

Terápiás kezelések hatékonyságának növelése szenzor technológiás megoldások alkalmazásával

Karóczkai Krisztián¹, Kozlovszky Miklós^{1,2}

¹ MTA SZTAKI, H-1518 Budapest, Pf. 63., Hungary ,
krisztian.karoczkai@sztaki.hu

² Óbudai Egyetem, H-1034, Budapest, Bécsi út 96/b., Hungary,
kozlovszky.miklos@nik.uni-obuda.hu

Összefoglaló: Az egészségügyben alkalmazott szenzortechnikának köszönhetően, az orvosok ma már képesek lennének a páciensek kritikus egészségügyi paramétereit saját természetes mindennapi környezetükben monitorozni. A keletkezett adatok kezelése, megjelenítése és kiértékelése jelenleg komoly gátját képezi az ilyen rendszerek alkalmazásának.

Bevezető

Az orvostudomány fejlődésének köszönhetően ma már egyre több olyan betegség van, melyekkel az érintett emberek megfelelő terápiás kezelés mellett teljes életet képesek élni. Legyen szó akár egy mindennapi gyógyszer/inzulin stb. beállításról az egészségügyben bevett gyakorlat, hogy ezt egy speciálisan létrehozott környezetben (kórház/egészségközpont) végzik el a szakemberek. Ez gazdasági szempontból jelentős kiadásokat jelent. Ez a helyszín távol áll a páciensek valós környezetétől, életvitelétől. Ezért gyakran előfordul, hogy csak többszöri kísérlet vagy utókezelések alkalmával lehetséges az ideális terápiás módszer, adagolást meghatározása. Egészségügyi szenzorok alkalmazásával ma már fel tudnánk számolni ezt a gazdaságtalan állapotot.

Célkitűzés

Az Óbudai Egyetem Biotech Laboratóriumában az volt a célunk, hogy kialakítsunk, és a gyakorlati életben is megvizsgáljunk egy szenzortechnológián alapuló egészségügyi távmonitorozó rendszert[1]. Az elérhető egészségügyi szenzorok száma folyamatosan nő, ezért egy nagyon rugalmas megoldásban kellett gondolkodnunk. Gyakorlatilag menet közben is képesnek kell lennünk új szenzorok, támogatására nem csak adat gyűjtés és tárolás, hanem a megjelenítés terén is.

Az adatmegjelenítésre, az adat gyűjtésre, a mért szenzor adatok küldésére, és a valós szenzorkommunikációra egymástól független teljes értékű rendszerként tekintettünk.

Módszer

Az adatok gyűjtésére (szenzor kommunikáció, továbbítás a központi szerverek felé) az Óbudai Egyetem Android alapú DroidHub[2] megoldását használtuk. Így a szenzorok a mobiltelefon segítségével bármikor képesek adatokat szolgáltatni az orvosok számára. A DroidHUB-ot tettük képessé arra, hogy a központi adatgyűjtő megoldásunkkal kommunikáljon. A legtöbb szenzor kulcs értékpárokat szolgáltat ezeket HTTP(S) protokoll segítségével juttatjuk el a központi adatgyűjtőbe. A HTTP egy szöveg alapú protokoll ezért jó hatásfokkal tömöríthető. A Biztonság érdekében minden egyes felhasználónkhoz egy egyedi kulcsot rendeltünk. Küldés előtt az adatokat hagyományos zip algoritmussal tömörítjük és a felhasználó kulcsával titkosítjuk. Mivel egy időpillanatban gyakorlatilag a Föld összes embere is küldhetne akár több egészségügyi szenzor által mért adatokat is a központi adatgyűjtőben a válaszüdőt minimalizálnunk kellett. Ezt úgy értük el, hogy a kapott adatfolyamot kezelését egy sorkezelőre bíztuk. Így egy kommunikációs csatorna csak addig van nyitva, amíg az adatokat kiolvassuk belőle. A sorkezelőben megvalósított logika gondoskodik az adatok fizikai tárolásáról, és például a naplózásról is. Az adatok tárolása során egy olyan adatszerkezet kialakítására törekedtünk, amely képes akár hangok, képek, videók, és mért értékekből származó kulcs érték párok kezelésére is. Egy másodpercenyi 600Hz-es 5 csatornás EKG szenzor által szolgáltatott adatsor mentése hagyományos 1:N-es ORM (Objektum Relációs Modell) adat kapcsolati megoldással 1+600x5x2 (6001) adatbeszúrást eredményezett felhasználónként. Az ilyen mértékű adatbázis terhelés kezelhetetlen lett volna, ezért az adatküldőtől kapott adatfolyamot titkosítva és tömörítve közvetlenül mentetjük az adatbázisba (1 db adatbeszúrás). Az adatfolyamban tetszőleges számú mérés is szerepelhet (1. ábra). Az adatok kezelhetőségének érdekében a tárolt adatokat kiegészítettük fejléc információkkal. A fejléc adatleírásban rögzítettük a felhasználó és szenzor azonosítóját, az adatfolyamban lévő adatok kezdeti és végső időbélyegét, és az adatok számát.

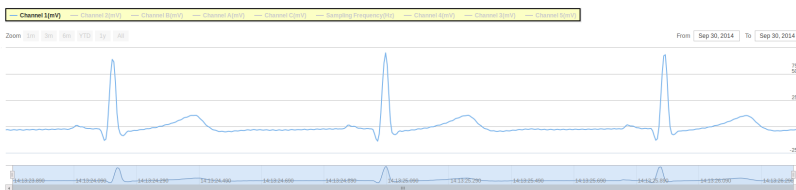
```
[{signaltime:1407520440000,syst:140,diast:75,pulse:72},  
{signaltime:1407520560000,syst:169,diast:78,pulse:74},  
{signaltime:1407520560000,syst:169,diast:78,pulse:74},  
{signaltime:1409572320000,syst:110,diast:68,pulse:63},  
{signaltime:1409572560000,syst:117,diast:76,pulse:65},  
{signaltime:1409572680000,syst:120,diast:68,pulse:65}]
```

1. ábra: Nyers szenzor adatok

A lekérdezéseket és adatszűréseket a fejléc adatok alapján végezzük el, így egészen a megjelenítésig nem kell feldolgoznunk (titkosítás, tömörítés, értelmezés) a kapott adatfolyamot, ezzel jelentős erőforrás mennyiséget tudunk megtakarítani. Megjelenítés alkalmával a titkosítás és tömörítés feloldása a szerveren történik, az adatok értelmezése viszont már a felhasználó böngészőjében. A rögzített adatfolyam olyan adatszerkezetet tartalmaz, amelyek az adatmegjelenítő környezetben az egyes böngészőkbe betöltve automatikusan virtualizálódnak.

Az adatkezeléstől függetlenül kezelt adatmegjelenítés segítségével működés közben lehet egy új megjelenítést kapcsolni a szenzoradatokhoz. Ezek a megjelenítések lehetnek általános célúak (például: táblázat, vonal diagram), vagy szenzorspecifikusak is például vérnyomás esetén a szisztolés és diasztolés értékek különbsége.

Diagnosztikai szempontból kiemelkedő jelentőségű, ha a páciens számára kritikus élethelyzetekben az egészségügyi paramétereinek változását a kezelő orvos akár valós időben is képes nyomon követni (2.ábra). Az OEFI (Országos Egészségfejlesztési Intézet) és a KSH (Központi Statisztikai Hivatal) adatai szerint évek óta Magyarországon a leggyakoribb halál ok a keringési rendszer betegségeire vezethető vissza[3]. Ezért a vizsgált egészségügyi szenzorok közül a EKG mérő különösen fontos volt számunkra. Ez az eszköz a szolgáltatott adatok mennyiségével komoly informatikai kihívások elé állított minket. Egy EKG 5 csatornás adat átlagos mérete 90byte. Ez tartalmazza az csatornához tartozó értékeket, a mintavételezési frekvenciát, a mérési módot és egy időbélyeget milliszekundumban. Ez naponta felhasználónként 4,3GB adat keletkezését, továbbítását, tárolását, kezelését jelentené. Az adatsorokban lévő kulcsok ismétlődése miatt titkosítás és tömörítés után közel 0,5 GB tárolóterület felhasználásával tudjuk megoldani. Ez az aktuális magyar lakosságra[4] vetítve naponta 4,9 peta Byte új adat keletkezését jelentené. Ezen adatok fogadásához 407 Gbit/s-os sávszélességű hálózati kapcsolatra lenne szükségünk. Ha ezeket az adatokat az orvosok szeretnék tanulmányozni az további hálózati erőforrásokat igényelne.



2.ábra: Folyamatos távoli EKG monitorozás aktuális grafikonja

Eredmények

Jelenleg több egészségügyi intézményben vérnyomás és mozgás szenzorokkal teszteljük a kutatásaink eredményeként létrehozott rendszert. Az orvosok részéről pozitív visszacsatolást kaptunk az adatok visszajátszásával és megjelenítés rugalmas bővítésével kapcsolatban. A beérkezett értékek alapján személyes kontaktus nélkül is módosíthatóak az aktuálisan alkalmazott terápiás értékek, diagnózisok állíthatóak fel, melyek elektronikus úton automatikusan eljuttathatóak a páciensekhez. A pácienseknek kevesebb alkalommal kell felkeresniük az orvosukat, nem kell a vizsgálatok előtt sorban állással tölteniük az idejüket. A viselhető szenzorok nem korlátozzák, befolyásolják a pácienseket a mindennapi életükben, így a vizsgálatokra jellemző stressz miatt keletkezett hasonlíthatatlan adatok mennyisége is kevesebb lesz.

Következtetések

Az egészségügyi szenzorok az orvosok és a páciensek már készen állnak egy új hatékonyabb kevesebb emberi és anyagi erőforrást igénylő egészségügyi rendszer bevezetésére. A valós alkalmazáshoz szükséges támogató informatikai és műszaki megoldások kialakítása esetén azonban még vannak tudományos és technikai megválaszolatlan kérdések. A keletkezett adatok mennyisége miatt nincs lehetőség mindenkinek születése után alanyi jogon egy egészségügyi szenzor csomagot biztosítani. Az orvosok további támogatására szükség lenne a rendszerünkhöz kapcsolni egy automatikus adatelemző modult. Ennek az lenne a feladata, hogy az szakemberek helyett figyelj, és elemzi a beérkezett adatokat, ezek alapján ha szükséges riasztásokat generál. Így az orvosoknak csak ezekkel kirívó esetekkel kellene foglalkozniuk, jelentősen növelve a hatékonyságukat.

Hivatkozások

- [1] Milenković, Aleksandar, Chris Otto, and Emil Jovanov. "Wireless sensor networks for personal health monitoring: Issues and an implementation." *Computer communications* 29.13 (2006): 2521-2533.
- [2] Kozlovsky, M., et al. "Personal health monitoring with Android based mobile devices." *Information & Communication Technology Electronics & Microelectronics (MIPRO), 2013 36th International Convention on*. IEEE, 2013.
- [3] <http://www.oefi.hu/halalozas/tablak/y=2012&t=tenyleges&terseg=Orszag&tid=Magyarorszag.html> (2014.10.20)
- [4] http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_wnt001b.html (2014.10.20)