

# Eye Tracking

---

Classificazione e Hidden Markov Model

# Ambito del Progetto e Obiettivi

---

# Premesse

- Attraverso la tecnica dell'**EYE TRACKING**, è stata precedentemente raccolta una serie di **FIXATIONS**, ottenute dall'osservazione da parte di 16 utenti diversi del dipinto “La città ideale”, esposto ad Urbino
- L'**EYE TRACKING**, mediante l'utilizzo di occhiali speciali, riesce a captare il movimento della pupilla e a rilevare le coordinate osservate dalla persona in quel preciso istante
- Introduzione del concetto di **AOI**, acronimo di “Area of Interest”, ossia una specifica porzione di dipinto che si suppone sia importante, interessante o che comunque catturi l'attenzione dell'osservatore

# Aspetti caratterizzanti ed obiettivi

- Ogni **FIXATION** viene registrata se l'utente in questione si sofferma su un determinato punto per un tempo maggiore ad una certa soglia (ad es. 300 ms)
- Una serie di **FIXATIONS** danno origine ad una **SACCADE**, ovvero una sequenza di fissazioni successive nel tempo. Nell'ambito del progetto, condizione affinché due fixations appartengano alla stessa saccade è quella che tra di esse vi sia una distanza temporale non superiore a 30 secondi
- In definitiva, il progetto, partendo da un insieme di **FIXATIONS** e da un insieme di **AOI**, consiste nell'individuare dove si concentra maggiormente l'attenzione dell'osservatore utilizzando una delle librerie **HMM**

# Hidden Markov Model

- Con **HMM**, acronimo di “**Hidden Markov Model**”, si definisce una catena di Markov in cui gli stati non sono osservabili direttamente.
- In particolare:
  - la catena ha un certo numero di **stati** (corrispondente alle **AOI**)
  - gli stati sono in relazione tramite una catena di Markov
  - ogni stato genera un evento con una certa **distribuzione di probabilità** che dipende solo dallo stato (passaggio da una AOI ad un'altra)
  - è osservabile l'evento ma non lo stato (si lavora sulle **saccades** e non direttamente sulle AOI)

# Progetto

---

# Strumenti utilizzati

- Python 2.7
- Xampp, MySQL
- Eclipse
- PyDev
- Librerie Python:
  - SkLearn
  - SciPy
  - NumPy
  - PyPlot
  - HMMLearn



# Dati in input

File .csv contenente quattro colonne:

- **id\_user**
- **timestamp**
- **x**
- **y**

Dati raccolti con la tecnica dell'**eye tracking**, come spiegato precedentemente

1	0x00205EFF1C55,2016-07-09	20:08:59,16.09,32.19
2	0x00205EFB1721,2016-07-09	20:08:59,15.84,32.28
3	0x00205EFE0F22,2016-07-09	20:08:58,15.75,32.14
4	0x00205F0901E1,2016-07-09	20:08:58,15.71,33.04
5	0x00205EFF1C55,2016-07-09	20:08:58,16.04,32.53
6	0x00205EFE0F22,2016-07-09	20:08:57,15.61,32.14
7	0x00205EFB1721,2016-07-09	20:08:57,15.85,32.23
8	0x00205EFE0F22,2016-07-09	20:08:57,15.47,32.51
9	0x00205F0901E1,2016-07-09	20:08:57,15.79,32.95
10	0x00205EFE0E93,2016-07-09	20:08:20,11.63,31.11
11	0x00205EFE0E93,2016-07-09	20:08:18,11.26,30.44
12	0x00205EFE0E93,2016-07-09	20:08:18,10.5,29.64
13	0x00205EFE0E93,2016-07-09	20:08:17,9.04,28.58
14	0x00205EFE0E93,2016-07-09	20:08:16,7.08,27.25
15	0x00205EFE0E93,2016-07-09	20:08:14,8.21,28.52
16	0x00205EFE0E93,2016-07-09	20:08:14,9.58,29.03
17	0x00205EFE0E93,2016-07-09	20:08:13,9.07,28.82
18	0x00205EFE0E93,2016-07-09	20:08:12,8.81,28.42
19	0x00205EFE0E93,2016-07-09	20:08:11,7.76,28.41
20	0x00205EFE0E93,2016-07-09	20:08:09,7.67,28.22
21	0x00205EFE0E93,2016-07-09	20:08:09,6.86,28.36
22	0x00205EFE0E93,2016-07-09	20:07:18,6.68,28.45
23	0x00205EFE0E93,2016-07-09	20:07:17,6.77,28.66
24	0x00205EFE0E93,2016-07-09	20:07:16,6.91,28.66



# Inserimento file csv nel database

## PROBLEMA:

- Impossibile importare file con un alto numero di righe (49.278)

## SOLUZIONE:

- ✓ Modifica di alcune variabili presenti nel file php.ini

Find:

```
post_max_size = 8M
upload_max_filesize = 2M
max_execution_time = 30
max_input_time = 60
memory_limit = 8M
```

Change to:

```
post_max_size = 750M
upload_max_filesize = 750M
max_execution_time = 5000
max_input_time = 5000
memory_limit = 1000M
```

# Inserimento file csv nel database

Creazione tabella **db**

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default
1	id_user	varchar(15)			No	None
2	timestamp	timestamp			Yes	NULL
3	x	float			No	None
4	y	float			No	None

id_user	timestamp	x	y
0x00205EFF1C55	2016-07-09 20:08:59	16.09	32.19
0x00205EFB1721	2016-07-09 20:08:59	15.84	32.28
0x00205EFE0F22	2016-07-09 20:08:58	15.75	32.14
0x00205F0901E1	2016-07-09 20:08:58	15.71	33.04
0x00205EFF1C55	2016-07-09 20:08:58	16.04	32.53
0x00205F0901E1	2016-07-09 20:08:57	15.79	32.95
0x00205EFE0F22	2016-07-09 20:08:57	15.47	32.51
0x00205EFB1721	2016-07-09 20:08:57	15.85	32.23
0x00205EFE0F22	2016-07-09 20:08:57	15.61	32.14
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:08:20	11.63	31.11
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:08:18	11.26	30.44
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:08:18	10.5	29.64
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:08:17	9.04	28.58
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:08:16	7.08	27.25
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:08:14	8.21	28.52
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:08:14	9.58	29.03
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:08:13	9.07	28.82
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:08:12	8.81	28.42
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:08:11	7.76	28.41
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:08:09	6.86	28.36

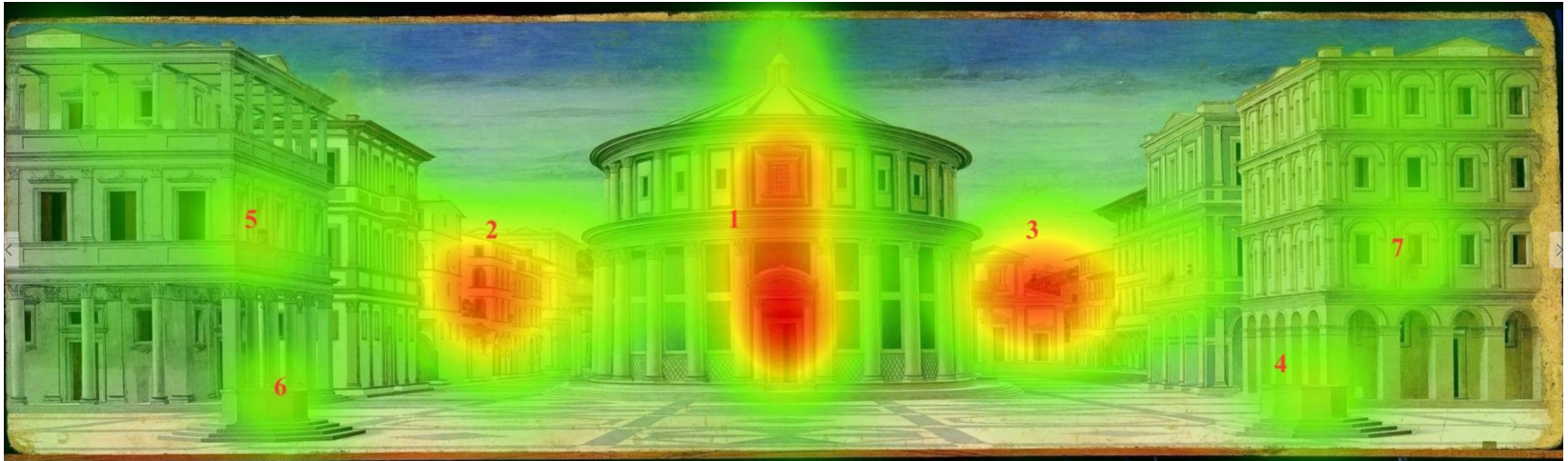
## DEFINIZIONE DELLE AOI

# Dipinto “La città ideale”



# Dipinto “La città ideale”

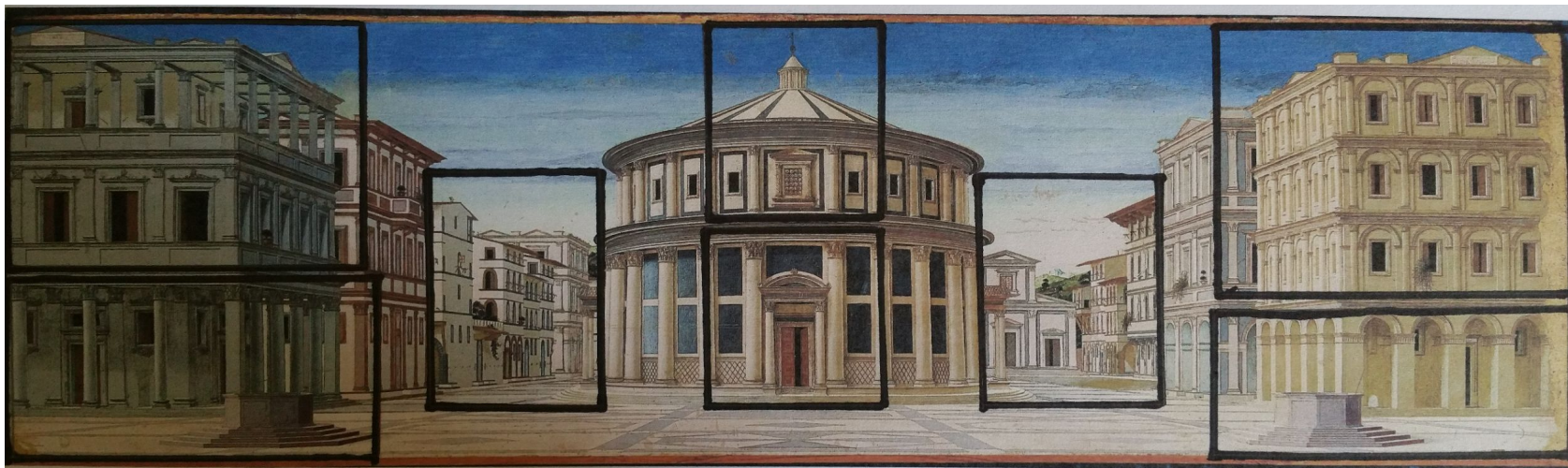
Heatmap delle fixations (immagine presa dal paper Naspetti)






# Dipinto “La città ideale”

Definizione delle AOI



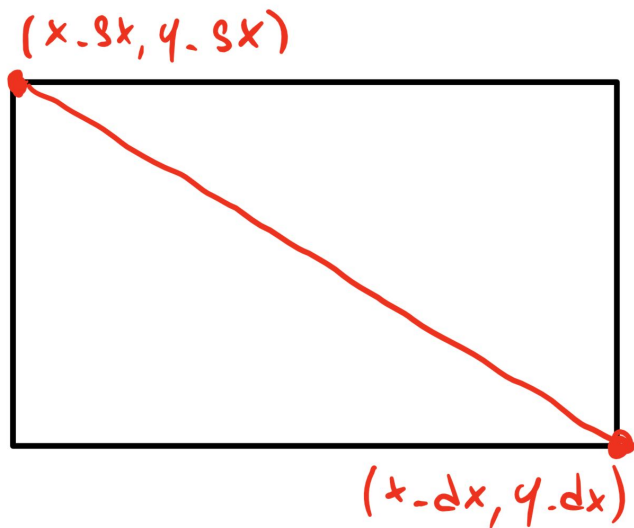
# Dipinto “La città ideale”

Creazione tabella **aoi**

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default
1	num 	int(2)		UNSIGNED	No	None
2	x_sx	decimal(4,2)			No	None
3	y_sx	decimal(4,2)			No	None
4	x_dx	decimal(4,2)			No	None
5	y_dx	decimal(4,2)			No	None

# Dipinto “La città ideale”

Calcolo della posizione delle AOI



num	x <sub>sx</sub>	y <sub>sx</sub>	x <sub>dx</sub>	y <sub>dx</sub>
1	0.00	0.85	10.30	20.06
2	0.00	20.91	10.77	34.15
3	11.88	11.95	16.95	30.73
4	19.81	0.85	25.04	16.22
5	19.81	16.65	25.04	30.73
6	27.57	12.38	38.80	30.30
7	34.38	0.85	45.00	20.49
8	34.38	22.62	45.00	34.15



# Dati da dare in input all'HMMLearn

- **Probabilità iniziali:** Sono state considerate come uguali per ogni AOI visto che inizialmente un utente può guardare in una qualsiasi AOI indifferentemente.
- **Matrice di emissione**
- **Matrice di transizione**

Con i dati che si hanno a disposizione in questo momento le due matrici non possono essere calcolate.

Occorre eseguire le seguenti fasi.

# FASI PER CALCOLO MATRICI

# Suddivisione sguardi e calcolo vicinanza AOI

- Prendendo in input le osservazioni dei vari utenti, si vuole capire quali di queste appartengono ad una AOI e quali no.
- Il risultato è la creazione nel database di due tabelle, **FIX\_IN** e **FIX\_OUT**:
  - Fix\_in contiene le osservazioni interne ad una AOI.
  - Fix\_out contiene le osservazioni esterne alle AOI, definendo quale è l'area di interesse più vicina in base alle coordinate dei fixation esterne alle AOI (contenuto nel campo *“near-AOI”*)

# Creazione tabella **fix\_in**

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default
1	id_user	varchar(15)			Yes	NULL
2	timestamp	timestamp			Yes	NULL
3	x	decimal(4,2)			Yes	NULL
4	y	decimal(4,2)			Yes	NULL
5	aoi	int(2)			Yes	NULL

id_user	timestamp	x	y	aoi
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:03:45	0.20	13.15	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:03:11	0.85	12.37	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:03:09	1.46	11.61	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:03:08	2.01	11.46	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:03:07	3.04	11.80	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:03:06	4.64	12.31	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:03:03	6.26	13.15	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:03:01	7.28	12.97	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:03:00	7.80	11.29	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:02:59	8.63	11.54	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:02:58	9.76	11.21	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:02:55	11.94	11.98	3
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:02:53	12.19	11.98	3
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:02:53	11.89	13.40	3
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:02:43	9.47	15.96	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:02:41	9.58	16.72	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:02:40	8.97	17.26	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:02:40	7.87	16.80	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:02:38	8.24	17.03	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:02:36	11.93	17.36	3
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:02:35	12.78	17.38	3
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:02:35	13.77	17.08	3

# Creazione tabella **fix\_out**


#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default
1	<b>id_user</b>	varchar(15)			Yes	NULL
2	<b>timestamp</b>	timestamp			Yes	NULL
3	<b>x</b>	decimal(4,2)			Yes	NULL
4	<b>y</b>	decimal(4,2)			Yes	NULL
5	<b>near_aoi</b>	int(2)			Yes	NULL

id_user	timestamp	x	y	near_aoi
0x00205EFF1C55	2016-07-09 20:08:59	16.09	32.19	3
0x00205EFB1721	2016-07-09 20:08:59	15.84	32.28	3
0x00205EFE0F22	2016-07-09 20:08:58	15.75	32.14	3
0x00205F0901E1	2016-07-09 20:08:58	15.71	33.04	2
0x00205EFF1C55	2016-07-09 20:08:58	16.04	32.53	2
0x00205EFE0F22	2016-07-09 20:08:57	15.61	32.14	3
0x00205EFB1721	2016-07-09 20:08:57	15.85	32.23	3
0x00205EFE0F22	2016-07-09 20:08:57	15.47	32.51	2
0x00205F0901E1	2016-07-09 20:08:57	15.79	32.95	2
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:08:20	11.63	31.11	3
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:08:18	11.26	30.44	2
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:06:13	2.09	20.51	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:06:13	2.03	20.58	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:06:11	2.18	20.42	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:06:10	2.42	20.14	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:06:09	2.52	20.14	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:06:08	2.45	20.08	1
0x00205EFE0E93	2016-07-09 20:05:58	1.82	20.48	1

# Visualizzazione Saccades

- Vengono calcolati e visualizzati per ogni utente i saccades che esso fa verso una determinata AOI.

## Creazione tabella **saccades**

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
1	<b>id_row</b> 	int(11)			No	None	AUTO_INCREMENT
2	<b>id_user</b>	varchar(15)			Yes	NULL	
3	<b>saccade</b>	int(2)			Yes	NULL	
4	<b>aoi</b>	int(2)			Yes	NULL	

id_row	id_user	saccade	aoi
1	0x00205EFF1C55	0	3
2	0x00205EFF1C55	0	3
3	0x00205EFF1C55	1	3
4	0x00205EFF1C55	2	3
5	0x00205EFF1C55	3	3
6	0x00205EFF1C55	4	3
7	0x00205EFF1C55	4	3
8	0x00205EFF1C55	4	3
9	0x00205EFF1C55	4	3
10	0x00205EFF1C55	5	3
11	0x00205EFF1C55	6	3
12	0x00205EFF1C55	6	3
13	0x00205EFF1C55	7	3
14	0x00205EFF1C55	7	3
15	0x00205EFF1C55	8	3
16	0x00205EFF1C55	9	3
17	0x00205EFF1C55	9	3

# CALCOLO MATRICI

# Definizione Matrici

- **MATRICE DI TRANSIZIONE:** matrice 8x8 con elementi le AOI.

La probabilità di transizione tra le AOI viene calcolata come il rapporto:

$$\frac{\text{numero di volte in cui si passa da un AOI ad una specifica AOI}}{\text{numero di volte in cui si passa da un AOI ad una qualsiasi AOI}}$$

- **MATRICE DI EMISSIONE:** matrice 8x16 con elementi gli utenti e le AOI.

La probabilità di emissione calcola il rapporto tra:

$$\frac{\text{numero di volte in cui uno specifico utente guarda un AOI}}{\text{numero di volte in cui un AOI è guardata da tutti gli utenti}}$$



# Matrice di Transizione

Creazione tabella **transizione**

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default
1	aoi_partenza	int(2)			Yes	NULL
2	aoi_arrivo	int(2)			Yes	NULL
3	probabilita	decimal(4,3)			Yes	NULL

aoi_partenza	aoi_arrivo	probabilita
1	1	0.898
1	2	0.024
1	3	0.045
1	4	0.014
1	5	0.008
1	6	0.003
1	7	0.007
1	8	0.001
2	1	0.006
2	2	0.916
2	3	0.055
2	4	0.000
2	5	0.006
2	6	0.001
2	7	0.012
2	8	0.005
3	1	0.025
3	2	0.040
3	3	0.878
3	4	0.011
3	5	0.020
3	6	0.013
3	7	0.004
3	8	0.009

# Matrice di Emissione

Creazione tabella **emissione**

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default
1	id_user	varchar(15)			Yes	NULL
2	aoi	int(2)			Yes	NULL
3	probabilita	decimal(4,3)			Yes	NULL

id_user	aoi	probabilita
0x00205EFF1C55	1	0.039
0x00205EFB1721	1	0.092
0x00205EFE0F22	1	0.000
0x00205F0901E1	1	0.026
0x00205EFE0E93	1	0.078
0x00205EFB14CB	1	0.082
0x00205EFB1250	1	0.074
0x00205EFB161F	1	0.138
0x00205F090096	1	0.114
0x00205EFB0FD4	1	0.083
0x00205EFB12AC	1	0.071
0x00205EFB126B	1	0.079
0x00205EFE0F24	1	0.054
0x00205EFB1706	1	0.033
0x00205F0907BC	1	0.031
0x00205F09010E	1	0.004
0x00205EFF1C55	2	0.024
0x00205EFB1721	2	0.089
0x00205EFE0F22	2	0.000
0x00205F0901E1	2	0.013
0x00205EFE0E93	2	0.087
0x00205EFB14CB	2	0.087
0x00205EFB1250	2	0.073
0x00205EFB161F	2	0.159
0x00205F090096	2	0.138

# Pseudo-transizioni e pseudo-emissioni

## PROBLEMA:

- Alcuni valori delle matrici di emissione e di transizione risultavano essere pari a 0, generando il rischio di uno stallo dell'algoritmo nel caso si fosse giunti in quel determinato stato.

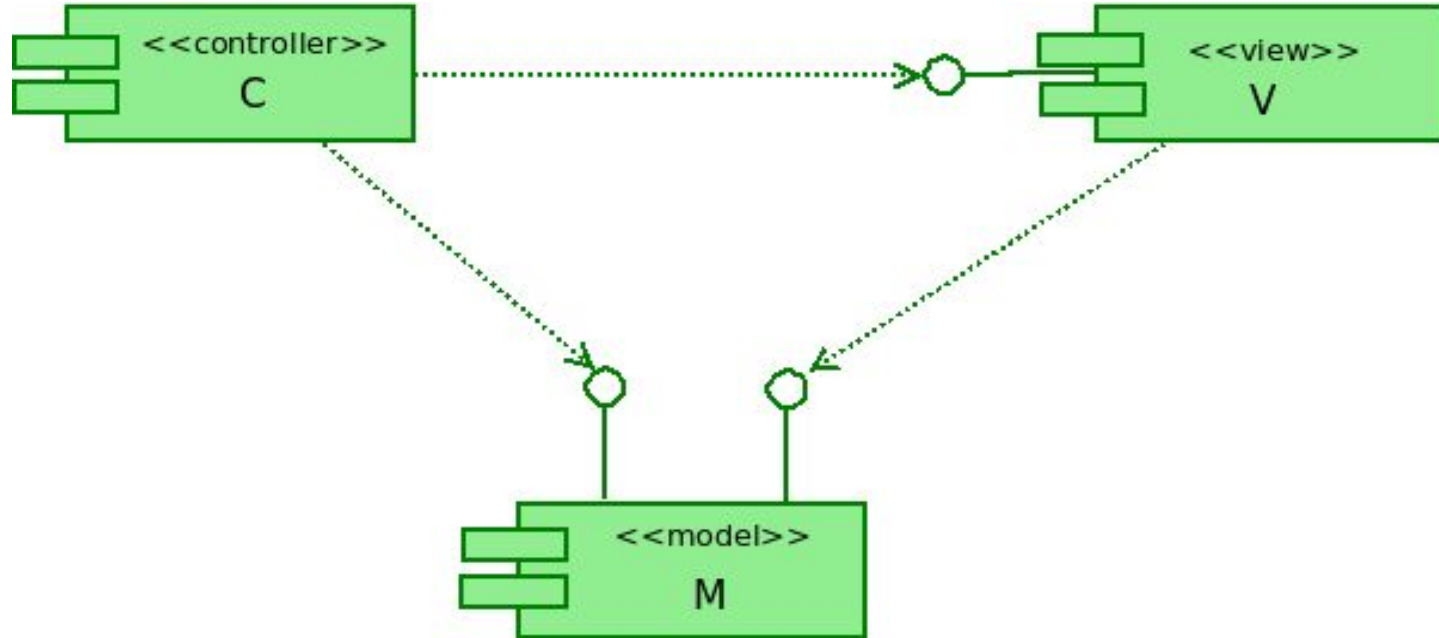
## SOLUZIONE:

- ✓ Introduzione delle pseudo-transizioni e pseudo-emissioni dal valore infinitesimale, in modo tale da sostituire il valore nullo, e ricalcolo delle altre probabilità attraverso il processo di normalizzazione.

Codice

---

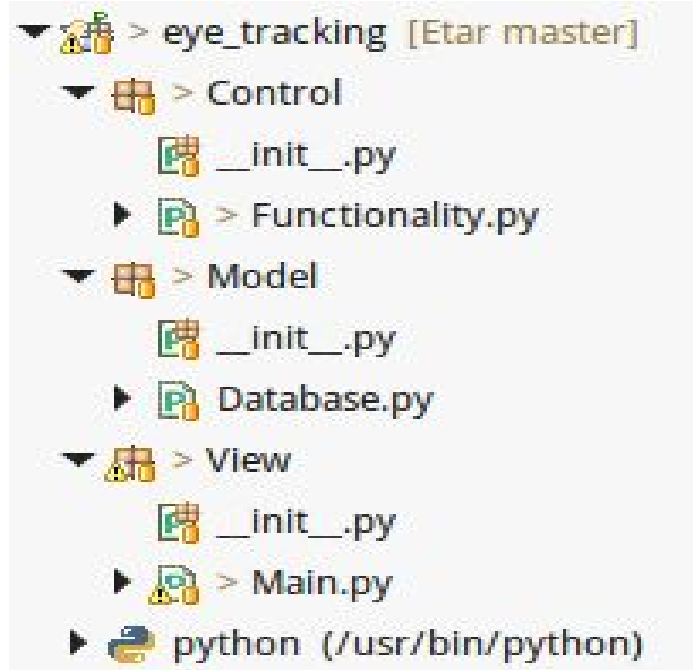
# Utilizzo Pattern MVC



# Pattern MVC

- Si è utilizzato il pattern architetturale MVC (Model, View e Control) che divide il programma in tre package:
  - 1 - Package **MODEL**: gestisce il comportamento e i dati dell'applicazione.
  - 2 - Package **CONTROL**: riceve le richieste dall'utente e invia le richieste al modello.
  - 3 - Package **VIEW** visualizza il modello.

# Applicazione MVC

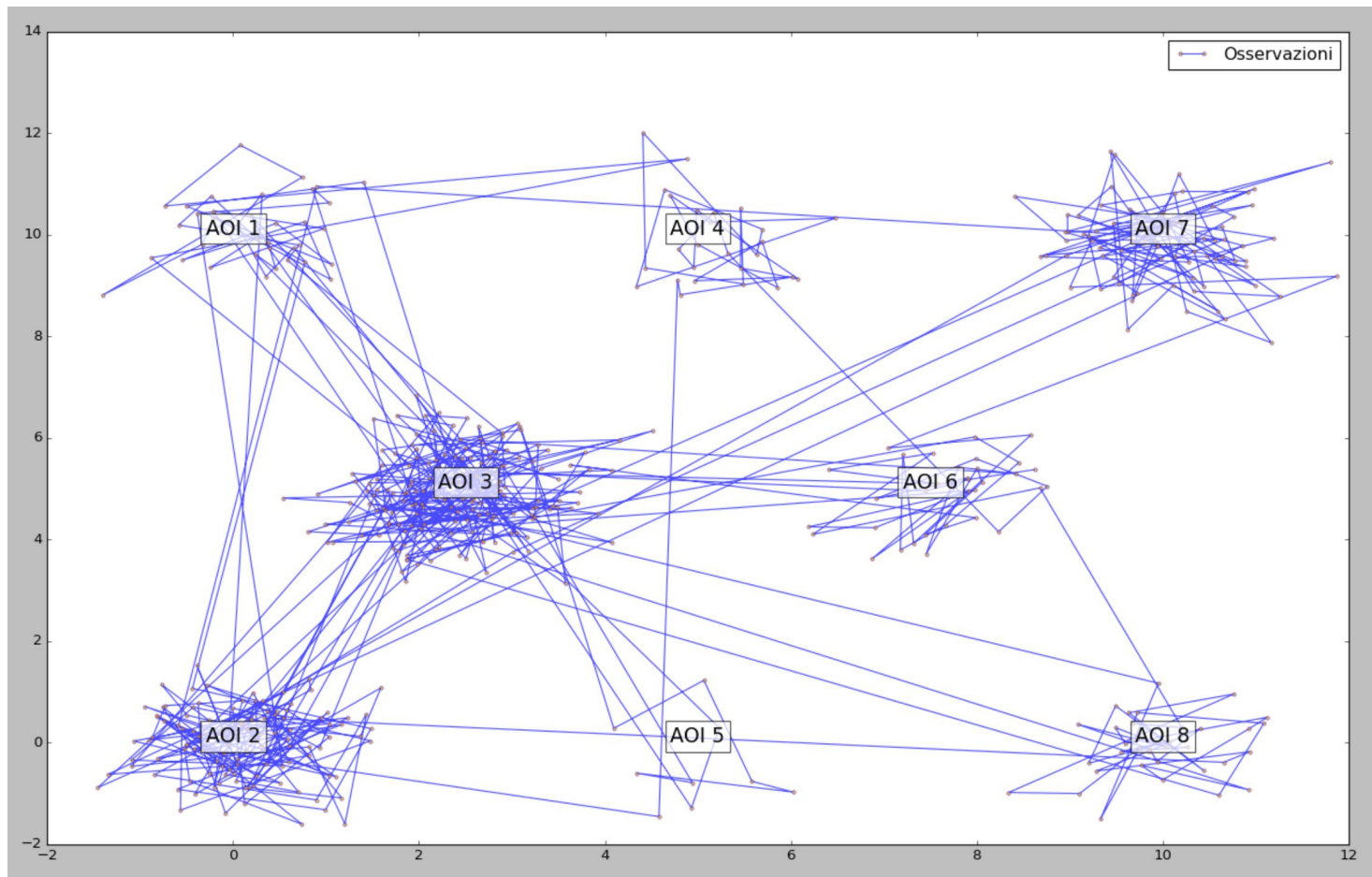


- **CONTROL:** contenente il file *Functionality.py*, definisce le procedure utilizzate per le differenti funzioni che prevede il programma.
- **MODEL:** contiene il file *Database.py* che definisce i metodi adatti all'interfacciamento con il database creato.
- **VIEW:** contenente il *Main.py*, parte centrale del programma, che consiste nella creazione di un menù, che richiamando i metodi del control, permette all'utente di interagire con l'applicazione.

# Risultati Finali

---





- Dalla matrice di transizione si può osservare che tutte le AOI vengono visitate, ma la probabilità che la transizione cicli sulla stessa AOI è maggiore.
- Le osservazioni si concentrano più sulla parte sinistra del quadro in particolar modo sull' AOI 3.