



Πανεπιστήμιο Κύπρου
University of Cyprus

ΚΟΙΟΣ SUMMER INTERNSHIP NETWORKS-ON-CHIP (NoC)

ΑΝΔΡΕΑΣ ΠΡΟΔΡΟΜΟΥ

prodromou.andreas@ucy.ac.cy

ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ:

ΓΙΩΡΓΟΣ ΕΛΛΗΝΑΣ

ΧΡΥΣΟΣΤΟΜΟΣ ΝΙΚΟΠΟΥΛΟΣ

ΘΕΟΧΑΡΗΣ ΘΕΟΧΑΡΙΔΗΣ



**Center for Intelligent Systems
and Networks**

Αρχικοί στόχοι

- Οι πρώτοι στόχοι ήταν:
 1. Γνωριμία με NoC.
 2. Ανάγνωση άρθρων που περιγράφουν αυτή την τεχνολογία.
 3. Χρησιμοποίηση ενός προσομοιωτή, γραμμένου από τον Χρίστο Ττοφή.
 4. Υλοποίηση και ενσωμάτωση στον προσομοιωτή, αλγόριθμων δρομολόγησης.

Δίκτυα διασύνδεσης (Interconnection Networks)

- Χρησιμοποιούνται συχνά για διασύνδεση διαφορετικών υπολογιστικών συστημάτων.
- Ενσωματωμένα δίκτυα διασύνδεσης άρχισαν να χρησιμοποιούνται για επικοινωνία μεταξύ πυρήνων και πυρήνων με μνήμη μέσα σε multiprocessor chips.
 - Απλός σχεδιασμός
 - Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας
 - Απαιτεί λίγο χώρο στο chip

Γιατί Networks on Chip (NoC);

- Τα καλώδια κρατούν μεγάλο χώρο στο chip, και λόγω της “σμίκρυνσης” των τρανζίστορ, οι διασυνδέσεις κοστίζουν στην απόδοση και στην κατανάλωση ενέργειας.
- Οι σύνδεσμοι των NoC, μπορούν να μειώσουν την πολυπλοκότητα ενός σχεδιασμού με καλώδια, προσφέροντας βελτιώσεις στους τομείς:
 1. Ταχύτητα
 2. Ενέργεια
 3. Θόρυβος
 4. Αξιοπιστία

Αλλαγή προσομοιωτή (Full System Simulator)

Λόγω κάποιων περιορισμών αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε ένα full system simulator.

- Πολύ συγκεκριμένη αρχιτεκτονική δρομολογητών η οποία δυσκόλευε τον πειραματισμό με νέους σχεδιασμούς.
- Οι full system simulators έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:
 1. Προσομοιώνουν **ολόκληρο το σύστημα** μαζί με την διασύνδεση.
 2. Προσφέρουν μεγάλη ελευθερία επιλογών όσο αφορά
 - Τον αριθμό των στοιχείων (πυρήνες, cache banks, κλπ).
 - Την δομή του συστήματος.
 3. Μοντελοποιούν με ακρίβεια τις συσκευές του συστήματος, έτσι μπορούν να εκτελούν εντολές λειτουργικών συστημάτων.
 4. Εκδίδουν όλα τα αποτελέσματα που περιγράφουν το σύστημα που προσομοιώνεται αναλυτικά, σε πίνακες και γραφήματα.

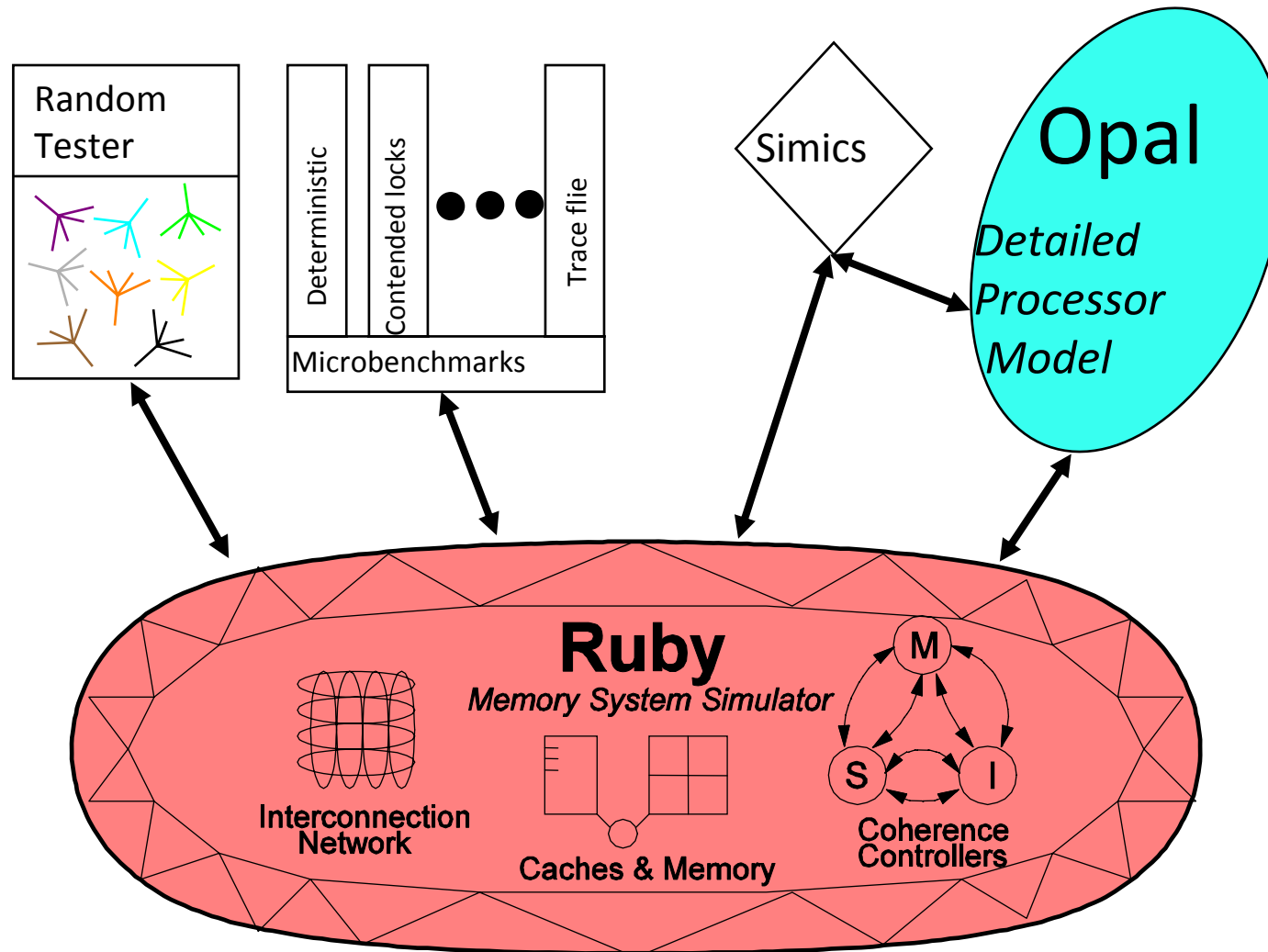
SIMICS IN ACTION



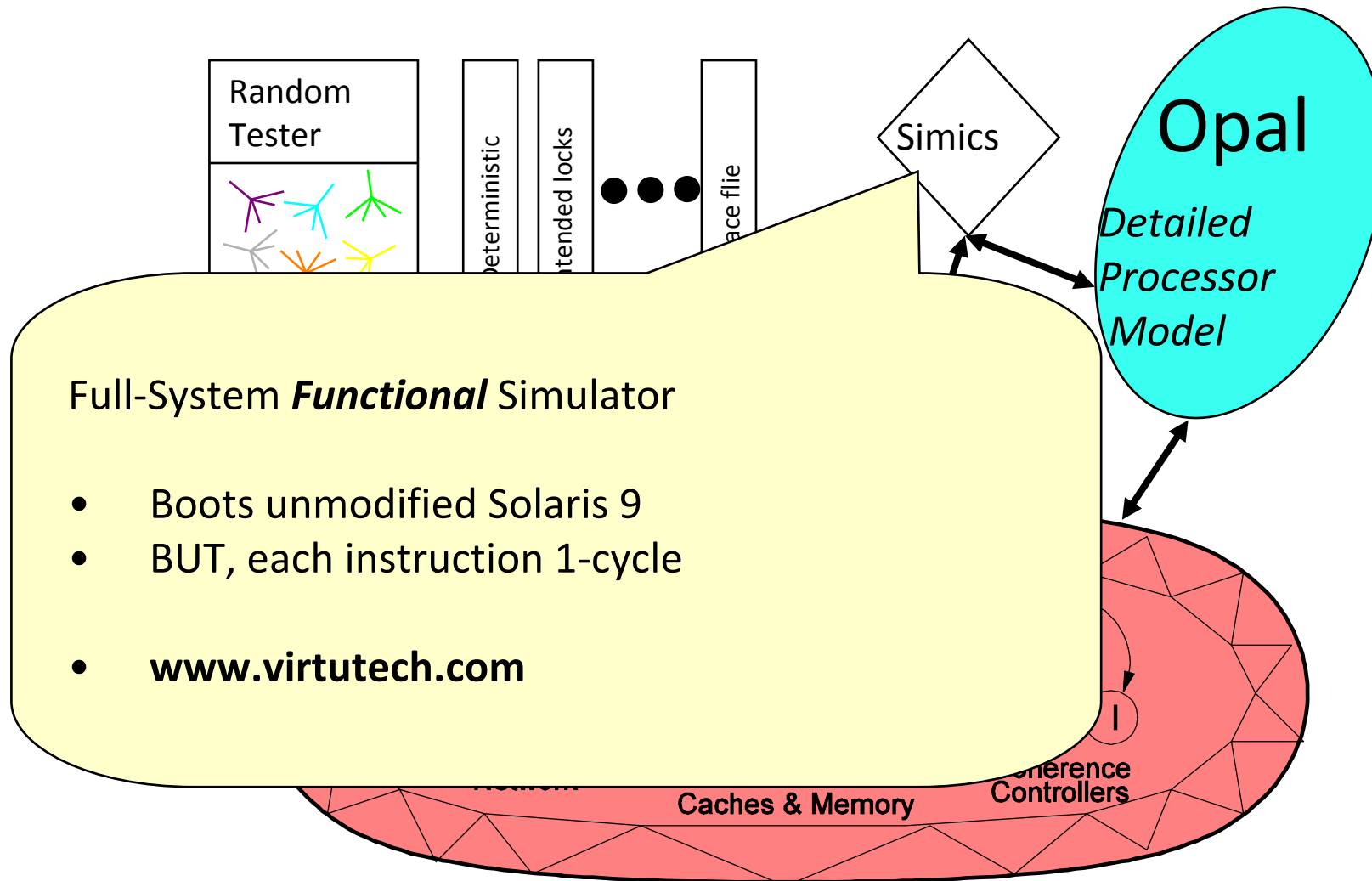
Συνεργασία GEMS-SIMICS

- Ο Simics είναι full system functional simulator.
- Χρήση timing-first προσομοιωτή (GEMS):
 - Χρονικό “περιτύλιγμα” για ένα functional προσομοιωτή.
 - Λαμβάνει υπόψιν του τις καθυστερήσεις.
 - Χρησιμοποιεί τον functional προσομοιωτή για ορθή εκτέλεση των εντολών
 - Επιτρέπει Network-only simulation

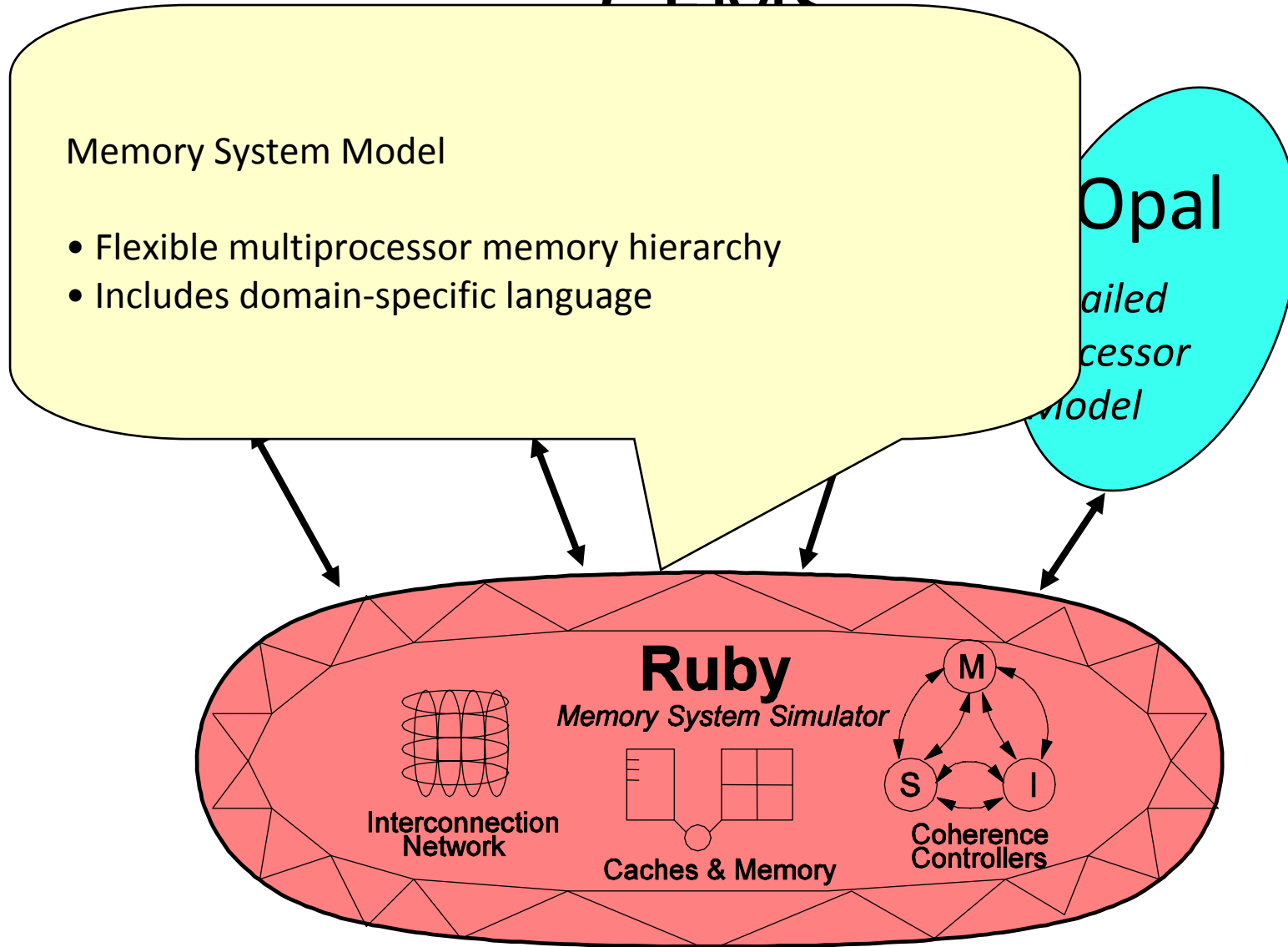
GEMS



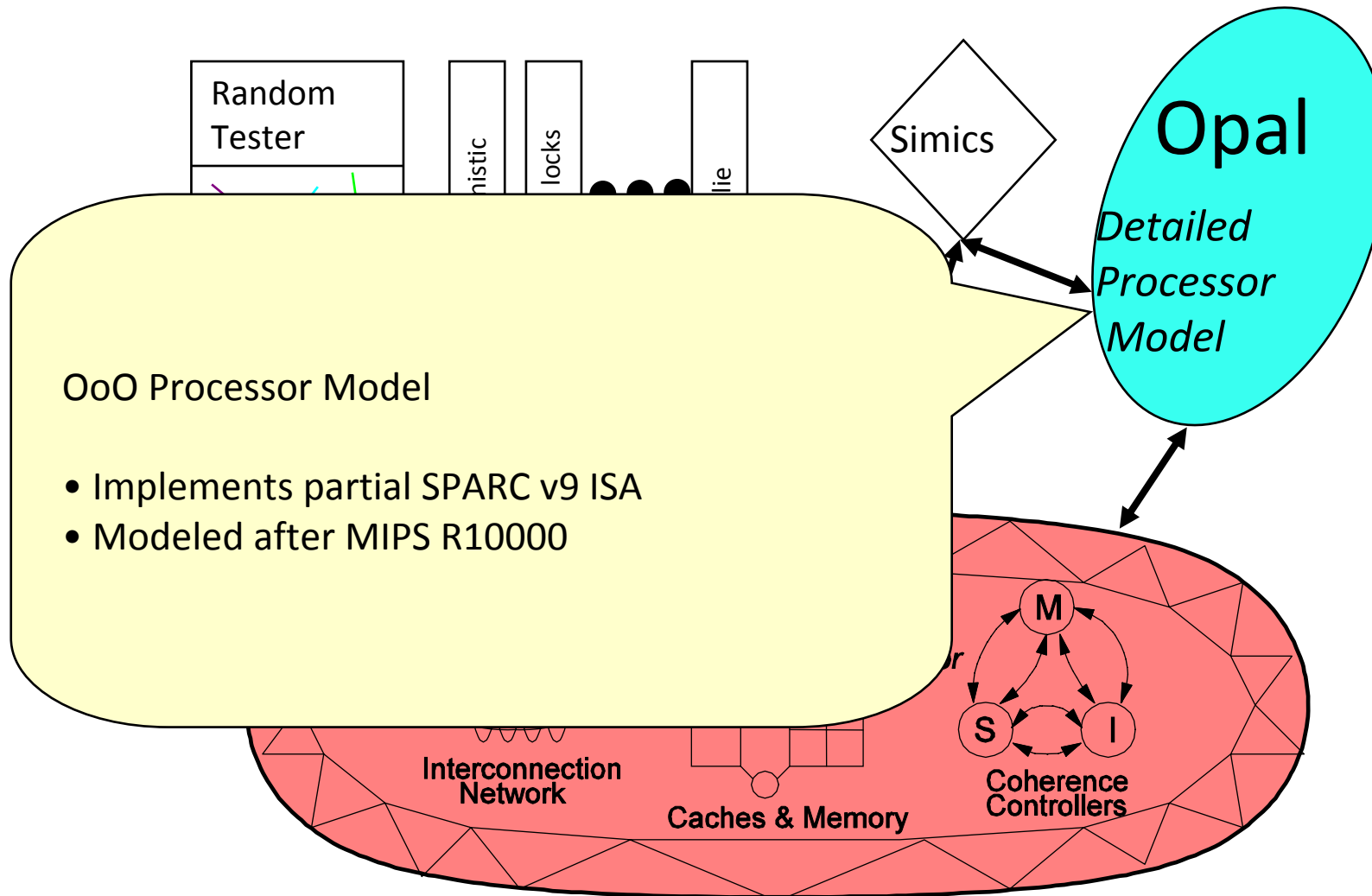
GEMS



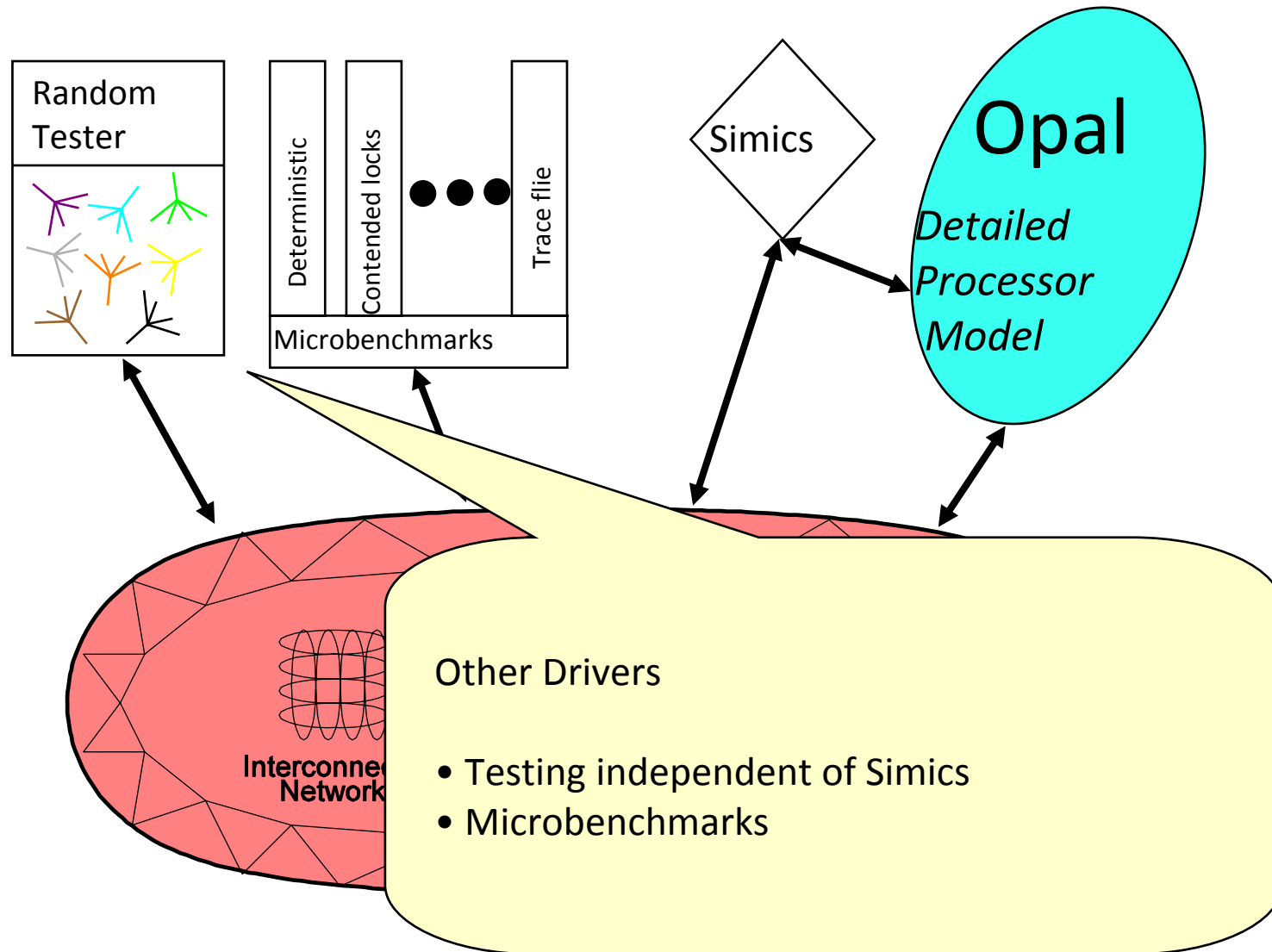
GEMS



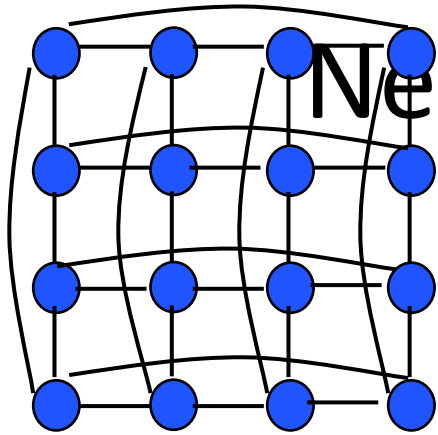
GEMS



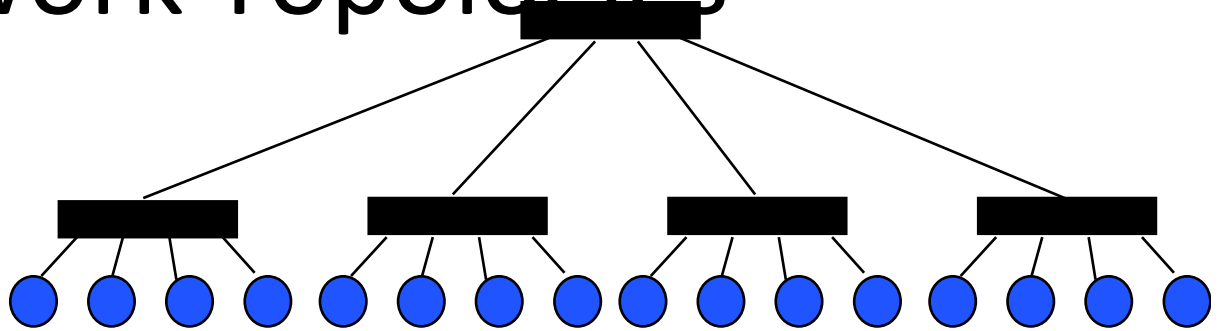
GEMS



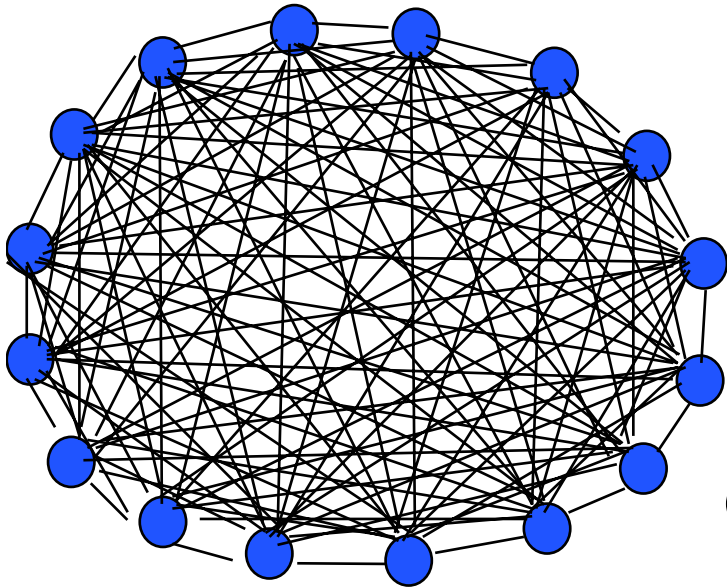
Auto-generated Inter-chip Network Topologies



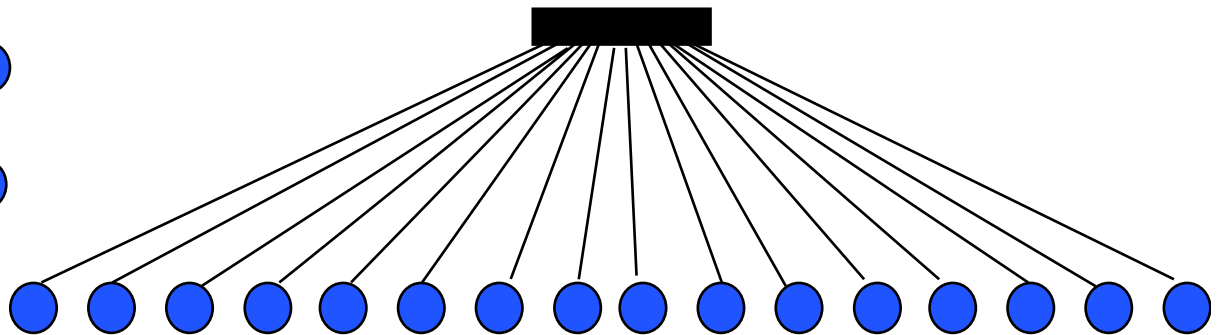
TopologyType_TORUS_2D



TopologyType_HIERARCHICAL_SWITCH



TopologyType_PT_TO_PT



TopologyType_CROSSBAR

Αποτελέσματα

- Εγκατάσταση και λειτουργία SIMICS-GEMS.
 - Εκατοντάδες αρχεία κώδικα
 - Δεκάδες χιλιάδες γραμμές κώδικα
- Network-only simulations χρησιμοποιώντας διάφορες ρυθμίσεις συστήματος.
- Κατανόηση του κώδικα του GARNET.

RUBY STATISTICS

```
1 Parsing command line arguments: 42079
2 g_NUM_L2_BANKS: 64 42080 Deleting system...
3 g_NUM_MEMORIES: 64 42081 Deleting system done
4 length of run = 1000 42082 Deleting event queue...
5 Ruby Timing Mode 42083 Deleting event queue done
6 Creating event queue...
7 Creating event queue done
8 Creating system...
9 Processors: 64
10 Creating system done
11 Ruby initialization complete
12
```

Network Stats

```
-----
switch_0_inlinks: 1
switch_0_outlinks: 1
links_utilized_percent_switch_0: 0.0171346
links_utilized_percent_switch_0_link_0: 0.0171346 bw: 10000 base_latency: 1

outgoing_messages_switch_0_link_0_Request_Control: 7 56 [ 7 0 0 0 ] base_latency: 1
outgoing_messages_switch_0_link_0_Response_Data: 4 288 [ 0 0 4 0 ] base_latency: 1
outgoing_messages_switch_0_link_0_Response_Control: 2 16 [ 0 0 2 0 ] base_latency: 1
outgoing_messages_switch_0_link_0_Writeback_Data: 6 432 [ 0 0 6 0 ] base_latency: 1
outgoing_messages_switch_0_link_0_Persistent_Control: 12 96 [ 0 0 0 12 ] base_latency: 1
```

Συμπεράσματα

- Τα NoC είναι ένας πολλά υποσχόμενος τομέας που θα βοηθήσει τα μελλοντικά συστήματα στην:
 - Κατανάλωση ενέργειας
 - Ταχύτητα
 - Αξιοπιστία
- Ακόμα βρίσκεται στα αρχικά του στάδια, με μεγάλη προοπτική ανάπτυξης.
- Ένας πολύ ενδιαφέρον τομέας για όποιον θέλει να ασχοληθεί μαζί του.

Επίλογος

Το ερευνητικό κέντρο ΚΟΙΟΣ μου πρόσφερε:

- την ευκαιρία να γνωρίσω ένα πολύ ενδιαφέρον τομέα και να ασχοληθώ μαζί του.
- Γνωριμία με ερευνητικά προγράμματα.
- Βοήθεια από τους καθηγητές σε ότι χρειαζόμουν.

Πιστεύω ότι είναι μια καλή ευκαιρία για οποιονδήποτε φοιτητή.