

## Аналіз нейрокомп'ютерних інтерфейсів

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

В ході проведених досліджень відзначено актуальність та охарактеризовано прикладні аспекти застосування нейроінтерфейсів у різних сферах життя. Здійснено аналіз структурно-функціональної організації системи нейроінтерфейсу та складових.

**Ключові слова:** нейрогеймінг, нейрокомп'ютерний інтерфейс, кодування інформації, енцефалограма.

### Abstract

In the given research was noted the relevance and practical aspects of using neuro-interfaces in various spheres of life. Was analyzed the structural and functional organization of neuro-interfaces and its components.

**Keywords:** neurogaming, brain-computer interface, information coding, encephalogram.

### Вступ

Нейрокомп'ютерний інтерфейс – це комп'ютерний інтерфейс, який складається з програмного забезпечення та пристрою зчитування. В залежності від потреб створення інтерфейсу, пристрій зчитування може містити не лише зчитувальний елемент, але й пристрій зворотнього зв'язку, головним завданням якого є реалізація взаємозв'язку між об'єктом зчитування та програмним забезпеченням інтерфейсу [1]. У зв'язку з цим, розробка програмного забезпечення потребує високого рівня кваліфікації розробника, та експерта з нейрології та супутніх медичних наук. Складність розробки полягає перш за все у декодуванні сигналів із зчитувальних елементів та результатів їхньої взаємодії [2].

Завдяки розвитку комп'ютерних технологій та галузі нейрології, алгоритми декодування, які застосовуються в сучасних нейроінтерфейсах мають відносно невелику похибку при декодуванні сигналів. Але незважаючи на це, при миттєвій зміні об'єкта дослідження алгоритмічна складова системи нейрокомп'ютерного інтерфейсу є найбільш вразливою для коректності роботи, адже програмне забезпечення більшості нейрокомп'ютерних інтерфейсів орієнтоване на поступове надходження однорідних за структурою та динамікою сигналів. Це пов'язано із неоднорідністю роботи кори головного мозку кожної людини. Саме тому для вирішення даної проблеми, були створені алгоритми попереднього налаштування системи нейрокомп'ютерного інтерфейсу, що реалізує можливість зчитування таких параметрів, як швидкість та частота надходження сигналу, сила імпульсу та час затухання. Це забезпечує достатньо високу ймовірність визначення повторного виникнення сигналу при повторній активізації. Даний спектр алгоритмів спирається на сучасні дослідження нейрології. Час попереднього налаштування системи знаходиться в межах від одного до п'яти сеансів.

### Аналіз структурної організації нейрокомп'ютерного інтерфейсу

Найпростіший нейрокомп'ютерний інтерфейс складається з трьох частин – зчитувального пристрою, що сканує імпульси в корі головного мозку, засобу трансформування сигналів у чітку послідовність дискретних значень та програмного забезпечення, що виконує обробку, аналіз, структурування та підтримку сигналу відповідними комп'ютерними засобами нейрокомп'ютерного інтерфейсу [4]. При дослідженні енцефалограми було встановлено, що при передачі мозок продукує керуючі імпульси. Передача даних імпульсів фіксується сенсорами пристрою зчитування, які автоматично передаються у комп'ютерну систему та перетворюються на аргументи функцій. Аналогічно до цього можливе й автоматизоване керування об'єктами та системами штучного

інтелекту на зразок окремих елементів систем підтримки прийняття рішень, систем захисту інформації, що може підвищити рівень безпеки інформації та продуктивність процесу прийняття рішень на основі алгоритмів СППР [3].

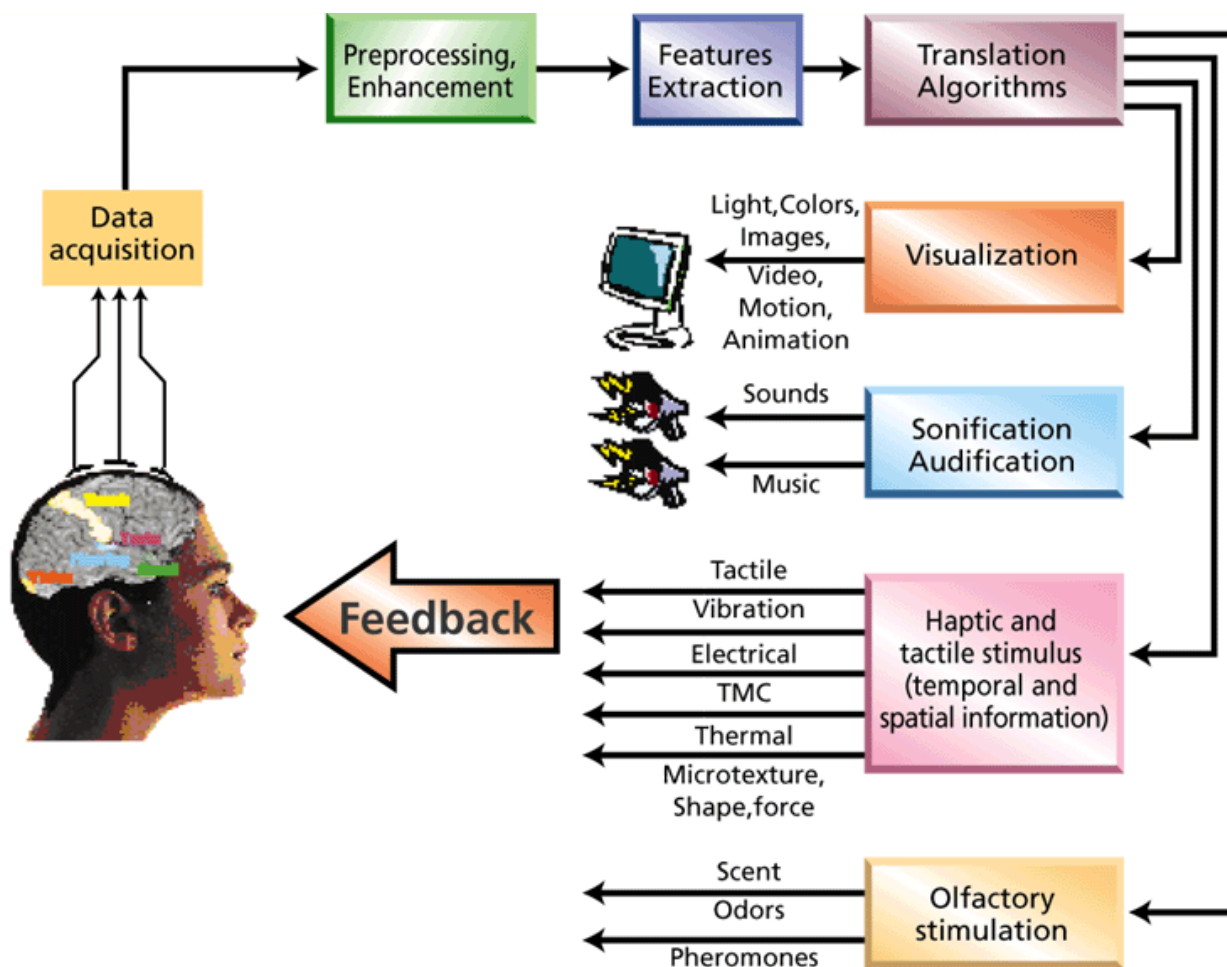


Рис. 1. Процес перетворення інформації з сигналів зчитувального пристрою у параметри рівнянь комп'ютерних пристроїв за допомогою алгоритмів [4]

### Застосування нейроінтерфейсів різних типів

Застосування вказаних типів інтерфейсів у медицині сприяло підвищенню рівня лікування захворювань пов'язаних із захворюваннями головного мозку, нервової системи. Також їх широко застосовують для ігрової індустрії, що дедалі більше акцентує увагу саме на технологіях нейрогеймінгу, віртуальної реальності та нейроінтерфейсах [5], адже можливість мозкового керування ігровим світом, без використання клавіш, давно була пріоритетною метою у розробників комп'ютерних ігор. Нейротехнології широко застосовуються у США, де знаходиться світовий центр нейрогеймінгу – Сан-Франциско. Щороку там проводиться міжнародна конференція [6] щодо розробок та можливості застосування нейротехнологій у виробництві, медицині, робототехніці та інших галузях науки. Так, на конференції 2015 року було вирішено застосувати нейроінтерфейси для діагностики організму людини, що змогло би оперативно повідомляти про будь-які захворювання ще до їх проявлення [7]. Також у 2010 році було створено перший функціональний нейрокомп'ютерний інтерфейс – *Intendix* [8], за допомогою якого людина могла набирати текст, концентруючись лише на потрібному символі, що знайшло своє застосування для паралізованих хворих [9].

Світові розробки нейроінтерфейсів здійснюються Бостоні (США), Берліні (Німеччина), Сідней (Австралія), але незважаючи на це, є досить велика кількість лабораторій з Європи та Середньої Азії по дослідженню передачі інформації через нейропристрої. Також, дані дослідження знаходяться на початковій стадії розвитку в Україні [10,11].

## Висновок

У дослідженнях акцентується увага на застосуванні нейрокомп'ютерних інтерфейсів для якісно нового рівня обробки інформації, керування та спостереження за інформацією в реальному часі, що в перспективі може забезпечити новий ступінь технологічного прогресу комп'ютерних засобів людино-машинної взаємодії. Охарактеризовано процес створення нейрокомп'ютерних інтерфейсів різних типів та їх призначення, структурну та прикладну реалізацію. Здійснено аналіз нейрокомп'ютерного інтерфейсу в контексті виявлення різноманітних комбінацій сигналів та їхньої коректної обробки. Проаналізовано можливе застосування технологій нейрогеймінгу у різних сферах: кодування інформації, ігрової індустрії, нейрокомп'ютерної взаємодії в контексті фіксування та передачі інформації з імпульсів головного мозку людини до відповідних комп'ютерних чи робототехнічних пристроїв.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. DARPA CORPORATION [Електронний ресурс]: Development in neuroscience / Режим доступу: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165027014002702> – Назва з екрану
2. Tim Brown [Електронний ресурс]: A brief introduction in neurogaming / Режим доступу: <http://depts.washington.edu/critgame/project/a-brief-introduction-to-neurogaming/> – Назва з екрану
3. NEUROELECTRICS [Електронний ресурс]: EEG SYSTEMS / Режим доступу: <http://www.neuroelectrics.com/software/> – Назва з екрану
4. Alexis Ortiz-Rosario, Brain-computer interface technologies: from signal to action, Hojjat Adeli, Rev. Neuroscience. – Ohio State University, 2013 – р. 1-16
5. EMOTIV [Електронний ресурс]: EMOTIV ЕРОС / Режим доступу: <https://emotiv.com/epoc.php> – Назва з екрану
6. XTECHEXPO [Електронний ресурс]: Neurogaming conference 2016 / Режим доступу: <http://www.xtechexpo.com> – Назва з екрану
7. GTEC TECHNOLOGY [Електронний ресурс]: Gtec technology / Режим доступу: <http://www.gtec.at/Research/Projects> – Назва з екрану
8. INTENDIX TECHNOLOGY [Електронний ресурс]: Brain-computer interface / Режим доступу: <http://www.intendix.com> – Назва з екрану
9. Яровий А. А., Кудрявцев Д. С., Лудан Д. В., «Аналіз інформаційних технологій нейрогеймінгу» [Електронний ресурс] / Режим доступу <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2016/paper/view/1041> – Назва з екрану
10. IMPULS VNTU [Електронний ресурс]: Neurogaming tournament 2015 / Режим доступу: <http://platfor.ma/entertainment/turnir-z-neirogeimingu/> – Назва з екрану
11. EXPERTORAMA [Електронний ресурс]: Mentatron tournament / Режим доступу: <http://expertorama.com/nejrointerfejs-tendencii-i-perspektivy-razvitiya/> – Назва з екрану

*Кудрявцев Дмитро Станіславович* – студент групи 2КН-156, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [2kn15b.kudryavtsev@gmail.com](mailto:2kn15b.kudryavtsev@gmail.com)

*Яровий Андрій Анатолійович* – доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [a.yarovyy@vntu.edu.ua](mailto:a.yarovyy@vntu.edu.ua)

*Dmytro S. Kudryavtsev* – Student of Information Technologies and Computer Engineering Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [2kn15b.kudryavtsev@gmail.com](mailto:2kn15b.kudryavtsev@gmail.com)

*Andrii A. Yarovyi* – Doctor of Science (Eng.), Professor, Professor of Computer Science Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [a.yarovyy@vntu.edu.ua](mailto:a.yarovyy@vntu.edu.ua)