

Capítulo 3

Aplicações

3.1 Introdução

Na última década, a literatura matemática que trata de fenômenos imprecisos tem crescido consideravelmente, principalmente no tocante à teoria de modelagem e controle, utilizada com sucesso nas áreas de Engenharia. As primeiras aplicações desta teoria em Biomatemática foi em diagnóstico médico [25] e [26], e nelas se concentra a maioria das aplicações da teoria de conjuntos fuzzy na medicina. Mais recentemente outros autores têm utilizado esta abordagem em problemas de epidemiologia [18], [5], [8], [10] e [11]. Na primeira seção apresentaremos uma aplicação de diagnóstico médico, na segunda seção um sistema de equações diferenciais ordinárias com parâmetro fuzzy e na terceira seção apresentaremos o modelo presa-predador através de regras fuzzy.

3.2 Diagnóstico Médico

O objetivo nesta aplicação é propor um sistema fuzzy que imite a atuação de um médico no diagnóstico de seus pacientes, a partir dos sintomas que estes apresentam. Com o intuito de ajudar o médico a tomar decisões e optar por exames laboratoriais mais detalhados.

A aplicação que veremos trata-se de estabelecer um diagnóstico de doenças infantis [6].

3.2.1 Base de Conhecimentos

A idéia básica é relacionar os sintomas dos pacientes com possíveis doenças, de acordo com os conhecimentos médicos de um especialista.

Considere os seguintes conjuntos universais:

- U = conjunto dos pacientes;

s \ d	d_1	d_2	d_3	d_4
s_1	0.2	0.1	0.1	0.1
s_2	0.2	0.1	0.3	0.2
s_3	0.2	0.1	0.1	0.1
s_4	0.3	0.1	0.1	0.1
s_5	0.3	1.0	0.1	0.1
s_6	0.2	0.1	0.1	0.1
s_7	0.4	0.1	1.0	0.3
s_8	1.0	0.3	0.4	0.2
s_9	0.4	0.1	1.0	0.3
s_{10}	0.2	0.1	0.3	1.0
s_{11}	0.3	0.1	0.1	0.1

Tabela 3.1: Relação fuzzy sintomas x doenças.

- V = conjunto de sintomas;
- W = conjunto de doenças.

Neste caso, trata-se de doenças infantis das quais tem-se conhecimento de quatro pacientes P_1 , P_2 , P_3 e P_4 , com sintomas $s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6, s_7, s_8, s_9, s_{10}$ e s_{11} , apresentaram os diagnósticos d_1, d_2, d_3 e d_4 , onde:

- s_1 febre
- s_2 cefaleia
- s_3 garganta inflamada
- s_4 exantema
- s_5 gânglio
- s_6 coriza
- s_7 conjuntivite
- s_8 língua de morango
- s_9 fotofobia
- s_{10} tosse seca
- s_{11} vômito
- d_1 = escalartina
- d_2 = rubéola
- d_3 = sarampo
- d_4 = gripe

Esses dados irão compor a base de conhecimentos que serão expressos por meio de relações fuzzy. Podemos solicitar a algum especialista que estabeleça o grau de relação fuzzy R Tabela 3.1, onde as colunas são as doenças consideradas, as linhas são os sintomas, e os valores da matriz são o grau com que os sintomas se relacionam com as doenças.

Podemos também solicitar ao especialista que estabeleça o grau de relação entre cada paciente com cada sintoma, Tabela 3.2.

P \ S	S										
	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8	s_9	s_{10}	s_{11}
P_1	0.8	0.4	0.5	0.8	0.2	0.1	0.1	0.9	0.1	0.1	0.4
P_2	0.3	0.1	0.4	0.8	0.9	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
P_3	0.8	0.3	0.5	0.8	0.1	0.2	0.9	0.1	0.6	0.3	0.6
P_4	0.8	0.7	0.7	0.2	0.1	0.9	0.1	0.1	0.1	0.9	0.4

Tabela 3.2: Relação fuzzy Pacientes x sintomas.

Por exemplo, o diagnóstico médico do paciente P_1 , via relação fuzzy R , é facilmente obtido através da equação [2.3]. Assim, de acordo com os sintomas apresentados, o paciente P_1 pode ter uma das doenças d_i , $i = 1, 2, 3, 4$, com os respectivos graus de possibilidades:

$$u_{R(P_1)}(d_1) = \max_{1 \leq i \leq 11} [\min[u_R(d_1, s_i), u_{P_1}(s_i)]] = 0.9$$

$$u_{R(P_1)}(d_2) = \max_{1 \leq i \leq 11} [\min[u_R(d_2, s_i), u_{P_1}(s_i)]] = 0.3$$

$$u_{R(P_1)}(d_3) = \max_{1 \leq i \leq 11} [\min[u_R(d_3, s_i), u_{P_1}(s_i)]] = 0.4$$

$$u_{R(P_1)}(d_4) = \max_{1 \leq i \leq 11} [\min[u_R(d_4, s_i), u_{P_1}(s_i)]] = 0.2$$

Desta forma, obtém-se os diagnósticos para os quatro pacientes:

- $u_{R(P_1)} = (0.9; 0.3; 0.4; 0.2)$
- $u_{R(P_2)} = (0.3; 0.9; 0.1; 0.1)$
- $u_{R(P_3)} = (0.4; 0.1; 0.9; 0.3)$
- $u_{R(P_4)} = (0.2; 0.1; 0.3; 0.9)$

A possibilidade do paciente P_1 ter escalartina, rubéola, sarampo, gripe é 0.9, 0.3, 0.4 e 0.2, respectivamente. Note que a resposta da composição é também um conjunto fuzzy, ou seja, ela não responde qual doença o paciente possui. O que ela fornece é a distribuição de possibilidades do paciente no conjunto de doenças dado que ele apresenta uma certa distribuição de possibilidades no conjunto de sintomas [14].

Outra propriedade importante da relação fuzzy é que à medida que tem-se diagnósticos de novos pacientes, estes podem ser incluídos na base de conhecimentos e assim aumentar a capacidade de se obter mais diagnósticos por meio da relação fuzzy R , tal como faz o médico.

Na próxima seção, estudaremos um modelo de evolução da AIDS com parâmetro fuzzy.