

UM MODELO DE SISTEMAS ESPECIALISTAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE SISTEMAS DE COMPUTAÇÃO

Paulo R. X. Ramos

DpartO de Informática
Universidade Federal de Pernambuco

R E S U M O

Este trabalho tem por finalidade o estudo de Análise de Desempenho e Planejamento de Capacidade dos Sistemas de Computação: Sistemas de Multiprogramação, Multiprocessamento, Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos. Sua característica principal em relação aos softwares existentes, é que além de modelar um sistema de computação, ele pode também projetar uma configuração ótima (hardware e software) otimizando os itens custo, desempenho e confiabilidade, que melhor se adapte a carga de trabalho do usuário. Outro ponto importante a destacar, é que ele será articulado em torno de um Sistema Especialista, o qual substituirá um Analista em Avaliação de Desempenho. Seu objetivo principal é oferecer um diagnóstico e a melhor solução aos problemas do sistema de computação, de uma forma totalmente transparente ao usuário.

A B S T R A C T

The aim of this work is the analysis of performance evaluation and capacity planning in Computer System: Multiprogramming Systems, Multiprocessing, Computer Networks and Distributed Systems. Its main characteristic as compared with existing software, is that beyond the modeling a computing systems, it also design and yields suggestions for optimal configurations (hardware and software) this optimality relates to the items cost, performance, reliability which better adapt to the work load of the user. Another important point to distinguish is that it will work in the environment of an "Expert System" which will take the place of a human specialist in computer system performance evaluation. Its main objective is to offer a diagnostic and the best solution to the problems of computer system measurement in a way which is transparent to the user.

1. INTRODUÇÃO

A avaliação de desempenho representa um fator primordial para a concepção, o desenvolvimento e a configuração dos sistemas de computação. Ela pode igualmente fazer intervir os problemas de custos, segurança, confiabilidade e facilidade de utilização. Várias técnicas são disponíveis para avaliação de desempenho; nós podemos as dividir em três domínios principais: a monitoração, a modelagem analítica e a simulação.

A monitoração é possível quando se deseja medir o desempenho de um sistema que está construído e operacional. A modelagem é necessária afim de prever o desempenho.

A utilização de modelos analíticos ou de simuladores é amplamente recomendada durante as fases de concepção e de desenvolvimento, mais igualmente para a configuração e o planejamento de capacidade dos sistemas estudados. Os modelos desenvolvidos cobrirão uma gama de simples modelos de fila de espera, resolvidos analiticamente, até simuladores bem detalhados.

Um dos principais benefícios trazidos pela exploração destes modelos (a mais dos aspectos quantitativos) é a experiência adquirida sobre a estrutura e o comportamento do sistema em estudo, após o desenvolvimento do modelo.

O objetivo destes modelos é o de propor soluções as questões do tipo: Qual é a resposta do sistema se utilizarmos tal protocolo de acesso ao meio ou se adotarmos tal topologia numa rede local ?

2. Os Objetivos Principais

Este trabalho tem como objetivo, conceber uma ferramenta capaz de modelar, avaliar e dimensionar inteligentemente um sistema de computação. Ele tem como vocação fornecer um software simples de manipular, sempre procurando explorar e resolver problemas dentro de um contexto industrial.

A primeira fase do projeto foi inicializada em 1985 no Laboratório MASI (Grupo de Redes e Performance) da Universidade Pierre et Marie Curie - Paris 6, sob a orientação dos professores Guy Pujolle e Serge Fdida, a qual se articulou sobre três problemas principais:

- a) a definição de uma arquitetura geral do sistema, que compreende a pesquisa e escolha das diferentes ferramentas, capazes de responder ao conjunto de especificações do projeto;

- b) a definição de um processo de modelagem inteligente a seguir, na medida onde nós consideramos que a existência de uma metodologia de modelagem geral é dificilmente formalisável;
- c) a expertise (regras referentes a análise de desempenho do sistema) de uma primeira classe de problemas, visando a otimizar alguns sistemas de computação.

Este estudo nos conduziu ao desenvolvimento da arquitetura funcional do sistema, definida no seu aspecto geral.

3. Um Sistema Especialista para a Modelagem e Avaliação de Desempenho de um Sistema de Computação

O desenvolvimento de simuladores foi facilitado pela utilização de linguagens específicas (de uso geral/GPSS, Simscript, Gasp, Slan, etc.). Elas facilitaram o desenvolvimento de simuladores utilizando as ferramentas de alto nível comuns a todas as simulações: geração de variáveis aleatórias, ordenamento dos eventos, gerenciamento das filas, coleta e apresentação das estatísticas. Alguns softwares de modelagem por simulação dedicados a avaliação de desempenho de sistemas, foram igualmente desenvolvidos: Resq, Paws, Onap, referências (03) e (08).

Estes "softwares" utilizaram as ferramentas de modelagem de alto nível, particularmente bem adaptadas à simulação de modelos de redes de fila de espera.

Alguns "softwares" de níveis superiores existem igualmente para modelar sistemas de computação particulares, tais como CMF ou Best/1 para estudo de sistemas IBM, referência (09), Quartz para estudo de redes a comutação de pacotes.

A realização deste "software", passa pelo estudo e análise do processo de modelagem que nós decompos em duas partes:

- a) transformação de um sistema real num modelo abstrato; a solução deste modelo fornecerá os valores indicadores de desempenho;
- b) a geração de vários cenários de funcionamento aplicados sobre a arquitetura do modelo, de maneira a encontrar o dimensionamento ótimo do sistema, como também uma avaliação preditiva de seu comportamento.

O projeto deste "software" permitirá oferecer uma ferramenta quantitativa dos sistemas de computação, aberto a uma grande variedade de usuários.

As principais características deste projeto, reside na sua facilidade de utilização, como também na sua transparência em relação aos modelos e procedimentos internos que se apoiam sobre a teoria de filas de espera. Para atender estes objetivos nós escolhemos em articular este projeto, em torno de um Sistema Especialista que será responsável pelo processo de modelagem, de avaliação de desempenho e do dimensionamento, tirando partido de uma interface de descrição com o usuário.

Vários pacotes de resolução de modelos de sistemas de computação são disponíveis, porém nenhum fornece a capacidade de projetar ou analisar um sistema, usando uma interface homem-máquina, utilizável por diversos tipos de usuários e também de um processo de modelagem de sistemas e de regras de avaliação e otimização de sistemas de computação.

A maioria dentre eles são limitados a descrição e a resolução de modelos.

Uma ferramenta automática de dimensionamento é importante, tanto para os construtores como para os usuários. Ela deve ser capaz de detectar, localizar e de corrigir os problemas de desempenho. Ela deve igualmente ajudar os usuários que querem configurar seu sistema seguindo determinados objetivos, compreendendo o comportamento do fenômeno estudado e prever o futuro imediato.

Assim, a característica principal desta ferramenta é de ser capaz de construir ou associar um modelo (matemático ou simulador) a partir da descrição feita pelo próprio usuário do sistema a dimensionar.

Esta ferramenta responde a vários problemas a fim de poder oferecer um melhor nível de serviços de computação aos seus usuários. A curto prazo, a resolução destes problemas passa pela pesquisa ótima de alguns parâmetros do sistema operacional, por exemplo:

- a) no caso de um sistema hospedeiro, o nível de multiprogramação ou a repartição de prioridades entre as classes de clientes batch ou interativo no processador;
- b) no caso de um protocolo do tipo para-e-espera (stop-and-wait), o dimensionamento do temporizador (timer), etc.

A longo prazo, um fator importante, reside na previsão de cenários sobre a carga de serviços previstas para um determinado horizonte de tempo, de outra parte, este suporte poderá fornecer a melhor configuração (hardware e software) que atenderá os objetivos do usuário, otimizando os critérios custo/desempenho/confiabilidade.

Esta ferramenta se articula em torno de um sistema especialista que agrupa várias bases de conhecimento relativas

a avaliação de desempenho e planejamento de capacidade dos sistemas de computação:

- Uma Base para a extração dos dados e estimativa dos parâmetros dos modelos;
- Uma Base para o processo de modelagem do sistema;
- Uma Base para o projeto e dimensionamento do sistema;
- Uma Base para o estudo econômico;
- Uma Base para o estudo de confiabilidade.

Estas bases serão particionadas em outras sub-bases ou pacotes de regras, em função das necessidades do sistema.

A extração dos dados, funciona principalmente como uma interface com o usuário, responsável pela coleta de um conjunto mínimo de informações que serão suficientes para a construção e resolução do modelo.

O usuário deve ser capaz de fornecer as características principais de seu sistema e as métricas correspondentes.

Estas informações são extraídas para uma base de parâmetros que caracterizarão os componentes (hardware e software) e a carga de trabalho do sistema.

O nível de detalhe e a precisão dos resultados requeridos pelo usuário, assim como suas restrições, são de uma importância primordial para o modelo produzido pelo sistema especialista. De fato, a modelagem de um sistema particular, se orientará para diferentes sub-modelos em função dos componentes do sistema a estudar (protocolos de acesso ao meio, enlace de dados, transporte, aplicação, arquitetura de entrada-e-saída, etc.), ver referências (16), (17), (18) e (26).

O esquema adotado neste trabalho consiste em integrar modelos de filas de espera de base (markovianas) e redes de filas de espera mais complexas.

Um modelo será obtido a partir destas ferramentas e serão armazenadas numa biblioteca (caixa de ferramentas da figura 2). Eles serão gerados pelo sistema especialista explorando as regras de construção e associação de blocos de base. Os algoritmos e 'procedures' de resolução, seus limites e suas restrições de utilização sobre os modelos construídos serão também incluídos na caixa de ferramentas.

A simulação discreta será disponível a fim de permitir o estudo dos modelos complexos, para os quais os métodos analíticos não forem aplicáveis.

Entretanto, alguns modelos de fila de espera são bem conhecidos no domínio de avaliação de desempenho, como por exemplo os modelos dos sistemas de multiprogramação, modelos de contenção no canal de comunicação de acesso a memória nos sistemas de multiprocessamento ou os modelos de contenção dos protocolos de acesso ao meio em redes locais (anel com ficha, barramento, CSMA-CD, etc.).

A construção de tais modelos pelo sistema especialista, de maneira sistemática, seria trabalhosa e dispendiosa em termos de tempo de cálculo. Então nós muniremos o sistema de uma base de conhecimentos em dois níveis: um nível inferior que contenha os modelos amplamente conhecidos e um nível superior que conterá modelos de alto nível gerados pelo sistema especialista, se apoiado sobre regras de construção.

Nós identificamos uma categoria de necessidades que serão integradas ao ambiente.

- Interface gráfica com o usuário,
- Descrição do sistema e dos modelos utilizados,
- Integração dos conhecimentos do domínio,
- Utilização de algoritmos de resolução dos modelos,
- Técnicas de manipulação, de gerenciamento e de decisão que integram o conhecimento e a experiência dos problemas abordados.

Nós estamos então confrontados num ambiente que deve ser capaz de manipular dados, métodos e domínios heterogêneos por intermédio de ferramentas apropriadas. O desenvolvimento de sistemas dinâmicos, requerem a definição de uma arquitetura capaz de evoluir e de suportar a integração de novos conhecimentos e de novas técnicas. Logo, parece ser claro, que se trata de construir e manipular um sistema de informações onde a natureza é susceptível de evoluir rapidamente.

O tratamento algorítmico clássico parece então pouco realista porque é mau adaptado a manipulação de conhecimentos instáveis, sujeitos a modificações frequentes. Neste contexto, as ferramentas construídas no domínio da inteligência artificial são úteis para a organização do ambiente no qual os métodos, as técnicas e os dados utilizados podem ser considerados como objetos complexos estruturados.

4. PROCESSO DE MODELAÇÃO

O processo de modelagem é a passagem do sistema de computação ao modelo matemático, com o objetivo de avaliar seu

desempenho (filas de espera, tempo de resposta, taxa de atendimento, etc.).

O modelo deverá representar o comportamento e o funcionamento do sistema durante um período de trabalho (serviços executados, formação de filas de espera na utilização dos recursos do sistema, trânsito entre vários componentes do sistema, etc.).

4.1. Proposição de um Processo de Modelagem e Avaliação de Desempenho

O processo de modelagem constitui um procedimento para avaliar o desempenho dos sistemas de computação e resolver os problemas específicos dos usuários.

Para atingir uma solução concreta, é preciso definir um processo de modelagem composto de dois elementos dependentes do sistema, do ambiente e dos objetivos do usuários.

Nós propomos um processo de modelagem constituído dos componentes seguintes:

1. Um processo de modelagem garantindo a passagem do sistema ao modelo matemático (se apoiando normalmente sobre a teoria das filas de espera);
2. Um processo estatístico de estimação dos parâmetros das equações matemáticas dos modelos (o qual pode utilizar eventualmente o processo de modelagem matemática).

É a integração destes dois processos que constitui o processo de modelagem e avaliação de desempenho do nosso trabalho.

O processo de modelagem matemático pode ser visto de uma maneira global, capaz de identificar uma rede de fila de espera e todas suas características através de uma interface homem-máquina.

Já o processo de estimação dos parâmetros é específico a um problema e a um objetivo particular do usuário, exigindo desta maneira a compreensão em detalhe do sistema estudado e seu ambiente.

Nós vemos então a necessidade de conhecer bem o processo de estimação dos parâmetros, para resolver integralmente um problema de desempenho.

4.2. Considerações gerais do Processo de Modelagem

Nós podemos decompor o processo de modelagem, em função do nível de conhecimento requerido em vários domínios que ele utiliza e necessários para estudar avaliação de desempenho.

Nós o dividiremos em três classes:

1. processo fortemente cognitivo;
2. processo medianamente cognitivo;
3. processo fracamente cognitivo.

4.3. Descrição dos Processos

Q Processo Fortemente Cognitivo

Ele representa todos os conhecimentos necessários ao estudo de avaliação de desempenho. Eles são incorporados sob a forma de regras de experiências em modelagem, métodos de resolução, heurísticas, algoritmos de otimização, avaliação de desempenho e em geração de cenários.

Nesta situação, se o usuário propõe uma configuração e a carga de trabalho, o processo pode oferecer os resultados de desempenho, mais também um diagnóstico dos inconvenientes desta configuração. O processo pode ainda sugerir uma configuração ótima em relação aos objetivos, restrições e previsão da carga de trabalho de seu sistema. Neste caso o usuário não precisa de nenhuma experiência em avaliação de desempenho ou em teoria das filas de espera, etc. O método utilizado lhe será transparente.

Q Processo Medianamente Cognitivo

Ele representa todos os conhecimentos para avaliação de desempenho, incorporados somente sob a forma de modelos de fila de espera. Nesta situação, se o usuário propõe uma configuração e sua carga de trabalho, o processo pode oferecer somente os resultados de desempenho relativos a esta configuração, a partir do modelo de fila de espera. Neste caso é exigido do usuário uma experiência em avaliação de desempenho e no sistema em estudo, para encontrar uma boa configuração para seu sistema.

O Processo Eracamente Cognitivo

Ele representa uma linguagem de descrição de simulação ou de modelagem. O usuário define então um modelo de fila de espera que ele construiu a partir do seu sistema.

O único conhecimento do processo repousa sobre a utilização do método de resolução do modelo. Neste caso são exigidos todos os conhecimentos necessários para abordar um problema de desempenho por teoria das filas.

4.4. O Processo Inteligente Proposto neste Projeto

Nosso processo se encontra no caso fortemente cognitivo. Seus conhecimentos mais importantes são: a modelagem, a avaliação de desempenho e a geração de cenários. Ele pode avaliar o desempenho de várias configurações propostas pelo usuário e fornecer, se necessário uma configuração ótima compatível com a carga de trabalho do sistema.

A fim de realizar estas funções, nós propomos um sistema especialista onde as grandes linhas são apresentadas nos parágrafos seguintes. Os principais módulos deste sistema foram definidos a partir da experiência adquirida no estudo de avaliação de desempenho e planejamento de capacidade do sistema de computação da CHESF, durante dez anos e no Laboratório MASI (Grupo de Redes e Performance) da Universidade Pierre et Marie Curie - Paris 6, durante quatro anos de programa de doutoramento.

5. MODELO DO SISTEMA ESPECIALISTA

A primeira fase do projeto consistiu em adquirir todos os conhecimentos necessários ao processo de avaliação de desempenho de um sistema de computação.

Nós dividimos estes conhecimentos em duas partes.

- a) conhecimento teóricos (redes de filas de espera, simulação discreta, algoritmos de resolução exata e aproximados, estimadores de parâmetros, etc.);
- b) conhecimentos práticos (procedimentos de análise de desempenho, otimização de sistemas, processo de modelagem, etc.).

O problema mais complexo na aquisição dos conhecimentos é o da síntese de todos estes conhecimentos

adquiridos e da experiência acumulada no domínio de avaliação de desempenho, de planejamento de capacidade e de sua transferência para a base de conhecimentos.

O trabalho de geração de uma base de conhecimento é um processo difícil, que necessita três etapas de realização:

- 1) definição do sistema, problema e objetivos do usuário;
- 2) aquisição e estruturação dos conhecimentos;
- 3) aperfeiçoamento gradativo do sistema.

6. FASE PRELIMINAR DO PROJETO

Nosso primeiro trabalho consistiu a se familiarizar com as ferramentas de sistemas especialistas existentes (mercado europeu e americano) e as dificuldades de aquisição de conhecimentos no domínio de estudo, discutidas em (23).

Uma primeira maquete foi então construída com o gerador de sistemas especialistas 'MORSE' de motor 0+).

O objetivo principal era o de conhecer as dificuldades reais na definição de uma expertise e de pesquisar as ferramentas de desenvolvimento de sistemas especialistas a mais completa possível (ambiente).

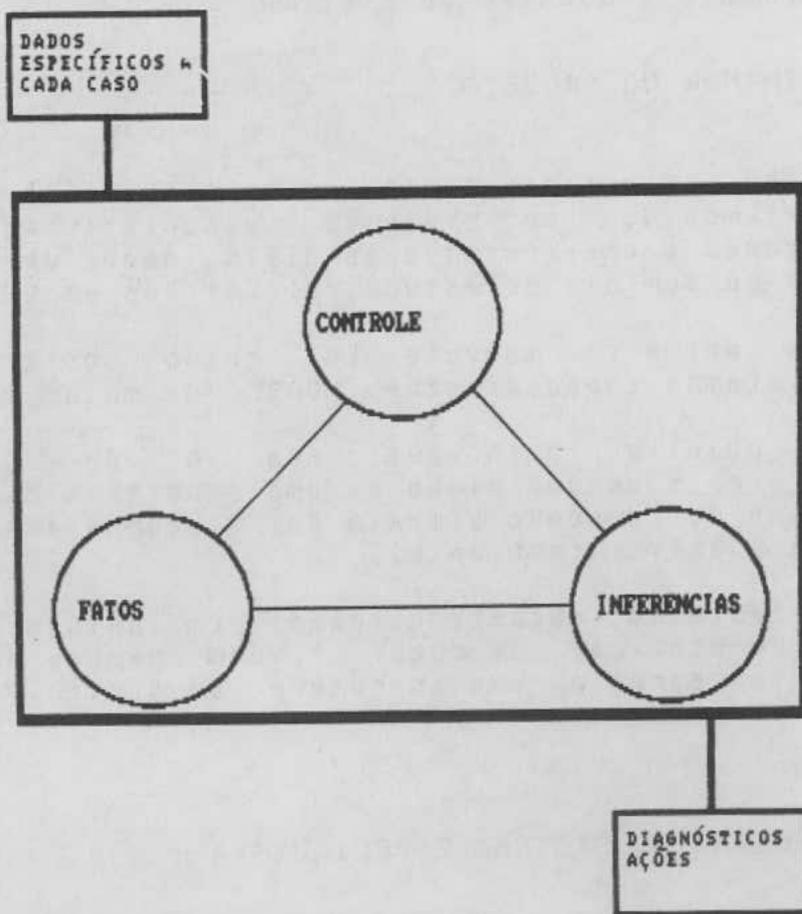
O teste da maquete colocada em estudo, revelou a necessidade de utilizar um motor 1, com chamada de procedures externas, meta-regras e uma estrutura de controle do sistema mais eficiente.

7. CONCEPÇÃO GERAL DO SISTEMA ESPECIALISTA

A função deste sistema, consiste em substituir o trabalho de um especialista em modelagem e avaliação de performance. Nós podemos definir o sistema especialista de uma maneira funcional, como um sistema que permita a resolução de problemas num domínio específico utilizando uma base de conhecimentos adquirida junto a especialistas no domínio. A estrutura do sistema especialista é geralmente composta de três blocos (fig. 1):

1. Base de fatos, onde existem conhecimentos permanentes do sistema, (objetos manipulados pelo sistema a partir de dados, ferramentas de base, condições de aplicações);

Figura 1 - ESTRUTURA SIMPLIFICADA DE UM SISTEMA ESPECIALISTA



2. Base de regras, inferência lógica sobre os fatos, refletindo a experiência em avaliação de desempenho;
3. Motor de inferência, se apoiando sobre os dados, fatos e regras (utilizando encadeamento para trás ou para frente).

Estes três blocos formam um sistema especialista que pode ser considerado como uma caixa preta, que recebe na entrada os dados e que fornece como saída, ou diagnósticos, ou um conjunto de ações a executar, ver referências (11) e (12).

7.1. Identificação dos Problemas

Na fase de identificação do problema, nós passamos de um problema bem amplo relativo a modelagem geral dos sistemas de computação a problemas restritos a um domínio específico.

O domínio pode ser limitado aos sistemas de multiprogramação, ou multiprocessamento e as redes de comunicação, bem entendido, o ambiente pode se reduzir a certos sub-conjuntos de sistemas a serem estudados separadamente. Por exemplo, as redes de comunicação podem ser classificadas e estudadas nos seus pontos particulares, como nas redes locais, redes satélites, interconexões de redes e nas diferentes camadas de protocolo da rede (terminologia ISO), dependendo evidentemente do interesse do estudo.

Este projeto pode ser orientado para diversos sistemas de computação, porque sua estrutura de base se adapta a todas as classe de sistemas, após enriquecimento dos módulos específicos a cada tipo de problema.

7.2. Estrutura de Controle

A principal preocupação na concepção de um sistema especialista é de saber como representar os conhecimentos. Esta representação comanda o desenvolvimento e interfere com as estratégias de controle. Existem várias maneiras de representar os conhecimentos.

Quando estes são agrupados em módulos, nós podemos fazer comunicar estes módulos através de uma procedure chamada blackboard, a qual comanda ou supervisiona a passagem de um módulo a outro afim de resolver o problema.

Nosso procedimento consistiu em utilizar metaregras para a comunicação dos módulos (Piloto) devido a facilidade de formulação do sistema, em relação aos problemas aqui considerados.

7.3. Piloto do Sistema

A fim de melhor compreender a função do sistema especialista, nós podemos visualizar o sistema global através da (fig. 2). Nós podemos então ver as principais bases de conhecimentos, a caixa de ferramentas e o piloto de controle do sistema.

O controle do sistema compreende todas os procedimentos necessários a identificações dos problemas até sua resolução.

Quando o sistema é ativado, o piloto é inicializado com o objetivo de identificar o sistema do usuário, seus problemas e seus objetivos.

Em seguida o piloto se ocupará de encontrar as bases de conhecimentos que resolverão os problemas do usuário, atendendo seus objetivos.

7.4. Bases de Conhecimentos

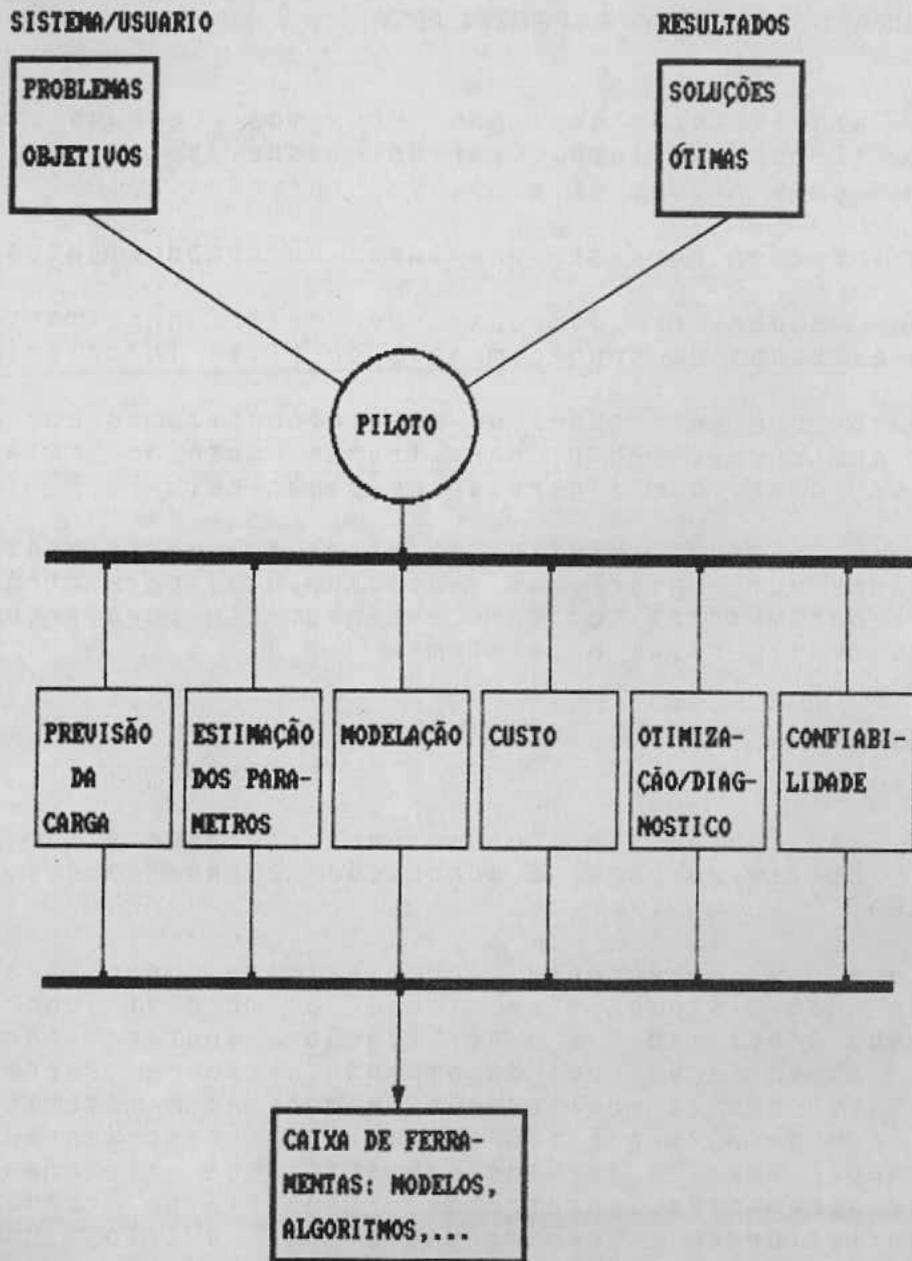
Cada base de conhecimentos pode gerar vários modelos, algoritmos, estimadores, etc, a partir de ferramentas de base, armazenadas numa caixa de ferramentas, necessárias ao estudo de avaliação de desempenho dos sistemas de computação.

As bases de conhecimentos serão compostas de regras de produção tendo como premissas os problemas e objetivos do usuário, identificados através de uma interface homem-máquina e como ação a seleção das ferramentas para resolver estes problemas. Elas serão utilizadas numa ordem determinada, respeitando o sequenciamento lógico das ações necessárias para atender os objetivos do usuário.

As bases de conhecimentos serão orientadas para a resolução dos principais problemas de desempenho dos sistemas de computação. Normalmente esta orientação está dirigida para a viabilização das principais aplicações do usuário. Estas aplicações para serem mais eficientes, normalmente se utilizam do processamento paralelo ou distribuído, cujo dimensionamento não é trivial, face a grande quantidade de informações que devem ser consideradas.

As aplicações em tempo real, exigem o dimensionamento correto da arquitetura das redes de comunicação (hardware e software), como também da arquitetura interna dos sistemas hospedeiros que compõe a rede. Este dimensionamento deve levar em consideração os critérios de custo, desempenho e confiabilidade, na obtenção de uma política ótima. Ela deve satisfazer os objetivos e restrições do usuário, como também as dependências tecnológicas dos componentes do sistema. É preciso igualmente considerar a carga e o ambiente de trabalho do usuário.

Figura 2 - MODELO DO SISTEMA ESPECIALISTA



Nós estimamos que as bases de conhecimentos para o projeto de Redes Locais, compreenderá entre 500 a 1000 regras.

8. ARQUITETURA DO SISTEMA ESPECIALISTA

A arquitetura que nós propomos repousa sobre um ambiente multi-especialista (várias bases de conhecimentos) organizada em dois níveis (fig.3), ver referência (27):

- Um nível inferior composto das bases de conhecimentos;
- Um nível superior composto de meta-conhecimentos, que comandam as bases de conhecimentos do nível inferior.

Para o nível superior nós preconizamos um motor de inferência com encadeamento para frente para as meta-regras, porque ele se adapta bem a geração de cenários.

Para o nível inferior as bases de conhecimentos podem ser utilizadas num motor com encadeamento para trás (base extração de parâmetros) ou com encadeamento para frente (base modelagem ou configuração do sistema).

9. CONCLUSÃO

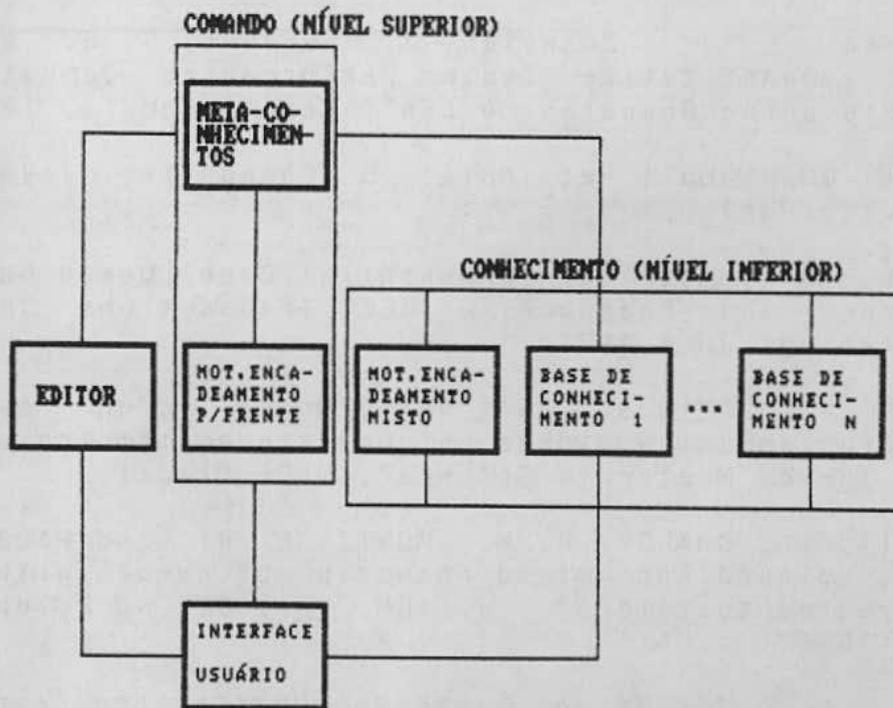
A avaliação de Desempenho representa um domínio importante, utilizado para a concepção e análise dos Sistemas de Computação.

Face a crescente complexidade encontrada nas arquiteturas dos sistemas, se torna primordial conceber um software que facilite a utilização destas ferramentas analíticas. A avaliação de desempenho repousa sobre várias técnicas, tais como, a monitoração, a modelagem matemática ou a simulação. A modelagem por teoria das filas representa o método mais utilizado para o dimensionamento dos sistemas. Nosso trabalho se desenvolveu dentro da filosofia de tornar estas técnicas sofisticadas, transparentes ao usuário. Então foi neste contexto, que desenvolvemos um Modelo de Sistemas Especialistas para Avaliação de Desempenho.

Nós estamos confrontados a vários domínios, ligados de uma parte a Pesquisa Operacional e de outra parte, as ferramentas de Inteligência Artificial e a representação dos conhecimentos.

Nós definimos várias Bases de Conhecimentos, necessárias ao Dimensionamento de Sistemas de Computação de Grande Porte e as Redes de Comunicação. Podemos destacar as bases de Modelagem, Configuração, Otimização, Custo e

Figura 3 - ARQUITETURA DO SISTEMA ESPECIALISTA



Confiabilidade, responsáveis pela modelagem do sistema do usuário e pela solução aos seus problemas, otimizando os critérios de custo, desempenho e confiabilidade. Respeitando ao mesmo tempo, os objetivos e as restrições relativas a carga de trabalho e ao sistema do usuário.

BIBLIOGRAFIA

01. Pujolle, G. Fdida, S. "General Resource Sharing Systems", proc. International Seminar on Teletraffic Analysis and Computer Performance Evaluation, Amsterdam, June 2-6, 1986.
02. Lazowska, E. D., Zahorjan, J., Graham, G. S., and Sevcik, K. C., "Quantitative System Performance: Computer System Analysis using Queueing Models", Prentice-Hall, 1984.
03. Manuel QNAP, Bull et INRIA, D. Chanderis, M. Veran et Ph. De Rivet, Paris.
04. Perros, A Symmetrical Exponential Open Queue Network with Blocking and Feedback, IEEE Transactions on Software Engineering, July 1981.
05. Ramos P. "Etude de performance d'un systeme de multiprogrammation, dans un contexte de mémoire virtuelle", 1979. These "Master in Science". UFPE-Bresil.
06. BASKETT, F. CHANDY, K. M. MUNTZ, R. R. and PALACIOS, F. G. "Open, closed and mixed networks of queues with different classes of customers", J. ACM, Vol. 22, NO 2, pp. 248-260, April 1975.
07. FDIDA, S. "Etude de systemes à partage de ressources par réseaux de files d'attente. Application à l'architecture multiprocesseur SM90", These de 3o Cycle, Université P. et M. Curie (Paris 6), Laboratoire MASI, Mars 1984.
08. PAWS, Performance Analyst's Workbench System, "Introduction and technical Summary", Information Research Associates, Austin, Texas.
09. BGS Systems, BEST/1 product description, BE77-010-2, Lincoln, Massachusetts, 1977.
10. Markenscoff, P. A. Deterministic Model for Evaluation the Performance of a Multiple Processeur System with a Shared Bus, IEEE. Vol. c-33, no 3, Mar. 1984.
11. Lauriere J. Intelligence Artificielle, résolution de problemes par l'homme et la machine; Editions Eyrolles, 1987.

12. Benchimol; Levine; Pomerol. Systemes experts dans l'entreprise; Editions Hermes, 1986
13. Lauriere J. Un langage déclaratif: SNARK T. S. I. Vol. 5, n° 3, 1986.
14. Saad A. Analyse de Desempenho de Computadores: Avaliação, controle e otimização, Editore Ednar Blucher Ltda, 1980.
15. Menascé D., Almeida V. Planejamento de Capacidade de Sistemas de Computação; Editora Campus Ltda, 1985.
16. Giozza W., Araujo F., Antão J. Redes de Computadores, vol. 1 e 2 McGraw-Hill, 1986.
17. Pujolle G., Seret D., Dromard D., Horlalt E., Réseaux et Télématique, Eyrolles, 1986.
18. Fdida, S. Pujolle G., Modeles de Systemes et de réseaux, tome 1, Performance, Editions Eyrolles, 1989.
19. Pujolle G., Fdida S., Modeles de systemes et de réseaux, tome 2, Files d'attente, Editions Eyrolles, 1989.
20. Abu El Ata N., Analytical Modeling of Multi-vendor Environments, J. Cap. Mgt-Vol. 2 n° 4-1985.
21. Abu El Ata N., Drucbert A., Capacity Management and Metrication New Approach to Support System Engineering, French C.M.G. Paris, 1988.
22. Lévine P., Pomerol J. Ch., Systemes Interactifs d'Aide à Décision et Systemes Experts, Hermes, Paris 1989.
23. Fdida, S., Ramos, P., Bul, N. "HELP: A software for automatique, performance evaluation and measurement of computer systems. In: International Conference on Modelling and Simulation. Italia - Naples, 1986.
24. Fdida, S., Pujolle, G., Mailles, D., Ramos, P. "Descriptive Queueing Models: Applications to Resource Sharing Systems. In: 11th Trienal Conference on Operations Research. Argentina - Buenos Aires, 1987.
25. Fdida, S., Ramos, P., Bul, N., Boutros, G. "Le Prolet Help (le dimensionnement automatique des systemes)". In: O1 Informatique (1003), France - Paris, 1988.
26. Ramos, P. Fdida, S. "General Modelling Process for an I/O Architecture". In: L'ingeniere des performance des systemes d'information, CMGF (Computer Measurement Group Francophone) França-Nice, 1988.
27. Ramos, P. "Un Modele de Systeme Expert pour L'évaluation de Performance". Docteur de l'Université Pierre et Marie Curie; In" Spécialité Informatique, France-Paris, 1989.