

Αναγνώριση αντικειμένων

Αντιστοίχιση χαρακτηριστικών

Ταξινομητές Bayes

Γραμμικός διαχωρισμός κλάσεων

Ιστόγραμμα κατευθύνσεων διανυσμάτων κλίσης (HoG)

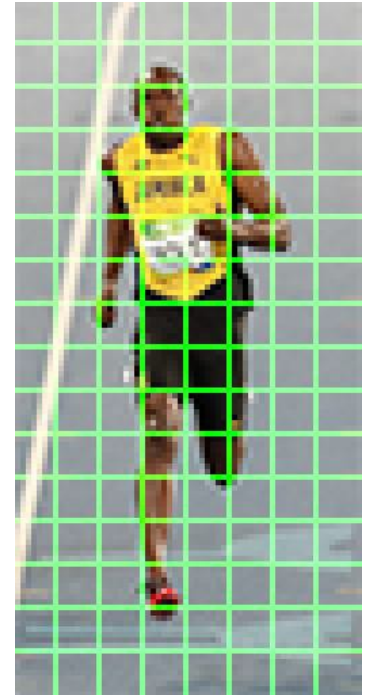
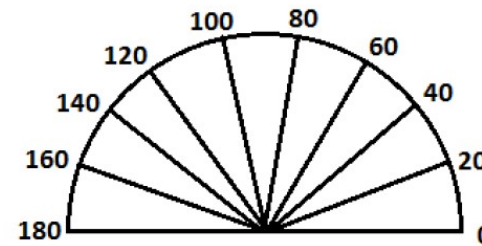
Υπολογισμός διανύσματος κλίσης
$$\begin{bmatrix} I(x+1, y) - I(x-1, y) \\ I(x, y+1) - I(x, y-1) \end{bmatrix}$$

Υπολογισμός κατεύθυνσης διανύσματος κλίσης
$$\theta = \arctan \frac{I_y}{I_x}$$

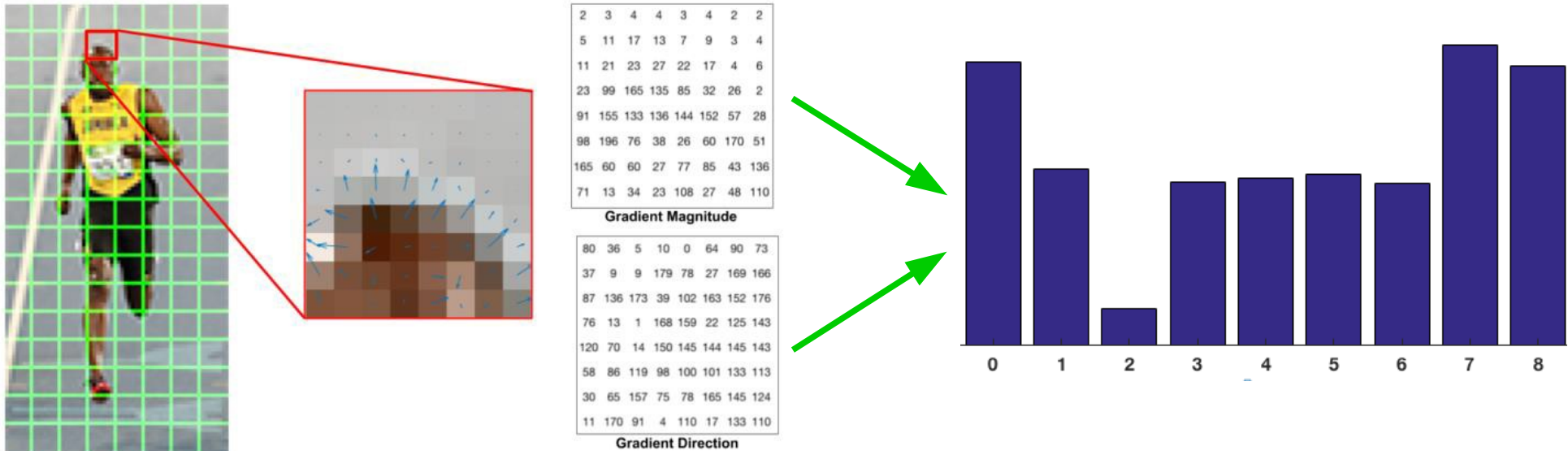
Υπολογισμός μέτρου διανύσματος κλίσης
$$g = I_x^2 + I_y^2$$

Ιστόγραμμα : 9 διαστήματα
Διάστημα 180° ή 360°

Στάθμιση με το μέτρο της κλίσης g



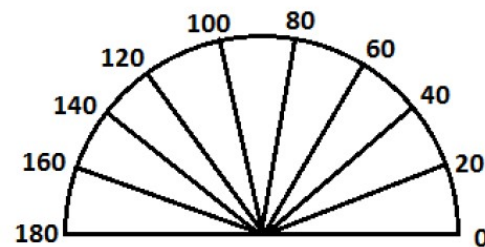
Ιστόγραμμα κατευθύνσεων διανυσμάτων κλίσης (HoG)



Υπολογισμός κατεύθυνσης διανύσματος κλίσης $\theta = \arctan \frac{I_y}{I_x}$

Υπολογισμός μέτρου διανύσματος κλίσης $g = I_x^2 + I_y^2$

Ιστόγραμμα : 9 διαστήματα
Διάστημα 180°

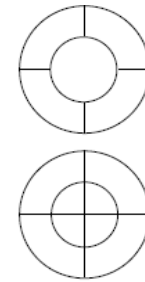


Στάθμιση με το μέτρο της κλίσης g
και παρεμβολή

$$h(i) = \sum g \delta(\hat{\theta} - \theta_i)$$

Ιστόγραμμα κατευθύνσεων διανυσμάτων κλίσης (HoG)

Περιοχή : ορθογώνιο (R-HoG) ή δίσκος (C-HoG)
Κλίμακα (σταθερή) μέσω του μεγέθους της περιοχής
Υπο-μπλοκ (ορθογώνια) : 2x2
Διάνυσμα χαρακτηριστικών 36 τιμών

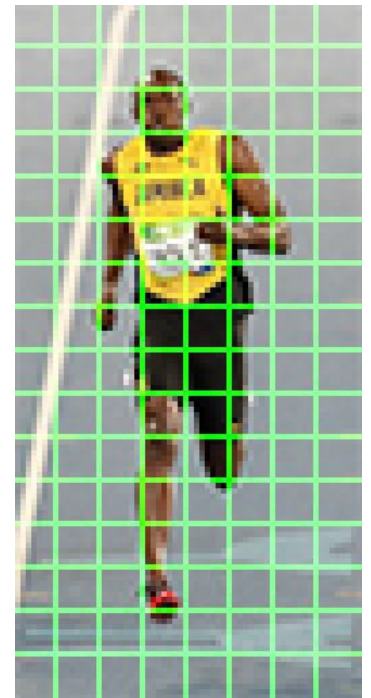


Περιγραφέας συναλλοίωτος με τον προσανατολισμό

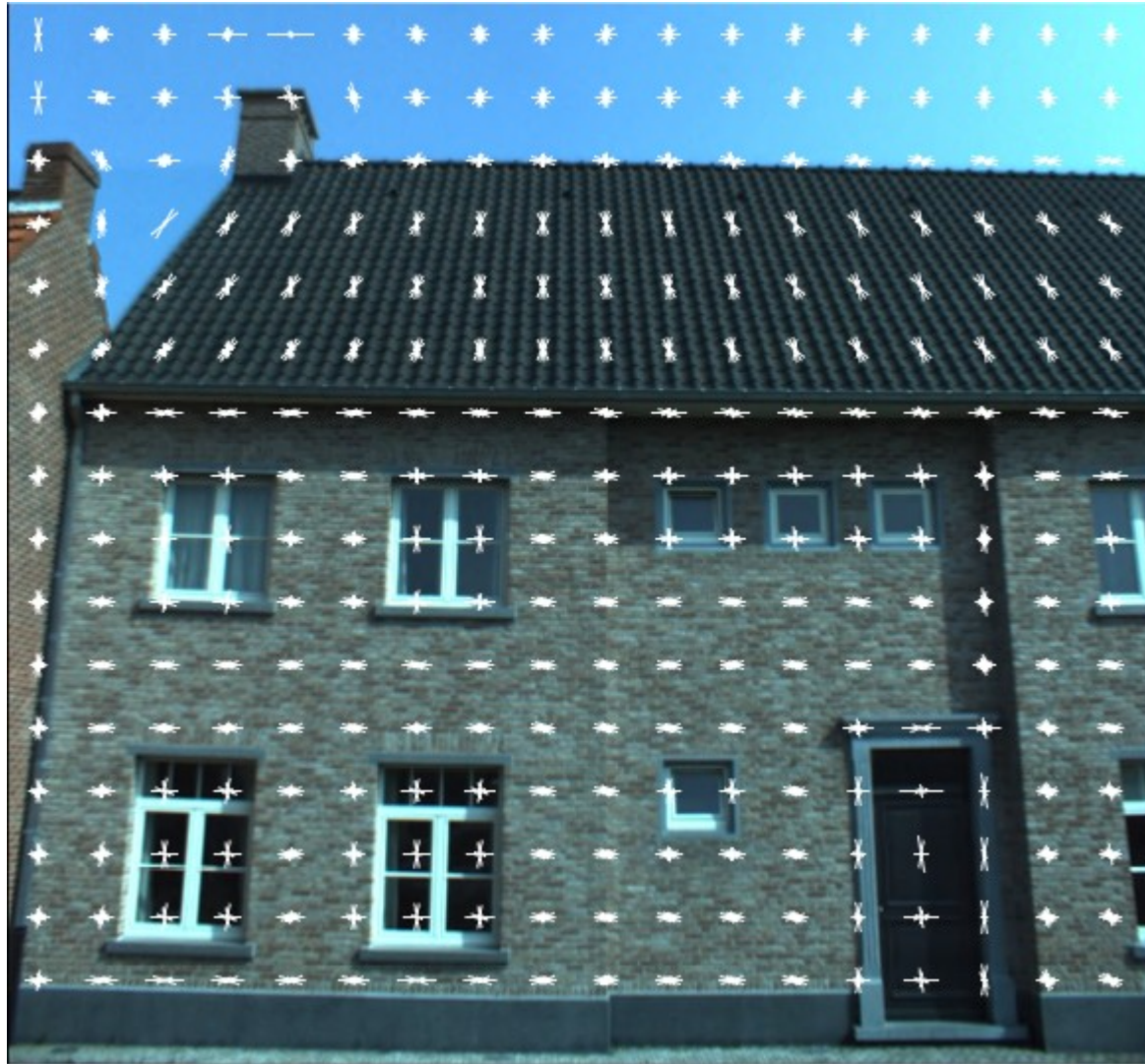
Επικάλυψη μπλοκ 50% οριζόντια και κατακόρυφα

Κανονικοποίηση για αναλλοίωτο στα φωτομετρικά δεδομένα (φωτισμός, σκιάσεις, ...)

$$v \rightarrow \frac{v}{\|v\|_1 + \epsilon}$$



Ιστόγραμμα κατευθύνσεων διανυσμάτων κλίσης (HoG)



N. Dalal and B. Triggs, Histograms of Oriented Gradients for Human Detection, *Intern. Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2005.

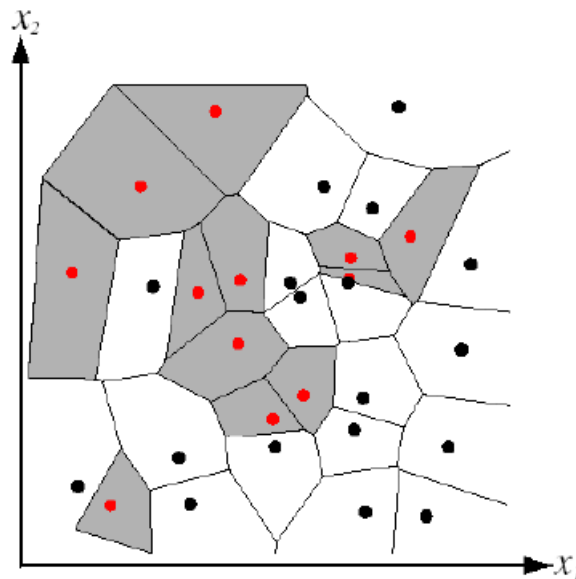
Αντιστοίχιση με κριτήριο την απόσταση των περιγραφών

Αντιστοίχιση μεταξύ χαρακτηριστικών σημείων

Αντιστοίχιση μεταξύ χαρακτηριστικών σημείων και πρωτοτύπων (μοντέλων) κλάσεων : ταξινόμηση

Απόσταση : ευκλείδεια, άθροισμα απόλυτων αποκλίσεων, Hamming (για δυαδικούς περιγραφείς)

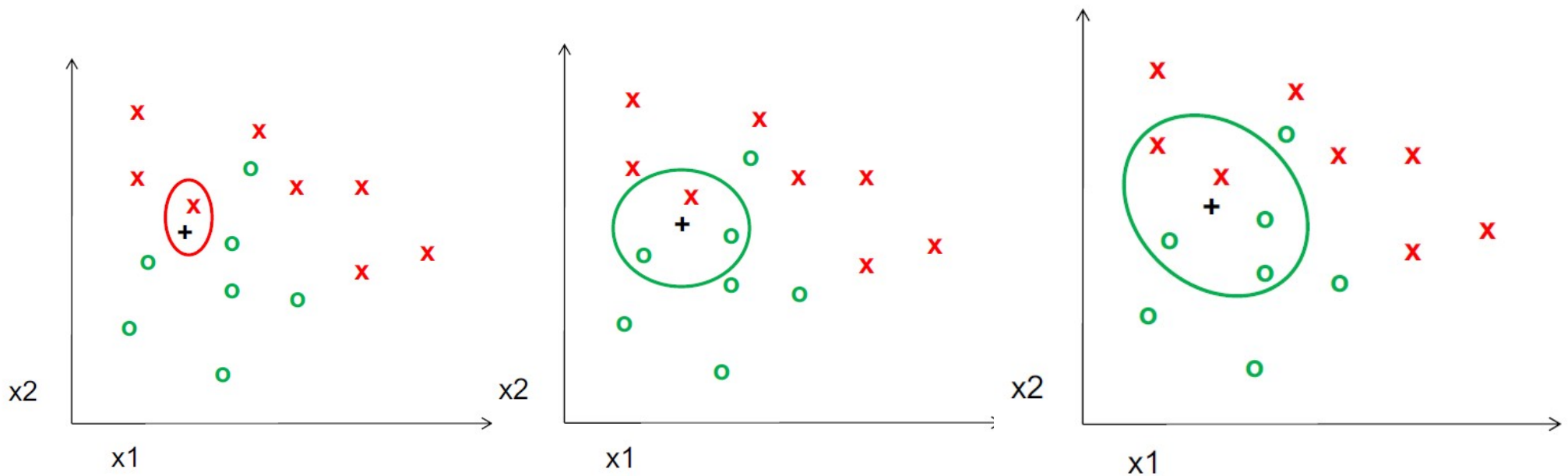
Κλάση προσδιοριζόμενη από σύνολο διανυσμάτων περιγραφής
 k πλησιέστεροι γείτονες (k -NN), κανόνας πλειοψηφίας



k πλησιέστεροι γείτονες (k -NN)

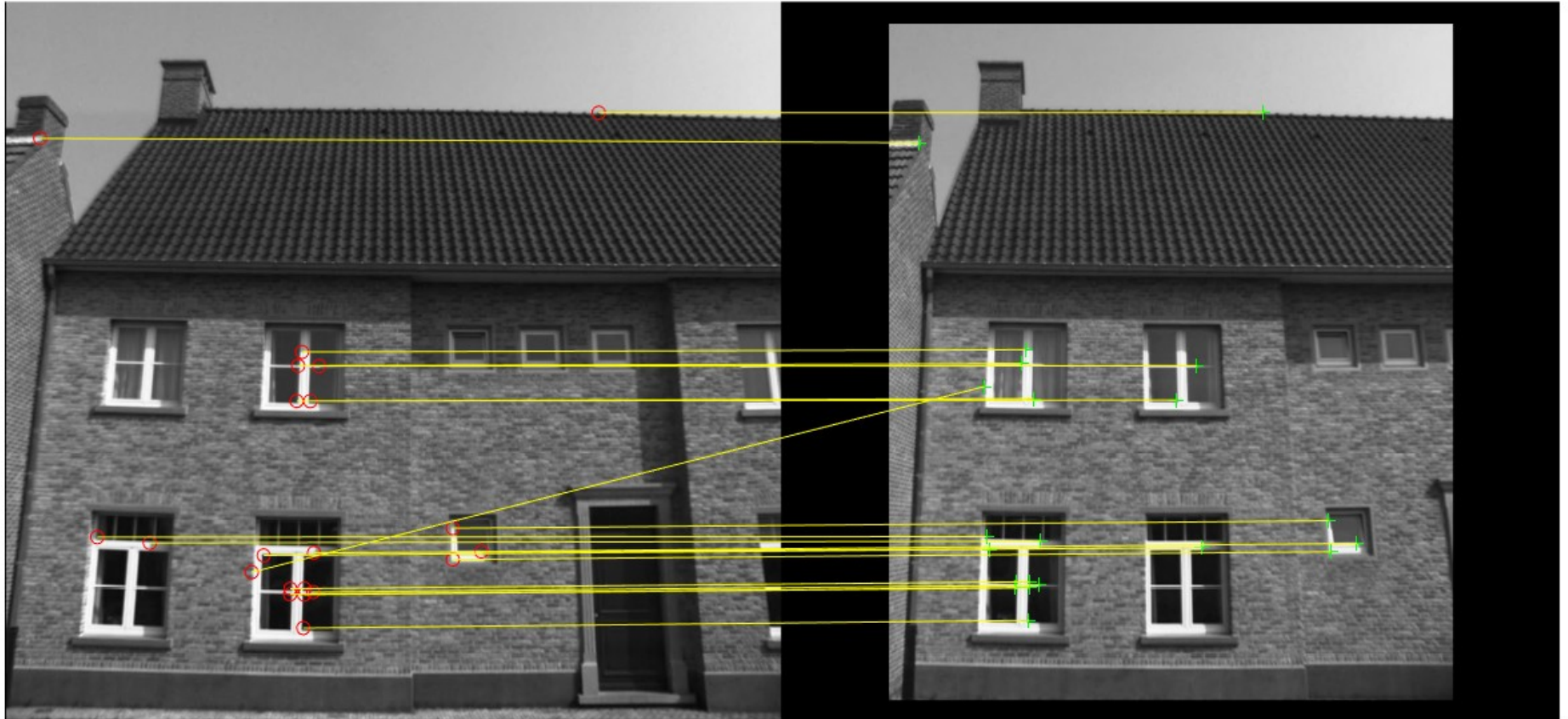
Αντιστοίχιση μεταξύ χαρακτηριστικών σημείων

Κανόνας πλειοψηφίας

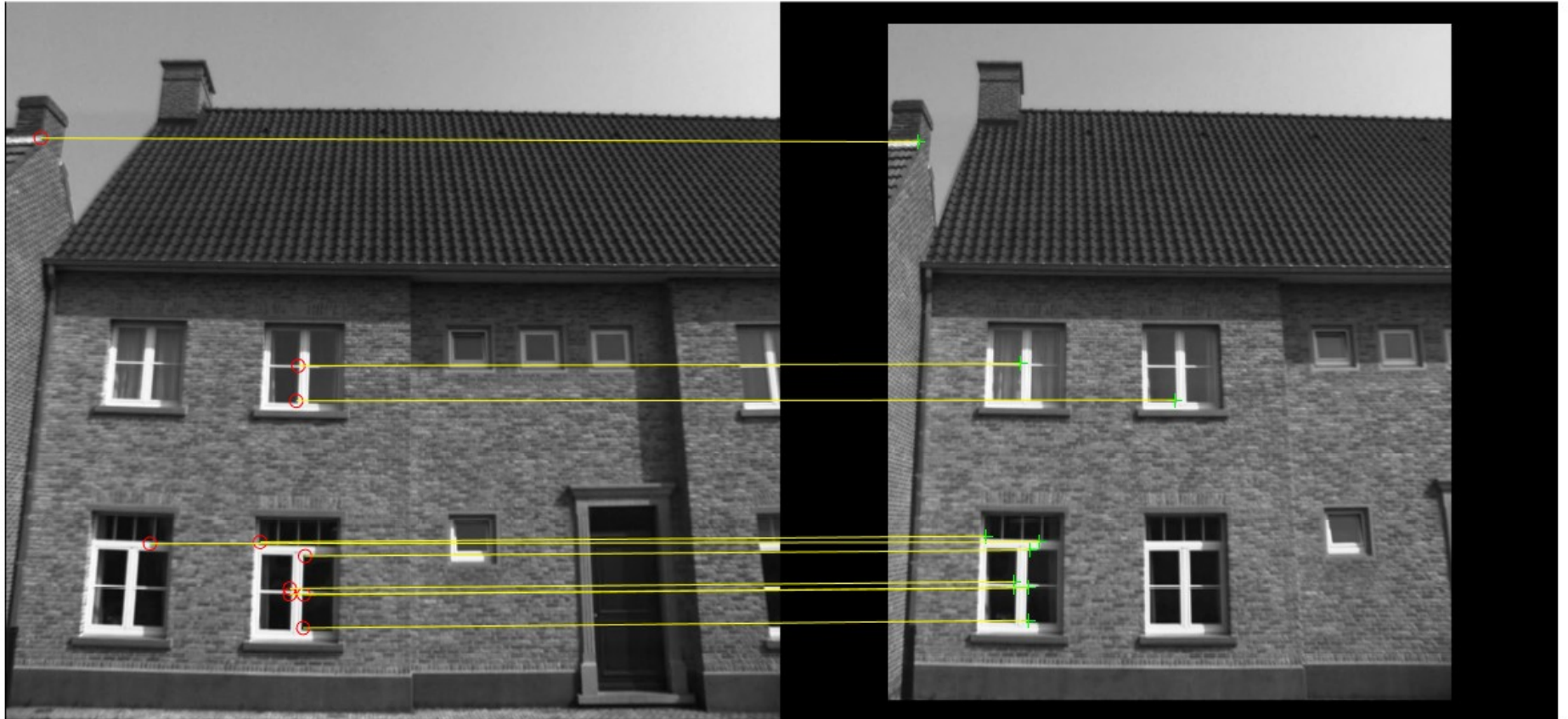


Επιλογή k : δοκιμασία / επιβεβαίωση

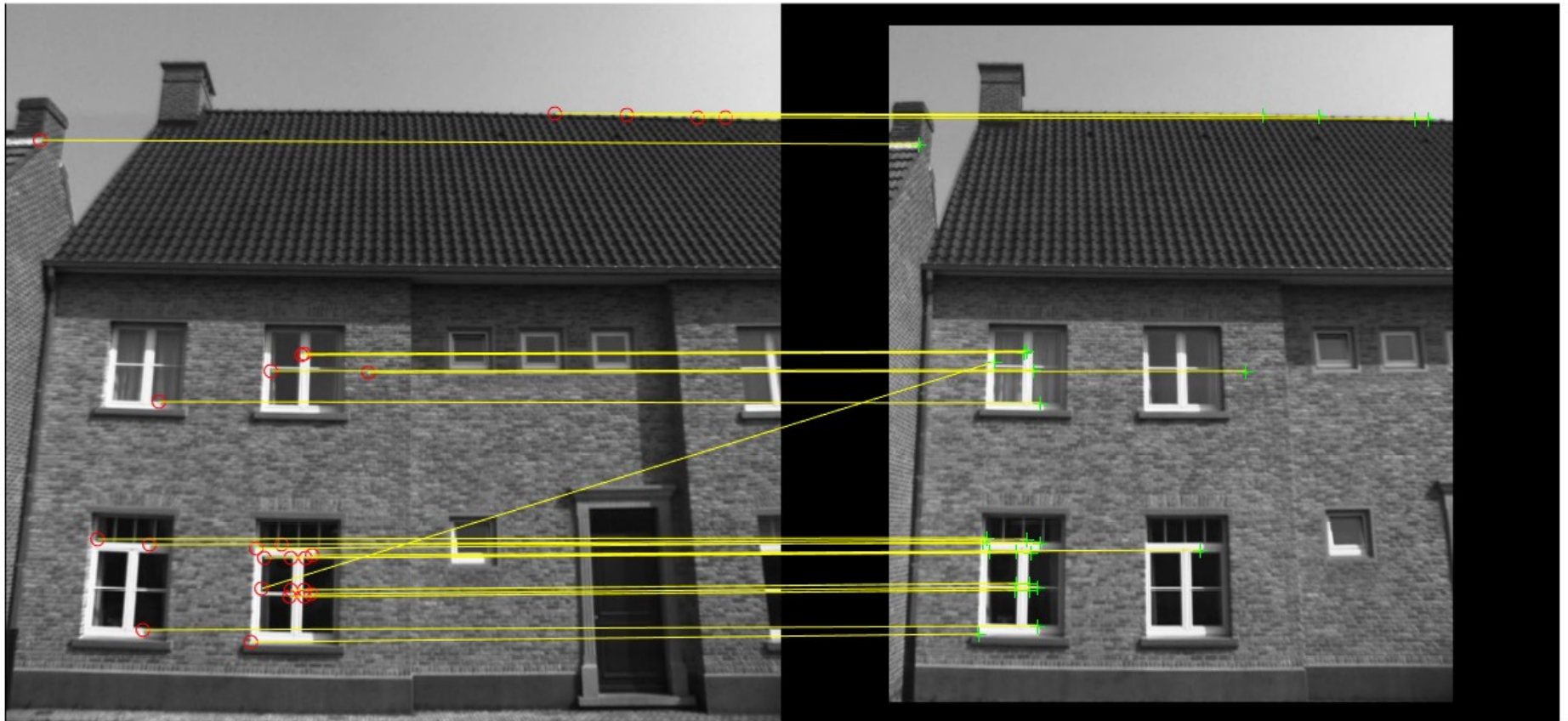
Ανίχνευση γωνιών (Harris & Stephens) και αντιστοίχιση περιγραφέων (HOG)



Ανίχνευση γωνιών (Shi & Tomasi) και αντιστοίχιση περιγραφέων (HOG)

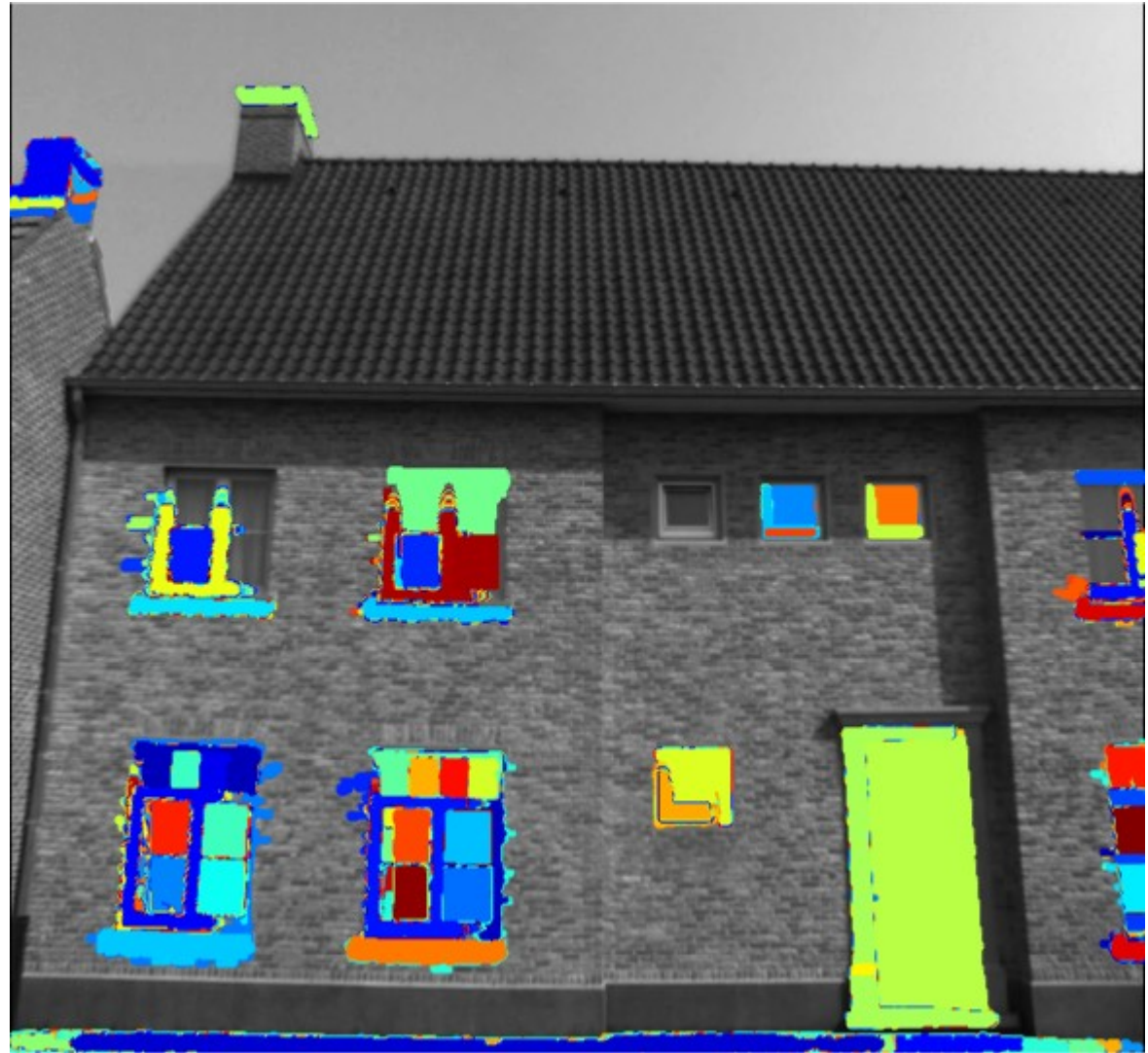
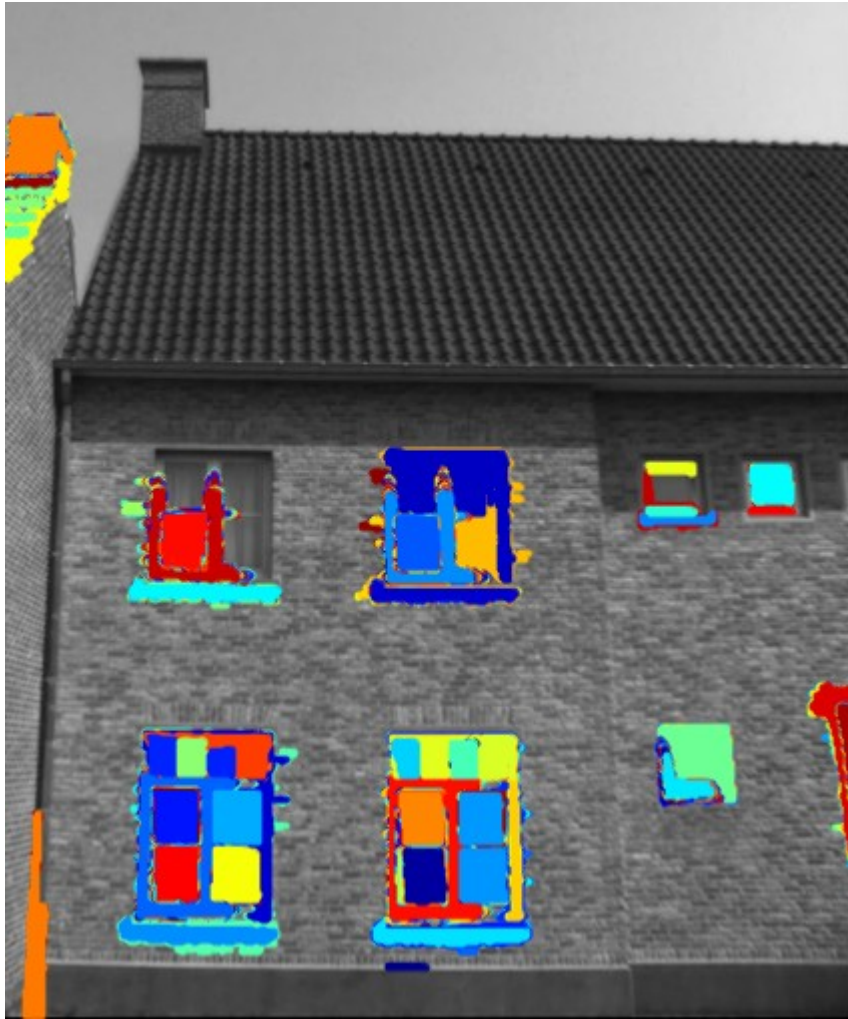


Ανίχνευση γωνιών (FAST) και αντιστοίχιση περιγραφέων (HOG)

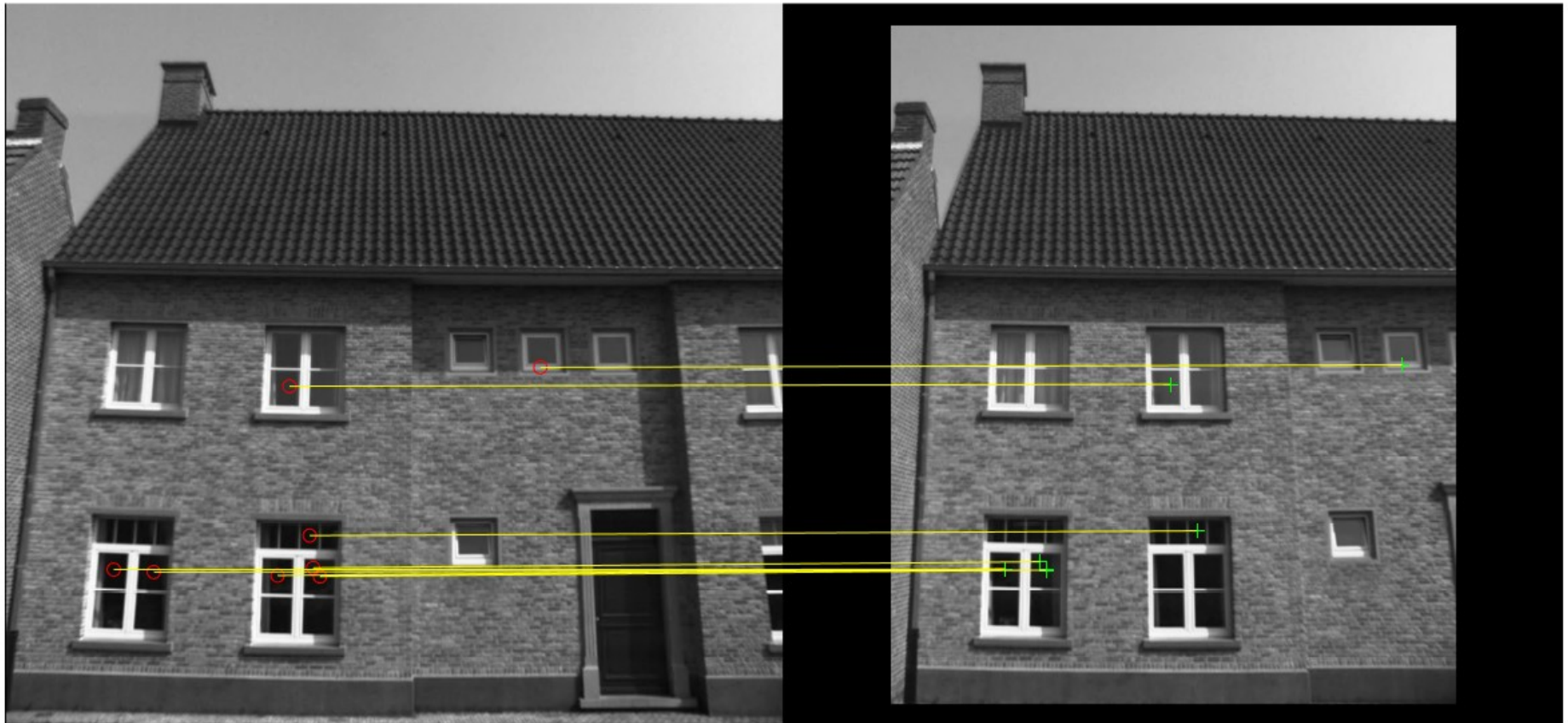


E. Rosten, R. Porter and T. Drummond. Faster and Better: A Machine Learning Approach to Corner Detection, IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2010

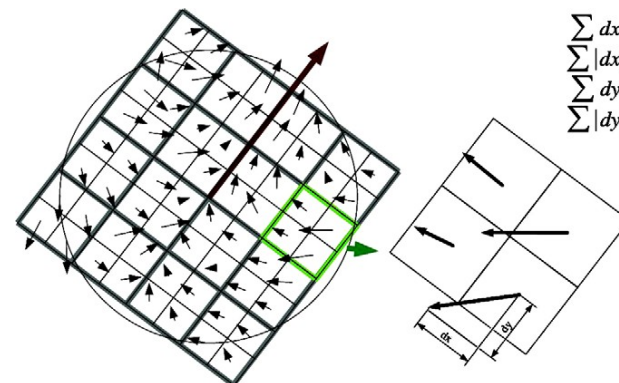
Περιοχές ακρότατων μέγιστης σταθερότητας



Περιοχές ακρότατων μέγιστης σταθερότητας και αντιστοίχιση περιγραφέων SURF

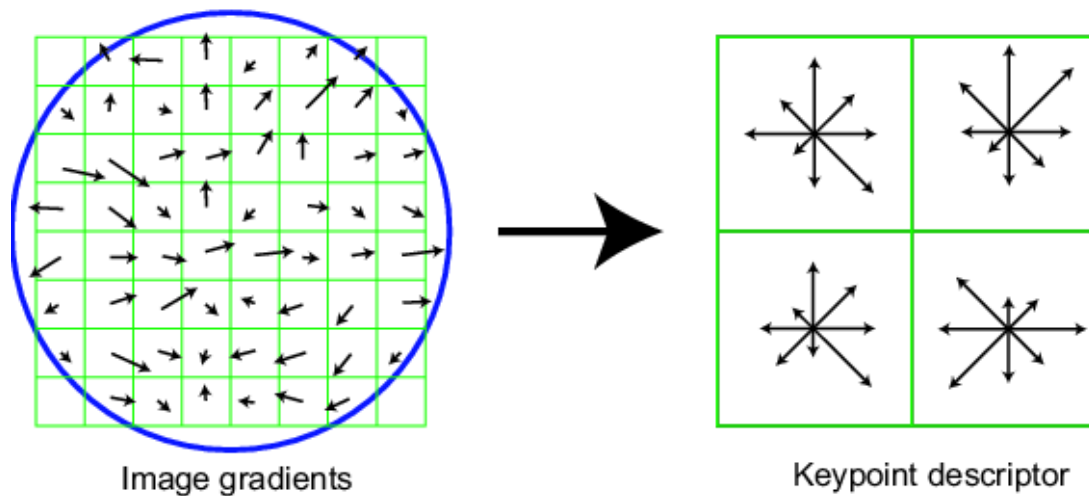


Περιγραφέας βασισμένος σε αθροίσματα
των αποκρίσεων στα φίλτρα
Διάνυσμα 64 τιμών



Αντιστοίχιση χαρακτηριστικών SIFT

Περιγραφέας : διάνυσμα 128 τιμών ιστογραμμάτων

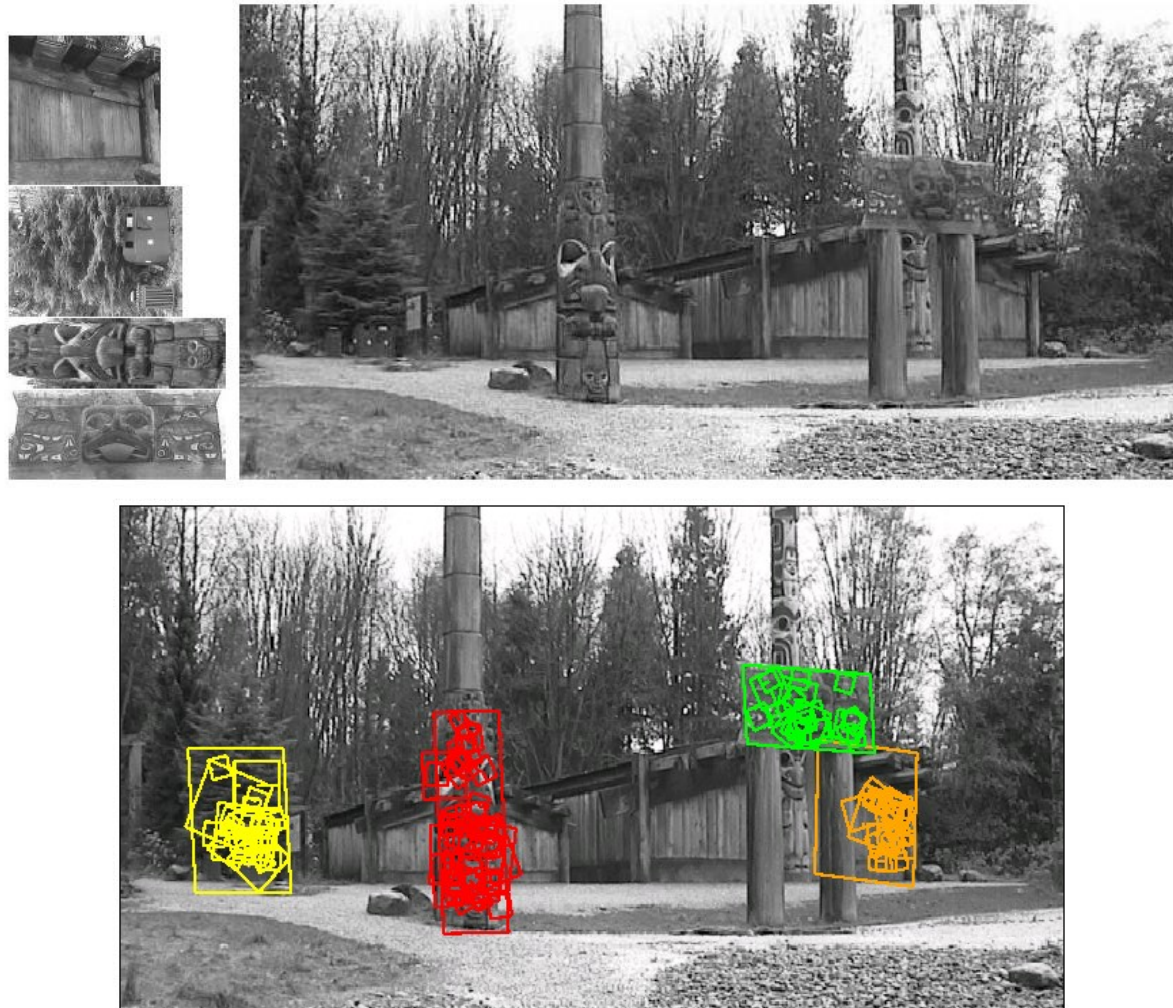


Ευκλείδεια απόσταση

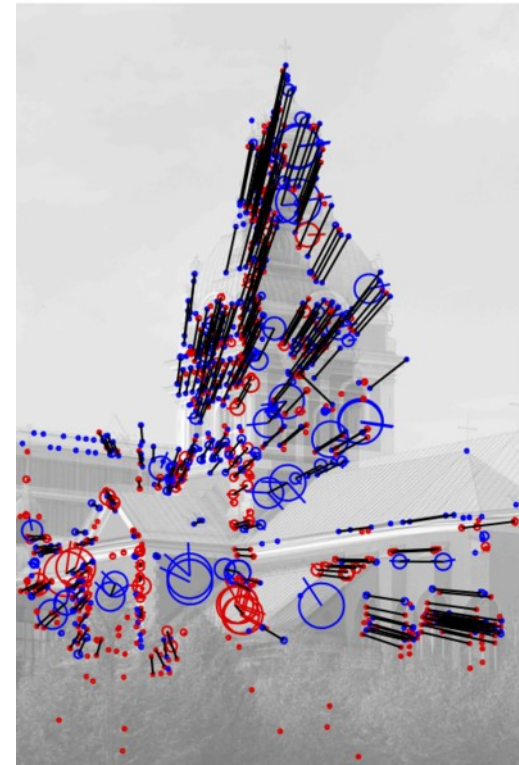
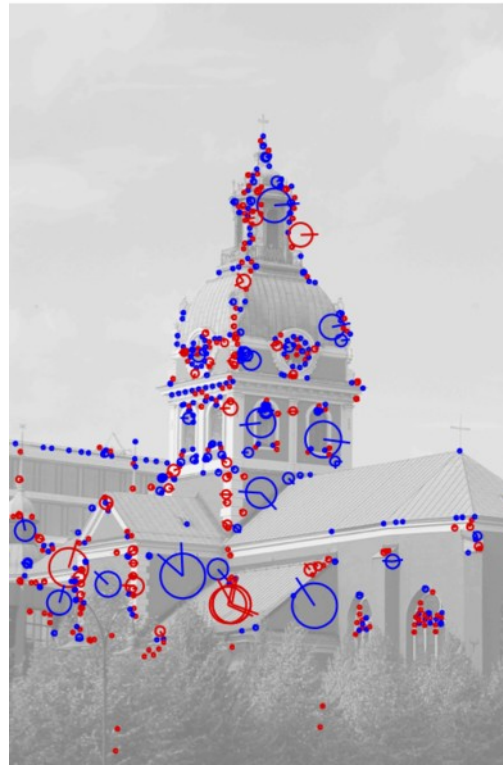
Λόγος αποστάσεων μεταξύ πρώτου και δεύτερου πλησιέστερου μικρότερος από 0.8

Ευριστικός αλγόριθμος για αναγνώριση σε μεγάλη βάση δεδομένων
Ιεραρχικό δένδρο k-means

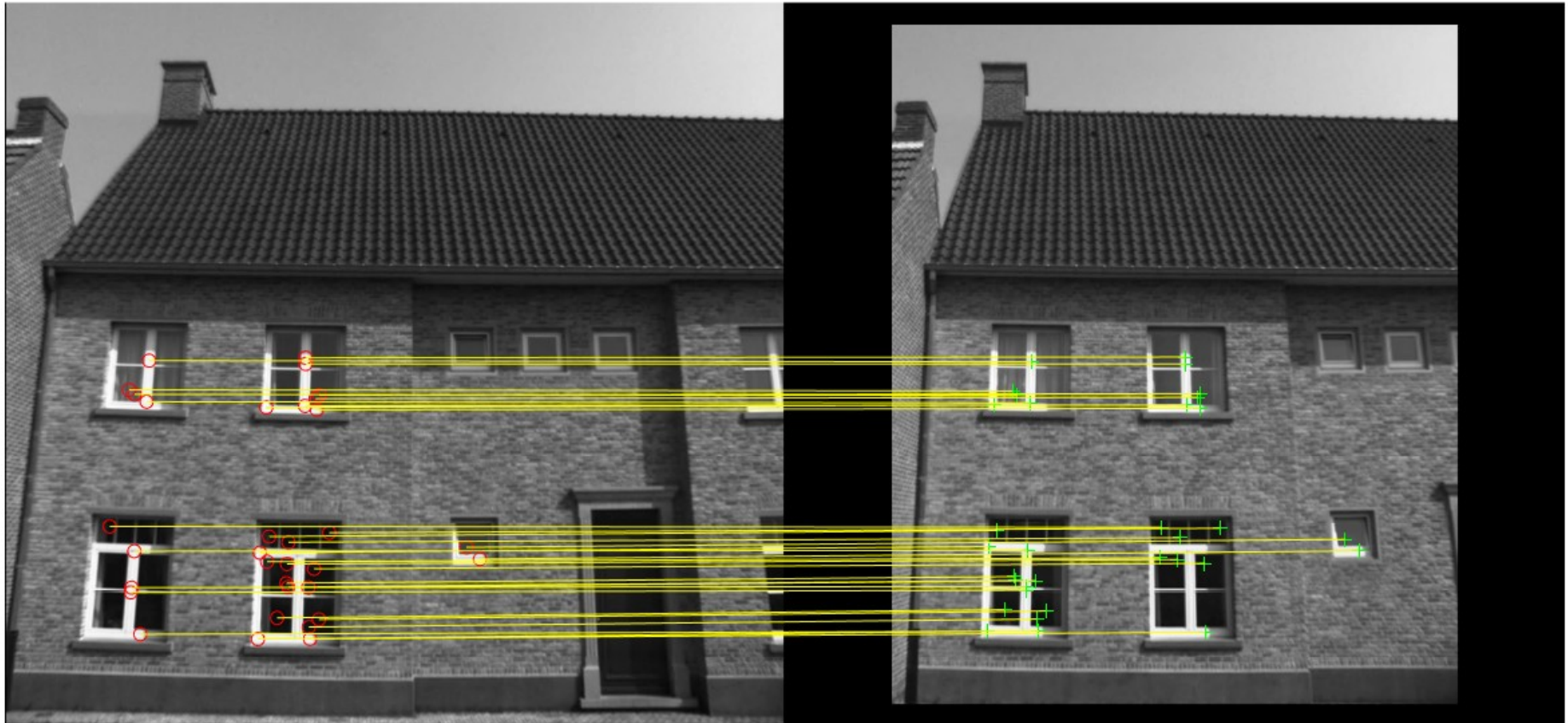
Αντιστοίχιση χαρακτηριστικών SIFT



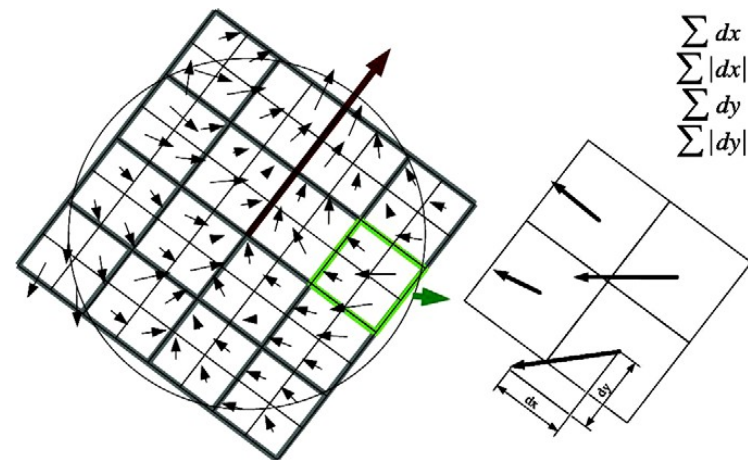
Αντιστοίχιση χαρακτηριστικών SIFT



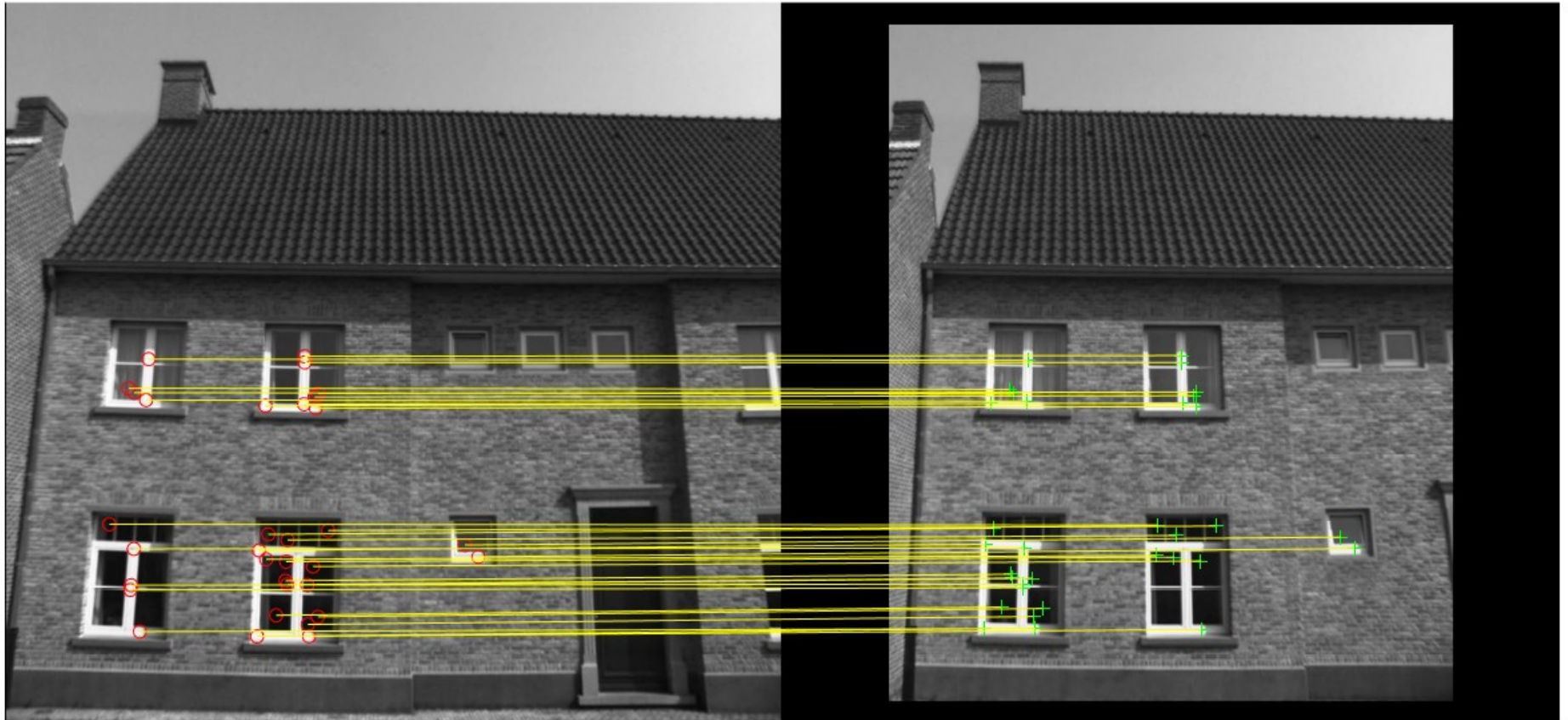
Αντιστοίχιση χαρακτηριστικών SURF



Περιγραφέας βασισμένος σε αθροίσματα
των αποκρίσεων στα φίλτρα
Διάνυσμα 64 τιμών



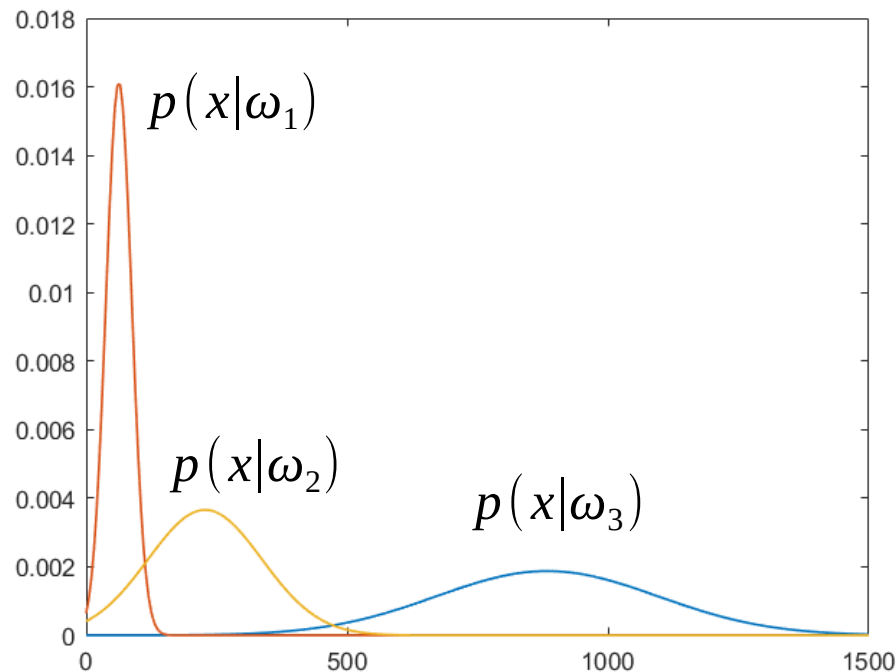
Ανίχνευση χαρακτηριστικών SURF και αντιστοίχιση περιγραφέων HOG



Ταξινομητές Bayes

Ελάχιστο κόστος εσφαλμένης κατάταξης
Ελάχιστη πιθανότητα σφάλματος : μέγιστη ύστερη πιθανότητα

$$Pr(\omega_k|x) = \frac{Pr(\omega_k) p(x|\omega_k)}{\sum_{l=1}^{N_c} Pr(\omega_l) p(x|\omega_l)}, \quad k=1, \dots, N_c$$

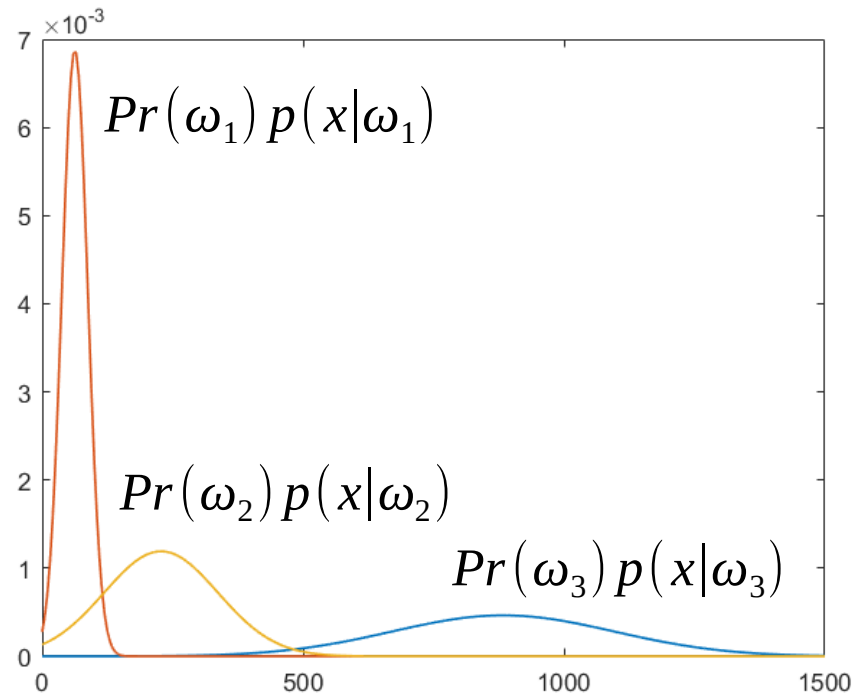


Μέγιστη πιθανοφάνεια

Ταξινομητές Bayes

Ελάχιστη πιθανότητα σφάλματος : μέγιστη ύστερη πιθανότητα

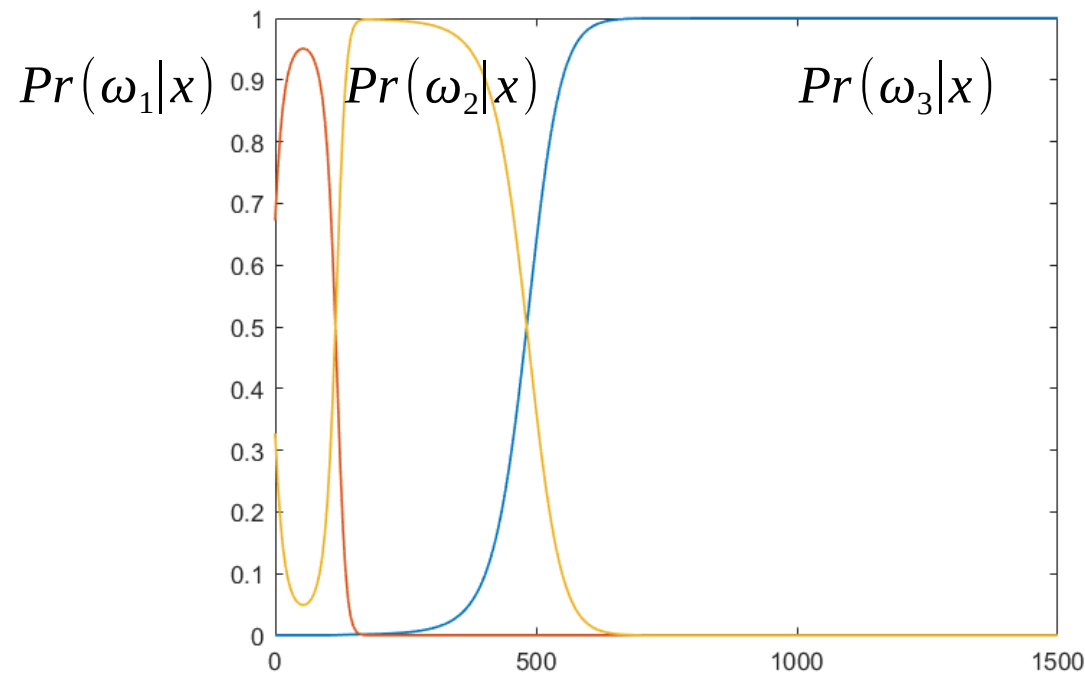
$$Pr(\omega_k|x) = \frac{Pr(\omega_k) p(x|\omega_k)}{\sum_{l=1}^{N_c} Pr(\omega_l) p(x|\omega_l)}, \quad k=1, \dots, N_c$$



Ταξινομητές Bayes

Ελάχιστη πιθανότητα σφάλματος : μέγιστη ύστερη πιθανότητα

$$Pr(\omega_k|x) = \frac{Pr(\omega_k) p(x|\omega_k)}{\sum_{l=1}^{N_c} Pr(\omega_l) p(x|\omega_l)}, \quad k=1, \dots, N_c$$



Υστερη πιθανότητα

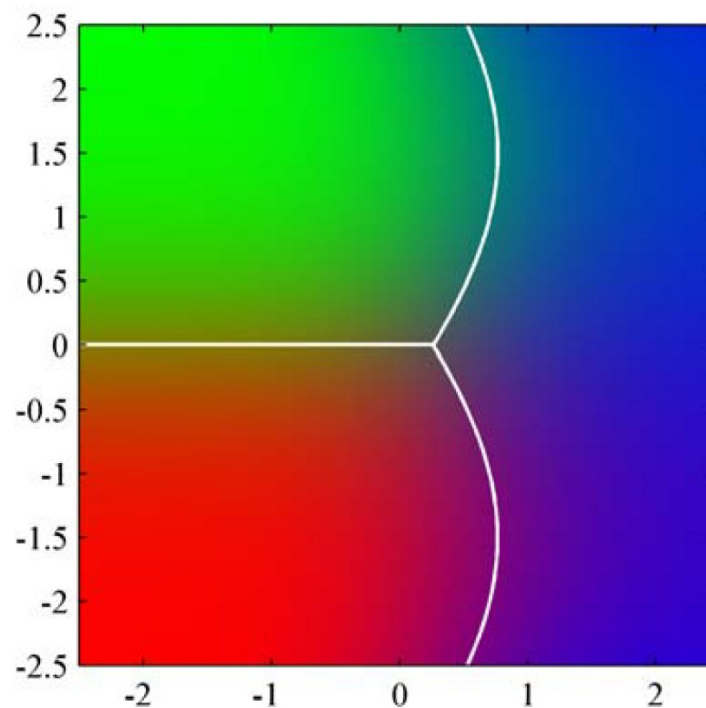
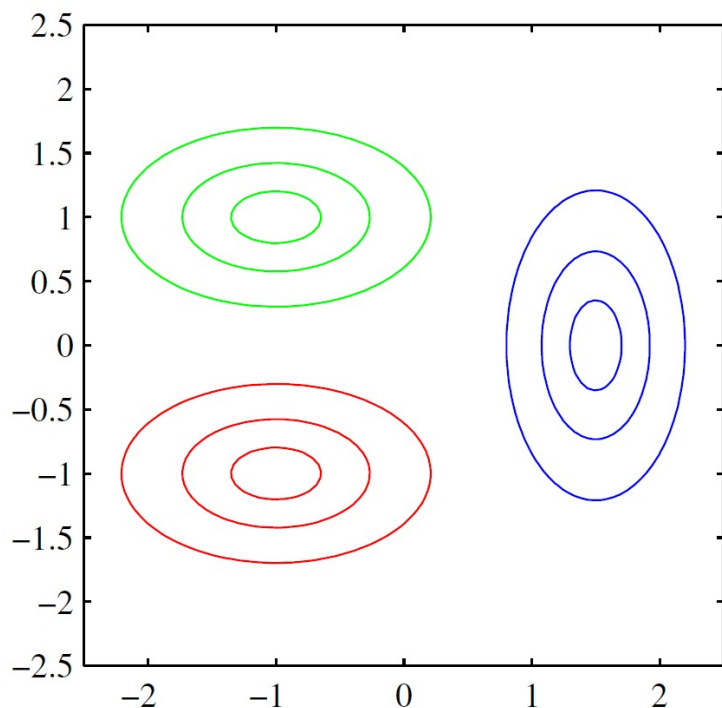
Ταξινομητές Bayes, κατανομή Gauss

Πιθανοφάνεια

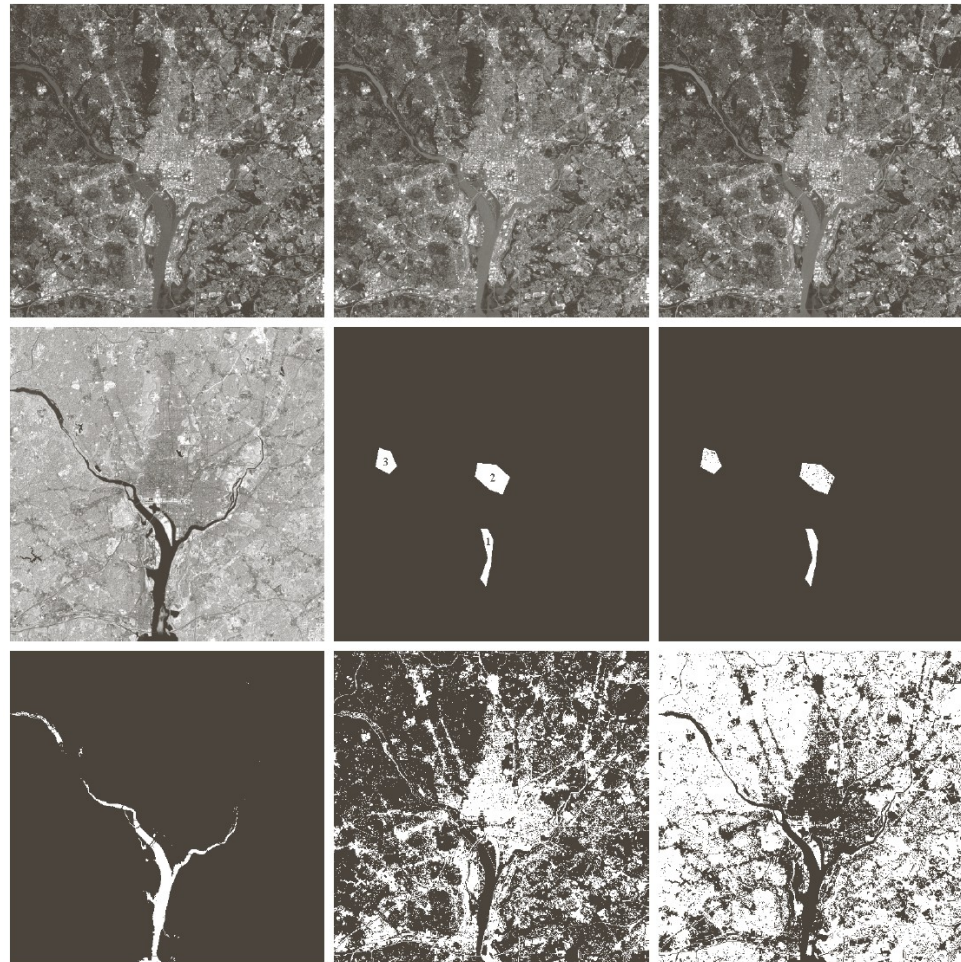
$$p(x|\omega_k) \propto \frac{1}{|C_k|^{\frac{1}{2}}} \exp\left(-\frac{1}{2}(x-m_k)^T C_k^{-1}(x-m_k)\right), \quad k=1,\dots,N_c$$

Απόσταση

$$d_k(x) \sim -\ln Pr(\omega_k) + \frac{1}{2} \ln |C_k| + \frac{1}{2} (x-m_k)^T C_k^{-1} (x-m_k), \quad k=1,\dots,N_c$$



Ταξινομητές Bayes, κατανομή Gauss



Training Patterns						Independent Patterns					
Class	No. of Samples	Classified into Class			% Correct	Class	No. of Samples	Classified into Class			% Correct
		1	2	3				1	2	3	
1	484	482	2	0	99.6	1	483	478	3	2	98.9
2	933	0	885	48	94.9	2	932	0	880	52	94.4
3	483	0	19	464	96.1	3	482	0	16	466	96.7

Ταξινομητές Bayes, κατανομή Gauss



Απόσταση $d_k(x) \sim \ln|C_k| + (x - m_k)^T C_k^{-1} (x - m_k), \quad k=1, \dots, 5$

Ταξινομητές Bayes, κατανομή Gauss



Ταξινομητές Bayes, κατανομή Gauss

Ισοπίθανες κλάσεις και ίδια συνδιακύμανση : γραμμικός διαχωρισμός

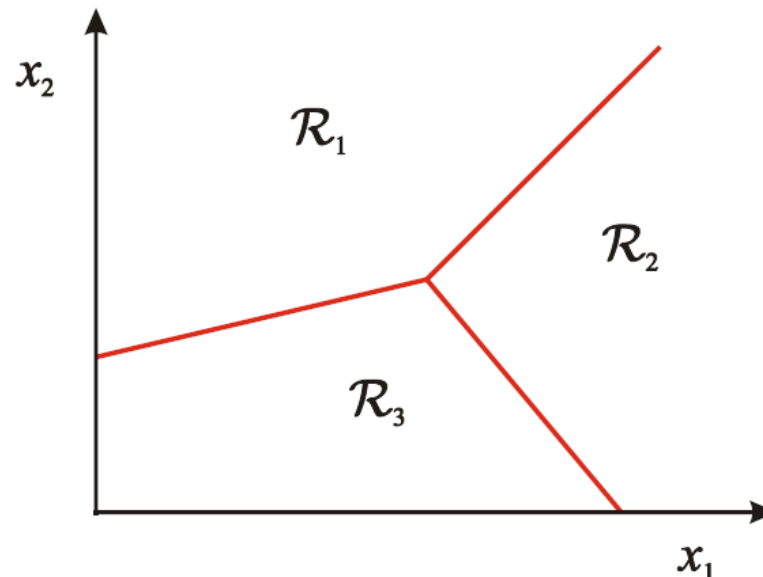
$$d_k(x) \sim (x - m_k)^T C^{-1} (x - m_k), \quad k=1, \dots, N_c$$

$$d_k(x) \sim -2x^T C^{-1} m_k + m_k^T C^{-1} m_k, \quad k=1, \dots, N_c$$

Ισοπίθανες κλάσεις και ανεξάρτητες συνιστώσες με ίδια διασπορά :
Ευκλείδεια απόσταση

$$d_k(x) \sim \|x - m_k\|^2, \quad k=1, \dots, N_c$$

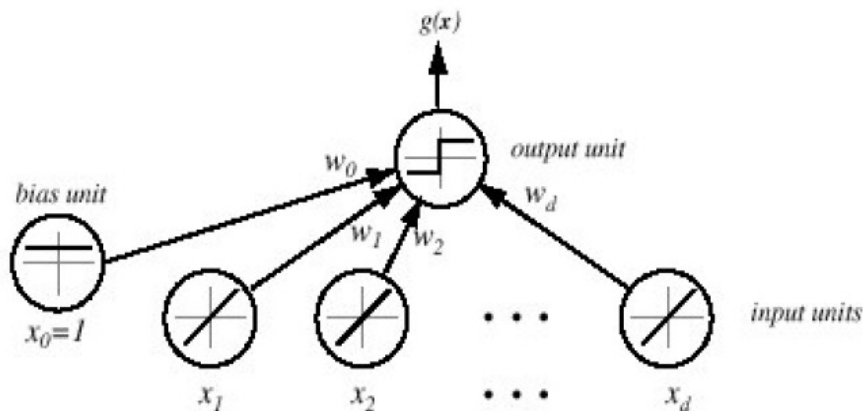
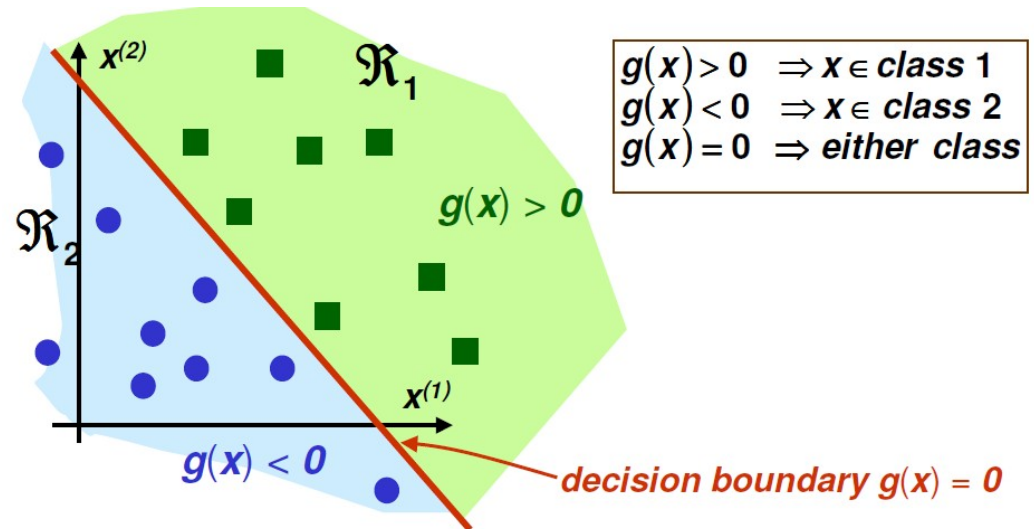
$$d_k(x) \sim -2x^T m_k + m_k^T m_k, \quad k=1, \dots, N_c$$



Perceptron

Γραμμικός διαχωρισμός

$$\sum_{k=1}^d w_k x_k + w_0 \begin{cases} > 0, & x \in c_1 \\ < 0, & x \in c_2 \end{cases}$$



Perceptron

Γραμμικός διαχωρισμός

$$\sum_{k=1}^d w_k x_k + w_0 \begin{cases} > 0, & x \in c_1 \\ < 0, & x \in c_2 \end{cases}$$

$$w^T y \begin{cases} > 0, & y \in c_1 \\ < 0, & y \in c_2 \end{cases}$$

$$y \rightarrow -y, \quad y \in c_2 \Rightarrow w^T y = y^T w > 0, \forall y$$

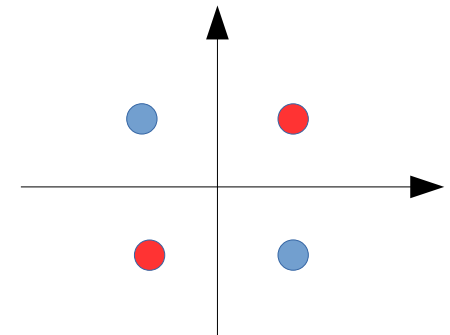
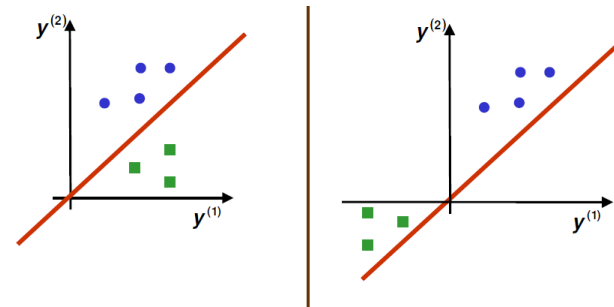
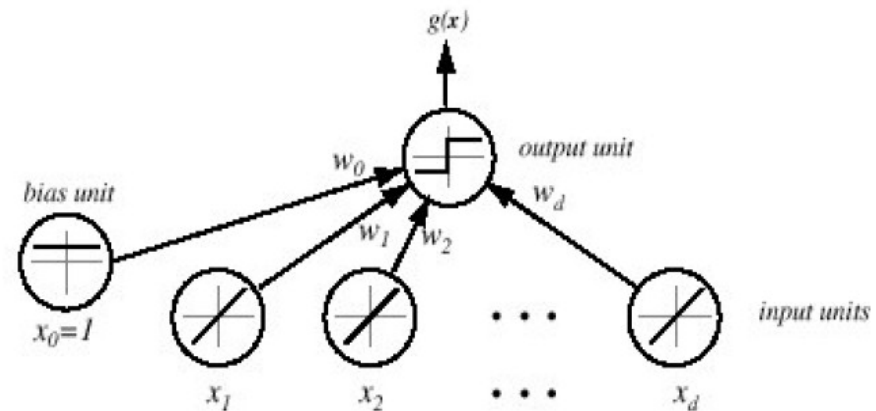
Εκπαίδευση $\{(y(n), l(n)), n=1, \dots, N\}$

Ελαχιστοποίηση $-\sum_{n=1}^N w^T y(n)$

Επαναληπτικός κανόνας διόρθωσης

$$w^{(i+1)} = w^{(i)} + \eta^{(i)} \sum_{y(n)^T w^{(i)} < 0} y(n)$$

Ρυθμός μάθησης σταθερός ή αργά μειούμενος
Σύγκλιση, εφόσον οι κλάσεις διαχωρίζονται γραμμικά



Γραμμικός διαχωρισμός Widrow-Hoff

Εκπαίδευση $\{y(n), n=1, \dots, N\}$

$$y(n)^T w > 0 \Rightarrow Y w > 0$$

Ελαχιστοποίηση $\|Y w - r\|^2, r(n) > 0$

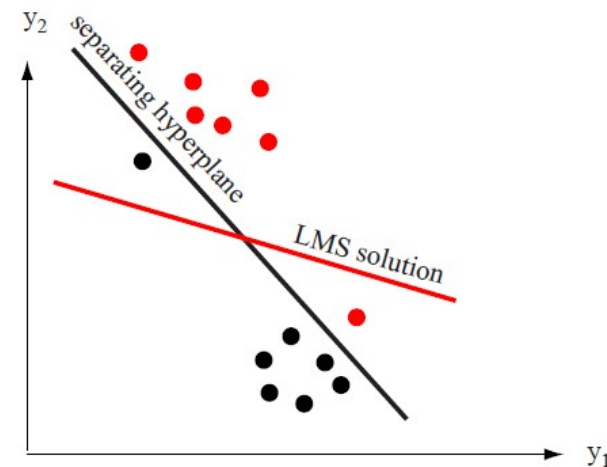
$$w = (Y^T Y)^{-1} Y^T r$$

Ψευδοαντίστροφος πίνακας

Επαναληπτικός κανόνας διόρθωσης

$$w^{(i+1)} = w^{(i)} - \eta^{(i)} Y^T (Y w^{(i)} - r)$$

$$w^{(i+1)} = w^{(i)} - \eta^{(i)} y(n) (y(n)^T w^{(i)} - r(n))$$



Γραμμικός διαχωρισμός Ho-Kashyap

Εκπαίδευση $\{y(n), n=1, \dots, N\}$

$$y(n)^T w > 0 \Rightarrow Y w > 0$$

Ελαχιστοποίηση $\|Y w - r\|^2$

Ελάχιστα τετράγωνα $w = (Y^T Y)^{-1} Y^T r$

Επαναληπτικός αλγόριθμος ($0 < \eta < 1$)

$$e^{(i)} = Y w^{(i)} - r^{(i)}$$

$$r^{(i+1)} = r^{(i)} + \eta^{(i)} (e^{(i)} + |e^{(i)}|)$$

$$w^{(i+1)} = (Y^T Y)^{-1} Y^T r^{(i+1)}$$

Τερματισμός : κανένα σφάλμα, μέγιστος αριθμός επαναλήψεων

Γραμμικός διαχωρισμός

Perceptron

Εύρεση διαχωριστικού υπερεπιπέδου για γραμμικά διαχωρίσιμες κλάσεις
Δεν συγκλίνει στη μη γραμμικά διαχωρίσιμη περίπτωση
Μπορεί να συγκλίνει, αν ο ρυθμός μάθησης μειώνεται,
αλλά δεν υπάρχει εγγύηση για το αποτέλεσμα

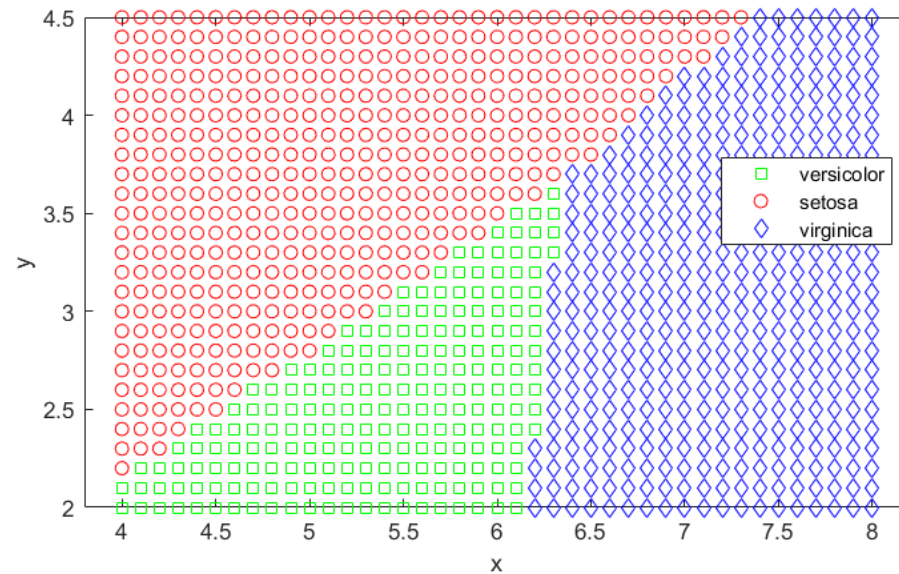
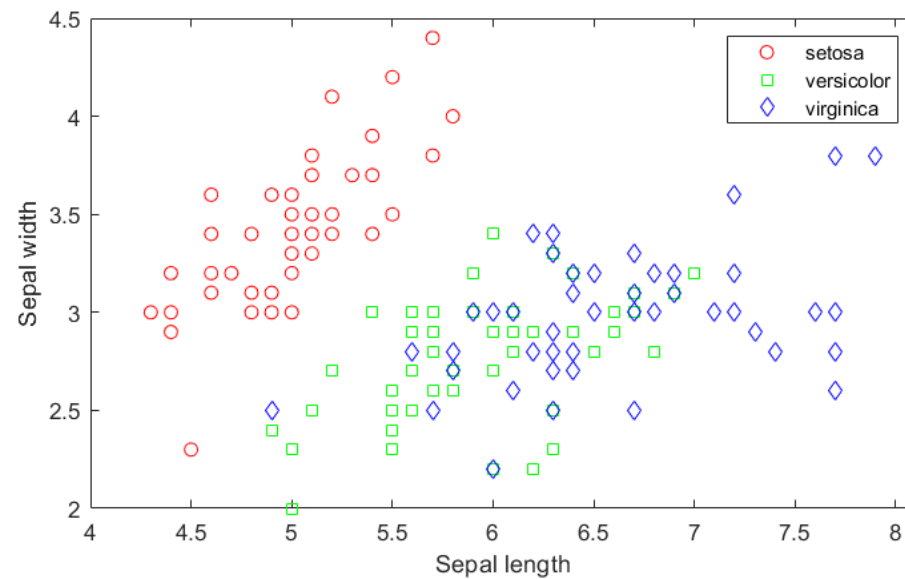
Ελάχιστα τετράγωνα

Συγκλίνει πάντα
Δεν υπάρχει βεβαιότητα εύρεσης του διαχωριστικού υπερεπιπέδου, αν υπάρχει
Δυνατότητα χρήσης ψευδο-αντίστροφου πίνακα (καλές συνθήκες αντιστροφής)
Επαναληπτική μέθοδος

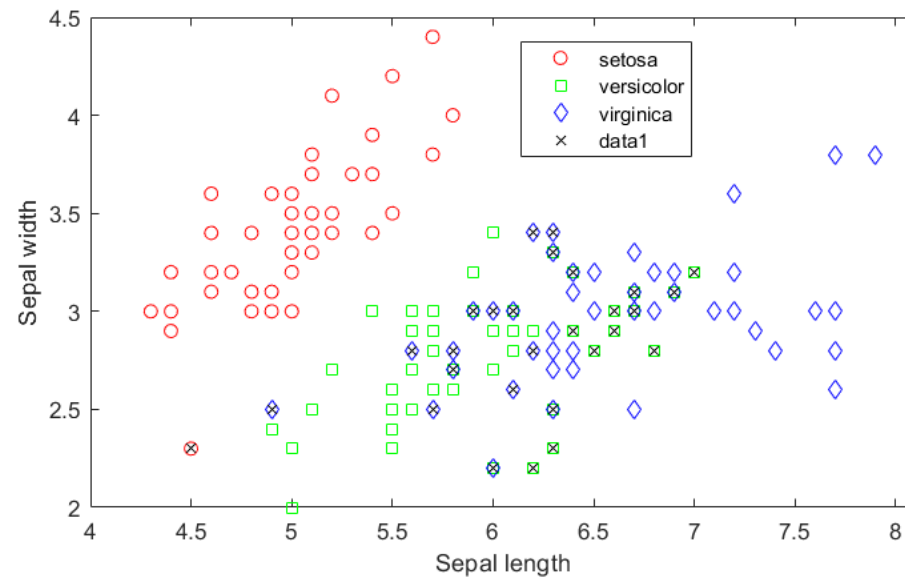
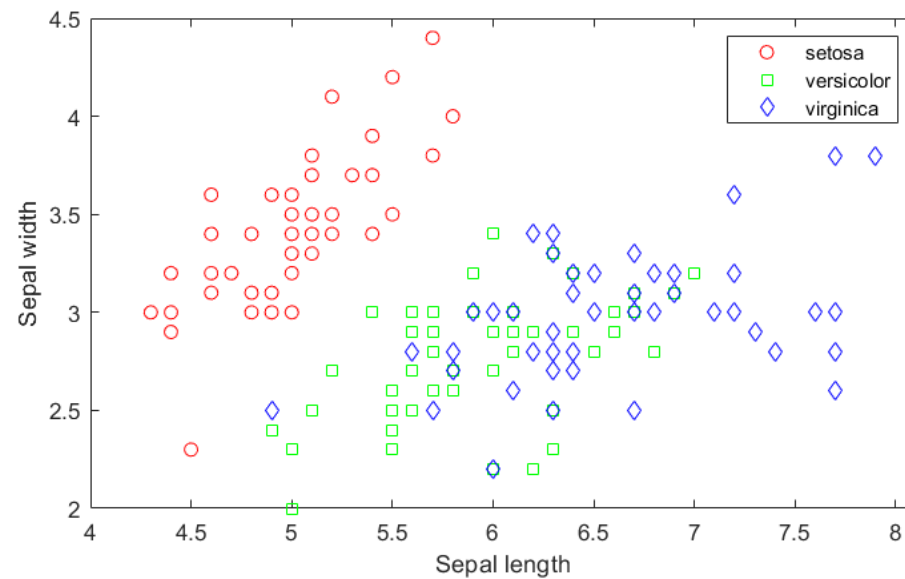
Ho-Kashyap

Συγκλίνει πάντα
Εύρεση διαχωριστικού υπερεπιπέδου, εφόσον υπάρχει
Μεγαλύτερο κόστος υπολογισμών

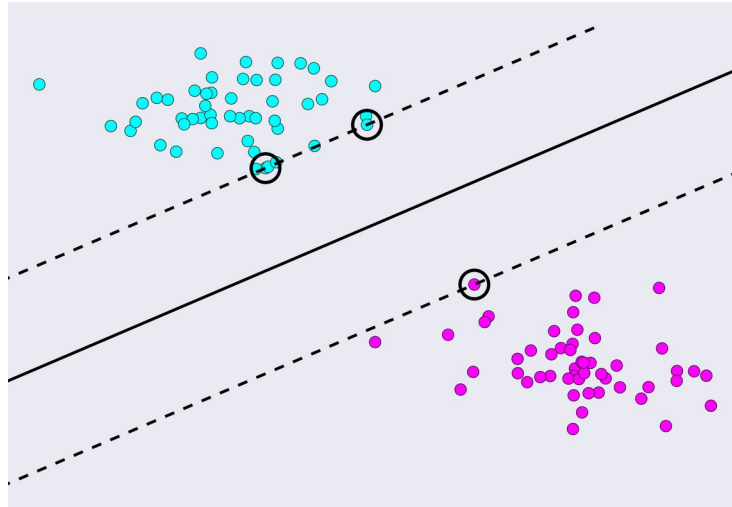
Γραμμικός διαχωρισμός



Γραμμικός διαχωρισμός



Βέλτιστος γραμμικός διαχωρισμός

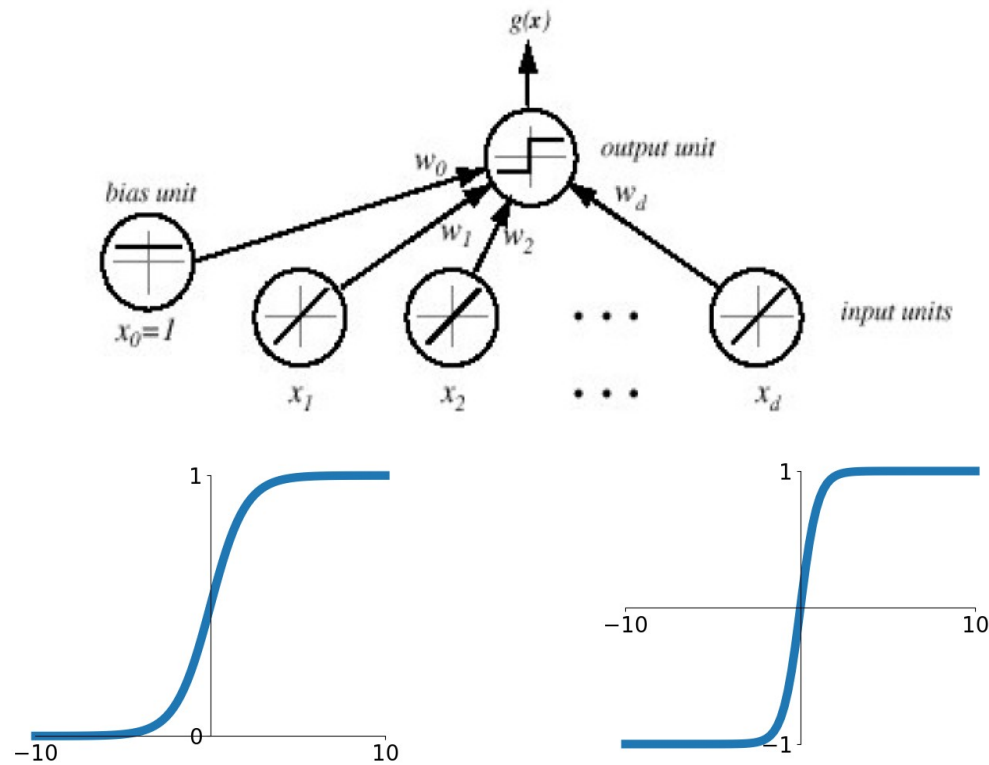


Στην περίπτωση γραμμικού διαχωρισμού,
εύρεση του υπερ-επιπέδου στη μέγιστη διαχωριστική απόσταση
Διανύσματα στήριξης από τις δύο κλάσεις (SVM)

Ελαχιστοποίηση $\|w\|^2$ υπό τις συνθήκες των δεδομένων

$$l(n)(w^T y(n) - b) > 1, \quad n=1, \dots, N$$

Γραμμικός διαχωρισμός : ένας νευρώνας



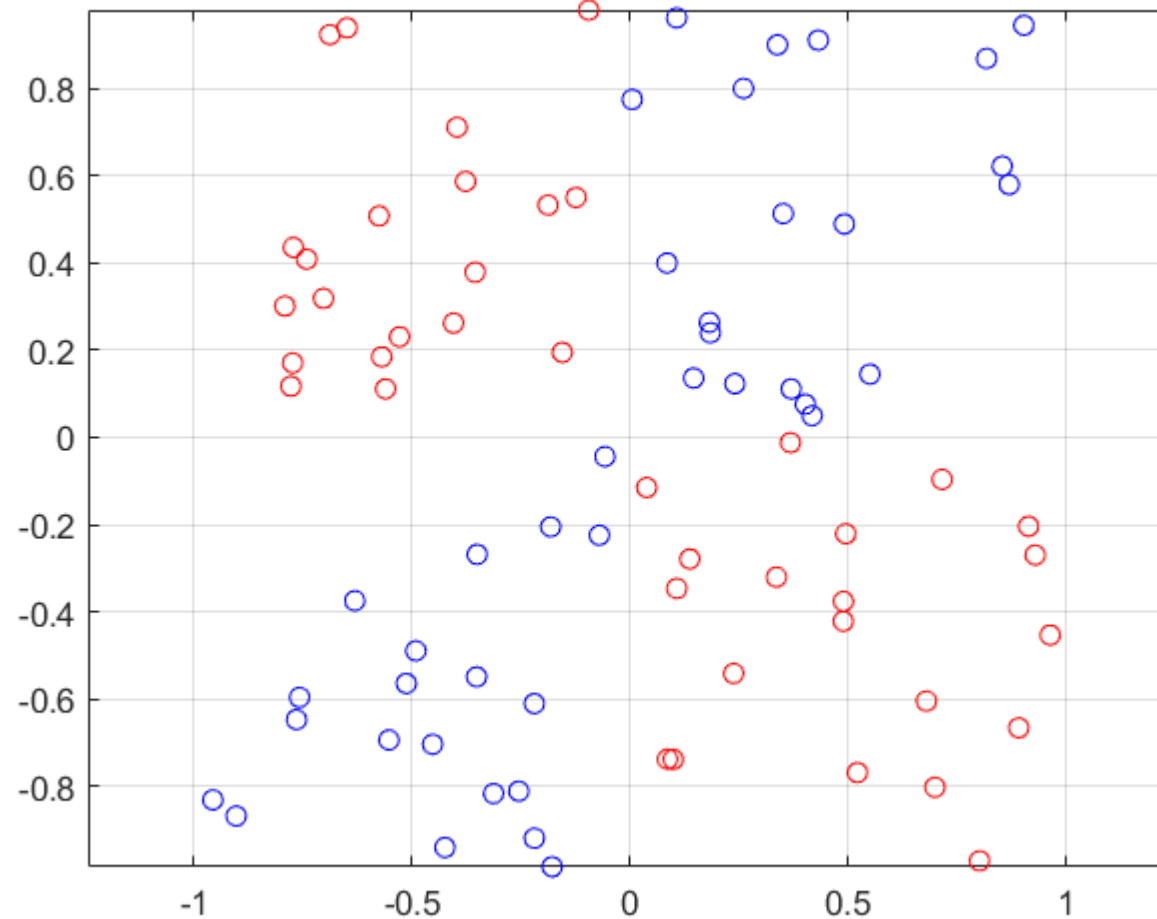
Σιγμοειδής

Υπερβολική εφαπτομένη

Συνάρτηση ενεργοποίησης

Επίδειξη

Μη-γραμμικός διαχωρισμός



Ένα στρώμα τεσσάρων νευρώνων

Επίδειξη