

Выкарыстанне электраэнцэфалагаграфіі для ацэнкі эмацыйных станаў у GNU/LINUX

Касцюк Д.А., Маркіна А.А., Рабчук А.А., Шульган А.А., Дубіцкі А.У.

*Брэсцкі дзяржаўны тэхнічны універсітэт
aamarkina@g.bstu.by*

This article discusses a method for determining emotional states using electroencephalography waves. The features of electroencephalography as a biometric parameter are discussed, including the main characteristics of signals and the method to obtain them. The classification of emotional states by the model of J. A. Russell is considered.

Электраэнцэфалаграфія (ЭЭГ) адлюстроўвае вагальныя электрычныя працэсы, якія рэгіструюцца пры дапамозе электраэнцэфалагаграфа пры размяшчэнні яго электродаў на паверхні галавы, і ўяўляе сабой вынік электрычнага сумавання і фільтрацыі элементарных працэсаў у нейронах. Вымярэння актыўнасці кары скажаюцца тканінамі і косткамі чэрапа, што ўносіць дадатковы шум і зніжае інтэнсіўнасць сігналаў. Нягледзячы на гэта, вымярэння ЭЭГ забяспечваюць важную інфармацыю аб электрычнай актыўнасці кары галаўнога мозгу. Частата сігналаў ЭЭГ знаходзіцца ў дыяпазоне 1-80 Гц, а амплітуды сігналаў вар'іруюцца ад 10 да 100 мкВ [1].

Частата – адна з асноўных характарыстык ЭЭГ. Пры візуальным аналізе ЭЭГ выкарыстоўваюць класіфікацыю частот па дыяпазонах, якім прысвоены назвы літар грэцкага алфавіту (α – 8..14 Гц, β – 14..40 Гц, θ – 4..8 Гц, δ – 1..4 Гц, γ – вышэй 40 Гц, і інш.). У залежнасці ад частотнага дыяпазону, але таксама і ад амплітуды, формы хвалі, тапаграфіі і тыпу рэакцыі адрозніваюць α -рытм ЭЭГ, β -рытм, і інш. Найбольш інфарматыўныя – α -рытмы і β -рытмы [2]. Да асаблівасцяў дадзеных паддыяпазонаў варта аднесці і тое, што яны не перакрываюцца натуральнымі крыніцамі шумоў: артэфакты ЭАГ (рух вачэй і лыпанне) пераважна існуюць на частотах ніжэй 4 Гц, артэфакты ЭКГ (актыўнасць сэрца) каля 1,2 Гц і ЭМГ-артэфакты (цягліцавыя) знаходзяцца ў дыяпазоне вышэй 40 Гц. Знешнія артэфакты ад ліній электраперадач звычайна прысутнічаюць вышэй за 50 Гц [3]. Такім чынам, большая частка шуму, які прысутнічае ў сігналах ЭЭГ, значна зніжана ў дыяпазоне α - і β -частот. Высокая актыўнасць у α -дыяпазоне азначае рэлаксацыю мозгу, а β -рытм наадварот звязаны з яго актыўным станам. Такім чынам, сумесна α - і β -рытмы могуць выкарыстоўвацца для выяўлення эмацыйных (ўзбуджэнне і валентнасць) станаў розуму. Для вылучэння α - і β -дыяпазонаў частот традыцыйна ўжываецца паласавы фільтр, а пры працы з дыскрэтнымі сігналамі – хуткае пераўтварэнне Фур'е.

У цяперашні час існуе шэраг даступных ЭЭГ-гарнітур спажывецкага сегмента, у якіх ёсць у камплекце камерцыйнае праграмнае забеспячэнне для ацэнкі эмацыйнага стану карыстача. Характэрны прыклад з найбольш

поўным наборам датчыкаў – гарнітура Emotiv EPOC (яе часцей выкарыстоўваюць у эксперыментах). Гэтая гарнітура складаецца з 14 электродаў для зняцця дадзеных і 2 референсных электродаў, якія дазваляюць адбудавацца ад перашкод. Электроды размяшчаюцца і маркіруюцца ў адпаведнасці з міжнароднай сістэмай 10-20 [3]. Для Emotiv EPOC гэта пазіцыі AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8 і AF4.

Драйвера пад GNU/Linux для гэтай гарнітуры (і іншых аналагічных) існуюць, але моцна абмежаваныя ў магчымасцях і даступнасці. Для многіх гарнітур існуюць і свабодныя драйвера (напрыклад, праект Emokit для EPOC/EPOC+), аднак яны не вылічаюць ацэнкі эмацыйнага стану, а толькі выдаюць сырыя сігналы з электродаў гарнітуры. Таму пры выкарыстанні вольнага праграманага забеспячэння з ЭЭГ патрабуецца выконваць такія ацэнкі самастойна. Тое ж самае патрабуецца і пры выкарыстанні гарнітуры OpenBCI, якая распрацавана як адкрытае апаратнае забеспячэнне.

Для ацэнкі эмацыйных станаў з дапамогай ЭЭГ-гарнітуры можна выкарыстоўваць прапанаваны Дж. А. Расэлам спосаб апісання афекту і эмоцый ў зададзены момант часу ў выглядзе кропкі ў двухмернай прасторы – цыркумплексе. Два вымярэння ўяўляюць валентнасць і ўзбуджэнне, а адлегласць ад цэнтральнай кропкі адлюстроўвае інтэнсіўнасць. Пры класіфікацыі эмоцый гэтым метадам, патрабуецца вызначыць, наколькі пазітыўныя (валентнасць) і наколькі моцныя (ўзбуджэнне) эмоцыі адчуваюць рэспандэнты. Чатыры сектара ў гэтай прасторы – гэта моцныя негатыўныя, моцныя пазітыўныя, слабыя негатыўныя і слабыя пазітыўныя эмоцыі. Таму класіфікацыя эмацыйных станаў прадугледжвае іх падзел на высокае/нізкае ўзбуджэнне і пазітыўную/негатыўную валентнасць, на аснове чаго вылучаюцца такія эмоцыі, як шчасце, гнеў, смутак, спакой (напрыклад, шчасце – стан з высокім узбуджэннем і пазітыўнай валентнасцю, а смутак – з нізкім узбуджэннем і негатыўнай валентнасцю).

Па сігналам ЭЭГ можна вызначыць узровень ўзбуджэння, вылічыўшы суадносіны β - і α -рытмаў. Высокае ўзбуджэнне характарызуецца большай магутнасцю β -рытмаў і нізкай α -актыўнасцю, таму стаўленне β/α паказвае на стан ўзбуджэння, у якім знаходзіцца аб'ект. Пры гэтым β - і α -рытмы лепш за ўсё паддаюцца вымярэнню ў лобнай і сярэдняй частцы мозгу, таму мэтазгодна выкарыстоўваць сігналы, якія паступаюць ад электродаў, размешчаных на адпаведнай часці чэрапа [2]. Паводле [3], досыць вымяраць сігнал у чатырох кропках у зоне прэфрантальнай кары: AF3, AF4, F3 і F4.

$$A = \frac{\beta_{AF3+AF4+F3+F4}}{\alpha_{AF3+AF4+F3+F4}} \quad (1)$$

дзе α і β – магутнасць α - і β -рытмаў, а AF3, AF4 і інш. - сігналы ад аднайменных электродаў.

Для ацэнкі валентнасці, то ёсць пазітыўнага ці негатыўнага стану, можна выкарыстоўваць розніцу ва ўзроўнях актывацыі двух паўшар'яў кары галаўнога мозгу. У адпаведнасці з шэрагам даследаванняў, пазітыўны стан

зв'язані з активаційою абласцей у левым паўшар'і мозгу, а негатыўны – з активаційою абласцей ў правым паўшар'і [4]. Дадзеная сувязь не з'яўляецца прамой: інактивацыя у левай лобнай долі служыць індыхатарам рэакцыі адрыньвання, якая ў сваю чаргу часта бывае звязана з негатыўнай рэакцыяй. Аналагічна, інактивацыя ў правай лобнай долі – паказчык водгуку, які ў сваю чаргу можа сведчыць аб становачай эмоцыі.

Як згадвалася, высокая актыўнасць у α -дыяпазоне – прыкмета нізкай мазгавой актыўнасці, і наадварот. Такім чынам, павелічэнне α -рытмаў разам з памяншэннем β -рытмаў могуць быць звязаныя з інактивацыяй кары [2]. Для вымярэння такой α -актыўнасці часцей за ўсё выкарыстоўваюцца кропкі F3 і F4, паколькі яны размяшчаюцца ў прэфронтальнай зоне, якая мае вырашальную ролю ў рэгуляванні эмоцый. Пры гэтым варта ўлічваць, што паводле наяўных даследаванняў, самі па сабе адрозненні ў актыўнасці паўшар'яў – не прыкмета афектыўнай валентнасці, а хутчэй ўказанне на матывацыйны кірунак (падыход або адмова ад стымулу) [5]. Аднак, паколькі ў цэлым афектыўная валентнасць ставіцца да матывацыйнай накіраванасці, параўнанне актыўнасці паўшар'яў па-ранейшаму выступае ў ролі практычнага метаду вызначэння валентнасці. Такім чынам, для ацэнкі валентнасці можна параўнаць інтэнсіўнасці α - і β -рытмаў на электродах F3 і F4 [6]:

$$V = \frac{\alpha_{F4}}{\beta_{F4}} - \frac{\alpha_{F3}}{\beta_{F3}} \quad (2)$$

Спіс выкарыстаных крыніц:

1. Kandel E.R. et al. Principles of Neural Science. Mc Graw Hill, 2012. - 1760 p.
2. Niemic C.P. Studies of emotion: A theoretical and empirical review of psychophysiological studies of emotion // Journal of Undergraduate Research, v. 1, 2002. pp. 15–18.
3. Ramirez R., Vamvakousis Z. Detecting Emotion from EEG Signals Using the Emotive Epos Device. Lecture Notes in Computer Science, v. 7670. - Springer, 2012. - p. 175-184.
4. Winkler I. et al. Frontal EEG asymmetry based classification of emotional valence using common spatial patterns // World Academy of Science, Engineering and Technology, vol. 45, 2010. - pp. 373-378.
5. Harmon-Jones, E. Clarifying the emotive functions of asymmetrical frontal cortical activity. // Psychophysiology, iss. 40(6), 2003. - pp. 838–848.
6. Matlovič T. Emotion Detection using EPOC EEG device // Informatics and Information Technologies Student Research Conference. - Bratislava, Slovakia, April 28, 2016. - pp. 1–6.