

SISTEMA DE TELEMETRIA ORIENTADO A PERFIL

A.W.O. Rodrigues

Instituto de Telemática (ITTI) – CEFET-CE
Av. Treze de Maio, 1081 Benfica CEP 60.040-531 Fortaleza-CE
E-mail: wendell@cefetce.br

A.L.C. Araújo

Instituto de Telemática (ITTI) – CEFET-CE
Av. Treze de Maio, 1081 Benfica CEP 60.040-531 Fortaleza-CE
E-mail: andreluiz@cefetce.br

A.A.M. Albuquerque

Instituto de Telemática (ITTI) – CEFET-CE
Av. Treze de Maio, 1081 Benfica CEP 60.040-531 Fortaleza-CE
E-mail: alberto@itti.cefetce.br

RESUMO

Sistemas de telemetria tem encontrado grande avanço nos últimos anos, principalmente no setor elétrico, responsável por 48% dos empreendimentos no setor. Como principais benefícios da telemetria podemos destacar a redução de custos nas coletas de dados e a possibilidade de gerenciamento *on-line* e em tempo real de equipamentos e processos remotos. Muitas tecnologias podem ser empregadas em sistemas de telemetria, como GPRS, SMS, CSD, VHF, entre outras. A diversidade de tecnologias que podem ser aplicadas pode gerar dificuldades nas análises de parâmetros para determinação de qual ser utilizada em uma determinada aplicação. Para solucionar esse problema, este trabalho implementa um sistema de telemetria orientado a perfis de usuários para a determinação automática de que tecnologia de comunicação utilizar em determinado momento. O sistema implementado utilizou três tecnologias de comunicação de dados celular (CSD, SMS e GPRS) e um sistema microcontrolado de interface com equipamentos diversos e seleção de tecnologia de comunicação de dados. O sistema microcontrolado implementa uma máquina *fuzzy* com um conjunto de regras baseado nos perfis de parâmetros de transmissão determinados pelo usuário. Os parâmetros utilizados no protótipo implementado foram taxa de transmissão, custo de bit transmitido, atrasos e disponibilidade de serviço. Uma página *WEB* foi desenvolvida para que o usuário defina que parâmetros ele deseja priorizar bem como para visualizar os dados recebidos pelo equipamento remoto. Esta página é responsável pela comunicação com o sistema microcontrolado para alimentação da máquina de Inteligência Artificial responsável pela escolha da tecnologia orientada ao perfil escolhido. O modelo *fuzzy* implementado se mostrou eficiente para o problema escolhido e testes de campo foram realizados com resultados satisfatórios. Este trabalho foi desenvolvido como parte de um projeto de pesquisa, desenvolvimento e inovação em parceria com a COELCE para um sistema de telemetria orientado a perfis.

PALAVRAS-CHAVE: Telemetria; *Fuzzy*; Inteligência Artificial; Sistema Elétrico

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas embarcados têm aplicações que muitas vezes não necessitam de monitoração ou mesmo comunicação remota. Entretanto, aplicações de telemetria ou mesmo aplicações reconfiguráveis precisam se comunicar com estações de apoio ou servidores remotos. A comunicação, nestes casos, deve ocorrer com o objetivo de envio de informações de sensoramento e/ou eventos ocorridos ou para recepção de parâmetros de configuração.

Este trabalho apresenta uma solução usando inteligência artificial com lógica fuzzy para escolha da forma de comunicação baseada em parâmetros de caracterização da tecnologia, informações do ambiente onde o sistema está instalado e definições de perfil de usuário.

2. TECNOLOGIAS DE COMUNICAÇÃO DE DADOS

A disponibilidade de comunicação remota para sistemas embarcados é vasta. As soluções cabeadas, mais adequadas para pequenas distâncias, têm diversas soluções implementadas em dispositivos microcontroladores. E as soluções sem fio para comunicação de dados possuem suporte sobre a estrutura de telefonia celular, as quais pode-se destacar (SVERZUT, 2006):

CSD Circuit Switched Data

Essa foi a primeira tecnologia para transmissão de dados em redes celulares. Trata-se de uma tecnologia digital que possibilita a troca de dados, numa velocidade que varia entre 9,6 kbps e 14,4 kbit/s. Essa conexão pode ser feita usando apenas seu celular ou um celular conectado a algum dispositivo.

Em uma conexão CSD, dizemos que um circuito telefônico foi aberto entre dois pontos, e ele é mantido não importando se os dados estão sendo transmitidos ou não.

A tarifa é baseada no tempo de uso e não é possível receber nenhuma ligação enquanto estiver conectado, como ocorreria durante um telefonema normal.

HSCSD - High Speed Circuit Switched Data.

Evolução do CSD, com mais de um canal usado para se comunicar com a operadora. Por exemplo, a indicação 2+1 mostra que o celular é capaz de usar dois canais para download (28,8 kbps) e um para upload (14,4 kbps), o que torna a conexão um pouco mais rápida. Também é tarifado por tempo de uso e continua ocupando a linha para ligações.

Desta forma, a cobrança passa a ser feita por pacote de dados trafegados na rede e não mais por tempo de conexão. Outra vantagem é como a conexão não é mais discada, não ocupa a linha, mantendo ela livre para efetuar e receber ligações normalmente.

As soluções a seguir apresentam como grande vantagem, em relação aos sistemas de transmissão de dados que as precederam, o fato de não ser mais preciso fazer uma chamada telefônica para transmitir dados e suportar o tráfego do protocolo IP.

GPRS - General Packet Radio Service.

O GPRS é a tecnologia de dados disponível em redes GSM. A taxa de transmissão de dados típica é de 26 a 40 kbit/s.

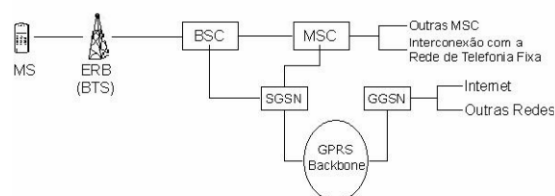


Figura 1 – Principais Elementos de uma Rede GSM

A figura 1 apresenta os elementos componentes de uma rede GSM com suporte a GPRS. Praticamente, há um acréscimo de estruturas que processem pacotes de dados e direcionem para redes de dados, como por exemplo, a Internet.

EDGE - Enhanced Data Rates for Global Evolution.

É a evolução imediata do GSM/GPRS. Sua taxa de transmissão é três vezes maior do que a rede GPRS, pois a mesma quantidade de dados que ocuparia 3 slots de tempo na rede GPRS, passa a ocupar apenas um na rede EDGE. A taxa de transmissão de dados típica é de 100 a 130 kbit/s.

3. PARAMETRIZAÇÃO

Há dois níveis de parametrização do sistema. O primeiro nível é relacionado às características de cada método de comunicação. O segundo nível é definido de acordo com definições de localização e perfil de cliente.

Do primeiro nível, foram definidos:

Custo do serviço

O custo é parametrizado em valores subjetivos “baixo custo” a “alto custo”, de acordo com definições subjetivas de um especialista comparando com outras tecnologias.

BER (*Bit Error Rate*)

Este parâmetro representa a taxa de erro de bit do meio de comunicação e que oferece, conseqüentemente, informações que possam servir de fator para QoS (*Qualidade de Serviço*) da rede, valores menores de BER indicam maior precisão dos dados transmitidos.

Taxa de transmissão de bits

A taxa de transmissão é relevante na transmissão de uma maior massa de dados. É um parâmetro que, quanto maior, implica em maior custo e equipamentos mais sofisticados.

Privacidade

O uso de técnicas de proteção de dados como criptografia e tunelamento. Caracteriza se o meio transmitido tem um alto ou baixo grau não violabilidade da informação.

Os parâmetros de segundo nível correspondem àqueles que são diagnosticados em tempo real e os que fazem parte do perfil do usuário. São eles:

Disponibilidade

A disponibilidade está associada a existência ou não de um serviço, normalmente vinculada a posição geográfica do módulo e à oferta de categoria de comunicação específica. Neste caso não se pode atribuir valores intermediários a este parâmetro. É uma informação binária que indica se determinado meio de transmissão está funcionando.

Localização

O parâmetro de localização estabelecido em configuração, deverá indicar posicionamento *indoor* e *outdoor* com o objetivo de prever o comportamento do sinal para serviços de comunicação *wireless*.

Urgência

Este parâmetro está associado ao tempo de conexão à rede e ao atraso inerente à transmissão.

Volume de Dados

Representa a quantidade de informação a ser transferida. Este parâmetro está vinculado a taxa de transmissão, importante em tráfego de rajadas.

Confiabilidade

Define a exigência de confiabilidade na transmissão dos dados.

Segurança

Pode-se definir qual nível de segurança que o usuário pretende obter na sua transmissão.

4. O DESENVOLVIMENTO DE UM CONTROLADOR FUZZY(NEBULOSO)

Aristóteles, filósofo grego (384 - 322 a.C.), além de ser o fundador da ciência da lógica, estabeleceu um conjunto de regras rígidas para que conclusões pudessem ser aceitas como válidas. O emprego da lógica de Aristóteles levava a uma linha de raciocínio baseado em premissas e conclusões. Como, por exemplo, se observa que "todo ser vivo é mortal" (premissa1), a seguir é constatado que "Sarah é um ser vivo" (premissa 2); como conclusão, temos que "Sarah é mortal". Desde então, a lógica ocidental, assim chamada, tem sido binária, isto é, uma declaração é falsa ou verdadeira, não podendo ser ao mesmo tempo parcialmente verdadeira e parcialmente falsa. Tal suposição e a lei da

não-contradição, que coloca que "U e não-U" cobrem todas as possibilidades, formam a base do pensamento lógico ocidental (TAKEMURA, 2006).

A Lógica Difusa (Fuzzy Logic) viola essas suposições. O conceito de dualidade, que estabelece que algo pode e deve coexistir com o seu oposto, faz a lógica difusa parecer natural, até mesmo inevitável. A lógica de Aristóteles trata dos valores "verdade" das afirmações, classificando-as como verdadeiras ou falsas. Não obstante, muitas das experiências humanas não podem ser classificadas simplesmente como verdadeiras ou falsas, sim ou não, branco ou preto. Por exemplo: Aquele homem é alto ou baixo? A taxa de risco para aquele empreendimento é grande ou pequena? Um sim ou um não como resposta a tais questões é, na maioria das vezes, uma resposta incompleta. Lógica Fuzzy pode ser definida como a lógica que suporta os modos de raciocínio aproximados, em vez de exatos, como estamos naturalmente acostumados a trabalhar. Ela está baseada na teoria dos conjuntos nebulosos, e difere dos sistemas lógicos tradicionais em suas características e detalhes (TAKEMURA, 2006).

Um controlador nebuloso típico é descrito na figura 2. Primeiramente as variáveis de entrada são fuzzificadas para que os valores do universo clássico (crisp) sejam convertidos para valores do universo nebuloso. Estes valores são processados pelo módulo de inferência que, através do conjunto de regras descritos em linguagem natural e dos operadores nebulosos, fornece os valores nebulosos de saída. Os valores nebulosos de saída são então defuzzificados para serem obtidos os valores das variáveis de saída, novamente no universo dos números clássicos.

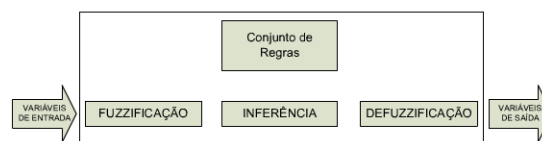


Figura 2 – Controlador Nebuloso

O problema exposto consiste num sistema embarcado que precisa se comunicar com um servidor remoto. Dentro do sistema de comunicação são implementadas diversas tecnologias de acesso: CSD, SMS, GPRS. De acordo com parâmetros especificados sejam por características intrínsecas do método de comunicação, sejam pelo ambiente ou mesmo por especificações de perfil de usuário.

4.2 Variáveis lingüísticas de entrada

No nível de caracterização da tecnologia de comunicação pode-se citar 4 variáveis lingüísticas: custo do serviço, BER, taxa de transmissão de bits e privacidade. No nível de avaliação de ambiente e verificação de perfil de usuário considera-se: disponibilidade, localização, urgência, volume de dados, confiabilidade e segurança. O sistema deverá avaliar estas últimas e definir valores lingüísticos para o primeiro grupo.

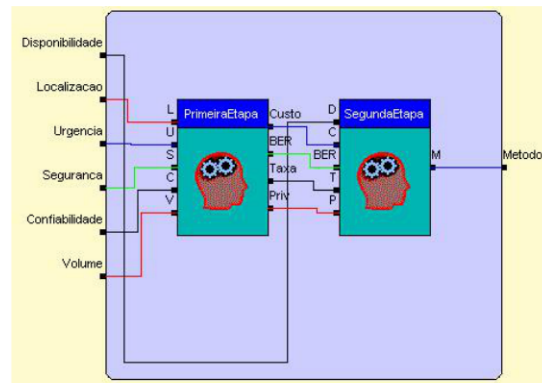


Figura 3 – Sistema Fuzzy e Variáveis lingüísticas

A figura 3 foi criada a partir do Xfuzzy (XFUZZY, 2006), uma ferramenta *open source* que permite a modelagem de sistemas fuzzy. Cada uma das variáveis de entrada foram modeladas segundo funções de pertinência em sua maioria trapezoidal. Entretanto variáveis como Disponibilidade foram modeladas usando funções *singleton* por se apresentar como uma variável *booleana* e a Urgência foi modelada usando funções *bell* que apresentam uma maior suavidade em sua representação.

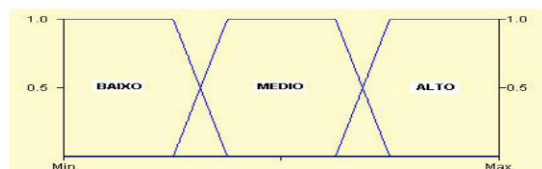


Figura 4 – Funções de Pertinência da Variável Linguística Custo

A figura 4 apresenta a variável Custo modelada através de uma função de pertinência trapezoidal e suas representações linguísticas: baixo, medio e alto.

4.3 Variáveis linguísticas de saída

Do primeiro nível obtemos algumas variáveis de saída que servirão de entrada para o segundo nível do conjunto de regras de inferência. As variáveis envolvidas no resultado do primeiro conjunto de regras são o custo, taxa de erro de bit, taxa de transmissão e a privacidade.

O método de comunicação é a informação de saída que se deseja obter. Nesta modelagem foram definidas três opções: CSD, GPRS, SMS como funções de pertinência *singleton*. A partir das regras de inferência, para as variáveis de entrada obtém-se o resultado desejado segundo a opinião de um especialista. A figura 5 apresenta a função de pertinência da saída.

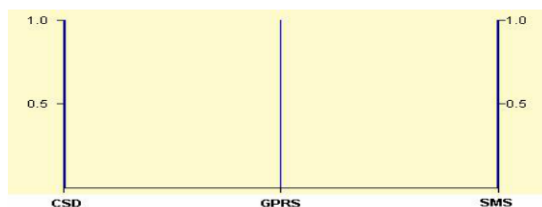


Figura 5 – Função de Pertinência da Saída

4.4 Regras de inferência

Um conjunto de regras de inferência é definido no primeiro e segundo nível de processamento fuzzy. Do primeiro nível podemos citar uma regra relacionada a segurança e confiabilidade:

```
If (SEGURANCA == ALTA & CONFIABILIDADE == MUITOCONFIAVEL) -> Custo = ALTO, Taxa = MEDIA, Privacidade = ALTA;
```

No segundo nível temos que obter o resultado desejado e regras que verifiquem os critérios de um especialista com relação as características de um determinado serviço são verificadas neste momento, por exemplo:

```
If (Custo == ALTO & BER == PEQUENA & TaxadeTransmissao == ALTA & Privacidade == POUCA) -> METODO = GPRS;
```

Desta forma, a escolha segue critérios que um especialista apresentaria de acordo com sua experiência e conhecimento da tecnologia mais adequada para a situação em questão. Seguindo assim, informações externas e o perfil do usuário.

5. CONCLUSÃO

A complexidade do sistema foi reduzida significativamente com o uso de lógica nebulosa. Como consequência, a implementação do código em um dispositivo com limites de processamento e memória ficou mais simples. Pode-se argumentar ainda que o sistema apresenta altos graus de flexibilidade, robustez, personalização e escalabilidade.

6. REFERÊNCIAS

TAKEMURA, Roberto. *Lógica Difusa*. Disponível em:

http://www.din.uem.br/ia/control/fuz_prin.htm Acesso em: 20 de junho de 2006.

SVERZUT, Umberto. *Livros - Redes GSM, GPRS, EDGEe UMTS: Evolução a Caminho da Terceira Geração*. Editora Erica. 2006

XFUZZY. Disponível em: <http://www.imse.cnm.es/Xfuzzy>. Acesso em: 20 de junho de 2006.