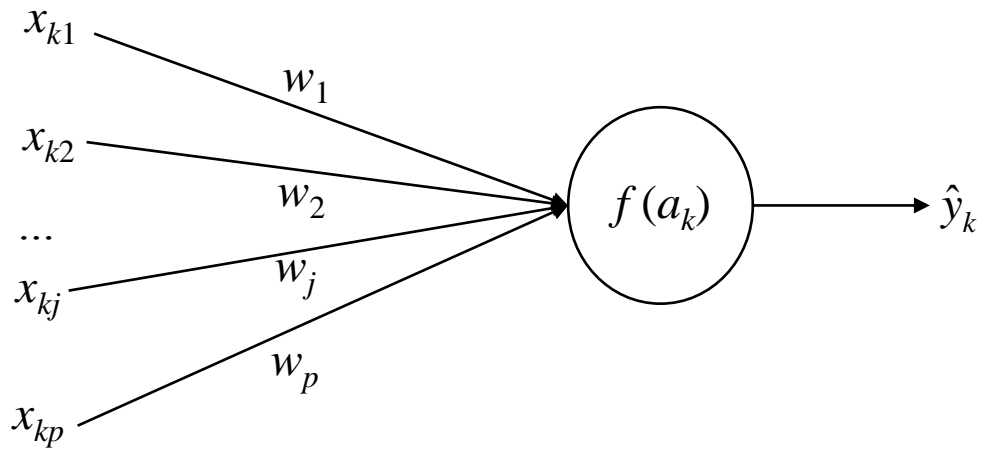


Μάθημα 6

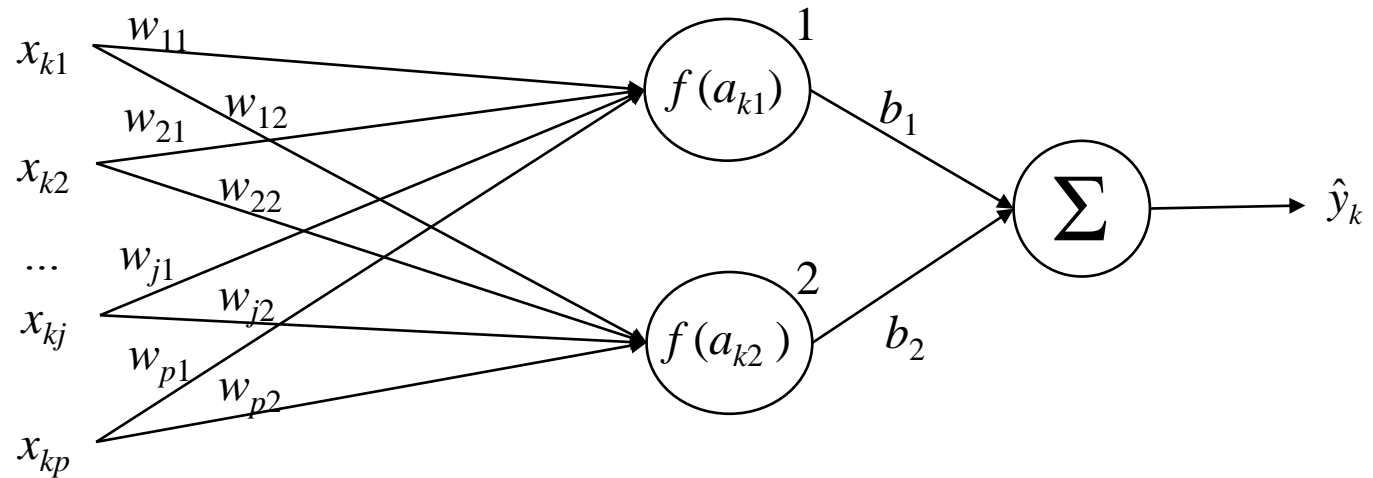
Νευρωνικά Δίκτυα Εμπρόσθιας Τροφοδότησης (ΝΔΕΤ) (Feedforward Neural Networks)

Βασική Δομή Νευρωνικού Δικτύου Εμπρόσθιας Τροφοδότησης (ΝΔΕΤ) με Δύο Τεχνητούς Νευρώνες

Ένας Τεχνητός Νευρώνας



Νευρωνικό Δίκτυο Εμπρόσθιας Τροφοδότησης με δύο Τεχνητούς Νευρώνες

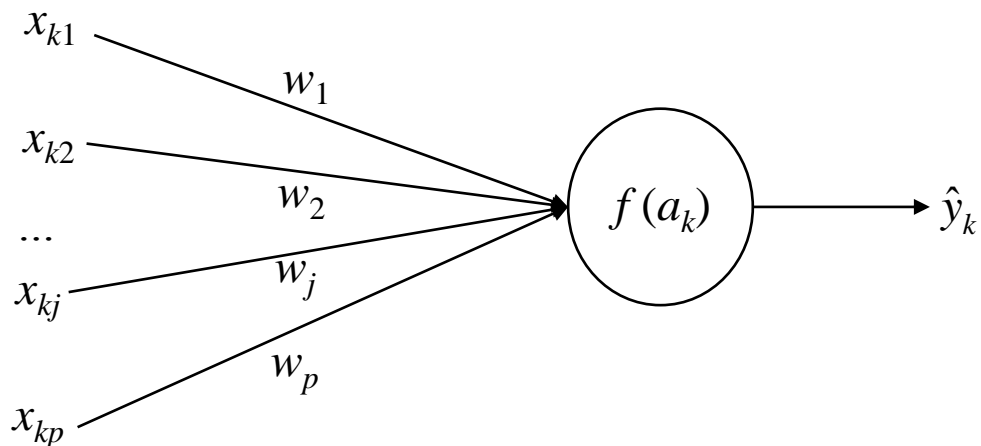


Ροή Πληροφορίας στο Δίκτυο

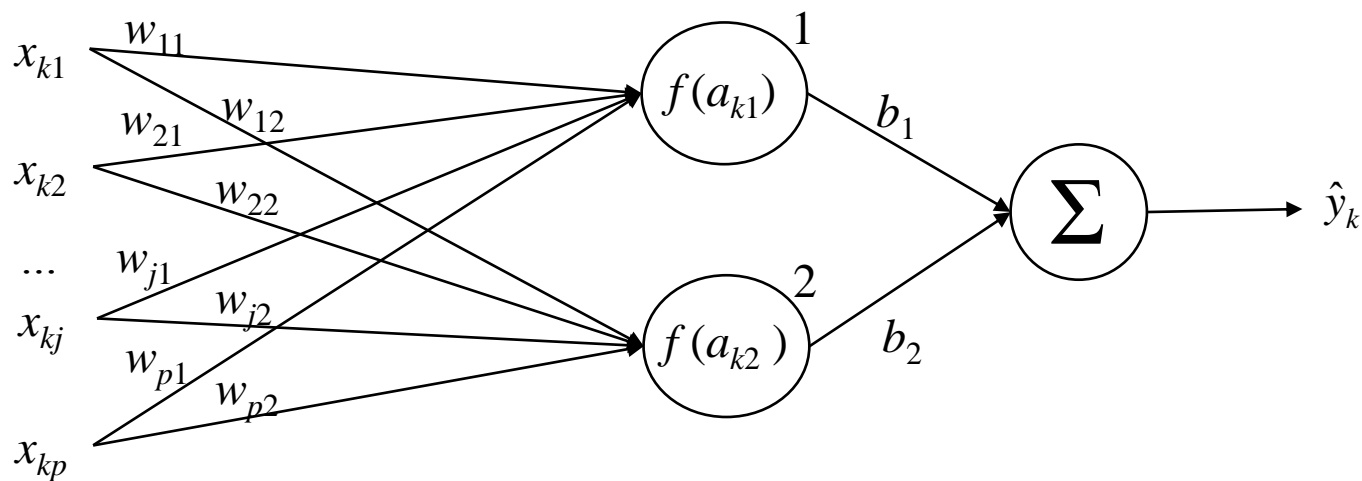
Ονομάζεται Εμπρόσθιας Τροφοδότησης γιατί η ροή πληροφορίας λαμβάνει χώρα από την είσοδο προς την έξοδο χωρίς να υπάρχει ανατροφοδότηση πληροφορίας προς τα πίσω

Βασική Δομή Νευρωνικού Δικτύου Εμπρόσθιας Τροφοδότησης (ΝΔΕΤ) με Δύο Τεχνητούς Νευρώνες

Ένας Τεχνητός Νευρώνας (TN)



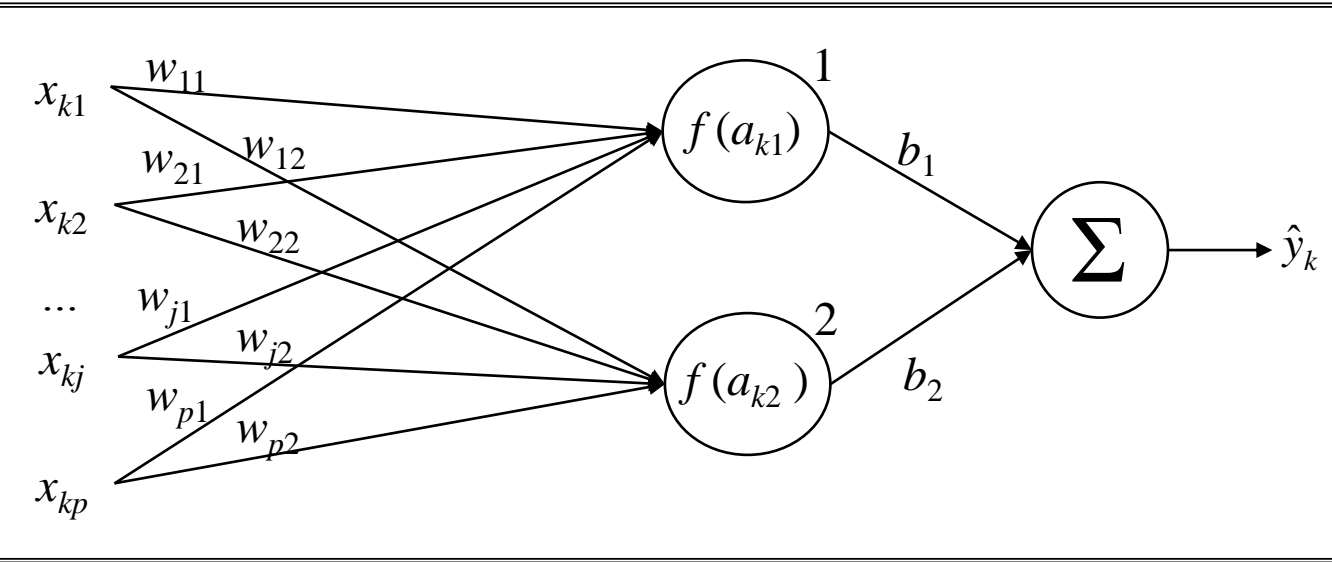
Νευρωνικό Δίκτυο Εμπρόσθιας Τροφοδότησης (ΝΔΕΤ) με δύο Τεχνητούς Νευρώνες



Διαφορές:

- 1). Στον TN τα συναπτικά βάρη έχουν έναν δείκτη που αντιστοιχεί στην μεταβλητή εισόδου με την οποία συνδέεται ο νευρώνας ενώ στο ΝΔΕΤ με 2 νευρώνες τα συναπτικά βάρη έχουν δύο δείκτες, ο πρώτος αναφέρεται στην αντίστοιχη μεταβλητή εισόδου ενώ ο δεύτερος στον νευρώνα με τον οποίο συνδέεται η είσοδος αυτή μέσω του συναπτικού βάρους
- 2). Στον TN η έξοδος ταυτίζεται με την έξοδο του νευρώνα, ενώ στο ΝΔΕΤ η έξοδος προκύπτει ως το άθροισμα των εξόδων των δύο νευρώνων όπου αυτοί πολλαπλασιάζονται επίσης με συναπτικά βάρη.
- 3). Υπάρχουν δύο είδη συναπτικών βαρών: (α) τα βάρη που συνδέουν τις εισόδους με τους νευρώνες (δηλαδή τα w) και τα βάρη που συνδέουν τους νευρώνες με την έξοδο (δηλαδή τα b)

Βασική Δομή Νευρωνικού Δικτύου Εμπρόσθιας Τροφοδότησης (ΝΔΕΤ) με Δύο Τεχνητούς Νευρώνες



$$a_{k1} = x_{k1}w_{11} + x_{k2}w_{21} + \dots + x_{kj}w_{j1} + \dots + x_{kp}w_{p1} = \sum_{j=1}^p x_{kj}w_{j1}$$

$$a_{k2} = x_{k1}w_{12} + x_{k2}w_{22} + \dots + x_{kj}w_{j2} + \dots + x_{kp}w_{p2} = \sum_{j=1}^p x_{kj}w_{j2}$$

$$f(a_{k1}) = \frac{1}{1 + e^{-a_{k1}}} = \frac{1}{1 + \exp(-a_{k1})}$$

$$f(a_{k2}) = \frac{1}{1 + e^{-a_{k2}}} = \frac{1}{1 + \exp(-a_{k2})}$$

Χρήση του δείκτη i για τον καθορισμό του αριθμού των κόμβων



Δηλαδή, $i=1, 2$ γιατί έχουμε 2 κόμβους

$$f(a_{ki}) = \frac{1}{1 + e^{-a_{ki}}} = \frac{1}{1 + \exp(-a_{ki})}$$

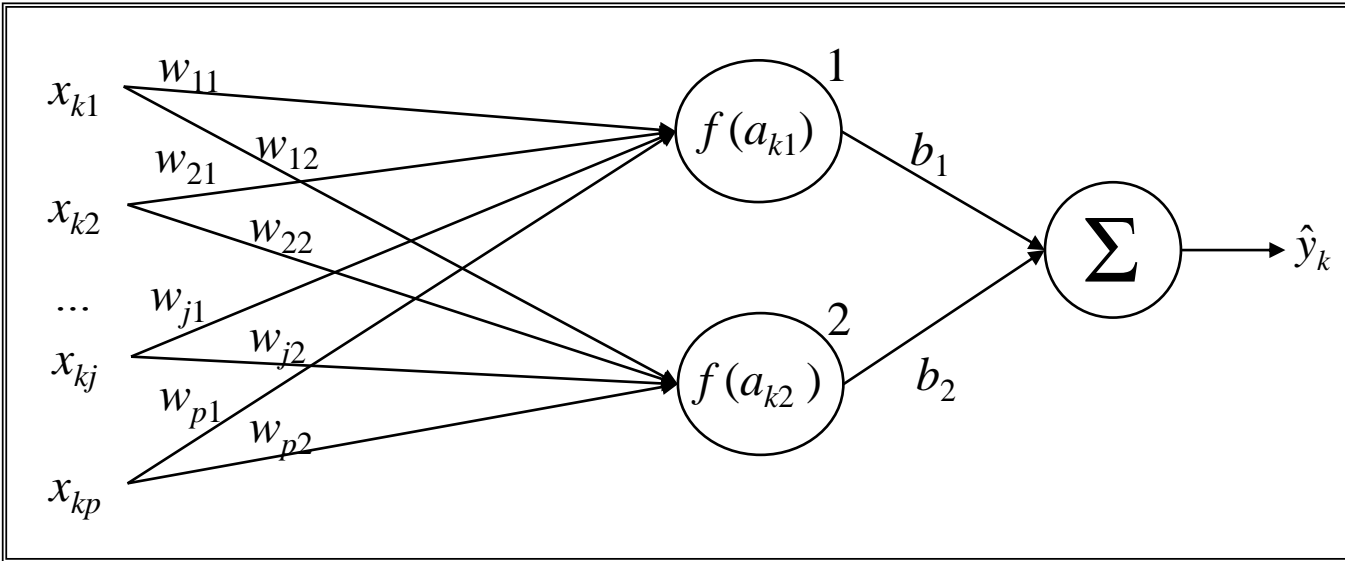
Άρα
$$a_{ki} = x_{k1}w_{1i} + x_{k2}w_{2i} + \dots + x_{kj}w_{ji} + \dots + x_{kp}w_{pi} = \sum_{j=1}^p x_{kj}w_{ji}$$

$$k = 1, 2, \dots, N$$

$$j = 1, 2, \dots, p$$

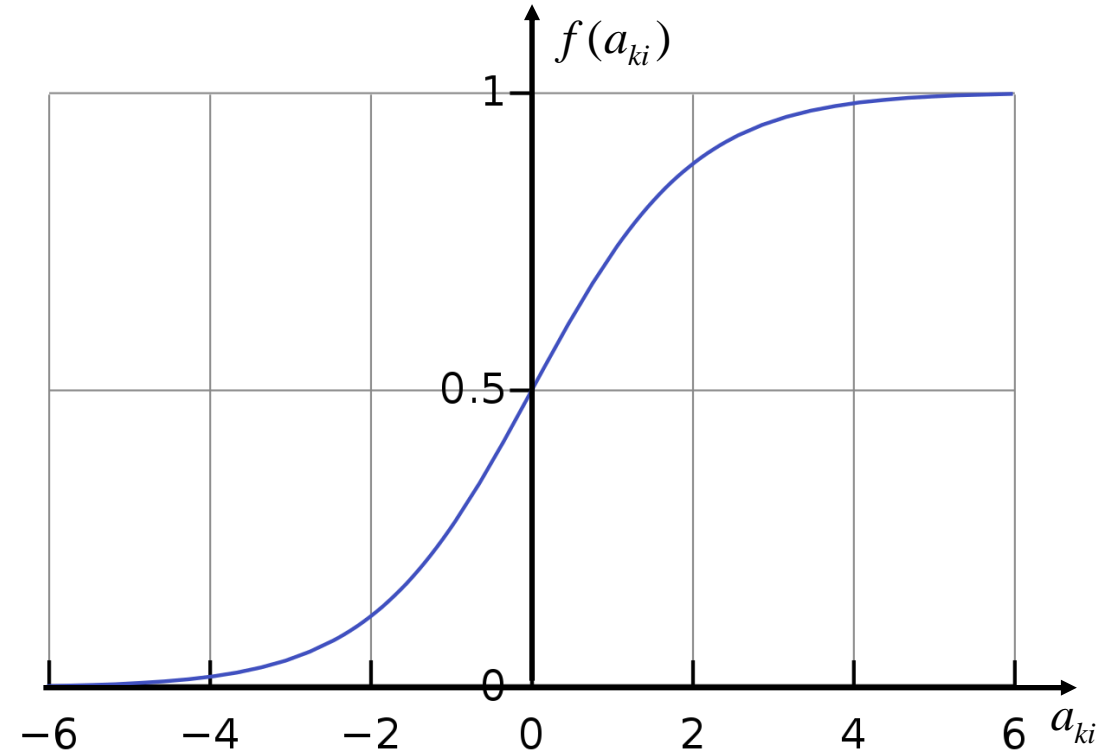
$$i = 1, 2$$

Βασική Δομή Νευρωνικού Δικτύου Εμπρόσθιας Τροφοδότησης (ΝΔΕΤ) με Δύο Τεχνητούς Νευρώνες



Σιγμοειδής Συνάρτηση

$$f(a_{ki}) = \frac{1}{1 + e^{-a_{ki}}} = \frac{1}{1 + \exp(-a_{ki})}$$



Ο αριθμός e σχετίζεται με τον νεπέριο λογάριθμο

$$e^x = y \Rightarrow x = \ln(y)$$

Η τιμή του είναι

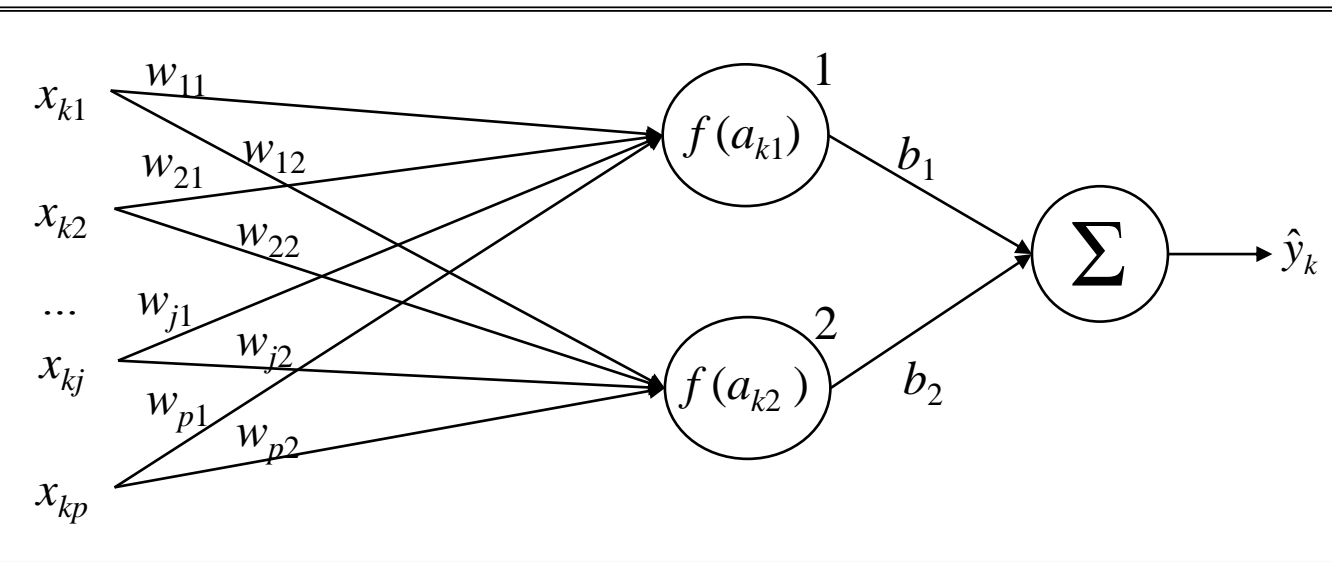
$e=2.7182818284590452353602874713527$ (and more ...)

Στρογγυλοποιώντας

$e=2.7183$

Στο Matlab και στο Octave γράφεται ως συνάρτηση: $\exp(a)$

Βασική Δομή Νευρωνικού Δικτύου Εμπρόσθιας Τροφοδότησης (ΝΔΕΤ) με Δύο Τεχνητούς Νευρώνες



Συνεπώς, η έξοδος του ΝΔΕΤ με 2 νευρώνες είναι:

$$\hat{y}_k = f(a_{k1})b_1 + f(a_{k2})b_2 = \sum_{i=1}^2 f(a_{ki})b_i$$



$$a_{ki} = x_{k1}w_{1i} + x_{k2}w_{2i} + \dots + x_{kj}w_{ji} + \dots + x_{kp}w_{pi} = \sum_{j=1}^p x_{kj}w_{ji}$$



$$\hat{y}_k = \sum_{i=1}^2 f\left(\sum_{j=1}^p x_{kj}w_{ji}\right)b_i$$

Παρατηρήσεις:

- 1). Ο υπολογισμός της εξόδου εμπλέκει δύο (2) αθροίσματα και άρα δύο εντολές **for...end**. Το εσωτερικό for...end “τρέχει” στον αριθμό των μεταβλητών εισόδου (δηλαδή $j=1, 2, \dots, p$), ενώ το εξωτερικό for...end “τρέχει” στον αριθμό των νευρώνων (δηλαδή $i=1,2$)
- 2). Υπάρχουν δύο είδη συναπτικών βαρών: (α) τα βάρη που συνδέουν τις εισόδους με τους νευρώνες (δηλαδή τα w) και τα βάρη που συνδέουν τους νευρώνες με την έξοδο (δηλαδή τα b)

Βασική Δομή Νευρωνικού Δικτύου Εμπρόσθιας Τροφοδότησης (ΝΔΕΤ) με Δύο Τεχνητούς Νευρώνες

Δεδομένα Εισόδου

Δεδομένα Εξόδου

Εκτιμώμενη Έξοδος

X_j

Y

\hat{Y}

	x_1	x_2	...	x_j	...	x_p
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1j}	...	x_{1p}
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2j}	...	x_{2p}
...
k	x_{k1}	x_{k2}	...	x_{kj}	...	x_{kp}
...
N	x_{N1}	x_{N2}	...	x_{Nj}	...	x_{Np}

	y
1	y_1
2	y_2
...	...
k	y_k
...	...
N	y_N

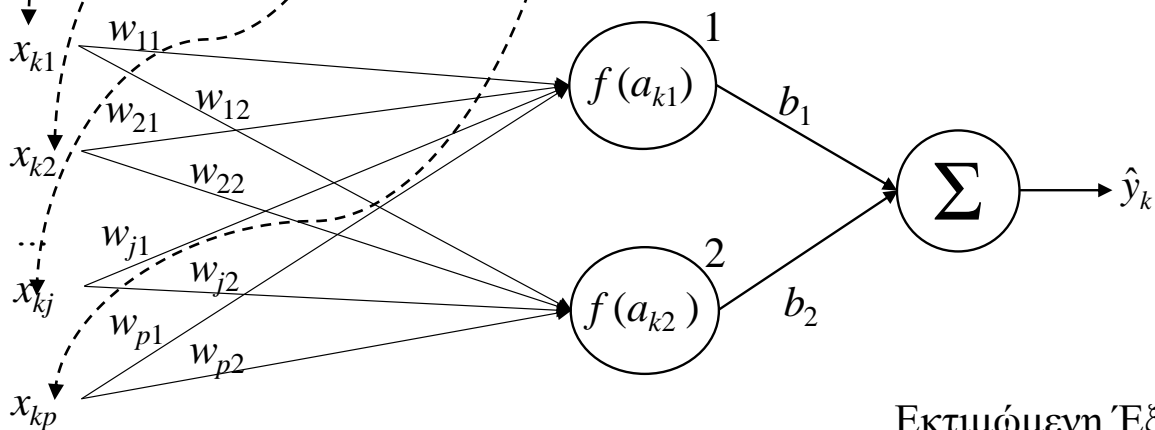
	\hat{y}
1	\hat{y}_1
2	\hat{y}_2
...	...
k	\hat{y}_k
...	...
N	\hat{y}_N

	Er
1	$Er_1 = (y_1 - \hat{y}_1)^2$
2	$Er_2 = (y_2 - \hat{y}_2)^2$
...	...
k	$Er_k = (y_k - \hat{y}_k)^2$
...	...
N	$Er_N = (y_N - \hat{y}_N)^2$

Αντικειμενική Συνάρτηση Σφάλματος

$$E = Er_1 + Er_2 + \dots + Er_k + \dots + Er_N = \sum_{k=1}^N Er_k$$

$$E = (y_1 - \hat{y}_1)^2 + (y_2 - \hat{y}_2)^2 + \dots + (y_N - \hat{y}_N)^2$$



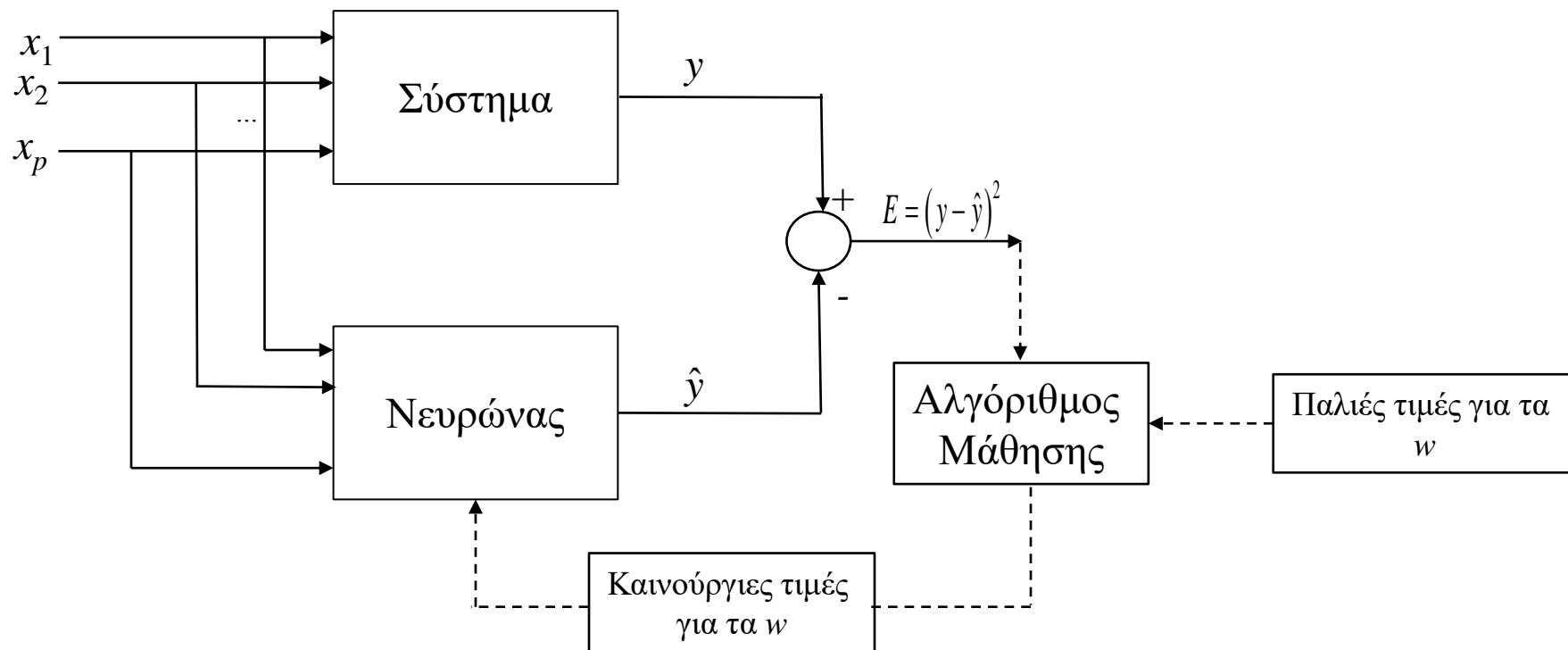
Εκτιμώμενη Έξοδος:

$$\hat{y}_k = \sum_{i=1}^2 f\left(\sum_{j=1}^p x_{kj} w_{ji}\right) b_i$$

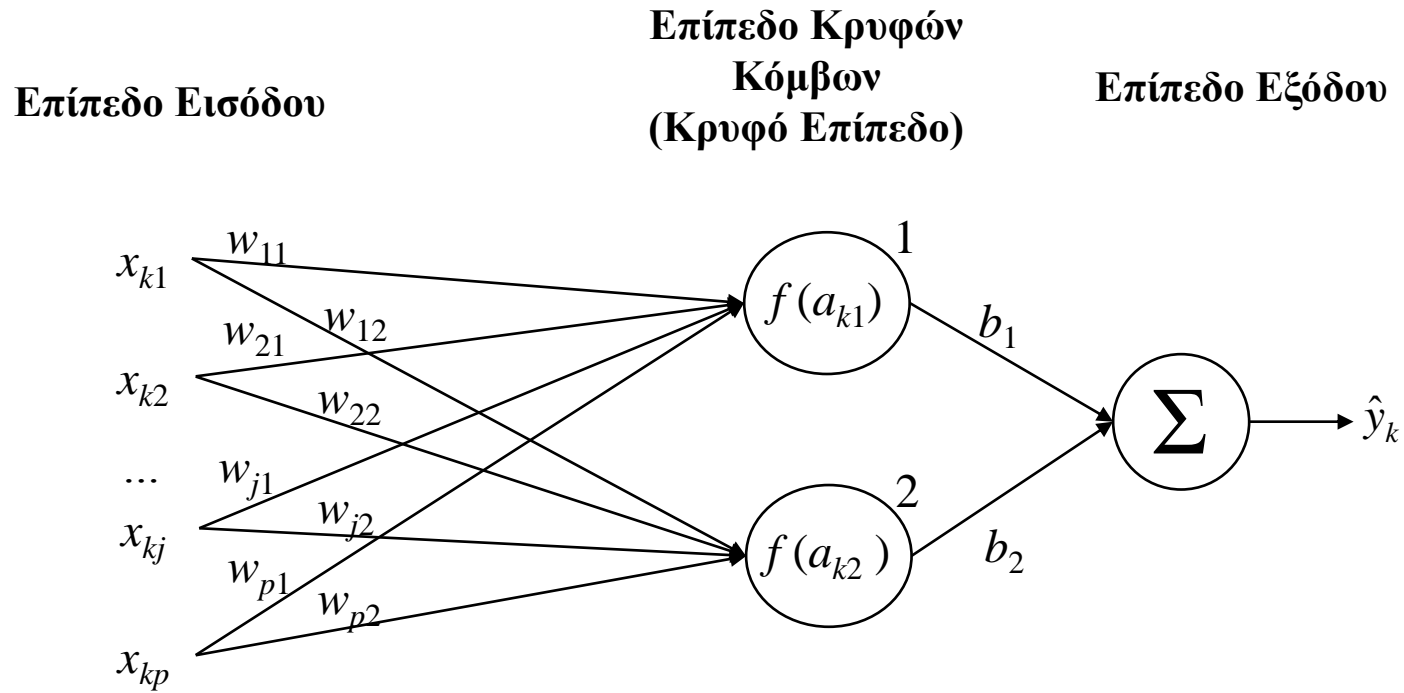
Αντικειμενική Συνάρτηση Σφάλματος

$$E = \sum_{k=1}^N (y_N - \hat{y}_N)^2 = \sum_{k=1}^N \left(y_N - \sum_{i=1}^2 f\left(\sum_{j=1}^p x_{kj} w_{ji}\right) b_i \right)^2$$

Βασική Δομή Νευρωνικού Δικτύου Εμπρόσθιας Τροφοδότησης (ΝΔΕΤ) με Δύο Τεχνητούς Νευρώνες



Βασική Δομή Νευρωνικού Δικτύου Εμπρόσθιας Τροφοδότησης (ΝΔΕΤ) με Δύο Τεχνητούς Νευρώνες



ΚΑΛΟ ΑΠΟΓΕΥΜΑ