

Proглаšen za najbolji rad u komisiji.

Д. Михајлов

Математички институт со нумерички центар, Скопје

К. Зафировска

П. Хрисохо

Клиника за нефрологија, Медицински факултет Скопје

ДИЈАГНОСТИЧКИ АЛГОРИТМИ

Увод

Карактеристично за современата наука е се пошироката примена на егзактните математички методи и електронските сметачки машини (ЕСМ) во сите нејзини области, меѓу кои и во медицината, каде имаат за цел остварување на можноста за активно влијание врз живите организми, одржување на нивната работа на високо ниво или коригирање во сакан правец.

Примената на егзактните математички методи и ЕСМ во медицината станува неопходност кога е потребна покомплексна обработка на некои нејзини проблеми, кои со напредокот на сознанијата се јавуваат во работата. Заради тоа, се јавува потреба за мултидисциплинарен пристап со што се добива моќност за продлабочување на медицинските знаења, поефикасна научна и стручна работа и за подобрување на медицинските услуги.

Подрачјата на медицината во кои се применуваат ЕСМ се бројни, но сепак едно од најинтересните е медицин-

ската дијагностика, чија задача е определување на карактерот на болеста врз основа на набљудуваните симптоми и медицинската историја на болеста. Тоа е всушност една размена на информации меѓу лекарот и болниот со помош на која се определува лечењето, а со ефектот на лечењето се проверува точноста на дијагнозата.

Целиот процес може да се опише на следниот начин:

1. Памтење на податоците кои се однесуваат на болеста.
2. Споредба на податоците за болниот со веќе познати факти.
3. Проценка на веројатноста да тие податоци укажуваат на некоја болест.
4. Поставување на дијагноза.
5. Лечење.

За секоја дијагностичка постапка постои карактеристичен програм за собирање и обработка на податоците. Работата се одвива по одредени правила, а секоја група правила на кои им е определен редоследот и содржината се вика алгоритам. Бидејќи во случајов станува збор за алгоритам кој се користи при постапката на дијагностицирање, ќе го наречеме дијагностички алгоритам.

Проблемот за поставување на дијагноза се сведува на проба за симулирање на активноста на човечкиот мозок при таа постапка. Да се следат патитата на човечкиот мозок е многу тешко и често пати неизведливо и поради тоа методите за дијагностицирање со помош на ЕСМ го корис-

татпринципот на така наречената црна кутија каде податоци-те за болниот се влез, а дијагнозата е излез. Методите кои се користаа да би се добил тој излез, дијагнозата, обично се многу различни од методите кои ги користи човечкиот мозок и се прилагодени кон постоечкиот математички апарат и барањата кои ги поставуваат ЕСМ.

Во зависност од принципите на кои се базираат дијагностичките алгоритми имаме повеќе поделби и разни видови на алгоритми кои воглавном можат да се сместат во следните 4 групи:

1. Алгоритми изградени врз основа на теоријата на веројатноста и математичката статистика - алгоритми на веројатноста.
2. Алгоритми изградени врз основа на математичката логика - логички алгоритми.
3. Алгоритми кои се изградени врз основа на некои чисто геометриски правила - геометриски алгоритми.
4. Алгоритмите кои не спаѓаат во ниедна од горните три групи ќе ги наречеме посебни алгоритми.

1. Матричен алгоритам

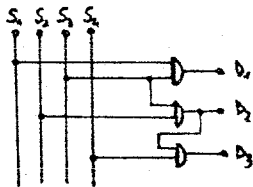
Врз основа на медицинските знаења и искуства за секоја болест можеме да составиме попис на симптоми и се тоа да го внесеме во меморијата на ЕСМ во вид на матрица сл. 1а. Ако кај болниот се јави одредена комбинација на симптоми, ЕСМ ја споредува таа комбинација со комбинациите во својата меморија и во случај на совпаѓување ја

печати дијагнозата.

Матричните симптоми-дијагнози се сами по себе една врста на алгоритам блиска на геометрискиот алгоритам и можат технички да се реализираат во вид на прекинувачки кола сл. 16.

S_1	S_2	S_3	S_4
1	0	1	0
0	1	1	0
0	1	1	1

а)



б)

сл. 1

Матричните алгоритми работат према строг програм и даваат точни резултати само во случај на потполно совпаѓање на симптомите. Заради својата едноставност, овие алгоритми не даваат решение во голем број на случаи, но сепак тие можат да најдат широка примена при решавањето на многу лекарски проблеми како што се задачите на лекарската контрола, експертизите и диференцијалната дијагностика.

2. Геометриски алгоритам

Матриците симптоми-дијагнози овозможуваат да се дојде до дијагнозаа и на поприкладен начин, по најголемиот број на поклопувања помеѓу симптомите. Тоа е принципот кој лежи во основата на геометрискиот алгоритам и дава попрецизни резултати и пошироко поле на примена.

Методата на геометрискиот алгоритам се базира на претпоставката да состојбата на организмот може да се опише со еден n -димензионален вектор (вектор на симптоми)

Следејќи го овај начин на прикаж дијагнозата може да се прикаже како карактеристична состојба на организмот и да се интерпретира исто така со n -димензионален вектор.

Барајќи го минималното растојание меѓу векторите на дијагнозите и векторот на состојбата на организмот доаѓаме до најблиската дијагноза.

Во зависност од начинот на дефинирање на растојанието помеѓу векторите, односно во зависност од тоа која метрика ја користиме, имаме различни видови на геометриски алгоритми. Наједноставен геометриски алгоритам е алгоритмот кој ја користи хамингеновата метрика кај која растојанието е дефинирано со

$$R(D_i, S) = \sum_{j=1}^n |d_j^i - s_j|$$

кое во случајов може да се дефинира како

$$R(D_i, S) = \sum_{j=1}^n d_j^i \oplus s_j$$

каде операцијата \oplus е таканаречената сума по модул 2.

Овај алгоритам е тестиран на 100 болни од бубрежни болести од картотеката на Клиниката за нефрологија при Медицинскиот Факултет во Скопје и даде точни резултати во 64% случаи меѓу кои 24% беа точни и нееднозначни, а во 87% случаи точната дијагноза беше меѓу првите три.

До попрецизни резултати може да се дојде доколку, наместо критериумот DA/EB за појавување на симптомите, ја воведеме условната веројатност $P(S/D)$ за појавување на симптомот S кај дијагнозата D . Да би се дошло до овие веројатности потребно е да се извршат обемни испитувања со голем број на пацијенти, кои испитувања бараат прилично време и трошоци за собирање на податоците. Поради

тоа, да би се поедноставило собирањето и намалила трошоци-
та, можеше да се послушине со следната апроксимација на
человните веројатности која можеме да ја добиеме од секој
лекар со малку повеќе пракса.

- симптомот секојпат се јавува $P(S/D) = 1.00$
- симптомот често се јавува $P(S/D) = 0.75$
- симптомот се јавува $P(S/D) = 0.50$
- симптомот ретко се јавува $P(S/D) = 0.25$
- симптомот не се јавува $P(S/D) = 0.00$

Барањето на најблиската дијагноза во овај слу-
чај би одело по следната формула

$$R(D_j, S_i) = \sum_{i=1}^n (\bar{S}_{ij} - S_{ij})$$

која е слична на Хамингеновата дефиниција на растојание.

И овај алгоритам е тестиран на испите 100 бол-
ни како и предходниот и даде точни резултати во 76% слу-
чаи, а во 91% случаи точната дијагноза беше меѓу првите
три. Неоднозначни дијагнози се појавија во 15% случаи.

3. Алгоритам на синдромната дијагностике

Можноста за дијагностицирање со помош на синдро-
ми позната е од порано, но бидејќи бројот на синдроми ас-
трономски расте со незнатен пораст на бројот на симптоми
или редот на синдроми, беше практично невозможно да се
користи оваа метода.

Например, ако имаме група од 12 дијагнози со
49 симптоми добивааме вкупно 221 088 различни синдроми,
а за синдроми од четврти ред вкупниот број изнесува
2 307 312.

Со појавата на ЕСМ, работа со толкав број на

формаци на предизвршен проблем и користат ги да споделиме
 формула можеме да дојдеме до најфинансирани дијагноза.

$$D^* = \max_{1 \leq i \leq m} \sum_{j=1}^{n-1} \sum_{k=2}^{n-1} \sum_{t=3}^{n-1} P(S_j/D_i) P(S_k/D_i) P(S_t/D_i)$$

Овај алгоритам изва тој резултат до 32% отпа-
 чен, а во 86% отпа чен тој дијагноза се најдобра меѓу
 првите три. Неоднозначни дијагнози се добиваат во 30% отпа-
 чен. Алгоритмот е тестиран на истата група болни како и
 претходните и во прилогот е даден дел од излезните листи.

4. Алгоритми со својство на самообучување

Моќностите за изградба на алгоритми за самообу-
 чување со развитокот на новите математички методи спазува-
 ат се поразноврсни. Алгоритмите кои се изработени во пред-
 ходните примери даваат можност за конструција на еден
 таков алгоритам кој е изработен во соработка на Математич-
 киот институт со нумерички центар со Клиниката за невро-
 логија при Медицинскиот Факултет во Скопје и Школа народ-
 ног здравља "Андреје Штампар" од Загреб.

Со испитување на резултатите добиени со тести-
 рање на алгоритмот со синдромна дијагностика и геометризо-
 ниот алгоритам може да се забележи дека секојпат кога ди-
 јагнозата е иста и спрема двата критериума, таа се покло-
 пува и со конечната клиничка дијагноза. Тоа е фактот што
 го користи нашиот алгоритам за свое самообучување. Дијаг-
 ностирајќи према овие два алгоритма тој истовремено ство-
 рува табели на условните веројатности за појавување на
 симптомите кај одредени дијагнози.

После одреден број изведени дијагностицирања,
 алгоритмот автоматски или на барање почнува да дијагнос-

анизира према алгоритмот на веројатноста кој ја користи Базеловата формула употребувајќи ги при тоа добиените табели на условни веројатности и пополнувајќи ги и понатаму.

Поради потребитеа овај алгоритам биде користен од медицински кадри кои не се вешти во програмирање на ЕСМ, составен е мал програмски јазик кој ги користи следните наредби:

- DIJAG GESI
- DIJAG GESI NE PREMI
- DIJAG VJER
- DIJAG VJER NE PREMI
- PULI

5. Заклучок

Даден е краток преглед на неколку видови на дијагностички алгоритми, напишани се програми за ЕСМ и тестирани се нивните точности. Поради ограничениот обем на овај труд, алгоритмите се дадени во најкраток можен облик кој не овозможува самостална работа.

Со помошта на овие алгоритми ЕСМ не можат да поставуваат дијагнози независно од лекарите. Тие се само еден помошник кој ги скратува долготрајните анализи потребни при поставувањето на дијагнозата, додека конечниот збор го дава седек лекарот.

SINDROMNA DIJAGNOSTIKA

DIJAGNOZA

RASTOJANJE

NEPHROPHATIA DYSMATURICA ENDEMICA	35.69
INTERSTITIOPYELONEPHRITIS CHRONICA BIL.	15.03
GLOMERULONEPHRITIS CHRONICA PROLIFERATIVA	6.48

KOD BOLESNIKA

PETAR PETROVIC DOSIJE BR. 1111

NADJENI SU SLEDECI SIMPTOMI

UČESTANO MOKRENJE
 ŽED, PIJE MNOGO TEKUCINE
 ANEMIJA
 MALI BUBREZI
 POSEBNA KOŽNA OBOJENOST
 SMANJENA KONCENTRACIONA SPOSOBNOST
 ATIPICNA VASKULARIZACIJA
 GUBITAK TEZINE
 GLAVOBOLJA
 + SECER U URINI PRI NORMALNOJ GLIKEMIJI
 POVEĆANJE UREJE U KRVI