XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

TÉRBELI SZÍVMODELL ALKALMAZÁSA A DIAGNOSZTIKÁBAN

Szilágyi Sándor Miklós, Görög Levente Károly, László Sándor Elek

Abstract

Several type of heart malfunctions are usually caused by heart attack, rhythm disturbances and pathological degenerations. Unfortunately large groups of people are affected by this problem. The main goal of this paper is to compare the direct and inverse ECG signal processing methods, and to realize an optimal solution in different circumstances. Due to high number of unknown parameters both algorithms apply stochastic processing methods. None of the processing ways can give us “best” results. The performance is determined by the known and unknown parameters. In most cases both methods can contribute to the optimal solution.

Összefoglalás

Napjaink tömegeket érintő legfontosabb egészségügyi problémája a korai halál, amelyet gyakran a szívinfarktus valamilyen fajtája okoz. Jelen dolgozat bemutatja a direkt és inverz EKG feldolgozó módszerek sajátosságait, és meghatározza a felhasznált módszerek alapján az optimális eljárást. Egyik eljárás sem biztosít önmagában bizonyíthatóan jobb eredményt. A végső eredményt erősen befolyásolják az ismeretlen paraméterek értékei. Feldolgozásaim során szinte minden esetben egy összetett (mindkét algoritmust alkalmazó) módszer biztosította a legjobb eredményt.

1. Bevezetés

A számítógépes EKG feldolgozás a sok-sokévi fejlődés során egy kiforrott alkalmazásnak tekinthető. A digitális EKG elemző rendszerek, amelyek a felismerő és osztályozó algoritmusokon alapulnak, maximálisan néhány másodperces késéssel kell, hogy észleljék a potenciálisan veszélyes aritmiát. Sajnos a sokévi fejlődés ellenére a fő akadály továbbra is megmaradt: nagyon sokféle EKG jelforma jöhet létre és a jel alakja erősen eltérő lehet a különböző páciensek esetén. Mivel a számítógép adatbázisa képtelen lefedni az összes esetet, állandóan fennáll egy ritka jelalak esetén a csökkent elemzési pontosság, amely a rendszer megbízhatóságát kérdőjelezi meg.

Az elemző rendszerekben egy összetettebb adatbázis alkalmazása növelheti a felismerési pontosságot, de nem oldja meg az alábbi problémákat:

- Nem lehetséges az összes jelforma eltárolása

- Az osztályozó algoritmus az adatbázis méretének növekedésével arányosan egyre bonyolultabbá és nehezebben kezelhetővé válik (nehéz fejleszteni és karbantartani)
- A valósidejű tanítás a klinikai gyakorlat során még nem lehetséges a jelenlegi körülmények között (ehhez még nagyon lassú a PC). Mivel a rendszer egy ismeretlen jelforma esetén tévedhet vagy egyszerűen nem képes az esetet kezelni, ezekben a helyzetekben kérdésessé válik a rendszer hasznossága.

A felsorolt hiányosságok miatt szükségesnek találok egy szívmodell alapú rendszer megtervezését.

2. Módszerek

A direkt módszerek tesztelésére az MIT-BIH adatbázist használtam fel, mivel ebben az adatbázisban a regisztrátumok ki vannak értékelve. A kétsatornás mérések 11 bites felbontással 360 Hz-en voltak mintavételezve.

Mivel az inverz módszer lényegesen több információt igényel, az MIT-BIH adatbázisban található regisztrátumok közül két adatfile-t (X_mgh020 és X_mgh022) választottam ki. Ezek a mérések három EKG csatornát és más élettani jeleket (vérnyomás, légzés, stb.) tartalmaznak. A további kísérletekhez 6 és 12 elvezetési EKG jeleket használtam (saját mérések).

A minták elemzése során egy paraméter osztályozó algoritmussal szétválasztottam a normál és kóros QRS állapotokra jellemző paraméter értékeket a felismerési határfok meghatározása céljából.

2.1. A kidolgozott direkt módszer ismertetése

A legerősebb direkt módszerek az adaptív neurális hálózatokat alkalmazzák. Ezek az algoritmusok a feldolgozás során egy előre elkészített adatbázis alapján felépítik a kiinduló mintasorozatot. A mintasor kiszámításánál, amennyiben rendelkezésre állnak, felhasználják a páciens régebbi regisztrátumait is.

Az általunk kifejlesztett direkt feldolgozó algoritmus a mérési zajok nagy részét egy adaptív fehérítő szűrő felhasználásával távolítja el. Ez mindenképpen szükséges a paraméterbecslő eljárás futtatása előtt, mivel a színes zaj erősen befolyásolhatja a kiszámított paraméterek értékeit. A paraméterek meghatározását az 1-es ábrán bemutatott adaptív neurális hálózattal végeztem. Ez a hálózat a beállítások függvényében tetszőleges számú nemlineáris rejtett réteget tartalmazhat.

1. ábra. Adaptív neurális hálózat jelszűrésre (zajfehérítéssel) és paraméterbecslésre

2.2. Az inverz modell szerkezeti felépítése

Az EKG jel számítógépes szimulációja, valamint egy mért EKG jel alapján az emberi szervezet belső állapotának a becslése egy rendkívül összetett, nehéz feladat. Ahhoz, hogy reális esély legyen egy használható rendszer megtervezéséhez és elkészítéséhez, sok elméleti és gyakorlati problémát kell megoldani. Az elméleti modell lényegében három szinten igyekszik minél pontosabban leírni az emberi szervezet belső felépítését:

- A szívot alkotó sejtek alapvető működésének szintjén (ioncsatornák, pumpák, transzporterek)
- A szív belső szerkezetének szintjén (kompartment alapú belső felépítés) [7]
- A mellkas szerkezete és az elektródák térbeli helyzete (melyik elektróda milyen jelet vételez)

3. Eredmények

A mérőssorozat kiértékelését nemcsak a direkt és inverz módszerekkel, hanem a két módszer kombinációjával is elvégeztem.

Direkt	Inverz	Összetett
3,2%	2,2%	1,3%
4,4%	1,7%	1,0%
2,1%	1,1%	0,5%
2,3%	1,3%	0,6%
6,1%	4,7%	2,5%
3,4%	3,3%	1,7%
4,5%	2,9%	1,4%

1. táblázat. A nem megfelelő felismerések részaránya hibás szív működés esetén

2.

4. Leírás és elemzés

Az ismertett modell gyakorlatban való alkalmazását számos probléma nehezíti meg, amelyek az alábbi csoportokba sorolhatóak:

- A modellt alkotó elemek viselkedésének hiányos ismerete
- Különböző belső és külső zavarok hatása
- Technikai háttér hiánya.

5. Következtetés

Tekintettel arra, hogy a szívmodell alapú számítógépes EKG diagnosztika számos orvosi és technikai problémát vet fel, a napjainkban nem alkalmazható önálló rendszerként [9]. A rövid távú megoldás a fuzzy és multi-ágens alapú rendszerek alkalmazása, amely lehetővé teszi az empirikus információ alapján egy folytonos átmeneteken alapuló adaptív tanácsadó rendszer megvalósítását [10].

Amennyiben egy hibrid (a neuro-fuzzy és a modell alapú megközelítés egyidejű alkalmazása) rendszert készítünk, lehetőségessé válhat az empirikus ismereteket felhalmozó hagyományos döntéshozatali rendszer ismeretein át a modell tanítása, amely megfelelő hatásfok esetén fokozatosan kiválthatja a régi rendszert.

6. Referenciák

- [1] Cuiwei Li, Chongxun Zheng, Changfeng Tai - *Detection of ECG Characteristic Points Using Wavelet Transforms*, IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 42, pp 21-27, JAN 1995.
- [2] Qiuzhen Xue, Yu Hen Hu, W. J. Tompkins - *Neural-Network-Based Adaptive Matched Filtering for QRS Detection*, IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 39, pp 317-329, APR 1992.
- [3] Nitish V. Thaker, Jose M. Ferrero - *Electrophysiologic Models of Heart Cells and Cell Networks*, IEEE Eng. in Med. and Biology, pp. 73-83, SEP/OCT 1998.
- [4] Robert S. MacLeod, Dana H. Brooks – *Recent Progress in Inverse Problems in Electrocardiology*, IEEE Eng. in Med. and Biology, pp. 73-83, JAN/FEB 1998.
- [5] S. M. Szilágyi – *Event Recognition, Separation and Classification from ECG Recordings*, *Proceedings of the 20th IEEE Conference on Eng. in Medicine and Biology* , 20 (1998) 236-239
- [6] Geertjan Huiskamp – *Simulation of Depolarization in a Membrane-Equation-Based Model of the Anisotropic Ventricle*, IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 45, pp 847-855, JULY 1998.
- [7] Weilun Quan, Steven J. Evans, Harold M. Hastings – *Efficient Integration of a realistic Two-dimensional Cardiac Tissue Model by Domain Decomposition*, IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 45, pp 372-384, MAR 1998.
- [8] Ceon Ramon, Piotr Czapski, Jens Haueisen, Lee L. Huntsman, Hannes Nowak, Gust H. Bardy, Uwe Leder, Yongmin Kim, J.A. Nelson – *MCG Simulations with a Realistic Heart-Torso-Model*, IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 45, pp 1323-1331, NOV 1998.
- [9] S. M. Szilágyi, L. Szilágyi, L. Dávid - *ECG signal compression using adaptive prediction*, *Proceedings of the 19th IEEE Conference on Eng. in Medicine and Biology* , 19 (1997) 101-104
- [10] S. M. Szilágyi, L. Szilágyi, L. Dávid - *Comparison between neural-network-based adaptive filtering and wavelet transform for ECG characteristic points detection*, *Proceedings of the 19th IEEE Conference on Engineering in Medicine and Biology* , 19 (1997) 272-274

Név/tudományos fokozat: Szilágyi Sándor Miklós/ egyetemi adjunktus

Munkahely/lakcím: Sapientia EMTE / Targu Mures, str Liszt Ferenc nr 8, 540068

Tel., email: 0746-205-024, szs@ms.sapientia.ro

Név/tudományos fokozat: Görög Levente-Károly / egyetemista III. év

Munkahely/lakcím: Sapientia egyetem / Iceland 68, MS 547218

Tel., email: 0742-606-039, goroglev@yahoo.com

Név/tudományos fokozat: László Sándor Elek / egyetemista III. év

Munkahely/lakcím: Sapientia EMTE / Targu Mures, Piata Trandafirilor 61

Tel., email: 0265-257-412, sankoboy@yahoo.com