

Qualidade de Serviço

José Augusto Afonso

jose.afonso@dei.uminho.pt

Definição

- A recomendação E.800 do ITU-T define Qualidade de Serviço (QoS) como:
“O efeito colectivo do desempenho de um serviço que determina o grau de satisfação de um utilizador desse serviço”
- Esta é uma definição subjectiva, uma vez que associa a qualidade de serviço à percepção que o utilizador tem do serviço.
- Por outro lado, existem parâmetros objectivos que permitem quantificar a qualidade de serviço oferecida por um sistema de comunicação.

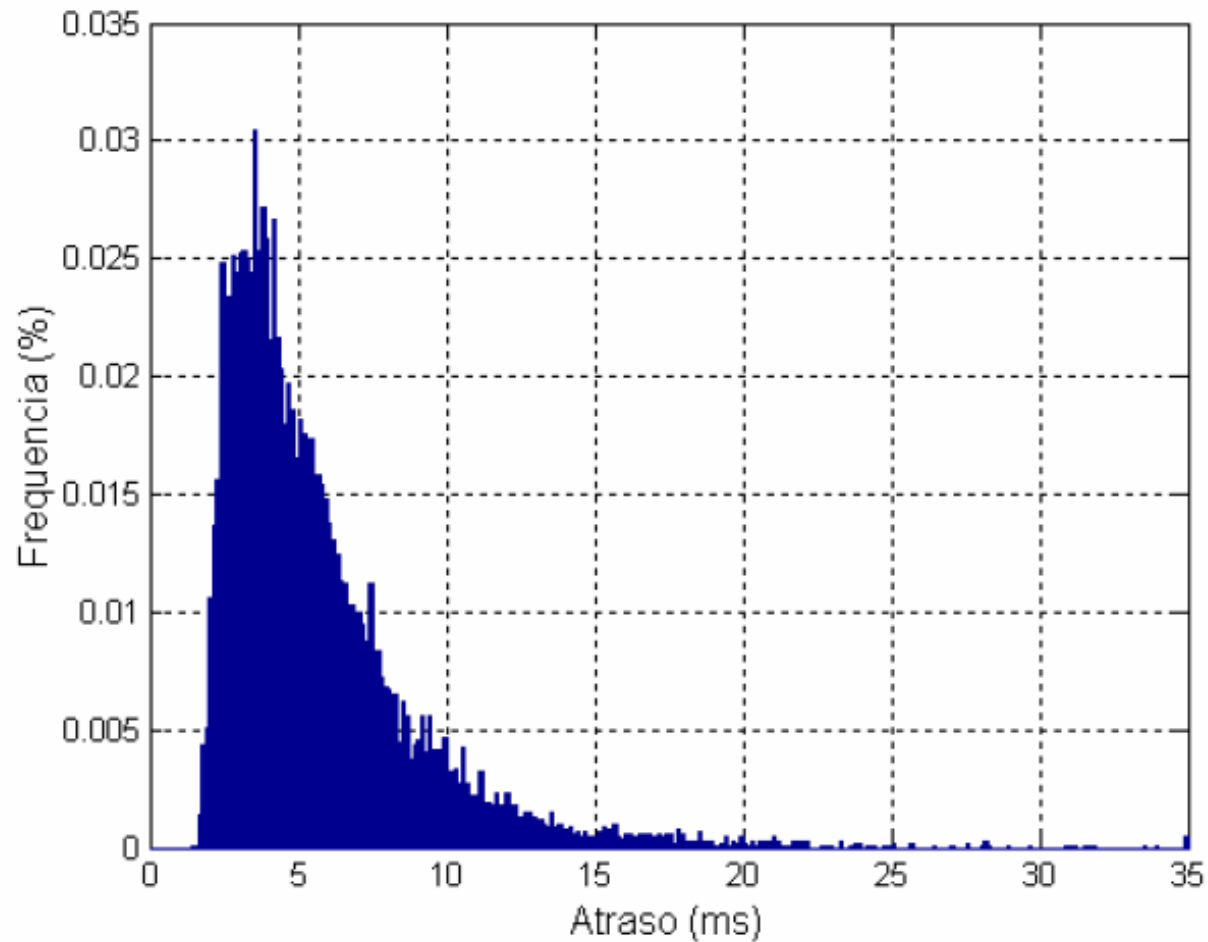
Parâmetros Objectivos de QoS

Domínio	Parâmetro (exemplos)	Descrição
Tempo	Atraso	Tempo que os dados demoram a atravessar a rede de comunicação desde o emissor até o receptor
	Jitter	Variação do atraso sofrido pelos pacotes que percorrem a rede
“Largura de Banda”	Throughput	Débito bruto (incluindo cabeçalhos do protocolo)
	Goodput	Débito útil (considera apenas os dados transferidos pela camada)
Fiabilidade	PER	Packet Error Rate
	Delivery ratio	Proporção das mensagens enviadas que chegam sem erros ao receptor

Atraso

- Pode ser composto diversos componentes:
 - Tempo de transmissão ($T_{tx} = L / R$)
 - L – tamanho do pacote, em bits; R – débito
 - Atraso de propagação ($T_p = d / c$)
 - d – distância; c – velocidade da luz
 - Atraso de processamento
 - Atraso em filas de espera (*queuing delay*)
 - Atraso no acesso ao meio (*access delay*)
- Quanto maior o atraso, maior é a quantidade de dados em trânsito na rede
- Quanto maior o atraso, menor é a interactividade

Jitter



Exemplo de gráfico de distribuição de atrasos de uma conexão

Jitter

- Valores elevados de jitter podem causar timeouts no protocolo de transporte, dificultando a sua acção.
- O jitter pode ser suavizado por um playback buffer colocado no receptor (ou em nós intermédios), configurado para um valor de atraso máximo.
- Em aplicações de tempo-real, os pacotes que excedem o atraso máximo (deadline) são considerados perdidos.

Fiabilidade

- Parâmetros relevantes nesta categoria incluem o BER (Bit Error Rate), a nível da camada física, e o delivery ratio, o PER (Packet Error Rate) e o PLR (Packet Loss Ratio) em camadas superiores.
- Em aplicações intolerantes a erros, a perda de pacotes exige a retransmissão dos dados, o que aumenta o atraso.
- Em aplicações tolerantes a erros, a perda de pacotes provoca degradação do serviço.

Débito

- As aplicações elásticas conseguem adaptar seu débito (tráfego) à capacidade do canal, as inelásticas não.
- As aplicações inelásticas podem sofrer severa degradação da qualidade de serviço se a capacidade disponível for inferior ao débito do tráfego gerado.
- Do ponto de vista das redes, convém distinguir três tipos de débito:
 - Débito do canal/rede (capacidade): Corresponde ao débito máximo que poderia ser obtido em condições ideais.
 - Débito bruto (*throughput*): É o débito dos pacotes transmitidos, incluindo o overhead (cabeçalhos e trailers).
 - Débito efectivo (*goodput*): É o débito efetivamente fornecido às aplicações.

Suporte de QoS

- Existe uma tendência crescente para a integração de serviços (dados, voz, vídeo, etc) na mesma rede.
- Cada serviço possui requisitos particulares com relação aos parâmetros de QoS.
- As primeiras redes concebidas para a transferência de dados disponibilizavam apenas um serviço do tipo melhor esforço.
- A implementação de mecanismos de QoS visa oferecer garantias sobre os parâmetros de QoS.
- Isso possibilita que o serviço seja prestado de forma consistente e previsível, assegurando uma percepção positiva do serviço por parte do utilizador.

Abordagens de suporte de QoS

- **Reserva de recursos:** neste caso, os recursos da rede (largura de banda, buffers, etc) são explicitamente reservados de forma dinâmica. Requer um mecanismo de controlo de admissão para assegurar que os recursos disponíveis são suficientes para satisfazer os requisitos de QoS dos fluxos/conexões admitidos.
- **Diferenciação de serviços:** neste caso, cada fluxo é associado a uma determinada classe. As classes recebem tratamento diferenciado por parte da rede, consoante a prioridade, mas os fluxos de uma mesma classe competem pelos recursos em igualdade de condições, pelo que os requisitos de QoS podem ser violados se o volume de tráfego for elevado.

Parâmetros e Classes de Serviço

- **Parâmetros de tráfego:** Especificam as características do tráfego injectado na rede pelo emissor.
- **Parâmetros de QoS:** Definem os requisitos que a rede deve satisfazer no que diz respeito à qualidade de serviço oferecida.
- **Classes de serviço:** Permitem agrupar os fluxos em diferentes categorias, conforme as suas características e requisitos de qualidade de serviço. A especificação de classes de serviço varia para diferentes organizações internacionais, como o ATM Forum, a ITU, o IETF, o IEEE e o 3GPP

Parâmetros de Tráfego (ATM)

- Peak Cell Rate (PCR): É o limite superior para o débito da fonte, sendo definido como o inverso do intervalo mínimo entre as células geradas na interface entre as camadas ATM e física.
- Sustained Cell Rate (SCR): Representa o limite superior para o débito médio do fluxo.
- Minimum Cell Rate (MCR): É o débito mínimo garantido, aplicável para a classe de tráfego ABR (Available Bit Rate).
- Maximum Burst Size (MBS): Corresponde ao número máximo de células consecutivas que podem ser transmitidas ao débito máximo (PCR).
- Cell Delay Variation Tolerance (CDVT): Especifica a variação em relação ao instante nominal de inserção de células na rede pela fonte.

Parâmetros de QoS (ATM)

- Cell Transfer Delay (CTD): É o tempo decorrido entre a injeção de uma célula na rede por parte da fonte e a sua entrega ao destino.
- Cell Delay Variation (CDV): Exprime a diferença entre os valores máximo e mínimo do CTD.
- Cell Loss Ratio (CLR): Expressa a relação entre o número de células que podem perder-se durante o trânsito na rede (por exemplo, devido a congestionamento) e o número total de células do fluxo.
- Cell Error Rate (CER): Expressa a relação entre o número de células afectadas por erros e o número total de células.
- Cell Misinsertion Rate (CMR): Corresponde à taxa de células inseridas num fluxo e que pertencem a outros fluxos, ou seja, que são incorrectamente encaminhadas.

Classes de Serviço (ATM)

- Constant Bit Rate (CBR):
 - Para aplicações de tempo real de débito constante.
 - O débito é caracterizado pelo parâmetro PCR, o atraso pelos parâmetros CTD e CDV e as perdas pelo parâmetro CLR.
 - A rede reserva recursos correspondentes ao PCR mesmo que a aplicação transmita a um débito inferior.
 - Utilizada para emulação de circuitos e transmissão de tráfego de voz, áudio e vídeo de débito fixo.
- Real-Time Variable Bit Rate (rt-VBR):
 - Para aplicações de tempo real de débito variável.
 - As conexões desta categoria são caracterizadas pelos parâmetros PCR, SCR, MBS, CLR, CTD e CDV.
 - Utilizada principalmente a aplicações multimédia, como o transporte de vídeo e áudio interactivos.

Classes de Serviço (ATM)

- Non-Real-Time Variable Bit Rate (nrt-VBR):
 - Para aplicações de débito variável sem restrições temporais.
 - Caracterizada pelos parâmetros PCR, SCR, MBS e CLR.
 - Adequada para serviços de transporte de áudio e vídeo sem interactividade.
- Available Bit Rate (ABR):
 - Não são dadas garantias quanto ao atraso.
 - Garante-se um débito mínimo (MCR), bem como uma taxa de perdas pequena caso a fonte adapte o seu débito de acordo com a informação de controlo de fluxo enviada pela rede no sentido inverso.
- Unspecified Bit Rate (UBR):
 - Utilizada para o transporte de tráfego do tipo melhor esforço.
 - Não há nenhuma garantia de qualidade de serviço.