

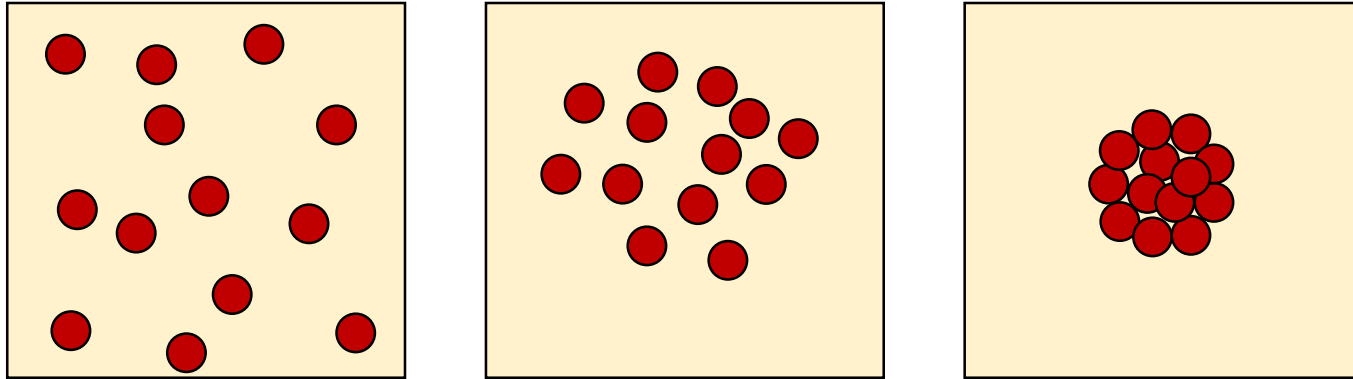
کارگاه: مباحث پیشرفته در پردازش سیگنال EEG

عنوان بحث: آنتروپی

گلناز بغدادی

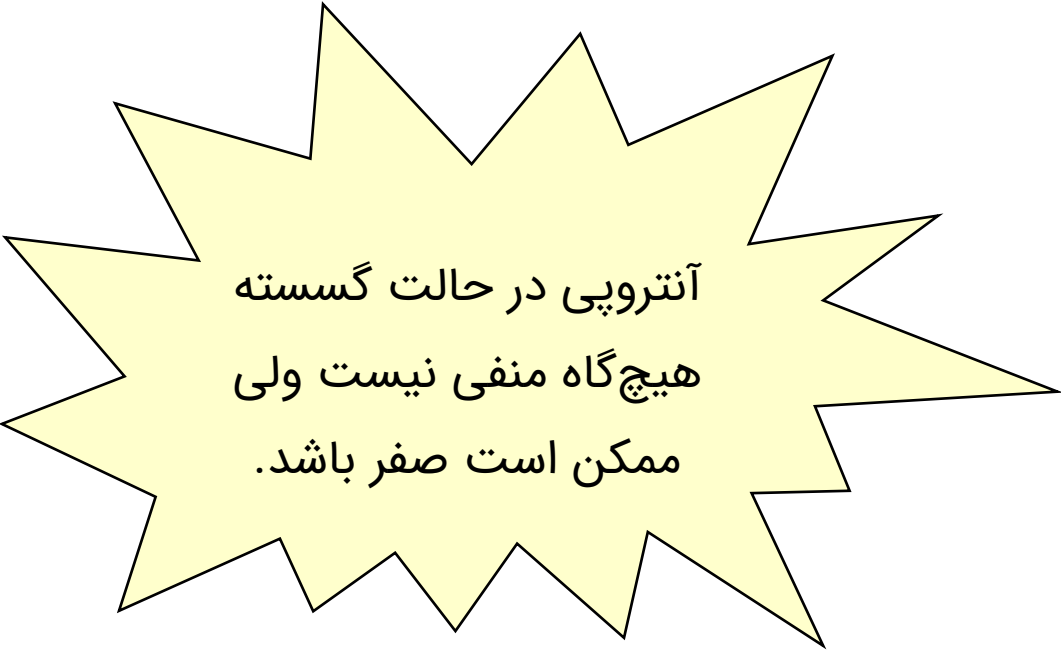
تابستان ۱۴۰۰

تعریف آنتروپی



- بی‌نظمی (آشفته‌گی)
- عدم قطعیت
- معیاری از اشتباهات تصادفی موجود
- تنوع وضعیت‌های خُرد در سیستم

روش محاسبه آنتروپی



آنتروپی در حالت گسسته
هیچ‌گاه منفی نیست ولی
ممکن است صفر باشد.

- متغیر تصادفی X
- N حالت گسسته وجود دارد.
- X می‌تواند به یکی از حالت‌ها تعلق داشته باشد.
- احتمال وقوع هر حالت p_i
- آنتروپی برابر است با $H(X) = -\sum_i p_i \log p_i$

آنتروپی فرکانسی

Spectral Entropy

○ محاسبه تبدیل فوریه سیگنال

○ محاسبه توان سیگنال در باندهای فرکانسی مختلف ω

$$\hat{P}(\omega_i) = \frac{1}{N} |X(\omega_i)|^2$$

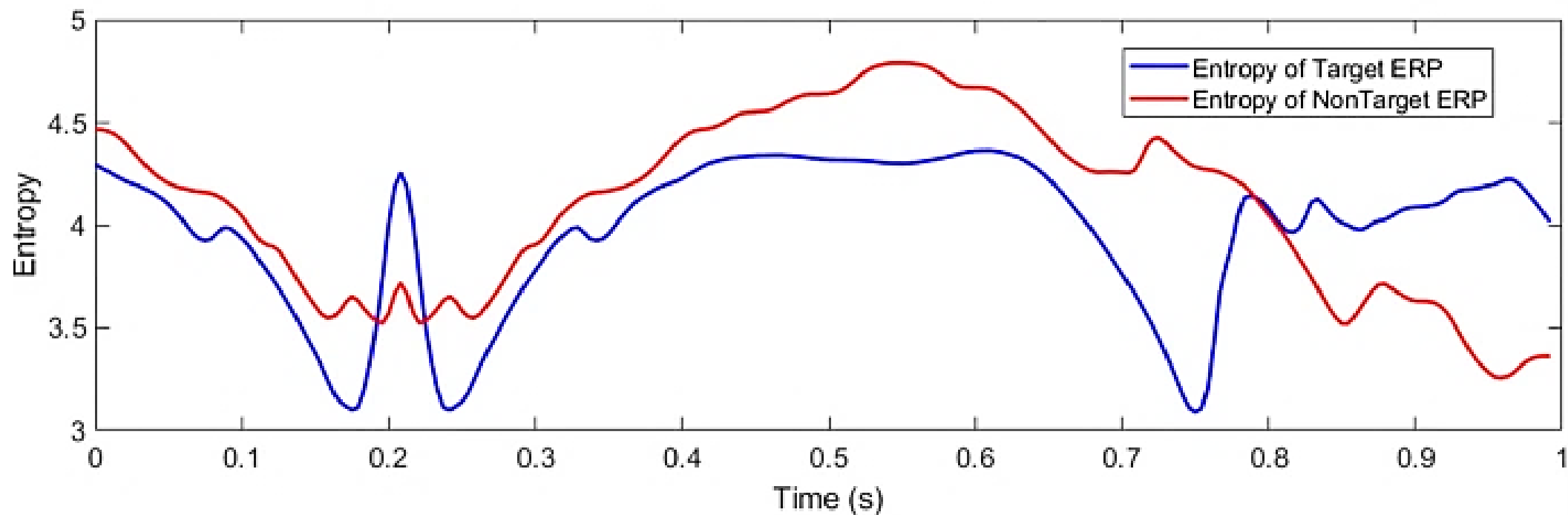
○ محاسبه مقدار طیف توان نرمالیزه شده

$$p_i = \frac{\hat{P}(\omega_i)}{\sum_i \hat{P}(\omega_i)}$$

○ محاسبه آنتروپی فرکانسی

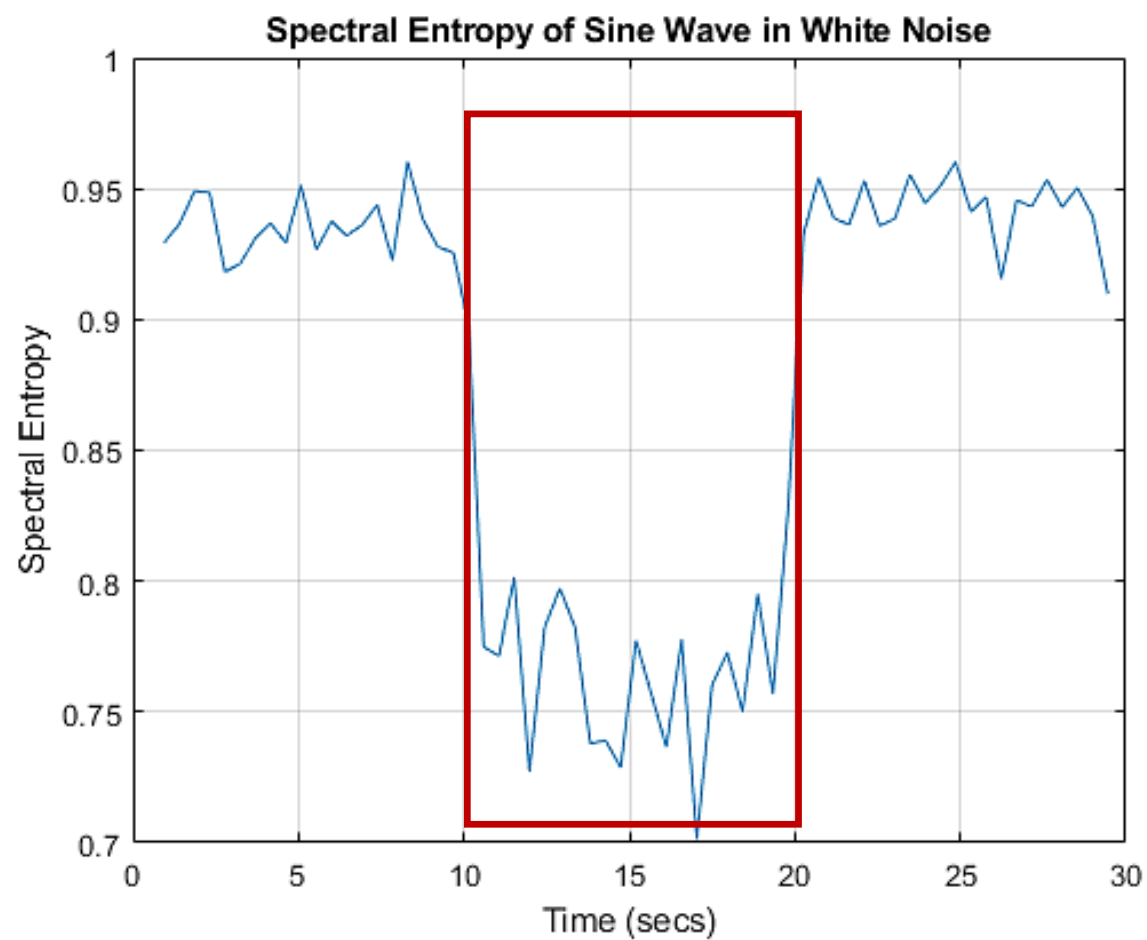
$$H = -\sum_{i=1}^n p_i \log p_i$$

مثال: تغییرات آنتروپی سیگنال‌های مغزی ERP به محرک‌های مختلف



Jadav, G. M., Lerga, J., & Štajduhar, I. (2020)

مثال: تغییرات آنتروپی سیگنال‌های با ظهور مولفه‌های متناوب



	Complexity Indices	Abbreviations	Year	Description
Time domain entropy	Approximate entropy	ApEn	Pincus (1991) [51]	Needs only a small dataset and is effective for discriminating the signal from random signals. A higher value indicates more irregularity.
	Sample entropy	SampEn	Richman (2000) [52]	The exact value of the negative average natural logarithm of the conditional probability. A higher value indicates less predictable signals.
	Permutation entropy	PeEn	Bandt (2002) [27]	Only considers the grades of the samples but not their metrics. A higher value indicates a more irregular signal.
	Multiscale entropy	MEn	Costa (2005) [53]	Can be observed at multiple different scales of signal change.
	Fuzzy entropy	FuzzyEn	Chen (2007) [54]	Provides a mechanism for measuring the degree to which a pattern belongs to a given class.
Frequency domain entropy	Renyi entropy	ReEn	Renyi (1977) [55]	Forms the basis of the concept of generalized dimensionality. If the Renyi entropy is high, the signal has high complexity.
	Spectral entropy	SpecEn	Powell (1979) [56]	Predictability according to an analysis of the spectral content of a signal. A high value indicates a more irregular and less predictable signal.
	Tsallis entropy	TsEn	Tsallis (1998) [57]	Explores the properties of a probability distribution from a new mathematical framework.

- `Out = func_FE_ShannEn(input,n);`
- `Out = func_FE_RenyiEn(input,n,alpha);`
- `Out = approximateEntropy(input);`
- `Out = sampen(input,2,0.2,'euclidean');`
- `Out = pec(input,2,1);`
- `Out = func_FE_FuzzEn(input,2,0.2);`
- `for tau=1:40`
 - `[e,A,B] = multiscaleSampleEntropy(input,2,0.2,tau);`
 - `F(tau)=e;`
- `end`
- `Out = pentropy(input,Fs,'Instantaneous',false);`

