Naprogramujte Hopfieldovu neurónovú sieť s $N = 35$ neurónmi. Nech všetky prahy excitácie sú rovné 0 a dynamika siete je deterministická a synchronná. Synaptickú maticu spojení naprogramujte tak, aby sieť uchovávala tieto 3 pamäťové vzory A,B,X (znázornené v 2D, a s použitím 0 namiesto -1 kvôli lepšej čitateľnosti):

0 0 0 1 0 0 0	0 1 1 1 1 0 0	1 0 0 0 0 0 1
0 0 1 0 1 0 0	0 1 0 0 0 1 0	0 1 0 0 0 1 0
0 1 1 1 1 1 0	0 1 1 1 1 0 0	0 0 1 1 1 0 0
1 0 0 0 0 0 1	0 1 0 0 0 1 0	0 1 0 0 0 1 0
1 0 0 0 0 0 1	0 1 1 1 1 0 0	1 0 0 0 0 0 1

Postup a požadované výstupy:

a) Testujte autoasociatívnosť vyvolávania pamäťových vzorov z pamäti. Na vstup siete dávajte zašumené pamäťové vzory s troma rôznymi úrovňami zašumenia (preklopenie stavu 7, 14 a 21 náhodne vybraných neurónov). Pri každom zašumenom vstupe nechajte sieť relaxovať vhodný počet krokov (n). V grafe zaznamenajte evolúciu prekryvov stavu siete so všetkými troma pamäťovými vzormi, a tiež evolúciu energie siete. Existuje nejaký vzťah medzi veľkosťou prekryvov v krokoch 1 a n ? Okomentujte pozorované výsledky.

b) Testujte správanie siete pri predkladaní náhodných vzorov na vstup (vyskúšajte 5 náhodných vzorov). Náhodný vstupný vzor generujte ako výsledok N nezávislých procesov, kde aktivita každého neurónu sa stanoví podľa výsledku "hodu mincou"). Dajte náhodný vzor na vstup siete a v grafe zaznamenajte evolúciu energie siete a prekryvov s jednotlivými pamäťovými vzormi. Sformulujte všeobecné tvrdenie ako miera podobnosti medzi vstupným a pamäťovým vzorom ovplyvňuje výsledok. Na základe väčšieho počtu náhodných vstupov (napr. 500) uveďte v tabuľke počty finálnych konfigurácií, ktoré sa zhodovali s jednotlivými vzormi alebo so žiadnym. Okomentujte výsledky.

Bonusová časť:

Otestujte kapacitu modelu pridaním ďalších vzorov (iných písmen podľa vášho výberu) a znázornite úspešnosť (priemerné percento správne vyvolaných vzorov v závislosti od veľkosti trénovacej množiny, pre rôzne hodnoty šumu ako v bode a). Okomentujte výsledky.

Prezentácia modelu bude prebiehať na cvičení (5.5., resp. 7.5), vypracovaný projekt (vo formáte PDF) mi pošlite emailom na farkas@fmph.uniba.sk (napr. patoprsta.eleonora.proj3x.pdf), kde $x \in \{a,b,c,d\}$.