

# Diagnostika síťových aplikací - Zkouška

Radek Mařík, \*

October 17, 2023

## 1 Zkouška B2M32DSA a její hodnocení, platí od 1. 1. 2018

- Zkoušení mohou být jen ti studenti, kteří získali zápočet ze cvičení.
- Zkouška má dvě části, písemnou a ústní. Ústní část je vedena jako obhajoba písemné práce s případnými doplňujícími otázkami.
- Písemka se skládá také ze dvou částí.
  1. Ve první části se řeší dva příklady odvozené z příkladů řešených na cvičeních. Pro řešení příkladů je povoleno použít učebních materiálů. Na vypracování je poskytnuto 60 minut.
  2. V druhé části je potřeba odpovědět na 4 otázky dle okruhů uvedených níže. Nesmí se používat jakékoliv učební materiály. Na vypracování je poskytnuto 60 minut.
- Každá odpověď a řešení příkladů je ohodnoceno známkou. Výsledná známka zkoušky je určena podle součtu všech bodů získaných v rámci tohoto předmětu v daném semestru podle klasifikační stupnice ČVUT.
- Následující okruhy otázek jsou sepsány v tom jazyku (čeština, angličtina), ve kterém byla vytvořena prezentace pro přednášku.

---

\*radek.marik@fel.cvut.cz

## 2 Okruhy otázek

### 1. Introduction to Complex Networks

- (a) Name several examples of complex networks application domains?
- (b) What are the two difficult issues linked with processing of complex networks?
- (c) What is the range of complex network volume?
- (d) Name several drawing layouts used for complex network visualizations?
- (e) Define a complex network and its basic features.
- (f) Define asymptotic bounds used for assessment of algorithm complexity.
- (g) Describe DFS-tree search edge classification.
- (h) Describe depth-first search algorithm.
- (i) Describe breath-first search algorithm.
- (j) Describe the Dijkstra's single source shortest paths.
- (k) Describe the Floyd-Warshall all pairs shortest paths.

### 2. Fundamental Characteristics of Networks. Models of Random Graphs

- (a) Describe the network perspective approach to problem solutions.
- (b) What are the typical characteristics of complex networks?
- (c) Describe the meaning of degree heterogeneity.
- (d) Define graph density and sparsity.
- (e) Define graph degree distribution and show some its typical examples.
- (f) List the four basic models of complex networks and their characteristics.
- (g) List basic graph topologies.
- (h) Describe Erdős-Renyi graph model.
- (i) Describe Watts-Strogatz graph model.
- (j) Describe Barabási-Albert graph model and its scale-free property.
- (k) What is the meaning of "the rich-club phenomenon".

### 3. Network Properties

- (a) Define adjacency matrix, cocitation matrix, and bibliographic coupling
- (b) Define bi-adjacency matrix, incidence matrix, edge incidence matrix
- (c) Define one-mode projection and its relation to bi-adjacency matrix.
- (d) Show how to compute degree of vertex, the number of edges, the mean degree, and graph density based on the adjacency matrix for undirected and directed graphs.
- (e) Show how to compute number of paths and cycles based on the adjacency matrix.
- (f) Define degree centrality.
- (g) Define closeness centrality.
- (h) Define betweenness centrality.
- (i) Describe an algorithm for betweenness centrality computation.
- (j) Define eigenvalue centrality.
- (k) Define Katz centrality.
- (l) Define PageRank index.

### 4. Network structure identification

- (a) What are the basic roles of nodes?
- (b) How is it possible to assess a role of a given nodes?
- (c) Provide definitions of authorities and hubs.
- (d) How are the hub and authority centralities defined?
- (e) What is the goal of clustering?
- (f) What are the two fundamental approaches to data clustering?
- (g) What are the typical steps of a cluster analysis?
- (h) What are the basic forms of node memberships in clusters?
- (i) Describe k-means clustering.
- (j) Define a triplet and triangle.
- (k) Describe a diffusion equation.
- (l) What is the graph Laplacian?

- (m) Name basic properties of the graph Laplacian eigenvalues?

## 5. Network Community Detection

- (a) Describe the concept of community.
- (b) What is null model of a graph?
- (c) What types of community detection methods do you know?
- (d) Describe Kernighan-Lin algorithm.
- (e) Describe graph partitioning using the spectral bisection method.
- (f) What is modularity of graph proposed by Newman?
- (g) How can modularity be used for community detection?
- (h) Describe principles of the Louvain algorithms.
- (i) What is the resolution limit in community detection based on modularity?
- (j) Describe principles of overlapping community detection.

## 6. Alloy. Specifikace pomocí relační logiky

- (a) Definujte pojem atomu, relace, signatury. Jaký je rozdíl mezi rozšířením, podmnožinou signatury, vrcholovou a abstraktní signaturou.
- (b) Jak se definují relace? Definujte jejich možné násobnosti.
- (c) Definujte kolekci Alloy kvantifikátorů, logických a množinových operátorů.
- (d) Definujte relační operátory jazyka Alloy.
- (e) Jak se používá příkaz “let”? Jak se reprezentují skalární hodnoty? Uveďte příklad omezení vyjádřený pomocí struktury “fakt”. Jak se zapisují a používají funkce a predikáty?
- (f) Jakým způsobem se provádí analýza specifikace pomocí nástroje Alloy?

## 7. Ověřování modelu

- (a) Princip a základní charakteristiky metod ověřování modelů.
- (b) Kripkeho struktura a její rozšíření.
- (c) Architektura systému UPPAAL a jeho základní vlastnosti.
- (d) Časový automat a jeho sémantika

- (e) Vysvětlete základní entity modelování v UPPAAL: synchronizace a její typy, pozice a jejich speciální vlastnosti, stráž, invariant.
- (f) Vysvětlete pojem dosažitelnosti, bezpečnosti a živosti a jak se tyto vlastnosti ověřují v systému UPPAAL.
- (g) Používání invariantů a stráží nad hodinami časovačů v systému UPPAAL. Použití urgentních (urgent) a prováděcích (committed) pozic.

### 8. Temporální logiky

- (a) Cesta výpočtu a pojem času.
- (b) CTL\* logika a její temporální operátory.
- (c) CTL logika a její temporální operátory.
- (d) LTL logika a její temporální operátory.
- (e) Temporální logika systému UPPAAL.

### 9. FSM Checking Sequences

- (a) Popište Chowovu W metodu konstrukci testovacích sekvencí pro automaty s konečným počtem stavů.
- (b) Definujte charakterizační množinu konečného automatu a popište algoritmus jejího výpočtu.
- (c) Define distinguishing sequence of a finite state machine and the algorithm of its preset form determination.
- (d) Define homing sequence of a finite state machine and the algorithm of its preset form determination.
- (e) Define synchronizing sequence of a finite state machine and the algorithm of its preset form determination.
- (f) Define state verifying sequence of a finite state machine and the algorithm of its preset form determination.

### 10. FSM Learning

- (a) Definujte tabulku pozorování a uveďte podmínky, za kterých je tabulka uzavřena a kdy je konzistentní.
- (b) Popište Angluinové  $L^*$  algoritmus.
- (c) Popište princip skrytého Markovova modelu (HMM - Hidden Markov Model) a uveďte jeho základní tři úlohy.

- (d) Jaké jsou dva základní učení používané pro učení se Markovovu rozhodovacímu procesu (Markov Decision Process)

#### 11. Multilayer Network Diagnostics

- (a) Describe model based testing
- (b) Describe SUT multilayer model
- (c) Describe conditions of clustering, virtualization, and replication technologies.
- (d) Specify practical multilayer reference models
- (e) Describe the framework of structural test case generation strategy for a given layer.
- (f) Describe formal test requirement
- (g) Describe formal test case