

Μια Ανάλυση στα Οικιακά Δίκτυα Μηχανή προς Μηχανή (M2M)

An Analysis of Home Machine to Machine (M2M) Networks

Λαμπούδης Δημήτρης

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

University of Macedonia

ΔΠΜΣ Πληροφοριακά Συστήματα

Master Information Systems

Δίκτυα Υπολογιστών

Computer Networks

Καθηγητής: Α.Α. Οικονομίδης

Professor: A.A. Economides

Φεβρουάριος, 2012

Περίληψη

Αυτό το έγγραφο ξεκινάει κάνοντας μια μικρή εισαγωγή για τα Μηχάνημα-προς-Μηχάνημα (M2M) δίκτυα και καταλήγει σε μια πλήρη ανάλυση των οικιακών M2M δικτύων, χωρίς όμως να γίνεται ανάλυση του τεχνικού θέματος. Στην αρχή, γίνεται μια πλήρης αναφορά στα οικιακά δίκτυα M2M αναλύοντας τα κύρια χαρακτηριστικά τους και τον τρόπο λειτουργίας τους. Επίσης γίνεται εκτενής αναφορά στην αρχιτεκτονική αυτών των δικτύων. Ύστερα ακολουθεί η ανάλυση των πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούν τονίζοντας τα κύρια σημεία τους και σε ποιες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται. Έπειτα, αναφέρεται στην σημασία της ποιότητας των υπηρεσιών (Quality of Service (QoS)) και αναφέρονται τρόποι με τους οποίους επιτυγχάνεται αυτό εξηγώντας τον τρόπο λειτουργίας του καθενός. Με βάση τις παραπάνω παρατηρήσεις αντιπαραθέτεται ένας τρόπος βελτίωσης των υπηρεσιών αυτών σε επίπεδο QoS. Τέλος, ακολουθεί μια ανασκόπηση και τα συμπεράσματα που έχουν προκύψει από την ανάλυση.

Abstract

At the beginning, this paper introduces the Machine-to-Machine (M2M) networks pointing the importance of those. After that, home M2M networks are fully analyzed but technical aspects are not included. Furthermore, basic features and the architecture of home M2M networks are presented and it is explained how those networks work. Next, protocols that are used by those networks are given in details. Then, the importance of Quality of Service (QoS) is presented and how it is accomplished. In addition, a strategy of improvement of the QoS is proposed.

Οικιακά M2M Δίκτυα: Αρχιτεκτονική, Πρότυπα, QoS και Βελτίωση

Τα δίκτυα Μηχάνημα προς Μηχάνημα (Machine to Machine (M2M)) έχουν αρχίσει να αναπτύσσονται με μεγάλο ρυθμό τα τελευταία χρόνια καθώς έχουν επεκταθεί πέρα από τα κλασσικά ηλεκτρικά συστήματα των υπολογιστών και τηλεφώνων σε κάθε ηλεκτρονική συσκευή (Rong Yu et al., 2011; Starsinic M., 2010).

Η τεχνολογία M2M επιτρέπει τόσο την ασύρματη όσο και την ενσύρματη επικοινωνία μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών με σκοπό να ολοκληρώσουν μια εργασία (Jianhua He, Yan Zhang, Zhong Fan, Hsiao-Hwa Chen, & Lin Bai, 2012). Γενικότερα, ένα σύστημα M2M χρησιμοποιεί μια συσκευή (συνήθως πρόκειται για αισθητήρα) για να καταλάβει μια μεταβολή/ένα γεγονός, και μέσω ενός δικτύου επικοινωνεί με μια εφαρμογή προκειμένου να δημιουργηθούν χρήσιμες πληροφορίες (Machine-to-Machine). Για παράδειγμα, ένας ιατρικός αισθητήρας, ο οποίος έχει εμφυτευτεί σε κάποιον ανθρώπινο οργανισμό, μπορεί να στέλνει διάφορα στοιχεία σε κάποιο νοσοκομείο προκειμένου να λάβει βοήθεια ο ασθενής γρήγορα και έγκαιρα.

Κύρια Χαρακτηριστικά

Η τεχνολογία M2M χρησιμοποιεί τα δίκτυα για να επικοινωνήσουν οι συσκευές μεταξύ τους. Στις μέρες μας, τα δίκτυα αυτά είναι κυρίως ασύρματα. Αυτό περιλαμβάνει οποιαδήποτε μορφή ασύρματων δικτύων (Yuh-Shyan Chen). Κύρια χαρακτηριστικά των M2M είναι η μικρή κατανάλωση ρεύματος, και το σημαντικότερο η λειτουργία του ανθρώπινου παράγοντα να είναι όσο το δυνατόν περιορισμένη (Jianhua He et al., 2012; Starsinic M., 2010; Yan Zhang et al., 2011). Ένα M2M δίκτυο αποτελείται από τα εξής στοιχεία: 1) M2M εξαρτήματα (components), συνήθως ενσωματωμένα σε έξυπνες ηλεκτρικές συσκευές, 2) M2M πύλες, 3) M2M εξυπηρετητές, 4) M2M περιοχή δικτύων (area network) που παρέχουν την σύνδεση μεταξύ των M2M εξαρτημάτων και M2M πυλών, 5) M2M επικοινωνία δικτύων (communication network) που παρέχουν σύνδεση μεταξύ πυλών και εξυπηρετητών (Dusit Niyato, Lu Xiao, & Ping Wang, 2011; Juniper Networks, 2011), όπως φαίνεται στην Εικόνα 1. Αξίζει να αναφερθεί ότι υπάρχουν πολύ οργανισμοί τυποποιήσεων για τα M2M δίκτυα (Geng Wu et al., 2011).

Οι M2M συσκευές προκειμένου να πετύχουν χαμηλή κατανάλωση ρεύματος και να αυξήσουν στον κύκλο ζωής τους κατασκευάζονται από πολύ απλά ολοκληρωμένα. Οι πύλες θα πρέπει να μπορούν να καταλάβουν στις ιδιαιτερότητες της κάθε συσκευής, από άποψη επεξεργαστικής ισχύος και ενέργειας και να μεταδίδουν τα δεδομένα με τέτοιο τρόπο που να απαιτείται η μικρότερη δυνατή κατανάλωση πόρων από πλευράς συσκευής. Επιπλέον, οι πύλες θα πρέπει να γνωρίζουν για το πότε μια συσκευή είναι σε κατάσταση ύπνου (Starsinic M., 2010).

Στοιχεία που Απαρτίζουν ένα M2M Σύστημα

Τα M2M συστήματα αποτελούνται από: διαδικτυακές συσκευές, μια πύλη (Yan Zhang et al., 2011) και μια σειρά από ενέργειες προκειμένου να γίνει η διαχείριση των δεδομένων.

Οι πύλες συνδέουν δίκτυα και τις διάφορες συσκευές μεταξύ τους. Οι πύλες θα πρέπει να είναι σύνθετες στην λειτουργία τους ανάλογα με τις απαιτήσεις των συσκευών που συνδέουν και η διαχείριση των δικτύων μπορεί να γίνει ιδιαίτερα δύσκολη (Yan Zhang et al., 2011).

Όσο αφορά την διαχείριση των δεδομένων, η διαδικασία αυτή μπορεί να χωριστεί σε τρεις φάσεις: την συλλογή των δεδομένων, την μεταφορά και τέλος την επεξεργασία αυτών. Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, στην αρχή πρέπει να συλλεχτούν τα δεδομένα, αυτό γίνεται στην πρώτη φάση. Ύστερα, τα δεδομένα πρέπει να μεταδοθούν σε κάποιο, συνήθως, εξωτερικό εξυπηρετητή, αυτή η διαδικασία ανήκει στην δεύτερη φάση. Στην τελευταία φάση, γίνεται η επεξεργασία και η ανάλυση των δεδομένων και εκτελεί μια ανατροφοδότηση (feedback) προς το αντίστοιχο πρόγραμμα που εκτελείται (Yan Zhang et al., 2011).

Συνδεσιμότητα, Αποτελεσματικότητα, Εμπιστευτικότητα

Με βάση τα παραπάνω, τα M2M δίκτυα πρέπει να χαρακτηρίζονται από συνδεσιμότητα, αποτελεσματικότητα και εμπιστευτικότητα. Τα M2M δίκτυα εκπληρώνουν αυτά τα χαρακτηριστικά δίνοντας λύσεις στα παρακάτω (Jianhua He et al., 2012):

Παρεμβολή (interference), δυναμικά κανάλια (Channel dynamics), περιορισμένες πηγές (Resource constraints), ετερογεντικότητα συσκευών (Devices heterogeneity), αυτό-διαχειριζόμενα (Self-organization), ποιότητα υπηρεσιών (Quality of service (QoS)) (Yan Zhang et al., 2011). Όσο αφορά την ασφάλεια, τα M2M δίκτυα, τα οποία απευθύνονται για σπίτια, συνήθως είναι φτηνά και είναι εκτεθειμένα σε διάφορους κινδύνους: Φυσικός κίνδυνος (Physical Attacks), επίθεση εντολών (compromise of credentials), επιθέσεις παραμετροποίησης (Configuration attacks), επιθέσεις στο πρωτόκολλο της συσκευής (Protocol Attacks on the Device), επιθέσεις στον πυρήνα του δικτύου (Attacks on the Core Network) (Inhyok Cha, Yogendra Shah, Schmidt U.A., Leicher A, & Meyerstein M., 2009).

Αρχιτεκτονική

Η αρχιτεκτονική των δικτύων M2M είναι δύσκολο να προταθεί καθώς ένα τέτοιο δίκτυο αποτελείται από πολλά ετερογενή υπο-δίκτυα. Όπως σε όλα τα δίκτυα υπάρχει η ραχοκοκαλιά (backbone) του δικτύου, όπου υπάρχει μια κεντρική συσκευή, η πύλη του σπιτιού (home gateway (HGW)), η οποία είναι υπεύθυνη για την σωστή λειτουργία του οικιακού δικτύου. Η συσκευή αυτή, συνήθως πρόκειται για κάποιο router, ενσωματώνει διάφορες λειτουργίες που αφορούν την διαχείριση του δικτύου, όπως ασφάλεια, QoS, προσβασιμότητα (access control). Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ένα δίκτυο M2M αποτελείται από πολλά υπο-δίκτυα. Κάθε ένα υπο-δίκτυο έχει σχεδιαστεί για έναν συγκεκριμένο σκοπό και έχει την δικιά του οργάνωση, και την δικιά του υπο-πύλη (sub-gateway(SGW)) μέσω της οποίας συνδέεται το υπο-δίκτυο στην ραχοκοκαλιά (Yan Zhang et al., 2011).

Διαχωρισμός Συστημάτων M2M Οικιακής Χρήσης Ανάλογα με την Ακτίνα Δράσης

M2M επικοινωνίες σε περιοχές του σώματος (Body Areas). Αυτός ο τρόπος επικοινωνίας είναι ο πιο ανθρωποκεντρικός. Συνήθως η ακτίνα του είναι λιγότερο από 2 μέτρα. Οι Body Areas ή αλλιώς Body Areas Network (BAN) χωρίζονται σε δυο κατηγορίες: intra-BAN και inter-BAN επικοινωνίες. Οι intra-BAN αναφέρονται σε συσκευές αισθητήρων σώματος οι οποίες είναι τοποθετημένοι σε κρίσιμα σημεία μέσα στο ανθρώπινο σώμα. Οι inter-BAN επικοινωνίες συνδέουν τα BAN με τα σημεία πρόσβασης (Access Points(AP)) (Rong Yu et al., 2011; Yan Zhang et al., 2011). Σε αυτή την περίπτωση, λόγω του γεγονότος ότι οι αισθητήρες βρίσκονται μέσα στο ανθρώπινο σώμα, υπάρχει μεγάλος περιορισμός ως προς τις προδιαγραφές των συσκευών (Yan Zhang et al, 2011).

M2M επικοινωνίες σε περιοχές δωματίου (Personal Areas). Σε αυτόν τον τρόπο επικοινωνίας, κύριος στόχος είναι η κάλυψη των αναγκών μικρής εμβέλειας, συνήθως κάτω των

10 μέτρων. Για παράδειγμα, ένα δικτυακό σύστημα μέτρησης της κατανάλωσης ενέργειας (Rong Yu et al., 2011; Yan Zhang et al., 2011).

M2M επικοινωνίες σε περιοχές σπιτιού (Local Areas). Αναφέρονται στον τρόπο επικοινωνίας μεταξύ των υπο-δικτύων και των εξωτερικών δικτύων ή μεταξύ συσκευών. Αυτός ο τρόπος επικοινωνίας συνήθως επιτυγχάνεται μέσω του πρωτοκόλλου 802.11. Ένα παράδειγμα ενός τέτοιου δικτύου είναι η μέτρηση κατανάλωσης νερού και πετρελαίου (Rong Yu et al., 2011; Yan Zhang et al., 2011).

M2M Πρωτόκολλα για Οικιακά Δίκτυα

Υπάρχουν διάφορα πρωτόκολλα τα οποία παρέχουν συνδεσιμότητα μεταξύ των M2M συσκευών και πυλών. Τα πρωτόκολλα αυτά καθορίζουν μια σειρά από ενέργειες προκειμένου να γίνει μια σύνδεση επιτυχής.

IEEE 802.15.4. Το πρωτόκολλο αυτό, όπως το ZigBee και το 6LoWPAN, είναι το πιο αποδεκτό από όλα τα άλλα πρωτόκολλα για M2M δίκτυα όσο αφορά την κατανάλωση ενέργειας. Πρόκειται για ένα πολύ απλό κύκλωμα, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλές διαφορετικές τοπολογίες δικτύων, αλλά δεν παρέχει σχήματα δρομολόγησης, τρόπο επέκτασης δικτύου και μηχανισμό επιδιόρθωσης προβλημάτων. Το πρωτόκολλο αυτό καθορίζει το φυσικό και MAC επίπεδο (Keβler T., Bogenfeld E., & Kurz M., 2011; Starsinic M., 2010).

ZigBee. Το πρωτόκολλο τρέχει πάνω στο 802.15.4 πρωτόκολλο και καθορίζει το επίπεδο δικτύου και μεταφοράς καθώς και μερικές διεπαφές (interfaces) του επιπέδου εφαρμογής. Το ZigBee αναπτύχθηκε με σκοπό την χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και τον αυξημένο κύκλο ζωής για ασύρματες συσκευές. Το επίπεδο δικτύου του Zigbee εκμεταλλεύεται τις δυνατότητες του 802.15.4 πρωτοκόλλου για να δημιουργηθούν τοπολογίες αστέρα, δέντρων (cluster tree) ή τοπολογία ανάκαμψης πλέγματος (self-healing mesh network topology). Επίσης, όταν μια

εφαρμογή εκτελείται σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή (H/Y) και έχει πρόσβαση σε έναν ZigBee κόμβο, τότε η πύλη του BigBee πρέπει να τρέχει ενέργειες NAT(Starsinic M., 2010) αν και αυτό σύμφωνα με τον Harish Viswanathan (2011) δεν είναι τόσο αποτελεσματικό.

Bluetooth. Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται κυρίως για μεταφορά φωνής, δεδομένων και ήχων με ασύρματο τρόπο, σε μικρές αποστάσεις. Αυτό το πρωτόκολλο χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που υπάρχει η ανάγκη να επιτευχθούν υψηλότερες ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων από αυτές του 802.15.4., ωστόσο είναι πιο απαιτητικό όσο αφορά θέματα ενέργειας. Επίσης, κατά τακτά χρονικά διαστήματα οι συσκευές πρέπει να στέλνουν μηνύματα συγχρονισμού ακόμα και αν η συσκευή βρίσκεται σε κατάσταση ύπνου (Starsinic M., 2010).

Wi-Fi (IEEE 802.11). Κυριαρχεί σε όλα σχεδόν τα οικιακά δίκτυα. Το πρωτόκολλο αυτό απαιτεί περισσότερη ενέργεια. Αξιίζει να αναφερθεί ότι υπάρχουν κάποια προϊόντα τα οποία θεωρούνται χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας Wi-Fi και μπορούν να εκτελέσουν κάποια προγράμματα τα οποία είναι βασισμένα στο 802.15.4 πρωτόκολλο (Starsinic M., 2010).

Ultra-wideband (UWB). Το πρωτόκολλο χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που απαιτείται χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και χρησιμοποιείται για μικρές αποστάσεις αλλά έχει υψηλή ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων (Intel, 2005).

Femtocell. Χρησιμοποιείται να για συνδέσει κινητά τηλέφωνα και μπορεί να υποστηρίξει από δυο μέχρι πέντε ενεργές συσκευές για οικιακή χρήση, ενώ για επιχειρήσεις από οκτώ μέχρι δεκαέξι συσκευές. Πρόκειται ουσιαστικά για έναν μικρό σταθμό κυψέλης (Femtocell; Tatara Systems, 2012) .

Όλα τα πρωτόκολλα που περιγράφηκαν, Πίνακας 1 και Πίνακας 2, είναι απαραίτητα σε ένα οικιακό δίκτυο καθώς ένα μόνο πρωτόκολλο είναι αδύνατο να αντικαταστήσει όλα τα άλλα. Στην Εικόνα 2 φαίνεται η αρχιτεκτονική ενός HGW.

Αρχιτεκτονική Ποιότητα Υπηρεσίας (QoS)

Η ποιότητα των υπηρεσιών είναι πολύ σημαντικό κομμάτι για τα M2M δίκτυα καθώς η επιτυχής εκτέλεση των προγραμμάτων εξαρτάται από τα δεδομένα τα οποία διαμοιράζονται μεταξύ των διάφορων συσκευών. Έτσι, διακρίνονται τρεις κατηγορίες με τις οποίες γίνεται ο διαμερισμός των δεδομένων.

UPnP και QoS

Το Universal Plug and Play (UPnP) αποτελεί σημαντικό κομμάτι του επιπέδου εφαρμογών καθώς υποστηρίζει το TCP/ IP πρωτόκολλο. Υπάρχουν δύο λογικές συσκευές στο UPnP: οι ελεγχόμενες μονάδες (controlled devices (CDs)) και οι μονάδες ελέγχου (control points (CPs)). Ένα CD μπορεί να είναι φυσικός ή λογικός δικτυακός κόμβος προκειμένου να παρέχει τις υπηρεσίες του. Επίσης μπορεί να ανακαλύπτει και να ελέγχει άλλες συσκευές. Όταν μια νέα συσκευή προστεθεί στο δίκτυο, πρώτα παίρνει μια διεύθυνση IP και ύστερα εκπέμπει στο δίκτυο τις υπηρεσίες που μπορεί να προσφέρει στα CPs μέσω ενός μηνύματος (multicast Simple Service Discovery Protocol (SSDP)). Όταν ένα CP προστεθεί στο δίκτυο ψάχνει για συσκευές μέσα σε αυτό. Όταν εντοπίσει μια συσκευή, τότε λαμβάνει την περιγραφή αυτής. Το CP συνεχίζει να ακούει την κατάσταση του CD για τυχόν αλλαγές. Για πολυμεσικές εφαρμογές σπιτιού, η αρχιτεκτονική του UPnP ήχος/εικόνα (audio/video (A/V)) είναι η πιο διαδεδομένη. Η αρχιτεκτονική αυτή βασίζεται στις διαδικασίες της αναζήτησης, περιγραφής, ελέγχου και γεγονότων του UPnP, οι οποίες διευκολύνουν τον CP να διευθύνει τις ροές πληροφοριών A/V μεταξύ της πηγής και των συσκευών απεικόνισης (Yan Zhang et al., 2011).

Η αρχιτεκτονική του QoS του UPnP. Κάνει κρατήσεις στους πόρους του M2M συστήματος, με αυτόν τον τρόπο διασφαλίζει να μην πέσει η ποιότητα των υπηρεσιών κάτω από το επιτρεπτό όριο. Η αρχιτεκτονική του QoS καθορίζει τρεις έννοιες: τον QoS διαχειριστή

(QManager), τις πολικές QoS (policy holder (QPH)), την QoS συσκευή (QDevice). Ο QM είναι η κεντρική μονάδα του συστήματος ποιότητας. Το QPH έχει αποθηκευμένες τις πολιτικές που έχει ορίσει ο χρήστης του δικτύου. Ο QM αποφασίζει αν θα εισέρθει ή θα απορρίπτει ένα κύμα δεδομένων (traffic stream) ανάλογα με τον αριθμό σημαντικότητας (User Importance Number (UIN)) που έχει. Το QD παρέχει την UPnP διεπαφή που χρειάζεται για να συνδεθεί μια διαδικτυακή συσκευή στο δίκτυο και είναι υπεύθυνο για τις ρυθμίσεις του QoS. Επίσης το QD είναι υπεύθυνο για την αποδοχή ή όχι των ροών πληροφορίας και παρέχει στον QM τις δικές του πληροφορίες σχετικά με τις συνδέσεις, τις ικανότητες και τις καταστάσεις της συσκευής (Ally Yu-kyoung Song et al., 2008; Teener M, 2005; Yan Zhang et al., 2011).

DLNA και QoS

Το Digital Living Network Alliance (DLNA) κληρονομεί τους μηχανισμούς της UPnP AV αρχιτεκτονικής για την διαχείριση των δεδομένων και των ελέγχων μεταξύ των συσκευών. Επίσης, ο UPnP μηχανισμός χρησιμοποιείται από τους τελικούς χρήστες για να ανακαλύψουν τυχόν εξυπηρετητές στο δίκτυο τους. Σε αυτή την περίπτωση μια σύνδεση στο M2M δίκτυο γίνεται χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση. Όπως έγινε γνωστό, από την παραπάνω ανάλυση, ο μηχανισμός του UPnP ψάχνει για media που το ενδιαφέρουν. Το κλειδί εδώ είναι ο διαχειριστής των μέσων (media). Το DLNA ανάλογα με την μορφή των δεδομένων τα κατατάσσει σε αντίστοιχες κλάσεις (media format). Το DLNA για να καθορίσει καλύτερα τα χαρακτηριστικά των συσκευών καθορίζει δώδεκα κλάσεις συσκευών χωρισμένες σε 3 κατηγορίες. Εμείς θα εξετάσουμε μια κατηγορία την Home Network Device (HND), η οποία καθορίζει 5 κλάσεις συσκευών: Digital Media Server (DMS), Digital Media Player (DMP), Digital Media Renderer (DMR), Digital Media Controller (DMC) και Digital Media Printer (DMPr), εκ των οποίων θα αναφέρω σε δύο: τους εξυπηρετητές ψηφιακών μέσων (digital media server (DMSs)), τους

εκτελεστές των ψηφιακών μέσων (digital media players (DMPs)). Το DMS είναι υπεύθυνο για την απόκτηση, την καταγραφή, την αποθήκευση και τον διαμερισμό των δεδομένων. Το DMP κάνει αναζητήσεις και εκτελεί τα δεδομένα (Yan Zhang et al., 2011; Allegro SoftwareDevelopment Corporation, 2006).

DLNA το QoS. Υιοθετεί το μοντέλο της προτεραιότητας. Οι προτεραιότητες χωρίζονται σε τέσσερα επίπεδα: DLNA QoS-3, DLNA QoS-2, DLNA QoS-1 και DLNA QoS-0, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3. Κάθε ένα επίπεδο αντανακλά μια ομάδα από διάφορες υπηρεσίες. Τα πακέτα που αποστέλλονται μπορούν να χαρακτηριστούν από τα διαφορετικά επίπεδα DLNA QoS ανάλογα με το μοντέλο μετάδοσης. Real-Time Transport Control Protocol (RTCP) που στέλνονται από τους παραλήπτες. Το RTCP σαν κύρια αρμοδιότητα έχει την ανατροφοδότηση του QoS για τα δεδομένα που διαμοιράζονται και περιοδικά στέλνει πακέτα ελέγχου στα εμπλεκόμενα μέλη της τρέχων συνόδου (session) (Schulzrinne H., Casner S., Frederick R., & Jacobson V, 2003). Το RTSP ελέγχει τις παραδοτέες ροές πολυμεσικών δεδομένων (Schulzrinne H., 2010; Yan Zhang et al., 2011).

Intelligent Grouping and Resource Sharing (IGRS) και QoS

Το IGRS παραχωρεί διαφορετικούς πόρους και υπηρεσίες συνεργασίας μεταξύ των συσκευών. Το IGRS αποτελείται από τρία χαρακτηριστικά: το πρωτόκολλο του πυρήνα, το προφίλ των προγραμμάτων, και τα βασικά προγράμματα. Το πρωτόκολλο του πυρήνα καθορίζει την ομαδοποίηση των συσκευών και την αλληλεπίδραση μεταξύ πελάτη και εξυπηρετητή. Το προφίλ των προγραμμάτων καθορίζει την περιγραφή των εξυπηρετητών. Εδώ να σημειωθεί ότι το IGRS λαμβάνει σοβαρά υπόψη την ασφάλεια καθώς ορίζει δύο επίπεδα πρωτοκόλλου ασφαλείας: α) την σήραγγα (tunnel) μεταξύ των συσκευών και των συνόδων, β) μεταξύ χρηστών

και υπηρεσιών. Το IGRS κατηγοριοποιεί τους μηχανισμούς ασφαλείας σε πέντε επίπεδα (Introduction to Intelligent Grouping and Resource Sharing (IGRS) A Technical White Paper).

Αρχιτεκτονική QoS του IGRS. Οργανώνεται σε τρεις κλάσεις υπηρεσιών: IGRS QoS συσκευή (QD), IGRS QoS διαχείριση (QM), IGRS QoS πολιτικές (QPolicyHolder). Η αρχιτεκτονική αυτή εισάγει την έννοια του τμήματος QoS (QoS segment) για να δράσει στο ετερογενές δίκτυο του σπιτιού. Όταν μια ροή πολυμέσων περάσει από το τμήμα QoS, οι συσχετιζόμενες λειτουργίες του QoS γίνονται διαφανής στις συσκευές και νομίζουν ότι δεν έχουν QoS δυνατότητες. Μόνο η πύλη και οι συσκευές με δυνατότητες QoS αλληλεπιδρούν με τον QM (Yan Zhang et al., 2011).

Βελτίωση του QoS στα Οικιακά M2M

Η διαμοίραση των πολυμέσων εκτελείται στο επίπεδο εφαρμογής. Αυτό επιτυγχάνεται με τρία βήματα: την ανακάλυψη των πολυμέσων, την μεταφορά και τέλος την απεικόνισή τους. Παρόλο που έχουν προταθεί κάποιες γενικές αρχιτεκτονικές QoS για τον διαμερισμό πολυμέσων, δεν υπάρχει κάποιος αλγόριθμος QoS, ούτε διαχείρισης για αυτά τα συστήματα (Yan Zhang et al., 2011).

Το Μοντέλο Συσκευής

Οι Yan Zhang et al. (2011) και οι Rong Yu et al. (2011) προτείνουν ένα μοντέλο συσκευής και τον τρόπο λειτουργίας της. Συσκευή μέσων (media device) ονομάζεται η συσκευή εκείνη που περιέχει τις πολυμεσικές πηγές (multimedia source). Η συσκευή μέσων και οι πηγές της θα πρέπει να ανακοινώνονται σε όλο το δίκτυο πριν μεταδοθούν και παρουσιαστούν. Η συσκευή μέσων έχει ένα αρχείο με τις περιγραφές των πηγών και τις δυνατότητες των μέσων (media). Με τον όρο δυνατότητα των μέσων αναφερόμαστε στην ικανότητα των συσκευών να διαχειρίζονται, να ελέγχουν, να επεξεργάζονται και να αναπαριστούν τις πολυμεσικές πηγές.

Κάθε συσκευή μέσω των οποίων θα πρέπει να εκπέμπει περιοδικά το αρχείο περιγραφής της. Έτσι οι υπηρεσίες πολυμέσων χωρίζονται σε δυο κατηγορίες: ελαστικές και μη. Οι ελαστικές έχουν σαν χαρακτηριστικό την ανεκτικότητα στο QoS σε αντίθεση με τις μη ελαστικές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της πρώτης κατηγορίας είναι η μετάδοση βίντεο. Συνεπώς έχουμε και δυο κατηγορίες συσκευών μέσω των οποίων: τις συσκευές που επεξεργάζονται ελαστικά δεδομένα και αυτές που επεξεργάζονται μη ελαστικά δεδομένα. Οι Yan Zhang et al. (2011) ανέπτυξαν το JARC (Joint Rate and Admission Control), ενώ οι Rong Yu et al. (2011) το DRAC (Distributed Rate and Admission Control). Οι δυο αυτές μέθοδοι παρουσιάζουν αρκετές ομοιότητες.

Σχεδίαση Διασταυρωμένων Επιπέδων

Το JARC παρέχει συνεχόμενη υποστήριξη QoS σε επίπεδο εφαρμογής και δικτύου. Ο σχεδιασμός αυτός εσωκλείει: Εκμετάλλευση της ετερογενούς φύσης των ψηφιακών οικιακών συσκευών και την ευελιξία της πολυμεσικής εργασίας διασφαλίζοντας τις απαιτήσεις του QoS σε επίπεδο εφαρμογής. Προβλέπει με μεγάλη ακρίβεια τις παραμέτρους του QoS σε συνάρτηση με την ευρυζωνικότητα (bandwidth) των συνόδων των πολυμέσων και είναι ικανό να παρέχει ένα QoS με παραμέτρους στο επίπεδο MAC. Υπάρχουν δύο κύρια χαρακτηριστικά σε αυτό το σχεδιασμό: η μονάδα ελέγχου αξιοποίησης (rate control entity (RCE)) και η μονάδα ελέγχου αποδοχής (admission control entity (ACE)). Το πρώτο είναι υπεύθυνο για τις ρυθμίσεις της ευρυζωνικότητας από την πλευρά του χρήστη. Το δεύτερο ελέγχει τον αριθμό των συνόδων στο δίκτυο για να διασφαλίσει το QoS της τρέχουσας πολυμεσικής υπηρεσίας στο επίπεδο του δικτύου. Καθώς επίσης υπάρχει μια μονάδα ανάλυσης ουράς ικανή να προβλέψει τις παραμέτρους του QoS και υλοποιείται στο ACE. Τέλος, η αλληλεπίδραση μεταξύ RCE και ACE είναι πολύ κρίσιμη γιατί διασφαλίζει την συνοχή QoS μεταξύ του επιπέδου εφαρμογής και MAC (Yan

Zhang et al., 2011). Το DRAC εσωκλείει δύο σημαντικά στοιχεία: την διαχείριση μέσω των επεκτάσεων (media format management) και την διαχείριση QoS (Rong Yu et al., 2011).

Τρόπος λειτουργίας

Αρχικοποίηση. Στις δύο μεθόδους στην αρχή γίνεται αποστολή ενός μηνύματος για την δημιουργία μίας νέας συνόδου. Το μήνυμα αυτό περιέχει τις βασικές πληροφορίες σχετικά με τον παραλήπτη και τον αποστολέα. Όταν ο διαχειριστής (JARC μέθοδος)/ πάροχος πολυμέσων (DARC μέθοδος) λάβει το μήνυμα, η JARC μέθοδος επικαλείται το RCE, στέλνει ένα μήνυμα “έρευνας” προς τις συσκευές, για να λάβει τις πλήρεις πληροφορίες σχετικά με αυτές, όπως το μέγεθος οθόνης, την επεξεργαστική ισχύ. (Yan Zhang et al., 2011). Αφού λάβει την ανατροφοδότηση, το RCE (JARC)/ ο πάροχος πολυμέσων στέλνει μήνυμα στη διαχείριση μέσω των επεκτάσεων (DARC), εξετάζει αν οι ιδιότητες της συνόδου ταιριάζουν με τις ικανότητες που έχει η συσκευή. Η διαδικασία αυτή είναι σημαντική για να αποφευχθεί η περίπτωση στην οποία η συσκευή μέσω των μηνών ξέρει τις δυνατότητες του παραλήπτη. Για παράδειγμα, ένα PDA που έχει αναλάβει τον ρόλο του κεντρικού ελεγκτή, προσπαθεί να προωθήσει από μια ψηφιακή μηχανή προς έναν Η/Υ μια φωτογραφία για εκτύπωση αλλά ο εκτυπωτής δεν είναι συνδεδεμένος στον Η/Υ. Με συνέπεια η ενέργεια αυτή να μην ολοκληρωθεί ποτέ. Γι’ αυτό τον λόγο, εάν εντοπιστεί ότι ο παραλήπτης δεν μπορεί να εκπληρώσει την αντίστοιχη λειτουργία/ υπηρεσία τότε θα ακυρωθεί απευθείας η καινούργια συνοδεία. Εάν οι ικανότητες της συσκευής ταιριάζουν με την συνοδεία του πολυμέσου, τότε το RCE (JARC)/ QoS μονάδα διαχείρισης (DARC) θα ελέγξει την επεκτασιμότητα της πολυμεσικής πηγής (Yan Zhang et al., 2011).

Για τις μη επεκτάσιμες πηγές (ο όρος επεκτάσιμος αναφέρεται στον τρόπο λειτουργίας των πηγών (JitaeShin, Daniel C. Lee, C.-C. Jay Kuo, 2004)) το RCE (JARC)/ QoS μονάδα διαχείρισης (DARC) θα κάνει μια αναφορά για τις απαιτήσεις του QoS, το οποίο θα αποφασίσει

εάν η συνοδεία είναι αποδεκτή ή όχι βασισμένη στην ανάλυση ουράς. Για πηγές που επεκτείνονται υπάρχουν διάφορες προαιρετικές αξιολογήσεις. Αφού λάβει την πληροφορία της επέκτασης, γίνονται κάποιοι υπολογισμοί αξιολόγησης του ανερχόμενου κύματος πληροφορίας. Εάν πληρούνται οι προϋποθέσεις του QoS τότε μια σειρά από ενέργειες αποδοχής και εκτέλεσης ενεργούν στην νέα πολυμεσική υπηρεσία. Αν η απάντηση είναι αρνητική τότε το κύμα πληροφορίας απορρίπτεται (Yan Zhang et al., 2011; Rong Yu et al. 2011). Διαγραμματικά η διαδικασία JARC φαίνεται στην Εικόνα 3.

Αποτέλεσμα. Αυτή η διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης του δικτύου καθώς επιτυγχάνει μείωση της καθυστέρησης και των χαμένων πακέτων. Αξίζει να σημειωθεί ότι και οι δύο έρευνες κατέληξαν στα ίδια αποτελέσματα- συμπεράσματα.

Συμπεράσματα

Τα δίκτυα M2M έχουν αρχίσει να αναπτύσσονται με πολύ γρήγορο ρυθμό τα τελευταία χρόνια. Η επιστημονική κοινότητα αναπτύσσει συνέχεια αυτό το πεδίο καθώς αποτελεί ένα σύστημα το οποίο επηρεάζει ήδη την καθημερινότητά μας σε μεγάλο βαθμό, και πολύ περισσότερο στο μέλλον. Καθώς οι δυνατότητες και ο τρόπος αξιοποίησής τους φαντάζει απεριόριστος και δέχεται πολλές αλλαγές ακόμα, καθώς υπάρχουν αρκετά θέματα που δέχονται επίλυση και βελτίωση.

Μελλοντική Έρευνα

Ένα από τα θέματα που μπορεί να βελτιωθεί είναι η αυτονομία των συσκευών που μετέχουν σε ένα τέτοιο δίκτυο, καθώς και η αύξηση της ασφάλειας την οποία εγγυούνται σε όλα τα επίπεδα. Η αύξηση των δυνατοτήτων των συσκευών χωρίς να επηρεάζονται οι παράγοντες της ασφάλειας και της αυτονομίας. Ένα από τα θέματα που μπορεί να βελτιωθεί είναι ένας πιο έξυπνος τρόπος επικοινωνίας μεταξύ των συσκευών που κοιμούνται. Ο τομέας του QoS είναι ακόμα σε πρώιμο στάδιο παρόλο αυτά τα αποτελέσματα των πρώτων ερευνών είναι ενθαρρυντικά. Τέλος, η λειτουργία των ασύρματων συσκευών σε χαμηλότερη συχνότητα, όχι τόσο επιβλαβής στον ανθρώπινο οργανισμό, αποτελεί πάντα μια πρόκληση.

Αναφορές

Allegro Software Development Corporation. (2006). *Networked Digital Media Standards*

A UPnP / DLNA Overview. Αποκτήθηκε από:

http://www.allegrosoft.com/UPnP_DLNA_White_Paper.pdf

Ally Yu-kyoung Song, Amol Bhagwat, Bruce Fairman, Daryl Hlasny, Dieter Verslype, Fred

Tuck (co-chair), (..) , Zong Wu. (2008). *UPnP-QoS Architecture:3 For UPnP Version 1.0*.

Αποκτήθηκε από: <http://upnp.org/specs/qos/UPnP-qos-Architecture-v3.pdf>

Boswarthick D. (2009). *M2M Activities in ETSI*. Αποκτήθηκε από: [http://old.pole-](http://old.pole-scs.org/index.php?m=6&l=en&x=file.download&h=0&fileid=57063)

[scs.org/index.php?m=6&l=en&x=file.download&h=0&fileid=57063](http://old.pole-scs.org/index.php?m=6&l=en&x=file.download&h=0&fileid=57063)

Dusit Niyato, Lu Xiao, Ping Wang. (2011). Machine-to-Machine Communications for Home

Energy Management System in Smart Grid. *Communications Magazine, IEEE, 49*, 53-59.

doi: [10.1109/MCOM.2011.5741146](https://doi.org/10.1109/MCOM.2011.5741146)

Femtocell.(n.d). Αποκτήθηκε από: <http://en.wikipedia.org/wiki/Femtocell>

Geng Wu, Shilpa Talwar, Kerstin Johnsson, Nageen Himayat, Kevin D. Johnson, Intel. (2011).

M2M: From Mobile to Embedded Internet. *Communications Magazine, IEEE, 49*, 36-43.

doi: [10.1109/MCOM.2011.5741144](https://doi.org/10.1109/MCOM.2011.5741144)

Harish Viswanathan. (2011). *Getting Ready for M2M Traffic Growth*. Αποκτήθηκε από:

<http://www2.alcatel-lucent.com/blogs/techzine/2011/getting-ready-for-m2m-traffic-growth/>

Inhyok Cha, Yogendra Shah, Schmidt U.A., Leicher A, Meyerstein M. (2009). *Security and*

Trust for M2M Communications. Αποκτήθηκε από:

http://andreas.schmidt.novalyst.de/docs/M2M%20Security%20v2_0.pdf

Intel. (n.d.). *Convergence of audio/visual services in a networked world– The DLNA Perspective*.

Αποκτήθηκε από: ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ist/docs/ka4/au_ws280606_herfet_en.pdf

Intel. (2005). *Ultra-Wideband (UWB) Technology*. Αποκτήθηκε από:

http://www.3g4g.co.uk/Other/Uwb/Wp/wireless_pb.pdf

Introduction to Intelligent Grouping and Resource Sharing (IGRS) A Technical White Paper.

(n.d.). Αποκτήθηκε από: http://hes-standards.org/doc/SC25_WG1_N1346.pdf

Jianhua He, Yan Zhang, Zhong Fan, Hsiao-Hwa Chen, Lin Bai. (2012). *Wireless Machine-to-Machine Networks*. Αποκτήθηκε από:

<http://www.hindawi.com/journals/ijdsn/si/702962/cfp/>

Jitae Shin, Daniel C. Lee, C.-C. Jay Kuo. (2004). *Quality of Service for Internet Multimedia*.

Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, Professional Technical Reference.

Juniper Networks. (2011). *MACHINE TO MACHINE (M2M)- THE RISE OF THE MACHINES*.

Αποκτήθηκε από: <http://www.juniper.net/us/en/local/pdf/whitepapers/2000416-en.pdf>

Keßler T., Bogenfeld E., Kurz M. (2011). *M2M-Standardisierung*. Αποκτήθηκε από:

<http://www.vde-itg->

[kommunikationsnetze.de/images/stories/Fachtagungen/zdn2011/vortraege/zdn2011-m2m-standardisierung.pdf](http://www.vde-itg-kommunikationsnetze.de/images/stories/Fachtagungen/zdn2011/vortraege/zdn2011-m2m-standardisierung.pdf)

Machine-to-Machine.(n.d). Αποκτήθηκε από: [http://en.wikipedia.org/wiki/Machine-to-](http://en.wikipedia.org/wiki/Machine-to-Machine#cite_note-2)

[Machine#cite_note-2](http://en.wikipedia.org/wiki/Machine-to-Machine#cite_note-2)

Rong Yu, Yan Zhang, Yanrong Chen, Chujia Huang, Yang Xiao, Mohsen Guizani. (2011).

Distributed rate and admission control in home M2M networks: A non-cooperative game approach, 196-200. doi: [10.1109/INFCOMW.2011.5928807](https://doi.org/10.1109/INFCOMW.2011.5928807)

Schulzrinne H. (2010). *RTSP Real-Time Streaming Protocol*. Αποκτήθηκε από:

<http://www.cs.columbia.edu/~hgs/rtsp/>

Schulzrinne H., Casner S., Frederick R., Jacobson V. (2003). *RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications*. Αποκτήθηκε από: <http://www.javvin.com/protocol/rfc3550.pdf>

Siok Kheng Tan, Mahesh Sooriyabandara, Zhong Fan. (2011). M2M Communications in the Smart Grid: Applications, Standards, Enabling Technologies, and Research Challenges. *International Journal of Digital Multimedia Broadcasting*, 2011, 8. doi: 10.1155/2011/289015

Starsinic M. (2010). *System architecture challenges in the home M2M network*, 1-7, doi: [10.1109/LISAT.2010.5478336](https://doi.org/10.1109/LISAT.2010.5478336)

Tatara Systems. (2012). *What is a Femtocell?*. Αποκτήθηκε από: <http://www.tatarasystems.com/contentmgr/showdetails.php/id/444>

Teener M. (2005). *AV Streaming Quality of Service in 802 Networks*. Αποκτήθηκε από: <http://www.ieee802.org/1/files/public/docs2005/resb-mjt-system-arch-outline-051221.pdf>

Yan Zhang, Rong Yu, Shengli Xie, Wenqing Yao, Yang Xiao, Mohsen Guizani. (2011). Home M2M networks: Architectures, standards, and QoS improvement. *Communications Magazine, IEEE*, 49, 44-52. doi: [10.1109/MCOM.2011.5741145](https://doi.org/10.1109/MCOM.2011.5741145)

Yuh-Shyan Chen. (n.d.). *Green Wireless Communication via M2M*. Αποκτήθηκε από: <http://www.csie.ntpu.edu.tw/~yschen/course/2011-1/Green-ICT/Chapter%205.pdf>

Πίνακας 1

Ασύρματες Τεχνολογίες για τα M2M Οικιακά Δίκτυα (Yuh-Shyan Chen)

Standard	Area	Rate	Energy-constrained	Typical applications	Data Type
Zigbee	Personal area	Low	Yes	Automatic control	Sensors, monitoring, smart grid
Bluetooth	Personal area	Low	Yes	Music sharing	Voice, low-rate data, music
UWB	Personal area	High	No	Video, file sharing	Video, high-rate data, files
802.15.6	Body area	Low	Yes	Healthcare	Biomedical data
WiFi	Local area	High	No	Home thermostats, water metering	VoIP, data, video
Femtocell	Local area	High	No	Cellular phones	VoIP, data, video

Πίνακας 2

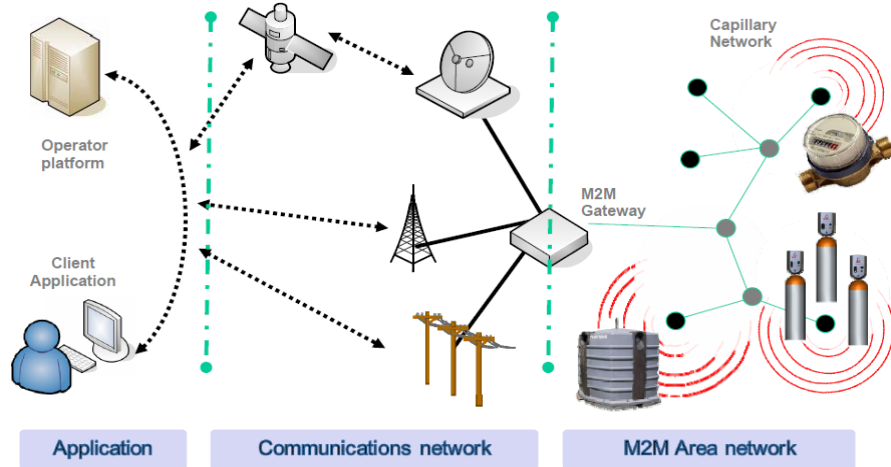
M2M Ασύρματες Τεχνολογίες (Siok Kheng Tan et al., 2011)

	802.15.4 (ZigBee/6LoWPAN)	Bluetooth/Bluetooth low energy (LE)	802.11 (Wi-Fi)
Max data rate	250 kb/s	3 Mb/s (enhanced) 1 Mb/s (basic or LE)	22 Mb/s (802.11 g) 144 Mb/2 (802.11 n)
Indoor range	10 m–20 m	1 m, 10 m and 100 m classes, 5–15 m (LE)	45 m
Power	Low	Medium low (LE)	High
Battery life	Years	Days years (LE)	Hours
Frequency band	2.4 GHz 868 MHz and 915 MHz	2.4 GHz	2.4 GHz, 3.6 GHz, and 5 GHz
Channel access	CSMA/CA (non-beacon based) or superframe structure (beacon based, non-contention)	Frequency hopping or CSMA/CA	CSMA/CA
Applications	Smart appliances Smart meters Lighting control Home security Office automation	Voice Smart meters Data transfer Game control Health monitoring (LE) Computer peripheral (LE)	Networking between WAN and customer premises (M2M area networks) Digital audio/voice

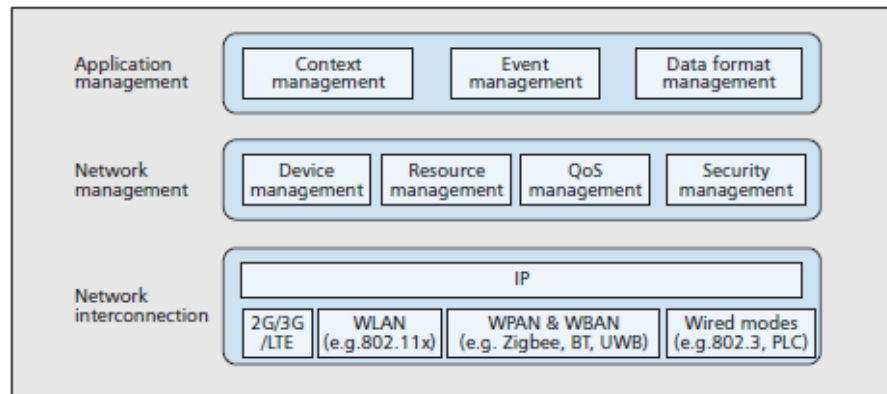
Πίνακας 3

DLNA Προτεραιότητες (Intel)

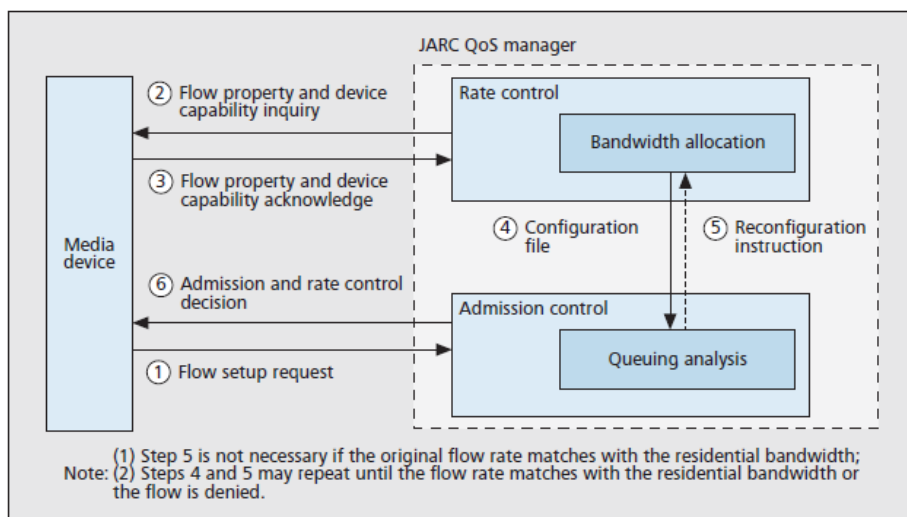
DLNAQOS_UP	DLNA Traffic Types	802.1Q User Priority	WMM Access Priority	DSCP
DLNAQOS_3 (Highest)	•RTCP messages generated by Content Receivers	7	VO	0x38
DLNAQOS_2	•Audio-only or AV Streaming Transfers •UPnP AVTransport stream control •RTCP messages generated by Content Sources •RTSP messages	5	VI	0x28
DLNAQOS_1	•Default priority for any traffic defined by DLNA guidelines, unless specified otherwise •Interactive transfers (transfer of Images for immediate rendering)	0	BE	0x00
DLNAQOS_0 (Lowest)	•Background transfers (transfer for rendering at another point in time)	1	BK	0x08



Εικόνα 1. Αρχιτεκτονική M2M (Boswarthick D. 2009).



Εικόνα 2. Αρχιτεκτονική HGW (Yan Zhang et al., 2011).



Εικόνα 3. Η υλοποίηση του JARC (Yan Zhang et al., 2011).