



UNIVERSITATE BABEȘ-BOLYAI CLUJ-NAPOCA

FACULTATEA DE ȘTIINȚE ECONOMICE ȘI

GESTIUNEA AFACERILOR

Departamentul INFORMATICĂ ECONOMICĂ

Domeniu: Cibernetică și statistică



OPTIMIZAREA ȘI SECURITATEA SISTEMELOR DE E-BUSINESS

Rezumat teză de doctorat

Conducător științific:

Prof. Univ. Dr. TOMAI Nicolae

Doctorand:

RAȚIU Crina Anina

Cluj Napoca

2016

Abstract

Economia digitală de astăzi are la bază rețeaua Internet, rețelele mobile, dispozitivele inteligente și informația digitală iar mai nou această structură integrează și conceptul de IoT, toate la un loc, facilitând indivizilor și organizațiilor nevoia de interconectivitate.

Progresul tehnologic este evident în aceste circumstanțe iar majoritatea utilizatorilor sunt tentați să creadă că o consecință firească a acestei evoluții este diminuarea sau chiar eliminarea amenințărilor care vizează securitatea informației economice tranzacționată în acest mediu. Cu toate acestea, cifrele statistice arată o altă realitate marcată de o creștere a ratei de apariție a vulnerabilităților și riscurilor care periclitizează securitatea informațiilor și care impune un proces continuu de asigurare a confidențialității, integrității și disponibilității informației digitale (preponderent de natură economică) care străbate rețelele de comunicații.

Având în vedere aceste evenimente, cercetarea în acest domeniu trebuie să continue prin optimizarea tehnicilor existente și prin dezvoltarea unor metode și modele noi care să asigure securitatea informației digitale. Ideea de la care am pornit în cercetarea pe care am realizat-o în prezenta teză de doctorat, a fost de a dezvolta o soluție pentru comunicații private și confidențiale între utilizatorii de calculatoare tradiționale și utilizatorii de dispozitive mobile.

Pentru a atinge acest deziderat, am abordat două tehnici utilizate pe scară largă pentru securizarea informațiilor digitale și anume *criptografia* și *steganografia*. *Criptografia* modifică forma informațiilor în așa fel încât acestea devin indescifrabile utilizatorilor neautorizați. *Steganografia* permite crearea unui canal de comunicare într-o manieră nedetectabil, fără să atragă suspiciune asupra existenței tranzacției de date. Folosite împreună aceste tehnici oferă mai multe niveluri de securitate, asigurând o soluție solidă pentru comunicații confidențiale.

Aceste tehnici sunt discutate în literatura de specialitate din punct de vedere al performanțelor obținute pe platformele tradiționale. Acesta este motivul pentru care în cercetarea realizată, propun evaluarea eficienței acestor tehnici pe *platforme mobile* din punct de vedere al: interoperabilității, securității, capacității de ascundere, vitezei computaționale, robusteții împotriva tehnicilor steganolitice și consumului de resurse.

Cuvinte cheie: *steganografie, criptografie, platforme mobile, SmartSteg, Android, Windows, interoperabilitate.*

CUPRINS

Lista abrevierilor

Lista figurilor

Lista tabelelor

Lista formulelor

1. Introducere	11
1.1. Descrierea cadrului general și motivarea cercetării	11
1.2. Obiectivele tezei	14
1.3. Structura și organizarea tezei	15
2. Economia Digitală	17
2.1. Economia Digitală cadru general	17
2.2. Avantajele Economiei Digitale	20
2.3. Probleme ridicate de mediul Economiei Digitale	25
2.4. Cadrul legislativ din Romania pentru Economia Digitală	27
2.5. Concluzii	28
3. Probleme ridicate de securizarea informației tranzacționată în Economia Digitală	29
3.1. Introducere	29
3.2. Vulnerabilitățile dispozitivelor mobile și IoT	35
3.3. Vulnerabilitățile paginilor WEB	39
3.4. Rețele de socializare, poșta electronică și Privacy	42
3.5. E-Cryme și Malware	46
3.6. Concluzii	48
4. Metode de securizare a informației tranzacționată în Economia Digitală	50
4.1. Criptografie	50
4.1.1. Cifruri monoalfabetice (substituții)	51
4.1.2. Cifruri polialfabetice	52
4.1.3. Substituția “perfectă”	52
4.1.4. Transpoziții (permutări)	53
4.1.5. Criptografia simetrică	53
4.1.6. Criptografia asimetrică	55
4.1.7. Funcții HASH	55
4.1.8. Metode de atac criptografice	57
4.2. Watermarking	60
4.2.1. Tehnici de marcare	61
4.2.2. Algoritmi de marcare	62
4.2.3. Metode de atac asupra sistemelor de marcare	65
4.3. Steganografie	67

4.3.1 Fișiere suport utilizate în steganografie	74
4.3.2 Tehnici steganografice.....	78
4.3.3 Metode de evaluare a sistemelor steganografice.....	82
4.3.4 Steganaliza.....	85
4.4 Concluzii	87
5. Soluții propuse pentru optimizarea securității informației tranzacționată în Economia Digitală	88
5.1. Motivație	88
5.2. Cerințe SmartSteg	93
5.3. Viziunea generală asupra soluției SmartSteg	96
5.4. Algoritmi propuși	99
5.4.1. Algoritm de criptare simetric de tip șir	102
5.4.2. Cheia secretă	104
5.4.3. Algoritm de selecție pseudo-aleatoare și algoritmul pentru înglobarea informației secrete	105
5.5. Testarea soluției propuse și rezultatele obținute	109
5.5.1. Teste de funcționalitate	109
5.5.2. Steganaliză	111
5.5.3. Performanțe de viteză	120
5.5.4. Rezistența soluției propuse la atacuri	128
5.6. Concluzii	129
6. Concluzii generale și perspective ale cercetării	131
Bibliografie	133
Anexa 1 Interfața SmartSteg	144
Anexa 2 Caracteristicile dispozitivelor utilizate pentru testare	146
Anexa 3 Imaginile utilizate pentru a realiza testele steganalitice	148
Anexa 4 Comparație între imaginile suport și imaginile rezultat	157
Anexa 5 Histogramele de comparație între imaginea suport și imaginea rezultat ..	166
Anexa 6 Codul sursă SmartSteg.....	177
Anexa 7 Calculul histogramei valorilor indicatorului PSNR	187
Lista publicațiilor științifice care susțin cercetarea realizată în teza de doctorat ...	188
Lista completă a publicațiilor științifice	191

LISTA ABREVIERILOR

IoT	-	Internet of Things - Internetul Lucrurilor
TIC	-	Tehnologia Informației și a Comunicațiilor
ICT	-	Information and Communications Technology
WiFi	-	Tehnologie de comunicare fără fir
Web, www	-	World Wide Web
IT	-	Information Technology
WAP	-	Wireless Application Protocol
QR	-	Quick Response
WEB	-	World Wide Web
NFC	-	Near Field Communication
API	-	Application Programming Interface
SaaS	-	Software as a Service
BPaaS	-	Business Process as a Service
PaaS	-	Platform as a Service
IaaS	-	Infrastructure as a Service
POS	-	Point of Sale
ATM	-	Automated Teller Machine, Automatic Teller Machine, cash machine, cashpoint, cashline, minibank, bankomat
ABM	-	Automated Banking Machine
SMS	-	Short Message Service
SSL	-	Secure Sockets Layer
TLS	-	Transport Layer Security
DoS	-	Denial – of – service
FBI	-	Federal Bureau of Investigation
HTTPS	-	Hyper Text Transfer Protocol Secure
TIFF	-	Tagged Image File Format
GIF	-	Graphics Interchange Format
LZW	-	Lempe-Ziv și Welsh
BMP	-	bitmap image file
JPEG, JPG	-	Joint Photographic Experts Group
DIB	-	DeviceIndependentBitmap
LSB	-	Least Significant Bit
RGB	-	Red, Green, Blue
DTC	-	Discrete Cosine Transform
DSSS	-	Direct Sequence Spread Spectrum
FTP	-	File Transfer Protocol
IP	-	Internet Protocol

TCP	-	Transmission Control Protocol
PSNR	-	Peak Signal-to-Noise Ratio
MSE	-	Mean Squared Error
CERT-RO	-	Centrul Național de Răspuns la Incidente de Securitate Cibernetică
M2M	-	Mobile to Mobile
SUA	-	Statele Unite ale Americii
OSI	-	Open Systems Interconnection (interconectarea sistemelor deschise)
MMS	-	Multimedia Messaging Service
TRNG	-	True Number Generator
PRNG	-	Pseudorandom Number Generators
CSPRNG	-	Cryptographically Secure Pseudorandom Number Generators
IDE	-	Integrated Development Environment
SDK	-	Software Development Kit
RAM	-	Random Access Memory

LISTA FIGURILOR

- Figura 1 - Organizarea Tezei de Doctorat
- Figura 2 - Economia Tradițională – Economia Digitală
- Figura 3 - Amenințare
- Figura 4 - Risc
- Figura 5 - Evoluția infracțiunilor cibernetice
- Figura 6 - Principalele evenimente care au dus la furtul de informații
- Figura 7 - Identitățile expuse în urma furtului de informații
- Figura 8 - Vulnerabilitățile principalelor sistemelor de operare mobile
- Figura 9 - Evoluția principalelor amenințări îndreptate spre dispozitivele mobile
- Figura 10 - Evoluția codurilor malițioase pentru dispozitivele mobile
- Figura 11 - Evoluția codurilor malițioase pe total pentru dispozitivele mobile
- Figura 12 - Evoluția vulnerabilităților web 2006-2014
- Figura 13 - Vulnerabilități web noi
- Figura 14 - Principalele tipuri de atacuri lansate în rețelele sociale
- Figura 15 - Evoluția atacurilor phishing
- Figura 16 - Volumul atacurilor phishing lansate în rețelele sociale
- Figura 17 - Rata emailurilor cu coduri malițioase
- Figura 18 - Respondenții care sunt îngrijorați că datele lor personale nu sunt protejate
- Figura 19 - Phishing financiar pe platformele Mac OS X în 2014
- Figura 20 - Evoluția vulnerabilităților cibernetice din ultimii ani conform NVD
- Figura 21 - Evoluția vulnerabilităților cibernetice din ultimii ani pe categorii conform NVD
- Figura 22 - Clasificarea tehnicilor de marcare
- Figura 23 - Reprezentarea schematică a inserării marcajului propus de Tefas și Pitas
- Figura 24 - Clasificarea atacurilor asupra sistemelor de marcare
- Figura 25 - Steganografia
- Figura 26 - Sistem steganografic
- Figura 27 - Clasificarea tehnicilor steganografice în funcție de suportul utilizat
- Figura 28 - Reprezentarea în memorie a unei imagini raster
- Figura 29 - Reprezentarea binară a 3 pixeli dintr-o imagine de 24 biți
- Figura 30 - Utilizarea dispozitivelor mobile 2014
- Figura 31 - Previțiuni privind utilizarea dispozitivelor mobile
- Figura 32 - Conceptul SmartSteg
- Figura 33 - Interfața SmartSteg Android
- Figura 34 - Diagrama de activități SmartSteg
- Figura 35 - Procesele SmartSteg
- Figura 36 - Schema logică a și descrierea pseudocod a soluției propuse
- Figura 37 - Comparatie în binar LSB clasic și SmartSteg
- Figura 38 - Valorile parametrului PSNR înregistrate în studiul realizat

- Figura 39 - Valoarea minimă, maximă și medie a parametrului PSNR înregistrate în studiul realizat
- Figura 40 - Frecvența valorilor parametrului PSNR
- Figura 41 - Valorile parametrului MSE înregistrate în studiul realizat
- Figura 42 - Valoarea minimă, maximă și medie a parametrului MSE înregistrate în studiul realizat
- Figura 43 - Valorile parametrului SNR înregistrate în studiul realizat
- Figura 44 - Valoarea minimă, maximă și medie a parametrului SNR înregistrate în studiul realizat
- Figura 45 - Comparație între valorile medii pentru PSNR și MSE atinse de sistemele steganografice studiate în teza de doctorat
- Figura 46 - Comparație între performanțele dispozitivelor testate

LISTA TABELELOR

Tabel 1	-	Clasificarea principalelor sectoare economice în funcție de numărul de incidente cibernetice înregistrate și în funcție de identități expuse în 2014
Tabel 2	-	Principalele categorii de date furate
Tabel 3	-	Cele mai expuse categorii de site-uri web
Tabel 4	-	Malware bazate pe ascunderea de informații
Tabel 5	-	Posibili atacatori ai unui sistem de securitate
Tabel 6	-	Comparație între Steganografie și Watermarking
Tabel 7	-	Comparație între Steganografie și Criptografie
Tabel 8	-	Comparație între principalele tehnici steganografice pentru imagini digitale
Tabel 9	-	Aplicații steganografice pentru dispozitive mobile
Tabel 10	-	Aplicații steganografice pentru dispozitive mobile disponibile online
Tabel 11	-	Operația sau exclusiv
Tabel 12	-	Exemplu de criptare SmartSteg
Tabel 13	-	Codul sursă pentru algoritmul de criptare SmartSteg
Tabel 14	-	Analiza complexității algoritmului de criptare SmartSteg
Tabel 15	-	Codul sursă pentru algoritmul SmartSteg de construirea cheii pentru dimensiunea și extensia fișierului ascuns
Tabel 16	-	Codul de program aferent funcției pseudo-aleatoare propusă
Tabel 17	-	Analiza complexității algoritmului pseudo aleatoriu de selecție a biților purtători de informație secretă SmartSteg
Tabel 18	-	Analiza complexității algoritmului de ascundere SmartSteg
Tabel 19	-	Cazuri testate
Tabel 20	-	Parametrii testelor statistice de evaluare
Tabel 21	-	Comparație între diferențele sistemelor studiate din punct de vedere al valorilor indicatorului PSNR și MSE
Tabel 22	-	Parametrii obținuți în urma analizei RS și a analizei perechilor de eşantioane. Rezultatele sunt prezentate în procente
Tabel 23	-	Comparație între valoarea reală a dimensiunii informației secrete ascunse utilizând SmartSteg și valoarea estimată a acesteia utilizând analiza RS și SP
Tabel 24	-	Caracteristicile dispozitivelor mobile alese pentru testarea vitezei SmartSteg
Tabel 25	-	Procesul SmartSteg pentru fișier suport de 1243 kb – timp wall clock
Tabel 26	-	Procesul SmartSteg pentru fișier suport de 2329kb – timp wall clock
Tabel 27	-	Procesul SmartSteg pentru fișier suport de 4137 kb – timp wall clock
Tabel 28	-	Procesul SmartSteg pentru fișier suport de 8442 kb – timp wall clock
Tabel 29	-	Procesul SmartSteg pentru fișier suport de 1243 kb și fișier suport de 30 kb – timp CPU
Tabel 30	-	Procesul SmartSteg pentru fișier suport de 1243 kb și fișier suport de 88.4 kb – timp CPU
Tabel 31	-	Procesul SmartSteg pentru fișier suport de 2329 kb și fișier suport de 226 kb –

			timp CPU
Tabel	32	-	Procesul SmartSteg pentru fișier suport de 2329 kb și fișier suport de 88.4 kb – timp CPU
Tabel	33	-	Procesul SmartSteg pentru fișier suport de 4137 kb și fișier suport de 226 kb – timp CPU
Tabel	34	-	Procesul SmartSteg pentru fișier suport de 4137 kb și fișier suport de 458 kb – timp CPU
Tabel	35	-	Procesul SmartSteg pentru fișier suport de 8442 kb și fișier suport de 226 kb – timp CPU
Tabel	36	-	Procesul SmartSteg pentru fișier suport de 8842 kb și fișier suport de 458 kb – timp CPU
Tabel	37	-	Comparație între timpul wall clock și timpul CPU grupat pe dispozitive
Tabel	38	-	Timp proces criptare pentru fișier secret text de 30kb
Tabel	39	-	Timp proces criptare pentru fișier secret imagine jpg de 88.4 kb
Tabel	40	-	Timp proces criptare pentru fișier secret imagine jpg de 226 kb
Tabel	41	-	Timp proces criptare pentru fișier secret imagine jpg de 458 kb
Tabel	42	-	Comparație între sistemele steganografice testate

LISTA FORMULELOR

- Formula 1 - Cifrul lui Caesar
- Formula 2 - Exemplu de distribuție de frecvență
- Formula 3 - Exemplu de distribuție de frecvență
- Formula 4 - Alfabet nevid
- Formula 5 - Spațiul textelor în clar
- Formula 6 - Spațiul cheilor de criptare
- Formula 7 - Familia funcțiilor de criptare
- Formula 8 - Familia funcțiilor de decriptare
- Formula 9 - Spațiul mesajelor cu text criptat
- Formula 10 - Cifru șir sincron
- Formula 11 - Cifru șir asincron sau autosincronizabil
- Formula 12 - Cripto - sistem cu cheie publică
- Formula 13 - Funcție hash one-way
- Formula 14 - Inserarea marcajului propus de propus de A. Tefas și I. Pitas
- Formula 15 - Funcție de includere a marcajului propus de propus de A. Tefas și I. Pitas
- Formula 16 - Funcție de includere a marcajului propus de propus de A. Tefas și I. Pitas
- Formula 17 - Valoarea unui pixel al imaginii de vecinătate a marcajului propus de propus de A. Tefas și I. Pitas
- Formula 18 - Algoritmul marcajului propus de G. C. Langelaar
- Formula 19 - Ecuația pentru a insera un bit s al marcajului propus de G. C. Langelaar
- Formula 20 - Ecuația pentru a insera un bit s al marcajului propus de G. C. Langelaar
- Formula 21 - Ecuația pentru a insera un bit s al marcajului propus de G. C. Langelaar
- Formula 22 - Ecuația pentru luminozitate propus de G. C. Langelaar
- Formula 23 - Ecuația pentru transformarea cosinus discretă propusă de J. Cox
- Formula 24 - Ecuația pentru transformarea cosinus discretă propusă de J. Cox
- Formula 25 - Ecuația pentru transformarea cosinus discretă propusă de J. Cox
- Formula 26 - Funcția de ascundere pentru un sistem steganografic
- Formula 27 - Funcția de extracție pentru un sistem steganografic
- Formula 28 - Ecuația pentru determinarea MSE a două imagini digitale
- Formula 29 - Ecuația pentru determinarea MSE a două imagini digitale de tip RGB
- Formula 30 - Ecuația pentru determinarea PSNR a două imagini digitale
- Formula 31 - Ecuația pentru definirea funcției de criptare propuse
- Formula 32 - Ecuația pentru definirea funcției de decriptare propuse
- Formula 33 - Ecuația pentru funcția de criptare SmartSteg
- Formula 34 - Ecuația pentru funcția de decriptare SmartSteg
- Formula 35 - Descrierea formării cheii secrete
- Formula 36 - Exemplu de algoritm PRNG
- Formula 37 - Descrierea formării sămânței

Descrierea cadrului general și motivarea cercetării

Secolul XX a marcat apariția, perfecționarea și răspândirea radioului și televiziunii, rețelilor de telefonie, sateliților de comunicare, calculatoarelor personale și a rețelei internet, fiind caracterizat de cuvântul cheie *conectivitate* (Tanenbaum, și alții, 2011).

Cu cincizeci de ani în urmă, *Legea lui Moore*¹ a stabilit ritmul exponențial de inovare și dezvoltare a tehnologiei digitale, care a dus la crearea unei infrastructuri ieftine și ușor de utilizat bazată pe calculatoare, dispozitive mobile, conexiuni de rețea cu bandă largă și platforme pentru aplicații avansate (Fichman, și alții, 2014). Aceste tehnologii converg la începutul secolului XXI și impun societății contemporane și mediului economic remodelarea stilului de viață. A devenit imperativ pentru indivizii societății moderne să dețină cunoștințe TIC² și de inovare în domeniul tehnologiilor digitale. Suntem martorii unui proces de interacțiune și interconectivitate între oameni și dispozitivele *smart* sau între dispozitivele *smart* și dispozitivele *smart*. Se trece de la interacțiunea tradițională a omului cu informația digitală prin intermediul calculatorului, la interacțiunea omului cu informația digitală prin intermediul dispozitivelor *smart* (Ferscha, 2006).

Lumea fizică fuzionează cu lumea digitală dirijând noua economie, la nivel politic, social, administrativ, cultural, transformând realitatea într-o nouă formă de percepere virtuală, ceea ce a dus la apariția unor concepte noi precum: *Economie Digitală*, *Mobilitate*, *Internetul Lucrurilor*³, *Dispozitive Inteligente*⁴, *Big Data*, *Cloud Computing*, *Rețele Sociale*. Acestea permit accesul larg la interconectivitate, redefinesc modul de lucru și de cunoaștere, amplificând posibilitatea globalizării economice având un impact economic și social major. Noua economie schimbă condițiile în care mulți oameni trăiesc și muncesc; face posibil saltul peste barierele existente ale dezvoltării economice tradiționale (Nițchi, 1999).

Rețelele de calculatoare fac parte din peisajul obișnuit. Internetul a devenit o prezență universală. Acasă, la servicii, la cafenea, chiar și pe strada, internetul este omniprezent, transmitem mesaje e-mail, citim știri, vizităm pagini Web, cumpărăm on-line, efectuăm plăți on-line și semnăm contracte on-line.

Globalizarea conduce la o concurență tot mai accentuată, dar și la o calitate mai bună a vieții prin accesul la informațiile disponibile în format electronic, indiferent de locația geografică și la oportunități noi într-un mediu de afaceri caracterizat de reducerea ciclurilor economice.

¹ Gordon Moore (co-fondator și președinte emerit al Intel Corporation) a făcut o predicție, în 1965, care a stabilit ritmul de dezvoltare pentru revoluția digitală. Moore a anticipat că puterea de calcul va crește într-un ritm exponențial, invers proporțional cu costul de achiziție al acesteia. Acest lucru este încă valabil și astăzi (Moo15).

² TIC – Tehnologia Informației și a Comunicațiilor, eng. (ICT) Information and Communications Technology.

³ Internetul Lucrurilor - Internet of Things (IoT), totalitatea produselor care se pot echipa cu mecanisme de transmitere a informațiilor fără fir (wireless).

⁴ Dispozitive Inteligente - Smart Devices.

Ca societate, devenim din ce în ce mai dependenți de accesul rapid la informație. Pe măsură ce această solicitare crește, tot mai multă informație este stocată și transmisă electronic, ceea ce duce la schimbarea modului în care companiile abordează afacerile.

Sistemele de e-business nu mai sunt la început de drum, sunt în continuă expansiune și dezvoltare către zona de *mobile-business*, împreună definind zona Economiei Digitale. Mobilitatea permite întreprinderilor creșterea eficienței proceselor de afaceri prin utilizarea capacității de comunicare mobilă prin sisteme fără fir (Tomai, și alții, 2012).

Definirea patrimoniului unei companii se extinde de la activele fizice, corporale pe care aceasta le deține, la informațiile la care aceasta are acces. Activele fizice ale companiei (clădiri, terenuri, mijloace fixe, obiecte de inventar) reprezintă mijloace prin intermediul cărora, aceasta desfășoară activități de producție, aprovizionare, desfacere, prestări de servicii. Accesul la informație pentru o companie deschide noi oportunități, mărește avantajele competitive, dezvoltă noi posibilități de inovare, toate acestea ducând spre creșterea beneficiilor economice ale companiei.

Importanța informației și a sistemelor de comunicații pentru societate și economia globală se intensifică odată cu valoarea și cantitatea informației tranzacționată și stocată în mediul social și economic. Informația vehiculată astăzi nu mai poate fi catalogată ca exclusiv militară, politică sau de alta natură; ea are întotdeauna consecințe economice. Pentru multe organizații, informația și tehnologiile care o fac posibilă reprezintă cele mai valoroase bunuri ale organizației. Informația, produsele informației, precum și costurile și beneficiile rezultate din informație devin din ce în ce mai mult transnaționale.

Sistemele e-business și mobile-business se bazează pe rețeaua Internet, pe arhitectura Web, WiFi și de telecomunicații, care conferă acestora fiabilitate, scalabilitate și flexibilitate ridicate. În același timp apar mari probleme legate de *securitatea tranzacțiilor* din cadrul acestui nou mediu de afaceri (Tomai, și alții, 2012).

Așa cum activitățile personale, comerciale și guvernamentale migrează spre domeniul digital, la fel se întâmplă și cu activitatea infractorilor cibernetici. Atacurile acestora la scara largă devin din ce în ce mai frecvente și mai costisitoare pentru companii. Atacatorii sunt mai bine organizați reprezentând adevărate rețele criminale și uneori chiar state, implicit dispunând de fonduri materiale și financiare peste puterile companiilor. Având în vedere tendința crescândă a companiilor și instituțiilor guvernamentale de a adopta din ce în ce mai mult infrastructura cloud, mobilă, IT și a rețelelor sociale, devine tot mai dificil și costisitor procesul de asigurare a securității datelor digitale tranzacționate în aceste medii (Ieșeanu, 2012).

În orice sistem de securitate, veriga cea mai slabă este cea mai vulnerabilă. Putem considera că un atacator, fie din interiorul companiei, fie din exteriorul acesteia, va folosi orice mijloc posibil de penetrare. Acesta nu va fi în mod obligatoriu cel mai sofisticat, și nici cel împotriva căruia s-au luat cele mai solide măsuri de securitate. Astfel, specialiștii în securitatea tehnicii de calcul trebuie să trateze cu aceeași seriozitate toate căile de atac posibile (Bucerzan, 2005).

Un atacator al unui sistem de calcul va folosi cea mai simplă cale de atac; totuși, toate aspectele securității unui sistem de calcul trebuie luate în considerare.

Securitatea informației digitale tranzacționată prin infrastructurile de comunicații disponibile astăzi, încorporate într-o gamă complexă și variată de dispozitive într-o continuă transformare și dezvoltare, este asigurată prin garantarea următoarelor caracteristici ale informației digitale: confidențialitate, integritate, disponibilitate, autenticitate și nonrepudiare. Între soluțiile propuse în literatura de specialitate pentru optimizarea sistemelor de securitate se găsește combinarea tehnicilor criptografice cu metodele steganografiei. Prin camuflarea și transformarea datelor, astfel încât ele să devină de neînțeles pentru un observator exterior, valoarea unei interceptări și posibilitatea unei modificări devine aproape nulă.

Criptografia și Steganografia sunt două științe care au același obiectiv de a secretiza comunicațiile. Criptografia asigură confidențialitatea mesajelor prin codificare. Steganografia are rolul de a ascunde mesajele printre date obișnuite, astfel încât să nu fie suspectată existența unui mesaj secret. În anumite situații trimiterea unui mesaj codat poate trezi suspiciuni, pe când un mesaj *invizibil* poate trece neobservat.

Combinarea celor două tehnici poate optimiza confidențialitatea și securitatea mesajelor digitale astfel: atunci când steganografia eșuează și mesajul secret poate fi detectat, criptarea asigură confidențialitatea datelor, dar poate fi folosită și pentru asigurarea integrității acestora, deoarece prin intermediul criptării se poate stabili dacă datele ajunse la un destinatar sunt aceleași cu cele trimise de expeditor, mai mult, criptarea este importantă în protocoale, care sunt secvențe de acțiuni convenite pentru îndeplinirea unor sarcini. Ambele metode se dezvoltă în jurul principiului definit de Kerckhoff: calitatea unui sistem criptografic-steganografic trebuie să depindă într-o măsură cât mai scăzută de datele care alcătuiesc sistemul, cheia secretă trebuind să fie definitorie în codarea și decodarea mesajului.

Importanța gestionării transferurilor de informație în acest context m-a determinat să abordez această temă în cadrul tezei de doctorat, iar faptul că societatea, în special cea românească, nu este pregătită pentru această transformare a constituit un motiv care m-a determinat să studiez metode și tehnici de asigurare a securității tranzacțiilor din noua era digitală.

Câteva evenimente prezentate de Mazurczyk care m-au determinat să abordez steganografia pe platforme mobile în prezenta teză de doctorat (Mazurczyk, și alții, 2015): în perioada 2008–2010, Departamentul de Justiție al Statelor Unite ale Americii (SUA) a înregistrat utilizarea steganografiei pentru spionaj de către spionii ruși; în 2011, virusul Duqu a tranzacționat numeroase date furate prin Internet utilizând ca suport imagini digitale fără a atrage suspiciuni.

Astfel de premise împreună cu avantajele tehnologiei mobile, permit ca metodele steganografice să se dezvolte în medii noi și să dezvolte algoritmi mai performanți și sofisticăți (Mazurczyk, și alții, 2015).

Obiectivele tezei de doctorat

Obiectivul principal al prezentei teze de doctorat este de a studia tehnicile de criptare combinate cu tehnicile steganografice destinate imaginilor digitale, pentru optimizarea securității, confidențialității și interoperabilității comunicațiilor de date confidențiale în sistemele de e-Business (atât între dispozitive diferite cât și între sisteme de operare diferite). Pentru a atinge aceste deziderate am fixat următoarele obiective secundare ale prezentei teze:

- de a oferi o imagine de ansamblu asupra mediului economiei digitale, în care se tranzacționează informația digitală confidențială, secretă, privată și modalitățile care asigură disponibilitatea acestor informații;
- de a studia, identifica și de a oferi o imagine clară a principalelor amenințări ce vizează datele confidențiale și secrete din economia digitală și a principalelor vulnerabilități ale sistemelor care asigură astăzi securitatea datelor secrete;
- de a studia și compara principalele tehnici utilizate astăzi pentru a facilita desfășurarea în siguranță a tranzacțiilor de date secrete din economia digitală;
- de a studia optimizările aduse securității datelor secrete prin combinarea diferitelor tehnici utilizate în securitatea informațiilor și de a studia implementarea unei astfel de soluții, cu niveluri multiple de securitate, pe dispozitivele mobile disponibile astăzi pentru comunicații și interoperabilitatea unei astfel de soluții.

Astfel, în cadrul tezei de doctorat cu titlul *OPTIMIZAREA ȘI SECURITATEA SISTEMELOR DE E-BUSINESS* am realizat o cercetare asupra vulnerabilităților și amenințărilor care vizează informația tranzacționată în cadrul economiei digitale, cât și asupra tehnicilor utilizate astăzi, care asigură securitatea informației secrete în scopul de a îmbunătăți soluțiile de securitate existente și de a dezvolta soluții noi de securitate utilizând tehnici criptografice și steganografice moderne. Am realizat o soluție nouă, robustă, rapidă și fiabilă ce asigură confidențialitatea și securitatea informației tranzacționată în economia digitală, care permite interoperabilitate între sisteme de operare diferite și între dispozitivele mobile inteligente și calculatoarele tradiționale.

Contribuțiile personale în acest domeniu se concretizează în urma implementării și evaluării arhitecturii de securitate *SmartSteg*. *SmartSteg* este un pachet de aplicații pentru dispozitivele mobile (smartphone, tableta, laptop) și calculatoarele tradiționale, care oferă o soluție pentru asigurarea confidențialității și securității informației digitale. În prezent *SmartSteg* are două versiuni: *SmartSteg Windows* și *SmartSteg Android*, care realizează interconectivitate între dispozitivele tradiționale (calculatorul personal) și dispozitivele mobile inteligente care utilizează sisteme de operare diferite.

SmartSteg permite camuflarea oricărui tip de fișier într-o imagine digitală. Soluția propusă combină criptografia cu steganografia digitală și cu o funcție pseudoaleatoare de selecție a biților purtători de informație secretă.

Structura și principalele secțiuni ale tezei de doctorat

Prezenta teză de doctorat este structurată în șase capitole (vezi figura 1).

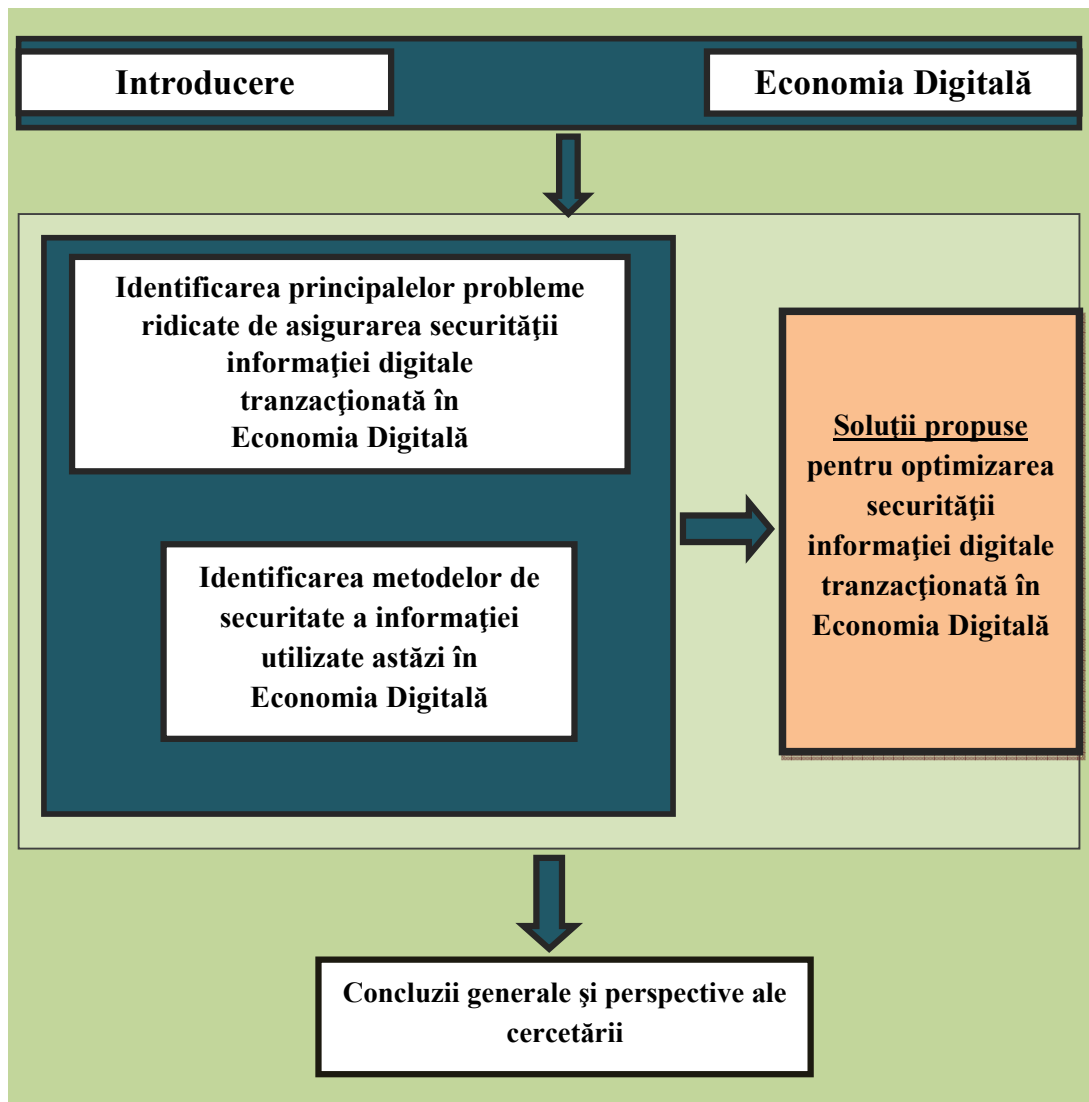


Fig.1– Organizarea Tezei de Doctorat

Primul capitol, *Introducere*, prezintă o scurtă descriere a prezentei teze de doctorat, motivarea, obiectivele și scopul acesteia, cât și organizarea tezei.

În capitolul doi, *Economia Digitală*, am realizat o cercetare de sinteză a modul în care a apărut și a evoluat economia digitală; am identificat și am analizat atât aspectele pozitive, cât și cele negative impuse de schimbările pe plan social și economic generate de noua economie și noua eră digitală. Societatea informațională trăiește un proces complex de schimbare și evoluție a stilului de viață socială și economică.

Viața economică și cea socială se întrepătrund cu progresele tehnologice creând noi nevoi de cunoaștere și informare dar și noi amenințări. Mediul deschis, în care se desfășoară comunicare astăzi, impune noi măsuri de securitate și confidențialitate a informației digitale vehiculate în toate domeniile de activitate ale societății. În urma analizei pe care am realizat-o în acest capitol am identificat principalele probleme și amenințări de securitate a informației digitale.

Aceste probleme sunt detaliate în capitolul trei intitulat *Identificarea principalelor probleme ridicate de asigurarea securității mediului de economie digitală*. În acest capitol am realizat o analiză de sinteză pentru a identifica principalele amenințări ce vizează periclitatea securității tranzacțiilor electronice desfășurate în cadrul economiei digitale. Am identificat și am analizat evoluția principalelor riscuri (*malware, furt de identitate și privacy, incidente financiare*) care amenință tranzacțiile de informații economice digitale.

Am urmărit să redau imaginea fidelă a situației reale în care își desfășoară activitatea actorii din economia digitală. Cu toate că astăzi beneficiem de tehnologie avansată amenințările securității informației și actele de criminalitate cibernetică nu pot fi eradicate, din contră numărul acestora are tendință crescătoare. Un pas spre diminuarea problemelor semnalate în acest cercetare, constă în conștientizarea lor de către utilizatori și în conștientizarea gradului de vulnerabilitate pe care îl prezintă aceștia în fața amenințărilor la care se expun în mediul digital. În ceea ce privește companiile, acestea ar trebui să își actualizeze politicile de securitate în funcție de riscurile și amenințările noi apărute și să își instruiască personalul în acest sens.

Capitolul patru, intitulat, *Identificarea metodelor de securitate a informației utilizate astăzi în Economia Digitală (PC, Internet, Platforme mobile)* prezintă rezultatul cercetării pe care am realizat-o cu privire la principalele tehnici, utilizate astăzi pentru a securiza operațiile desfășurate în cadrul economiei digitale și anume:

- *Criptografie* (soluții, tehnici, literatură de specialitate, metode de evaluare sistemelor criptografice, atacuri/criptanaliza);
- *Watermarking* (soluții, tehnici, literatură de specialitate, metode de evaluare a sistemelor watermarking, atacuri);
- *Steganografie* (soluții, tehnici, literatură de specialitate, Steganografie și Criptografie, Steganografie și Watermarking, Steganografie și Securitatea informațiilor, metode de evaluare a sistemelor steganografice, atacuri/steganaliză).

Astăzi trăim în epoca informațională, în care informația este o resursă strategică, atât pentru indivizi cât și pentru organizații. Asigurarea securității informației are un rol important în ceea ce privește probleme de securitate națională până la probleme de stabilitate socială. În acest sens literatura de specialitate cuprinde o gamă vastă de metode și tehnici dedicate securizării informației digitale.

Având aceste considerente în vedere, în acest capitol am realizat o analiză de sinteză prin care am identificat și dezbătut principalele metode recomandate de specialiști pentru asigurarea caracteristicilor informației digitale și anume: confidențialitate, integritate, disponibilitate, autenticitate, non-repudiare.

Din raportul dintre aceste tehnici și metodele ce amenință securitatea informațiilor digitale cuprinse în capitolul trei al prezentei teze de doctorat, putem spune că tehnicile utilizate pentru asigurarea securității informației digitale nu sunt suficiente și trebuie perfecționate în permanență.

În capitolul cinci, *Soluții propuse pentru optimizarea securității sistemelor de e-business*, am prezentat detaliat contribuțiile personale în ceea ce privește dezvoltarea arhitecturii de securitate SmartSteg, propusă în prezenta teză de doctorat, am prezentat particularitățile de implementare ale soluțiilor propuse, evaluarea soluției propuse și compararea performanțelor obținute cu cele ale altor soluții similare prezente în literatura de specialitate.

SmartSteg oferă posibilitatea unei comunicații confidențiale, în Internet și rețelele de comunicații disponibile astăzi, utilizând dispozitive mobile și tradiționale ce rulează Android și Windows.

Obiectivele pe care am dorit să le ating în prezenta teză prin proiectarea și realizarea arhitecturii *SmartSteg*, sunt:

- un algoritm care să codifice și să înglobeze o cantitate mare de date într-o imagine digitală, utilizând dispozitive mobile;
- un algoritm care să consume resurse minime fizice (hardware) și de timp;
- un algoritm de înglobare a datelor care să minimalizeze problemele de detecție prin metode steganolitice;
- o soluție steganografică care să ofere interoperabilitate între dispozitivele mobile și calculatoarele tradiționale
- o soluție care să ofere interoperabilitate indiferent de sistemul de operare rulat – Android sau Windows .
- implementare ușoară;
- securitate ridicată;
- viteză mare de procesare;
- un generator de numere pseudo-aleatoare rapid;
- posibilitatea de a deduce din fișierul rezultat cu informația secretă înglobată forma inițială a acesteia să fie cât mai scăzută sau chiar imposibilă;
- să creeze cât mai multă confuzie și difuzie;
- să utilizeze resurse minime fizice și de timp.

În acest capitol am dezvoltat pe larg motivația temei aleasă pentru a fi studiată în prezenta teză de doctorat, am fixat obiectivele cercetării realizate și cerințele soluției propuse, am descris pe larg algoritmi propuși, am prezentat testele realizate asupra soluției propuse și rezultatele obținute și am realizat o comparație între performanțele soluției propuse și performanțele altor sisteme similare prezente în literatura de specialitate.

În concluzie, în cadrul cercetării efectuate, am realizat o soluție robustă și fiabilă ce oferă confidențialitate și securitate informațiilor tranzacționate în economia digitală.

Soluția propusă oferă securitate multiplă prin: codificarea informației cu ajutorul criptografiei simetrice, camuflarea acesteia prin utilizarea steganografiei, utilizarea funcției de selecție pseudo-aleatoare a biților care transportă informația secretă, ascunderea dimensiunii informației secrete.

În tabelul 42 am prezentat o comparație între sistemele steganografice tratate în prezenta teză.

Tabel 42 – Comparație între sistemele steganografice testate

	Securitate	Capacitate	Date secrete	Viteză	Steganaliză	Interoperabilitate
4-LSB	Criptografie AES + Steganografie	<300 kb	Mesaje text, Fișiere de imagini	Indisponibil	Irelevant	Nu
Android-Stego	Criptografie cu chei publice + Steganografie	<300 kb	Mesaj text	Indisponibil	Irelevant	Nu
MoBiSiS	Steganografie	<300 kb	Mesaj text	Indisponibil	Irelevant	Nu
MobiStego	Steganografie	Indisponibil	Mesaj text	Indisponibil	Irelevant	Nu
SmartSteg	Criptografie de tip șir cu chei simetrice + Steganografie	≤ 2 MB	Orice tip de fișier	Vezi subpunctul 5.5.3	Ridicată	DA

Comparativ cu alte sisteme similare prezente în literatura de specialitate, *SmartSteg* se diferențiază prin:

- interoperabilitate între platformele mobile și calculatoarele tradiționale;
- interoperabilitate între sisteme de operare diferite: anume Android și Windows;
- gamă variată de tipuri de date care pot fi înglobate în imaginea suport;
- timp de execuție;
- robustețe la metode vizuale și steganolitice de atac;
- securitate ridicată
- procesează dimensiuni mari de fișiere secrete, până la 2 MB.

În capitolul șase, am prezentat concluziile generale și perspectivele cercetării realizate în prezenta teză de doctorat.

Concluzii

Mediul în care se tranzacționează informația digitală a înregistrat în ultimii ani o creștere semnificativă a vulnerabilităților, a atacurilor rapide, a fișierelor blocate pentru a fi răscumpărate, a codurilor malițioase și a furtului de informații. Datorită prejudiciilor economice și de competitivitate pe care le pot crea, aceste amenințări și riscuri au atras tot mai mult atenția organizațiilor. Organizațiile de astăzi trebuie să găsească soluții care să asigure securitatea tranzacțiilor de date sensibile prin mediul vulnerabil disponibil pentru comunicare.

Scopul principal al cercetării realizate în prezenta teză de doctorat este de a oferi membrilor comunității economice digitale o soluție pentru comunicații prin Internet și rețelele mobile care să asigure confidențialitatea, integritatea și disponibilitatea datelor tranzacționate.

Pentru a atinge acest deziderat am realizat următoarele:

- O cercetare amănunțită a mediului economiei digitale în urma căreia am identificat și evidențiat principalele probleme pe care activitatea organizațiilor și legislația în vigoare o impun. Cercetarea analizează și sintetizează modul în care a apărut și a evoluat economia digitală, atât aspectele pozitive cât și cele negative, impuse de schimbările pe plan social și economic de noua eră digitală. Viața economică și socială se întrepătrunde cu progresele tehnologice creând noi nevoi de cunoaștere și informare dar și noi amenințări. Mediul deschis, în care se desfășoară comunicarea astăzi, impune noi măsuri de securitate a informației digitale propagată în toate domeniile de activitate ale societății;
- O analiză a metodelor de comunicații din economia digitală prin care am identificat principalele riscuri și amenințări ce vizează securitatea tranzacțiilor de date electronice. Am identificat și am analizat evoluția principalelor riscuri care amenință tranzacțiile digitale. Am urmărit să redau imaginea fidelă a situației reale în care își desfășoară activitatea actorii din economia digitală;
- O analiză prin care am identificat și dezbătut principalele tehnici recomandate în literatura de specialitate pentru asigurarea calității informației digitale și anume: confidențialitate, integritate, disponibilitate, autenticitate și non-repudiare. Raportul dintre aceste tehnici și metodele ce amenință securitatea informațiilor digitale, arată că tehnicile utilizate pentru asigurarea securității informației digitale nu sunt suficiente și trebuie perfecționate în permanență;
- Am proiectat și am dezvoltat o soluție robustă și fiabilă care oferă confidențialitate informațiilor tranzacționate în economia digitală utilizând rețeaua Internet și rețelele mobile de comunicație. Soluția propusă a fost implementată prin proiectul *SmartSteg*. Aceasta oferă două nivele de securitate: codificarea informației cu ajutorul criptografiei simetrice și camuflarea acesteia prin utilizarea steganografiei

LSB optimizată cu o funcție pseudo-aleatoare de selecție a biților care transportă informația secretă. *SmartSteg* oferă posibilitatea unei comunicații confidențiale, în Internet și rețelele de comunicații disponibile astăzi, utilizând dispozitive mobile și tradiționale ce rulează Android și Windows.

Contribuțiile personale din prezenta teză sunt sintetizate în următoarele rânduri:

- Am proiectat un algoritm care codifică și înglobează o cantitate mare de date într-o imagine digitală, utilizând dispozitive mobile, fapt ce atestă că astăzi steganografia pe dispozitive mobile este o realitate;
- Am dezvoltat un algoritm care consumă resurse fizice (hardware) și de timp minime confirmate prin testele de funcționalitate și de viteză de execuție, realizate în cadrul cercetării și prezentate în teza de doctorat; acest fapt îl recomandă pentru a fi utilizat în procesele de business;
- Am dezvoltat un algoritm robust de înglobare a datelor ce asigură securitate ridicată prin combinarea criptografiei cu steganografia, oferind mai multe niveluri de securitate și minimalizând problemele de detecție prin metode steganolitice;
- Am dezvoltat o soluție steganografică care oferă interoperabilitate între dispozitivele mobile și calculatoarele tradiționale indiferent de sistemul de operare rulat – Android sau Windows.

Contribuțiile și noutățile pe care le aduce cercetarea realizată în prezenta teză de doctorat sunt susținute de analiza performanțelor soluției propuse și de lista de lucrări științifice publicate.

Ca direcții de cercetare viitoare, doresc să completez analiza realizată vis-a-vis de noile tehnologii prin :

- Extinderea funcționării soluției propuse în prezenta lucrare, pe sistemele de operare iOS, astfel încât interoperabilitatea SmartSteg să cuprindă principalele sisteme de operare utilizate la scară mondială;
- Diversificarea gamei de fișiere suport pentru a diminua probabilitatea ca un anumit fișier să fie suspectat ca fiind purtător de conținut steganografic;
- Cercetarea posibilității de implementare a tehnologiilor criptografice bazate pe chei publice, pentru a elimina schimbul de cheie secretă dintre expeditor și destinatar printr-un alt canal de comunicare independent de soluția steganografică propusă;
- Pentru garantarea integrității informației secrete, cercetarea implementării în cadrul arhitecturii de securitate propusă a funcțiilor *hash*.

Bibliografie

1. **Adee Sally** - *Spy vs. Spy. In the arms race of corporate espionage, one engineer has turned a popular method of data theft against itself*, IEEE Spectrum, 01.08.2008, accesat 28.11. 2015, (Adee, 2008) .
<http://spectrum.ieee.org/computing/software/spy-vs-spy>
2. **Ajay Anadi, Singh Pradeep Kumar** - *Novel Digital Image Water Marking Technique Against Geometric Attacks*, I.J. Modern Education and Computer Science, Published Online in MECS, August 2015. - Vol. 8, (Ajay, et al., 2015).
3. **Almohammad Adel** - *Steganography-Based Secret and Reliable Communications: Improving Steganographic Capacity and Imperceptibility*, Teză de doctorat, Brunel University, 2010, (Almohammad, 2010).
4. **Andronescu A., Mircea M.** - *Study on payments through mobile phones*, Revista Informatică Economică, București, 2006, Nr. 38, Vol. 2, (Andronescu, et al., 2006).
5. **Appthority** - *Appthority Enterprise Mobile Threat Report*, San Francisco, CA 94105, Appthority Inc, 2015, (Appthority, 2015).
6. **Ashok J., Raju Y., Munishankaraiah S., Srinivas K.** - *Steganography: an Overview*, International Journal of Engineering Science and Technology, India : Engg Journals Publication, 2010. Nr. 10, Vol. 2, ISSN: 0975-5462, (Ashok, et al., 2010).
7. **Bilderbeek Pim** - *Transformation: From Traditional To Digital Economy*, themetisfiles, 2013, accesat 31.10.2015, (Bilderbeek, 2013).
<http://www.themetisfiles.com/2013/11/transformation-from-traditional-to-digital-economy/>
8. **Blank Rebecca M., Gallagher Patrick D.** - *Guide for Conducting Risk Assessments. Information Security*, NIST - National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce, 2012, (Blank, et al., 2012).
<http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-30r1.pdf>
9. **Böhme Rainer** - *Advanced Statistical Steganalysis*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010, ISSN: 1619-7100, ISBN: 978-3-642-14312-0, e-ISBN: 978-3-642-14313-7, (Böhme, 2010).
10. **Bucerzan D., Ghiorghită M.** - *HENKOS Encryption System (HKS)*, Revista Informatică Economică, 2004, Nr.31, Vol. 3, (Bucerzan, et al., 2004).
11. **Bucerzan D., Rațiu C.** - *Contributions to Steganographic Techniques on Mobile Devices*, Proceedings of the Security for Information Technology and Communications – SECITC 2015, București : Springer LNCS 9522, 2015, (Bucerzan, et al., 2015).

12. **Bucerzan D., Rațiu C., Manolescu M.J.** - *SmartSteg: A New Android Based Steganography Application*, International Journal of Computers, Communications & Control (IJCCC), 2013, Nr.5, Vol. 8, ISSN:1841-9836, (Bucerzan, et al., 2013, a).
13. **Bucerzan D.** - *A Cryptographic Algorithm Based on a Pseudorandom Number Generator*, 10th International Symposium on Symbolic and Numeric Algorithms for Scientific Computing, IEEE Computer Society - The Community for Technology Leaders, Timisoara, 2008, ISBN: 978-0-7695-3523-4, (Bucerzan, 2008).
14. **Bucerzan D., Rațiu C.**, - *Steganography and Cryptography on Mobile Platforms*, Constanța Maritime University Annals, Constanța, Ed. Nautica, 2013, b, Nr. 20, Vol. XIV, ISSN: 1582 3601, (Bucerzan, și alții, 2013).
15. **Bucerzan D.** - *Securitatea informației economice în rețele de calculatoare*, Teza de Doctorat, București : Academia de Științe Economice, 2005, (Bucerzan, 2005).
16. **Burrell I.** - *Fifty held in worldwide paedophile crackdown*, The Independent, 2002. (Burrell, 2002)
17. **Castiglione Aniello, De Santis Alfredo, Fiore Ugo, Palmieri Francesco** - *An Asynchronous Covert Channel Using Spam*, Elsevier Computers & Mathematics with Applications (Impact Factor:1.697),Tarrytown, NY, USA, Pergamon Press, Inc., 2012, Nr. 2, Vol. 63, ISSN: 0898-1221, (Castiglione, et al., 2012).
18. **CERT – RO** - *Securitatea organizației, comunicațiile mobile*, online : CERT- RO în colaborare cu certSIGN, 2014, (CERT - RO, 2014).
https://www.cert-ro.eu/files/doc/887_20141008131025031131000_X.pdf
19. **Cheddad Abbas, Condell Joan, Curran Kevin, Kevitt Paul Mc** - *Digital image steganography: Survey and analysis of current methods*, Elsevier, Signal Processing, 2010, Nr.3, Vol. 90, (Cheddad, et al., 2010).
20. **Cheddad Abbas** - *Steganoflage: A New Image Steganography Algorithm*, Teză de doctorat, School of Computing & Intelligent Systems, Faculty of Computing & Engineering, University of Ulster, 2009, (Cheddad, 2009).
21. **Chia Terry** - *Confidentiality, Integrity, Availability: The three components of the CIA Triad*, IT Security Community Blog, Stack Exchange © 2016 Entries (RSS) and Comments (RSS), 2012, accesat 31.01.2016, (Chia, 2012).
<http://security.blogoverflow.com/2012/08/confidentiality-integrity-availability-the-three-components-of-the-cia-triad/>
22. **Cisco** - *Cisco 2015 Midyear Security Report*, San Jose, CA : Cisco Systems Inc, 2015. (Cisco, 2015)

23. **Cole Eric, Krutz Ronald L., Conley James, Reisman Brian, Ruebush Mitch, Gollmann Dieter, Reese Rachele** - *Network Security Fundamentals*, 1st Edition, Wiley Pathways, 2008, ISBN: 978-0-470-45863-1, (Cole, și alții, 2008).
24. **Constantin Lucian** - *Malvertising campaign delivers digitally signed CryptoWall ransomware*, PC World, 29.09.2014, accesat 04.11.2015, (Constantin, 2014).
<http://www.pcworld.com/article/2688992/malvertising-campaign-delivers-digitally-signed-cryptowall-ransomware.html>
25. **Cormen Thomas H., Leiserson Charles E., Rivest Ronald L., and Stein Clifford** - *Introduction to Algorithms*. Third Edition, Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 2009, ISBN: 9780262033848, (Cormen, și alții, 2009).
26. **Cox I. J., Killian J., Leighton F. T., Shamoon, T.** - *Secure Spread Spectrum Watermarking for Multimedia*, IEEE Transactions on Image Processing., IEEE, 1997, Nr.12, Vol. 6, (Cox, și alții, 1997).
27. **Dănăiață Doina, Hurbean Luminița, Margea Camelia** - *Sisteme informatice pentru administrația publică*, Ediție online, Timisoara, 2011, ISBN: 978-973-0-11765-3, (Dănăiață, și alții, 2011).
28. **David Emm, Maria Garnaeva, Anton Ivanov, Denis Makrushin, Roman, Unuchek** - *IT Threat Evolution in Q2 2015*, Moscow, Russian Federation : Kaspersky Lab HQ, 2015, (David, și alții, 2015).
29. **De Cristofaro E., Soriente C., Tsudik G., Williams A.** - *Hummingbird: Privacy at the time of Twitter*, 2012 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP), San Francisco, CA : IEEE, Mai 2012, ISSN: 1081-6011, E-ISBN: 978-0-7695-4681-0, Print ISBN: 978-1-4673-1244-8, (De Cristofaro, și alții, 2012).
30. **Diffie W., Hellman M.E.** - *New directions in cryptography*, IEEE Transactions on Information Theory , 1976, Nr.6, Vol. 22, ISSN: 0018-9448, (Diffie, și alții, 1976).
31. **Dumitrescu S., Wu X., Wang Z.** - *Detection of LSB Steganography Via Sample Pairs Analysis*, Information Hiding Workshop, Lecture Notes on Computer Science, Springer-Verlag, 2003, Vol. 2578, (Dumitrescu, și alții, 2003).
32. **Dunn John E.** - *11 Apple security threats that changed the way we see Macs*, techworld, 18.08.2015, accesat 04.11.2015, (Dunn, 2015).
<http://www.techworld.com/picture-gallery/security/11-apple-security-threats-that-changed-way-we-see-macs -3623261/>
33. **Engel R.** - *Al-Qaida spreads across the web*, NBC Nightly News, 2007, (Engel, 2007).

34. **Evans N.D.** - *Business Agility: Strategies for Gaining Competitive Advantage Through Mobile Business Solutions*, Financial Times Prentice Hall, FT Press, 2001, ISBN-13: 9780130668370, ISBN-10: 0130668370, (Evans, 2001).
35. **FBI** - *Criminals Continue to Defraud and Extort Funds from Victims Using Cryptowall Ransomware Schemes, Alert Number I-062315-PSA*, Federal Bureau of Investigation, 23.06.2015, accesat 04.11.2015, (FBI, 2015).
<https://www.ic3.gov/media/2015/150623.aspx>
36. **Ferscha Alois** - *Thematic Group 1: Pervasive Computing and Communications, Beyond-The-Horizon*, 2006, accesat 03.10.2015, (Ferscha, 2006).
http://www.ercim.eu/publication/Ercim_News/enw64/bth1.html
37. **Fichman Robert G., Dos Santos Brian L., Zheng Zhiqiang (Eric)** - *Digital Innovation as a Fundamental and Powerful Concept in the Information Systems Curriculum*, MIS Quarterly, 2014, Nr. 2, Vol. 38, (Fichman, și alții, 2014).
38. **Frei W., Chen C.** - *Fast boundary detection: A generalization and a new algorithm*, IEEE Transactions on Computers, 1977, Vol. 26, (Frei, și alții, 1977).
39. **Fridrich Jessica, Goljan M. and Du R.** - *Reliable Detection of LSB Steganography in Color*, Proceedings of the 2001 Workshop on Multimedia and Security, Ottawa, Canada, 2001, ISBN: 978 0 521 190 190, (Fridrich, și alții, 2001).
40. **Gartner** - *Forecast: PCs, Ultramobiles and Mobile Phones, Worldwide, 2012-2019, 1Q15 Update*, Egham, UK : Gartner, Inc., 2015, (Gartner, a, 2015).
41. **Gartner** - *Market Share: Devices, All Countries, 3Q15 Update*, Stanford, CT 06902 USA : Gartner, Inc., 2015, (Gartner, b, 2015).
42. **Gates Robert** - *SearchDataCenter Techtargget, IoT devices, data use developing faster than common standard*, 29.10.2015, accesat 03.11.2015, (Gates, 2015).
<http://internetofthingsagenda.techtarget.com/news/4500256463/IoT-devices-data-use-developing-faster-than-common-standard>
43. **Gavrilescu L., Matei O.** - *Totul despre comerțul electronic*, Risoprint, 2009, ISBN 978-973-53-0021-0, (Gavrilescu, și alții, 2009).
44. **Ghilic-Micu B., Uscatu C., Mircea M., Silvestru C.** - *Studiu privind premisele organizării virtuale a muncii în societatea informațională din România*, Economia. Seria Management, 2004, Nr. 2 Special, Vol. 7, (Ghilic-Micu, și alții, 2004)
45. **Gupta Siddarth, Porwal Vagesh** - *Recent Digital Watermarking Approaches, Protecting Multimedia Data Ownership*, ACSIJ Advances in Computer Science: an International Journal, 2015, Nr. 2, Vol. 4, ISSN: 2322-5157, (Gupta, et al., 2015).

46. **Hosmer Chet** - *Steganography and Smart Phones*, Forensic Magazine, Advantage Business Media © Copyright, 02.08.2012, accesat 13.04.2016, (Hosmer, 2012).
<http://www.forensicmag.com/articles/2012/02/steganography-and-smart-phones>
47. **Huang Lin Shung, Rice A., Ellingsen E., Jackson C.** - *Analyzing Forged SSL Certificates in the Wild*, 2014 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP), San Jose, CA : The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 2014, ISBN: 978-1-4799-4686-0, ISSN: 1081-6011, (Huang, et al., 2014).
48. **Hussein Ahmed Taha, Alresheedi Mohammed T., Elmirghani Jaafar M. H.** - *20 Gb/s Mobile Indoor Visible Light Communication System Employing Beam Steering and Computer Generated Holograms*, Journal of Lightwave Technology, IEEE Aerospace and Electronic Systems Society, 2015, Nr. 24, Vol. 33, ISSN: 0733-8724, (Hussein, et al., 2015).
49. **Iancu S.** - *Organizația economică modernă și cultura consacrată creșterii eficienței cunoașterii (I)*, Noema, Comitetul Român de Istoria și Filosofia Științei și Tehnicii, Istoria Științei și Tehnicii, 2008, Vol. VII, (Iancu, 2008).
50. **IBM Corporation** - *IBM 2015 Cyber Security Intelligence Index*, Somers, NY 10589 : IBM Corporation, 2015, (IBM Corporation, 2015).
51. **Ieșeanu Teodora** - *Trendurile actuale și emergente din industria comunicării*, International Advertising Association, 2012, accesat 03.10.2015, (Ieșeanu, 2012).
<http://www.iaa.ro/Articole/Analize/Trendurile-actuale-si-emergente-din-industria-comunicarii/5155.html>
52. **Ivan Ion, Toma Cristian** - *Informatics Security Handbook 1st Edition*, București, 2006, ISBN:9789735948405, accesat 08.11.2015. <http://ism.ase.ro/index.php/curricula/>
53. **Ivan Ion, Zamfiroiu Alin** - *Quality Analysis of Mobile Applications*, Informatică Economică, 2011, Nr. 3, Vol. 15, (Ivan, et al., 2011).
54. **Ivan Ion, Milodin Daniel, Zamfiroiu Alin** - *Securitatea tranzacțiilor de M-Comerț*, Economie teoretică și aplicată, 2013, Nr. XX, Vol. 7, (Ivan, et al., 2013).
55. **KASPERSKY LAB** - *Financial Cyberthreats in 2014*, Securelist, 2015, (KASPERSKY LAB, 2015).
56. **Katzenbeisser Stefan, Petitcolas Fabien A. P.** - *Information Hiding Techniques for Steganography and Digital Watermarking*, Boston, London : ARTECH HOUSE, INC., 2000, ISBN: 1-58053-035-4, (Katzenbeisser, et al., 2000).
57. **Ker Andrew D.** - *Quantitative Evaluation of Pairs and RS Steganalysis*, In Security, Steganography, and Watermarking of of Multimedia Contents, 2004, Nr. VI, Vol. 5306, ISBN: 9780819452092, (Ker, 2004).

58. **Kramer M.I.** - *How to succeed @ e-business*, IBM's Prescription for Comprehensive and Scalable E-Commerce, 2000, (Kramer, 2000).
59. **Kshirsagar Geetanjali R., Kulkarni Savita** - *Implementation of Hybrid Algorithm for Secured Multimedia Messaging Service System Using Android*, Proc. of the Second Intl. Conf. on Advances in Computer, Electronics and Electrical Engineering , CEEE 2013, Mumbai, India, Institute of Research Engineers and Doctors, 2013, ISBN: 978-981-07-6260-5, (Kshirsagar, et al., 2013).
60. **Kulkarni Pooja, Bhise Shraddha, Khot Sadhana** - *Review of Digital Watermarking Techniques*, International Journal of Computer Application, 2015, Nr. 16, Vol. 109, (Kulkarni, et al., 2015).
61. **Kurak C., J. McHugh** - *A cautionary note on image downgrading*, San Antonio, USA, 1992, (Kurak, et al., 1992).
62. **Langelaar G. C., Lagendijk R. L., Biemond J.** - *Robust Labeling Methods for Copy Protection of Images*, San Jose, California, Proceedings of the SPIE Storage and Retrieval for Image and Video Databases V, 1997, Nr. 3022, (Langelaar, et al., 1997).
63. **Leția Alina** - *Provocările mediului digital de afaceri*, International Conference of the Institute for Business Administration, București, 2014, (Leția, 2014).
64. **Lubacz Józef, Mazurczyk Wojciech, Szczypiorski Krzysztof** - *Principles and Overview of Network Steganography*, IEEE Communications Magazine, IEEE, 2014, Nr. 5, Vol. 52, ISSN: 0163-6804, (Lubacz, et al., 2014).
65. **Madan V.K., Merchant S.N., Desai U.B., Karamchandani S.H.; Gandhi K.J., Gosalia, S.R.** - *PCA Encrypted Short Acoustic Data Inculcated in Digital Color Images*, International Journal of Computers Communications & Control, 2015, Nr. 5, Vol. 10, ISSN 1841-9836, (Madan, et al., 2015).
66. **Maniscalchi Jago** - *Threat vs Vulnerability vs Risk*, 2009, accesat 06.11.2015, (Maniscalchi, 2009).
<http://www.digitalthreat.net/2009/06/threat-vs-vulnerability-vs-risk/>
67. **Marçal André R. S., Pereira Patricia R.** - *A Steganographic Method for Digital Images Robust to RS Steganalysis*, Second International Conference, ICIAR 2005, Image Analysis and Recognition, Toronto, Canada, Springer Berlin Heidelberg, 2005, Vol. 3656, Online ISBN: 978-3-540-31938-2, (Marçal, et al., 2005).
68. **Mare S. F.** - *Advanced Steganographic algorithms and architectures*, Teză de doctorat, Timișoara : Editura Politehnica, 2012, Vol. 10, Nr. 40, (Mare, 2012).

69. **Marias G.F., Barros J., Fiedler M., Herkenhoener R., Grillo A., Lentini A., Lima L., Lorentzen C., Mazurczyk W., de Meer H., Oliveira P., Polyzos G.C., Pujol E., Szczypiorski K., Vilela J.P., Vinhoza T.** - *Security and privacy issues for the network of the future*, International Journal of Security and Communication Networks., John Wiley & Sons, Septembrie 2012, Nr. 9, Vol. 5, ISSN: 1939-0114, (Marias, et al., 2012).
70. **Mayer Jonathan R., Mitchell John C.** - *Third-Party Web Tracking: Policy and Technology*, 2012 IEEE Symposium on Security and Privacy, San Francisco, California, USA : The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., Mai 21-23, 2012, ISBN: 978-0-7695-4681-0, ISSN: 1081-6011, (Mayer, et al., 2012).
71. **Mazurczyk W., Caviglione L.** - *Information Hiding as a Challenge for Malware Detection*, IEEE Security and Privacy Magazine, IEEE, 2015, Nr. 2, Vol. 13, ISSN: 1540-7993, (Mazurczyk, et al., 2015, a).
72. **Mazurczyk W., Caviglione L.** - *Steganography in Modern Smartphones and Mitigation Techniques*, IEEE Communications Surveys & Tutorials, IEEE, 2015, Nr. 1, Vol. 17, (Mazurczyk, et al., 2015).
73. **McAfee Labs** - *McAfee Labs Threats Report*, Santa Clara, CA 95054 : McAfee Labs, 2015, (McAfee Labs, 2015).
74. **Minoli Daniel** - *Building The Internet of Things With IPv6 and MIPv6. The Evolving World of M2M Communications*, United States of America, John Wiley & Sons, Inc, 2013, ISBN: 978-1-118-47347-4, (Minoli, 2013).
75. **Mircea M.** - *Dimensions and Characteristics of the Digital Economy*, Revista Informatică Economică, 2004, Nr. 32, Vol. 4, (Mircea, 2004).
76. **Mircea M.** - *Managementul afacerilor în economia digitală*, Teză de doctorat, Academia de Studii Economice din București, Facultatea de cibernetică, statistică și informatică economică, Catedra de informatică economică, 2009, (Mircea, 2009).
77. **Montgomery D.** - *Arrests of alleged spies draws attention to long obscure field of steganography*, The Washington Post, 30.06.2010, accesat 18.11.2015, (Montgomery, 2010). <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2010/06/30/AR2010063003108.html>
78. **Morkel T., Eloff J.H.P., Olivier M.S.** - *An Overview of Image Steganography*, Proceedings of the Fifth Annual Information Security South Africa Conference, Sandton, South Africa, Published electronically, 2005, (Morkel, et al., 2005).
79. **Morkel T.** - *Image Steganography Application for Secure Communications*, Disertație, Pretoria : Faculty of Engineering, Built Environment and Information Technology, Universitz of Pretoria, 2012, (Morkel, 2012).

80. **Muntean Mihaela** - *Business Intelligence Solutions for Gaining Competitive Advantage*, Revista Informatică Economică, 2007, Nr.7, Vol. 43, (Muntean, 2007).
81. **Naforniță Corina** - *Creșterea securității rețelelor de comunicații de date prin autentificare bazată pe watermarking*, Raport de cercetare din cadrul grantului CNCSIS, Facultatea de Electronică și Telecomunicații, Universitatea Politehnică Timișoara, 2006, (Naforniță, 2006).
82. **Nițchi Stefan Ioan** - *Esențial în comunicarea pe Internet și World Wide Web*, Cluj-Napoca, Risoprint, 1999, (Nițchi, 1999).
83. **Paar Christof, Pelzl Jan** - *Understanding Cryptography*, Springer Heidelberg Dordrecht London New York : Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010, ISBN: 978-3-642-04100-6, e-ISBN: 978-3-642-04101-3, (Paar, și alții, 2010).
84. **Patel Palak R., Patel Yask** - *Survey on Different Methods of Image Steganography*, International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering, IJIRCCCE , Decembrie 2014, Nr. 12, Vol. 2, ISSN(Online): 2320-9801, ISSN (Print): 2320-9798, (Patel, și alții, 2014).
85. **Ponomarenko N., Lukin V., Egiazarian K., Astola J., Carli M., Battisti F.** – *Color Image Database for Evaluation of Image Quality Metrics*, IEEE 10th Workshop on Multimedia Signal Processing, IEEE, 2008, (Ponomarenko, și alții, 2008).
86. **Popa Richard** - *An Analysis of Steganographic Techniques*, Teză de doctorat, Timișoara : Universitatea Politehnică din Timișoara, 1998, (Popa, 1998).
87. **Prewitt J. M. S.** - *Object enhancement and extraction*, Picture Analysis and Psychopictorics. B.S. Lipkin & A. Rosenfeld Eds.. - New York : Academic Press, 1970. (Prewitt, 1970)
88. **Radcliff D.** - *Quickstudy: Steganography: Hidden data*, ComputerWorld, 2002, (Radcliff, 2002).
89. **Rădulescu Daniela** - *Bankingul se mută în zona de mobile: Credite instant, prin SMS*, Business24, 2012, accesat 13.10.2015, (Rădulescu, 2012).
<http://www.business24.ro/alpha-bank/produse/bankingul-se-muta-in-zona-de-mobile-credite-instant-prin-sms-1522065>
90. **Rațiu C., Bucerzan D.** - *Attacks on The Watermark Techniques*, 2-nd Symposium on Business Informatics in Central and Eastern Europe, Osterreichische Computer Gesellschaft, 2011, ISBN: 978-3-85403-280-19, (Rațiu, și alții, 2011).
91. **Rațiu C., Bucerzan D.** - *Image Processing with Android Steganography*, Soft Computing Applications, Proceedings of the 6th International Workshop Soft Computing Applications, Timișoara : Springer, 2014, Vol. 2, Print ISBN: 978-3-319-18295-7, Online ISBN: 978-3-319-18296-4, (Rațiu, et al., 2014).

92. **Rațiu C., Pop C.** - *Serviciile E-Banking în Contextul Noilor Tehnologii Informaționale*, Studia Universitatis „Vasile Goldiș”, Arad : "Vasile Goldiș" University Press, 2007, Nr. 17, Vol. Seria – Științe Exacte, (Rațiu, et al., 2007).
93. **Rațiu C., Bucerzan D., Dascăl I.** - *Aspects of a Watermark Solution*, Revista Informatică Economică, București, 2010, Nr. 4, Vol. 14, ISSN: 1453-1305, e-ISSN 1842-8088, (Rațiu, et al., 2010).
94. **Roberts L. G.** - *Machine perception of three-dimensional solids*, Optical and Electro-optical Information Processing, MIT Press, Cambridge, 1965, (Roberts, 1965).
95. **Roque J. J., Minguet J.** - *SLSB: Improving the Steganographic Algorithm LSB*, V Congreso Iberoamericano de Seguridad Informática CIBSI'09, Montevideo, Uruguay, 2009, (Roque, et al., 2009).
96. **Roșca I. Gh., Ghilic-Micu B., Stoica M.** - *Informatică. Societatea Informațională. E-Serviciile*, Bucuresti, Editura Economică, 2006, ISBN: 973-709-266-X, (Roșca, et al., 2006).
97. **Rosziati Ibrahim, Law Chia Kee** - *MoBiSiS: An Android-based Application for Sending Stego Image through MMS*, ICCGI 2012 : The Seventh International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology, Venice, Italy, 2012, (Rosziati, et al., 2012).
98. **Rushanan Michael, Rubin Aviel D., Kune Denis Foo, Swanson Colleen M.** - *SoK: Security and Privacy in Implantable Medical Devices and Body Area Networks*, 2014 IEEE Symposium on Security and Privacy, SP 2014, San Jose, California, USA : The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. , Mai 2014, ISBN: 978-1-4799-4686-0, ISSN: 1081-6011, (Rushanan, et al., 2014).
99. **Saini Lalit Kumar, Shrivastava Vishal** - *A Survey of Digital Watermarking Techniques and its Applications*, International Journal of Computer Science Trends and Technology (IJCST), 2014, Nr. 3, Vol. 2, ISSN: 2347-8578, (Saini, et al., 2014).
100. **Savithri G., Sudha K.L.** - *Android Application for Secret Image Transmission and Reception Using Chaotic Steganography*, International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering, 2014, Nr. 7, Vol. 2, ISSN(Online): 2320-9801, ISSN (Print): 2320-9798, (Savithri, et al., 2014).
101. **Selvaraj Dasarathan** - *Development of a Secure Communication System Based on Steganography for Mobile Devices*, Disertație, Frankfurt, Frankfurt University of Applied Sciences, 2014, (Selvaraj, 2014).
102. **Shannon C.E.** - *Communication Theory of Secrecy Systems*, Bell System Technical Journal, 1949, Nr. 4, Vol. 28, (Shannon, 1949).

103. **Shirali-Shahreza M.** - *An Improved Method for Steganography on Mobile Phone*, Proceedings of the 9th WSEAS International Conference on Systems (ICS'05), Athens, Greece, 2005, (Shirali-Shahreza, 2005).
104. **Simion Emil** - *Securitatea Criptografică*, 2011, accesat 25.04.2016 (Simion, 2011). : <http://andrei.clubcisco.ro/cursuri/f/f-sym/5master/aac-atcns/Securitatea%20criptografica.pdf>
105. **Sobel I.** - *Neighborhood coding of binary images for fast contour following and general array binary processing*, Computer Graphics Image Process, 1978, Vol. 8, (Sobel, 1978).
106. **Srinivasan Avinash, Wu Jie, Shi Justin** - *Android-Stego: A Novel Service Provider Imperceptible MMS Steganography Technique Robust to Message Loss*, 8th International Conference on Mobile Multimedia Communications, Chengdu, People's Republic of China, 2015, (Srinivasan, et al., 2015).
107. **Stănescu D., Stângaciu V., Stratulat M.** - *Steganography on new generation of mobile phones with image and video processing abilities*, ICC-CONTI 2010, Proceedings of IEEE International Joint Conferences on Computational Cybernetics and Technical Informatics, Romania, 2010, (Stănescu, et al., 2010).
108. **Swain Gandharba, Saroj Kuma Rlenka** - *Classification of Image Steganography Techniques in Spatial*, International Journal of Computer Science & Engineering Technology (IJCSSET), KEJA Publications, 2014, Nr. 3, Vol. 5, ISSN: 2229-3345, (Swain, et al., 2014).
109. **Symantec Corporation** - *Internet Security Threat Report*, Mountain View, CA 94043 USA : Symantec Corporation World Headquarters, 2015, (Symantec Corporation, 2015).
110. **Symantec Corporation** - *Internet Security Threat Report Government 2014*, Mountain View, CA 94043 USA : Symantec Corporation World Headquarters, 2014. (Symantec Corporation, 2014)
111. **Symantec Corporation** - *State of Privacy Report 2015*, Mountain View, CA 94043 USA : Symantec Corporation, 2015, (Symantec Corporation - a, 2015).
112. **Tanenbaum Andrew S., Wetherall David J.** - *Computer Networks* (Fifth Edition), Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hal, 2011, ISBN-13: 978-0-13-212695-3, ISBN-10: 0-13-212695-8, (Tanenbaum, et al., 2011).
113. **Tang S., Chen Q., Zhang W., Huang Y.** - *Universal steganography model for low bit-rate speech codec*, Security and Communication Networks, online : 2015, John Wiley & Sons, Ltd., Februarie 2015, Special Issue Paper, (Tang, et al., 2015).
114. **Tefas A, Pitas I.** - *Robust spatial image watermarking using progressive detection*, Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Salt Lake City, 2001, Vol. 3, ISSN:1520-6149, (Tefas, et al., 2001).

115. **Tomai Nicolae, Silaghi Gheorghe Cosmin, Costișor Adrian, Ghiran Ana Maria, Petri Ioan, Presecan Sebastian, Ștefanache Cristina** - *Tehnologii și aplicații mobile*, Cluj Napoca : Risoprint, 2012, 978-973-53-0901-5, (Tomai, et al., 2012).
116. **Vala Radek, Sarga Libor, Benda Radek** - *Security Reverse Engineering of Mobile Operating Systems: A Summary*, Recent Advances in Computer Engineering Science, Rhodes Island, Greece : WSEAS Press, 2013, ISSN: 1790-5109, ISBN: 978-960-474-311-7, (Vala, et al., 2013).
117. **Zeki Akram M., Ibrahim Adamu A., Manaf Azizah A.** - *Steganographic Software: Analysis and Implementation*, International Journal of Computers And Communications, 2012, Nr. 1, Vol. 6, (ZEKI, et al., 2012).
118. **ZeroFox** - *Top 9 Social Media Threats of 2015*, Zerofox, 2015, accesat 04.11.2015, (ZeroFox, 2015).
<https://www.zerofox.com/blog/top-9-social-media-threats-2015/>
119. **Zielinska E., Mazurczyk W., Szczypiorski K.** - *Trends in Steganography*, Communications of the ACM / ed. Vardi Moshe, New York, NY, USA : Association for Computing Machinery, Februarie 2014, Nr. 2, Vol. 57, ISSN: 0001-0782, E-ISSN: 1557-7317, (Zielinska, et al., 2014).
120. **Ziou D., Tabbone S.** - *Edge detection techniques - An overview*, International Journal of Pattern Recognition and Image Analysis, 1998, Vol. 8, (Ziou, et al., 1998).
121. *******, *Moore's Law*, accesat 03.10.2015, (Moo15).
<http://www.moorelaw.org>
122. *****,1**, *National Institute of Standards and Technology*, accesat 06.04.2016 (***,1).
<https://nvd.nist.gov/visualizations/cwe-over-time>

Lista publicațiilor științifice care susțin cercetarea realizată în teza de doctorat

Articole ISI

1. Bucerzan D., Crăciun M., Chiș V., **Rațiu C.**, *Stream Ciphers Analysis Methods*, International Journal of Computers, Communications & Control (IJCCC), ISI WoK: INT J COMPUT COMMUN , Impact factor (IF): JCR2010, **IF = 0.650**, Vol. 5, NR. 4, 2010, ISSN: 1841-9836, E-ISSN: 1841-9844,

http://univagora.ro/jour/index.php/ijccc/issue/viewIssue/49/pdf_170

2. Bucerzan D., **Rațiu C.**, Manolescu M.J., *SmartSteg: A New Android Based Steganography Application*, International Journal of Computers, Communications & Control (IJCCC), ISI WoK: INT J COMPUT COMMUN, Impact factor (IF): JCR2011, **IF = 0.438**, Vol. 8, Nr. 5, 2013, ISSN: 1841-9836, E-ISSN: 1841-9844,

<http://univagora.ro/jour/index.php/ijccc/article/view/642>

Citat de:

- Mazurczyk W., Caviglione L., *Steganography in Modern Smartphones and Mitigation Techniques*, IEEE Communications Surveys & Tutorials, Vol.17, Nr. 1, ISSN: 1553-877X, DOI: 10.1109/COMST.2014.2350994, 2014, IF=6.806;
- Thanikkal J.G., Danish M, Sarwar S., *A New Android Based Steganography Application for Smartphone's*, Journal of Basic and Applied Engineering Research, Vol. 1, Nr. 8, 2014, Print ISSN: 2350-0077, Online ISSN: 2350-0255;
- Majcher A., *The application of mobile devices in the system for carbon measurement in volatile ashes from power industry boilers*, Problemy Eksploatacji, Nr. 3, 2013, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji - Państwowego Instytutu Badawczego, ISSN: 1232-9312;
- Karamchandani S. H., Gandhi K. J., Gosalia S. R., Madan V. K., Merchant S. N., Desai U. B., *PCA Encrypted Short Acoustic Data Inculcated in Digital Color Images*, International Journal of Computers Communications & Control, Vol. 10, Nr. 5, ISSN: 1841-9836, 2015, IF=0.746;
- Jung Ki-Hyun, Lee Joon-Ho, Yoo Kee-Young, *Steganography on Android Smart Devices*, Journal of the Institute of Electronics and Information Engineers, Vol. 52, Nr. 4, 2015, The Institute of Electronics Engineers of Korea, DOI: 10.5573/ieie.2015.52.4.099, ISSN: 2287-5026(Print) / ISSN: 2288-159X(Online).

Articole ISI Proceedings

1. **Rațiu C.**, Bucerzan D., Crăciun M., *Contribution to Watermarking Techniques*, Soft Computing Application – Advances in Intelligent Systems and Computing, Proceedings of the 5th International Workshop Soft Computing Applications (SOFA), Vol. 195, Editura **Springer**, 2013, ISBN: 978-3-642-33941-7.

http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-33941-7_37

3. Bucerzan D., **Rațiu C.**, *Image Processing with Android Steganography*, Soft Computing Application – Advances in Intelligent Systems and Computing, Proceedings of 6th International Workshop on Soft Computing Applications (SOFA 2014), Vol. 356, **Springer**, 2015, ISSN: 978-3-319-18295-7,

http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-18296-4_3

4. Bucerzan D., **Rațiu C.**, *Contributions to Steganographic Techniques on Mobile Devices*, Innovative Security Solutions for Information Technology and Communications, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 9522, **Springer**, 2016, ISBN: 978-3-319-27178-1.

http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-27179-8_17

Articole B+

1. Bucerzan D., **Rațiu C.**, *Security Aspects in the E-Banking System*, Analele Universității Maritime din Constanța, VOL.12, 2009, ISSN: 1582-3601.

2. **Rațiu C.**, Bucerzan D., Crăciun M., *Statistical Model of the People Confidence in E-Business Services*, Analele Universității Maritime din Constanța, VOL.14, 2010, ISSN: 1582-3601.

4. Bucerzan D., **Rațiu C.**, Dascăl I., *Aspects of a Watermark Solution*, Informatică Economică, ASE București, Vol.14, Nr. 4, 2010, ISSN: 1453-1305, EISSN: 1842-8088.

<http://revistaie.ase.ro/content/56/12%20-%20Bucerzan.pdf>

5. Bucerzan D., **Rațiu C.**, *Steganography and Cryptography on Mobile Platforms*, Analele Universității Maritime din Constanța, Vol.20, 2013, ISSN: 1582-3601.

Citat de:

- Zegers W., Chang S.Y., Park Y., Gao J., *A Lightweight Encryption and Secure Protocol for Smartphone Cloud*, Service-Oriented System Engineering (SOSE), 2015 IEEE Symposium.

Alte articole

1. Bucerzan D., **Rațiu C.**, Crăciun M., *Solution for Ensuring Data Autenticity by Using Digital Watermarking*, Proceedings of the International Symposium Research and Education in an Innovation ERA - 3rd Edition, Mathematics & Computer Science, 2010, ISBN: 2065 - 2569

2. **Rațiu C.**, Bucerzan D., *Attacks on The Watermark Techniques*, The Proceedings of 2nd Symposium on Business Informatics in central and Eastern Europe, Oesterreichische Computer Gesellschaft (Austrian Computer Society), 2011, ISBN: 978-3-85403-280-9.
http://conferences.ulbsibiu.ro/mdis/2011/Doc/Proceeding_mdiss2011.pdf
3. **Rațiu C.**, Bucerzan D., Crăciun M., *About Hash Function and Watermark Algorithms*, Proceeding of the Second International Conference on Modelling and Development of Intelligent Systems, Lucian Blaga University Press, Sibiu, Romania, 2011, ISSN: 2067-3965, ISBN: 978-606-12-0243-0.
http://conferences.ulbsibiu.ro/mdis/2011/Doc/Proceeding_mdiss2011.pdf
4. Bucerzan D., **Rațiu C.**, Crăciun M., *Digital Steganography, Completing the Security of Digital Data*, Proceedings of the International Symposium Research and Education in an Innovation ERA - 4rd Edition, Mathematics & Computer Science, 2012, ISBN: 2065 – 2569.
5. Bucerzan D., **Rațiu C.**, *Secret communication using cryptography and steganography*, Proceedings of the International Symposium Research and Education in an Innovation ERA – 5th Edition, Mathematics & Computer Science, 2014, ISBN: 2065 – 2569.
<http://www.rxiv.org/pdf/1412.0034v1.pdf#page=27>
6. Bucerzan D., **Rațiu C.**, *A Comparative Approach of the Efficiency of Modern Steganography Techniques for Mobile Devices*, Proceedings of 2016 6th International Conference on Computer Communication and Control – Preprint, Oradea, România, 2016, IEEE, ISBN: 978-1-5090-1735-5
7. **Rațiu C.**, Bucerzan D., *Secure E-Business Solution for Mobile Platform*, Proceedings of the 15th International Conference on INFORMATICS in ECONOMY (IE 2016) Education, Research & Business Technologies, Bucharest University of Economic Studies Press, Cluj-Napoca, Romania, 2016, ISSN: 2284-7472, ISSN-L: 2247-1480

Lista completă a publicațiilor științifice

1. Brandaș C., **Rațiu C.**, *Rolul Depozitelor De Date în Cadrul Sistemelor Suport de Decizii*, Studia Universitatis Vasile Goldiș, Seria – Științe Exacte, Vol. 16, 2006, ISSN: 1584-2355.
2. **Rațiu C.**, Pop C., *Serviciile E-Banking în Contextul Noilor Tehnologii Informaționale*, Studia Universitatis Vasile Goldiș, Seria – Științe Exacte, Vol. 17, 2007, ISSN: 1584-2355.
3. Bucerzan D., **Rațiu C.**, *Security Aspects in the E-Banking System*, Analele Universității Maritime din Constanța, VOL.12, 2009, ISSN: 1582-3601.
4. Bucerzan D., Crăciun M., Chiș V., **Rațiu C.**, *Stream Ciphers Analysis Methods*, International Journal of Computers, Communications & Control (IJCCC), ISI WoK: INT J COMPUT COMMUN, Impact factor (IF): JCR2010, **IF = 0.650**, Vol. 5, NR. 4, 2010, ISSN: 1841-9836, E-ISSN: 1841-9844,
http://univagora.ro/jour/index.php/ijccc/issue/viewIssue/49/pdf_170
5. Bucerzan D., **Rațiu C.**, Crăciun M., *Solution for Ensuring Data Autenticity by Using Digital Watermarking*, Proceedings of the International Symposium Research and Education in an Innovation ERA - 3rd Edition, Mathematics & Computer Science, 2010, ISBN: 2065 - 2569
6. **Rațiu C.**, Bucerzan D., Crăciun M., *Statistical Model of the People Confidence in E-Business Services*, Analele Universității Maritime din Constanța, VOL.14, 2010, ISSN: 1582-3601.
7. Crăciun M., Bucerzan D., **Rațiu C.**, *Prediction Analysis of Bankruptcy Risk Using Bayesian Networks*, Analele Universității Maritime din Constanța, VOL.14, 2010, ISSN: 1582-3601.
8. Bucerzan D., **Rațiu C.**, Dască I., *Aspects of a Watermark Solution*, Informatică Economică, ASE București, Vol.14, Nr. 4, 2010, ISSN: 1453-1305, EISSN: 1842-8088.
<http://revistaie.ase.ro/content/56/12%20-%20Bucerzan.pdf>
9. **Rațiu C.**, Bucerzan D., *Attacks on The Watermark Techniques*, The Proceedings of 2nd Symposium on Business Informatics in central and Eastern Europe, Oesterreichische Computer Gesellschaft (Austrian Computer Society), 2011, ISBN: 978-3-85403-280-9.
http://conferences.ulbsibiu.ro/mdis/2011/Doc/Proceeding_mdiss2011.pdf
10. **Rațiu C.**, Bucerzan D., Crăciun M., *About Hash Function and Watermark Algorithms*, Proceeding of the Second International Conference on Modelling and Development of Intelligent Systems, Lucian Blaga University Press, Sibiu, Romania, 2011, ISSN: 2067-3965, ISBN: 978-606-12-0243-0.
http://conferences.ulbsibiu.ro/mdis/2011/Doc/Proceeding_mdiss2011.pdf

11. Crăciun M., Bucerzan D., **Rațiu C.**, *The Analysis of Continuous Variables in the Decision Model of Bankruptcy Risk using Bayesian Networks*, Proceeding of the Second International Conference Modelling and Development of Intelligent Systems, Lucian Blaga University Press, Sibiu, Romania, 2011, ISSN: 2067-3965, ISBN: 978-606-12-0243-0.
12. Bucerzan D., **Rațiu C.**, Crăciun M., *Digital Steganography, Completing the Security of Digital Data*, Proceedings of the International Symposium Research and Education in an Innovation ERA - 4rd Edition, Mathematics & Computer Science, 2012, ISBN: 2065 – 2569.
13. Bucerzan D., **Rațiu C.**, Manolescu M.J., *SmartSteg: A New Android Based Steganography Application*, International Journal of Computers, Communications & Control (IJCCC), ISI WoK: INT J COMPUT COMMUN, Impact factor (IF): JCR2011, **IF = 0.438**, Vol. 8, Nr. 5, 2013, ISSN: 1841-9836, E-ISSN: 1841-9844,
<http://univagora.ro/jour/index.php/ijccc/article/view/642>
14. Crăciun M., Bucerzan D., **Rațiu C.**, Manolescu A., *Actuality of Bankruptcy Prediction Models Used in Decision Support System*, International Journal of Computers, Communications & Control (IJCCC), ISI WoK: INT J COMPUT COMMUN, Impact factor (IF): JCR2011, **IF = 0.438**, Vol. 8, Nr. 3, 2013, ISSN 1841-9836, ISSN-L 1841-9836,
<http://univagora.ro/jour/index.php/ijccc/article/view/464>
15. **Rațiu C.**, Bucerzan D., Crăciun M., *Contribution to Watermarking Techniques*, Soft Computing Application – Advances in Intelligent Systems and Computing, Proceedings of the 5th International Workshop Soft Computing Applications (SOFA), Vol. 195, Editura **Springer**, 2013, ISBN: 978-3-642-33941-7.
http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-33941-7_37
16. **Rațiu C.**, Bucerzan D., Crăciun M., *Analysis of the Bankruptcy Prediction Model in the Present Economic Situation*, Soft Computing Application – Advances in Intelligent Systems and Computing, Proceedings of the 5th International Workshop Soft Computing Applications (SOFA 2013), Vol. 195, **Springer**, 2013, ISBN: 978-3-642-33941-7.
http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-33941-7_55
17. Bucerzan D., **Rațiu C.**, *Steganography and Cryptography on Mobile Platforms*, Analele Universității Maritime din Constanța, Vol.20, 2013, ISSN: 1582-3601.
18. Bucerzan D., **Rațiu C.**, *Image Processing with Android Steganography*, Soft Computing Application – Advances in Intelligent Systems and Computing, Proceedings of 6th International Workshop on Soft Computing Applications (SOFA 2014), Vol. 356, **Springer**, 2015, ISSN: 978-3-319-18295-7,
http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-18296-4_3

19. Bucerzan D., **Rațiu C.**, *Secret communication using cryptography and steganography*, Proceedings of the International Symposium Research and Education in an Innovation ERA – 5th Edition, Mathematics & Computer Science, 2014, ISBN: 2065 – 2569.
<http://www.rxiv.org/pdf/1412.0034v1.pdf#page=27>
20. Bucerzan D., **Rațiu C.**, *Contributions to Steganographic Techniques on Mobile Devices*, Innovative Security Solutions for Information Technology and Communications, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 9522, **Springer**, 2016, ISBN: 978-3-319-27178-1.
http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-27179-8_17
21. Bucerzan D., **Rațiu C.**, *A Comparative Approach of the Efficiency of Modern Steganography Techniques for Mobile Devices*, Proceedings of 2016 6th International Conference on Computer Communication and Control – Preprint, Oradea, România, 2016, IEEE, ISBN: 978-1-5090-1735-5
22. **Rațiu C.**, Bucerzan D., *Secure E-Business Solution for Mobile Platform*, Proceedings of the 15th International Conference on INFORMATICS in ECONOMY (IE 2016) Education, Research & Business Technologies, Bucharest University of Economic Studies Press, Cluj-Napoca, Romania, 2016, ISSN: 2284-7472, ISSN-L: 2247-1480