

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

University of Macedonia

ΔΠΜΣ Πληροφοριακά Συστήματα

Master Information Systems

Δίκτυα Υπολογιστών

Computer Networks

Καθηγητής: Α.Α. Οικονομίδης

Professor: A.A. Economides

Μοντέλα τιμολόγησης υπηρεσιών στα δίκτυα τρίτης γενιάς

Service charging models in 3rd generation networks

Αγνή Λιάππα - Agnie Liappa

Abstract

The rapid growth of mobile communications based on Internet Protocol Networks has challenged the use of legacy charging methods. Furthermore the extended diversity of Internet services complicates the application of charging systems in third generation networks. The legacy charging methods had to be extended or substituted by the Network Providers in order to achieve high Quality of Services, flexibility in accounting and fulfillment of business models. Time-based and fixed-rate pricing models have been substituted or used accompanied by content-based pricing and Paris-Metro based pricing. A pricing scheme inspired by the Paris Subway. However, even the new pricing models have to deal with complicated charging situations created from complex Services which are composed from several smaller sub-services.

Περίληψη

Τα παραδοσιακά μοντέλα χρέωσης τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών αδυνατούν να ανταποκριθούν στις νέες απαιτήσεις οι οποίες έχουν δημιουργηθεί από τη ραγδαία εξάπλωση και χρήση των δικτύων νέας γενιάς, τα οποία βασίζονται σε πρωτόκολλα διαδικτύου. Επιπλέον, η ποικιλία των διαφορετικών διαδικτυακών υπηρεσιών δυσκολεύει ακόμη περισσότερο την λειτουργία των συστημάτων τιμολόγησης. Όλες αυτές οι αλλαγές οδήγησαν στην ανάγκη για αλλαγή των μοντέλων τιμολόγησης υπηρεσιών τρίτης γενιάς ή ακόμη και τη δημιουργία νέων, τα οποία να επιτυγχάνουν υψηλής ποιότητας παρεχόμενες υπηρεσίες. Έτσι τα παραδοσιακά μοντέλα χρονοχρέωσης και πάγιας σταθερής χρέωσης, συμπληρώθηκαν ή αντικαταστάθηκαν από άλλα, όπως το μοντέλο χρέωσης βάση του περιεχομένου της υπηρεσίας ή μοντέλο χρέωσης με διαφορετικές κλάσεις-τιμές εμπνευσμένο από το Μετρό του Παρισιού. Ωστόσο, ακόμη και αυτά τα νέα μοντέλα θα πρέπει να αντιμετωπίσουν περίπλοκες καταστάσεις χρέωσης σύνθετες που δημιουργούνται από την χρήση σύνθετων υπηρεσιών που αποτελούνται από πολλές διαφορετικές υπο-υπηρεσίες.

Εισαγωγή

Η ταχύτερη εξέλιξη των τεχνολογιών που διέπουν την τηλεφωνία και τα δίκτυα μεταφοράς δεδομένων έχει αλλάξει σε μεγάλο βαθμό την αγορά των τηλεπικοινωνιών. Στα πρώιμα στάδια χρήσης της τηλεφωνίας η βασικότερη υπηρεσία ήταν η δυνατότητα πραγματοποίησης κλήσεων ομιλίας καθώς και η δυνατότητα αποστολής σύντομων γραπτών μηνυμάτων. Σήμερα, η εξέλιξη των τεχνολογιών μας έχει οδηγήσει στα δίκτυα τρίτης γενιάς (3G) που επιτρέπουν ταχύτερη μεταφορά μεγάλου όγκου δεδομένων (3gpp.org). Ταυτόχρονα, η ακόμη μεγαλύτερη σμίκρυνση της κλίμακας κατασκευής επεξεργαστών, κεραιών και γενικώς ηλεκτρονικού εξοπλισμού, καθιστά προσιτή πλέον την δημιουργία κινητών τηλεφώνων με δυνατότητες γρήγορης σύνδεσης στο διαδίκτυο, και πολλούς διαφορετικούς τρόπους ασύρματων συνδέσεων (GSM, 3G, WiFi, Bluetooth). Το γεγονός αυτό έχει επεκτείνει την διείσδυση του διαδικτύου πέρα από τους παραδοσιακούς χρήστες υπολογιστών, στους χρήστες κινητών τηλεφώνων, δημιουργώντας έτσι μία αγορά δισεκατομμυρίων πελατών. Οι δύο αυτές εξελίξεις έχουν οδηγήσει στην άνθιση του μπουκέτου των υπηρεσιών που παρέχονται μέσω ασυρμάτων δικτύων. Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, πολυμεσικές εφαρμογές, εφαρμογές κοινωνικής δικτύωσης και μεταφοράς φωνής μέσω διαδικτύου (VoIP, Voice Over IP), βιντεοκλήσεις, ακόμη και θέαση βίντεο και τηλεόρασης καθ' απαίτηση (Video & TV on Demand), είναι ορισμένες μόνο από τις νέες υπηρεσίες που υποστηρίζουν τα ασύρματα δίκτυα τρίτης γενιάς (3gpp.org, mobithinking.com, gsmworld.com, Ozianyi and Ventura 2009).

Οι τρόποι τιμολόγησης και χρέωσης των χρηστών έπρεπε να μεταλλαχθούν παράλληλα ώστε να εξασφαλίζουν την ικανοποίηση των πελατών και την δυνατότητα ταυτόχρονης εφαρμογής περισσότερων του ενός μοντέλων κοστολόγησης για τον ίδιο χρήστη, ανάλογα με την υπηρεσία που χρησιμοποιεί έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ευέλικτη και αποδοτική τιμολόγηση

(Cushnie et al. 2000, Ezziane 2005, Cheboldaeff 2011). Έτσι πέρα από την παραδοσιακή μέθοδο χρέωσης που βασίζεται στην διάρκεια μίας κλήσης ομιλίας, έπρεπε να δημιουργηθούν νέα, εξελιγμένα μοντέλα χρεώσεων όπου ο χρήστης να χρεώνεται για το είδος ή την ποιότητα της υπηρεσίας που του παρέχεται χωρίς να νιώθει ότι χρεώνεται για κάτι που δεν χρησιμοποιεί.

Νέες Τεχνολογίες και οι Προκλήσεις που Δημιουργούν

Τα παλιότερα συστήματα ανάλυσης των κινήσεων ενός χρήστη και υπολογισμού των χρεώσεων, ανήκαν στους παρόχους των τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών. Τα συστήματα αυτά ανέλυαν χαρακτηριστικά των κλήσεων όπως η διάρκεια, η περιοχή κλήσης, το πλήθος των ψηφίων του αριθμού που κλήθηκε, τα οποία ονομάζονται *δυναμικά* δεδομένα γιατί αλλάζουν σε κάθε κλήση, ακόμη και για τον ίδιο πελάτη. Στον αντίποδα, το πάγιο του οικονομικού προγράμματος του πελάτη, οι τυχόν άλλες ρυθμίσεις ή προσφορές, αποτελούν τα *στατικά* δεδομένα. Χρησιμοποιώντας τα στατικά και δυναμικά δεδομένα, το οικονομικό πρόγραμμα του πελάτη κατέληγε σε μία συγκεκριμένη χρέωση η οποία αντιστοιχούσε στα χαρακτηριστικά της κάθε κλήσης. Αυτό το οικονομικό πρόγραμμα είχε εφαρμογή σε κλήσεις ομιλίας, οι οποίες αποτελούσαν την μοναδική προσφερόμενη υπηρεσία αρχικά. (Ryan et al 2002, 2004, Cheboldaeff 2011)

Ωστόσο τα τελευταία 4-5 χρόνια βιώνουμε την ταχύτερη ανάπτυξη των δικτύων IP (Internet Protocol Networks), την ραγδαία αύξηση χρήσης του διαδικτύου και των συνδρομητών κινητής τηλεφωνίας. Το 2011 οι συνδρομητές κινητής τηλεφωνίας πλησίασαν τα 6 δισεκατομμύρια ενώ οι χρήστες διαδικτύου τα 2,5 δισεκατομμύρια (itu.int). Ταυτόχρονα παρατηρείται μεγάλη αύξηση στη χρήση των ασύρματων δικτύων για μεταφορά δεδομένων και χρήση εφαρμογών πλοήγησης στο διαδίκτυο, θέασης βίντεο, κοινωνικής δικτύωσης, βιντεοκλήσης και κλήσης μέσω IP (VoIP). Παρατηρείται επίσης μία στροφή σε σύνθετες

πολυμεσικές υπηρεσίες οι οποίες αποτελούνται από επιμέρους υπηρεσίες που παρέχονται από τρίτους, και διανέμονται μέσω των νέων μορφών ταχύτατων δικτύων (van Le et al. 2009). Η συνέχιση της χρησιμοποίησης ξεπερασμένων μοντέλων χρονοχρέωσης θα δυσχέραινε την περαιτέρω διείσδυση των νέων αυτών τεχνολογιών (Ryan et al 2002). Συνεπώς απαιτείται μία ταυτόχρονη καινοτόμος στροφή στα μοντέλα χρέωσης υπηρεσιών, μία στροφή προς ευέλικτα, δυναμικά μοντέλα τα οποία θα μπορούν να περιλαμβάνουν όλες τις νέες υπηρεσίες που θα αναδύονται κατά τη διάρκεια ζωής των δικτύων νέας γενιάς (van Le et al. 2009, Faria and Nogueira 2010).

Οι πάροχοι τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών προβάλλοντας ως δικαιολογία την έλλειψη εξελιγμένων συστημάτων καταγραφής κινήσεων των λογαριασμών των χρηστών και έκδοσης λογαριασμών, αρχικά δεν χρησιμοποιούσαν μοντέλα χρέωσης που να βασίζονται σε δυναμικά δεδομένα όπως είναι το ποσοστό και είδος χρήσης, είδος υπηρεσίας και είδος εφαρμογής. Όμως οι απαιτήσεις των χρηστών για υψηλότερο επίπεδο παρεχόμενων υπηρεσιών (Quality of Service, QoS) γρήγορα ανέδειξαν την αδυναμία των παρόχων να τιμολογήσουν σωστά. Ας πάρουμε ως παράδειγμα το σενάριο ενός χρήστη που ήθελε να κατεβάσει ένα βίντεο μεγέθους 10 MB. Ο χρήστης αιτείται το κατέβασμα 10 MB στο κινητό του, η χρέωση γίνεται από την εταιρεία για 10 MB, αλλά λόγω κάποιων προβλημάτων στο δίκτυο, κάποια μέρη του αρχείου έπρεπε να αναμεταδοθούν. Έτσι το συνολικό μέγεθος ανήλθε στα 12 MB. Ο πάροχος έχασε έσοδα (τα επιπλέον 2 MB) και επίσης δεν κατάφερε να παράσχει υπηρεσία υψηλού επιπέδου ενώ αν ο πάροχος εφάρμοζε για παράδειγμα, ένα μοντέλο χρέωσης βασισμένο στο περιεχόμενο (content-based model), η χρέωση θα γινόταν για το βίντεο ως αυτόνομο προϊόν ανεξαρτήτως μεγέθους. Γενική απαίτηση των χρηστών είναι να χρεώνονται μία φορά για την χρήση μιας υπηρεσίας, και όχι ξεχωριστά για την υπηρεσία και την μεταφορά της. Είναι ευθύνη του παρόχου δικτύου να

οργανώσει την συλλογή των χρεώσεων από κάθε τρίτο πάροχο υπηρεσιών και να δώσει στον χρήστη μία σωστή και ενιαία χρέωση. Εξάλλου αυτή είναι η πιο σημαντική διαδικασία για έναν πάροχο τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών, στην ορθή διεκπεραίωση της οποίας βασίζεται μεγάλο μέρος του εμπορικού ονόματος της εταιρείας (Ezziane 2005).

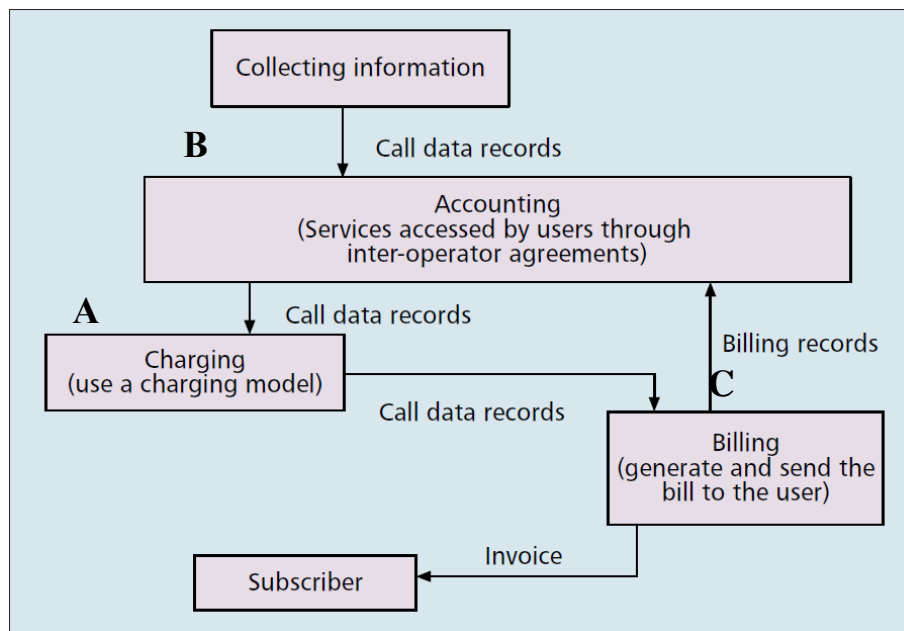
Αυτό όμως προϋποθέτει την ύπαρξη ενός πολυσύνθετου συστήματος πολλαπλών επιπέδων το οποίο θα συλλέγει τις λεπτομέρειες χρεώσεων, χρήσης και δεδομένων από κάθε εμπλεκόμενο μέρος, θα υπολογίζει την τελική χρέωση του χρήστη, και έπειτα θα κατανέμει τα έσοδα στον κάθε πάροχο αυτής της αλυσίδας με το μερίδιο που του αναλογεί. Για να λειτουργήσει αποδοτικά ένα τέτοιο πολύπλοκο σύστημα απαιτούνται κανόνες και πρότυπα τα οποία θα πρέπει να ακολουθούνται αυστηρά για να μην υπάρχουν προβλήματα επικοινωνίας μεταξύ των διαφορετικών μερών του συστήματος (Faria and Nogueira 2010). Αυτά τα πρότυπα αναλύονται παρακάτω.

Τηλεπικοινωνιακά Πρότυπα – Telecommunication Standards

Οι προδιαγραφές και τα πρότυπα που διέπουν τα δίκτυα τηλεπικοινωνιών παγκοσμίως από ειδικούς οργανισμούς που έχουν ως σκοπό την καταγραφή, ανανέωση και εξέλιξη των προτύπων αυτών. Στην Ευρώπη, υπεύθυνο για την προτυποποίηση στον χώρο των τηλεπικοινωνιών είναι ο European Telecommunications Standards Institute (ETSI) ο οποίος είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός που ιδρύθηκε το 1988. Το ETSI έχει δημιουργήσει μεταξύ άλλων και το GSM, το παγκόσμιο σύστημα ασύρματων τηλεπικοινωνιών το οποίο εφαρμόζεται κάθε πάροχο κινητής τηλεφωνίας και κατασκευαστή κινητού τηλεφώνου στον κόσμο. Αναπτύχθηκε από το ETSI για να υποστηρίξει τα ψηφιακά δίκτυα κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς (2G) και για να αντικαταστήσει τα αναλογικά δίκτυα κινητής τηλεφωνίας πρώτης γενιάς (etsi.org, gsmworld.com). Υπό την εποπτεία του ETSI δημιουργήθηκε επίσης το 1998 το 3rd Generation

Partnership Project (3GPP) το οποίο ανέλαβε την προτυποποίηση και καθιέρωση των δικτύων τρίτης γενιάς, 3G ή πιο επίσημα, σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό ορισμό, Universal Mobile Telecommunications Standard (UMTS).

Το 3GPP δημιούργησε μεταξύ άλλων και μία σειρά από πρότυπα σχετικά με την διαδικασία υπολογισμού χρεώσεων στα παροχή υπηρεσιών βασισμένη στα δίκτυα IP. Βάση όλων αυτών υπήρξε το IP Multimedia Subsystem (IMS), το οποίο είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο όλων των υπηρεσιών που περιλαμβάνουν κίνηση δεδομένων μέσω δικτύων IP (Cuevas et al. 2006, Ozianyi and Ventura 2009).



Σχήμα 1 – Αρχιτεκτονική της διαδικασίας Χρέωσης, Απολογισμού και Τιμολόγησης

Σύμφωνα με τον ορισμό του 3GPP, χρέωση (charging) (A) είναι η διαδικασία συλλογής πληροφοριών σχετικά με γεγονότα που πρέπει να χρεωθούν, και ο υπολογισμός των χρεώσεων για τον κάθε εμπλεκόμενο (τρίτος πάροχος ή χρήστης) με βάση ένα ή περισσότερα μοντέλα χρέωσης. Απολογισμός (Accounting) (B) είναι η διαδικασία κατά την οποία γίνεται ο υπολογισμός των εσόδων για κάθε εμπλεκόμενο μέρος που παρείχε υπηρεσίες. Τιμολόγηση

(Billing) (C) είναι η διαδικασία κατά την οποία χρησιμοποιούνται συγκεκριμένες πολιτικές τιμολόγησης και γίνεται ο υπολογισμός και η αποστολή του τιμολογίου-απόδειξης στον κάθε χρήστη. Γραφική απεικόνιση του παραπάνω συστήματος φαίνεται στο Σχήμα 1.

Η ευρεία εξάπλωση του διαδικτύου τα τελευταία χρόνια βοήθησε τους παρόχους διαδικτυακών εφαρμογών και υπηρεσιών να προσφέρουν ευκολότερα τα προϊόντα τους στους τελικούς χρήστες, οι οποίοι συνεχίζουν να αυξάνονται όσο μπαίνουν στην αγορά αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Κίνα και η Ινδία (itu.int). Οι χρήστες αυτοί απαιτούν υπηρεσίες υψηλής ποιότητας, χωρίς καθυστερήσεις και με ξεκάθαρες χρεώσεις. Το Internet Engineering Task Force (ietf.org) έχει καταγράψει τις νέες απαιτήσεις για τα μοντέλα χρεώσεων, οι οποίες είναι βασισμένες στις υπηρεσίες νέας γενιάς. Στον Πίνακα 1 παραθέτονται οι απαιτήσεις από το 3GPP και από το IETF.

Πίνακας 1 - Απαιτήσεις σχετικά με τα μοντέλα χρεώσεων

	Απαιτήσεις από 3GPP	Απαιτήσεις από IETF
Παροχείς Υπηρεσιών	<ul style="list-style-type: none"> • Δυναμικές πολιτικές τιμολόγησης • Αυτόματος μηχανισμός κατανομής εσόδων 	<ul style="list-style-type: none"> • Χρέωση με βάση το περιεχόμενο
Παροχείς Κινητής Τηλεφωνίας και Internet	<ul style="list-style-type: none"> • Πολυεπίπεδη αρχιτεκτονική χρεώσεων 	<ul style="list-style-type: none"> • Χρήση των μοντέλων χρέωσης για αποδοτική διαχείριση του δικτύου
Πελάτες	<ul style="list-style-type: none"> • Ένας λογαριασμός για όλες τις υπηρεσίες • Γνώση των τιμών 	<ul style="list-style-type: none"> • Υψηλή Ποιότητα Υπηρεσιών

Αναλύοντας τις πολιτικές τιμολόγησης θα μπορούσαμε να τις χωρίσουμε σε 2 μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με την χρονική στιγμή χρέωσης. Οι κατηγορίες είναι οι **offline** και **online**, όπου στην πρώτη περίπτωση η χρέωση γίνεται μετά την χρήση της υπηρεσίας ή τη λήξη της

συνόδου υπηρεσίας, ενώ στην δεύτερη, η χρέωση γίνεται κατά τη διάρκεια χρήσης της υπηρεσίας ή τη χρονική στιγμή που θα τερματιστεί η σύνοδος (van Le et al. 2009).

Ανάλογα με τον τρόπο χρέωσης υπάρχουν 3 κατηγορίες μοντέλων τιμολόγησης (Ezziane 2005).

- **Τιμολόγηση με βάση την χρήση (Usage-based pricing)**

Ο χρήστης χρεώνεται με βάση την χρήση που έκανε στην τιμολογιακή περίοδο. Η χρήση μπορεί να αφορά λεπτά συνομιλίας ή όγκο δεδομένων.

- **Τιμολόγηση με πάγια χρέωση (Flat rate pricing)**

Παρέχεται απεριόριστη χρήση με ένα σταθερό μηνιαίο ποσό ανεξάρτητο από τη ποιότητα παρεχόμενων υπηρεσιών. Όταν όμως το δίκτυο έχει μεγάλη συμφόρηση, η τιμολόγηση αυτή δεν μπορεί να κάνει διακρίσεις μεταξύ των χρηστών, και όλοι οι χρήστες βιώνουν τον ίδιο βαθμό καθυστερήσεων και απώλειας στην ποιότητα υπηρεσιών ακόμη και αν πληρώνουν διαφορετικό μηνιαίο πάγιο.

- **Δυναμική τιμολόγηση (Dynamic pricing)**

Εδώ, στον υπολογισμό της τιμής λαμβάνεται υπόψη η κατάσταση του δικτύου. Σημαντικότερος παράγοντας κατάστασης του δικτύου είναι ο φόρτος του, η συμφόρηση δηλαδή. Στο μοντέλο τιμολόγησης με βάση την συμφόρηση, η τιμολόγηση είναι ανάλογη του φόρτου του δικτύου και έτσι οι ώρες κατά τις οποίες υπάρχει υψηλός φόρτος χρεώνονται ακριβότερα. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται και εξομάλυνση του φόρτου καθώς πολλοί χρήστες θα κρίνουν ότι είναι ασύμφορο το παραπάνω κόστος για την χρήση του δικτύου εκείνη τη χρονική περίοδο (MacKie-Mason and Varian 1993).

Ακολουθεί μία αναλυτική παρουσίαση των μοντέλων χρέωσης και από τις τρεις κατηγορίες (Shenker et al. 1996, Odlyzko 1999, Fan and Lee 1999, Cushnie et al. 2000, Franzen 2001, Ezziane 2005).

- **Πάγια χρέωση με όριο χρήσης**

Ο χρήστης χρεώνεται με ένα πάγιο ποσό το οποίο του δίνει το δικαίωμα να κάνει χρήση της υπηρεσίας μέχρι να συμπληρωθεί ένα συγκεκριμένο χρονικό όριο. Αν ξεπεράσει αυτό το όριο ο χρήστης χρεώνεται επιπλέον τον χρόνο που θα χρησιμοποιήσει. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε κατά κόρον στα δίκτυα δεύτερης γενιάς για τις χρεώσεις ομιλίας στην κινητή τηλεφωνία όπου το κόστος της κλήσης ήταν ανάλογο της διάρκειάς της. Επιπλέον, οι κλήσεις ομιλίας είναι συνήθως συνδεδεσιστρεφείς (Circuit Switched, μετάφραση από Kurose and Ross, Γκιούρδας 2003) και ο χρήστης πληρώνει για την διάρκεια της σύνδεσης, της δέσμευσης δηλαδή του κυκλώματος. Συνοψίζοντας, η πάγια χρέωση με όριο χρήσης είναι απλή στην υλοποίηση, αλλά δεν ταιριάζει για τα δίκτυα τρίτης γενιάς διότι σε αυτά δεν είναι επιθυμητή η έμφαση στη διάρκεια, αλλά στο περιεχόμενο.

- **Σταθερή χρέωση**

Ο πάροχος δικτύου ορίζει ένα σταθερό πάγιο ως χρέωση παρέχοντας κάποια πολύ βασική λειτουργικότητα, για παράδειγμα οι τοπικές κλήσεις να είναι δωρεάν και να χρεώνονται μόνο οι υπεραστικές. Το μειονέκτημα είναι πως αυτή η μέθοδος δεν δίνει προστιθέμενα έσοδα στον πάροχο στις περιπτώσεις που γίνεται έντονη χρήση του δικτύου και μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα συμφόρησης αν το δίκτυο δεν επιτηρείται σωστά τις ώρες αιχμής.

- **Χρέωση πακέτου**

Αυτή η χρέωση χρησιμοποιείται κυρίως σε ασυνδεδεσιστρεφή δίκτυα (Packet Switched Networks, μετάφραση από Kurose and Ross, Γκιούρδας 2003) και γίνεται καταγράφοντας των αριθμό των πακέτων που χρησιμοποιήθηκαν σε μία δικτυακή

σύνοδο (session), ασχέτως διάρκειας. Όμως το μοντέλο αυτό καθίσταται πολύ ακριβό εξαιτίας της ανάγκης για υλοποίηση συστημάτων καταμέτρησης πακέτων και εξελιγμένων συστημάτων τιμολόγησης με δυνατότητα επεξεργασίας της κίνησης πακέτων για κάθε πελάτη ξεχωριστά.

- **Χρέωση με βάση το προσδοκώμενο εύρος ζώνης**

Το μοντέλο αυτό βασίζεται σε συμφωνία μεταξύ του χρήστη και του παρόχου που αφορά το εύρος ζώνης του δικτύου που θα είναι διαθέσιμο στον χρήστη σε περιόδους συμφόρησης. Έτσι οι χρήστες χρεώνονται για το προσδοκώμενο από αυτούς εύρος ζώνης (που αναφερόταν στην συμφωνία) και όχι για το μέγιστο δυνατό και θεωρητικό εύρος ζώνης του δικτύου. Έτσι η χρέωση είναι σταθερή και μπορεί εύκολα να υπολογιστεί επιτρέποντας τον πάροχο να ρυθμίσει έτσι τις χρεώσεις ώστε να έχει ομοιόμορφη χρήση του δικτύου. Το σύστημα ελέγχου δικτύου καταγράφει την κίνηση του κάθε χρήστη που είναι πάνω από την συμφωνημένη, και σε περίπτωση συμφόρησης, ανάλογα με την εκάστοτε συμφωνία είτε την αγνοεί είτε την χρεώνει.

- **Χρέωση ταξιδιωτικής θέσης (Paris Metro Pricing)**

Αυτή η μέθοδος είναι εμπνευσμένη από το μετρό του Παρισιού όπου υπήρχαν δύο κατηγορίες βαγονιών, πρώτη και δεύτερη. Τα βαγόνια και οι θέσεις ήταν πανομοιότυπες με μόνη διαφορά το κόστος. Οι θέσεις πρώτης κλάσης κόστιζαν το διπλάσιο από αυτές της δεύτερης. Έτσι αν κάποιος επιβάτης ήθελε διακαώς να αποφύγει τον συνωστισμό και την ορθοστασία επέλεγε να πληρώσει το διπλάσιο τίμημα για μία σίγουρη θέση στο βαγόνι πρώτης κλάσης, το οποίο τις περισσότερες φορές ήταν ελάχιστα γεμάτο. Το σύστημα αυτό είναι αυτορυθμιζόμενο με την έννοια ότι αν το βαγόνι πρώτης κλάσης παραγεμίσει, ο επιβάτης θα κρίνει πως δεν αξίζει το διπλάσιο τίμημα και θα προτιμήσει

το βαγόνι δεύτερης κλάσης. Έτσι θα επιτευχθεί αποσυμφόρηση και θα επανέλθει η διαφορά ποιότητας υπηρεσίας μεταξύ πρώτης και δεύτερης κλάσης.

Αν μεταφέρουμε το μοντέλο αυτό στο πεδίο των τηλεπικοινωνιών, επιβάτης είναι ο χρήστης του δικτύου και τα βαγόνια είναι διαφορετικές κλάσεις υπηρεσιών. Οι κλάσεις που προσφέρουν μεγαλύτερο εύρος ζώνης δικτύου ή επιτρέπουν μεγαλύτερη κίνηση δεδομένων, έχουν και υψηλότερη χρέωση. Έτσι ο χρήστης μπορεί να προσδιορίσει διαφορετικές κλάσεις κίνησης για κάθε διαφορετική εφαρμογή του, ανάλογα με τον επιθυμητό λόγο κόστους/απόδοσης που θέλει να τηρήσει. Αυτή η μέθοδος είναι χρήσιμη γιατί όπως και στο μετρό δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να επιλέξει το επίπεδο υπηρεσίας που προτιμά και επιπλέον επιτρέπει την αυτορύθμιση του φόρτου του δικτύου σε περιόδους αιχμής όπως και στο μετρό. Συνεπώς το μοντέλο αυτό δείχνει να είναι κατάλληλο για χρήση σε δίκτυα τρίτης γενιάς καθώς επιτρέπει στους χρήστες να καταναείμουν προτεραιότητες στις νέες υπηρεσίες που χρησιμοποιούν. Για παράδειγμα κάποιος θα μπορούσε να θέσει σε πρώτη (ακριβή) κλάση την υπηρεσία εταιρικής αλληλογραφίας και στην δεύτερη (φθηνότερη) κλάση την προσωπική αλληλογραφία. Ωστόσο υπάρχουν μειονεκτήματα με πρώτο την μεγάλη πολυπλοκότητα του δικτύου, το κόστος υλοποίησης και το χρηματικό και χρονικό κόστος της διαδικασίας εκχώρησης κλάσεων σε υπηρεσίες.

- **Χρέωση με βάση το περιεχόμενο**

Στο μοντέλο αυτό οι χρήστες χρεώνονται με βάση το είδος του περιεχομένου που προσπελαίνουν. Οι πωλητές διαφόρων προϊόντων θέλουν κατά κύριο λόγο να πουλήσουν το περιεχόμενό τους και όχι τον χρόνο που απαιτείται για να διανεμηθεί αυτό στον χρήστη. Επιπλέον οι πωλητές αυτοί μπορεί να πουλάνε το περιεχόμενο, είτε

απευθείας στον καταναλωτές είτε σε κάποιον τρίτο πάροχο, άρα το περιεχόμενο όπως και το κόστος του δικτύου θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στη συνολική χρέωση. Υπάρχουν όμως και δυσκολίες σε αυτή τη μέθοδο, που έχουν να κάνουν με την αλληλεπίδραση πολλών οντοτήτων και την διαχείριση της τιμολογιακής πολιτικής. Επίσης η αναγνώριση του τύπου του περιεχομένου του κάθε πακέτου δεν είναι εύκολη και απαιτεί ανάμειξη πολλών κόμβων του δικτύου. Οι καταγραφές που δημιουργούνται από τον κάθε κόμβο πρέπει να ακολουθούν όλες συγκεκριμένα πρότυπα έτσι ώστε να είναι εύκολη η περαιτέρω ανάλυσή τους.

- **Ογκοχρέωση**

Απλό μοντέλο, όπου ο χρήστης χρεώνεται με βάση τον όγκο δεδομένων που διακινεί από και προς την συσκευή του. Πλεονέκτημα αποτελεί η αντικειμενικότητα της χρέωσης, καθώς ο χρήστης χρεώνεται με βάση την χρήση του δικτύου που κάνει. Στον αντίποδα είναι μεγάλο μειονέκτημα το γεγονός ότι δε λαμβάνονται υπόψη στη χρέωση παράγοντες όπως το είδος του περιεχομένου που διακινείται, η χρονική περίοδος της χρήσης και ο φόρτος του δικτύου εκείνη την περίοδο.

- **Χρονοχρέωση**

Μοντέλο όπου ο χρήστης χρεώνεται βάση της διάρκειας που είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο, είτε κάνει χρήση του δικτύου είτε όχι. Οι χρήστες χρεώνονται για κάθε κλήση δεδομένων ακόμη και αν δεν μεταφερθεί τίποτα μέσω της κλήσης. Μοναδικό προνόμιο είναι η πιθανότητα παροχής έκπτωσης για χρήση σε περιόδους μη αιχμής. Το μοντέλο αυτό είναι απλό στην υλοποίηση καθώς απαιτεί την καταγραφή μόνο της διάρκειας χρήσης του δικτύου για κάθε χρήστη, αλλά είναι αρκετά ασύμφορο για τους χρήστες.

Αναλύοντας τα χαρακτηριστικά των μοντέλων γίνεται αντιληπτό ότι δεν είναι όλα κατάλληλα για να υποστηρίξουν την κοστολόγηση των υπηρεσιών νέας γενιάς, ούτε υπάρχει κάποιο μοντέλο που να ικανοποιεί όλες τις απαιτήσεις. Αν θέλαμε να ξεχωρίσουμε κάποια, θα επιλέγαμε της τιμολόγησης Paris-Metro και της τιμολόγησης βάση περιεχομένου. Είναι εκείνα τα δύο, που αν συνδυαστούν μπορούν ίσως να αντεπεξέλθουν στις απαιτήσεις των δικτύων νέας γενιάς. Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται συνοπτικά όλα τα μοντέλα χρέωσης που αναλύθηκαν μαζί με τα βασικότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους.

Πίνακας 2 - Συνοπτική παρουσίαση πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων των διάφορων μοντέλων χρέωσης

Μοντέλο Χρέωσης	Πλεονεκτήματα +	Μειονεκτήματα -
Πάγια χρέωση με όριο Metered charging	<ul style="list-style-type: none"> Εύκολη υλοποίηση 	<ul style="list-style-type: none"> Ακατάλληλη για 3G
Σταθερή Fixed Price charging	<ul style="list-style-type: none"> Απλή και κατανοητή στον χρήστη 	<ul style="list-style-type: none"> Δεν εκμεταλλεύεται την έντονη χρήση του δικτύου για αύξηση εσόδων Πιθανή συμφόρηση δικτύου
Πακέτου Packet charging	<ul style="list-style-type: none"> Δίκαιη και συμφέρουσα για τον χρήστη 	<ul style="list-style-type: none"> Ακριβή υλοποίηση
Βάση εύρους ζώνης Expected Capacity charging	<ul style="list-style-type: none"> Απλό στην υλοποίηση Επιτρέπει έλεγχο της χρήσης του δικτύου 	<ul style="list-style-type: none"> Πολύπλοκο στην κατανόηση
Ταξιδιωτικής θέσης Paris Metro charging	<ul style="list-style-type: none"> Επιτρέπει στους χρήστες να ορίσουν προτεραιότητες στις υπηρεσίες τους Ο φόρτος του δικτύου σε περιόδους αιχμής ρυθμίζεται αυτόματα 	<ul style="list-style-type: none"> Μεγάλη πολυπλοκότητα δικτύου Κόστος υλοποίησης
Βάση περιεχομένου Content-based charging	<ul style="list-style-type: none"> Δίκαιη και συμφέρουσα για τον χρήστη Αποδοτική για τον πάροχο 	<ul style="list-style-type: none"> Αλληλεπίδραση πολλών οντοτήτων στο δίκτυο διανομής εσόδων Δύσκολη η αναγνώριση του περιεχομένου των διακινούμενων πακέτων
Ογκοχρέωση Volume-based charging	<ul style="list-style-type: none"> Απλότητα 	<ul style="list-style-type: none"> Δεν λαμβάνονται υπόψη το είδος του περιεχομένου, η χρονική διάρκεια χρήσης και ο φόρτος του δικτύου
Χρονοχρέωση Time-based charging	<ul style="list-style-type: none"> Απλότητα 	<ul style="list-style-type: none"> Ασύμφορο για τον χρήστη

Μετά την πρώτη περίοδο προσαρμογής στα νέα δεδομένα, σήμερα το σύνολο των τηλεπικοινωνιακών παρόχων έχουν καταλήξει να χρησιμοποιούν μπουκέτα από μοντέλα χρεώσεων, τα οποία περιλαμβάνουν στοιχεία και εκμεταλλεύονται τα πλεονεκτήματα από διάφορα μοντέλα (Cheboldaeff 2011). Έτσι καταλήγουμε στα μεικτά οικονομικά προγράμματα τα οποία μπορεί, παραδείγματος χάριν, να περιλαμβάνουν μία βασική πάγια χρέωση για κάθε μήνα, σταθερή χρέωση για αστικές κλήσεις, χρονοχρέωση για υπεραστικές, με πακέτο 60 MB για δεδομένα, όπου αν καταναλωθούν όλα, για τα υπόλοιπα ισχύει ογκοχρέωση. Καταλήξαμε σε συνδυασμό 5 μοντέλων χρέωσης για έναν μόνο συνδρομητή! Κι όμως παρά την πολυπλοκότητα στην εφαρμογή τους, τέτοια μπουκέτα τιμολόγησης αποτελούν την πλειοψηφία πλέον στον τηλεπικοινωνιακό χώρο καθώς προσφέρουν ευέλικτες λύσεις που τις προτιμούν πολύ συχνά οι χρήστες. (Cheboldaeff 2011).

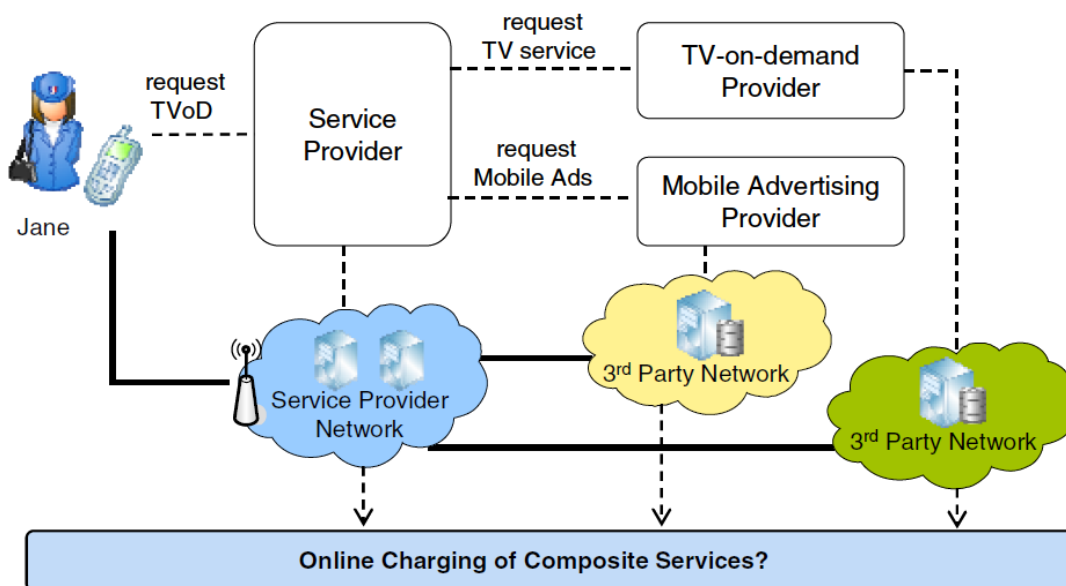
Περιορισμοί και προκλήσεις για τα μοντέλα χρέωσης

Σημαντικές προκλήσεις στην υλοποίηση των μοντέλων χρέωσης για υπηρεσίες νέας γενιάς, προκύπτουν από την δομή του δικτύου και την πολυπλοκότητα των εγγραφών δεδομένων κλήσης (CDRs, Call Data Records) τα οποία δημιουργούνται βάση των προτύπων του 3G. Απαιτούνται εξελιγμένες συσκευές για τη συλλογή των CDRs από διάφορα διεσπαρμένα μέρη του δικτύου, την επεξεργασία αυτών και την προώθησή των δεδομένων στα συστήματα τιμολόγησης. Αυτή η διαδικασία είναι πολύ σημαντική για την επιτυχία ενός συστήματος τιμολόγησης βάση περιεχομένου. (Ezziane 2005)

Ο δεύτερος παράγοντας δυσκολίας αφορά την περίπτωση των μπουκέτων χρέωσης που περιλαμβάνουν πολλά διαφορετικών μοντέλα. Σε τέτοιες περιπτώσεις απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην τιμολόγηση γιατί μπορεί να υπάρξουν διενέξεις και περιπτώσεις όπου δεν είναι ξεκάθαρο πιο μοντέλο χρέωσης πρέπει να εφαρμοστεί (Cheboldaeff 2011). Για παράδειγμα ας

δούμε έναν χρήστη ο οποίος έχει ενεργοποιήσει ένα πρόγραμμα χρονοχρέωσης για οποιαδήποτε υπηρεσία τα Σαββατοκύριακα και επίσης έχει ενεργοποιήσει και ένα πακέτο SMS. Αν αυτός ο χρήστης στείλει ένα SMS το Σάββατο, πιο από τα δύο οικονομικά προγράμματα θα ισχύσει; (για τους χρήστες, δεν υπάρχουν μοντέλα χρέωσης, οι εταιρείες τους τα παρέχουν μέσα από την βιτρίνα των «Οικονομικών Προγραμμάτων» ή «Πακέτων»). Γίνεται αντιληπτό ότι απαιτείται η εφαρμογή επιχειρηματικών κανόνων για να αποφασιστεί η χρέωση σε τέτοιες περιπτώσεις.

Ιδιαίτερα απαιτητικές είναι οι περιπτώσεις παροχής σύνθετων πολυμεσικών υπηρεσιών οι οποίες αποτελούνται και εξαρτώνται από επιμέρους υπηρεσίες και η χρέωση πρέπει να γίνει online. Για παράδειγμα ας εξετάσουμε την περίπτωση της κυρίας Jane, η οποία απεικονίζεται στο Σχήμα 2. Τα φυσικά κανάλια διαδρομής δεδομένων απεικονίζονται με χοντρές μαύρες γραμμές, ενώ με διακεκομμένες γραμμές εμφανίζονται οι λειτουργικές εξαρτήσεις μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών. Τα διακεκομμένα βέλη και το μπλε παραλληλόγραμμο υποδηλώνουν το πεδίο του προβλήματος στην περίπτωση online τιμολόγησης που εμπλέκει πολλά διαχειριστικά επίπεδα.



Σχήμα 2 – Σενάριο χρήσης υπηρεσιών πολλαπλών επιπέδων (van Le et al. 2009)

Η Jane ζητάει μία υπηρεσία παροχής διαδικτυακής τηλεόρασης (TV-on-demand, TVoD) η οποία για λόγους χαμηλότερης τιμολόγησης συνοδεύεται και από μία υπηρεσία διαφημίσεων. Αν κατά τη διάρκεια της συνόδου η Jane αποφασίσει να τερματίσει την υπηρεσία διαφημίσεων, θα πρέπει να υπάρξει μία άμεση αύξηση του κόστους της υπηρεσίας TVoD από την χρονική στιγμή που διεκόπησαν οι διαφημίσεις και μετά. Το πρόβλημα αυτό υποδεικνύει την ανάγκη δημιουργίας περισσότερο ευέλικτων δυναμικών αρχιτεκτονικών τιμολόγησης οι οποίες θα επιτυγχάνουν καταγραφή χρεώσεων σχεδόν σε πραγματικό χρόνο και θα παρέχουν στους χρήστες μία έγκυρη και άμεση εικόνα των εξόδων τους. Παράλληλα, οι πάροχοι υπηρεσιών τρίτης γενιάς χρειάζονται την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο των κινήσεων δεδομένων έτσι ώστε να διαχειρίζονται αποτελεσματικότερα λογιστικά θέματα. Τα σημερινά συστήματα χρέωσης δεν είναι ικανά να αντεπεξέλθουν σε τέτοιες πολύπλοκες απαιτήσεις που εμπλέκουν χρήση σύνθετων υπηρεσιών. Το IMS που αναφέραμε νωρίτερα αναπτύχθηκε για να υποστηρίξει πολυμεσικές υπηρεσίες, αλλά δεν μπορεί να καλύψει περιπτώσεις σύνθετων υπηρεσιών που διαχέονται σε περισσότερα του ενός διαχειριστικά επίπεδα. Έχουν γίνει κάποιες προσπάθειες προς αυτήν την κατεύθυνση (van Le et al. 2009) αλλά απαιτείται ακόμη περισσότερη πρόοδος έτσι ώστε να ξεπεραστούν προβλήματα επιδόσεων και ταχύτητας που δημιουργούνται λόγω της πολυπλοκότητας του συστήματος συνυπολογισμού χρεώσεων.

Σύνοψη και προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Η ευρεία εξάπλωση των δικτύων τρίτης γενιάς προκάλεσε και μία ταυτόχρονη εξάπλωση των λεγόμενων υπηρεσιών τρίτης γενιάς. Λόγω της διαφορετικής φύσης των δικτύων και των υπηρεσιών αυτών, οι οποίες λίγες μόνο ομοιότητες έχουν με τα δίκτυα προηγούμενων γενεών όπου βασίλευσαν οι κλήσεις ομιλίας, έγινε επιτακτική η εξεύρεση νέων τρόπων τιμολόγησης των υπηρεσιών αυτών. Σημαντικότερα κριτήρια στην επιλογή ενός τρόπου τιμολόγησης είναι η ικανότητά του να μπορεί να αναγνωρίσει το είδος της υπηρεσίας που χρησιμοποιείται, να είναι ευέλικτος και να μπορεί να κατανέμει σωστά την παρεχόμενη ποιότητα υπηρεσιών στους πελάτες ανάλογα με το τίμημα που πληρώνουν. Αυτό οδηγεί στην ανάγκη το σύστημα τιμολόγησης να αναλαμβάνει και τον έλεγχο συμφόρησης του δικτύου μέσω δυναμικής, σε πραγματικό χρόνο παρακολούθησης της κατάστασης και προσαρμογής επίσης σε πραγματικό χρόνο της τιμής των υπηρεσιών. Η τελευταία αυτή απαίτηση αποτελεί την αιχμή του δόρατος της έρευνας που διεξάγεται τα τελευταία χρόνια στον τομέα αυτό. Ζητούμενο είναι να δημιουργηθούν συστήματα τιμολόγησης σε πραγματικό χρόνο που θα λαμβάνουν υπόψη πολλές διαφορετικές παραμέτρους και θα κοστολογούν υπηρεσίες από οποιονδήποτε πάροχο. Αυτό απαιτεί περαιτέρω βελτίωση της ικανότητας των διαφορετικών τηλεπικοινωνιακών συστημάτων να συνεργάζονται μεταξύ τους και καθολική εφαρμογή των τηλεπικοινωνιακών προτύπων.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Cheboldaeff, M. (2011). Service charging challenges in converged networks, *Communications Magazine*, IEEE, vol.49, no.1, pp.118-123.
- Cuevas, A., Moreno, J.I., Vidales, P., Einsiedler, H. (2006). The IMS service platform: a solution for next-generation network operators to be more than bit pipes. *IEEE Communication Magazine* vol. 44 no 8.
- Cushnie, J. Hutchison, D. and Oliver, H. (2000). Evolution of Charging and Billing Models For GSM And Future Mobile Internet Services. *Proc. Quality of Future Internet Services Symposium*, Berlin, Germany, pp. 313–23.
- Ezziane, Z. (2005). Charging and Pricing Challenges for 3G Systems. *IEEE Communication Surveys & Tutorials*, vol. 7, no. 4.
- European Telecommunications Standards Institute, <http://www.etsi.org>
- Fan, Z. and Lee, E. S. (1999). Pricing For Differentiated Internet Services. *Proc. Interactive Distributed Multimedia Systems and Telecommunication Services*, Toulouse, France, pp. 365–70.
- Faria, F. and Nogueira, J.M., (2010) Context-based application-aware pricing for composite mobile services in wireless networks, *Wireless Days*, vol., no., pp.1-5.
- Franzen, H. Charging and Pricing in Multi-Service Wireless Networks. *Master's thesis, department of microelectronics and information technology*, Royal Institute of Technology of Sweden 2001.
- GSM World, <http://www.gsmworld.com/>
- International Telecommunication Union, Key ICT indicators for developed and developing countries and the world, http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/at_glance/KeyTelecom.html. Accessed on January 2012.
- Kurose, J.F. and Ross, K.W. (2003) *Δικτύωση Υπολογιστών: Μία προσέγγιση από Πάνω προς τα Κάτω με έμφαση στο Διαδίκτυο*. Αθήνα: Γκιούρδας Εκδοτική.
- Van Le, M., Huitema, G. B., Rumph, F. J., Nieuwenhuis, L. J. and Beijnum, B. J. (2009). Design of an Online Charging System to Support IMS-Based Inter-domain Composite Services. *In Proceedings of the 12th IFIP/IEEE International Conference on Management of Multimedia and Mobile Networks and Services: Wired-Wireless Multimedia Networks and Services Management*.
- Lindemann, C., Lohman, M. and Thummler, A. (2003). A Unified Approach for Improving QoS and Provider Revenue in 3G Mobile Networks. *Mobile Networks and Applications*, vol. 8, 2003, pp. 209–11.

MacKie-Mason J.K. and Varian, H. R. (1995). Pricing the Internet, *Public Access to the Internet*, MIT Press, 1995, pp. 269–314.

Mobi Thinking, <http://mobithinking.com/>

Odlyzko, A. (1999). Paris Metro Pricing: The Minimalist Differentiated Services Solutions. *Proc. ACM Conf. Electronic Commerce*, Denver, Colorado, USA, pp. 140–47.

Ozianyi and N. Ventura, N. (2009). “Efficient and Scalable Charging Systems for IP Multimedia Networks,” *IEEE Africon*, Nairobi, Kenya, 23–25 Sept., 2009.

Ryan C. et al., (2002). Valued-Based Billing in A 3G IP Services Environment. *Proc. 6th World Multiconference on Systems, Cybernetics and Informatics*, vol. 2, Orlando, FL., USA, pp. 492–97.

Ryan, C., Rousseau, B. and O’Riordan, C. (2004). White Paper: Mediation, Rating and Billing in an IP Environment — Architecture and Approach.

Shenker S. et al., (1996). “Pricing in Computer Networks: Reshaping the Research Agenda,” *ACM SIGCOMM Comp. Communications. Rev.* vol. 26, no. 2, pp. 19–43.

Third Generation Partnership Project (3GPP), <http://www.3gpp.org/>

3GPP, Charging Architecture and Principles, TS 32.240, version 8.4.0 (September 2008)

Varshney, U., and Vetter, R. (2000). Emerging Wireless and Mobile Networks. *Communications ACM*, vol. 43, no. 6, pp. 73–81.

Wikipedia, <http://en.wikipedia.org>