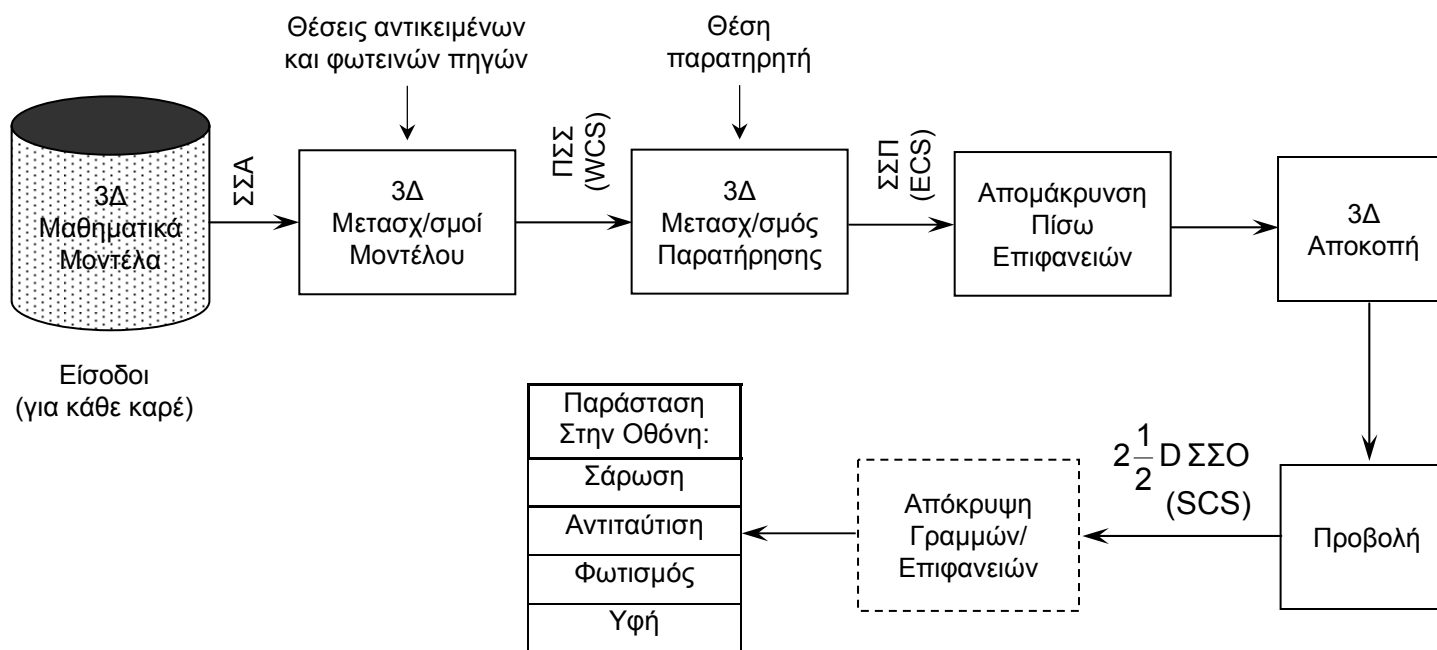


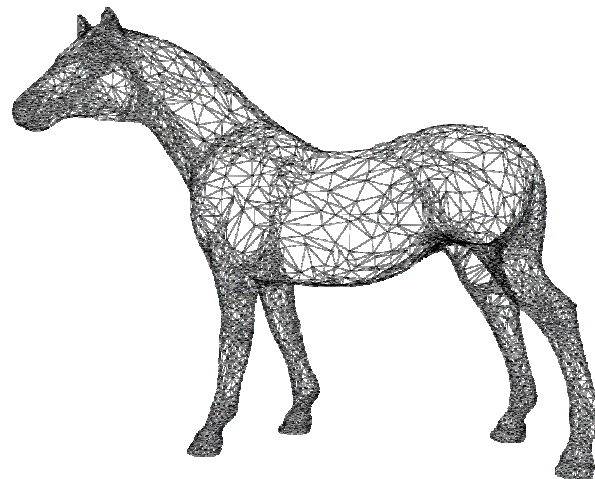
Παράσταση Αντικειμένων και Εικόνων

- Ανάγκη μοντέλου και δομής για την παράσταση:
 - Αντικειμένων συνθετικού κόσμου.
 - Εικόνων (έξοδος γραφικών).
- Μοντέλο παράστασης αντικειμένων εξαρτάται από είδος αντικειμένων:
 - π.χ. το πολυγωνικό μοντέλο είναι ακατάλληλο για φυσικά φαινόμενα.
 - Κάθε αντικείμενο ορίζεται στο δικό του Σύστημα Συντεταγμένων Αντικειμένου (ΣΣΑ).
 - Δυνατότητα πολλαπλής τοποθέτησης αντικειμένων στον συνθετικό κόσμο (Παγκόσμιο Σύστημα Συντεταγμένων).
 - Προέλευση αντικειμένων: ψηφιοποίηση, internet κλπ.



Το Πολυγωνικό Μοντέλο

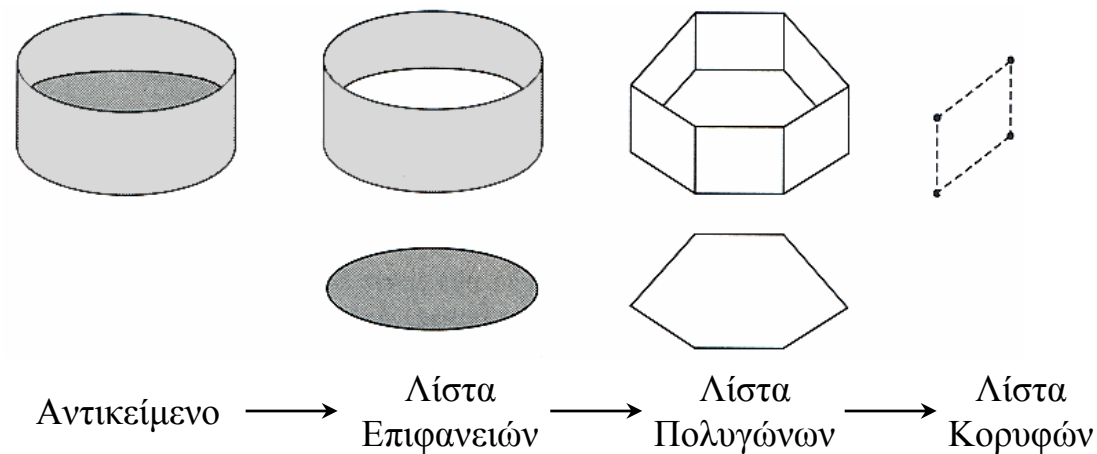
- Η παλαιότερη και πιο διαδεδομένη παράσταση αντικειμένων:
 - Ιδιαίτερα εύχρηστο για αντικείμενα με λίγες επίπεδες επιφάνειες (π.χ. κύβος).
 - Δυσκολία παράστασης μη επίπεδων επιφανειών.



- Πόσα πολύγωνα χρειάζονται;
 - Περισσότερα πολύγωνα σε περιοχές με μεγάλη κοιλότητα.
 - Αριθμός πολυγώνων είναι επιθυμητό να εξαρτάται από τελικό μέγεθος αντικειμένου στην οθόνη (όχι προβλέψιμο)
 - \Rightarrow Πολυγωνικά μοντέλα πολλαπλών αναλύσεων.

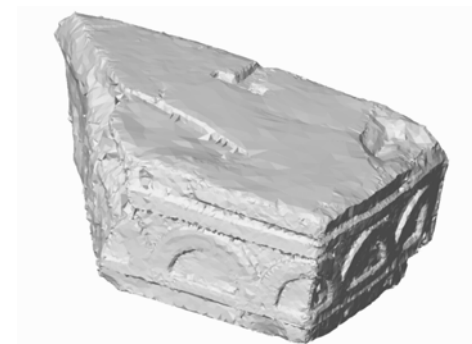
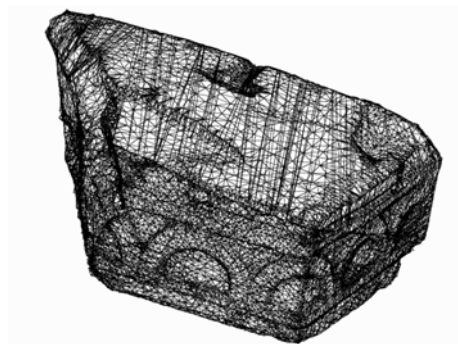
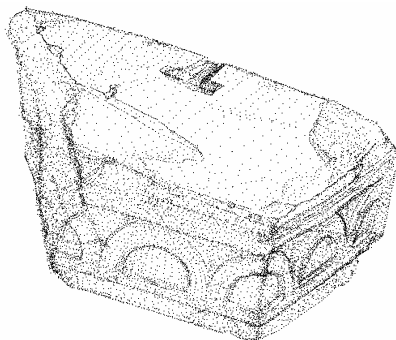
Το Πολυγωνικό Μοντέλο

- Πλεονεκτήματα:
 - Αλγοριθμική ευκολία δημιουργίας του.
 - Μεγάλο πλήθος διαθέσιμων αλγορίθμων επεξεργασίας του.
 - Διαθεσιμότητα εξειδικευμένων αρχιτεκτονικών VLSI.
- Μειονεκτήματα:
 - Δυσκολία παράστασης πολύπλοκων αντικειμένων (π.χ. φυσικά φαινόμενα).
 - Δυσκολία μετατροπής μοντέλου αντικειμένων.
- Χρήση ιεραρχικής δομής δεδομένων.



Δημιουργία Πολυγωνικού Μοντέλου

- Α. Χειροκίνητος 3D ψηφιοποιητής.



Δημιουργία Πολυγωνικού Μοντέλου

- Β. Αυτόματος 3D ψηφιοποιητής:
 - Περιστροφή αντικειμένου.
 - Μέτρηση απόστασης ανά γωνία ω από στήλη laser.
 - Σύνθεση τομών.
 - Κατάλληλο μόνο για κυρτά αντικείμενα.
- Γ. Μαθηματική Περιγραφή:
 - Περιστροφή κλειστής επίπεδης καμπύλης γύρω από κάποιον άξονα του επιπέδου της (διακριτά).
 - Γενίκευση σε οποιαδήποτε επίπεδη καμπύλη και τροχιά (π.χ. spline).

Δικυβικές Επιφάνειες

- Επιφάνειες 3^{ου} βαθμού που καθορίζονται από πλέγμα 16 σημείων \bar{P}_{ij}

$$E(u, v) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 F_i(u) \cdot H_j(v) \cdot \bar{P}_{ij} \quad 0 \leq u, v \leq 1$$

όπου F και H κυβικές συναρτήσεις που εξαρτώνται από τύπο επιφάνειας (π.χ. οι συναρτήσεις Bernstein για επιφάνειες Bézier)

- Δομή δεδομένων: λίστα λιστών ή πίνακας σημείων ελέγχου.
- Πλεονεκτήματα:
 - Ακριβής παράσταση επιφάνειας αντικειμένου (συχνά το ίδιο το αντικείμενο σχεδιασμού).
 - Χρήση προκύπτουσας αναλυτικής εξίσωσης για μετρήσεις επιφάνειας, όγκου, κλίσης κλπ.
 - Δυνατότητα εύκολης μετατροπής αντικειμένου.
 - Μικρός όγκος δεδομένων.
- Μειονεκτήματα:
 - Δυσκολία επιλογής κατάλληλων σημείων ελέγχου για επιθυμητό αποτέλεσμα.
 - Υπολογιστικό κόστος σχεδιασμού / μη ύπαρξη εξειδικευμένων αρχιτεκτονικών.

Δικυβικές Επιφάνειες

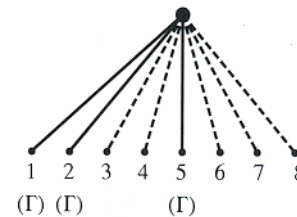
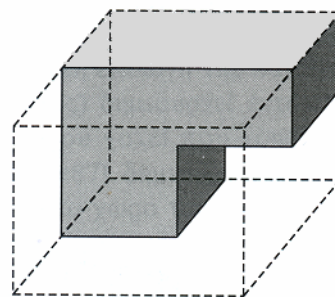
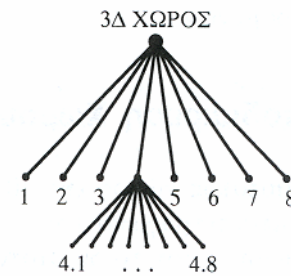
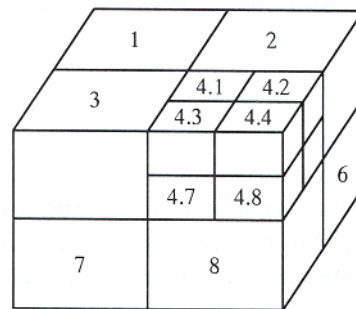
- Δημιουργία δικυβικών επιφανειών:
 - Με απευθείας τοποθέτηση σημείων ελέγχου (interactive λογισμικό).
 - Με χρήση ψηφιοποιημένων σημείων αντικειμένου σαν σημεία ελέγχου (όχι πάντα επιθυμητό αποτέλεσμα).
 - Με περιφορά (sweeping) κυβικής καμπύλης στον 3D χώρο.
- Οπτικοποίηση δικυβικών επιφανειών:
 - Με σχεδίαση κυβικών καμπύλων σε τακτά διαστήματα των παραμέτρων u και v .
 - Με μετατροπή σε πολύγωνα (αύξηση όγκου δεδομένων).

Υποδιαίρεση Χώρου

- Voxel: 3Δ pixel (κύβος)
 - Στοιχείο ψηφιοποίησης 3Δ χώρου.
 - Κατάλληλο για προσέγγιση όγκου αντικειμένων.
 - Ιδιαίτερα χρήσιμο σε ιατρικές (κ.α.) εφαρμογές (π.χ. οστική πυκνότητα).
 - Ανάγκη αλγορίθμων ψηφιοποίησης για κοινά αντικείμενα (π.χ. 3Δ Bresenham).
- Προβλήματα:
 - Τεράστιος όγκος δεδομένων.
 - Κατανόηση χώρου voxels για δημιουργία βασικών αλγορίθμων:
 - » Πόσοι είναι οι άμεσοι γείτονες ενός voxel: 6, 18 ή 26; (κλειστότητα επιφάνειας).

Υποδιαίρεση Χώρου

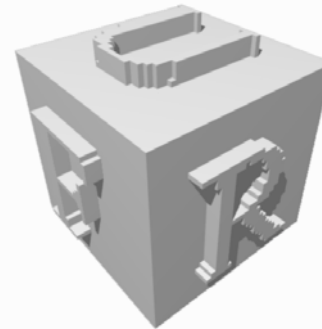
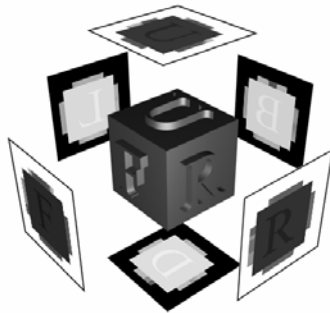
- Δομή δεδομένων: οκταδικό δένδρο (octree)
 - Αναδρομική διαίρεση 3Δ χώρου.
 - Σταματά όταν ένας κύβος καλύπτεται από 1 μόνο χαρακτηριστικό ή έχουμε φθάσει στο voxel.
 - Φύλλα δένδρου περιέχουν τιμή χαρακτηριστικού.



octree συγκεκριμένου αντικειμένου

Δημιουργία Voxel - Παράστασης

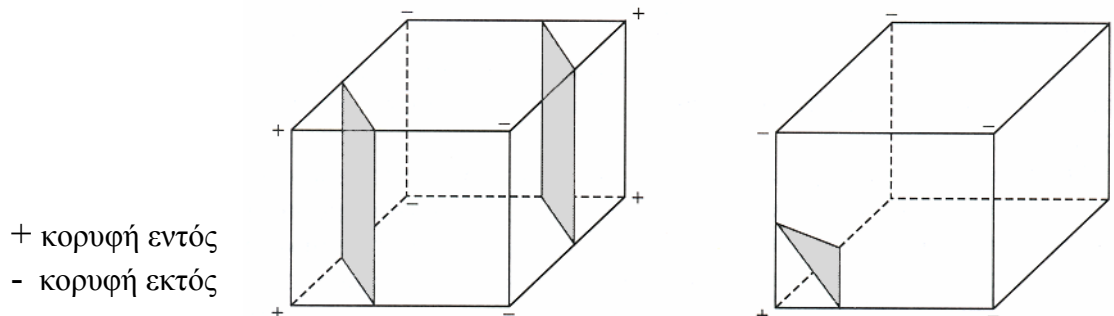
- Σε κάποιες εφαρμογές τα δεδομένα είναι έτοιμα:
 - π.χ. σειρά τομών από τομογράφο.
- Χρήση αλγορίθμων για παράσταση βασικών σχημάτων:
 - Voxelization: γενίκευση αλγορίθμων ψηφιοποίηση ευθ. τμημάτων, πολυγώνων κλπ.
- Απλός & γρήγορος αλγόριθμος για κυρτά (κυρίως) συνθετικά αντικείμενα (Καραμπάση 99).
 - Χρήση 6 Z-buffers $X1, X2, Y1, Y2, Z1, Z2$ κάθετα τοποθετημένους πάνω στους 3 άξονες ώστε να περιβάλλουν αντικείμενο:



- Μετά την εφαρμογή του γνωστού αλγορίθμου, κάθε Z-buffer περιέχει την απόσταση από το αντικείμενο.
- Ένα σημείο του χώρου (x,y,z) είναι μέσα στο αντικείμενο αν:
$$X1(y, z) \leq x \ \& \ X2(y, z) \geq x \ \& \\ Y1(x, z) \leq y \ \& \ Y2(x, z) \geq y \ \& \ Z1(x, y) \leq z \ \& \ Z2(x, y) \geq z$$
- Ο Z-buffer συχνά είναι υλοποιημένος σε VLSI σε κάρτες γραφικών για PC:
 - » Διαδοχική εφαρμογή συνθηκών με περιστροφή αντικειμένου.
- Δυνατότητα παράλληλης επεξεργασίας.

Οπτικοποίηση Χώρων Voxels

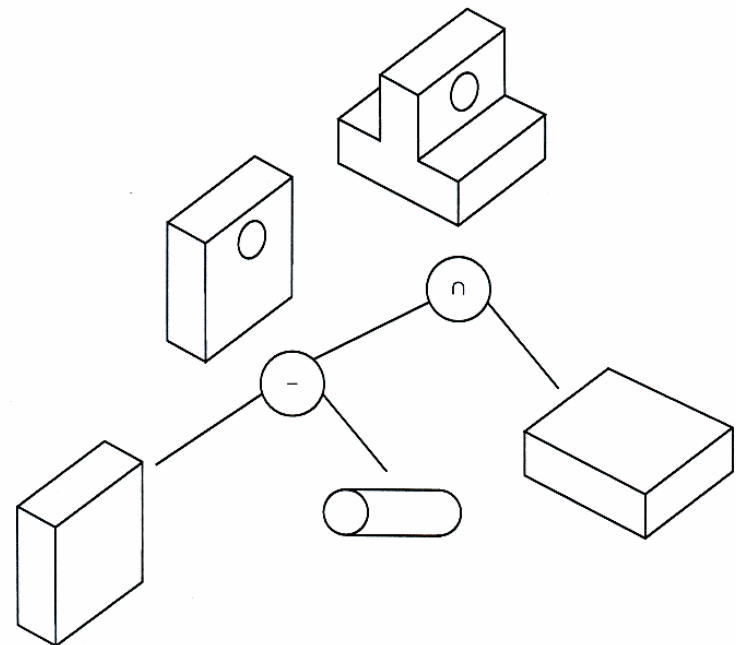
- 3Δ οθόνες δεν χρησιμοποιούνται ακόμα!
 - Ανάγκη δημιουργίας 2Δ προβολών χώρου voxels.
 - Εξαρτάται από εφαρμογή.
- Αλγόριθμος marching-cubes: δημιουργία πολυγωνικής επιφάνειας από voxel παράσταση.
 - Διαδική επιλογή κατάστασης voxel όχι καλή (aliasing).
 - Marching -cubes δημιουργεί την πολυγωνική επιφάνεια στα όρια ενός αντικειμένου.
 - Κάθε μία από τις 8 κορυφές ενός voxel μπορεί να είναι μέσα ή έξω. 2^8 συνδυασμοί.
 - Αυτοί μειώνονται σε 15 με συμμετρία και απλοστεύσεις:



- Σημείο τομής αντικειμένου με πλευρά voxel με παρεμβολή τιμής χαρακτηριστικών στις αντίστοιχες κορυφές.

Άλλα Μοντέλα Παράστασης Αντικειμένων

- Constructive Solid Geometry (CSG):
 - Συνδυασμός βασικών στερεών (σφαίρα, κύλινδρος κλπ.) με πράξεις συνόλων.
 - Θεώρηση στερεών ως συνόλων σημείων.
 - Αναπτύχθηκε για βιομηχανικά στερεά:
 - » π.χ. συγκόληση=ένωση, τρύπημα=αφαίρεση.
 - Ακριβής παράσταση όγκου αντικειμένων.
 - Εύκολα υλοποιούνται αλλαγές.



- Προβλήματα CSG:
 - Περιορισμένο σύνολο πράξεων.
 - Δυσκολία οπτικοποίησης:
 - » Μετατροπή σε voxels και οπτικοποίηση voxels.
 - » Ray-tracing.

Άλλα Μοντέλα Παράστασης Αντικειμένων

- Συστήματα Σωματιδίων (particle systems):
 - Προσέγγιση φαινομένων με μη σαφή γεωμετρική περιγραφή αλλά γνωστούς κανόνες συμπεριφοράς.
 - Π.χ. καπνός, φωτιά.
 - Απλή οπτικοποίηση: απεικόνιση τρεχουσών θέσεων σωματιδίων.
 - Εξετάζονται σαν μέθοδος animation.
- Fractals: σύνολα που παρουσιάζουν δομή σε πολλαπλές κλίμακες
 - Αλγόριθμοι χρόνων διαφυγής από fractal σύνολα (Julia, Mandelbrot κλπ.) δίνουν εντυπωσιακές εικόνες.
 - Προσέγγιση οροσειρών, νεφών κλπ με διαγράμματα fractal συναρτήσεων παρεμβολής.



Παράσταση Εικόνων

- 2Δ εικόνα: η έξοδος των γραφικών
 - Εικόνες συνήθως σώζονται σε αρχεία για φύλαξη / μετάδοση.
 - Πολλά formats αρχείων.
- Χαρακτηριστικά αρχείων εικόνων:
 - Bitmap (frame buffer) και vector (σύνολο εντολών):
 - » Δυσκολία περιγραφής τυχαίας εικόνας από vector αρχείο.
 - » Συμπαγής παράσταση vector (συχνά σε σχεδιαστικά πακέτα).
 - » Αδυναμία αλλαγής ανάλυσης bitmap αρχείου.
 - » Bitmap: tiff, gif, bmp, postscript ...
 - » Vector: dxf, postscript ...
 - # bits/pixel περιορίζει αριθμό χρωμάτων σε bitmap εικόνες.
 - » Για πραγματικό χρώμα θέλουμε 3 bytes/pixel (1024x1024x3=3Mbytes!).
 - » Μείωση όγκου αρχείου με παλέτα χρωμάτων:

Δείκτης	Χρωματική Τιμή		
00	10010101	11010011	10011001
01	01110001	11100110	10111101
10	01011010	11110000	00001111
11	11000110	01111001	10101011

- » Ορισμένα formats περιέχουν πληροφορίες και για χρωματική ακρίβεια.

Παράσταση Εικόνων

- Χαρακτηριστικά αρχείων εικόνων (συνέχεια):
 - Κωδικοποίηση: φύλαξη εικόνας συμβολικά (ASCII) ή binary.
 - » Binary πιο συμπαγής αλλά ASCII περισσότερο μεταφέρσιμη
 - » Binary συχνά διαφέρει από H/Y σε H/Y.
 - » Ορισμένα formats περιέχουν πληροφορίες για χρησιμοποιούμενες συμβάσεις binary αρχείων.
 - Συμπίεση: ιδιαίτερα σημαντική για φύλαξη / μετάδοση εικόνων
 - » Αλγόριθμοι lossless και lossy.
 - » Χρησιμοποιούνται από τα formats εικόνων.
- Επιλογή format εικόνας: 3 κύριοι παράγοντες
 - Ποιότητα εικόνας (ανάλυση, χρωματική ακρίβεια κλπ).
 - » Τα postscript και tiff επιτρέπουν εικόνες υψηλής ποιότητας.
 - Μεταφερσιμότητα και Υποστήριξη: μεταξύ H/Y και διαχρονικά.
 - Αποτελεσματικότητα: σε χώρο και χρόνο
 - » Ο χώρος εξαρτάται από τρόπο κωδικοποίησης και συμπίεσης.
 - » Ο χρόνος π.χ. μπορεί να είναι ο χρόνος συμπίεσης / αποσυμπίεσης ή αποκωδικοποίησης vector εντολών.
 - » Κόστος υπολογισμού πέφτει ταχύτερα από κόστος φύλαξης ⇒ αύξηση σημασίας συμπίεσης / κωδικοποίησης.