



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΣΤΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Προσομοίωση Φυσιολογικών Συστημάτων

Εργαστηριακή Αναφορά 5

Θέμα: Προσομοίωση Αμφιβληστροειδούς

Στοιχεία Φοιτητή: Ονοματεπώνυμο: Αναστάσιος Παπαζαφειρόπουλος

Αριθμός Μητρώου: 03118079

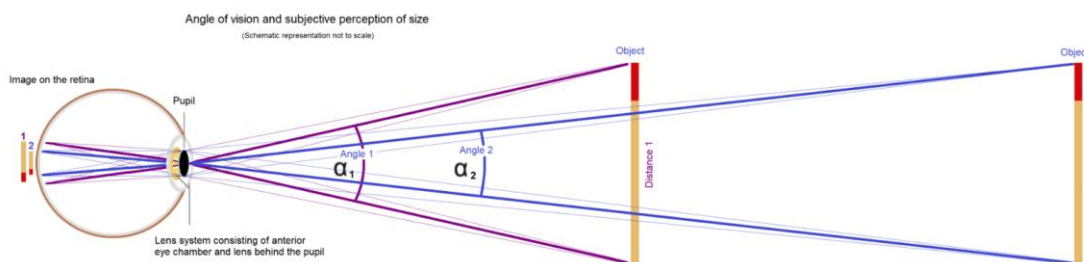
Ακαδημαϊκό έτος: 2022-2023

2.2 Πρακτικό Μέρος:

2.2.1 Παράμετροι Μοντέλου Αμφιβληστροειδούς:

1)

Τα μεγέθη της εικόνας, η οποία απαρτίζεται σε pixels, αντιστοιχίζονται σε μεγέθη ειδώλων στον αμφιβληστροειδή που εκφράζονται σε μοίρες οπτικής γωνίας. Σύμφωνα με το XML αρχείο, η σχετική παράμετρος αντιστοίχισης είναι η *retina-pixels_per_degree* που ισούται με 2,0. Δηλαδή, έχουμε 2 pixels ανά μοίρα. Η οπτική γωνία, ουσιαστικά, είναι η γωνία (μετρούμενη σε μοίρες) με την οποία ένα αντικείμενο προβάλλεται στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Παρακάτω παρουσιάζεται και σχηματικά η οπτική γωνία, είναι φανερό πως όταν η απόσταση μεγαλώνει η οπτική γωνία μικραίνει για το ίδιο αντικείμενο.



Εικόνα 1: Σχηματική Απεικόνιση Οπτικής Γωνίας

2)

Αναγνωρίζουμε αρχικά το Ganglion layer, παρατίθενται παρακάτω οι παράμετροι του layer αυτού από το XML αρχείο:

```
<ganglion-layer sign="1" transient-tau_sec="0.03" transient-
relative-weight="0.7" bipolar-linear-threshold="0" value-at-linear-
threshold_Hz="80" bipolar-amplification_Hz="100" sigma-
pool_deg="0.0">
<spiking-channel g-leak_Hz="50" sigma-V="0.1" refr-
mean_sec="0.003" refr-stdev_sec="0.001" random-init="1">
<square-array size-x_deg="100" size-y_deg="100" uniform-
density_inv-deg="0.11"/>
</spiking-channel>
```

</ganglion-layer>

Ακόμη παρατηρούμε το: Outer Plexiform layer(OP) και το Contrast-gain-control.

3)

Στο OP εντοπίζουμε: i)δύο χωρικά (Gaussian) φίλτρα:

center-sigma__deg="0.5", surround-sigma__deg="1.5"

Για το μέγεθος σε pixels, ισχύει η ακόλουθη σχέση: $R = 17 \cdot \tan(A)$, όπου A: η οπτική γωνία σε μοίρες (πηγή: Wikipedia). Όπως προαναφέρθηκε, retina pixels-per-degree = 2, άρα κάθε pixel της εικόνας αντιστοιχεί σε $R = 17 \cdot \tan(1/2) = 0.148$ mm. Επομένως, το μέγεθος των Γκαουσιανών φίλτρων σε pixels είναι αντίστοιχα:

$R_1 = 17 \cdot \tan(0.5) = 0.148$ mm, ενώ: $0.148 / 0.148 = 1$ pixel και:

$R_2 = 17 \cdot \tan(1.5) = 0.445$ mm, ενώ: $0.445 / 0.148 = 3.01$ pixel

ii) δύο χρονικά φίλτρα:

center-tau__sec="0.01", surround-tau__sec="0.01"

Στο contrast-gain-control εντοπίζουμε: i)ένα χωρικό (Gaussian) φίλτρο:

adaptation-sigma__deg="1.5", οπότε για το μέγεθος ισχύει:

$R_3 = 17 \cdot \tan(1.5) = 0.445$ mm, ενώ: $0.445 / 0.148 = 3.01$ pixel

ii) ένα χρονικό φίλτρο:

adaptation-tau__sec="0.01"

4)

Δύο ενδεικτικά παραδείγματα λειτουργιών μεταξύ αυτών που δεν αναλύθηκαν στην απλοποιημένη συνοπτική παρουσίαση του προσομοιωτή είναι τα:

orl-relative-weight (ειδικό βάρος) και orl-amplification (ενίσχυση). Πιθανότατα εφαρμόζονται για διόρθωση των παραμέτρων της σύνθετης προσομοίωσης.

2.2.2 Δεδομένα προσομοίωσης

1)

Όπως βλέπουμε στο αρχείο `Data.VRetinalInfo.PositionCells`, όπου φαίνεται το πλήθος και η θέση των κυττάρων στην εικόνας, ο αριθμός των κυττάρων που παράγουν την έξοδο του μοντέλου είναι 35.

2)

Η έξοδος του αμφιβληστροειδούς είναι δυναμικά ενέργειας. Σχετικά με τον τύπο των κυττάρων εξόδου του μοντέλου συμπεραίνουμε πως πρόκειται για γαγγλιακά κύτταρα. Το πεδίο (field) όπου αποθηκεύεται η έξοδος του μοντέλου είναι το `Data.FeatIn.Spikest`, ενώ η ονομασία `spikest` αντιπροσωπεύει τα `spikes` στις χρονικές στιγμές `t` που αυτά παρήχθησαν.

3)

Το πεδίο στο οποίο αποθηκεύεται η ακολουθία που διεγείρει τον αμφιβληστροειδή είναι το `Data.InputSequence`. Από το αρχείο `Data.InputSequence.nframes` βλέπουμε ότι τα καρέ της ακολουθίας εισόδου είναι 56,

ενώ σε αυτήν απεικονίζονται δύο άνθρωποι που περπατάνε σε ένα δρόμο. Ο κώδικας για την επισκόπηση της ακολουθίας εισόδου (input1) είναι:

```
input1=Data.InputSequence.Frame
```

```
input1=cell2mat(input1)
```

```
input1=reshape(input1,128,160,56)
```

```
imshow(input1)
```



Εικόνα 2: Τρία χαρακτηριστικά στιγμιότυπα της ακολουθίας εικόνων.

4)

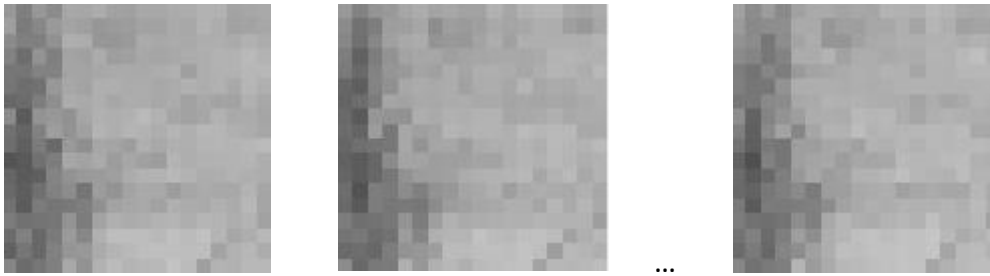
Για να βρούμε το RF κάθε κυττάρου του μοντέλου ανατρέχουμε στο αρχείο `Data.InputSequence.ConcatCellsRFs` όπου υπάρχει ένας πίνακας 56 στοιχείων, κάθε στοιχείο του οποίου είναι επίσης ένας πίνακας και αντιστοιχεί σε ένα frame. Η διάσταση 18 αντιπροσωπεύει την τιμή που μπορεί να έχει ένα pixel, ενώ κάθε ένα από τα 35 κύτταρα καταλαμβάνει 18 στήλες ($18 \times 35 = 630$, δηλαδή τη δεύτερη διάσταση του πίνακα). Δηλαδή, για το RF του 1^ο κυττάρου εξετάζουμε τις πρώτες 18 στήλες (1:18), για το 2^ο τις επόμενες 18 (19:36) και συνεχίζουμε με ανάλογο τρόπο μέχρι και το 35^ο (613:630). Επιλέγοντας το πρώτο κύτταρο:

```
frame 1: imshow(Data.InputSequence.ConcatCellsRFs{1}(1:18,1:18))
```

```
frame 2: imshow(Data.InputSequence.ConcatCellsRFs{2}(1:18, 1:18))
```

...

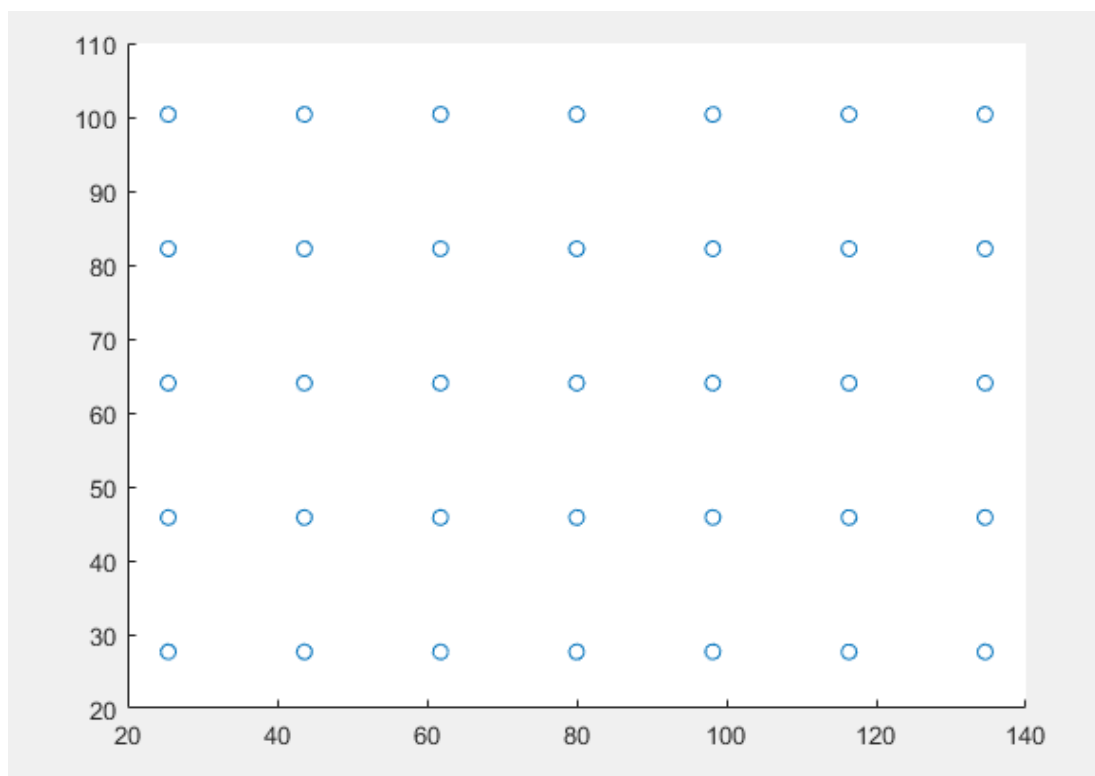
```
frame 35: imshow(Data.InputSequence.ConcatCellsRFs{35}(1:18, 1:18))
```



Εικόνα 3: Τρία χαρακτηριστικά στιγμιότυπα της ακολουθίας εικόνων.

5)

Προκειμένου να προσδιορίσουμε τις θέσεις των κυττάρων στην εικόνα εισόδου πηγαίνουμε στο αρχείο `Data.VRetinalInfo.PositionCells`, στο οποίο βλέπουμε τις συντεταγμένες των κυττάρων. Εκτελώντας την εντολή: `scatter(Data.VRetinalInfo.PositionCells(:,2),Data.VRetinalInfo.PositionCells(:,3))`, προκύπτει:



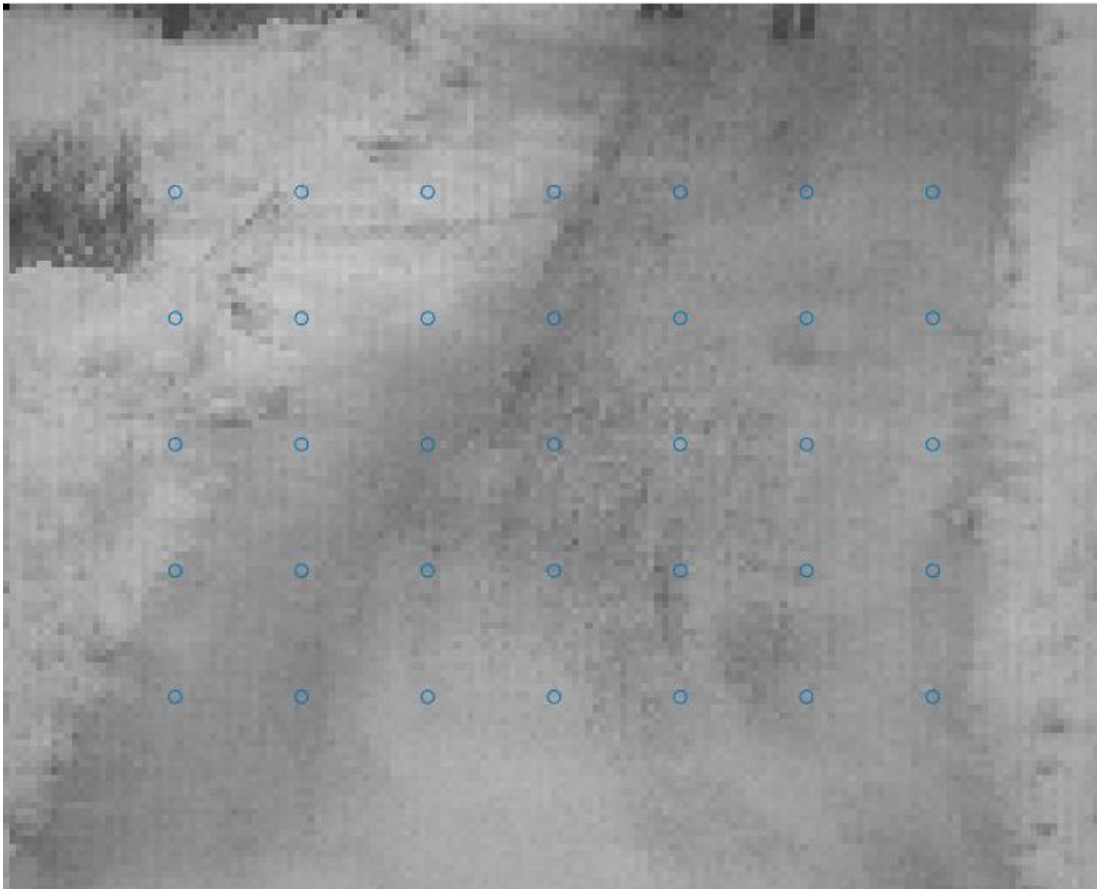
Εικόνα 4: Διάγραμμα Θέσεων

Εκτελώντας τον ακόλουθο κώδικα:

```
imshow(input1(:, :, 1))
```

```
hold on
```

```
scatter(Data.VRetinalInfo.PositionCells(:, 2), Data.VRetinalInfo.PositionCells(:, 3)), προκύπτει:
```



Εικόνα 4: Συνδυασμός διαγράμματος θέσεων κυττάρων και πραγματικής εικόνας