



UNIVERSITATEA **POLITEHNICA** DIN BUCUREȘTI

**Facultatea de Automatică și Calculatoare**  
Departamentul Automatică și Informatică Industrială

Nr. Decizie Senat ..... din .....

# TEZĂ DE DOCTORAT

(REZUMAT)

**CONTROLUL PROCESELOR PRIN REȚELE ETEROGENE  
FOLOSIND ARHITECTURI DE TIP CLOUD COMPUTING**

**PROCESS CONTROL VIA HETEROGENEOUS NETWORKS USING  
CLOUD COMPUTING ARCHITECTURES**

**Autor:** Ing. Dorel Vasile NĂSUI

**Conducător de doctorat:** Prof.dr.ing. Valentin SGÂRCIU

## COMISIA DE DOCTORAT

Președinte	Prof.dr.ing. Adina FLOREA	de la	Universitatea POLITEHNICA din București
Conducător de doctorat	Prof.dr.ing. Valentin SGÂRCIU	de la	Universitatea POLITEHNICA din București
Referent	Prof.dr.ing. Radu MUNTEANU	de la	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Referent	Prof.dr.ing. Adrian FILIPESCU	de la	Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați
Referent	Prof.dr.ing. Dorin CÂRSTOIU	de la	Universitatea POLITEHNICA din București

București

2015

# CUPRINS

<b>1: Introducere</b> .....	3
<b>2. Provocări în cloud computing</b> .....	11
2.1 Cloud computing .....	11
2.2 Cloud computing și realitatea fizică .....	11
2.3 Securitatea în cloud computing .....	13
<b>3. Arhitecturi orientate pe servicii în cloud computing</b> .....	14
3.1 Implementări de arhitecturi cloud computing .....	14
3.1.1 Mediul de cloud computing privat .....	14
3.1.2 Mediul de cloud computing public .....	15
3.1.3 Mediul de cloud computing hibrid .....	16
3.1.4 Mediul de cloud computing comunitar .....	16
3.2 Arhitectura Safemobile S4I dezvoltată de AIR Inc. ....	16
<b>4. S4I: Platformă securizată, inteligentă, interconectată și interactivă, bazată pe servicii de cloud</b> .....	19
4.1 Arhitectura S4I .....	20
4.2 Elemente S4I .....	22
4.3 The Remote Safety Terminal (RST) .....	24
4.4 Concluzii S4I .....	24
<b>5. Sistem de administrare a bunurilor mobile</b> .....	25
5.1 Arhitectura și descrierea MAMS .....	25
5.2 Concluzii MAMS .....	26
<b>6. STSS - Sistem securizat pentru transportul studenților</b> .....	26
6.1 Descriere generală .....	26
6.2 Terminalul de Siguranță la distanță Safemobile .....	29
6.3 Concluzii STSS .....	30
<b>7. Oraș securizat bazat pe platforma s4i cloud computing</b> .....	30
7.1 Conceptul de Safe City .....	71
7.2 Arhitectura modelului experimental .....	72
7.5 Concluzii Safe City .....	73
<b>8. Concluzii, contribuții originale și direcții de cercetare ulterioare</b> .....	34
8.1 Concluzii generale .....	34
8.2 Contribuții personale .....	36
8.3 Direcții de cercetare ulterioare .....	41
<b>Bibliografie</b> .....	42

# 1. INTRODUCERE

În ultimele 5 decenii, întreprinderile care folosesc resurse de calcul s-au obișnuit să se confrunte cu o vastă gamă de cuvinte tehnice la modă. Unele dintre acestea - apărute inițial ca promisiuni de marketing - au rezistat timpului, pe când altele au fost uitate. Când vine vorba de a oferi tehnologie pe *modelul de servicii plătești cât folosești*, majoritatea profesioniștilor din industria IT sunt la curent cu toate aspectele - începând cu resursele alocate de managementul companiilor până la noțiunea de *grid computing*, *tehnica de calcul la cerere* și *SaaS* (Software ca un Serviciu), ca și modelul *utility computing*. În prezent un nou cuvânt tehnic este în vogă pe piață - *cloud computing* - chiar dacă sunt situații când generează și diverse confuzii față de ceea ce reprezintă de fapt.

De-a lungul timpului termenul **cloud** a fost folosit ca o metaforă pentru Internet; acest aspect nu este întâmplător, întrucât reprezentarea grafică simbolică des întâlnită a diagramelor de rețea folosesc ca reprezentare un nor, prin care se descrie transportul de date în rețelele companiilor de telecomunicații (cele care dețineau « *norul* ») către un punct final, de partea cealaltă a norului [1], [2], [3]. Acest concept datează încă din anul 1961, când prof. John McCarthy a sugerat că tehnologia de partajare a timpului de calcul poate conduce în viitor - funcție de dezvoltările tehnologice - la aspecte în care puterea de calcul și chiar aplicații specifice pot fi vândute într-o manieră tipică afacerilor utilităților [6]. Ideea a devenit foarte populară la sfârșitul anilor '60, dar pe la mijlocul anilor '70 a trecut în umbră când a devenit clar că tehnologiile legate de IT la acea dată nu erau capabile să susțină un asemenea model de calcul fantezist. Totuși, odată cu noul mileniu, conceptul a fost reactualizat, mai ales după anul 2002, când termenul « *cloud computing* » a început să apară în cadrul comunităților implicate în tehnologie.

Tehnologia « *cloud* » nu are granițe și - în consecință - a făcut lumea să pară mai mică. Internetul este o prezență cotidiană la nivel mondial, respectând doar căile de comunicație stabilite, astfel că oamenii de pretutindeni pot colabora și interschimba informații on-line. Globalizarea resurselor de calcul poate fi cea mai mare contribuție pe care modelul « *cloud* » a adus-o. Din acest motiv, « *cloud* » este subiectul multor dezbateri geopolitice complexe. Furnizorii de « *Cloud Computing* » trebuie să se conformeze unei serii de reglementări pentru a distribui servicii « *cloud* » către o piață globală. Când Internetul a fost la începuturi, multă lume considera cyberspace-ul ca fiind un mediu distinct care avea nevoie de legi specifice. Centrele universitare și ARPANET au fost, pentru un timp, medii încapsulate, unde a existat Internetul. A trecut un timp pentru ca mediul de afaceri să se obișnuiască cu noul concept [14].

Noțiunea de *Cloud Computing* devine mai familiară atunci când ne gândim la acel lucru de care IT-ul are mereu nevoie, și anume o modalitate de a mări capacitatea sau de a adăuga noi capacități din mers, fără a investi într-o nouă infrastructură, fără a face training cu personal nou sau a plăti licența unui nou software. Oferind o soluție la necesitățile sus-menționate, modelele « *Cloud computing* » cuprind un serviciu pe bază de abonament sau plătit-per-utilizare, care este folosit în timp real pe Internet și care extinde capacitățile existente ale unui departament IT. Mulți utilizatori au considerat că această abordare asigură o

recuperare a investiției pe care managerii IT sunt mai mult decât dispuși să o accepte.

*Cloud computing* poate fi considerat ca o resursă accesibilă ca serviciu pentru centrele de date virtuale, fără însă să se confunde cu acestea.

Amazon.com [35] a jucat un rol-cheie în dezvoltarea de *cloud computing*. În urma modernizării centrelor de date (după seria de falimente din on-line-ul american, reunite sub eticheta « dot-com bubble », din 2001), s-a constatat faptul că implementarea noii arhitecturi *cloud* a avut ca rezultat îmbunătățiri semnificative ale eficienței interne. Prin furnizarea accesului la sistemele proprii pentru o terță parte, pe baza modelului *utility computing*, prin intermediul serviciilor web Amazon, introduse în 2002, s-a declanșat o perioadă de transformări radicale.

Argumentația de cloud computing anterior făcută a urmărit să introducă cititorul în scopul acestei lucrări - și anume legat de categoria arhitecturilor private orientate către servicii, care se regăsesc în dezvoltările ulterioare. Aceste arhitecturi, imaginat de autorul tezei, au trebuit să răspundă unor cerințe concrete de conducere a proceselor, mai ales că mediile de colectare și transmitere a datelor / comenzilor corespund unor procese eterogene, care îmbină principiile din transmisii radio consacrate cu cele moderne, wireless industrial și domestic, comunicații GSM și GPRS etc.

Conceptul de S4I (infrastructură securizată, inteligentă, interconectată și interactivă) – dezvoltat de autorul tezei – s-a dovedit viabil în realizarea uneia din cele mai de succes infrastructuri. Astfel, platforma SafeMobile S4I are capacitatea de a colecta și transmite informația de la surse diversificate și multiple de date, folosind sisteme diferite de comunicație wireless. Datorită proprietăților de arhitectură deschisă, flexibilă și scalabilă, platforma S4I reprezintă o soluție sigură pentru aplicații dezvoltate de terțe părți (utilizatori și integratori) în situații ce necesită operații de transport, siguranță publică sau cazuri de urgență.

Sumarizând, platforma S4I permite interoperabilitate de comunicații inteligibile între diferite tipuri de rețele, produse, dispozitive și agenții prin:

- Colectarea informațiilor de la terminale de date, audio și video, senzori;
- Transmisia și primirea de informații pe multiple platforme de comunicație;
- Procesarea și depozitarea informației, atât local cât și într-un mediu distribuit, într-o modalitate de securizare ridicată;
- Oferă o interfață extensivă flexibilă, scalabilă și deschisă pentru aplicații ale terților, în multiple versiuni de limbă.

Platforma S4I asigură dezvoltarea de aplicații securizate într-o manieră transparentă pentru utilizator, cele mai incontestabile proprietăți fiind garantate de:

- Interfața flexibilă, scalabilă și deschisă care permite o folosire rapidă, transparentă pentru utilizator;
- Arhitectura orientată pe servicii, cu proprietăți incontestabile pentru utilizator;
- Implementarea facilă a aplicațiilor dorite de beneficiar;
- Flexibilitatea adaptării la dezvoltările tehnologice viitoare;
- Actualizarea permanentă cu cele mai noi inovații din tehnologie, atât hardware cât și software;
- Folosirea transparentă a protocoalelor și interfețelor standard și legale ale diferitelor platforme de comunicație;

- Colectarea în timp real a informației, independent de căile de comunicație, monitorizarea și prelucrarea acesteia, respectiv returnarea sub formă de mesaje sau comenzi către entitățile interesate.

În esență, **scopul tezei** este **de a evidenția** maniera în care **conceptul novator S4I** combină modelul de cloud computing conturat în **prezent pe arhitecturi orientate către servicii** cu categoriile de echipamente și utilizatori ai acestora, **în scopul garantării funcționării în medii eterogene**, precum și **realizarea de aplicații orientate către utilizator**, integrate în sistem și **transparente** pentru cel ce folosește sistemul informatic dezvoltat. De asemenea, **sunt urmărite** cu consecvență **funcționalitățile** și cerințele care se cer a fi standardizate într-un mediu de tip cloud, **pentru a asigura interoperabilitatea, ușurința integrării și portabilitatea**, în concordanță cu tendințele **din cloud computing** referitoare la dezvoltarea sa ca un mediu deschis, minimalizând dependența companiei client de furnizorul de servicii.

În realizarea scopului propus **s-au urmărit mai multe obiective**, corelate cu cele expuse anterior, și anume:

- ◆ punerea în evidență a arhitecturii cloud computing orientată pe servicii prin prisma platformei S4I;
- ◆ modalitatea prin care principalele caracteristici de cloud se regăsesc în infrastructura platformei S4I, precum și asigurarea unui context practic, bazat pe experiența clientului, pentru garantarea interoperabilității și standardizării;
- ◆ sensibilizarea industriei de profil asupra conceptului de Open Cloud Computing aplicabil pentru controlul proceselor în rețele eterogene, care – după opinia mea – contribuie la clarificarea situațiilor în care e necesară îmbunătățirea standardelor. Un obiectiv care descrie clar o sarcină obișnuită și subliniază dificultățile în realizare este cea mai bună justificare pentru orice efort în domeniul standardelor;
- ◆ interfațarea echipamentelor de colectare date și returnare comenzi într-o manieră transparentă pentru utilizator, fără restricții privind mediul de transmisie ca și principiile constructiv-funcționale ale acestora, garantându-se astfel scalabilitatea aplicațiilor customizate;
- ◆ garantarea unor performanțe dinamice ridicate în mediul cloud, cu risc minim (securizare de nivel înalt a datelor), prin folosirea unor platforme hardware de ultimă generație, a unor algoritmi de procesare paralelă și distribuită (transparentți pentru utilizatori), baze de date performante și tehnici moderne de securizare a datelor;
- ◆ prezentarea – într-o manieră succintă – a câtorva din aplicațiile posibile ale platformei S4I – de la concept la implementare fizică în lumea reală – prin care s-a demonstrat noutatea și viabilitatea arhitecturii S4I;
- ◆ introducerea unor concepte noi, aplicabile în prezent sau în viitorul apropiat, care s-au bucurat de interes deosebit din partea specialiștilor (a se vedea – de exemplu - conceptul de safety city) atât din zona cercetărilor teoretico-aplicative cât și a unor firme de referință producătoare de echipamente;
- ◆ punerea în operă a triadei concepție (cercetare) – proiectare – introducere în fabricație prin realizarea unor echipamente și produse software noi, în



prezent aflate în exploatare la companii și societăți administrative din multe țări ale lumii.

***Se constată că, în prezent, noțiunile care sunt legate de conceptul cloud computing au fost rafinate cu preponderență după anul 2006; cercetările efectuate de subsemnatul – începute înaintea anului 2000 – au scos în evidență soluții cu semnificații similare (nu neaparat cu aceleași denumiri!), au întărit ideea unei intuiții corecte, ceea ce mi-a permis conceperea unor arhitecturi orientate pe servicii specifice mediilor eterogene, care folosesc echipamente de firmă sau special elaborate de colectivul pe care îl coordonez.***

Pentru susținerea afirmației anterioare, în acest capitol introductiv mă voi referi la două exemple:

- Amazon a schimbat radical abordarea pentru servicii IT [35, 110], oferind utilizatorilor accesul la tehnologia care permite servicii „in the cloud”, fără a fi nevoie de cunoștințe, de expertiză, sau de control asupra modului în care infrastructura tehnologică care suportă aceste servicii a funcționat. Această abordare a transformat cloud computing într-o paradigmă prin care informațiile sunt permanent stocate în servere la distanță, accesibile prin Internet și depozitate temporar pe dispozitivele clientului, care pot include desktop-uri, calculatoare de mici dimensiuni, notebooks, dispozitive hand-held, telefoane mobile etc. Acest concept – denumit în prezent **Software ca serviciu (SaaS)** – este întocmai regăsibil la platforma **S4I** sub denumirea de arhitectura orientată pe servicii a aplicațiilor customizate;
- **SaaS** este un model de cloud computing care livrează aplicații printr-un browser la mii de clienți, utilizând o arhitectură multi-utilizator [5]. În prezent platforma **Safemobile S4I** conține un număr impresionant de servere, cu foarte multe baze de date în spate, care sunt accesate prin swich-uri plasate geografic la locul de colectare date / returnare comenzi, fiind o configurație deja consacrată (în accepțiunea **SaaS** explicată mai sus) de arhitectură multi-utilizator [8].
- **PaaS (Platform as a Service)** este altă noțiune consacrată în cloud computing. Câteodată, privită simplu ca servicii web « in the cloud », **PaaS** este strâns legată de **SaaS**, dar aceasta livrează o platformă pentru dezvoltarea de aplicații și mai puțin o aplicație efectivă. Aceste servicii oferă interfețe de aplicații de programare (API) care permit dezvoltatorilor să exploateze funcționalitatea pe internet, în locul livrării de aplicații complete. Așa cum s-a precizat [9], S4I permite dezvoltarea de aplicații într-o manieră sigură și transparentă pentru utilizator, oferă o interfață extensivă flexibilă, scalabilă și deschisă necesară pentru utilizare rapidă, oferă o arhitectură orientată pe servicii, permite o implementare ușoară a aplicațiilor customizate, prezintă flexibilitate în adaptarea la dezvoltările viitoare de tehnologie avansată, este în permanență actualizată, permițând utilizatorilor finali să beneficieze de ultimele inovații în tehnologie, folosește transparent protocoale și interfețe standard ale diferitelor platforme de comunicație pentru conexiuni multiple (la care se adaugă sistemele de programe existente în S4I ca Safedispach și SafeNet).

În capitolul 2 al tezei, intitulat “**Provocări în cloud computing**” sunt prezentate – într-o formă sintetică – noțiunile de bază din domeniul “cloud computing”, care vor fi folosite ulterior pentru a evidenția contribuțiile personale.

Așa cum se arată în [21], în esență cloud computing constă dintr-un set de tehnologii și modele de servicii, care se axează pe utilizarea și furnizarea de aplicații

informatică, capacitate de prelucrare, stocare și spațiu pentru memorie, toate bazate pe folosirea Internetului. Drept consecință, cloud computing poate genera importante beneficii economice, întrucât pot fi configurate resurse la cerere, sau extinse și accesate prin internet cu ușurință. Cloud computing poate aduce beneficii și în ceea ce privește securitatea la nivel de firmă, în special pentru cazul celor mici și mijlocii, care pot achiziționa, la un cost redus, tehnologii de nivel înalt, ce în mod normal nu s-ar încadra în limitele lor bugetare.

Se poate afirma că [22], la ora actuală, cloud computing este un concept modern, un model de servicii de acces prin Internet la sisteme distribuite de resurse de calcul configurabile la cerere, cum ar fi servere, stocare de date, aplicații și servicii, care pot fi puse rapid la dispoziție cu eforturi minime de management și intervenție din partea clientului și a furnizorului. Accesul se poate face de oriunde, convenabil, fără ca utilizatorul să aibă nevoie să știe configurația sistemelor care furnizează aceste servicii. Mai simplu spus, aplicațiile și datele rulează și sunt stocate în altă parte decât pe serverele și stațiile utilizatorului, acesta accesându-le de la distanță (pe Internet, sau pe alte căi cu sau fără fir).

În cadrul capitolului se realizează o similitudine dintre cloud computing și realitatea fizică, precizând că sfera cercetărilor de marketing și a furnizorilor de tehnologie tind să definească cloud computing foarte restrictiv, ca fiind o versiune de actualitate a termenului "utility computing", care - în esență - folosește servere virtuale disponibile pentru terțe părți prin Internet. Alții merg și mai departe, afirmând că tot ceea ce „consumi” în afara perimetrului firewall-ului se află „în cloud”. O versiune de mijloc asupra termenului de "cloud computing" este cea care îl definește ca orice utilizare de resurse dintr-o locație diferită față de cea a utilizatorului.

În continuare se face o comparație cloud – grid computing prin prisma principalelor deosebiri și asemănări, fără a neglija legislația existentă pentru utilizarea modelelor de cloud computing, ca și prezentarea principalelor organizații de reglementare și standardizare în acest domeniu.

După o prezentare a principalelor caracteristici și provocări ale structurilor cloud computing, se prezintă aspectele esențiale ale gestiunii informațiilor și securizarea datelor în cloud [41], care reprezintă cele mai importante preocupări din acest domeniu, întrucât trecerea către astfel de tipuri de servicii impune dezvoltarea de noi strategii de securitate care să lase neafectate elasticitatea, disponibilitatea și integritatea datelor oferite de noua arhitectură logică.

*Asigurarea securității informațiilor în mediul cloud computing-ului, criptarea datelor, Managementul identității și al accesului* precum și politicile asociate pentru utilizarea serviciilor cloud reprezintă 3 aspecte lăsate intenționat la sfârșitul capitolului întrucât dezvoltările din teză, care vor fi expuse în capitolele următoare au un numitor comun: *S4I* (Secure, Intelligent, Interlinked, Interactive Infrastructure) – *bază a platformei care combină modelul de cloud computing tipic cu categoriile de echipamente și utilizatori ai acestora în scopul garantării funcționării în medii eterogene*, precum și realizarea de aplicații orientate către utilizator, integrate în sistem și transparente pentru cel ce folosește sistemul informatic dezvoltat.

În capitolul 3 – "**Arhitecturi orientate pe servicii în cloud computing**" – se analizează, mai întâi, componentele unei arhitecturi cloud computing, precizându-se că acestea își au rădăcina în arhitecturile hardware și software care permit scalarea și virtualizarea infrastructurii. Sunt prezentate succint câteva componente arhitecturale comune ca: *Infrastructura virtualizată, Aplicațiile virtualizate,*

*Managementul de firmă, Securitatea și managementul identității, Instrumentele de dezvoltare*, după care se analizează modelul de referință al arhitecturilor de tip cloud computing luând ca referință modelul CSA [51, 53].

Cloud computing este în mod tipic divizat în trei modele de servicii: Software ca Serviciu (SaaS), Platformă ca Serviciu (PaaS) și Infrastructură ca Serviciu (IaaS). Aceste modele sprijină virtualizarea și managementul diferitelor nivele ale piramidei soluției. Aceste modele se aplică, de obicei, atât soluțiilor de cloud computing private, cât și celor publice [21]. În funcție de cerințele utilizatorilor, există mai multe soluții de cloud computing disponibile pe piață; totuși, acestea pot fi grupate în trei categorii mari sau „modele de servicii” funcție și de cerințele de securitate: IaaS (Cloud Infrastructure as a Service), SaaS (Cloud Software as a Service), PaaS (Cloud Platform as a Service).

Capitolul se încheie cu arhitectura Safemobile S4I, care este o Infrastructură Securizată, Inteligentă, Interconectată și Interactivă, dezvoltată de Divizia de Cercetare și Dezvoltare a firmei AIR-SUA, a cărui **Chief Executive Officer este Dorel Nasui**, adică realizatorul acestei teze [8]. Fără falsă modestie, autorul tezei a contribuit major la imaginarea, dezvoltarea și realizarea platformei Safemobile S4I, iar o mare parte din aplicații au fost concepute și implementate – aproape în totalitate – de subsemnatul.

S4I este o Infrastructură Sigură, Inteligentă, Interconectată și Interactivă bazată pe o arhitectură deschisă, flexibilă, scalabilă și robustă care:

- face posibilă colecția de informații de la diverse surse eterogene (audio, video, senzori);
- permite procesarea locală a informațiilor;
- transmite și primește informații pe multiple platforme de comunicație;
- procesează și înregistrează informația într-un mediu securizat distribuit;
- oferă interfețe extensive pentru aplicații ale terților.

Faptul că atât aplicațiile, cât și întreaga cantitate de rezultate obținută prin procesare, sunt ținute în cloud reprezintă o provocare pentru lumea reală, un deziderat impus de esența cloud computing-ului. Temerile legate de securitatea datelor, eventualele breșe care pot fi în integritatea acestora, ca și reținerile legate de confidențialitate, au fost rezolvate prin modul de concepție și realizare a platformei S4I.

Capitolul 4 – **“S4I: platformă securizată, inteligentă, interconectată și interactivă, bazată pe servicii de cloud”** - dezvoltă un concept cloud inovativ dedicat comunicațiilor radio wireless, și anume platforma S4I. S4I este o platformă cloud sigură, inteligentă, interconectată și interactivă pentru dezvoltarea aplicațiilor, care colectează și transmite informații dintr-o varietate de surse de date din mai multe sisteme de comunicații wireless. Platforma se bazează pe o arhitectură deschisă, flexibilă și scalabilă, care oferă o soluție integrată pentru dezvoltatorii de aplicații ce includ intervenții de urgență, siguranță publică și operațiunile de transport.

Platforma S4I permite interoperabilitate de comunicare între diferite rețele, produse, dispozitive și agenții prin:

- Colectarea de informații din diverse surse eterogene, cum ar fi: audio, video, terminale de date, senzori;
- Transmiterea și primirea informațiilor prin mai multe platforme de comunicare;



- Prelucrarea informațiilor atât la nivel local, cât și într-un mediu sigur, distribuit;
- Stocarea de informații atât la nivel local, cât și într-un mediu sigur, distribuit;
- Oferă o interfață flexibilă, scalabilă, deschisă pentru dezvoltatorii de aplicații;
- Capacitățile lingvistice multiple.

Acest capitol prezintă arhitectura platformei S4I, principalele sale componente și arhitectura componentei RST (Remote Safety Terminal). Arhitectura platformei S4I presupune 5 niveluri interconectate, respectiv: modulul de comunicație, nivel RST, nivel de servere Gateway, nivel de servere de aplicație, baza de date.

Un element important este analizat mai amănunțit, și anume nivelul RST (Pool of RST). RST este acronim pentru Remote Safety Terminal ([www.safemobile.com](http://www.safemobile.com)). Unitatea RST este un element cheie, care conectează nivelul I/O de nivelul de servere gateway. Acesta este utilizat pentru a colecta și procesa datele de intrare primite de la diverse surse eterogene. Nivelul I/O Layer este o interfață complexă între datele din mediul extern și platforma S4I, care implică utilizarea de RFID / smart cards, aparat de fotografiat digital, cititoare, DVR, MDT, microfon, diferite tipuri de senzori, dispozitive de localizare GPS etc.

Capitolul 5, intitulat “**Sistem de administrare a bunurilor mobile**”, prezintă o aplicație bazată pe platforma S4I denumită MAMS (Mobile Asset Management System), capabilă să monitorizeze și să controleze dispozitivele mobile aflate în orice poziție geografică cu ajutorul unui PC și a unei conexiuni Internet. Această aplicație este integrată în filosofia S4I descrisă în capitolul 4.

MAMS este o aplicație calificată de soluție de management a dispozitivelor mobile necesară operatorilor de flote comerciale internaționale, locale sau regionale. Implementarea unei aplicații MAMS este o dovadă de încredere în flexibilitatea și scalabilitatea platformei S4I, creând cu adevărat un sistem integrat unic bazat pe cloud pentru comunicații radio fără fir.

Sistemul de gestionare a activelor mobile (MAMS) prezentat în acest capitol se concentrează pe îmbunătățirea tuturor aspectelor legate de siguranța transportului: siguranța vehiculelor, siguranța cargo, siguranța pasagerilor, siguranța a șoferului, și se bazează pe o infrastructură de transport sigură, inteligentă,

Utilizatorul poate activa sau dezactiva sistemele interne ale vehiculului de la distanță, în timp real. Sistemul Mobile Asset Management (MAMS) oferă managerilor de flote și dispecerilor capacități complete de monitorizare și de control de la un computer conectat la Internet situat oriunde în lume. În plus, față de creșterea siguranței vehiculelor, de marfă, șoferi și pasageri, MAMS îmbunătățește managementul flotei și reduce sau elimină pierderile din furturi și utilizării neautorizate. MAMS este compatibil cu o varietate de rețele wireless, astfel că investițiile existente în echipamente wireless ale unei companii sunt păstrate.

Capitolul 6 – “**STSS - Sistem securizat pentru transportul studenților**” - este una dintre implementările specifice ale sistemului Mobile Asset Management (MAMS), care a fost dezvoltat la SafeMobile ([www.safemobile.com](http://www.safemobile.com)). Sistemul Transport Safety Student (STSS) permite părților interesate de transport de studenți să sporească siguranța mijloacelor de transport, a șoferilor și a pasagerilor, oferind posibilitatea de urmărire de la distanță, de monitorizare și control.

Aplicația este dezvoltată în jurul platformei S4I, care a fost descrisă în capitolul 4. Aplicația School Bus poate fi instalată pe un server dedicat din nivelul de servere de aplicație (pool of application servers) și poate fi conectată la un server gateway dedicat, prin intermediul căruia se poate efectua comunicația cu mediul extern, prin echipamente RST.

Fiecare vehicul este echipat cu un modul de control care monitorizează poziția sa geografică, prin intermediul Global Positioning System (GPS), comunică cu sistemele de la bordul vehiculelor, și transmite poziționarea și informații de stare prin intermediul unei rețele wireless. STSS oferă soluții la probleme, cum ar fi: sincronizare traseu, notificare de la distanță, re-assignare rută autobuz, re-localizare elev și informații de referință incomplete elevi. STSS comunică cu controlerul și oferă o interfață configurabilă pentru utilizatori pentru a monitoriza locațiile vehiculelor, viteza, statutul "butonului de panică", uși, motoare, temperatură, și alte variabile furnizate de senzori specifici. Sistemul permite, de asemenea, transmiterea de mesaje către controler, precum și activarea și dezactivarea diferitelor sub-sisteme ale vehiculului.

Acest capitol prezintă arhitectura sistemului, cazuri de funcționare detaliate, aspecte legate de securitatea sistemului și protocoale de comunicație.

Capitolul 7 – "**Oraș securizat bazat pe platforma S4I cloud computing**" – prezintă conceptul de oraș securizat (sigur, informatizat). Conceptul de oraș securizat (SafeCity) are drept scop asigurarea mobilității în siguranță într-un oraș computerizat, prin conectarea serviciilor de urgență, cum ar fi departamentele de poliție sau autoritățile medicale cu locații monitorizate, cum ar fi aeroportul, o școală sau o stație de cale ferată / metrou. Permițând vehiculelor să comunice unul cu celălalt prin intermediul platformelor de comunicare dedicate și serverele centrale gateway, SafeMobile ajută la crearea un oraș mai sigur. Nevoia oamenilor de a trăi într-un oraș mai sigur a crescut în ultimul timp din cauza nivelului ridicat de

SafeCity are ca scop optimizarea problemei siguranței publice în orașe moderne, prin crearea cadrului adecvat pentru a duce siguranța la nivelul următor, o siguranță inteligentă. Internetul bazat pe cloud, împreună cu comunicarea wireless și tehnologia de calcul actuale vor integra toate cunoștințele și know-how-ul de securitate pentru a construi un oraș mai sigur pentru toată lumea. Conceptul SafeMobile - SafeCity - este proiectat și construit în jurul platformei S4I, care va colecta, analiza și partaja datele mai eficient, pentru a asigura capacitatea de a lua decizii în timp real. Astfel, acțiuni imediate pot fi luate de către autorități, atunci când apare orice situație de urgență sau incident.

Principalul avantaj al conceptului de oraș securizat este faptul că reunește într-o singură platformă cunoștințe și funcții de control și management, care au fost utilizate anterior în cadrul sistemelor individuale. Platforma bazată pe cloud S4I este nucleul sistemului. Diferite tipuri de dispozitive și senzori colectează datele și le trimit pentru prelucrare către S4I: camere video, aparate audio, butoane de urgență și de panică, instrumente biometrice, RFID, smart card, senzori, cum ar fi detector de fum, detector de radiații, senzor de proximitate, senzor de presiune, senzor de exploziv, senzor de temperatură și așa mai departe.

Un element-cheie al sistemului SafeCity este centrul de control, care este "creierul" sistemului integrat. Centrul de control oferă o rețea centralizată pentru primirea, analiza și procesarea informațiilor colectate din diverse surse și locuri: aeroport, stație de tren, lucrări publice, instituții guvernamentale, școli, mall-uri și

cetățeni. Rezultatul este o rată mai bună de prelucrare a informațiilor, ceea ce duce la luarea deciziilor în timp real și îmbunătățirea managementului securității orașului.

Capitolul 8 - "**Concluzii, contribuții originale și direcții de cercetare ulterioare**" - este structurat pe trei secțiuni: în prima parte se prezintă concluziile generale privind platforma S4I bazată pe cloud computing - fie că vorbim despre procesul de adopție a acesteia în lumea reală, fie că vorbim de procesul de evaluare al acestei arhitecturi în sfera aplicațiilor, a doua secțiune punctează contribuțiile personale aduse în domeniul controlului proceselor prin rețele eterogene folosind arhitecturi de tip cloud computing cu accent pe beneficiile pe care le-am obținut prin depunerea activității de cercetare, iar finalul acestui capitol este destinat prezentării dezvoltărilor viitoare pe care îmi propun să le aduc în această arie de cercetare.

## 2. PROVOCĂRI ÎN CLOUD COMPUTING

### 2.1 Cloud computing

Fără îndoială că apariția și dezvoltarea "cloud computing-ului" reprezintă una dintre cele mai importante revoluții tehnologice care a apărut în ultimii ani. În același timp, această realitate reprezintă evoluția naturală a unui set de tehnologii destinate realizării unei informaticii utilitare. Cert este că, pentru un număr mare de părți interesate, cloud computing ocupă un loc primordial în dezvoltarea strategiilor lor tehnologice.

Cloud computing [23] reprezintă un nou concept arhitectural de gestionare de la distanță a resurselor de procesare și stocare de date, iar tehnologia s-a dezvoltat atât de mult încât, acum, este suficient să-ți creezi un cont pe Amazon sau Yahoo pentru a putea dezvolta și lansa aplicații în Cloud. Acestea sunt doar două dintre sistemele care sunt dezvoltate în cloud, însă, serviciile care se pot realiza au o varietate largă și pot include aproape orice domeniu de activitate (exemplu: baze de date relaționale, aplicații e-Commerce, aplicații CRM, aplicații ERP etc). Cloud-ul, ca și concept, își propune eficientizarea utilizării de resurse fizice existente pentru o putere de procesare maximă și o eficacitate sporită semnificativ față de metodele tradiționale de procesare [24]. Acestea se traduc în virtualizarea în întregime a stațiilor de lucru și a serverelor dedicate serviciilor – fie că sunt de procesare sau stocare de date, alocarea dinamică a resurselor fizice pentru aceste mașini virtuale în funcție de necesarul fiecăreia la un moment dat, existența unei conexiuni fiabile la Internet care să permită accesarea și procesarea datelor de la distanță. Figura 2.1 prezintă sugestiv o viziune globală a cloud computing-ului conform [22].

### 2.2 Cloud computing și realitatea fizică

În această secțiune vom aduna mare parte din definițiile disponibile ale termenului "Cloud" pentru a obține o definiție integratoare, cât și un numitor comun. Foarte interesantă este abordarea din [12], pentru că adună definiții propuse de mulți experți. Deși lipsește o analiză globală a acelor propuneri pentru a găsi o definiție

mai comprehensivă, aceasta oferă o idee clară a diferitelor concepte pe care experții IT le-au exprimat în legătură cu termenul « Cloud ».

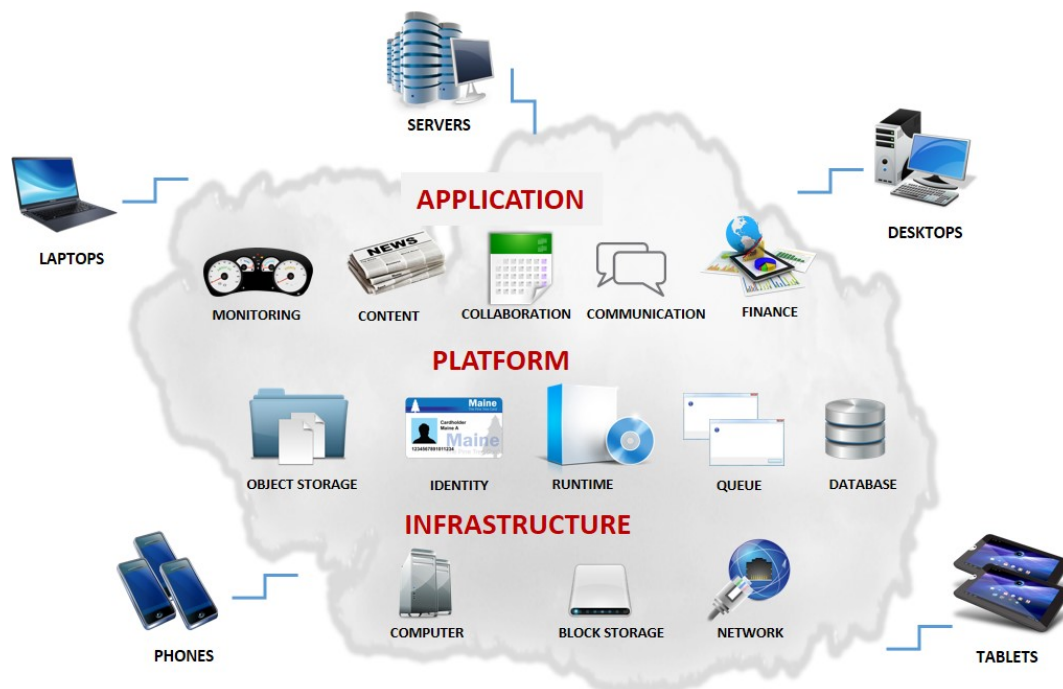


Figura 2.1. O viziune globală a cloud computing-ului [22]

Markus Klems [12] pretinde că o scalabilitate imediată și optimizarea folosirii resurselor sunt elemente cheie pentru “cloud”. Acestea sunt livrate prin monitorizare crescută, și automatizarea resurselor de management [12, 15], într-un mediu dinamic [12, 13]. Alți autori nu sunt de acord că acest fapt este o cerință pentru ca o infrastructură să fie considerată “cloud” [14].

Există autori care se concentrează pe modelul de business (colaborarea și plata resurselor strict utilizate - « pay-as-you-go ») și pe reducerea consumului de capital (Jeff Kaplan și Reuven Cohen [12], în timp ce alți autori [15, 16, 17]) pe realizarea « utility computing » (Jeff Kaplan și Reuven Cohen în [12] sau părerile din [16, 15, 18, 13]). Până în prezent, a fost deseori confundat cu norul însuși, dar se pare că acum s-a ajuns la un consens că este doar un element din “cloud” referitor la modelul de business. Un alt principiu major pentru « Cloud » este interfața utilizator accesibilă [12, 17]. Buyya et al. [13] a adăugat că pentru a da o direcție comercială, e necesar să fie consolidat rolul SLA (Acorduri ale Nivelului Serviciului - baze contractuale predefinite) între Service Providers (furnizorii de servicii) și consumatori. Sunt de părere că SLA ar trebui stabilite și între furnizorii de servicii (SP) și furnizorii de infrastructură (IP) pentru a oferi anumite garanții de Calitate a Serviciului (QoS-Quality of Service).

În octombrie 2009 Peter Mell și Tim Grance de la National Institute of Standards and Technology (NIST), laboratorul de Tehnologie Informației, au definit cloud computing după cum urmează [25]:



*Cloud computing este un model pentru permisiunea convenabilă, accesul la rețea la comandă la un fond comun de resurse înlănțuite de calcul configurabile și fiabile (de exemplu rețele, servere, memorii, aplicații, servicii), care pot fi puse rapid la dispoziția utilizatorului cu un efort minim de management din partea acestuia și a furnizorului de servicii.*

Nu putem încheia această prezentare fără a arăta că unii autori spun despre "cloud computing" că nu este altceva decât o estetizare a celorlalte trei paradigme de calcul, alții descriu o serie de factori care diferențiază aceste paradigme, într-un mod foarte subtil, și anume [28]:

◆ *grid computing* este o formă de calcul distribuit în care un supercalculator virtual este compus dintr-un grup de calculatoare slab cuplate într-o rețea, ce sunt capabile de a rezolva sarcini foarte complexe;

◆ *utility computing* reprezintă gruparea unor resurse de calcul, cum ar fi resurse de procesare și resurse de stocare, sub forma unui serviciu taxat asemănător cu furnizarea energiei electrice, sau a altor resurse.

◆ *autonomic computing* reprezintă realizarea de sisteme de calcul capabile de autoîntreținere.

### **2.3 Securitatea în cloud computing**

Gestiunea informațiilor și securizarea datelor în cloud [41] reprezintă cele mai importante preocupări din acest domeniu, întrucât trecerea către astfel de tipuri de servicii impune dezvoltarea de noi strategii de securitate care să lase neafectate elasticitatea, disponibilitatea și integritatea datelor oferite de noua arhitectură logică.

Definirea obiectivelor securității în cadrul mediului cloud: [40]

1. *Dependabilitate* - Software-ul execută funcțiile sale predictibil și funcționează corect sub o varietate de condiții, inclusiv atunci când se află sub atac sau este o gazdă pentru malware.
2. *De încredere* - Software-ul să conțină un număr minim de vulnerabilități sau nici o vulnerabilitate care ar putea sabota dependabilitatea software-ului. Trebuie să fie, de asemenea, rezistent la logica malware.
3. *Rezistență* - Software-ul este rezistent sau tolerant la atacuri și are capacitatea de a se recupera cât mai repede posibil, minimizând eventualele pagube.

Există șapte principii complementare pe care se bazează asigurarea securității informației: confidențialitate, integritate, disponibilitate, autentificare, autorizare, audit și răspundere. Cele mai importante sunt reprezentate de primele 3, supranumite "triada CIA" în cloud computing (Confidentiality-Integrity-Availability: CIA) [40].

*Asigurarea securității informațiilor în mediul cloud computing-ului impune trei niveluri de securitate [22]: securitatea rețelei, securitatea serverului și securitatea aplicației. Aceste nevoi de securitate sunt prezente și în infrastructura internă și sunt afectate direct de politicile de acces și fluxurile de lucru ale unei entități care își*

deține și gestionează resursele. Când o entitate trece pe cloud computing, apar provocări de securitate la fiecare dintre cele trei niveluri, cât și cele care privesc operarea activității economice și persoanele implicate în managementul sistemului. Deși aceste provocări de securitate sunt exacerbate prin cloud computing, nu sunt produse de acesta.

*Criptarea* nu este o soluție completă, pentru că datele trebuie să fie decriptate în anumite situații – astfel încât să se poată prelucra și să se poată duce la îndeplinire funcțiile normale de management de date, de indexare și de sortare. Astfel, deși datele în tranzit și datele stocate sunt efectiv criptate, nevoia de a decripta, în general de furnizorul de servicii cloud, poate fi o problemă de securitate.

*Managementul identității și al accesului* și politicile asociate pentru utilizarea serviciilor cloud trebuie să fie echivalente practicilor curente de la nivelul firmelor și să asigure capacitatea de a interopera cu aceste aplicații existente.

Am lăsat intenționat aceste 3 aspecte la sfârșitul capitolului întrucât dezvoltările din teză, care vor fi expuse în capitolele următoare au un numitor comun: *S4I* (Secure, Intelligent, Interlinked, Interactive Infrastructure) – *bază a platformei care combină modelul de cloud computing tipic cu categoriile de echipamente și utilizatori ai acestora în scopul garantării funcționării în medii eterogene*, precum și realizarea de aplicații orientate către utilizator, integrate în sistem și transparente pentru cel ce folosește sistemul informatic dezvoltat.

### **3. ARHITECTURI ORIENTATE PE SERVICII ÎN CLOUD COMPUTING**

După cum s-a precizat în capitolul anterior, cloud computing este convergența și evoluția mai multor concepte de virtualizare, proiectare aplicații distribuite, grid și management IT de firmă, pentru a permite o abordare mai flexibilă pentru implementarea și scalarea aplicațiilor.

#### **3.1 Implementări de arhitecturi Cloud Computing**

Toate considerațiile de arhitectură și organizaționale menționate până acum se aplică în general tuturor implementărilor infrastructurii “cloud”. Accentul fiind pus pe construirea cloud-ului, trebuie menționat ca au fost dezvoltate pentru implementare un număr de modele, prezentate pe scurt în cele ce urmează.

##### **3.1.1 Mediul de cloud computing privat**

NIST descrie cloudul privat drept o infrastructură cloud folosită exclusiv de către o organizație, gestionată de acea organizație sau de un intermediar și existând în propria incintă sau nu. De regulă, găzduirea fizică este făcută de organizația în cauză.

Schema unui astfel de model se regăsește în imaginea din fig.3.4.

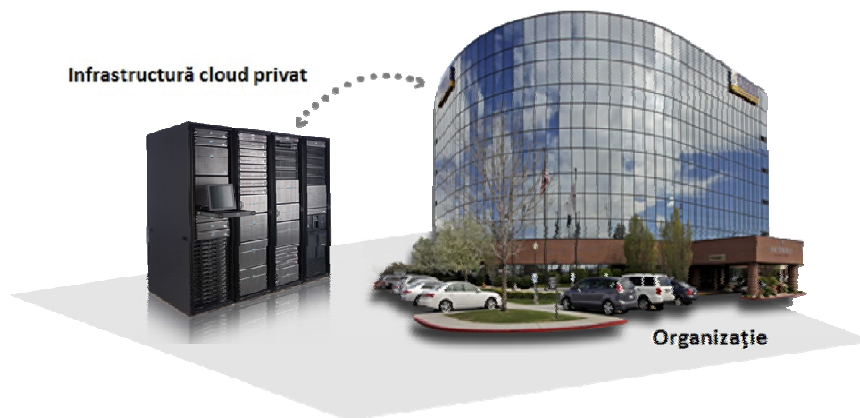


Figura 3.4. Cloud computing privat – reprezentare schematică

### 3.1.2 Mediul de cloud computing public [21]

Acesta este o infrastructură deținută de un provider specializat în furnizarea de servicii care pune la dispoziție – prin urmare, partajează – sistemele sale pentru/în rândul unor utilizatori, întreprinderi și/sau organisme administrative publice. Serviciile pot fi accesate prin intermediul Internetului, fapt care implică transferarea operațiunilor de prelucrare a datelor sau a datelor către sistemele furnizorului de servicii. Prin urmare, furnizorul de servicii își asumă un rol cheie în ceea ce privește protecția efectivă a datelor încredințate sistemelor sale. Împreună cu datele, un utilizator este obligat să transfere o mare parte din controlul său asupra datelor respective.

Un cloud public este o schemă de implementare pentru cloud computing care - în general - este disponibilă utilizării de către publicul larg. În fig.3.5 se exemplifică conceptul de cloud public.



Figura 3.5. Reprezentare schematică cloud computing public

### 3.1.3 Mediul de cloud computing hibrid

Pe lângă mediile de cloud computing „publice” și „private”, există așa-numitele medii de cloud computing „intermediare” sau „hibride” în care serviciile furnizate de infrastructurile private coexistă cu serviciile achiziționate din mediile publice.

În cât mai puține cuvinte, un cloud hibrid este orice combinație între cele trei modele anterioare de cloud. Mai exact, este definit NIST drept „o compunere de două sau mai multe cloud-uri (privat, public sau comunitar), care rămân entități individuale dar sunt interconectate prin tehnologie patentată și standardizată ce permite portabilitatea datelor și a aplicațiilor”.

O schemă generică a unui model de implementare hibrid pentru o infrastructură cloud computing este prezentată în Figura 3.6.

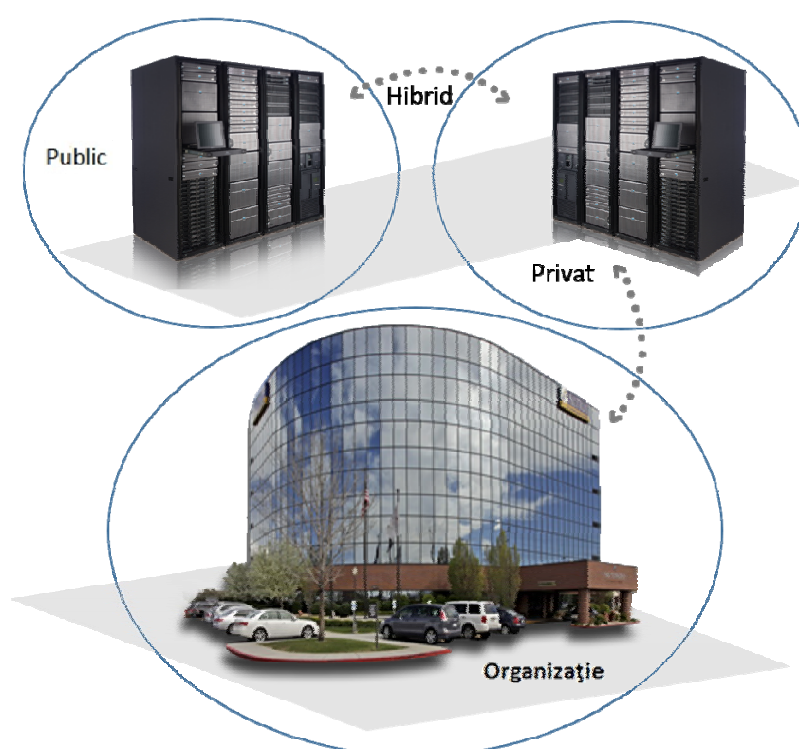


Figura 3.6. Cloud computing hibrid – reprezentare schematică

### 3.1.4 Mediul de cloud computing comunitar

Conform NIST *un cloud comunitar este* infrastructura cloud împărțită de mai multe organizații și suportată de o anume comunitate cu interese comune. Poate fi gestionată de către organizațiile în cauză sau de către un intermediar și poate exista atât în incinta companiilor, cât și în afara acestora.

## 3.2 Arhitectura Safemobile S4I dezvoltată de AIR Inc.

**Safemobile S4I™** este o Infrastructură Securizată, Inteligentă, Interconectată și Interactivă, dezvoltată de Divizia de Cercetare și Dezvoltare a firmei AIR-SUA, a cărui **Chief Executive Officer este Dorel Nasui**, adică realizatorul acestei teze [8,



9]. Fără falsă modestie, autorul tezei a contribuit major la imaginarea, dezvoltarea și realizarea platformei Safemobile S4I, iar o mare parte din aplicații au fost concepute și implementate – aproape în totalitate – de subsemnatul.

S4I este o Infrastructură **S**igură, **I**nteligentă, **I**nterconectată și **I**nteractivă bazată pe o arhitectură deschisă, flexibilă, scalabilă și robustă care:

- face posibilă colecția de informații de la diverse surse eterogene (audio, video, senzori);
- permite procesarea locală a informațiilor;
- transmite și primește informații pe multiple platforme de comunicație;
- procesează și înregistrează informația într-un mediu securizat distribuit;
- oferă interfețe extensive pentru aplicații ale terților.

O prezentare de principiu a arhitecturii safemobile S4I este dată în Figura 3.8.

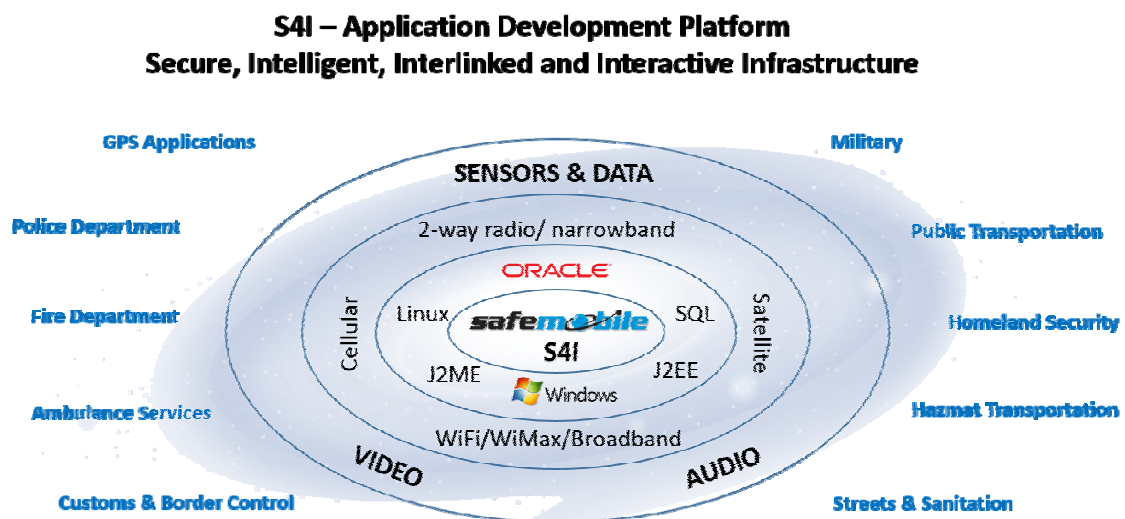


Figura 3.8. O prezentare intuitivă a arhitecturii platformei de dezvoltare aplicații S4I

În cadrul figurii se observă în centru – ca un nucleu – existența S4I care constituie chintesența platformei Safemobile. Platforma poate rula pe o gamă largă de sisteme de operare (Windows, Linux, OS2), fiind capabilă să facă conexiuni funcționale între echipamente și produse software dezvoltate de firme renumite (Oracle, Sun, IBM, Microsoft, Motorola etc).

Remarcabil este faptul că Platforma de dezvoltare Aplicații S4I poate realiza configurații de sisteme care lucrează cu echipamente hibride (imagini, voce și date), cuplabile remote la conexiuni wireless prin Internet sau satelit, având drivere de la firme diferite, care utilizează protocoale de comunicație specifice, greu de armonizat în condiții tradiționale de folosire. Pe figură se observă posibilitățile de lucru ale

platformei cu tehnologii fără fir diferite, cum este cazul comunicațiilor radio, a celor care recurg la tehnica celulară, satelitară, respectiv WiFi, Bluetooth sau Broadband de mare viteză [113].

În cadrul platformei se pot conecta echipamente care oferă semnale digitale în formate standard de la cele mai simple (senzori analogici cu conversie analog-numerică locală și digitali, telefonie digitală celulară sau cu transmisie prin unde radio, tablete, pad-uri), până la cele mai complexe care presupun analiză, prelucrare și transmisie de imagini video pe canale închiriate sau VPN-uri, cu sisteme sofisticate gen TETRA sau cele de bandă largă.

Figura pune în evidență, pe zona periferică, o serie de aplicații potențiale ale platformei S4I, din care subsemnatul a realizat – împreună cu Colectivul AIR – o bună parte. Trebuie să fac precizarea că reprezentările din figură (aplicații GPS, departament de poliție, departament de pompieri, servicii de ambulanță, Customs & Border Control, Street & Sanitation, MixMat Transportation, Homeland Security, transport public, aplicații militare) sunt doar o parte din aplicațiile posibile, existând practic o varietate foarte mare de utilizare a platformei, funcție de cerințele utilizatorilor.

Ceea ce nu apare pe figura de mai sus este maniera de rezolvare hardware a platformei S4I [114, 115, 116]. Trebuie să fac precizarea că toate aplicațiile se fac în cloud computing, pe un domeniu închiriat de la Amazon.com, dar care garantează o înlănțuire de echipamente fizice: gateway, servere de aplicații, bază de date distribuită (a se vedea capitolul IV). În acest mod, un utilizator își poate dezvolta propria aplicație apelând la primitive create de subsemnatul și Colectivul AIR, la care se adaugă contribuțiile proprii ale dezvoltatorului de aplicație. Mai trebuie să precizez că platforma apelează la cele mai sofisticate și sigure modalități de protecție informatică, la la SSL pe fiecare sesiune de comunicație, la criptare/decriptare a pachetelor de date.

Platforma de dezvoltare aplicații S4I este de tip open architecture – open platform, ceea ce îi oferă o mare versatilitate în dezvoltarea de soluții informatice [107, 122].

Platforma S4I unifică informații – cu caracter privat sau public - în timp real de la nivel național, indiferent de maniera de comunicare. Informațiile sunt stocate pe servere securizate și distribuite agențiilor critice și personalului, indiferent de localizarea acestora din întreaga lume.

Faptul că atât aplicațiile, cât și întreaga cantitate de rezultate obținută prin procesare, sunt ținute în cloud reprezintă o provocare pentru lumea reală, un deziderat impus de esența cloud computing-ului [117, 118]. Temerile legate de securitatea datelor, eventualele breșe care pot fi în integritatea acestora, ca și reținerile legate de confidențialitate, au fost rezolvate prin modul de concepție și

realizare a platformei S4I. O prezentare sintetică, care va fi folosită drept suport în capitolele care urmează ale tezei, este prezentată în Figura 3.9.

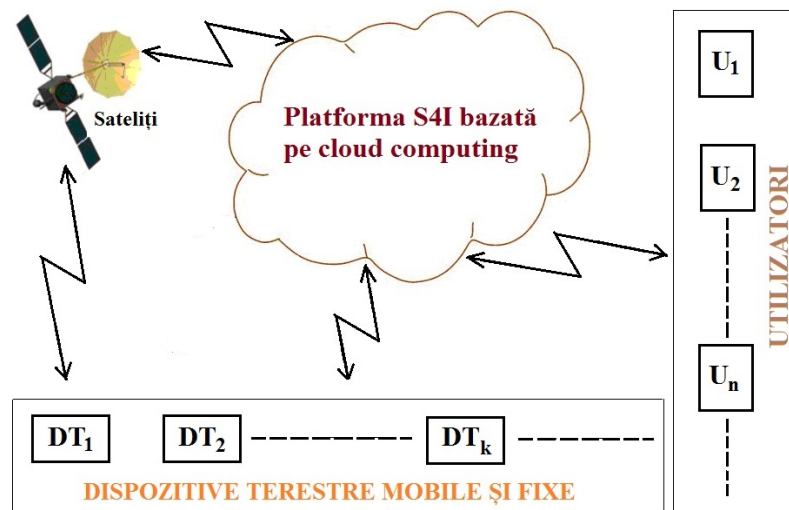


Figura 3.9. Platforma S4I văzută prin prisma cloud computing

Se poate observa pe figură că toate comunicațiile dintre echipamente, dispozitive, instalații sau alte infrastructuri fizice și utilizatori (dezvoltatori de aplicații, personal de monitorizare și supraveghere, alte entități destinate mentenanței structurilor funcționale) se realizează prin intermediul platformei S4I bazată pe cloud computing.

#### 4. S4I: PLATFORMĂ SECURIZATĂ, INTELIGENTĂ, INTERCONECTATĂ ȘI INTERACTIVĂ, BAZATĂ PE SERVICII DE CLOUD

Acest capitol descrie un concept cloud inovativ dedicat comunicațiilor radio wireless și anume platforma S4I – denumire provenită din cloud-based **S**ecure, **I**ntelligent, **I**nterlinked and **I**nteractive platform.

S4I este o platformă cloud sigură, inteligentă, interconectată și interactivă pentru dezvoltarea aplicațiilor, care colectează și transmite informații dintr-o varietate de surse de date din mai multe sisteme de comunicații wireless. Platforma se bazează pe o arhitectură deschisă, flexibilă și scalabilă, care oferă o soluție integrată pentru dezvoltatorii de aplicații ce includ intervenții de urgență, siguranță publică și operațiuni de transport.

Platforma S4I permite interoperabilitate de comunicare între diferite rețele, produse, dispozitive și agenții prin:

- Colectarea de informații din diverse surse eterogene, cum ar fi: audio, video, terminale de date, senzori;
- Transmiterea și primirea informațiilor prin mai multe platforme de comunicare;
- Prelucrarea informațiilor atât la nivel local, cât și într-un mediu sigur, distribuit;
- Stocarea de informații atât la nivel local, cât și într-un mediu sigur, distribuit;

- Oferă o interfață flexibilă, scalabilă, deschisă pentru dezvoltatorii de aplicații;
- Capacități lingvistice multiple.

#### 4.1 Arhitectura S4I

Platforma de dezvoltare aplicații S4I este o configurație bazată pe o arhitectură orientată pe servicii, care are meritul de a asigura cadrul potrivit pentru interoperabilitate.

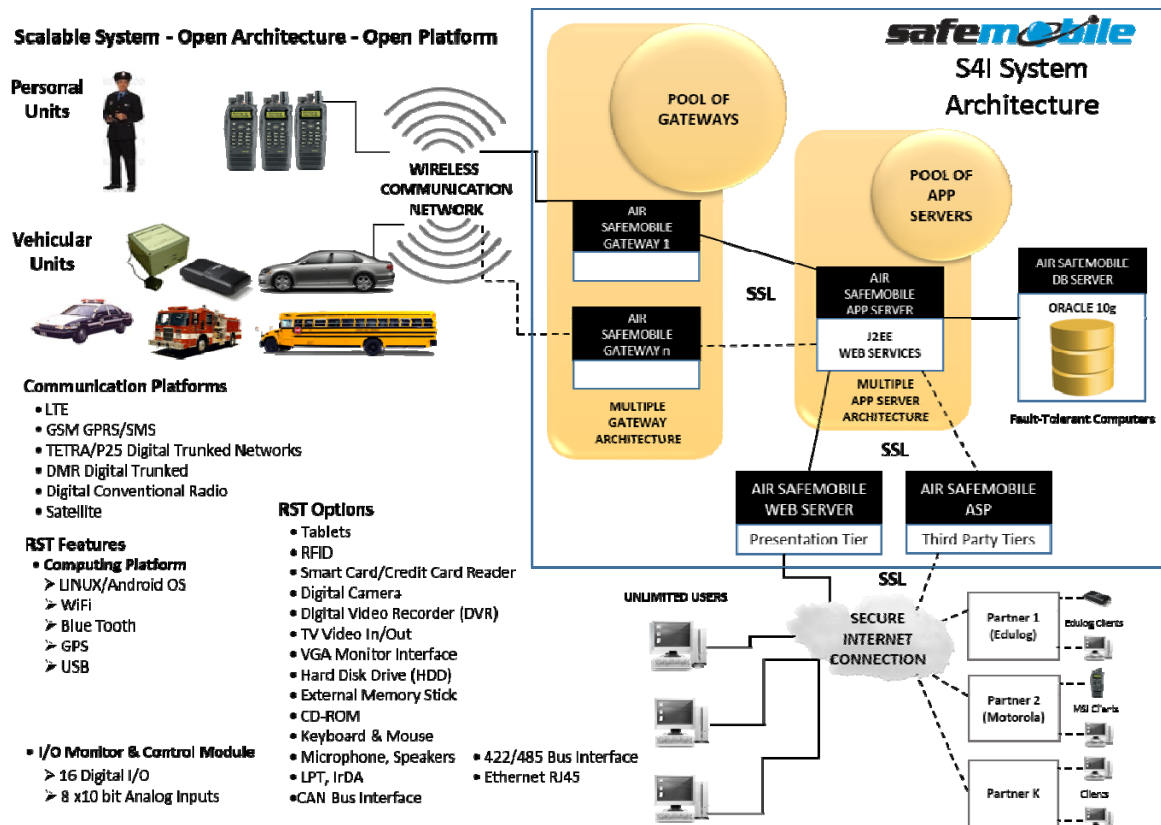


Figura 4.1. Arhitectura S4I

Figura 4.1 prezintă o structură generală a arhitecturii Safemobile, având ca punct central platforma S4I. Platforma S4I este responsabilă pentru integrarea datelor și proceselor eterogene, colectate de la surse variate. Conexiunea între sursele de intrare și platforma S4I este asigurată de o rețea de comunicare wireless sigură, ceea ce înseamnă că platforma S4I unește informația în timp real pe plan național. Informația este colectată în platforma S4I prin servere gateway dedicate.

Platforma de dezvoltare aplicații S4I permite unui număr nelimitat de aplicații gândite (definite) de diverși utilizatori (clienți) pentru a fi dezvoltate și implementate. Aplicația este folosită de orice client local, dar toate datele colectate și solicitate de o anumită aplicație sunt adunate în S4I, pe servere de aplicație dedicate. Fiecare aplicație customizată va fi asociată serverului de aplicație specific, care comunică cu exteriorul prin servere gateway, prin conexiuni SSL. Datele sunt centralizate pe un server de bază de date Oracle 12 g [9]. Întreaga rețea de servere S4I este concepută potrivit standardelor și arhitecturii și standardelor sistemelor de tip blade. Astfel, utilizarea și administrarea resurselor este optimizată [62].



Platforma S4I are arhitectura modulară pe 4 straturi, după cum se arată în Figura 4.2.

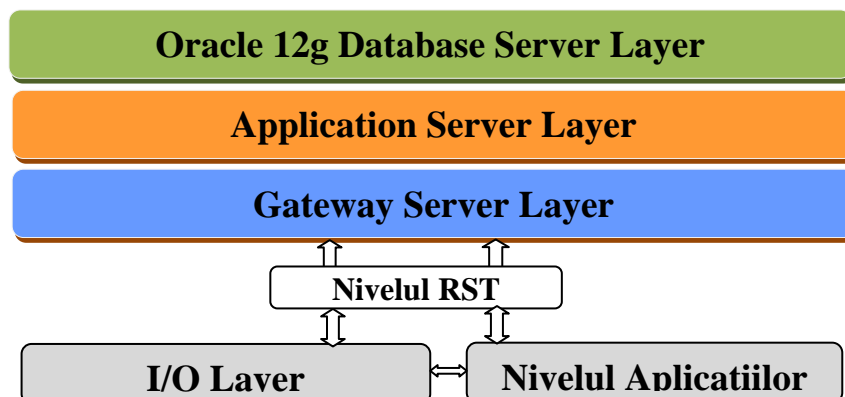


Figura 4.2. Nivele (Straturi) S4I

**Nivelul Aplicație** și **nivelul I/O** comunică cu mediul, pentru a colecta date de la diverse surse și procese eterogene, plasate oriunde în lume. Datele de intrare sunt colectate prin interogarea unităților **Remote Safety Terminal (RST)**.

Prin conexiuni SSL, datele sunt trecute către **serverele gateway**. Un număr nelimitat de conexiuni sunt permise. Ulterior, datele sunt trecute către **serverul de aplicație** corespondent, care va procesa informația și o va trimite pentru stocare la nivelul de top al platformei S4I, **Nivelul Server Baza de date Oracle 12g**. Informația este stocată pe servere securizate și distribuite la agenții importante și personal indiferent de locația lor în lume.

O prezentare mai detaliată a celor 4 straturi este descrisă în Figura 4.3.

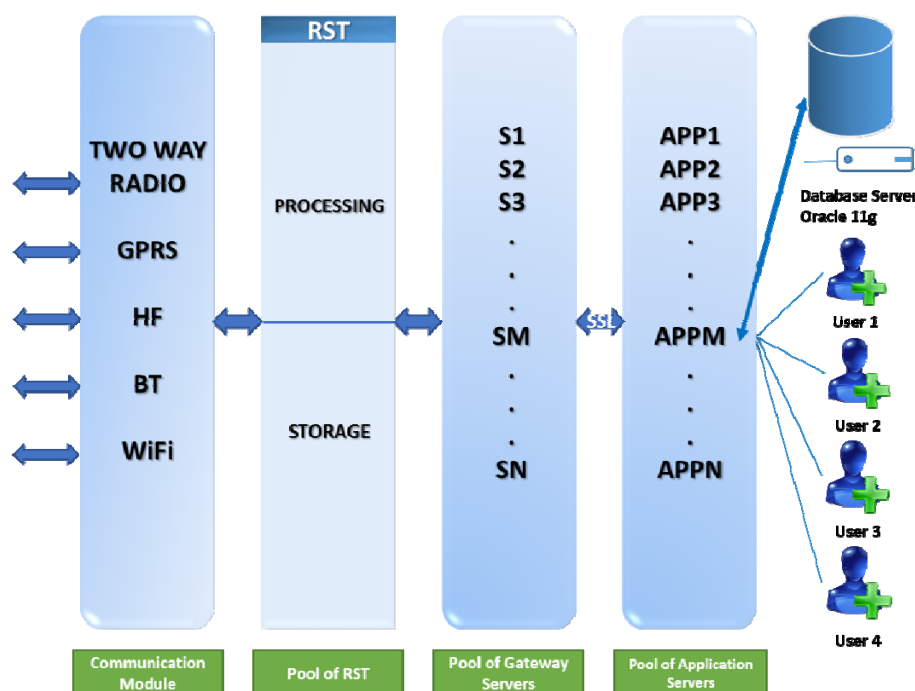


Figura 4.3. Nivelul Comunicare S4I

Un element important este evidențiat în figura de mai sus, și anume nivelul RST (Pool of RST). RST este acronim pentru Remote Safety Terminal (www.safemobile.com). Unitatea RST este un element cheie, care conectează nivelul I/O de nivelul de servere gateway. Acesta este utilizat pentru a colecta și procesa datele de intrare primite de la diverse surse eterogene. Nivelul I/O este o interfață complexă între datele din mediul extern și platforma S4I, care implică utilizarea de RFID / smart cards, aparat de fotografiat digital, cititoare, DVR, MDT, microfon, diferite tipuri de senzori, dispozitive de localizare GPS, etc. Acest layer e strâns legat și conectat de o serie de unități de control la distanță, precum (a se vedea Figura 3.4) TETRA, RSM, SafeLocator, cAVL, PU, OEX. Nivelul I/O implementează câteva interfețe, precum: PCMCIA, Bluetooth, USB, RJ45, LPT, IrDA, 422/485/232/CAN.

Module dedicate sunt implementate pentru localizare GPS, SCADA și aplicații de telemetrie [58].

## 4.2 Elemente S4I

Figura 4.5 descrie o privire de ansamblu a elementelor principale implicate în platforma S4I și subliniază complexitatea acestei soluții bazate pe cloud.

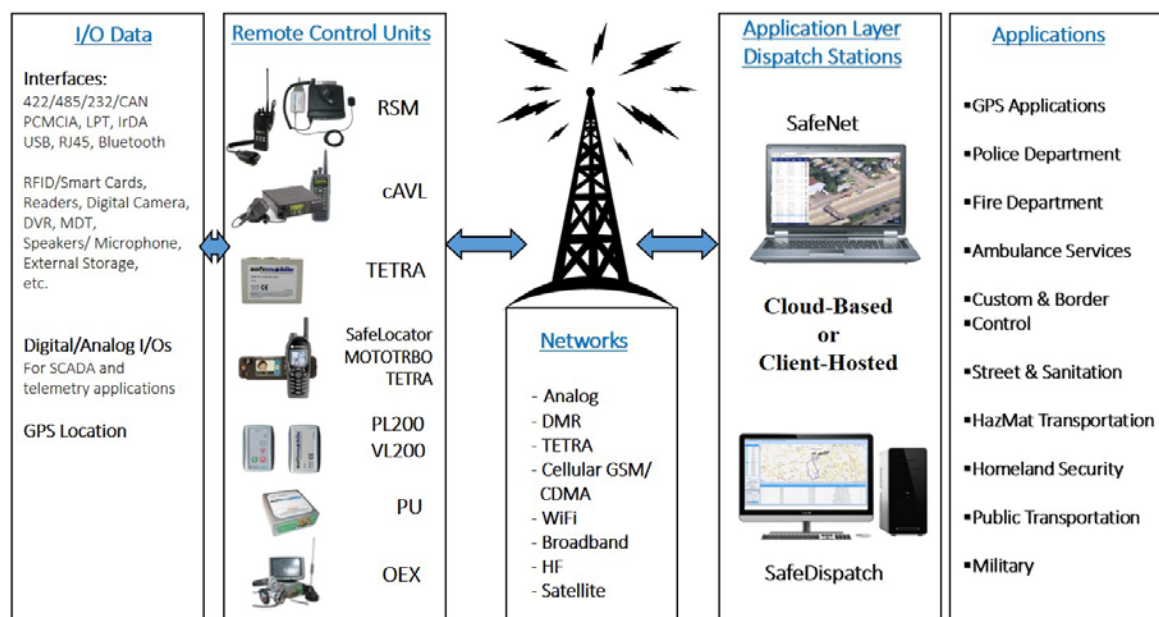


Figura 4.5. Elemente ale platformei S4I

Aplicațiile pot fi concepute, dezvoltate și customizate de dezvoltatori și pot adresa o lista integral de domenii și arii, precum: aplicații GPS, aplicații militare, departamente de poliție și pompieri, administrare flotă, transport etc.

Figura 4.6 ilustrează arhitectura principală pentru integrarea aplicațiilor customizate în platforma S4I [59, 88]. Elementul cheie de conectare este conexiunea Internet securizată, care asigură transportarea în siguranță a datelor în platforma S4I. SafeNet și SafeDispatch sunt 2 exemple de aplicații dezvoltate de SafeMobile, care sunt bazate pe platforma S4I bazată pe servicii cloud.

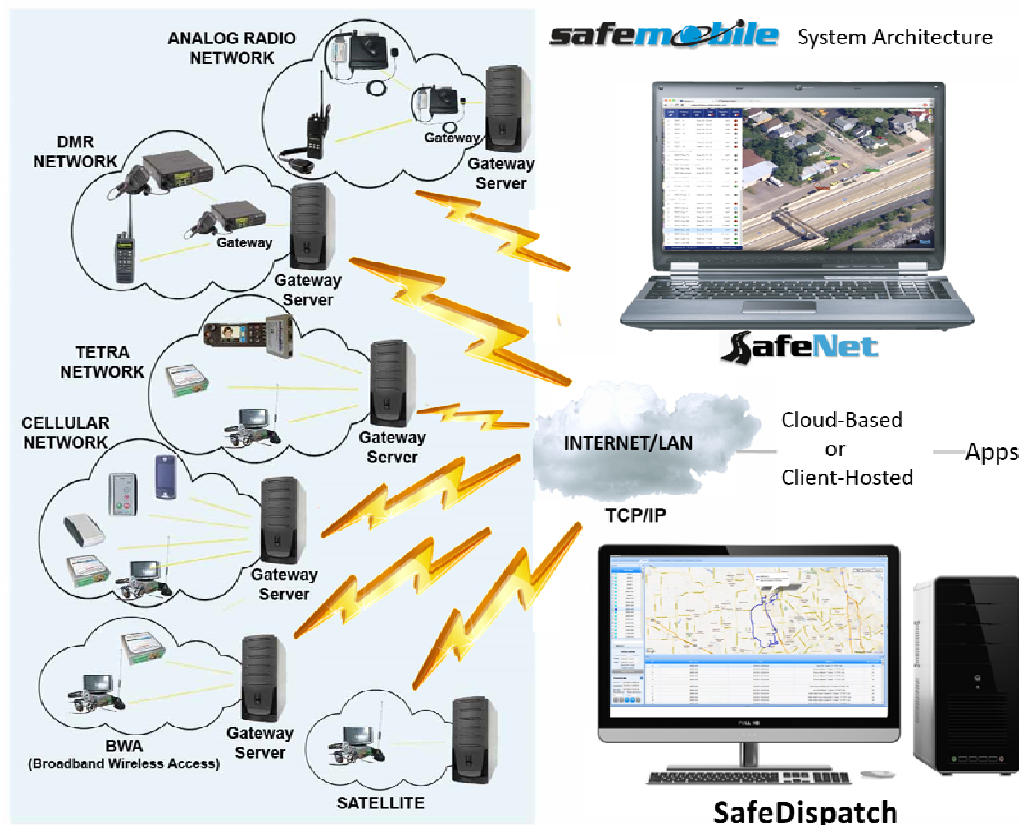


Figura 4.6. Aplicații customizate de integrare în platforma S4I

Figura 4.7 ilustrează diagrama componentei UML a platformei S4I [99]. Platforma bazată pe cloud are 6 componente principale, care comunică prin interfețe dedicate.

**Componenta I/O** are 2 subcomponente, **Analog I/O** și **Digital I/O**, și comunică cu **componenta RST** prin **Interfața RST I/O**.

**Componenta Aplicație** se referă la aplicații customizate ale terțelor părți și comunică cu **componenta RST** și cu **componenta I/O**, prin interfețe dedicate, în special **Interfața Aplicație RST** și **Interfața Aplicație I/O**.

**Componenta RST** administrează interogarea unităților RST și comunică cu Aplicația și componentele I/O, care furnizează date de intrare componentei RST, și cu **componenta Server Gateway**, care primește date de la unitățile RST.

**Componenta Server Gateway** comunică cu **componenta RST** prin **Interfața Gateway Server**, și cu **componenta Server de Aplicație** prin **Interfața Server de Aplicație**.

**Componenta Server de Aplicație** comunică cu **componenta Gateway Server** și cu **componenta Server Bază de date**.

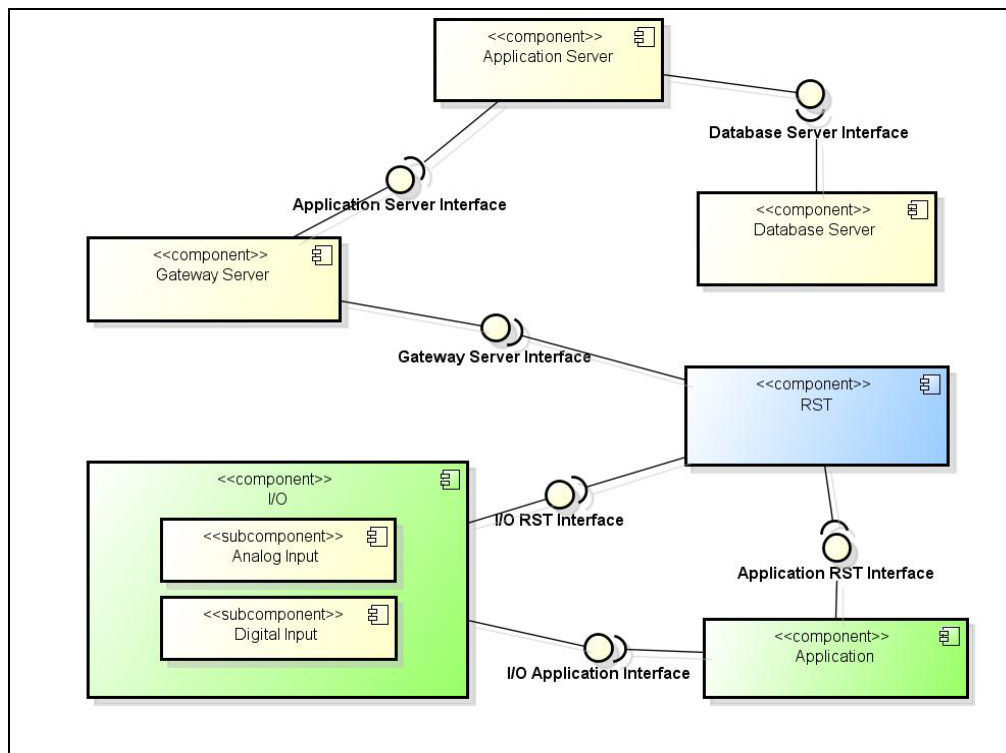


Figura 4.7. Diagrama Componentei UML pentru platforma S4I

### 4.3 Remote Safety Terminal (RST)

RST este un element de bază pentru integrarea aplicațiilor customizate cu platforma S4I bazată pe cloud. RST colectează datele de la diverși senzori și sateliți GPS. Fiecare Unitate RST Safemobile este echipată cu un modul de comunicație wireless care îi permite să transmită date prin rețele wireless. Dispozitivul RST poate fi configurat să suporte apeluri voce la conectarea la căști cu microfon sau căști cu tub acustic. Transmisile de mesaje RST vor fi trimise folosind pachetul SMS prin rețele GSM operate de furnizori de servicii de telefonie mobile. Mesajele SMS vor fi primite de Servere Întreprindere locale. Toate transferurile de mesaje sunt criptate și securizate prin SSL și dispozitive hardware puse în aplicații folosind protocolul SSL și însoțind programe informatice și servicii.

### 4.4 Concluzii S4I

S4I este o platformă de dezvoltare aplicații securizată, inteligentă, interconectată și interactivă, care este capabilă să colecteze și să transmită informația de la diverse surse de date peste multiple sisteme de comunicare wireless. Arhitectura ei are un design deschis, flexibil și scalabil, asigurând o platformă în întregime integrată, care:

- oferă o interfață deschisă, scalabilă și flexibilă ce permite dezvoltarea rapidă de aplicații;
- oferă arhitectură orientată pe servicii;
- furnizează implementarea mai ușoară a aplicațiilor customizate;
- este flexibilă la adaptarea la tehnologiile avansate de dezvoltare ulterioare;
- asigură actualizări continue ce permit utilizatorilor să obțină avantaje ale ultimei inovații în tehnologie;



- permite utilizarea transparentă a protocoalelor standard și vechi și a interfețelor diferitelor platforme de comunicare;
- beneficiază de o arhitectură nouă bazată pe cloud computing;
- este dedicată pentru crearea unui sistem de informații în întregime interoperabil pentru controlul diferitelor procese.

## 5. SISTEM DE ADMINISTRARE A BUNURILOR MOBILE

Acest capitol prezintă o aplicație bazată pe platforma S4I, numită Sistem de Administrare a Bunurilor Mobile (MAMS). Aplicația este capabilă să monitorizeze și să controleze bunurile mobile oriunde în lume folosind un PC și conexiune Internet. Este integrată în Nivelul Aplicație al structurii de layere S4I descrise în Capitolul 4. MAMS este o soluție de administrare a bunurilor mobile pentru operatori ai flotelor comerciale locale, regionale sau internaționale. Implementarea aplicației MAMS este o dovadă clară a flexibilității și scalabilității platformei S4I, creând cu adevărat un sistem integrat bazat pe cloud computing pentru comunicație radio wireless.

### 5.1 Arhitectura și descrierea MAMS

Soluția MAMS constă în 3 componente principale, așa cum este ilustrat în Figura 5.1.

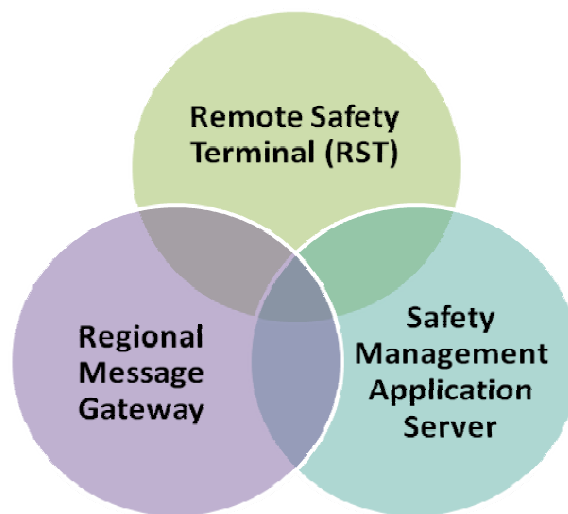


Figura 5.1 Componente MAMS

- **Terminal de Siguranță la distanță (RST)**

**RST** este o unitate AVL (Localizare Automată a Vehiculului) transmițătoare și de control care generează date privind locația vehiculului și sub-sistemele conectate. RST este instalat în fiecare vehicul ce urmează a fi monitorizat. RST calculează poziția vehiculului în fiecare secundă și monitorizează statusul sub-sistemelor conectate ale vehiculului, precum aprindere motor, senzorii de ușă și de temperatură. RST trimite mesaje cu informații privind locația și statusul prin rețea wireless către un gateway pentru mesaje SafeMobile.

- **Gateway Local pentru Mesaje**

Un gateway pentru mesaj primește mesajele wireless transmise de RST, le decodează și le reîmpachetează folosind un protocol XML dedicat, și le trimite printr-o rețea cu fir către Serverul de Aplicații de Management al Securității (SMAS). Gateway-uri (Routere) Locale pentru Mesaje sunt utilizate după cum este necesar, în funcție de numărul de vehicule și distribuția lor geografică.

- **Serverul de Aplicații de Management al Securității**

Pentru a utiliza MAMS, utilizatorii se conectează la Serverul de Aplicații de Management al Securității (SMAS) printr-o conexiune securizată la Internet. MAMS permite utilizatorilor să monitorizeze și să controleze flota lor de oriunde, oricând, de la orice calculator. Serverul de Aplicații de Management al Securității este un site fix cu 2 funcții primare: primirea mesajelor de la unitățile mobile și stocarea lor în baza de date securizată Oracle 10g, și trimiterea informațiilor din baza de date Oracle la utilizator, la solicitarea acestuia. Aceste funcții sunt implementate în 2 module diferite (server de aplicații J2EE și aplicația web) care lucrează împreună prin intermediul bazei de date Oracle.

## **5.2 Concluzii MAMS**

Sistemul de Administrare a Bunurilor Mobile (MAMS) reprezintă o aplicație tipică bazată pe platforma S4I. Folosind o conexiune la Internet și un PC cu software-ul instalat, orice transportator poate să monitorizeze și să controleze bunurile mobile oriunde în lume, în condiții sigure de exploatare. MAMS este integrată în Nivelul Aplicație al structurii de layere S4I descrise în Capitolul 4, fiind o dovadă clară a flexibilității și scalabilității platformei S4I, creând cu adevărat un sistem integrat bazat pe cloud computing pentru comunicație radio wireless.

Facilitățile pe care aplicația MAMS le oferă arată versatilitatea platformei S4I în a garanta securitate pentru orice conexiune autorizată, ca și configurarea ușoară de către utilizator a aplicației prin adăugarea/scoaterea de unități mobile, realizarea de istorice, rapoarte zilnice, săptămânale, lunare etc, ca și controlul de la distanță a celor mai semnificative mărimi caracteristice ale unităților mobile.

## **6. STSS - SISTEM SECURIZAT PENTRU TRANSPORTUL STUDENȚILOR**

Sistemul securizat pentru transportul studenților (STSS) este una dintre implementările specifice ale sistemului Mobile Asset Management (MAMS), care a fost dezvoltat la SafeMobile ([www.safemobile.com](http://www.safemobile.com)). Sistemul STSS permite entităților interesate de transportul studenților/elevilor să sporească siguranța mijloacelor de transport, a șoferilor și a pasagerilor, oferind posibilitatea de urmărire de la distanță, de monitorizare și control.

### **6.1 Descriere generală**

Sistemul STSS este conceput și dezvoltat în jurul platformei S4I [107, 120], care a fost descrisă în capitolul 4 al acestei lucrări. Platforma S4I este un concept extrem de flexibil, ce poate fi ușor extins și personalizat potrivit cu specificațiile și nevoile clientului. Extinderea platformei se face prin dezvoltarea unei noi aplicații, care este integrată în Nivelul Aplicație S4I (după cum se arată în Figura 6.1).

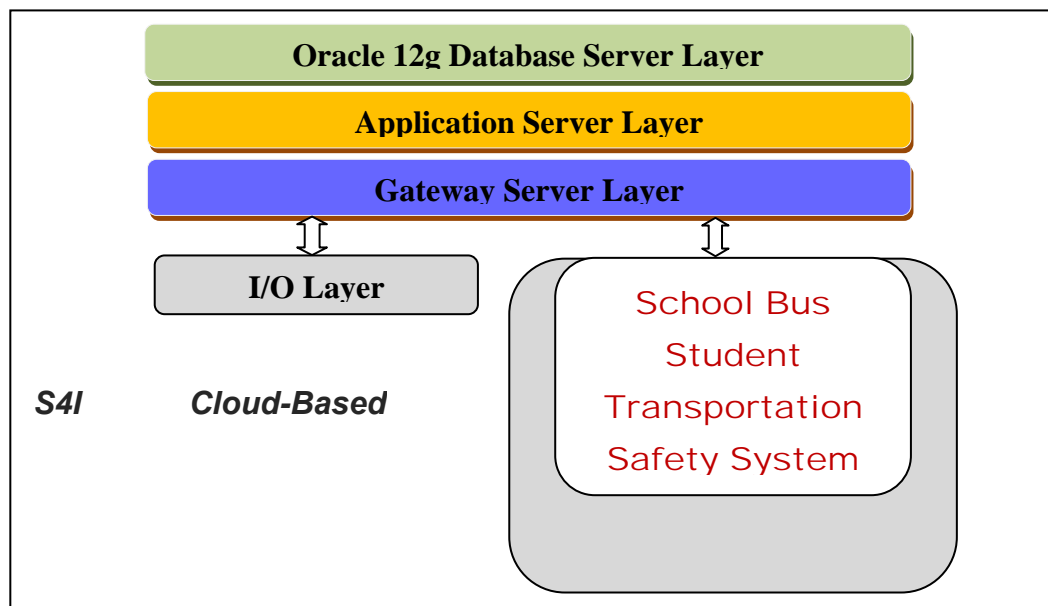


Figura 6.1. Integrarea STSS în platforma S4I

Fiecare vehicul este echipat cu un modul de control care monitorizează poziția sa geografică, prin intermediul Global Positioning System (GPS), comunică cu sistemele de la bordul vehiculelor și transmite poziționarea și informații de stare prin intermediul unei rețele wireless. STSS oferă soluții la probleme cum ar fi: sincronizare traseu, notificare de la distanță, re-assignare rută autobuz, re-localizare elev și informații incomplete de referință elevi. STSS comunică cu controlerul și oferă o interfață configurabilă pentru utilizatori.

STSS este folosit pentru a monitoriza poziționarea vehiculelor, viteza, statusul "butonului de panică", uși, motoare, temperatură, și alte variabile furnizate de senzori specifici. Sistemul permite, de asemenea, transmiterea de mesaje către controler, precum și activarea și dezactivarea diferitelor sub-sisteme ale vehiculului, precum faruri și claxoane.

STSS este conceput ca un sistem flexibil și extrem de configurabil care permite personalului ce se ocupă cu instalarea și configurarea sistemului să definească ce evenimente sunt localizate, ce alarme sunt generate prin intermediul combinațiilor de evenimente și ce răspunsuri sunt generate ca rezultat al combinațiilor de alarme.

Figura 6.6 descrie contextul sistemului global, arătând entitățile externe principale care interacționează cu sistemul. Aceste entități sunt actorii, hardware, software, diferite sisteme și rețele.

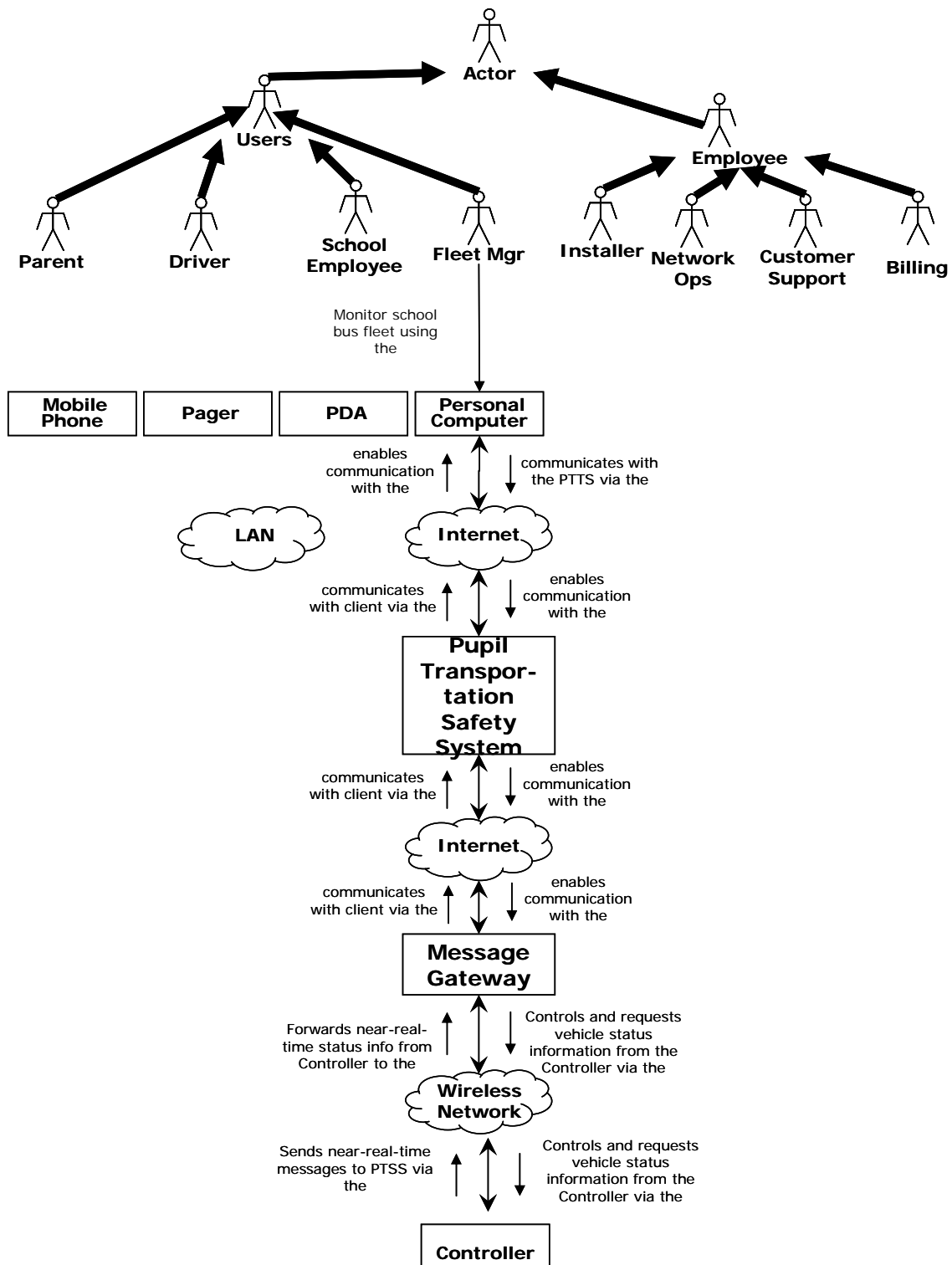


Figura 6.6 Diagrama Context

Cerințele funcționale pentru sistem sunt specificate sub forma de cazuri de utilizare, ilustrând interacțiunile diferiților actori cu cazurile de utilizare specifice.

Următoarea diagramă a cazurilor de utilizare prezentată în Figura 6.7 sumarizează cerințele funcționale pentru sistem.



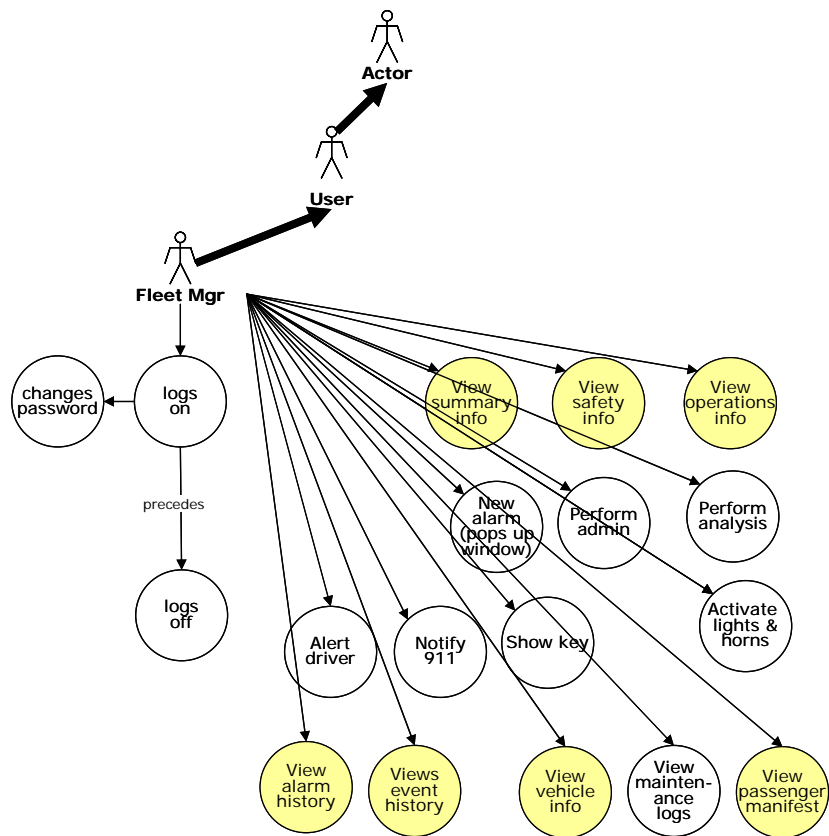


Figura 6.7. Diagrama cazurilor de utilizare

## 6.2 Terminalul de Siguranță la distanță Safemobile

Terminalul de Siguranță la distanță Safemobile este o componentă cheie a sistemului STSS care este instalat chiar pe autobuz și are capabilități de raportare a poziției extrem de flexibile și programabile. RST oferă principalele capabilități de comunicare ale sistemului și este compus din diverși senzori, procesor, și un modem care asigură comunicarea cu sateliții GPS.

Figura 6.12 ilustrează poziția strategică a dispozitivului RST în cadrul STS.

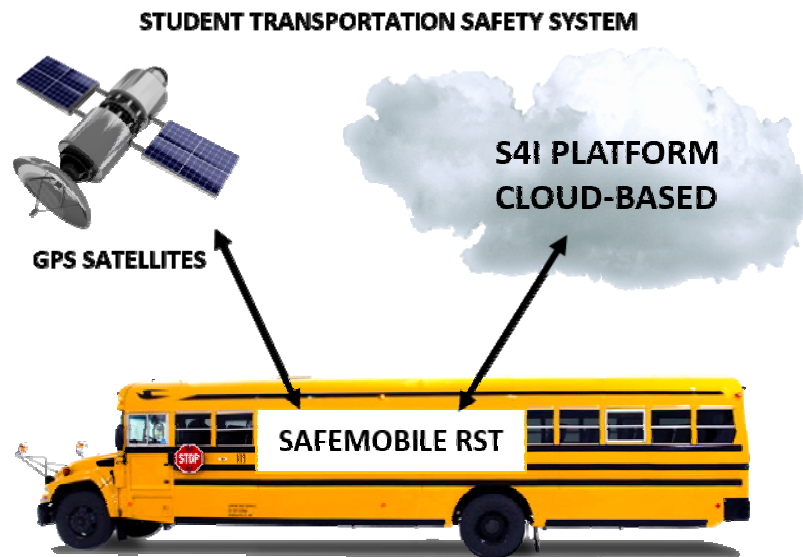


Figura 6.12. Poziția RST în cadrul sistemului STSS

RST poate fi configurat să raporteze periodic poziția, în urma apariției anumitor evenimente, sau oricând un interval definit de timp a trecut (interval de raportare maxim) fără ca mesajele determinate de eveniment să fi fost generate. Intervalul maxim de raportare predefinit este 600 sec (10 minute), dar poate fi configurat în intervale de 1 secundă la minimum la fiecare 15 secunde. Poate, de asemenea, să fie configurat să transmită mesaje neprogramate deloc.

### 6.3 Concluzii STSS

Sistemul Transport Safety Student (STSS) permite părților interesate de transport de studenți să sporească siguranța mijloacelor de transport, a șoferilor și a pasagerilor, oferind posibilitatea de urmărire de la distanță, de monitorizare și control.

Aplicația este dezvoltată în jurul platformei S4I, care a fost descrisă în capitolul 4. Aplicația STSS poate fi instalată pe un server dedicat din nivelul de servere de aplicație (pool of application servers) și poate fi conectată la un server gateway dedicat, prin intermediul căruia se poate efectua comunicația cu mediul extern, prin echipamente RST.

## 7. ORAȘ SECURIZAT BAZAT PE PLATFORMA S4I CLOUD COMPUTING

Conceptul de oraș securizat (safety city) are drept scop asigurarea mobilității în siguranță într-un oraș computerizat, prin conectarea serviciilor de urgență, cum ar fi departamentele de poliție sau autoritățile medicale cu locații monitorizate, de exemplu aeroportul, o școală sau o stație de cale ferată. Permițând vehiculelor să comunice unul cu celălalt prin intermediul platformelor de comunicare dedicate și

serverelor centrale gateway, SafeMobile ajută la crearea unui oraș mai sigur. Nevoia oamenilor de a trăi într-un oraș mai sigur a crescut în ultimul timp din cauza nivelului ridicat de criminalitate și de haos, precum și a numeroaselor atacuri teroriste.

### 7.1 Conceptul de Safe City

Safe city (oraș securizat) este un concept cunoscut de curând care oferă infrastructura adecvată pentru a crea o siguranță certă (uniformă) de conectare a principalelor entități într-un oraș, după cum se arată în Figura 7.2.

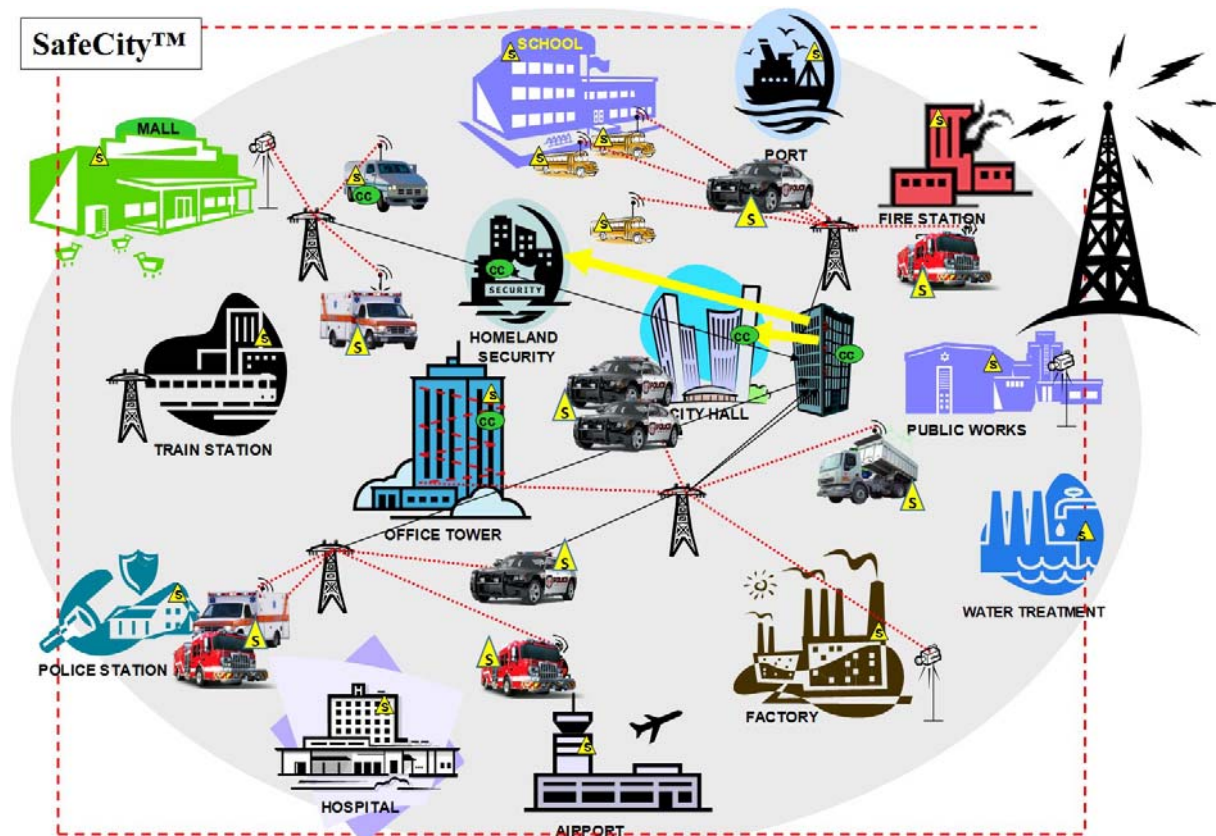


Figura 7.2. Privire de ansamblu a orașului securizat

Principalul avantaj al conceptului de oraș securizat este faptul că reunește într-o singură platformă cunoștințe și funcții de control și management, care au fost utilizate anterior în cadrul sistemelor individuale. Platforma bazată pe cloud computing S4I este nucleul sistemului. Diferite tipuri de dispozitive și senzori colectează datele și le trimit pentru prelucrare către S4I: camere video, aparate audio, butoane de urgență și de panică, instrumente biometrice, RFID, smart card-uri, o gamă diversificată de senzori, cum ar fi detectoare de fum, detectoare de radiații, senzori de proximitate, senzori de presiune, senzori de detecție explozie, senzori de temperatură etc. O imagine afirmărilor de mai sus este prezentată în Figura 7.3 [83].



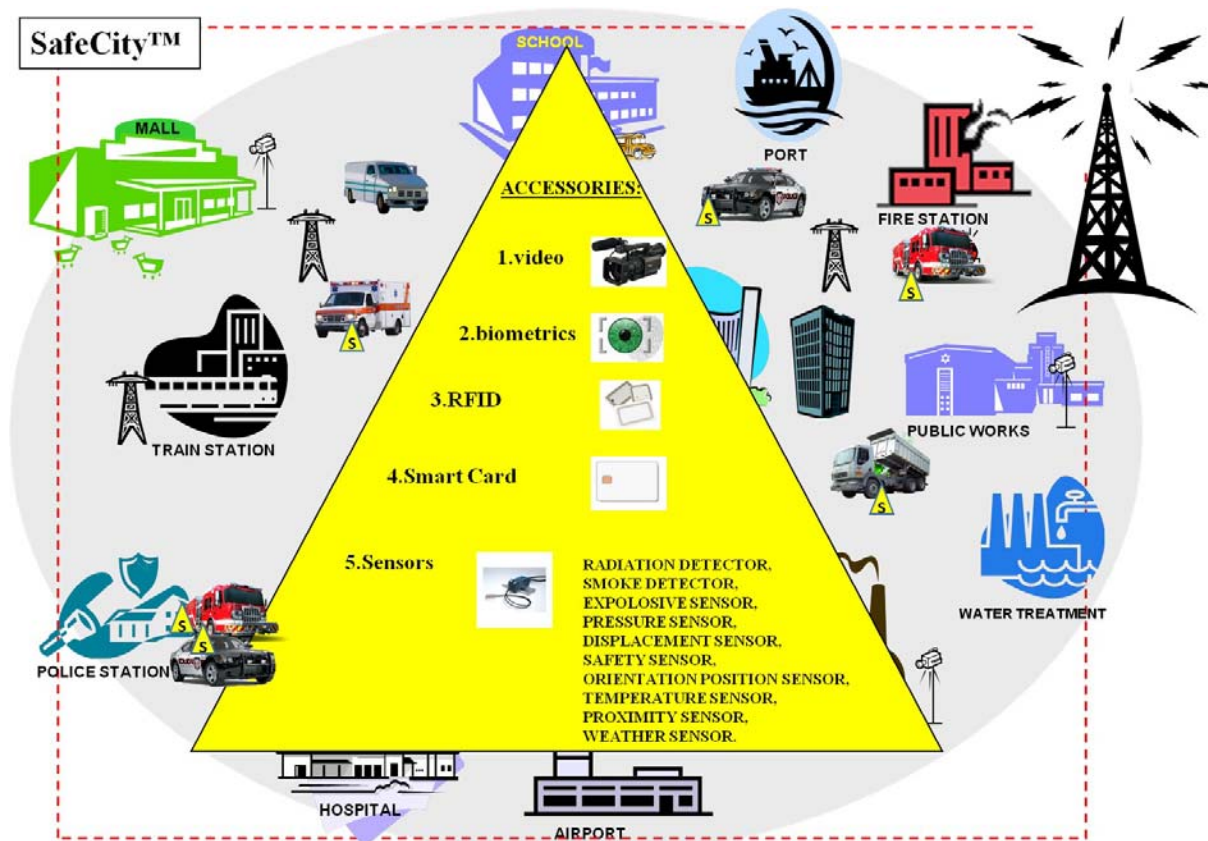


Figura 7.3. Accesoriile SafeMobile utilizate într-un oraș securizat (SafeCity)

Un element-cheie al sistemului Safe City este centrul de control, care este "creierul" sistemului integrat. Centrul de control oferă o rețea centralizată pentru primirea, analiza și procesarea informațiilor colectate din diverse surse și locuri: aeroporturi, gări de cale ferată și/sau metrou, lucrări publice, instituții guvernamentale, școli, mall-uri și cetățeni. Rezultatul este o rată mai bună de prelucrare a informațiilor, ceea ce duce la luarea deciziilor în timp real și îmbunătățirea managementului securității orașului.

## 7.2 Arhitectura modelului experimental

Pentru această lucrare a fost introdus și explicat un model experimental al contextului de oraș securizat. Arhitectura modelului experimental este prezentată în Figura 7.5. Modelul experimental a fost axat pe un aeroport local și serviciile sale de urgență: poliție, pompieri și ambulanță. În aeroport am simulat două incidente majore. Primul a fost legat de mașinile interne ale aeroportului, la care s-a produs un scurtcircuit la motor, dificil de a fi observat de către conducătorul auto. Al doilea incident major a fost simulat în sala de așteptare aeroportului. O valiză ciudată, fără stăpân, a fost detectată în camera de așteptare folosind fluxul video primit de la camerele de luat vederi.

Prin implementarea Safe Dispatch a crescut productivitatea mașinilor din interiorul aeroportului cu 80%, iar costurile cu întreținerea vehiculelor s-au redus cu 40%. Perioada de timp în care al doilea incident a fost rezolvat, folosind Safe Mobile, a fost foarte scurtă în comparație cu intervalul obținut pentru aceeași situație, dar folosind detectare clasică și metodă convențională de comunicare.



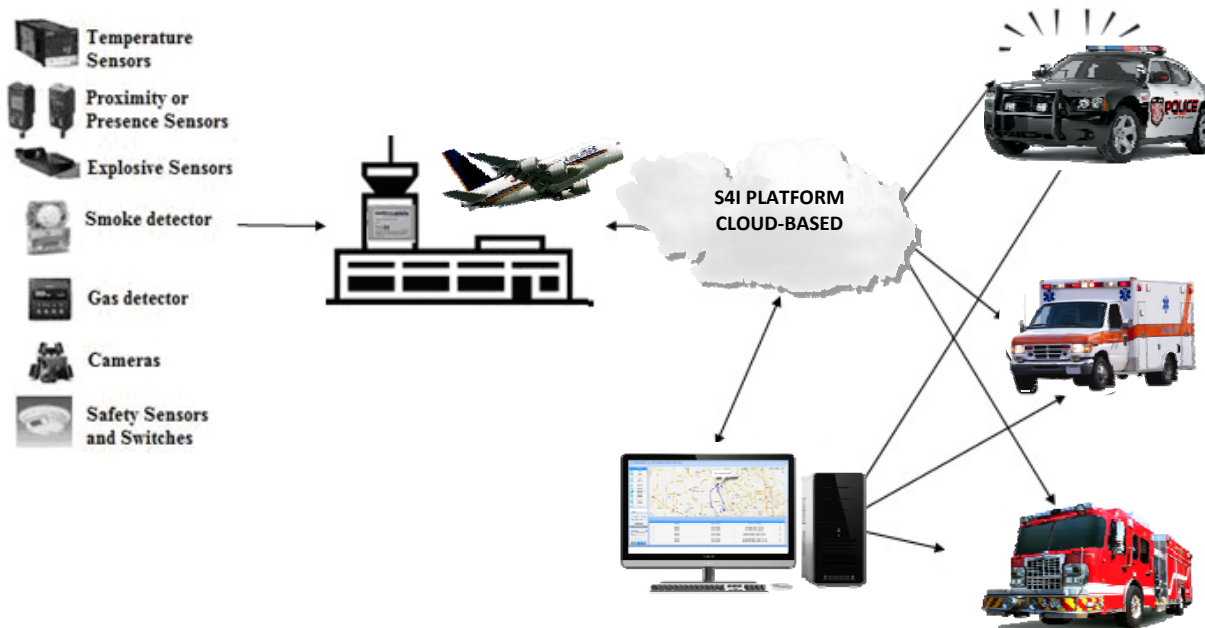


Figura 7.5. Arhitectura modelului experimental

### 7.3 Concluzii Safe City

Un oraș în care obiectivele sale principale (aeroport, școli, clădiri administrative, muzee) sunt computerizate și chiar mai mult, echipate cu Safe Mobile, este mai sigur și îndeplinește mai bine nevoile de siguranță ale cetățenilor. Nevoia oamenilor de a trăi într-un oraș mai sigur a crescut în ultimul timp din cauza nivelului ridicat de criminalitate și de haos, precum și a numeroaselor atacuri teroriste.

Sistemul Safe Mobile permite date în timp real, interoperabilitatea între imagine și voce, fiind o soluție perfectă pentru a conecta toate obiectivele majore ca servicii la un centru unic de comandă. În acest fel, toate situațiile de urgență sunt rezolvate într-un timp semnificativ redus față de situațiile clasice de investigare și comunicație [10].

SafeCity este un concept în curs de dezvoltare având scopul de a furniza infrastructura adecvată pentru a crea o structură unitară pentru a conecta principalele entități dintr-un oraș [94].

Platforma bazată pe cloud S4I este nucleul sistemului. Diferite tipuri de dispozitive și senzori colectează datele și le trimit pentru prelucrare către S4I. Rezultatul este o rată mai bună de prelucrare a informațiilor, ceea ce duce la luarea deciziilor în timp real și îmbunătățirea managementului securității orașului [106].

## 8. CONCLUZII, CONTRIBUȚII ORIGINALE ȘI DIRECȚII DE CERCETARE ULTERIOARE

### 8.1 Concluzii generale

Lumea în care evoluăm presupune înțelegerea și acumularea unei cantități imense de informație, care apoi necesită procesare. La ora actuală, prin simpla accesare a Internetului, orice informație, cunoștințe, statistici sau diferite maniere de abordare a unor anumite categorii de probleme pot fi ușor cunoscute de orice persoană cunoscătoare a navigației prin intermediul unui motor de căutare. Acest aspect esențial a fost posibil datorită dezvoltărilor tehnologice din zilele noastre, care au avut - și au – o evoluție într-o manieră galopantă, la care industria de IT este pe primul plan.

În prezent sunt stocate – prin diverse modalități – un număr impresionant de date, de la cele de informare cu caracter general, la cele științifice sau cu caracter sensibil (privat sau aparținând structurilor statale speciale). O consecință imediată este legată de necesitatea clasificării acestora ca și de protejare a lor, aspecte cerute de accesul controlat, transportul în siguranță și stocarea în locuri sigure. Mai mult, s-a dezvoltat în complexitate noțiunea de proprietate intelectuală, în particular cea de proprietate digitală, ceea ce a condus la elaborarea de standarde și normative necesare protejării datelor confidențiale.

Noțiunea de *Cloud Computing* devine mai familiară atunci când ne gândim la acel lucru de care IT-ul are mereu nevoie, și anume o modalitate de a mări capacitatea sau de a adăuga noi capacități din mers, fără a investi într-o nouă infrastructură, fără a face training cu personal nou sau a plăti licența unui nou software. Oferind o soluție la necesitățile sus-menționate, modelele *Cloud computing* cuprind un serviciu pe bază de abonament sau plătit-per-utilizare, care este folosit în timp real pe Internet și care extinde capacitățile existente ale unui departament IT. Mulți utilizatori au considerat că această abordare asigură o recuperare a investiției pe care managerii IT sunt mai mult decât dispuși să o accepte.

Criza economică venită la începutul anului 2008 a adus după sine schimbări radicale la nivel tehnologic, care s-au manifestat prin remodelarea mediilor IT în sensul corelării acestora cu procesele de business, urmărindu-se atât lansarea unor produse noi capabile să satisfacă cerințele unei clientele cu putere redusă de cumpărare, dar și eficientizarea costurilor IT din perspectiva operării, gestionării și întreținerii echipamentelor hardware, precum și a produselor software prin care se vehiculează fluxurile de date din companie.

Pe măsura trecerii timpului asistăm la tendința de externalizare a serviciilor consacrate din zona de lucru atât a companiilor, cât și a utilizatorilor independenți, care arată flexibilitatea și agilitatea domeniului IT, în particular a cloud computing-ului

prin dinamica și disponibilitatea acestuia, care îl face accesibil ca orice informație de pe Internet, într-o manieră similară accesării unei pagini web de furnizor.

În realizarea acestei teze am urmărit îmbinarea conceptelor de bază care fundamentează cloud computing-ul cu cele elaborate de subsemnatul, în primul rând privind alocarea și folosirea resurselor hardware, adaptarea lor la categoria de procese eterogene pe care le înglobează, scopul final fiind formularea unor concluzii obiective privind raportul beneficii/riscuri caracteristic acestor arhitecturi.

Argumentația de cloud computing anterior făcută a urmărit scopul acestei lucrări - și anume cel legat de categoria arhitecturilor private orientate către servicii, care se regăsesc în dezvoltările ulterioare. Aceste arhitecturi, imaginate de autorul tezei, au trebuit să răspundă unor cerințe concrete de conducere a proceselor, mai ales că mediile de colectare și transmitere a datelor / comenzilor corespund unor procese eterogene, care îmbină principiile din transmisii radio consacrate cu cele moderne, wireless industrial și domestic, comunicații GSM și GPRS etc.

Fără îndoială că atât avantajele specificate anterior privind folosirea cloud computing-ului, cât și neajunsurile rezultate din stoparea procesului de migrare către cloud, presupun folosirea unor proceduri standardizate pentru astfel de procese, care garantează o serie de avantaje cum ar fi:

- Armonizarea problematicilor la nivel comunitar și internațional privind procesul de migrare a aplicațiilor consacrate în cloud, fiind astfel asigurat un sistem comun de valori, corelat cu un grad ridicat de satisfacere a nevoilor utilizatorilor;
- Se pot pune în evidență o serie de best practice-uri care s-au dovedit eficiente în cazurile practice reale în care s-au folosit;
- Anumite procese – transparente pentru utilizator – pot fi certificate, fiind astfel posibilă creșterea încrederii factorilor decizionali la utilizarea acestor procese;
- Migrarea într-un mod unitar asigură adresarea tuturor dependențelor într-o manieră unitară, standardizată, la baza căreia stau practici consacrate;
- Modalitatea de realizare a tuturor cerințelor premergătoare migrării în cloud, ținând seama de aria funcțională din care acestea fac parte.

Progrese semnificative s-au realizat și în ceea ce privește evaluarea serviciilor din cloud, deși cercetările sunt încă la început, la ora actuală fiind oferite printre altele:

- Categoriile de standarde elaborate de CSA prin care se încearcă să impună modelul de securitate în cloud;
- Aplicarea standardelor de governanță și risc tradiționale – elaborate de ISACA – în cazul arhitecturilor cloud, accentul fiind pus pe adaptarea acestora la specificațiile cloud-ului;
- Popularizarea realizărilor practice privind mecanismele de control și de monitorizare a activităților diversilor furnizori de cloud;

- Diseminarea unor povești de succes privind implementările din cloud ca și a mecanismelor de securitate aplicabile în scenariile respective.

Ca o concluzie a celor expuse mai sus, consider că fenomenul cloud computing este, cu certitudine, una din cele mai incitante arii tehnologice din zilele noastre, argumentele fiind costurile reduse pe care le implică, dar și flexibilitatea de care dă dovadă. Fără îndoială, tehnologia cloud are multe beneficii care sunt rezultate din capacitatea sa de optimizare a procesării datelor, dar și o serie de riscuri izvorâte din folosirea neadecvată a proceselor, de multe ori mai semnificative decât avantajele. Prin cercetările întreprinse în acest domeniu, ca și prin utilizarea efectivă a conceptului de cloud în diverse situații concrete, am ajuns la concluzia că folosirea cloud computing-ului este benefic și potrivit în orice împrejurare, diferența dintre o poveste de succes și un eșec nu ține de tehnologia în sine, ci de armonizarea modelelor de cloud pe necesitățile clienților (consumatorilor). De altfel, folosirea eficientă a aplicațiilor dintr-o companie migrate în cloud, la care se adaugă proprietățile intrinseci ale cloud computing-ului, oferă un surplus de valoare companiei care le folosește, cu atuuri puternice într-o piață concurențială.

De asemenea, ca o concluzie generală, care îmi permite să afirm că teza elaborată este o lucrare de avangardă în aplicarea efectivă a soluțiilor de cloud computing, este maniera novatoare de realizare a platformei S4I, care asigură o modalitate flexibilă de construcție a aplicațiilor personalizabile, cele câteva exemple (studii de caz) expuse fiind în totalitate originale.

## 8.2 Contribuții personale

Technologia « *cloud* » nu are granițe și – în consecință – a făcut lumea să pară mai mică. Internetul este o prezență cotidiană la nivel mondial, respectând doar căile de comunicație stabilite, astfel că oamenii de pretutindeni pot colabora și interschimba informații on-line. Globalizarea resurselor de calcul poate fi cea mai mare contribuție pe care modelul « *cloud* » a adus-o. Din acest motiv, « *cloud* » este subiectul multor dezbateri geopolitice complexe. Furnizorii de « *Cloud Computing* » trebuie să se conformeze unei serii de reglementări pentru a distribui servicii « *cloud* » către o piață globală. Când Internetul a fost la începuturi, multă lume considera cyberspace-ul ca fiind un mediu distinct care avea nevoie de legi specifice. Centrele universitare și ARPANET au fost, pentru un timp, medii încapsulate, unde a existat Internetul. A trecut un timp pentru ca mediul de afaceri să se obișnuiască cu noul concept [14].

Una din cele mai de succes infrastructuri – dezvoltată de autor – este bazată pe **conceptul de S4I** (infrastructură securizată, inteligentă, interconectată și interactivă), care este capabilă să colecteze și să transmită informația de la multiple surse de date peste multiple sisteme de comunicație wireless. Arhitectura platformei Safemobile S4I – descrisă principial la finele capitolului 3, reprezintă chintesenta cercetărilor personale desfășurate pe parcursul mai multor ani, în care am urmărit integrarea proceselor eterogene, conceptual și funcțional, într-o platformă de dezvoltare aplicații cu eforturi minime pentru utilizator. De aceea consider că



platforma S4I este o contribuție originală importantă, bazată pe o arhitectură deschisă, flexibilă și scalabilă, care furnizează o soluție integrată de informații pentru aplicații ale terțelor părți, dezvoltatori și utilizatori, ce include răspuns în situații de urgență, siguranță publică și operații de transport.

În esență, **contribuția originală majoră a tezei** este maniera în care **conceptul novator S4I combină modelul de cloud computing** conturat în prezent **pe arhitecturi orientate către servicii** cu categoriile de echipamente și utilizatori ai acestora, **în scopul garantării funcționării în medii eterogene**, precum și **realizarea de aplicații orientate către utilizator**, integrate în sistem și **transparente** pentru cel ce folosește sistemul informatic dezvoltat.

O altă contribuție importantă a tezei este reprezentată de maniera cu care **sunt urmărite** – cu consecvență – **funcționalitățile** și cerințele care se impun a fi standardizate într-un mediu de tip cloud, **pentru a asigura interoperabilitatea, ușurința integrării și portabilitatea**, în concordanță cu tendințele **din cloud computing** referitoare la dezvoltarea sa ca un mediu deschis, minimalizând dependența companiei client de furnizorul de servicii.

**Descrierea platformei S4I** din capitolul 4 **arată capacitatea sa de integrare a aplicațiilor provenite din procese eterogene**, cu accent pe comunicațiile radio și wireless, la care **elementul RST (Remote Safety Terminal) a fost integral conceput, proiectat și realizat de autorul tezei**. Unitatea RST este un element cheie, care conectează nivelul I/O de nivelul de servere gateway. Acesta este utilizat pentru a colecta și procesa datele de intrare primite de la diverse surse eterogene. Nivelul I/O este o interfață complexă între datele din mediul extern și platforma S4I, care implică utilizarea de RFID / smart cards, aparate de fotografiat digitale, cititoare, DVR, MDT, microfon, diferite tipuri de senzori, dispozitive de localizare GPS etc. Acest layer e strâns legat și conectat de o serie de unități de control la distanță, precum TETRA, RSM, SafeLocator, cAVL, PU, OEX. Nivelul I/O implementează câteva interfețe, precum: PCMCIA, Bluetooth, USB, RJ45, LPT, IrDA, 422/485/232/CAN.

**Originalitatea de necontestat a platformei S4I** se reflectă prin însușirile sale, câteva din cele mai semnificative fiind:

- permite interoperabilitate de comunicații inteligibile între diferite tipuri de rețele, produse, dispozitive și agenții ;
- asigură colectarea informațiilor de la terminale de date, audio și video, senzori ;
- realizează transmisia și primirea de informații pe multiple platforme de comunicație ;
- permite procesarea și depozitarea informației, atât local cât și într-un mediu distribuit, într-o modalitate de securizare ridicată ;
- oferă o interfață extensivă flexibilă, scalabilă și deschisă pentru aplicații ale terților, în multiple versiuni de limbă.

În același timp, **platforma S4I are o serie de proprietăți incontestabile, care permit dezvoltarea de aplicații originale într-o manieră sigură și transparentă pentru utilizator**, cele mai semnificative fiind legate de:

- oferă o interfață extensivă flexibilă, scalabilă și deschisă necesară pentru utilizare rapidă;
- oferă o arhitectură orientată pe servicii;
- permite o implementare ușoară a aplicațiilor personalizate;
- prezintă flexibilitate în adaptarea la dezvoltările viitoare de tehnologie avansată;
- este în permanență actualizată, astfel că permite utilizatorilor finali să beneficieze de ultimele inovații în tehnologie;
- folosirea transparentă a protocoalelor și interfețelor standard și legale ale diferitelor platforme de comunicație;
- adună informația în timp real de pe teritoriul țării, indiferent de căile de comunicație (private sau publice), o monitorizează, prelucrează și o returnează sub formă de mesaje sau comenzi către entitățile interesate.

Obiectivele urmărite în cadrul tezei au permis validarea originalității soluțiilor adoptate, cele mai semnificative contribuții fiind:

- ◆ evidențierea arhitecturii orientate pe servicii a platformei SafeMobile S4I;
- ◆ punerea în evidență a celor mai semnificative caracteristici de cloud computing ale platformei S4I, ca și garantarea interoperabilității și standardizării acestora;
- ◆ sensibilizarea industriei de profil asupra conceptului de Open Cloud Computing aplicabil pentru controlul proceselor în rețele eterogene, care – după opinia mea – contribuie la clarificarea situațiilor în care e necesară îmbunătățirea standardelor.
- ◆ interfațarea echipamentelor de colectare date și returnare comenzi într-o manieră transparentă pentru utilizator, fără restricții privind mediul de transmisie ca și principiile constructiv-funcționale ale acestora, garantându-se astfel scalabilitatea aplicațiilor personalizate;
- ◆ folosirea unor platforme hardware de ultimă generație și a unor algoritmi de procesare paralelă și distribuită (transparente pentru utilizatori) prin care se garantează performanțe dinamice ridicate în mediul cloud, cu risc minim (securizare de nivel înalt a datelor prin tehnici moderne de securizare a datelor), ca și folosirea unor baze de date performante;
- ◆ prezentarea – într-o manieră succintă – a câtorva din aplicațiile posibile ale platformei S4I – de la concept la implementare fizică în lumea reală – prin care s-a demonstrat noutatea și viabilitatea arhitecturii S4I;
- ◆ introducerea unor concepte noi, aplicabile în prezent sau în viitorul apropiat, care s-au bucurat de interes deosebit din partea specialiștilor (a se vedea – de exemplu – conceptul de safety city) atât din zona cercetărilor teoretico-aplicative cât și a unor firme de referință producătoare de echipamente;
- ◆ punerea în operă a triadei concepție (cercetare) – proiectare – introducere în fabricație prin realizarea unor echipamente și produse software noi, în prezent aflate în exploatare la companii și societăți administrative din multe țări ale lumii.

Faptul că – la ora actuală – o serie de concepte au fost rafinate la nivel de cloud computing (cu preponderență după anul 2006), iar cercetările doctorale, începute înainte de anul 2000, au condus la semnificații similare (nu neapărat cu aceleași denumiri!), arată că intuiția nu m-a înșelat în a imagina arhitecturi orientate pe servicii în medii eterogene, cu echipamente existente sau special elaborate de colectivul pe care îl coordonez. Consider că acest aspect, prin consecințele de natură practică pe care le-a generat, se constituie într-o contribuție importantă a tezei elaborate.

În prezent platforma **Safemobile S4I** conține un număr impresionant de servere, cu foarte multe baze de date în spate, care sunt accesate prin swich-uri plasate geografic la locul de colectare date / returnare comenzi, fiind o configurație deja consacrată (în accepțiunea **SaaS** explicată în cadrul capitolului 3) de arhitectură multi-utilizator [8]. **Configurația platformei S4I este – după cunoștințele mele – unică sub aspect arhitectural în cloud computing, fiind astfel cu un grad de originalitate de necontestat.**

Platforma S4I permite dezvoltarea de aplicații într-o manieră sigură și transparentă pentru utilizator, oferă o interfață extensivă flexibilă, scalabilă și deschisă necesară pentru utilizare rapidă, oferă o arhitectură orientată pe servicii, permite o implementare ușoară a aplicațiilor customizate, prezintă flexibilitate în adaptarea la dezvoltările viitoare de tehnologie avansată, este în permanență actualizată, permițând utilizatorilor finali să beneficieze de ultimele inovații în tehnologie, folosește transparent protocoale și interfețe standard ale diferitelor platforme de comunicație pentru conexiuni multiple (la care se adaugă sistemele de programe existente în S4I ca Safedispatch și SafeNet). De altfel, cele câteva exemple (capitolele 5 – 7) scot în evidență o nouă tehnică de realizare a aplicațiilor prin folosirea mediului cloud computing, ceea ce reprezintă o abordare în premieră pentru potențialii beneficiari.

Astfel, **Sistemul de administrare a bunurilor mobile MAMS** (Mobile Asset Management System) este – în esență – o aplicație bazată pe platforma S4I capabilă să monitorizeze și să controleze dispozitivele mobile aflate în orice poziție geografică cu ajutorul unui PC și a unei conexiuni Internet. MAMS reprezintă o soluție calificată de management a dispozitivelor mobile, care poate fi folosită de operatorii de flote comerciale internaționale, locale sau regionale. Implementarea MAMS este o dovadă de încredere în flexibilitatea și scalabilitatea platformei S4I, creând cu adevărat un sistem integrat unic bazat pe cloud pentru comunicații radio fără fir, concentrat pe îmbunătățirea tuturor aspectelor legate de siguranța transportului (siguranța vehiculelor, siguranță cargo, siguranța pasagerilor, siguranța șoferului).

Principalele capacități ale MAMS se concentrează pe identificarea și evitarea potențialelor amenințări, permițându-se utilizatorilor să știe unde se află vehiculele în orice moment, rutele urmate și orarul vehiculelor, cum funcționează sistemele vehiculelor, ce vehicule au nevoie de mentenanță, care sunt șoferii cei mai siguri, costul fiecărei rute, dacă integritatea vehiculului a fost compromisă, dacă apare o situație de urgență.

Pe baza acestor informații, utilizatorul poate activa sau dezactiva sistemele interne ale vehiculului de la distanță, în timp real. Sistemul Mobile Asset Management (MAMS) oferă managerilor de flote și dispecerilor capacități complete de monitorizare și de control de la un computer conectat la Internet situat oriunde în lume. În plus, față de creșterea siguranței vehiculelor, de marfă, șoferi și pasageri,

MAMS îmbunătățește managementul flotei și reduce sau elimină pierderile din furturi și utilizării neautorizate. MAMS este compatibil cu o varietate de rețele wireless, astfel că investițiile existente în echipamente wireless ale unei companii sunt păstrate.

**STSS – Sistemul securizat pentru transportul studenților** – este una dintre implementările specifice ale sistemului MAMS, care permite părților interesate de transport de studenți să sporească siguranța mijloacelor de transport, a șoferilor și a pasagerilor, oferind posibilitatea de urmărire de la distanță, de monitorizare și control.

Aplicația STSS – dezvoltată în jurul platformei S4I – poate fi instalată pe un server dedicat din nivelul de servere de aplicație (pool of application servers) și poate fi conectată la un server gateway dedicat, prin intermediul căruia se poate efectua comunicația cu mediul extern, prin echipamente RST.

Fiecare vehicul este echipat cu un modul de control care monitorizează poziția sa geografică, prin intermediul Global Positioning System (GPS), comunică cu sistemele de la bordul vehiculelor, și transmite poziționarea și informații de stare prin intermediul unei rețele wireless. STSS oferă soluții la probleme, cum ar fi: sincronizare traseu, notificare de la distanță, re-assignare rută autobuz, re-localizare student/elev și informații de referință incomplete studenți/elevi. STSS comunică cu controlerul și oferă o interfață configurabilă pentru utilizatori pentru a monitoriza locațiile vehiculelor, viteza, statutul “butonului de panică”, uși, motoare, temperatură, și alte variabile furnizate de senzori specifici. Sistemul permite, de asemenea, transmiterea de mesaje către controler, precum și activarea și dezactivarea diferitelor sub-sisteme ale vehiculului.

**Orașul securizat bazat pe platforma S4I cloud computing** – prezentat în capitolul 7 – are la bază conceptul de oraș sigur, informatizat. Conceptul de oraș securizat (SafeCity) are drept scop asigurarea mobilității în siguranță într-un oraș computerizat, prin conectarea serviciilor de urgență, cum ar fi departamentele de poliție sau autoritățile medicale cu locații monitorizate, cum ar fi aeroportul, o școală sau o stație de cale ferată / metrou. SafeMobile – componentă a platformei S4I - ajută la crearea un oraș mai sigur întrucât permite vehiculelor să comunice unul cu celălalt prin intermediul platformelor de comunicare dedicate și serverelor centrale gateway. Nevoia oamenilor de a trăi într-un oraș mai sigur a crescut în ultimul timp din cauza nivelului ridicat de criminalitate și de haos, precum și a numeroaselor atacuri teroriste.

SafeCity are ca scop optimizarea problemei siguranței publice în orașe moderne, prin crearea cadrului adecvat pentru a duce siguranța la nivelul următor, o siguranță inteligentă. Internetul bazat pe cloud, împreună cu comunicarea wireless și tehnologia de calcul actuale vor integra toate cunoștințele și know-how-ul de securitate pentru a construi un oraș mai sigur pentru toată lumea. Conceptul SafeMobile – SafeCity - este proiectat și construit în jurul platformei S4I, care va colecta, analiza și partaja datele mai eficient, pentru a asigura capacitatea de a lua decizii în timp real. Astfel, acțiuni imediate pot fi luate de către autorități, atunci când apare orice situație de urgență sau incident.

Principalul avantaj al conceptului de oraș securizat este faptul că reunește într-o singură platformă cunoștințe și funcții de control și management, care au fost utilizate anterior în cadrul sistemelor individuale. Platforma bazată pe cloud S4I este nucleul sistemului. Diferite tipuri de dispozitive și senzori colectează datele și le trimit



pentru prelucrare către S4I: camere video, aparate audio, butoane de urgență și de panică, instrumente biometrice, RFID, smart card, senzori, cum ar fi detector de fum, detector de radiații, senzor de proximitate, senzor de presiune, senzor de exploziv, senzor de temperatură și așa mai departe.

Un element-cheie al sistemului SafeCity este centrul de control, care este “creierul” sistemului integrat. Centrul de control oferă o rețea centralizată pentru primirea, analiza și procesarea informațiilor colectate din diverse surse și locuri: aeroport, stație de tren, lucrări publice, instituții guvernamentale, școli, mall-uri și cetățeni. Rezultatul este o rată mai bună de prelucrare a informațiilor, ceea ce duce la luarea deciziilor în timp real și îmbunătățirea managementului securității orașului.

### 8.3 Direcții de cercetare ulterioare

Contribuțiile personale viitoare ale cercetărilor ce vor fi efectuate vor viza – în primul rând – platforma S4I, în sensul creșterii performanțelor sale pentru funcționarea optimă în timp real, atât prin upgradarea hardware cât și prin dezvoltarea unor produse software de calitate.

În al doilea rând voi avea în vedere dezvoltarea de aplicații pentru alte categorii de procese eterogene, mai ales ținând seama de avântul luat de soluțiile wireless de comunicație a datelor și vocii, precum și penetrarea comunicațiilor mobile în zone până nu demult consacrate aplicațiilor cu fir. Am în vedere trecerea în cloud atât pentru automatizările clasice, la care încă se mai folosesc soluții ierarhizate, dar – mai ales – cazul dispozitivelor mobile folosite de persoane fizice și/sau juridice în transmiterea prin medii sigure a datelor și procesarea lor în siguranță.

O altă preocupare de cercetare, care m-a captivat încă de la începuturile formării mele ca cercetător, este legată de armonizarea comunicațiilor între obiecte, ceea ce se numește în prezent Internet of Things, ideile mele fiind de obținere a unor dispozitive inteligente, ierarhic bine delimitate, care să fie capabile de a realiza operații programate și de a lua decizii funcție de context. În acest sens întrevăd o cooperare cu mediul academic, în special cu categoria de specialiști care au contribuit la formarea mea inginerască.

Evident, fiind o persoană pragmatică, cu profunde abilități de marketing, nu voi neglija aspectele economice, cum ar fi cele pentru evaluarea proceselor ce vizează adoptarea unei strategii de business în cloud computing incluzând aici:

- Strategia de a deveni furnizor de cloud;
- Strategia de a deveni broker de cloud;
- Strategia unei companii de dezvoltare software de a-și migra mediile de dezvoltare către SOA;
- Strategia de diversificare a aplicațiilor în zone încă nepătrunse pentru serviciile de tip cloud computing.

Aceste câteva domenii de cercetare oferă o serie largă de oportunități de îmbunătățire, în primul rând datorită caracteristicii de noutate a cloud computing-ului prin platforma S4I, cât și datorită necesității de minimizare a impactului migrării către astfel de arhitecturi, fapt ce face ca analiza modelelor cloud să fie un domeniu de interes în practica prezentă și viitoare a direcțiilor de cercetare și dezvoltare IT.

## Bibliografie selectivă

- [1] Borko Furht, Armando Escalante (editors) - **Handbook of Cloud Computing**, Springer Science, ISBN 978-1-4419-6523-3, 2010.
- [2] George Reese - **Cloud Application Architectures**, Published by O'Reilly Media, ISBN: 978-0-596-15636-7, 2009.
- [3] John W. Rittinghouse, James F. Ransome – **Cloud Computing Implementation, Management, and Security**, CRC Press, ISBN: 978-1-4398-0680-7, 2010.
- [5] David S. Linthicum – **Cloud Computing and SOA Convergence in Your Enterprise**, Addison Wesley, 2009, ISBN: 978-0-13-600922-1.
- [6] McCarthy, J. - **Centennial Keynote Address**, MIT, 1961.
- [7] [csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/cloud-computing-v25.ppt](http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/cloud-computing-v25.ppt).
- [8] **safemobile - A World of Wireless Applications**,  
[http://www.safemobile.com/leadership\\_team.php](http://www.safemobile.com/leadership_team.php)
- [9] D. Nasui - **Introducing to Safemobile S4I**, Internal raport AIR USA Inc, 2009.
- [10] D. Nasui, B. Oprea, C. Ene, I. Rancea, V. Sgarciu, C. Tanase, C. Negulescu - **Wireless Monitoring of a Computerized City Using SafeMobile Units**, ICSNC, pp.261-264, 2009 Fourth International Conference on Systems and Networks Communications, 2009.
- [11] Nasui, D. ; Oana, F.A. ; Sgarciu, V. - **Wireless monitoring system in a safe city with Safe Mobile**, Published in: 2010 International Joint Conference on Computational Cybernetics and Technical Informatics (ICCC-CONTI), 27-29 May 2010, Page(s): 655 – 658, Print ISBN: 978-1-4244-7432-5, Timisoara, Romania, Digital Object Identifier: 10.1109 / ICCCYB.2010.5491331, Publisher: IEEE.
- [12] Jeremy Geelan - **Twenty one experts define cloud computing. Virtualization**, August 2008. Electronic Magazine, article available at <http://virtualization.syscon.com/node/612375>
- [13] Rajkumar Buyya, Chee Shin Yeo, and Srikumar Venugopal - **Market-oriented cloud computing: Vision, hype, and reality for delivering it services as computing utilities**. CoRR, (abs/0808.3558), 2008.
- [14] Brian de Haaff - **Cloud computing - the jargon is back!** Cloud Computing Journal, August 2008. Electronic Magazine, article available at <http://cloudcomputing.syson.com/node/613070> .
- [15] Galen Gruman and Eric Knorr - **What cloud computing really means**. InfoWorld, April 2008. Electronic Magazine, available at [http://www.infoworld.com/article/08/04/07/15FE-cloud-computing-reality\\_1.html](http://www.infoworld.com/article/08/04/07/15FE-cloud-computing-reality_1.html)
- [16] Roy Bragg - **Cloud computing: When computers really rule**. Tech News World, July 2008. Electronic Magazine, available at <http://www.technewsworld.com/story/63954.html> .
- [17] Paul Watson, Phillip Lord, Frank Gibson, Panayiotis Periorellis, and Georgios Pitsilis - **Cloud computing for e-science with carmen**. pages 1–5, 2008.
- [18] Paul McFedries - **The cloud is the computer**, IEEE Spectrum Online, August 2008. Electronic Magazine, available at <http://www.spectrum.ieee.org/aug08/6490> .
- [21] GRUPUL DE LUCRU PENTRU PROTECȚIA DATELOR, art. 29 din Directiva 95/46/CE - **Avizul nr. 05/2012 privind „cloud computing”**, [http://ec.europa.eu/justice/data-protection/article-29/documentation/opinion-recommendation/files/2012/wp196\\_ro.pdf](http://ec.europa.eu/justice/data-protection/article-29/documentation/opinion-recommendation/files/2012/wp196_ro.pdf) .
- [22] Asociația Națională pentru Securitatea Sistemelor Informatice – **GHID Securitatea in Cloud**, 2013, [http://www.cert-ro.eu/files/doc/775\\_20131030091057011764400\\_X.pdf](http://www.cert-ro.eu/files/doc/775_20131030091057011764400_X.pdf)
- [23] Perhuru Raj - **Cloud Enterprise Architecture**, 2012, Auerbach Publications ISBN:9781466502321
- [24] Joe Weinman - **Clouconomics: The Business Value of Cloud Computing**, 2012, John Wiley & Sons ISBN:9781118229965

- [25] Peter Mell, Timothy Grance - ***The NIST Definition of Cloud Computing*** <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf> .
- [28] B.Cârstoiu - ***Cercetari privind infrastructurile cloud computing folosite in SaaS***, teză de doctorat, Universitatea POLITEHNICA din București, facultatea de Automatică și Calculatoare, 2010.
- [35] J. Varia - ***Amazon white paper on cloud architectures***, Sept 2008. Available: <http://aws.typepad.com/aws/2008/07/white-paper-on.html> .
- [40] John Rittinghouse și James Ransome - ***Cloud Computing Implementation, Management and Security***, Editura CRC Press, 2010.
- [41] ***ISACA, IT Control Objectives for Cloud Computing: Controls and Assurance in the Cloud***, 2011, ISACA, ISBN:9781604201826
- [51] ***Security Guidance for Critical Areas of Focus in Cloud Computing V2.1***, Prepared by the **Cloud Security Alliance (CSA)**, December 2009.
- [53] S.G. Mateescu - ***Contribuții privind auditul sistemelor informatice în arhitecturi de tip "Cloud Computing"***, teză de doctorat, UPB, 2014.
- [58] Balasa, F. ; Luican, I.I. ; Zhu, H. ; Nasui, D.V. - ***System-level exploration tool for energy-aware memory management in the design of multidimensional signal processing systems***, Design Automation Conference, 2009. ASP-DAC 2009. Asia and South Pacific, Digital Object Identifier: 10.1109/ASPDAC.2009.4796520, Publication Year: 2009 , Page(s): 443 – 448, IEEE CONFERENCE PUBLICATIONS.
- [59] Balasa, F. ; Luican, I.I. ; Zhu, H. ; Nasui, D.V. - ***Automatic generation of maps of memory accesses for energy-aware memory management***, 2009. IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, 2009. ICASSP, Digital Object Identifier: 10.1109/ICASSP.2009.4959662, Publication Year: 2009 , Page(s): 629 - 632 , IEEE CONFERENCE PUBLICATIONS.
- [62] Nasui, D. ; Sgarciu, V. ; Cernian, A. - ***Cloud-based application development platform for secure, intelligent, interlinked and interactive infrastructure***, Published in: IEEE 8th International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics (SACI), 2013, 23-25 May 2013, Page(s):473 – 476, Print ISBN: 978-1-4673-6397-6, INSPEC Accession Number: 13797475, Conference Location : Timisoara, Digital Object Identifier : 10.1109/SACI.2013.6609021, Publisher: IEEE.
- [83] Nasui, D. V.; Rancea, I.; Sgarciu, V. - ***Safe Driving Using Wireless Monitoring Units***, Annals of DAAAM & Proceedings, 2010, pg. 231-232, EBSCO's databases.
- [88] Nasui, D.V., Balasa, F. - ***Lattice-based memory allocation for data-intensive signal processing applications***, 17th IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems (ICECS 2010), Digital Object Identifier: 10.1109/ICECS.2010.5724595, year 2010, Page(s): 647 – 650, IEEE CONFERENCE PUBLICATIONS.
- [94] D.V. Năsui (editor) - ***Is your city a SafeCity?***- internal report AIR USA Inc. 2010.
- [106] Dorel Nasui ; Andra Oana Florentina ; Valentin Sgarciu. ; Bogdan Oprea. - ***Vehicular Networks in a Computerized City Using Safe Mobile***, 2010 Fifth International Conference on Systems and Networks Communications (ICSNC), , 22-27 Aug. 2010, Nice, Page(s): 105 – 110, E-ISBN : 978-0-7695-4145-7, Print ISBN: 978-1-4244-7789-0, INSPEC Accession Number: 11651243, Digital Object Identifier: 10.1109/ICSNC.2010.22 , Publisher: IEEE.
- [107] NASUI, Dorel Vasile; COSOI, Alexandru Catalin; SGARCIU, Valentin; RANCEA, Irina - ***Using Wireless Monitoring for Market Research Interviewers***, Annals of DAAAM & Proceedings . Jan2009, pg1153-1154., EBSCO's databases.
- [110] Shantenu Jha, Andre Merzky, and Geoofrey Fox. Using clouds to provide grids higher-levels of abstraction and explicit support for usage modes. Technical report, Open Grid Forum, April 2008. Available at <http://grids.uca.indiana.edu/ptliupages/publications/cloud-grid-saga.pdf> .
- [113] Balasa, F.; Abuaesh, N. ; Gingu, C.V. ; Luican, I.I. ; Nasui, D.V. - ***Energy-aware scratch-pad memory partitioning for embedded systems***, Published in: 15th



- International Symposium on Quality Electronic Design (ISQED), 3-5 March 2014, Page(s): 653 – 659, Print ISBN: 978-1-4799-3945-9, INSPEC Accession Number: 14221088, Conference Location: Santa Clara, CA, DOI: 10.1109/ISQED.2014.6783389, Publisher: IEEE, Indexată ISI, IEEE.
- [114] Balasa, F. ; Abuaesh, N. ; Gingu, C.V. ; Nasui, D.V. - **Leakage-aware scratch-pad memory banking for embedded multidimensional signal processing**, Published in: IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2014, Date of Conference: 4-9 May 2014, Page(s): 5026 – 5030, INSPEC Accession Number: 14449393, Conference Location: Florence, DOI: 10.1109/ICASSP.2014.6854559, Publisher: IEEE, Indexată ISI, SCOPUS; IEEE.
- [115] Florin Balasa, Ilie I. Luican, Hongwei Zhu, Doru V. Nasui - **Signal Assignment Model for the Memory Management of Multidimensional Signal Processing Applications**, Journal of Signal Processing Systems, April 2011, Volume 63, Issue 1, pp 51-65, Date: 20 Jun 2009, Indexată ISI, SCOPUS.
- [116] Florin Balasa ; Ilie I. Luican ; Hongwei Zhu ; Doru V. Nasui - **System-level exploration tool for energy-aware memory management in the design of multidimensional signal processing systems**, ASP-DAC '09, Proceedings of the 2009 Asia and South Pacific Design Automation Conference, Pages 443-448, IEEE Press Piscataway, NJ, USA ©2009, ISBN: 978-1-4244-2748-2, Indexată ISI, IEEE.
- [117] Balasa, F., Luican, I. I., & Nasui, D. V. - **High-quality data assignment to hierarchical memory organizations for multidimensional signal processing**, In *Fifth Asia Symposium on Quality Electronic Design (ASQED 2013)* (pp. 89–96). IEEE. doi:10.1109/ASQED.2013.6643570, Indexată SCOPUS, IEEE.
- [118] Balasa, F., Luican, I. I., Zhu, H., & Nasui, D. V. - **Energy-Aware Memory Allocation Framework for Embedded Data-Intensive Signal Processing Applications**, *IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*, E92-A(12), 3160–3168, doi: 10.1587/transfun.E92.A.3160, Indexată SCOPUS.
- [119] Nasui, D., Oana, F. A., & Sgarciu, V. - **Wireless monitoring system in a safe city with Safe Mobile**, In *2010 International Joint Conference on Computational Cybernetics and Technical Informatics* (pp. 655–658), Print ISBN: 978-1-4244-7432-5, Timisoara, Romania, Digital Object Identifier: 10.1109 / ICCCYB.2010.5491331, Publisher: IEEE, Indexată SCOPUS, IEEE.
- [120] D. Nasui, I. Rancea, V.Sgarciu - **Intelligent System for Bus School Safe Driving using Wireless Monitoring Units**, 18th Telecommunications forum TELFOR 2010, ISBN 978-86-7466-392-9, pp. 566-569, indexata INSPEC.
- [122] D.Nasui, I.Rancea, V.Sgarciu, D.Dichiu, B.Oprea, D.Saru, I.Catana, M.Ceaparu, C.Tanase, C.Ene, C.Negulescu - **Supervising Semi-autonomous Mobile Robots Using Safe-Mobile Wireless Units**, proceedings of RAAD 2009 – the 18th International Workshop on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region, ISBN 978-606-521-315-9, May 2009, pp.95-99.