



Avaliação de desempenho de Sistemas de Informação
Teoria das filas - Fila Isolada

BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

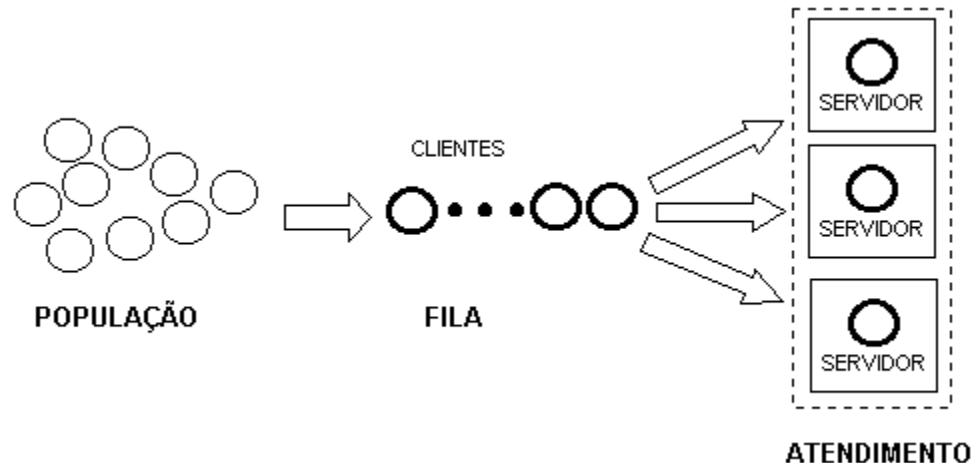
Prof. Sergio Nascimento

sergio.onascimento@sp.senac.br



Análise Operacional de Fila isolada

- ❑ Considera menos parâmetros que a Teoria das Filas
 - Variáveis Operacionais
 - Variáveis Operacionais Básicas – medidas diretamente no sistema;
 - Variáveis Operacionais Derivadas – obtidas por meio de relações entre variáveis básicas

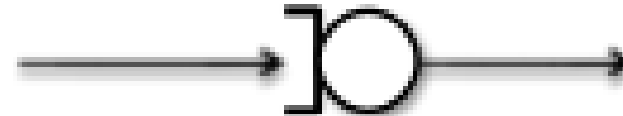


Tipos de Centro de Serviço

❑ Independente de Carga (Load Independent)

- Possuem taxa de serviço constante;
- Não dependem da carga recebida;

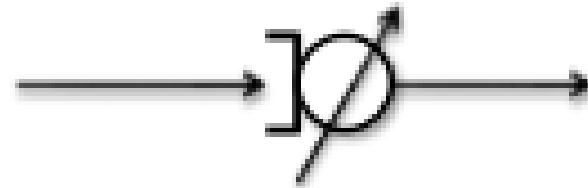
Exemplo: CPU, disco, etc.



❑ Dependente de Carga (Load Dependent)

- Possuem taxa de serviço dependente do número de clientes na fila

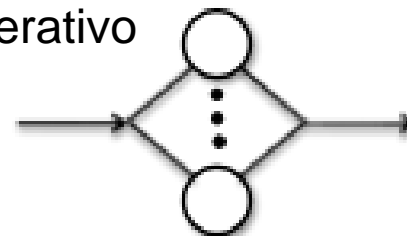
Exemplo: fila de m servidores, LAN (colisão de pacotes)



❑ Centro de Atraso (Delay Center)

- Não geram fila (não ocorre competição entre as solicitações);
- Tempo de residência é a demanda de serviço do cliente.
- Utilizado para representar situações onde existe atraso conhecido.

Exemplo: recursos dedicados, usuários interativo



Variáveis Operacionais

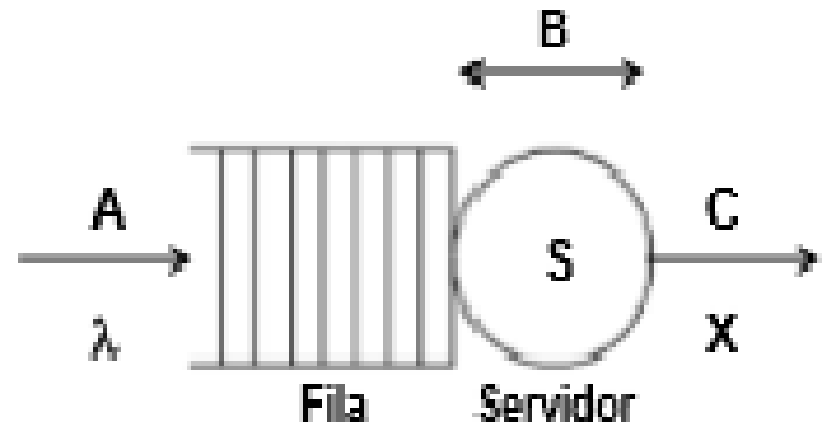


T = duração da medição (intervalo de tempo durante o qual o sistema foi observado)

A=número de chegadas de clientes na fila no intervalo de observação (T).

B=tempo ocupado (quantidade de tempo que o sistema ficou ocupado processando).

C=número de saídas/términos de clientes (solicitações atendidas pelo servidor durante o período de observação T)



Variáveis Operacionais

Tempo Médio do Serviço por Cliente (S):

Tempo que o servidor gasta para atender uma solicitação.

$$S = \frac{B}{C} \quad \text{onde } B = \text{tempo de ocupação durante intervalo } T$$
$$C = \text{n}^\circ \text{ de solicitações durante o intervalo } T$$

Onde T = intervalo de observação

Exemplo:

Se observamos 8 solicitações atendidas durante um intervalo e o servidor esteve ocupado por 2 minutos para atender essas solicitações, temos:

$$S = \frac{2}{8} = 0,25 \text{ minutos}$$

Variáveis Operacionais

Taxa de chegada (λ)

Taxa média de chegadas de solicitações no sistema

$$\lambda = \frac{A}{T} \quad \text{onde } A = \text{n}^\circ \text{ de chegadas de solicitações durante o intervalo } t$$

$T = \text{Intervalo de observação}$

Exemplo:

Observamos 8 chegadas de solicitações em um intervalo de observação de 4 minutos, temos:

$$\lambda = \frac{8}{4} = 2 \text{ solicitações/minuto}$$

Variáveis Operacionais

Throughput (X)

Taxa de processamento ou vazão, é o número de solicitações atendidas por unidade de tempo

$$X = \frac{C}{T} \quad \text{onde } C = \text{n}^\circ \text{ de solicitações atendidas durante o intervalo } T$$

$T = \text{Intervalo de observação}$

Exemplo:

Observamos 6 solicitações atendidas em um intervalo de observação de 4 minutos:

$$X = \frac{6}{4} = 1,5 \text{ solicitações/minuto}$$

Variáveis Operacionais

Utilização (U)

Taxa de utilização, é o tempo ocupado por Tempo de observação.

$$U = \frac{B}{T} \quad \text{onde } B = \text{Tempo de ocupação} \\ T = \text{Intervalo de observação}$$

Exemplo:

Observamos a ocupação de um servidor por 4 minutos em um intervalo de observação de 6 minutos:

$$U = \frac{4}{6} = 0,66 \times 100 = 66\%$$

Variáveis Operacionais

Exemplo

Um servidor de arquivos está conectado à rede da empresa. Ele recebe 50 solicitações de arquivos e atende a 20 dessas solicitações durante um intervalo de observação de 10 minutos. O servidor gasta 10 segundos para atender a cada solicitação. Os valores das variáveis operacionais do servidor de arquivos são:

A = 50 solicitações

S = 10 segundos

C = 20 solicitações

T = 10 min = 600 seg

Variáveis Operacionais

Exemplo

Um servidor de arquivos está conectado à rede da empresa. Ele recebe 50 solicitações de arquivos e atende a 20 dessas solicitações durante um intervalo de observação de 10 minutos. O servidor gasta 10 segundos para atender a cada solicitação. Os valores das variáveis operacionais do servidor de arquivos são:

A = 50 solicitações

S = 10 segundos

C = 20 solicitações

T = 10 min = 600 seg

Tempo médio de serviço $\rightarrow S = B/C \rightarrow B = S \times C = 10 \times 20 = 200$ seg

Taxa média de chegadas $\rightarrow \lambda = A/T = 50/600 = 0,083$ sol/seg

Throughput $\rightarrow C/T = 20/600 = 0,033$ sol/seg

Utilização $\rightarrow B/T = 200/600 = 0,33 \times 100 = 33\%$



Leis Fundamentais e Teoremas Operacionais

Lei de Utilização

A utilização de um recurso é igual ao produto do throughput daquele recurso e o tempo médio de serviço no recurso.

$$U = \frac{B}{T} = \frac{C}{T} \times \frac{B}{C}$$

Throughput

Tempo Médio
do Serviço

$$U = X \times S$$

$$U \leq 1 \therefore X \leq 1 / S$$

Exercícios

1) Um gateway recebe os pacotes à uma taxa de 125 pps e leva em média 2 ms para processar cada um. Qual a utilização desse gateway?

2) Um subsistema é composto por um único disco, com controlador e software associados. Se o tempo médio necessário para servir cada solicitação, para o subsistema de discos, é de 600 μ s, qual a máxima taxa de solicitação que ele pode tolerar?

Exercícios

1) Um gateway recebe os pacotes à uma taxa de 125 pps e leva em média 2 ms para processar cada um. Qual a utilização desse gateway?

$$U = 125 \times 0,002 = 0,25 \text{ ou } 25\%$$

2) Um subsistema é composto por um único disco, com controlador e software associados. Se o tempo médio necessário para servir cada solicitação, para o subsistema de discos, é de 600 μ s, qual a máxima taxa de solicitação que ele pode tolerar?

$$U = 1 \text{ (máxima utilização = 100\%)}$$

$$X_{\text{máx}} = U / S = 1 / 600 \times 10^{-6} = 1.666 \text{ solic./seg.}$$

Lei de Little

J.D.C Little demonstrou que, para um sistema estável de filas, temos:

❑ Sistema

N_0 – número médio de clientes no sistema

R – tempo médio de resposta do sistema

$$N_0 = \lambda \times R$$

❑ Servidor

N_i – número médio de clientes no servidor

S – tempo médio de serviço

$$N_i = \lambda \times S$$

Equilíbrio do Fluxo de Tarefas – Lei de Little

Equilíbrio do Fluxo de Tarefas

$A = C$ (para um longo período de observação)

$$\lambda = X$$

❑ Sistema

N_0 – número médio de clientes no sistema

R – tempo médio de resposta do sistema

$$N_0 = X \times R$$

❑ Servidor

N_i – número médio de clientes no servidor

S – tempo médio de serviço

$$N_i = X \times S$$

Exercícios –Lei de Little

- 3) Um disco serve em média 40 requisições/seg. Uma requisição típica demanda 0.0225 segundos para ser servida pelo disco. Qual a utilização do disco?
- 4) Um roteador possui tempo total para atender um pedido de encaminhamento de pacotes de 30 ms. A taxa de chegadas de pacotes é de 500 pacotes por segundo. Qual o número médio de pacotes no roteador?

Exercícios –Lei de Little

3) Um disco serve em média 40 requisições/seg. Uma requisição típica demanda 0.0225 segundos para ser servida pelo disco. Qual a utilização do disco?

- Tempo de requisição $R = S$ Tempo médio de serviço por cliente (não inclui atraso na fila)

$$R = S = 0.0225 \quad X = 40$$

$$N = U = X \times S = 40 \times 0.0225 = 0.9 \times 100\%$$

$$U = 90\%$$

4) Um roteador possui tempo total para atender um pedido de encaminhamento de pacotes de 30 ms. A taxa de chegadas de pacotes é de 500 pacotes por segundo. Qual o número médio de pacotes no roteador?

$$\lambda = 500 \text{ pacotes/segundo}$$

$$R = 30 \text{ ms}$$

$$N = \lambda \cdot R = 500 \cdot 0,03 = 15 \text{ pacotes}$$

Exercícios

5) Um servidor de arquivos foi monitorado por 30 minutos e o número de solicitações para operação de I/O recebida pela rede da empresa nesse período foi de 4600. O número ativo de solicitações de arquivos era de três. Qual o tempo médio de resposta por solicitação no servidor?

Exercícios

5) Um servidor de arquivos foi monitorado por 30 minutos e o número de solicitações para operação de I/O recebida pela rede da empresa nesse período foi de 4600. O número ativo de solicitações de arquivos era de três. Qual o tempo médio de resposta por solicitação no servidor?

$T = 30 \text{ minutos} = 1800 \text{ segundos}$

$C = A = 4600 \text{ solicitações (sistema equilibrado)}$

$N = 3 \text{ solicitações}$

$\lambda = A / T = 4600 / 1800 = 2,56 \text{ solicitações/segundo}$

$N = \lambda \cdot R \Rightarrow R = N / \lambda = 3 / 2,56 = 1,17 \text{ segundos}$

Lei de Little

Tempo
Médio de
Resposta
do Sistema

$$R = S + W$$

Tempo Médio
do Serviço

Tempo Médio
de Espera na
Fila

Exemplo: Suponha que no exercício anterior, o servidor de arquivos apresenta um tempo médio de serviço de 0,1 segundo. Qual o tempo médio de espera na fila que uma solicitação de serviço experimenta?

$R = 1,17$ segundos

$S = 0,1$ segundos

$$R = S + W$$

$$W = R - S = 1,17 - 0,1 = 1,07 \text{ segundos}$$

Lei de Little

Quantidade Média de Clientes no Servidor

$$N = U + Q$$

Utilização do Servidor

Quantidade Média de Clientes na Fila

The diagram shows the equation $N = U + Q$. A red arrow points from the text 'Quantidade Média de Clientes no Servidor' to the variable N . Another red arrow points from the text 'Utilização do Servidor' to the variable U . A third red arrow points from the text 'Quantidade Média de Clientes na Fila' to the variable Q .

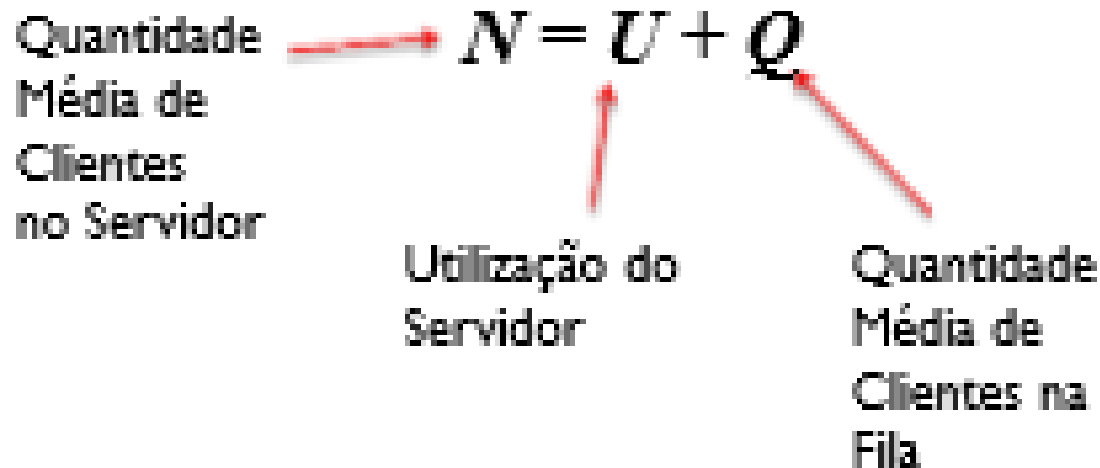
Ainda no exemplo anterior, suponha que durante o tempo de monitoramento, o servidor estava servindo solicitações durante 18 minutos. Qual o tamanho médio da fila desse servidor?

$T = 30$ minutos = 1800 segundos

$B = 18$ minutos = 1080 segundos

$N = 3$ solicitações

Lei de Little



Ainda no exemplo anterior, suponha que durante o tempo de monitoramento, o servidor estava servindo solicitações durante 18 minutos. Qual o tamanho médio da fila desse servidor?

$T = 30$ minutos = 1800 segundos

$B = 18$ minutos = 1080 segundos

$N = 3$ solicitações

$$U = B / T = 1080 / 1800 = 0,6$$

$$N = U + Q \Rightarrow Q = N - U = 3 - 0,6 = 2,4 \text{ solicitações}$$