



Posudek diplomové práce
Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy

Autor práce: Tereza Perláková
Název práce: Computer modeling of the inner ear
Rok odevzdání: 2017
Studijní program: Fyzika
Studijní obor: Matematické a počítačové modelování ve fyzice a technice

Autor posudku: doc. RNDr. Tomáš Vejchodský, Ph.D.
Role: Oponent
Pracoviště: Matematický ústav AV ČR, v.v.i.

Předložená diplomová práce je poměrně obsáhlá a sestává ze dvou hlavních částí. V první části se vysvětluje anatomie savčího ucha, mechanické a elektrické principy slyšení, studovaný matematický model sluchu, vybrané partie numerické analýzy a diskretizace a implementace mechanické části modelu. Druhá část prezentuje výsledky řady numerických experimentů s cílem porovnat různé numerické přístupy a najít optimální diskretizační parametry.

První část práce jasně ukazuje, do jaké hloubky autorka nastudovala anatomii savčího ucha a příslušný matematický model sluchu. Je zde také pěkně vysvětlena diskretizace matematického modelu a volba numerických metod. Druhá část práce předkládá vlastní autorčiny výsledky. Diskretizace prostorové proměnné v použitém matematickém modelu je provedena pomocí metody sítí (tj. použitím konečných diferencí) a výsledná soustava obyčejných diferenciálních rovnic pro časový vývoj se původně řešila pomocí explicitní Eulerovy metody. Kvůli zvýšení rychlosti, přesnosti a stability výpočtu bylo cílem této práce nahradit stávající explicitní metodu vhodnou implicitní metodou. Proto autorka provedla řadu promyšlených numerických experimentů, které porovnávají implicitní Eulerovu metodu, metodu Cranka a Nicolsonové a metody založené na zpětných diferencích druhého a třetího řádu.

Pro lineární model bylo porovnání celkem přímočaré. Nelineární model však připouští řadu variant a kombinací, jak zvolené metody implementovat. Autorčiny numerické experimenty umožňují stanovit vhodné varianty a hodnoty příslušných diskretizačních parametrů tak, aby výpočet v požadovaných anatomických režimech a na zvolené úrovni přesnosti probíhal co nejrychleji.

Téma práce považuji za poměrně náročné kvůli jeho mezioborovému přesahu. Autorka musela podrobně nastudovat nejen anatomické detaily, ale i příslušné matematické modely formulované pomocí nelineární parciální diferenciální rovnice a vhodné numerické metody. Autorka toto téma zpracovala velmi dobře a bezpochyby naplnila vytčené cíle.

Práce je psaná anglickým jazykem na dobré úrovni s malým množstvím chyb. Grafické zpracování práce je kvalitní. Autorka cituje vhodné zdroje a její práce obsahuje rozsáhlý seznam použité literatury.

Z těchto důvodů považuji předloženou diplomovou práci za velmi zdařilou a vřele ji **doporučuji k obhajobě**.

Připomínky a otázky

1. Proč je na str. 72 v části "Discussion and conclusions" vybrána metoda Cranka a Nicolsonové jako nejvhodnější, když nejpřesnější výsledky v obr. 6.1 vykazuje metoda BDF3?

2. Věta končící vztahem (4.18) na str. 48 poměrně nepřesně říká, že přesné řešení úlohy (4.14) je dáno limitou numerických aproximací. Řešení y_{k+1} je totiž definováno rovnicí (4.14) a numerické aproximace k němu buď konvergují nebo ne. (Podobná nepřesnost se vyskytuje ve vztahu (4.27) na str. 49.) Jakými matematickými prostředky by se dalo dokázat, zda příslušné numerické aproximace k řešení y_{k+1} skutečně konvergují?

Dále bych rád upozornil na několik drobných (většinou jazykových a typografických) nedostatků, aby se jim autorka ve svých příštích pracích mohla vyvarovat.

str. 4, 3. odst.: link (a ne linking)

str. 14, 1. odst: it is (a ne it's)

str. 16, 1. odst: "Fig. 5." (a ne "Fig5.", chybi tečka a mezera)

str. 17, 1. řádek sekce "Cochlear fluids": "As it was" (chybi it)

str. 25, v odstavci "sheering resistance term": $\$x\$$ (a ne x)

str. 26, řádek 6 (ale i jinde např. str. 45, 94, 95): i.e. (a ne ie)

str. 44, ve vztahu (4.1a), není řečeno, že $y=y(x)$, tj. že $y'=dy/dx$, prostě není jasné, co je x.

str. 48, řádek 4: A má být tučně. Totéž na str. 50 (řádek -7).

str. 50, řádek 3: Lépe "Let us" než "Let's". Totéž dvakrát je na str. 51 (cca v prostředku) a na str. 62 před a za (5.24).

str. 53, řádek 1: "properties are" (a ne "properties be").

str. 53, nahoře: Chybí informace, že předpodmiňovač (P_L nebo P_R), musí být takový, abychom snadno a rychle dokázali vyřešit soustavu s maticí P_L a P_R.

str. 54, M1,M2: "designate" se v tomto smyslu nepoužívá, lepší je "denote" nebo "define".

str. 56, řádek -6: "Equations (5.1) and (5.2)" (chybí Equations)

str. 58: Chybí tečka za popisem Fig. 5.1.

str. 58: V angličtině píšeme desetinnou tečku, viz dvakrát "0,27".

str. 61: Zde se čtenář diví proč se rovnice násobí inverzí $\$M_t\$,$ protože výpočet této inverze je drahý a vede na hustou matici. Podobně na str. 62. Vše se vysvětlí až o 7, resp. 6 stran později.

str. 62: Všude zde i na mnoha místech jinde (např. na str. 86 nebo 103) má být $\$N\$$ (a ne jen N).

str. 71: V parametrech uvedených v horní části stránky je uvedeno, že t_{save} je v sekundách. Nicméně jde zřejmě o milisekundy.

str. 72, řádek 5 části "Discussion and conclusions": sensitivity (a ne sensibility)

str. 73, 2. odst. (ale i jinde např. na str. 77 sekce 7.1.1, str. 79 začátek 7.2 a 7.2.1): Chybí závorky kolem čísla rovnice 5.27.

str. 74, popisek Fig. 7.1: Chybí dolary kolem uzavřených intervalů.

str. 84, Fig. 7.6: Na vertikální ose má být GMRES (a ne gmres).

str. 94, "close to each other" (chybí to)

str. 103, popisek Fig. 7.15: correspondence (a ne correspondance)

str. 110: V publikaci Tebbens 2012 je špatně česká diakritika.

Na závěr dvě poznámky k implementaci v Matlabu:

- Volání funkce je v Matlabu celkem pomalá operace. Opakované volání funkcí jako cochleaSolverIE_lin může program zbytečně zdržovat.
- Opakované volání funkce cochleaSolverCN_lin (a podobně ve verzích nonlin) způsobí, že funkce g je v každém časovém kroku vyhodnocena dvakrát, což je zbytečné.

V Praze 8. 9. 2017

Podpis

