

Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ

Internet2



ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΚΟΥΜΟΥΣΗΣ ΚΩΝ.

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ : ΧΟΥΛΙΑΡΑ ΝΙΚΗ

ΠΑΤΡΑ 2001

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ	6349
----------------------	------

Internet2



Περιεχόμενα

1 Εισαγωγή.....	4
1.1 Ιστορική αναδρομή στη δημιουργία του Internet.....	4
1.2 Σημερινή κατάσταση και ανάγκη για ένα νέο Internet.....	4
1.3 Τι είναι το Internet2.....	5
1.4 Τα οφέλη του Internet2.....	6
1.5 Θα αντικατασταθεί το σημερινό Internet από το Internet2;.....	7
1.6 Εφαρμοσιμότητα του Internet2.....	7
2 Δημιουργία και Ανάπτυξη του Internet2.....	9
2.1 Ποιοι συμμετέχουν.....	9
2.1.1 Internet2 Universities.....	10
2.1.2 Corporate Partners.....	13
2.1.3 Corporate Sponsors.....	13
2.1.4 Affiliate Members.....	13
2.2 Κόστος του έργου και χρηματοδότησή του.....	15
2.3 Άλλες προσπάθειες για παρόμοια δίκτυα.....	17
3 Εφαρμογές και υπηρεσίες του Internet2.....	21
3.1 LearningWare.....	21
3.1.1 LearningWare και το Instructional Management System.....	21

3.1.2 Building blocks για το LearningWare.....	21
3.1.2 Τι είναι το Instructional Management System (IMS):.....	22
3.1.3 Ποιοι θα χρησιμοποιούν το IMS:.....	23
3.1.4 Τι έχει γίνει μέχρι στιγμής στο IMS:.....	24
3.1.5 Ένα instructional παράδειγμα.....	24
3.2 Ψηφιακές Βιβλιοθήκες.....	25
3.3 Tele-Immersion.....	26
3.3.1 Τι είναι το Tele-Immersion:.....	26
3.3.2 Ποιες είναι οι δυνατότητες του Tele-Immersion:.....	26
3.3.3 Ποια ζητήματα προκύπτουν:.....	27
3.3.4 Τι έχει γίνει μέχρι σήμερα:.....	27
3.4 Εικονικά Εργαστήρια.....	28
3.4.1 Τι είναι το εικονικό εργαστήριο:.....	28
3.4.2 Ποιες είναι οι δυνατότητες του εικονικού εργαστηρίου:.....	28
3.4.3 Τι περιλαμβάνει ένα εικονικό εργαστήριο:.....	29
3.4.4 Τι έχει γίνει μέχρι σήμερα:.....	30
4 Τεχνικά χαρακτηριστικά του Internet2.....	31
4.1 GigaPoPs.....	31
4.1.1 Οργάνωση των GigaPoPs.....	33
4.1.2 Τα GigaPoPs ως φυσικές οντότητες.....	34
4.1.3 Στελέγωση των GigaPoPs.....	34
4.1.4 Άλλες λειτουργίες των GigaPoPs.....	35
4.1.5 Τεχνικές απαιτήσεις του Internet2 σε σχέση με τα GigaPoPs.....	35
4.1.6 Κατηγορίες GigaPoPs.....	36
4.1.7 Λειτουργικές Απαιτήσεις.....	38
4.1.8 Λειτουργικές Ευθύνες.....	40
4.1.9 Διαχείριση Υπηρεσιών.....	40
4.1.9.1 Δικτυακή Διαχείριση.....	40
4.1.9.2 Παρακολούθηση των διαφόρων επιπέδων υπηρεσιών.....	41
4.1.10 Αρχιτεκτονική Δομή.....	42
4.1.10.1 Intra-Campus και Campus-to-GigaPoP.....	42
4.1.10.2 GigaPoP-to-GigaPoP.....	43
4.1.10.3 Routing και Quality-of-Service Πρωτόκολλα.....	44
4.1.10.3.1 Δρομολόγηση για IPv4.....	44
4.1.10.3.2 Δρομολόγηση για IPv6.....	45
4.1.10.3.3 Πληροφορίες δρομολόγησης στο ATM επίπεδο.....	45
4.1.11 Τι πρέπει να γίνει.....	45
4.1.11.1 Πανεπιστήμια.....	45
4.1.11.2 GigaPoP.....	46
4.1.11.3 Σύννεφο.....	46
4.1.11.4 Συνολικά.....	46
4.1.11.5 Τεχνικοί Στόχοι.....	46
4.2 Πρωτόκολλα.....	47
4.2.1 IPv6.....	47
4.2.2 RSVP.....	48
4.2.3 RTP.....	49
4.3 QoS.....	49
4.3.1 Ζητήματα σχετικά με το Quality of Service.....	50
4.4 Security.....	50
4.4.1 Ζητήματα σχετικά με την ασφάλεια.....	51
5 Το Internet2 πέρα από το χώρο των Η.Π.Α.....	53
5.1 Το Internet2 σε διεθνή κλίμακα.....	53
5.2 Η απάντηση της Ευρώπης στο Internet2.....	54
5.3 Τι ακριβώς γίνεται στην Ελλάδα.....	55
5.3.1 Το GUNET.....	57

<u>5.3.1.1 Συμμετέχοντες στο GUNET</u>	57
<u>5.3.1.2 Στόχοι του GUNET</u>	58
<u>5.3.1.2.1 Νέες υπηρεσίες τηλεματικής</u>	58
<u>5.3.1.2.2 Προηγμένες υπηρεσίες</u>	59
<u>6 Επίλογος</u>	60
<u>6.1 Και μετά το Internet2;</u>	60
<u>6.2 Κριτική της μορφής του Internet2</u>	60

1 Εισαγωγή.

1.1 Ιστορική αναδρομή στη δημιουργία του Internet.

Πριν από μερικά χρόνια οι αρχικές επενδύσεις του δικτύου του Εθνικού Ιδρύματος Επιστημών των Η.Π.Α (National Science Foundation Network - NSFNet) άνοιξαν το δρόμο για ακόμα μεγαλύτερες επενδύσεις στη δικτυακή δομή των πανεπιστημίων. Αυτές οι επενδύσεις από την εκπαιδευτική κοινότητα καθώς και μερικούς κρατικούς, πολιτειακούς και εταιρικούς συνεταιίρους έγιναν για να εμπλουτίσουν την εθνική ερευνητική δομή. Ωστόσο, πολύ σύντομα ήρθε ως απόρροια η εμφάνιση χρήσιμων και ευρέως χρησιμοποιούμενων εφαρμογών στη διεθνή ακαδημαϊκή κοινότητα. Αποτέλεσμα αυτού ήταν το πρώτο γενικής χρήσης (παγκόσμιο) Internet. Πολύ σύντομα το Internet έγινε ένα ολοκληρωμένο σύνολο από δικτυακούς πόρους και υπηρεσίες βασισμένες σε συγκεκριμένα στάνταρ και προσφερόμενες από μια σειρά ανταγωνιστικών παρόχων σε ένα περιβάλλον που τώρα παρουσιάζει στοιχεία μιας οργανωμένης αγοράς. Ο World Wide Web (WWW) και οι browsers που τον υπηρετούν έχουν τις ρίζες τους στις ερευνητικές και ακαδημαϊκές κοινότητες, ενώ έφεραν το Internet στη σημερινή επαναστατική κατάστασή του, τόσο ως κοινωνικό όσο και ως οικονομικό φαινόμενο.

1.2 Σημερινή κατάσταση και ανάγκη για ένα νέο Internet.

Οι σημερινές διασημότερες εφαρμογές του Internet ακολούθησαν την εξέλιξη και την έρευνα οι οποίες περιέβαλαν αυτή καθ' εαυτή την τεχνολογία του Δικτύου. Όμως τα σημερινά δεδομένα είναι αρκετά διαφορετικά. Οι δικτυακές εφαρμογές τραβούν ολοένα περισσότερο την προσοχή όσων βλέπουν το Internet ως μέσο για οικονομική ανάπτυξη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να έχει ήδη χαθεί ο αρχικός ακαδημαϊκός χαρακτήρας του Internet.

Για το 1998 υπολογίστηκε ότι περισσότερα από ογδόντα εκατομμύρια άτομα, σε ολόκληρο τον πλανήτη, είχαν πρόσβαση στο Internet. Ο παραπάνω αριθμός είναι αρκετά εντυπωσιακός αλλά και συνεχώς αυξανόμενος. Έτσι δημιουργείται το ερώτημα που θα οδηγήσει η παραπάνω τάση. Σε κατάρρευση του Δικτύου ή σε πλήρη αναμόρφωσή του;

Παράλληλα η έλλειψη bandwidth και προηγμένης δικτυακής τεχνολογίας κατ' επέκταση, προκαλούν καθυστέρηση στη δημιουργία εφαρμογών οι οποίες απαιτούν υψηλή απόδοση σε δικτυακές υπηρεσίες.

Η ανάγκη λοιπόν να αναπτυχθεί η υπάρχουσα τεχνολογία του Internet προκειμένου να αναπτυχθούν καινούριες ζωτικής σημασίας εφαρμογές για την έρευνα και τους εκπαιδευτικούς στόχους της ανώτατης εκπαίδευσης (κατά πρώτο λόγο), οδηγεί στο σχεδιασμό του καινούριου Internet, μιας δεύτερης "βελτιωμένης" έκδοσης του Διαδικτύου, με την επωνυμία **Internet2**.

1.3 Τι είναι το Internet2.

Την 1η Οκτωβρίου του 1996, ένας μεγάλος αριθμός Αμερικανικών Πανεπιστημίων δημιούργησαν το Internet2 project, με πρωταρχικό σκοπό να αναπτυχθεί μια νέα γενιά δικτυακών εφαρμογών, οι οποίες θα υποστηρίξουν τις καινούριες ανάγκες και απαιτήσεις στην επιστημονική έρευνα και διδασκαλία.

Αναλυτικά το Internet2 αποτελεί προσπάθεια περισσότερων από 150 αμερικάνικων πανεπιστημίων (ο αριθμός αυτός συνεχώς αυξάνεται καθημερινά αφού όλο και περισσότερα πανεπιστήμια γίνονται μέλη του Internet2 project), με σκοπό την ανάπτυξη της καινούριας γενιάς δικτυακών εφαρμογών, οι οποίες θα διευκολύνουν την έρευνα και τους εκπαιδευτικούς σκοπούς των πανεπιστημίων.

Σε κάθε μέλος-πανεπιστήμιο μια ομάδα ατόμων αποτελούμενη από software developers και μηχανικούς, εργάζεται για τη δημιουργία εφαρμογών που θα αξιοποιήσουν το Internet2. Ταυτόχρονα κάθε ομάδα οργανώνει τις προσπάθειές της με τις αντίστοιχες ομάδες των υπολοίπων πανεπιστημίων. Εδώ θα μπορούσαμε να ορίσουμε επιγραμματικά τους βασικούς στόχους-επιδιώξεις του Internet2:

- δημιουργία ενός νέου δικτύου για την εθνική ερευνητική κοινότητα
- ανάπτυξη μιας καινούριας γενιάς εφαρμογών και υπηρεσιών
- μεταφορά των υπηρεσιών και εφαρμογών πέρα από την πανεπιστημιακή κοινότητα στην ευρύτερη κοινότητα του Internet

Τα πρωτοποριακά πανεπιστήμια βλέπουν ότι το ανεπτυγμένο networking αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τους διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς τους και το Internet2 προσφέρει το πλαίσιο για να ενοποιηθούν αυτά τα δύο. Το πρόγραμμα θα εκτοξεύσει αυτομάτως το multimedia broadband networking και θα βοηθήσει τα μέλη-πανεπιστήμια να ανταποκριθούν στις αυξανόμενες ανάγκες παραγωγικότητας.

Με το Internet2 επίσης συνεργάζονται εταιρείες που ασχολούνται με το computer networking καθώς και μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί, ούτως ώστε να διασφαλιστεί ότι οι δημιουργίες για το Internet2 σκοπεύουν στη βελτίωση όλων των δικτύων υπολογιστών αλλά και του υπάρχοντος Internet. (Σε επόμενη παράγραφο γίνεται λεπτομερής αναφορά τόσο στα συμμετέχοντα πανεπιστήμια όσο και σε άλλους οργανισμούς κυβερνητικούς ή ιδιωτικούς που ασχολούνται με το Internet2).

Το Internet2 προσφέρει το πλαίσιο για την ανάπτυξη των εργαλείων, των εφαρμογών και του απαραίτητου δικτύου για να συνδεθούν τα μέλη μεταξύ τους. Το Internet2 βασίζεται στη δημιουργία πρωτοποριακών εφαρμογών όπως είναι: η τηλεϊατρική, οι ψηφιακές βιβλιοθήκες, τα εικονικά εργαστήρια κ.ά. Φυσικά το απαραίτητο network engineering για τη λειτουργία τους θα αναπτυχθεί παράλληλα με αυτές τις εφαρμογές και αποτελεί μέρος της εργασίας κάποιων πανεπιστημίων για το Internet2 project.

1.4 Τα οφέλη του Internet2.

Εκτός του ότι τα δίκτυα που θα χρησιμοποιηθούν για το Internet2 θα είναι πολύ γρηγορότερα, οι εφαρμογές που δημιουργήθηκαν θα αξιοποιήσουν ένα ολόκληρο σύνολο εργαλείων δικτύου, τα οποία προς το παρόν δεν υπάρχουν. Παράδειγμα ενός τέτοιου εργαλείου είναι οι λεγόμενες "εγγυήσεις ποιότητας των υπηρεσιών" (Quality of Service – QoS). Όπως έχουν τώρα τα πράγματα, όλες οι πληροφορίες του Internet που περνούν στο δίκτυο από τον ένα υπολογιστή στον άλλο παίρνουν την ίδια προτεραιότητα. Το Quality of Service όμως παρέχει τη δυνατότητα στις εφαρμογές να ζητούν συγκεκριμένο bandwidth ή προτεραιότητα. Αυτό θα επιτρέψει σε δύο υπολογιστές που θα τρέχουν εφαρμογές όπως το Tele-Immersion να επικοινωνούν μεταξύ τους με μεγάλες ταχύτητες οι οποίες απαιτούνται για αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο. Παράλληλα, μια λιγότερο απαιτητική εφαρμογή όπως είναι το WWW θα χρησιμοποιεί μόνο όση ταχύτητα σύνδεσης απαιτείται για την ομαλή λειτουργία του. Αυτό που θα πρέπει να σημειωθεί είναι ότι η διαφορά στην ταχύτητα θα προσφέρει πολύ περισσότερα από ένα γρηγορότερο WWW. Το όραμα της ύπαρξης ενός δικτύου εκατό ή χίλιες φορές ταχύτερου από ό,τι σήμερα θα δημιουργήσει εφαρμογές που θα αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι εργάζονται και αλληλεπιδρούν μέσω των υπολογιστών. Εφαρμογές όπως το Tele-Immersion και οι ψηφιακές βιβλιοθήκες θα αλλάξουν όσες μεθόδους χρησιμοποιούν οι άνθρωποι για να μάθουν, να επικοινωνούν και να συνεργάζονται με τους υπολογιστές.

Ακόμα οι αναμενόμενες δυνατότητες περιλαμβάνουν πρόσβαση σε γενικότερες ευρέως γνωστές βάσεις δεδομένων και σε μηχανήματα συνδεδεμένα σε απομακρυσμένα δίκτυα, με τη δυνατότητα της ανάλυσης των data streams τους ακόμα και με αλληλεπίδραση. Με την ελαχιστοποίηση των εμποδίων της περιορισμένης υπολογιστικής δύναμης και του bandwidth η ανάλυση που τώρα πραγματοποιείται off-line θα μπορεί να γίνεται σε αλληλεπίδραση με το Internet2.

Για παράδειγμα ερευνητές θα μπορούν να επεξεργαστούν τα δεδομένα από τις διάφορες κοινωνικές και φυσικές επιστήμες. Αυτές οι εξελιγμένες υπηρεσίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την ανάπτυξη texts. Έτσι οι ερευνητές μπορούν με αλληλεπίδραση να πραγματοποιούν αναλύσεις σε ψηφιακές βιβλιοθήκες και να ψάχνουν στοιχεία που βρίσκονται διεσπαρμένα σε ποικίλα sites.

Πιθανόν οι πιο συναρπαστικές δυνατότητες θα είναι αυτές που θα δημιουργηθούν όταν το Internet2 θα έχει ήδη ξεκινήσει τη λειτουργία του. (Σε επόμενο κεφάλαιο γίνεται λεπτομερής αναφορά στις εφαρμογές του Internet2 και στα πλεονεκτήματα που αυτές εισάγουν για τους χρήστες του δικτύου).

1.5 Θα αντικατασταθεί το σημερινό Internet από το Internet2;

Το Internet2 δε θα αντικαταστήσει το υπάρχον Internet, ούτε έχει ως στόχο τη δημιουργία ενός νέου δικτύου. Αρχικά θα χρησιμοποιεί τα υπάρχοντα εθνικά δίκτυα όπως αυτό του Εθνικού Ιδρύματος Επιστημών των Η.Π.Α (National Science Foundation Network - NSFNet) το οποίο ονομάζεται very high speed Backbone Network Service (vBNS). Στο τελικό στάδιο το Internet2 θα χρησιμοποιεί αλλά δίκτυα υψηλής ταχύτητας για να συνδέει τα μέλη του μεταξύ τους αλλά και με άλλους ερευνητικούς οργανισμούς. Μέρος της αποστολής του Internet2 είναι να διαβεβαιώνει ότι η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία –τόσο από πλευράς software όσο και από πλευράς hardware- θα βασίζεται σε ανοιχτά standards και θα είναι ανοιχτή σε όλους, συμπεριλαμβανομένων των δημοσίων δικτύων και των παρόχων υπηρεσιών Internet (ISPs). Το Internet2 δεν πρόκειται να αντικαταστήσει τις τωρινές υπηρεσίες Internet για τα μέλη του, ούτε και για τους άλλους οργανισμούς και τους ιδιώτες. Τα μέλη έχουν ήδη αποφασίσει να συνεχίσουν να χρησιμοποιούν τις υπάρχουσες υπηρεσίες Internet για όλο το network traffic που δε σχετίζεται με το Internet2. Άλλοι οργανισμοί και ιδιώτες θα συνεχίσουν να χρησιμοποιούν τις υπάρχουσες υπηρεσίες Internet από τους παρόχους, όπως είναι το e-mail, ο World Wide Web και τα newsgroups. Το Internet2 δίνει τον τρόπο για να παρουσιαστεί η επόμενη γενιά δικτυακών εφαρμογών, οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν για να αναβαθμίσουν τα υπάρχοντα δίκτυα.

1.6 Εφαρμοσιμότητα του Internet2.

Σύμφωνα με όσα έχουν ήδη αναφερθεί για το Internet2, γίνεται σαφές ότι θα ανατείλει μια καινούρια εποχή τόσο γύρω από τις δικτυακές εφαρμογές όσο και γύρω από τον τρόπο που οι άνθρωποι εργάζονται και επικοινωνούν στο δίκτυο. Τίθεται λοιπόν εύλογα το ερώτημα στο κατά πόσο οι εφαρμογές του Internet2 είναι εφικτό να υποστηριχθούν από τη σημερινή δομή των συνδέσεων του Internet.

Με τις προοπτικές αυτών των εφαρμογών όσα πανεπιστήμια συμμετέχουν στο Internet2 project έχουν συνειδητοποιήσει τις δυνατότητες που αυτό προσφέρει στο μέλλον της ανώτατης εκπαίδευσης και είναι αποφασισμένα να το εκμεταλλευτούν για το καλό όλης της εκπαιδευτικής κοινότητας.

Παρόλα αυτά τα ίδια ιδρύματα συνειδητοποιούν ότι οι υποσχέσεις αυτών των επενδύσεων δε θα έχουν απολύτως κανένα όφελος αν οι προχωρημένες δικτυακές υπηρεσίες που χαρακτηρίζουν το Internet2 δεν επεκταθούν σε όλη την ανώτατη εκπαίδευση, τα δημόσια σχολεία, τον εργασιακό χώρο αλλά και ειδικότερα στο σπίτι του καθενός χρήστη του δικτύου. Μόνο τότε θα εκλείψουν τα περιοριστικά όρια της αίθουσας, της βιβλιοθήκης και του εργαστηρίου και θα δημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες για την εξ αποστάσεως διδασκαλία. Αυτό αποτελεί έναν από τους κυριότερους λόγους για τους οποίους το Internet2 είναι δεσμευμένο στην αμφίδρομη μεταφορά τεχνολογίας ανάμεσα στα συμμετέχοντα ιδρύματα και τις πολλές, εμπορικές και μη, κερδοσκοπικές οργανώσεις που δουλεύουν για να επηρεάσουν το μέλλον του Internet2.

Οι τεχνικές προδιαγραφές του Internet2 κάνουν λόγο για δικτυακές υπηρεσίες που χρησιμοποιούν bandwidth ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες τους, σύμφωνα με τις Quality of Service εγγυήσεις καθώς και με τους προχωρημένους τύπους χρησιμότητας (π.χ. ενοποίηση υπηρεσιών για φωνή, video, τηλεμετρία και δεδομένα.)

Επειδή οι εφαρμογές που αναπτύσσονται -συνολικά ή κατά μέρος- δεν είναι εφικτό να υποστηριχθούν από τη σημερινή δομή των συνδέσεων μεταξύ όσων Ιδρυμάτων συμμετέχουν στο πρόγραμμα, συχνά απαιτούνται Intranet Services που δε βρίσκονται εύκολα. Επίσης πολλές από αυτές τις εφαρμογές απαιτούν σταθμούς εργασίας και δυνατότητες των λειτουργικών συστημάτων που δεν είναι ευρέως διαθέσιμες. Γι' αυτό στη δημιουργία των εφαρμογών πρέπει να υιοθετηθεί μια αρχιτεκτονική μέθοδος που να προωθεί τις παρεμφερείς υπηρεσίες τις στρατηγικές και τις μεθοδολογίες δημιουργίας έτσι ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι απαιτητικές εφαρμογές που τροφοδοτούν το Internet2. (Σε επόμενο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο τεχνολογικό υπόβαθρο του Internet2 -πρωτόκολλα και άλλα χαρακτηριστικά- και πώς αυτό αναπτύσσεται ώστε να είναι δυνατή η εφαρμογή σε λίγα χρόνια και πέρα από τα όρια της πανεπιστημιακής κοινότητας).

2 Δημιουργία και Ανάπτυξη του Internet2.

2.1 Ποιοι συμμετέχουν.

Οι βασικοί συντελεστές του Internet2 μπορούν να ομαδοποιηθούν στις ακόλουθες 3 κατηγορίες:

- Πανεπιστήμια
- Κρατικοί φορείς - Κυβέρνηση των Η.Π.Α
- Εταιρείες και βιομηχανικοί παράγοντες

Τα πανεπιστήμια έχουν μοναδικά προσόντα για να παίξουν τον κυριότερο λόγο στη δημιουργία του Internet2: κατέχουν τόσο τη ζήτηση για τους τύπους των εφαρμογών που υποστηρίζει το Internet2, όσο και την παροχή των απαραίτητων ταλέντων για την πραγματοποίηση του εγχειρήματος. Οι αυξανόμενες ανάγκες στα πανεπιστήμια για την έρευνα και τους εκπαιδευτικούς σκοπούς απαιτούν τη συνεργασία του επιστημονικού προσωπικού, καθώς και τη χρήση του hardware που βρίσκεται διεσπαρμένο στα διάφορα πανεπιστήμια των Η.Π.Α. Την ίδια στιγμή το σύνολο του δικτύου των υπολογιστών και της εξειδίκευσης στα πανεπιστήμια-μέλη του Internet2 είναι αξεπέραστο. Τα πανεπιστήμια διαθέτουν μακρά ιστορία όσον αφορά τη δημιουργία και τη λειτουργία ερευνητικών δικτύων προχωρημένης τεχνολογίας. Αυτός ο συνδυασμός των αναγκών και διατιθέμενων πόρων παρέχει ένα τέλειο υπόβαθρο για τη δημιουργία της επόμενης γενιάς δικτυακών εφαρμογών.

Για να εξασφαλιστεί ότι ο στόχος της μεταφοράς της τεχνολογίας Internet2 στον υπάρχοντα δικτυακό κόσμο έχει επιτευχθεί και για να χρησιμοποιηθεί ο μεγάλος αριθμός ειδικών εκτός της πανεπιστημιακής κοινότητας, το Internet2 δουλεύει με κυβερνητικές επιτροπές, ιδιωτικές επιχειρήσεις και μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς που έχουν την εμπειρία και το know-how στη δημιουργία δικτύων υπολογιστών. Αυτοί οι οργανισμοί παρέχουν στα πανεπιστήμια-μέλη του Internet2 πόρους και ειδίκευση. Επιπλέον παρέχουν ένα κανάλι του προγράμματος με τον έξω κόσμο όσον αφορά στα στοιχεία που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη, ώστε η τεχνολογία Internet2 να μεταβεί στα ευρέως χρησιμοποιούμενα δίκτυα.

Αν κάποιος είναι μέλος πανεπιστημίου, μη κερδοσκοπικής οργάνωσης η οποία ασχολείται με δικτύωση ή εταιρείας η οποία ενδιαφέρεται να ασχοληθεί με το Internet2, μπορεί ως πρώτο βήμα να επισκεφθεί το site του Internet2 στη διεύθυνση <http://www.internet2.edu>, όπου υπάρχουν πληροφορίες για το πως θα γίνει μέλος. Όσον αφορά τους μεμονωμένους ιδιώτες, αυτοί μπορούν να λαμβάνουν πληροφορίες για τα πρόσφατα επιτεύγματα του Internet2 μέσω του ηλεκτρονικού newsletter. Εκπρόσωποι της έντυπης δημοσιογραφίας μπορούν να λαμβάνουν πληροφορίες μέσω των Internet2 news releases.

Το Internet2 είναι το ερευνητικό και εκπαιδευτικό δίκτυο μέσω του οποίου ομάδες των μελών-ιδρυμάτων συνδέονται μεταξύ τους. Η σύνδεση σε αυτό όπως γίνεται με το Internet, δηλαδή μέσω ενός παρόχου υπηρεσιών Internet ή μέσω κάποιου εταιρικού δικτύου, δεν είναι εφικτή. Το Internet2 δεν αποτελεί απλώς

ένα ξεχωριστό ή ιδιωτικό δίκτυο για το οποίο απαιτείται ειδική dial-up σύνδεση ,ενώ δεν παρέχει links σε υπηρεσίες όπως ο World Wide Web ή το e-mail.

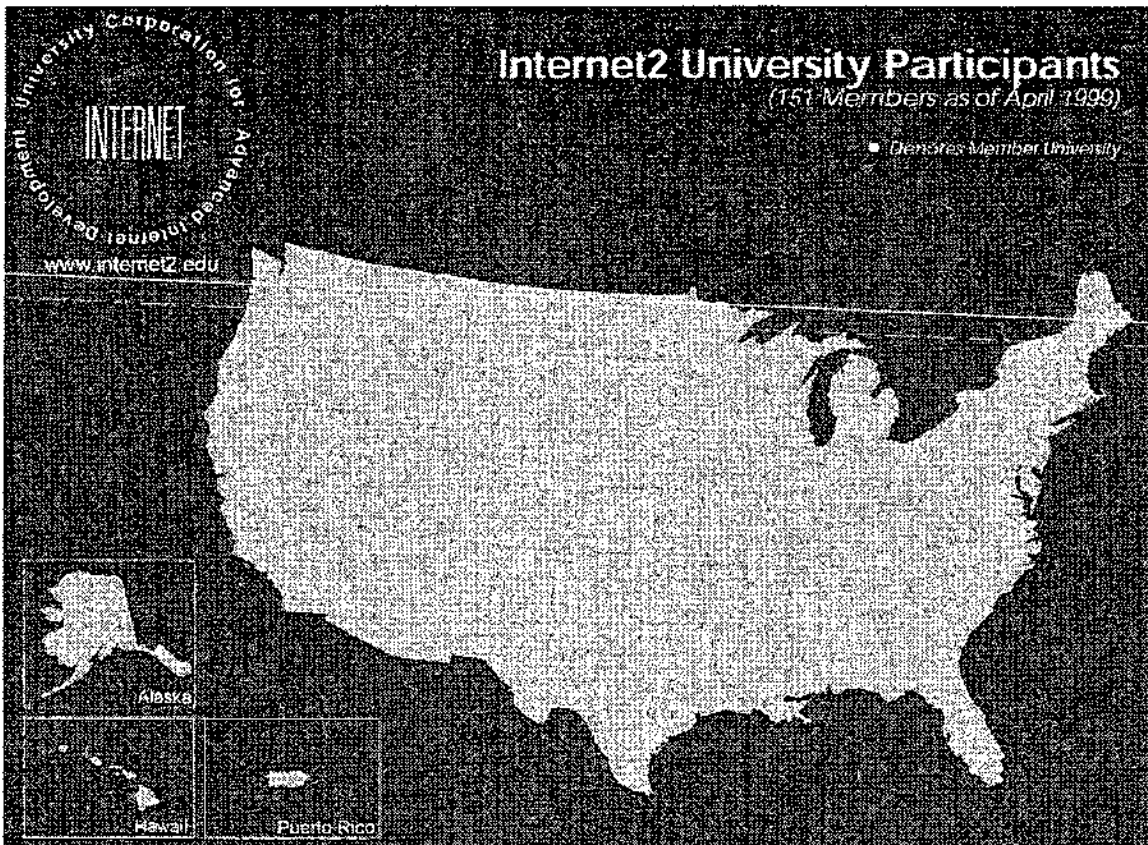
Στο Internet2 συμμετέχουν τα ακόλουθα Πανεπιστήμια και εταιρείες:

2.1.1 Internet2 Universities

(154 Members – April 1999)

Arizona State University	Oklahoma State University	University of Iowa
Auburn University	Old Dominion University	University of Kansas
Baylor College of Medicine	Oregon State University	University of Kentucky
Boston University	Pennsylvania State University	University of Maine
Brigham Young University	Portland State University	University of Maryland
Brown University	Princeton University	University of Maryland, Baltimore
California Institute of Technology	Purdue University, Main Campus	County
California State University-System	Rensselaer Polytechnic Institute	University of Massachusetts,
Carnegie Mellon University	Rice University	Amherst
Case Western Reserve University	Rutgers University	University of Memphis
Clemson University	South Dakota State University	University of Miami
College of William and Mary	South Dakota School of Mines &	University of Michigan
Colorado State University	Technology	University of Minnesota
Columbia University	Southern Methodist University	University of Missouri
Cornell University	Stanford University	University of Montana
Dartmouth College	State University of New York,	University of Nebraska, Lincoln
Drexel University	Buffalo	University of Nevada, Las Vegas
Duke University	Stephen F. Austin State University	University of Nevada, Reno
East Carolina University	Syracuse University	University of New Hampshire
Emory University	Texas A & M University	University of New Mexico
Florida A & M University	Texas Tech University	University of North Carolina,
Florida Atlantic University	Tufts University	Chapel Hill
Florida International University	Tulane University	University of North Dakota
Florida State University	University of Akron	University of North Texas
Gallaudet University	University of Alabama, Birmingham	University of Notre Dame
George Mason University	University of Alabama, Huntsville	University of Oklahoma
George Washington University	University of Alabama, Tuscaloosa	University of Oregon
Georgetown University	University of Alaska	University of Pennsylvania
Georgia Institute of Technology	University of Arizona	University of Pittsburgh
Georgia State University	University of Arkansas	University of Puerto Rico
Harvard University	University of California, Berkeley	University of Rochester
Indiana University	University of California, Davis	University of South Carolina,
Iowa State University	University of California, Irvine	Columbia
Johns Hopkins University	University of California, Los Angeles	University of South Dakota
Kansas State University	University of California, Office of the	University of South Florida
Kent State University	President	University of Southern California
Lehigh University	University of California, Riverside	University of Tennessee, Knoxville
Louisiana State University, A&M	University of California, San Diego	University of Texas, Austin
College	University of Central Florida	University of Texas Southwestern
Massachusetts Institute of	University of Chicago	Medical Center at Dallas
Technology	University of Cincinnati	University of Utah
Michigan State University	University of Colorado, Boulder	University of Vermont
Mississippi State University	University of Colorado, Denver	University of Virginia
Montana State University, Bozeman	University of Connecticut	University of Washington
New Jersey Institute of Technology	University of Delaware	University of Wisconsin, Madison
New Mexico State University	University of Florida	University of Wisconsin, Milwaukee
New York University	University of Georgia	University of Wyoming
North Carolina State University	University of Hawaii	Utah State University
North Dakota State University	University of Houston	Vanderbilt University
Northeastern University	University of Idaho	Virginia Commonwealth University
Northwestern University	University of Illinois, Chicago	Virginia Polytechnic Institute
Ohio State University, Main Campus	University of Illinois, Urbana-	Wake Forest University
Ohio University	Champaign	Washington State University

Washington University, Saint Louis
Wayne State University
West Virginia University
Worcester Polytechnic Institute
Wright State University
Yale University



Τι συμβαίνει με τα εκπαιδευτικά ιδρύματα τα οποία δεν είναι μέλη του Internet2;

Η συμμετοχή στο Internet 2 είναι ανοικτή σε κάθε πανεπιστήμιο το οποίο υπόσχεται δραστηριότητες που θα πραγματοποιηθούν μέσα στον πανεπιστημιακό χώρο και οι οποίες θα επιτρέψουν την προοδευτική ανάπτυξη εφαρμογών μέσα στο δικό του ακαδημαϊκό χώρο. Οι επενδύσεις επιτρέπουν σε όλο και περισσότερα ιδρύματα που έχουν τις δυνατότητες να καταφέρουν να αντεπεξέλθουν στις οικονομικές απαιτήσεις. Όπως και να έχει, το Internet2 προτίθεται να μεταφέρει γρήγορα τις καινοτομίες του σε μια ευρύτερη δικτυακή κοινωνία. Το τεχνολογικό κόστος που απαιτείται για την υλοποίηση του Internet 2 θα ισομοιράζεται ανάμεσα στα συμμετέχοντα Πανεπιστήμια. Πολλά χρόνια πριν, η σύνδεση με το Internet ήταν τόσο ακριβή όσο η συμμετοχή στο Internet2 σήμερα. Όσο το κόστος της τεχνολογίας μειώνεται, οι προσπάθειες των αρχικών συνεργατών στη δικτυακή έρευνα επεκτείνονται ώστε η τεχνολογία να φτάσει σε ολόκληρη την ακαδημαϊκή κοινότητα. Η ανάπτυξη της Internet 2 τεχνολογίας θα ακολουθήσει ένα παρόμοιο πρότυπο.

2.1.2 Corporate Partners

Corporate partners, σπόνσορες και μέλη έχουν μαζί υποσχεθεί πάνω από 30 εκατομμύρια δολάρια για την υποστήριξη του Internet2 project. Τα πανεπιστημιακά μέλη συνεργάζονται μαζί με corporate partners για να αναπτύξουν τις δικτυακές εφαρμογές που θα απαιτηθούν κατά τις ερευνητικές και εκπαιδευτικές προκλήσεις του επόμενου αιώνα.

Ο εμπορικός τομέας λαμβάνει μέρος στο Internet2 project ως ένας πλήρης συνεργάτης σε αυτό το project και θα ευεργετηθεί από τις εφαρμογές και την τεχνολογία που αναπτύσσεται από τα μέλη του Internet 2. Περισσότερες από έξι εταιρείες έχουν υποσχεθεί συνολικά περισσότερα από 5 εκατομμύρια δολάρια ως δωρεές στο project, σε χρήματα και σε υλικά. Το Internet 2 δεν θα αντικαταστήσει το Internet. Πράγματι ο δικός του στόχος είναι να βελτιώσει το σύγχρονο Internet. Όπως ο Παγκόσμιος Ιστός είναι η κληρονομιά από τις πρόσφατες ανακαλύψεις στην ακαδημαϊκή και ομοσπονδιακή έρευνα στα δίκτυα, η κληρονομιά του Internet 2 θα είναι τεχνολογικά αποδεκτή όχι μόνο από τα πανεπιστήμια, αλλά και από τον εμπορικό τομέα. Τα πανεπιστήμια συνεχίζουν να βιώνουν ουσιώδη ανάπτυξη στην χρήση των υπάρχουσών Internet συνδέσεων, τις οποίες θα συνεχίσουν να αποκτούν από τους εμπορικούς χορηγούς.

2.1.3 Corporate Sponsors

Οι Corporate Sponsors υποστηρίζουν το project με συνεισφορές χρηματοδοτώντας τις εφαρμογές του Internet2 και τις υπηρεσίες δικτύου.

2.1.4 Affiliate Members

Affiliate Members του Internet2 είναι μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί που ενισχύουν το ενδιαφέρον της πανεπιστημιακής κοινότητας στην προώθηση των αναπτυσσόμενων εφαρμογών του Internet2 και των υπηρεσιών δικτύου.

Στο Internet2 συμμετέχουν οι ακόλουθοι Corporate Partners,
Corporate Sponsors και Affiliate Members:

Corporate Partners

3Com
Advanced Network & Services
Ameritech
AT&T
Cabletron Systems
Cisco Systems
FORE Systems
IBM
ITC/Deltacom
Lucent Technologies
MCI Worldcom
Microsoft
Newbridge Networks
Nortel Networks
Packet Engines
Qwest Communications
StarBurst Communications
WCI Cable
Xylan

Corporate Sponsors

Bell South
Ericsson (formerly Torrent Networking Technologies)
Litton Network Access Systems
Novell
SBC Technology Resources
StorageTek

Corporate Members

Alcatel Telecom
Apple Computers, Inc.
AppliedTheory Communications Inc.
Bell Atlantic
British Telecommunications
Compaq
Deutsche Telekom
Fujitsu Laboratories of America
GTE Internetworking
Hitachi
IXC Communications Inc.
KDD
Nexabit Networks
Nippon Telephone and Telegraph (NTT)
Nokia Research Center
Pacific Bell
Project Oxygen, Ltd.
RR Donnelley and Sons Company
Siemens
Sprint
Sun Microsystems
Sylvan Learning Systems, Inc.
Tachyon
Telecordia Technologies
TeleBeam Inc.
Teleglobe
TransMedia Communications
Williams Communications Group
WorldPort Communications Inc.

Affiliated Organizations

Army Systems Engineering Office
Association of Universities for Research in Astronomy
(AURA)
Bradley University
Department of Management Services
DePaul University
Desert Research Institute
Ellemtel
Florida Gulf Coast University
Howard Hughes Medical Institute*
Illinois State University
Jet Propulsion Laboratories*
LaNet
MCNC
Merit Networking, Inc.
National Center for Supercomputing Applications
(NCSA)
National Institutes of Health*
Northwest Academic Computing Consortium
(NWACC)
NYSERNet, Inc.
OARnet
OneNet
PeachNet
Southeastern University Research Association (SURA)
State University of New York (SUNY) System
State University System of Florida
Survivors of the Shoah-Visual History Foundation
University of North Carolina, General Administration
WVNET

***Affiliate Members with Collaboration
Site Status**

International MoU Partners

CANARIE, Inc.
DFN-Verein
INFN-GARR
Japan Advanced Internet Research Consortium
(JAIRC)
NORDUnet
RENATER
SingAREN
Stichting SURF
TERENA
UKERNA

Microsoft Corporation.

Στις 28 Απριλίου του 1999 η Microsoft έγινε επίσημα ένας από τους συμμετέχοντες στο project του Internet2. Στην ετήσια συνάντηση των μελών του Internet2 στην Ουάσιγκτον οι εκπρόσωποι της εταιρείας ανακοίνωσαν ότι η Microsoft θα συμβάλλει οικονομικά αλλά και με το δυναμικό των ερευνητών της στο έργο. Δουλεύοντας μαζί με τα πάνω από 150 πανεπιστήμια θα βοηθήσει στην ανάπτυξη προχωρημένων εφαρμογών και τεχνολογιών για το Internet2.

Στη συμφωνία συμπεριλαμβάνεται ότι η Microsoft ως ένας από τα 15 εταιρικά μέλη θα δώσει πάνω από ένα εκατομμύριο δολάρια ως χρηματική βοήθεια στα πανεπιστήμια που μετέχουν στο Internet2.

Το ερευνητικό κέντρο και το κέντρο ανάπτυξης εφαρμογών της Microsoft θα δουλέψει στενά με τα μέλη του Internet2 για τη συγκέντρωση γνώσης γύρω από περιοχές όπως το Quality of Service (QoS), το Multicast και το IPv6, που θα κάνουν πιο ικανή και αξιόπιστη τη συμπεριφορά στο Internet.

Τι συμβαίνει με τα άλλα ομοσπονδιακά δίκτυα? Θα συνδεθούν αυτά με το Internet 2;

Το Internet 2 λειτουργεί σε αγαστή συνεργασία με άλλα σημαντικά εθνικά δίκτυα. Για παράδειγμα, δίκτυα σκοπού που τρέχουν από ομοσπονδιακούς οργανισμούς, όπως από τη NASA και το Department of Energy, είναι σημαντικά στοιχεία της NGI (Next Generation Internet) πρωτοβουλίας. Το Internet2 θα συμπληρώσει και θα αναπτύξει την NGI πρωτοβουλία, θα συνεργαστεί και θα λάβει μέρος σε αυτή οπουδήποτε είναι εφικτό. Κατά τα επόμενα 3-5 χρόνια, το Internet 2 σκοπεύει να μειώσει σημαντικά τον αριθμό των περιπτώσεων συνδέσεων σε χαμηλής ταχύτητας δίκτυα.

2.2 Κόστος του έργου και χρηματοδότησή του.

Τα μέλη του Internet 2 έχουν υποσχεθεί περισσότερα από 50 εκατομμύρια δολάρια κάθε χρόνο σε ένα καινούριο τομέα του project. Επιπλέον, είναι αναμενόμενο ότι τα ινστιτούτα που είναι μέλη του Internet2 θα λάβουν υποτροφίες μετά από διαγωνισμό από το NSF και άλλους ομοσπονδιακούς οργανισμούς.

Τα ιδρύματα μέλη πρέπει να αποφασίσουν μέχρι σε ποιο βαθμό το project θα πρέπει να αναγνωρίζει τις κρίσιμες περιοχές ανάπτυξης εφαρμογών και να τις χρηματοδοτεί. Οι περιφερειακές ομάδες των ιδρυμάτων που συμμετέχουν και οι περιφερειακοί συνεργάτες τους σχηματίζουν την κατανομημένη GigaPoP αρχιτεκτονική έτσι όπως την οραματίστηκε η ομάδα μηχανικών του Internet2. Αυτοί οι περιφερειακοί συνασπισμοί επενδύουν στην ανάπτυξη εφαρμογών. Στην περίπτωση των εθνικών και περιφερειακών αναπτυξιακών projects το Internet2 project πρέπει να παρέχει συντονισμό και διαχείριση αυτών των προσπαθειών. Έχοντας αυτό σαν στόχο το project θα προσλάβει κατάλληλο προσωπικό. Ένας επικεφαλής προσωπικού για ανάπτυξη εφαρμογών έχει ήδη προσληφθεί και θα συνεργαστεί με την ομάδα

υλοποίησης εφαρμογών και με τα συμμετέχοντα ιδρύματα μέλη προκειμένου να σχεδιαστεί και να υλοποιηθεί η αρχιτεκτονική ανάπτυξης εφαρμογών.

2.3 Άλλες προσπάθειες για παρόμοια δίκτυα.

Παράλληλα με το Internet2 project αναπτύχθηκε απ' τη μεριά τουUCAID (University Corporation for Advanced Internet Development) το **Abilene Project** σε συνεργασία με τις Qwest Communications, Nortel Networks, Cisco Systems και Indiana University. Ο κύριος στόχος του Abilene Project είναι να παρέχει ένα δίκτυο υποστήριξης για το Internet2 project. Το Abilene χρησιμοποιεί υψηλής ταχύτητας SONET και IP-over-SONET συνδέσεις. Το Abilene δίνει την δυνατότητα για λειτουργία και επάνδρωση στα πανεπιστήμια του Internet2 και για έρευνα στα εργαστήρια ώστε να αναπτύξουν τις υπηρεσίες δικτύου και τις εφαρμογές.

Πως συσχετίζεται το Internet2 με το Abilene;

Το Abilene και το Internet2, και τα δύο project τουUCAID, είναι αλληλοεξαρτώμενα και συμπληρωματικά. Για παράδειγμα, το Abilene δίκτυο υποστηρίζει το Internet2 project παρέχοντας μια αποτελεσματική αλληλοσύνδεση ανάμεσα σε τοπικά δικτυακά συγκεντρωτικά σημεία. Η προώθηση των ικανοτήτων του Abilene θα βοηθήσει τα μέλη του Internet2 στην ανάπτυξη και επέκταση προς κάθε κατεύθυνση πιο γρήγορα και πιο μαζικά. Ανεξάρτητα από το Abilene, οι ομάδες εργασίας του Internet 2 αναλαμβάνουν δικτυακής ανάπτυξης θέματα, όπως Quality of Service (QoS) και multicasting. Το Abilene θα προωθήσει τη δική του δουλειά για υποστήριξη του Internet2 και των δικών του σκοπών. Επιπρόσθετα, το Abilene Project θα υποστηρίξει περιοχές γενικής έρευνας για τα δίκτυα, κάτι το οποίο είναι έξω από τους στόχους του Internet2.

Τι κάνει το Abilene να είναι διαφορετικό από τους άλλους υποστηρικτές υψηλών ταχυτήτων;

Επιπρόσθετα για την υλοποίηση της καλύτερης τεχνολογίας που χρησιμοποιείται στα σημερινά εμπορικά δίκτυα υποστήριξης, το Abilene έχει δεσμευτεί σε μια συνεχή έρευνα των ορίων της τεχνολογίας του Internet. Όσο το διεθνές εύρος Abilene δίκτυο θα εξυπηρετεί σαν μια ηγετική πλευρά την προώθηση εφαρμογών δικτύου θα παρέχει νέες δικτυακές δυνατότητες στο Internet2 project. Για να επιταχύνει την επέκταση προς όλες τις κατευθύνσεις των νέων τεχνολογιών, το Abilene project θα αναπτύσσει ένα μερίδιο ενός δικτύου δοκιμής το οποίο θα είναι υψηλών προδιαγραφών. Αυτή η δοκιμή του δικτύου θα παρέχει τεχνολογίες που αναπτύσσονται προς όλες τις κατευθύνσεις.

Το Abilene είναι επίσης μοναδικό στο ότι ο πρωταρχικός σκοπός του είναι να εξυπηρετεί τα μέλη του Internet2. Το project είναι άμεσα υπό την καθοδήγηση και τον έλεγχο της Internet2 κοινότητας και έχει συγκεντρώσει την προσοχή του στην παροχή προχωρημένων δικτυακών δυνατοτήτων που χρειάζονται στην έρευνα και την εκπαίδευση. Το Abilene αναπτύχθηκε και έγινε δυνατό δια μέσου της συνεχόμενης υποστήριξης των πανεπιστημιακών μελών και της συμβολής των συνεργατών.

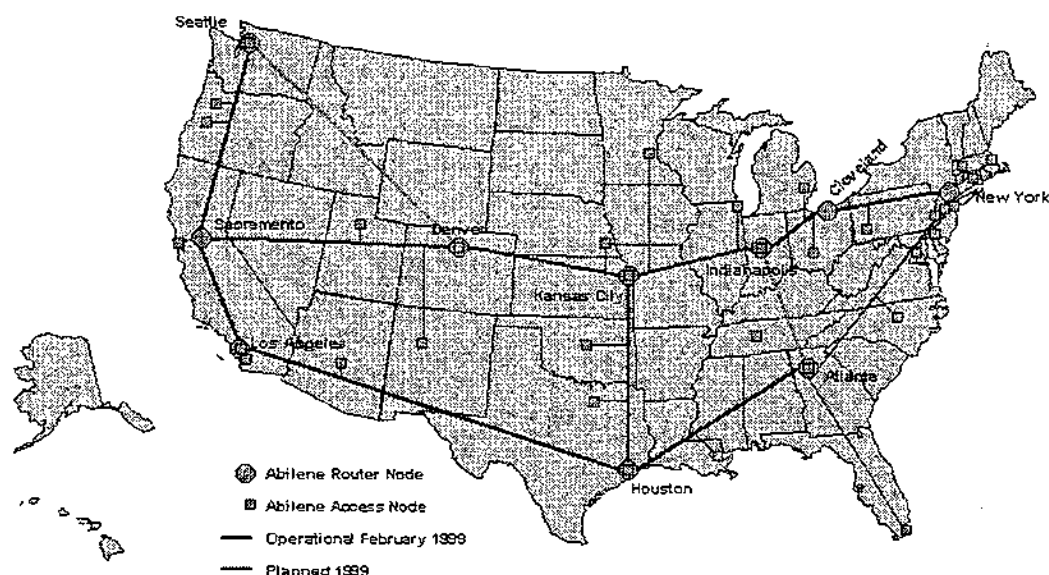
Ποιος μπορεί να συνδεθεί στο δίκτυο Abilene;

Κάθε ίδρυμα υψηλού επιπέδου εκπαίδευσης που παίρνει μέρος στο Internet2 project σαν μέλος του UCAID έχει το δικαίωμα να κάνει χρήση του κεντρικού δικτύου Abilene. Το Abilene είναι ένα κεντρικό δίκτυο για τη διασύνδεση των GigaPoPs που δημιουργούνται από το Internet2 Project και τα ιδρύματα μέλη. Όλα τα έξοδα του Abilene καλύπτονται με απευθείας χρέωση στα GigaPoPs και στα ιδρύματα στα οποία διασυνδέονται.



Abilene Network

February 1999



Θα συνδεθούν στο Abilene τα δημοτικά και τα γυμνάσια σχολεία (K-12);

Τα μέλη του UCAID θα συνδεθούν και θα κάνουν χρήση των δυνατοτήτων του Abilene project σύμφωνα με τις πολιτικές για τις συνθήκες χρήσης που αναπτύχθηκαν όταν ξεκίνησαν οι λειτουργίες στο τέλος του 1998. Από τη στιγμή που τα K-12 ιδρύματα δεν είναι μέλη του UCAID, δε θα συνδεθούν απευθείας στο Abilene δίκτυο. Μερικά ιδρύματα μέλη του UCAID μπορεί να εμπλακούν σε project επίδειξης το οποίο απαιτεί K-12 συμμετοχή και μπορεί να συνεργαστούν με τη διαχείριση του Abilene Project προκειμένου να στηρίξουν αυτές τις επιδείξεις. Όσον αφορά το Internet2 Project, ένας σημαντικός στόχος του UCAID είναι να κάνει τα τεχνικά επιτεύγματα του Abilene ευρέως διαθέσιμα σε όλο το Διαδίκτυο. Το UCAID αναπτύσσει δομές με σκοπό να μοιραστεί την εμπειρία του και τις γνώσεις του με άλλους στην εκπαιδευτική κοινότητα και όχι μόνο. Αυτή είναι η προσέγγιση που χαρακτήρισε το πρώτο Διαδίκτυο και μπορεί να δουλέψει ξανά και σήμερα.

Λαμβάνει το Abilene ομοσπονδιακή χρηματοδότηση;

Όχι. Το Abilene είναι ένα Project που καθοδηγείται από το UCAID, το οποίο στηρίζεται από τη συμμετοχή των πανεπιστημιακών και των συνδεδεμένων μελών.

Πως συσχετίζεται το Abilene με την NGI (Next Generation Internet) πρωτοβουλία της ομοσπονδιακής κυβέρνησης;

Όσον αφορά το Internet2, το Abilene θα υποστηρίξει το NGI, μια πρωτοβουλία μεταξύ ομοσπονδιακών ερευνητικών αντιπροσωπειών. Το Abilene θα είναι ένα καινούριο και δυναμικό στοιχείο στην συνεργασία μεταξύ των πανεπιστημίων, της βιομηχανίας και των ομοσπονδιακών αντιπροσωπειών που έχουν ως σκοπό την ανάπτυξη προχωρημένων δικτύων. Για παράδειγμα, το Abilene θα είναι το κλειδί στην προσπάθεια της πανεπιστημιακής κοινότητας να συνεργαστεί με τις ομοσπονδιακές αντιπροσωπείες στην έρευνα και στην ανάπτυξη προχωρημένων δικτυακών τεχνολογιών και εφαρμογών. Επιπλέον, το Abilene δίκτυο αποσκοπεί στη διασύνδεση με τα υπάρχοντα ομοσπονδιακά ερευνητικά δίκτυα, όπως είναι το πολύ υψηλής απόδοσης Backbone Network Service (vBNS).

Τι σημαίνουν για το Internet2 οι νέες ανακοινώσεις σχετικά με τα υψηλής ταχύτητας δίκτυα κορμού;

Το Internet2 και τα μέλη του ικανοποιήθηκαν που οι κύριες προσπάθειές του τα περασμένα δύο χρόνια συνέβαλλαν στο να δώσουν κίνητρα στη βιομηχανία να αναπτύξει νέες υψηλής ταχύτητας εμπορικές υπηρεσίες κορμού.

Από την αρχή του Internet2 Project τα πανεπιστημιακά μέλη συνεργάζονταν με την κυβέρνηση και τη βιομηχανία για να προάγουν την τεχνολογία Διαδικτύου που ήταν απαραίτητη για τη δημιουργία νέων δικτυακών εφαρμογών για έρευνα και εκπαίδευση. Ένας άλλος πρωταρχικός στόχος του Internet2 υπήρξε η προώθηση της μεταφοράς αυτών των νέων τεχνολογιών σε όλο το Διαδίκτυο. Αυτές οι νέες εμπορικές υπηρεσίες αποτελούν το πρώτο βήμα στην παροχή προχωρημένων end-to-end δικτυακών ικανοτήτων.

Ωστόσο, όπως καταλαβαίνουν οι σημερινοί χρήστες του Διαδικτύου, ένα υψηλής ταχύτητας δίκτυο κορμού δεν μπορεί από μόνο του να προσφέρει από υπολογιστή σε υπολογιστή δικτυακές ικανότητες, απαραίτητες για την ανάπτυξη νέας γενιάς εφαρμογών. Το Internet2 και τα μέλη του αναζητούν και αναπτύσσουν ένα σύνολο τεχνολογιών, κρίσιμων στην εξάπλωση των ικανοτήτων των σύγχρονων δικτύων. Αυτές οι τεχνολογίες περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων ποιότητα υπηρεσιών (QoS) και multicasting. Το Internet2 και τα μέλη του εξακολουθούν να έχουν ως σκοπό την ανάπτυξη και υλοποίηση ενός ολόκληρου συνόλου από νέες δικτυακές τεχνολογίες που είναι απαραίτητες για να γίνουν τα δίκτυα όχι απλά πιο γρήγορα αλλά πιο έξυπνα και πιο αποδοτικά.

Γιατί χρειαζόμαστε το Abilene και το Internet2, αφού υπάρχουν τα νέα υψηλής ταχύτητας εμπορικά δίκτυα;

Το Internet2 και το Abilene είναι κάτι περισσότερο από απλά γρηγορότερα δίκτυα κορμού. Παρόλο που τα εμπορικά δίκτυα κορμού μεγαλώνουν ακόμα γρηγορότερα, το Abilene και το Internet2 συγκεντρώνουν την προσοχή τους στην ανάπτυξη πιο έξυπνων και πιο αποδοτικών end-to-end δικτύων. Αυτός ο τύπος των υψηλής απόδοσης δικτύων απαιτεί καινούρια τεχνολογία η οποία είναι δύσκολο να αναπτυχθεί από τις εταιρείες ανεξάρτητα, λαμβάνοντας υπόψη την πραγματικότητα της εμπορικής αγοράς. Το Internet2 και το Abilene παρέχουν τα μέσα για μια μοναδική συνεργασία των πανεπιστημίων με τους πρωτοπόρους σε θέματα δικτύων στη βιομηχανία και την κυβέρνηση. Πάνω από δώδεκα εταιρείες έχουν ενωθεί με πάνω από 150 πανεπιστήμια σε αυτή την προσπάθεια. Αυτή η συνεργασία θα αναπτύξει τις νέες τεχνολογίες, που μπορούν να εφαρμοστούν σε όλο το Διαδίκτυο, και θα συμβάλλει στην ανάπτυξη εντελώς νέων ειδών δικτυακών εφαρμογών.

Τι δυνατότητες θα έχει το Abilene δίκτυο;

Το Abilene θα παρέχει την προώθηση των δικτυακών δυνατοτήτων απαιτώντας την ανάπτυξη των εφαρμογών και υπηρεσιών δικτύου σε υψηλότερες εκπαιδευτικές ανάγκες που συναντώνται στις ερευνητικές και εκπαιδευτικές αποστολές. Αυτό περιλαμβάνει τον έλεγχο των νέων δικτυακών τεχνολογιών όπως QoS και multicast. Το Abilene θα χρησιμοποιεί υψηλής ταχύτητας SONET και IP-over-SONET συνδέσεις. Αναμένουμε ότι το Abilene θα λειτουργήσει αρχικά με OC-48 (2.4 Gbps) συνδέσεις. Παράλληλα, τα μέλη του Abilene project θα εργάζονται με τους συνεργάτες τους για να αναπτύξουν επιπρόσθετες συνδέσεις που να τρέχουν στο OC-192 (9.6 Gbps) και πέρα από αυτό. Όταν αυτή η τεχνολογία αναπτυχθεί αρκετά, αναμένεται η επέκταση του Abilene προς όλες τις κατευθύνσεις σαν ένα μέρος ενός σημαντικού δικτύου διαθέσιμου σε όλα τα μέλη που είναι συνδεδεμένα.

3 Εφαρμογές και υπηρεσίες του Internet2.

Η κοινή προσπάθεια των Πανεπιστημίων στοχεύει στην ανάπτυξη πλατφόρμας για πεδία εφαρμογών, όπως ψηφιακές βιβλιοθήκες (digital libraries), συνεργατικά περιβάλλοντα (collaboration environments), τηλεϊατρική (telemedicine) και ανεξάρτητη από απόσταση μάθηση (distance-independent instruction). Σημαντικές εφαρμογές είναι και το LearningWare, το Tele-Immersion και το Εικονικό Εργαστήριο (Virtual Laboratory). Αυτά αναμένεται να προάγουν την επιστημονική έρευνα, την εξ αποστάσεως εκπαίδευση και την εθνική ασφάλεια.

3.1 LearningWare

3.1.1 LearningWare και το Instructional Management System.

Γενικά υπάρχει πολύ λίγο διαθέσιμο εκπαιδευτικό λογισμικό (instructional software) υψηλής ποιότητας για να αποτελέσει μια επαρκή βάση για κατανεμημένη εκπαίδευση. Το περισσότερο εκπαιδευτικό λογισμικό έχει σχεδιαστεί για stand-alone χρήση, κυρίως για αυτή που περιλαμβάνει ήχο, εικόνα ή βίντεο και εξαρτάται από ένα μόνο λειτουργικό σύστημα. Το Internet2 είναι μια ευκαιρία για εργασία σε αρχιτεκτονική ανάπτυξης εφαρμογών για LearningWare και εφαρμογές που σχετίζονται με τη διανομή και τη χρήση του στην κατανεμημένη εκπαίδευση.

3.1.2 Building blocks για το LearningWare.

Οι αρχές για τέτοια building blocks εμφανίζονται τώρα από τη βιομηχανία τεχνολογίας της πληροφορίας με τη μορφή object-oriented εργαλείων ανάπτυξης και αρχιτεκτονικών κατανεμημένων αντικειμένων (Java, Active-X, OpenDoc). Αυτά τα γενικά εργαλεία και «προδιαγραφές» δε θα παρέχουν όλα τα building blocks που είναι απαραίτητα για τη δημιουργία ενός κατανεμημένου περιβάλλοντος για εκπαίδευση και έρευνα, ακόμα και αν είναι πιθανό να λύσουν πολλά προβλήματα, όπως πιστοποίηση, εξουσιοδότηση και ασφάλεια. Τα νέα εργαλεία και μοντέλα, παρόλα αυτά, μπορούν να επεκταθούν για να περιλαμβάνουν την απαιτούμενη λειτουργικότητα. Η δημιουργία υλικού δικτυακού περιεχομένου θα ήταν πολύ πιο εύκολη αν cross-platform building blocks και πρωτόκολλα ήταν διαθέσιμα στους δημιουργούς. Για παράδειγμα, ο κατασκευαστής μιας εφαρμογής που είναι σχεδιασμένη να επιτρέπει στους φοιτητές να συλλέγουν και να αναλύουν επιστημονικά δεδομένα από το Internet πρέπει να έχει πρόσβαση σε εργαλεία που αναγνωρίζουν διάφορα πρωτόκολλα δεδομένων και έχουν ένα έξυπνο παράθυρο σχεδίασης με μια ποικιλία χαρακτηριστικών, καθώς και σε εργαλεία για το πέρασμα δεδομένων στο παράθυρο σχεδίασης. Με τέτοια εργαλεία, ο κατασκευαστής μπορεί να συγκεντρωθεί στην ανάπτυξη ενός περιβάλλοντος δικτυακής μάθησης που περιλαμβάνει τη συλλογή και ανάλυση αλληλεπιδραστικών δεδομένων. Γενικότερα, τα διαλειτουργικά building blocks που απαιτούνται από τους σχεδιαστές θα περιλαμβάνουν γραφικά templates δύο ή τριών διαστάσεων, templates μαθηματικής μοντελοποίησης, μηχανές συμβολικού υπολογισμού, μια μαθηματική γλώσσα

γραφής, templates μοριακής μοντελοποίησης, έξυπνους περιοδικούς πίνακες, άλλες επιστημονικά εξειδικευμένες λειτουργίες, templates για την ανάπτυξη case studies με χρήση video clips, εργαλεία για σχολιασμό κειμένων, εργαλεία για το συγχρονισμό προσωρινών δεδομένων (όπως η μουσική) με σχετικά κείμενα και εικόνες, δίγλωσσες βάσεις δεδομένων τύπου λεξικού και εργαλεία ανεύρεσης για πολλές άλλες γενικές λειτουργίες. Αυτά τα είδη των building blocks μπορεί να αποτελέσουν τη βάση για το Instructional Management System, το οποίο περιγράφεται στη συνέχεια.

3.1.2 Τι είναι το Instructional Management System (IMS);

Οποιαδήποτε διαδικασία εντολών, είτε σε ένα κολεγιακό είτε σε ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον, περιλαμβάνει συνήθως τις παρακάτω ενέργειες:

- Προσδιορισμό των στόχων μάθησης.
- Ανασκόπηση ή δημιουργία υλικών μάθησης (π.χ., διαγνωστικών εργαλείων, λογισμικού μάθησης, εργαλείων αποτίμησης κτλ.).
- Προσδιορισμός των φοιτητικών δεξιοτήτων ή του γνωστικού επιπέδου.
- Ανάθεση κατάλληλων εργασιών στους φοιτητές.
- Παροχή πρόσβασης στους φοιτητές σε εκπαιδευτικά πακέτα.
- Παρακολούθηση της προόδου των φοιτητών και διαχείριση των απαιτούμενων παρεμβάσεων.
- Επικοινωνία μεταξύ των φοιτητών και ανάμεσα στους φοιτητές και τους διδάσκοντες
- Αποτίμηση της διαδικασίας μάθησης.
- Αναφορά μαθησιακών συμπερασμάτων.

Στο παραδοσιακό περιβάλλον εντολών, αυτή η διαδικασία σχεδιάζεται και υλοποιείται από τους διδάσκοντες. Στο δικτυακό, κατανεμημένο περιβάλλον εντολών, αυτή η διαδικασία πρέπει να σχεδιάζεται από δασκάλους αλλά να υλοποιείται από λογισμικό, και συχνά πρέπει να μοιράζεται ανάμεσα στους διδάσκοντες, τους φοιτητές και σε άλλες οντότητες, όπως παρόχους πληροφοριών. Αυτό το βασισμένο στο δίκτυο σύστημα διαχείρισης εντολών ονομάζεται IMS. Το IMS αποτελείται τόσο από προδιαγραφές όσο και από υπηρεσίες. Οι προδιαγραφές θα επιτρέψουν σε κατανεμημένα τμήματα εντολών να συλλειτουργήσουν για διάφορα ζητήματα, όπως παρακολούθηση της προόδου των φοιτητών, αυτοματοποιημένη ενσωμάτωση modules σε ευρύτερα frameworks και συνεργασία ανάμεσα σε modules. Οι προδιαγραφές ακόμα θα δημιουργήσουν έναν κοινό μηχανισμό για την οργάνωση και την ανάκτηση δικτυακών αντικειμένων, αντανακλώντας τη σχέση μεμονωμένων εκπαιδευτικών modules σε συγκεκριμένους μαθησιακούς στόχους. Ενώ κάποιες τεχνολογίες IMS θα μπορούσαν να αναπτυχθούν στο σημερινό περιβάλλον του Internet, τα συστατικά για σύγχρονη επικοινωνία και οι τεχνολογίες για σύνδεση και μεταφορά multimedia-rich υλικού θα απαιτήσουν δικτυακές υπηρεσίες που δεν είναι ακόμα διαθέσιμες.

Η πρωτοβουλία της EDUCOM για εθνική υποδομή μάθησης θα χρησιμοποιήσει τις IMS προδιαγραφές. Η πρόθεση γι' αυτές τις προδιαγραφές είναι να γίνουν ευρέως διαθέσιμες, έτσι ώστε δημιουργοί

εμπορικών προγραμμάτων να μπορούν να δημιουργήσουν proprietary συστήματα IMS, βασισμένα στις γενικές προδιαγραφές, με έναν τρόπο που μοιάζει με την ανάπτυξη και υιοθεσία των HTML και HTTP προδιαγραφών στον κόσμο του Web. Οι δημιουργοί εκπαιδευτικών modules θα μπορούν να χρησιμοποιούν τις προδιαγραφές σαν ένα μέσο επιβεβαίωσης ότι τα τμήματα του λογισμικού τους θα συμμορφώνονται με το IMS, ανεξάρτητα με τη συγκεκριμένη IMS υλοποίηση που χρησιμοποιείται για να τα διαχειριστούν. Οι προδιαγραφές θα ορίσουν στοιχεία δεδομένων που θα συμπεριλαμβάνονται σε όλους τους IMS-συμβατούς στόχους, διαγνωστικά και εκπαιδευτικά modules, και θα καλύψουν περιοχές που περιλαμβάνουν στυλ μάθησης, πληροφορίες για εργαλεία συνεργασίας κτλ.

Εκπαιδευτικά modules θα παρέχουν αναφορά της κατάστασης με μια συχνότητα καθορισμένη από τον διδάσκοντα ή σε απόκριση ενός γεγονότος μέσα στο σύστημα, όπως ο τερματισμός ενός module από ένα φοιτητή. Τα modules θα αναφέρουν μια ποικιλία πληροφοριών συμπεριλαμβανομένων των αποτελεσμάτων των tests και του δαπανηθέντος χρόνου. Τα τμήματα θα λειτουργούν σε διάφορα modes:

- 1) το **Remote Control Mode** θα επιτρέπει σε ένα διδάσκοντα να δίνει πληροφορίες στο module σε απάντηση μίας ερώτησης από το φοιτητή.
- 2) το **Preview Mode** εξουσιοδοτεί τους διδάσκοντες να βλέπουν ένα module νωρίτερα. Σε αυτό το mode πρωτότυπες σημειώσεις και σχόλια από το συγγραφέα μπορούν να φαίνονται.
- 3) το **Instruction Mode** είναι για κανονική φοιτητική χρήση.
- 4) το **Review Mode** είναι για φοιτητική χρήση κατά την επιθεώρηση ολοκληρωμένων modules. Αυτό το mode θα επηρεάζει το αν το module αναφέρει συγκεκριμένα δεδομένα πίσω στο σύστημα διαχείρισης.

Τα modules θα μπορούν ακόμα να λαμβάνουν εντολές διαχείρισης: π.χ. ορισμός μεταδεδομένων συμπεριφοράς (πότε να ειδοποιηθεί το σύστημα διαχείρισης μετά από μια περίοδο φοιτητικής αδράνειας), λήψη εντολών ελέγχου και εντολών συνεργασίας από μακριά, και κλήση άλλων modules ή υπηρεσιών που επιτρέπουν στο πρωτεύον module να διεκπεραιώσει τους εκπαιδευτικούς στόχους.

3.1.3 Ποιοι θα χρησιμοποιούν το IMS;

- Οι **φοιτητές** θα μπορούν να μαθαίνουν σε οποιαδήποτε στιγμή και σε οποιοδήποτε μέρος και να κατέχουν τη διαδικασία της μάθησης σε ένα βαθμό που δεν είναι εφικτός με τη χρήση παραδοσιακών μεθόδων εκπαίδευσης. Το IMS θα παρέχει κάτι ανάμεσα στην εμπειρία της τάξης και στην ολική απουσία δομής που χαρακτηρίζει συνήθως την πλοήγηση στο Δίκτυο.
- Οι **διδάσκοντες** θα μπορούν να έχουν εύκολη πρόσβαση σε μια μεγάλη γκάμα εκπαιδευτικών υλικών. Από την οπτική γωνία του διδάσκοντα, το IMS θα ανοίξει τη δυνατότητα browsing του Web για εκπαιδευτικό υλικό με ένα συνεκτικό και παραγωγικό τρόπο, ενσωματώνοντάς το σε μαθήματα και κάνοντας αυτά τα μαθήματα διαθέσιμα στους φοιτητές.
- Οι **συγγραφείς** θα κερδίσουν ευρεία διάδοση της δουλειάς τους. Ένα συγκεκριμένο κέρδος από το IMS είναι ότι επιτρέπει σε συγγραφείς

σχετικά μικρών modules να τα δημοσιεύουν, είτε για να λάβουν χρήματα από τους χρήστες είτε όχι, και να τα έχουν να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με modules από άλλες πηγές για τη δημιουργία μεγαλύτερων εκπαιδευτικών προσφορών. Οι περισσότεροι διδάσκοντες δεν έχουν το χρόνο ή την τάση να γράφουν και να δημοσιεύουν διδακτικά βιβλία, αλλά προετοιμάζουν σημειώσεις και φυλλάδια για την τάξη. Το IMS θα επιτρέπει το ηλεκτρονικό αντίστοιχο αυτών των σημειώσεων να δημοσιεύεται και να συμπεριλαμβάνεται από άλλους στη δουλειά τους.

- Οι εκδότες θα λειτουργούν σαν συλλέκτες περιεχομένου και ελεγκτές ποιότητας των υλικών που περιλαμβάνονται στο IMS. Σε αυτή την κατεύθυνση υπάρχουν συγκεκριμένες ευκαιρίες, που κυμαίνονται από τη συλλογή και την ανάπτυξη στόχων μάθησης, μέχρι την ένωση συλλογών μεμονωμένων modules που έχουν παραχθεί από διάφορους συγγραφείς. Η δημοσίευση σύμφωνα με τις προδιαγραφές θα βεβαιώσει τους εκδότες για την ύπαρξη μιας μεγάλης αγοράς για τα προϊόντα τους και έτσι θα προάγει την ανάπτυξη και διανομή εκπαιδευτικού λογισμικού.

3.1.4 Τι έχει γίνει μέχρι στιγμής στο IMS;

Η πρωτοβουλία του IMS σχεδιάστηκε για να αντιμετωπίσει βασικές δυσκολίες στην ανάπτυξη της βασισμένης στο Internet κατανεμημένης μάθησης, η οποία καθορίζεται μέσω εθνικών προσπαθειών που γίνονται ως μέρος της εθνικής πρωτοβουλίας μάθησης της EDUCOM. Η EDUCOM λειτουργεί ως το εστιακό σημείο για τις IMS δραστηριότητες. Τα California State University (CSU), Miami-Dade Community College, University of Michigan και University of North Carolina στο Chapel Hill (UNC) είναι υπεύθυνα για το σχεδιασμό και την εφαρμογή του IMS.

3.1.5 Ένα instructional παράδειγμα.

Η μελέτη και εξάσκηση της μουσικής είναι ένα καλό παράδειγμα. Ενδιαφέροντα παραδείγματα LearningWare για τη μουσική έχουν αναπτυχθεί σε διάφορα Ιδρύματα. Παραδείγματα μετάδοσης, όπως αυτά που αναπτύχθηκαν στο Purdue University, σε ένα βασισμένο στο Web περιβάλλον περιορίζονται από τα σημερινά όρια στην ποιότητα του μεταδιδόμενου ήχου. Οι υπηρεσίες του Internet2 μπορούν να ξεπεράσουν αυτούς τους περιορισμούς και το IMS μπορεί να βοηθήσει τους διδάσκοντες να εντοπίζουν τέτοιο υλικό και να το χρησιμοποιούν σε ένα κατανεμημένο εκπαιδευτικό περιβάλλον ενισχυμένο από μια ποικιλία σύγχρονων και ασύγχρονων εργαλείων για την επικοινωνία μεταξύ φοιτητή και διδάσκοντα.

Σε ένα Internet2 περιβάλλον η εκπαίδευση στη μουσική θα μπορούσε να έχει άλλες δυνατότητες. Παγκόσμια αναγνωρισμένοι μουσικοί μπορούν να καλούνται να προσφέρουν τη διορατικότητα και την εμπειρία τους. Για παράδειγμα, μια αμφίδρομη σύνδεση βίντεο/ήχου μπορεί να συνδέσει ένα συγκρότημα τζαζ ενός γυμνασίου με έναν καλλιτέχνη που βρίσκεται σε ένα Πανεπιστήμιο. Η υψηλή ποιότητα της επικοινωνίας θα επέτρεπε και την πραγματοποίηση κριτικής αναφοράς. Αυτή η επικοινωνία μπορεί να επεκταθεί σε μουσικούς (είτε φοιτητές είτε επαγγελματίες καλλιτέχνες) και σε άλλες τοποθεσίες. Η εκπαίδευση μπορεί να εμπλουτιστεί εισάγοντας

μαγνητοφωνημένες ηχητικές και βίντεο εκτελέσεις από ένα server. Η αλληλεπίδραση των φοιτητών με το διδάσκοντα μπορεί να μαγνητοφωνηθεί για μελλοντική επισκόπηση, είτε από το διδάσκοντα είτε για εξάσκηση από τους φοιτητές.

3.2 Ψηφιακές Βιβλιοθήκες

Πρόσφατες ερευνητικές προσπάθειες έχουν ήδη αποδείξει ότι το υπάρχον εμπορικό Internet μπορεί να γίνει ένα αποτελεσματικό περιβάλλον για την ανάπτυξη συστημάτων ψηφιακών βιβλιοθηκών. Αυτές οι προσπάθειες περιλαμβάνουν τα APRA/NASA/NSF-χρηματοδοτούμενα Προγράμματα Ψηφιακών Βιβλιοθηκών, όσο και τη μεγάλη γκάμα συστημάτων βιβλιοθηκών σε Ιδρύματα που προσφέρουν πρόσβαση σε on-line καταλόγους και πρωτεύον υλικό, όπως εφημερίδες σε ηλεκτρονική μορφή. Ενώ τα σημερινά λειτουργικά συστήματα υποφέρουν από προβλήματα αξιοπιστίας και απόδοσης ως αποτέλεσμα μειονεκτημάτων του υπάρχοντος Internet, δεν απαιτούν σημαντική δέσμευση bandwidth. Απαιτούν μόνο τη λειτουργία του υπάρχοντος Internet ομαλά και αξιόπιστα με τις τρέχουσες παραμέτρους σχεδιασμού του. Επιπλέον, πολλά από τα δυσκολότερα προβλήματα - δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας και διαχείριση δικαιωμάτων- είναι πολύ μακριά από τη σφαίρα αντίληψης οποιουδήποτε δικτυακού προγράμματος υποδομής.

Αλλά οι νέες υπηρεσίες και δυνατότητες που έχουν σχεδιαστεί για το Internet2 προσφέρουν σημαντικές ευκαιρίες για την μετακίνηση των Ψηφιακών Βιβλιοθηκών σε νέες περιοχές. Πολύ υψηλό bandwidth και δέσμευση bandwidth θα επιτρέψουν σε τρέχοντες εξωτικές εφαρμογές, όπως συνεχόμενο ψηφιακό βίντεο και ήχος, να μετακινηθούν από την ερευνητική χρήση (όπως είναι π.χ. η Εργασία Ψηφιακής Βιβλιοθήκης του Carnegie-Mellon University) σε πολύ ευρύτερη χρήση. Εικόνες, ήχος και βίντεο μπορούν, τουλάχιστον από την οπτική γωνία της διανομής, να μετακινηθούν στο mainstream που είναι προς το παρόν σχεδόν αποκλειστικά κατειλημμένο από υλικά κειμένων. Αυτό θα διευκολύνει την εντατικότερη έρευνα στα δύσκολα προβλήματα της οργάνωσης και παροχής πρόσβασης σε αυτά τα είδη υλικού.

Σήμερα οι ψηφιακές βιβλιοθήκες περιέχουν κυρίως υλικά κειμένων και το interface στα συστήματα ανάκτησης πληροφορίας παραμένει κυρίως σε text-mode. Ακόμα και στο περιβάλλον του Web, τα interfaces είναι text-mode, αν και ίσως εμπλουτισμένα με μέτρια γραφικά. Ενώ η γλώσσα και το κείμενο εξακολουθούν να είναι κεντρικά εργαλεία στην ανάκτηση πληροφορίας, υπάρχει μια ουσιαστική έρευνα στον τρόπο απεικόνισης της πληροφορίας που έχει προκύψει από οργανισμούς (όπως το Xerox PARC) κατά την τελευταία δεκαετία. Αυτή η έρευνα υπόσχεται σημαντική βοήθεια σε χρήστες στην οργάνωση, την πλοήγηση και την κατανόηση μεγάλων και περίπλοκων χώρων πληροφορίας. Αυτές οι τεχνικές χρησιμοποιούν περίπλοκα, υψηλής ανάλυσης γραφικά και animation για να παρέχουν οπτικές αναπαραστάσεις μεγάλων ποσοτήτων πληροφορίας που βρίσκονται σε μορφή κειμένου. Το Internet2 πρέπει να παρέχει ικανή απόδοση στο desktop για να επιτρέψει στις τεχνολογίες οπτικοποίησης της πληροφορίας να εκτιμηθούν σε μεγάλες εφαρμογές ανάκτησης πληροφορίας. Άλλα χαρακτηριστικά του Internet2, όπως η δυνατότητα παροχής real-time βοήθειας ή ειδικής βοήθειας μέσω

ήχου ή video ως μέρος του interface του χρήστη, επίσης προσφέρουν ευκαιρίες για εμπλουτισμό και επέκταση της τρέχουσας κατάστασης στα συστήματα πρόσβασης και ανάκτησης της πληροφορίας.

Τελικά, η διαθεσιμότητα multicasting δυνατοτήτων στο Internet2, συνδυασμένη με την υψηλή αξιοπιστία και την ικανότητα επίτευξης QoS σε μεγάλους αριθμούς συνδέσεων θα έχει σημαντικά, αν και επί του παρόντος δύσκολα προβλεπόμενα, αποτελέσματα στην κατανομή της πληροφορίας και τη διαχείριση κατανεμημένων βάσεων δεδομένων. Τα σημερινά βασισμένα στο Web συστήματα όπως το PointCast δείχνουν αυτά που μπορούν να πραγματοποιηθούν. Στο Internet2, πρέπει να είναι δυνατό να ρέει πληροφορία όλων των τύπων -updates βάσεων δεδομένων, ανακοινώσεις δημοσιεύσεων, τηλεμετρία- στις κοινότητες των ενδιαφερόμενων παραληπτών, αντί να αναζητούν τα sites περιοδικά τις πληροφορίες από μια κεντροποιημένη βάση δεδομένων. Θα είναι σημαντικό, νωρίς στην ανάπτυξη του Internet2, να εκμεταλλευτούμε αυτό το μοντέλο εξασφαλίζοντας τη διαθεσιμότητα ενός αριθμού ενδιαφερόντων «καναλιών» δεδομένων. Σημαντική δουλειά θα χρειαστεί επίσης για να μετατραπεί η ερευνητική δουλειά σε αξιόπιστα multicast πρωτόκολλα στο Internet2. Είναι επιθυμητή η εξασφάλιση ότι αυτά τα πρωτόκολλα θα είναι μέρος της κοινής υποδομής πρωτοκόλλων, όπως το TCP (Transmission Control Protocol) λειτουργεί ως η κοινή υποδομή για αξιόπιστη point-to-point ανταλλαγή δεδομένων στο τρέχον εμπορικό Internet.

Μια άλλη επίδραση της διαθεσιμότητας QoS ελέγχων και multicast υπηρεσιών είναι το ότι το Internet2 θα είναι πολύ περισσότερο φιλόξενο από ότι το σημερινό Internet στην ένωση μεγάλου αριθμού αισθητήρων. Με το χρόνο οι αισθητήρες μπορεί κάλλιστα να ξεπερνούν σε αριθμό τους σταθμούς εργασίας. Η ικανότητα να κοινοποιηθεί πλήθος αποτελεσμάτων τηλεμετρίας στην κοινότητα του Internet2 δίνει μια εντυπωσιακή ευκαιρία για την εξερεύνηση νέων εφαρμογών.

3.3 Télé-Immersion

3.3.1 Τι είναι το Télé-Immersion;

Το Télé-Immersion είναι ένας αποτελεσματικός συνδυασμός από:

- Τεχνολογία Télé-Immersion σε στίλ cave σαν κι αυτή που σήμερα σχετίζεται με MUDDs και MOOs
- Προηγμένα υψηλής ταχύτητας συστήματα τηλεπικοινωνιών που υποστηρίζουν collaboration εφαρμογές και
- Σημαντικές επεκτάσεις στην τεχνολογία cave ώστε να αναγνωρίζεται η παρουσία και η κίνηση των ατόμων εντός ενός cave, να ιχνηλατείται αυτή η παρουσία και η κίνηση και μετά να επιτρέπεται αυτή να προβάλλεται σε πολλαπλά γεωγραφικώς κατανεμημένα περιβάλλοντα, όπου αυτά τα άτομα μπορούν να αλληλεπιδρούν με μοντέλα δημιουργημένα από υπολογιστές.

Αυτός ο συνδυασμός πιστεύουμε ότι προσφέρει ένα νέο παράδειγμα για την ανθρώπινη επικοινωνία και συνεργασία.

3.3.2 Ποιες είναι οι δυνατότητες του Télé-Immersion;

Το Tele-Immersion έχει τη δυνατότητα να αλλάξει σημαντικά τα εκπαιδευτικά, επιστημονικά και κατασκευαστικά πρότυπα. Ένα σύστημα Tele-Immersion θα επιτρέπει σε άτομα σε διαφορετικές τοποθεσίες να μοιράζονται ένα εικονικό περιβάλλον. Για παράδειγμα, οι συμμετέχοντες θα μπορούν να αλληλεπιδρούν σε μια εικονική ομάδα σε ένα τραπέζι συνεδρίου που θα προσεγγίζει το πώς θα ήταν ο φυσικός χώρος. Τα άτομα θα μπορούν να μοιράζονται και να χειρίζονται δεδομένα, προσομοιώσεις και μοντέλα φυσικών ή οικονομικών κατασκευών, και συνδυασμένα να συμμετέχουν σε μία προσομοίωση ή διαδικασία υπολογισμού. Για παράδειγμα, σκεφθείτε φοιτητές μηχανολόγους μηχανικούς ή μηχανικούς της βιομηχανίας να δουλεύουν μαζί για το σχεδιασμό μιας νέας γέφυρας ή ενός ρομποτικού βραχίονα μέσω Tele-Immersion. Τα μέλη μιας ομάδας θα μπορούν να αλληλεπιδρούν με τα μέλη μιας άλλης ομάδας μοιραζόμενοι το κοινό αντικείμενο που μοντελοποιείται.

3.3.3 Ποια ζητήματα προκύπτουν;

Οι εφαρμογές Tele-Immersion απαιτούν προόδους στην υποδομή του Internet, λόγω του υψηλού bandwidth, της χαμηλής καθυστέρησης και των χρονικά εξαρτώμενων επικοινωνιακών χαρακτηριστικών που απαιτούν. Χωρίς δίκτυα υψηλών ταχυτήτων που να ενσωματώνουν προηγμένα πρωτόκολλα, όπως τα RSVP και Multicast, οι δυνατότητες των εφαρμογών Tele-Immersion για επιπλέον εκπαίδευση, επιστημονική πρόοδο και μείωση των κύκλων σχεδιασμού πολλών κατασκευαστικών εφαρμογών δε θα υλοποιηθούν ποτέ.

Μια καλά συντονισμένη έρευνα και ανάπτυξη απαιτείται σε πολλά μέτωπα. Οι εφαρμογές Tele-Immersion θα απαιτούν σημαντικές επεκτάσεις στη σημερινή cave τεχνολογία στις περιοχές της ιχνηλάτησης και των interfaces (τα οποία επηρεάζουν τη διαμοιραζόμενη παρουσία και την εμπειρία χειρισμού), καθώς και των διαμοιραζόμενων εργαλείων για επικοινωνίες και συνεργασία. Πολύ σημαντική θα είναι η ενσωμάτωση των εικόνων σε εικονικά περιβάλλοντα που θα επιτρέψει την προσομοίωση ρεαλιστικών διαμοιραζόμενων παρουσιών.

Πολλή δουλειά απαιτείται επίσης σε περιοχές όπως επεξεργασία/κατασκευή εικόνας, προσομοίωση αισθήσεων (π.χ. αφή), και συγχρονισμός των ανθρωπίνων αντιδράσεων από τα συμμετέχοντα γεωγραφικώς κατανεμημένα caves. Αυτές οι περιοχές θα απαιτήσουν δίκτυα πολύ χαμηλής καθυστέρησης και καθοδηγούν και τις άλλες παραμέτρους των δικτύων. Επιπρόσθετα, αν δε σχεδιαστούν προσεκτικά με σκοπό να επιτύχουν τους καλύτερους συμβιβασμούς σε υπολογιστική ισχύ, αποθήκευση και επικοινωνίες, οι εφαρμογές Tele-Immersion θα απαιτούν υπερβολικό bandwidth και συνεπώς θα είναι περιορισμένης χρησιμότητας.

3.3.4 Τι έχει γίνει μέχρι σήμερα;

Κατά τη διάρκεια του Ιουλίου και του Αυγούστου του 1996, εκτιμήθηκε η σχετική δουλειά σε αυτό τον τομέα, συμπεριλαμβανομένων και των επισκέψεων σε αριθμό sites. Σε συνδυασμό με μερικούς πρωτοπόρους ερευνητές, οργάνωθηκε ένα μικρό συνέδριο για να φέρει σε επαφή πρωτοπόρους της τεχνολογίας Tele-Immersion σε θέματα όπως hardware, software και δικτυακές και κοινωνικές επιπτώσεις. Το συνέδριο έγινε τον

Οκτώβριο του 1996 στο Σικάγο και συζητήθηκαν τα κύρια τεχνολογικά θέματα, τα σχετιζόμενα με την εξέλιξη των υπαρχόντων συστημάτων εικονικής πραγματικότητας. Οι συμμετέχοντες υποστήριξαν το στόχο της εγκατάστασης ενός προγράμματος που θα συγκεντρώνει τους απαιτούμενους ερευνητές και τις ικανότητες ώστε να δημιουργηθεί ένα περιβάλλον στο οποίο άτομα σε τρία γεωγραφικώς κατανομημένα caves θα μπορούν να αντιληφθούν ο ένας την παρουσία του άλλου, ενώ θα εξετάζουν τα αποτελέσματα ενός κατασκευασμένου σε υπολογιστή μοντέλου προσομοίωσης. Οι εφαρμογές Tele-Immersion που θα υποστηρίζουν αυτό το περιβάλλον θα επικεντρωθούν αρχικά στην εκπαίδευση, την επιστήμη και στον κατασκευαστικό τομέα. Ένα λεπτομερές σχέδιο (με τη μορφή πρότασης), αναπτύσσεται τώρα υπογραμμίζοντας τις λεπτομέρειες του τι πρέπει να γίνει ώστε να κατασκευαστεί αυτό το περιβάλλον Tele-Immersion και να προσδιορίσει τα προσόντα που απαιτούνται γι' αυτή την προσπάθεια. Ένας προτεινόμενος προϋπολογισμός και μια διοικητική δομή για το project επίσης προετοιμάζονται. Ένα λεπτομερές σχέδιο θα παρέχει έναν οδηγό για το τι πρέπει να γίνει, έναν προϋπολογισμό για να γίνει και μια διοικητική δομή που θα εξασφαλίσει επιτυχημένη υλοποίηση.

3.4 Εικονικά Εργαστήρια

3.4.1 Τι είναι το εικονικό εργαστήριο;

Το εικονικό εργαστήριο είναι ένα ετερογενές, κατανομημένο περιβάλλον επίλυσης προβλημάτων που επιτρέπει σε μια ομάδα ερευνητών σε διάφορα μέρη του κόσμου να εργάζονται μαζί σε ένα κοινό σύνολο projects. Όπως σε κάθε άλλο εργαστήριο, τα εργαλεία και οι τεχνικές είναι συγκεκριμένα στο πεδίο της έρευνας, αλλά οι απαιτήσεις στη βασική υποδομή μοιράζονται. Αν και σχετιζόμενο με μερικές εφαρμογές του Tele-Immersion, το εικονικό εργαστήριο δεν προϋποθέτει την ανάγκη για ένα διαμοιραζόμενο περιβάλλον Tele-Immersion.

3.4.2 Ποιες είναι οι δυνατότητες του εικονικού εργαστηρίου;

Το Grand Challenge Computational Cosmology Consortium είναι μία ομάδα θεωρητικών αστρονόμων και επιστημόνων των υπολογιστών που συνεργάζονται από κοινού σε μια έρευνα για την προέλευση του σύμπαντος. Η ομάδα περιλαμβάνει επιστήμονες από τα Indiana University, NCSA, Princeton, MIT, UCSC και το Pittsburgh Supercomputer Center. Η εργασία τους απαιτεί μαζικές εξομοιώσεις οι οποίες απαιτούν τη συνεργασία πολλών υπερυπολογιστών, μεγάλες βάσεις δεδομένων με αποτελέσματα εξομοιώσεων, εκτεταμένες οπτικοποιήσεις που επιδεικνύουν την εξέλιξη των αστερών και των γαλαξιών, και φυσικά λογισμικό που επιτρέπει την πραγματοποίηση των προαναφερθέντων. Ενώ κάποια πειράματα πραγματοποιούνται από συγκεκριμένα άτομα, τα πιο μεγάλα πειράματα απαιτούν τη στενή συνεργασία ομάδων που είναι διασκορπισμένες σε όλη τη Γη. Κάθε μέλος μιας ομάδας είναι ειδικός σε ένα συγκεκριμένο τομέα του ετερογενούς μίγματος της προσομοίωσης, της ανάλυσης δεδομένων και της οπτικοποίησης.

Ως ακόμη ένα παράδειγμα, σκεφθείτε τον πολυπαραμετρικό σχεδιασμό και κατασκευή. Σε αυτή την περίπτωση, μία εταιρία που εμπλέκεται στην παραγωγή ενός μεγάλου και πολύπλοκου προϊόντος, όπως ένα αεροσκάφος, πρέπει να έχει τη δυνατότητα να κατευθύνει τη διαδικασία προσομοίωσης ώστε να αλληλεπιδράσει με βάσεις δεδομένων σχεδιασμού που περιέχουν τεχνικές και κατασκευαστικές προδιαγραφές. Ο σχεδιασμός και η προσομοίωση μπορεί να απαιτήσουν την ταυτόχρονη πρόσβαση σε εκατοντάδες υπολογισμούς που παρέχονται από κατασκευαστές σε διαφορετικές τοποθεσίες. Το αποτέλεσμα είναι μία «πολυπαραμετρική βελτιστοποίηση», όπου τα περισσότερα αποδοτικά από άποψη κόστους και ασφάλειας προϊόντα μπορούν να κατασκευαστούν σύμφωνα με τις προδιαγραφές του πελάτη.

Ένα τρίτο παράδειγμα είναι ένα σύστημα πρόγνωσης του καιρού που συνδυάζει δεδομένα δορυφόρων, μεγάλο αριθμό δεδομένων εισόδου από αισθητήρες, και μαζικές εξομοιώσεις για βραχυπρόθεσμες και μεσοπρόθεσμες προβλέψεις καιρού. Μία παραλλαγή αυτού προβλέπει την ποιότητα του αέρα μέσω ενός εικονικού εργαστηρίου που συνδυάζει μοντέλα καιρού με μοντέλα ωκεάνιας κυκλοφορίας. Σε ένα τέτοιο εργαστήριο, ένας περιβαλλοντολόγος μπορεί να προτείνει, δεδομένων των υπάρχουσών συνθηκών, πότε να τεθεί προσωρινά τέρμα στη λειτουργία εγκαταστάσεων ώστε να αποφευχθεί μία ενδεχόμενη επιδείνωση στην ποιότητα του αέρα. Εικονικά εργαστήρια έχουν προταθεί σε πολλές άλλες περιπτώσεις που περιλαμβάνουν υπολογιστική βιολογία, ραδιοαστρονομία, σχεδιασμό φαρμάκων και επιστήμη των υλικών.

3.4.3 Τι περιλαμβάνει ένα εικονικό εργαστήριο;

Τα συστατικά ενός εικονικού εργαστηρίου περιλαμβάνουν:

- Servers ικανούς να διεκπεραιώσουν πολύ μεγάλης κλίμακας προσομοιώσεις και αναγωγές δεδομένων. (Για παράδειγμα, το NSF, υψηλής απόδοσης υπολογιστικά συστήματα σε πανεπιστήμια και κυβερνητικά εργαστήρια έρευνας και ανάπτυξης.)
- Βάσεις δεδομένων που περιέχουν ειδικές για την εφαρμογή πληροφορίες, όπως αρχικοποίηση προσομοίωσης και οριακές συνθήκες, πειραματικές παρατηρήσεις, απαιτήσεις πελατών, κατασκευαστικούς περιορισμούς, καθώς και συγκεκριμένους για την εφαρμογή πόρους. (Αυτές οι βάσεις δεδομένων είναι και δυναμικές και κατανεμημένες. Ακόμη μπορεί να είναι πολύ μεγάλες.)
- Επιστημονικά όργανα που είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο. (Για παράδειγμα, δεδομένα δορυφόρων, αισθητήρες κίνησης εδάφους και ποιότητας του αέρα, και αστρονομικά όργανα όπως οι κατανεμημένες εγκαταστάσεις ραδιοαστρονομίας του National Radio Astronomy Observatory.)
- Εργαλεία συνεργασίας, που μερικές φορές περιλαμβάνουν Tele-Immersion (όπως έχει περιγραφεί προηγουμένως).
- Λογισμικό (Κάθε εικονικό εργαστήριο βασίζεται σε ειδικευμένο λογισμικό για εξομοίωση, ανάλυση δεδομένων, αναγωγή και οπτικοποίηση. Το περισσότερο απ' αυτό το λογισμικό είχε αρχικά σχεδιαστεί για «stand-alone» χρήση. Τώρα μπορούμε να ξεκινήσουμε το έργο της κατανόησης

του πώς αυτά τα εργαλεία μπορούν να συνδεθούν σε ενεργά ετερογενή δίκτυα προγραμμάτων που μπορούν να κλιμακωθούν για να επιλύσουν τα αυριανά προβλήματα.)

Στενά συνδεδεμένοι, πολυπαραμετρικοί υπολογισμοί επιβαρύνουν το δίκτυο. Η χαμηλή καθυστέρηση είναι κρίσιμη και ο χρονοπρογραμματισμός των πόρων του υπολογιστικού συστήματος πρέπει να συνδυαστεί με υπηρεσίες δέσμευσης του bandwidth. Τα multicast πρωτόκολλα είναι κρίσιμα για την εργασιακή φύση ενός πειράματος σε ένα εικονικό εργαστήριο, όπου άνθρωποι, πόροι, και υπολογισμοί είναι ευρύτατα κατανεμημένοι. Ρεύματα δεδομένων σε αυτά τα πειράματα πιθανώς να συνδυάζουν φωνή, video, ροή δεδομένων πραγματικού χρόνου από τα όργανα, και μεγάλες ριπές δεδομένων από προσομοιώσεις και πηγές οπτικοποίησης.

3.4.4 Τι έχει γίνει μέχρι σήμερα;

Τα πειράματα I-Way αποτέλεσαν το πρώτο εθνικής κλίμακας τεστ μιας υποδομής για υποστήριξη εικονικών εργαστηρίων. Τα αποτελέσματα αυτής της δραστηριότητας απέδειξαν ότι ο στόχος είναι εφικτός και είναι πιθανό να επιτευχθούν σημαντικοί επιστημονικοί στόχοι σε ένα τέτοιο περιβάλλον. Πάντως, το I-Way δίκτυο ήταν πολύ ευαίσθητο και τα πειράματα ανέδειξαν και κάποιες κρίσιμες αδυναμίες στη βασική υποδομή λογισμικού για την κατασκευή κατανεμημένων εφαρμογών.

Σαν αποτέλεσμα της εργασίας I-Way, μερικά νέα projects έχουν αρχίσει να ασχολούνται με τη δομή λογισμικού επιπέδου εφαρμογής. Ακόμη υπό ανάπτυξη είναι ένας αριθμός προγραμματιστικών εργαλείων που χρησιμοποιούν αυτή την αναδυόμενη υποδομή για να βοηθήσουν τους προγραμματιστές στο σχεδιασμό και την κατασκευή εφαρμογών που θα τρέχουν στο Internet2. Αυτά τα εργαλεία ποικίλουν από διαχείριση πόρων δικτύου και χρονοπρογραμματιστές λειτουργικών συστημάτων μέχρι συστήματα κατανεμημένων αντικειμένων που επιτρέπουν στα υπάρχοντα client-server μοντέλα να κλιμακώνονται στο επίπεδο που απαιτείται για τους υπολογισμούς που περιγράφηκαν προηγουμένως.

Μέσω μιας σειράς σχεδιασμένων συνεργασιών μεταξύ κυβερνητικών εργαστηρίων, προγραμμάτων του NSF, και βιομηχανικών και πανεπιστημιακών ερευνητικών προγραμμάτων, η υποδομή στο λογισμικό για την κατασκευή εικονικών εργαστηρίων μπορεί να προκύψει με την ανάπτυξη του Internet2 στα επόμενα χρόνια.

4 Τεχνικά χαρακτηριστικά του Internet2.

Έξι βασικές αρχές πρέπει να ακολουθηθούν κατά την υλοποίηση του Internet2:

- 1) Όπου είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί η υπάρχουσα τεχνολογία και να υποστηριχθεί πλήρως από τον πάροχό της.
- 2) Πρέπει να βασιζόμαστε σε ανοιχτά πρωτόκολλα και standards και να αποφεύγουμε proprietary λύσεις.
- 3) Πρέπει να αποφευχθεί η μακροπρόθεσμη εξάρτηση από συγκεκριμένους δικτυακούς παρόχους, κατασκευαστές λογισμικού ή μοναδικά δικτυακά μονοπάτια.
- 4) Εξασφαλίζουμε ότι η ικανοποίηση των αναγκών που μας παρακίνησαν να συμμετάσχουμε στο Internet2 είναι σε πρώτη γραμμή.
- 5) Από τους βασικούς στόχους είναι η παροχή υποστήριξης στους συμμετέχοντες στο Internet2 για την ανάπτυξη προηγμένων εφαρμογών και όχι να αποτελεί το Internet2 ένα εργαστήριο δικτυακών πειραματισμών.
- 6) Αν κάποιος από τους συμμετέχοντες στο Internet2 θέλει να παράσχει και εμπορικές υπηρεσίες πρέπει να εξασφαλίσει ότι αυτές θα είναι εντελώς ξεχωριστές και δε θα επηρεάζουν την κίνηση στο Internet2.

Ζητήματα που τίθενται σχετικά με το ίδιο το δίκτυο περιλαμβάνουν:

- 1) Απαιτήσεις δικτυακών υπηρεσιών: Τι επίπεδα Quality of Service απαιτούνται για προηγμένες, πραγματικού χρόνου εφαρμογές πολυμέσων;
- 2) Πρωτόκολλα για την παροχή διαφορετικών επιπέδων Quality of Service: Πόση πληροφορία πρέπει να διαχειρίζονται οι routers και τα switches για να παρέχουν υψηλής ποιότητας διαφοροποιημένες υπηρεσίες;
- 3) Διαχείριση: Ποιες είναι οι διαχειριστικές επιπτώσεις ενός δικτύου με διάφορα επίπεδα ποιότητας, ιδιαίτερα από την πλευρά της δικτυακής διαχείρισης και της κατανομής του κόστους;

4.1 GigaPoPs

Ένα πλήθος τεχνικών και πρακτικών ζητημάτων αποτελούν τη βάση της όλης αρχιτεκτονικής του Internet2. Ένα από αυτά είναι η ανάγκη για ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους που επιβαρύνει τα συμμετέχοντα Πανεπιστημιακά Ιδρύματα, με την παροχή πρόσβασης στο σημερινό Internet αλλά και σε προηγμένες υπηρεσίες μέσω του ίδιου υψηλής ταχύτητας τοπικού δικτύου. Επιπροσθέτως, άλλα Πανεπιστημιακά προγράμματα μπορούν να διευκολυνθούν μέσω μιας ευέλικτης τοπικής αρχιτεκτονικής δικτύου. Ο σχεδιασμός του Internet2 πρέπει να βελτιστοποιήσει τη δυνατότητα των Πανεπιστημίων να αποκτούν υπηρεσίες από το ευρύτερο δυνατό σύνολο παρόχων υπηρεσιών.

Το στοιχείο-κλειδί σε αυτή την αρχιτεκτονική είναι το GigaPoP (Gigabit Capacity Point of Presence), το οποίο είναι ένα υψηλής ταχύτητας (της τάξεως των Gigabits), υπερσύγχρονο σημείο διασύνδεσης, όπου οι συμμετέχοντες στο Internet2 μπορούν να ανταλλάσσουν κίνηση προηγμένων υπηρεσιών. Τα Πανεπιστήμια σε μία γεωγραφική περιοχή θα συνδεθούν σε ένα τοπικό GigaPoP για να αποκτήσουν μια ποικιλία υπηρεσιών.

Ένα GigaPoP είναι το σημείο διασύνδεσης παροχής υπηρεσιών ανάμεσα σε ένα ή περισσότερα Ιδρύματα-μέλη του Internet2 και έναν ή περισσότερους παρόχους υπηρεσιών. Οι τυπικές συνδέσεις θα γίνουν μέσω ATM ή SONET υπηρεσιών σε πολύ μεγάλες ταχύτητες. Η βασική πρόοδος που επιφέρει το GigaPoP είναι η δυναμικά αποκτώμενη Ποιότητα των Υπηρεσιών για την υποστήριξη μιας μεγάλης γκάμας νέων εφαρμογών. Ένα απαραίτητο κομμάτι του Internet2 project θα είναι η κοστολόγηση των διαφοροποιημένων υπηρεσιών και η ανάπτυξη μηχανισμών συλλογής δεδομένων σχετικά με τη χρήση των πόρων του δικτύου από τους τελικούς χρήστες.

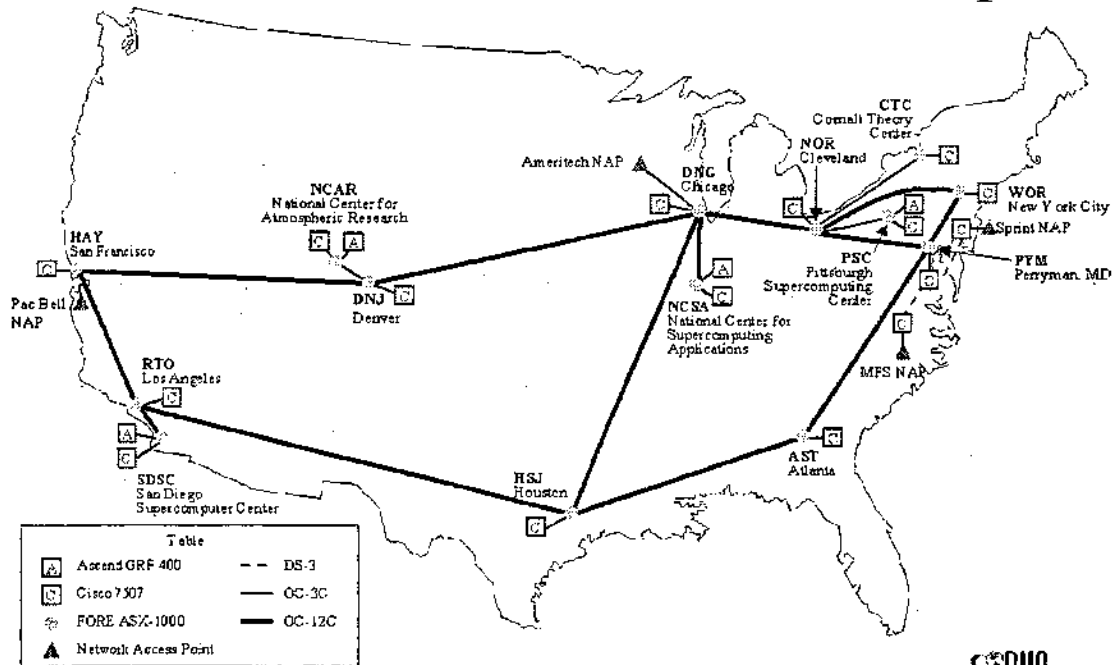
Κάθε Πανεπιστήμιο θα εγκαταστήσει ένα υψηλής ταχύτητας κύκλωμα με το επιθυμητό GigaPoP, με το οποίο θα αποκτήσει πρόσβαση στις παραδοσιακές υπηρεσίες Internet καθώς και στις προηγμένες υπηρεσίες του Internet2. Τα GigaPoPs ενώνονται μεταξύ τους για να ανταλλάσσουν κίνηση, σχηματίζοντας τη Συλλεκτική Οντότητα (Collective Entity - CE). Ενδεχομένως θα μπορούσε να υπάρξει μια μεγάλη ποικιλία υπηρεσιών διαθέσιμες σε κάθε GigaPoP, περιοριζόμενες μόνο από τα οικονομικά της αγοράς και την απόλυτη προτεραιότητα των Internet2 υπηρεσιών.

Ένας ή περισσότεροι πάροχοι υπηρεσιών θα συνδεθούν στα GigaPoPs για να παρέχουν επικοινωνιακά μονοπάτια μεταξύ των GigaPoPs και ανάμεσα στα GigaPoPs και στο εμπορικό Internet. Για την υποστήριξη διδασκαλίας από απόσταση και πρωτοβουλιών τηλε-συνεργασίας, η αρχιτεκτονική του GigaPoP θα διευκολύνει τη διασύνδεση ανάμεσα στην ανώτερη εκπαιδευτική κοινότητα και στους εμπορικούς παρόχους που προσφέρουν αναδυόμενες τεχνολογίες υψηλής ταχύτητας στους απλούς χρήστες.

Για να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις των εφαρμογών του Internet2 πρέπει να υπάρχει υποστήριξη προηγμένων υπηρεσιών εντός των Πανεπιστημίων και μεταξύ των GigaPoPs. Το πρώτο μπορεί να αντιμετωπιστεί εύκολα, ενώ για το δεύτερο πρέπει η υπηρεσία διασύνδεσης να υποστηρίζει διαβαθμισμένη Quality of Service και υψηλής αξιοπιστίας και ταχύτητας μεταφορά δεδομένων, κάτι που δεν μπορεί να εξασφαλίσει το σημερινό Internet, παρά μόνο ένα ειδικό δίκτυο διασύνδεσης, όπως είναι η προαναφερθείσα Συλλεκτική Οντότητα.

Οι πιο προχωρημένες εφαρμογές θα απαιτήσουν ένα σύνολο επικοινωνιακών μονοπατιών ανάμεσα στα GigaPoPs. Αυτά τα μονοπάτια πρέπει να υποστηρίζουν πλήρως τα απαραίτητα πρωτόκολλα. Η NSF (National Science Foundation) έχει ανακοινώσει πρόγραμμα επέκτασης της υποδομής του vBNS για να διασυνδέσει πολλά καινούρια sites στο δίκτυο κορμού της που αποτελείται από OC-3 (155Mbps) και OC-12 (622Mbps) γραμμές και μπορεί να αποτελέσει μια πλατφόρμα για έρευνα και ανάπτυξη εφαρμογών. Αν το vBNS αποδειχτεί ανεπαρκές για την πλήρη ικανοποίηση των απαιτήσεων του Internet2, θα αναζητηθούν άλλες εναλλακτικές λύσεις.

vBNS Backbone Network Map



© 1997 MCI Telecommunications Corporation



Η ιδέα του GigaPoP μπορεί να αυξήσει ραγδαία τον ανταγωνισμό ανάμεσα στους παρόχους Internet υπηρεσιών και να βοηθήσει στην εξασφάλιση cost-effective υπηρεσιών Internet μακροπρόθεσμα.

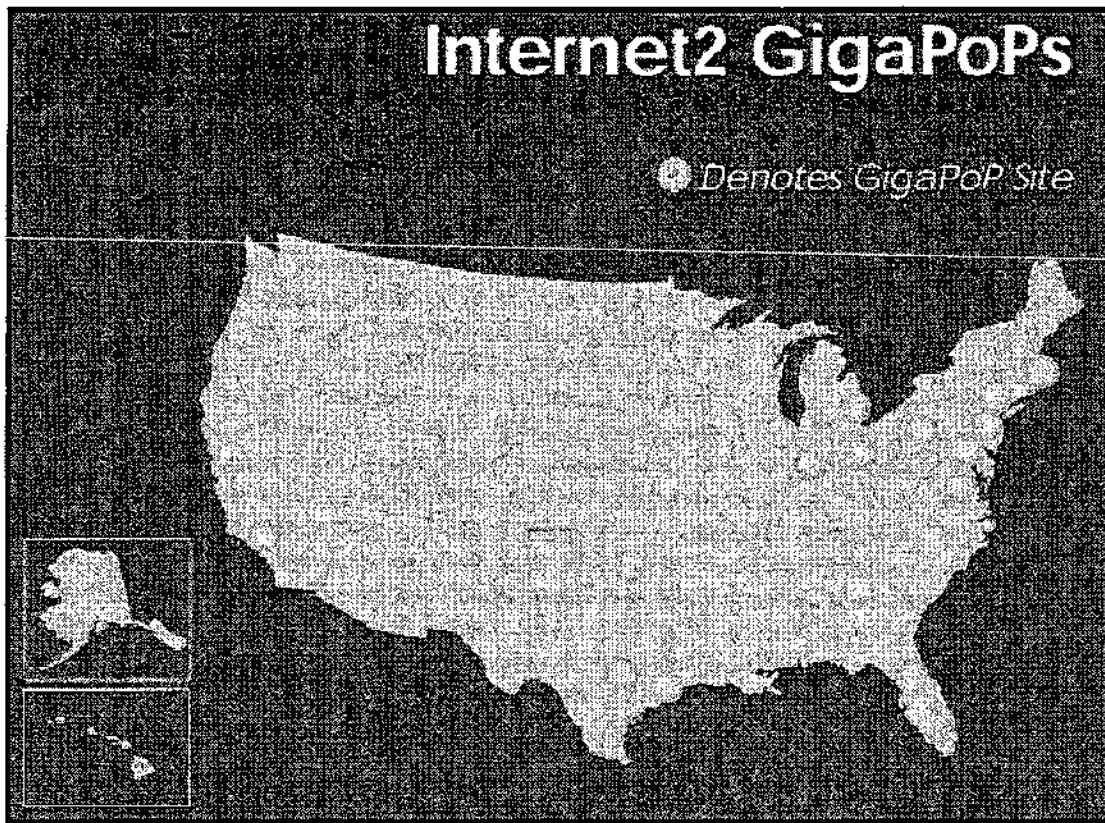
4.1.1 Οργάνωση των GigaPoPs.

Οργανωτικά τα GigaPoPs πρέπει να υλοποιηθούν και να διαχειρίζονται από τα Πανεπιστήμια, αν και μπορεί να υπάρξουν εξαιρέσεις σε αυτό τον κανόνα, καθώς ορισμένες εμπορικές οντότητες ίσως αναλάβουν κι αυτές κάποια GigaPoPs.

Δεν είναι πρακτικό ούτε εφικτό να ανατεθεί σε μια μοναδική οντότητα να λειτουργήσει όλα τα GigaPoPs. Αυτό θα επιτευχθεί μέσω της Συλλεκτικής Οντότητας, η οποία θα αποφασίζει για τα κοινά standards της διασύνδεσης των GigaPoPs και για τα πρωτόκολλα διαχείρισης.

Οι εφαρμογές που θα τρέχουν στο Internet2 απαιτούν προηγμένες δικτυακές υπηρεσίες σε μία end-to-end βάση. Αυτό σημαίνει πολύ σημαντικές αναβαθμίσεις στα περισσότερα Πανεπιστημιακά Δίκτυα. Όσοι συμμετέχουν στο Internet2 είναι υπεύθυνοι για τη συμμόρφωση προς τα ανάλογα standards.

Οι διαχειριστές ορισμένων GigaPoPs μπορεί να εξυπηρετούν άλλα δίκτυα και τελικούς χρήστες πέραν αυτών που συμμετέχουν στο Internet2. Αυτό πρέπει να γίνεται κατά τέτοιο τρόπο που να μην επηρεάζει την κίνηση στο ίδιο το Internet2.



4.1.2 Τα GigaPoPs ως φυσικές οντότητες.

Ως φυσική οντότητα ένα GigaPoP πρόκειται για μια ασφαλή τοποθεσία όπου στεγάζεται μια συλλογή από επικοινωνιακό εξοπλισμό και το ανάλογο hardware. Κυκλώματα τερματίζουν εκεί από τα δίκτυα των μελών του Internet2 και από δίκτυα ευρείας περιοχής (είτε του Internet2 είτε εμπορικά). Τα δίκτυα των μελών του Internet2 είναι non-transit, δηλ. δε μεταφέρουν κίνηση μεταξύ ενός GigaPoP και του σημερινού Internet. Οι Inter-GigaPoP συνδέσεις θα μεταφέρουν κίνηση μόνο ανάμεσα στα Internet2 sites.

Ο σχεδιασμός των GigaPoPs πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις υψηλής αξιοπιστίας και διαθεσιμότητας. Κάθε GigaPoP πρέπει να είναι σε ασφαλή από φυσικές καταστροφές τοποθεσία και να διαθέτει βοηθητική τροφοδοσία. Ποικίλες οπτικές ίνες και ασύρματες επικοινωνίες θα μεγιστοποιήσουν την αξιοπιστία των υπηρεσιών απέναντι σε απρόσμενες φυσικές καταστροφές στο εξωτερικό περιβάλλον του GigaPoP. Επίσης, η υποδομή του Internet2 είναι σχεδιασμένη ώστε να είναι ασφαλής από εκείνους που θα θελήσουν να διαταράξουν τις λειτουργίες του.

4.1.3 Στελέχωση των GigaPoPs.

Τα GigaPoPs θα λειτουργούν με ελάχιστο προσωπικό, ενώ λειτουργική υποστήριξη θα παρέχεται από ένα μικρό αριθμό από Internet2 Network Operations Centers. Ωστόσο, καμία υπηρεσία υποστήριξης σε επίπεδο τελικών χρηστών δε θα παρέχεται. Τα GigaPoPs πρέπει να συμμετέχουν στη λειτουργική διαχείριση του Internet2 συγκεντρώνοντας δεδομένα για το φόρτο

του και ανταλλάσσοντας με τους άλλους διαχειριστές των Πανεπιστημιακών Δικτύων τις απαραίτητες πληροφορίες για το χρονοπρογραμματισμό, την παροχή, τον έλεγχο, την επιδιόρθωση και τη χρέωση των υπηρεσιών του Internet2.

Δε θα στελεχώνονται όλα τα GigaPoPs 24 ώρες τη μέρα. Αντιθέτως, τα πλεονάζοντα Κέντρα Δικτυακής Λειτουργίας θα παρακολουθούν εξ αποστάσεως τη λειτουργία του εξοπλισμού μέσω in-band και out-of-band κυκλωμάτων και αν χρειαστεί θα αποστέλλουν προσωπικό για την επίλυση του προβλήματος και την αποκατάσταση των υπηρεσιών στους κανονικούς ρυθμούς.

4.1.4 Άλλες λειτουργίες των GigaPoPs.

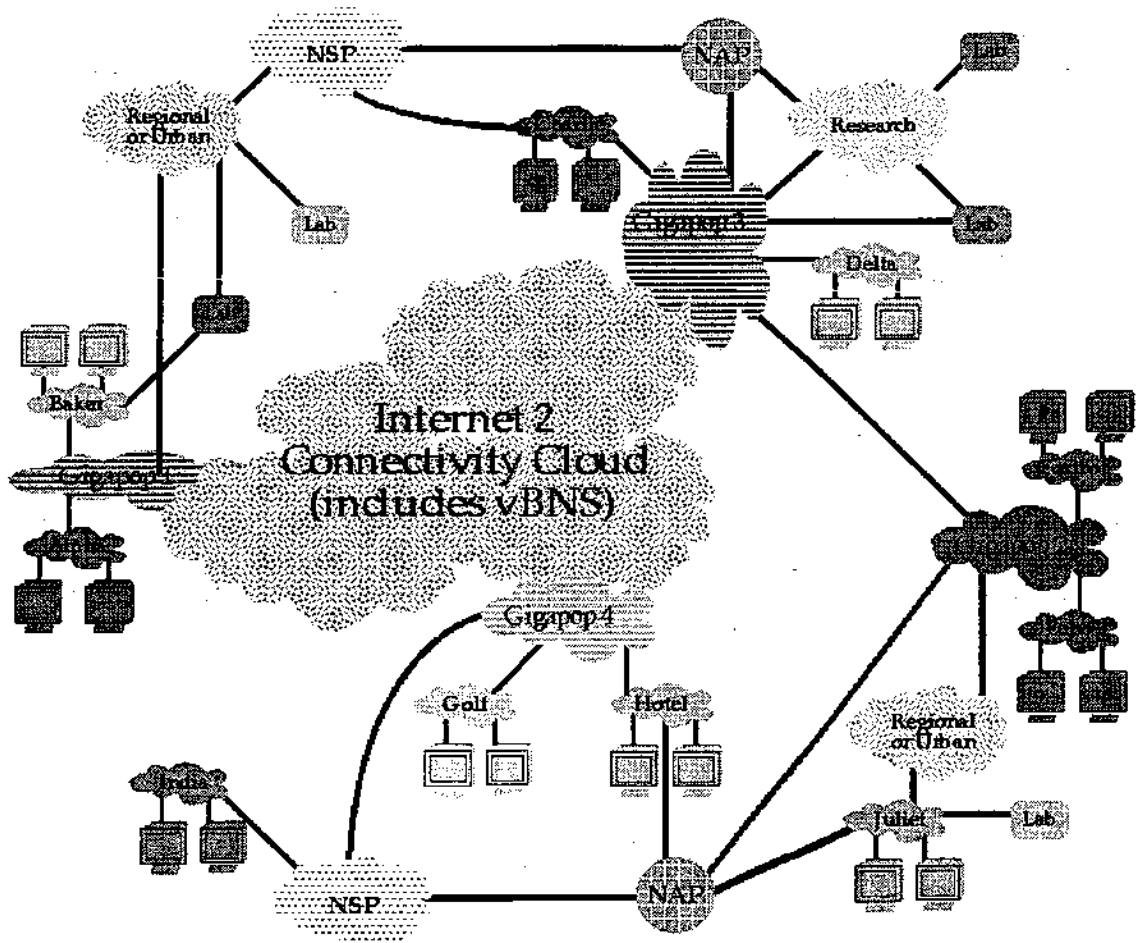
Σε πολλές περιπτώσεις τα GigaPoPs θα εξυπηρετήσουν πελάτες και στόχους πέραν της επικοινωνίας ανάμεσα στους σχεδιαστές των Internet2 εφαρμογών. Συγκεκριμένα, τα GigaPoPs μπορεί να συνδέσουν τα Πανεπιστημιακά Δίκτυα με:

- 1) άλλα μητροπολιτικά δίκτυα για παροχή εκπαίδευσης από απόσταση
- 2) ερευνητικά κέντρα και οργανισμούς με τα οποία επιθυμούν να επικοινωνήσουν τα μέλη του Internet2
- 3) άλλα υψηλής απόδοσης δίκτυα ευρείας περιοχής, για παράδειγμα αυτά που υλοποιεί η κυβέρνηση για τις δικές της ερευνητικές μονάδες
- 4) άλλες δικτυακές υπηρεσίες, για παράδειγμα με τους συνηθισμένους Internet παρόχους

4.1.5 Τεχνικές απαιτήσεις του Internet2 σε σχέση με τα GigaPoPs.

Το Internet2 χρειάζεται τα ακόλουθα κύρια τεχνικά συστατικά:

- 1) Εφαρμογές που απαιτούν υψηλής ταχύτητας διασυνδέσεις καθώς και τον ανάλογο εξοπλισμό για να τρέξουν οι τελικοί χρήστες αυτές τις εφαρμογές.
- 2) Πανεπιστημιακά Δίκτυα για να ενώνουν τα GigaPoPs με τους τελικούς χρήστες στα εργαστήριά τους ή στα γραφεία τους (συμπαγή σύννεφα).
- 3) GigaPoPs που να διαχειρίζονται τη σύνδεση από τα Πανεπιστημιακά Δίκτυα (γραμμοσκιασμένα σύννεφα).
- 4) Διασυνδέσεις ανάμεσα στα GigaPoPs (εστιγμένο σύννεφο).
- 5) Πρωτόκολλα που καθορίζουν και παρέχουν διασυνδεσιμότητα, ιδιαίτερα όσον αφορά την "Quality of Service".
- 6) Απαιτούνται επίσης κατάλληλα εργαλεία διαχείρισης δικτύων για να ελέγχεται ανά πάσα στιγμή η ορθή λειτουργία του δικτύου καθώς και μηχανισμοί υπολογισμού του κόστους που αντιστοιχεί σε κάθε μέλος του Internet2 για τη χρησιμοποίηση των ανάλογων υπηρεσιών.



4.1.6 Κατηγορίες GigaPoPs.

Μπορούμε να ταξινομήσουμε τα πράγματα που μπορεί να κάνει ένα GigaPoP σε 3 κατηγορίες:

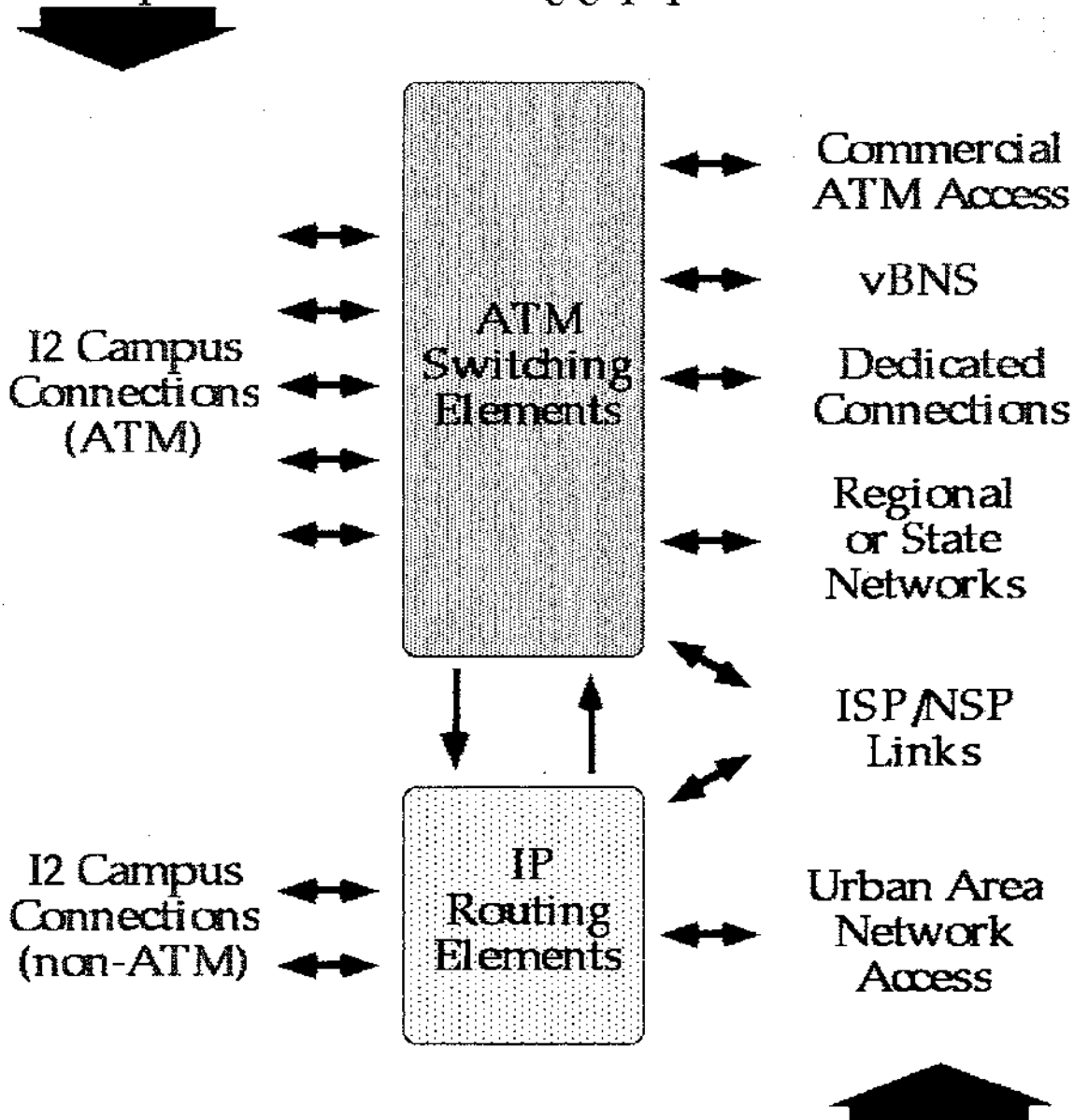
- 1) Στο ελάχιστο που πρέπει να κάνει, δηλ. να ικανοποιεί τις λειτουργικές προδιαγραφές του Internet2 που έχουν τεθεί.
- 2) Στο ότι δεν πρέπει να δρομολογεί κίνηση εκτός Internet2 πάνω από τις Inter-GigaPoP συνδέσεις, να μην αφήνει άλλες δραστηριότητες να επηρεάζουν την ελάχιστη απόδοση του Internet2 κτλ.
- 3) Σε όλα τα άλλα πράγματα που μπορεί να κάνει ένα GigaPoP και είναι εκτός Internet2.

Πρακτικά τα GigaPoPs χωρίζονται σε 2 μεγάλες κατηγορίες:

- 1) Τα Type I GigaPoPs, που είναι σχετικά απλά, εξυπηρετούν μόνο τα μέλη του Internet2, δρομολογούν την κίνησή τους μέσω μίας ή δύο συνδέσεων με άλλα GigaPoPs και συνεπώς έχουν μικρή ανάγκη για πολύπλοκη εσωτερική δρομολόγηση, firewalls κτλ.
- 2) Τα Type II GigaPoPs, τα οποία είναι σχετικά πολύπλοκα, εξυπηρετούν και τα μέλη του Internet2 και τα άλλα δίκτυα στα οποία θέλουν να έχουν πρόσβαση τα μέλη του Internet2, έχουν ένα πλούσιο σύνολο συνδέσεων με άλλα GigaPoPs και συνεπώς πρέπει να παρέχουν κατάλληλους μηχανισμούς δρομολόγησης για την αποφυγή της μη εξουσιοδοτημένης χρήσης των πύλων του Internet2.

Τα προαναφερθέντα φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα. Ένα Type I GigaPoP δε θα είχε κάποιες από τις συνδέσεις που φαίνονται στα δεξιά του σχήματος, οι οποίες θα περιορίζονταν σε μία ή δύο συνδέσεις με άλλα GigaPoPs, πιθανόν σε μία ή δύο συνδέσεις με σημαντικούς (για τα τοπικά μέλη του Internet2) τοπικούς παρόχους Internet και σε μία σύνδεση με κάποιον Internet carrier.

An I2 gigapop *does* route traffic among I2 campuses and to other I2 gigapops



An I2 gigapop *does not* route traffic among non-I2 networks and providers

Εξωτερικές συνδέσεις με τα GigaPoP ATM Switching Elements μπορεί να είναι κυκλώματα SONET από Πανεπιστημιακά ATM switches ή πλήρεις ATM υπηρεσίες από εμπορικούς παρόχους. Η κύρια υπηρεσία ενός GigaPoP παρέχεται από τα IP Routing Elements, τα οποία μπορούν να τροφοδοτούνται απευθείας από εξωτερικά SONET/PPP ή υψηλής ταχύτητας

σύγχρονα κυκλώματα ή μέσω συνδέσεων PVC/SVC (Permanent/Switched Virtual Circuits) με την ATM δομή. Όλη η υποστήριξη του Quality of Service και οι αποφάσεις δρομολόγησης λαμβάνουν χώρα εδώ, όπως και ο υπολογισμός των δεδομένων χρήσης του δικτύου. Ο εξοπλισμός προώθησης IP πακέτων είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει το ATM επίπεδο για να αποκαταστήσει δυναμικά κυκλώματα QoS ή SVC, ώστε να υποστηριχθούν οι διαφοροποιημένες απαιτήσεις σε IP υπηρεσίες.

4.1.7 Λειτουργικές Απαιτήσεις.

Μία λειτουργία κλειδί ενός Internet2 GigaPoP είναι η ανταλλαγή κυκλοφορίας με συγκεκριμένο εύρος ζώνης και με άλλα χαρακτηριστικά Quality of Service ανάμεσα στα μέλη του Internet2 και στον πυρήνα του δικτύου. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, ένα GigaPoP πρέπει να ικανοποιεί μια ποικιλία από ειδικές λειτουργικές απαιτήσεις.

1) **Πρωτόκολλα.** Οποιοσδήποτε συσκευές του επιπέδου-3 (του μοντέλου OSI) βρίσκονται στα GigaPoPs πρέπει φυσικά να υποστηρίζουν το πρωτόκολλο IP. Το IPv4 είναι το τωρινό standard στο Internet, αλλά το Internet2 project μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στη μετάβαση της δικτυακής κοινότητας στο IPv6. Απαιτείται λοιπόν υποστήριξη και σταθερή υλοποίηση και των δύο αυτών εκδόσεων του IP.

Φυσικά το IP δεν είναι το μόνο πρωτόκολλο στην οικογένεια TCP/IP. Όλα τα συνήθως υποστηριζόμενα πρωτόκολλα υποτίθεται ότι είναι διαθέσιμα όπου χρειάζονται. Π.χ. το IGMP (υποστηρίζει Multicast) και το RSVP (υποστηρίζει Resource Reservations – Δέσμευση Πόρων) αναμένεται να είναι διαθέσιμα σε όλες τις σχετικές Internet2 συσκευές.

2) **Δρομολόγηση.** Τα GigaPoPs είναι υπεύθυνα για την υλοποίηση πολιτικών χρήσης που χαρακτηρίζουν το Internet2. Π.χ. στην έκταση που το Internet2 χρησιμοποιεί το vBNS για τη διασύνδεση των GigaPoPs, τα GigaPoPs πρέπει να στέλνουν στη vBNS σύνδεσή τους μόνο κίνηση που προορίζεται για άλλα Internet2 sites. Σημειώνουμε ότι η ύπαρξη φυσικής σύνδεσης με κάποιο GigaPoP δε σημαίνει ότι επιτρέπεται ή μπορεί να ανταλλαγεί κίνηση με οποιαδήποτε άλλη οντότητα που συνδέεται στο GigaPoP. Οι πολιτικές δρομολόγησης σε ένα GigaPoP θα χρησιμοποιηθούν για να ενισχύσουν τους κανόνες που οφείλουν να διέπουν το Internet2.

3) **Ταχύτητα.** Το bit rate των συνδέσεων σε ένα GigaPoP ή μεταξύ των GigaPoPs θα ποικίλει, ανάλογα με τον αριθμό και τις απαιτήσεις των εφαρμογών που τρέχουν στα συνδεδεμένα Πανεπιστημιακά Ιδρύματα. Το ζήτημα για κάθε GigaPoP είναι να διαθέτει τη δυνατότητα να εξυπηρετεί το αναμενόμενο δικτυακό φορτίο. Τα switches που παρέχουν τη βασική διασύνδεση σε ένα GigaPoP και τα κυκλώματα από αυτά τα switches σε γειτονικούς GigaPoP routers πρέπει να εξασφαλίζουν σχεδόν μηδενική απώλεια πακέτων εντός ενός GigaPoP.

4) **Διασύνδεση.** Η αρχική διασύνδεση στο δεύτερο επίπεδο του OSI χρησιμοποιεί ATM PVCs από το vBNS μαζί με μερικές συνδέσεις ATM SVCs ή καθαρές SONET συνδέσεις. Οι συνδέσεις ανάμεσα στους GigaPoP routers θα παρέχονται από υψηλής απόδοσης switches.

5) **Μέτρηση της Χρήσης.** Τα κόστη για τη διασύνδεση των GigaPoPs δεν είναι ακόμα γνωστά και θα ποικίλουν ανάλογα με τις προσφερόμενες υπηρεσίες. Προφανώς, οποιοσδήποτε μηχανισμός κοστολόγησης κι αν επιλεγεί πρέπει να είναι τεχνικά υποστηρίξιμος. Τα GigaPoPs πρέπει συνεπώς να κρατάνε και να μοιράζονται τα απαραίτητα στατιστικά χρήσης για τη λογική κατανομή του κόστους ανάμεσα στα μέλη του Internet2.

6) **Μεταφορά τεχνολογίας.** Τα GigaPoPs θα παίξουν ένα ρόλο κλειδί στη μεταφορά σύγχρονης τεχνολογίας στα συμμετέχοντα μέλη του Internet2 project. Αν και οι λεπτομέρειες θα διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή, δίνεται μια σημαντική ευκαιρία στους χειριστές των GigaPoPs να μοιραστούν πληροφορίες πάνω στην ανάπτυξη και τη διαχείριση των ανερχόμενων multicast και multi-QoS Πανεπιστημιακών Δικτύων.

7) **Συνεργασίες ανάμεσα σε GigaPoPs.** Αν και η multicast και multi-QoS διασύνδεση ανάμεσα στα μέλη του Internet2 είναι ένας σημαντικός στόχος του project, δε θα αναμειχθούν όλα τα μέλη σε κάθε προχωρημένη πειραματική εφαρμογή. Μερικές μάλιστα από τις εφαρμογές θα περιλαμβάνουν μόνο Ιδρύματα που εξυπηρετούνται από ένα GigaPoP. Ωστόσο, ένα πιθανό σενάριο είναι η συνεργασία ανάμεσα σε διάφορα GigaPoPs για συγκεκριμένες πειραματικές εφαρμογές.

8) **Ποιος μπορεί να συνδεθεί.** Ο καθορισμός των ιδρυμάτων ή άλλων σημείων διακινούμενης πληροφορίας τα οποία μπορούν να συνδεθούν σε ένα GigaPoP ανήκει στη διαχείριση του κάθε GigaPoP. Ο καθορισμός του ποιοι μπορούν να ανταλλάσσουν κίνηση σε ένα GigaPoP εξαρτάται από τις διμερείς peering συμφωνίες καθώς και από την τοπική πολιτική του κάθε GigaPoP. Ωστόσο μόνο μέλη του Internet2 μπορούν να ανταλλάσσουν κίνηση μέσω του πυρήνα του δικτύου που διασυνδέει τα διάφορα GigaPoPs.

9) **Άλλες υπηρεσίες στα GigaPoPs.** Μιας και η συλλογή λειτουργικών δεδομένων εντός των GigaPoPs είναι μια βασική απαίτηση, μεγάλης χωρητικότητας δίσκοι θα πρέπει να είναι διαθέσιμοι σε κάθε GigaPoP. Το caching μπορεί να αποδειχθεί πολύ αποτελεσματικό στη μείωση των απαιτήσεων των συνδέσεων για ορισμένα είδη υπηρεσιών. Το περιεχόμενο που βρίσκεται σε κάθε GigaPoP θα είναι άμεσα διαθέσιμο στα συνδεόμενα μέλη του Internet2.

Ως προαιρετική υπηρεσία για κάποια μέλη του Internet2 μπορούν να διατεθούν ATM συνδέσεις, κατόπιν ειδικής ρύθμισης με τους χειριστές του GigaPoP. Αναμένεται ότι μερικοί ερευνητές θα ωφεληθούν ιδιαίτερα από μια τέτοια υπηρεσία, η οποία (με τις κατάλληλες ασφαλιστικές δικλείδες) θα μπορεί να παρέχεται χωρίς να επηρεάζει τις κανονικές λειτουργίες του Internet2.

10) **Προσδοκίες απόδοσης.** Αν και ένας από τους στόχους του Internet2 είναι να γίνει κατανοητή η συμπεριφορά ενός multi-QoS δικτύου κάτω από συνθήκες συμφόρησης, το ίδιο το GigaPoP δεν πρέπει να αποτελέσει bottleneck στην πρόσβαση των υπηρεσιών. Η συνολική χωρητικότητα που θα απαιτηθεί από κάθε συμμετέχοντα στο Internet2 ποικίλει από T-3 γραμμές (45Mbps) μέχρι OC-12 γραμμές (622Mbps). Ο εσωτερικός σχεδιασμός κάθε GigaPoP πρέπει να είναι σε θέση να διαχειριστεί τη συνολική κίνηση από τα διασυνδεόμενα μέλη και τις συνδέσεις ευρείας περιοχής.

4.1.8 Λειτουργικές Ευθύνες.

Είναι κρίσιμο το Internet2 να έχει ένα εστιακό σημείο για τη συνολική λειτουργική διαχείριση. Όπως είπαμε και νωρίτερα, αυτό θα απαιτήσει κάποια οργάνωση -τη Συλλεκτική Οντότητα- μέσω της οποίας επικοινωνούν τα GigaPoPs για να επιτύχουν τους στόχους τους, κάτι που περιλαμβάνει και τη δικτυακή διαχείριση. Η Συλλεκτική Οντότητα θα απαιτήσει έναν τεχνικό συντονιστή σε εθνικό επίπεδο και μια συντονιστική επιτροπή που θα συνεδριάζει σε τακτική βάση.

Ένας από τους συνολικούς στόχους του Internet2 είναι να επιτρέψει τη μελέτη της συμπεριφοράς αυτού του πολύπλοκου και δυναμικού συστήματος. Τέτοιες μελέτες περιλαμβάνουν το χαρακτηρισμό της ροής της διακινούμενης πληροφορίας, την παρακολούθηση της end-to-end απόδοσης του Internet2 και τη μελέτη διαφόρων μοντέλων χρέωσης των υπηρεσιών, εν όψει της πραγματικής χρήσης αυτού του συστήματος.

Το Internet2 θα παρέχει δυναμικές end-to-end υπηρεσίες. Αυτό σημαίνει ότι οι τελικοί χρήστες μπορούν να απαιτήσουν συγκεκριμένες δικτυακές υπηρεσίες και να αναμένουν να εξυπηρετηθούν, ανεξάρτητα από τον αριθμό των παρόχων που μεσολαβούν. Διάφορα επίπεδα μιας υπηρεσίας θα είναι διαθέσιμα και πολλαπλές συνδέσεις σε διάφορα επίπεδα μπορεί να απαιτηθούν σε οποιαδήποτε στιγμή. Ένας τελικός χρήστης μπορεί να μη λάβει τις απαιτούμενες υπηρεσίες αν οι πόροι δεν αρκούν για το επίπεδο της ζητούμενης υπηρεσίας. Ωστόσο, αν μια αίτηση κριθεί ικανοποιήσιμη, το επίπεδο της υπηρεσίας είναι εγγυημένο.

Εξαιτίας της end-to-end φύσης του Internet2, η λειτουργία του δικτύου θα απαιτήσει περισσότερο συντονισμό μεταξύ των διαχειριστών του δικτύου και ανάμεσα στους διαχειριστές του δικτύου και στους τελικούς χρήστες. Ο συντονισμός πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο αυτοματοποιημένος. Το σημερινό Internet δε διαθέτει τα εργαλεία και τα πρωτόκολλα για τη διαχείριση πολλαπλών επιπέδων υπηρεσιών και το Internet2 στοχεύει στην ανάπτυξή τους. Κατά την ανάπτυξη αυτή δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι τελικά τα εργαλεία και τα πρωτόκολλα αυτά θα χρησιμοποιηθούν στο εμπορικό Internet, το οποίο λειτουργεί σε ένα διαφορετικό περιβάλλον από την ακαδημαϊκή κοινότητα.

4.1.9 Διαχείριση Υπηρεσιών.

Η διαχείριση των υπηρεσιών του Internet2 από τα GigaPoPs πρέπει να εξετασθεί από δύο σκοπιές. Η πρώτη είναι από τη σκοπιά του τελικού χρήστη που απαιτεί υπηρεσίες και η δεύτερη από τη σκοπιά των απαιτούμενων δικτυακών συστημάτων για την παροχή αυτών των υπηρεσιών.

4.1.9.1 Δικτυακή Διαχείριση.

Η αίτηση του τελικού χρήστη για την υπηρεσία θα πραγματοποιείται μέσα από μια εφαρμογή. Η εφαρμογή θα είναι υπεύθυνη για την αλληλεπίδραση με τον τελικό χρήστη στην επιλογή των επιπέδων υπηρεσίας και στη συμβουλή σχετικά με τη διαθεσιμότητα και το κόστος της υπηρεσίας.

Η εφαρμογή είναι επίσης υπεύθυνη για την αλληλεπίδραση με το δικτυακό σύστημα για τη λήψη των υπηρεσιών. Το πώς οι εφαρμογές, το λειτουργικό σύστημα και το δικτυακό interface θα συνεργαστούν εξαρτάται από την υλοποίηση πάνω στην πλατφόρμα. Ένας δύσκολος στόχος πρέπει να επιτευχθεί: η ομοιόμορφη παρουσίαση στον τελικό χρήστη. Για παράδειγμα, τα μηνύματα λάθους πρέπει να είναι τυποποιημένα, έτσι ώστε ο τελικός χρήστης να κατανοεί το λάθος ακόμα κι αν το σύστημα που χρησιμοποιεί είναι άγνωστο σε αυτόν.

Η διαχείριση του δικτυακού συστήματος που παρέχει τις υπηρεσίες του Internet2 μπορεί να περιλαμβάνει ένα ή περισσότερα δίκτυα που διαχειρίζονται από διαφορετικές οντότητες. Το δίκτυο πρέπει να λειτουργεί ως ένα σύστημα από τη σκοπιά του τελικού χρήστη. Αυτό απαιτεί συνεργασία από τα συμμετέχοντα δίκτυα στις αιτήσεις για υπηρεσίες. Πιστοποίηση και άδεια για τη χρήση των πόρων απαιτείται πριν ικανοποιηθεί κάθε αίτηση. Στη συνέχεια το σύστημα πρέπει να προσδιορίσει αν οι πόροι είναι διαθέσιμοι για την ικανοποίηση της αίτησης και αν πρέπει να προχωρήσει στη δέσμευσή τους. Κατόπιν πρέπει να συγκεντρωθούν δεδομένα για τους δικτυακούς πόρους που θα καταναλωθούν για να γίνει ο κατάλληλος έλεγχός τους και η κοστολόγησή τους. Αυτά τα βήματα πρέπει να πραγματοποιηθούν συντονισμένα από κάθε ενδιάμεσο δίκτυο για να λειτουργήσει η end-to-end υπηρεσία.

Τα υπάρχοντα εργαλεία για το δικτυακό έλεγχο βλέπουν το δίκτυο ως ανεξάρτητες συσκευές και επικοινωνιακές συνδέσεις. Αυτό περιλαμβάνει συνήθως τη μέτρηση της εισερχόμενης και εξερχόμενης κίνησης και μερικές απλές πληροφορίες του δικτυακού φόρτου. Αυτά τα εργαλεία δεν αντιμετωπίζουν το δίκτυο συνολικά ούτε λαμβάνουν υπόψη τους την απόδοση σε end-to-end επίπεδο. Πρέπει να αναπτυχθούν εργαλεία που θα διευθετούν τα ζητήματα των διαφόρων επιπέδων υπηρεσιών σε τέτοια δίκτυα.

4.1.9.2 Παρακολούθηση των διαφόρων επιπέδων υπηρεσιών.

Το σημερινό Internet έχει ένα μόνο επίπεδο υπηρεσίας, αυτό της καλύτερης προσπάθειας. Σε αυτό το περιβάλλον είναι εύκολο να συμπεριφέρεσαι σε όλους τους τελικούς χρήστες παρομοίως ή να κατανέμεις τα κόστη βασιζόμενος σε μη δυναμικές παραμέτρους, όπως το εύρος ζώνης της σύνδεσης. Όταν όμως είναι διαθέσιμα πολλαπλά επίπεδα υπηρεσιών, κάποιο είδος ελέγχου των πόρων ή κατανομής του κόστους πρέπει να υλοποιείται με feedback στον τελικό χρήστη για να εξασφαλίζεται ότι ζητήθηκε το ανάλογο επίπεδο υπηρεσίας.

Μιας και το καλύτερο μοντέλο χρέωσης για το Internet2 δεν είναι φανερό, το Internet2 θα χρησιμοποιηθεί αρχικά για την ανάπτυξη και τον έλεγχο μεθόδων κατανομής του κόστους. Κάποιοι στόχοι είναι φανεροί:

- 1) Το κόστος για μια υπηρεσία πρέπει να είναι προβλέψιμο
- 2) Τα υψηλότερα επίπεδα μιας υπηρεσίας πρέπει να κοστίζουν περισσότερο από τα χαμηλότερα.
- 3) Η χρέωση πρέπει να είναι όσο πιο απλή γίνεται για να ελαχιστοποιούνται οι πόροι που καταναλώνονται σε αυτή.

Μέχρι να αναπτυχθούν κατάλληλα μοντέλα, η αρχική χρηματοδότηση για το Internet2 θα πρέπει να ακολουθήσει τα παραδοσιακά μοντέλα χρηματοδότησης του Internet, όπως είναι το από κοινού μοίρασμα των τελών

σύνδεσης με ομότιμες συμφωνίες και η κοστολόγηση με βάση την ταχύτητα σύνδεσης.

4.1.10 Αρχιτεκτονική Δομή.

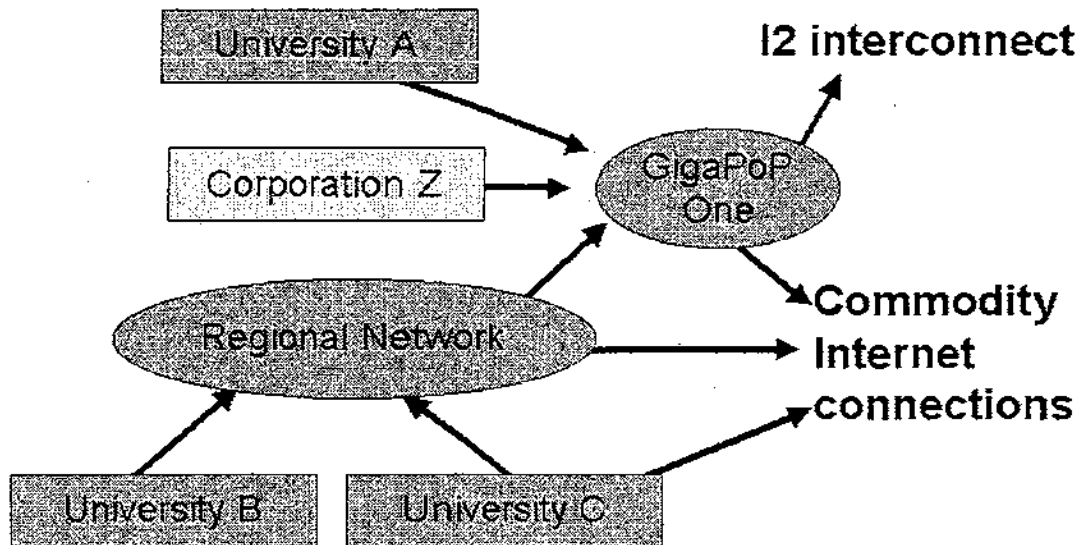
Τα διάφορα δικτυακά κομμάτια στο Internet2 ανήκουν σε κάποια από τις ακόλουθες δύο κατηγορίες: σε αυτά που συνδέουν την εφαρμογή του τελικού χρήστη με το Πανεπιστημιακό GigaPoP (κάποια από τα οποία υπονοούνται στα «συννεφάκια» των Πανεπιστημιακών Δικτύων) και σε αυτά που διασυνδέουν GigaPoPs. Μιας και τα πρώτα είναι κυρίως στην ευθύνη του Πανεπιστημίου (αν τηρούνται βασικά standards), στρέφουμε την προσοχή μας προς τις Inter-GigaPoP συνδέσεις, τη δρομολόγηση και τα άλλα πρωτόκολλα που αναφέρονται σε όλα τα δικτυακά κομμάτια του Internet2.

4.1.10.1 Intra-Campus και Campus-to-GigaPoP

Οι στόχοι του Internet2 δεν μπορούν να επιτευχθούν αν τα Πανεπιστημιακά Δίκτυα δεν αναβαθμιστούν ώστε να παρέχουν επαρκή υποστήριξη για προχωρημένες εφαρμογές. Αυτό σημαίνει να υπάρχει ένα Πανεπιστημιακό Δίκτυο όπου εφαρμογές που απαιτούν μεγάλο εύρος ζώνης (δίκτυο κορμού > 500Mbps) και χαμηλή καθυστέρηση να μπορούν να λειτουργήσουν απρόσκοπτα. Αναμένεται ότι κάθε Πανεπιστήμιο θα λάβει διαφορετικές αποφάσεις στο πώς θα επιτευχθεί καλύτερα αυτός ο στόχος. Κάποιοι θα βασιστούν σε cell-switching backbones, ενώ άλλοι θα ακολουθήσουν το RSVP ή άλλες τεχνικές δέσμευσης του διαθέσιμου εύρους ζώνης. Σε όλες πάντως τις περιπτώσεις τα μέλη του Internet2 θα πρέπει να κάνουν σημαντικά έξοδα για να αναβαθμίσουν τα δίκτυά τους. Αυτό θα είναι και το μεγαλύτερο μέρος της επένδυσής τους στο Internet2 project.

Τα περισσότερα Πανεπιστήμια μέλη του Internet2 θα χρειαστούν υψηλής ταχύτητας κυκλώματα (>150Mbps) προς το κοντινότερο GigaPoP και προχωρημένης λειτουργικότητας routers (που θα αποτελούν τα gateways τους). Συνήθως οι Campus-to-GigaPoP συνδέσεις θα μεταφέρουν λιγότερη κίνηση από ότι οι Inter-GigaPoP συνδέσεις και μπορεί να μεταφέρουν και άλλη κίνηση εκτός από αυτή του Internet2. Σε μερικές περιπτώσεις δεν υπάρχει εμπορικά διαθέσιμος ή οικονομικά εφικτός τρόπος για να φτάσει τώρα η Campus-to-GigaPoP σύνδεση στα επιθυμητά επίπεδα ποιότητας και μέχρι να λυθεί το ζήτημα δε θα είναι διαθέσιμη σε αυτά τα Πανεπιστήμια η επιλεγόμενη QoS.

GigaPoPs, cont.



4.1.10.2 GigaPoP-to-GigaPoP

Οι κρίσιμες απαιτήσεις για τις δικτυακές διασυνδέσεις ανάμεσα στα GigaPoPs είναι να παρέχουν:

- 1) Πολύ υψηλή αξιοπιστία και πολλαπλά μονοπάτια
- 2) Υψηλή ταχύτητα (>500Mbps)
- 3) Υποστήριξη για επιλεγόμενη Ποιότητα Υπηρεσιών
- 4) Εργαλεία για συλλογή δεδομένων και διαχείριση του δικτύου που θα επιτρέπουν στους διαχειριστές του Internet2 να ρυθμίζουν τις επικοινωνίες

Οι απαιτήσεις των Inter-GigaPoP συνδέσεων θα εξαρτηθούν από το εύρος ζώνης, την Ποιότητα των Υπηρεσιών και τις απαιτήσεις δρομολόγησης που πρέπει να ικανοποιηθούν. Για πρακτικούς λόγους υποθέτουμε ότι η βασική κίνηση ευρείας περιοχής θα παρέχεται πάνω από SONET με ATM signaling.

Ενώ τα GigaPoPs θα απαιτηθεί να υποστηρίζουν συγκεκριμένες IP υπηρεσίες, θα παρακινηθούν να υποστηρίξουν και άλλα ενδοπανεπιστημιακά επικοινωνιακά πειράματα. Για παράδειγμα, αναμένεται να υλοποιήσουν multicast δρομολόγηση και μεταφορά δεδομένων για υποστήριξη του MBONE και παρόμοιων αρχιτεκτονικών. Η αρχική μορφή της διασύνδεσης των GigaPoPs θα γίνει με το δίκτυο vBNS. Με το χρόνο η μορφή αυτή αναμένεται να εξαπλωθεί και να ενισχυθεί και από άλλες μορφές διασύνδεσης.

Άλλες πιθανές συνδέσεις περιλαμβάνουν:

- 1) Ένα εθνικό δίκτυο από «συννεφάκια», όπως αυτό της Sprint ή της IBM
- 2) Ένα εθνικό δικτυακό «συννεφάκι» δημιουργούμενο και διαχειριζόμενο από το ίδιο το Internet2
- 3) Ξεχωριστές point-to-point συνδέσεις ανάμεσα στα συνεργαζόμενα GigaPoPs

Αν και είναι πιθανό ότι θα υπάρχουν κάποιες point-to-point συνδέσεις ανάμεσα στα GigaPoPs για να ικανοποιηθούν συγκεκριμένες υπηρεσίες ή ανάγκες για εύρος ζώνης, δεν αναμένεται η δημιουργία ενός full-mesh εθνικού δικτύου για το Internet2 με τη χρήση συμβατικών κυκλωμάτων. Αντιθέτως, αναμένεται η παροχή virtual κυκλωμάτων από ένα εμπορικό δικτυακό σύννεφο ή από το vBNS, εκτός και αν μια εμπειριστατωμένη ανάλυση δείξει ότι άλλες στρατηγικές είναι καλύτερες για την επίτευξη των τεχνικών στόχων.

4.1.10.3 Routing και Quality-of-Service Πρωτόκολλα

Στο Internet2 η δρομολόγηση πρέπει να καλύπτει και το IPv4 και το IPv6. Τα GigaPoPs θα συγκροτηθούν από Πανεπιστημιακά Ιδρύματα τα οποία έχουν το καθένα τη δική του υποδομή για τη διασύνδεση των GigaPoPs με τα μέλη. Σε πολλές περιπτώσεις θα παρέχονται εξειδικευμένες υπηρεσίες στα μέλη του GigaPoP πριν τη διασύνδεση με άλλα GigaPoPs και θα υπάρξουν πολιτικές δρομολόγησης σε τοπικό επίπεδο πριν την ευρύτερη διασύνδεση. Το Internet2 θα χτιστεί συνδέοντας ξεχωριστά διοικούμενες μονάδες κάτω από έναν ευρύτερο συντονισμό.

Η εμπειρία του παρελθόντος έχει δείξει ότι είναι εύκολο για μια οντότητα που παρέχει εξειδικευμένες υπηρεσίες στα μέλη της να δρομολογήσει κίνηση κατά λάθος προς άλλες οντότητες. Γι' αυτό πρέπει οι πληροφορίες δρομολόγησης να φιλτράρονται και η δρομολόγηση μεταξύ των GigaPoPs να εκτελείται με τη χρήση ενός inter-domain πρωτοκόλλου δρομολόγησης. Αυτό θα παρέχει αμοιβαία προστασία στα Πανεπιστημιακά Ιδρύματα εναντίον μιας λανθασμένης δρομολόγησης.

Ωστόσο, θέλουμε να παρέχουμε και υποστήριξη για δρομολόγηση QoS υπηρεσιών. Προς το παρόν μια τέτοια υποστήριξη είναι ανύπαρκτη. Αν υπάρχει στενή δικτυακή συνεργασία ανάμεσα στα GigaPoPs μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα intra-domain πρωτόκολλο, εφόσον ο αριθμός των συμμετεχόντων στο Internet2 είναι σχετικά μικρός. Μιας και δεν υπάρχει πρωτόκολλο δρομολόγησης που να ικανοποιεί και τη ζητούμενη δικτυακή λειτουργικότητα και το σύνολο των συμμετεχόντων, πρέπει να αναζητηθούν τρόποι να ξεπεραστεί εξαρχής αυτό το πρόβλημα και να ενισχυθεί η έρευνα για τη δρομολόγηση μακροπρόθεσμα.

4.1.10.3.1 Δρομολόγηση για IPv4

Το Internet2 θα χρησιμοποιηθεί από τα μέλη του ως ένα δίκτυο μεταφοράς για να επικοινωνούν με άλλα μέλη του και με άλλα ειδικά ερευνητικά δίκτυα μέσω καθορισμένων μονοπατιών. Ένα Ίδρυμα μπορεί να έχει συνδέσεις με το εμπορικό Internet και με άλλες υπηρεσίες για δικούς του σκοπούς, αλλά δε θα μεταδώσει πληροφορίες από αυτά στο Internet2. Οι πληροφορίες δρομολόγησης θα φιλτράρονται αυστηρώς. Γενικά ένα GigaPoP θα διακινεί πληροφορίες δρομολόγησης μόνο για τα sites που είναι γνωστό ότι συμμετέχουν στο Internet2 project. Οι αποφάσεις για τη διακίνηση πληροφοριών δρομολόγησης εντός ενός GigaPoP είναι καθαρά δουλειά της διοίκησης του κάθε GigaPoP.

Πρωτόκολλα δρομολόγησης για το IPv4 που να υποστηρίζουν QoS είναι σχεδόν ανύπαρκτα. Δεν υπάρχει υποστήριξη για QoS ούτε στο BGP ούτε στο IDRP. Ένα πρωτόκολλο OSPF που να είναι QoS συμβατό ακόμα αναπτύσσεται. Το Integrated-PNNI είναι μια διέξοδος, γιατί έχει πλεονεκτήματα εκ σχεδιασμού του και στοχεύει στην προσφορά δρομολόγησης QoS επιπέδου και στο IP και στο ATM. Δεν πρόκειται για ένα inter-domain πρωτόκολλο, αν και μια τέτοια πιθανότητα ερευνάται.

4.1.10.3.2 Δρομολόγηση για IPv6.

Η δρομολόγηση για IPv6 είναι υπό ανάπτυξη. Το Integrated-PNNI πρόκειται να υποστηρίξει το IPv6. Το IDRP υποστηρίζει θεωρητικά το IPv6 αλλά οι υλοποιήσεις του χρειάζονται πολλή δουλειά ακόμα και πιθανόν να ξεπεραστούν από το BGP4++. Τα sites που επιθυμούν να πειραματιστούν με το IPv6 μπορούν να χρησιμοποιήσουν και στατικές δρομολογήσεις μέχρι να αναπτυχθούν τα κατάλληλα πρωτόκολλα. Αυτές οι στατικές δρομολογήσεις μπορούν να υλοποιηθούν χωρίς να ληφθεί υπόψη η ιεραρχία στο Internet2 project. Οι IPv6 διευθύνσεις θα δεσμεύονται από τη Συλλεκτική Οντότητα.

4.1.10.3.3 Πληροφορίες δρομολόγησης στο ATM επίπεδο.

Οι πληροφορίες της ATM δρομολόγησης είναι σημαντικές, γιατί πολλές δικτυακές λειτουργίες σχετιζόμενες με την Ποιότητα των Υπηρεσιών και με τις οποίες θέλουμε να πειραματιστούμε περιλαμβάνουν δυναμική δέσμευση των υπηρεσιών στο ATM επίπεδο. Το ATM αναμένεται να χρησιμοποιήσει Permanent Virtual Connections (PVCs) για κάποιες λειτουργίες και Switched Virtual Connections (SVCs) για άλλες. Οι τελευταίες είναι προτιμότερες, γιατί ελαχιστοποιούν την πολυπλοκότητα της υλοποίησης και υποστηρίζουν επαναδρομολόγηση σε περίπτωση δικτυακών προβλημάτων. Οι ATM διευθύνσεις θα δεσμεύονται από τη Συλλεκτική Οντότητα.

4.1.11 Τι πρέπει να γίνει.

4.1.11.1 Πανεπιστήμια

Οι αναβαθμίσεις στα Πανεπιστημιακά Δίκτυα ξεκινούν από το δίκτυο κορμού και από μερικά sites στο Πανεπιστήμιο με ειδικές συνδέσεις. Οι πιο σημαντικές άμεσες δικτυακές ενέργειες που πρέπει να αναληφθούν είναι οι ακόλουθες:

- 1) Σχεδιασμός και υλοποίηση των απαραίτητων αναβαθμίσεων στα δίκτυα κορμού των Πανεπιστημίων.
- 2) Συνεργασία με γειτονικά Πανεπιστήμια για το σχεδιασμό, τη χρηματοδότηση και την υλοποίηση ενός κοινού GigaPoP.
- 3) Διευθέτηση της σύνδεσης ανάμεσα στα Πανεπιστήμια και στο GigaPoP.
- 4) Παροχή υποστήριξης για τους χρήστες των οποίων οι εφαρμογές απαιτούν τη διασύνδεση μέσω Internet2.

4.1.11.2 GigaPoP

Τα κρίσιμα σημεία εδώ είναι τα ακόλουθα:

- 1) Οργάνωση και στελέχωση του GigaPoP.
- 2) Εύρεση ασφαλούς τοποθεσίας για την εγκατάσταση του GigaPoP.
- 3) Ανάπτυξη ενός GigaPoP σε συνεργασία με τη Συλλεκτική Οντότητα.
- 4) Απόκτηση, εγκατάσταση και έλεγχος του εξοπλισμού του GigaPoP.
- 5) Σύνδεση και έλεγχος με τα μέλη του Internet2, τους τοπικούς παρόχους Internet υπηρεσιών και τους άλλους συμμετέχοντες στο GigaPoP.
- 6) Σύνδεση και έλεγχος με άλλα GigaPoPs μέσω του «σύννεφου».
- 7) Δημιουργία σχέσεων εργασίας ανάμεσα στα Πανεπιστήμια και στους δικτυακούς χειριστές της Συλλεκτικής Οντότητας.

4.1.11.3 Σύννεφο

Τα κρίσιμα σημεία εδώ είναι τα ακόλουθα:

- 1) Οργάνωση και στελέχωση της Συλλεκτικής Οντότητας.
- 2) Συμφωνία στο ποια δεδομένα και ποιος έλεγχος θα είναι διαθέσιμα στους διαχειριστές του δικτύου της Συλλεκτικής Οντότητας.
- 3) Διαπραγμάτευση της δικτυακής διασύνδεσης του «σύννεφου».

4.1.11.4 Συνολικά

Διάφορες επιπρόσθετες ενέργειες πρέπει να αναληφθούν από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς:

- 1) Διορισμός μιας Ομάδας Μηχανικών που θα αναπτύξει λεπτομερείς υλοποιήσεις των προτεινόμενων δικτυακών μοντέλων.
- 2) Αναζήτηση συνεργατών σε ευρεία κλίμακα για την απόκτηση πρόσβασης σε σύγχρονο εξοπλισμό και υπηρεσίες, με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Αυτές οι συνεργασίες μπορεί να λάβουν διάφορες μορφές (π.χ. δωρεές εξοπλισμού σε κάποια Πανεπιστήμια για να υποστηριχθούν συγκεκριμένα projects κτλ.).
- 3) Δημιουργία ενός πιο συγκεκριμένου χρονοδιαγράμματος υλοποίησης των στόχων, ώστε να μπορεί να ελεγχθεί καλύτερα η πρόοδος των εργασιών.

4.1.11.5 Τεχνικοί Στόχοι

- 1) Υψηλής ταχύτητας και προχωρημένης δυνατότητας διαχείρισης των πακέτων routers, ικανοί να υποστηρίξουν τουλάχιστον OC-12 (622Mbps) συνδέσεις και switched ροή δεδομένων.
- 2) Switches και routers που να υποστηρίζουν τα πρωτόκολλα IPv4 και IPv6, καθώς και προχωρημένα πρωτόκολλα δρομολόγησης όπως το MOSPF και το πρωτόκολλο RSVP για Ποιότητα των Υπηρεσιών.
- 3) SONET ή ATM πολυπλέκτες για να επιτρέψουν τη δέσμευση εύρους ζώνης για διάφορες υπηρεσίες, όπως η υψηλής αξιοπιστίας μετάδοση IP πακέτων, ή την πειραματική εφαρμογή ανερχόμενων πρωτοκόλλων.

- 4) Μέτρηση της κίνησης και συγκέντρωση των σχετικών δεδομένων για να είναι δυνατός ο καθορισμός των χαρακτηριστικών της ροής των δεδομένων και ο έλεγχος της απόδοσης των GigaPoPs.
- 5) Μετακίνηση από την best-effort μεταφορά πακέτων σε διαφοροποιημένες υπηρεσίες.
- 6) Υλοποίηση μιας προχωρημένης δικτυακής υποδομής για την Ερευνητική και Ακαδημαϊκή κοινότητα.

4.2 Πρωτόκολλα

Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα του σημερινού Internet είναι η ικανότητα κάθε κόμβου να επικοινωνεί με οποιονδήποτε άλλο με ένα συμβατό format μετάδοσης. Αυτό το πλεονέκτημα πρέπει να διατηρηθεί και στο Internet2. Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται σήμερα στο Internet είναι το Internet Protocol version 4 (IPv4), ενώ το Internet2 χρησιμοποιεί και το Internet Protocol version 6 (IPv6). Όλες οι υλοποιήσεις πρέπει να γίνουν με κατάλληλη διατήρηση της προς-τα-πίσω συμβατότητας.

Επίσης το Internet2 πρέπει να δίνει τη δυνατότητα στις εφαρμογές να καθορίζουν ένα δίκτυο με «Ποιότητα της Υπηρεσίας» (Quality of Service – QoS), κάτι που περιλαμβάνει την ταχύτητα μετάδοσης, την περιορισμένη καθυστέρηση, το throughput, το χρονοπρογραμματισμό και το ρυθμό απωλειών σε πακέτα. Τεχνολογίες που παρέχουν τέτοιες δυνατότητες αναπτύσσονται τα τελευταία χρόνια και είναι έτοιμες για σοβαρό έλεγχο πάνω στο ίδιο το Internet2.

4.2.1 IPv6

Η πιο προφανής αλλαγή στα πρωτόκολλα του Internet θα είναι ο χώρος που θα δημιουργηθεί για πολύ περισσότερες διευθύνσεις. Το IPv4 έχει 32 bits για διευθυνσιοδότηση και συνολικά 2^{32} δυνατές διευθύνσεις. Το IPv6 έχει 128 bits για διευθυνσιοδότηση και συνολικά 2^{128} δυνατές διευθύνσεις, δηλ. περίπου 665×10^{24} διευθύνσεις για κάθε τετραγωνικό μέτρο της επιφάνειας της Γης. Αν και αυτός ο αριθμός είναι πολύ μεγαλύτερος από ότι πρόκειται να χρειαστούμε στο προσεχές μέλλον, τα 128 bits διευθυνσιοδότησης θα παρέχουν μόνο λίγες εκατοντάδες εκατομμύρια διευθύνσεις ανά τετραγωνικό μέτρο. Οι υπόλοιπες θα χρησιμοποιούνται για δρομολόγηση και άλλους διαχειριστικούς σκοπούς. Ακόμα κι έτσι βέβαια πρόκειται για μια επέκταση του χώρου των διευθύνσεων σε διαστάσεις που ξεπερνούν κατά πολύ τις ανάγκες μας.

Οι σχεδιαστές του IPv6 είχαν στο μυαλό τους ότι το IPv4 έχει αποδειχτεί κατά καιρούς ένα πολύ ικανό πρωτόκολλο. Το IPv4 έχει σχεδιαστεί να λειτουργεί πάνω από όλα σχεδόν τα δίκτυα και δεν έχει καμία απαίτηση όσον αφορά την end-to-end υποδομή. Αν και connectionless, το IP μπορεί να υποστηρίξει μέσω του TCP μια connection-oriented υπηρεσία. Έπρεπε λοιπόν να δημιουργηθεί ένα απλό βελτιωμένο πρωτόκολλο με την ίδια τουλάχιστον λειτουργικότητα. Ένα από τα σημαντικά χαρακτηριστικά του IPv6 είναι το σταθερό μήκος του header, σε αντίθεση με το μεταβλητό μήκος της προηγούμενης έκδοσης. Έτσι δε χρειάζεται βέβαια και το πεδίο που δείχνει το μέγεθος του header (IHL). Αυτό δε σημαίνει ότι δεν μπορούν να

χρησιμοποιηθούν προαιρετικές πληροφορίες, κάτι που γίνεται μέσω του πεδίου Next Header, το οποίο για ειδικά πακέτα μπορεί να δείχνει σε μια αλυσίδα headers επέκτασης. Μια άλλη απλοποίηση του IPv6 είναι ότι δεν έχει checksum, κάτι που μας γλιτώνει από τον υπολογισμό των checksums, αλλά εισάγει και πολλούς κινδύνους σε περίπτωση λαθών (και ανάλογα με το πεδίο όπου έγινε το λάθος). Το νέο πρωτόκολλο αφήνει το φόρτο στους hosts να καθορίσουν το μέγιστο μέγεθος του segment μέσω μιας διαδικασίας που καλείται Path MTU Discovery. Ένα άλλο πεδίο που δεν υπάρχει στο IPv6 είναι το πεδίο Type of Service, που χρησιμοποιείται για να δηλώσει ποιο μονοπάτι επικοινωνίας είναι προτιμότερο από τον αποστολέα. Οι άλλες παράμετροι του header διατηρούν και στο IPv6 τη σημασία τους με ορισμένες μικρές τροποποιήσεις. Π.χ. το πεδίο Time to Live αντικαθίσταται από το πεδίο Hop Limit, για να αντιπροσωπεύει ένα πιο ρεαλιστικό μέτρο απόδοσης της ζωής των πακέτων.

Ο IPv6 header είναι έτσι σχεδιασμένος για να επιτυγχάνει τη μικρότερη καθυστέρηση κατά την επεξεργασία από τους routers. Αυτό διευκολύνει την ανάπτυξη βελτιστοποιημένου forwarding κώδικα, ο οποίος μπαίνει σε λειτουργία όταν το πεδίο Next Header δείχνει σε ένα πρωτόκολλο επόμενου επιπέδου. Σε περίπτωση που το πεδίο Next Header δείχνει σε ένα header επέκτασης, η ανάλογη ρουτίνα πρέπει να κληθεί για να επεξεργαστεί το header. Αυτό σημαίνει ότι σε κάθε router οι headers με επέκταση καθυστερούν για να εξεταστούν περαιτέρω. Το IPv6 καθορίζει 6 headers επέκτασης και συνιστά να χρησιμοποιούνται με την ακόλουθη σειρά:

- 1) IPv6 header
- 2) Hop-by-Hop options header
- 3) Destination option header 1
- 4) Routing header
- 5) Fragment header
- 6) Authentication header
- 7) Destination option header 2
- 8) Upper-layer header

4.2.2 RSVP

Το Reservation Protocol (RSVP) είναι μία από τις λύσεις για την παροχή ειδικής ποιότητας επικοινωνίας. Χρησιμοποιείται από ένα host για να απαιτήσει Ποιότητα Υπηρεσιών από ένα δίκτυο για μια συγκεκριμένη ροή δεδομένων. Το RSVP είναι ειδικά σχεδιασμένο για ένα περιβάλλον πολλών χρηστών, με την πρόβλεψη ότι κάθε χρήστης μπορεί να έχει διαφορετικές απαιτήσεις όσον αφορά την ποιότητα των παρεχομένων υπηρεσιών. Για να δεσμευτεί κάποιος πόρος για ένα συγκεκριμένο κόμβο, το RSVP πρέπει να επικοινωνήσει με 2 μηχανισμούς ελέγχου, τους Admission και Policy. Ο Admission έλεγχος εξετάζει αν μπορεί να παρασχεθεί η ζητηθείσα υπηρεσία, ενώ ο Policy έλεγχος αν ο παραλήπτης δικαιούται να λάβει τέτοια υπηρεσία. Αν οποιαδήποτε από τις συνθήκες δεν μπορεί να εκπληρωθεί στέλνεται ειδοποίηση στο σταθμό που έκανε την αίτηση. Αλλιώς ο RSVP daemon θέτει τις παραμέτρους σε έναν packet classifier και έναν packet scheduler για να επιτευχθεί το επιθυμητό επίπεδο υπηρεσιών. Ο classifier καθορίζει την QoS κλάση για κάθε πακέτο και ο scheduler τη μεταφορά κάθε πακέτου για να υλοποιηθεί αυτή στο επιθυμητό QoS για κάθε ροή πακέτων. Για να λειτουργεί

καλά το RSVP χρειάζονται κανόνες φιλτραρίσματος για να ξεχωρίζουν ποια πακέτα από αυτά που πηγαίνουν σε κάποιο παραλήπτη πρέπει να χρησιμοποιήσουν το δεσμευμένο εύρος ζώνης. Το RSVP παρέχει πόρους για εφαρμογές που απαιτούν επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο, αν και μερικοί πιστεύουν ότι μια τέτοια τεχνική είναι πλέον ξεπερασμένη, μιας και αναδύονται εφαρμογές με μεταβαλλόμενες απαιτήσεις σε εύρος ζώνης.

4.2.3 RTP

Τα TCP και UDP έχουν κάποια προβλήματα όσον αφορά την υποστήριξη κίνησης multicast πραγματικού χρόνου, το μεν TCP γιατί υποστηρίζει μόνο αξιόπιστη connection-oriented επικοινωνία, το δε UDP γιατί δε διαθέτει αρκετή λειτουργικότητα για να υποστηρίξει πλήρως εφαρμογές πραγματικού χρόνου. Γι' αυτό το UDP συνδυάζεται με το Real-Time Protocol (RTP) για να ενισχύσει τη λειτουργικότητά του. Το RTP υλοποιείται συνήθως από την αντίστοιχη εφαρμογή που κάνει την αίτηση επικοινωνίας και είναι ανεξάρτητο από το transport επίπεδο στο οποίο ενθυλακώνεται. Έτσι το RTP μπορεί να υποστηρίξει και multicast και unicast.

4.3 QoS

Μέχρι πρόσφατα, το Internet δεν είχε ποτέ αρκετές επιλογές σχετικά με την ποιότητα των υπηρεσιών (Quality of Service - QoS), οι οποίες να προσφέρονται από τους providers σε αυτούς τους χρήστες που μπορούν να ζητούν και να πληρώνουν περισσότερο ή λιγότερο με βάση την εφαρμογή ή το χρόνο. Για παράδειγμα, δεν υπάρχει επιλογή στα δικτυακά προγράμματα που να αναγράφει: «Χρέωσέ με περισσότερο, αλλά δώσε μου καλύτερη εξυπηρέτηση.» ούτε ένας τρόπος να πεις, «Δώσε μου εγγυημένη υψηλή ποιότητα ήχου και εικόνας για όλες τις κλήσεις από τη δική μου θέση, αλλά μόνο χαμηλού κόστους και χαμηλής ποιότητας για κλήσεις από φίλους μου, εκτός αν αυτοί πληρώνουν για την κλήση.» Το UUNet και το BBN/GTE έχουν αρχίσει να προσφέρουν μερικές φόρμες για εγγυημένη υπηρεσία, αλλά πολλές δεν είναι ακόμα εφικτές με τα σημερινά πρωτόκολλα.

Διαφορετικοί τύποι εφαρμογών έχουν διαφορετικές προτεραιότητες από την άποψη της QoS. Για παράδειγμα, ο πραγματικού χρόνου ήχος μπορεί να ανέχεται λίγο χάσιμο σήματος καλύτερα από καθυστέρηση, ενώ τα δεδομένα μπορούν να ανεχθούν καθυστέρηση, αλλά πάντα χρειάζεται 100% πιστή μετάδοση.

Καθώς τα πακέτα ρέουν στους δικούς τους προορισμούς, διαφορετικά χαρακτηριστικά πρέπει να είναι εγγυημένα και ελέγξιμα, συμπεριλαμβανομένων των ακόλουθων:

- **Χωρητικότητα.** Εάν μια εφαρμογή απαιτεί 10 Mbps από σημείο σε σημείο, το δίκτυο πρέπει να έχει τη δυνατότητα να διατηρεί χωρητικότητα και για την υποστήριξη των δικών του αναγκών.
- **Χειρισμός χαμένων πακέτων.** Εάν ένα πακέτο χαθεί (και κάτι τέτοιο είναι αναπόφευκτο), ποιο επίπεδο απωλειών είναι ανεκτό για τις ανάγκες της εφαρμογής;
- **Συγχρονισμός πακέτων.** Πότε πρέπει το πακέτο να γίνει διαθέσιμο για την εφαρμογή; Τι χρονικοί περιορισμοί είναι αποδεκτοί;

Παρομοίως, όταν πακέτα φτάνουν στους δικούς τους προορισμούς, ποια χαρακτηριστικά πρέπει να ελέγχονται;

- **Έλεγχος άδειας εισόδου.** Τι πακέτα επιτρέπεται να εισέρχονται στον προορισμό;
- **Διαφοροποίηση πακέτων.** Είναι μερικά πακέτα περισσότερο σημαντικά από άλλα;
- **Λογιστική και τιμολόγηση.** Ποιος θα πληρώσει για τη μεταφορά των πακέτων, και πως εμείς θα παρακολουθούμε τη διαχείρισή;

4.3.1 Ζητήματα σχετικά με το Quality of Service.

Βασιζόμενοι στη μέχρι τώρα συζήτηση και καθώς οι εφαρμογές αλλάζουν, περιμένουμε από το Internet2 να επιτρέψει αιτήσεις για τα ακόλουθα πέντε χαρακτηριστικά του Quality of Service:

- **Ταχύτητα μετάδοσης.** Ο ελάχιστος αποτελεσματικός ρυθμός δεδομένων που πρέπει να παρέχεται μαζί με ένα ανεκτό ανώτατο όριο. Έτσι, για παράδειγμα, ένας χρήστης μπορεί να απαιτήσει μια σύνδεση της οποίας ο ρυθμός δεδομένων να μην πέφτει ποτέ κάτω από 50Mbps, αλλά να μην περιμένει μετάδοση πιο γρήγορη από 100Mbps.
- **Όρια στην καθυστέρηση και διακύμανσή της.** Η μέγιστη αποτελεσματική διακοπή που επιτρέπεται, ειδικά για video και για άλλα σήματα που μεταφέρουν πληροφορίες πραγματικού χρόνου. Ένας χρήστης μπορεί να καθορίσει ότι δε θα υπάρχουν κενά ανάμεσα στα πακέτα αρκετά μεγάλα ώστε να διακόπτουν ή να παγώνουν την εικόνα.
- **Throughput.** Το ποσό των δεδομένων τα οποία μεταδίδονται σε μια καθορισμένη χρονική περίοδο. Ένας χρήστης μπορεί να καθορίσει ότι ένα Terabyte δεδομένων θα μετακινείται μέσα σε 10 λεπτά.
- **Schedule.** Οι χρόνοι έναρξης και λήξης για την αιτούμενη υπηρεσία. Ένας χρήστης μπορεί να καθορίσει ότι η αιτούμενη σύνδεση πρέπει να είναι διαθέσιμη σε κάποιον ακριβή χρόνο στο μέλλον και για καθορισμένο χρονικό διάστημα.
- **Loss rate.** Ο μέγιστος αναμενόμενος ρυθμός απώλειας πακέτων σε ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα.

Όσο πιο απαιτητικοί είμαστε για QoS τόσο πιο απαιτητικές είναι οι απαιτήσεις για δικτυακούς πόρους και φυσικά δυσχεραίνουμε τις αιτήσεις των άλλων χρηστών. Το κόστος της παροχής τέτοιων υπηρεσιών πρέπει να είναι ξεκάθαρο στους χρήστες, ώστε αυτοί να μην απαιτούν υψηλότερο επίπεδο υπηρεσιών από ότι πραγματικά χρειάζονται. Αναμένεται ότι τα Πανεπιστήμια θα προτιμήσουν υπηρεσίες με αναμενόμενο κόστος, αλλά θα μπορούν να προσφέρουν διαφοροποιημένες υπηρεσίες στους ακαδημαϊκούς χρήστες. Πράγματι, μέρος της έρευνας για το Internet2 είναι ο καθορισμός των θεμάτων οικονομικής και δημόσιας πολιτικής. Είναι πιθανόν ότι μέσα στα Πανεπιστήμια θα υπάρξουν διαφορετικές πολιτικές, οι οποίες θα προτρέπουν για ορθολογική δικτυακή συμπεριφορά.

4.4 Security

Το δίκτυο και η ασφάλεια δεδομένων είναι κρίσιμα θέματα για το Internet2. Τα IPng πρωτόκολλα θα περιλαμβάνουν δύο χαρακτηριστικά σχεδιασμένα να παρέχουν ένα υψηλότερο επίπεδο ασφάλειας των επικοινωνιών: μια επικύρωση του header και μια ενσωμάτωση του ασφαλισμένου header.

Ο επικυρωμένος header θα παρέχει μια εγγύηση ότι ένα μήνυμα προέρχεται από μία γνωστή, αξιόπιστη πηγή και ότι ο καθένας μπορεί να ακολουθήσει τα ίχνη του μηνύματος πίσω μέχρι την αρχική πηγή. Δηλαδή, ο επικυρωμένος header θα βεβαιώνει την πηγή του μηνύματος και το γεγονός ότι η πηγή είναι γνωστή και αξιόπιστη.

Ο ενσωματωμένος header παρέχει ένα μέσο για την εγγύηση ότι τα μηνύματα ταξιδεύουν άθικτα από την πηγή στον προορισμό και ότι τα περιεχόμενα των μηνυμάτων αποκρύβονται από τα αδιάκριτα βλέμματα των επίδοξων hackers. Η χρήση αυτού του header υποστηρίζει πολλαπλά formats και αλγορίθμους. Ο header είναι σχεδιασμένος ώστε να μεταβάλλεται για την προστασία των δεδομένων ελέγχου, έτσι ώστε όταν εφαρμοστούν νέα μέτρα ελέγχου, να μπορούν εύκολα να ενσωματώνονται στο υπάρχον μοντέλο.

4.4.1 Ζητήματα σχετικά με την ασφάλεια.

Η ασφάλεια που προσφέρει το Internet2 χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες:

- **Network System Attacks.** Αυτές είναι επιθέσεις στην υποδομή του δικτύου όταν ένα άτομο κάνει κάποια ενέργεια με στόχο να προκαλέσει βλάβη στο σύστημα του δικτύου. Αυτές οι επιθέσεις ποικίλουν από flooding μέχρι IP spoofing και μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση στο σύστημα διαχείρισης του δικτύου. Το αποτέλεσμα είναι η άρνηση της εξυπηρέτησης σε νόμιμους χρήστες του δικτύου.
- **Μη εξουσιοδοτημένη χρήση του δικτύου.** Όπως το Internet2 παρέχει διαφορετικά επίπεδα εξυπηρέτησης με διαφορετική κοστολόγηση, οι χειριστές του δικτύου πρέπει να προσφέρουν προστασία απέναντι σε απόπειρες να αποφευχθούν αυτοί οι έλεγχοι. Κατάλληλη πιστοποίηση και εξουσιοδότηση χρειάζονται για την απόκτηση των υπηρεσιών. Οι μέθοδοι και η υποδομή για την εκτέλεση της πιστοποίησης και της εξουσιοδότησης χρειάζεται να είναι ασφαλείς από επιθέσεις. Αυτό περιλαμβάνει απλά θέματα ασφαλείας (όπως η μετάδοση κωδικοποιημένων passwords) μέχρι την αποτροπή της επαναχρησιμοποίησης νόμιμα προσπελάσιμων πληροφοριών από μη εξουσιοδοτημένους χρήστες.
- **Ακατάλληλη χρήση του δικτύου.** Αυτά είναι περιστατικά τα οποία δεν επηρεάζουν το δίκτυο αυτό καθ' αυτό, αλλά προκαλούν προβλήματα στους ανθρώπους που χρησιμοποιούν το δίκτυο. Περιλαμβάνουν την παράνομη είσοδο στα συστήματα υπολογιστών, την κλοπή αντικειμένων που διατίθενται στο δίκτυο, τη δικτυακή παρενόχληση και άλλα εγκλήματα ή παραβιάσεις κανόνων. Παρόλο που η ανίχνευση και δίωξη αυτών των πράξεων είναι έξω από τις αρμοδιότητες των χειριστών του δικτύου, οι χειριστές πρέπει να πρόθυμοι και ικανοί να βοηθήσουν στην έρευνα από τις αρμόδιες αρχές

Οι χειριστές συστημάτων χρειάζεται να έχουν γνώση τόσο των παλιών όσο και των νέων μεθόδων επιθέσεων σε όλες τις κατηγορίες. Πρέπει επίσης

να κατανοούν ποια μέτρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση και απόκρουση αυτών των επιθέσεων. Απαιτείται επίσης στενή συνεργασία με άλλους χειριστές δικτύων, καθώς και με οργανισμούς όπως το CERT. Οι χειριστές δικτύων πρέπει να είναι ικανοί να παρέχουν αναφορές σε πληροφορίες σχετικές με καλές λειτουργικές διαδικασίες, όπως και σχετικά με την επίλυση των προβλημάτων που δημιουργούνται στους τελικούς χρήστες του δικτύου.

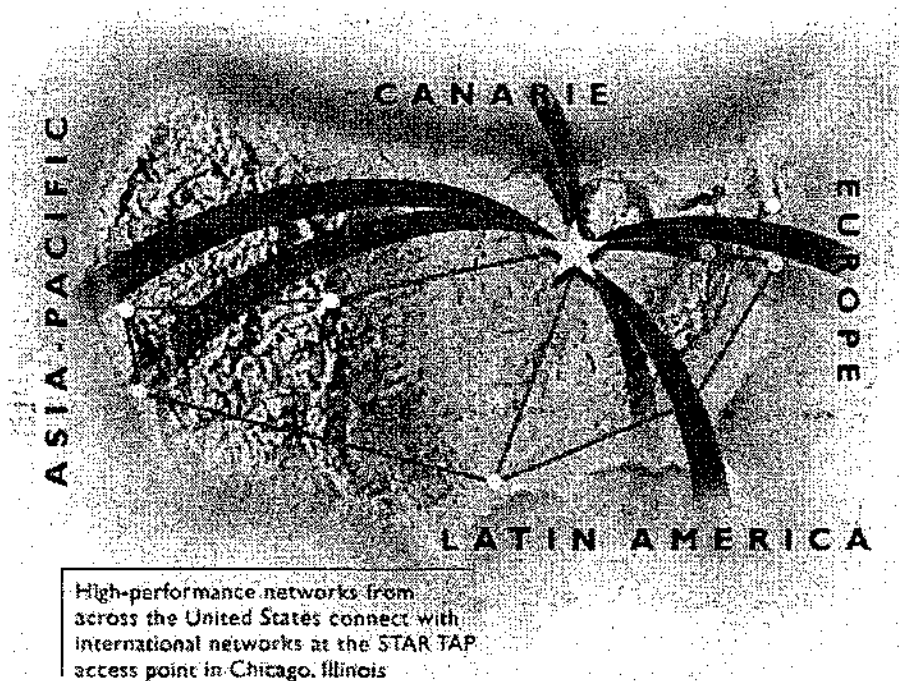
Η στρατηγική του Internet είναι ότι τα τελικά συστήματα είναι υπεύθυνα για την ασφάλεια των εφαρμογών. Ωστόσο τα πρωτόκολλα και τα εργαλεία έχουν αναπτυχθεί για να ακολουθούν αυτή την στρατηγική. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μέτρων ασφαλείας, όπως τα firewalls. Αν και η ασφάλεια στο επίπεδο του δικτύου για τις εφαρμογές είναι συχνά περιοριστική, ίσως να πρέπει να χρησιμοποιηθεί στο Internet2 για να παρέχει ασφάλεια στις εφαρμογές.

5 Το Internet2 πέρα από το χώρο των Η.Π.Α.

Το Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών των Η.Π.Α δίνει καθημερινά σε όλο και περισσότερα ιδρύματα της χώρας τη δυνατότητα να συνδεθούν με το Internet2. Το νέο Internet που είναι ταχύτερο και τεχνολογικά ανώτερο του σημερινού χτίζεται στις Η.Π.Α και τις διατηρεί στην ακμή της τεχνολογίας. Πού ακριβώς λοιπόν βρίσκεται ο υπόλοιπος τεχνολογικά αναπτυγμένος κόσμος αναφορικά με το Internet2 ή με παρόμοιες προσπάθειες;

5.1 Το Internet2 σε διεθνή κλίμακα.

Οι επικεφαλές του Internet2 αναζητούν συνεργασία ανάμεσα σε ερευνητικά προγράμματα που εκπονούνται πέρα από το χώρο των Η.Π.Α, και έχουν ως σκοπό τη δημιουργία αναπτυγμένων τεχνολογικά δικτύων και εφαρμογών. Η κύρια προσπάθεια γίνεται για να αναπτυχθεί συνεργασία γύρω από το Quality of Service ώστε να διατηρηθεί μια παγκόσμια λειτουργικότητα. Προκειμένου κάποιο ίδρυμα να συνδεθεί στην όλη προσπάθεια μπορεί να χρησιμοποιήσει το STARTAP (Science, Technology, Research Transit Access Point) που ξεκινάει από Σικάγο. Το επόμενο σχήμα δείχνει αυτό τον κόμβο και πως αυτός εκτείνεται:



Εδώ θα αναφέρουμε κάποιες συνεργασίες ερευνητικών ιδρυμάτων με το Internet2 (κάποιες από αυτές είναι πάρα πολύ πρόσφατες).

1) Συνεργασία ανάμεσα στον Καναδά και το ίδρυμα CANARIE (Canadian Advanced Research and Education Network) και το Internet2 project.

2) Συνεργασία ανάμεσα στο NORDUnet και στο Internet2 project που συμφωνήθηκε στις 26 Απριλίου του 1999.

Το NORDUnet είναι υπεύθυνο για την ανάπτυξη και λειτουργία ενός νέου δικτύου έρευνας στη Νορβηγία. Το NORDUnet, με έδρα τη Στοκχόλμη εξυπηρετεί τα νορβηγικά εκπαιδευτικά ιδρύματα έχοντας ένα συνολικό bandwidth 700 Mbps, ενώ είναι ένα από τα καλύτερα και αρτιότερα εξοπλισμένα ερευνητικά κέντρα του κόσμου. Το NORDUnet είναι ιδιοκτησία κυβερνητικών ιδρυμάτων με σκοπό υψηλότερη εκπαίδευση στη Σουηδία, τη Φιλανδία, τη Δανία, τη Νορβηγία και την Ισλανδία (περισσότερες πληροφορίες είναι διαθέσιμες στη διεύθυνση info@nordu.net)

3) Συνεργασία ανάμεσα στο SURFnet και στο Internet2 project που επίσης συμφωνήθηκε στις 26 Απριλίου του 1999.

Το SURFnet είναι το εθνικό computer network για την εκπαίδευση και την έρευνα στην Ολλανδία και τις Κάτω Χώρες. Συνδέει τα πανεπιστημιακά δίκτυα, τα κολέγια, τα ερευνητικά κέντρα, τα ακαδημαϊκά νοσοκομεία και τις επιστημονικές βιβλιοθήκες κατά μήκος της Ευρώπης και του υπόλοιπου κόσμου. Σε συνεργασία με τη γερμανική εταιρεία Telematics Institute, το SURFnet προσπαθεί να αναπτύξει την επόμενη γενιά δικτύων για το SURFnet-network (περισσότερες πληροφορίες είναι διαθέσιμες στη διεύθυνση <http://www.surfnet.nl/en/>).

4) Συνεργασία ανάμεσα στο SingAREN (the Singapore Advanced Research and Education Network) και στο Internet2 project που επίσης συμφωνήθηκε στις 28 Απριλίου του 1999.

Το SingAREN είναι το πρώτο ερευνητικό και εκπαιδευτικό δίκτυο από την Ασία που συνδέθηκε με το STARTAP κόμβο με 14 Mbps ενώ υποστηρίζει μια σύνδεση 2 Mbps ανάμεσα στα ερευνητικά δίκτυα της Ιαπωνίας και της Κορέας.

5.2 Η απάντηση της Ευρώπης στο Internet2.

Αντίστοιχα με τη δράση που παρατηρείται στην Αμερική για την εξέλιξη και αναβάθμιση του Internet μέσω του project Internet2, στην Ευρώπη έχουμε μια ανάλογη προσπάθεια μέσω του project TEN-155 (TransEuropean Network 155 Mbps). Το TEN-155 δίκτυο αποτελεί την Ευρωπαϊκή απάντηση στις αντίστοιχες προηγμένες δικτυακές υποδομές των ΗΠΑ (όπως NGI, Internet2).

Πρόκειται για τον πιο εξελιγμένο Ευρωπαϊκό Δικτυακό Κορμό μια και διασυνδέει τα Εθνικά Ερευνητικά Δίκτυα (NRN) των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης με ταχύτητες έως και 155 Mbps. Είναι έργο μοναδικής εμβέλειας και καινοτομίας, το οποίο οριοθετεί ένα νέο επίπεδο τηλεματικών υπηρεσιών υποστήριξης και συνεργασίας των ερευνητών της γηραιάς ηπείρου. Ο συντονισμός του δικτύου γίνεται από το DANTE (<http://www.dante.net>), εταιρεία μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα με έδρα στο Κέιμπριτζ της Μ. Βρετανίας, η οποία συγκροτήθηκε από τα Εθνικά Ευρωπαϊκά Ερευνητικά

Δίκτυα για παροχή υψηλού επιπέδου δικτυακών υπηρεσιών για την έρευνα σε πανευρωπαϊκό επίπεδο.

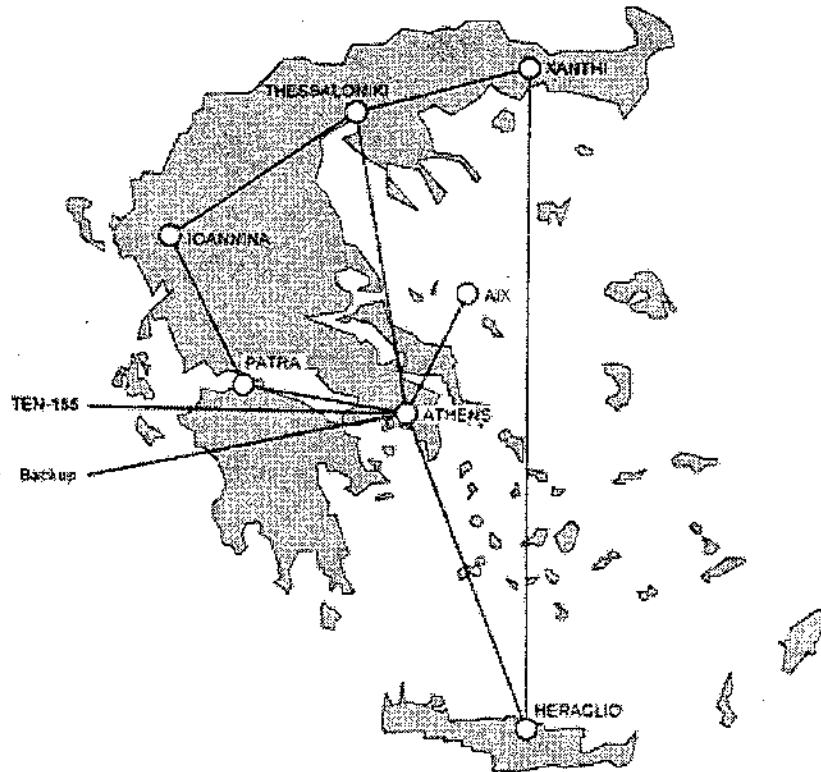
Το δίκτυο TEN-155 συγχρηματοδοτείται από τις Γενικές Διευθύνσεις DG-XIII (Telematics for Research) και DG-III (Esprit) της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Για πρώτη φορά, και σαν αποτέλεσμα της απελευθέρωσης της τηλεπικοινωνιακής αγοράς, η Διευρωπαϊκή-Υπερατλαντική ταχύτητα διασύνδεσης δεν θα αποτελεί τη στενωπό παροχής υπηρεσιών από τα προηγμένα Εθνικά Ερευνητικά Δίκτυα (μεταξύ αυτών και το ΕΔΕΤ). Ας σημειωθεί ότι, το δίκτυο TEN-155 και τα Εθνικά Ακαδημαϊκά και Ερευνητικά Δίκτυα παρέχουν τις υπηρεσίες τους αποκλειστικά στην Ακαδημαϊκή και Ερευνητική Κοινότητα και δεν ανταγωνίζονται τις Εταιρείες Παροχής Υπηρεσιών Internet (ISPs).

5.3 Τι ακριβώς γίνεται στην Ελλάδα.

Στην Ελλάδα ξεκίνησε μια προσπάθεια να αναβαθμισθούν και να επεκταθούν σε όλα τα εκπαιδευτικά ιδρύματα, οι δυνατότητες διασύνδεσης με πολυμέσα όπως και η άμεση διεθνής επικοινωνία με το Internet. Η προσπάθεια αυτή εντάσσεται μέσα στα πλαίσια του δικτύου TEN-155 (που αναφέρθηκε προηγουμένως). Η πρόσβαση στο ταχύτερο δίκτυο Internet στην Ευρώπη αποτελεί εδώ και λίγο καιρό (Ιανουάριος 1999) πραγματικότητα για τα Πανεπιστήμια, τα ΤΕΙ και τα Ερευνητικά Κέντρα της χώρας μας.

Το επίτευγμα αυτό έγινε εφικτό χάρη στο Εθνικό Δίκτυο Έρευνας και Τεχνολογίας (ΕΔΕΤ) (<http://www.grnet.gr>) και το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα TEN-155 (<http://www.dante.net/ten-155.html>) στα πλαίσια του οποίου η ταχύτητα της διεθνούς ζεύξης του ΕΔΕΤ τριπλασιάστηκε τον Ιανουάριο 1999 από 10Mbps σε 34Mbps. Έτσι η Ελληνική ακαδημαϊκή και ερευνητική κοινότητα εντάσσεται δυναμικά στην "Παγκόσμια Κοινωνία των Πληροφοριών" μια και θα μπορεί να αξιοποιεί μέσα από την ταχύτερη πρόσβαση στο διεθνές Internet κάθε είδους προηγμένη υπηρεσία τηλεματικής, όπως επικοινωνίες πολυμέσων και εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο (π.χ. τηλε-εκπαίδευση). Στον παρακάτω χάρτη του TEN-155, φαίνονται τα στοιχεία δικτυακής διαδρομής (trace route) στους εξυπηρετητές WWW των εθνικών ερευνητικών δικτύων που είναι συνδεδεμένοι στο TEN-155.

Η Ελλάδα μέσω του ΕΔΕΤ έπαιξε από την πρώτη στιγμή πρωταγωνιστικό ρόλο τόσο στο TEN-155 όσο και στον προκάτοχό του το TEN-34 (<http://www.dante.net/ten-34>). Το ΕΔΕΤ (Ανώνυμη Εταιρεία του Δημοσίου) δημιουργήθηκε από τη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας (Υπουργείο Ανάπτυξης) (<http://www.gsrt.gr>) σαν μοχλός ανάπτυξης της "Ελληνικής Κοινωνίας των Πληροφοριών" με σκοπό την προσφορά υψηλού επιπέδου δικτυακών υπηρεσιών στην Ερευνητική και Ακαδημαϊκή Κοινότητα. Πιο συγκεκριμένα παρέχει υπηρεσίες εθνικής και διεθνούς μετάδοσης δεδομένων στα 18 ΑΕΙ και 14 ΤΕΙ της χώρας στα πλαίσια του Διαπανεπιστημιακού Δικτύου GUnet (<http://www.gunet.gr>), και στα Ερευνητικά κέντρα του Υπουργείου Ανάπτυξης καθώς και στην υπηρεσία εθνικής διασύνδεσης (peering) μεταξύ των φορέων Internet (Athens Internet Exchange - AIX).



Η πρόσφατη αναβάθμιση της επίγειας Διεθνούς Διασύνδεσης του ΕΔΕΤ βασίζεται στις δυνατότητες της τεχνολογίας ATM (Asynchronous Transfer Mode) και συνδέει τη χώρα μας με το Ευρωπαϊκό τμήμα του Internet μέσω του Άμστερνταμ (ταχύτητα 34Mbps) και με τις ΗΠΑ μέσω Νέας Υόρκης (ταχύτητα 17Mbps). Ο σχεδιασμός και η τεχνική υποστήριξη του ΕΔΕΤ (δίκτυο κορμού και διεθνείς συνδέσεις) επιβλέπεται από ομάδα τεχνικών συμβούλων υψηλού επιπέδου, αποτελούμενη από τα στελέχη διαχείρισης των δικτύων των Ελληνικών ΑΕΙ, ΤΕΙ και Ερευνητικών Κέντρων. Την καθημερινή τεχνική διαχείριση του ΕΔΕΤ, όπως και την Ελληνική συμμετοχή στο TEN-155 υλοποιεί το Κέντρο Διαχείρισης Δικτύων (<http://www.ntua.gr/nmc>), του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου.

Η αναβάθμιση της διεθνούς διασύνδεσης έγινε σε στενή συνεργασία με τον ΟΤΕ (Διεύθυνση Διεθνών Επικοινωνιών & Τμήμα Συντήρησης PCM). Αξίζει να τονιστεί, πως η μέχρι σήμερα άψογη συνεργασία του ΕΔΕΤ με τα λοιπά Ερευνητικά Δίκτυα της Ευρώπης και η αξιόπιστη παροχή προηγμένων υπηρεσιών (από το 1996) στην Ακαδημαϊκή και Ερευνητική Κοινότητα της χώρας, έχουν συντελέσει στην δρομολόγηση έργων περιφερειακής διασύνδεσης των αντιστοίχων δικτύων της Μεσογείου και των Βαλκανικών και Παρευξεινίων χωρών, με πρωτοβουλία του ΕΔΕΤ σαν πύλη πρόσβασης προς το TEN-155.

Πέρα από την αναβάθμιση των γραμμών με τις οποίες η χώρα μας συνδέεται στο Internet μέσα στα πλαίσια του έργου GUNET γίνεται προσπάθεια δημιουργίας νέων υπηρεσιών τηλεματικής και εφαρμογών για τα πανεπιστήμια της χώρας μας. Αξίζει στην επόμενη παράγραφο να δούμε λεπτομέρειες για το GUNET.

5.3.1 Το GUNET.

Το έργο αποτελεί μια παράλληλη δράση από 18 Α.Ε.Ι. και 14 Τ.Ε.Ι. της χώρας και συντονίζεται από το Πανεπιστήμιο Αθηνών. Το έργο έχει χρονική διάρκεια τριανταέξι μηνών (1/97-12/99) και έχει συνολικό προϋπολογισμό 6,7 δις. Χρηματοδοτείται από το ΥΠ.Ε.Π.Θ. μέσω του προγράμματος Ε.Π.Ε.Α.Ε.Κ. (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Εκπαίδευσης και Αρχικής Επαγγελματικής Κατάρτισης).

Βασικός σκοπός του έργου είναι ο σχεδιασμός, η υλοποίηση και η λειτουργία κόμβων πρόσβασης των τοπικών Ακαδημαϊκών δικτύων για παροχή προηγμένων υπηρεσιών τηλεματικής σε υψηλές ταχύτητες.

5.3.1.1 Συμμετέχοντες στο GUNET.

Τα παρακάτω Α.Ε.Ι συμμετέχουν στο πρόγραμμα του GUNET:

- Ανωτάτη Σχολή Καλών Τεχνών
- Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
- Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Ιόνιο Πανεπιστήμιο
- Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
- Πανεπιστήμιο Κρήτης
- Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
- Πανεπιστήμιο Πάτρας
- Πανεπιστήμιο Πειραιά
- Πάντειο Πανεπιστήμιο
- Πολυτεχνείο Κρήτης
- Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Τα παρακάτω επίσης Τ.Ε.Ι συμμετέχουν στο πρόγραμμα του GUNET :

- ΤΕΙ Αθήνας
- ΤΕΙ Ηπείρου
- ΤΕΙ Ηρακλείου
- ΤΕΙ Θεσσαλονίκης
- ΤΕΙ Καλαμάτας
- ΤΕΙ Καβάλας
- ΤΕΙ Κοζάνης
- ΤΕΙ Λαμίας
- ΤΕΙ Λάρισας
- ΤΕΙ Μεσολογγίου
- ΤΕΙ Πάτρας
- ΤΕΙ Πειραιά
- ΤΕΙ Σερρών

- ΤΕΙ Χαλκίδας

5.3.1.2 Στόχοι του GUNET.

Οι στόχοι του GUNET μπορούν να παραλληλιστούν με τις επιδιώξεις των ιδρυμάτων που μετέχουν στο project του Internet2. Χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες :

- α) Νέες υπηρεσίες τηλεματικής.
- β) Προηγμένες υπηρεσίες.

5.3.1.2.1 Νέες υπηρεσίες τηλεματικής.

Οι νέες υπηρεσίες τηλεματικής περιλαμβάνουν τη διασύνδεση σε υψηλές ταχύτητες όλων των Τριτοβάθμιων Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων ,που άλλωστε είναι αναγκαία συνθήκη για την είσοδο της χώρας μας στην καινούρια κοινωνία των πληροφοριών. Το πανεπιστημιακό διαδίκτυο, θα εξυπηρετήσει τις επείγουσες ανάγκες της ακαδημαϊκής κοινότητας για υποστήριξη νέων υπηρεσιών τηλεματικής. Πιο αναλυτικά:

1. Θα δώσει τη δυνατότητα ταχύτερης σύνδεσης σε όλα τα Ιδρύματα με το Internet, παρέχοντας απρόσκοπτη πρόσβαση στις παγκόσμιες πηγές πληροφόρησης σε προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές, μέλη Δ.Ε.Π. και ερευνητές των Α.Ε.Ι.
2. Θα ολοκληρώσει τις επιμέρους υποδομές των Ιδρυμάτων σε κοινό δίκτυο σαν επιστέγασμα των ήδη υπαρχουσών υποδομών και των προγραμματιζόμενων αναβαθμίσεων από τις επιμέρους κάθετες δράσεις δικτύων. Θα αναβαθμίσει ριζικά τη μεθοδολογία των προπτυχιακών σπουδών με χρήση νέων εφαρμογών τηλεματικής όπως: πολυμέσα, εκπαίδευση από απόσταση κ.ά.
3. Θα διευκολύνει τη συνεργασία μεταξύ των Ιδρυμάτων σε επίπεδο μεταπτυχιακών σπουδών και ερευνητικών προγραμμάτων με σύγχρονες τεχνολογίες τηλε-εργασίας. Έτσι το ακαδημαϊκό Διαδίκτυο θα τονώσει τις ερευνητικές συνεργασίες μεταξύ του διάσπαρτου έμψυχου επιστημονικού δυναμικού σε Εθνικό και Κοινοτικό επίπεδο.
4. Θα εξυπηρετήσει την πρακτική άσκηση των προπτυχιακών φοιτητών σε τεχνολογίες αιχμής και θα εμπλουτίσει τα προγράμματα συμπληρωματικής εκπαίδευσης με την ανάπτυξη νέων εφαρμογών πληροφορικής.
5. Θα υποστηρίξει τις αναγκαίες υπηρεσίες επικοινωνίας των βιβλιοθηκών των εκπαιδευτικών και ερευνητικών ιδρυμάτων και των γραφείων διασύνδεσης.
6. Θα δημιουργήσει μια προηγμένη τεχνολογική βάση για εισαγωγή των δικτύων τηλεματικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.
7. Θα αποτελέσει αιχμή της χώρας, με δυνατότητες επέκτασης στην ευρύτερη γεωγραφική περιοχή (Πανεπιστήμια Κύπρου, Βαλκανίων, Παρευξινίων χωρών).

5.3.1.2.2 Προηγμένες υπηρεσίες.

Οι τρόποι με τους οποίους θα αξιοποιηθεί η λειτουργία του δικτύου για την επίτευξη των στόχων που σχετίζονται με την πληροφόρηση, την ενημέρωση, τις βιβλιοθήκες, τα μεταπτυχιακά, την εξ αποστάσεως εκπαίδευση, την έρευνα, την πρακτική άσκηση, τη σύνδεση με τον ελληνικό παραγωγικό ιστό (βιομηχανίες και εταιρικοί παράγοντες) καθώς και με τη διεθνή επιστημονική κοινότητα είναι οι εξής:

1. άμεση πληροφόρηση και ηλεκτρονική ενημέρωση από τις διεθνείς δικτυωμένες πηγές πληροφορίας (π.χ. World Wide Web) και βάσεις δεδομένων.
2. δυνατότητες τηλε-εργασίας και εκπαίδευσης από απόσταση.
3. διευκόλυνση των σπουδών και της πρακτικής άσκησης των προπτυχιακών φοιτητών
4. ενίσχυση των ερευνητικών δραστηριοτήτων των Ιδρυμάτων
5. συνεργασία και επικοινωνία μεταξύ των Ιδρυμάτων σε επίπεδο μεταπτυχιακών σπουδών
6. Προσφορά υπηρεσιών διασύνδεσης των βιβλιοθηκών των εκπαιδευτικών και ερευνητικών Ιδρυμάτων
7. Εκμετάλλευση των δυνατοτήτων του υπάρχοντος εξοπλισμού των Ιδρυμάτων
8. Ωθηση στην ανάπτυξη νέων εφαρμογών Πληροφορικής με έμφαση σε εφαρμογές πολυμέσων και χρήση video.
9. Απόκτηση τεχνογνωσίας σε νέες και έντονα αναπτυσσόμενες τεχνολογίες.
10. Επικοινωνία με Ευρωπαϊκά Α.Ε.Ι. και πρόσβαση σε υπηρεσίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Επιπρόσθετα η ύπαρξη ενός λειτουργικά και τεχνολογικά προηγμένου Δικτύου θα προσφέρει:

- δυνατότητες επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών της Γενικής Εκπαίδευσης
- παροχή πρόσβασης σε Εκπαιδευτικές Μονάδες και Βιβλιοθήκες Νομαρχιών
- δυνατότητα πρόσβασης σε Διοικητικά Στελέχη του ΥΠ.Ε.Π.Θ.
- δυνατότητα ταχείας διεκπεραίωσης διοικητικών λειτουργιών του ΥΠ.Ε.Π.Θ.
- εκμετάλλευση των επικοινωνιακών δυνατοτήτων του υπάρχοντος εξοπλισμού του ΥΠ.Ε.Π.Θ.

6 Επίλογος.

6.1 Και μετά το Internet2;

Όπως έχει ήδη αναφερθεί ένα συγκεκριμένο σημείο του Internet2 αποτελεί η παροχή δυναμικά επεκτεινόμενης χωρητικότητας και λειτουργικότητας, ώστε να είναι σε θέση να αντιμετωπιστούν οι μελλοντικές απαιτήσεις. Ίσως τελικά μια καινούρια αναδιαμόρφωση του δικτύου -ας μας επιτραπεί να ορίσουμε αυτή τη νέα μορφή ως το Internet3- δεν είναι και τόσο μακριά από τη σημερινή εποχή. Το Δίκτυο και οι υπηρεσίες που θα παρέχει θα πρέπει να σχεδιαστούν έτσι ώστε να μην παρεμβάλλονται ή να εμποδίζουν το σχεδιασμό των εφαρμογών. Το Δίκτυο πρέπει συνεχώς να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των νέων εφαρμογών, ακόμη και αν πρόκειται για εφαρμογές που είτε δεν τις είχαμε φανταστεί ποτέ πριν είτε υφίστανται αλλά σε πολύ ειδική μορφή. Η ιδιαίτερα σύντομη ιστορία του Internet(εδώ και 40 χρόνια που πρωτοξεκίνησε) είναι γεμάτη από απροσδόκητες ή τυχαίες καταστάσεις και αυτό θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη κατά το σχεδιασμό του Internet2. Όλες οι εφαρμογές θα πρέπει να είναι το ίδιο "δημιουργικές και επεκτάσιμες", αφήνοντας έτσι πολύ μεγάλα περιθώρια για ανάπτυξη του δικτύου στο μέλλον.

Φυσικά η καινούρια εποχή του Διαδικτύου (πέρα και από το Internet2) αναμένεται να έρθει πάλι ως πρωτοβουλία της πανεπιστημιακής κοινότητας (και εδώ θα θέλαμε να ελπίζουμε σε μια κίνηση της διεθνούς πανεπιστημιακής κοινότητας και όχι μόνο των πανεπιστημίων των Η.Π.Α) μιας και τα πανεπιστήμια διαθέτουν τα δυο απαραίτητα για την ανάπτυξη του δικτύου στοιχεία: τη δυνατότητα αρτιότερης σχεδίασης των νέων εφαρμογών και τα "ταλέντα" δηλαδή τους φιλόδοξους φοιτητές, που θα κληθούν να συνεισφέρουν στην προσπάθεια αυτή.

6.2 Κριτική της μορφής του Internet2.

Ο Αμερικανός αντιπρόεδρος Albert Gore τονίζει ασταμάτητα ότι οι «υπερλεωφόροι της πληροφορικής» αποτελούν «στρατηγική προτεραιότητα» για τις Ηνωμένες Πολιτείες. Κατά τη γνώμη του το σχέδιο The National Information Infrastructure (όπως ονομάστηκε επίσημα) θα αλλάξει ριζικά τον τρόπο ζωής των Αμερικανών. Σε αυτό το ευρύτερο σχέδιο εντάσσεται και το Internet2 project. Οι «υπερλεωφόροι της επικοινωνίας» θα βοηθήσουν στη «δημιουργία θέσεων εργασίας με υψηλές απολαβές», στην «υπέρβαση της κρίσης του συστήματος υγείας», στη «βελτίωση του εκπαιδευτικού και σχολικού συστήματος» και στην «παγίωση της αμερικανικής τεχνολογικής κυριαρχίας». Προσωπικά, μόνο για το τελευταίο μπορεί να είμαστε σίγουροι. Τα υπόλοιπα ακούγονται πολύ ωραία, αλλά (ακόμα κι αν επιτευχθούν) αναφέρονται μόνο στους κατοίκους των Ηνωμένων Πολιτειών (και όχι σε όλους).

Πράγματι, κατά την παρουσίαση του Internet2 στις προηγούμενες σελίδες έγινε φανερό η απουσία άλλων χωρών στην υλοποίησή του. Κάτι τέτοιο δεν πρέπει να μας εκπλήσσει από τη στιγμή που το UCAID (University Corporation for Advanced Internet Development) δεν επιτρέπει τη συμμετοχή Πανεπιστημιακών Ιδρυμάτων του εξωτερικού στο Internet2 project.

Τελευταίως επιδιώκονται συνεργασίες με Ιδρύματα άλλων χωρών (όχι απαραίτητα Πανεπιστημιακά), όχι όμως τόσο για τη διεύρυνση του Internet2, όσο για να γίνεται έρευνα και σε άλλα ταχύτατα δίκτυα, τα πορίσματα της οποίας θα χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση του Internet2. Η Ευρώπη προσπαθεί να αντιταχθεί με το TEN-155 κινείται όμως σε Mbps όταν οι Ηνωμένες Πολιτείες τρέχουν με Gbps.

Οι αναπτυσσόμενες χώρες προσπαθούν να αρπαχτούν από τις νέες τεχνολογίες για να ξεπεράσουν την απομόνωσή τους, ιδίως σε επιστημονικά θέματα. Όμως, στην εποχή μας (που η πληροφορία γίνεται εμπόρευμα), οι οικονομικές ανισότητες μεταξύ των χωρών (αλλά και κατοίκων της ίδιας χώρας) θα έχουν επιπτώσεις και στο ζήτημα της πρόσβασης στην πληροφορία. Φανταστείτε ένα σύστημα τηλεϊατρικής υλοποιημένο πάνω στο Internet2 το οποίο μπορεί να σώσει ζωές σε κάποια απομακρυσμένη περιοχή, αλλά για να χρησιμοποιηθεί προς όφελος των ασθενών πρέπει αυτοί να πληρώσουν υψηλότατα νοσήλια (με τη δικαιολογία του κόστους συντήρησης του συστήματος), τα οποία δε θα καλύπτει κανένα ταμείο. Όποιος δε διαθέτει το απαραίτητο ποσόν θα αφήνεται στην τύχη του. Και γι' αυτό θα φροντίζουν σίγουρα οι εταιρείες που συμμετέχουν στην ανάπτυξη του Internet2, αφού θα το θεωρούν προάσπιση των συμφερόντων τους.

Το σημερινό Internet αφέθηκε να διαμορφωθεί μόνο του και όχι κάτω από το στενό εναγκαλισμό των εταιρειών, όπως συμβαίνει με το Internet2. Οι εταιρείες αυτές ίσως θεωρήσουν πνευματική τους περιουσία το Internet2 και θελήσουν να κατοχυρώσουν κάτι τέτοιο, μια εξέλιξη που όλοι απευχόμαστε. Σίγουρα όμως είναι υπαρκτός ο κίνδυνος της διαρκούς εξάρτησης από αυτές τις εταιρείες (δηλ. από τις Ηνωμένες Πολιτείες) οι οποίες κατέχουν την τεχνολογία και στοχεύουν (ανάμεσα στα άλλα) και στον πολλαπλασιασμό της ανταγωνιστικότητας του εξειδικευμένου εργατικού δυναμικού τους. Το Internet2 μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ίδιο καλά είτε σαν μια κλειστή λέσχη είτε σαν ένα τεράστιο βάθρο στην υπηρεσία της επιστήμης. Ειλικρινά ελπίζουμε να συμβεί το δεύτερο.

