

TGAM projekt

TGAM

Vadász Balázs

Felkészítő tanár: Dr. Farkas József, Várady Zoltán

BMSZC Neumann János Informatikai Technikum, 1144 Budapest, Kerepesi út 124.

1. Bevezetés

Az alapötlet abból a feltételezésből indul ki, hogy az emberi agy frekvencia-tartományokba rendezve értelmezi a szenzorjai felől beérkező adatokat, és azokat bioelektromágneses hullámként dolgozza fel. A szakirodalomban sokféleképpen írják le a feldolgozó mechanizmust. A mi elméletünk ezek alapján a következő:

Tudjuk, hogy a beérkező jelek előfeldolgozása a ingereket felfogó szenzoroknál történik, melyek a mechanikai, kémiai és hullámtermészetű ingereket bio-elektromágneses rezgésekké alakítják. Ezek a rezgések hullám formájában áradnak szét a különböző agyi képletek felé. A folyamat a fejbőr meghatározott pontjain elhelyezett érzékelőkkel felfogható és elvezethető egy hozzá illesztett feldolgozóhoz. Elképzelésünk szerint erre kiválóan alkalmas a TGAM chip, amely a NeuroSky elsődleges agyhullám-érzékelő ASIC modulja. A chip egy ThinkGear nevű protokollt használ a kommunikációra. Ezt a protokollt a Neurosky cég fejlesztette ki és az API-ját ThinkGear Serial Stream SDK csomagjában elérhetővé tette. Maximális fogyasztása 15 mA. Eredetileg tömegpiaci alkalmazásokhoz tervezték, elsősorban játékos alkalmazások támogatására. A modul feldolgozza a kimenetek EEG frekvencia spektrumát.

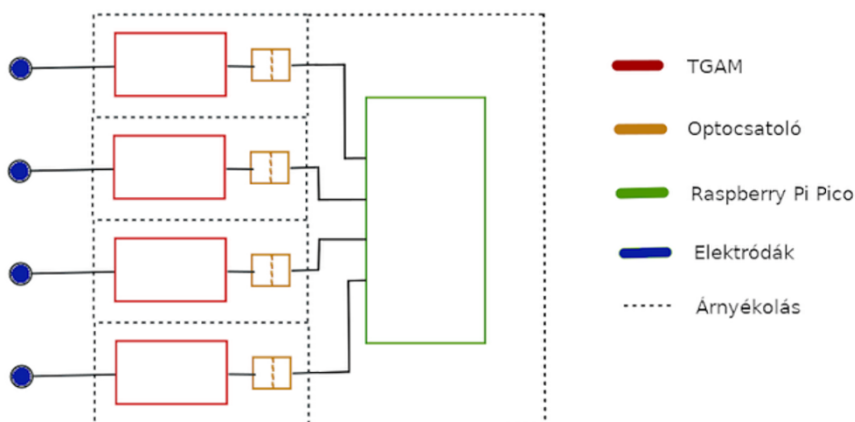
Az elektroenkefalográfia (EEG) egy pszichofiziológiai mérőeljárás, melynek segítségével az agyban zajló bio-elektromágneses hullámok keletkezését, illetve az agy működésének élettani hátterét vizsgálhatjuk, szűkebb értelemben pedig egy elektrofiziológiai mérőeszköz, mely az idegsejtek elektromos aktivitásának regisztrálására szolgál. Az EEG-vel elvezethető jel az elektroenkefalogram, amely egy komplex, több komponensű periodikus görbeként írható le. Az EEG technológia hat kimutatható hullámtípust jelenít meg, amplitúdójuk és frekvenciájuk különbözősége alapján (alfa, Mu, béta, delta, gamma, théta). Kutatások kimutatták, hogy egy-egy információ frekvencia-specifikus jellel digitálisan is leírható.

A TGAM a nyers EEG-jelből a figyelem, a meditáció és a pislogás által keltett agyhullámokra specializálódott, de mert az érzékelt hullámok teljes spektruma belefér a chip érzékenységi tartományába, alkalmasnak véljük az agy ébrenléti állapotában keletkezett hullámainak érzékelésére, mérésére.

Egyszerű száraz elektródákkal ez a modul kiválóan használható felhasználási területtől függetlenül mérési célokra, mert hordozható és könnyen üzembe helyezhető.

2. Probléma megoldásának menete

Az általunk kifejlesztett mérőeszköz négy TGAM chip rendszerbe illesztésével, valamint 4 optocsatoló bekötésével egy Raspberry Pi (RPi) Pico típusú célszámítógéphez juttatja el az adatokat (1. ábra). A chippek mindegyike egy speciális ötvözetből készült száraz elektródát használ, melyeket a koponyára kell rögzíteni. Ezen kívül két fülre csíptethető bemenetre van szükség, egy végtelen potenciálú testre (árnyékolás) és egy referencia-vezetékre (a fülön és a koponya fejbőrén elhelyezett érzékelők közötti feszültségkülönbség kimutatására).



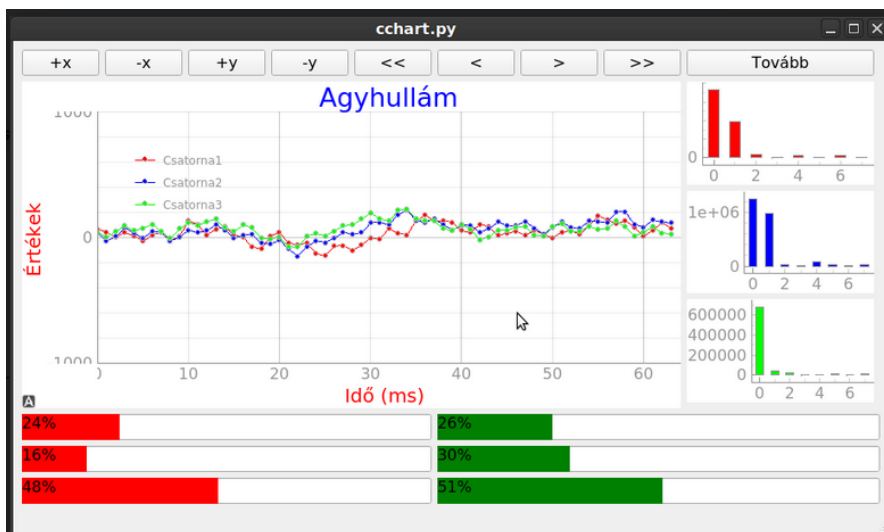
1. ábra: 4 csatornás agyhullám-olvasó sematikus ábrája

A chip lelke egy ASIC (alkalmazásspecifikus integrált áramkör), amely a másodpercenkénti adatokat nyolc frekvenciasávra bontja, illetve kiszámolja a figyelmi és relaxációs értékeket százalékban kifejezve. A nyers adatokat, a számolt értékeket és egyéb információkat, mint például a jel/zaj viszony szintje, egy aszinkron soros vonalon keresztül továbbítja. A tesztelés folyamán azt tapasztaltuk, hogy az eszköz nagyon érzékeny a külső elektromágneses zajra, ezért egy teljesen árnyékolt formát terveztünk, illetve a soros kimeneteit chipenként egy optocsatolóval választottuk le a feldolgozó egységtől. Az RPi bemenetére sorosan érkező jeleket az optocsatolók analóg formában szűrik és erősítik. A hordozhatóság fenntartása miatt a négy chip jelét egy MCU egységgel dolgozzuk fel. A rugalmas táplálhatóság, illetve alacsony fogyasztás és a Wifi támogatás miatt a Raspberry Pi Pico-ra esett a választásunk. A Pico hardveres támogatással, akár nyolc soros Tx vonalat és két full duplex soros vonalat tud működtetni. Az eszköz tápellátására egy 3,7 V-os 900 mA-es

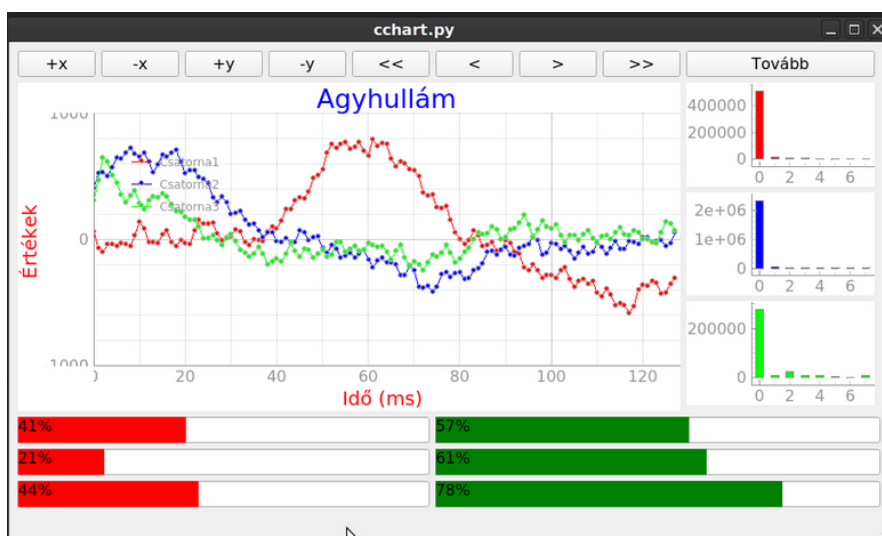
akkumulátort használunk, amellyel akár több, mint nyolc órás folyamatos üzemelés is megvalósítható. Az RPi digitalizálja az adatokat 512 Hz-es mintavételezéssel. A Pico-ban futó program egy saját fejlesztésű keretrendszert használ a négy csatorna szétválasztására és időbélyegekkel való ellátására. Ez a program szerver üzemmódban fut és a Wifi eszköz titkosítását használva látja el a PC-én futó kliens programot az adatokkal. A PC-én futó klienst Python nyelven írtuk meg, feladata a ThinkGear protokoll megvalósítása és az adatok megfelelő megjelenítése és feldolgozása.

3. Elért eredmények

A TGAM chipekből érkező négy hullám egyetlen monitorképpel megjeleníthető. A tervezett eszköz prototípusa egy 3 csatornás rendszer volt, amelynek monitorképei az alábbiakban láthatók (2. és 3. ábra):



2. ábra: A 3-csatornás TGAM monitorképe működő agyról (relaxációs agyhullámok)



3. ábra: A 3-csatornás TGAM monitorképe működő agyról (megzavart aktivitású agyhullámok)

Ezután a kapott adatok kiértékelhetők és analizálhatók. Az eredményeket több területen is hasznosítani lehet. Például különböző neurológiai betegségek (Alzheimer, demencia, Parkinson stb.) korai stádiumban kimutathatók. Továbbá egyes afáziás kórképek diagnosztizálásában támogatást nyújthat (jellemző minták keresésével – mesterséges intelligenciával).

A továbbfejlesztési lehetőségek hosszú távon az említett betegségek gyógyítását is elősegíthetik. Háromszögeléses technikával meg lehetne határozni például az agyban keletkezett sérülések, léziók pontos helyét.