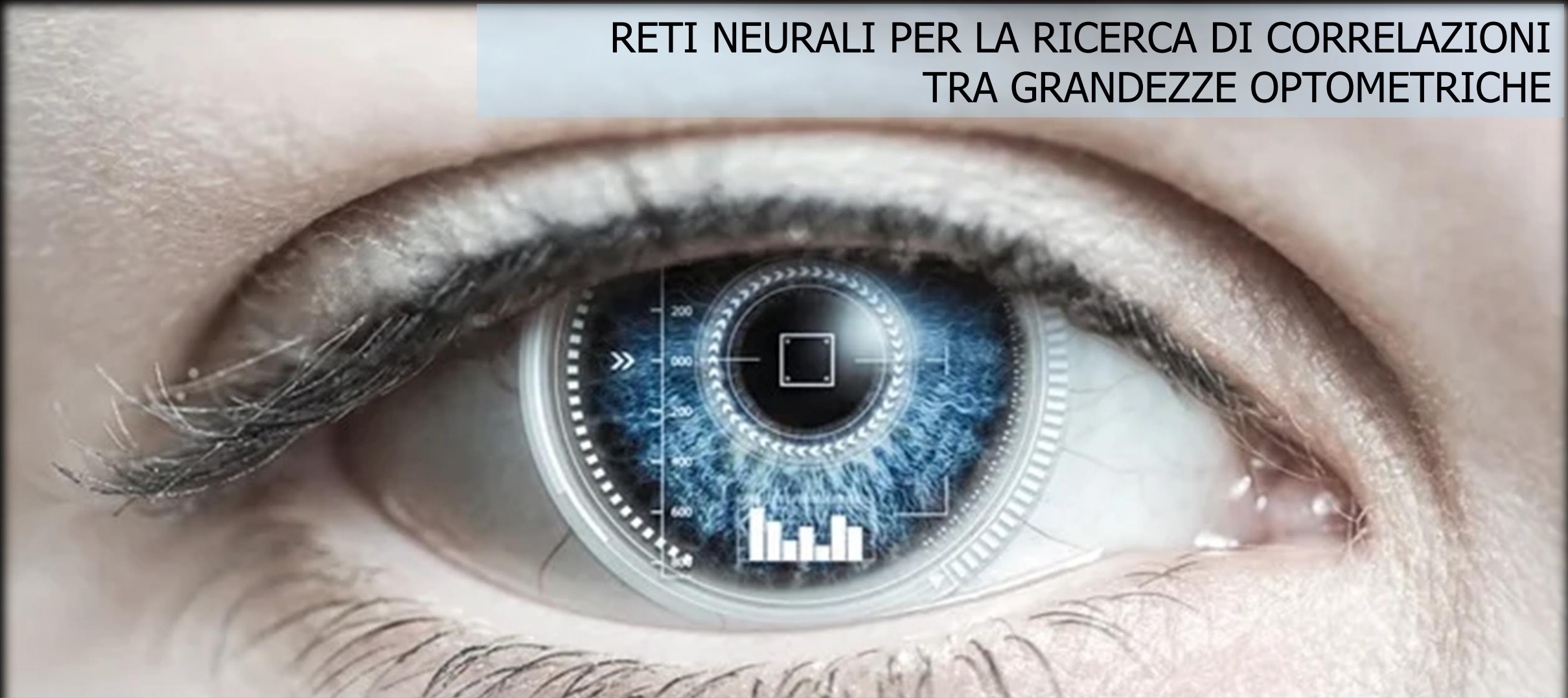


RETI NEURALI PER LA RICERCA DI CORRELAZIONI TRA GRANDEZZE OPTOMETRICHE



Adele Erculei, Marco Barbieri, Anastasia Rotondi

Congresso Nazionale SIF 2022



Cosa vedremo?

Introduzione

Stato dell'arte

Acuità Visiva e Ametropie

Le reti neurali

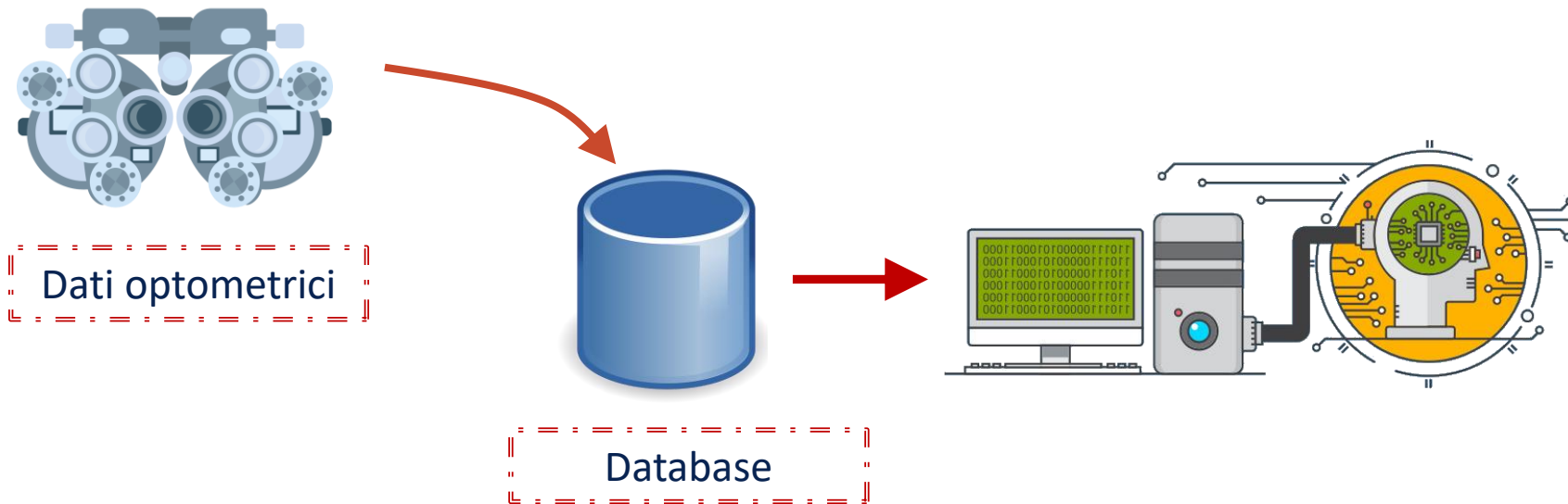
Il mio modello

Risultati

Conclusioni e Sviluppi futuri

Introduzione – Caso in esame

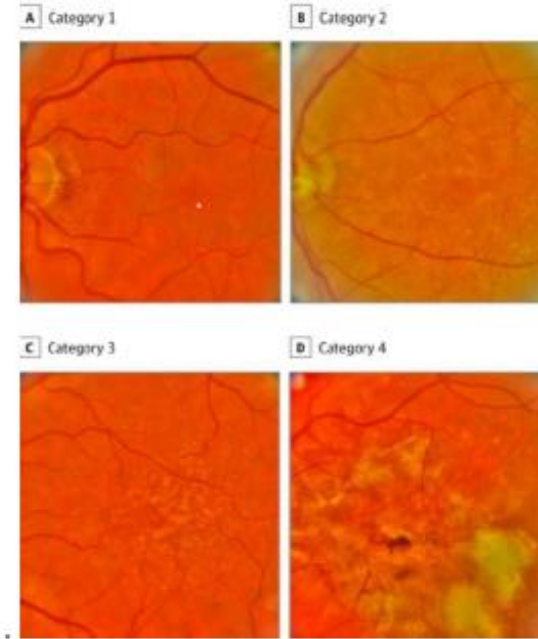
- ❖ Ha senso applicare tecniche di **Intelligenza Artificiale** all'**Optometria**?
- ❖ Possiamo trovare una correlazione tra grandezze optometriche sfruttando metodi computazionali?



Stato dell'arte

L'Intelligenza Artificiale in Oftalmologia

È stato dimostrato che le reti neurali potrebbero svolgere un ruolo indipendente dall'esperienza di medici specializzati nella gestione della maculopatia, ma potrebbero svolgere un grande ruolo nello screening e monitoraggio della condizione e soprattutto nella valutazione di nuovi trattamenti che affrontano lo sviluppo o la progressione della patologia.*



Esempi di immagini del fondo oculare che mostrano la degenerazione maculare.*

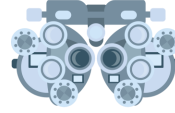
Degli strumenti ausiliari dello stesso tipo potrebbero essere utili anche nella pratica clinica optometrica

OBIETTIVO

Cerchiamo una relazione tra Acuità visiva ed Errore refrattivo

*Burlina PM, Joshi N, Pekala M, Pacheco KD, Freund DE, Bressler NM. *Automated Grading of Age-Related Macular Degeneration From Color Fundus Images Using Deep Convolutional Neural Networks*. JAMA Ophthalmol. Nov 2017

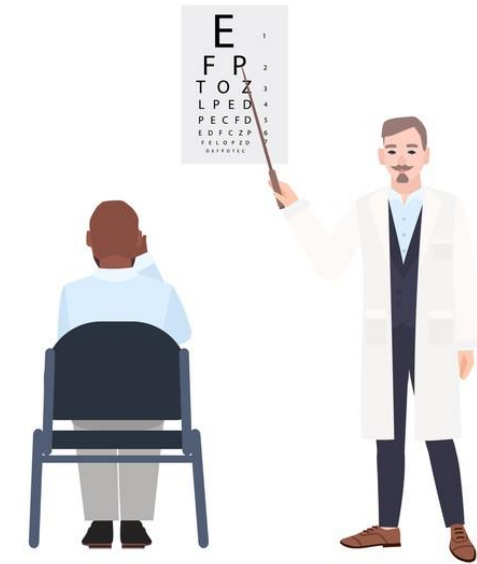
L'Acuità Visiva e le Ametropie



L'influenza delle ametropie sull'acuità visiva e su altre misure di performance visiva, è stato di costante interesse da parte di ricercatori clinici per molti decenni.



Non è immediatamente evidente come o se le ametropie possano essere combinate in un modo che permetta di fare previsioni ragionevoli e che sia solido dal punto di vista teorico





Relazione empirica

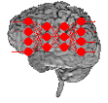
Studi empirici hanno descritto gli effetti delle ametropie sull'acuità visiva*

Generalizzare con modelli empirici può risultare difficile. Esistono oggi metodi che ci permettono di estrarre informazioni direttamente dai dati

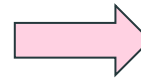


LE RETI NEURALI

*Raasch TW. *Spherocylindrical refractive errors and visual acuity*, Optometry and Vision Science, Apr 1995.



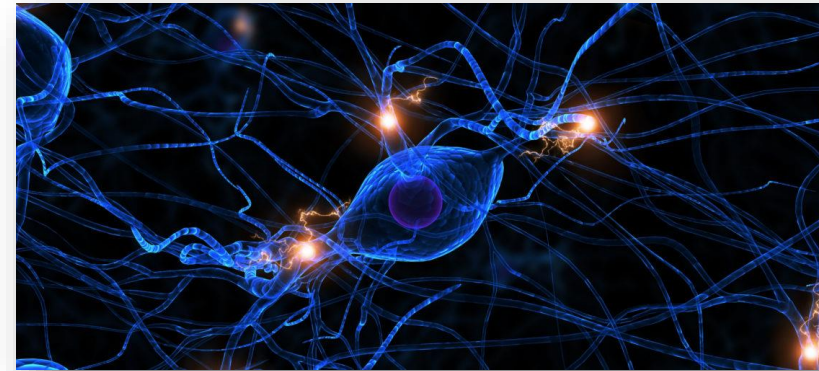
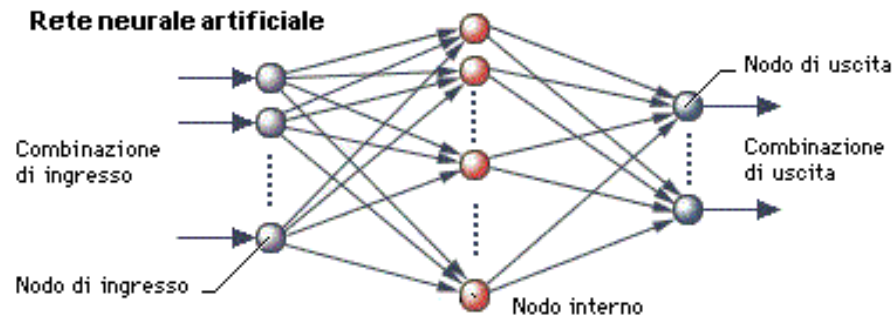
Introduzione alle reti neurali

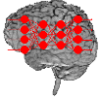


ANN, *artificial neural network*, è un sistema di elaborazione dell'informazione che ha caratteristiche comuni alle reti neurali biologiche. Forniscono un **legame** tra **dati di ingresso-uscita**.

Il legame ingresso-uscita è caratterizzato:

- Dal tipo di *unità elementari*, dette **neuroni**;
- Dall'*architettura* della rete;
- Dai valori dei *parametri interni* associati alle unità elementari e alle connessioni.





Classificazione Reti

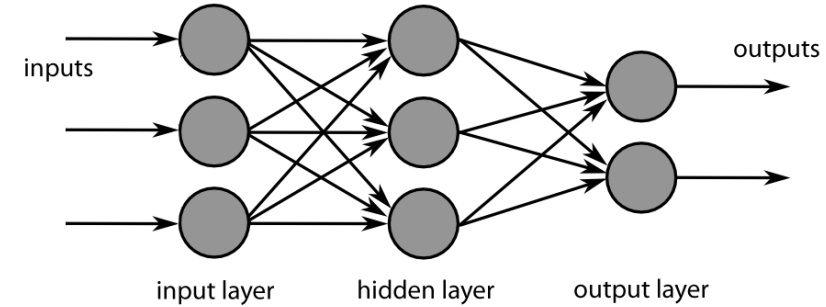
In base alla loro **struttura** le reti neurali si classificano in:

- una **feedforward neural network**:
 - Semplici e versatili.

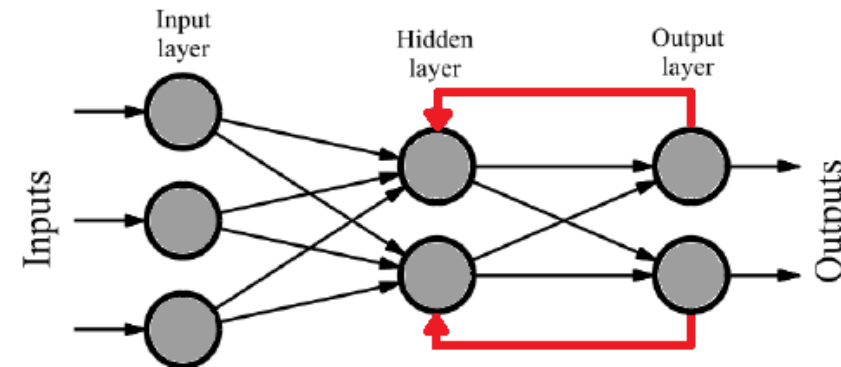
- una **recurrent neural network**:
 - Molto performante;
 - Apprende velocemente;
 - Possiede memoria dinamica.

Vi sono vari **modi per allenare** una rete, si distingue tra:

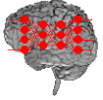
- ❖ apprendimento **supervisionato**;
- ❖ apprendimento **non supervisionato**.



Feedforward Neural Network



Recurrent Neural Network



Costruzione Rete

1. Prima fase

Raccolta di tutti i dati necessari

È la fase che richiede più tempo.



DATABASE

2. Seconda fase TRAINING SET

L'obiettivo di questa fase è costruire un modello semplice in grado di descrivere i dati del training set nel miglior modo possibile

70% Database

Richiede molto tempo.

3. Terza fase VALIDATION SET

Ha lo scopo di provare e convalidare il modello scelto su un insieme di dati noto. La prova sarà significativa se si sottoporranno ad esame campioni diversi da quelli usati nell'addestramento.

15% Database



GENERALIZATION SET

15% Database



Costruzione Database



➤ Lo studio è stato condotto su 88 soggetti (donne e uomini)



Sono stati presi in considerazione 136 occhi , poiché stiamo studiando la correlazione monoculare.

- **30 soggetti esaminati nel Laboratorio di Optometria** (Range età 21-56 anni)
- **58 soggetti esaminati nello studio Oculistico del Dottor Giorgio Delorenzi** (Range età 4-86 anni)



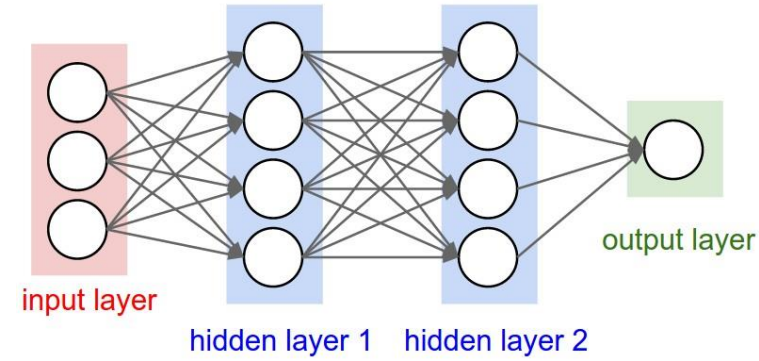
Misure prese:

- ❖ Acuità visiva da lontano
- ❖ Refrazione oggettiva



Il mio modello

Rete neurale **Feed Forward**
ad apprendimento **supervisionato**



Scelta della struttura della rete:

- Caso $n = 3$
- Caso $n = 5$
- Caso $n = 7$
- Casi a più layer:
 - $n_1 = 3$ e $n_2 = 2$
 - $n_1 = 4$ e $n_2 = 1$

```
%% COSTRUZIONE DEI DATI
```

```
% IMPONGO I DUE INPUT COME SFERA E CILINDRO
```

```
input = [Sfera,Cilindro];
```

```
% IMPONGO L'OUTPUT COME L'ACUITA' VISIVA
```

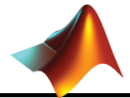
```
output = AVnat;
```

```
%% DEFINIZIONE DELLA RETE
```

```
n=[3];
```

```
net=feedforwardnet(n);
```

```
[net,TR]=train(net,input',output');
```



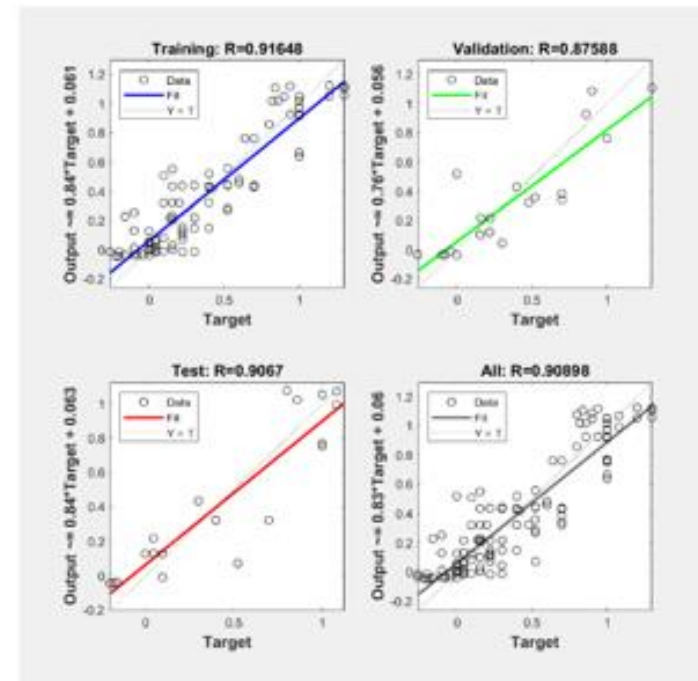
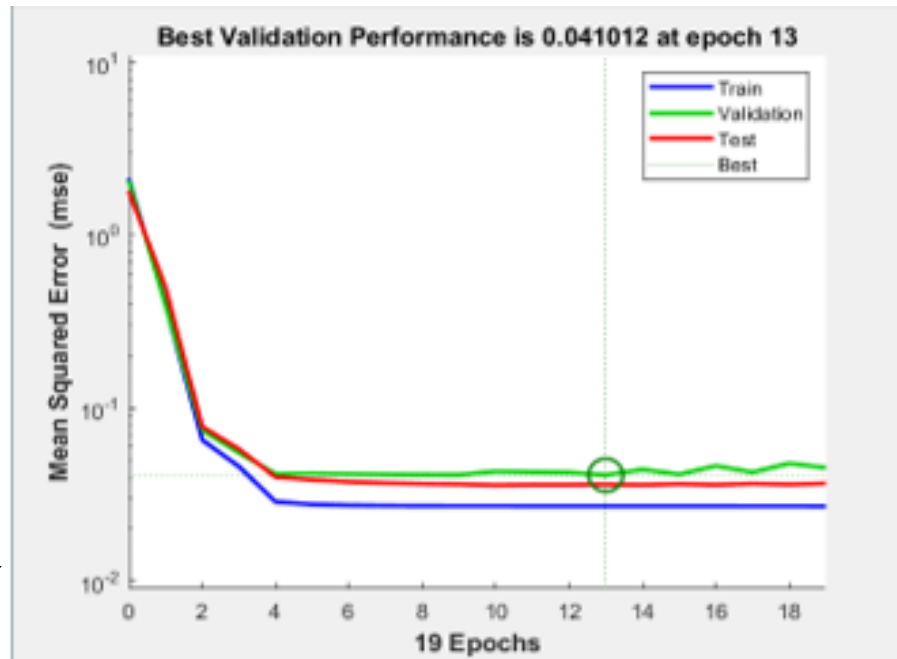
MATLAB



Risultati

Caso $n = 3$

Progress			
Epoch:	0	19 iterations	1000
Time:		0:00:00	
Performance:	2.14	0.0271	0.00
Gradient:	3.66	0.000485	1.00e-07
Mu:	0.00100	1.00e-05	1.00e+10
Validation Checks:	0	6	6



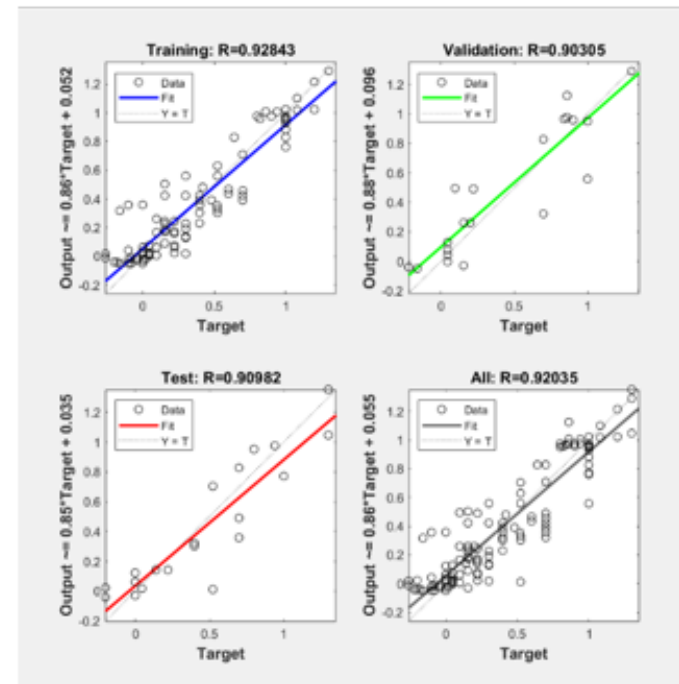
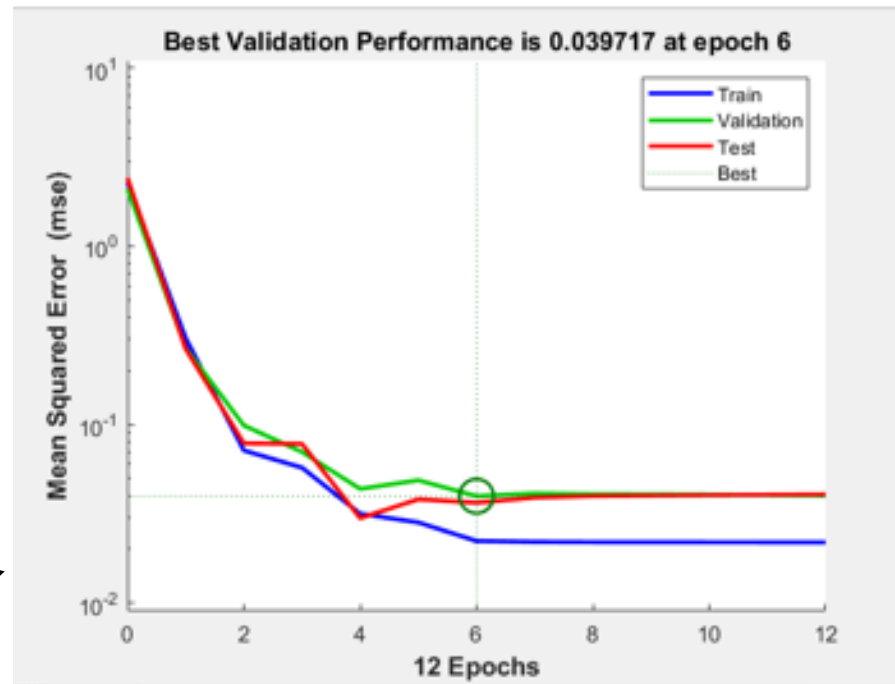
$R_{\text{training}}: 0,91$
 $R_{\text{validation}}: 0,87$
 $R_{\text{test}}: 0,90$



Risultati

Caso $n = 5$

Progress			
Epoch:	0	12 iterations	1000
Time:		0:00:00	
Performance:	2.27	0.0219	0.00
Gradient:	4.87	0.000953	1.00e-07
Mu:	0.00100	0.000100	1.00e+10
Validation Checks:	0	6	6



$R_{training}: 0,92$

$R_{validation}: 0,90$

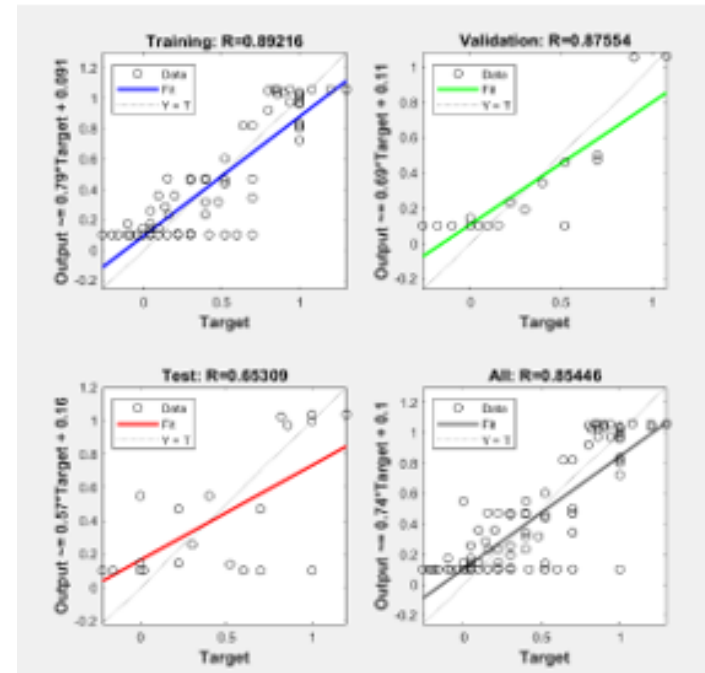
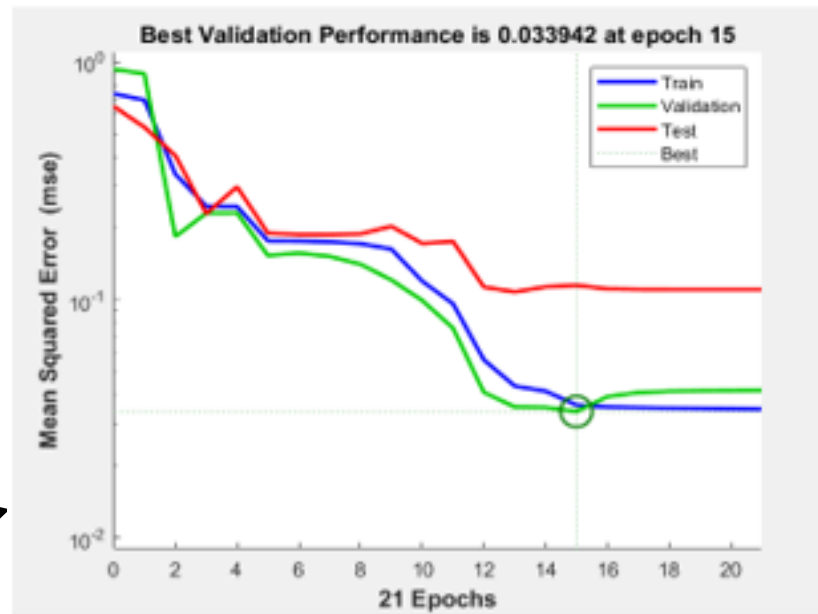
$R_{test}: 0,91$



Risultati

Caso 2 layer
con $n_1 = 4$ e $n_2 = 1$

Progress			
Epoch:	0	21 iterations	1000
Time:		0:00:00	
Performance:	0.735	0.0347	0.00
Gradient:	1.24	0.00385	1.00e-07
Mu:	0.00100	0.000100	1.00e+10
Validation Checks:	0	6	6



$R_{training}: 0,89$
 $R_{validation}: 0,87$
 $R_{test}: 0,65$

Discussione Risultati

N	Addestramento [R]	Validazione [R]	Test [R]
3	0,91	0,87	0,90
5	0,92	0,90	0,91
4-1	0,89	0,88	0,65

Overfitting!

Overfitting!

Conclusioni

- ❖ Modello migliore $n = 5$, modello Valido e Generalizzabile
- ❖ Si può trovare correlazione tra Acuità visiva e Ametropie utilizzando le Reti Neurali
- ❖ Si possono predire valori di Acuità visiva a partire da valori di Ametropie

Sviluppi futuri

- ❖ Testare il modello popolando il Database di altri valori:
 - ❖ valutare se aggiungendo nuovi dati, il sistema sia ancora valido e generalizzabile
 - ❖ inserire in input altri fattori che incidono su di esse quali “Genere, Età, fattori ambientali, etc”
 - ❖ valutare anche la correlazione tra altre grandezze optometriche



Grazie
per l'attenzione