

Claudiu - Ionuț POPÎRLAN

Sisteme MultiAgent: **caracteristici, instrumente și aplicații**

Dezvoltarea agenților inteligenți pentru automatizarea centrelor de contact



EDITURA UNIVERSITARIA
Craiova, 2013

Referenți științifici:
Prof.univ.dr. Nicolae ȚĂNDĂREANU
Prof.univ.dr. Ion IANCU

Copyright © 2013 Universitaria
Toate drepturile sunt rezervate Editurii Universitaria

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

POPÎRLAN, CLAUDIU IONUȚ

**Sisteme MultiAgent : caracteristici, instrumente
și aplicații / Claudiu Popîrlan. - Craiova : Universitaria,
2013**

Bibliogr.

ISBN 978-606-14-0378-3

51

Această lucrare a fost finanțată din contractul POSDRU/89/1.5/S/ 61968, proiect strategic ID 61968 (2009), cofinanțat din Fondul Social European, prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007 – 2013.

Coperta: Dana Florentina Dinu

Apărut: 2013

TIPOGRAFIA UNIVERSITĂȚII DIN CRAIOVA

Str. Brestei, nr. 156A, Craiova, Dolj, România

Tel.: +40 251 598054

Tipărit în România

Această lucrare a fost finanțată din contractul POSDRU/89/1.5/S/61968, proiect strategic ID 61968 (2009), cofinanțat din Fondul Social European, prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013.

Dedicație
fiului meu, Liviu.

Prefață

Monografia **„Sisteme MultiAgent: caracteristici, instrumente și aplicații”** cumulează studiul și cercetările efectuate în cadrul bursei postdoctorale **„Dezvoltarea agenților inteligenți pentru automatizarea centrelor de contact”**, care a făcut parte din proiectul „Parteneriatul universitar în cercetare - un pas înainte spre o școală postdoctorală a viitorului”, contract POSDRU/89/1.5/S/61968, proiect strategic ID 61968 (2009), cofinanțat din Fondul Social European, prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013.

Această monografie este structurată în patru capitole principale (Introducere, Caracteristici ale sistemelor multiagent, Instrumente de dezvoltare a sistemelor multiagent, Aplicații ale sistemelor multiagent) și reprezintă un instrument facil în studiul sistemelor multiagent.

Dr. Claudiu-Ionuț Popîrlan
Departamentul de Informatică
Universitatea din Craiova

1. Introducere

1.1. Noțiuni preliminare

Sistemele multiagent (MAS) au apărut ca o nouă metodologie de abordare a problemelor de organizare la scară largă a sistemelor software. Această metodologie oferă un model conceptual care ajută la menținerea constrângerilor; sarcinile convenționale de inginerie software fiind imposibil de realizat. În ultimii ani, MAS au fost folosite în diferite domenii din informatică și inginerie și au devenit un instrument versatil care se adresează nevoilor ingineriei software. Acestea extind, de asemenea, spectrul de cercetare în informatică și au atras din ce în ce mai mult atenția către o gamă largă de domenii, trecând de la studiul teoretic la practică.

Un agent este o entitate software care caută în mod activ modalități de a-și finaliza sarcinile. Agenții inteligenți au capacitatea de a dobândi cunoștințe prin intermediul proceselor de soluționare a problemelor. Studiul comportării sociale a agenților în știința cognitivă reprezintă o parte importantă din domeniul agenților inteligenți. Agenții software se concentrează pe interacțiuni și colaborări pentru a-și atinge obiectivele într-un context care se schimbă într-o manieră de obicei neprevăzută.

Necesitatea de a folosi agenți provine din complexitatea sistemelor software de mari dimensiuni, care aduc noi probleme de design pe care tehnologia convențională nu reușește să le abordeze. De exemplu, agenții mobili au fost propuși pentru a răspunde nevoilor din modelul client/server, pentru ca un client să fie capabil să migreze la server pentru a efectua operațiuni pe care alte mecanisme nu le pot gestiona eficient.

Într-un sistem dinamic distribuit, agenții au capacitate de auto-reglare și pot simplifica design-ul arhitectural al sistemului. Design-ul unui astfel de

sistem poate fi extrem de complicat în arhitecturile tradiționale ale modelării orientate obiect.

Modelarea orientată pe agenți aduce o abordare neconvențională designului sistemului, cu precădere în definirea componentelor și în integrarea sistemului. Diferite aplicații pot impune cerințe diferite în ceea ce privește proiectarea sistemelor și pot conduce astfel la diferite tipuri de agenți.

Proprietatea distinctivă a unui agent este aceea de autonomie, care presupune capacitatea agentului de a supraviețui într-un mediu în schimbare. Un agent are capacitatea de a simți condițiile și de a lua decizii cu privire la modul în care să reacționeze în consecință. Adaptabilitatea necesită capacități de învățare care să îi permită agentului să fie capabil să-și adapteze deciziile în funcție de experiența din trecut. Mai mult decât atât, un design orientat agent ar trebui să abordeze soliditatea sistemului, acesta ar trebui să fie de încredere atunci când apar evenimente neașteptate.

În conformitate cu uzanțele lor, agenții pot fi clasificați ca agenți de colaborare, agenți de interfață, agenți reactivi, agenți mobili, agenții de informații, și așa mai departe. În proiectarea de sisteme mari și complexe, din viața reală, un agent este o entitate abstractă care ajută la proiectarea de componente care abordează diferite aspecte ale unei probleme. Fiecare agent este conceput în paradigma cea mai potrivită pentru a rezolva partea sa de problemă.

Un sistem multiagent este folosit pentru a rezolva o problemă complexă care nu poate fi rezolvată de către o entitate unică a sistemului. Coordonarea comportamentelor agenților independenți este o parte centrală a proiectării sistemului multiagent.

Sistemele multiagent sunt adesea folosite pentru a modela sistemele distribuite, slab cuplate cu controlul descentralizat și alocarea de date. În aceste

sisteme, agenții de comunicare reprezintă expertiza distribuită pentru rezolvarea problemelor.

Agenții au capacitatea de a procesa eficient datele locale și de a comunica, atunci când este necesar și în cazul în care sarcinile cu care se confruntă sunt dincolo de domeniul lor de cunoștințe, cu alți agenți. Sistemele multiagent au fost utilizate într-un spectru larg de aplicații, cum ar fi e-commerce, e-learning, sisteme de comunicare, data mining, simulare, robotică, sisteme de transport și de grid computing. Au fost inițiate, de asemenea, studii teoretice în specificațiile și raționamentele sistemelor MAS, în metodele de modelare, reprezentare și prelucrare a cunoștințelor, precum și în științele cognitive.

Sisteme multiagent sunt adesea clasificate în funcție de caracteristicile agenților în două categorii: agenți auto-interesați și agenți de cooperare. Agenții auto-interesați se bazează pe concepte economice în care un agent se presupune a fi un utilitar care mereu încearcă să maximizeze o funcție de utilitate adecvată. Această presupunere este larg utilizată în micro-economie și în teoria jocului. Astfel, cercetătorii folosesc adesea instrumente economice și instrumente de teoria jocului pentru a modela agenții. Agenții auto-interesați au tendința de a închide informațiile lor private și nu reușesc să reacționeze în cazul în care nici un beneficiu nu este disponibil. Agenții de cooperare sunt construiți astfel încât să fie capabili să se angajeze într-un comportament cooperativ.

Negocierea agenților reprezintă unul dintre subiectele de cercetare cheie pentru sistemele multiagent. Datorită naturii lor, agenții trebuie să facă un acord pentru a realiza un consens de colaborare între ei în scopul îndeplinirii sarcinilor comune. Negocierile sunt adesea modelate ca interacțiuni între agenții auto-interesați. În prezent, cercetătorii încearcă să construiască protocoale mai complexe și mai sofisticate bazate pe licitații. Compatibilitatea de stimulare și

optimalitate a veniturilor sunt concepte cruciale pentru a construi astfel de mecanisme de licitații.

Deoarece sistemele multiagent reprezintă un domeniu care evoluează rapid, promovarea unui schimb la nivel mondial printre oamenii de știință este esențială pentru a ajuta cercetătorii să-și poziționeze corect eforturile în raport cu tendințele actuale.

Această carte reprezintă o încercare care are ca scop crearea unei resurse pentru a facilita eforturile de cercetare și educație în acest domeniu. Lucrarea acoperă un spectru larg de subiecte și compilează rezultatele de cercetare din întreaga lume. Cititorii pot găsi noi progrese în fiecare aspect al curentului de cercetare în domeniul sistemelor multiagent, cum ar fi sistemele de logică matematică, modelarea orientată pe agenți, design-ul arhitectural, programarea coordonată, ingineria cunoștințelor, mașini de învățare, sisteme expert, comunicații, rețele de calculatoare, procesare paralelă, securitate, simulare și robotică.

Materialul din această carte acoperă atât aspectele teoretice cât și practice ale MAS. Publicarea acestei cărți va aduce un beneficiu comunității de cercetare din domeniul MAS. Facultățile se pot folosi de această carte ca material suplimentar care reflectă tendințele în domeniul cercetării avansate. Managerii din industrie pot folosi aceste subiecte, în special cu privire la cererile de materiale, ca o posibilitate de a găsi soluții la problemele de inginerie din sistemele complexe.

În ultimii ani, inteligența artificială distribuită s-a dezvoltat și diversificat foarte mult, fiind un domeniu de cercetare care înglobează concepte și rezultate din multe discipline, precum psihologia, sociologia sau economia. Natura sa interdisciplinară face dificilă elaborarea unei definiții unanim acceptate, însă, în general, inteligența artificială distribuită se referă la studiul și proiectarea sistemelor formate din mai multe entități care interacționează,

distribuite din punct de vedere logic și deseori spațial și care pot fi considerate, într-un anumit sens, autonome și inteligente ([96]). Această dezvoltare a fost facilitată de progresele înregistrate în știința calculatoarelor. Sistemele de operare multi-tasking, procesele comunicante, calculul distribuit și limbajele de programare orientate obiect au favorizat proiectarea, implementarea și lansarea sistemelor bazate pe agenți.

1.2. Caracteristici ale agenților inteligenți

În literatura științifică termenul de agent are numeroase înțelesuri. Referindu-ne la modelare și simulare prin intermediul agenților, aceștia constituie o sursă de noi instrumente de lucru și, mai important, aduc o nouă viziune asupra domeniilor în care se aplică.

Știința calculatoarelor folosește cuvântul "paradigmă" pentru a desemna o nouă metodă sau metodologie, care se dovedește mai eficientă, adică rezolvă un număr mai mare de probleme, și mai elegantă, adică permite combinarea soluțiilor vechi și reformularea lor într-o manieră mai compactă.

Termenul de agent derivă din limba latină, provenind de la participiul verbului agere: a conduce, a interpreta, a face. Se așteaptă de la agenți un comportament inteligent, dar, pentru aceasta, aceștia trebuie să "cunoască" anumite informații despre contextul situației cu care se confruntă. Astfel, putem defini agenții software ca fiind sisteme informaționale care se comportă asemeni unor alte entități într-o manieră autonomă, execută diverse acțiuni având un anumit nivel de reacție și etalează atribute precum învățare, cooperare și mobilitate, asistând utilizatorii în activitățile lor ([36]).

Inițial, termenul de agent apare la mijlocul anilor '50, propus de John McCarthy, apoi de Oliver Selfridge, ambii de la MIT. Cercetările în acest domeniu sunt împărțite în două mari etape: prima începând din anul 1977, a

doua debutând în anii '90. Prima etapă își are rădăcinile în inteligența artificială extinsă la mediile distribuite, concentrându-se în crearea agenților pe modele de raționament simbolic, cu contribuții în interacțiunea și comunicația între agenți, divizarea și distribuirea activităților, coordonarea și cooperarea, negocierea informațiilor etc. Al doilea val, având o dezvoltare explozivă în ultimii ani, studiază tipologia agenților și modul de conlucrare în rețea.

La cristalizarea teoriei și metodologiei agenților software au contribuit însă, alături de inteligența artificială, și programarea orientată obiect, sistemele obiectuale concurente și proiectarea interfețelor om-mașina. Agenții își găsesc utilizări variate în domenii precum inteligența artificială, robotică, interacțiunea om-mașina, calculul distribuit, interfețele inteligente și adaptabile, căutare pe Web, achiziția de cunoștințe și altele.

Deoarece domeniul agenților este destul de recent și în continuă dezvoltare, nu există o definiție standard, unanim acceptată, a termenului de agent. Cu toate acestea, un fel de definiție este importantă - în caz contrar, există pericolul ca termenul să piardă orice sens. Definiția prezentată mai jos este o adaptare a definiției dată de Wooldridge și Jennings [91].

“Un agent este un sistem calculator care este situat într-un mediu specific, și care este capabil de acțiuni autonome în acest mediu, cu scopul de a îndeplini obiectivele sale de design.”

În cele mai multe domenii cu complexitate rezonabilă, un agent nu va avea control complet asupra mediului său. Acesta va avea în cel mai bun caz un control parțial, în sensul că aceasta poate influența mediul în care este creat. Din punct de vedere al agentului, acest lucru înseamnă că aceeași acțiune efectuată de două ori în condiții identice aparent ar putea părea să aibă efecte cu totul diferite, și, în special, ar putea să nu aibă efectul dorit. Astfel, agenții, în cele mai banale medii, trebuie să fie pregătiți pentru posibilitatea de eșec. Putem