

# Tesi Magistrale

Riccardo Minato

## Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Machine Learning</b>	<b>1</b>
2.1	Recurrent Neural Networks . . . . .	1
2.1.1	Introduzione alle RNN . . . . .	1
2.1.2	Struttura e funzionamento della RNN . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Portale Web</b>	<b>3</b>
3.1	Contenuto . . . . .	3
3.2	Strumenti utilizzati . . . . .	5
<b>A</b>	<b>Questionario MiFid2</b>	<b>6</b>

## Glossario

**Maximum Drawdown** Indice che identifica il peggior calo in percentuale in una serie storica. Il Maximum Drawdown al tempo  $T$  di una serie  $X$  viene calcolato come segue:

$$MDD(T) = \max_{\tau \in (0, T)} [\max_{t \in (0, \tau)} X(t) - X(\tau)]$$

. 3

**NAV** Indice di valutazione del rendimento di un portafoglio. Calcolato **Mettere Formula!!!!!!!!!!**. 3

**Portafoglio** L'insieme di investimenti compiuti da un ente. 3

# 1 Introduzione

## 2 Machine Learning

### 2.1 Recurrent Neural Networks

#### 2.1.1 Introduzione alle RNN

Le recurrent neural networks (RNN) sono una variazione della classica rete neurale, adattata però a dei task in cui gli esempi forniti sono in una sequenza (ad esempio dei punti in una serie storica). Le RNN possono tornare utili in problemi come il NLP (Natural Language Processing), riconoscimento automatico di scritte a mano ecc. In questi casi spesso gli esempi non sono indipendenti gli uni dagli altri, bensì per classificare correttamente un'istanza potrebbe essere vantaggioso considerare altre istanze collocate prima o dopo quella attuale.<sup>1</sup>

Nel problema esposto si ricade perfettamente in questo caso: i dati a disposizione sono serie storiche e non è ovviamente possibile sperare di prevedere quale sarà l'andamento di tali serie considerando i punti singolarmente. Per questo la scelta più naturale per affrontare questo problema è ricaduta nelle RNN.

#### 2.1.2 Struttura e funzionamento della RNN

Le RNN, nella loro forma più basilare, hanno una struttura piuttosto semplice, composta da tre livelli:

- Livello di input
- Livello nascosto
- Livello di output

Il primo e l'ultimo ricalcano le funzioni che hanno gli stessi livelli in una rete neurale feed-forward, infatti la differenza fondamentale di quest'ultima con una RNN sta nel livello nascosto: infatti l'output emesso dal livello nascosto per un'istanza  $x_t$  viene usato come input per lo stesso livello nascosto quando viene elaborata l'istanza  $x_{t+1}$ .

Più formalmente, per ogni esempio  $x$  al tempo  $t$  vengono calcolati due valori, rispettivamente quello emesso dal livello nascosto e l'output vero e proprio della RNN.

$$h(t) = f(Ux_t + Vh_{t-1})$$
$$o(t) = g(Wh_t)$$

ove

- $U$  è il vettore dei pesi per gli esempi

---

<sup>1</sup>Si pensi ad esempio al riconoscimento di lettere scritte in corsivo a mano in una parola: può capitare che un carattere sia irriconoscibile, se non messo in relazione a quello precedente e/o successivo.

- $V$  è il vettore dei pesi per l'output del livello nascosto
- $W$  è il vettore dei pesi per l'output della RNN
- $f$  e  $g$  sono funzioni non lineari (come  $\tanh$  o sigmoide)

Può essere che in certi task non sia necessario avere un output per ogni singolo elemento della sequenza, ma solo per la sequenza nella sua interezza: in tal caso gli output intermedi possono venire ignorati.

Nella Figura 1 viene mostrata la struttura della RNN come descritta sopra (a sinistra) e come invece la RNN si vedrebbe se venisse “srotolata temporalmente” (a destra), ovvero vedere esplicitamente ogni step compiuto dalla RNN quando vengono presentati i diversi esempi.

Per quanto riguarda la fase di apprendimento dei valori dei pesi, essa si svolge pressappoco come accade nelle reti neurali tradizionali, ossia attraverso la Back Propagation, che nel caso delle RNN viene chiamata Back Propagation Through Time (BPTT). La principale differenza tra le due consiste nella molteplicità dei diversi vettori di pesi che si hanno nel primo caso, i quali vengono tarati scendendo lungo i livelli della rete neurale; nel secondo caso invece sono presenti tre vettori, ma essi vengono modificati basandosi sull'errore commesso negli step temporali in cui gli esempi sono stati presentati alla rete.

Più formalmente, ciò che si fa è calcolare la derivata parziale dell'errore ottenuto sull'output sui pesi  $U$ ,  $V$  e  $W$ . Non è importante come tale errore venga definito, purché ovviamente sia sensato (ad esempio l'MSE per la regressione o l'accuracy per la classificazione). L'errore compiuto dalla RNN è la somma degli errori compiuti nei singoli step.

$$\frac{\partial E}{\partial U} = \sum_t \frac{\partial E_t}{\partial U}$$

$$\frac{\partial E}{\partial V} = \sum_t \frac{\partial E_t}{\partial V}$$

$$\frac{\partial E}{\partial W} = \sum_t \frac{\partial E_t}{\partial W}$$

Si noti che in tutti e tre i casi, essendo  $E$  una funzione calcolata sulla base della funzione  $o$ , si può applicare la regola della catena per le derivate, ottenendo così il seguente risultato (qui viene mostrato solo quello per  $W$ , ma la situazione è analoga anche per  $U$  e  $V$ )

$$\frac{\partial E}{\partial W} = \sum_t \frac{\partial E_t}{\partial o_t} \frac{\partial o_t}{\partial W}$$

Si noti anche che per il calcolo di  $\frac{\partial o_t}{\partial W}$  è relativamente semplice, perché  $W$  influisce direttamente sul valore dell'output, negli altri due casi invece si rende necessario l'uso di tutte le componenti della rete.

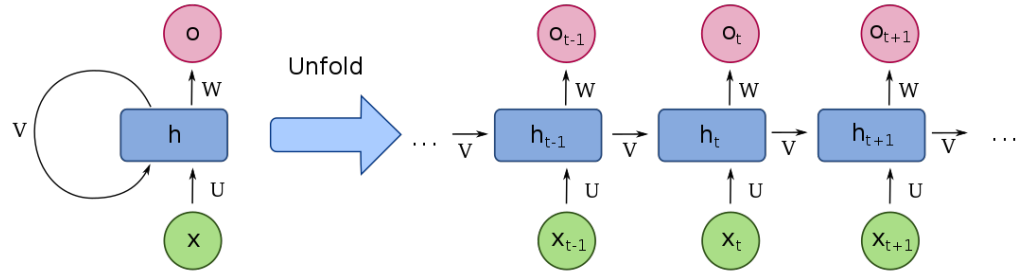


Figura 1: Struttura di una RNN

$$\frac{\partial o_t}{\partial V} = \sum_{t'=1}^t \frac{\partial o_t}{\partial h_t} \frac{\partial h_t}{\partial h_{t'}} \frac{\partial h_{t'}}{\partial V} \quad \text{dove} \quad \frac{\partial h_t}{\partial h_{t'}} = \prod_{j=t'+1}^t \frac{\partial h_j}{\partial h_{j-1}}$$

La versione con  $U$  è simile a quella riportata sopra.

## 3 Portale Web

### 3.1 Contenuto

Il lavoro svolto è stato inserito all'interno di un portale web. Quest'ultimo rappresenta una demo dei servizi messi a disposizione all'utente, che non si limitano al semplice sfruttamento del roboadvisor, ma consentono una visione più ampia di informazioni riguardanti il proprio Portafoglio. Le funzionalità messe a disposizione sono le seguenti:

- **Overview:** sezione principale, in cui all'utente vengono mostrati i suoi dati personali. Inoltre viene visualizzato un grafico rappresentante lo storico del NAV del suo portafoglio, evidenziando inoltre il Maximum Drawdown.
- **Holdings/PNL:** sezione in cui un utente può vedere le security che possiede e alcune loro caratteristiche. In particolare:

- Security: nome della security
- Asset type: asset a cui afferisce la security
- Data d'acquisto: data in cui la security è stata acquistata dall'utente
- # Shares: il numero di shares della security possedute dall'utente

Riempire le parti mancanti e il glossario

- PNL:
- Actual Market Value:
- Historical Volatility:
- Sharp Ratio:
- **Asset Allocation:** sezione in cui si può vedere lo stato attuale del portafoglio, diviso per Asset Type, mostrato con un grafico a torta.
- **Transactions:**
- **Performance:** sezione contenente dettagli riguardanti il capitale investito dall'utente. In particolare:
  - Beginning Value: denaro presente inizialmente all'interno dell'account
  - Ending Value: denaro presente attualmente all'interno dell'account
  - Deposit: denaro aggiunto all'account
  - Withdrawals: denaro tolto dall'account
  - Weekly Gain: guadagno nell'ultima settimana (in percentuale)
  - Monthly Gain: guadagno nell'ultimo mese (in percentuale)
  - Yearly Gain: guadagno nell'ultimo anno (in percentuale)
- **Questionario:** cliccando sull'icona rappresentante un volto si accede al questionario MiFid2 che l'utente può compilare, per essere classificato in un profilo di rischio. Al termine del questionario, non viene solamente fatta questa categorizzazione, bensì si fa un confronto tra l'attuale stato del portafoglio dell'utente ed il profilo trovato: se questi non coincidono, il sistema lo notifica e mostra quali operazioni sarebbe necessario applicare per avere un portafoglio coerente con il proprio profilo di rischio. Il questionario

citare

Spiegare i vari profili?

### 3.2 Strumenti utilizzati

Essendo il portale una demo principalmente visiva, il lavoro si è concentrato sul frontend web development. Si è infatti fatto utilizzo dei classici linguaggi per questo tipo di task, in particolare HTML, CSS e JavaScript (quest'ultimo in quantità nettamente superiore agli altri due).

Va inoltre fatta menzione di due librerie che fanno parte delle fondamenta del codice alla base del portale: Webpack e React.js.

Citare

- **Webpack:** è un module-bundler, cioè un'applicazione che, partendo da diversi file (sorgente JavaScript, HTML, immagini ecc.) che hanno delle dipendenze tra di loro, automaticamente crea uno o più bundles, cioè dei file JavaScript contenenti i moduli che precedentemente erano separati. Webpack è uno strumento estremamente utile per scrivere codice

Javascript modulare e ordinato, senza appesantire il carico di dati che il browser deve scaricare per visualizzare la pagina, poiché quest'ultimo necessiterà solo del bundle (che potrà essere a sua volta minificato, per essere reso ancora più leggero) generato da Webpack.

Webpack viene utilizzato da molte aziende per i loro siti Internet, il che ne certifica l'indubbia qualità: alcune di queste sono Trivago, Airbnb, Adobe, Slack.

- **React.js:** è una libreria JavaScript, mantenuta da Facebook, progettata per creare interfacce utente interattive. La principale caratteristica di React è quella di spostare la scrittura di codice HTML in JavaScript, utilizzando un linguaggio molto simile (chiamato JSX), rendendo così più semplice la manipolazione di quelle che in React vengono chiamate *componenti*, che poi verranno tradotte in vero codice HTML e visualizzate sul browser. Ciascuna componente ha uno stato proprio, che nel tempo può essere modificato: React fa sì che solo ciò che effettivamente necessita di cambiamento all'interno dell'interfaccia utente venga ri-renderizzato, procurando così un notevole miglioramento nelle prestazioni del sito.

Altre librerie sfruttate non altrettanto fondamentali, ma degne di essere menzionate, sono Chart.js, per la rappresentazione dei grafici, e React-bootstrap, un'implementazione nativa per React delle componenti bootstrap.

## A Questionario MiFid2

- **Sezione 1: Conoscenza dei servizi di investimento (nel corso degli ultimi 3 anni)**
  1. Prima parte
    - 1.1. Servizi collegati alla consulenza in materia d'investimento.  
**Sì   No**
    - 1.2. Conti correnti con dossier titoli.  
**Sì   No**
    - 1.3. Investimenti in strumenti del risparmio gestito (Fondi, ETF, Gestioni ecc.).  
**Sì   No**
    - 1.4. Trasmissioni di ordini di acquisto e vendita di strumenti finanziari su deposito amministrato.  
**Sì   No**
    - 1.5. Servizi informatici offerti dagli intermediari per i propri investimenti (online banking, trading online).  
**Sì   No**
  2. Seconda parte

- 2.1. Conoscenza di strumenti finanziari generica.  
**Sì No**
- 2.2. Strumenti monetari (es. Buoni Ordinari del Tesoro, Fondi monetari).  
**Sì No**
- 2.3. Strumenti obbligazionari di Stato e sopranazionali (es. BTP, Fondi obbligazionari).  
**Sì No**
- 2.4. Strumenti obbligazionari corporate/societari (es. Obbligazioni bancarie, Obbligazioni Enel, Eni, Fondi obbligazionari corporate).  
**Sì No**
- 2.5. Strumenti azionari (azioni quotate in Borsa, Fondi bilanciati o azionari).  
**Sì No**
- 2.6. Strumenti finanziari complessi (obbligazionari con componente strutturata, warrant, convertibili).  
**Sì No**
- 2.7. Contratti Futures, opzioni, swap e altri strumenti derivati.  
**Sì No**

• **Sezione 2: Esperienza nei servizi di investimento (nel corso degli ultimi 3 anni)**

1. Prima parte

- 1.1. Servizi legati alla consulenza in materia di investimento.  
**Sì No**
- 1.2. Conti correnti con dossier titoli.  
**Sì No**
- 1.3. Investimenti in strumenti del risparmio gestito (Fondi, ETF, Gestioni etc).  
**Sì No**
- 1.4. Trasmissioni di ordini di acquisto e vendita di strumenti finanziari su deposito amministrato.  
**Sì No**
- 1.5. Servizi informatici offerti dagli intermediari per i propri investimenti (Online banking, trading online).  
**Sì No**

2. Seconda parte

- 2.1. Ha sottoscritto qualche strumento?  
**Sì No**
- 2.2. Strumenti monetari (es. Buoni Ordinari del Tesoro, Fondi monetari).  
**Sì No**

- 2.3. Strumenti obbligazionari di stato e sopranazionali (Es. BTP, Fondi obbligazionari).  
**Sì No**
- 2.4. Strumenti obbligazionari corporate/societari (Es. Obbligazioni bancarie, Obbligazioni Enel, Eni, Fondi obbligazionari corporate).  
**Sì No**
- 2.5. Strumenti azionari (Azioni quotate in Borsa, Fondi bilanciati o azionari).  
**Sì No**
- 2.6. Strumenti finanziari complessi (obbligazionari con componente strutturata, warrant, convertibili).  
**Sì No**
- 2.7. Contratti Futures, opzioni, swap e altri strumenti derivati  
**Sì No**
- 3. Terza parte
  - 3.1. Frequenza delle operazioni aventi ad oggetto strumenti finanziari (per operazioni si intende il singolo acquisto e/o vendita di strumenti finanziari).
    - i. Bassa (fino a 5 operazioni/anno)
    - ii. Media/bassa (fino a 10 operazioni/anno)
    - iii. Media (fino a 20 operazioni/anno)
    - iv. Medio/Alta (fino a 30 operazioni/anno)
    - v. Alta (oltre 30 operazioni/anno)
  - 3.2. Strumenti finanziari negoziati/sottoscritti (volumi complessivi nel corso dell'ultimo anno, ivi incluso l'investimento indiretto tramite OICR).
    - i. Bassa (fino a 10000 euro/anno)
    - ii. Media/bassa (fino a 25000 euro/anno)
    - iii. Media (fino a 50000 euro/anno)
    - iv. Medio/Alta (fino a 200000 euro/anno)
    - v. Alta (oltre 200000 euro/anno)

• **Sezione 3: Situazione economica e finanziaria**

- 1. Prima parte
  - 1.1 Consistenza del reddito lordo (media annua ultimi 3 anni).
    - i. fino a 40.000
    - ii. da 40.000 a 80.000
    - iii. da 80.000 a 10.000
    - iv. da 100.000 a 250.000
    - v. oltre 250.000



- 1.2 Propensione e capacità di generare risparmio (in percentuale al reddito annuo).
  - i. fino al 10%
  - ii. fino al 20%
  - iii. oltre il 20%
- 1.3 Patrimonio mobiliare (consistenza attività liquide, investimenti).
  - i. fino a 200.000
  - ii. da 200.000 a 350.000
  - iii. da 350.000 a 500.000
  - iv. da 500.000 a 2.000.000
  - v. oltre 2.000.000
- 1.4 Patrimonio immobiliare (escluso immobile di abitazione).
  - i. fino a 500.000
  - ii. da 500.000 a 1.000.000
  - iii. da 1.000.000 a 2.500.000
  - iv. da 2.500.000 a 5.000.000
  - v. oltre 5.000.000
- 1.5 Impegni finanziari (passività totali).
  - i. oltre 1.000.000
  - ii. da 500.000 a 1.000.000
  - iii. da 250.000 a 500.000
  - iv. da 100.000 a 250.000
  - v. fino a 100.000
- 1.6 Su quale percentuale del patrimonio desideri minimizzare le oscillazioni negative o positive derivanti da investimento?
  - i. fino al 95%
  - ii. fino al 70%
  - iii. fino al 50%
  - iv. fino al 30%
  - v. fino al 20%
- 1.7 Professione lavorativa attuale.
  - i. Non occupato
  - ii. Pensionato
  - iii. Lavoratore dipendente
  - iv. Libero professionista
  - v. Imprenditore

● **Sezione 4 - Obiettivi di investimento e profilo di rischio**

1. Prima parte

- 1.1 Quale tra i seguenti descrive più propriamente il Suo obiettivo di investimento?
- i. Conservazione del valore reale del capitale
  - ii. Investimento della liquidità per futuri impegni finanziari
  - iii. Rendimento superiore al tasso di inflazione
  - iv. Elevato rendimento con alto rischio potenziale
- 1.2 Entro quale orizzonte temporale colloca gli investimenti del patrimonio sotto consulenza?
- i. breve termine (1 anno)
  - ii. breve-medio termine (1-3 anni)
  - iii. breve-medio termine (3-5 anni)
  - iv. medio/lungo termine (5-10 anni)
  - v. lungo termine (oltre 10 anni)
- 1.3 Ipotizzi di dovere investire il capitale scegliendo tra tre diversi strumenti A, B e C. Come ripartirebbe il suo investimento tra i tre strumenti?
- i. Rendimento di A: garantiti 3%
  - ii. Rendimento di B: massimo 7%, minimo 0%
  - iii. Rendimento di C: massimo 20% minimo -10%
- 1.4 Quale ritiene essere la Sua capacità oggettiva di sopportare perdite o oscillazioni negative sul patrimonio sotto consulenza nel corso di un anno, tenuto conto delle Sue abitudini e comportamenti rilevati in passato?
- i. fino al 5%
  - ii. fino al 10%
  - iii. fino al 15%
  - iv. fino al 30%
  - v. oltre il 30%
- 1.5 Ipotizzi di avere investito il capitale in due diversi strumenti A e B; dopo sei mesi il primo investimento A ha fruttato un rendimento del 10%; il secondo investimento B ha avuto invece una perdita del 10%. Quali decisioni assume?
- i. Vendo lo strumento A e mantengo l'investimento in B in attesa di recuperare le perdite
  - ii. Incremento l'investimento in B per mediare le perdite e abbassare il costo di carico
  - iii. Prima di decidere, analizzo le prospettive di rendimento ed i rischi di entrambi gli strumenti
- 1.6 Titolo di studio.
- i. Nessun titolo di studio conseguito
  - ii. Licenza media

Questa domanda ha senso?

- iii. Diploma
- iv. Laurea
- v. Post Laurea