روش شناسی تخمینی

a در تحلیل اولیه،از تحلیل همبستگی متحرک[1]استفاده می کنیم تا ماهیت تغییرات زمانی ارتباط میان متغیرها را درک کنیم.

b در مرحله دوم، از رویکرد مبتنی بر موجک (Wavelet-based approach) استفاده می‌کنیم تا رفتار مبتنی بر زمان-فرکانس ارتباط بین متغیرهای مورد نظر را درک کنیم. به همین منظور از تبدیل موجک پیوسته[2](Soares&Conraria, 2014) ، برای انتقال تابع به فضای زمان–فرکانس استفاده می بریم که به صورت خلاصه اینگونه بیان میشود:

1)
$$W_x(\tau,u)=\int_{-\infty}^{\infty}x(t)\tilde{\chi}^*_{(\tau,u)}(t)\mathrm{dt};u\neq 0;\tau,u\in\mathbb{R}$$

که$x(t)\tilde{\chi}^*_{(\tau,u)}(t)$ مزدوج مختلط $\tilde{\chi}^*_{(\tau,u)}(t)$ می باشد

خروجی تبدیل‌شده با مقیاس و انتقال آن شناسایی می‌شود که با ماتریس ضرایب مرتبه $|2\times 2|$ نمایش داده می‌شود.

$x(t)$ با توجه به پارامتر انتقال τ به سیگنال تبدیل می‌شود، شاخص مکان و پارامتر مقیاسی u، شاخص طول به طوریکه $\tau,u\in\mathbb{R}$.

x ، موجک مادر با این فرمول معرفی میشود:

2)
$$\tilde{\chi}_{(\tau,u)}(t)=\frac{1}{\sqrt{|u|}}\chi\left(\frac{t-\tau}{u}\right)$$

c در این مطالعه، به دلیل کاربرد های زیاد در پژوهش های اقتصادی از موجک مورلت (Morlet wavelet) استفاده می‌کنیم که اینگونه تعریف میشود:

3)
$$\chi^M(t)=\frac{1}{\pi^{0.25}}\exp(i\omega_0 t)\exp(-t^2/2)$$

d از Cross-wavelet transform برای همبستگی موجک[3] که به عنوان یک چارچوب دومتغیره برای مشاهده تعامل بین دو سری زمانی تعریف می‌شود، استفاده میکنیم که اینگونه تعریف میشود:

---

[1] rolling correlation analysis
[2] continuous wavelet transform
[3] Cross-wavelet transform

4) $$W_{xy}(\tau,u) = W_x(\tau,u)W_y^*(\tau,u)$$

مربع ضریب همبستگی موجک اینگونه محاسبه میشود:

5) $$R_{xy}^2(\tau,u) = \frac{S(u^{-1}W_n^{xy}(\tau,u))}{S(u^{-1}|W_n^x(\tau,u)|^2)\cdot S\left(u^{-1}|W_n^y(\tau,u)|^2\right)}$$

که در آن S پارامتر هموارسازی است. $R_{xy}^2(\tau,u) \in [0,1]$ همبستگی قوی‌تر (ضعیف‌تر) برای مقادیر نزدیک به یک (صفر) را نشان می‌دهد .

e از آنجا که توزیع نظری همدوسی موجک ناشناخته است , از روش مونت کارلو[۴] برای یافتن اهمیت آماری[۵]استفاده می‌کنیم. تعدادی کافی از صفرها برای جلوگیری از تاثیر خطاها به دلیل یک سری زمانی محدود با موجک های محدود پر می‌شوند . اختلاف فاز همدوسی موجک که برای مشاهده بازه‌های نوسانات دو سری زمانی استفاده می‌شود به صورت زیر تعریف می‌شود :

6) $$\gamma_{xy}(\tau,u) = \tan^{-1}\frac{\mathrm{Im}\{S(u^{-1}W_n^{xy}(\tau,u))\}}{\mathrm{Re}\{S(u^{-1}W_n^{xy}(\tau,u))\}}, \gamma_{xy} \in [-\pi,\pi]$$

که Im{.} و Re{.} به ترتیب نشاندهنده بخش واقعی و غیرواقعی CWT می باشند. فاز در نمودارهای همدوسی موجک با فلش ها نشان داده می‌شود . زمانی که اختلاف فاز صفر مشخص می‌شود، سری‌های زمانی مورد بررسی تمایل به حرکت با هم دارند , . ویژگی فاز سری زمانی با فلش راست (چپ) که نشان‌دهنده همبستگی مثبت (منفی) است , نشان داده می‌شود. رابطه تقدم / تاخر با یک روند صعودی (رو به پایین) تعیین می‌شود که نشان می‌دهد سری اول (دوم) منجر به سری دوم (اول) تا بازه زمانی مدنظر می‌شود.

[4] Monte Carlo
[5] statistical significance