

SEREIA: Sistema Eficaz de Rede Empregando Inteligência Artificial

Cleber Garcia Weissheimer
Claudio Chiapin
Liane Margarida Rockenbach Tarouco

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Pós-Graduação em Ciência da Computação
Grupo de Pesquisa Redes de Comunicação de Dados

1. INTRODUÇÃO

As abordagens tradicionais de gerenciamento de redes são cada vez menos adequadas pelo grande volume de dados a serem analisados em tempo exiguo e pela necessidade de especialistas em número suficiente para atender aos múltiplos eventos anormais que ocorrem na operação da rede. Sabe-se que tais especialistas não são fáceis de formar ou encontrar no mercado. Em vista disso, urge desenvolver mecanismos para automatizar a gerência das redes. No projeto SEREIA-Sistema Eficaz de Rede Empregando Inteligência Artificial buscou-se testar uma estratégia neste sentido, que utiliza técnicas de inteligência artificial, unida ao potencial do uso de banco de dados relacional para criar uma nova perspectiva para sistemas de gerência de rede, possibilitando maior autonomia e eficiência.

O projeto SEREIA (Sistema Eficaz de Rede Empregando Inteligência Artificial) está sendo desenvolvido com apoio da FINEP e FAPERGS e visa o desenvolvimento de ferramentas para apoiar a gerência da rede num âmbito inicialmente mais restrito, voltado à rede de Teleprocessamento da UFRGS, que é baseada no computador A-10 da UNISYS, pertencente ao CPD da UFRGS. O sistema se propõe a analisar os diagnósticos e estatísticas de erros provenientes do sistema de comunicação de dados.

Este trabalho descreve inicialmente o ambiente de Teleprocessamento para o qual o sistema foi orientado e posteriormente o ambiente no qual foi implantado o sistema especialista. Também é descrito o processo de coleta dos dados e sua manipulação preliminar antes que seja submetido ao sistema especialista.

2. AMBIENTE DE TELEPROCESSAMENTO DO A-10

A comunicação entre o sistema central, A-10 e os componentes remotos (terminais, impressoras) é realizada através do subsistema de comunicação de dados (Data Comm Subsystem).

O Data Comm Subsystem é composto basicamente por processadores "front-ends" chamados Network Support Processor

(NSP) e Line Support Processor (LSP), que possuem as seguintes funções:

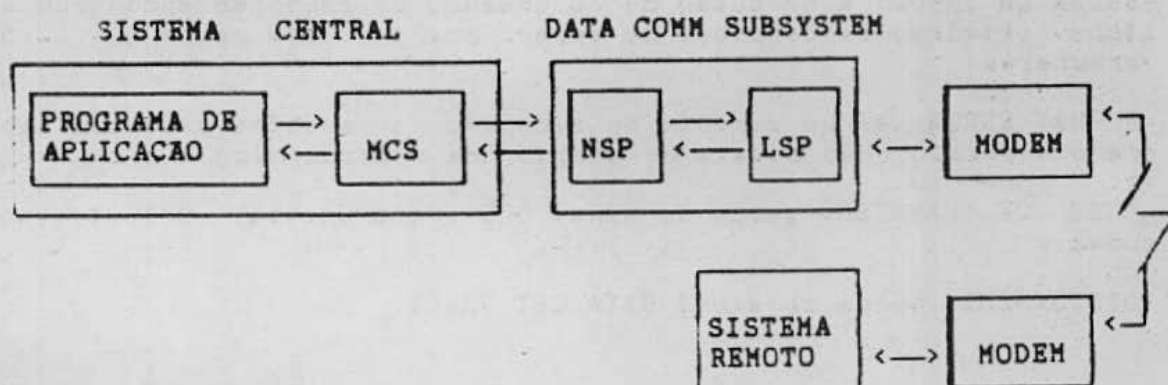
- Executar o algoritmo referente ao protocolo POLL-CONTENTION;
- Manipulação de linhas multiponto;
- Controle de estação, (controla o estado da estação e a sequência de polling);
- Controle de modem e equipamento de chamada automática;
- Armazenamento de mensagem para futura transferência;
- Edição e formatação de mensagens;
- Paralelização e serialização de bytes.

Os processadores NSP e LSP são programados pela Network Definition Language II (NDL II), uma linguagem de programação e definição de alto nível que é usada para definir a rede de comunicação física, lógica e funcionalmente. O código de um programa NDL reside nas memórias locais dos processadores.

No sistema central existem elementos de software que controlam o fluxo de mensagem com o Data Comm Subsystem, que são chamados de Message Control System (MCS), escritos em DCALGOL. Cada estação pertencente ao A-10 deve possuir um MCS controlador.

Basicamente, o caminho dos dados do sistema central ao sistema remoto pode ser mostrado na fig.1.

Figura 1: Trajetória dos dados



A ligação entre modems é half-duplex com dois fios e é realizada por três meios na UFRGS:

- cabo interno no próprio prédio do CPD
- cabo externo privado da UFRGS interligando os campi
- cabo alugado da companhia telefônica .

Adicionalmente é usado em âmbito local uma conexão direta, sem modem (TDI-Two Wire Direct Connect)

Atualmente a rede da UFRGS está configurada com dois NSP e quatro LSP (Dois LSP ligados a cada NSP), e cada LSP pode suportar dezesseis linhas.

2.1 DETECÇÃO DOS ERROS OCORRIDOS NA REDE

O programa que controla o Data Conn Subsystem está preparado para detecção de erros e tentativas de recuperação. Quando as tentativas falharem um número N de vezes, uma mensagem será passada para o respectivo MCS da estação que originou o problema e este passará a mensagem de erro para um LOG (LOGDCP) junto com a data, horário e número da estação envolvida.

Existem vinte e dois tipos de erros que podem ser sinalizados na rede, no entanto, apenas oito são mais frequentes e são relacionados a seguir, com uma breve explicação de seu significado:

-VERTICAL PARITY: ocorre quando o número de bits "1", incluindo o bit de paridade, foi ímpar numa conexão assíncrona ou par numa conexão síncrona.

-HORIZONTAL PARITY: o carácter de paridade longitudinal (BCC-Block Check Character), num texto recebido, não estava correto.

-TIMEOUT: foi excedido o tempo de resposta em uma recepção, ou o tempo entre a recepção de um carácter e outro na linha.

-STOP BIT: em uma conexão assíncrona houve perda do STOP BIT.

-BREAK ON INPUT: a execução de um comando de recepção encontrou a linha (Física) em condição de espaço por um tempo maior que 2,5 caracteres.

-FORMAT ERROR: em um comando de recepção, o carácter recebido não era o esperado (não estava de acordo com o protocolo)

-LOSS OF CARRIER: perda do sinal DCD (Data Carrier Detect) no nódem.

-DISCONNECT: perda do sinal DATA SET READY.

Como se pode avaliar, por esta relação de erros, a simples indicação de sua ocorrência não esclarece a causa da ocorrência. As vezes podem ser problemas transientes, para os quais não é preciso atentar. Outras vezes são eventos que se confundem com um problema nas foras provocados pela operação de um equipamento, de forma diferente do previsto no NDL II. Por exemplo, basta que o nódem do sistema central seja desligado para que o computador central registre no log o erro de DISCONNECT.

Por outro lado, dependendo da periodicidade com que ocorrem os eventos e das condições de controle existentes o(s) evento(s) sinalizado(s) pode(m) indicar necessidade de manutenção. Idealmente, isto deveria ser percebido pela equipe de gerência da rede e as devidas providências deverão ser tomadas, antes que o usuário reclame.

No estágio em que o projeto SEREIA se encontra, não se tem condições de detectar todos os problemas mais comuns em teleprocessamento. Mas com o desenvolvimento do projeto pretende-se ampliar as formas de sensoramento da rede, buscando informações em outros pontos tais como:

-Analisar a saída produzida por um analisador de protocolos para avaliar tempos de resposta e carga de transmissão na linha.

-Tratamento de mensagens de erro dentro do MCS para avaliar erros de software (programa de aplicação que não está disponível ou que cai ou tentativa de acesso não autorizado) ou ainda usuário mal treinado.

A análise de todos os eventos é complexa e requer investigações cuidadosas, em várias fontes (manuais, programas fontes) além de uma boa experiência em teleprocessamento, que permita identificar a causa provável de um evento anormal sinalizado. Este know-how somente existe em pessoas com muitos anos de experiência, as quais, nem sempre estão disponíveis. Assim, iniciou-se um processo de transferência deste conhecimento (ou pelo menos de uma parte relevante dele), para um sistema especialista que fosse capaz de prover recomendações equivalentes para solucionar os problemas da rede. A próxima seção descreverá alguns aspectos da construção deste sistema especialista.

3. AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA ESPECIALISTA

O ambiente ARITY /ARI 88/ foi o escolhido para servir de suporte ao desenvolvimento do sistema SEREIA, porque possui a flexibilidade de, a partir do seu interpretador PROLOG, anexar módulos funcionais tais como ARITY/EXPERT, um "shell" para construção de sistemas especialistas e ARITY/SQL, uma linguagem para a manipulação de um banco de dado relacional.

Os módulos (ARITY/EXPERT e ARITY/SQL) são anexados ao interpretador PROLOG em tempo de "linkagem". Um programa PROLOG pode usufruir de todos os serviços prestados por estes módulos acrescidos, através de predicados especiais pré-definidos.

3.1 ARITY/EXPERT

A principal característica do ARITY/EXPERT é o uso concomitante de duas formas de representação de conhecimento: frases e regras de produção, conforme definido por /FRE 87/

A representação em frases determina a relação entre conceitos (qualquer entidade física ou abstrata) do domínio do problema, junto com seus atributo e respectivos valores. Usa-se uma linguagem específica deste ambiente de desenvolvimento para descrever estes relacionamentos. A figura 2 apresenta a definição do conceito REDE com atributo MEIO_DE_LIGACAO e seus possíveis valores, usando a linguagem do shell.

Figura 2: Exemplo de definição de um conceito

```
define REDE with
    MEIO_DE_LIGACAO=[TDI,MODEM_INTERNO,MODEM_EXTERNO_CPD,
                    MODEM_EXTERNO_RP].
```

As regras de produção representam a linha de raciocínio do especialista, constituindo-se de duas partes: Condição e conclusão, do tipo (Se... Então...). As condições e conclusões usam o formalismo de triplas (ATRIBUTO-CONCEITO-VALOR). Uma tripla é mostrada na figura 3 valendo-se dos elementos usados na figura 2.

Figura 3: Formalismo para definir triplas

```
MEIO_DE_LIGCAO of REDE is TDI
```

Todos os elementos (ATRIBUTO-CONCEITO-VALOR) usados nas regras devem ser previamente declarados em forma de frames.

O EXPERT/SYSTEM possui a facilidade de trabalhar com fatores de certeza e a grande vantagem de permitir embutir cláusulas PROLOG dentro de condições das regras, permitindo assim o acesso a base de dados do interpretador.

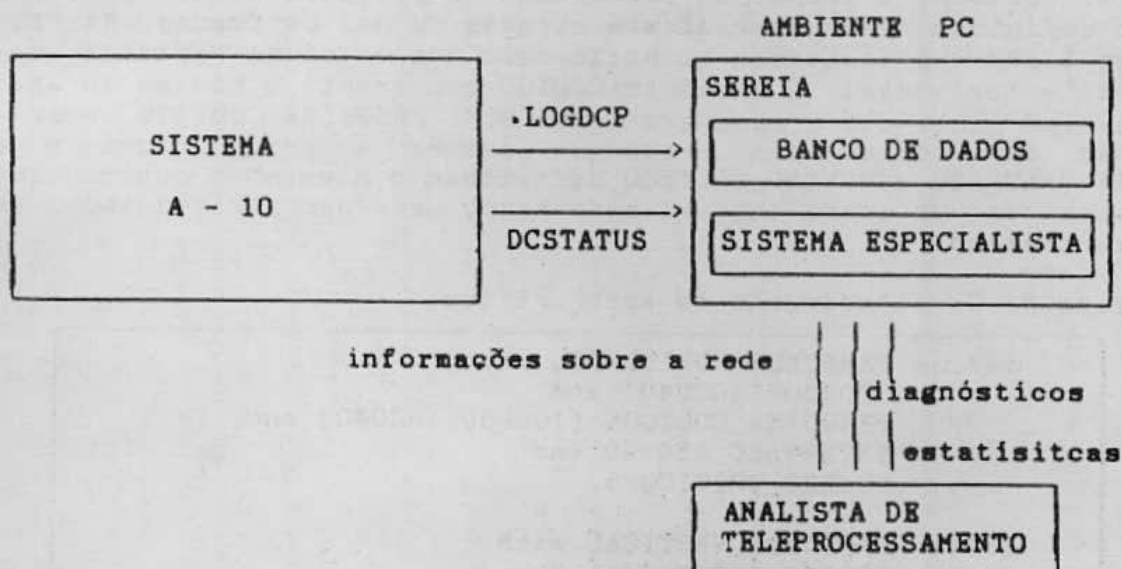
3.2 ARITY/SQL

O ARITY/SQL é uma ferramenta para construir um banco de dados relacional em cima da base de dados do interpretador. A manipulação do banco de dados é feita através do uso da SQL (Structured Query Language) que possui a sintaxe semelhante a usada pelo DB2 da IBM.

4. CARACTERISTICAS DA IMPLEMENTAÇÃO FEITA

O sistema SEREIA está sendo implementado num microcomputador PC, que futuramente estará ligado direto ao A-10 para constante monitoração da rede. Os dados colhidos pelo sistema A-10 são enviados ao PC que os processa e apresenta ao analista de TP uma série de recomendações concernentes à solução dos problemas sinalizados, tal como diagramado na figura 4.

Figura 4: Diagrama geral



Os arquivos LOGDCP e DCSTATUS contêm os dados resultantes do registro das atividades da rede e são transferidos do A-10 para o PC, mediante o uso de um outro componente do projeto REDURGS que já está operacional /DOT 88/. Trata-se do sistema FTAM (File Transfer Access and Management) que implementou um serviço de arquivamento virtual no A-10, permitindo que os PCs o acessassem para transferência de arquivos e algumas facilidades de gerenciamento dos mesmos.

O arquivo LOGDCP contém os registros das mensagens dos erros provenientes da rede, e o DCSTATUS, gerado pelo compilador NDL, contém informações relevantes sobre a configuração da rede, especificando características da cada estação. Foi elaborado e implementado no computador A-10, um programa para filtrar os dois arquivos e gerar outros dois com formatos específicos para serem recebidos no PC e tabulados pelo sistema SEREIA.

O sistema SEREIA foi escrito em PROLOG, usando facilidades do ARITY/EXPERT e ARITY/SQL. O ARITY/SQL foi utilizado para manejar o grande volume de dados provenientes dos arquivos transferidos e outros necessários para a gerência. Basicamente foram criadas três tabelas que possuem as mensagens de erro da rede, a configuração da rede e o histórico dos erros diagnosticados. A grande vantagem do uso do SQL é o acesso simples dos dados para efeito de estatísticas e uso pelas regras de produção.

O ARITY/EXPERT foi usado para a construção da base de conhecimento que representa o conhecimento do especialista. Basicamente é um conjunto de regras que tem por finalidade isolar as causas do erro e sua possível solução.

Assim, o primeiro procedimento do sistema é isolar erros críticos, isto é, erros que ocorrem de forma insistente em uma mesma estação ou linha, originados pela mesma causa durante um

certo período de tempo. Os parâmetros de pesquisa do erro crítico são definidos pelo especialista através do uso de frames. Na figura 5 são representados os parâmetros dos erros de paridade vertical e horizontal. O atributo CODIGO representa o código do erro que virá junto com a mensagem no LOGDCP. PESQUISA_CODIGOS representa os códigos dos erros que possuem a mesma causa e o INTERVALO_SEG e NUMERO_CRITICO determinam o número de ocorrências dentro de um certo intervalo de tempo para ser evidenciado um erro crítico.

Figura 5: Caracterização de erro crítico

```
define PARIDADE_HORIZONTAL with
  CODIGO=[100040] and
  PESQUISA_CODIGOS=[100080,100040] and
  INTERVALO_SEG=20 and
  NUMERO_CRITICO=5.

define PARIDADE_VERTICAL with
  CODIGO=[100080] and
  PESQUISA_CODIGOS=[100080,100040] and
  INTERVALO_SEG=20 and
  NUMERO_CRITICO=5.
```

Baseado nestas definições, quando uma mensagem de erro de paridade vertical for lida do LOGDCP, o sistema varrerá a tabela que contém as mensagens de erro obtidas até o momento para procurar todos os erros de paridade (vertical e horizontal) que aconteceram dentro do intervalo de 20 segundos antes do horário lido. Se o número achado for maior ou igual a cinco, extão se configurará um erro crítico.

Após ser evidenciada a ocorrência de um erro crítico, serão ativadas as regras definidas pelo especialista. Na figura 6 são exemplificadas duas regras em linguagem informal que representam o isolamento das causas do erro e as recomendações para erradicá-lo, respectivamente.

Figura 6: Manipulação de um erro

```
causa do erro é INTERFACE ELETRICA/30%
                    LINHA/10%
                    TERMINAL/80%
se
  ERRO E DE PARIDADE e
  MEIO DE LIGAÇÃO E TDI e
  NÃO HOUE ERRO NA LINHA MULTIPONTO

solução do erro é
  "1.VERIFICAR SE O MODEM DO SISTEM ESTA LIGADO
  2.LIGAR CABO AO MODEM DO SISTEMA"
se
  CAUSA DO ERRO E DATA SET NOT READY
```

É apresentado ao usuário a possível causa do erro e sua solução, com a possibilidade de gerar a explicação sobre a linha de raciocínio seguida para chegar a estas conclusões.

Quando os erros críticos são detectados, estes são gravados na tabela do histórico dos erros diagnosticados para futura verificação da reincidência do mesmo erro que não tenha ainda sido solucionado.

Está previsto um desenvolvimento suplementar que permitirá ao sistema a opção de gerar estatísticas sobre os erros e informações sobre a rede. Algumas perguntas para as quais o usuário poderá ter resposta do SEREIA são, por exemplo:

- Quais os erros ocorridos na linha 10 ?
- Quantos erros de paridade ocorreram na estação 23 a partir do horário 10:23:00 ?
- A estação 17 pertence a qual linha ?
- Houve algum erro crítico na estação 15 ?

5. CONCLUSOES

O sistema SEREIA está sendo construído segundo a metodologia de trabalho proposta por /WAT 86/, em que a prototipagem é a base do desenvolvimento que evolui de forma incremental, a partir da análise dos resultados obtidos em cada estágio. Pretende-se a partir de seu desenvolvimento adquirir experiência para definir formas mais otimizadas para apropriação do conhecimento e sua adequada representação.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

/ARI 86/ ARITY. The Arity/Expert Development Package. Arity Corporation, Concord, Massachusetts, 1986.

/DOT 89/ DOTTI, Fernando e TAROUOCO, Liane. xxx. In 7º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores. SBC. Porto Alegre, 20 1 22 de março de 1989.

/FRE 87/ FRENZEL, Louis. Crash course in artificial intelligence and expert systems. Howard & Sams, Indianapolis, 1987

/WAT 86/ WATERMAN, Donald. A guide to expert systems. Addison-Wesley, Menlo Park, 1986.

É apresentado ao usuário a possível causa do erro e sua solução, com a possibilidade de gerar a explicação sobre a linha de raciocínio seguida para chegar a estas conclusões.

Quando os erros críticos são detectados, estes são gravados na tabela do histórico dos erros diagnosticados para futura verificação da reincidência do mesmo erro que não tenha ainda sido solucionado.

Está previsto um desenvolvimento suplementar que permitirá ao sistema a opção de gerar estatísticas sobre os erros e informações sobre a rede. Algumas perguntas para as quais o usuário poderá ter resposta do SEREIA são, por exemplo:

- Quais os erros ocorridos na linha 10 ?
- Quantos erros de paridade ocorreram na estação 23 a partir do horário 10:23:00 ?
- A estação 17 pertence a qual linha ?
- Houve algum erro crítico na estação 15 ?

5. CONCLUSOES

O sistema SEREIA está sendo construído segundo a metodologia de trabalho proposta por /WAT 86/, em que a prototipagem é a base do desenvolvimento que evolui de forma incremental, a partir da análise dos resultados obtidos em cada estágio. Pretende-se a partir de seu desenvolvimento adquirir experiência para definir formas mais otimizadas para apropriação do conhecimento e sua adequada representação.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- /ARI 86/ ARITY. The Arity/Expert Development Package. Arity Corporation, Concord, Massachusetts, 1986.
- /DOT 89/ DOTTI, Fernando e TAROUCO, Liane. Processamento cooperativo utilizando acesso assíncrono à RENPAC. In 7º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores. SBC. Porto Alegre, 20 a 22 de março de 1989.
- /FRE 87/ FRENZEL, Louis. Crash course in artificial intelligence and expert systems. Howard & Sams, Indianapolis, 1987
- /WAT 86/ WATERMAN, Donald. A guide to expert systems. Addison-Wesley, Menlo Park, 1986.

É apresentado ao usuário a possível causa do erro e sua solução, com a possibilidade de gerar a explicação sobre a linha de raciocínio seguido para chegar a estas conclusões. Quando os erros críticos são detectados, estes são gravados na tabela do histórico dos erros diagnosticados para futura verificação da reincidência do mesmo erro que não tenha ainda sido solucionado. Está previsto um desenvolvimento suplementar que permitirá ao sistema a opção de gerar estatísticas sobre os erros e informações sobre a rede. Algumas perguntas para as quais o usuário poderá ter resposta do SEREIA são, por exemplo:

- Quais os erros ocorridos na linha 10 ?
- Quantos erros de paridade ocorreram na estação 23 a partir do horário 10:23:00 ?
- A estação 17 pertence a qual linha ?
- Houve algum erro crítico na estação 15 ?

5. CONCLUSOES

O sistema SEREIA está sendo construído segundo a metodologia de trabalho proposta por /WAT 86/, em que a prototipagem é a base do desenvolvimento que evolui de forma incremental, a partir da análise dos resultados obtidos em cada estágio. Neste trabalho tem sido muito valiosa e importante a colaboração de várias pessoas do CPD-UFRGS, em especial Hernan German Morales Aravena e Sandra Luiza Cortinovi.

Pretende-se, a partir do desenvolvimento do sistema, adquirir experiência para definir formas mais otimizadas para apropriação do conhecimento e sua adequada representação.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- /ARI 86/ ARITY. The Arity/Expert Development Package. Arity Corporation, Concord, Massachusetts, 1986.
- /BURa 84/ BURROUGHS CORPORATION. Network Definition Language II. Reference Manual. 1984
- /BURb 84/ BURROUGHS CORPORATION. DCALGOL. Reference Manual. 1984
- /CLO 84/ CLOCKSON, Willian F. & MEELISH C.S. Programming in prolog, 1984
- /DAT 84/. DATE, C.J. Guide to DB2, Addison Wesley. 1984
- /DOT 89/ DOTTI, Fernando e TAROUCO, Liane. Processamento cooperativo utilizando acesso assíncrono a RENPAC. In 7º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores. SBC. Porto Alegre, 20 a 22 de março de 1989.
- /FRE 87/ FRENZEL, Louis. Crash course in artificial intelligence and expert systems. Howard & Sams, Indianapolis, 1987
- /WAT 86/ WATERMAN, Donald. A guide to expert systems. Addison-Wesley, Menlo Park, 1986.