

*Hlavné poznatky počítačového modelovania a ich využitie*

Akademický rok: **2024/2025**  
Garantujúce pracovisko: Katedra matematiky a teoretickej informatiky FEI TU  
Študijný odbor: Aplikovaná informatika  
Druh štúdia: Inžinierske

**OKRUH č. 1**

**Aplikácie neurónových sietí, diferenciálne rovnice, paralelné programovanie**

**1.1 Lineárny model neurónovej siete (NS)**

1.1.1 definícia pojmu lineárny model NS,

1.1.2 kedy a kde je nutné v lineárnych modeloch NS použiť pseudoinverznú maticu

$$X^+ = (X^T X)^{-1} X^T,$$

1.1.3 stratégia, ktorou sa lineárna NS s váhovou maticou  $W = XX^+$  zhostí autoasociačnej úlohy,

1.1.4 popis, ako sa pre danú tréningovú množinu  $T = \{(\bar{x}^{(1)}, \bar{x}^{(1)}), (\bar{x}^{(2)}, \bar{x}^{(2)}), \dots, (\bar{x}^{(N)}, \bar{x}^{(N)})\}$  vytvorí váhová matica  $W$ , ktorá realizuje zobrazenie určené asociačnými párami z  $T$  a odôvodnenie prečo je v prípade autoasociačnej úlohy výhodnejšie urobiť výpočet váhovej matice  $W$  iteračne.

**1.2 Hopfieldov model autoasociačnej NS**

1.2.1 základný popis Hopfieldovho modelu autoasociačnej NS a dynamiky jej časového vývoja,

1.2.2 popis asociačnej pamäte Hopfieldovej siete,

1.2.3 rozdiel medzi synchronnou (paralelnou) dynamikou a asynchronnou (sekvenčnou) dynamikou zmeny stavu neurónov v Hopfieldovom modeli neurónovej siete, typy asymptotického správania sa siete pre asynchronnu a zároveň aj synchronnu prechodovú dynamiku.

**1.3 Fuzzy množiny**

1.3.1 definície základných standardných operácií s fuzzy množinami (priemik, zjednotenie a doplnok),

1.3.2 definícia  $\alpha$ -rezu fuzzy množiny  $A$ , ktorá je fuzzy podmnožinou univerza  $X$ ,

1.3.3 definícia a základné vlastnosti trojuholníkovej normy, ktorá sa používa pre modelovanie konjunkcie vo fuzzy logikách.

## **1.4 Vlastnosti a metódy riešenia systémov lineárnych diferenciálnych rovníc (SLDR)**

1.4.1 všeobecné riešenie SLDR  $y'(t) = A(t)y(t)$ , test pre lineárnu (ne)závislosť riešeni SLDR  $y'(t) = A(t)y(t)$ ,

1.4.2 všeobecné riešenie SLDR  $y'(t) = A(t)y(t) + b(t)$ ,

1.4.3 odvodenie postupu pri hľadani jedného riešenia SLDR  $y'(t) = A(t)y(t) + b(t)$ ,

1.4.4 využitie vlastných čísel a vlastných vektorov pri riešení SLDR  $y'(t) = Ay(t)$ ,

1.4.5 vzťah koreňov charakteristického polynómu a riešeni SLDR  $y'(t) = Ay(t)$ ,

1.4.6 využitie fundamentálnej matice pri nájdení jedného riešenia SLDR  $y'(t) = Ay(t) + b(t)$ ,

1.4.7 metóda variácie konštánt pre SLDR  $y'(t) = Ay(t) + b(t)$ .

## **1.5 Definícia trajektórie, definícia (asymptotickej) stability triviálneho riešenia LDR a SLDR**

1.5.1 typy kritických bodov v závislosti od vlastných čísel pre SLDR  $y'(t) = Ay(t)$ ,

1.5.2 stabilita triviálneho riešenia v závislosti od vlastných čísel pre SLDR  $y'(t) = Ay(t)$

1.5.3 stabilita triviálneho riešenia v závislosti od vlastných čísel pre LDR n-tého rádu,

1.5.4 Hurwitzovo kritérium.

## **1.6 Metódy riešenia lineárnych diferenčných rovníc**

1.6.1 všeobecné riešenie homogénnej lineárnej diferenčnej rovnice 2. rádu,

1.6.2 odvodenie charakteristickej rovnice pre lineárnu diferenčnú rovnicu 2. rádu,

1.6.3 všeobecné riešenie nehomogénnej lineárnej diferenčnej rovnice 2. rádu.

## **1.7 Paralelné problémy a druhy paralelizmu**

1.7.1 vzťah paralelných architektúr a paralelných problémov,

1.7.2 vlastnosti paralelných algoritmov a paralelných problémov,

1.7.3 vzťah paralelných problémov a druhov paralelizmu.

## **1.8 Dekompozícia a paralelné výpočty**

1.8.1 dekompozícia paralelných problémov,

1.8.2 hodnotenie efektívnosti paralelného výpočtu.

## **1.9 Komunikácia v MPI**

1.9.1 odovzdávanie správ v MPI pri komunikácii medzi dvoma procesmi a skupinovej komunikácii,

1.9.2 skupinová komunikácia v MPI,

1.9.3 údajové typy MPI a ich aplikácia.

## **1.10 Topológie procesov MPI a paralelizmy**

1.10.1 využitie komunikátorov a topológií procesov MPI pri dekompozícii paralelných problémov,

1.10.2 expanzívny a masívny paralelizmus v modeli údajového paralelizmu.

## **OKRUH č. 2**

### **Diskrétné dynamické systémy, lineárne a kvadratické programovanie, paralelné programovanie**

#### **2.1 Charakteristiky a riadenie diskretných dynamických systémov (DDS)**

- 2.1.1 definícia max-plus algebry, operácií s maticami a inverznej matice, špecifikácia triedy matíc, pre ktorú existuje inverzná matica, spôsob jej výpočtu a jej využitie pri transformácii matíc v max-plus algebre,
- 2.1.2 popis DDS, definícia matice prechodu DDS a vzostupného a zostupného orbitu a ich využitie pri zostrojení kritického diagramu,
- 2.1.3 definícia hlavného riešenia systému nerovníc v max-plus algebre, nutné a postačujúce podmienky existencie riešenia systému rovníc, nutná a postačujúca podmienka jednoznačnosti riešenia rovníc, využitie sústav pre riadenie DDS.

#### **2.2 Ustálený stav DDS**

- 2.2.1 definícia ustáleného stavu DDS, definícia vlastného problému pre max-plus maticu a ich korelácia,
- 2.2.2 spôsob riešenia vlastného problému pre ireducibilnú maticu, vlastný priestor, báza vlastného priestoru,
- 2.2.3 riešenie vlastného problému pre reducibilnú maticu pomocou spektrálnej vety a spektrálnych tried matice,
- 2.2.4 definícia takmer periodickej matice v max-plus algebre, nutná a postačujúca podmienka periodickej matice a výpočet periódy matice v kladnom prípade,
- 2.2.5 definícia robustnej matice, nutná a postačujúca podmienka robustnosti ireducibilnej matice, nutná a postačujúca podmienka robustnosti reducibilnej matice.

#### **2.3 Algoritmické riešenie DDS**

- 2.3.1 Karpov algoritmus a jeho využitie pre riadenie DDS,
- 2.3.2 Floydov-Warshallov algoritmus a jeho využitie pre riadenie DDS,
- 2.3.3 Algoritmus na overenie periodickej matice a výpočet periódy matice s využitím Balcerovho-Veinottovho algoritmu.

#### **2.4 Metódy lineárneho programovania**

- 2.4.1 popis revidovanej simplexovej metódy na riešenie úlohy lineárneho programovania,
- 2.4.2 vymenovanie a stručný popis aspoň jedného anticyklického pravidla pre simplexovú metódu na riešenie úlohy lineárneho programovania,
- 2.4.3 popis primárno-duálneho algoritmu pre úlohy lineárneho programovania.

#### **2.5 Postoptimalizačná analýza v úlohách LP**

- 2.5.1 analýza senzitivity pre úlohy LP,
- 2.5.2 parametrizácia v úlohách LP.

#### **2.6 Metódy kvadratického programovania**

- 2.6.1 formulácia úlohy kvadratického programovania a Kuhn-Tuckerove podmienky k úlohe kvadratického programovania,
- 2.6.2 popis Wolfeho metódy na nájdenie optimálneho riešenia úlohy kvadratického programovania,

2.6.3 popis Lemkeho algoritmu na výpočet optimálneho riešenia úlohy kvadratického programovania,

## **2.7 Paralelné problémy a druhy paralelizmu**

2.7.1 vzťah paralelných architektúr a paralelných problémov,

2.7.2 vlastnosti paralelných algoritmov a paralelných problémov,

2.7.3 vzťah paralelných problémov a druhov paralelizmu.

## **2.8 Dekompozícia a paralelné výpočty**

2.8.1 dekompozícia paralelných problémov,

2.8.2 hodnotenie efektívnosti paralelného výpočtu.

## **2.9 Komunikácia v MPI**

2.9.1 odovzdávanie správ v MPI pri komunikácii medzi dvoma procesmi a skupinovej komunikácii,

2.9.2 skupinová komunikácia v MPI,

2.9.3 údajové typy MPI a ich aplikácia.

## **2.10 Topológie procesov MPI a paralelizmy**

2.10.1 využitie komunikátorov a topológií procesov MPI pri dekompozícii paralelných problémov,

2.10.2 expanzívny a masívny paralelizmus v modeli údajového paralelizmu.