

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Η/Υ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΡΙΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

WEB OBSERVATORIES

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

Ντιρογιάννη Μαγδαληνής

Βόλος , Οκτώβριος 2012



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ**

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΡΙΑ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

WEB OBSERVATORIES

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

Ντιρογιάννη Μαγδαληνής

Επιβλέπων: Βάβαλης Εμμανουήλ

Καθηγητής Τ.Μ.Η.Υ.Τ.Δ

Εγκρίθηκε από την διμελή εξεταστική επιτροπή την 15^η Οκτωβρίου 2012

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

.....
Βάβαλης Εμμανουήλ

.....
Κατσαρός Δημήτριος

Καθηγητής Τ.Μ.Η.Υ.Τ.Δ

Λέκτορας Τ.Μ.Η.Υ.Τ.Δ

Βόλος, Οκτώβριος 2012

(Υπογραφή)

.....

ΝΤΙΡΟΓΙΑΝΝΗ ΜΑΓΔΑΛΗΝΗ

Διπλωματούχος Μηχανικός Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων
Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

© 2012 – All rights reserved

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου κ. Βάβαλη Εμμανουήλ και κ. Κατσαρό Δημήτριο για τις συμβουλές τους κατά την διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής αυτής εργασίας, και ιδιαίτερα τον κ. Βάβαλη για την υποστήριξη και την υπομονή του.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου Σταματία και Μιχάλη, καθώς και τα αδέρφια μου Κώστα, Ευαγγελία και Δημήτρη για την απεριόριστη στήριξη και τις πολύτιμες συμβουλές που μου παρείχαν όλο αυτό το διάστημα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω μέσα από τα βάθη της καρδιάς μου τους φίλους μου Ελένη, Ελένη, Κωνσταντίνα, Μαριλένα, Φαίη ,Υρώ ,Γιάννη για τις ανεκτίμητες στιγμές που μοιράστηκα μαζί τους καθώς και για την τεράστια συμπαράσταση που μου δείξαν όλα τα χρόνια και ιδιαίτερα κατά την διάρκεια της διπλωματικής μου.

Περιεχόμενα

| | |
|---|----|
| Περιεχόμενα..... | 7 |
| 1 Εισαγωγή..... | 11 |
| 1.1 Οπτικοποίηση Πληροφορίας..... | 11 |
| 1.2 Αντικείμενο της διπλωματικής..... | 12 |
| 1.3 Οργάνωση Κειμένου | 13 |
| 2 Οπτικοποίηση Πληροφορίας..... | 14 |
| 2.1 Η έκρηξη των δεδομένων..... | 14 |
| 2.2 Τι είναι οπτικοποίηση πληροφορίας | 16 |
| 2.3 Πού χρησιμοποιείται η οπτικοποίηση της πληροφορίας..... | 19 |
| 2.4 Μεθοδολογίες οπτικοποίησης..... | 22 |
| 2.4.1 Γραμμικά Δεδομένα | 24 |
| 2.4.2 Πολυμεταβλητή Ανάλυση | 27 |
| 2.4.3 Δεδομένα Δικτύου..... | 29 |
| 2.4.4 Ιεραρχικά δεδομένα..... | 30 |
| 2.5 Εργαλεία οπτικοποίησης πληροφορίας..... | 32 |
| 2.5.1 Βιβλιοθήκες..... | 32 |
| 2.5.2 Εφαρμογές και Γλώσσες Προγραμματισμού | 34 |
| 3 Ανάπτυξη Εφαρμογών..... | 36 |
| 3.1 Δομή προαπαιτούμενων μαθημάτων..... | 36 |
| 3.1.1 Ορισμός του προβλήματος | 36 |
| 3.1.2 Στόχος | 36 |
| 3.1.3 Προδιαγραφές..... | 37 |
| 3.1.4 Σχεδιασμός | 37 |
| 3.1.5 Λειτουργίες..... | 38 |
| 3.1.6 Εργαλεία | 39 |
| 3.1.7 Επίδειξη | 39 |
| 3.2 Δημοσιεύσεις Μελών ΔΕΠ | 45 |
| 3.2.1 Στόχος | 45 |
| 3.2.2 Σχεδιασμός | 46 |
| 3.2.3 Υλοποίηση | 48 |
| 4 Γράφημα Πληροφοριών (Infographic) | 54 |
| 4.1 Τι είναι..... | 54 |
| 4.2 Που χρησιμοποιούνται..... | 55 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.2.1 | Που οφείλεται η δημοτικότητα τους | 55 |
| 4.2.2 | Οπτικοποίηση Πληροφορίας και Γραφήματα Πληροφοριών | 58 |
| 4.3 | Γράφημα Πληροφοριών : Εξέλιξη Μελών ΔΕΠ | 59 |
| 4.3.1 | Ορισμός Προβλήματος | 59 |
| 4.3.2 | Στόχος | 59 |
| 4.3.3 | Προδιαγραφές | 59 |
| 4.3.4 | Σχεδιασμός | 60 |
| 4.3.5 | Εργαλεία | 60 |
| 4.3.6 | Επίδειξη | 61 |
| 5 | Σύνοψη και παρατηρήσεις | 65 |
| 6 | Βιβλιογραφία | 66 |

Πίνακας Εικόνων

| | |
|--|--|
| Εικόνα 1.1 – Η πυραμίδα δεδομένων, πληροφορίας, γνώσης και σοφίας (πηγή: informationisbeautiful.com). | 11 |
| Εικόνα 2.1 Το πρίσμα της συζήτησης που απεικονίζει ολόκληρο το σύμπαν των κοινωνικών μέσων | Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης. |
| Εικόνα 2.2 Αναπαράσταση του όγκου του διαδικτύου | 15 |
| Εικόνα 2.3 Το "συνεχές της γνώσης" του Nathan Shedroff | 16 |
| Εικόνα 2.4- Παράδειγμα που δείχνει πως το χρώμα όταν αποδίδεται στα στοιχεία έχει ως αποτέλεσμα τον γρήγορο εντοπισμό τους. | 18 |
| Εικόνα 2.5 Οπτικοποίηση στην οποία άρθρα τα οποία παραπέμπουν συχνά το ένα στο άλλο βρίσκονται κοντά μεταξύ τους. Έχει γίνει κλικ στον κόμβο που είναι γκρι και έχουν τονιστεί όλες οι συνδέσεις του. | 20 |
| Εικόνα 2.6 Πρότυπα Παραπομπών- Οπτικοποίηση του συνολικού δικτύου παραπομπών (project: WELL-FORMED.EIGENFACTOR.ORG) | 20 |
| Εικόνα 2.7 Η ανεργία σε ορισμένες κομητείες των Η.Π.Α . Με έντονο μπλε οι κομητείες με την μεγαλύτερη ανεργία. | 21 |
| Εικόνα 2.8 Χάρτης που σχεδίασε το 1869 ο C.J Minard για να απεικονίσει τις απώλειες του στρατού του Ναπολέοντος στην πορεία του προς τη Μόσχα το 1812..... | 22 |
| Εικόνα 2.9 Διάγραμμα Γραμμής..... | 24 |
| Εικόνα 2.10..... | 25 |
| Εικόνα 2.11 Διάγραμμα πίτας | 25 |
| Εικόνα 2.12 Πλούτος & Υγεία των εθνών- Διάγραμμα με φούσκες - Σύνολο δεδομένων 3- διαστάσεων | 26 |
| Εικόνα 2.13..... | 27 |
| Εικόνα 2.14 Παρουσίαση τις τεχνικής των παράλληλων συντεταγμένων..... | 27 |
| Εικόνα 2.15 Παράλληλες Συντεταγμένες . Σύνολο 7 εξαρτώμενων χαρακτηριστικών | 28 |
| Εικόνα 2.16 3 επί 3 πίνακας διαγραμμάτων σημείων | 28 |
| Εικόνα 2.17 Οπτικοποίηση της σημασιολογίας των κοινωνικών ετικετών (social indexing semantics)..... | 29 |
| Εικόνα 2.18 Ο χάρτης ειδήσεων NewsMap της Google..... | 30 |
| Εικόνα 2.19 Υπερβολικό Δέντρο..... | 31 |
| Εικόνα 3.1 Υπερβολικό Δέντρο Προαπαιτούμενων Μαθημάτων..... | 40 |
| Εικόνα 3.2 Λειτουργία της Απόκρυψης Ετικετών | 40 |
| Εικόνα 3.3 Λειτουργία Μόνο Μαθήματα Κορμού | 41 |
| Εικόνα 3.5 Εμφάνιση πλαισίου πληροφοριών με κλικ στο εικονίδιο του ερωτηματικού..... | 42 |
| Εικόνα 3.4 Συνδυασμός των "Απόκρυψη Ετικετών" και "Μόνο Μαθήματα Κορμού" | 42 |
| Εικόνα 3.6 Εμφάνιση περιγραφής μαθήματος όταν πάω το ποντίκι πάνω στον κόμβο..... | 43 |
| Εικόνα 3.7 Κάνοντας κλικ στον κόμβο Φυσική II ,γίνεται το κέντρο του δέντρου | 43 |
| Εικόνα 3.8 Ο κόμβος Ψηφιακή Σχεδίαση έχει έρθει στο κέντρο αφού κάναμε κλικ σε αυτόν. | 44 |
| Εικόνα 3.9 Παράδειγμα Ραβδογράμματος | 47 |
| Εικόνα 3.10 Διάγραμμα Πίτας 2-επιπέδων.Στο πρώτο επίπεδο απεικονίζεται το μερίδιο κάθε φυλλομετρητή, ενώ στο δεύτερο επίπεδο φαίνεται το μερίδιο κάθε έκδοσης για κάθε μερίδιο του πρώτου επιπέδου..... | 48 |

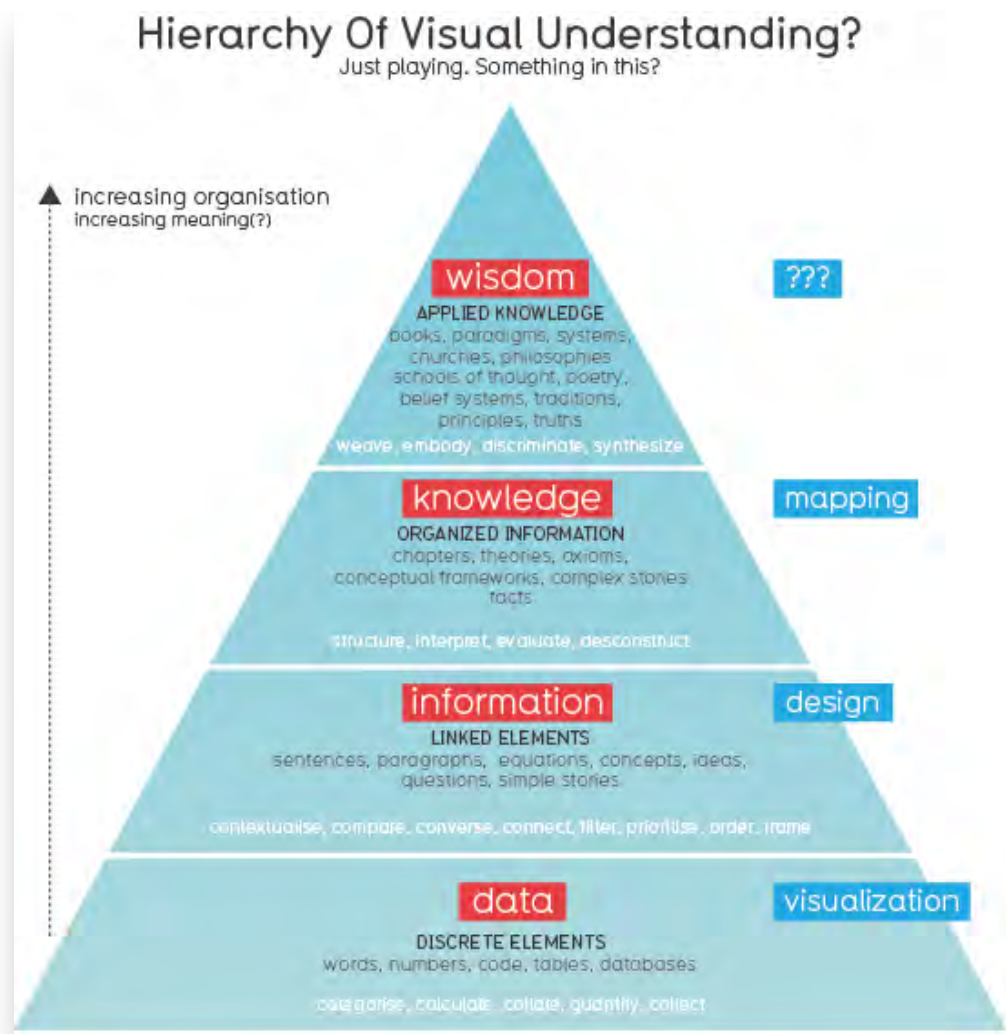
| | |
|---|----|
| Εικόνα 3.11 Ραβδόγραμμα Δημοσιεύσεων Μελών Δ.Ε.Π. Για κάθε μέλος παρουσιάζεται ο αριθμός των 3 τύπων δημοσιεύσεων, σε περιοδικό, σε συνέδριο, άλλο. | 50 |
| Εικόνα 3.12 Πλαίσιο πληροφοριών. Ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει πατώντας έναν τύπο και αυτός εξαφανίζεται από το διάγραμμα. | 50 |
| Εικόνα 3.13 Επιλογή απόκρυψης της κατηγορίας Journal | 50 |
| Εικόνα 3.14 Πίτα 3-επιπέδων. 1ο Συνολικό ποσοστό δημοσιεύσεων. 2ο ποσοστό τύπου δημοσιεύσεων. 3ο ποσοστό θεματικής ενότητας κάθε τύπου. | 51 |
| Εικόνα 3.15 Εμφάνιση πλαισίου πληροφοριών για το 1ο επίπεδο..... | 51 |
| Εικόνα 3.16 Τοποθετώ το ποντίκι εκεί που δείχνει το μαύρο βέλος και παρατηρώ ότι το ποσοστό των δημοσιεύσεων σε περιοδικό (journal) , για τον κ. Τσουκαλά, είναι 3.07 %.... | 52 |
| Εικόνα 3.17 Ποσοστό των δημοσιεύσεων σε συνέδριο | 52 |
| Εικόνα 3.18 Ποσοστό τύπου other..... | 53 |
| Εικόνα 4.1 Infographic: Τι είναι infographic ?..... | 54 |
| Εικόνα 4.2 Πόσο μεγάλο είναι το διαδίκτυο; (infographic) | 55 |
| Εικόνα 4.3 Παράδειγμα καλής τεχνικής Infographic που συνδυάζει σωστά πληροφορία με καλαισθησία (από τον Nigel Holmes) | 56 |
| Εικόνα 4.4 Cover Mania - παράδειγμα καλής τεχνικής infographic. Παρουσιάζει τον αριθμό των διασκευών διάσημων καλλιτεχνών σε διάστημα 52 χρόνων. Το πάχος της γραμμής δείχνει τον αριθμό των διασκευών, και το χρώμα τον καλλιτέχνη ή το συγκρότημα. | 57 |
| Εικόνα 4.5 Εξέλιξη Μελών Δ.Ε.Π - infographic..... | 62 |
| Εικόνα 4.6 Πάνω μέρος του infographic Εξέλιξη Μελών Δ.Ε.Π. Απεικονίζεται η επεξήγηση των συμβόλων και η αρχή του χρονοδιαγράμματος. | 62 |
| Εικόνα 4.7 Μεσαίο τμήμα του infographic , όπου βλέπουμε αριστερά του χρονοδιαγράμματος τα μέλη που έρχονται και δεξιά τα μέλη που αποχωρούν. | 63 |
| Εικόνα 4.8 Τελευταίο μέρος του infographic | 64 |

1 Εισαγωγή

1.1 Οπτικοποίηση Πληροφορίας

Αναμφισβήτητο φαινόμενο της σημερινής εποχής είναι η «έκρηξη δεδομένων». Η ποσότητα των δεδομένων που παράγουμε είναι κυριολεκτικά τεράστια, και μεγάλος μέρος αυτών των δεδομένων είναι διαδικτυακά, γεγονός που οφείλεται εν μέρη στην ραγδαία διάδοση των κοινωνικών μέσων και στις διάφορες μηχανές δικτύωσης. Καθημερινά δεχόμαστε τεράστιες ποσότητες δεδομένων από ποικίλες πηγές, τα οποία καλούμαστε να παρατηρήσουμε, να αναλύσουμε και να κατανοήσουμε για να πάρουμε αποφάσεις. Αυτό σημαίνει πως μέσα από αυτήν την ακατάπαυστη ροή δεδομένων δέκτες της οποίας γινόμαστε είτε ενεργητικά είτε παθητικά, καλούμαστε να πληροφορηθούμε, να εμπλουτίσουμε τις γνώσεις μας και να λάβουμε αποφάσεις.

Χρειαζόμαστε επομένως αποτελεσματικούς τρόπους για να αντιμετωπίσουμε την πληθώρα πληροφοριών. Το γεγονός αυτό γέννησε την ανάγκη για οπτικοποίηση της πληροφορίας η οποία ευελπιστούμε να μας βοηθήσει να ανεβούμε την πυραμίδα που βλέπουμε στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 1.1 – Η πυραμίδα δεδομένων, πληροφορίας, γνώσης και σοφίας (πηγή: informationisbeautiful.com).

Στόχος της οπτικοποίησης της πληροφορίας είναι η μελέτη και η εύρεση τεχνικών αναπαράστασης της πληροφορίας που οδηγούν στην εύκολη ανάλυση και κατανόησή της, με γνώμονα την βαθύτερη μάθηση.

Θεμελιώδη λίθο στην επίτευξη του στόχου αυτού αποτελούν ορισμένες ισχυρές ικανότητες του ανθρώπινου οπτικού συστήματος οι οποίες ενισχύουν την αντίληψη και την νόηση του ανθρώπου.

1.2 Αντικείμενο της διπλωματικής

Η παρούσα διπλωματική εξετάζει την γενικότερη εφαρμογή της οπτικοποίησης της πληροφορίας για την παραγωγή και την αναπαράσταση της γνώσης. Δύο είναι οι κύριοι στόχοι

1. Η μελέτη των πρακτικών, των τεχνολογιών και του αναγκαίου υπόβαθρου που απαιτούνται για την με καλαισθησία και επιστημονική ακρίβεια οπτικοποίηση της πληροφορίας γενικότερα και μέσω του διαδικτύου ειδικότερα.
2. Η υλοποίηση σχετικών υπηρεσιών σαν πεδία μελέτης οι οποίες σχετίζονται με ένα Πανεπιστημιακό Τμήμα και ειδικότερα με το Τμήμα Μηχανικών Η/Υ Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων (ΤΜΗ/ΥΤΔ) της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Διαλέξαμε ως μελέτη περίπτωσης να οπτικοποιήσουμε τα προαπαιτούμενα μαθήματα αφού κρίναμε ότι η φύση της πληροφορίας αυτής ενδείκνυται για οπτικοποίηση λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών που παρουσιάζει. Αυτά είναι το ότι δεν είναι εύκολα αντιληπτή, το ότι βρίσκεται διάσπαρτη σε πολλά σημεία του ιστοχώρου, καθώς και το ότι είναι μία πολύ χρήσιμη πληροφορία για τον φοιτητή ο οποίος επιβάλλεται όχι μόνο να την γνωρίζει αλλά και να την κατανοεί σε βάθος. Τα χαρακτηριστικά αυτά συνεπάγονται την ανάγκη παρουσίασής της με μία εύληπτη, συγκεντρωτική μορφή.

Ακόμη χρησιμοποιήσαμε μια κατάλληλη οπτικοποίηση για να καταδείξουμε την ερευνητική δραστηριότητα των μελών του Διδακτικού Ερευνητικού Προσωπικού (ΔΕΠ) του Τμήματος παρουσιάζοντας πληροφορίες σχετικά με τις επιστημονικές δημοσιεύσεις τους. Η οπτικοποίηση της πληροφορίας αυτής, θα διευκολύνει την κατανόηση της αλλά και την πρόσβαση σε αυτήν καθώς τα δεδομένα των δημοσιεύσεων βρίσκονται διαμοιρασμένα σε διάφορους ιστοχώρους. Οι εν λόγω πληροφορίες αποτελούν εν δυνάμει

- το επιστημονικό προφίλ του Τμήματος
- την επιστημονική του παραγωγικότητα
- το εύρος και την ένταση δράσης του σε διάφορα θεματικά αντικείμενα.

Ιδιαίτερη μνεία αξίζει στην συγκριτικά πιο σύγχρονη περιοχή των γραφημάτων πληροφοριών γνωστά ως infographics. Καθημερινά όλο και περισσότερη πληροφορία οπτικοποιείται με την χρήση τους. Υλοποιήσαμε ενδεικτικά ένα γράφημα πληροφοριών που παρουσιάζει την κινητικότητα των μελών του διδακτικού ερευνητικού προσωπικού του τμήματός μέσα στο χρονικό διάστημα από την στιγμή της ίδρυσης του τμήματος μέχρι και σήμερα.

1.3 Οργάνωση Κειμένου

Το υπόλοιπο της παρούσας εργασίας είναι οργανωμένο με τον εξής τρόπο. Στο επόμενο κεφάλαιο εξηγούμε τι είναι η οπτικοποίηση της πληροφορίας, που χρησιμοποιείται και ποιές είναι οι βασικές μεθοδολογίες οπτικοποίησης πληροφορίας καθώς και με ποιά εργαλεία επιτυγχάνεται αυτό. Στο τρίτο κεφάλαιο εξετάζουμε το πρόβλημα της κατανόησης της σχέσης των προαπαιτούμενων μαθημάτων και πώς αυτό λύνεται με την οπτικοποίηση της πληροφορίας αυτής. Στο τέταρτο κεφάλαιο χρησιμοποιούμε τις τεχνικές οπτικοποίησης για να αναπαραστήσουμε οπτικά την επιστημονική δραστηριότητα των μελών ΔΕΠ του τμήματος ΜΗ/ΥΤΔ. Στο πέμπτο κεφάλαιο κάνουμε λόγο για τα περίφημα γραφήματα πληροφοριών (infographics), ποιά είναι τα χαρακτηριστικά και ο σκοπός τους, και παρουσιάζουμε το γράφημα πληροφοριών που δημιουργήσαμε για να καταδείξουμε την εξέλιξη και την κινητικότητα των μελών ΔΕΠ. Τέλος το έκτο κεφάλαιο περιέχει μια σύνοψη της εργασίας και μια σειρά από παρατηρήσεις και διαπιστώσεις οι οποίες ευχόμαστε να οδηγήσουν σε χρήσιμα και γιατί όχι και πρακτικά συμπεράσματα.

2 Οπτικοποίηση Πληροφορίας

2.1 Η έκρηξη των δεδομένων

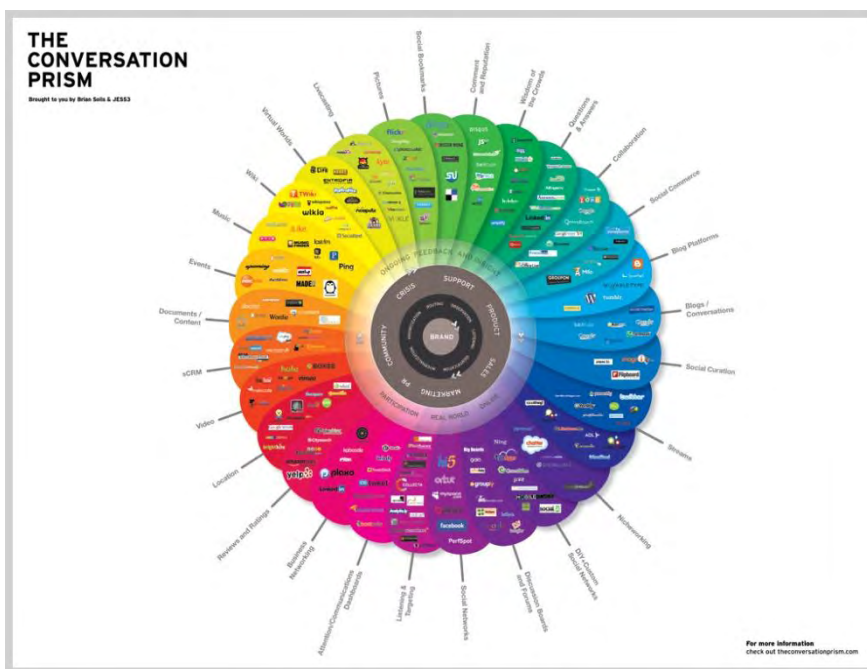
Είναι αναμφισβήτητο το γεγονός ότι ο αριθμός των δεδομένων που υπάρχουν στο διαδίκτυο είναι τεράστιος. Δεν είναι τυχαίο ότι ο όρος “Big Data” εμφανίζεται πολύ συχνά στο διαδίκτυο τον τελευταίο καιρό. Σύμφωνα με την IBM, κάθε μέρα δημιουργούμε 2.5 πεντακισεκατομμύριο (10¹⁸) bytes δεδομένων. Αξιοσημείωτο δε είναι πως το 90% των δεδομένων που υπάρχουν στον κόσμο σήμερα έχει δημιουργηθεί τα δύο τελευταία χρόνια. Η πηγή αυτών των δεδομένων μπορεί να είναι μηχανές προσομοίωσης, αισθητήρες που συγκεντρώνουν πληροφορία (π.χ. για το κλίμα), αναρτήσεις στα κοινωνικά δίκτυα, ψηφιακές εικόνες και βίντεο, σήματα GPS κινητών τηλεφώνων. Όλα αυτά αποτελούν Μεγάλα Δεδομένα. [1]

Αξίζει να επικεντρωθούμε στην χρήση των κοινωνικών μέσων (social media) η οποία είναι τόσο διαδεδομένη σήμερα που έχει επιφέρει την δημιουργία αχανών ποσοτήτων δεδομένων δομημένα άναρχα αλλά και πολύτιμα από πολλές απόψεις. Ας αναλογιστούμε πως σήμερα σχεδόν ο κάθε χρήστης του διαδικτύου έχει προφίλ σε τουλάχιστον τρία

κοινωνικά δίκτυα όπως είναι το facebook, το twitter, το LinkedIn. Ένα

παράδειγμα φαίνεται στην εικόνα 2.1 όπου απεικονίζεται το πρίσμα της συζήτησης το οποίο αναπαριστά ολόκληρο τον κόσμο των κοινωνικών μέσων. Αποτελεί ανανέωση της [έκδοσης 1.0](#) και εκφράζει την επεκτασιμότητα του Κοινωνικού Ιστού.

Αίσθηση προκαλούν οι αριθμοί που παρουσιάζονται στο παρακάτω γράφημα πληροφοριών και αφορούν το ποσό των δεδομένων που δημιουργούνται κάθε λεπτό στο διαδίκτυο από τους χρήστες του.



Εικόνα 2.1 Το πρίσμα της συζήτησης που απεικονίζει ολόκληρο το σύμπαν των κοινωνικών μέσων



Εικόνα 2.2 Αναπαράσταση του όγκου του διαδικτύου

Συνεπώς είναι πιστεύουμε απόλυτα σαφές ότι ο χρήστης του διαδικτύου έρχεται καθημερινά αντιμέτωπος με μία τεράστια ποσότητα δεδομένων και πληροφοριών η οποία προέρχεται από πολλές διαφορετικές πηγές και παρουσιάζει ετερογένεια από σχεδόν κάθε άποψη.

Ο καθένας από εμάς βλέπει καθημερινά την προσωπική του αλληλογραφία, ανανεώνει το προφίλ του κοινωνικού δικτύου που ανήκει, επισκέπτεται τον αγαπημένο του ιστόχωρο ενημέρωσης, μπαίνει στους ιστοχώρους ψηφιακών βιβλιοθηκών για την εκπαίδευσή του.

Αναμφίβολα η πληροφορία αποτελεί αναπόσπαστο και ουσιώδες κομμάτι της ανθρώπινης ζωής και εξέλιξης, και εμφανίζεται σε κάθε έκφασή της. Είναι όμως όλη αυτή η πληροφορία χρήσιμη για τον κάποιο συγκεκριμένο άνθρωπο; Η απάντηση είναι προφανής και είναι όχι.

Γι' αυτό το λόγο η ανάγκη για εύρεση τεχνικών αναπαράστασης της πληροφορίας με χρήσιμο τρόπο ώστε ο άνθρωπος να την αξιοποιεί αποτελεσματικά αποτελεί επιτακτική ανάγκη σήμερα. Η πρόκληση δεν είναι πλέον η συλλογή των δεδομένων καθώς τόσο το web 2.0 όσο και το web 3.0 χαρακτηρίζονται από τις σύγχρονες και ιδιαίτερα αποτελεσματικές μεθόδους διαμοιρασμού δεδομένων και πληροφοριών, αλλά η εξαγωγή πολύτιμης πληροφορίας από τα δεδομένα αυτά. Το σημαντικό είναι ο άνθρωπος να κερδίζει γνώση από την πληροφορία μέσα σε συνήθως σχετικά στενά χρονικά πλαίσια και αυτό προσπαθεί να πετύχει η οπτικοποίηση της πληροφορίας.

2.2 Τι είναι οπτικοποίηση πληροφορίας

Όπως αναφέραμε και πριν καθημερινά βιώνουμε έναν καταιγισμό δεδομένων. Για να κατανοήσουμε τι είναι η οπτικοποίηση της πληροφορίας πρέπει να αναρωτηθούμε αρχικά πως φτάνουμε από τα αυτά τα δεδομένα στην πληροφορία.

Στην πραγματεία του Σχεδιασμός Πληροφορίας (Information Design) ο Nethan Shedroff αναλύει την διαδικασία κατανόησης των δεδομένων ορίζοντας την ως το «συνεχές της κατανόησης» και την περιγράφει ως μία συνεχή διαδικασία στην οποία τα δεδομένα μετατρέπονται σε πληροφορία, η πληροφορία σε γνώση και η γνώση σε σοφία. [2] Αυτό απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2.3 Το "συνεχές της γνώσης" του Nethan Shedroff

Τα δεδομένα από μόνα τους πολύ σπάνια περιέχουν κάποιο νόημα. Μπορεί για παράδειγμα να είναι ένα σύνολο αριθμών. Για να αποκτήσουν νόημα πρέπει να τα επεξεργαστούμε, να τα οργανώσουμε συντακτικά και εννοιολογικά και να τους δώσουμε μία κατάλληλη μορφή έτσι ώστε να παράγουμε πληροφορία. Η πληροφορία για να γίνει γνώση πρέπει να συνδυαστεί με την εμπειρία στην βάση κάποιας συλλογιστικής. Όταν έχουμε εμπειρίες τότε αποκτούμε την γνώση με την οποία μπορούμε και κατανοούμε

πράγματα. Τέλος η σοφία είναι το ανώτερο επίπεδο της κατανόησης, όπου μπορώ πλέον να εκφράσω εμπειριστατωμένη άποψη. [2]

Η οπτικοποίηση της πληροφορίας παρέχει τα εργαλεία και τις μεθόδους με τα οποία αναπαριστούμε τα δεδομένα με τέτοιο τρόπο ώστε να παράγουν πληροφορία η οποία μέσω της οπτικής αυτής αναπαράστασης θα γίνεται εύκολα και γρήγορα αντιληπτή.

Η πληροφορία είναι κρυμμένη μέσα στα δεδομένα και ο άνθρωπος καλείται να τα εξετάσει και να τα αναλύσει για να την ανακαλύψει. Η οπτικοποίηση στοχεύει στο να διευκολύνει και να ενισχύσει αυτήν την διαδικασία εξέτασης και ανάλυσης, δηλαδή αναδεικνύει την κρυμμένη πληροφορία και την καθιστά πιο εύκολα αντιληπτή στον άνθρωπο.

Επομένως, η οπτικοποίηση της πληροφορίας είναι η μελέτη των τρόπων της οπτικής αναπαράστασης της πληροφορίας οι οποίοι δίνουν την δυνατότητα στον άνθρωπο να την κατανοεί εύκολα και να την αναλύει με σκοπό να παράγει γνώση από αυτήν.

Η οπτικοποίηση της πληροφορίας συνδέεται στενά με τρεις έννοιες οι οποίες συσχετίζονται. Αυτές είναι η οπτικοποίηση, η διαδραστικότητα και η γνώση. Όλες αυτές μαζί συνθέτουν την οπτικοποίηση της πληροφορίας.

Οπτικοποίηση

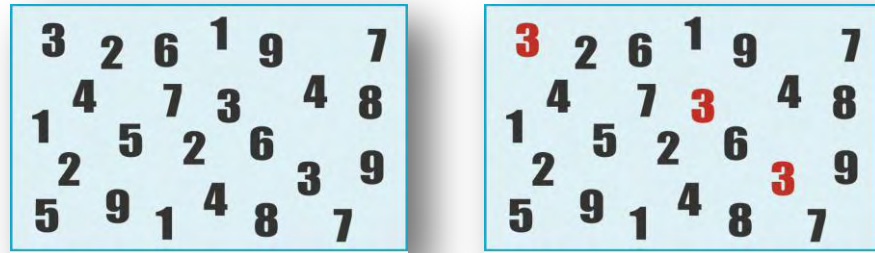
Η οπτικοποίηση είναι η χρήση υπολογιστικών προγραμμάτων για τον μετασχηματισμό των δεδομένων ή της πληροφορίας σε μία οπτική μορφή. Ως στόχο έχει να βελτιώσει την ουσιαστική κατανόηση μεγάλου αριθμού δεδομένων ή πληροφοριών μέσω της γραφικής αναπαράστασής τους. Για να το πετύχει αυτό κάνει αποτελεσματική χρήση της οπτικής αντίληψης του ανθρώπου.

Συνεπώς, ένας από τους κυριότερους λόγους που η οπτικοποίηση αποτελεί πολύτιμο μέσο για την εξέταση, την ανάλυση και την μετάδοση της πληροφορίας είναι το γεγονός ότι επωφελείται από τις σημαντικές ικανότητες της ανθρώπινης όρασης.

Η ανθρώπινη όραση είναι πανίσχυρη αφού αποτελεί το κανάλι μετάδοσης πληροφοριών στον εγκέφαλο με το μεγαλύτερο εύρος, συγκριτικά με τις υπόλοιπες αισθήσεις. [3]

Επίσης μία σημαντική ικανότητα του οπτικού συστήματος είναι να εντοπίζει γρήγορα αντικείμενα στο πεδίο της όρασης τα οποία έχουν κάποια βασικά χαρακτηριστικά. Μελέτες έχουν δείξει πώς ο εντοπισμός και ο υπολογισμός του πλήθους των αντικειμένων με βάση χαρακτηριστικά όπως το χρώμα, το σχήμα, η εγγύτητα, η ένταση, μπορεί να επιτευχθεί γρήγορα και με ακρίβεια χωρίς να προϋποθέτει την επικέντρωση της προσοχής σε αυτά. (preattentive processing. [4]. Για να πεισθούμε ως προσπαθήσουμε να κάνουμε το ακόλουθο απλούστατο πείραμα:

Μετρήστε πόσες φορές εμφανίζεται ο αριθμός «3» αρχικά στην αριστερή εικόνα και έπειτα στην δεξιά.



Εικόνα 2.4- Παράδειγμα που δείχνει πως το χρώμα όταν αποδίδεται στα στοιχεία έχει ως αποτέλεσμα τον γρήγορο εντοπισμό τους.

Σίγουρα την δεύτερη φορά μπορούμε να διακρίνουμε τα «3» πολύ πιο γρήγορα. Συγκεκριμένα μελέτες έχουν δείξει πως αυτό μπορεί να συμβεί σε λιγότερο από 200 κλάσματα του δευτερολέπτου [5].

Η οπτικοποίηση της πληροφορίας για να είναι χρήσιμη και αποτελεσματική πρέπει να επωφελείται από τη πολύτιμη αυτή ικανότητα της όρασης, η οποία μπορεί να βελτιώσει αισθητά το πόσο εύληπτη μια αναπαράσταση είναι, καθιστώντας έτσι έναν πιο γρήγορο και φυσικό τρόπο απόκτησης της πληροφορίας.

Είναι φανερό πώς μπορούμε να παρουσιάσουμε πολλά διαφορετικά είδη δεδομένων αντιστοιχώντας το καθένα σε διαφορετικά οπτικά χαρακτηριστικά, πετυχαίνοντας έτσι όχι μόνο την γρήγορη κατανόηση αλλά και την κατανόηση διαφορετικών ειδών δεδομένων. Ακόμη λαμβάνοντας υπ' όψιν την ικανότητα του ανθρώπινου εγκεφάλου να επεξεργάζεται πολλά δεδομένα ταυτόχρονα καταλήγουμε πώς ο άνθρωπος μέσω της οπτικοποίησης είναι σε θέση να αναλύσει πολύπλοκη πληροφορία, συγκρίνοντας μεταξύ τους τα δεδομένα και ανακαλύπτοντας συσχετισμούς μεταξύ αυτών ή και κρυμμένη πληροφορία.

Διαδραστικότητα

Με την έννοια διαδραστικότητα εννοούμε ότι ο χρήστης έχει την δυνατότητα να αλληλεπιδράσει με την αναπαράσταση κάνοντας ενέργειες που θα τροποποιήσουν την γενική εικόνα της, λαμβάνοντας έτσι μία ανταπόκριση. Με αυτόν τον τρόπο εμπλουτίζεται η ικανότητα του χρήστη για εξερεύνηση και αναζήτηση. Ο χρήστης μπορεί μέσω της αλληλεπίδρασης με την γραφική αναπαράσταση να ανακαλύψει μοτίβα, να αναπτύξει συλλογισμούς, να εμβαθύνει σημειολογικά, να απαντήσει σε ερωτήματα που μέχρι πριν δεν μπορούσε, και τέλος να πάρει αποφάσεις.

Γνώση

Είναι φανερό πώς η αξιοποίηση των δυνατοτήτων της οπτικοποίησης και της διαδραστικότητας εντείνουν την διαδικασία της απόκτησης γνώσης καθώς αυτή περιλαμβάνει τον συλλογισμό, την κρίση και την λήψη αποφάσεων .

Άλλωστε αυτό λέει και ο πιο διαδεδομένος ορισμός της οπτικοποίησης της πληροφορίας σύμφωνα με τον οποίο

« Οπτικοποίηση της πληροφορίας είναι η χρήση υπολογιστικά υποστηριζόμενων, διαδραστικών οπτικών αναπαραστάσεων αφηρημένων δεδομένων που ενισχύουν την νόηση.»

Όπου νόηση είναι η απόκτηση ή η χρήση της γνώσης [6].

Νόηση (cognition) είναι μια σειρά από πνευματικές διαδικασίες όπως η προσοχή, η μνήμη, η παραγωγή και η κατανόηση της γλώσσας, η επίλυση προβλημάτων και η λήψη αποφάσεων [7].

2.3 Πού χρησιμοποιείται η οπτικοποίηση της πληροφορίας;

Οι βασικοί τομείς οι οποίοι δράττονται από την οπτικοποίηση της πληροφορίας είναι η ανάλυση δεδομένων και η παρουσίαση.

Ανάλυση

Θεμελιώδη λίθο αποτελεί η οπτικοποίηση της πληροφορίας στον τομέα της ανάλυσης των δεδομένων. Η ανάλυση των δεδομένων αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι των περισσότερων πεδίων έρευνας.

Συγκεκριμένα η εξερευνητική ανάλυση δεδομένων (exploratory data analysis) επωφελείται στο μέγιστο από την οπτικοποίηση της πληροφορίας. Αυτό συμβαίνει διότι στόχος της εξερευνητικής ανάλυσης είναι να ανακάλυψη προτύπων και συσχετισμών μεταξύ των δεδομένων [8]. Η οπτική αναπαράσταση των δεδομένων βοηθά στην εύκολη ανακάλυψη αυτών, καθώς με την οπτικοποίηση αναδύονται ιδιότητες των δεδομένων που είναι συχνά κρυμμένες. Επιπρόσθετα, το γεγονός ότι η οπτική αντίληψη συνεισφέρει στην ανθρώπινη νόηση, συνεπάγεται το ότι η μετατροπή των δεδομένων σε μία οπτική αναπαράσταση θα βοηθήσει τους αναλυτές να δουν σε βάθος τα δεδομένα, να εξάγουν πολύτιμη πληροφορία από αυτά, να παρατηρήσουν τάσεις, και να ανακαλύψουν μοτίβα.

Με αυτόν τον τρόπο οι αναλυτές των δεδομένων μπορούν να οδηγηθούν στην επιβεβαίωση μιας υπόθεσης (confirmative analysis) όσον αφορά τις δομικές σχέσεις μεταξύ των δεδομένων. Τέλος η οπτικοποίηση βοηθά τους αναλυτές να διατυπώσουν μία υπόθεση [7].

Ένα παράδειγμα χρήσης της οπτικοποίησης για την ανάλυση δεδομένων, είναι η [οπτικοποίηση της ροής της πληροφορίας στην επιστήμη](#), η οποία αποτελεί ένα έργο που υλοποιήθηκε από την συνεργασία του [Eigenfactor.org](#) (ανάλυση δεδομένων) και του [Moritz Stefaner](#) (οπτικοποίηση). Το Eigenfactor.org είναι ένα μη-εμπορικό ακαδημαϊκό ερευνητικό έργο του εργαστηρίου Bergstrom του τμήματος Βιολογίας του Πανεπιστημίου της Ουάσινγκτον. Ο Eigenfactor βαθμολογεί (rank) τις δημοσιεύσεις σε περιοδικά λίγο πολύ όπως η Google βαθμολογεί τους ιστοχώρους. Ο Eigenfactor χρησιμοποιεί την δομή ολόκληρου του δικτύου (αντί για καθαρά τοπική πληροφορία παραπομπής) για να αξιολογήσει την σημασία κάθε δημοσιευμένου σε επιστημονικό περιοδικό άρθρου [9].

Παρουσίαση

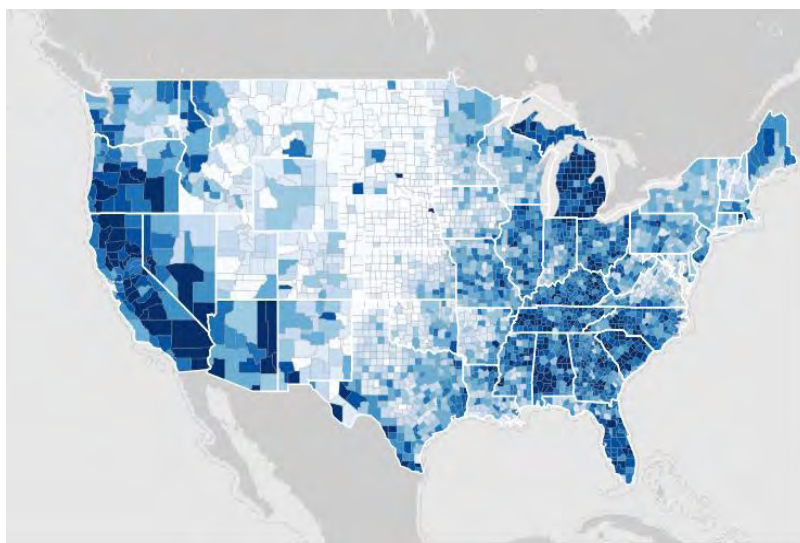
Η οπτικοποίηση της πληροφορίας παίζει σημαντικό ρόλο όταν θέλουμε να παρουσιάσουμε πληροφορία. Απώτερος σκοπός της παρουσίασης μπορεί να είναι η επικοινωνία, η μετάδοση ενός μηνύματος.

Με την χρήση μιας οπτικής αναπαράστασης μπορώ να μεταδώσω ένα μήνυμα που αποτελείται από ένα σύνολο σύνθετων πληροφοριών, άμεσα και εύκολα. Όπως αναφέραμε και πριν η δύναμη της εικόνας είναι μεγάλη, καθώς υπάρχουν χαρακτηριστικά όπως το χρώμα, το μέγεθος, το σχήμα, τα οποία ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται πολύ γρήγορα χωρίς να χρειάζεται να σκεφτεί, γεγονός που καθιστά την οπτική αναπαράσταση ένα πανίσχυρο μέσο μετάδοσης μεγάλου αριθμού πληροφοριών.

Μέσα από την οπτική αναπαράσταση μπορώ να εμφυσήσω ιδέες, να επηρεάσω, να εξηγήσω, να πείσω.

Μία οπτική αναπαράσταση της πληροφορίας είναι σε θέση να αντικαταστήσει χιλιάδες λέξεις, να ενώσει έννοιες, να αποτελέσει περίληψη, να συγχωνεύσει.

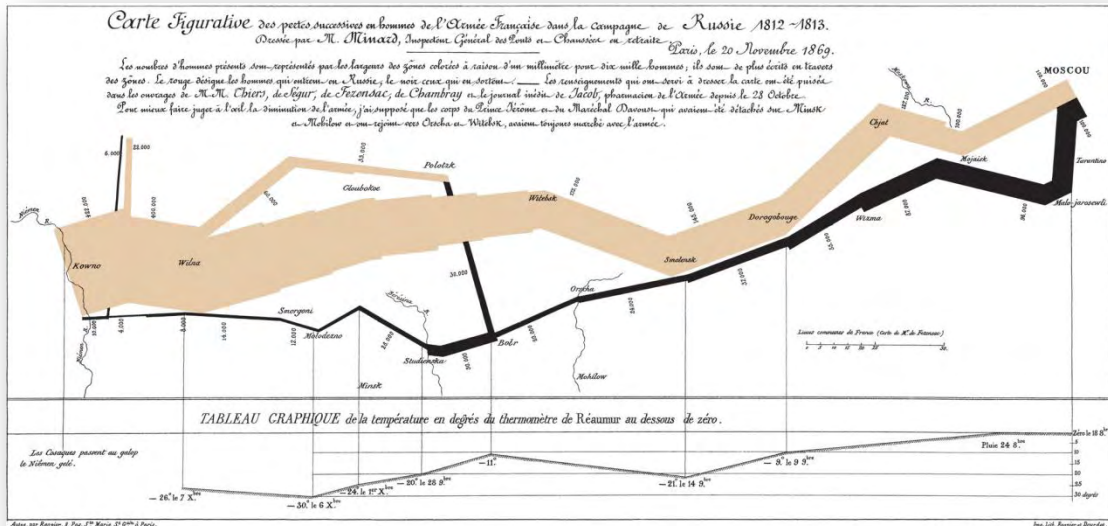
Στην διπλανή εικόνα (2.7) μπορούμε με μία γρήγορη ματιά να διακρίνουμε τον βαθμό ανεργίας ορισμένων κομητειών των Η.Π.Α. Οι πιο σκούρες κομητείες έχουν μεγαλύτερη ανεργία από αυτές που απεικονίζονται με πιο ανοιχτό χρώμα.



Εικόνα 2.7 Η ανεργία σε ορισμένες κομητείες των Η.Π.Α . Με έντονο μπλε οι κομητείες με την μεγαλύτερη ανεργία.

Όταν η οπτικοποίηση χρησιμοποιείται για να παρουσιάσω ένα γεγονός ή μία έννοια που θα αποτελεί απάντηση σε ένα ερώτημα, τότε καθιστά την απάντηση ξεκάθαρη και εμπνέει την ανακάλυψη νέων ερωτήσεων οι οποίες μέσα από την βαθύτερη κατανόηση στην οποία αποσκοπεί η οπτικοποίηση, θα απαντηθούν.

Ένα από τα πιο εντυπωσιακά παραδείγματα που χρησιμοποιείται κατά κόρον στην βιβλιογραφία είναι ο χάρτης που φαίνεται στην εικόνα 2.8 ο οποίος δημιουργήθηκε από τον Charles Joseph Minard (1781-1870), γάλλο μηχανικό το 1869. Η ιδέα για την υλοποίηση του χάρτη ήταν η παρουσίαση του αριθμού των απωλειών που υπέστη ο στρατός του Ναπολέοντος κατά την πορεία του προς τη Μόσχα το 1812.



Εικόνα 2.8 Χάρτης που σχεδίασε το 1869 ο C.J Minard για να απεικονίσει τις απώλειες του στρατού του Ναπολέοντος στην πορεία του προς τη Μόσχα το 1812

Στον χάρτη, η καφέ γραμμή δείχνει την διαδρομή που ακολούθησε ο στρατός από τα πολωνικά σύνορα μέχρι τη Μόσχα. Το πάχος της γραμμής απεικονίζει τον αριθμό των στρατιωτών που ήταν παρόντες σε κάθε σημείο της διαδρομής. Το μέγεθος της απώλειας φαίνεται ξεκάθαρα (από 422.000 σε 100.000). Η μαύρη γραμμή απεικονίζει την υποχώρηση του στρατού λόγω των ακραίων καιρικών συνθηκών. Ακόμη στον χάρτη φαίνονται η απώλειες από την προσπάθεια διάσχισης ορισμένων ποταμών, όπως είναι το καταστροφικό αποτέλεσμα της διάσχισης του ποταμού Μπερεζίνα (Berezina) που κόστισε τη ζωή σε 25.000 στρατιώτες. [10]

Ο χάρτης όχι μόνο απεικονίζει ξεκάθαρα το μέγεθος της απώλειας αλλά αναδεικνύει και άλλους παράγοντες που συνέβαλλαν σε αυτό πέρα από τις μάχες, όπως είναι ο συνεχόμενος ρυθμός απωλειών λόγω ασθένειας καθώς το πάχος της μαύρης γραμμής ολοένα και αυξάνεται κατά μήκος της διαδρομής.

Συνεπώς όταν χρησιμοποιούμε την οπτικοποίηση στην παρουσίαση, αφηγούμαστε μία ιστορία και καταλήγουμε σε συμπέρασμα, διευκολύνουμε την κατανόηση εννοιών, εμπνέουμε την δημιουργία ερωτήσεων, γεννάμε βαθιά γνώση.

2.4 Μεθοδολογίες οπτικοποίησης

Πρωταρχικό ρόλο στον σχεδιασμό μιας οπτικής αναπαράστασης παίζει η επιλογή της τεχνικής με την οποία θα δημιουργήσουμε μια επιτυχημένη οπτική απεικόνιση των δεδομένων με σκοπό να αναπαράγουμε την πληροφορία που είναι κωδικοποιημένη σε αυτά.

Έχοντας ένα σύνολο από αφηρημένα δεδομένα, είναι δύσκολο να αποφασίσουμε εξ αρχής ποιά είναι η κατάλληλη οπτική αναπαράσταση που θα αναδεικνύει την πληροφορία που κρύβουμε, καθώς αυτό εξαρτάται την φύση των δεδομένων, τον τύπο της πληροφορίας που θέλουμε να παράγουμε και την χρήση της καθώς και τους χρήστες στους οποίους απευθυνόμαστε.

Συγκεκριμένα, είναι πολλοί οι παράγοντες που πρέπει να λάβουμε υπ' όψιν μας για τον σχεδιασμό μιας οπτικής αναπαράστασης και κάθε ένας από αυτούς υποδεικνύει την χρήση διαφορετικής τεχνικής οπτικοποίησης. Οι παράγοντες που πρέπει να εξεταστούν είναι ο τύπος του προβλήματος, ο τύπος των δεδομένων, ο αριθμός των διαστάσεων, ο τύπος της δομής των δεδομένων, και ο τύπος της αλληλεπίδρασης.

Από τους παραπάνω παράγοντες αυτοί που ξεχωρίζουν και σύμφωνα με τους οποίους θα κατηγοριοποιήσουμε τις τεχνικές οπτικοποίησης είναι οι εξής:

Αριθμός των διαστάσεων

Ο αριθμός των διαστάσεων των δεδομένων είναι ο αριθμός των χαρακτηριστικών που πρέπει να αναπαραστήσω. Τα χαρακτηριστικά μπορεί να είναι ανεξάρτητα ή εξαρτώμενα. Εξαρτώμενα είναι τα χαρακτηριστικά τα οποία ποικίλουν σε σχέση με ένα ή περισσότερα ανεξάρτητα χαρακτηριστικά, και τα οποία είναι αυτά που θέλουμε να αναλύσουμε. Η συλλογή δεδομένων που έχω ονομάζεται:

- Μιας-μεταβλητής (univariate) όταν έχω ένα εξαρτώμενο χαρακτηριστικό,
- Δυο-μεταβλητών (bivariate) όταν έχω δύο εξαρτώμενα χαρακτηριστικά.
- Τριών-μεταβλητών (trivariate) όταν έχω τρία εξαρτώμενα χαρακτηριστικά, και
- Πολλών-μεταβλητών (multivariate) όταν έχω πάνω από τρία εξαρτώμενα χαρακτηριστικά.

Για παράδειγμα, αν έχω το σύνολο των βαθμών των φοιτητών σε ένα μάθημα τότε έχω ένα σύνολο μιας-μεταβλητής καθώς το εξαρτώμενο χαρακτηριστικό είναι ο βαθμός που εξαρτάται από τον φοιτητή.

Ενώ αν έχω το σύνολο των βαθμών και των απουσιών των φοιτητών τότε έχω ένα σύνολο δυο-μεταβλητών, καθώς έχω δύο χαρακτηριστικά που εξαρτώνται από τους φοιτητές, τον βαθμό και τις απουσίες.

Τύπος της Δομής των δεδομένων

- Γραμμική, όταν τα δεδομένα μπορούν να οργανωθούν σε πίνακες, σε συλλογές.
- Χρονική, όταν τα δεδομένα μεταβάλλονται με τον χρόνο.
- Χωρική, όταν τα δεδομένα έχουν σχέση με κάτι που αφορά την φυσική θέση τους στον χώρο φυσικό όπως είναι ο χάρτης.
- Δικτύου, όταν τα δεδομένα αποτελούνται από οντότητες που έχουν μία σχέση μεταξύ τους.
- Ιεραρχική, όταν τα δεδομένα έχουν μορφή ιεραρχίας, όπως είναι μία γενεολογία.

Οι πιο βασικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται ανάλογα με την τον τύπο της δομής και τις διαστάσεις των δεδομένων παρουσιάζονται παρακάτω.

2.4.1 Γραμμικά Δεδομένα

Είναι τα δεδομένα που παρουσιάζουν μία γραμμική δομή, και τα οποία μπορούν να οργανωθούν σε πίνακες. Όταν τα σύνολα δεδομένων που έχω αποτελούνται από χαρακτηριστικά, την συμπεριφορά των οποίων θέλω να αναλύσω, που είναι ποσοτικά τότε ο πιο αποτελεσματικός τρόπος αναπαράστασης τους είναι οι άξονες x και y του καρτεσιανού επιπέδου. Όταν έχω μέχρι τρία εξαρτώμενα χαρακτηριστικά τότε μπορώ να απεικονίσω τα δύο από αυτά στους άξονες x και y και το τρίτο δίνοντας του μία οπτική ιδιότητα όπως είναι το χρώμα, το μέγεθος, το σχήμα.

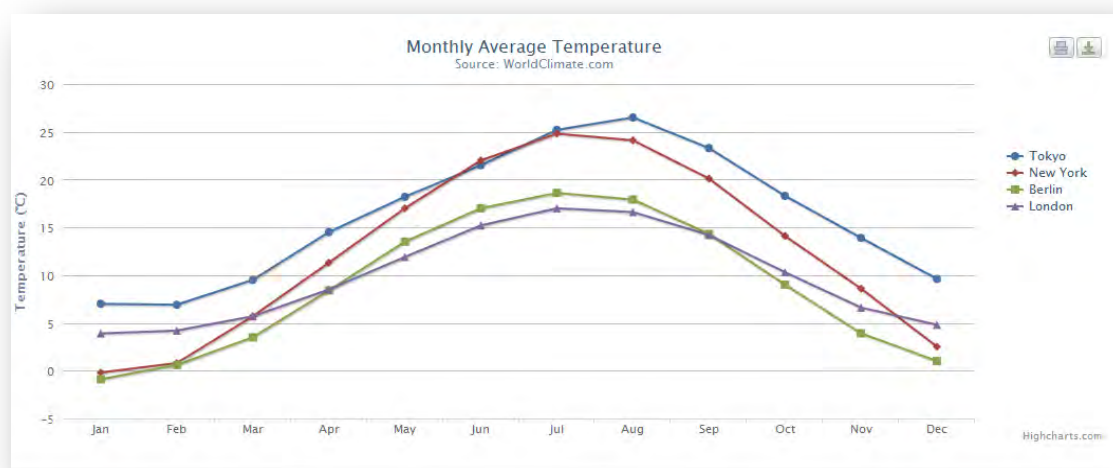
Παρακάτω φαίνονται κάποιες από τις βασικές τεχνικές αναπαράστασης γραμμικών δεδομένων. Οι τεχνικές αυτές είναι αποτελεσματικές για την απεικόνιση δεδομένων που δεν έχουν πολλές διαστάσεις (μέχρι 4) και κάθε μία αναδεικνύει πληροφορία με τον δικό της τρόπο.

Διάγραμμα Γραμμής (Line chart)

Στο Διάγραμμα Γραμμής (εικόνα 2.9) απεικονίζεται η μέση μηνιαία θερμοκρασία για τέσσερις πόλεις.

Τα δεδομένα είναι **μιας-μεταβλητής**, καθώς η εξαρτημένη μεταβλητή είναι η θερμοκρασία που εξαρτάται από τον μήνα και από την πόλη.

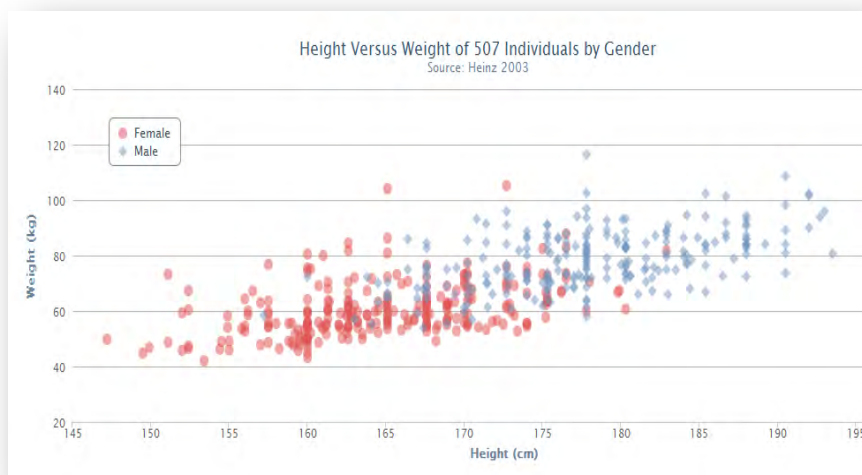
Το διάγραμμα γραμμής είναι κατάλληλο για να απεικονίσουμε μία τάση στα δεδομένα καθώς δείχνει την συμπεριφορά των δεδομένων με το πέρασμα του χρόνου ή μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.



Εικόνα 2.9 Διάγραμμα Γραμμής

Διάγραμμα Σημείων (Scatter plot)

Στο παρακάτω Διάγραμμα-Σημείων (Εικόνα 2.10) το σύνολο των δεδομένων που απεικονίζεται είναι **δύο-μεταβλητών**, καθώς έχω δύο εξαρτώμενα χαρακτηριστικά, το ύψος (άξονας x) ,και το βάρος (άξονας y), που εξαρτώνται από το φύλο.



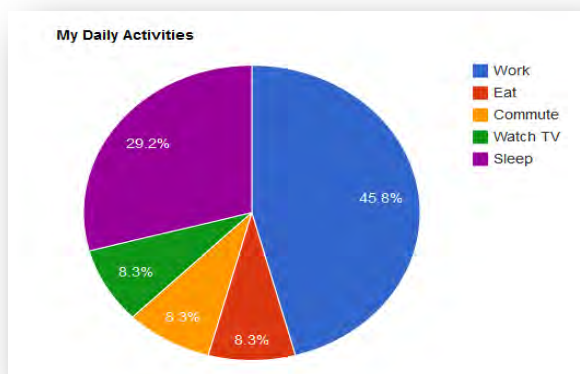
Εικόνα 2.10

Διάγραμμα Σημείων - Σύνολο Δεδομένων 2-διαστάσεων

Το διάγραμμα σημείων χρησιμοποιείται για να δείξει πόσο ισχυρή είναι η σχέση μεταξύ των δεδομένων που απεικονίζονται στους δύο καρτεσιανούς άξονες και μπορεί να καθορίσει αν υπάρχει ένα αποκλίνων σημείο (outlier) στα δεδομένα, δηλαδή μία τιμή που απέχει σημαντικά από τις υπόλοιπες [11].

Διάγραμμα Πίτας (pie chart)

Το διάγραμμα πίτας , που φαίνεται στην Εικόνα 2.11 , χωρίζεται σε τμήματα όπου το καθένα δείχνει ένα μερίδιο ενός συνόλου. Είναι μία αποτελεσματική απεικόνιση όταν θέλω να συγκρίνω μέρη ενός συνόλου μεταξύ τους.



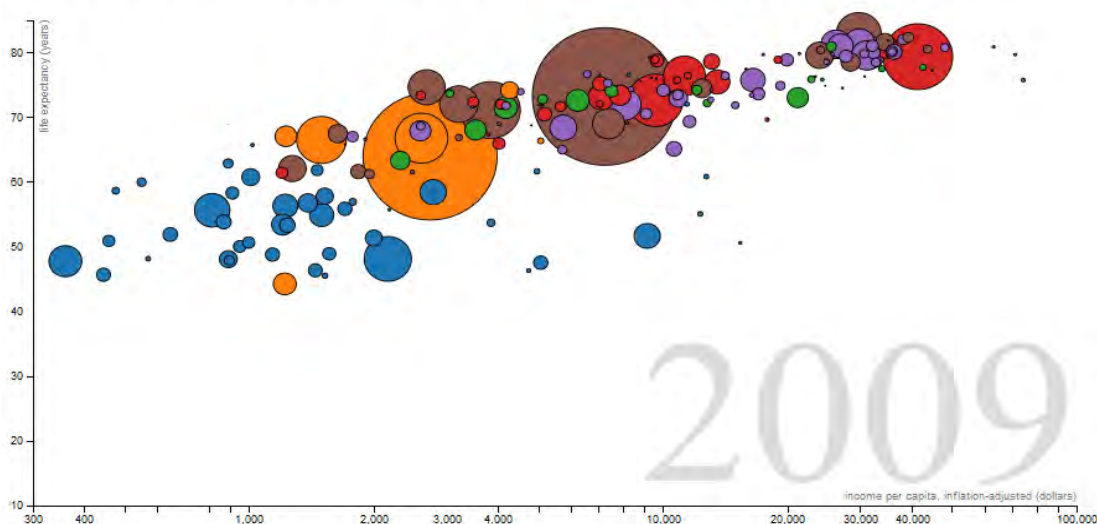
Εικόνα 2.11 Διάγραμμα πίτας

Διάγραμμα Με Φυσαλίδες (bubble chart)

Είναι μία παραλλαγή του διαγράμματος σημείων όπου τα σημεία έχουν αντικατασταθεί από φυσαλίδες. Στο διάγραμμα με φυσαλίδες μπορώ να απεικονίσω ένα σύνολο δεδομένων **τριών-μεταβλητών**, καθώς απεικονίζω την τρίτη διάσταση στο μέγεθος της φυσαλίδας.

The Wealth & Health of Nations

March 13, 2012



Εικόνα 2.12 Πλούτος & Υγεία των εθνών- Διάγραμμα με φούσκες - Σύνολο δεδομένων 3-διαστάσεων

Στην Εικόνα 2.12 φαίνεται η επαναδημιουργία από την βιβλιοθήκη [D3](#) του διαγράμματος του Gariminder [Wealth & Health of Nations](#), το οποίο έγινε διάσημο από τον αξιωματικό [2006 TED talk](#) του Hans Rosling.

Σύμφωνα με τον Berman, ένα διάγραμμα με φυσαλίδες μπορεί να φανεί χρήσιμο στην διαχείριση ενός έργου για την σύγκριση του ρίσκου και της επιτυχίας του, όπου οι τρεις διαστάσεις θα είναι η παρούσα τιμή, η πιθανότητα επιτυχίας, και το συνολικό κόστος το οποίο θα απεικονίζεται στο μέγεθος της φούσκας [12].

Στην εικόνα, φαίνεται ένα διάγραμμα με φυσαλίδες όπου απεικονίζεται η σχέση μεταξύ του εισοδήματος κατά κεφαλή (άξονας x), του προσδόκιμου ζωής (άξονας y) και του πληθυσμού (μέγεθος φυσαλίδας) για 180 έθνη. Στην συγκεκριμένη εικόνα έχουμε και μία τέταρτη διάσταση στα δεδομένα που είναι η ήπειρος που ανήκει το κάθε έθνος, και η οποία απεικονίζεται με το χρώμα. Στην πραγματικότητα, η αναπαράσταση είναι δυναμική και αναπαριστά την δυναμική διακύμανση των παραπάνω χαρακτηριστικών μέσα σε 209 χρόνια, αρχίζοντας από το 1800.

2.4.2 Πολυμεταβλητή Ανάλυση

Όταν έχω σύνολα δεδομένων πολλών μεταβλητών, δηλαδή σύνολα όπου πολλά χαρακτηριστικά αλλάζουν ταυτόχρονα σε σχέση με ένα ή περισσότερα ανεξάρτητα χαρακτηριστικά τότε πρέπει να εφαρμόσω τεχνικές οπτικοποίησης που να ανταποκρίνονται στα σύνολα αυτά. Ένας τομέας που χαρακτηρίζεται από σύνολα δεδομένων πολλών μεταβλητών και επωφελείται σε μεγάλο βαθμό από την οπτικοποίηση της πληροφορίας είναι τα συστήματα λήψης αποφάσεων, τα οποία είναι μία κλάση λογισμικών συστημάτων που βοηθούν στις δραστηριότητες οι οποίες περιλαμβάνουν την λήψη αποφάσεων [13].

Παρακάτω θα παρουσιάσουμε δύο βασικές τεχνικές οπτικοποίησης συνόλων δεδομένων πολλών μεταβλητών που ανήκουν στην κατηγορία των γεωμετρικών τεχνικών.

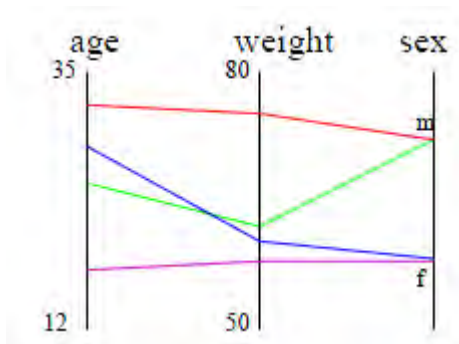
Παράλληλες Συντεταγμένες

| | Age | Weight | Sex |
|----------|-----|--------|-----|
| Vincenzo | 32 | 75 | M |
| Piero | 24 | 63 | M |
| Luisa | 28 | 60 | F |
| Giulia | 18 | 58 | F |

Εικόνα 2.13 Πίνακας των δεδομένων που θα αναπαρασταθούν με παράλληλες συντεταγμένες.

Η τεχνική αυτή έχει πάρει το όνομα της από τον τρόπο που παρουσιάζονται οι τιμές των χαρακτηριστικών. Κάθε χαρακτηριστικό αντιστοιχεί σε έναν άξονα και οι άξονες είναι παράλληλοι μεταξύ τους και ισαπέχουν. Για κάθε καταγραφή του πίνακα υπάρχει μία γραμμή που ενώνει τις τιμές των χαρακτηριστικών στους άξονες. [13]Για ευκολότερη κατανόηση της τεχνικής, έστω ότι θέλουμε να αναπαραστήσουμε τα δεδομένα του πίνακα της εικόνας 2.13. Κάθε καταγραφή έχει διαφορετικό χρώμα για να διευκολύνει την κατανόηση. Έχουμε τρία εξαρτώμενα χαρακτηριστικά, την ηλικία (age), το βάρος (weight), το φύλο (sex).

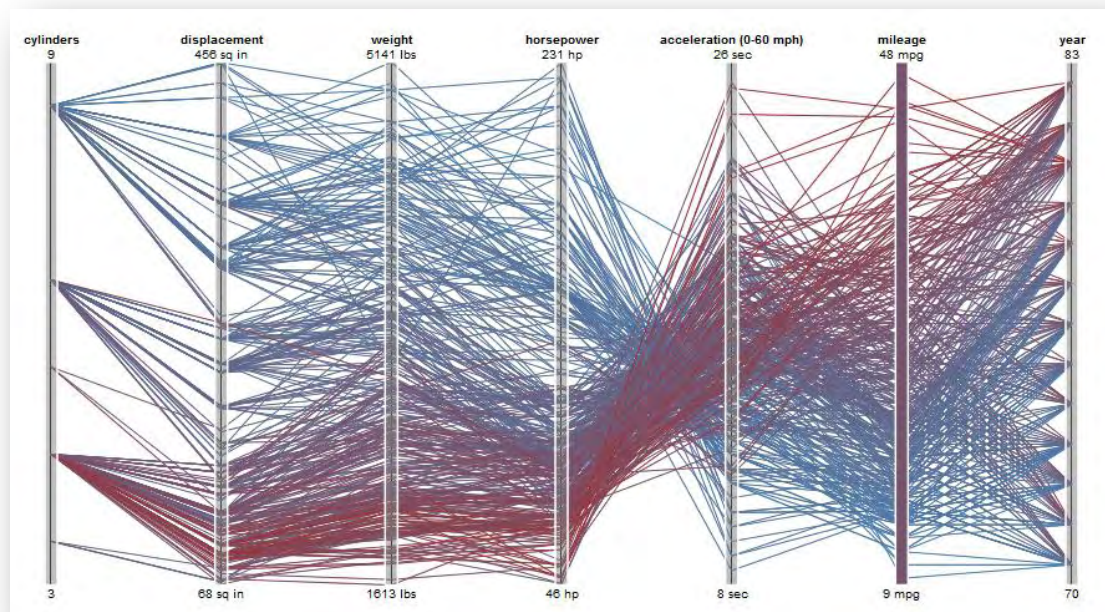
Με την τεχνική των παράλληλων συντεταγμένων αυτό γίνεται ως εξής:



Εικόνα 2.14 Παρουσίαση της τεχνικής των παράλληλων συντεταγμένων

Κάθε εξαρτώμενο χαρακτηριστικό απεικονίζεται σε έναν άξονα. Οι άξονες για την ηλικία και το βάρος είναι ποσοτικοί, ενώ για το φύλο είναι ονομαστικός. Ενώνουμε τα σημεία που αντιστοιχούν στις τιμές για κάθε χαρακτηριστικό κάθε καταγραφής και προκύπτει το σχήμα δίπλα.

Ένα ακόμα παράδειγμα ενός συνόλου εφτά χαρακτηριστικών, όπου συγκρίνονται εκατοντάδες αυτοκίνητα φαίνεται παρακάτω στην εικόνα 2.15.



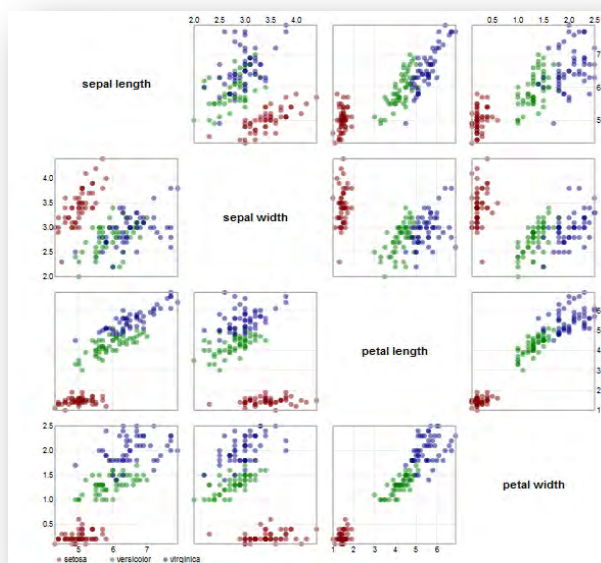
Εικόνα 2.15 Παράλληλες Συντεταγμένες. Σύνολο 7 εξαρτώμενων χαρακτηριστικών

Σύμφωνα με τον Alfred Inselberg η χρησιμοποιώντας την τεχνική των παράλληλων συντεταγμένων μπορούμε να βοηθηθούμε στην αναγνώριση προτύπων σε ένα πολυδιάστατο σύνολο από τεράστια δεδομένα [14].

Παρόλο που είναι μία ισχυρή τεχνική για εξερευνητική ανάλυση, όπως κάθε τεχνική αναπαράστασης έτσι και αυτή αντιμετωπίζει το πρόβλημα της αναπαράστασης πολύ μεγάλων συνόλων δεδομένων δηλαδή σύνολα με μερικές χιλιάδες στοιχεία. Για τον λόγο αυτόν έχουν αναπτυχθεί τεχνικές αλληλεπίδρασης με την αναπαράσταση, όπως η μετακίνηση των αξόνων για να διευκολύνεται η σύγκριση μεταξύ των τιμών τους, ή η δυνατότητα να επιλέξουμε να τονίσουμε την γραμμή ορισμένων καταγραφών, έτσι ώστε να την εξετάσουμε λεπτομερέστερα [13].

Πίνακας Διαγραμμάτων Σημείων

Με την τεχνική αυτή μπορώ να αναπαραστήσω ζεύγη χαρακτηριστικών σε δισδιάστατα διαγράμματα σημείων τα οποία τοποθετώ το ένα δίπλα στο άλλο στον οριζόντιο άξονα και το ένα κάτω από το άλλο στον κατακόρυφο σχηματίζοντας έναν N επί N πίνακα για N εξαρτώμενα χαρακτηριστικά



Εικόνα 2.16 3 επί 3 πίνακας διαγραμμάτων σημείων

του συνόλου μου, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.16 .

Παρά το γεγονός ότι η τεχνική αυτή δίνει την δυνατότητα να παρατηρήσουμε άμεσα και εύκολα την σχέση μεταξύ δύο χαρακτηριστικών του συνόλου, μειονεκτεί όταν έχω πολλά χαρακτηριστικά να παρουσιάσω καθώς ο πίνακας θα έχει μεγάλες διαστάσεις με αποτέλεσμα η ορατότητα των σημείων σε κάθε επιμέρους διάγραμμα σημείων να είναι αρκετά μειωμένη.

2.4.3 Δεδομένα Δικτύου

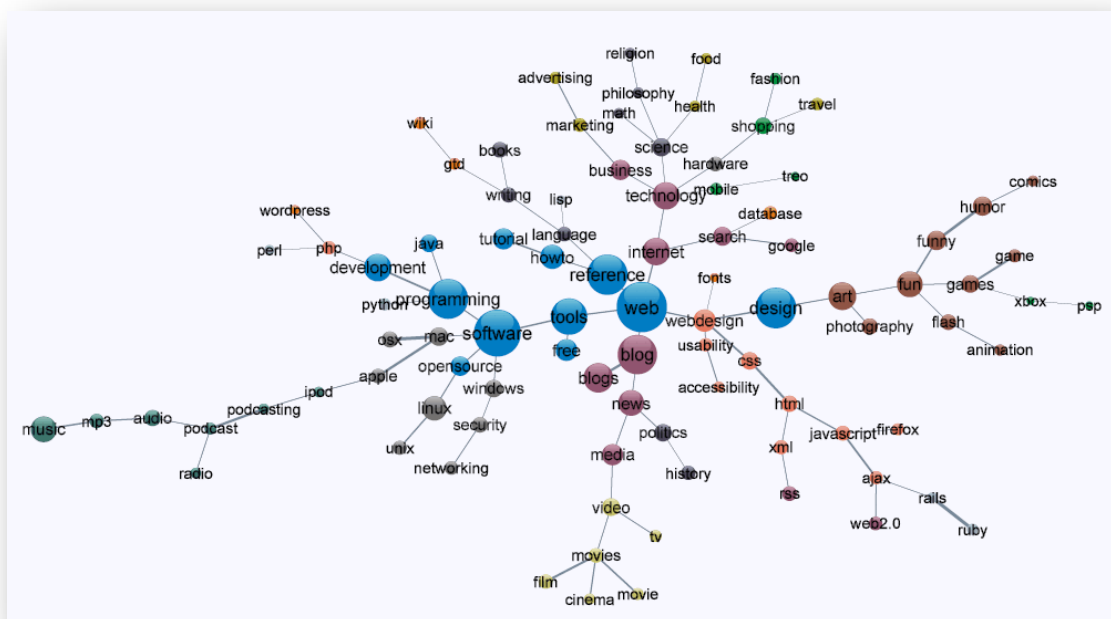
Τα δεδομένα αυτά είναι δεδομένα που μεταξύ τους υπάρχει μία σχέση. Όπως για παράδειγμα ένα κοινωνικό δίκτυο που δείχνει τα άτομα και την κοινωνική σχέση μεταξύ αυτών.

Δεδομένα που σχετίζονται μεταξύ τους ενώνονται και έτσι δημιουργούν ένα δίκτυο. Η κατάλληλη αναπαράσταση ενός δικτύου γίνεται με έναν γράφο. Ο γράφος αποτελείται από κόμβους και ακμές που ενώνουν τους κόμβους και υποδηλώνουν την σχέση μεταξύ αυτών.

Ενώ ο γράφος είναι μία πολύ αποτελεσματική αναπαράσταση για την απεικόνιση δεδομένων δικτύου, έχει ένα σημαντικό μειονέκτημα. Δεν είναι κλιμακωτός, δηλαδή αν αυξηθεί ο αριθμός των κόμβων τότε η αναπαράσταση συνήθως παύει να είναι εύληπτη και γίνεται δυσανάγνωστη και δυσκολονόητη.

Γι αυτό το λόγο έχουν αναπτυχθεί τεχνικές οι οποίες βελτιστοποιούν την διάταξη των κόμβων στον χώρο, όπως είναι οι *spring-embedder* και *force-directed*. Αυτές αποσκοπούν στο να έχουν όλες οι ακμές το ίδιο μήκος, και να μην διασταυρώνονται μεταξύ τους.

Ένας παράδειγμα γράφου φαίνεται στην εικόνα 2.17



Εικόνα 2.17 Οπτικοποίηση της σημασιολογίας των κοινωνικών ετικετών (social indexing semantics)

2.4.4 Ιεραρχικά δεδομένα.

Η ιεραρχική δομή της πληροφορίας βρίσκεται παντού, στα γενεαλογικά δέντρα, στην οργανωτική δομή του προσωπικού μιας εταιρείας, στο σύστημα αρχείων του υπολογιστή.

Δύο πολύ σπουδαίες τεχνικές που έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολλές επιτυχημένες εφαρμογές είναι ο δενδρικός χάρτης (treemap) και το υπερβολικό δέντρο (hyperbolic tree).

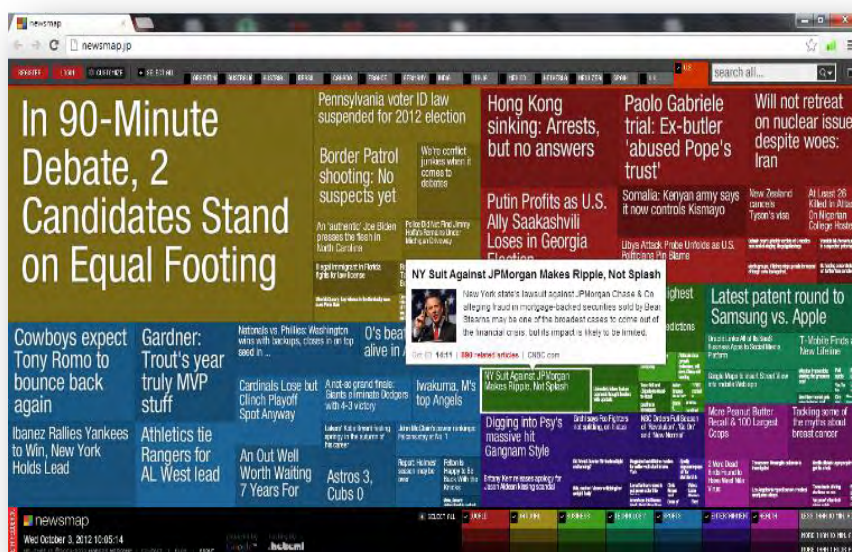
2.4.4.1 Δενδρικός Χάρτης

Αποτελεί μία πολύ ισχυρή μέθοδο η οποία χρησιμοποιείται ευρέως για την αναπαράσταση ιεραρχικών δεδομένων. Είναι μία τεχνική που ονομάζεται τεχνική γεμίματος χώρου μια και κάνει χρήση ολόκληρου του χώρου στην οθόνη χρησιμοποιώντας φωλιασμένα ορθογώνια. Συγκεκριμένα η περιοχή της αναπαράστασης διαιρείται σε ορθογώνια και κάθε ένα από αυτά διαιρείται ξανά για κάθε επίπεδο της ιεραρχίας.

Αυτό που κάνει τον δενδρικό χάρτη μία επαρκή μέθοδο αναπαράστασης ιεραρχικών δεδομένων είναι το ότι η απεικόνιση των κόμβων της ιεραρχίας μέσω του χρώματος και του μεγέθους του κάθε ορθογωνίου βοηθά τον χρήστη να εντοπίσει μοτίβα που άλλοτε θα ήταν δύσκολο να βρει, να απομονώσει πληροφορία που δεν τον ενδιαφέρει και να επικεντρωθεί στα σημαντικά καθώς και να κάνει συγκρίσεις. Αυτό συμβαίνει λόγω της έμφυτης ικανότητας του ανθρώπου να αντιλαμβάνεται πολύ γρήγορα το χρώμα, το μέγεθος και την ομαδοποίηση. Έτσι ο χρήστης κατανοεί γρήγορα πολύπλοκα δεδομένα.

Τέλος, σημαντικό πλεονέκτημα είναι το ότι κάνει αποτελεσματική χρήση ολόκληρου του χώρου της οθόνης και έτσι είναι σε θέση να απεικονίσει έως και χιλιάδες αντικείμενα ταυτόχρονα.

Μία από τις πιο επιτυχημένες χρήσεις του δενδρικού χάρτη είναι ο Χάρτης Νέων (NewsMap) της Google ο οποίος είναι μία οπτικοποίηση των επικεφαλίδων από τα νέα της Google (εικόνα 2.18)



Εικόνα 2.18 Ο χάρτης ειδήσεων NewsMap της Google

Οι ειδήσεις με παρόμοιο περιεχόμενο ομαδοποιούνται σε ορθογώνια. Το μέγεθος κάθε ορθογωνίου αντιπροσωπεύει την σημαντικότητα της είδησης καθώς όσο πιο μεγάλο το ορθογώνιο τόσες περισσότερες αναρτήσεις έχουν γίνει για την συγκεκριμένη είδηση [15]. Το χρώμα αντιπροσωπεύει το είδος των ειδήσεων, ή καλύτερα την κατηγορία στην οποία ανήκει η κάθε είδηση. Η ένταση του χρώματος κάθε ορθογωνίου αντιπροσωπεύει την χρονική στιγμή που τα νέα αναρτήθηκαν, με την πιο απαλή ένταση να δείχνει τα πιο πρόσφατα, δηλαδή αναρτήθηκαν σε λιγότερο από 10 λεπτά, ενώ η πιο σκούρα ένταση δείχνει αυτά που έχουν περισσότερο από μία ώρα που έχουν αναρτηθεί

2.4.4.2 Υπερβολικό δέντρο

Το υπερβολικό δέντρο (εικόνα 2.19) αποτελεί έναν αποτελεσματικό τρόπο απεικόνισης ενός μεγάλου συνόλου δεδομένων διότι χρησιμοποιεί αντί του Ευκλείδειου χώρου που χρησιμοποιούν οι περισσότερες μεθοδολογίες, τον υπερβολικό χώρο. Με αυτόν τον τρόπο παρέχεται η δυνατότητα απεικόνισης με έναν ενιαίο τρόπο, δεδομένων που αυξάνονται εκθετικά, στην περιοχή θέασης. Βασίζεται στον δίσκο του Poincare ο οποίος είναι ένας δισδιάστατος γεωμετρικός χώρος που έχει μια υπερβολική γεωμετρία ορισμένη στο δίσκο $\{x \in \mathbb{R}^2 : |x| < 1\}$ και η οποία είναι εξοπλισμένη με το εξής υπερβολικό μέτρο

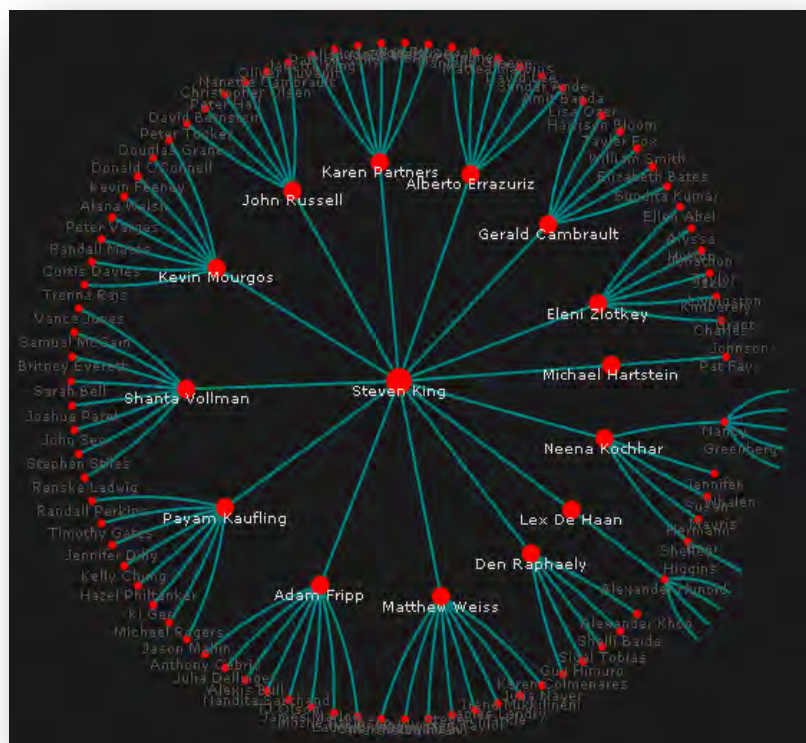
$$ds^2 = \frac{dx^2 + dy^2}{(1 - x^2 - y^2)^2}$$

Αξιοσημείωτο είναι το ότι στηρίζεται στην τεχνική focus + context, μία τεχνική που στοχεύει στο να μπορεί να αντιληφθεί ο χρήστης ταυτόχρονα στο ίδιο παράθυρο θέασης τόσο την πληροφορία στην οποία έχει εστιάσει, όσο και την συμπεριλαμβανόμενη σχετική δευτερεύουσα πληροφορία.

Αρχικά, στο υπερβολικό δέντρο ο κόμβος ρίζα βρίσκεται στο κέντρο της εικόνας και τα παιδιά βρίσκονται ακτινωτά γύρω από αυτόν ενώ όσο προχωράμε από το κέντρο προς τα έξω το μέγεθος των κόμβων και η λεπτομέρειες μειώνονται.

Παράλληλα ο αριθμός των κόμβων αυξάνεται εκθετικά.

Αυτό που κάνει το υπερβολικό δέντρο



Εικόνα 2.19 Υπερβολικό Δέντρο

Είναι μία βιβλιοθήκη για τον χειρισμό αρχείων που βασίζονται στα δεδομένα.

Η βιβλιοθήκη αυτή επιτρέπει να συνδέσεις αυθαίρετα δεδομένα με ένα [Document Object Model](#) και μετά να εφαρμόσεις μετασχηματισμούς στο αρχείο.

Το πλεονέκτημα της είναι ότι στηρίζεται στα σύγχρονα στάνταρ του διαδικτύου, όπως είναι η [HTML](#), η [CSS](#) τα [SVG](#).

Προσφέρει πολλές διαφορετικές τεχνικές, όπως διαγράμματα, δέντρα, γράφους αλλά και συνδυασμό αυτών. Υποστηρίζει τους μετασχηματισμούς και την διαδραστικότητα και είναι κατάλληλη για μεγάλα σύνολα δεδομένων. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι έχει μεγάλο αριθμό παραδειγμάτων καθώς και εγχειριδίων.

- *JavaScript Infovis Toolkit* (<http://thejit.org/>)

Είναι μία βιβλιοθήκη που χρησιμοποιείται για την υλοποίηση διαδραστικών οπτικοποιήσεων στο διαδίκτυο. Προσφέρει προχωρημένα χαρακτηριστικά της οπτικοποίησης της πληροφορίας για την αναπαράσταση ιεραρχικών δεδομένων και δεδομένων που σχετίζονται μεταξύ τους, όπως είναι το υπερβολικό δέντρο, ο δενδρικός χάρτης. Το χαρακτηριστικό που την κάνει να ξεχωρίζει είναι ο συνδυασμός της αισθητικής με την απλότητα του κώδικα.

- *HighCharts* (<http://www.highcharts.com/>)

Είναι μία βιβλιοθήκη για σχεδιασμό γραφημάτων, η οποία ξεχωρίζει για την ποικιλία των χαρακτηριστικών που προσφέρει, καθώς εκτός από τους επτά βασικούς τύπους γραφημάτων προσφέρει και πολλούς συνδυασμούς αυτών. Παρέχει διαδραστικότητα στα γραφήματα της, ευελιξία, καθώς και την δυνατότητα αναπαράστασης πληροφορίας πραγματικού χρόνου.

Οπτικοποίηση Γράφων

- *Arbor.js* (<http://arboris.org/>)

Είναι μία βιβλιοθήκη που χρησιμοποιεί [jQuery](#) και [web-workers](#).

Χρησιμοποιεί αλγορίθμους για την βελτιστοποίηση της διάταξης των κόμβων στον χώρο, και αφαιρέσεις για την οργάνωση του γράφου. Τέλος αφήνει στο χρήστη το σχεδιαστικό μέρος της αναπαράστασης το οποίο μπορεί να γίνει με χρήση είτε σχεδιαστικών στοιχείων της HTML5 ,όπως είναι το στοιχείο του καμβά ([canvas element](#))

- *Sigma.js* (<http://sigmajs.org/>)

Είναι μία βιβλιοθήκη που έχει αναπτυχθεί για να παρουσιάζει με διαδραστικό τρόπο στατικούς γράφους που έχουν παραχθεί με κάποιο πρόγραμμα οπτικοποίησης όπως είναι το [Gephi](#). Ακόμη παρουσιάζει γράφους που παράγονται δυναμικά.

Οπτικοποίηση Χρονολογικών Δεδομένων

- *Cubism* (<http://square.github.com/cubism/>)

Είναι μία βιβλιοθήκη, υλοποιημένη στην γλώσσα προγραμματισμού Javascript και στηρίζεται στην βιβλιοθήκη D3.js. Χρησιμοποιείται για την δημιουργία διαδραστικών χρονοδιαγραμμάτων πραγματικού χρόνου.

Η βιβλιοθήκη αυτή λαμβάνει δεδομένα από διάφορες πηγές όπως είναι η [Cube](#) και τα παρουσιάζει σε πραγματικό χρόνο.

Τα πλεονεκτήματα της είναι ότι χαρακτηρίζεται από την ιδιότητα της κλιμακωσιμότητας δηλαδή τραβάει και παρουσιάζει τα δεδομένα αυξητικά. Επιπρόσθετο πλεονέκτημα της είναι η αποτελεσματικότητα, καθώς ο τρόπος παρουσίασης των δεδομένων δηλαδή η διάταξη, τα χρώματα, η ένταση, βασίζεται στις αρχές της αντίληψης, και συμβάλλει στην εξερεύνηση και τις συγκρίσεις. Τέλος είναι ευέλικτη και επεκτάσιμη, καθώς και αρκετά προσαρμόσιμη. Η βιβλιοθήκη αυτή είναι κατάλληλη για ανάλυση και εξερεύνηση δεδομένων πραγματικού χρόνου.

- *Rickshaw* (<http://code.shutterstock.com/rickshaw/>)
Είναι μία βιβλιοθήκη, υλοποιημένη στην γλώσσα προγραμματισμού Javascript και στηρίζεται στην βιβλιοθήκη D3.js . Είναι αρκετά παρόμοια με την Cubism που αναφέραμε παραπάνω. Χρησιμοποιείται για την δημιουργία διαδραστικών γραφημάτων τα οποία μεταβάλλονται με τον χρόνο. Μπορείς να δημιουργήσεις απλά γραφήματα με μπάρες, με γραμμή, με περιοχή. Είναι αρκετά προσαρμόσιμη, και τέλος μπορείς εύκολα να τραβήξεις δεδομένα από άλλες πηγές μέσω κατάλληλων υλοποιήσεων. Τέλος, προσφέρει παραδείγματα και οδηγίες.

Διανυσματικά Γραφικά (Vector Graphics)

- *Raphaël* (<http://dmitrybaranovskiy.github.io/raphael/>)
Η βιβλιοθήκη αυτή έχει σκοπό να απλοποιεί την δημιουργία διανυσματικών γραφικών στο διαδίκτυο. Χρησιμοποιεί ως βάση τα [SVG](#) και [VML](#) για την υλοποίηση γραφικών.
Δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να φτιάξει τα δικά του γραφήματα άρα προϋποθέτει την εξοικείωση με SVG καθώς δεν παρέχει έτοιμα γραφήματα.

2.5.2 Εφαρμογές και Γλώσσες Προγραμματισμού

Υπάρχουν πολλές εφαρμογές τόσο διαδικτυακές όσο και γραφείου για την υλοποίηση οπτικοποιήσεων πληροφορίας και δεδομένων.

- *Google Fusion Tables* (<http://www.google.com/fusiontables/Home/>)
Είναι μία διαδικτυακή εφαρμογή η οποία χαρακτηρίζεται ως ένα σύστημα βασισμένο στο σύννεφο (cloud-based) για τη διαχείριση δεδομένων.
Προσφέρει την δυνατότητα να ανεβάσεις τα δεδομένα σου και έπειτα μπορείς να διαλέξεις τον τρόπο οπτικοποίησής τους, από μία σειρά επιλογών όπως είναι οι μπάρες, πίτες, χάρτες.
Ακόμη προσφέρει διαδραστικά γραφήματα αλλά οι επιλογές είναι σχετικά λίγες.
Δίνει την δυνατότητα για συγχώνευση δεδομένων από διάφορες πηγές, για συζήτηση πάνω στα δεδομένα, για φιλτράρισμα και συνάθροιση των δεδομένων.
Τα πλεονεκτήματα είναι η αυτόματη, γρήγορη και εύκολη οπτικοποίηση, καθώς και η εύκολη δημοσίευση στο διαδίκτυο.
Τα μειονεκτήματα είναι ότι προσφέρει αυτοματισμούς και έτσι τα γραφήματα δεν χαρακτηρίζονται από την μοναδικότητα και την δημιουργικότητα του χρήστη, προσφέρει τις συμβατικές τεχνικές οπτικοποίησης, και τέλος είναι κατάλληλη μόνο για δεδομένα που έχουν γραμμική δομή και μπορούν να οργανωθούν σε πίνακα.

Εφαρμογές Γραφείου

- *Gephi* (<http://gephi.org/>)
Είναι μία διαδραστική πλατφόρμα οπτικοποίησης και εξερεύνησης δικτύων και πολύπλοκων συστημάτων καθώς και δυναμικών και ιεραρχικών γράφων.
Είναι κατάλληλη για την αναπαράσταση μεγάλων συνόλων δεδομένων στην μορφή γράφων δικτύου ή ιεραρχικών, και προσφέρει εύκολη ανάλυση και εξερεύνηση. Εφαρμόζει πολλά εκλεπτυσμένα χαρακτηριστικά της οπτικοποίησης της πληροφορίας, όπως αλγορίθμους για βελτιστοποίηση της διάταξης των κόμβων, δυναμικό φιλτράρισμα, και ομαδοποίηση. Είναι χρήσιμο για όποιον θέλει να εξερευνήσει και να κατανοήσει τους γράφους αλλά κυρίως στοχεύει να βοηθήσει τους αναλυτές των δεδομένων να πραγματοποιήσουν εξερευνητική ανάλυση, καθώς έχει αναγνωριστεί πως η εξερεύνηση μέσω διαδραστικών διεπαφών διευκολύνει την συλλογιστική (reasoning).
Δεν είναι κατάλληλο για οπτικοποίηση στο διαδίκτυο καθώς τα αποτελέσματα εξάγονται σε μορφή εικόνας. Αυτό όμως λύνεται αν συνδυαστεί με την βιβλιοθήκη Sigma.js για την οποία έγινε λόγος παραπάνω.
- *Tableau Public* (<http://www.tableausoftware.com/public/>)
Είναι ένα πρόγραμμα το με το οποίο μπορείς να δημιουργήσεις κυρίως απλές αλλά και πολύπλοκες οπτικοποιήσεις. Παρέχει μία ποικιλία μεθόδων οπτικοποίησης, και μπορείς να συνδυάσεις διαφορετικές μεθόδους σε ένα ταμπλό. Είναι εύκολο στην χρήση και προσφέρει μεγάλη προσαρμοστικότητα αλλά και διαδραστικότητα. Το πλεονέκτημα του είναι ότι μπορείς να δημιουργήσεις γρήγορα μία οπτικοποίηση και έτσι να έχεις χρόνο να μελετήσεις και να εξερευνήσεις τα δεδομένα. Ακόμη μπορείς να την ενσωματώσεις εύκολα σε μία ιστοσελίδα.
Μειονέκτημα ίσως μπορεί να θεωρηθεί το ότι τα δεδομένα που ανεβάζει ο χρήστης είναι δημόσια και διαμένουν στον ιστόχωρο της εφαρμογής. Όταν ο χρήστης της εφαρμογής αποθηκεύσει την εργασία που έχει κάνει, αυτή αυτόματα αποθηκεύεται στον ιστόχωρο της εφαρμογής και είναι δημόσια. Οποιοσδήποτε μπορεί να αλληλεπιδράσει με αυτήν, και να την κατεβάσει.

Γλώσσες Προγραμματισμού

- *R* (<http://www.r-project.org/>)
Είναι ένα περιβάλλον και μία γλώσσα προγραμματισμού για στατιστική ανάλυση και γραφικά. Έχει επιλογές αναπαράστασης των αποτελεσμάτων της ανάλυσης με γραφήματα. Παρουσιάζει μεγάλη λειτουργικότητα καθώς και ποικιλία οπτικοποιήσεων, αλλά προϋποθέτει ο χρήστης να είναι εξοικειωμένος με εντολές κονσόλας, αφού η R τρέχει μέσα από κονσόλα, αλλά και με στατιστική.

3 Ανάπτυξη Εφαρμογών

3.1 Δομή προαπαιτούμενων μαθημάτων.

3.1.1 Ορισμός του προβλήματος

Η ύπαρξη μαθημάτων που αποτελούν προαπαιτούμενα για την δήλωση και την παρακολούθηση ενός άλλου μαθήματος ή μαθημάτων αποτελεί ένα από τα βασικότερα μέρη του κανονισμού του προγράμματος σπουδών του τμήματος μας. Η πληροφορία αυτή βρίσκεται στον ιστόχωρο του τμήματος και συγκεκριμένα στην ιστοσελίδα του κάθε μαθήματος. Επίσης, ο χαρακτηρισμός του κάθε μαθήματος ως προαπαιτούμενο ή μη άλλων μαθημάτων συνεπάγεται την δημιουργία μιας σχέσης μεταξύ των μαθημάτων. Λόγω της ύπαρξης πολλών μαθημάτων ο όγκος αυτής της πληροφορίας είναι μεγάλος και διαμοιρασμένος σε πολλά σημεία του ιστοχώρου και η σχέση μεταξύ των προαπαιτούμενων μαθημάτων είναι δύσκολο και χρονοβόρο να οριστεί και να κατανοηθεί από τον χρήστη που εισέρχεται στην ιστοσελίδα του τμήματος. Αξίζει να σημειωθεί ότι επιπρόσθετα των προαπαιτούμενων κάθε μάθημα έχει και συνιστώμενα μαθήματα τα οποία παρόλο που προσφέρουν επιπρόσθετη και σημαντική πληροφορία σε πολλές περιπτώσεις περιπλέκουν την όλη κατάσταση σημαντικά. Στο υπόλοιπο της παρούσας εργασίας θα ασχοληθούμε αποκλειστικά με τα προαπαιτούμενα αγνοώντας τα συνιστώμενα μαθήματα.

Αναμφίβολα όμως είναι αναγκαίο για τον κάθε φοιτητή να μπορεί να δει εύκολα αυτήν την πληροφορία και να την αντιληφθεί χωρίς να χρειάζεται να αφιερώσει χρόνο και κόπο σε αυτό.

Για τους λόγους αυτούς κρίναμε πως η οπτικοποίηση της δομής των προαπαιτούμενων μαθημάτων ενδείκνυται και έτσι δημιουργήσαμε μία διαδικτυακή εφαρμογή που περιέχει την γραφική αναπαράσταση της, καθώς και λειτουργίες πάνω σε αυτήν.

3.1.2 Στόχος

Η εφαρμογή δημιουργήθηκε με κύριο κίνητρο να καλύψει τις ανάγκες των φοιτητών και ιδιαίτερα των πρωτοετών για γρήγορη και εύκολη ενημέρωση για τα μαθήματα μέσω της οπτικής αναπαράστασης της πληροφορίας.

Στόχος της είναι ο φοιτητής όχι μόνο να δει τα προαπαιτούμενα μαθήματα αλλά και να κάνει συλλογισμούς, να προβληματιστεί και να πάρει αποφάσεις, δηλαδή να αποκτήσει βαθιά γνώση της σχέσης προαπαιτούμενο-παραπαιτεί δηλαδή της σχέσης αλυσίδας μεταξύ των μαθημάτων.

Συγκεκριμένα, ο πρωταρχικός στόχος της, είναι να προσφέρει στον φοιτητή:

- Ενημέρωση
 - Να μπορεί να μάθει ποιά είναι τα μαθήματα που αποτελούν προαπαιτούμενα.
 - Να μπορεί να μάθει για ποιά μαθήματα αποτελεί προαπαιτούμενο το κάθε μάθημα.
- Κατανόηση

- Να μπορεί να αντιληφθεί εύκολα και γρήγορα την σχέση προαπαιτούμενο-προαπαιτεί μεταξύ των μαθημάτων.
- Να μπορεί να αλληλεπιδράσει με την αναπαράσταση.

3.1.3 Προδιαγραφές

Αναφέρουμε ποιές είναι οι προδιαγραφές που πρέπει να έχει η οπτική αναπαράσταση για να μεταδίδει το μήνυμα στον χρήστη επιτυχώς.

- Να παρέχεται μία γρήγορη, άμεση και εποπτική ματιά της συνολικής δομής των προαπαιτούμενων μαθημάτων.
- Να είναι εμφανές σε ποιο έτος ανήκει κάθε μάθημα και αν είναι μάθημα κορμού ή μάθημα επιλογής.
- Να υπάρχει η περιγραφή για το περιεχόμενο του κάθε μαθήματος.
- Να μπορεί ο φοιτητής να επικεντρώσει στο μάθημα που τον ενδιαφέρει, να απομονώσει πληροφορία που τον ενδιαφέρει και να αποκρύψει πληροφορία που δεν τον ενδιαφέρει.
- Να μπορεί ο φοιτητής να κάνει συγκρίσεις.
- Να μπορεί ο φοιτητής να διακρίνει εύκολα το βάθος της σχέσης αλυσίδας που υπάρχει μεταξύ των μαθημάτων.
- Να μπορεί ο χρήστης να αλληλεπιδράσει με την αναπαράσταση.

3.1.4 Σχεδιασμός

Σημαντικό παράγοντα στην αναζήτηση της καταλληλότερης δομής αναπαράστασης έπαιξε το γεγονός ότι είχαμε ένα μεγάλο πλήθος δεδομένων να αναπαραστήσουμε, το οποίο αποτελεί πολύ συχνά ένα σημαντικό πρόβλημα και το οποίο αντιμετωπίζεται εφαρμόζοντας τεχνικές διαδραστικότητας όπως είναι για παράδειγμα η μεγέθυνση.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν μας αυτά τα χαρακτηριστικά των δεδομένων μας και τις προδιαγραφές που θέσαμε και στην βάση της ανάλυσης και των προηγούμενου κεφαλαίου καταλήξαμε να χρησιμοποιήσουμε το υπερβολικό δέντρο για την αναπαράσταση μας.

3.1.4.1 Υπερβολικό Δέντρο

Το υπερβολικό δέντρο ενδείκνυται όταν επιθυμούμε να αναπαραστήσουμε ιεραρχικά δεδομένα και όταν ο αριθμός των δεδομένων μου είναι πολύ μεγάλος, διότι μπορεί να ενσωματώσει ενιαία μία δομή που αυξάνεται εκθετικά.

Στηρίζεται όπως ήδη αναφέραμε στην τεχνική focus + context κατά την οποία παρέχεται στον χρήστη ταυτόχρονα η κύρια (focus) αλλά και η δευτερεύουσα (context) πληροφορία στην ίδια περιοχή χωρίς να χρειάζονται δύο διαφορετικές εικόνες. Με αυτό τον τρόπο ο χρήστης μπορεί ενώ έχει εστιάσει σε ένα σημείο της δομής να μπορεί να δει ταυτόχρονα και άλλα μέρη της δομής και έτσι να οδηγείται πιο εύκολα σε συγκρίσεις, συλλογισμούς και συμπεράσματα.

Ο χρήστης μπορεί να εξερευνήσει εύκολα την δομή, αφού αν κάνει κλικ σε έναν κόμβο, που δεν είναι ο κεντρικός, αυτός έρχεται στο προσκήνιο και όλη η παρουσίαση αναδιοργανώνεται με καινούριο κέντρο τον κόμβο αυτόν.

Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά καλύπτουν τις προδιαγραφές που θέσαμε.

3.1.4.2 Οπτικά χαρακτηριστικά

Σημαντικό μέρος του σχεδιασμού μιας οπτικής αναπαράστασης αποτελεί η επιλογή των κατάλληλων οπτικών χαρακτηριστικών που θα δοθούν στα οπτικά αντικείμενα της αναπαράστασης με σκοπό να γίνεται εύκολα αντιληπτή η πληροφορία.

Τα αντικείμενα της αναπαράστασης μας είναι οι κόμβοι οι οποίοι αναπαριστούν μαθήματα. Κάθε μάθημα έχει δύο χαρακτηριστικά, το έτος που ανήκει και το αν είναι μάθημα κορμού ή επιλογής. Οπότε αποφασίσαμε να διαφοροποιήσουμε τα μαθήματα ανάλογα με το έτος χρησιμοποιώντας το χρώμα, και ανάλογα με τη ιδιότητα κορμού ή επιλογής χρησιμοποιώντας το σχήμα.

Τέλος δώσαμε σε κάθε κόμβο του γραφήματος μία ετικέτα με το όνομα του μαθήματος που αυτός αντιπροσωπεύει.

3.1.5 Λειτουργίες

Το γράφημα του υπερβολικού δέντρου των προαπαιτούμενων μαθημάτων προσφέρει στον χρήστη την δυνατότητα της εύκολης εξερεύνησης του, αφού κάνοντας κλικ σε έναν κόμβο αυτός έρχεται στο κέντρο της εικόνας, με αποτέλεσμα να είναι εύκολη η λεπτομερής εξέταση του και να αξιολογηθεί με μια ματιά η τοπολογική του σημασία.

Για να εμπλουτίσουμε την εμπειρία του χρήστη με την οπτική αναπαράσταση, υλοποιήσαμε για την εφαρμογή μας ένα φιλικό και λιτό περιβάλλον στο οποίο προσθέσαμε κουμπιά που επιτρέπουν στον χρήστη τόσο να ενημερωθεί για την οπτική αναπαράσταση όσο και να αλληλεπιδράσει με αυτήν.

Αλληλεπίδραση

Συγκεκριμένα έχουν υλοποιηθεί τρία κουμπιά με λειτουργίες που στοχεύουν στην ενίσχυση και την διευκόλυνση της εξερεύνησης του γραφήματος μέσω της αλληλεπίδρασης του χρήστη με αυτό.

Οι λειτουργίες που μπορεί να εκτελέσει ο χρήστης πάνω στο γράφημα και να αλλάξει την μορφή του είναι:

1. Απόκρυψη Ετικετών

Κάθε κόμβος του γραφήματος έχει μία ετικέτα με το όνομα του, δηλαδή το όνομα του μαθήματος που αντιπροσωπεύει. Με την λειτουργία απόκρυψη ετικετών οι ετικέτες όλων των κόμβων του γραφήματος αποκρύπτονται.

2. Μόνο Μαθήματα Κορμού

Με την λειτουργία μόνο μαθήματα κορμού, οι κόμβοι που αντιπροσωπεύουν μαθήματα επιλογής διαγράφονται από το γράφημα και παραμένουν μόνο οι κόμβοι που αποτελούν μαθήματα κορμού.

3. Ανανέωση

Με την ανανέωση το γράφημα του υπερβολικού δέντρου επιστρέφει στην αρχική του μορφή.

Ενημέρωση

Ακόμη έχει υλοποιηθεί ένα κουμπί που όταν ο χρήστης τοποθετήσει το ποντίκι στο εικονίδιο του κουμπιού εμφανίζεται ένα πλαίσιο με πληροφορίες σχετικά με την οπτική αναπαράσταση όπως για παράδειγμα τι συμβολίζει το χρώμα του κόμβου και το σχήμα. Τέλος ο χρήστης έχει την δυνατότητα να δει μια ολοκληρωμένη περιγραφή για το κάθε μάθημα απλά τοποθετώντας το ποντίκι πάνω στον κόμβο που αντιπροσωπεύει το αντίστοιχο μάθημα.

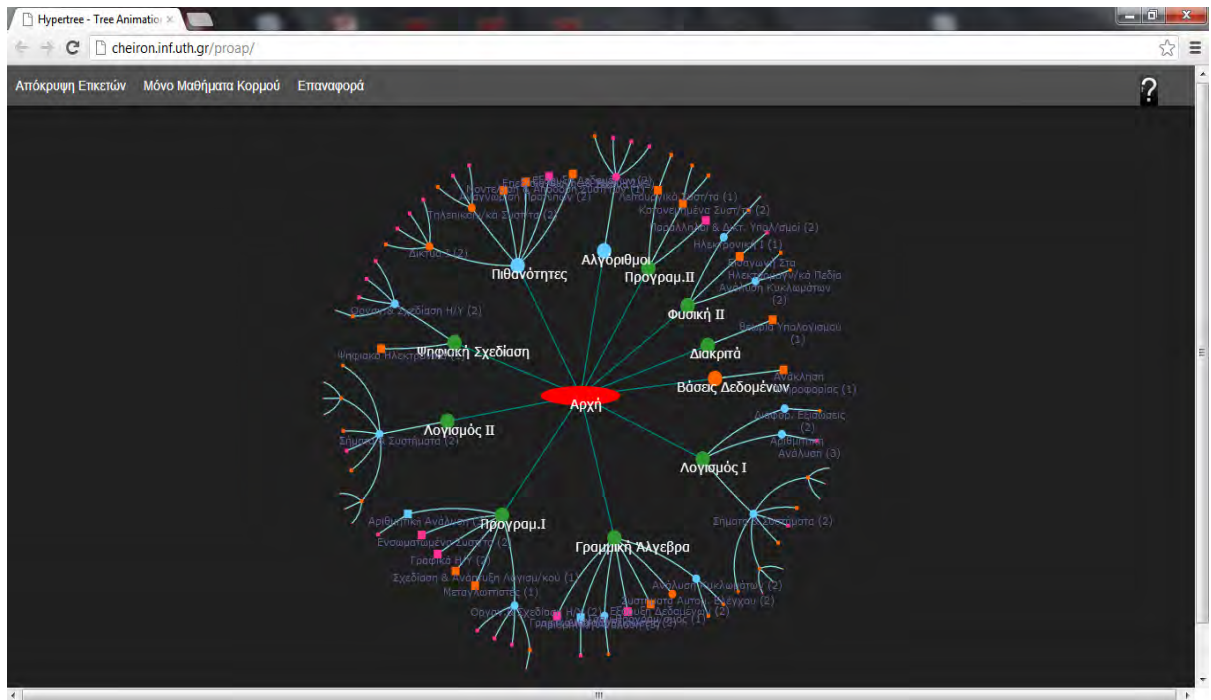
3.1.6 Εργαλεία

Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της οπτικής αναπαράστασης της δομής των προαπαιτούμενων μαθημάτων στο διαδίκτυο είναι τα παρακάτω:

- HTML (<http://en.wikipedia.org/wiki/HTML>)
Είναι η κύρια γλώσσα περιγραφής της δομής που απαιτείται για την δημιουργία των αντικειμένων μιας ιστοσελίδας.
- CSS (<http://www.w3.org/Style/CSS/>)
Είναι η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται για μορφοποίηση των αντικειμένων μιας ιστοσελίδας. Μπορεί να ενσωματωθεί στην HTML, και να καθορίσει την διάταξη και την εμφάνιση των στοιχείων της. Την χρησιμοποιήσαμε για τον σχεδιασμό του περιβάλλοντος του χρήστη, όπως είναι η εμφάνιση των κουμπιών, καθώς και για την εμφάνιση του υπερβολικού δέντρου.
- Javascript (<http://www.w3schools.com/js/default.asp>)
Είναι η γλώσσα προγραμματισμού δίνει λειτουργικότητα και αλληλεπίδραση σε μία ιστοσελίδα. Την χρησιμοποιήσαμε για τις λειτουργίες που εκτελούν τα κουμπιά καθώς και τις λειτουργίες του υπερβολικού δέντρου.
- JSON (<http://www.json.org/>)
Είναι ένα σύνολο κανόνων, μία σύνταξη, που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και την ανταλλαγή πληροφορίας με την μορφή κειμένου. Τα δεδομένα που δέχεται η εφαρμογή μας ως είσοδο για την υλοποίηση της οπτικοποίησης είναι σε μορφή JSON.
- Javascript Infovis Toolkit (<http://thejit.org/>)
Είναι η βιβλιοθήκη Javascript την οποία χρησιμοποιήσαμε για την υλοποίηση της οπτικοποίησης καθώς μας παρείχε την τεχνική οπτικοποίησης του υπερβολικού δέντρου.

3.1.7 Επίδειξη

Στην εικόνα 3.1 φαίνεται η εφαρμογή που υλοποιήσαμε για την οπτικοποίηση της δομής των προαπαιτούμενων μαθημάτων. Στο πάνω μέρος, υπάρχουν στα δεξιά τρία κουμπιά για τις λειτουργίες που περιγράψαμε πιο πάνω, και θα παρουσιάσουμε αναλυτικά στη συνέχεια, και αριστερά ένα κουμπί για παροχή πληροφοριών στον χρήστη.



Εικόνα 3.1 Υπερβολικό Δέντρο Προαπαιτούμενων Μαθημάτων

- ❖ Πατώντας το κουμπί «Απόκρυψη Ετικετών», αυτό γίνεται μπλε και οι ετικέτες αποκρύπτονται από το γράφημα, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.2.



Εικόνα 3.2 Λειτουργία της Απόκρυψης Ετικετών

Το κουμπί παραμένει μπλε όσο είναι ενεργή η απόκρυψη ετικετών, ενώ αν ο χρήστης το πατήσει δεύτερη φορά οι ετικέτες εμφανίζονται και το κουμπί παύει να είναι μπλε.

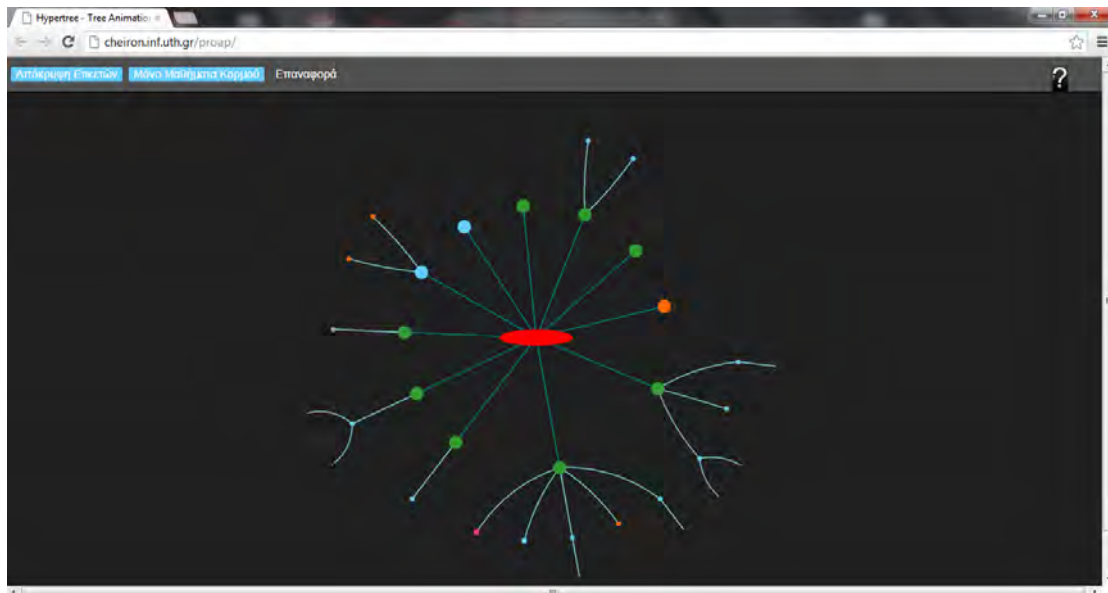
- ❖ Πατώντας το κουμπί «Μόνο Μαθήματα Κορμού» αυτό γίνεται μπλε και στο γράφημα παραμένουν μόνο τα μαθήματα κορμού, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 3.3 Λειτουργία Μόνο Μαθήματα Κορμού

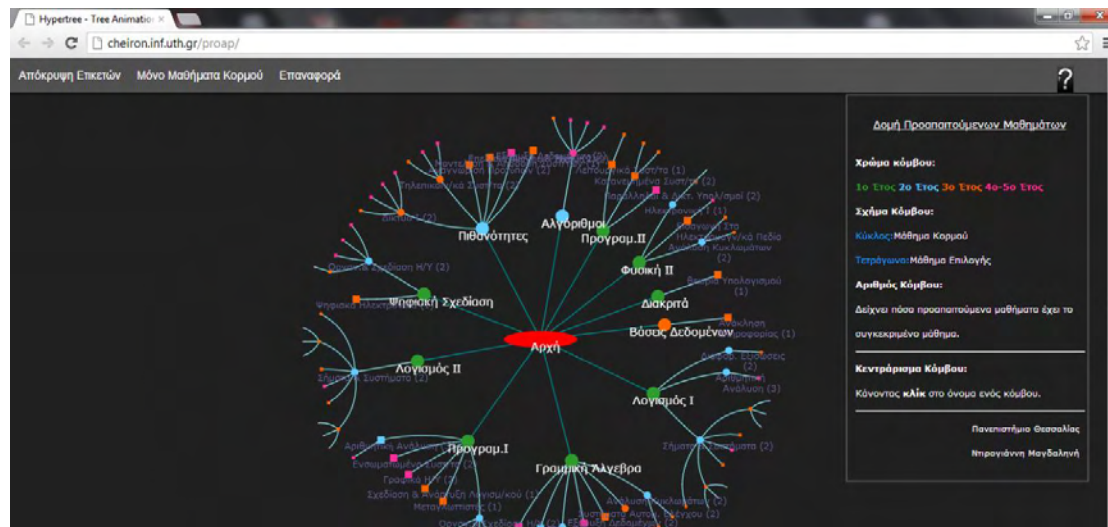
Το κουμπί παραμένει μπλε μέχρι την στιγμή που ο χρήστης θα το πατήσει ξανά, και τα μαθήματα θα επιλογής θα εμφανιστούν ξανά στο γράφημα.

- ❖ Ο χρήστης μπορεί να συνδυάσει τις λειτουργίες δύο κουμπιών μαζί, και να έχει ταυτόχρονα ενεργοποιημένα, την «Απόκρυψη Ετικετών» και «Μόνο Μαθήματα Κορμού», όπως φαίνεται παρακάτω:



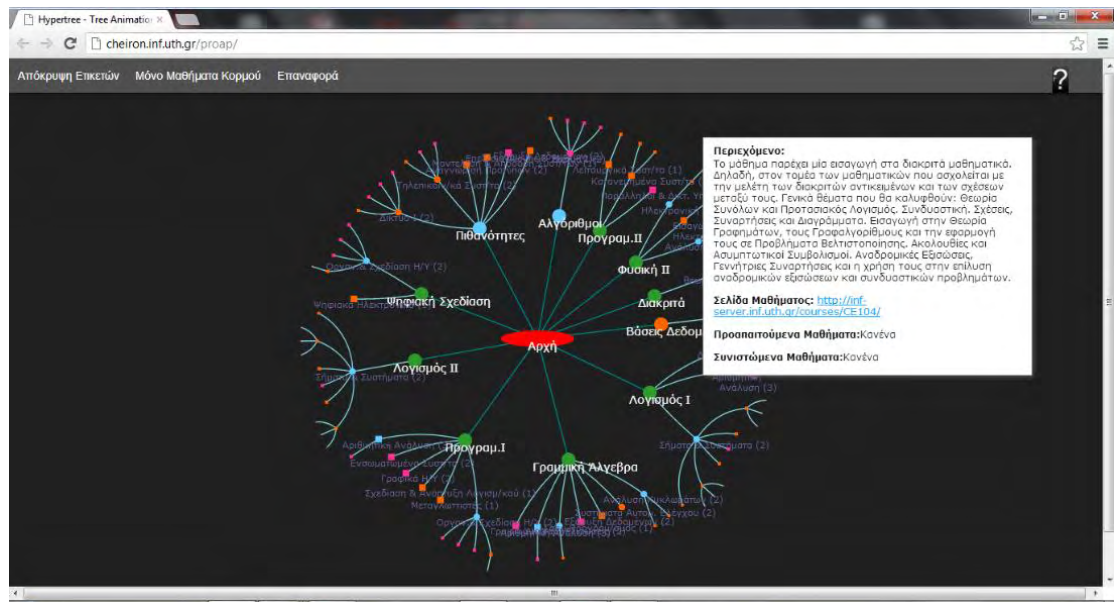
Εικόνα 3.4 Συνδυασμός των "Απόκρυψη Ετικετών" και "Μόνο Μαθήματα Κορμού"

- ❖ Ο χρήστης πηγαίνοντας με το ποντίκι στο εικονίδιο στο πάνω αριστερά μέρος της οθόνης εμφανίζεται ένα πλαίσιο πληροφοριών, όπως φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 3.5 Εμφάνιση πλαισίου πληροφοριών με κλικ στο εικονίδιο του ερωτηματικού

- ❖ Τοποθετώντας το ποντίκι πάνω στον κόμβο ενός μαθήματος μπορεί να εμφανίζεται η περιγραφή του μαθήματος, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 3.6 Εμφάνιση περιγραφής μαθήματος όταν πάω το ποντίκι πάνω στον κόμβο

Εδώ έχουμε τοποθετήσει το ποντίκι πάνω στον κόμβο με όνομα Διακριτά και το πλαίσιο με την περιγραφή εμφανίστηκε.

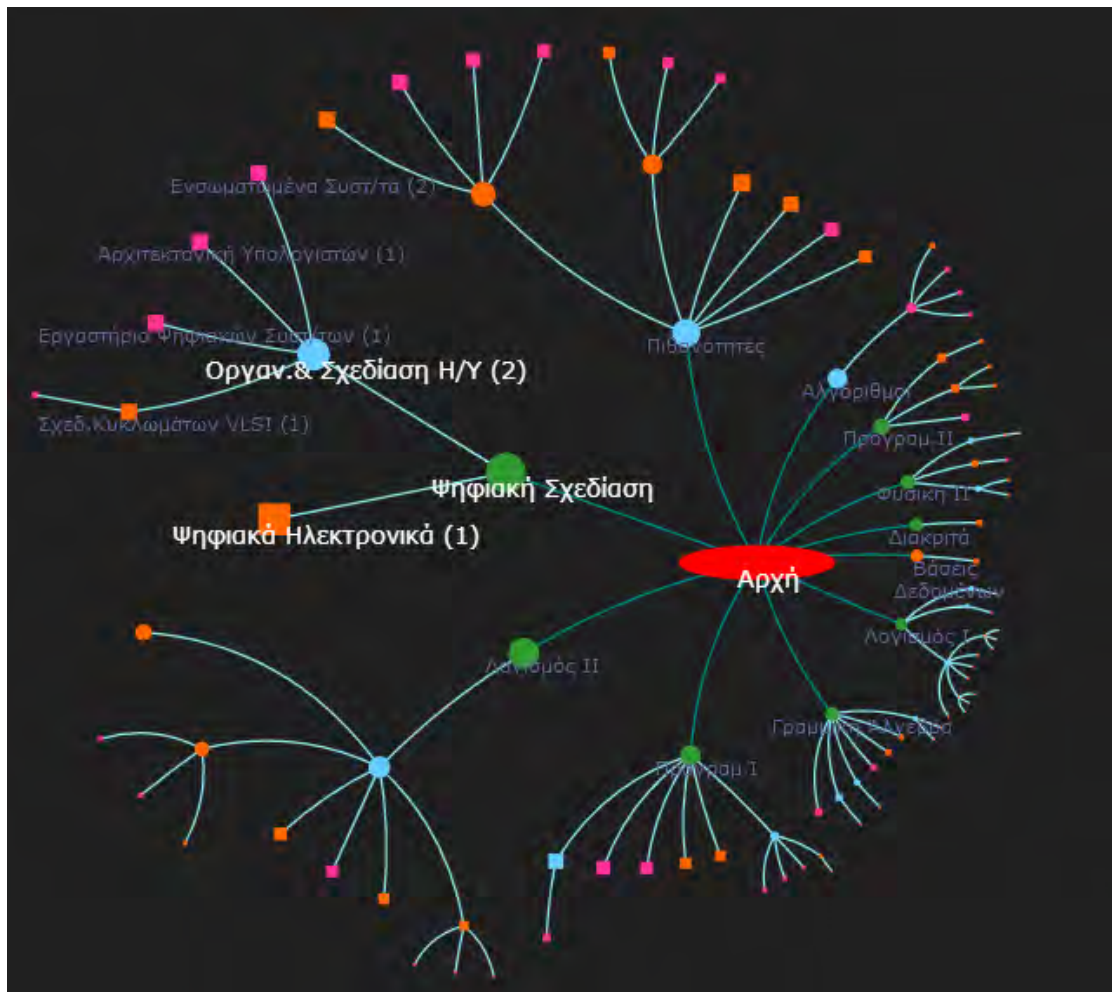
- ❖ Ο χρήστης κάνοντας κλικ στην ετικέτα ενός κόμβου, φέρνει τον κόμβο αυτόν στο κέντρο της οθόνης, αλλάζοντας την γενική εικόνα του δέντρου, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 3.7 Κάνοντας κλικ στον κόμβο Φυσική II, γίνεται το κέντρο του δέντρου

Στην εικόνα αυτή έχουμε πατήσει το μάθημα Φυσική II, το οποίο έχει έρθει στο κέντρο.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το δέντρο με περισσότερη λεπτομέρεια. Εδώ έχουμε κάνει κλικ στον κόμβο με όνομα Ψηφιακή Σχεδίαση και αυτός έχει έρθει στο κέντρο.



Εικόνα 3.8 Ο κόμβος Ψηφιακή Σχεδίαση έχει έρθει στο κέντρο αφού κάναμε κλικ σε αυτόν.

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε στην εικόνα, η Ψηφιακή Σχεδίαση αποτελεί προαπαιτούμενο για την Οργάνωση & Σχεδίαση Η/Υ και για τα Ψηφιακά Ηλεκτρονικά. Στην παρένθεση στην ετικέτα των μαθημάτων είναι ο αριθμός των προαπαιτούμενων μαθημάτων που έχει το μάθημα.

3.2 Δημοσιεύσεις Μελών ΔΕΠ

Αναμφισβήτητα, για ένα πανεπιστημιακό τμήμα ο αριθμός των δημοσιεύσεων των μελών του διδακτικού ερευνητικού προσωπικού του, αποτελεί μία πολύτιμη (την ουσιαστικότερη) πληροφορία μέσα από την οποία εκπέμπεται το επιστημονικό προφίλ του, η επιστημονική παραγωγικότητα, και η ένταση της δράσης του σε διάφορα θεματικά αντικείμενα.

Η πληροφορία αυτή υπάρχει διαμοιρασμένη σε διάφορους σχετικούς ιστοχώρους όπως είναι το [Scopus](#) το οποίο αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες και πιο σύγχρονες διεπιστημονικές βάσεις βιβλιογραφικών δεδομένων, ή εντοπίζεται με την βοήθεια του Google Scholar ή και άλλων παρόμοιων οργανισμών και ιστοχώρων.

Στην πρωτογενή της μορφή η πληροφορία αυτή δεν είναι παρά ένα σύνολο από ακατέργαστα δεδομένα, δηλαδή τίτλοι δημοσιεύσεων, ονόματα μελών, θεματικές ενότητες.

Συνεπώς καθίσταται φανερό πως η πληροφορία αυτή είναι δύσκολο τόσο να ανευρεθεί όσο και να γίνει αντιληπτή. Ιδιαίτερα από αυτούς που δεν είναι ειδικοί σε κάποιο συγκεκριμένο θεματικό αντικείμενο για τους οποίους πολύ συχνά η πρωτογενής αυτή πληροφορία είναι παντελώς άχρηστη.

Για τον λόγο αυτόν κρίναμε χρήσιμο να αναπτύξουμε διαδικτυακές εφαρμογές που περιλαμβάνουν την οπτικοποίηση των δημοσιεύσεων των μελών ΔΕΠ του τμήματος Μηχανικών Η/Υ Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων, με σκοπό να καταστήσουμε την πληροφορία αυτή άμεση και εύκολα κατανοητή από τον κάθε χρήστη.

3.2.1 Στόχος

Με την χρήση της κατάλληλης τεχνικής οπτικοποίησης στοχεύουμε στο να αποκτήσει η πληροφορία μία συγκεντρωτική μορφή που θα της προσδίδει αμεσότητα και εγγύτητα, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να ενημερωθεί για τις δημοσιεύσεις γρήγορα και εύκολα χωρίς να χρειάζεται να ανατρέχει σε ανάλογους ιστοχώρους.

Επίσης στόχος της οπτικοποίησης είναι να βοηθήσει τον χρήστη να αντιληφθεί εύκολα την πληροφορία αλλά και να την κατανοήσει. Σημαντικό είναι η οπτικοποίηση να δίνει κίνητρο στον χρήστη να κάνει συγκρίσεις και συσχετισμούς πάνω σε στην πληροφορία που λαμβάνει οπτικά, και να εμπνέει τους προβληματισμούς και τους στοχασμούς του. Θέλουμε ο χρήστης να αντλεί με έναν σαφή και εύκολο τρόπο γνώση.

Η πληροφορία που θέλουμε να οπτικοποιήσουμε είναι σύνθετη, καθώς υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τύποι δημοσιεύσεων. Κάθε δημοσίευση μπορεί να είναι,

- Άρθρο σε περιοδικό
- Άρθρο σε συνέδριο
- Άλλο

Επίσης κάθε ένας από τους παραπάνω τύπους έχει διαφορετική θεματική ενότητα, και οι θεματικές ενότητες είναι οι εξής τρείς:

- Λογισμικού
- Υλικού
- Επιστήμη Μαθηματικών

Για να πετύχουμε τον στόχο μας ο οποίος είναι η οπτικοποίηση να παρέχει στον χρήστη μία ολοκληρωμένη εικόνα της πληροφορίας με μία εύληπτη μορφή που θα συμβάλλει στην σωστή ενημέρωση και εύκολη κατανόηση, θέσαμε τις παρακάτω προδιαγραφές.

1. Να μπορεί ο χρήστης να ενημερωθεί άμεσα για τον αριθμό κάθε τύπου δημοσιεύσεων για κάθε μέλος ΔΕΠ.
2. Να μπορεί ο χρήστης να διακρίνει εύκολα το μερίδιο δημοσιεύσεων κάθε μέλους ΔΕΠ, καθώς και το μερίδιο που καταλαμβάνει κάθε τύπος και κάθε ενότητα δημοσίευσης.
3. Να μπορεί ο χρήστης να κάνει συγκρίσεις.

3.2.2 Σχεδιασμός

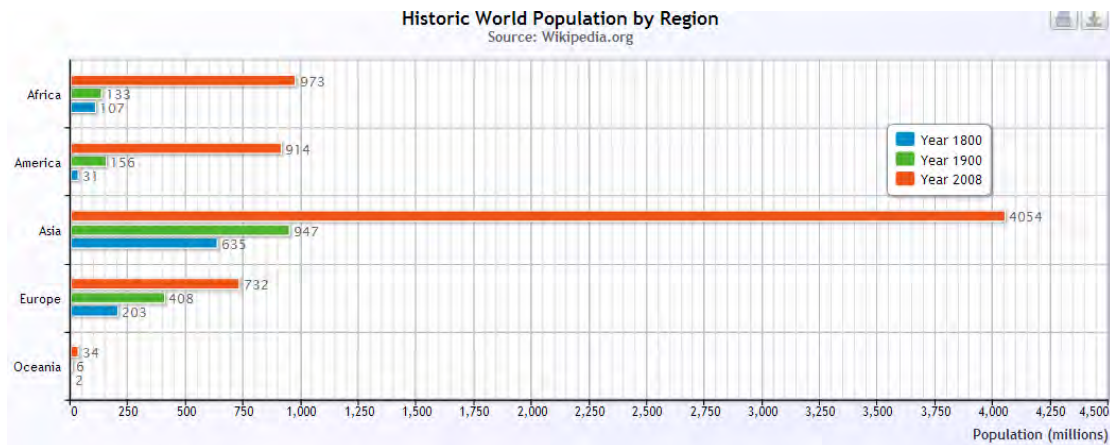
Για να είναι αποδοτική η οπτικοποίηση της πληροφορίας πρέπει η τεχνική που θα διαλέξουμε για να οπτικοποιήσουμε τα δεδομένα μας να ταιριάζει με την φύση τους. Με αυτόν τον τρόπο αναδεικνύεται σωστά και στον μέγιστο βαθμό η αξία της οπτικοποίησης. Για να το πετύχουμε αυτό πρέπει να μελετήσουμε τα δεδομένα.

Όπως αναφέραμε και πριν η πληροφορία που θέλουμε να οπτικοποιήσουμε είναι σύνθετη καθώς για να πετύχουμε την πλήρη ενημέρωση του χρήστη σχετικά με τις δημοσιεύσεις πρέπει να του παρέχουμε τις απαραίτητες λεπτομέρειες. Αυτό όμως πρέπει να γίνει με ένα ξεκάθαρο τρόπο.

Για τον λόγο αυτό, επιλέξαμε να υλοποιήσουμε δύο διαφορετικές οπτικοποιήσεις που η κάθε μία θα αναδεικνύει με τον τρόπο της τα διάφορα τμήματα της πληροφορίας και θα πληροί συγκεκριμένες από τις προδιαγραφές.

Ραβδόγραμμα

Αρχικός στόχος μας, είναι να δείξουμε για κάθε μέλος ΔΕΠ τον αριθμό κάθε τύπου δημοσιεύσεων που έχει πραγματοποιήσει. Τα δεδομένα αυτά είναι ποσοτικά οπότε πρέπει να επιλέξουμε μία τεχνική που να τα απεικονίζει με εύληπτο τρόπο. Μία τεχνική οπτικοποίησης που από την μία πλευρά είναι αρκετά συμβατική αλλά από την άλλη πλευρά δεν παύει να είναι αρκετά αποτελεσματική για την παρουσίαση ποσοτικών δεδομένων, είναι το *ραβδόγραμμα*, γνωστό και ως *bar chart*, το οποίο φαίνεται στην εικόνα 3.2.1.



Εικόνα 3.9 Παράδειγμα Ραβδογράμματος

Με το ραβδόγραμμα, η ποσότητα των δημοσιεύσεων κάθε τύπου απεικονίζεται στο μήκος της ράβδου. Αξίζει να τονίσουμε για ακόμη μία φορά πως το μέγεθος αποτελεί σημαντικό οπτικό χαρακτηριστικό που όταν αποδίδεται στα οπτικά στοιχεία που συνθέτουν την αναπαράσταση μας, στην περίπτωση μας αυτά είναι οι ράβδοι, τότε ενισχύει την αντίληψη.

Για να διαχωρίσουμε τους τρεις τύπους δημοσιεύσεων που έχουμε χρησιμοποιήσαμε διαφορετικό χρώμα, ώστε να είναι γίνεται άμεσα αντιληπτή η διάκριση μεταξύ του αν είναι άρθρο σε περιοδικό, άρθρο σε συνέδριο και άλλο.

Αυτό που πετυχαίνει η χρήση του ραβδογράμματος για την οπτικοποίηση της πληροφορίας είναι να διευκολύνει την σύγκριση ανάμεσα στους διαφορετικούς τύπους δημοσιεύσεων για κάθε μέλος ΔΕΠ.

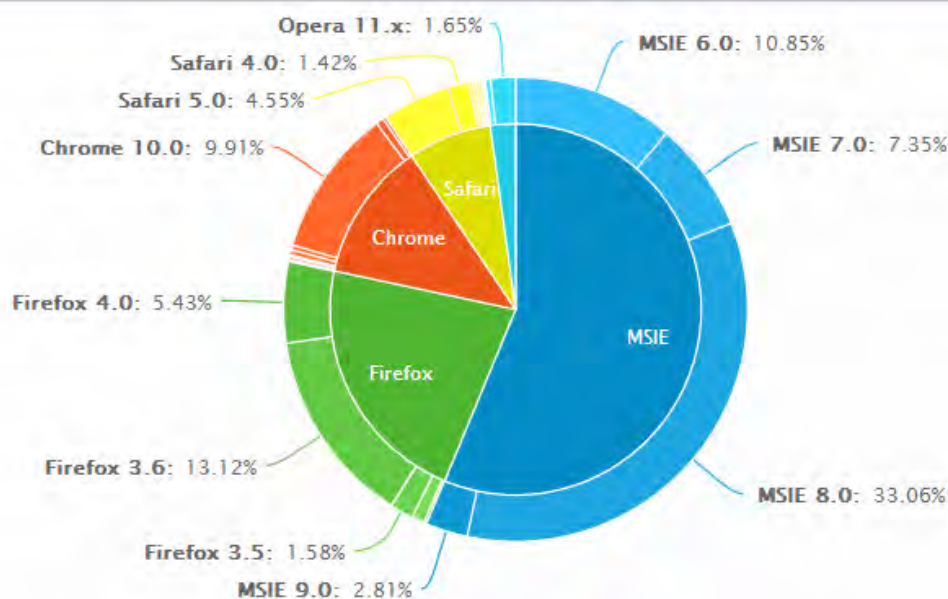
Διάγραμμα πίτας πολλών επιπέδων

Κρίναμε πως θα ήταν σημαντικό για τον χρήστη να μπορεί να διακρίνει το μερίδιο δημοσιεύσεων που κατέχει κάθε μέλος σε σύγκριση με το σύνολο των δημοσιεύσεων. Συγχρόνως θα ήταν επιθυμητό να μπορεί να διακρίνει για το κάθε μερίδιο ποιά είναι το αντίστοιχο μερίδιο του κάθε τύπου, και αντίστοιχα της κάθε θεματικής ενότητας σε σχέση με το σύνολο.

Η τεχνική οπτικοποίησης που χρησιμοποιείται για την παρουσίαση ποσοστών ενός συνόλου είναι το διάγραμμα πίτας. Το διάγραμμα πίτας είναι η πιο συνηθισμένη τεχνική αλλά είναι συχνά και η πιο αποδοτική.

Όταν επιθυμώ να παρουσιάσω μερίδια ενός συνόλου και ταυτόχρονα για το κάθε μερίδιο να παρουσιάσω επιμέρους μερίδια, τότε μπορώ να έχω ένα διάγραμμα πίτας πολλών επιπέδων. Κάθε επίπεδο θα αποτελεί μία επιπλέον κατηγοριοποίηση της κάθε κατηγορίας που έχω. Ένα διάγραμμα πίτας δύο επιπέδων φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

Browser market share, April, 2011



Εικόνα 3.10 Διάγραμμα Πίτας 2-επιπέδων. Στο πρώτο επίπεδο απεικονίζεται το μερίδιο κάθε φυλλομετρητή, ενώ στο δεύτερο επίπεδο φαίνεται το μερίδιο κάθε έκδοσης για κάθε μερίδιο του πρώτου επιπέδου.

Είναι ξεκάθαρο πως στην περίπτωση μας θα έχουμε τρία επίπεδα καθώς αρχικά θέλουμε να παρουσιάσουμε το μερίδιο δημοσιεύσεων του κάθε μέλους ΔΕΠ (1^ο επίπεδο), στη συνέχεια για κάθε μερίδιο του 1^ο επιπέδου θέλουμε το μερίδιο του τύπου της δημοσίευσης (2^ο επίπεδο) και τέλος για κάθε μερίδιο του 2^{ου} επιπέδου θέλουμε να παρουσιάσουμε το μερίδιο της θεματικής ενότητας (3^ο επίπεδο). Συνεπώς η κατάλληλη μέθοδος οπτικοποίησης της πληροφορίας μου είναι ένα διάγραμμα πίτας τριών επιπέδων. Τέλος για να διαφοροποιείται το μερίδιο δημοσιεύσεων του κάθε μέλους ΔΕΠ χρησιμοποιήσαμε διαφορετικό χρώμα για το κάθε ένα μέλος.

3.2.3 Υλοποίηση

3.2.3.1 Τεχνολογίες

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι παρακάτω:

- HTML (<http://en.wikipedia.org/wiki/HTML>)
Είναι η κύρια γλώσσα προγραμματισμού για την δημιουργία των αντικειμένων μιας ιστοσελίδας
CSS (<http://www.w3.org/Style/CSS/>)
Είναι η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται για μορφοποίηση των αντικειμένων μιας ιστοσελίδας. Μπορεί να ενσωματωθεί στην HTML, και να καθορίσει την διάταξη και την εμφάνιση των στοιχείων της.
- Javascript (<http://en.wikipedia.org/wiki/JavaScript>)
Είναι η γλώσσα προγραμματισμού δίνει λειτουργικότητα και αλληλεπίδραση σε μία ιστοσελίδα.
- jQuery (<http://jquery.com/>)

Είναι μία βιβλιοθήκη που βασίζεται στην Javascript και κάνει την υλοποίηση κάποιων λειτουργιών πιο εύκολη, με αποτέλεσμα την συγγραφή λιγότερου κώδικα για τις ίδιες λειτουργίες.

- AJAX (<http://www.w3schools.com/ajax/default.asp>) . Είναι μία τεχνολογία που παρέχει την δυνατότητα ανταλλαγής δεδομένων με έναν εξυπηρετητή αλλά και την δυνατότητα ανανέωσης στοιχείων μιας ιστοσελίδας ασύγχρονα.
- Highcharts JS (<http://www.highcharts.com/>).
Η βιβλιοθήκη Javascript που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση των οπτικοποιήσεων. Παρέχει μία ποικιλία έτοιμων οπτικοποιήσεων οι οποίες μπορούν να προσαρμοστούν από τον χρήστη στα δεδομένα που θέλει να οπτικοποιήσει και στις εκάστοτε ανάγκες.
- JSON (<http://www.json.org/>)
Είναι ένα σύνολο κανόνων, μία σύνταξη, που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και την ανταλλαγή πληροφορίας με την μορφή κειμένου.

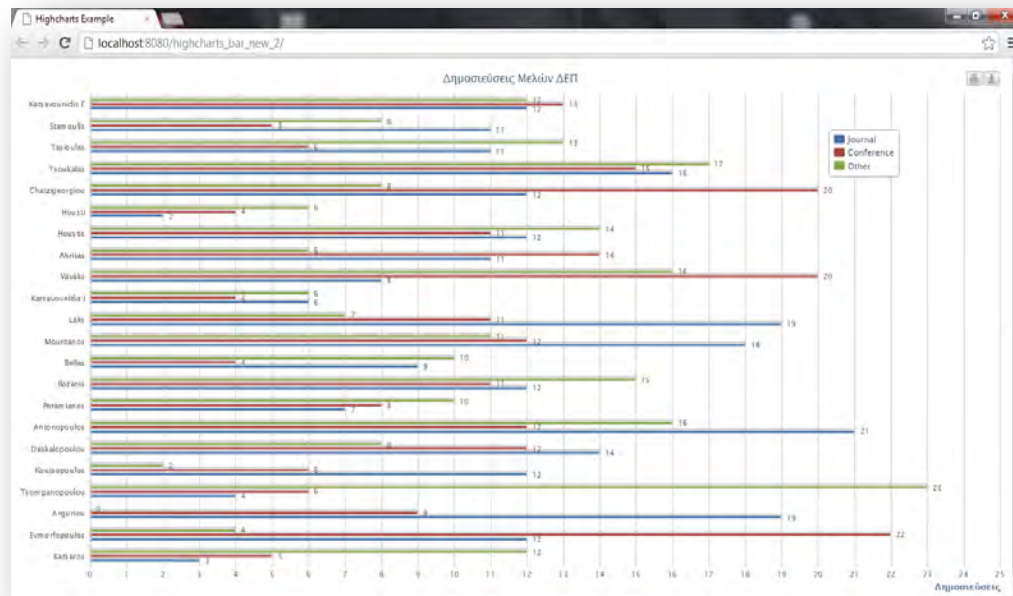
3.2.3.2 Πραγμάτωση

Οι δύο εφαρμογές, το ραβδόγραμμα και το διάγραμμα πίτας πολλών επιπέδων έχουν υλοποιηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να έχουν την δυνατότητα να συνδεθούν με μία εφαρμογή στην μεριά του εξυπηρετητή (server side) η οποία θα μπορεί να λαμβάνει δεδομένα από εφαρμογές όπως το Scopus και το Google Scholar. Συγκεκριμένα η server-side εφαρμογή θα κάνει αίτηση για δεδομένα από το Scopus. Όταν θα λαμβάνει την απάντηση με τα δεδομένα θα πρέπει αφού τα επεξεργαστεί (parse) να τα επιστρέψει με την κατάλληλη μορφή σε ένα αρχείο, στις εφαρμογές οπτικοποίησης που έχουμε υλοποιήσει.

Τόσο το ραβδόγραμμα όσο και η πίτα πολλών επιπέδων έχουν υλοποιηθεί ώστε χρησιμοποιώντας την τεχνολογία AJAX να διαβάζουν τα δεδομένα από ένα αρχείο τύπου JSON οποίο θα μπορεί να είναι για παράδειγμα το αρχείο που αναφέραμε παραπάνω. Η υλοποίηση της server – side μεριάς δεν έχει για καθαρά τεχνικούς λόγους, πλήρως ολοκληρωθεί την στιγμή που συντάσσεται η διπλωματική αυτή εργασία. Για τον λόγο αυτόν, το αρχείο δεδομένων που διαβάζεται από τις εφαρμογές, αποτελείται από εικονικά δεδομένα. Οι αριθμοί δημοσιεύσεων είναι προς το παρόν ενδεικτικοί και βεβαίως δεν ανταποκρίνονται στα πραγματικά στοιχεία.

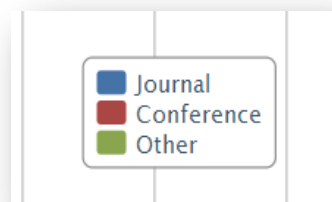
3.2.3.3 Επίδειξη

Στην εικόνα 3.11 φαίνεται η εφαρμογή που υλοποιήσαμε για την απεικόνιση του ραβδόγραμματος



Εικόνα 3.11 Ραβδόγραμμα Δημοσιεύσεων Μελών Δ.Ε.Π. Για κάθε μέλος παρουσιάζεται ο αριθμός των 3 τύπων δημοσιεύσεων, σε περιοδικό, σε συνέδριο, άλλο.

Ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει με την εφαρμογή, αφού επιλέγοντας ένα από τα είδη που φαίνονται στο πλαίσιο πληροφοριών (Εικόνα) στο πάνω αριστερά μέρος της αναπαράστασης, οι ράβδοι που αντιστοιχούν σε αυτό διαγράφονται από το γράφημα.



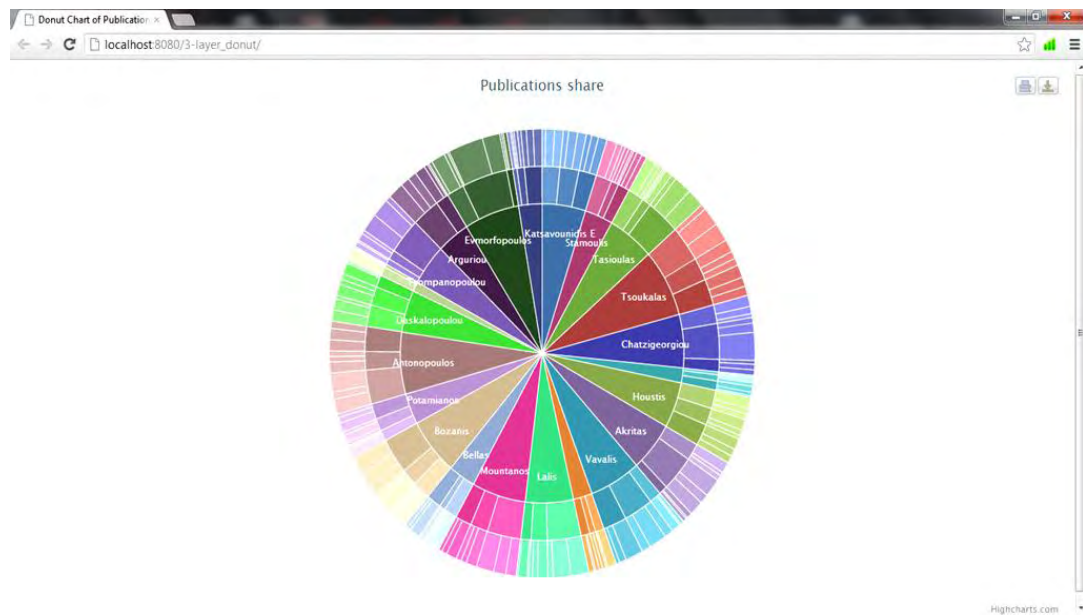
Εικόνα 3.12 Πλαίσιο πληροφοριών. Ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει πατώντας έναν τύπο και αυτός εξαφανίζεται από το διάγραμμα.



Εικόνα 3.13 Επιλογή απόκρυψης της κατηγορίας Journal

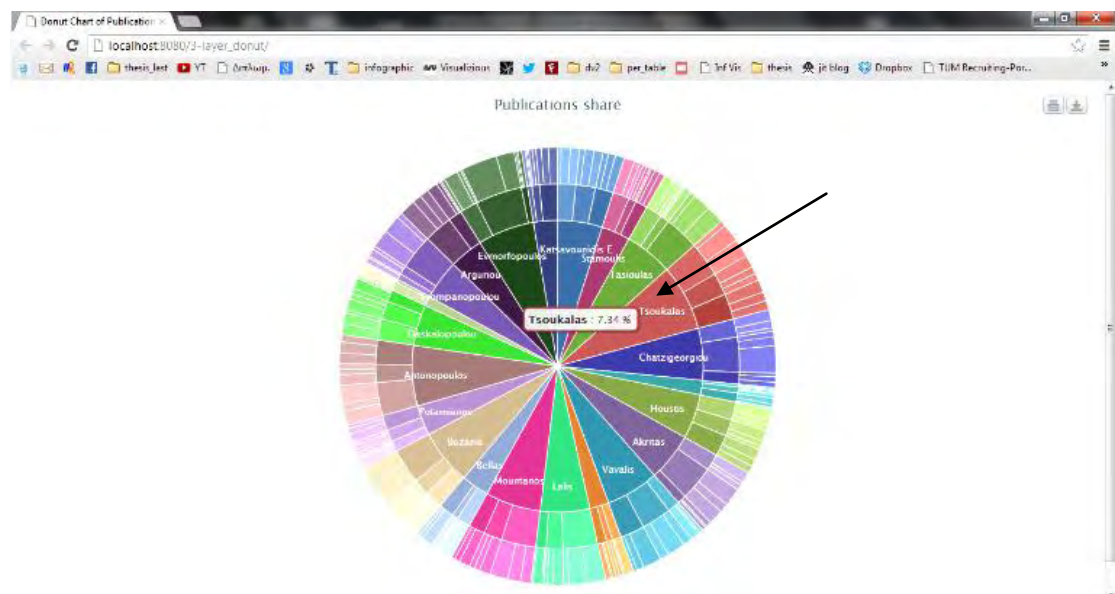
Στην διπλανή εικόνα (εικόνα 3.13) έχουμε επιλέξει το "Journal" οπότε οι μπλε ράβδοι που αντιστοιχούν σε αυτό, δεν απεικονίζονται στο ραβδόγραμμα.

Παρακάτω φαίνεται το διάγραμμα πίτας -3- επιπέδων.



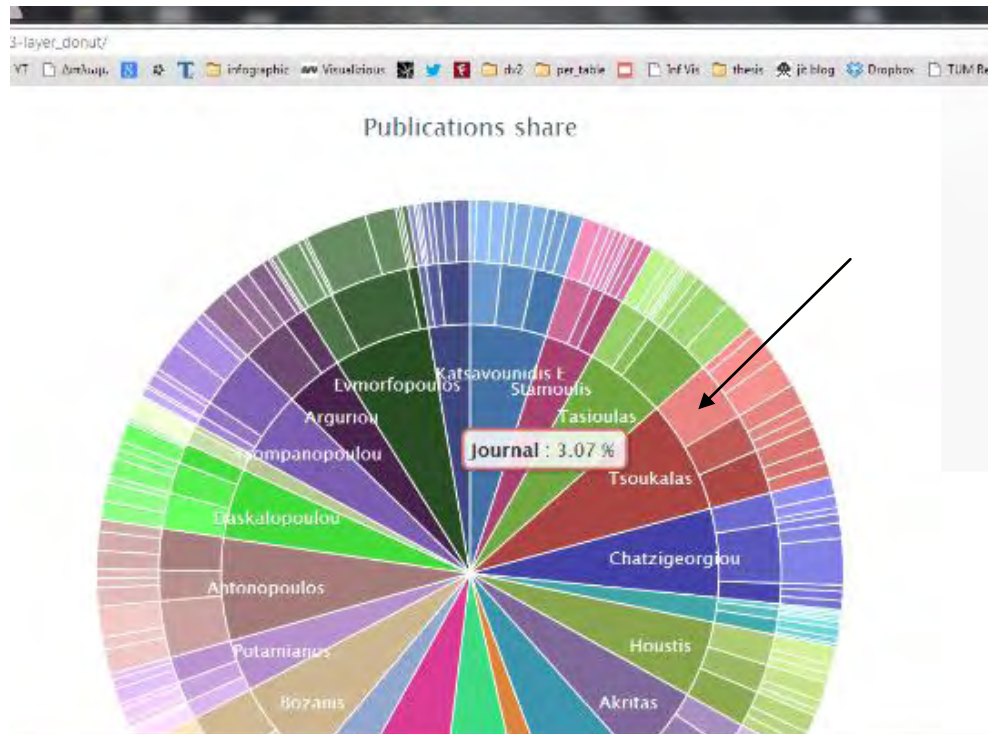
Εικόνα 3.14 Πίτα 3-επιπέδων. 1ο Συνολικό ποσοστό δημοσιεύσεων. 2ο ποσοστό τύπου δημοσιεύσεων. 3ο ποσοστό θεματικής ενότητας κάθε τύπου.

Στο 1^ο επίπεδο (ξεκινώντας από το κέντρο και προς τα έξω) παρουσιάζεται το συνολικό ποσοστό δημοσιεύσεων για κάθε μέλος Δ.Ε.Π. Τα μέλη ξεχωρίζουν μεταξύ τους με το χρώμα. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα τοποθετώντας το ποντίκι πάνω στο κάθε τμήμα να δει το ποσοστό μέσω ενός πλαισίου πληροφοριών που εμφανίζεται. Στην εικόνα 3.15 έχουμε τοποθετήσει το ποντίκι εκεί που δείχνει το μαύρο βέλος, στο όνομα Τσουκαλάς.

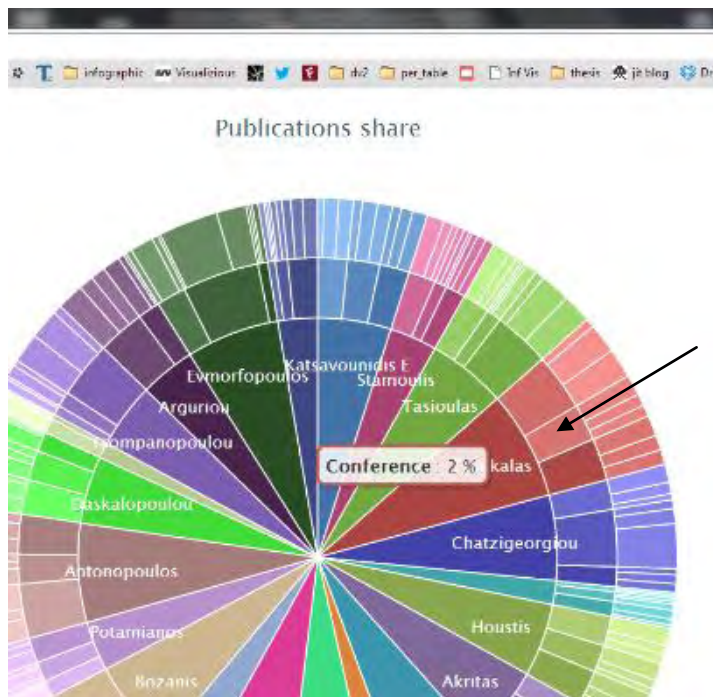


Εικόνα 3.15 Εμφάνιση πλαισίου πληροφοριών για το 1ο επίπεδο

Ας εξετάσουμε με λεπτομέρεια το μέλος Δ.Ε.Π με όνομα Τσουκαλάς. Είδαμε στην εικόνα 3.15 ότι το ποσοστό των δημοσιεύσεων του είναι 7.34%. Στην εικόνα 3.16 έχουμε τοποθετήσει το ποντίκι εκεί που δείχνει το μαύρο βέλος και βλέπουμε πως από το 7.43% , 3.07% είναι δημοσιεύσεις τύπου journal.



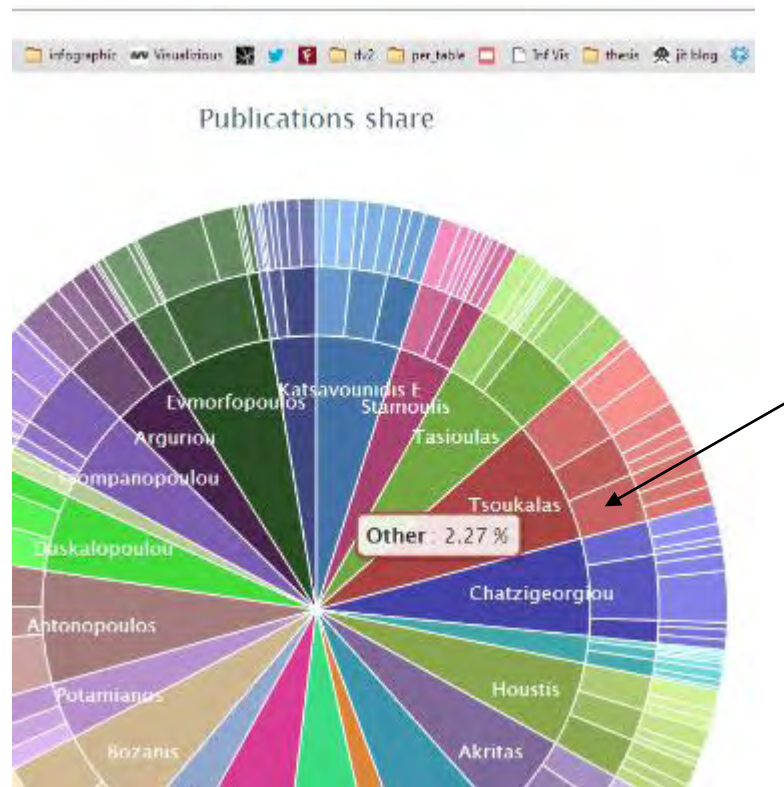
Εικόνα 3.16 Τοποθετώ το ποντίκι εκεί που δείχνει το μαύρο βέλος και παρατηρώ ότι το ποσοστό των δημοσιεύσεων σε περιοδικό (journal) , για τον κ. Τσουκαλά, είναι 3.07%



Στην εικόνα 3.17 βλέπω ότι το ποσοστό των δημοσιεύσεων σε συνέδριο είναι 2% .

Εικόνα 3.17 Ποσοστό των δημοσιεύσεων σε συνέδριο

Τέλος όπως φαίνεται στην εικόνα 3.18 το ποσοστό των δημοσιεύσεων άλλων τύπων είναι 2.27 %



Εικόνα 3.18 Ποσοστό τύπου other

Οπότε ,καταλήγω πως ο κ. Τσουκαλάς διαθέτει το 7.34% των συνολικών δημοσιεύσεων ,δηλαδή των δημοσιεύσεων όλων των μελών Δ.Ε.Π.

Το 7.34% διαφείται ως εξής:

3.07% είναι journal

2% είναι conference

2.27% είναι other, όπως φαίνεται και από τις εικόνες παραπάνω.

4 Γράφημα Πληροφοριών (Infographic)

4.1 Τι είναι

Ένα γράφημα πληροφορίας είναι μία οπτική, γραφική αναπαράσταση της πληροφορίας που συχνά συνοδεύεται από κείμενο, και χρησιμοποιεί σχεδιαστικά στοιχεία για να ενισχύσει την εύκολη και γρήγορη κατανόηση της πληροφορίας.

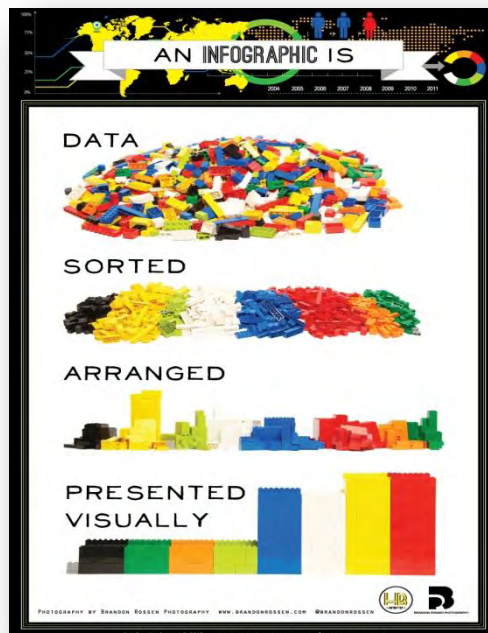
Το γράφημα πληροφοριών παίρνει μία μεγάλη ποσότητα πληροφοριών που είναι στην μορφή κειμένου ή αριθμών και την συμπυκνώνει σε μία εικόνα που αποτελείται από σύμβολα, σχήματα και μικρά μέρη κειμένου. Αυτό επιτρέπει στον θεατή του γραφήματος να αντιληφθεί γρήγορα τα σημαντικά μέρη της πληροφορίας.

Τα γραφήματα πληροφορίας υπάρχουν παντού γύρω μας, είναι τα σήματα κυκλοφορίας στους δρόμους, οι χάρτες πρόγνωσης καιρού στην εφημερίδα, εγχειρίδια οδηγιών συναρμολόγησης επίπλων, ο χάρτης των στάσεων του μετρό ,τα σύννεφα λέξεων στο διαδίκτυο. Γραφήματα πληροφορίας υπήρχαν πάντα στα σχολικά βιβλία για την επεξήγηση διαφόρων φαινομένων, για παράδειγμα της φωτοσύνθεσης ή του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Παρ'όλο που είναι δύσκολο κάποιος να βρει έναν σαφή ορισμό του τι είναι ένα γράφημα πληροφορίας στην υπάρχουσα βιβλιογραφία, η έννοια αυτή δεν αποτελεί καινοτομία αλλά πολλοί θεωρούν ότι έχει ρίζες στο μακρινό παρελθόν. Συγκεκριμένα, στην αρχαία Αίγυπτο, 5000 χρόνια πριν, τα ιερογλυφικά στις σπηλιές θεωρούνται το πρώτο γράφημα πληροφοριών ενώ πολύ αργότερα το 1490 ο Βιτρούβιος άνθρωπος που σχεδίασε ο Λεονάρντο Ντα Βίντσι είναι ακόμη ένα.

Για το μεγαλύτερο μέρος του 20ου αιώνα τα γραφήματα δεν ήταν τόσο στο προσκήνιο μέχρι τη στιγμή της ευρείας χρήσης του διαδικτύου και της εμφάνισης τεχνολογικών πρωτοποριών που ενίσχυσαν την επικοινωνία.

Στη σημερινή εποχή τα γραφήματα πληροφοριών έχουν κυριολεκτικά κατακλύσει και συνάμα κατακτήσει το διαδίκτυο. Υπάρχουν παντού, στα περισσότερα κοινωνικά μέσα, και σίγουρα κάθε χρήστης του διαδικτύου έχει συναντήσει ένα γράφημα πληροφοριών.



Εικόνα 4.1 Infographic: Τι είναι infographic ?

4.2 Που χρησιμοποιούνται

Τα γραφήματα πληροφοριών χρησιμοποιούνται για να απεικονίσουν δεδομένα ή πληροφορία με έναν συγκεντρωτικό και ευκολονόητο τρόπο.

Ακόμη χρησιμοποιούνται για να αφηγηθούν μία ιστορία και να μεταδώσουν ένα μήνυμα. Ένα γράφημα πληροφοριών είναι συνήθως μία αυτοτελής ιστορία, ή η απεικόνιση μιας διαδικασίας, ενός γεγονότος.

Στη σημερινή εποχή χρησιμοποιούνται κατά κόρον στον τομέα της δημοσιογραφίας και ειδικότερα της διαδικτυακής δημοσιογραφίας λόγω της ανάγκης των χρηστών του διαδικτύου για εύκολη και άμεση ενημέρωση η οποία είναι δυσεύρετη λόγω του κατακλυσμού πληροφορίας που υπάρχει στο διαδίκτυο.

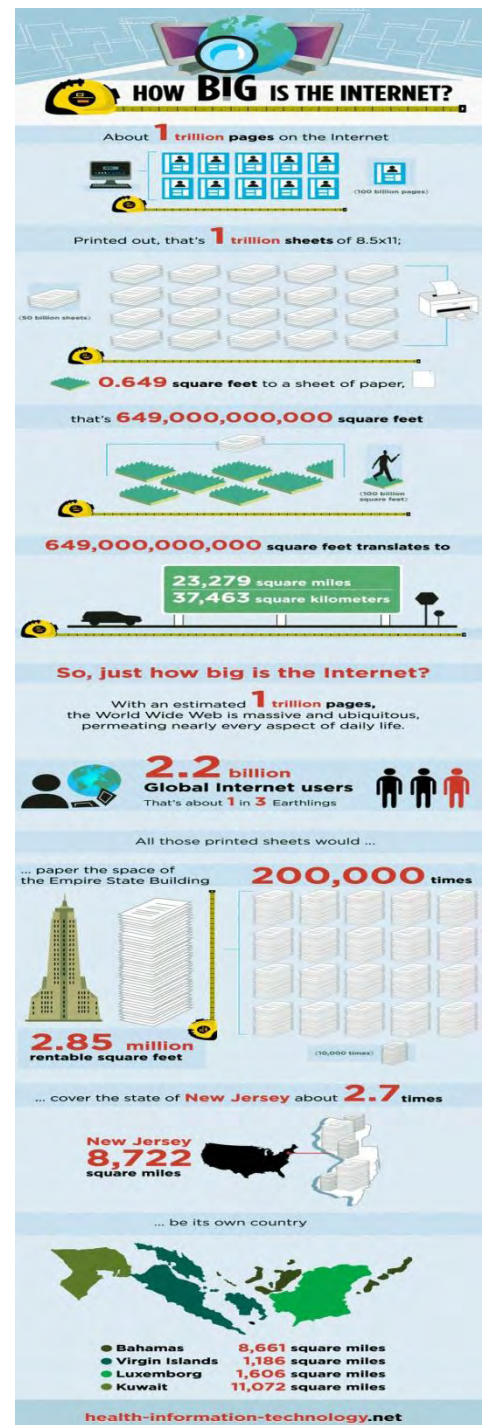
4.2.1 Που οφείλεται η δημοτικότητα τους

Η δημοτικότητα και η σπουδαιότητα των γραφημάτων πληροφορίας απορρέει από το μεγάλο πλεονεκτήματα που έχουν να μεταδίδουν την πληροφορία γρήγορα και αποτελεσματικά. Τι όμως σημαίνει η λέξη αποτελεσματικά;

Αναμφίβολα η πληροφορία είναι ισχυρή αλλά για πολλούς είναι και βαρετή. Η πληροφορία όμως μπορεί εκτός από ισχυρή να είναι και όμορφη αν την απεικονίσουμε με έναν κατανοητό και συγχρόνως οπτικά ελκυστικό τρόπο. Το γράφημα πληροφοριών καταφέρνει να μεταδώσει ένα μήνυμα αποτελεσματικά αφού συνδυάζει την λειτουργικότητα με την αισθητική. Με αυτόν τον τρόπο προσφέρει την κατανόηση πολύπλοκων και διάσπαρτων πληροφοριών που έχουν συγκεντρωθεί και παρουσιαστεί καλαισθητά σε μία εικόνα, ενισχύοντας την αντίληψη των πιο σημαντικών μερών της πληροφορίας με εύληπτο και διαισθητικό τρόπο.

Κανείς δεν μπορεί να αμφισβητήσει το γεγονός ότι είναι πιο ευχάριστο και πιο εύκολο για τους περισσότερους αντί να διαβάσουν ένα μεγάλο άρθρο ή μια ανάρτηση ιστολογίου γεμάτη αριθμούς, συγκρίσεις, τοποθεσίες, χρονολογίες, μονάδες αρίθμησης, να μπορούν να ενημερωθούν και να κατανοήσουν την πληροφορία της ανάρτησης άμεσα, απλά κοιτώντας μία εικόνα με όμορφα σχήματα, ζωντανά χρώματα και περιεκτικό κείμενο. Με αυτόν τον τρόπο η ενημέρωση και η απόκτηση γνώσης γίνεται πιο ελκυστική.

Για παράδειγμα το γράφημα πληροφοριών της εικόνας 4.2 αποσκοπεί στο να μας πληροφορήσει για το πόσο μεγάλο είναι το διαδίκτυο. Καθώς είναι δύσκολο να συλλάβουμε ένα τόσο μεγάλο μέγεθος, το Infographic προσπαθεί να μας το εξηγήσει με



Εικόνα 4.2 Πόσο μεγάλο είναι το διαδίκτυο; (infographic)

φυσικούς όρους. Με αυτήν την αναπαράσταση η πληροφορία του μεγέθους γίνεται μέχρι ενός βαθμού πιο αντιληπτή.

Ακόμη, το γεγονός ότι ζούμε σε μια απαιτητική κοινωνία με γρήγορους ρυθμούς, σε συνδυασμό με τον βομβαρδισμό δεδομένων που δεχόμαστε στο διαδίκτυο, έχει οδηγήσει τον χρήστη του διαδικτύου στην ανάγκη για γρήγορη αλλά ουσιαστική πληροφόρηση, που πρέπει να είναι ελκυστική στο μάτι για να τραβήξει και να διατηρήσει την προσοχή του, αλλά ταυτόχρονα πλούσια σε νόημα και γνώση. Άλλωστε όπως σοφά λέει και η γνωστή φράση «Μία εικόνα αξίζει όσο χίλιες λέξεις».

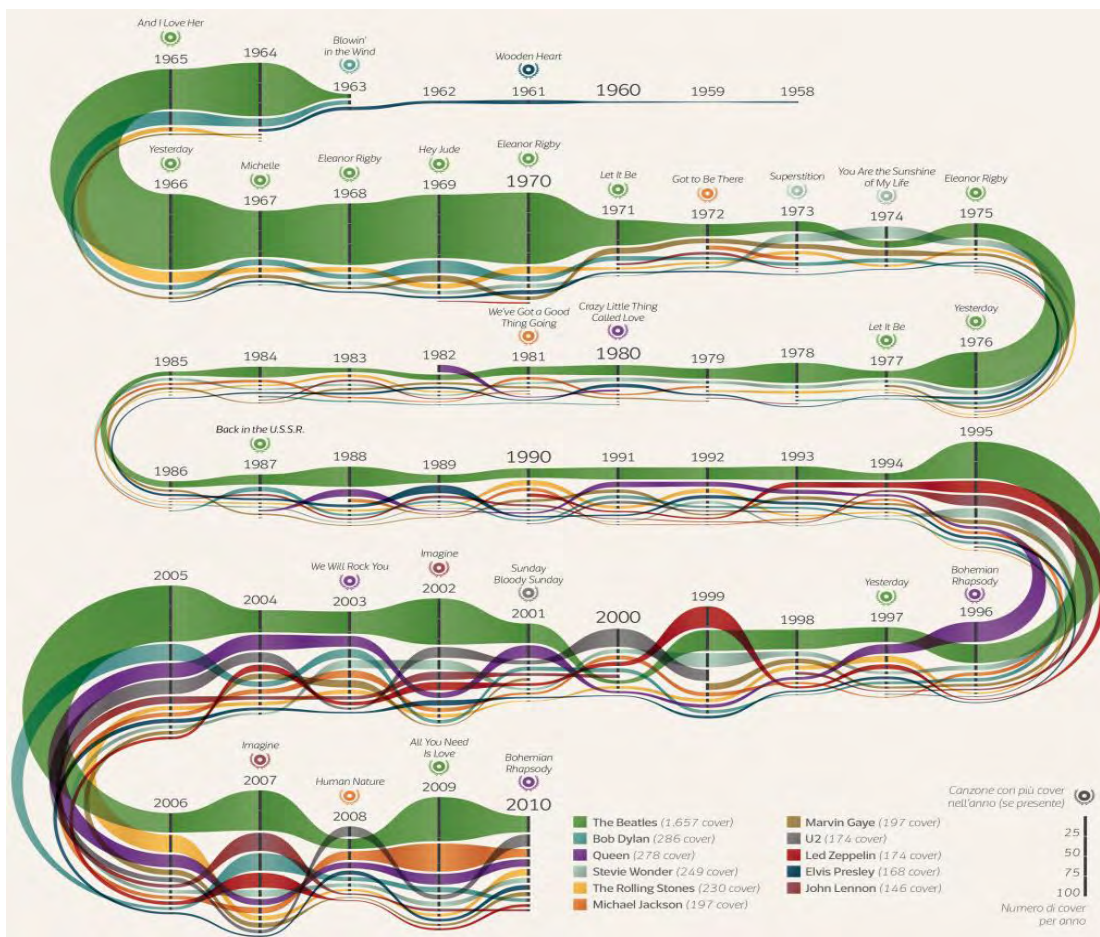
Ακόμη λόγω του ότι σήμερα ο άνθρωπος αφιερώνει πολύ χρόνο στο διαδίκτυο, αφού αποτελεί τον χώρο ενημέρωσης, ψυχαγωγίας και εκπαίδευσης του, φτάνει σε ένα σημείο κορεσμού που δεν μπορεί να επεξεργαστεί και να λάβει περισσότερη πληροφορία, δηλαδή η προσοχή του μειώνεται, οπότε το γράφημα πληροφορίας είναι ιδανικό για την γρήγορη, ακριβή, εύκολη και ευχάριστη κατανόηση πληροφοριών.

Ένα επιτυχημένο γράφημα πληροφοριών πρέπει να χαρακτηρίζεται από την σωστή ισορροπία μεταξύ της πληροφορίας που πρέπει να μεταδίδει και της οπτικής ομορφιάς που πρέπει να εκπέμπει. Πρέπει να παρουσιάζει την πληροφορία αποδοτικά και με καλαίσθητο αλλά και καινοτόμο τρόπο χωρίς όμως το αισθητικό κομμάτι να υπερισχύει του επιμορφωτικού. Ένα παράδειγμα τέτοιου γραφήματος πληροφοριών παρουσιάζεται στην εικόνα 4.3.

Εικόνα 4.3 Παράδειγμα καλής τεχνικής Infographic που συνδυάζει σωστά πληροφορία με καλαισθησία (από τον Nigel Holmes)



Παρακάτω φαίνεται το γράφημα πληροφοριών το οποίο πήρε το 1^ο βραβείο στην κατηγορία Infographics, στον διαγωνισμό που διεξήγαγε η αξιόλογη, σχετική με την οπτικοποίηση, ιστοσελίδα με όνομα Information is Beautiful.



Εικόνα 4.4 Cover Mania - παράδειγμα καλής τεχνικής infographic. Παρουσιάζει τον αριθμό των διασκευών διάσημων καλλιτεχνών σε διάστημα 52 χρόνων. Το πάχος της γραμμής δείχνει τον αριθμό των διασκευών, και το χρώμα τον καλλιτέχνη ή το συγκρότημα.

Το παραπάνω γράφημα πληροφοριών απαντά με έναν εύληπτο και καλαίσθητο τρόπο στο ερώτημα ποιοί τραγουδιστές και ποιές μουσικές μπάντες είναι αυτές που τα τραγούδια τους έγιναν οι περισσότερες διασκευές; Η απάντηση δίνεται για το χρονικό διάστημα 1958 μέχρι 2010, με ένα χρονοδιάγραμμα με την μορφή χρωματιστών κυματιστών γραμμών, το πάχος των οποίων απεικονίζει τον αριθμό των διασκευών για διάσημους καλλιτέχνες καθώς και τα αντίστοιχα τραγούδια. Χωρίς να περιέχει περιττή πληροφορία, με λιτό, όμορφο, συγκεντρωτικό και διαισθητικό τρόπο το γράφημα πληροφοριών μεταδίδει με επιτυχία το μήνυμα που θέλει. Είναι εμφανές πως οι περισσότερες διασκευές ανήκουν στους Beatles (πράσινη γραμμή).

4.2.2 Οπτικοποίηση Πληροφορίας και Γραφήματα Πληροφοριών

Σήμερα τα γραφήματα πληροφοριών έχουν αποκτήσει τεράστια δημοσιότητα και η παρουσία τους έχει κατακλύσει το διαδίκτυο καθώς και οι συζητήσεις γύρω από αυτά. Αμφιλεγόμενο θέμα αποτελεί το τι είναι γράφημα πληροφοριών, καθώς δεν υπάρχει σαφής ορισμός και πολλοί είναι αυτοί που ταυτίζουν τις έννοιες οπτικοποίηση πληροφορίας και γράφημα πληροφοριών.

Σύμφωνα με τον [Nigel Holmes](#), ο οποίος είναι σχεδιαστής γραφικών και ειδικεύεται στον σχεδιασμό πληροφορίας (information design) και στα γραφήματα πληροφοριών (information graphics), τα γραφήματα πληροφοριών είναι κάτι το οποίο δίνει στον αναγνώστη ή στον χρήστη του διαδικτύου επεξεργασμένη πληροφορία σε οπτική μορφή η οποία είναι προσαρμοσμένη σε ένα συγκεκριμένο κοινό. [16]

Σύμφωνα με την δικιά μου μελέτη είναι δύο διαφορετικές έννοιες. Οι διαφορές είναι οι εξής:

- Το γράφημα πληροφοριών είναι μία στατική εικόνα, ενώ η αναπαραστάσεις που προκύπτουν από την οπτικοποίηση της πληροφορίας μπορούν να είναι και διαδραστικές και μάλιστα επιβάλλεται να είναι για να ενισχύεται η εξερευνητική ανάλυση και η κατανόηση.
- Το γράφημα πληροφοριών δημιουργείται κατά κύριο λόγο χειρωνακτικά με κάποιο πρόγραμμα σχεδίασης ενώ η οπτικοποίηση της πληροφορίας εμπεριέχει στον ορισμό της την χρήση των υπολογιστικών προγραμμάτων για την αναπαράσταση της πληροφορίας.
- Το γράφημα πληροφοριών συχνά δεν μπορεί να αναπαραστήσει πολύ μεγάλο αριθμό δεδομένων σε σύγκριση με την οπτικοποίηση πληροφορίας, ούτε έχει την δυνατότητα να παράγει την ίδια οπτική αναπαράσταση αν αλλάξουν τα δεδομένα εισόδου και αυτό γιατί το γράφημα πληροφοριών σχεδιάζεται χειρωνακτικά.
- Η οπτικοποίηση της πληροφορίας χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για αναπαράσταση και εξερευνητική ανάλυση συνόλων δεδομένων που παρουσιάζουν τεράστια πολυπλοκότητα ενώ τα γραφήματα πληροφοριών αναπαριστούν πληροφορία συνήθως μικρότερου βαθμού πολυπλοκότητας.
- Σημαντικός παράγοντας στο γράφημα πληροφοριών είναι το σχέδιο το οποίο πρέπει να είναι πολύ πλούσιο αισθητικά, με ισχυρά οπτικά χαρακτηριστικά που θα κεντρίζουν την προσοχή του χρήστη. Ενώ στην οπτικοποίηση της πληροφορίας η μεγαλύτερη σημασία δίνεται στην σωστή και ακριβή αναπαράσταση της πληροφορίας και όχι στο πόσο όμορφη αυτή θα φαίνεται.

Εν κατακλείδι, το γράφημα πληροφοριών αποτελεί μία τεχνική με την οποία μπορούμε να οπτικοποιήσουμε την πληροφορία, απλά είναι διαφορετική από αυτές που μελετά η επιστήμη της οπτικοποίησης πληροφορίας. Όμως σίγουρα κοινό παρονομαστή και για τα δύο αποτελεί η μετάδοση πληροφορίας με τρόπο που βοηθά την εύκολη κατανόηση της.

4.3 Γράφημα Πληροφοριών : Εξέλιξη Μελών ΔΕΠ

4.3.1 Ορισμός Προβλήματος

Από την ίδρυση του τμήματος Μηχανικών Η/Υ Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων μέχρι και σήμερα οι αλλαγές στα μέλη του διδακτικού ερευνητικού προσωπικού ήταν πολλές και η κινητικότητα μεγάλη. Για κάποια μέλη η παραμονή τους στο τμήμα ήταν αρκετά διαρκής, ενώ για άλλα πιο σύντομη. Κάποια μέλη αφού αποχώρησαν, ήρθαν ξανά, ενώ άλλα παραμένουν ακόμα από την στιγμή που ήρθαν μέχρι και σήμερα απλά έχουν εξελιχθεί.

Παρ' όλο που παρουσιάζει ενδιαφέρον να εξετάσουμε όλα αυτά τα περιστατικά, δεν υπάρχει αμφιβολία πως αν μας δώσουν την πληροφορία αυτή σαν ένα απλό κείμενο, τότε αυτό θα είναι ένα πολυσέλιδο κείμενο με πολλά ονόματα, πολλές χρονολογίες και πολλούς τίτλους ιεραρχίας. Επομένως είναι φανερό πως για να κατανοήσει και να αναλύσει κάποιος την πληροφορία αυτή χρειάζεται αρκετός χρόνος και προσπάθεια. Πολλοί θα ήταν αυτοί που θα χαρακτήριζαν την πληροφορία αυτή ανιαρή και δυσκολονόητη. Η πληροφορία όμως αυτή προδίδει την ιστορική εξέλιξη του Τμήματος η οποία με την σειρά της εξηγεί σε μεγάλο βαθμό τα τωρινά χαρακτηριστικά του και συμβάλει στην κατανόηση σημαντικών ενεργειών και εξελικτικών σταθμών της πορείας του.

Για τον λόγο αυτό κρίναμε πως θα ήταν χρήσιμο να παρουσιάσουμε την πληροφορία με έναν άμεσο, εύληπτο και ευχάριστο τρόπο χρησιμοποιώντας ένα γράφημα πληροφοριών.

4.3.2 Στόχος

Η πληροφορία που θέλουμε να παρουσιάσουμε είναι οι προσλήψεις, οι αποχωρήσεις και οι εξελίξεις των μελών του διδακτικού ερευνητικού προσωπικού (ΔΕΠ) από την ίδρυση του τμήματος Μηχανικών Η/Υ Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων τον Μάρτιο του 2010 μέχρι και σήμερα.

Στόχος είναι η παρουσίαση του συνόλου της πληροφορίας σε μία συγκεντρωτική μορφή με την οποία ο χρήστης θα μπορεί να αντιληφθεί άμεσα και εύκολα όλα τα περιστατικά και την χρονολογική σειρά που συνέβησαν.

Ακόμη, στόχος είναι μέσα από το γράφημα πληροφοριών να οδηγείται εύκολα ο χρήστης σε συγκρίσεις, στην ανακάλυψη κρυμμένων πληροφοριών, σε παρατηρήσεις, σε συλλογισμούς και συμπεράσματα.

Τέλος, σημαντικό είναι να αναδειχθεί η ομορφιά και η αξία της πληροφορίας αυτής, και να λαμβάνει ο χρήστης την γνώση από την εξέτασή της με έναν ευχάριστο και διαισθητικό τρόπο.

4.3.3 Προδιαγραφές

Οι προδιαγραφές που θέσαμε για να είναι το γράφημα ιδεών πετυχημένο είναι οι εξής:

- Να μπορεί ο χρήστης να αντιληφθεί εύκολα την χρονολογική σειρά με την οποία λαμβάνουν χώρα τα περιστατικά.
- Να μπορεί ο χρήστης να διακρίνει πότε ένα μέλος προσλαμβάνεται και πότε αποχωρεί.

- Να μπορεί ο χρήστης να διακρίνει εύκολα τις βαθμίδες των μελών του διδακτικού ερευνητικού προσωπικού, δηλαδή με φθίνουσα σειρά, Καθηγητής, Αναπληρωτής Καθηγητής, Επίκουρος Καθηγητής, Λέκτορας.
- Να μπορεί ο χρήστης να διακρίνει εύκολα την εξέλιξη των μελών από μία βαθμίδα σε μία ανώτερη.
- Να μπορεί ο χρήστης να έχει μία διαισθητική εικόνα για το σύνολο των μελών που υπάρχουν κάθε στιγμή στο τμήμα, ανάλογα με την βαθμίδα.
- Να έχει μοντέρνο και ποιοτικό αισθητικά σχεδιασμό.

4.3.4 Σχεδιασμός

Για τον σχεδιασμό λάβαμε υπ όψιν μας τις προδιαγραφές που θέσαμε αλλά και τις σύγχρονες σχεδιαστικές τάσεις.

Το πρωταρχικό χαρακτηριστικό της πληροφορίας μου είναι ο χρόνος, συνεπώς ο κατάλληλος τρόπος αναπαράστασής της είναι με την χρήση ενός χρονοδιαγράμματος, το οποίο προσφέρει στον χρήστη μία άμεση και κατανοητή εικόνα της χρονολογικής σειράς με την οποία διαδραματίστηκαν τα περιστατικά πρόσληψης, αποχώρησης και εξέλιξης.

Για την αναπαράσταση του κάθε μέλους επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε το σύμβολο ενός ανθρώπου. Το ανθρωπάκι ως σύμβολο είναι αρκετά διαδεδομένο και ο χρήστης μπορεί να αντιληφθεί άμεσα ότι αναφέρεται σε πρόσωπο.

Για να διαφοροποιήσουμε την πρόσληψη με την αποχώρηση, δώσαμε στο σύμβολο του ανθρώπου δύο διαφορετικές μορφές. Η πρόσληψη αναπαριστά το ανθρωπάκι σε στάσιμη μορφή, ενώ η αποχώρηση δείχνει το ανθρωπάκι σε κίνηση. Ο λόγος είναι ότι η ενέργεια της αποχώρησης περιλαμβάνει την κίνηση και έτσι ο χρήστης μπορεί να αντιληφθεί πιο εύκολα και να συγκρατήσει στην μνήμη του τον συμβολισμό αυτόν. Οπότε το αντίθετο περιστατικό δηλαδή την πρόσληψη την δείξαμε με την αντίθετη ενέργεια δηλαδή την στασιμότητα.

Για να διαφοροποιήσουμε τις τέσσερις βαθμίδες, επιλέξαμε να αναπαραστήσουμε τα ανθρωπάκια με διαφορετικό μέγεθος. Το μεγαλύτερο σε μέγεθος ανθρωπάκι δείχνει την ανώτερη βαθμίδα ενώ το μικρότερο σε μέγεθος την κατώτερη. Είναι προφανές πώς οι άνθρωποι συχνά ταυτίζουν το μέγεθος με την ισχύ, οπότε το μέγεθος αποτελεί ένα οπτικό χαρακτηριστικό που όταν αποδίδεται σε ένα σύμβολο, βοηθά στην ερμηνεία και κατανόηση, του με έναν διαισθητικό και φυσικό τρόπο. Οφείλουμε όμως να ομολογήσουμε ότι η επιλογή της ως άνω σχετικής διαφοράς μεγέθους δεν ήταν εύκολη και οριστικοποιήθηκε μετά από μια σειρά πειραματισμών.

Τέλος αποδώσαμε σε κάθε βαθμίδα και ένα διαφορετικό χρώμα για να είναι εμφανής, κάθε χρονική στιγμή, ο αριθμός των μελών κάθε βαθμίδας, που είναι ενεργά. Αυτό αναπαριστάται με μπάρες διαφορετικού χρώματος που η κάθε μία αντιστοιχεί και σε μία βαθμίδα.

Προσπαθήσαμε να είναι ταιριαστό με τις νέες σχεδιαστικές τάσεις, που επιβάλλουν μινιμαλισμό, μοντέρνα χρώματα και ξεκάθαρα σύμβολα.

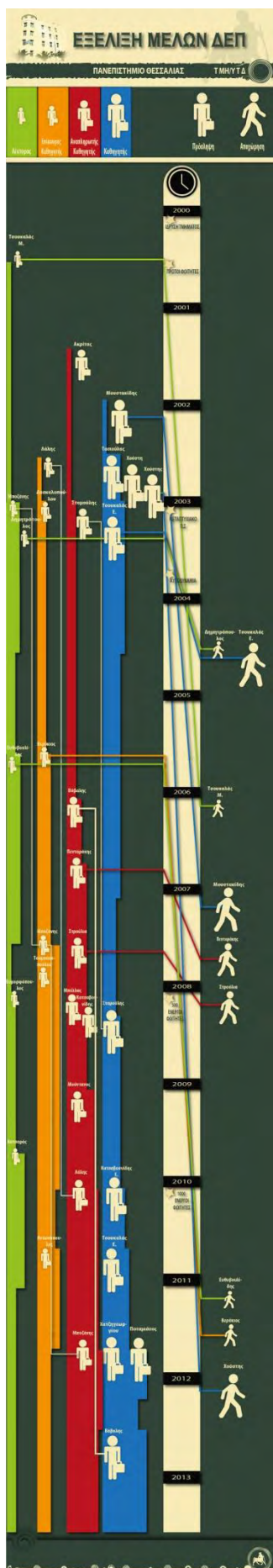
4.3.5 Εργαλεία

Για την δημιουργία του γραφήματος πληροφοριών χρησιμοποιήθηκε το σχεδιαστικό πρόγραμμα Adobe Illustrator CS5.1.

Είναι ένα επαγγελματικό πρόγραμμα σχεδίασης γραφιστικών, που περιλαμβάνει τα πιο μοντέρνα και ευέλικτα εργαλεία σχεδίασης. Έχει πολλές επιλογές και μπορείς να δημιουργήσεις κάθε είδους οπτική σύνθεση που περιλαμβάνει γεωμετρικά σχήματα, πινέλα και γραμματοσειρές. Παρέχει αρκετές επιλογές για να καθορίσεις το χρώμα, την υφή, τις σκιές των σχημάτων, το βάθος, και πώς μπορείς να τα κάνεις να φαίνονται τρισδιάστατα. Παρέχει την δυνατότητα να εργάζεσαι σε πολλά στρώματα ταυτόχρονα, να μπορείς να καθορίσεις εύκολα ποιά σχήματα θα φαίνονται στο προσκήνιο και ποια στο πίσω μέρος της εικόνας, να ενοποιείς σχήματα και να διαχωρίζεις. Οι δυνατότητες του είναι πολυάριθμες, και σίγουρα χρειάζεται αρκετός χρόνος για να το εξερευνήσεις και να εξοικειωθείς μαζί του. Αλλά ακόμα και αν το καταφέρεις σε μικρό βαθμό αυτό, μπορείς να αναπτύξεις την δημιουργικότητα και τη φαντασία σου δημιουργώντας όμορφα και ελκυστικά γραφιστικά.

4.3.6 Επίδειξη

Παρακάτω στην αριστερή εικόνα φαίνεται το γράφημα πληροφοριών που δημιουργήσαμε.



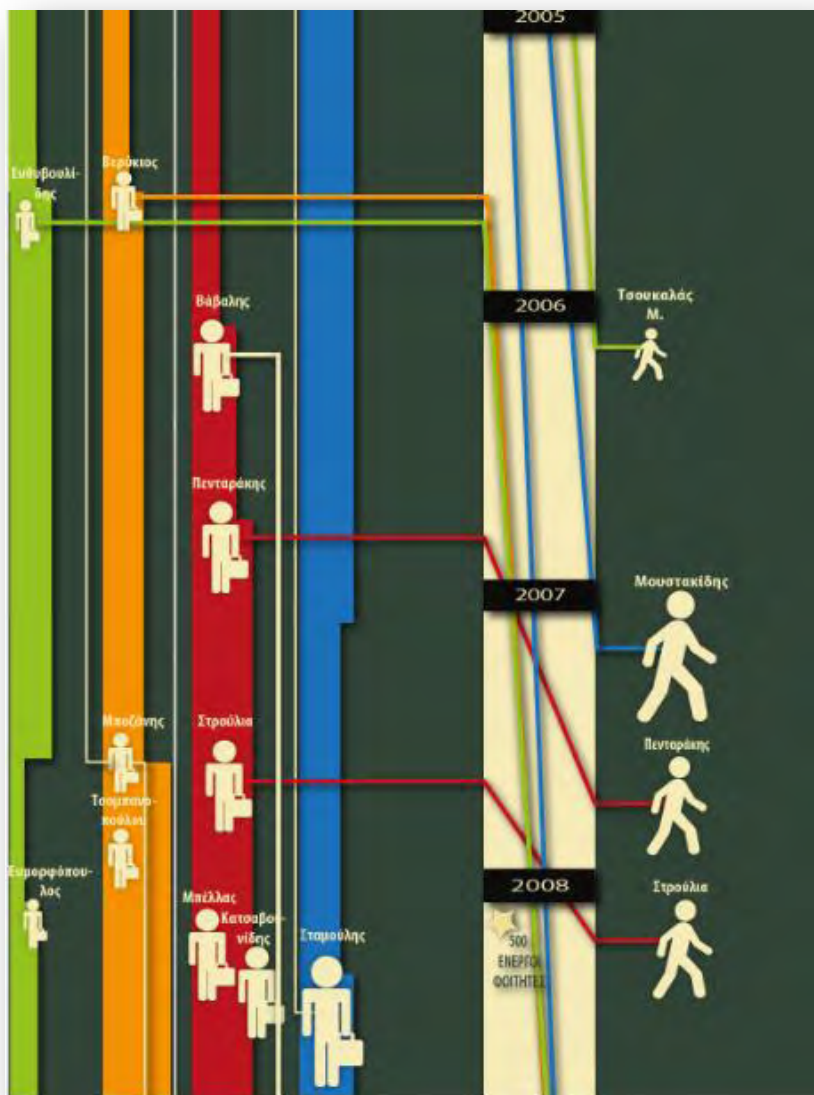
Εικόνα 4.6 Εξέλιξη Μελών Δ.Ε.Π - infographic

Συγκεκριμένα, στο πάνω μέρος του γραφήματος πληροφοριών φαίνεται ο τίτλος, και η σημασία των συμβόλων. Ακόμη, φαίνεται η αρχή του χρονοδιαγράμματος.



Εικόνα 4.5 Πάνω μέρος του infographic Εξέλιξη Μελών Δ.Ε.Π. Απεικονίζεται η επεξήγηση των συμβόλων και η αρχή του χρονοδιαγράμματος.

Ενώ η παρακάτω εικόνα είναι από ένα ενδιάμεσο σημείο του γραφήματος πληροφοριών.



Εικόνα 4.7 Μεσαίο τμήμα του infographic , όπου βλέπουμε αριστερά του χρονοδιαγράμματος τα μέλη που έρχονται και δεξιά τα μέλη που αποχωρούν.

Ορισμένα σημεία που μπορούμε να παρατηρήσουμε είναι τα εξής:

- Την ίδια χρονιά, το 2006, προσλήφθηκε ο κ. Βάβαλης ως αναπληρωτής καθηγητής ενώ ο κ. Τσουκαλάς Μάρκος αποχώρησε.

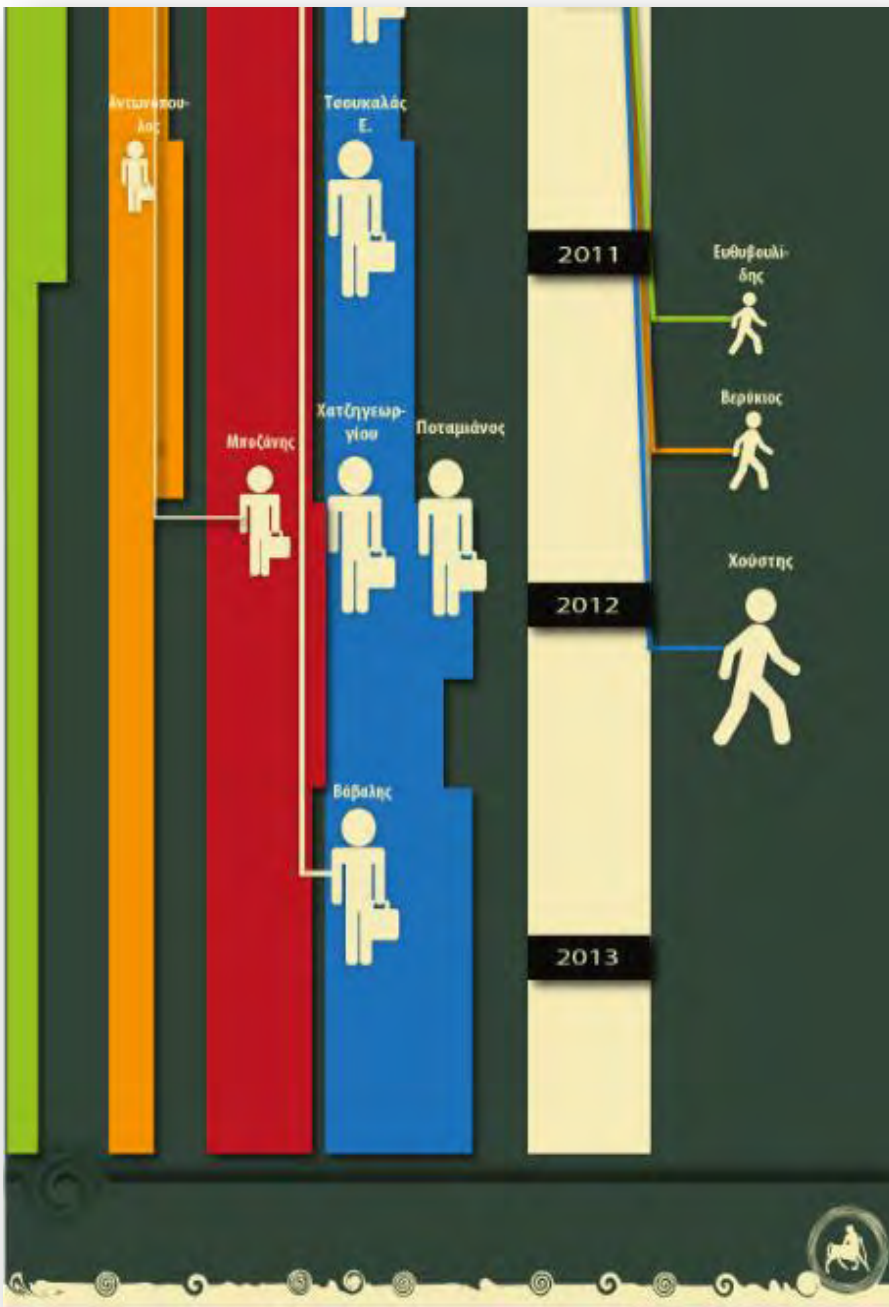
- Ο κ. Πενταράκης ενώ προσλήφθηκε στα τέλη του 2006 αποχώρησε στα μέσα του 2007.

- Στα μέσα του 2007 ο κ. Μποζάνης εξελίχθηκε σε επίκουρος καθηγητής.

- Η κ. Στρούλια ενώ προσλήφθηκε στα μέσα του 2007, αποχώρησε το 2008.

- Στα μέσα του 2008 ο κ. Σταμούλης εξελίχθηκε στην βαθμίδα

του καθηγητή.



Εικόνα 4.8 Τελευταίο μέρος του infographic

Η διπλανή εικόνα (Εικόνα 4.8) είναι το τελευταίο μέρος του γραφήματος πληροφοριών.

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, μέσα σε ένα χρόνο, το 2011, έλαβαν χώρα πολλά γεγονότα:

- Δύο προσλήψεις, της κ. Χατζηγεωργίου και του κ. Ποταμιάνου.
- Μία εξέλιξη, του κ. Μπυζάνη, σε αναπληρωτή καθηγητή.
- Δύο αποχωρήσεις του κ. Ευθυβουλίδη και του κ. Βερούκιου.

5 Σύνοψη και παρατηρήσεις

Στην παρούσα διπλωματική εργασία ασχοληθήκαμε με την οπτικοποίηση της πληροφορίας. Η οπτικοποίηση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη διότι εξάγει και αναπαριστά κατάλληλα την πληροφορία, η οποία βρίσκεται κατάμεστη στο διαδίκτυο, ώστε να είναι άμεσα και εύκολα αντιληπτή. Αξιόλογο ενδιαφέρον για οπτικοποίηση παρουσιάζουν τα θέματα ενός Πανεπιστημιακού Τμήματος όπως του τμήματος Μηχανικών Η/Υ Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, τα οποία είναι η συσχέτιση των μαθημάτων ως προαπαιτούμενα και μη, η επιστημονική δραστηριότητα των μελών του Διδακτικού Ερευνητικού Προσωπικού (Δ.Ε.Π) και η κινητικότητα και η εξέλιξη των μελών Δ.Ε.Π μέσα στο χρονικό διάστημα από την ίδρυση του τμήματος μέχρι σήμερα.

Συγκεκριμένα, ασχοληθήκαμε με τα παραπάνω θέματα για τα οποία, αφού μελετήσαμε τις μεθοδολογίες καθώς και τα εργαλεία οπτικοποίησης, χρησιμοποιήσαμε τις κατάλληλες τεχνικές για την οπτική αναπαράστασή τους και τα κατάλληλα εργαλεία για να το πετύχουμε αυτό και στο διαδίκτυο. Χρησιμοποιήσαμε την τεχνική του υπερβολικού δέντρου για την οπτικοποίηση της δομής των προαπαιτούμενων μαθημάτων, την τεχνική του ραβδογράμματος και της πίτας πολλών επιπέδων για την υλοποίηση δύο διαφορετικών οπτικοποιήσεων των δημοσιεύσεων των μελών Δ.Ε.Π, και τέλος την τεχνική του γραφήματος πληροφοριών για την οπτική απεικόνιση της κινητικότητας και της εξέλιξης των μελών Δ.Ε.Π.

Τα αποτελέσματα ήταν ικανοποιητικά καθώς οι υλοποίηση των οπτικών αναπαραστάσεων των παραπάνω θεμάτων πέτυχε τον στόχο της. Μεγάλη ικανοποίηση ήρθε με την περάτωση της, ωστόσο ορισμένες περαιτέρω βελτιώσεις θα μπορούσαν να γίνουν στο μέλλον. Συγκεκριμένα όσον αφορά το υπερβολικό δέντρο των προαπαιτούμενων μαθημάτων θα μπορούσε να προστεθεί η λειτουργία της αφαίρεσης κόμβων από το δέντρο ώστε να μπορεί ο χρήστης αφού έχει παρακολουθήσει επιτυχώς ένα μάθημα να το αφαιρεί από το δέντρο. Αυτό συνεπάγεται μία ακόμα βελτίωση που θα μπορούσε να είναι η εξατομίκευση της ιστοσελίδας μέσα από την δυνατότητα του χρήστη να δημιουργεί λογαριασμό. Όσον αφορά την πίτα πολλών επιπέδων κατά την διάρκεια της υλοποίησης της ήρθαμε αντιμέτωποι με το γνωστό πρόβλημα που παρατηρείται τις περισσότερες φορές και είναι ο μεγάλος αριθμός των δεδομένων. Ο αριθμός των μελών Δ.Ε.Π είναι μεγάλος, οπότε θα μπορούσαμε να αυξήσουμε την ευληπτότητα της οπτικής αναπαράστασης αυξάνοντας την διαδραστικότητα της. Αυτό θα μπορούσε να συμβεί αν το κάθε επίπεδο είχε την δυνατότητα να διαχωριστεί από τα υπόλοιπα και να έρθει πιο κοντά στην οθόνη. Ακόμα θα μπορούσαμε να προσθέσουμε την ίδια λειτουργικότητα και στο κάθε τμήμα της πίτας πολλών επιπέδων. Τέλος θα μπορούσαμε να βελτιώσουμε την αισθητική της εφαρμογής.

Να σημειώσουμε πως το υπερβολικό δέντρο των προαπαιτούμενων μαθημάτων είναι διαθέσιμο στην ιστοσελίδα του τμήματος ΜΗ/ΥΤΔ έτσι ώστε όλοι και πόσο μάλλον οι φοιτητές να αξιοποιούν και να χαιρόνται τα οφέλη της οπτικοποίησης της πληροφορίας.

6 Βιβλιογραφία

- [1] IBM, «what is big data?,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www-01.ibm.com/software/data/bigdata/>.
- [2] R. Jacobson, *Information Design*, Cambridge: MIT Press, 1999.
- [3] S. M. H. H. Robert Kosara, «Focus+Context Taken Literally,» *Special Issue on Information Visualization*, τόμ. 22, αρ. 1, pp. 22-29, January/February 2002.
- [4] C. G. B. K. S. a. E. J. T. Healey, «High-Speed Visual Estimation Using Preattentive Processing,» *Transactions on Human Computer Interaction*, pp. 107-135, 1996.
- [5] C. G. Healey, «Perception in Visualization,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.csc.ncsu.edu/faculty/healey/PP/index.html>. [Πρόσβαση 2005].
- [6] S. a. M. J. a. S. Card, *Readings in Information Visualization - Using Vision to Think*, Morgan Kaufmann, 1999, p. 6.
- [7] wikipedia, «Cognition,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/Cognition>.
- [8] infovis-wiki, «Exploratory Data Analysis,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [http://www.infovis-wiki.net/index.php/Exploratory_Data_Analysis_\(EDA\)](http://www.infovis-wiki.net/index.php/Exploratory_Data_Analysis_(EDA)). [Πρόσβαση 2012].
- [9] M. Stefaner, «visual complexity,» [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.visualcomplexity.com/vc/project_details.cfm?id=650&index=650&domain=. [Πρόσβαση 2012].
- [10] R. Mazza, «Creating Visual Representations,» σε *Introduction to Information Visualization*, London, Springer-Verlag Limited , 2009, pp. 4-5.
- [11] «What is Scatter plot?,» [Ηλεκτρονικό]. Available: www.psychwiki.com/wiki/What_is_a_scatterplot%3F.
- [12] J. Berman, *Maximizing project value: defining, managing, and measuring for optimal return*, Τόμ. %1 από %2 ISBN 0-8144-7382-2, AMACOM Div American Mgmt Assn, 2007, pp. 63-64.

- [13] R. Mazza, «Multivariate Analysis,» σε *Introduction to Information Visualization*, London, Springer-Verlag Limited, 2009, pp. 45-62.
- [14] A. Inselberg, *Parallel Coordinates: Visual Multidimensional Geometry and Its Applications*, Springer, 2009.
- [15] «marumushi,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://marumushi.com/projects/newsmap>. [Πρόσβαση 2012].
- [16] N. Holmes, Interviewee, *50 Years of Designing Infographics* (<http://columnfivemedia.com/nigel-holmes-on-50-years-of-designing-infographics/>). [Interview]. 30 july 2012.