

Παράλληλη Επεξεργασία
Κεφάλαιο 7^ο
Αρχιτεκτονική Συστημάτων
Κατανεμημένης Μνήμης

Κωνσταντίνος Μαργαρίτης
Καθηγητής
Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής
Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
kmarg@uom.gr
<http://eos.uom.gr/~kmarg>

Αρετή Καπτάν
Υποψήφια Διδάκτορας
Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής
Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
areti@uom.gr
<http://eos.uom.gr/~areti>

Κατηγορίες Παράλληλων Υπολογιστών

- ⇒ Συστήματα διαμοιραζόμενης μνήμης (συστήματα πολυεπεξεργαστών)
- ⇒ Συστήματα κατανεμημένης μνήμης

Χαρακτηριστικά Συστημάτων Κατανεμημένης Μνήμης

- ⇒ Τοπική μνήμη σε κάθε επεξεργαστή
- ⇒ Κάθε επεξεργαστής έχει μία ή περισσότερες συνδέσεις με άλλους επεξεργαστές
- ⇒ Επικοινωνία: 1) άμεση, 2) με τη διαμεσολάβηση ενδιάμεσων επεξεργαστών
- ⇒ Ύπαρξη δικτύου επικοινωνίας
- ⇒ Τοπολογία δικτύου επικοινωνίας
- ⇒ Καθυστερήσεις στην επικοινωνία λόγω τοπολογίας

Βασικά Είδη Τοπολογιών Για Παράλληλα Συστήματα Κατανεμημένης Μνήμης

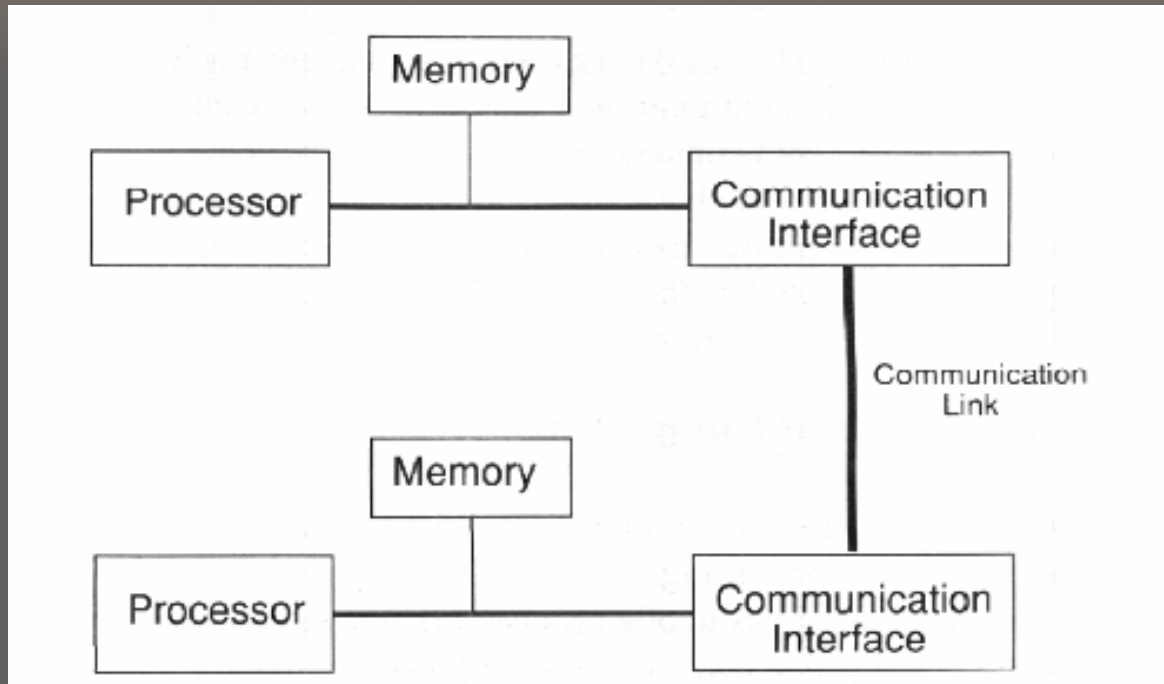
- ⇒ Γραμμή
- ⇒ Δακτύλιος
- ⇒ Πλέγμα 2 διαστάσεων
- ⇒ Τόρος
- ⇒ Πλέγμα 3 διαστάσεων
- ⇒ Υπερκύβος

Παράμετροι Τοπολογίας

- ⇒ Συνδεσιμότητα
- ⇒ Διάμετρος
- ⇒ Απόσταση

Όσο πιο απλή τοπολογία, τόσο πιο χαμηλή συνδεσιμότητα και άρα μεγαλύτερη διάμετρος.

Δίκτυο Επικοινωνίας



- ⇒ Διεπαφή επικοινωνίας
- ⇒ Άμεσος σύνδεσμος επικοινωνίας

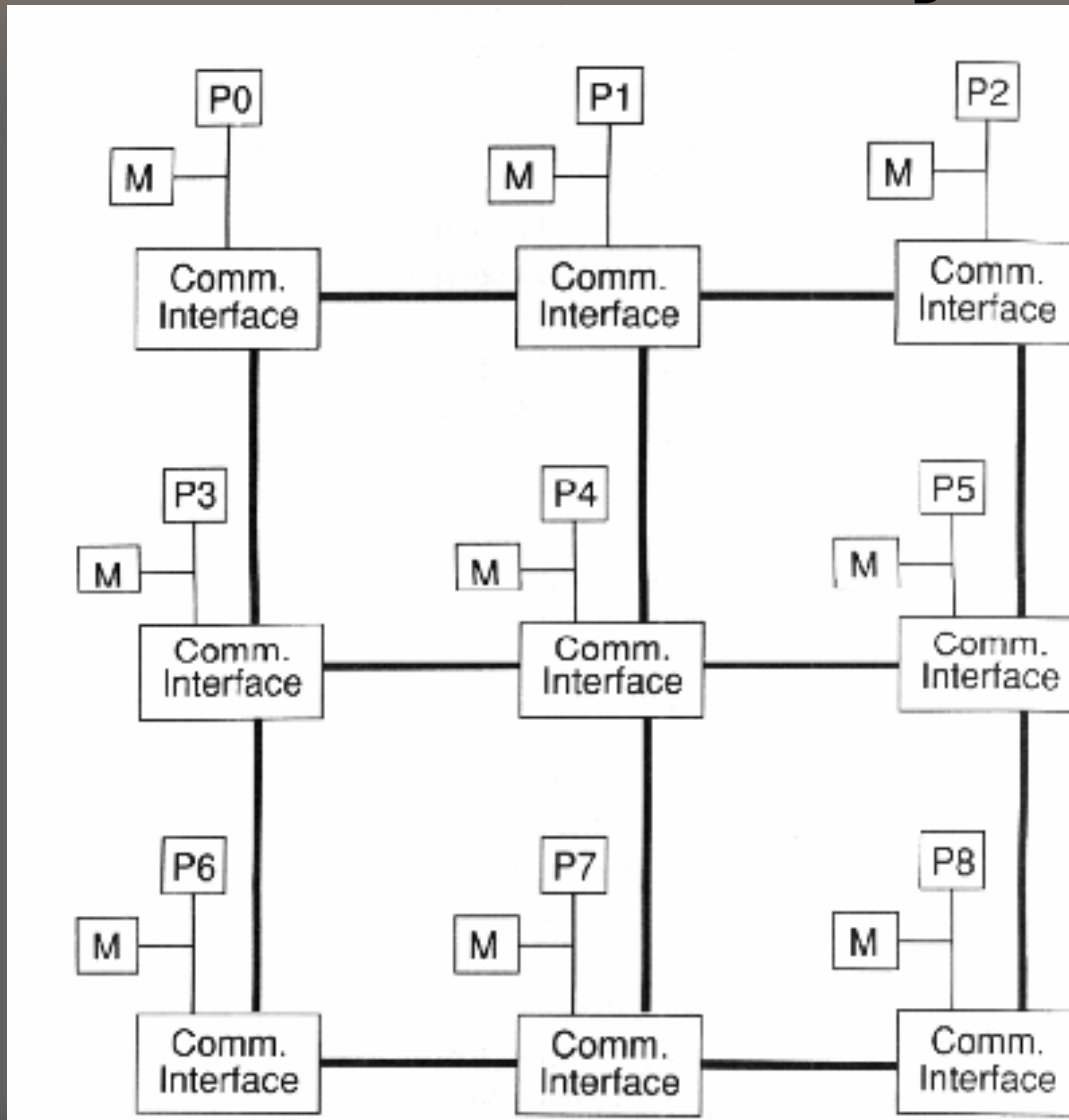
Χαρακτηριστικά Του Συνδέσμου Επικοινωνίας

- ⇒ Φυσική μετάδοση των δεδομένων
- ⇒ Απευθείας προσπέλαση της μνήμης (DMA)
- ⇒ Διπλής κατεύθυνσης
- ⇒ Εύρος ζώνης

Λειτουργίες της διεπαφής επικοινωνίας

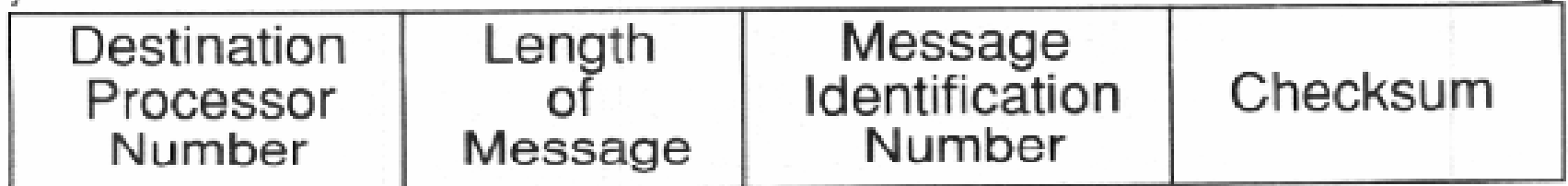
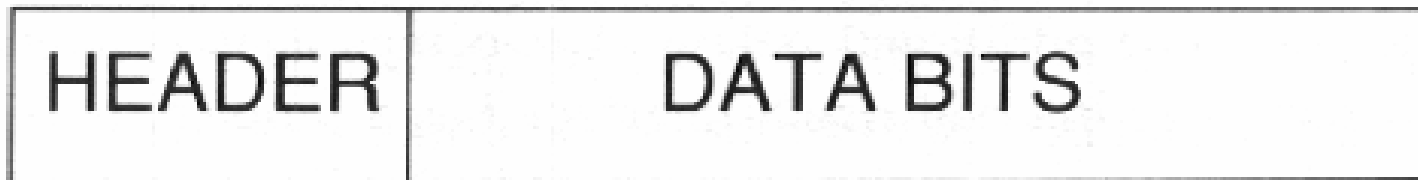
- ⇒ Δημιουργία πακέτων του μηνύματος
- ⇒ Κωδικοποίηση/αποκωδικοποίηση πακέτων
- ⇒ Έλεγχος σφαλμάτων κατά την μετάδοση, επιβεβαίωση λήψης και αν είναι απαραίτητο αναμετάδοση των πακέτων
- ⇒ Δρομολόγηση πακέτων
- ⇒ Αποθήκευση και προώθηση πακέτων (store & forward)
- ⇒ Αναγνωρίζει τον αριθμό του τρέχοντος επεξεργαστή καθώς και όλων των υπολοίπων

Δίκτυο Επικοινωνίας



- ⇒ Άμεση επικοινωνία
- ⇒ Έμμεση επικοινωνία
- ⇒ Εναλλακτικά μονοπάτια
- ⇒ Καθυστέρηση επικοινωνίας

Μορφή Πακέτου Επικοινωνίας

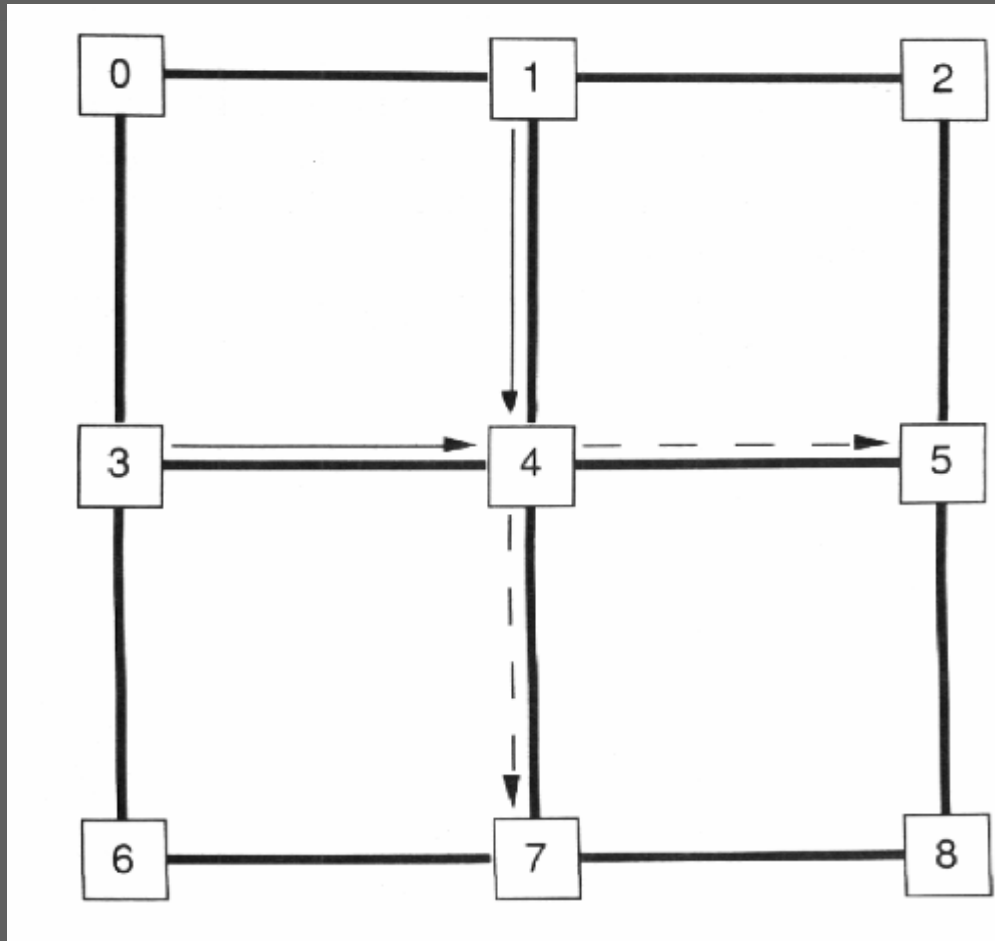


Δρομολόγηση Μηνυμάτων

- ⇒ Εναλλακτικά μονοπάτια με το ίδιο μήκος
- ⇒ Στατική
- ⇒ Δυναμική:
 - Τα πακέτα των μηνυμάτων φτάνουν με τυχαία σειρά
 - Αποφυγή συμφόρησης

Στόχος δρομολόγησης: ελαχιστοποίηση της συνολικής καθυστέρησης στην επικοινωνία

Συμφόρηση σε δίκτυο επικοινωνίας



Συμφόρηση του δικτύου επικοινωνίας

Αιτίες εμφάνισης συμφόρησης:

- Επικοινωνία του δικτύου
- Συμπεριφορά του παράλληλου αλγορίθμου

Τρόποι αντιμετώπισης της συμφόρησης:

- Ως προς το υλικό:
 - Περισσότεροι σύνδεσμοι επικοινωνίας
 - Αύξηση του εύρους ζώνης
 - Αύξηση της ταχύτητας της διεπαφής
- Ως προς το λογισμικό:
 - Ελαχιστοποίηση της συχνότητας της επικοινωνίας
 - Ελαχιστοποίηση της απόστασης που διανύει κάθε μήνυμα
 - Σχεδίαση του αλγορίθμου με βάση την τοπολογία του δικτύου

Καθυστέρηση Επικοινωνίας

- ⇒ Χρόνος μετάδοσης (transmission time)
- ⇒ Χρόνος αναμονής (waiting time)
- ⇒ Χρόνος επεξεργασίας (processing time)

Τμηματοποίηση των μηνυμάτων

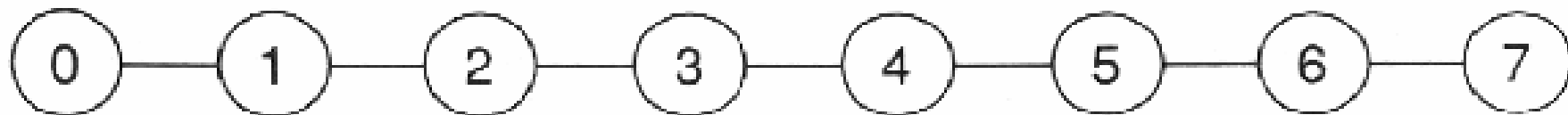
- ⇒ Καθορισμένο μέγεθος πακέτου
- ⇒ Μείωση του χρόνου μετάδοσης του μηνύματος – φαινόμενο της διασωλήνωσης
- ⇒ Μείωση μεγέθους του πακέτου \Rightarrow μείωση του χρόνου μετάδοσης
- ⇒ Μείωση μεγέθους του πακέτου \Rightarrow αύξηση του χρόνου επεξεργασίας
- ⇒ Βέλτιστο μέγεθος πακέτου – κόστος μετάδοσης της επικεφαλίδας

Παράγοντες καθυστέρησης

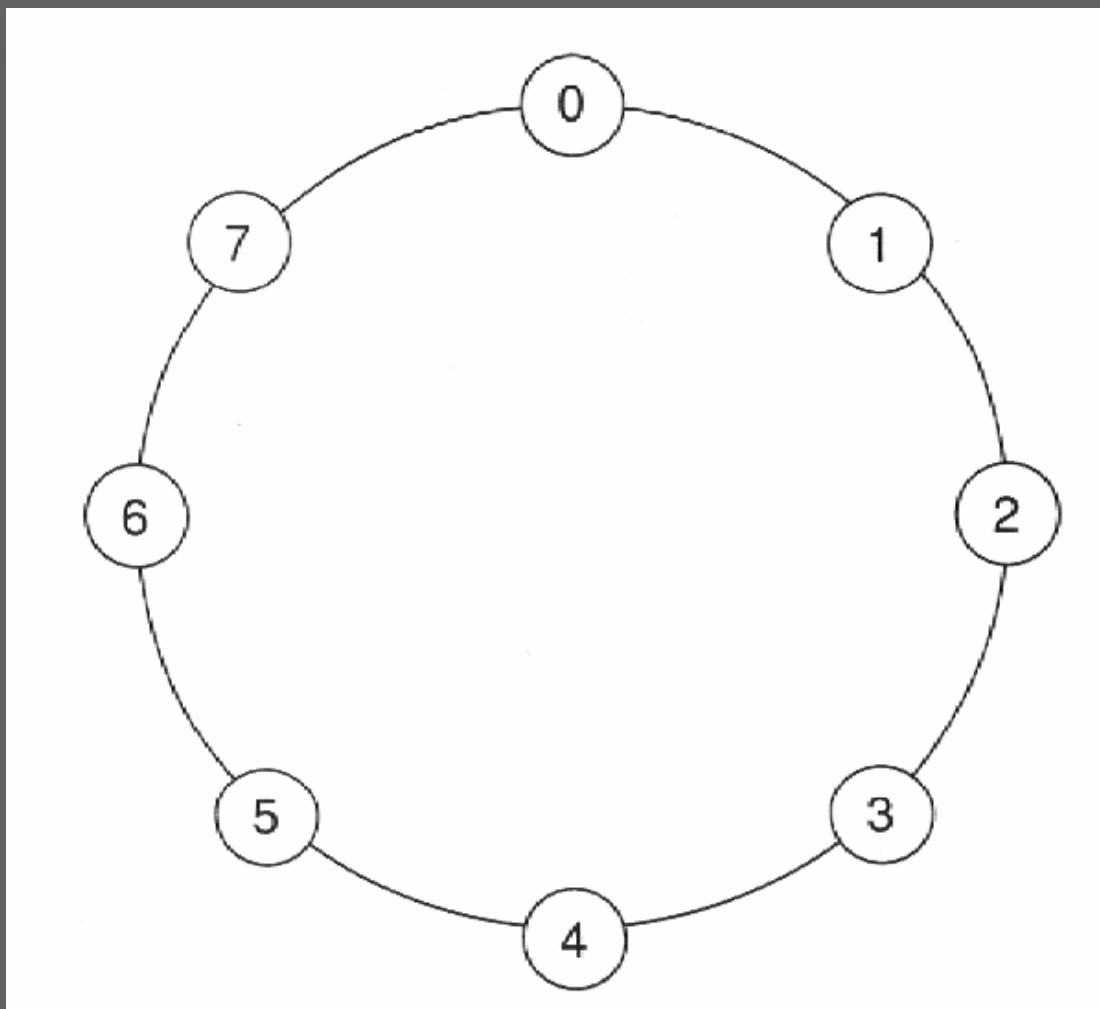
- ⇒ Μέση καθυστέρηση επικοινωνίας
- ⇒ Πλήθος συνδέσμων ανάμεσα στον αποστολέα και τον παραλήπτη
- ⇒ Τοπολογία συστήματος
 - ▣ Συνδεσιμότητα
 - ▣ Διάμετρος

Απλή τοπολογία \Rightarrow χαμηλή συνδεσιμότητα \Rightarrow μεγάλη διάμετρος

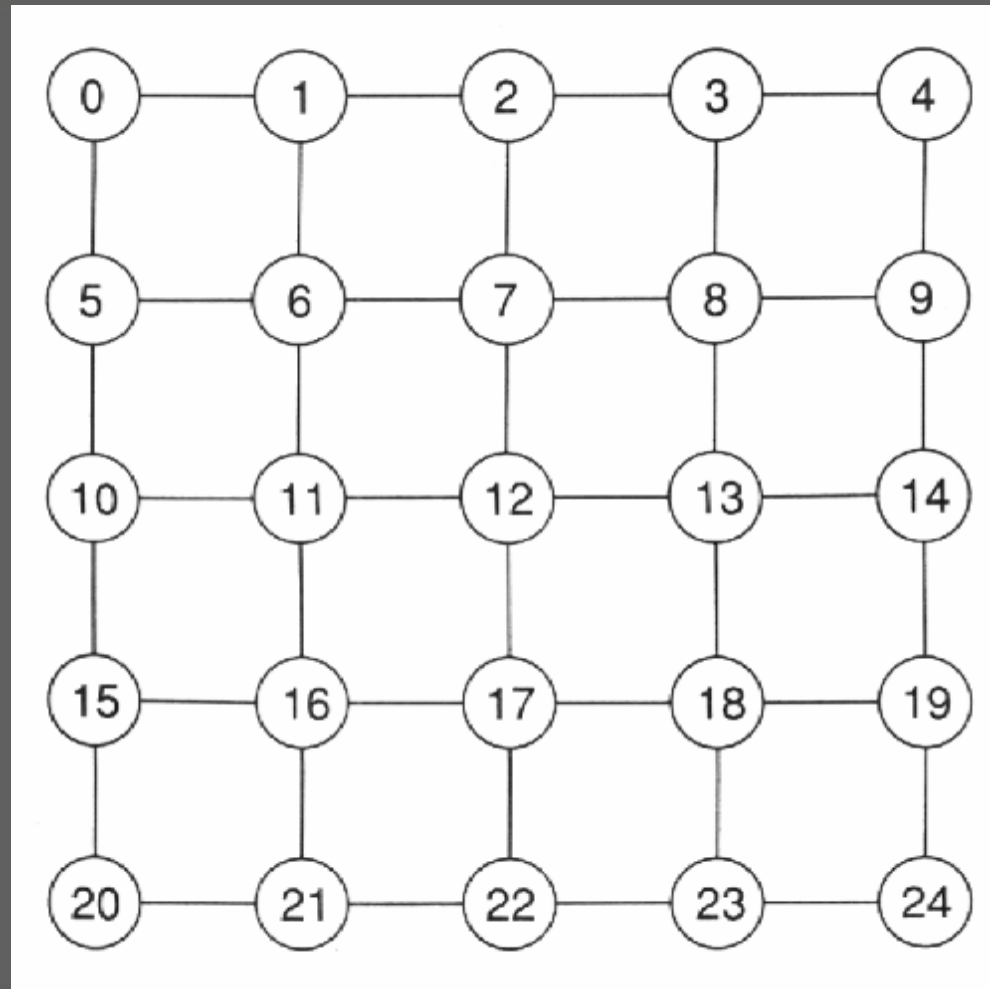
Τοπολογία Γραμμής



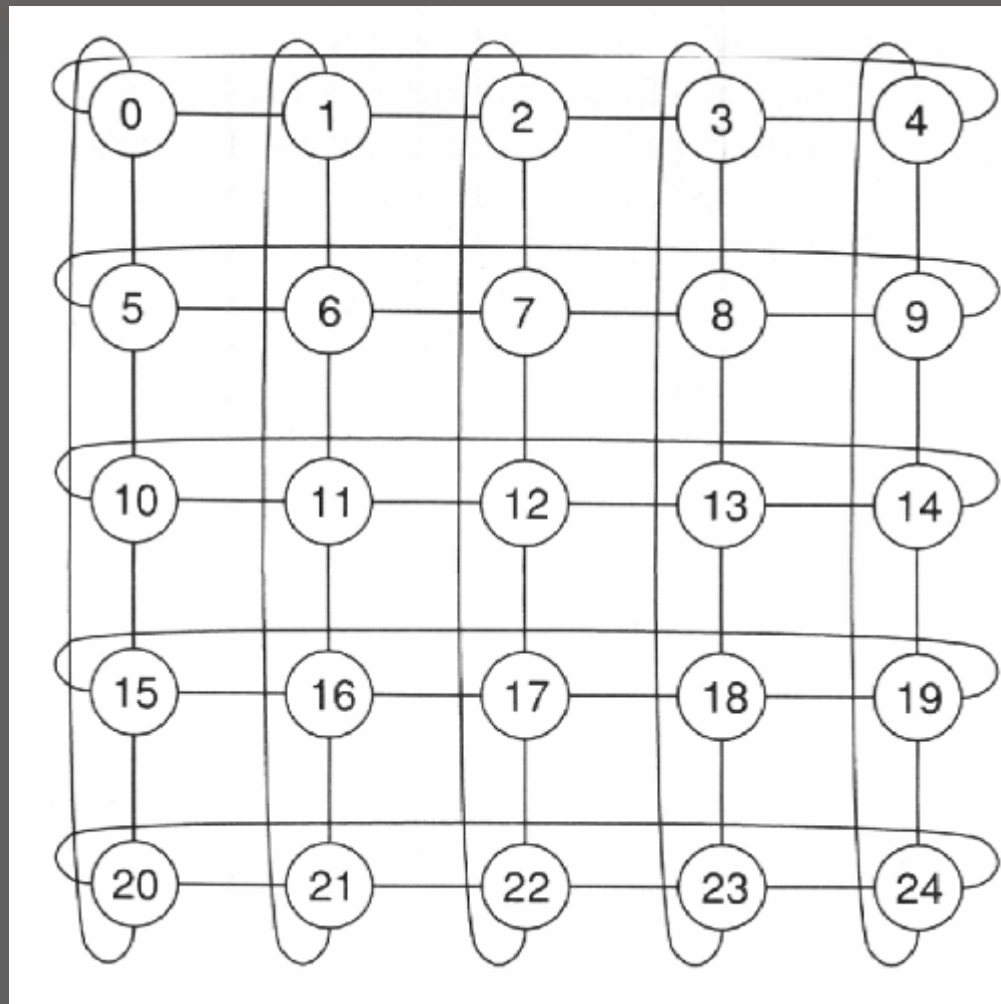
Τοπολογία δακτυλίου



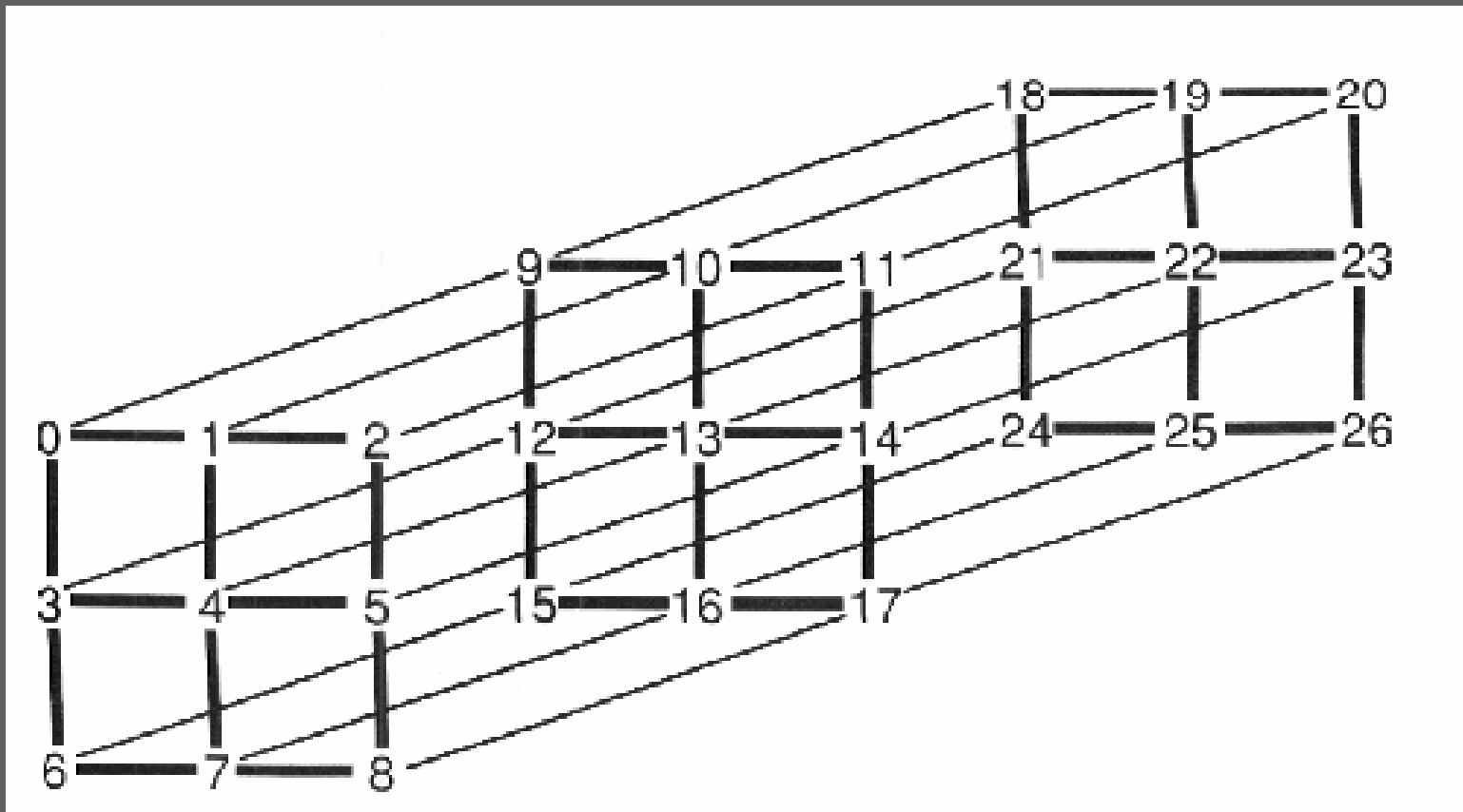
Τοπολογία πλέγματος 2 διαστάσεων



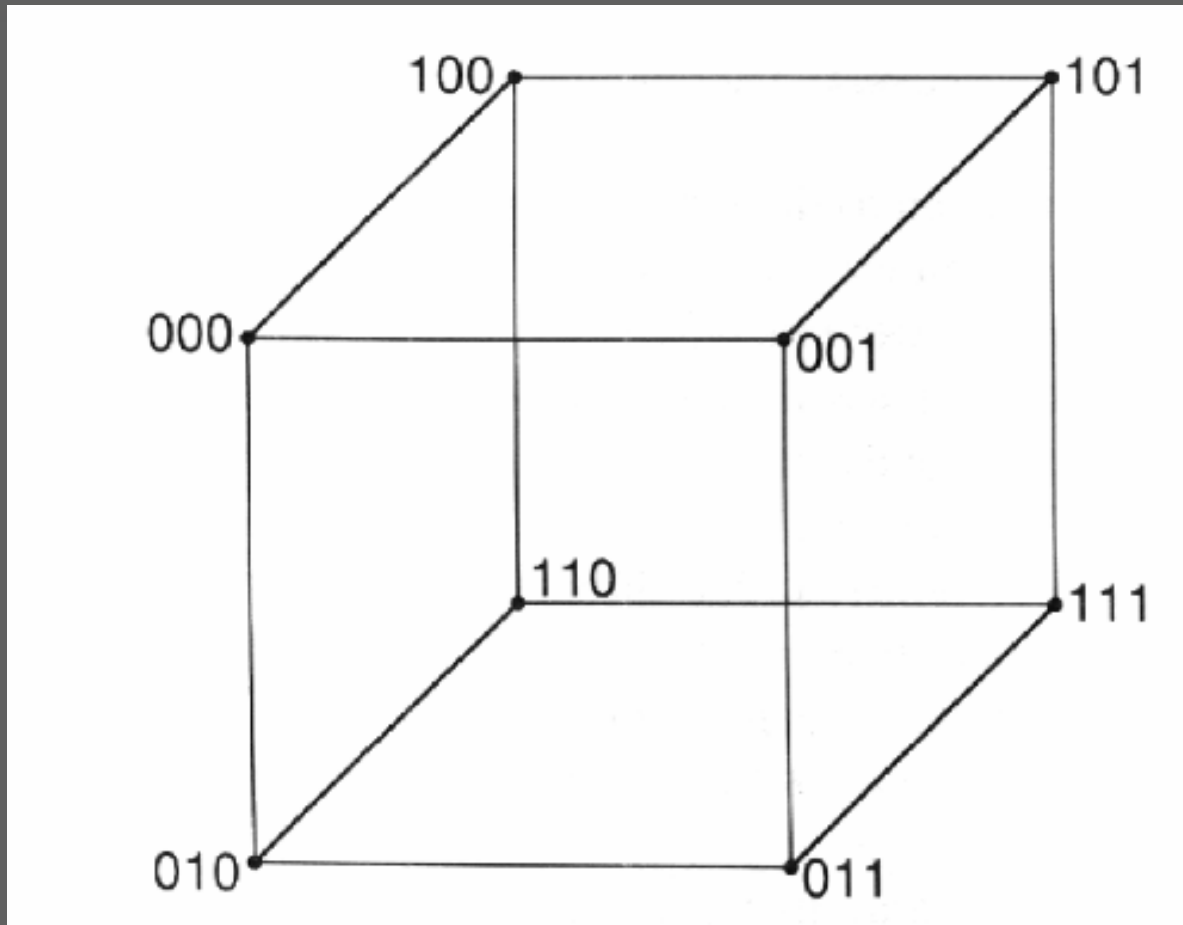
Τοπολογία Τόρου



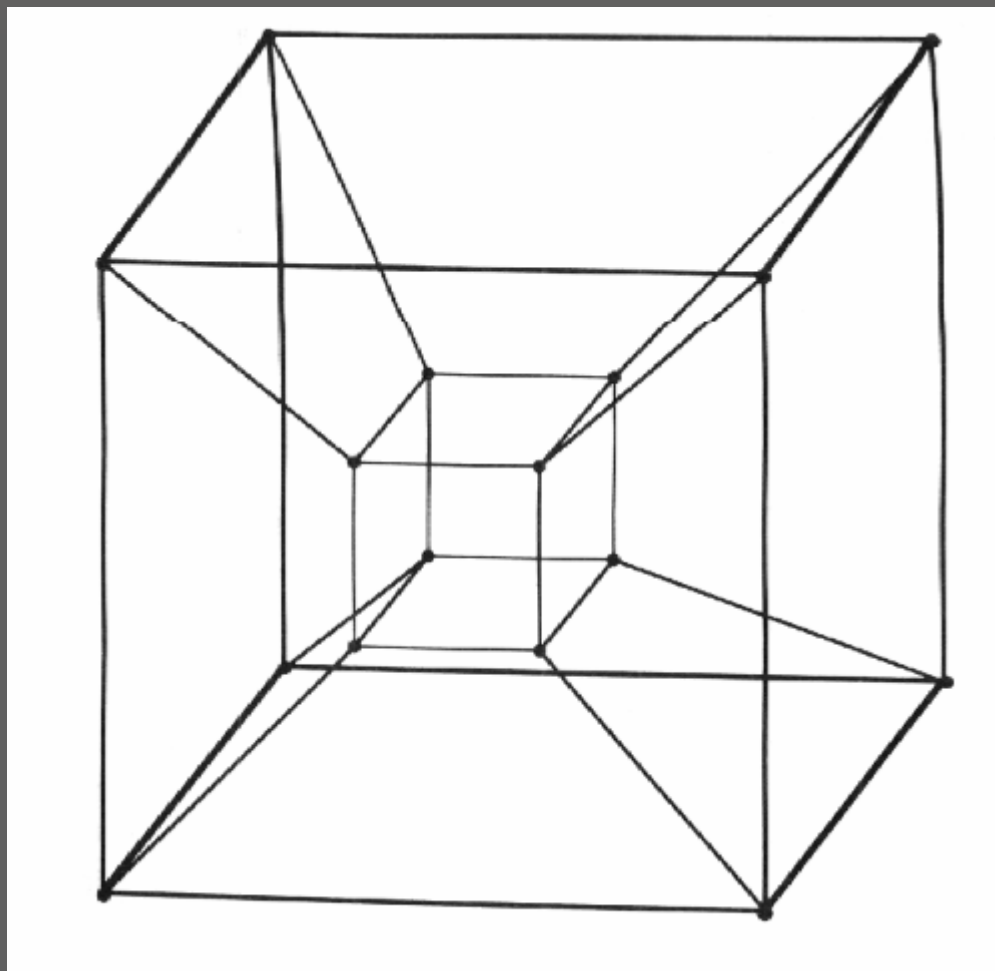
Τοπολογία Πλέγματος 3 Διαστάσεων



Τοπολογία Υπερκύβου Με Διάσταση 3



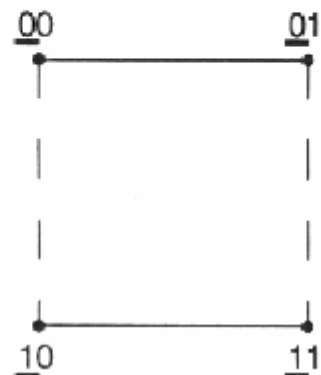
Τοπολογία Υπερκύβου Με Διάσταση 4



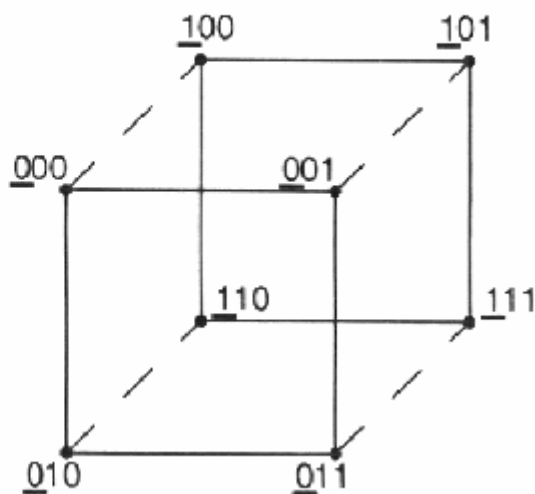
Dimension 1:



Dimension 2:



Dimension 3:

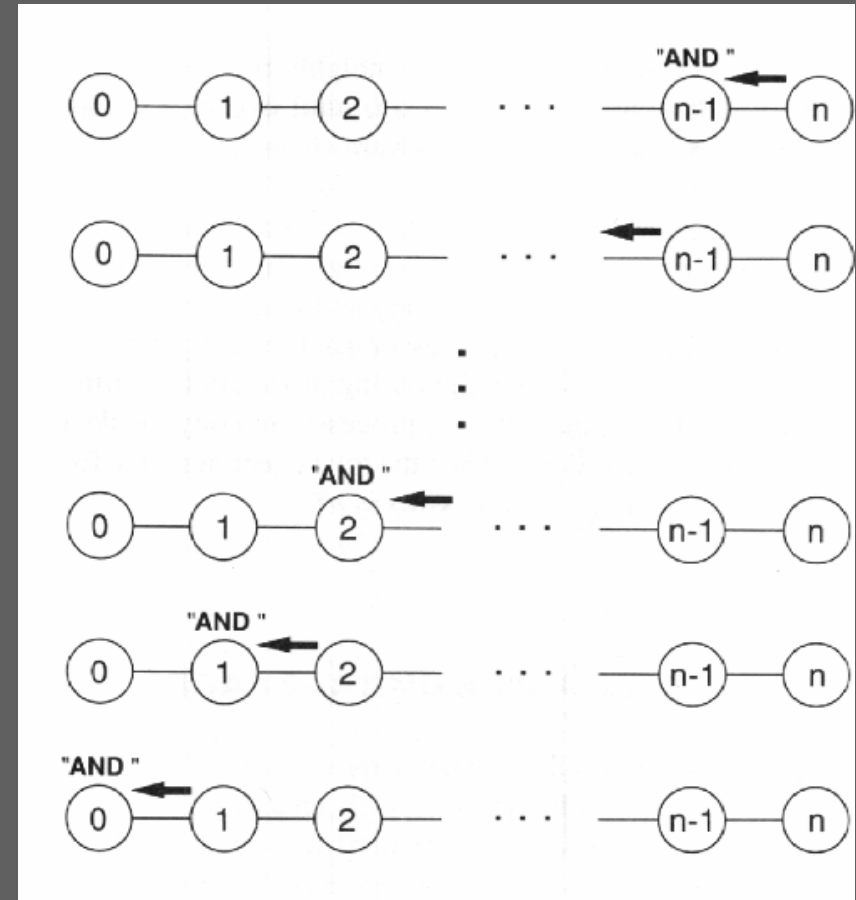
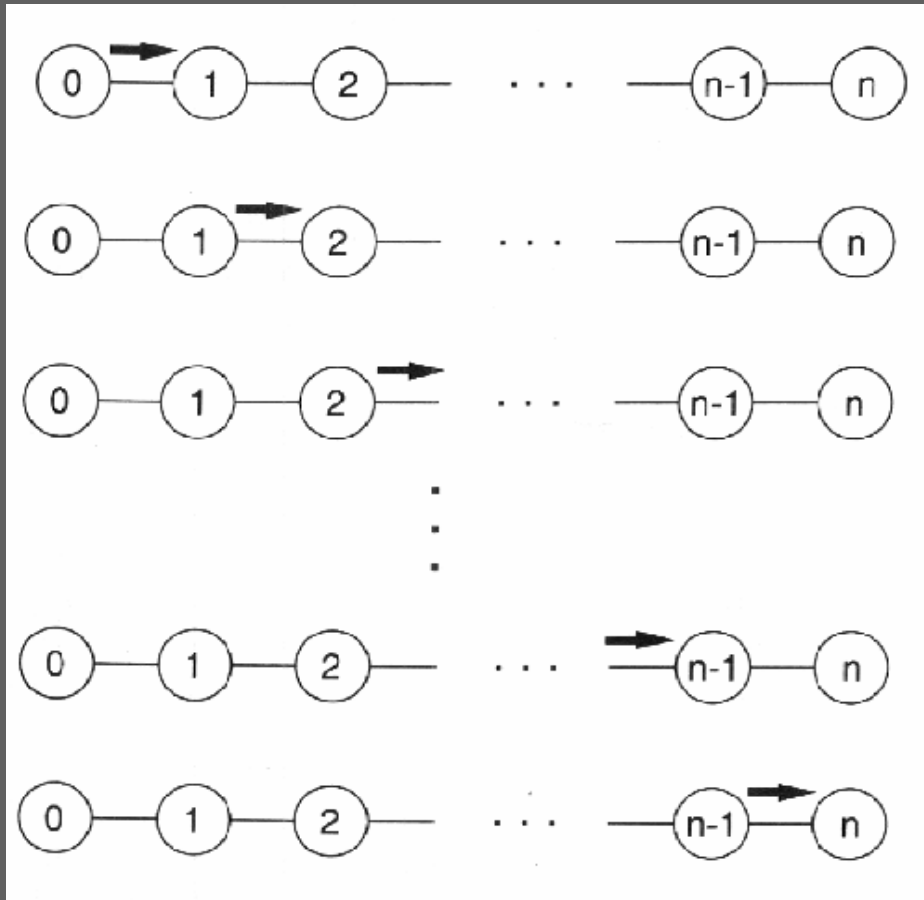


Αναδρομική Κατασκευή Υπερκύβου

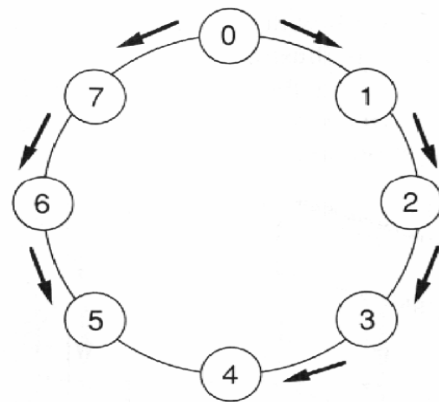
Ανάλυση Τοπολογιών

Τοπολογία	Συνδεσιμότητα	Διάμετρος
Γραμμή	2	$n-1$
Δακτύλιος	2	$n/2$
2-D Πλέγμα	2-4	$2(n^{1/2}-1)$
Τόρος	4	$n^{1/2}$
3-D Πλέγμα	3-6	$3(n^{1/3}-1)$
Υπερκύβος	$\log n$	$\log n$

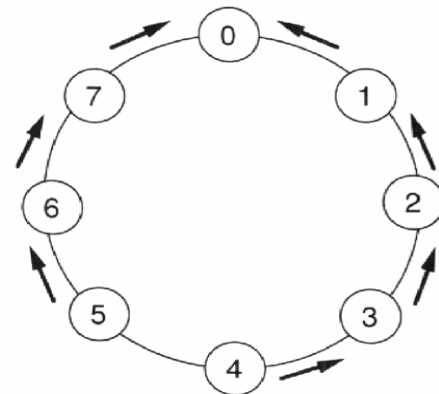
Διάδοση Και Συλλογή Σε Τοπολογία Γραμμής



Διάδοση Και Συλλογή Σε Τοπολογία Δακτυλίου

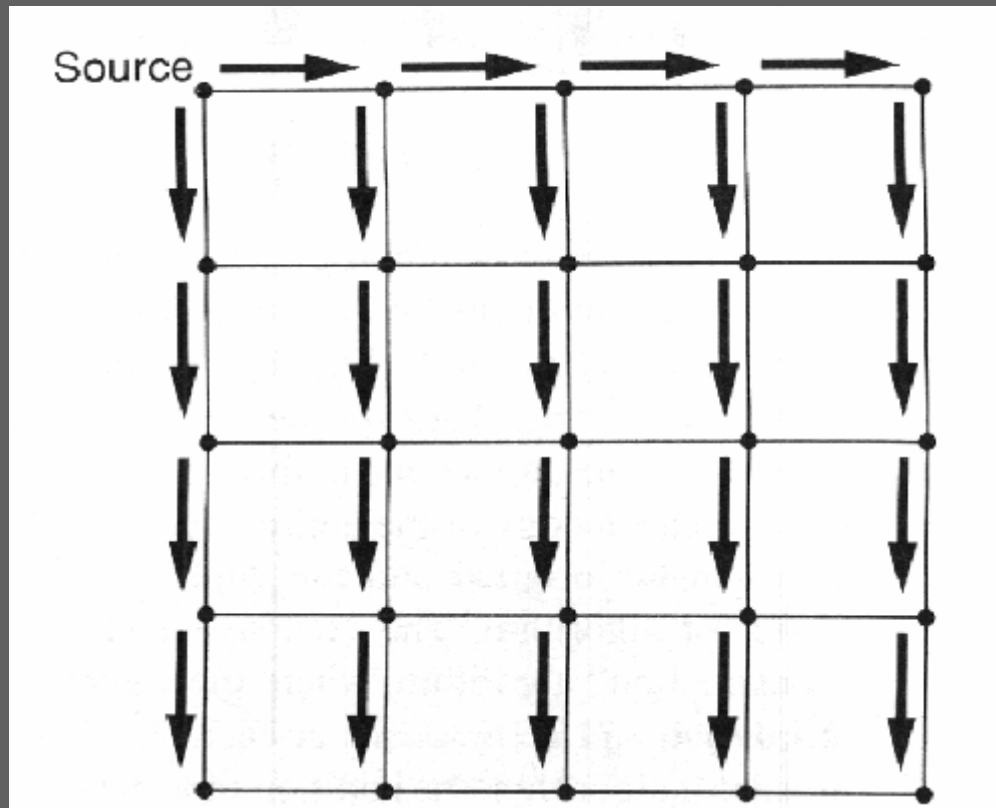


Broadcasting

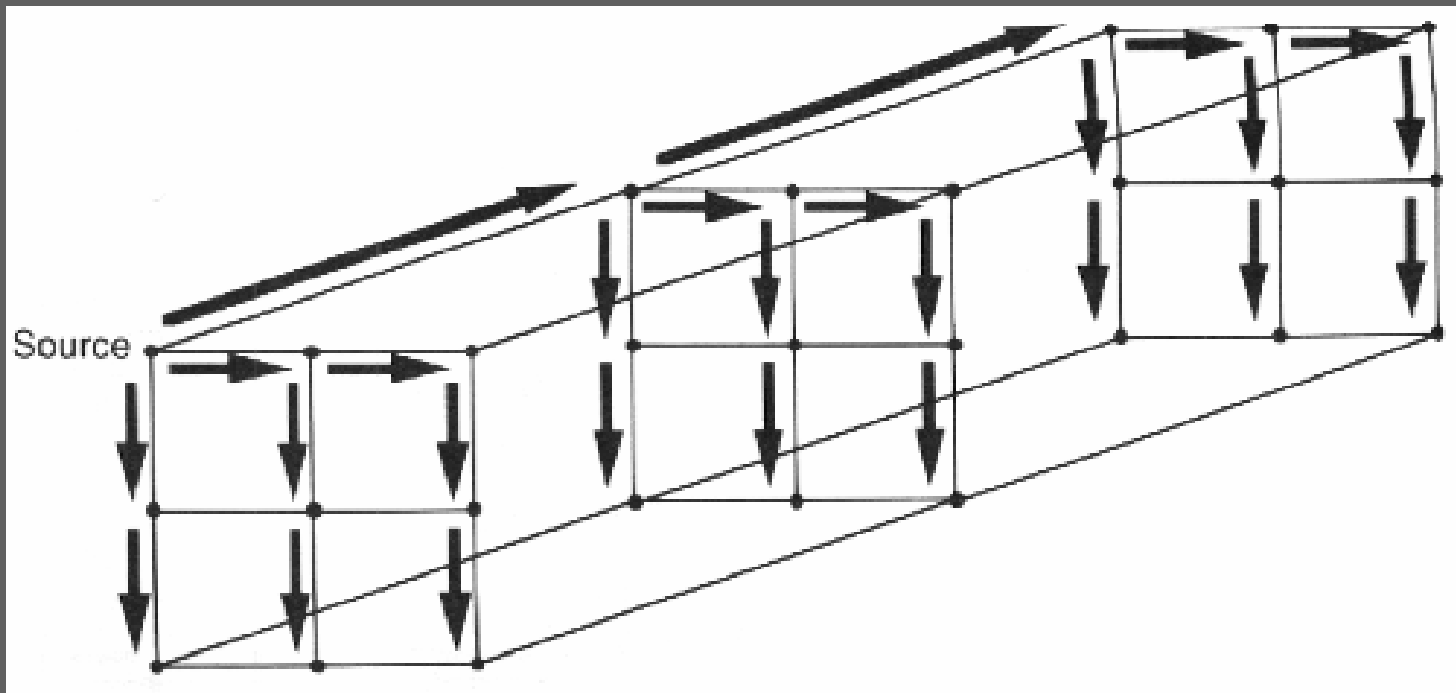


Aggregation

Διάδοση Και Συλλογή Σε Τοπολογία 2-D Πλέγματος



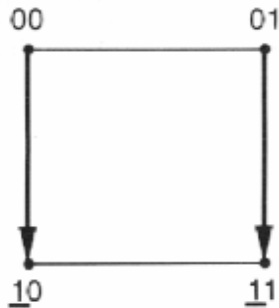
Διάδοση Και Συλλογή Σε Τοπολογία 3-D Πλέγματος



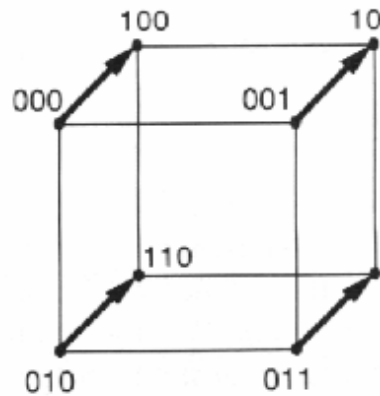
Step 1:



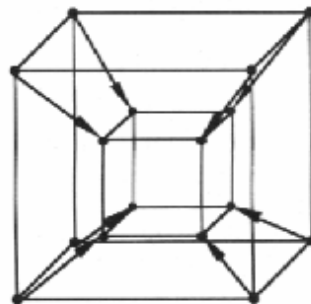
Step 2:



Step 3:



Step 4:



Διάδοση Και Συλλογή Σε Τοπολογία Υπερκύβου

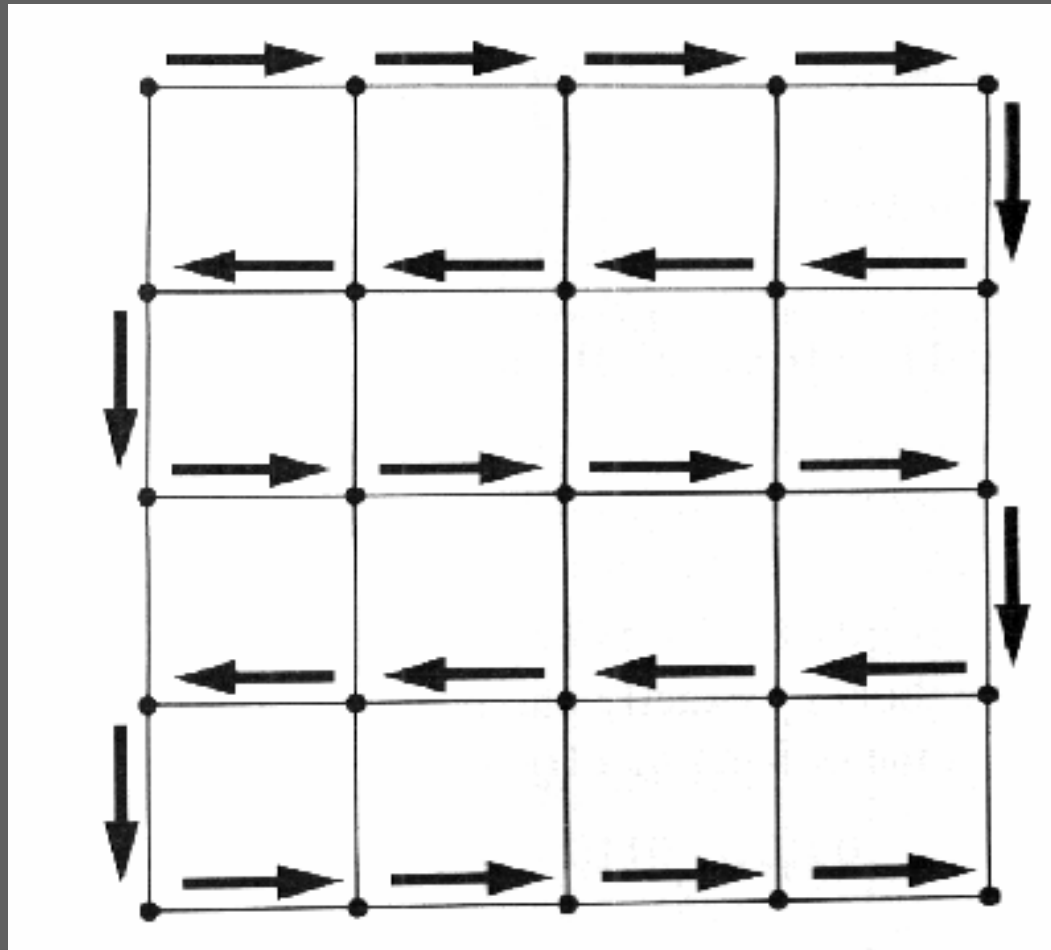
Χρόνος Διάδοσης Για Κάθε Τοπολογία

Τοπολογία	Διάμετρος
Γραμμή	$O(n)$
Δακτύλιος	$O(n)$
2-D Πλέγμα	$O(n^{1/2})$
Τόρος	$O(n^{1/2})$
3-D Πλέγμα	$O(n^{1/3})$
Υπερκύβος	$O(\log n)$

Απεικονίσεις πάνω στον Υπερκύβο

- ⇒ Λογική δομή αλγορίθμου
- ⇒ Φυσική τοπολογία του δικτύου
- ⇒ Τοπολογική απεικόνιση

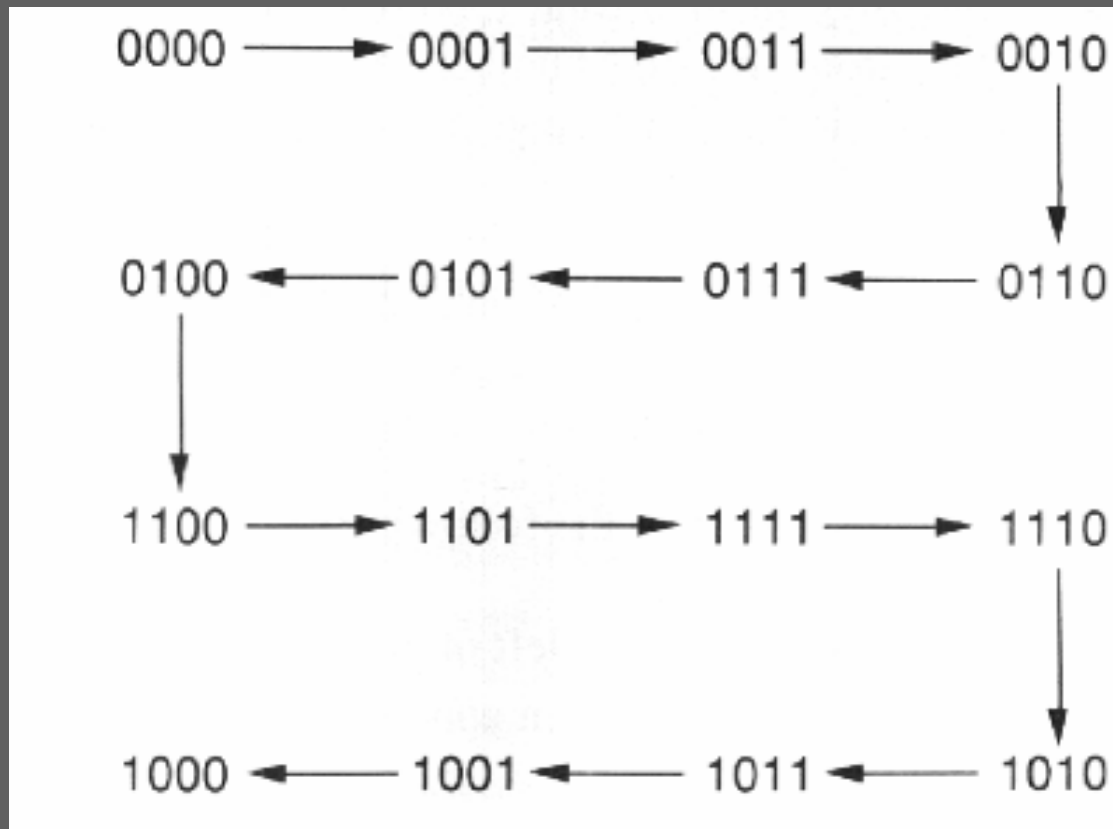
Σιγμοειδής Απεικόνιση Γραμμής Σε Πλέγμα Δύο Διαστάσεων



Δημιουργία Κώδικα Gray 3-bit

ΑΡΧΗ	1° ΒΗΜΑ	2° ΒΗΜΑ	3° ΒΗΜΑ	4° ΒΗΜΑ
0 1	0 1	00 01	00 01 11 10	000 001 011 010
	1 0	11 10	10 11 01 00	110 111 101 100

Απεικόνιση Πλέγματος 4x4 Σε Υπερκύβο



Απεικόνιση 3-D Πλέγματος Σε Υπερκύβο

