

فاصله اطلاعاتی و کاربرد آن در سریهای زمانی

طلوع تقیان¹؛ معصومه شریفیان پور²؛ بهروز میرزا³

چکیده

در این مقاله برای مطالعه سری های زمانی به دست آمده از سیستمهای پیچیده روش جدیدی معرفی شده است. این روش بر پایه استفاده از مفهوم آنتروپی و بکارگیری رابطه ای برای محاسبه توزیع فواصل با نام واگرایی جانسون-شانون می باشد. در این مقاله به بررسی سری های زمانی به دست آمده از توزیع فواصل در سیستم بیلارد آشوبی و غیر آشوبی همچنین سری زمانی سیگنال الکتریکی قلب به کمک این روش پرداخته شده است. این فرمولبندی می تواند در بررسی دیگر سری های زمانی نیز مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی

بیلارد، استادیوم، آشوب، سری زمانی، سیگنال الکتریکی قلب، آنتروپی اطلاعات

Information Distance and its Application in time series

T. Taghian, M. Sharifianpour, B. Mirza

ABSTRACT

In this paper a new method is introduced for studying complex systems. This method is based on using concept of entropy and Jensen-Shannon divergence. This method is applied to time series of billiard system and heart signals. The method can also be applied to other time series.

KEYWORDS

Billiard, Stadium, Chaos, Time Series, heart signals, Information entropy

1. مقدمه

آنتروپی یکی از مهمترین مفاهیم در حیطه فیزیک آماری و تئوری اطلاعات است. این مفهوم میزان عدم قطعیت موجود در هر حالت سیستم فیزیکی را اندازه می گیرد. در این مقاله با استفاده از مفهوم آنتروپی اطلاعات و واگرایی جانسون - شانون روش جدیدی را برای بررسی سری های زمانی معرفی می کنیم. سری های زمانی مورد بررسی در این مقاله، سری به دست آمده از مدل فیزیکی بیلارد و سری زمانی سیگنال های الکتریکی قلب *ECG* می باشد. شکل ریاضی واگرایی جانسون - شانون که ابزار بررسی است به صورت زیر می باشد:

$$J(\rho^{(1)}, \rho^{(2)}) = H\left(\frac{\rho^{(1)} + \rho^{(2)}}{2}\right) - \frac{1}{2}H(\rho^{(1)}) - \frac{1}{2}H(\rho^{(2)}) \quad H(\rho) = -\sum_i \rho_i \ln \rho_i$$

¹ t_taghian@ph.iut.ac.ir دانشکده فیزیک، دانشگاه صنعتی اصفهان

² sharifianpour83d@yahoo.com دانشکده فیزیک، دانشگاه صنعتی اصفهان

³ b.mirza@cc.iut.ac.ir دانشکده فیزیک، دانشگاه صنعتی اصفهان

که $H(\rho)$ نماینده آنتروپی شانون است. ما با معرفی روشی خاص از این رابطه استفاده می کنیم که در ادامه توضیح مختصری از آن آورده شده است. در این روش ابتدا قدر مطلق داده ها در یک توزیع را به بازه‌هایی با تعداد عضو یکسان تقسیم می کنیم. ضریب بهنجارش را برای هر بازه بدست می آوریم سپس آن را در توان دوم هر عضو از بازه مورد نظر ضرب می کنیم، بنابراین توزیع احتمال بهنجار شده داریم. با استفاده از واگرایی جانسون - شانون فاصله هر بازه را از بازه های دیگر محاسبه کرده و میانگین فاصله هر بازه را از بازه های دیگر بدست می آوریم. تعداد داده های بدست آمده را که برابر با تعداد بازه های در نظر گرفته شده است به ترتیب رسم می کنیم، به این صورت که میانگین فاصله بازه اول از تمام بازه های دیگر داده اول، میانگین فاصله بازه دوم از بازه های دیگر داده دوم و... به همین ترتیب توزیع جدیدی خواهیم داشت. با استفاده از این روش می توان به بررسی و مقایسه توابع موج و ترازهای انرژی بیلارد آشوبی استادیوم با پارامتر دگرذیسی متفاوت (η) و بیلارد غیر آشوبی دایره پرداخت همچنین سری زمانی سیگنال های الکتریکی قلب (ECG) سالم و بیمار را مورد مقایسه قرار داد. در ادامه با کمک توزیع جدید که از داده های اولیه بدست آمده و با روشی جدید شکل توزیع افت و خیزهای میانگین فواصل را نیز رسم کرده ایم. به این صورت که بهترین خط گذرنده از این نقاط را بدست آورده و تعداد نقاطی که بین این خط و خطوط موازی که به فاصله h از این خط قرار دارند را محاسبه می کنیم. سپس تعداد نقاط بین خطوطی که به فاصله h از بهترین خط و خطوطی که به فاصله $2h$ از آن قرار دارند را بدست می آوریم و به همین ترتیب ادامه می دهیم. در پایان نمودار تعداد نقاط را برحسب h رسم می کنیم با استفاده از این روش می توان به راحتی قلب سالم را از قلب بیمار تشخیص داد.

مراجع

- [1] Enrique canessa, "Multifractality in time series", J. Phys. A. Mathematical and general, 2000.
- [2] Plamen Ch.Ivonv and et. al, "Multifractality in human Heart beat Dynamics", Nature 399, 1999.
- [3] Plamen Ch.Ivonv and et. al, "Levels of Complexity in Scale Neural Signals", cond- matt/040945, 2004.
- [4] Chatzisavvas, K.Ch., Moustakidis, Ch.C. and Panos C.P., "Information Entropy, Information Distances and Complexity in Atoms", quant- ph/ 0507039, 2005.
- [5] Kullback, S., "Statistics and Information theory", Wiley, New York, 1959.
- [6] Gutzwiller, M.C., "Chaos in classical and Quantum Mechanics", Springer-Verlag, 1990.