

Dedica da scrivere

Se non puoi passare attraverso una montagna, giraci intorno; se non puoi girarci intorno, passaci sopra; se non puoi passarci sopra, siediti un attimo e chiediti se raggiungere l'altro lato sia davvero così importante. Se lo è comincia a scavare una galleria.

Indice

Introduzione	5
1 Rete neurale artificiale	6
1.1 Accenni storici ed origini	6
1.2 Il neurone biologico	8
1.3 Struttura e modello matematico	8
1.4 Architettura	8
1.5 Funzioni di attivazione	8
2 Feed Forward	9
3 Ricorrenti	10
Riferimenti bibliografici	11

Introduzione

prova

Capitolo 1

Rete neurale artificiale

1.1 Accenni storici ed origini

Le reti neurali, e la conseguente computazione neurale, sono state introdotte ispirandosi ai sistemi neurali biologici, con l'obiettivo di modellarne il comportamento e la struttura e di simularne le funzioni basilari e fondamentali.

Le basi per lo studio di tali reti furono poste dallo psichiatra Warren McCulloch e del matematico Walter Pitts, i quali riuscirono a riprodurre una rete neurale utilizzando semplici circuiti elettrici collegati tra loro. Questa collaborazione portò alla luce l'analogia che sussiste tra le reti neurali e la macchina di Turing ed in tal modo si capì che qualsiasi operazione eseguita da una rete neurale poteva essere eseguita anche da un computer; infatti le reti che furono prodotte risultavano essere automi a stati finiti in grado di realizzare la logica delle proposizioni e di formulare ipotesi sulla natura dei meccanismi cerebrali, il tutto equivalentemente ad un programma per computer. Il frutto di tale lavoro fu reso noto nel 1943 con la pubblicazione del libro "A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity", nel quale fu schematizzato un combinatore lineare a soglia con dati binari multipli in entrata e un singolo dato binario in uscita.

Ciò che quindi McCulloch e Pitts riuscirono a fare è presentare un modello di neurone formale dimostrando che reti formate da tali neuroni riuscivano a computare funzioni della logica del primo ordine.

Un punto di svolta per lo studio delle reti neurali si ebbe successivamente alla pubblicazione del lavoro dello psicologo Donald Hebb, "The Organization of Behavior" nel 1949.

Hebb trovò una correlazione tra la psicologia del comportamento umano e la fisiologia del sistema nervoso, donando un grande contributo alla teoria sull'apprendimento associativo, teoria che risultò essere alla base dei metodi di apprendimento delle reti neurali, e che si basava sulla nota legge di Hebb: *«Se un neurone A è abbastanza vicino ad un neurone B da contribuire ripetutamente e in maniera duratura alla sua eccitazione, allora ha luogo in entrambi i neuroni un processo di crescita o di cambiamento metabolico tale per cui l'efficacia di A nell'eccitare B viene accresciuta.»*

Il decennio che va dagli anni cinquanta agli anni sessanta, fu totalmente influenzato dalla legge di Hebb a tal punto che numerosi gruppi di ricerca condussero esperimenti e test sulle funzionalità del cervello, attraverso simulazioni di queste ultime, fino a porre le basi per la nascita dell'intelligenza artificiale (AI) grazie al contributo di uno dei principali padri di questo campo Marvin Lee Minsky.

Nel 1958 Frank Rosenblatt introdusse il primo schema di rete neurale che designò con il termine "perceptron", in italiano percettrone, allo scopo di fornire un'interpretazione dell'organizzazione generale dei sistemi biologici attraverso un modello mirato all'analisi, in forma matematica, di funzioni quali ad esempio l'immagazzinamento delle informazioni. Il percettrone fu il primo modello di apprendimento supervisionato e presupponeva uno strato di ingresso ed uno di uscita, discriminando gli ingressi in due insiemi linearmente separabili e basandosi su una regola di apprendimento che si appellava alla minimizzazione dell'errore.

Il percettrone ancora oggi viene utilizzato in varie applicazioni e risultò essere un modello più efficace rispetto al modello binario di McCulloch e Pitts, poichè i suoi pesi sinaptici sono variabili e quindi in grado di apprendere.

Nonostante, però, l'iniziale successo di tale modello e l'interesse mostrato dalla comunità scientifica, tale rete neurale non risultò abbastanza potente; le reti a due strati basate sui percettroni avevano limiti operativi, infatti non riuscivano a risolvere tutte le classi di problemi, in particolare quelli non caratterizzati dalla separabilità lineare delle soluzioni come ad esempio l'operatore XOR, ovvero la funzione or esclusivo, che discrimina gli ingressi in modo non linearmente separabile.

Solo negli anni ottanta, con il matematico Paul Werbos, si superarono i limiti del percettrone di Rosenblatt. Quest'ultimo introdusse uno o più livelli intermedi all'interno delle reti neurali creando una classe chiamata Multi-Layers Perceptron, ovvero percettrone multistrato, il cui metodo di addestramento principale era l'"error backpropagation", ovvero l'algoritmo di retropropagazione dell'errore, che permetteva la modifica sistematica dei pesi delle con-

nessioni, in modo da rendere la risposta della rete quanto più vicina a quella desiderata. Tale algoritmo, proposto nel 1986 da David E. Rumelhart, G. Hinton e R. J. Williams consentì di superare le problematiche legate al perceptrone di Rosenblatt e permise di risolvere il problema della separabilità non lineare delle soluzioni, rendendo quindi possibile calcolare la funzione XOR e segnando il definitivo rilancio delle reti neurali.

1.2 Analogie con il sistema nervoso

1 Una RN è un modello computazionale parallelo, costituito da numerose unità elaborative omogenee fortemente interconnesse mediante collegamenti di varia intensità. L'attività della singola unità è semplice (funzione di trasferimento) e la potenza del modello risiede nella configurazione delle connessioni (topologia e intensità). Partendo dalle unità di input, a cui vengono forniti i dati del problema da risolvere, la computazione si propaga in parallelo nella rete fino alle unità di output, che forniscono il risultato. Una RN non viene programmata per eseguire una certa attività, ma addestrata (utilizzando un algoritmo di apprendimento automatico) mediante una serie di esempi della realtà da modellare.

2 Anche se, nel tempo, ci si è resi conto che esse differiscono sotto diversi aspetti dai sistemi di neuroni, per cui non sembrano costituire un modello adeguato alla simulazione di tali sistemi organici, tuttavia sono venute a rappresentare un modello significativo di algoritmi di ottimizzazione e, in particolare, di apprendimento. Le reti neurali si rifanno ad un modello connessionistico di calcolo, in cui la computazione è effettuata per mezzo dell'interazione tra unità elementari (i neuroni) che effettuano, singolarmente, operazioni molto semplici e si scambiano informazioni per mezzo dei collegamenti che li uniscono.

3 Sistema artificiale di elaborazione dell'informazione che si pone come obiettivo l'emulazione del sistema nervoso animale. Il sistema nervoso animale presenta numerose caratteristiche che sono attraenti dal punto di vista di un sistema di calcolo: è robusto e resistente ai guasti: ogni giorno muoiono alcuni neuroni senza che le prestazioni complessive subiscano un peggioramento sostanziale; è flessibile: si adatta alle situazioni nuove imparando; permette una computazione altamente parallela; piccolo, compatto e dissipa poca potenza. Rete Neurale: struttura complessa composta da tante unità elementari di calcolo, chiamate neuroni.

4 Le reti neurali artificiali sono nate per riprodurre attività tipiche del cervello umano come la percezione di immagini, il riconoscimento di forme, la

comprensione del linguaggio, il coordinamento senso-motorio, ecc. A tale scopo si sono studiate le caratteristiche del cervello umano. Nel sistema nervoso esistono miliardi di neuroni (cellule nervose). Un neurone è formato da un corpo cellulare e da molti prolungamenti ramificati, detti dendriti, attraverso i quali il neurone riceve segnali elettrici da altri neuroni. Ogni neurone ha anche un prolungamento filamentoso chiamato assone, la cui lunghezza può variare da circa 1 cm a qualche metro. All'estremità l'assone si ramifica formando terminali attraverso i quali i segnali elettrici vengono trasmessi ad altre cellule (ad esempio ai dendriti di altri neuroni). Tra un terminale di un assone e la cellula ricevente esiste uno spazio. I segnali superano questo spazio per mezzo di sostanze chimiche dette neurotrasmettitori. Il punto di connessione tra terminale e dendrite è detto sinapsi. Un neurone si "attiva", cioè trasmette un impulso elettrico lungo il suo assone quando si verifica una differenza di potenziale elettrico tra l'interno e l'esterno della cellula. L'impulso elettrico provoca la liberazione di un neurotrasmettitore dai terminali dell'assone, che a loro volta possono, ad esempio, influenzare altri neuroni. I neuroni biologici sono da 5 a 6 ordini di grandezza più lenti dei componenti elettronici convenzionali: un evento in un chip si verifica in alcuni nanosecondi (10^{-9} s) mentre un evento neurale in alcuni millisecondi (10^{-3} s). Il cervello umano è un calcolatore complesso, non lineare e parallelo. Pur essendo costituito da elementi di elaborazione molto semplici (i neuroni), è in grado di eseguire computazioni complesse, come il riconoscimento, la percezione e il controllo del movimento, molte volte più velocemente del più veloce degli attuali calcolatori. Il cervello è in grado di modificare le connessioni tra i neuroni in base all'esperienza acquisita, cioè è in grado di imparare.

Sono sistemi computazionali ispirati a processi biologici con le seguenti caratteristiche: • formati da milioni di unità computazionali (neuroni) capaci di eseguire una somma pesata; • elevato numero di connessioni pesate (sinapsi) tra le unità; • altamente paralleli e non lineari; • adattivi e addestrabili e l'apprendimento avviene attraverso la modifica dei pesi delle connessioni; • tolleranti agli errori in quanto la memorizzazione avviene in modo diffuso; • non c'è distinzione tra memoria e area di calcolo; • capacità di generalizzazione: producono output ragionevoli con input mai incontrati prima durante l'apprendimento.

1.2 La mente umana Il sistema nervoso umano è un sistema a 3 stadi: 1. rete neurale: riceve continue informazioni, le percepisce e fa appropriate decisioni; 2. recettori: convertono gli stimoli esterni in impulsi elettrici che vengono inviati alla rete neurale; 3. attuatori: convertono gli impulsi elettrici generati dalla rete neurale in risposte al sistema esterno.

Figura 1: diagramma a blocchi del sistema nervoso.

- La corteccia cerebrale è formata da circa 10 bilioni di neuroni e 60 trilioni di sinapsi.
- ogni neurone ha velocità dell'ordine dei millisecondi, contro i nanosecondi dei chip in silicio;
- l'efficienza energetica è di circa 10^{-16} J per operazione per secondo contro i 10^{-6} del migliore computer in uso oggi.

Un neurone è caratterizzato da:

- corpo cellulare: l'unità di calcolo (soma);
- assone: linea di trasmissione in uscita;
- dendriti: le zone recettive.

Il neurone ha il compito di fare una somma pesata degli ingressi e se il risultato supera un certo valore soglia produce un potenziale d'azione che viene inviato all'assone, altrimenti non fa nulla.

Il potenziale d'azione consiste in una scarica di impulsi elettrici e il motivo di ciò è che l'assone è molto lungo e fine, caratterizzato da alta resistenza elettrica e un voltaggio applicato ad un'estremità decade in modo esponenziale con la distanza; inviando diversi impulsi elettrici questo problema di trasmissione viene evitato.

Le sinapsi sono unità funzionali dalla struttura elementare che gestisce le iterazioni tra neuroni. La sinapsi più comune è la sinapsi chimica che svolge le seguenti operazioni:

- un processo presinaptico libera una sostanza trasmettitrice che si diffonde lungo la giunzione sinaptica tra 2 neuroni;
- un processo postsinaptico azionato dalla sostanza trasmettitrice rigenera un segnale elettrico.

Quindi una sinapsi converte un segnale elettrico in chimico della presinapsi e poi da chimico a elettrico nella postsinapsi.

Ci sono 2 tipi di sinapsi:

1. eccitatorie: favoriscono la generazione di elettricità nel neurone postsinaptico;
2. inibitorie: inibiscono la generazione di elettricità nel neurone postsinaptico.

Pare che l'apprendimento avvenga attraverso variazioni nell'efficacia sinaptica di ogni sinapsi.

1.3 Struttura e modello matematico

1.4 Architettura

1.5 Funzioni di attivazione

Capitolo 2

Feed Forward

Capitolo 3

Ricorrenti

Bibliografia

[etichetta personalizzata] ...