

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ / ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

**Χαρωνυκτάκης Παύλος**

**Μεταπτυχιακός Φοιτητής**

**Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης**

Επόπτης Μεταπτ. Εργασίας: Αναπλ. Καθηγήτρια Μ. Παπαδοπούλη

**Δευτέρα, 9/11/2015, 12:00**

**Αίθουσα Β108, Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης**

**“Προβλέποντας με Χρηστο-Κεντρικό Επεκτάσιμο τρόπο την Αντιλαμβανόμενη  
Ποιότητας Υπηρεσίας για Δικτυακή Τηλεφωνία Βασισμένη σε Αλγορίθμους  
Μηχανικής Μάθησης”**

#### **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η ζήτηση και η χρήση ασύρματης πρόσβασης αυξάνονται ραγδαία. Το πλήθος των φορητών συσκευών και οι ικανότητες τους, συμπεριλαμβανομένης και της δυνατότητας πρόσβασης σε πολλαπλές διεπαφές δικτύου, επίσης αυξάνονται δραματικά. Τα ασύρματα δίκτυα συχνά παρουσιάζουν «περιόδους οξείας δυσλειτουργίας», προκαλώντας σημαντική υποβάθμιση στην απόδοση της υπηρεσίας που εκτελείται σε ασύρματες συσκευές και την αντίστοιχη εμπειρία του χρήστη. Η επίδραση της απόδοσης του δικτύου στην αντιλαμβανόμενη ποιότητα υπηρεσίας (QoE) από τον χρήστη για ποικίλες υπηρεσίες δεν είναι καλά κατονοητή. Η εκτίμηση της επίδρασης των διαφορετικών συνθηκών του δικτύου και του καναλιού στην εμπειρία του χρήστη είναι σημαντική για την αναβάθμιση των τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών. Η αντιλαμβανόμενη ποιότητα υπηρεσίας για ποικίλες ασύρματες υπηρεσίες, συμπεριλαμβανομένης της διαδικτυακής τηλεφωνίας (VoIP), βίντεο συνεχούς ροής, και περιήγησης στο διαδίκτυο, είναι στο επίκεντρο των πρόσφατων δραστηριοτήτων δικτύωσης. Η πλειοψηφία τέτοιων

δραστηριοτήτων προσπαθούν να χαρακτηρίσουν την εμπειρία του χρήστη, αναλύοντας ποικίλους τύπους μετρήσεων συχνά με αθροιστικό τρόπο.

Αυτή η μεταπτυχιακή εργασία προτείνει το MLQoE, έναν αρθρωτό αλγόριθμο για χρηστο-κεντρική πρόβλεψη της αντιλαμβανόμενης ποιότητας υπηρεσίας. Το MLQoE εφαρμόζει πολλαπλούς αλγορίθμους μηχανικής μάθησης, ονομαστικά, Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα, Μηχανές Διανυσμάτων Υποστήριξης για παλινδρόμηση, Δέντρα Απόφασης, και ταξινομητές Γκαουσιανού Αφελούς Bayes, και προσαρμόζει τις υπερ-παραμέτρους τους. Χρησιμοποιεί το εμφωλευμένο πρωτόκολλο Διασταυρωμένης Επικύρωσης (Cross Validation) για την επιλογή του καλύτερου ταξινομητή και των αντίστοιχων καλύτερων τιμών των υπερ-παραμέτρων του και εκτιμά την απόδοση του τελικού μοντέλου. Το MLQoE είναι αρθρωτό, έτσι, μπορεί εύκολα να επεκταθεί ώστε να περιλαμβάνει και άλλους αλγορίθμους μηχανικής μάθησης. Επιλέγει τον αλγόριθμο μηχανικής μάθησης που παρουσιάζει την καλύτερη απόδοση και τις παραμέτρους του αυτόματα δεδομένου του συνόλου δεδομένων που χρησιμοποιεί ως είσοδο. Χρησιμοποιεί εμπειρικές μετρήσεις βασισμένες σε δικτυακές μετρικές (π.χ., απώλεια πακέτων, καθυστερήσεις, και διαδοχικές αφίξεις πακέτων) και υποκειμενικές βαθμολογίες άποψης από πραγματικούς χρήστες στο πλαίσιο μίας υπηρεσίας. Αυτή η εργασία επικεντρώνεται στο VoIP και αξιολογεί εκτενώς το MLQoE χρησιμοποιώντας τρία μονόδρομα σύνολα δεδομένων που περιέχουν VoIP κλήσεις σε ασύρματα δίκτυα κάτω από ποικίλες συνθήκες δικτύου και ανάδραση από χρήστες (συλλεγμένα σε μελέτες πεδίου). Το MLQoE έχει πολύ καλή απόδοση. Για παράδειγμα, στα πειράματά μας, μπορεί να επιτευχθεί μέσο απόλυτο λάθος μικρότερο του 0.50 και διάμεσο απόλυτο λάθος μικρότερο από 0.30 (στην κλίμακα του MOS).

**Pavlos Charonyktakis**

**M.Sc. Thesis**

**Computer Science Department**

**University of Crete**

**Master's Thesis Supervisor: Associate Professor M. Papadopouli**

**Monday, 9/11/2015, 12:00**

**Room B108, Computer Science dept., University of Crete**

**“On User-Centric Modular QoE Prediction for VoIP Based on Machine-Learning Algorithms”**

**ABSTRACT**

Wireless access, use and traffic demand are on a fast rise. The number of mobile devices and their capabilities, accessing potentially multiple wireless network interfaces, also

increase dramatically. Wireless networks often experience “periods of severe impairments”, causing severe degradation to the performance of the service running on wireless devices and to the respective user experience. The impact of the network performance on the quality of experience (QoE) for various services is not well-understood. Assessing the impact of different network and channel conditions on the user experience is important for improving the telecommunication services. The QoE for various wireless services including VoIP, video streaming, and web browsing, has been in the epicenter of recent networking activities. The majority of such efforts aim to characterize the user experience, analyzing various types of measurements often in an aggregate manner.

This thesis proposes the MLQoE, a modular algorithm for user-centric QoE prediction. The MLQoE employs multiple machine learning (ML) algorithms, namely, the Artificial Neural Networks, Support Vector Regression machines, Decision Trees, and Gaussian Naive Bayes classifiers, and tunes their hyper-parameters. It uses the Nested Cross Validation (nested CV) protocol for selecting the best classifier and the corresponding best hyper-parameter values and estimates the performance of the final model. The MLQoE is modular, in that, it can be easily extended to include other ML algorithms. The MLQoE selects the ML algorithm that exhibits the best performance and its parameters automatically given the dataset used as input. It uses empirical measurements based on network metrics (e.g., packet loss, delay, and packet interarrival) and subjective opinion scores reported by actual users in the context of a service. This thesis focuses on VoIP and extensively evaluates the MLQoE using three unidirectional datasets containing VoIP calls over wireless networks under various network conditions and feedback from subjects (collected in field studies). The MLQoE has a very good performance. For example, in our experiments, a mean absolute error of less than 0.50 and median absolute error of less than 0.30 (on the MOS scale) can be achieved.