

CONTROLE ÓTIMO DO TEMPO DE ESPERA VIRTUAL EM UM SISTEMA DE
FILAS DO TIPO M/G/1 ATRAVÉS DE UMA POLÍTICA DE
COMUTAÇÃO EM HISTERESE

Eduardo Hisasi Yagyu
Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Centro Técnico Aeroespacial
12225, São José dos Campos, SP

Paulo Renato de Moraes
Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE/MCT
Laboratório Associado de Computação e Matemática Aplicada - LAC
Caixa Postal 515, 12201, São José dos Campos, SP

O propósito deste trabalho é apresentar uma forma alternativa (ao trabalho de COHEN [1]) de determinar os parâmetros ótimos de controle de um sistema de filas do tipo M/G/1 com capacidade de espera finita, onde a variável controlada é o tempo de espera virtual (ou a quantidade de serviço acumulado no instante de tempo t ou o nível de estoque no instante t). O controle é exercido em cada instante de tempo, através de uma política de controle estacionária, que prescreve certos níveis de comutação (em arranjo de histerese), onde podem ocorrer as trocas de parâmetros do sistema.

Este trabalho segue as linhas do método apresentado por TIJMS [2], generalizando para o caso com múltiplas histereses e com custo devido às trocas das taxas.

A lei de controle adotada é composta de um número finito de níveis críticos, onde podem ocorrer as comutações. Estes níveis prescrevem um conjunto de estágios que aos pares formam um arranjo de histerese. Quando o sistema se encontra em um dos estágios todos os parâmetros e taxas são mantidos constantes e quando ocorre uma mudança de estágio pode ocorrer a troca de alguns parâmetros e/ou algumas taxas,

As taxas de custos envolvidas por unidade de tempo e por unidade de serviços são devidas ao tempo de espera virtual e à realização de serviço. Uma taxa de custo envolvida por unidade de tempo é devida ao tempo ocioso do servidor. É incorrido um custo fixo pela troca das taxas. Todas as vezes que ocorrerem perdas por exceder a capacidade de espera da fila, é incorrida também uma penalidade, que é composta de duas partes: uma parcela constante e outra parcela proporcional à quantidade excedente perdida.

O objetivo básico é determinar a expressão analítica da função objetivo para este sistema de filas com a política de controle imposta. Utilizando técnicas de programação matemática (não-linear), pode-se determinar os níveis de comutação ótimos, de modo a minimizar o custo médio por unidade de tempo em horizonte de planejamento infinito.

A expressão analítica da função custo para um sistema de filas particular com esta estrutura de custos e com apenas quatro taxas de serviço é deduzida e analisada detalhadamente.

Como resultado da análise desta estrutura com quatro níveis de comutação chegou-se aos seguintes resultados:

- Como foi demonstrado analiticamente por DOSHI [3], quando não existe custo de troca das taxas, o controle ótimo é do tipo bang-bang (on-off).
- Quando a troca das taxas ocasionam um certo custo, ocorre atraso na comutação, resultando o fenômeno da histerese.
- Quando a estrutura de quatro níveis de comutação é transformada na estrutura de dois níveis de comutação, o custo cresce, piorando a otimização, justificando a utilização de um controlador com vários níveis críticos.

Este trabalho tem suas aplicações em sistemas onde se enquadra o modelo de fila do tipo M/G/1, cuja variável controlada é o tempo de espera virtual e as variáveis de controle são os níveis de comunicação de serviço:

- Controle de sistemas de estoques de materiais consumidos continuamente.
- Controle do nível de um reservatório.
- Controle da velocidade de transmissão de dados em redes de transmissão por pacote.
- Dimensionamento da memória do computador de controle de comunicação de uma rede de computadores.

REFERÊNCIAS

- [1] COHEN, J.W. *On the optimal switching level for an M/G/1 queueing system.* Stochastic Processes and Their Applications, 4:297-316, 1976.
- [2] TIJMS, H.C.; VAN DER DUYN SCHOUTEN, F.A. *Inventory control with two switch-over levels for a class of M/G/1 queueing systems with variable arrival and service rate.* Stochastic Processes and Their Applications, 6:213-222, 1978.
- [3] DOSHI, B.T. *Continuous time control of the arrival process in an M/G/1 queue.* Stochastic Processes and Their Applications, 5:265-284, 1977.