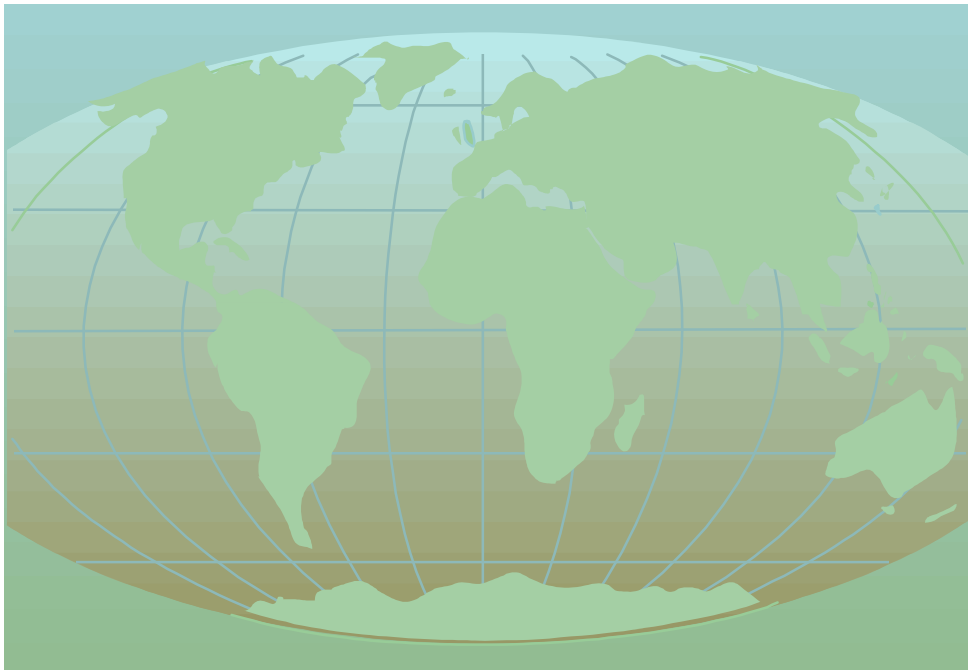


University of Macedonia
Master Information Systems
Informatics & Telematics Strategies
Professors: A. Economides & A. Pomportsis

Pricing, Accounting & Access Pricing

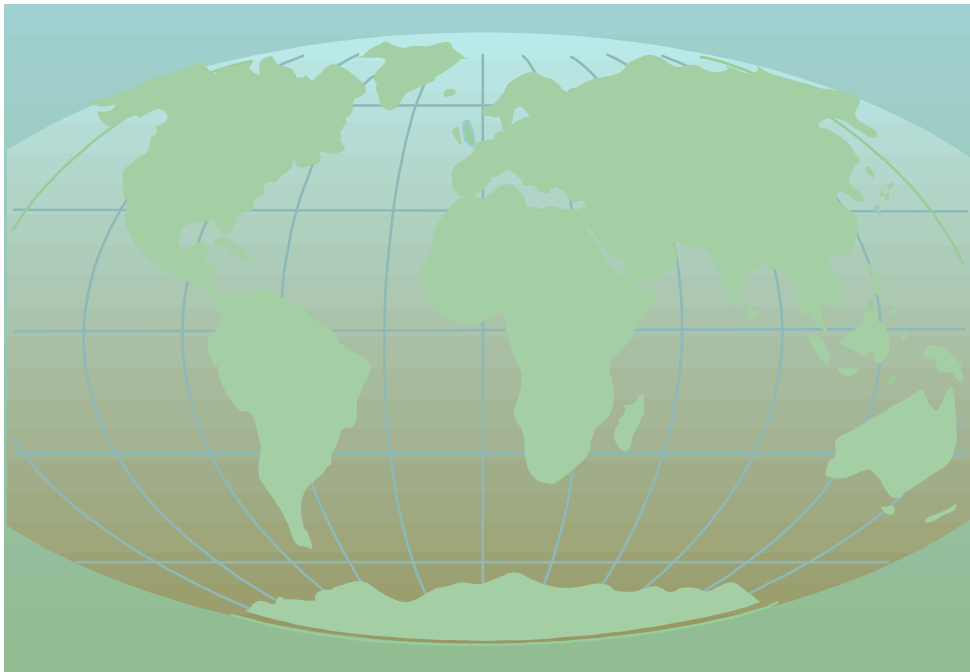


Marinidis Ioannis

Thessaloniki Greece 2003

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
Πληροφορικά Συστήματα
Στρατηγικές Πληροφορικής & Τηλεματικής
Υπεύθυνοι Καθηγητές: Α. Οικονομίδης & Α. Πομπόρτσης

Τιμολογιακές πολιτικές & Αρχές



ΜΑΡΙΝΙΔΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
Θεσσαλονίκη 2003

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ABSTRACT	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	5
1.1 ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ.....	5
1.1.1 <i>Γιατί είναι η βασισμένη στη χρήση (usage-based) τιμολόγηση επιθυμητή;</i>	5
1.1.2 <i>Πιθανά αντεπιχειρήματα στην τιμολόγηση συμφόρησης.....</i>	6
1.1.3 <i>Τιμολόγηση και ποιότητα υπηρεσίας (Quality Of Service).....</i>	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	9
2.1 ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ INDEX.....	9
2.1.1 <i>Σχεδιασμός του πειράματος.....</i>	9
2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ.....	11
2.3 ΑΠΑΙΤΗΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΕΥΡΟΣ ΖΩΝΗΣ.....	12
2.4 ΜΕΙΩΜΕΝΕΣ ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ ΑΠΑΙΤΗΣΗΣ ΜΟΡΦΗΣ.....	13
2.5 ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΗΣ ΕΞΑΓΟΡΑΣ (BUYOUT)	14
2.5.1 <i>Ανάλυση του πειράματος εξαγοράς.....</i>	14
2.6 ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΤΩΝ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ INDEX.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	16
3.1 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΣΤΗ ΔΙΑΘΕΣΗ ΚΑΙ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΔΙΚΤΥΩΝ	16
3.1.1 <i>Απλή ή σταθερή τιμολόγηση.....</i>	16
3.1.2 <i>Έξυπνες αγορές – Smart Markets.....</i>	16
3.1.3 <i>Άλλες προτάσεις.....</i>	18
3.1.4 <i>Ποιοι άλλοι τύποι τιμολογήσεων έχουν εξεταστεί;.....</i>	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	20
4.1 ΛΟΓΙΣΤΙΚΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ (ACCOUNTING COSTS)	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	23
5.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	23
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ :	24

Abstract

In most Networks or Systems, users compete for a set of limited resources. Resources might be point-to-point bandwidth, buffer space, memory, CPU cycles etc. and users can be humans, applications or processes. Connection-oriented Telecoms services use either reservation, where resources are booked in advanced or Admission Control - think of telephony or ATM for example. Packet-based services and Operating Systems rely mainly on either priority schemes, for instance using simple priority queues, or flow-control feedback mechanisms such as TCP. The current Internet uses flow-control with an admit-all policy that relies on secondary measures, such as users' willingness to tolerate current service, to throttle excess load. But if we step outside the Computer Science or Telecommunication mindset, we see the same problem occurring in other areas, but solved using resource pricing as a fundamental ingredient. For example, think of resources as airline seats, units of (electrical) power or economic wealth. Prices or taxes are used to control the load, or to maximize the return by offering differential services at different prices - think for instance of power companies who use price incentives and penalties, or airlines.

Περίληψη

Στα περισσότερα δίκτυα ή συστήματα, οι χρήστες ανταγωνίζονται για ένα σύνολο περιορισμένων πόρων. Οι πόροι μπορεί να είναι εύρος ζώνης από σημείο σε σημείο, χώρος ενδιάμεσης αποθήκευσης, μνήμη, οι κύκλοι CPU κ.λπ. και οι χρήστες μπορούν να είναι άνθρωποι, εφαρμογές ή διαδικασίες. Οι προσανατολισμένες προς τη σύνδεση υπηρεσίες τηλεπικοινωνιών (Connection-oriented) χρησιμοποιούν είτε την εξασφάλιση (ή κράτηση), όπου οι πόροι κρατιούνται εκ των προτέρων ή με έλεγχο αποδοχής (Admission Control) - παραδείγματα είναι η τηλεφωνία ή το ATM. Οι βασισμένες σε πακέτα υπηρεσίες και τα λειτουργικά συστήματα στηρίζονται κυρίως είτε στα σχέδια προτεραιότητας, χρησιμοποιώντας παραδείγματος χάριν τις απλές σειρές αναμονής προτεραιότητας, είτε τους *flow-control* μηχανισμούς ανατροφοδότησης όπως το TCP. Το διαδίκτυο τώρα χρησιμοποιεί έλεγχο ροής με μια αναγνωρίζω-όλα (admit-all) πολιτική που στηρίζεται σε δευτεροβάθμια μέτρα, όπως η προθυμία των χρηστών να ανεχτούν την τρέχουσα υπηρεσία, και να ελέγξουν το υπερβολικό τους φορτίο. Ακόμα και εκτός των τομέων της πληροφορικής ή των τηλεπικοινωνιών, παρατηρείται και σε άλλες περιοχές ότι υπάρχει το ίδιο πρόβλημα, αλλά λυμένο με την χρήση της τιμολόγηση των πόρων ως θεμελιώδες συστατικό. Ως παράδειγμα πόρων μπορούν να αναφερθούν οι θέσεις των αερογραμμών, οι μονάδες της ηλεκτρικής ενέργειας και οι μονάδες του οικονομικού πλούτου. Οι τιμές ή οι φόροι χρησιμοποιούνται για να ελέγξουν το φορτίο, ή για να μεγιστοποιήσουν την επιστροφή με την προσφορά των διαφορετικών υπηρεσιών σε διαφορετικές τιμές - σκεφτείτε παραδείγματος χάριν τις επιχειρήσεις ενέργειας που χρησιμοποιούν τα κίνητρα τιμών και τις ποινικές ρήτρες, ή τις αερογραμμές.

Πρόλογος

Η πρόοδος της τεχνολογίας έχει οδηγήσει στην δημιουργία όλο και πιο γρήγορων υπολογιστών και πιο απαιτητικών εφαρμογών. Σε τοπικό επίπεδο, η αύξηση της ισχύος είναι ικανή να καλύψει τις αυξανόμενες απαιτήσεις των εφαρμογών. Σε δικτυακό επίπεδο όμως, ο συνδυασμός όλων των υπολογιστών δημιουργεί μια διανεμημένη ισχύ η οποία έχει απαιτήσεις οι οποίες δεν μπορούν να καλυφθούν από το δίκτυο εύκολα. Η τεράστια ανάγκη για ανταλλαγή πληροφοριών δημιουργεί προβλήματα στους κόμβους, οι οποίοι είναι απλοί υπολογιστές, και στα κανάλια, τα οποία έχουν περιορισμένο εύρος ζώνης.

Το πρόβλημα καταμερισμού του εύρους ζώνης μεταξύ των χρηστών σε ένα δίκτυο επικοινωνίας είναι στο επίκεντρο πολλών μελετών οι οποίες στοχεύουν στην εξασφάλιση μιας κατάλληλης ποιότητας υπηρεσίας (QoS). Αυτό είναι μια μεγάλη πρόκληση σε ένα περιβάλλον με πολύ μεγάλη ποικιλομορφία χρηστών και εφαρμογών, η οποία καθιστά δύσκολο, εάν όχι αδύνατο, το να περιοριστούν οι ιδιότητες και οι απαιτήσεις των χρηστών.

Η εργασία αυτή έχει χωριστεί σε 5 κεφάλαια

Στο κεφάλαιο 1 θα παρουσιαστούν οι λόγοι για τους οποίους είναι επιθυμητή η τιμολόγηση της συμφόρησης καθώς και κάποια επιχειρήματα για το αντίθετο.

Στο κεφάλαιο 2 παρουσιάζεται μια σύντομη περιγραφή του πειράματος INDEX και ειδικότερα το τμήμα του που ασχολήθηκε με την εξαγορά της μέτρησης (buyout). Τα συμπεράσματα του πειράματος αποδεικνύουν ότι είναι δύσκολο να εφαρμοστούν πολιτικές τιμολόγησης που ελέγχουν τις ενέργειες του χρήστη.

Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζονται διάφοροι τύποι τιμολόγησης που έχουν προταθεί. Ιδιαίτερο βάρος δόθηκε στις "έξυπνες αγορές" (smart markets) οι οποίες – σε θεωρητικό επίπεδο – φαίνεται να έχουν την δυνατότητα να παρέχουν μια δίκαιη τιμολόγηση.

Στο 4^ο κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη αναφορά στις λογιστικές δαπάνες.

Στο 5^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα αυτής της εργασίας.

Κεφάλαιο 1

1.1 Τιμολόγηση χρήσης διαδικτύου

1.1.1 Γιατί είναι η βασισμένη στη χρήση (usage-based) τιμολόγηση επιθυμητή;

Ένας σημαντικός ρόλος της τιμολόγησης είναι να πληροφορηθούν οι άνθρωποι για το πραγματικό κόστος των ενεργειών τους. Εάν οι τιμές απεικονίζουν με ακρίβεια τις δαπάνες, τα άτομα μπορούν να συγκρίνουν τα οφέλη των ενεργειών τους με τις δαπάνες των ενεργειών τους και να διατηρήσουν ή να επαναπροσδιορίσουν τον τρόπο λειτουργίας τους. Ένας γενναιόδωρος χρήστης που είναι διατεθειμένος να χρησιμοποιήσει ένα σύστημα τις ώρες μη-αιχμής πρέπει να ξέρει πότε ακριβώς είναι αυτές οι ώρες. Ένας λιγότερο κοινωνικά γενναιόδωρος χρήστης μπορεί, εάν προσφέρεται μια έκπτωση για χρήση εκτός ωρών αιχμής, να επανα-προγραμματίσει τη χρήση του, όχι λόγω φιλανθρωπίας ή ανησυχίας του για το δημόσιο αγαθό, αλλά επειδή είναι προς το συμφέρον του να κερδίσει χρήματα. Τέλος, ένας χρήστης πρέπει να έχει την ικανοποιητική δύναμη σε θέματα του συστήματος έτσι ώστε όταν έχει αποφασίσει να εξοικονομήσει χρήματα με τη χρησιμοποίηση των πόρων όταν είναι φτηνοί να μπορεί να το πετύχει. Ένας χρήστης που υποβάλλει τα μηνύματά του σε έναν κατάλογο διευθύνσεων (mailing list) τη νύχτα (που θεωρείται

ώρα μη-αιχμής) δεν θα κερδίσει τίποτε εάν το λογισμικό του συσσωρεύει το ταχυδρομείο μέχρι 9 το πρωί και διαβιβάζει έπειτα τα μηνύματά της (δηλαδή τις ώρες αιχμής).

Οι βασισμένες-στη-χρήση τιμές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δώσουν προτεραιότητα στη χρήση ενός κορεσμένου/συμφορεμένου πόρου όπως έναν *WWW server* έτσι ώστε εκείνοι που εκτιμούν την πρόσβαση πιο πολύ (τόσο ώστε να είναι και διατεθειμένοι να πληρώσουν περισσότερα από τους άλλους χρήστες) να παίρνουν την πιο υψηλή προτεραιότητα. Η τιμολόγηση μπορεί, επίσης, να χρησιμοποιηθεί από τους προμηθευτές και για να υπάρξουν κατηγορίες ποιότητας υπηρεσιών (QoS) στις διαφορετικές χρήσεις και για να ανακτήσουν τις δαπάνες της παροχής αυτών των υπηρεσιών. Μια βασική πτυχή της αποτελεσματικής τιμολόγησης των υπηρεσιών είναι ότι τα εισοδήματα (revenues), που αυξάνονται από τις τιμές, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καθοδηγήσουν τις αποφάσεις για επένδυσης και για επεκτάσεις.

1.1.2 Πιθανά αντεπιχειρήματα στην τιμολόγηση συμφόρησης

Κάποιοι πιστεύουν ότι με την πρόοδο της τεχνολογίας, η έλλειψη επαρκούς εύρους ζώνης θα πάψει να αποτελεί πρόβλημα στο κοντινό μέλλον. Είναι αλήθεια ότι ο το μέγεθος του εύρους ζώνης αυξάνεται, αλλά αυξάνονται επίσης και οι απαιτήσεις. Οι δρομολογητές που χειρίζονται την κυκλοφορία δικτύων είναι απλώς υπολογιστές. Οι βελτιώσεις στην τεχνολογία που αυξάνουν την ταχύτητα λειτουργίας των δρομολογητών θα αυξήσουν επίσης την ταχύτητα των υπολογιστών που παράγουν την κυκλοφορία στο δίκτυο. Επιπλέον, ο αριθμός χρηστών με τους πάντα-γρηγορότερους υπολογιστές που συνδέονται με το διαδίκτυο αυξάνεται συνεχώς. Δεν υπάρχει κανένας λόγος να θεωρηθεί ότι η αύξηση του εύρους ζώνης θα ρίξει το κόστος με γρηγορότερο ρυθμό από τον ρυθμό αύξησης των απαιτήσεων. Στα επόμενα χρόνια θα υπάρξουν περίοδοι όπου η διαθεσιμότητα του εύρους ζώνης θα υπερβαίνει την απαίτηση. Από τώρα και μέχρι τη στιγμή που κάθε οικογένεια στον πλανήτη θα συνδέεται με μια οπτική ίνα (και κάθε πολίτης θα έχει μια ευρυζωνική ασύρματη συσκευή) αναμένεται ότι η συμφόρηση θα είναι όλο και σοβαρότερο πρόβλημα.

Είναι η βασισμένη-στη-χρήση τιμολόγηση μια "απειλή";

Εάν κάποια σκέψη πηγαιίνει στο σχεδιασμό ενός καλού συστήματος τιμολόγησης, θα πρέπει να είναι στο πως δεν θα προκαλέσει προβλήματα στη μεγάλη πλειοψηφία των χρηστών. Εάν υιοθετηθεί ένα κακό σύστημα τιμολόγησης, θα μπορούσε να προκληθούν πολλά προβλήματα. Είναι σημαντικό να σκεφτεί ο καθένας προσεκτικά για το πως ένα λογικό σύστημα τιμολόγησης μπορεί να σχεδιαστεί και να εφαρμοστεί.

Γιατί είναι η βασισμένη στη χρήση τιμολόγηση ανεπιθύμητη;

Η σημαντικότερη αντίρρηση στις καλά σχεδιασμένες βασισμένες-στη-χρήση τιμές είναι η λογιστική (accounting) και το κόστος συναλλαγών (transactions cost). Οι κακοσχεδιασμένες τιμές θα μπορούσαν να έχουν άλλες δαπάνες όπως η παρακώλυση των τεχνικών καινοτομιών και της χρήσης των δικτύων. Οι βασισμένες στη χρήση τιμές μπορούν να είναι ή να μην είναι μια καλή ιδέα- αυτό εξαρτάται από το πόσο καλά σχεδιάζονται, και από το εάν τα οφέλη που παρέχουν υπερβαίνουν τα λογιστικά και τα κόστη συναλλαγών.

Ένας από τους κινδύνους της βασισμένης-στη-χρήση τιμολόγησης είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους προμηθευτές για να αυξήσουν τα κέρδη τους. Εάν η δυνατότητα χρήσης του διαδικτύου παρέχεται από ανταγωνιστικές εταιρίες (όπως είναι σήμερα) τότε τα κέρδη καθορίζονται από το βαθμό ανταγωνισμού και όχι από το μηχανισμό τιμολόγησης. Ένα αντεπιχείρημα στα παραπάνω είναι το εξής: Κάποια στιγμή στο παρελθόν μερικοί άνθρωποι ανησυχούσαν μήπως επικρατήσει κάποιο μονοπωλιακό καθεστώς στην παροχή πρόσβασης στο

διαδικτύο. Όπως εξελίσσεται η αγορά αυτό φαίνεται απίθανο στο εγγύς μέλλον. Αλλά ανεξάρτητα του μονοπωλιακού ή μη καθεστώτος τα υψηλά κέρδη μπορούν να επιτευχθούν με τις επίπεδες τιμές (flat prices) και τις δαπάνες συνδρομής.

Κάποιοι πιστεύουν ότι η βασισμένη στη χρήση τιμολόγηση αυξάνει τις συνολικές δαπάνες των χρηστών. Η αλήθεια είναι ότι εάν η βιομηχανία είναι ανταγωνιστική ή αποτελεσματικά ρυθμισμένη, τα εισοδήματα (revenues) θα είναι ίσα με περίπου τις δαπάνες. Τα κόστη μπορούν να αυξηθούν λόγω του προστιθέμενου κόστους της λογιστικής και της τιμολόγησης. Αφ' ετέρου, τα κόστη μπορούν να μειωθούν επειδή η βασισμένη-στη-χρήση τιμολόγηση αυξάνει την αποδοτικότητα της λειτουργίας του δικτύου. Όταν βρίσκονται αντιμέτωπες με τις δαπάνες χρήσης, οι επιπόλαιες και χαμηλής αξίας(μη απαραίτητες) χρήσεις του δικτύου είναι πιθανό να μειωθούν, χαμηλώνοντας τις συνολικές δαπάνες. Εν πάση περιπτώσει, αντί να πληρώνουν οι χρήστες τον μέσο όρο του κόστους χρήσης όλου του δικτύου (μέσω μιας σύνδεσης, ή της δαπάνης συνδρομής), θα αρχίσουν να πληρώνουν ποσά που βρίσκονται πιο κοντά στο πραγματικό κόστος του μεριδίου χρήσης τους. Αυτό σημαίνει ότι οι χρήστες χαμηλού-εύρους θα δουν μια μείωση των συνολικών πληρωμών τους οι μεγάλου-εύρους χρήστες θα πληρώσουν περισσότερα.

Δεν θα βλαφτούν οι μικροί χρήστες;

Με την ενιαία τιμολόγηση, όλες οι δαπάνες ανακτώνται μέσω των τελών σύνδεσης. Αυτά τα τέλη είναι βασισμένα στη μέση χρήση μιας σύνδεσης. Αυτό σημαίνει ότι οι μικροί (κατώτεροι του μέσου όρου) χρήστες επιδοτούν στην πραγματικότητα τους μεγάλους χρήστες! Με τη βασισμένη-στη-χρήση τιμολόγηση, οι μεγαλύτεροι χρήστες πληρώνουν τις περισσότερες από τις δαπάνες. Οι μεγάλοι χρήστες είναι πιθανό να χρησιμοποιούν το δίκτυο για μεταφορά εικόνων, ήχου και βίντεο και γενικότερα για πολυμεσικές εφαρμογές. Οι μικροί χρήστες, οι οποίοι χρησιμοποιούν τις παραδοσιακές βασισμένες-σε-κείμενο υπηρεσίες του διαδικτύου (πχ e-mail), θα έχουν μικροσκοπικές απαιτήσεις σε εύρος σε σύγκριση με τα πολυμέσα.

1.1.3 Τιμολόγηση και ποιότητα υπηρεσίας (Quality Of Service).

Τα διαφορετικά είδη κυκλοφορίας απαιτούν διαφορετική διαχείριση από το δίκτυο. Το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο μπορεί να καθυστερηθεί χωρίς μεγάλες απώλειες. Το βίντεο σε πραγματικό χρόνο απαιτεί πολύ γρήγορη υπηρεσία. Προκειμένου να παρασχεθεί η κατάλληλη επεξεργασία, για τα διαφορετικά είδη υπηρεσίας, το πρόσωπο που παράγει τα στοιχεία πρέπει προσδιορίσει τι τύπος δεδομένων είναι. Αλλά, εάν μερικά είδη στοιχείων έχουν "καλύτερη μεταχείριση" από άλλα, και όλα τα στοιχεία κοστίζουν το ίδιο για να αποσταλούν, τι αποτρέπει τους χρήστες από την παραποίηση του τύπου των στοιχείων τους; Για ένα σύστημα τιμολόγησης "κινήτρων"(«incentive compatible») είναι απαραίτητο να κοστίζει περισσότερο στο χρήστη η χρήση της υψηλότερης ποιοτικά υπηρεσίας. Η αρχή που παρουσιάστηκε παραπάνω δεν ισχύει μόνο για τις προτεραιότητες, αλλά ισχύει επίσης για οποιοδήποτε τύπο ειδικού χειρισμού. Αυτό το επιχείρημα παρουσιάζεται λεπτομερώς στη μελέτη του *Shenker (1993)*.

Οι περισσότερες μελέτες μέχρι σήμερα έχουν θεωρήσει ότι η τιμολόγηση γίνεται για μια μόνο διάσταση υπηρεσιών (προτεραιότητα σε ένα FIFO δίκτυο, ή αποδοχή κλήσης σε ένα ATM δίκτυο). Εντούτοις, με την αυξανόμενη ζήτηση για πολυμέσικές εφαρμογές, πρέπει να σκεφτούμε το πώς θα διατεθούν οι πολλαπλές ποιότητες υπηρεσιών σε ένα ολοκληρωμένο δίκτυο(integrated network). Παραδείγματος χάριν, οι μεταφορές αρχείων ανέχονται μηδέν λάθη, αλλά μπορούν να ανεχτούν κάποια ουσιαστική καθυστέρηση. Το διαδραστικό βίντεο μπορεί να ανεχτεί κάποια απώλεια πακέτων, αλλά απαιτεί τα συγκεκριμένα όρια στη μέγιστη καθυστέρηση και διακυμάνσεις στην καθυστέρηση. Είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν μερικές γενικεύσεις μιας "έξυπνης αγοράς" (smart market) για την τιμολόγηση των πολλαπλών ποιοτήτων υπηρεσιών, αλλά σε αυτή την

περίπτωση τα υπολογιστικά φορτία είναι σημαντικά. Στο κοντινό μέλλον, μπορεί να είναι εφικτή και η τιμολόγηση με ανταπόκριση (responsive pricing) για να κατακρατήσει τις ιδιότητες εύρους ζώνης και υπηρεσιών εκ των προτέρων.

Κεφάλαιο 2

2.1 Το πείραμα INDEX

Το «πείραμα απαίτησης διαδικτύου» INDEX (Internet Demand Experiment) ήταν ένα πρόγραμμα σκοπό είχε να μετρήσει πόσο πρόθυμοι είναι οι άνθρωποι να πληρώσουν για τα διαφορετικά είδη ποιότητας υπηρεσιών (QoS) του διαδικτύου , όπως το εύρος ζώνης ή ο όγκος των bits που μεταφέρονται.

Στα πειράματα εύρους ζώνης, που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του 1998-99, προσφέρθηκαν στα υποκείμενα συνδέσεις μεγάλων ταχυτήτων με το διαδίκτυο. Κάθε εβδομάδα άλλαζε η τιμή του εύρους ζώνης , και οι επιστήμονες μπορούσαν να παρατηρούν τις αντιδράσεις των χρηστών σε αυτές τις τιμές. Τα προκύπτοντα στοιχεία επέτρεψαν το να μετρηθεί πώς οι καταναλωτές εκτίμησαν το εύρος ζώνης σε εκείνο το περιβάλλον.

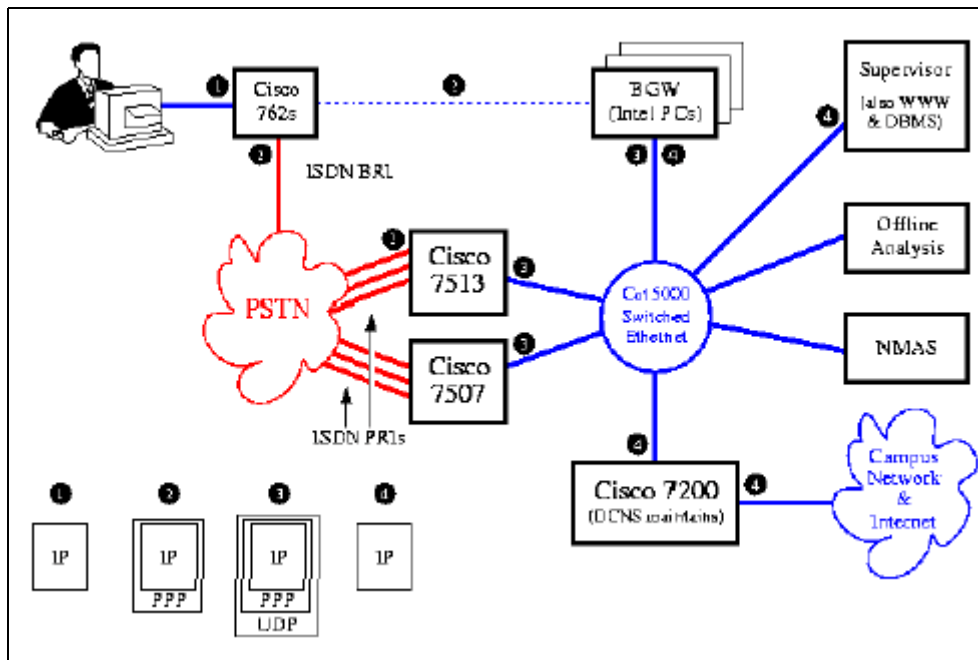
Το πρόγραμμα INDEX είχε σκοπό να υπολογίσει πόσο πρόθυμοι είναι οι άνθρωποι να πληρώσουν για τα διάφορα είδη ποιότητας διαδικτύου της υπηρεσίας (QoS), και κυρίως για εύρος ζώνης. Οι σχεδιαστές του INDEX κατασκεύασαν το σύστημα για να παρέχουν διαφορετικές ποιότητες υπηρεσιών κατά απαίτηση και για να καταγράψουν τη χρήση της κάθε διαφορετικής ποιότητας υπηρεσίας από κάθε χρήστη. Οι χρήστες ήταν σε θέση να αλλάξουν την ταχύτητα σύνδεσης τους στιγμιαία όσο συχνά επιθυμούσαν και τιμολογήθηκαν μηνιαία για τη χρήση τους.

Από τον Απρίλιο του 1998 μέχρι τον Δεκέμβριο του 1999, μέσω του προγράμματος INDEX , δόθηκαν σε περίπου 70 χρήστες του πανεπιστημίου του Berkeley υπηρεσίες ISDN στο σπίτι τους. Στις παραγράφους που ακολουθούν συνοψίζονται μερικά από τα αποτελέσματα της μελέτης .

Περίληπτικά τα ευρήματα της έρευνας είναι τα εξής: (1) Οι άνθρωποι δεν είναι πρόθυμοι να πληρώσουν πάρα πολύ για το εύρος ζώνης, τουλάχιστον με το διαθέσιμο έως το 1999 σύνολο εφαρμογών. (2) Η ομάδα που είναι πρόθυμη να πληρώσει τους περισσότερους για το εύρος ζώνης αποτελείται από τους τεχνικούς και επαγγελματίες εργαζομένους, οι οποίοι εμφανίζονται να κάνουν ένα ουσιαστικό ποσό εργασίας στο σπίτι. (3) Οι άνθρωποι είναι πρόθυμοι να πληρώσουν ένα σημαντικό επιπλέον ποσό για να μην γίνεται καταμέτρηση της χρήσης των υπηρεσιών, σε αντιδιαστολή με την μετρημένη, υπηρεσία.

2.1.1 Σχεδιασμός του πειράματος

Για τις ανάγκες του πειράματος δόθηκαν στους χρήστες γραμμές ISDN των 128 kbps της Pacific Bell οι οποίες ήταν συνεχώς συνδεδεμένες. Αυτές οι γραμμές έδιναν άμεση πρόσβαση σε μεγάλης ταχύτητας *switched ethernet* που βρισκόταν σε ένα εργαστήριο του πανεπιστημίου UC Berkeley, το οποίο ήταν συνδεδεμένο με τη σπονδυλική στήλη οπτικών ινών (fiber backbone) της πανεπιστημιούπολης και το διαδίκτυο. Το τεχνικό σχέδιο του πειράματος απεικονίζεται στο σχήμα 1.



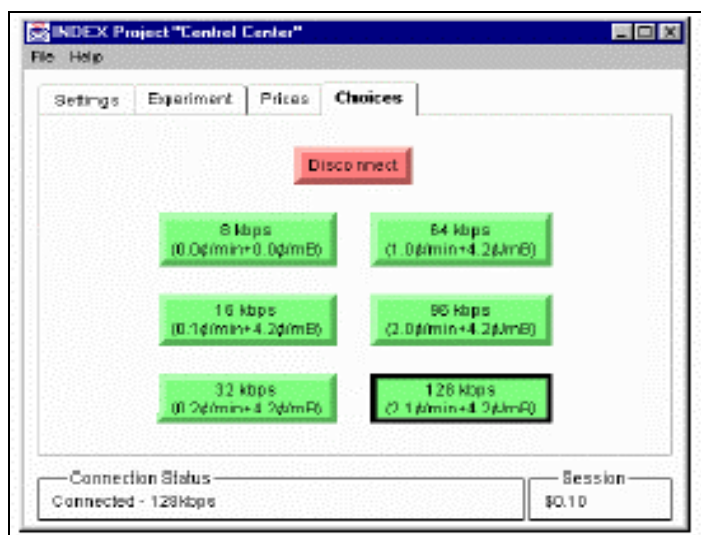
Εικόνα 1: Σχεδιασμός του πειράματος INDEX.

Τα πακέτα του χρήστη δρομολογήθηκαν μέσω μιας "πύλης τιμολόγησης" (billing gateway - *BGW*) που παρείχε δύο λειτουργίες. Κατ' αρχάς, μετρούσε τις διάφορες πτυχές της συμπεριφοράς των χρηστών και τις κατέγραφε σε μια βάση δεδομένων (DBMS). Δεύτερον, μπορούσε να προσφέρει διάφορες ποιότητες της υπηρεσίας (Quality Of Service) με το να υποβιβάζει επιλεκτικά την προτεραιότητα αντιμετώπισης των πακέτων.

Παραδείγματος χάριν, ακόμα κι αν το πραγματικό εύρος ζώνης ISDN ήταν πάντα 128 *kbps*, η πύλη τιμολόγησης θα μπορούσε να αποθηκεύσει τα πακέτα έτσι ώστε η πραγματική ρυθμοαπόδοση (throughput) ήταν οποιαδήποτε επιθυμητή ταχύτητα λιγότερο από το 128Kbps. Στο συγκεκριμένο πείραμα, η ρυθμοαπόδοση περιορίστηκε σε 6 ταχύτητες: (8 *Kbps*, 16 *kbps*, 32 *kbps*, 64 *kbps*, 96 *kbps*, 128 *kbps*).

Μία φορά το μήνα η πιστωτική κάρτα κάθε χρήστη χρεωνόταν με βάση τις διάφορες πτυχές της χρήσης του/της, όπως καταγράφονταν στη βάση δεδομένων. Οι χρήστες μπορούσαν να έχουν πρόσβαση στα αρχεία τιμολόγησης τους οποιαδήποτε στιγμή, και θα μπορούσαν να δουν τις δαπάνες όπως συσσωρεύονταν σε πραγματικό χρόνο.

Για το πείραμα αυτό γράφτηκε μια μικρή εφαρμογή λογισμικού που έτρεχε στο system tray των windows, αλλά θα μπορούσε να ανοιχτεί οποτεδήποτε με ένα κλικ του ποντικιού (εικόνα 2). Αυτή η εφαρμογή παρουσίαζε τις επιλογές που είχε ο χρήστης εκείνη την περίοδο, ποια επιλογή ήταν ενεργοποιημένη, και ποιες οι δαπάνες της συγκεκριμένης συνόδου (session). Το πραγματικό γραφικό περιβάλλον των επιλογών ποίκιλε ανάλογα με το πείραμα, αλλά το σχήμα 2 παρουσιάζει ένα τυπικό παράδειγμα.



Εικόνα 2 : Μενού επιλογών για τους χρήστες του πειράματος INDEX.

Στο παράδειγμα που παρουσιάζεται, ένας χρήστης μπορεί να επιλέξει το ένα από 8 διαφορετικά εύρη ζώνης, και να υποστεί τις διαφορετικές χρεώσεις με αυτόν τον τρόπο. Το κατώτατο σημείο της οθόνης παρουσιάζει τη κατάσταση σύνδεσης και τις δαπάνες που υφίστανται σε αυτήν την σύνοδο. Με ένα κλικ στο παράθυρο συνόδου απεικονίζονται οι δαπάνες ανά μήνα ή ανά ημέρα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι χρήστες θα μπορούσαν να αλλάξουν το εύρος ζώνης τους στιγμιαία, απλά με ένα κλικ σε ένα από τα κουμπιά. Ως εκ τούτου, το πρόγραμμα INDEX παρείχε στο χρήστη περισσότερες επιλογές εύρους ζώνης απ'οτι θα μπορούσε να βρει με το να γραφτεί σε έναν από τους μεγάλους προμηθευτές του διαδικτύου και να πληρώνει μηνιαία συνδρομή.

2.2 Περιγραφή των πειραμάτων

Κατά τη διάρκεια των 20 μηνών που διήρκησε το INDEX πραγματοποιήθηκαν αρκετά διαφορετικά πειράματα. Ένα νέο πείραμα θα εφαρμοζόταν την Κυριακή βράδυ. Σε κάθε νέο πείραμα δινόταν στους χρήστες μια εβδομάδα για να πειραματιστούν με τις διαφορετικές ιδιότητες υπηρεσιών, χωρίς να υποστούν οποιεσδήποτε δαπάνες. Κατόπιν θα έτρεχαν 6 εβδομάδες της διατιμημένης υπηρεσίας με εκείνο το ιδιαίτερο σύνολο επιλογών, που άλλαζε τις αξίες των επιλογών κάθε εβδομάδα.

Τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν ήταν τα εξής :

- **Συμμετρικό εύρος ζώνης.** Οι χρήστες κατέβαλαν τις ίδιες τιμές για το εύρος ζώνης για φόρτωση και μεταφόρτωση (upload and download).
- **Ασυμμετρικό εύρος ζώνης.** Οι χρήστες κατέβαλαν διαφορετικές τιμές για το εύρος ζώνης που χρησιμοποιείται για φόρτωση και μεταφόρτωση.
- **Τιμολόγηση αγοράς (Buyout pricing).** Στους χρήστες παρουσιάστηκαν ένα σύνολο τιμών για τις διάφορες ποιότητες υπηρεσίας του εύρους ζώνης, και ένα σταθερό ποσό με το οποίο θα μπορούσαν να εξαγοράσουν τη μετρημένη τιμολόγηση. Στην έναρξη της εβδομάδας θα μπορούσαν να επιλέξουν εάν θέλουν να αντιμετωπίσουν το μετρημένο πρόγραμμα ή να αγοράσουν μη-μετρημένο πρόγραμμα. Το πείραμα αυτό είχε τα πιο ενδιαφέροντα αποτελέσματα γι'αυτό και θα αναλυθεί παρακάτω.
- **Τιμολόγηση όγκου.** Οι χρήστες χρεώθηκαν για το σύνολο των bytes που μεταφέρθηκαν κατά τη διάρκεια της εβδομάδας.

- **Σταθερά μίγματα.** Οι χρήστες χρεώθηκαν με βάση έναν σταθμισμένο μέσο όρο των bytes που μεταφέρθηκαν και του εύρους ζώνης που επιλέχτηκε, και σύμφωνα με τα βάρη που επιλέχτηκαν από τους πειραματιστές.
- **Μεταβλητά μίγματα.** Οι χρήστες χρεώθηκαν με βάση έναν σταθμισμένο μέσο όρο των ψηφιολέξεων που μεταφέρθηκαν και του εύρους ζώνης που επιλέχτηκε, με τα βάρη που επιλέχτηκαν από τους χρήστες στην έναρξη κάθε εβδομάδας.
- Ένα πείραμα που είχε προγραμματιστεί, αλλά τελικά δεν εφαρμόστηκε, θα προσέφερε στους χρήστες διαφορετικές καθυστερήσεις στην σύνδεση. Αυτό το πείραμα προοριζόταν να μετρήσει την προθυμία του χρήστη να πληρώσει για υπηρεσία «always on».

Οι χρήστες έτρεχαν τα πειράματα ασύγχρονα, έτσι κάθε χρήστης άρχιζε με το πρώτο πείραμα, ανεξάρτητα του πότε στρατολογήθηκε. Οι χρήστες στρατολογήθηκαν μέσω αγγελιών που ταχυδρομήθηκαν γύρω στην πανεπιστημιούπολη και μέσω ενημερωτικών δελτίων του πανεπιστημίου. Έγινε προσπάθεια να βρεθεί ένα ισορροπημένο μίγμα δειγμάτων των σχολών, του προσωπικού και των σπουδαστών, αλλά όλα τα άτομα έπρεπε να είναι μέρος της κοινότητας του Μπέρκλεϋ προκειμένου να χρησιμοποιηθεί η υπηρεσία διαδικτύου της πανεπιστημιούπολης.

Γενικά, τα θέματά ήταν πεπειραμένοι χρήστες του διαδικτύου, σε σύγκριση με τον κανονικό πληθυσμό συνολικά. Αυτό υποδεικνύεται από τις ακόλουθες στατιστικές:

- 91% είχε χρησιμοποιήσει το διαδίκτυο για περισσότερο από 3 έτη [το 1998]
- 86% χρησιμοποιούσε υπολογιστές για περισσότερο από 5 έτη
- 58% χαρακτήρισε τη χρήση διαδικτύου τους "επάνω από το μέσο όρο"
- 56% θεωρούσε τον εαυτό τους ως "επαγγελματίες των υπολογιστών" (computer professionals)

Σαφώς αυτό το δείγμα των χρηστών δεν είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού συνολικά, αλλά μπορεί να είναι αντιπροσωπευτικό των "πρόωρων ενστερνιστών" της νέας τεχνολογίας.

Τα υποκείμενα όλα ήταν εθελοντές. Βρήκαν τη συμμετοχή στο πείραμα ελκυστική δεδομένου ότι υπήρχε επιχορήγηση μια μερίδας των δαπανών.

Ειδικότερα, δεν έπρεπε να πληρώσουν για modem ISDN, δεν έπρεπε να πληρώσουν μια δαπάνη οργάνωσης και έναρξης (setup charge) στην Pacific Bell, και στο μέσο όρο, χρεώθηκαν κάτω από τα ποσοστά της ελεύθερης αγοράς για την υπηρεσία. Οι δαπάνες εξοπλισμού και οργάνωσης ανήλθαν σε αρκετά εκατοντάδες δολάρια, και τα ποσοστά χρέωσης επιλέχτηκαν για να είναι, περίπου στο 75% της τιμής αγοράς.

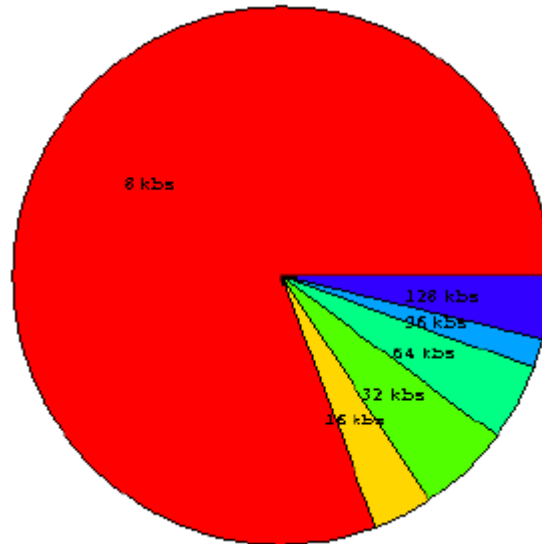
Τα πραγματικά ποσοστά χρέωσης που οι χρήστες αντιμετώπιζαν επιλέχτηκαν τυχαία, υπό τον όρο ότι η υψηλότερη ποιότητα υπηρεσιών έπρεπε να κοστίζει περισσότερο από τη χαμηλότερη ποιότητα.

Κάθε χρήστης έπρεπε για να συμπληρώσει μια έρευνα προτού να αρχίσει η υπηρεσία του. Αρκετές από τις ερωτήσεις ήταν ίδιες με την έρευνα CommerceNet-Nielsen που υποστηρίζει ότι είναι ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα του Αμερικάνικου πληθυσμού. Έτσι οι επιστήμονες θα μπορούσαν να καθορίσουν ακριβώς πόσο διαφορετικός ήταν ο πληθυσμός του πειράματος από τους εθνικούς μέσους όρους. Ειδικότερα, οι χρήστες εξέθεσαν το επάγγελμά τους, εμπειρία διαδικτύου, εισοδηματικά επίπεδα, και ποιος πλήρωνε για την υπηρεσία (π.χ. εάν ξόδευαν δικά τους χρήματά τους, ή κάποιος άλλος πλήρωσε για την πρόσβασή τους.)

2.3 Απαίτηση για το εύρος ζώνης

Σε αυτή την παράγραφο παρουσιάζεται η έκθεση σχετικά με τα πειράματα του INDEX. Σε αυτά τα πειράματα προσφέρθηκε στους χρήστες η επιλογή 6 διαφορετικών ευρών ζώνης, που κυμαίνονται από 8 *kbps* ως 128 *kbps*. Οι χρήστες θα μπορούσαν να επιλέξουν την υπηρεσία 8 *kbps* δωρεάν οποιαδήποτε στιγμή. Κάθε Κυριακή ένα νέο σύνολο τιμών επιλεγόταν για τα

διαφορά εύρη ζώνης, που κυμαίνονται από 0,1 σεντ ως 12 σεντ ανά λεπτό της χρήσης. Το σύστημα INDEX μέτρησε πόσο εύρος ζώνης καταλάωναν τα υποκείμενα για κάθε διαφορετική τιμή, που επιτρέπει στους επιστήμονες να υπολογίσουν την απαίτηση για τα διαφορετικά εύρη ζώνης ως λειτουργία του διανύσματος τιμών.



Εικόνα 3 : Χρήση εύρους ζώνης. Η χρήση των 8Kbps, όπως φαίνεται, κυριαρχεί.

Τιμές Bandwidth >		p128	p96	p64	p32	p16
Bandwidth > :	128Kbps	-2.0	+0.80	+0.25	-0.02	-0.16
	96	+1.7	-3.1	+0.43	+0.19	+0.18
	64	+0.77	+1.8	-2.9	+0.59	+0.21
	32	+0.81	-1.0	+1.0	-1.4	+0.15
	16	+0.2	-0.29	+0.04	+1.2	-1.3

Πίνακας 1: Εκτιμήσεις μεταβολής ποσοστών ζήτησης για μεταβολή 1% στις τιμές. Όλα τα αποτελέσματα τιμών είναι αρνητικά στην διαγώνιο και για τα χαμηλότερα, κατά ένα βήμα, εύρη ζώνης είναι θετικά.

2.4 Μειωμένες εκτιμήσεις απαίτησης μορφής

Η εικόνα 3 απεικονίζει ένα διάγραμμα της συνολικής χρήσης. Το περίπου 3/4 της χρήσης ήταν υπηρεσία 8 kbps. Δεδομένου ότι τα 8 kbps ήταν δωρεάν, οι χρήστες έτειναν να τα κρατήσουν όλη την ώρα. Η χρήση των υπόλοιπων επιλογών εύρους ζώνης είναι διαιρεμένη σε περίπου ίσα κομμάτια.

Ο πίνακας 1 απεικονίζει τις μεταβολές στα ποσοστά ζήτησης αν οι τιμές αλλάξουν κατά 1%. Οι παρατηρήσεις με μηδέν χρήση παραλείφθηκαν. Καμία προσπάθεια δεν έγινε να περιοριστούν οι συντελεστές στις εξισώσεις δεδομένου ότι αυτή η παλινδρόμηση προορίζεται μόνο να παρέχει μια σύντομη περιγραφή των παρατηρηθέντων σχεδίων της απαίτησης (patterns of demand).

Οι συντελεστές σε αυτές τις παλινδρομήσεις μπορούν να ερμηνευθούν ως ελαστικότητα των τιμών της απαίτησης. Οι συντελεστές που είναι τυπωμένοι με έντονους μαύρους χαρακτήρες είναι στατιστικά σημαντικοί σε επίπεδο 95%.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι διαγώνιοι όροι (own-price effects) είναι όλοι αρνητικοί και στατιστικά σημαντικοί. Οι όροι που βρίσκονται κοντά στην διαγώνιο είναι τα αποτελέσματα της σύμπτωσης-τιμών (cross-price effects) για τα χαμηλότερα εύρη ζώνης. Οι θετικοί αριθμοί δείχνουν ότι τα χαμηλότερα εύρη ζώνης κατά μια θέση στον πίνακα θεωρούνται ως υποκατάστατα του επιλεγμένου εύρους ζώνης. Αυτό το σχέδιο απαιτήσεων είναι αρκετά λογικό. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι οι υπονοούμενες ελαστικότητες είναι μάλλον μεγάλες. Η παλινδρόμηση για την υπηρεσία 96 *kbps* υπονοεί ότι μια αύξηση 1% στην τιμή των 96 *kbps* οδηγεί σε μια πτώση 3,1% σε ζήτηση, και μια αύξηση 1% στην τιμή των 128 *kbps* οδηγεί σε μια αύξηση 1,7% στην απαίτηση για την υπηρεσία 96 *kbps*.

2.5 Το πείραμα της εξαγοράς (Buyout)

Kilobits per second	Cents per minute	Buyout fraction
16	0.4	0.125
32	0.8	0.250
64	1.6	0.50
96	2.4	0.75
128	3.2	1.00

Πίνακας 2: Buyout from metering experimental design.

Ένα από τα πιο ενδιαφέροντα πειράματα είναι το πείραμα της εξαγοράς. Το πείραμα αυτό εξέτασε πόσοι άνθρωποι ήταν πρόθυμοι να πληρώσουν για να αποφύγουν την καταμέτρηση. Παλαιότερα στοιχεία, έδειξαν ότι ένα σημαντικό μέρος των τοπικών τηλεφωνικών χρηστών προτιμάει την υπηρεσία σταθερού ποσοστού, ακόμα και όταν θα υπήρχαν μεγαλύτερα οικονομικά κάτω από μετρούμενη υπηρεσία. Αρκετές φορές έχει υποστηριχτεί ότι το ίδιο πράγμα ισχύει για τους χρήστες διαδικτύου. Υπάρχει ένα ψυχολογικό κόστος στη καταμέτρηση, και ενδιέφερε τους επιστήμονες να μάθουν πόσοι άνθρωποι είναι πρόθυμοι να πληρώσουν για να αποφύγουν αυτό το κόστος.

Το πείραμα, που σχεδιάστηκε για να εξεταστεί και να ποσοτικοποιηθεί αυτό το ζήτημα, κράτησε 10 εβδομάδες. Οι χρήστες αντιμετώπισαν το πρόγραμμα τιμών που παρουσιάστηκε στον πίνακα 2. Οι τιμές κάθε εβδομάδας ήταν ανάμεσα στο \$1 και στα \$20, οι οποίες μετρούσαν το κόστος στους χρήστες της αγοράς απεριόριστης χρήσης 128 *kbps*. Η στήλη με τίτλο "μέρος εξαγοράς" (buyout fraction) στον πίνακα 2 παρουσιάζει πόσο κόστισε για να αγοραστεί απεριόριστη υπηρεσία μέχρι και την συγκεκριμένη ταχύτητα. Παραδείγματος χάριν, εάν κόστισε \$10 για να αγοράσει την απεριόριστη ταχύτητα 128 *kbps*, θα κόστιζε \$5 για να αγοράσει την απεριόριστη ταχύτητα 64 *kbps* (δεδομένου ότι το "μέρος εξαγοράς" για 64 *kbps* είναι 0.5).

Εάν ο χρήστης ήθελε να καταναλώσει υψηλότερο εύρος ζώνης από αυτό που είχε εξαγοράσει, θα μπορούσε να το κάνει με το να υποστεί την απαιτούμενη χρέωση ανά λεπτό.

2.5.1 Ανάλυση του πειράματος εξαγοράς

Η Chu το [1999] έχει διευθύνει μια προκαταρκτική ανάλυση των στοιχείων που είχαν παραχθεί από 40 άτομα σε 337 άνθρωπο-εβδομάδες, και είναι στο στάδιο της διεξαγωγής μιας λεπτομερούς ανάλυσης βασισμένης σε όλα τα στοιχεία.

Διαπίστωσε ότι οι χρήστες προτίμησαν την επιλογή της εξαγοράς κατά τη διάρκεια του 80% των 337 εβδομάδων. Από τις εβδομάδες που εξαγοράστηκαν, το 26 τοις εκατό των χρηστών θα ήταν

καλύτερα να αντιμετωπίζουν τη μετρημένη τιμολόγηση, λαμβάνοντας υπόψη την εκ των υστέρων συμπεριφορά τους.

Η ανταμοιβή εξαγοράς (buyout premium) ορίζεται ως το συνολικό ποσό που καταβάλλεται για την πρόσβαση στο διαδίκτυο κατά τη διάρκεια μιας δεδομένης εβδομάδας (χρέωση χρήσης+εξαγορά) μείον το ελάχιστο κόστος της αγοράς του ίδιου σχεδίου της χρήσης (pattern of use). Η *Chu* [1999] διαπίστωσε ότι η ανταμοιβή εξαγοράς κυμάνθηκε από \$9 έως 65 σεντ, με ένα στατιστικό μέσο περίπου \$2. Οι μεσαίες δαπάνες ανά εβδομάδα ήταν περίπου \$4, έτσι το \$2 είναι ένα αρκετά μεγάλο επιπλέον ποσό σε σχέση με τις δαπάνες.

Η ανταμοιβή εξαγοράς μπορεί να αντιμετωπισθεί είτε ως λάθος βελτιστοποίησης, είτε ως το πρόσθετο όφελος που αισθάνονταν οι χρήστες από το να αποφεύγουν να καταμετρηθούν.

Δεδομένου ότι οι μελέτες απαίτησης που παρουσιάστηκαν προτείνουν ότι οι χρήστες φάνηκαν να κάνουν μια καλή εργασία στη βελτιστοποίηση, θεωρείται πιο πιθανή η τελευταία ερμηνεία.

Η συμπεριφορά ήταν αρκετά διαφορετική μεταξύ των εβδομάδων που υπήρχε και αυτών που δεν υπήρχε καταμέτρηση. Ο όγκος των στοιχείων που μεταφέρθηκαν κατά τη διάρκεια των 265 των εξαγορασμένων εβδομάδων ήταν περίπου 11MB (Megabyte)ανά ημέρα, ενώ ο όγκος των στοιχείων που μεταφέρθηκαν κατά τη διάρκεια των 72 μη-εξαγορασμένων εβδομάδων ήταν κατά προσέγγιση 1,25 MB ανά ημέρα. Το εισόδημα που συλλέχτηκε ήταν υψηλότερο κατά τη διάρκεια των εβδομάδων που είχαν εξαγοραστεί, αλλά το εισόδημα ανά MB που μεταφέρθηκε ήταν πολύ χαμηλότερο: κατά προσέγγιση 8 σεντ ανά MB κατά τη διάρκεια των εξαγορασμένων εβδομάδων και των 30 cents ανά MB κατά τη διάρκεια των μη-εξαγορασμένων εβδομάδων. Το εάν η καταμετρημένη τιμολόγηση είναι πιο κερδοφόρα για τον προμηθευτή εξαρτάται αυστηρά από την υποτιθέμενη δομή δαπανών. Τα συνολικά bytes που μεταφέρθηκαν ήταν κατά προσέγγιση 9 φορές περισσότερα κατά τη διάρκεια των εξαγορασμένων και σταθερά διατιμημένων (flat priced) εβδομάδων, αλλά παρατηρήθηκε ότι οι άνθρωποι ήταν πρόθυμοι να πληρώσουν, κατά μέσον όρο, ένα έξτρα ποσό που έφτανε το 50 τοις εκατό για να έχουν σταθερή τιμολόγηση.

2.6 Περίληψη των συμπερασμάτων του πειράματος INDEX

Οι επιπτώσεις των πειραμάτων INDEX είναι οι ακόλουθες.

- Οι χρήστες δεν είναι πρόθυμοι να πληρώσουν πάρα πολύ για το υψηλότερο εύρος ζώνης (κατά τη χρησιμοποίηση των εφαρμογών που ήταν διαθέσιμες το 1998-99).
- Οι διοικητικοί και τεχνικοί χρήστες, που εμφανίζονται, είναι πρόθυμοι να καταβάλουν μια σημαντικά υψηλότερη τιμή απ'οτι ο μέσος χρήστης.
- Οι άνθρωποι ήταν πρόθυμοι να πληρώσουν σημαντικά ποσά για να μην αντιμετωπίσουν την τιμολόγηση με καταμέτρηση των ενεργειών τους, αλλά είχαν επίσης μεγαλύτερες απαιτήσεις από το σύστημα απ'οτι όταν γινόταν καταμέτρηση.

Κεφάλαιο 3

3.1 Διαφορετικές προσεγγίσεις στη διάθεση και τιμολόγηση της χρήσης δικτύων

3.1.1 Απλή ή σταθερή τιμολόγηση

Μέχρι σήμερα, σχεδόν όλοι οι χρήστες αντιμετώπισαν την ίδια δομή τιμολόγησης για τη χρήση διαδικτύου. Μια σύνδεση καθορισμένου εύρους ζώνης χρεωνόταν μια ετήσια αμοιβή, η οποία επέτρεπε την απεριόριστη χρήση μέχρι το φυσικό μέγιστο ποσοστό ροής (εύρος ζώνης). Αυτός ο τρόπος τιμολόγησης καλείται "**τιμολόγηση σύνδεσης**" (connection pricing). Τα περισσότερα τέλη σύνδεσης καταβάλλονταν από οργανισμούς (πανεπιστήμια, κυβερνητικές αντιπροσωπείες, κλπ...) και οι χρήστες δεν πλήρωναν τίποτα οι ίδιοι. Η απλή τιμολόγηση σύνδεσης κυριαρχεί ακόμα στην αγορά, αλλά διάφορες παραλλαγές έχουν προκύψει.

Μια από αυτές που ξεχωρίζει είναι η "**δεσμευμένη τιμολόγηση ποσοστού**" πληροφοριών (committed information rate). Σε αυτό το σχέδιο, μια οργάνωση χρεώνεται μια διμερή αμοιβή. Μια αμοιβή είναι βασισμένη στο εύρος ζώνης της σύνδεσης, το οποία είναι το μέγιστο εφικτό ποσοστό ροής. Η δεύτερη αμοιβή είναι βασισμένη στη μέγιστη εγγυημένη ροή στον πελάτη. Ο προμηθευτής δικτύων εγκαθιστά επαρκή ικανότητα να μεταφέρει ταυτόχρονα το δεσμευμένο ποσοστό για τους όλους πελάτες του, και εγκαθιστά τους ρυθμιστές ροής σε κάθε σύνδεση. Όταν μερικοί πελάτες λειτουργούν κάτω από αυτό το ποσοστό, η πλεονάζουσα ικανότητα δικτύων είναι διαθέσιμη σε μια FIFO βάση για τους άλλους πελάτες. Αυτός ο τύπος τιμολόγησης είναι πιο κοινός στα ιδιωτικά δίκτυα από,τι στο διαδίκτυο επειδή ένα ποσοστό ροής στο TCP/IP μπορεί να εγγυηθεί μόνο από δίκτυο σε δίκτυο, περιορίζοντας αρκετά την αξία του εκτός αν ένας μεγάλος αριθμός των 20.000+ δικτύων του διαδικτύου συντονιστεί και προσφέρει αυτόν τον τύπο εγγύησης.

Τα δίκτυα που προσφέρουν τη "δεσμευμένη τιμολόγηση" πληροφοριών έχουν γενικά αρκετή ικανότητα να πετύχουν το εγγυημένο εύρος ζώνης. Αυτό το πράγμα μπορεί να αντιστοιχιστεί σαν μια τράπεζα που κρατά 100% αποθέματα για την περίπτωση που όλοι οι καταθέτες της θελήσουν να αποσύρουν τα χρήματα τους την ίδια ημέρα. Αυτό στον τραπεζικό τομέα φαντάζει απίθανο. Εντούτοις, ο πλήρης εφοδιασμός σε εύρος ζώνης είναι απαραίτητος με την υπάρχουσα τεχνολογία δικτύων TCP/IP δεδομένου ότι δεν υπάρχει κανένας στάνταρ τρόπος που να δίνει προτεραιότητα στα πακέτα, και επειδή οι στατιστικές διακυμάνσεις στην κυκλοφορία είναι τεράστιες.

Για την μεγαλύτερο χρόνο χρήσης, το οριακό πακέτο που τοποθετείται στο διαδίκτυο διατιμάται σε κόστος μηδέν. Στα εξωτερικά περιθώρια υπάρχουν μερικές εξαιρέσεις. Παραδείγματος χάριν, διάφορα ιδιωτικά δίκτυα (όπως η *CompuServe*) παρέχουν τις συνδέσεις ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στο διαδίκτυο. Αρκετά από αυτά χρεώνουν ανά μήνυμα μόλις ξεπεραστεί ένα χαμηλό κατώτατο όριο.

Τα δημόσια δίκτυα στη Χιλή (σύμφωνα με την μελέτη των *Baeza-Yates, R., Piqnera, J. M., και Poblete του 1993*) και τη Νέα Ζηλανδία (σύμφωνα με την μελέτη του *Brownlee 1994*) χρεώνουν τους πελάτες τους από το πακέτο για όλη τη διεθνή κυκλοφορία.

3.1.2 Έξυπνες αγορές – Smart Markets

Το βασικό πρόβλημα, που παρουσιάζεται κατά την χρήση του δικτύου, είναι ότι όταν το δίκτυο βρίσκεται κοντά στο όριο της ικανότητας του, το επαυξητικό (επιπλέον) πακέτο ενός χρήστη επιβάλλει πρόσθετες δαπάνες σε άλλους χρήστες υπό την μορφή καθυστέρησης ή χαμένων

πακέτων. Το σχέδιό για την εσωτερικευση αυτού του κόστους είναι η επιβολή μιας τιμής συμφόρησης στη χρήση που καθορίζεται από μια σε πραγματικό χρόνο δημοπρασία τύπου Vickrey. Ακολουθώντας την ορολογία των Vernon Smith και Charles Plott, το σχέδιο αυτό καλείται "έξυπνη αγορά" (smart market).

Τι είναι οι «έξυπνες αγορές» (smart markets);

Στον MacKie-Mason και Varian (1994α) προτάθηκε ένας τρόπος τιμολόγησης της χρήσης των δικτύων η οποία καλείται "έξυπνες αγορές". Τον περισσότερο χρόνο το δίκτυο δεν είναι υπό συμφόρηση. Αυτό το χρόνο, η αξία της χρήσης πρέπει να είναι μηδέν. Εντούτοις, όταν το δίκτυο είναι κορεσμένο, τα πακέτα περιμένουν στη σειρά, καθυστερούν, και πέφτουν.

Το τρέχον σχέδιο αναμονής είναι FIFO. Οι MacKie-Mason και Varian στη μελέτη τους προτείνουν αντί του FIFO να υιοθετηθεί ένα σχέδιο αναμονής όπου στα πακέτα θα αντιστοιχεί προτεραιότητα βασισμένη στην αξία την οποία ο χρήστης θέτει για να πάρει το πακέτο γρήγορα. Για να κάνει αυτό, κάθε χρήστης ορίζει στα πακέτα του μια προσφορά (bid) μετρώντας την προθυμία του να πληρώσει για την άμεση εξυπηρέτηση. Στους κορεσμένους δρομολογητές, η σειρά εξυπηρέτησης των πακέτων βασίζεται στις προσφορές. Προκειμένου να γίνει το σύστημα σχεδίου κινήτρων (incentive-compatible scheme), οι χρήστες δεν χρεώνονται την τιμή που προσφέρουν, αλλά χρεώνονται την προσφορά του πακέτου πιο υψηλής προτεραιότητας που απορρίπτεται (not admitted) από το δίκτυο. Μπορεί να αποδειχθεί ότι αυτός ο μηχανισμός παρέχει τα σωστά κίνητρα για τους χρήστες για να αποκαλύψει την αληθινή προτεραιότητά τους.

Οι "έξυπνες αγορές" είναι σύστημα τιμολόγησης "κινήτρων".

Η βασική ιδέα είναι ότι η τιμή που ένας χρήστης καταβάλλει δεν καθορίζεται από την προτεραιότητα που θέτει, αλλά από την προσφορά του πρώτου πακέτου που απορρίπτεται από το δίκτυο. Αυτό σημαίνει ότι ο χρήστης δεν έχει κανένα κίνητρο για να παραποιήσει την αληθινή αξιολόγηση πακέτων του. Αυτό είναι ένα είδος "δημοπρασίας Vickrey" ή "δημοπρασία δεύτερης-τιμής", τις οποίες οι οικονομολόγοι τις έχουν παρουσιάσει ως συστήματα κινήτρων. Παράδειγμα τέτοιας έρευνας είναι η μελέτη {Vickrey (1961)}. Εάν η συνολική αξία εκείνων των πακέτων υπερβαίνει το κόστος επέκτασης του δικτύου προκειμένου να τα αντιμετωπίσει, είναι αρμόζον να επεκταθεί η ικανότητα του. Η επένδυση των εισοδημάτων από τις αμοιβές συμφόρησης στην επέκταση ικανότητας είναι ακριβώς ο σωστός κανόνας που πρέπει να ακολουθηθεί.

Προβλήματα σε μια 'έξυπνη αγορά'.

Οι τιμές της έξυπνη αγοράς, στον πραγματικό κόσμο, δεν μπορούν να ενημερώνονται συνεχώς. Θεωρητικά, η αποδοτική τιμή καθορίζεται με τη σύγκριση ενός καταλόγου με προσφορές χρηστών με τη διαθέσιμη ικανότητα του δικτύου και με τον καθορισμό της τιμής αποκοπής (cutoff price). Στην πραγματικότητα, τα πακέτα φθάνουν όχι εντελώς ξαφνικά αλλά κατά τη διάρκεια κάποιων χρονικών διαστημάτων, και έτσι θα ήταν απαραίτητο να επανακαθορίζεται η αγορά περιοδικά σύμφωνα με προσφορές που απευθύνονται στα συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα.. Η αποδοτικότητα αυτού του σχεδίου, εξαρτάται από το πόσο δαπανηρό είναι το να επανακαθορίζεται συχνά η αγορά και από το πόσο επίμονες είναι οι περίοδοι συμφόρησης. Εάν η το μέγεθος της συμφόρησης μεταβάλλεται πολύ συχνά, τότε κατά την ενημέρωση των τιμών της αγοράς η κατάσταση της συμφόρησης μπορεί να αλλάξει.

Διάφοροι ειδικοί δικτύων έχουν προτείνει ότι πολλοί πελάτες, ιδιαίτερα οι μη-κερδοσκοπικές αντιπροσωπείες και τα σχολεία, θα αντιτεθούν επειδή δεν ξέρουν εκ των προτέρων πόσο θα τους κοστίζει η χρησιμοποίηση των δικτύων. Το επιχείρημα αυτό είναι μερικώς παραπλανητικό, δεδομένου ότι η προσφορά του χρήστη ελέγχει πάντα τις μέγιστες δαπάνες του. Πράγματι, δεδομένου ότι αναμένεται ότι για την περισσότερη κυκλοφορία η τιμή συμφόρησης θα είναι μηδέν, πρέπει να είναι δυνατό για τους περισσότερους χρήστες να αποφύγουν να πληρώσουν δαπάνες χρήσης με το να θέσουν όλες τις προσφορές πακέτων σε μηδέν. Όταν το δίκτυο είναι

συνωστισμένο αρκετά ώστε, να έχει μια θετική τιμή συμφόρησης, αυτοί οι χρήστες θα πληρώσουν το κόστος σε καθυστέρησης παρά σε μετρητά, όπως σήμερα.

Επίσης αναμένεται ότι σε μια ανταγωνιστική αγορά για τις υπηρεσίες δικτύων, οι κυμαινόμενες τιμές συμφόρησης θα είναι ένα γενικό φαινόμενο, και ότι οι μεσάζοντες θα επανα-οργανώσουν τις υπηρεσίες και θα τις προσφέρουν σε μια εγγυημένη τιμή στους τελικούς χρήστες. Ουσιαστικά αυτό θα δημιουργούσε μια μελλοντική αγορά για τις υπηρεσίες δικτύων.

Υπάρχουν επίσης θεωρητικά προβλήματα που σχετίζονται με τις δημοπρασίες και πρέπει να λυθούν. Η πρότασή των έξυπνων αγορών προσδιορίζει ένα ενιαίο σημείο εισόδου στο δίκτυο με δημοπρατημένη πρόσβαση. Στην πράξη, τα δίκτυα έχουν πολλές πύλες, με κάθε μια να είναι δυνατόν να βρίσκεται σε διαφορετικές καταστάσεις συμφόρησης. Το ερώτημα που τίθεται είναι το εξής: Θα έπρεπε μια έξυπνη αγορά να βρίσκεται σε ένα ενιαίο, κεντρικό σημείο, με τις τρέχουσες τιμές να διαβιβάζονται συνεχώς στις πολλές πύλες, ή θα έπρεπε ένα σύνολο ταυτόχρονων δημοπρασιών να λειτουργεί σε κάθε πύλη; Πόσος συντονισμός θα πρέπει να υπάρχει μεταξύ των χωριστών δημοπρασιών; Όλες αυτές οι ερωτήσεις χρειάζονται όχι μόνο τα θεωρητικά μοντέλα, αλλά και την εμπειρική εργασία για να καθορίσουν το βέλτιστο ποσοστό των επανακαθορισμών των τιμών της αγοράς και της ανταλλαγής των πληροφοριών των δημοπρασιών, λαμβάνοντας υπόψη τις δαπάνες και τις καθυστερήσεις της επικοινωνίας πραγματικού χρόνου.

Ένα άλλο σοβαρό πρόβλημα για σχεδόν οποιοδήποτε σχέδιο τιμολόγησης χρήσης είναι το πώς μπορεί να καθοριστεί σωστά εάν θα πρέπει να τιμολογηθεί ο πομπός ή ο δέκτης. Με τα τηλεφωνήματα είναι σαφές ότι στις περισσότερες περιπτώσεις ο δημιουργός μιας κλήσης πρέπει να πληρώσει. Εντούτοις, σε ένα δίκτυο πακέτων, και οι δύο πλευρές δημιουργούν τα πακέτα τους, και σε ένα χωρίς σύνδεση δίκτυο δεν υπάρχει κανένας μηχανισμός για διαχωρίζει ότι τα πακέτα του διακομιστή **B** ζητήθηκαν ως απαντήσεις σε μια περίοδο επικοινωνίας που άρχισε από τον χρήστη **A**. Ένα απλό παράδειγμα είναι το εξής: Μια σημαντική χρήση του διαδικτύου είναι για την ανάκτηση αρχείων από τα δημόσια αρχεία. Εάν ο δημιουργός κάθε πακέτου χρεωνόταν για το κόστος συμφόρησης εκείνου του πακέτου, τότε οι προμηθευτές των ελεύθερων δημόσιων αγαθών (αρχείων) θα πλήρωναν σχεδόν όλες τις δαπάνες συμφόρησης που προκαλούνται από το αίτημα αρχείων ενός χρήστη. Είτε ο δημόσιος προμηθευτής αρχείων θα χρειαζόταν έναν μηχανισμό τιμολόγησης για να χρεώσει στους αιτούντες (εκ των υστέρων) τις δαπάνες συμφόρησης, ή τα δίκτυα θα πρέπει να κατασκευαστούν έτσι ώστε να μπορούν να τιμολογήσουν το σωστό συμβαλλόμενο μέρος. Σε γενικές γραμμές αυτό το πρόβλημα μπορεί να λυθεί από τα σχέδια όπως "800", "900" και collect phone calls, αλλά η προστιθέμενη πολυπλοκότητα σε ένα δίκτυο πακέτων μπορεί να καταστήσει αυτά τα σχέδια πάρα πολύ δαπανηρά.

3.1.3 Άλλες προτάσεις.

Η πρόταση των Bohn, Braun, Claffy, και Wolff.

Οι *Bohn, Braun, Claffy, και Wolff* (1993) έχουν προτείνει ένα μίγμα αυταπάρησης και ποσοτώσεων (altruism και quotas) για να εφαρμόσουν την βασισμένη-σε-προτεραιότητα δρομολόγηση. Στο πλαίσιο τους, οι χρήστες δηλώνουν εθελοντικά μια προτεραιότητα για τα πακέτα τους, και αυτές οι προτεραιότητες χρεώνονται στη συνέχεια ενάντια σε μια ποσόστωση χρήσης. Στο σχέδιό τους, οι ποσοτώσεις χρηστών χρεώνονται για τη ζητούμενη προτεραιότητα είτε το δίκτυο είναι είτε δεν είναι σε κορεσμό, αντίθετα από την "έξυπνη αγορά" στην οποία η τιμή απεικονίζει την τρέχουσα κατάσταση της συμφόρησης.

Η πρόταση των Hardy και Tribble

Υπάρχουν επίσης και διάφορες άλλες άξιες και ενδιαφέρουσες προτάσεις. Οι *Hardy και Tribble (1993)* περιγράφουν μια χαμηλού κόστους, διμερή ρύθμιση μεταφοράς για τη δρομολόγηση των πακέτων βασισμένων "στην εμπιστοσύνη" και την επαναλαμβανόμενη αλληλεπίδραση.

Οι *Cocchi, Estrin, Shenker, και Zhang (1992)* παρέχουν το κίνητρο για την τιμολόγηση, περιγράφουν ένα γενικό πλαίσιο για τα ζητήματα τιμολόγησης και διευθύνουν μερικές προσομοιώσεις. Οι *Murphy και Murphy (1994)* περιγράφουν μερικές προσομοιώσεις με την τιμολόγηση της κυκλοφορίας του ATM.

3.1.4 Ποιοι άλλοι τύποι τιμολογήσεων έχουν εξεταστεί;

Η τυποποιημένη οικονομική θεωρία προτείνει ότι οι τιμές πρέπει να αντιστοιχηθούν στις δαπάνες. Υπάρχουν τρία κύρια στοιχεία των δαπανών δικτύων:

- i) το κόστος σύνδεσης με το δίκτυο,
- ii) το κόστος της παροχής πρόσθετης ικανότητας του δικτύου (network capacity), και
- iii) το κοινωνικό κόστος της συμφόρησης.

Όταν υπάρχει η ικανότητα (capacity) δικτύου, το άμεσο κόστος χρήσης είναι αμελητέο, και από το είναι σχεδόν αμελητέο σίγουρα δεν αξίζει τις δαπάνες λογιστικής και τιμολόγησης (MacKie-Mason and Varian 1995b).

Η *χρέωση για τις συνδέσεις* είναι εννοιολογικά απλή: μια σύνδεση απαιτεί μια γραμμή, έναν δρομολογητή, και κάποια προσπάθεια εργασίας. Η γραμμή και ο δρομολογητής είναι αντιστρέψιμες επενδύσεις και έτσι χρεώνονται εύλογα σε ετήσια βάση μισθώσεως (αν και πολλές οργανώσεις αγοράζουν τους δρομολογητές τους). Πράγματι, αυτό είναι ουσιαστικά το τρέχον σχέδιο για τις αμοιβές σύνδεσης με το διαδίκτυο.

Η *χρέωση για την επαυξητική ικανότητα* (incremental capacity) απαιτεί πληροφορίες χρήσης. Στην ιδανική περίπτωση, χρειάζεται ένα μέτρο της απαίτησης του οργανισμού κατά τη διάρκεια της αναμενόμενης μέγιστης περιόδου χρήσης, κατά τη διάρκεια κάποιας περιόδου, για να καθοριστεί το μερίδιό της στην επαυξητική απαίτηση της ικανότητας. Στην πράξη, θα μπορούσε να φανεί ότι μια λογική προσέγγιση επρόκειτο να χρεώσει μια βασική τιμή για τη χρήση κατά τη διάρκεια των προκαθορισμένων μέγιστων περιόδων (μια θετική τιμή εάν η τιμή βασικής χρήσης είναι μηδέν), όπως γίνεται συνήθως για την ηλεκτρική ενέργεια.

Εντούτοις, τα περιστασιακά στοιχεία προτείνουν ότι οι περίοδοι μέγιστης ζήτησης είναι πολύ λιγότερο προβλέψιμες απ'ό,τι για άλλες υπηρεσίες χρησιμότητας. Ένας λόγος είναι ότι είναι πολύ εύκολο να προγραμματιστεί ο υπολογιστής για να εκτελέσει μερικές δραστηριότητες για τις εκτός των ωρών αιχμής ώρες, πράγμα που οδηγεί, τελικά, σε μετατόπιση των ωρών αιχμής. Επιπλέον, λόγω της τόσο πολλής κυκλοφορίας που διαπερνά μεγάλες αποστάσεις σε όλη την υδρόγειο, οι διαφορές των χρονικών ζωνών είναι σημαντικές. Οι στατιστικές δικτύων αποκαλύπτουν πολύ ανώμαλα σχέδια χρήσης για την χρήση κατά την διάρκεια της ημέρας.

Κεφάλαιο 4

4.1 Λογιστικές δαπάνες (Accounting costs)

Κόστος του απολογισμού για τα τηλεφωνήματα.

Πολλοί αριθμοί ακούγονται γύρω από τις δαπάνες λογιστικής στο τηλεφωνικό σύστημα. Είναι σημαντικό να διακριθούν δύο κατηγορίες κόστους: *επαυξητικό κόστος*, (incremental cost - επίσης γνωστό ως *οριακό κόστος-marginal cost*) και *μέσο κόστος* (average cost). Το *μέσο κόστος* είναι το συνολικό κόστος της παροχής κάποιου επίπεδου υπηρεσίας, που διαιρείται με το συνολικό ποσό της παρεχόμενης υπηρεσίας. Το *επαυξητικό κόστος* είναι το κόστος της παροχής πρόσθετων μονάδων υπηρεσίας, δεδομένου ότι κάποιο επίπεδο της ίδιας υπηρεσίας παρέχεται ήδη. Η διαφορά μεταξύ των δύο είναι οι σταθερές δαπάνες (fixed costs).

Στη βιομηχανία τηλεπικοινωνιών, όπως με το διαδίκτυο, σχεδόν όλες οι δαπάνες είναι σταθερές δαπάνες: μόλις παρασχεθούν οι γραμμές και ο διακοπτικός εξοπλισμός, κοστίζει πολύ λίγο το να χρησιμοποιηθεί το δίκτυο μέχρι την μέγιστη χωρητικότητα/δυνατότητα του.

Όταν η μέγιστη χωρητικότητα(capacity) επιτευχθεί, πρέπει οι χρήστες, εάν θέλουν να αυξήσουν τη χρήση τους, να πληρώσουν για να αυξηθεί η χωρητικότητα.

Αυτό σημαίνει ότι η πρόσθετη δαπάνη ενός τηλεφωνήματος είναι ουσιαστικά μηδέν εάν γίνεται εκτός των ωρών αιχμής. Η ερώτηση είναι, πόσο κοστίζει για να γίνει ένα πρόσθετο τηλεφώνημα κατά τη διάρκεια των ωρών αιχμής; Η μελέτη του *Mitchell (1990)* υπολογίζει (με τα στοιχεία εκείνης της εποχής) ότι το επαυξητικό κόστος ικανότητας μιας κλήσης κατά τη διάρκεια της μέγιστης χρήσης είναι περίπου 0.5 έως 1 .0 σεντ ανά κλήση.

Πώς αυτό συγκρίνεται με τις δαπάνες τιμολόγησης; Από τον Ιούλιο του 1990 ο *Mitchell* υπολογίζει:

- επαυξητικό αναλυμένο κόστος τιμολόγησης (incremental itemized billing cost) = 0,7 - 1,2 σεντ ανά κλήση
- επαυξητικό συνοπτικό κόστος τιμολόγησης (incremental summary billing cost) = 0,1 - 0,2 σεντ ανά κλήση
- δαπάνες συντήρησης και συλλογής απολογισμού (account maintenance and collection costs) = 50 - 75 σεντ το μήνα :

Οι αναλυμένες δαπάνες τιμολόγησης είναι επομένως περισσότερο από 50% του κόστους μιας επαυξητικής κλήσης. Αλλά αυτό είναι επειδή το κόστος μιας επαυξητικής κλήσης είναι τόσο μικρό, όχι επειδή οι δαπάνες τιμολόγησης είναι τόσο μεγάλες. Δεδομένου ότι δεν κοστίζει σχεδόν τίποτα το να γίνει μια κλήση κατά τη διάρκεια των περιόδων μη-αιχμής , οι λογιστικές δαπάνες είναι σχεδόν 100% του επαυξητικού κόστους μιας μη-μέγιστης κλήσης!

Αξίζει επίσης να παρατηρηθεί ότι *οι συνοπτικές δαπάνες* τιμολόγησης είναι μόνο το 10% περίπου των αναλυμένων δαπανών τιμολόγησης: το να μετρηθούν απλώς οι μονάδες μηνυμάτων είναι πολύ φτηνότερο από το να αναλυθεί κάθε κλήση.

Αυτό μας δίνει μια εικόνα των *πρόσθετων δαπανών (marginal costs)*. Στην ερώτηση "πως φαίνονται οι *συνολικές δαπάνες* (total costs) τιμολόγησης;" η απάντηση είναι αυτή : Το 1984 η AT&T πλήρωσε τις περιφερειακές τοπικές επιχειρήσεις της Bell για να υπολογίσουν την τιμολόγησή της. Το RBOCs τους χρέωσε περίπου 10 σεντ ανά συναλλαγή για την τιμολόγηση, η οποία ήταν περίπου 6% του εισοδήματός τους από τις υπεραστικές κλήσεις. Όταν η AT&T ρυθμίστηκε, το εισόδημα της υποτίθεται ότι θα ήταν σχεδόν το ίδιο με τις δαπάνες της. Αυτό σημαίνει ότι η τιμολόγηση και η λογιστικές δαπάνες ήταν πιθανώς λιγότερο από το 10% των *συνολικών δαπανών*.

Η διαφορά μεταξύ των αριθμών 100% και 10% είναι ότι χρησιμοποιούν έναν διαφορετικό παρονομαστή: οι δαπάνες λογιστικής είναι ένα μεγάλο μέρος των επαυξητικών δαπανών, αλλά ένα μικρό μέρος των συνολικών δαπανών. Αυτό συμβαίνει επειδή οι συνολικές δαπάνες εξουσιάζονται από τις σταθερές δαπάνες και οι επαυξητικές δαπάνες είναι σχεδόν μηδέν.

Διαφορές μεταξύ του τηλεφώνου και της λογιστικής διαδικτύου.

Η τηλεφωνία είναι προσανατολισμένη προς τη σύνδεση υπηρεσία (connection-oriented service) : κάθε κλήση έχει μια φάση εγκατάστασης, κατά τη διάρκεια της οποίας μια σύνδεση πραγματοποιείται. Η σύνδεση διατηρείται καθ'όλη την διάρκεια της κλήσης.

Μια ενιαία κλήση παράγει μόνο μια ενιαία εγγραφή λογιστικής (accounting record), χωρίς να έχει σχέση η διάρκεια της σύνδεσης. Το διαδίκτυο, αφ' ετέρου, είναι χωρίς σύνδεση υπηρεσία πακέτων (connectionless packet service). Μια δεδομένη σύνοδος (session) είναι σπασμένη σε πολλά μικρά πακέτα, κάθε ένα από τα οποία ταξιδεύει μέσα στο δίκτυο ανεξάρτητα από άλλα. Εάν η λογιστική των τηλεφώνων (telephone-style accounting) εφαρμοζόταν, το αντίτιμο ενός τοπικού τηλεφωνήματος ενός λεπτού θα παρήγε περίπου 2500 λογιστικές εγγραφές, και μια μικρή κλήση δέκα θα απαιτούσε 25.000 εγγραφές! Εάν η βασισμένη-στη-χρήση τιμολόγηση ήταν εφικτή σε ένα χωρίς σύνδεση δίκτυο, μπορεί να είναι ουσιαστικό να επινοηθούν αποδοτικότερες μέθοδοι λογιστικής.

Ένα άλλο πρόβλημα για τη λογιστική διαδικτύου είναι η διεισδυτικότητα των εφαρμογών πελατών εξυπηρετητών, όπως το www, και το ανώνυμο FTP. Με την τηλεφωνία, το πρόσωπο που κάνει την κλήση τιμολογείται. Με μια εφαρμογή πελατών-εξυπηρετητών, το μεγαλύτερο μέρος της κυκλοφορίας μπορεί να σταλεί από τον κεντρικό υπολογιστή, εξ ονόματος του πελάτη. Ένα αίτημα χρηστών, που χωράει σε ένα πακέτο, προς έναν κεντρικό υπολογιστή WWW μπορεί να παραγάγει μερικές εκατοντάδες χιλιάδες πακέτα επιστρεφόμενης κυκλοφορίας για να μεταφορτώσει (download) ένα αρχείο. Στο δίκτυο φαίνεται ότι ο κεντρικός υπολογιστής δημιουργεί το μεγαλύτερο μέρος της κυκλοφορίας, αλλά φυσικά αυτό είναι λάθος και ο πελάτης η χρέωση πρέπει να γίνει στον πελάτη.

Άλλοι τρόποι με τους οποίους μπορεί να γίνεται ο απολογισμός.

Δεδομένου ότι οι οργανώσεις που χρησιμοποιούν το διαδίκτυο έχουν ήδη πρόσβαση σε υπολογιστές, μπορούν να υπάρξουν τρόποι να αυτοματοποιηθεί η διαδικασία τιμολόγησης. Μια ιδέα που προκύπτει είναι η *διανεμημένη λογιστική (distributed accounting)*. Σε αυτό το μοντέλο, οι καταναλωτές αγοράζουν τους "ψηφιακά γραμματόσημα" (digital stamps) -ουσιαστικά αριθμούς.

Αυτοί οι αριθμοί στέλνονται μαζί με τις πληροφορίες που μεταφέρονται. Οι δρομολογητές μπορούν να εξετάσουν τους αριθμούς για να σιγουρευτούν ότι δεν έχουν χρησιμοποιηθεί ήδη. Εάν ισχύουν, το πακέτο θα μεταφερθεί. Υπάρχουν ποικίλες τεχνικές κρυπτογράφησης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εξασφαλίσουν ασφάλεια σε ένα τέτοιο σύστημα.

Αυτή η ιδέα συσχετίζεται πολύ με την ιδέα που παρουσίασε ο Chaum (1985) των ψηφιακών μετρητών (digital cash) και των Hardy και Tribble (1993)'s "ψηφιακός δρόμος μεταξιού" (digital silk road). Το πλεονέκτημα ενός τέτοιου συστήματος είναι ότι δεν υπάρχουν κανένα συγκεντρωμένο γενικό έξοδο τιμολόγησης (centralized billing Overhead). Το φορτίο της λογιστικής δικτύων διανέμεται μεταξύ των χρηστών, ακριβώς όπως το φορτίο της παρακολούθησης των ταχυδρομικών τελών διανέμεται μεταξύ των πελατών του ταχυδρομείου.

Γενικά, είναι πολύ δύσκολο να επιβληθεί ένα καθεστώς τιμολόγησης της χρήσης του διαδικτύου. Εντούτοις υπάρχουν οι υποψίες ότι η τιμολόγηση χρήσης θα προκύψει για τους λόγους που έχουμε περιγράψει ανωτέρω. Ένα πιθανό σενάριο να είναι αυτό:

Σε λίγα έτη θα μπορούσαν να υπάρξουν ανταγωνιστικοί προμηθευτές backbone στις ΗΠΑ που διασυνδέουν στα NAPS, ή κάτι σαν τα NAPS. Τα «NAPS» (Network Access Points) είναι κέντρα διακοπών (switching centers) όπου πολλά ανεξάρτητα δίκτυα συνδέονται. Εάν οι μεγάλοι

χρήστες αναστατώνουν σοβαρά την κυκλοφορία των δικτύων , ένας ή περισσότεροι από τους προμηθευτές backbone μπορεί να καθιερώσουν τα βασισμένα στη χρήση τέλη του τύπου που περιγράφηκαν ανωτέρω (π.χ., σε παραγγελία του ενός χιλιοστού του σεντ ανά πακέτο). Εάν αυτό συμβεί, οι μεγάλοι χρήστες θα κινηθούν μακριά του δικτύου χρέωσης και θα κατευθυνθούν προς ένα από τα δίκτυα μη-χρέωσης, αμέσως προκαλώντας την συμφόρηση του. Τα δίκτυα μη-χρέωσης θα αναγκάζονταν να ακολουθήσουν και αυτά το δρόμο της χρέωσης της χρήσης για να αποφύγουν την υπερφόρτιση της κυκλοφορίας τους. Η μελέτη των *MacKie-Mason and Varian (1994b)*, σκιαγραφεί ένα οικονομικό μοντέλο της ανταγωνιστικής αγοράς που καθορίζει πως θα μπορούσαν να λειτουργήσουν οι υπηρεσίες δικτύων.

Κεφάλαιο 5

5.1 Συμπεράσματα

Η τιμολόγηση του διαδικτύου είναι μια πολιτική η οποία, εάν εφαρμοστεί σωστά, θα ωφελήσει τους χρήστες. Στην εφαρμογή μιας τέτοιας πολιτικής θα υπάρξουν αρκετά εμπόδια. Ένα από αυτά είναι οι ίδιοι οι χρήστες. Το πείραμα INDEX έδειξε ότι πολλοί χρήστες, για ψυχολογικούς λόγους, προτιμούν να πληρώνουν σταθερά τέλη (fixed rates) προκειμένου να μην έχουν κάποιον να μετρά την κυκλοφορία τους. Μεγάλο ποσοστό αυτών των χρηστών γνωρίζουν ότι θα είχαν μεγαλύτερα οικονομικά οφέλη εάν επέλεγαν την μετρημένη τιμολόγηση.

Για τον τρόπο τιμολόγησης έχουν προταθεί αρκετές λύσεις οι οποίες σε προσομοιώσεις δείχνουν ότι λειτουργούν σωστά. Το πρόβλημα με αυτές τις λύσεις είναι ότι χρησιμοποιούν μαθηματικά μοντέλα για τα προσομοιώσουν την συμπεριφορά των χρηστών. Πολλές έρευνες έχουν δείξει ότι η συμπεριφορά των χρηστών του διαδικτύου δεν είναι προβλέψιμη. Έτσι, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερα προσοχή στο ποία μέθοδος τιμολόγησης θα εφαρμοστεί τελικά.

Οι έξυπνες αγορές έχουν, σε θεωρητικό επίπεδο, τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά για τον έλεγχο της συμφόρησης με την δίκαιη τιμολόγηση των χρηστών. Στην πράξη όμως, είναι δύσκολο να εφαρμοστούν διότι βασίζονται σε κόστη χρήση που υπολογίζονται μέσω δημοπρασιών. Οι δημοπρασίες αυτές πρέπει να γίνονται σε κεντρικούς κόμβους πρόσβασης στο διαδίκτυο και να είναι συγχρονισμένες μεταξύ τους. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει συγχρονισμός, κάποιοι κόμβοι θα έχουν χαμηλότερο κόστος χρήσης με αποτέλεσμα να τους προτιμούν οι χρήστες και να προκαλείται τοπικά σε αυτούς συμφόρηση. Αρά μέχρι να απαντηθούν τα ερωτήματα που θα πρέπει να εγκατασταθούν οι έξυπνες αγορές και πως θα γίνεται ο συγχρονισμός τους, ίσως θα ήταν καλύτερα να μην εφαρμοσθούν στην πράξη.

Επίσης, ένα υποτεθεί ότι υπάρχει ήδη στο διαδίκτυο ένα δίκαιο σύστημα τιμολόγησης που λειτουργεί κανονικά, θα πρέπει να δοθεί στο χρήστη επαρκής έλεγχος του συστήματος του ώστε να μπορεί να επιλέξει πώς και πότε θα χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες. Για παράδειγμα εάν κάποιος θέλει να στείλει κάποια e-mail σε ώρες μη-αιχμής θα πρέπει να μπορεί να το κάνει. Αυτό που παρατηρείται σε ορισμένες περιπτώσεις είναι ότι ο χρήστης μπαίνει στο δίκτυο ώρες μη-αιχμής, επιλέγει την αποστολή των μηνυμάτων, αλλά ο εξυπηρετητής των μηνυμάτων (mail server) είναι προγραμματισμένος να περιμένει να μαζευτεί ένα συγκεκριμένος όγκος μηνυμάτων πριν τα αποστείλει. Αυτό σημαίνει ότι τελικά το αίτημα του χρήστη για αποστολή των μηνυμάτων σε ώρες μη-αιχμής έχει αγνοηθεί από το σύστημα του.

Βιβλιογραφία :

- (MacKie-Mason and Varian 1995b) Jeffrey K. MacKie-Mason and Hal Varian. 1995 - Some economics of the Internet. In Werner Sichel, editor, *Networks, Infrastructure and the New Task for Regulation*. University of Michigan Press, 1995. Available from URL: ftp://gopher.econ.lsa.umich.edu/pub/Papers/Economics_of_Internet.ps.Z.
- Baeza-Yates, R., Piqnera, J. M., and Poblete, P. V. (1993). The Chilean internet connection or I never promised you a rose garden. In *Proc. INET '93*.
- Bohn, R., Braun, H.-W., Claffy, K., and Wolff, S. (1993). Mitigating the coming Internet crunch: Multiple service levels via precedence. Tech. rep., UCSD, San Diego Supercomputer Center, and NSF.
- Brownlee, J. N. (1994). Kawaihiko charging workshop report. Tech. rep., Computer Centre, The University of Auckland, Auckland, New Zealand.
- Chaum, D. (1985). Security without identification: Transaction systems to make big brother obsolete. *Communications of the ACM*, 28(10), 1030–1044.
- Cocchi, R., Estrin, D., Shenker, S., and Zhang, L. (1992). Pricing in computer networks: Motivation, formulation, and example. Tech. rep., University of Southern California.
- Dynamics of congestion pricing June 2000 Microsoft Technical Report MSR-TR-2000-70 (<http://research.microsoft.com/users/ajg/msrtr-2000-70.ps>)
- Economic FAQs About the Internet - Jeffrey K. MacKie-Mason and Hal R. Varian (http://www-personal.umich.edu/~jmm/papers/useFAQs/economicFAQ_internet.pdf)
- Hardy, N., and Tribble, E. D. (1993). The digital silk road. Tech. rep., Agorics, Inc.
- MacKie-Mason, J. K., and Varian, H. R. (1994a). Economic FAQs about the internet. *Journal of Economic Perspectives*, 8(3).
- MacKie-Mason, J. K., and Varian, H. R. (1994b). Pricing congestible network resources. Tech. rep., University of Michigan. (<http://gopher.econ.lsa.umich.edu>.)
- Microsoft Research Center :”Service Differentiation: Congestion Pricing, Brokers and Bandwidth Futures” (<http://research.microsoft.com/research/network/publications/nosdav99pk.pdf>)
- Mitchell, B. (1990). Incremental costs of telephone access and local use. Tech. rep. R3909, RAND.
- Murphy, J., and Murphy, L. (1994). Bandwidth allocation by pricing in ATM networks. Tech. rep.,EECS Department, University of California, Berkeley.

- Some FAQs about Usage-Based Pricing by Jerrey K . Mackie-Mason Hal R. Varian (<http://www-personal.umich.edu/~jmm/papers/useFAQs/useFAQs.pdf>)
- The Demand for Bandwidth: Evidence from the INDEX Project Hal R. Varian University of California, Berkeley September 2001 (revised: February 8, 2002) Research Papers of Hal R. Varian (Brookings.pdf)
- Vickrey, W. (1961). Counterspeculation, auctions, and competitive sealed tenders. *Journal of Finance*, 16, 8–37.