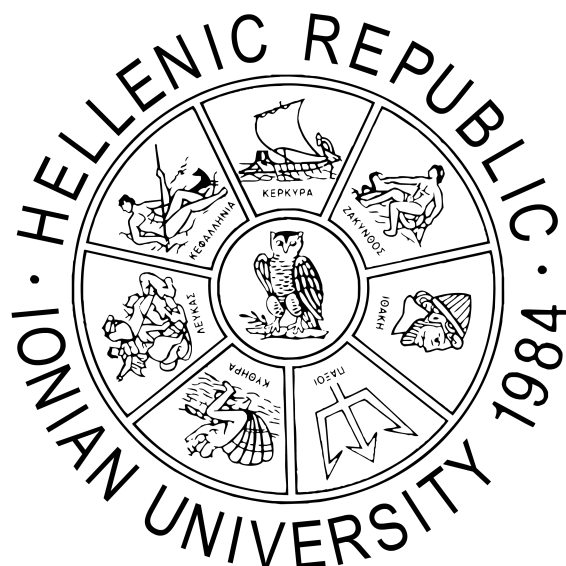


ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Πληροφορικής
Σχολή Επιστήμης της Πληροφορίας & Πληροφορικής

Θεωρία Γράφων
Εαρινό Εξάμηνο 2024



Θεωρία Γράφων

Δήμα Φλοριάν - inf2021044

Θεωρία Γράφων

Δήμα Φλοριάν - inf2021044

9 Μαΐου 2024

1 Παρουσίαση Προβλήματος

Τα complex networks έχουν εφαρμοστεί σε διάφορα πεδία. Σκοπός αυτής της εφαρμογής είναι η αφαίρεση του συγκεκριμένου πεδίου σε μορφή γράφου. Ο γράφος αυτός μπορεί ύστερα να αναλυθεί και να προσφέρει μία πληρέστερη κατανόηση του πεδίου.

Ο αντικειμενοστρεφής προγραμματισμός είναι ευρέως διαδεδομένος στο πεδίο του προγραμματισμού, χάρις της συντηρησιμότητας που προσφέρει. Όμως λόγω αυτής της ευρείας χρήσης, τα συστήματα λογισμικού που παράγονται μέσω αντικειμενοστρεφή προγραμματισμού γίνονται όλο και πιο περίπλοκα, μέσω από συνεχείς αλλαγές που πραγματοποιούνται πάνω τους. Έτσι υπάρχει η ανάγκη να αξιολογηθούν αυτές οι αλλαγές που γίνονται πάνω στα αντικειμενοστρεφή συστήματα λογισμικού, ως προς την ποιότητα και πολυπλοκότητά τους. Παρόλο που υπάρχουν metrics που αξιολογούν την συντηρησιμότητα και πολυπλοκότητα αντικειμενοστρεφή λογισμικού (Chidamber and Kemerer's Metrics Suite (CK) και Metrics for Object Oriented Design (MOOD)), αυτά αφορούν μεμονωμένες κλάσεις και όχι ολόκληρα συστήματα. Με άλλα λόγια, δεν υπάρχουν metrics αξιολόγησης πολυπλοκότητας και συντηρησιμότητας για τα διάφορα επίπεδα αφαιρετικότητας του συστήματος.

Τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να πραγματοποιείται έρευνα γύρω από την εφαρμογή γράφων σε συστήματα λογισμικού. Τα αντικειμενοστρεφή συστήματα λογισμικού αποτελούν μία ιδανική περίπτωση εφαρμογής γράφων χάρις της δομής ενός αντικειμενοστρεφή λογισμικού. Παρόλα αυτά, υπάρχουν αρκετοί τρόποι για να αναπαρασταθεί ένα αντικειμενοστρεφή σύστημα σε γράφο, λόγω της αφαιρετικής φύσης του αντικειμενοστρεφή προγραμματισμού. Σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, οι κατευθυνόμενοι γράφοι με βάρη και τα UML class diagrams είναι προτιμότερες επιλογές προς την μοντελοποίηση αντικειμενοστρεφών συστημάτων λογισμικού. Όμως, η βιβλιογραφία είναι ελλιπής στο κομμάτι της ανάθεσης/εκτίμησης βαρών στις ακμές του γράφου. Αυτές οι ακμές, μοντελοποιούν τις συσχετίσεις μεταξύ των κλάσεων από τα UML διαγράμματα. Συνεπώς χάνεται σημασιολογική πληροφορία μετρέποντας τα UML class diagram σε complex network.

Με βάση τα προαναφερθέντα προβλήματα, στο συγκεκριμένο paper οι συγγραφείς παρουσιάζουν μία μέθοδο αξιολόγησης πολυπλοκότητας αντικειμενοστρεφών συστημάτων λογισμικού σε διάφορα επίπεδα αφαιρετικότητας χρησιμοποιώντας μετρικές επιπέδου κώδικα, συστήματος και γράφων.

2 Επίλυση που βασίζεται στην ανάλυση σύνθετων δικτύων

Παρουσιάζοντας την προτεινόμενη μεθοδολογία οι συγγραφείς, προχώρησαν πρώτα στον υπολογισμό της δομικής πολυπλοκότητας των UML κλάσεων και συσχετίσεων και ύστερα στην

αξιολόγηση της συντηρησιμότητας και αξιοπιστίας λογισμικού μέσω weighted complex network. Όσο αναφορά τον υπολογισμό της πολυπλοκότητας, το βάρος της συσχέτισης (και άρα η πολυπλοκότητά της) εξαρτάται από την πολυπλοκότητα της συσχέτισης R και την πολυπλοκότητα των κλάσεων D_i, D_j που συνδέει η R . Στην προτεινόμενη μεθοδολογία που παρουσιάζουν οι συγγραφείς υπολογίζουν τα βάρη με τον εξής τύπο:

$$Weight_{(R(i \rightarrow j))} = (H_{R(i \rightarrow j)} \times \alpha) + [(1 - Comp_{(D_j)}) \times \beta] \quad (1)$$

Στην εξίσωση (1), το $H_{R(i \rightarrow j)}$ αφορά την πολυπλοκότητα της συσχέτισης R και οι τιμές του προέρχονται από έρευνα του Dazhou et al. (2004). Τα α, β παίρνουν τιμές από 0 έως 1 και σε αυτό το πλαίσιο φέρουν τη σημασία των προτιμήσεων και της ανοχής στον κίνδυνο κατά την απόκτηση της σχετικής πολυπλοκότητας της σχέσης και της πολυπλοκότητας της τερματικής κλάσης D_j . Στο paper τα α, β πήραν τιμή ίση με 0.5.

Το $Comp_{(D_j)}$ αφορά την πολυπλοκότητα της κλάσης D_j και υπολογίζεται με τον εξής τύπο:

$$Comp_{(D_j)} = (L(\widetilde{D_j}) \times \alpha) + (W(\widetilde{D_j}) \times \beta) \quad (2)$$

όπου $0 \leq \alpha \leq 1, 0 \leq \beta \leq 1$.

Στην εξίσωση (2), τα α, β συμπεριφέρονται παρόμοια με την (1) και τα $L(\widetilde{D_j}), W(\widetilde{D_j})$ αναπαριστούν τις τιμές των LCOM4 και WMC αντιστοίχως, για όλες τις κλάσεις του συστήματος.

Τέλος εφαρμόζονται μετρικές επιπέδου γράφων για να εξαχθούν συμπεράσματα για την πολυπλοκότητα και συντηρησιμότητα του λογισμικού που μοντελοποιεί ο γράφος. Στο συγκεκριμένο άρθρο εφαρμόζονται έξι metrics επιπέδου γράφων τα οποία επιλέχθηκαν γιατί σχετίζονται με την μέτρηση ποιοτικών χαρακτηριστικών λογισμικού. Αυτά είναι: in-degree, out-degree, average weighted degree, average shortest path of nodes, average clustering coefficient και betweenness centrality.

3 Αποτελέσματα

Ως προς τα αποτελέσματα της έρευνας, παρατηρήθηκε ότι metrics επιπέδου γράφων που επιλέχθηκαν παρουσιάζουν συμπεριφορά power-law. Για παράδειγμα, παρατηρήθηκε ότι το υψηλό weight degree σχετίζεται με υψηλό coupling, ενώ το υψηλό average shortest path σχετίζεται με αδύναμη επικοινωνία μεταξύ των κλάσεων. Οι προηγούμενες παρατηρήσεις επηρεάζουν αρνητικά την συντηρησιμότητα και αξιοπιστία του αντικειμενοστρέφη συστήματος λογισμικού.

Επίσης οι συγγραφείς συμπέραναν ότι μέσω ανάλυσης ενός complex network που μοντελοποιεί ένα αντικειμενοστρεφή σύστημα λογισμικού, είναι εφικτό να εντοπιστούν κλάσεις που παραβιάζουν design principles ή κλάσεις που είναι υποψίφιες για εμφάνιση σφαλμάτων. Ακόμη, κλάσεις που διαθέτουν πολύ υψηλό betweenness centrality, σημαίνει ότι υπάρχει πληθώρα επικοινωνιών μεταξύ των κλάσεων που πρέπει να περάσουν από αυτές. Από τη σκοπιά του software engineering, είναι επικίνδυνο να υπάρχουν πολλαπλές κλάσεις που υπαγορεύουν τη ροή των επικοινωνιών, επειδή ένα πιθανό σφάλμα ή η αφαίρεση μίας κλάσης θα διακόψει την λειτουργία ολόκληρου του συστήματος