

Optimização do trajecto de corte em mapas de formas irregulares

por

José Távora

Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial
Departamento de Electromecânica e Electrónica

Paço do Lumiar 22, 1699 LISBOA Codex, PORTUGAL

RESUMO

Os modernos sistemas de corte na indústria das confecções e calçado são periféricos CNC de sistemas CAD especializados cujo papel é o recorte de um conjunto de formas planas (moldes), dispostas sobre o plano do material de modo a minimizar a área desperdiçada. Para efectuar o corte, as máquinas movimentam horizontalmente uma ferramenta (faca mecânica, laser ou jacto de água), percorrendo os contornos das formas de um mapa que atinge nalguns sistemas grandes dimensões.

Devido à irregularidade das formas e a restrições de orientação e processo, o recorte de cada peça deve ser feito isoladamente, sem aproveitamento de fronteiras comuns. Por outro lado, os erros de posicionamento da máquina implicam que cada forma seja cortada numa única operação contínua, começando e terminando num mesmo ponto do seu contorno (ponto de visita). As acções de corte ficam assim separadas por trajectos "em vazio" (ferramenta desactivada), interligando todos os pontos de visita dos contornos.

Como as velocidades de corte e de transporte em vazio são semelhantes, a duração global de corte é influenciada tanto pela sequência de formas como pelo conjunto dos pontos de visita. Uma selecção adequada destes dois factores (raras vezes efectuada nos sistemas CAD actuais), permite reduzir a duração do corte aumentando o ritmo de produção.

Esta comunicação descreve um programa planeador de trajecto minimizando o tempo de corte do tipo de mapas referido através da optimização do trajecto em vazio da ferramenta. Para tal, o programa procura um trajecto em vazio cujo comprimento total seja mínimo (mais precisamente, com custo temporal mínimo).

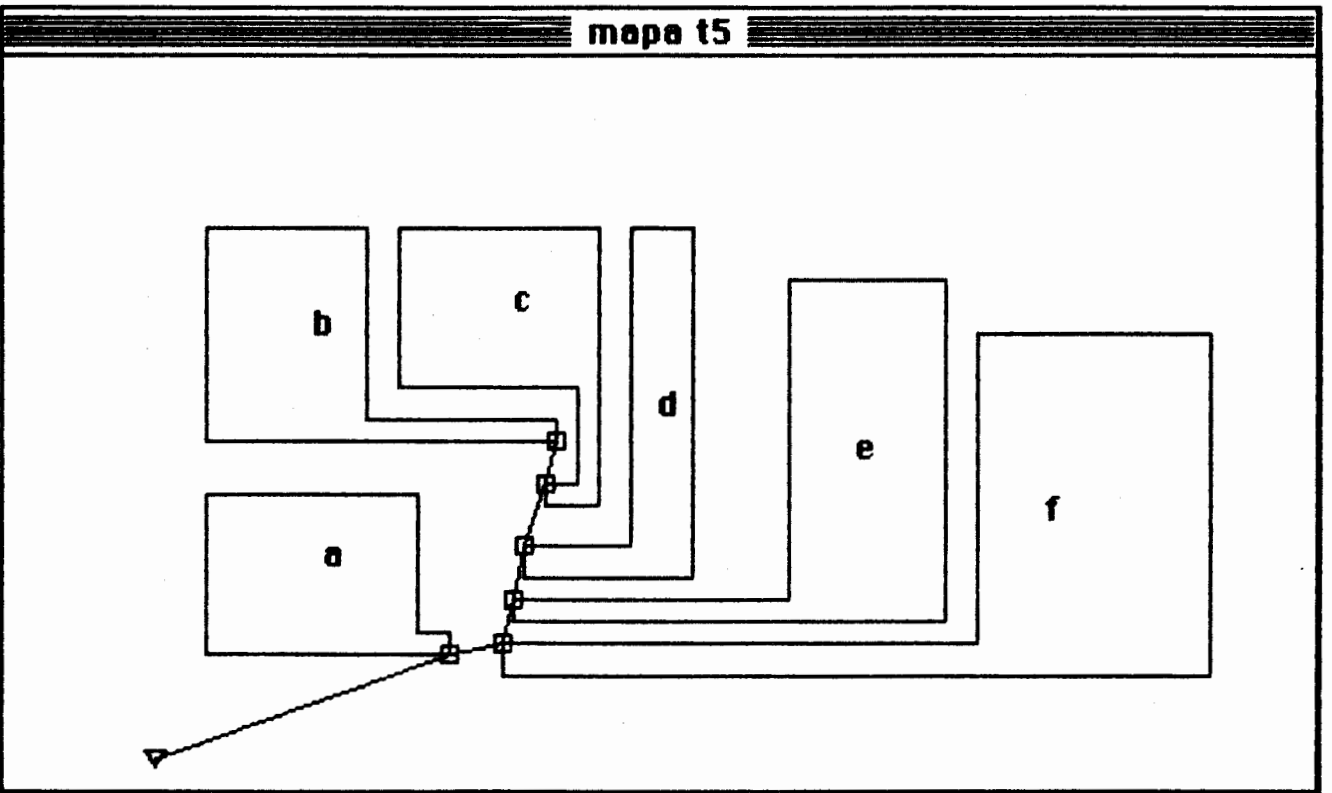
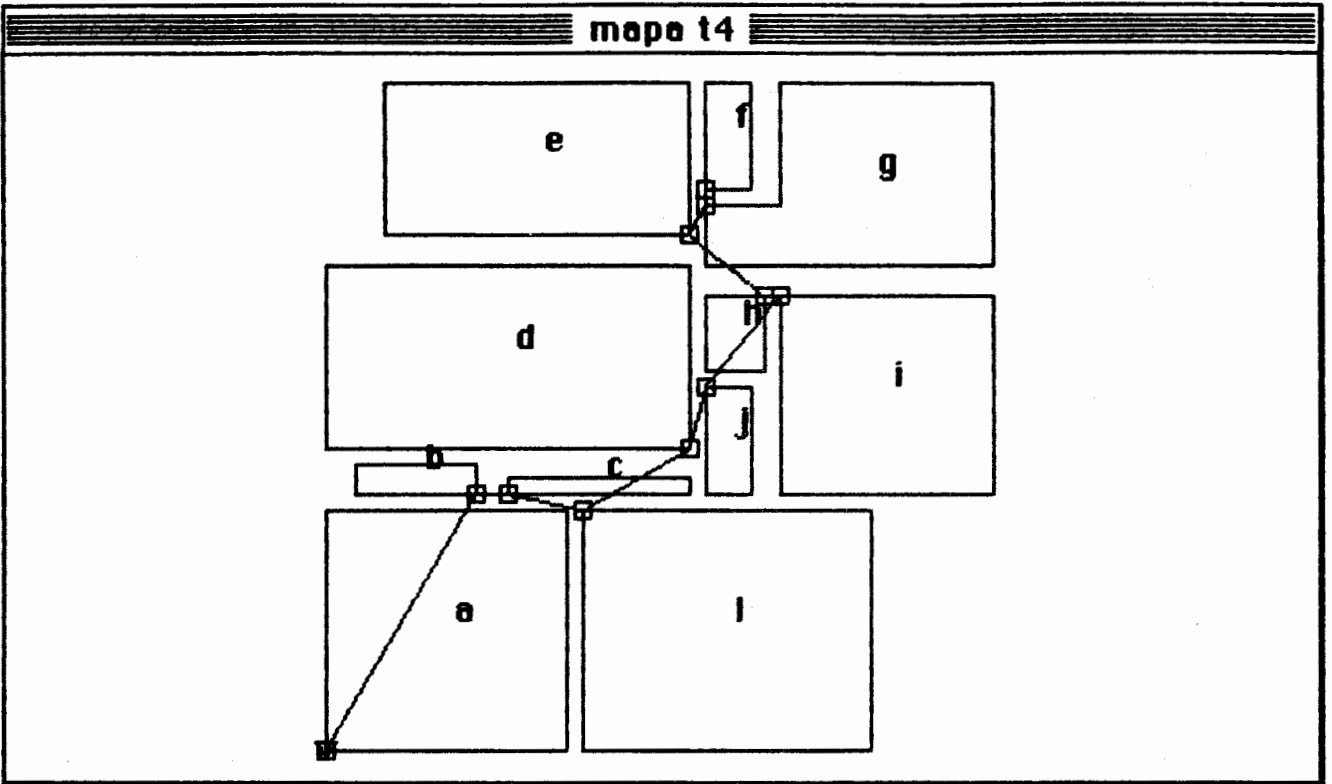
O objectivo exige a resolução de um problema de Optimização Combinatória (um caso especial do chamado "Problema do Caixeiro Viajante Agrupado" (PCVA)) que, além de inerentemente complexo, apresenta grandes dimensões em instâncias com aplicação industrial. Estas características apontam para o uso de técnicas de Procura Heurística que permitam obter boas soluções sub-óptimas a custos computacionais

aceitáveis.

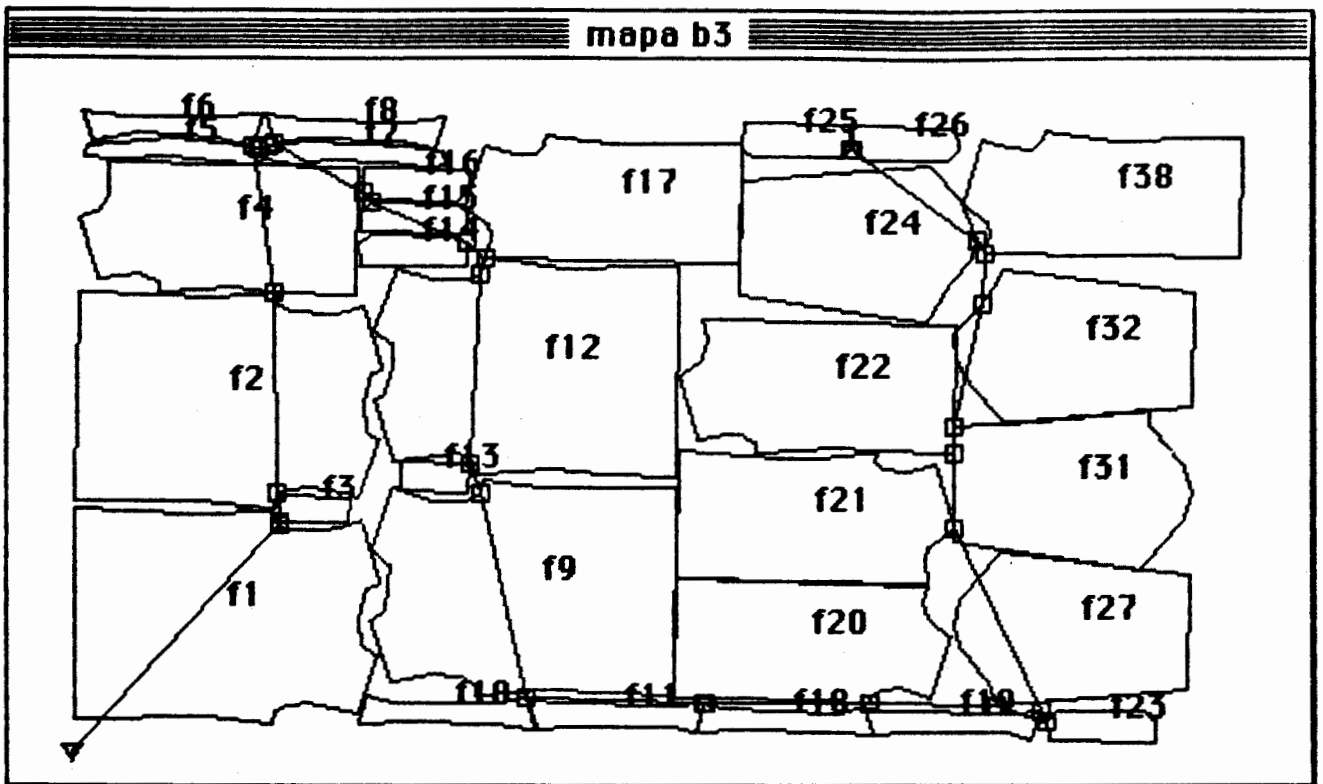
A estratégia de resolução desenvolvida baseia-se numa heurística de decomposição e num esquema de melhoramento iterativo. Cada instância do **PCVA** é dividida num "Problema do Caixeiro Viajante" (**PCV**) e num "Problema do Caminho Mais Curto" (**CMC**), a resolver sequencialmente. Os trajectos preliminares produzidos são então reduzidos progressivamente pela combinação de um módulo de melhoramento e do módulo de resolução do **CMC**. Uma heurística final melhora ainda o resultado, desbloqueando certos casos "patológicos".

Para concretizar as etapas do método foram desenvolvidos, modificados e avaliados vários algoritmos, todos com baixa complexidade computacional. A lista inclui vários métodos de inserção para o **PCV**, o algoritmo **A*** e uma heurística "greedy" para o **CMC**, e o algoritmo **2-OPT** para melhoria de trajectos.

O protótipo de programa foi desenvolvido e experimentado num computador Apple Macintosh e, usando a linguagem de programação **LISP** (interpretador). Os resultados finais foram avaliados por uma combinação de análise qualitativa e aplicação de um método empírico-estatístico de estimação pontual das soluções óptimas. O planeador encontra o óptimo em quase todas as instâncias de pequena dimensão, apresentando erros percentuais estimados de algumas unidades para as instâncias de dimensão industrial.



mapa b3



mapa a

