

ImageRecognition aiheäärity

Simo Korkolainen

20. kesäkuuta 2016

Projektin tarkoituksena on tehdä ohjelma, joka opettaa neuroverkon tunnistamaan kuvia backpropagation-algoritmin avulla. Neuroverkon opetuksessa verkon painoja muutetaan liikuttamalla niitä virhefunktion gradientin vastaiseen suuntaan, kunnes virhefunktio on minimoitunut ja neuroverkko on oppinut tunnistamaan kuvat. Derivoinnin ketjusääntöön perustuva backpropagation-algoritmi mahdollistaa gradientin nopean laskemisen. Ohjelman toiminnasta on kirjoitettu tarkemmin toteutusdokumenttiin.

Ohjelman käyttämät kuvat ovat peräisin Cifar10-tietokannasta. Cifar10-tietokanta koostuu $32 \times 32 \times 3$ -värikuvista. Kuvien korkeus ja leveys ovat 32 pikseliä. Kuvissa on kolme värikanavaa, punainen, sininen ja vihreä. Kuvat on luokiteltu kymmeneen eri luokkaan eläimiä ja ajoneuvoja.

Aikavaativuus

Neuroverkoon liittyvät aikavaativuudet riippuvat paljon neuroverkon rakenteesta. Ohjelmassa käytetään vain eteenpäin kytkettyjä neuroverkkoja. Neuronien aktivaatio z_k kerroksessa k lasketaan täsmälleen edellisen kerroksen aktivaatioiden perusteella eli $z_k = f(z_{k-1}, a_k)$ missä f on aktivaatiofunktio. Olkoon L neuroverkon kerroksien lukumäärä ja olkoon l_k kerroksen $k = 1, \dots, L$ neuronien lukumäärä. Jos jokainen kerroksen k neuron on kytketty kaikkiin edellisen kerroksen solmuihin ja neuronipariin liittyvän laskennan aikavaativuus on luokkaa $O(1)$, yhden kerroksen k neuronin aktivaation laskemisen aikavaativuus on luokkaa $O(l_{k-1})$. Koska kerroksessa k on l_k neuronia, koko kerrokseen liittyvän laskennan aikavaativuus on $O(l_{k-1}l_k)$. Ensimmäisen kerroksen eli syötekerroksen aktivaatioiden asettamisen aikavaativuus on $O(l_1)$.

Koko neuroverkon aktivaatioiden laskennan aikavaativuus T_{act} on kerrosten aikavaativuuksien summa eli

$$T_{act} = O(l_1 + \sum_{k=2}^L l_{k-1}l_k)$$

Tarkastellaan tapausta, jossa kerrosten neuronien lukumäärä pienenee eksponentiaalisesti eli $l_k = \alpha^{k-1}l_1$, missä $0 < \alpha < 1$. Tällöin

$$\begin{aligned}
l_1 + \sum_{k=2}^L l_{k-1} l_k &= l_1 + \sum_{k=2}^L \alpha^{k-2} l_1 \alpha^{k-1} l_0 \\
&= l_1 + l_1^2 \sum_{k=2}^L \alpha^{2k-3} \\
&= l_1 + l_1^2 \alpha \sum_{k=0}^{L-2} (\alpha^2)^k \\
&\leq l_1 + l_1^2 \alpha \sum_{k=0}^{\infty} (\alpha^2)^k \\
&= l_1 + l_1^2 \frac{\alpha}{1 - \alpha^2}
\end{aligned}$$

Saamme, että $T_{act} = O(l_1^2)$, koska $\frac{\alpha}{1-\alpha^2}$ on positiivinen vakio.