

Avaliação de Desempenho

Mário Meireles Teixeira
Departamento de Informática, UFMA
mario@deinf.ufma.br

Introdução

- Desempenho: quantidade de serviços prestados / tempo decorrido desde o início dos serviços
- A qualidade de um sistema é julgada pela impressão causada a seus usuários
- Se existe descontentamento, surge a necessidade de avaliação do sistema
- Objetivos da Análise de Desempenho
 - Maximização da eficiência de um sistema
 - Maximização da utilização de um recurso
 - Minimização do custo
 - Minimização do tempo de resposta
 - Balanceamento de carga ...

2

Introdução

- Aplicações da Análise de Desempenho
 - Sistemas existentes
 - Sistemas em desenvolvimento
 - Seleção de sistemas
- Por que essa tarefa é muitas vezes “esquecida” ?

3

Técnicas de Avaliação de Desempenho de Sistemas

- As informações requeridas podem ser obtidas:
 - A partir do próprio sistema
 - Através de um modelo representativo do sistema
- A partir do próprio sistema
 - Protótipos
 - Benchmarks
 - Coleta de dados

Técnicas de Aferição

 - Baseiam-se em medições feitas sobre o sistema real ou sobre um protótipo do mesmo
 - Somente é possível aplicar se o sistema já existe

4

Técnicas de Aferição

- **Protótipos**
 - Simplificação de um sistema ou artefato, mas preservando a funcionalidade do mesmo
 - Como abstrair as características essenciais do sistema?
 - Custo elevado
- **Benchmarks**
 - Programas usados para testar o desempenho de um software, hardware ou sistema computacional
 - Utilizados para efeito de comparação
 - O próprio benchmark não pode influenciar nos resultados obtidos
- **Coleta de Dados**
 - A análise é feita a partir de dados reais do sistema
 - Mais precisa das técnicas de aferição
 - Pode ser impossível de realizar ou muito caro

5

Modelagem

- **Modelo**
 - Descrição de um determinado sistema, abstraindo suas características mais relevantes
- **Técnicas de Modelagem**
 - Redes de Filas
 - Redes de Petri
 - Statecharts
- **Soluções do Modelo**
 - Modelagem Analítica
 - Simulação

6

Modelagem

■ Modelagem Analítica

- Pode ser aplicada a sistemas ainda em fase de projeto
- Requer boa formação matemática
- Fornece resultados aproximados
- Muitas simplificações do modelo podem ser necessárias

7

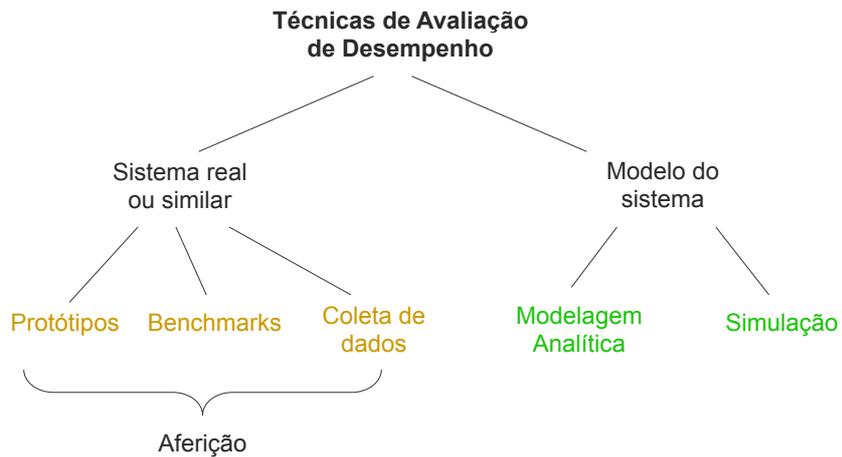
Modelagem

■ Simulação

- Simula-se o comportamento de um sistema real a partir de um modelo do mesmo
- Em geral, é possível construir um modelo mais próximo da realidade do que quando se usa a modelagem analítica
- Resultados não exatos
- Técnica flexível, de baixo custo e ampla aceitação no meio científico e na indústria (petróleo, aviação, trânsito, telefonia, provedores de internet...)
- Inúmeras bibliotecas, ambientes de simulação e linguagens:
 - SMPL, SimPack
 - QNET4, OPNET, JavaSim, NS-2
 - SIMULA, GPSS

8

Taxonomia



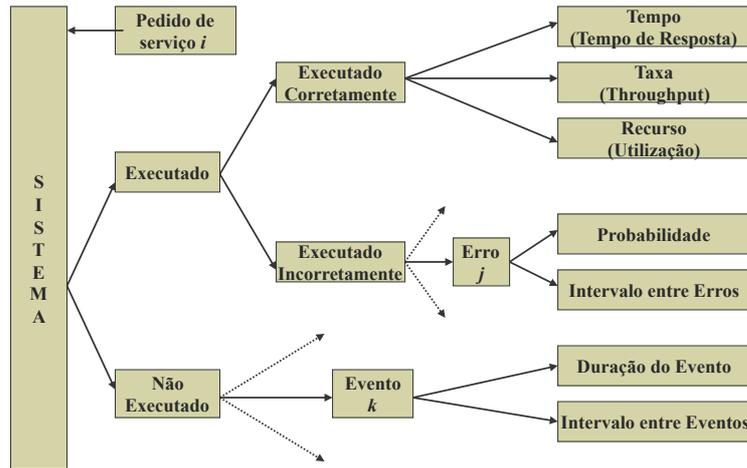
9

Critérios para seleção da Técnica de Avaliação

	Modelagem Analítica	Simulação	Aferição
1. Estágio	Qualquer	Qualquer	Após prototipação
2. Tempo	Pouco	Médio	Variado
3. Ferramentas	Analistas	Linguagens de programação	Instrumentação
4. Precisão	Pouca	Moderada	Variada
5. Comparações	Fáceis	Moderadas	Difíceis
6. Custo	Baixo	Médio	Alto
7. Poder de convencimento	Baixo	Médio	Alto

10

Métricas de Desempenho

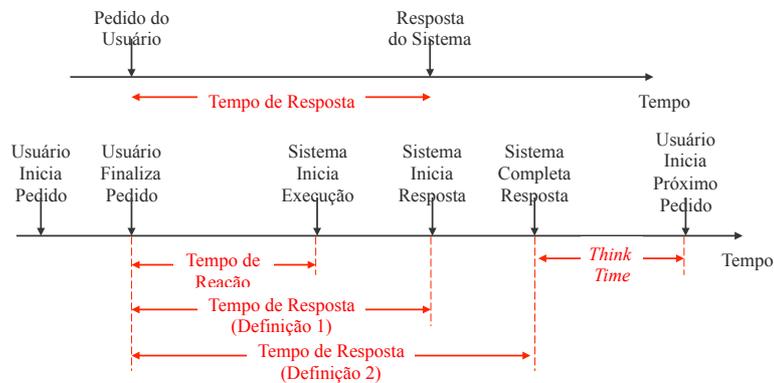


Velocidade
Confiabilidade
Disponibilidade

11

Tempo de Resposta

- Intervalo entre o pedido do usuário e a resposta do sistema
- Sistemas batch: turnaround time (tempo de ciclo)
- Stretch factor (R/S)



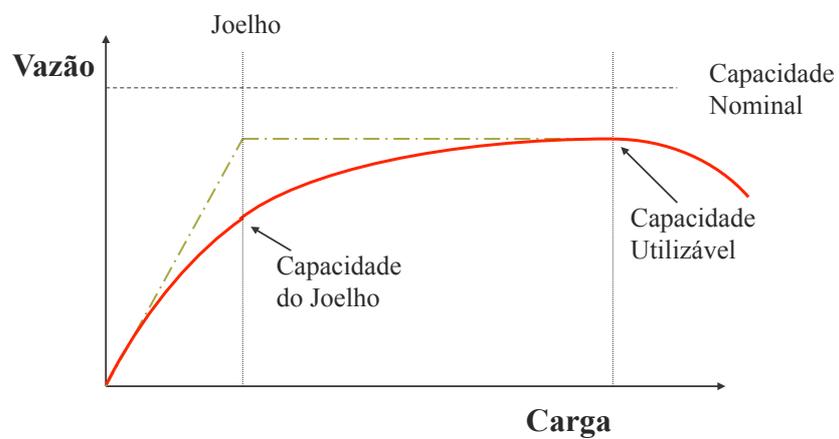
12

Throughput (Vazão)

- Taxa na qual os pedidos são atendidos pelo sistema (pedidos por unidade de tempo)
- Exemplos:
 - Sistemas batch: jobs por segundo
 - Sistemas interativos: pedidos por segundo
 - CPUs: MIPS ou MFLOPS
 - Redes de comunicação: pacotes por segundo (pps) ou bits por segundo (bps)
 - Sistemas de processamento de transações: transações por segundo (TPS)
 - Sistemas da Web: requisições HTTP por segundo

13

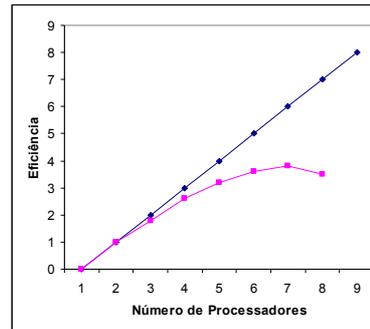
Throughput



14

Eficiência

- Def: Razão entre o throughput máximo (capacidade utilizável) e a capacidade nominal do sistema
- 1. Uma LAN de 100 Mbps com throughput máximo de 85 Mbps: Eficiência de 85%
- 2. A razão do desempenho de um sistema com n processadores para outro com apenas um processador



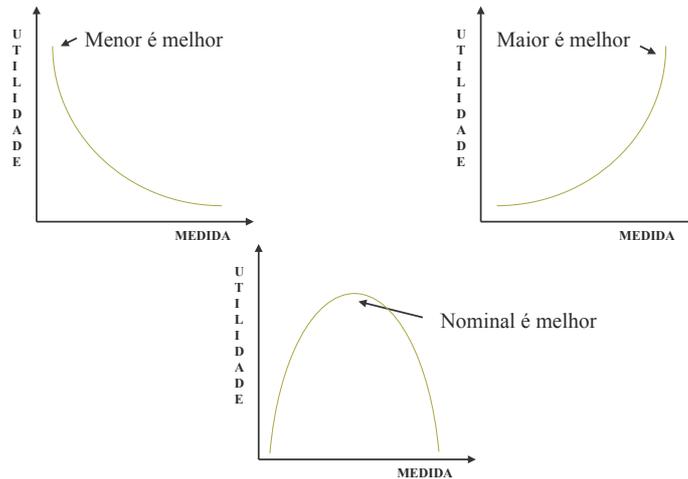
15

Outras Métricas

- **Utilização** – Fração de tempo em que o recurso está ocupado atendendo os pedidos dos clientes
- **Confiabilidade** – Probabilidade de erros ou intervalo médio entre erros
- **Disponibilidade** – Fração de tempo em que o sistema está disponível para atender seus clientes (*uptime*)
 - MTTF – *Mean Time to Failure*
- **Relação Custo/Desempenho** – Ex: \$ / TPS
 - Comparação entre sistemas

16

Utilidade das Métricas de Desempenho



17

Especificação de Requisitos de Desempenho

- ***Specific*** (Específicos)
- ***Measurable*** (Mensuráveis)
- ***Acceptable*** (Aceitáveis)
- ***Realizable*** (Viáveis)
- ***Thorough*** (Abrangentes)

18

Erros Comuns e Como Evitá-los

Erros Comuns

- Ausência de objetivos
 - É importante que o analista compreenda o funcionamento do sistema e identifique o problema a ser resolvido
- Objetivos tendenciosos
 - Mostrar que o “nosso” sistema é “melhor” que o deles
- Abordagem não sistemática
 - Tentativa e erro: objetivos, parâmetros, fatores, métricas e carga de trabalho são escolhidos arbitrariamente

20

Erros Comuns

- **Análise sem a compreensão do problema**
 - Um problema bem formulado já está meio resolvido!
 - Os modelos são meios para se chegar a conclusões e não o resultado final

 - **Escolha incorreta das métricas de desempenho**
 - Devem-se escolher métricas *relevantes* e não aquelas que podem ser mais facilmente computadas
- Ex. de equívocos:
- Uso de MIPS para comparar arquiteturas CISC e RISC
 - Estudar o desempenho de um servidor web a partir do número de pacotes IP retornados

21

Erros Comuns

- **Carga de trabalho não representativa**
 - A seleção da carga de trabalho tem um impacto significativo nos resultados da avaliação de desempenho

- **Uso de técnica de avaliação inadequada**
 - Os analistas geralmente têm preferência por uma dada técnica de avaliação e a usam em todos os casos!

- **Ignorar parâmetros importantes**
 - Devem-se listar todas as características do sistema e da carga de trabalho que podem afetar o desempenho
 - Os parâmetros devem ser variados a fim de avaliar diferentes cenários de uso do sistema

22

Erros Comuns

- Ignorar fatores significativos
 - Os parâmetros que são variados são denominados *fatores*
 - Devem ser escolhidos como fatores aqueles parâmetros que, quando variados, provocam maior impacto no desempenho
 - Os diferentes valores dos fatores são chamados de *níveis*

Exemplos:

- Número de usuários
- Taxa de chegada
- Tamanho do arquivo/pacote/bloco
- Velocidade da CPU/disco/rede ...

23

Erros Comuns

- Definição inapropriada do experimento
- Nível inadequado de detalhe
- Falta de análise dos resultados
- Análise incorreta
- Estimativa incorreta dos parâmetros
- Tratamento inadequado de pontos “fora da curva”
- Ignorar a variabilidade

24

Erros Comuns

- Análise muito complicada
 - É melhor começar com modelos ou experimentos simples, obter alguns resultados e, só então, complicar as coisas...
- Apresentação imprópria dos resultados
- Ignorar aspectos sociais
- Omitir hipóteses e limitações da análise

25

Abordagem Sistemática da Avaliação de Desempenho

1. Estabeleça os objetivos e defina o sistema
2. Liste os serviços e suas respostas
3. Selecione as métricas
 - Em geral, estão associadas com velocidade, confiabilidade e disponibilidade dos serviços
4. Liste os Parâmetros
 - Do sistema e da carga de trabalho

26

[Abordagem Sistemática da Avaliação de Desempenho]

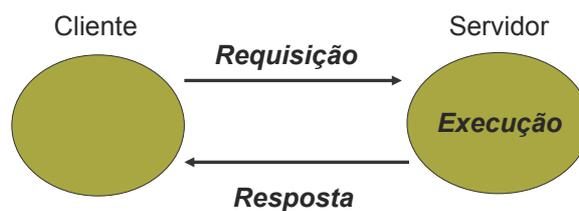
5. Selecione os fatores a serem estudados
 - Selecione os *níveis* de cada fator
6. Selecione a técnica de avaliação
7. Selecione a carga de trabalho
8. Planeje os experimentos
9. Analise e interprete os dados
 - Não confundir resultados com conclusões!
10. Apresente os resultados

27

[Estudo de Caso]

[Comparação de Pipes Remotos com RPCs]

- Nas RPCs, os chamadores ficam bloqueados
- Definição do Sistema:



- Canal: Procedimento ou um *Pipe*

29

[Estudo de Caso: Serviços]

- Dois tipos de chamadas do canal: *Remote Procedure Call* e *Pipe Remoto*
- Recursos usados pelas chamadas dependem:
 - do número de parâmetros passados
 - da ação necessária sobre estes parâmetros
- Serviços:
 - Transferência de Dados Curtos
 - Transferência de Dados Longos

30

[Estudo de Caso: Métricas]

- O estudo será limitado à operação correta
- Métricas:
 - Tempo decorrido por chamada
 - Taxa máxima de chamadas por unidade de tempo
 - Tempo da CPU local por chamada
 - Tempo da CPU remota por chamada
 - Número de bytes enviados no enlace por chamada

31

[Estudo de Caso: Parâmetros]

- Parâmetros do **Sistema** que afetam o desempenho:
 - Velocidade da CPU Local
 - Velocidade da CPU Remota
 - Velocidade da Rede
 - Sobrecarga do S.O. (para conversar com os canais)
 - Sobrecarga do S.O. (para conversar com a rede)
 - Confiabilidade da rede (retransmissões)

32

[Estudo de Caso: Parâmetros]

- Parâmetros da **Carga** que afetam o desempenho:
 - Intervalo de Tempo entre Chamadas Sucessivas
 - Número e Tamanho dos Parâmetros das Chamadas
 - Número e Tamanho dos Resultados
 - Tipo do Canal
 - Outras Cargas nas CPUs Local e Remota
 - Outras Cargas na Rede

33

[Estudo de Caso: Fatores]

- Tipo do Canal:
 - *Pipes* remotos e RPCs
- Velocidade da Rede:
 - Curta distância (Campus) e longa distância
- Tamanho dos Parâmetros a ser transferidos:
 - Dois níveis: pequenos e grandes
- Número de Chamadas Consecutivas (n)
 - $n=\{1,2,4,8,16,32,64,128,256,512, 1024\}$
- Os demais parâmetros permanecerão fixos

34

[Estudo de Caso: Técnica de Avaliação]

- Dado que existem protótipos dos dois sistemas de canal: **MEDIÇÕES**
- **MODELAGEM ANALÍTICA** será usada para justificar a consistência dos valores medidos para diferentes parâmetros

35

[Estudo de Caso: Carga de Trabalho]

- A carga consistirá de um **programa sintético** gerando os tipos de chamadas especificadas
- O programa irá também monitorar os recursos consumidos e registrar os resultados medidos
- Pedidos nulos serão utilizados para avaliar os recursos consumidos com a monitoração e registro

36

Estudo de Caso

- Projeto do Experimento
 - Um **projeto fatorial completo** com $2^3 \cdot 11 = 88$ experimentos será utilizado para o estudo inicial
- Análise dos Dados
 - Será utilizada **Análise de Variância** para quantificar os efeitos dos três primeiros fatores e **regressão** para quantificar os efeitos do número n de chamadas consecutivas.

37

Estudo de Caso

- Apresentação dos Dados:
 - Os resultados finais serão plotados em função do tamanho do bloco n
- Este estudo foi efetuado por Glasser e relatado numa Dissertação de Mestrado em 1987

38

[Trabalho I – Aplicação da Metodologia]

- Escolha um sistema para estudar o desempenho. Descreva o sistema sucintamente e liste:
 - Os serviços e as respostas
 - As métricas de desempenho
 - Os parâmetros do sistema
 - A carga de trabalho
 - Os parâmetros da carga de trabalho
 - Os fatores e suas faixas de valores
 - A técnica de avaliação a ser utilizada

Justifique suas escolhas.