

# ANDROID ALAPÚ ÁLLAPOTFELMÉRŐ RENDSZER NEUROKOGNITÍV ÉS KERINGÉSI PROBLÉMÁK KORAI FELISMERÉSÉRE

## ANDROID BASED MEDICAL EQUIPMENT FOR EARLY DIAGNOSIS OF NEUROCOGNITIVE AND BLOOD CIRCULATION DISORDERS

Dr. Gáti Attila<sup>\*</sup>, Ferenc István<sup>\*\*</sup>, Dr. Kellényi Lóránd<sup>\*\*\*</sup>

### ABSTRACT

*The aim of the presented project was to add a new item to the family doctors standard equipment extending their opportunities to diagnose diseases even in a very early phase thus helping the patient to the relevant specialist, where based on the clinical symptoms the exact diagnose can be set up, and adequate treatment still augurs well. Components of the newly developed device are already well known and widely applied as part of the armor of the modern clinical medicine, however the novelty of our proposal is to integrate them into a single device, which is cheap enough to be available for GPs. Integrating photoplethysmography, tremor analysis and mental chronometry into a single diagnostic appliance is an idea originating from professor Kellényi, University of Pécs, Hungary, and the experimental copies of his invention were built at the University of Miskolc in cooperation with Bay-Nano Institute. After the successful tests a new stage of the development begun, and a miniaturised, battery operated, handful size new generation of the device was designed and is presented in this paper.*

### 1. A DIAGNOSZTIKAI KÉSZÜLÉK FUNKCIÓI

Az állapotfelmérő rendszer három különböző vizsgálat elvégzésére, és azok kombinált kiértékelésére alkalmas. A három fő diagnosztikai terület a következő.

<sup>\*</sup> Miskolci Egyetem

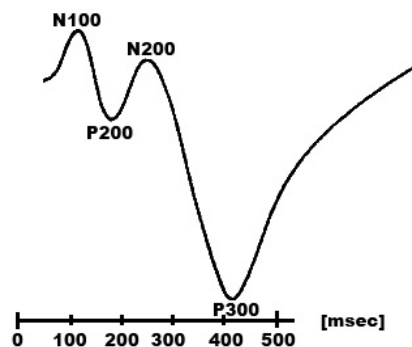
<sup>\*\*</sup> Miskolci Egyetem

<sup>\*\*\*</sup> Pécsi Tudományegyetem

### 1.1 Egyszerű és feltételes reakcióidő

A kognitív eseményfüggő potenciál (ERP) non-invazív vizsgálata hatékonyan alkalmazható egy sor agyi elváltozás, például az Alzheimer-kór korai stádiumú diagnosztizálására. Sutton és Desmedt két egymástól független laboratóriumban már 1965-ben kapcsolatot mutatott ki az ERP és a reakcióidő között. Felfedeztek egy úgynevezett P300 ERP hullámot, amely csak akkor jelenik meg, ha az ingert követően döntést kel hozni.

Köszönhetően ezen felfedezésnek "a P300 mérése viszonylag olcsó, ugyanakkor a klinikai kivizsgálásokkal azonos megbízhatóságú eljárás a kognitív képességek vizsgálatára" [1]. A reakcióidő úgy definiálható, mint az inger és a vizsgált személy reakciója között eltelt idő. Az inger típusától függően az agy különböző területein aktivitás figyelhető meg. A 1. ábra egy ilyen EEG hullámformát mutat be a jellemző – többek közt a P300 - komponensek feltüntetésével [2].



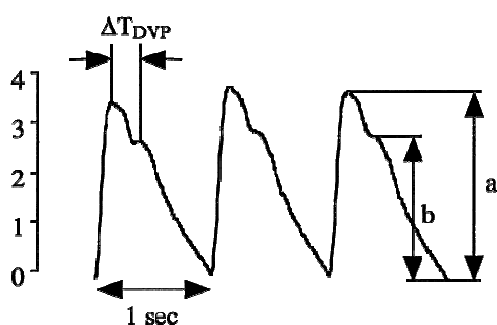
1. ábra Az ERP komponenseinek sematikus ábrázolása

Mindkét típusú, a gyakorlatban is használt vizsgálat célja a kognitív funkciók lassulásának mérése, és komoly műtétek utóhatásaként jelentkező neurodegeneratív elváltozások kimutatása EEG nélkül. Az egyszerű reakcióidő mérés (sRT) esetén a

páciensnek egy véletlenszerű időközönként fellépő hangingerre kell gombnyomással reagálnia egy adott maximális időkereten belül. A készülékkel mérni kell a hanginger és a válasz között eltelt időt. Feltételes reakcióidő (cRT) mérés esetén a célingerek közé elvértve jól elkülöníthető, más hangmagasságú zavaró ingereket iktatunk be, amelyeket figyelmen kívül kell hagyni. [3].

## 1.2 FOTO-PLETIZMOGRÁFIA

A leggyakoribb halálokok listáját a kardiovaszkuláris megbetegedések vezetik, ezért ezek korai felismerése és diagnózisa fontos szerepet játszik a mortalitási ráta csökkentésében. A foto-pletizmográfia (PPG) egyike a non-invazív diagnosztikai módszereknek.



2. ábra Jellegzetes PPG jel [4]

Noha Alrick Hertzman már 1937-ben bevezette a reflexiós módszert az ujjban lévő vér mennyiségi változásainak vizsgálatára, a PPG mégis csak az utóbbi évtizedben válhatott elterjedt diagnosztikai módszerre köszönhetően az infravörös optoelektronikai eszközök érzékenységben, méretben, megbízhatóságban és reprodukálhatóságban bekövetkezett fejlődésének [5,6].

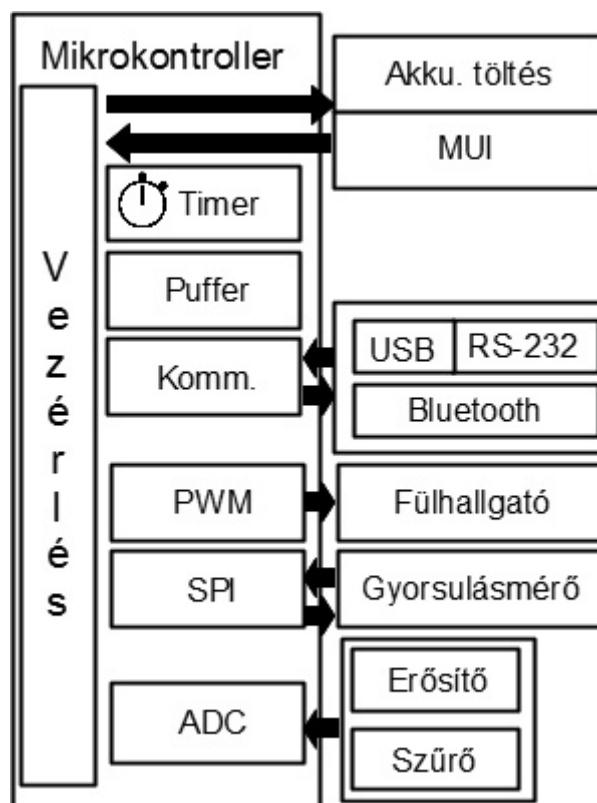
## 1.3 TREMOR ANALÍZIS

Az emberi test mozgásának vizsgálata az emberiség érdeklődésének középpontjában van már évszázadok óta, mindazonáltal gyorsulásmérővel történő közvetlen méréséről először J.R.W. Morris számolt be 1973-ban [7], és a foto-pletizmográfiahoz hasonlóan szintén csak az elmúlt évtizedben került a köztudatba. A tremor úgy definiálható, mint a testrészek akaratlan, ritmikus oszcillációja. A végtagok elmozdulását regisztrálva mind a fiziológiás, mind a patológiás tremor mérhető. A vizsgálat során kisméretű félvezetős piezoelektromos gyorsulásmérőt tart a páciens a kinyújtott kezében. Noha az egészséges embernek is van fiziológiás tremora, részletes frekvencia analízis segítségével számos megbetegedés is diagnosztizálható már egészen korai stádiumban, mint például a Parkinson-kór, drogok

által kiváltott remegés, drog vagy alkohol elvonási tünetek, metabolikus zavarok. [8-9]

## 2. A HARDVER FELÉPÍTÉSE

A mérőrendszerhez tervezett célhardver egy mikrokontroller vezérlésű kártya, amelyen az alapvető perifériák találhatóak meg, ahogy a 3. ábrán látható. A fő modulok a következők: fotopletizmográfiahoz szükséges szűrő-erősítő és A/D átalakító áramkörök, SPI-vel (Serial Peripheral Interface) csatlakozó digitális gyorsulásmérő modul, a reakcióidő méréshez egy nyomógomb és egy piezzo csipogó, akkumulátortöltést vezérlő áramkör, valamint a kommunikációs modulok.



3. ábra .A mérőeszköz felépítése

Mivel a mérésiértékelés, grafikus megjelenítés, adattárolás erőforrás igényes feladatait egy általános célú eszközre bíztuk, a különféle vizsgálatokhoz tartozó szenzorok kezelésére, az adatok továbbítására elegendő egy egyszerű és olcsó, általános célú mikrovezérlő. A feladat ellátásához szükséges funkciókat, úgy mint A/D konverzió, pulzusszélesség moduláció, soros kommunikációs interfészek (SPI, UART), digitális I/O portok, időzítők számlálók szinte valamennyi mikrokontroller típus képes megvalósítani.

Az áramkör diagnosztikai funkciókat megvalósító komponenseiről részletesebben a következő alfejezetekben olvashatunk.

## 2.1 REAKCIÓIDŐ MÉRÉSE

A reakcióidő mérés megvalósításához az eltelt idő milliszekundumos pontosságú mérésének lehetősége, véletlenszám generálása valamint hangjelzések szükségessége. Ezek a funkciók a mikrokontrollerbe integrált modulok használatával implementálhatóak legegyszerűbben. Az időméréshez egy számlálóregiszter tartalmát inkrementálja a rendszer órajele, majd egy bizonyos értéket elérve interrupt keletkezik. A megszakítások számlálásával képezzük mind a sípszók között eltelt véletlenszerű időintervallumokat, mind pedig a sípszó és gombnyomás - a páciens válasza - közti reakcióidőt. Kétféle hangmagasságú sípszót kell generálni, amelyeknek a frekvenciája nem kötött, de jól elkülöníthetőnek kell lenniük, erre kielégítő megoldást nyújt a mikrovezérlő pulzusszélesség modulációt (PWM) megvalósító modulja. A véletlen szekvenciák összeállítása szoftveres úton történik. A program fejlesztéséhez a gyártó PC-s fejlesztőkörnyezetet (AVR Studio) és keresztfordító (avr-libc) biztosít. A gazdag függvénykönyvtárak között megtalálható véletlenszám generáló random library, ennek pszeudorandom generáló függvényét használja a szoftver.

## 2.2 PLETIZMOGRÁFIA

A pletizmográfia vizsgálathoz egy infravörös adó-vevőből álló szenzor jeleit kell megfelelő jelkondicionálást követően digitalizálni. A jelek erősítését, szűrését egy analóg áramkör biztosítja, a digitalizálást pedig a mikrokontroller 10 bites SAR típusú analóg-digitál átalakítója végzi. Mind az előzetes számítások, mind a tapasztalatok igazolják, hogy 250Hz-es mintavételezéssel és a mikrokontroller beépített AD konverterének használatával a szívgörbe rögzíthető. A szenzor formája, elhelyezése azonban szignifikáns kérdés, hiszen a visszavert jel erőssége nem csak a bőrfelszín közeli hajszálerek állapotától függ, hanem attól is, milyen erővel rögzítjük az eszközt.

## 2.3 TREMOR ANALÍZIS

A tremor analízis elvégzéséhez a fiziológiás kézremegés horizontális és vertikális komponenseinek rögzítése szükséges. Ezen feladat megvalósítására ma már rendelkezésre állnak olyan kis fogyasztású piezoelektromos MEMS szenzorok, amelyek digitális interfészekon keresztül konfigurálhatóak és olvashatóak ki. A mérőeszközben egy ilyen MEMS szenzor található, SPI-vel csatlakoztatva a mikrokontrollerhez.

## 3. ANDROID ALAPÚ ADATGYŰJTŐ ÉS KIÉRTÉKELŐ ALKALMAZÁS

A hagyományos mobiltelefonokat felváltó ún. okostelefonok képességei már elegendőek a diagnosztikai készülék segítségével rögzített adatok kiértékelésére, tárolására és megjelenítésére. Az egyik legdinamikusabban fejlődő platform az Android, amely komoly támogatást nyújt platformfüggetlen java alkalmazások fejlesztésére. A készülékhez a Miskolci Egyetemen szakdolgozat keretében [11] kifejlesztett szoftver főbb elemei a következők

### 3.1 KOMMUNIKÁCIÓ

A kommunikációs programmodul feladata a mérőkészülék távvezérlése az érintőképernyőn kiválasztott funkciónak megfelelően és a mikrokontroller által továbbított mérési adatok fogadása. Ezen kívül lehetőséget teremt a rögzített adatoknak egy személyes számítógép felé történő továbbítására is.

### 3.2 ADATOK TÁROLÁSA

Triviális, hogy a mérőrendszernek a mért adatok tárolására is képesnek kell lennie, ugyanakkor a mért adatokat össze kell tudni kötni a páciensen személyes információival is. Mivel a kétféle információ gyökeresen más struktúrájú, és a személyi adatok védelmét szabályzó jogi háttér miatt más kezelést is igényel, a személyi adatok egy titkosított adatbázisban, míg a regisztrált mérési eredmények fájlokban kerülnek tárolásra. A program lehetőséget teremt a személyi adatok bevitelére, módosítására illetve a számítógéppel való szinkronizálásra.

### 3.3 MEGJELENÍTÉS, KIÉRTÉKELÉS

Lehetőség van az adatok mind on- mind offline módban történő megjelenítésére. Az online megjelenítés lehetővé teszi a hibás mérések azonnali felismerését és kiszűrését, míg az offline megjelenítés nagyobb számítási és időigényű elemzések elvégzésére illetve hosszabb adatfolyamok komplex elemzésére szolgál. A legfontosabb kiértékelő programmodulok például a reakcióidő mérésénél statisztikai kiértékelés, a tremor vizsgálatnál FFT analízis, a szívgörbén a jel digitális szűrése, a görbe jellegzetes pontjainak és intervallumainak beazonosítása.

Természetesen a programkomponensek kiválasztására, kezelésére a mobilhasználók által megszokott menürendszer szolgál.



4. ábra képernyőkép a szívgörbe felvételéről

#### 4. KONKLÚZIÓK, TOVÁBBFEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEK

A jövő tervei közt további miniatürizálás és ergonómiai tervezés szerepel. Az E-egészségügy nagyon újszerű szó a közegészségügy és az orvosi informatika találkozási pontjára, amely az Internet és kapcsolódó technológiák által továbbított vagy minőségileg javított egészségügyi szolgáltatásokra vonatkozik. [10] Az Európai Digitális Agenda részeként 2012 és 2020 közötti időszakban zajlik az E-egészségügy akcióterve. Amint a normák és szabványok jóváhagyásra és bevezetésre kerülnek, az eszköz adatformátumát és kommunikációs protokollját a szoftver módosításával összhangba lehet azokkal hozni.

#### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

"A bemutatott kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg"

- [1] POLICH J. Updating P300: An Integrative Theory of P3a and P3b. *Clinical neurophysiology: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology* 1 October 2007 (volume 118 issue 10 Pages 2128-2148 DOI: 10.1016/j.clinph.2007.04.019) [PubMed: 2715154]
- [2] J. T. CACIOPPO, L. G. TASSINARY, G. G. BERNTSON *Handbook of Psychophysiology* Second Edition, Chapter 3. Cambridge University Press 2000.
- [3] STEFANICS G., KELLÉNYI L., JAKAB A., KOVÁCS P., THURÓCZY Gy., BALÁS I. (2003): Investigations of human cognitive processes by analysis of event related potentials (P300), reaction times and physiological tremor. *A Magyar Tudományos Parkinson Társaság Konferenciája*. Budapest. Poszter.
- [4] PHILIP J. CHOWIENCZYK, et al. Photoplethysmographic assessment of pulse wave reflection: Blunted response to endothelium-dependent beta 2-adrenergic vasodilation in type II diabetes mellitus *J. Am. Coll. Cardiol.* 1999;34;2007-2014
- [5] J. ALLEN. Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurement, *Physiol. Meas.* 28 (2007) R1–R39 2007
- [6] D. SOMMERMEYER, U. NIXDORFF, M. SCHWAIBOLD, B. SCHÖLLER, A. BOLZ, Determination of arterial stiffness by peripheral photoplethysmography for prediction of cardiovascular risk. *ESC Congress 2009*, 29 August - 9 September Barcelona
- [7] J.R.W. MORRIS, Accelerometry—a technique for the measurement of human body movements. *Journal of Biomechanics*, Vol 6, Iss 6, November 1973, Pages 729-732, IN17,733-736
- [8] A. GODFREY, R. CONWAY, D. MEAGHER, G. ÓLAIGHIN, Direct measurement of human movement by accelerometry. *Medical engineering & physics* 1 December 2008 (volume 30 issue 10 Pages 1364-1386 DOI: 10.1016/j.medengphy.2008.09.005)
- [9] KELLÉNYI L., JAKAB A., STEFANICS G., KOVÁCS P., BALÁS I. : Új vizsgálati eljárás és mérőkészülék a Parkinson-kór, a tremorok és a kognitív folyamatok analíziséhez stereotaxiás műtéti kezelés során. *A Magyar Tudományos Parkinson Társaság Konferenciája*. Budapest. Poszter.
- [10] G EYSENBACH, What is e-health? (*JMed Internet Res* 2001;3(2):e20 doi:10.2196/jmir.3.2.e20)
- [11] Bartók Roland: Mobil technológia alkalmazása egészségügyi állapotfelmérő készülékhez, szakdolgozat, Miskolci Egyetem 2011.