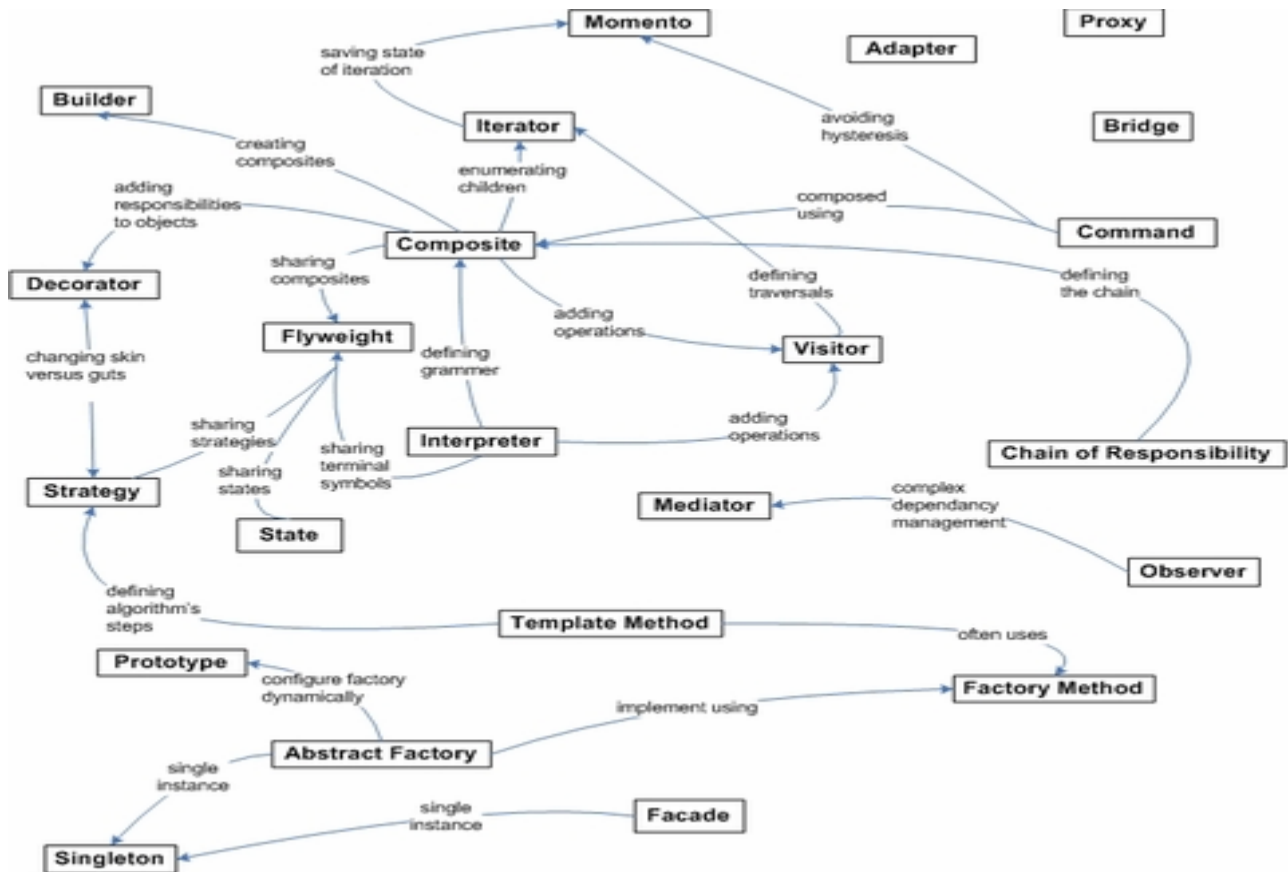


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΣΕΡΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΣΕ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΚΩΔΙΚΑ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΓΚΟΥΝΤΙΝΑΣ ΛΑΖΑΡΟΣ(ΑΜ:708)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ

ΣΕΡΡΕΣ ΜΑΡΤΙΟΣ 2012

Υπεύθυνη Δήλωση : Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην πτυχιακή εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η πτυχιακή εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Πληροφορικής & Επικοινωνιών του Τ.Ε.Ι. Σερρών.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην βελτίωση της ποιότητας του λογισμικού, αποσκοπεί η χρήση των προτύπων σχεδίασης. Τα πρότυπα σχεδίασης, είναι μηχανισμοί που παρέχουν λύσεις σε συνήθη σχεδιαστικά προβλήματα, που παρουσιάζονται κατά τις φάσεις της σχεδίασης, της ανάπτυξης ή της τροποποίησης του λογισμικού. Τα πρότυπα, βελτιώνουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του συστήματος, παρέχοντας ευελιξία, προσαρμοστικότητα, ευκολία στη συντήρηση, δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης συστατικών του συστήματος κ.α.

Η διεξαγωγή της παρούσας μελέτης αποδείχθηκε ιδιαίτερα χρήσιμη για την εξοικείωση του συγγραφέα με προηγμένα θέματα τεχνολογίας λογισμικού, τις μεθόδους εμπειρικής αξιολόγησης μιας μελέτης. Επιπλέον, τα αποτελέσματα της εργασίας θεωρούνται σημαντικά και ευρύτερου επιστημονικού ενδιαφέροντος, από τη στιγμή που αξιολογούν τη χρήση των προτύπων σχεδίασης στην ποιότητα του λογισμικού, ζήτημα επίκαιρο στην κοινωνία ανάπτυξης λογισμικού. Ο όρος «πρότυπο σχεδίασης» έχει πολύ μεγάλη σημασία για τη μηχανική λογισμικού, και εξακολουθούν να αποτελούν ένα σημαντικό πεδίο έρευνας μέχρι σήμερα.

. Στην εργασία αυτή παρουσιάζουμε μια εμπειρική μελέτη, σχετικά με τη χρήση προτύπων σχεδίασης σε έργα ανοιχτού λογισμικού, συλλέξαμε δεδομένα για 781 έργα λογισμικού από 19 κατηγορίες με κάθε μια από αυτές να περιέχει έως 50 έργα καθώς και όλες τις γενιές τους. Τα έργα εξορύχθηκαν από ένα γνωστό αποθετήριο κώδικα (sourceforge), που πληρεί τις προδιαγραφές της έρευνας μας. Με τη χρήση ενός εργαλείου ανίχνευσης προτύπων σχεδίασης από object αρχεία Java εξορύξαμε πληροφορίες σχετικά με τη χρήση προτύπων σχεδίασης. Τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν αναλύθηκαν με τη βοήθεια στατιστικών τεχνικών και προέκυψαν ενδιαφέροντα αποτελέσματα που παρουσιάζονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 2.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στον επιβλέποντα καθηγητή αυτής της πτυχιακής εργασίας, κ.Αμπατζόγλου Απόστολο, που από την πρώτη στιγμή της ανάθεσης βρίσκονταν δίπλα μου, σαν συνεργάτης και δάσκαλος αν και μπορούσε να αρνηθεί την βοήθεια του έχοντας αποχωρήσει στην μέση της ανάθεσης της πτυχιακής μου από το ΤΕΙ ΣΕΡΡΩΝ.. .

Ένα ευχαριστώ και στον υπεύθυνο του Τομέα Υπολογιστικών Τεχνικών και Συστημάτων, Χρ. Αναστασίου για την προθυμία του να προωθήσει την εξέλιξη της πτυχιακής και την αναλαβή της από το κύριο Λαζαρίδη Αλέξανδρο ,τον οποίο ευχαριστώ και αυτόν πολύ για την καλή διάθεση και συνεργασία που έδειξε για την εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	5
Περιεχόμενα.....	5
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1 ΑΝΟΙΧΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ	7
1.2 ΠΡΟΤΥΠΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	8
1.2.1 Factory	9
1.2.2 Prototype	10
1.2.3 Singleton.....	10
1.2.4 Adapter	11
1.2.5 Composite	12
1.2.6 Decorator	13
1.2.7 Proxy.....	14
1.2.8 Observer	15
1.2.9 State	16
1.2.10 Template	17
1.2.11 Visitor.....	18
1.3 ΕΜΠΕΙΡΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ.....	19
1.3.1 Μελέτες Περίπτωσης	20
1.3.2 Μεθοδολογία Σύνταξης Μελέτης Περίπτωσης.....	20
2. ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΧΡΗΣΗΣ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΣΤΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ	23
2.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	23
2.1.1 Τα ερωτήματα της έρευνας	23
2.1.2 Πλάνο της μελέτης περίπτωσης	23
2.1.3 Μέθοδοι Ανάλυσης Δεδομένων.....	24
2.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	25
3. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	50
3.1 Εφαρμογή προτύπων σχεδίασης.....	50
3.2 Πρότυπα Σχεδίασης και Κατηγορίες ανοικτού λογισμικού.....	52

3.3 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑΣ	56
4.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	57
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	58
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α – Λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη περίπτωσης.	62

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις μέρες μας, η χρήση προτύπων σχεδίασης συνηθίζεται κατά τη φάση της ανάπτυξης λογισμικού, αφού τα πρότυπα παρέχουν, επαναχρησιμοποιήσιμες και τεκμηριωμένες λύσεις σε συνηθισμένα σχεδιαστικά προβλήματα. Ένα άλλο φαινόμενο της εποχής μας, είναι η ακμή των κοινωνιών ανοιχτού λογισμικού που έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνεται ο αριθμός των εφαρμογών που διατίθενται μέσω πολύ γνωστών αποθετηρίων κώδικα με γρήγορους ρυθμούς. Το μέγεθος του κώδικα που διατίθεται ελεύθερα στους προγραμματιστές διευκολύνει στο να γίνεται εκτενής επαναχρησιμοποίηση κώδικα. Μια από τις μεγαλύτερες ανησυχίες των προγραμματιστών όταν επαναχρησιμοποιούν κώδικα είναι η ποιότητα του κώδικα που πρόκειται να επαναχρησιμοποιήσουν.

Στο πρώτο μέρος της εργασίας, γίνεται αναφορά στα πρότυπα σχεδίασης και λεπτομερή ανάλυση ως προς τα χαρακτηριστικά τους.

Στο δεύτερο μέρος της εργασίας, ερευνούμε το κατά πόσο χρησιμοποιούνται τα πρότυπα σχεδίασης σε εφαρμογές ανοιχτού λογισμικού. Ποιο συγκεκριμένα, αυτή η μελέτη εκθέτει εμπειρικά αποτελέσματα βασισμένα στον αριθμό και το είδος των προτύπων σχεδίασης που προέκυψαν από εφαρμογές ανοιχτού λογισμικού. Μέχρι τώρα έχουν μελετηθεί (781) έργα ανοιχτού λογισμικού με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι κάποια πρότυπα σχεδίασης χρησιμοποιούνται συχνότερα από άλλα, ενώ κάποια πρότυπα εφαρμόζονται πιο συχνά σε συγκεκριμένες κατηγορίες .

1.1 ΑΝΟΙΧΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

Η διαδικασία ανάπτυξης κώδικα ανοιχτού λογισμικού (OSS), που παρουσιάστηκε το 1998 (Feller και Fitzgerald, 2002), είναι μια σχετικά καινούρια τάση στην παραγωγή λογισμικού. Παρά το μικρό διάστημα ζωής της, η κοινωνία ανοιχτού λογισμικού μπορεί να επιδείξει ορισμένα πολύ πετυχημένα έργα με μεγάλη αποδοχή από την κοινωνία των υπολογιστών, όπως τα Linux, Apache Server και Mozilla Firefox.

Η ανάπτυξη μιας εφαρμογής ανοιχτού λογισμικού βασίζεται στη συνεργασία. Ένας μόνος προγραμματιστής, ή μία ομάδα προγραμματιστών ξεκινάει μια εφαρμογή και ανακοινώνει, μέσω του διαδικτύου, μια έκδοση που διατίθεται ελεύθερα, τόσο για χρήση όσο και για τροποποίηση. Έπειτα, η κοινωνία ανοιχτού λογισμικού επεκτείνει και συντηρεί την εφαρμογή. Αυτός ο τρόπος ανάπτυξης έχει και πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Ένα μειονέκτημα της ανάπτυξης λογισμικού ανοιχτού κώδικα είναι η έλλειψη τεκμηρίωσης και τεχνικής υποστήριξης. Από την άλλη πλευρά τα βασικά πλεονεκτήματα του ανοιχτού λογισμικού είναι το χαμηλό κόστος, η αξιοπιστία και το γεγονός ότι παρέχει τον πηγαίο κώδικά των εφαρμογών στους χρήστες ώστε να μπορούν να προσαρμόσουν το λογισμικό σύμφωνα με τις δικές τους ανάγκες (Samoladas et al., 2004).

Επιπλέον το λογισμικό ανοιχτού κώδικα παρέχει μεγάλες δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης, από την άποψη ότι διατίθεται ελεύθερα στους προγραμματιστές παρέχοντας μια ευρεία γκάμα κώδικα. Προκειμένου ένα τμήμα κώδικα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί εύκολα και επιτυχώς από μια άλλη εφαρμογή πρέπει να είναι κατανοητό, ευκολοσυντήρητο και ευέλικτο. Σε αυτό συμβάλλουν σημαντικά τα πρότυπα σχεδίασης. Στα (Meyer και Arnout, 2006, Arnout και Meyer, 2006) περιγράφεται πώς τα αντικειμενοστραφή σχεδιαστικά πρότυπα μπορούν να μετατραπούν σε επαναχρησιμοποιήσιμα συστατικά.

1.2 ΠΡΟΤΥΠΑ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

Τα πρότυπα σχεδίασης παρουσιάστηκαν αρχικά στον τομέα της αρχιτεκτονικής, από τον Christopher Alexander. Ο Alexander παρατήρησε ότι υπάρχουν συγκεκριμένα αρχιτεκτονικά σχεδιαστικά προβλήματα που μπορούν να διαχειριστούν με κοινές λύσεις. Έτσι κατέγραψε αυτά τα ζευγάρια προβλημάτων και λύσεων προτείνοντας την επαναχρησιμοποίηση τους για την επίτευξη καλών ποιοτικά σχεδίων (Alexander et al., 1977). Στα μέσα του '90 η ιδέα των προτύπων υιοθετήθηκε από τους προγραμματιστές αντικειμενοστραφούς λογισμικού. Στο (Gamma et al., 1995) καταγράφονται 23 πρότυπα που επιλύουν συνήθη προβλήματα στη σχεδίαση λογισμικού. Τα τελευταία χρόνια, τα πρότυπα σχεδίασης εξακολουθούν να ελκύουν το ενδιαφέρον των ερευνητών και πλέον θεωρούνται ως ένα αξιосέβαστο

κομμάτι έρευνας της μηχανικής λογισμικού. Ωστόσο μέχρι σήμερα δεν έχουν σημειωθεί ερευνητικές προσπάθειες που να ανακεφαλαιώνουν τη μέχρι τώρα ερευνητική δραστηριότητα σε αυτό το πεδίο.

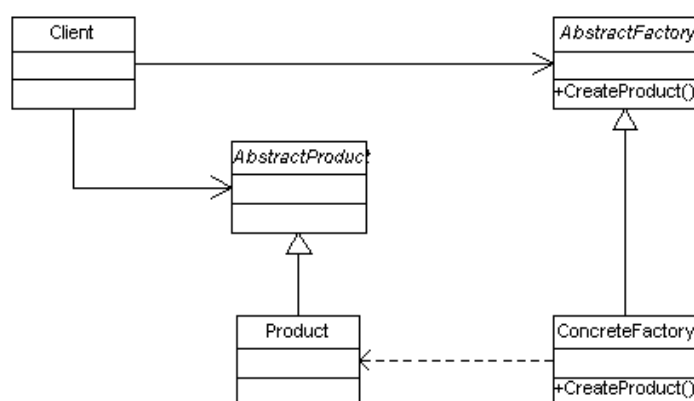
1.2.1 Factory

Το πρότυπο σχεδίασης Factory έχει ως σκοπό την παροχή μιας διασύνδεσης για τη δημιουργία οικογενειών, συσχετιζόμενων ή εξαρτημένων αντικειμένων, χωρίς να προσδιορίζεται η συγκεκριμένη κλάση τους (Chatzigeorgiou, 2005).

Ανήκει στην κατηγορία των κατασκευαστικών προτύπων (creational) και ως εκ τούτου επιτρέπει τη συγγραφή μεθόδων που δημιουργούν νέα αντικείμενα, χωρίς την άμεση χρήση ιδιωμάτων (π.χ. τελεστής new), όπως συμβαίνει στις αντικειμενοστραφείς γλώσσες προγραμματισμού. Το γεγονός αυτό επιτρέπει την ανάπτυξη μεθόδων που παράγουν ομάδες διαφορετικών αντικειμένων καθώς και την επέκτασή τους για νέα αντικείμενα χωρίς την τροποποίηση του κώδικα των μεθόδων.

Το πρότυπο Factory χρησιμοποιείται για την αποφυγή εξάρτησης από συγκεκριμένες κλάσεις όταν απαιτείται η δημιουργία αντικειμένων καθώς και για την ομαδοποίηση μεθόδων που δημιουργούν συσχετιζόμενα αντικείμενα σε μια αφηρημένη κλάση

Γενική δομή



Σχήμα 1: Διάγραμμα κλάσεων προτύπου Factory

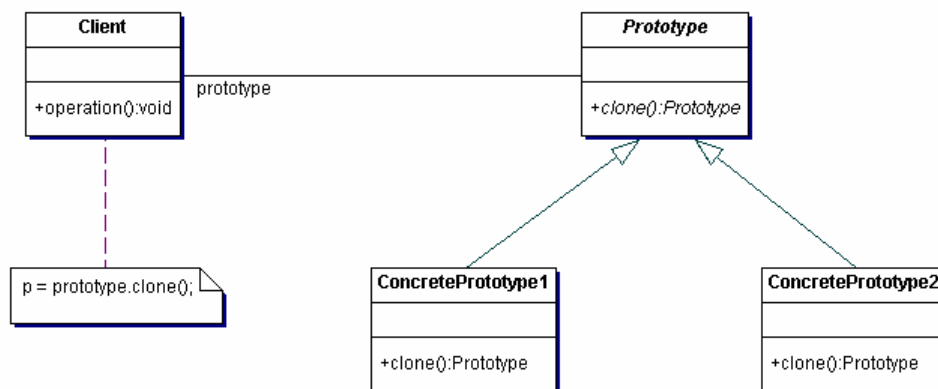
1.2.2 Prototype

Το πρότυπο Prototype προσδιορίζει τους τύπους των αντικειμένων και δημιουργεί στιγμιότυπα χρησιμοποιώντας πρωτότυπα, με σκοπό να δημιουργεί αντικείμενα αντιγράφοντας αυτά τα πρωτότυπα.

Το Prototype κατασκευάζει νέα αντικείμενα κοινοποιώντας κάποιο υπάρχον. Η κλωνοποίηση γίνεται μέσω μιας μεθόδου clone() η οποία παρέχεται από μια αφηρημένη κλάση ή διασύνδεση A και υλοποιείται σε κάθε παραγόμενη κλάση B, που κληρονομεί την A. Έτσι η κλήση της clone() σε ένα στιγμιότυπο της B επιστρέφει ένα αντίγραφο του εν λόγω στιγμιότυπου, το οποίο αναλόγως με την υλοποίηση μπορεί να είναι είτε να περιέχει δείκτες προς τις εσωτερικές δομές δεδομένων του αρχικού στιγμιότυπου, είτε να περιέχει πλήρως νεοδημιουργηθέντα αντίγραφα αυτών των δομών.

Το πρότυπο αυτό, χρησιμοποιείται για την αποφυγή δημιουργίας υποκλάσεων ενός αντικειμένου δημιουργού στην εφαρμογή και την αποφυγή του κόστους κληρονομικότητας για την δημιουργία ενός νέου αντικειμένου με το συμβατικό τρόπο (Gamma et al., 1995).

Γενική δομή



Σχήμα 2: Διάγραμμα κλάσεων προτύπου Prototype

1.2.3 Singleton

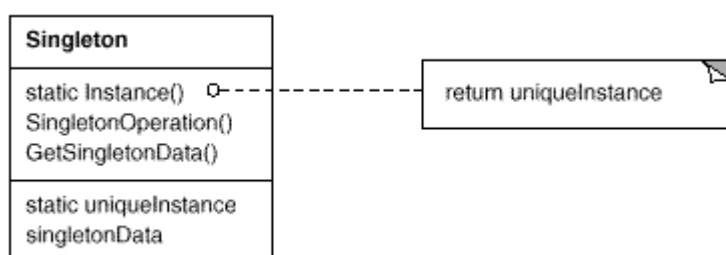
Το πρότυπο Singleton εξασφαλίζει ότι μια κλάση θα έχει μόνο ένα στιγμιότυπο και παρέχει ένα καθολικό σημείο πρόσβασης σε αυτό (Chatzigeorgiou, 2005).

Συνήθως, μεταξύ των κλάσεων και των στιγμιότυπων τους υπάρχει μια σχέση ένα προς πολλά. Κατά τη διαδικασία ανάλυσης, η ύπαρξη πολλών

στιγμιότυπων της ίδιας έννοιας στο σύστημα υποδηλώνει την αναγκαιότητα μιας κλάσης. Τα αντικείμενα δημιουργούνται δεσμεύοντας χώρο στη μνήμη, οπότε κρίνεται σκόπιμο και διαγράφονται όταν τερματιστεί η χρήση τους. Ορισμένες όμως φορές, απαιτείται η ύπαρξη κλάσεων από τις οποίες παράγεται ένα μόνο αντικείμενο. Συχνά, το αντικείμενο αυτό δημιουργείται κατά την έναρξη της εφαρμογής και διαγράφεται με το πέρας της. Ο ρόλος του μοναδικού αυτού αντικειμένου, είναι η διαχείριση των υπολοίπων αντικειμένων της εφαρμογής, και για το λόγο αυτό αποτελεί λογικό σφάλμα να δημιουργηθούν περισσότερα του ενός τέτοια αντικείμενα-διαχειριστές. Το πρότυπο περιλαμβάνει μια ειδική μέθοδο κατασκευής στιγμιότυπων, που με την κλήση της, ελέγχει αν κάποιο αντικείμενο έχει ήδη δημιουργηθεί. Αν έχει όντως δημιουργηθεί, επιστρέφει απλώς ένα δείκτη προς το υπάρχον αντικείμενο. Διαφορετικά, δημιουργεί πρώτα το αντικείμενο και επιστρέφει και έναν δείκτη προς αυτό. Προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι αυτός είναι ο μοναδικός τρόπος δημιουργίας αντικειμένων, ο κατασκευαστής της κλάσης δηλώνεται ως προστατευμένος (protected) ή ιδιωτικός (private).

Το πρότυπο Singleton χρησιμοποιείται όταν σε κάποιο σύστημα λογισμικού υπάρχει η απαίτηση από μια κλάση να δημιουργείται ένα και μόνο αντικείμενο.

Γενική δομή



Σχήμα 3: Διάγραμμα κλάσεων προτύπου Singleton

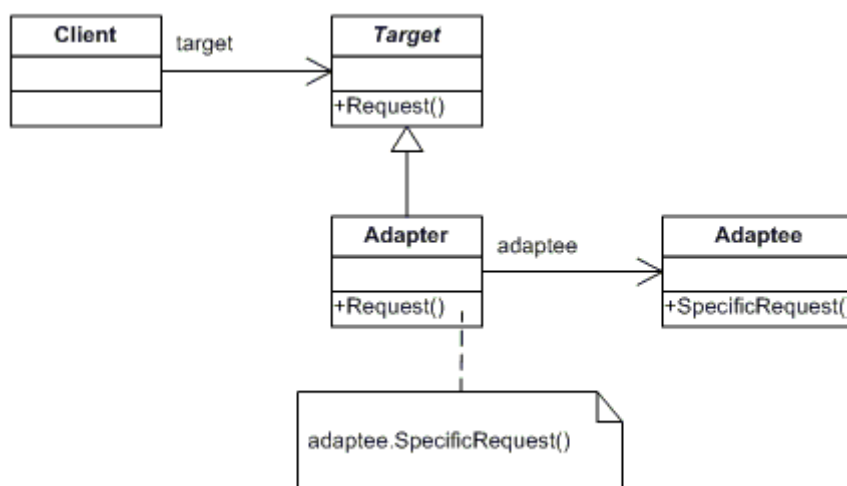
1.2.4 Adapter

Το πρότυπο σχεδίασης Adapter έχει ως στόχο την μετατροπή της διασύνδεσης μιας κλάσης σε μια άλλη που αναμένει το πρόγραμμα πελάτης. Έτσι, επιτρέπει τη συνεργασία κλάσεων, η οποία σε διαφορετική περίπτωση θα ήταν αδύνατη λόγω ασύμβατων διασυνδέσεων.

Συχνά ο κώδικας μιας κλάσης προσφέρεται για επαναχρησιμοποίηση, αλλά αυτή δεν είναι δυνατή, λόγω του ότι τα προγράμματα που επιθυμούν να χρησιμοποιήσουν τις λειτουργίες της, αναμένουν διαφορετική διασύνδεση. Στη συνήθη περίπτωση όπου τα προγράμματα πελάτες δεν είναι δυνατόν να τροποποιηθούν και η κλάση Σχεδίασης είναι επιθυμητό να χρησιμοποιηθεί χωρίς τροποποίηση, βρίσκει εφαρμογή το πρότυπο Adapter. Ένας προσαρμογέας κλάσης χρησιμοποιεί πολλαπλή κληρονομικότητα για να προσαρμόσει μια διασύνδεση σε μια άλλη, ενώ ένας προσαρμογέας αντικειμένου, βασίζεται στη σύνθεση αντικειμένων και στη διαβίβαση μηνυμάτων.

Το πρότυπο αυτό χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε μια υπάρχουσα κλάση, αλλά η διασύνδεσή της δεν συμβαδίζει με τις υπάρχουσες ανάγκες (Chatzigeorgiou, 2005)

Γενική δομή



Σχήμα 4: Διάγραμμα κλάσεων προτύπου Adapter

1.2.5 Composite

Το πρότυπο σχεδίασης Composite επιτρέπει τη σύνθεση αντικειμένων σε δενδροειδείς δομές για την αναπαράσταση ιεραρχιών τμήματος-όλου. Έτσι επιτρέπει στα προγράμματα πελάτες να διαχειρίζονται με ενιαίο τρόπο τόσο τα ανεξάρτητα αντικείμενα, όσο και σύνθετα αντικείμενα.

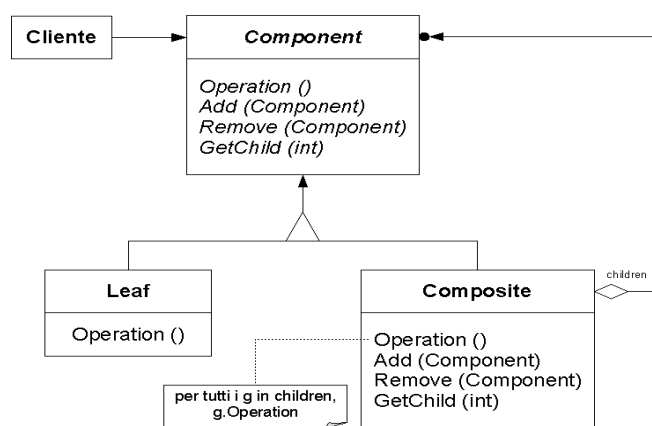
Το πρότυπο σχεδίασης Composite δίνει λύσεις με κομψό τρόπο σε προβλήματα χρήσης σχέσεων περιεκτικότητας μεταξύ της κλάσης που

αντιπροσωπεύει το όλον (περικλείουσα κλάση) και των κλάσεων που αντιπροσωπεύουν τα τμήματα.

Το σημείο κλειδί στο πρότυπο είναι η ύπαρξη μιας αφηρημένης κλάσης που αναπαριστά τόσο τις πρωταρχικές όσο και τις περικλείουσες κλάσεις. Έτσι είναι δυνατή η δημιουργία οποιουδήποτε πρωταρχικού ή σύνθετου αντικειμένου επιτρέποντας ομοιόμορφο χειρισμό των αντικειμένων από ένα μόνο πρόγραμμα πελάτη.

Ο χρήστης είναι σε θέση να δημιουργήσει οποιαδήποτε σύνθετη οντότητα και να την προσθέσει στην εφαρμογή. Η σχεδίαση ενός σύνθετου αντικειμένου ουσιαστικά συνιστάται στη σχεδίαση των επιμέρους τμημάτων του. Για το λόγο αυτό είναι επιθυμητή η ενιαία αντιμετώπιση όλων των αντικειμένων. Το πρότυπο Composite, επιτρέπει τον αναδρομικό ορισμό περιεκτικότητας, ώστε οι πελάτες να μην αντιλαμβάνονται τη διαφορά μεταξύ πρωταρχικών και σύνθετων αντικειμένων (Chatzigeorgiou, 2005).

Γενική δομή



Σχήμα 5: Διάγραμμα κλάσεων προτύπου Composite

1.2.6 Decorator

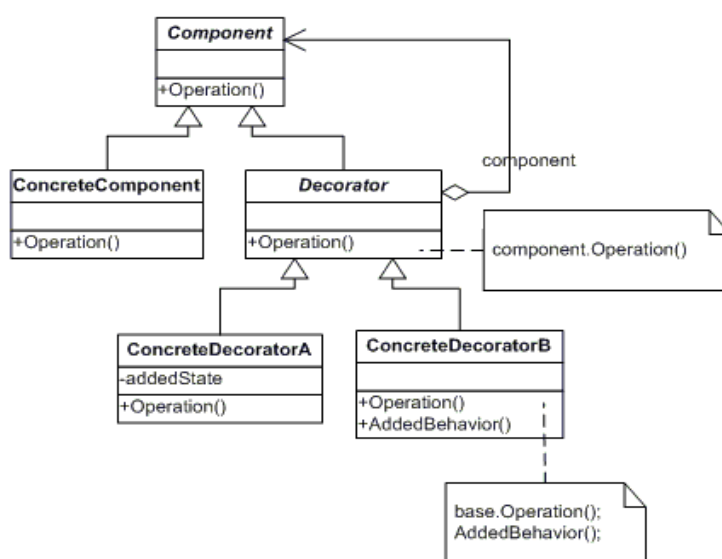
Το πρότυπο Decorator περιγράφει έναν τρόπο για να προσθέσει κανείς δυναμικά ένα μη καθορισμένο αριθμό αρμοδιοτήτων σε ένα αντικείμενο. Επιτρέπει δηλαδή, την εύκολη και δυναμική επέκταση της λειτουργικότητας κάποιων υπάρχοντων κλάσεων, που υλοποιούν την ίδια διασύνδεση ή κληρονομούν την ίδια αφηρημένη κλάση, σε χρόνο εκτέλεσης

Αυτό επιτυγχάνεται μέσω μιας νέας κλάσης Decorator, που υλοποιεί την διεπαφή αλλά περιέχει ως ιδιωτικό πεδίο και μια αναφορά σε ένα στιγμιότυπο

του γενικού τύπου της διεπαφής, η οποία τυπικά μεταβιβάζεται ως όρισμα στον κατασκευαστή της Decorator. Έτσι οι μέθοδοι της τελευταίας, υλοποιούν εσωτερικά την καινούρια λειτουργικότητα, αλλά για τις κοινές εργασίες καλούν τις αντίστοιχες μεθόδους της γενικής διεπαφής.

Το πρότυπο Decorator χρησιμοποιείται για την δυναμική επισύναψη αρμοδιοτήτων σε ένα αντικείμενο και παρέχει μια ευέλικτη εναλλακτική αντί της δημιουργίας υποκλάσεων για την επέκταση της λειτουργικότητας, αποφεύγοντας έτσι τον κίνδυνο πολλαπλασιασμού των υποκλάσεων (Gamma et al., 1995).

Γενική δομή



Σχήμα 6: Διάγραμμα κλάσεων προτύπου Decorator

1.2.7 Proxy

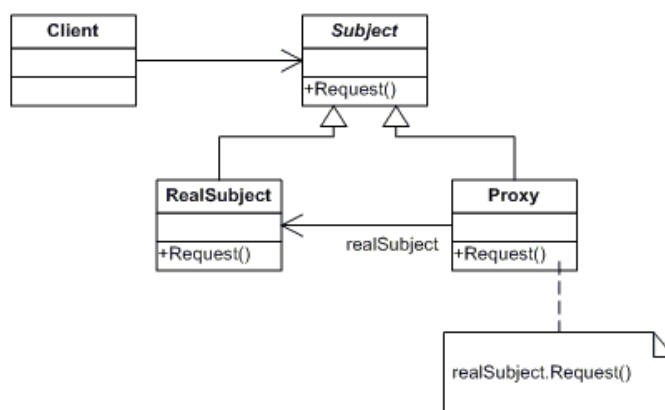
Το πρότυπο Proxy λειτουργεί ως υποκατάστατο ή ως ένας τρόπος κράτησης της θέσης ενός άλλου αντικειμένου.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί με πολλούς τρόπους, είτε λειτουργώντας τοπικά ως αντιπρόσωπος ενός αντικειμένου, είτε αναπαριστώντας ένα μεγάλο αντικείμενο που πρέπει να φορτωθεί εφόσον ζητηθεί, είτε προστατεύοντας την πρόσβαση προς ένα ευαίσθητο αντικείμενο. Τα πρότυπα Proxy παρέχουν ένα επίπεδο ανακατεύθυνσης σε συγκεκριμένες ιδιότητες των αντικειμένων. Έτσι μπορούν να απαγορέψουν, να ενισχύσουν ή να αλλάξουν αυτές τις ιδιότητες.

Ένας λόγος ελέγχου της πρόσβασης σε ένα αντικείμενο, είναι για να διαφοροποιηθεί το κόστος δημιουργίας του και να επιτρέπεται η αρχικοποίηση του μονάχα όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Όταν το πρότυπο Proxy

αναπαριστά ένα μεγάλο αντικείμενο, μέχρις ότου ζητηθεί από την εφαρμογή να φορτωθεί το ίδιο το αντικείμενο, επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ταχύτητα και λιγότερη φόρτωση της μνήμης της εφαρμογής που χρησιμοποιεί το πρότυπο (Gamma et al., 1995).

Γενική δομή



Σχήμα 7: Διάγραμμα κλάσεων προτύπου Proxy

1.2.8 Observer

Το πρότυπο σχεδίασης Observer ορίζει μια σχέση εξάρτησης ένα προς πολλά, μεταξύ αντικειμένων, έτσι ώστε όταν μεταβάλλεται η κατάσταση ενός αντικειμένου, όλα τα εξαρτώμενα αντικείμενα να ενημερώνονται και να τροποποιούνται αυτόματα.

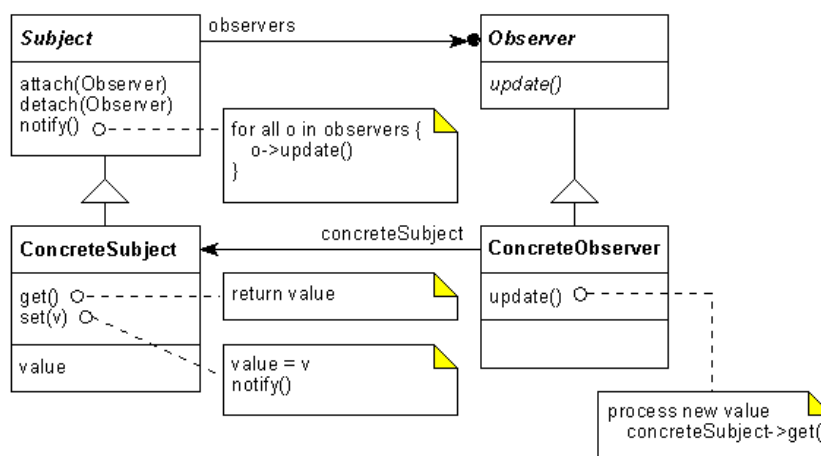
Το πρότυπο αυτό επιδιώκει την μείωση της σύζευξης μεταξύ των αντικειμένων, παρέχοντας αυξημένη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης και τροποποίησης του συστήματος. Επίσης, επιτρέπει την αυτόματη ειδοποίηση και ενημέρωση ενός συνόλου αντικειμένων τα οποία αναμένουν ένα γεγονός, που εκδηλώνεται ως αλλαγή στη κατάσταση ενός αντικειμένου. Στόχος, είναι η από-σύζευξη των παρατηρητών από το παρακολουθούμενο αντικείμενο, έτσι ώστε κάθε φορά που προστίθεται ένας νέος παρατηρητής (ενδεχομένως με διαφορετική διασύνδεση), να μην απαιτούνται αλλαγές στο παρακολουθούμενο αντικείμενο.

Το συγκεκριμένο πρότυπο χρησιμοποιείται ευρέως και υλοποιείται με σχετική ευκολία σε διάφορες γλώσσες προγραμματισμού. Η εφαρμογή του προϋποθέτει τον εντοπισμό των εξής δύο τμημάτων: ενός υποκειμένου και του παρατηρητή. Μεταξύ των δύο υφίσταται μια σχέση ένα προς πολλά. Το υποκείμενο θεωρείται ότι διατηρεί το μοντέλο των δεδομένων και η

λειτουργικότητα που αφορά στην παρατήρηση των δεδομένων κατανέμεται σε διακριτά αντικείμενα – παρατηρητές. Οι παρατηρητές καταχωρούνται στο υποκείμενο κατά τη δημιουργία τους. Οποτεδήποτε το υποκείμενο αλλάζει, «ανακοινώνει» προς όλους τους καταχωρημένους παρατηρητές το γεγονός της αλλαγής, και κάθε παρατηρητής, ρωτά το υποκείμενο για το υποσύνολο της κατάστασης του υποκειμένου που το ενδιαφέρει.

Το πρότυπο Observer χρησιμοποιείται όταν η αλλαγή της κατάστασης ενός αντικειμένου (υποκείμενο) απαιτεί την ειδοποίηση άλλων αντικειμένων (παρατηρητών), χωρίς το υποκείμενο να πρέπει να κάνει καμία υπόθεση για το ποια είναι τα αντικείμενα-παρατηρητές. Τέλος αξίζει να σημειωθεί, ότι η λίστα των παρατηρητών μπορεί να αλλάζει κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος (Chatzigeorgiou, 2005).

Γενική δομή



Σχήμα 8: Διάγραμμα κλάσεων προτύπου Observer

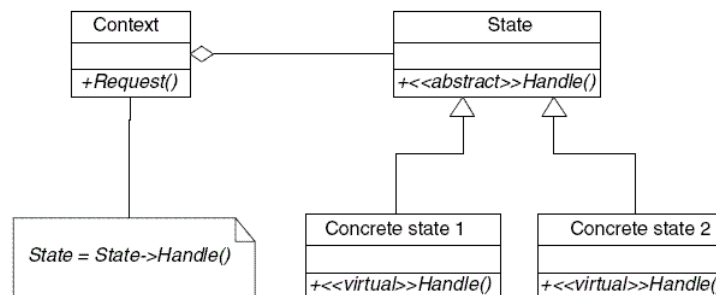
1.2.9 State

Το πρότυπο State ενθυλακώνει την κατάσταση ενός αντικειμένου, ώστε να μπορεί να αλλάξει τη συμπεριφορά του, όταν αλλάξει η εσωτερική κατάσταση του αντικειμένου. (Gamma et al., 1995).

Το πρότυπο State δίνει τη δυνατότητα σε ένα αντικείμενο να συμπεριφέρεται σαν να αλλάζει η κλάση του, κάτι που στις περισσότερες αντικειμενοστραφείς γλώσσες είναι αδύνατο. Στο πρότυπο, η κλάση πελάτης, περιέχει μια αφηρημένη κλάση, η οποία όμως δεν αντιπροσωπεύει μια στρατηγική αλλά μια κατάσταση. Οι παράγωγες κλάσεις υλοποιούν τις διάφορες καταστάσεις και κατά συνέπεια, η κλάση πελάτης, μπορεί να

εναλλάξει την κατάσταση της αλλάζοντας την τιμή του δείκτη αναφοράς προς την επιθυμητή περιεχόμενη κατάσταση.

Γενική δομή



Σχήμα 9: Διάγραμμα κλάσεων προτύπου State

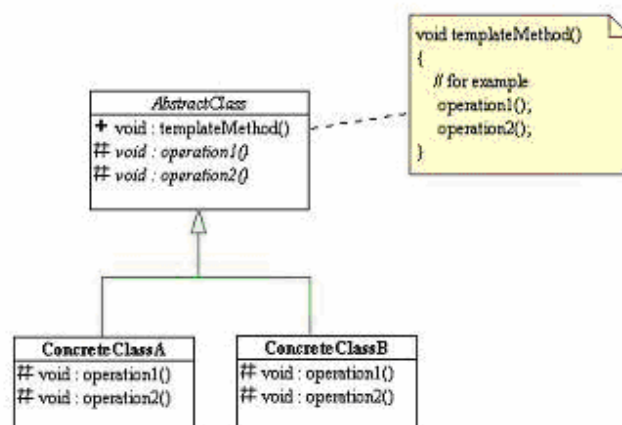
1.2.10 Template

Το πρότυπο σχεδίασης Template ορίζει το περίγραμμα ενός αλγορίθμου σε μια λειτουργία, επιτρέποντας στις παράγωγες κλάσεις να επαναορίσουν ορισμένα βήματα του αλγορίθμου, χωρίς να αλλάξουν τη δομή τους.

Στόχος είναι ο διαχωρισμός ενός γενικού αλγορίθμου σε συγκεκριμένες υλοποιήσεις, εκμεταλλευόμενος το μηχανισμό της κληρονομικότητας. Το πρότυπο Template εφαρμόζεται πολύ συχνά, ακόμα και όταν δε γίνεται αντιληπτό ως ξεχωριστή τεχνική. Το πιο κλασικό παράδειγμα εφαρμογής του προτύπου είναι στους αλγορίθμους ταξινόμησης.

Το πρότυπο Template χρησιμοποιείται για τον ορισμό των αμετάβλητων τμημάτων και τη μετάθεση της υλοποίησης των μεταβλητών τμημάτων του αλγορίθμου σε παράγωγες κλάσεις (Chatzigeorgiou, 2005).

Γενική δομή



Σχήμα 10: Διάγραμμα κλάσεων προτύπου Template

1.2.11 Visitor

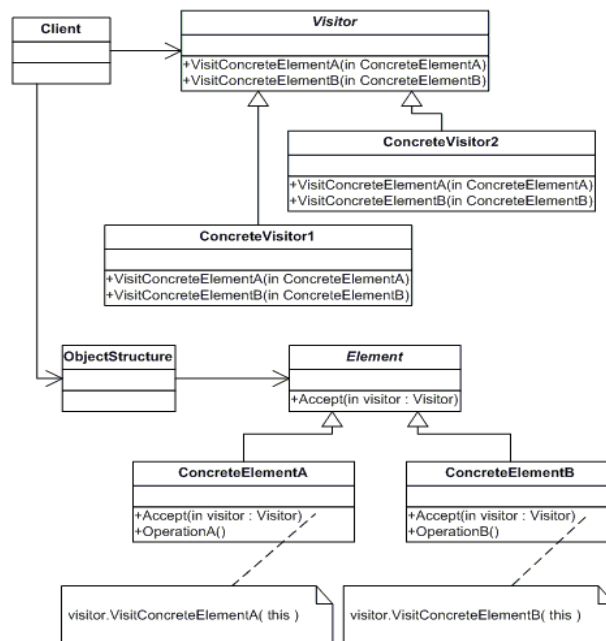
Το πρότυπο σχεδίασης Visitor έχει ως στόχο την αναπαράσταση μιας λειτουργίας που πρόκειται να πραγματοποιηθεί στα στοιχεία μιας δομής αντικειμένων. Το πρότυπο επιτρέπει τον ορισμό μιας νέας λειτουργίας χωρίς την τροποποίηση των κλάσεων των στοιχείων στα οποία επιδρά.

Συχνά απαιτείται η προσθήκη μιας νέας μεθόδου σε μια υπάρχουσα ιεραρχία κλάσεων, αλλά είναι εξαιρετικά δύσκολο να τροποποιηθούν οι ίδιες οι κλάσεις της ιεραρχίας. Η προσέγγιση αυτή ενθαρρύνει τη σχεδίαση ιεραρχιών από στοιχεία «ελαφρού τύπου» καθώς οι αντίστοιχες κλάσεις έχουν περιορισμένες αρμοδιότητες. Νέα λειτουργικότητα μπορεί εύκολα να προστεθεί στη νέα ιεραρχία μόνο με τη δημιουργία μιας νέας υποκλάσης στο πρότυπο επισκέπτη.

Το πρότυπο αυτό έχει μεγάλη πολυπλοκότητα στη λειτουργία του, καθώς υλοποιεί τη λεγόμενη «διπλή αποστολή», κατά την οποία η λειτουργία που εκτελείται εξαρτάται από το όνομα της αίτησης και τον τύπο των δυο αποδεκτών (δηλαδή του Επισκέπτη και του στοιχείου που επισκέπτεται).

Το πρότυπο Visitor χρησιμοποιείται για την προσθήκη λειτουργιών στα αντικείμενα μιας ιεραρχίας αντικειμένων χωρίς να χρειαστεί η προσθήκη των λειτουργιών μέσα στις κλάσεις (Chatzigeorgiou, 2005).

Γενική δομή



Σχήμα 11: Διάγραμμα κλάσεων προτύπου Visitor

1.3 ΕΜΠΕΙΡΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ

Σύμφωνα με το (Wohlin et al., 2000), υπάρχουν τρεις βασικές προσεγγίσεις εμπειρικής έρευνας, οι μελέτες πεδίου, οι μελέτες περίπτωσης και τα πειράματα. Η επιλογή της προσέγγισης που θα ακολουθηθεί γίνεται συνήθως λαμβάνοντας υπόψη τη φύση και το αντικείμενο της εκάστοτε έρευνας.

Η τεχνική των μελετών περίπτωσης χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση έργων, ενεργειών ή εργασιών. Καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης συλλέγονται δεδομένα για έναν συγκεκριμένο σκοπό τα οποία συνήθως περνούν από στατιστική ανάλυση για την εξαγωγή αποτελεσμάτων. Τα πειράματα διεξάγονται συνήθως σε εργαστηριακό περιβάλλον, που παρέχει υψηλά επίπεδα ελέγχου. Τα υποκείμενα του πειράματος που έχουν επιλεγεί με βάση ορισμένα κριτήρια, εξετάζονται τυχαία σε κάποια καθήκοντα. Έπειτα ακολουθεί στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων του πειράματος, ενώ υπολογίζεται και ο βαθμός χειραγώγησης ορισμένων μεταβλητών. Η διαφορά μεταξύ μιας μελέτης περίπτωσης και ενός πειράματος είναι ότι το δείγμα των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται σε ένα πείραμα μπορεί να χειραγωγηθεί, ενώ σε μια μελέτη περίπτωσης το δείγμα των μεταβλητών προέρχεται από την αναπαράσταση μιας πραγματικής κατάστασης. Τέλος, μια μελέτη πεδίου, χρησιμοποιείται συνήθως για την διεξαγωγή μιας αναδρομικής εξέτασης, όταν για παράδειγμα ένα εργαλείο ή μια τεχνική χρησιμοποιείται για ένα χρονικό διάστημα. Η μελέτη γίνεται με χρήση ερωτηματολογίων που διανέμονται σε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα πληθυσμού που θέλουμε να μελετήσουμε. Τα αποτελέσματα της έρευνας αναλύονται και στην τελική φάση γενικεύονται για τον πληθυσμό απ' όπου προέρχονταν το δείγμα.

Στο κεφάλαιο 2 παρουσιάζεται μια μελέτη περίπτωσης. Η πληθώρα των εφαρμογών ανοιχτού κώδικα αναγάγει την μελέτη περίπτωσης στη βέλτιστη προσέγγιση έρευνας. Αντίθετα, μία μελέτη πεδίου δεν θα ταίριαζε στη δική μας έρευνα διότι θα οδηγούσε στο να μην συνυπολογίσουμε τα πρότυπα εκείνα που χρησιμοποιήθηκαν από τους προγραμματιστές χωρίς πρόθεση, τις περισσότερες φορές κατά τύχη. Τέλος ένα πείραμα που θα βασίζονταν σε

προγραμματιστές ανοιχτού λογισμικού θα μείωνε τον αριθμό των παρατηρήσεων στην έρευνα μας.

1.3.1 Μελέτες Περίπτωσης

Μια μελέτη περίπτωσης συντάσσεται για να μελετήσει μια οντότητα ή ένα φαινόμενο μέσα σε συγκεκριμένα χρονικά πλαίσια (Wohlin et al., 2000). Ο ερευνητής συγκεντρώνει λεπτομερείς πληροφορίες συχνά εφαρμόζοντας διάφορες διαδικασίες συλλογής πληροφοριών.

Οι μελέτες περίπτωσης είναι ιδανικές για την βιομηχανική αξιολόγηση μεθόδων και εργαλείων της μηχανικής λογισμικού γιατί μπορούν να αποφύγουν κλιμακωτά αυξανόμενα προβλήματα. Ένα πλεονέκτημα των μελετών περίπτωσης είναι ότι προσφέρουν ευκολία στη φάση του σχεδιασμού και προγραμματισμού των εργασιών, ενώ μειονεκτήματα είναι ότι τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι δύσκολο να γενικευθούν και ακόμα δυσκολότερο να αποκωδικοποιηθούν. Στην περίπτωση που η επίδραση μιας διαδικασίας αλλαγής είναι πολύ διαδεδομένη, τότε μια μελέτη περίπτωσης είναι πιο κατάλληλη. Αυτό συμβαίνει επειδή η επίδραση μιας αλλαγής μπορεί να αξιολογηθεί μόνο σε υψηλό επίπεδο αφαίρεσης, γιατί μια διαδικασία τροποποίησης, περιλαμβάνει μικρότερες και πιο λεπτομερείς αλλαγές πέραν της διαδικασίας ανάπτυξης και επειδή τα αποτελέσματα μιας αλλαγής δεν μπορούν πάντα να είναι άμεσα ορατά.

Η έρευνα μέσω μελετών περίπτωσης είναι μια καθιερωμένη μέθοδος που χρησιμοποιείται για εμπειρικές μελέτες σε διάφορες επιστήμες. Στα πλαίσια της μηχανικής λογισμικού, οι μελέτες περίπτωσης χρησιμοποιούνται όχι μόνο για να αξιολογήσουν πώς και γιατί συμβαίνουν συγκεκριμένα φαινόμενα, αλλά και για να αξιολογήσουν διαφορές, όπως για παράδειγμα μεταξύ δυο σχεδιαστικών μεθόδων.

1.3.2 Μεθοδολογία Σύνταξης Μελέτης Περίπτωσης

Σύμφωνα με το (Kitchenham et al., 1995) τα βήματα που απαιτούνται για να συντάξει κανείς μια μελέτη περίπτωσης περιλαμβάνουν: (α) Ορισμό μιας υπόθεσης. (β) Επιλογή ορισμένων εφαρμογών, (γ) Επιλογή της μεθόδου σύγκρισης, (δ) Ελαχιστοποίηση των παραγόντων σύγχυσης, (ε) Σχεδιασμό

πλάνου για την μελέτη περίπτωσης, (στ) Παρακολούθηση της μελέτης περίπτωσης, (ζ) Ανάλυση και αναφορά των αποτελεσμάτων

Για να ορίσουμε την υπόθεση, ξεκινάμε ορίζοντας την επίδραση που περιμένουμε να έχει η μέθοδος. Ο ορισμός αυτός πρέπει να είναι αρκετά λεπτομερής, και να ξεκαθαρίζει τις μετρήσεις που πρέπει να γίνουν για να προκύψει το αποτέλεσμα. Επίσης, είναι σημαντικό να οριστεί τι δεν αναμένεται να συμβεί. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό γιατί επίσημα δεν μπορούμε να αποδείξουμε ότι μια υπόθεση αληθεύει. Μπορούμε μόνο να την καταρρίψουμε. Γι αυτό δηλώνουμε και μια μηδενική υπόθεση για να δείξουμε ότι δεν υπάρχει διαφοροποίηση στην μεταχείριση.

Κατά την επιλογή των εφαρμογών, είναι σημαντικό να επιλέξουμε εφαρμογές του ίδιου τύπου με αυτές που μας ενδιαφέρουν. Η επιλογή πρέπει να βασίζεται όχι μόνο στον τύπο της εφαρμογής, αλλά και στην συχνότητα που ο κάθε τύπος αναπτύσσεται.

Για το τρίτο βήμα πρέπει να έχουμε κατά νου, ότι η μελέτη περίπτωσης είναι από την φύση της συγκριτική μέθοδος όσον αφορά τα αποτελέσματά δύο ή περισσότερων μεθόδων. Για να επιβεβαιώσουμε την εσωτερική εγκυρότητα, πρέπει να βρούμε μια έγκυρη βάση για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της μελέτης περίπτωσης. Για να επιτευχθεί αυτό υπάρχουν τρεις τρόποι: (1) Να επιλέξουμε ένα παρόμοιο έργο για αν συγκρίνουμε τα αποτελέσματα, (2) να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα χρησιμοποιώντας μια νέα μέθοδο αντίθετη με τη γραμμή της μεθόδου που εμείς χρησιμοποιούμε και (3) εφόσον η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί σε ανεξάρτητα συστατικά, να την εφαρμόσουμε τυχαία σε ορισμένα μόνο συστατικά προϊόντων.

Το τέταρτο βήμα αφορά την ελαχιστοποίηση των παραγόντων σύγχυσης. Τέτοιοι παράγοντες μπορεί να είναι η εκμάθηση του τρόπου χρήσης μιας μεθόδου ή ενός εργαλείου κατά τη διάρκεια της προσπάθειας αξιολόγησής του, η χρήση είτε πολύ ενθουσιώδους είτε πολύ δύσπιστου προσωπικού σχετικά με τη χρήση της μεθόδου ή του εργαλείου, η σύγκριση διαφορετικών τύπων εφαρμογών, κ.α. Ορισμένες φορές, μπορούμε να ελέγξουμε τη σύγχυση, μετρώντας τον παράγοντα σύγχυσης και ρυθμίζοντας τα αποτελέσματα ανάλογα.

Στην επόμενη φάση, το πλάνο αναγνωρίζει και καταγράφει όλες τις πτυχές που πρέπει να διευθετηθούν για την ομαλή διεξαγωγή της

αξιολόγησης της μεθόδου. Σε αυτές, συμπεριλαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα, οι διαδικασίες συλλογής δεδομένων και το ανθρώπινο δυναμικό που είναι υπεύθυνο για τη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων.

Η παρακολούθηση της μελέτης περίπτωσης σύμφωνα με το πλάνο του προηγούμενου βήματος, επιβεβαιώνει ότι οι μέθοδοι ή τα εργαλεία που εξετάζονται χρησιμοποιούνται σωστά, και ότι όλοι οι παράγοντες που θα μπορούσαν να προδιαθέσουν τα αποτελέσματα καταγράφονται. Αυτό, θα βοηθήσει στο τέλος της έρευνας στην συγγραφή μιας αναφοράς αξιολόγησης με σκοπό την πρόταση αλλαγών στις διαδικασίες.

Τέλος, για την ανάλυση και αναφορά των αποτελεσμάτων, η διαδικασία που ακολουθείται κάθε φορά, εξαρτάται από τον αριθμό των δεδομένων που πρέπει να αναλυθούν.

2. ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΧΡΗΣΗΣ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΣΤΟ ΑΝΟΙΧΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

Η ενότητα αυτή, στοχεύει στην διερεύνηση της χρήσης αντικειμενοστραφών προτύπων σχεδίασης σε λογισμικό ανοιχτού κώδικα. Ειδικότερα χρησιμοποιήσαμε μια εμπειρική μέθοδο, δηλαδή μια μελέτη περίπτωσης ώστε να αξιολογήσουμε ποια πρότυπα χρησιμοποιούνται πιο συχνά στο λογισμικό ανοιχτού κώδικα και ποιες διαφορές εμφανίζονται μεταξύ των κατηγοριών .

2.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Σύμφωνα με την μεθοδολογία διεξαγωγής μιας μελέτης περίπτωσης που περιγράφεται αναλυτικά στο κεφάλαιο 1.3.2, παρουσιάζουμε την μεθοδολογία με την οποία δουλέψαμε, δηλαδή τα ερωτήματα της έρευνας, τη διαδικασία που ακολουθήθηκε κατά τη μελέτη περίπτωσης και τις μεθόδους ανάλυσης των δεδομένων

2.1.1 Τα ερωτήματα της έρευνας

Στην ενότητα αυτή θέτουμε τα ερωτήματα που ερευνούμε στη μελέτη μας.

RQ1: Ποια πρότυπα σχεδίασης χρησιμοποιούνται συχνότερα σε λογισμικά ανοιχτού κώδικα;

RQ2: Υπάρχουν διαφορές στα πρότυπα που χρησιμοποιούνται από κατηγορία σε κατηγορία;

2.1.2 Πλάνο της μελέτης περίπτωσης

Σύμφωνα με το (Basili et al, 1986), προκειμένου να δημιουργήσουμε μια σωστή μεθοδολογία για μια εμπειρική μέθοδο επιβεβαίωσης, πρέπει να φτιάξουμε προσεκτικά ένα πλάνο μελέτης. Στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης το πλάνο αυτό αποτελείται από μια διαδικασία πέντε βημάτων:

1. Επιλογή των κατηγοριών του λογισμικού ανοιχτού κώδικα που θα μελετήσουμε
2. Ανίχνευση των προτύπων σχεδίασης που χρησιμοποιούνται σε κάθε λογισμικό που έχει επιλεγεί

3. Σύνοψη των δεδομένων
4. Ανάλυση των δεδομένων όσον αφορά τα ερωτήματα της έρευνας.

Στη μελέτη αυτή, οι εφαρμογές που επιλέξαμε είναι 19 κατηγορίες ανοιχτού λογισμικού 1) communications 2) Desktop Environment 3) education 4) Formats and Protocols 5) Games Entertainment 6) Internet 7) Mobile 8) Multimedia 9) Office Business 10) Other Nonlisted Topic 11) printing 12) Religion and Philosophy 13) Scientific Engineering 14) Security 15) Social sciences 16) software develop 17) System 18) Terminals 19) Text Editors. Από τις κατηγορίες αυτές επιλέξαμε παιχνίδια που πληρούν τα εξής κριτήρια:

- είναι γραμμένα σε java, σύμφωνα με τους περιορισμούς του εργαλείου που χρησιμοποιούμε για την ανίχνευση των προτύπων (Tsantalis et al., 2006).
- διαθέτουν δυαδικό κώδικα, σύμφωνα με τους περιορισμούς του εργαλείου που χρησιμοποιούμε για την ανίχνευση των προτύπων

Στα Παραρτήματα στο τέλος του άρθρου υπάρχει μια πλήρης λίστα των αρχείων ανά κατηγορία που χρησιμοποιήσαμε σε αυτή την μελέτη περίπτωσης.

2.1.3 Μέθοδοι Ανάλυσης Δεδομένων

Το σύνολο των δεδομένων που προέκυψαν μετά την ανίχνευση των προτύπων αποτελεί μέρος των αριθμητικών μας δεδομένων Συμπληρώνοντας τη φάση της προεπεξεργασίας κάθε εφαρμογή χαρακτηρίζεται από 15 μεταβλητές:

1. αύξων αριθμός
2. όνομα
3. κατηγορία
4. αριθμός στιγμιοτύπων του προτύπου factory
5. αριθμός στιγμιοτύπων του προτύπου prototype
6. αριθμός στιγμιοτύπων του προτύπου singleton
7. αριθμός στιγμιοτύπων του προτύπου adapter
8. αριθμός στιγμιοτύπων του προτύπου composite
9. αριθμός στιγμιοτύπων του προτύπου decorator
10. αριθμός στιγμιοτύπων του προτύπου proxy

11. αριθμός στιγμιοτύπων των structural προτύπων
12. αριθμός στιγμιοτύπων του προτύπου observer
13. αριθμός στιγμιοτύπων του προτύπου state-strategy
14. αριθμός στιγμιοτύπων του προτύπου template
15. αριθμός στιγμιοτύπων του προτύπου visitor

Κατά τη διάρκεια της ανάλυσης στην έρευνά μας, χρησιμοποιήσαμε στατιστικές τεχνικές και τεχνικές clustering. Αυτές οι τεχνικές είναι:

- Descriptive statistics
- Independent sample t-test
- Paired sample t-test

Όσον αφορά το πρώτο ερώτημα έρευνας (*RQ1*), χρησιμοποιήσαμε descriptive statistics και paired sample t-tests ώστε να συγκρίνουμε τις μέσες τιμές των δειγμάτων για κάθε πρότυπο σχεδίασης. Στην έρευνα σχετικά με το δεύτερο ερώτημα (*RQ2*), για τους ίδιους λόγους χρησιμοποιήσαμε descriptive statistics και independent sample t-tests. Η στατιστική ανάλυση έγινε με τη χρήση SPSS[®].

2.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στην ενότητα αυτή, παρουσιάζουμε τα ευρήματα της εμπειρικής μας μελέτης. Στον Πίνακα 1, φαίνεται η μέση τιμή για όλα τα πρότυπα σχεδίασης, ο μέγιστος αριθμός προτύπων που εντοπίστηκαν σε μία εφαρμογή και η τυπική απόκλιση για την κάθε μεταβλητή. Τα αποτελέσματα αφορούν ολόκληρο το σύνολο δεδομένων χωρίς διάκριση μεταξύ των κατηγοριών.

Πίνακας 1: Μέσος όρος χρήσης των προτύπων

	Maximum	Mean	Std. Deviation
factory_num	44	1,88	5,209
prototype_num	376	4,98	30,174
singleton_num	206	8,45	21,135
adapter_num	241	15,72	35,063
composite_num	6	0,22	0,733
decorator_num	51	1,85	5,230
proxy_num	65	0,98	4,136
observer_num	49	1,01	3,519
state_num	473	17,34	40,993
template_num	51	2,89	5,887
visitor_num	186	0,61	8,984

Τα αποτελέσματα του Πίνακα 1 παρέχουν ενδείξεις για το επίπεδο εφαρμογής του κάθε προτύπου στις εφαρμογές ανοιχτού λογισμικού. Προκειμένου να μπορέσουμε να συγκρίνουμε τις μέσες τιμές των μεταβλητών με έναν τρόπο που θα μας δώσει πιο ασφαλή συμπεράσματα, εκτελέσαμε 55 *paired sample t-tests*, δηλαδή, έναν έλεγχο για κάθε δυνατό συνδυασμό μεταξύ δυο προτύπων σχεδίασης. Τα αποτελέσματα ενός *t-test* μεταξύ δυο μεταβλητών μεταφράζεται με δυο νούμερα, τη μέση διαφορά (*diff*) και την σημαντικότητα του *t-test* (*sig*). Η μεταβλητή *diff* αντιπροσωπεύει τη διαφορά που προκύπτει, αφαιρώντας τη μέση τιμή της δεύτερης μεταβλητής από τη μέση τιμή της πρώτης, ενώ, η μεταβλητή *sig* αναπαριστά την πιθανότητα η μεταβλητή *diff* να μην είναι στατιστικά σημαντική. Στον Πίνακα 2, παρουσιάζουμε τις στατιστικά σημαντικές διαφορές στην εφαρμογή των προτύπων.

Πίνακας 2: Σημαντικά *paired sample t-tests* για τις διαφοροποιήσεις στη χρήση των προτύπων

	diff	Sig.
factory - singleton	-6,594	0
factory- adapter	-13,926	0
factory- composite	1,651	0
factory - proxy	0,89	0

factory - observer	0,868	0
factory - state	-15,54	0
factory - template	-1,028	0
factory_num - visitor	1,264	0,003
prototype - singleton	-3,469	0,006
prototype- adapter	-10,757	0
prototype - composite	4,754	0,001
prototype - proxy	4,011	0,002
prototype - observer	3,998	0,003
prototype - state	-12,382	0
prototype - visitor	4,39	0,002
singleton - adapter	-7,281	0
singleton - composite	8,223	0
singleton - decorator	6,599	0
singleton- proxy	7,495	0
singleton - observer	7,479	0
singleton - state	-8,905	0
singleton - template	5,563	0
singleton - visitor	7,875	0
adapter - composite	15,498	0
adapter - decorator	13,879	0
adapter - proxy	14,602	0
adapter - observer	14,556	0
adapter - template	12,846	0
adapter - visitor	14,992	0
composite - decorator	-1,632	0
composite - proxy	-0,759	0
composite - observer	-0,782	0
composite- state	-17,112	0
composite - template	-2,667	0
decorator - proxy	0,873	0
decorator - observer	0,847	0,001
decorator_ - state	-15,492	0
decorator - visitor	1,243	0,007
decorator - template	-1,036	0
proxy - state	-16,34	0
proxy - template	-1,911	0
observer - state_	-16,322	0
observer - template	-1,892	0
state - template	14,456	0
state - visitor	16,725	0
template- visitor	2,281	0

Στον Πίνακα 3 κ 4, παρουσιάζουμε τη μέση τιμή που προέκυψε από κάθε κατηγορία παιχνιδιών για κάθε πρότυπο σχεδίασης. Στον πίνακα αυτό, δε συμπεριλάβαμε τις μέγιστες τιμές και την τυπική απόκλιση καθαρά για λόγους εξοικονόμησης χώρου. ...

πίνακας 3: Μέσος όρος χρήσης όλων των προτύπων ανά κατηγορία

	communications	Desktop Environment	education	Formats and Protocols	Games Entertainment	Internet	Mobile	Multimedia	Office Business	OtherNonlisted Topic
Factory	2,97	2,39	1,03	1,04	1,19	2,29	1,3	2,31	2,49	1,14
Prototype	4,15	11,78	10,1	0,39	0,38	3,52	0,5	4,62	8,68	1,18
Singleton	9,73	18,17	13,1	8,96	5,16	1,52	7,1	15,1	10,2	6,18
Adapter	19,76	18,83	13,7	8,5	10,78	18,9	12	27,7	20,78	9,14
Composite	0,15	0,33	0,26	0,04	0,09	0,19	0,3	0,35	0,37	0,09
Decorator	1,21	3,72	1,81	1,32	1,13	3,65	0,8	1,85	2,13	2,05
Proxy	0,85	0,78	0,97	0,39	2,59	1,17	0,3	1,23	1,23	0,68
Observer	1,94	3,5	0,97	0,29	0,75	0,27	0,7	2,88	1,35	0,23
State	21,82	21,11	13,1	8,64	13,84	28,7	12	24,7	21,83	11,6
Template	3,18	4,28	2,94	2,36	2,28	1,68	2,2	3,69	4,28	2,5
Visitor	0,58	0	0	0	0	0,37	0	0	0,28	0

πίνακας 4: Μέσος όρος χρήσης όλων των προτύπων ανά κατηγορία

	printing	Religion and Philosophy	Scientific Engineering	Security	Social sciences	software develop	System	Terminals	Text Editors
Factory	3,31	0,4	2,13	0,73	0,22	3,24	1,69	0,11	1,96
Prototype	20,75	0,7	22,04	0,55	2,83	2,7	0,31	0,11	0,93
Singleton	16,81	2,6	14,39	3,91	0,44	8,11	4,83	3,33	6
Adapter	21,19	4,9	30,52	11,55	10,72	14,4	12,59	9,11	11,2
Composite	0,5	0	0,48	0,09	0	0,18	0,21	0	0,37
Decorator	5,25	0,2	2	0,18	0	2,44	1,79	1,33	0,93
Proxy	0,88	0	2,91	0,27	0,06	0,56	0,83	0,11	0,96
Observer	1,62	0	1,43	1,82	0,17	0,22	0,41	0,89	0,7
State	27,5	5,8	25,52	9,36	3,83	20,27	16,28	3,56	14,5
Template	4,56	0,9	5,39	2,55	0,44	3,22	2,69	1,11	2,07
Visitor	3,63	0,4	0	0	0	4,13	0	0	0

Προκειμένου να επικυρώσουμε στατιστικά τα αποτελέσματα του προηγούμενου πίνακα εκτελέσαμε Independent sample t-tests και Paired Sample t-tests, δηλαδή, ένα Independent sample t-test για κάθε πρότυπο για όλα τα δυνατά ζευγάρια κατηγοριών και ένα Paired Sample t-test για όλα τα δυνατά ζευγάρια προτύπων σε κάθε κατηγορία.

Πιο συγκεκριμένα οι πίνακες 5.1-5.11 επισημαίνουν εκείνες τις κατηγορίες παιχνιδιών ανά πρότυπο, που έχουν τιμές στατιστικά σημαντικές, χρησιμοποιούν δηλαδή το αντίστοιχο πρότυπο στατιστικά σημαντικά περισσότερες φορές συγκριτικά με τις υπόλοιπες κατηγορίες.

Πίνακας 5.2 : : Independent sample t-test για το πρότυπο Prototype

	communications	Desktop Environment	education	Formats and Protocols	Games Entertainment	Internet	Mobile	Multimedia	Office Business	OtherNonlisted Topic	printing	Religion and Philosophy	Scientific Engineering	Security	Social sciences	software develop	System	Terminals	Text Editors
communications		0,52	0,55	0,04	0,04	0,75	0,04	0,86	0,4	0,12	0,42	0,06	0,29	0,05	0,5	0,55	0,03	0,02	0,08
Desktop Environment			0,91	0,34	0,34	0,49	0,34	0,55	0,81	0,38	0,7	0,35	0,61	0,35	0,45	0,45	0,34	0,33	0,36
education				0,33	0,32	0,51	0,33	0,58	0,9	0,37	0,64	0,34	0,54	0,33	0,46	0,46	0,32	0,31	0,35
Formats and Protocols					0,95	0	0,89	0,04	0,11	0,31	0,32	0,53	0,2	0,8	0,01	0,18	0,77	0,27	0,37
Games Entertainmen						0	0,85	0,04	0,1	0,29	0,32	0,49	0,2	0,77	0,01	0,18	0,78	0,19	0,34
Internet							0,01	0,61	0,32	0,06	0,4	0,01	0,27	0,01	0,6	0,68	0	0	0,02
Mobile								0,04	0,11	0,39	0,32	0,69	0,2	0,9	0,02	0,2	0,74	0,43	0,5
Multimedia									0,45	0,1	0,43	0,06	0,3	0,05	0,4	0,46	0,03	0,03	0,07
Office Business										0,14	0,56	0,12	0,45	0,11	0,26	0,26	0,1	0,09	0,13
OtherNonlisted Topic											0,34	0,57	0,22	0,49	0,15	0,41	0,25	0,01	0,78
printing												0,33	0,96	0,33	0,38	0,38	0,32	0,32	0,34
Religion and Philosophy													0,21	0,83	0,04	0,26	0,41	0,21	0,75
Scientific Engineering														0,21	0,26	0,26	0,2	0,2	0,21
Security															0,03	0,23	0,69	0,45	0,63
Social sciences																0,95	0,01	0,01	0,07
software develop																	0,17	0,13	0,32
System																		0,31	0,29
Terminals																			0,15
Text Editors																			

Πίνακας 5.3 : Independent sample t-test για το πρότυπο Singleton

	communications	Desktop Environment	education	Formats and Protocols	Games Entertainment	Internet	Mobile	Multimedia	Office Business	OtherNonlisted Topic	printing	Religion and Philosophy	Scientific Engineering	Security	Social sciences	software develop	System	Terminals	Text Editors	
communications		0,48	0,66	0,87	0,22	0,03	0,62	0,35	0,92	0,39	0,5	0,06	0,48	0,13	0,01	0,69	0,18	0,11	0,35	
Desktop Environment			0,7	0,44	0,27	0,16	0,36	0,8	0,51	0,31	0,93	0,19	0,77	0,23	0,13	0,39	0,25	0,21	0,3	
education				0,59	0,26	0,1	0,45	0,8	0,71	0,34	0,75	0,14	0,88	0,2	0,07	0,49	0,24	0,18	0,32	
Formats and Protocols					0,28	0,04	0,72	0,28	0,8	0,48	0,45	0,07	0,41	0,17	0,01	0,83	0,23	0,14	0,43	
Games Entertainment						0,04	0,66	0,04	0,18	0,69	0,25	0,14	0,12	0,55	0	0,24	0,84	0,45	0,72	
Internet							0,2	0,01	0,02	0,07	0,13	0,49	0,03	0,23	0,35	0,01	0,03	0,43	0,05	
Mobile								0,19	0,56	0,85	0,36	0,3	0,3	0,47	0,12	0,82	0,6	0,41	0,81	
Multimedia									0,4	0,09	0,87	0,01	0,92	0,03	0	0,46	0,04	0,02	0,07	
Office Business										0,34	0,52	0,04	0,53	0,11	0,01	0,61	0,15	0,09	0,3	
OtherNonlisted Topic											0,3	0,16	0,18	0,41	0,02	0,53	0,58	0,34	0,95	
printing												0,16	0,83	0,2	0,11	0,39	0,23	0,19	0,29	
Religion and Philosophy													0,05	0,51	0,09	0,03	0,15	0,75	0,13	
Scientific Engineering														0,08	0,02	0,304	0,11	0,07	0,17	
Security															0,06	0,12	0,64	0,45	0,41	
Social sciences																0	0	0,18	0,01	
software develop																	0,17	0,11	0,47	
System																		0,51	0,59	
Terminals																			0,34	
Text Editors																				

Πίνακας 5.4 : Independent sample t-test για το πρότυπο Adapter

	communications	Desktop Environment	education	Formats and Protocols	Games Entertainment	Internet	Mobile	Multimedia	Office Business	OtherNonlisted Topic	printing	Religion and Philosophy	Scientific Engineering	Security	Social sciences	software develop	System	Terminals	Text Editors	
communications		0,95	0,49	0,08	0,18	0,93	0,35	0,47	0,91	0,14	0,93	0,02	0,43	0,36	0,38	0,46	0,37	0,2	0,28	
Desktop Environment			0,71	0,42	0,53	0,99	0,61	0,57	0,89	0,46	0,9	0,28	0,5	0,6	0,58	0,73	0,64	0,48	0,57	
education				0,46	0,68	0,58	0,83	0,22	0,45	0,56	0,65	0,21	0,23	0,82	0,78	0,93	0,89	0,6	0,76	
Formats and Protocols					0,57	0,16	0,61	0,06	0,09	0,9	0,41	0,33	0,09	0,67	0,8	0,23	0,5	0,92	0,65	
Games Entertainment						0,28	0,87	0,09	0,17	0,75	0,5	0,15	0,13	0,92	1	0,48	0,77	0,8	0,95	
Internet							0,44	0,45	0,85	0,23	0,89	0,06	0,41	0,44	0,45	0,57	0,47	0,27	0,37	
Mobile								0,16	0,32	0,71	0,56	0,29	0,18	0,97	0,91	0,73	0,93	0,74	0,94	
Multimedia									0,55	0,08	0,71	0,03	0,86	0,16	0,18	0,2	0,17	0,1	0,13	
Office Business										0,34	0,98	0,03	0,48	0,33	0,34	0,42	0,34	0,19	0,26	
OtherNonlisted Topic											0,44	0,4	0,11	0,76	0,87	0,38	0,61	1	0,76	
printing												0,29	0,63	0,56	0,54	0,66	0,59	0,45	0,53	
Religion and Philosophy													0,05	0,36	0,51	0,06	0,21	0,51	0,29	
Scientific Engineering														0,18	0,18	0,22	0,19	0,12	0,15	
Security															0,94	0,72	0,9	0,78	0,97	
Social sciences																0,69	0,85	0,87	0,96	
software develop																	0,79	0,46	0,63	
System																		0,66	0,85	
Terminals																			0,79	
Text Editors																				

Πίνακας 5.5 : Independent sample t-test για το πρότυπο Composite

	communications	Desktop Environment	education	Formats and Protocols	Games Entertainment	Internet	Mobile	Multimedia	Office Business	OtherNonlisted Topic	printing	Religion and Philosophy	Scientific Engineering	Security	Social sciences	software develop	System	Terminals	Text Editors
communications		0,39	0,61	0,12	0,54	0,74	0,33	0,28	0,19	0,5	0,35	0,02	0,18	0,59	0,02	0,81	0,6	0,02	0,321
Desktop Environment			0,79	0,16	0,27	0,54	0,92	0,96	0,9	0,26	0,69	0,11	0,63	0,28	0,11	0,48	0,6	0,11	0,898
education				0,27	0,44	0,78	0,84	0,73	0,66	0,42	0,56	0,2	0,47	0,45	0,2	0,71	0,8	0,2	0,696
Formats and Protocols					0,46	0,17	0,08	0,08	0,04	0,45	0,21	0,33	0,07	0,58	0,33	0,13	0,1	0,33	0,124
Games Entertainment						0,44	0,19	0,17	0,1	0,98	0,28	0,18	0,12	0,98	0,18	0,45	0,3	0,18	0,216
Internet							0,53	0,45	0,85	0,42	0,42	0,08	0,26	0,47	0,08	0,91	0,9	83	0,455
Mobile								0,86	0,78	0,71	0,62	43	0,53	0,21	0,04	0,44	0,6	0,04	0,805
Multimedia									0,93	0,16	0,7	0,05	0,64	0,19	0,05	0,37	0,5	0,05	0,928
Office Business										0,09	0,73	0,02	0,68	0,12	0,02	0,27	0,4	0,02	0,986
OtherNonlisted Topic											0,27	0,16	0,11	1	0,16	0,42	0,3	0,16	0,207
printing												0,18	0,96	0,28	0,18	0,39	0,4	0,18	0,754
Religion and Philosophy													0,05	0,34	N/A	0,04	0	N/A	0,086
Scientific Engineering														0,12	0,05	0,22	0,3	0,05	0,727
Security															0,34	0,49	0,4	0,34	0,226
Social sciences																0,04	0	N/A	0,086
software develop																	0,8	0,04	0,397
System																		0,03	0,476
Terminals																			0,086
Text Editors																			

Πίνακας 5.6 : Independent sample t-test για το πρότυπο Decorator

	communications	Desktop Environment	education	Formats and Protocols	Games Entertainmen	Internet	Mobile	Multimedia	Office Business	OtherNonlisted Topic	printing	Religion and Philosophy	Scientific Engineering	Security	Social sciences	software develop	System	Terminals	Text Editors
communications		0,39	0,57	0,91	0,9	0,12	0,51	0,5	0,28	0,43	0,14	0,05	0,4	0,04	0,01	0,21	0,59	0,93	0,69
Desktop Environment			0,52	0,42	0,38	0,98	0,32	0,53	0,59	0,58	0,69	0,23	0,56	0,23	0,2	0,67	0,52	0,44	0,34
education				0,69	0,52	0,3	0,33	0,97	0,79	0,86	0,22	0,1	0,88	0,1	0,06	0,62	0,99	0,76	0,42
Formats and Protocols					0,84	0,17	0,57	0,65	0,45	0,56	0,16	0,18	0,55	0,17	0,11	0,35	0,71	0,99	0,68
Games Entertainmen						0,12	0,63	0,45	0,26	0,4	0,13	0,1	0,37	0,09	0,04	0,2	0,55	0,88	0,79
Internet							0,07	0,29	0,36	0,37	0,59	0,03	0,33	0,03	0,02	0,49	0,3	0,24	0,09
Mobile								0,26	0,11	0,24	0,1	0,2	0,2	0,18	0,06	0,1	0,36	0,69	0,86
Multimedia									0,8	0,87	0,22	0,06	0,89	0,05	0,03	0,62	0,97	0,73	0,35
Office Business										0,95	0,25	0,01	0,91	0,01	0	0,78	0,78	0,58	0,18
OtherNonlisted Topic											0,25	0,07	0,97	0,07	0,04	0,76	0,85	0,65	0,31
printing												0,07	0,24	0,06	0,06	0,31	0,22	0,18	0,11
Religion and Philosophy													0,04	0,95	0,34	0,02	0,12	0,38	0,22
Scientific Engineering														0,04	0,02	0,71	0,87	0,66	0,28
Security															0,34	0,01	0,12	0,37	0,2
Social sciences																0,01	0,08	0,3	0,1
software develop																	0,62	0,47	0,14
System																		0,77	0,44
Terminals																			0,77
Text Editors																			

Πίνακας 5.7 : Independent sample t-test για το πρότυπο Proxy

	communications	Desktop Environment	education	Formats and Protocols	Games Entertainment	Internet	Mobile	Multimedia	Office Business	OtherNonlisted Topic	printing	Religion and Philosophy	Scientific Engineering	Security	Social sciences	software develop	System	Terminals	Text Editors	
communications		0,92	0,87	0,23	0,4	0,63	0,11	0,58	0,56	0,74	0,97	0,01	0,25	0,1	0,01	0,47	0,96	0,03	0,83	
Desktop Environment			0,83	0,56	0,4	0,65	0,47	0,61	0,6	0,58	0,91	0,22	0,25	0,4	0,26	0,74	0,95	0,3	0,81	
education				0,41	0,45	0,82	0,33	0,77	0,77	0,71	0,92	0,15	0,3	0,3	0,17	0,56	0,85	0,2	1	
Formats and Protocols					0,29	0,22	0,75	0,22	0,18	0,53	0,46	0,09	0,16	0,7	0,16	0,35	0,31	0,27	0,27	
Games Entertainment						0,5	0,27	0,53	0,52	0,36	0,42	0,21	0,91	0,3	0,22	0,33	0,4	0,23	0,44	
Internet							0,16	0,94	0,94	0,49	0,73	0,05	0,35	0,2	0,06	0,34	0,62	0,08	0,78	
Mobile								0,16	0,13	0,38	0,37	0,04	0,2	0,9	0,06	0,42	0,19	0,29	0,18	
Multimedia									1	0,46	0,68	0,06	0,37	0,2	0,07	0,33	0,58	0,09	0,73	
Office Business										0,44	0,68	0,04	0,36	0,1	0,05	0,3	0,56	0,06	0,72	
OtherNonlisted Topic											0,79	0,1	0,22	0,4	0,13	0,79	0,79	0,18	0,64	
printing												0,16	0,27	0,4	0,19	0,63	0,95	0,23	0,91	
Religion and Philosophy													0,11	0,2	0,33	0,05	0,03	0,35	0,04	
Scientific Engineering														0,1	0,11	0,19	0,25	0,12	0,29	
Security															0,31	0,4	0,18	0,48	0,17	
Social sciences																0,08	0,04	0,66	0,06	
software develop																	0,55	0,14	0,44	
System																		0,07	0,82	
Terminals																			0,08	
Text Editors																				

Πίνακας 5.8 : Independent sample t-test για το πρότυπο Observer

	communications	Desktop Environment	education	Formats and Protocols	Games Entertainmen	Internet	Mobile	Multimedia	Office Business	OtherNonlisted Topic	printing	Religion and Philosophy	Scientific Engineering	Security	Social sciences	software develop	System	Terminals	Text Editors	
communications		0,58	0,28	0,03	0,13	0,03	0,1	0,5	0,53	0,03	0,8	0,01	0,65	0,93	0,02	0,03	0,05	0,26	0,16	
Desktop Environment			0,37	0,25	0,33	0,25	0,31	0,84	0,45	0,58	0,52	0,21	0,47	0,57	0,24	0,24	0,27	0,75	0,32	
education				0,21	0,71	0,2	0,58	0,14	0,63	0,19	0,57	0,07	0,64	0,51	0,14	0,17	0,31	0,92	0,71	
Formats and Protocols					0,11	0,92	0,13	0,04	0,08	0,8	0,21	0,04	0,18	0,22	0,52	0,71	0,52	0,31	0,41	
Games Entertainmen						0,1	0,77	0,08	0,35	0,1	0,42	0,01	0,44	0,39	0,04	0,06	0,25	0,82	0,93	
Internet							0,12	0,03	0,08	0,87	0,21	0,07	0,18	0,21	0,6	0,8	0,47	0,08	0,4	
Mobile								0,07	0,26	0,12	0,36	0	0,37	0,34	0,04	0,06	0,34	0,69	0,93	
Multimedia									0,24	0,03	0,42	0,02	0,32	0,52	0,03	0,03	0,04	0,13	0,09	
Office Business										0,07	0,82	0,03	0,93	0,72	0,05	0,06	0,13	0,57	0,4	
OtherNonlisted Topic											0,2	0,23	0,17	0,2	0,79	0,98	0,43	0,27	0,37	
printing												0,13	0,89	0,9	0,17	0,19	0,26	0,53	0,42	
Religion and Philosophy													0,1	0,15	0,19	0,04	0,01	0,14	0,16	
Scientific Engineering														0,79	0,14	0,16	0,24	0,59	0,45	
Security															0,19	0,2	0,26	0,48	0,39	
Social sciences																0,73	0,2	0,22	0,29	
software develop																	0,29	0,26	0,34	
System																		0,42	0,57	
Terminals																			0,8	
Text Editors																				

Πίνακας 5.9 : Independent sample t-test για το πρότυπο State

	communications	Desktop Environment	education	Formats and Protocols	Games Entertainment	Internet	Mobile	Multimedia	Office Business	OtherNonlisted Topic	printing	Religion and Philosophy	Scientific Engineering	Security	Social sciences	software develop	System	Terminals	Text Editors
communications		0,96	0,26	0,09	0,33	0,68	0,26	0,8	1	0,17	0,75	0,04	0,72	0,11	0,01	0,87	0,58	0,01	0,46
Desktop Environment			0,56	0,37	0,61	0,71	0,54	0,83	0,96	0,49	0,76	0,27	0,77	0,39	0,2	0,96	0,75	0,36	0,66
education				0,43	0,91	0,33	0,9	0,25	0,23	0,78	0,41	0,19	0,16	0,51	0,04	0,38	0,71	0,04	0,87
Formats and Protocols					0,41	0,21	0,59	0,11	0,08	0,56	0,28	0,6	0,06	0,9	0,26	0,15	0,37	0,24	0,48
Games Entertainment						0,36	0,83	0,3	0,3	0,71	0,44	0,19	0,21	0,47	0,06	0,45	0,79	0,05	0,94
Internet							0,32	0,82	0,68	0,29	0,96	0,16	0,86	0,23	0,12	0,62	0,47	0,11	0,41
Mobile								0,25	0,24	0,93	0,39	0	0,17	0,67	0,15	0,37	0,66	0,14	0,93
Multimedia									0,8	0,19	0,88	0,06	0,94	0,13	0,03	0,7	0,48	0,03	0,39
Office Business										0,14	0,75	0,03	0,71	0,09	0,01	0,87	0,56	0,01	0,44
OtherNonlisted Topic											0,36	0,25	0,11	0,66	0,04	0,27	0,57	0,04	0,72
printing												0,22	0,91	0,3	0,17	0,69	0,54	0,17	0,48
Religion and Philosophy													0,03	0,51	0,63	0,07	0,22	0,59	0,29
Scientific Engineering														0,07	0,01	0,62	0,39	0,01	0,31
Security															0,2	0,18	0,42	0,19	0,54
Social sciences																0,03	0,11	0,9	0,16
software develop																	0,7	0,02	0,57
System																		0,11	0,87
Terminals																			0,15
Text Editors																			

Πίνακας 5.10 : Independent sample t-test για το πρότυπο Template

	communications	Desktop Environment	education	Formats and Protocols	Games Entertainment	Internet	Mobile	Multimedia	Office Business	OtherNonlisted Topic	printing	Religion and Philosophy	Scientific Engineering	Security	Social sciences	software develop	System	Terminals	Text Editors
communications		0,72	0,84	0,47	0,4	0,1	0,48	0,74	0,5	0,55	0,57	0,02	0,27	0,65	0	0,97	0,67	0,41	0,32
Desktop Environment			0,66	0,52	0,5	0,38	0,5	0,85	1	0,55	0,94	0,26	0,74	0,58	0,2	0,73	0,6	0,2	0,46
education				0,63	0,57	0,21	0,61	0,63	0,42	0,72	0,51	0,06	0,23	0,79	0,01	0,83	0,84	0,09	0,46
Formats and Protocols					0,41	0,43	0,89	0,37	0,23	0,9	0,37	0,12	0,13	0,89	0,02	0,48	0,77	0,19	0,79
Games Entertainment						0,42	0,93	0,32	0,2	0,83	0,44	0,1	0,11	0,84	0,01	0,41	0,7	0,17	0,83
Internet							0,71	0,13	0,07	0,34	0,23	0,22	0,05	0,46	0	0,13	0,26	0,38	0,62
Mobile								0,38	0,25	0,81	0,36	0,34	0,14	0,81	0,17	0,49	0,71	0,43	0,95
Multimedia									0,76	0,42	0,74	0,05	0,44	0,49	0,02	0,77	0,5	65	0,27
Office Business										0,26	0,91	0,03	0,62	0,33	0,01	0,53	0,33	0,04	0,16
OtherNonlisted Topic											0,4	0,09	0,15	0,97	0,02	0,55	0,87	0,14	0,69
printing												0,13	0,78	0,43	0,09	0,59	0,45	0,16	0,31
Religion and Philosophy													0,02	0,19	0,41	0,03	0,07	0,77	0,19
Scientific Engineering														0,18	0,01	0,29	0,18	0,47	0,09
Security															0,09	0,64	0,92	0,25	0,72
Social sciences																0,01	0,01	0,25	0,03
software develop																	0,67	0,05	0,33
System																		0,11	0,57
Terminals																			0,15
Text Editors																			

Πίνακας 5.11 : Independent sample t-test για το πρότυπο Visitor

	communications	Desktop Environment	education	Formats and Protocols	Games Entertainment	Internet	Mobile	Multimedia	Office Business	OtherNonlisted Topic	printing	Religion and Philosophy	Scientific Engineering	Security	Social sciences	software develop	System	Terminals	Text Editors
communications		0,18	0,18	0,18	0,18	0,71	0,21	0,18	0,55	0,18	0,41	0,76	0,18	0,18	0,175	0,4	0,18	0,18	0,18
Desktop Environment			N/A	N/A	N/A	0,33	0,33	N/A	0,28	N/A	0,33	0,34	N/A	N/A	N/A	0,32	N/A	0,29	N/A
education				N/A	N/A	0,33	0,33	N/A	0,28	N/A	0,33	0,34	N/A	N/A	N/A	0,32	N/A	N/A	N/A
Formats and Protocols					N/A	0,33	0,33	N/A	0,28	N/A	0,33	0,34	N/A	N/A	N/A	0,32	N/A	N/A	N/A
Games Entertainment						0,33	0,33	N/A	0,28	N/A	0,33	0,34	N/A	N/A	N/A	0,32	N/A	N/A	N/A
Internet							0,38	0,33	0,85	0,33	0,38	0,95	0,33	0,33	0,326	0,37	0,33	0,33	0,33
Mobile								0,33	0,35	0,33	0,33	0,39	0,33	0,33	0,327	0,33	0,33	0,33	0,33
Multimedia									0,28	N/A	0,33	0,34	N/A	N/A	N/A	0,32	N/A	N/A	N/A
Office Business										0,28	0,36	0,81	0,28	0,28	0,279	0,36	0,28	0,28	0,28
OtherNonlisted Topic											0,33	0,34	N/A	N/A	N/A	0,32	N/A	N/A	N/A
printing												0,38	325	0,33	0,325	0,93	0,33	0,33	0,33
Religion and Philosophy													0,34	0,34	0,343	0,37	0,34	0,34	0,34
Scientific Engineering														N/A	N/A	0,32	N/A	N/A	N/A
Security															N/A	0,32	N/A	N/A	N/A
Social sciences																0,32	N/A	N/A	N/A
software develop																	0,67	0,32	0,32
System																		N/A	N/A
Terminals																			N/A
Text Editors																			

Πίνακας 6.3 : Paired sample t-test για την κατηγορία Formats and Protocols

	Factory	Prototype	Singleton	Adapter	Composite	Decorator	Proxy	Observer	State	Template	Visitor
Factory		0,13	0,02	0	0,01	0,62	0,02	0,04	0,05	0,02	0,01
Prototype			0,01	0	0,09	0,25	1	0,5	0,04	0,02	0,09
Singleton				0,88	0,01	0,02	0,01	0,01	0,94	0,03	0,01
Adapter					0	0	0	0	0,96	0,01	0
composite						0,12	0,13	0,07	0,04	0,01	0,33
Decorator							0,15	0,17	0,03	0,11	0,01
Proxy								0,62	0,04	0	0,09
Observer									0,04	0,01	0,04
State										0,07	0,04
Template											0,01
Visitor											

Πίνακας 6.4 : Paired sample t-test για την κατηγορία Games Entertainment

	Factory	Prototype	Singleton	Adapter	Composite	Decorator	Proxy	Observer	State	Template	Visitor
Factory		0,12	0	0	0,02	0,85	0,4	0,41	0,01	0,05	0,01
Prototype			0	0	0,11	0,17	0,29	0,24	0,01	0,01	0,03
Singleton				0,02	0	0	0,16	0	0,04	0	0
Adapter					0	0	0	0	0,25	0	0
composite						0,05	0,23	0,02	0,01	0	0,18
Decorator							0,37	0,52	0,01	0,04	0,08
Proxy								0,37	0	0,87	0,21
Observer									0,01	0,04	0,01
State										0,02	0,01
Template											0
Visitor											

Πίνακας 6.5 : Paired sample t-test για την κατηγορία Internet

	Factory	Prototype	Singleton	Adapter	Composite	Decorator	Proxy	Observer	State	Template	Visitor
Factory		0,38	0,67	0,01	0,15	0,05	0,45	0,17	0,07	0,66	0,09
Prototype			0,13	0,02	0	0,93	0,04	0	0,1	0,02	0
Singleton				0,01	0,19	0,26	0,77	0,27	0,09	0,87	0,35
Adapter					0,01	0,01	0,02	0,02	0,37	0,01	0,02
composite						0,03	0,09	0,6	0,07	0	0,61
Decorator							0,06	0,03	0,08	0,01	0,17
Proxy								0,14	0,09	0,45	0,2
Observer									0,08	0	0,79
State										0,09	0,07
Template											0,01
Visitor											

Πίνακας 66 : Paired sample t-test για την κατηγορία Mobile

	Factory	Prototype	Singleton	Adapter	Composite	Decorator	Proxy	Observer	State	Template	Visitor
Factory		0,01	0,11	0,06	0,09	0,15	0,12	0,25	0,03	0,2	0,04
Prototype			0,08	0,05	0,69	0,11	0,72	0,61	0,03	0,04	0,28
Singleton				0,04	0,1	0,1	0,11	0,12	0,01	0,1	0,09
Adapter					0,06	0,06	0,06	0,07	0,74	0,05	0,06
composite						0,15	1	0,02	0,04	0,11	0,05
Decorator							0,22	0,66	0,03	0,06	0,12
Proxy								0,03	0,04	0,12	0,07
Observer									0,04	0,18	0
State										0,03	0,03
Template											0,08
Visitor											

Πίνακας 6.7 : Paired sample t-test για την κατηγορία Multimedia

	Factory	Prototype	Singleton	Adapter	Composite	Decorator	Proxy	Observer	State	Template	Visitor
Factory		0,26	0	0,01	0,04	0,56	0,29	0,58	0,01	0,01	0,02
Prototype			0,02	0,02	0,03	0,18	0,06	0,43	0,03	0,68	0,02
Singleton				0,08	0	0	0	0,01	0,13	0	0
Adapter					0,01	0,01	0,01	0,01	0,54	0,01	0,01
composite						0,06	0,12	0,03	0,01	0,01	0,05
Decorator							0,5	0,36	0,01	0,03	0,05
Proxy								0,14	0,01	0,06	0,06
Observer									0,02	0,36	0,02
State										0,01	0,01
Template											0,01
Visitor											

Πίνακας 6.8 : Paired sample t-test για την κατηγορία Office Business

	Factory	Prototype	Singleton	Adapter	Composite	Decorator	Proxy	Observer	State	Template	Visitor
Factory		0,19	0,01	0	0,01	0,43	0,07	0,13	0	0,04	0,01
Prototype			0,69	0,05	0,1	0,17	0,11	0,12	0,02	0,3	0,1
Singleton				0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
Adapter					0	0	0	0	0,53	0	0
composite						0,01	0,06	0,09	0	0,01	0,79
Decorator							0,07	0,31	0	0	0,03
Proxy								0,84	0	0,01	0,13
Observer									0	0,01	0,08
State										0	0
Template											0
Visitor											

Πίνακας 6.9 : Paired sample t-test για την κατηγορία OtherNonlisted Topic

	Factory	Prototype	Singleton	Adapter	Composite	Decorator	Proxy	Observer	State	Template	Visitor
Factory		0,94	0,02	0,06	0,01	0,37	0,24	0,04	0	0,04	0,01
Prototype			0,01	0,06	0,13	0,48	0,16	0,22	0	0,17	0,12
Singleton				0,31	0,01	0,04	0,01	0,01	0	0,07	0,01
Adapter					0,04	0,08	0,05	0,04	0,3	0,09	0,04
composite						0,05	0,14	0,5	0	0	0,16
Decorator							0,18	0,03	0	0,04	0,62
Proxy								0,31	0	0,03	0,1
Observer									0	0,01	0,23
State										0	0
Template											0
Visitor											

Πίνακας 6.10 : Paired sample t-test για την κατηγορία printing

	Factory	Prototype	Singleton	Adapter	Composite	Decorator	Proxy	Observer	State	Template	Visitor
Factory		0,35	0,1	0,18	0,2	0,09	0,17	0,17	0,12	0,15	0,85
Prototype			0,74	0,94	0,33	0,4	0,32	0,33	0,19	0,38	0,31
Singleton				0,54	0,11	0,15	0,1	0,1	0,19	0,13	0,06
Adapter					0,18	0,23	0,18	0,18	0,06	0,21	0,14
composite						0,08	0,46	0,31	0,12	0,09	0,4
Decorator							0,07	0,06	0,14	0,43	0,62
Proxy								0,37	0,12	0,07	0,4
Observer									0,12	0,04	0,46
State										0,13	0,09
Template											0,55
Visitor											

Πίνακας 6.11 : Paired sample t-test για την κατηγορία Religion and Philosophy

	Factory	Prototype	Singleton	Adapter	Composite	Decorator	Proxy	Observer	State	Template	Visitor
Factory		0,08	0,03	0,09	0,22	0,17	0,22	0,22	0,14	0,05	1
Prototype			0,05	0,1	0,13	0,1	0,13	0,13	0,15	0,34	0,65
Singleton				0,22	0,04	0,03	0,04	0,04	0,27	0,05	0,06
Adapter					0,09	0,08	0,09	0,09	0,58	0,1	0,11
composite						0,34	0,15	0,11	0,34	0,34	0,34
Decorator							0,34	0,34	0,14	0,68	0,07
Proxy								N/A	0,15	0,11	0,34
Observer									0,15	0,11	0,34
State										0,16	0,17
Template											0,45
Visitor											

Πίνακας 6.12 : Paired sample t-test για την κατηγορία Scientific Engineering

	Factory	Prototype	Singleton	Adapter	Composite	Decorator	Proxy	Observer	State	Template	Visitor
Factory		0,21	0,02	0,02	0,05	0,84	0,36	0,46	0	0	0,04
Prototype			0,5	0,54	0,2	0,22	0,21	0,21	0,78	0,28	0,2
Singleton				0,12	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,02
Adapter					0,02	0,02	0,02	0,02	0,58	0,03	0,02
composite						0,03	0,13	0,22	0	0,01	0,05
Decorator							0,49	0,48	0	0,02	0,01
Proxy								0,31	0	0	0,11
Observer									0	0,01	0,1
State										0	0
Template											0,01
Visitor											

Πίνακας 6.13 : Paired sample t-test για την κατηγορία Security

	Factory	Prototype	Singleton	Adapter	Composite	Decorator	Proxy	Observer	State	Template	Visitor
Factory		0,71	0,03	0,13	0,19	0,29	0,27	0,38	0,04	0,05	0,12
Prototype			0,05	0,11	0,44	0,55	0,49	0,33	0,03	0,02	0,34
Singleton				0,27	0,04	0,04	0,04	0,19	0,15	0,18	0,04
Adapter					0,11	0,11	0,11	0,16	0,64	0,19	0,11
composite						0,34	0,44	0,17	0,04	0,05	0,34
Decorator							0,76	0,19	0,04	0,34	0,05
Proxy								0,22	0,04	0,04	0,19
Observer									0,05	0,59	0,15
State										0,06	0,04
Template											0,04
Visitor											

Πίνακας 6.14 : Paired sample t-test για την κατηγορία Social sciences

	Factory	Prototype	Singleton	Adapter	Composite	Decorator	Proxy	Observer	State	Template	Visitor
Factory		0,01	0,57	0,22	0,1	0,1	0,27	0,77	0,03	0,39	0,1
Prototype			0,03	0,33	0,01	0,01	0,01	0,01	0,58	0,01	0,01
Singleton				0,23	0,22	0,22	0,29	0,45	0,03	1	0,22
Adapter					0,21	0,21	0,21	0,22	0,41	0,22	0,21
composite						0,33	0,19	0,02	0,03	0,33	0,19
Decorator							N/A	0,33	0,19	0,02	0,03
Proxy								0,16	0,02	0,07	0,33
Observer									0,02	0,21	0,19
State										0,02	0,02
Template											0,03
Visitor											

Πίνακας 6.15 : Paired sample t-test για την κατηγορία software develop

	Factory	Prototype	Singleton	Adapter	Composite	Decorator	Proxy	Observer	State	Template	Visitor
Factory		0,69	0,01	0	0,01	0,61	0,01	0,01	0,01	0,81	0,78
Prototype			0,01	0	0,13	0,91	0,15	0,13	0	0,6	0,7
Singleton				0,04	0	0,01	0	0	0,04	0	0,38
Adapter					0	0	0	0	0,1	0	0,05
composite						0,01	0,12	0,53	0,01	0	0,34
Decorator							0,02	0,01	0,01	0,7	0,39
Proxy								0,18	0,01	0	0,39
Observer									0,01	0	0,34
State										0,01	0,04
Template											0,81
Visitor											

Πίνακας 6.16: Paired sample t-test για την κατηγορία System

	Factory	Prototype	Singleton	Adapter	Composite	Decorator	Proxy	Observer	State	Template	Visitor
Factory		0,07	0	0,02	0,07	0,74	0,16	0,13	0,04	0,13	0,05
Prototype			0	0,03	0,54	0,1	0,11	0,59	0,04	0	0,06
Singleton				0,12	0	0	0	0	0,1	0,03	0
Adapter					0,03	0,02	0,03	0,03	0,13	0,05	0,03
composite						0,1	0,06	0,18	0,04	0	0,03
Decorator							0,22	0,17	0,03	0,08	0,25
Proxy								0,25	0,04	0	0,03
Observer									0,04	0,01	0,01
State										0,06	0,04
Template											0
Visitor											

Πίνακας 6.17: Paired sample t-test για την κατηγορία Terminals

	Factory	Prototype	Singleton	Adapter	Composite	Decorator	Proxy	Observer	State	Template	Visitor
Factory		1	0,14	0,15	0,35	0,35	1	0,11	0,08	0,11	0,35
Prototype			0,14	0,15	0,35	0,35	1	0,19	0,08	0,07	0,35
Singleton				0,39	0,13	0,45	0,14	0,29	0,94	0,33	0,13
Adapter					0,15	0,13	0,14	0,19	0,21	0,17	0,15
composite						0,3	0,35	0,14	0,07	0,06	N/A
Decorator							0,3	0,76	0,03	0,3	0,82
Proxy								0,21	0,07	0,05	0,35
Observer									0,18	0,79	0,14
State										0,1	0,07
Template											0,06
Visitor											

Πίνακας 6.18: Paired sample t-test για την κατηγορία Text Editors

	Factory	Prototype	Singleton	Adapter	Composite	Decorator	Proxy	Observer	State	Template	Visitor
Factory		0,43	0,07	0,03	0,23	0,2	0,42	0,37	0,05	0,93	0,14
Prototype			0,01	0,06	0,14	1	0,93	0,76	0,07	0,11	0,1
Singleton				0,36	0,01	0,01	0,02	0,01	0,25	0,02	0
Adapter					0,05	0,04	0,05	0,05	0,19	0,08	0,04
composite						0,32	0,07	0,48	0,06	0,02	0,09
Decorator							0,95	0,77	0,06	0,1	0,11
Proxy								0,51	0,07	0,15	0,04
Observer									0,07	0,12	0,16
State										0,09	0,06
Template											0,01
Visitor											

3. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ενότητα αυτή συζητά τα αποτελέσματα των στατιστικών τεχνικών που εφαρμόστηκαν στο σύνολο των δεδομένων που συγκεντρώσαμε για την έρευνά μας. Η συζήτηση έχει οργανωθεί σε υποενότητες σύμφωνα με τα ερωτήματα της έρευνας, που αναφέρονται στην αρχή του άρθρου.

3.1 Εφαρμογή προτύπων σχεδίασης

Τα αποτελέσματα του Πίνακα 1, μας δείχνουν με την πρώτη ματιά ότι κάποια πρότυπα εφαρμόζονται περισσότερο από άλλα στις κατηγορίες ανοιχτού λογισμικού. Επιπλέον, στον Πίνακα 2 φαίνεται ότι η συχνότητα χρήσης των προτύπων τα κατηγοριοποιεί σε 5 κατηγορίες όπως φαίνεται στο Σχήμα 7.

Τα πρότυπα στην κορυφή του Σχήματος 12 χρησιμοποιούνται στατιστικά σημαντικά περισσότερες φορές σε εφαρμογές ανοιχτού λογισμικού απ' ότι αυτά που βρίσκονται χαμηλότερα στην κατάταξη.

Σχήμα 12: Επίπεδα χρήσης των προτύπων σχεδίασης

level 1	state adapter
level 2	singleton
level 3	prototype template
level 4	factory decorator
level 5	observer proxy visitor composite

Κάποια από τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στα σχήμα 11 είναι λογικά και αναμενόμενα, ενώ κάποια άλλα προκαλούν έκπληξη. Για το πρότυπο *State* περιμέναμε ότι θα είχε μια υψηλή θέση στην κατάταξη, επειδή το μόνο υπόβαθρο που χρειάζεται για τη χρήση του, είναι η σωστή χρήση κληρονομικότητας. Αναμενόμενο το πρότυπο *Adapter* να χρησιμοποιείται πολύ συχνά, αφού οι κοινωνίες ανοιχτού λογισμικού βασίζονται ως λογική στην επαναχρησιμοποίηση κλάσεων άλλων προγραμματιστών. Σε τέτοιες περιπτώσεις, το πρότυπο *adapter* παρέχει έναν μηχανισμό αφομοίωσης της νέας κλάσης μέσα στο υπάρχον σύστημα χωρίς τροποποίηση του υπάρχοντος κώδικα. Επίσης, η λογική του *Adapter* ταιριάζει με τις βασικές αρχές του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού και έτσι πολλές φορές μπορεί να χρησιμοποιείται χωρίς πρόθεση από τους προγραμματιστές.

Αντίθετα, ενώ η δομή του προτύπου *Singleton* είναι αρκετά περίπλοκη, (Chatzigeorgiou, 2005) και θα περιμέναμε να μην είναι ένα δημοφιλές πρότυπο, κατατάσσεται στην 3^η θέση της λίστας των πιο συχνά χρησιμοποιούμενων προτύπων. Πιθανότατα, αυτό οφείλετε στο περιορισμένο πεδίο της έρευνας μας που ασχολείται αποκλειστικά σε κατηγορίες ανοιχτού λογισμικού γραμμένα σε γλώσσα Java, όπου το πρότυπο *Singleton* εφαρμόζεται απλούστατα μέσω ενός μηχανισμού δημιουργίας στιγμιότυπων.

Μια ακόμα παράξενη παρατήρηση, που προέκυψε από τα αποτελέσματά μας, είναι ότι το πρότυπο *prototype* βρίσκεται αρκετά ψηλά στην λίστα.

Και τέλος παρατηρούμε ότι το πρότυπο *Decorator* χρησιμοποιείται πιο συχνά απ' ότι το πρότυπο *Composite*. Το πρότυπο *Composite* αποτελεί τα θεμέλια του *Decorator* και γι' αυτό θα περιμέναμε να χρησιμοποιείται πιο συχνά. Τελικά, τα πιο δυσνόητα πρότυπα εκτός από το *composite* φαίνεται να είναι τα πρότυπα *observer*, *visitor*, *proxy*, τα οποία δε χρησιμοποιούνται συχνά από τους προγραμματιστές ανοιχτού λογισμικού.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, οι προγραμματιστές ανοιχτού λογισμικού, προτιμούν να χρησιμοποιούν τα πιο ευκολονόητα πρότυπα απ' ότι εκείνα που δίνουν πιο ασφαλή αποτελέσματα. Πιθανότατα, ένας λόγος που συμβαίνει αυτό να είναι ότι γενικά οι προγραμματιστές δεν ξεκινούν από μια φάση αναλυτικής σχεδίασης προτού ξεκινήσουν τη συγγραφή κώδικα.

3.2 Πρότυπα Σχεδίασης και Κατηγορίες ανοικτού λογισμικού

Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 3 κ 4, η χρήση των προτύπων σχεδίασης σε κάθε κατηγορία ακολουθεί παρόμοια κατανομή με τη χρήση τους γενικότερα στην ανάπτυξη ανοικτού λογισμικού. Παρόλα αυτά, συγκρίνοντας την εφαρμογή των προτύπων στις διάφορες κατηγορίες ανοικτού λογισμικού, βλέπουμε ότι σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την έρευνά μας, κάποια πρότυπα εφαρμόζονται συχνότερα σε κάποιες συγκεκριμένες κατηγορίες.

Στον πίνακα 5.1 παρατηρούμε ότι η κατηγορία Terminals εμφανίζει λιγότερα στατιστικά σημαντικά στιγμιότυπα προτύπου Factory από ότι οι κατηγορίες Social sciences, software develop κ Religion and Philosophy. Επιπλέον παρατηρούμε η κατηγορία printing που φαίνεται να έχει το μέγιστο μέσο όρο στιγμιοτύπων δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από καμία άλλη. Στον πίνακα 5.2 οι κατηγορίες Scientific Engineering και printing έχουν τον μεγαλύτερο μέσο όρο στιγμιοτύπων για το πρότυπο Prototype και οι 2 δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με καμία άλλη κατηγορία. Ενώ αντιθέτως βλέπουμε η κατηγορία communications και Internet να διαφέρουν από 6 κατηγορίες στατιστικά σημαντικά.

Στον πίνακα 5.3 παρατηρούμε ότι η κατηγορία Social sciences διαφέρει στατιστικά σημαντικά από 9 κατηγορίες ως προς τη χρήση στιγμιοτύπων του προτύπου Singleton και ακολουθεί η κατηγορία internet που διαφέρει με 7 και η multimedia που διαφέρει με 6. Αν και το μεγαλύτερο μέσο όρο στιγμιοτύπων φαίνεται να έχει η κατηγορία Desktop Environment, η εκτεταμένη χρήση του προτύπου στην οποία δεν επιβεβαιώνεται στατιστικά από τα t-tests. Στον πίνακα 5.4 η κατηγορία Scientific Engineering παρατηρούμε ότι έχει τον μέγιστο μέσο όρο στιγμιοτύπων, αλλά δείχνει να διαφέρει στατιστικά σημαντικά μόνο από μια κατηγορία, την Religion and Philosophy η οποία εμφανίζει το χαμηλότερο μέσο όρο και διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τέσσερις άλλες κατηγορίες.

Στον πίνακα 5.5 παρατηρούμε ότι οι κατηγορίες Social Sciences – Terminals - Religion and Philosophy. εμφανίζουν τα λιγότερα στιγμιότυπα του προτύπου Composite και διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από 5 κατηγορίες . Παρατηρούμε ότι η κατηγορία printing που φαίνεται να έχει τον μέγιστο μέσο όρο στιγμιότυπων δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από καμία άλλη. Στον πίνακα 5.6 η κατηγορία Social sciences εμφανίζει τις περισσότερες στατιστικά σημαντικές διαφορές στη χρήση στιγμιότυπων του προτύπου Decorator (χαμηλότερη χρήση). Και εδώ η κατηγορία printing που φαίνεται να έχει τον μέγιστο μέσο όρο στιγμιότυπων δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από καμία άλλη σύμφωνα με τα στατιστικά t-tests.

Στον πίνακα 5.7 βλέπουμε ότι κατηγορία Religion and Philosophy διαφέρει στατιστικά σημαντικά από 5 κατηγορίες. Το μεγαλύτερο μέσο όρο στιγμιότυπων το έχει η κατηγορία Scientific Engineering για το πρότυπο proxy.

Στον πίνακα 5.8 παρατηρούμε ότι η κατηγορία multimedia εμφανίζει περισσότερα στατιστικά σημαντικά στιγμιότυπα του προτύπου Observer και διαφέρει στατιστικά σημαντικά από 7 κατηγορίες. Στο πρότυπο Observer το μεγαλύτερο μέσο όρο στιγμιότυπων το έχει η κατηγορία multimedia κάτι που σημαίνει ότι η εκτεταμένη χρήση του προτύπου στην κατηγορία επιβεβαιώνεται στατιστικά από τα t-tests Στον πίνακα 5.9 εμφανίζουν οι περισσότερες στατιστικά σημαντικές διαφορές στη χρήση στιγμιότυπων στις κατηγορίες terminals και Social science που διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από 7 κατηγορίες (χαμηλή χρήση). Το μεγαλύτερο μέσο όρο στιγμιότυπων του προτύπου state έχει η κατηγορία internet.

Στον πίνακα 5.10 η κατηγορία Social science εμφανίζει τις περισσότερες στατιστικά σημαντικές διαφορές στο επίπεδο χρήσης στιγμιότυπων Template Method και διαφέρει στατιστικά σημαντικά από 11 κατηγορίες, το μεγαλύτερο μέσο όρο στιγμιότυπων το έχει η κατηγορία Scientific Engineering. Και τέλος για τα το τελευταίο πίνακα για τα Independent sample t-test το πρότυπο visitor χρησιμοποιείται εξίσου σε όλες της κατηγορίες.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 6.1 που απευθύνεται στην κατηγορία των έργων ανοικτού λογισμικού communications μπορούμε να χωρίσουμε τα πρότυπα σε 3 επίπεδα σύμφωνα με το πόσο χρησιμοποιούνται

κατά ανάπτυξη τέτοιων έργων λογισμικού. Στο 1 επίπεδο, τοποθετούνται τα πρότυπα state και adapter που χρησιμοποιούνται πιο συχνά, τα οποία διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από όλα τα πρότυπα των άλλων επιπέδων. Στο 2 επίπεδο τοποθετούνται τα πρότυπα singleton, prototype, template, factory και observer. Στο 3 επίπεδο τοποθετούμε τα πρότυπα decorator, proxy, visitor και composite.

Στον πίνακες 6.2,6.10,6.13 για την κατηγορία Desktop Environment , printing και security αντιστοίχως δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των προτύπων.

Στο πίνακα 6.3 για την κατηγορία formats and protocols μπορούμε να χωρίσουμε τα πρότυπα σε 3 επίπεδα , στο πρώτο επίπεδο, τοποθετούνται τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα πρότυπα, που από τον πίνακα φαίνεται να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από όλα τα άλλα πρότυπα αλλά όχι μεταξύ τους. Αυτά είναι τα Singleton, Adapter και State. Στο δεύτερο επίπεδο, τοποθετούμε τα πρότυπα Factory, Prototype, Composite, Decorator, Proxy, Observer και Template, ενώ στο τελευταίο επίπεδο τοποθετούμε το πρότυπο Visitor που παρουσιάζει μηδενικές τιμές. Στον πίνακα 6.4 στην κατηγορία Games Entertainment μπορούμε να ξεχωρίσουμε 3 επίπεδα χρήσης προτύπων. Στο πρώτο επίπεδο ξεχωρίζουν τα πρότυπα State και adapter τα οποία διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από όλα τα πρότυπα των άλλων επιπέδων και ακολουθούν στο 2 επίπεδο τα πρότυπα singleton proxy,template,factory,decorator,observer,prototype,composite και στο τελευταίο επίπεδο τοποθετούμε το πρότυπο visitor λόγω των μηδενικών τιμών που παρουσιάζει.

Από τον πίνακα 6.5 μπορούμε να ξεχωρίσουμε 2 επίπεδα χρήσης των προτύπων στην κατηγορία internet, Στο 1 επίπεδο με το State να προηγείται από το πρότυπο Adapter με την μόνη διαφορά ότι το πρότυπο adapter διαφέρει στατιστικά σημαντικά με όλα τα άλλα πρότυπα που υπολείπονται σε ένα ενιαίο 2 επίπεδο. Στον πίνακα 6.6 απεικονίζει τη χρήση προτύπων στην κατηγορία mobile και από τις τιμές του διαχωρίζονται 6 επίπεδα χρήσης προτύπων. Στο 1 επίπεδο κυριαρχούν τα πρότυπα adapter,state, στο 2 επίπεδο αμοληθούν τα πρότυπα singleton,template και factory, στο 3 επίπεδο τα πρότυπα decorator,observer, στο 4 επίπεδο το prototype μόνο του, στο 5

έχουμε το proxy,composite και στο 6 και τελευταίο επίπεδο το visitor και πάλι λόγω των μηδενικών του τιμών.

Στους πίνακες 6.7,6.16,6.18 που απεικονίζουν τη χρήση προτύπων στην κατηγορία multimedia,system και text editors αντιστοίχως από τις τιμές τους διαχωρίζονται 3 επίπεδα χρήσης προτύπων. Στην πρώτη κατηγορία, τοποθετούνται τα πρότυπα State,Adapter και Singleton. Στο 2 επίπεδο, τοποθετούμε τα πρότυπα Factory, Prototype, Decorator, Proxy, Observer, Composite και Template, ενώ στο τελευταίο επίπεδο τοποθετούμε το πρότυπο Visitor που παρουσιάζει μηδενικές τιμές.

Στο πίνακα 6.8 ξεχωρίζουμε 3 επίπεδα της χρήσης προτύπων στην κατηγορία office business, στο 1 επίπεδο το State με το adapter, στο 2 singleton,prototype και template με τα οποία adapter και template να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με όλα τα πρότυπα εκτός του προτύπου prototype που βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο και τέλος στο 3 επίπεδο τοποθετούνται τα πρότυπα factory,decorator,observer,proxy,composite και visitor.

Στο πίνακα 6.9 απεικονίζει τη χρήση προτύπων στην κατηγορία OtherNonlisted Topic και από τις τιμές του διαχωρίζουμε 3 επίπεδα χρήσης προτύπων. Στο 1 επίπεδο να έχουμε τα πρότυπα state,adapter,Singleton και template.Στο 2 να ακολουθούν τα decorator,prototype,factory,proxy,observer και composite, και στο 3 επίπεδο το πρότυπο visitor για της μηδενικές τιμές που παρουσιάζει στην κατηγορία. Στο πίνακα 6.11 που απεικονίζει την χρήση προτύπων της κατηγορίας Religion and Philosophy,χωρίζεται σε 3 επίπεδα, στο 1 επίπεδο τοποθετούνται τα πρότυπα state,adapter,singleton ,το οποίο singleton είναι το μόνο πρότυπο που διαφέρει στατιστικά σημαντικά από άλλα 7 πρότυπα, στο 2 επίπεδο template,prototype visitor και decorator και στο 3 επίπεδο τα πρότυπα composite,proxy και observer λόγω των μηδενικών τιμών που παρουσιάζουν.

Στο πίνακα 6.12 ξεχωρίζουμε 4 επίπεδα χρήσης προτύπων της κατηγορίας Scientific Engineering, στο 1 επίπεδο τοποθετούμε το Adapter,state,prototype και Singleton με όλα τα πρότυπα να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά με όλα τα πρότυπα των άλλων επιπέδων εκτός του prototype που δεν διαφέρει με κανένα άλλο πρότυπο. Στο 2 επίπεδο

τοποθετούμε μόνο το πρότυπο `template`, στο 3 επίπεδο βάζουμε τα πρότυπα `proxy`,`factory`,`decorator`,`observer` και `composite`. Στο 4 και τελευταίο επίπεδο βάζουμε το `visitor` για της μηδενικές του τιμές.

Στον πίνακα 6.14 ξεχωρίζουμε 3 επίπεδα χρήσης προτύπων της κατηγορίας `Social sciences`. Στο 1 επίπεδο τοποθετούμε τα πρότυπα `Adapter`, το οποίο δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με κανένα άλλο πρότυπο, `State` και `prototype`, στο 2 επίπεδο `singleton`,`template`,`factory`,`observer`, `proxy` και στο 3 επίπεδο λόγω των μηδενικών τιμών `decorator`,`composite`,`visitor`.

Στον τελευταίο πίνακα μας 6.15 ξεχωρίζουμε 2 επίπεδα χρήσης προτύπων της κατηγορίας `software develop`. Στο 1 επίπεδο βάζουμε τα πρότυπα `state` και `Adapter`, τα οποία διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από όλα τα άλλα πρότυπα και στο 2 επίπεδο τοποθετούμε όλα τα άλλα υπολειπόμενα πρότυπα. Το μόνο που αξίζει να σημειώσουμε σαϊτών το πίνακα είναι η συχνή παρουσίαση του προτύπου `visitor` που φαίνεται να κατέχει την 4 θέση ενώ σε όλες τις άλλες κατηγορίες κατείχε την τελευταία θέση. .

3.3 ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑΣ

Η ενότητα αυτή ασχολείται με την παρουσίαση των εσωτερικών και εξωτερικών κινδύνων που μπορούν να επηρεάσουν την εγκυρότητα της έρευνάς μας. Κατ' αρχάς, εφόσον τα αντικείμενα της συγκεκριμένης μελέτης περίπτωσης είναι κατηγορίες ανοιχτού λογισμικού, τα αποτελέσματα ίσως να μην είναι σωστά για αντίστοιχες εφαρμογές κλειστού λογισμικού. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το μέγεθος του δείγματος που πήραμε είναι αντιπροσωπευτικό του συνολικό πλήθος των προγραμμάτων ανοιχτού λογισμικού και η γενίκευση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από το δείγμα για το τι ισχύει στο σύνολο του πληθυσμού είναι αρκετά ασφαλής.

Επίσης, το σύνολο των δεδομένων που μελετήθηκαν ήταν αποκλειστικά γραμμένα σε `Java`, επειδή το εργαλείο που χρησιμοποιήσαμε για την ανίχνευση προτύπων σχεδίασης μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε δυαδικά αρχεία `java`. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε μόνο ένα αποθετήριο κώδικα, που ονομάζεται `Sourceforge`.

4.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εργασία αυτή στοχεύει στη μελέτη του βαθμού χρήσης των προτύπων σχεδίασης. Τα πρότυπα σχεδίασης μελετήθηκαν μέσω μιας εμπειρικής μελέτης, όπου αξιολογήσαμε το βαθμό χρήσης των προτύπων σχεδίασης στο ανοιχτό λογισμικό.

Σχετικά με τα αποτελέσματα της μελέτης μας για τη χρήση αντικειμενοστραφών προτύπων σχεδίασης σε 19 κατηγορίες ανοιχτού λογισμικού, επιβεβαιώνεται η εύκολη και διαδεδομένη χρήση προτύπων σχεδίασης, όπως τα Adapter, State και Singleton που εφαρμόζονται συχνότερα στο ανοιχτό λογισμικό. Η συχνή εφαρμογή του προτύπου Adapter, μπορεί να σημαίνει, υψηλότερα επίπεδα επαναχρησιμοποίησης στον τομέα του ανοιχτού λογισμικού.

Από τον έλεγχο των υποθέσεων, προκύπτει ότι οι ουσιαστικότερες στατιστικά σημαντικές διαφορές προκύπτουν στα χαμηλά επίπεδα χρήσης προτύπων σχεδίασης. Παρατηρούμε λοιπόν ότι τα πρότυπα σχεδίασης με υψηλούς μέσους όρους χρήσης δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από τα υπόλοιπα, ενώ αυτά με χαμηλά επίπεδα χρήσης, διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από αυτά με τους μεγαλύτερους μέσους όρους.

Μελλοντικοί στόχοι είναι η περαιτέρω διερεύνηση του ερευνητικού αυτού πεδίου, για την καλύτερη κατανόηση του και συμπλήρωση των ερευνητικών κενών που εντοπίστηκαν στα πλαίσια αυτής της μελέτης.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Alexander C., Ishikawa S., Silverstein M. (1977), "A Pattern Language – Town, Buildings, Construction", *Oxford University Press*, New York.
2. Ampatzoglou A., Chatzigeorgiou A. (2007), "Evaluation of object-oriented design patterns in game development", *In Information and Software Technology*, Elsevier, Vol.49, No 5, pp. 445-454
3. Ampatzoglou A., Stamelos I. (2010) "Software engineering research for computer games: A systematic review", *Information and Software Technology*, Elsevier, Vol. 52, No 09, pp. 888-901.
4. Arnout K., Meyer B. (2006) "Pattern componentization: the factory example", *In Innovations in Systems and Software Technology*, Springer, Vol. 2, No 2, pp. 65-79
5. Bansiya J., Davis C. (2002), "A Hierarchical Model for Object-Oriented Design Quality Assessment", *In IEEE Transaction on Software Engineering*, IEEE Computer Society, Vol.28, No 1, pp. 4-17.
6. Basili V.R., Selby R.W., Hutchens D.H. (1986), "Experimentation in Software Engineering", *In IEEE Transactions on Software Engineering*, IEEE Computer Society, Vol.13, No 07, pp. 733-743.
7. Bieman J.M., Jain D., Yang H.J. (2001), "OO design patterns, design structure, and program changes: an industrial case study", *In ICSM 2001, 17th International Conference on Software Maintenance*, IEEE Computer Society, Florence, Italy, November 07-09, 2001, pp. 580
8. Brereton P., Kitchenham B., Budgen D., Turner M., Khalil M. (2007), "Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain", *Journal of Systems and Software*, Elsevier, Vol. 80, No. 4, pp 571-583.
9. Cai K. Y., Card D. (2008), "An analysis of topics in software engineering - 2006", *Journal of Systems and Software*, Elsevier, Vol. 81, No 6, pp. 1051 – 1058.

10. Chatzigeorgiou A. (2005), "Object-Oriented Design: UML, Principles, Patterns and Heuristics", *Kleidarithmos*, Athens, 1st edition.
11. Chidamber S. R., Kemerer C. F. (1994), "A Metrics Suite for Object Oriented Design", *IEEE Transactions on Software Engineering*, IEEE, Vol. 20, No 6, pp.476-493.
12. Di Penta M., Cerulo L., Gueheneuc Y. G., Antoniol G. (2008), "An Empirical Study of Relationships between Design Pattern Roles and Class Change Proneness", *In ICSM 2008, 24th International Conference on Software Maintenance*, IEEE Computer Society, Beijing, China, September 28 – October 4, 2008, pp. 217-226
13. Dyba T., Dingsoyr T. (2008), "Empirical studies of agile software development: A systematic review", *Information and Software Technology*, Elsevier, Vol 50, No 9-10, pp. 833-859.
14. Feller J., Fitzgerald B. (2002), "Understanding open source software development", *Addison-Wesley Longman*, Boston, MA, 1st edition
15. Gamma E, Helms R, Johnson R, Vlissides J. (1995), "Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software", *Addison-Wesley Professional*, Reading, MA, 1st edition.
16. Glass R. L., Vessey I., Ramesh V. (2002), "Research in software engineering: An analysis of the literature", *Information and Software Technology*, Elsevier, Vol 44, No 8, pp. 491-506.
17. Hsueh N.L., Chu P.H., Chu W. (2008), "A quantitative approach for evaluating the quality of design patterns", *In Journal of Systems and Software*, Elsevier, Vol. 81, No 8, pp. 1430-1439.
18. Huston B. (2001), "The effects of design pattern application on metric scores", *In Journal of Systems and Software*, Elsevier, Vol. 58, No 03, pp. 261-269.
19. Jung H. W. , Kim S. G. , Chung C. S. (2004), "Measuring Software Product Quality: A Survey of ISO/iec 9126", *IEEE Software*, IEEE, Vol. 21, No 05, pp. 88-92.
20. Khomh F., Gueheneuc Y.G. (2008), "Do design patterns impact software quality positively?", *In CSMR 2008, 12th European Conference on Software Maintenance and Reengineering*, , IEEE Computer Society, Athens, Greece, April 01-04, 2008, pp. 274-278

21. Kitchenham B. (2007), "Procedures for undertaking systematic literature reviews", *Joint Technical Report*, Computer Science Department, Keele University.
22. Kitchenham B., Brereton O. P., Budgen D., Turner M., Bailey J., Linkman S. (2009), "Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review", *Information and Software Technology*, Elsevier, Vol 51, No 1, pp 7-15.
23. Kitchenham B., Pfleeger S.L.(1996), "Software Quality: The Elusive Target", *IEEE Software*, IEEE Computer Society, Vol, 13, No 1, pp. 12-21.
24. Kitchenham B., Pickard L., Pfleeger S.L. (1995), "Case Studies for Method and Tool Evaluation", *In IEEE Software*, Vol. 12, No 04, pp. 52-62.
25. McShaffry M. (2003), "Game Coding Complete", *Paraglyph Press*, Arizona.
26. Meyer B., Arnout K. (2006), "Componentization: The Visitor Example", *In IEEE Computer*, IEEE Computer Society, Vol. 39, No 07, pp. 23-30.
27. Prechelt L., Unger B., Tichy W. F., Brossler P., Votta L. G. (2001), "A controlled experiment in maintenance comparing design patterns to simpler solutions", *In IEEE Transactions on Software Engineering*, , IEEE Computer Society, Vol. 27, No 12, pp. 1134-1144.
28. Samoladas I., Stamelos I, Angelis L., Oikonomou A. (2004), "Open source software development should strive for even greater code maintainability", *In Communications of the ACM*, Association of Computing Machinery, Vol. 47, No 10, pp. 83-87.
29. Sowe S.K., Angelis L., Stamelos I., Manolopoulos Y. (2007), "Using Repository of Repositories (RoRs) to Study the Growth of F/OSS Projects: A Meta-Analysis Research Approach", *In OSS 2007, Open Source Software Conference*, Springer, Limeric, Ireland, June 11-14 2007, pp. 147-160.
30. Tsantalis N., Chatzigeorgiou V, Stephanides G., Halkidis S. T. (2006). "Design Pattern Detection using Similarity Scoring", *In IEEE Transaction on Software Engineering*, IEEE Computer Society, Vol. 32, No 11, pp. 896-909.

31. Vokác M., Tichy W., Sjøberg D.I.K., Arisholm E., Aldrin M. (2003), "A Controlled Experiment Comparing the Maintainability of Programs Designed with and without Design Patterns - A Replication in a Real Programming Environment", *In Empirical Software Engineering*, Springer, Vol. 09, No 03, pp. 149-195.
32. Wendorff P. (2001), "Assessment of Design Patterns during Software Reengineering: Lessons Learned from a Large Commercial Project", *In CSMR 2001, 5th European Conference on Software Maintenance and Reengineering*, IEEE Computer Society, Lisbon, Portugal, March 14-16, 2001, pp. 77
33. Wohlin C., Runeson P., Host M., Ohlsson M.C., Regnell B., Wesslen A. (2000), "Experimentation in Software Engineering", *Kluwer Academic Publishers*, Boston/ Dordrecht/ London, 1st edition.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α – Λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη περίπτωσης

communications	Azureus-Vuze	JEmpeg	
	ButiFree	JFeedReader-fast and light news reader	
	Card Me - VCard Java Library	JHylaFAX - Java HylaFAX	
	ClassHidra	JMF wrapper for ffmpeg	
	ClassHidra	Jmlrc -java Mobile IRc	
	DBSchools	JMorseTrainer	
	DC++ jMover	JMule	
	Deep Email Miner	Johnim	
	DLoader	joscar	
	EmailChecker	Mail Carbon	
	Generic JTAPI and Jain Jcc and Jcat	Mailstore simulator	
	GPS status	MFRadio	
	HafkenServer	MobiDict	
	Herald - an instant messaging client	Modbus for Java	
	HPBTC	MyPassMan	
	iDate	myRadio	
	IRCer	Open Pandora Box	
	Jaffer	OpenFAST	
	Java AOChat API	OpenYMSG	
	Java IO Extension	Pooter	
	RDS Surveyor	SpamWatch	
SpeakRight Framework	SunnyChat		
Synder	talkLock		
UPnP PortMapper			
Desktop Environment	Analog Clock Calendar	argument	
	Clartool Library	CSMonkey TV Remote	
	Cyrillic support for Java 2 under Linux	JRegistry	
	DoubleType	jRSVP	
	eKitaab - EBook Catalog Manager Software	KMapIME	
	FlexiTree	LGPL VNCj	
	GLXDesktop	MyPassMan	
	GuiE	NakedObjectsModules-SwingGUI	
	java chinese ime	NatTable	
	Java File Manager	Neoe IME	
	Java Remote Desktop	PrintMyFolders	
	Java Textual Desktop	Pronetha Desktop	
	Java vector cut-and-paste	Search and Whatever	
	Java X11 Library	Sequence_Splitter	
JayCalc	Snarl4Java		

	JECmate	softray
	JFCML - JFCSwing XML Markup Language	SWT Generic Enhancements
	joysticken	The Aquarium
	The Viking Calendar	UIVI
	Vira Look And Feel (Jane JOE)	WeirdX
	XPlanet Configurator	
education		
	3D HIV	AF-Mathe
	Anki Stream	Classroom Scheduler
	Crypto Helper	DebtPayoff
	Dijkstromania	Dijkstromania
	DLSim	Easy CSP library
	EarToner	Esciurus
	Fractal KISS	Hanzi Recognizer
	FreeFret	HWave
	Interactive Web Physics	Java CardioPulmonary SIMulations
	Java Vocabulary Trainer	JConvert - Unit Conversion (Java based)
	JDBC Tester	jFunction
	JFunctionViewer	jg3d
	JGames	jMemorize
	JMorseTrainer	JPetriNet
	Kanji XML	LC3uArch
	M.A.N.G	Musical Skill Coach
	MIRACH	Optimum Path Calculator
	Molle	Patmus Bibliographic References Manager
	Montessori Bells	Periodic Table
	PESCCollegeTranscriptJar	Registermaschinensimulation
	Sequence_Splitter	Sound Grid
StudyTrainer	The cham3a dictionary	
TranslateCards	TriangleCalculator	
V-MAP	Warwick Maze Courseware	
YOPS		
Formats and Protocols		
	Alster	JOFFree
	Bib-it	JRSSServer
	Card Me - VCard Java Library	jSoapServer
	CsvJdbc - CSV file JDBC driver	k5nJournal
	dbwConnection	Kabeja
	Domify	KefirBB
	DragMath	LaTeXDraw
	Google2SRT	LikeGrep
	HtZip	Lizzy
	iCal4j	Matra - an XML DTD Parser
	Itemizer - Generic (C)RGP item editor	Metaphile

	Java Numbers with Unit	METS API
	Java-ISO8583	mstor
	JeXML	NG4J - Named Graph API for Jena
	JFileConv	ofx4j
	JHOVE	Omni
	Joda - Time	PAOWL
	JODConverter	picard
	Sensei's Library on Tour	SoloWiki
	spring-json	TextWiz
	TinyParser	ToolME
	VariantCodec	XDC
	XHTML Doclet	XML Factory
	Xpresso	YamlBeans
	ZDecimalJava	ZK Unit
Games Entertainment	3DS Java3D Loader	Free Sudoku
	All-In Hon ModManager	Gomoku
	AnImOSY	J2ME Memo Game
	Arcus - Rubik's Cube Simulator	J2ME Pacman
	Axis and Allies 1940 Battle Calculator	J2MEDice
	battlephone	Java + Sudoku = Judoku
	Binary Knitting	Java Yahtzee
	Bomber for Nokia Series 60 phones	JavaRisk
	Cartelle Tombola	JBoats
	CellarBoss - Wine cellar manager	JGames
	Clustermines	JPexeso
	Computer Squad Leader	JSkat
	DaCoinch	JStella Atari 2600 Emulator
	drizzle	Juzzle
	ELM-VE	Klotski
	Magellan	PGNParser
	mLabyrinth	Rubik Cube 3x3 package
	Mobile Karaoke	Set! ME
	mobileTV	SpaceTrader for Java
	Monopoly for java	Spice Trade
	Test7	TaroTux
Thud - A graphical client for BTech MUX	TicTacToe	
Tin Whistle Calculator	Tyrant - Java Roguelike	
UIQ3 open-source software and tools	Voltorb Flip Helper	
Whist Online		
Internet		
	AjaxAnywhere	HtmlUnit
	ArrowHead ASP Server	ISO RELAX
	BrowserLauncher2	Jastor

	Capivara - Java filesync	Java RDF Binding
	CKEditor	Java Unified Expression Language
	Classifier4J	Jcrontab
	dnsjava	JGraphT
	Early Access iText	JLoom
	Ekit (Java HTML Editor)	jmlrc - Java Mobile IRC
	EL-Functors	JODReports
	Flexjson	JOpenChart Toolkit
	Gallery Mage	Joseki The Jena RDF Server
	Google Search Appliance Java AP	JSai Servlet Authentication
	Google2SRT	JSON Tag Library for JSP
	JsonMarshaller	JUnitEE
	jWic Framework	M3u8 Parser
	Mini Gallery Manager	muffin
	NetTool	OWL API
	P2PVPN	PJL Compressing Filter
	Postlet Multiple file upload applet	Redstone XML-RPC Library
	SecurityFilter	Simple
	SkunkDAV WebDAV Client	StringTree Java utility packageby
	Struts Menu	The Jscheme Web Programming Project
	Tornado HTTP Server	Very Quick Wiki
	Winstone Servlet Container	XML-RPC for Java ME
Mobile	ajmetronome	IPhone Analyzer
	Android Screenshots and Screen Capture	iStalk
	Bíblia sagrada para celula	J2ME Memo Game
	BlueCove	Java API for Kannel SMSWAP Gateway
	Bluetooth backdoor	JContactBackup
	Bunk Bazaar	jMobileDict
	Cell Metronome	Jmp3Tag
	Doing!	JVx - Enterprise Application Framework
	Fight it out	jWAN
	gamine	jWlanScan
	GeoShrine	Kabriolet.Mobile
	GGSync	karatasi - flip cards on iPhone
	GRE Phone Reciter	kgsmmodem4j
	Linalgo	LoroDux
	MegaBlock	MinskTransSched
	miTester for SIP	QCNative
	Mobile Sudoku Solver	Quex
	MobileBackup J2ME App	SimulME
	mp4sync	String Algorithms in J2ME
	Outliner ME	Tap2phone
	Periodic Table	To-Do-O

	TrackMyExpenses	UnboundID LDAP SDK for Java
	W800iMiniGPSManager	WalkingToolsGpx
	Wannatrak	WURFL Java API
	xUNO ME	Zoku
Multimedia	3DS Java3D Loader	iriverter
	Accordion settings editor	iText®, a JAVA-PDF library
	Albaro	Java SlimServer
	Benojt	jimage
	drawSWF	jMapEditor
	firefly Client-a java Firefly Client	jMediaCat
	Fix Tag	JMediaNFOCreator
	FlameBitmaps	JMF wrapper for ffmpeg
	Gallery Mage	Jomic
	Geotag	JOpenChart Toolkit
	GeOxygene	JPedal JBIG2 Image Decoder
	GPS status	jPlayMan
	GuitarTuner	jTkinter
	JTreeMap KTreeMap	klang (structured binary file editor)
	KutttPech	LiveWire
	Media Catalog	MentalRIB
	NeurosDBM	NoteLab
	Opcion Font Viewer	P2P-Radio
	Peer to Speaker	PhotoScale!
	ReadBarJ Barcode recognition in J2ME	RemoteShot
	Simulacrum	SweetHome3D
Tiny Marbles CMS	Vision Quest	
XMage	Yet another java id3	
Youtube Downloader		
Office Business	AnJelica	Generic Address Book
	Basic Ledger	GnuCashToQIF
	Bizcal	Java CAI Framework
	Brm Bluetooth Remote	Java Matrix
	Card Me - VCard	JBarcodeBean barcode JavaBeans component
	ChopeCREW	JBidwatcher
	Connla	jBudget
	dotProject Desktop Tracking	JCash
	eCurrencyRate	JConvert - Unit Conversion (Java based)
	EMERGY SIMULATOR	JGauge Bean
	Ethiopica Calendar	JGenesis
	JODReports	Open Blackboard System
	Jreepad - Java Treepad Edito	Open java swing spreadsheet
	Jreepad - Java Treepad Edito	OpenForecast

	Json to Excel	openJDiary
	Mini Journal	Outliner ME
	Modus	PdfJumbler
	NetWorth	PortableNotary
	punch	Quex
	SellWin - CRM Sales Application	SimplePunch
	SONG BR	StatPlot
	TA-Lib Technical Analysis Library	TextWiz
	TrackMyExpenses	TimeStamper
	VIKAMINE	wiki
	Worklog	XMLToaster
OtherNonlisted Topic	BlogBridge	Generic Address Book
	Bloody Mary	Generic Nuisance
	BYU EDIF Tools	Gorille
	Carte CSS4J	iDiet - Diet Management Software
	CKIP Client	iriverFile
	Complete Scuba Toolkit	J2ME Ski-Wax Guide
	Diff X	Jamyda
	DivxList	JarServer
	ELite	JavaMatch match engine
	Formatting Object Authoring too	JBidwatcher
	jE6-B	Kuntokirjuri
	jfraglets	LamaDict
	JMakeZtxt	Matra - an XML DTD Parser
	JmsConnectionFarm	MobiDict
	JOcrad	Mobile Bank
	jSimpleX Visual XSL Transformation Tool	Monsoon
	jworktime	MQToolkit
	NEOHacker	noka
	PVRBOT PVR Scheduling and Control	Route Ruler
	Rabbit	sinon
	S.F. Bike Map	TeRRAS
	TextCleaner	TradeMaximizer
	ThreadWorks	VietOCR
visolate	web.de Millionenklicker	
WiggleMouse	XMLTV 2 DB	
printing	AmiRewriter	FlipBook Maker
	Connla	Folio; XSL Formatting Objects Renderer
	CSSToXSLFO	GDSPrinting
	Designer for Jasper	Ghost4J
	DIY Book Scanner Image Postprocessor	holodeck10-image-print
	DoubleType	JasperEdit

	DPDLabels	JasperReports
	EPS Graphics Library	JAVA Screenplay colaboration suit
	jImposition	Jipsi
	jPDF Tweak	jPod intarsys PDF renderer
	JPrintPreview	liblpr
	NRV	NumberToTextForJava
	PaperClips	PDF Splice
	retep	russian-envelope-printer
	xs-reports	
Religion and Philosophy	Azkaree	jLyrics
	CCEL Desktop	JScripture Project
	Gladius	jTarot personal advisor
	Holy Rosary Java Application	jworship
	Home Teaching Helper	Krishnamurti's Book of Life D.Thoughts
	Hymn-O-Matic	Kuran - Quran viewing and reciting
	iDate	Mobile Verses
	Patience Medici	prayers times calculator
	Project B	StudyWare Bible
	Zekr Multimedia Quran Study Software	ZIWeiDouShu
Scientific Engineering	Ascape	CSSBox
	AssociationViewer	dicom4j
	Benojt	DIET Agents
	Bibkeeper	Dioscuri - modular emulator
	Biogenesis	EEG-Holter
	CArtAgO	Euclide
	Concept Explorer	GeoAPI
	GeOxygene	GpRoko - Track Analyzer
	GraphStream	jason
	Java CAI Framework	JChart2D
	Java Dicom Buddy	jE6-B
	Java Evolutionary Biology Library	JGAP
	Java ILP	jQuantum
	JBoost	JRobin
	jeeObserver	JSettlers
	JFreeChart	JTLV - formal framework
	JTransforms	jUSI
	JTS Topology Suite	NG4J - Named Graph API for Jena
	Medusa	OpenRocket
	Moise+	Siafu an Open Source Context Simulator
	Mulan	Simbad
	Solarquest	Super CSV
	Syntainia	TA-Lib Technical Analysis Library

	TreeForm Syntax Tree Drawing Software	WordFreak
Security	FreeM	jVRMUDClient
	Jalita	NetworkTools
	JavaTerminal	Omni-Link Library
	JLine - Java console input library	openthinclient
	JMrTools	SDoc
	JTelnnet -- LGPL java telnet client	Spackle
	telnetninja	tn5250J
Social sciences	@rbre Open 3D genealogy	Graphl - Hybrid graph visualization tool
	Applet Audio Synthesizer	Harvasset
	Deep Email Miner	Hidden Parent Eye
	drzefko - genealogic tree manager	JAS
	Egotistics	JFraCE
	FOAFRealm - User Profile Management	jLifeLines
	Gazette	Junto
	Genealogy	Kanji XML
	KiGa 3000	QAParadigm
	Kinship Editor	See People
	Mitandao	Sequence_Splitter
	ThetaCircle	VarbConvert
software develop	AjaxAnywhere	Java Barcode Reader
	Alveole Studio MVC Web Project	Java Concurrent Animated
	Code Analyzer	Java Decompiler
	Code Generation Library	Java Persistent Objects (JPOX)
	ContiPerf	Java Swing Calendar Popup Button
	Cyclops Group	Java Utilities
	dbUnit	Java Utilities
	dedexer	Java-ISO8583
	Dozer	JBarcodeBean barcode JavaBeans component
	EasyStruts	JFCML - JFCSwing XML Markup Language
	eclim (eclipse + vim)	jJCPBR
	Ejb3Unit	JOpenChart Toolkit
	EZMorph	JRobin
	faint - The Face Annotation Interface	jSai Servlet Authentication
	Fit	jspx
	GroboUtils	JUnit
	gted	kXML
	Jadclipse - Eclipse plugin	LoggingSelenium
	jasmin	More Clipboard for Eclipse
	nifty-gui	Office Look and Feels
	Open Fortran Project	Orion SSH2

	ORM Lite	plantuml
	sidaof	Regex Util
	TA-Lib Technical Analysis Library	The tIDE java IDE
	Trugger	UCDetector
	Universal Java Matrix Package	xmltask
System	Active JMS	Chordless
	BlueCove	Commons-SSH
	BT-Sim	Commons-SSH
	BYU EDIF Tools	CuteBoy
	DDTUnit	EduMIPS64
	dhcp4java	EncryptIt! v2.0
	DirViewer Disk-Usage	File Watcher
	DiskScanner	hibernate-jconsole
	dismGUI	Jacksum
	DNavigator	JAMtConnector
	dupliFinder	Java Parallel Loops
	eBus	Javinder
	Jawk	jCDWriter
	Jcrontab	jRRD
	JNetTool	j-scheduler
	jDosbox	jTomtom
	Log Files Filter Utility	MapPSO
	Mandala	OpenArm
	PfPro	regexerator
	Protomatter Software Projec	SAP-JCO Support
	Rdx File Manager	shasummer
	Ricochet	Stuck Pixel Sweeper
	Tyrex	UPnP PortMapper
UBCD Creator	vRenamer	
xsocket		
Terminals	basE91	JLine - Java console
	easyvost	Linux SMS Gateway
	Java Curses	OS-OHIO
	Java Keyboard Library	softray
	JavaConsole	The Java Telnet Application
	The Kava Telnet Application	xtn5250
Text Editors	AMA Text Tool	Eclipse Json Editor Plugin
	APTEditor	EsTexte
	BinEditor	FCK Faces
	Boustrophedon Speed-Read	FMPP - FreeMarker-based PreProcessor
	Clipboard Tool	HelpSetMaker

	Code4Phone	herman
	Dragonfly Journal	idea_stringmanip
	Inkjar	Java Decompiler
	JDraftPDF	JSnapScreen
	JEncConv Encoding Converter	jtr
	Jericho HTML Parser	KORAIS
	JFileConv	LaTeX Word Counter
	JLearn	Lexer
	JOrtho - Java Orthography Checker	Monoceros Properties Pad
	JReplace	More Clipboard for Eclipse
	Multivalent	ProntoNote
	Nalasy	QuickNote
	OpenDarkRoom	RabtPad
	Research Project Helper	Reverse Word
	Text Trix	SimpleJ
	textbender	TextEditor++
	The tIDE java IDE	TinyParser
	TXE - The XML Editor	WordPod
	VietIME	XDoc
	xerlin	XSLT syntax highlighting

