

# An Overview About State of Art for MIDDLEWARE

Simona-Anda GHERASIM, Vasile Georghită GĂITAN

**Abstract**—Middleware is computer software that connects software components or applications. It is used most often to support complex, distributed applications. It includes web servers, application servers, content management systems, and similar tools that support application development and delivery. Middleware is especially integral to modern information technology based on XML, SOAP, Web services, and service-oriented architecture.

**Index Terms**—client server model, distributed systems, middleware, EAI - Enterprise Application Integration

## I. INTRODUCERE

**M**IDDLEWARE - este un termen destul de vag, ce se referă în general la toate nivelurile software intermediare care sprijină comunicația dintre un client și un server. [1]

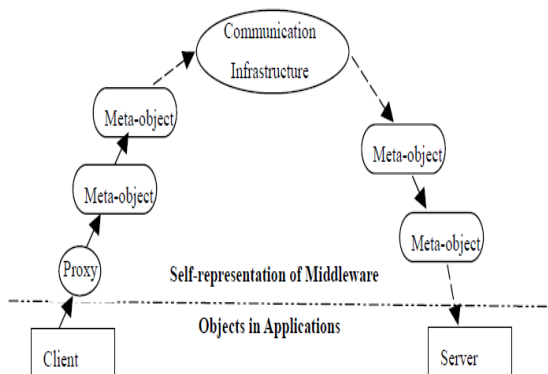


Fig. 1. Reprezentarea Middleware ca model client – server.[2]

Prin Middleware, înțelegem orice program capabil să unească sau să medieze între două aplicații separate sau între componente ale aceleiași aplicații. La baza soluției stă o rețea de Internet, pe care interacționează procese de pe una sau mai multe mașini, interacțiune posibilă datorită aplicațiilor middleware. Bazele de date, serverele web, sistemele de management al conținutului (content management systems) sunt câteva din sistemele ce folosesc aceste aplicații. O aplicație comună middleware face posibilă folosirea unui program scris pentru a accesa o bază de date în scopul accesării altei baze de date. Programele middleware furnizează servicii de mesaje astfel încât, aplicații diferite să poată comunica. Toate aceste aplicații diferite sunt reunite prin middleware într-un sistem de integrare al aplicațiilor "enterprise application integration" (EAI).

Simona-Anda GHERASIM – Universitatea Ștefan Cel Mare Suceava, str.Universitatii nr.13, RO-720229 Suceava (e-mail: sgherasim@stud.usv.ro)  
Vasile Gheorghită GĂITAN– Universitatea Ștefan Cel Mare Suceava, str.Universitatii nr.13, RO-720229 Suceava (e-mail: gaitan@eed.usv.ro)

Un middleware furnizează un set standard de interfețe pentru o colecție de resurse distribuite disparate, eterogene și proprietare. Astfel dezvoltatorii își vor interfața aplicațiile cu partea de middleware în loc de interfețele de nivel coborât ale resurselor proprietare. Un exemplu de middleware este software-ul care interfațează un program navigator de sistemul WWW.

## II. CLASIFICAREA APLICAȚIILOR MIDDLEWARE

*Din punct de vedere funcțional, aplicațiile Middleware se împart în:*

1. Middleware orientat pe mesaj (Message oriented Middleware-MOM) sau Servere de mesaje;
2. Middleware orientat pe obiect;
3. Baza de date middleware
4. Middleware RPC(Remote Procedure Calls-RPCs)
5. Middleware tranzacțional (Online Transaction Processing Technologies-OLTP)
6. Portaluri
7. Servere de aplicație.

O tehnologie foarte răspândită este middleware-ul orientat pe mesaje - MOM. MOM gestionează tranzacțiile dintre un client și un server prin intermediul unor cozi care stochează mesajele transmise între clienți și serveri. Un exemplu de MOM este WebSphere MQ dezvoltat de IBM.

În Middleware-ul orientat pe mesaj(MOM) programele comunică între ele folosind mesaje, astfel mesajele trebuie să fie autentificate, criptate și autorizate de managerii MOM. În cazul serverelor de aplicații, comunicația dintre serverul web și serverul bazei de date necesită protecție împotriva accesului neautorizat sau a ascultării din afară, a comunicației. De asemenea dacă sunt folosite monitoare de procesare a tranzacțiilor (TP monitors), contextul tranzacțiilor va fi securizat.

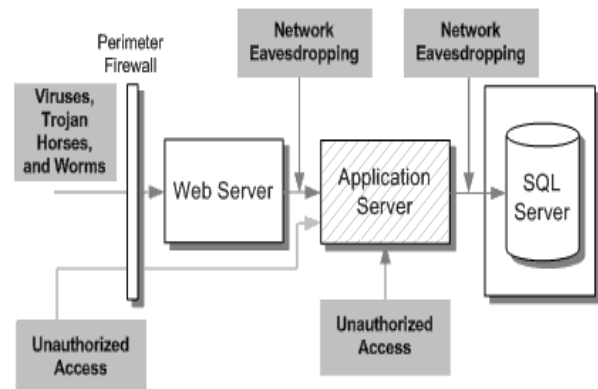


Fig. 2. Funcționarea unei aplicații Middleware.

Indiferent de tipul acesteia, aplicația middleware va fi auditată prin intermediul log-urilor și utilităților de raportare. Se va ține evidența accesurilor neautorizate, încercările de câștig de privilegii și mesajele de avertizare.[3][4][5][6]

### III. ZONE DE APLICARE A MIDDLEWARE-ULUI

Middleware-ul îl întâlnim în foarte multe domenii, precum medicina, comunicații, afaceri, educație, domeniul bancar, etc. Cel mai important însă, rămâne domeniul de comunicații și telecomunicații, cel pe care se bazează toate celelalte domenii ale middleware-ului. Astfel, cel mai important mijloc de comunicație, în momentul actual, este rețeaua Internet.

Dezvoltarea vertiginoasă a Internetului, a produselor software destinate piețelor de afaceri și a produselor CRM (*Customer Relationship Management*) a condus la apariția unor arhitecturi informatice complexe, ce permit oferirea serviciilor de tip *e-business* (comerț electronic, întreprindere virtuală etc.) utilizând tehnologiile Internet pentru rezolvarea unor probleme de întreprindere sau pentru realizarea unor sarcini funcționale. Aceste arhitecturi integrează la nivelul întreprinderii atât aplicații software deja existente, cât și aplicații noi și asigură colaborarea lor cu alte aplicații, dispersate geografic și executate pe sisteme de tipuri diferite, folosind ca liant tehnologiile de tip *middleware*.

Extinderea domeniului de integrare la nivelul Internetului, poartă numele generic de integrare a aplicațiilor de întreprindere, acronimul folosit în limbaj tehnic provenind din limba engleză: *EAI - Enterprise Application Integration*. EAI pune accentul pe integrarea aplicațiilor în contextul afacerilor (*business*), ceea ce conferă tehnologiilor *middleware* tradiționale un rol foarte important la nivelul infrastructurii arhitecturii globale. Pentru creșterea performanțelor sistemelor informatice și a eficienței procesului de afaceri, entitățile ce trebuie integrate nu mai sunt obiecte sau componente software, ci aplicații software și date eterogene. Prin EAI, sistemele informatice ale întreprinderilor se mulează din ce în ce mai bine pe structura procesului de afaceri.

Deoarece problemele de integrare pot implica un volum mare de muncă, timp și bani, numeroase firme care inițiază un astfel de proiect apelează la pachete software specializate, create de producători de prestigiu.

Integrarea aplicațiilor software constituie, în continuare, un subiect de mare actualitate, având un rol major în eficientizarea activității la nivel de business în multe domenii. Astfel se motivează faptul că domeniul cel mai important al implementării practice este cel bancar, în care specificul activității este adecvat utilizării tehnologiilor *MOM - Message Oriented Middleware* (*middleware* de tip "fir de așteptare").[3][4][5][6]

### IV. CERCETAREA IN DOMENIU

Cercetarea în cadrul sistemelor middleware, a făcut ca acestea să evolueze de la simple modele client / server la sisteme distribuite, sisteme egal-la-egal (peer-to-peer sau P2P), dispozitive mobile, servicii orientate spre calcul, grid computing, agenți pe bază de calcul, dispozitive inteligente și

senzori.

Fiecare dintre domeniile de mai sus din calculul distribuit, calculul egal-la-egal(P2P), servicii orientate spre calcul, rețele de senzori, grid computing, agenți pe bază de calcul și dispozitive inteligente, pun propriile sale probleme în proiectarea, dezvoltarea și utilizarea middleware-ului, componentele și aplicațiile sale folosind astfel middleware-ul.

Cercetătorii sunt interesați de elementele care detaliază proiectarea, dezvoltarea și utilizarea middleware-ului și a sistemelor sale. Ei sunt, de asemenea, interesați de componentele specifice sistemelor de middleware, modul în care interacționează cu alte module, componente de design și dezvoltare, modele de componente, problemele de sistem și aplicațiile, care folosesc sisteme middleware.

Subiectele de interes pentru cercetători, includ, dar nu se limitează la:

- Middleware pentru aplicații colaborative
- Middleware pentru sisteme bazate pe agenți
- Middleware pentru sisteme orientate pe servicii
- Middleware pentru calcul mobil
- Middleware pentru aplicații științifice computerizate
- Middleware pentru aplicații computerizate de nivel înalt
- Middleware pentru sisteme încorporate și rețele de senzori
- Soluții Middleware pentru Securitate
- Middleware pentru sisteme distribuite, inclusiv baze de date, P2P, precum și sistemele bazate pe rețea
- Middleware pentru problemele sistemelor de timp real
- Tehnici de inginerie software pentru middleware
- Noile aplicații care folosesc middleware-ul
- Sisteme de referință pentru middleware
- Componentele specifice ale middleware-ului, cum ar fi: descoperirea dispozitivelor, servicii de execuție, servicii de ascultare, servicii de comunicații, precum și datele serviciilor de acces.

Pentru noțiunea de sistem distribuit există diferite definiții în literatura de specialitate. O primă definiție, afirmă că un sistem distribuit este o colecție de noduri (calculatoare, procesoare) interconectate. Fiecare nod dispune în cadrul sistemului de câte o memorie proprie, privată. Aceste noduri sunt capabile să-și coordoneze acțiunile și să comunice prin transmiterea de mesaje. O definiție mai restrictivă, consideră că un sistem este distribuit numai dacă existența nodurilor autonome este transparentă pentru utilizatorul obișnuit.

Din punctul de vedere al tipului de conexiune care poate exista între noduri avem :

- sisteme strâns conectate : în care mai multe procesoare partajează aceeași memorie internă și consultă același ceas
- sisteme slab conectate : în care fiecare procesor are propria memorie și propriul ceas.

Sistemele distribuite sunt considerate ca fiind sisteme slab conectate.

Din acest mod de definire a sistemelor distribuite rezultă câteva consecințe importante:

- concurența – se poate lucra simultan pe diferite calculatoare din rețea, eventual partajându-se același resurse(pagini web, fișiere, etc)

- inexistența unui ceas global – există limite în ceea ce privește capacitatea calculatoarelor din rețea de a-și sincroniza ceasurile.

- Rezistența la erori – un defect într-o rețea poate fi considerat izolarea unor calculatoare, însă acestea vor funcționa în continuare. În mare parte, programele care vor rula pe aceste computere nu vor detecta că a fost întreruptă conexiunea sau că aceasta a devenit neobișnuit de înecată. Mai mult, nici celelalte noduri din sistem cu care nodul comunică nu vor fi înștiințate imediat de acest lucru.

Motivația pentru construirea și utilizarea sistemelor distribuite, vine din dorința de a partaja resurse.

Direcțiile principale de cercetare, dezvoltare, inovare se referă la:

-Sisteme distribuite

-servere OPC DA, HDA, AE, XML, CD

-servere OPC UA

-comunicații INTERNET, INTRANET și EXTRANET

-aplicații middleware (ACE – Advanced Communicatui Environment)

-utilizarea “grid and clusters computing” în implementarea serverelor OPC UA agregate și de localizare de nume

-Sisteme de timp real

-Linux Embedded și RTAI,

-Windows CE

-aplicații uCOS II și RTL de la ARM

-modelarea sistemelor de timp real

-Rețele industriale locale

-modbus, CANOPEN, ASCII – RS485, EtherCAT,

-SDFM protocol propriu de firmă

-Comunicații wireless

-aplicații RFID

-Aplicații ZigBee

-Aplicații GSM

Sisteme înglobate (embedded system)

-utilizarea noilor arhitecturi ARM și Cortex în realizarea sistemelor înglobate (embedded)

-echipamente moderne pentru automatizări

-servere embedded OPC UA[3][4][5][6][12][13]

**Primul Workshop Internațional de Inginerie Middleware IEEE(1stIEEE International Workshop on Middleware Engineering (ME 2009))** a avut loc la **Seattle, Washington, între 20 – 24 iulie 2009**, workshop care a fost prezentat la a **33-a Conferință anuală IEEE International Computer Software and Applications**. La acest workshop s-a discutat despre evoluția middleware-ului de la simplul model client-server la sisteme distribuite, sisteme egal-la-egal (peer-to-peer sau P2P), dispozitive mobile, servicii orientate spre calcul, grid computing, agenți pe bază de calcul, dispozitive inteligente și senzori.[7]

## V. EXEMPLE DE APLICATII

Domeniul **Middleware** este un domeniu destul de vast, care a evoluat în ultima vreme și se află într-o continuă dezvoltare. Printre dezvoltatorii de aplicații Middleware amintim : **OPC (OPC Unified Architecture) , ACE, IBM, Oracle.**

Produsele middleware **OPC** sunt concepute pentru a spori orice aplicație bazată pe OPC. Un set de produse inteligente OPC simplifică punerea în funcțiune și exploatarea de către clienții OPC și servere, îmbunătățește semnificativ datele tranzitate de interfețe OPC, și asigură legăturile de comunicare fiabile OPC.

Inițial, OPC a fost definit ca o soluție standard pentru task-urile recurente ale conectării PC-aplicații (de exemplu, HMI sau sisteme SCADA) cu dispozitive de automatizare și de control al procesului. Astăzi, standardul OPC a evoluat într-un operator de transport de date robuste în măsură să întreprindă întregul document de planificare a resurselor și chiar semnalelor video.

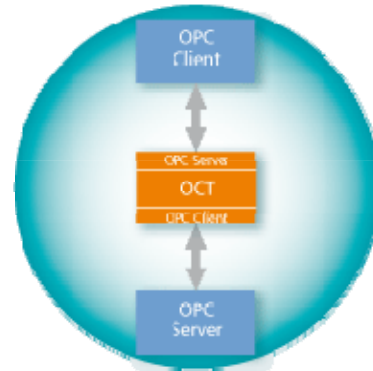


Fig. 3. Diagrama Middleware OPC.[8]

Un exemplu de middleware orientat pe mesaj MOM(Message oriented Middleware) este WebSphere MQ dezvoltat de IBM (fost MQ Series).WebSphere MQ gestionează transferul de mesaje între clienți și serveri și știe să prelucreze patru tipuri de mesaje: datagrame - mesaje unidirecționale, mesaje de cerere, mesaje de răspuns și mesaje de raportare. WebSphere MQ este un lider în domeniul platformelor middleware pentru integrarea aplicațiilor de e-business.

Folosirea platformei IBM WebSphere InterChange Server se justifică și prin faptul că, pe lângă compatibilitatea sa cu sistemele de aplicații IBM, oferă și interoperabilitate CORBA cu produse ale altor companii, prin interfața de acces la server. [12]

Crearea unor entități de tip întreprindere virtuală și monitorizarea eficientă a activității în cadrul acestor entități constituie, pentru majoritatea domeniilor de activitate, una dintre cele mai moderne abordări. Infrastructura informatică, necesară pentru buna funcționare a întregului ansamblu, se caracterizează printr-o arhitectură complexă, întreprinderea virtuală fiind, în esență, un sistem distribuit eterogen. Din acest punct de vedere, este esențială folosirea unor soluții standardizate, de integrare a echipamentelor și a aplicațiilor care să ofere caracteristici de scalabilitate, interoperabilitate, flexibilitate. O opțiune profesională, care asigură toate aceste

deziderate, este utilizarea unei tehnologii de integrare de tip middleware orientat pe obiect, așa cum este CORBA.[3][4][5][6][12][13]

IBM oferă următoarele servicii de middleware:

- Serviciile IBM de integrare SOA;
- Serviciile IBM de gestionare și administrare pe toată durata de viață a produselor IT;
- Servicii IBM de infrastructură pentru informații la cerere ;
- Serviciile IBM de optimizare a infrastructurii.

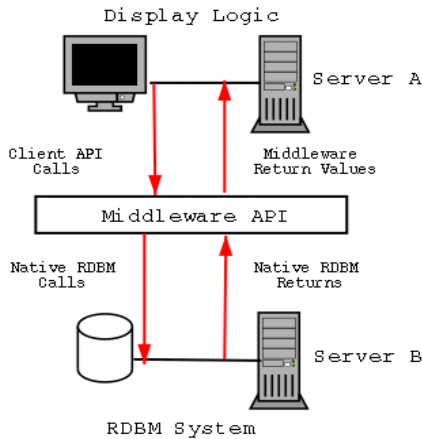


Fig. 3. Diagrama MIDDLEWARE folosită de IBM.[9]

### WebSphere Portal Express

WebSphere Portal Express oferă funcții de colaborare, gestionarea documentelor, gestionarea conținutului Web și mesagerie instant.

### Lotus Domino Express

Produse concepute pentru întreprinderile mici și mijlocii - Lotus Domino Messaging Express, Lotus Domino Collaboration Express.

### WebSphere Application Server Express

Asigură servicii J2EE și Web pentru aplicațiile on demand dinamice.[9]

**Oracle Fusion Middleware** este cea mai completă familie de middleware pre-integrat de cel mai înalt nivel. Produsele middleware ale Oracle adoptă o arhitectură hot-pluggable.[10]

## VI. AVANTAJELE FOLOSIRII MIDDLEWARE-ULUI

Serviciile de Middleware oferă următoarele avantaje semnificative:

- Crearea unei infrastructuri agile care să permită integrarea proceselor operaționale
- Creșterea flexibilității zonei de aplicare și reducerea complexității IT
- Simplificarea integrării
- Îmbunătățirea gestionării infrastructurilor
- Reducerea timpului de obținere a valorii și folosirea la maximum a competențelor tehnologice existente
- Creșterea vizibilității și îmbunătățirea managementului și a calității serviciilor IT

- Crearea unei infrastructuri IT care să asigure conformitatea cu reglementările
- Creșterea valorii investițiilor IT existente
- Îmbunătățirea disponibilității, calității și valorii informațiilor
- Serviciile de middleware extind ciclul de viață al infrastructurii IT. [3][4][5][6][13]

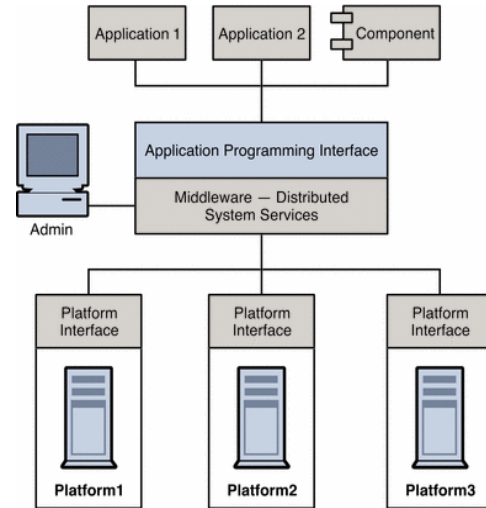


Fig. 4. Diagrama Middleware folosită de SUN.[11]

## VII. CONCLUZII

Middleware-ul constituie un subiect de mare actualitate, având un rol major în eficientizarea activității la nivel de business în multe domenii.

Middleware-ul se află într-o continuă dezvoltare, determinând astfel și dezvoltarea domeniilor de aplicare ale acestei tehnologii.

Fiind o tehnologie de viitor, voi încerca să aprofundez partea de proiectare, implementare și dezvoltare a middleware-ului, într-un proiect mai amplu, în viitorul apropiat.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] [http://ron.proz.com/kudoz/english\\_to\\_romanian/it\\_information\\_technology/2009663-middleware.html](http://ron.proz.com/kudoz/english_to_romanian/it_information_technology/2009663-middleware.html)
- [2] [www.google.com/images](http://www.google.com/images)
- [3] ORFALI, R., D. HARKEY, J. EDWARDS: Client/Server Survival Guide, Wiley Computer Publishing Group, New York, USA, 1999.
- [4] \*\*\*: QNX – Watcom C – Library Reference Manual, documentatie de firma.
- [5] SARU, D.: Contributii la studiul tehnologiilor actuale de realizare a aplicatiilor software în sisteme distribuite eterogene, Teza de doctorat, Universitatea "Politehnica" Bucuresti, 1998.
- [6] SARU, D., A.D. IONIȚĂ: Sisteme de programe orientate pe obiecte, Editura ALL Educational, Bucuresti, Romania, 2000.
- [7] <http://conferences.computer.org/compsac/2009/workshops/ME2009.htm>
- [8] <http://www.softing.com/home/en/industrial-automation/products/opc/easy-connect-suite/index.php>
- [9] <http://www.ibm.com/developerworks>
- [10] [www.oracle.com](http://www.oracle.com)
- [11] <http://docs.sun.com/source>
- [12] [www.corba.org](http://www.corba.org)
- [13] SERAIN, D.: Enterprise Application Integration. L'architecture des solutions e-business, Dunod, Paris, 2001.