

Universitatea Babeș–Bolyai, Cluj–Napoca
Facultatea de Matematică și Informatică
Anul universitar 2006/2007
Semestrul 4

I. Informații generale despre curs, seminar, lucrare practică sau laborator

Titlul disciplinei: Programare bazată pe restricții

Codul: MID0024

Numărul de credite: 5

Locul de desfășurare:

Programarea în orar a activităților:

II. Informații despre titularul de curs, seminar, lucrare practică sau laborator

Nume, titlul științific: Prof. Horia F. Pop

Informații de contact (adresă e-mail): hfpop@cs.ubbcluj.ro

Ore de audiență:

III. Descrierea disciplinei:

Conținut

- Trecere în revistă a domeniului
- Concete fundamentale
- Reducerea problemelor
- Strategii de cătare fundamentale
- Ordini de căutare în CSP
- Exploatarea caracteristicilor specifice ale problemelor
- Metode de căutare stochastice
- Sinteza soluțiilor. Optimizare în CSP

Obiective

Multe probleme computaționale pot fi descrise ca restricții impuse asupra soluțiilor posibile. Programarea Bazată pe Restricții (Constraint Programming) este o tehnică de rezolvarea problemelor care lucrează prin incorporarea acestor restricții într-un mediu de programare. Programarea Bazată pe Restricții operează cu metode din inteligența artificială, programarea logică și cercetările operaționale. A fost aplicată cu succes în mai multe domenii, precum planificare, lingvistică computațională și biologie computațională.

Scopul acestui curs este de a

- crea o înțelegere a conceptelor fundamentale din domeniul programării bazate pe restricții

- dezvoltă deprinderi în modelarea și rezolvarea problemelor de acest tip,
- dezvoltă deprinderi de a folosi tehnici avansate de realizare a algoritmilor

Cursul are atât o componentă teoretică, orientată pe cunoașterea domeniului și a problematicilor relevante, precum și o componentă practică, orientată pe cunoașterea unor sisteme, platforme sau biblioteci de programare bazată pe restricții.

Competențe

Prin absolvirea disciplinei se vor dobândi competențele descrise la secțiunea 'obiective'.

Metode

Prelegeri, expuneri, conversații, proiecte, exerciții, studiu individual, teme.

IV. Bibliografia obligatorie:

- [1] Edward P.K. Tsang, Foundations of Constraint Satisfaction, Academic Press, London and San Diego, 1993, ISBN 0-12-701610-4 (disponibil liber pe internet)
- [2] Roman Bartak, On-line Guide to Constraint Programming, <http://ktiml.mff.cuni.cz/~bartak/constraints/> (disponibil liber pe internet)
- [3] Grzegorz Kondrak, A Theoretical Evaluation of Selected Backtracking Algorithms, University of Alberta, 1994 (disponibil liber pe internet)

V. Materiale folosite în cadrul procesului educațional specific disciplinei:

Disciplina are ore de laborator alocate. Se folosesc materiale bibliografice specifice tematicii (carti, articole, resurse de pe Internet), calculatoare (rețeaua facultatii) pentru realizarea temelor de laborator.

VI. Planificarea /Calendarul întâlnirilor și a verificărilor/examinărilor intermediare:

Planificarea cursului

1. Introducere (curs 1)

- 1.1 Ce este o problema de satisfacerea restricțiilor?
- 1.2 Definiția formală a CSP
- 1.3 Reprezentarea restricțiilor și CSP binare
- 1.4 Concepte despre grafe
- 1.5 Exemple și aplicații ale CSP
- 1.6 Programare bazată pe restricții

2. Rezolvarea CSP — Trecere în revistă (curs 2)

- 2.1 Introducere
- 2.2 Reducerea problemei

- 2.3 Căutarea soluțiilor
- 2.4 Sinteza soluțiilor
- 2.5 Caracteristicile diferitelor probleme de CSP

3. Concepte fundamentale ale CSP (curs 3)

- 3.1 Introducere
- 3.2 Concepte privind satisfiabilitatea și consistența
- 3.3 Legătura dintre consistență și satisfiabilitate
- 3.4 (i, j)-consistența
- 3.5 Redundanța restricțiilor
- 3.6 Alte concepte despre grafe

4. Reducerea problemei (curs 4, 5)

- 4.1 Introducere
- 4.2 Algoritmi care realizează consistența de nod (NC) și arc (AC)
- 4.3 Algoritmi care realizează consistența de drum (PC)
- 4.4 Post-condiții pentru algoritmi PC
- 4.5 Algoritm pentru realizarea k-consistenței
- 4.6 Consistență adaptivă
- 4.7 Realizarea consistenței în mod paralel/distribuit

5. Strategii de căutare de bază pentru rezolvarea CSP (curs 6, 7)

- 5.1 Introducere
- 5.2 Strategii generale de căutare
- 5.3 Strategii look-ahead
- 5.4 Strategii care preiau informații în timpul căutării
- 5.5 Algoritmi hibridi și Truth maintenance
- 5.6 Compararea algoritmilor

Primul test scris (curs 8)

6. Ordini de căutare în CSPs (curs 9)

- 6.1 Introducere
- 6.2 Ordonarea variabilelor în căutare
- 6.3 Ordonarea valorilor în căutare
- 6.4 Ordonarea inferențelor în căutare

7. Exploatarea caracteristicilor specifice problemelor (curs 10, 11)

- 7.1 Introducere
- 7.2 Descompunerea problemei
- 7.3 Recunoașterea și căutarea în k-arbori
- 7.4 Reducerea problemei prin eliminarea restricțiilor redundante
- 7.5 Cycle-cutsets, Mulțimi stabile și Pseudo-Tree-Search
- 7.6 Metoda Tree-clustering
- 7.7 j-width și căutare Backtrack-bounded
- 7.8 CSP cu restricții numerice binare

8. Metode de căutare stohastică pentru CSP (curs 12)

- 8.1 Introducere
- 8.2 Hill-climbing
- 8.3 Abordări conexioniste

9. Sinteza soluțiilor (curs 13)

- 9.1 Introducere
- 9.2 Algoritmul lui Freuder pentru sinteza soluției
- 9.3 Algoritmul de invazie a lui Seidel
- 9.4 Algoritmul Essex pentru sinteza soluției
- 9.5 Când se face sinteza soluțiilor

10. Optimizare în CSP (curs 13)

- 10.1 Introducere
- 10.2 Problema de optimizare prin satisfacerea restricțiilor
- 10.3 Problema parțială de satisfacerea restricțiilor

Al doilea test scris (curs 14)

Planificarea laboratoarelor

1. (Tema 1) Rezolvarea unor probleme tipice de CSP în C++ și Java (lab 1-3)
2. (Tema 2) Implementarea și testarea metodelor din cursurile 3, 4, 5 și utilizarea funcțiilor pentru abordarea problemelor de la tema 1 (lab 4-6)
3. (Tema 3) Implementarea și testarea metodelor din cursurile 6, 7, 9 și utilizarea funcțiilor pentru abordarea problemelor de la tema 1 (lab 7-9)
4. (Tema 4) Instalarea și testarea unor biblioteci de CSP în C++ și Java (lab 10-11)
5. (Tema 5) Rezolvarea unor probleme tipice de CSP folosind bibliotecile instalate la tema 4 (lab 12-14)

VII. Modul de evaluare:

Nota finală se determină în felul următor: 20% activitatea de laborator (nota A) (întârzierea în predarea lucrărilor de laborator; absentele de la activitatea de laborator); 20% documentațiile, programele și proiectele realizate în timpul activității de laborator (nota L); 30% prima lucrare scrisă (nota M; curs 8); 30% a doua lucrare scrisă (nota F; curs 14). Absențele nemotivate de până la 20% din activitatea de laborator se acceptă fără obiecții, dar întârzierea în predarea lucrărilor de laborator se penalizează. Lucrările de laborator se predau în formă scrisă la sfârșitul orei de laborator când predarea este planificată.

VIII. Detalii organizatorice, gestionarea situațiilor excepționale:

Sunt valabile regulamentele oficiale ale universității în legătură cu prezența studenților la activitățile didactice și cu cazurile de copiat și plagiat.

Absențele nemotivate de până la 20% din activitatea de laborator se acceptă fără obiecții, dar întârzierea în predarea lucrărilor de laborator se penalizează. Lucrările de laborator se predau în formă scrisă la sfârșitul orei de laborator când predarea este planificată.

Promovarea examenului este conditionată de cerința ca media notelor M și F să fie cel puțin 5.

IX. Bibliografia opțională:

- [1] Constraint programming: introduction, <http://www.aiai.ed.ac.uk/links/constr.html>
- [2] Some challenges for constraint programming
<http://www.clip.dia.fi.upm.es/~herme/con.html> (ACM Computing Surveys)
- [3] Visual constraint programming tool: Oz explorer
<http://citeseer.nj.nec.com/schulte97oz.html>
- [4] Algorithms for constraint satisfaction problems: A survey AI magazine, 1992, 13/1
- [5] Constraint satisfaction algorithms, BA Nadel, Computational Intelligence, Vol 5, 1989, pp 188-224.
- [6] Constraint satisfaction, AK Mackworth, Encyclopaedia of AI, Volume I, Stuart C Shapiro (ed), John Wiley and Sons, 1987, pp205-211.
- [7] Partial constraint satisfaction, EC Freuder and RJ Wallace, AI, vol 58, 1992, pp 21-70. (special issue on constraint based reasoning).
- [8] Rina Dechter, Constraint Processing. Morgan Kaufmann Publishers, 2003.
- [9] Kim Marriott and Peter J. Stuckey, Programming with Constraints. An Introduction. The MIT Press, 1998.
- [10] Thom Frühwirth and Slim Abdennadher, Essentials of Constraint Programming. Springer-Verlag, 2003.
- [11] Krzysztof R. Apt, Principles of Constraint Programming. Cambridge University Press, 2003.
- [12] Philippe Baptiste, Claude Le Pape and Wim Nuijten, Constraint-Based Scheduling: Applying Constraint Programming to Scheduling Problems. Kluwer Academic Publishers, 2001.