



Υπολογιστικά Συστήματα Υψηλής Αξιοπιστίας

Εγχειρίδιο χρήσης Atalanta 2.0

Επιμέλεια: Δρ. Γκάμας Βασίλειος

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Υπολογιστών

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	Εισαγωγή.....	3
2	Εκτέλεση σε περιβάλλον Windows (DOS).....	3
3	Ορίσματα εκτέλεσης Atalanta	3
4	Αρχεία κυκλωμάτων (benchmarks)	5
5	Αρχείο προτύπων δοκιμής (test patterns).....	6
6	Αρχείο λίστας σφαλμάτων (faults list)	7
7	Παραδείγματα χρήσης του Atalanta.....	8

1 Εισαγωγή

Το Atalanta¹ αποτελεί μία Γεννήτρια Αυτόματης Παραγωγής Διανυσμάτων Δοκιμής (Automatic Test Pattern Generator - ATPG) και Εξομοιωτή Σφαλμάτων (Fault Simulator) για σφάλματα μόνιμης τιμής που εμφανίζονται σε συνδυαστικά κυκλώματα. Έχει αναπτυχθεί από το Virginia Tech University. Το λογισμικό Atalanta μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο σε περιβάλλον Windows (DOS) όσο και σε περιβάλλον Unix/Linux με μικρές διαφοροποιήσεις όσον αφορά τα testbenches.

Το παρόν εγχειρίδιο έχει ως σκοπό να σας καθοδηγήσει στην χρήση του εργαλείου σε περιβάλλον Windows (DOS).

2 Εκτέλεση σε περιβάλλον Windows (DOS)

Για να τρέξετε το Atalanta σε περιβάλλον Windows (DOS) εκτελέστε τα παρακάτω βήματα:

1. Αντιγράψτε τον φάκελο Atalanta που περιέχει το εκτελέσιμο αρχείο και τον πηγαίο κώδικα του Atalanta σε έναν φάκελο στον σκληρό δίσκο του υπολογιστή σας. Τα αρχεία που σας δίνονται έχουν ήδη μετατραπεί σε κατάλληλη μορφή ώστε να μπορείτε να εκτελείτε το Atalanta σε περιβάλλον Windows.
2. Αντιγράψτε τα αρχεία κυκλωμάτων (*.bench) που βρίσκονται στον φάκελο Benchmarks μέσα στον φάκελο Atalanta ώστε κατά την εκτέλεση του προγράμματος να μην εμφανιστεί σφάλμα μη εύρεσης των κυκλωμάτων.
3. Ανοίξτε το command prompt στα Windows πληκτρολογώντας στην κονσόλα εντολών την εντολή **cmd**.
4. Μετακινηθείτε στον φάκελο Atalanta χρησιμοποιώντας την εντολή **cd**. Για παράδειγμα αν το Atalanta βρίσκεται στην επιφάνεια εργασίας εκτελέστε την εντολή **cd Desktop\Atalanta**. Εκτελώντας την εντολή **dir** μπορείτε να δείτε τα περιεχόμενα του φακέλου, το εκτελέσιμο αρχείο του Atalanta (.exe), τα αρχεία των κυκλωμάτων (.bench), κτλ.

Για να τρέξετε το Atalanta εκτελέστε την παρακάτω εντολή:

atalanta [options] circuit_file [>outfile]

όπου,

- **options**: ορίσματα σχετικά με την παραγωγή των επιθυμητών αποτελεσμάτων (προαιρετική παράμετρος)
- **circuit_file**: αρχείο κυκλώματος (υποχρεωτική παράμετρος)
- **outfile**: αρχείο εξόδου στο οποίο επιθυμούμε να καταγραφούν τα δεδομένα που προκύπτουν από την εκτέλεση του προγράμματος (προαιρετική παράμετρος)

3 Ορίσματα εκτέλεσης Atalanta

Παρακάτω παρατίθενται τα διάφορα ορίσματα εκτέλεσης του Atalanta.

-f fn	Faults are read from the file fn. This option is available only for ISCAS89 netlist format. (default: faults are generated internally.)
-t fn	Test patterns are put into the file "fn". (default: *.test for a circuit named *.bench)
-u	Atalanta prints out all aborted faults in a file. The name of this file is <ckt>.ufaults. In default, all identified redundant faults are not included in the file, but you can include them using the option -v. Note that atalanta does not

¹ <https://ddd.fit.cvut.cz/prj/Atalanta-M/>

	update a fault file if one already exists in the run directory. This fault list file can be directly read by atalanta or hope.(default: no file is created)
-U fn	The same as -u, but atalanta writes aborted faults to the given file name. (default: no file is created)
-v	Atalanta prints out all identified redundant faults as well as aborted faults in a file. If -U fn option is not given, Atalanta prints out the faults in a default file, <ckt>.ufaults. (default: no file is created)
-l fn	Log file is created. (default: no logfile is created)

Τα παρακάτω ορίσματα σχετίζονται με την λειτουργία ATPG

-A	Diagnostic mode. Atalanta derives all test patterns for each fault. In this option, all unspecified inputs are left unknown, and fault simulation is not performed. (default: Normal test generation mode)
-D n	Diagnostic mode. Atalanta derives n test patterns for each fault. In this option, all unspecified inputs are left unknown, and fault simulation is not performed. If both -A and -D option are specified, -D option is applied. (default: Normal test generation mode)
-b n	The number of maximum backtrackings for the FAN algorithm phase 1. (default: -b 10)
-B n	If -B n (n>0) option is specified, atalanta generates test patterns in two phases. In phase 1, static unique path sensitization is employed. If the test generation for a target fault is aborted in phase 1, the test generation is tried in phase 2. In phase 2, dynamic unique path sensitization is employed. If n=0, phase 2 is not performed. If n>0, phase 2 test generation is performed with the backtrack limit of n. (default: -B 0, i.e., phase 2 is not performed.)
-H	HOPE, which is a parallel fault simulator, is employed for fault simulation. In this option, three logic values (0, 1 and X), instead of two logic values (0 and 1), are employed. Due to the embedding of the unknown logic value and the parallel fault simulation algorithm, the test generation time is slower than the default mode. (default: FSIM, which is a parallel pattern fault simulator is employed, and two logic values are used.)
-L	Static learning is performed. (default: no learning)
-c n	Atalanta compacts test patterns using two different methods: reverse order compaction and shuffling compaction. First, test patterns are applied in the reverse order and fault simulated (reverse order compaction). Second, test patterns are shuffled randomly and fault simulated (shuffling compaction). During the fault simulations, all the test patterns which do not detect a new fault are eliminated. The option -c n specifies the limit of shuffling compaction. If n>0, shuffling compaction is terminated if n consecutive shuffles do not drop a test pattern. If n=0, shuffling compaction is not included and compaction is done only by the reverse order fault simulation. (default: -c 2)
-N	Test compaction is not performed.
-r n	Random Pattern Testing (RPT) Session is included before deterministic test pattern generation session. The RPT session stops if any n consecutive packets of 32 random patterns do not detect any new fault. If n=0, the RPT session is not included. (default: -r 16)

-s n	Initial seed for the random number generator (random()). If n=0, the initial seed is the current time. (default: -s 0)
-Z	Atalanta derives one test pattern for each fault. In this option, no fault simulation is performed during the entire test generation (including random pattern test generation session, deterministic test generation session and test compaction session). All unspecified inputs are left unknown.
-0, -1, -X, -R	During test generation, some inputs can be unspecified. Atalanta provides various options to set these unspecified inputs into a certain value. The options are described below. -0 Unspecified inputs are set to logic 0. -1 Unspecified inputs are set to logic 1. -R Unspecified inputs are set to logic 0 or logic 1 randomly. -X Unspecified inputs are left to unknown (X). (default: -R)

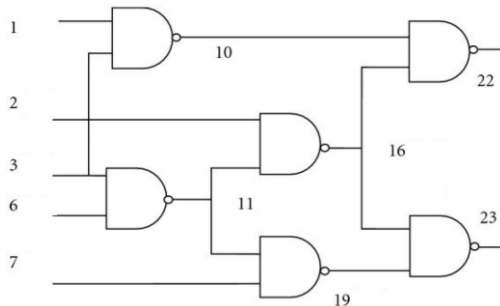
Τέλος υφίστανται και τα παρακάτω ορίσματα.

-h f	Displays the fault list format
-h g	Displays the on-line user's guide.
-h n	Displays an example netlist format.
-h t	Displays an example test pattern file.
-h a	Displays the entire on-line manual file.

Να σημειώσουμε ότι στο default mode, δημιουργείται ένα αρχείο εξόδου. Το αρχείο έχει το όνομα circuit_name.test και περιλαμβάνει τα πρότυπα δοκιμής που δημιουργήθηκαν (περισσότερες πληροφορίες δίνονται στην ενότητα 5). Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται το όρισμα -l δημιουργείται ένα αρχείο log το οποίο περιέχει περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα αποτελέσματα παραγωγής των προτύπων δοκιμής.

4 Αρχεία κυκλωμάτων (benchmarks)

Η μορφή του netlist για το atalanta είναι σε γενικές γραμμές τα ISCAS89 με κάποιες μικρές αλλαγές. Η δομή ενός benchmark αρχείου φαίνεται παρακάτω για ένα ενδεικτικό λογικό κύκλωμα (c17). Οι γραμμές οι οποίες ξεκινούν με δίεση (#) περιλαμβάνουν σχόλια και δε λαμβάνονται υπόψιν κατά την επεξεργασία του αρχείου. Η πρώτη γραμμή περιλαμβάνει το όνομα του λογικού κυκλώματος και οι ακόλουθες γραμμές με σχόλια περιλαμβάνουν το πλήθος των εισόδων, εξόδων, αντιστροφών και πυλών του κυκλώματος. Η σειρά με την οποία εμφανίζονται οι λογικές πύλες μέσα στο αρχείο δεν παίζει κάποιο ρόλο. Τέλος, τα ονόματα των πυλών πρέπει να είναι αλφαριθμητικοί χαρακτήρες (0-9, A-Z, a-z, _, [ή]).



c17
 # 5 inputs
 # 2 outputs
 # 0 inverters
 # 6 gates (6 NANDs)

INPUT(1)
 INPUT(2)
 INPUT(3)
 INPUT(6)
 INPUT(7)

OUTPUT(22)
 OUTPUT(23)

10 = NAND(1, 3)
 11 = NAND(3, 6)
 16 = NAND(2, 11)
 19 = NAND(11, 7)
 22 = NAND(10, 16)
 23 = NAND(16, 19)

Οι πύλες που υποστηρίζονται είναι οι παρακάτω:

Τύπος στοιχείου	Εντολή
Κύρια είσοδος	INPUT
Κύρια έξοδος	OUTPUT
Πύλη AND	AND
Πύλη NAND	NAND
Πύλη OR	OR
Πύλη NOR	NOR
Πύλη XOR 2 εισόδων	XOR
Buffer	BUFF ή BUF
Αντιστροφέας	NOT

5 Αρχείο προτύπων δοκιμής (test patterns)

Κάθε γραμμή του αρχείου η οποία ξεκινάει με * αποτελεί σχόλιο και αγνοείται κατά την επεξεργασία του αρχείου. Κάθε πρότυπο δοκιμής ξεκινάει με το σύμβολο : . Στην περίπτωση ενός λογικού κυκλώματος η εισόδων, μόνο τα η bits που ακολουθούν το : είναι σημαντικά και τα υπόλοιπα αγνοούνται. Παρακάτω παρατίθεται το αρχείο test pattern για το λογικό κύκλωμα c17. Υπάρχουν 5 πρότυπα δοκιμής. Για παράδειγμα το πρώτο πρότυπο δοκιμής είναι το 01010 00. Αυτό σημαίνει ότι οι 5 εισοδοί του κυκλώματος θα λάβουν τις παρακάτω λογικές τιμές (τα 2 τελευταία μηδενικά αγνοούνται):

- Είσοδος 1: 0
- Είσοδος 2: 1
- Είσοδος 3: 0
- Είσοδος 6: 1
- Είσοδος 7: 0

```
* Name of circuit: c17.bench
```

```
* Primary inputs :
```

```
1 2 3 6 7
```

```
* Primary outputs:
```

```
22 23
```

```
* Test patterns and fault free responses:
```

```
1: 00111 00
```

```
2: 01010 11
```

```
3: 10101 11
```

```
4: 11110 10
```

```
5: 10010 00
```

Να σημειώσουμε ότι υπάρχει περίπτωση να παράγονται περισσότερα από ένα διανύσματα ελέγχου για κάθε σφάλμα.

6 Αρχείο λίστας σφαλμάτων (faults list)

Υπάρχει η δυνατότητα να δώσει ο χρήστης στο Atalanta την λίστα των σφαλμάτων τα οποία επιθυμεί να εξομοιωθούν. Όταν χρησιμοποιείται η επιλογή "-f fn" η λίστα σφαλμάτων διαβάζεται από το αρχείο fn. Παρακάτω δίνεται ένα παράδειγμα ενός αρχείου λίστας σφαλμάτων.

```
gate_A->gate_B /1
```

```
gate_A->gate_B /0
```

```
gate_A /1
```

```
gate_B /1
```

Οι εντολές gate_A και gate_B ορίζουν τα ονόματα των πυλών. Η πρώτη γραμμή, gate_A->gate_B /1 περιγράφει stuck-at 1 σφάλμα στην πύλη B που είναι συνδεδεμένη με την πύλη A. Παρόμοια, η δεύτερη γραμμή περιγράφει stuck-at 0 σφάλμα στη πύλη A που είναι συνδεδεμένη με την πύλη B. Η τρίτη και η τέταρτη γραμμή περιγράφουν stuck-at 1 σφάλματα στις εξόδους των πυλών A και B αντίστοιχα.

7 Παραδείγματα χρήσης του Atalanta

Παρακάτω παρατίθενται διάφορα παραδείγματα χρήσης του Atalanta.

Παράδειγμα #1

```
>atalanta c432o.bench
```

Εξάγονται τα διανύσματα δοκιμής για το κύκλωμα c432o.bench με τις default επιλογές και αποθηκεύονται σε ένα αρχείο με όνομα c432o.test.

```
C:\Users\user\Desktop\Atalanta>atalanta c432o.bench
*****
*
*      Welcome to atalanta (version 2.0)      *
*
*      Dong S. Ha (ha@vt.edu)                  *
*      Web: http://www.visc.vt.edu/people/ha   *
*      Virginia Polytechnic Institute & State University *
*
*****

***** SUMMARY OF TEST PATTERN GENERATION RESULTS *****

1. Circuit structure
   Name of the circuit           : c432o
   Number of primary inputs     : 36
   Number of primary outputs    : 7
   Number of gates               : 160
   Level of the circuit         : 17

2. ATPG parameters
   Test pattern generation mode  : RPT + DTPG + TC
   Limit of random patterns (packets) : 16
   Backtrack limit              : 10
   Initial random number generator seed : 1602862633
   Test pattern compaction mode  : REVERSE + SHUFFLE
   Limit of suffling compaction  : 2
   Number of shuffles           : 9

3. Test pattern generation results
   Number of test patterns before compaction : 68
   Number of test patterns after compaction  : 47
   Fault coverage                          : 99.237 %
   Number of collapsed faults              : 524
   Number of identified redundant faults    : 1
   Number of aborted faults                : 3
   Total number of backtrackings           : 33

4. Memory used : 167972 Kbytes

5. CPU time
   Initialization : 0.000 secs
   Fault simulation : 0.000 secs
   FAN              : 0.000 secs
   Total            : 0.000 secs
```


Παράδειγμα #2

```
>atalanta c432o.bench -l c432o.log
```

Εξάγονται τα διανύσματα δοκιμής όπως και προηγουμένως αλλά δημιουργείται ταυτόχρονα ένα log αρχείο στο οποίο καταγράφονται όλες οι πληροφορίες για τη διαδικασία εξαγωγής διανυσμάτων. Αναφέρονται τα διανύσματα δοκιμής, πόσα σφάλματα έχει ανιχνεύσει κάθε διάνυσμα, καθώς και η λίστα με τα redundant faults.

```
C:\Users\user\Desktop\Atalanta>atalanta c432o.bench -l c432o.log
*****
*
*      Welcome to atalanta (version 2.0)      *
*
*      Dong S. Ha (ha@vt.edu)                  *
*      Web: http://www.visc.vt.edu/people/ha    *
*      Virginia Polytechnic Institute & State University *
*
*****
*****  SUMMARY OF TEST PATTERN GENERATION RESULTS  *****
1. Circuit structure
   Name of the circuit           : c432o
   Number of primary inputs      : 36
   Number of primary outputs     : 7
   Number of gates               : 160
   Level of the circuit          : 17
2. ATPG parameters
   Test pattern generation mode   : RPT + DTPG + TC
   Limit of random patterns (packets) : 16
   Backtrack limit                : 10
   Initial random number generator seed : 1602862743
   Test pattern compaction mode   : REVERSE + SHUFFLE
   Limit of suffling compaction   : 2
   Number of shuffles             : 9
3. Test pattern generation results
   Number of test patterns before compaction : 72
   Number of test patterns after compaction  : 46
   Fault coverage                          : 99.237 %
   Number of collapsed faults              : 524
   Number of identified redundant faults    : 1
   Number of aborted faults                : 3
   Total number of backtrackings           : 33
4. Memory used                           : 167972 Kbytes
5. CPU time
   Initialization                     : 0.000 secs
   Fault simulation                    : 0.000 secs
   FAN                                 : 0.000 secs
   Total                               : 0.000 secs
```

Παράδειγμα #3

```
>atalanta -D 3 c432o.bench
```

Παράγονται 3 διανύσματα δοκιμής για κάθε σφάλμα. Αποθηκεύονται στο default αρχείο c432o.test μιας και δεν ορίζεται διαφορετικό αρχείο εξόδου.

```
C:\Users\user\Desktop\Atalanta>atalanta -D 3 c432o.bench
*****
*
*           Welcome to atalanta (version 2.0)           *
*
*           Dong S. Ha (ha@vt.edu)                       *
*           Web: http://www.visc.vt.edu/people/ha        *
*           Virginia Polytechnic Institute & State University *
*
*****

***** SUMMARY OF TEST PATTERN GENERATION RESULTS *****

1. Circuit structure
   Name of the circuit           : c432o
   Number of primary inputs      : 36
   Number of primary outputs     : 7
   Number of gates               : 160
   Level of the circuit          : 17

2. ATPG parameters
   Test pattern generation mode   : DTPG + TC
   Backtrack limit                : 10
   Initial random number generator seed : 1602862945
   Test pattern compaction mode   : NONE

3. Test pattern generation results
   Number of test patterns        : 1406
   Fault coverage                 : 98.855 %
   Number of collapsed faults     : 524
   Number of identified redundant faults : 1
   Number of aborted faults       : 5
   Total number of backtrackings  : 1075

4. Memory used                   : 167964 Kbytes

5. CPU time
   Initialization                 : 0.000 secs
   Fault simulation                : 0.000 secs
   FAN                             : 0.267 secs
   Total                           : 0.267 secs
```

Παράδειγμα #4

```
>atalanta -D 3 -U c432o.faults c432o.bench
```

Παράγονται 3 διανύσματα δοκιμής για κάθε σφάλμα και δημιουργείται ένα αρχείο με όνομα c432o.faults στο οποίο αποθηκεύονται τα σφάλματα που αποβάλλονται (aborted). Αν δεν υπάρχουν τέτοια σφάλματα (αποτυπώνεται στις πληροφορίες που επιστρέφονται με το τέλος εκτέλεσης της εντολής), δε δημιουργείται το σχετικό αρχείο.

```
C:\Users\user\Desktop\Atalanta>atalanta -D 3 -U c432o.faults c432o.bench
*****
*
*      Welcome to atalanta (version 2.0)      *
*
*      Dong S. Ha (ha@vt.edu)                  *
*      Web: http://www.visc.vt.edu/people/ha    *
*      Virginia Polytechnic Institute & State University *
*
*****
*****  SUMMARY OF TEST PATTERN GENERATION RESULTS  *****
1. Circuit structure
   Name of the circuit           : c432o
   Number of primary inputs      : 36
   Number of primary outputs     : 7
   Number of gates               : 160
   Level of the circuit          : 17
2. ATPG parameters
   Test pattern generation mode   : DTPG + TC
   Backtrack limit                : 10
   Initial random number generator seed : 1602863234
   Test pattern compaction mode   : NONE
3. Test pattern generation results
   Number of test patterns        : 1406
   Fault coverage                  : 98.855 %
   Number of collapsed faults     : 524
   Number of identified redundant faults : 1
   Number of aborted faults       : 5
   Total number of backtrackings  : 1075
4. Memory used                    : 167964 Kbytes
5. CPU time
   Initialization                 : 0.000 secs
   Fault simulation                : 0.000 secs
   FAN                            : 0.250 secs
   Total                          : 0.250 secs
```