

# Γραφικά Υπολογιστών



## Μάθημα 1 - Εισαγωγή στα Γραφικά

Γιώργος Σφήκας

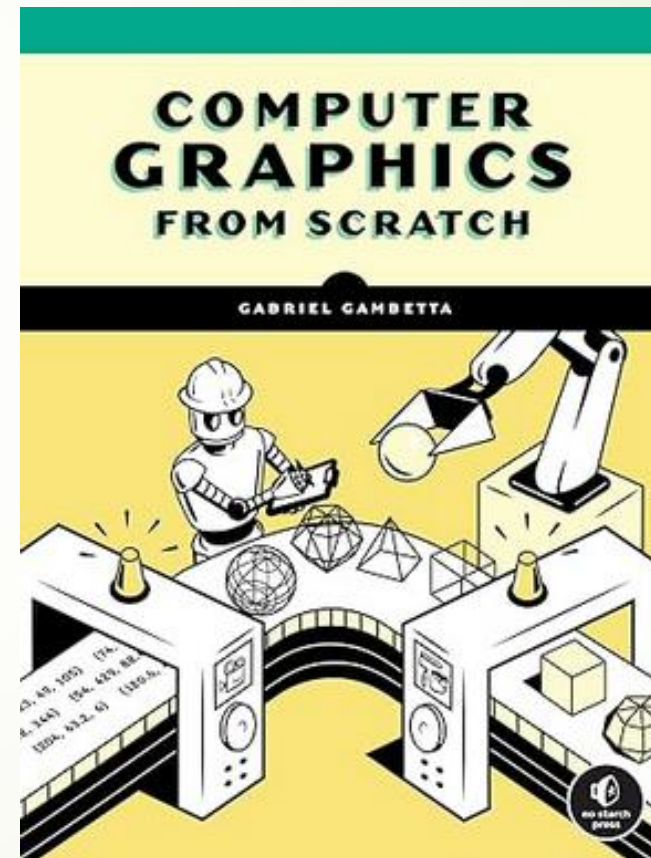


# Γενικά για τον τρόπο διεξαγωγής του μαθήματος

- ❏ Χειμερινό εξάμηνο 2024-2025
- ❏ 2 ώρες θεωρία (Δευτέρα 1μμ-3μμ)
- ❏ 2 ώρες εργαστήριο και ασκήσεις (Πέμπτη 3μμ-5μμ)
- ❏ Παράδοση μιας απλής άσκησης κάθε 1 ή 2 εβδομάδες (“θεωρητική” / Python)
- ❏ 50% ασκήσεις + 70% εξέταση

# Βιβλίο μαθήματος

- 📖 G. Gambetta, «Computer Graphics from scratch» (2021)





# Άλλα εξαιρετικά βιβλία

- ❏ Θεοχάρης Θ. et al., "Γραφικά και Οπτικοποίηση" (το βιβλίο που θα πάρετε από τον Εύδοξο)
- ❏ Phar, Humphreys, Hanrahan, "Physically based Rendering"
- ❏ Buck, "The Raytracer challenge"



# Σχετικά μαθήματα

- ▣ Γραμμική Άλγεβρα
- ▣ Αναλυτική Γεωμετρία
- ▣ Φωτογραμμετρία I (μονοεικονική φωτογραμμετρία)
- ▣ Ο,τιδήποτε περιλαμβάνει προγραμματιστική υλοποίηση




# Προγραμματισμός

- Python
- Βιβλιοθήκες NumPy, SciPy, PIL, Opencv



# Σχετικά πεδία και αντικείμενο των Γραφικών Υπολογιστών

 Πεδία με κεντρικό αντικείμενο την εικόνα...



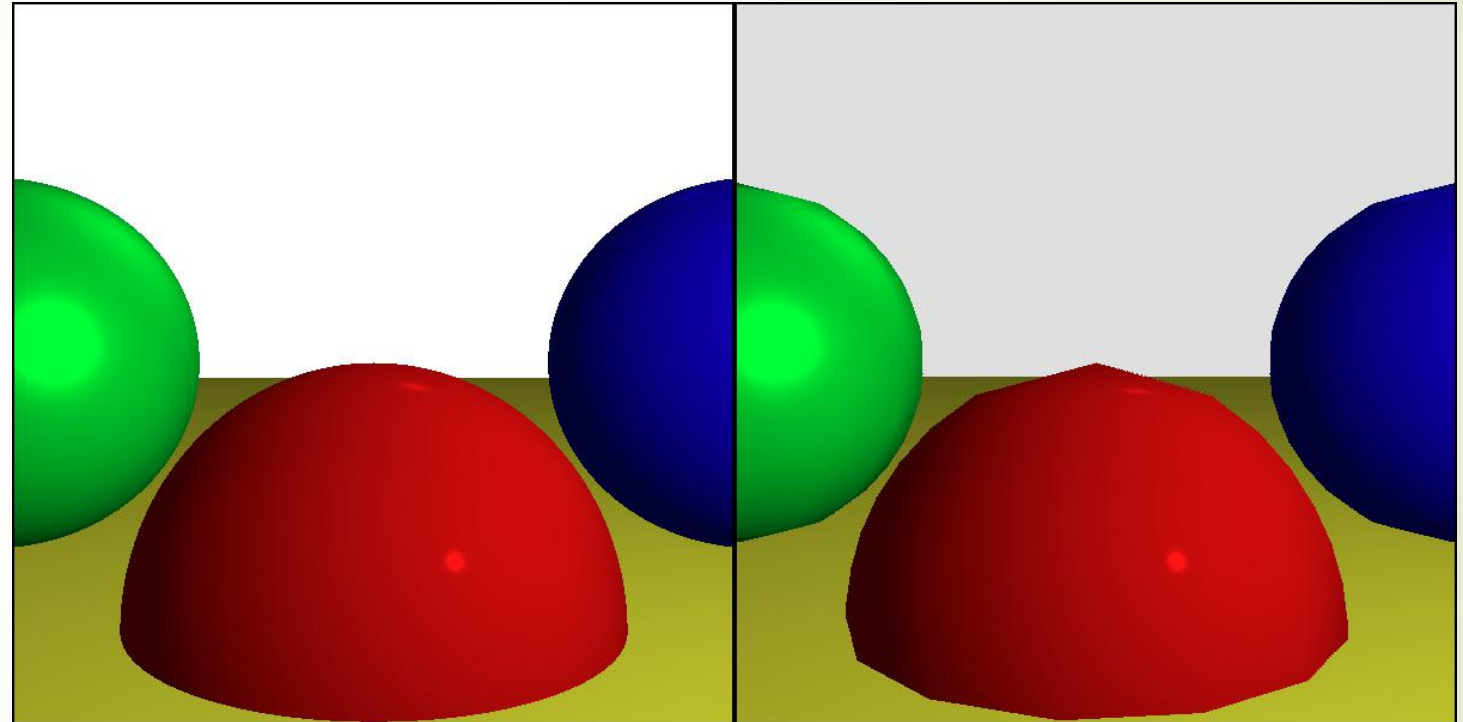
# Σχετικά πεδία και αντικείμενο των Γραφικών Υπολογιστών

- ❏ Πεδία με κεντρικό αντικείμενο την εικόνα
  - ❏ Γραφικά Υπολογιστών (Computer Graphics)
  - ❏ Όραση Υπολογιστών (Computer Vision)
  - ❏ Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας (Digital Image Processing)
  - ❏ Φωτογραμμετρία (Photogrammetry)
- ❏ Αντικείμενο των Γραφικών...
  - ❏ η δημιουργία τεχνητών εικόνων με βάση ένα μοντέλο σκηνής
  - ❏ από το 3D πάμε στο 2D



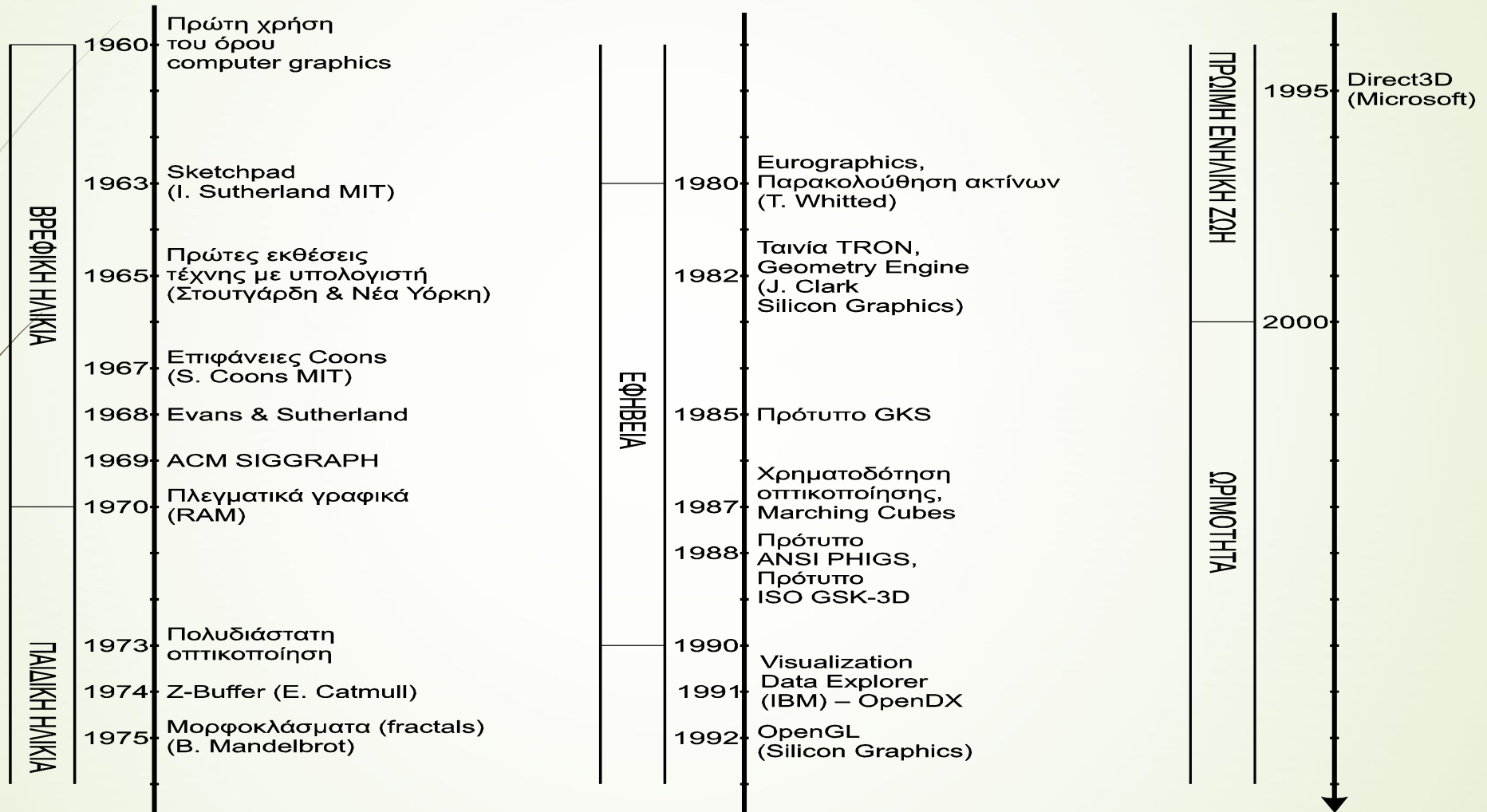
# Η έννοια του «Rendering»

- ❏ Δοθείσης γνώσης μιας 3D σκηνής, παράγοντας λοιπόν μια εικόνα που της αντιστοιχεί θα λέμε ότι κάνουμε “render” ή ότι “αποδίδουμε” μια σκηνή
- ❏ Στο μάθημα θα δούμε δύο βασικές κατηγορίες τεχνικών rendering :
  - ❏ Raytracing
  - ❏ Rasterization



Αποτέλεσμα απόδοσης της ίδιας σκηνής με την τεχνική raytracing (αριστερά) και την τεχνική rasterization (δεξιά)

# Ιστορική αναδρομή

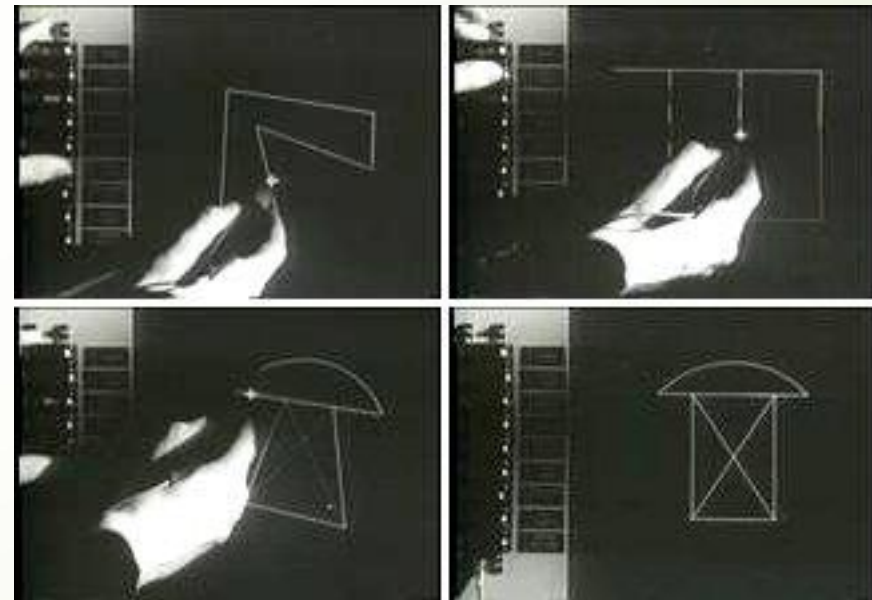


# Ιστορική αναδρομή

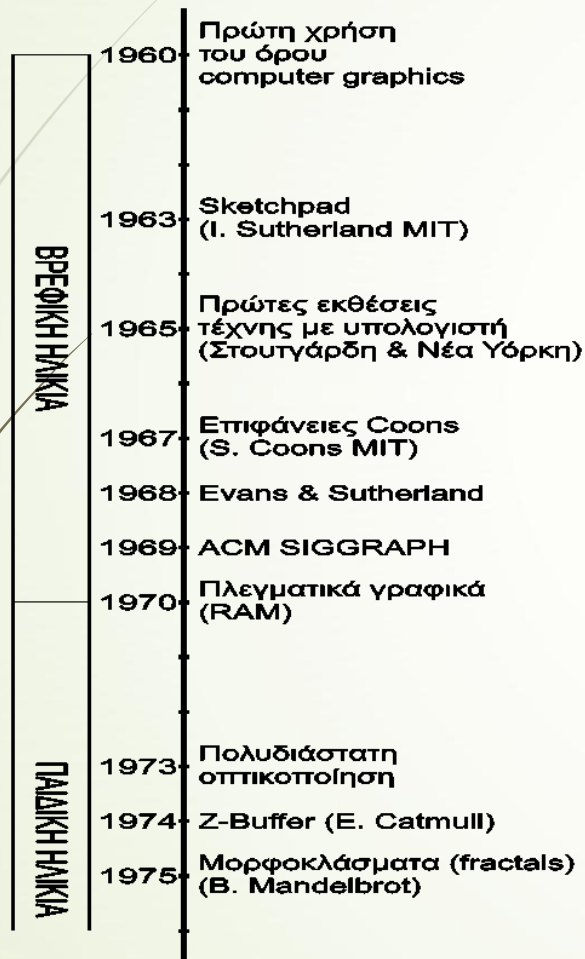
ΒΡΕΘΙΚΗ ΗΛΙΚΙΑ	1960	Πρώτη χρήση του όρου <b>computer graphics</b>
	1963	<b>Sketchpad</b> (I. Sutherland MIT)
	1965	Πρώτες εκθέσεις τέχνης με υπολογιστή (Στουτγάρδη & Νέα Υόρκη)
	1967	Επιφάνειες Coons (S. Coons MIT)
	1968	Evans & Sutherland
	1969	ACM SIGGRAPH
ΠΑΛΔΙΚΗ ΗΛΙΚΙΑ	1970	Πλεγματικά γραφικά (RAM)
	1973	Πολυδιάστατη οπτικοποίηση
	1974	Z-Buffer (E. Catmull)
	1975	Μορφοκλάσματα (fractals) (B. Mandelbrot)

▣ Δεκαετία 1960. Πρώτη χρήση του όρου Computer Graphics

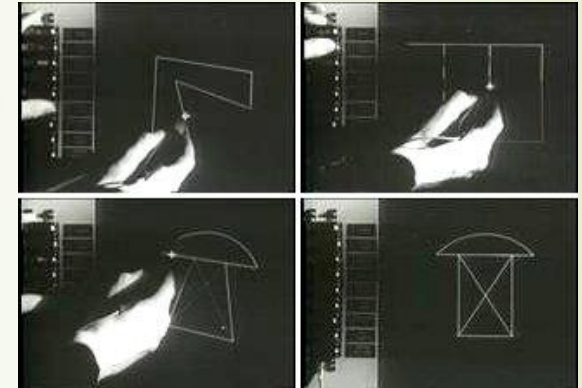
▣ 1963: « Sketchpad »



# Ιστορική αναδρομή

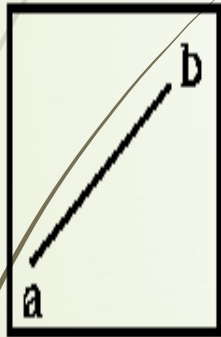


- ❏ Δεκαετία 1960. Πρώτη χρήση του όρου Computer Graphics
- ❏ 1963: « *Sketchpad* »
- ❏ Εισαγωγή των εννοιών 'object space και image space'
- ❏ Το μήκος της 'display list' εξαρτάται από το 'refresh rate' της οθόνης
- ❏ Κατ'εξοχήν *vector graphics*

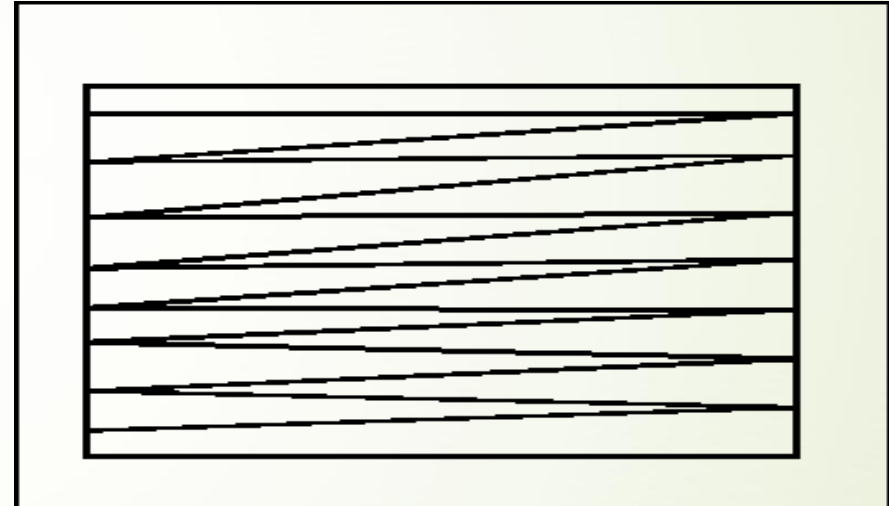


# Ιστορική αναδρομή

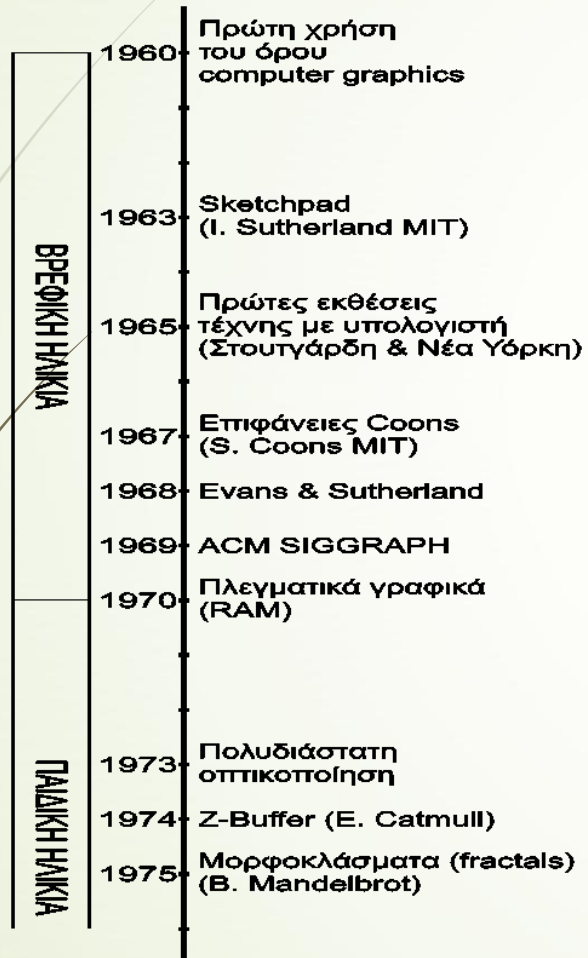
## ❏ Vector scanning vs Raster scanning



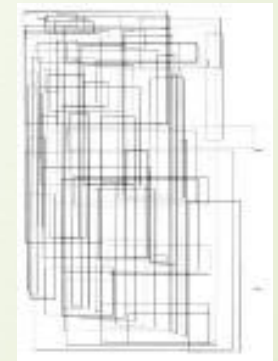
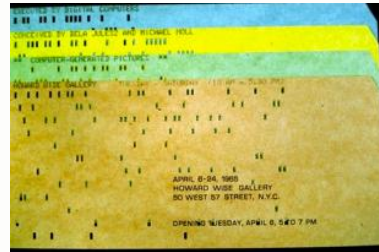
Turn e beam off, move to a.  
Turn e beam on and draw to b  
repeat move - draw sequence



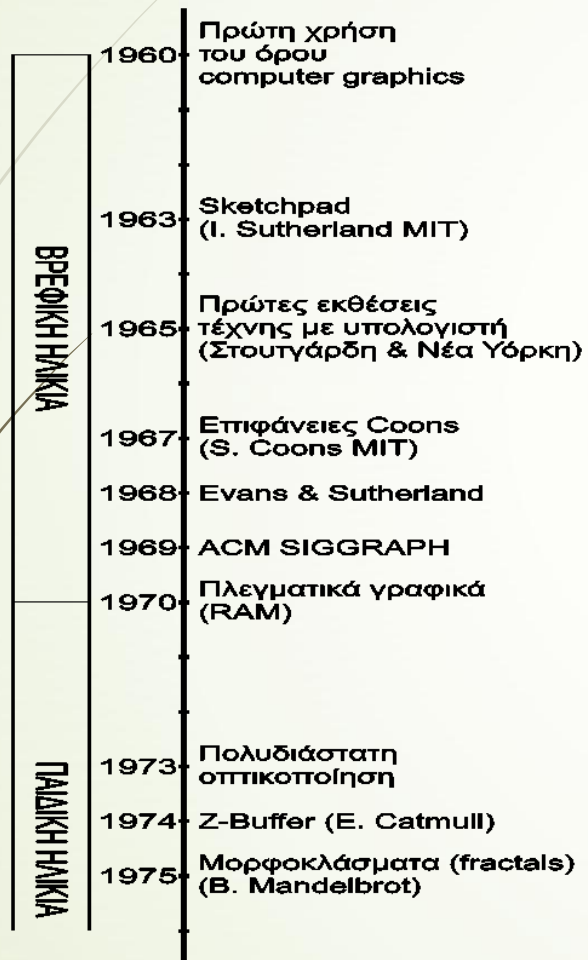
# Ιστορική αναδρομή



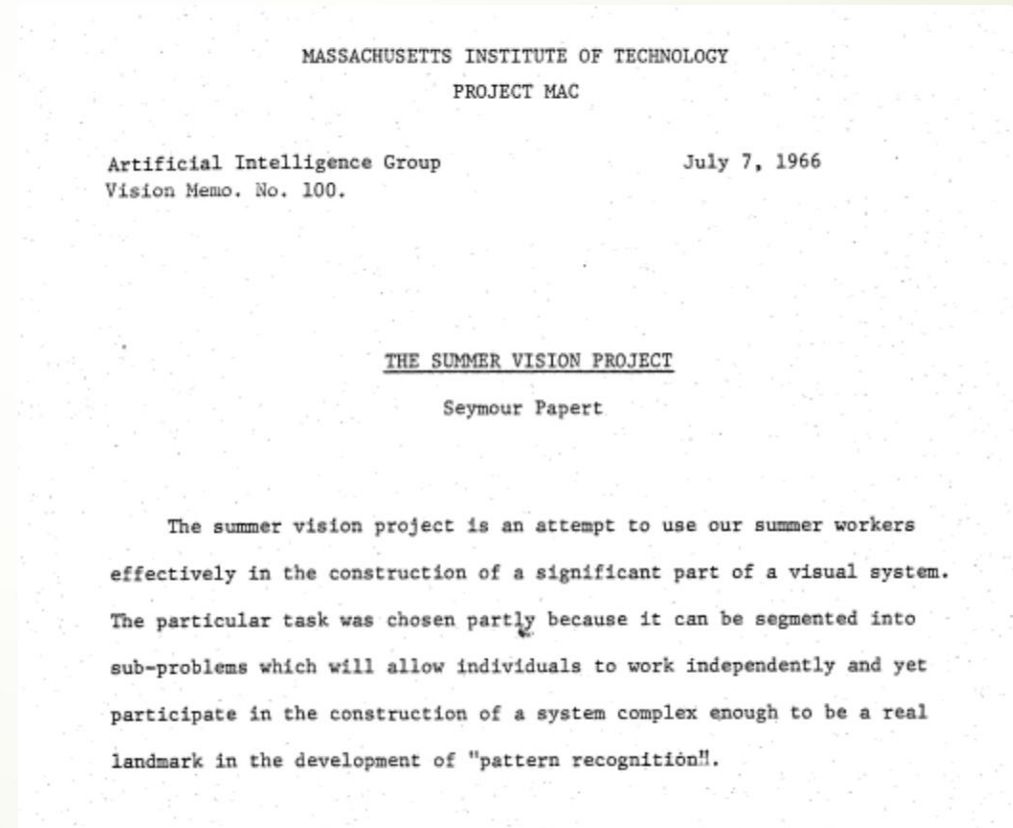
- 1965. Computer Art exhibition
  - Georg Nees: Computergrafik (Stuttgart)
  - Howard Wise gallery exhibition (New York)



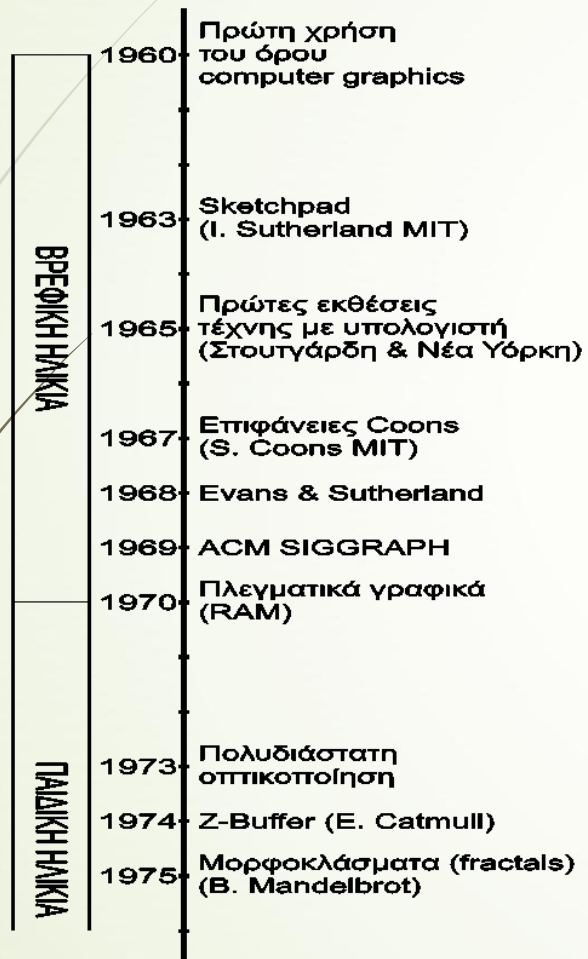
# Ιστορική αναδρομή



1966. The Summer Vision project



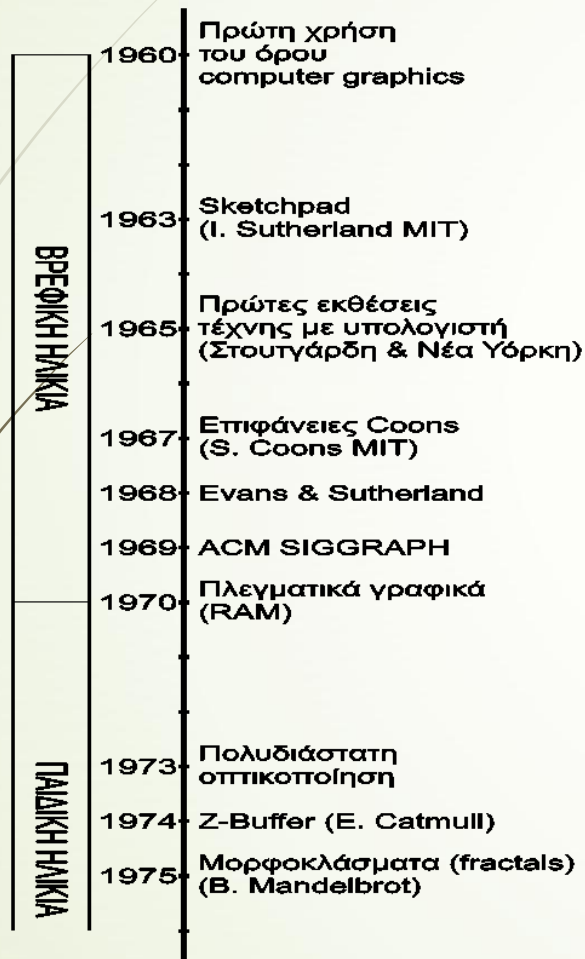
# Ιστορική αναδρομή



- 1967. Επιφάνειες Coons
- 1968. Οι πρώτες εταιρείες ανάπτυξης γραφικών: Evans & Sutherland
- 1969. Πρώτο συνέδριο γραφικών: ACM SIGGRAPH

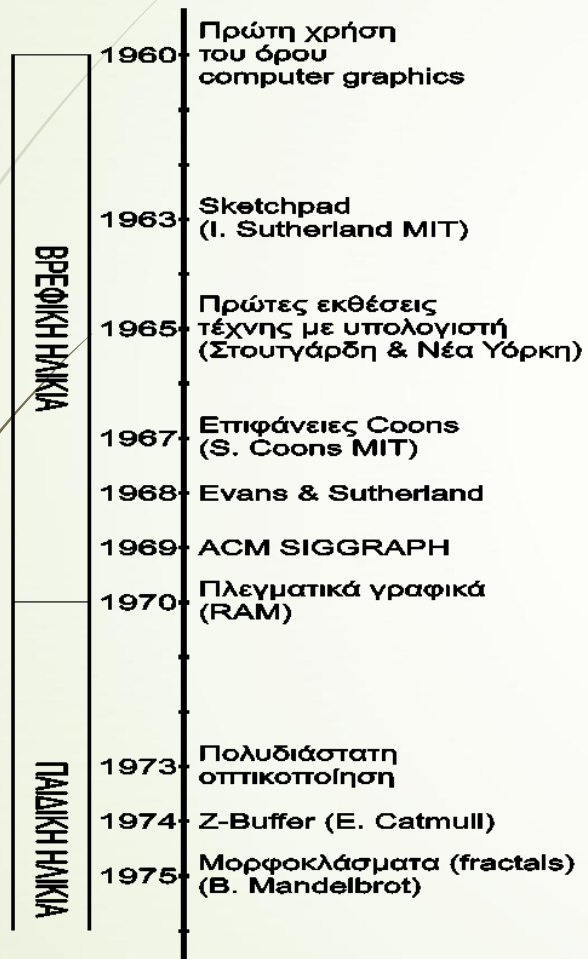


# Ιστορική αναδρομή

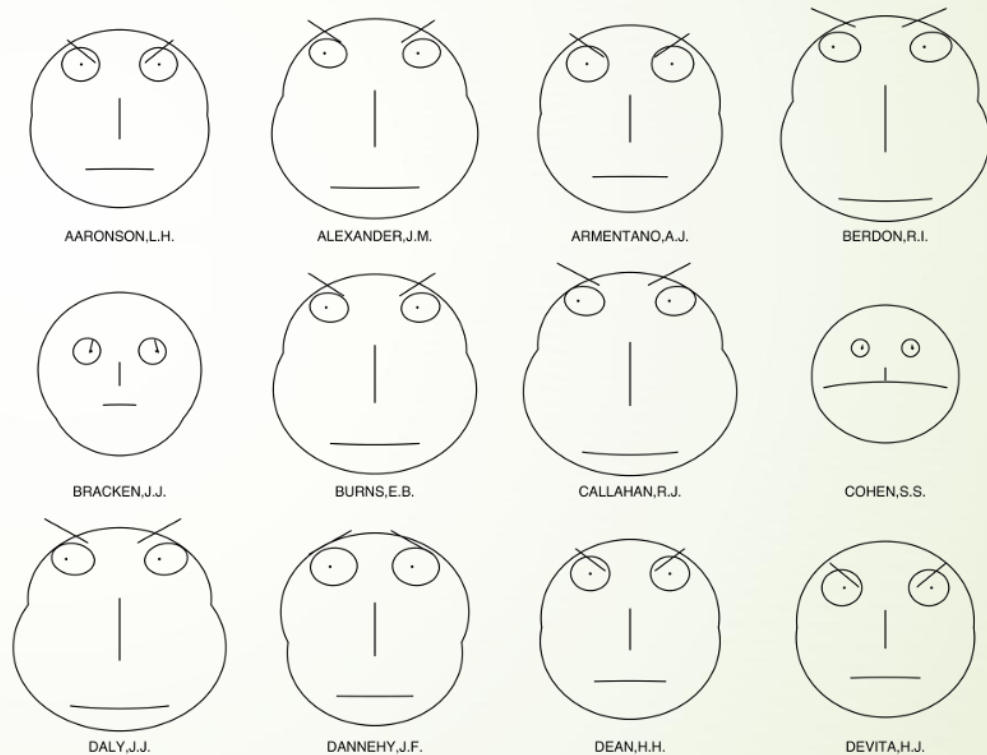


- ❑ Δεκαετία 1970. Η 'παιδική ηλικία' των γραφικών
- ❑ Frame buffers
- ❑ Raster displays and raster graphics
  
- ❑ Η εισαγωγή του frame buffer..
- ❑ Επέτρεψε τη δυνατότητα για πλεγματικά γραφικά (raster graphics)
- ❑ Πλέον ο αριθμός των υπό εμφάνιση αντικειμένων απεξαρτάται από το refresh rate της οθόνης
- ❑ Δυνατότητα για φωτορεαλιστικά γραφικά, νέους αλγόριθμους (πχ filled surfaces)

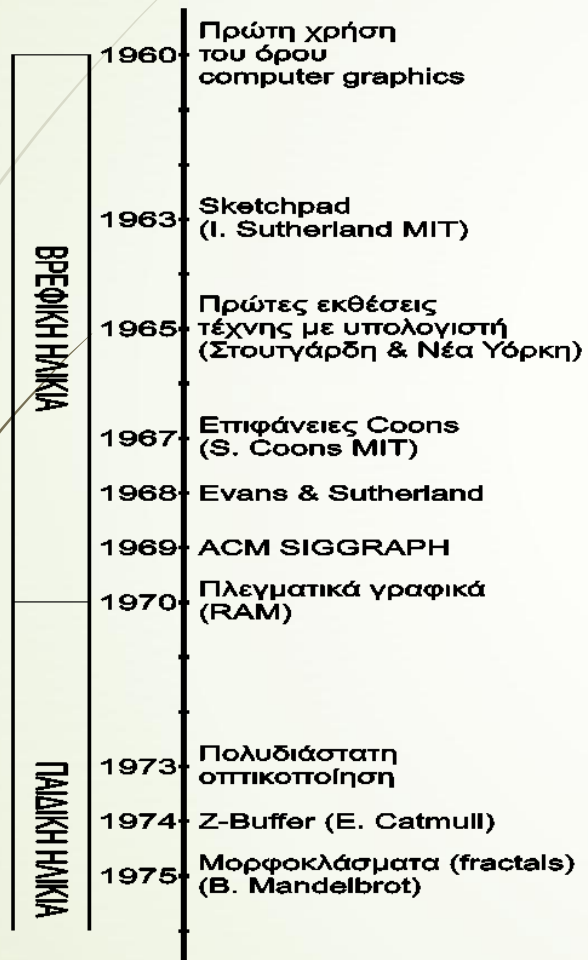
# Ιστορική αναδρομή



1973. Πολυδιάστατη οπτικοποίηση (Chernoff 1973)



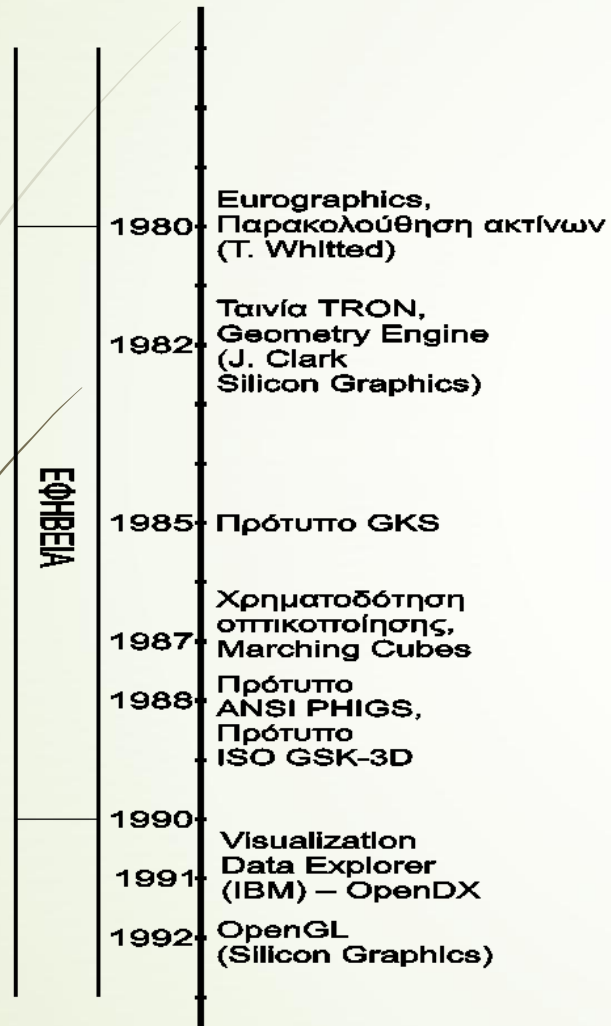
# Ιστορική αναδρομή



- 1974. Z-buffer (E. Catmull)
- 1975. Μορφοκλάσματα ('Fractals', του Benoît Mandelbrot)



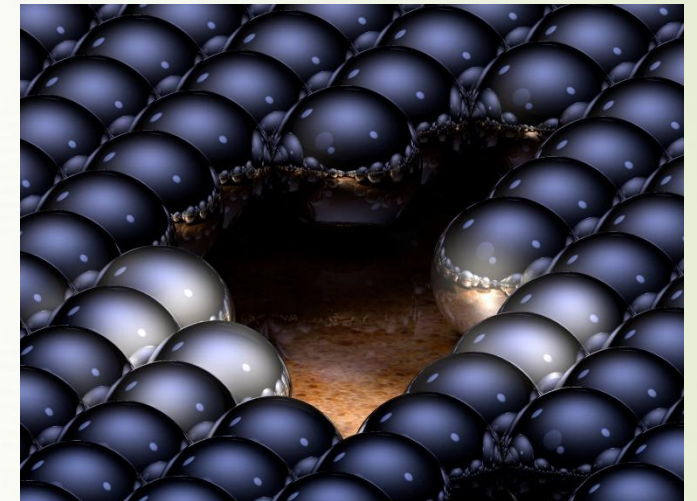
# Ιστορική αναδρομή



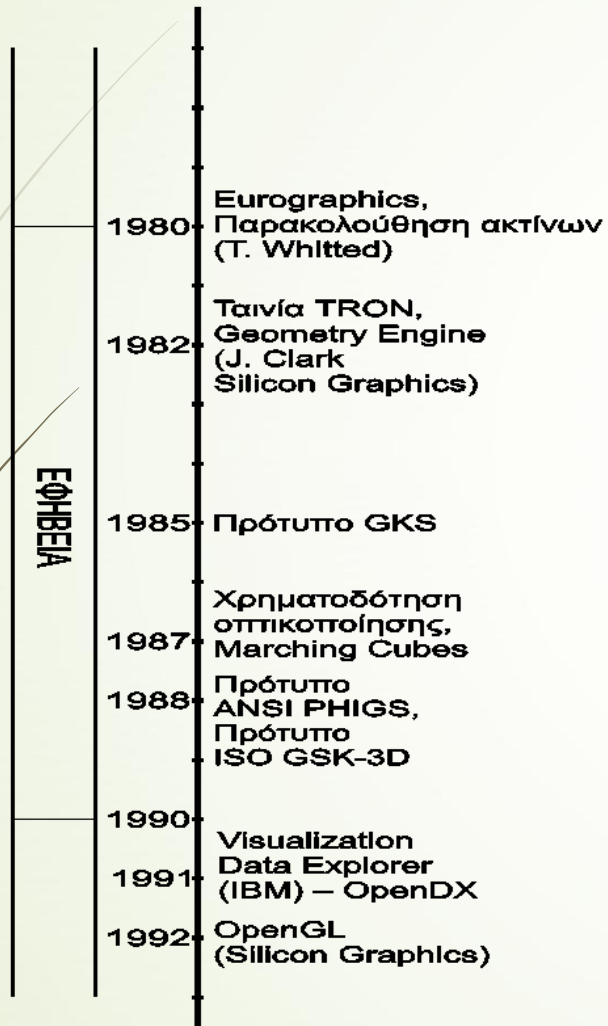
1980

Eurographics society

Raytracing algorithm



# Ιστορική αναδρομή



1980

Eurographics society

Raytracing algorithm

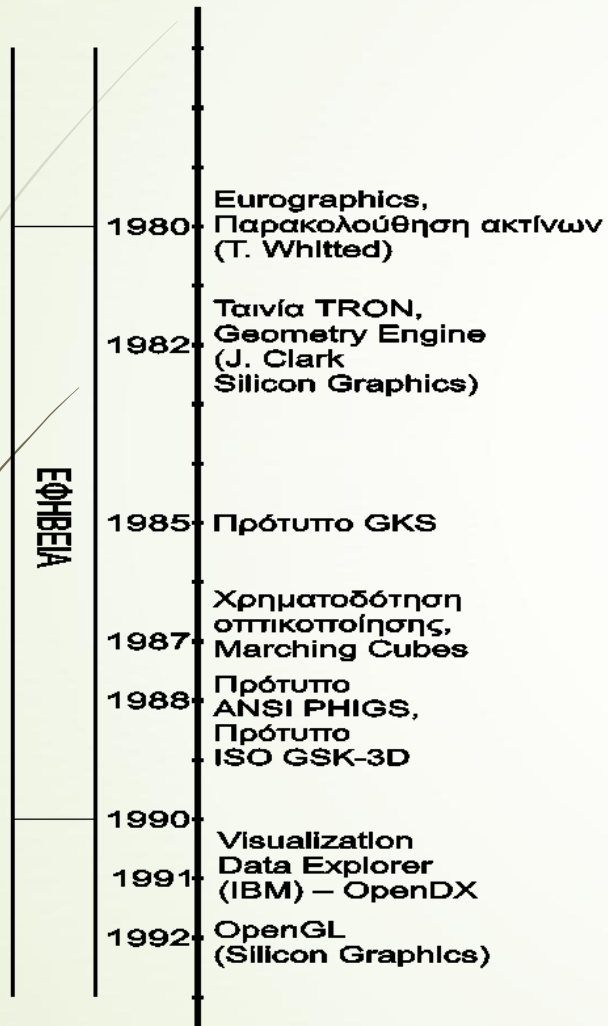
1982

Ταινία TRON

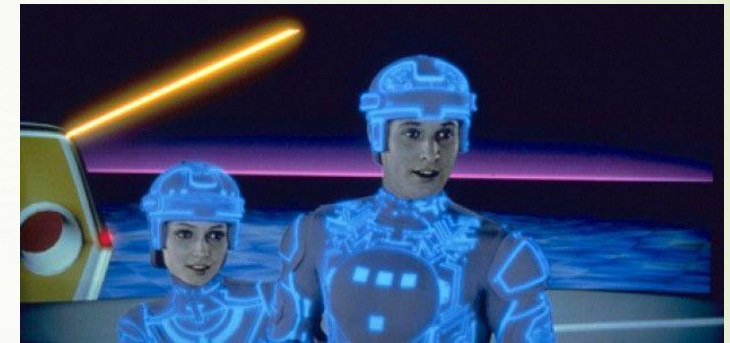
Εταιρία Silicon Graphics



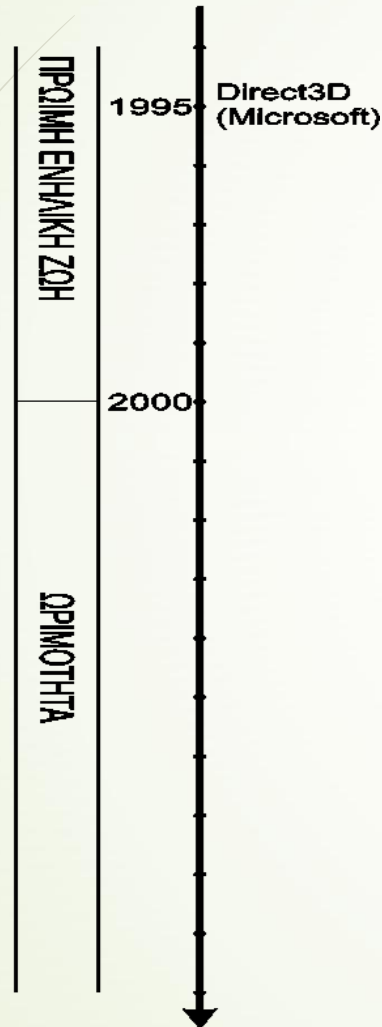
# Ιστορική αναδρομή



- 1980
  - Eurographics society
  - Raytracing algorithm
- 1982
  - Ταινία TRON
  - Εταιρία Silicon Graphics
- 1987
  - Marching cubes algorithm



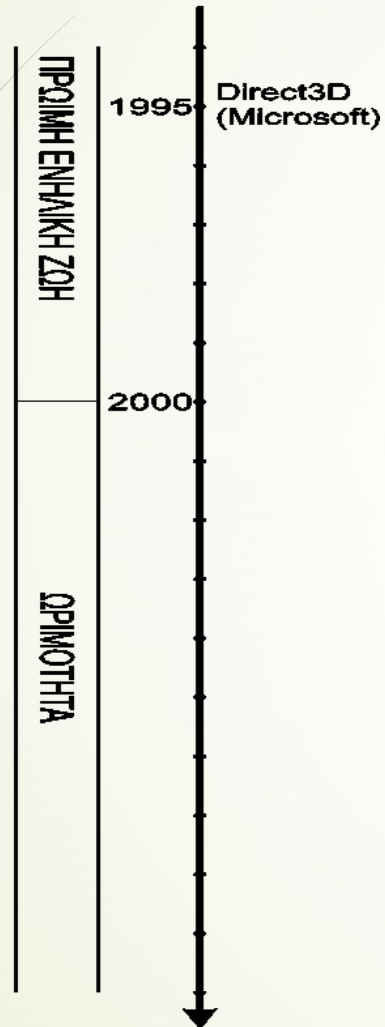
# Ιστορική αναδρομή



- 1990- Πρώιμη ενήλικη ζωή
  - Graphics APIs (OpenGL, 1992) (Direct3D, 1995)
  - Πρόοδος στα 3D γραφικά μέσα και από την βιομηχανία παιχνιδιών
  - 3D graphics accelerators



# Ιστορική αναδρομή

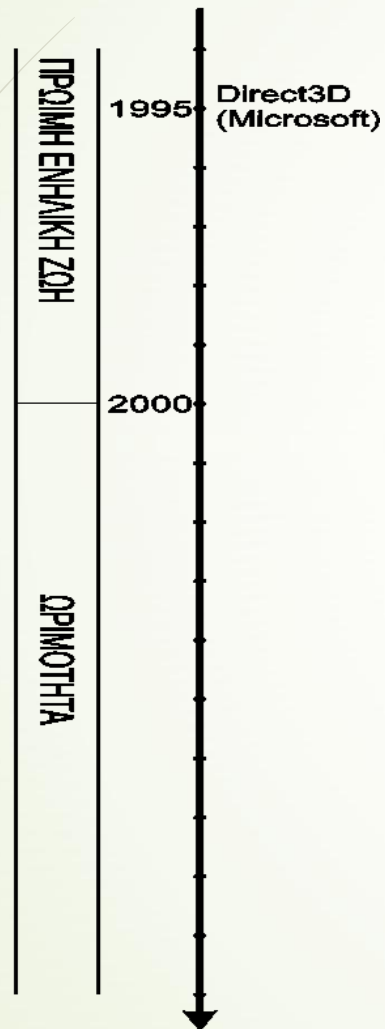


- Games in the 1980s & 1990s
- «Elite», 1980





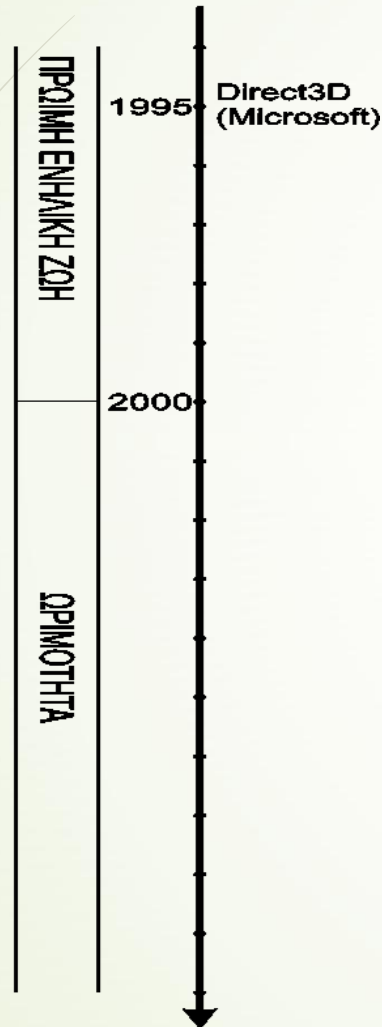
# Ιστορική αναδρομή



- Games in the 1980s & 1990s
- «Gunship», 1986



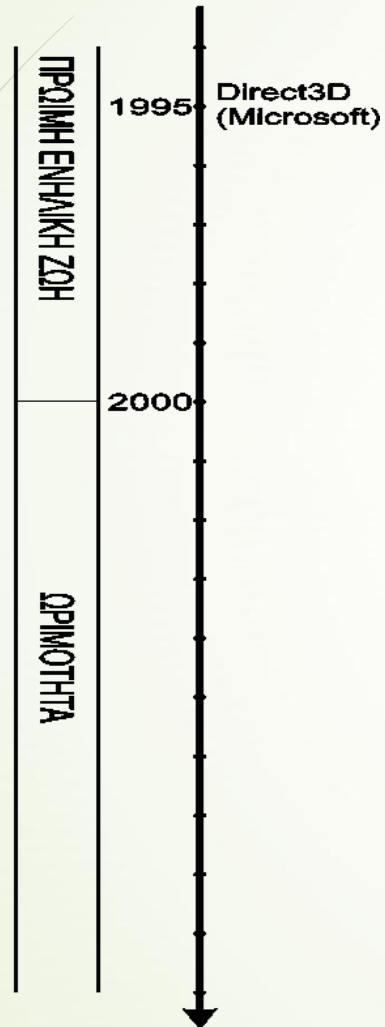
# Ιστορική αναδρομή



- Games in the 1980s & 1990s
- «Wolfenstein 3D», 1992 (Χρήση «Raycasting» algorithm)



# Ιστορική αναδρομή

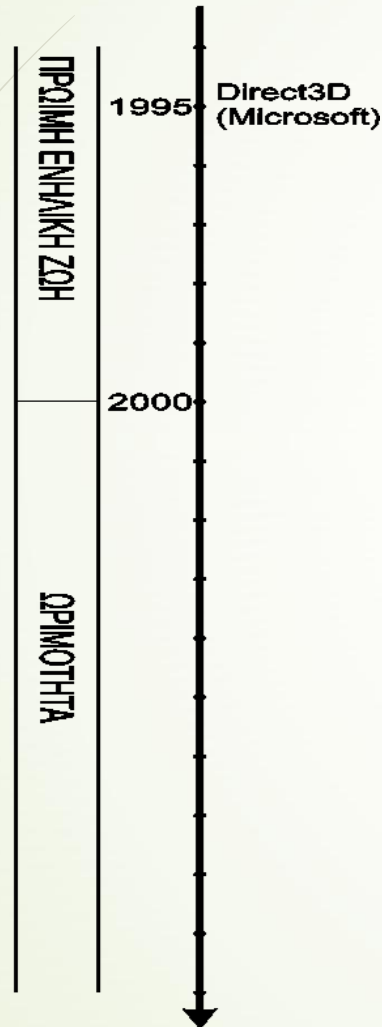


Games in the 1980s & 1990s

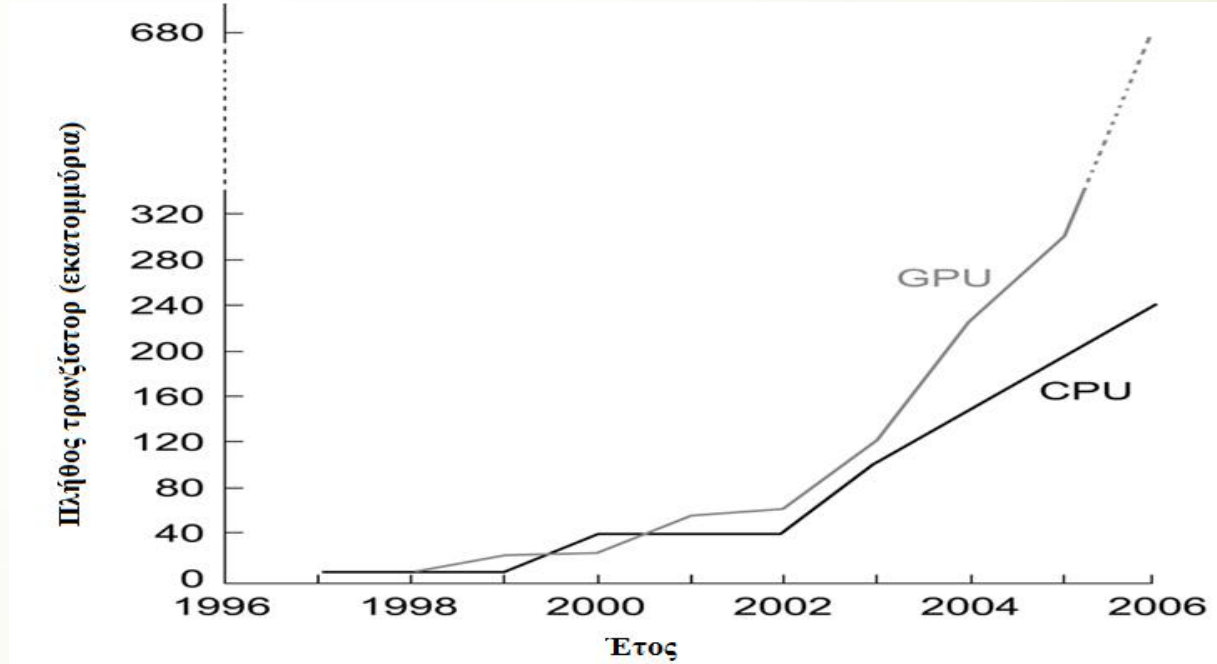
«Doom», 1993



# Ιστορική αναδρομή



2000s - ωριμότητα



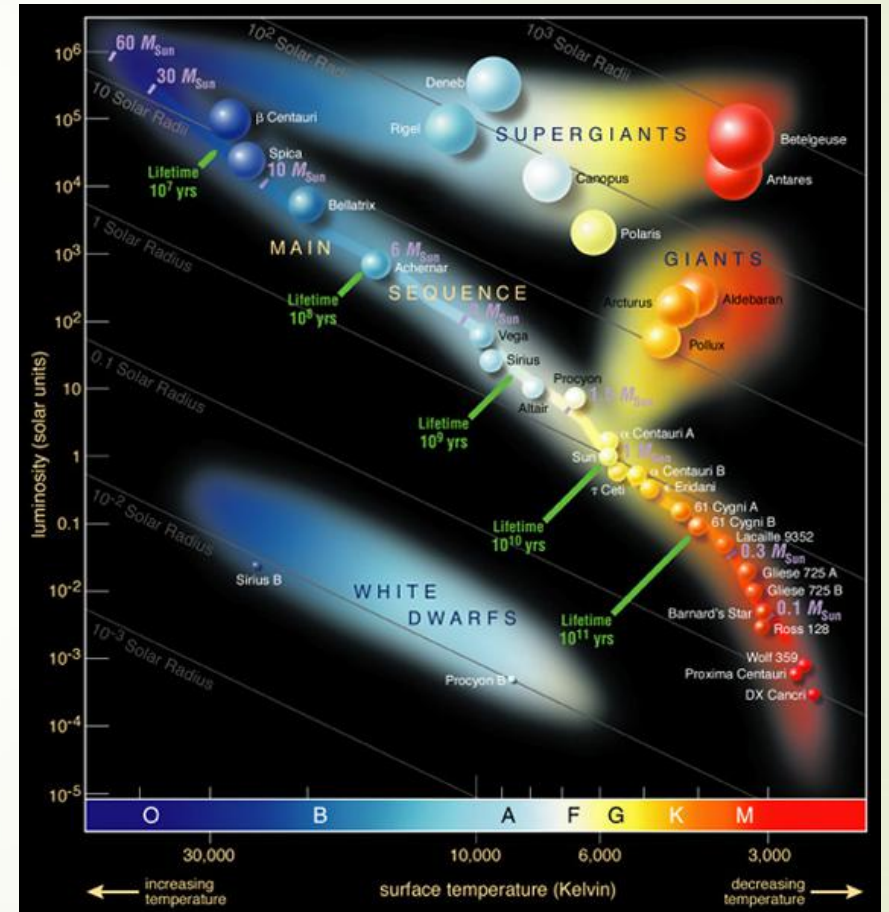
# Εφαρμογές των γραφικών

- Ειδικά εφέ σε ταινίες και διαφημιστικά



# Εφαρμογές των γραφικών

- Ειδικά εφέ σε ταινίες και διαφημιστικά
- Επιστημονική χρήση της οπτικοποίησης



# Εφαρμογές των γραφικών

- Ειδικά εφέ σε ταινίες και διαφημιστικά
- Επιστημονική χρήση της οπτικοποίησης
- Διαδραστικές προσομοιώσεις, εικονική πραγματικότητα



# Εφαρμογές των γραφικών

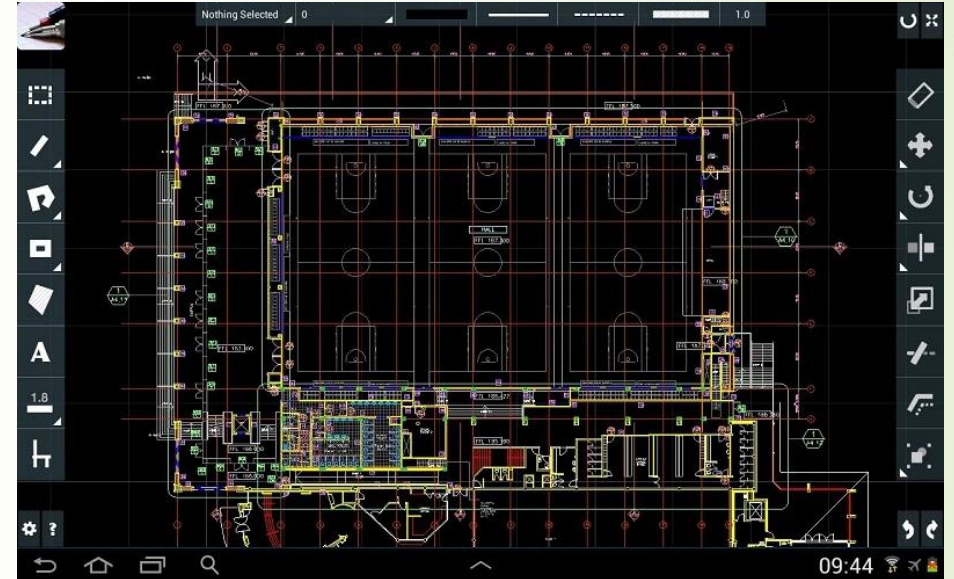
- Ειδικά εφέ σε ταινίες και διαφημιστικά
- Επιστημονική χρήση της οπτικοποίησης
- Διαδραστικές προσομοιώσεις, εικονική πραγματικότητα
- Παιχνίδια





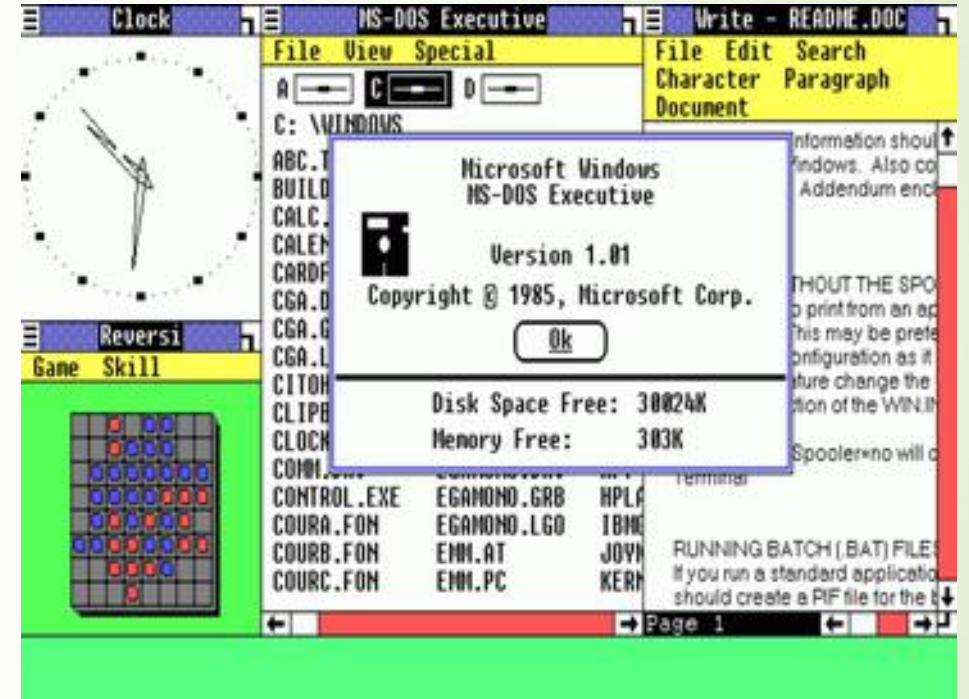
# Εφαρμογές των γραφικών

- Ειδικά εφέ σε ταινίες και διαφημιστικά
- Επιστημονική χρήση της οπτικοποίησης
- Διαδραστικές προσομοιώσεις, εικονική πραγματικότητα
- Παιχνίδια
- Computer-Aided Design (CAD)



# Εφαρμογές των γραφικών


- Ειδικά εφέ σε ταινίες και διαφημιστικά
- Επιστημονική χρήση της οπτικοποίησης
- Διαδραστικές προσομοιώσεις, εικονική πραγματικότητα
- Παιχνίδια
- Computer-Aided Design (CAD)
- Graphical User Interfaces (GUI)



# Εφαρμογές των γραφικών

- Ειδικά εφέ σε ταινίες και διαφημιστικά
- Επιστημονική χρήση της οπτικοποίησης
- Διαδραστικές προσομοιώσεις, εικονική πραγματικότητα
- Παιχνίδια
- Computer-Aided Design (CAD)
- Graphical User Interfaces (GUI)
- Computer Art





# Συνέργεια με Machine Learning σε σημερινές τεχνολογίες αιχμής (10/2024)

- Differentiable Rendering
- Neural Radiance Fields (NeRFs)
  - <https://jonbarron.info/mipnerf360/>
  - <https://www.matthewtancik.com/nerf>
- 3D Gaussian Splatting
  - <https://repo-sam.inria.fr/fungraph/3d-gaussian-splatting/>
  - <https://huggingface.co/blog/gaussian-splatting>



# Ανακεφαλαίωση

- ❏ Ιστορία των Γραφικών Υπολογιστών - γρήγορη ανάπτυξη από 1960 και εξής
- ❏ Θα εξετάσουμε δύο βασικές κατηγορίες τεχνικών παραγωγής γραφικών («rendering»)
  - ❏ Raytracing
  - ❏ Rasterization



# Μελέτη στο βιβλίο - πηγές

- ❏ G.Gambetta, Introduction
- ❏ Θεοχάρης et al., Introduction



# Στο επόμενο μάθημα (εργαστήριο)..

- ❏ Βασικά χρήσης git και github
- ❏ Βασικά μαθηματικά και Python
- ❏ <https://github.com/dip-course/crashcourse-python-numpy-scipy>

Ερωτήσεις ... ;;;

