



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών  
και Μηχανικών Υπολογιστών  
Τομέας Επικοινωνιών, Ηλεκτρονικής και  
Συστημάτων Πληροφορικής

## **Κοινωνικός Αποκλεισμός και Επανένταξη Εικονικών Οντοτήτων στο Διαδίκτυο των πραγμάτων**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ ΚΟΚΟΡΗΣ - ΚΟΓΙΑΣ**

**Επιβλέπων :** Θεοδώρα Βαρβαρίγου  
Καθηγήτρια ΕΜΠ

Αθήνα, Ιούνιος 2015





Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών  
και Μηχανικών Υπολογιστών  
Τομέας Επικοινωνιών, Ηλεκτρονικής και  
Συστημάτων Πληροφορικής

## **Κοινωνικός Αποκλεισμός και Επανένταξη Εικονικών Οντοτήτων στο Διαδίκτυο των πραγμάτων**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ ΚΟΚΟΡΗΣ - ΚΟΓΙΑΣ**

**Επιβλέπων :** Θεοδώρα Βαρβαρίγου  
Καθηγήτρια ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 16η Ιουνίου 2015.

.....  
Θεοδώρα Βαρβαρίγου  
Καθηγήτρια ΕΜΠ

.....  
????????????  
Αναπ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
ΑΣΔΔΔΔΔ  
Επικ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούνιος 2015

.....  
**Ελευθέριος Κόκορης - Κόγιας**

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Ελευθέριος Κόκορης - Κόγιας, 2015.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## Περίληψη

Στον 21ο αιώνα, ο ψηφιακός κόσμος έχει ενσωματωθεί στην καθημερινότητά μας. Έξυπνες συσκευές θα είναι σύντομα σε θέση να αποφασίζουν μόνες τους πώς θα ενεργήσουν ώστε να διευκολύνουν την ζωή μας. Οι δράσεις αυτές θα πρέπει να βασίζονται στην χρήση γνώσης που αποκτήθηκε από παρόμοιες συσκευές που αντιμετώπισαν παρόμοια προβλήματα. Ωστόσο, καθώς αυτές οι συσκευές γίνονται όλο και πιο αυτόνομες, πιθανές επιθέσεις μπορεί να οδηγήσουν σε προβλήματα όχι μόνο στον ψηφιακό κόσμο αλλά και στον πραγματικό

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ενός decentralized συστήματος για την διαχείριση της εμπιστοσύνης των συσκευών μεταξύ τους, στο πλαίσιο του Κοινωνικού Διαδικτύου των Πραγμάτων (ΚΔτΠ) όπως απεικονίζεται από το Cosmos project.

Οι reputation-based μέθοδοι διαχείρισης εμπιστοσύνης έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία την προηγούμενη δεκαετία κυρίως σε Peer-to-Peer συστήματα. Για το λόγο αυτό, η εργασία αυτή χτίστηκε επάνω σε state-of-the-art αλγορίθμους που χρησιμοποιούνται σε τέτοια συστήματα, με στόχο την περαιτέρω ανάπτυξη και τροποποίηση των ιδεών ώστε να μπορούν να ενσωματωθούν στο πλαίσιο του Διαδικτύου των Πραγμάτων.

Αυτή η μελέτη προσδιορίζει τις πιθανές απειλές που μπορούν να προκύψουν στο ΚΔτΠ. Στην συνέχεια αναλύεται η προτεινόμενη αρχιτεκτονική η οποία είναι χτισμένη σε δύο παρατηρήσεις πάνω στις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις των ανθρώπων. Πρώτον, όταν κάποιος θέλει να έχει πρόσβαση σε μια νέα υπηρεσία ζητά προτάσεις από τους φίλους του. Αυτή η διαδικασία χτίζει την φήμη (reputation) κάποιου. Δεύτερον, όταν κάποιος έχει αρκετές αλληλεπιδράσεις με κάποιον άλλο, η φήμη δεν έχει σημασία πια. Εκεί έχει χτιστεί εμπιστοσύνη.

Μετά από κατάλληλη μοντελοποίηση αυτών των εννοιών χρησιμοποιώντας ιδέες από την Θεωρία των Πιθανοτήτων. Επίσης προσθέσουμε χαρακτηριστικά, όπως η ικανότητα μίας κακόβουλης Εικονική Οντότητα (VE) να εξιλεωθεί, η γρήγορη αναγνώριση αλλαγών στη συμπεριφορά των VE από αξιόπιστες σε κακόβουλες και η δυναμική ενσωμάτωση νέων VE στο σύστημα. Στο τέλος τρέξαμε μια προσομοίωση και παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα.

## Λέξεις κλειδιά

εμπιστοσύνη, φήμη, ασφάλεια, Διαδίκτυο των πραγμάτων, Εικονική οντότητα, Cosmos, ασφάλεια κατανεμημένων συστημάτων, Κοινωνικό Διαδίκτυο των Πραγμάτων, κλιμάκωση



## **Abstract**

In the 21st century the digital world is incorporated on everyday life. Smart devices will soon be able to decide on their own of actions needed to be taken in order to facilitate our lives. These actions will be based on acquiring knowledge from similar devices that have encountered similar problems. However, as these devices are becoming autonomous, potential attacks can result in problems not only in the digital world but also in the physical one.

The purpose of this thesis is the design and implementation of a decentralized system for Trust Management in the context of the Social Internet of Things as seen by the Cosmos project.

Reputation-based trust management methods have been successfully used in the past decade mostly on Peer-to-Peer systems. For this reason, this study is built upon state-of-the-art algorithms used on such systems, with the aim of further developing the ideas proposed and modifying them to fit the context of the Internet of Things.

This study identifies the potential threats that can emerge in SIoT. After that the proposed architecture is analyzed. It is built upon two observations of the social interactions of humans. Firstly, when someone wants to access a new service he asks for referrals from his friends. This feedback is called Reputation. Secondly, when someone has enough interactions with someone else, the reputation does not matter any more. There has been built Trust.

After appropriately modeling these notions using Probability Theory we add features like the ability of a malicious Virtual Entity (VE) to get redemption, the quick identification of behavioural changes of VE's from trustworthy to malicious and the dynamic integration of new VE's in the system. In the end we run a simulation and present the results.

## **Key words**

Internet of Things, trust, reputation, scalability, security, Cosmos, Social Internet of Things, Distributed Systems security





## Ευχαριστίες

---

TODO

---

Ελευθέριος Κόκορης - Κόγιας,  
Αθήνα, 16η Ιουνίου 2015



# Περιεχόμενα

Περίληψη . . . . .	5
Abstract . . . . .	7
Ευχαριστίες . . . . .	9
Περιεχόμενα . . . . .	11
Κατάλογος σχημάτων . . . . .	13
Κατάλογος πινάκων . . . . .	15
1. Εισαγωγή . . . . .	17
1.1 Κοινωνικό Διαδίκτυο των Πραγμάτων και Προβλήματα Εμπιστοσύνης . . . . .	18
1.2 Δομή της Διπλωματική Εργασίας . . . . .	19



## **Κατάλογος σχημάτων**



## **Κατάλογος πινάκων**





## Κεφάλαιο 1

### Εισαγωγή

Όταν το 1969 γεννήθηκε το ARPANET η ιδέα που το ώθησε ήταν η κοινή χρήση υπολογιστικών πόρων από απομακρυσμένες περιοχές. Δηλαδή εάν σε κάποιο ερευνητικό κέντρο χρειαζόταν να γίνουν πολλοί υπολογισμοί, να μπορούσαν να γίνουν σε κάποιο εξειδικευμένο υπολογιστικό σύστημα που ήταν γεωγραφικά απομακρυσμένο από το ερευνητικό κέντρο.

Η ιδέα αυτή ποτέ δεν δούλεψε πραγματικά - για αρχή, όλοι οι υπολογιστές είχαν διαφορετικά λειτουργικά συστήματα και προγράμματα, ενώ η χρήση του μηχανήματος κάποιου άλλου ήταν πολύ δύσκολη. Επίσης μέχρι να υλοποιηθεί το ARPANET η τεχνολογία είχε φτάσει στο σημείο να μην το έχει ανάγκη αφού είχαν εμφανιστεί οι πρώτοι προσωπικοί υπολογιστές και ο καταμερισμός χρόνου σε υπολογιστικά συστήματα δεν πρόσφερε ποία τόσα οφέλη.

Έτσι είναι λογικό να πούμε ότι το ARPANET απέτυχε στο σκοπό του, αλλά στη διαδικασία αυτή έκανε μερικές σημαντικές ανακαλύψεις που είχαν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία των τεχνολογιών του πρώτου Διαδικτύου. Σε αυτές περιλαμβάνονταν το e-mail, η μεταγωγή πακέτων εφαρμογών, και φυσικά η ανάπτυξη του (Transport Control Protocol - Internet Protocol) - Internet Protocol) ή TCP / IP.

Στην συνέχεια και λόγω της ραγδαίας εξάπλωσης των προσωπικών υπολογιστών το Internet έγινε ή ποίο μεγάλη απόδειξη της ισχύς του νόμου του Metcalfe κατά τον οποίο:

”Η αξία ενός δικτύου είναι ανάλογη με το τετράγωνο του αριθμού των κόμβων, δηλαδή του αριθμού των χρηστών του δικτύου.”

Σήμερα, το Διαδίκτυο με πάνω από 3 δισεκατομμύρια χρήστες είναι το βασικότερο μέσο εύρεσης και ανταλλαγής δεδομένων της ανθρωπότητας Ένας πολίτης του 21ου αιώνα δεν χρειάζεται να γνωρίζει κάθε μικρή πληροφορία, το μόνο που χρειάζεται να ξέρει είναι σε ποίο σημείο του διαδικτύου μπορεί να την βρει. Οπότε τώρα, βρισκόμαστε σε μία μεταβατική περίοδο. Το Διαδίκτυο είναι ευρέως αποδεκτό και αναγκαίο, αλλά η έμφυτη ανθρώπινη περιέργεια καθώς και η δημιουργικότητα μας οδηγούν στο επόμενο βήμα. Στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων.

Ποία είναι όμως η διάφορα του Διαδικτύου από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων;

Τα λεγόμενα του Kevin Ashton, συνιδρυτή και εκτελεστικού διευθυντή του Auto-ID Center στο MIT είναι ξεκάθαρα:

”Σήμερα οι υπολογιστές - και, ως εκ τούτου, το Διαδίκτυο - εξαρτώνται σχεδόν εξ ολοκλήρου από τα ανθρώπινα όντα για πληροφορίες. Σχεδόν το σύνολο των περίπου 50 petabytes δεδομένων διαθέσιμων στο Διαδίκτυο, συλλαμβάνεται και δημιουργείται από τον άνθρωπο με την πληκτρολόγηση, το πάτημα ενός κουμπιού εγγραφής, την λήψη μιας ψηφιακής φωτογραφίας ή την σάρωση ενός barcode.

Το πρόβλημα είναι πώς, οι άνθρωποι έχουν περιορισμένο χρόνο, προσοχή και ακρίβεια. Γιαυτό και δεν είναι πολύ καλοί στο καταγραφή των δεδομένων που αφορούν τα

πράγματα του γύρω κόσμου. Αν είχαμε υπολογιστές που ήξεραν οτιδήποτε μπορούσαν να ξέρουν για τα πράγματα γύρω τους - με τη χρήση δεδομένων που συνέλεξαν αυτόνομα χωρίς καμία βοήθεια από εμάς - τότε θα ήταν σε θέση να παρακολουθούν και να μετράνε τα πάντα. Έτσι θα μειωνόντουσαν σε μεγάλο βαθμό η σπατάλη αγαθών, οι απώλειες από λάθη και το γενικότερο κόστος. Θα γνωρίζαμε από το πότε τα πράγματα θα χρειάζονται αντικατάσταση ή επισκευή έως και το αν ήταν φρέσκα ή όχι.”

## 1.1 Κοινωνικό Διαδίκτυο των Πραγμάτων και Προβλήματα Εμπιστοσύνης

Η Διπλωματική αυτή εργασία γεννήθηκε για να αντιμετωπισθούν ανησυχίες σχετικά με τις δράσεις των Εικονικών Οντοτήτων (Virtual Entities), οι οποίες αποτελούν την αναπαράσταση των πραγμάτων στον ψηφιακό κόσμο. Όταν λοιπόν σε αυτές τις Εικονικές Οντότητες προσθέσουμε την δυνατότητα να έχουν κοινωνικούς δεσμούς μέσω φιλίας, οικογένειας (ανήκουν στον ίδιο χρήστη) ή και ομοιότητας (έχουν τον ίδιο ρόλο στο σύστημα), τότε βρισκόμαστε στο Κοινωνικό Διαδίκτυο των Πραγμάτων <sup>1</sup>. Ειδικότερα αυτή η εργασία έγινε στα πλαίσια του COSMOS (Cultivate resilient smart Objects for Sustainable city applicatiOn) <sup>2</sup>, σκοπός του οποίου είναι η δημιουργία έξυπνων αντικειμένων, προκειμένου να καταστεί δυνατή μια έξυπνη πόλη. Στο COSMOS

- Τα πράγματα θα είναι σε θέση να μάθουν βασιζόμενα σε εμπειρίες άλλων,
- ενώ μέσα από την απόκτηση και την ανάλυση της γνώσης τα πράγματα θα γνωρίζουν τις συνθήκες και τα γεγονότα που συμβαίνουν και ανάλογα θα μεταβάλουν τη συμπεριφορά τους.
- Οι διαχειριστικές αποφάσεις θα λαμβάνονται σε πραγματικό χρόνο για κάθε Εικονική Οντότητα βασιζόμενες στην ασφάλεια των πραγμάτων, την γεωγραφική τους θέση, τις σχέσεις που έχουν με άλλες εικονικές οντότητες καθώς και άλλες ψηφιακές πληροφορίες που θα εξάγονται από
- Complex Event Processing και άλλες τεχνολογίες Κοινωνικών Μέσων ώστε να εντοπίζεται η χρήσιμη πληροφορία μέσα στον τεράστιο αριθμό δεδομένων (Big Data)

Στα πλαίσια λοιπόν του COSMOS υπήρξε η ανάγκη να υπάρχει γνώση για το πόσο έμπιστος μπορεί να θεωρηθεί ένα πάροχος πληροφοριών ή/και υπηρεσιών. Με αυτή τη γνώση θα ήταν δυνατό:

- Να εντοπίζεται γρήγορα η πιο αξιόπιστη πηγή πληροφοριών και να μειώνεται η επικοινωνία με ταυτόχρονη βελτιστοποίηση της απόδοσης
- Να μπορεί μία Εικονική Οντότητα να κρίνει αυτόνομα πόσο πιθανό είναι να ικανοποιηθεί από μία προσφερόμενη υπηρεσία πριν προβεί στην δοσοληψία επειδή
  - μπορεί κάποια υπηρεσία να είναι προϊόν
  - μπορεί να μας δοθεί γνώση που θα ρισκάρει την ασφάλεια του συστήματος ή/και των τελικών χρηστών

## 1.2 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας

Η διπλωματική εργασία δομείται ως εξής:

---

<sup>1</sup> [www.social-iot.org/](http://www.social-iot.org/)

<sup>2</sup> [www.iot-cosmos.eu/](http://www.iot-cosmos.eu/)