

Ločevanje materničnih EMG zapisov z uporabo vzorčne entropije

Domen Lušina, FRI, Univerza v Ljubljani

Povzetek—Za ločevanje prezgodnjega poroda od pravočasnega poroda se uporabljajo številne linearne in nelinearne tehnike za procesiranje signala. V tem delu smo se osredotočili na ločevanje z uporabo nelinearne tehnike vzorčne entropije. Našo tehniko smo testirali na 300 EMG zapisih TPEMG DB. Na predprocesiranih signalih smo testirali vzorčno entropijo in odkrili, da je vzorčna entropija primerna tehnika za ločevanje prezgodnjih porodov od pravočasnih.

Ključne besede: EHG, vzorčna entropija, maternica, analiza.

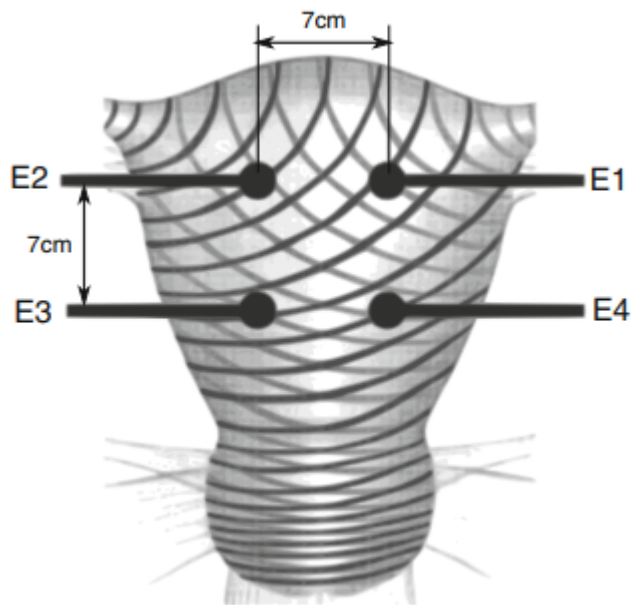
I. UVOD

Prezgodnji porod predstavlja veliko nevarnost za zdravje otroka. Zato je zelo pomembno, da lahko na podlagi informacij pridobljenih iz zapisov EMG (*angl. ElectroMyoGram records*) napovemo ali obstaja nevarnost za prezgodnji porod. EMG zapisi nad predstavljajo aktivnost materničnih mišic. Eden izmed načinov za ločevanje med prezgodnjim porodom in normalnim porodom je z uporabo metode vzorčna entropija.

II. UPORABLJENE METODE

A. EMG zapisi

V tem delu smo uporabili EMG zapise iz TPEHG DB [1]. V podatkovni bazi imamo 300 zapisov. Imamo 38 zapisov za prezgodnji porod (<37 tednov) med katerimi jih je bilo 19 opravljenih pred 26. tednom nosečnosti. Skupno imamo še 262 zapisov porodov ob času (>=37 tednov), kjer je bilo 143 meritev opravljenih zgodaj (pred 26. tednom). Vsak zapis ima različne tri signale (slika 1) pridobljene ob različnih postavitvah elektrod. Vsak signal je bil nadaljno obdelan z Butterworth filtrom 4. reda v obe smeri, da smo se znebili faznega zamika. Na voljo so nam trije različni filtri mi smo se odločili uporabljati zapise filtrirane z Butterworth filtrom s spodnjo mejo 0.3 Hz in zgornjo mejo 3 Hz.



Slika 1: Postavitev elektrod na telo. Signal 1: $E2 - E1$, signal 2 $E2 - E3$, signal 3: $E4 - E3$

B. Vzorčna entropija

Vzorčna entropija je nelinearna tehnika za oceno kompleksnosti časovnih vrst na podlagi katere želimo oceniti napovedljivost signala. Za dano časovno vrsto $x(t)$ dolžine N imamo vzorce $A_j(0, \dots, m-1)$ dolžine m , kjer je $m < N$. Vzorce a_j so vzeti iz časovne vrste $x(t)$, $a_j(i) = x(i+j)$, $i = 0, \dots, m-1$, $j = 0, \dots, N-m$. Del časovne vrste $x(t)$ v času $t = t_s$, $x(t_s, \dots, t_{s+m-1})$ je določen za ujemajoč vzorec, če velja $|x(t_s + i) - a_j(i)| \leq r$ za vsak $0 \leq i < m$. Število ujemajočih vzorcev (znotraj meje r), c_m , je izračunan za vsak m . Vzorčna entropija je torej definirana, kot:

$$\text{sampEn}_{m,r}(x) = \begin{cases} -\log(C_m/(c_{(m-1)})), & c_m \neq 0 \wedge c_{m-1} \neq 0 \\ -\log((N-m)/(N-m-1)), & \text{drugače.} \end{cases} \quad (1)$$

Sig.	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6
2	0.95	0.18	0.02	<0.001	<0.001	0.30
3	0.05	0.15	0.27	<0.001	<0.001	0.01

Tabela I: Rezultati Studentovega testa na podatkih pridobljenih z vzorčno entropijo.

V našem primeru smo parameter m nastavili na 3 in r na 0.15 .

C. Studentov test

Studentov test nam pove ali se dve neodvisni skupini med seboj v povprečju statistično razlikujeta oziroma ali gre za dve različni normalni porazdelitvi ali eno samo. Vrnjena verjetnost p na intervalu $[0,1]$ nam torej v primeru manjših vrednosti poveča verjetnost, da gre za dve različni porazdelitvi.

III. REZULTATI

Vse zapise smo razdelili v štiri skupine:

- 1) PE - prezgodnji porod izmerjen pred 26. tednom,
- 2) PL - prezgodnji porod izmerjen med in po 26. tednu,
- 3) TE - porod ob času izmerjen pred 26. tednom in
- 4) TL - porod ob času izmerjen med in po 26. tednu.

Implementacijo smo testirali na signalu 2 in signalu 3, ki sta bila filtrirana z Butterworth filtrom na območju 0.3-3 Hz. Tako kot v članku [1] smo izračunali p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 in p_6 . Rezultati so prikazani v tabeli I.

IV. ZAKLJUČEK

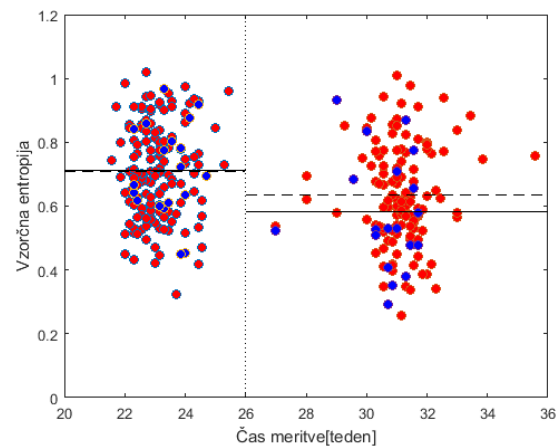
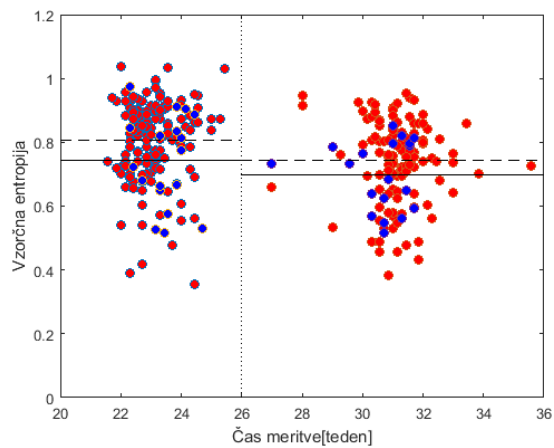
Vzorčna entropija je prikazala rezultate ujemajoče z člankom [1]. Prav tako smo tudi v tem delu ugotovili, da gre za obetajočo metodo. Vidna je razlika med signalom 2 in signalom 3. Najbolj očitna razlika je pri verjetnosti p_1 , ki je rezultat Studentovega testa nad množico TE in množico PE. Signal 3 nakazuje boljše ločevanje med tema dvema množicama. Opazimo tudi, da je verjetnost p_2 pri obeh signalih dokaj konstantna. Razlog je, da velikih razlik med množico PL in množico TL, saj je razlika med povprečnim časom trajanja nosečnosti ene in druge skupine manjši, kot pa med množicama PE in TE.

Zanimivo bi bilo namesto razredov prezgodnji in pravočasni porod z regresijo napovedovati čas poroda

glede na trenutno meritev. Menim, da bi bila uporaba regresije bolj smiselna, saj je lahko taka groba delitev na razrede težje napovedovati.

LITERATURA

- [1] Gašper Fele-Žorž, Gorazd Kavšek, Živa Novak-Antolič, and Franc Jager. A comparison of various linear and non-linear signal processing techniques to separate uterine emg records of term and pre-term delivery groups. *Medical & biological engineering & computing*, 46(9):911–922, 2008.



Slika 2: Rezultati vzorčne entropije na signalu 3 levo in na signalu 2 desno. Modri krogi predstavljajo prezgodnji porod in rdeči porod ob času. Vertikalna pikčasta črta predstavlja ločilno črto med zgodnjimi in poznimi meritvami. Vertikalne črtkani črti predstavljata povprečno vzorčno entropijo množice TE oziroma TL. Medtem, ko polni vertikalni črti predstavljata povprečno vzorčno entropijo množice PL oziroma PE.