

АВТОМАТИЧНО ОТКРИВАНЕ НА ХАРАКТЕРНИ ТОЧКИ В АПЕКСКАРДИОГРАМАТА С ПОМОЩТА НА ЕИМ

Тянев Д. С., Георгиева Ж. Т.

Представен е разработен от авторите алгоритъм за автоматична обработка на апекс кардиограма (АКГ – сигнал, който характеризира налягането на кръвта в лявата камера на човешкото сърце). Алгоритъмът открива характерните за медицинските изследвания точки върху този дискретизиран сигнал и изчислява върху него стойностите на точно определени диагностични параметри.

Увод

С развитието на интелектуалната техника, в лицето на съвременните компютри и изградените на тяхна база автоматизирани системи, в последните години се наблюдава все по-засиленото им приложение и в сферата на медицинското обслужване. Освен изземването на чисто информационната дейност от ръцете на медицинския персонал, на техниката в последно време се поставят все по-сложни задачи. Разработват се нови методи и се усъвършенствуват методиките в медицинската практика чрез прилагане на интелектуална техника [5], [6], [7], [9], [10].

От направените досега разработки с увереност можем да твърдим, че тази техника може широко да се използва за автоматизиране на неинвазивните методики в частност в кардиологията, с което да се облекчи труда на лекаря. Извличането на ценна информация от механокардиографските криви, нужна за диагностичния процес в кардиологията, в настоящия момент, при масово използваните методики, е силно зависима от субективния фактор. За това говори разнообразието в интерпретацията и тълкуването на някои от характеристиките на тези криви [2], [3], [4].

Цел и задачи

В настоящата работа си поставихме за цел да изследваме възможностите за получаване на диагностична информация в условията на автоматизирана обработка на апекскардиограмата (АКГ), използвайки характеристиките на тази крива според Капонов [1].

Непосредствените задачи, които бяха поставени са следните:

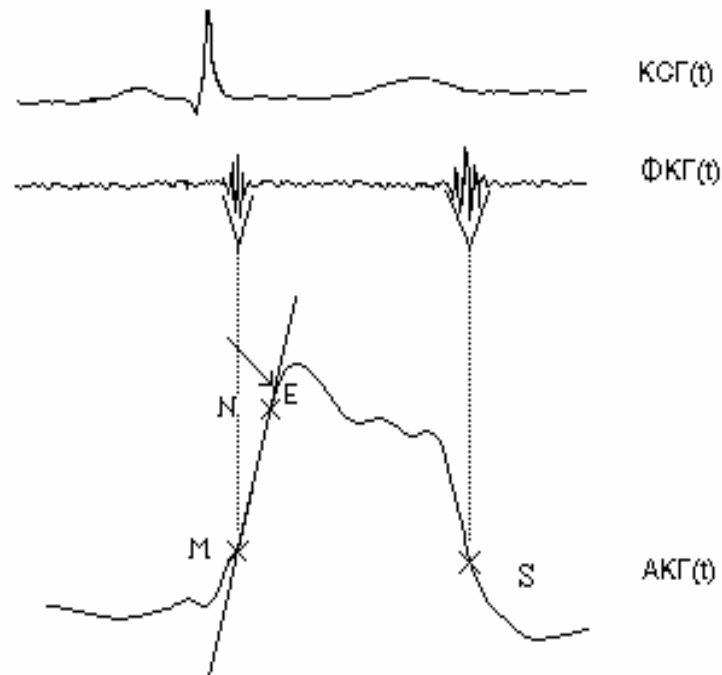
1. Получаване на машинен образ на апекскардиограмата при сърдечно здрави.
2. Създаване и изследване на алгоритми за определяне на моментите на отваряне и затваряне на аортните клапи.
3. Получаване на машинен образ на първата и втората производни на апекскардиограмата.

Успешното решаване на тези задачи създава възможност за автоматично определяне на амплитудните стойности на апекскардиограмата в тези моменти, които са в основата на диагностичните параметри, според споменатите методики [1], [2], [3], [4].

Определянето на моментите на отваряне и затваряне на аортните клапи е трудна задача за всяка неинвазивна методика, особено в случаите, когато в апекскардиограмата тези моменти не са явно разпознаваеми. Като основен метод при решаването на тези задачи изхождаме от метода на Капонов [1, 2]. За определяне на момента на отваряне на аортните клапи е необходимо:

1. Определяне на момента на затваряне на митралната клапа и съответстващата ѝ точка върху систолното рамо на АКГ.
2. Определяне на точката върху систолното рамо на АКГ, отстояща от споменатата по-горе, на 0,02 секунди във времето.
3. Построяване на права линия, минаваща през тези две точки.
4. Определяне на точка, следваща във времето споменатите по-горе две точки върху систолното рамо на АКГ, отклоняваща се най-напред от правата линия. Моментът на който съответствува тази точка се приема за момент на отваряне на аортните клапи (точка Е, фиг. 1).

За уточняване на момента на затваряне на аортните клапи е необходимо допълнително въвеждане в изчислителната машина и на фонокардиограмата (ФКГ), което се явява като наша допълнителна задача. Разпознаването и уточняването на момента на затваряне на аортните клапи се реализира по модифицирания от Капонов метод на Антъни [1].



Фиг. 1

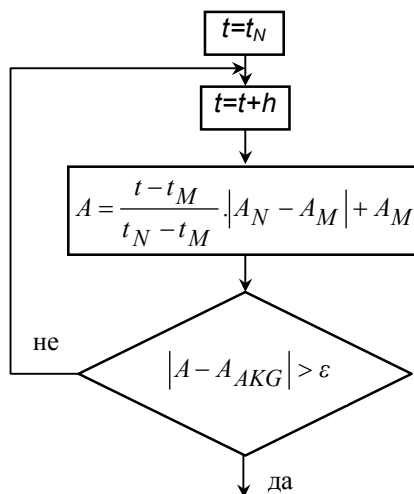
Алгоритъмът за обработка на дискретизираните сигнали включва предварителното им филтриране и изглаждане. Същинската обработка започва с откриване на шумовите пакети на сърдечните тонове I и II върху фонокардиограмата, при което, за тяхното правилно локализиране, активно се използва ЕКГ-сигналът. След това в откритите шумови пакети от ФКГ се определят точките, в които техните амплитуди достигат своя резонансен максимум. Тези точки се приемат като точки, които определят моментите във времето t_M и t_S , както е показано на фигура 1. След определяне на тези точки, от числовия масив, съхраняващ дискретизираните амплитуди на сигнала АКГ, се извличат съответстващите им амплитуди - A_M и A_S . По този начин точка **M** се определя със своите координати (t_M, A_M) , а точка **S** получава координатите (t_S, A_S) .

Задачата за построяване на правата линия, апроксимираща нарастващия фронт (сistolното рамо) в АКГ, се решава с помощта на множеството амплитуди, извлечени от числовия масив на сигнала АКГ, следващи амплитудата A_M , в продължение на 0,02 секунди (нормалната скорост на ЕКГ-записите е 50 мм/сек.), до точка **N** (t_N, A_N) , $(t_N = t_M + 0,02)$. Техният брой се определя автоматично, според скоростта на аналого-цифровата дискретизация. Реализирани са два метода за построяване на уравнението на правата линия - чрез линейна регресия и чрез геометрията на права през две точки. Въпреки че резултатите от двете процедури са много близки, тяхната достоверност и надеждност ще бъдат оценявани в бъдеще както субективно, така и статистически.

След построяване на уравнението на правата линия, чрез плъзгане по нея от точка **N** в положителната посока на времето, следва да се определи точка **E** и нейните координати (t_E, A_E) . Алгоритъмът за това е представен на фигура 2, където се вижда, че в цифровия масив на сигнала АКГ се търси онази амплитуда, която е съществено различна от тази на правата линия, за същата стойност на независимия аргумент - времето.

Същественото различие на амплитудите в алгоритъма се дефинира чрез величината ε чиято стойност се определя експериментално за нормиран сигнал. Получените за величините t и A стойности при излизане от цилъла (виж фиг. 2) се фиксират като координати на точката **E**. Необходимо е да се има предвид, че на величината t съответства номер на елемент от числовия масив на сигнала АКГ, а на величината h , която е посочена като стъпка за изменение на времето t , съответства 1 (единица), която е стъпка за изменение на текущата стойност на

номера на елемента в същия масив. С други думи, стойността на амплитудата A_{AKG} , която е посочена в блок-схемата, се намира като i -ти елемент от масива на амплитудите, а програмната реализация на цильла се организира чрез индекса i , по закона $i := i+1$.



Фиг. 2

Тъй като морфологията на апекскардиограмата е аналогична на тази на каротиссфигмограмата [7], стават напълно възможни за приложение и алгоритмите за определяне на характерните точки от АКГ с използване на производните ѝ, както и за въвеждане на новите параметри, характеризиращи сигналите на нейните производни.

С разпознаване на моментите на отваряне и затваряне на митралните клапи става реалност и фазовия анализ на сърдечната функция. С така формирания комплекс от диагностични признаци машинното разпознаването на състоянието на сърдечната дейност се автоматизира при висока надежност и без субективизъм.

Литература:

- [1]. Капонов Х., Клинично значение на апекскардиографията при артериална хипертония, Дисертация за к.м.н., ВМИ Варна, 1970.
- [2]. Капонов Х., Геометрична схема на апекскардиограмата и нейното клинично значение, Сп. "Вътрешни болести", 1971, № 5, стр.37-44.
- [3]. Орешков В., Апекскардиограма при повишено артериално налягане, Сп. "Вътрешни болести", 1970, № 6, стр.14-18.
- [4]. Чичовски К., Апекскардиографски проучвания, Юбилейна научна сесия на III-та Градска болница - София, II.1971.
- [5]. Распознавание образов и медицинская диагностика, Под ред. Неймарка Ю., Москва, Изд. "Наука", 1972.
- [6]. Калиткин Н., Численные методы, Москва, Изд. "Наука", 1978.
- [7]. Колев Н., Тянев Д., Георгиева Ж., Физико-математически аспекти на втората производна на КСГ и способ за нейното получаване, Юбилейна научна сесия "100 години Обединена Окръжна Болница - Варна", 27-28, Октомври, 1979 год.
- [8]. Колев Н., Тянев Д., Георгиева Ж., Аналогов диференциатор за получаване на производни от механограмите, Бюлетин "Рационализации и изобретения в медицината", книжка 6, стр. 5-6, 1980.
- [9]. Computer evaluation of human circulation based on non-invasive methods, Simony J., J.Biomed. Engng., juli 1980, vol.2, 177-184.
- [10]. Tompkins W.J., Webster J.G., Design of Microcomputer-Based Medical Instrumentation, Prentice-Hall, 1981.