

UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI
FACULTATEA DE MATEMATICĂ ȘI INFORMATICĂ
ȘCOALA DOCTORALĂ DE MATEMATICĂ ȘI INFORMATICĂ

REZUMAT TEZĂ DE ABILITARE

Contribuții la probleme deschise de Inginerie Software

Conf.dr. Simona Motogna

2020

1. Introducere

ACM definește Ingineria Software ca incluzând întregul ciclu de viață al sistemelor software, implicând crearea de programe de calitate ridicată, sigure într-un mod sistematic, controlat și eficient folosind metode formale pentru specificare, evaluare, analiză și proiectare, implementare, testare și întreținere”.

Creșterea spectaculoasă a sistemelor software prezente în viața de zi cu zi și care continuă să apară în toate domeniile, au avut un impact major asupra dezvoltării acestui domeniu, au stimulat comunitatea academică și de cercetare și au oferit probleme provocatoare care să fie adresate de aceste comunități.

Informatica, și implicit Ingineria Software, este considerat unul dintre cele mai dinamice domenii de cercetare. Aspectele teoretice și aplicative sunt în continuă schimbare, pentru a ține pasul cu cerințele societății și industriilor, respectiv cu dispozitivele hardware. Dinamica domeniului este reflectată și în specificitatea cercetării: conferințele sunt mult mai populare decât revistele și cele mai semnificative contribuții sunt prezentate la conferințe. Studiile empirice au devenit din ce în ce mai prezente, datorită aplicativității mari. Această dinamică impactează și educația în Inginerie Software, actualizările de curriculum fiind frecvente și noi specializări sunt propuse relativ des.

Introducerea acestei teze include o statistică a celor mai frecvente teme abordate în cele mai importante conferințe și jurnale din domeniul Ingineriei Software. Rezultatele reprezintă un argument pentru temele abordate de autoare de-a lungul activității sale, adresând probleme globale ale domeniului, corelate cu interesul comunității de cercetare. Abordând teme ca: dezvoltarea bazată pe componente care a reprezentat un interes remarcabil la sfârșitul anilor 90, dezvoltarea dirijată de modele (anii 2000), aspecte legate de calitatea sistemelor software (începând din anii 2015) și probleme continue legate de educație în Inginerie Software, teza de față se constituie într-o sinteză a celor mai valoroase contribuții ale autoarei la diferite subiecte din domeniu.

Un alt aspect important este generat de aspectul empiric al abordărilor. Toate rezultatele obținute au o componentă empirică reprezentată de: studii de caz, evaluări longitudinale, experimente, chestionare.

Teza cuprinde 6 capitole care cuprind contribuții structurate ca în acest rezumat și care au fost publicate în reviste sau conferințe din domeniu, pe diferite teme de Inginerie Software.

2. Contribuții la dezvoltarea software bazată pe componente

Programarea bazată pe componente (PBC) a reprezentat paradigma care a redefinit realizarea de sisteme software mari, bazându-se pe asamblare componentelor software existente în sisteme mai mari. Acest proces se bazează pe faptul că componentele sunt definite astfel încât oferă funcționalități comune pentru mai multe sisteme.

Un model de componentă software definește un set de standarde relative la implementare, compunere, evoluție și instalare. Principalele contribuții se sintetizează în:

- Un model pentru componente software, incluzând operatori pentru compunerea în paralel și serial a componentelor;

- Model pentru calcularea sistemelor bazate pe componente ca modele bazate pe automate;
- Verificarea unor proprietăți a acestor sisteme, precum: pierderea datelor, numărul de providere/inport, puncte de deadlock.

Experiența obținută în aceste studii a reprezentat baza contribuțiilor în domeniul dezvoltării dirijate de modele.

3. Contribuții la arhitecturi dirijate de modele (MDA)

Dezvoltarea dirijată de modele presupune folosirea modelelor pentru a reprezenta elementele sistemului. Abordarea MDA (Model Driven Architecture – Arhitectura dirijată de modele) este favorizată de utilizarea limbajului UML împreună cu diversele sale profile. Modelul este nucleul procesului de dezvoltare software. UML și semantica asociată acțiunilor furnizează fundamentul pentru construcția de modele executabile, care oferă avantajul simulării execuției pentru a verifica validitatea lor și care oferă o descriere completă și exactă a comportamentului său. Standardul fUML reprezintă un subset al semanticii acțiunilor UML (sintaxă abstractă) pentru a crea modele UML executabile. Contribuțiile din această secțiune se încadrează în acest context.

ComDeValCo (Software **C**omponent **D**efinition, **V**alidation, and **C**omposition) reprezintă un cadru de lucru pentru definirea, validarea și compunerea de componente software. El reprezintă rezultatul grupului din cadrul centrului de cercetare de Inginerie Software implicat în proiectul CNCSIS, grant ID 546, între 2007 și 2010. Cele trei componente definitorii ale cadrului sunt: limbajul de modelare, depozitul (repository) de componente și suita de instrumente pentru definire, verificare și validare a componentelor.

Limbajul de modelare definit este independent de limbaje de programare și de paradigme de programare, oferind construcții specifice pentru program, procedură, funcție, modul, clasă, interfață, conector și componentă. Depozitul de componente reprezintă partea persistentă a cadrului de lucru, conținând modele de componente complet validate, disponibile pentru a fi utilizate în construcția de sisteme software.

Suita de instrumente cuprinde:

- DEFCOMP – pentru definirea de componente;
- VALCOMP – verificarea și validarea componentelor;
- REPCOMP – managementul depozitului de componente;
- DEFSYS și VALSYS – definirea sistemelor software ca și asamblări de componente, respectiv verificarea și validarea lor;
- SIMCOMP, SIMSYS – simularea execuției componentelor, respectiv a sistemului software;
- GENEXE – generarea automată a sistemelor software executabile.

Cele mai importante contribuții pe care ComDeValCo le-a facilitat sunt:

- Metamodelul iCOMPONENT – care poate fi folosit cu succes în crearea de modele UML;
- Criterii de clasificare pentru depozite de componente independente de platformă;
- dezvoltarea de componente UML dirijată de comportament;
- prototipizarea rapidă aplicațiilor orientate pe servicii;

- aplicarea de metodologii agile în dezvoltarea de componente executabile, respectiv orientate pe servicii;
- model formal pentru fUML definit în framework-ul K;
- Îmbunătățirea testării modelelor fUML.

4. Contribuții la calitatea sistemelor software

Evoluția dramatică a dezvoltării de software a permis crearea de sisteme din ce în ce mai complexe, generând astfel interes pentru a măsura și asigura calitatea acestora.

Un model de calitate software reprezintă un set de factori care caracterizează complet un sistem software. Acești factori surprind atât aspecte externe (precum utilizabilitatea, eficiența, fiabilitatea) precum și aspecte interne (ca mentenanța, reutilizabilitatea, testabilitatea).

Ca o necesitate de a controla procesul de dezvoltare software și codul sursă diferite metrice software au fost propuse și folosite din ce în ce mai mult. Acest lucru este evidențiat și de existența instrumentelor de metrice software, unele sub formă de plugin ale IDE-urilor utilizate.

Contribuțiile care se adresează acestui domeniu și care combină caracteristici de calitate software cu metrice, pot fi sintetizate în:

- Metodă de evaluare calității unui sistem software pe baza unui ontologii care presupune evaluarea categoriilor de calitate prin metrice semnificative asociate categoriei respective;
- Compararea modelelor de calitate software prin tehnici de procesarea limbajului natural;
- Evaluări longitudinale a sistemelor software complexe, care se bazează pe observarea metricilor asociate versiunilor consecutive pentru a detecta diferite aspecte legate de mentenanță, evoluția metricilor, a datoriei tehnice (Technical Debt).

5. Metode educaționale în Ingineria Software

Grupul de cercetare în Inginerie Software din cadrul Departamentului de informatică a fost fondat în 2013 la inițiativa dlui prof.dr. Bazil Pârv și funcționează sub conducerea conf.dr. Simona Motogna. Masteratul de Inginerie Software a fost inițiat de conf.dr. Simona Motogna în 2011 și reprezintă o specializare de succes, atrăgând un număr mare de studenți și având un procent semnificativ de absolvenți (în medie 60% pe promoție).

Acest program de masterat a oferit oportunitatea de a promova metode moderne de predare, dar și de a atrage studenți în colaborări pe aceste teme.

Dintre contribuțiile aduse în a promova aspectele educaționale ale Ingineriei Software în mediul de cercetare menționăm:

- Proiectarea și evaluarea unui curs de dezvoltare de software care să integreze metode inteligente de rezolvare a problemelor reale. Studiul raportează introducerea unui astfel de curs la programul de master menționat.
- Evaluarea proiectelor studenților prin instrumente bazate pe analiză statică a codului: folosirea unui instrument care agreghează și analizează rezultatele Pylint pentru a evalua cod sursă în Python;

- Studiu empiric de acomodarea la tranziția cursurilor de Inginerie Software din mediul offline în mediul online, ca efect al impunerii restricțiilor din pandemia de COVID-19.

6. Plan de dezvoltare de carieră

Din perspectiva de cercetare, direcțiile propuse pentru continuarea studiilor curente includ: extinderea studiilor empirice asupra calității sistemelor software, respectiv aplicarea algoritmilor și tehnicilor de inteligență artificială și instruire automată (machine learning) pentru a putea face predicții relativ la calitatea sistemelor software. Folosirea în continuare a tehnicilor de procesare a limbajului natural se vor aplica pentru studiul modelelor de calitate software. O ultima inițiativă se referă la conceptul de „datorie tehnică”, având în vedere popularitatea acestuia în proiectele software industriale și în comunitatea de cercetare.

Perspectiva educațională prevede întărirea și continuarea actualizării a programului de masterat de Inginerie Software, precum și necesitatea de a re-introduce subdomeniul de Inginerie Software în cadrul studiilor de doctorat, inclus în domeniul de Informatică, care va avea ca efect o întărire a grupului de cercetare și crearea de oportunități de a aplica pentru o gamă mai largă de proiecte de cercetare.

Perspectiva comunității academice include inițiative care vizează creșterea vizibilității și renumelui grupului de cercetare de Inginerie Software prin trei acțiuni concrete: atragerea de colaboratori externi în studiile realizate și implicarea în publicarea în colaborare cu ei; atragerea de fellowship-uri de cercetare atât interne cât și externe, respectiv organizarea anuală a unui workshop sau a unei conferințe cu participare internațională.