

HY437 – Αλγόριθμοι CAD

Διδάσκων: Χ. Σωτηρίου

<http://inf-server.inf.uth.gr/courses/CE437/>

I

HY437 - Τεχνολογική Απεικόνιση σε
Βιβλιοθήκη

Περιεχόμενα

- ▶ Στόχοι της Τεχνολογικής Απεικόνισης
- ▶ Περιγραφή Βιβλιοθήκης ως Βασικοί Γράφοι
- ▶ Μετασχηματισμός Δυαδικού Κυκλώματος σε Υποκείμενο Γράφο
- ▶ Το Πρόβλημα Κάλυψης Άκυκλου Γράφου
- ▶ Κάλυψη Δέντρων και Αποσύνθεση Γράφου σε Δάσος Δέντρων
- ▶ Αλγόριθμος Κάλυψης Δέντρου
- ▶ Παράδειγμα Τεχνολογικής Απεικόνισης

▶ 2

HY437 - Τεχνολογική Απεικόνιση σε
Βιβλιοθήκη

Στόχοι της Τεχνολογικής Απεικόνισης

- ▶ Εύκολη Προσαρμογή σε Νέα ή Διαφορετική Βιβλιοθήκη
- ▶ Υποστήριξη Διαφορετικών, Ανομοιόμορφων τύπων Πυλών
- ▶ Χειρισμός Λεπτομερών Συναρτήσεων Κόστους → Καθυστερήση αντί για Λογικό Βάθος (σε ps/ns) Εμβαδό αντί για αριθμό Όρων (μm^2)
- ▶ Γρήγορη Εκτέλεση → Βρίσκεται σε εσωτερικό βρόχο βελτιστοποίησης του Κυκλώματος!
- ▶ **Θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη και καθυστερήσεις συνδέσεων**
 - ▶ PKS – Physically Knowledgeable Synthesis

▶ 3

HY437 - Τεχνολογική Απεικόνιση σε Βιβλιοθήκη

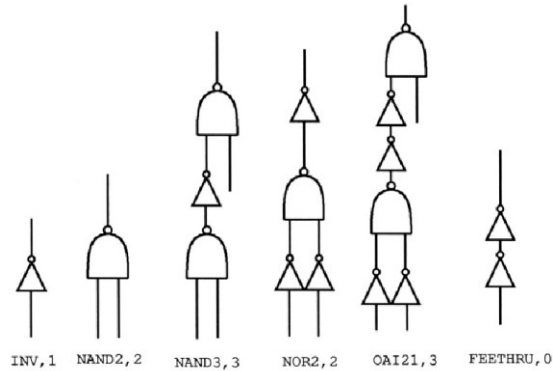
Τεχνολογική Απεικόνιση

- ▶ Ομοιότητες με την μεταγλώττιση!!!
- ▶ Μεταγλώττιση:
 - ▶ αντιστοίχιση εντολών μηχανής σε ατομικές πράξεις μορφής DAG (τα λεγόμενα patterns) και σχετικό κόστος
 - ▶ Επίσης αντιστοίχιση εντολών υψηλού επιπέδου σε ατομικές πράξεις μορφής DAG
 - ▶ Έτσι, η βέλτιστη παραγωγή κώδικα μηχανής αντιστοιχεί στην εύρεση της κάλυψης βέλτιστου κόστους του DAG προγράμματος από τα pattern DAGs
- ▶ Παρόμοια Προσέγγιση και στην Τεχνολογική Απεικόνιση
 - ▶ **Υποκείμενος (Subject) Γράφος:** Γράφος του κυκλώματος
 - ▶ **Βασικοί (Pattern) Γράφοι:** Γράφοι των πυλών της βιβλιοθήκης

▶ 4

HY437 - Τεχνολογική Απεικόνιση σε Βιβλιοθήκη

Περιγραφή Βιβλιοθήκης – Pattern Graphs

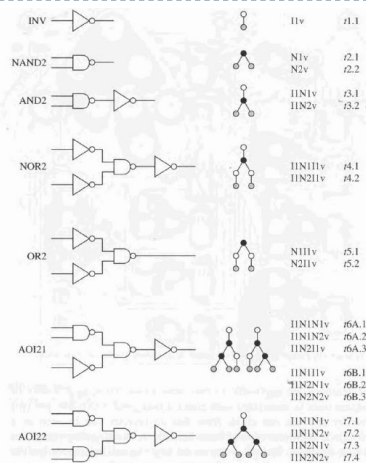


- ▶ Η επιλογή περιγραφής σε πύλες NOR, NAND, κτλ. είναι αυθαίρετη – θα πρέπει όμως να είναι λειτουργικά πλήρης!
- ▶ Το κόστος αντιστοιχεί στο εμβαδό!

▶ 5

HY437 - Τεχνολογική Απεικόνιση σε Βιβλιοθήκη

Περιγραφή Βιβλιοθήκης – Pattern Graphs



- ▶ Περιγραφή μπορεί να γίνει και με string αντί αναπαράστασης δέντρου

▶ 6

HY437 - Τεχνολογική Απεικόνιση σε Βιβλιοθήκη

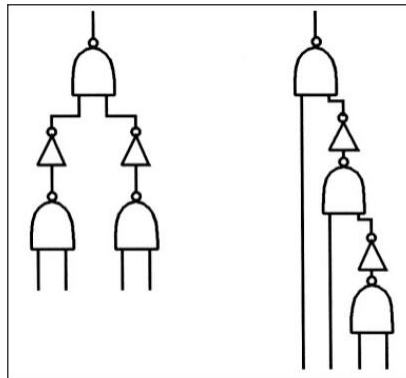
Δημιουργία του Υποκείμενου Γράφου

- ▶ Ανάλογα με την μορφή των βασικών γράφων μετασχηματίζεται το **βελτιστοποιημένο πολύ-επίπεδο κύκλωμα** στον Υποκείμενο Γράφο
- ▶ Ο κάθε κόμβος του Δυαδικού Δικτύου λ.χ. μπορεί να μετασχηματιστεί σε πύλες **NAND 2-εισόδων και INV (SIS)**.
- ▶ AND-OR = NAND-NAND
- ▶ Γίνεται προσπάθεια να είναι όσο το δυνατό πιο ισορροπημένο το βάθος των **NAND 2-εισόδων και INV** για τον κάθε κόμβο που δημιουργείται

▶ 7

HY437 - Τεχνολογική Απεικόνιση σε
Βιβλιοθήκη

Παράδειγμα Αποσύνθεσης – NAND4

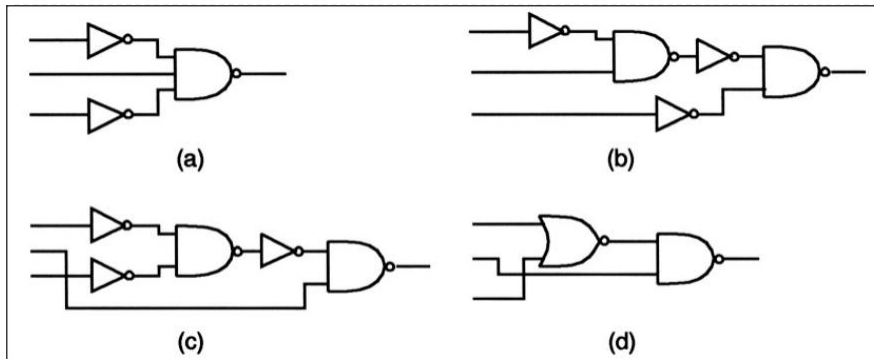


- ▶ Μια πύλη NAND 4 εισόδων μπορεί να αποσυντεθεί ως
 - ▶ Δυο επίπεδα NAND με ισορροπημένο βάθος
 - ▶ 3 επίπεδα NAND με μη ισορροπημένο βάθος

▶ 8

HY437 - Τεχνολογική Απεικόνιση σε
Βιβλιοθήκη

Παράδειγμα Αποσύνθεσης - Απλό Κύκλωμα



- ▶ Το κύκλωμα του (a) μπορεί να αποσυντεθεί με τους τρεις τρόπους (b), (c) και (d)
- ▶ Γενικά, σε επίπεδο κυκλώματος οι διαφορετικοί τρόποι αποσύνθεσης είναι εκθετικοί!

▶ 9

HY437 - Τεχνολογική Απεικόνιση σε
Βιβλιοθήκη

Αποσύνθεση

- ▶ Σε επίπεδο κυκλώματος οι διαφορετικοί τρόποι αποσύνθεσης είναι **εκθετικοί!**
- ▶ Συνεπώς, ο πιο απλός τρόπος τεχνολογικής απεικόνισης είναι να αποσυνθέσουμε σε επίπεδο πύλης μόνο
- ▶ Άρα ξεκινάμε με ένα Δυαδικό Δίκτυο (Boolean Network)
- ▶ Εκφράζουμε τον κόμβο σε τεχνολογικά ανεξάρτητες πύλες
- ▶ Εξετάζουμε την τοπικά βέλτιστη απεικόνιση της κάθε πύλης σε πύλες NAND2 και INV και επιλέγουμε την καλύτερη
- ▶ Καταλήγουμε με ένα υποκείμενο γράφο NAND2, INV

▶ 10

HY437 - Τεχνολογική Απεικόνιση σε
Βιβλιοθήκη

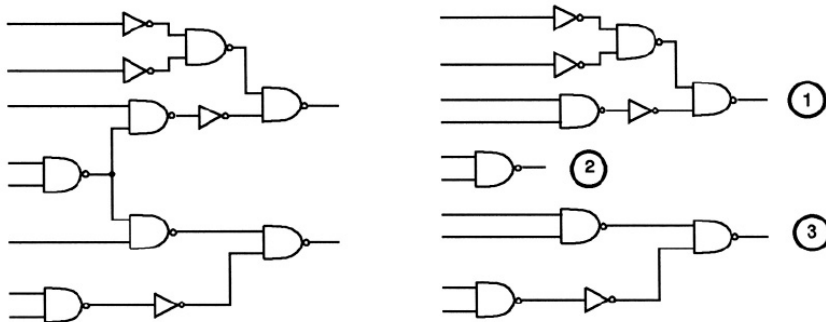
Το Πρόβλημα Κάλυψης Άκυκλου Γράφου

- ▶ Το πρόβλημα κάλυψης γράφου είναι NP-Hard και έτσι δεν μπορεί να λυθεί επακριβώς
- ▶ Η συνηθισμένη πρακτική είναι η εξής:
 1. Ο Υποκείμενος Γράφος Διαιρείται σε Δάσος Δέντρων
 2. Το Κάθε Δέντρο Καλύπτεται Βέλτιστα
 3. Τα Δέντρα Συνδέονται μεταξύ τους, Βελτιστοποιώντας και τον Χρονισμό των Ενώσεων
- ▶ Κάλυψη Δέντρου έχει Γραμμική Πολυπλοκότητα για συναρτήσεις όπως το εμβαδό
- ▶ Η διάσπαση του DAG σε δέντρα είναι εύκολη
 - ▶ Ένα κύκλωμα είναι σε μορφή δέντρου όταν το fanout κάθε πύλης είναι 1

▶ 11

HY437 - Τεχνολογική Απεικόνιση σε
Βιβλιοθήκη

Αποσύνθεση DAG σε Δέντρα

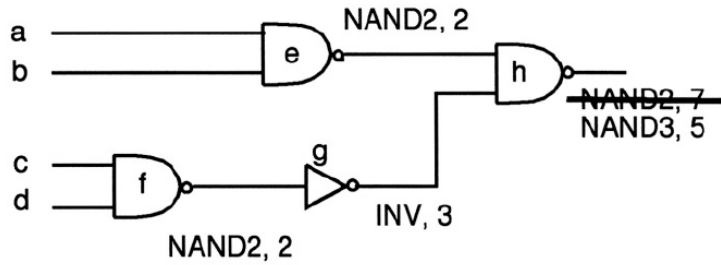


- ▶ Στα αριστερά το αρχικό κύκλωμα (δεν είναι δέντρο)
- ▶ Στα δεξιά το δάσος των δέντρων, όπου φαίνεται η τομή στα σημεία του fanout

▶ 12

HY437 - Τεχνολογική Απεικόνιση σε
Βιβλιοθήκη

Διαδικασία Κάλυψης

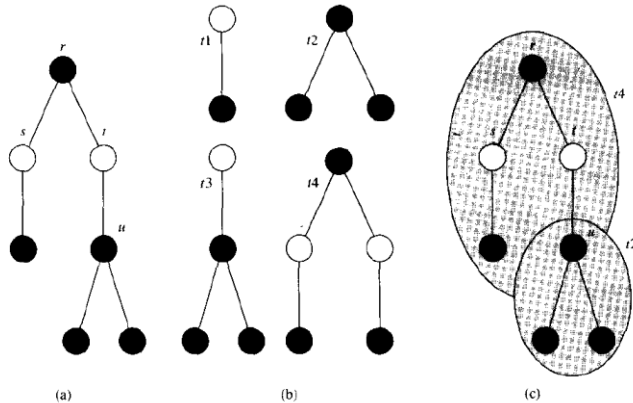


- ▶ Στην διαδικασία κάλυψης δέντρου εξετάζουμε σε κάθε κόμβο **εξονυχιστικά** όλες τις ισοδύναμες καλύψεις προς τα φύλλα
- ▶ Επιλέγουμε αυτήν με **ελάχιστο κόστος**

▶ 13

HY437 - Τεχνολογική Απεικόνιση σε
Βιβλιοθήκη

Αλγόριθμος Κάλυψης Δέντρου



- ▶ (a) Υποκείμενος Γράφος, (b) Βασικοί Γράφοι,
(c) Βέλτιστη Κάλυψη

▶ 14

HY437 - Τεχνολογική Απεικόνιση σε
Βιβλιοθήκη

Αλγόριθμος Κάλυψης Δέντρου

Αλγόριθμος TREE-COVER(Gn(V,E))

```

TREE-COVER(T(V, E)) {
  foreach vertex v in V
    COST(v) = -1; // set internal vertex cost to -1 //
  foreach leaf vertex v in V
    if SUCC(v) = NULL, COST(v) = 0; // set leaf vertex cost is 0 //
  while (some vertex has -ve weight) {
    select v in V (bottom-up) s.t. all SUCC(v) have non -ve cost;
    M = set of all matching pattern trees at v;
    cost(v) = min(m in M) (cost(m) + Σ(u in SUCC(m)) cost(u));
    // pick m which minimises cost //
  }
}

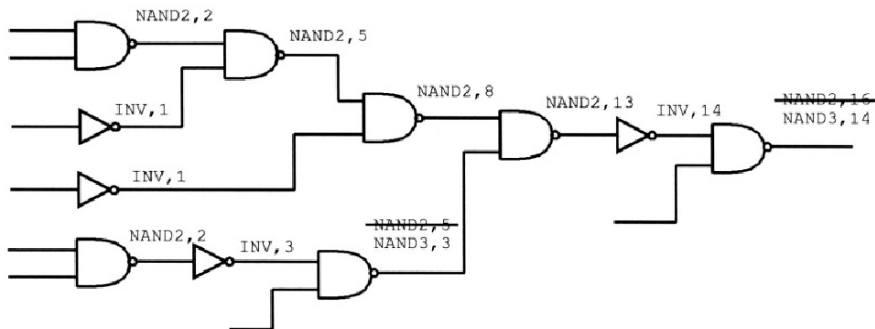
```

- ▶ Το δέντρο διατρέχεται από τα φύλλα προς την ρίζα (bottom-up)
- ▶ Σε κάθε κόμβο επιλύουμε βέλτιστα την επιλογή κάλυψης για ελάχιστο κόστος από το σημείο εκείνο και κάτω

▶ 15

HY437 - Τεχνολογική Απεικόνιση σε
Βιβλιοθήκη

Παράδειγμα Τεχνολογικής Απεικόνισης



- ▶ Παρουσιάζονται όλες οι δυνατές επιλογές σε κάθε κόμβο

▶ 16

HY437 - Τεχνολογική Απεικόνιση σε
Βιβλιοθήκη