



Posudek oponenta diplomové práce

Autor práce: **Bc. Erik Dolejš**
Název: **Vývoj a srovnání PM metod pro odhady elasticity materiálů**
Obor: **Matematické inženýrství**
Zaměření: **Aplikované matematicko-stochastické metody**
Vedoucí práce: **Ing. Václav Kůs, PhD., Katedra matematiky, FJFI ČVUT**

Téma práce

V práci jsou představeny různé matematické přístupy k aproximaci daných hysterezních křivek pro Preisach-Mayergoyzův (PM) model. Téma, kterým se autor zabývá již od své bakalářské práce, je motivováno vyhodnocováním elastických vlastností materiálů, u nichž lze měřit mechanickou hysterezi a tím odhadovat stupeň jejich poškození. Konkrétní aplikací je pak sledování stavu disipátorů energie v tlumičích otřesů koncipovaných pro moderní budovy do seizmicky aktivních oblastí. Navržené algoritmy byly testovány na simulovaných a rovněž reálných datech poskytnutých spolupracovníky z Univerzity v Granadě. Mezi obsáhlý aplikovaný matematický aparát patří Preisach-Mayergoyzův model hystereze, divergenční míry, optimalizační algoritmus Jaya, stromové a ensemble metody, umělé neuronové sítě a v neposlední řadě jádrové odhady hustoty pravděpodobnosti. Různé způsoby výpočtu aproximací v praxi naměřené hystereze jsou pak na základě divergenčních měr vzájemně srovnávány a je zaveden původní index elasticity, představující míru poškození disipátorů.

Struktura práce

V duchu zadání tématu autor vychází ze své citované bakalářské práce, přičemž potřebné pasáže více, či méně adaptuje. Místy se jedná o zestručnění, které je ale někdy spíše na úkor teoretické srozumitelnosti a názornosti, jinde naopak text vhodně rozšiřuje o další aplikované metody. Zcela novou a obsáhlou částí jsou kapitoly 3 a 4, pojednávající o klasifikačních a regresních metodách strojového učení. Pátá kapitola pak přináší vedle osvědčených i nové původní principy aplikace jádrových odhadů na Preisachův trojúhelník včetně 2D verze. Celkový rozsah teoretických pasáží je adekvátní, snad kromě příliš zběžného výkladu stromových a ensemble metod (kap. 3.2). Teorie a implementace metod strojového učení jsou naopak popisovány a diskutovány podrobně. Zkušenému čtenáři ale může chybět zmínka o inicializaci vah jakožto klíčové fázi učení sítí.

Dosažené výsledky a jejich přínos

Vzhledem k rozmanitosti vysvětlovaných a použitých metod na zadanou problematiku lze práci hodnotit velmi kladně. Srovnání tolika principiálně různých přístupů z oblasti optimalizačních algoritmů, statistiky nebo strojového učení je již samo o sobě jedinečné. Práce ukazuje skutečné možnosti jednotlivých metod a může tak být vodítkem při výběru vhodných postupů pro sledování rozvoje poškození materiálu, např. skrze navržený index elasticity, reflektující stav tlumičích konstrukčních prvků po disipaci mechanické energie. Dosaženými výsledky je evidentně zadání práce naplněno, což bylo jistě podmíněno porozuměním problematiky a implementačními schopnostmi autora.

Formální záležitosti a připomínky

Práce je relativně rozsáhlá a obsažná. Možná i proto se v některých částech (např. již v úvodu) vyskytují překlepy, pravopisné chyby a ne zcela přesné, či zavádějící formulace. V definicích pravděpodobnostních rozdělání je např. poněkud nepatřičně používán výraz „useknuté“, přestože je již předesláno a vysvětleno omezení definičního oboru. Vhodné by bylo rovněž více vysvětlit, či konkretizovat srovnávání hysterezních křivek (které se neilustrují jako funkce) pomocí metrik naopak „běžné funkce“ předpokládajících. Na str. 27 jsou zavedeny pojmy „prediktory“ a „příznaky“ jako součásti tréninkových dat, přičemž v kapitole 3.3 najdeme zmatečnou formulaci „množina prediktorů se skládá z realizací neuronových sítí“. V prvním odstavci kapitoly 3.4 lze polemizovat rovněž s formulací ohledně „invariance objektů v obrázku vůči translaci“ a podobně později s odůvodněním „snižování objemu informace při provádění konvolučních vrstev“. V kapitole 4.1 je zřejmě nesprávně použit pojem „výstupní zatížení“. Matice záměn (confusion matrix), přestože se jedná o poměrně známý pojem ohledně výsledků klasifikace, by měla být korektně definována, zejména když přináší zásadní výsledky porovnání aplikovaných metod. Další méně významné připomínky, či poznámky pro případnou korekturu ponechávám na možnou osobní konzultaci.

Dotazy

1) Pro rozšíření sady trénovacích dat se zejména v případě konvolučních sítí využívá tzv. augmentace. Byly tímto (nebo jinými důvody) motivovány transformace v metodách M01-M09? Proč je používáno fúzování a nikoliv prosté přidání transformovaného obrázku do datasetu?

2) V popisu 2D jádrového odhadu je uvedeno: „Pro lepší vlastnosti při následném výpočtu divergencí je upraveno rozložení hysteronů tak, že je překlopen původní PM prostor pomocí bodové souměrnosti“. O jaké lepší vlastnosti při výpočtu a čím způsobené se jedná?

Klasifikace

Na základě výše uvedeného doporučuji přijmout diplomovou práci Bc. Erika Dolejše k obhajobě a do diskuze navrhuji její hodnocení klasifikačním stupněm **B (velmi dobře)**.

V Praze, dne 22.5.2022

Ing. Milan Chlada, Ph.D.
oponent

Ústav termomechaniky AVČR, v.v.i.
Dolejškova 1402/5
182 00 Praha 8
tel.: +420 266 053 144
email: chlada@it.cas.cz