

Biosignály z pohledu biofyziky/obvyklé průběhy signálů

Obvyklé průběhy signálů

Různé průběhy signálů si můžeme znázornit pomocí funkcí, které nám ukazují okamžitou velikost signálu v závislosti na čase. Některé z takových průběhů charakterizují **arteficiální signály**, které často slouží k výměně informací v technických zařízeních a jejich vlastnosti, v biomedicínských zařízeních pak mohou sloužit pro **testování** a **kalibraci** (viz výše), anebo se jich zhusta používá k umělému vybuzení (tj. **stimulaci**) biosignálů za účelem diagnostiky (**evokované potenciály**), a v neposlední řadě jsou generovány k **terapeutickým účelům** (impulsní terapie, diadynamické proudy aj.). Takové průběhy jsou zpravidla charakterizovány svým přesným geometrickým průběhem, často i periodickým opakováním.

Kvaziperiodický průběh naproti tomu mají např. biosignály, spojené se srdeční či respirační činností organismu, a určitou periodicitu nacházíme i v takových na první pohled chaotických záznamech, jako např. EEG.

Periodicita signálu

Periodickým signálem rozumíme signál, který má v časovém intervalu $<0, T)$ libovolný průběh a tento průběh se identicky opakuje v každém následujícím intervalu délky T . Pokud si velikost signálu $x(t)$ označíme jako

$$x(t) = f(t) \text{ pro } 0 \leq t < T(9)$$

pak pro libovolné t můžeme definovat periodickou funkci $x(t)$

$$x(t) = f(t - nT)(10)$$

kde n je celé číslo zvolené tak, aby $0 \leq t - nT < T(11)$

Pak dobu T [s] nazveme **dobou periody** a veličinu

$$f [\text{Hz}] = 1 / T [\text{s}](12)$$

nazveme **opakovací frekvencí** daného signálu (zkráceně jen **frekvencí** f).

Sinusový (harmonický) signál

Ze středoškolské matematiky a fyziky si připomeneme goniometrické funkce $\sin(\alpha)\cos(\alpha)$, které známe jako periodické funkce úhlu α s periodou 2π [rad]. Představujeme si je jako určité poměry mezi stranami pravoúhlého trojúhelníka či jako kartézské souřadnice vektoru, kroužícího po jednotkové kružnici s frekvencí f [Hz] čili s **úhlovou frekvencí**

$$\omega = 2 \pi f(13)$$

neboli

$$\omega = 2 \pi / T(14)$$

(Tento **pojem úhlové frekvence** můžeme **zobecnit** i na libovolný periodický signál.)

Představíme-li si, že v čase $t_0 = 0$ [s] byl výchozí úhel $\alpha = \varphi$ [rad], pak v čase t bude mít úhel pootočení α velikost

$$\alpha = \omega \cdot t + \varphi(15)$$

Úhel α je tedy lineární funkcí času s konstantou úměrnosti ω a aditivní konstantou φ . Funkce

$$x(t) = \sin(\alpha) = \sin(\omega \cdot t + \varphi)(16)$$

potom bude periodická s periodou

$$T = 2 \pi / \omega(17)$$

jak plyne ze vztahu (14).

Sinusový signál pak bude signál, jehož průběh bude vyjádřen jako

$$x(t) = a \cdot \sin(\alpha) = a \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)(18)$$

kde a představuje **amplitudu** signálu, udanou v **příslušných fyzikálních jednotkách** podle fyzikální podstaty signálu (napětí, proud, tlak, mechanická výchylka atd), ω je **úhlová frekvence** [rad/s], t je čas [s] a φ [rad] představuje **fázi** signálu.

Snadno nahlédneme, že takto posunutý a zvětšený signál je rovněž periodický s periodou T , danou (17). Tím pádem i signál, vyjádřený jako

$$x(t) = a \cdot \cos(\alpha) = a \cdot \cos(\omega \cdot t) \quad (19)$$

bude mít tutéž periodu, neboť se jedná o (18) pro případ $\varphi = \pi/2$.

Signály s takovýmto sinusovým či kosinusovým průběhem se rovněž nazývají signály harmonickými (tj. signály s harmonickým průběhem).

Odkazy

Zdroj

- HEŘMAN, Petr. *Biosignály z pohledu biofyziky*. 1. vydání. Praha : Petr Heřman – DÚLOS, 2006. 64 s.

Doporučená literatura

- AMLER, Evžen, et al. *Praktické úlohy z biofyziky I*. 1. vydání. Praha : Praha: Ústav biofyziky 2. lékařské fakulty UK, 2006.
- HRAZDIRA, Ivo. *Biofyzika : učebnice pro lékařské fakulty*. 2. vydání. Praha : Avicenum, 1990. ISBN 80-201-0046-6.
- KHAN, M. I. Gabriel. *EKG a jeho hodnocení*. 1. vydání. Praha : Grada, 2005. ISBN 80-247-0910-4.
- KOMÁREK, Vladimír, et al. *Dětská neurologie*. 1. vydání. Praha : Galén, 2008. ISBN 80-7262-492-8.
- ROSINA, Jozef, et al. *Lékařská biofyzika*. 1. vydání. Praha : Manus, 2000. 0 s. ISBN 80-902318-5-3.
- NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA. *Biofyzika v medicíně*. 1. vydání. Praha : Manus, 2003. 398 s. ISBN 8086571033.
- NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA, et al. *Medicínská biofyzika*. 1. vydání. Praha : Grada, 2005. ISBN 80-247-1152-2.