

# Propozycja systemu eksperckiego do interpretacji obrazów patologii przewodu pokarmowego

► Dariusz Gutek

Referat prezentuje propozycję realizacji systemu eksperckiego, który działając wraz z osobą przeprowadzającą badanie z użyciem endoskopu, wspomagałby ją w szybszym określaniu i klasyfikowaniu zaobserwowanych zmian chorobowych przewodu pokarmowego. Wraz z systemem zaprezentowany jest sposób realizacji integralnej bazy danych do przechowywania danych otrzymanych z badań w postaci plików graficznych i filmów.

Systemy eksperckie są wykorzystywane w niewielkim stopniu w medycynie już od początku lat 60. XX wieku. Należy jednak zauważyć, że część stworzonych systemów spełnia swoje zadanie do chwili obecnej, a część jest nadal w fazie testów i uzupełniania bazy wiedzy. Istnieją także systemy eksperckie, które po zaprojektowaniu i wdrożeniu wycofano ze szpitali po stwierdzeniu nieprawidłowości w ocenie stanu pacjenta. Przykładowym systemem, który został wycofany z jednego z londyńskich szpitali jest system ACORN wdrożony w 1987 r., a wycofany w 1990 r. System ten miał za zadanie oceniać stan pacjentów przyjmowanych na oddział kardiologii. Był systemem hybrydowym opartym na regułach logicznych i wnioskowaniu baesowskim, doradzającym w sprawach bólu klatki piersiowej na sali reanimacyjnej. W czasie jego pracy badania weryfikujące stwierdziły, że aż 38 % pacjentów z ostrą chorobą wieńcową wysłano by błędnie do domu, a średni czas przyjęcia na oddział wynosił 115 min. Po okresie próbnym udało się skrócić czas przyjęcia na oddział do 20 min.

Systemem, który można przytoczyć jako przykład systemu stosowanego do chwili obecnej, jest wprowadzony w 1992 r. w szpitalu St. James University Hospital, Leeds, Anglia, system POEMS – system wspomaganie decyzji leczenia pooperacyjnego. Opieka pooperacyjna wymaga dużego doświadczenia, dlatego stworzono system wspomagający decyzję na podstawie monitorowania symptomów i obserwacji oczekiwanych zmian. System ekspertowy POEMS (*Post-Operative Expert Medical System*) ma na celu doradzanie mniej doświadczonym pracownikom służby zdrowia. POEMS otrzymuje w interaktywny sposób dane o pacjentach zapisywane w bazach: historii choroby, historii operacji, badań i testów pooperacyjnych. Na podstawie tych danych POEMS opracowuje uporządkowaną listę bardzo prawdopo-

dobnych, prawdopodobnych, możliwych i nieprawdopodobnych diagnoz i może odpowiedzieć na pytania, dotyczące sposobu rozumowania prowadzącego do poszczególnych diagnoz, zaleceń terapeutycznych i działań potrzebnych do weryfikacji czy też odróżniania alternatywnych diagnoz. POEMS zawiera model zmian stanu pacjenta, pozwalając na bieżąco z obserwacjami korygować oczekiwania. POEMS ma wbudowany mechanizm uczenia się na podstawie oceny jego działania przez ekspertów.

Kolejnymi przykładami szpitalnych systemów eksperckich, które można jeszcze wymienić są:

- VIE-PNN (*Vienna Expert System for Parenteral Nutrition of Neonates*) – system ekspertowy do określenia składu pozajelitowego odżywiania noworodków na oddziałach intensywnej opieki. Wprowadzony w 1993 r., a stosowany w:
  - Neonatal Intensive Care Unit, Department of Pediatrics of the University of Vienna, Austria
  - Neonatal Care Unit, University of Graz Medical School, Austria
  - Pediatric Clinic Glanzing, Vienna, Austria.
- NeoGanesh – system ekspertowy do zarządzania systemem sztucznego oddychania dla oddziałów intensywnej opieki.
- VentEx – systemem ekspertowym do doradzania i monitorowania urządzeń wspomagających sztuczne oddychanie. Zastosowano w nim hybrydowe metody reprezentacji wiedzy oraz system akwizycji wiedzy specjalnie przystosowany do tego typu urządzeń. System sprawdzano na prawdziwych danych pacjentów, a jego ocena przez ekspertów pokazuje dużą zgodność jego rekomendacji z ich zaleceniami.
- SETH – system ekspercki dla toksykologii klinicznej, działający od 1992 r. Zadaniem SETH-a jest doradzanie i monitorowanie pacjentów po zatruciu. Baza danych zawiera 1153 najczęściej zażywanych leków i substancji trujących należących do 78 klas substancji toksycznych. System SETH symuluje rozumowania ekspertów biorąc pod uwagę klasę substancji, czas jaki upłynął

► mgr inż. Dariusz Gutek, Instytut Informatyki  
Wydział Elektrotechniki i Informatyki  
Politechnika Lubelska

od jej zażycia, symptomy kliniczne i przyjętą dawkę. Dostarcza dokładnych porad dotyczących sposobu obserwacji i leczenia, uwzględniając przy tym oddziaływanie różnych leków i uczulenia na leki. System stosowano od 1992 r. w Poison Control Center do udzielania porad telefonicznych innym ośrodkom. W latach 1992–1994 przeanalizowano za jego pomocą ponad 2000 przypadków. System przeszedł przez trzy oceny jego przydatności i jest nadal stosowany w Poison Control Center we Francji.

## Założenia systemu eksperckiego

Celem pracy jest ukazanie możliwości stworzenia stanowiska badawczego w postaci systemu eksperckiego, który na podstawie wprowadzonych do niego informacji określałby czy dany, obserwowany przypadek jest zmianą chorobową, a jeżeli tak, to jak zaawansowaną (na przykładzie zmian o charakterze polipowym). W zależności od stopnia zaawansowania system proponowałby możliwości postępowania i leczenia.

## Aspekt archiwizacji badań szpitalnych

W pracach prowadzonych nad zmianami chorobotwórczymi przewodu pokarmowego człowieka, szczególnie nad zmianami o charakterze rakowym – często w różnym stadium zaawansowania – zadawane jest pytanie, jak w jednoznaczny sposób sklasyfikować i przechować otrzymaną informację graficzną z zaznaczoną zmianą chorobową. Obrazy w postaci filmów lub pojedynczych zdjęć poszczególnych odcinków przewodu pokarmowego otrzymywane są w tym przypadku podczas badania wykonywanego za pomocą endoskopu. Często wstępną weryfikację tego, co zostało zaobserwowane, dokonuje się już podczas badania. Lekarz po przeprowadzonym badaniu, opisując stan przewodu pokarmowego pacjenta, wypisuje tylko tekstową notatkę, która odzwierciedla zaobserwowane anomalie jedynie jako opis. W niektórych przypadkach, jeżeli komputery połączone są w jakiś sposób z aparatami do endoskopii, do opisów tekstowych dołączane jest co najwyżej pojedyncze zdjęcie pojedynczej zmiany [2]. Funkcjonują także oprogramowania, które po przeprowadzonym badaniu endoskopowym umożliwiają załączenie do raportu nośnika, np. płyt CD, DVD [17], ale nie jest już możliwy dostęp spoza szpitala do obejrzenia historii takiego badania. Istnieje oczywiście duża liczba systemów telemedycznych, służących konsultacjom *on-line* na dowolne odległości, jednak nie można stwierdzić, że usługi telemedyczne są wykorzystywane w codziennej praktyce medycznej [13].

Zastosowanie systemów eksperckich w polskich szpitalach także jest niezauważalne. Analizując wdrożone systemy możemy zauważyć, że kilka takich systemów, wspomagających pracę lekarzy, zostało zaimplementowanych, np.: system ekspercki do wspomagania diagnozy łagodnego przerostu prostaty [8], medyczny system ekspercki BayEx-DYSRAFIE [18] itp. Powstało także

kilka projektów informatycznych, dotyczących konkretnie badań endoskopowych, np.: system komputerowego wspomagania badań endoskopowych [5], jak również systemów komputerowej wizualizacji badań endoskopowych [1]. Jednak żaden z wymienionych systemów nie działa w konkretnej pracowni endoskopowej w czasie niemal rzeczywistym. Prace na niektórymi stworzonymi projektami zaniechano lub zakończono już dość dawno (lata 1999 [1], 2001 [5]), a inne nie wyszły poza stadium eksperymentalne. Badania te prowadzone były także z wykorzystaniem pakietów, które nie okazały się najbardziej optymalne, np. zastosowanie platformy języka Java w operacjach graficznych nie jest efektywnym rozwiązaniem, z uwagi na narzuty wykorzystania pamięci przez samą maszynę wirtualną Javy, jak i specyfikę wykonywania kodu z poziomu postaci półskompilowanej [5].

Proponowany system nie jest wprawdzie tak przenośny platformowo, jak aplikacja wykorzystująca język Java, ale jest przez to systemem łatwiejszym w programowaniu, obsłudze, poprawkach i implementacji. W systemie stacje graficzne działają w środowisku MS Windows, serwer bazuje na jednej z dystrybucji Linuxa, platforma dostępowa – na języku PHP i bazach MySQL, dzięki czemu został automatycznie zaimplementowany dostęp do wyników badań przez WWW w sieci szpitalnej LAN i dalej WAN. Została także zmieniona architektura istniejącej sieci LAN (implementacja na przykładzie pracowni endoskopowej SPSK1 w Lublinie), łącząca stacje graficzne z serwerem multimedialnym – 1 Gb/s.

System taki daje się stosunkowo łatwo zaimplementować i zintegrować z istniejącym szpitalnym sprzętem, z którego uzyskiwane są różnego rodzaju informacje w formie plików graficznych, lub który jest jedynie stacjami dostępowymi do wyników. System taki powinien przechowywać, oprócz pojedynczych zdjęć, także różnego rodzaju filmy powstające np. podczas badań USG lub endoskopowych. Umożliwiło by to w późniejszym czasie dość szybką weryfikację stanu chorego. Dałoby możliwość sprawnego porównania bieżących wyników z poprzednimi, a weryfikacja nie polegałaby tylko na przesłaniu opisów z dokumentów tekstowych, których jakość często nie odzwierciedlała stanu faktycznego, ale na porównaniu np. dwóch filmów z różnych okresów z tym samym odcinkiem przewodu pokarmowego. Zmniejszyłoby to także całkowite koszty wielokrotnych badań tego samego pacjenta, który często podczas choroby znajduje się w kilku jednostkach szpitalnych i jest badany oraz diagnozowany przez kilku lekarzy. Należy też wspomnieć o komforcie samego pacjenta, któremu można zaoszczędzić w niektórych przypadkach częstych zabiegów. Działoby się to za sprawą bazy danych, w której byłyby przechowywane wyniki i zapisy poprzednich badań wraz z opisem wprowadzonym przez personel medyczny. Dostęp do bazy miałyby uprawnione osoby, a za pacjentem we wpisach mogłaby iść informacja o przeprowadzeniu takiego badania i możliwości obejrzenia wyników jak i przebiegu badania przez innych lekarzy, w innych jednostkach medycznych, do których trafiłby pacjent, a zapisana informacja mogłaby być pomocna w dalszym leczeniu lub ocenie skutków leczenia.

## Metodyka systemów eksperckich

Wspomaganie decyzji w medycynie staje się coraz istotniejsze wobec szybko rozwijającej się techniki i natłoku informacji, jakie może otrzymywać lekarz o stanie pacjenta. Trudność może sprawić przeanalizowanie danych pochodzących z różnych badań i wyników określających stan pacjenta. Pomocą dla prowadzącego badania jest często system komputerowego wspomaganie decyzji. Systemy takie potrafią w stosunkowo krótkim czasie wykorzystać dane pochodzące np. ze zbiorów archiwalnych, wyszukując w nich najważniejsze informacje. Pokazują także odchylenia od wartości prawidłowych i sugerują diagnozę lub możliwe drogi postępowania. Mogą także szybko porównać aktualne wyniki badań z danymi archiwalnymi i określić poprawę lub pogorszenie stanu pacjenta.

Należy także pamiętać o złożoności procesu podejmowania decyzji, zwłaszcza dotyczących leczenia, aplikacji leków lub innych decyzji klinicznych.

Istnieje wiele technik, które można wykorzystać do budowy systemu wspomaganie decyzji klinicznych. Należą do nich algorytmy kliniczne, systemy eksperckie oparte na wiedzy regułowej, sieci neuronowe, systemy rozmyte, systemy oparte na teorii zbiorów przybliżonych, systemy oparte na prawdopodobieństwie warunkowym i inne [11].

W tym momencie najczęściej spotykanymi systemami stosowanymi w klinikach i szpitalach są algorytmy kliniczne. Określają one spis kolejnych następujących po sobie czynności, jakie ma wykonać prowadzący badanie lub zabieg. Są one jednocześnie jednymi z najprostszych narzędzi wspomagających pracę personelu medycznego.

Cele stosowania algorytmów klinicznych to przede wszystkim:

- zmniejszenie odchylenia od prawidłowych wzorców postępowania klinicznego
- przypomnienie o kolejnych czynnościach w opiece nad chorym
- taka sama intensywność opieki nad wszystkimi pacjentami
- pomoc w procesach sądowych – postępowanie według uznanych zasad chroni przed odpowiedzialnością karną.

Wygodnym sposobem zapisu algorytmów jest tzw. sieć działań. Pokazuje ona w sposób logiczny i przejrzysty ciąg wykonywanych czynności.

Opracowywany projekt zakłada stworzenie takiego systemu, którego bazy danych zostaną uzupełnione danymi uzyskanymi z postępowania według założonych algorytmów. Postępowanie takie zapewni możliwie wierną powtarzalność wyników uzyskiwanych od kolejnych pacjentów oraz zapewni możliwość porównania aktualnych wyników z wynikami archiwalnymi.

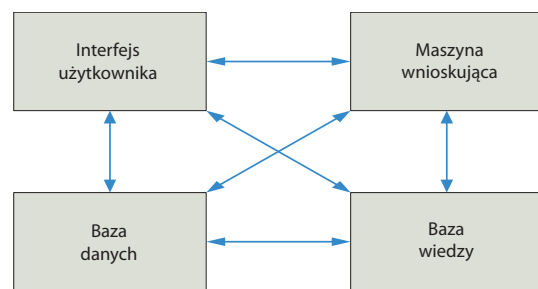
System ekspercki musi charakteryzować się następującymi cechami:

- wszystkie wiadomości z dziedziny wiedzy, będącej przedmiotem zainteresowania są zapisane w formie

sformalizowanej i uporządkowanej, tworząc strukturę nazywaną bazą wiedzy

- przetwarzanie wiadomości z bazy wiedzy dokonywane jest za pomocą odpowiednio skonstruowanej części programu, zwanej maszyną wnioskującą
- system zaopatrzony jest w mechanizm umożliwiający porozumiewanie się z użytkownikiem, czyli interfejs użytkownika.

Korzyści wynikające z użycia systemu eksperckiego (rys. 1) to przede wszystkim łatwość dostępu do informacji i połączenie wiedzy wielu ekspertów. W tym przypadku konieczne jest także dołączenie do systemu modeli obliczeniowych, szybko dostarczających informacji ilościowych o badanym zjawisku. Cennymi właściwościami systemu eksperckiego są także możliwość ciągłej aktualizacji bazy wiedzy oraz zmniejszenie kosztów ekspertyzy.



Rys. 1. Ogólny schemat systemu eksperckiego

W systemach eksperckich najczęściej jest stosowany symboliczny zapis wiedzy w postaci stwierdzeń, reguł, sieci semantycznych, ram i modułów wiedzy:

- stwierdzenia – uporządkowane trójki:  $\langle \text{obiekt} \rangle \langle \text{atrybut} \rangle \langle \text{wartość} \rangle$  [ $\text{cf}$ ], gdzie  $\text{cf}$  jest tzw. stopniem pewności, czyli liczbą określającą, w jakim stopniu możemy być przekonani o słuszności stwierdzenia, w tym przypadku zostaną tutaj zastosowane funkcje logiki rozmytej
- reguły – łatwy do zrozumienia sposób zapisu wiedzy o następującej strukturze:  
*jeżeli /warunek/, to /akcja/*, akcja może oznaczać wyciągnięcie wniosku lub podjęcie działania
- sieci semantyczne – odwzorowanie pamięci ludzkiej w postaci grafu, którego węzłami są stwierdzenia, pojęcia lub obiekty, a gałęziami relacje pomiędzy nimi
- rami i moduły wiedzy – rozszerzenie sposobu zapisu wiedzy za pomocą trójek:  $\langle \text{obiekt} \rangle \langle \text{atrybut} \rangle \langle \text{wartość} \rangle$ .

Budowany system musi też uwzględniać możliwość wprowadzania zmian w przyszłości. Zmiany mogą, w szczególności, dotyczyć reakcji systemu na wprowadzone do niego nowe informacje o pacjencie. Chodzi o sytuację, w której np. system określi: „chory  $x$  ma zmianę  $y$ ”. Po kolejnych badaniach i dostarczeniu dodatkowych informacji do systemu lub po weryfikacji przez eksperta, jeżeli nastąpią inne okoliczności wnioskowania o chorobie, system musi zareagować, np. stwierdzeniem: „chory  $x$  ma podejrzenie zmiany lub choroby  $z$ ” lub musi nastąpić stwierdzenie: „chory  $x$  nie ma zmiany lub choroby  $z$ ”.

Na podstawie prawdziwości konkluzji można następnie wnioskować o prawdziwości przesłanek tych reguł.

Zaletą regułowego zapisu wiedzy jest duża przejrzystość i łatwość zrozumienia. W bazie wiedzy tego typu mogą wystąpić jednak pewne problemy, a mianowicie:

- reguły sprzeczne – reguły o jednakowych częściach warunkowych i wykluczających się konkluzjach, np.: „jeżeli *a* to *b*” oraz „jeżeli *a* to nie *b*” są sprzeczne
- reguły powtarzające się
- zapętlenie reguł – wskutek nieprawidłowego sformatowania części warunkowych dochodzi do wzajemnego uaktywnienia się reguł w pętli nieskończonej [11].

### Struktura proponowanego systemu eksperckiego i jego współpraca z systemem szpitalnym

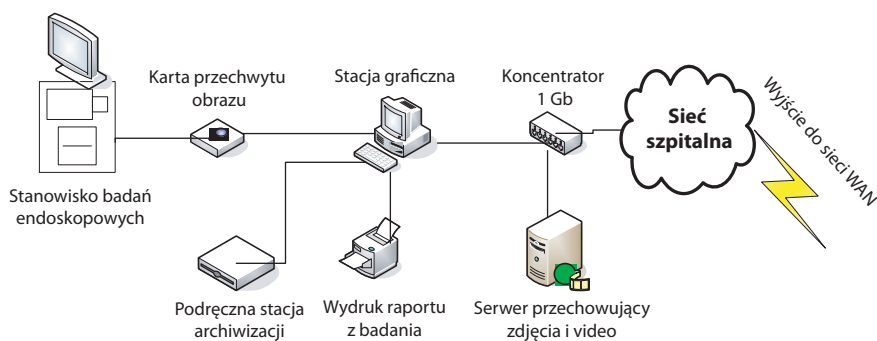
W pracach wiedzę o kształcie polipów, kolorze powłoki, umiejscowieniu i innych zauważalnych zmianach czerpiemy z badania endoskopowego lub z filmu, jaki powstaje podczas takiego badania. Film taki zostaje przesłany przez operatora i oprogramowanie monitorujące, a wszelkie zauważone nieprawidłowości zostają opisane i wstępnie zakwalifikowane, jako odchyłki od normy. W dotychczasowych badaniach ekspertem oceniającym stan chorego jest wykwalifikowany lekarz, którego wiedza weryfikuje dane obrazy widoczne na ekranie komputera.

Niniejsza praca jest próbą określenia możliwości stworzenia oprogramowania wspomagającego pracę lekarza jako eksperta, jak również poszukiwanie możliwości zrealizowania np. systemu eksperckiego, z którego oprogramowanie czerpałoby wiedzę i porównywałoby ją z aktualnie analizowanym obrazem. Istniałaby także możliwość samodzielnej oceny stanu anomalii przez zrealizowany system, a ocena ta byłaby następnie weryfikowana przez eksperta z zewnątrz. Rys. 2 prezentuje sposób przyłączenia endoskopu do stacji graficznej, serwera multimedialnego i dalej do sieci szpitalnej.

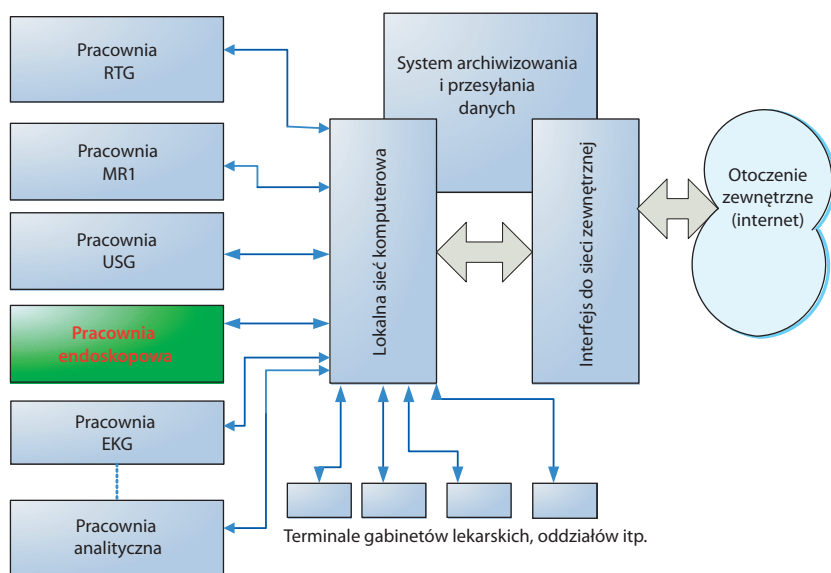
Tak zrealizowane stanowisko ma na celu włączenie pracowni endoskopowej do szpitalnego systemu informatycznego (rys. 3), który omawiany jest w literaturze [4, 12]. Integracja taka jest

możliwa bez zastosowania jakiegokolwiek warstwy pośredniczącej dzięki zastosowaniu języka PHP. Aplikacja napisana w tym języku umożliwia integrację systemu z systemem szpitalnym używającym dowolnych baz danych.

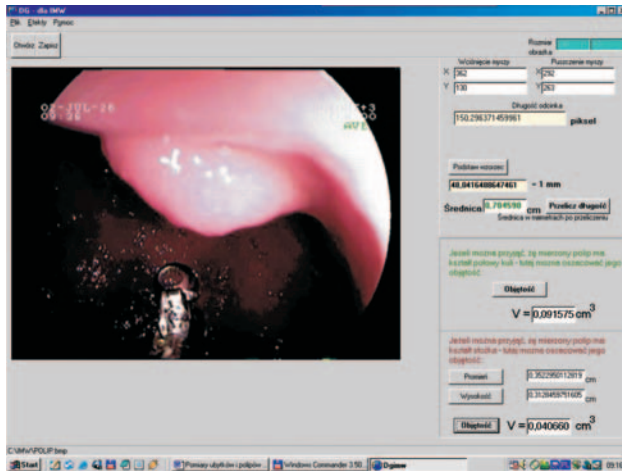
System ekspercki mógłby stosunkowo szybko selekcjonować i porównywać otrzymywane informacje z baz danych. Przechowywanie w bazach danych otrzymywanych wyników mogłoby też doprowadzić do stosunkowo łatwej weryfikacji wyników badań i ekspertyz – w momencie otrzymania dodatkowych informacji, np. z badań tych samych zmian chorobowych innymi metodami, można by szybko weryfikować prawdziwość wcześniej ustalonych faktów. Taki sposób przechowywania danych umożliwi również prosty zapis kolejnych badań i możliwość porównania wyników badań z kolejnych sesji zdjęciowych dla wybranego pacjenta. Możliwe też będzie, na podstawie szybkiego porównania zdjęć z różnych okresów, określenie, jak zachowuje się w czasie dana anomalia, co może w znacznym stopniu wpłynąć na podejmowane decyzje dotyczące dalszego postępowania.



Rys. 2. Połączenie stanowiska badań endoskopowych z serwerem multimedialno-bazodanowym i siecią szpitalną



Rys. 3. Schemat klinicznego systemu szpitalnego z dołączoną pracownią endoskopową



Rys. 4. Przykład programu, który określa średnicę polipa

Budując jednak system ekspercki współpracujący z bazami danych wiedzy musimy pamiętać, że dane tam przechowywane muszą być przed wprowadzeniem ich do systemu opisane w sposób jednoznaczny, np. określeniem koloru; niezmienny, np. matematycznymi funkcjami opisującymi kształt powłoki lub jej regularność, określoną wielkość, np. średnicę polipa lub jego objętość (rys. 4).

Obserwując różnice w kształtach polipów (rys. 5–10) [15] widać, ile zależności należy przechowywać w bazie danych, aby mieć pełny obraz odzwierciedlający zmianę chorobową.

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji wydaje się, że informacje o polipach, jakie należy przechowywać w bazie danych to: miejsce występowania polipa (opis lub pole wyboru z częścią układu pokarmowego), wysokość (mm), średnica (mm), objętość (cm<sup>3</sup>), długość szypuły (mm), kolor (pole wyboru bądź na podstawie wzornika kolorów), krwawienie bądź nie (pole wyboru), regularność kształtów (pole wyboru), wstępna klasyfikacja raka (nazwa, jeżeli polip przypomina, któreś ze znanych schorzeń rakowych), głębokość zagnieżdżenia (mm – pole uzupełniane, np. po badaniu USG, które wykazało takie wyniki), wystąpienie owrzodzenia (pole wyboru), ukrwienie (pole wyboru), uwagi (pole opisowe).

Analiza zamian i patologii, na podstawie których tworzony jest projekt systemu prowadzi do stworzenia kilku przykładowych reguł, na których mógłby opierać się projektowany system:

Reguła 1:

*Jeżeli polip ma strukturę porowatą to może być zmianą rakową.*

Reguła 2:

*Jeżeli średnica polipa przekracza wielkość (uznaną za dużą) to polip kwalifikuje się do polipektomii (usunięcia) – reguła prawdopodobnie lepiej może działać opierając się na objętości.*

Reguła 3:

*Jeżeli polip jest dobrze ukrwiony to należy go usunąć małymi częściami.*

Reguła 4:

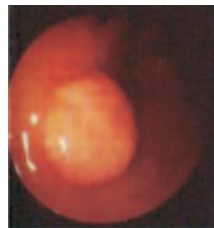
*Jeżeli polip jest na wyraźnej szypule to należy go poddać polipektomii.*

Reguła 5:

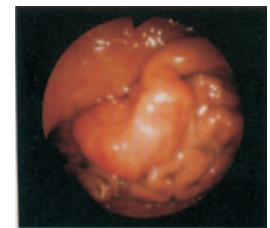
*Jeżeli polip ma niewielkie rozmiary i gładką powierzchnię należy zaznaczyć jego umiejscowienie w bazie i pozostawić do dalszej obserwacji.*

Do utworzonych reguł należy, na podstawie badań w pracowni endoskopowej, wiedzy książkowej i wiedzy ekspertów stworzyć funkcje, które określą za pomocą logiki rozmytej, jaka średnica czy objętość polipa może być uznana za dużą oraz jaka krzywizna określa porowatość struktury. Oczywiście zawsze należy wziąć pod uwagę także ogólny stan chorego i jego wiek, gdyż może się okazać, że daremny może być wysiłek ingerencji w przewod pokarmowy pacjenta, który np. przekroczył 85. rok życia.

Wybrany narzędziem do stworzenia systemu ekspertowego jest PC-Shell [10] (rys. 11). Jest to system szkieletowy o architekturze hybrydowej, tj. łączącej



Rys. 5. Polip o regularnych kształtach



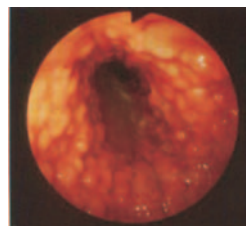
Rys. 6. Polip hiperplastyczny



Rys. 7. Polip o bardzo długiej szypule



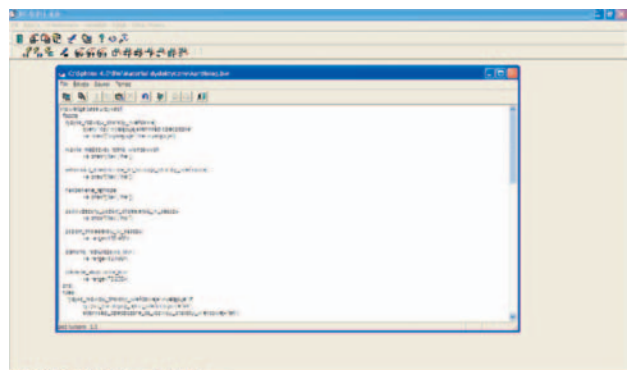
Rys. 8. Przerzut raka sutka do żołądka



Rys. 9. „Dywan” z polipów



Rys. 10. Rak płaskonabłonkowy



Rys. 11. Wygląd PC-Shell z otwartym oknem edycyjnym

różne metody rozwiązywania problemów i reprezentacji wiedzy. Interesującą właściwością systemu PC-Shell jest między innymi wbudowany, w pełni zintegrowany, symulator sieci neuronowej. Inną istotną cechą systemu PC-Shell jest jego struktura tablicowa, co umożliwia podzielenie dużej bazy wiedzy na mniejsze moduły zorientowane tematycznie, tzw. źródła wiedzy.

## Podsumowanie

Niniejsza praca ma na celu zarysowanie kształtu powstającego systemu eksperckiego, który ma być zaimplementowany w pracowni endoskopowej. System, opierając się na regułach określonych w bazie wiedzy, określałby zaawansowanie zmian chorobowych, jakie zaobserwowane zostają podczas badania. Zebrana wiedza, w postaci reguł zostanie wprowadzona do wybranego systemu szkieletowego, co w znacznym stopniu skróci proces programowania i testowania.

Innym zagadnieniem, które częściowo porusza ten artykuł, jest zauważona podczas pracy na oddziałach szpitalnych potrzeba stworzenia aplikacji do przechowywania raz otrzymanych danych o stanie pacjenta. Aplikacje takie są szczególnie potrzebne, co jest ciągle rzadkością, do przechowywania, oprócz danych personalnych, informacji w postaci plików graficznych i filmów, jakie powstają podczas badań endoskopowych itp., a także do zbierania informacji, które mogą następnie posłużyć do wypełnienia baz wiedzy w systemie eksperckim.

## Bibliografia

1. Bartz D., Skalej M.: *VIVENDI – A Virtual Ventricle Endoscopy System for Virtual Medicine*. Data Visualization (Proc. of Symposium on Visualization), pp. 155, 166, 324, 1999.
2. BLSoft L. Bartosz, *EndoArchiw*, <http://www.blsoft.beep.pl>, 2007.
3. Kasperski M. J.: *Sztuczna Inteligencja*, Helion, Gliwice 2003.
4. Kącki E.: *Sztuczna inteligencja i systemy ekspertowe*. Kompendium informatyki medycznej (red. R. Zajdel, E. Kącki, P.S. Szczepaniak, M. Kurzyński),  $\alpha$ -medica Press, Bielsko-Biała 2003, s. 287–297.
5. Krawczyk H., Knopa R., Mazurkiewicz A.: *Komputerowe wspomaganie badań endoskopowych*. Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna 2000, t. 7, Systemy komputerowe i teleinformatyczne w służbie zdrowia, EXIT, Warszawa 2002, s. 82–97.
6. Kulikowski J. L.: *Systemy przetwarzania obrazów*. Kompendium informatyki medycznej (red. R. Zajdel, E. Kącki, P.S. Szczepaniak, M. Kurzyński),  $\alpha$ -medica Press, Bielsko-Biała 2003, s. 179–232.
7. Kwiatkowska A. M.: *Systemy wspomaganie decyzji*, PWN/MIKOM, Warszawa 2007.
8. Malina W., Smiatcz M.: *Metody cyfrowego przetwarzania obrazów*, EXIT, Warszawa 2005.
9. Makal J., Nazarkiewicz A., Oniśko A., Orzechowski P.: *System ekspertowy do wspomaganie diagnozy łagodnego przerostu prostaty*, PAR 7–8/2004, s. 193–196.
10. Michalik K.: *Budujemy aplikację w systemie ekspertowym*. SOFTWARE 2.0 – Extra, nr 10: Sztuczna inteligencja, Warszawa 2004.
11. Michnikowski M.: *Systemy wspomaganie decyzji*. Informatyka medyczna (red. R. Rudowski), PWN, Warszawa 2003, s. 93–117.
12. Piętka E.: *Zintegrowany system informacyjny szpitala*. PWN, Warszawa 2004.
13. Rudowski R.: *Telemedycyna i telematyka zdrowia*. Informatyka medyczna (red. R. Rudowski), PWN, Warszawa 2003, s. 182–197.
14. Rutkowski L.: *Metody i techniki sztucznej inteligencji*. PWN, Warszawa 2004.
15. Silverstein F. E., Tytgat G. N. J.: *Endoskopia przewodu pokarmowego ATLAS*, Medycyna Praktyczna, Kraków 1998.
16. Tadeusiewicz R., Ogiela M. R.: *Nowe możliwości klasyfikacji oraz inteligentnego wyszukiwania informacji w multimedialnych bazach danych oparte na koncepcji automatycznego rozumienia obrazów*, WNT, Warszawa – Szczyrk 2003, materiały konferencyjne PTI, t. III, s. 5–36.
17. UHC, *System Badań Video*, [www.uhc.pl](http://www.uhc.pl), 2007.
18. Valenta M. A., Zygmunt A.: *Medyczny system ekspertowy BayEx-DYSRAFIE*. Telemedycyna 2001, II Krajowa Konf. Naukowa, Łódź, 24–26 września 2001 r. nakł. WSI, 2001, s. 67–72.
19. Zieliński K. W., Strzelecki M.: *Komputerowa analiza obraz biomedycznego, wstęp do morfometrii i patologii ilościowej*. PWN, Warszawa 2002. ■