



GINOP-2.1.2-8-1-4-16-2017-00170

Intelligens mérőeszköz, valamint előrejelző- és beavatkozási javaslattevő rendszer kifejlesztése a hipertónia és hypotónia visszaszorítása érdekében

Tóth Gábor
fejlesztő

Projektazonosító: GINOP-2.1.2-8-1-4-16-2017-00170

Projekt címe: Intelligens mérőeszköz, valamint előrejelző- és beavatkozási javaslattevő rendszer kifejlesztése a hypertonia és hypotonia visszaszorítása érdekében

Összköltség: 355,18 millió Ft

Vissza nem térítendő támogatás: 159,83 millió Ft

Visszatérítendő hitel: 124,31 millió Ft

A különféle vérnyomásbetegségek a fejlett országokban népbetegségnek számítanak. A népesség mintegy 15 százalékának van tartósan a magas vérnyomás szempontjából határérték, azaz 140/90 Hgmm fölötti vérnyomása. A probléma azonban többeket érint valójában. Évente csaknem 5000 magyar ember halála írható a betegség számlájára.

Ezt felfedezve, a projekt létrejöttének indokoltsága az egyre nagyobb társadalmi-népegészségügyi problémát jelentő magas vérnyomásban (hypertonia) és alacsony vérnyomásban (hypotonia) szenvedők folyamatos egészségügyi monitoringozására megoldást jelentő rendszer kutatáson-fejlesztésen alapuló kialakítása.

A projekt alapvető célja

Mérő készülék kifejlesztése, amely alkalmas a vérnyomás non-invazív, szenzoros úton történő monitorozására, olyan módon, hogy a mérés ne igényeljen mandzsettát és pumpálást, legyen alkalmas folyamatos monitoringra, illetve a mérés és a mérőeszköz használata – a lehetőségeket figyelembe véve – csak minimális mértékben korlátozza az egyén aktivitását.

A mérőegységnek alkalmasnak kell lennie a mért értékek tetszőleges gyakorisággal egy adatközpontba történő továbbítására, ahol azok egy portál rendszeren keresztül elérhetőek, megtekinthetőek, elemezhetőek önmagukban, vagy – más életfunkció paraméterekkel párosítva – nagy adattömegben felhasználva predikcióra alkalmasak az egyén egészségi állapotával kapcsolatban.

A projekt megvalósítás eredményeként az alábbi elemekből álló komplex rendszer jött létre

- A vérnyomás folyamatos non-invazív, szenzoros módon történő monitorozására alkalmas mérőberendezés
- Kidolgozott mérési és zajszűrési algoritmusok
- Kidolgozott predikciós algoritmusok
- Kifejlesztett kommunikációs egység
- Központi rendszer és mobil alkalmazás

Az eszköz egy karórához hasonló, csuklóra rögzíthető vérnyomásmérő, mely rendelkezik

- Egy darab PPG szenzorral (felül)
- Egy darab EKG érzékelővel (egy felül, kettő alul kivezetett fémlap)



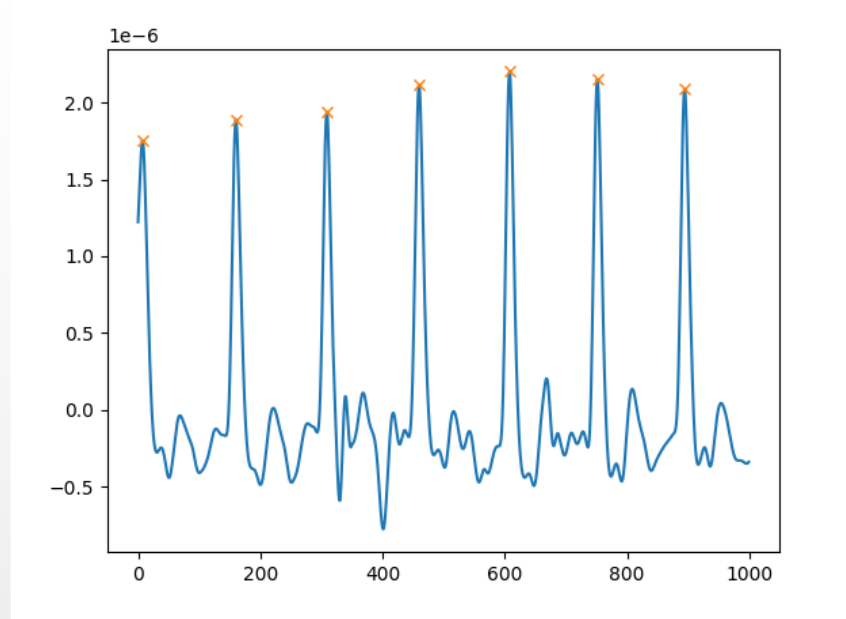
A eszköz működése

Az eszközt a csuklóra kell felhelyezni úgy, hogy a szenzorok a kar külső oldalán illeszkedjenek, mint mikor a karórát viseljük.



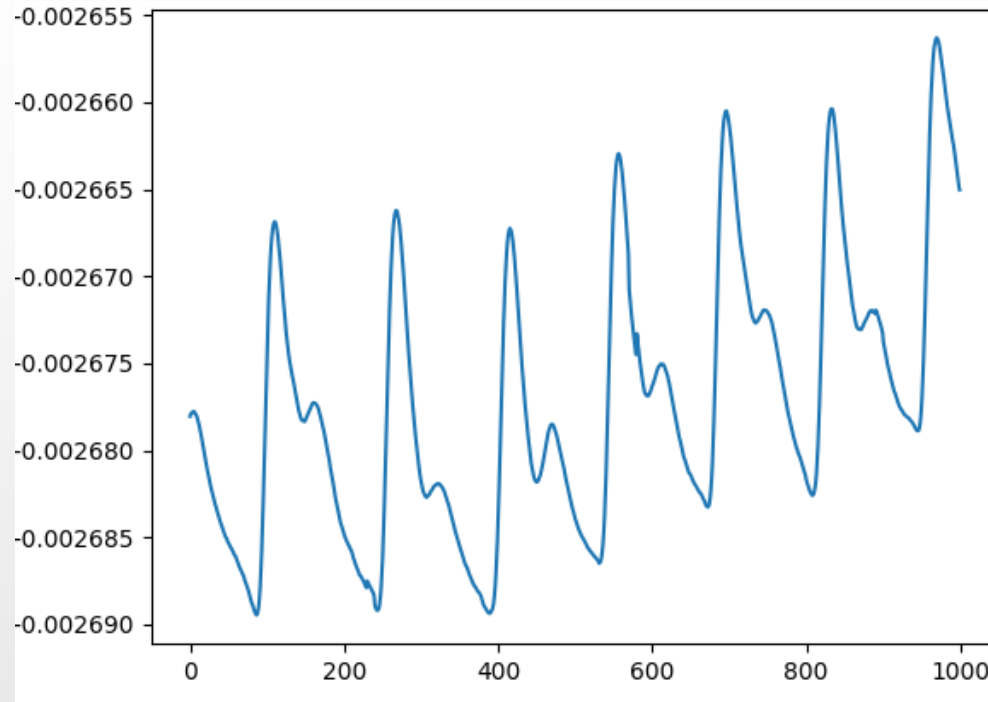
Mivel a vérnyomásérték becsléséhez EKG jelet használunk, ezért a szabad kezünk mutatóujját az eszköz tetejére kell helyoznünk, hogy a fémlapot és a PPG szenzort is lefedjük vele.

A eszköz működése – Nyers jeltől a vérnyomás értékig



A PPG jelet zajeltávolítást követően deriváljuk. Ezt a lépést az impulzus átfutási idő (pulse transit time - PTT) értékének meghatározásához kell megtennünk. A PTT meghatározásához a derivált PPG jel úgynevezett peak-jeire van szükségünk az EKG jel peak-jeivel együtt.

A eszköz működése – Nyers jeltől a vérnyomás értékig



A PPG és EKG jelen az alábbi transzformációkat hajtjuk végre:

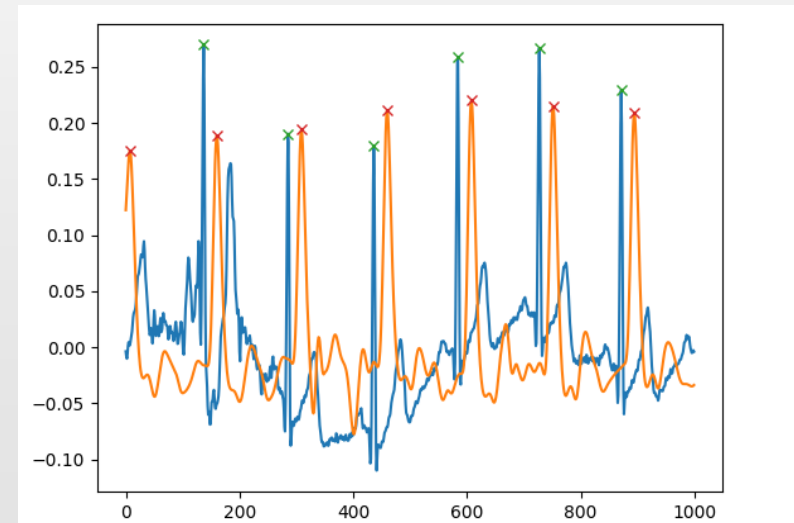
- Gyors Foriuer transzformáció
- Savitzky-Golay szűrés

A eszköz működése – Nyers jeltől a vérnyomás értékig

Az impulzus átfutási idő (pulse transit time - PTT) kiszámításának lépései

1. Találjuk meg az összes peakjét (csúcsok) az EKG és a PPG jel első deriváltjának (nevezzük dPPG-nek).
2. Vegyük páronként az egy szívcikluson belüli csúcsokat - az EKG peak-nek azonban meg kell előznie a dPPG peakjét.
3. Vegyük az ezek között eltelt időt.
4. Az összes ilyen pár között eltelt időnek vegyük az átlagát.

A számítás során az EKG jelen detektált peak jelzi, hogy a szívből mikor megy ki a vér az aortába, a PPG jel első deriváltjának peak-je, pedig azt, hogy mikor ért oda. A kettő között eltelt idő bizonyítottan szoros összefüggésben áll a vérnyomással.



A eszköz működése – Nyers jeltől a vérnyomás értékig

Az PPG intenzitás hányados (PPG intensity ratio - PIR) kiszámításának lépései:

1. Találjuk meg az összes minimum és maximum értékét egy szívcikluson belül.
2. Vegyük az összes maximum érték átlagát.
3. Vegyük az összes minimum érték átlagát.
4. Vegyük a maximum és a minimum érték átlagának hányadosát.

Vérnyomás mért érték meghatározása többszörös lineáris regresszióval

A többszörös lineáris regressziót úgy kell elképzelni, hogy van egy tanító adathalmaz, amely áll a mért szisztolés és diasztolés vérnyomásból, illetve a hozzájuk tartozó PTT és PIR értékekből.

Ezt a tanító halmazt állítjuk elő a kalibráció során. Erre az adathalmazra a többszörös lineáris regresszió egy lineáris egyenletrendszerrel illeszt. Ennek köszönhetően, ha legközelebb találkozunk (mérés során) egy új PTT, PIR párossal, akkor már tud nyilatkozni a vérnyomással kapcsolatban. Az eszköz pontossága innentől már a kalibrációs adatokon (azok számán és a kalibrációs mérések minőségén) múlik.

Mérési eredmények

A mérések ülve, mozgás nélkül készültek. összesen 110 mérési eredmény született, ebből 58 méréshez tartozik hagyományos vérnyomásmérőtől származó eredmény is (referencia értéként). Ebből az 58 mérésből mutatjuk be a legpontatlanabb, illetve a legpontosabb 12-12 eredményt.

Jelölések:

sni - non-invazív szisztolés vérnyomás

dni - non-invazív diasztolés vérnyomás

si - invazív szisztolés vérnyomás

di - invazív diasztolés vérnyomás

|sni – si| - non-invazív és invazív szisztolés vérnyomás közötti eltérés

|dni – di| - non-invazív és invazív diasztolés vérnyomás közötti eltérés

Mérési eredmények

s_{ni}	d_{ni}	s_i	d_i	$ s_{ni} - s_i $	$ d_{ni} - d_i $
112	93	137	82	25	11
89	92	109	80	20	12
115	90	134	80	19	10
116	88	131	81	15	7
123	77	137	78	14	1
120	83	132	80	12	3
132	79	122	81	10	2
126	86	117	84	9	2
118	81	127	83	9	2
122	85	113	84	9	1
121	83	129	79	8	4
121	82	129	80	8	2

Table: 58 mérésből a 12 legpontatlanabb eredmény

Mérési eredmények

s_{ni}	d_{ni}	s_i	d_i	$ s_{ni} - s_i $	$ d_{ni} - d_i $
120	79	120	73	0	6
119	85	119	68	0	17
123	88	123	91	0	3
123	82	123	77	0	5
129	75	129	80	0	5
118	90	118	82	0	8
122	81	122	81	0	0
120	84	119	73	1	11
126	88	125	87	1	1
129	78	128	79	1	1
131	93	132	89	1	4
121	82	122	73	1	9

Table: 58 mérésből a 12 legpontosabb eredmény

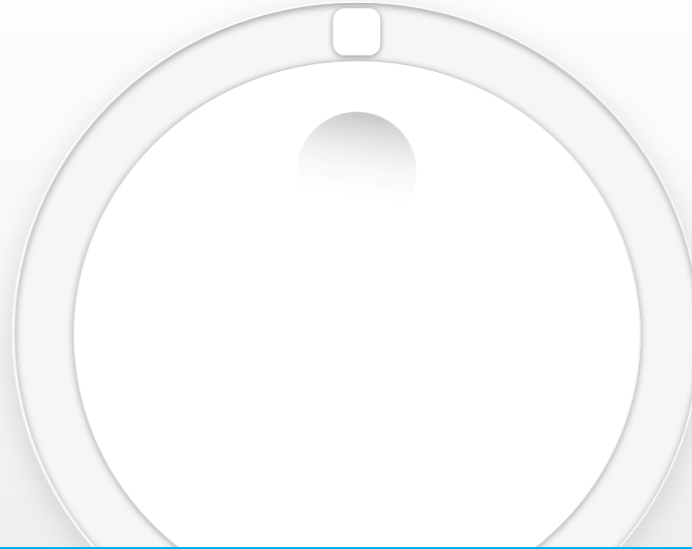
Mérési eredmények

Méréseink pontosságát az átlagos hibaaarány mutatószáma tudja igazolni. Az a legjobb, ha ez az érték nullához közeli (akkor nincs eltérés). 58 mérés és azok referenciaértékeinek eltérését átlagolva az eredmények: Méréseink során a valódi vérnyomásértékhez jelenleg átlagosan ± 5 egységre vagyunk.

ϵ_{sni}	ϵ_{dni}
5,18156786806786	4,96954479571315

Table: Átlagos hiba

WORK ON
MAXIMUM



Köszönöm a figyelmet!