



Analyzing maintainability and reliability of object-oriented software using weighted complex network

Θεωρία Γραφημάτων & Εφαρμογές
Διδάσκων: Καρυώτης Βασίλειος

ΣΤ' Εξάμηνο 2024
Φλοριάν Δήμα, inf2021044



Θεωρία Γραφημάτων και Δίκτυα

Θεωρία Γραφημάτων:

- Μελέτη μαθηματικών δομών που μοντελοποιούν σχέσεις μεταξύ αντικειμένων.
- Ένας γράφος αποτελείται από κόμβους (vertices) και ακμές (edges) που συνδέουν ζεύγη κόμβων.
- Εφαρμογές σε διάφορους τομείς: πληροφορική, κοινωνικά δίκτυα, βιολογία, κ.α.

Πολύπλοκα Δίκτυα:

- Δίκτυα με περίπλοκη δομή και μη τυχαία κατανομή ακμών.
- Περιλαμβάνουν κοινωνικά δίκτυα, δίκτυα υπολογιστών, βιολογικά δίκτυα.
- Χαρακτηρίζονται από ιδιότητες όπως: μικρός κόσμος (small-world), κλίμακα-ελεύθερη κατανομή (scale-free), υψηλή συμπλέκταση (clustering).



Εφαρμογές

Ενδεικτικές Εφαρμογές Πολύπλοκων Δικτύων:

- **Κοινωνικά Δίκτυα:** Ανάλυση σχέσεων και επιρροών.
- **Δίκτυα Υπολογιστών:** Βελτιστοποίηση δικτυακής ροής και ασφάλειας.
- **Βιολογία:** Μελέτη πρωτεϊνικών αλληλεπιδράσεων και γονιδιακών δικτύων.

Σχέση με Λογισμικό:

- Ανάλυση δομής και σχέσεων μεταξύ κλάσεων και αντικειμένων.
- Εντοπισμός κρίσιμων στοιχείων και δυνατοτήτων βελτίωσης στην ανάπτυξη και συντήρηση λογισμικού.



Μελέτη Δημοσίευσης

Στόχος

- να προτείνει μια μέθοδο αναπαράστασης αντικειμενοστραφών συστημάτων λογισμικού ως σταθμισμένα πολύπλοκα δίκτυα για την ανάλυση της συντηρησιμότητας και της αξιοπιστίας τους

Βασική ιδέα

- Επέκταση των μοντέλων σύνθετων δικτύων με σταθμισμένες ακμές για να δηλωθεί η ισχύς της επικοινωνιακής συνοχής μεταξύ των στοιχείων λογισμικού



Παρουσίαση Προβλήματος (1)

Περιγραφή του Προβλήματος:

- Τα πολύπλοκα δίκτυα εφαρμόζονται σε διάφορα πεδία για την ανάλυση συστημάτων.
- Ο αντικειμενοστρεφής προγραμματισμός, αν και προσφέρει συντηρησιμότητα, οδηγεί σε αυξημένη πολυπλοκότητα των συστημάτων λογισμικού.
- Υπάρχει ανάγκη για αξιολόγηση των αλλαγών που γίνονται σε αυτά τα συστήματα ως προς την ποιότητα και πολυπλοκότητά τους.

Προβλήματα Μετρικών:

- Υπάρχουσες μετρικές (π.χ. CK Metrics Suite, MOOD) αξιολογούν μεμονωμένες κλάσεις και όχι ολόκληρα συστήματα.
- Έλλειψη μετρικών για αξιολόγηση πολυπλοκότητας και συντηρησιμότητας σε διαφορετικά επίπεδα αφαιρετικότητας του συστήματος.



Παρουσίαση Προβλήματος (2)

Λύση μέσω Γραφημάτων:

- Αναπαράσταση αντικειμενοστρεφών συστημάτων ως γράφοι.
- Χρήση κατευθυνόμενων γράφων με βάρη και UML class diagrams για μοντελοποίηση.



Επίλυση που Βασίζεται στην Ανάλυση Σύνθετων Δικτύων

Προτεινόμενη Μεθοδολογία:

- Υπολογισμός δομικής πολυπλοκότητας των UML κλάσεων και συσχετίσεων.
- Αξιολόγηση συντηρησιμότητας και αξιοπιστίας λογισμικού μέσω weighted complex networks.

Υπολογισμός Βαρών:

- $\text{Weight}(R(i \rightarrow j)) = (\text{HR}(i \rightarrow j) \times \alpha) + [(1 - \text{Comp}(D_j)) \times \beta]$
- $\text{Comp}(D_j) = \bar{L}(D_j) \times \alpha + (\bar{W}(D_j) \times \beta)$

Γραφικές Μετρικές:

- Εφαρμογή έξι μετρικών επιπέδου γράφων: in-degree, out-degree, average weighted degree, average shortest path of nodes, average clustering coefficient, betweenness centrality.



Αποτελέσματα

Συμπεριφορά Power-Law:

- Metrics επιπέδου γράφων παρουσιάζουν συμπεριφορά power-law.
- Υψηλό weight degree συσχετίζεται με υψηλό coupling.
- Υψηλό average shortest path συσχετίζεται με αδύναμη επικοινωνία μεταξύ κλάσεων.

Επιπτώσεις στην Συντηρησιμότητα και Αξιοπιστία:

- Αρνητική επίδραση στην συντηρησιμότητα και αξιοπιστία του λογισμικού.

Εντοπισμός Κρίσιμων Κλάσεων:

- Ανάλυση complex network επιτρέπει τον εντοπισμό κλάσεων που παραβιάζουν design principles ή είναι υποψήφιος για εμφάνιση σφαλμάτων.
- Κλάσεις με υψηλό betweenness centrality είναι κρίσιμες για τη ροή των επικοινωνιών, κάτι που μπορεί να είναι επικίνδυνο σε περίπτωση σφάλματος.



Βιβλιογραφία

Chong, C. Y., & Lee, S. P. (2015). Analyzing maintainability and reliability of object-oriented software using weighted complex network. *Journal of Systems and Software*, 110, 28-53.