

INTERNET 2

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη παρούσα εργασία παρουσιάζονται ορισμένες πληροφορίες σχετικά με τη φύση του Internet 2. Περιγράφεται η ιστορία του , η δομή του, τα αποτελέσματα που προβλέπεται ότι θα επιφέρει και γίνεται αναφορά σε ορισμένες εφαρμογές του. Γίνεται σαφής αναφορά στα δύο συστατικά μέρη του(τα δυο επιμέρους δίκτυα που το αποτελούν), τη Very High Performance Backbone Network Service (VBNS) από το National Science Foundation (NSF) και το Abilene Project από το University Corp. for Advanced Internet Development (UCAID).

Γίνεται μια αναφορά στην ευεργετική σύνδεση που μπορεί να επιτευχθεί ανάμεσα στο Linux και στο Next Generation Internet και εξηγείται η Qbone αρχιτεκτονική. Εξετάζονται μέτρα και προσπάθειες για μέτρηση της απόδοσής του ,καθώς και πρωτοποριακές ιδέες για την επίτευξη ουσιαστικής ασφάλειας. Γίνεται μια αναφορά στο CA*net4 και στη φύση του και εξηγείται η διαφορά ανάμεσα στα διαδικτυακά πρωτόκολλα IPv4 και IPv6.

Τέλος γίνονται διάφορες αναφορές στα προβλήματα που παρουσιάζει η λειτουργία του και τονίζονται οι προτεινόμενες λύσεις για την επίτευξη ποιότητας στις προσφερόμενες υπηρεσίες (quality of srvice).

ABSTRACT

In the current paper are presented informations that are refered to the nature of internet 2. Is being described his history, his stracture, the results that it will provoke and some applications are mentioned. There are references about his two portions (the two networks that consist internet 2), the Very High Performance Backbone Network Service (VBNS) from the National Science Foundation (NSF) and the Abilene Project from the UCAID.

There is a reference to the connection that can be accompliced between the Linux and the Next Generation Internet. Are examined measures and efforts for the measurement of his performance and pioneering ideas for the acquisition of safety. There is a description of CA*net4 and his nature and is explained the difference between the two protocols of internet IPv4 and IPv6.

In conclusion there are references to the problems of his function and new proposals for the quality of services are recommended.

INDEX

1. Generally about internet 2
2. Enormous growth of internet 2, lower performance and need for internet 2
3. Internet 2 Detective - Motorola Labs Internet 2 Initiative
4. Linux και το Next Generation Internet -Linux and the Next Generation Internet
 - 4.1 Linux Support για Diffserv possibilities
 - 4.1.1. Cernel configuration
 - 4.1.2. Traffic control
 - 4.2. A Diffserv Enviroment
 - 4.3 Other Linux-based Diffserv Work
 - 4.4 Conclusions
5. Qbone Architecture
6. Qbone Scavenger Service QBSS
7. Very High Performance Backbone Network Service (vBNS).
 - 7.1. Traffic and Measurement Analysis
 - 7.2 Goals of vBNS –Importance for Qbone
8. High Performance Optical Backbones for Next Generation Internet
9. CA*net 4
10. Researchers check IPv6 in the Internet 2
11. Problems with internet 2- Internet 2 outmoded already?
Business : the 8th layer
12. One approach for security in internet 2
13. Conclusions and final thoughts

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Γενικά για το internet 2
2. Τεράστια Ανάπτυξη του Internet, μείωση της απόδοσης του και ανάγκη για το Internet 2
3. Internet 2 Detective - Motorola Labs Internet 2 Initiative
4. Linux και το Next Generation Internet -Linux and the Next Generation Internet
 - 4.1 Linux Support για Diffserv δυνατότητες
 - 4.1.1. Συγκρότηση πυρήνα
 - 4.1.2. Ρύθμιση Ελέγχου κυκλοφορίας
 - 4.2. A Diffserv Περιβάλλον
 - 4.3 Άλλη Linux-based Diffserv Εργασία
 - 4.4 Συμπεράσματα
- 5.Qbone αρχιτεκτονική
- 6.Qbone Scavenger Service QBSS
- 7.Very High Performance Backbone Network Service (vBNS).
 - 7.1.Μέτρηση και Ανάλυση της κίνησης
 - 7.2 Στόχοι vBNS –Σημασία για το Qbone
- 8.High Performance Optical Backbones for Next Generation Internet
9. CA*net 4
10. Ερευνητές ελέγχουν τις IPv6 δυνατότητες στο Internet 2
11. Προβληματισμοί σχετικά με το internet 2- Internet 2 ξεπερασμένο ήδη?

Επιχειρήσεις : το όγδοο επίπεδο
12. Μια Προσέγγιση για Ασφάλεια internet 2
13. Συμπεράσματα και τελικές σκέψεις

INTERNET 2

- 1. Γενικά για το internet 2

Το internet 2 σύμφωνα με ένα άρθρο στην ακόλουθη ηλεκτρονική διεύθυνση <http://www.internet2.edu/about/faq.html> είναι μια μη κερδοσκοπική οργάνωση, στην οποία συμμετέχουν πάνω από 205 ακαδημαϊκά ιδρύματα στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, τα οποία αναπτύσσουν δικτυακές εφαρμογές και τεχνολογίες, επιταχύνοντας κατά αυτόν τον τρόπο την δημιουργία του μελλοντικού internet. Επιπλέον με την συμμετοχή περισσότερων από 60 πρωτοποριακών εταιριών, το internet 2 αναδιαμορφώνει την γόνιμη συνεργασία των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων, της βιομηχανίας και της κυβέρνησης που αρχικά βοήθησε την υιοθέτηση της πρώτης μορφής του internet.

Είναι αναγκαίο να τονιστεί ότι το internet 2 δεν είναι ένα ξεχωριστό φυσικό δίκτυο και δεν θα αντικαταστήσει το υπάρχον διαδίκτυο. Φέρνει σε επαφή ιδρύματα και πηγές από τους χώρους των πανεπιστημίων, της βιομηχανίας και της κυβέρνησης με απώτερο στόχο την δημιουργία τεχνολογιών και δυνατοτήτων που μπορούν να ενσωματωθούν στο παγκόσμιο διαδίκτυο. Η στενή συνεργασία μεταξύ των μελών αυτής της προσπάθειας θα διασφαλίσει ότι οι νέες εφαρμογές και τεχνολογίες θα χρησιμοποιηθούν με τρόπο αποτελεσματικό στο internet. Ακριβώς όπως το email και ο Word Wide Web αποτελούν κληρονομιά παλαιότερων επενδύσεων σε ακαδημαϊκά και κυβερνητικά ερευνητικά δίκτυα, έτσι και η κληρονομιά του internet 2 θα επεκτείνει τις δυνατότητες του ευρύτερου διαδικτύου.

Το internet 2 και τα μέλη του αναπτύσσουν και τεστάρουν νέες τεχνολογίες όπως το πρωτόκολλο IPv6, ποιότητα της υπηρεσίας (QoS- Quality of Service) ,που θα επιτρέψει επαναστατικές νέες εφαρμογές. Είναι σκόπιμο όμως να τονιστεί ότι αυτές οι εφαρμογές απαιτούν απόδοση που δεν διαθέτει το σημερινό internet. Επιπλέον από ένα γρήγορο παγκόσμιο ιστό ή ένα ηλεκτρονικό μήνυμα αυτές οι νέες τεχνολογίες θα επιτρέψουν την εφαρμογή τέλειος νέων εφαρμογών όπως ψηφιακές βιβλιοθήκες, εικονικά εργαστήρια, ανεξάρτητη από την απόσταση εκπαίδευση. Ο κύριος στόχος του internet 2 είναι η διασφάλιση της μεταφοράς μιας νέας δικτυακής τεχνολογίας και εφαρμογής στην ευρύτερη εκπαίδευση και στις δικτυακές κοινωνίες.

Αυτό που αναμένεται είναι οι δυνατότητες που χρειάζονται για αυτές τις νέες τεχνολογίες και εφαρμογές οι οποίες εξετάζονται και αναπτύσσονται από το internet 2 και τα μέλη του, να ενσωματωθούν στην επόμενη γενιά των εμπορικών προϊόντων. Τα μέλη που συνεργάζονται στο internet 2 προσπαθούν να διευρύνουν τις δυνατότητες των προϊόντων

τους και των υπηρεσιών τους και επίσης του παγκόσμιου internet. Για παράδειγμα, όπως οι περισσότεροι προσωπικοί υπολογιστές σήμερα ενσωματώνουν την δυνατότητα σύνδεσης με το internet, τα μελλοντικά εμπορικά προϊόντα θα συμπεριλαμβάνουν την δυνατότητα να χρησιμοποιούν προηγμένες διαδικτυακές δυνατότητες.

Υπάρχει μια σύγχυση σχετικά με την σχέση ανάμεσα στο internet 2 και στο διαδίκτυο επόμενης γενιάς (next generation internet-NGI). Το πρώτο αποτελεί πανεπιστημιακή προσπάθεια και το δεύτερο κυβερνητική. Τώρα πλέον όμως συνεργάζονται σε πολλά παιδιά έρευνας. Για παράδειγμα μέσω της συμμετοχής σε ένα NSF NGI, πάνω από 150 πανεπιστήμια πήραν την δυνατότητα ώστε να μπορούν να υποστηρίξουν συνδέσεις σε προηγμένα δίκτυα ραχοκοκαλιάς (backbone networks), όπως το Abilene και το very high performance Backbone Network Service (vBNS). Επιπλέον το internet 2 δημιουργεί συνεργασίες σε παρόμοιες ερευνητικές προσπάθειες σε όλο τον κόσμο. Δουλεύοντας όλοι μαζί ευελπιστούν στην διαλειτουργικότητα της νέας αυτής δυναμικής δομής για έρευνα και εκπαίδευση και στη συνεχή διαλειτουργικότητα του παγκόσμιου internet.

Μια ερώτηση που μπορεί να προκύψει είναι γιατί τα πανεπιστήμια ηγούνται αυτής της προσπάθειας. Η απάντηση είναι ότι για την έρευνα τους χρειάζονται μια συνεχώς μεγαλύτερη συνεργασία από προσωπικό και hardware, που βρίσκονται σε διάφορα μέρη με τρόπους αδύνατους για το σημερινό internet. Επιπλέον τα πανεπιστήμια είναι η κυριότερη πηγή και για ζήτηση εξελιγμένων δικτυακών τεχνολογιών και η κυριότερη πηγή του ταλέντου που απαιτείται για την υλοποίησή τους. Τα πανεπιστήμια αυτά επενδύουν στην αναβάθμιση των δικών τους δικτύων και στην σύνεση τους με το backbone network του internet 2. Τα πανεπιστήμια που συμμετέχουν στο internet 2 διενεργούν επενδύσεις πάνω από 80.000.000\$ το χρόνο και επιπλέον συνεργαζόμενα μέλη κάνουν επενδύσεις της τάξης των 30.000.000\$ καθόλη την διάρκεια των ερευνών σε ένα συγκεκριμένο πεδίο. Τα πανεπιστήμια επιπροσθέτως λαμβάνουν χορηγίες με την μορφή βραβείων από το NSF ή από άλλες κυβερνητικές πηγές που συμμετέχουν στο διαδίκτυο επόμενης γενιάς (next generation internet-NGI).

Συμμετοχή internet 2 μπορούν να δηλώσουν όποια πανεπιστήμια διαθέτουν τις υλικοτεχνικές υποδομές για την συγκεκριμένη έρευνα. Παρόλα αυτά είναι εφικτή και η συνεργασία με εκπαιδευτικά ιδρύματα που δεν είναι μέλη. Πριν 15 χρόνια το κόστος σύνδεσης στο internet ήταν τόσο ακριβό όσο και η σύνδεση στο internet 2 σήμερα. Καθώς το κόστος της τεχνολογίας πέφτει, όλοι η ακαδημαϊκή κοινωνία θα επωφεληθεί από τις προσπάθειες των αρχικών συμμετεχόντων. Τέλος μέσω των γκρουπ εργασίας (working groups) του internet 2 δημιουργούνται συνεταιρισμοί, αναπτύσσονται πρωτοβουλίες, εφαρμόζονται καινοτόμες εφαρμογές και ανακαλύπτεται νέο middleware. Σε αυτό το σημείο είναι σκόπιμο να γίνει μια αναφορά στο τι ακριβώς είναι το middleware και ποιες λειτουργίες επιτελεί. Middleware, ή "glue", είναι ένα στρώμα από λογισμικό μεταξύ στο δίκτυο και στις

εφαρμογές. Αυτό το λογισμικό διαθέτει υπηρεσίες όπως αναγνώριση, αυθεντικότητα, δικαιοδοσία, περιεχόμενα και ασφάλεια. Στο σημερινό Internet οι εφαρμογές συνήθως πρέπει να προσφέρουν αυτές τις υπηρεσίες από μόνες τους, γεγονός το οποίο οδηγεί να ανταγωνίζονται σε ασυμβίβαστα και ασύμβατα standards. Με την προώθηση της προτυποποίησης και της διαλειτουργικότητας, το middleware θα ευκολύνει την απρόσκοπτη χρήση πολύπλοκων και απαιτητικών εφαρμογών (<http://middleware.internet2.edu/>). Το Internet2 Middleware Initiative (I2-MI) εργάζεται προς αυτήν την κατεύθυνση, δηλαδή στην ενσωμάτωση των core middleware services στα πανεπιστήμια που συμμετέχουν στο Internet2.

Κλείνοντας αυτήν την περιληπτική εισαγωγή στην περιγραφή του internet 2 και στην εννοιολογική του διάσταση, είναι χρήσιμο να αναφερθούν και μερικοί μακροχρόνιοι στόχοι που έχει θέσει. Ο κύριος στόχος είναι να επιταχύνει την διανομή τις προηγμένης διαδικτυακής τεχνολογίας και ειδικά στον εμπορικό τομέα. Επιπλέον σύμφωνα με το άρθρο στην ακόλουθη διεύθυνση <http://www.internet2.edu/about/aboutinternet2.html> οι τρεις κύριοι στόχοι του είναι οι ακόλουθοι:

1. να δημιουργήσει μια διαδικτυακή δυνατότητα που θα αποτελέσει τον οδηγό για όλοι την παγκόσμια ερευνητική κοινότητα.
2. να ενθαρρύνει επαναστατικές διαδικτυακές εφαρμογές.
3. να διασφαλίσει την γρήγορη μεταφορά των νέων διαδικτυακών υπηρεσιών και εφαρμογών στη ευρύτερη κοινότητα του internet.

Με αυτό τον τρόπο το internet 2 θα επιτρέψει στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής να διατηρήσουν την πρωτοπορία σε αυτόν τον τομέα, θα παρέχει βοήθεια σε όλη την εκπαιδευτική κοινωνία παγκοσμίως και θα αποτελέσει τον ενορχηστρωτή όλης της εξέλιξης. Αυτή η προσέγγιση στη γενικότερη της μορφή χαρακτηρίζε και το πρώτο internet και μπορεί να αποδώσει και σήμερα.

- **2. Τρομακτική Ανάπτυξη του Internet, μείωση της απόδοσης του και ανάγκη για το Internet 2**

Μια έρευνα που δημοσιεύτηκε στις 15 Μαρτίου 2001 από το Center for the Next Generation Internet, εμφάνιζε τα τελευταία αποτελέσματα που συλλέχθηκαν από Network Wizards και αφορούσαν την μέτρηση του μεγέθους του internet και έδειχνε ότι έχει φτάσει στα όρια του, είναι πλέον ακατάλληλο για βαριές και πολύπλοκες εφαρμογές δημιουργώντας κατά συνέπεια την ανάγκη για γρηγορότερη ανάπτυξη του Internet 2 και νέων εναλλακτικών τεχνολογιών.

Η έρευνα του domain σκοπό έχει να ανακαλύψει κάθε host που υπάρχει στο διαδίκτυο χρησιμοποιώντας το Domain Name System. Τα δεδομένα υπάρχουν στο ακόλουθο site : <http://www.isc.org/ds> και τα επεξεργασμένα δεδομένα είναι διαθέσιμα από τη Matrix.Net, Inc (<http://www.matrix.net>). Η έρευνα έδειξε ότι σε εκείνο το χρονικό σημείο υπήρχαν 109,574,429 "advertised" connected computers (hosts) σε 230 χώρες. Άλλες 13 χώρες υπήρχαν στο Domain Name System, αλλά δεν βρέθηκαν hosts. Ο αριθμός των συνολικών χρηστών είναι αδύνατο να προσδιοριστεί εξαιτίας κυρίως των άπειρων multi-user computers και των δικτύων. Συνοπτικά εξήχθηκαν τα ακόλουθα αποτελέσματα τα οποία είναι πολύ ενδιαφέροντα και δικαιολογούν πλήρως την ανάγκη του internet 2:

1. Το ποσοστό ετήσιας αύξησης των hosts ήταν εκείνη τη στιγμή 51% και το εύρος μεταβλητότητας του για τα επόμενα χρόνια είναι ανάμεσα σε 46% και 67%.
2. Το φράγμα των 100000000 hosts ξεπεράστηκε το 2000 και αν ο ρυθμός αύξησης συνεχιστεί τότε το 2005 θα ξεπεραστεί το όριο του ενός δισεκατομμυρίου .
3. Ο μεγαλύτερος domain είναι το com με αριθμό 36 300 000 hosts. Ο ρυθμός ανάπτυξης του είναι 32% και αποτελεί το 33.2% του συνολικού αριθμού των hosts.
4. Πολύ σημαντικό είναι ότι οι hosts του NET domain (που χρησιμοποιείται από ISPs για dialup customers, εμφανίζουν το μεγαλύτερο ρυθμό ανάπτυξης (45 %) και παρουσιάζουν συνολικό αριθμό 30 800 000 .
5. Το internet αναπτύσσεται με ρυθμό 63 νέοι hosts και 11 νέους domain το λεπτό. Τέλος η μεγαλύτερη ανάπτυξη παρατηρείται στο Hong Kong, στην Αργεντινή, και στη Πορτογαλία.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται ενδεικτικά στοιχεία που αφορούν την ανάπτυξη των hosts σε κάθε χώρα και δείχνουν ότι με τέτοια ανάπτυξη, η παρουσία του internet 2 δεν αποτελεί μια πολυτέλεια αλλά μια ουσιαστική αναγκαιότητα για πολλές κοινότητες ανθρώπων, εταιριών και βαριών εφαρμογών. Για περισσότερες πληροφορίες μπορεί κάποιος να ανατρέξει στις ακόλουθες ηλεκτρονικές διευθύνσεις: <http://www.ngi.org/trends.htm> και <http://www.matrix.net/mapsale/data/trends/>.

Host Counts by Domain Size
(above 10,000)

<u>domain</u>	<u>count</u>	<u>latest-increase</u>	<u>previous-increase</u>
<u>com</u>	<u>36,352,243</u>	<u>11%</u>	<u>32%</u>
<u>net</u>	<u>30,885,116</u>	<u>32%</u>	<u>39%</u>
<u>edu</u>	<u>7,106,062</u>	<u>6%</u>	<u>10%</u>
<u>Japan</u>	<u>4,640,863</u>	<u>36%</u>	<u>29%</u>
<u>Canada</u>	<u>2,364,014</u>	<u>30%</u>	<u>9%</u>
<u>UK</u>	<u>2,291,369</u>	<u>10%</u>	<u>9%</u>
<u>USA-dom</u>	<u>2,267,089</u>	<u>1%</u>	<u>20%</u>
<u>Germany</u>	<u>2,163,326</u>	<u>13%</u>	<u>13%</u>
<u>mil</u>	<u>1,844,369</u>	<u>-4%</u>	<u>9%</u>
<u>Italy</u>	<u>1,630,526</u>	<u>4%</u>	<u>139%</u>
<u>Australia</u>	<u>1,615,939</u>	<u>23%</u>	<u>20%</u>
<u>Netherlands</u>	<u>1,309,911</u>	<u>21%</u>	<u>32%</u>
<u>org</u>	<u>1,267,662</u>	<u>17%</u>	<u>13%</u>
<u>France</u>	<u>1,229,763</u>	<u>25%</u>	<u>26%</u>
<u>Taiwan</u>	<u>1,095,718</u>	<u>21%</u>	<u>51%</u>
<u>Brazil</u>	<u>876,596</u>	<u>32%</u>	<u>48%</u>
<u>gov</u>	<u>834,971</u>	<u>1%</u>	<u>6%</u>
<u>Finland</u>	<u>771,725</u>	<u>10%</u>	<u>12%</u>
<u>Sweden</u>	<u>764,011</u>	<u>22%</u>	<u>5%</u>
<u>Spain</u>	<u>663,553</u>	<u>23%</u>	<u>30%</u>
<u>Mexico</u>	<u>559,165</u>	<u>13%</u>	<u>22%</u>
<u>Norway</u>	<u>525,030</u>	<u>4%</u>	<u>25%</u>

<u>Austria</u>	<u>504,144</u>	<u>44%</u>	<u>28%</u>
<u>Switzerland</u>	<u>461,456</u>	<u>10%</u>	<u>37%</u>
<u>Denmark</u>	<u>435,556</u>	<u>18%</u>	<u>10%</u>
<u>Belgium</u>	<u>417,130</u>	<u>16%</u>	<u>13%</u>
<u>Korea</u>	<u>397,809</u>	<u>-16%</u>	<u>68%</u>
<u>Poland</u>	<u>371,943</u>	<u>43%</u>	<u>42%</u>
<u>New Zealand</u>	<u>345,107</u>	<u>11%</u>	<u>14%</u>
<u>Russian Fed. (RU)</u>	<u>298,014</u>	<u>14%</u>	<u>21%</u>
<u>Argentina</u>	<u>270,275</u>	<u>54%</u>	<u>23%</u>
<u>Hong Kong</u>	<u>228,979</u>	<u>84%</u>	<u>8%</u>
<u>South Africa</u>	<u>187,649</u>	<u>2%</u>	<u>10%</u>
<u>Israel</u>	<u>180,263</u>	<u>11%</u>	<u>16%</u>
<u>Portugal</u>	<u>177,828</u>	<u>52%</u>	<u>29%</u>
<u>Singapore</u>	<u>175,799</u>	<u>13%</u>	<u>5%</u>
<u>arpa</u>	<u>172,370</u>	<u>20%</u>	<u>22%</u>
<u>Hungary</u>	<u>158,732</u>	<u>22%</u>	<u>14%</u>
<u>Czech</u>	<u>153,902</u>	<u>11%</u>	<u>22%</u>
<u>Greece</u>	<u>148,552</u>	<u>40%</u>	<u>36%</u>

Host Counts by Growth Rate

(above 50%)

domain	latest count	latest increase
<u>Guinea</u>	<u>52</u>	<u>5100%</u>
<u>Tuvalu</u>	<u>1,469</u>	<u>3398%</u>
<u>Malawi</u>	<u>13</u>	<u>1200%</u>
<u>Nigeria</u>	<u>842</u>	<u>940%</u>
<u>Congo</u>	<u>83</u>	<u>453%</u>
<u>Panama</u>	<u>15,084</u>	<u>417%</u>
<u>Samoa</u>	<u>2,513</u>	<u>380%</u>
<u>Libya</u>	<u>29</u>	<u>263%</u>
<u>Brunei</u>	<u>4,636</u>	<u>229%</u>
<u>Darussalam</u>		

<u>Viet Nam</u>	<u>179</u>	<u>220%</u>
<u>Bangladesh</u>	<u>3</u>	<u>200%</u>
<u>Laos</u>	<u>3</u>	<u>200%</u>
<u>Isle of Man</u>	<u>89</u>	<u>187%</u>
<u>Jamaica</u>	<u>1,472</u>	<u>149%</u>
<u>Cote d'Ivoire</u>	<u>1,350</u>	<u>127%</u>
<u>Mauritania</u>	<u>120</u>	<u>126%</u>
<u>Eritrea</u>	<u>18</u>	<u>125%</u>
<u>Seychelles</u>	<u>9</u>	<u>125%</u>
<u>American Samoa</u>	<u>1,229</u>	<u>125%</u>
<u>Cambodia</u>	<u>479</u>	<u>124%</u>
<u>Congo</u>	<u>6</u>	<u>100%</u>
<u>South Georgia</u>	<u>212</u>	<u>96%</u>
<u>Guatemala</u>	<u>5,603</u>	<u>94%</u>
<u>Azerbaijan</u>	<u>346</u>	<u>90%</u>
<u>Saint Lucia</u>	<u>34</u>	<u>89%</u>
<u>Buinea-Bissau</u>	<u>24</u>	<u>85%</u>
<u>Hong Kong</u>	<u>228,979</u>	<u>84%</u>

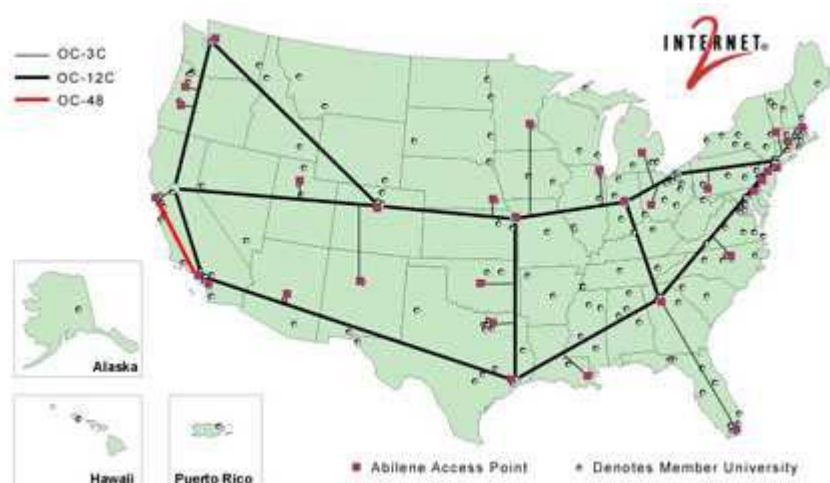
- **3. Internet 2 Detective - Motorola Labs Internet 2 Initiative**

Συνεχίζοντας σκόπιμο είναι να αναφερθούν δύο παραδείγματα που φανερώνουν την δυναμική που χαρακτηρίζει το internet 2 καθώς και την συνεισφορά του και τη σημασία που παρουσιάζει σε ένα ενεργό μέλος του. Το Internet2 Detective (10 December 2003- <http://news.internet2.edu>) προσφέρει στους χρήστες ευκολότερη πρόσβαση και δυνατότητες συνδέσεις του παρόντος δικτύου, διαθέτοντας πληροφορίες σχετικά με προχωρημένες δυνατότητες δικτύου, συμπεριλαμβανομένου και σύνδεση σε ένα Internet2 backbone network, μια εκτίμηση του διαθέσιμου bandwidth και δυνατότητες πολλαπλής εκπομπής. Το Internet2 Detective χρησιμοποιεί μια απλή διασύνδεση για να παρουσιάσει πληροφορίες σχετικά με μια σύνδεση δικτύου, που προηγουμένως μόνο προηγμένοι χρήστες Η μηχανικοί ήξεραν με ποιο τρόπο να αποκτήσουν. Επιπλέον έχει την ικανότητα να

εξοικονομήσει το χρόνο του χρήστη, επιβεβαιώνοντας ότι το δίκτυο εκπληρώνει αναγκαίες απαιτήσεις για την υποστήριξη συγκεκριμένων εφαρμογών.

Το Internet2 detective είναι μια μικρή και εύκολα εγκαταστήσιμη εφαρμογή. Μόλις εγκατασταθεί, μια μικρή εικόνα εμφανίζει τις δυνατότητες του χρήστη (δυνατότητα σύνδεσης σε ένα Internet2 backbone network, ,bandwidth, and multicast) χρησιμοποιώντας ένα κόκκινο, κίτρινο και πράσινο φως. Επιπλέον η έκδοση 3.1 επιτρέπει τη εξέταση μεταξύ δυο υπολογιστών που τρέχουν το Internet2 Detective. Πιο λεπτομερείς πληροφορίες είναι διαθέσιμες από ένα διπλό κλικ στην εικόνα και χρησιμοποιώντας τη μέσο μενού γραφική διασύνδεση του χρήστη.

Τα εργαστήρια Motorola Labs Internet2 Initiative ερευνούν προηγμένες δικτυακές εφαρμογές και τεχνολογίες, ειδικά μέσω μιας αποκλειστικής OC-3c (155Mbps) σύνδεσης σε επιλεγμένα ερευνητικά ιδρύματα, ερευνητικά δίκτυα και το εμπορικό διαδίκτυο. Η επιλογή της εταιρίας για συμμετοχή στο internet 2 προήλθε από τη θέληση συμμετοχής στην επιτάχυνση της δημιουργίας της τεχνολογίας του μελλοντικού internet.



Abilene Network Backbone
(Image courtesy of Internet2)

Τα εργαστήρια της Motorola είναι μέλος του internet 2 από το 1999 και είναι συμμετοχος στο Abilene από το 2001. Η connectivity των εργαστηρίων γίνεται δυνατή εξαιτίας της συμμετοχής στο Metropolitan Research and Education Network (MREN), ένα από τα πιο advanced high-performance broadband networks παγκοσμίως. Εξερευνεί προηγμένα πρωτόκολλα δικτύου, τεχνολογίες που υλοποιούνται με high-bandwidth

connectivity και άλλες προσπάθειες που μπορούν να ενδυναμώσουν την δυνατότητα συνεργασίας της OC-3c σύνδεσης.

Το Internet2 Initiative υπάγεται στο Networks and Infrastructure Research Lab (NIRL), που με την σειρά του υπάγεται στο Motorola Labs' Networks and Software Research. Το NIRL στοχεύει στην απόκτηση τεχνολογιών που μπορούν κυρίως να ασκήσουν επιρροή στην δομή των προϊόντων της εταιρίας. Επιπλέον εστιάζει την προσοχή του σε distributed software middleware και τεχνολογίες δικτύου. Αυτή την στιγμή το τμήμα ασχολείται με διάφορα αντικείμενα όπως quality of service (QoS), IP mobility, self configuration, IPv6, voice over IP, context aware applications, mobile agents, broadband & next-generation networking, distributed network services, and adaptive service delivery software. Τέλος σαν στόχος της εταιρίας και σε πλήρη σύμπνοια με όλα τα υπόλοιπα μέλη του internet 2 , είναι η δημιουργία ενός μέλλοντος που οι υπόλοιποι στην καλύτερη περίπτωση μόλις έχουν αρχίσει να ονειρεύονται.

- **4. Linux and the Next Generation Internet**

Σύμφωνα με ένα άρθρο των **Michael Stricklen** (research assistant at the UAB Center for Telecommunications Education and Research), **Bob Cummings** (research assistant at the UAB Center for Telecommunications Education and Research) και **Stan McClellan** (professor at UAB Dept. of Electrical and Computer Engineering.) (Οκτώβριος 1999- the Bellsouth Science & Technology Innovations Showcase) περιγράφουν την υλοποίηση ενός περιβάλλοντος επίδειξης για διαφοροποιημένους servers στο internet [differentiated Internet services (Diffserv)] , χρησιμοποιώντας δρομολογητές που είναι βασισμένοι στο Linux.

Η υλοποίησή τους είναι σχετικά απλή, αλλά ενσωματώνει τις δυνάμεις και την ευελιξία του Linux, γεγονός που είναι πολύ σημαντικό για την διαδικτυακή εποχή του υπολογιστή. Στη συνέχεια θα γίνει περιγραφή των περισσότερων τεχνολογιών που σχετίζονται με τις διαφοροποιημένες υπηρεσίες, που επωφελήθηκαν από την δομή του πυρήνα που διαθέτει το Linux. Αν και η υλοποίησή τους σε Diffserv περιβάλλοντα είναι κυρίως straightforward , θεωρείται σημαντική για τους ακόλουθους λόγους:

1. Η ακολουθήσα προσέγγιση επιτρέπει την αναδιαμόρφωση όλου του δικτύου άμεσα και σε απαίτηση από ένα σταθμό διοίκησης δικτύου. Αυτό είναι και ανταγωνιστικό πλεονέκτημα του συγκεκριμένου περιβάλλοντος, γιατί ένας από τους κύριους στόχους ήταν μια επίδειξη ,για όχι εξειδικευμένο προσωπικό, χρησιμοποιώντας real-time εφαρμογές τα «πριν και μετά» αποτελέσματα του δικτύου με διαφοροποιημένες υπηρεσίες.

2. Η ανάπτυξη αυτού του περιβάλλοντος υποστηρίζεται εν μέρει από μια μεγαλύτερες Regional Bell Operating εταιρίες και από National Science Foundation. Γι αυτό το λόγο οι ρυθμίσεις του συστήματος, το λογισμικό και η αρχιτεκτονική αναπτύχθηκαν από προπτυχιακούς φοιτητές πανεπιστημίων.

Το κλειδί στη ``service differentiation" (or Quality of Service, QoS) στο internet είναι ο τρόπος με τον οποίο οι δρομολογητές χειρίζονται πολλαπλές κλάσεις από κίνηση, με πολλαπλές απαιτήσεις για μετάδοση. Ο όρος ``Diffserv" αναφέρεται σε μια προσέγγιση για υλοποίηση τέτοιων τεχνολογιών , που καθορίζονται (μέσα από τη γνωστή μέθοδο διενέργειας standards για το internet) να είναι ευρέως συμβατά με τη δομή και την γεύση του παγκόσμιου internet. Η αρχιτεκτονική των Diffserv μπορεί να μπορεί να παρατηρηθεί σε όρους απλών λειτουργικών μονάδων του internet forwarding nodes (προωθητικούς κόμβους)-routers (δρομολογητές). Η απλότητα του ``Diffserv είναι σημαντική γιατί στη θεωρία, έχει την δυνατότητα να διαθέτει διαφοροποίηση μεταξύ τύπων της κίνησης του internet, χωρίς να απαιτεί μια θεμελιώδη αλλαγή στην παρούσα ρύθμιση του internet.

Μια από τις λειτουργικές μονάδες που περιγράφονται από το Diffserv είναι ένα σύνολο από ``per-hop behaviors" (PHBs). Η ιδέα πίσω από το PHBs είναι να αφήνει το κάθε δρομολογητή ελεύθερα να κατηγοριοποιεί πακέτα σε διαφορετικούς τύπους εξερχόμενων ουρών , βασισμένο σε τοποθέτηση ετικέτας στην επικεφαλίδα του κάθε πακέτου. Π.χ. οι τετράγωνες ετικέτες θα καταχωρούνται στις ``τετράγωνες" ουρές , όμοια και οι κυκλικές κ.τ.λ. το σχήμα δουλεύει παρόμοια με τους επιβάτες αερογραμμών που επιτρέπονται να τσεκάρουν τις τσάντες και να επιβιβαστούν στο αεροπλάνο: η πρώτη σειρά μπαίνει πρώτη, ακολουθεί η επόμενη και υπάρχουν και αυτοί που είναι στην αναμονή και περιμένουν να δουν αν έχει καθόλου χώρο. Άλλες εξαιρετικής σημασίας λειτουργικές μονάδες στο Diffserv συχνά αποκαλούνται κατηγοριοποίηση πακέτων και έλεγχος κυκλοφορίας. Σε αναλογία με το παράδειγμα των αερογραμμών, κατηγοριοποίηση πακέτων είναι η απόκτηση εισιτηρίου καθορισμένου τύπου και έλεγχος κυκλοφορίας είναι καθυστερήσεις- παρενοχλήσεις που δέχονται οι επιβάτες όταν ακυρώνεται ή καθυστερεί μια πτήση. Η συγκεκριμένη έρευνα γινόταν βασικά εστίαση στην κατηγοριοποίηση όταν το δίκτυο ήταν υπερφορτωμένο. Η αλλιώς «είναι καλύτερη πραγματικά η πρώτη σειρά από τη δεύτερη;», «πως μπορώ να το γνωρίζω;»

Σαν αποτέλεσμα της αρχιτεκτονικής των λειτουργικών μονάδων του Diffserv, υπάρχουν τουλάχιστον δυο διαφορετική τύποι των routing/forwarding nodes σε ένα Diffserv domain. Σύμφωνα με την παραδοχή του Diffserv , ``edge" δρομολογητές χρησιμοποιούν ένα περίπλοκο σύνολο κανόνων για να εισάγουν ετικέτες στην επικεφαλίδα του κάθε IP πακέτου.

Αυτές οι ετικέτες αναφέρονται ως ‘‘Diffserv Code Points’’ ή DSCP. Αν μια φορά τα πακέτα πήραν την ετικέτα τους και έγιναν αποδεκτά στο εσωτερικό του Diffserv domain, οι δρομολογητές πυρήνα έχουν απλά να εξετάσουν κάθε πακέτο DSCP και το αναθέτουν στη αντίστοιχη ουρά εξόδου ώστε να προωθηθεί στον επόμενο κόμβο. Με κατάλληλη αρχιτεκτονική δομή, κάθε πακέτο πρέπει να είναι ικανό να καταναλώνει τις επερχόμενες πηγές που χρειάζεται και έχει το δικαίωμα που απορρέει από την ετικέτα του.

..

4.1 Linux Support για Diffserv δυνατότητες

Η ικανότητα να εμφανίζει προηγμένη συμπεριφορά χρησιμοποιώντας Linux, παράλληλα με αυτές που διατίθενται από τη Diffserv, είναι δυνατή χάρις ένα πλούσιο σύνολο από έλεγχο κίνησης χαρακτηριστικά που εμφανίζονται στον πυρήνα του Linux. Ο Alexey Kuznetsov είναι ο συγγραφέας αυτών των χαρακτηριστικών του πυρήνα και τα πρόγραμμα κενού των χρηστών τα ελέγχει. Σε γενικές γραμμές το Linux για να ευνοεί τις διαφοροποιημένες υπηρεσίες, πρώτα το Linux box πρέπει να μπορεί να δρομολογεί IP πακέτα σωστά και πρέπει να τοποθετηθούν πολλοί κανόνες που να ρυθμίζουν την κίνηση.

4.1.1. Συγκρότηση πυρήνα

Στη προετοιμασία για τη χρήση ενός Diffserv router, ο πυρήνας του Linux πρέπει να ρυθμιστεί να επιτρέπει να χρησιμοποιεί τις προηγμένα χαρακτηριστικά της δρομολόγησης. Για την υλοποίηση διαφορετικών τύπων συμπεριφορών Diffserv αποτελεσματικά, διάφορα υποσυστήματα του πυρήνα πρέπει να είναι διαθέσιμα. Αυτά τα υποσυστήματα περιλαμβάνουν δυνατότητες δρομολόγησης του πυρήνα, λειτουργίες δρομολόγησης των πακέτων και τη λειτουργία σύνδεσης με το δίκτυο που επιτρέπει τη ρύθμιση modules ελέγχου κυκλοφορίας. Οι λειτουργίες ελέγχου κυκλοφορίας μπορούν να τρέξουν σε ένα μονολιθικό πυρήνα ή φορτωθούν σαν modules.

4.1.2. Ρύθμιση Ελέγχου κυκλοφορίας

Για να επιτρέπουν διαφοροποιημένες υπηρεσίες σε ένα Linux δρομολογητή, τα χαρακτηριστικά του ελέγχου κίνησης πρέπει να ρυθμιστούν. Αυτή η ρύθμιση επιτυγχάνεται διαμέσου ενός user-level program, που ονομάζεται tc (traffic control). Η γραμμή διαταγής του συντακτικού του tc, είναι μεγάλη και αρκετά περίπλοκη και για αυτό τον λόγο χρησιμοποιούνται κυρίως script για αυτή την ρύθμιση. Μπορεί το tc να χρησιμοποιηθεί για την ρύθμιση της κυκλοφορίας του πυρήνα για ένα δρομολογητή πυρήνα

σε μια Diffserv εφαρμογή. Αυτό προϋποθέτει προσκόλληση μιας πειθαρχίας ουράς γονέα στην διασύνδεση της εφαρμογής, κατόπιν δημιουργούνται ουρές για τις διάφορες κατηγορίες της κίνησης. Τελικά δημιουργούνται φίλτρα για να κατηγοριοποιούν πακέτα στις κατάλληλες τάξεις. Η δομή του tc για ρυθμίσεις των scripts για ένα Diffserv-enabled Linux router μπορεί να διαιρεθεί σε κομμάτια:

1. Δημιουργία της πειθαρχίας των σειρών δρομολόγησης. Αυτό χρησιμοποιεί τη σύνταξη `tc qdisc add` που ακολουθείται από πολλές παραμέτρους. Αυτές περιγράφουν ιδιότητες αυτής της πειθαρχίας και περιλαμβάνουν σε ποια διασύνδεση δικτύου έχει ενσωματωθεί η πειθαρχία των σειρών δρομολόγησης. Οι χάρτες Diffserv είναι φυσικά βασισμένοι σε σχήματα στα οποία εφαρμόζεται η προσχώρηση στην ουρά ανάλογα με τις κλάσεις.
2. Δημιουργία των κλάσεων για κάθε τύπο συμπεριφοράς per-hop. Αυτό χρησιμοποιεί το συντακτικό `tc class add` που ακολουθείται από διάφορες παραμέτρους. Αυτές οι παράμετροι θα αναγνωρίσουν σε ποια σειρά πειθαρχίας αντιστοιχεί η κλάση και άλλες παράμετροι διαμορφώνουν την συμπεριφορά της κλάσης. Στο συγκεκριμένη περίπτωση αναφέρονται δυο per-hop behaviors: best effort (BE) και expedited forwarding (EF).
3. Δημιουργία κανόνων για queuing σε κάθε κλάση. Κάθε κλάση πρέπει να έχει τέτοιους κανόνες για την χειραγώγηση των διαφόρων πακέτων. Η σύνταξη είναι η ίδια με το πρώτο βήμα. Η EF PHB κλάση χρησιμοποιεί FIFO (first-in, first-out) από τη στιγμή που επιθυμούμε να η κίνηση να μπαίνει και να βγαίνει από την κλάση όσο πιο γρήγορα γίνεται. Η BE PHB κλάση χρησιμοποιεί ένα token bucket φίλτρο σε μια προσπάθεια να αποφύγει τα traffic-generation machines κατά την διάρκεια στιγμών συνωστισμού.
4. Δημιουργία φίλτρων filters (classifiers) ώστε να γίνει η ανάθεση της συγκεκριμένης κίνησης στην κατάλληλη τάξη. Χρησιμοποιεί το συντακτικό `tc filter add` που ακολουθείται από διάφορες παραμέτρους. Η κατηγοριοποίηση πακέτων σε αυτό το σημείο απαιτείται του TOS (type of service) bits από την IP επικεφαλίδα σε αξίες που προτείνεται από την IETF (Internet Engineering Task Force). Η δημιουργία φίλτρου ποικίλει ανάλογα με τη φύση της εργασίας που θα επιτελέσει. Οι δρομολογητές πυρήνα συνήθως χρησιμοποιούν το `tcindex` συμπληρωμένο με τις Diffserv διανομές. Οι . Edge routers

χρησιμοποιούν το firewall packet classifier (CONFIG_NET_CLS_FW) μαζί με **ipchains**.

Η ολοκληρωμένη Diffserv λειτουργικότητα στην πραγματικότητα προϋποθέτει δύο τύπους δυνατοτήτων δρομολόγησης: ``core" και ``edge" δρομολογητές. Στη βασισμένη σε Linux υλοποίηση οι ``edge" routers χρησιμοποιούν ipchains για να φέρουν εις πέρας τα καθήκοντά τους. Αντικαθιστώντας την εφαρμογή **ipfwadm** των παλαιότερων πυρήνων, οι ipchains είναι ένα user-space πρόγραμμα που ρυθμίζει τις fierewalling λειτουργίες του πυρήνα του Linux 2.1 και τους κατόπιν. Το Linux Diffserv χρησιμοποιεί ipchains ώστε να αντιμετωπίσει κατάλληλα την εισερχόμενη κίνηση βασιζόμενο σε κανόνες ip διευθυνσιοποίησης. Αυτοί οι χειρισμοί κατόπιν χρησιμοποιούνται από ένα φίλτρο κατηγοριοποίησης στο οποίο έχει εισαχθεί με tc με σκοπό να αντικαταστήσει το παρόν IP TOS bytefield setting με το κατάλληλο Diffserv field marking (DSCP). Αυτή η μέθοδος είναι πολύ αποτελεσματική. Η δυναμική ρύθμιση είναι πολύ εύκολο να αποκτηθεί και η ταχύτητα των ipchains ανταποκρίνονται και στην υψηλότερη ζήτηση. Αν και σε μελλοντικές εκδόσεις του Linux οι ipchains θα αντικατασταθούν από iptables, η λειτουργικότητα θα είναι παρόμοια και έτσι η συγκεκριμένη εφαρμογή θα είναι εκτελέσιμη. Τα scripts που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την προσέγγιση μπορούν να βρεθούν στην ακόλουθη ηλεκτρονική διεύθυνση <ftp://ctcr.eng.uab.edu/Diffserv/>.

4.2. A Diffserv Environment

Η ικανότητα να αλλάξεις τις ρυθμίσεις του δρομολογητή επιτυγχάνεται μέσω ενός δικτύου βασισμένο στη κονσόλα διοίκησης του Web, που χρησιμοποιεί JavaScript σε συνεργασία με Dynamic HTML. Ο network administrator μπορεί να αλληλεπιδράσει με αυτή την διασύνδεση ώστε να εισάγει διάφορα επίπεδα προτεραιότητας της κίνησης. Αυτό χρησιμοποιείται ώστε να καθοριστεί μια service-level agreement (SLA) ανάμεσα στον παροχέα δικτύου και τον τελικό χρήστη.

Σκοπός αυτού του εγχειρήματος είναι εκτός από το να δειχθούν οι επιδράσεις των διαφοροποιημένων υπηρεσιών και η απόδειξη επιπλέον ότι οι μηχανισμοί που καθορίζουν τις ουρές μέσα σε ένα περιβάλλον Linux είναι αρκετά σταθεροί ώστε να επιβάλλουν διάφορα SLAs μέσα σε ένα τομέα Diffserv.

4.3 Other Linux-based Diffserv Work

Θα ήταν ανάρμοστο, ειδικά για κάθε open-source ανάπτυξη, να μην αναφερθούν παρόμοιες προσπάθειες, οι προσπάθειες που βοήθησαν την προαναφερθείσα εφαρμογή. Δυο κυρίως Linux-based Diffserv projects είναι ιδιαίτερα χρήσιμα και ενδιαφέροντα. Το ένα προέρχεται από το πανεπιστήμιο της Καλσρούης και το άλλο από το πανεπιστήμιο του Κάνσας. Τα αποτελέσματα των ερευνών των δύο αυτών εκπαιδευτικών ιδρυμάτων αποτελούν εξαιρετικές πηγές για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις differentiated services στο Linux.

Θα ήταν σκόπιμο να αναφερθούν οι διαφορές ανάμεσα στο περιβάλλον που μόλις περιγράφηκε και στο DiffSpec εργαλείο που είναι υπό κατασκευή στο πανεπιστήμιο του Κάνσας. Η Diffserv προσέγγιση στην διανομή πηγών για κάθε κλάση υπηρεσίας, πολύ ειδικά απαιτεί εξωτερική παρέμβαση, σε μια μορφή του τι λέγεται ένας "bandwidth broker" (BB). Το εργαλείο DiffSpec περιλαμβάνει μια μεγαλύτερη διαδικασία ολόκληρου του συστήματος. Συγκεκριμένα περιλαμβάνει ένα API για να ελέγχει τους συνδυασμούς ουράς/ κλάσης/ φίλτρου, ένα CORBA-based system καλεί για αυτοματοποιημένη ρύθμιση των DS παραμέτρων και μια γενική web-based user interface στο Linux τις δυνατότητες ελέγχου κίνησης.

4.4. Συμπεράσματα

Μέσα από την χρήση αυτού του « πριν και μετά » σεναρίου για την ρύθμιση ενός Diffserv domain, παρατηρήθηκε πρόβλημα σε αρκετές real-time εφαρμογές. Επιπλέον σε βάθος χρόνου είναι πιο πιθανός ένας συνδυασμός από τεχνολογίες που θα επιτρέπουν στο internet να μπορεί να προσφέρει ποιότητα υπηρεσίας. Αλλά είναι σίγουρο ότι όταν αυτό επιτευχθεί το Linux θα είναι μέρος της λύσης γιατί η quality of service στο internet είναι σίγουρα "το που θες να πας αύριο".

- 5. Qbone αρχιτεκτονική

Σκοπός του Qbone είναι η εξέταση και η εφαρμογή μηχανισμών διασφάλιση ποιότητας υπηρεσιών, στο περιβάλλον του internet 2 (<http://qbone.internet2.edu>). Επιπλέον στόχος είναι ο προσδιορισμός των απαιτήσεων για συμμετοχή σε ένα interdomain όπου διάφορες IP υπηρεσίες θα μπορούν να εφαρμόζονται και να ελέγχονται. Η αρχιτεκτονική περιέχει δύο κύρια συστατικά: α) **μια αρχιτεκτονική μέτρησης** και β) **ένα σύνολο από προσδιορισμένες υπηρεσίες.**

Αναφορικά με τη πρώτη αρχιτεκτονική, αυτή προτείνει τις συλλογές ενός σταθερού συνόλου μέτρων μέτρησης της ποιότητας των υπηρεσιών. Οι συγκεκριμένες ανάγκες των Qbone υπηρεσιών αποφασίζουν τους τρόπους μέτρησης που θα συμπεριληφθούν. Αυτή την στιγμή η αρχιτεκτονική απαιτεί την ενεργή συλλογή της ποικιλίας καθυστέρησης του IP, της μονόδρομης απώλειας, την αναζήτηση των δρομολογίων και τις δυνατότητες σύνδεσης. Επιπλέον η αρχιτεκτονική μέτρησης προσδιορίζει ένα μηχανισμό για ανάλυση συλλεγόμενων δεδομένων μέτρησης. Σήμερα αυτό επιτυγχάνεται μέσω του HTTP και μιας αυστηρής καθορισμένης γραμματικής για την διενέργεια ερωτημάτων. Επιπλέον είναι υπό την επίβλεψη της Qbone Architecture σχεδιαστικής ομάδας.

Αυτή τη στιγμή μόνο μια υπηρεσία είναι προσδιορισμένοι, η Qbone Premium Service (QPS). Μια ομάδα σχεδίασης επεξεργάζεται τη αρχιτεκτονική αυτή ώστε να μπορέσει να ενσωματώσει την Qbone Scavenger Service QBSS σαν δεύτερη Qbone υπηρεσία. Αυτές οι δύο υπηρεσίες έχουν τελείως διαφορετικές απαιτήσεις. Η QPS στοχεύει στη διάθεση σταθερών “virtual wire” διασφαλίσεις από άκρο σε άκρο, απαιτεί αυστηρό έλεγχο των ορίων εμπιστοσύνης, προσεκτικό έλεγχο των ουρών με προτεραιότητα σε όλες τις διασυνδέσεις και τελικά μερικά μέσα για μέτρηση του κόστους μιας σχετικής υπηρεσίας.

Από την άλλη πλευρά η QBSS υιοθετεί μια αντίθετη προσέγγιση. Οι χρήστες και τα upstream leaf networks εθελοντικά επιλέγουν μια κίνηση για πιθανή υποβαθμισμένη αντιμετώπιση στα downstream σημεία συνωστισμού. Εξαιτίας της δυσκολίας χρήσης του QPS, το γκρουπ εργασίας του internet 2 για την διασφάλιση της ποιότητας των υπηρεσιών άρχισε να δίνει έμφαση σε towards light weight και no-elevated υπηρεσίες ‘όπως το QBSS και η Alternative Best Service που μπορούν να εφαρμοστούν οικονομικά και με αύξων ρυθμό.

• 6.Qbone Scavenger Service QBSS

Qbone Scavenger Service αποτελεί ένα δικτυακό μηχανισμό που επιτρέπει στους χρήστες και στις εφαρμογές να εκμεταλλεύονται δικτυακές δυνατότητες που πριν έμεναν αχρησιμοποίητες κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μην επηρεαστεί η απόδοση καθορισμένων best-effort ομάδων υπηρεσιών. Αυτή η υπηρεσία δημιουργεί ένα παράλληλο εικονικό δίκτυο με πολύ μικρή χωρητικότητα. Αυτή η χωρητικότητα είναι ελαστική και μπορεί να επεκταθεί σε κανονική best-effort class of service όταν το δίκτυο έχει περισευούμενους κύκλους. Μπορούμε να διακρίνουμε τρία μεγάλα πλεονεκτήματα του Scavenger σύμφωνα με ένα ηλεκτρονικό άρθρο του Shawn Mckee-2003 (<http://news.internet2.edu>):

1. Για εκτεταμένη έρευνα και μεγάλα εκπαιδευτικά δίκτυα, ο Scavenger θα μας εφοδιάζε με μια ευκαιρία να τρέξουμε τους pipes hotter, ενώ παράλληλα εμείς

απολαμβάνουμε όλα τα πλεονεκτήματα απόδοσης του over-provisioning στην προκαθορισμένη κλάση.

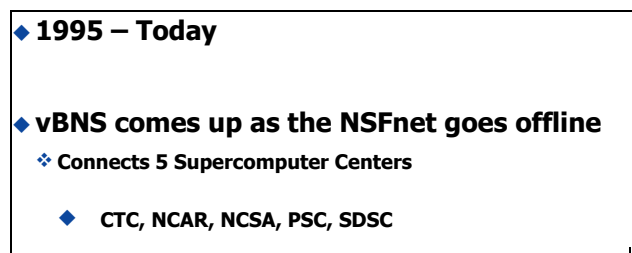
2. Για ένα μεγάλο εμπορικό δίκτυο, ο Scavenger προσφέρει μια ευκαιρία για διαφοροποίηση της παρεχόμενης υπηρεσίας.
3. Επιπλέον ένα μικρότερο δίκτυο μπορεί να χρησιμοποιήσει την υπηρεσία του Scavenger σαν ένα εργαλείο διαπραγμάτευσης με μεγαλύτερους προμηθευτές δικτυακών υπηρεσιών.
4. Τέλος η υποστήριξη ενός Scavenger στην απλή του μορφή (να περάσεις το coderoipt και να αντιμετωπίζεις την κίνηση Scavenger όπως αντιμετωπίζεται και η εξ ορισμού κλάση), δεν κοστίζει τίποτα και μπορεί να προσδώσει μερικά πλεονεκτήματα στους πελάτες.

Τέλος κλείνοντας την αναφορά στη Qbone Scavenger Service -QBSS , είναι σκόπιμο να τονιστεί ότι δημιουργήθηκε από μια ομάδα σχεδίασης που δούλευε μέσα σε ένα γκρουπ εργασίας του **internet 2**.

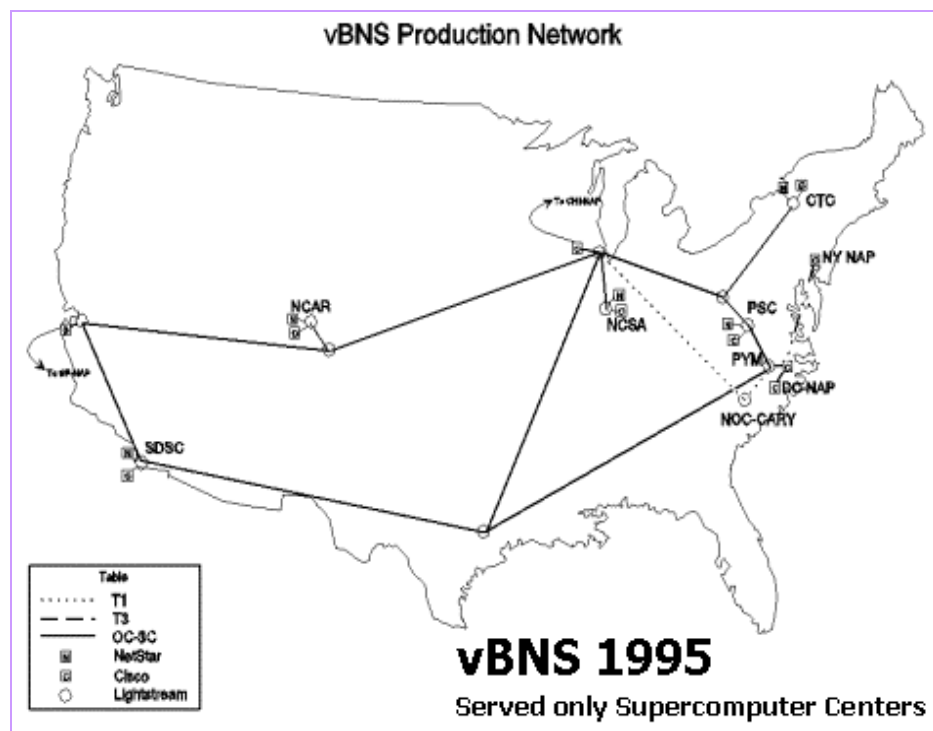
- **7. Very High Performance Backbone Network Service (vBNS).**

Το vBNS θα συμμετέχει στο Qbone σαν ένα backbone δίκτυο υψηλής ταχύτητας <http://www.vbns.net>. Το vBNS, που διαθέτει υψηλό εύρος συχνοτήτων στην IP υπηρεσία, τώρα συνδέει 4 Super Computers Centers (SCCs) και πάνω από 65 πανεπιστήμια τα οποία είναι αποδεκτά από το NSF για συνδέσεις υψηλής απόδοσης. Συνεχώς επεκτείνεται καθώς όλο και περισσότερα gigarops δημιουργούνται και περισσότερα πανεπιστήμια συνδέονται. Τα πανεπιστήμια που είναι αυτή τη στιγμή συνδεδεμένα με το vBNS, μερικά από τα οποία είναι μέλη της κοινωνίας του internet 2, είναι είτε συνδεδεμένα άμεσα με το vBNS ή συνδέονται μέσω gigarops που διασυνδέονται από το vBNS.

- Ιστορία του vBNS



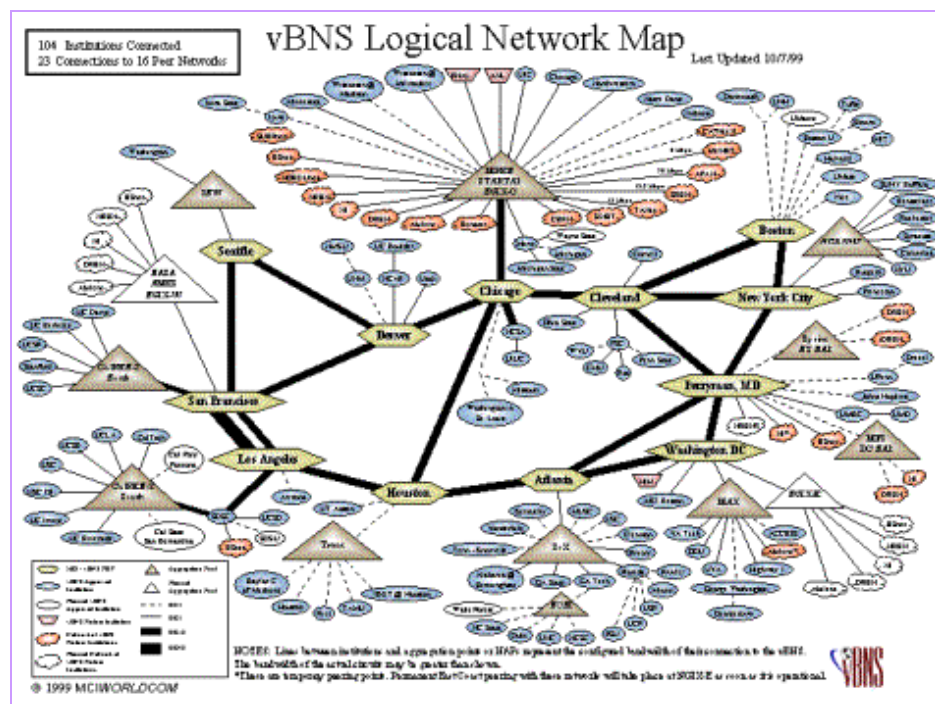
- ❖ And 4 NAPS: Ameritech, MFS, PacBell, Sprint
- ◆ **1996**
 - ❖ [Internet2 Started](#)
- ◆ **1997**
 - ❖ vBNS' role expanded to include service to the Top 100 US
- ◆ **2000**
 - ❖ NSF grants a 3 year extension of the vBNS project on a no cost (to NSF) basis



Όπως είχε σχεδιαστεί το vBNS (<http://www.vbns.net>) η αρχική του προσφορά ήταν μια προκαθορισμένα υπηρεσία σε σχέση με το εύρος δεδομένων. Αυτή η υπηρεσία κατανέμει bandwidth σε τρέχον εφαρμογές χρησιμοποιώντας RSVP σαν αναγνωριστικό πρωτόκολλο. Η υπηρεσία είναι σχεδιασμένη για να ικανοποιήσει τις ανάγκες της vBNS κυκλοφορίας και την ειδική επικοινωνία ανάμεσα σε υπερυπολογιστικά συστήματα. Η υπηρεσία είναι υπό συνεχή ανάπτυξη και εξέλιξη και αρχικά θα προσέρθει στη κοινωνία του internet 2 σε μια περιορισμένη βάση. Η QoS που βασίζεται στη DiffServ αποτελεί μια πολύ σημαντική λειτουργία στο QoS σχεδιασμό που κάνουμε. Καθώς όλο και

περισσότερα πανεπιστήμια συνδέονται και η κίνηση αυξάνει στο vBNS, θα διαθέτουμε QoS σε μια κλιμακωτή μορφή.

Ως μέρος της προσφοράς του DiffServ, άρχισε και ο πειραματισμός σε μια άλλη στρατηγική η οποία λέγεται Access QoS. Αυτή η υπηρεσία διαθέτει τη DiffServ στο πυρήνα της backbone ενώ επιτρέπει το RSVP να κάνει κράτηση για bandwidth σε συνδέσεις προχωρήσεις. Στα σχέδια είναι και η συνεργασία με την Qbone ομάδα στο προσδιορισμό των χαρακτηριστικών και στα σχήματα υλοποίησης για αυτή την υπηρεσία. Επίσης σχεδιάζεται και η αναβάθμιση της ταχύτητας του backbone από OC12 σε OC48 μέσα σε ένα εύλογο χρονικό διάστημα το οποίο θα είναι σε άμεση αντιστοιχία και με την τεχνολογική εξέλιξη. Αυτή η εξέλιξη δεν αυξήσει μόνο την χωρητικότητα του δικτύου μας αλλά θα διευκολύνει και συγκεκριμένες DiffServ στρατηγικές, όπως την access QoS που αναφέραμε προηγουμένως , έτσι ώστε να δουλέψει ο πυρήνας της backbone χωρίς φαινόμενα συνωστισμού.



7.1.Μέτρηση και Ανάλυση της κίνησης (Traffic and Measurement Analysis)

Ένας μεγάλος αριθμός από εργαλεία μέτρησης και ανάλυσης έχουν αναπτυχθεί από τους μηχανικούς του vBNS. Αυτά τα εργαλεία περιλαμβάνουν μέτρηση απόδοσης,

σύνδεσης, συλλογή στατιστικών στοιχείων, αναλύσεις και αναφοράς. Πρωτοποριακή ήταν η ανάπτυξη των ATM OC3 και OC12 ελεγκτών που προσφέρουν δυνατότητες ελέγχου της κίνησης του δικτύου, κατά τρόπο που αδυνατούν οι σημερινοί δρομολογητές (routers). Αυτά τα OCxMON εργαλεία είναι υπό συνεχή βελτίωση. Βασιζόμενοι στην ίδια πλατφόρμα υλικού και λογισμικού, τώρα σχεδιάζονται νέες δυνατότητες όπως ανίχνευση ροής σε πραγματικό χρόνο και χρέωση λογαριασμού σύμφωνα με την πραγματική χρήση που προηγήθηκε. Αποτελεί πολύ ενδιαφέρον αντικείμενο η περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη, χρησιμοποιώντας αυτές τις υψηλής ταχύτητας πακέτου /κελιού (packet-cell) δυνατότητες ανίχνευσης .

Επιπλέον το vBNS άρχισε την ανάπτυξη ορισμένων **quality of service- QoS servers** διοίκησης συμπεριλαμβανομένων bandwidth brokers και policy servers. Προηγήθηκε μια σειρά συζητήσεων με τρίτα μέρη και με πωλητές που ασχολούνταν με την ανάπτυξη προϊόντων. Μια κριτικής σημασίας δυνατότητα για αμφότερα τα IntServ και DiffServ QoS , είναι μια σειρά από εργαλεία που μπορούν να μετρήσουν την απόδοση QoS με τρόπο που δεν είναι αποτελεί μια εισβολή στο δίκτυο. Σύμφωνα με το ίδιο άρθρο αυτά τα εργαλεία μέτρησης που ήταν στο στάδιο της ανάπτυξης μέχρι και πριν από μια τριετία, φυσιολογικά πρέπει να δοκιμάζονται στην πράξη αυτή την στιγμή. Αυτά τα εργαλεία και οι δρομολογητές θα χρησιμοποιηθούν για την διοίκηση και την μέτρηση vBNS QoS και θα είναι διαθέσιμα στα vBNS peers και στους πελάτες.

7.2 Στόχοι vBNS –Σημασία για το Qbone

Ο βασικός στόχος είναι η ενίσχυση του ηγετικού ρόλου ως ένα διεθνές backbone IP network για όλη την κοινωνία των χρηστών. Στον τομέα της ποιότητας των υπηρεσιών, αυτό που είναι επιθυμητό είναι η προσφορά ενός πλούσιου συνόλου εργαλείων που μπορούν να ικανοποιήσουν τις ανάγκες ενός μεγάλου συνόλου εφαρμογών.. Από την στιγμή που υπάρχει το internet 2 καθώς και οι υπερυπολογιστές σαν backbone χρήστες, οι υπηρεσίες είναι σχεδιασμένες να ενσωματώνουν αμφότερα τα IntServ και DiffServ μοντέλα.

Το προσφερόμενο bandwidth είναι από τα μεγαλύτερα σε όλο τον κόσμο και υπάρχουν σχέδια για αύξησή του σε OC48, κατά αυτόν τον τρόπο άμεση προτεραιότητα είναι η παροχή του μεγαλύτερου δυνατού εύρους δεδομένων και η πρόσβαση σε αυτό μέσω μιας πλούσιας τοπολογίας σύνδεσης. Το vBNS backbone θα διαθέτει την πιο προηγμένη δομή διασύνδεσης για το internet 2 (gigapops) και θα επιτρέπει στα μέλη του την δυνατότητα να εξερευνούν εφαρμογές που απαιτούν εκατοντάδες megabits per second bandwidth, που αυτήν τη στιγμή μπορεί να επιτευχθεί μόνο σε LAN περιβάλλοντα.

Η αρχική QoS προσφορά περιλάμβανε το reserved bandwidth και τη DiffServ Premium class υπηρεσία. Αυτές οι δύο υπηρεσίες δεν ανταποκρινόταν μόνο στις αρχικές απαιτήσεις του Qbone, αλλά τις ξεπερνούσαν. Ο στόχος είναι να καταστούν τα μέλη του internet 2 ικανά να δουλέψουν με εφαρμογές που απαιτούν ένα μεγάλο πεδίο QoS χαρακτηριστικών και επιπλέον δυνατότητες που υποστηρίζονται σε πολύ υψηλές ταχύτητες.

- **8.High Performance Optical Backbones for Next Generation Internet**

Σε ένα άρθρο των Mario M. Freire¹, Rui M. F. Coelho ², και Joel J. P. C. Rodrigues ¹ στο Proceedings of the International Conference on Information Technology: Computers and Communications (ITCC.03-2003 IEEE) (¹Department of Informatics, University of Beira Interior Rua Marquês d'Avila e Bolama, 6201-001 Covilhã, Portugal {mario,joel}@di.ubi.pt ²Superior School of Technology, Polytechnic Institute of Castelo Branco Avenida do Empresário, 6000-000 Castelo Branco, Portugal rmfcoelho@hotmail.com), παρουσιάζεται η ανάλυση απόδοσης των WDM-based networks with nodal degrees να ποικίλουν από 2 ως 5. Δείχνεται όπως φαίνεται και στα σχήματα, ότι αύξηση του nodal degree από 4 σε πέντε, οδηγεί σε μικρά nodal degree κέρδη. Αντίθετα τα αποτελέσματα εμφανίζουν τα degree 3 και 4 πιο ελκυστικά στη χρήση τους σε optical Internet backbones.

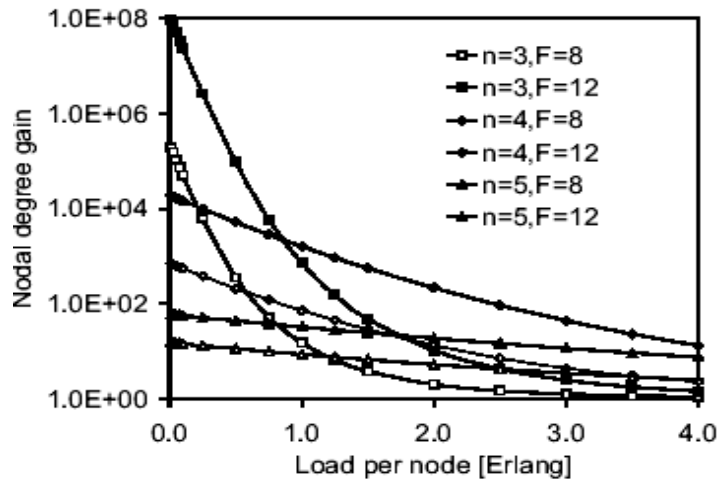


Figure 2. Nodal degree gain when the nodal degree increases from 2 to 3 ($n=3$), when the nodal degree increases from 3 to 4 ($n=4$) and when the nodal degree increases from 4 to 5 ($n=5$). $N=100$; F : number of wavelengths per link.

Στην συνέχεια παρουσιάζεται μια αναπαράσταση μιας γενικής three degree τοπολογίας από $DTT(w_1, w_2, w_3)$. Γίνεται η υπόθεση ότι κάθε odd-numbered κόμβος node i ($i=1, 3, \dots, N-1$) είναι συνδεδεμένος με τους κόμβους $(i+w_1) \bmod N$, $(i+w_2) \bmod N$, και $(i+w_3) \bmod N$. Στη συγκεκριμένη αναφορά, ένας chordal δακτύλιος με ένα chordal μήκος w , αναπαριστάται από ένα $DTT(1, N-1, w)$.

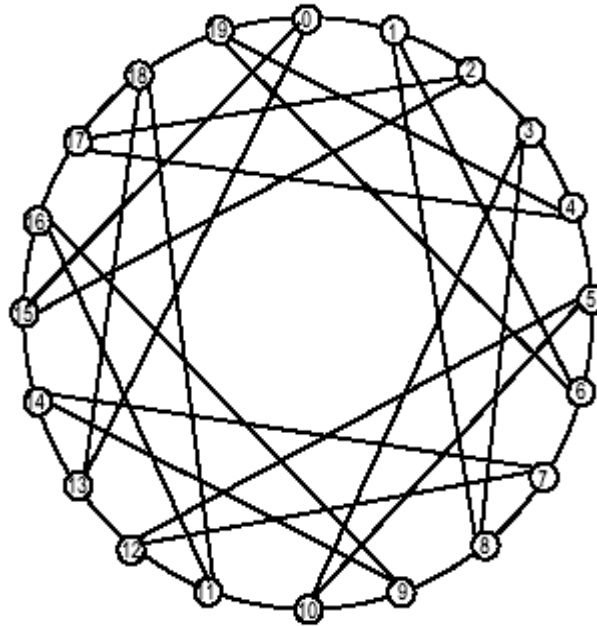


Figure 1. Schematic representation of a D4T(1,19,5,7) for $N=20$ nodes.

Μια σημαντική παράμετρος μέτρησης απόδοσης ενός οπτικού δικτύου είναι με wavelength routing δρομολόγηση, είναι η πιθανότητα μπλοκαρίσματος του μονοπατιού- path blocking probability (η πιθανότητα μιας παράκλησης για σύνδεση να μη γίνει αποδεκτή, λόγω μη διαθεσιμότητας οπτικών μονοπατιών). Το επόμενο σχήμα δείχνει την πιθανότητα ενός path blocking για δίκτυα με D4T(1,99,5,23) and D5T(1, 99, 5, 23,31). Όπως είναι εμφανές για το ίδιο wavelength per link, η βελτίωση της απόδοσης εξαιτίας της αύξησης του nodal degree, είναι μικρή.

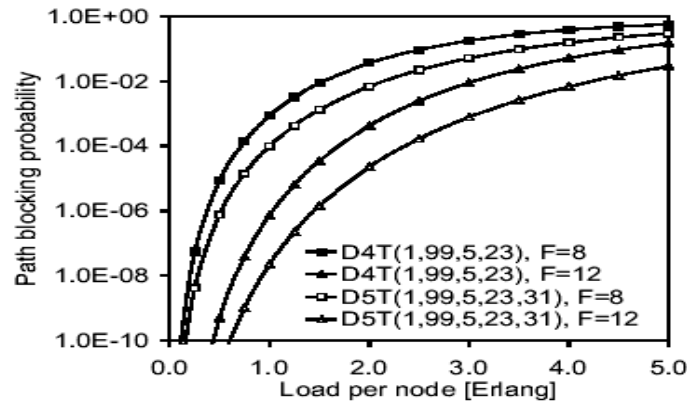


Figure 3. Path blocking probability versus load per node for networks with D4T(1,99,5,23) and D5T(1,99,5,23,31). N=100; F: number of wavelengths per link.

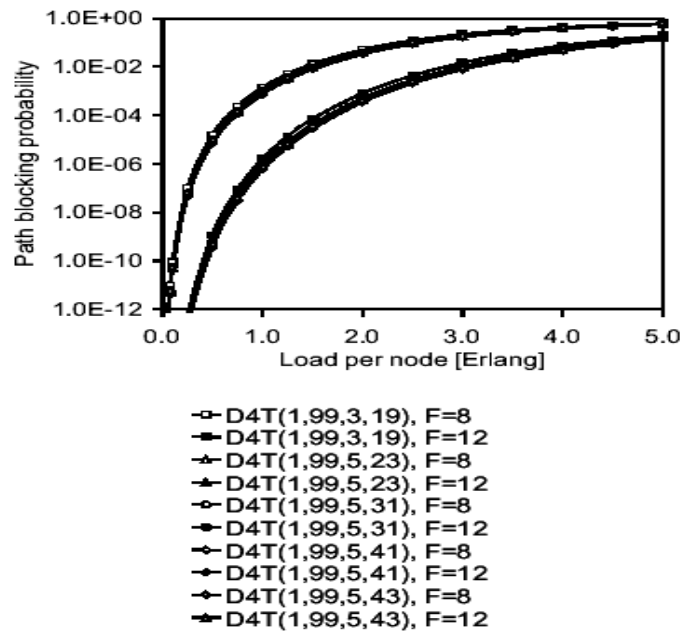


Figure 4. Path blocking probability versus load per node for networks with degree four topologies with smallest diameter. N=100; F: number of wavelengths per link.

Τα IP-over-WDM (IP: Internet Protocol; WDM: Wavelength Division Multiplexing) δίκτυα αναμένονται να είναι μια τεχνολογία για το next generation Internet, μεταφέροντας κατευθείαν τα IP packets σε WDM-based δίκτυα. Τα οπτικά δίκτυα ήδη χρησιμοποιούνται στη διάθεση WDM point-to-point συνδέσεων, για μια πολλαπλή αρχιτεκτονική στη μεταφορά της IP traffic. Παρόλο που αυτή η προσέγγιση αυξάνει το εύρος δεδομένων σύνδεσης χρησιμοποιώντας WDM, δεν επιλύει το πρόβλημα του network bottleneck, εξαιτίας της αύξησης της κίνησης του δικτύου, αποτέλεσμα των υπηρεσιών βασισμένων στο internet, γιατί αυτή η λύση μόνο μεταφέρει το πρόβλημα του bottleneck

από τη σύνδεση, στον ηλεκτρονικό δρομολογητή. Μια λύση σε αυτό το πρόβλημα, που οδηγεί σε χαμηλότερα διοικητικά κόστη και μειωμένη πολυπλοκότητα ,αποτελείται από τη χρήση αρχιτεκτονικής δυο επιπέδων, κατά την οποία η IP traffic μεταφέρεται κατευθείαν μέσω οπτικών ινών.

- **9. CA*net 4**

Το 1998 η CANARIE εφάρμοσε το CA*net3. το πρώτο εθνικό παγκόσμιο οπτικό internet ερευνητικό και εκπαιδευτικό δίκτυο. Το CA*net3 ήταν ανάμεσα στα πιο εξελιγμένα στον κόσμο τότε την περίοδο που δημιουργήθηκε και το σχέδιο του κατόπιν έγινε αντικείμενο αντιγραφής από πολλούς, και στην έρευνα και στην εκπαίδευση και περιοχές και τομείς εμπορίου. Όμως η εκρηκτική άνοδος της κίνησης στο δίκτυο, η αναμενόμενη μεταπήδηση σε εφαρμογές με υψηλότερες απαιτήσεις και τέλος τα σχεδιαζόμενα high bandwidth grid projects απαιτούν να δημιουργηθεί ένα νέο δίκτυο που να μπορεί να υποστηρίξει την πρωτοποριακή έρευνα στον Καναδά. Έτσι η κυβέρνηση του Καναδά αποφάσισε να αφιερώσει 110.000.000\$ στο CANARIE, για το σχεδιασμό, την υλοποίηση και την λειτουργία του CA*net4.

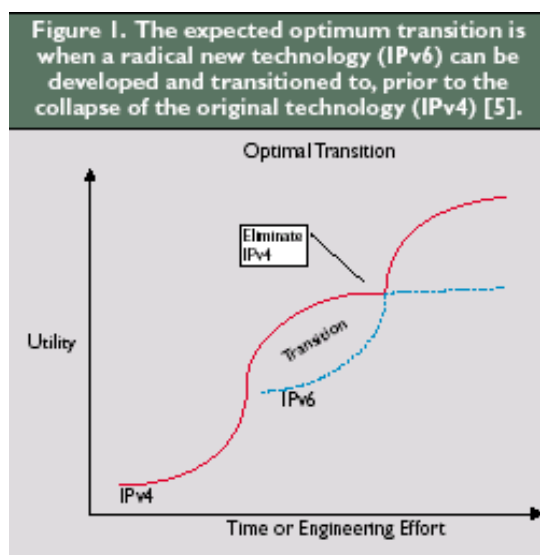
Το CA*net4 όπως ο πρόγονος του CA*net3, διασυνδέει τοπικά ερευνητικά δίκτυα και μέσω αυτών πανεπιστήμια, ερευνητικά κέντρα, κυβερνητικά ερευνητικά εργαστήρια, σχολεία, και άλλους νόμιμους τόπους και μεταξύ τους και με διεθνή peer networks. Μέσα από μια σειρά από σημείο σε σημείο optical wavelengths, οι περισσότερες από τις οποίες είναι στα OC-192 (10 Gbps) ταχύτητας, το CA*net4 διαθέτει σαν αρχική χωρητικότητα δικτύου περίπου ανάμεσα από 4 και 8 φορές μεγαλύτερη, σε αντιστοιχία με το CA*net3.

Το CA*net4 ενσωματώνει την ιδέα του "customer-empowered network", η οποία θα μεταφέρει τη δυναμική διανομή των πηγών του δικτύου στα χέρια των τελικών χρηστών και επιτρέπει μια πολύ μεγαλύτερη ικανότητα για τους χρήστες να αυτοσχεδιάζουν στην ανάπτυξη δικτυακών εφαρμογών. Αυτές οι εφαρμογές , που βασίζονται στην αυξανόμενη χρησιμοποίηση των υπολογιστών και των δικτύων σε ερευνητικό επίπεδο και σε πολλούς επιστημονικούς τομείς, είναι απαραίτητες για την εθνική και την παγκόσμια συνεργασία, για την πρόσβαση σε δεδομένα και τη ανάλυσή τους καταναεμημένη εργασία και τέλος απομακρυσμένο έλεγχο των οργάνων που χρειάζονται οι ερευνητές.

- **10. Ερευνητές ελέγχουν τις IPv6 δυνατότητες στο Internet 2**

Abilence, η Internet 2 research backbone που υποστηρίζεται από ένα σύνολο αμερικανικών πανεπιστημίων, χρησιμοποιεί αυτή τη στιγμή το **IPv6**, το πρωτόκολλο του internet νέας γενιάς. Abilence είναι ένα project του University Corp. for Advanced Internet Development (UCAID) σε συνεργασία με τη Cisco Systems Inc. of San Jose, Calif., Northern Telecom Inc.'s Nortel Networks και Qwest Communications Inc. of Denver. Indiana University, διοικεί τις λειτουργίες του διαδικτύου. Η Abilene backbone έχει 2.4-Gbps bandwidth. Συνδέει περισσότερα από 100 πανεπιστήμια και τελικά θα έχει 8,000 miles of backbone fiber cable και επιπλέον 5,000 miles κυκλωμάτων πρόσβασης..

Το περισσότερο μέρος του internet αυτή την στιγμή χρησιμοποιεί το Ipv4 και η εισαγωγή του **IPv6** αργή. Πολλοί όμως ειδικοί βλέπουν την κίνηση προς αυτή τη νέα εκδοχή τόσο χρήσιμη όσο και η αναγκαιότητα να έχουμε μεγαλύτερο χώρο για IP διευθύνσεις για όλες τις νέες κινητές συσκευές και τις δικτυακές εφαρμογές. Το IPv6 παρουσιάζει περισσότερη ασφάλεια και ποιότητα υπηρεσιών από το Ipv4.



Το Abilene μας εξυπηρετεί σαν ένα large-scale test bed για την εκμάθηση των δυνατοτήτων και επίσης για την εύρεση των λειτουργικών ορίων του IPv6. Η UCAID έχει είδη σε λειτουργία 4 IPv6 κόμβους, οι οποίοι διαθέτουν το δίκτυο με μια μετάφραση των IPv6 και Ipv4 διευθύνσεων. Έχει μια συνεργασία με πολλά ερευνητικά και εκπαιδευτικά

δίκτυα συμπεριλαμβανομένων και τα Energy Department’s ESnet και Canada’s CANet3. Το πρώτο Internet 2 GigaPoP- ή regional research network, το οποίο εκμεταλλεύτηκε την IPv6 υπηρεσία του Abilene ήταν το Great Plains Network που εξυπηρετεί τους χρήστες του Internet 2 στην Αλάσκα, στο Κάνσας, στη Νεμπράσκα, στη Νορθ Ντακότα στην Οκλαχόμα και στη Νότια Ντακότα. Κλείνοντας στην ακόλουθη εικόνα, γίνεται μια σύντομη σύγκριση μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων σε σχέση με τις δυνατότητες ,τις ρυθμίσεις και την ασφάλειά τους και γίνεται ολοφάνερη η συντριπτική ανωτερότητα του IPv6 και κατά επέκταση η ανάγκη υιοθέτησής του:

Figure 4. Critical Internet features by protocol type.

	V4	V6	V4 with Support
Scalability • Theoretical • Practical	3.7 billion hosts 100 million hosts	1.16×10^{38} hosts 6×10^{32} hosts	Unknown Unknown
Security	None <i>Handled by upper layers</i>	IPSec (RFC 2401) • Tunnel: Entire packet • Transport: Upper-layer information	IPSec (RFC 2401) • Tunnel: Entire packet • Transport: Upper-layer information
Priorities • Basic • Other Features	7 bits in packet header • 8 precedence levels • 5 type-of-service values • 11 unused values	4 bits in packet header • "Discard-eligible" • 8 priority levels 24-bit flow label • Routers maintain state info on flow in cache Hop-by-hop extension	7 bits in packet header • 8 precedence levels • 5 type-of-service values • 11 unused values Diffserv MPLS RSVP
Auto Configuration	None	• Automated • DHCP	DHCP
Efficiencies • Per-packet overhead • Minimum packet size • Maximum payload	20B 28B 65,535B	40B 1,280B 4 billionB	20B 28B 65,535B

- **Στο παράρτημα** που ακολουθεί την εργασία, παρατίθενται αναλυτικά οι διαφορές μεταξύ των δυο πρωτοκόλλων και οι εφαρμογές τους. Το κείμενο αποτελεί μέρος της πρώτης εργασίας που σας παραδόθηκε και δε προσμετράτε με τη παρούσα, αλλά είναι χρήσιμη η παρουσία του.

- **11. Προβληματισμοί σχετικά με το internet 2- Internet 2 ξεπερασμένο ήδη?**
Business : the 8th layer

Το internet 2, το next generation internet ερευνητικό δίκτυο, παρουσιάστηκε σε μια πολύ μεγάλη τελετή στο Λευκό Οίκο το 1997. Ο λόγος δημιουργίας του ήταν να προσδώσει στα πανεπιστήμια και στα κέντρα υπερυπολογιστών ένα τρόπο για να τεστάρουν προηγμένες εφαρμογές που απαιτούσαν ένα πολύ μεγάλο εύρος δεδομένων. Σε αντιδιαστολή με το internet, το internet2 έχει σπόνσορες από την αρχή του και επιδοτείται με πολλά εκατομμύρια δολάρια το χρόνο. Σύμφωνα με ένα άρθρο του [Kate Gerwig](mailto:kgerwig@earthlink.net) <kgerwig@earthlink.net> (senior editor at tele.com magazine, a Miller Freeman publication) η βοήθεια όμως που του παρέχεται δεν πρόκειται να κρατήσει για πάντα και οι σπόνσορες μπορεί να καταλήξουν να απολαμβάνουν πιο πολλά πλεονεκτήματα από τα ερευνητικά ιδρύματα.

Η δημιουργία αυτών των εφαρμογών του internet 2 σκοπό έχουν να βοηθήσουν στην δημιουργία αυτού που ονομάζεται commercial internet (εμπορικό internet). Υπάρχουν πολλοί λόγοι που επιβάλλουν τον διαχωρισμό του ερευνητικού internet από εκείνο που χρησιμοποιείται για εμπορικούς λόγους. Η ερευνητική κοινότητα έχει διαφορετικές δικτυακές ανάγκες από τον εμπορικό τομέα. Στην πραγματικότητα το internet2 ξεκίνησε για σκοπούς έρευνας και ανάπτυξης. Σε αυτό το σημείο το internet 2 δεν θα παραδοθεί στον ιδιωτικό τομέα όπως το αρχικό Agranet το 1995. Είναι σχεδιασμένο ώστε να είναι το μεγαλύτερο, το πιο γρήγορο για δοκιμές και να παραμείνει έτσι. Πολλές φωνές όμως υποστηρίζουν ότι το κόστος του είναι πολύ μεγάλο, η ανάπτυξη εφαρμογών γίνεται με πολύ αργό τρόπο και τα ακαλώδια οπτικής ίνας που διαθέτει μένουν αχρησιμοποίητα για πολύ χρόνο.

Ενώ μερικά πανεπιστήμια εργάζονται πάνω σε περίπλοκες 3-D virtual reality and telemedicine applications για το internet2, αυτό ακούγεται σαν κάτι φανταστικό παρά σαν κάτι πραγματικό. Οι ακαδημαϊκοί ερευνητές επίσης δουλεύουν σε θέματα όπως ο εμπορικός τομέας, συμπεριλαμβάνοντας την ποιότητα των υπηρεσιών, την πολλαπλή εκπομπή και την κατανεμημένη μνήμη κειμένου (distributed content storage). Το internet 2 κατά αυτόν τον τρόπο αντιμετωπίζει ερωτήσεις που αφορούν όχι μόνο την συνολική του αξία, αλλά και την δυνατότητα που έχει ώστε να προσφέρει κάτι που δεν είναι διαθέσιμο από το εμπορικό internet. Η ανάπτυξη του είναι αργή και τα πλεονεκτήματα που θα προσφέρει παραδείγματος χάριν στην τηλεϊατρική δεν θα γίνουν σε μια νύχτα. Γι αυτό όποιος έχει τη ψευδαίσθηση ότι το internet2 θα αλλάξει τον κόσμο όπως ο πρόγονος του, θα απογοητευτεί.

Ο **Guy Cook**, αντιπρόεδρος στις advanced Internet services at Qwest Communications International Inc συμφωνεί: “Οι Private backbone providers έχουν να μάθουν να χειρίζονται τα high-speed trafficstreams που θα είναι αναγκαία από την εμπορική κίνηση στο άμεσο μέλλον και η πρόσβαση στα ερευνητικά δίκτυα είναι θεμελιώδης. Ακόμα το internet2 έχει μια ιδεώδη θεώρηση με τους ακαδημαϊκούς να πιστεύουν ότι αν το δίκτυο είναι εκεί, οι εφαρμογές θα ακολουθήσουν. Αυτό μπορεί να είναι σωστό αλλά ο εμπορικός κόσμος δεν θα περιμένει για να το διαπιστώσει. Ο **Vinton Cerf** ο άνθρωπος που δημιούργησε το πρωτόκολλο του internet, αναρωτήθηκε αν οι ερευνητικές προσπάθειες για το internet2 θα αποσβέσουν τα χρήματα που δαπανήθηκαν για αυτές, μέσω τη χρησιμοποίηση του βιομηχανική παραγωγή. Αξίζει να τονιστεί σε αυτό το σημείο, ότι ο Cerf είναι τώρα επικεφαλής του the Internet and Technology group at MCI Worldcom, το οποίο φτιάχνει ένα από τα πιο γρήγορα high-speed backbones για την ακαδημαϊκή κοινότητα. Μηχανικοί δικτύων σε εταιρίες όπως η Lucent Technologies, η Cisco, η Qwest Worldcom, και η AT&T, αυτή τη στιγμή δουλεύουν πάνω στην ποιότητα των υπηρεσιών, ώστε να γίνει επιτρεπτή η διακίνηση πακέτων ανάμεσα σε διάφορα δίκτυα με ανατεθειμένη προτεραιότητα από την αρχή της διαδρομής τους ως το τέλος. Επίσης εργάζονται πάνω σε τεχνολογίες πολλαπλής εκπομπής οι οποίες επιτρέπουν ένα ψηφιακό stream να τρέφει πολλαπλούς χρήστες και πάνω σε δημιουργία αναπαράστασης κειμένου, αποθήκευσης και διανομής μέσα σε δίκτυα με τρόπο ποιο δομημένο.

Σε πολλά πεδία εφαρμογής οι ακαδημαϊκοί συνεργάζονται με εταιρίες πάνω στα ίδια standards. Η ποιότητα των υπηρεσιών είναι μια από τις πρώτες προτεραιότητες του internet2 των ερευνητών και οι πρώτες δοκιμές άρχισαν το 2000. Από την άλλη πλευρά οι εταιρίες είχαν ήδη προχωρήσει σε αυτό το στάδιο μη περιμένοντας τα μάλη του internet2. Το internet2 αποτελείται από μια μεγάλη ποικιλία διαφορετικών δικτυακών προσπαθειών σε εθνικά εργαστήρια και πανεπιστήμια. Για να το κάνουμε πιο περίπλοκο, το internet2 είναι το όνομα ενός project που ανακαλύφτηκε και ιδρύθηκε από το μη κερδοσκοπικό University Corporation for Advanced Internet Development (UCAID). Κατά αυτόν τον τρόπο υπάρχουν δυο ακαδημαϊκά δίκτυα τα οποία επινοήθηκαν και ιδρύθηκαν ξεχωριστά, δίνοντας κατά αυτόν τον τρόπο τη δυνατότητα επιλογής στα πανεπιστήμια αλλά δημιουργώντας και σύγχυση ταυτόχρονα. Ο όρος internet2 χρησιμοποιείται για την περιγραφή και των δυο δικτύων.

Το πρώτο internet2 εισήχθη από τη National Science Foundation (NSF) το 1995, την ίδια χρονιά που το αρχικό internet δόθηκε στον ιδιωτικό τομέα προς χρήση. Για τη διασφάλιση ότι τα πανεπιστήμια θα είχαν ένα μέρος να δοκιμάζουν τις εφαρμογές τους, το NSF έκανε στη MCI Worldcom ένα πενταετές συμβόλαιο με ετήσιες εισφορές 10.000.000\$, για την δημιουργία ενός νέου ακαδημαϊκού ερευνητικού δικτύου, το Very High Performance Backbone Network Service (VBNS). Ξέροντας τη πρόκειται να επακολουθήσει έβαλε μια

εμπορική υπηρεσία VBNS+ (τόρα είναι διαθέσιμη σε ιδιωτικά και πανεπιστημιακά εργαστήρια) , προσφέροντας πρόσβαση σε όποιον ήταν διατεθειμένος να πληρώσει.

Το δεύτερο internet2 εισήχθη από τη UCAID το 1997. Αυτή τη φορά η Qwest Communications International, Inc. Θα δώριζε το high speed network, και η Cisco Systems and Nortel Networks θα δώριζε τα εργαλεία. Η Qwest ονόμασε το internet2 “The Abilene Project” και το οποίο συνδέεται με το VBNS σε διάφορα σημεία. Το Abilene είναι ένα IP over Sonet (OC-48) backbone το οποίο αρχικά είχε περίπου 30 πανεπιστήμια απευθείας συνδεδεμένα και άλλα 70 μέσω μοιρασμένης πρόσβασης. Το UCAID’s Internet2 δεν έχει κυβερνητική χρηματοδότηση και τα πανεπιστήμια που είναι συνδεδεμένα πληρώνουν 40000\$ για να γίνουν μέλη και επιπλέον κάποια ετήσια ποσά σαν συνδρομή και για την αναβάθμιση των δικτύων τους σε τουλάχιστον ταχύτητες 10 megabits per second.

Το VBNS είναι ένα IP over ATM backbone το οποίο έτρεχε στα OC-12 (622 megabits per second). Αναβαθμίστηκε αργότερα στα OC-48 speeds (2.4 gigabits per second). Πολλά πανεπιστήμια προτίμησαν το VBNS που θεωρείται φθηνότερο αφού δεν χρειάζεται τις έντονες και ακριβές αναβαθμίσεις που απαιτεί το UCAID. Παρόλο που τα δυο δίκτυα έχουν διαφορετικές πολιτικές τιμολόγησης και δομές, δεν είναι απόλυτα προσδιορισμένο γιατί τα πανεπιστήμια χρειάζονται δυο ερευνητικά δίκτυα.

Το UCAID είχε το δίκτυο της Qwest για χρήση ως το τέλος του 2003 και αναμένονται εξελίξεις σε περίπτωση που δεν συνεχιστεί η συνεργασία. Ο David Farber πρώην καθηγητής στο University of Pennsylvania που κατόπιν έγινε ο Internet technology advisor to the Federal Communications Commission (FCC) ανησυχεί με την υπάρχουσα δομή. “ Μερικοί ξέχασαν να πουν στα πανεπιστήμια πόσο ακριβό θα γίνει το internet2 όταν σταματήσουν οι επιδοτήσεις. Χωρίς την κυβερνητική υποστήριξη και με διαθέσιμη την επιλογή του VBNS+ εμπορικού δικτύου, οι ακαδημαϊκοί ίσως αποφασίσουν ότι η πρόσβαση δεν αξίζει τα χρήματα που δαπανώνται γι αυτή.”

- **12. Μια Προσέγγιση για Ασφάλεια internet 2**

Η ταχύτητα από μόνη της δεν θα κάνει τις αυριανές διαδικτυακές εφαρμογές ασφαλείς. Softwarebased virtual networks, layered atop physical networks, μπορεί να διαθέσουν την απαιτούμενη απομόνωση που χρειάζονται οι σημαντικές εφαρμογές. Οι χρήστες που τρέχουν σημαντικές εφαρμογές στο internet, απαιτούν λειτουργικότητα που το Next-Generation Internet (NGI), αδυνατεί να προσφέρει. Παραδοσιακά οι σημαντικές εφαρμογές εκμεταλλευόντουσαν τη physical ή logical separation, για να δικαιολογήσουν τη μοναδικότητα μιας εφαρμογής. Όταν αυτές οι εφαρμογές βρισκόντουσαν σε μια shared

network infrastructure, τότε υπήρχε πρόβλημα. Γι αυτό επιζητάμε άμεσα μέσα, για την επίτευξη και την αξιολόγηση της ασφάλειας των NGI εφαρμογών.

Ο **Kenneth P. Birman** (professor in Cornell University's Computer Science Department) με ένα άρθρο του τον Αύγουστο του 2000 πρότεινε μια νέα δυνατότητα δικτυακής απομόνωσης και ασφάλειας, την οποία όρισε ως *virtual overlay network*, ή VON. Αν και προσφέρει όλα αυτά που επιζητάμε σε σχέση με την ασφάλεια, αυτό που αποτελεί τροχοπέδη στην υλοποίηση του είναι το μεγάλο κόστος του, με βάση τις παρούσες τεχνολογίες.

Ο όρος *overlay network* περιγράφει μια ρύθμιση μέσα στην οποία ένα δίκτυο βάσης υποστηρίζει ένα δεύτερο δίκτυο, το οποίο είναι εγκατεστημένο από πάνω από την άλλο. Όπως δείχνει και η παρακάτω εικόνα κάθε δίκτυο που βρίσκεται από πάνω πρέπει να έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- ένα σύνολο από σημεία πρόσβασης που επιτρέπουν το δίκτυο από πάνω να λειτουργεί σαν sort of virtual Ethernet, που εξυπηρετεί πολλαπλές τοποθεσίες και οι εφαρμογές διαμοιράζονται single logical infrastructure.
- Ιδιότητες που εγγυώνται μια ενοποιημένη κυκλοφορία μέσα σε ένα δίκτυο το οποίο είναι από πάνω
- Ένας παγκόσμιος μοναδικός identifier ο οποίος tags τη κίνηση μέσα σε ένα *overlay network* και που χρησιμοποιούν οι δρομολογητές για εντοπισμό πηγών εκτός από αυτό.

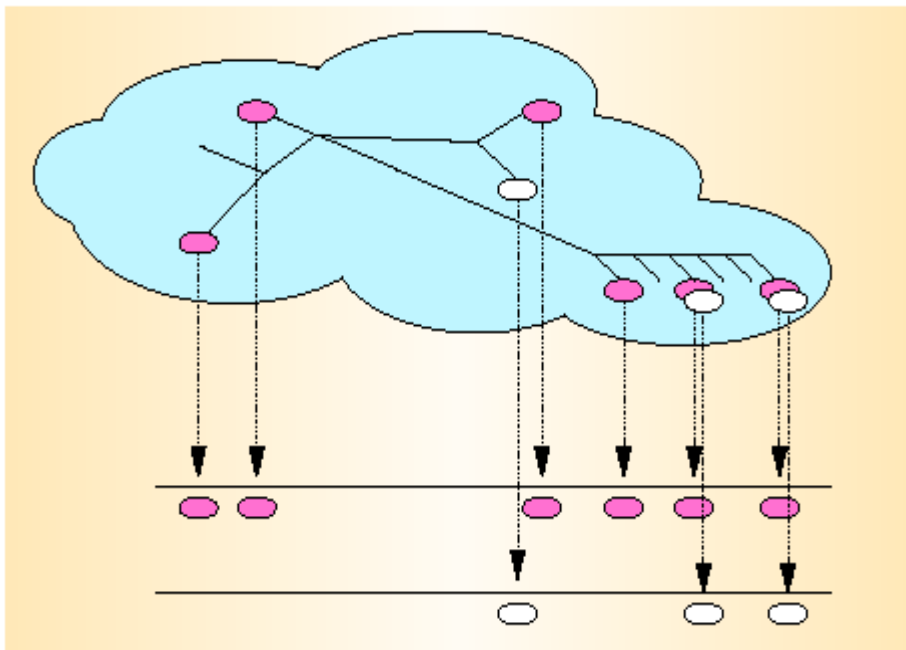


Figure 1. Two virtual networks overlaid upon one physical network. The overlay provides isolation, hides the physical network, and may offer guarantees such as minimum bandwidth. Here, the ovals depict computers and the upper, shaded portion of the figure shows a physical Internet. Using the proposed technology, portions of the physical Internet have been isolated to establish the two virtual overlay networks shown below.

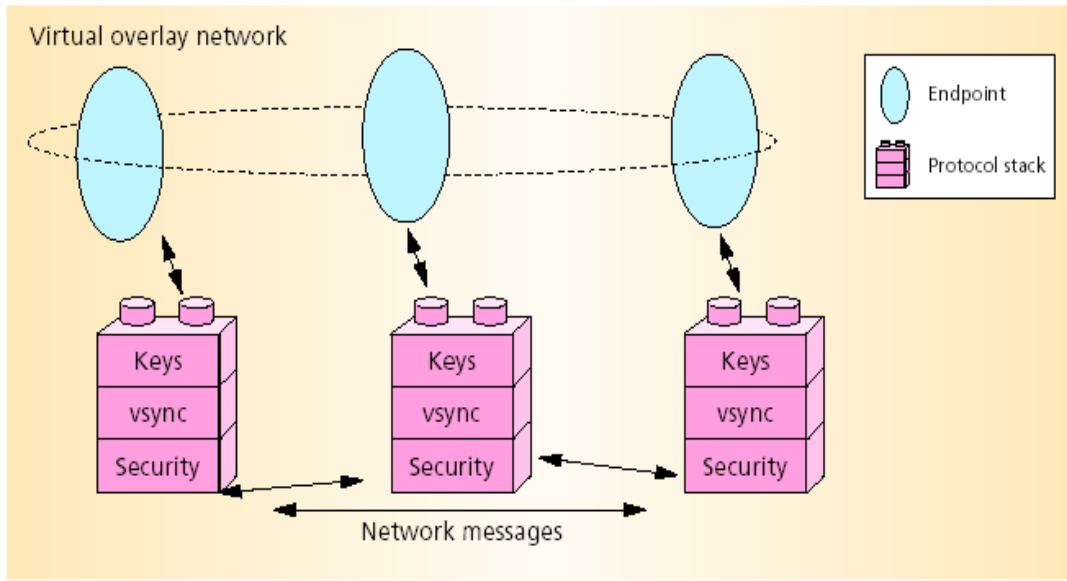


Figure 2. At each of the endpoints in a virtual overlay network's group, a stack of protocol elements assists in transforming the properties of the underlying overlay network into the desired VON properties.

Μέχρι κάτι να αλλάξει, οι δημιουργοί των σημαντικών εφαρμογών έχουν να αντιμετωπίσουν την πρόκληση του Next-Generation Internet. Το αναδυόμενο δίκτυο είναι σίγουρα πολύ πιο γρήγορο αλλά δεν είναι πιο ασφαλές, αλλά η επίλυση αυτού του προβλήματος δεν είναι κάτι το εξωπραγματικό. Θα ήταν πραγματικά κρίμα να κολλήσει όλη αυτή η προσπάθεια σε αυτό το χρονικό σημείο που υπάρχει η χρονική δυνατότητα επίλυσής του, πριν αρχίσει να γίνεται απόλυτα επιτακτική η θέσπιση της ασφάλειας.

- **13. Συμπεράσματα και τελικές σκέψεις**

Είναι γεγονός πως το internet με την μορφή που έχει σήμερα και λαμβάνοντας υπόψη και τη ραγδαία εξέλιξη του και την όλο και μεγαλύτερη αύξηση των χρηστών του παγκοσμίως, έχει φτάσει σε ένα τέλος. Σε ένα σημείο που ή θα παρθούν ουσιαστικές αποφάσεις και θα εφαρμοστούν δυναμικές λύσεις ή το όλο αυτό οικοδόμημα θα πάψει να προσφέρει τις αναμφισβήτητα σημαντικότερες λειτουργίες που επιτελεί.

Σε αυτή την κατεύθυνση κινούνται όλα τα ενεργά μέλη του internet 2 και η σύσσωμη η ακαδημαϊκή κοινότητα. Υπάρχουν νέοι αναδυόμενοι τομείς όπως η τηλεϊατρική που δεν μπορούν να λάβουν χώρα στο internet, λόγω γεγονότων που σχετίζονται με την απαιτούμενη ασφάλεια και τη ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων. Επιπλέον οι σύγχρονες εφαρμογές έχουν απαιτήσεις πολύ υψηλές και μόνο μέσα από το internet 2 θα βρουν τα πλαίσια υλοποίησής που χρειάζονται και ένα πεδίο γόνιμου πειραματισμού και απρόσκοπτης βελτίωσης.

Νέες τεχνολογίες έρχονται στην επιφάνεια καθημερινά, δίνουν λύση στα υπάρχοντα προβλήματα και δημιουργούν νέα πεδία αναζητήσεων. Μια ολόκληρη κοινότητα εργάζεται σε πάνω σε καινούργια πρωτοποριακά project και πολλές νέες λύσεις προτείνονται καθημερινά. Στη παρόν κείμενο παρουσιάστηκαν μερικές από αυτές ,αλλά είναι σκόπιμο να τονιστεί ότι ο αριθμός τους είναι πολύ μεγάλος .

Κλείνοντας μια προσωπική παρατήρηση που δημιουργήθηκε καθόλη την ενασχόληση με αυτό το πεδίο ενδιαφέροντος ,είναι η έλλειψη ενός κεντρικού συντονισμού των προσπαθειών και ίσως η μερική κατασπατάληση των δυνάμεων σε τομείς που ίσως δεν είναι τόσο μεγάλης σημασίας. Σκόπιμο θα ήταν κατά την προσωπική μου άποψη μια κεντρική επιτροπή αξιολόγησης, που θα προκρίνει τις πιο ενδιαφέρουσες προσεγγίσεις και ενεργοποιεί τις διαθέσιμες δυνάμεις προς τις επιθυμητές κατευθύνσεις. Μια άλλη αναγκαιότητα θα ήταν μια πιο ουσιαστική εναρμόνιση και συνεννόηση μεταξύ των δυο δικτύων που αποτελούν το internet 2, ώστε να καρπώνονται πιο γρήγορα τις προόδους του άλλου και να επιλύουν τα αναδυόμενα προβλήματα με τρόπο πιο ουσιαστικό. Τέλος εντύπωση μου προξένησε το γεγονός ότι οι περισσότερες ενστάσεις που αφορούσαν το internet 2 ,είχαν σχέση με το υπερβολικό του κόστος. Πιστεύω ότι αυτή η συντονιστική επιτροπή, η οποία να τονίσω θα πρέπει να ανήκει σε όλη τη παγκόσμια κοινότητα, θα πρέπει να βρει τρόπους εξοικονόμησης χρημάτων ώστε το internet 2 να αυτοχρηματοδοτείται και να μην έχει ανάγκη από κυβερνητικές ή άλλες χορηγίες. Αν λυθεί το οικονομικό πρόβλημα πιστεύω ότι όλα θα πάρουν το δρόμο τους, αφού πιστεύω απόλυτα στις υπάρχουσες τεχνολογικές δυνατότητες και στην ευρηματικότητα της ανθρώπινης φύσης. Τα πρώτα βήματα και πιο σημαντικά για το internet 2 έχουν γίνει, το θέμα είναι να ξεφύγουμε πλέον από τα απλά βήματα και να αρχίσουμε να τρέχουμε...

ΤΕΛΟΣ

• **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IPv6- IP v4**

Από το IPv4 στο IPv6

1 Εισαγωγή

Το IPv4 πήρε τη μορφή που έχει πριν δύο δεκαετίες όπου το διαδίκτυο δεν είχε καμία σχέση με τη σημερινή του μορφή. Ούτε ο πιο αισιόδοξος δεν θα φανταζόταν την ανάπτυξη που έχει σήμερα. Ανάπτυξη που έχει οδηγήσει σε συνδυασμό με την οργάνωση τους σε ομάδες, και άρα σπατάλη τους, στο να μας τελειώνουν οι διευθύνσεις. Καινούργιες ανάγκες όπως η ανάγκη για ύπαρξη κινητού IP αλλά και οι ανάγκες μετατροπής όλο και περισσότερων συσκευών σε κόμβους του Internet εντείνουν το πρόβλημα. Η Internet Engineering Task Force βλέποντας τον κίνδυνο αυτό και την ξεπερασμένη τεχνολογία για τα σημερινά αλλά πολύ περισσότερο για τα αυριανά δεδομένα ανέθεσε την δημιουργία μιας νέας μεθόδου IP η οποία τελικά ονομάστηκε IPv6 και έχει την μορφή που θα αναλύσουμε παρακάτω. Το νέο αυτό πρωτόκολλο έχει διορθώσει πολλά από τα προβλήματα του επιπέδου δικτύου αλλά έχει δημιουργήσει και κάποια νέα.

Στόχοι της νέας υλοποίησης ήταν η υποστήριξη τεράστιου αριθμού host ακόμα και για ανάγκες που δεν είναι ορατές ακόμα (ακόμα και διευθυνσιοδότηση εκτός πλανήτη έχει προβλεφθεί), βελτιωμένη ασφάλεια, καλύτερη χρήση των πινάκων δρομολόγησης και πολλαπλής διανομής. Μεγαλύτερη ευκολία κινητικότητας και φυσικά υποστήριξη και του παλιού πρωτοκόλλου για μεγάλο χρονικό διάστημα καθώς δεν είναι εφικτή η αλλαγή εκατομμυρίων host και δρομολογητών από τη μια μέρα στην άλλη. Θα προσπαθήσουμε να δούμε σε ποια σημεία από αυτά καταφέρνει να βελτιώσει την κατάσταση και σε ποια όχι.

2. Τα δύο πρωτόκολλα – οι επικεφαλίδες τους



Έ	Ι	Τύπος	Συνολικό μήκος
---	---	-------	----------------

κδοση	HL	Υπηρεσίας			
Ταυτότητα					Θέση Τεμαχίου
Χρόνος Ζωής	Πρωτόκολλο		Άθροισμα Ελέγχου επικεφαλίδας		
Διεύθυνση Πηγής					
Διεύθυνση προορισμού					
Προαιρετικές επιλογές (0 ή περισσότερες λέξεις)					

Εικ. 1 Η επικεφαλίδα IPv4

Έκδοση	Προτεραιότητα	Ετικέτα ροής	
Μήκος ωφέλιμου φορτίου		Επόμενη Επικεφαλίδα	Όριο Βημάτων
Διεύθυνση πηγής (16 byte)			
Διεύθυνση προορισμού (16 byte)			

Εικ. 2 Η επικεφαλίδα IPv6

Το πεδίο **έκδοση**, περιέχει την έκδοση του δεδομενογραφήματος, κάτι που κάνει εφικτή την μετάδοση από την μια έκδοση στην άλλη, εδώ από την IPv4 στην IPv6. Με την βοήθεια του πεδίου αυτού γίνεται δυνατή η ομαλή αλλαγή από τη μια έκδοση στην άλλη χωρίς τις αλλαγές που αναφέρθηκε ότι θα χρειαζόταν. Για κάποιο χρονικό διάστημα, ίσως και δέκα χρόνια κάθε δρομολογητής θα πρέπει να ελέγχει το πεδίο αυτό για να εξακριβώσει σε πια έκδοση ανήκει το προς εξέταση δεδομενογράφημα.

Το πεδίο **IHL** δείχνει για τη μη σταθερή επικεφαλίδα του IPv4 πόσο μεγάλη είναι μετρημένη σε λέξεις των 32 bit. Έχει μέγεθος 4 bit που σημαίνει ότι ο

μεγαλύτερος αριθμός που μπορεί να αναπαραστήσει και άρα η μεγαλύτερη επικεφαλίδα είναι $15 \cdot 32 = 60$ bytes και άρα μείον τα 20 της υποχρεωτικής επικεφαλίδας 40 bytes προαιρετικού τμήματος που για πολλές λειτουργίες του είναι λίγα και το καθιστούν άχρηστο.

Το επίπεδο **Προτεραιότητα** υπάρχει μόνο στο IPv6 και χρησιμοποιείται για να βοηθήσει τους δρομολογητές να πάρουν πιο σωστές αποφάσεις χωρίζοντας τα δεδομενογραφήματα σε κατηγορίες όπως πραγματικού χρόνου, ftp και telnet.

Στον IPv4 υπάρχει δυνατότητα αυτόματης διόρθωσης μέσω της επικεφαλίδας **Αθροισμα Ελέγχου Επικεφαλίδας** κάτι που καθυστερεί πολύ την μετάδοση. Βέβαια το να μην υπάρχει κανένας έλεγχος όπως στο IPv6 δεν είναι και το ενδεδειγμένο αλλά η καινούργια υλοποίηση βασίζεται στο ότι έλεγχος γίνεται έτσι και αλλιώς στο πιο πάνω στρώμα του επιπέδου μεταφοράς.

Ο **Τύπος υπηρεσίας** επιτρέπει στον host να επιλέξει ζεύξη εφόσον υπάρχει δυνατότητα επιλογής ανάλογα με την υπηρεσία που αντιπροσωπεύει το δεδομενογράφημα. Οι σύγχρονοι δρομολογητές δεν λαβαίνουν υπόψη τους αυτό το πεδίο, κάτι που το καθιστά επίσης άχρηστο.

Το **Συνολικό μήκος** στο IPv4 δείχνει το συνολικό μήκος όλου του δεδομενογραφήματος ενώ στην IPv6 το αντίστοιχο πεδίο είναι το μήκος ωφέλιμου φορτίου το οποίο δεν προσμετρά πλέον την επικεφαλίδα των 40 bytes αφού στο νέο πρωτόκολλο είναι σταθερή. Στο IPv4 το πεδίο αυτό δεν είναι αρκετό για τα μελλοντικά δίκτυα μεγάλου Bandwidth.

Η **Ταυτότητα** μας ενημερώνει για το σε ποιο δεδομενογράφημα ανήκει το τμήμα, κάτι που δεν είναι απαραίτητο στην IPv6 που δεν γίνεται τεμαχισμός παρά μόνο στην πηγή.

Τα **DF** και **MF** χρησιμοποιούνται για να δηλώσουν στους hosts ότι το δεδομενογράφημα δεν επιδέχεται άλλο τεμαχισμό (DF - Don't Fragment) και ότι ακολουθούν ή όχι και άλλα κομμάτια του ίδιου δεδομενογραφήματος (MF - More Fragments). Το θέση τεμαχίου καθορίζει το σημείο του τρέχοντος δεδομενογραφήματος που βρίσκεται το κομμάτι. Όλα αυτά τα πεδία είναι όπως γίνεται φανερό άχρηστα στο IPv6.

Ο **Χρόνος ζωής** είναι το αντίστοιχο του πεδίου **Όριο βημάτων** στο IPv6. Και τα δύο χρησιμοποιούνται για να περιορίζουν τη διάρκεια ζωής του πακέτου. Το μεν πρώτο δουλεύει με χρόνο το δε δεύτερο μετράει δρομολογητές και αποτελεί βελτίωση του πρώτου καθώς όλοι οι δρομολογητές μετρούν βήματα και όχι χρόνο.

Οι **διευθύνσεις πηγής** και **προορισμού** υπάρχουν όπως είναι φυσικό και στους δύο τύπους και έχουν βέβαια διαφορετικά μεγέθη, όσο και το μέγεθος των διευθύνσεων.

3. Προβλήματα και λύσεις

3.1. Denial of Service attacks and Traceback.

Με την αλλαγή από την έκδοση IPv4 στην έκδοση IPv6 προβλήματα για τα οποία είχαν βρεθεί κάποιες λύσεις απαιτούν νέα αντιμετώπιση. Ένα τέτοιο πρόβλημα είναι οι επιθέσεις Denial of Service (DoS) και Distributed DoS και ο τρόπος ανίχνευσης του επιτιθέμενου. Κατά τις επιθέσεις αυτές ο επιτιθέμενος στέλνει μεγάλες ποσότητες πακέτων στο στόχο του είτε από μια συγκεκριμένη πηγή (DoS) είτε από διάφορες πηγές στις οποίες πιθανώς έχει ήδη επέμβει. Οι επιθέσεις αυτές προκαλούν υπέρβαση των ορίων και άρα άρνηση υπηρεσιών σε νόμιμους χρήστες. Η λύση που έχει ήδη βρεθεί αφορά στην εύρεση της πηγής ή των πηγών των πακέτων. Η σχεδίαση όμως του IP καθιστά πολύ δύσκολη την ανίχνευση αυτή. Κάποιες λύσεις που έχουν βρεθεί προσφέρουν περιορισμένη ανίχνευση καθώς δουλεύουν για συγκεκριμένα δίκτυα. Η λύση επίσης της καταγραφής είτε στους ενδιάμεσους είτε στον δρομολογητή περιορισμού κάθε πιθανού ύποπτου δεδομενογραφήματος απαιτεί τεράστια μεγέθη μνήμης που όπως γίνεται αντιληπτό στη περίπτωση του IPv6 με το προαναφερθέν μέγεθος επικεφαλίδας, πολλαπλασιάζεται και γίνεται απαγορευτικό. Το πρόβλημα γίνεται εντονότερο στη περίπτωση του κινητού IP.

3.2 Proof-of-membership Problem

Στην σημερινή εποχή η διαχείριση των γκρουπ στο **IP Multicast** (Πολλαπλή διανομή, η οποία υλοποιείται από ειδικούς δρομολογητές πολλαπλής διανομής, οι οποίοι μπορούν να συνυπάρχουν με τους τυποποιημένους δρομολογητές.

Μια φορά το λεπτό περίπου, κάθε δρομολογητής πολλαπλής διανομής εκπέμπει, δηλαδή στέλνει ένα μήνυμα του στρώματος ξεύξης δεδομένων στους host του LAN δικτύου του, ζητώντας τους να αναφέρουν τις ομάδες στις οποίες ανήκουν οι διαδικασίες τους. Κάθε host απαντά για όλες τις διευθύνσεις κατηγορίας D που τον ενδιαφέρουν) και **Anycast** (μια IPv6 διεύθυνση είναι μια διεύθυνση που ανατίθεται σε ένα σύνολο από διεπαφές που ανήκουν σε διαφορετικούς host. Κατά αυτόν τον τρόπο καθορίζει ένα γκρουπ αλλά σε αντίθεση με το multicast ένα πακέτο που στάλθηκε σε μια διεύθυνση anycast δεν δρομολογείται σε όλα τα μέλη του γκρουπ αλλά στην πιο κοντινή πηγή) μπορεί να διαφοροποιηθεί έτσι ώστε να ενσωματωθούν επιθέσεις Denial of Service (DoS). Η ρίζα του προβλήματος είναι ότι οι δρομολογητές δεν μπορούν να αποφασίσουν αν οποιοσδήποτε host έχει την εξουσιοδότηση να μετέχει σε ένα γκρούπ, κάτι το οποίο αναφέρεται και σαν Proof-of-membership Problem. Αυτό που προτείνεται σαν λύση στο IPv6 είναι βασιζόμενο στις κρυπτογραφικά αναπαραγόμενες διευθύνσεις (G-CGA). Αυτές οι διευθύνσεις έχουν χαρακτηριστικά

στατιστικής μοναδικότητας και κρυπτογραφική πιστοποίηση, τα οποία δανείζουν σε διάφορες τάξεις επιθέσεων Denial of Service (DoS). Κατά αυτόν τον τρόπο το σχήμα μας είναι πλήρως καταναμημένο και δεν απαιτεί κάποιο έμπιστο τρίτο μέρος ή προδιαμορφωμένη συσχέτιση ασφάλειας μεταξύ των δρομολογητών και των host. Αυτό όπως γίνεται αντιληπτό δεν είναι ένα μεγάλο κέρδος μόνο σε σχέση με την αξιοπιστία αλλά και σε άμεση σύνδεση με την προστασία της privacy.

Η διαχείριση των γκρουπ στο IP Multicast και Anycast, υποφέρει από πιθανές επιθέσεις Denial of Service (DoS). Στο Multicast ένας κακός host που μπαίνει σε ένα γκρουπ μπορεί να προκαλέσει υπερχειλίσει στο δίκτυο προσθέτοντας παρακλάδια στο δέντρο παράδοσης. Στην άλλη περίπτωση στο Anycast ένας κακός host δεν θα έχει την δυνατότητα αυτή αλλά μπορεί να ανακατευθύνει την κίνηση και να αποτρέψει άλλους νόμιμους host να το δούνε. Η ουσία του προβλήματος είναι ότι οι δρομολογητές δεν έχουν την δυνατότητα να αναγνωρίσουν αν ένας συγκεκριμένος host έχει την δυνατότητα να συμμετέχει σε ένα συγκεκριμένο γκρουπ. Για την λύση αυτών των προβλημάτων η λύση που προτείνεται βασίζεται σε γκρουπ κρυπτογραφικά αναπαραγόμενων διευθύνσεων (Group Cryptographically Generated Addresses G-CGA) που αποτελεί μια προέκταση του Cryptographically Generated Addresses –CGA για ομαδικές διευθύνσεις (Multicast και Anycast γκρουπ). Πιο συγκεκριμένα εισαγάγουμε δυο τύπους διευθύνσεων M-CGA για multicast και A-CGA για anycast. Χρησιμοποιούνται αυτοί οι τύποι των διευθύνσεων για να μειωθούν σημαντικά συγκεκριμένοι τύποι επιθέσεων Denial of Service (DoS).

Οι επιθέσεις που δημιουργούν προβλήματα μπορεί να είναι μηνύματα ερωτήσεων ή μηνύματα αναφοράς. Οι δρομολογητές πρέπει να ελέγξουν ότι η πηγή τους είναι συνδεδεμένη τοπικά έτσι ώστε να προστατεύονται από ξεχασμένα μηνύματα εκτός σύνδεσης. Η προτεινόμενη λύση πρέπει να ικανοποιεί ορισμένες παραδοχές που σχετίζονται με το κόστος σε μνήμη και εύρος δεδομένων, να είναι ικανή να υποστηρίζει ένα μεγάλο αριθμό μελών και γκρουπ καθώς και ασύρματους host και να αποφεύγει την εμπιστοσύνη σε τρίτα μέρη. Η διαχείριση του προβλήματος της ασφαλούς διαδικασίας κατά την οποία ελέγχονται τα μέλη ενός γκρουπ είναι πολύ σημαντική για να αγνοηθεί. Η ουσία είναι ότι ένας κόμβος πρέπει να είναι σε θέση να αποδεικνύει ότι ένα μέλος έχει την εξουσιοδότηση σε ένα γκρουπ και η χρήση αυτών των κρυπτογραφικά αναπαραγόμενων διευθύνσεων επιτρέπουν μια πλήρη καταναμημένη λύση.

3.3 Transparent mobility – Handoff Mechanism

Το πρωτόκολλο IPv4 έχει δημιουργηθεί όπως έχει αναφερθεί αρκετά χρόνια πριν όπου οι ανάγκες ήταν διαφορετικές. Μια από τις ανάγκες που δημιουργήθηκαν τα

τελευταία χρόνια ήταν η ανάγκη κινητικότητας των χρηστών. Το IPv4 φυσικά δεν είχε τέτοια πρόβλεψη και κάποιες λύσεις που επέτρεψαν κάποια κινητικότητα δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως βέλτιστες. Το πρόβλημα έγκειται στην ίδια τη μέθοδο διευθυνσιοδότησης.

Κάθε διεύθυνση αποτελείται από τρία πεδία, την κατηγορία, τον αριθμό του δικτύου και τον αριθμό του host. Αν ο host που μας ενδιαφέρει να μετακινηθεί σε κάποια απομακρυσμένη θέση τα δεδομενογραφήματα θα εξακολουθήσουν να πηγαίνουν προς το ίδιο δίκτυο που δεν θα μπορεί φυσικά να τα δρομολογήσει στον host. Για να δοθεί απλά μια νέα IP διεύθυνση στον κινούμενο αυτό host θα απαιτούσε την ενημέρωση κάθε φορά πάρα πολλών βάσεων, δρομολογητών, χρηστών κτλ. Η ανάθεση επίσης IP διευθύνσεων χωρίς την κατηγοριοποίηση που αναφέρθηκε θα απαιτούσε την ύπαρξη σε κάθε δρομολογητή εκατομμυρίων διευθύνσεων. Τελικά βέβαια προτάθηκαν κάποιες λύσεις που ξεπέρασαν και τα διάφορα προβλήματα ασφαλείας και τριγωνικής δρομολόγησης και τελικά δημιουργήθηκε το Mobile IP for IPv4 standard και η χρήση του πράκτορα επισκεπτών (foreign agent) με τα όποια προβλήματα αυτός εισήγαγε.. Η ανάπτυξη του IPv6 κατέστησε υποχρεωτική την ανάπτυξη καινούργιων standards τα οποία δεν θα έκαναν χρήση πράκτορα.

Γίνεται αντιληπτό ότι η ελευθερία που μας προσφέρει το νέο μέγεθος – 128 bits αντί για 32 – αμβλύνει κατά πολύ το πρόβλημα αλλά όμως αν το δούμε μακροπρόθεσμα δεν το λύνει κιάλας. Οι περισσότερες έρευνες για το θέμα αυτό επικεντρώθηκαν στην ανάπτυξη τεχνικών handoff είτε επιτρέποντας τον ίδιο τον host που μετακινείται, να αποφασίσει για αυτήν είτε τους δρομολογητές.

3.4 Fast Router Advertisement on mobile IPv6

Πολλά από τα αρχικά IPv6 πρωτόκολλα είχαν αδόμητους μηχανισμούς χρονομέτρησης η οποίοι στοχεύανε στην διασφάλιση της δίκαιης πρόσβασης στα μέσα. Τα αποτελέσματα το χρονομετρητών αυτών στην κίνηση σε ένα mobile IPv6 αποδείχτηκαν ότι επηρέαζαν την κίνηση εφαρμογών στα δίκτυα. Μια πρόταση να απομακρυνθούν οι αχρείαστοι χρονομετρητές στη Neighbor Discovery ονομάζεται Fast Router Advertisement (FastRA).

Η ανάπτυξη των κινητών IP πρωτοκόλλων στο IPv6 αποτελεί μια διαρκεί προσπάθεια και αναφέρεται στην εύρεση μηχανισμών που να επιτρέπουν σε κινητούς κόμβους να δημιουργούν IP διευθύνσεις στα επισκεπτόμενα δίκτυα, ενώ παράλληλα να διατηρούνται οι συνδέσεις μέσω μιας σπαιτικής ταυτότητας. Από την στιγμή που τα αρχικά IPv6 δημιουργήθηκαν χωρίς να ενδιαφέρονται σε μελλοντικά ασύρματα θέματα, είχαν αδόμητες καθυστερήσεις που στοχεύανε στην διασφάλιση στην δίκαια πρόσβαση στα μέσο

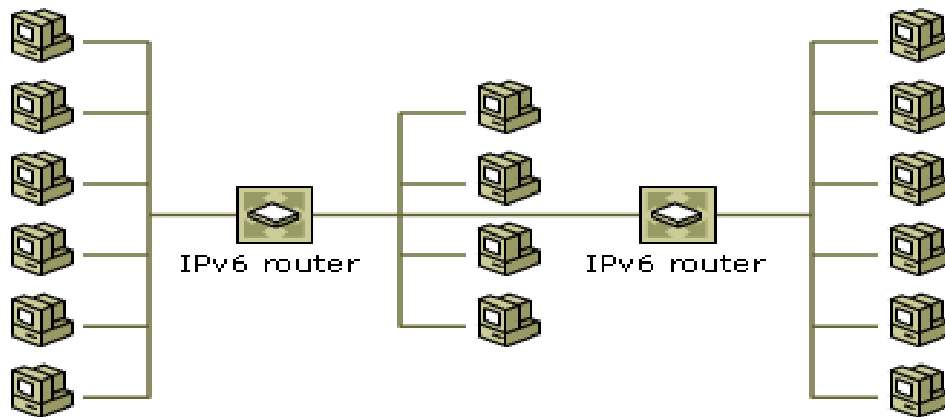
και στην αποδοτική σήμανση. Θεμελιώδη σημασία για τα Ipv6 έχει η ανακάλυψη της κίνησης. Μετά την αλλαγή της σύνδεσης του επιπέδου σύνδεσης το MN πρέπει να ανακαλύψει οποιαδήποτε αλλαγή στο επίπεδο του IP πριν μπορέσει να σημάνει την αλλαγή αυτή στο δίκτυο. Στα MIpv6 χρησιμοποιείται το Fast Router Advertisement (FastRA) για ανακάλυψη τις αλλαγές στο IP δίκτυο. Το τμήμα ανακάλυψης του δρομολογητή (Router Discovery Portion) περιέχει ένα δομημένο χρονομετρητή ο οποίος εμποδίζει το δρομολογητή από το να στείλει άμεσες απαντήσεις στο δρομολογητή απόκτησης (Router Solicitations). Αυτή είναι μια σημαντική καθυστέρηση από την στιγμή που παρεμβάλλεται στον αλγόριθμο κίνησης του δικτύου και είναι η μεγαλύτερη μετά την ανακάλυψη διπλών διευθύνσεων.

Μια λύση στα παραπάνω προβλήματα είναι το Fast Router Advertisement (FastRA) το οποίο επιτρέπει το πολύ σε ένα δρομολογητή σε σύνδεση να σχηματίζεται με τρόπο ώστε να διαθέτει άμεσες απαντήσεις στο Router Solicitations . Χρησιμοποιώντας μόνο ένα δρομολογητή σαν γρήγορο ανταποκριτή διασφαλίζεται η μη πραγματοποίηση καταρρεύσεων. Ένας κόμβος πρέπει να έχει μια σχηματισμένη Ipv6 τοπικά συνδεδεμένη διεύθυνση, έτσι ώστε να στείλει ένα RS ικανό για FastRA απάντηση. Είναι εξαιρετικά επικίνδυνο να στείλει ένα RS αν ένας κόμβος υπάρχει ήδη σε αυτή την σύνδεση με την ίδια τοπικά εστιασμένη διεύθυνση, σαν αυτή από την οποία στέλνεται η αίτηση για απόκτηση. Η ανακάλυψη διπλών διευθύνσεων απαιτείται όταν ένας κόμβος δεν έχει την επιβεβαίωση για την μοναδικότητα μιας διεύθυνσης στη σύνδεση.

Σε δίκτυα που εμφανίζονται συχνά διπλές διευθύνσεις ή είναι αναγκαία η μείωση των καθυστερήσεων στις παραδώσεις μηνυμάτων, η ύπαρξη ενός FastRA είναι επιτακτική. Απομακρύνουν τις καθυστερήσεις που σχετίζονται με την αποστολή των Advertisements του δρομολογητή, σε απάντηση στις διάφορες solicitations. Κλείνοντας είναι σκόπιμο να αναφερθεί ότι το Fast Router Advertisement (FastRA) αποτελεί ένα από τα πολλά πρωτόκολλα που επηρεάζουν το mobile Ipv6 και αλληλεπιδράσεις μεταξύ απαιτήσεων μπορεί να μειώσουν την αποδοτικότητα του σε μερικές περιπτώσεις.

4.Ipv6 routing

Για δίκτυα τα οποία βασίζονται σε Ipv6 πρωτόκολλα, η δρομολόγηση παρέχει υπηρεσίες προώθησης μεταξύ των Host που είναι σε διαφορετικά τμήματα του ίδιου δικτύου. Στο Ipv6 το πακέτο περιέχει και την διεύθυνση της πηγής και την αντίστοιχη του Host στον οποίο απευθύνεται. Επιπλέον σε η Ipv6 διεύθυνση στην Ipv6 επικεφαλίδα παραμένει η ίδια καθώς το πακέτο ταξιδεύει μέσα σε ένα Ipv6 δίκτυο. Η δρομολόγηση είναι η πρωταρχική λειτουργία που επιτελεί το Ipv6. Τα τμήματα του δικτύου, γνωστά και ως links ή υποδίκτυα, είναι συνδεδεμένα με Ipv6 δρομολογητές, που είναι συσκευές που περνάνε τα πακέτα από ένα τμήμα του δικτύου στο άλλο. Η διαδικασία αυτή είναι εμφανής στο επόμενο σχήμα.



Οι δρομολογητές διαθέτουν τα αρχικά μέσα για να συνδέονται δύο φυσικά χωρισμένα τμήματα δικτύου. Οι IPv6 δρομολογητές έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

- Είναι με φυσικό τρόπο multihomed hosts, οι οποίοι είναι host δικτύου που χρησιμοποιούν δυο ή περισσότερες συνδέσεις δικτύου ώστε να συνδεθούν με οποιαδήποτε τμήμα δικτύου.

- Επιπλέον παρέχουν προώθηση πακέτων σε άλλους IPv6 hosts. Διαφοροποιούνται από άλλους host που χρησιμοποιούν multihoming

Μπορούν να υλοποιηθούν χρησιμοποιώντας μια ποικιλία υλικών και λογισμικών προϊόντων. Δρομολογητές που είναι αποκλειστικές συσκευές που έχουν εξειδικευμένο λογισμικό επίσης χρησιμοποιούνται. Ανεξάρτητα με τον τύπο του IPv6 δρομολογητή, όλοι βασίζονται στο πίνακα δρομολόγησης ώστε να μπορούν να επικοινωνούν με τα διάφορα τμήματα του δικτύου.

ΤΕΛΟΣ

Περιεχόμενα-References

- **Βιβλιογραφικές Αναφορές και άρθρα ☺ (references to books and articles):**

- [1]. Beck, M. and Moore, T., "The Internet2 Distributed Storage Infrastructure Project: An Architecture for Internet Content Channels", in Computer Networking and ISDN Systems, 1998
- [2] M. Beck, B. Dempsey, and T. Moore, The Internet2 Distributed Storage Infrastructure (I2-DSI) Project, homepage at <http://dsi.internet2.edu/>.
- [3] M. M. Freire and H. J. A. da Silva, "Performance Comparison of Wavelength Routing Optical Networks with Chordal Ring and Mesh-Torus Topologies", Networking -ICN 2001, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2093. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2001
- [4] Carpenter, B. and Moore, K. Connection of IPv6 Domains via IPv4 Clouds Without Explicit Tunnels. Internet Draft, Oct. 1999
- [5] R. M. F. Coelho, J. J. P. C. Rodrigues, and M. M. Freire, "Performance Assessment of Wavelength Routed Optical Networks with Shortest Path Routing over Degree Three Topologies", in Proceedings of IEEE International Conference on Networks (ICON'2002), Singapore, August, 27-30, 2002
- [6] D. Clark and J. Wroclawski, An Approach to Service Allocation in the Internet, Internet Engineering Task Force Draft Report; <http://diffserv.les.mit.edu/Drafts/draft-clark-diff-svc-alloc-00.tst>, July 1997.
- [7] Beck, M., T. Moore, B. Dempsey, and R. Chawla, "Portable Representation of Internet Content Channels in I2-DSI", 1999.
- [8]. I2-DSI Applications Workshop, University of North Carolina at Chapel Hill, March 4-6, 1999, <http://dsi.internet2.edu/apps99.html>.
- [9] Deering, S. and Hinden, R. Internet Protocol, Version 6 Specification. , Dec. 1995.
- [10] G. Carpenter, G. Goldszmidt, M. Beck, T. Moore, B. Dempsey, D. Weiss, Improving the Availability of Internet2 Applications and Services
- [11] Vern Paxson. End-to-End Routing Behavior in the Internet. In Proceedings of ACM SIGCOMM '96, August 1996.
- [12] 13. DARPA Information Technology Office Sponsored Research programs on Computing and Networking: Quorum (<http://www.ito.darpa.mil/research/quorum/index.html>).
- [13] 2. O. Rodeh et al., Dynamic Virtual Private Networks, Dept. of Computer Science, Cornell University, Ithaca, N.Y., 1998.

• ΠΗΓΕΣ ΣΤΟ WWW

[1] <http://www.internet2.edu> Το επίσημο site για internet 2 το οποίο παρέχει πληροφορίες σχετικά με τα ενεργά μέλη, πληροφορίες για τη φύση του, τις συνεργασίες και τα τελευταία νέα του.

[2] <http://www.ncsa.uiuc.edu/> Το site του National Laboratory for Applied Network Research National Center for Supercomputing Applications University of Illinois at Urbana-Champaign. Από εκεί βλέπεις πληροφορίες για το internet 2 από τη σκοπιά ενός ενεργού του μέλους, όπως αυτό το πανεπιστήμιο.

[3] http://www.cisco.com/warp/public/cc/cisco/mkt/scale/distr/in_dex.html Cisco Distributed Director. Η Cisco δώρισε τα εργαλεία για τη δημιουργία του internet 2 και γίνεται αναφορά στη γέννηση του .

[4] <http://www.abilene.iu.edu>. Abilene, 2001. Πληροφορίες για αυτό το backbone network του internet 2.

[5] <http://middleware.internet2.edu/> Το Internet2 Middleware Initiative (I2-MI) εργάζεται προς την ενσωμάτωση των core middleware services στα πανεπιστήμια που συμμετέχουν στο. Internet2

[6] (<http://qbone.internet2.edu>). Πληροφορίες για το Qbone και ο τρόπος με τον οποίο εξασφαλίζει τους μηχανισμούς διασφάλισης ποιότητας υπηρεσιών

[7] <http://www.isc.org/ds> <http://www.matrix.net> Έρευνες για το υπάρχον internet, εξέταση της ανάπτυξής του, μετρήσεις, αναλύσεις και προβληματισμοί

[8] <http://www.vbns.net> Τα πάντα σχετικά με το vBNS, το οποίο θα συμμετέχει στο Qbone σαν ένα backbone δίκτυο υψηλής ταχύτητας.

[9] <http://www.canarie.ca/canet4> Πληροφορίες για το CA*net4 , το οποίο διασυνδέει τοπικά ερευνητικά δίκτυα και μέσω αυτών πανεπιστήμια, ερευνητικά κέντρα, κυβερνητικά ερευνητικά εργαστήρια, σχολεία, και άλλους νόμιμους τόπους και μεταξύ τους και με διεθνή peer networks.

[9] <http://www.sao.nrc.ca/imsb/rcsg/documents/internetnode/2.html> Πληροφορίες για το CA*net4 και τους προγόνους του 2 και 3 .

[10] <http://www.emoryedu/UCAID-Abilence.html> Πληροφορίες για το backbone network του internet 2.

[11] <http://abilence.internet2.edu> Πληροφορίες για το backbone network του internet 2.

[12] <http://www.ngi.gov> Πληροφορίες για το next generation internet από το λευκό οίκο

[13] <http://www.ngi.ibm.com> Πληροφορίες για το next generation internet από την IBM

[14] <http://www.apps.intenet2.edu> Πληροφορίες για τις διαθέσιμες εφαρμογές του internet 2 ,νέα εγχειρήματα και μελλοντικές βλέψεις

[15] <http://www.linuxjournal.com> Χρησιμοποίηση του Linux στο internet 2 για μια σειρά εφαρμογών και τις διευκολύνσεις που αυτό μπορεί να προσφέρει στην ποιότητα υπηρεσιών και στην μεταφορά δεδομένων

[16] <http://www.akamai.com/> Akamai member in internet 2

[17] <http://www.sandpiper.com/> Sandpiper Networks partner in internet 2

[18] <http://www.cisco.com/> Cisco member in internet 2

[19] <http://www.internet-2.org.il> Πληροφορίες για το internet 2 στο Ισραήλ και τις σχετικές εξελίξεις

[20] <ftp://cter.eng.uab.edu/Diffserv/> Diffserv εφαρμογές σε περιβάλλον Linux ,με σκοπό υλοποίησης στο internet 2

[21] <http://news.internet2.edu> Το Internet2 Detective, περιγραφή της μορφής του και των δυνατοτήτων που μπορεί να παρέχει

[22] <http://www.tele.com> Πηγή άρθρων που χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα για τη παρούσα εργασία

