

## Wielokryterialne mechanizmy wspomaganie podejmowania decyzji medycznych w modelu repozytorium w oparciu o wzorce

A. AMELJAŃCZYK

e-mail: aameljanczyk@wat.edu.pl

Instytut Systemów Informatycznych  
Wydział Cybernetyki WAT  
ul. S. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa

---

W pracy przedstawiono możliwość zastosowania mechanizmów wnioskowania diagnostycznego wykorzystujących wzorce zdefiniowane w wielokryterialnej przestrzeni danych medycznych pacjenta. Mechanizmy takie mogą być zastosowane w procedurach wspomaganie rozstrzygnięć medycznych w węzłach decyzyjnych ścieżek klinicznych na etapie wstępnego diagnozowania. Istotą przedstawionej koncepcji jest wyznaczenie zbioru diagnoz, które są najbardziej prawdopodobne przy stwierdzonych symptomach chorobowych i czynnikach ryzyka, oraz jego rankingu.

---

**Słowa kluczowe:** komputerowy system wspomaganie decyzji medycznych, ścieżka kliniczna, wzorzec medyczny, optymalizacja wielokryterialna, zbiór Pareto

### 1. Wprowadzenie

Praca jest kontynuacją rozważań przedstawionych w [4, 5, 7] w aspekcie wykorzystania metodyki optymalizacji wielokryterialnej do konstruowania mechanizmów wnioskowania w obszarze tzw. węzłów decyzyjnych ścieżek klinicznych [2, 13]. W zależności od spełnienia warunków zdefiniowanych w dowolnym węźle decyzyjnym ścieżki klinicznej dalszy jej przebieg jest „wysterowany” do realizacji w odpowiedniej gałęzi.

Mechanizm sterowania może być realizowany bezpośrednio przez personel medyczny lub też z uwzględnieniem wspomaganie komputerowego. Proces ten odbywa się w oparciu o oprogramowane algorytmy wnioskowania diagnostycznego. Podstawą konstrukcji takich algorytmów są modele stanu zdrowia pacjenta oraz modele (wzorce) jednostek chorobowych. Wynikiem realizacji algorytmu jest sugestia (propozycja) kolejnych działań diagnostycznych w ramach realizowanej ścieżki klinicznej. Ogólna idea mechanizmu wspomaganie, w zależności od przyjętej koncepcji modelowania (np. sieci bayesowskie [16, 26], zbiory rozmyte [1, 29, 32], zbiory przybliżone [12, 20], modele pajęczynowe [8], czy też koncepcje wzorców [5]), polega na wyłonieniu listy najbardziej prawdopodobnych diagnoz, a następnie wybraniu optymalnego zestawu dodatkowych

badań specjalistycznych pozwalających przybliżyć ostateczną diagnozę.

Iteracje tego typu są wykonywane najczęściej aż do momentu ustalenia diagnozy w postaci zbioru jednoelementowego.

Na szczególną uwagę w procesie diagnozowania zasługuje etap wstępnego kwalifikowania medycznego w oparciu o symptomy (objawy) choroby oraz analizę tzw. czynników ryzyka [2, 13]. Kolejne etapy diagnozowania odbywają się już głównie na podstawie wyników dodatkowych badań specjalistycznych.

### 2. Rozszerzony model opisowy jednostki chorobowej

Z każdą jednostką chorobową wiąże się zespół objawów, zbiór czynników ryzyka oraz zbiór „chorobowych” wartości parametrów medycznych możliwych do uzyskania w wyniku badań specjalistycznych.

Rozszerzony model jednostki chorobowej powinien zatem zawierać trzy segmenty:

- opis symptomów (objawów) typowych dla danej choroby [2, 10, 13, 28]
- opis czynników ryzyka związanych z chorobą [2, 14, 24]
- opis „chorobowych zakresów” wartości parametrów medycznych [10, 15, 28].

Formalnie, matematyczny model opisowy  $\mathcal{M}(m)$  jednostki chorobowej  $m \in M = \{1, \dots, M\}$  możemy przedstawić następująco [5, 6, 7]:

$$\mathcal{M}(m) = (S^m, R^m, P^m), \quad (2.1)$$

gdzie:

$S^m$  – zbiór numerów symptomów (objawów) choroby  $m \in M$ .

$$S^m = \{s_1^m, \dots, s_k^m, \dots, s_{K(m)}^m\} \subset S, m \in M \quad (2.2)$$

Zbiór  $S$  to zbiór numerów wszystkich symptomów jednostek chorobowych ujętych w repozytorium (oczywiście  $S \subset \mathcal{N}$ ).

$K(m)$  – liczba symptomów jednostki chorobowej  $m \in M$ .

$R^m$  – zbiór numerów czynników ryzyka choroby  $m \in M$ .

$$R^m = \{r_1^m, \dots, r_l^m, \dots, r_{L(m)}^m\} \subset R, m \in M \quad (2.3)$$

Zbiór  $R$  to zbiór numerów wszystkich czynników ryzyka jednostek chorobowych ujętych w repozytorium ( $R \subset \mathcal{N}$ ).

$L(m)$  – liczba czynników ryzyka jednostki chorobowej  $m \in M$ .

$P^m$  – zbiór numerów parametrów medycznych jednostki chorobowej  $m \in M$ .

$$P^m = \{p_1^m, \dots, p_n^m, \dots, p_{N(m)}^m\} \subset P, m \in M \quad (2.4)$$

Zbiór  $P$  to zbiór numerów wszystkich parametrów medycznych (których wartości mogą być mierzone w trakcie specjalistycznych badań medycznych) jednostek chorobowych ujętych w repozytorium ( $P \subset \mathcal{N}$ ).

$N(m)$  – liczba parametrów medycznych jednostki chorobowej  $m \in M$ .

W rozpoznaniu każdej takiej jednostki poszczególne symptomy chorobowe, czynniki ryzyka i wartości odpowiednich parametrów medycznych mają różne znaczenie (mają różny „ciężar gatunkowy”) [10, 14, 24, 28].

Niech zatem liczby (określane przez ekspertów):

$$\begin{aligned} \alpha(s_k^m) &\in [0,1], \quad s_k^m \in S^m \\ \beta(r_l^m) &\in [0,1], \quad r_l^m \in R^m \\ \gamma(p_n^m) &\in [0,1], \quad p_n^m \in P^m \end{aligned}$$

oznaczają „stopień ważności” poszczególnych parametrów z obszaru symptomów, czynników ryzyka i badań dodatkowych w diagnozowaniu jednostki chorobowej nr  $m \in M$ .

### 3. Mechanizm wstępnego rozpoznawania choroby

Zazwyczaj w wyniku pierwszej wizyty u lekarza zostają stwierdzone symptomy (objawy) choroby, jak też występowanie możliwych czynników ryzyka choroby [2].

Przykładami symptomów chorobowych mogą być np. powiększenie węzłów chłonnych, zmiany skórne, gorączka, utrata apetytu, biegunka, nocne poty, spadek masy ciała, zawroty głowy, bóle głowy, bolesność uciskowa brzucha, krwawienie, itp. [13, 14, 24].

Czynniki ryzyka to przykładowo: podeszły wiek, palenie tytoniu, brak aktywności fizycznej, permanentny stres, nadwaga, nadużywanie alkoholu, obciążenia rodzinne daną chorobą, tłusta dieta, siedzący tryb życia, otyłość brzuszna, cukrzyca typu 2, skłonność do depresji, itp. [2, 24, 28].

Załóżmy, że w wyniku wstępnego etapu rozpoznania stwierdzono u pacjenta  $x \in X$  występowanie zbioru  $S_o(x) \subset S$  symptomów chorobowych oraz zbiór czynników ryzyka  $R_o(x) \subset R$ .

$$\begin{aligned} S_o(x) &= \{s \in S \mid w(x,s) > 0\} \\ R_o(x) &= \{r \in R \mid w(x,r) > 0\} \end{aligned} \quad (3.1)$$

przy czym  $w(x,s)$  – stopień „nasilenia się występowania” symptomu  $s \in S$  (ustalony przez lekarza w skali [0,1] w czasie pierwszej wizyty) oraz podobnie  $w(x,r)$  – stopień „nasilenia się występowania” czynnika ryzyka nr  $r$  u badanego pacjenta (również w skali [0,1]). Zbiór  $\mathcal{M}_o(S)$  chorób sugerowanych zestawem występujących symptomów określimy następująco:

$$\mathcal{M}_o(S) = \{m \in M \mid S_o(x) \cap S^m \neq \emptyset\}. \quad (3.2)$$

Podobnie zbiór  $\mathcal{M}_o(R)$  chorób związanych z występującymi czynnikami ryzyka określimy następująco:

$$\mathcal{M}_o(R) = \{m \in M \mid R_o(x) \cap R^m \neq \emptyset\}.$$

Kolejnym krokiem będzie ustalenie łącznego zbioru możliwych chorób wstępnego rozpoznania. Wstępnym oszacowaniem może być zbiór

$$\mathcal{M}_o = \mathcal{M}_o(S) \cup \mathcal{M}_o(R) \quad (3.3)$$

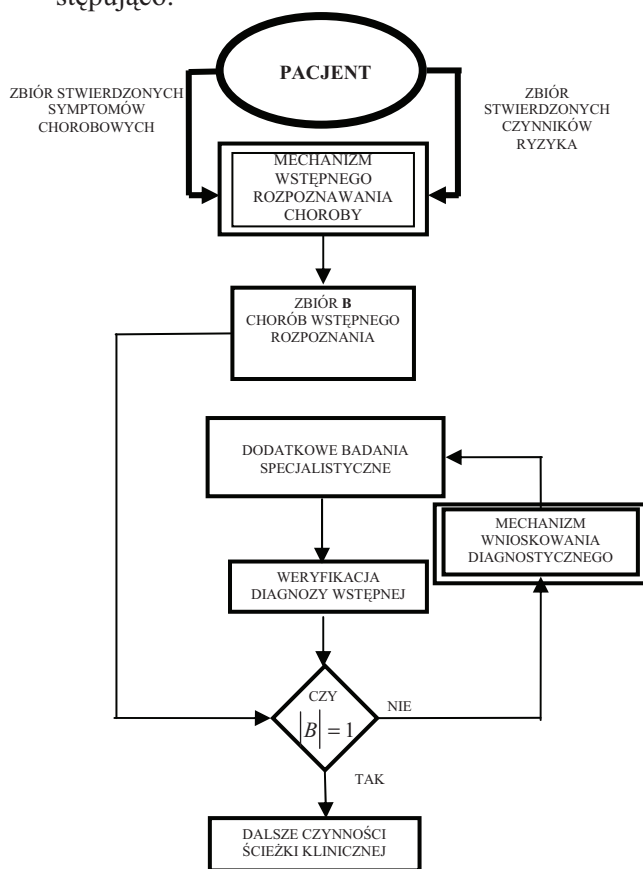
lub bardziej radykalnie:

$$\mathcal{M}_o = \mathcal{M}_o(S) \cap \mathcal{M}_o(R). \quad (3.4)$$

Takie podejście w ustalaniu wstępnego rozpoznania jest jednak ryzykowne ze względu na możliwość występowania czynników ryzyka

lub symptomów jednocześnie kilku chorób oraz trudność precyzyjnego ich określenia.

Ogólny schemat procesu diagnozowania medycznego (bez zbędnych szczegółów) w dużym przybliżeniu można przedstawić następująco:



Rys. 1. Schemat procesu diagnozowania

Bardziej wiarygodną regułą wnioskowania jest postępowanie polegające na analizie wielokryterialnej, bazującej na ustalaniu rankingów możliwych chorób wynikających ze stwierdzonych symptomów chorobowych oraz czynników ryzyka. Kolejnym krokiem jest połączenie wyników obu rankingów w postaci zadania optymalizacji dwukryterialnej.

#### 4. Wielokryterialne mechanizmy wyznaczania zbioru chorób wstępnego rozpoznania

Dysponując danymi pacjenta  $x \in X$  odnośnie występowania symptomów chorobowych oraz czynników ryzyka w postaci liczb  $w(x,s)$ ,  $s \in S_o(x)$  oraz  $w(x,r)$ ,  $r \in R_o(x)$  możemy określić „odległość stanu zdrowia pacjenta” od wzorców potencjalnych chorób zawartych w zbiorach  $\mathcal{M}_o(S)$  i  $\mathcal{M}_o(R)$ . Możemy tego dokonać w następujący sposób.

Model aktualnego stanu zdrowia pacjenta  $x \in X$ , zdefiniowany na podstawie występujących symptomów chorobowych i czynników ryzyka, przyjmie postać pary:

$$f(x) = (f_s(x), f_r(x)), \quad x \in X, \quad (4.1)$$

gdzie:

$$f_s(x) = (w(x,s); s \in S_o(x)),$$

$$f_r(x) = (w(x,r); r \in R_o(x)),$$

symbolami  $s^*(m)$  i  $r^*(m)$  oznaczymy wzorce choroby nr  $m$  odpowiednio w aspekcie symptomów i czynników ryzyka [5, 14].

Symbolem  $d_1(f_s(x), s^*(m))$ ,  $m \in M$  oznaczymy odległość stanu zdrowia pacjenta  $x$  (wynikającego z występujących symptomów) od wzorca choroby  $m \in M$ , zdefiniowanego na podstawie symptomów chorobowych, i analogicznie oznaczymy symbolem  $d_2(f_r(x), r^*(m))$ ,  $m \in M$  odległość stanu zdrowia pacjenta  $x$  (wynikającego z występujących czynników ryzyka) od wzorca choroby  $m \in M$ , zdefiniowanego na podstawie czynników ryzyka.

Zbiór  $\mathcal{M}(S_o(x))$  „najbardziej prawdopodobnych” chorób ze względu na symptomy chorobowe wyznaczmy następująco:

$$\begin{aligned} \mathcal{M}(S_o(x)) &= \left\{ m^* \in \mathcal{M}_o \mid d_1(f_s(x), s^*(m^*)) = \right. \\ &= \left. \min_{m \in \mathcal{M}_o} d_1(f_s(x), s^*(m)) \right\}. \end{aligned} \quad (4.2)$$

Z kolei zbiór  $\mathcal{M}(R_o(x))$  „najbardziej prawdopodobnych” chorób ze względu na występujące czynniki ryzyka wyznaczmy następująco:

$$\begin{aligned} \mathcal{M}(R_o(x)) &= \left\{ m^* \in \mathcal{M}_o \mid d_2(f_r(x), r^*(m^*)) = \right. \\ &= \left. \min_{m \in \mathcal{M}_o} d_2(f_r(x), r^*(m)) \right\}. \end{aligned} \quad (4.3)$$

Część wspólna tych zbiorów

$\mathcal{M} = \mathcal{M}(S_o(x)) \cap \mathcal{M}(R_o(x))$  najczęściej jest jednak zbiorem pustym [3].

Interesującą propozycję w zakresie wyznaczenia zbioru chorób, najbardziej prawdopodobnych jednocześnie z punktu widzenia zbioru występujących symptomów oraz czynników ryzyka, oferuje teoria optymalizacji wielokryterialnej [3, 31]. Ustalając odpowiedni model „preferencji

diagnostycznych”  $\bar{R}$ , możemy zadanie takie zdefiniować w postaci

$$(\mathcal{M}_o, d(m), \bar{R}), \quad (4.4)$$

gdzie:

$$d(m) = (d_1(m), d_2(m)), \quad m \in \mathcal{M}, \quad (4.5)$$

zaś:

$$\begin{aligned} d_1(m) &= d_1(f_s(x), s^*(m)), \\ d_2(m) &= d_2(f_r(x), r^*(m)), \end{aligned} \quad (4.6)$$

$\bar{R}$  – model preferencji diagnostycznych [3].

W praktyce najczęściej brane są pod uwagę trzy następujące warianty preferencji:

- 1) symptomy chorobowe i czynniki ryzyka są tak samo ważne,
- 2) ważniejsze są symptomy choroby,
- 3) ważniejsze są czynniki ryzyka.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa diagnostycznego przypadek pierwszy jest do przyjęcia bez zastrzeżeń, gdyż w efekcie gwarantuje „szerszy” (bezpieczniejszy) zbiór wyników wstępnej diagnozy obejmujący dwa pozostałe przypadki [3, 31].

W przypadku dwóch kryteriów (4.5) i stosunkowo „małolicznego” zbioru  $\mathcal{M}_o$  zadanie powyższe bardzo łatwo rozwiązać graficznie. Ilustracją takiego przypadku jest rys. 2.

Obrazem [3] zbioru chorób  $\mathcal{M}_o$  w kontekście odległości od stanu zdrowia pacjenta jest zbiór  $Y$  (rys. 2):

$$Y = d(\mathcal{M}_o) = \{d(m) \in \mathcal{R}^2 \mid m \in \mathcal{M}_o\}. \quad (4.7)$$

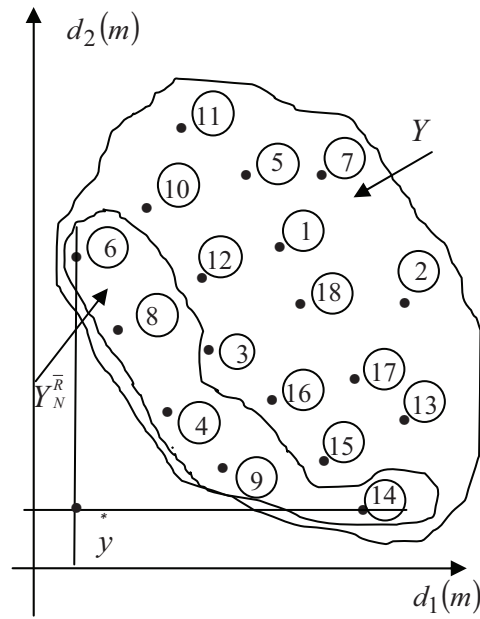
Rozwiązaniem zadania (4.4) będzie zatem tzw. zbiór Pareto [3, 31], czyli zbiór tych chorób ze zbioru wstępnego oszacowania  $\mathcal{M}_o$ , od których nie ma „bardziej prawdopodobnych”. Zbiór ten oznaczymy symbolem:

$$M_N^{\bar{R}} = \left\{ \begin{matrix} o \\ m \in \mathcal{M}_o \mid \text{nie istnieje } m \in \mathcal{M}_o - \{m\}, \\ \text{że } d(m) \leq d \left( \begin{matrix} o \\ m \end{matrix} \right) \end{matrix} \right\}. \quad (4.8)$$

Zbiór  $M_N^{\bar{R}}$  jest przeciwobrazem [3] zbioru Pareto  $Y_N^{\bar{R}}$ .

$$M_N^{\bar{R}} = d^{-1}(Y_N^{\bar{R}}) = \left\{ \begin{matrix} o \\ m \in \mathcal{M}_o \mid d \left( \begin{matrix} o \\ m \end{matrix} \right) \in Y_N^{\bar{R}} \end{matrix} \right\} \quad (4.9)$$

Ostatecznym czynnikiem rozstrzygającym może być w tej sytuacji tzw. „rozwiązanie kompromisowe” [31], które prowadzi najczęściej do rozwiązania jednoznacznego.



Rys. 2. Wyznaczanie zbioru  $M_N^{\bar{R}}$  chorób, od których nie ma bardziej prawdopodobnych

W powyższym przykładzie wstępnym oszacowaniem zbioru możliwych chorób (zgodnie z zależnością (3.3)) jest zbiór  $\mathcal{M}_o = \{1, \dots, 18\}$ . Zbiór  $M_N^{\bar{R}}$  stanowią jednostki chorobowe o numerach 4, 6, 8, 9, 14 (przeciwobraz zbioru  $Y_N^{\bar{R}}$ ). U pacjenta występuje zatem „podejrzanie wystąpienia” chorób o numerach  $m \in M_N^{\bar{R}}$ . Obliczając odległość obrazów tych chorób od obrazu  $y^*$  „utopijnej” (wirtualnej), „najbardziej prawdopodobnej” (ze względu na stwierdzone symptomy i czynniki ryzyka) choroby, możemy utworzyć ranking chorób do dalszych działań diagnostycznych.

Współrzędne choroby utopijnej  $y^* = (y_1^*, y_2^*)$

wyznaczymy następująco:

$$y_1^* = \min_{m \in \mathcal{M}_o} d_1(m), \quad y_2^* = \min_{m \in \mathcal{M}_o} d_2(m). \quad (4.10)$$

Najbliższą „najbardziej prawdopodobnej chorobie”, wynikającą ze stwierdzonych symptomów i czynników ryzyka, jest jednostka chorobowa nr 4. Praktycznie jednak do ostatecznej decyzji lekarza powinien być przedstawiony „cały zbiór” Pareto oraz ranking jego elementów.

Etap wstępnego diagnozowania [2, 15] jest szczególnie ważny w procedurze rozpoznawania chorób. Trafne „wytypowanie” podzbioru chorób, będących potencjalnym zagrożeniem, ma bowiem decydujący wpływ na strategię dalszych badań specjalistycznych. Badania specjalistyczne, ich rodzaj i kolejność

przeprowadzenia decydują w głównym stopniu o kosztach i czasie badań, a w konsekwencji o koszcie, czasie i skuteczności leczenia pacjenta.

## 5. Podsumowanie

Przedstawioną w pracy procedurę postępowania można traktować jako wstępny proces diagnostyczny rozpoczynający każdą ścieżkę kliniczną. Prowadzi on do wygenerowania zbioru (stosunkowo mało licznego) tzw. chorób, od których nie ma bardziej prawdopodobnych. Kolejny etap procesu diagnozowania to wybór „optymalnego zestawu” dodatkowych badań ambulatoryjnych (klinicznych) pozwalający ostatecznie podjąć decyzję diagnostyczną, a następnie wybrać optymalną terapię.

Ważnym rozszerzeniem prezentowanego modelu byłoby uwzględnienie możliwości występowania u pacjenta kilku chorób jednocześnie (tzw. choroby współistniejące [13, 24]). Zbiór  $\mathcal{M}_o$  należałoby w tym przypadku zamienić na „rodzinę podzbiorów” zbioru  $\mathcal{M}_o$ .

$$\mathcal{M}_o \rightarrow 2^{\mathcal{M}_o}. \quad (5.1)$$

Elementy zbioru  $2^{\mathcal{M}_o}$  należałoby wówczas traktować jako „pojedyncze” jednostki chorobowe. Zadanie poszukiwania „optymalnej diagnozy wstępnej” (4.4) przyjęłoby postać

$$(2^{\mathcal{M}_o}, \bar{d}(W), \bar{R}), \quad (5.2)$$

gdzie funkcja  $\bar{d}(W)$  określałaby odległość stanu zdrowia pacjenta od wzorców poszczególnych możliwych podzbiorów  $W$  chorób współistniejących (w tym również podzbiorów jednoelementowych)

$$\bar{d}: 2^{\mathcal{M}_o} \rightarrow \mathcal{R}^2. \quad (5.3)$$

Liczby  $\bar{d}_1(W)$ ,  $\bar{d}_2(W)$  oznaczałyby odległość stanu zdrowia pacjenta od wzorca podzbioru  $W$  chorób współistniejących w aspekcie odpowiednio symptomów i czynników ryzyka ( $W \subset \mathcal{M}_o$ ).

Porównanie rozwiązań zadań (4.4) i (5.2) przyniosłoby prawdopodobnie odpowiedź na zasadnicze pytania: czy rodzina podzbiorów zbioru Pareto z zadania (4.4) to zbiór możliwych „zestawów chorób współistniejących” u badanego pacjenta; czy są one jednocześnie elementami zbioru Pareto w zadaniu (5.2); który „zestaw chorób współistniejących” jest najbardziej prawdopodobny oraz na wiele innych pytań z obszaru diagnozowania możliwości występowania chorób współistniejących.

Oddzielnym problemem procesu modelowania jest wybór postaci funkcji

odległości  $d_1$  i  $d_2$  oraz decyzja w zakresie przyjęcia odpowiedniego modelu preferencji  $\bar{R}$ . Konkretnie formuły matematyczne określające tzw. „funkcje odległości” wynikają z przyjętych koncepcji modelowania [8, 12, 16, 26]. Przykładowo, w modelach bazujących na teorii sieci bayesowskich [26] są to odpowiednie rozkłady prawdopodobieństw warunkowych. W modelach bazujących na teorii zbiorów rozmytych [22, 23] są to funkcje przynależności do zbioru diagnoz wstępnych, a w modelach opartych na wzorcach, odpowiednio zdefiniowane metryki w tzw. przestrzeni życia [5, 7, 24]. Modele preferencji diagnostycznych [3, 25] w szczególnych sytuacjach nie muszą bazować na relacjach typu Pareto czy też „leksykografia”. Mogą to być relacje typu model pesymisty (optymisty) lub też tzw. „relacje preferencji kolektywnych” w przypadku diagnozowania w formule „konsylium lekarskiego” [3, 25]. Cel niniejszej pracy to przedstawienie modelu wstępnego diagnozowania w taki sposób, aby możliwe było wykorzystanie w dalszych pracach bardzo bogatego i skutecznego zestawu możliwości, jakie oferuje teoria optymalizacji wielokryterialnej.

## 6. Bibliografia

- [1] M. Albin, *Fuzzy sets and their applications to medical diagnosis*, Berkeley, 1975.
- [2] M. Allan, *Crash Course – wywiad i badania przedmiotowe*, Elsevier Urban & Partner, Wrocław, 2005.
- [3] A. Ameljańczyk, *Optymalizacja wielokryterialna w problemach sterowania i zarządzania*, Ossolineum, 1984.
- [4] A. Ameljańczyk, *Analiza specyfiki Komputerowych Systemów Wspomagania Decyzji Medycznych w kontekście modelowania i algorytmizacji procesów decyzyjnych*, I Krajowa Konferencja „Systemy Komputerowe i Teleinformatyczne w Służbie Zdrowia”, Warszawa, 2009.
- [5] A. Ameljańczyk, *Matematyczny model przestrzeni życia w komputerowym systemie wspomagania decyzji medycznych*, I Krajowa Konferencja „Systemy Komputerowe i Teleinformatyczne w Służbie Zdrowia”, Warszawa 2009.
- [6] A. Ameljańczyk, *O pewnej koncepcji modelowania repozytorium medycznego*, POIG.01.03.01-00-145/08/2009, WAT, Warszawa, 2009.
- [7] A. Ameljańczyk, „Analiza wpływu przyjętej koncepcji modelowania systemu wspomagania decyzji medycznych na

- sposób generowania ścieżek klinicznych”, *Biuletyn ISI*, Nr 4/2009.
- [8] A. Ameljańczyk, „Matematyczne aspekty modelowania pajęczynowego obiektów”, *Biuletyn ISI*, Nr 4/2009.
- [9] ANSI HL7 , <http://www.hl7.org>.
- [10] H.L.C. Beynon i inni, *Interpretacja danych klinicznych w pytaniach i opisach przypadków*, Elsevier Urban & Partner, Wrocław, 2007.
- [11] J. Błaszczkowski, K. Krawiec, R. Słowiński, J. Stefanowski, Sz. Wilk, *Wspomaganie decyzji i komunikacji w systemach telemedycznych*, Poznań, 2006.
- [12] P. Długosz, *Koncepcja modułu wspomaganie decyzji klinicznych w modelu repozytorium z wykorzystaniem metod teorii zbiorów przybliżonych*, POIG.01.03.01-00-145/08/2009, WAT, Warszawa, 2009.
- [13] R. Douglas Collins, *Algorytmy interpretacji objawów klinicznych*, Medipage, Warszawa, 2010.
- [14] F. Kokot, *Diagnostyka różnicowa objawów chorobowych*, WL PZWL, Warszawa, 2007.
- [15] F. Kokot, S. Kokot, *Badania laboratoryjne – zakres norm i interpretacja*, WL PZWL, Warszawa, 2002.
- [16] J. Makal, „System ekspertowy do wspomaganie diagnozy łagodnego przerostu prostaty”, *Pomiary Automatyka i Robotyka*, 7-8, 2004.
- [17] *Medyczne Systemy Ekspertowe*, <http://WWW.computer.privatweb.at/judith/links3.htm>
- [18] A. Onisko i inni, *HEPAR I, HEPAR II – komputerowe systemy wspomaganie diagnozowania chorób wątroby*, XII Konferencja Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej, Warszawa, 2001.
- [19] Z. Pawlak, „Rough Sets”, *International Journal of Computer and Information Sciences*, vol. 11, 341-356 (1965).
- [20] Z. Pawlak, *Systemy informacyjne – podstawy teoretyczne*, WNT, Warszawa, 1983.
- [21] *Resultmaker*, „Workflow patterns of the Online Consultant”, ver. 1.1, Kopenhaga, 2006.
- [22] E. Sanchez, *Inverses of fuzzy relations. Application to possibility distributions and medical diagnosis*, Proc. IEEE Conf. Decision and Control, USA, 1977.
- [23] E. Sanchez, „Medical diagnosis and composite fuzzy relations”, *Advances in fuzzy sets theory and applications*, North-Holland, 1979.
- [24] W. Siegenthaler, *Rozpoznanie różnicowe w medycynie wewnętrznej*, Tom 1-2, Medipage, Warszawa, 2009.
- [25] P. Smets, „Medical diagnosis: Fuzzy sets and degrees of belief”, *Fuzzy sets and System*, vol. 5, 1981.
- [26] M. Strawa, *Koncepcja modułu wspomaganie podejmowania decyzji klinicznych w modelu repozytorium z wykorzystaniem metod sieci bayesowskich*, POIG.01.03.01-00-145/08/2009, WAT, Warszawa, 2009.
- [27] *Ścieżki kliniczne jako dynamiczne środowisko dostępu do informacji medycznej pacjenta*, wersja 0.8, Zintegrowany System Informacji Medycznej o Pacjencie, Bielsko-Biała, Kraków, 2008.
- [28] *The Merck Manual. Objawy kliniczne*, Elsevier Urban & Partner, Wrocław, 2010.
- [29] H. Wechsler, „Applications of fuzzy logic to medical diagnosis”, *Proc. Symp. on Multiple-Valued Logic*, Logan 1975.
- [30] *Workflow patterns of the Online Consultant*, version 1.1, 2006.
- [31] P.L. Yu, G. Leitmann, *Compromise solutions, domination structures and Salukwadze's solution*, JOTA, vol. 13, 1974.
- [32] L.A. Zadeh, „Fuzzy Sets”, *Information and Computation*, vol. 8, 338-353 (1965).

## Multiple criteria mechanisms supporting clinical decisions making in the model of the repository based on the patterns

A. AMELJAŃCZYK

In this paper opportunities of usage diagnostics conclusion mechanisms based on patterns defined in multi criteria patient's medical data space were introduced. Such mechanisms might be used in medical resolve's supporting procedures in decision nodes of clinical pathways. The essence of the presented concept is to determine the set of diagnoses of which there are no higher probable ones when observed disease symptoms and risk factors.

**Keywords:** clinical decision support system, clinical pathways, clinical patterns, multicriteria optimization, Pareto set