



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

Συστήματα Παράλληλης και Κατανεμημένης Επεξεργασίας

Ενότητα: ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ Νο:14 - ADVISOR

Δρ. Μηνάς Δασυγένης

mdasyg@ieee.org

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

Εργαστήριο Ψηφιακών Συστημάτων και Αρχιτεκτονικής Υπολογιστών

<http://arch.ict.e.uowm.gr/mdasyg>

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ψηφιακά Μαθήματα του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Περιεχόμενα

1. Σκοπός της άσκησης	4
2. Παραδοτέα	4
3. Οδηγός: Μετατροπή σειριακού κώδικα σε παράλληλο.....	4
4. Διαδικασία Εκτέλεσης Άσκησης.....	4
4.1 Ανάλυση του κώδικα και μαρκάρισμα των καλύτερων παράλληλων ευκαιριών (Μέρος 1).....	4
4.2 Πρόβλεψη της “συμπεριφοράς” του παράλληλου κώδικα (Μέρος 2).....	7
4.3 Διόρθωση των προβλημάτων (Μέρος 3)	9
4.4 Εφαρμογή παράλληλων τεχνικών και περαιτέρω βήματα (Μέρος 4)	10
5. Βιβλιογραφία	10

1. Σκοπός της άσκησης

- Εξοικείωση και χρήση του εργαλείου της Intel, Intel Advisor XE 2013 για την παραλληλοποίηση κώδικα.

Σε αυτήν την άσκηση θα γίνει καθοδήγηση στην χρήση του εργαλείου και στο ποια είναι τα βήματα ώστε να πάρετε ένα αρχικό πλάνο παράλληλου κώδικα μέσω των βημάτων του Advisor XE Workflow.

2. Παραδοτέα

- (A) 4 ερωτήσεις
- (C) 5 ασκήσεις

3. Οδηγός: Μετατροπή σειριακού κώδικα σε παράλληλο

Σε αυτόν τον οδηγό θα χρησιμοποιήσετε το εργαλείο **Intel Advisor XE 2013**, προκειμένου να καθοδηγηθείτε στη μετατροπή του σειριακού σας κώδικα, μέσω των βημάτων του εργαλείου αυτού, σε παράλληλο.

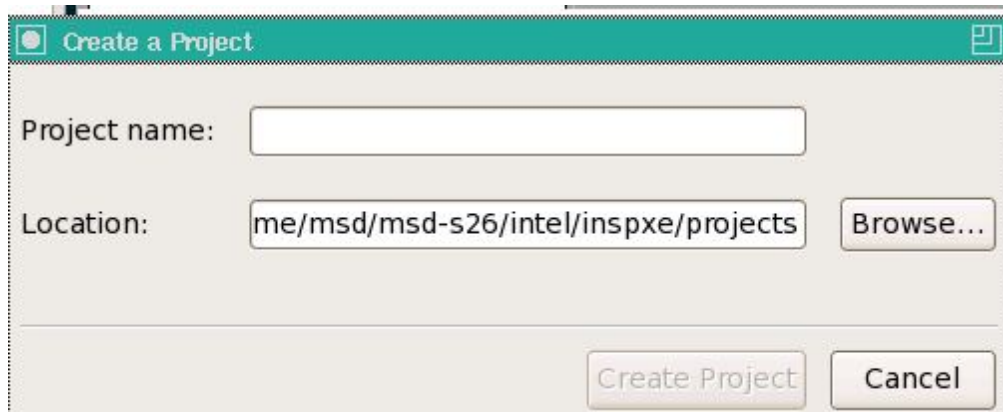
4. Διαδικασία Εκτέλεσης Άσκησης

4.1 Ανάλυση του κώδικα και μαρκάρισμα των καλύτερων παράλληλων ευκαιριών (Μέρος 1)

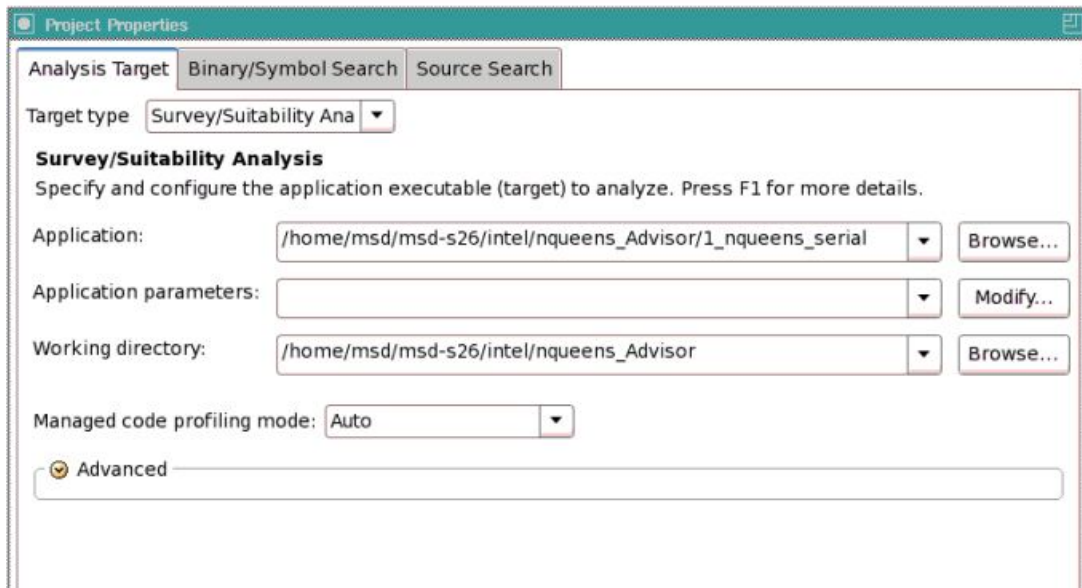
1. Για να χρησιμοποιήσετε το εργαλείο **Intel Advisor**, θα πρέπει να αρχικοποιήσετε το περιβάλλον, δηλαδή να τεθούν κάποιες μεταβλητές, να τροποποιηθεί η διαδρομή αναζήτησης των εκτελέσιμων εφαρμογών για να προστεθεί η τοποθεσία του advisor.
2. Ανοίξτε ένα παράθυρο τερματικού. Για την αρχικοποίηση δώστε μια από τις παρακάτω εντολές, όπου **<install-dir>** η διαδρομή στην οποία εγκαταστήσατε το advisor:
 - **source <install-dir>/advixe-vars.sh**
 - **source <install-dir>/advixe-vars.csh**
3. Ακόμα θέστε την μεταβλητή (var) περιβάλλοντος **EDITOR** ή **VISUAL** στον αγαπημένο σας κειμενογράφο (πχ: nano, vi, gedit, ...)
 - Εκτελέστε: **export <var>=<editor>**
4. Βεβαιωθείτε ότι η μεταβλητή **ADVISOR_XE_2013_DIR** είναι ρυθμισμένη και περιέχει την τοποθεσία του advisor. Σε διαφορετική περίπτωση θέστε τη, με

παρόμοιο τρόπο όπως και τον κειμενογράφο προηγουμένως (η *default τοποθεσία του advisor είναι: "/opt/intel/advisor_xe_2013"*).

5. **(C1)** Εκτελέστε **echo \$EDITOR** ή **echo \$VISUAL**, ανάλογα με το ποια μεταβλητή θέσατε στο προηγούμενο βήμα και **echo \$ADVISOR_XE_2013_DIR**. Δώστε screenshot.
6. Τώρα μπορείτε να ξεκινήσετε την εφαρμογή με: **advixe-gui**
7. Σε ένα δεύτερο παράθυρο τερματικού, αντιγράψτε το αρχείο: **<install-dir>/samples/<locale>/C++/nqueens_Advisor.tgz** σε έναν φάκελο στον οποίο έχετε δικαιώματα εγγραφής.
8. Αποσυμπιέστε το **nqueens_Advisor.tgz** (πχ **tar -xvzf <αρχείο>**).
9. Μπείτε στον κατάλογο **nqueens_Advisor**, που δημιουργήθηκε από την αποσυμπίεση και εκτελέστε την εντολή καθαρισμού και μεταγλώττισης του απλού σειριακού κώδικα.
 - Δώστε **make clean; make 1_nqueens_serial**
10. Βεβαιωθείτε πως η εφαρμογή τρέχει επιτυχώς, **./1_nqueens_serial**
11. **(A1)** Δώστε screenshot της εκτέλεσης.
12. Και τώρα αφού έχει γίνει επιτυχώς το compile, και τρέχει η εφαρμογή, πάτε στο Intel Advisor και δημιουργείτε ένα νέο project: **File > New > Project...**



13. Αφού δώσετε ένα όνομα στο Project (πχ: **nqueens_serial_not_annotated**), πατήστε **create project**.
14. Στο νέο παράθυρο που εμφανίζεται, φροντίζετε:
 - Καρτέλα **“Analysis Target”**: Στο **“target Type”** να λει **“Survey/Suitability Analysis”**, στο πλαίσιο **“Application”** να υπάρχει η εφαρμογή **“1_nqueens_serial”** και στο **“working directory”** ο κατάλογος εργασίας σας.
 - Καρτέλα **“Binary/Symbol Search”**: Στο search directories, πατήστε το κουμπάκι browse, βρείτε τον κατάλογο **“nqueens_Advisor”** και πατήστε **open**. Επιλέξτε **Search recursively**.
 - Καρτέλα **“Source Search”**: Στο search directories, πατήστε το κουμπάκι browse, βρείτε τον κατάλογο **“nqueens_Advisor”** και πατήστε **open**. Επιλέξτε **Search recursively**.



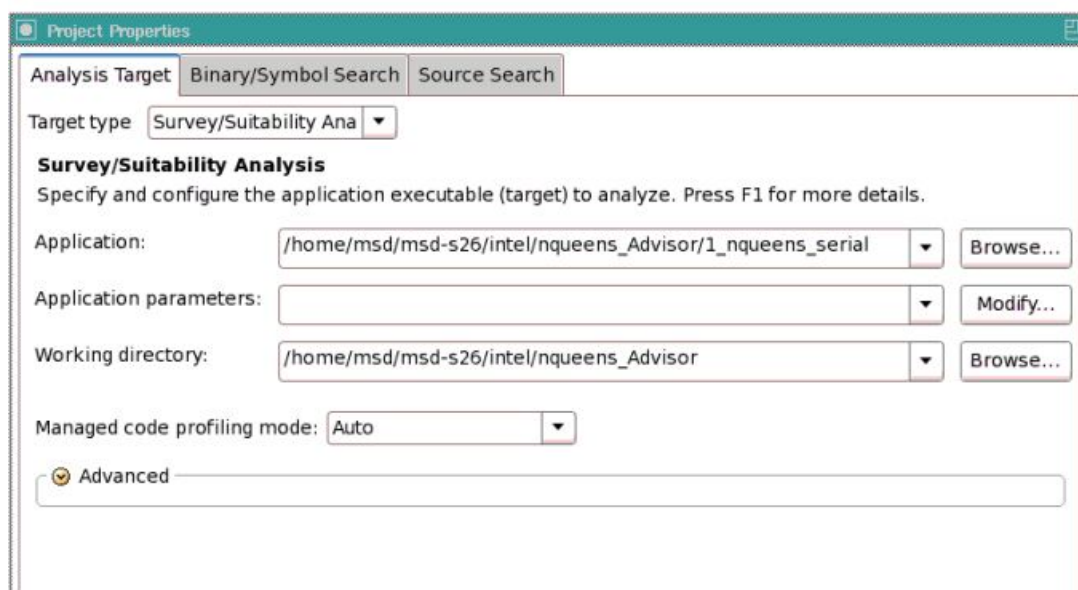
15. **(A2)** Βεβαιωθείτε ότι δώσατε τα σωστά στοιχεία. Δώστε screenshot και από της 3 καρτέλες.
16. Πατήστε OK.

Σε αυτό το μέρος του οδηγού θα αναλύσετε τον κώδικα με το Survey Tool έτσι ώστε να βρείτε σημεία του κώδικα που θα μπορούσαν να παραλληλοποιηθούν και έπειτα θα τα μαρκάρετε.

17. Αυτό που κάνετε είναι **File >New >Start Survey Analysis**, ώστε να ξεκινήσει η ανάλυση του κώδικα.
18. Αφού τελειώσει η έρευνα, στο Survey Report, εμφανίζεται το διάγραμμα κλήσεων των συναρτήσεων σε δενδρική δομή, μαζί με τα loops, και σημειώνονται τα Top Loops, στη στήλη Top Loops με ένα σημαδάκι. Οι βρόγχοι επισημαίνονται με τη λέξη "loop" στη στήλη **Function Call Sites and Loops**.
19. Κάνοντας διπλό κλικ σε μια γραμμή εμφανίζεται ο πηγαίος κώδικας στο σημείο από όπου προήλθε το κλικ.
20. **(C2)** Για ποιο λόγο η setQueen() εμφανίζεται πολλαπλές φορές στην στήλη **Function Call Sites and Loops**;
21. Αφού καταλάβετε των τρόπο λειτουργίας του προγράμματος, και αποφασίσετε που θα παραλληλοποιήσετε των κώδικα, πρέπει να προστεθούν τα annotations του ADVISOR, τα οποία υποδεικνύουν σε επόμενες αναλύσεις του εργαλείου, το που θέλουμε να έχουμε παράλληλο κώδικα. Στα πλαίσια του σκοπού της επίδειξης του εργαλείου, υπάρχει έτοιμο το αρχείο με τα annotations. Μπορείτε να τα δείτε είτε μέσω των σχολίων στο αρχείο 1_nqueens_serial, είτε στο αρχείο 2_nqueens_annotated και ακόμα στο δεύτερο βήμα του Advisor XE Workflow, πατώντας View Annotations.

4.2 Πρόβλεψη της “συμπεριφοράς” του παράλληλου κώδικα (Μέρος 2)

22. Στο παράθυρο που κάνατε compile πριν, τώρα κάντε compile την annotated έκδοση σε Release λειτουργία, ώστε να μπορέσει το Suitability εργαλείο να δουλέψει σωστά, και μια φορά compile σε debug λειτουργία ώστε να δουλέψει σωστά το Correctness εργαλείο.
 - **make 2_nqueens_annotated**
και
 - **make 2_nqueens_annotated_debug**
23. Βεβαιωθείτε πως οι εφαρμογές τρέχουν επιτυχώς, **“./2_nqueens_annotated” & “./2_nqueens_annotated_debug”**
24. **(A3)** Δώστε screenshot της εκτέλεσης.
25. Και τώρα αφού έχει γίνει επιτυχώς τα compile, και τρέχουν οι εφαρμογές, πάτε στο Intel Advisor και δημιουργείτε ακόμα ένα νέο project:
File> New> Project ... δίνοντας για παράδειγμα το όνομα **“nqueens_annotated”**
26. Στο επόμενο παράθυρο πρέπει να κάνετε τα εξής:
 - Καρτέλα **“Analysis Target”**: Στο **“target Type”** να λει **“Survey/Suitability Analysis”**, στο πλαίσιο **“Application”** να υπάρχει η εφαρμογή **“2_nqueens_annotated”** και στο **“working directory”** ο κατάλογος εργασίας σας. Αλλάζοντας το **“target Type”** σε **“Correctness Analysis”** στο πλαίσιο **“Application”** να υπάρχει η εφαρμογή **“2_nqueens_annotated_debug”**, σαν παράμετρο βάζουμε **“8”** και στο **“working directory”** ο κατάλογος εργασίας σας.
 - Καρτέλα **“Binary/Symbol Search”**: Στο search directories, πατήστε το κουμπάκι browse, βρείτε τον κατάλογο **“nqueens_Advisor”** και πατήστε **open**. Επιλέξτε **Search recursively**.
 - Καρτέλα **“Source Search”**: Στο search directories, πατήστε το κουμπάκι browse, βρείτε τον κατάλογο **“nqueens_Advisor”** και πατήστε **open**. Επιλέξτε **Search recursively**.



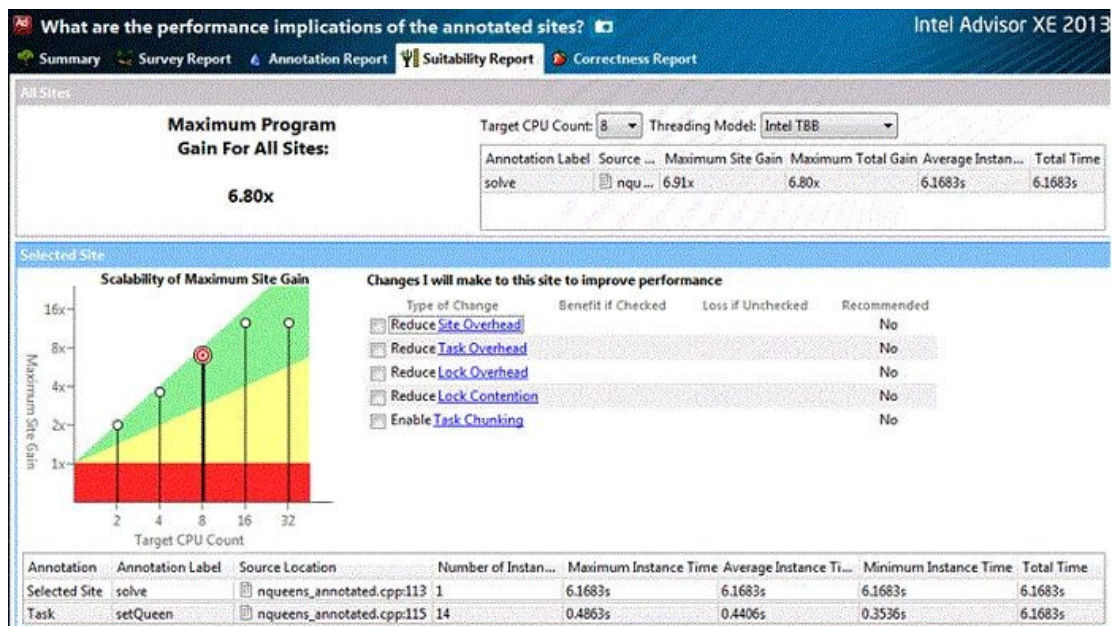
27. (A4) Βεβαιωθείτε ότι δώσατε τα σωστά στοιχεία. Δώστε screenshot και από της 3 καρτέλες.

28. Πατήστε OK.

Σε αυτό το μέρος του οδηγού θα ελέγξετε των κώδικα κατά πόσο θα βελτιωθεί από την χρήση του παράλληλου κώδικα, και κατά πόσο υπάρχουν ή όχι προβλήματα με την μνήμη και καταστάσεις συναγωνισμού.

29. Αυτό που κάνετε είναι να πάτε **File > New > Start Suitability Analysis...** για να ξεκινήσει η συλλογή των πληροφοριών.

30. Το αποτέλεσμα αυτής της ανάλυσης είναι μια πρόβλεψη για το πόσο γρηγορότερο θα γίνει το πρόγραμμα αν χρησιμοποιηθούν τεχνικές παραλληλοποίησης.



31. Αυτό που κάνετε στην συνέχεια είναι να τρέξετε την ανάλυση correctness, η οποία ελέγχει κατά πόσο και ποια προβλήματα μπορεί να υπάρξουν σχετικά με την χρήση της μνήμης και ενδεχόμενα αδιέξοδα

32. Πάτε **File > New > Start Correctness Analysis...**

Did the annotated tasks expose data sharing problems? Intel Advisor XE 2013

Summary Survey Report Annotation Report Suitability Rep 1 Correctness Report

Problems and Messages 2

ID	Type	Site Name	Sources	Modules	State
P1	Parallel site information	solve	nqueens_anno ...	2_nqueen ...	✓ Not a problem
P2	Data communication	solve	nqueens_anno ...	2_nqueen ...	New
P3	Memory reuse	solve	nqueens_anno ...	2_nqueen ...	New

Data communication: Code Locations 3

ID	Description	Source	Function	Module	State
X2	Parallel site	nqueens_annotated...	solve	2_nqueens_annotated.exe	New

```
111 int * queens = new int[size]; //array representing queens pl
112
113 ANNOTATE_SITE_BEGIN(solve);
114 for(int i=0; i<size; i++) {
115     ANNOTATE_ITERATION_TASK(setQueen);

```

X3 Read nqueens_annotated... setQueen 2_nqueens_annotated.exe New

```
88 // ANNOTATE_LOCK_ACQUIRE(0);

```

Filter 4

Severity

Error	2
-------	---

Remark 1 item

Type

Parallel site inf...	1 item
Data communi...	1 item
Memory reuse	1 item

Site Name

solve	3
-------	---

Source

nqueens_annotated ...	3
-----------------------	---

Module

2_nqueens_annotat ...	3
-----------------------	---

State

Sort By Item Name

33. Κάνοντας διπλό κλικ πάνω σε κάποιο από τα πρόβλημα ανοίγει το σημείο του κώδικα από το οποίο δημιουργείται το πρόβλημα.

4.3 Διόρθωση των προβλημάτων (Μέρος 3)

34. (C3) Το Correctness αναφέρει 2 προβλήματα, **Data communication Problem & Memory reuse**. Από ποια συνάρτηση προέρχεται το κάθε πρόβλημα, δώστε την συγκεκριμένη γραμμή.
35. (C4) Γράψτε με ποιον τρόπο διορθώνετε το κάθε πρόβλημα.
36. Εφαρμόστε της διορθώσεις που βρήκατε στο αρχείο, και αποθηκεύστε.
37. Στο παράθυρο που κάνετε compile, ξανάκάνετε compile το 2_nqueens_annotared:
 - o **make 2_nqueens_annotated**
 - και
 - o **make 2_nqueens_annotated_debug**
38. Έπειτα ξανατρέξτε το εργαλείο Correctness και επιβεβαιώστε ότι τα προβλήματα λύθηκαν.
39. (C5) Δώστε το κατάλληλο screenshot.

4.4 Εφαρμογή παράλληλων τεχνικών και περαιτέρω βήματα (Μέρος 4)

40. Πλέον μπορείτε να αντικαταστήσετε τα annotations με βιβλιοθήκες παράλληλων τεχνικών, όπως:
 - Intel Threading Building Blocks (*Intel® TBB*)
 - Intel® Cilk Plus
 - OpenMP
41. Για τα πλαίσια της επίδειξης αυτά τα αρχεία έχουν είδη δημιουργηθεί, είναι τα nqueens_tbb.cpp, nqueens_cilk.cpp και το nqueens_omp.cpp αντίστοιχα.
42. Έπειτα μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το VTune Amplifier ή/και το inspector ώστε να βρείτε σημεία που μπορεί να καθυστερούν όπως και σημεία που δημιουργούν προβλήματα από τη κακή διαχείριση μνήμης ή των thread.

5. Βιβλιογραφία

http://software.intel.com/sites/products/search/search_ng.php?product=advisor&version=2013