

Konvolutionaaliset neuroverkot

Teemu Sarapisto

Helsingin Yliopisto

2018

Sisällys

- Historiaa
- Neuronit
- Neuroverkon rakenne
- Neuroverkkojen harjoittaminen
- Gradienttimenetelmä
- (Back-propagation)
- Konvoluutio
- Konvolutionaalisten neuroverkkojen rakenne
- Esimerkki konvoluutionaalisten neuroverkkojen soveltamisesta

Historiaa 1/5

Ensimmäinen neuronin McCulloch-Pitts -neuronin 1940-luvulla
Ei vapaita parametreja, koko systeemi suunniteltava etukäteen
valmiiksi (ei opetusta)

Historiaa 2/5

Perseptroni kehitettiin 1950-luvulla

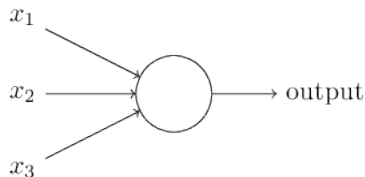


Figure: Perseptronin syötteet ja ulostulot

Perseptronin syötteet ja ulostulot ovat binäärisiä

Historiaa 3/5

1986 keksittiin soveltaa takaisinvirtausalgoritmia (back-propagation) monikerroksisten neuroverkkojen harjoittamiseen

2006 Geoffrey Hinton osoitti että verkkoja harjoitettaessa yksi taso kerrallaan harjoitusta saatiin tehtyä huomattavasti tehokkaammin. Verkkoihin aloitettiin lisäämään enemmän piilokerroksia, ja ilmiötä aloitettiin kuvaamaan termillä syväoppiminen (deep learning).

- * 2012 ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC) voitti ensimmäistä kertaa konvolutionaalinen neuroverkko, vieläpä huomattavalla etumatkalla toiseen sijaan.
- * Vuoden 2012 jälkeen kilpailun on joka vuosi voittanut konvolutionaalinen neuroverkko, tunnistamisprosentin kasvaessa vuosi vuodelta. Nykyään neuroverkot pärjäävät kyseisessä kilpailussa ihmistä paremmin.

Keinotekoisen neuronin rakenne

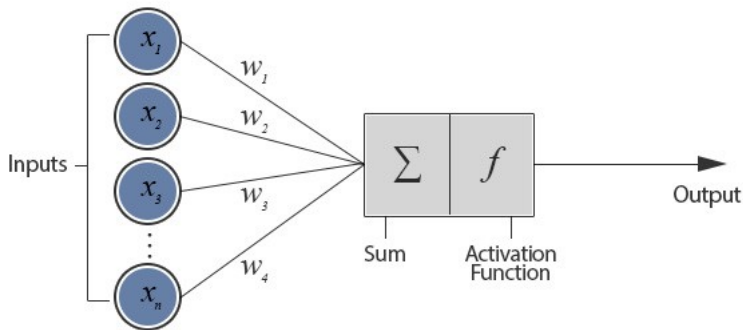


Figure: <https://medium.com/technologymadeeasy/for-dummies-the-introduction-to-neural-networks-we-all-need-c50f6012d5eb>

Neuroverkkojen rakenne

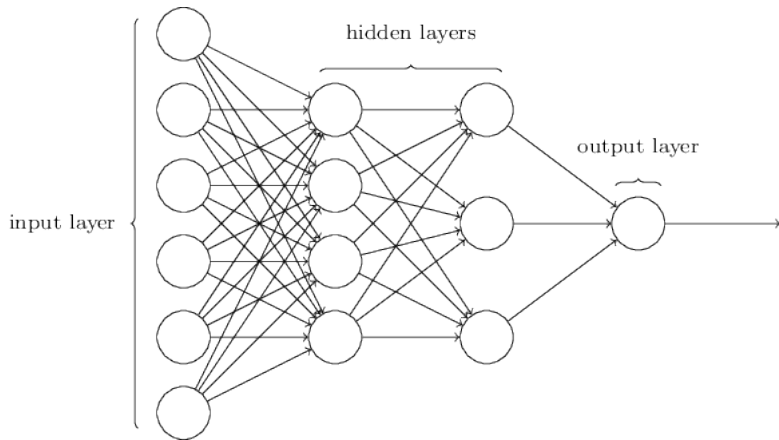


Figure: kuva: <http://neuralnetworksanddeeplearning.com/>

Neuroverkkojen harjoittaminen

Neuroverkkojen todistettu olevan universaaleja approksimaattoreita.

Neuroverkkojen voidaan ajatella yrittävän approksimoida jotakin funktiota.

Neuroverkkojen harjoittaminen perustuu virheen minimointiin tätä approksimaatiota tehtäessä.

Virhefunktio

Virhefunktioilla voidaan mitata kuinka kaukana neuroverkon tekemät approksimaatiot ovat todellisista funktion arvoista.

Virhefunktio

Esimerkiksi neliöllinen virhefunktio

$$E(x) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \|y(x_i) - a(x_i)\|^2$$

jossa $y(x_i)$ on neuroverkon tulos syötteellä x_i , $a(x_i)$ on harjoitusdatan i :s yksikkö, ja N syötteiden määrä.

Virhefunktion minimointi

Virhettä minimoidaan laskemalla verkon painojen derivaatat virhefunktion suhteen, ja soveltamalla niihin gradienttimenetelmää. Derivaatat saadaan selville takaisinvirtausalgoritmillä (back-propagation)

Gradienttimenetelmä

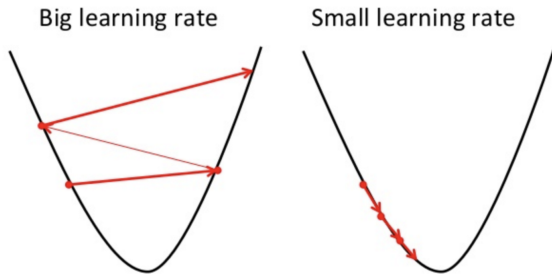


Figure: <https://towardsdatascience.com/gradient-descent-in-a-nutshell-eaf8c18212f0>

Funktion gradientti kertoo mihin suuntaan funktion arvo laskee nopeimmin, joten siirryttäessä askel askeleelta tähän suuntaan, lähestytään funktion lokaalia minimiä.

Takaisinvirtausalgoritmi

Neuroverkon voidaan ajatella olevan yhdistetty funktio sen neuroneiden funktioista.

Derivaatan ketjusääntöä hyödyntämällä voidaan kulkea neuroverkkoa taaksepäin selvittäen painojen derivaatat virhefunktion suhteen.

Ylisovitus (overfitting)

Suorittamalla virhefunktion minimointia harjoitusdatalle liian pitkälle, neuroverkko saa harjoitusdatalle pieniä tuloksia virhefunktioista, mutta esitettäessä sille uutta dataa se tekee suuria virheitä.

Tällöin verkko on ylisovittunut, eli harjoitusdatan yleistäminen on epäonnistunut.

Konvolutionaaliset neuroverkot

Eroavat muista keinotekoisista neuroverkoista ensisijaisesti konvoluutio- ja kokoamiskerroksien kautta.

Konvoluutio

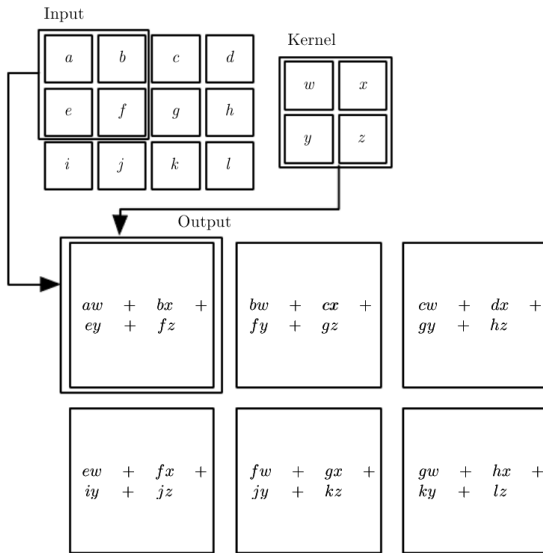


Figure: <http://www.deeplearningbook.org>

Konvoluutio intuitiivisesti

Liukuva ikkuna joka rajoittaa neuronin syötteen vain osaan syötekerroksen ulostuloista, poiketen normaaleista täysin yhdistetyistä kerroksista.

Tämä auttaa neuroneita hyödyntämään esimerkiksi kuvissa ilmenevää paikallisuutta: pikselien etäisyys toisistaan korreloi vahvasti sen kanssa, liittyykö niiden sisältö toisiinsa.

Ominaisuuskartat

Konvoluutiokerroksia on yleensä useita rinnakkain, ja kerroksen neuroneilla painot ovat yhteisiä

Yhteiset painot mahdollistavat sen, että neuronit oppivat tunnistamaan sijainnista riippumattomia ominaisuuksia kuvasta, ja yksittäinen neuroni kerroksessa kertoo löytyykö sen ikkunasta kyseistä ominaisuutta.

Ominaisuuskartat

Yhdistetään hommelit

Kokoaminen

Yhdistetään hommelit

Kiitos t. kiitos

Yhdistetään hommelit