

# ARHITECTURI FUNCȚIONALE PENTRU PROIECTAREA ȘI INTEGRAREA SERVICIILOR BAZATE PE SEMANTICĂ

Alexandra Gălătescu Radu Iliescu Victor Popa Aurelia Cosmescu Taisia Greceanu Cristian Neicu  
*agal@ici.ro vpopa@ici.ro reli@ici.ro gresta@ici.ro ncristi@ici.ro*

Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare în Informatică, ICI, București

**Rezumat:** Lucrarea prezintă cerințele funcționale și arhitecturale pentru realizarea (în cadrul proiectului CEEEX 'SEM-A2B' a) unui sistem care are ca obiectiv cooperarea între furnizorii de servicii (FS) și integrarea serviciilor acestora, cu scopul de a susține inițiativele agenților economici. În lucrare, sunt tratate separat cerințele și arhitectura funcțională pentru proiectarea serviciilor și proceselor, față de cele pentru integrarea și execuția acestora. Propunerile arhitecturilor funcționale pentru cele două platforme au în vedere integrarea tehnologiilor specifice Web-ului semantic. Sunt descrise succint instrumentele de bază ale platformelor de proiectare și execuție ale serviciilor și proceselor, precum și modul de utilizare a acestor instrumente.

**Cuvinte cheie:** proiectarea, integrarea și execuția serviciilor, servicii Web, arhitecturi bazate pe servicii Web.

## 1. Introducere

Lucrarea de față enumeră cerințele și prezintă succint propuneri de arhitecturi funcționale pentru proiectarea, integrarea și execuția serviciilor și proceselor bazate pe servicii. Aceste cerințe și arhitecturi sunt propuse în cadrul unui proiect CEEEX intitulat „Integrarea bazată pe semantică a serviciilor publice în sprijinul mediului de afaceri”. Între cerințe, sunt analizate și cele pentru cooperarea (sincronă și asincronă) între furnizorii de servicii (FS) și între serviciile furnizate de aceștia în timpul execuției proceselor.

Cerințele și arhitectura platformei pentru proiectarea serviciilor și proceselor au fost tratate separat față de cerințele și arhitectura platformei pentru integrarea și execuția acestora. Cele două arhitecturi propuse au ca numitor comun baza de ontologie a sistemului. *Ontologia* [1], [2] este o structură ierarhică de cunoștințe despre entități concrete sau abstracte din lumea reală, obținută prin clasificarea acestor entități în (sub)categoria, în funcție de proprietățile lor esențiale (relevante și/sau cognitive). Practic, ontologia este un *vocabular* plus o mulțime de *axiome explicite* privind semnificația conceptelor din vocabular. Relațiile dintre concepte permit inferențe, iar axiomele explicite permit aproximarea semnificației termenilor și validarea specificației ontologiei în timpul dezvoltării sistemului bazat pe ontologii.

Pentru înțelegerea propunerilor de arhitecturi din secțiunile următoare, se prezintă succint, în continuare, elementele de bază ale arhitecturii standard, orientată spre servicii.

Arhitectura standard orientată spre servicii [3], [4] este un model bazat pe componente, al cărui scop este cuplarea de aplicații software, care interacționează între ele și care furnizează servicii. Această arhitectură propune și descoperirea serviciilor pe baza descrierilor lor. Cuplarea relaxată (nerestrictionată) a serviciilor aduce avantaje privind flexibilitatea și extensibilitatea arhitecturii însăși, precum și a structurii interne și implementării serviciilor. Această caracteristică face ca arhitectura orientată spre servicii să fie potrivită pentru mediul de afaceri care este dinamic și bazat pe cereri explicite de servicii.

*Cuplarea relaxată a serviciilor* se realizează prin două constrângeri asupra arhitecturii orientate spre servicii: (1) mulțime de *interfețe simple*, comune tuturor aplicațiilor software care realizează serviciile. Pentru universalitate, aceste interfețe au o semantică generică și sunt independente de platforma hardware, de sistemul de operare, de middleware și de limbajul de programare pentru implementarea serviciului; (2) *mesaje descriptive*, realizate pe baza unei scheme predefinite, extensibile, care limitează structura mesajelor și permite definirea de versiuni noi ale mesajelor.

Arhitectura standard orientată spre servicii este definită cu ajutorul arhitecturii și tehnologiei bazate pe servicii Web. Arhitectura bazată pe servicii Web are următoarele caracteristici: (1) se bazează pe tehnologii XML; (2) este independentă de protocoalele de transport (HTTP, SMTP); (3) utilizează mesaje XML pentru schimburi între aplicații și pentru interacțiunea serviciilor. Aceste mesaje permit extinderea și adaptarea la diferite cerințe ca fiabilitate, securitate etc. Schimbul se realizează utilizând protocolul SOAP (Service -Oriented Architecture Protocol); (4) permite publicarea capacităților funcționale, de calitate etc. ale serviciilor, utilizând limbajul de descriere WSDL (Web Services Description Language).

În arhitectura bazată pe servicii Web, se utilizează următoarele *roluri*:

- *furnizor de servicii*: software pentru specificarea și descrierea serviciului;

- *consumator de servicii (solicitant)*: software care apelează un furnizor de servicii pentru a obține un serviciu. Poate fi aplicația unui utilizator (de exemplu, un browser) sau un alt serviciu;
- *registru de servicii* – software care găzduiește servicii publicate, care pot fi furnizate la cererea solicitantului. Registrul implementează descoperirea de servicii și funcții prin care solicitantul poate cere un anumit serviciu;
- *broker de servicii* – un serviciu special, care trimite cererile de servicii către furnizorii de servicii.

Arhitectura orientată spre servicii Web trebuie să implementeze trei operații care definesc contractele dintre rolurile principale (furnizor, solicitant, registru): (1) *publicare*: înregistrarea (sau promovarea) serviciului de către furnizorul serviciului în registrul de servicii; (2) *descoperire*: operație complementară operației de conectare (binding), deoarece serviciile publicate trebuie regăsite. Solicitantul descoperă serviciul în registrul servicii conform unor criterii de căutare specificate de solicitant. Criteriile de căutare pot fi, de exemplu, tipul serviciului, caracteristicile furnizorului, caracteristicile de calitate a serviciului etc.; (3) *conectare*: conectează furnizorul de servicii cu solicitantul de servicii într-o relație de tip client-server. Această relație poate fi dinamică (de exemplu, generarea dinamică a proxy-ului solicitantului) sau statică (când dezvoltatorul poate predefini și codifica modul de asociere a serviciului cu orice solicitant).

Integrarea serviciilor publice în sistemul SEM-A2B va fi realizată printr-un portal care va furniza servicii (informaționale și tranzacționale) către solicitanți (întreprinderi/ oameni de afaceri) [5]. Portalul va asigura comunicarea cu solicitanții, autentificarea lor, prezentarea unei viziumi coerente a multitudinii de servicii implicate în procesul de afaceri solicitat, furnizarea/colectarea datelor spre/de la solicitant, comunicarea cu aplicații ale FS.

Principalele tipuri de servicii executate în sistemul SEM-A2B vor fi: *serviciu elementar*, atunci când acesta nu poate fi descompus în servicii mai simple și este executat de un singur FS; *serviciu complex*, atunci când acesta este compus din mai multe servicii elementare sau complexe. Serviciile complexe vor fi reprezentate prin procese [6]. Ele pot fi servicii executate de un singur FS sau de mai mulți FS. Fiecare activitate dintr-un proces, care va realiza un serviciu complex executat de mai mulți FS, va fi corelată cu și executată prin intermediul unui serviciu Web (care va referi un serviciu al unui FS, automatizat sau manual).

**Structura lucrării.** În Secțiunea 2, se prezintă succint cerințele și alternativele de cooperare între FS. În Secțiunea 3, se prezintă arhitectura funcțională a platformei de proiectare a serviciilor și proceselor, iar în Secțiunea 4, se prezintă arhitectura funcțională a platformei de integrare și execuție a acestora. Secțiunea 5 prezintă concluziile lucrării.

## 2. Cerințe privind sincronizarea activităților furnizorilor de servicii

Pentru realizarea sistemului SEM-A2B, este important modul în care se realizează cooperarea între FS: în mod asincron sau sincron. În această secțiune, se prezintă avantajele și dezavantajele fiecărui caz în parte [5].

**Cooperare asincronă între furnizori de servicii și cu solicitanții de servicii.** În figura 1, este reprezentat modul de cooperare asincron între FS, după principiile arhitecturii de tip ebXML [7] în care registrul public găzduiește atât cererile solicitanților de servicii, cât și ofertele FS. Cererile și ofertele sunt trimise la momente diferite. Fiecare dintre cele două tipuri de parteneri apelează instrumentul de descoperire în mod independent. În funcție de tipul utilizatorului (solicitant sau furnizor), instrumentul trebuie să întoarcă rezultatele căutărilor în registrul public (oferte sau cereri de servicii). O numim cooperare asincronă deoarece FS își publică serviciile în mod independent și se pot regăsi reciproc, prin utilizarea registrului public. Asincronă și independent este și comunicarea FS cu solicitanții de servicii.

Instrumentele necesare unei astfel de arhitecturi sunt: (1) instrumentul de prelucrare a cererilor de servicii care ajută solicitantul de servicii să își compună cererile și validează informațiile primite de la solicitant; (2) instrumentul de prelucrare a ofertelor de servicii (practic, prelucrarea definițiilor serviciilor) care ajută proiectanții de servicii din FS să își definească serviciile; (3) instrumentul de publicare atât a ofertelor, cât și a cererilor de servicii, care ajută utilizatorul lui să își publice ofertele/ cererile în registrul public; (4) instrumentul de descoperire a cererilor sau ofertelor în registrul public.

Cooperarea între FS este asincronă și există doar în cazul în care anumiți FS sunt solicitanți de servicii furnizate de alți FS. Totuși o astfel de arhitectură trebuie luată în considerare în SEM-A2B având *avantajul* că este flexibilă și permite cooperare între solicitant și FS în ambele direcții, în mod asincron. Arhitectura are însă *dezavantajele* că: (1) este potrivită doar pentru servicii simple, atomice, cum este serviciul din exemplul din figură (Găsește furnizor/ client) de tip căutare de cereri/ oferte, nu și pentru servicii complexe



(de tipul serviciului de 'Înființarea unei companii'); (2) solicitantul și FS trebuie să își apeleze singuri operația de descoperire, precum și operațiile care succed găsirii ofertei/cererii potrivite. O astfel de arhitectură ar trebui combinată cu arhitectura prezentată în figura 2, pentru cooperare sincronă între FS-uri.

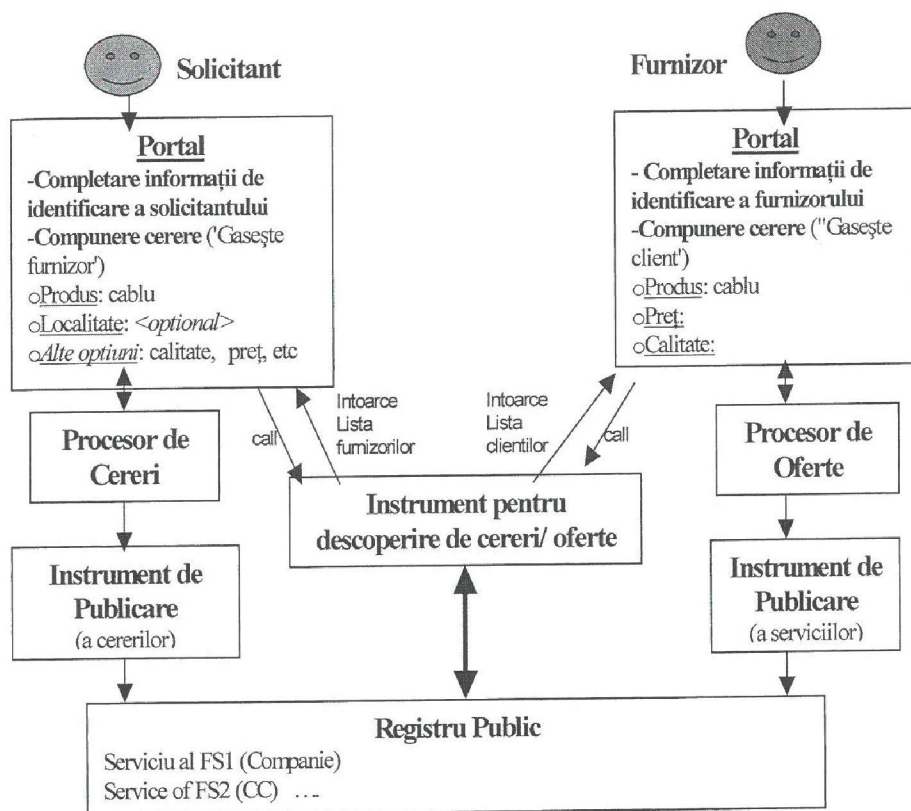


Figura 1. Cooperare asincronă între furnizorii de servicii. Arhitectura de tip ebXML

**Cooperare sincronă între furnizori de servicii.** În figura 2, este reprezentat modul de cooperare sincron între FS-uri, după principiile arhitecturii fluxurilor de lucru, care sincronizează serviciile mai multor FS [8], [9]. Modul de utilizare propus pentru sistemul SEM-A2B pentru cooperarea între FS într-o astfel de arhitectură este următorul: după ce solicitantul își exprimă cererea pentru un serviciu de afaceri, cererea este validată și, în cazul în care este corectă, sistemul caută procesul corespunzător serviciului solicitat și începe execuția lui. Pentru prima activitate (de exemplu, 'Găsește furnizori de cabluri'), se caută în registrul public toate serviciile de tip 'furnizare de cabluri' și se alege serviciul cel mai potrivit cu cerințele utilizatorului (privind localitatea, calitatea etc.). Se apelează serviciul publicat de furnizorul FS<sub>1</sub>. După ce FS<sub>1</sub> execută serviciul și întoarce rezultatele, se apelează următoarea activitate care va fi executată de un alt FS.

În acest mod, comunicarea între FS este indirectă, prin intermediul managerului de procese (sau fluxuri de lucru) și este sincronă. Sincronizarea este realizată de managerul de procese pe baza descrierii procesului. Activitățile pot fi secvențiale sau paralele. Ca și în cazul comunicării asincrone, publicarea serviciilor și cererea solicitantului se realizează asincron.

Pentru această arhitectură sunt necesare următoarele instrumente: (1) instrumentul de prelucrare a cererilor de servicii, care ajută solicitantul de servicii să își compună cererile și validează informațiile primite de la solicitant; (2) managerul de procese, care distribuie sarcinile pentru execuția activităților procesului, compune rezultatele și le întoarce solicitantului (prin intermediul procesorului de cereri sau direct); (3) instrumentul de publicare a serviciilor care ajută FS să își publice serviciile în registrul public; (4) instrumentul de descoperire a serviciilor în registrul public.

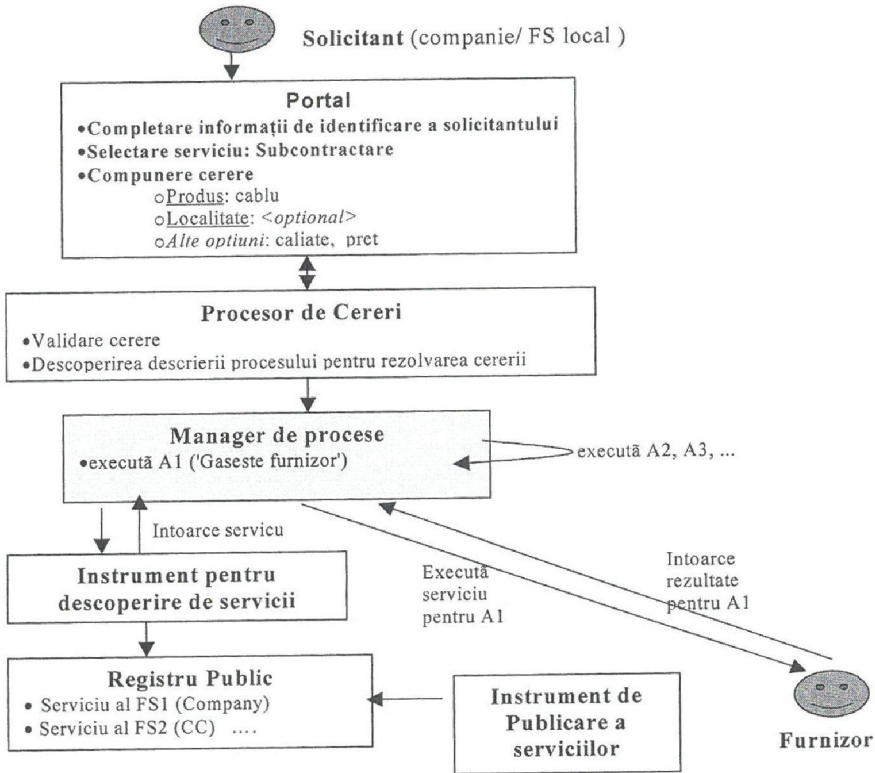


Figura 2. Cooperare asincronă între furnizorii de servicii. Arhitectură bazată pe managementul proceselor/ fluxurilor de lucru

### 3. Arhitectura funcțională pentru proiectarea serviciilor și proceselor

Arhitecturile funcționale propuse pentru sistemul SEM-A2B au rezultat din analiza cerințelor sistemului [5] și a tehnologiilor disponibile pentru proiectarea și execuția serviciilor și a proceselor bazate pe servicii Web [10].

Pentru proiectarea (modelarea) serviciilor și proceselor, SEM-A2B va asigura furnizorilor de servicii următoarele instrumente (corelate ca în figura 3):

**Instrument pentru definirea ontologiilor și regulilor.** Va ajuta proiectantul de servicii din FS cu următoarele funcții: (1) definirea ontologiei de servicii specifice tipului de FS respectiv (daca ontologia nu există) sau adăugarea de concepte specifice la o ontologie existentă pentru serviciile și procesele tipului respectiv de FS; (2) definirea ontologiei de procese specifice tipului de FS respectiv; (3) definirea ontologiei de resurse specifice tipului de FS respectiv; (4) definirea regulilor specifice FS. În particular, acest instrument va ajuta la definirea sau actualizarea ontologiei generice pentru afaceri și a regulilor generale în SEM-A2B (de exemplu, reguli de e-Government). Dacă va fi necesar, acest instrument va avea componente distincte pentru ontologii și pentru reguli.

**Instrument pentru proiectarea serviciilor.** Va ajuta proiectantul de servicii din FS cu următoarele funcții: (1) definirea de servicii și resurse specifice FS prin specializarea sau instanțierea unei ontologii generice și/sau a ontologiei specifice tipului respectiv de FS; (2) definirea regulilor de afaceri specifice pentru serviciile definite; (3) dacă va fi necesară pentru descoperire, adnotarea serviciilor sau proceselor cu informație semantică, cu o componentă pentru adnotare; (4) corelarea definiției serviciilor cu resursele fizice pentru execuția serviciilor (BD, adrese URL, documente, persoane) într-un FS particular. (5) publicarea serviciilor în registrul public.

**Instrument pentru proiectarea și generarea de procese.** Va ajuta proiectantul de procese din FS cu următoarele funcții: (1) definirea proceselor (succesiunea activităților, intrări, ieșiri, precondiții, regulilor de afaceri specifice etc.); (2) generarea statică a proceselor prin: (a) descoperirea serviciilor (și implicit a FS-urilor care le realizează) pentru fiecare activitate pentru care descoperirea serviciului corespunzător nu depinde de informații ale utilizatorului; (b) crearea formatului executabil al proceselor.

**Instrument pentru proiectarea de șabloane de cereri și de documente** (generice/specifice FS). Pentru fiecare tip de serviciu furnizat de FS, va ajuta proiectantul lui din FS cu următoarele funcții: (1) definirea unui șablon de cerere specifică celui tip de serviciu și de FS (dacă nu a fost creat anterior un șablon pentru acel tip de serviciu și FS); sau (2) adăugarea de concepte specifice la un șablon existent pentru acel tip de serviciu și FS. În ambele cazuri, definirea șablonului de cerere trebuie realizată cu concepte din ontologia generică sau specifică FS. (3) definirea șabloanelor de documente ce trebuie completate pentru tipul de serviciu și de FS respectiv.

La proiectarea acestor instrumente, trebuie ținut cont de faptul că, utilizatorii acestor instrumente sunt persoane din FS, deci nespecialiști în IT.

*O componentă importantă a arhitecturii platformei de modelare, reprezentată în figura 3, este baza de ontologii, șabloane și reguli. Această bază are două componente: (1) baza de ontologii, șabloane și reguli generale pentru afaceri. Această componentă este realizată de dezvoltatori și, ulterior, va fi actualizată de administratorul sistemului; (2) baza de ontologii, șabloane și reguli specifice fiecărui tip de FS. Această componentă se va obține prin specializarea conceptelor, șabloanelor și regulilor generale. Ambele componente vor fi utilizate și în etapa de execuție a serviciilor și proceselor (deci, ca și registrul public de servicii, reprezintă un element comun cu platforma de execuție).*

**Pașii pentru modelarea serviciilor și proceselor** de proiectantul de servicii și procese din FS, cu ajutorul instrumentelor de mai sus sunt (figura 3):

1. Anterior definirii serviciilor și proceselor de către proiectantul lor din FS, se presupune că în BD a sistemului există deja definite: (1) ontologia generică și regulile generale pentru afaceri (definite de dezvoltatori și administratorul sistemului SEM-A2B); (2) ontologia specifică FS, definită de proiectantul din organizația FS, prin specializarea conceptelor și regulilor din ontologia specifică pentru afaceri. Pentru definirea ambelor tipuri de ontologii și reguli, se va folosi același instrument: editorul de ontologii și reguli.
2. Proiectantul de servicii/ procese din FS definește servicii pe baza unor șabloane de servicii generice create dinamic cu ajutorul conceptelor din ontologia generică de afaceri și ontologia specifică FS. În particular, proiectantul poate completa/ specializa șabloane pentru tipuri de servicii definite anterior de același tip de FS pentru același tip de serviciu. Proiectantul va utiliza instrumentul pentru proiectare de servicii.



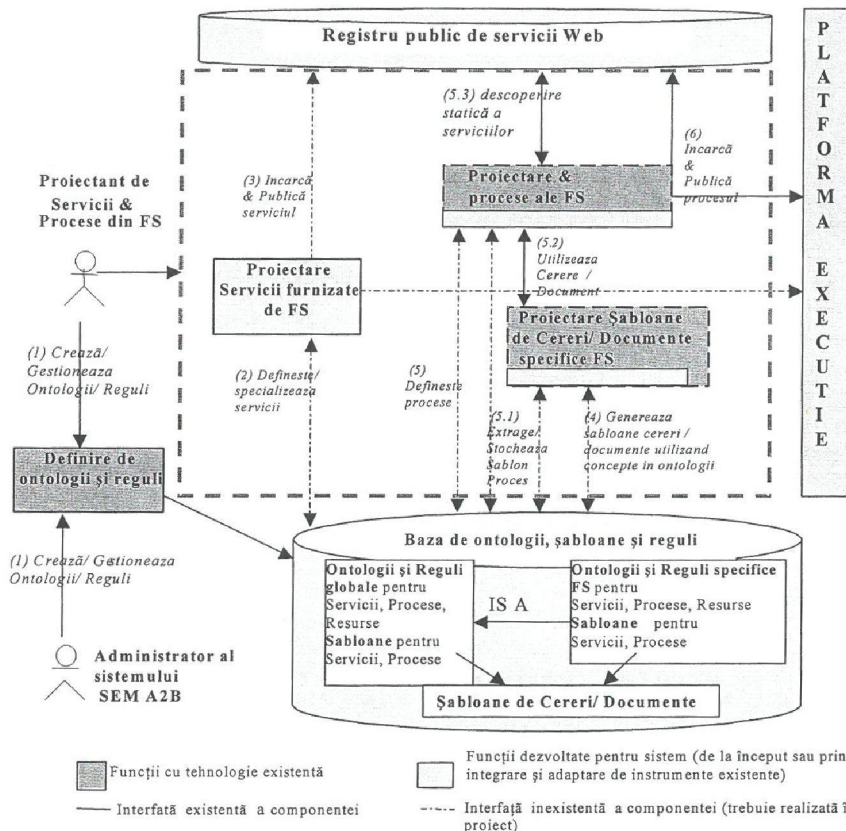


Figura 3. Arhitectura funcțională a platformei pentru proiectarea și generarea serviciilor și proceselor

3. După definirea serviciului în Pasul 2, proiectantul de servicii va publica serviciile definite. Pentru publicare, proiectantul va utiliza tot instrumentul pentru proiectare de servicii sau un instrument separat.
4. Pentru fiecare serviciu definit și publicat anterior, dacă sunt necesare informații specifice de la Solicitant în timpul execuției serviciului, proiectantul de servicii ar trebui să definească un șablon pentru cererea specifică și pentru documentele specifice care urmează a fi completate de Solicitant pentru execuția acestui serviciu. Aceste șabloane vor fi construite cu concepte din ontologii (ontologia generică pentru afaceri și ontologia specifică FS). Proiectantul va utiliza instrumentul pentru proiectarea de șabloane de cereri și de documente.
5. Proiectantul de servicii/ procese din FS definește procese pe baza unor șabloane de procese generice, create dinamic cu ajutorul conceptelor din ontologia generică de afaceri și ontologia specifică FS. Acest pas are trei subpași:
  - 5.1. Se extrag (din baza de ontologii, reguli și șabloane) șabloanele pentru proces și pentru cererile și documentele necesare fiecărei activități din proces.
  - 5.2. Pe baza intrărilor și ieșirilor din șabloanele de cereri și documente pentru fiecare activitate din proces, se generează prima variantă a procesului.
  - 5.3. Pentru activitățile cărora li se pot asocia servicii în mod static (nu sunt necesare informații de la utilizator), se realizează descoperirea statică a serviciilor și se generează varianta executabilă a procesului.

Varianta executabilă a procesului se încarcă pe platforma de execuție a procesului.

### 3. Arhitectura funcțională pentru integrarea și execuția serviciilor și proceselor

Pentru integrarea și execuția proceselor și serviciilor, platforma de execuție a SEM-A2B va include următoarele instrumente (corelate ca în figura 4):

**Portalul sistemului** reprezintă interfața sistemului cu Solicitantul de servicii prin care acesta poate realiza următoarele:

- își compune cererea pentru obținerea unui serviciu (inclusiv cererile necesare pentru execuția fiecărei activități din procesul asociat unui serviciu complex). Compunerea cererii constă din următoarele tipuri de activități: (1) completarea informațiilor necesare pentru execuția fiecărei activități din procesul asociat unui serviciu complex; (2) extragerea (download) de șabloane de documente asociate cererii care trebuie completate de Solicitant; (3) trimiterea (upload) de documente necesare execuției serviciului (inclusiv documente scanate); (4) plata taxelor furnizorilor de servicii;
- poate vizualiza starea execuției serviciului;
- primește rezultate parțiale sau finale din timpul execuției serviciului sau după terminarea acestuia.

Comunicarea între portal și aplicațiile FS se va asigura prin componente middleware specifice, care vor garanta mediul de execuție pentru procese orientate spre servicii Web, precum și interoperabilitatea între diferite resurse FS implicate în execuția serviciilor Web.

**Instrument pentru generarea cererilor/ rezultatelor.** Este integrat cu portalul. Are și o *componentă de validare a cererilor*, prin care se realizează validarea punctuală a informațiilor complete de utilizator. Instrumentul are următoarele funcții: (1) ajută Solicitantul în compunerea cererilor pentru fiecare activitate din proces; (2) validează informațiile completate în cerere de Solicitant; (3) compune și transmite rezultatele intermediare și finale din proces sau după execuția unei activități.

**Instrument pentru execuția proceselor (Manager de procese).** Are următoarele funcții: (1) identifică tipul serviciului (atomic sau complex) și direcționează execuția spre instrumentul de execuție a serviciilor în cazul serviciilor atomice; (2) execută procesul asociat serviciului complex solicitat de utilizator; (3) pentru fiecare activitate a procesului (de exemplu,  $A1, \dots, An$ ) descoperă serviciul cel mai potrivit și îl apelează. Instrumentul include și o *componentă de descoperire și generare dinamică a unui proces*; (4) salvează în jurnalul procesului toate informațiile despre proces și despre serviciile executate. Acest instrument este apelat de Portal. Procesul va fi văzut ca serviciu și va avea un fișier WSDL asociat.

**Instrument pentru execuția serviciului.** Se află pe platforma FS și are următoarele funcții: (1) activează execuția serviciului sau procesului intern corespunzător unei activități din proces care l-a apelat (din platforma SEM-A2B); (2) preia rezultatele execuției serviciului/procesului și le transmite instrumentului pentru execuția procesului; (3) salvează starea serviciului în Jurnal și în Istoria calității serviciilor existente și pe platforma FS.

**Instrument pentru monitorizarea proceselor.** Are următoarele funcții: (1) monitorizează execuția proceselor și a calității execuției serviciilor și a proceselor; (2) transmite Solicitantului informații despre proces, la cererea acestuia.

O componentă a arhitecturii platformei de execuție (din figura 4) comună cu platforma de modelare este *baza de ontologii, șabloane și reguli*. Această bază este populată în etape de modelare și are două componente: (1) baza de ontologii, șabloane și reguli generale pentru afaceri. Această componentă a fost realizată de dezvoltatori și, ulterior, este actualizată de administratorul sistemului; (2) componentă cu ontologii, șabloane și reguli specifice fiecărui tip de FS. Această componentă se obține prin specializarea conceptelor, șabloanelor și regulilor generale.

Specifice platformei de execuție sunt:

- **baza (depozitul) de procese executabile**, compusă din procese executabile create în etapa de modelare (în cazul generării statice a proceselor) sau în etapa de execuție (în cazul generării dinamice a proceselor);
- **baza (depozitul) de jurnale**, populate de instrumentul de execuție a proceselor în timpul execuției procesului și a serviciilor. Acest depozit este utilizat de instrumentul de monitorizare a proceselor și serviciilor;
- **baza de documente intermediare**: este o bază populată cu documente care trebuie transmise între FS și care trebuie șterse la terminarea procesului;

- **istoricul calității serviciilor**, completat de instrumentul pentru execuția proceselor, după execuția fiecărui serviciu. Poate fi utilizat pentru descoperirea serviciilor bazată pe calitate. Este o structură opțională, necesară doar dacă, pentru o implementare riguroasă și corectă a calității, se dorește utilizarea valorilor reale, rezultate din execuția serviciilor, a caracteristicilor de calitate monitorizate, în locul valorilor publicate de FS-uri în definiția serviciilor lor.

**Fluxul de lucru în sistemul SEM-A2B pentru execuția proceselor** include următorii pași (specificați și în figura 3):

0. Anterior execuției serviciilor și proceselor, se presupune că în BD a sistemului există deja încărcate procese executabile (în depozitul de procese).
1. Solicitantul trimite cererea inițială pentru execuția unui serviciu către sistem.
2. Portalul înaintează cererea de serviciu către instrumentul de execuție a proceselor.
3. Instrumentul de execuție a procesului încarcă procesul în format executabil, creează o instanță a procesului și salvează în Jurnal informații despre instanța de proces și despre starea procesului (la început și pe tot parcursul execuției procesului).
4. Instrumentul de execuție a procesului începe execuția activităților din proces și creează șablonul cererii pentru fiecare activitate (dacă sunt necesare date de intrare de la Solicitant). Șablonul este compus dinamic cu concepte de intrare pentru fiecare activitate din proces. Șablonul va fi transmis generatorului de cereri ca un document XML Schema. La descrierea procesului, conceptele de intrare sunt extrase din ontologie.
5. Pentru activitatea curentă, instrumentul de generare a cererilor: (a) generează (în format HTML, ca meta-tabel) și afișează cererea pentru acea activitate (utilizând șablonul cererii pentru tipul respectiv de activitate primit anterior). (b) preia informații de la Solicitant și le validează punctual după introducerea lor; (c) transmite cererea completată către instrumentul de execuție a proceselor.
6. Instrumentul de execuție a proceselor declanșează operația de descoperire dinamică a celui mai potrivit serviciu (descoperire bazată pe semantică și pe calitatea serviciilor).
7. Componenta de descoperire întoarce URL-ul celui mai potrivit serviciu pentru activitatea curentă conform cererii utilizatorului. Instrumentul de execuție a proceselor asociază automat în definiția proceselor referințele către serviciul descoperit pentru activitatea curentă.
8. Instrumentul de execuție a proceselor apelează instrumentul de execuție a serviciilor (existent pe platforma FS corespunzător) pentru a executa serviciul găsit pentru activitatea curentă. Dacă sunt necesare informații suplimentare de la Solicitant, acesta este contactat direct de FS-ul care execută serviciul. FS va transmite Solicitantului șablonul de cerere specifică, creat anterior de FS în etapa de modelare după definiția serviciului respectiv.



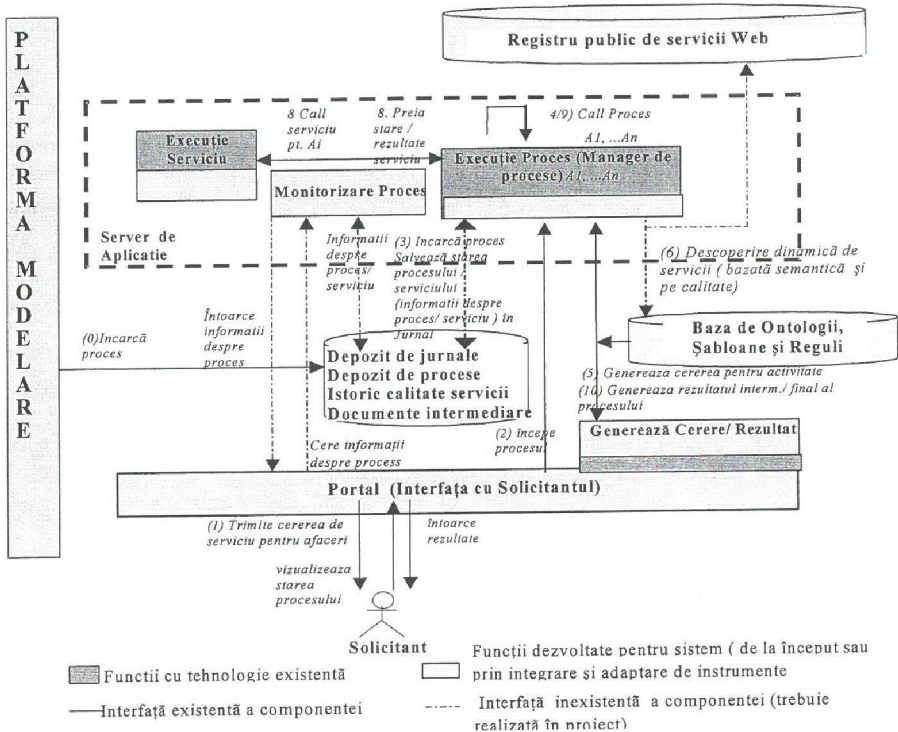


Figura 3. Arhitectura funcțională pentru execuția serviciilor și proceselor

Rezultatele serviciului sunt trimise direct către Solicitant. Dacă este un rezultat intermediar (necesar ca intrare pentru o activitate ulterioară) nu se transmite direct Solicitantului, ci se realizează următoarele: (a) documentul se păstrează în baza sistemului. Document este șters la terminarea instanței de proces; (b) instrumentul de execuție a proceselor transmite un mesaj instrumentului de generare a rezultatelor cu scopul de a activa compunerea rezultatului și transmiterea documentului către Solicitant. La terminarea serviciului, în Jurnal se marchează faptul că serviciul s-a terminat cu succes și s-au obținut toate rezultatele (pentru cazul în care aceste rezultate sunt necesare pentru execuția altor activități din proces). FS ar trebui să întrețină un jurnal propriu care să poată fi interogată de pe platforma SEM-A2B.

0. După execuția serviciului pentru activitatea curentă, instrumentul pentru execuția procesului preia controlul și continuă execuția procesului cu următoarele activități. Se reiau pașii 5-9 pentru următoarea activitate.

1. Instrumentul de generare a rezultatelor compune rezultatul final al procesului și îl transmite Solicitantului.

**Monitorizarea execuției serviciilor și proceselor** se va realiza cu ajutorul instrumentului pentru monitorizarea proceselor, în paralel cu execuția procesului și după terminarea fiecărui serviciu. După terminarea serviciului/ procesului:

- instrumentul de execuție a procesului actualizează jurnalul cu rezultatul execuției serviciului/ procesului și atenționează instrumentul de monitorizare asupra acestui eveniment;
- instrumentul de monitorizare: (1) realizează calcule (de exemplu, aplicând o procedură de calcul al calității serviciului/ procesului) sau comparații privind execuția serviciului/ procesului, comparativ cu cerințele Solicitantului; (2) actualizează jurnalul procesului (și Istoricul calității serviciului) cu rezultatele monitorizării.

## 4. Concluzii

Lucrarea prezintă concluziile analizei cerințelor funcționale și arhitecturale pentru proiectarea, integrarea și execuția integrată a serviciilor și a proceselor bazate pe servicii. Arhitecturile prezentate sugerează complexitatea sistemului și necesitatea selectării celor mai potrivite dintre tehnologiile existente pentru implementarea acestui sistem, precum și a definirii ontologiilor și regulilor și a algoritmului de descoperire a serviciilor pe baza acestora.

## Bibliografie

1. **GUARINO, N.** (Ed): Formal Ontology and Information Systems, IOS Press, 1998.
2. **SOWA, J. F.**: Knowledge Representation – Logical, Philosophical and Computational Foundation. Brooks Cole Publishing Co., 2000.
3. H. He What is Service - Oriented Architecture, <http://Webservices.xml.com/lpt/a/ws/2003/09/30/soa.html>, 2003.
4. **BEISIEGEL, M., H. BLOHM, D. BOOZ et al.**: Service Component Architecture: Building Systems using a Service Oriented Architecture. Whitepaper by BEA, IBM, Interface21, IONA, Oracle, SAP, Siebel, Sybase, [http://dev2dev.bea.com/2005/11/SCA\\_White\\_Paper1\\_09.pdf](http://dev2dev.bea.com/2005/11/SCA_White_Paper1_09.pdf), 2005.
5. **GĂLĂTESCU, AL., L. ȘERBĂNAȚI, C. BOGDAN, R. ILIESCU** ș. a.: Raport Cercetare proiect SEM-A2B, Etapa 2, AMCSIT, iunie 2006.
6. **BRAMBILLA M., S. CERI, P. FRATERNALI, I. MANOLESCU**: Process Modeling in Web Applications. ACM Journal Name, Vol., No. 20, 2006.
7. \* \* \*: OASIS, ebXML Technical Architecture Specification, v1.0.4 <http://www.ebxml.org/specs/ebTA.pdf>, 2001.
8. **RAJASEKARAN, P., J. MILLER, K. VERMA, A. SHETH**: Enhancing Web Services Description and Discovery to Facilitate Composition, LSDIS Laboratory, Computer Science Department, University of Georgia <http://sdis.cs.uga.edu/lib/download/swsrpc04.pdf>
9. **SIVASHANMUGAM, K., J. MILLER, A. SHETH, K. VERMA**: Framework for Semantic Web Process Composition, LSDIS Laboratory, Computer Science Department, University of Georgia, <http://sdis.cs.uga.edu/lib/download/TR03-008.pdf>
10. **GĂLĂTESCU, AL., L. ȘERBĂNAȚI, C. BOGDAN, A. COSMESCU, D. MIHĂILĂ, V. POSEA**, ș. a.: Raport Cercetare proiect SEM-A2B, Etapa 1, AMCSIT, dec. 2005.