

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ / ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

**Καραγκούνης Δημήτριος  
Μεταπτυχιακός Φοιτητής**

**Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης  
Επόπτης Μεταπτ. Εργασίας: Καθηγητής, Ε. Μαρκάτος**

**Παρασκευή, 01/11/2019, 12:00**

**Αίθουσα Β106, Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης**

**“ Υλοποίηση της λογικής BitSurfing σε πραγματικές IoT συσκευές”**

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η ανάγκη για ρεαλιστικά και με μειωμένες απαιτήσεις σε ενεργειακούς πόρους πρωτόκολλα επικοινωνίας ολοένα και αυξάνεται στην εποχή του IoT. Η σχεδίαση και υλοποίηση νέων εγκαταστάσεων IoT αναμένεται να αυξηθεί ακόμα περισσότερο στο ερχόμενο έτη ούτως ώστε να εξυπηρετηθούν πολλαπλές εφαρμογές ποικίλων πεδίων.

Η αξιοπιστία και η μεγάλη ενεργειακή αυτονομία είναι δύο από τους σημαντικότερους παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη κατά τη σχεδίαση και υλοποίηση μια εφαρμογής IoT. Τα προβλήματα που δημιουργούνται λόγω αδυναμίας παροχής του δεύτερου από αυτά είναι ανάμεσα στα πιο δύσκολα προς επίλυση.

Έχοντας ως στόχο την αύξηση της αξιοπιστίας και της μακροζωίας (μεγάλης αυτονομίας) των IoT συσκευών, πολλές ερευνητικές ομάδες έχουν προτείνει πρωτόκολλα και αρχιτεκτονικές επικοινωνίας ειδικά σχεδιασμένα για εφαρμογές IoT.

Πρόσφατα, προτάθηκε ένα νέο θεωρητικό πρωτόκολλο επικοινωνίας  $\$-\$$  το BitSurfing  $\$-\$$  το οποίο υπόσχεται να απλοποιήσει σημαντικά το σχεδιασμό του υλικού ενός IoT πομποδέκτη, με προοπτική ακόμα και για βελτίωση της ασφάλειας και της ενεργειακής απόδοσης ολόκληρης της συσκευής.

Στην παρούσα εργασία αποδεικνύεται η υλοποιησιμότητα της λογικής στην οποία βασίζεται το BitSurfing, χρησιμοποιώντας απλό υλικό όπως είναι οι συσκευές Raspberry Pi. Βάση της λογικής BitSurfing που μελετάται, οι κόμβοι εκμεταλλεύονται πακέτα που εκπέμπονται στο δίκτυο τους και τα αξιοποιούν για να επιτύχουν επικοινωνία μεταξύ των κόμβων του δικτύου τους. Κάθε κόμβος διατηρεί ένα καταχωρητή τύπου FIFO, στον οποίο αποθηκεύονται τα ληφθέντα πακέτα. Αν ένας κόμβος θέλει να στείλει μήνυμα, περιμένει ώσπου να εμφανιστεί το μήνυμα στον καταχωρητή του και έπειτα στέλνει ένα παλμό χαμηλής ενέργειας και διάρκειας ενός bit στους γειτονικούς του κόμβους.

Το BitSurfing μειώνει σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας σε IoT συσκευές και συνεπώς έχει προοπτική χρήσης ακόμη και σε συσκευές χωρίς μπαταρίες. Σε αυτή την εργασία μελετάται η υλοποίηση της λογικής BitSurfing σε πραγματικές IoT συσκευές με τα αποτελέσματα να δείχνουν ότι η προτεινόμενη λογική μπορεί πράγματι να χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ των κόμβων ενός δικτύου.

Η μελέτη δείχνει ότι η λογική BitSurfing είναι υλοποιήσιμη ακόμη και με πολύ συνηθισμένο υλικό, ενώ ορίζεται ένα εμπειρικό μοντέλο για τη λειτουργία του BitSurfing.

Με στόχο να καλυφθούν τυχόν προβληματισμοί σχετικά με το μέγεθος του δικτύου στο οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί η συγκεκριμένη λογική, δημιουργήθηκε ένας προσομοιωτής σε λογική πολυνηματικής υλοποίησης, ώστε να επιτυγχάνεται η κατά το δυνατό ανεξαρτησία μεταξύ των προσομοιωμένων κόμβους BitSurfing. Ο προσομοιωτής δοκιμάστηκε για διάφορα μεγέθη δικτύου και επίπεδα συμφόρησης, με τα αποτελέσματα να συμφωνούν με αυτά της υλοποίησης σε πραγματικές συσκευές και να δείχνουν ότι η λογική επικοινωνίας BitSurfing δύναται να εφαρμοστεί.

Τέλος επισημαίνονται ενδιαφέρουσες ερευνητικές κατευθύνσεις αφού πρώτα περιγραφούν δύο συγκεκριμένα παραδείγματα στα οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί η εξεταζόμενη λογική επικοινωνίας.

**Karagounis Dimitrios**

**M.Sc. Thesis**

**Computer Science Department**

**University of Crete**

**Master's Thesis Supervisor: Professor, E. Markatos**

**Friday, 01/11/2019, 12:00**

**Room B106, Computer Science Dept., University of Crete**

## **“Hardware Implementation of BitSurfing Communication Logic”**

### **ABSTRACT**

The demand for realistic, low energy consumption communication protocols continuously increases in the era of IoT. IoT deployments are expected to expand even more in year to come, in order to serve multiple diverse field applications. Reliability and longevity (long autonomy) are two, undeniably, important factors. Problems arising due to the lack of the later, are among the most difficult to address.

In order to increase the reliability and lifespan of IoT devices many research teams have proposed protocols and architectures especially designed for IoT applications.

Recently, a novel theoretical communication paradigm was proposed, called BitSurfing, which can simplify significantly the IoT transceiver hardware, with potential for major benefits in energy-efficiency and security.

The present work demonstrates a proof-of-concept implementation of the BitSurfing logic using low cost Raspberry Pi hardware. BitSurfing nodes take advantage of packets broadcasted in their network and utilize them to enable intra-network communications. Every node maintains a FIFO buffer, in which it stores broadcasted packets. If a node wants to send a message, it waits until the message appears in the buffer and then it sends a low energy 1-bit pulse to inform neighboring nodes. BitSurfing cuts down the required IoT device energy consumption and thus it has a potential use in battery-less systems. In this study, a proof-of-concept deployment on real hardware is presented and the results of BitSurfing evaluation suggest that the proposed logic can be feasibly used for data transfer among network nodes.

This study shows that BitSurfing is implementable even with very common hardware and defines an empirical model for its operation.

Furthermore, a multi-threaded BitSurfing simulator is created and tested for larger network sizes and congestion levels. The results derived from the various simulations also suggest that BitSurfing can deliver messages among network devices without using any MAC layer functionality, a characteristic reducing the energy consumption requirements even more.

In conclusion, two specific BitSurfing use cases are presented and promising research directions are highlighted.