

Universidade Federal de Ouro Preto

Mateus Oliveira dos Santos - 11.2.8093

Trabalho Extra

Trabalho Extra apresentado a disciplina de Avaliação e Desempenho de Sistemas Computacionais do curso de Engenharia de Computação do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto.

Professor Alexandre Magno de Sousa.

João Monlevade - MG

Introdução

O trabalho extra proposto tem como objetivo consolidar os conhecimentos adquiridos em sala de aula e colocar em prática a análise de modelos de sistemas multiclasse.

Apresentamos os enunciado proposto, os softwares e a metodologia utilizada, a definição do modelo multiclasse, e logo mais a extração dos dados do problema seguidos das resoluções dos questionamentos do enunciado, seguindo a metodologia proposta.

Enunciado

A database server has one CPU and one disk. The server's workload is composed of trivial queries that arrive at a rate of 10 tps, complex queries that arrive at a rate of 0.1 tps, and of a batch workload that generates a report. When the report generation completes, a new report generation is started in 15 minutes. Table 1 provides workload related information. Each physical I/O demands 0.015 msec of CPU time and 9 msec of disk service time. The last row of Table 1 indicates how much CPU time is required by transactions of each workload in addition to the CPU time related to I/Os.

- What kind of QN should be used to model this situation? Specify the type of workload, resources and network.
- Find the average response time and the average throughput for each of the three workloads.
- Find the utilization of the CPU and of the disk.
- Finds the residence times at the CPU and at the disk for each of the three workloads.

Tabela 1 – Data for exercise

Workload	Trivial	Complex	Report
Avg. Number of SQL Calls	3.5	20.0	120.0
Avg. Number of I/Os per SQL Call	5.0	15.0	40.0
DB Buffer Hit Ratio (in %)	70.0	80.0	30.0
Non I/O Related CPU Time (msec)	30.0	180.0	1250.0

Software Utilizados

Segue a lista dos software utilizados para desenvolvimento do trabalho.

- Java Modelling Tools - JMT disponível em <http://jmt.sourceforge.net/Requirements.html>
- IDE Latex TexStudio

Metodologia de Resolução

A metodologia utilizada para resolver o problema proposto de modelo multiclasse em questão foi a sugerida na prova de Avaliação e Desempenho de Sistemas pelo Professore Alexandre Magno de Sousa.

1. Resolver os submodelos isoladamente, porém analisando o impacto que um infere ou outro;
2. obter as utilizações para o submodelo aberto para cada classe de carga;
3. encontrar as utilizações para cada recurso do submodelo aberto(soma das utilizações encontradas);
4. encontrar as demandas estendidas para o submodelo fechado;
5. utilizar algoritmo de MVA para encontrar o throughput, tempo de respoa e tamanho da fila para o modelo fechado;
6. calcular o tempo de residência para cada classe de transação do submodelo aberto;
7. calcular o tempo de resposta para cada classe de transação.

Definição do Modelo

Estação seção dedica-se a resolução passo-a-passo do problemas proposto.

- **TipoQN:** Mista
- **Recursos:** 1 CPU e 1 Disco
- **Carga:** Heterogeneia
- **Rede:** Aberta e Fechada

Extração de dados do problema

Devemos seguir a metodologia para encontrar o tempo médio de resposta, o tempo de residência, as utilizações e througput solicitados no enunciado.

Temos que $S_{cpu} = 0.000015$ e $S_{disco} = 0.009$.

Dados inferidos com base no contexto do problema proposto. Os subscritos t , c e r , respectivamente são *trivial*, *complex* e *report*. O δ é o tipo de transação e o ψ quando usado representa o recurso. Os sobrescritos IO , Hit , B , T e e respectivamente são referência a acesso a disco, referência acessos no *buffer*, carga *batch*, carga de transação e demanda estendida.

Tabela 2 – Dados problema

Equações	Trivial	Complex	Report
λ_δ	$\lambda_t = 10tps$	$\lambda_c = 0.1tps$?
$V_{(cpu,\delta)}$	$V_{(cpu,t)} = ?$	$V_{(cpu,c)} = ?$	$V_{(cpu,r)} = ?$
$V_{(disco,\delta)} = S_{qlCall} * \frac{IO}{S_{qlCall}} * P_\delta^{IO}$	$V_{(disco,t)} = 5.25$	$V_{(disco,c)} = 60.0$	$V_{(disco,r)} = 3360.0$
P_δ^{Hit}	$P_t^{Hit} = 0.7$	$P_c^{Hit} = 0.8$	$P_r^{Hit} = 0.3$
P_δ^{IO}	$P_t^{IO} = 0.3$	$P_c^{IO} = 0.2$	$P_r^{IO} = 0.7$

Resolvendo o submodelo aberto

Cálculo da demanda de CPU:

$$D_{(cpu,\delta)}^{IO} = V_{(cpu,\delta)} * S_{cpu} * P_\delta^{IO} \quad (1)$$

$$D_{(cpu,\delta)} = D_{(cpu,\delta)}^{IO} + D_{(cpu,\delta)}^{Hit} \quad (2)$$

O $D_{(cpu,\delta)}^{Hit}$ é dado pela última linha da tabela 1.

Tabela 3 – Demandas de CPU por transação

Carga	$D_{(cpu,\delta)}^{Hit}$	$D_{(cpu,\delta)}^{IO}$	$D_{(cpu,\delta)}$
Trivial (s)	0.030	$0.07875 * 10^{-3}$	$30.07875 * 10^{-3}$
Complex (s)	0.180	$0.9 * 10^{-3}$	$180.9 * 10^{-3}$
Report (s)	1.250	$50.4 * 10^{-3}$	$130.04 * 10^{-3}$

Cálculo da demanda de Disco:

$$D_{(disco,\delta)} = V_{(disco,\delta)} * S_{disco} \quad (3)$$

Tabela 4 – Demandas de Disco por transação

Carga	$D_{(disco,\delta)}$
Trivial (s)	0.04725
Complex (s)	0.540
Report (s)	30.24

Cálculo para utilização do disco e da CPU para o submodelo aberto

$$U_{(\psi,\delta)} = D_{(\psi,\delta)} * \lambda_\delta \quad (4)$$

$$U_\psi^T = \sum_{\delta=0}^K U_{(\psi,\delta)} \quad (5)$$

Tabela 5 – Utilização do submodelo aberto

Carga	$U_{(disco,\delta)}$	$U_{(cpu,\delta)}$
Trivial (s)	0.4725	0.3007875
Complex (s)	0.054	0.01809
U_{ψ}^T	0.5265	0.32609

Temos que o tamanho total da fila por recurso é dado por,

$$N_{\psi}^T = \frac{U_{\psi}^T}{1 - U_{\psi}^T} \quad (6)$$

Logo podemos calcular o tamanho da fila para cada tipo de transação como um percente do tamanho total. Portanto,

$$N_{(\psi,\delta)}^T = N_{\psi}^T * \frac{U_{(\psi,\delta)}^T}{U_{\psi}^T} \quad (7)$$

Tabela 6 – Tamanho da Fila CPU e Disco - Complex e Trivial

Carga	CPU	Disco
$N_{(\psi,t)}^T$	0.44627	0.99788
$N_{(\psi,c)}^T$	0.02684	0.11404
N_{ψ}^T	0.48387	1.11193

Agora já podemos calcular o tempo de residência de cada carga do sistema aberto pois,

$$R_{(\psi,\delta)}^T = \frac{N_{(\psi,\delta)}^T}{\lambda_{\delta}} \quad (8)$$

Logo,

$$R_{\delta}^T = \sum_{\psi=0}^K R_{(\psi,\delta)}^T \quad (9)$$

Tabela 7 – Tempo de Residência submodelo aberto - CPU e Disco

Carga	CPU	Disco	R_{δ}^T
$R_{(\psi,t)}^T$	0.044627	0.099788	0.14442
$R_{(\psi,c)}^T$	0.2684	1.1404	1.4088

Recalculando os valores ao final da resolução do submodelo aberto temos:

$$V(\psi, \delta) = \frac{D_{(\psi,\delta)}}{S_{\psi}} \quad (10)$$

Tabela 8 – Dados do Problema Recalculado

Equações	Trivial	Complex	Report
λ_δ	$\lambda_t = 10tps$	$\lambda_c = 0.1tps$?
$V_{(cpu,\delta)}$	$V_{(cpu,t)} = 2005$	$V_{(cpu,c)} = 12060$	$V_{(cpu,r)} = 86693.33$
$V_{(disco,\delta)} = SqlCall * \frac{IO}{SqlCall} * P_\delta^{IO}$	$V_{(disco,t)} = 5.25$	$V_{(disco,c)} = 60.0$	$V_{(disco,r)} = 3360.0$
P_δ^{Hit}	$P_t^{Hit} = 0.7$	$P_c^{Hit} = 0.8$	$P_r^{Hit} = 0.3$
P_δ^{IO}	$P_t^{IO} = 0.3$	$P_c^{IO} = 0.2$	$P_r^{IO} = 0.7$

Resolvendo o submodelo *batch*

Para calcular a demanda do modelo *batch* temos que calcular a demanda estendida do modelo fechado. Este calculo é necessário pois modelo de transação impacta no modelo fechado, está é uma abordagem para resolver modelos multiclasse.

$$D_{(\psi,batch)}^e = \frac{D_{(\psi,batch)}}{1 - U_\psi^T} \quad (11)$$

$$D_{(cpu,r)}^e = 1.92963 \quad (12)$$

$$D_{(dsico,r)}^e = 63.8664 \quad (13)$$

Agora podemos utilizaremos o módulo Java Modelling Tools - JMT que utiliza o algoritmo MVA para encontrar o tamanho da fila e o throughput do sistema fechado. Como exemplo a diferença do tempo de resposta analisado para a carde de transação *complex* com influência do modelo *batch* é aproximadamente 55% maior que desconsiderando o impacto.

Tabela 9 – Tamanho da Fila - Report

Carga	CPU	Disco
N_ψ^B	0.02902	0.97097
X_{cpu}^B	0.02	

Com estamos resolvendo o sistema fechado isoladamente ele não experimenta fila logo, uma solução por MVA temos,

$$R_\psi = V_\psi * S_\psi = D_\psi \quad (14)$$

Assim temos que o tempo de residência para carga *batch*,

Tabela 10 – Tempo de Residência - Report

Carga	CPU	Disco	Total
R_ψ^B	1.92963	63.8664	65.79603

Resolvendo submodelo aberto com influência do submodelo fechado

Para encontrar o tempo de resposta do submodelo aberto devemos considera também o impacto do submodelo fechado. Portanto temos que o tempo de residência é dado por,

$$R'_{(\psi,\delta)} = D_{(\psi,\delta)} * (1 + N_{(\psi,batch)}) * \frac{1}{(1 - U_{(\psi,\delta)})} \quad (15)$$

$$R_\delta = \sum_{\psi=1}^K R'_{(\psi,\delta)} \quad (16)$$

onde $\delta \in \textit{transações}$.

Tabela 11 – Tempo Médio de Resposta submodelo aberto com impacto batch

Carga	Trivial	Complex
$R'_{(cpu,\delta)}$	0.04592	0.27402
$R'_{(dsico,\delta)}$	0.19668	2.24778
R_δ	0.2426	2.5218

Como o tempo de resposta mudou o número de tarefas no recurso também se altera. Temos que,

$$N_\psi^T = \sum_{\delta}^T \lambda_\delta * R_{(\psi,\delta)} \quad (17)$$

Tabela 12 – Tamanho da Fila - Transações

Carga	CPU	Disco
N_ψ^T	0.48660	2.19157

Tempo de Resposta, Tempo de Residncia

O tempo médio de resposta para o modelo aberto se encontra na tabela [11] e para o modelo fechado na tabela [10] que é o mesmo que o tempo de residência. O tempo de residência para o modelo fechado segue na tabela [7].

O throughput para carga batch é defino como,

$$X_0 = \frac{N}{R + Z} \quad (18)$$

Como $N = 1$ pois só temos um serviço de gerar relatório em execução. O tempo de pensar é dado no problema como 15 minutos logo $Z = 15 * 60 = 900s$. O tempo médio de resposta já está calculo na tabela [??], $R = 65.79603$. Logo $X_{batch} = 0.0010354tps$, já dados $X_t = 10.0tps$ e $X_c = 0.1tps$.

Utilização

Temos que,

$$U_{\psi} = U_{\psi}^T + U_{\psi}^{batch} \quad (19)$$

Dado que $U_{cpu}^T = 0.32609$ e $U_{disco}^T = 0.5265$ e

$$U_{\psi} = X_0 * D_{\psi} \quad (20)$$

temos que,

$$U_{cpu}^{batch} = X_{batch} * D_{(cpu,batch)}^e = 0.0010354 * 1.92963 = 0.00199 \quad (21)$$

$$U_{disco}^{batch} = X_{batch} * D_{(disco,batch)}^e = 0.0010354 * 63.8664 = 0.06612 \quad (22)$$

Logo, $U_{cpu} \approx 0.32808 \approx 32.80\%$ e $U_{disco} \approx 0.59262 \approx 59.26\%$.

Conclusão

Por meio do trabalho proposto, podemos reafirmar que em uma análise de modelo multiclasse o impacto que os submodelos geram um no outro não pode ser ignorado, haja vista que o tempo de resposta para a classe aberta da carga *complex* e aproximadamente 55% maior que o tempo de resposta sem considerar o impacto do modelo fechado.

Bibliografia

JAIN, Raj. The Art of Computer System Performance Analysis. EUA: John Wiley Sons, 1991.