

POSUDEK OPONENTA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Název: Asymetrické modelování volatility ve financích

Autor: Karolína Ploužková

SHRNUTÍ OBSAHU PRÁCE

Práce pojednává o modelování volatility ve financích a věnuje se i asymetrickému modelování. Model GARCH, který uvažuje podmíněnou heteroskedasticitu, a jeho různé modifikace jsou silným nástrojem pro modelování finančních časových řad. Z důvodu tzv. pákového efektu přítomného ve finančních časových řadách, je často zapotřebí v modelech zohlednit zmíněnou asymetrii, která není v základním GARCH modelu uvažována. Z toho důvodu existuje celá řada modelů, které tuto specifickou vlastnost zohledňují.

V první kapitole autorka uvádí souhrn základních definic, se kterými následně v práci pracuje. Druhá kapitola pojednává o modelu GARCH, který lze považovat za základní v této skupině modelů, jsou zde uvedeny základní vlastnosti tohoto modelu a následně je podrobněji popsán model GARCH(1,1). Ve třetí kapitole je představen model EGARCH jako zástupce asymetrických modelů. Obdobně jako u modelu GARCH jsou diskutovány vlastnosti tohoto modelu a následně je blíže popsán model EGARCH(1,1). Ve čtvrté kapitole autorka uvádí definici GED rozdělení, následně představuje speciální případy tohoto rozdělení a provádí výpočty, které jsou potřebné v rámci EGARCH modelu, v případě využití tohoto rozdělení. Pátá kapitola je numerickou studií, ve které autorka pro různě volené hodnoty parametrů ověřuje, zda existuje čtvrtý moment náhodných veličin ε_t , který je nutný pro výpočet špičatosti, počítá špičatost a vykresluje autokorelační funkci náhodných veličin ε_t^2 . Dále autorka provádí simulace časových řad pro dané volby hodnot parametrů, diskutuje chování těchto časových řad a s využitím softwaru odhaduje parametry v uvažovaných modelech, kde tyto odhady srovnává se skutečnými hodnotami použitých při simulacích. Nakonec autorka používá modely GARCH(1,1) a EGARCH(1,1) pro modelování reálné časové řady logaritmických zisků společnosti Apple.

CELKOVÉ HODNOCENÍ PRÁCE

Téma práce. Z hlediska náročnosti se jedná o zadání přiměřené bakalářské práci oboru Finanční matematika a svým zaměřením je vhodné pro tento obor. Autorka musela nastudovat oblast, která je vyučována až v magisterském stupni studia. Zadání bylo splněno. Přesto, vzhledem k tomu, že se práce zabývá asymetrickým modelováním, očekával bych, že budou v práci zmíněny i jiné modely než EGARCH (např. GJR-GARCH či APARCH).

Vlastní příspěvek. Vlastní příspěvek není v práci explicitně uveden. Lze za něj považovat rozepsání důkazů pro důsledky 3.1 - 3.4, dále výpočty ve čtvrté kapitole a provedenou numerickou studii.

Matematická úroveň. Matematická úroveň práce je průměrná. V práci se sice nachází několik chyb, které jsou uvedeny v připomínkách, většinu z nich však nepovažuji za závažné.

Práce se zdroji. Zdroje jsou většinou správně citovány. Bylo by ale vhodnější uvádět původní články, kde to lze (např. pro definici ARCH modelu, tím spíše, když je přímo u definice zmíněného zdroje uvedeno, odkud autoři čerpají). Většina doprovodného textu je vytvořena autorkou, avšak např. text na straně 15 je téměř identický s (Rossi, 2004).

Formální úprava. V práci se překlepy vyskytují jen minimálně, občas však ve větách chybí čárky. Věty by měly začínat slovy, nikoliv výrazy (např. $g(z_t)$ na straně 15). V seznamu tabulek

jsou patrné černé obdélníky značící v systému LaTeX přetečení textu. Tyto obdélníky vypadají nevzhledně a kazí stránku.

PŘIPOMÍNKY

1. Str. 3: Kovarianční stacionarita není definována způsobem uvedeným v práci. Uvedená podmínka ($\mu = 0$) by byla přísnější, než je tomu v případě slabé stacionarity. Ve skutečnosti jsou podmínky mírnější a není vyžadována konstantnost střední hodnoty, viz např. (Prášková, 2004).
2. Str. 4: V definicích 1.4 a 1.5 chybí závorky u ε_t .
3. Str. 4: Aby se jednalo o MA proces řádu q , je třeba, aby člen θ_q byl nenulový. Podobně pro AR proces definovaný na straně 5.
4. Str. 8: U podmínek zaručujících kladnost podmíněného rozptylu se jedná o postačující podmínky. Vyjádření „musí platit“ odpovídá spíše nutným podmínkám.
5. Str. 8: V odvození pro nekorelovanost je sice uvedeno, že pro $k > 0$ je daný výraz funkcí podmínky, není ale nikde zmíněno, že výsledná nulová kovariance platí pro $k > 0$.
6. Str. 8: U rovnice (2.6) chybí u ε v indexu $-i$.
7. Str. 10: U rovnic (2.14) a (2.15) chybí u dvojek závorky.
8. Str. 11: Ve Větě 2.2 není uvedeno, která m jsou uvažována.
9. Str. 11: Ve Větě 2.2 je nesprávně zavedeno a_j (v závorce by místo j mělo být i). Tato chyba je i ve článku, ze kterého autorka tvrzení přebírá. Mohla být odhalena ve výpočtu (2.21), kde je a_2 správně určeno jako 3, ale dle definice a_j ve Větě 2.2 by bylo rovno 9.
10. Str. 12: V rovnici (2.24) chybí u ε , které je v závorce u špičatosti κ_4 , index t . Toto se opakuje i na mnoha místech dále.
11. Str. 12: Z posledního výrazu u rovnice (2.24) není na první pohled patrné, že je větší než 3. Bylo by dobré toto ukázat.
12. Str. 16: Při dělení polynomů $[1 + \alpha(B)]$ a $[1 - \beta(B)]$ vznikne polynom, jehož součástí je absolutní člen, který ale v posledním řádku rovnice (3.3) chybí. Výraz musí obsahovat i člen $g(z_{t-1})$, kterému by odpovídal koeficient δ_1 .
13. Str. 16: V poslední větě před podkapitolou 3.2 by místo stacionarity měla být uvedena striktní stacionarita.
14. Str. 17: Ve Větě 3.2 jsou kladeny předpoklady na z_t , resp. $g(z_t)$. Vzhledem k tomu, že je v podmínkách (2.8) předpokládáno pro z_t standardizované normální rozdělení, jsou tyto předpoklady splněny. Pokud by mělo být tvrzení aplikovatelné i pro jiná rozdělení, měly by být upraveny podmínky (2.8). Obdobně u Důsledku 3.1 na straně 18 či Věty 3.3 na straně 21.
15. Str. 17: Důkaz Věty 3.2 je kompletně převzat z (He, 2002). Nevidím tedy důvod ho v práci uvádět, stačilo uvést odkaz obdobně jako u předchozích tvrzení.
16. Str. 25: Eulerova konstanta je pouze přibližně rovna uvedené hodnotě.
17. Str. 28: V názvu kapitoly chybí u z index t .
18. Str. 28: V části věnující se normálnímu rozdělení je místo du uvedeno dt .

19. Str. 28: Samostatné výpočty jsou nadbytečné, když následuje odvození pro obecný případ. Stačilo dosadit příslušná ν .
20. Str. 32: Ve vyjádření autokorelační funkce má být poslední hodnota v čitateli rovna 0,2 (ne 0,1).
21. Str. 35: Píše se: „momenty budou existovat pro libovolnou volbu tohoto parametru“ (mysleno β_1). To však neplatí, protože z Věty 3.2 je nutné, aby $|\beta_1| < 1$.
22. Str. 41: Věta: „Na chování řady y_t nemá parametr rozdělení GED výrazný vliv.“ neodpovídá skutečnosti, neboť chování řady y_t je svázané s σ_t^2 .

OBEČNÉ PŘIPOMÍNKY

1. Nekonzistentní značení střední hodnoty (E je někdy kurzívou a někdy ne).
2. V česky psaném textu se používají desetinné čárky.
3. V druhé a třetí kapitole se předpokládají pouze normálně rozdělená z_t . Vzhledem k tomu, že se ve čtvrté kapitole práce zabývá GED rozdělením, bylo by mnohem lepší uvažovat obecnější varianty tvrzení, ve kterých není normalita přímo vyžadována, a které jsou většinou ve člancích, ze kterých jsou tvrzení přejímána, takto formulovány.
4. Jako problém vidím skutečnost, že v R příloze není uvažována funkce *set.seed()*, která by zaručila replikovatelnost získaných výsledků.

OTÁZKY

1. Proč je u Definice 3.1 potřeba podmínka $\alpha_1 = 1$?
2. Pokud byste uvažovala GARCH(1,1) s hodnotami parametrů, se kterými pracujete v numerické části a ověřujete, zda existují konečné čtvrté momenty, jaké výsledky byste dostala pro, v práci zmíněné, Laplaceovo a rovnoměrné rozdělení? Můžete využít obecnější tvrzení pro existenci momentů ze článku:
He, C. & T. Teräsvirta (1999). Properties of moments of a family of GARCH processes. *Journal of Econometrics*, **92**, 173-192.

ZÁVĚR

Práci považuji za průměrnou a doporučuji ji uznat jako bakalářskou práci.

Návrh klasifikace sdělím předsedovi zkušební komise.

Jméno a příjmení: RNDr. Petr Vejmělka

Pracoviště: KPMS MFF UK

Datum: 24. 8. 2023