

Machine Learning e Reti Neurali

Davide Gessa

25 Aprile 2010

Indice

1	Introduzione	9
1.1	Licenza	9
1.2	Strumenti software	9
1.3	L ^A T _E X	10
2	Reti neurali	11
2.1	Reti neurali biologiche	11
2.1.1	Trasmissione delle informazioni tra neuroni	12
2.2	Reti neurali artificiali	12
2.2.1	Storia	12
2.2.2	Tipi di rete	12
2.2.3	Apprendimento	13
3	Reti MLP e apprendimento supervisionato	15
3.1	Elenco dei simboli	15
3.2	Back Propagation	15
3.3	Pattern Recognition mediante reti neurali	16
3.3.1	Applicazioni software	16
4	Reti SOM e apprendimento senza supervisione	19
4.1	Apprendimento auto-organizzato	19
5	Bibliografia	21

Elenco delle figure

2.1	Struttura di un neurone	12
3.1	Pattern Recognition in GTK+	17

Elenco delle tabelle

3.1	Elenco dei simboli per le reti MLP	15
-----	----------------------------------------------	----

Capitolo 1

Introduzione

Questa tesi nasce da un vecchio software da me iniziato verso l'inizio del 2009 (e mai terminato) che riassumeva il frutto di qualche mia curiosità riguardo l'argomento delle reti neurali artificiali; qualche mese fa ho ritrovato i sorgenti e mi sono reinteressato all'argomento, riscrivendo da zero un nuovo software (che analizzerò in seguito) che implementa alcuni tipi di reti neurali artificiali e alcune loro applicazioni pratiche. Avevo già iniziato una breve trattazione da esporre su un altro mio progetto, ma ho deciso di iniziare da capo per dedicarmi ad un argomento che raccoglie in sé più materie, come statistica, matematica, informatica e per certe caratteristiche tecniche del mio progetto anche sistemi. Per vedere lo sviluppo dei miei progetti 2inventati.org/dak.

1.1 Licenza

Il progetto è rilasciato interamente sotto licenza GPLv2, presente integralmente nel file `license.txt`; è riportato qui di seguito l'header presente in ogni file sorgente del progetto:

```
libneuralnetwork Copyright (C) 2010 Davide Gessa
This program is free software: you can redistribute it and/or modify
it under the terms of the GNU General Public License as published by
the Free Software Foundation, either version 2 of the License, or (at
your option) any later version.
This program is distributed in the hope that it will be useful,
but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY
or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU General Public License
for more details.
You should have received a copy of the GNU General Public License
along with this program. If not, see <http://www.gnu.org/licenses/>.
```

1.2 Strumenti software

Ecco una lista dei software principali utilizzati per realizzare il progetto e la tesi che state leggendo; da sottolineare che tutti sono free software e opensource, e

che lo sviluppo e' avvenuto coi sistemi gnu/linux gentoo, gnu/freebsd gentoo, anch'essi free e opensource.

gcc compilatore per il linguaggio C

cmake sistema di compilazione

geany C and \LaTeX ide

subversion controllo di revisione

gtk+ librerie per interfacce grafiche

gnuplot programma di plotting matematico

latex compilatore per il linguaggio \LaTeX

1.3 \LaTeX

Per scrivere la documentazione del sistema e' stato utilizzato il linguaggio di markup \LaTeX , che permette di preparare dei testi basati su \TeX , un linguaggio di composizione tipografica. Utilizzare \LaTeX , permette di risparmiare un tempo notevole per quanto riguarda la formattazione delle pagine, la creazione degli indici, la visualizzazione di formule matematiche e molto altro, e per questo motivo e' utilizzato da gran parte di accademici, scienziati, matematici e ingegneri. \LaTeX e' distribuito come software libero ed e' disponibile su molte piattaforme.

Capitolo 2

Reti neurali

Questo progetto mira ad esporre il funzionamento di una rete neurale artificiale e di alcuni algoritmi per l'apprendimento; e' comunque necessario fare una breve introduzione riguardo come, negli animali, funzionano le reti neurali.

2.1 Reti neurali biologiche

Il funzionamento delle reti neurali artificiali, deriva dalle reti neurali presenti in natura nel cervello degli animali; i primi successi significativi riguardo lo studio del funzionamento delle reti neurali sono relativamente recenti, e alcuni aspetti del loro funzionamento sono ancora ignoti. Le reti neurali sono delle strutture costituite da neuroni; I neuroni sono classificabili secondo diverse caratteristiche, una di queste e' la loro funzione:

- Neuroni sensitivi o neuroni di input: si occupano di ricevere impulsi e stimoli dagli organi sensoriali.
- Neuroni motori o neuroni di output: generano impulsi di tipo motori che vengono trasmessi agli organi periferici.
- Interneuroni o neuroni nascosti: elaborano le informazioni fornite dai neuroni sensitivi per trasmetterle ai neuroni motori.

Ogni neurone (che sia sensitivo, motorio o un interneurone) e' formato principalmente da tre parti:

- La soma: che comprende il corpo cellulare compreso il nucleo e altri apparati dedicati alla sopravvivenza della cellula.
- Gli assoni: conducono il segnale generato dal soma verso altre cellule neurali.
- I dendriti: son costituiti da diramazioni ad albero che trasportano segnali di altri neuroni, verso la soma; i dendriti hanno la caratteristica di non essere buoni conduttori di segnali nervosi, i segnali ricevuti tendono quindi a diminuire di intensita'.

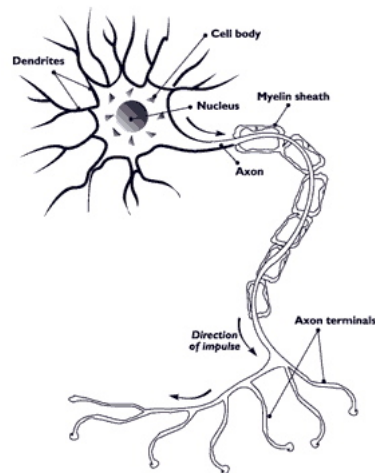


Figura 2.1: Struttura di un neurone

2.1.1 Trasmissione delle informazioni tra neuroni

Gli assoni e i dendriti, comunicano con altre cellule neurali attraverso dei punti di connessione detti sinapsi. La trasmissione di un'informazione da un neurone all'altro avviene attraverso l'emissione di sostanze chimiche dette neurotrasmettitori stimolata da segnali chimici o da segnali elettrici generati dal neurone stesso.

2.2 Reti neurali artificiali

Le reti neurali artificiali sono in sostanza, dei modelli matematici composti da neuroni artificiali o nodi (strutture matematiche che hanno il compito di emulare in parte il funzionamento di un neurone biologico) e dalle loro interconnessioni che simulano il funzionamento di una rete neurale biologica; le reti neurali artificiali permettono di risolvere problemi quindi di intelligenza artificiale, a seguito di un periodo nel quale la rete verrà istruita a svolgere dei compiti (fase di apprendimento).

2.2.1 Storia

2.2.2 Tipi di rete

Parlare delle reti feedforward

Multi Layered Perceptrons

Self Organization Map

Hopfield

2.2.3 Apprendimento

Per poter utilizzare la rete per scopi pratici, bisogna prima addestrarla opportunamente per trovare (piu' precisamente imparare) la relazione tra dati di input e dati di output. L'addestramento puo' essere eseguito con svariati tipi di algoritmo, ma fondamentalmente si possono distinguere tre metodi di apprendimento:

- Supervisionato: consiste nel proporre alla rete dei set di dati di input e i corrispettivi dati di output (risultato degli input); tramite un algoritmo, la rete impara il legame che c'e' tra essi. Uno degli algoritmi chiave dell'apprendimento supervisionato, e' l'algoritmo di propagazione inversa (meglio noto come backpropagation), che mediante un pattern di input ed uno di output, calcola l'errore per ogni strato della rete ricalcolando i pesi sinaptici dei singoli neuroni. L'algoritmo di backpropagation verra' analizzato nei dettagli nell'articolo dedicato alle reti MLP.
- Non supervisionato: non prevede nessun intervento esterno, bensì' utilizza metodi probabilistici per individuare dei possibili input e dei corrispondenti risultati di output.
- Per rinforzo: un algoritmo si occupa di generare azioni e di interpretare il risultato della retroazione dell'ambiente stesso, valutando se tale retroazione e' positiva o negativa per raggiungere lo scopo prefissato dalla rete.

Capitolo 3

Reti MLP e apprendimento supervisionato

Le reti neurali mlp sono

3.1 Elenco dei simboli

δ_i	Errore del neurone i
η	Costante di apprendimento
ω_i^k	Peso sinaptico del neurone i rispetto al neurone k
x_i	Valore del neurone di input i
y_i	Valore del neurone hidden i
z_i	Valore del neurone di output i

Tabella 3.1: Elenco dei simboli per le reti MLP

3.2 Back Propagation

Il back propagation (propagazione inversa) e' un algoritmo di apprendimento utilizzato nelle reti neurali feedforward.

1. Per prima cosa si calcola l'errore delta dello strato di output; per ogni neurone dello strato di output si calcola la differenza tra il valore desiderato e quello ottenuto dalla rete, poi il valore ottenuto viene moltiplicato per la derivata della funzione di trasferimento, e come argomento della funzione il valore di output ottenuto dalla rete cosi' come e' ora:

$$\delta_i = (desired_i - output_i) * f'(output_i)$$

2. Ora calcoliamo l'errore delta di ognuno degli strati nascosti della rete:

$$\delta_i = (\sum_{k=0}^{outputn} \delta_k * \omega_k) * f'(output_i)$$

3. Aggiorniamo ora i pesi sinaptici dei vari strati partendo da quello di output; per ogni neurone di output quindi:

$$\omega_i = \left(\sum_{k=0}^{hidden} \eta * hidden_k * \delta_{output} \right)$$

4. Aggiorniamo i pesi degli strati nascosti:

$$\omega_i = \left(\sum_{k=0}^{hidden} \eta * hidden_k * \delta_{output} \right)$$

3.3 Pattern Recognition mediante rete neurali

Il pattern recognition (riconoscimento di pattern, in italiano), e' una delle possibili applicazioni delle reti neurali; il pattern recognition in se', e' un processo di riconoscimento e classificazione di pattern, partendo da un insieme di dati grezzi in input.

3.3.1 Applicazioni software

Ho realizzato un piccolo programma in gtk+ per il riconoscimento di pattern, fondamentalmente di lettere e numeri, ma con qualche piccola modifica e' possibile utilizzarlo per altri tipi di dati. Il programma permette di indicare una cartella contenente file png (per ora solo 64x64 in scala di grigi), selezionare il numero di epoche, e avviare il processo di apprendimento; e' possibile poi utilizzare un'altra immagine, con le stesse caratteristiche dei pattern di addestramento, per testare la rete ed ottenere in output la lettera corrispondente all'immagine.

Ho realizzato vari set di pattern per fare dei test, in figura possiamo vedere un test con le lettere cirilliche (translitterate in lettere latine).

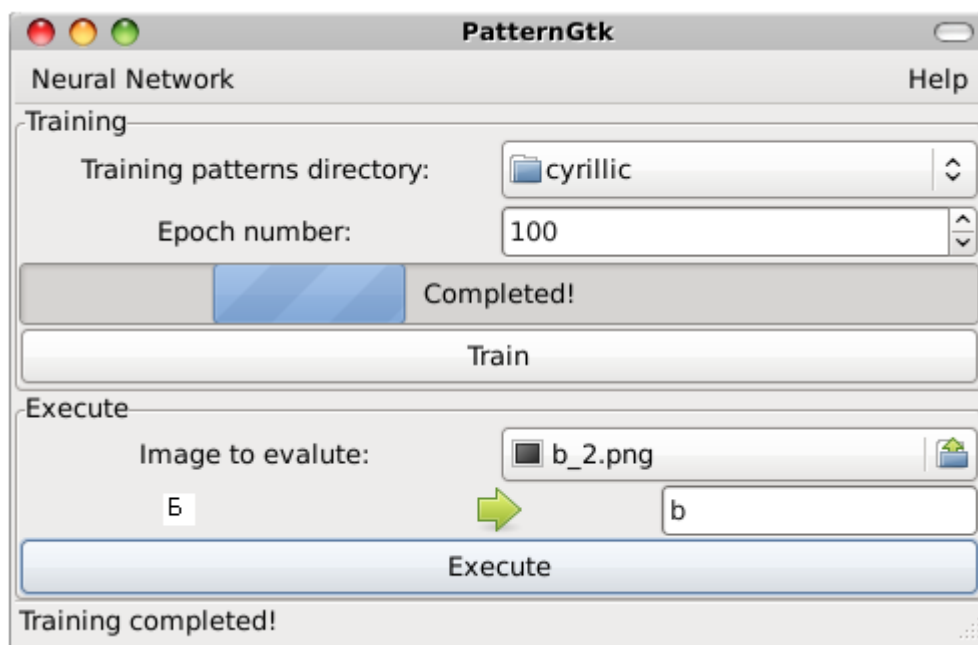


Figura 3.1: Pattern Recognition in GTK+

Capitolo 4

Reti SOM e apprendimento senza supervisione

Le reti SOM sono un particolare tipo di rete neurale feed-forward,

4.1 Apprendimento auto-organizzato

Capitolo 5

Bibliografia

Bibliografia

- [1] Silvio Cammarata - Reti neurali, dal Perceptron alle reti caotiche e neuro-fuzzy
- [2] Christopher M. Bishop - Pattern Recognition and Machine Learning