

Kommunikációs megoldások és korlátlan központi intelligencia együttes alkalmazása a kardiológiában

Krima Attila, Lóránt Zsolt, Varga József, Innomed Medical Zrt.

Az informatika és a távközlés fejlődése és a korszerű megoldások széleskörű elérhetősége új lehetőségeket teremtett az egészségügyi alkalmazások, ezen belül a kardiológiai megoldások terén. Az Innomed Medical Zrt. folyamatosan arra törekszik, hogy olyan, ezen új megoldásokon alapuló termékeket és szolgáltatásokat kínáljon a felhasználók számára, melyek a gyógyítás folyamatát hatékonyabbá teszik.

The development of information technology and telecommunication and the availability of state-of-the art solutions have opened up new opportunities in the field of medical applications including cardiological solutions. Innomed Medical Inc. is always striving to offer products and services based on these new solutions which make the process of medical care more effective.

BEVEZETÉS

A kardiológiában az elektrokardiográfiát, röviden az EKG-t több mint 100 éve használják. Willem Einthoven (1860-1927) holland fiziológus volt az első, aki a maiakhoz hasonló elven működő készülékkel készített EKG felvételeket [1].

A mai napig az EKG készülékek a legtöbbet használt diagnosztikai műszerek a modern orvostudományban. Ennek a töretlen népszerűségnek az okai az egyszerű, gyors mérési folyamat, a más vizsgálati módszerekhez képest relatív olcsó felvételt készítés és nem utolsósorban az, hogy nagyon sok mindent képes diagnosztikai minőségben elmondani a szív állapotáról, illetve működéséről.

Magának az EKG felvételnek az elkészítésére – megfelelő előkészítés és egy oktatást követően – egy laikus is képes. Tehát, ha van egy diagnosztikai minőségű EKG készülék és hozzá tartozó, könnyen felhelyezhető elektródarendszer, akkor akár a páciens is képes jó minőségű EKG felvételeket készíteni magáról. A probléma a felvétel kiértékelésénél kezdődik, mivel aki elkészíti az EKG felvételt, nem rendelkezik megfelelő tudással ahhoz, hogy azt kellő alaposan ki is értékelje. Továbbá az EKG görbét egy „laikus” nem tud szóban úgy leírni, jellemezni, ami alapján egy szakértő képes lenne diagnosztizálni. Tehát a cél az, hogy egy olyan rendszert hozzunk létre, mely a helyszínen elkészített EKG felvételt valamilyen infokommunikációs csatornán keresztül egy központba juttasson, ahol már lehetőség van korlátlan intelligencia felhasználására: automatikus analízisre és szöveges diagnóziskészítésre, melynek ered-

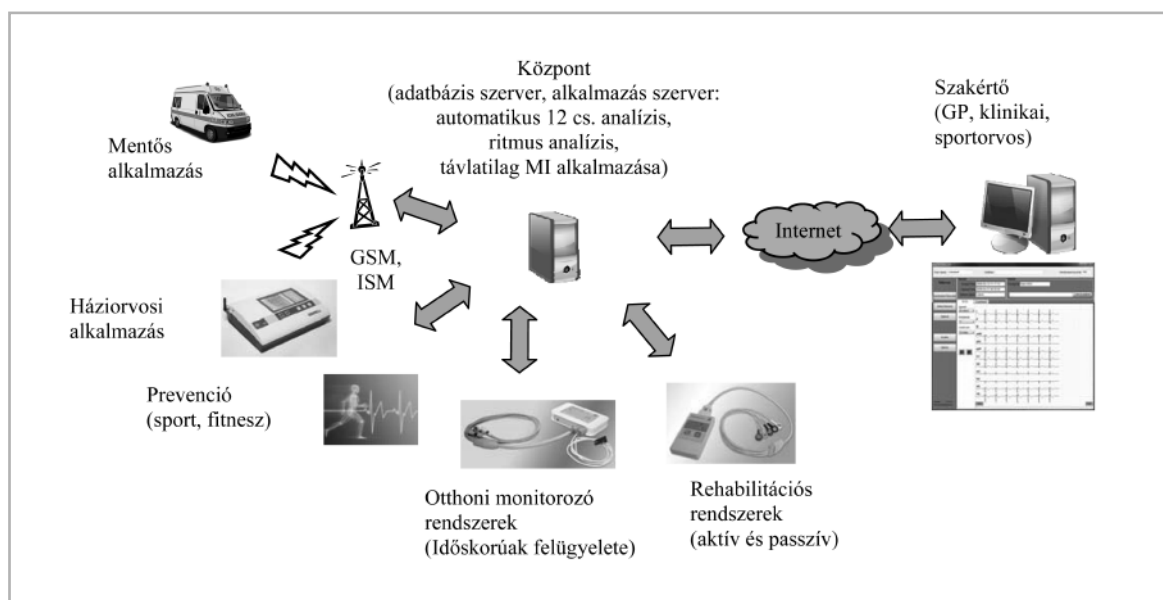
ménye rövid időn belül megjelenik a helyszíni EKG készüléken. Továbbá lehetőség van arra, hogy a felvételeket szakértők láthassák és azt véleményezhessék, majd a diagnózisuk a készüléken szintén megjelenjen. Fontos, hogy az így keletkező adatbázist megfelelő adatbiztonság mellett oktatási és kutatási célokra is fel lehet használni. Lehetőség van öntanuló, mesterséges intelligenciával rendelkező algoritmusok futtatására és az így születő eredményeket validálva felhasználhatóak lesznek a rendszerben.

AZ INNOBASE EXPERT RENDSZER FELÉPÍTÉSE

Az Innomed Medical Zrt. [2] által megtervezett Innobase Expert rendszer a fenti célok szem előtt tartásával jött létre (1. ábra).

A rendszert három részre lehet tagolni. Az első szinten találhatóak a különböző alkalmazásoknak megfelelő EKG készülékek, melyeket a telemedicina formáihoz hasonlóan lehet csoportosítani [3]:

- **Sürgősségi alkalmazás**
A mentőautóban szolgálatot teljesítő mentőorvos nem biztos, hogy kardiológiai szakorvos, ezért a diagnózis felállításába egy távoli orvos/szakértő kapcsolódik be.
- **Háziorvosi alkalmazás**
A háziorvosok nagyrészt szintén nem kardiológus szakorvosok, ezért az EKG felvétel kiértékelésében szükségük lehet konzíliumokra vagy távdiagnosztikára.
- **Prevenció**
A sportolóknál szükség lehet az edzés vagy felkészítés alatti orvosi felügyeletre, ahol egy szakorvos figyelemmel kísérheti a páciens állapotát.
- **Otthoni monitorozó rendszerek**
Az otthoni monitorozás során az egészségügyi szakszemélyzet jelenléte helyett műszerek mérik a páciens biológiai jeleit és továbbítják azokat egy központba, ahol figyelemmel kísérhetik a páciens állapotát.
- **Rehabilitációs rendszerek**
A kardiovaszkuláris eseményt elszenvedett betegek aktív vagy passzív rehabilitációja során a szükséges távfelügyeletet látja el a rendszer, hozzájárulva a páciens állapotától függő optimális testi- és lelki kondíció eléréséhez.
- **Állatorvosi alkalmazás**
Az állatorvosok között még kevesebb a kardiológiai képesítésű, így náluk még fontosabb a rendszer konzultációs szolgáltatása, amiben egy erre vállalkozó állatgyógyászati-kardiológus értékeli a felvételeket, és visszajelzi a diagnózist.



1. ábra
Az Innobase Expert rendszer

A második szinten található a központ, ahova a felvételek beérkeznek és ahova a szakértők kapcsolódnak. A központba beérkező felvételek egy adatbázisba kerülnek. Az adatbázis mellett futó alkalmazás szerveren találhatóak azok az algoritmusok, melyekkel a felvételeket a rendszer automatikusan kiértékeli.

Végül a harmadik szinten találhatóak a szakértők, akik a központhoz csatlakozva, megfelelő jogosultságok mellett láthatják a felvételeket, elemezhetik, diagnosztizálhatják és az eredményeket, ha szükséges, a rendszer automatikusan továbbítja a beküldő készülék felé.

A rendszernél nagyon fontos a biztonság és a megbízhatóság. A kommunikációs csatornák a készülékek és a központ, illetve a központ és a szakértők között titkosítottak. A felvételek sértetlenségét a rendszer minden szinten ellenőrzi és adatsérülés esetén a felhasználót figyelmezteti. A központ egy stabil, nagy sebességű internet kapcsolattal rendelkező szerver, melynek a rendelkezésre állása 99,99%. A szerver állandó őrzés és folyamatos felügyelet alatt áll. A rendszert csak regisztrált felhasználók használhatják és minden művelet naplózásra kerül.

HÁZIORVOSI ÉS SÜRGŐSSÉGI ALRENDSZER

A háziorvosok alaptevékenységi körébe tartozik a 12 elvezetéses EKG felvétel elkészítése és értékelése [4]. Azonban sokszor előfordul, hogy egy orvosi alkalmassági vizsgálat elvégzéséhez a háziorvos a páciens beutalja a kardiológusra, ahelyett hogy ő maga végezné el a vizsgálatot. A rendszerrel lehetőség lenne arra, hogy a háziorvos elkészítse a felvételt, melyet – ha úgy ítélt meg – elküldhet egy szakorvosi rendelőbe, ahonnan konzultációt kérhet. Majd az elkészült szakvélemény a háziorvos rendszerében automatikusan megjelenne. Így lerövidíthető lenne a be-

tegetés, gyorsabb lenne a másodlagos szakvélemény beszerzése.

A mentőautókban szolgálatot végző mentőorvos nem mindig szakorvos, ezért amikor a helyszínen elkészít egy EKG felvételt, akkor sok esetben telefonon konzultál egy szakorvossal. A szakorvosnak csak szóban tudja leírni az EKG görbét, ami nem tartalmaz minden információt a pontos diagnózis felállításához. Azonban a rendszerrel a mentőorvos egy gombnyomással elküldheti a központba a felvételt, ahol az azonnal megjelenik a szakorvos terminálján. Így a kiértékelés során a szakorvos láthatja a páciens EKG felvételét.

A rendszer fő része lenne egy HeartScreen Visit GSM típusú nyugalmi EKG készülék, mely egy szimultán 12 csatornás diagnosztikai minőségű felvétel készítésére alkalmas készülék, amely kiegészül egy, a mobil hálózathoz való kapcsolódást biztosító GRPS modemmel. Ezen készülékek a felhasználás helyét tekintve lehetnek mobil eszközök (pl. mentőautóban) vagy lehetnek telepített eszközök (pl. rendelőintézetben). Egy rendszerhez egyszerre több EKG készülék is tartozhat és akár egyszerre is küldhetnek felvételeket. Az EKG készüléken egy dedikált gomb megnyomásával, hagyományos módon lehet felvételt készíteni. Az elkészült felvételt – egyetlen gomb megnyomásával – a beépített modem segítségével a készülék feltölti a korábban említett központba.

A szakértők bárhol az interneten keresztül kapcsolódhatnak a központhoz a saját PC-jükön futó Innobase Expert programmal is azonnal láthatják a központba beérkezett felvételeket. A felvételeket a jogosultságoknak megfelelően akár több szakértő is láthatja és kiértékelheti. A távoli diagnózis eredményei a rendszeren keresztül a felvételt készítő készülékre kerülhetnek. Ezzel segítve az eredményes és gyors helyszíni diagnózis felállítását.

OTTHONI MONITOROZÓ ALRENDSZER

A kardiovaszkuláris vagy bármely más megbetegedések korai észlelése jelentősen javítja a betegek túlélési és gyógyulási esélyeit, csökkenti a gyógyulás időtartamát és így a gyógyítás költségeit is. Rehabilitációra szoruló betegeknél a gyógyulás folyamatának monitorozása hatékonyabbá teszi a kezelést, és az esetleg előforduló kockázati tényezőket is csökkenti.

Egy otthoni mérőrendszer a folyamatos felügyelet és adatszolgáltatás, a biológiai jelek mérése és feldolgozása, a mért paraméterek elküldése mellett biztonságérzetet is ad a páciens és hozzátartozói számára. A gondozottság érzete pszichésen is jelentősen javíthatja a páciens közérzetét, elősegítve a gyógyulást.

Az otthoni mérések életszerű eredményeket szolgáltatnak, pszichés hatások – pl. „fehér köpeny” effektus – nem, vagy kisebb mértékben befolyásolják a mért eredményeket.

Az alrendszer kifejlesztésénél a célunk az volt, hogy ambuláns kezelés esetén, vagy rehabilitációs fázisban a kezelése közötti időtartam alatt is megbízható mérési eredmények álljanak az orvos vagy a kijelölt megfigyelő rendelkezésére.

Az otthoni méréseknek jelentős járulékos előnye, hogy kisebb a költségük, mint az ambuláns méréseknek (beutazás, klinikai asszisztencia stb.), ráadásul nem egy-egy kiragadott pillanat állapotát tükrözik, hanem a mérések gyakorisága révén követhetők a paraméterek változásai, fluktuációi, láthatók a trendek, a gyógyszerhatások, a mozgásból vagy éppen a pihenésből eredő változások.

A mérések a felhasználó számára csak egy ergonomikus, könnyen kezelhető érzékelő rendszerrel képzelhetők el, tehát olyan eszközt kellett biztosítani, amelyet bárki egyértelműen, megfelelően tud használni, és az érzékelők által szolgáltatott jel minősége a mérésekhez, feldolgozásokhoz elegendően jó minőségű.

Ezen alrendszer fejlesztésére a „SilverGate 112: Életvitelt segítő egészségügyi és szociális monitorozó és jelzőrendszer – integrált megközelítésben” [5] projekt részeként, konzorciumi tagként került sor. Az alrendszer a projekt által kidolgozott mintarendszerbe integrálódik.

A diagnosztikai minőségű vezeték nélküli kardiológiai felvételező eszköz – melynek fantázianeve Home ECG Tele Measuring Head lett – tervezése során figyelembe vettük, hogy a készülék alkalmas legyen páciensek otthoni, normál aktivitás közbeni monitorozására.

A készülék az EKG görbéből kinyerhető minden fontos analízis paramétert folyamatosan mér, igény esetén egy memória kártyán (pl. flash) tárolja, feldolgozza azokat – és a beállítástól függően, bizonyos időközönként – trendek és nyers EKG görbe formában továbbítja egy rádiós összeköttetésen keresztül.

Mivel ebben az esetben a felvételező eszköz nem kapcsolódik közvetlenül az alkalmazás szerverhez, egy, a páciens otthonában elhelyezett átvjáróra van szükség. Az átvjáró egy PC alapú eszköz, internet kapcsolattal, kiegészülve egy

rádiós adóvevő egységgel, amely biztosítja a kapcsolatot a vezeték nélküli mérőfej felé.

Feladatai többek között az eszközök felől beérkező adatok további feldolgozása, az adatok előkészítése és továbbküldése interneten keresztül a szerver felé, az adatok megjelenítése és parancsok fogadása a szerver felől és szükség esetén továbbküldése az eszközök felé.

Az alkalmazás szerver feladata egyrészt azonos az Innobase Expert-nél megadottal, de emellett, figyelembe véve, hogy itt folyamatos megfigyelésről van szó, funkciói módosultak.

Az adatok kiértékelése azonos, azonban az adatbázis felépítése eltérő. Ebben az esetben nemcsak az egyedi felvételeket kell kiértékelni, hanem az eredményekből képzett trendek ugyanolyan fontosak. Az egyes paraméterekhez riassztási limiteket rendelve egy zárt megfigyelő, kiértékelő rendszert kaphatunk.

Az adatbázishoz egy kliens oldali megjelenítő kapcsolódik, amelyen keresztül az aktuálisan mért paraméterek és az azokból keletkezett trendek bárholonnan elérhetőek.

ÁLLATGYÓGYÁSZATI ALRENDSZER

Az Innobase Expert rendszert nemcsak humán területen lehet alkalmazni, nagy szükség van rá az állatorvosi alkalmazások esetén is.

Az állatorvosok között még kevesebb a kardiológiai képesítésű orvos, ezért a házi kedvenceknél (főleg kutya, de macska, górény stb. is lehet) a szívpanaszok diagnosztizálására általában szakorvosokhoz küldik az állatokat. A rendszer lehetővé teszi, hogy egy konzultációs rendszert alakítsanak ki, egy erre vállalkozó állatgyógyászati-kardiológussal, aki kiértékeli a felvételeket, és visszaküldi a diagnózist.

A másik fontos felhasználási terület az állatok monitorozása. A verseny célra tartott állatoknál nagyon hasznos edzés alatt monitorozni az állapotukat, amivel a még egészséges teljesítménynövelést, illetve határértékeket lehet meghatározni, mérni. Egyes műtét után az állat folyamatos megfigyelése szintén elengedhetetlen. Sajnos az állatklinikákon korlátozott a személyzet létszáma, így ez sokszor megoldhatatlan feladat. A drága monitorokat a beavatkozások utáni megfigyelési időszakban nem merik őrizetlenül az állatra kapcsolva hagyni (meg egyébként is kell a következő műtéthez). A mai állatorvosi gyakorlat szerint az állatokat szinte kizárólag csak altatás alatt monitorozzák, ennek oka nagyrészt abban keresendő, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható, állategészségügyi célra használható monitorok nem is alkalmasak egyébire.

Az aktív állatok az ellátás során nem túrik magukon a vezetéseket, elektródákat, mindent megtesznek azok eltávolítására, pedig sokszor nagy szükség lenne némely kis négylábúnál a gyógyszeres kezelés hatásának nyomonkövetésére, illetve ritkábban előforduló szívpanaszok detektálására.

Ezen problémák megoldására Európai Uniósi támogatással fejlesztünk egy komplex állatgyógyászati monitor

rendszer [6], melynek egyes elemei illeszkednek a fent említett Innobase Expert rendszerhez.

Az alrendszer alapegysége egy vezeték nélküli, igen kis-méretű – több mérőfunkciót tartalmazó – mérőegység, kifejezetten állatgyógyászati, állatorvosi célokra.

A gyufásdoboznyi felvételező képes mérni az állat EKG-ját, meghatározni a szívfrekvenciát, a légzésszámot, a mozgási aktivitását, a testhelyzetét. Az adatokat a készülék akár több napon keresztül eltárolja, valamint külső lekérdezésre, vagy (felprogramozástól függően) eseményre vezeték nélkül továbbítja a rendszerhez. Az adatokat a rendszerbe integrált szakértői programok tovább feldolgozzák, megjelenítik, archiválják, vagy akár interneten továbbítják.

Mindezek mellett kísérleteket folytatunk ergonomikus, az állatok sajátosságához igazodó (például lehetőleg ne kelljen leborotválni az elektróda helyét) szenzorok kialakítására.

A miniatűr felvételezők rádiós hatótávolsága limitált: maximum párszor 10 méter, ezért a nagyobb távolságok áthidalására, vezetékes vagy vezeték nélküli átjátszókat (pl.

WIFI) szándékozunk a készülékekhez kínálni. Ezzel egy klinikán – vagy az internet felhasználásával azon kívül is – gyakorlatilag bárhol elérhető a monitorozott állatok felvételei. A nagy mennyiségű letárolt adatot a gyorsabb adatkinyerés érdekében vezetékes kapcsolattal lehet letölteni számítógépre.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az említett területeken, tehát a sürgősségi és háziorvosi felhasználás, az otthonőrzés és az állatgyógyászat terén a különböző kommunikációs megoldások és a távoli intelligencia együttes alkalmazása már napjainkban is lehetőséget teremt a telemedicina módszertanának gyakorlati megvalósítására. Azonban mindeközben nem feledkezhetünk meg arról, hogy ezen technológiák használatának további alapfeltétele a megfelelő pénzügyi finanszírozási formák és intézményi infrastruktúrák kialakítása. Amennyiben ezek az akadályok is elhárulnak, már csak a rendszerek telepítése marad hátra.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Einthoven alapítvány, www.eindhoven.nl
- [2] Innomed Medical Zrt, www.innomed.hu
- [3] Dr. Ficzer Andrea: Telemedicina, IME – Az egészségügyi vezetők szaklapja, IX évf. 1. szám, 48-50
- [4] Az Egészségügyi Minisztérium szakmai protokollja, A háziorvosi praxis hatásköri listája
Készítette: A Háziorvostani Szakmai Kollégium és az Országos Alapellátási Intézet, 2006
- [5] „SilverGate 112: Életvitelt segítő egészségügyi és szociális monitorozó és jelzőrendszer – integrált megközelítésben” pályázati honlap: <http://silvergate112.eu/>, NKFP_07_1-sgate112
- [6] Innomed Medical Zrt, „Állatgyógyászati beteg őrző monitor fejlesztése” pályázati anyag, KMOP-1.1.4-07/1-2008-0069

A SZERZŐK BEMUTATÁSA



Krima Attila 1984-ben végzett a Lvovi Műszaki Egyetem Villamosmérnöki, Számítástechnikai Mérnök szakán. Az Innomed alapításától dolgozik a cégnél. Jelenleg a betegőrző monitorok fejlesztésének vezetője. Foglalkozott ambuláns vérnyomásholterek, Telefax-EKG, és egyéb mobil felvételezők fejlesztésével.



Varga József 1996-ban végzett a BME Villamosmérnöki és Informatikai Karán. 1997 óta dolgozik az Innomed Medical Zrt-nél, 2002-től mint vezető fejlesztőmérnök. Korábban foglalkozott különböző EKG készülékek megvalósításával, jelenleg defibrillátor fejlesztésben és vezeték nélküli otthoni monitorozó rendszer kialakításában vesz részt.



Lóránt Zsolt 1998-ban végzett a BME Villamosmérnöki és Informatikai Karán. 2001-ben a BME-SOTE-ÁOTE Orvosi biológiai mérnökképzésen szerezte meg másoddiplomáját. 1998-ban helyezkedett el az Innomed Medical Zrt-nél és azóta is ott dolgozik, 2002-től mint vezető fejlesztőmérnök. Munkái során részt vett terheléses rendszer, defibrillátor és több EKG készülék fejlesztésében.