



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΣΤΡΕΦΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗ

Μετρικές Αντικειμενοστραφούς Σχεδίασης

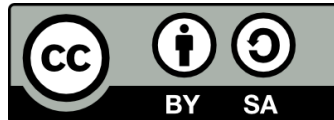
Ιωάννης Σταμέλος

Βάιος Κολοφωτιάς

Πληροφορική

Άδειες Χρήσης

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons. Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα. Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.



Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Περιεχόμενα

Άδειες Χρήσης.....	2
Χρηματοδότηση.....	2
1. Περιεχόμενο Μαθήματος	4
1.1 Περιεχόμενα ενότητας.....	4
2. Η Μέτρηση στην ζωή μας - Εισαγωγή	5
3. Μετρικές Λογισμικού	5
3.1.1 Αρχές Διατύπωσης Μετρικών:	6
3.1.2 Αρχές Συλλογής & Ανάλυσης Μετρικών	6
3.2 Κατηγοριοποίηση μέτρων λογισμικού	7
3.3 Object – Oriented Metrics	8
3.4 Πολυπλοκότητα	8
3.4.1 Τρεις μετρικές πολυπλοκότητας	8
3.5 Δύο μετρικές κληρονομικότητας	11
3.5.1 Depth of Inheritance Tree (DIT).....	11
3.5.2 Number of Child Classes (NOCC)	12
3.6 Δύο μετρικές μεγέθους.....	12
3.7 Σύζευξη	12
3.7.1 Τέσσερις μετρικές σύζευξης.....	13
3.8 Συνοχή.....	14
3.8.1 Τρεις Μετρικές Συνοχής:	14

1. Περιεχόμενο Μαθήματος

Εβδομάδα	Περιεχόμενο
1 ^η	Εισαγωγή στην Αντικειμενοστρεφή Ανάλυση/UML
2 ^η	Rational Unified Process
3 ^η	Περιπτώσεις Χρήσης
4 ^η	Διαγράμματα Κλάσεων
5 ^η	Διαγράμματα Συνεργασίας
6 ^η	Διαγράμματα Ακολουθίας
7 ^η	Πρότυπα Σχεδίασης
8 ^η	Διεργασία ICONIX
9 ^η	Επιχειρηματική Μοντελοποίηση
10 ^η	Υλοποίηση Σχεδίασης με Java
11^η	Μετρικές Αντικειμενοστραφούς Σχεδίασης
12 ^η	Επισκόπηση

1.1 Περιεχόμενα ενότητας

Στην ενότητα αυτή, αφού ορίσουμε την μέτρηση στο λογισμικό θα δούμε τις μετρικές που χρησιμοποιούνται στην αντικειμενοστραφή σχεδίαση. Στη συνέχεια, εξετάζουμε αναλυτικά τις μετρικές πολυπλοκότητας: cyclomatic complexity, Weighted Method per Class 1-2, Response for class. Βλέπουμε ακόμα δύο μετρικές κληρονομικότητας: Depth of Inheritance Tree και Number of Child Classes. Δύο μετρικές μεγέθους, τέσσερις μετρικές σύζευξης και τρεις μετρικές συνοχής.

2. Η Μέτρηση στην ζωή μας - Εισαγωγή

Οι μετρήσεις βρίσκονται στην καρδιά πολλών συστημάτων που επηρεάζουν σημαντικά την ζωή μας

- Οικονομικά (τιμές, πληθωρισμός, χρηματιστηριακοί δείκτες)
- Ραντάρ (ανίχνευση στόχων)
- Ιατρικά (χοληστερίνη, σάκχαρο, δείκτες αίματος), βοηθούν στη διάγνωση παθήσεων/ασθενειών
- Ατμοσφαιρικά (δείκτες ρύπανσης, καιρικών συνθηκών) Βιομηχανία αυτοκινήτων (ιπποδύναμη, κατανάλωση, αποστάσεις, «συμπεριφορά»)

Δίχως μετρήσεις είναι αδύνατον να λειτουργήσει η τεχνολογία

"Measurement is the process by which numbers or symbols are assigned to attributes of entities in the real world in such a way as to describe them according to clearly defined rules." [Norman Fenton]

3. Μετρικές Λογισμικού

"You cannot control what you cannot measure" [Tom De Marco]

"The degree to which you can express something in numbers is the degree to which you really understand it." [Lord Kelvin]

Για την παρακολούθηση, διαχείριση, ποιοτική μελέτη και βελτίωση ΟΠΟΙΟΥΔΗΠΟΤΕ τεχνικού έργου είναι απαραίτητη η έννοια της μέτρησης

Η εξαγωγή μέτρων είναι υποκειμενική (π.χ. αξιολόγηση ελκυστικότητας αυτοκινήτου, πολυπλοκότητας λογισμικού)

Μέτρο: Ποσοτική ένδειξη αριθμού, διαστάσεων, χωρητικότητας, όγκου κτλ προϊόντος ή διαδικασίας

Μέτρηση: Διαδικασία υπολογισμού του μέτρου

Μετρική: Ποσοτική εκτίμηση του βαθμού κατά τον οποίο ένα σύστημα κατέχει ένα χαρακτηριστικό

Αριθμός λαθών σε ένα πρόγραμμα = **Μέτρο**

Συλλογή και καταμέτρηση λαθών = **Μέτρηση**

Συσχετισμός λαθών με κάποιο χαρακτηριστικό, π.χ. ποιότητα (πάνω από 100 λάθη - > κακή ποιότητα, κάτω από 10 λάθη =>καλή ποιότητα) = **Μετρική**

Μία διαδικασία μέτρησης περιλαμβάνει τις δραστηριότητες:

- Διατύπωση (Καθορισμός μετρικών)
- Συλλογή (Συγκέντρωση δεδομένων)
- Ανάλυση (Υπολογισμός μετρικών)
- Ερμηνεία (Αξιολόγηση μετρικών)
- Ανάδραση (Συστάσεις για βελτίωση)

3.1.1 Αρχές Διατύπωσης Μετρικών:

Οι στόχοι των μετρήσεων πρέπει να καθοριστούν πριν από τη συλλογή δεδομένων

Σαφής ορισμός των μετρικών

Χρήση μετρικών προσαρμοσμένων στα προϊόντα και τις Διαδικασίες

3.1.2 Αρχές Συλλογής & Ανάλυσης Μετρικών

Όπου είναι δυνατό η συλλογή και ανάλυση θα πρέπει να αυτοματοποιείται

Χρήση αξιόπιστων στατιστικών τεχνικών για διερεύνηση εσωτερικών και εξωτερικών χαρακτηριστικών (π.χ. συσχετισμός πολυπλοκότητας και αριθμού λαθών)

Για κάθε μετρική θα πρέπει να επιδιώκεται ο καθορισμός συγκεκριμένων κανόνων ερμηνείας.

Η ιδανική μετρική θα πρέπει να είναι:

- Απλή και υπολογίσιμη
- Εμπειρικά και διαισθητικά πειστική
- Συνεπής και αντικειμενική
- Συνεπής ως προς τη χρήση μονάδων

- Ανεξάρτητη από τη γλώσσα
- Ουσιαστικός μηχανισμός ανάδρασης

"Validation of a software measure is the process of ensuring that the measure is a proper numerical characterisation of the claimed attribute; this means showing that the representation condition is satisfied."

[Norman Fenton]

3.2 Κατηγοριοποίηση μέτρων λογισμικού

Διεργασίες, συλλογές σχετ. δραστηριοτήτων λογισμικού

- **Προϊόντα**, παράγωγα από διεργασίες
- **Πόροι**, που απαιτούνται από μία δραστηριότητα Διεργασίας

Σε κάθε κατηγορία διακρίνουμε τα *χαρακτηριστικά*:

- **Εσωτερικά**, μετρούν την ίδια τη κατηγορία (πχ. εφαρμογή)
- **Εξωτερικά**, μετρούν πως η κατηγορία σχετίζεται με το περιβάλλον, δηλ. την συμπεριφορά της (εκτέλεση εφαρμογής)

Πίνακας 1

Προϊόντα Σχεδίαση Κώδικας	Εσωτερικά Μέγεθος, επαναχρ/ση, σύζευξη, συνοχή Γραμμές κώδικα (LOC), αλγοριθμική πολυπλοκότητα	Εξωτερικά Ποιότητα, πολυπλοκότητα, συντηρησιμότητα Αξιοπιστία, ευχρηστία, συντηρησιμότητα
Διεργασίες Έλεγχος	Χρόνος, προσπάθεια, αρ. λαθών	Κόστος, σταθερότητα
Πόροι Ομάδες	Μέγεθος, επίπεδο επικοινωνίας, δομή	Παραγωγικότητα, ποιότητα

3.3 Object – Oriented Metrics

Chidamber & Kemerer (1991): Πρότειναν την πρώτη σουίτα αντικειμενοστραφών μετρικών

Αρκετές παραλλαγές στη συνέχεια Βασικές Κατηγορίες Μετρικών:

Πολυπλοκότητας

Κληρονομικότητας

Μεγέθους

Σύζευξης

Συνοχής

3.4 Πολυπλοκότητα

Ο αριθμός των μεθόδων και η πολυπλοκότητα των μεθόδων μιας κλάσης, είναι ενδεικτικά του πόσος χρόνος και προσπάθεια χρειάζεται για την ανάπτυξη και την συντήρηση της. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των μεθόδων μιας κλάσης τόσο μεγαλύτερη είναι η εξάρτηση των «παιδιών» της από αυτήν.

Οι κλάσεις με μεγάλο αριθμό μεθόδων, πιθανότητα στοχεύουν σε συγκεκριμένους τύπους εφαρμογών και μειώνεται η πιθανότητα επαναχρησιμοποίησης τους.

3.4.1 Τρεις μετρικές πολυπλοκότητας

3.4.1.1 Cyclomatic Complexity (CC), πολυπλοκότητα μεθόδου

Από τις παλαιότερες μετρικές, McGabe [1976]

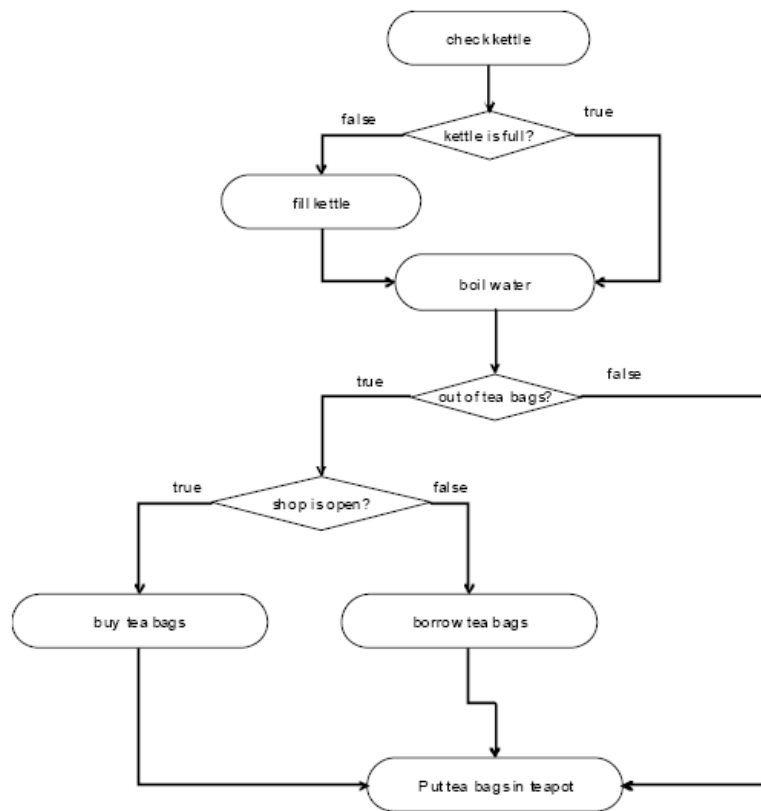
Αναπαριστά την γνωστική πολυπλοκότητα της κλάσης. Μετρά το πλήθος των πιθανών μονοπατιών σε ένα αλγόριθμο υπολογίζοντας τις διακριτές περιοχές του διαγράμματος ροής, δηλαδή των αριθμό των if, for και while στο σώμα της μεθόδου.

Υπολογίζεται από το διάγραμμα ελέγχου ροής $CC = L - N + 2P$

L: number of links in the control flow graph

N: number of nodes in the control flow graph

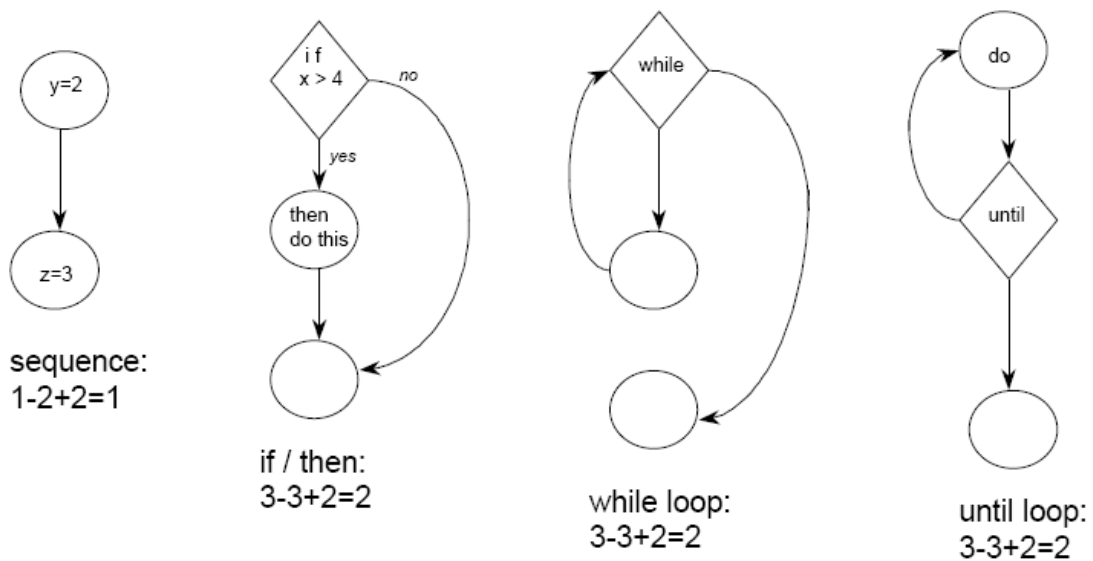
P: number of disconnected parts in the control flow graph



Εικόνα 1 Cyclomatic Complexity

Cyclomatic Complexity

Number of Independent Test Paths => edges - nodes + 2



Εικόνα 2 Cyclomatic Complexity(Num of Independent test paths)

3.4.1.2 Weighted Method per Class 1 (WMPC1)

Μετράει την πολυπλοκότητα μίας κλάσης, με βάση την πολυπλοκότητα των μεθόδων της. Η πολυπλοκότητα των μεθόδων μετριέται με χρήση της CC.

Ως **WMPC1** μιας κλάσης ορίζεται ως ο μέσος όρος ή το άθροισμα των CC όλων της των μεθόδων. Στη διαδικασία δεν περιλαμβάνονται μέθοδοι που κληρονομούνται από υπερκλάσεις.

3.4.1.3 Weighted Method per Class 2 (WMPC2)

Η συγκεκριμένη μετρική βασίζεται στην υπόθεση ότι μια κλάση με περισσότερες μεθόδους από μία άλλη είναι πιο σύνθετη.

Επιπλέον, θεωρεί ότι μια μέθοδος με περισσότερες παραμέτρους από μια άλλη είναι και πιο σύνθετη. Η μετρική αθροίζει τις μεθόδους και τις παραμέτρους των μεθόδων μιας κλάσης. Στη διαδικασία δεν περιλαμβάνονται μέθοδοι που κληρονομούνται από υπερκλάσεις.

3.4.1.4 Response for Class (RFC), πολυπλοκότητα κλάσης

Είναι το σύνολο των μεθόδων που μπορούν να κληθούν σε απάντηση ενός μηνύματος προς αντικείμενο κλάσης

“RFC = |RS| where RS is the response set for the class

•“Response set of an object \equiv { set of all methods that can be invoked in response to a message to the object }”

3.4.1.5 Examples

3.4.1.5.1 RFC Example 1

```
public class A {  
    private B aB;  
    public void methodA1() {  
        return aB.methodB1();  
    }  
    public void methodA2(C aC) {  
        return aC.methodC1();  
    }  
}  
RS = { methodA1, methodA2, methodB1,  
methodC1}
```

3.4.1.5.2 RFC Example 2

```
public class A {  
    private B aB;  
    public void methodA1() {  
        return aB.methodB1();  
    }  
    public void methodA2() {  
        return aB.methodB1();  
    }  
}  
RS = { methodA1, methodA2, methodB1}  
RS = { methodA1, methodA2, methodB1,  
methodB1}?
```

3.5 Δύο μετρικές κληρονομικότητας

3.5.1 Depth of Inheritance Tree (DIT)

Όσο βαθύτερα είναι μια κλάση στην ιεραρχία, τόσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των μεθόδων που πιθανόν να κληρονομεί, γεγονός που κάνει δύσκολη την πρόβλεψη της συμπεριφοράς της. Μεγάλα δέντρα κληρονομικότητας καθιστούν

μεγάλη σχεδιαστική πολυπλοκότητα, λαμβάνοντας υπ' όψη ότι εμπλέκονται περισσότερες μέθοδοι και κλάσεις.

Όσο πιο βαθιά βρίσκεται μία κλάση στην ιεραρχία τόσο πιο μεγάλες είναι οι πιθανότητες επαναχρησιμοποίησης μέσω κληρονομημένων μεθόδων

3.5.2 Number of Child Classes (NOCC)

Μετράει τον αριθμό των κλάσεων που κληρονομούν την κλάση υπό εξέταση.

Μη μηδενική τιμή της μετρικής συνιστά ότι η συγκεκριμένη κλάση επαναχρησιμοποιείται. Παρόλα αυτά, η αφαίρεση της κλάσης μπορεί να είναι φτωχή αν υπάρχουν πάρα πολλές υποκλάσεις.

Επιπλέον, υψηλές τιμές της μετρικής δείχνουν ότι θα χρειαστεί αυξημένος αριθμός ελέγχων για κάθε κλάση – παιδί.

Δύο μετρικές μεγέθους

Lines of Code (LOC): Μετρά τον αριθμό των γραμμών κώδικα. Σχόλια και κενές γραμμές δεν υπολογίζονται.

Number of Classes (NOC): Μετρά τον αριθμό των κλάσεων του συστήματος. Υπολογίζεται μόνο σε επίπεδο

3.6 Δύο μετρικές μεγέθους

Lines of Code (LOC): Μετρά τον αριθμό των γραμμών κώδικα. Σχόλια και κενές γραμμές δεν υπολογίζονται.

Number of Classes (NOC): Μετρά τον αριθμό των κλάσεων του συστήματος. Υπολογίζεται μόνο σε επίπεδο πακέτου ή συστήματος

3.7 Σύζευξη

Αυξημένα επίπεδα σύζευξης είναι ανεπιθύμητα σε συστήματα αποτελούμενα από υπό-μονάδες και αποτελούν τροχοπέδη στην επαναχρησιμοποίηση.

Όσο πιο ανεξάρτητο είναι ένα αντικείμενο τόσο πιο εύκολα επαναχρησιμοποιείται.

Όσο πιο αυξημένη είναι η σύζευξη μεταξύ των αντικειμένων ενός συστήματος, τόσο πιο ευαίσθητο είναι σε αλλαγές σε διάφορα μέρη του σχεδίου. => Δυσκολότερη συντήρηση

3.7.1 Τέσσερις μετρικές σύζευξης

3.7.1.1 Coupling Factor (CF), σύζευξη σε επίπεδο συστήματος

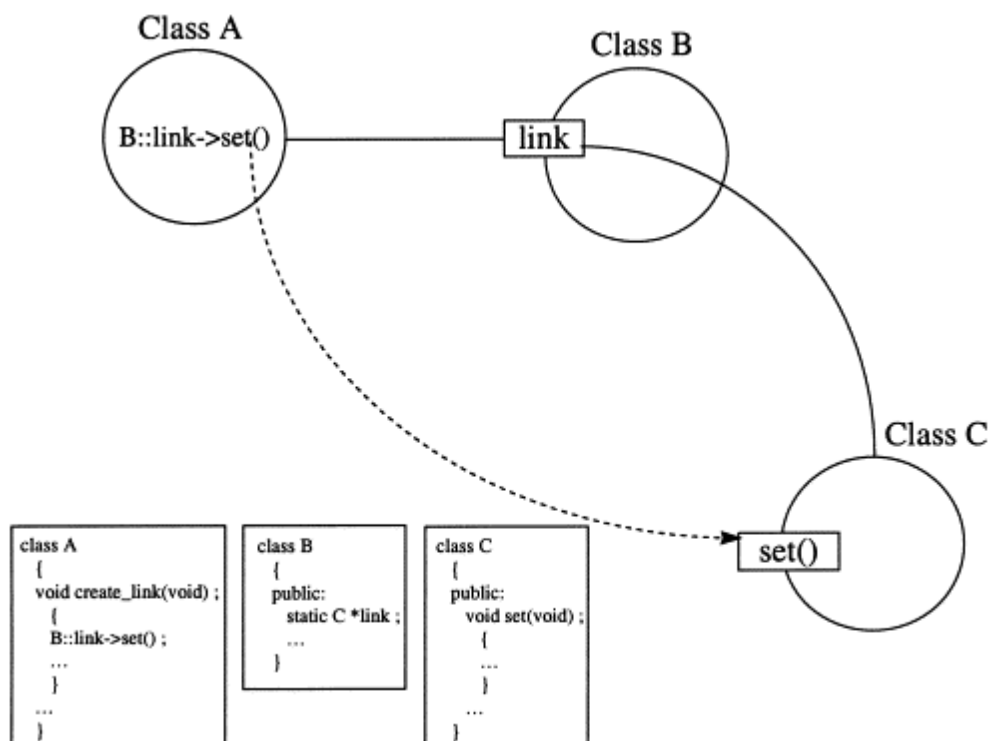
Υπολογίζεται μόνο σε επίπεδο συστήματος. Υπολογίζεται ως κλάσμα

Αριθμητής είναι ο αριθμός των μη κληρονομούμενων συζεύξεων.

Παρονομαστής είναι ο μέγιστος αριθμός πιθανών συζεύξεων στο σύστημα.

3.7.1.2 Coupling Between Objects (CBO), σύζευξη σε επίπεδο κλάσης

Μετράει τον αριθμό των κλάσεων με τις οποίες συνδέεται μια κλάση.



Εικόνα 3 Coupling Between Objects

3.7.1.3 Fan Out (FO) - Fan In (FI) , σύζευξη σε επίπεδο κλάσης

Κάθε συσχέτιση που λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό της CBO μπορεί να «έρχεται» ή να «φεύγει» από την κλάση.

Ο αριθμός των ακμών που φεύγουν από μια κλάση ονομάζεται Fan-Out

Ο αριθμός των ακμών που καταλήγουν σε μια κλάση ονομάζεται Fan-In

Μεγάλο Fan-Out => Η κλάση δεν είναι Αυτάρκης

Μεγάλο Fan-In => Η κλάση παρέχει πολλή λειτουργικότητα

3.8 Συνοχή

Η συνοχή των μεθόδων σε μία κλάση είναι επιθυμητή από την στιγμή που προωθεί την ενθυλάκωση. Η έλλειψη συνοχής υποδηλώνει ότι η κλάση πιθανώς να πρέπει να διασπαστεί σε δύο ή περισσότερες κλάσεις. Η έλλειψη συνοχής αυξάνει την πολυπλοκότητα και την πιθανότητα εμφάνισης λαθών κατά την ανάπτυξη.

3.8.1 Τρεις Μετρικές Συνοχής:

3.8.1.1 Lack Of Cohesion of Methods 1 (LOCOM1)

- Θεωρούμε μία κλάση C με μεθόδους $M1, M2, \dots, Mn$
- Έστω $\{Ii\}$ το σύνολο των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται από τη μέθοδο Mi .

Υπάρχουν n τέτοια σύνολα: $\{I1\}, \{I2\}, \dots, \{In\}$

3.8.1.2 Lack Of Cohesion of Methods 2 (LOCOM2)

- Θεωρούμε μία κλάση C με m μεθόδους $M1, M2, \dots, Mn$
- Κάθε μέθοδος προσπελαύνει a ιδιότητες, $A1, A2, \dots, Aa$

- Έστω $a(M_k)$ = ο αριθμός των ιδιοτήτων που προσπελαύνεται από την μέθοδο M_k .
- Έστω $m(A_k)$ = ο αριθμός των μεθόδων που προσπελαίνουν την ιδιότητα A_k .

$$LOCOM_2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^a m(A_i)}{ma}$$

Εικόνα 4 Locom 2

3.8.1.3 Lack Of Cohesion of Methods 3 (LOCOM3)

Θεωρούμε μία κλάση C με m μεθόδους M_1, M_2, \dots, M_n

Κάθε μέθοδος προσπελαύνει a ιδιότητες, A_1, A_2, \dots, A_a

Έστω $a(M_k)$ = ο αριθμός των ιδιοτήτων που προσπελαύνεται από την μέθοδο M_k

Έστω $m(A_k)$ = ο αριθμός των μεθόδων που προσπελαίνουν την ιδιότητα A_k

$$LOCOM_3 = \frac{\left(m - \frac{\sum_{i=1}^a m(A_i)}{a} \right)}{m-1}$$

Εικόνα 5 LOCOM 3