



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ Τ.Ε.Ι ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΕΜΠΕΙΡΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΙΣΤΟΥ



Των φοιτητών

Καραμήτσου Μαρίνα

Αρ. Μητρώου: 07/3279

Πανάρετου Γεώργιου

Αρ. Μητρώου: 07/3233B

Επιβλέπων Καθηγητής

ΔΕΛΗΓΙΑΝΝΗΣ ΙΓΝΑΤΙΟΣ

Θεσσαλονίκη 2014

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία δέκα χρόνια υπήρχαν πολλά ζητήματα, θεωρίες και απόψεις που απασχόλησαν την κοινότητα της Μηχανικής Ιστού. Η παρούσα πτυχιακή εργασία διενεργεί μία συστηματική επισκόπηση εμπειρικών μελετών της Μηχανικής Ιστού. Για τους σκοπούς της εργασίας έγιναν έρευνες στις παρακάτω ψηφιακές βιβλιοθήκες: IEEEExplore, Computer, Springerlink, Sciencedirect και ACM, όπου και ανακτήθηκαν 176 επιστημονικά άρθρα τα οποία είχαν δημοσιευθεί από το 2005 έως και το 2013. Ο τελικός αριθμός των άρθρων που επιλέχτηκαν προς μελέτη ήταν 29 και στόχος μας ήταν μέσα από την μελέτη αυτών να απαντηθούν επτά ερευνητικά ερωτήματα που θέσαμε. Με αποτέλεσμα η πτυχιακή μας εργασία να περιλαμβάνει τις βασικές έννοιες και ιδιότητες της Μηχανικής Ιστού, εμπειρικές μεθόδους όπως έρευνες, ελεγχόμενα πειράματα, περιπτωσιολογικές μελέτες και προτάσεις ερευνητών προς της ερευνητική κοινότητα της Μηχανικής Ιστού.

ABSTRACT

The last ten years there were many issues, theories and opinions that occupied the community of Web Engineering. This thesis conducts a systematic review of empirical studies of the Web Engineering. For the purposes of this work research has been taken on the following digital libraries: IEEEExplore, Computer, Springerlink, Sciencedirect and ACM, 176 scientific articles have recovered that were published between 2005 and 2013. The final number of articles chosen before the study was 29 and our goal was through the study of them was to answer seven research questions that were raised. With the result that our thesis work includes the basic concepts and properties of Web Engineering, empirical methods such as surveys, controlled experiments, case studies and research proposals to the research community of Web Engineering.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε από τους φοιτητές του τμήματος πληροφορικής του ΑΤΕΙΘ, Καραμήτσου Μαρίνα και Πανάρετο Γεώργιο τη χρονική περίοδο από το Νοέμβριο έως τον Ιούνιο του 2014.

Στο σημείο αυτό θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας προς τον κύριο Δεληγιάννη Ιγνάτιο που μας έδωσε την ευκαιρία να εντρυφήσουμε στις έννοιες της μηχανικής ιστού μέσα από την εκπόνηση αυτής της πτυχιακής εργασίας. Επίσης θα θέλαμε να τον ευχαριστήσουμε για την βοήθεια που μας πρόσφερε καθώς και για της κατευθυντήριες γραμμές που μας έδωσε και ελπίζουμε αυτή η συνεργασία να συνεχιστεί μέχρι την εκπλήρωση του επόμενου μας στόχου οποίος είναι η δημοσίευση αυτής της εργασίας σε επιστημονικό περιοδικό.

Θεσσαλονίκη, Ιούνιος 2014

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ABSTRACT.....	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	5
Ευρετήριο Εικόνων	6
Ευρετήριο Πινάκων.....	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.1 Ορισμός της Μηχανικής Ιστού.....	9
1.2 Τι είναι οι Εμπειρικές Μέθοδοι.....	11
1.3 Επισκόπηση της Μηχανικής Ιστού (1999-2005)	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	19
ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΙΣΤΟΥ	19
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	19
2.1 Web Usability.....	19
2.1.1 Μοντέλα Χρηστικότητας	28
2.1.2 Το Εργαλείο EWE.....	34
Η Πειραματική Συνεδρία της Σχεδιαστικής Ενότητας.....	35
Καθοδήγηση του Χρήστη και Παρακολούθηση της Ενότητας.....	36
Η Ενότητα της Ανάλυσης	37
Περιπτωσιολογική Μελέτη	37
2.1.3 Εμπειρικές Μελέτες Χρηστικότητας.....	39
Πείραμα Α.....	41
Πείραμα Β.....	42
2.1.4 Web Navigability	46
2.1.5 Επισκόπηση της Χρηστικότητας.....	48
2.2 Web Accessibility	52
2.3 Web Quality	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	64
ΑΛΛΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ.....	64
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	64
3.1 Εμπειρικές Μελέτες	66

3.2 Το INCAMI	80
3.3 Το Περιβάλλον "As Easy as Click"	82
3.4 Διάφορες Προτάσεις.	83
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	93
ΑΝΑΦΟΡΕΣ	96
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	99

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα. 1 " Η αρχιτεκτονική του EWEB."	35
Εικόνα.2 "Οι Τέσσερις Φάσεις της Web QEM"	60
Εικόνα.3 "Τα Μέρη του Πλαισίου"	84
Εικόνα.4 "Η Διαδικασία Ανάπτυξης της Web SA"	86

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας. 1 "Αποτελέσματα Ανασκόπησης"	17
Πίνακας. 2 "Οι Δέκα Χρυσοί Κανόνες"	2Error! Bookmark not defined.
Πίνακας. 3 "Αποτελέσματα Ανασκόπησης Χρηστικότητας"	51
Πίνακας. 3 " Αποτελέσματα Επισκόπησης 1."	94
Πίνακας. 3 " Αποτελέσματα Επισκόπησης 2."	95
Πίνακας. 3 " Αποτελέσματα Επισκόπησης 3."	96

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο σκοπός της πτυχιακής εργασίας ήταν η βιβλιογραφική επισκόπηση των εμπειρικών μελετών της Μηχανικής Ιστού. Για τους σκοπούς της εργασίας μας εξετάστηκε μία σειρά από άρθρα και βιβλία που άπτονται του αντικειμένου, προκειμένου να μελετηθεί η κατεύθυνση και η βαρύτητα που κεντρίζει το ενδιαφέρον της ερευνητικής κοινότητας της μηχανικής ιστού και να καταγραφούν τα σημεία που χρήζουν περαιτέρω ερευνητικής μελέτης. Οι κύριες πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για την αναζήτηση των κύριων μελετών ήταν οι ψηφιακές βιβλιοθήκες IEEExplore, Computer, Springerlink, Sciencedirect και ACM και η συμβολοσειρά αναζήτησης που ορίστηκε για την ανάκτηση των μελετών είχε ως εξής: " web engineering, web engineering AND empirical, web engineering AND empirical studies, web engineering AND (evaluation OR experiment OR study)". Επίσης έγινε πειραματισμός με διάφορα στοιχεία της αναζήτησης και από εκεί ανακτήθηκε το μεγαλύτερο ποσό των σχετικών μελετών. Η περίοδος αξιολόγησης ήταν μελέτες που δημοσιεύτηκαν από το 2005 έως 2013. Όσον αφορά τις ψηφιακές βιβλιοθήκες, διασφαλίστηκε ότι η στρατηγική αναζήτησης της τοποθεσίας ήταν περιοδικά και πρακτικά συνεδρίων. Το αποτέλεσμα ήταν να συγκεντρωθούν 176 μελέτες, στην συνέχεια τα αποτελέσματα τοποθετήθηκαν σε πίνακα κάθε γραμμή του οποίου αποτελούσαν από έναν αύξοντα αριθμό, τον τίτλο του άρθρου - μελέτης, την περίληψη, τους ερευνητές, το έτος που δημοσιεύθηκε, την ψηφιακή βιβλιοθήκη όπου βρέθηκε και έναν σύνδεσμο προς το άρθρο - μελέτη. Για κάθε μία από τις μελέτες, διεξήχθη μία συστηματική ανασκόπηση έτσι ώστε να αξιολογηθούν και να αποφασιστεί κατά πόσον ή όχι θα πρέπει να συμπεριληφθούν. Οι διαφορές λύθηκαν με κοινή συναίνεση. Οι μελέτες που συμπεριλήφθηκαν πληρούσαν τις ακόλουθες προϋποθέσεις: ήταν εμπειρικές μελέτες, έρευνες, περιπτωσιολογικές μελέτες, προσεγγίσεις, προτάσεις. Από την άλλη πλευρά οι μελέτες που απορρίφθηκαν ήταν μελέτες που είχαν σχέση με θέμα όπως: βάσεις δεδομένων, ασφάλεια, γραφικά, μελέτες που δεν ήταν γραμμένες στα αγγλικά και μελέτες που δεν ήταν δωρεάν. Για τις μελέτες που βρέθηκαν παραπάνω από δύο φορές, δηλαδή ίδια μελέτη αλλά σε διαφορετική βιβλιοθήκη επιλέχθηκαν εκείνες που ήταν πλήρης. Η διαδικασία αυτή είχε διάρκεια ενάμιση μήνα και με την ολοκλήρωση της επιλέχθηκαν 29 άρθρα προς μελέτη. Τέλος κατά την μελέτη των προαναφερθέντων στόχος μας ήταν να απαντηθούν οι παρακάτω επτά ερευνητικές ερωτήσεις:

- ❖ Ποίο ήταν το αντικείμενο της μελέτης κάθε άρθρου.
- ❖ Ποίοι διενεργούσαν την έρευνα - μελέτη.
- ❖ Αν συμμετείχαν φοιτητές.
- ❖ Τι εργαλεία χρησιμοποίησαν οι ερευνητές.
- ❖ Τα αποτελέσματα που παρουσίασαν.
- ❖ Τις προτάσεις που έκαναν οι ερευνητές προς την κοινότητα της μηχανικής ιστού και τέλος,
- ❖ Ποία ήταν συμπεράσματα τους.

Η πτυχιακή μας εργασία είχε την εξής δομή. Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται εισαγωγικές έννοιες της Μηχανικής Ιστού όπως ορισμός της και μία επισκόπηση της για το χρονικό διάστημα 1999 έως το 2005 με την οποία βλέπουμε τι είχε απασχολήσει την ερευνητική κοινότητα μέχρι το έτος όπου ξεκινά η δική μας μελέτη. Το δεύτερο κεφάλαιο αφορά της ιδιότητες της Μηχανικής Ιστού και στις οποίες επικεντρώθηκαν οι έρευνες κατά το διάστημα 2005-2008 όπως έδειξε κ η δική μας έρευνα. Το τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζει διαφορές εμπειρικές μελέτες, εργαλεία περιβάλλοντα και προτάσεις ερευνητών που είχαν γίνει αλλά δεν αφορούσαν της ιδιότητες της Μηχανικής Ιστού. Τέλος η πτυχιακής μας ολοκληρώνεται με τα συμπεράσματα μας από την μελέτη μας, καθώς και με την παρουσίαση των άρθρων όπου χρησιμοποιήθηκαν και της βιβλιογραφίας μας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΙΣΤΟΥ.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις μέρες μας ο ιστός έχει εξελιχθεί σε μια σημαντική πλατφόρμα διανομής μιας ποικιλίας σύνθετων και εξειδικευμένων εφαρμογών που αφορούν διάφορους τομείς. Εκτός από την εγγενή πολύπλευρη λειτουργικότητα τους, οι διαδικτυακές εφαρμογές εμφανίζουν μία σύνθετη συμπεριφορά και τοποθετούν μερικές μοναδικές απαιτήσεις στην χρηστικότητα, την απόδοση, την ασφάλεια και στην ικανότητα τους να αναπτύσσονται και να εξελίσσονται. Ωστόσο, η συντριπτική πλειονότητα αυτών των εφαρμογών συνεχίζουν να αναπτύσσονται με ένα τρόπο "ad-hoc", ενισχύοντας έτσι τα προβλήματα χρηστικότητας, συντήρησης, ποιότητας και αξιοπιστίας. Ενώ η διαδικτυακή ανάπτυξη μπορεί να επωφεληθεί από τις καθιερωμένες πρακτικές άλλων συναφών κλάδων, έχει ορισμένα χαρακτηριστικά που απαιτούν ειδική αντιμετώπιση. Τα τελευταία χρόνια, έχουν υπάρξει εξελίξεις για την αντιμετώπιση αυτών των προβληματισμών.

1.1 Ορισμός της Μηχανικής Ιστού.

Οι υποστηρικτές της μηχανική ιστού υποστήριξαν τη δημιουργία της ως έναν επιστημονικό κλάδο σε ένα πρώιμο στάδιο του παγκόσμιου ιστού. Η πρώτη ημερίδα με θέμα την μηχανική ιστού πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία με την World Wide Web Conference που πραγματοποιήθηκε στο Brisbane της Αυστραλίας, το 1998.

Ως ένας αναδυόμενος επιστημονικός κλάδος, η μηχανική ιστού προωθεί ενεργά τις συστηματικές, πειθαρχημένες και ποσοτικές προσεγγίσεις για την επιτυχή ανάπτυξη υψηλής ποιότητας, και οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλα τα βασισμένα σε ιστό συστήματα και εφαρμογές. Συγκεκριμένα, η μηχανική ιστού εστιάζει στις μεθοδολογίες, στις τεχνικές και τα εργαλεία τα οποία αποτελούν το θεμέλιο της ανάπτυξης των διαδικτυακών εφαρμογών και που επίσης υποστηρίζουν τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη, την εξέλιξη και την αξιολόγηση αυτών των εφαρμογών. Η ανάπτυξη των διαδικτυακών εφαρμογών έχει ορισμένα χαρακτηριστικά που το κάνουν να διαφέρει από τα παραδοσιακά λογισμικά, το σύστημα πληροφοριών ή την ανάπτυξη εφαρμογών για υπολογιστές.

Η Μηχανική Ιστού αποτελείται και περιλαμβάνει συνεισφορές από διάφορους τομείς όπως: τα συστήματα ανάλυσης και σχεδιασμού, τη μηχανική λογισμικού, τη μηχανική υπερμέσων/υπερκειμένων, τις τεχνικές απαιτήσεις, την αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή, την διεπαφή του χρήστη, την τεχνολογία των πληροφοριών, την ευρετηρίαση και ανάκτηση των πληροφοριών, τον έλεγχο, τη μοντελοποίηση και τη προσομοίωση, τη διαχείριση, την γραφιστική και την παρουσίαση. Η Μηχανική Ιστού δεν

είναι ούτε ένας κλώνος, ούτε ένα υποσύνολο της τεχνολογίας λογισμικού, αν και τα δύο αφορούν τον προγραμματισμό και την ανάπτυξη λογισμικού. Παράλου που η μηχανική ιστού χρησιμοποιεί τις αρχές της μηχανικής λογισμικού, περιλαμβάνει όμως και νέες προσεγγίσεις, μεθοδολογίες, εργαλεία, τεχνικές και τις κατευθυντήριες γραμμές για να ανταποκριθεί στις ιδιαίτερες απαιτήσεις των βασισμένων σε ιστό εφαρμογών.

Επομένως η Μηχανική Ιστού ορίζεται ως εξής:

- ❖ Η **Μηχανική Ιστού (Web Engineering ή WebE)** είναι η εφαρμογή των συστηματικών και ποσοτικών προσεγγίσεων (όπως έννοιες, μέθοδοι, τεχνικές, εργαλεία) για την οικονομικά αποδοτική ανάλυση των απαιτήσεων, του σχεδιασμού, της υλοποίησης, του έλεγχου, της λειτουργίας και της συντήρησης της υψηλής ποιότητας των διαδικτυακών εφαρμογών.
- ❖ Η **Μηχανική Ιστού** επίσης ασχολείται με τους εν λόγω επιστημονικούς τομείς και με την μελέτη αυτών των προσεγγίσεων.

Οι τομείς του σχεδιασμού, οι μέθοδοι και τα εργαλεία της Μηχανικής Ιστού:

- ❖ Η UML και ο Παγκόσμιος Ιστός.
- ❖ Η Εννοιολογική Μοντελοποίηση των Διαδικτυακών Εφαρμογών (Conceptual Modeling of Web Applications (aka. Web modeling)).
- ❖ Οι Μέθοδοι Διαμόρφωσης Πρωτοτύπων (Prototyping Methods and Tools).
- ❖ Οι Μέθοδοι για τον Σχεδιασμό Ιστοσελίδων (Web design methods).
- ❖ Τα Εργαλεία για τις Διαδικτυακές Εφαρμογές (CASE Tools for Web Applications).
- ❖ Ο Σχεδιασμός Διεπαφής Ιστού (Web Interface Design).
- ❖ Τα Μοντέλα Δεδομένων για τα Διαδικτυακά Πληροφοριακά Συστήματα (Data Models for Web Information Systems).

Οι τομείς της εφαρμογής της Μηχανικής Ιστού:

- ❖ Ολοκληρωμένα Περιβάλλοντα Ανάπτυξης Διαδικτυακών Εφαρμογών (Integrated Web Application Development Environments).
- ❖ Δημιουργία Κώδικα για Εφαρμογές Παγκόσμιου Ιστού (Code Generation for Web Applications).
- ❖ Εργοστάσια Λογισμικού για/σχετικά με τον Ιστό (Software Factories for/on the Web).
- ❖ Web 2.0, AJAX, E4X, ASP.NET, PHP κ.α.
- ❖ Ανάπτυξη και εφαρμογή Υπηρεσιών Ιστού (Web Services Development and Deployment).

Οι ιδιότητες της Μηχανικής Ιστού:

- ❖ Web Quality.
- ❖ Web Usability.
- ❖ Web Accessibility.

Οι ιδιότητες αυτές είναι ενδεικτικές και κάθε μία από αυτές αποτελείται από άλλα υπό -χαρακτηριστικά και υπό-έννοιες και αναλώνονται στα επόμενα κεφάλαια.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ο ιστός χρησιμοποιείται ως μία πλατφόρμα διανομής διαδικτυακών εφαρμογών και συγκεκριμένα για τρεις τύπους[14]:

- ❖ Τις Διαδικτυακές Εφαρμογές Υπερμέσων (Web hypermedia applications): είναι μη συμβατικές εφαρμογές που χαρακτηρίζονται από την συγγραφή των πληροφοριών με τη χρήση κόμβων, συνδέσμων (σχέσεις μεταξύ των κόμβων), αγκύρων, δομών πρόσβασης (για πλοήγηση) και παράδοσης μέσω του παγκόσμιου ιστού. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται συνήθως για την ανάπτυξη τέτοιων εφαρμογών είναι HTML, XML, JavaScript, και τα πολυμέσα.
- ❖ Τις Διαδικτυακές Εφαρμογές Λογισμικού (Web software applications): είναι συμβατικές εφαρμογές λογισμικού που βασίζονται στο διαδίκτυο ή χρησιμοποιούν την υποδομή του για την εκτέλεση τους. Τέτοιες εφαρμογές περιλαμβάνουν πληροφοριακά συστήματα όπως βάσεις δεδομένων, συστήματα κρατήσεων κλπ.
- ❖ Τις Διαδικτυακές Εφαρμογές (Web applications): είναι εφαρμογές που διανέμονται μέσω του παγκόσμιου ιστού και συνδυάζουν τα χαρακτηριστικά των προηγούμενων δύο.

Στην επόμενη ενότητα γίνεται μία εισαγωγή στις τέσσερις εμπειρικές μεθόδους έρευνας (τα ελεγχόμενα πειράματα, τις έρευνες, τις περιπτωσιολογικές μελέτες και τις εκ των υστέρων αναλύσεις) ώστε να τοποθετηθούν σε ένα πλαίσιο μηχανικής.

1.2 Τι είναι οι Εμπειρικές Μέθοδοι.

Εμπειρικές μέθοδοι[11], όπως ελεγχόμενα πειράματα, μελέτες περιπτώσεων, έρευνες και εκ των υστέρων αναλύσεις είναι απαραίτητες για την αξιολόγηση και την επικύρωση των αποτελεσμάτων μίας έρευνας. Μέσω αυτών μπορεί να δηλωθεί επιστημονικά αν κάτι είναι καλύτερο από κάτι άλλο. Έτσι, εμπειρικές μέθοδοι παρέχουν μια σημαντική επιστημονική βάση τόσο για τη μηχανική ιστού όσο και για το λογισμικό. Επομένως είναι απαραίτητες για κάθε ερευνητή.

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι ερευνητικών παραδειγμάτων που έχουν διαφορετικές προσεγγίσεις σε εμπειρικές μελέτες. Η ποιοτική έρευνα που ασχολείται με τη μελέτη των αντικειμένων στο φυσικό τους περιβάλλον. Ένας ερευνητής ποιότητας επιχειρεί να ερμηνεύσει ένα φαινόμενο με βάση τις εξηγήσεις που δίνουν οι άνθρωποι. Και η ποσοτική έρευνα που ασχολείται κυρίως με τον ποσοτικό προσδιορισμό μιας σχέσης ή την σύγκριση δύο ή περισσότερων ομάδων. Στόχος της είναι να προσδιορίσει μια σχέση αιτίας - αποτελέσματος. Η ποσοτική έρευνα διεξάγεται συχνά μέσω της δημιουργίας ελεγχόμενων πειραμάτων ή την συλλογή δεδομένων μέσω περιπτωσιολογικών μελετών. Ένα

πλεονέκτημα της είναι ότι τα ποσοτικά δεδομένα προωθούν τις συγκρίσεις και την στατιστική ανάλυση. Οι δύο αυτές προσεγγίσεις θα πρέπει να θεωρηθούν ως συμπληρωματικές και όχι ανταγωνιστικές.

Σε γενικές γραμμές, κάθε εμπειρική μελέτη μπορεί να χαρτογραφηθεί με τα ακόλουθα κύρια στάδια της έρευνας: τον ορισμό, τον σχεδιασμό, την λειτουργία, την ανάλυση και την ερμηνεία, τα συμπεράσματα και την παρουσίαση και την συσκευασία. Φυσικά οι εργασίες στο πλαίσιο των σταδίων διαφέρουν σημαντικά ανάλογα με το είδος της εμπειρικής μελέτης.

ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

Σε ένα πείραμα ο ερευνητής έχει τον έλεγχο της μελέτης και παρακολουθεί πως οι συμμετέχοντες εκτελούν τα καθήκοντα που τους έχουν ανατεθεί. Ένα πείραμα υπερτερεί σε σχέση με μία περιπτώσιολογική μελέτη, διότι η μελέτη του μπορεί να προγραμματιστεί και να σχεδιαστεί έτσι ώστε να εξασφαλιστεί υψηλή εγκυρότητα, αν και το μειονέκτημα του είναι ότι το πεδίο της μελέτης του συχνά μικραίνει. Για παράδειγμα, μία περιπτώσιολογική μελέτη περιλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες ενός τέτοιου έργου πράγμα που δεν συμβαίνει στο πείραμα.

Τα πειράματα συνήθως διεξάγονται για να συγκρίνουν ένα διαφορετικό αριθμό από τεχνικές, μεθόδους, διαδικασίες εργασιών κλπ. Για παράδειγμα, ένα πείραμα θα μπορούσε να διεξαχθεί με στόχο της σύγκριση δύο διαφορετικών τεχνικών ανάγνωσης για επιθεώρησης.

Αναλυτικότερα ένα πείραμα περιλαμβάνει:

- ❖ Τον Σχεδιασμό: Το στάδιο του σχεδιασμού περιλαμβάνει τον λεπτομερή σχεδιασμό του πειράματος πριν αυτό διεξαχθεί.
- ❖ Την Λειτουργία: Η λειτουργία του πειράματος περιλαμβάνει έναν αριθμό τμημάτων. Τρία είναι τα πιο βασικά τμήματα και εκ των οποίων τα δύο πρέπει να γίνουν πριν ξεκινήσει το πείραμα και το τρίτο όταν το πείραμα "τρέχει" και τα οποία είναι:
 - Η Δέσμευση των Συμμετεχόντων: Είναι σημαντικό κάθε συμμετέχοντα να έχει δεσμευτεί για τα καθήκοντα του.
 - Η Προετοιμασία των Οργάνων Μέτρησης: Όλο το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια του πειράματος πρέπει να έχει προετοιμαστεί. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τις γραπτές οδηγίες προς τους συμμετέχοντες, τις μορφές που πρέπει να χρησιμοποιούν οι συμμετέχοντες κατά τη διάρκεια των δοκιμών, κλπ. Τέλος τα όργανα θα πρέπει να αναπτυχθούν σύμφωνα με αυτό που προβλέπει ο σχεδιασμός του πειράματος.
 - Και η Εκτέλεση: Η πραγματική εκτέλεση του πειράματος.

- ❖ Την Ανάλυση και την Ερμηνεία: Στο στάδιο αυτό πριν ξεκινήσει ή πραγματική ανάλυση πρέπει να επιβεβαιωθεί ότι όλα τα δεδομένα είναι σωστά και ότι έχουν συμπληρωθεί σωστά, όπως επίσης και να έχουν κατανοηθεί πλήρως τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία. Στην συνέχεια πραγματοποιείται η πραγματική ανάλυση και όταν ολοκληρωθεί γίνεται η ερμηνεία και η εξαγωγή των συμπερασμάτων.

ΠΕΡΙΠΤΩΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ

Μια περιπτωσιολογική μελέτη διεξάγεται για να ερευνηθεί μια ενιαία οντότητα ή ένα συγκεκριμένο φαινόμενο. Ο ερευνητής συλλέγει λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά, για παράδειγμα, με ένα ενιαίο σχέδιο για μια παρατεταμένη χρονική περίοδο. Κατά την εκτέλεση μιας μελέτης περίπτωσης, μπορεί να εφαρμοστεί μια ποικιλία από διαφορετικές διαδικασίες συλλογής δεδομένων. Αν τώρα θέλουμε να συγκρίνουμε δύο μεθόδους, μπορεί να είναι απαραίτητο να οργανώσουμε τη μελέτη ως μια περιπτωσιολογική μελέτη ή ως ένα πείραμα. Η επιλογή εξαρτάται από την κλίμακα της αξιολόγησης.

Οι μελέτες περιπτώσεων είναι κατάλληλες για την βιομηχανική αξιολόγηση των μεθόδων και των αργαλειών της μηχανικής ιστού και λογισμικού, διότι μπορούν να αποφύγουν την κλιμάκωση των προβλημάτων. Η διαφορά μεταξύ περιπτωσιολογικών μελετών και των πειραμάτων είναι ότι τα δείγματα του πειράματος χειραγωγούνται, ενώ τα δείγματα των περιπτωσιολογικών μελετών αντιπροσωπεύουν την τυπική κατάσταση.

Ένα πλεονέκτημα των περιπτωσιολογικών μελετών είναι ότι είναι πιο εύκολο να προγραμματιστούν, αλλά τα μειονεκτήματά τους είναι ότι τα αποτελέσματά τους είναι δύσκολο να τα γενικευθούν και ακόμα πιο δύσκολο να ερμηνευθούν, δηλαδή δείχνουν τις επιπτώσεις σε μια τυπική κατάσταση, αλλά δεν μπορούν να γενικευθούν για κάθε κατάσταση.

Μία ερευνητική περιπτωσιολογική μελέτη είναι η τυπική μέθοδος που χρησιμοποιείται για εμπειρικές μελέτες σε διάφορες επιστήμες, όπως την κοινωνιολογία, την ιατρική και την ψυχολογία. Στην περίπτωση της μηχανικής ιστού και λογισμικού οι περιπτωσιολογικές μελέτες δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο για την αξιολόγηση του πως και του γιατί έγιναν κάποια φαινόμενα, αλλά και με να αξιολογεί και τις διαφορές μεταξύ αυτών. Για παράδειγμα εάν έχουμε δύο μεθόδους σχεδιασμού, μία πιθανή περιπτωσιολογική μελέτη θα ήταν να γίνει η εκτίμηση του αν η χρήση, η οποία βασίζεται στην ανάγνωση μπορεί να αυξήσει την ποιότητα των απαιτούμενων προδιαγραφών.

Μια περιπτωσιολογική μελέτη μπορεί επίσης να εφαρμοστεί και ως μία συγκριτική έρευνα στρατηγικής η οποία θα συγκρίνει τα αποτελέσματα από την χρήση μίας μεθόδου ή τα χειραγωγημένα αποτελέσματα μίας άλλης προσέγγισης.

Οι περιπτωσιολογικές μελέτες παρουσιάζουν δύο πλεονεκτήματα και δύο μειονεκτήματα. Ένα θετικό τους που τις κάνει πολύτιμες είναι ότι ενσωματώνουν

ιδιότητες που σε ένα πείραμα δεν μπορούν να απεικονιστούν π.χ, την περιπλοκότητα, την κλίμακα κλπ. Από την άλλη αρνητικό των περιπτώσιολογικών μελετών είναι ότι ένα πρόβλημα μπορεί να αλλάξει αν αλλάξει και η κλίμακα του δηλαδή, το πρόβλημα μπορεί να είναι διαφορετικό σε μία μικρή μελέτη περίπτωσης σε σχέση με μία μεγάλη μελέτη, παρόλο που ο στόχος θα ήταν να μελετηθούν τα ίδια θέματα. Από μία άποψη θετικό μπορεί επίσης να θεωρηθεί και το γεγονός ότι οι ερευνητές δεν βρίσκονται κάτω από τον πλήρη έλεγχο της περιπτώσιολογικής μελέτης και στην περίπτωση απρόβλεπτων αλλαγών αυτό τους βοηθά στα προβλήματα που μελετάνε. Το πρόβλημα όμως είναι ότι δεν μπορούν να είναι σίγουροι για τις επιπτώσεις που οφείλονται σε παράγοντες σύγχυσης.

ΕΡΕΥΝΕΣ

Μία έρευνα μπορεί να λάβει χώρα όταν ένα εργαλείο ή μία χρήση τεχνικής έχει ήδη πραγματοποιηθεί ή είναι στο στάδιο πριν την δημόσια παρουσίαση. Μία έρευνα θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ένα στιγμιότυπο της κατάστασης που θέλει να συλλάβει την τρέχουσα κατάσταση. Οι έρευνες θα μπορούσαν, για παράδειγμα, να χρησιμοποιηθούν για δημοσκοπήσεις και έρευνες αγοράς.

Οι δειγματοληπτικές έρευνες στοχεύουν στην κατανόηση του πληθυσμού από τον οποίο προέρχεται το δείγμα και σχεδόν ποτέ δεν χρησιμοποιούνται για να κατανοήσουν το ίδιο το δείγμα. Επίσης οι έρευνες έχουν την ικανότητα να παρέχουν ένα μεγάλο αριθμό μεταβλητών για την αξιολόγηση, μεταβλητές οι οποίες μπορούν να ποσοτικοποιηθούν και να υποβληθούν σε επεξεργασία από υπολογιστές. Αυτό καθιστά δυνατό να κατασκευαστεί μια ποικιλία από επεξηγηματικά μοντέλα και στη συνέχεια επιλέγετε αυτό που ταιριάζει καλύτερα τους σκοπούς της έρευνας.

Για την διεξαγωγή μίας έρευνας ο γενικός στόχος μπορεί να είναι ένας από τους παρακάτω:

- ❖ Η Περιγραφή (Descriptive): Μία περιγραφική έρευνα συνήθως διεξάγεται για να καταστήσει δυνατούς κάποιους ισχυρισμούς για κάποιο πληθυσμό και να προσδιορίσει την κατανομή ορισμένων χαρακτηριστικών ή ιδιοτήτων.
- ❖ Η Επεξήγηση (Explanatory): Οι επεξηγηματικές έρευνες στοχεύουν στο να καταστήσουν επεξηγηματικούς ισχυρισμούς σχετικά με τον πληθυσμό. Για παράδειγμα, όταν μελετάμε πώς οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν μια συγκεκριμένη τεχνική επιθεώρησης, θα μπορούσαμε να εξηγήσουμε και γιατί ορισμένοι προγραμματιστές προτιμούν μία τεχνική, ενώ άλλοι προτιμούν μία άλλη.
- ❖ Η εξερεύνηση (Explorative): Οι εξερευνητικές έρευνες χρησιμοποιούνται ως μία προ-μελέτη η οποία προηγείται μίας εξονυχιστικής έρευνας και στοχεύει στο να εξασφαλίσει ότι δεν παραλήφθηκαν κάποια σημαντικά ζητήματα. Συγκεκριμένα δημιουργείται ένα δομημένο ερωτηματολόγιο και επιτρέπει σε ένα δείγμα πληθυσμού να το απαντήσει, στην συνέχεια τα αποτελέσματα που συλλέγονται χρησιμοποιούνται για να βελτιώσουν την πλήρη έρευνα.

Φυσικά ένα από τα σημαντικότερα κομμάτια της έρευνας είναι ή συλλογή των δεδομένων. Συγκεκριμένα τα δύο πιο κοινά μέσα συλλογής δεδομένων είναι τα ερωτηματολόγια και οι συνεντεύξεις.

Τα ερωτηματολόγια μπορούν να είναι είτε σε έντυπη μορφή είτε σε ηλεκτρονική, και αφού σταλούν (ταχυδρομικά ή ηλεκτρονικά) και απαντηθούν από το δείγμα του πληθυσμού, επιστρέφονται για να μελετηθούν οι απαντήσεις που δόθηκαν.

Στις συνεντεύξεις οι ερωτήσεις είναι οι ίδιες με αυτές που περιέχει το ερωτηματολόγιο απλά η διαφορά είναι ότι γίνονται από τον ίδιο τον ερευνητή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα:

- ❖ Ένα αυξημένο ποσοστό ανταπόκρισης σε σχέση με τις έρευνες που στέλνουν τα ερωτηματολόγια με το ταχυδρομείο.
- ❖ Την μείωση κατά πολύ των απαντήσεων "Δεν ξέρω" ή "Δεν απαντώ" και τέλος
- ❖ Δόθηκε και η δυνατότητα και στον ερωτηθέντα να κάνει ερωτήσεις.

Τα κύρια μειονεκτήματα αυτών είναι το κόστος και ο χρόνος, τα οποία εξαρτώνται από το μέγεθος του δείγματος, και από τις προθέσεις της έρευνας.

ΕΚ ΤΩΝ ΥΣΤΕΡΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Η εκ των υστέρων ανάλυση είναι μια ερευνητική μέθοδος που μελετά το παρελθόν, αλλά έχει επίκεντρο την τυπική κατάσταση που έχει συμβεί. Έτσι, μια εκ των υστέρων ανάλυση είναι παρόμοια με την περιπτωσιολογική μελέτη σε ότι αφορά το πεδίο εφαρμογής και έρευνας, με την διαφορά ότι κοιτά το παρελθόν. Η βασική ιδέα πίσω από την εκ των υστέρων ανάλυση είναι να συλλάβει τη γνώση και την εμπειρία από μία συγκεκριμένη περίπτωση ή δραστηριότητα αφού αυτή έχει τελειώσει.

Γενικά μπορεί να ειπωθεί ότι υπάρχουν δύο τύποι εκ των υστέρων ανάλυσης: μία γενική εκ των υστέρων ανάλυση η οποία καταγράφει όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες από μία δραστηριότητα και μία εστιασμένη εκ των υστέρων ανάλυση για μία συγκεκριμένη δραστηριότητα π.χ την εκτίμηση του κόστους. Οι εκ των υστέρων αναλύσεις απευθύνονται κυρίως σε μεγάλα έργα μηχανικής ιστού ή λογισμικού, τα οποία θέλουν να μάθουν από την επιτυχία τους ή να ανακάμψουν από την αποτυχία τους.

Μία εκ των υστέρων ανάλυση περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα:

- ❖ **1^ο Βήμα:** Η Έρευνα των Έργων: Σκοπός είναι να χρησιμοποιηθεί η έρευνα για να συγκεντρωθούν πληροφορίες για το έργο από τους συμμετέχοντες. Η χρήση της έρευνας εξασφαλίζει ότι η εμπιστευτικότητα είναι εξασφαλισμένη.
- ❖ **2^ο Βήμα:** Η Συλλογή Αντικειμενικής Πληροφόρησης: Συλλογή αντικειμενικών πληροφοριών που προδίδουν την "υγεία" του έργου, δηλαδή δεδομένα όπως ελαττωματικά δεδομένα, ανθρωποώρες που δαπανήθηκαν κλπ.
- ❖ **3^ο Βήμα:** Μία Ενημερωτική Συνεδρίαση: Η συνεδρίαση αυτή πραγματοποιείται για να καλυφθούν ζητήματα που η έρευνα δεν μπορεί να καλύψει.

- ❖ **4^ο Βήμα:** Την Ιστορική Μέρα του Έργου: Στην ιστορική μέρα πραγματοποιείται μία επανεξέταση των γεγονότων και των δεδομένων του έργου από ένα επιλεγμένο υποσύνολο ανθρώπων.
- ❖ **5^ο Βήμα:** Η Δημοσίευση των Αποτελεσμάτων: Δημοσιεύεται η έκθεση των αποτελεσμάτων που είναι εστιασμένη στα διδάγματα που εξήχθησαν και τα οποία χρησιμοποιούνται για ως οδηγός για την οργανωτική βελτίωση.

Για την υποστήριξη μικρών και μεσαίων επιχειρήσεων υπάρχει μία πιο "ελαφριά" προσέγγιση της εκ των υστέρων προσέγγισης, η οποία επικεντρώνεται σε λίγες ζωτικές δραστηριότητες και υπογραμμίζει ότι:

- Η εκ των υστέρων ανάλυση πρέπει να είναι "ανοιχτή" στην συμμετοχή όλων των μελών της ομάδας και των ενδιαφερομένων.
- Οι στόχοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εστιαστεί η συζήτηση αλλά αυτό δεν είναι απαραίτητο και τέλος ότι,
- Η εκ των υστέρων ανάλυση αποτελείται από τρεις φάσεις: την προετοιμασία, την συλλογή και την ανάλυση των δεδομένων.

Γενικά θα λέγαμε ότι οι εκ των υστέρων αναλύσεις είναι ένας ευέλικτος τύπος ανάλυσης παρόλο που το πραγματικό αντικείμενο που μελετούν και το είδος των ερωτημάτων που τίθενται είναι πολύ εξαρτημένα από την πραγματική κατάσταση και τους στόχους της ανάλυσης.

1.3 Επισκόπηση της Μηχανικής Ιστού (1999-2005)

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η ανασκόπηση μίας πληθώρας εγγράφων, τα οποία ήταν βασισμένα στην έρευνα της Μηχανικής Ιστού και είχαν δημοσιευθεί μέχρι το 2004. Η ανασκόπηση αυτή διενεργήθηκε από την Emilia Mendes καθηγήτρια του πανεπιστημίου του Όκλαντ του τμήματος επιστήμης των υπολογιστών[1]. Τα άρθρα που χρησιμοποιήθηκαν προήλθαν από την αναζήτηση μέσω μηχανών αναζήτησης, βιβλίων και των ηλεκτρονικών βιβλιοθηκών όπως της IEEEExplore και της ACM Digital library και κατά την εμπειρική αξιολόγηση ταξινομήθηκαν ως έρευνες, μελέτες περιπτώσεων ή επίσημα πειράματα.

Η εμπειρική μελέτη έγινε αποκλειστικά από την ίδια και δεν υπήρξε κάποια συμμετοχή από φοιτητές όπως συνηθίζεται, αυτό αποτέλεσε μία απειλή για το κύρος της συστηματικής ανασκόπησης, διότι δεν υπήρξε κάποια βοήθεια ή έλεγχος που να εκτίμησε κατά πόσο η πινακοποίηση και η εφαρμογή των κριτηρίων επιλογής των εγγράφων ήταν σωστά.

Στόχος ήταν να εξεταστούν οι έρευνες που έγιναν με θέμα την Μηχανική Ιστού και τι ποσοστό αυτών ήταν αυστηρά μεθοδολογικές, φυσικά η μέτρηση της αυστηρότητας έγινε βάση συγκεκριμένων κριτηρίων. Για την εξόρυξη των δεδομένων

χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια κριτήρια με αυτά της μέτρησης της αυστηρότητας. Αναλυτικότερα, τα κριτήρια - ερωτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν για την επιλογή κάποιων έρευνας ήταν τα εξής:

- ❖ Επάνω σε ποιες απαιτήσεις βασίστηκαν?
 - Π.χ. ήταν απόδειξη της έννοιας, ήταν ερευνητική υποστήριξη, κοινή λογική εκθέσεις εμπειρίας, εμπειρικές εκτιμήσεις και δεδομένα.
- ❖ Αν βασίστηκαν σε εμπειρικές εκτιμήσεις και δεδομένα, τότε εξετάστηκε αν:
 - Η έρευνα/μελέτη/επίσημο πείραμα είχε σχεδιαστεί σωστά? (Ναι / Όχι).
 - Βασίστηκε σε παιχνίδι ή σε πραγματική κατάσταση? (Real / Toy).
 - Οι μετρήσεις που χρησιμοποιήθηκαν ενδείκνυνται για τους στόχους της αξιολόγησης? (Ναι / Όχι).
 - Το χρονικό διάστημα της αξιολόγησης ήταν μεγάλο? (Ναι / Όχι).

Μετά την ολοκλήρωση της αναζήτησης, το αποτέλεσμα ήταν να βρεθούν 207 μελέτες από τις οποίες επιλέχθηκαν οι 173 προς μελέτη. Στις 173 λοιπόν μελέτες εφαρμόστηκαν τα κριτήρια που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Ο παρακάτω πίνακας αποτελεί τα αποτελέσματα της συστηματικής ανασκόπησης, όπως αυτά οργανώθηκαν με βάση την πηγή δημοσίευσής τους.

Πίνακας. 1 "Αποτελέσματα Ανασκόπησης"

		IE3MM1	IE3MM2	IE3SW	W303	W304	ICWE03	ICWE04	IEEE	ACM	Book	10P	Total
Advocacy Research		0	1	0	0	0	8	2	4	5	4	2	26
Proof of Concept		2	3	0	2	8	11	17	4	11	14	0	72
Common wisdom		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Experience report		0	0	6	0	1	1	0	5	4	2	0	19
Empirical Evaluation And data		3	2	1	1	5	7	7	7	6	9	8	56
Designed Correctly?	Y	1	1	0	0	1	0	0	0	4	2	6	15
	N	2	1	1	1	4	7	7	7	2	7	2	41
Toy/Real	R	2	2	1	0	1	2	2	2	2	6	6	26
	T	1	0	0	1	4	5	5	5	4	3	2	30
Measurements Appropriate?	Y	1	1	0	0	1	2	5	4	6	2	8	30
	N	2	1	1	1	4	5	2	3	0	7	0	26
Run for enough time?	Y	2	2	1	0	1	2	1	2	2	6	5	24
	N	1	0	0	1	4	5	6	5	4	3	3	32
IE3MM1 - IEEE Multimedia Special Issue on Web engineering Volume 1								ICWE04 - International Web engineering conference 2004					
IE3MM2 - IEEE Multimedia Special Issue on Web engineering Volume 2								IEEE - IEEEExplore electronic database					
IE3SW - IEEE Software Special issue on "Engineering Internet Software								ACM - ACM Digital library					
W303 - Web engineering tracks at the World-Wide Web conference 2003								Book - A book on Web engineering by Springer (LNCS)					
W304 - Web engineering tracks at the World-Wide Web conference 2004								10P - 10 papers not selected by our search criteria					
ICWE03 - International Web engineering conference 2003								Total - Total number of papers					

Από τον πίνακα προκύπτει ότι το 68% του συνόλου των εγγράφων που αξιολογήθηκαν δεν έχουν ταξινομηθεί ως αυστηρά, σύμφωνα με τα κριτήρια της έρευνας. Από αυτά το 61% αποτελούν την απόδειξη κάποιου προβληματισμού, το 22% την υπεράσπιση μίας έρευνας και το 17% εμπειρικές μελέτες. Από το 32% των ερευνών που χαρακτηρίστηκαν ως εμπειρικές, το 27% είχαν σχεδιαστεί σωστά και το 46% βασιζόντουσαν σε πραγματικά σενάρια, το 54% χρησιμοποίησαν τις κατάλληλες μετρικές και το 43% διεξήγαγαν τις αξιολογήσεις τους για αρκετό καιρό. Τα ποσοστά αυτά

μεμονωμένα μπορεί να φαίνονται λογικά, ωστόσο, μόνο το 14% των εμπειρικών μελετών είχαν σχεδιαστεί σωστά, βασίστηκαν σε ένα πραγματικό σενάριο, χρησιμοποίησαν τις κατάλληλες μετρικές και κράτησαν για ένα εύλογο χρονικό διάστημα. Αυτό αντιπροσωπεύει μόνο το 5% (οκτώ) όλων των εγγράφων που αξιολογήθηκαν. Από αυτά τα οκτώ, επτά ήταν περιπτώσιολογικές μελέτες: η εκτίμηση του κόστους Ιστού (πέντε), η εκτίμηση της ποιότητας (ένα) και της παραγωγικότητας (ένα) και το τελευταίο ήταν μια έρευνα για τα πολυμέσα και τις τεχνικές ανάπτυξης Ιστού. Τέλος το 73% των εμπειρικών μελετών είχαν σχεδιαστεί λανθασμένα και συχνά ο στόχος των αξιολογήσεων τους δεν ήταν σαφές, δεν υπήρχαν υποθέσεις, καμία εξήγηση σχετικά με το πώς η αξιολόγηση επρόκειτο να διεξαχθεί προκειμένου να αποφευχθεί η προκατάληψη κλπ.

Με την ολοκλήρωση και την εξαγωγή των παραπάνω συμπερασμάτων η συγγραφέας έκανε τις παρακάτω προτάσεις προς την Κοινότητα της Μηχανικής Ιστού:

- ❖ Να εφαρμοστεί Κοινή Ορολογία που να επιτρέπει στους ερευνητές και τους επαγγελματίες να επικοινωνούν και να συνεργάζονται ευκολότερα.
- ❖ Να παρέχουν τα βασικά για τη συλλογή, την επικύρωση και την ανάλυση αξιόπιστων δεδομένων και να γίνει μία σύνοψη των ευρημάτων από διάφορες εμπειρικές μελέτες .
- ❖ Να βελτιωθεί η διαδικασία της έρευνας.
- ❖ Την Ανάπτυξη εκπαιδευτικών ιδρυμάτων όπου θα αποφοιτούν οι ενδιαφερόμενοι ως επαγγελματίες στην μηχανική ιστού.
- ❖ Να δημιουργηθούν Ερευνητικά Δίκτυα και Ομάδες Ειδικού Ενδιαφέροντος με στόχο την ενίσχυση των ερευνητικών συνεργασιών, την ανταλλαγή των ερευνητικών αποτελεσμάτων και τη διάδοση αυτών στη βιομηχανία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΙΣΤΟΥ.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο προηγούμενο κεφάλαιο υπήρξε μία πρώτη επαφή με τις βασικές έννοιες της μηχανικής ιστού. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται οι βασικές ιδιότητες της μηχανικής ιστού και οι οποίες είναι η Χρηστικότητα, η Προσβασιμότητα και η Ποιότητα, καθώς και ένα εύρος μελετών που βασίστηκαν σε αυτές της ιδιότητες.

2.1 Web Usability

Ως γνωστόν η χρηστικότητα είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την διασφάλιση της ποιότητας αλλά και για την επιτυχία των διαδικτυακών εφαρμογών. Ο καθορισμός των μεθόδων για τη διασφάλιση της χρηστικότητας αποτελεί ως εκ τούτου έναν από τους τρέχοντες στόχους της έρευνας της μηχανικής ιστού. Επίσης, ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την χρηστικότητα εκδηλώθηκε και από τη βιομηχανία, η οποία αναγνωρίζει τη σημασία της και υιοθετεί τις μεθόδους χρηστικότητας κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της ανάπτυξης των διαδικτυακών εφαρμογών και ιστοσελίδων, με σκοπό να εξακριβωθεί η χρηστικότητα πριν αλλά και μετά την ανάπτυξή τους. Υπάρχουν ήδη εμπειρικές μελέτες που έχουν όντως αποδείξει πως η χρήση τέτοιων μεθόδων επιτρέπει την μείωση του κόστους ανάπτυξης τους, αφού μειώνουν την ανάγκη για αλλαγές μετά την ολοκλήρωσή τους.

Για να γίνουν πιο εύκολα κατανοητές οι αρχές και οι μέθοδοι αξιολόγησης δίνονται μερικοί ορισμοί της **Χρηστικότητας Ιστού (Web Usability)**.

Σύμφωνα με το διεθνή πρότυπο ISO 9241(Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals) η χρηστικότητα ορίζεται ως ο βαθμός στον οποίο ένα προϊόν μπορεί να χρησιμοποιηθεί από συγκεκριμένους χρήστες ώστε να επιτύχουν συγκεκριμένους στόχους με αποτελεσματικότητα, αποδοτικότητα και να εισπράξουν την ικανοποίηση από την χρήση αυτή που αφορά το συγκεκριμένο πλαίσιο χρήσης. Στο ορισμό αυτό θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι ως αποτελεσματικότητα νοείται η ακρίβεια και η πληρότητα με την οποία οι χρήστες επιτυγχάνουν τους ειδικούς στόχους, ως αποδοτικότητα οι πόροι που δαπανήθηκαν σε σχέση με την ακρίβεια και την πληρότητα με την οποία οι χρήστες έχουν επιτύχει τους στόχους τους, και ως ικανοποίηση η άνεση και η αποδοχή της χρήσης. Ως εκ τούτου, συνεπάγεται ότι τα προβλήματα χρηστικότητας αναφέρονται σε πτυχές που καθιστούν την εφαρμογή αναποτελεσματική, μη αποδοτική και δύσκολη την εκμάθηση και την χρήση της.

Σύμφωνα με τον ορισμό του Nielsen[13] η χρηστικότητα αναφέρεται:

- ❖ Στην Δυνατότητα Εκμάθησης (Learnability): δηλαδή στην ευκολία της μάθησης της λειτουργικότητας και της συμπεριφοράς του συστήματος.
- ❖ Στην Αποδοτικότητα (Efficiency): δηλαδή στο επίπεδο της εφικτής παραγωγικότητας, τη στιγμή εκείνη όπου ο χρήστης έχει μάθει το σύστημα.
- ❖ Στην Απομνημόνευση (Memorability): δηλαδή στην ευκολία του χρήστη να θυμάται τις λειτουργίες του συστήματος, έτσι ώστε και αν είναι περιστασιακός χρήστης να μην χρειαστεί να μάθει από την αρχή τις λειτουργίες στην περίπτωση που έχει περάσει αρκετό διάστημα από την τελευταία του χρήση.
- ❖ Στα Ελάχιστα Λάθη (Few errors): δηλαδή στην ικανότητα του συστήματος να διαθέτει μικρό ποσοστό σφαλμάτων, υποστηρίζοντας έτσι τον χρήστη να μην κάνει και ο ίδιος σφάλματα κατά την χρήση αλλά και στην περίπτωση που κάνει να τον βοηθήσει να τα ανακτήσει εύκολα και τέλος,
- ❖ Στην Ικανοποίηση του Χρήστη (Users satisfaction): δηλαδή το βαθμό που θεωρούν οι χρήστες το σύστημα ευχάριστο και ότι ανταποκρίνεται στις προσδοκίες τους.

Πρόσφατα, η έννοια της χρηστικότητας έχει επεκταθεί για να καλύψει την έννοια της προσβασιμότητας. Η προσβασιμότητα (Accessibility) επικεντρώνεται σε εκείνες τις λειτουργίες της εφαρμογής που υποστηρίζουν την καθολική πρόσβαση των χρηστών από κάθε κατηγορία και τεχνολογία. Ειδικότερα, η προσβασιμότητα εστιάζει στις ιδιότητες του κώδικα που κάνουν το περιεχόμενο της σελίδας "ευανάγνωστο" από τις τεχνολογίες. Επομένως, σύμφωνα με αυτήν την έννοια, η προσβασιμότητα μπορεί να θεωρηθεί ως μία ιδιαίτερη πτυχή της χρηστικότητας.

Από την πλευρά του σχεδιασμού οι John Gould και Clayton Lewis[1] συνιστούν στους σχεδιαστές που προσπαθούν να παρέχουν (με την δουλειά τους) χρηστικότητα να ακολουθούν τις παρακάτω αρχές σχεδιασμού:

- ❖ Πρόωρη Εστίαση στους Χρήστες και στα Καθήκοντα τους (Early focus on users and tasks): Η ομάδα σχεδιασμού θα πρέπει να έχει γνώμονα το χρήστη και να βρίσκεται σε άμεση επαφή με τους πιθανούς χρήστες. Στην κατανόηση των πιθανών χρηστών συμβάλουν οι διάφοροι μέθοδοι αξιολόγησης (όπως including personas, cognitive modeling, inspection, inquiry, prototyping και testing methods).
- ❖ Εμπειρική Μέτρηση (Empirical Measurement): Η δοκιμή του συστήματος θα πρέπει να γίνει σε πρώιμο στάδιο και να δοκιμαστεί το σύστημα σε πραγματικούς χρήστες χρησιμοποιώντας μετρήσεις συμπεριφοράς. Αυτό περιλαμβάνει τον έλεγχο του συστήματος και για την δυνατότητα εκμάθησης αλλά και για την χρηστικότητα. Είναι επίσης σημαντικό σε αυτό το στάδιο να χρησιμοποιηθούν ποσοτικές προδιαγραφές χρηστικότητας όπως είναι ο χρόνος και τα λάθη που έκαναν οι χρήστες μέχρι την ολοκλήρωση των εργασιών και φυσικά και τον αριθμό των χρηστών που συμμετείχαν στην δοκιμή του συστήματος, καθώς και να εξεταστεί και η απόδοση και η συμπεριφορά τους.

- ❖ Επαναληπτική Σχεδίαση (Iterative Design): Η επαναληπτική σχεδίαση είναι μια μεθοδολογία σχεδιασμού που βασίζεται σε μια κυκλική διαδικασία προτυποποίησης, ελέγχου, ανάλυσης και τελειοποίησης ενός προϊόντος ή διαδικασίας. Με βάση τα αποτελέσματα της πιο πρόσφατης επανάληψης ενός σχεδιασμού, γίνονται οι αλλαγές και βελτιώσεις. Αυτή η διαδικασία έχει σκοπό να βελτιώσει τελικά την ποιότητα και την λειτουργικότητα ενός σχεδιασμού. Στο επαναληπτικό σχεδιασμό, η αλληλεπίδραση με το σχεδιασμένο σύστημα χρησιμοποιείται ως μορφή έρευνας για την ενημέρωση και την εξέλιξη ενός έργου, καθώς εφαρμόζονται οι διαδοχικές εκδόσεις ή οι επαναλήψεις ενός σχεδιασμού. Οι βασικές απαιτήσεις για την επαναληπτική σχεδίαση είναι: ο προσδιορισμός των απαιτούμενων αλλαγών, η ικανότητα να γίνουν οι αλλαγές και η προθυμία να γίνουν οι αλλαγές.

Οι Μέθοδοι Αξιολόγησης (**Evaluation Methods**): Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω υπάρχει μια ποικιλία μεθόδων αξιολόγησης της χρηστικότητας. Ορισμένες από αυτές τις μεθόδους χρησιμοποιούν δεδομένα από τους χρήστες, ενώ άλλες στηρίζονται σε εμπειρογνώμονες της χρηστικότητας. Υπάρχουν μέθοδοι αξιολόγησης χρηστικότητας για όλα τα στάδια του σχεδιασμού και της ανάπτυξης, από τον ορισμό του προϊόντος μέχρι τις τελικές τροποποιήσεις του σχεδιασμού. Όταν επιλέγετε μια μέθοδο αξιολόγησης πρέπει να ληφθεί υπόψη το κόστος, οι χρονικοί περιορισμοί και η καταλληλότητα της μεθόδου, ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες της έρευνας. Οι μέθοδοι αξιολόγησης της χρηστικότητας μπορούν ακόμη να ταξινομηθούν σε περαιτέρω υποκατηγορίες οι οποίες είναι:

- ❖ Μέθοδοι Γνωστικής Μοντελοποίησης (Cognitive Modeling Methods): Η γνωστική μοντελοποίηση περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός υπολογιστικού μοντέλου για την εκτίμηση του χρόνου που χρειάζονται οι άνθρωποι για να εκτελέσουν μια συγκεκριμένη εργασία. Τα μοντέλα αυτά βασίζονται σε ψυχολογικές αρχές και πειραματικές μελέτες για να εξακριβώσουν τις φορές που χρειάζεται να γίνει γνωστική επεξεργασία και κινητήρα των κινήσεων. Επίσης τα γνωστικά μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση των διεπαφών των χρηστών ή για να προβλέψουν προβλήματα που μπορούν να προέλθουν από λάθη και παγίδες κατά τη διάρκεια της διαδικασίας σχεδιασμού. Μερικά παραδείγματα των γνωστικών μοντέλων περιλαμβάνουν:

- Parallel Design.
- GOMS.
- Human Processor Model.
- Keystroke Level Modeling.

- ❖ Μέθοδοι Επιθεώρησης (Inspection Methods): Αυτές οι μέθοδοι περιλαμβάνουν την παρατήρηση των χρηστών από έναν ερευνητή (που διεξάγει το πείραμα) ή τον έλεγχο και την αξιολόγηση του προγράμματος από έναν εμπειρογνώμονα (κριτή).

Παρέχουν περισσότερα ποσοτικά στοιχεία και γενικά μπορούν να προγραμματιστούν και να καταγραφούν. Μερικές υποκατηγορίες είναι:

- Card Sorts.
 - Tree Tests.
 - Ethnography.
 - Heuristic Evaluation.
 - Usability Inspection.
 - Pluralistic Inspection.
 - Consistency Inspection.
 - Activity Analysis.
- ❖ **Μέθοδοι Έρευνας (Inquiry Methods):** Οι ακόλουθες μέθοδοι περιλαμβάνουν τη συλλογή ποιοτικών δεδομένων από τους χρήστες. Παρά το γεγονός ότι τα δεδομένα που συλλέγονται είναι υποκειμενικά, παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με το τι θέλει ο χρήστης. Υποκατηγορίες αυτών των μεθόδων είναι:
- Task Analysis.
 - Focus Groups.
 - Questionnaires/Surveys.
- ❖ **Μέθοδοι Δοκιμής (Testing methods):** Οι δοκιμές χρηστικότητας περιλαμβάνουν τυπικούς χρήστες που χρησιμοποιούν το σύστημα (ή το προϊόν) σε ένα ρεαλιστικό περιβάλλον. Η παρατήρηση της συμπεριφοράς των χρηστών, τα συναισθήματα και οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι χρήστες κατά την εκτέλεση διαφόρων εργασιών συχνά παρέχουν βελτιώσεις για το σύστημα. Μερικές υποκατηγορίες είναι :
- Metrics.
 - Remote Usability Testing.
 - Remote Usability Testing for Mobile Devices.
 - Thinking Aloud.
 - RITE Method.
 - Subjects-in-Tandem or Co-Discovery.
 - Component-Based Usability Testing.
- ❖ **Άλλοι Μέθοδοι:**
- Cognitive Walkthrough.
 - Benchmarking.
 - Meta-Analysis.
 - Persona.

Από τις παραπάνω κατηγορίες και υποκατηγορίες των μεθόδων της χρηστικότητας θα αναλυθούν παρακάτω μόνο όσες είναι αναγκαίες και εξυπηρετούν την ανάγνωση αυτής της εργασίας.

Η κάρτα διαλογής (**Card Sorting**) είναι ένας τρόπος για να συμμετάσχουν οι χρήστες στη συγκέντρωση των πληροφοριών που απαιτούνται για την ανασκόπηση της χρηστικότητας μιας ιστοσελίδας. Οι συμμετέχοντες σε μια συνεδρία (της κάρτας διαλογής) καλούνται να οργανώσουν το περιεχόμενο μιας ιστοσελίδας με έναν τρόπο που να έχει νόημα για αυτούς. Οι συμμετέχοντες ανασκοπούν τα στοιχεία της ιστοσελίδας και στη συνέχεια ομαδοποιούν αυτά τα στοιχεία σε κατηγορίες. Η κάρτα διαλογής επίσης βοηθά να "χτιστεί" η δομή μίας ιστοσελίδας, να αποφασιστεί τι θα μπει στην αρχική σελίδα και να γίνει η επισήμανση των κατηγοριών της αρχικής σελίδας. Επιπλέον διασφαλίζει ότι οι πληροφορίες είναι οργανωμένες στο χώρο με έναν τρόπο λογικό προς τους χρήστες.

Η κάρτα διαλογής εφαρμόζεται όταν:

- Η ποικιλία των ειδών που θα οργανωθούν είναι τόσο μεγάλη, ώστε καμία από τις υφιστάμενες τεχνικές ταξινόμησης να είναι χρήσιμη.
- Οι ομοιότητες ανάμεσα στα στοιχεία καθιστούν δύσκολο τον διαχωρισμό αυτών σε κατηγορίες.
- Τα μέλη του κοινού που χρησιμοποιεί το περιβάλλον μπορεί να διαφέρουν σημαντικά ως προς το πώς βλέπουν τις ομοιότητες μεταξύ των ειδών και το πώς θα πρέπει να γίνουν οι κατάλληλες ομαδοποιήσεις αυτών των αντικειμένων.

Για να εκτελεστεί μία κάρτα διαλογής:

- Ένα άτομο εκπρόσωπος του κοινού δίνει ένα σύνολο από κάρτες ευρετηρίου με τους όρους που έχουν ήδη γραφτεί πάνω τους.
- Αυτό το άτομο βάζει τους όρους σε λογικές ομάδες, και βρίσκει ένα όνομα κατηγορίας για κάθε ομάδα.
- Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται σε ένα πληθυσμό των υποκειμένων δοκιμής.
- Τα αποτελέσματα στη συνέχεια αναλύονται για να αποκαλύψει τα μοτίβα.

Επίσης σύμφωνα με την προσέγγιση της μηχανικής χρηστικότητας[13], ένας οικονομικά αποδοτικός τρόπος για την αύξηση της χρηστικότητας είναι να ληφθεί υπόψη η χρηστικότητα από τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης των διαδικτυακών εφαρμογών. Μια λύση για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι να ληφθούν υπόψη ορισμένα κριτήρια που εξειδικεύουν τις γενικές αρχές της χρηστικότητας. Τα κριτήρια αυτά από την μία πλευρά οδηγούν την δραστηριότητα του σχεδιασμού, παρέχοντας κατευθυντήριες γραμμές, μειώνοντας τις εναλλακτικές λύσεις και εμποδίζοντας τους σχεδιαστές να υιοθετήσουν λύσεις που μπορούν να τους οδηγήσουν σε άχρηστες εφαρμογές. Ενώ από την άλλη πλευρά, αποτελούν και το υπόβαθρο για τη δραστηριότητα της αξιολόγησης.

Τέλος όπως διαπιστώθηκε από τις διάφορες μεθόδους που θεσπίστηκαν πρόσφατα στην μηχανική, η ανάπτυξη των διαδικτυακών εφαρμογών πρέπει να επικεντρωθεί σε τρεις

διαφορετικές διαστάσεις, δηλαδή, στα δεδομένα, στο υπερκείμενο και τον σχεδιασμό της παρουσίασης, όπου κάθε διάσταση συνοδεύεται και με μια σειρά κριτηρίων.

Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τους δέκα «χρυσούς κανόνες» που προτάθηκαν από τον Nielsen το 1993 για τον σχεδιασμό και την αξιολόγηση δια-δραστικών συστημάτων.

Πίνακας. 2 "Οι Δέκα Χρυσοί Κανόνες "

ΕΥΡΕΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
1.Visibility of system status.	Το σύστημα πρέπει να κρατά τους χρήστες ενημερους για το τι συμβαίνει, μέσα από μία κατάλληλη ανατροφοδότηση και σε τακτά διαστήματα.
2.Match between system and the real world.	Το σύστημα θα πρέπει να επικοινωνεί με τον χρήστη με λέξεις, φράσεις και έννοιες που να είναι κοντά στην γλώσσα του χρήστη.
3.User control and freedom.	Οι χρήστες συχνά επιλέγουν λειτουργίες του συστήματος κατά λάθος, επομένως χρειάζονται μια σαφή ένδειξη "Άμεση Έξοδος" ώστε να αποχωρούν από την ανεπιθύμητη κατάσταση, χωρίς να χρειάζεται να περάσουν μέσα από έναν εκτεταμένο διάλογο (undo and redo).
4.Consistency and standards.	Οι χρήστες δεν πρέπει να αναρωτιούνται με διαφορετικές λέξεις, καταστάσεις ή ενέργειες που σημαίνουν το ίδιο πράγμα.
5. Error prevention.	Και ακόμη καλύτερα θα ήταν αν υπήρχε ένα καλά σχεδιασμένο μήνυμα λάθους που θα εμπόδιζε εκ των προτέρων τον παραπάνω προβληματισμό.
6.Recognition rather than recall.	Τα αντικείμενα, οι ενέργειες και οι επιλογές πρέπει να είναι ορατές. Ο χρήστης δεν θα πρέπει να θυμάται τις πληροφορίες από το ένα μέρος στο άλλο και οι οδηγίες του συστήματος θα πρέπει να είναι ευδιάκριτες και εύκολα ανακτήσιμες από το χρήστη.
7.Flexibility and efficiency of use.	Επιταχυντές - όντας αόρατοι από τον αρχάριο χρήστη - συχνά μπορούν να επισπεύσουν την αλληλεπίδραση του χρήστη, ώστε το σύστημα να μπορεί να ανταποκριθεί και στα δύο ήδη χρηστών (έμπειρους και αρχάριους).
8. Aesthetic and minimalist design.	Οι διάλογοι δεν θα πρέπει να περιέχουν πληροφορίες που είναι άσχετες ή που χρησιμεύουν σπάνια.
9.Help users recognize, diagnose, and recover from errors.	Τα μηνύματα λάθους θα πρέπει να εκφράζονται σε απλή γλώσσα (χωρίς κωδικούς), με ακρίβεια και να προτείνουν μια εποικοδομητική λύση.
10.Help and Documentation.	Ένα σύστημα θα ήταν καλύτερο χωρίς τεκμηριώσεις, αλλά οι τεκμηριώσεις είναι απαραίτητες για τον χρήστη και επομένως θα πρέπει να είναι εύκολη η αναζήτηση τους, εστιασμένη σε αυτό που αναζητά ο χρήστης και με συγκεκριμένα βήματα και χωρίς μεγάλο μέγεθος.

Επομένως η χρηστικότητα των διαδικτυακών εφαρμογών απαιτεί την πλήρη κατανόηση και την ακριβή μοντελοποίηση των πηγών των δεδομένων. Ως εκ τούτου, τα κριτήριά αυτά έχουν οργανωθεί με τέτοιο τρόπο ώστε οι γενικές αρχές να επεκτείνονται σε δύο σύνολα από πρακτικές κατευθυντήριες γραμμές, όπου το ένα σύνολο υποδηλώνει τον τρόπο δόμησης του περιεχομένου και το άλλο προτείνει τον ορισμό της χρηστικότητας των μηχανισμών πλοήγησης για την πρόσβαση στο περιεχόμενο και την περιήγηση.

Ακόμη και μετά την εφαρμογή των αρχών για την σχεδίαση χρηστικών διαδικτυακών εφαρμογών δεν έχει εξασφαλιστεί η χρηστικότητα. Για να εξασφαλιστεί η χρηστικότητα πρέπει να γίνει επαλήθευση όλων αυτών και αυτό επιτυγχάνεται μέσω των μεθόδων αξιολόγησης. Κύριος στόχος της αξιολόγησης είναι να εκτιμηθεί η λειτουργία της εφαρμογής, να γίνει επαλήθευση της διεπαφής (interface) του χρήστη, καθώς και να εντοπιστεί κάποιο ιδιαίτερο πρόβλημα της εφαρμογής. Σε ότι αναφορά τώρα τις μεθόδους αξιολόγησης κατηγοριοποιούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, στις μεθόδους που γίνονται κατά την διάρκεια του σχεδιασμού (formative evaluation) και αυτών που γίνονται αφού πρώτα έχει αναπτυχθεί το προϊόν ή έστω μία πρωτότυπη έκδοση του (summative evaluation). Μέσα σε αυτές τις δύο μεγάλες κατηγορίες, υπάρχουν διάφορες μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διαφορετικά στάδια της ανάπτυξης του προϊόντος πχ. User Testing, Inspection Methods και Web Usage Analysis.

Ο έλεγχος του χρήστη (User Testing) ασχολείται με την πραγματική συμπεριφορά των χρηστών, για την διεξαγωγή της απαιτείται ένας εκπρόσωπος που καταγράφει τις αντιδράσεις των χρηστών (συλλέγοντας εμπειρικά δεδομένα) που εκτελούν μία σειρά από λειτουργίες στο σύστημα ή στο πρωτότυπο. Τα δεδομένα που συλλέγονται κατά την δοκιμή είναι: ο χρόνος που χρειάστηκαν οι χρήστες για να εκτελέσουν τις παραπάνω ενέργειες, ο αριθμός των λαθών που έκαναν, όπως και η ικανοποίηση των χρηστών. Μετά την συλλογή αυτών των δεδομένων, τα στοιχεία μελετώνται και τα συμπεράσματα χρησιμοποιούνται για να βελτιωθεί η χρηστικότητα της εφαρμογής. Μία τέτοια δοκιμή για να χαρακτηριστεί ως μία σωστά σχεδιασμένη και τα αποτελέσματα της να θεωρηθούν αξιόπιστα θα πρέπει να περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- ❖ Τον καθορισμό των στόχων της δοκιμής.
- ❖ Τον καθορισμό του δείγματος των χρηστών που θα συμμετάσχουν στη δοκιμή.
- ❖ Την επιλογή των εργασιών και των σεναρίων.
- ❖ Την θέσπιση του πώς θα γίνεται η μέτρηση του επιπέδου της χρηστικότητας του συστήματος και τέλος,
- ❖ Η προετοιμασία του υλικού που απαιτείται και το περιβάλλον του πειράματος.

Οι μέθοδοι επιθεώρησης (Inspection Methods) συνίστανται για την διεξαγωγή δοκιμών με την συμμετοχή των χρηστών και συγκεκριμένα κατά την χρήση πρωτοτύπων. Το γεγονός ότι η δραστηριότητα αυτή είναι κάπως ακριβή αλλά και ότι στο πλαίσιο της διαδικασίας της ανάπτυξης η ανατροφοδότηση είναι αναγκαία από τα πρώτα κιόλας στάδια πριν ακόμη κατασκευαστεί το πρώτο υλικό η λογισμικό, οδήγησαν τους προγραμματιστές να χρησιμοποιούν τις μεθόδους επιθεώρησης μόνο κατά την διαδικασία πρόβλεψης προβλημάτων χρηστικότητας. Οι δύο από τις πιο χρησιμοποιημένες μεθόδους επιθεώρησης εφαρμογής είναι: η ευρετική αξιολόγηση (heuristic evaluation), στην οποία οι ειδικοί κρίνουν κατά πόσον οι ιδιότητες της εφαρμογής πρέπει να συμμορφώνονται με τις καθιερωμένες αρχές της χρηστικότητας και το γνωστικό πέρασμα (cognitive walkthrough) το οποίο χρησιμοποιεί λεπτομερείς διαδικασίες για να προσομοιώσει την διαδικασία επίλυσης των προβλημάτων του χρήστη, με σκοπό να εξετάσει αν οι λειτουργίες που παρέχει είναι αποτελεσματικές για τον χρήστη και αν θα τον οδηγήσουν στην επόμενη σωστή ενέργεια.

Μία νέα κατεύθυνση στην αξιολόγηση των εφαρμογών είναι η ανάλυση χρήσης του ιστού (Web Usage Analysis), η οποία εξετάζει το μητρώο του χρήστη όταν αυτός αποκτά πρόσβαση στις σελίδες της εφαρμογής και το οποίο συλλέγεται σε ένα αρχείο καταγραφής του Web server.

Επομένως με όλες αυτές τις μεθόδους εξετάζονται όλες οι πτυχές μίας εφαρμογής που έχουν σχέση με την χρηστικότητα, επίσης γίνεται προσπάθεια να εντοπιστούν τυχόν παραβιάσεις αρχών και στην συνέχεια να παρέχουν ανατροφοδότηση στους σχεδιαστές για να γίνουν βελτιώσεις.

Μετά την παρουσίαση των μεθόδων παρουσιάζονται παρακάτω και τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την σύγκρισή τους, όπως και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα τους.

Ο έλεγχος του χρήστη (User Testing) παρέχει αξιόπιστες εκτιμήσεις, διότι προέρχεται από δείγματα πραγματικών χρηστών. Επίσης επιτρέπει στην αξιολόγηση να ξεπεράσει την έλλειψη ακρίβειας που εκδηλώνεται με μοντέλα πρόβλεψης όταν ο τομέας εφαρμογής δεν υποστηρίζεται από μια ισχυρή και λεπτομερή θεωρία. Μία τέτοια μέθοδος, όμως, έχει και έναν αριθμό μειονεκτημάτων. Ένα από αυτά είναι και η δυσκολία της επιλογής του κατάλληλου δείγματος των χρηστών με αποτέλεσμα ένα εσφαλμένο δείγμα να οδηγήσει σε λανθασμένες αντιλήψεις σχετικά με τις ανάγκες και τις προτιμήσεις των χρηστών. Ακόμη ένα μειονέκτημα της μπορεί να θεωρηθεί και η δυσκολία στο να δημιουργηθούν οι πραγματικές καταστάσεις χρήσης (σε ένα τόσο περιορισμένο χρονικό διάστημα), οι οποίες απαιτούν και τη δημιουργία του περιβάλλοντος όπου η εφαρμογή πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, καθώς και τα κίνητρα και τους στόχους που οι χρήστες μπορούν να έχουν σε μια πραγματική κατάσταση. Τέλος, το αρνητικό της μπορεί να θεωρηθεί ότι η παρατήρηση των χρηστών δίνει λίγες πληροφορίες για την αιτία του προβλήματος, διότι ασχολείται κυρίως με τα συμπτώματα. Αντίθετα με τις μεθόδους επιθεώρησης (inspection methods) που επιτρέπουν την ταυτοποίηση της υποκείμενης αιτίας του προβλήματος, διότι οι επιθεωρητές αναφέρουν ακριβώς ποιο μέρος του σχεδιασμού και πως αυτό παραβιάζει τις αρχές της χρηστικότητας. Το κύριο πλεονέκτημά τους, σε σχέση με τον έλεγχο των χρηστών, είναι ότι απαιτούν λιγότερους εμπειρους ανθρώπους. Θετικό επίσης των τεχνικών επιθεώρησης είναι ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολύ νωρίς στη διαδικασία ανάπτυξης των διαδικτυακών εφαρμογών, ακόμα και όταν τα πρωτότυπα δεν είναι διαθέσιμα και η αξιολόγηση θα πρέπει να διεξαχθεί πάνω και από τις προδιαγραφές του σχεδιασμού. Τα κύρια μειονεκτήματα των μεθόδων επιθεώρησης ωστόσο είναι η μεγάλη υποκειμενικότητα της αξιολόγησης, διότι οι διαφορετικοί επιθεωρητές που χρησιμοποιούνται μπορούν να παράγουν μη συγκρίσιμα αποτελέσματα, αποτελέσματα τα οποία εξαρτώνται πλήρως από τις ικανότητες τους. Επίσης, υπάρχει και ο φόβος ότι οι ειδικοί μπορούν να υποτιμήσουν τις αντιδράσεις των χρηστών.

Φυσικά οι μέθοδοι επιθεώρησης (inspection methods) δεν μπορούν να αντικαταστήσουν τον έλεγχο του χρήστη επειδή δεν είναι σε θέση να αναλύσουν τις πτυχές ή το σύνολο αποδοχής της διεπαφής ή την ακρίβεια του νοητικού μοντέλου του

χρήστη και από την άλλη πλευρά, ο έλεγχος του χρήστη δεν μπορεί να πει αν η διεπαφή θα "κάνει ακριβώς τη δουλειά της ή αν θα ευχαριστήσει τον χρήστη", πληροφορίες που σημαντικές αφού επηρεάζουν την επιλογή του χρήστη κατά την αγορά της εφαρμογής.

Από την άλλη πλευρά η ανάλυση των αρχείων καταγραφής του Web server φαίνεται να λύνει μια σειρά από προβλήματα, δεδομένου ότι μπορεί να μειώσει την ανάγκη για δοκιμές χρηστικότητας που αφορούν δείγμα πραγματικών χρηστών. Επίσης, σε σχέση με πειραματικές ρυθμίσεις, προσφέρει τη δυνατότητα της ανάλυσης της συμπεριφορά ενός υψηλού αριθμού χρηστών, αυξάνοντας έτσι τον αριθμό των μεταβλητών και την αξιοπιστία των ανιχνευμένων σφαλμάτων. Ωστόσο, τα αρχεία καταγραφής δεν είναι τέλεια. Το πιο σοβαρό μειονέκτημα της έννοιας έγκειται στην συλλογή των πληροφοριών και πόσο αυτές περιγράφουν την πραγματική συμπεριφορά των χρηστών.

Για την βελτίωση της αξιοπιστίας της αξιολόγησης έχουν υιοθετηθεί κάποια αυτόματα εργαλεία. Υπάρχουν τρεις κύριες κατηγορίες εργαλείων αξιολόγησης οι οποίες καλύπτουν μια μεγάλη σειρά δοκιμών για τη χρηστικότητα και την προσβασιμότητα και είναι οι παρακάτω:

- Tools for accessibility analysis.
- Tools for usability analysis.
- Tools for Web usage analysis.

Τα εργαλεία αυτά είναι συστηματικά, γρήγορα και αξιόπιστα, και μπορούν να εφαρμοστούν αποτελεσματικά για την αντιμετώπιση επαναλαμβανόμενων και χρονοβόρων εργασιών αξιολόγησης. Προσοχή όμως τα αυτόματα εργαλεία είναι πολύ χρήσιμα όταν η χρήση τους συμπληρώνει τους ειδικούς (ανθρώπους) και δεν μπορούν να τους αντικαταστήσουν.

Ολοκληρώνοντας θα πρέπει να ειπωθεί ότι οι ερευνητές Maristella Matera, Francesca Rizzo και Giovanni Toffetti Carughi [13] βλέποντας τον συνεχώς αυξανόμενο αριθμό δημιουργίας των διαδικτυακών εφαρμογών και την χρήση αυτών και από μη έμπειρους χρήστες, μελέτησαν τις παραπάνω αρχές και μεθόδους αξιολόγησης της χρηστικότητας (και τα κύρια χαρακτηριστικά τους) και για την επεξήγηση των παραπάνω εννοιών προέβησαν στην παρακάτω μελέτη περίπτωσης. Ουσιαστικά μελέτησαν την ιστοσελίδα του τμήματος τους (<http://www.elet.polimi.it>) και δημιούργησαν την διαδικτυακή εφαρμογή της και στην οποία εφάρμοσαν τις μεθόδους αξιολόγησης που αναφέρθηκαν παραπάνω και συγκεκριμένα:

- ❖ Διεξήγαγαν τον έλεγχο του σχεδιασμού με πάνω από 14 διαδοχικές εκδόσεις της εφαρμογής και εφάρμοσαν διαφορετικές διαδικασίες για την εκτίμηση των δομικών ιδιοτήτων, όπως της εσωτερικής συνοχής και της βιωσιμότητας των μηχανισμών πλοήγησης.
- ❖ Ανέλυσαν τα αρχεία καταγραφής ιστού για την ανακατασκευή της πλοήγησης του χρήστη και για τον εντοπισμό ενδεχόμενων κρίσιμων καταστάσεων που μπορεί να

αντιμετώπιζαν οι χρήστες. Ειδικότερα, η ανάλυση είχε επικεντρωθεί σε μηχανισμούς πρόσβασης της πλοήγησης.

- ❖ Και τέλος προκειμένου να επιτευχθούν πληρέστερα και πιο αξιόπιστα τα αποτελέσματα της αξιολόγησης, του ελέγχου του σχεδιασμού και της ανάλυσης του χρήσης, συμπληρώθηκε μια ευρετική συνεδρία αξιολόγησης, την οποία αποτελούσαν ειδικοί αξιολογητές έξω από την ομάδα σχεδιασμού. Ο στόχος αυτής της περαιτέρω συνεδρίας αξιολόγησης ήταν να μελετήσει τη χρηστικότητα του στρώματος παρουσίας της διεπαφής του υπερκειμένου.

Στόχος της μελέτης τους ήταν η μελέτη αυτή να αποτελέσει έναν οδηγό προς τους επαγγελματίες καθοδηγώντας τους να επιλέξουν την κατάλληλη μέθοδο σε σχέση με τους στόχους της αξιολόγησης.

Έτσι από τα παραπάνω προκύπτει το συμπέρασμα ότι ανεξάρτητα από τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η υιοθέτηση μιας συγκεκριμένης μεθόδου, ένα σωστό πρόγραμμα αξιολόγησης της χρηστικότητας θα πρέπει να καλύπτει την εφαρμογή των διαφόρων τεχνικών και ως εκ τούτου, οι διαφορετικές μέθοδοι να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ένας συμπληρωματικός τρόπος, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί μια σημαντική πληρότητα των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης.

2.1.1 Μοντέλα Χρηστικότητας.

Η ενότητα αυτή αναφέρεται στα μοντέλα χρηστικότητας και συγκεκριμένα θα παρουσιάζονται: ένα μοντέλο χρηστικότητας το οποίο στοχεύει στην διασφάλιση της ποιότητας των διαδικτυακών εφαρμογών[22], ένα μοντέλο (πρωτότυπο) το οποίο βασίζεται στην επικύρωση της χρηστικότητας[5] και μία περιπτωσιολογική μελέτη που εξετάζει την βελτίωση των αυτόματων συστημάτων επικύρωσης[12].

Σύμφωνα με το άρθρο[22] η αξιολόγηση της χρηστικότητας θα πρέπει να ξεκινά νωρίς στη διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης των ιστοσελίδων και θα πρέπει να συμβαίνει κατ'επανάληψη σε όλα τα στάδια της και όχι μόνο όταν το προϊόν έχει ολοκληρωθεί, έτσι ώστε να διασφαλιστεί η ποιότητα των διαδικτυακών εφαρμογών. Η εργασία αυτή διενεργήθηκε από τους Adrian Fernandez, Emilio Insfran, και Silvia Abrahão καθηγητές του πανεπιστημίου της Βαλένθιας της Ισπανίας και στην οποία παρουσιάζεται ένα μοντέλο χρηστικότητας ιστού. Το μοντέλο αυτό είναι ευθυγραμμισμένο με το πρότυπο ISO/IEC 25000 (SQuaRE), και στοχεύει να επιτύχει την αξιολογήσει και την βελτίωση της χρηστικότητας στα διάφορα στάδια της διαδικασίας της ανάπτυξης (των διαδικτυακών εφαρμογών), ακολουθώντας την προσέγγιση μίας διαδικασίας Ανάπτυξης ενός Μοντέλου-Οδηγού (MDD:Model-Driven Development). Το μοντέλο χρηστικότητας είναι γενικό και θα πρέπει να υλοποιείται σε μια συγκεκριμένη μέθοδο του MDD (όπως την OO-H, την UWE ή την WebML) καθορίζοντας τις σχέσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών της χρηστικότητας του μοντέλου χρηστικότητας και των κυριότερων κρυπτογραφικών εργαλείων μοντελοποίησης της συγκεκριμένης μεθόδου διαδικτυακής

ανάπτυξης. Για να φανεί η σκοπιμότητα της προσέγγισης, παρουσιάζεται και μια περιπτωσιολογική μελέτη όπου το μοντέλο χρηστικότητας έχει εφαρμοστεί για την αξιολόγηση των μοντέλων που παράγονται κατά τη διαδικασία ανάπτυξης των διαδικτυακών εφαρμογών.

Οι αξιολογήσεις της χρηστικότητας των διαδικτυακών εφαρμογών μπορούν να πραγματοποιηθούν με τη χρήση μοντέλων ποιότητας, δεδομένου ότι προσδιορίζουν τον όρο χρηστικότητα ως ένα ποιοτικό χαρακτηριστικό που μπορεί να αναλυθεί σε συγκεκριμένα μετρήσιμα χαρακτηριστικά.

Η αξιολόγηση της χρηστικότητας σε κάθε στάδιο της διαδικασίας της ανάπτυξης των διαδικτυακών εφαρμογών αποτελεί κρίσιμο μέρος και διασφαλίζει ότι το προϊόν θα χρησιμοποιηθεί πραγματικά και θα να είναι αποτελεσματικό για τον προορισμό του. Σε μια διαδικασία ανάπτυξης του Μοντέλου-Οδηγού, τα μοντέλα που προσδιορίζουν μια ολόκληρη διαδικτυακή εφαρμογή χρησιμοποιούνται σε όλα τα στάδια της διαδικασίας. Αυτό επιτρέπει στα ζητήματα χρηστικότητας να εξεταστούν σε πρώιμο στάδιο μέσω της αξιολόγησης των μοντέλων που οδηγούν την υλοποίηση μιας τελικής εφαρμογής ιστού.

Μια διαδικασία διαδικτυακής ανάπτυξης, που ακολουθεί μία προσέγγιση Μοντέλου-Οδηγού μετατρέπει τα μοντέλα που είναι ανεξάρτητα από τις λεπτομέρειες εφαρμογής (Μοντέλα ανεξάρτητα από την πλατφόρμα - PIM: Platform-Independent Models) σε μοντέλα που περιέχουν συγκεκριμένες πτυχές από μια συγκεκριμένη πλατφόρμα (Μοντέλα συγκεκριμένης Πλατφόρμας- PSM :Platform-Specific Models).

Πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι η υιοθέτηση του MDD έχει αυξηθεί. Επί του παρόντος, υπάρχουν διάφορες μεθοδολογίες διαδικτυακής ανάπτυξης που ακολουθούν αυτή την προσέγγιση, όπως η OO-H, η WebML ή η UWE. Αυτές οι μέθοδοι υποστηρίζουν την ανάπτυξη μιας διαδικτυακής εφαρμογής καθορίζοντας διαφορετικές απόψεις (διαφορετικά μοντέλα) και συμπεριλαμβάνοντας τουλάχιστον ένα δομικό μοντέλο, ένα μοντέλο πλοήγησης και ένα αφηρημένο μοντέλο παρουσίασης. Μερικές μέθοδοι παρέχουν επίσης και μετατροπές μοντέλου και εργαλεία αυτόματης παραγωγής κώδικα. Η χρηστικότητα μίας διαδικτυακής εφαρμογής που λαμβάνεται ως αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας μετασχηματισμού μπορεί να εκτιμηθεί σε διάφορα στάδια της διαδικασίας MDD. Στο άρθρο αυτό[22], προτάθηκε η χρήση ενός μοντέλου χρηστικότητας ιστού που μπορεί να εφαρμοστεί στις ακόλουθες φάσεις της διαδικασίας MDD:

i) στην PIM, όπου θα αξιολογεί τα διαφορετικά μοντέλα που καθορίζουν την διαδικτυακή εφαρμογή ανεξάρτητα από τις λεπτομέρειες της πλατφόρμας (π.χ., μοντέλα πλοήγησης).

ii) στην PSM, όπου θα αξιολογεί τα συγκεκριμένα μοντέλα διεπαφής σχετίζοντας τα με μια συγκεκριμένη πλατφόρμα και

iii) στην CM, όπου θα εκτιμά το τελικό UI (User Interface).

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η διαδικασία MDD οδηγείται από την PIM, η οποία αυτόματα μετασχηματίζεται σε PSM, και αυτή η PSM σε πηγαίο κώδικα. Ως εκ

τούτου, οι αξιολογήσεις που εκτελούνται στην PIM παράγουν μία έκθεση χρηστικότητας ανεξάρτητα από την πλατφόρμα, η οποία παρέχει πληροφορίες για το στάδιο της ανάλυσης του συστήματος. Στην συνέχεια οι αλλαγές στην PIM αντανακλούνται στη CM γεγονός που αποτρέπει προβλήματα χρηστικότητας που προκύπτουν κατά την δημιουργία της διαδικτυακής εφαρμογής (CM).

Έτσι, οι αξιολογήσεις που εκτελούνται στην PSM παράγουν μία έκθεση χρηστικότητας για τη συγκεκριμένη πλατφόρμα. Αν τώρα η PSM δεν έχει το απαιτούμενο επίπεδο χρηστικότητας, η έκθεση αυτή θα προτείνει αλλαγές για να διορθώσει τα εξής: τα μοντέλα PIM, τους κανόνες μετατροπής που μετατρέπουν τα μοντέλα PIM σε μοντέλα PSM και/ή την ίδια την PSM. Παρ' όλα αυτά, οι αξιολογήσεις στο επίπεδο PIM ή PSM πρέπει να γίνονται με έναν επαναληπτικό τρόπο έως ότου αυτά τα μοντέλα να αποκτούν το απαιτούμενο επίπεδο χρηστικότητας. Τέλος, οι αξιολογήσεις που εκτελούνται σε επίπεδο CM παράγουν μια τελική έκθεση χρηστικότητα της εφαρμογής που αντί να προτείνει αλλαγές για να βελτιωθεί το τελικό UI (CM), όπως συμβαίνει συνήθως σε άλλες προσεγγίσεις, η έκθεση αυτή προτείνει αλλαγές για να διορθωθούν τα μοντέλα PIM ή PSM και οι κανόνες μετατροπής.

Ουσιαστικά το προτεινόμενο μοντέλο χρηστικότητας ιστού(**Web Usability Model**) είναι μια προσαρμογή και μία επέκταση του μοντέλου της χρηστικότητας για τις διαδικασίες ανάπτυξης του Μοντέλου-Οδηγού. Το μοντέλο προσαρμόστηκε για να συμμορφώνεται με το Πρότυπο Ποιότητας Λογισμικού σύμφωνα με το πρότυπο ISO/IEC 25000 (SQuaRE). Το ISO/IEC 25000, επίσης γνωστό και ως (SQuaRE :Software Product Quality Requirements and Evaluation) Απαιτήσεις λογισμικού Προϊόντων Ποιότητας και Αξιολόγησης, δημιουργήθηκε με σκοπό την παροχή μιας λογικά οργανωμένης και εμπλουτισμένης σειράς προτύπων που καλύπτουν δύο κύριες διαδικασίες: την προδιαγραφή των απαιτήσεων της ποιότητας και την αξιολόγηση της ποιότητας του λογισμικού. Αμφότερες αυτές οι διεργασίες υποστηρίζονται από μια διαδικασία μέτρησης της ποιότητας του λογισμικού. Το πρότυπο αυτό αντικαθιστά τα προηγούμενα ISO/IEC 9126 και ISO/IEC 14598. Παρακάτω θα γίνει μία σύντομη περιγραφή των βασικών υπο-χαρακτηριστικών, των ιδιοτήτων και των μετρικών του μοντέλου χρηστικότητας.

Το μοντέλο χρηστικότητας ιστού(**Web Usability Model**) αποτελείται από πέντε υψηλού επιπέδου υπό-χαρακτηριστικά, τα οποία με την σειρά τους αποσυντίθενται σε άλλα επιμέρους και πιο λεπτομερή χαρακτηριστικά ή μετρήσιμες ιδιότητες και τα οποία είναι:

- ❖ Η Δυνατότητα Εκμάθησης (Learnability):η οποία αναφέρεται στα χαρακτηριστικά της διαδικτυακής εφαρμογής που διευκολύνουν τη μάθηση και περιλαμβάνει: παροχές βοήθειας, όπως "on-line" βοήθεια χρηστών, την δυνατότητα πρόβλεψης, την ανατροφοδότηση και την δυνατότητα απομνημόνευσης.
- ❖ Η Δυνατότητα Κατανόησης(Understandability):η οποία αναφέρεται στα χαρακτηριστικά που διευκολύνουν την κατανόηση και περιλαμβάνει την αναγνωσιμότητα, την οικειότητα, την μείωση του φόρτου εργασίας, η οποία σχετίζεται με τη μείωση των γνωστικών προσπαθειών του χρήστη και τέλος την καθοδήγηση του χρήστη.

- ❖ Η Λειτουργικότητα (Operability): η οποία αναφέρεται στα χαρακτηριστικά που διευκολύνουν τον έλεγχο της χρήσης και της λειτουργίας και περιλαμβάνει: τα χαρακτηριστικά εκτέλεσης, όπως συμβατά προγράμματα περιήγησης ή "plugins" που απαιτούνται, την εγκυρότητα των στοιχείων από τις εισόδους των χρηστών, την ικανότητα προσαρμογής, η οποία αναφέρεται στην ικανότητα της εφαρμογής ιστού να προσαρμόζεται στις ανάγκες και τις προτιμήσεις των χρηστών και τέλος στην συνέπεια κατά την εκτέλεση των υπηρεσιών.
- ❖ Η Ελκυστικότητα (Attractiveness): η οποία μετράται με υποκειμενικά μέτρα και σχετίζεται με την αισθητική του σχεδιασμού και μπορεί επίσης να ποσοτικοποιηθεί μετρώντας την ομοιομορφία της διεπαφής του χρήστη (όσον αφορά το χρώμα της γραμματοσειράς, το στυλ γραμματοσειράς, το μέγεθος γραμματοσειράς, και τη θέση των στοιχείων) και τέλος
- ❖ Η Συμμόρφωση (Compliance): η οποία μπορεί να μετρηθεί με την αξιολόγηση της συμφωνημένης πρότασης του μοντέλου χρηστικότητας σε σχέση με αντίστοιχη της SQuaRE και με έναν άλλον οδηγό σχεδιασμού εμφάνισης ιστού.

Τα πρώτα τρία υπό χαρακτηριστικά της χρηστικότητας που σχετίζονται με την απόδοση του χρήστη μπορούν να ποσοτικοποιηθούν με βάση αντικειμενικών μέτρων.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω για να αποδειχθεί η σκοπιμότητα αυτού του μοντέλου διενεργήθηκε μία περιπτωσιολογική μελέτη. Συγκεκριμένα επιλέχθηκαν τα αντικείμενα που παράγονται με τη μέθοδο Αντικειμενοστραφών Υπερμέσων (OO-H: Object-Oriented Hypermedia) για να αποδειχθεί πώς το μοντέλο χρηστικότητας ιστού μπορεί να εφαρμοστεί για την έγκαιρη αξιολόγηση της χρηστικότητας. Για την διεξαγωγή της μελέτης λοιπόν επιλέχθηκε μία εφαρμογή ιστού και συγκεκριμένα είναι ένα σύστημα διαχείρισης εργασιών που αναπτύχθηκε για μια εταιρεία ανάπτυξης ιστού που βρίσκεται στο Αλικάντε της Ισπανίας. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι μοντέλο χρηστικότητας ιστού μπορεί να είναι πολύ χρήσιμο όχι μόνο για την αξιολόγηση των PIMs, αλλά και για την ανακάλυψη των ελλείψεων ή/και των περιορισμών της εκφραστικότητας της PIM και τους κανόνες μετασχηματισμού για να υποστηρίξει κάποια χαρακτηριστικά χρηστικότητας. Με άλλα λόγια, ένα UI που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από την κατασκευή του, τουλάχιστον σε κάποιο βαθμό. Αν και το μοντέλο έχει συγκεκριμενοποιηθεί με τη μέθοδο OO-H, μπορεί επίσης να εφαρμοστεί σε άλλες μεθόδους, όπως UWE ή WebML καθορίζοντας τις σχέσεις μεταξύ των γνωρισμάτων από το μοντέλο χρηστικότητας ιστού με τα στοιχεία των μοντέλων PIM, PSM, και CM από άλλες μεθόδους. Επομένως, συνοψίζοντας θα λέγαμε ότι η χρηστικότητα λαμβάνεται υπόψη σε όλη τη διαδικασία ανάπτυξης, επιτρέποντας τις εφαρμογές ιστού να αναπτυχθούν με την καλύτερη δυνατή ποιότητα, μειώνοντας έτσι την προσπάθεια στο στάδιο της συντήρησης.

Από την άλλη πλευρά οι Richard Atterer και Albrecht Schmidt μέλη της ερευνητικής ομάδας του Πανεπιστημίου του Μονάχου, στο άρθρο τους[5] εξετάζουν πώς μπορεί να γίνει πιο αποτελεσματική η δημιουργία χρηστικών ιστοσελίδων, δεδομένου ότι τα μοντέλα και η δημιουργία ιστοσελίδων ήταν το κύριο ζήτημα της Μηχανικής Ιστού των τελευταίων ετών πριν την έρευνα. Έπειτα από μία έρευνα στα υφιστάμενα εργαλεία και

μοντέλα επικύρωσης της χρηστικότητας εξέτασαν πως οι πληροφορίες που αποθηκεύονται στα μοντέλα μπορούν να βελτιώσουν την επικύρωση. Παρουσίασαν επίσης το πρότυπο ενός μοντέλου που βασίζεται στην επικύρωση της χρηστικότητας, στο οποίο αν δοθεί το μοντέλο παρουσίασης μίας υπάρχουσας ιστοσελίδας, αυτό μπορεί να επαληθεύσει ένα σύνολο κατευθυντήριων γραμμών. Γι' αυτό και οι μέθοδοι της μηχανικής ιστού πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τη χρηστικότητα σε όλα τα επίπεδα, γεγονός που απαιτεί πέρα από την επέκταση των μοντέλων και περαιτέρω ημι-αυτοματοποιημένα και χειροκίνητα βήματα για τον έλεγχο του χρήστη.

Οι ερευνητές στηρίχθηκαν στα αποτελέσματα από ήδη υπάρχουσες έρευνες που είχαν γίνει πάνω και στις δύο περιοχές της έρευνας της χρηστικότητας. Η πρώτη περιοχή της έρευνας της χρηστικότητας περιλαμβάνει εργασίες σε σύνολα κατευθυντήριων γραμμών που βοηθούν στην βελτίωση της χρηστικότητας της ιστοσελίδας, ενώ η δεύτερη περιλαμβάνει τις καθιερωμένες διαδικασίες όπως δοκιμές χρήστη και την παροχή πληροφοριών σχετικά με τα θέματα που κάνουν μία ιστοσελίδα δύσκολη στη χρήση. Επίσης οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η χρηστικότητα δεν ήταν ο πρωταρχικός στόχος, διότι όλες οι έρευνες μέχρι εκείνη την στιγμή είχαν επικεντρωθεί είτε στην ανάπτυξη μοντέλων και εργαλείων μηχανικής ιστού είτε στα συστήματα επικύρωσης της χρηστικότητας/προσβασιμότητας, παρά το γεγονός ότι οι πληροφορίες που αποθηκεύονται σε αυτά τα μοντέλα θα μπορούσαν να είναι πολύ πιο χρήσιμες σε αυτά τα συστήματα επικύρωσης και αυτός ήταν ο λόγος που έδωσαν έμφαση σε αυτήν την μελέτη στη ανάλυση του τρόπου επικύρωσης της χρηστικότητας των ιστοσελίδων, η οποία μπορεί να βελτιωθεί όταν η αφηρημένη (abstract) πληροφορία από τα μοντέλα είναι διαθέσιμη.

Ένα μέρος της έρευνας αποτέλεσε και η μελέτη των παρακάτω συστημάτων επικύρωσης της χρηστικότητας /προσβασιμότητας:

- A-Prompt (<http://aprompt.snow.utoronto.ca>).
- Bobby (<http://bobby.watchfire.com>).
- EvalIris.
- Kwaresmi (<http://www.isys.ucl.ac.be/bchi/research/Kwaresmi.htm>).
- LIFT (<http://www.usablenet.com>).
- NAUTICUS (<http://giove.cnuce.cnr.it/nauticus/nauticus.html>).
- WAVE (<http://wave.webaim.org>).
- WebTango.

Κανένα όμως από αυτά τα εργαλεία δεν ήταν σε θέση να λειτουργήσει με μία παρουσίαση ή ένα μοντέλο προερχόμενο από μία λύση μηχανικής ιστού πχ. UWE ή OO-H, ούτε υπήρξε κάποια διάδραση «αντίστροφης μηχανικής» των μοντέλων από τις υπάρχουσες ιστοσελίδες ή σχολιασμός με την αφηρημένη πληροφορία όπως το πρότυπο το που ανέπτυξαν οι ίδιοι και παρουσιάζεται παρακάτω.

Το αποτέλεσμα λοιπόν της εργασίας ήταν η δημιουργία ενός μοντέλου χρηστικότητας όπως αναφέραμε και παραπάνω το οποίο διέφερε κατά πολύ από τα άλλα συστήματα επικύρωσης. Η εμφανέστερη διαφορά ήταν ότι η είσοδος στο πρόγραμμα δεν αποτελείται μόνο από μία ιστοσελίδα (ή URL), αλλά ότι απαιτούνται συμπληρωματικές

πληροφορίες σχετικά με τη σελίδα που πρέπει να παρέχονται. Κατά άλλα το εργαλείο είναι ένα server-side πρόγραμμα με ένα web interface όπως και στα άλλα συστήματα επικύρωσης. Επιπλέον πρέπει να αναφερθεί ότι το εργαλείο απεικονίζει δύο έννοιες: την έννοια της αντίστροφης μηχανικής (Reverse-Engineering) ενός (απλοποιημένου) μοντέλου παρουσίασης από μία τελική ιστοσελίδα και την αυτοματοποιημένη επικύρωση χρηστικότητας με την χρήση αυτού του μοντέλου. Σε ότι αφορά τον τρόπο λειτουργίας ισχύουν τα εξής: ο χρήστης εισάγει την διεύθυνση (URL) της ιστοσελίδας, αυτός ή αυτή παρουσιάζεται με μια έκδοση της σελίδας και με την προσθήκη μερικών ελέγχων (οι έλεγχοι επιτρέπουν την επιλογή των περιοχών της διάταξης της σελίδας, εάν βασίζεται σε HTML πίνακες). Στην συνέχεια αφού επιλεγεί μια περιοχή, ο χρήστης μπορεί να αντιστοιχίσει ένα τύπο περιεχομένου σε αυτό, για παράδειγμα “main content”, “navigation” ή “advertising”, και αφού σχολιαστούν μερικά ή όλα τα μέρη της ιστοσελίδας το εργαλείο είναι σε θέση να πραγματοποιήσει κάποιες δοκιμές και να εξάγει τα στην οθόνη τα αποτελέσματα/ειδοποιήσεις προς τον χρήστη με τα προβλήματα της ιστοσελίδας.

Ολοκληρώνοντας, το άρθρο[12] αναφέρεται στην περιπτωσιολογική μελέτη που διεξήγαγαν οι Richard Atterer, Albrecht Schmidt και Heinrich Hußmann και η οποία αφορούσε την μελέτη του πώς μπορούν να βελτιωθούν τα αυτοματοποιημένα συστήματα επικύρωσης. Για τους σκοπούς της μελέτης δημιουργήθηκε μία ιστοσελίδα, ένα "Ταξιδιωτικό Γραφείο". Όλα τα στάδια της μοντελοποίησης και υλοποίηση αυτής της ιστοσελίδας έγιναν χειροκίνητα και το πρωτότυπο αυτό υλοποιήθηκε σε PHP. Τέλος η μοντελοποίηση των επιχειρησιακών διαδικασιών περιελάμβανε τα ακόλουθα βήματα: την μοντελοποίηση της εφαρμογής, την δημιουργία μιας σελίδας σχεδιασμού και γραφικών και τη μετατροπή των στοιχείων του μοντέλου σε στοιχεία σχετικά με τις ιστοσελίδες.

Τέλος, οι ερευνητές των άρθρων[5][12] ακόμη πρότειναν τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη χρηστικότητα να συμπεριλαμβάνονται στα μοντέλα της μηχανικής ιστού και σύμφωνα με τα λεγόμενα τους αυτό θα επιτρέψει στα εργαλεία να αυξήσουν αυτόματα τη χρηστικότητα ή να έχουν την δυνατότητα να προειδοποιούν τον προγραμματιστή όταν παραβιάζει ορισμένες κατευθυντήριες γραμμές. Τα χαρακτηριστικά που προτείνουν να συμπεριληφθούν στα μοντέλα είναι:

- Πληροφορίες για τις Σελίδες (Information About Pages): δηλαδή πληροφορίες για το είδος του περιεχομένου των σελίδων, σε ποίο σημείο των σελίδων τοποθετείται το περιεχόμενο κλπ.
- Το Χρονοδιάγραμμα (Timing): δηλαδή τον συνολικό χρόνο που ήταν ο χρήστης σε επαφή με την ιστοσελίδα, τον χρόνο επίσκεψης ανά επισκέπτη, πόσο χρόνο χρειάζεται ο χρήστης για να εκτελέσει τα κύρια καθήκοντα, ποίος είναι ο μέγιστο χρονικό διάστημα για την παράδοση μίας ιστοσελίδας κλπ.
- Ο Σκοπός του Δικτυακού Τόπου (Purpose of the site): δηλαδή ποίος είναι ο στόχος της ιστοσελίδας, ποίος βαθμός πολυπλοκότητας της ιστοσελίδας θεωρείται επιθυμητός σχετικά με την πληροφόρηση και την πλοήγηση κλπ.
- Η Ομάδα Στόχευσης (Target group, anticipated user): δηλαδή ποία είναι η κύρια ομάδα χρηστών, τι υποδομές έχουν οι πιθανοί χρήστες (π.χ τι υπολογιστές, τι ταχύτητα σύνδεσης) κλπ.

Το χρονοδιάγραμμα, ο σκοπός του διαδικτυακού τόπου και η ομάδα στόχευσης είναι χαρακτηριστικά κεντρικής σημασίας και τα οποία διαφοροποιούνται από μοντέλο σε μοντέλο.

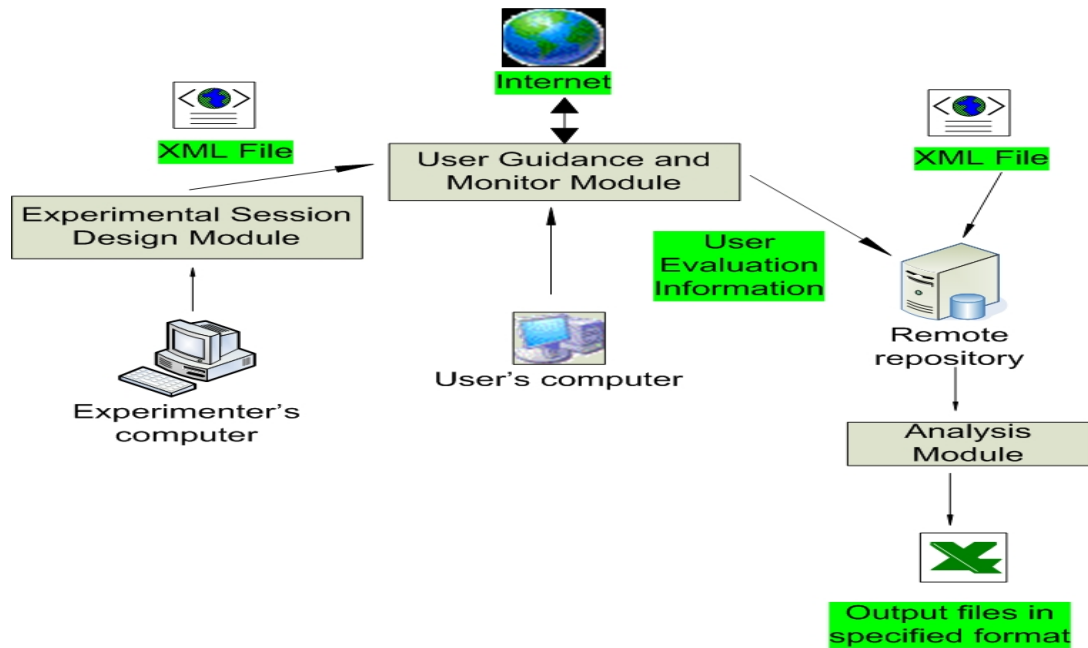
Επομένως τα συμπεράσματα είναι: ότι πρώτον οι αυτόματοι έλεγχοι δεν είναι ισοδύναμοι με εκείνους που ένας κατάλληλα εκπαιδευμένος ειδικός θα μπορούσε να κάνει, αλλά με την προσθήκη της υποστηρικτικής χρηστικότητα (usability support) στις λύσεις της μηχανικής ιστού θα υπάρξει βελτίωση στην χρηστικότητα των δικτυακών τόπων, και δεύτερον ότι είναι δύσκολο να βρεθεί μια σωστή ισορροπία μεταξύ της αυτοματοποιημένης και της απλής μοντελοποίησης. Τέλος υπάρχει ανάγκη για συμπληρωματικές πληροφορίες, οι οποίες θα οδηγήσουν την τελική ιστοσελίδα να έχει περισσότερη χρηστικότητα, όπως επίσης και τους αναλυτές/προγραμματιστές να κάνουν σωστές επιλογές για το σημείο (του μοντέλου) όπου θα προσθέσουν τις επεκτάσεις.

2.1.2 Το Εργαλείο EWE.

Το EWEB (acronym of Experimentation in the WEB)[18] είναι ένα εργαλείο που δημιουργήθηκε με σκοπό να παράγει μία αυτόματη εμπειρική αξιολόγηση της πλοήγησης των ιστοσελίδων. Υποστηρίζει αφελείς αξιολογητές για την δημιουργία πειραμάτων, τα πειράματα αυτά περιέχουν τον τύπο του πειράματος, τα συλληφθέντα αρχεία καταγραφής ιστού (πχ. ο χρόνος, οι σελίδες που επισπεύτηκαν κλπ), τα μοντέλα εργασίας (πχ. εργασία αναζήτησης, δωρεάν πλοήγηση) και ερευνών (όπως ερωτηματολόγια) που πρέπει να εκτελούνται από τους συμμετέχοντες του πειράματος. Επιπλέον, το EWEB αποθηκεύει τα δεδομένα πλοήγησης διατηρώντας τη δομή του πειράματος και υποστηρίζει την ανάλυση και την ερμηνεία των δεδομένων, με δυνατότητα δημιουργίας μετρήσεων χρηστικότητας. Το EWEB έχει ελάχιστη απαίτηση εγκατάστασης στο υπολογιστή του πελάτη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο σε αξιολόγηση εργαστηρίου, όσο και σε εξ αποστάσεως αξιολόγηση διαμέσου πολλών προγραμμάτων περιήγησης. Τέλος για να αποδειχθεί η εγκυρότητα του εργαλείου, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε μία περιπτωσιολογική μελέτη.

Η Λειτουργική και Τεχνική Περιγραφή του EWEB.

Το EWEB αποτελείται από τρεις διαφορετικές ενότητες Εικόνα 1.



Εικόνα 1. "Η αρχιτεκτονική του EWEB."

Την Πειραματική Συνεδρία της Σχεδιαστικής Ενότητας (Experimental Session Design module), την Καθοδήγηση του Χρήστη και την Παρακολούθηση της Ενότητας (Monitor module) και την Ενότητα Ανάλυσης (Analysis module). Αυτός που εκτελεί το πείραμα προσδιορίζει μία συνεδρία χρησιμοποιώντας την σχεδιαστική ενότητα, δημιουργώντας ένα XML αρχείο ως έξοδο. Αυτό το αρχείο χρησιμοποιείται για να προσδιοριστεί η συνεδρία του πειράματος. Στη συνέχεια η ενότητα της παρακολούθησης και της καθοδήγησης του χρήστη χρησιμοποιούν το XML αρχείο για να διεξάγουν την συνεδρία στον υπολογιστή του χρήστη μέχρις ότου γίνει η παρακολούθηση των δεδομένων πλοήγησης. Τα δεδομένα αυτά αποθηκεύονται σε ένα απομακρυσμένο αποθετήριο (remote repository), από το οποίο μπορεί να γίνει η ανάλυση σύμφωνα με την συνεδρία του πειράματος.

Η Πειραματική Συνεδρία της Σχεδιαστικής Ενότητας.

Κάθε πείραμα μπορεί να περιγραφεί ως μια μελέτη που διερευνά την επίδραση της X στο Y. Επομένως, όταν ένα πείραμα ιστού πραγματοποιείται, πρέπει να αποφασιστεί ποιές μεταβλητές θα είναι εξαρτημένες και ποιές ανεξάρτητες. Για παράδειγμα, έστω μια εταιρεία που θέλει να αξιολογήσει τον αντίκτυπο του χρώματος του φόντου (μπλε, λευκό ή πράσινο) της ιστοσελίδας της, για τον χρόνο που οι χρήστες χρειάζονται για να ολοκληρώσουν μια εργασία αναζήτησης. Στην ενότητα του σχεδιασμού του EWEB, (για αυτό το παράδειγμα) ο αξιολογητής θα πρέπει να προσθέσει μια ανεξάρτητη μεταβλητή (δηλαδή το χρώμα του φόντου) και να καθορίσει τα επίπεδα της (μπλε, λευκό ή πράσινο). Επιπλέον, ο αξιολογητής πρέπει να αποφασίσει αν όλοι οι χρήστες θα εκτελέσουν την

εργασία της αναζήτησης και για τα τρία επίπεδα της ανεξάρτητης μεταβλητής ή αν κάθε χρήστης θα εκτελέσει την αναζήτηση για ένα μόνο επίπεδο.

Ως αποτέλεσμα αυτών των αρχικών βημάτων, το μοντέλο σχεδιασμού υπολογίζει αυτόματα τον αριθμό των πειραματικών ομάδων και των συνθηκών. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, και στην περίπτωση που επιλεγθεί ο κάθε χρήστης να εκτελέσει την αναζήτηση σε ένα μόνο επίπεδο τότε θα δημιουργηθούν τρεις πειραματικές συνθήκες και τρεις πειραματικές ομάδες. Ο αξιολογητής επίσης πρέπει να περιλαμβάνει και τρεις διαφορετικές ομάδες χρηστών και η κάθε μία από αυτές θα εκτελέσει την αναζήτηση με ένα μοναδικό χρώμα φόντου. Εάν ο αξιολογητής επιλέξει την άλλη εκδοχή, ο αριθμός των πειραματικών συνθηκών θα είναι επίσης τρεις, αλλά ο αριθμός των πειραματικών ομάδων είναι μόνο ένας αφού όλοι οι χρήστες θα εκτελέσουν και τις τρεις πειραματικές συνθήκες. Το επόμενο βήμα είναι ο καθορισμός των μοντέλων εργασιών και της διαδικασίας για κάθε πειραματική συνθήκη. Επί του παρόντος, το EWEB έχει σχεδιαστεί για να υλοποιεί δύο από τα είδη των εργασιών πλοήγησης των ιστοσελίδων (την search και την free navigation) και δύο τύπους έρευνας (την card sorting και τα questionnaires). Η κάρτα διαλογής (Card sorting) αποτελεί μία εργασία άντλησης γνώσης που χρησιμοποιείται εκτενώς στην ψυχολογία και την τεχνητή νοημοσύνη για την μελέτη της μάθησης του χρήστη. Κατά την εργασία αυτή ζητείται από του χρήστες να ταξινομήσουν κάρτες, οι οποίες περιέχουν εργασίες με σχετικές έννοιες.

Καθοδήγηση του Χρήστη και Παρακολούθηση της Ενότητας

Για να εκτελεστεί ένα πείραμα, αυτή η ενότητα πρέπει να κατέβει και να εκτελεστεί τοπικά στον υπολογιστή του χρήστη. Δεδομένου ότι αυτή η ενότητα αναπτύχθηκε με τη χρήση της τεχνολογίας Java, η μόνη απαίτηση για το μηχάνημα του χρήστη είναι ότι έχει εγκατεστημένη μία εικονική μηχανή (Java Virtual Machine).

Η ενότητα της καθοδήγησης του χρήστη βασίζεται στο πειραματικό σχεδιασμό που δημιουργείται από αυτόν που εκτελεί το πείραμα στο προηγούμενο στάδιο. Ένα αρχείο XML που περιγράφει το σχεδιασμό του πειράματος λαμβάνεται ως δεδομένο. Σύμφωνα με το σχεδιασμό, οι εργασίες θα εκτελεστούν από το χρήστη και η σειρά τους είναι καθορισμένη. Οι εργασίες που πρέπει να εκτελεστούν ετοιμάζονται και εκτελούνται, με βάση το δεδομένο πειραματικό σχεδιασμό.

Η ενότητα της παρακολούθησης εκτελείται τοπικά στον υπολογιστή του πελάτη και στόχος της είναι να παρακολουθεί όλες τις πληροφορίες που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση του χρήστη κατά την εκτέλεση των δεδομένων εργασιών. Προκειμένου να διασφαλιστεί ότι η αξιολόγηση εκτελείται σε ένα ρεαλιστικό σενάριο, η ανάκτηση των δεδομένων πρέπει να γίνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε ο χρήστης να μην μπορέσει να αντιληφθεί καμία διαφορά από την πλοήγηση ιστού που αυτός εκτελεί στο πρόγραμμα περιήγησης του. Επίσης η ενότητα αυτή ενεργοποιεί και απενεργοποιεί αυτόματα έναν μεσολαβητή πλοήγησης (proxy navigation), έτσι ο χρήστης δεν παρατηρεί καμία αλλαγή

στις παραμέτρους του προγράμματος περιήγησης του. Φυσικά ο μηχανισμός αυτός είναι διαφορετικός για κάθε πρόγραμμα περιήγησης. Εάν το πρόγραμμα περιήγησης του χρήστη έχει ήδη ρυθμιστεί ένας μεσολαβητής, τότε δημιουργείται μία ιεραρχία στην ενότητα παρακολούθησης έτσι ώστε η εισερχόμενη και εξερχόμενη διαδικτυακή κίνηση να διαβιβάζεται προηγουμένως από τον μεσολαβητή που έχει οριστεί. Όταν ο χρήστης τελειώσει την συνεδρία οι ρυθμίσεις του προγράμματος περιήγησης επιστρέφουν στις προεπιλεγμένες/αρχικές.

Η Χρήση της αποθηκευμένης πληροφορίας είναι απενεργοποιημένη έτσι ώστε να εξασφαλιστεί ότι όλοι οι χρήστες εκτελούν την αξιολόγηση υπό τις ίδιες συνθήκες. Τέλος τα δεδομένα από τις εργασίες που εκτελεί ο χρήστης μπορούν να αποθηκευτούν είτε σε ένα απομακρυσμένο αποθηκευτικό χώρο (remote repository) είτε σε ένα τοπικό αρχείο ανάλογα με τις πληροφορίες που καθορίζονται στο πείραμα. Όλα τα δεδομένα που ανακτήθηκαν είναι επίσης αποθηκευμένα και επισημασμένα σύμφωνα με τον σχεδιασμό.

Η Ενότητα της Ανάλυσης.

Αφού λοιπόν αποθηκευτούν τα δεδομένα των χρηστών σε κάποιο απομακρυσμένο αποθηκευτικό χώρο, μετά από μια πειραματική συνεδρία, μπορούν να αναλυθούν χρησιμοποιώντας αυτή την ενότητα. Επιπλέον, αυτά τα δεδομένα μπορεί να έχουν μορφοποιηθεί σε μορφή απλού κειμένου, ώστε να μπορούν να εισάγονται απευθείας σε διαφορετικά εργαλεία, όπως το "Excel" ή το "Statistica" για την εκτέλεση μίας στατιστικής ανάλυσης. Το είδος της ανάλυσης που μπορεί να πραγματοποιηθεί είναι διαφορετική για κάθε τύπο εργασίας. Επίσης η ενότητα αυτή σε ότι αφορά την εργασία της δωρεάν πλοήγησης, επιτρέπει τον υπολογισμό του συνολικού χρόνου που απαιτείται από τον χρήστη να πλοηγηθεί μέσω της ιστοσελίδας (αν δεν υπάρχει χρονικό όριο).

Περιπτωσιολογική Μελέτη.

Στην εμπειρική μελέτη το EWEB χρησιμοποιήθηκε για τον σχεδιασμό, την σύλλληψη και την ανάλυση των πειραματικών δεδομένων. Στην μελέτη συμμετείχαν είκοσι εθελοντές (δεκατέσσερις γυναίκες και έξι άνδρες), των οποίων η μέση ηλικία ήταν 25 ετών. Στους εθελοντές ζητήθηκε να ψάξουν 54 στόχους σε δέκα διαφορετικές ιστοσελίδες που υποδεικνύονταν κάθε φορά (έξι αναζητήσεις ανά ιστοσελίδα). Η σειρά της παρουσίασης των ιστοσελίδων και οι αναζητήσεις ανά ιστοσελίδα είχαν γίνει τυχαία. Με τη βοήθεια της μονάδας σχεδιασμού οι ερευνητές εισήγαγαν τον αριθμό και τους τύπους των μεταβλητών και το πρόγραμμα υπολογίζονται αυτόματα τον αριθμό των πειραματικών συνθηκών, αριθμό που έδειξε στη συνέχεια στους ερευνητές. Σε αυτή την περίπτωση, η ιστοσελίδα τέθηκε ως ανεξάρτητη μεταβλητή και χειραγωγήθηκε για το ίδιο άτομο και με δέκα επίπεδα, ένα για κάθε ιστοσελίδα που μελετήθηκε. Ως εκ τούτου, υπήρχαν δέκα

πειραματικές συνθήκες. Στη συνέχεια, οι σχεδιαστές του πειράματος επέλεξαν κάθε πειραματική συνθήκη και όρισαν τις εργασίες που έπρεπε κάθε χρήστης να εκτελέσει και συγκεκριμένα για αυτήν την μελέτη μία εργασία έρευνας και ένα ερωτηματολόγιο ικανοποίησης. Τέλος, οι ερευνητές όρισαν τον αριθμό και τα χαρακτηριστικά για κάθε μια από τις δέκα δοκιμές αναζήτησης: οδηγίες, προθεσμία, στόχος κ.λπ.

Αφού οι ερευνητές προσδιορισμένα τις εργασίες και τις διαδικασίες για κάθε μία από τις δέκα πειραματικές συνθήκες, ξεκίνησαν την καθοδήγηση του χρήστη και την ενότητα παρακολούθησης στο τοπικό υπολογιστή του πειραματικού συμμετέχοντα.

Το πείραμα ξεκίνησε και ήταν ελεγχόμενο από τη ενότητα της καθοδήγησης του χρήστη, η οποία είχε ζητήσει από τους συμμετέχοντες να εκτελέσουν το έργο σύμφωνα με την καθορισμένη διαδικασία. Εν τω μεταξύ, η ενότητα παρακολούθησης παρακολουθούσε τις δράσεις των συμμετεχόντων κατά την πλοήγηση τους. Τα δεδομένα αποθηκεύτηκαν σε ένα απομακρυσμένο αποθηκευτικό χώρο με βάση τη δομή του πειράματος. Η έκθεση των δεδομένων ομαδοποιήθηκε σε έργο, πειραματικές συνθήκες, μετρήσεις, κλπ. Τα αποτελέσματα συγχωνεύτηκαν και εξάχθηκαν σε ένα στατιστικό πρόγραμμα, προκειμένου να εκτελεστούν οι απαιτούμενες στατιστικές.

Τα αποτελέσματα μίας ιστοσελίδας αφαιρέθηκαν από την ανάλυση, επειδή η ανάμνηση των δεδομένων απέτυχε για κάποιους χρήστες. Κατά συνέπεια, υπολογίστηκε η προσβασιμότητα στις ιστοσελίδες μόνο των υπόλοιπων εννέα εθελοντών, και συγκρίθηκαν με μετρικές χρησιμότητας (όπως ο χρόνος αναζήτησης, το ποσοστό των στόχων που βρέθηκαν και ικανοποίηση) που αυτόματα υπολόγισε το EWEB. Τα αποτελέσματα λοιπόν έδειξαν ότι οι εννέα ιστοσελίδες διέφεραν σημαντικά στην χρησιμότητα και την προσβασιμότητα. Ως εκ τούτου, με βάση αυτών των αποτελεσμάτων, εξήχθη το συμπέρασμα ότι η τεχνική της προσβασιμότητας στον παγκόσμιο ιστό, δεν είναι μια καλή ένδειξη χρησιμότητας.

Συνοψίζοντας το συμπέρασμα είναι ότι η περιπτωσιολογική μελέτη που πραγματοποιήθηκε δείχνει ότι το EWEB αυτοματοποιεί από κοινού τις διαδικασίες του πειραματικού σχεδιασμού, τα δεδομένα καταγραφής και ανάλυσης. Η μονάδα σχεδιασμού δημιουργεί αυτόματα και ερμηνεύει ένα πολύπλοκο αρχείο XML που περιέχει τα χαρακτηριστικά του πειράματος χωρίς την ανάγκη οι ερευνητών να είναι ειδικοί στη XML γλώσσα. Η μονάδα σχεδιασμού διασφαλίζει τις προϋποθέσεις για τη χειραγώγηση και τον έλεγχο μιας πειραματικής μελέτης. Επιπλέον, η χρήση του πειραματικού σχεδιασμού διευκολύνει τον εντοπισμό και την ανάλυση των δεδομένων των χρηστών. Ένα πλεονέκτημα του EWEB είναι ότι υπολογίζει αυτόματα τις μετρήσεις, αυτό σημαίνει ότι το EWEB μπορεί να αναλύσει το υψηλό επίπεδο της συμπεριφοράς των χρηστών και όχι μόνο μεμονωμένα γεγονότα. Ολοκληρώνοντας, θα λέγαμε ότι το EWEB παρέχει μεγάλη ευελιξία και την ίδια ώρα μειώνει το χρόνο των αξιολογητών και τους πόρους. Από τεχνική άποψη, η χρήση της τεχνολογίας Java επιτρέπει την εφαρμογή ενός εύκολα φορητού και την εφαρμογή σε πολλές πλατφόρμες (πολυπλατφορμικού) εργαλείου που καταργεί την καθυστέρηση του δικτύου κατά τη μέτρηση του χρόνου απόκρισης από τους χρήστες.

2.1.3 Εμπειρικές Μελέτες Χρηστικότητας.

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τρεις εμπειρικές μελέτες. Η πρώτη εμπειρική μελέτη διεξάγει μια συστηματική προσέγγιση για την αξιολόγηση της χρηστικότητας των ιστοσελίδων της κυβέρνησης του Ηνωμένου Βασιλείου και η οποία αποτελείται από δύο συνδεδεμένα πειράματα. Στην δεύτερη εμπειρική μελέτη γίνεται η σύγκριση των δεικτών της αποτελεσματικότητας και της αποδοτικότητας της τεχνικής επιθεώρησης **Web DUE** με την τεχνική **Web WDP** και στην τρίτη εμπειρική μελέτη έμπειροι φοιτητές χρησιμοποίησαν το **MockUp**, ένα εργαλείο σχεδιασμού που εφαρμόζεται στην τεχνική επιθεώρησης **Web DUE** με σκοπό να διερευνηθούν πιθανές ευκαιρίες βελτίωσης του σχεδιασμού του.

Η χρηστικότητα είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την αλληλεπίδραση και την υιοθέτηση της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης από τους χρήστες. Ωστόσο, οι Zhao Huang και Laurence Brooks[25] καθηγητές του πανεπιστημίου του Brunel του Ηνωμένου Βασιλείου δεν έδωσαν μεγάλη προσοχή στην εκτίμηση της χρηστικότητας. Αντιθέτως η εμπειρική μελέτη που διεξήγαγαν ήταν μια συστηματική προσέγγιση για την αξιολόγηση της χρηστικότητας των ιστοσελίδων της κυβέρνησης του Ηνωμένου Βασιλείου (μέχρι το 2012) και την αναγνώριση των υφιστάμενων προβλημάτων χρηστικότητας. Επιπλέον για τα προβλήματα που εντοπίστηκαν προτάθηκαν λύσεις σχεδιασμού για την περαιτέρω ανάπτυξη της χρηστικότητας στην ηλεκτρονική διακυβέρνηση. Τα αποτελέσματα της έρευνας μπορούν να βοηθήσουν τους σχεδιαστές και τους προγραμματιστές να κατανοήσουν τη σημασία της χρηστικότητας και να τους καθοδηγήσουν στην ανάπτυξη πιο χρηστικών ιστοσελίδων.

Μία ιστοσελίδα ηλεκτρονικής διακυβέρνησης ως γνωστών χρησιμοποιείται από ένα ευρύ φάσμα χρηστών, οι οποίοι έχουν διαφορετικές δεξιότητες και διαφορετικό επίπεδο εμπειρίας. Επομένως αυτοί οι χρήστες έχουν διαφορετικές ανάγκες χρηστικότητας γεγονός που μπορεί να αυξήσει τη δυσκολία στους σχεδιαστές να αναγνωρίσουν τις ανάγκες τους. Για να ξεπεραστεί αυτή η δυσκολία, μία προσέγγιση επικεντρωμένη στους χρήστες (a users' centered approach) θεωρείται ως μία κατάλληλη μέθοδος, δεδομένου ότι μπορεί να συμπεριλάβει την συμμετοχή και την άποψη των χρηστών και να ωφελήσει τους σχεδιαστές να κατανοήσουν τους χρήστες και τις απαιτήσεις της χρησιμότητάς. Για την υλοποίηση της αξιολόγησης της χρηστικότητας είχε σχεδιαστεί μια πειραματική μελέτη, η οποία ήταν βασισμένη στην αντίληψη των χρηστών ενός συνόλου ευρετικών μηχανισμών της χρηστικότητας του Nielsen[13] που προβαίνουν σε ενδελεχή και εμπειριστατωμένη επιθεώρηση χρηστικότητας της ιστοσελίδα της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αποκαλυφθούν οι εργασίες που εκτελούν οι χρήστες στις ιστοσελίδες, εργασίες που μετέπειτα αξιολογούνται. Επίσης μετριέται και η απόδοση των χρηστών, μέσω της παρατήρησης και της εφαρμογής ενός αριθμού κριτηρίων. Με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται μια πιο ολοκληρωμένη αξιολόγηση, η οποία όχι μόνο παρέχει μια βαθύτερη κατανόηση της χρηστικότητας των ιστοσελίδων της

ηλεκτρονικής διακυβέρνησης, αλλά δείχνει επίσης και τα επίπεδα της αλληλεπίδρασης των χρηστών με το συγκεκριμένο δικτυακό τόπο.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω διεξήχθη μία εμπειρική μελέτη η οποία είχε δύο συνδεδεμένα πειράματα. Το πρώτο πείραμα είχε σκοπό να αξιολογήσει τη χρηστικότητα ενός δικτυακού τόπου ηλεκτρονικής διακυβέρνησης. Ενώ το δεύτερο πείραμα εξέτασε τις προτεινόμενες λύσεις σχεδιασμού όσον αφορά τα προβλήματα χρηστικότητας που βρέθηκαν. Για τη διεξαγωγή των δύο πειραμάτων, χρησιμοποιήθηκαν τρία ερευνητικά εργαλεία: ένα το φύλλο εργασίας, ένα ερωτηματολόγιο χρηστικότητας και μία επιλεγμένη ιστοσελίδα ηλεκτρονικής διακυβέρνησης. Το φύλλο εργασίας αναφέρει λεπτομερώς και με σειρά τις εργασίες για τους συμμετέχοντες έπρεπε να εκτελέσουν. Το ερωτηματολόγιο χρηστικότητας αναπτύχθηκε για να προσδιορίσει την αντίληψη της χρηστικότητας που είχαν οι συμμετέχοντες και το οποίο ήταν βασισμένο στο σύνολο των αιρετικών μηχανισμών του Nielsen. Επίσης ο σχεδιασμός του ερωτηματολογίου αποτελείται από τρία στάδια: την επέκταση των ευρετικών μηχανισμών (Extension of Heuristics), τα κριτήρια ανάπτυξης (Development Criteria) και τον σχεδιασμό του ερωτηματολογίου χρηστικότητας (Usability Questionnaire Design).

Για τη διεξαγωγή της αξιολόγησης, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να εκτελέσουν ένα σύνολο πρακτικών εργασιών σε έναν ιστό τόπο ηλεκτρονικής διακυβέρνησης (συγκεκριμένα η ιστοσελίδα ονομαζόταν "London Authority 1" (LA1)). Σύμφωνα με μελέτες υπάρχουν δύο επίπεδα υπηρεσιών ηλεκτρονικής διακυβέρνησης. Το πρώτο επίπεδο σχετίζεται με την δημοσίευση ή την στατική φάση, η οποία περιλαμβάνει την μονόδρομη επικοινωνία των χρηστών, όπως την αναζήτηση πληροφοριών, την λήψη εντύπων. Το δεύτερο επίπεδο αναφέρεται στο στάδιο της αλληλεπίδρασης, η οποία περιλαμβάνει την αμφίδρομη επικοινωνία, όπως την πληρωμή των δημοτικών φόρων κλπ. Σύμφωνα με αυτές τις κατηγορίες υπηρεσιών, σχεδιάστηκαν ένα το σύνολο εργασιών που να αντιπροσωπευτικές για τους διαφορετικούς τύπους αλληλεπίδρασης.

Επίσης οι συμμετέχοντες που είχαν προσληφθεί για να λάβουν μέρος στην αξιολόγηση, ήταν 12 και συμμετείχαν και στα δύο πειράματα. Οι συμμετέχοντες είχαν προσληφθεί σε δημόσιους χώρους, όπως τοπικές βιβλιοθήκες, κέντρα αναψυχής, πανεπιστήμια, και δήλωσαν ενθουσιασμένοι που συμμετείχαν στην αξιολόγηση. Γενικά θα λέγαμε ότι οι συμμετέχοντες που βρίσκονται σε δημόσιους χώρους θεωρούνται ως ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα του πληθυσμού που χρησιμοποιεί κανονικά μια ιστοσελίδα ηλεκτρονικής διακυβέρνησης. Και στα δύο πειράματα, κάθε συμμετέχων ακλούθησε την ίδια διαδικασία αξιολόγησης που περιλάμβανε: μία επιθεώρηση ελεύθερης ροής (free-flow inspection), μία αλληλεπίδραση που βασίζεται σε εργασίες (task-based interaction) και το ερωτηματολόγιο χρηστικότητας.

Η επιθεώρηση ελεύθερης ροής επιτρέπει στους χρήστες να αναζητούν ελεύθερα μέσω της ιστοσελίδας της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης. Μπορούν να επικεντρωθούν είτε στην συνολική ιστοσελίδα είτε στα ειδικά στοιχεία της και ως εκ τούτου, οι χρήστες αναπτύσσουν μία πρώτη αντίληψη.

Στη συνέχεια, η αλληλεπίδραση που βασίζεται στις εργασίες απαιτεί από τους συμμετέχοντες να ολοκληρώσουν μια σειρά εργασιών. Κατά τη διάρκεια ολοκλήρωσης των εργασιών, παρατηρήθηκαν οι αποδόσεις τους και σύμφωνα με έναν αριθμό κριτηρίων απόδοσης, συμπεριλαμβανομένου και του χρόνου που δαπανήθηκε για την διεκπεραίωση των εργασιών και τον αριθμό των βημάτων για την ολοκλήρωσή τους και τον αριθμό των επιτυχημένων εργασιών. Τέλος μετά την ολοκλήρωση όλων των εργασιών, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο χρηστικότητας για να αποτυπώσουν την κρίση τους για την χρηστικότητα της ιστοσελίδας.

Πείραμα Α

Στο πρώτο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα από τα ερωτηματολόγια με σκοπό να εκτιμηθεί η χρηστικότητα. Για την διεξαγωγή της ανάλυσης των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο SPSS και με το οποίο διενεργήθηκε ένα τεστ (one-sample T-test). Πιο συγκεκριμένα, το τεστ εφαρμόστηκε για να προσδιορίσει εάν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ της αντίληψης των χρηστών για την συνολική χρηστικότητα και των ειδικών χαρακτηριστικών της χρηστικότητας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σε γενικές γραμμές, η ιστοσελίδα ήταν σαφής και αρκετά απλή, και εύκολη στην χρήση. Κάθε σελίδα ακολουθούσε πάντα την ίδια μορφή εμφάνισης, η οποία ήταν χρήσιμη στο να διατηρηθεί η συνέπεια της ιστοσελίδας, όπως επίσης η λειτουργικότητα της βοήθησε τους χρήστες να ολοκληρώσουν τις περισσότερες από εργασίες που τους είχαν ανατεθεί. Ωστόσο τα αποτελέσματα έδειξαν και μια σειρά από προβλήματα χρηστικότητας. Με κυριότερα προβλήματα από την πλευρά του χρήστη είναι τα παρακάτω:

- ❖ Υπήρξε σύγχυση των χρηστών λόγω των πολλών διαφορετικών χρωμάτων των συνδέσμων (Η χρήση των χρωματιστών συνδέσμων στόχευε στην παρουσίαση διαφορετικών πόρων εντός του τόπου).
- ❖ Οι θεματικές κατηγορίες παρουσιάζονταν χωρίς λογική σειρά.
- ❖ Οι συνδέσεις που είχαν ήδη επισκεφθεί οι χρήστες δεν έφεραν σαφή σήμανση (Οι σύνδεσμοι που επισημαίνονται δηλώνουν στον χρήστη ότι τους είχε ήδη επισκεφτεί και τους βοηθά να εντοπίσουν τους υπόλοιπους συνδέσμους που απομένουν να επισκεφτεί).
- ❖ Η διάταξη της πληροφορίας είναι εκτός ισορροπίας μεταξύ πλάτους και το βάθους. (Το πλάτος και το βάθος χρησιμοποιούνται για τη διανομή του περιεχομένου της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης, σχεδιάζοντας μια σειρά από θεματικές κατηγορίες και μια σειρά από επίπεδα πληροφοριών).

Επίσης σημαντική είναι και η μέτρηση των επιδόσεων των χρηστών που έγινε σε αυτό το πείραμα και που θα χρησιμοποιηθούν ως βάση για να συγκριθούν με τις επιδόσεις των χρηστών στο δεύτερο πείραμα. Έτσι συμπερασματικά θα λέγαμε ότι οι συμμετέχοντες ήταν σε θέση να ολοκληρώσουν τις περισσότερες από τις εργασίες που τους είχαν ανατεθεί.

Για κάθε ένα από τα παραπάνω προβλήματα έγινε και η αντίστοιχη πρόταση. Συγκεκριμένα για:

- ❖ Το πρώτο πρόβλημα προτάθηκε ένας περιορισμένος αριθμός χρωμάτων για τους συνδέσμους, που και πάλι θα μπορεί να βοηθήσει οπτικά στους χρήστες να διακρίνουν τις διαφορές των πόρων, έτσι ώστε να εντοπίζουν εύκολα τις σχετικές πληροφορίες.
- ❖ Το δεύτερο πρόβλημα μία προτεινόμενη σχεδιαστική λύση είναι η οργάνωση των θεματικών κατηγοριών να γίνει με αλφαβητική σειρά για κάθε σελίδα της "London Authority 1". Με αυτόν τον τρόπο, οι χρήστες θα μπορούν να καταλάβουν γρήγορα τη συνολική διάταξη και να εντοπίσουν εύκολα τις σχετικές πληροφορίες ώστε να καλύψουν τις ανάγκες τους.
- ❖ Το τρίτο πρόβλημα μία προτεινόμενη σχεδιαστική λύση είναι η σήμανση των συνδέσμων που έχει ήδη επισκεφθεί ο χρήστης να γίνεται με πλάγιους χαρακτήρες.
- ❖ Το τέταρτο πρόβλημα μία προτεινόμενη σχεδιαστική λύση είναι να σχεδιαστεί ένα πτυσσόμενο (drop-down) μενού και για κάθε κατηγορία να κρύβει τις οπτικά επιμέρους επιλογές της. Έτσι όταν ο χρήστης θα μετακινεί το ποντίκι στην θεματική κατηγορία, ένα είδος ελαστικής υπό λίστα θα παρουσιάσει τις διάφορες επιμέρους επιλογές που σχετίζονται με αυτή την κατηγορία. Με τον τρόπο αυτό, ο αριθμός των επιλογών οπτικά μειώνεται και βοηθά τους χρήστες να διαβάζουν και να εντοπίζουν ευκολότερα τις πληροφορίες.

Πείραμα Β

Στο δεύτερο πείραμα δόθηκαν οι προτεινόμενες σχεδιαστικές λύσεις για τα προβλήματα που εντοπίστηκαν στον πρώτο πείραμα με σκοπό την διερεύνηση τους. Σε αυτό το πείραμα χρησιμοποιήθηκε επίσης το εργαλείο SPSS και με το οποίο διενεργήθηκε επίσης ένα τεστ (one-sample T-test) το οποίο ανέλυσε τα αποτελέσματα που ελήφθησαν από την αντίληψη και την απόδοση των συμμετεχόντων.

Τα αποτελέσματα του δεύτερου πειράματος, στο οποίο εφαρμόστηκαν όλες οι σχεδιαστικές προτάσεις έδειξαν ότι για κάθε συγκεκριμένο χαρακτηριστικό της χρηστικότητα, η αξιολόγηση των συμμετεχόντων είχε αλλάξει προς το καλύτερο στο δεύτερο πείραμα. Επιπλέον τα ευρήματα δείχνουν ότι οι προτεινόμενες σχεδιαστικές λύσεις έχουν βελτιώσει τα προβλήματα χρηστικότητας που προσδιορίστηκαν στο πρώτο πείραμα και τέλος ότι συμβάλει στην αύξηση της αντίληψης της χρηστικότητας των χρηστών.

Συνοψίζοντας λοιπόν τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι προτεινόμενες σχεδιαστικές λύσεις έχουν βελτιώσει τα προβλήματα χρηστικότητας που εντοπίστηκαν και κατά επέκταση βελτίωσαν και την αντίληψη της χρηστικότητας της ιστοσελίδας της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης, γεγονός που βελτιώνει και τη απόδοση των χρηστών. Και παρά τα θετικά αποτελέσματα αυτής της μελέτης, υπάρχει ακόμα η ανάγκη για διεξαγωγή μελλοντικών μελετών προκειμένου να αναπτυχθούν κατευθυντήριες γραμμές για τη

χρηστικότητα και οι οποίες θα περιέχουν με λεπτομέρεια τα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά της χρηστικότητας, ειδικά για την ανάπτυξη των καλύτερων ιστοσελίδων ηλεκτρονικής διακυβέρνησης.

Η δεύτερη εμπειρική μελέτη διενεργήθηκε από τους Luis Rivero και Tayana Conte [28] και παρουσιάζει την τεχνική Αξιολόγησης της Χρηστικότητας για τον Σχεδιασμό των Ιστοσελίδων (η τεχνική αυτή ονομάζεται Web DUE), η οποία επιτρέπει την ταυτοποίηση των προβλημάτων της χρηστικότητας σε χαμηλής αξιοπιστίας πρωτότυπα (mockups) διαδικτυακών εφαρμογών κατά τη διάρκεια της φάσης του σχεδιασμού. Επίσης, πρότειναν ένα εργαλείο το Mockup DUE για τον Σχεδιασμό της Αξιολόγησης της Χρηστικότητας, το οποίο είναι σε θέση να βοηθήσει τους επιθεωρητές κατά την χρήση της τεχνικής αξιολόγησης Web DUE.

Προκειμένου να εξακριβωθεί η σκοπιμότητα αυτών των τεχνολογιών, πραγματοποιήθηκαν δύο εμπειρικές μελέτες. Κατά την πρώτη μελέτη, συγκρίθηκαν η αποτελεσματικότητα και η αποδοτικότητα των δεικτών της τεχνικής Web DUE, με την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα των δεικτών της Προοπτικής του Σχεδιασμού των Ιστοσελίδων (WDP: Web Design Perspective) με βάση την τεχνική επιθεώρησης της χρηστικότητας. Επίσης, κατά την δεύτερη μελέτη, έμπειροι επιθεωρητές που χρησιμοποίησαν το εργαλείο Mockup DUE και απάντησαν σε ένα ερωτηματολόγιο με στόχο τον εντοπισμό των ευκαιριών βελτίωσης στο σχεδιασμό του.

Η τεχνική της Αξιολόγησης της Χρηστικότητας για τον Σχεδιασμό των Ιστοσελίδων (Web DUE) είναι μια μέθοδος ελέγχου που βασίζεται σε λίστες ελέγχου που προτάθηκαν για να καλύψουν τις ανάγκες της βιομηχανίας, κατά την φάση της ανάπτυξης των λογισμικών και αφορά την αξιολόγηση της χρηστικότητας των διαδικτυακών εφαρμογών. Κατά συνέπεια, επικεντρώνεται κυρίως στον εντοπισμό των προβλημάτων χρηστικότητας στα πρώτα στάδια της διαδικασίας της ανάπτυξης των εφαρμογών. Ως εκ τούτου, η τεχνική Web DUE χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της χρηστικότητας των πρωτότυπων (mockups) που έχουν δημιουργηθεί. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι σημαντικό και βοηθά στην εύρεση των προβλημάτων χρηστικότητας από τα πρώτα κίολας στάδια της διαδικασίας της ανάπτυξης των διαδικτυακών εφαρμογών και συγχρόνως μειώνει το κόστος για την διόρθωσή τους. Η κύρια καινοτομία της τεχνικής Web DUE είναι η ικανότητά της να καθοδηγεί τους επιθεωρητές μέσω της διαδικασίας αξιολόγησης με τη χρήση ειδικών "κομματιών" που χρησιμοποιούνται για να συνθέσουν το περιεχόμενο των διαδικτυακών εφαρμογών. Αυτά τα "κομμάτια" ονομάζονται ζώνες ιστοσελίδας και περιέχουν ειδικά συστατικά μέσα στην διαδικτυακή εφαρμογή. Το κύριο πλεονέκτημα της χρήσης των ζωνών της ιστοσελίδας είναι ότι βοηθάει τους επιθεωρητές να αξιολογήσουν μόνο τα στοιχεία εκείνα που παρουσιάζονται στο πρωτότυπο (mockup). Ένα άλλο αναμενόμενο όφελος από τη χρήση των ζωνών ιστοσελίδας είναι το γεγονός ότι παρέχουν στους επιθεωρητές κατευθυντήριες γραμμές για τον προσδιορισμό των στοιχείων της εφαρμογής. Οι ζώνες αυτές χωρίζονται σε τρία είδη καταλληλότητας: τις υποχρεωτικές, τις προαιρετικές και εκείνες που εξαρτώνται από την λειτουργικότητα τους.

- ❖ Υποχρεωτικές:
 - Η Ζώνη Πλοήγησης περιέχει τους συνδέσμους πλοήγησης.
 - Η Ζώνη Κατάστασης του Συστήματος περιέχει πληροφορίες για την κατάσταση της εφαρμογής.
 - Η Ζώνη Βοήθειας περιέχει πληροφορίες για το πώς χρησιμοποιείτε η εφαρμογή και το πώς λειτουργεί.
- ❖ Προαιρετικές:
 - Η Ζώνη του Κατασκευαστή περιέχει πληροφορίες για τον υπεύθυνο της κατασκευής της διαδικτυακής εφαρμογής.
- ❖ Λειτουργικά εξαρτώμενες:
 - Η Ζώνη Πληροφοριών περιέχει πληροφορίες για την βάση δεδομένων.
 - Η Ζώνη των Υπηρεσιών περιέχει την πρόσβαση στις υπηρεσίες της εφαρμογής.
 - Η Ζώνη Άμεσης Πρόσβασης περιέχει τους συνδέσμους για την πρόσβαση στην εφαρμογή (Είσοδος/Εξοδος Χρήστη, Αρχική Σελίδα).
 - Η Ζώνη Πληροφοριών Χρήστη περιέχει πληροφορίες για τον χρήστη που συνδέθηκε στην εφαρμογή.
 - Η Ζώνη Προσθήκης Δεδομένων περιέχει μια φόρμα για την προσθήκη δεδομένων.

Στην παρούσα μελέτη συγκρίθηκε η τεχνική Web DUE με την τεχνική WDP. Παρά το γεγονός ότι η WDP δεν είναι μια τεχνική για την αξιολόγηση των πρωτοτύπων, είναι ο όμως προκάτοχος της Web DUE, δεδομένου ότι η Web DUE στηρίζεται στην WDP. Ως εκ τούτου, είναι λογικό να προτιμάται η Web DUE γιατί παρουσιάζει καλύτερα αποτελέσματα από ότι η WDP, συμπέρασμα που εξάγεται μετά από την αξιολόγηση των πρωτοτύπων (mockups). Κατά τη διάρκεια αυτής της μελέτης ελέγχονται οι ακόλουθες ανεξάρτητες μεταβλητές: η εμπειρία των ατόμων, τα πρωτότυπα (mockups) της διαδικτυακής εφαρμογής που αξιολογούνται και οι τεχνικές που εφαρμόζονται. Επιπλέον, εκτιμήθηκαν οι ακόλουθες μεταβλητές: ο αριθμός των ελαττωμάτων των τεχνικών, ο αριθμός των θετικών και των αρνητικών χαρακτηριστικών τους και η αποτελεσματικότητα και η αποδοτικότητα κάθε τεχνικής. Οι στόχοι που καθορίστηκαν στην πρώτη εμπειρική μελέτη είναι οι παρακάτω:

- ❖ Η ανάλυση της τεχνικής Αξιολόγησης της Χρηστικότητας για τον Σχεδιασμό Ιστοσελίδων.
- ❖ Η οπτική γωνία των ερευνητών της Μηχανικής Ιστού.
- ❖ Το πλαίσιο της αξιολόγησης της χρηστικότητας των πρωτότυπων (mockups) ενός συστήματος, που βασίζεται στο διαδίκτυο και διεξάγεται από τους επιθεωρητές της χρηστικότητας.
- ❖ Η σύγκριση των δεικτών της αποτελεσματικότητας και αποδοτικότητας της τεχνικής αξιολόγησης Web DUE με την τεχνική WDP.

Στη εμπειρική μελέτη συμμετείχαν οχτώ προπτυχιακοί και μεταπτυχιακοί φοιτητές οι οποίοι κλήθηκαν να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο. Το ερωτηματολόγιο που συμπλήρωσαν οι φοιτητές αφορούσε: (α) την εμπειρογνωμοσύνη στον τομέα της γνώσης της χρηστικότητας, (β) την εμπειρία στην αξιολόγηση της χρηστικότητας και (γ) την πείρα τους στο σχεδιασμό διαδικτυακών εφαρμογών.

Τα αποτελέσματα της πρώτης εμπειρικής μελέτης τόνισαν το γεγονός ότι οι επιθεωρητές έπρεπε να προσομοιάσουν χειροκίνητα την αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη και του διαδικτυακού πρωτότυπου (mockup), με αποτέλεσμα η διαδικασία της επιθεώρησης να μετατραπεί σε κουραστική. Επιπλέον, οι επιθεωρητές ανέφεραν τα κύρια πλεονεκτήματα από τη χρήση των πρωτότυπων (mockups) για την επιθεώρηση της χρηστικότητας:

- ❖ Τα Πρωτότυπα με τη χρήση χρωμάτων μπορούν να δείξουν πως θα είναι η διαδικτυακή εφαρμογή.
- ❖ Οι επιθεωρητές μπορούν να επισημαίνουν άμεσα τα προβλήματα που αντιμετωπίζει η χρηστικότητα.
- ❖ Οι επιθεωρητές μπορούν να προσθέσουν σημειώσεις ή προτάσεις.

Το εργαλείο Mockup DUE σχεδιάστηκε με σκοπό: (α) να προσομοιώσει αυτόματα την αλληλεπίδραση μεταξύ των πρωτότυπων (mockups) και (β) να διατηρήσει τα κύρια χαρακτηριστικά που έκαναν τη χρήση των πρωτότυπων (mockups) κατάλληλα για την επιθεώρηση της χρηστικότητας.

Η δεύτερη εμπειρική μελέτη σχεδιάστηκε για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών κατά την χρησιμοποίηση του εργαλείου Mockup DUE. Σε αυτή τη μελέτη, πραγματοποιείται μία συνεργατική αξιολόγηση για το εργαλείο Mockup DUE. Σε μια συνεργατική αξιολόγηση, οι ομάδες σχεδιασμού και οι χρήστες συνεργάζονται για να αξιολογήσουν ένα προϊόν και να προσδιορίσουν τα ζητήματα χρηστικότητας του καθώς και τις λύσεις τους. Κατά τη διάρκεια αυτής της μελέτης ελέγχονται οι ακόλουθες ανεξάρτητες μεταβλητές: η εμπειρία των ατόμων, τα πρωτότυπα (mockups) της διαδικτυακής εφαρμογής που είχαν αξιολογηθεί και η εφαρμογή του εργαλείου. Στο πείραμα έλαβαν μέρος τέσσερις μεταπτυχιακοί φοιτητές από το πανεπιστήμιο του Αμαζονίου, στους οποίους δόθηκε το ίδιο ερωτηματολόγιο όπως και στη πρώτη εμπειρική μελέτη. Ο στόχος της μελέτης είναι να αξιολογήσει το εργαλείο Mockup DUE αναλύοντας τον δείκτη της ικανοποίησης των χρηστών και την ευκολία χρήσης που παρέχει στους χρήστες του. Ως εκ τούτου, αναλύθηκε η γνώμη των επιθεωρητών κατά τη διάρκεια της χρήσης του εργαλείου αλλά και μετά το πέρας της με βάση την εμπειρία τους.

Η ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων έδειξε ότι η τεχνική Web DUE επέτρεψε την εύρεση των περισσότερων προβλημάτων χρηστικότητας σε μικρότερο χρονικό διάστημα σε σύγκριση με την τεχνική WDP. Επιπλέον, τα ποιοτικά δεδομένα από τη δεύτερη εμπειρική μελέτη παρείχαν πληροφορίες σχετικά με την εμφανή άνεση της χρήσης του εργαλείου, υποδεικνύοντας ότι επιθεωρητές ήταν ικανοποιημένοι και ότι θα το χρησιμοποίησαν για να εκτελέσουν την επιθεώρηση της χρηστικότητας με την τεχνική

Web DUE. Τα αποτελέσματα επίσης έδειξαν ότι οι DUE τεχνολογίες θα μπορούσαν να εφαρμοστούν και στον προσδιορισμό των προβλημάτων χρηστικότητας στην αρχή του σχεδιασμού των διαδικτυακών εφαρμογών. Έτσι, η χρήση τους θα μπορούσε να επιτρέψει τη διόρθωση των προαναφερθέντων προβλημάτων πριν δημιουργηθεί ο πηγαίος κώδικας της εφαρμογής.

2.1.4 Web Navigability.

Η απλούστευση της επίτευξης των στόχων του χρήστη είναι ένας παράγοντας που καθορίζει τη χρηστικότητα της διαδικτυακής ανάπτυξης. Για το λόγο αυτό η κοινότητα της Μηχανικής Ιστού έχει ευρέως υιοθετήσει τα μοντέλα πλοήγησης. Τα μοντέλα αυτά μέσω των (WISs :Web Information Systems) πληροφοριακών συστημάτων ιστού οδηγούν τον χρήστη να αναζητήσει τις επιθυμητές πληροφορίες/υπηρεσίες διαμέσων των καλύτερων διαδρομών. Ωστόσο, ο σχεδιασμός των WISs συχνά βασίζεται σε ένα μόνο μοντέλο αφήνοντας έτσι πολλές αποφάσεις, οι οποίες μπορούν να επηρεάσουν άμεσα τη χρηστικότητα, στις δεξιότητες των σχεδιαστών. Για να περιοριστεί αυτή η αυθαιρεσία κατά την διαδικασία του σχεδιασμού της πλοήγησης, οι καθηγητές Valeria de Castro, Marcela Genero, Esperanza Marcos, και Mario Piattini [20] δύο πανεπιστημίων της Ισπανίας προτείνουν μια μέθοδο Μοντελοποίησης Υπερκειμένου (HM3:Hypertext Modeling Method of MIDAS). Η μέθοδος αυτή έχει την ιδιαιτερότητα ότι επιτρέπει τον προσδιορισμό διαδρομών. Μια διαδρομή ορίζεται ως «η ακολουθία των βημάτων που καθορίζονται για το WISs που ο χρήστης πρέπει να ακολουθήσει για να εκτελέσει μια υπηρεσία του χρήστη». Επιπλέον, η μέθοδος προτείνει τον προσδιορισμό ένας κύριου μενού, που θα συμπεριλαμβάνει τις υπηρεσίες που απαιτούνται από το χρήστη και οι οποίες θα αντιπροσωπεύουν την έναρξη των διαδρομών. Ο κύριος στόχος αυτής της εργασίας είναι να επιβεβαιωθεί η υπόθεση ότι χρησιμοποιώντας διαδρομές είναι δυνατόν να αποκτηθεί ένα πιο πλωτό WISs και για το λόγο αυτό διενεργήθηκε ένα ελεγχόμενο πείραμα.

Στο πείραμα αυτό έγινε η σύγκριση της πλοήγησης δύο WISs για συνεδριακούς οργανισμούς, ενός πολύ γνωστού του ConfMaster και ενός άλλου του WebConference που κατασκευάστηκε με την χρήση διαδρομών. Και στα δύο WISs η διεπαφή και η λειτουργικότητα ήταν πανομοιότυπα με μοναδική διαφορά το μοντέλο πλοήγησης τους. Φυσικά σκοπός του πειράματος δεν ήταν να δοκιμαστεί η HM3 και να αποδειχθεί αν είναι καλύτερη από άλλες μεθοδολογίες για την ανάπτυξη των WISs αντίθετα σκοπός ήταν να μετρηθεί ο αντίκτυπος των διαδρομών στους τελικούς χρήστες.

Επίσης στο πείραμα αυτό συμμετείχαν 84 προπτυχιακοί φοιτητές με πέντε χρόνια εμπειρίας στην χρήση εφαρμογών ιστού που θεωρείται ένα αρκετά καλό επίπεδο. Για κάθε συμμετέχοντα, είχε ετοιμαστεί ένας φάκελος που περιέχει για κάθε WIS: ένα ερωτηματολόγιο απολογισμού σχετικά με την εμπειρία των φοιτητών, τέσσερις εργασίες που έπρεπε να πραγματοποιηθούν με τη χρήση των WISs, μια έρευνα με οχτώ ερωτήσεις που σχετίζονται με την αντιλαμβανόμενη ευκολία από την χρήση του WIS (έρευνα 1) και

μια έρευνα όπου οι φοιτητές έπρεπε να συγκρίνουν τα δύο WISs (έρευνα 2). Οι φοιτητές ήταν χωρισμένοι σε δύο ομάδες και σε διαφορετικά εργαστήρια, όπως επίσης δεν επιτρεπόταν και η συνεργασία μεταξύ τους. Μετά την ολοκλήρωση οι απαντήσεις συγκεντρώθηκαν και από της δύο ομάδες και εισήχθησαν στον SPSS για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων. Για το SPSS θεωρήσανε το WIS ως μία ανεξάρτητη μεταβλητή. Αυτή η μεταβλητή έχει δύο επίπεδα: το webconference και το ConfMaster. Από την άλλη πλευρά, η εξαρτημένη μεταβλητή ήταν η δυνατότητα πλοήγησης, μετρούμενη με τις ακόλουθες μετρικές:

- ❖ Την Αντιληπτή Ευκολία της Πλοήγησης(Perceived Ease of Navigation): που ορίζεται ως ο βαθμός στον οποίο ένα άτομο πιστεύει ότι χρησιμοποιώντας ένα συγκεκριμένο εργαλείο διευκολύνει την πλοήγηση του μέσω του WIS.
- ❖ Την Αποτελεσματικότητα(Effectiveness): που ορίζεται ως το πόσο καλά η χρήση ενός συγκεκριμένου WIS επιτρέπει τα απαιτούμενα καθήκοντα να επιτευχθούν.
- ❖ Την Αποδοτικότητα(Efficiency): που ορίζεται ως η προσπάθεια που απαιτείται για να χρησιμοποιηθεί σωστά ένα συγκεκριμένο WIS.

Και οι υποθέσεις που διερευνήθηκαν ήταν οι παρακάτω:

- ❖ H0, 1: Δεν υπάρχει διαφορά στην αντίληψη της ευκολίας της χρήση μεταξύ των Webconference και ConfMaster. H1, 1: \neg H0, 1
- ❖ H0, 2: Δεν υπάρχει καμία διαφορά στην απόδοση των ατόμων που χρησιμοποιούν webconference και ConfMaster. H1, 2: \neg H0, 2
- ❖ H0, 3: Δεν υπάρχει καμία διαφορά στην αποτελεσματικότητα των ατόμων που χρησιμοποιούν webconference και ConfMaster. H1, 3: \neg H0, 3
- ❖ H0, 4: Τα άτομα προτιμούν να χρησιμοποιούν το ConfMaster αντί του webconference.
- ❖ H1, 4: Τα άτομα προτιμούν να χρησιμοποιούν το webconference αντί του ConfMaster.

Το πείραμα αυτό διενεργήθηκε για να επιβεβαιώσει την υπόθεση του: εάν αποτελεσματικά χρησιμοποιώντας τις διαδρομές, είναι δυνατό να δημιουργηθεί ένα πιο πλωτό WIS. Τα σημαντικότερα συμπεράσματα που εξήχθησαν μέσω της εμπειρικής μελέτης είναι ότι τα άτομα αντιλήφθηκαν με ευκολία το webconference, (το WIS που χτίστηκε με διαδρομές) και δήλωσαν ότι ήταν πιο εύκολο στη χρήση και ότι αυτό τους οδήγησε να εκτελέσουν τις εργασίες που τους είχαν ανατεθεί με πιο ορθό τρόπο.

2.1.5 Επισκόπηση της Χρηστικότητας.

Η πρόκληση της ανάπτυξης πιο χρηστικών διαδικτυακών εφαρμογών ήταν το κίνητρο για την εμφάνιση μιας σειράς από τεχνικές μεθόδους και εργαλεία για την αντιμετώπιση των ζητημάτων χρηστικότητας ιστού. Αν και υπάρχουν πολλές προτάσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη στήριξη της ανάπτυξης των διαδικτυακών εφαρμογών, πολλοί προγραμματιστές δεν γνωρίζουν γι' αυτές και πολλές οργανώσεις δεν τις εφαρμόζουν σωστά. Αυτές οι μελέτες συγκρίνουν συχνά ένα μειωμένο αριθμό μεθόδων αξιολόγησης και η επιλογή αυτών των μεθόδων είναι συνήθως καθοδηγούμενη από τις προσδοκίες του ερευνητή. Ως εκ τούτου, υπάρχει ανάγκη να προσδιοριστούν με πιο συστηματικό τρόπο οι μέθοδοι αξιολόγησης χρηστικότητας έχουν εφαρμοστεί με επιτυχία στην ανάπτυξη Ιστού.

Οι καθηγητές Emilio Insfran και Adrian Fernandez[21] του πανεπιστημίου της Βαλένθιας διενέργησαν μια συστηματική ανασκόπηση της χρήσης των μεθόδων αξιολόγησης χρηστικότητας στην διαδικτυακή ανάπτυξη. Ο στόχος της ανασκόπησης ήταν να διερευνηθούν ποίοι μέθοδοι αξιολόγησης χρηστικότητας έχουν χρησιμοποιηθεί από τους ερευνητές κατά την αξιολόγηση των αντικειμένων ιστού και πώς αυτές τους απασχόλησαν. Για το σκοπό της εργασίας 51 ερευνητικές εργασίες έχουν αναθεωρηθεί με αρχικό σύνολο τις 410. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το 45% των εργασιών που αξιολογήθηκαν ανέφεραν τη χρήση των μεθόδων αξιολόγησης ειδικά στη φάση της υλοποίησης και ότι η πλέον χρησιμοποιούμενη μέθοδος είναι ο έλεγχος του χρήστη. Επιπλέον, τα αποτελέσματα της επανεξέτασης εντόπισαν αρκετά κενά στην έρευνα. Συγκεκριμένα, το 80% των αξιολογήσεων εξακολουθούν να εκτελούνται στο στάδιο της υλοποίησης της ανάπτυξης των εφαρμογών ιστού και το 47% των εργασιών δεν παρουσιάζουν καμία επικύρωση της μεθόδου αξιολόγησης χρηστικότητας που χρησιμοποιούν.

Μια συστηματική ανασκόπηση είναι ένα μέσο για την αξιολόγηση και την ερμηνεία όλων των διαθέσιμων ερευνών που είναι σχετικές με μια συγκεκριμένη ερώτηση της έρευνας, την περιοχή ή το φαινόμενο του ενδιαφέροντος. Στοχεύει στην παρουσίαση μιας πιο δίκαιης αξιολόγησης του ερευνητικού θέματος, χρησιμοποιώντας μια αξιόπιστη, αυστηρή και ελέγξιμη μεθοδολογία. Μια συστηματική ανασκόπηση περιλαμβάνει πολλά στάδια και δραστηριότητες. Στο στάδιο του σχεδιασμού της ανασκόπησης, αναγνωρίζεται η ανάγκη για την ανασκόπηση, ορίζονται τα ερευνητικά ερωτήματα και το πρωτόκολλο επανεξέτασης. Στο στάδιο της διεξαγωγής του ελέγχου, επιλέγονται οι μελέτες, ορίζεται η αξιολόγηση της ποιότητας που χρησιμοποιείται για να συμπεριληφθούν οι μελέτες, γίνεται η εξόρυξη των δεδομένων και η παρακολούθηση της και συντίθενται τα λαμβανόμενα δεδομένα. Τέλος, στο στάδιο της αναφοράς της ανασκόπησης, καθορίζονται οι μηχανισμοί διάδοσης και η παρουσιάζεται η έκθεση επισκόπησης.

Η ανασκόπηση διενεργήθηκε βάση αυτής της ερευνητικής ερώτησης: *Ποιές μεθόδους αξιολόγησης χρηστικότητας έχουν χρησιμοποιηθεί από τους ερευνητές κατά την αξιολόγηση αντικείμενα ιστού και πώς αυτές τους απασχόλησαν;*

Επίσης, ο πληθυσμός της μελέτης και η παρέμβαση έχει ως εξής:

- ❖ **Πληθυσμός (Population):** Όλες οι πλήρης ερευνητικές εργασίες με θέμα την χρηστικότητα ιστού.
- ❖ **Παρέμβαση (Intervention) :** Οι μέθοδοι αξιολόγησης χρηστικότητας.
- ❖ **Αποτέλεσμα (Outcome):** Δεν γίνεται εστίαση στο ίδιο το αποτέλεσμα.
- ❖ **Πειραματικός Σχεδιασμός (Experimental design):** Κάθε σχεδιασμός.

Οι κύριες πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για την αναζήτηση των κύριων μελετών ήταν οι ψηφιακές βιβλιοθήκες IEEEExplore και ACM και η συμβολοσειρά αναζήτησης που ορίστηκε για την ανάκτηση των μελετών είχε ως εξής: " usability AND web AND development AND (evaluation OR experiment OR study OR testing)". Επίσης έγινε πειραματισμός με διάφορα στοιχεία της αναζήτησης και από εκεί ανακτήθηκε το μεγαλύτερο ποσό των σχετικών μελετών. Η περίοδος αξιολόγηση ήταν μελέτες που δημοσιεύτηκαν από το 1998 έως 2008. Όσον αφορά τις ψηφιακές βιβλιοθήκες, διασφαλίστηκε ότι η στρατηγική αναζήτησης της τοποθεσίας ήταν περιοδικά και πρακτικά συνεδρίων.

Κάθε μία από τις μελέτες οι ερευνητές διεξήγαγαν μία συστηματική ανασκόπηση έτσι ώστε να τις αξιολογήσουν και να αποφασίσουν κατά πόσον ή όχι θα πρέπει να συμπεριληφθούν. Οι διαφορές λύθηκαν με κοινή συναίνεση. Οι μελέτες που συμπεριλήφθηκαν πληρούσαν τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- ❖ Μελέτες παρουσιάζοντας τις μεθόδους αξιολόγησης της χρηστικότητας και που εφαρμόστηκαν για την ανάπτυξη Ιστού. Συγκεκριμένα επιλέχθηκαν μόνο μελέτες που παρουσίασε μια «τυπική» μέθοδο (π.χ., αξιολόγηση ευρετικών μηχανισμών, γνωστικής περιδιάβασης).
- ❖ Πλήρης ερευνητικές εργασίες.

Ενώ αποκλείστηκαν οι παρακάτω τύποι:

- ❖ Μελέτες που παρουσιάζουν προτάσεις και αρχές για τον Σχεδιασμό Ιστοσελίδων (Web design).
- ❖ Μελέτες που παρουσιάζουν τεχνικές για το πώς να συγκεντρώνονται τα μέτρα χρηστικότητας.
- ❖ Μελέτες που παρουσιάζουν μετρήσεις χρηστικότητας.
- ❖ Εισαγωγικές μελέτες για ειδικά θέματα, βιβλία και εργαστήρια.
- ❖ Μελέτες που δεν ήταν γραμμένες στα Αγγλικά.

Και τέλος στην ανασκόπηση δεν συμπεριλήφθηκαν και άλλες αναφορές, όπως τεχνικές εκθέσεις, έγγραφα εργασίας και διδακτορικές διατριβές.

Στην συνέχεια τα δεδομένα που εξήχθησαν συγκρίθηκαν με τα ερευνητικά ερωτήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω και τα οποία αποσυντίθενται στα ακόλουθα κριτήρια:

- ❖ Ποιες μεθόδους αξιολόγησης χρηστικότητας (UEMS: usability evaluation methods) έχουν χρησιμοποιηθεί από τους ερευνητές κατά την αξιολόγηση των αντικειμένων ιστού;
 - i. Είναι μια νέα μέθοδος αξιολόγησης ή μια υπάρχουσα μέθοδος για το πεδίο HCI; (Νέα, Υφιστάμενες) .
 - ii. Ποιο είναι το είδος των μεθόδων αξιολόγησης χρηστικότητας που εφαρμόστηκαν; (Μέθοδος επιθεώρησης, Δοκιμών χρήστη, Άλλα).
- ❖ Ποια είναι η φάση κατά την οποία εφαρμόζεται η μέθοδος αξιολόγησης; (Απαιτήσεις, Σχεδιασμός, Υλοποίηση) .
- ❖ Ποιος είναι ο τύπος της αξιολόγησης; (Χειροκίνητος, Αυτόματος) .
- ❖ Ήταν η μέθοδος αξιολόγησης αξιολογήσιμη; (Ναι, Όχι). Εάν ναι:
 - i. Τι είδους αξιολόγηση διενεργήθηκε; (Ερευνα, Περιπτωσιολογική μελέτη, Πείραμα) .
- ❖ Αυτή η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε με σκοπό να παράσχει ανατροφοδότηση στον σχεδιασμό; (Ναι, Όχι).

Η αναζήτηση για τον εντοπισμό των κύριων μελετών στις ψηφιακές βιβλιοθήκες IEEEExplore και ACM διεξήχθη στις 22 Μαρτίου 2008 και η εφαρμογή του πρωτοκόλλου επανεξέτασης έδωσε τα ακόλουθα αποτελέσματα:

- ❖ Στην βιβλιογραφική αναζήτηση σε βάσεις δεδομένων εντοπίστηκαν 338 πιθανές σχετικές δημοσιεύσεις (181 από την IEEEExplore και 157 από την ψηφιακή βιβλιοθήκη ACM). Μετά την εφαρμογή των κριτηρίων αποκλεισμού επελέγησαν τελικά ήταν: 11 από IEEEExplore και 26 από την ψηφιακή βιβλιοθήκη ACM.
- ❖ Στο εγχειρίδιο βιβλιογραφικής ανασκόπησης από άλλες πηγές, εντοπίστηκαν άλλες 72 ενδεχομένως σχετικές δημοσιεύσεις. Μετά την εφαρμογή των κριτηρίων αποκλεισμού, οι δημοσιεύσεις που επιλέχθηκαν τελικά: 14 έγγραφα (3 από την WWW, 3 από την ICWE, 3 από το ειδικό τεύχος IEEE Internet Computing, 4 από IWWUA και 1 κεφάλαιο από το βιβλίο).

Ως εκ τούτου, από τα κριτήρια ένταξης επιλέχθηκε ένα σύνολο 51 ερευνητικών μελετών. Επίσης μερικές από αυτές τις μελέτες είχαν δημοσιευτεί σε περισσότερα από ένα περιοδικό/συνέδριο. Σε αυτή την περίπτωση, επιλέχθηκε η πιο πλήρη έκδοση της μελέτης. Άλλες μελέτες εμφανίστηκε σε περισσότερες από μία πηγές. Οι εκδόσεις αυτές ελήφθησαν υπόψη μόνο μία φορά. Τα αποτελέσματα αναζήτησης αποκάλυψαν ότι οι ερευνητικές μελέτες για τη χρηστικότητα ιστού δημοσιεύτηκαν σε πολλά συνέδρια / περιοδικά και από διάφορους τομείς, όπως η Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή (HCI), η Μηχανική Ιστού (WE: Web Engineering) και άλλους συναφείς τομείς.

Πίνακας. 3 "Αποτελέσματα Ανασκόπησης Χρηστικότητας"

Selection criteria		IEEE	ACM	WWW	ICWE	IE3IC	Book	IWWUA	Total
Usability	New	4	9	2	3	3	0	2	23
Evaluation	Existing	7	17	1	0	0	1	2	28
Method									
Type of Usability	Inspection	4	5	0	1	1	1	1	13
Evaluation	User testing	7	17	1	0	0	1	0	26
Method	Other	4	11	2	2	2	1	3	25
Web devel-	Requirements	1	1	0	0	0	0	1	3
opment	Design	4	4	0	1	3	1	3	16
phase	Implementation	7	25	3	3	1	1	1	41
Type of	Manual	9	19	0	1	1	1	4	35
evaluation	Automated	2	7	3	2	2	0	0	16
Validation?	Survey	0	3	0	0	0	0	0	3
	Case study	1	3	2	1	0	1	3	11
	Experiment	2	10	0	0	0	0	1	13
	No	8	10	1	2	3	0	0	24
Feedback to	Yes	4	6	0	0	2	0	3	15
design?	No	7	20	3	3	1	1	1	36
IEEE – IEEEExplore electronic database				IE3IC – IEEE Internet Computing Special Issue on Usability and the Web					
ACM – ACM digital library				Book – A book on Web Engineering by Springer					
WWW – World-Wide Web conference from 2003 to 2007				IWWUA – International Workshop on Web Usability and Accessibility 2007					
ICWE – International Conference on Web Engineering from 2003 to 2007									

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μελέτης και τα οποία έχουν οργανωθεί σύμφωνα με τα κριτήρια επιλογής και την πηγή δημοσίευσης. Ο κατάλογος των εγγράφων που περιέχουν όλα τα δεδομένα που εξάγονται από τις μελέτες δεν περιλαμβάνεται στο παρόν έγγραφο λόγω περιορισμένο χώρου.

Τα αποτελέσματα λοιπόν έδειξαν ότι το 45% των μελετών αξιολόγηση παρουσίασαν νέες μεθόδους αξιολόγησης που έχουν σχεδιαστεί ειδικά για τον ιστό. Το υπόλοιπο 55% των μελετών ανέφεραν τη χρήση των υφιστάμενων μεθόδων αξιολόγησης (π.χ., γνωστική περιδιάβαση, ευρετική αξιολόγηση, έλεγχος των χρηστών). Τα αποτελέσματα έδειξαν επίσης ότι το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο είδος της μεθόδου αξιολόγησης είναι ο έλεγχος του χρήστη, δηλαδή, το 41% των εγγράφων αξιολόγηση αναφερθεί κάποιο είδος των δοκιμών που αφορούν τους χρήστες. Αυτό υποδεικνύει ότι οι περισσότερες αξιολογήσεις πραγματοποιήθηκαν κυρίως κατά τα τελευταία στάδια του κύκλου ζωής της ανάπτυξης. Οι ανασκοπήσεις αντιπροσωπεύουν το 20% των μελετών, ενώ το 39% των μελετών ανέφεραν τη χρήση άλλων μεθόδων (π.χ., το πρωτότυπο έγγραφο, απομακρυσμένο έλεγχο του χρήστη, έρευνα).

Επίσης τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η αισθητική μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο για την αρχική επίσκεψη του χρήστη. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων επιβεβαίωσε ακόμα ότι οι αξιολογήσεις πραγματοποιούνται κυρίως σε επίπεδο υλοποίησης της εφαρμογής ιστού (με ποσοστό 68%). Περίπου το 27% των μελετών περιγράφουν αξιολογήσεις χρησιμοποιώντας ενδιάμεσα αντικείμενα της εφαρμογής Ιστού (π.χ., αφηρημένη διεπαφή χρήστη, το μοντέλο πλοήγησης).

Μόνο το 5% των αξιολογήσεων διεξήχθησαν σε επίπεδο προδιαγραφών απαιτήσεων (π.χ. εργαστηριακή δοκιμή των χρηστών του χαρτιού μακέτες ή πρωτοτύπων). Ως εκ τούτου, προκύπτει μία ανάγκη για μεθόδους αξιολόγησης χρηστικότητας που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα πρώιμα στάδια της ανάπτυξης ιστοσελίδων. Σε σχέση με τον τύπο της αξιολόγησης, το 69% των μελετών διεξήγαγαν τις αξιολογήσεις χειροκίνητα και περίπου το 31% των μελετών ανέφεραν την ύπαρξη κάποιου είδους αυτοματοποιημένου εργαλείου που υποστήριζε την προτεινόμενη μέθοδο. Τέλος, το 71% των μελετών που αναφέρονται σε προβλήματα χρηστικότητας δεν δίνει καμία ανατροφοδότηση σχετικά με τα αντίστοιχα αντικείμενα σχεδιασμού, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες μελέτες (το 29%) που προσφέρουν προτάσεις για αλλαγές του σχεδιασμού βάση των προβλημάτων χρηστικότητας που διαπιστώθηκαν.

Συνοψίζοντας λοιπόν θα λέγαμε ότι η πλειονότητα των μελετών αναφερόντουσαν σε αξιολογήσεις που διενεργούνταν στη φάση της υλοποίησης των διαδικτυακών εφαρμογών. Η έρευνα αποκαλύπτει επίσης ότι αυτές οι αξιολογήσεις πραγματοποιούνται κυρίως σε μία μόνο φάση της ανάπτυξης των διαδικτυακών εφαρμογών. Η αξιολόγηση της χρηστικότητας σε κάθε φάση της ανάπτυξης των εφαρμογών ιστού είναι ζωτικής σημασίας και διασφαλίζει ότι το προϊόν θα χρησιμοποιηθεί πραγματικά και θα είναι αποτελεσματικό. Επιπλέον, η πλειονότητα των μεθόδων αξιολόγησης επέτρεπε μόνο την παραγωγή ενός καταλόγου με τα προβλήματα της χρηστικότητας. Οι νέες προτάσεις για τον επανασχεδιασμό οι οποίες αντιμετωπίζουν τα προβλήματα χρηστικότητας αποτελούν αναπόσπαστο και απαραίτητο μέρος των μεθόδων αξιολόγησης. Παρά το γεγονός ότι τα ευρήματά αυτής της μελέτης μπορεί να είναι ενδεικτικά του τομέα δεν παύει απαιτούνται περαιτέρω σχόλια για να επιβεβαιώσουν τα αποτελέσματα που προκύπτουν.

2.2 Web Accessibility.

Είναι σημαντικό ο παγκόσμιος ιστός να είναι προσβάσιμος, ώστε να υπάρχει ίση πρόσβαση και ίσες ευκαιρίες για τα άτομα με διαφορετικές ικανότητες. Πράγματι, η Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για τα Δικαιώματα των Ατόμων με Αναπηρία, αναγνωρίζει την πρόσβαση στις τεχνολογίες της πληροφορίας και των επικοινωνιών, συμπεριλαμβανομένου και του διαδικτύου, ως ένα βασικό ανθρώπινο δικαίωμα .

Η Προσβασιμότητα[2] υποστηρίζει την κοινωνική ένταξη των ατόμων με αναπηρίες, καθώς και ατόμων άλλων ομάδων, όπως οι ηλικιωμένοι, τα άτομα σε αγροτικές περιοχές και ανθρώπους που ζουν σε αναπτυσσόμενες χώρες. Υπάρχει επίσης και ένα ισχυρό επιχειρηματικό ενδιαφέρον για την προσβασιμότητα. Η Προσβασιμότητα επικαλύπτεται και με άλλες βέλτιστες πρακτικές, όπως τον σχεδιασμό ιστοσελίδων για κινητά, την ανεξαρτησία των συσκευών, τις πολυτροπικές αλληλεπιδράσεις, τη

χρηστικότητα, το σχεδιασμό για ηλικιωμένους χρήστες καθώς και τη βελτιστοποίηση των μηχανών αναζήτησης (SEO). Οι περιπτώσιολογικές μελέτες επίσης έχουν δείξει ότι οι ιστοσελίδες που παρέχουν την δυνατότητα πρόσβασης (σε άτομα με ειδικές ικανότητες) έχουν καλύτερα αποτελέσματα κατά την αναζήτηση, μειώνουν το κόστος συντήρησης κ.α.

Στόχος λοιπόν της προσβασιμότητας του παγκόσμιου ιστού είναι η αντιμετώπιση των παρακάτω αναγκών[1]:

- ❖ Οπτικές: που περιλαμβάνει οπτικά προβλήματα όπως τύφλωση, διάφορα είδη χαμηλής ή κακής όρασης, αχρωματοψία κλπ.
- ❖ Κινητικότητα: που περιλαμβάνει προβλήματα όπως δυσκολία ή αδυναμία της χρήσης των χεριών, το τρέμουλο των χεριών, την μυϊκή βραδύτητα κλπ. τα οποία οφείλονται σε παθήσεις όπως η νόσος Πάρκινσον, η μυϊκή δυστροφία, η εγκεφαλική παράλυση ή το εγκεφαλικό επεισόδιο.
- ❖ Ακουστικές: που συμπεριλαμβάνει άτομα που πάσχουν από κώφωση ή κάποιο πρόβλημα ακοής π.χ βαρηκοΐα.
- ❖ Γνωστικές / Πνευματικές: που συμπεριλαμβάνει άτομα με αναπτυξιακές αναπηρίες, μαθησιακές δυσκολίες (όπως δυσλεξία) καθώς και νοητικές αναπηρίες διαφόρων προελεύσεων, που επηρεάζουν τη μνήμη, την προσοχή, την αναπτυξιακή "ωριμότητα" κλπ.

Φυσικά για τα άτομα που ζουν με αναπηρία υπάρχουν βοηθητικές τεχνολογίες, όπως οι παρακάτω, οι ποίες τους επιτρέπουν και τους βοηθούν κατά την περιήγηση τους στ διαδίκτυο:

- ❖ Λογισμικό Ανάγνωσης Οθόνης, το οποίο μπορεί να διαβάσει, με τη χρήση μίας συνθετικής ομιλίας, είτε τα επιλεγμένα στοιχεία που εμφανίζονται στην οθόνη (χρήσιμο για τους χρήστες με προβλήματα ανάγνωσης ή με μαθησιακές δυσκολίες), ή μπορεί να διαβάσει όλα όσα συμβαίνουν στον υπολογιστή (που χρησιμοποιείται από τυφλούς και από χρήστες με μειωμένη όραση).
- ❖ Τερματικά Braille: που αποτελείται από μια ειδική οθόνη που μετατρέπει το κείμενο σε χαρακτήρες Braille.
- ❖ Λογισμικό Μεγέθυνσης Οθόνης: το οποίο μεγεθύνει ότι εμφανίζεται στην οθόνη του υπολογιστή, πράγμα που καθιστά ευκολότερη την ανάγνωση του περιεχομένου για τους χρήστες με μειωμένη όραση.
- ❖ Λογισμικό Αναγνώρισης Ομιλίας: που μπορεί να δεχθεί προφορικές εντολές από τον χρήστη και να τις μετατρέψει σε εντολές χρήσιμες προς τον υπολογιστή. Το λογισμικό αυτό ενδείκνυται για χρήστες που παρουσιάζουν δυσκολία χειρισμού του ποντικιού ή του πληκτρολογίου.
- ❖ Η Πρόσβαση σε Υπότιτλους ή σε βίντεο στη νοηματική γλώσσα τα οποία υπάρχουν στο διαδίκτυο και είναι κατάλληλα για όλους τους κωφούς ανθρώπους.

Επί του παρόντος, η συντριπτική πλειοψηφία των ιστοσελίδων δεν υποστηρίζουν την προσβασιμότητα σε χρήστες με προβλήματα όρασης. Συνήθως, οι χρήστες αυτοί

βασίζονται όπως αναφέρθηκε και παραπάνω στο λογισμικό ανάγνωσης οθόνης. Το λογισμικό αυτό είναι γνωστό και ως οθόνες - αναγνώστες. Οι οθόνες αυτές λοιπόν λειτουργούν μετατρέποντας το περιεχόμενο της ιστοσελίδας σε ήχο κάνοντας ανάγνωση από πάνω προς τα κάτω ή γραμμή προς γραμμή, αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα λογισμικά ανάγνωσης οθόνης να μην μπορούν να «δουν» τη δομή μιας ιστοσελίδας ή να ανακαλύψουν την σημασιολογική έννοια των αντικειμένων της σελίδας και κατά συνέπεια να μην γίνεται διάκριση μεταξύ των χρήσιμων και μη πληροφοριών. Η προσέγγιση του Δάντη ήταν μία από τις προσπάθειες να δοθεί λύση στο πρόβλημα, η οποία επέτρεπε τον σημασιολογικό σχολιασμό των ιστοσελίδων και παρείχε στις οθόνες-αναγνώστες μία επιπλέον γνώση διευκολύνοντας την παρουσίαση της ιστοσελίδας με ήχο.

Οι καθηγητές Peter Plessers, Sven Casteleyn και Olga DeTroyer[29] του πανεπιστημίου του Βελγίου και οι Yeliz Yesilada, Robert Stevens, Simon Harper και Carole Goble του πανεπιστημίου του Μάντσεστερ θέλησαν να συνδυάσουν την προσέγγιση του Δάντη με την μέθοδο σχεδιασμού ιστοσελίδων WSDM (Web Search and Data Mining), με στόχο να αυτοματοποιηθεί πλήρως η παραγωγή του σημασιολογικού σχολιασμός των αντικειμένων μίας ιστοσελίδας. Για να γίνει αυτό, αξιοποιήθηκε η σημασιολογική γνώση που συγκεντρώθηκε κατά τη διάρκεια της διαδικασίας σχεδιασμού και οι υποσημειώσεις που παράχθηκαν ως υποπροϊόν της διαδικασίας δεν απαιτούσαν πλέον καμία πρόσθετη προσπάθεια από το σχεδιαστή.

Στόχος της προσέγγισης του Δάντη ήταν: πρώτον η ανάλυση της ιστοσελίδας και η αναγνώριση των αντικειμένων που υποστήριζαν την πλοήγηση και την περιήγηση, δεύτερον να ανακαλυφθεί ο ρόλος τους, τρίτον ο σχολιασμός αυτών των αντικειμένων με έννοιες οντολογίας και συγκεκριμένα της οντολογίας WafA (Web Authoring for Accessibility) ώστε οι ρόλοι των αντικειμένων να γίνουν πιο σαφής και τέλος η επανακωδικοποίηση της σελίδας χρησιμοποιώντας αυτά τα σχόλια.

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της προσέγγισης είναι ότι ο σχολιασμός πρέπει να γίνει χειρόγραφα, γεγονός που την κάνει αδύνατον να υλοποιηθεί σε δυναμικές ιστοσελίδες δεδομένου ότι εκεί υπάρχει μεταβλητός αριθμός δεδομένων και συχνές ενημερώσεις τόσο στην δομή όσο και στο περιεχόμενο της ιστοσελίδας.

Η WSDM έχει μία εννοιολογική υποδομή που στηρίζει το σχεδιασμό ιστοσελίδων, η οποία τεκμηριώθηκε από μία σειρά OWL οντολογιών. Στην συνδυασμένη προσέγγιση που αναφέρεται η συγκεκριμένη μελέτη, έγινε χαρτογράφηση των εννοιών της μεθόδου WSDM αλλά και της προσέγγισης του Δάντη. Το αποτέλεσμα έδειξε το γεγονός ότι περίπου το 70% των εννοιών από τη προσέγγιση του Δάντη μπορούσαν να παραχθούν αυτόματα χωρίς καμία επιπλέον προσπάθεια από τον σχεδιαστή. Το ποσοστό αυτό είναι δυνατόν να αυξηθεί με την υλοποίηση της επέκτασης των κανόνων χαρτογράφησης της συνδυασμένης προσέγγισης WSDM-Δάντη και να φτάσει και το 100% με λίγη προσπάθεια από την πλευρά του σχεδιαστή.

Για να πραγματοποιηθεί αυτή συνδυασμένη προσέγγιση δημιουργήθηκε μία σύνδεση μεταξύ των εννοιών της WSDM και της οντολογίας WafA και καθορίστηκαν ένα σύνολο κανόνων χαρτογράφησης. Οι κανόνες αυτοί χρησιμοποιούνται από μία διαδικασία μετασχηματισμού η οποία παίρνει τα εννοιολογικά μοντέλα του σχεδιασμού ως εισροές και παράγει μία σειρά από σημειώσεις.

Για να επιβεβαιωθεί η εγκυρότητα της προσέγγισης δημιούργησαν ένα πρωτότυπο βασισμένο πλήρως σε σημασιολογικές τεχνολογίες ιστού. Επίσης για την πραγματική υλοποίηση της ιστοσελίδας χρησιμοποίησαν έναν αγωγό μετατροπής, οποίος δεχόταν ως εισροές τα αντικείμενα, τα μοντέλα πλοήγησης, τον σχεδιασμό της δομής, τα πρότυπα σχεδιασμού και τις σελίδες σχεδιασμού.

Ολοκληρώνοντας παρουσιάζονται τα θετικά στοιχεία αυτής της προσέγγισης σε σχέση με αυτή του Δάντη τα οποία είναι τα παρακάτω:

- ❖ Στην συνδυασμένη προσέγγιση ο σχολιασμός γίνεται αυτόματα.
- ❖ Δεν απαιτείται καμία προσπάθεια από τον σχεδιαστή.
- ❖ Γίνεται εφαρμογή σε δυναμικές σελίδες και από την στιγμή που γίνονται αλλαγές
- ❖ σε εννοιολογικό επίπεδο η μέθοδος μπορεί και αναδημιουργεί τον σχολιασμό.
- ❖ Υπάρχει ανεξαρτησία από την πλατφόρμα υλοποίησης.

Δυστυχώς η συνδυασμένη προσέγγιση δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε ήδη υπάρχουσες ιστοσελίδες και ο μόνος συμβιβασμός που μπορεί να γίνει είναι να γίνει ο σχολιασμός χειρονακτικά.

Ως συμπέρασμα, η προσέγγιση αυτή είναι μοναδική στον τομέα της προσβασιμότητας στον παγκόσμιο ιστό, καθώς ενσωματώνει τις απαιτήσεις των χρηστών με προβλήματα όρασης από τα πρώτα στάδια της διαδικασίας σχεδιασμού ιστοσελίδων. Δυστυχώς, προς το παρόν, η προσβασιμότητα στον παγκόσμιο ιστό είναι συνήθως μια δεύτερη σκέψη και αυτό αποδεικνύεται από τον μικρό αριθμό των διαθέσιμων εργαλείων αξιολόγησης και επισκευής των υπαρχόντων σελίδων. Η προσέγγισή αυτή κάνει την προσβασιμότητα να αποτελεί ένα αναπόσπαστο μέρος του σχεδιασμού των ιστοσελίδων.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω τα λογισμικά ανάγνωσης οθόνης δεν μπορούν να «δουν» τη δομή μιας ιστοσελίδας ή να ανακαλύψουν την σημασιολογική έννοια των αντικειμένων της σελίδας και κατά συνέπεια να μην γίνεται διάκριση μεταξύ των χρήσιμων και μη πληροφοριών. Θέλοντας οι καθηγητές Radek Malinsky και Ivan Jelinek[23] του πανεπιστημίου της Πράγας να δώσουν λύση στο παραπάνω πρόβλημα μελέτησαν ένα μοντέλο ιστομέτρησης (**webometric**) που στόχευε στην αποτελεσματική απόκτηση των σχετικών πληροφοριών από το διαδίκτυο και την μετέπειτα διάκριση αυτών σε χρήσιμες και μη. Έτσι πρωταρχικός τους στόχος ήταν να καθοριστούν τα κριτήρια για την αξιολόγηση της ποιότητας των πληροφοριών που βρέθηκαν, και την «απόσταση» μεταξύ των σχετικών πληροφοριών. Για το σκοπό αυτό σχεδιάστηκαν κανόνες για την αξιολόγηση του σημασιολογικού περιεχομένου σε σχέση με τα ερωτήματα που έθετε ο χρήστης κατά τις αναζητήσεις του μέσω των μηχανών αναζήτησης.

Η ιστομέτρηση είναι καθαρά μία ποσοτική προσέγγιση του διαδικτύου, η οποία μπορεί να ενισχυθεί με ποιοτικές μεθόδους και επιτρέπει την επέκταση των δυνατοτήτων των ερευνητών στη μελέτη του προβλήματος. Η Sentiment ανάλυση (της άποψης) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μια ποιοτική συμπλήρωση στην ποσοτική προσέγγιση. Η επέκταση της ιστομετρικής μεθόδου που γίνεται με την προσάρτηση της Sentiment ανάλυσης οδηγεί στην καλύτερη κατανόηση μιας ιστοσελίδας. Επίσης θεωρείται ότι το μοντέλο που σχεδιάστηκε μπορεί να μειώσει τα μη χρήσιμα αποτελέσματα από μία αναζήτηση ιστού

και κατ' επέκταση να διευκολύνει την πρόσβαση των χρηστών μόνο στις χρήσιμες πληροφορίες του διαδικτύου.

Η ιστομέτρηση είναι ένας επιστημονικός κλάδος που μελετά τις ποσοτικές πτυχές των πληροφοριακών πόρων και την χρήση τους. Η ιστομέτρηση βασίζεται σε βιβλιομετρικές και πληροφοριομετρικές μεθόδους. Οι πηγές των πληροφοριών που μελετώνται από τις ιστομετρικές αποτελούν έγγραφα ιστού. Σύμφωνα με τον ορισμό, οι ιστομετρικές περιλαμβάνουν δύο βασικές κατηγορίες: την ανάλυση της δομής του διαδικτυακού συνδέσμου (web link structure analysis) και την αξιολόγηση των μηχανών αναζήτησης που χρησιμοποιούν πληροφοριομετρικές μεθόδους.

Η τρέχουσα έρευνα εστιάζεται σε εμπειριστατωμένη ανάλυση των προτάσεων που έχει ως στόχο να καθορίσει την πολικότητα του κειμένου και τη στάση του συγγραφέα σε σχέση με κάποιο θέμα. Διάφοροι τύποι τεχνικών έχουν σχεδιαστεί κατά τη διάρκεια της σταδιακής ανάπτυξης των ιστομετρικών και οι οποίοι είναι:

- ❖ Η Ανάλυση της Δομής του Διαδικτυακού Συνδέσμου: που χρησιμοποιείται για να διαπιστωθεί η επίδραση των πληροφοριών, των εγγράφων, των σελίδων ή των οργανώσεων του διαδικτύου, ή για να προσδιορίσει τις διαδικτυακές σχέσεις μεταξύ τους. Τα δεδομένα εισόδου συγκεντρώνονται είτε από εμπορικές μηχανές αναζήτησης ή από ερευνητικά προγράμματα ανίχνευσης.
- ❖ Η Ανάλυση του Περιεχομένου της Ιστοσελίδας: η οποία είναι μια συστηματική διάκριση κατηγοριών, όπως το είδος του εγγράφου, την προέλευση του, το βιομηχανικό τομέα, κλπ. Η ανάλυση αυτή επίσης χρησιμοποιείται για να μειώσει τα άσχετα αποτελέσματα που δεν έχουν καμία σχέση με τη συγκεκριμένη κατηγορία.
- ❖ Η Ανάλυση της Χρήσης του Διαδικτύου.
- ❖ Η Ανάλυση της Τεχνολογίας του Διαδικτύου.

Οι δύο πρώτες αναφερθείσες τεχνικές είναι και οι πιο σημαντικές στην έρευνα που διεξήχθη και γι αυτό οι δύο τελευταίες δεν αναλύονται.

Η ανάλυση Sentiment παρέχει τη δυνατότητα να εντοπιστούν αυτόματα απόψεις τόσο από δομημένα όσο και από αδόμητα δεδομένα. Ο κύριος στόχος αυτής της ανάλυσης είναι να εντοπίζει την θετική ή αρνητική πολικότητα του κείμενου και την υποκειμενική ή αντικειμενική εντύπωση του κειμένου. Η ανάλυση αυτή είναι επίσης ικανή να καθορίσει τη στάση του συγγραφέα σε σχέση με κάποιο θέμα. Η στάση μπορεί να εκφράζει τη συναισθηματική κατάσταση του συγγραφέα κατά τη σύνταξη ή να προσδιορίζει την συναισθηματική επίδραση που επιθυμεί ο συγγραφέας να παρουσιάσει στον αναγνώστη.

Οι πρόσφατες έρευνες που διενεργήθηκαν για την ανάλυση της άποψης έδειξαν ότι έχουν γίνει μεγάλα άλματα στις βιομηχανικές εφαρμογές οι οποίες την χρησιμοποίησαν (όπως η ανάλυση σχολίων/παρατηρήσεων σε ηλεκτρονικά καταστήματα ή για βίντεο σε δημοφιλείς ιστό-τόπους π.χ. το Youtube). Η έρευνα αυτή βασίστηκε στις επιτυχίες αυτού του τομέα και στις οποίες υπήρχε η θέληση να χρησιμοποιηθούν ιστομετρικές με στόχο την αύξηση της προσβασιμότητας του ιστού. Ο στόχος λοιπόν αυτής της έρευνας ήταν να

προταθεί ένα θεωρητικό μοντέλο που θα επιτυγχάνει έναν αποτελεσματικότερο τρόπο απόκτησης των πληροφοριών από το διαδίκτυο και το οποίο (το μοντέλο) θα βασιζόταν στις ιστομετρικές. Το μοντέλο δημιουργήθηκε από την ιδέα ότι κάθε κείμενο μπορεί να αναγνωρίζεται μηχανικά, μία ιδέα υποστηριζόμενη από την πρόσφατη έρευνα που έγινε πάνω στην ανάλυση των απόψεων και η οποία με την σειρά της στόχευε στην εμπειριστατωμένη ανάλυση των φράσεων με τη χρήση στατιστικών μεθόδων και αναλύσεων.

Συνοψίζοντας, το μοντέλο ουσιαστικά παρέχει μία πλήρη ανάλυση του περιεχομένου των σελίδων που ανιχνεύτηκαν, ανάλυση η οποία πραγματοποιείται σε τρεις φάσεις:

- ❖ Η Πρώτη φάση - **Ιστομετρική Ανάλυση Διαδικτυακών Αναφορών**: στην οποία καθορίζονται ορισμένες βασικές πληροφορίες σχετικά με το έγγραφο, όπως το είδος του εγγράφου, η γεωγραφική εξάπλωση, το είδος του οργανισμού που ενδιαφέρεται για το έγγραφο, κλπ.
- ❖ Η Δεύτερη φάση - **Η Ανάλυση των Απόψεων**: στην οποία προσδιορίζεται η πολικότητα και η εντύπωση του κειμένου και αξιολογούνται οι επιλεγμένες λέξεις και φράσεις κλειδιά.
- ❖ Η Τρίτη φάση - **Ιστομετρική Ανάλυση των Συνδέσμων**: στην οποία καθορίζονται οι επιπτώσεις του εγγράφου που αναλύθηκε.

Το επόμενο μέρος του μοντέλου αποτελείται από έναν κατάλληλο δείκτη αναφορών που αποθηκεύει την έξοδο της ανάλυσης του περιεχομένου και επιτρέπει τη γρήγορη και εύκολη αναζήτηση σε σχέση με τα ερωτήματα των χρηστών.

2.3 Web Quality.

Στην ενότητα αυτή αναλύονται οι διαφορετικές πτυχές της ποιότητας των λογισμικών και των διαδικτυακών εφαρμογών. Συγκεκριμένα λήφθηκε υπόψη το πρότυπο του ISO/IEC 9126 (International Organization for Standardization)[15] που αφορά τα προϊόντα λογισμικού. Επίσης έγινε διάκριση της ποιότητας του περιεχομένου και της ποιότητας της χρήση των διαδικτυακών εφαρμογών από τους χρηστές. Επιπλέον, μελετήθηκε η ποιότητα του ιστού και πώς μπορεί αυτή να μετρηθεί και να αξιολογηθεί. Για τις ανάγκες της μελέτης διενεργήθηκε και μία περιπτωσιολογική μελέτη στην οποία μελετήθηκε η εξωτερική ποιότητα δύο δημοφιλών ηλεκτρονικών καταστημάτων με σκοπό να απεικονιστούν οι συγκεκριμένες διαδικασίες της μεθοδολογίας της αξιολόγησης.

Γενικά θα λέγαμε ότι η ποιότητα μιας οντότητας είναι εύκολο να αναγνωριστεί, αλλά είναι δύσκολο να καθοριστεί και να αξιολογηθεί. Αν και ο όρος φαίνεται αυτονόητος, υπάρχουν όντως πολλές διαφορετικές οπτικές γωνίες και προσεγγίσεις για τη μέτρηση και την αξιολόγηση της ποιότητας. Η έννοια της ποιότητας δεν είναι απλή, αλλά

είναι μια πολυδιάστατη και αφηρημένη έννοια. Η συνήθης πρακτική αξιολογεί την ποιότητα μέσω του ποσοτικού προσδιορισμού της μείωσης των εννοιών της αφαίρεσης, όπως οι ιδιότητες των οντοτήτων. Ως χαρακτηριστικό μπορεί να οριστεί εν συντομία μια μετρήσιμη ιδιότητα μιας οντότητας. Μια οντότητα μπορεί να έχει πολλά χαρακτηριστικά, αλλά μόνο μερικά από αυτά μπορεί να παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τους σκοπούς της μέτρησης και της αξιολόγησης ενός συγκεκριμένου έργου.

Ο βασικός σκοπός της αξιολόγησης των ποιοτικών χαρακτηριστικών και των ιδιοτήτων τους για διαφορετικές οντότητες δεν είναι εύκολη προσπάθεια είτε στο λογισμικό ή στη μηχανική ιστού. Είναι δύσκολο να εξεταστούν όλα τα χαρακτηριστικά και οι επιθυμητές ιδιότητες μιας διαδικασίας ή ενός προϊόντος (π.χ. διαδικτυακή εφαρμογή), χωρίς τη χρήση πλαισίων ποιότητας ήχου, μοντέλων και μεθόδων. Έτσι επιτρέπουν στους αξιολογητές να καθορίσουν συστηματικά το στόχο των εννοιών της ποιότητας, των υπο-εννοιών και των ιδιοτήτων της.

Το πρότυπο ISO/IEC 9126 προβλέπει έξι χαρακτηριστικά (υπο-έννοιες) που περιγράφουν την ποιότητα του λογισμικού και εφαρμόζονται στην μηχανική ιστού. Επιπλέον, αντιπροσωπεύει ένα σύνολο ποιοτικών υπο-χαρακτηριστικών για κάθε χαρακτηριστικό. Τα έξι χαρακτηριστικά για την αξιολόγηση της ποιότητας είναι η Χρηστικότητα, Λειτουργικότητα, Αξιοπιστία, Αποδοτικότητα, Φορητότητα και Συντηρησιμότητα.

Σε μία προσπάθεια να καλυφθεί ένα κενό στον παραπάνω ορισμό, το πρότυπο ISO/IEC 9126 αναθεωρήθηκε για να καθορίσει ένα πλαίσιο ποιότητας που διακρίνεται ανάμεσα σε τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις για την ποιότητα του λογισμικού: την εσωτερική ποιότητα, την εξωτερική ποιότητα και την ποιότητα της χρήσης. Το πρότυπο ISO/IEC 9126-1, περιλαμβάνει αυτές τις τρεις προσεγγίσεις για την ποιότητα. Οι τρεις προσεγγίσεις της ποιότητας στο ISO 9.126-1 μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- ❖ Η Εσωτερική Ποιότητα: η οποία ορίζεται από ένα μοντέλο ποιότητας και μπορεί να μετρηθεί και να αξιολογηθεί από τις στατικές ιδιότητες των εγγράφων όπως είναι ο προσδιορισμός των αναγκών, της αρχιτεκτονικής ή από κομμάτια του πηγαίου κώδικα και ούτω καθεξής.
- ❖ Η Εξωτερική Ποιότητα: η οποία ορίζεται από ένα μοντέλο ποιότητας και μπορεί να μετρηθεί και να αξιολογηθεί από τις δυναμικές ιδιότητες ενός εκτελέσιμου κώδικα σε έναν υπολογιστή, δηλαδή όταν η εφαρμογή εκτελείται σε έναν υπολογιστή ή στο δίκτυο, προσομοιώνεται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στο πραγματικό περιβάλλον.
- ❖ Η Ποιότητα της Χρήσης: η οποία ορίζεται από ένα μοντέλο ποιότητας και μπορεί να μετρηθεί και να αξιολογηθεί από το βαθμό στον οποίο το λογισμικό ή την διαδικτυακή εφαρμογή μπορεί να ικανοποιήσει τις συγκεκριμένες ανάγκες των χρηστών κάτω από ένα συγκεκριμένο πλαίσιο χρήσης.

Στο πλαίσιο του προτύπου ISO 9126-1, η ποιότητα της χρήσης είναι η άποψη του τελικού χρήστη για την ποιότητα του λογισμικού ή της διαδικτυακής εφαρμογής και

μετράται και αξιολογείται σε σχέση με το αποτέλεσμα της χρήσης του λογισμικού ή της διαδικτυακής εφαρμογής και όχι από τις ιδιότητες του ίδιου του λογισμικού ή της εφαρμογής.

Η ποιότητα της χρήσης μπορεί επίσης να θεωρηθεί και ως μια ευρύτερη άποψη της εργονομικής έννοιας της χρησιμότητας. Σύμφωνα λοιπόν με το ISO 9241-11 η ποιότητα της χρήσης είναι το συνδυασμένο αποτέλεσμα των εσωτερικών και εξωτερικών χαρακτηριστικών της ποιότητας για τον τελικό χρήστη. Μπορεί να μετρηθεί και να αξιολογηθεί από το βαθμό που οι χρήστες καθορίζουν ότι μπορούν να επιτύχουν συγκεκριμένους στόχους με αποτελεσματικότητα, με παραγωγικότητα και ασφάλεια.

Κατά συνέπεια, κατά το σχεδιασμό και την τεκμηρίωση της ποιότητας, με τη χρήση των διαδικασιών μέτρησης και αξιολόγησης, οι ακόλουθες πληροφορίες είναι απαραίτητες:

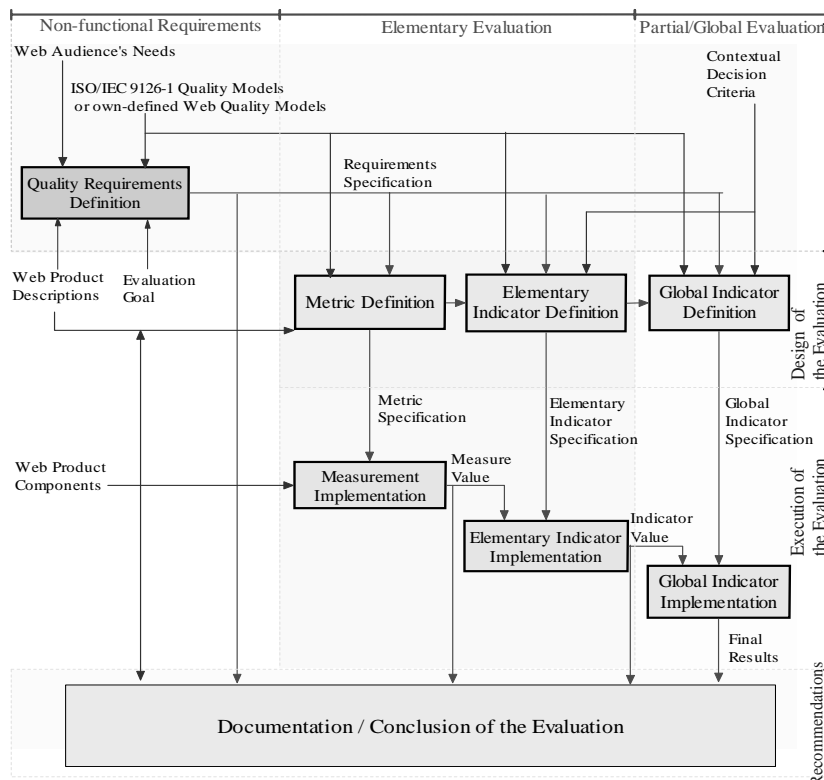
- Οι Περιγραφές των συστατικών του πλαισίου της χρήσης, συμπεριλαμβανομένου του τύπου του χρήστη, τον εξοπλισμό, το περιβάλλον και τα καθήκοντα της εφαρμογής.
- Οι μετρήσεις και οι δείκτες της ποιότητας της χρήσης για το σκοπό που προορίζεται και τη μέτρηση του στόχου ή των στόχων.

Η φύση των διαδικτυακών εφαρμογών είναι ένα μείγμα του περιεχομένου των πληροφοριών, των λειτουργιών και των υπηρεσιών. Επίσης υποστηρίχθηκε ότι τα έξι ποιοτικά χαρακτηριστικά δεν είναι κατάλληλα για να καθορίσουν τις απαιτήσεις της ποιότητας των πληροφοριών. Για αυτό το λόγο ελήφθησαν υπόψη τέσσερις έννοιες από την ποιότητα των πληροφοριών για τον χαρακτηρισμό του περιεχομένου. Οι παρακάτω κατηγορίες βοηθούν στην αξιολόγηση του περιεχομένου των πληροφοριών των διαδικτυακών εφαρμογών και οι οποίες είναι:

- ❖ Η Ακρίβεια των Πληροφοριών. Αυτό το χαρακτηριστικό απευθύνεται στον ίδιο τον εγγενή χαρακτήρα της ποιότητας των πληροφοριών. Υποθέτει ότι οι πληροφορίες έχουν τη δική τους ποιότητα καθ' εαυτού τους. Η ακρίβεια είναι ο βαθμός στον οποίο οι πληροφορίες είναι σωστές, σαφείς, έγκυρες (αξιόπιστες), αντικειμενικές και επαληθεύσιμες.
- ❖ Η καταλληλότητα των Πληροφοριών. Αυτό το χαρακτηριστικό απευθύνεται στη συσχετιζόμενη φύση της ποιότητας των πληροφοριών. Υπογραμμίζει την απαίτηση για την ποιότητα του περιεχόμενου η οποία θα πρέπει να εξεταστεί στο πλαίσιο της χρήσης και στο κοινό στο οποίο απευθύνεται.
- ❖ Η Προσβασιμότητα. Αυτό τονίζει τη σημασία των τεχνικών πτυχών των δικτυακών τόπων και εφαρμογών προκειμένου να καταστεί το περιεχόμενο του ιστού περισσότερο προσπελάσιμο προς τους χρήστες (ακόμα και στους χρήστες με διάφορες αναπηρίες).
- ❖ Η Νομική Συμμόρφωση. Αυτό αφορά τη δυνατότητα των πληροφοριών να συμμορφώνονται με τα πρότυπα, τις συμβάσεις και τους νομικούς κανόνες που σχετίζονται με το περιεχόμενο και τα δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας.

Τέλος, από την άποψη της ποιότητας της χρήσης, για το χαρακτηριστικό της ικανοποίησης περιλαμβάνονται συγκεκριμένα στοιχεία για την αξιολόγηση της ποιότητας του περιεχομένου καθώς και στοιχεία από για την πλοήγηση, την αισθητική, τις λειτουργίες, κλπ. Επιπλέον, για τα άλλα ποιοτικά χαρακτηριστικά της χρήση, όπως η αποτελεσματικότητα και η παραγωγικότητα, για τον σχεδιασμό και την δοκιμή τους πρέπει να συμπεριληφθούν και τα ειδικά καθήκοντα της αξιολόγησης που είναι προσανατολισμένα προς τον χρήστη.

Γενικά για την αξιολόγηση της ποιότητας του ιστού γίνεται η χρήση της Μεθόδου της Διαδικτυακής Αξιολόγησης της Ποιότητας (Web-QEM). Η μέθοδος αυτή παρουσιάζεται ως μία μέθοδος αξιολόγησης με επίκεντρο την κατηγορία της επιθεώρησης, δηλαδή, την επιθεώρηση των εννοιών, των υπό-εννοιών και των ιδιοτήτων που απορρέουν από μια ποιότητα ή ένα μοντέλο ποιότητας της χρήσης. Τα στάδια της διαδικασίας της Web QEM ομαδοποιούνται σε τέσσερις σημαντικές τεχνικές φάσεις που περιγράφονται παρακάτω Εικόνα.2 :



Εικόνα.2 "Οι Τέσσερις Φάσεις της Web QEM "

- ❖ Ο Ορισμός των Προδιαγραφών και των Απαιτήσεων Ποιότητας: Κατά την διάρκεια του ορισμού των προδιαγραφών και απαιτήσεων της ποιότητας, οι αξιολογητές διευκρινίζουν τους στόχους της αξιολόγησης και την άποψη των χρηστών. Επιλέγεται το μοντέλο ποιότητας με τα προβλεπόμενα χαρακτηριστικά του ISO και έπειτα προσδιορίζεται η σημασία των χαρακτηριστικών αυτών στο κοινό το όπο απευθύνεται και την επέκταση της κάλυψης που απαιτείται.
- ❖ Η Στοιχειώδης Μέτρηση και Αξιολόγηση: Η στοιχειώδης φάση των μετρήσεων και της αξιολόγησης ορίζει δύο κύρια στάδια: το σχεδιασμό της στοιχειώδους

αξιολόγησης και εκτέλεσης της. Όσον αφορά τον σχεδιασμό της στοιχειώδους αξιολόγησης αυτός προσδιορίζεται σε δύο κύριες διαδικασίες: (α) τον ορισμό μετρικών και τον (β) στοιχειώδη δείκτη ορισμού. Όταν καθοριστούν οι προδιαγραφές του προϊόντος, οι αρχικοί στόχοι και οι απόψεις των χρηστών, τα απαραίτητα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες ορίζονται στο παραπάνω σχήμα στις προδιαγραφές της ποιότητας.

- ❖ Συνολική Αξιολόγηση: Η φάση της συνολικής αξιολόγησης έχει δύο βασικά στάδια: τον σχεδιασμό και την εκτέλεση της μερικής και της συνολικής αξιολόγησης της ποιότητας. Τα μοντέλα αυτά στοχεύουν στο να καταστήσουν τη διαδικασία αξιολόγησης δομημένη, αντικειμενική και κατανοητή στους αξιολογητές.
- ❖ Συμπεράσματα και Συστάσεις. Το πόρισμα της αξιολόγησης περιλαμβάνει την τεκμηρίωση των συστατικών των διαδικτυακών εφαρμογών, την προδιαγραφή των απαιτήσεων της ποιότητας, τις μετρικές, τους δείκτες, τα στοιχειώδη και συνολικά πρότυπα και τα κριτήρια απόφασης. Οι αξιολογητές μπορούν στη συνέχεια να αναλύσουν και να κατανοήσουν τα πλεονεκτήματα και τις αδυναμίες της εφαρμογής που αξιολογήθηκε και να προτείνουν και να αιτιολογήσουν τις προτάσεις τους.

Οι διαδικασίες της αξιολόγησης και της σύγκρισης απαιτούν τόσο μεθοδολογική όσο και τεχνολογική υποστήριξη. Οι ερευνητές ανέπτυξαν ένα εργαλείο για την υποστήριξη της διαχείρισης των έργων αξιολόγησης. Επιτρέπει την επεξεργασία των μη λειτουργικών απαιτήσεων, καθώς και τον υπολογισμό δεικτών με βάση τα δύο μοντέλα συνάθροισης. Στη συνέχεια, αυτοματοποιημένα ή χειροκίνητα γίνεται η επεξεργασία των στοιχειωδών δεικτών, και το εργαλείο Web QEM συγκεντρώνει τα στοιχεία για να δώσει ένα σχήμα και υπολογίσει έναν δείκτη συνολικής ποιότητας για κάθε εφαρμογή. Αυτό επιτρέπει στους αξιολογητές να αξιολογούν και να συγκρίνουν την ποιότητα ενός προϊόντος στο διαδίκτυο και την ποιότητα της χρήσης του.

Στην περιπτώσιολογική μελέτη των ερευνητών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Web QEM για την αξιολόγηση της ποιότητας των διαδικτυακών εφαρμογών σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Στην μελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκαν τα δυο δημοφιλέστερα ηλεκτρονικά καταστήματα το Amazon και το Cuspride με σκοπό να αξιολογηθεί η εξωτερική ποιότητα τους. Η αξιολόγηση τους έγινε σύμφωνα με τα τέσσερα χαρακτηριστικά της ποιότητας του ιστού (Web Quality): της Χρηστικότητας, της Λειτουργικότητας, του Περιεχομένου και της Αξιοπιστίας. Το τελικό αποτέλεσμα της μελέτης έδειξε ότι το Amazon συγκέντρωσε υψηλότερη βαθμολογία στα χαρακτηριστικά ποιότητας σε σχέση με το Cupside.

Πάνω στην έννοια της ποιότητας ασχολήθηκαν και οι καθηγητές Davide Bolchini και Franca Garzotto[19] των πανεπιστημίων της Ελβετίας και Ιταλίας, οι οποίοι διερεύνησαν επίσης τις έννοιες της ποιότητας και την μέτρηση της ποιότητας σε μεθόδους που αξιολογούν την χρηστικότητα των διαδικτυακών τόπων. Επίσης μετά την ολοκλήρωση της μελέτης τους πρότειναν την αποσύνθεση της γενικής έννοιας της μεθοδολογικής ποιότητας σε χαμηλότερο επίπεδο, δηλαδή να χρησιμοποιηθούν πιο μετρήσιμα χαρακτηριστικά όπως η απόδοση, η αποτελεσματικότητα, η αποτελεσματικότητα σε σχέση με το κόστος, και την δυνατότητα εκμάθησης. Για τους σκοπούς της μελέτης τους διεξήχθη μια εμπειρική μελέτη στην οποία μετρήθηκαν οι

παραπάνω παράγοντες με μια συγκεκριμένη μέθοδο επιθεώρησης χρηστικότητας που ονομάζεται web Mile +.

Η MiLE+ (Milano Lugano Evaluation Method) είναι η εξέλιξη δύο άλλων τεχνικών επιθεώρησης που χρησιμοποιήθηκαν στην αξιολόγηση της χρηστικότητας των υπερμέσων και των εφαρμογών ιστού, τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί από την ερευνητική ομάδα των παραπάνω καθηγητών. Η MiLE έχει επίσης δανειστεί έννοιες και από διάφορες άλλες "γενικές" μεθόδους αξιολόγησης χρηστικότητας (όπως heuristic evaluation, scenario driven evaluation, cognitive walkthrough, task based testing). Σκοπός της είναι να αποτελέσει μία πιο συστηματική και δομημένη μέθοδο, η οποία θα είναι κατάλληλη να χρησιμοποιηθεί και από αρχάριους αξιολογητές.

Μια βασική έννοια της MiLE είναι ότι είναι μια διαδραστική εφαρμογή που μπορεί να αξιολογηθεί κατά μήκος δύο κύριων προοπτικών. Μια εφαρμογή ανεξάρτητης αξιολόγησης που ονομάζεται Technical Inspection in MiLE+ που θεωρεί ότι οι πτυχές του σχεδιασμού που είναι χαρακτηριστικές στο διαδίκτυο και μπορεί να αξιολογείται ανεξάρτητα από τα ενδιαφερόμενα μέρη της εφαρμογής, τις απαιτήσεις των χρηστών και τα πλαίσια χρήσης και μία εφαρμογή εξαρτημένης αξιολόγησης που ονομάζεται User Experience Evaluation in MiLE+ η οποία επικεντρώνεται στην εμπειρία του χρήστη που μπορεί να εκτιμηθεί λαμβάνοντας υπόψη μόνο το πραγματικό μέρος της εφαρμογής, τα προφίλ των χρηστών που προορίζεται, τους στόχους των διαφόρων ενδιαφερομένων μερών ή στο πλαίσιο της χρήσης. Τα χαρακτηριστικά χρηστικότητας που αξιολογούνται κατά τη διάρκεια αυτής της δραστηριότητας ονομάζεται Δείκτες εμπειρίας του χρήστη (UEIs). Η Mile + παρέχει μια βιβλιοθήκη από 20 UEIs, που οργανώνονται σε τρεις κατηγορίες :

- Δείκτες Εμπειρίας Περιεχομένου : που έχουν επίκεντρο την ποιότητα του περιεχομένου.
- Δείκτες Πλοήγησης & Γνωστικής Εμπειρίας: που εστιάζουν στην φυσικότητα της ροής της πλοήγησης και στο πώς ανταποκρίνεται το χρήστη γνωστικό μοντέλο.
- Δείκτες Εμπειρίας Επιχειρησιακής Ροής: που θέτουν υπόψη τη φυσικότητα των μεμονωμένων λειτουργιών του χρήστη.

Η MiLE+ για να καθοδηγήσει την αξιολόγηση της εμπειρίας του χρήστη υιοθετεί μία προσέγγιση που βασίζεται σε σενάρια. Σε γενικές γραμμές, τα σενάρια είναι «ιστορίες της χρήσης». Στην Mile +, είναι δομημένα με όρους "γενικής περιγραφής", με ένα προφίλ χρήστη, με ένα στόχο και μια σειρά από εργασίες που εκτελούνται για την επίτευξη του στόχου.

Ο σκοπός της εμπειρικής μελέτης ήταν να μετρηθεί η ποιότητα της διαδικασίας της αξιολόγησης Mile + σε σχέση με τους παράγοντες που ορίζονται παραπάνω. Η μελέτη αποτελείται από δύο υπό μελέτες την μελέτη 1 και την μελέτη 2 οι οποίες εστιάζουν σε διαφορετικές πτυχές της ποιότητας και χρησιμοποιούν διαφορετικές διαδικασίες. Στην εμπειρική μελέτη συμμετείχαν 42 μεταπτυχιακή φοιτητές που παρακολουθούσαν τον μάθημα αλληλεπίδραση ανθρώπου - μηχανής στο πανεπιστήμιο του Μιλάνου. Το προφίλ των φοιτητών ήταν ομοιογενές είχαν την ίδια ηλικία και το ίδιο γνωστικό υπόβαθρο

(τεχνικό και μεθοδολογικό), μικρή εμπειρία στην ανάπτυξη ιστοσελίδων και καθόλου προηγούμενη επαφή με την έννοια της χρηστικότητας. Τέλος στους φοιτητές έγινε ένα πεντάωρο μάθημα για την χρηστικότητα και την μέθοδο Mile +.

1^η Μελέτη

Στόχος της πρώτης μελέτης ήταν η μέτρηση της αποτελεσματικότητας και της απόδοσης της μεθόδου Mile +. Θέλησαν επίσης να δοκιμάσουν και μια υπόθεση για την δυνατότητα εκμάθησης: η προσπάθεια αυτή που απαιτούσε από έναν αρχάριο να μελετήσει τη μέθοδο (εκτός από τα 5 ώρες εκπαίδευσης στην τάξη) και να γίνει σε θέση να ασκήσει μια δραστηριότητας επιθεώρησης με ένα λογικό επίπεδο απόδοσης το οποίο ήταν μικρότερο από 15 ώρες. Στην πρώτη μελέτη συμμετείχαν 16 από τους φοιτητές και οι οποίοι κλήθηκαν να αξιολογήσουν χρησιμοποιώντας την μέθοδο Mile + ένα τμήμα αυτής της ιστοσελίδας (Cleveland Museum of Art website www.clevelandart.org/index.html) και να αναφέρουν τυχόν προβλήματα χρηστικότητας. Οι φοιτητές δεν γνώριζαν από πριν την ιστοσελίδα και ο χρόνος που τους δόθηκε ήταν 3 ώρες και δούλεψαν ατομικά. Πριν την έναρξη δόθηκαν επεξηγήσεις και τέλος οι φοιτητές χρησιμοποίησαν ένα πρότυπο αναφοράς που αποτελούνταν από:

- Name and Dimension (of the violated heuristic or UEI).
- Problem Description (maximum three lines).
- Url (of a sample page where the violation occurred).

2^η Μελέτη

Ο σκοπός της δεύτερης μελέτης ήταν να διερευνηθεί η δυσκολία μάθησης και χρήσης της Mile + και η προσπάθεια που χρειάζεται κάποιος να καταβάλει για να εκτελέσει μια επαγγελματική αξιολόγηση. Στην δεύτερη μελέτη συμμετείχαν οι υπόλοιποι 26 φοιτητές και μάλιστα για περίοδο δύο μηνών (από τα μέσα μέχρι το τέλος του εξαμήνου). Επειδή θέλησαν να διερευνήσουν την διαδικασία όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικά, δηλαδή να είναι παρόμοια με εκείνη που γίνεται από μια ομάδα εμπειρογνώμων χρηστικότητας σε ένα επαγγελματικό περιβάλλον, οι συμμετέχοντες έπρεπε να αξιολογήσουν μια ολόκληρη και σημαντικά πολύπλοκη ιστοσελίδα. Επίσης έπρεπε για να εργαστούν σε ομάδες (3-4 ατόμων), και να παραδώσουν μια επαγγελματική έκθεση αξιολόγησης ποιότητας. Το θέμα της αξιολόγησης επιλέχθηκε ελεύθερα από τις ομάδες μέσα από ένα σύνολο ιστοσελίδων που τους είχαν δοθεί και που είχαν συγκρίσιμη πολυπλοκότητα και υπέφεραν από έναν συγκρίσιμο ποσό προβλημάτων χρηστικότητας. Για να εξασφαλιστεί ένα αποδεκτό και ομοιογενές επίπεδο των γνώσεων σχετικά με την Mile + σε όλους τους συμμετέχοντες, στη μελέτη συμμετείχαν μόνο φοιτητές που είχαν περάσει με επιτυχία μια ενδιάμεση γραπτή εξέταση σχετικά με τη μέθοδο. Τέλος όλες οι ομάδες πέτυχαν αρκετά υψηλή βαθμολογία (A ή B). Για την μέτρηση των διαφόρων χαρακτηριστικών χρησιμοποιήθηκε ένα "online" ερωτηματολόγιο που περιλάμβανε κλειστού τύπου ερωτήσεις σχετικά με το βαθμό δυσκολίας της μελέτης και της χρήσης της Mile + και για της προσπάθεια που απαιτήθηκε για να μάθουν τη μέθοδο και να προβούν σε διάφορες δραστηριότητες αξιολόγησης.

Άρα συμπερασματικά η ανάλυση των πειραματικών αποτελεσμάτων απέδειξε ότι Mile + ικανοποιεί τις ανάγκες αυτών που ασχολούνται επαγγελματικά με το αντικείμενο. Επίσης αποδεικνύει ότι η δυνατότητα εκμάθησης της μεθόδου είναι καλή, δεδομένου ότι μετά από μια σύντομη εκπαίδευση (5 ώρες) και από την επιπλέον προσωπική μελέτη που έκαναν οι συμμετέχοντες πριν (μελέτη που δεν ξεπέρασε τις 10-15 ώρες) ήταν αρκετά για την κατανόηση της. Η μέθοδος έχει επίσης αποδείξει ότι μπορεί να υποστηρίξει και άπειρους επιθεωρητές έτσι ώστε να είναι και εκείνοι σε θέση να εκτελέσουν μια αποδοτική και αποτελεσματική επιθεώρηση τόσο στα πλαίσια μιας βραχυπρόθεσμης, γρήγορης αξιολόγησης (μέσα σε 3 ώρες) αλλά και στα πλαίσια ενός πραγματικού σχεδίου. Τέλος η μελέτη έδειξε, επίσης, ότι η μετατόπιση του πεδίου ελέγχου από μία (σχετικά) μικρού μεγέθους ιστοσελίδα σε μια πλήρους κλίμακας σύνθετη εφαρμογή, απαιτεί υψηλότερα επίπεδα δεξιοτήτων και ικανοτήτων τα οποία μπορούν να αποκτηθούν μόνο μέσω της εμπειρίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΆΛΛΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο προηγούμενο κεφάλαιο παρουσιάστηκαν και αναλύθηκαν οι ιδιότητες της μηχανικής ιστού. Σε αυτήν την ενότητα και για τους σκοπούς της εργασίας μας παρουσιάζονται διάφορες :

- ❖ Εμπειρικές Μελέτες.
- ❖ Εργαλεία.
- ❖ Περιβάλλοντα.
- ❖ Προτάσεις/Προσεγγίσεις.

Τα οποία κρίθηκαν σημαντικά ώστε να συμπεριληφθούν στην πτυχιακή μας. Οι μελέτες αυτές έγιναν επίσης κατά το χρονικό διάστημα 2005-2013 από διάφορους καθηγητές ξένων πανεπιστημίων. Πριν την παρουσίαση των μελετών γίνεται μία μικρή εισαγωγή από έννοιες χρήσιμες για την κατανόηση τους.

Οι έννοιες της Συντηρησιμότητας[27].

Οι εργασίες της συντηρησιμότητας (Maintainability) μπορούν να υποδιαιρεθούν σε τέσσερις τύπους τις:

- ❖ **Διορθώσεις:** Η διορθωτική συντηρησιμότητα αναφέρεται στην ικανότητα να εντοπίζει τα σφάλματα, να κάνει διάγνωση των προβλημάτων και να τα διορθώνει.
- ❖ **Βελτιώσεις:** Η τελειοποιητική συντηρησιμότητα αναφέρεται στην ικανότητα να επεκτείνει το λογισμικό σύμφωνα με τις νέες απαιτήσεις ή βελτιώσεις.

- ❖ **Προσαρμογές:** Η προσαρμοστική συντηρησιμότητα αναφέρεται στην ικανότητα να τροποποιεί το λογισμικό προκειμένου να αντιμετωπίσει τις επιπτώσεις των περιβαλλοντικών αλλαγών.
- ❖ **Προλήψεις:** Η προληπτική συντήρηση αναφέρεται στην ικανότητα να στηρίζει τον εσωτερικό ανασχεδιασμό των διαδικασιών, χωρίς αρνητικές επιπτώσεις.

Στην ανάπτυξη λογισμικού, οι δύο πιο κοινοί τύποι εργασιών της συντηρησιμότητας είναι οι διορθώσεις και οι βελτιώσεις. Επιπλέον, ανεξάρτητα από το είδος της εργασίας της συντηρησιμότητας, το πρότυπο ISO/IEC 9126 (ISO/IEC 9126 - 1 2001) προβλέπει ότι πρέπει να ληφθούν υπόψη και ακόμα πέντε διαφορετικά υπο-χαρακτηριστικά, προκειμένου να εκτιμηθεί η δυνατότητα της συντήρησης των εφαρμογών λογισμικού τα οποία είναι:

- ❖ **Η Δυνατότητα Ανάλυσης (Analysability):** Είναι ικανότητα του προϊόντος του λογισμικού να διενεργεί διαγνωστικά για τις ελλείψεις ή τις αιτίες της αποτυχίας του λογισμικού ή των μερών που πρόκειται να τροποποιηθούν.
- ❖ **Η Δυνατότητα Αλλαγής (Changeability):** Είναι η ικανότητα του προϊόντος του λογισμικού να ενεργοποιεί την εφαρμογή μίας συγκεκριμένης τροποποίησης.
- ❖ **Η Σταθερότητα (Stability):** Είναι η ικανότητα του προϊόντος του λογισμικού να αποφεύγει τις απρόβλεπτες συνέπειες από την εφαρμογή κάποιων τροποποιήσεων του λογισμικού.
- ❖ **Η Δυνατότητα Δοκιμής (Testability):** Είναι η ικανότητα του προϊόντος του λογισμικού να επιτρέπει στο τροποποιημένο λογισμικό να επικυρωθεί.
- ❖ **Η Συμμόρφωση (Compliance):** Ικανότητα του προϊόντος λογισμικού να πληροί τις προδιαγραφές ή τις συμβάσεις που αφορούν την συντηρησιμότητα.

Model-Driven Web Engineering

Το Μοντέλο-Οδηγός Μηχανικής (MDE)[24] είναι μια μεθοδολογία ανάπτυξης λογισμικού, η οποία συνίσταται για την δημιουργία μοντέλων κοντά σε ένα συγκεκριμένο τομέα και όχι βάση ιδεών ή κάποιας συγκεκριμένης σύνταξης. Η ομάδα διαχείρισης αντικειμένου (OMG: Object Management Group) έχει αναπτύξει το πρότυπο μοντέλο-οδηγό αρχιτεκτονικής (MDA:model-driven architecture), το οποίο ορίζει μια αρχιτεκτονική πλατφόρμα για την υποβολή προτάσεων που έχουν βάση το μοντέλο-οδηγό. Η MDA δημιουργήθηκε με την ιδέα του διαχωρισμού της προδιαγραφής της επιχειρησιακής λογικής ενός συστήματος, από τα στοιχεία που καθορίζουν τις χρήσεις των δυνατοτήτων της τεχνολογικής πλατφόρμας όπου εφαρμόζεται. Οι στόχοι της MDA είναι η φορητότητα, η δια-λειτουργικότητα και επαναχρησιμοποίηση μέσα από μία αρχιτεκτονική διαχωρισμού. Η έννοια της ανεξαρτησίας της πλατφόρμας εμφανίζεται συχνά στην MDA. Ουσιαστικά τα μοντέλα μπορούν να έχουν την ποιότητα ανεξάρτητη από τα χαρακτηριστικά της κάθε τεχνολογική πλατφόρμας.

Η προσέγγιση MDD(Model-Drive Development) βασίζεται σε:

- ❖ Μοντέλα
- ❖ Μεταμοντέλα.
- ❖ Μοντέλα Μετασχηματισμού.

Η προσέγγιση MDD(Model-Drive Development) απαιτεί γλώσσες για:

- ❖ Τις Προδιαγραφές των Μοντέλων.
 - UML,BPMN.
- ❖ Την Περιγραφή των Μεταμοντέλων.
 - UML,MOF,OCL.
- ❖ Τον ορισμό των Μοντέλων Μετασχηματισμού.
 - Java.
 - Graph Transformations.
 - ATL.
 - QVT

Προτεινόμενοι μέθοδοι για την δημιουργία των μοντέλων:

- ❖ Hera,
- ❖ MIDAS,
- ❖ OOHDM,
- ❖ OO-H,
- ❖ UWE,
- ❖ WebML

Η MDA(Model-Drive Architecture) αποτελείται από:

- ❖ Ένα Μοντέλο Υπολογιστικά Ανεξάρτητο(**CIM**:computational independent model).
- ❖ Ένα Μοντέλο Ανεξάρτητο από την Πλατφόρμα (**PIM**:platform independent model).
- ❖ Ένα Μοντέλο Εξειδικευμένο στην Πλατφόρμα (**PSM**:platform specific model).

3.1 Εμπειρικές Μελέτες.

Για τους σκοπούς της πτυχιακής αλλά και για την απόκτηση μιας πιο γενικής γνώσης περί των αντικειμένων της μηχανικής ιστού, μελετήθηκαν και παρουσιάζονται παρακάτω ένα σύνολο εμπειρικών μελετών που κρίθηκαν σημαντικές και οι οποίες διεξήχθησαν από καθηγητές διαφόρων πανεπιστημίων και χωρών κατά το χρονικό διάστημα 2005-2013. Για κάθε μία από τις εμπειρικές μελέτες που αναλύονται, προηγείται μια μικρή εισαγωγή μέσα στην οποία παρέχονται βασικές λεπτομέρειες (όπως ο σκοπός, το αντικείμενο που ασχολείται κλπ.).

Το 2007 οι Luciano Baresi και Sandro Morasca[16] καθηγητές δύο διαφορετικών πανεπιστημίων της Ιταλίας και διεξήγαγαν τρεις εμπειρικές μελέτες. Η έρευνά τους επικεντρώθηκε στην προσπάθεια που απαιτείται για το σχεδιασμό σύγχρονων διαδικτυακών εφαρμογών. Οι τρεις αυτές εμπειρικές μελέτες βασίζονται στη χρήση μία σημειογραφικής μοντελοποίησης για σύνθετες διαδικτυακές εφαρμογές (A Modelling Notation for Complex Web Applications) την W2000, στην σημειογραφία για το σχεδιασμό των διαδικτυακών εφαρμογών, αλλά και στις υποθέσεις και τα αποτελέσματα που εφαρμόζονται σε μια ευρύτερη κατηγορία μοντέλων (π.χ., OO4D, WebML ή UWE). Η εργασία ξεκινά με τη διερεύνηση της σχετικής σημασίας της κάθε δραστηριότητας του σχεδιασμού. Στη συνέχεια αξιολογείται η ακρίβεια της προσπάθειας σχεδιασμού και η επιρροή των λίγων παραγόντων στη διαδικασία που σχετίζεται με την προσπάθεια που απαιτείται για κάθε δραστηριότητα σχεδιασμού.

Η σημειογραφική Μοντελοποίηση W2000.

Η W2000 είναι μια εξέλιξη και επέκταση του HDM (μοντέλου για τον σχεδιασμό υπερκειμένου, του Garzotto του 1993), το οποίο είναι μία από τις πρώτες σημειώσεις για την μοντελοποίηση των διαδικτυακών εφαρμογών και ως εκ τούτου, είναι πίσω από κάποιες άλλες προτάσεις στον τομέα αυτό. Η W2000 εφαρμόζει το πρότυπο model-view-controller για τον σχεδιασμό διαδικτυακών εφαρμογών και το οποίο βασίζεται σε τέσσερα μοντέλα:

- ✓ Το μοντέλο των Πληροφοριών: το οποίο στοχεύει στον προσδιορισμό και την οργάνωση όλων των δεδομένα με τα οποία ασχολείται η εφαρμογή. Προσδιορίζει δηλαδή τις οντότητες που χαρακτηρίζουν την εφαρμογή, δηλαδή, τα εννοιολογικά «αντικείμενα» που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για το χρήστη.
- ✓ Το μοντέλο της Πλοήγησης: το οποίο καθορίζει τον τρόπο που χρήστης μπορεί να περιηγηθεί μέσα από την εφαρμογή.
- ✓ Το μοντέλο της Παρουσίασης: το οποίο οργανώνει την εφαρμογή σε ένα σύνολο σελίδων μαζί με τις συνδέσεις που υπάρχουν μεταξύ τους.
- ✓ Το μοντέλο της Λειτουργίας: το οποίο χρησιμοποιείται για να καθορίσει τις ενέργειες που προβλέπονται από την εφαρμογή.

Οι Τρεις Εμπειρικές Μελέτες.

Οι Δύο εμπειρικές μελέτες πραγματοποιήθηκαν στο Μιλάνο, σε αυτές τις μελέτες συμμετείχαν φοιτητές του πανεπιστημίου που παρακολουθούσαν τον μάθημα για τον σχεδιασμό διαδικτυακών εφαρμογών και οι οποίοι βρισκόταν στο τέταρτο ή πέμπτο έτος του προγράμματος των σπουδών τους (Τμήμα Μηχανικής Υπολογιστών). Η τρίτη εμπειρική μελέτη πραγματοποιήθηκε στο Λουγκάνο της Ελβετίας στην οποία επίσης συμμετείχαν φοιτητές που παρακολουθούσαν το ίδιο μάθημα με την διαφορά ότι βρισκόταν στο δεύτερο έτος του προγράμματος των σπουδών τους (Τμήμα

Επιστήμες της Επικοινωνίας). Στις δύο πρώτες μελέτες οι φοιτητές ανέπτυξαν τα έργα τους ατομικά σε αντίθεση με την τρίτη στην οποία οι φοιτητές ήταν χωρισμένοι σε ομάδες των τριών ατόμων. Σε όλες τις εμπειρικές μελέτες οι φοιτητές διδάχθηκαν πώς να σχεδιάζουν διαδικτυακές εφαρμογές χρησιμοποιώντας την W2000 και πώς να τις υλοποιούν με την βοήθεια άλλων διαθέσιμων τεχνολογιών. Επιπλέον όλοι οι φοιτητές ήταν υποχρεωμένοι να εργαστούν με το ίδιο θέμα: μια υποθετική εφαρμογή του ηλεκτρονικού εμπορίου, αλλά κάθε έργο είχε διαφορετικό πεδίο εφαρμογής π.χ βιβλία, CD, ειδών παντοπωλείου, κλπ. Έτσι, όλα τα έργα είχαν παρόμοιες δυσκολίες και οι διαφορές μεταξύ τους ήταν μόνο οριακές. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι εκείνη την εποχή που διεξήχθησαν οι εμπειρικές μελέτες η W2000 δεν υποστηριζόταν από κάθε εργαλείο, επομένως οι φοιτητές έπρεπε να αναπτύξουν τα σχέδιά τους με το χέρι. Τέλος μαζί με τις απαιτήσεις (τις εργασίες που έπρεπε δηλαδή να εκτελέσουν κατά την διεξαγωγή των εμπειρικών μελετών), στους φοιτητές δόθηκαν δύο ερωτηματολόγια: ένα αρχικό ερωτηματολόγιο που έπρεπε να συμπληρώσουν πριν αρχίσουν των σχεδιασμό των εφαρμογών τους και ένα τελικό ερωτηματολόγιο που έπρεπε να συμπληρωθεί μετά την ολοκλήρωση των εργασιών τους και φυσικά έγινε σαφές στους φοιτητές ότι οι απαντήσεις τους ερωτηματολόγια δεν θα έχουν καμία επίδραση στο βαθμό που θα λάβουν. Δεδομένου ότι οι μετρήσεις που συγκεντρώθηκαν ήταν σε αναλογικό επίπεδο με την μέτρηση, χρησιμοποιήθηκαν παραμετρικές και μη παραμετρικές τεχνικές ανάλυσης δεδομένων ανάλογα δηλαδή με το είδος των στατιστικών υποθέσεων. Επίσης χρησιμοποιήθηκε και η τεχνική ισχυρής παλινδρόμησης ((RR):Robust Regression technique).

Τα αποτελέσματα των εμπειρικών μελετών και η σύγκριση μεταξύ τους έδωσαν τα παρακάτω συμπεράσματα. Αρχικά κατά την ερώτηση "Μήπως ένα από τα μοντέλα της W2000 λαμβάνει σταθερά μεγαλύτερη προσπάθεια για να δημιουργηθεί σε σχέση με τα υπόλοιπα;" οι φοιτητές των δύο πρώτων μελετών έδωσαν διαφορετικές απαντήσεις από τους φοιτητές της τρίτης αυτό αποδεικνύει ότι έχουν διαφορετικό τρόπο εκτίμησης της προσπάθειας γεγονός που αποδίδεται στο ότι οι πρώτοι είναι φοιτητές μεγαλύτερων ετών. Αυτό οδήγησε τους ερευνητές να διερευνήσουν την ικανότητα εκτίμησης της προσπάθειας των συγκεκριμένων φοιτητών και να θέσουν την ερώτηση "Είναι οι φοιτητές υπερβολικά αισιόδοξοι, δηλαδή, έχουν την τάση να υποεκτιμούν την προσπάθεια που απαιτείται για να σχεδιαστεί μια εφαρμογή και τις προσπάθειες που συνδέονται με κάθε κατηγορία προσπάθειας;". Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και στις τρεις μελέτες υπήρξε πρόβλημα υποεκτίμησης, ανεξάρτητα από το γεγονός ότι στις δύο πρώτες μελέτες τα έργα ήταν ατομικά και στην τρίτη ομαδικά, εδώ θα πρέπει επίσης να διευκρινιστεί ότι τα δεδομένα που κατάφεραν να συλλεχθούν για τη εξαγωγή αυτού του συμπεράσματος ήταν μόνο για τα δύο μοντέλα της πλοήγησης και των πληροφοριών. Η επόμενη ερώτηση που τέθηκε ήταν "Ποια είναι τα χαρακτηριστικά των φοιτητών που μπορούν να επηρεάσουν την εκτιμήσει της προσπάθειας, την πραγματική προσπάθεια και την ακρίβεια της προσπάθειας των εκτιμήσεων;". Δυστυχώς αποτελέσματα δεν ήταν ενθαρρυντικά. Οι μόνες συσχετίσεις που βρέθηκαν ήταν: μια αρνητική συσχέτιση μεταξύ της τεχνικής γνώσης και της διαφοράς μεταξύ πραγματικής και εκτιμώμενης προσπάθειας, καθώς και μεταξύ της ικανότητας και εκτιμώμενης προσπάθειας μάθησης. Παραδόξως, σε αντίθεση με την υπόθεση που είχε γίνει, φαίνεται να υπάρχει μια θετική συσχέτιση μεταξύ της ικανότητας

και της πραγματικής προσπάθειας. Μία ακόμα ερώτηση που τέθηκε ήταν "Πόσο καλοί είναι οι φοιτητές στο να εκτιμήσουν την προσπάθεια που χρειάζεται για την εκμάθηση σχεδιασμού εφαρμογών ιστού;". Σε αυτή την ερώτηση πάρθηκαν αποτελέσματα μόνο από τις δύο πρώτες μελέτες διότι οι φοιτητές της τρίτης μελέτης ήταν νεότεροι και δεν μπορούσαν να προβλέψουν κάτι νέο για αυτούς χωρίς την εμπειρία που μπορεί να αποκτηθεί μετά από χρόνια στο πανεπιστήμιο. Όσο για τις δύο πρώτες μελέτες, μπορούμε να πούμε ότι οι φοιτητές στα τελευταία χρόνια του πανεπιστημίου τους είναι συνήθως καλοί στην εκτίμηση της προσπάθειας που χρειάζεται για να μάθουν ένα νέο θέμα, ή καλύτερα να ασχοληθούν με ένα συγκεκριμένο μάθημα. Τέλος έγινε και μία αποτυχημένη προσπάθεια να απαντηθεί η ερώτηση του κατά πόσο οι φοιτητές ήταν σε θέση να αξιολογήσουν τα δικά τους μοντέλα σχεδιασμού, δυστυχώς τα αποτελέσματα δεν έδωσαν καμία συσχέτιση γεγονός που αποδόθηκε ότι οι φοιτητές πιθανότατα δεν θέλησαν να δώσουν μία αξιόπιστη αυτό - αξιολόγηση των ευρημάτων τους, είτε γιατί δεν θέλανε να φανούν τολμηροί, είτε ήταν πολύ ντροπαλοί, είτε επειδή μπορεί να φοβήθηκαν οι με την αξιολόγηση τους θα επηρέαζαν και την αξιολόγηση του καθηγητή.

Συνοψίζοντας στην εργασία αυτή απεικονίζονται οι τρεις εμπειρικές μελέτες που έχουν διεξαχθεί σχετικά με την προσπάθεια που απαιτείται για το σχεδιασμό εφαρμογών ιστού. Οι φοιτητές που συμμετείχαν δεν αποτέλεσαν τέλεια υποκείμενα μελέτης, αλλά λόγω των ιδιοτήτων τους αποκτήθηκαν ενδιαφέροντα αποτελέσματα. Επιπλέον, το διαφορετικό υπόβαθρο και τα προγράμματα σπουδών τους βοήθησε να αποκτηθεί ένα καλό μίγμα επαγγελματιών που εμπλέκονται συνήθως με την ανάπτυξη των διαδικτυακών εφαρμογών. Λόγω της σχετικής καινοτομίας του τομέα, οι εμπειρικές μελέτες που διενεργήθηκαν ήταν διερευνητικές, παρά επιβεβαιωτικές. Αν και υπήρξαν κάποιες αντιφάσεις σε όλες τις εμπειρικές μελέτες, για έναν αριθμό προγνωστικών καταφέρθηκε να γίνει να ταυτοποίηση, οπότε οι μελέτες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ένα σημείο εκκίνησης για περαιτέρω έρευνα στον τομέα αυτό. Τα κύρια αποτελέσματα της εργασίας είναι:

- ❖ Η Αναγνώριση της πιο χρονοβόρας δραστηριότητας σχεδιασμού. Ο σχεδιασμός των στοιχείων των διαδικτυακών εφαρμογών και οι σχέσεις μεταξύ τους φαίνεται να λαμβάνει τη μεγαλύτερη δυνατή προσπάθεια για τους σπουδαστές των δύο πρώτων μελετών, ενώ για τους φοιτητές της τρίτης μελέτης τη μεγαλύτερη δυνατή προσπάθεια λαμβάνει ο σχεδιασμός της παρουσίασης.
- ❖ Η Αξιολόγηση της ικανότητας των φοιτητών να εκτιμήσουν την προσπάθεια που απαιτείται για την ανάπτυξη των αντικειμένων της W2000. Οι μελέτες έδειξαν πρόβλημα υποτίμησης, με διαφορετικούς βαθμούς βαρύτητας, δηλαδή, οι φοιτητές φαινόταν αισιόδοξοι σε γενικές γραμμές. Εν πάση περιπτώσει, η εκτιμώμενη προσπάθεια από τους φοιτητές κατέληξε να γίνει ένας δείκτης για την πραγματική προσπάθεια.
- ❖ Ο Προσδιορισμός των εσωτερικών χαρακτηριστικών της W2000 και των αντικειμένων που μπορούν να επηρεάσουν την πραγματική προσπάθεια. Εντοπίστηκαν μια σειρά από εσωτερικά χαρακτηριστικών της W2000 των αντικείμενα που συσχετίζονται με την εκτιμώμενη και πραγματική προσπάθεια,

αλλά δεν ήταν όλα τα αποτελέσματα συνεπή σε όλες τις μελέτες, έτσι η πρακτική χρησιμότητα τους πρέπει ακόμη να επιβεβαιωθεί με περαιτέρω μελέτες.

Το 2005 οι καθηγητές Filippo Ricca και Paolo Tonella του τμήματος Πληροφορικών Επιστημών του Τρέντο της Ιταλίας ξεκίνησαν τη μελέτη των ανωμαλιών - αποτυχιών των διαδικτυακών εφαρμογών. Η μελέτη τους είχε διάρκεια πέντε χρόνων (1999-2004) και συμπεριλάμβανε μία σειρά εμπειρικών μελετών που στόχος αυτών των μελετών ήταν να δοκιμάσουν και να επικυρώσουν τις προτάσεις που οι ίδιοι πρότειναν κάνοντας χρήση δύο πρωτότυπων ερευνητικών εργαλείων. Η πρόταση τους περιλάμβανε μία σειρά από τεχνικές και αλγορίθμους οι οποίες ήταν σε θέση να υποστηρίξουν σύνθετες εργασίες όπως την ανάλυση και τη δοκιμή των διαδικτυακών εφαρμογών. Από την αναθεώρηση αυτής της εμπειρικής εργασίας προέκυψε ότι μόνο το 40% των διαδικτυακών εφαρμογών που επιλέχθηκαν τυχαία δεν παρουσίασε κάποια ανωμαλία - αποτυχία.

Στόχος λοιπόν της μελέτης τους ήταν η διερεύνηση, ο καθορισμός και η εφαρμογή μίας ποικιλίας από τεχνικές δοκιμές και αναλύσεις που θα ήταν σε θέση να στηρίξουν την ποιότητα των διαδικτυακών εφαρμογών. Η ποιότητα των προαναφερθέντων είναι ένα σύνθετο και πολυδιάστατο γνώρισμα που περιλαμβάνει πολλές πτυχές συμπεριλαμβανομένων: της ορθότητας, της αξιοπιστίας, της συντηρησιμότητας, της χρηστικότητας, της προσβασιμότητας, της απόδοσης και της συμμόρφωσης με τα πρότυπα.

Για την ολοκλήρωση της μελέτης τους χρειάστηκε να διασπάσουν την εργασίας τους σε τρία κύρια μέρη:

- ❖ Την ανάπτυξη των μοντέλων και των απόψεων για τις διαδικτυακές εφαρμογές.
- ❖ Την εφαρμογή μίας ποικιλίας τεχνικών δοκιμών και αναλύσεων για αυτά τα μοντέλα και
- ❖ Τις εμπειρικές μελέτες που θα πραγματοποιηθούν σε πραγματικές διαδικτυακές εφαρμογές.

Τα πρωτότυπα ερευνητικά εργαλεία που εφαρμόστηκαν στις εμπειρικές μελέτες τους ήταν το ReWeb και το TestWeb.

Το ReWeb είναι αφιερωμένο στην λήψη των σελίδων μίας διαδικτυακής εφαρμογής με σκοπό τη δημιουργία ενός μοντέλου από αυτές και την παραγωγή προβολών και αναλύσεων. Οι δύο πιο σημαντικές προβολές που υλοποιούνται στο ReWeb είναι η διαρθρωτική προβολή (structural view) και η προβολή του συστήματος (system view). Στην διαρθρωτική προβολή οι κόμβοι αντιστοιχούν σε σελίδες ιστού, ενώ οι ακμές αντιστοιχούν στις υπερσυνδέσεις μεταξύ των κόμβων. Σε αντίθεση με την προβολή του συστήματος που είναι πιο αφηρημένη όπου οι κόμβοι αναπαριστούν καταλόγους και υπάρχουν ακμές μόνο εάν υπάρχει μια σελίδα σε έναν κατάλογο που συνδέεται με μια άλλη σελίδα σε κάποιο άλλο κατάλογο. Επίσης το ReWeb εφαρμόζει μία σειρά από

αναλύσεις, όπως αναλύσεις για τον προσδιορισμό απρόσιτων σελίδων ή σελίδων "φαντάσματα" και αναλύσεις για την συνέπεια των πολύγλωσσων σελίδων.

Το TestWeb έχει αναπτυχθεί για να υποστηρίξει τις διαρθρωτικές δοκιμές των εφαρμογών Ιστού. Παράγει ένα σύνολο μονοπατιών από το μοντέλο που παράγεται από το ReWeb, σύμφωνα με ένα κριτήριο δοκιμών καθορισμένο από το χρήστη και δημιουργεί τις περιπτώσεις δοκιμής από αυτό. Η περίπτωση δοκιμής παραγωγής τεχνικών βασίζεται στον υπολογισμό της έκφρασης του μονοπατιού της ιστοσελίδας (σε γενικές γραμμές, μια έκφραση μονοπατιού είναι μια αλγεβρική αναπαράσταση των μονοπατιών σε ένα γράφημα).

Ο συνολικός αριθμός των εμπειρικών μελετών που οι καθηγητές της έρευνας διεξήγαγαν ήταν έξι και στις οποίες υλοποίησαν τα παραπάνω εργαλεία και για περισσότερες λεπτομέρειες σας παραπέμπουμε στην ολοκληρωμένη μελέτη[2].

Επίσης το 2013 οι καθηγητές Yulkeidi Martínez, Cristina Cachero και Santiago Meliá[27] διεξήγαγαν στο πανεπιστήμιο του Αλικάντε ένα είδος ελεγχόμενου πειράματος. Στο πείραμα αυτό ακολουθήθηκε το πρότυπο (template) GQM και είχε στόχο την ανάλυση της OO4RIA και της .NET με σκοπό την αξιολόγηση των πρακτικών εναλλαξιμότητας του μοντέλου - οδηγού (model-driven) σε σύγκριση με τον κεντρικό κώδικα (code-centric) σε σχέση με την απόδοση και την ικανοποίηση που λαμβάνουν οι νέοι προγραμματιστές από την χρήση τους. Στο πείραμα επίσης συμμετείχαν μεταπτυχιακοί φοιτητές που παρακολουθούσαν το μεταπτυχιακό πρόγραμμα με τίτλο "Ανάπτυξης Εφαρμογών Ιστού" και στο οποίο διδάσκονταν και τα δύο και την OO4RIA και την .NET. Η επιλογή των συγκεκριμένων εργαλείων και γλωσσών μειώνει την εξωτερική εγκυρότητα της μελέτης, δηλαδή, τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων, γεγονός που έγινε εις γνώση των ερευνητών. Η εστίαση στην δυνατότητα αλλαγής (Changeability) οφείλεται στο γεγονός ότι, ειδικά σε περιβάλλοντα MDE, δεν είναι όλα τα υπό-χαρακτηριστικά της συντηρησιμότητας εξίσου κρίσιμα. Υπό την προϋπόθεση ότι η προσέγγιση που επιλέχθηκε η MDE είναι αρκετά (όπως είναι και η περίπτωση της OO4RIA) ώριμη, μπορούμε να υποθέσουμε με ασφάλεια την δυνατότητα δοκιμών και την συμμόρφωση. Ουσιαστικά θα λέγαμε ότι η μελέτη εξετάζει τα παρακάτω δύο ερωτήματα:

- ✓ Πώς η απόδοση της δυνατότητας της αλλαγής (Changeability) της OO4RIA συγκρίνεται με την απόδοση της δυνατότητας της αλλαγής (Changeability) της NET.;
- ✓ Πώς η ικανοποίηση της δυνατότητας της αλλαγής (Changeability) της OO4RIA συγκρίνεται με την ικανοποίηση της δυνατότητας της αλλαγής (Changeability) της NET.;

Όλες οι ερωτήσεις επινοήθηκαν για να απαντηθούν με ποσοτικά μέσα. Επιπλέον το δείγμα των φοιτητών περιελάμβανε 26 άνδρες και 1 γυναίκα, από τους οποίους οι 20 είχαν πάνω από δύο χρόνια εμπειρία στην ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών. Η μέση ηλικία των συμμετεχόντων ήταν 25,6 χρόνια και όλοι τους ήταν απόφοιτοι του τμήματος

Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου του Αλικάντε. Όσον αφορά το επίπεδο των φοιτητών σε σχέση με τις διάφορες τεχνολογίες και μεθόδους που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια του πειράματος, μια προκαταρκτική δοκιμή (ένα ερωτηματολόγιο) έδειξε ότι οι φοιτητές δεν είχαν καμία προηγούμενη πρακτική γνώση του MDE, αν και 15 από αυτούς γνώριζαν την ύπαρξη του προτύπου. Παρά το γεγονός αυτό, 22 ήξερε UML (το πρότυπο στο οποίο βασίζεται η μέθοδος OO4RIA), και, από αυτούς, 3, θεωρούνται ότι είχαν ένα υψηλό επίπεδο γνώσης της UML. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι 20 από τους φοιτητές είχαν ξανά προγραμματίσει με .NET κατά τη διάρκεια του πτυχίου τους, αν και μόνο 3 είχαν εφαρμόσει τα προγράμματα τους στην βιομηχανία. Μέχρι τη στιγμή που το πείραμα έλαβε χώρα, οι φοιτητές είχαν λάβει συμπληρωματική εκπαίδευση, τόσο σε .NET αλλά και σε OO4RIA. Η εκπαίδευση περιλάμβανε 30 ώρες προγραμματισμού σε C # χρησιμοποιώντας το Visual Studio 2010 και 30 ώρες μοντελοποίησης με UML και το εργαλείο OO4RIA. Επίσης πριν την διεξαγωγή του πειράματος διενεργήθηκε και μία ανάλυση ευαισθησίας, στόχος της οποίας ήταν να βεβαιωθεί ότι οι αναλύσεις είχαν αρκετή δύναμη ώστε να περιορίζεται ο κίνδυνος σφάλματος τύπου II (αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης όταν είναι στην πραγματικότητα ψευδής). Ο Cohen (1988) πρότεινε η δύναμη της ανάλυσης πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση με 0,7 για να είναι αξιοποιήσιμη. Αυτό σημαίνει ότι η μη ανίχνευση ενός αποτελέσματος που είναι πραγματικά εκεί έχει μέγιστη πιθανότητα το 30% .

Οι φοιτητές χωρίστηκαν τυχαία στις παρακάτω δύο εφαρμογές.

- Μία εφαρμογή "**Κατάστημα Κατοικίδιων Ζώων**": στην οποία ένας πελάτης (Client) μπορεί να πραγματοποιήσει πολλές εντολές αγοράς (παραγγελίες). Ο πελάτης μπορεί να προσθέσει στην αγορά του όσες γραμμές παραγγελίας (γραμμές παραγγελίας), χρειάζεται. Ένα κατοικίδιο ζώο (άρθρο) μπορεί να συνδεθεί με πολλές παραγγελίες, όπως και τα κατοικίδια μπορούν να ταξινομηθούν σε κατηγορίες (Κατηγορία).
- Μία εφαρμογή "**Αναπαραγωγή Μουσικής**": η οποία επιτρέπει σε ένα χρήστη (User) για να διαχειριστεί μια ομάδα τραγουδιών (τραγούδι), και να καταρτίζει καταλόγους αναπαραγωγής (Playlist). Η εφαρμογή επιτρέπει επίσης στο χρήστη να οργανώσει κάθε τραγούδι με διαφορετικά κριτήρια (φύλο, έτος κλπ.). Επίσης, κάθε τραγούδι, εκτός από την τοποθεσία URL, μπορεί να περιέχει πληροφορίες σχετικά με την δισκογραφική εταιρία, την κάλυψη, το έγγραφο, την διάρκεια κλπ. Η εφαρμογή αποθηκεύει επίσης τους καλλιτέχνες (Artist) και τα άλμπουμ (Album) στα οποία ανήκει το τραγούδι.

Και για τις δύο εφαρμογές, οι φοιτητές πραγματοποίησαν μια σειρά από εργασίες συντηρησιμότητας στην πλευρά του διακομιστή. Και οι δύο εφαρμογές μοιραζόντουσαν τον τύπο εφαρμογής και την πολυπλοκότητα, τόσο από την άποψη του κώδικα και όσο και από την άποψη των εννοιολογικών δομών. Οι εργασίες που τους ζητήθηκαν να εκτελέσουν ήταν δέκα, εκ των οποίων οι πέντε με την προσέγγιση του κεντρικού κώδικα (code centric approach) και οι υπόλοιπες πέντε με την προσέγγιση του μοντέλου - οδηγού (model-driven approach). Από τις εργασίες αυτές μερικές ήταν διορθωτικές και μερικές

τελειοποιητικές και κάθε τύπο εργασίας ξεκινούσε με ένα νέο έργο το οποίο κατέβαζαν οι φοιτητές από ένα πακέτο αντιγραφής. Δεν υπήρχε κανένα χρονικό όριο, αν και ο αναμενόμενος χρόνος για να εκπληρώσει των δέκα εργασιών ήταν περίπου δύο ώρες. Η σειρά με την οποία κάθε φοιτητής θα εφάρμοζε κάθε μέθοδος (.NET και OOH4RIA) ήταν τυχαία έτσι ώστε να αποφευχθούν απρόβλεπτες συνέπειες. Κατά την διάρκεια του πειράματος οι φοιτητές εποπτεύονταν από δύο εκπαιδευτές. Μετά από κάθε ομάδα εργασιών, οι φοιτητές κλήθηκαν να βαθμολογήσουν την εμπειρία τους σχετικά με τη μέθοδο που χρησιμοποίησαν.

Συγκεντρωτικά σε όλο το πείραμα θα λέγαμε ότι χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω εργαλεία:

- Development framework: .NET framework, Silverlight 4.0 and NHibernate(Object-Relational Mapping).
- Coding IDE: Visual Studio 2010.
- Modelling tool: OOH4RIA.
- Code Generation tool: OOH4RIA.
- Languages: C# and XML Mapping (ORM mapping of NHibernate).

Σχετικά με τις αναλύσεις όλες πραγματοποιήθηκαν με το πακέτο PASW (Predictive Analytics Soft-Ware). Το πρώτο βήμα της ανάλυσης περιλάμβανε την επικύρωση του θεωρητικού μοντέλου στο οποίο βασίζονται οι υποθέσεις του πειράματος.

Το Θεωρητικό Μοντέλο της Επικύρωσης.

Για να ελεγχθούν αν τα υποκειμενικά μέτρα έχουν τοποθετηθεί στο θεωρητικό μοντέλο, πραγματοποιήθηκε μία Principal Component Analysis (PCA). Το πρώτο βήμα της ανάλυσης αυτής είναι να προσδιοριστεί ο αριθμός των συστατικών (κύριες μεταβλητές) που διέπουν το σύνολο των μετρήσεων.

Η Αξιοπιστία των Οργάνων Μετρήσης.

Φυσικά πριν από την αξιολόγηση των υποθέσεων, ελέγχθηκε η αξιοπιστία των κλιμάκων στο πλαίσιο των πειραματικών ρυθμίσεων, εφαρμόζοντας το Cronbach's Alpha test.

Συνοψίζοντας θα λέγαμε ότι η μελέτη αυτή συγκρίνει την προσέγγιση μοντέλου - οδηγού, OOH4RIA, με μία προσέγγιση κώδικα - οδηγού, που βασίζονται στο Visual Studio και τη .NET. Η μελέτη καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η χρήση των OOH4RIA σε σύγκριση με τη .NET βελτιώνει σημαντικά την πραγματική απόδοση των ατόμων που εκτελούν εργασίες συντήρησης. Από την άλλη πλευρά η μελέτη των μεταβλητών που σχετίζονται με την ικανοποίηση δείχνουν μικτά αποτελέσματα. Σε πειραματικό επίπεδο η προσέγγιση MDE είναι καλύτερη από την προσέγγιση του κεντρικού κώδικα, τόσο από την άποψη της αποτελεσματικότητας όσο και της αποδοτικότητας.

Οι χρήστες βρήκαν τη λύση ΟΟΗ4RΙΑ να είναι ελαφρώς λιγότερο σταθερή (που σημαίνει ότι φοβούνται ότι απαρατήρητα λάθη μπορούν να εισαχθούν), αν και η διαφορά δεν ήταν σημαντική. Αυτό συμβαίνει ακόμη και αν στην ΟΟΗ4RΙΑ περιληφθεί ένας μηχανισμός ελέγχου που έχει ως στόχο να βοηθήσει τους προγραμματιστές να αποφεύγουν την εισαγωγή απαρατήρητων λαθών (ένας μηχανισμός που δεν ήταν διαθέσιμες στη .NET). Επίσης, τα άτομα πιστεύουν ότι ΟΟΗ4RΙΑ είναι ελαφρώς πιο αφομοιώσιμη και λιγότερο πολύπλοκη από ό, τι .NET (αν και, πάλι, όχι σημαντικά). Αντίθετα με αυτό που περιμέναμε ότι, διότι υπήρχε μια πολύ μεγαλύτερη εμπειρία με .NET από ότι με την ΟΟΗ4RΙΑ. Επίσης, η χρήση των μοντέλων, των οποίων το υψηλότερο επίπεδο αφαίρεσης υποτίθεται απλοποιεί τις εργασίες συντήρησης και μοιάζει να αντισταθμίζει την πρόσθετη πολυπλοκότητα που είναι πιθανό να γίνει αντιληπτή, όταν ο κύριος του έργου είναι αντιμέτωπος με μια νέα μέθοδο. Επίσης, το γεγονός ότι τα άτομα ήταν νέοι προγραμματιστές που παρακολουθούσαν ένα μεταπτυχιακό και που είχαν εκτεθεί σε πολλά διαφορετικά εργαλεία και τεχνικές, γεγονός που μπορεί να είχε αντίκτυπο στην εν λόγω αντίληψη της πολυπλοκότητας. Τέλος στην μελέτη αυτή αναμενόταν οι φοιτητές να ήταν σημαντικά πιο ικανοποιημένοι με την ΟΟΗ4RΙΑ, λόγω των αναμενόμενων **κερδών** αποδοτικότητας και της αποτελεσματικότητας. Και πάλι, με βάση τις αυτο-αναφερθεί απόψεις που αποκαλύπτονται σε προηγούμενο πείραμα (Martínez et al. 2012B), πιστεύουμε ότι αυτό το χαμηλότερο επίπεδο ικανοποίησης (παρά τις αυξημένες αντικειμενικές και υποκειμενικές κέρδη παραγωγικότητας) μπορεί να οφείλεται σε code-centric πρακτικές που είναι πιο συνεπή με τις υπάρχουσες τιμές, τις ανάγκες και τις εμπειρίες του παρελθόντος των θεμάτων, γεγονός που υποδηλώνει την ευκολία να εισαγάγει αυτή τη μεταβλητή στο μέλλον επαναλήψεις του πειράματος.

Μια ακόμα σημαντική συμβολή της μελέτης είναι η επικύρωση, μέσω PCA, της δομής του θεωρητικού μοντέλου. Η ανάλυσή αυτή μας δείχνει ότι ο αριθμός των στοιχείων και η ανάθεση των μέτρων για το μοντέλο των μεταβλητών είναι σύμφωνη με τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν στο πλαίσιο. Τέλος τονίζεται η ανάγκη για περαιτέρω πειράματα ώστε να γίνει γενίκευση των αποτελεσμάτων.

Το 2007 μία ακόμα εμπειρική μελέτη διεξήχθη. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε από τους Franca Garzotto και Vito Perrone[17] και είχε ως στόχο τον προσδιορισμό των απαιτήσεων των μεθόδων του σχεδιασμού των ιστοσελίδων έτσι ώστε να επηρεάσουν τη δυνατότητα αποδοχής αυτών των μεθόδων από την βιομηχανία (δηλαδή τα χαρακτηριστικά που εμποδίζουν, ή που συμβάλουν στην υιοθέτηση των μεθόδων σχεδιασμού σε ένα επιχειρησιακό περιβάλλον). Στην μελέτη αυτή ενεπλάκησαν πάνω από 100 επαγγελματίες σχεδιασμού ιστοσελίδων εκ των οποίων μερικοί ήταν διαχειριστές έργων, άλλοι ήταν αναλυτές και άλλοι προγραμματιστές. Όλοι τους ήταν εργαζόμενοι την περίοδο που διεξήχθη η εμπειρική μελέτη και οι οποίοι εργάζονταν είτε σε επιχειρήσεις είτε σε ακαδημαϊκά ιδρύματα. Ακόμα η συγκεκριμένη μελέτη αναδεικνύει τις ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες που επισημάνουν τις προσδοκίες και τις ανάγκες των ενδιαφερόμενων στη σχεδίαση των διαδικτυακών εφαρμογών. Η προσέγγιση της μελέτης ήταν μια ολιστική ερευνα των απαιτήσεων ως προς τον σχεδιασμό προϊόντων της

μηχανικής ιστού , προϊόντα που πρέπει να λειτουργούν κατά την διάρκεια της ανάπτυξης τους .

Στη μελέτη αυτή υιοθετηθήκαν δύο γνωστές τεχνικές: η δημιουργία ομάδων εστίασης, για την συζήτηση των θεμάτων της σχεδίασης των διαδικτυακών εφαρμογών και η έρευνα, με την χρήση ερωτηματολογίου. Ο συνδυασμός αυτών των δύο γνωστικών τεχνικών έγινε για να επιτευχθούν πιο αξιόπιστα αποτελέσματα. Οι ερωτήσεις της έρευνας επικεντρώθηκαν στα χαρακτηριστικά των μεθόδων του σχεδιασμού των ιστοσελίδων που προέκυψαν από τις απαντήσεις της ομάδας εστίασης.

Δεδομένου ότι αρκετές μέθοδοι έχουν προταθεί για την υποστήριξη του σχεδιασμού των διαδικτυακών εφαρμογών όπως η OO-HDM, η Web ML, η HDM, η W2000, η UWE, η WSDM, η OO-H και άλλες πολλές που έχουν προταθεί από την ακαδημαϊκή κοινότητα, ενώ η πιο γνωστή μέθοδος που προτάθηκε από την βιομηχανική κοινότητα είναι η WAE (Web Application Extension). Η ισχύς των εν λόγω μεθόδων και ιδεών έχει επιβεβαιωθεί σαφώς από πολλές επιτυχημένες δημοσιεύσεις σε συνέδρια και περιοδικά παγκόσμιας κλάσης. Εξάλλου, οι εφευρέτες των μεθόδων αυτών, έχουν αξιολογήσει τις πρακτικές της εφαρμογής των προτάσεων τους στο πεδίο της χρήση τους σε προγράμματα εφαρμοσμένης έρευνας και την υποβολή εκθέσεων με τα αποτελέσματα των ερευνών τους. Παρά το γεγονός ότι σε κάποιο βαθμό αυτές οι μέθοδοι ήταν επιτυχείς, τονίζεται ότι οι επαγγελματίες στην βιομηχανία δεν τις χρησιμοποιούν. Ωστόσο, οι μελέτες αυτές δείχνουν σαφώς την κακή υιοθέτηση των μεθόδων στο σχεδιασμό των διαδικτυακών εφαρμογών.

Κατά την διάρκεια της έρευνας διοργανώθηκαν έξι συνεδρίες για τις ομάδες εστίασης, κάθε ομάδα αποτελούταν από έξι έως οχτώ άτομα και υπήρχε έτοιμη θεματολογία που βασιζόταν στα γενικά θέματα της σχεδίαση των διαδικτυακών εφαρμογών. Παραδείγματος χάρη συζήτησαν πρότυπα μοντέλων και αν τα είχαν χρησιμοποιήσει κατά τη διάρκεια της επαγγελματικής τους καριέρας, τις επιθυμίες τους και τις ανάγκες τους από τα μοντέλα σχεδίασης κλπ. Οι συζητήσεις τους ήταν χαλαρού τύπου έτσι ώστε να εκφράζουν τις σκέψεις τους και τα συναισθήματα τους αυθόρμητα πάνω στο αντικείμενο της σχεδίασης των διαδικτυακών εφαρμογών.

Με βάση τα αποτελέσματα που συγκεντρώθηκαν από τις συνεδρίες των ομάδων εστίασης, εντοπίστηκε ένας σημαντικός αριθμός υποθέσεων που χρειάζονται περαιτέρω επικύρωση μέσω της ανάλυσης των δεδομένων της έρευνας. Στην έρευνα που διεξήχθη τέθηκαν τρεις κύριοι στόχοι:

- ❖ Να σχεδιαστεί η εικόνα της τρέχουσας πρακτικής του σχεδιασμού της βιομηχανίας και να αναλυθεί το κατά πόσον η τρέχουσα πρακτική μπορεί να επηρεάσει τις απόψεις των χρηστών πάνω στα θέματα των μεθόδων σχεδιασμού.
- ❖ Η Επικύρωση ή Ακύρωση των επιθυμιών, απόψεων και των τάσεων που ανακαλύφθηκαν κατά τη διάρκεια των συνεδριών της ομάδας εστίασης χρησιμοποιώντας ένα μεγαλύτερο δείγμα και μέσω των ποσοτικών δεδομένων να γίνει η στατιστική ανάλυση.

- ❖ Η κατάταξη τη σημασίας των διαφορετικών απαιτήσεων σχετικά με διάφορες πτυχές των μεθόδων σχεδιασμού και η υποστήριξη των εργαλείων τους.

Στην διάρκεια της έρευνας συμπληρώθηκαν 82 ερωτηματολόγια από αναλυτές, προγραμματιστές και διαχειριστές έργων, το ερωτηματολόγιο είναι οργανωμένο σε τέσσερα τμήματα:

1. Το προφίλ τους και η τρέχουσα απασχόληση τους.
2. Τις γενικές απαιτήσεις μίας μεθόδου σχεδιασμού.
3. Τις απαιτήσεις για την υποστήριξη του εργαλείου (των μεθόδων σχεδιασμού).
4. Τις απαιτήσεις για την υποστήριξη των εργαλείων των μεθόδων σχεδιασμού.

Τα πορίσματα των ερευνών που αντιπροσώπευαν κυρίως την άποψη των επαγγελματιών σε αυτόν το τομέα. Τα αποτελέσματα της έρευνας είναι τα διδάγματα που αποκομίστηκαν από την εμπειρική μελέτη και παρουσιάζονται παρακάτω:

- ❖ **Μάθημα 1^ο: Η ολιστική προσέγγιση για τις μεθόδους σχεδιασμού είναι απαραίτητη.** Το βασικό δίδαγμα που προέκυψε από τη μελέτη, ήταν ότι προκειμένου να γίνει αποδεκτή και να χρησιμοποιηθεί σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον αυτή η σχεδιαστική μέθοδος, δεν είναι αρκετή. Πρέπει να υιοθετηθεί μια «ολιστική» προσέγγιση των μεθόδων σχεδιασμού, κοιτάζοντας τα ενδότερα του οργανωτικού πλαισίου στο οποίο πρέπει να δουλέψει, και στο πλαίσιο του συνολικού κύκλου της ανάπτυξης των διαδικτυακών εφαρμογών.
- ❖ **Μάθημα 2^ο: Η μέθοδος σχεδιασμού θα πρέπει να μπορεί να διδαχθεί με ευκολία.** Δεδομένου ότι τα άτομα που απασχολούνται στην βιομηχανία δεν έχουν την ικανότητα της εκμάθησης μεθόδων σχεδιασμού.
- ❖ **Μάθημα 3^ο: Η μέθοδος σχεδιασμού θα πρέπει να συμβιβάζεται ανάμεσα στην αφθονία και την απλότητα.**
- ❖ **Μάθημα 4^ο: Η μέθοδος σχεδιασμού θα πρέπει να είναι πολύ γλωσσική.** Η μέθοδος σχεδιασμού θα πρέπει να παρέχει μία ποικιλία γλωσσών έτσι ώστε να επιτρέπεται στο κάθε σχεδιαστή να εργάζεται στη δική του γλωσσά.
- ❖ **Μάθημα 5^ο: Η μέθοδος σχεδιασμού θα πρέπει να είναι αρθρωτή και κλιμακούμενη.** Οι μέθοδοι σχεδιασμού πρέπει να αντιμετωπίσουν τη λεγόμενη οργανωτική αδράνεια, δηλαδή τη τάση των οργανισμών να επιμείνουν σε δοκιμασμένες και ακριβείς μεθόδους. Αν μια μέθοδος σχεδιασμού απαιτεί να εγκριθεί, μπορεί να επιβάλει τις δραστηριότητες στις δοκιμασμένες πρακτικές μιας εταιρείας και μπορεί να θέσει σε σοβαρό κίνδυνο τις πιθανότητές της υιοθεσίας της. Αντίθετα, αν μια μέθοδος σχεδιασμού μπορεί να αποδείξει τα πλεονεκτήματά της έστω και εν μέρει μπορεί να έχει μεγαλύτερες πιθανότητες αποδοχής.
- ❖ **Μάθημα 6^ο: Η μέθοδος σχεδιασμού θα πρέπει να είναι ευέλικτη και προσαρμόσιμη.** Δεν έχει σημασία αν η μέθοδος σχεδιασμού είναι πλήρως θεσπισμένη ή μόνο εν μέρει, οι σχεδιαστές θα πρέπει να επιτρέπεται να την χρησιμοποιήσουν με πολλούς πιθανούς τρόπους. Μια μέθοδος σχεδιασμού θα

πρέπει να προσφέρει τα μέσα για να προσαρμόσει τις βασικές έννοιες μοντελοποίησης και να προσαρμόσει τη διαδικασία του σχεδιασμού, σύμφωνα με το τρέχων ύφος του έργου, οι έννοιες του σχεδιασμού που χρησιμοποιούνται ήδη σε μια οργάνωση, ή τα ειδικά χαρακτηριστικά της εφαρμογής που αναπτύσσονται.

- ❖ **Μάθημα 7^ο: Η μέθοδος σχεδιασμού πρέπει να παρέχει πρότυπα.**
Προσφέροντας λύσεις μοντελοποίησης ή δραστηριότητες στον σκελετό του για τις επαναλαμβανόμενες καταστάσεις του σχεδιασμού, τα πρότυπα βοήθησαν τους σχεδιαστές να κατανοήσουν πώς να επιλύσουν τα συγκεκριμένα προβλήματα σχεδιασμού, πώς να χρησιμοποιήσουν τις έννοιες των μεθόδων του σχεδιασμού, ή πώς να προβεί σε μια εργασία σχεδιασμού, καθιστώντας έτσι το σχεδιασμό ευκολότερο και πιο αποτελεσματικό.
- ❖ **Μάθημα 8^ο: Η μέθοδος σχεδιασμού θα πρέπει να συμπληρώνεται (δυναθεύεται) με ένα εγχειρίδιο υψηλής ποιότητας.** Το ακριβές εγχειρίδιο είναι ζωτικής σημασίας ώστε μιας μεθόδου σχεδιασμού να γίνει εύκολη στην εκμάθηση και εύκολη στη χρήση σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον.
- ❖ **Μάθημα 9^ο: Η μέθοδος σχεδιασμού θα πρέπει να συμπληρώνεται από διάφορα είδη εργαλείων υποστήριξης.** Ένα βιομηχανικό σχέδιο είναι απίθανο να υιοθετήσει μια μέθοδο που στερείται των κατάλληλων εργαλείων υποστήριξης.
- ❖ **Μάθημα 10^ο: Τι είδους πρωτότυπο ταιριάζει καλύτερα στους επαγγελματίες και πώς αυτό εξαρτάται από τη φάση ανάπτυξης που θα το χρησιμοποιήσουν.**
Η παραγωγή των πρωτοτύπων μοντέλων σχεδιασμού είναι μια ιδιαίτερα επιθυμητή απαίτηση. Τα απτά και τα διαδραστικά οπτικά αντικείμενα δημιουργούν ένα "look & feel" αποτέλεσμα το οποίο μπορεί να είναι εντυπωσιακό για τους πελάτες, και χρήσιμο για τη συζήτηση των απαιτήσεων και των προκαταρκτικών αποφάσεων για το σχεδιασμό τους με τους μη τεχνικούς ενδιαφερόμενους. Σε αυτή τη φάση, όταν ο ρυθμός αλλαγής εξακολουθεί να είναι υψηλός, οι επαγγελματίες χρειάζονται να αντλήσουν τα πρωτότυπα από τις προδιαγραφές σχεδιασμού γρήγορα και με λίγη προσπάθεια. Για το σκοπό αυτό, τα αναλώσιμα πρωτότυπα θεωρούνται πιο κατάλληλα, δεδομένου ότι δεν απαιτούν ένα πλούσιο και ολοκληρωμένο σχεδιασμό που ορίζεται, δεν χρειάζονται τεχνολογικές αποφάσεις που λαμβάνονται και απαιτούν λιγότερη προσπάθεια για να παραχθούν.

Όπως έχει ειπωθεί σε αρκετές μελέτες η βασική προτεραιότητα της κοινότητας της μηχανικής ιστού είναι να ξεπεράσει το εμπόδιο της αποδοχής των μεθόδων σχεδίασης από την βιομηχανία. Το θέμα αυτό είναι ακόμη πιο σημαντικό, δεδομένου ότι, από τεχνική άποψη, οι περισσότερες από τις υπάρχουσες μεθόδους έχουν επιτύχει αποτελέσματα υψηλού επίπεδου και έχουν αποδείξει την ενσωμάτωση των απαραίτητων λειτουργιών για την ανάπτυξη διαδικτυακών συστημάτων υψηλής ποιότητας. Μια λεπτομερής ανάλυση των μη-λειτουργικών απαιτήσεων των μεθόδων του σχεδιασμού, συμπεριλαμβανομένων της χρηστικότητας, της επεκτασιμότητας και την δυνατότητα προσαρμογής και την υποστήριξη των εργαλείων και του εγχειριδίου μπορούν να βοηθήσουν να αποκαλύψουν τα ζητήματα που παρεμποδίζει τις μεθόδους στην αντιμετώπιση το εμπόδιο της αποδοχής από την κοινότητα της μηχανικής ιστού.

Τέλος, από τις πολλές συζητήσεις που είχαν οι ερευνητές με τους επαγγελματίες της μηχανική ιστού και από ορισμένα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από το ερωτηματολόγιο της εμπειρικής μελέτης, διαπιστώθηκε η έλλειψη των κινήτρων για τη χρήση των μεθόδων σχεδιασμού και ειδικά για τις διαδικτυακές εφαρμογές. Επίσης η έλλειψη της ενημέρωσης σχετικά με τις μεθόδους ανάπτυξης των ιστοσελίδων που εμφάνισε η μελέτη μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι περισσότεροι από τους επαγγελματίες δεν γνωρίζουν ότι η ανάπτυξη μιας διαδικτυακής εφαρμογής είναι διαφορετική από την ανάπτυξη άλλων προϊόντων λογισμικού. Αυτή η έλλειψη τους οδηγεί στην έγκριση των ήδη υπάρχουσών μεθόδων ανάπτυξης και προσαρμόζονται για να αντιμετωπίσουν τις ιδιαιτερότητες του συστήματος. Έτσι, οι ασκούμενοι δεν βλέπουν το πλεονέκτημα της μάθησης και της χρήσης των ειδικών διαδικτυακών μεθόδων σχεδιασμού σε σχέση με τη χρήση μιας γενική μέθοδο που ήδη γνωρίζουν. Τέλος η κοινότητα της μηχανικής ιστού πρέπει να στοχεύσει στην βελτίωση της ποιότητα των μεθόδων, σύμφωνα με τις κατευθύνσεις που έχουν εντοπιστεί.

Για την ολοκλήρωση αυτής της ενότητας παρουσιάζεται και η εμπειρική μελέτη των καθηγητών Don Dorl και Iris Reinhartz-Berger του πανεπιστήμιο της Χάϊφα (Ισραήλ)[8]. Με μελέτη τους στόχευαν να απαντήσουν στο ερευνητικό ερώτημα: *Ποια γλώσσα μοντελοποίησης διαδικτυακών εφαρμογών είναι η καλύτερη*. Για τους σκοπούς της έρευνας διεξήχθη ένα πείραμα, οι γλώσσες μοντελοποίησης που επιλέχθηκαν ήταν η UML (Unified Modeling Language) και η OPM (Object-Process Methodology). Επίσης στο πείραμα συμμετείχαν τριτοετείς φοιτητές του πανεπιστήμιου και συγκεκριμένα του τμήματος μηχανικών πληροφοριακών συστημάτων. Οι φοιτητές κατά την διάρκεια του πειράματος απάντησαν στις ερωτήσεις των ερευνητών που στόχος τους ήταν να εξακριβώσουν κατά πόσο οι φοιτητές έχουν κατανοήσει τα μοντέλα που είναι εκφρασμένα με τις συγκεκριμένες γλώσσες μοντελοποίησης και στην συνέχεια τους εξέτασαν στο "κομμάτι" της κατασκευής αυτών των μοντέλων.

Η OPM (Object-ProcessMethodology) είναι μια ολοκληρωμένη προσέγγιση μοντελοποίησης που μελετά και υποστηρίζει τον κύκλο ζωής των συστημάτων γενικά και των πληροφοριακών συστημάτων πρακτικά. Αναγνωρίζοντας την ύπαρξη των διαδικασιών ως μοναχικές οντότητες, η οποίες είναι μια σημαντική απόκλιση από την αρχή της ενθυλάκωσης της αντικειμενοστραφούς προσέγγισης, η OPM επιτρέπει τη μοντελοποίηση της δομής και τη συμπεριφορά του συστήματος σε ένα ενιαίο πλαίσιο.

Η UML (UnifiedModelingLanguage) είναι μια αντικειμενοστραφής γλώσσα για τον καθορισμό, την οπτικοποίηση, την κατασκευή και την τεκμηρίωση των αντικειμένων των συστημάτων λογισμικού, καθώς και για τη μοντελοποίηση των επιχειρήσεων και άλλων συστημάτων (μη-λογισμικά). Η UML ορίζει δέκα τύπους διαγραμμάτων, τα οποία χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες. Τέσσερις τύποι διαγραμμάτων αντιπροσωπεύουν τη δομή και περιλαμβάνουν την κλάση, το αντικείμενο, τα συστατικά και τα διαγράμματα ανάπτυξης. Πέντε είδη διαγραμμάτων, τα οποία αντιπροσωπεύουν διαφορετικές πτυχές της δυναμικής συμπεριφοράς, περιλαμβάνει διαγράμματα περίπτωση χρήσης, ακολουθίας,

δράσης, συνεργασίας και διαγράμματα κατάστασης. Τέλος, τα διαγράμματα πακέτων αντιπροσωπεύουν τρόπους για να οργανώσει και να διαχειριστεί τις ενότητες της εφαρμογής.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω στόχος του πειράματος ήταν να συγκριθεί την OPM με την UML σε σχέση με δύο πτυχές:

- ❖ Την Κατανόηση τους: δηλαδή το επίπεδο κατανόησης ενός συγκεκριμένου μοντέλου που εκφράζεται σε κάθε γλώσσα και
- ❖ Την Κατασκευή τους: δηλαδή την ευκολία της μοντελοποίησης ενός συστήματος με την χρήση αυτών των γλωσσών.

Επίσης για το πείραμα έγινε η υπόθεση ότι με βάση τα ερωτήματα που έθεσαν οι ερευνητές στους φοιτητές ως προς την κατανόηση των μοντέλων, ότι σχεδόν όλοι οι φοιτητές θα επέλεγαν τα μοντέλα που χρησιμοποιούσαν την UML ως τα πιο κατανοητά και ότι με την UML θα κατασκεύαζαν και οι φοιτητές πιο σωστά μοντέλα. Δεδομένου ότι η UML είναι αντικειμενοστραφή γλώσσα, ότι ένα μοντέλο UML αποτελείται από πολλαπλές προβολές (τύπους διαγραμμάτων) και διάγραμμα κλάσεων και ότι γενικότερα θα εξυπηρετούσε καλύτερα.

Το πείραμα έλαβε χώρα κατά τη διάρκεια της τελικής εξέτασης των φοιτητών στο μάθημα "Specification and Analysis of Information Systems" η εξέταση περιείχε τρεις εργασίες. Οι δυο εργασίες σχετίζονται με τις κατανοημένες διαδικτυακές εφαρμογές και αντιπροσώπευαν το 80% του βαθμού των εξετάσεων. Η Τρίτη εργασία, που σχετίζονται με τα διαγράμματα ροής δεδομένων (DFD: Data Flow Diagrams), εμφανίστηκαν τελευταία στο πλαίσιο της εξέτασης, έτσι ώστε η επίδραση της σχετικά με τα αποτελέσματα του πειράματος, να ήταν ομοιόμορφα. Οι δύο πειραματικές εργασίες αναφέρονται σε δύο μελέτες περιπτώσεων: ένα σύστημα διαχείρισης έργου και μια εφαρμογή παραγγελίας βιβλίων. Το σύστημα διαχείρισης έργου ήταν ένα κατανοημένο σύστημα ένταξης δεδομένων που διαχειρίζεται τα έργα (projects), τα καθήκοντά τους, καθώς και τα ενδιάμεσα προϊόντα του. Η αίτηση παραγγελίας του βιβλίου ήταν ένα σύστημα βασισμένο στον ιστό που επιτρέπει την ηλεκτρονική αναζήτηση των βιβλίων και των παραγγελιών τους.

Τα αποτελέσματα του πειράματός έδειξαν ότι η OPM είναι σημαντικά καλύτερη από την UML στη κατανόηση της δυναμικής του συστήματος και την μοντελοποίηση των διαδικτυακών εφαρμογών. Συγκρίνοντας την OPM με την UML σε όρους της κατανόησης των διαδικτυακών εφαρμογών και την ποιότητα της μοντελοποίησης, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το ενιαίο διάγραμμα της OPM, το OPD (Object-Process Diagram) υποστηρίζει τις διάφορες δομικές και δυναμικές πτυχές του συστήματος και καθ' όλη την διάρκεια του κύκλου ζωής του. Επομένως το καθιστά πιο εύκολο να το κατανοήσουν και να το εφαρμόσουν οι μη εκπαιδευμένοι χρήστες.

3.2 Το INCAMI.

Το 2005 οι καθηγητές Luis Olsina, Fernanda Papa και Hernán Molina[9] του Εθνικού πανεπιστημίου Λα πάμπα της Αργεντινής σκεπτόμενοι την ανάγκη που έχουν οι οργανισμοί για υγιείς προδιαγραφές μετρικών και δεικτών μεταδεδομένων για την δημιουργία σαφών πλαισίων και προγραμμάτων μέτρησης και αξιολόγησης, αποφάσισαν να υλοποιήσουν ένα πρότυπο πλαίσιο το INCAMI (*Information Need, Concept model, Attribute, Metric and Indicator*).

Το πλαίσιο INCAMI είναι αποτέλεσμα των εμπειρικών μελετών τους και έχει τις ρίζες του σε προηγούμενες μελέτες τους όπως την Web QEM (Web Quality Evaluation Methodology) και την οντολογία των μετρικών και των δεικτών (οντολογία βασισμένη στα πρότυπα του ISO). Το βασικό εννοιολογικό έδαφος της Web QEM υλοποιείται στο πλαίσιο INCAMI με ένα αυστηρό και συστηματικό τρόπο. Η Web QEM έχει επίσης χρησιμοποιηθεί και σε άλλες μελέτες περιπτώσεων και σε μερικές διαδικασίες αξιολόγησης της ποιότητας ιστού στον τομέα της βιομηχανίας.

Η προσέγγιση πίσω από το πλαίσιο INCAMI είναι βασισμένη στην παραδοχή ότι ένας οργανισμός για να υλοποιήσει μία μέτρηση και μία αξιολόγηση με έναν προσανατολισμένο τρόπο θα πρέπει: πρώτα να καθορίσει τις απαραίτητες πληροφορίες που είναι αναγκαίες για την μέτρηση και την αξιολόγηση του έργου, μετά να συνεχίσει με την σχεδίαση και την επιλογή ενός συγκεκριμένου συνόλου χρήσιμων μετρικών με τις οποίες θα γίνει η μέτρηση και στο τέλος θα πρέπει να γίνει η ερμηνεία των αποτελεσμάτων των μετρήσεων με τη χρήση των ειδικών δεικτών, με στόχο τη αξιολόγηση του βαθμού της επίτευξης της πληροφόρησης με βάση των καθορισμένων αναγκών.

Το εννοιολογικό πλαίσιο INCAMI αποτελείται από στάδια:

- ❖ Τον ορισμό και τον προσδιορισμό των μη λειτουργικών απαιτήσεων.
- ❖ Τον σχεδιασμό και την εκτέλεση της μέτρησης.
- ❖ Τον σχεδιασμό και την εκτέλεση της αξιολόγησης και τέλος από
- ❖ Τον αυτο-ορισμό του έργου μετά από την ολοκλήρωση της μέτρησης και της αξιολόγησης.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω το πλαίσιο INCAMI πήρε την ονομασία του από τα πέντε κύρια συστατικά του :

Information Need: Όπου ορίζεται ως η απαιτούμενη διορατικότητα για την διαχείριση των στόχων, των ρίσκων-κινδύνων και προβλημάτων. Συνήθως αυτή η πληροφόρηση προέρχεται από δύο πηγές: είτε από τους στόχους που θέλουν να επιτύχουν οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων του οργανισμού είτε από τα εμπόδια που δυσκολεύουν την επίτευξη αυτών των στόχων.

Concept model (calculable concept): Η υπολογίσιμη έννοια ορίζεται ως μια αφηρημένη σχέση μεταξύ των ιδιοτήτων, των κατηγοριών των οντοτήτων και των αναγκών πληροφόρησης. Στην πραγματικότητα, η ποιότητα, η ποιότητα στην χρήση κ.λπ. αποτελούν περιπτώσεις μίας υπολογίσιμης έννοιας.

Attribute: Το χαρακτηριστικό σύντομα ορίζεται ως μία ιδιότητα μέτρησης μίας κατηγορίας οντοτήτων (π.χ. κατηγορίες οντοτήτων που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για το λογισμικό και Μηχανική Ιστού είναι: οι πόροι, η διαδικασία, το προϊόν, το προϊόν κατά τη χρήση, οι υπηρεσίες και το έργο στο σύνολό του). Μια κατηγορία οντοτήτων μπορεί να έχει πολλά χαρακτηριστικά, αλλά μόνο μερικά από αυτά μπορούν να είναι χρήσιμα σε ένα συγκεκριμένη μέτρηση.

Τα τρία αυτά συστατικά αντιστοιχούν στο πρώτο στάδιο του πλαισίου, δηλαδή στον ορισμό και τον προσδιορισμό των μη λειτουργικών απαιτήσεων.

Metric: Η μετρική περιλαμβάνει τον ορισμό της επιλεγμένης μέτρησης, την μέθοδο υπολογισμού και την κλίμακα. Για παράδειγμα, η μέθοδος της μέτρησης ορίζεται ως η λογική ακολουθία των λειτουργιών και των πιθανών ευρετικών μηχανισμών που καθορίζονται για να επιτραπεί η υλοποίηση μίας μετρικής περιγραφής, ενώ η κλίμακα ορίζεται ως ένα σύνολο αξιών με καθορισμένες ιδιότητες.

Η μετρική αντιστοιχεί στο δεύτερο στάδιο, το στάδιο της σχεδίασης και εκτέλεση της μέτρησης, ενώ οι δείκτες στο στάδιο της σχεδίασης και εκτέλεσης της αξιολόγησης.

Indicators: Οι δείκτες αποτελούν το θεμέλιο για την ερμηνεία των πληροφοριών και την λήψη αποφάσεων. Υπάρχουν δύο τύποι δεικτών: Elementary και Global.

Συνοψίζοντας η μελέτη αυτή υποστηρίζει επίσης το γεγονός ότι το πλαίσιο αυτό είναι πιο ισχυρό και καλύτερα οργανωμένο από το GQM (Goal-Question-Metric) μία επίσης προσέγγιση προσανατολισμένης μέτρησης που είναι απλή και χρήσιμη όχι όμως αξιόπιστη και για την απόδειξη αυτού του ισχυρισμού και των παραπάνω εννοιών, υλοποιήθηκε ένα παράδειγμα στο οποίο έγινε η μέτρηση της ποιότητα κατά της χρήση μίας εφαρμογής ηλεκτρονικής μάθησης.

Τα αποτελέσματα από το παράδειγμα και τις συγκρίσεις που έγινε με άλλες έδειξαν τόσο τα θετικά του πλαισίου όσο και τις αδυναμίες του .

Αυτό λοιπόν που κάνει το πλαίσιο INCAMI δυνατό είναι ότι όχι μόνο επιτρέπει την καταγραφή των τιμών των μετρήσεων και των δεικτών αλλά και την καταγραφή των μετρήσεων και των δεικτών των μετά δεδομένων (και των μετά δεδομένων από συναφή έργα), με αποτέλεσμα να επιτρέπεται την εξαγωγή ανιχνεύσιμων και συνεπών αναλύσεων, συμπερασμάτων και συστάσεων.

Σε αντίθεση με την προσέγγισή INCAMI, που βασίζεται σε μια οντολογική σύλληψη των μετρήσεων και των δεικτών, το GQM δεν έχει αυτή την εννοιολογική βάση, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να εξασφαλίσει τις τιμές της μέτρησης (και τα σχετικά

μεταδεδομένα, όπως κλίμακα, μονάδα, μέθοδος μέτρησης κ.λπ.), και κατά επέκταση να μην μπορεί να κάνει αξιολόγηση και ούτε να εξάγει αναλύσεις, συμπεράσματα και συστάσεις καθιστώντας το αναξιόπιστο.

Αντιστρόφως, το GQM είναι πιο ευέλικτο από το INCAMI υπό την έννοια ότι σε αυτό δεν είναι πάντα απαραίτητο να υπάρχει ένα εννοιολογικό μοντέλο, προκειμένου να εκτελεστεί η μέτρηση.

Ολοκληρώνοντας έτσι με την παρουσίαση του πλαισίου INCAMI εκφράζεται και η ελπίδα ότι το ίδιο θα συντελέσει στην πρόοδο της διασφάλισης της ποιότητας των διαδικασιών και των εργαλείων της μηχανικής ιστού και του λογισμικού.

3.3 Το Περιβάλλον "As Easy as Click".

Το 2005 οι Jochen Rode, Yogita Bhardwaj, Manuel A. Pérez-Quiñones, Jonathan Howarth[7] καθηγητές του Πολιτειακού Πανεπιστημίου της Πενσυλβανίας συνεργάστηκαν με στόχο την δημιουργία ενός περιβάλλοντος μέσου του οποίου θα αναπτύσσονται εύκολα και απλά διαδικτυακές εφαρμογές από τελικούς χρήστες. Οι τελικοί χρήστες μπορεί να μην είναι προγραμματιστές ή να έχουν λίγες γνώσεις και οι οποίοι να στοχεύουν στην ανάπτυξη μίας συλλογής δεδομένων βασισμένη στον ιστό, στην αποθήκευση και στην ανάκτηση εφαρμογών. Το πρωτότυπο που δημιουργήθηκε ονομάστηκε Click, υποδηλώνοντας ότι η χρήση του θα είναι τόσο εύκολη όσο το να κάνει ο χρήστης ένα απλό Click. Το Click υλοποιήθηκε με ένα αντικειμενοστραφή τρόπο και χρησιμοποιώντας την 5η έκδοση της PHP και ως ένα σύστημα βασισμένο στον ιστό υποστηρίζει έργα πολλαπλών χρηστών. Κάθε εφαρμογή υπό ανάπτυξη μπορεί να έχει παραπάνω από έναν "προγραμματιστή" και ο καθένας από αυτούς έχει την δυνατότητα να συνδεθεί με το Click και να κάνει αλλαγές, διότι παρέχει πολλά επίπεδα πολυπλοκότητας.

Το Click είναι ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον βασισμένο στον ιστό που περιλαμβάνει οπτικά εργαλεία ανάπτυξης, λειτουργίες επεξεργασίας κώδικα, μια λειτουργία προεπισκόπησης και μια διεπαφή διαχείρισης βάσεων δεδομένων. Δεν απαιτείται κάποια εγκατάσταση ή ρύθμιση από τον τελικό χρήστη. Όταν ο χρήστης τοποθετεί τα συστατικά σε μία σελίδα που βρίσκεται υπο- κατασκευή το Click παράγει τον αντίστοιχο HTML κώδικα και τον κώδικα των προτύπων (component template code).

Εξχωριστά, το Click δημιουργεί κώδικα συμπεριφοράς ώστε να εκφράσει τις επιλεγμένες ενέργειες μέσω λειτουργίες υψηλού επιπέδου (πχ.sendEmail, saveToDatabase, goToPage) που εφαρμόζονται στην κορυφή της PHP.

Τα συστατικά του παρέχουν την λειτουργικότητα που απαιτείται για την υλοποίηση μία τυπικής αποθήκης δεδομένων και μίας εφαρμογής ανάκτησης αυτών. Τα

συστατικά αυτά είναι προκαθορισμένα και έχουν επιλεγεί βάση διαφόρων αναλύσεων που έχουν γίνει τόσο σε υφιστάμενες εφαρμογές όσο και σε τελικούς χρήστες. Ουσιαστικά το Click σχεδιάστηκε για να διαχειρίζεται τις βάσεις δεδομένων, να ταυτοποιεί κλπ, με ένα τρόπο αυτόματο και αόρατο που να απαιτεί ελάχιστη μάθηση από τον τελικό χρήστη. Επιπλέον το Click είναι σε θέση να δημιουργήσει αυτόματα νέα πεδία στην βάση αν ο χρήστης επιλέξει τον αντίστοιχο κανόνα (π.χ saveToDatabase), γεγονός που εξαλείφει την απόσπαση και διακοπή του χρήστη. Τέλος το Click παρέχει την δυνατότητα στο χρήστη να κάνει μεταφορά και απόθεση των συστατικών (drag-and drop) αποφεύγοντας ο χρήστης να εμπλακεί με CSS layout. Ασφαλώς για τους πιο προχωρημένους χρήστες δίνεται η δυνατότητα να επεξεργαστούν τον κώδικα διάταξης άμεσα και να προσθέσουν κώδικα HTML και CSS προκειμένου να αποκτήσουν μεγαλύτερο έλεγχο πάνω στην παρουσίαση.

Ένα ακόμη θετικό που παρουσιάζεται είναι ότι το Click επιτρέπει τροποποιήσεις στην διάταξη, την συμπεριφορά και στο σχήμα της βάσης δεδομένων σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή και οι αλλαγές αυτές τίθενται σε ισχύ αμέσως. Επίσης ο χρήστης έχει ακόμη την δυνατότητα να αναπτύσσει την εφαρμογή και να την χρησιμοποιεί ταυτόχρονα χωρίς να χρειάζεται να κάνει εναλλαγές μεταξύ της προβολής της σχεδίασης και της εκτέλεσης. Δηλαδή η εφαρμογή είναι πάντα χρησιμοποιήσιμη αλλά μέχρι τον βαθμό που έχει προγραμματιστεί. Τέλος υπάρχει και ένα παράθυρο με σημειώσεις που καθοδηγεί τον χρήστη (κάτι σαν βοήθεια).

Το αποτέλεσμα αυτού του εγχειρήματος απέδειξε ότι η ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών από τελικούς χρήστες δεν είναι απλά μία υποσχόμενη και σημαντική ευκαιρία αλλά και μία ρεαλιστική προσπάθεια και ότι το πρότυπο που ανέπτυξαν αποδεικνύει ότι μπορούμε να έχουμε λειτουργικότητα υψηλού επιπέδου που βοηθά ακόμη και μη προγραμματιστές να αναπτύξουν μία πλήρως λειτουργική εφαρμογή, χωρίς όμως να ξεχνάμε ότι χρειάζεται πολύ δουλειά μέχρι να ισχυριστούμε ότι η ανάπτυξη εφαρμογών ιστού από τον τελικό χρήστη είναι γεγονός. Τέλος οι καθηγητές επιφυλάσσονται για το μέλλον συνεχίζουν τις μελέτες τους και ελπίζουν ότι στο άμεσο μέλλον θα δημιουργήσουν ένα τέτοιο περιβάλλον το οποίο θα έχει υψηλή εκφραστικότητα και μεγάλη ευκολία μάθησης που θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη λειτουργικότητα.

3.4 Διάφορες Προτάσεις.

Η ενότητα αυτή παρουσιάζει διάφορες μελέτες ερευνητών της μηχανικής ιστού οι οποίες διενεργήθηκαν κατά το χρονικό διάστημα 2005-2012. Στις μελέτες αυτές εκτός από τα θέματα που απασχόλησαν τους ερευνητές, παρουσιάζονται και οι προτάσεις που οι ίδιοι έκανα σχετικά με αυτά τα θέματα. Οι μελέτες παρουσιάζονται με χρονολογική σειρά βάση του έτος δημοσίευσής τους.

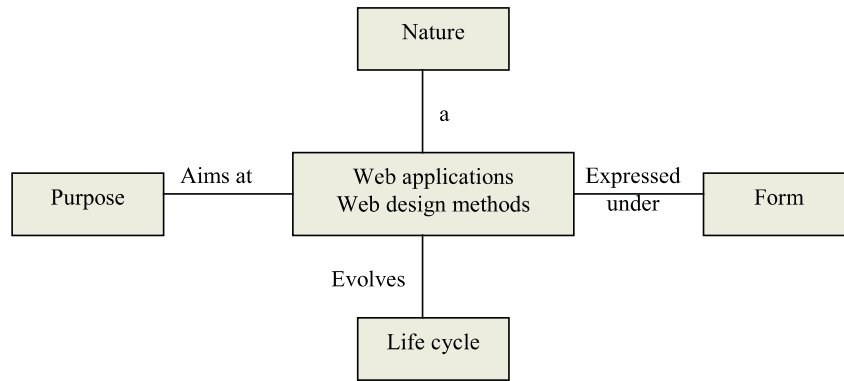
Η τεχνολογική εξέλιξη έχει κάνει του παγκόσμιο ιστό μία ιδανική πλατφόρμα για την ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών και την κύρια βάση για την ολοκλήρωσή τους. Πράγματι, είναι ένας τεράστιος αριθμός εφαρμογών που έχουν αναπτυχθεί και η ευρεία αποδοχή τους δείχνει την αποτελεσματικότητα των προσεγγίσεων σχεδιασμού του ιστού. Ωστόσο, οι τρέχουσες εφαρμογές συχνά αποτυγχάνουν δεδομένου ότι η ανάπτυξή τους είναι συχνά με βάση το ad-hoc, χωρίς την υποστήριξη των κατάλληλων μεθοδολογιών έτσι ώστε να μην είναι σε θέση να διαχειριστούν την υψηλή πολυπλοκότητα των πληροφοριών.

Προφανώς, δεν είναι κατανοητό το πώς οι διαδικτυακές εφαρμογές θα πρέπει να αναπτυχθούν. Για παράδειγμα, δεν υπάρχει συναίνεση για το ποια προσέγγιση θα πρέπει χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη τους και επίσης υπάρχουν λίγα αποδεικτικά στοιχεία για την αποτελεσματικότητά τους. Ως εκ τούτου, η Μηχανική Ιστού έχει δώσει μεγάλη προσοχή σε μια νέα ειδικότητα που προτείνει να δημιουργηθεί μια συστηματική και ειδική προσέγγιση για την ανάπτυξη και συντήρηση των διαδικτυακών εφαρμογών. Η σε βάθος μελέτη και η κατανόηση σε αυτής της ειδικότητας χρειάζεται ένα πλαίσιο μηχανικής ιστού. Οι καθηγητές Semia Sonia Selmi, Naoufel Kraiem και Henda Ben Ghezala[10] του πανεπιστημίου της Τυνησίας, μελέτησαν και πρότειναν στην κοινότητα της μηχανικής ιστού ένα πλαίσιο εφαρμογής (για την προαναφερθείσα ειδικότητα) μέσω τεσσάρων διαφορετικών οπτικών γωνιών, όπου η κάθε μία καταγράφει μια ιδιαιτερότητα αυτής της ειδικότητας. Τα κίνητρα για την ανάπτυξη του πλαισίου είναι : (α) να συμβάλουν στην κατανόηση και την αποσαφήνιση του τομέα της Μηχανικής Ιστού, (β) να γίνει καθοδήγηση για την κατάταξη και σύγκριση των διαδικτυακών εφαρμογών και των προσεγγίσεων τους και (γ) να βοηθήσει τους ερευνητές να προσδιορίσουν νέους ερευνητικούς άξονες. Το τελευταίο είναι ένα σημαντικό ζήτημα δεδομένου ότι το σύνολο του τομέα της μηχανικής ιστού στηρίζεται σε δύο θεμελιώδεις έννοιες δηλαδή στις διαδικτυακές εφαρμογές και στις βασισμένες σε ιστό προσεγγίσεις σχεδιασμού.

Το προτεινόμενο πλαίσιο μηχανικής ιστού στηρίζεται και στις δύο έννοιες και συνεπάγεται με την εξέταση τους σε τέσσερις διαφορετικές προβολές, όπου κάθε προβολή καταγράφει μια συγκεκριμένη σχετική πτυχή της μηχανικής ιστού.

Όπως φαίνεται στην Εικόνα.3, το πλαίσιο αποτελείται από:

- Την Φυσική Προβολή (Nature): η οποία ασχολείται με την ταξινόμηση των διαδικτυακών εφαρμογών και των βασισμένων σε ιστό μεθόδων που εφαρμόζονται για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη των διαδικτυακών εφαρμογών.
- Την Προβολή Φόρμας (Form): η οποία περιλαμβάνει τις αναπαραστάσεις των μεθόδων σε διαφορετικά επίπεδα λεπτομέρειας.
- Την Προβολή Σκοπού (Purpose): η οποία ασχολείται με τις εσκεμμένες πτυχές. Πρόκειται για στόχους που προσπαθούν να επιτευχθούν στον τομέα της Μηχανικής Ιστού .
- Την Προβολή του Κύκλου της Ανάπτυξης (Development Cycle): η οποία ασχολείται με την διαδικασία της ανάπτυξης των διαδικτυακών εφαρμογών και την θέσπιση τους.



Εικόνα.3 "Τα Μέρη του Πλαισίου"

Η πολύ-πτυχή προσέγγιση και η πολύ οπτική προσέγγιση επιτρέπει την εξέταση της Μηχανικής Ιστούς με έναν ολοκληρωμένο τρόπο. Οι πτυχές παρέχουν μία εκ βάθος περιγραφή της κάθε πτυχής της μηχανικής ιστού και δίνουν μια άποψη για την μηχανική ιστού και για όλη την ποικιλομορφία της.

Η κοινότητα μηχανικής ιστού τάσσεται υπέρ και τονίζει τη χρήση της ειδικευμένης προσέγγισης για την ανάπτυξη των διαδικτυακών εφαρμογών. Η μελέτη τους έδειξε ότι και οι δύο προσεγγίσεις για το σχεδιασμό ιστοσελίδων και διαδικτυακών εφαρμογών δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν με απλές τεχνικές κατάταξης.

Το ίδιο έτος πραγματοποιήθηκε και η παρακάτω μελέτη[6], από τους Marta Ruiz, Pedro Valderas και Vicente Pelechano καθηγητές του Πολυτεχνείου της Βαλένθιας του τμήματος Πληροφορικής. Οι ερευνητές γνωρίζοντας την δυσκολία της απόκτησης σχεδιαστικά καλών Web Services κατά την ανάπτυξη μίας Service Oriented Architecture (SOA), δεδομένου ότι πολλές μέθοδοι της μηχανικής ιστού παρείχαν υποστήριξη για την εισαγωγή Web Services στην διαδικασία ανάπτυξης λογισμικού, αλλά δεν παρείχαν υποστήριξη στον συστηματικό σχεδιασμό και στην εφαρμογή τους, πρότεινα μία επέκταση μιας μεθόδου της Μηχανικής Ιστού (που ονομάζεται OOWS) η οποία θα παρείχε έναν μεθοδολογικό οδηγό για το σχεδιασμό Web Services. Ο μεθοδολογικός οδηγός ουσιαστικά επιτρέπει τον συστηματικό εντοπισμό μιας σειράς από ομάδες λειτουργιών που καθορίζουν τις δημόσιες λειτουργίες σε μια SOA (λαμβάνοντας ως πηγή τα εννοιολογικά μοντέλα OOWS). Επίσης έχουν αναγνωριστεί τέσσερις ομάδες λειτουργιών και αναφορικά είναι οι παρακάτω: η Διαχείριση Χρηστών, η Ανάκτηση Πληροφορίας, η Λογική εφαρμογή και η υποστήριξη της πλοήγησης και οι οποίες αποτελούν και την δημόσια διεπαφή της σχεδιασμένης υπηρεσίας ιστού.

Η προσέγγιση OOWS όπως αναφέρθηκε και παραπάνω προτείνει ένα Μοντέλο-Οδηγό(Model-Drive) για την ανάπτυξη μίας OOWS εφαρμογής ιστού η οποία χωρίζεται σε τρία βασικά στάδια: την ταυτοποίηση του χρήστη, την περιγραφή και την εννοιολογική μοντελοποίηση. Στο στάδιο της ταυτοποίησης του χρήστη υπάρχει ένα διάγραμμα χρήστη (User Diagram) με το οποίο ορίζονται οι ρόλοι, το είδος των χρηστών και ποιοι από αυτούς τους χρήστες μπορούν να αλληλεπιδράσουν με το σύστημα (έχουν το δικαίωμα

πρόσβασης). Στο στάδιο της περιγραφής υπάρχει ένα διάγραμμα εργασιών (Task Diagram) για κάθε ένα τύπο χρήστη και το κάθε ένα περιγράφει με έναν ιεραρχικό τρόπο ποια από τα καθήκοντα που έχει αναλαμβάνει ο χρήστης μπορούν να επιτευχθούν μέσα από την αλληλεπίδραση του με την εφαρμογή ιστού. Στο στάδιο της εννοιολογικής μοντελοποίησης ορίζεται ένα εννοιολογικό σχήμα ιστού που υποστηρίζει τα παραπάνω. Τέλος υπάρχει και ένα μοντέλο πλοήγησης που περιγράφει όλες τις περιπτώσεις πλοήγησης της εφαρμογής ιστού και το οποίο ορίζεται από ένα σύνολο χαρτών πλοήγησης που περιγράφουν την πλοήγηση που επιτρέπεται για κάθε τύπο χρήστη (και που ορίζεται στο διάγραμμα του χρήστη).

Κλείνοντας πρέπει να αναφερθεί ότι η μελέτη συμπεριλάμβανε και την εφαρμογή της πρότασης τους στο σχεδιασμό του Amazon Web Service και σύγκριναν την λύση τους με αυτήν που πρότεινε το Amazon. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πρόταση τους ήταν καλύτερη γιατί ήταν πιο κοντά στην λειτουργικότητα που παρείχε το Amazon και περιλάμβανε επιπλέον λειτουργίες όπως τους μηχανισμούς της ταυτοποίησης του χρήστη, τον επιπλέον έλεγχο των απαιτήσεων πλοήγησης, την υποστήριξη της προσαρμογής και τους μηχανισμούς εξατομίκευσης των εφαρμογών ιστού.

Τέλος αυτό που θέλησαν να τονιστεί στην μελέτη τους ήταν η διαφοροποίηση της μεθόδου OOWS από άλλες επεκτάσεις που έχουν γίνει σε μεθόδους της μηχανικής ιστού και επίσης εκτός από τα παραπάνω θετικά που αναφέρθηκαν έχει και την δυνατότητα η μέθοδος – οδηγός να γενικευτεί και σε άλλες μεθόδους της μηχανικής ιστού διότι η μέθοδος OOWS μοιράζεται με αυτές τα πιο κοινά μοντέλα και θεμελιακά στοιχεία.

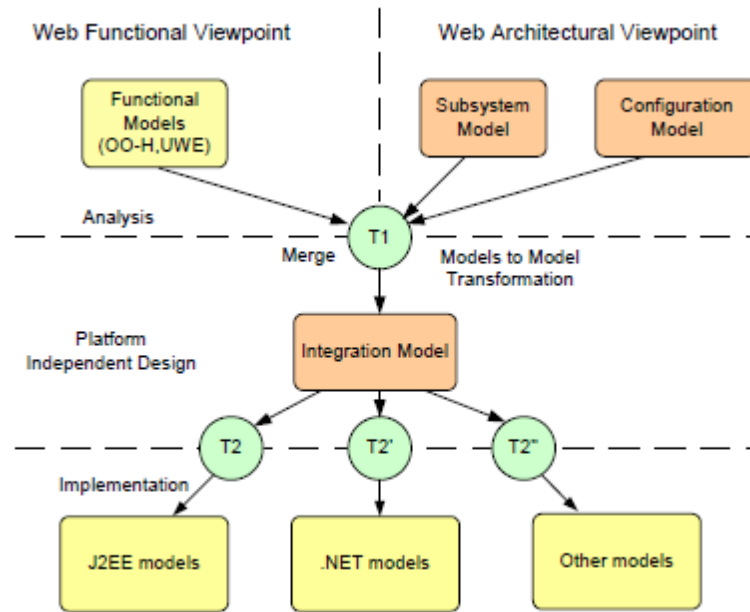
Την ίδια επίσης χρονιά, η ερευνητική κοινότητα της μηχανικής ιστού αξιολόγησε μυριάδες μεθόδων για τον σχεδιασμό ιστοσελίδων και απέδειξαν με επιτυχία τον προσδιορισμό των απαιτήσεων της λειτουργικότητας και των απαιτήσεων που τίθενται από τα πληροφοριακά συστήματα ιστού. Ωστόσο αυτές οι προτάσεις συχνά αποτυγχάνουν να αντιμετωπίσουν αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά που οδηγεί τις προδιαγραφές ιστού σε άκαμπτες αρχιτεκτονικές. Για να ξεπεραστεί η αποτυχία αυτή οι Santiago Meliá και Jaime Gómez[3] πρότειναν στην μελέτη τους μια γενική προσέγγιση που ονομάζεται Web SA η οποία βασίστηκε στη MDA(Model- Driven Architecture) και προτείνει ένα προσανατολισμένο σχέδιο ανάπτυξης. Το σχέδιο αυτό αποτελείται από ένα σύνολο UML αρχιτεκτονικών προτύπων και μετασχηματισμών QVT, μηχανισμών για την ενσωμάτωση των λειτουργικών πτυχών των τρέχων μεθοδολογιών.

Ωστόσο η εξέλιξη του διαδικτύου έχει προωθήσει την εντατική έρευνα στον τομέα των λειτουργικών μοντέλων των διαδικτυακών εφαρμογών. Στη μελέτη αυτή προτάθηκαν διαφορετικές μέθοδοι, γλώσσες προγραμματισμού, εργαλεία και πρότυπα σχεδιασμού για την μοντελοποίηση των διαδικτυακών εφαρμογών. Αυτές οι μέθοδοι επικεντρώνονται κυρίως στον ορισμό των λειτουργικών πτυχών με βάση την σημαντικότητα των μοντέλων ώστε να αποτυπώσουν τις σχετικές ιδιότητες των διαδικτυακών εφαρμογών. Αρκετοί ερευνητές έχουν προτείνει τη χρήση των γνωστών τεχνικών στον κλάδο της

Αρχιτεκτονικής του Λογισμικού, προκειμένου να εντοπιστούν και να επισημοποιηθούν ποία υποσυστήματα, συστατικά και συνδετικά (software ή hardware connectors) θα πρέπει να αποτελούν την διαδικτυακή εφαρμογή. Η προσθήκη αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών θα καλύψει το κενό που υπήρξε τότε μεταξύ των μοντέλων σχεδιασμού ιστοσελίδων και της αρχιτεκτονική του κώδικα. Για το σκοπό αυτό, οι καθηγητές προτείνουν την προσέγγιση Web SA (Web Software Architecture), με βάση το πρότυπο MDA (Model Driven Architecture). Η Web SA παρέχει στο σχεδιαστή μια σειρά από αρχιτεκτονικά μοντέλα και μοντέλα μετασχηματισμού για να προσδιορίσει την διαδικτυακή εφαρμογή. Ο σχεδιαστής μπορεί να ενσωματώσει τα λειτουργικά μοντέλα ιστού (διεύθυνση διαδικτύου, πλοήγηση και παρουσίαση) ώστε να εφαρμόσει μια σειρά μετατροπών του μοντέλου ακολουθώντας την απαίτηση των προτάσεων Query/View/Transformations (QVT). Το αποτέλεσμα είναι ένα μοντέλο ολοκλήρωσης, το οποίο καταγράφει τις λειτουργικές και τις αρχιτεκτονικές πτυχές της διαδικτυακής εφαρμογής. Εφαρμόζοντας τις διαδοχικές μεταμορφώσεις της QVT πάνω από την ένταξη του μοντέλου η προδιαγραφή του ιστού μπορεί να μετατραπεί σε διαφορετικά περιβάλλοντα εφαρμογής (προγραμματιστικά περιβάλλοντα), όπως J2EE ή .NET.

Η Web SA είναι μια πρόταση της οποίας ο κύριος στόχος είναι να καλύπτει όλες τις φάσεις της ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών με έμφαση την αρχιτεκτονική του λογισμικού. Συμβάλλει να καλύψει το κενό που υφίστανται μεταξύ των παραδοσιακών μοντέλων σχεδιασμού ιστοσελίδων και της τελική εφαρμογής. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό, η Web SA ορίζει ένα σύνολο αρχιτεκτονικών μοντέλων για να καθοριστεί η αρχιτεκτονική πτυχή, η οποία συμπληρώνει τις τρέχουσες μεθόδους της μηχανικής ιστού. Επιπλέον, η Web SA θεσπίζει επίσης ένα παράδειγμα της ανάπτυξης MDA, το οποίο επιτρέπει την ενσωμάτωση των διαφόρων πτυχών της διαδικτυακής εφαρμογής με τη βοήθεια μετασχηματισμών μεταξύ των μοντέλων.

Η διαδικασία ανάπτυξης Web SA βασίστηκε στην διαδικασία ανάπτυξης της MDA όπου τα ευρήματα της κάθε φάσης είναι τα μοντέλα, τα οποία αντιπροσωπεύουν τα διαφορετικά επίπεδα της αφαίρεσης στις προδιαγραφές του συστήματος. Στη φάση της ανάλυσης του ιστού οι προδιαγραφές της εφαρμογής είναι κάθετα χωρισμένες σε δύο όψεις, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα ροής. Από τη μία πλευρά, η λειτουργική οπτική γωνία δίνεται από τα λειτουργικά πρότυπα ιστού που παρέχονται από μεθόδους, όπως OO-H, UWE, κλπ. από την άλλη πλευρά, το Μοντέλο Υποσυστήματος (SM) και το Μοντέλο Διαμόρφωσης (CM) ορίζουν την αρχιτεκτονική του λογισμικού των διαδικτυακών εφαρμογών. Τα SM και CM αρχιτεκτονική μοντέλα, που ορίζονται από την Web SA, χρησιμοποιούν δύο διαφορετικά αρχιτεκτονικά στυλ για να καθορίσουν τη διαδικτυακή εφαρμογή, δηλαδή, ένα υποσύστημα και ένα στυλ συστατικών αντίστοιχα.



Εικόνα.4 "Η Διαδικασία Ανάπτυξης της Web SA."

Το CM μοντέλο ορίζει ένα συστατικό αρχιτεκτονικού στυλ με βάση το δομικό σκοπό της διαδικτυακής εφαρμογής. Ορίζει ένα σύνολο συστατικών ιστού και των συνδέσεων τους, όπου κάθε συνιστώσα αντιπροσωπεύει το ρόλο ή το έργο που εκτελείται από ένα ή περισσότερα κοινά συστατικά που προσδιορίζονται στην οικογένεια των διαδικτυακών εφαρμογών. Με τον τρόπο αυτό, το CM μοντέλο χρησιμοποιεί μια τοπολογία συστατικών που ορίζονται στην περιοχή της διαδικτυακής εφαρμογής και αυτό επιτρέπει να καθορίσει την αρχιτεκτονική διαμόρφωση χωρίς να γνωρίζει τίποτα σχετικά με την περιοχή του προβλήματος. Σε αυτό το επίπεδο, ορίζονται τα αρχιτεκτονικά πρότυπα για την διαδικτυακή εφαρμογή ως μηχανισμός επαναχρησιμοποίησης. Ένα μοντέλο διαμόρφωσης είναι χτισμένο με τη βοήθεια της UML 2.0 της νέας σύνθεσης της δομής του μοντέλου, το οποίο είναι κατάλληλο για να καθορίσει την αρχιτεκτονική του λογισμικού των εφαρμογών. Τα βασικά στοιχεία μοντελοποίησης της CM είναι το Web Component, το Web Connector, το Web Part και το Web Pattern.

Το IM (Integration Model) μοντέλο ορίζει μία πλήρη δομική σχεδίαση της εφαρμογής στη ανεξάρτητη πλατφόρμα σχεδίασης. Ενσωματώνει την SM και την CM με τα λειτουργικά μοντέλα τους. Το μοντέλο αυτό παίζει εξέχοντα ρόλο στην Web SA, οφείλεται στο γεγονός ότι ορισμένα χαρακτηριστικά των εφαρμογών είναι να αναγνωριστούν όταν θα εξεταστούν από κοινού οι λειτουργικές και αρχιτεκτονικές πτυχές τους. Όπως φαίνεται παραπάνω στο διάγραμμα ροής το IM (Integration Model) μοντέλο δημιουργείται με την βοήθεια του μετασχηματισμού PIM-to-PIM που εφαρμόζεται στο SM και το CM μαζί με τη λειτουργική όψη τους, και μειώνει την προσπάθεια της μοντελοποίησης. Επίσης, αυτή η αυτόματη χαρτογράφηση προκαλεί στο IM να κληρονομήσει τα πρότυπα αρχιτεκτονικής που ορίζει το CM, το οποίο θα πρέπει να αντικατοπτρίζεται πλέον στην συγκεκριμένη εφαρμογή. Το μοντέλο που προκύπτει είναι η

βάση πάνω στην οποία ο σχεδιαστής μπορεί να εκτελέσει περαιτέρω βελτιώσεις προκειμένου να τελειοποιήσει την αρχιτεκτονική για τις ανάγκες του συστήματος.

Η Web SA περιλαμβάνει ένα σύνολο από UML αρχιτεκτονικά μοντέλα και QVT μετασχηματισμούς, μια γλώσσα μοντελοποίησης και μια αναπτυξιακή διαδικασία. Η ανάπτυξη της διαδικασίας περιλαμβάνει την περιγραφή της ενσωμάτωσης αυτών των αρχιτεκτονικών μοντέλων με τα λειτουργικά μοντέλα των διαφορετικών προσεγγίσεων του σχεδιασμού των ιστοσελίδων.

Επομένως η μελέτη τους επικεντρώθηκε στην διαδικασία της ανάπτυξης της Web SA και περιγράφει με ποιο τρόπο τα μοντέλα έχουν ενσωματωθεί και δημιουργηθήκαν με βάση το μοντέλο μετασχηματισμών. Για τον προσδιορισμό των μετασχηματισμών επιλέχτηκε η πολλά υποσχόμενη προσέγγιση QVT που επιτρέπει την οπτική και συντακτική περιγραφή των κανόνων χαρτογράφησης.

Μία ακόμα πρόταση για το ίδιο έτος έγινε από τους καθηγητές Antonio Navarro, Jose Luis Sierra, Alfredo Fernandez-Valmayor, και Baltasar Fernandez-Manjun[4] του πανεπιστημίου της Μαδρίτης που με την παρούσα εργασία τους προτείνουν την δημιουργία ενός σώματος της γνώσης της Μηχανικής Ιστού (WEBOK: Web Engineering Body of Knowledge) που είναι παρόμοιο με το σώμα της γνώσης του λογισμικού (SWEBOK: Software Engineering Body of Knowledge) το οποίο έχει σκοπό να προσδιορίσει ένα συγκεκριμένο χαρακτηρισμό των ορίων της μηχανικής λογισμικού. Ο στόχος του WEBOK είναι ακριβώς ο ίδιος με το SWEBOK, επιπλέον εντοπίζει τους τομείς της μηχανικής ιστού που είναι πιο στενά συνδεδεμένη με τη μηχανική λογισμικού, και άλλους τομείς που έχουν εξελιχθεί από τις αρχές της μηχανικής λογισμικού. Η εργασία αυτή παρουσιάζει μια περιορισμένη έκδοση του με δυο σκοπούς:

- Την προώθηση της πλήρους ανάπτυξης του WEBOK από την κοινότητα της μηχανικής ιστού και
- Να γίνει το πρώτο βήμα προς το WEBOK .

Το σώμα της γνώσης του λογισμικού (SWEBOK) υποδιαιρείται σε δέκα τομείς γνώσης μηχανικής λογισμικού: τις απαιτήσεις του λογισμικού, το σχεδιασμό του λογισμικού, την κατασκευή του λογισμικού, τη δοκιμή του λογισμικού, τη συντήρηση του λογισμικού, το λογισμικό διαχείρισης της διαμόρφωσης, της διαχείρισης της μηχανικής λογισμικού, την διαδικασία της μηχανικής λογισμικού, τα εργαλεία της μηχανικής λογισμικού, τις μεθόδους και την ποιότητα του λογισμικού.

Η μηχανική ιστού ορίζεται ως η εφαρμογή της συστηματικής, πειθαρχημένης, ποσοτικής προσέγγισης για την ανάπτυξη, την λειτουργία και την συντήρηση των εφαρμογών ιστού ή την εφαρμογή της μηχανικής λογισμικού βασισμένη στον ιστό. Παρά την ομοιότητα μεταξύ αυτού του ορισμού και τον ορισμό της IEEE της μηχανικής λογισμικού, η μηχανική ιστού θεωρείται μια νέα αναδυόμενη ειδικότητα από μόνη της χωρίς να υπάγεται στην μηχανική λογισμικού.

Οι καθηγητές σύμφωνα με τη μελέτη τους πρότειναν ότι ο οδηγός του WEBOK πρέπει να αναπτυχθεί από ένα σύνολο πολλών σχολιαστών μέσα στην κοινότητα της

μηχανικής ιστού έτσι ώστε να εξασφαλίσουν με ομόφωνη απόφαση για το σώμα της γνώσης (WEBOK). Επιπλέον στο WEBOK προτείνεται στη παρούσα μελέτη οι τομείς γνώσεις που πρέπει να μοιάζουν με εκείνους που προσδιορίζονται από τον οδηγό του SWEBOK, οι καθηγητές πιστεύουν ότι οι τομείς της γνώσης είναι συνεπείς με τον τομέα της μηχανικής ιστού και δεν χρειάζεται να γίνουν αλλαγές.

Συμφωνήσαν επίσης ότι η μηχανική ιστού και η μηχανική λογισμικού είναι δυο διαφορετικές ειδικότητες και το ισχυρισμό αυτό τον υποστήριξαν από τη μελέτη πληθώρας βιβλιογραφιών σε σχέση με την μηχανική ιστού και την εμπειρία τους στην ανάπτυξη μοντέλων με βάση τη μηχανική ιστού. Ως εκ τούτου προασπίζονται το ενδιαφέρον μια σαφούς διατύπωσης του WEBOK ως αποτέλεσμα μιας κοινής προσπάθειας της κοινότητας της μηχανικής ιστού. Τελικά, ο σημαντικός τομέας γνώσης των απαιτήσεων του λογισμικού έχει βρει μικρότερο αντίκτυπο στον τομέα της μηχανικής ιστού από τον τομέα γνώσης σχεδιασμού. Η μελέτη που έγινε προς αυτή την κατεύθυνση και είναι πολύ σημαντική και κατά τη γνώμη τους απαιτείται περισσότερη ανταπόκριση /ανατροφοδότηση από την βιομηχανία και την ακαδημία. Οι υπόλοιποι τομείς γνώσης της SWEBOK είναι στενά συνδεδεμένοι με την μηχανική ιστού, αλλά και πάλι περισσότερα σχόλια είναι απαραίτητα.

Η μελλοντική τους μελέτη σε σχέση με το WEBOK θα περιλαμβάνει τη συμμετοχή της κοινότητας της μηχανικής ιστού και θα στοχεύει σε δύο κατευθύνσεις.

- Πρώτον, να επεκταθούν και να ολοκληρωθούν οι ιδέες που παρουσιάστηκαν στη παρούσα μελέτη.
- Δεύτερον, να διερευνηθούν σε βάθος οι τομείς γνώσης, προκειμένου να προσδιοριστούν οι διαφορές μεταξύ των μηχανικής λογισμικού και της μηχανικής ιστού. Ως κύριο αποτέλεσμα αυτής της διερεύνησης, νέοι τομείς γνώσης θα μπορέσουν να προκύψουν και οι υπάρχον τομείς γνώση να μπορέσουν να αλλάξουν ή να αφαιρεθούν.

Το 2007 οι Preciado, Linaje, Comai και Sánchez-Figueroa[30] μελέτησαν την συνεχώς αυξανόμενη πολυπλοκότητα των διεργασιών που εκτελούνται στις διαδικτυακές εφαρμογές και πρότειναν την δημιουργία Πλούσιων Διαδικτυακών Εφαρμογών (Rich Internet Applications-RIAs) οι οποίες θα προσφέρουν περισσότερα χαρακτηριστικά από τις παραδοσιακές/κοινές διαδικτυακές εφαρμογές. Οι Πλούσιες Διαδικτυακές Εφαρμογές προσφέρουν "online" και "offline" δυνατότητες, περιέχουν εξελιγμένες διεπαφές για τον χρήστη, δυνατότητα για αποθήκευση και επεξεργασία δεδομένων απευθείας από την πλευρά του πελάτη (client-side), προσφέρουν υψηλά επίπεδα στην αλληλεπίδραση του χρήστη, τη χρηστικότητα και την εξατομίκευση, την ελαχιστοποίηση της χρήσης του εύρους ζώνης και ξεχωριστή παρουσίαση και το περιεχόμενο στην client-side.

Η εργασία αυτή έδειξε τα όρια των μεθοδολογιών που προέρχονται από τους τομείς του Διαδικτύου, των Πολυμέσων και των Υπερμέσων για τον σχεδιασμό νέων δυνατοτήτων που προσφέρονται από τις Πλούσιες Διαδικτυακές Εφαρμογές. Ανάμεσα στις διαφορετικές μεθοδολογίες ανάλυσαν την Web ML μία γλώσσα διαδικτυακής

μοντελοποίησης η οποία βοηθά στον σχεδιασμό Πλούσιων Διαδικτυακών Εφαρμογών. Επίσης πρότειναν το RUX, ένα μοντέλο που μπορεί να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις των Πλούσιων Διαδικτυακών Εφαρμογών. Ουσιαστικά η εργασία τους είχε διπλό στόχο. Πρώτον, να προσδιορίσει τις βασικές έννοιες που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό των Πλούσιων Διαδικτυακών Εφαρμογών και δεύτερον να δείξει πώς αυτές οι έννοιες μπορούν να αλληλεπιδράσουν με την ενσωμάτωση δύο προτάσεων τις Μηχανικής Ιστού της Web ML και του μοντέλου RUX.

Οι τεχνολογίες των Πλούσιων Διαδικτυακών Εφαρμογών παρέχουν νέες/πρόσθετες δυνατότητες σε σχέση με τις παραδοσιακές διαδικτυακές εφαρμογές που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τον σχεδιασμό τους. Σχεδιάζοντας Πλούσιες Διαδικτυακές Εφαρμογές με τις μεθόδους της μηχανικής ιστού απαιτείται να γίνει προσαρμογή της ροής στην διαδικτυακή ανάπτυξη των παραδοσιακών διαδικτυακών εφαρμογών, έτσι ώστε να εξεταστούν οι ικανότητες και οι νέες δυνατότητες παρουσίασης από την πλευρά του πελάτη (client-side).

Οι Τέσσερις φάσεις που χαρακτηρίζουν τις Πλούσιες Διαδικτυακές Εφαρμογές είναι: η μοντελοποίηση των δεδομένων, η επιχειρηματική λογική μοντελοποίησης, η μοντελοποίηση της παρουσίασης και η επικοινωνία των μοντέλων. Τέτοιες φάσεις απαιτούν την επέκταση των μοντέλων των παραδοσιακών διαδικτυακών εφαρμογών. Η Web ML επιτρέπει τον καθορισμό την δημοσιοποίηση ή το χειρισμό των δεδομένων στο εννοιολογικό επίπεδο της διαδικτυακής εφαρμογής. Το περιεχόμενο μοντελοποιείται χρησιμοποιώντας το μοντέλο Οντοτήτων-Συσχετίσεων (ER) ή τα διαγράμματα κλάσεων της UML. Κατά το ίδιο το μοντέλο δεδομένων, στην Web ML είναι δυνατόν να οριστούν διαφορετικά υπερκείμενα (hypertext), που απευθύνονται σε διαφορετικές κατηγορίες χρηστών ή σε διαφορετικές συσκευές πρόσβασης. Μια όψη του ιστό-τόπου είναι μια γραφική παράσταση των σελίδων, ενδεχομένως οργανωμένο ιεραρχικά σε υπο-σελίδες. Η προδιαγραφή του UI (User Interface) του RUX μοντέλου χωρίζεται σε τρία επίπεδα:

- ❖ Την Αφηρημένη Διεπαφή: Η αφηρημένη διεπαφή προσδιορίζει τις έννοιες του UI (User Interface) που είναι κοινή για όλες τις συσκευές της Πλούσιας Διαδικτυακής Εφαρμογής και την ανάπτυξη πλατφορμών με καμία χωρική διάταξη, φαίνονται και να αισθάνονται ή τη συμπεριφορά που προσδιορίζεται. Τα στοιχεία της αφηρημένης διεπαφής περιλαμβάνουν:
 - Συνδετικά (Connectors).
 - Μέσα (Media).
 - Όψεις (Views).
- ❖ Την Συγκεκριμένη Διεπαφή: Η συγκεκριμένη διεπαφή βελτιστοποιεί το UI για μια συγκεκριμένη συσκευή ή ομάδα συσκευών και η οποία χωρίζεται σε τρία επίπεδα παρουσίασης:
 - Τις Χωρικές,
 - Τις Χρονικές και
 - Την Παρουσίαση της Αλληλεπίδρασης.

- ❖ Την Τελική Διεπαφή: Η τελική διεπαφή παρέχει την παραγωγή του κώδικα της διαμορφωμένης εφαρμογής. Αυτό ο παραγόμενος κώδικας είναι ειδικά για μια συσκευή ή μια ομάδα συσκευών και για την πλατφόρμα ανάπτυξης της Πλούσιας Διαδικτυακής Εφαρμογής και είναι έτοιμη να αναπτυχθεί.

Η χρήση της επέκταση της Web ML για τον σχεδιασμό Πλούσιων Διαδικτυακών Εφαρμογών είναι σε θέση να αντιπροσωπεύουν το μοντέλο των δεδομένων, σε ένα μερικό βαθμό κάλυψης. Επίσης είναι σε θέση να αντιπροσωπεύσει τους περισσότερους τύπους επιχειρηματική λογικής διανομής που προσδιορίζονται στα θεμέλια της επιχειρηματικής λογικής. Από την άλλη πλευρά το μοντέλο RUX περιλαμβάνει όλα τα θέματα που προσδιορίστηκαν στο μοντέλο της παρουσίασης, την επίτευξη του επιθυμητού βαθμού κάλυψης. Το μοντέλο της επικοινωνίας θεωρείται μόνο για να συνδέει το RUX μοντέλο με το μοντέλο των δεδομένων και την επιχειρηματική λογική. Τα θέματα που σχετίζονται με τα δεδομένα και την επιχειρηματική λογική δεν καλύπτονται.

Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν, συμπεραίνεται ότι αυτή τη στιγμή δεν είναι δυνατόν να καλυφθούν πλήρως οι τέσσερις φάσεις που απαιτούνται στον σχεδιασμό Πλούσιων Διαδικτυακών Εφαρμογών με την χρήση της επεκτάσεις Web ML και του μοντέλου RUX. Ωστόσο, ο συνδυασμός του RUX μοντέλου και της επέκτασης Web ML πλησιάζει το στόχο της πλήρους μοντελοποίησης Πλούσιων Διαδικτυακών Εφαρμογών.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως αναφέρεται και στην αρχή ο σκοπός της πτυχιακής εργασίας ήταν η βιβλιογραφική επισκόπηση των εμπειρικών μελετών της Μηχανικής Ιστού. Για τους σκοπούς της εργασίας μας εξετάστηκε μία σειρά από άρθρα και βιβλία που άπτονται του αντικειμένου, προκειμένου να μελετηθεί η κατεύθυνση και η βαρύτητα που κεντρίζει το ενδιαφέρον της ερευνητικής κοινότητας της μηχανικής ιστού και να καταγραφούν τα σημεία που χρήζουν περαιτέρω ερευνητικής μελέτης. Οι κύριες πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για την αναζήτηση των κύριων μελετών ήταν οι ψηφιακές βιβλιοθήκες IEEExplore, Computer, Springerlink, Sciencedirect και ACM. Η περίοδος αξιολόγησης ήταν μελέτες που δημοσιεύτηκαν από το 2005 έως 2013. Το αποτέλεσμα ήταν να συγκεντρωθούν 176 μελέτες, στην συνέχεια τα αποτελέσματα τοποθετήθηκαν σε πίνακα κάθε γραμμή του οποίου αποτελούταν από έναν αύξοντα αριθμό, τον τίτλο του άρθρου - μελέτης, την περίληψη, τους ερευνητές, το έτος που δημοσιεύθηκε, την ψηφιακή βιβλιοθήκη όπου βρέθηκε και έναν σύνδεσμο προς το άρθρο - μελέτη. Για κάθε μία από τις μελέτες, διεξήχθη μία συστηματική ανασκόπηση έτσι ώστε να αξιολογηθούν και να αποφασιστεί κατά πόσον ή όχι θα πρέπει να συμπεριληφθούν. Οι διαφορές λύθηκαν με κοινή συναίνεση. Οι μελέτες που συμπεριλήφθηκαν πληρούσαν τις ακόλουθες προϋποθέσεις: ήταν εμπειρικές μελέτες, έρευνες, περιπτώσιολογικές μελέτες, προσεγγίσεις, προτάσεις. Από την άλλη πλευρά οι μελέτες που απορρίφθηκαν ήταν μελέτες που είχαν σχέση με θέμα όπως: βάσεις δεδομένων, ασφάλεια, γραφικά, μελέτες που δεν ήταν γραμμένες στα αγγλικά και μελέτες που δεν ήταν δωρεάν. Για τις μελέτες που βρέθηκαν παραπάνω από δύο φορές όπως φαίνεται και στον πίνακα.4, δηλαδή ίδια μελέτη αλλά σε διαφορετική βιβλιοθήκη επιλέχτηκαν εκείνες που ήταν πλήρης.

Πίνακας.4 "Αποτελέσματα Επισκόπησης 1."

Αριθμός Άρθρου	ACM	Springerlink	Computer
[1]	—	—	✓
[2]	✓	—	✓
[3]	✓	✓	—
[4]	✓	✓	—
[5]	✓	✓	—
[6]	✓	✓	—
[7]	✓	✓	—
[8]	✓	✓	—
[9]	✓	✓	—
[10]	✓	✓	—
[11]	—	✓	—
[12]	✓	—	—
[13]	—	✓	—
[14]	—	✓	—

[15]	—	✓	—
[16]	✓	—	—
[17]	✓	—	—
[18]	✓	✓	—
[19]	✓	✓	—
[20]	✓	✓	—
[21]	✓	✓	—
[22]	✓	✓	—
[23]	✓	✓	—
[24]	—	✓	—
[25]	—	✓	—
[27]	—	✓	—
[28]	✓	✓	—
[29]	✓	—	—
[30]	✓	—	✓

Ο Πίνακας.4 παρουσιάζει πόσες φορές βρέθηκε το ίδιο άρθρο και σε ποιές ψηφιακές βιβλιοθήκες, ο αριθμός του άρθρου ανταποκρίνεται στην αρίθμηση που δώσαμε στα άρθρα μας στην ενότητα με της αναφορές. Τέλος για λόγους έλλειψης χώρου στο πίνακα παρουσιάζονται μόνο τα άρθρα που επιλέχθηκαν προς μελέτη.

Πίνακας.5 "Αποτελέσματα Επισκόπησης 2."

Κατηγορία	Αριθμός Άρθρου	Σύνολο	Ποσοστό επί του Συνόλου
Web Usability	[5],[13],[20],[21],[22],[25],[28]	7	24%
Web Accessibility	[23],[29]	2	7%
Web Quality	[15],[19]	2	7%
Εμπειρικές Μελέτες	[2],[8],[16],[17],[27]	5	18%
Εργαλεία	[18]	1	3%
Περιβάλλοντα	[35]	1	3%
Προτάσεις	ΟΛΑ ΤΑ ΥΠΟΛΟΙΠΑ	11	38%

Ο Πίνακας.5 παρουσιάζει τα παραπάνω άρθρα και τα εντάσσει σε κατηγορίες ανάλογα με το αντικείμενο το οποίο ερευνούσαν. Όπως φαίνεται και στον πίνακα η ερευνητική κοινότητα έδωσε μεγάλη βαρύτητα στις ιδιότητες της μηχανικής ιστού και συγκεκριμένα στην χρηστικότητα , αλλά και στην διεξαγωγή εμπειρικών μελετών.

Πίνακας.6 "Αποτελέσματα Επισκόπησης 3."

Κατηγορία	ACM	Springerlink	Computer
-----------	-----	--------------	----------

Web Usability	5	7	-
Web Accessibility	2	1	-
Web Quality	1	2	-
Εμπειρικές Μελέτες	4	2	2

Στον Πίνακα.6 παρουσιάζεται ο αριθμός των άρθρων (των 29 που επιλέχθηκαν για την μελέτη μας) που βρέθηκαν ανά ψηφιακή βιβλιοθήκη και τα οποία είναι κατηγοριοποιημένα με βάση το αντικείμενο που μελετούσαν. Όπως φαίνεται και στον πίνακα (τα περισσότερα) επτά άρθρα που αφορούσαν την χρηστικότητα βρέθηκαν στην βιβλιοθήκη Springerlink, ενώ οι περισσότερες εμπειρικές μελέτες βρέθηκαν στην ACM.

Μετά την ομαδοποίηση αυτών των 29 άρθρων, διενεργήθηκε η μελέτη τους και επήλθε η εξαγωγή συμπερασμάτων. Ένα από τα πρώτα συμπεράσματα τα μας είναι ότι η ερευνητική κοινότητα της μηχανικής ιστού τα τελευταία οχτώ χρόνια διαπίστωσε την μεγάλη αύξηση των μη έμπειρων ατόμων που χρησιμοποιούν πλέον διαδικτυακές εφαρμογές και ιστοσελίδες, γεγονός που την οδήγησε στην μελέτη της χρηστικότητας τόσο των διαδικτυακών εφαρμογών όσο και των ιστοσελίδων. Συγκεκριμένα όπως παρουσιάστηκαν και παραπάνω επικεντρώθηκαν σε μοντέλα χρηστικότητας όπως: ένα μοντέλο χρηστικότητας το οποίο στοχεύει στην διασφάλιση της ποιότητας των διαδικτυακών εφαρμογών[22], ένα μοντέλο (πρωτότυπο) το οποίο βασίζεται στην επικύρωση της χρηστικότητας[5] και μία περιπτωσιολογική μελέτη που εξετάζει την βελτίωση των αυτόματων συστημάτων επικύρωσης[12]. Η μεγαλύτερη όμως έμφαση που δόθηκε σε σχέση με την χρηστικότητα ήταν οι τεχνικές αξιολόγησης της χρηστικότητας, αλλά και στις τεχνικές επιθεώρησης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η κοινότητα αντιλήφθηκε το λάθος που γινόταν μέχρι και το 2005, δηλαδή το ότι οι τεχνικές αξιολόγησης που υπήρχαν μέχρι εκείνη την στιγμή ήταν κατάλληλες και εφαρμόζονταν μόνο μετά την ολοκλήρωση του προϊόντος ή στην καλύτερη εκδοχή στο πρωτότυπο. Έτσι έδωσαν έμφαση στην δημιουργία ή την επέκταση των τεχνικών αξιολόγησης και επιθεώρησης, ώστε να εφαρμόζονται σε όλο τα στάδια της διαδικασίας της ανάπτυξης του προϊόντος. Επίσης προχώρησαν και βαθύτερα εξετάζοντας ένα από τα χαρακτηριστικά της χρηστικότητας την πλοήγηση, καθώς στην υιοθέτηση των μοντέλων της. Μοντέλα τα οποία μέσω των (WISs :Web Information Systems) πληροφοριακών συστημάτων ιστού οδηγούν τον χρήστη να αναζητήσει τις επιθυμητές πληροφορίες/υπηρεσίες διαμέσων των καλύτερων διαδρομών. Η κοινότητα της μηχανικής ιστού έδωσε επίσης βαρύτητα και σε μία άλλη ιδιότητα της μηχανικής ιστού την προσβασιμότητα. Είναι σημαντικό ο παγκόσμιος ιστός να είναι προσβάσιμος, ώστε να υπάρχει ίση πρόσβαση και ίσες ευκαιρίες για τα άτομα με διαφορετικές ικανότητες. Συγκεκριμένα δόθηκε έμφαση στην ανάπτυξη και αξιολόγηση διαδικτυακών εφαρμογών και ιστοσελίδων που απευθύνονταν σε άτομα με ειδικές ανάγκες, αλλά και σε διάφορες βοηθητικές τεχνολογίες όπως το λογισμικό ανάγνωσης οθόνης. Τέλος η κοινότητα της μηχανικής ιστού μετά το 2006 έδειξε ενδιαφέρον και ακόμα μία ιδιότητα την ποιότητα. Η ποιότητα σε γενικές γραμμές θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι αποτέλεσμα των άλλων δύο ιδιοτήτων της χρηστικότητας

και της προσβασιμότητας. Φυσικά για την αξιολόγηση της ποιότητας βασίζεται σε διάφορα χαρακτηριστικά αλλά και σε υπό-χαρακτηριστικά και υπό-έννοιες των άλλων δύο ιδιοτήτων. Για το λόγο αυτό υπήρξαν αρκετές τεχνικές επιθεώρησης, αξιολόγησης και προσεγγίσεις που απασχόλησαν την κοινότητα. Από τα τελευταία ζητήματα που απασχόλησαν την κοινότητα ήταν και αύξηση των ατόμων που ασχολούνται τελευταία με την δημιουργία ιστοσελίδων και διαδικτυακών εφαρμογών. Άτομα τα οποία δεν είναι έμπειρα, δεν γνωρίζουν γλώσσες προγραμματισμού ή είναι άτομα που έχουν λίγες γνώσεις και πιθανότητα να προέρχονται από συναφή επαγγέλματα και τα οποία δεν γνωρίζουν και δεν εφαρμόζουν τις κατάλληλες μεθοδολογίες και τα κατάλληλα μοντέλα για την ανάπτυξη ιστοσελίδων και διαδικτυακών εφαρμογών. Με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν πολλά περιβάλλοντα τα οποία είναι κατάλληλα για την ανάπτυξη των προαναφερθέντων και από μη έμπειρους χρήστες (χωρίς όμως αυτό να αποκλείει τους επαγγελματίες και τα άτομα με χρόνια εμπειρία). Ολοκληρώνοντας θα πρέπει επίσης να αναφέρουμε ότι σε αυτό το χρονικό διάστημα διενεργήθηκαν διάφορες εμπειρικές και περιπτώσιολογικές μελέτες και τα πειράματα καθώς και πολλές προτάσεις από τους ερευνητές προς την κοινότητα της μηχανικής ιστού.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] E. Mendes 'A systematic review of Web engineering research' International Symposium on Empirical Software Engineering, 2005.
- [2] Filippo Ricca, Paolo Tonella ' Anomaly Detection in Web Applications: A Review of Already Conducted Case Studies ' pp.385-394, Ninth European Conference on Software Maintenance and Reengineering (CSMR'05), 2005.
- [3] S. Meliá, J. Gómez ' Applying transformations to model driven development of web applications ' ER'05 Proceedings of the 24th international conference on Perspectives in Conceptual Modeling, 2005.
- [4] Antonio Navarro, JosÈ Luis Sierra, Alfredo Fernndez-Valmayor, and Baltasar Fernndez-ManjÛn 'A First Step Towards the Web Engineering Body of Knowledge ' 5th International Conference, ICWE 2005 pp 585-587, 2005.
- [5] Richard Atterer, Albrecht Schmidt ' Adding Usability to Web Engineering Models and Tools ' 5th International Conference, ICWE 2005 pp 36-41, 2005.
- [6] Marta Ruiz, Pedro Valderas, Vicente Pelechano ' Applying a Web Engineering Method to Design Web Services ' Third International Conference, Amsterdam Service-Oriented Computing - ICSOC 2005 pp 576-581, 2005.
- [7] Jochen Rode, Yogita Bhardwaj, Manuel A. Pérez-Quiñones, Mary Beth Rosson, Jonathan Howarth ' As Easy as "Click": End-User Web Engineering ' 5th International Conference, ICWE 2005 pp 478-488, 2005.

- [8] Iris Reinhartz-Berger, Dov Dori ' OPM vs. UML--Experimenting with Comprehension and Construction of Web Application Models ' Empirical Software Engineering January 2005, Volume 10, Issue 1, pp 57-80, 2005.
- [9] Luis Olsina, Fernanda Papa, Hernán Molina ' Organization-Oriented Measurement and Evaluation Framework for Software and Web Engineering Projects ' 5th International Conference, ICWE 2005 pp 42-52, 2005.
- [10] Semia Sonia Selmi, Naoufel Kraiem, Henda Ben Ghezala ' Toward a Comprehension View of Web Engineering ' 5th International Conference, ICWE 2005 pp 19-29, 2005
- [11] Claes Wohlin, Martin Höst, Kennet Henningsson ' Empirical Research Methods in Web and Software Engineering ' Web Engineering pp 409-430, 2006.
- [12] Richard Atterer, Albrecht Schmidt, Heinrich Hussmann ' Extending web engineering models and tools for automatic usability validation' Journal of Web Engineering Volume 5 Issue 1 Pages 43-64, 2006.
- [13] Maristella Matera, Francesca Rizzo, Giovanni Carughi 'Web Usability: Principles and Evaluation Methods' Web Engineering pp 143-180, 2006.
- [14] Emilia Mendes, Nile Mosley, Steve Counsell Emilia Mendes, Nile Mosley, Steve Counsell 'The Need for Web Engineering: An Introduction ' Web Engineering pp 1-27, 2006.
- [15] Luis Olsina, Guillermo Covella, Gustavo Rossi 'Web Quality ' Web Engineering pp 109-142, 2006.
- [16] Luciano Baresi 'Three empirical studies on estimating the design effort of Web applications' Journal ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM) Volume 16 Issue 4, Article No. 15, 2007.
- [17] Franca Garzotto, Vito Perrone 'Industrial acceptability of web design methods: an empirical study' Journal of Web Engineering Volume 6 Issue 1 Pages 73-96, 2007.
- [18] Juan Miguel López, Inmaculada Fajardo, Julio Abascal 'Towards Remote Empirical Evaluation of Web Pages Usability' 12th International Conference, HCI International 2007 pp 594-603, 2007.
- [19] Davide Bolchini, Franca Garzotto 'Quality of Web Usability Evaluation Methods: An Empirical Study on MiLE+ ' WISE 2007 International Workshops pp 481-492, 2007.
- [20] Valeria de Castro, Marcela Genero, Esperanza Marcos, Mario Piattini 'Including Routes in Web Information Systems as a Way to Improve the Navigability: An Empirical Study ' WISE 2007 International Workshops pp 505-510, 2007.
- [21] Emilio Insfran, Adrian Fernandez 'A Systematic Review of Usability Evaluation in Web Development ' WISE 2008 International Workshops pp 81-91, 2008.

- [22] Integrating a Usability Model into Model-Driven Web Development Processes 'Integrating a Usability Model into Model-Driven Web Development Processes ' Web Information Systems Engineering - WISE 2009 pp 497-510, 2009.
- [23] Radek Malinský, Ivan Jelínek 'Improvements of Webometrics by Using Sentiment Analysis for Better Accessibility of the Web ' 10th International Conference on Web Engineering ICWE 2010 pp 581-586, 2010.
- [24] F. J. Domínguez-Mayo, M.J. Escalona, M. Mejías 'Quality Issues on Model-Driven Web Engineering Methodologies ' Information Systems Development pp 295-306, 2010.
- [25] Zhao Huang, Laurence Brooks 'Systematically Evaluating Usability in Web-Based Electronic Government An Empirical Study ' 7th International Conference, WEBIST 2011 pp 133-148, 2011.
- [26] Giovanni Toffetti 'Web Engineering for Cloud Computing ' ICWE 2012 International Workshops: MDWE, ComposableWeb, WeRE, QWE, and Doctoral Consortium pp 5-19, 2012.
- [27] Yulkeidi Martínez, Cristina Cachero, Santiago Meliá 'Empirical study on the maintainability of Web applications: Model-driven Engineering vs Code-centric ' Empirical Software Engineering 2013.
- [28] Luis Rivero, Tayana Conte 'Using an empirical study to evaluate the feasibility of a new usability inspection technique for paper based prototypes of web applications ' Journal of Software Engineering Research and Development, 2013.
- [29] Peter Plessers, Sven Casteleyn, Yeliz Yesilada, Simon Harper, Olga De Troyer, Robert Stevens, and Carole Goble 'Accessibility: A Web Engineering Approach ' WWW '05 Proceedings of the 14th international conference on World Wide Web Pages 353-362, 2005.
- [30] J. C. Preciado, M. Linaje, S. Comai, F. Sanchez-Figueroa 'Designing Rich Internet Applications with Web Engineering Methodologies ' pp.23-30, 2007 9th IEEE International Workshop on Web Site Evolution, 2007.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Adrian Fernandez, Emilio Insfran, Silvia Abrahão(2009), 'Integrating a Usability Model into Model-Driven Web Development Processes', Web Information Systems Engineering-WISE 2009, pp 497-510.

Antonio Navarro, JosÈ Luis Sierra, Alfredo Fernndez-Valmayor, and Baltasar Fernndez-ManjÛn (2005), 'A First Step Towards the Web Engineering Body of Knowledge ', 5th International Conference, ICWE 2005 Sydney, Australia, pp 585-587.

Claes Wohlin, Martin Höst, Kennet Henningsson(2006), 'Empirical Research Methods in Web and Software Engineering ', Web Engineering, pp 409-430.

Davide Bolchini, Franca Garzotto (2007), 'Quality of Web Usability Evaluation Methods: An Empirical Study on MiLE+ ', WISE 2007 International Workshops, pp 481-492.

E. Mendes(2005), 'A systematic review of Web engineering research', International Symposium on Empirical Software Engineering 2005.

Emilia Mendes, Nile Mosley, Steve Counsell Emilia Mendes, Nile Mosley, Steve Counsell (2006), 'The Need for Web Engineering: An Introduction ', Web Engineering, pp 1-27.

Emilio Insfran, Adrian Fernandez (2008), 'A Systematic Review of Usability Evaluation in Web Development ', WISE 2008 International Workshops Auckland, New Zealand, pp 81-91.

F. J. Domínguez-Mayo, M.J. Escalona, M. Mejías (2010), 'Quality Issues on Model-Driven Web Engineering Methodologies ', Information Systems Development, pp 295-306.

Filippo Ricca, Paolo Tonella(2005), 'Anomaly Detection in Web Applications: A Review of Already Conducted Case Studies ', Ninth European Conference on Software Maintenance and Reengineering (CSMR'05), March 21-23- 2005 The University of Manchester - Manchester, United Kingdom, pp.385-394.

Franca Garzotto, Vito Perrone (2007), 'Industrial acceptability of web design methods: an empirical study', Journal of Web Engineering, Volume 6 Issue 1 Pages 73-96.

Giovanni Toffetti (2012), 'Web Engineering for Cloud Computing ', ICWE 2012 International Workshops: MDWE, ComposableWeb, WeRE, QWE, and Doctoral Consortium, Berlin, Germany, pp 5-19.

Iris Reinhartz-Berger, Dov Dori (2005), 'OPM vs. UML--Experimenting with Comprehension and Construction of Web Application Models', Empirical Software Engineering January 2005, Volume 10, Issue 1, pp 57-80.

J. C. Preciado, M. Linaje, S. Comai, F. Sanchez-Figueroa (2007), 'Designing Rich Internet Applications with Web Engineering Methodologies ', 2007 9th IEEE International Workshop on Web Site Evolution, La Maison Internationale Paris, France, pp.23-30.

Jochen Rode, Yogita Bhardwaj, Manuel A. Pérez-Quñones, Mary Beth Rosson, Jonathan Howarth (2005), 'As Easy as “Click”': End-User Web Engineering', 5th International Conference, ICWE 2005, Sydney, Australia, pp 478-488.

Juan Miguel López, Inmaculada Fajardo, Julio Abascal (2007), 'Towards Remote Empirical Evaluation of Web Pages Usability', 12th International Conference, HCI International 2007, Beijing, P.R. China, pp 594-603.

Luciano Baresi (2007), 'Three empirical studies on estimating the design effort of Web applications', Journal ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM) Volume 16 Issue 4, Article No. 150.

Luis Olsina, Guillermo Covella, Gustavo Rossi (2006), 'Web Quality', Web Engineering, pp 109-142.

Luis Olsina, Fernanda Papa, Hernán Molina (2005), 'Organization-Oriented Measurement and Evaluation Framework for Software and Web Engineering Projects', 5th International Conference, ICWE 2005, pp 42-52.

Luis Rivero, Tayana Conte (2013), 'Using an empirical study to evaluate the feasibility of a new usability inspection technique for paper based prototypes of web applications', Journal of Software Engineering Research and Development.

Maristella Matera, Francesca Rizzo, Giovanni Carughi (2006), 'Web Usability: Principles and Evaluation Methods', Web Engineering, pp 143-180.

Marta Ruiz, Pedro Valderas, Vicente Pelechano (2005), 'Applying a Web Engineering Method to Design Web Services', Third International Conference, Amsterdam Service-Oriented Computing - ICSOC 2005, Amsterdam, The Netherlands, pp 576-581.

Peter Plessers, Sven Casteleyn, Yeliz Yesilada, Simon Harper, Olga De Troyer, Robert Stevens, and Carole Goble (2005), 'Accessibility: A Web Engineering Approach', WWW'05 Proceedings of the 14th international conference on World Wide Web, Chiba, Japan, Pages 353-362.

Radek Malinský, Ivan Jelínek, (2010), 'Improvements of Webometrics by Using Sentiment Analysis for Better Accessibility of the Web', 10th International Conference on Web Engineering ICWE 2010, Vienna, Austria, pp 581-586.

Richard Atterer, Albrecht Schmidt (2005), 'Adding Usability to Web Engineering Models and Tools', 5th International Conference, ICWE 2005, Sydney, Australia, pp 36-41.

Richard Atterer, Albrecht Schmidt, Heinrich Hussmann (2006), 'Extending web engineering models and tools for automatic usability validation', Journal of Web Engineering Volume 5 Issue 1, Pages 43-64.

S. Meliá, J. Gómez (2005), 'Applying transformations to model driven development of web applications', ER'05 Proceedings of the 24th international conference on Perspectives in Conceptual Modeling, Klagenfurt, Austria.

Semia Sonia Selmi, Naoufel Kraiem, Henda Ben Ghezala (2005), 'Toward a Comprehension View of Web Engineering', 5th International Conference, ICWE 2005, Sydney, Australia, pp 19-29.

Valeria de Castro, Marcela Genero, Esperanza Marcos, Mario Piattini (2007), 'Including Routes in Web Information Systems as a Way to Improve the Navigability: An Empirical Study', WISE 2007 International Workshops, Nancy, France, pp 505-510.

Yulkeidi Martínez, Cristina Cachero, Santiago Meliá (2013), 'Empirical study on the maintainability of Web applications: Model-driven Engineering vs Code-centric' Empirical Software Engineering.

Zhao Huang, Laurence Brooks(2011), 'Systematically Evaluating Usability in Web-Based Electronic Government An Empirical Study', 7th International Conference, WEBIST 2011, Noordwijkerhout, Netherlands, pp 133-148.