مطالعه پروسه تصادفی افت و خیزهای محلی دما

میناخانی، فائزه[۱]؛ نیری، محمد[۲]

[۱] دانشگاه زنجان، دانشکده علوم، گروه فیزیک، زنجان

[۲] دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه، دانشکده فیزیک، زنجان

چکیده

در این مقاله ویژگی مارکوف سری زمانی دما برای چهار ایستگاه هواشناسی بررسی می‌شود. با استفاده از تجزیه و تحلیل آماری، پیچیدگی افت و خیز دما با استفاده از معادله تک و چند متغیره فوکر پلانک مطالعه و ضرایب کرامرز مویال محاسبه می‌شود. سری زمانی نوسانات دما در کوتاه مدت با استفاده از معادلات فوکر پلانک تک و دو متغیره پیش بینی و مقایسه می‌شود.

مقدمه

چالش بزرگ علمی در علوم زمین، شناخت پویایی پیچیده سامانه آب و هوایی زمین می‌باشد. از آنجا که آب و هوا یک فرآیند چند متغیری غیرخطی با پویایی پیچیده است، در این تحقیق بازتولید نوسانات دما به عنون یک پارامتر تصادفی مورد بحث قرار می گیرد.

پایگاه داده

پایگاه داده مورد استفاده در این مقاله توسط ایستگاه هواشناسی روسیه تهیه شده است، که شامل میانگین، حداقل و حداکثر دمای روزانه و بارندگی روزانه است. سری‌های زمانی دمای میانگین روزانه چهار ایستگاه را انتخاب می‌کنیم که پایستگاه Svjatoj Nos به طول ۱۱۶ سال و سه ایستگاه دیگر یعنی GMO im.E.K.Fedorova، Tiksi و Russkij دارای طول ۷۵ سال هستند

پیش پردازش داده

در روش معادله فوکر-پلانک تک متغیره، پس از انتخاب سری زمان پیوسته دمای میانگین ۸۱۹۲ روز از هر ایستگاه، سری زمانی‌ها نرمال می‌شوند. برای بازتولید سیگنال با این روش، سری زمانی انتخاب شده بایستی فاقد داده‌های مفقوده باشد و همچنین فرکانس سالانه باید از سری های زمانی حذف گردد.

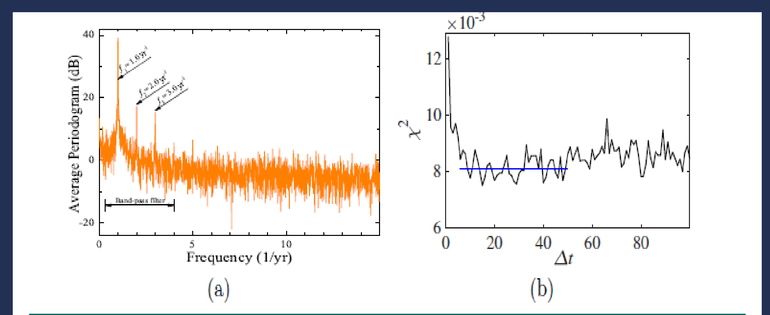
روش معادله فوکر-پلانک دو متغیره دارای قابلیت بازتولید سری زمانی که شامل داده‌های مفقوده است می‌باشد، از مزایای دیگر این روش نیازی به حذف فرکانس سالانه از سیگنال مورد بررسی نیست.

ارزیابی خاصیت مارکوف

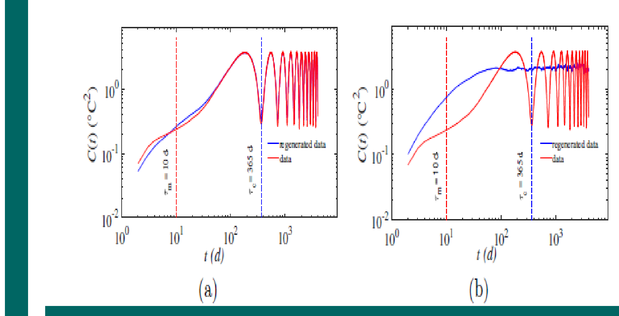
$$P(\Delta T_k, \Delta t_k \mid \Delta T_i, \Delta t_i) = \sum_{T_j} \Delta T_j P(\Delta T_k, \Delta t_k \mid \Delta T_j, \Delta t_j) P(\Delta T_j, \Delta t_j \mid \Delta T_i, \Delta t_i)]$$

$\Delta t_i < \Delta t_j < \Delta t_k$

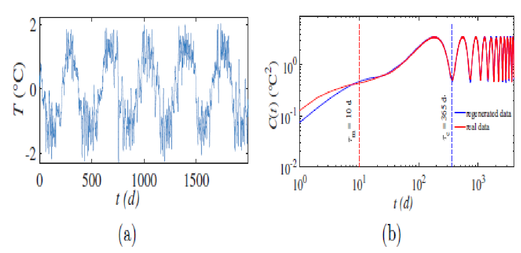
معادله چپمن-کولموگروف



شکل۱: (الف) طیف توان سری زمانی دما (ب) طول مارکوف ۱۰ روز بدست آمده با استفاده از معادله چپمن کولموگروف.



شکل۳: نمودار لگاریتمی تابع ساختار دما بر حسب روز در طول مقیاس زمانی مارکوف ۱۰روز، برای سری زمانی واقعی و بازسازی شده توسط (الف) با استفاده از نیروی تناوبی واداشته (مقدار دامنه نیروی واداشته A= ۰/۹۲ تخمین زده شده است) (ب) غیاب نیروی واداشته.



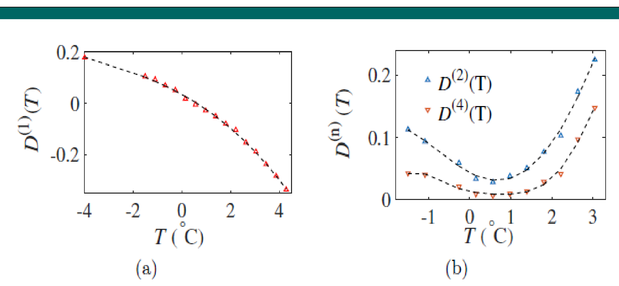
شکل۵: (الف)سری زمانی بازسازی شده با استفاده از نیروی واداشته(دامنه نیروی واداشته A= ۰/۱۳ است) (ب)نمودار لگاریتمی تابع ساختار برحسب روز برای سیگنال واقعی و بازسازی شده.

محاسبه ضرایب سوق و پخش

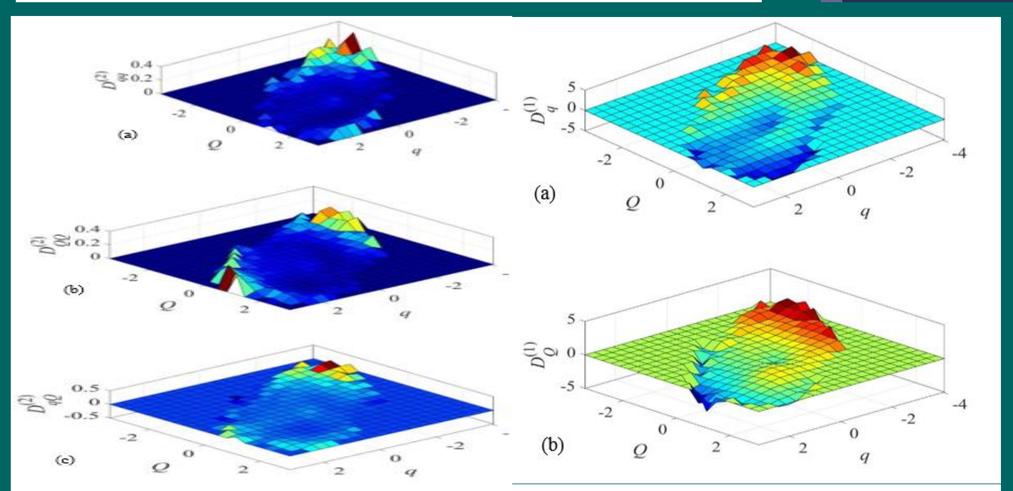
$$M^{(k)}(T,\tau) = \frac{1}{\tau!}\left\langle (T(t+\tau)-T(t))^k \right\rangle\Big|_{T(t)=T},$$

$$D^{(k)}(T) = \frac{1}{k!}\lim_{\tau\to 0} M^{(k)}(T,\tau).$$

معادله کرامرز مویال



شکل۲: (الف) ضریب سوق برای ایستگاه GMO. مثلثهای رو به بالا ، ضریب اندازه گیری شده $D^{(1)}$ توسط معادله‌ی(۲) را نشان می‌دهد و منحنی خط چین شده معادله متناسب با این ضریب برازش شده است.(ب) ضریب پخش و مرتبه چهارم کرامرز-مویال برای ایستگاه GMO. مثلث‌های رو به پایین و رو به بالا، ضرایب محاسبه شده $D^{(2)}$ و $D^{(4)}$ را نشان می‌دهند و منحنی‌های خط چین شده معادلات متناسب با این ضرایب را نشان می‌دهند.



شکل٤: (سمت راست) ضرایب کرامرز-مویال مرتبه اول برای ایستگاه Svjatoj Nos.(الف) ضرایب سوق بر حسب $D_q^{(1)}(q, Q)$ و(ب) $D_Q^{(1)}(q, Q)$. (سمت چپ) ضرایب مرتبه دوم کرامرز-مویال برای ایستگاهSvjatoj Nos. ضرایب پخش برحسب (الف) $D_{qq}^{(2)}(q, Q)$،(ب) $D_{qQ}^{0}(^2q, Q)$ و(ج) $D_{qQ}^{(2)}(q, Q)$.

معادله لانژون دو متغیره

$$q_{t+1} = q_t + D_q^{(1)}(q_t, Q_t)\delta t + \sqrt{\delta t D_{qq}^{(2)}(q_t, Q_t)}\Gamma_2(t) + \sqrt{\delta t D_{qQ}^{(2)}(q_t, Q_t)}\Gamma_1(t),$$

$$Q_{t+1} = Q_t + D_Q^{(1)}(q_t, Q_t)\delta t + \sqrt{\delta t D_{QQ}^{(2)}(q_t, Q_t)}\Gamma_1(t) + \sqrt{\delta t D_{Qq}^{(2)}(q_t, Q_t)}\Gamma_2(t).$$

کرامرز-مویال دو متغیره

$$D_q^{(1)}(q,Q) = \lim_{\tau\to 0}\frac{1}{\tau}\langle q(t+\tau)-q(t)\rangle\big|_{q,Q},$$

$$D_Q^{(1)}(q,Q) = \lim_{\tau\to 0}\frac{1}{\tau}\langle Q(t+\tau)-Q(t)\rangle\big|_{q,Q},$$

$$D_{qq}^{(2)}(q,Q) = \lim_{\tau\to 0}\frac{1}{\tau}\langle (q(t+\tau)-q(t))^2\rangle\big|_{q,Q},$$

$$D_{QQ}^{(2)}(q,Q) = \lim_{\tau\to 0}\frac{1}{\tau}\langle (Q(t+\tau)-Q(t))^2\rangle\big|_{q,Q},$$

$$D_{qQ}^{(2)}(q,Q) = \lim_{\tau\to 0}\frac{1}{\tau}\langle (q(t+\tau)-q(t)) \times (Q(t+\tau)-Q(t))\rangle\big|_{q,Q}.$$

نتیجه گیری

بهترین نتایج برای ایستگاه‌های GMO و Svjatoj Nos با استفاده از روش تک و دو متغیره مارکوف به دست آمدند. تجزیه و تحلیل داده‌های ایستگاه Russkij با استفاده از روش دو متغیره فوکر پلانک نتایج خوبی داشتند در حالی که نتایج برای روش تک متغیر خوب نبود. سری‌های زمانی بازسازی شده از نظر آماری با سری زمانی واقعی آنها بسیار شبیه بودند.

مرجع‌ها

[۱] Y. -P. Zhao, G.-C. Wang, and T.-M. Lu," *Characterization of amorphous and crystalline rough surface: principles and applications"* (Experimental Methods in the Physical Science), *Academic Press*,**37**, 2001.

[۲] G. R. Jafari and S. Motamen , "*Effects of Coating Rate on Morphology of Copper Surfaces*",*Cond-Mat.Sta-Mech*,**23**,2013,10138-10148.

[۳]S .Patil .Rupali, R.Mangesh Kokate,"One-pot synthesis of PVA- Capped silver Nanoparticles their Characterization and Biomedical application",*Advance in Natural Sciences*,**3**,2012, 2043-6262

[۴] G. R. Jafari and S.M. Fazeli, F. Ghasemi, " *Stochastic Analysis and Regeneration of Rough Surfaces* " , Phys. Rev. Let, No. 91, 2003, 77-81.

[۵] H .Risken, "*The Fokker-Planck Equation. Methods of Solution and Applications. Springer Series in Synergetics*, 18, 1984.

[۶] S. M Fazeli1, A. H. Shirazi and G. R Jafari, "Probing rough surfaces: Markovian versus non-Markovian processes", *New Journal of Physics* **10** (2008) 083020 (11pp).