

Posudek diplomní práce Petry Adamové „Earthquake source process and its complexity“

Předkládaná práce shrnuje rozsáhlé studie ohnisek tří řeckých zemětřesení v aproximaci násobného bodového zdroje pomocí metody/výpočetního programu ISOLA prof. J. Zahradníka, vedoucího diplomní práce. Akcentuje důkladné předzpracování dat pečlivým odstraněním falešných instrumentálních efektů – „myší“; kromě tohoto přístrojového artefaktu 1. druhu, zkoumaného již v dřívějších studiích, byly v záznamech identifikovány a posléze odstraněny i artefakty 2. druhu, předtím neznámé. Z určeného deviatorického momentového tenzoru si práce všímá jen strižné složky s odůvodněním, že nestřižná komponenta je malá a spolehlivost jejího určení je problematická. Posledně řečené je pravda – nestřižná složka mechanismu je skutečně velmi citlivá na nekonzistence všeho druhu v řešené obrácené úloze: neklid v datech, mislokace ohniska a zvláště nepřesné modelování prostředí, malou však v probíraných případech nezůstala, alespoň pro zemětřesení v Amfilochii (60-70% non-DC podle agentur, 80% pro sub-zdroj č.1 této studie). Osobně bych uvítal diskusi nestřižných efektů v ohniskách vyšetřovaných zemětřesení, taková studie by však přesahovala záběr metody a výpočetního programu ISOLA, což lze v diplomní práci stěží požadovat. Trochu však v teoretickém úvodu diplomní práce postrádám představení metody určení modelu ohniska jako násobného bodového zdroje, tedy rešerši článků Kikuchi & Kanamori a Zahradník et al., zvláště v otázce korektnosti vydělení sekvence bodových zdrojů postupným invertováním reziduálních seismogramů.

Po formální stránce je práce zpracována příkladně, zvláště obrázky jsou provedeny velmi pečlivě. Velmi hlasitě je třeba pochválit diplomantku za vypracování práce v angličtině, neboť kromě vlastní přípravy ke psaní odborných textů do mezinárodních časopisů tím práci zpřístupňuje širší odborné komunitě.

Detailní poznámky k textu:

str. 8 V rovnici mezi (2.7) a (2.8) chybí symbol integrálu v druhém a třetím členu pravé strany (veličiny E i u jsou funkce času), též v čitateli zlomku definujícího ψ ;

str. 9 odvození iterativního postupu pro realizaci DC vazby při vyčíslení momentového tenzoru chápu jako doplnění teorie momentové inverze o hypoteticky použitelný postup, o jeho vhodnosti pro praxi však vážně pochybuji. Podle mého názoru je mnohem schůdnější a spolehlivější hledat DC řešení síťovým prohledáváním, které lze vzhledem k malému počtu parametrů snadno relizovat, než zajišťovat konvergenci komplikovaného iteračního procesu. Navíc v aplikační části diplomní práce případ DC vazby není použit vůbec.

str. 10 Na konci odvození iterativního procesu pochybuji o správnosti podmínek formulovaných pro jeho ukončení: dominance DC složky vyplývá z metody samé, korelace syntetických seismogramů se záznamy je zase otázkou kvality dat samotných a jejich konzistence s DC modelem. Přirozenějším kritériem je podle mého mizející změna iterující proměnné.

str. 11 Úvodní věta kapitoly 2.3 „This part is no more taken from literature“ mě mate: znamená to, že výše diskutované odvození je odněkud převzato?

str. 11 Lze něco říci o jednoznačnosti řešení po provedení kroků (1) a (2) při hledání centroidu? Vzhledem k silnější závislosti Greenovy funkce na hloubce než na horizontálních

souřadnicích je logické začínat s optimalizací hloubky, nicméně jak by skončil obrácený postup (2)+(1); nezkusili jste to pro zajímavost?

str. 11 Trochu matoucí je způsob představení kroku (3) zavádějícího násobný zdroj, neboť zde není zmínka o rozšíření spektrálního okna; bez něho by nebyl důvod dále hýbat s polohou centroidu z kroků (1) a (2).

str. 11 Filtrování signálu je citlivou procedurou, která může značně ovlivnit výsledek inverze. Má zvolená pásmová propust s kosinovými hranicemi nějaké výhodné vlastnosti proti standardně užívaným typům filtrů (např. Butterworth)? Zásada pro volbu dvojice (f_1 , f_2) a (f_3 , f_4) je uvedena, jaké pravidlo však určuje vzájemný odstup f_1 od f_2 a f_3 od f_4 ?

str. 12 Obdobně citlivou záležitostí je vážení dat při jejich inverzi. V nejmenších čtvercích je nutné, neboť bez něho by metoda modelovala přednostně velké amplitudy, konkrétní způsob je však věcí zkušenosti a experimentování. Provedli jste nějaké pokusy i s jiným vážením než obrácenou maximální amplitudou; pokud ano, nakolik to ovlivní výsledek?

str. 13 Nepostřehnul jsem, odkud je tvrzení (předpoklad?), že plocha asperity zabírá 22% plochy zlomu. To je předjíráno pro všechny vyšetřované jevy?

Fig. 3.1 V pravé části (rychlost vs. čas) je červeně zakreslena přímka znázorňující rampu v rychlosti odpovídající skoku ve zrychlení. Levá část je závislost posunutí na čas, červený vstup ekvivalentní skoku ve zrychlení je však zase přímka, ač v posunutí by měl být parabolou

Fig. 3.5 Misprint in the caption: difference in inversion before and after removing...

str. 24 Criterion 3: jako kritérium pro ukončení iteračního procesu je užito menší než stanovené minimální zlepšení shody syntetických seismogramů s daty, je deklarováno že objektivní kritérium neexistuje. Domnívám se, že tomu tak není, a že vhodným kritériem je F-test, který určuje, je-li zlepšení shody vlivem detailnějšího modelu významné nebo náhodné.

str. 29 Test významnosti zavedení jednotlivých subzdrojů metodou jackknife nemohl být proveden vzhledem k nedostatku dat – pro inverzi byly vybrány záznamy pouze 4 stanic. Co vlastně vedlo k tomuto apriornímu omezení vstupních dat? – seznam v Tab. 4.1 obsahuje 9 položek.

str. 29 „Therefore, it more likely that fault plane was nodal plane I.“ Proč – kvůli konzistenci „fixed“ vs. „free“ mechanismů na Fig. 4.8, nebo „jackknife“ test pro subzdroje vyšel pro nodální rovinu II hůř než pro I? (v Tab. 4.7 je uveden výsledek testu jen pro nodální rovinu I)

Fig. 4.10 (a ostatní obrázky se seismogramy) Čísla vpravo od seismogramů jsou maximální amplitudy? Pokud ano, seismogramy jsou zřejmě pro vykreslení normalizovány. Potom je prezentace srovnání seismogramů poněkud zavádějící – shoda se na obrázku zdá lepší než ve skutečnosti je, liší-li se amplitudy výrazně.

str. 30 Polarity: pro odhad mechanismu z polarit prvních nasazení je třeba mít data z co největšího počtu stanic; nechápu tedy, proč jsou na Fig. 4.11 vykresleny jen stanice použité v inverzi seismogramů.

str. 30 V posledním odstavci se hovoří o neshodě získaného mechanismu s řešením švýcarské agentury SED, bylo by vhodné toto a další taková srovnání dokumentovat graficky

Tab. 4.8: subzdroj 1 (Amfilochia) obsahuje pouze 19% DC !!! Tak malé zastoupení střížné složky může být důvodem, proč se zjištěný mechanismus a řešení SED liší. Jak vypadají dominantní složky CLVD pro obě řešení – jsou si podobné? Toto malé procento střížné složky je vesporu s tvrzením na str. 9 nahoře: “We trust that there can be some small non-DC part but we are not able to determine it.” S tak velkou nestřížnou složkou mechanismu by bylo velmi žádoucí zkoumat stabilitu mechanismu subzdroje 1 jackknife testem, což nebylo možno udělat vzhledem k malému množství dat. Pro hlubší zpracování zemětřesení v Amfilochii by tedy bylo třeba zahrnout více stanic.

str. 33 Myš na záznamu stanice RLS – zmíněny pochyby o kvalitě jejího odstranění (Fig. 4.14): co konkrétně zavádá důvod k takovým pochybnostem?

str. 34,35 Změna mechanismu v kroku 2 procedury hledání centroidu je uvedena jen číslech: není-li prezentován obrázek mechanismů, bylo by vhodné zavést pro názornost kvantitativní charakteristiku odchylky, např. nejmenší rotaci nutnou ke ztotožnění obou mechanismů.

str. 35 Kinematické odchylky syntetických seismogramů od záznamů vlivem nepřesného modelu vedou k zavedení umělých posunů záznamů, to je obvyklý postup. Standardně se ale zavádí stejný posun pro všechny složky téže stanice. Různý posun jednotlivých složek má oprávnění např. pro kompenzaci efektu anizotropie; byl zaveden zde z tohoto důvodu?

str. 36 „...produces time shifts of several order of magnitude; see Fig. 4.19.” To na obrázku nevidím.

str. 36 Velikost kroku pro lokování asperit je odvozen z odhadu její velikosti, ta je určena jako 22% plochy zlomu. Původu tohoto procenta nerozumím (viz poznámka výše), proto i stanovení velikosti kroku sítě pro mne není transparentní.

str. 37 „Formally, we searched for 3 subevents.“ Proč právě 3 subzdroje?

str. 39 V textu je popisována špatná shoda na RLS, SER-NS, SER-Z, ITM-EW, KEK-Z, ale v Tab. 4.12 tyto stanice/složky chybí.

str. 39 „We can explain all ‘bad’ components...” Skutečně?

Fig. 4.21 – není rozumět, co jsou zelené body – hypocentrum nebo centroid? Prostorové rozlišení není ani 3-D obrázku názorné, lepší by bylo vyčíslit vzdálenosti od nodálních rovin.

str. 42 „fortunate mistake“ – znamená to, že nadějná poloha centroidu byla nalezena náhodou?

str. 43 Polarity: podobně jako u Amfilochie, chybí mi polarity z dalších stanic, na druhé straně bych si nedělal starost s neshodou u stanice VLS, neboť leží velmi blízko nodální čáry a chyba v určení nodální linie je nepochybně značná.

Jak vyšla velká nestřížná složka pro zemětřesení Vartholomio? Na rozdíl od Amfilochie to není nikde uvedeno.

Byl proveden jackknife test pro Vartholomio? Stanic bylo použito proti případu Amfilochie dost, bylo by tedy možné v tomto testu uvolnit mechanismus a testovat významnost určení DC vs. non-DC složek.

str. 49 Z jedné stanice není úloha dostatečně podmíněná: vzhledem k její malé vzdálenosti od epicentra nejsou v záznamu významně zastoupeny povrchové vlny, samotné přímé P a S vlny nepřinášejí dostatečnou informaci pro určení mechanismu.

str. 50 Ani 2 stanice (pouze s přímými P a S vlnami) nestačí k určení mechanismu: neurčí dipól kolmý na rovinu stanice-ohnisko. Významné zastoupení povrchových vln je tedy nezbytné.

Nerozumím, proč vlastně byly zkoušeny inverze před odstraněním myší z dat, když tyto jsou evidentně instrumentálními artefakty.

Srovnání s výsledkem Benetatos et al. (2005) je významné: Benetatos et al. mají problémy modelovat úspěšně více stanic najednou, jimi použitá metoda (Dreger & Helmberger) je přitom široce rozšířená. Stálo by tedy za to zjistit, proč je předkládaný výsledek lepší. Vnucuje se domněnka, že metodou to asi nebude, tedy zřejmě pečlivostí přípravy dat pro inverzi, konkrétně odstraněním myší?

str. 51 "...better fit of seismograms with only 1 subevent" – lepší než co? Než řešení pro centroid z kroku 2?

Fig. 4.36 – nemá odkaz v textu, nevidím zelený bod – hypocentrum.

str. 57 Bullet 2: odkud to plyne? Jen z Fig. 4.7 (Amfilochie)? Pro Vartholomio ani Lefkadu už korelační diagram uveden není.

Výše uvedené otázky a poznámky k textu práce jsou většinou detaily nebo nejasnosti plynoucí z občasných nedokonalých formulací, které jsou u diplomové práce omluvitelné. Nikterak nepopírají skutečnost, že předkládaná práce je velmi kvalitní a shrnuje rozsáhlé studie mechanismů tří řeckých zemětřesení. Vřele doporučuji, aby po jejím obhájení byl Petře Adamové udělen absolventský titul Magister.