



Рисунок 1 – Архитектура программной системы

Литература

1. Журавский В.В., Костюк Д.А., Латий О.О., Маркина А.А. Программно-аппаратная система для сравнительных исследований эргономики обеспечения // Информационные технологии и системы 2015 (ИТС 2015): материалы международной конференции. Минск, БГУИР, 29 октября 2015 г. – С. 252 – 253.
2. Kostyuk D.A., Latiy O.O., Markina A.A. Software system for parallel usability testing // Шоста науково-практична конференція FOSS Lviv 2016: Збірник наукових праць. – Львів, 19-2 квітня 2016р. – С. 59 – 62.
3. Дубіцкі А.У., Касцюк Д.А., Маркіна А.А. Падтрымка біяметрычных сродкаў з пратаколам bluetooth ў GNU/Linux // Дев'ята науково-практична конференція FOSS Lviv 2019: Збірник наукових праць. – Львів, 18-19 квітня 2019 р. – С. 21-23.

УДК 004.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФОЛОГРАФИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ

*Костюк Д.А., Маркина А.А., Рабчук А.А., Шульган А.А.,
Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»
e-mail: aamarkina@g.bstu.by*

Summary. *A method for determining emotional states using electroencephalography waves is discussed. 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.*

Электроэнцефалография (ЭЭГ) отображает колебательные электрические процессы, которые регистрируются при помощи электроэнцефалографа при размещении его электродов на поверхности головы, и представляет собой результат электрического

суммирования и фильтрации элементарных процессов в нейронах. Измеряемая активность коры искажается тканями и костями черепа, находящимися между электродами и нейронами, что вносит дополнительный шум и снижает интенсивность записываемых сигналов. Несмотря на это, измерения ЭЭГ обеспечивают важную информацию об электрической активности коры головного мозга. Частота сигналов ЭЭГ находится в диапазоне 1–80 Гц, а амплитуды сигналов варьируются от 10 до 100 мкВ [1].

Частота – одна из основных характеристик ЭЭГ. При визуальном анализе ЭЭГ принята классификация частот по диапазонам, которым присвоены названия букв греческого алфавита (α – 8..14 Гц, β – 14..40 Гц, θ – 4..8 Гц, δ – 0,5..3 Гц, γ – выше 40 Гц, и др.). В зависимости от частотного диапазона, но также и от амплитуды, формы волны, топографии и типа реакции различают соответственно α -ритм ЭЭГ, β -ритм, и др. Два наиболее информативных поддиапазона - это α -ритмы и β -ритмы [2]. К особенностям данных поддиапазонов следует отнести и то, что они не перекрываются естественными источниками шумов: артефакты ЭОГ (движение глаз и моргание) преимущественно наличествуют на частотах ниже 4 Гц, артефакты ЭКГ (активность сердца) около 1,2 Гц и ЭМГ (мышечные) артефакты находятся в диапазоне выше 40 Гц. Не физиологические артефакты, вызванные линиями электропередач, обычно присутствуют выше 50 Гц [3]. Таким образом, большая часть шума, присутствующего в сигналах ЭЭГ, значительно снижена в диапазоне α - и β -частот. Высокая активность в α -диапазоне означает расслабление мозга, а β -ритм, наоборот, связан с его активным состоянием. Таким образом, совместно α - и β -ритмы могут использоваться для обнаружения эмоциональных (возбуждение и валентность) состояний ума. Для выделения α - и β -диапазонов частот традиционно применяется полосовая фильтрация, а при работе с дискретными сигналами – быстрое преобразование Фурье.

В настоящее время существует ряд доступных ЭЭГ-гарнитур потребительского сегмента. Из них наиболее полным набором датчиков обладает гарнитура Emotiv EPOC, поэтому ее чаще других используют в экспериментах. Эта гарнитура состоит из 14 электродов для снятия данных и 2 референсных электродов, позволяющих отстроиться от помех. Electroды расположены и маркированы в соответствии с международной системой 10-20 [3]. В соответствии с международным стандартом доступны следующие местоположения: AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8 и AF4.

Для оценки эмоциональных состояний с помощью ЭЭГ-гарнитуры можно использовать предложенный Дж. А. Расселом способ описания аффекта и эмоций в заданный момент времени в виде точки в двумерном пространстве, именуемом циркумплексом – круговой двумерной структурой. Два измерения представляют валентность и возбуждение, а расстояние от центральной точки отражает интенсивность. При классификации эмоций этим методом, требуется определить, насколько положительны (валентность) и насколько сильны (возбуждение) эмоции респондентов. Пространство разделяется на четыре сектора: сильные отрицательные, сильные положительные, слабоотрицательные и слабоположительные эмоции. Поэтому классификация эмоциональных состояний предполагает их деление на высокое/низкое возбуждение и положительную/отрицательную валентность, на основе чего выделяются такие эмоции, как счастье, гнев, печаль, спокойствие (например, счастье – состояние с высоким возбуждением и положительной валентностью, а печаль – с низким возбуждением и отрицательной валентностью).

По сигналу ЭЭГ можно определить уровень возбуждения, вычислив соотношение β - и α -ритмов. Высокое возбуждение характеризуется большей интенсивностью β -ритмов и низкой α -активностью, поэтому соотношение β/α указывает на состояние возбуждения, в котором находится объект. При этом β - и α -ритмы лучше всего поддаются измерению в лобной и средней части мозга, поэтому целесообразно использовать сигналы, поступающие от электродов, расположенных в этой области [2]. Согласно [3], достаточно измерять сигнал в четырёх точках расположения электродов в зоне префронтальной коры: AF3, AF4, F3 и F4.

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

где α и β – интенсивность α - и β -ритмов, а AF3, AF4 и др. – сигналы от электродов.

Для оценки валентности, то есть позитивного или негативного состояния, можно использовать разницу в уровнях активации двух полушарий коры головного мозга. Согласно ряду исследований, позитивное состояние связано с активацией областей в левом полушарии мозга, а негативное – с активацией областей в правом полушарии [4]. Данная связь не является прямой: инактивация в левой лобной доле служит индикатором реакции отторжения, которая в свою очередь часто бывает связана с негативной реакцией. Аналогично, инактивация в правой лобной доле – показатель отклика, который в свою очередь может свидетельствовать о положительной эмоции.

Как упоминалось, высокая активность в α -диапазоне – признак низкой мозговой активности, и наоборот. Таким образом, увеличение α -ритмов вместе с уменьшением β -ритмов могут быть связаны с инактивацией коры [2]. Для измерения такой α -активности чаще всего используются точки F3 и F4, поскольку они расположены в играющей решающую роль в регулировании эмоций префронтальной зоне. При этом следует учитывать, что, согласно имеющимся исследованиям, сами по себе различия в активности полушарий – не признак аффективной валентности, а скорее указание на мотивационное направление (подход или отказ от стимула) [5]. Однако, поскольку в целом аффективная валентность относится к мотивационной направленности, сравнение активации полушарий по-прежнему выступает в роли практического метода определения валентности. Таким образом, для оценки валентности можно сравнить интенсивности α - и β -ритмы на электродах F3 и F4 [6]:

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

Литература

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 Eroc 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.