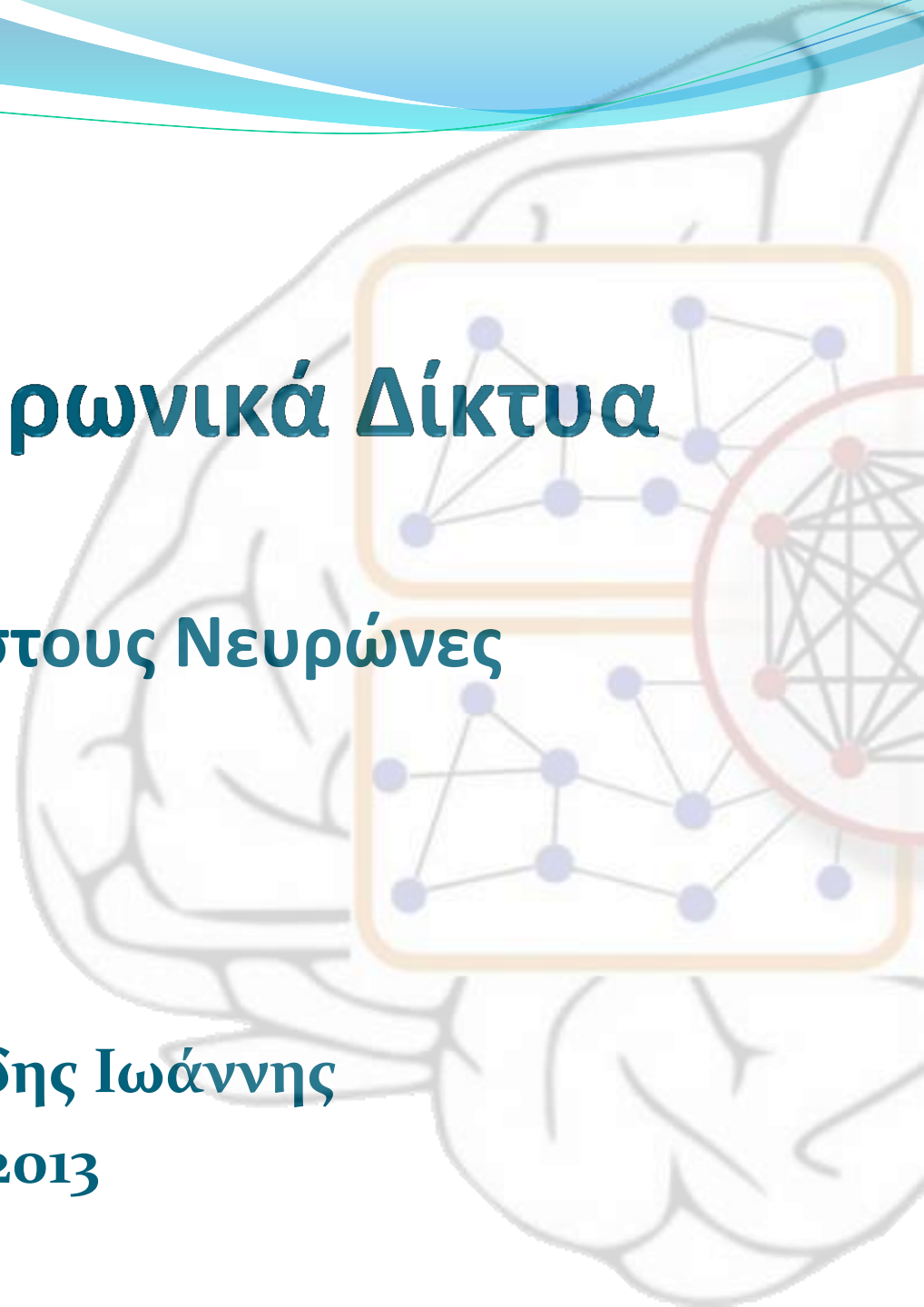


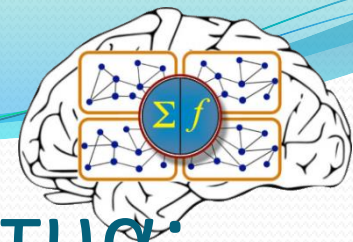
Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα

Εισαγωγή στους Νευρώνες

Κυριακίδης Ιωάννης

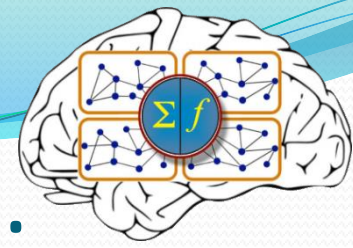
2013





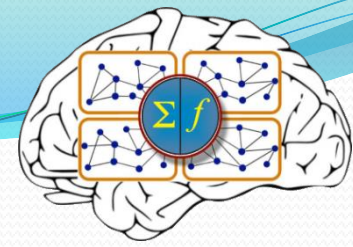
Τι είναι τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα;

- Είναι μια προσπάθεια μαθηματικής προσομοίωσης της λειτουργίας του ανθρώπινου εγκεφάλου.
- Είναι ένα υπολογιστικό μοντέλο το οποίο είναι εμπνευσμένο από τα βιολογικά νευρωνικά δίκτυα.



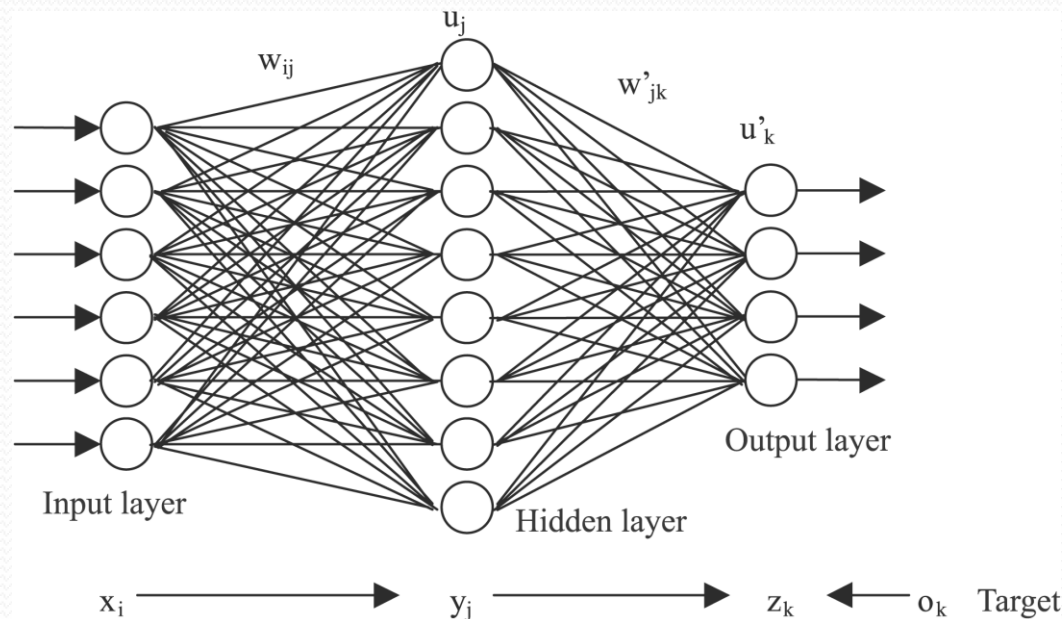
Και μπορούν να χρησιμοποιηθούν;

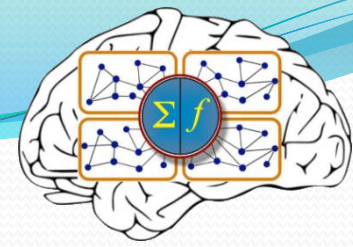
- Συστήματα Κατηγοριοποίησης (Classification)
- Συστήματα Αναγνώρισης και ταυτοποίησης
- Συστήματα Πρόβλεψης



Από τι αποτελούνται;

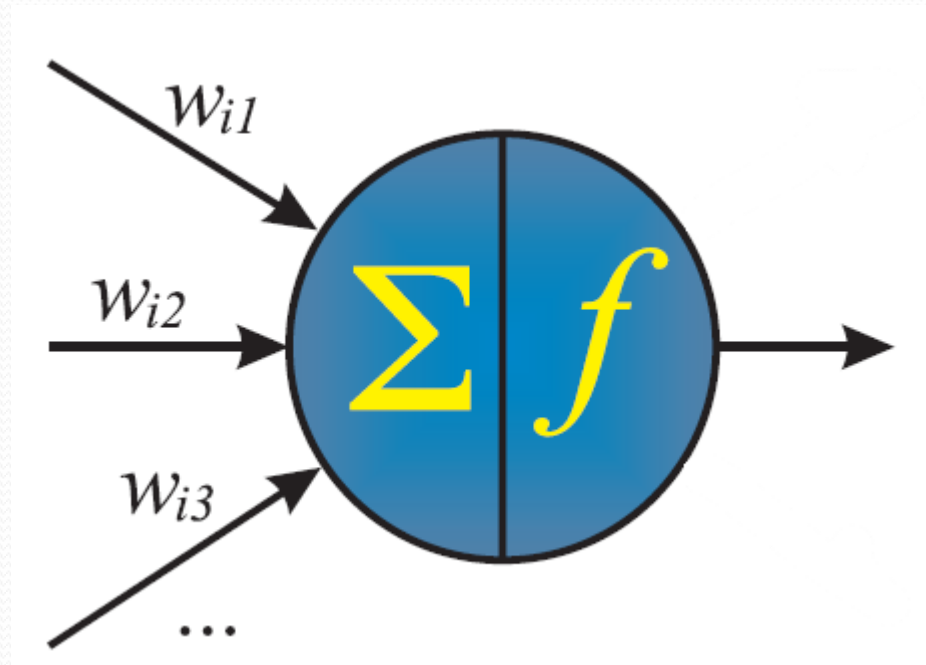
- Τα ΤΝΔ αποτελούνται από ένα σύνολο νευρώνων (στοιχείων) οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους.
- Όπως και στα βιολογικά Νευρωνικά Δίκτυα ολόκληρη η λειτουργία του δικτύου καθορίζεται από τις συνδέσεις μεταξύ των νευρώνων (στοιχείων).

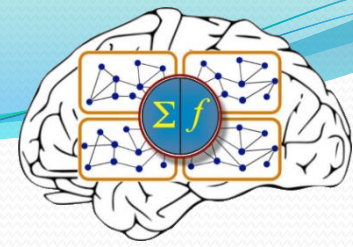




Ο Νευρώνας

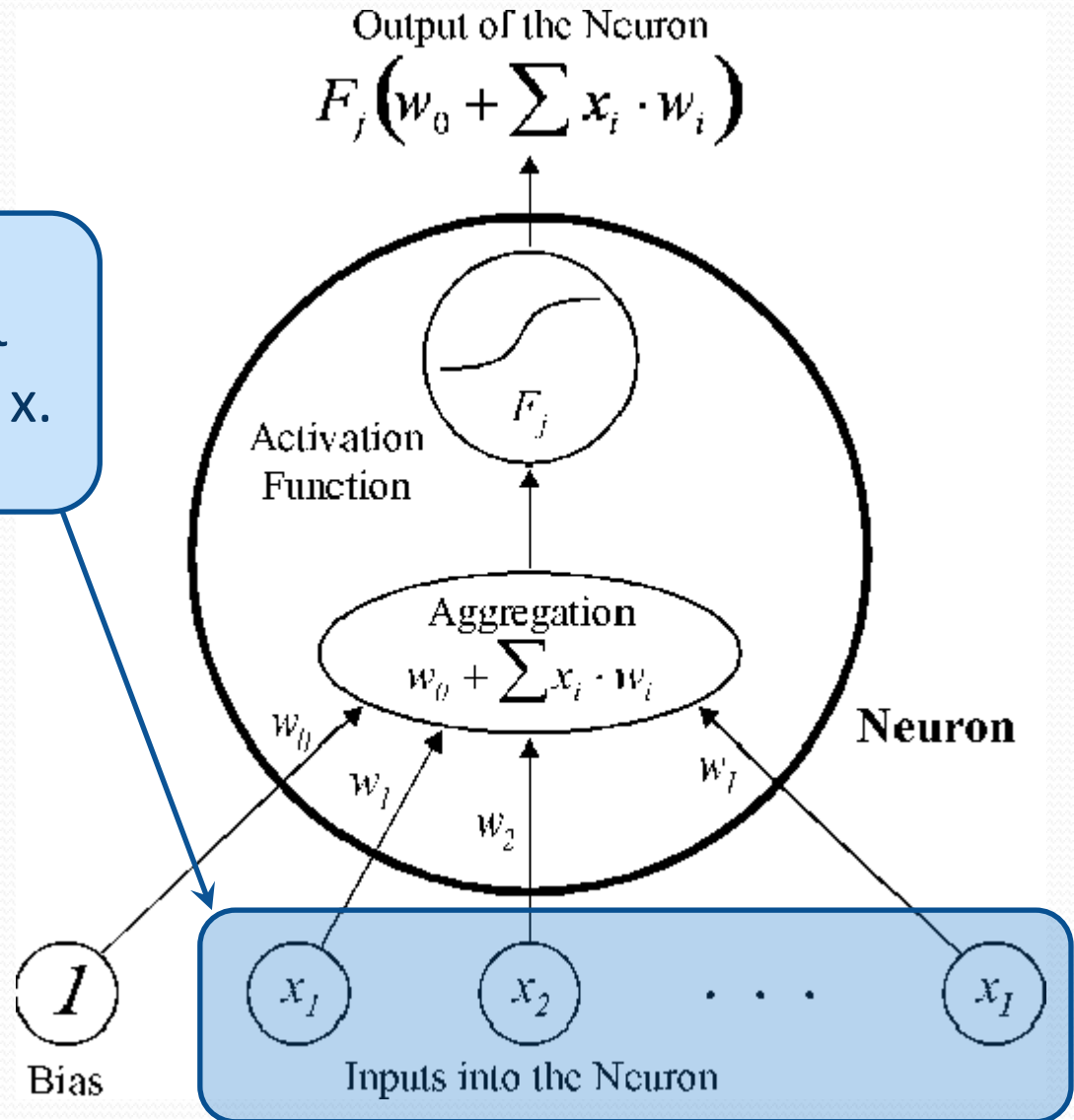
- Το κάθε στοιχείο – νευρώνας υλοποιεί μια συνάρτηση μεταφοράς f λαμβάνοντας μια είσοδο και αποδίδοντας μια έξοδο, η οποία ταυτόχρονα μπορεί να είναι είσοδος για έναν ή περισσότερους άλλους νευρώνες.

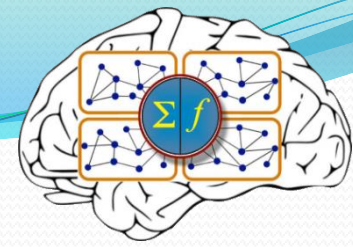




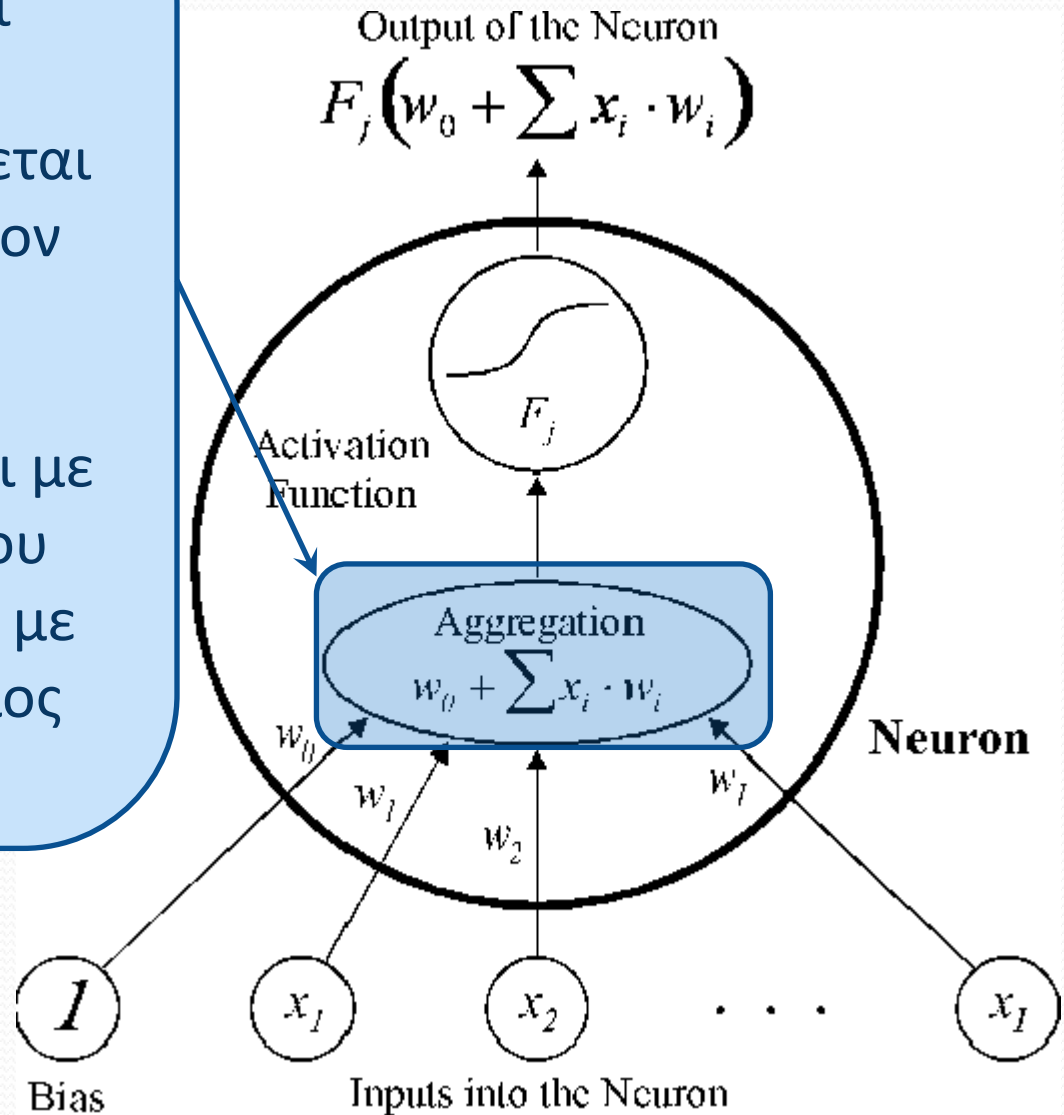
Ο Νευρώνας

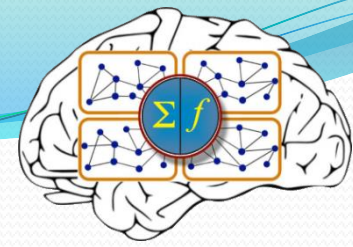
- Ένας νευρώνας λαμβάνει ως είσοδο ένα διάνυσμα x .





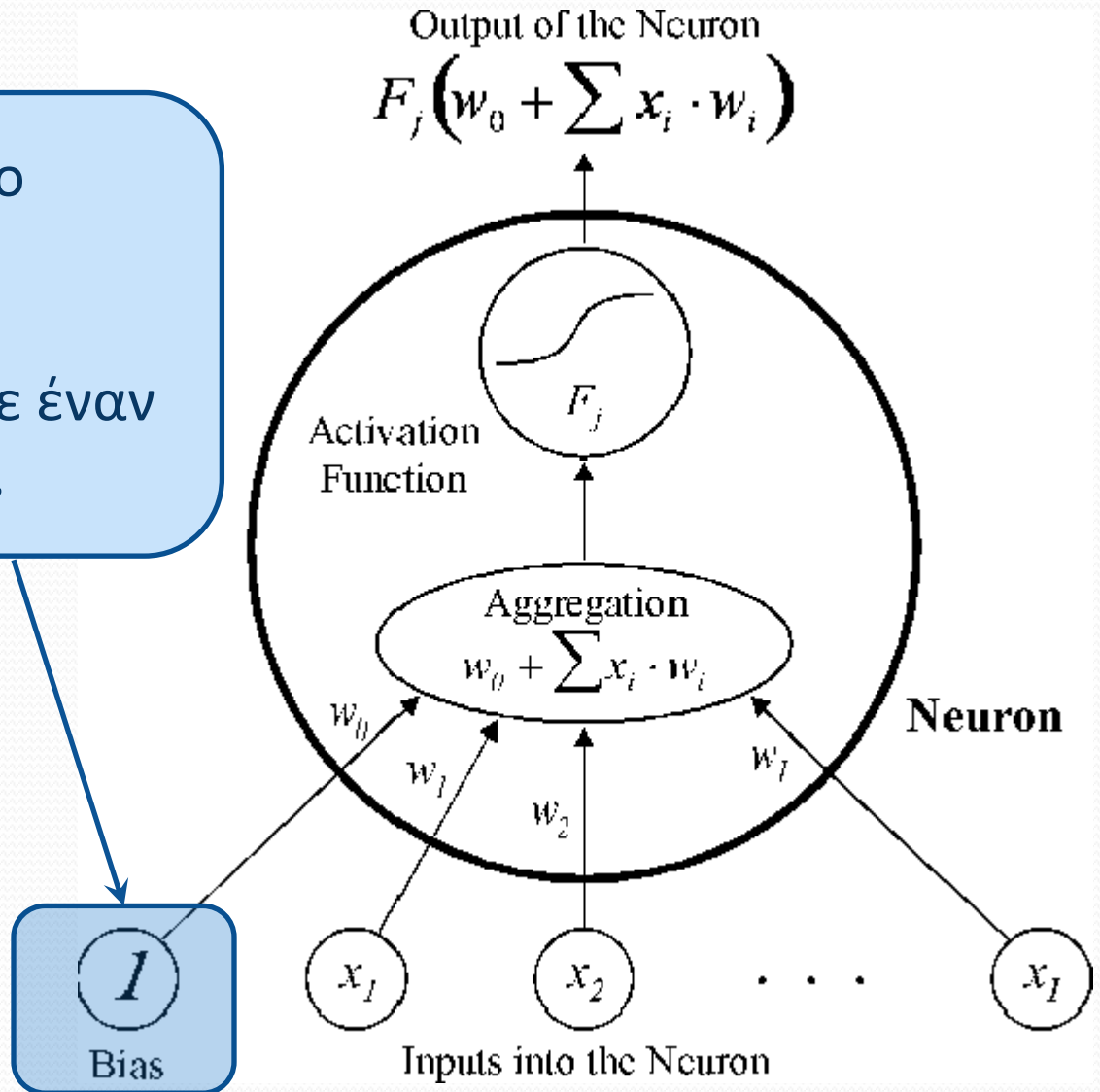
- Το κάθε στοιχείο του διανύσματος εισέρχεται σταθμισμένο
- Δηλαδή πολλαπλασιάζεται με έναν συντελεστή **w** τον οποίο το ονομάζουμε βάρος
- Στη συνέχεια αθροίζεται με τα υπόλοιπα στοιχεία του διανύσματος καθώς και με έναν συντελεστή ο οποίος ονομάζεται **bias**.

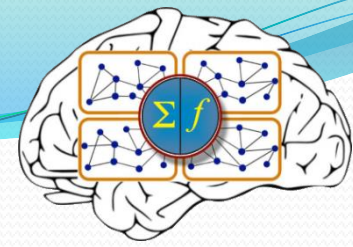




Ο Νευρώνας

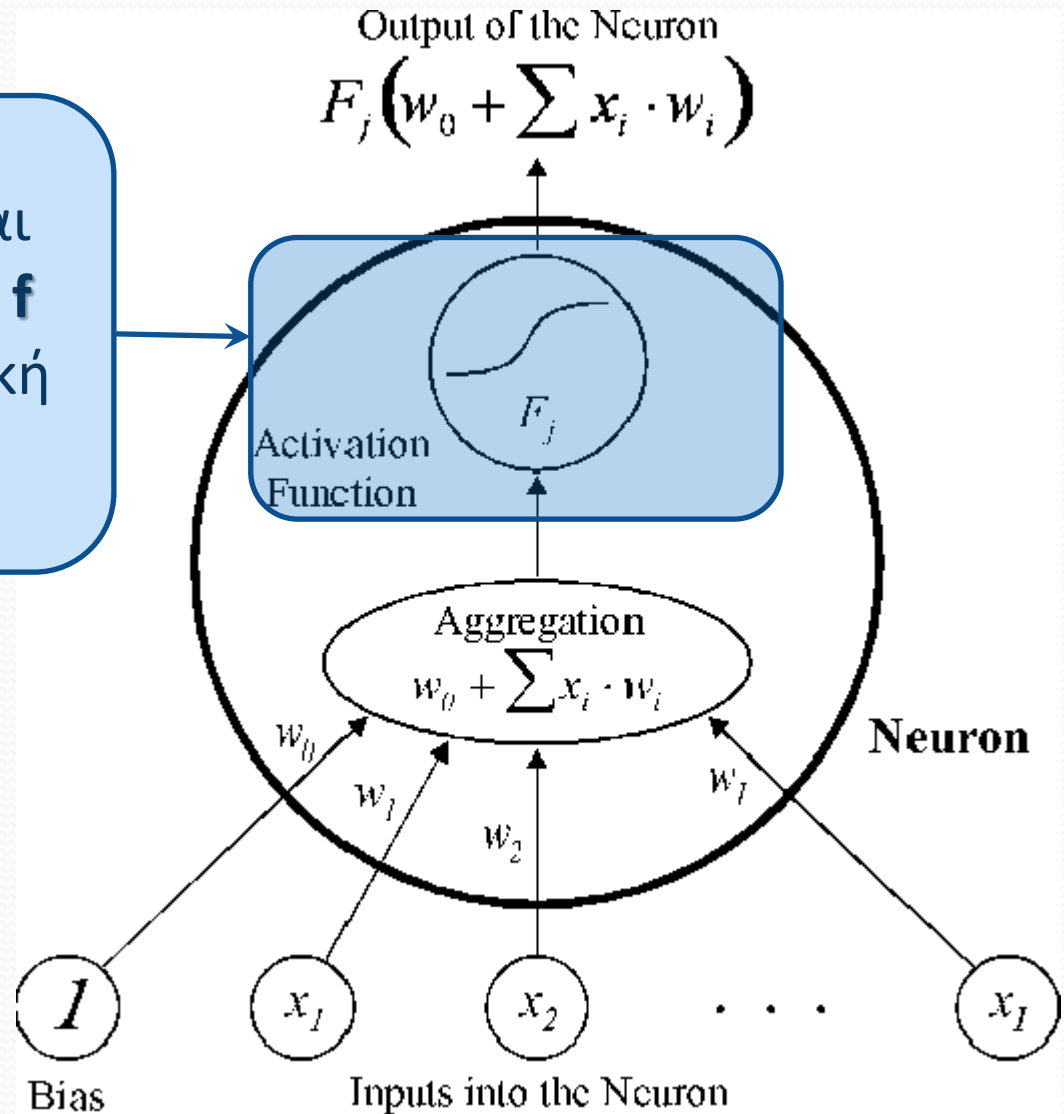
- Το **bias** μπορούμε να το θεωρήσουμε ως μια μοναδιαία είσοδο πολλαπλασιαζόμενη με έναν συντελεστή (έστω w_0).

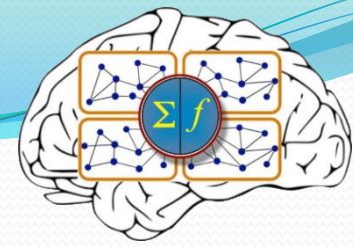




Ο Νευρώνας

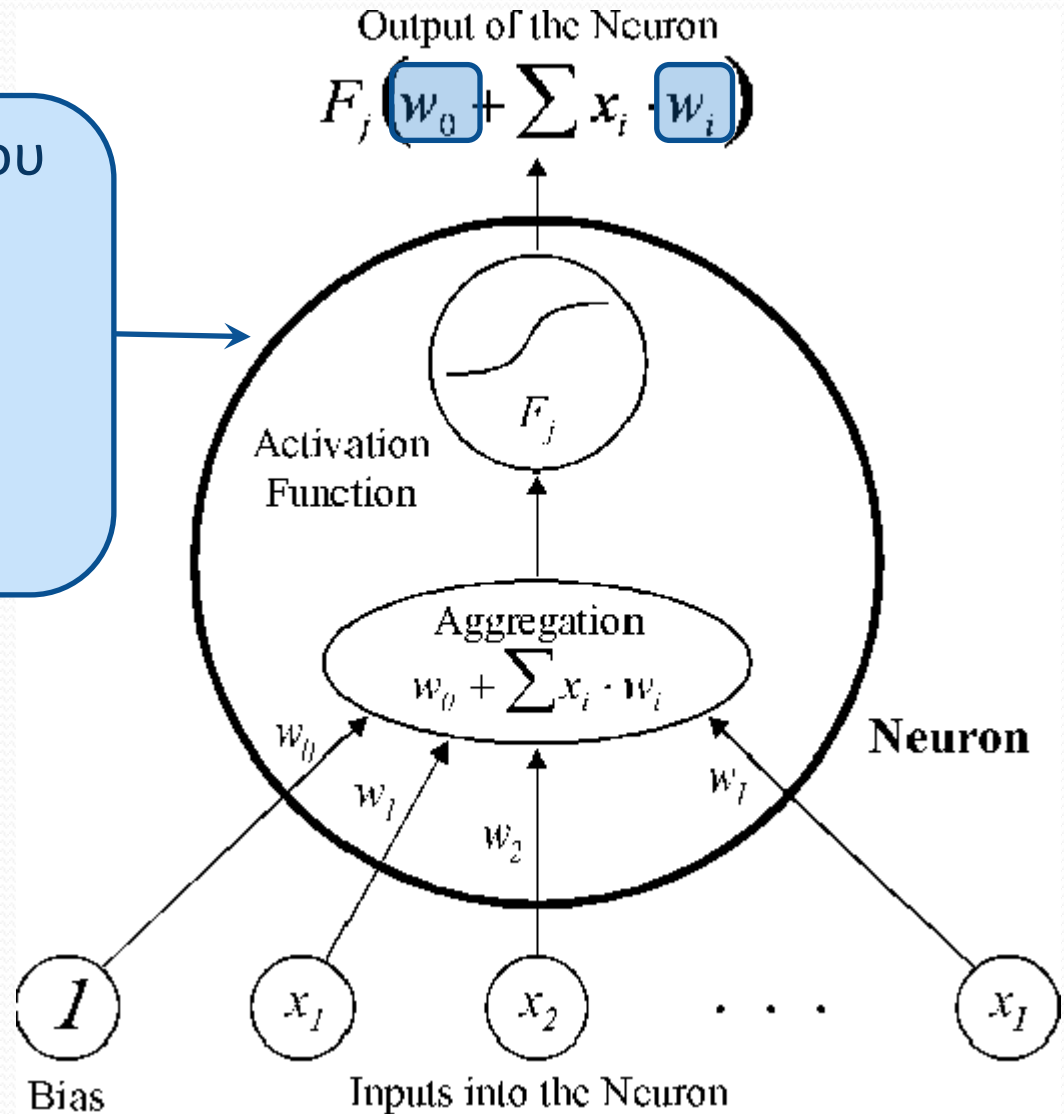
- Στον νευρώνα υλοποιείται η συνάρτηση μεταφοράς **f** και λαμβάνουμε την τελική έξοδο του.

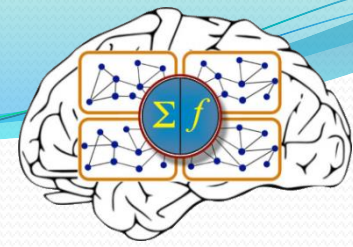




Ο Νευρώνας

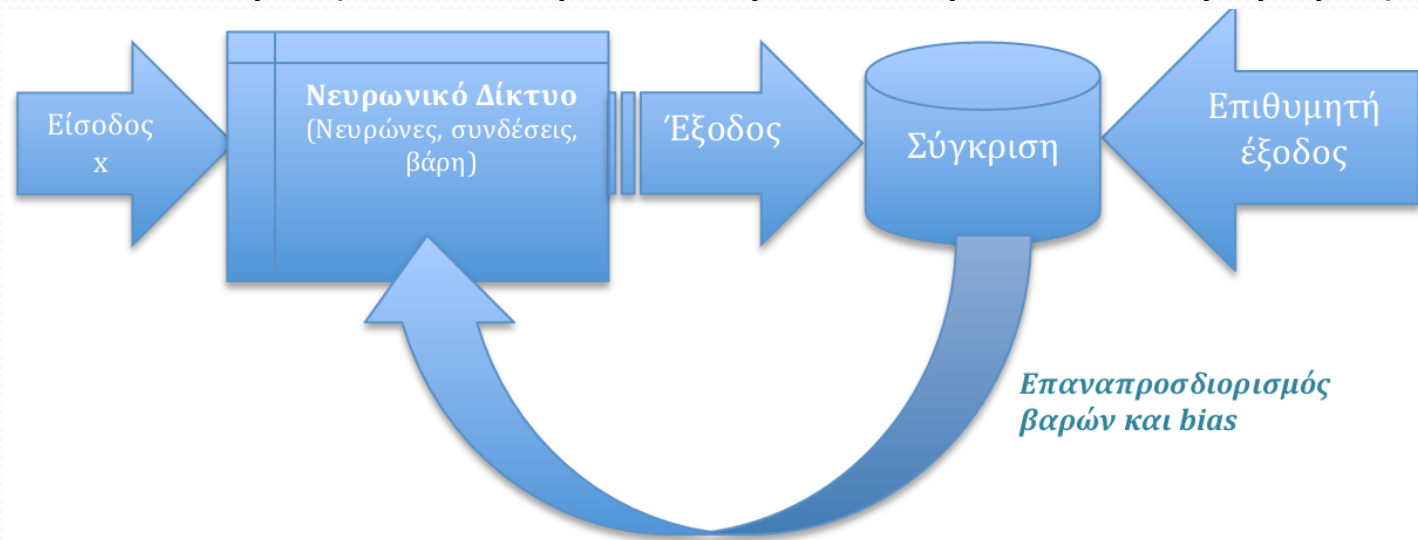
- Βλέπουμε ότι η έξοδος του κάθε νευρώνα εξαρτάται από τις τιμές των **βαρών** αλλά του **bias**, (με ίδια συνάρτηση μεταφοράς).

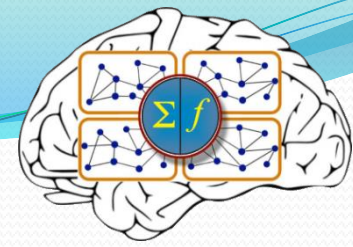




Εκπαίδευση ΤΝΔ

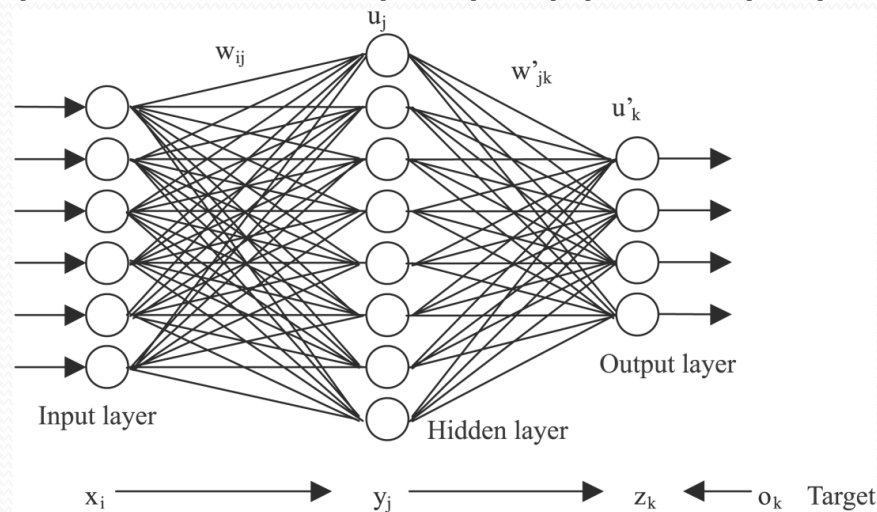
- Η εκπαίδευση ενός νευρωνικού δικτύου συνίσταται στο να ρυθμίσουμε κατάλληλα:
 - τις συνδέσεις του δικτύου (βάρη)
 - του bias
- Με σκοπό να υλοποιήσουμε μια συγκεκριμένη συνάρτηση και το δίκτυο να μας δώσει ή να πλησιάσει μια επιθυμητή έξοδο.

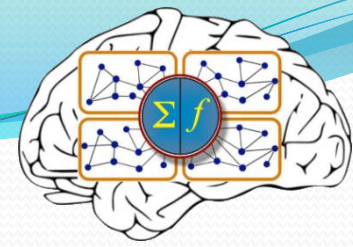




Σημείωση...

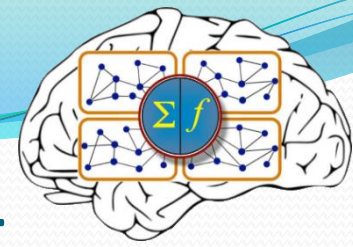
- Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι σε ένα νευρωνικό δίκτυο δεν είναι απαραίτητο ο αριθμός των νευρώνων που αποτελούν το κάθε επίπεδο να είναι ο ίδιος.
- Επίσης δεν είναι απαραίτητο όλοι οι νευρώνες να υλοποιούν την ίδια συνάρτηση μεταφοράς.





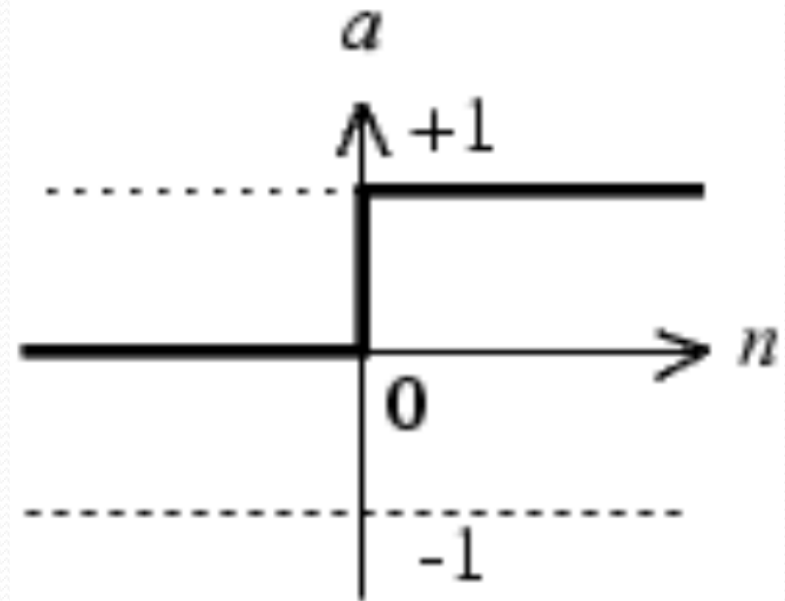
Συναρτήσεις Μεταφοράς

- Ως συνάρτηση μεταφοράς του νευρώνα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα πλήθος από διαθέσιμες συναρτήσεις
- Το ποια θα επιλέξουμε εξαρτάται κάθε φορά από την εφαρμογή που βρίσκει το νευρωνικό δίκτυο.
- Στη συνέχεια θα δούμε τρεις βασικές συναρτήσεις μεταφοράς και πως υλοποιούνται στο MATLAB.

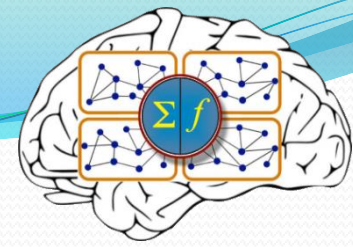


Συνάρτηση μεταφοράς Hard-Limit

- Η συνάρτηση μεταφοράς **Hard – Limit** περιορίζει την έξοδο του νευρώνα στο 0 στην περίπτωση που η είσοδος στο νευρώνα είναι αρνητική, ή στο 1 αν η είσοδος είναι μεγαλύτερη ή ίση με το 0.
- Η συνάρτηση αυτή χρησιμοποιείται κυρίως στα δίκτυα Perceptrons για εφαρμογές αναγνώρισης προτύπων.
- Η Συνάρτηση στο Matlab που υλοποιεί την συγκεκριμένη συνάρτηση είναι **hardlim()**.
- **Παράδειγμα:**
 $n = -5 : 0.1 : 5;$
 $\text{plot}(n, \text{hardlim}(n), 'c+');$

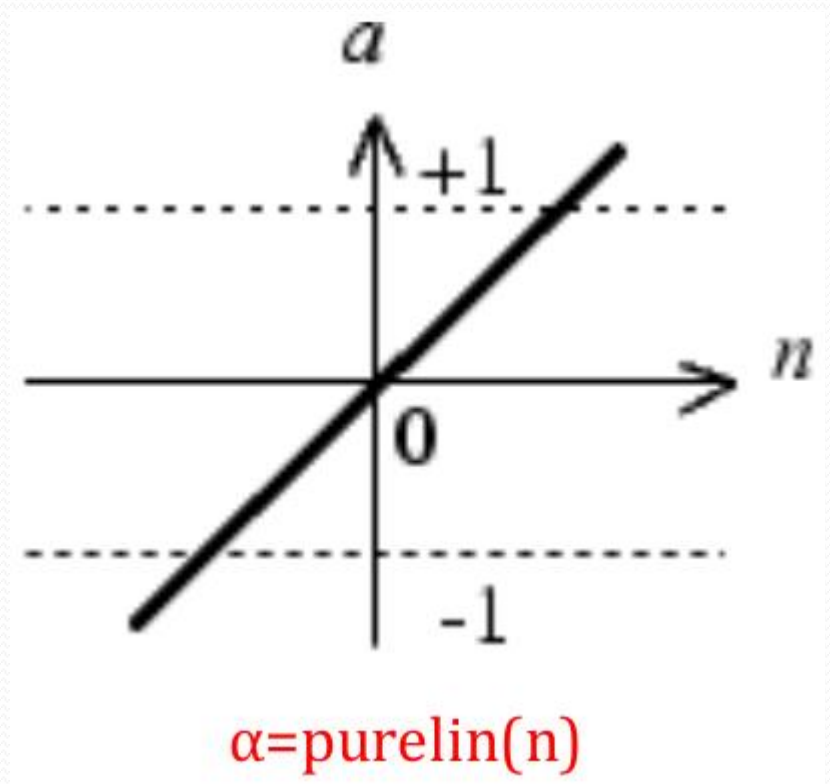


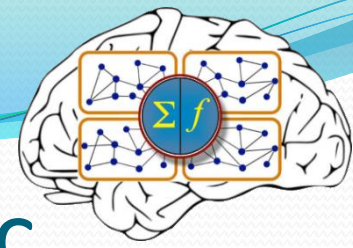
$\alpha = \text{hardlim}(n)$



Γραμμική Συνάρτηση Μεταφοράς

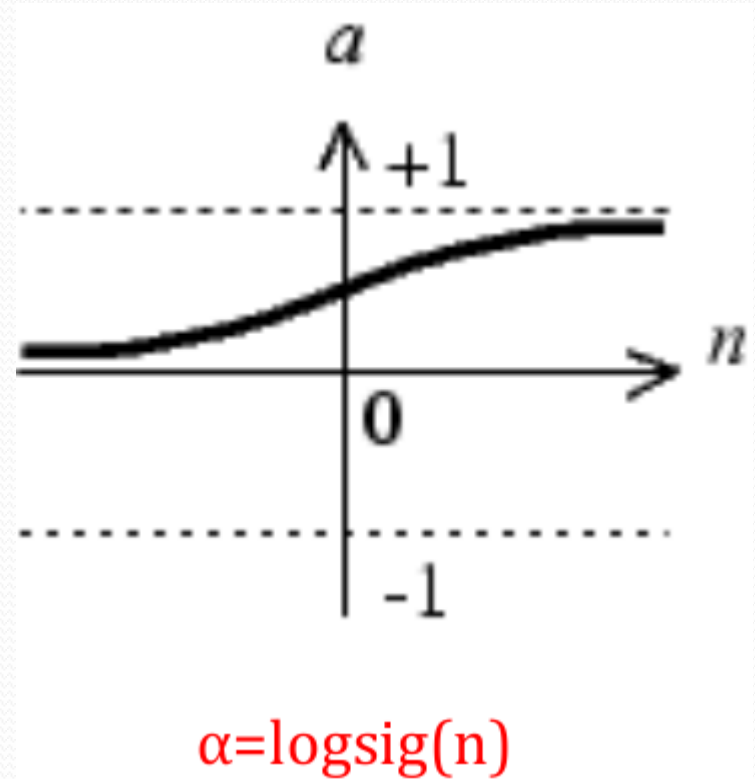
- Η γραμμική συνάρτηση μεταφοράς υλοποιείται στο Matlab με την συνάρτηση **purelin()**.
- Χρησιμοποιείται κυρίως στα γραμμικά φίλτρα.
- **Παράδειγμα:**
 $n = -5 : 0.1 : 5;$
 $\text{plot}(n, \text{purelin}(n), 'c+');$

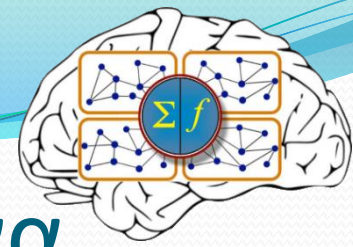




Σιγμοειδής Συνάρτηση Μεταφοράς

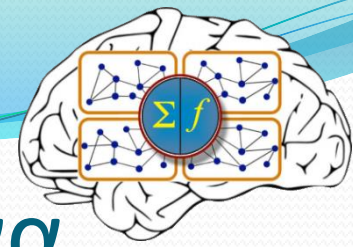
- Η σιγμοειδής συνάρτηση μεταφοράς υλοποιείται στο Matlab με την συνάρτηση **logsig()** και ως αποτέλεσμα έχει να περιορίζει την έξοδό του νευρώνα στο διάστημα $(0, +1)$.
- Χρησιμοποιείται κυρίως στα δίκτυα back-propagation.
- **Παράδειγμα:**
 $n = -5 : 0.1 : 5;$
`plot(n, logsig(n), 'c+')`





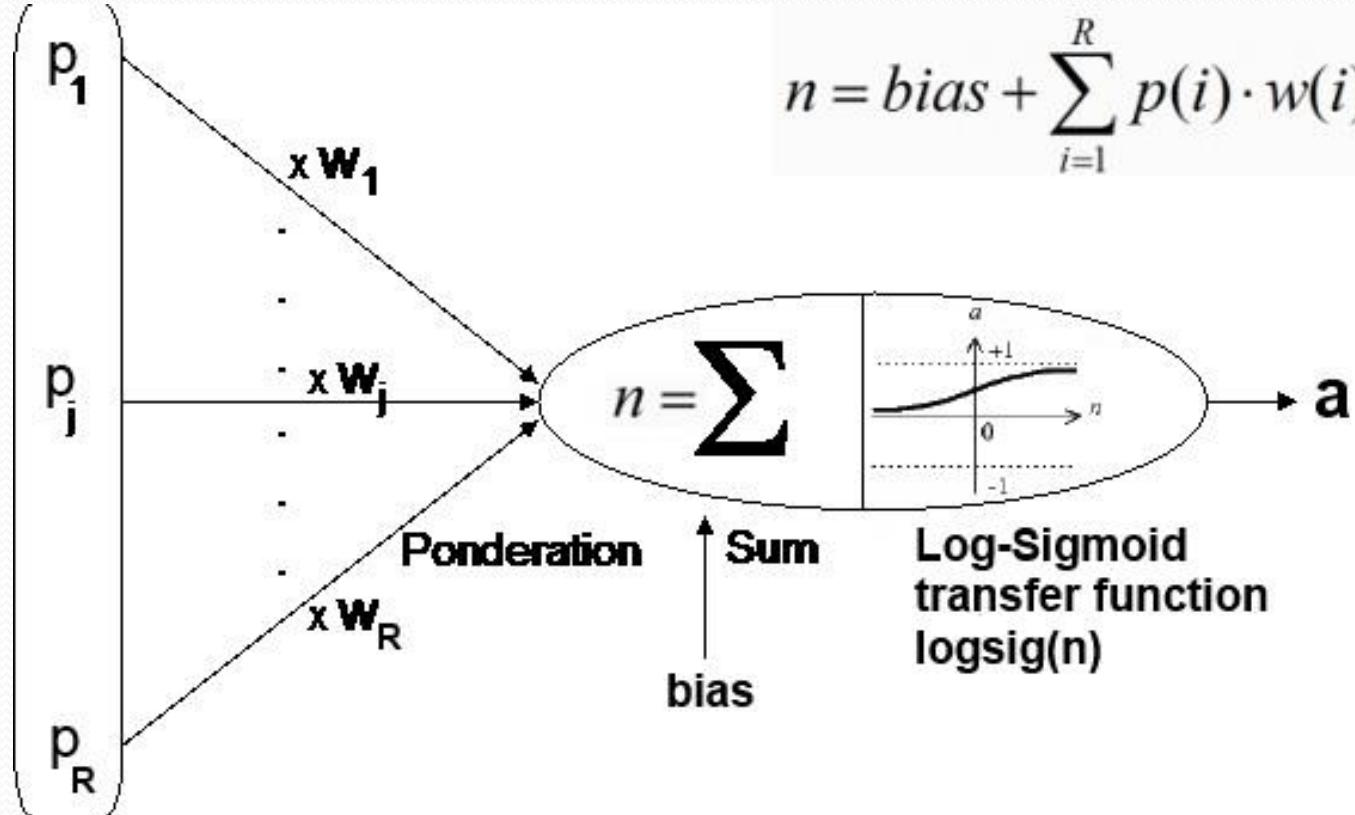
Διάνυσμα ως είσοδος στο Νευρώνα

- Η πρώτη εφαρμογή που θα δούμε είναι το αποτέλεσμα της εισόδου ενός διανύσματος σε έναν νευρώνα που υλοποιεί τη σιγμοειδή συνάρτηση μεταφοράς.
- Ως γνωστό ένα διάνυσμα είναι ένα σύνολο από αριθμούς οι οποίοι αναπαρίστανται με τη μορφή μονοδιάστατου πίνακα.
- Καθένας από τους αριθμούς αυτούς ονομάζεται **χαρακτηριστική τιμή** και κάθε ένα διάνυσμα εισόδου ονομάζεται **πρότυπο εκπαίδευσης**.

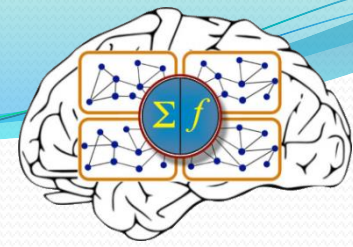


Διάνυσμα ως είσοδος στο Νευρώνα

- Ας υποθέσουμε ότι έχουμε ένα διάνυσμα \mathbf{p} το οποίο έχει διάσταση \mathbf{R} και το οποίο θέλουμε να δώσουμε ως είσοδο σε νευρώνα.

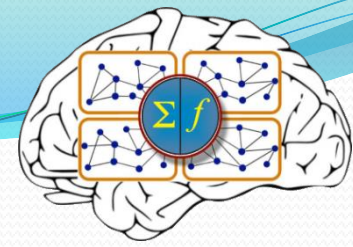


$$n = bias + \sum_{i=1}^R p(i) \cdot w(i)$$



Υλοποίηση στο Matlab (1^η)

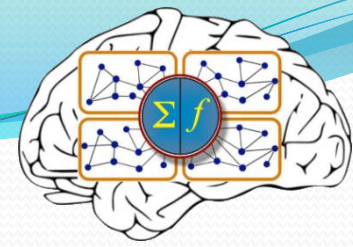
```
p=[2 4 6 8]; %(το τυχαίο διάνυσμα εισόδου)
w=[0.1 0.2 0.3 0.4]; %(το τυχαίο διάνυσμα βαρών)
b=0.5; %(το bias)
s=0;
for i=1:4
    f(i)=p(i)*w(i);
    s=s+f(i);
end
n=s+b; %(η έξοδος μετά τον αθροιστή)
a=logsig(n) %(η τελική έξοδος)
```



Υλοποίηση στο Matlab (2^η)

```
p=[2 4 6 8]; %(το τυχαίο διάνυσμα εισόδου)
w=[0.1 0.2 0.3 0.4]; %(το τυχαίο διάνυσμα βαρών)
b=0.5; %(το bias)
n=sum(p.*w)+b;
a=logsig(n)
```

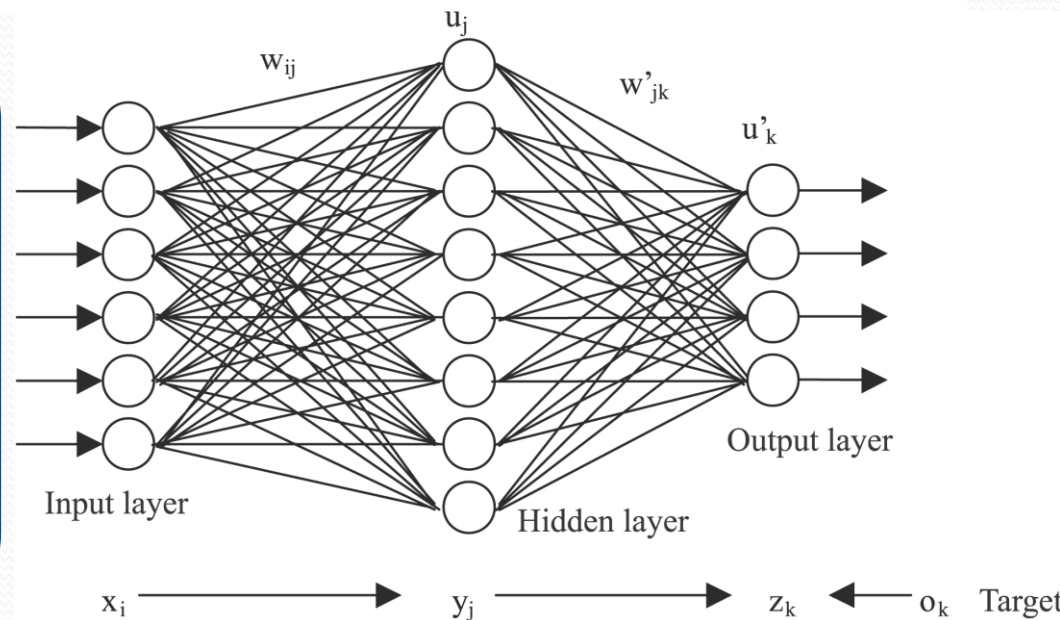
- Η έξοδος από έναν νευρώνα είναι ένας αριθμός

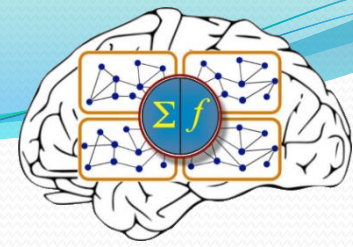


Υλοποίηση στο Matlab (2^η)

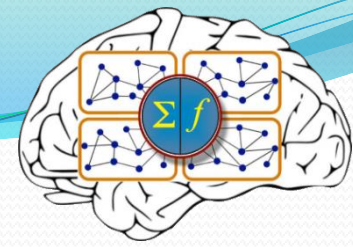
```
p=[2 4 6 8]; %(το τυχαίο διάνυσμα εισόδου)
w=[0.1 0.2 0.3 0.4]; %(το τυχαίο διάνυσμα βαρών)
b=0.5; %(το bias)
n=sum(p.*w)+b;
a=logsig(n)
```

- Αν σε ένα επίπεδο νευρωνικού δικτύου έχουμε R νευρώνες, τότε αυτοί ως ενιαία έξοδο αποδίδουν ένα διάνυσμα διαστάσεως R .





Απορίες - Ερωτήσεις ;

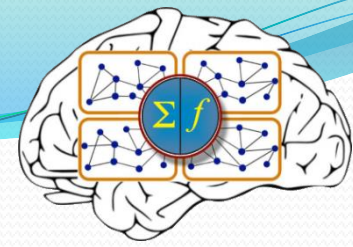


Ασκήσεις για το σπίτι



Οι ασκήσεις είναι ατομικές !!!

1. Συμπιέστε όλα τα αρχεία m-file σε ένα αρχείο με όνομα: **lab01_OMX_YYYY** (όπου *X* ο αριθμός ομάδας εργαστηρίου και *YYYY* το ΑΜ σας)
2. Υποβάλετε το αρχείο στην αντίστοιχη άσκηση στο eClass



Άσκηση

- Δημιουργήστε ένα τυχαίο διάνυσμα εισόδου το οποίο θα περιέχει 3 πρότυπα εκπαίδευσης με 4 χαρακτηριστικές τιμές.
- Δημιουργήστε επίσης έναν τυχαίο πίνακα βαρών και τυχαία bias.
- Παρουσιάστε τις εξόδους ενός νευρώνα που υλοποιεί την σιγμοειδή συνάρτηση μεταφοράς.
- Υπενθυμίζουμε ότι στην συγκεκριμένη περίπτωση για κάθε διάνυσμα εισόδου θα έχουμε και από μια έξοδο.