

UM SISTEMA ESPECIALISTA EM MEDICINA TROPICAL UTILIZANDO QUANTIFICAÇÃO DA INCERTEZA

por

SILVA, R.¹, CHACN P., M.L.² e INFANTOSI, A.F.C.³

RESUMO – Um Sistema de Apoio ao Diagnóstico em Medicina Tropical foi desenvolvido usando técnicas de quantificação linguística na representação do conhecimento e 'teoria da confirmação' na modelagem do mecanismo de inferência. Para permitir que as medidas de crença e descrença aumentem ou diminuam durante o processo de inferência, foram consideradas as percentagens de respostas congruentes e incongruentes. O Sistema inclui 59 doenças infecto-parasitárias, 565 des critérios e suas frequências de ocorrência. A avaliação inicial do Sistema, efetuada através de 10 casos clínicos reais, sugere 70% de sensibilidade diagnóstica.

INTRODUÇÃO

A dificuldade de se obter informações estatísticas confiáveis no campo da medicina, e a necessidade da tomada de decisões em tempo limitado, uma característica desta área do conhecimento, tem induzido a investigação de metodologia adequada ao desenvolvimento de Sistemas de Apoio à Decisão Médica (SADM). Neste sentido, os métodos empregados devem ser capazes de codificar eficientemente o conhecimento e possibilitar ao mecanismo decisório do sistema a manipulação da incerteza de modo a atingir-se desempenho compatível com aquele dos profissionais médicos.

Entre as tarefas que são exigidas na codificação do conhecimento está a tradução em termos numéricos das diversas expressões usadas pelos profissionais de saúde, seja na linguagem do cotidiano, seja nos registros clínicos e na literatura científica. Komaroff (1979) reporta a variabilidade dos dados médicos utilizados em definições, exames e interpretações clínicas. Adlassnig (1982) exemplifica as relações não exatas entre os elementos utilizados na descrição das doenças. Segundo Blois (1988), o próprio raciocínio médico, por empregar conhecimentos

¹-Mestrando PEB - COPPE/UFRJ

²-Doutorando PEB - COPPE/UFRJ

³-Docente do Programa de Engenharia Biomédica (PEB) - COPPE/UFRJ

Caixa Postal 68.510, 21944 - Rio de Janeiro - RJ

de diferentes domínios - físico, biológico, fisiopatológico e psíquico, pode conduzir a diversos pontos de conceituação inexata.

No desenvolvimento de SADM, o estabelecimento de técnicas de representação do conhecimento e de modelamento do mecanismo de inferência constituem parte fundamental para a eficiência do sistema. Diversas técnicas tem sido empregadas, tais como sistemas baseados em regras, utilizada no Mycin (Shortliffe, 1976), modelos cognitivos cuja decisão fundamenta-se em escores (Miller, 1982) e sistemas com raciocínio baseado em lógica difusa (Adlassnig, 1982). Segundo Reggia (1982), entre os aspectos determinantes na escolha da técnica a ser adotada, deve-se apontar o número de hipóteses, a forma na qual o conhecimento é descrito e o número informações iniciais requeridas.

O objetivo deste trabalho consiste no desenvolvimento de um Sistema de Apoio ao Diagnóstico em Doenças Tropicais, as quais são ainda responsáveis por altos índices de mortalidade na população brasileira (IBGE, 1982). No seu desenvolvimento foram empregadas técnicas de manipulação da incerteza, que permitem o uso das informações disponíveis na representação do conhecimento.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Entre as relações normalmente expressas de modo linguístico pelos profissionais de saúde, a frequência de ocorrência de achados clínicos em doenças é uma das mais comuns. Esta informação de base estatística é muito utilizada na avaliação de hipóteses diagnósticas (Szolovits, 1988), embora o estabelecimento de valores numéricos para caracterizá-la seja difícil. Normalmente a frequência de ocorrência é expressa na forma de palavras como 'frequentemente', 'raramente', e 'quase nunca'. Segundo Zadeh (1973), estas palavras e outras, que representam valores diferentes conforme a interpretação de cada profissional podem ser consideradas como variáveis semânticas. O uso das variáveis semânticas na representação do conhecimento e sua utilização no mecanismo de inferência induz a procura de métodos de quantificação matemática para a atribuição de valores às expressões linguísticas. Zadeh (1981) propôs a quantificação de expressões da linguagem natural, sejam estas quantificadores difusos (tais como: muitos, poucos, vários), qualificadores probabilísticos (provável, não-muito-provável), ou expressões que qualificam verdade ou possibilidade (verdadeiro, não-muito-verdadeiro, e possível). O conceito básico, segundo este autor, é considerar as expressões linguísticas como coleção de variáveis sujeitas a restrições de compatibilidade entre a proposição e sua interpretação. Augustine Kong (1986) estudou uma série de casos onde as expressões linguísticas são avaliadas comparativamente. Adlassnig (1982) quantificou nove variáveis semânticas, que expressam valores de probabilidade, usando a técnica de considerar as expressões como conjuntos difusos, conforme proposto por Zadeh (1965).

As primeiras tentativas para a quantificação numérica da incerteza em sistemas baseados em paradigma declarativo empregavam o Teorema de Bayes. Um exemplo desta aplicação está implementado no programa PROSPECTOR (Duda, 1984). As limitações deste método estão no desconhecimento das relações de probabilidade condicional entre os sinais,

sintomas e doenças, dos dados de incidência 'a priori' das doenças nas populações, e na complexidade de manipulação que ocorre durante a inferência. Com o objetivo de superar as limitações do método probabilístico, a 'teoria da confirmação', utilizada no sistema Mycin (Shortliffe, 1975), quantifica a crença numa dada hipótese. Embora parcialmente empírica, no seu início, a 'teoria da confirmação' tem sido justificada matematicamente (Ijara, 1987). A teoria da possibilidade de Zadeh (1965) também é uma forma de quantificação numérica da incerteza, sendo que vários sistemas, ditos como de raciocínio baseado em lógica difusa, a utilizam (Adlassnig, 1982 ; Esogbue, 1980).

METODOLOGIA

Para a implementação do sistema foram selecionadas as 59 formas clínicas de doenças infecto-parasitárias de elevada mortalidade no Brasil (IBGE, 1982). Estão incluídas no sistema as principais doenças tropicais do país - Doença de Chagas, Malária, Esquistossomose mansônica, as doenças de grande incidência na população - Tuberculose pulmonar, Sarampo - e outras que fazem diagnóstico diferencial com moléstias previamente incluídas, tais como Toxoplasmose e Mononucleose Infecciosa. Para a caracterização das doenças foram relacionados 565 descritores - sintomas, sinais e exames - e suas respectivas frequências de ocorrência. Estas informações foram obtidas através de consultas à 10 profissionais com experiência na área e à 35 referências bibliográficas. As expressões linguísticas que qualificam frequência de ocorrência de descritores em doenças foram interpretadas segundo os valores numéricos obtidos por Adlassnig (1982).

Apresentação do conhecimento

A organização do conhecimento está estruturada na forma de lógica de predicados (Rich, 1988) através de fatos e regras. A Base de Conhecimento foi montada usando predicados onde são associados descritores, doenças e frequências de ocorrência destes descritores. O último argumento é expresso pelo valor numérico obtido na quantificação linguística. Assim, tem-se por exemplo,

- sint('conjuntivite, sarampo, 0.75).
- sint('icterícia ', malária, 0.25).

onde

- sint é o predicado
- ' conjuntivite ' e ' icterícia ' são descritores
- sarampo e malária são as doenças
- 0.75 e 0.25 são os valores de quantificação numérica obtidos para as expressões 'frequentemente' e 'raramente', respectivamente.

Mecanismo de inferência

O mecanismo de inferência fundamenta-se em busca reversa a partir de diagnósticos nosológicos. O processo de quantificação da incerteza é semelhante ao desenvolvido por Shortliffe (1975), usado no sistema Mycin, contudo os critérios de avaliação utilizam a concepção do Internist (Miller, 1982). Existem duas medidas, de crença (MB) e descrença (MD), como no Mycin, que avaliam as hipóteses conforme as evidências vão sendo obtidas. O fator de confiança (FC) é obtido pela diferença entre as medidas de crença e descrença. Com o objetivo de considerar automaticamente os achados negativos, utilizando os mesmos conceitos do Internist, outras três relações foram incluídas no mecanismo de inferência. As quatro relações básicas entre um quadro clínico, que está sendo avaliado, e uma hipótese diagnóstica, para um dado descritor, podem ser representadas pelas relações mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 - Relações entre achados e hipóteses dado que ocorreu um descritor

Paciente	Hipótese
presente	presente
ausente	ausente
presente	ausente
ausente	presente

As duas primeiras relações da Tabela 1 implicam em aumentar a crença numa dada hipótese, enquanto as outras duas, em aumentar a descrença. As funções de incremento, podem então ser expressas por:

$$MB[H,D1\&D2] = MB[H,D1] + MB[H,D2] * (1 - MB[H,D1]) \quad (1)$$

$$MD[H,D1\&D2] = MD[H,D1] + MD[H,D2] * (1 - MD[H,D1]) \quad (2)$$

Ao considerar-se a percentagem de respostas congruentes e incongruentes que ocorrem durante a inferência, segundo os critérios da Tabela 1, pode-se determinar os fatores modificadores das medidas de crença (FB) e descrença (FD), respectivamente. Assim, as novas medidas de crença (MB') e descrença (MD'), modificadas por estes fatores, podem ser redefinidas como :

$$MB' = MB * FB \quad (3)$$

$$MD' = MD * FD \quad (4)$$

e o novo fator de confiança (FC'), torna-se :

$$FC' = MB' - MD' \quad (5)$$

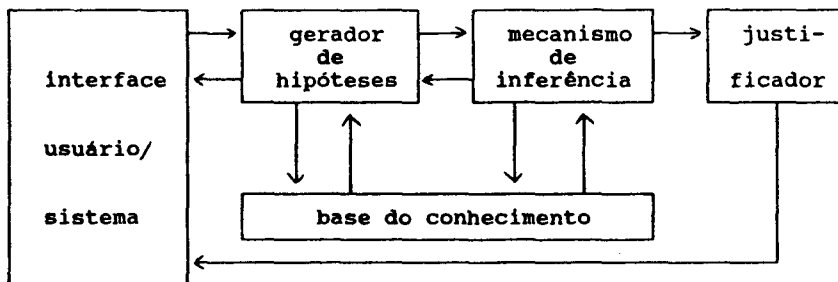


Figura 1 - Arquitetura geral do Sistema

Na Figura 1 é apresentada a arquitetura geral do sistema. A interface com o usuário aceita as informações apresentadas diretamente ou a partir da seleção dos descritores constantes da Base de Conhecimento. Durante a inferência algumas perguntas-padrão podem ser efetuadas; assim o sistema pode informar, por exemplo, qual a hipótese corrente ou porque descartou uma dada hipótese. Ao final da consulta sistema informa o diagnóstico nosológico e lista as dez hipóteses com maior fator de confiança. Uma explicação sucinta das razões de confirmação ou descarte para todas as 59 doenças pode ser fornecida pelo sistema, desde que solicitada.

O sistema foi desenvolvido em Arity-Prolog versão 5.0, devendo ser usado em microcomputadores IBM-PC compatíveis com um mínimo de 1 MB de memória.

RESULTADOS

Até o momento foram avaliados 10 casos clínicos reais cujos diagnósticos finais são de doenças incluídas no sistema. Os casos foram obtidos junto ao arquivo médico do Hospital Universitário da Universidade Federal do Rio de Janeiro. O resumo do resultados é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Resumo dos resultados

Caso	Diagnóstico	Classificação	Observação
1	Malaria	1	acerto
2	Mononucleose Infec.	1	acerto
3	Sarampo	3	erro
4	Calazar	1	acerto
5	Erisipela	1	acerto
6	Tétano	1	acerto
7	Meningococemia	3	erro
8	Shigelose	10	erro
9	Difteria	1	acerto
10	Poliomielite Aguda	1	acerto

O nível de acerto apresentado pelo sistema, nestes dez casos avaliados, permite atribuir uma sensibilidade de 70 %. Dos três resultados errôneos, em dois deles o diagnóstico correto apresenta-se classificado entre as três primeiras hipóteses.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A necessidade da utilização de informações não-numéricas, comuns na prática clínica e na literatura médica, torna o trabalho de quantificação linguística de fundamental importância na representação do conhecimento nos Sistemas de Apoio à Decisão Médica. O método de quantificação linguística adotado permitiu desenvolver o Sistema para Apoio ao Diagnóstico em Doenças Tropicais com base na 'teoria da confirmação', utilizada no Mycin, modificada segundo os critérios empregados no Internist. As medidas de crença e descrença, independentes entre si, fornecem uma abordagem não exclusivamente probabilística para o problema. Dois fatores de correção baseados na percentagem de respostas congruentes e incongruentes são utilizados permitindo que as medidas de crença e descrença aumentem ou diminuam durante o processo de inferência. Os critérios de incremento para estas duas medidas podem assumir valores distintos, conforme os diferentes critérios médicos considerados no diagnóstico.

A avaliação inicial do sistema sugere 70 % de sensibilidade diagnóstica. Os erros (falsos-negativos) indicados pelo sistema provavelmente devem-se a fatores relacionados a Base de Conhecimento, tais como falta de homogeneização ortográfica e inadequação nas relações entre descritores. O aumento no número de testes com casos clínicos reais possibilitará alterações na Base de Conhecimento, melhorando assim o desempenho do sistema.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos orgão financiadores CAPES e CNPq.

REFERÊNCIAS

- ADLASSNIG, K.P. and KOLARZ, G. (1982), "Cadiag-2: Computer- Assisted using fuzzy subsets", em *Aproximate Reasoning in Decision Analysis*, M. M. Gupta e E. Sanchez (editores), North-Holland Publishing Co., Amsterdam, páginas 219-247.
- ADLASSNIG, K.P. (1986), "Fuzzy-set theory in Medical Diagnosis", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, volume SMC 16, número 2, março/abril, páginas 260-265.
- AUGUSTINE KONG, A.M., BARNETT, G.O., MOSTELLER, F., YOUTZ, C. (1986), " How Medical Professionals Evaluate Expressions of Probability ", *The New England Journal of Medicine*, número 315, setembro, páginas 740-744.
- BLOIS, M.S. (1988), "Medicine and the nature of vertical reasoning", *The New England Journal of Medicine*, volume 319, páginas 847-851.
- DUDA, R.O., REBOH, R. (1984), "AI and Decision Making: the PROSPECTOR experience", em *Artificial Intelligence applications for business*, W. Reitman (editor), Alblex, New Jersey.
- ESGOBUE, A.O., ELDER, R.C. (1980), "Fuzzy-sets and the modelling of physician decision processes, part III: Fuzzy Diagnosis Decision Models ". *Fuzzy-sets and Systems*, número 3, páginas 1-10.
- IJARA, I. (1987), "Extension of conditional Probability and measures of belief and disbelief in a hypothesis based on uncertain evidence", *IEEE Transations on Patt. Anal. and Mach. Intell.*, volume 9, páginas 561-568.
- KOMAROFF, A.L. (1979), " The variability and inaccuracy of medical data", *Proceedings of the IEEE*, volume 67, número 9, setembro, páginas 1196-1206.
- MILLER, R.A., POPLÉ, H.E., MYERS, J.D. (1982), "Internist-I, An experimental computer based diagnostic consultant for Medicine, número 307, agosto/19, páginas 468-476.
- REGGIA, J.A. (1982), "Computers in Medicine . Systems support, not replace physicians", *Engineering in Medicine and Biology Magazine*, setembro, páginas 24-30.
- SHORTLIFFE, E.H. (1975), "A model of inexact reasoning in Medicine", *Mathematical Biosciences*, volume 23, páginas 351- 379.
- SHORTLIFFE, E.H. (1976), *Computer-Based Medical Consultations: MYCIN*, Elsevier/North Holland, New York.
- SZOLOVITS, P., PATIL, R.S., SCHWARTZ, W.B. (1988), "Artificial Intelligence in Medical Diagnosis ", *Analls of Internal Medicine*, volume 108, número 1, janeiro, páginas 80-7.
- ZADEH, L.A. (1965), "Fuzzy-sets", *Information and Control*, número 8, páginas 338-353.
- ZADEH, L.A.(1973), "Outline of a new aproach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes", *IEEE Transactions os Systems, Man, and Cybernetics*, volume SMC-3 , número 1, janeiro, páginas 28-44.
- ZADEH, L.A. (1981), "Test-score semantics for natural languages", *Proceedings of the Eleventh*

AN EXPERT SYSTEM FOR TROPICAL MEDICINE

ABSTRACT – This work aims to develop a computer based diagnostic consultant system in tropical medicine. For this purpose, linguistic expressions were quantified, and confirmation theory was applied to model the inference mechanism. Considering the percentage of congruent and incongruent answers, the measures of belief and disbelief were modified. Thus, these measures can increase or decrease during the inference process. With this system, the diagnosis of 59 infectious-parasitical diseases can be done. The knowledge base contain 565 signals, symptoms and exams, and their correspondent frequency of occurrences, which characterize the whole set of diseases considered. An initial evaluation of the system based on 10 clinical cases suggests a sensitivity of 70 %.