

J. WARTAK (Warszawa)

*ZASTOSOWANIE LOGIKI MATEMATYCZNEJ
(RACHUNKU ZDAŃ)
PRZY USTALANIU DIAGNOZY LEKARSKIEJ*

Uwagi wstępne. Ustalanie diagnozy jest zasadniczą czynnością lekarzy i od niej zależy skuteczność leczenia, co podkreślał już należycie dawny aforyzm: „qui bene diagnoscit, bene curat”.

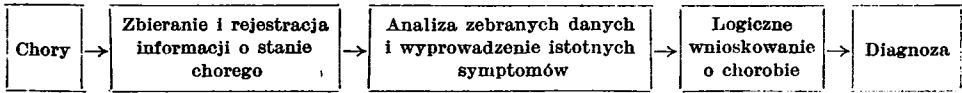
Przez długie wieki uważano, że umiejętność rozpoznawania chorób jest sztuką, która polega na wrodzonej intuicji pozwalającej „wyczuć” chorobę. Dzisiaj taki pogląd (choć ma jeszcze wielu zwolenników) nie da się utrzymać, ponieważ tzw. „wyczucie” choroby ocenia się jako podświadome wnioskowanie na podstawie sumy wrażeń odniesionych przez lekarza po zobaczeniu lub zbadaniu chorego. Wprawdzie taka zdolność do podświadomego rozumowania (intuicja) jest cechą indywidualną, ale opiera się w gruncie rzeczy na podstawach zupełnie obiektywnych, a więc na ilości informacji (doświadczenie, wiedza), na szybkości kojarzenia, na zdolności do logicznego myślenia.

Podświadome rozumowanie, choć często pozwala trafnie oceniać spostrzeżenia i umożliwia diagnozę na podstawie niewielu objawów (ewentualnie na podstawie jednego objawu patognomonicznego), jest jednak zawodne w porównaniu z rozumowaniem według praw logiki formalnej i nie można na nim polegać. Wszystko przemawia za tym, że maksymalnie prawdopodobne rozpoznanie lekarskie może być ustalone tylko na podstawie szeregu wnioskowań, które na każdym etapie opierają się na regułach logiki formalnej.

Doniosłość takiego ujęcia polega na tym, że ustalenie diagnozy można traktować jako proces ściśle zdefiniowany i obiektywny, który może się odbywać także poza umysłem lekarza. Dzięki temu można go przedstawić w formie algorytmu, który można wprowadzić do automatycznie działającego systemu elektronicznych maszyn liczących. Potrzeba automatyzacji procesu ustalania diagnozy staje się nieunikniona w związku z nagromadzeniem olbrzymiej ilości informacji, które muszą być uwzględnione w procesie ustalania diagnozy.

Proces ustalania diagnozy. Diagnoza lekarska jest po prostu hipotezą tłumaczącą występowanie pewnych ujemnie ocenianych danych

empirycznych, czyli objawów chorobowych. Postawienie takiej hipotezy (diagnozy) polega na porównaniu objawów zaobserwowanych u chorego z różnymi objawami charakterystycznymi dla różnych jednostek chorobowych. Proces ten można najlepiej zobrazować schematem.



Schemat procesu ustalania diagnozy

Legenda schematu:

I-szy etap (badanie) — zbieranie i rejestracja informacji o dolegliwościach, objawach chorobowych i odchyleniach od normy⁽¹⁾, które lekarz uzyskuje na podstawie wywiadu (anamnezy), badania fizycznego i instrumentalnego oraz badania laboratoryjnego (testów klinicznych); na etapie tym podstawowe znaczenie odgrywa dokładność uzyskanych wyników.

II-gi etap (analiza) — wyodrębnienie symptomów, które mogą mieć znaczenie rozpoznawcze; na tym etapie zasadnicze znaczenie ma właściwa interpretacja uzyskanych informacji: ocena ich nieprawidłowości i znaczenia patogenetycznego.

III-ci etap (wnioskowanie) — eliminacja tych jednostek chorobowych, które nie „pasują” do uzyskanych symptomów; na tym etapie zasadnicze znaczenie ma wyczerpujące różnicowanie z jak największą liczbą możliwych chorób.

Z powyższego wynika, że bardzo istotnym etapem w procesie ustalania diagnozy jest wnioskowanie, które jest tym doskonalsze im więcej uwzględnia możliwości diagnostycznych. Należy obiektywnie przyznać, że dla lekarzy przedstawia ono duże trudności, ponieważ wymaga zapamiętania wielu symptomów olbrzymiej ilości (kilku tysięcy) chorób. Toteż nie dziwnego, że najczęstsze błędy diagnozy spowodowane są nieuwzględnieniem wszystkich możliwych chorób, które należy brać pod uwagę przy danych symptomach. Na tym etapie mogą także wystąpić błędy wskutek nielogicznego wnioskowania spowodowanego właściwościami psychiki lekarza (optymizm, pesymizm, lękliwość, uprzedzenie, samolubstwo i próżność, uporcezywe obstawanie przy swoim zdaniu, wysilanie się na „szczególnie interesującą diagnozę”). Otóż błędów tych można by uniknąć w przypadku opracowania algorytmu ustalania diagnozy, opartego na logicznym rachunku zdań i teorii prawdopodobieństwa.

⁽¹⁾ Dolegliwości, objawy chorobowe i odchylenia od normy będziemy (dla wygody) nazywać ogólnie symptomami.

Algorytmizacja procesu ustalania diagnozy. Dla ustalenia diagnozy potrzeba określonych przesłanek, których dostarcza wiedza lekarska, oraz badanie pacjenta. Wiedza lekarska przedstawia pewien zasób informacji o zależnościach pomiędzy objawami chorobowymi (symptomami) a chorobami. Badanie pacjenta dostarcza informacji o objawach chorobowych występujących w tym konkretnym przypadku. W oparciu o te dwa źródła dostępnych informacji, drogą logicznego wnioskowania, lekarz może ustalić diagnozę.

Wnioskowanie o rodzaju choroby na podstawie wiedzy lekarskiej i wykrytych u chorego objawów można przedstawić w postaci logicznego rachunku zdań (twierdzeń) zapisanych za pomocą symboli. Jeżeli więc literą S oznaczymy pewien zbiór poszczególnych symptomów, to wtedy symbol S_1 może reprezentować zdanie proste: „Pacjent ma symptom S_1 ” lub zdanie: „Pacjent ma symptom 1” czy też zdanie skrócone: „Symptom 1”, jeżeli w tym ostatnim wypadku domyślamy się zdania „Pacjent ma symptom 1”. Podobnie symbol S_2 może oznaczać zdanie: „Pacjent ma symptom 2” itp.⁽²⁾. Jeżeli literą M (morbus = choroba) oznaczymy pewien zbiór chorób, to wówczas symbol M_1 może przedstawiać zdanie: „Pacjent ma chorobę 1”, a symbol M_2 może oznaczać zdanie: „Pacjent ma chorobę 2” itp.⁽³⁾.

Ze zdań prostych $S_1, S_2, \dots, S_k, M_1, M_2, \dots, M_i$ można tworzyć — posługując się spójnikami (funktorami zdaniotwórczymi) — dowolnie złożone zdania, które są potrzebne dla wyrażenia wnioskowania lekarskiego.

Dla przykładu weźmy symbol S_1 reprezentujący zdanie: „Pacjent ma symptom 1” i symbol S_2 reprezentujący zdanie: „Pacjent ma symptom 2”. Przeczenie pierwszego zdania czyli zdanie: „Pacjent nie ma symptomu 1” jest reprezentowane wówczas przez \bar{S}_1 a przeczenie drugiego zdania czyli zdanie: „Pacjent nie ma symptomu 2” jest reprezentowane wówczas przez \bar{S}_2 , gdzie pozioma kreska nad S_1 lub S_2 oznacza negację. Kombinacja symboli $S_1 \cdot S_2$ przedstawia zdanie złożone: „Pacjent ma zarówno symptom 1 jak i symptom 2”, gdzie kropka (odpowiadająca logicznemu mnożeniu) reprezentuje w potocznym języku „i”. Kombinacja symboli $S_1 + S_2$ przedstawia twierdzenie złożone: „Pacjent ma symptom 1 lub symptom 2 lub oba”, gdzie znak „+” (odpowiadający logicznej sumie) oznacza w potocznym języku „lub”. Kombinacja symboli $S_1 \rightarrow S_2$ przedstawia twierdzenie: „Jeżeli pacjent ma symptom 1 to z tego wynika, że ma on symptom 2”, gdzie „ \rightarrow ” jest znakiem implikacji (wynikania). Z większej ilości zdań prostych można

⁽²⁾ Cyfry arabskie należy tutaj uważać za kryptonimy konkretnych symptomów, jak np. gorączka, kaszel, białko w moczu itp.

⁽³⁾ Cyfry arabskie należy tutaj uważać za kryptonimy konkretnych chorób, jak np. zawał serca, zapalenie płuc, błonica itp.

tworzyć zdania bardziej złożone: biorąc k zdań ze zbioru S otrzymamy zdania rodzaju $P(S_1, S_2, \dots, S_k)$; podobnie biorąc i zdań ze zbioru M otrzymamy zdania rodzaju $D(M_1, M_2, \dots, M_i)$.

Zatem wiedzę lekarską, która określa zależności między chorobami a symptomami, można opisać zdaniami rodzaju $L(M_1, M_2, \dots, M_i, S_1, S_2, \dots, S_k)$, które wyrażają wszystkie uznane kombinacje symptomochorobowe pewnego zbioru symptomów i pewnego zbioru chorób. Zbiory symptomów i zbiory chorób są zwykle różne dla poszczególnych specjalności lekarskich (okulistyka, ginekologia, hematologia itp.).

Także szczególny zespół symptomów, który występuje u danego pacjenta można przedstawić zdaniami rodzaju $P(S_1, S_2, \dots, S_k)$. Wówczas sama diagnoza sprowadza się do określenia zdań rodzaju $D(M_1, M_2, \dots, M_i)$, które otrzymujemy na drodze wnioskowania według schematu (algorytmu):

$$L(M_1, M_2, \dots, M_i, S_1, S_2, \dots, S_k) \rightarrow \\ \rightarrow [P(S_1, S_2, \dots, S_k) \rightarrow D(M_1, M_2, \dots, M_i)].$$

Ponieważ symbole S_1, S_2, \dots, S_k oraz M_1, M_2, \dots, M_i zawierają implicite zmienną nazwową, mianowicie nazwisko pacjenta, można je uważać za proste funkcje zdaniowe. Wówczas wyrażenia rodzaju L, P, D można traktować jako funkcje zdaniowe złożone.

Logikę lekarskiego wnioskowania można więc wyrazić zdaniami (lub funkcjami zdaniowymi) złożonymi, które reprezentują różne kombinacje symptomów i chorób. Na przykład zdanie (lub funkcja zdaniowa):

$$S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \cdot (S_4 + S_5) \cdot \bar{S}_6 \rightarrow M_1 \cdot \bar{M}_2$$

oznacza, że jeżeli u pacjenta rozpoznano symptomy 1, 2, 3 i 4 lub 5 lub oba i nie wykryto symptomu 6, to należy przypuszczać, że występuje u niego choroba 1 i nie występuje choroba 2.

Stosowanie algorytmu ustalania diagnozy. Technikę posługiwania się wyprowadzonym wyżej algorytmem ustalania diagnozy objaśnimy na najprostszym przypadku dwóch chorób M_1 i M_2 i dwóch symptomów S_1 i S_2 .

W tym celu należy znać funkcje zdaniowe L określające zależności między M_1, M_2, S_1 i S_2 . Załóżmy, że te zależności (zawarte zwykle w podręcznikach diagnostyki lub patologii lekarskiej) są następujące:

Jeżeli pacjent ma chorobę 1,
to musi on mieć symptom 2

$$M_1 \rightarrow S_2$$

Jeżeli pacjent ma chorobę 2
i nie ma choroby 1,
to wówczas musi on mieć symptom 1

$$\bar{M}_1 \cdot M_2 \rightarrow S_1$$

Jeżeli pacjent ma chorobę 1

i nie ma choroby 2,

$$M_1 \cdot \bar{M}_2 \rightarrow \bar{S}_1$$

to wówczas nie może on mieć symptomu 1

Jeżeli pacjent ma jeden z dwóch lub oba symptomy,

to wówczas musi on mieć jedną z dwóch

$$S_1 + S_2 \rightarrow M_1 + M_2$$

lub obie choroby

Zatem w skład funkcji L wchodzi następujące wyrażenia:

$$L = (M_1 \rightarrow S_2) \cdot (\bar{M}_1 \cdot M_2 \rightarrow S_1) \cdot (M_1 \cdot \bar{M}_2 \rightarrow \bar{S}_1) \cdot (S_1 + S_2 \rightarrow M_1 + M_2).$$

Funkcję P będzie stanowić pewna kombinacja symptomów u danego pacjenta; jeżeli np. ma on symptom 1 i nie ma symptomu 2, to wówczas mamy:

$$P = S_1 \cdot \bar{S}_2.$$

(Należy wymieniać zarówno te symptomy, które pacjent ma jak i te których pacjent nie ma; nie wymienia się symptomów tylko wówczas, gdy nie można ich ustalić, np. wskutek niewykonania badania lub trudności w interpretacji tych badań.)

Znając funkcje L i P można znaleźć funkcję D . Ponieważ funkcja L w naszym przypadku wyraża wiedzę lekarską dotyczącą zależności między M_1 , M_2 , S_1 i S_2 a pacjent wykazuje symptomy według funkcji $P = S_1 \cdot \bar{S}_2$, to wówczas dla funkcji D znajdujemy

$$D = \bar{M}_1 \cdot M_2.$$

Spróbujemy teraz przedstawić sposób znajdowania (wartościowania) funkcji D (w powyższym przypadku) za pomocą tablic. W tym celu musimy utworzyć macierz (matrycę logiczną), w której zawarte są wszystkie wyobrażalne kombinacje symptomów i chorób branych pod uwagę. Macierze takie można otrzymać przez rozwinięcie iloczynu alternatyw (używając na ich określenie symboli 0 lub I) dla zdań M_1, M_2, \dots, M_i i także rozwinięcie dla zdań S_1, S_2, \dots, S_k . Zatem dla chorób 1 i 2 otrzymamy macierz przedstawioną na rysunku 1. Obecność choroby oznaczamy przez I a brak choroby przez 0. Każda kolumna μ_x reprezen-

Choroby	Kombinacje chorób			
	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4
M_1	0	I	0	I
M_2	0	0	I	I

Rys. 1. Macierz dla M_1 i M_2

tuje kombinację chorób, a więc μ_2 reprezentuje $M_1 \cdot \bar{M}_2$, μ_3 reprezentuje $\bar{M}_1 \cdot M_2$ itd.

Kolumny te przedstawiają wyczerpującą listę wszystkich wyobrażalnych kombinacji chorób. Kombinacje te wykluczają się nawzajem, tzn. że dla danego pacjenta można dobrać (przyporządkować) w określonym czasie tylko jedną z tych kombinacji.

Podobnie możemy utworzyć macierz dla dwóch symptomów, jak to widać na rysunku 2, gdzie kolumny oznaczone σ_y reprezentują wszystkie wyobrażalne kombinacje symptomów.

Symptomy	Kombinacje symptomów			
	σ_1	σ_2	σ_3	σ_4
S_1	0	I	0	I
S_2	0	0	I	I

Rys. 2. Macierz dla S_1 i S_2

Jeżeli teraz chcemy znaleźć powiązania między kombinacjami symptomów a kombinacjami chorób, to należy utworzyć iloczyn logiczny obu poprzednich macierzy, który będzie stanowić nową macierz na podstawie której można wyznaczyć funkcje D (rys. 3).

		Kombinacje symptomochorobowe															
		$\sigma_1\mu_1$	$\sigma_1\mu_2$	$\sigma_1\mu_3$	$\sigma_1\mu_4$	$\sigma_2\mu_1$	$\sigma_2\mu_2$	$\sigma_2\mu_3$	$\sigma_2\mu_4$	$\sigma_3\mu_1$	$\sigma_3\mu_2$	$\sigma_3\mu_3$	$\sigma_3\mu_4$	$\sigma_4\mu_1$	$\sigma_4\mu_2$	$\sigma_4\mu_3$	$\sigma_4\mu_4$
Symptomy	S_1	0	0	0	0	I	I	I	I	0	0	0	0	I	I	I	I
	S_2	0	0	0	0	0	0	0	0	I	I	I	I	I	I	I	I
Choroby	M_1	0	I	0	I	0	I	0	I	0	0	0	I	0	I	0	I
	M_2	0	0	I	I	0	0	I	I	0	I	I	I	0	0	I	I

Rys. 3. Macierz dla S_1 , S_2 , M_1 i M_2

Każda kolumna tak utworzonej macierzy przedstawia wówczas iloczyn logiczny $\sigma_y \cdot \mu_x$. I tak np. kolumna $\sigma_2\mu_3$ reprezentuje wyobrażalny stan pacjenta mającego symptom S_1 lecz nie S_2 i w tym samym czasie M_2 lecz nie M_1 . Można ten stan wyrazić zdaniem: $S_1 \cdot \bar{S}_2 \cdot \bar{M}_1 \cdot M_2$. Podobnie kolumna $\sigma_3\mu_4$ przedstawia przypadek $\bar{S}_1 \cdot S_2 \cdot M_1 \cdot M_2$. Szesnaście kolumn jakie są na rysunku 3 przedstawia zatem wszystkie możliwe kompleksy symptomochorobowe, które mogą być utworzone z dwóch symptomów i z dwóch chorób. Jeżeli będziemy brać pod uwagę p symptomów i q chorób, wówczas macierz będzie miała 2^{p+q} możliwych kolumn przedstawiających wszystkie możliwe kombinacje symptomów i kombi-

nacje chorób. W naszym przykładzie $p = 2$, $q = 2$ i stąd mamy $2^{2+2} = 16$ kolumn.

Należy zauważyć, że chociaż macierz mieści wszystkie wyobrażalne kompleksy symptomo-chorobowe, to niektóre z nich nie są możliwe według wiedzy lekarskiej. Dlatego funkcja L (która zawiera informacje o zależnościach pomiędzy chorobami a symptomami) ma za zadanie wyeliminować z macierzy niektóre wyobrażalne kompleksy symptomo-chorobowe, których nie uznaje wiedza lekarska. Wynika z tego, że dla celów praktyki lekarskiej wystarczy posługiwać się częścią (pełnej) macierzy, która będzie zawierała tylko te kombinacje symptomo-chorobowe, które są aktualnie uznawane przez wiedzę lekarską. Warto jednak pamiętać, że wiedza lekarska zmienia się w czasie wskutek rozwoju metod badawczych, zmiany warunków geograficznych, ekologicznych itp. i dzisiaj uznawane kombinacje symptomo-chorobowe mogą jutro ulec zakwestionowaniu. W tym kontekście mają niejakie znaczenie także pełne macierze, które obejmują a priori każdy potencjonalnie możliwy stan wiedzy lekarskiej.

Spróbujemy teraz otrzymać taką użyteczną dla lekarza część macierzy w omawianym powyżej przykładzie. W tym celu musimy przeprowadzić redukcję macierzy pełnej korzystając z funkcji L . Pierwszym wyrażeniem tej funkcji jest $M_1 \rightarrow S_2$, które oznacza, że jeżeli pacjent ma chorobę 1, to wówczas musi on mieć symptom 2 a wobec tego kolumny $\sigma_1\mu_2$, $\sigma_2\mu_2$, $\sigma_1\mu_4$, $\sigma_2\mu_4$ nie mogą występować, ponieważ każda z nich reprezentuje przypadek w którym u pacjenta występuje choroba 1 a nie ma symptomu 2. Ponieważ funkcja L zawiera także wyrażenie $\bar{M}_1 \cdot M_2 \rightarrow S_1$ wobec tego nie mogą występować kolumny $\sigma_1\mu_3$, $\sigma_3\mu_3$. Dalsze wyrażenie $M_1 \cdot \bar{M}_2 \rightarrow \bar{S}_1$ pozwala wyłączyć kolumnę $\sigma_4\mu_2$. Wreszcie ostatecznie wyrażenie tej funkcji $S_1 + S_2 \rightarrow M_1 + M_2$ wyłącza kolumny $\sigma_2\mu_1$, $\sigma_3\mu_1$ i $\sigma_4\mu_1$. Także kolumnę $\sigma_1\mu_1$ można pominąć, ponieważ nie ma ona żadnego sensu w diagnostyce.

W ten sposób otrzymujemy zredukowaną macierz, która zawiera tylko prawdziwe informacje dla funkcji L (rys. 4).

Teraz można już wyznaczyć kombinacje chorób jeżeli znamy szczególną kombinację symptomów u danego pacjenta. Dla przykładu niechaj pacjent stanowi przypadek w którym występuje objaw 1 i nie występuje objaw 2, to znaczy że $P = S_1 \cdot \bar{S}_2$. Jediną kolumną w naszej zredukowanej macierzy (rys. 4), która zawiera tę kombinację symptomów jest kolumna Nr 1. Przeto diagnoza jest dana wyrażeniem $D = \bar{M}_1 \cdot M_2$, czyli że pacjent ma chorobę 2 i nie ma choroby 1. Kolumna Nr 1 zawiera więc jedyny kompleks symptomo-chorobowy, który może wystąpić według wiedzy lekarskiej wyrażonej funkcją L .

Drugi przykład niech stanowi pacjent u którego występuje symptom 2 i nie występuje symptom 1, to znaczy że $P = \bar{S}_1 \cdot S_2$. Wówczas

Kolumny Nr		Kombinacje sympotomo-chorobowe				
		1	2	3	4	5
Symptomy	S_1	I	0	0	I	I
	S_2	0	I	I	I	I
Choroby	M_1	0	I	I	0	I
	M_2	I	0	I	I	I

Rys 4. Zredukowana macierz, która zawiera kombinacje sympotomo-chorobowe możliwe według wiedzy lekarskiej

należy wziąć pod uwagę zarówno kolumnę Nr 2 jak i kolumnę Nr 3, ponieważ w obu występuje kombinacja symptomów $\bar{S}_1 \cdot S_2$. W tym przypadku są możliwe dwie kombinacje chorób i funkcję D należy wyrazić $D = M_1 \cdot \bar{M}_2 + M_1 \cdot M_2$, co odczytujemy: pacjent z pewnością ma chorobę 1 lecz nie wiadomo czy ma chorobę 2 czy jej nie ma. Oznacza to, że wzięte pod uwagę symptomy są w tym przypadku niewystarczające dla rozróżnienia pomiędzy M_1 , M_2 i kombinacją złożoną z M_1 i M_2 i dlatego należy przeprowadzić dodatkowe badania (pozwalające uwzględnić inne symptomy) albo też uznać niedoskonałość wiedzy lekarskiej w tych warunkach.

Powyżej przedstawiono elementarną technikę znajdowania (wartościowania) funkcji D na prostym przykładzie. W praktyce lekarskiej występuje jednak bardzo dużo symptomów i bardzo dużo przyporządkowanych im chorób, dlatego do znalezienia funkcji D konieczne jest wówczas użycie specjalnych kartotek lub elektronicznych maszyn liczących. Należy jednak zauważyć, że związki jakie zachodzą między kombinacjami symptomów a kombinacjami chorób nigdy nie są absolutnie pewne ale tylko więcej lub mniej prawdopodobne i wobec tego poszczególne kombinacje sympotomo-chorobowe różnią się między sobą częstością (prawdopodobieństwem) występowania. Załóżmy, że w naszym przykładzie prawdopodobieństwa występowania poszczególnych kolumn wynoszą: kolumny Nr 1 — 20 %; kolumny Nr 2 — 40 %; kolumny Nr 3 — 10 %; kolumny Nr 4 — 20 %; kolumny Nr 5 — 10 %. Mając teraz dane symptomy pacjenta (np. $\bar{S}_1 \cdot S_2$) można oszacować prawdopodobieństwa możliwych kombinacji sympotomo-chorobowych (kolumna Nr 2 — 40 %, kolumna Nr 3 — 10 %). Opisana powyżej logiczno-statystyczna procedura (algorytm) ustalania diagnozy być może nie zastąpi wnikliwego i doświadczonego lekarza ale na pewno bardzo mu ułatwi wybranie właściwej kombinacji sympotomo-chorobowej.

И. ВАРТАК (Варшава)

**ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛОГИКИ
(ИСЧИСЛЕНИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЙ)
ПРИ ПОСТАНОВКЕ ВРАЧЕБНОГО ДИАГНОЗА**

РЕЗЮМЕ

В статье рассматривается возможность применения математической логики во врачебной диагностике. С её помощью можно строить матрицы для симптомов и болезней, а также для симптомо-болезненных комплексов. Матрица для симптомов содержит все воображаемые комбинации принимаемых во внимание симптомов; аналогично матрица для болезней содержит все воображаемые комбинации принимаемых во внимание болезней. Логическое произведение этих матриц дает матрицу содержащую все воображаемые симптомо-болезненные комбинации (комплексы) принимаемого во внимание множества симптомов и множества болезней. Задачей врачебного знания является сведение всех воображаемых симптомо-болезненных комплексов к тем, которые возможны по утверждениям, содержащимся в этой науке. Таким образом, окончательный врачебный диагноз заключается в получении состава возможных комбинаций болезней (диагнозов), которые можно связать с комбинацией симптомов обнаруженных у больного. Более формально эти действия можно представить следующим образом: если M_1, M_2, \dots, M_i изображают болезни, принимаемые во внимание, а S_1, S_2, \dots, S_k изображают симптомы, принимаемые во внимание, то зависимости между болезнями и симптомами (о которых идет речь во врачебном деле) можно выразить предложениями (или функциями) вида

$$L = L(M_1, M_2, \dots, M_i; S_1, S_2, \dots, S_k).$$

Аналогично частную комбинацию симптомов, выступающую у больного можно выразить предложениями (или функциями) вида

$$P = P(S_1, S_2, \dots, S_k).$$

Тогда логический аспект врачебного диагноза сводится к определению предложений (или функций)

$$D = D(M_1, M_2, \dots, M_i).$$

J. WARTAK (Warszawa)

**APPLICATION OF MATHEMATICAL LOGIC (PROPOSITIONAL CALCULUS)
TO MEDICAL DIAGNOSIS**

SUMMARY

The paper presents the possibility of application of mathematical logic to medical diagnosis. It allows us to construct the matrices for symptoms and illnesses and for the symptom-illness complexes. The matrix for symptoms contains all conceivable combinations of symptoms considered; similarly, the matrix for illnesses contains all conceivable combinations of illnesses to be considered. The logical prod-

uct of these matrices gives a matrix containing all conceivable symptom-illness combinations. The task of medical knowledge is to reduce the class of all conceivable symptom-illness complexes to those which are possible according to the principles of medicine. Thus the final medical diagnosis would consist of giving the list of all combinations of illnesses (diagnoses) which are consistent with a given combination of symptoms found in a given patient. More formally, it can be presented as follows: if M_1, \dots, M_i are the considered illnesses, and S_1, \dots, S_k are the considered symptoms, then the relation between illnesses and symptoms (treated by medical knowledge) can be expressed in the form of propositions (or functions)

$$L = L(M_1, \dots, M_i, S_1, \dots, S_k).$$

Similarly, the particular combination of symptoms appearing in a given patient can be expressed by proposition (or function) of the form

$$P = P(S_1, \dots, S_k).$$

Thus, the logical aspect of the medical diagnosis can be reduced to the determining of propositions (or functions)

$$D = D(M_1, \dots, M_i).$$
