

Resumo

A simulação em computadores digitais de sistemas reais levanta frequentemente problemas muito complexos sobretudo no que diz respeito à escolha do modelo adoptado como representação aproximada da realidade.

A escolha do modelo reveste diversos aspectos, nomeadamente

- a generalidade de aplicação.
- o nível de detalhe representado.
- as classes de fenómenos simulados.

As várias opções que se fazem devem ser guiadas não apenas em função da realidade mas também tomando em consideração os objectivos a atingir com a simulação, a qualidade dos dados disponíveis e as limitações computacionais existentes.

No presente trabalho descrevemos o conjunto de problemas e soluções adoptadas para a realização de um programa concreto de simulação no domínio da Engenharia cujo objectivo é simular a evolução dinâmica de um sistema constituído por um conjunto de comboios numa rede de caminho de ferro electrificada.

A complexidade deste programa pode ser inferida do conjunto dados que se revelaram necessários para uma representação razoavelmente fiel e geral da realidade, e que podemos agrupar nas seguintes classes:

- 1) dados relacionados com a rede ferroviária: topologia da rede (linhas, cruzamentos, etc), declives, velocidades máximas.
- 2) dados relacionados com a rede eléctrica: características de alimentação (nomeadamente da subestação) e da catenária.
- 3) dados que descrevem as características dos vários tipos de comboios utilizáveis na rede em consideração (curvas características de tracção e do consumo eléctrico, massa, etc).
- 4) horários (ou conjuntos de objectivos a serem satisfeitos pelos comboios na rede)
- 5) métodos de controle utilizados (por um maquinista ou por um sistema automático eventualmente centralizado) nos comboios com o objectivo de satisfazer na medida do possível os horários.
- 6) dados relativos aos sistemas de protecção utilizados com o fim de garantir a segurança em determinadas circunstâncias: acesso a "zonas críticas" (cruzamentos, entroncamentos), verificação de uma distância mínima entre comboios na mesma via, etc.

A complexidade do modelo impõe uma atitude estruturada na elaboração do programa com o fim de isolar os vários problemas e de os atacar com (relativa) independência. Esperamos que essa estrutura seja evidente na própria divisão em capítulos deste trabalho.

Embora nem todos os fenómenos importantes estejam modelados com grande detalhe no programa, pensamos que este trabalho pode ser útil em dois níveis diferentes:

1 - como ferramenta para diversos estudos em redes de caminhos de ferro, permitindo nomeadamente:

- a) análise instantânea do comportamento da rede eléctrica.
- b) estudo dos horários e da possibilidade de serem cumpridos com determinados tipos de comboios.
- c) dimensionamento dos componentes eléctricos de uma linha a electrificar e previsão dos consumos.
- d) estudo do efeito (nos consumos e nos horários) de técnicas diversas de controle dos comboios.

Deve dizer-se, contudo, que algumas aplicações não necessitam da generalidade e sofisticação deste programa.

2 - como um exemplo (sem dúvida imperfeito) dos métodos utilizados para a definição dos modelos e estruturas de um programa de simulação relativamente complexo; neste contexto podemos descrever em linhas gerais o caminho seguido:

- a) - definição das estruturas e algoritmos fundamentais numa linguagem do tipo PASCAL.
- b) - refinamentos sucessivos dos algoritmos e estruturas.
- c) - codificação em FORTRAN (única linguagem disponível na altura em condições aceitáveis)
- d) - testes e correcções de erros.

Começaremos no capítulo 2 por discutir os componentes básicos do sistema (a rede ferroviária, a rede eléctrica e os comboios) e alguns aspectos gerais dos modelos escolhidos.

Podemos distinguir num sistema deste tipo uma evolução contínua e uma evolução discreta: a evolução contínua pode caracterizar-se pelas equações diferenciais que descrevem o movimento dos comboios acompanhadas de equações estáticas (da rede eléctrica e das características de tracção das locomotivas) que devem ser verificadas em cada instante; a formulação e solução destas equações será discutida respectivamente nos capítulos 3 e 4; devido ao carácter específico das equações de tracção (traduzidas em características de tracção) elas são tratadas separadamente no capítulo 5.

A evolução discreta do sistema é tratada no capítulo 6 em termos de "acontecimentos" que ocorrem em determinados instantes temporais (por exemplo a entrada de um novo comboio no sistema); alternativamente poderíamos usar uma linguagem de "processos" (criação, destruição, activação), assimilando cada comboio a um "processo" em interacção com o ambiente (as redes ferroviárias e eléctricas) e com os outros processos em curso; este seria certamente o método adoptado no caso de se utilizar como linguagem de programação o SIMULA.

Neste sistema podemos dizer que a causa de toda a evolução e o algoritmo de controle do movimento dos comboios, o qual recebe como objectivos a cumprir um conjunto de especificações fixadas nos horários; estes assuntos são tratados no capítulo 7.

As soluções utilizadas para a representação geral dos mecanismos de protecção são discutidas no capítulo 8 com base numa metodologia bastante próxima da que é normalmente adaptada (embora com menos generalidade) na análise de programas concorrentes e em especial dos Sistema de Exploração ([24], [25]). Os métodos apresentados baseiam-se na especificação de programas de protecção que são aplicáveis às várias situações que usualmente podem aparecer (tais como cruzamentos, entroncamentos, vias únicas e blocos de sinalização).

No capítulo 9 é referida a título exemplificativo uma aplicação do programa a um caso específico.

O importante e complexo problema da optimização do movimento dos comboios não faz parte dos objectivos a que nos propoemos nesta tese; todavia pareceu-nos importante fazer algumas considerações gerais sobre os métodos numéricos de ataque a este problema (cap. 10).

Ao longo deste trabalho admitimos da parte do leitor um conhecimento básico de Tracção Eléctrica (ver[2]), de Análise Numérica e das técnicas de programação.