

Dubinsko učenje s primjenom u klasifikaciji uzoraka

Bakula, Bruno

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Elektrotehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:081141>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-23**

Repository / Repozitorij:

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**

Sveučilišni studij

**DUBINSKO UČENJE S PRIMJENOM U KLASIFIKACIJI
UZORAKA**

Završni rad

Bruno Bakula

Osijek, 2015. g.

Zahvala

Zahvaljujem se svom sumentoru Bruni Zoriću, te mentoru prof. dr. sc. Goranu Martinoviću na stručnoj pomoći i savjetima prilikom izrade ovog završnog rada.

Također se zahvaljujem svojoj obitelji, na podršci tijekom mog preddiplomskog studija.

Sadržaj

1. UVOD	1
1.1. Zadatak završnog rada	2
2. ARHITEKTURA I TRENIRANJE NEURONSKIH MREŽA	3
2.1. Arhitektura standardnih neuronskih mreža	3
2.1.1. Jednostavni perceptron	3
2.1.2. Višeslojni perceptron	6
2.1.3. Propagacija unaprijed	10
2.2. Arhitektura dubinskih neuronskih mreža	12
2.2.1. Obični autoenkoder	13
2.2.2. Naslagani autoenkoderi	14
2.2.3. Deep belief networks	18
2.2.4. Konvolucijske mreže	19
2.3. Treniranje neuronskih mreža	21
2.3.1. Empirijska pogreška	21
2.3.2. Gradijentni spust	24
2.3.3. Propagacija pogreške unazad	27
2.3.4. Predtreniranje naslaganih autoenkodera (pohlepno treniranje)	28
2.3.5. Fino podešavanje neuronske mreže	29
3. REZULTATI KLASIFIKACIJE NEURONSKIH MREŽA	31
3.1. Skup podataka za klasifikaciju	31
3.2. Utjecaj dimenzionalnosti i broja iteracija treninga na rezultate	32
3.3. Usporedba rezultata klasifikacije višeslojnih perceptrona	34
3.4. Rezultati klasifikacije naslaganih autoenkodera u odnosu na standardne postupke	36
3.5. Utjecaj dimenzionalnosti na rezultate klasifikacije dubinskih mreža	38
4. ZAKLJUČAK	41

Sažetak

U ovom radu objašnjen je koncept dubinskog učenja, kao naprednog postupka učenja različitih razina značajki podataka. Arhitektura dubinskih neuronskih mreža mnogo je složenija od arhitekture standardnih mreža, te sadrži minimalno dva skrivena sloja. Tri glavne arhitekture dubinskih mreža su naslagani autoenkoderi, deep belief networks i konvolucijske mreže. Naslagani autoenkoderi grade se od prethodno treniranih, običnih autoenkodera. Nakon postupka predtreniranja, cijela mreža se fino podešava čime je postupak treniranja završen. Traje višestruko duže u odnosu na treniranje standardnih mreže. Na provedenim eksperimentima ostvaren je značajan napredak u točnosti klasifikacije korištenjem naslaganih autoenkodera, u odnosu na standardne neuronske mreže. Potrebno je eksperimentirati sa različitim dimenzijama skrivenih slojeva, kako bi se pronašle optimalne postavke rada dubinskih mreža, za određeni skup podataka.

Ključne riječi: autoenkoder, dubinsko učenje, naslagani autoenkoderi, neuronske mreže, pohlepno treniranje po slojevima

Deep Learning with application in pattern classification

Abstract

In this paper, the concept of deep learning as an advanced method for learning different levels of data features, was explained. Deep neural networks architecture is far more complex compared to standard network architectures, and it consists of minimum two hidden layers. Three main deep network architectures are stacked autoencoders, deep belief networks and convolutional networks. Stacked autoencoders are composed of normal autoencoders that were previously trained. After the pretraining step, the whole network is fine tuned, which finishes the training process. The training process duration is multiplied, regarding to standard networks training. A significant improvement in classification accuracy was made in experiments using stacked autoencoders, in contrary to standard neural networks. Experimenting with different dimension of hidden layers is needed to find optimal settings for running deep networks, applied on specific data set.

Keywords: autoencoder, deep learning, stacked autoencoders, neural networks, greedy layer-wise training