



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά  
μαθήματα ΠΠ

# Τεχνητή Νοημοσύνη II

Ενότητα 4: Αντίληψη

Μουστάκας Κωνσταντίνος

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας  
Υπολογιστών

# Σκοποί ενότητας

- Αντίληψη



# Περιεχόμενα ενότητας

➤ Αντίληψη



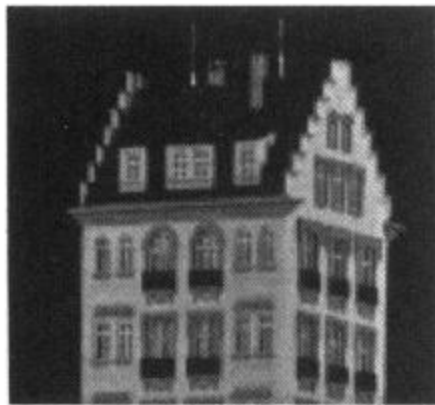
Αντίληψη

# Τεχνητή Νοημοσύνη II

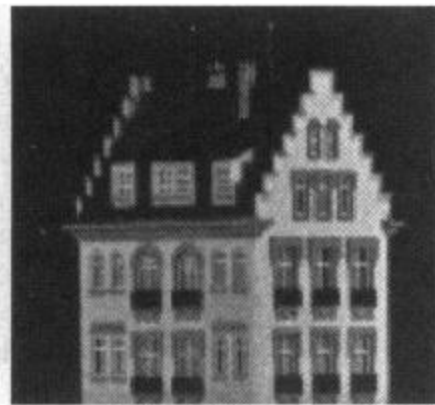
*Αντίληψη (3)*

# Παρακολούθηση σημείων

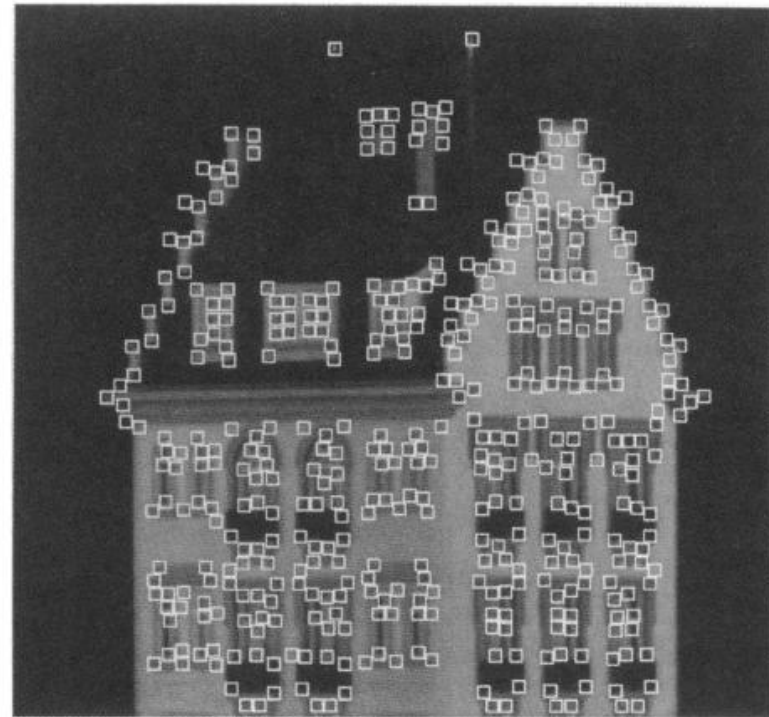
- Πολλά προβλήματα όπως η εκτίμηση της γεωμετρίας μίας σκηνής απαιτούν την αντιστοίχιση σημείων
- Εάν η κίνηση είναι μικρή τότε



60



150

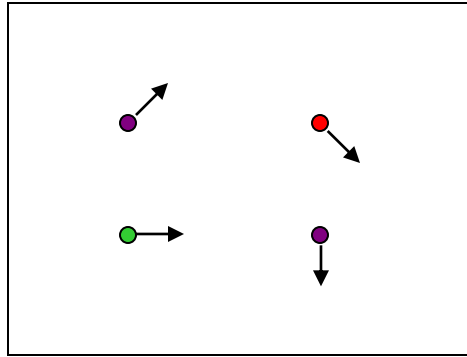


# Παρακολούθηση σημείων

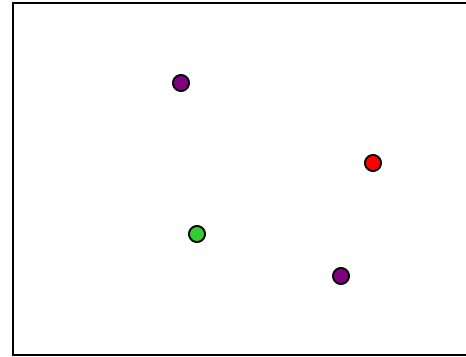
- Προβλήματα
  - Επιλογή των σημείων που πρόκειται να παρακολουθήσουμε
  - Αποδοτική παρακολούθηση μεταξύ των καρτέ
  - Κάποια σημεία ενδέχεται να αλλάξουν «εμφάνιση» με το χρόνο (π.χ., λόγω περιστροφής, σκίασης, κλπ.)
  - Προσθετικό σφάλμα - Drift: μικρά σφάλματα ενδέχεται να έχουν προσθετικό χαρακτήρα με την πάροδο του χρόνου
  - Σημεία μπορεί να εμφανίζονται και να εξαφανίζονται: πρέπει να μπορούμε να προσθέτουμε και να διαγράφουμε σημεία



# Παρακολούθηση σημείων



$I(x,y,t)$



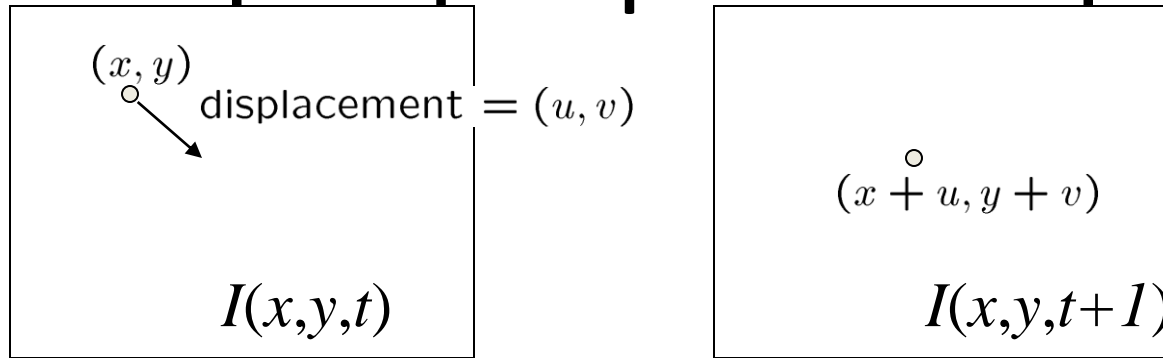
$I(x,y,t+1)$

- Δοσμένων δύο διαδοχικών καρτέ, υπολογισμός της σημειακής μετατόπισης
- Βασικές παραδοχές του Lucas-Kanade Tracker
  - **Σταθερότητα φωτεινότητας:** η προβολή του ίδιου σημείου είναι όμοια για κάθε καρτέ
  - **Μικρή κίνηση:** τα σημεία δεν κάνουν μεγάλες κινήσεις
  - **Χωρική συσχέτιση:** τα σημεία μετακινούνται όμοια με τους γείτονές τους





# Σταθερότητα φωτεινότητας



- Εξίσωση σταθερότητας φωτεινότητας:

$$I(x, y, t) = I(x + u, y + v, t + 1)$$

Επεκτείνοντας κατά Taylor την  $I(x+u, y+v, t+1)$  στο  $(x,y,t)$  για γραμμικοποίηση έχουμε:

Κλίση ως προς x

Διαφορά καρέ

$$I(x + u, y + v, t + 1) \approx I(x, y, t) + \boxed{I_x} \cdot u + I_y \cdot v + \boxed{I_t}$$

$$I(x + u, y + v, t + 1) - I(x, y, t) = +I_x \cdot u + I_y \cdot v + I_t$$

Οπότε,  $I_x \cdot u + I_y \cdot v + I_t \approx 0 \rightarrow \nabla I \cdot [\mathbf{u} \ \mathbf{v}]^T + I_t = 0$



# Τι νόημα έχει αυτό?

$$\nabla I \cdot [u \ v]^T + I_t = 0$$

- Τι ρόλο παίζουν στατικές κλίσεις εικόνας στην εκτίμηση κίνησης;



# Σταθερότητα φωτεινότητας

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση αυτή για να εκτιμήσουμε την κίνηση  $(u, v)$  σε κάθε pixel;

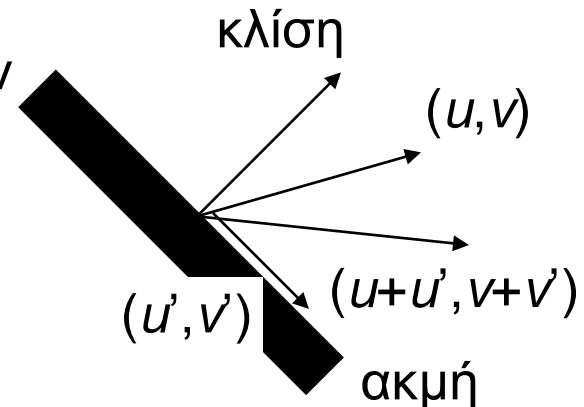
$$\nabla I \cdot [u \ v]^T + I_t = 0$$

- Πόσες εξισώσεις και άγνωστοι σε κάθε pixel?
  - Μία εξίσωση (είναι βαθμωτή εξίσωση!), δύο άγνωστοι  $(u, v)$

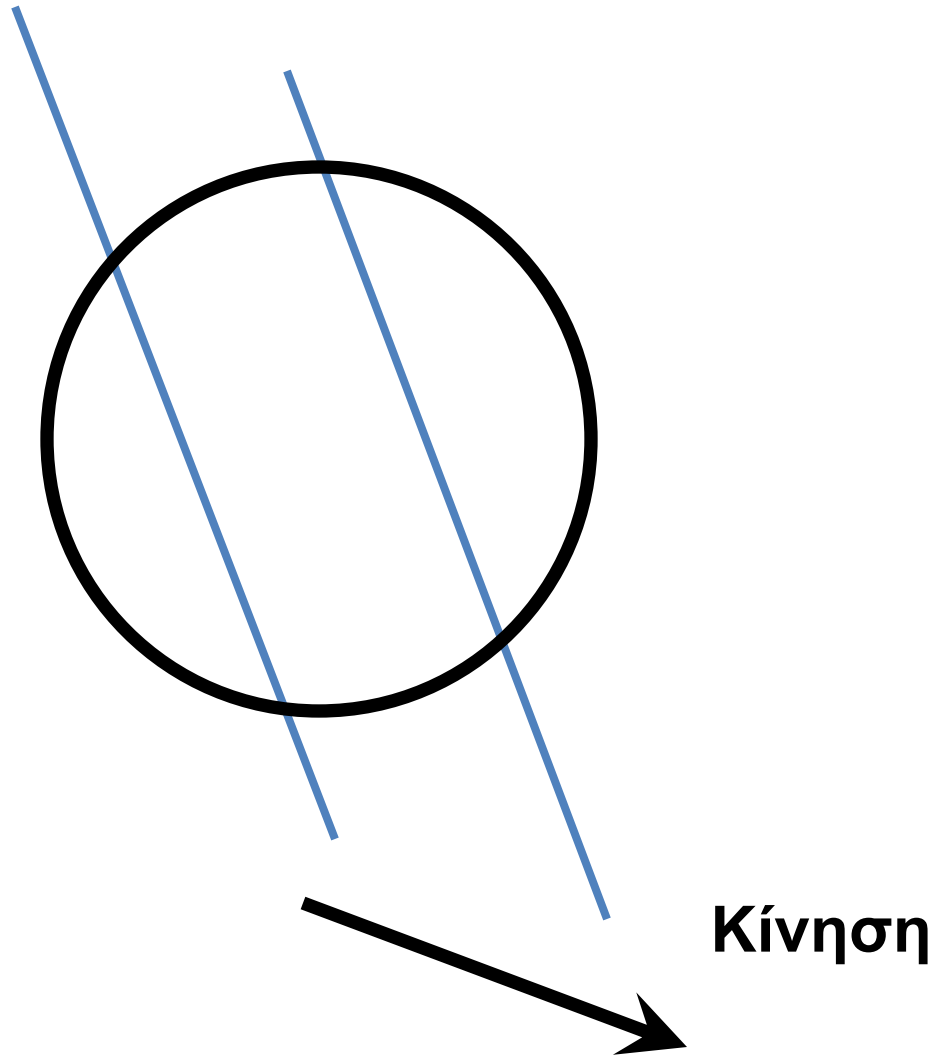
Η συνιστώσα της κίνησης κάθετη στην κλίση (δηλαδή παράλληλη στην ακμή) δεν μπορεί να μετρηθεί

Εάν το  $(u, v)$  ικανοποιεί την εξίσωση, τότε ικανοποιείται και από το  $(u+u', v+v')$  εάν

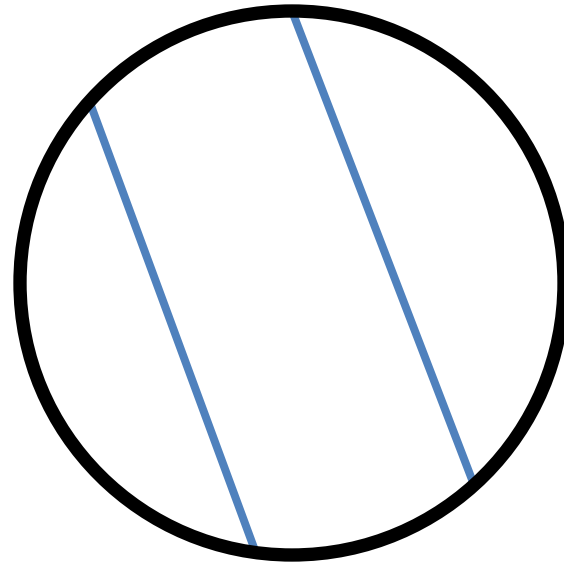
$$\nabla I \cdot [u' \ v']^T = 0$$



# Πρόβλημα διαφράγματος - aperture problem



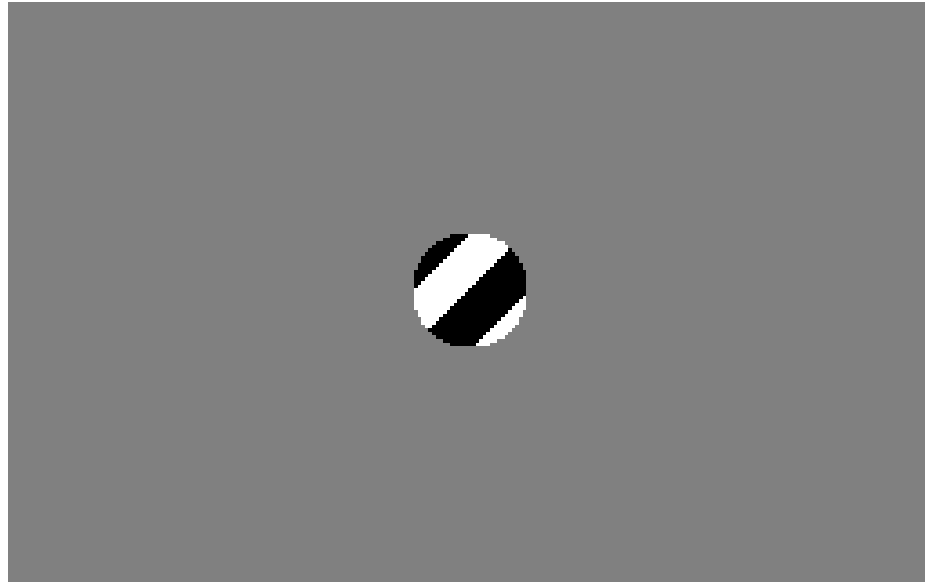
# Πρόβλημα διαφράγματος - aperture problem



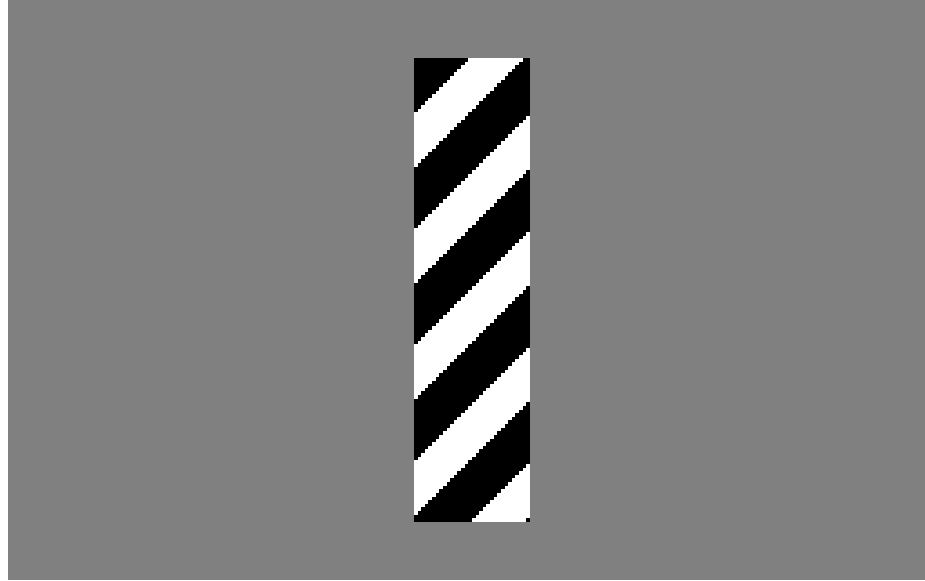
Εκτίμηση



# The barber pole illusion



# The barber pole illusion



# Επίλυση της απροσδιοριστίας

B. Lucas and T. Kanade. An iterative image registration technique with an application to stereo vision. In *Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence*, pp. 674–679, 1981.

- Πώς μπορούμε να πάρουμε περισσότερες εξισώσεις για ένα pixel;
- **Περιορισμός χωρικής συσχέτισης**
- Έστω ότι οι γείτονες του pixel έχουν το ίδιο  $(u, v)$ 
  - Εάν χρησιμοποιήσουμε ένα παράθυρο  $5 \times 5$ , έχουμε 25 εξισώσεις ανά pixel

$$0 = I_t(p_i) + \nabla I(p_i) \cdot [u \ v]$$

$$\begin{bmatrix} I_x(p_1) & I_y(p_1) \\ I_x(p_2) & I_y(p_2) \\ \vdots & \vdots \\ I_x(p_{25}) & I_y(p_{25}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} I_t(p_1) \\ I_t(p_2) \\ \vdots \\ I_t(p_{25}) \end{bmatrix}$$





# Επίλυση της απροσδιοριστίας ...

- Πρόβλημα ελαχίστων τετραγώνων:

$$\begin{bmatrix} I_x(p_1) & I_y(p_1) \\ I_x(p_2) & I_y(p_2) \\ \vdots & \vdots \\ I_x(p_{25}) & I_y(p_{25}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} I_t(p_1) \\ I_t(p_2) \\ \vdots \\ I_t(p_{25}) \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} A & d = b \\ 25 \times 2 & 2 \times 1 & 25 \times 1 \end{matrix}$$



# Ταυτοποίηση περιοχών

- Υπερπροσδιορισμένο γραμμικό σύστημα

$$\begin{bmatrix} I_x(p_1) & I_y(p_1) \\ I_x(p_2) & I_y(p_2) \\ \vdots & \vdots \\ I_x(p_{25}) & I_y(p_{25}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} I_t(p_1) \\ I_t(p_2) \\ \vdots \\ I_t(p_{25}) \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} A & d = b \\ 25 \times 2 & 2 \times 1 & 25 \times 1 \end{matrix}$$

Η λύση ελαχίστων τετραγώνων για το  $d$  είναι  $(A^T A) d = A^T b$

$$\begin{bmatrix} \sum I_x I_x & \sum I_x I_y \\ \sum I_x I_y & \sum I_y I_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} \sum I_x I_t \\ \sum I_y I_t \end{bmatrix}$$

$A^T A$   $A^T b$

Τα αθροίσματα αφορούν όλα τα pixels στο παράθυρο  $k \times k$



# Περιορισμοί επιλυσιμότητας

Το βέλτιστο  $(u, v)$  ικανοποιεί την εξίσωση Lucas-

$$\begin{matrix} \text{Kanade} \\ \left[ \begin{array}{cc} \sum I_x I_x & \sum I_x I_y \\ \sum I_x I_y & \sum I_y I_y \end{array} \right] \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} \sum I_x I_t \\ \sum I_y I_t \end{bmatrix} \\ A^T A \qquad \qquad \qquad A^T b \end{matrix}$$

Πότε είναι επιλύσιμο; Ποια είναι καλά σημεία για παρακολούθηση;

- $A^T A$  πρέπει να είναι αντιστρέψιμος
- $A^T A$  δεν πρέπει να είναι πολύ μικρός λόγω θορύβου
  - Οι ιδιοτιμές  $\lambda_1$  και  $\lambda_2$  του  $A^T A$  δεν πρέπει να είναι μικρές
- $A^T A$  :
  - $\lambda_1 / \lambda_2$  δεν πρέπει να είναι πολύ μεγάλο



# Περιοχή χαμηλής υφής



$$\sum \nabla I (\nabla I)^T$$

- οι κλίσεις έχουν μικρό πλάτος
- μικρό  $\lambda_1$ , μικρό  $\lambda_2$



# Ακιή



$$\sum \nabla I (\nabla I)^T$$

- κλίσεις πολύ μεγάλες ή πολύ μικρές
- μεγάλο  $\lambda_1$ , μικρό  $\lambda_2$



# Υψίσυχνη περιοχή

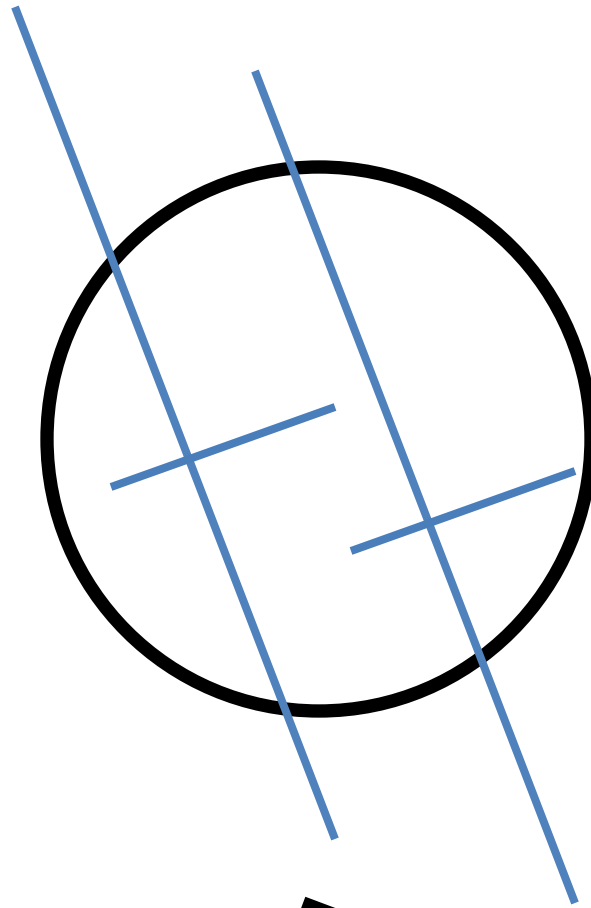


$$\sum \nabla I (\nabla I)^T$$

- διαφορετικές κλίσεις, μεγάλου πλάτους
- μεγάλο  $\lambda_1$ , μεγάλο  $\lambda_2$



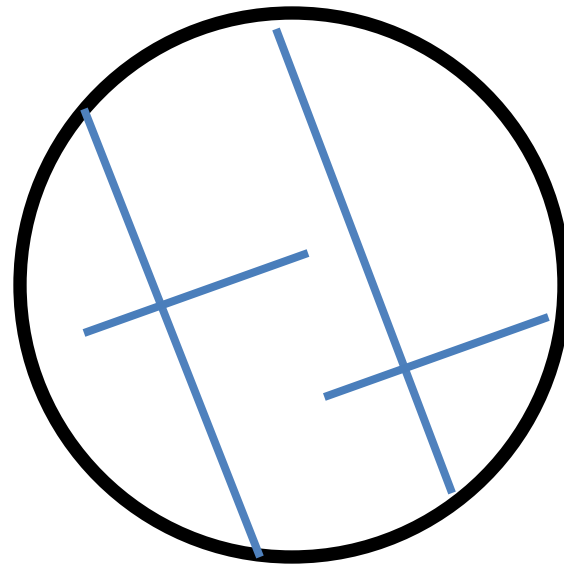
# Πρόβλημα διαφράγματος



**Κίνηση**



# The aperture problem resolved

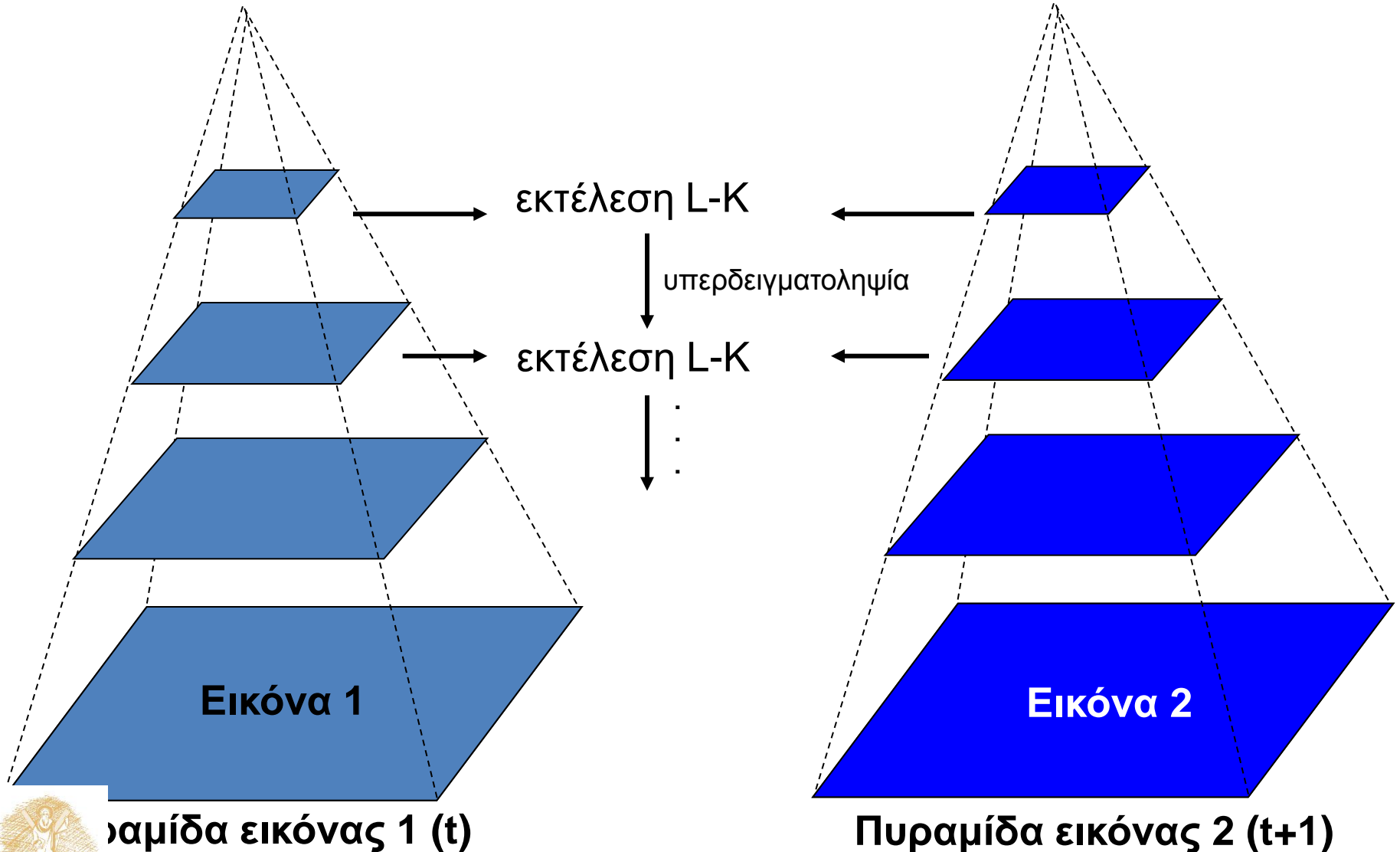


Εκτίμηση





# Γρήγορες κινήσεις

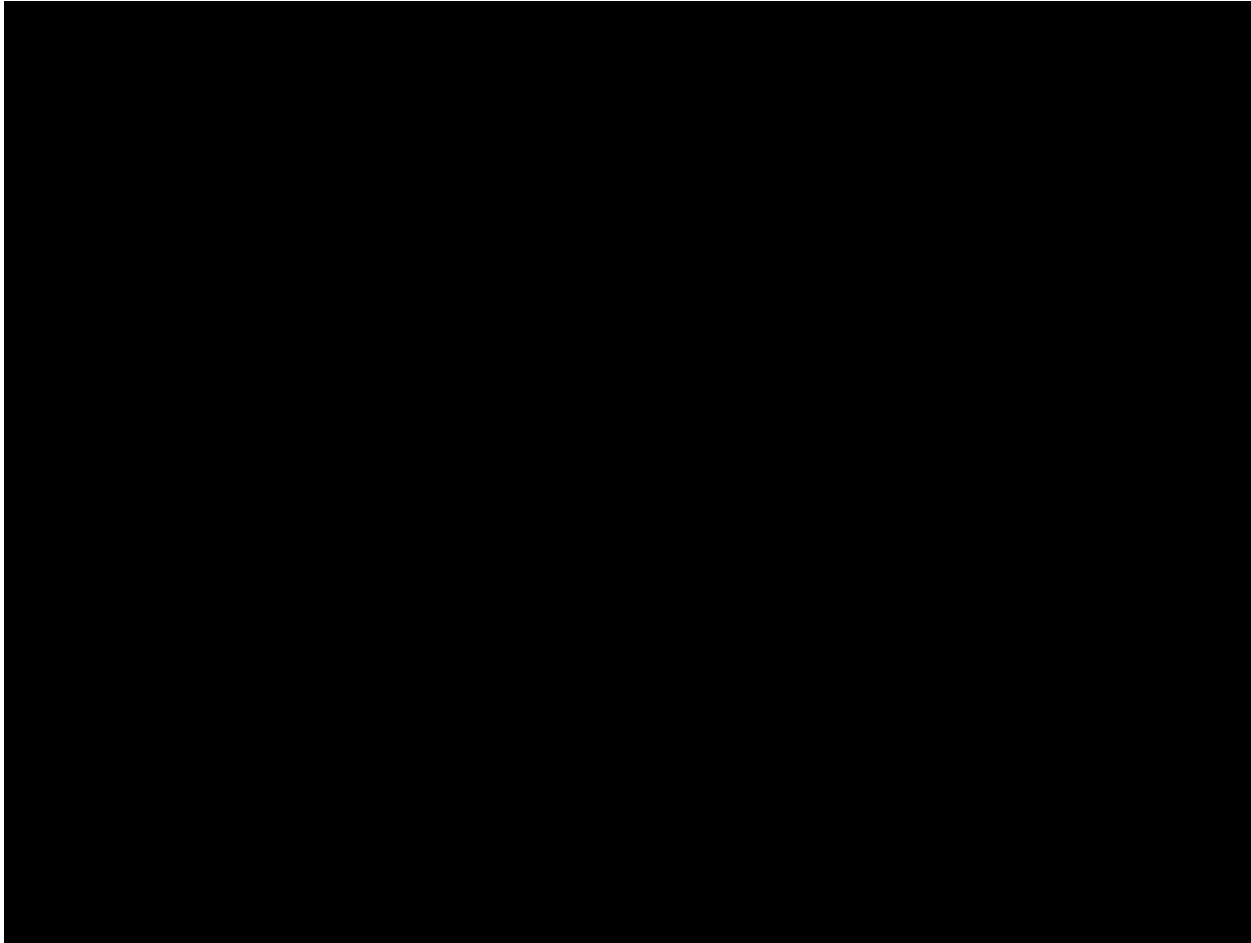


# Παρακολούθηση σημείων

- Εύρεση αξιόπιστων σημείων βάσει των ιδιοτιμών του πίνακα  $A^T A$ 
  - Λογική: Αξιόπιστα είναι εκείνα τα σημεία των οποίων η κίνηση μπορεί να εκτιμηθεί αξιόπιστα με μεγάλη πιθανότητα
- Παρακολούθηση από καρέ σε καρέ με χρήση του αλγορίθμου Lucas-Kanade
  - Αυτό αντιστοιχεί με την εύρεση ενός μοντέλου μετατόπισης από καρέ σε καρέ για κάθε σημείο



# Παράδειγμα ΚΛΤ



# Περίληψη ΚΛΤ

- Εύρεση αξιόπιστου σημείου προς παρακολούθηση
- Χρήση δεύτερου πίνακα ροπών φωτεινότητας ( $A^T A$ ) και διαφόριση μεταξύ καρέ για να βρεθεί η μετατόπιση
- Χρήση ιεραρχικής αναπαράστασης για να γίνει ο χειρισμός μεγάλων κινήσεων
- Όταν επαναλαμβάνεται η διαδικασία, έλεγχος εμφάνισης αρχικής περιοχής ως προς την τελική για τον έλεγχο σημείων που έχουν αποκλίνει

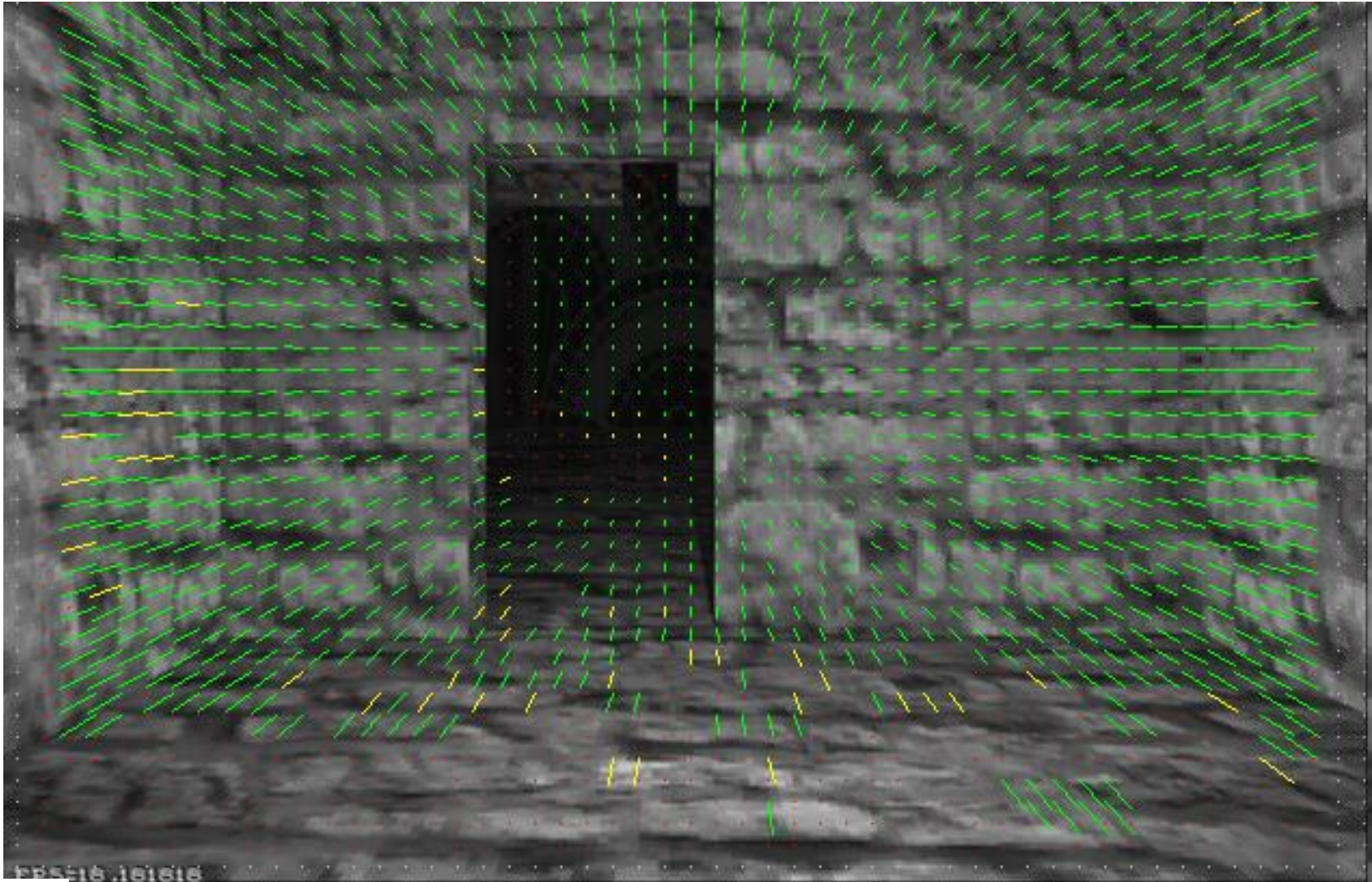


# Θέματα υλοποίησης

- Μέγεθος παραθύρου
  - Μικρά παράθυρα είναι πιο ευαίσθητα στο θόρυβο και μπορεί να «χάσουν» μεγάλες κινήσεις
  - Σε μεγάλα παράθυρα είναι πιο πιθανόν να αποκλειστεί μία περιοχή και είναι υπολογιστικά πιο χρονοβόρα
  - Τυπικές τιμές 15x15 έως 31x31
- Στάθμιση παραθύρου
  - Πολύ συχνά χρησιμοποιείται έτσι ώστε να δίνεται μεγαλύτερο βάρος στο κέντρο του παραθύρου



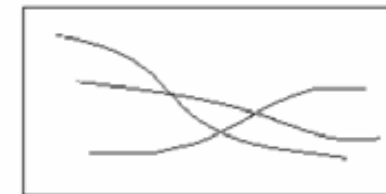
# Οπτική ροή



# Κίνηση και αντίληψη

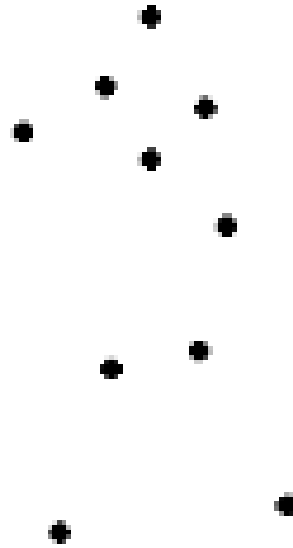


α



# Κίνηση και αντίληψη

- Ακόμα και η ελάχιστη πληροφορία κίνησης μπορεί να έχει αποτέλεσμα πολύπλοκη αντίληψη

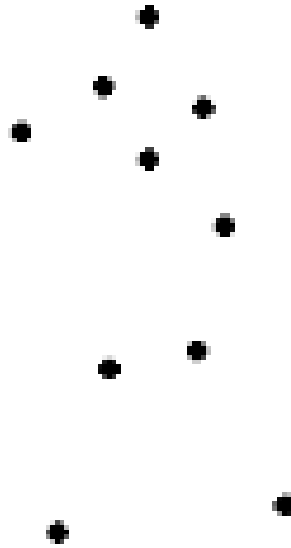


hansson, "Visual Perception of Biological Motion and a Model For Its Basis", *Perception and Psychophysics* 14, 201-211, 1973.



# Κίνηση και αντίληψη

- Ακόμα και η ελάχιστη πληροφορία κίνησης μπορεί να έχει αποτέλεσμα πολύπλοκη αντίληψη



G. Johansson, "Visual Perception of Biological Motion and a Model For Its Analysis", *Perception and Psychophysics* 14, 201-211, 1973.

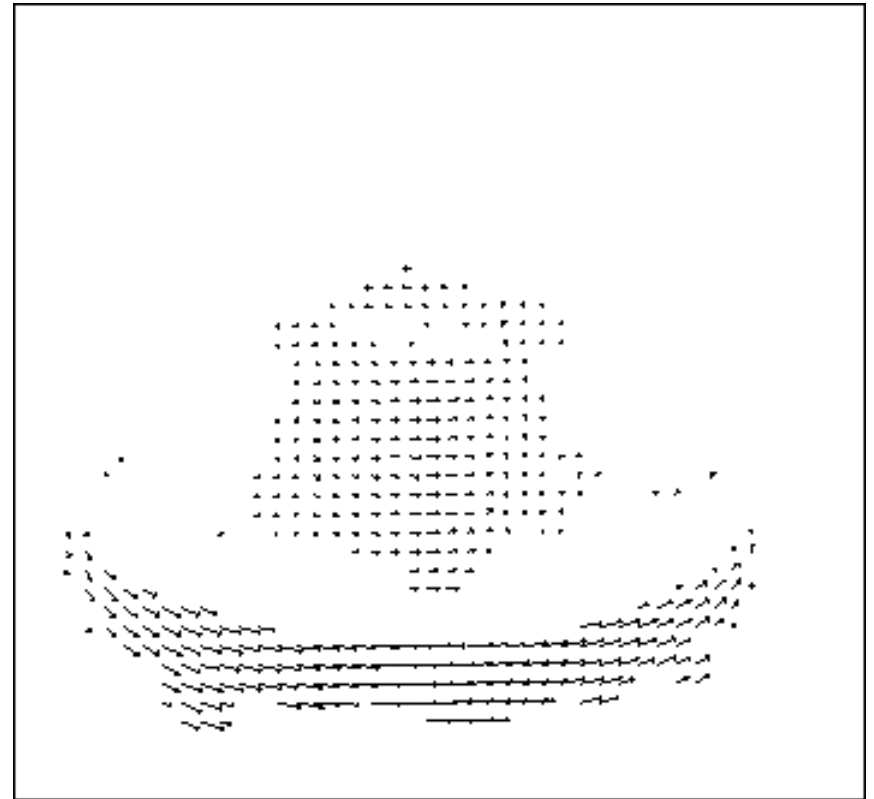
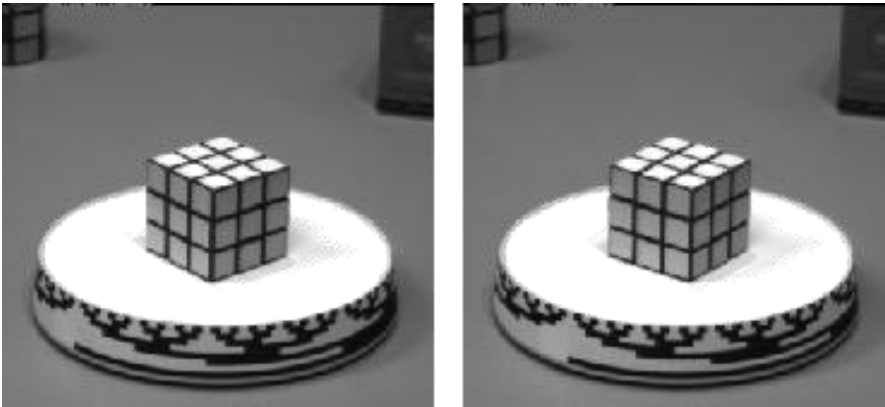
# Χρησιμότητα της κίνησης στους πράκτορες

- Εκτίμηση 3D γεωμετρίας
- Κατάτμηση σκηνής βάσει πληροφορίας κίνησης
- Εκμάθηση και παρακολούθηση δυναμικών μοντέλων
- Αναγνώριση συμβάντων και δραστηριοτήτων
- Βελτίωση ποιότητας video (σταθεροποίηση κίνησης)
- ...



# Πεδίο κίνησης

- Το πεδίο κίνησης είναι η προβολή της 3Δ κίνησης στην εικόνα



Πώς θα ήταν το πεδίο κίνησης μίας μη περιστρεφόμενης σφαίρας που κινείται προς την κάμερα;

# Οπτική ροή

- Ορισμός: Οπτική ροή είναι η φαινομενική κίνηση φωτεινότητας στην εικόνα
- Ιδανικά, η οπτική ροή θα ήταν ίδια με το πεδίο κίνησης
- Προσοχή! Η φαινομενική κίνηση μπορεί να προκληθεί από μεταβολές φωτισμού χωρίς πραγματική κίνηση
  - Φανταστείτε μία ομοιόμορφη περιστρεφόμενη σφαίρα υπό σταθερό φωτισμό και μία στατική σφαίρα υπό κινούμενο φωτισμό

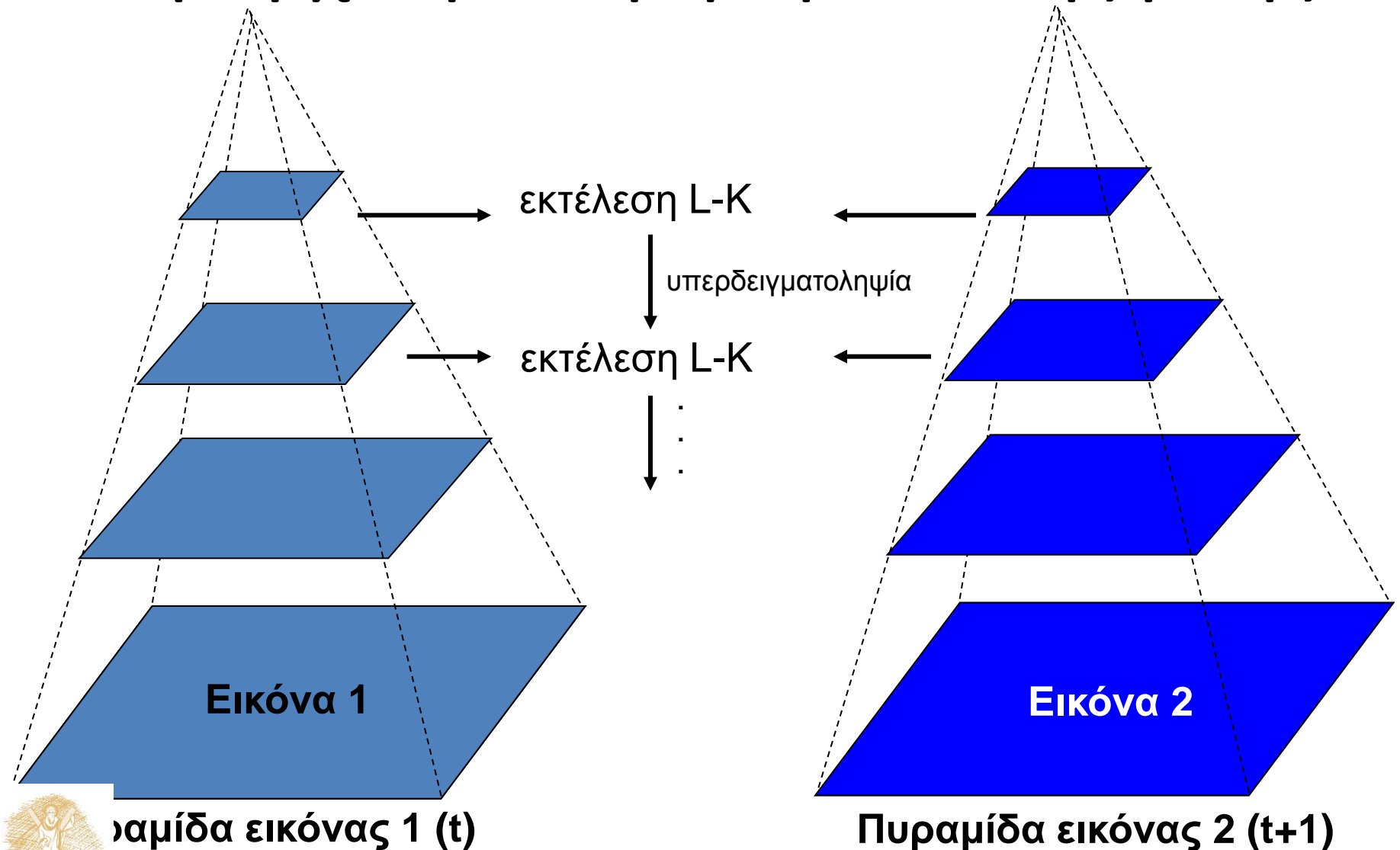


# Οπτική ροή Lucas-Kanade

- Όμοια με τον αλγόριθμο παρακολούθησης σημείων Lucas-Kanade, αλλά για κάθε pixel
  - Δε θα δουλεύει το ίδιο καλά για όλα τα pixels



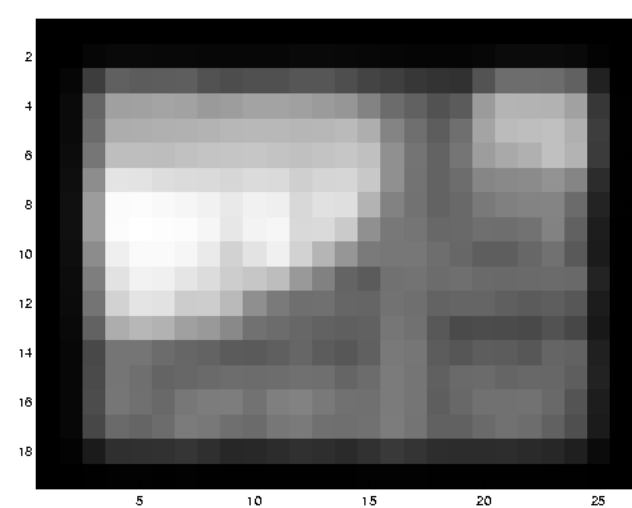
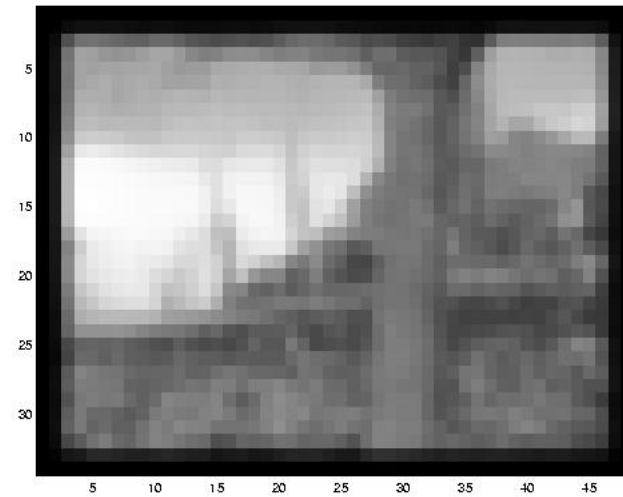
# Ιεραρχική εκτίμηση οπτικής ροής



# Παράδειγμα



# Ιεραρχική εκτίμηση

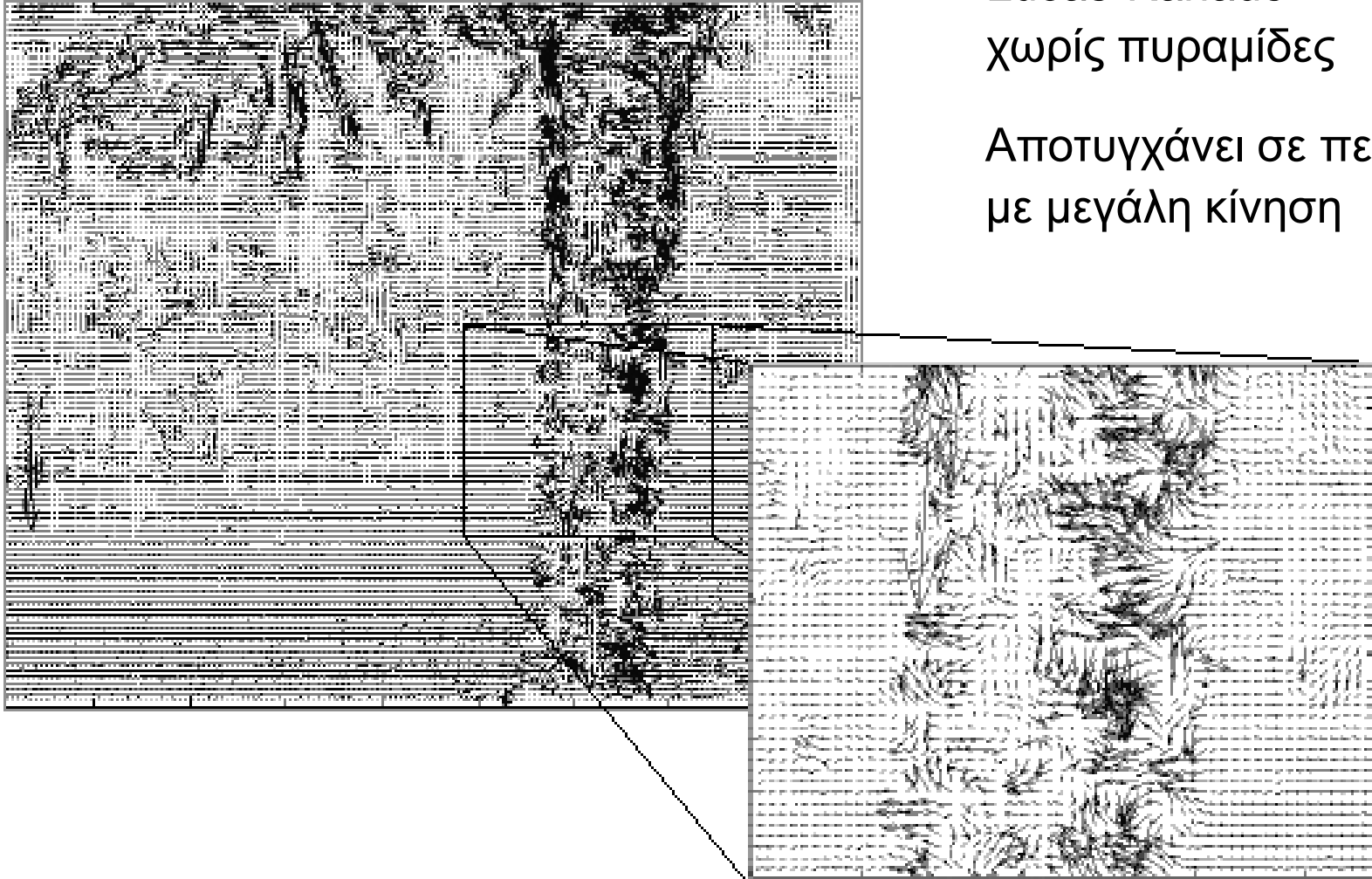




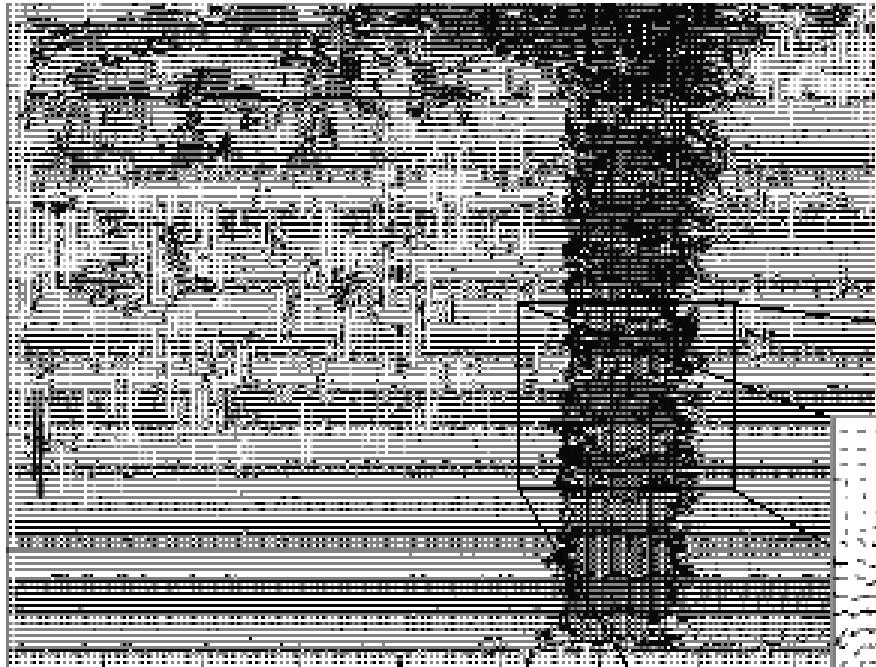
# Αποτέλεσμα οπτικής ροής

Lucas-Kanade  
χωρίς πυραμίδες

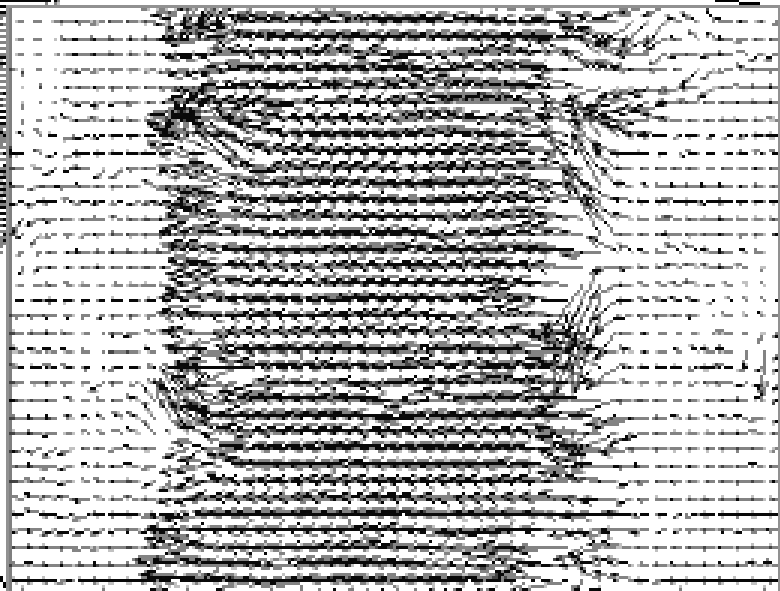
Αποτυγχάνει σε περιοχές  
με μεγάλη κίνηση



# Αποτέλεσμα οπτικής ροής



Lucas-Kanade με πυραμίδες



# Σφάλματα στον Lucas-Kanade

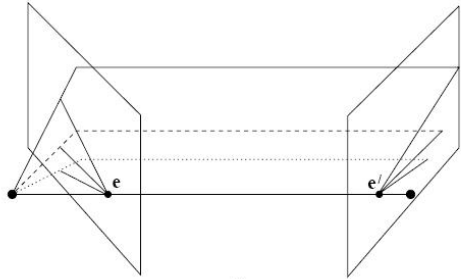
- Η κίνηση είναι μεγάλη
  - Πιθανή λύση: Ιεραρχική αντιμετώπιση
- Ένα σημείο δεν κινείται όπως οι γείτονές του
  - Πιθανή λύση: Ταυτοποίηση βάσει περιοχής
- Δεν ικανοποιείται ο περιορισμός σταθερής φωτεινότητας
  - Πιθανή λύση: Σταθερή κλίση



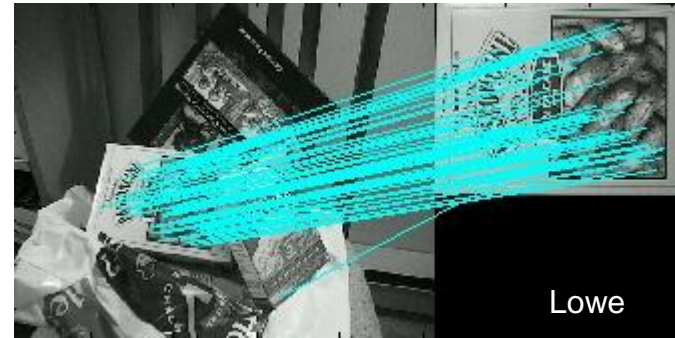
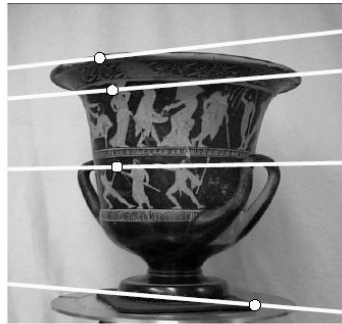
# Πολλαπλές οπτικές γωνίες (Multi-view)

view)

Multi-view γεωμετρία,  
ταυτοποίηση,  
χαρακτηριστικά, stereo



a



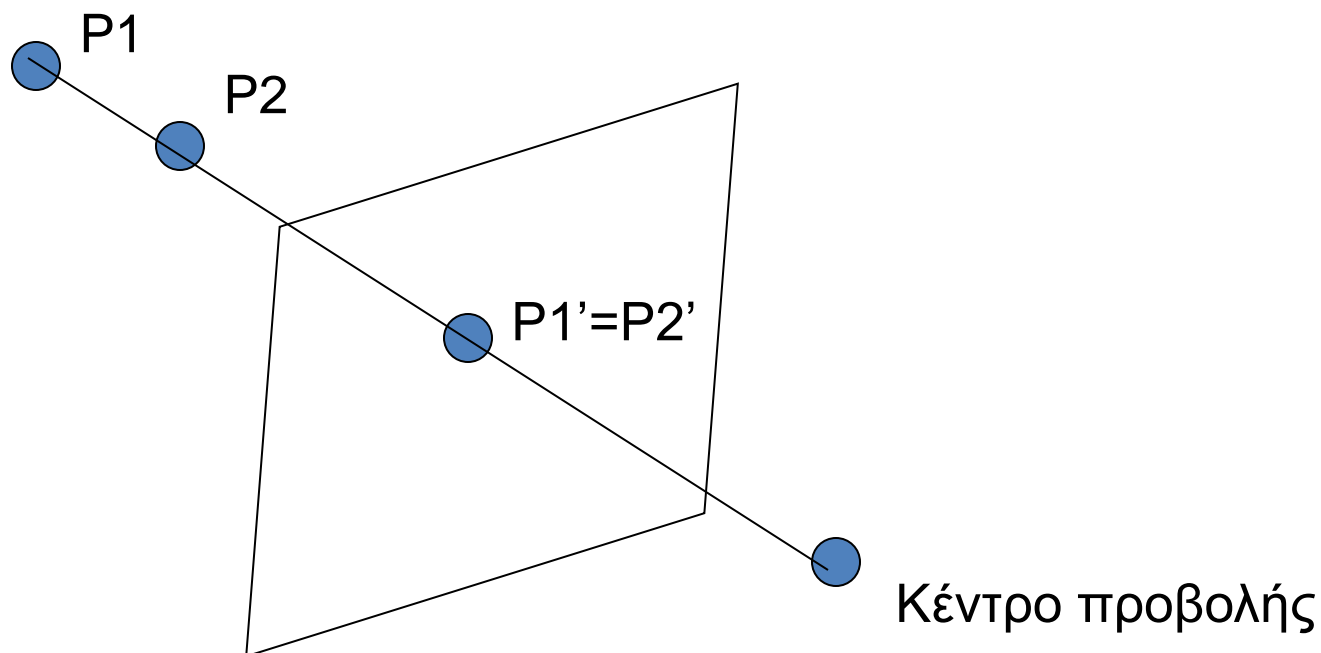
# Γιατί πολλαπλές οπτικές γωνίες;

- Η δομή και το βάθος είναι εν γένει ασαφώς ορισμένα σε μονοσκοπικές εικόνες.



# Γιατί πολλαπλές οπτικές γωνίες?

- Η δομή και το βάθος είναι εν γένει ασαφώς ορισμένα σε μονοσκοπικές εικόνες.



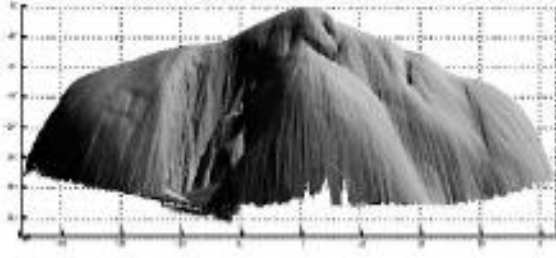
- Ποια είναι τα χαρακτηριστικά που μας βοηθούν να αντιληφθούμε 3Δ σχήμα και βάθος;



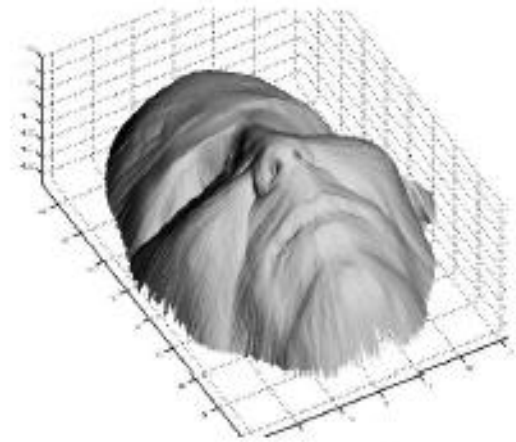
# Σκίαση



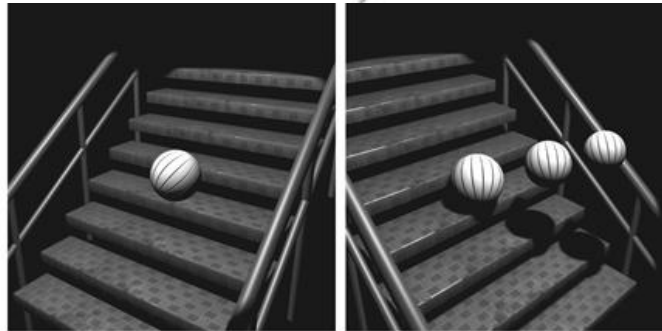
a)



b)



c)



(a)

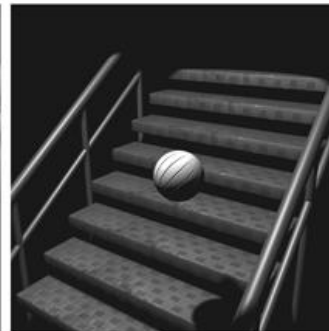
(b)



(c)



(d)



(e)

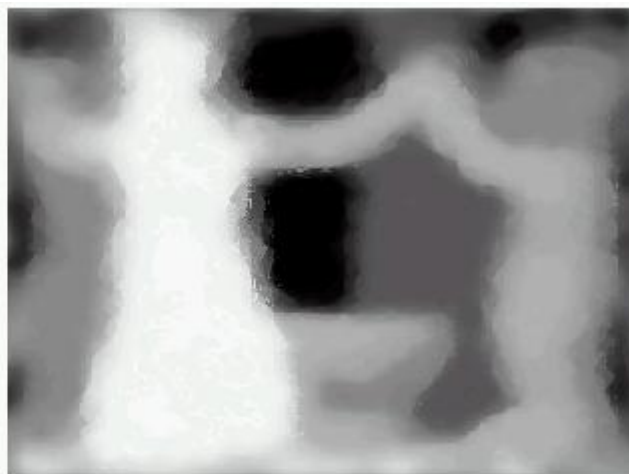
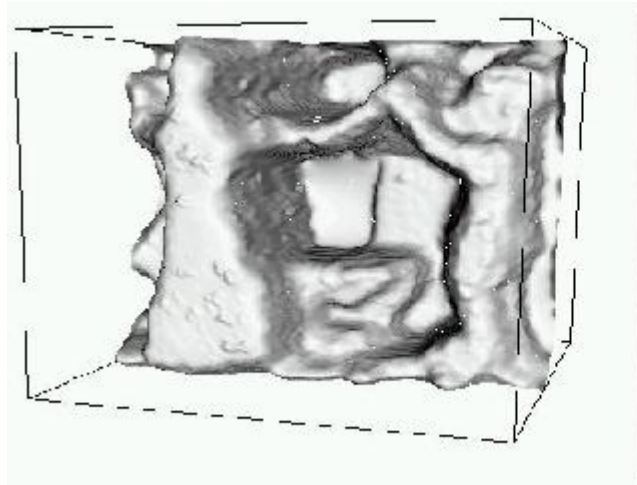




# Εστίαση



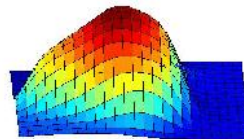
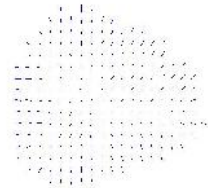
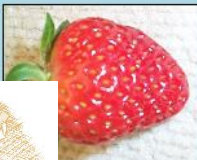
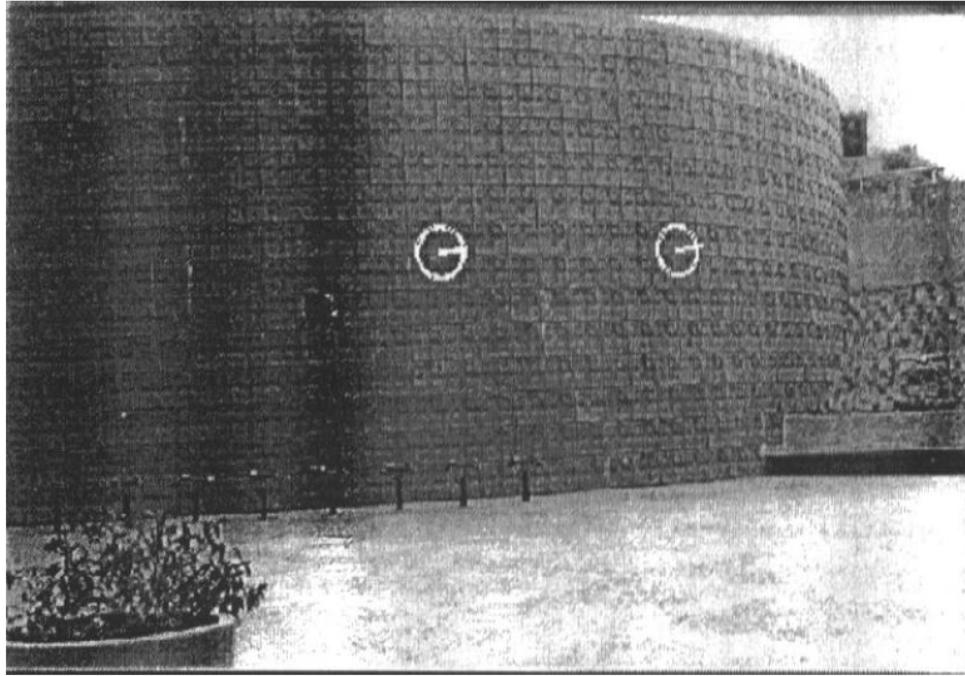
Εικόνες από το  
ίδιο σημείο  
αλλά με  
διαφορετικές  
παραμέτρους  
της κάμερας



3Δ σχήμα /  
βάθος



# Υφή



Loh. The recovery of 3-D structure using visual texture patterns. PhD thesis]

# Εφέ προοπτικής



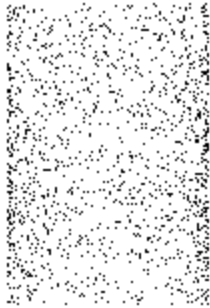
NATIONALGEOGRAPHIC.COM

© 2003 National Geographic Society. All rights reserved.





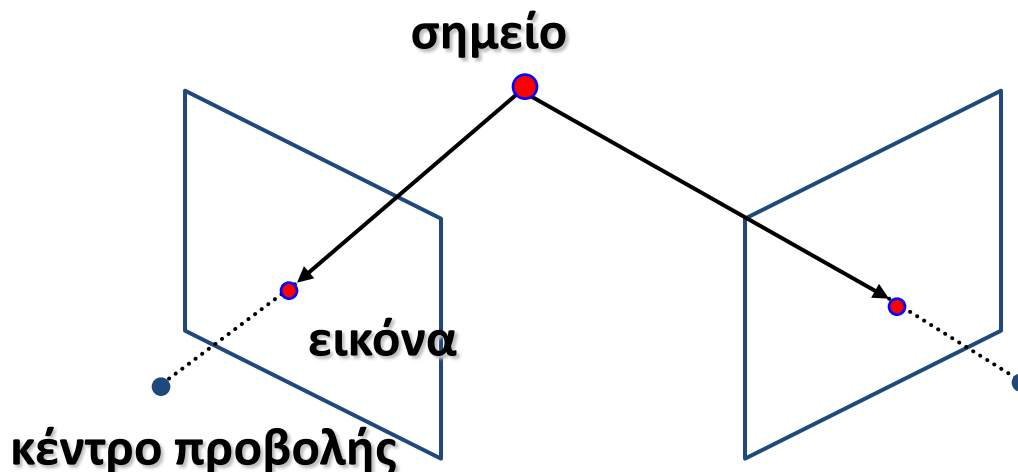
# Κίνηση



# Εκτίμηση σχήματος σκηηνής

- “Σχήμα από X”: Σκίαση, Υφή, Εστίαση, Κίνηση...
- **Stereo:**
  - Σχήμα από την “κίνηση” μεταξύ δύο εικόνων από διαφορετικές οπτικές γωνίες

Ιδέα:



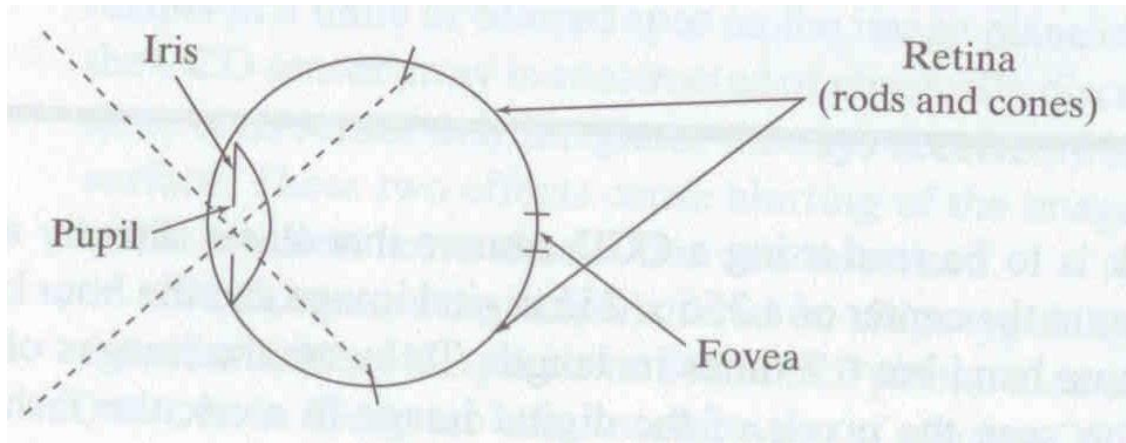
# Σύνοψη

- Ανθρώπινη όραση
- Στερεογράμματα
- Επιπολική γεωμετρία και ο επιπολικός περιορισμός
  - Παράδειγμα με παράλληλους οπτικούς άξονες
  - Γενική περίπτωση βαθμονομημένων καμερών



# Ανθρώπινο μάτι

Χονδρική αναλογία με το οπτικό μας σύστημα:



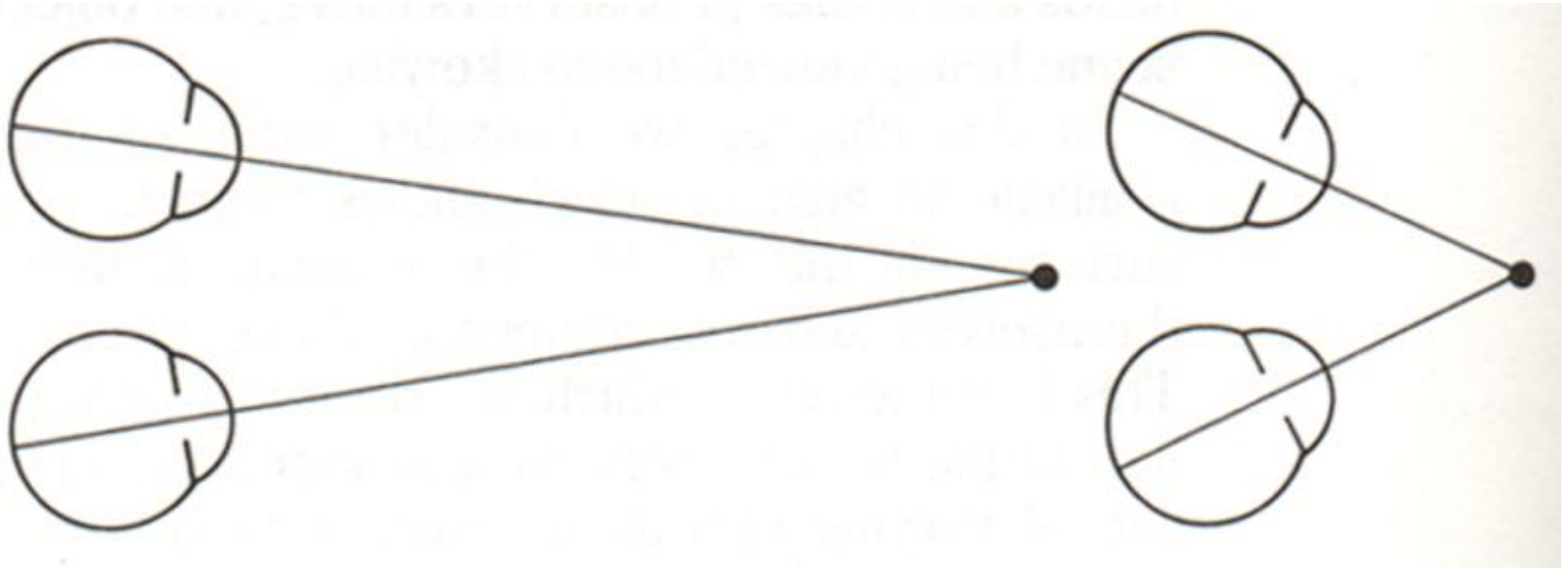
Ίριδα – ελέγχει την ποσότητα φωτός που θα περάσει από το φακό

Αμφιβληστροειδής – περιέχει αισθητήρες στους οποίους συντίθεται η εικόνα

Ωχρά κηλίδα – Υψηλότερη συγκέντρωση αισθητήρων



# Ανθρώπινη όραση: Ανομοιοότητα

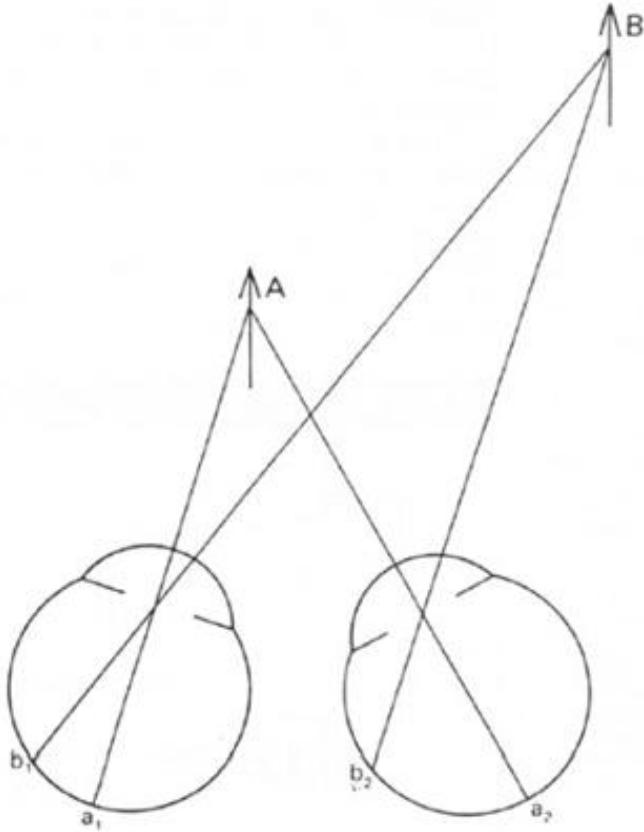


Τα μάτια **εστιάζουν** σε ένα σημείο στο χώρο – περιστρέφονται ώστε το σημείο να βρίσκεται στην ωχρά κηλίδα/στο κέντρο της εικόνας.





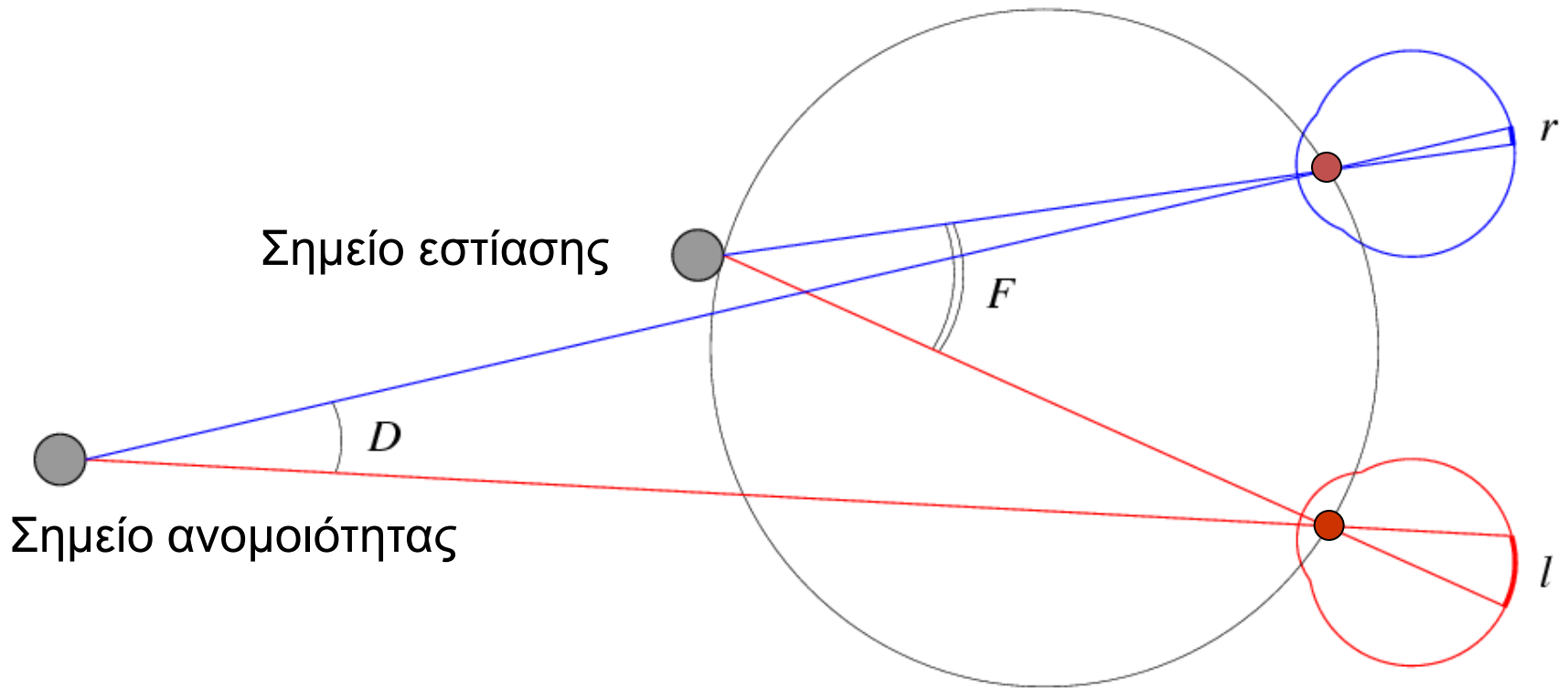
# Ανθρώπινη όραση: Ανομοιότητα



Η **ανομοιότητα** συμβαίνει όταν τα μάτια εστιάζουν σε ένα αντικείμενο. Τα υπόλοιπα απεικονίζονται σε διαφορετικές οπτικές γωνίες



# Ανθρώπινη όραση: Ανομοιότητα



Ανομοιότητα:  $d = r - l = D - F$ .

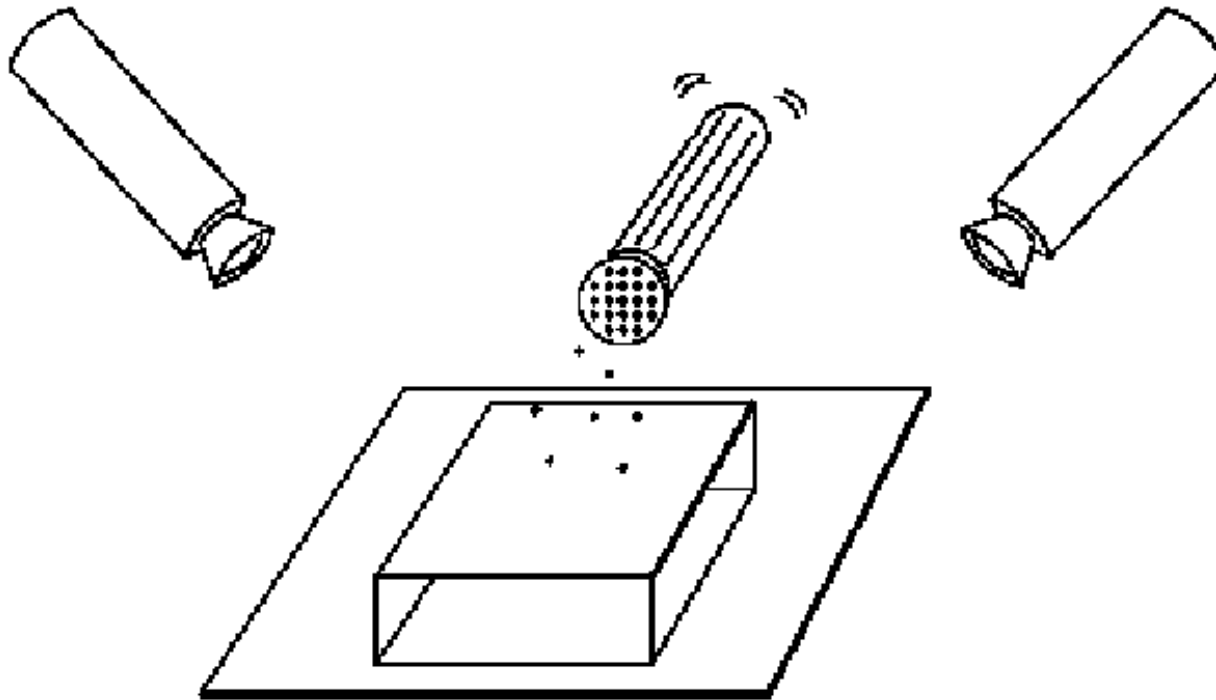


# Random dot stereograms

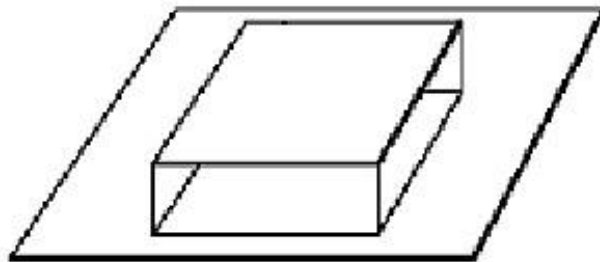
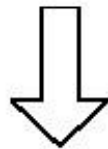
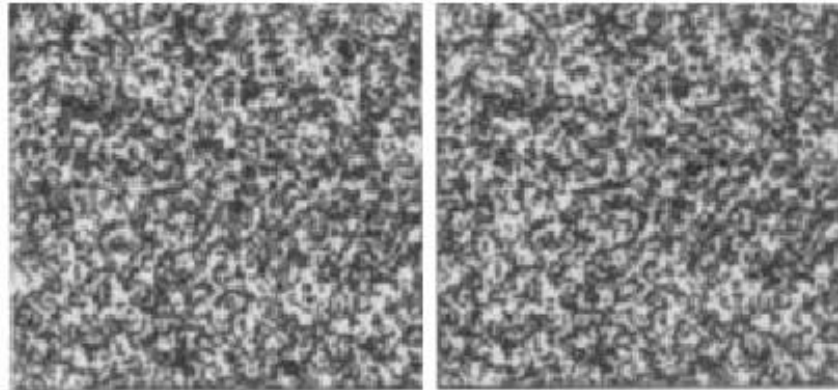
- Julesz 1960: Υπολογίζουμε τοπικές δομές φωτεινότητας πριν το συνδυασμό των εικόνων (μονοσκοπική διαδικασία) ή μετά (στερεοσκοπική);
- Έλεγχος: ζεύγος συνθετικών εικόνων που παράγονται τοποθετώντας τυχαία μαύρα σημεία σε λευκά αντικείμενα



# Random dot stereograms



# Random dot stereograms



# Random dot stereograms

- Όταν τα βλέπουμε με ένα μάτι, φαίνονται τυχαία;  
Όταν τα δούμε με τα δύο, βλέπουμε 3D δομή.
- Συμπέρασμα: Ο συνδυασμός των εικόνων δεν είναι αποκλειστικά συσχετισμένος με τον αμφιβληστροειδή. Πρέπει να εμπλέκει και το κεντρικό νευρικό σύστημα



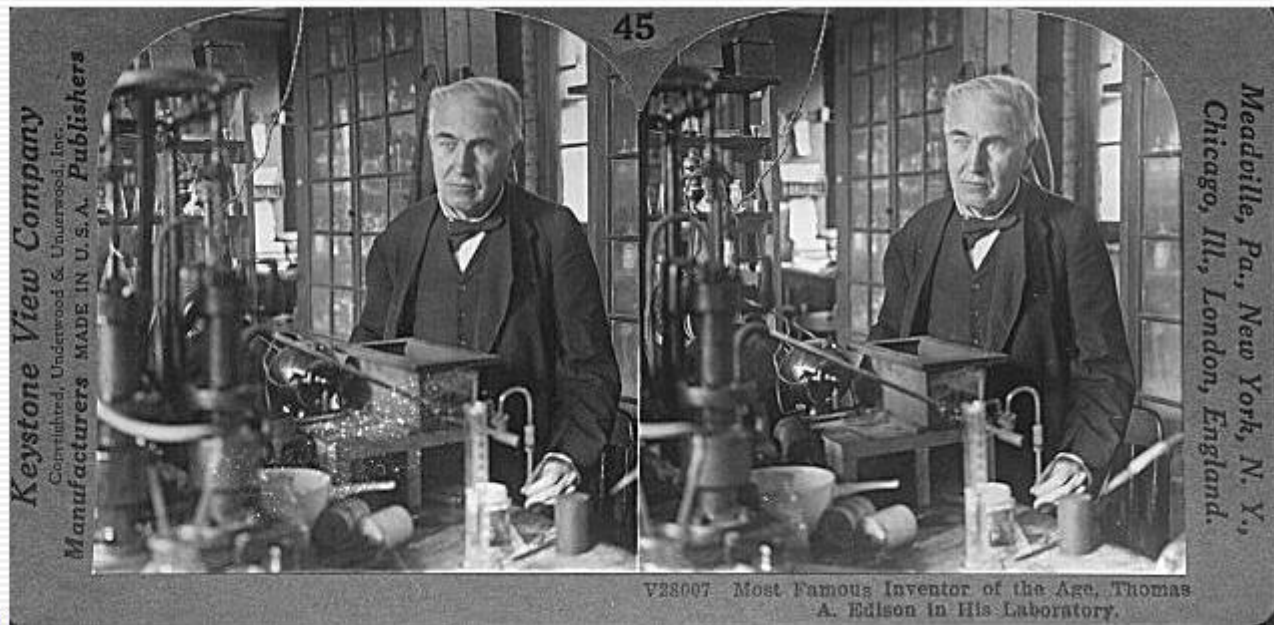
# Φωτογράφιση stereo

Δύο εικόνες του ίδιου αντικειμένου από δύο ελαφρά διαφορετικές οπτικές γωνίες. Απόδοση έτσι ώστε κάθε μάτι να βλέπει τη μία μόνο εικόνα



Sir Charles Wheatstone, 1838

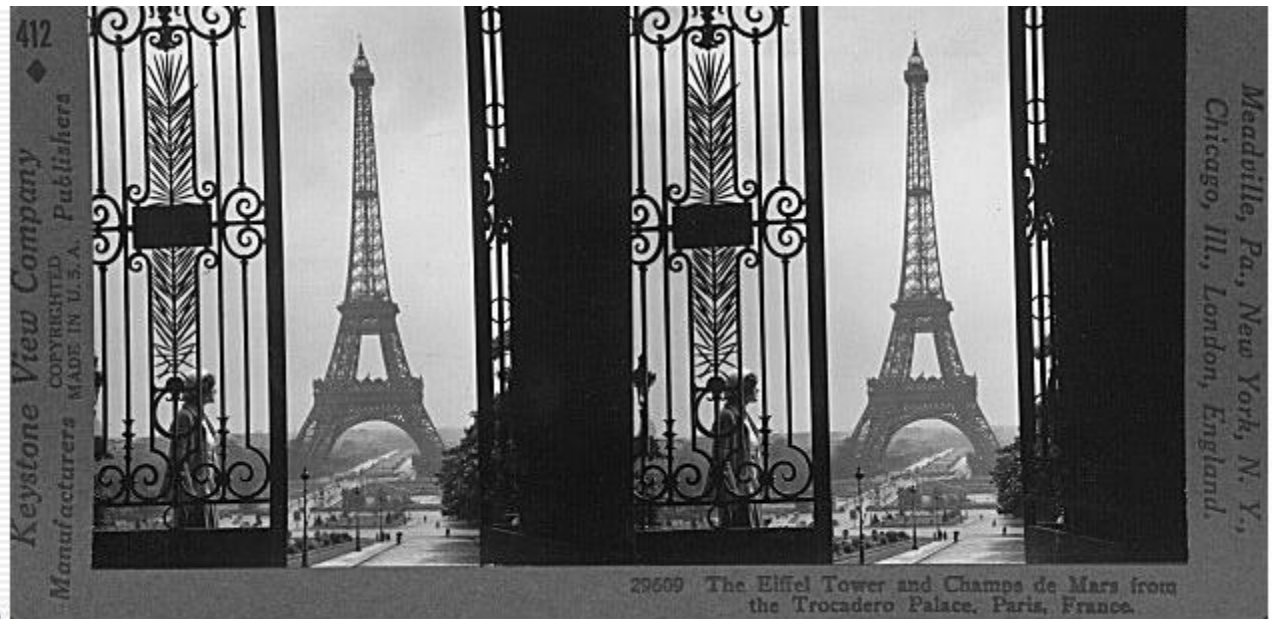
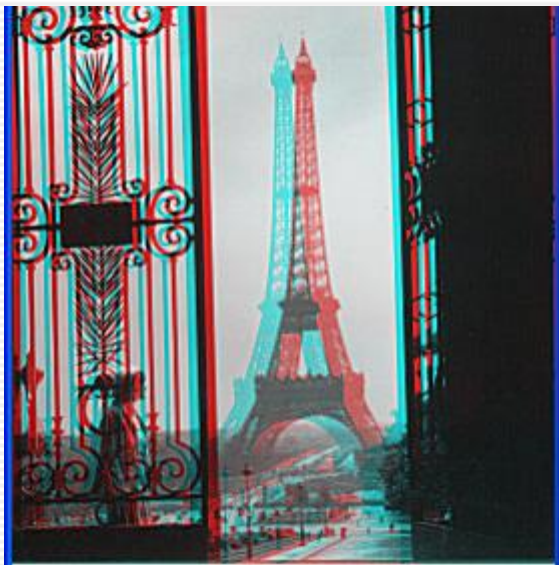




© Copyright 2001 Johnson-Shaw Stereoscopic Museum







© Copyright 2001 Johnson-Shaw Stereoscopic Museum







[http://www.well.com/~jimmg/stereo/stereo\\_list.html](http://www.well.com/~jimmg/stereo/stereo_list.html)



# Autostereograms



Χρήση ανοιμοιότητας  
σε μία εικόνα.

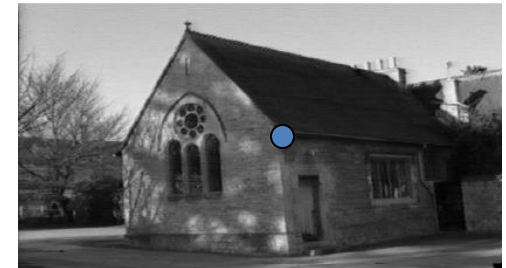
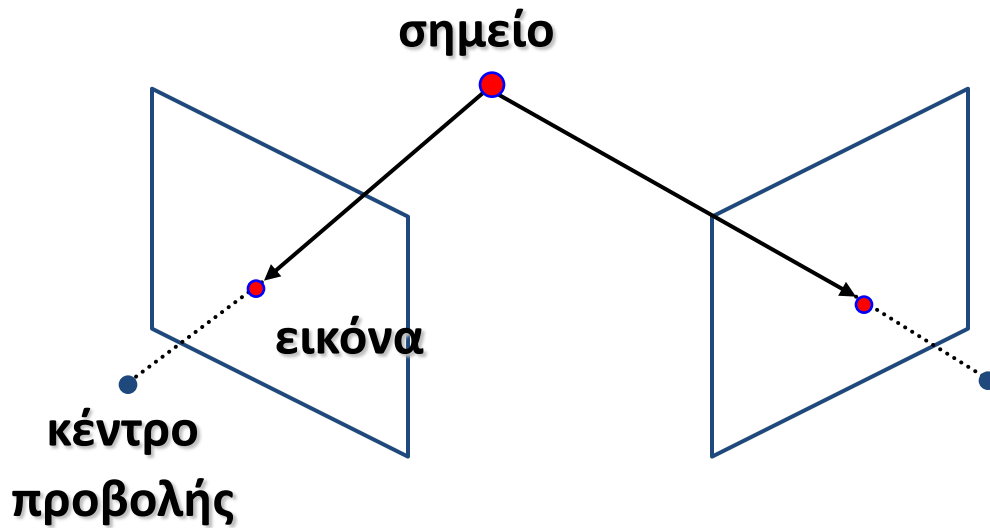


# Autostereograms



# Εκτίμηση βάθους από stereo

- **Stereo:** σχήμα από την «κίνηση» μεταξύ δύο εικόνων
- Χρειαζόμαστε:
  - Πληροφορίες προσανατολισμού της κάμερας (“calibration”)
  - Αντιστοιχίες σημείων της εικόνας



# Στερεοσκοπική όραση



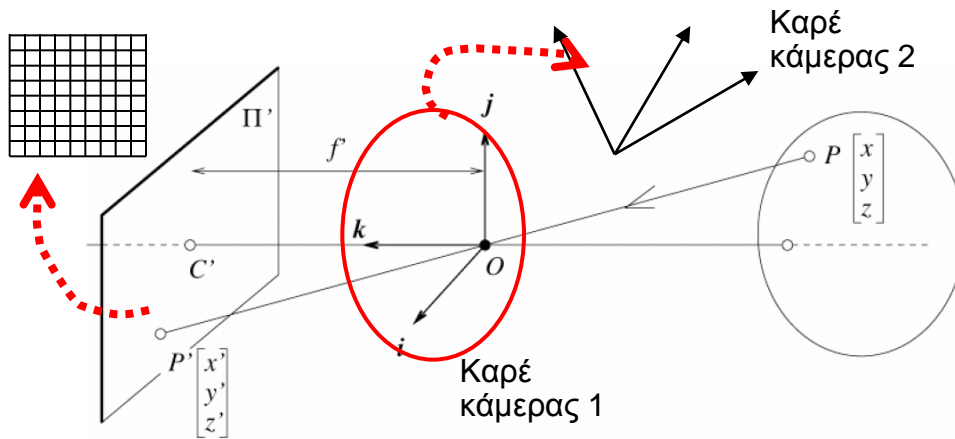
Δύο κάμερες, ταυτόχρονη παρατήρηση



Κινούμενη κάμερα και στατική σκηνή



# Παράμετροι κάμερας



**Εξωγενείς** παράμετροι:

Καρέ 1  $\leftrightarrow$  Καρέ 2

**Εσωγενείς** παράμετροι:

Συντεταγμένες εικόνας ως προς την κάμερα  $\leftrightarrow$

Συντεταγμένες εικονοστοιχείων

- *Εξωγενείς*: πίνακας περιστροφής και διάνυσμα μετατόπισης
- *Εσωγενείς*: απόσταση εστίασης, μέγεθος εικονοστοιχείων (mm), κέντρο εικόνας, παραμόρφωση...

*Θα υποθέσουμε ότι οι παράμετροι αυτές είναι δοσμένες και σταθερές.*





Τέλος Ενότητας

# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



# ΣΗΜΕΙΩΜΑΤΑ

# Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση **1.0**.

Έχουν προηγηθεί οι κάτωθι εκδόσεις:

- Έκδοση **1.0**. διαθέσιμη [εδώ](#).



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Φακωτάκης Νίκος, Μουστάκας Κωνσταντίνος, Πέππας Παύλος, Σγάρμπας Κυριάκος. «Τεχνητή Νοημοσύνη II, Αντίληψη». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

[https://eclass.upatras.gr/modules/course\\_metadata/opencourses.php?fc=15](https://eclass.upatras.gr/modules/course_metadata/opencourses.php?fc=15)



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

- Η διάλεξη είναι εμπνευσμένη και έχει χρησιμοποιηθεί εκπαιδευτικό και πολυμεσικό υλικό από τις διαλέξεις του James Hays του «Brown University, Computer Science Department» και του αντίστοιχου μαθήματος «CS 143 Introduction to Computer Vision» (<http://cs.brown.edu/courses/cs143/>).

