

Sistema de Informação

para o Planeamento de Viagens em Transportes Públicos

Marisol Correia

ESGHT

Apresenta-se um sistema de informação

que elabora planos de viagens utilizan-

do transportes públicos e que escolhe

os melhores em função de critérios

indicados pelo utilizador. O sistema

elabora planos combinando diferentes

tipos de transporte.

Na sociedade actual, o tempo é um bem indispensável que justifica o planeamento de algumas actividades como, por exemplo, as viagens. As viagens são ainda uma necessidade constante, muito embora o desenvolvimento das tecnologias de informação tenha atenuado esta necessidade. Por outro lado, tem-se verificado nos últimos anos, uma melhoria nos transportes públicos e nas infra-estruturas de transporte, aumentando o número de pessoas que viajam em transportes públicos.

Este artigo apresenta um sistema de informação que elabora planos de viagens em transportes públicos e fornece ao utilizador os melhores planos, em função de critérios indicados por este. O sistema elabora planos de viagens combinando diferentes tipos de transporte e pode ser utilizado em terminais de transportes (aeroportos, terminais rodoviários, ferroviários, etc.), em agências de viagens ou em postos de informação.

Para que o sistema possa elaborar planos de transporte, o utilizador, para

além de indicar a localidade de onde pretende partir (que se designará por Origem) e a localidade onde pretende chegar (que se designará por Destino), indica também a data e a hora a partir da qual pretende sair da Origem ou a data e a hora antes da qual pretende chegar a Destino. O utilizador também deve especificar os critérios a considerar na escolha dos melhores planos de transportes. Estes critérios consistem na importância a atribuir ao custo da viagem, ao tempo de duração da viagem e à qualidade dos transportes.

A primeira abordagem ao problema consistiu em representar o conhecimento adquirido sobre os transportes públicos, utilizando um dos métodos que melhor representasse o universo em estudo. Para o problema em causa, não seria necessário representar o conhecimento¹ mas apenas a informação, no entanto, tal seria necessário para desenvolver um Sistema de Informação Baseado no Conhecimento (vulgo Sistema Pericial), que se pretende realizar num futuro próximo.

Definiu-se também uma base de da-

dos desenvolvida num Sistema de Gestão de Bases de Dados Relacional (SGBDR). Por último, desenvolveram-se algoritmos e heurísticas para construir os planos de transportes e para determinar os melhores planos. Utilizaram-se também as técnicas de decisão multi-atributos para obter os melhores planos em função dos critérios indicados pelo utilizador.

Analisaram-se os transportes públicos, as suas características, os tipos de serviços que oferecem e as condições de pagamento. Os transportes públicos foram agrupados em três classes: transportes inter-urbanos, transportes urbanos e táxis.

Foram considerados transportes urbanos, aqueles que circulam dentro das áreas urbanas e que utilizam determinados tipos de bilhetes, como sejam, os pré-comprados, os passes e o bilhete normal. Os transportes inter-urbanos, pelo contrário, realizam percursos de média e longa duração e embora utilizem os bilhetes pré-comprados, os preços dos bilhetes dependem, também, da classe em que se pretende viajar. Por último, foram considerados os táxis, que são um transporte público que se caracteriza por praticar um tipo específico de pagamento e que oferece condições diferentes daquelas fornecidas pelos outros transportes. Este facto justificou uma análise específica.

O artigo está organizado da seguinte forma: Na Secção 2 é indicado o método de representação do conhecimento utilizado e as razões da sua escolha. A definição e realização da base de dados são apresentadas na Secção 3. A Secção 4 apresenta alguns dos algoritmos e heurísticas utilizados na elaboração dos planos e as técnicas utilizadas na determinação dos melhores de entre estes. Um exemplo de planos de transportes determinados pelo

sistema é mostrado na Secção 5. A Secção 6 conclui com a sugestão de algumas melhorias que se poderiam introduzir no sistema de informação.

Representação do conhecimento sobre os transportes públicos

Após analisar o universo dos transportes públicos, procurou-se de entre os vários métodos de representação do conhecimento possíveis, como sejam, redes semânticas, regras de produção, enquadramentos (*frames*), *scripts* e outros, aquele que melhor representasse o universo em estudo. O método escolhido foi o dos enquadramentos, essencialmente porque permite exprimir este tipo de conhecimento de uma forma natural, mas também devido ao seu mecanismo de herança de propriedades (Minsky, 1975; Reichgelt, 1991).

Transporte, Urbano, Inter-urbano, Taxi, Operador, Taxi-Operador, Paragem,

Bilhete, Bilheteira, Desconto, Tipo-Classe e Localidade, são os nomes de alguns dos enquadramentos definidos (Correia, 1996).

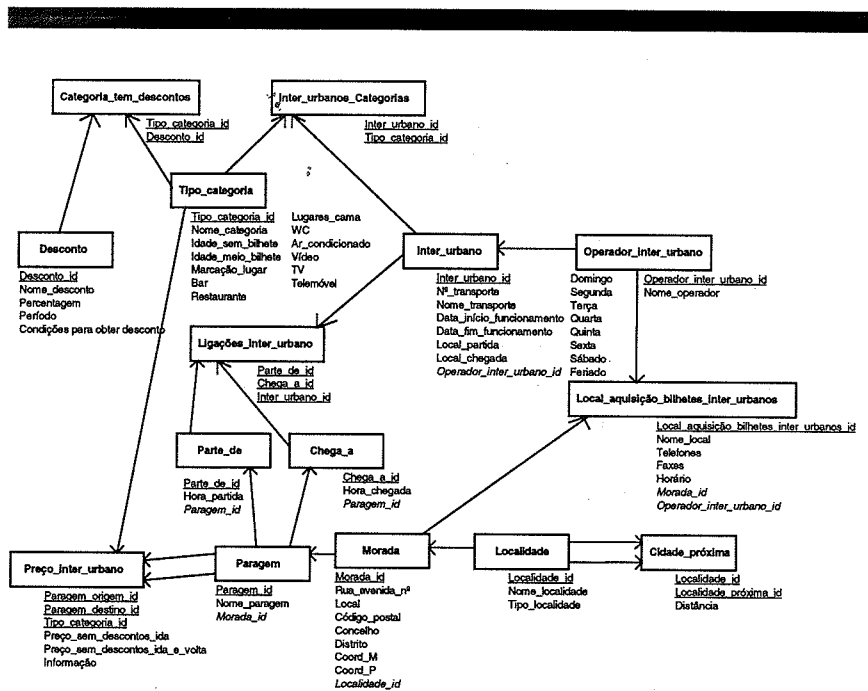
Definição e realização da base de dados

Para desenhar a base de dados, começou-se por utilizar um dos modelos lógicos com base no objecto que permitem descrever dados ao nível conceptual e aplicacional e que são caracterizados por possibilitarem uma estruturação flexível e permitirem restrições de dados de forma explícita. De entre os vários modelos possíveis, utilizou-se o modelo Entidade-Associação, também designado por modelo E-R (acrónimo de *Entity-Relationship*) (Chen, 1976; Carapuça, 1993; Date, 1995).

Como se utilizou o Microsoft Access 97 como Sistema de Gestão de Bases de Dados e uma vez que este é um Sis-

Figura 1

Diagrama de relações para os transportes inter-urbanos



tema Relacional, tornou-se necessário converter os diagramas E-R obtidos em relações (Cariço, 1996).

Na conversão, que é realizada, basicamente, em função dos tipos de associações e da obrigatoriedade das entidades nas associações, é necessário garantir que: 1) não se introduz redundância na base de dados; 2) se mantêm as restrições de integridade de entidades e de integridade referencial; 3) se obtém um número mínimo de relações.

Por último, verificou-se, também, se as tabelas relacionais estavam normalizadas até à Terceira Forma Normal, tendo em vista eliminar algumas redundâncias que ainda possam subsistir, por forma a evitar problemas com

a inserção, eliminação e actualização dos dados.

A figura 1 representa o diagrama de relações que se obteve para os transportes inter-urbanos, utilizando a notação apresentada por Hawryszkiewicz (Hawryszkiewicz, 1990).

Na figura 1, os rectângulos representam as relações; próximo das relações aparecem os seus atributos, em que a chave primária aparece sublinhada e a chave estrangeira aparece a itálico. As setas indicam que o valor da chave primária da relação onde começa a seta deve existir nessa relação antes de que seja utilizada como chave estrangeira na relação onde acaba a seta.

Na base de dados estão guardadas

informações sobre alguns dos transportes inter-urbanos que efectuem as ligações entre a região do Algarve e a cidade de Lisboa (comboio, autocarro-expresso e avião), sobre alguns transportes urbanos (autocarro) e sobre táxis.

A figure 2 corresponde a um dos formulários que permite ao administrador da base de dados introduzir informação.

Algoritmos, Heurísticas e Melhores Planos de Transporte

Para determinar os melhores planos de transportes, que permitem ir de uma localidade Origem a uma localidade Destino, foram desenvolvidos algoritmos que:

Algoritmo DeterminaPlanos utilizado na determinação dos planos de transporte

/ Algoritmo DeterminaPlanos*

**/*

Verificar se Origem e Destino existem na base de dados (Algoritmo VerificaOrigemDestinoExistem)

Em relação à data especificada pelo utilizador, verificar o dia da semana e se é um dia feriado (Algoritmo DeterminaDataeHora)

/ Determina planos utilizando transportes inter-urbanos e urbanos*

**/*

/ Corresponde à Situação 1*

**/*

Determinar os transportes inter-urbanos directos para ir de Origem a Destino

Retirar dos transportes anteriores, aqueles que não funcionam, tendo em conta o período de funcionamento do transporte, o dia da semana e do facto de o dia ser ou não feriado (Algoritmo ApagaRegistosFunçãoPDF)

Se não se retiraram todos os transportes

Verificar quais os que podem ser utilizados em função da hora especificada pelo utilizador (Algoritmo ApagaRegistosHoraUtilizador)

/ Corresponde às Situações 2,3,4*

**/*

Para cada uma das situações (2,3,4) (Heurística H1)

Determinar outras ligações tendo em conta situação (Algoritmo ProcuraOutrasLigaçõesPrincipais)

Determinar os transportes inter-urbanos e/ou urbanos que efectuem as ligações determinadas anteriormente (Algoritmo

ProcuraInterUrbanoseUrbanos234)

/ Completa planos com ligações de táxi*

**/*

Para cada um dos transportes principais determinados

Determinar os planos de transportes para os táxis (Algoritmo DeterminaTáxis)

/ Escolhe os melhores*

**/*

Escolher os melhores planos em função dos critérios indicados pelo utilizador (Algoritmo EscolheMelhores)

/ Fim do algoritmo DeterminaPlanos*

**/*

- Determinam os planos de transportes possíveis para ir de Origem a Destino, utilizando todos os tipos de transporte, excepto os táxis;

- Determinam os planos de transportes para os táxis;

- Ordenam os três melhores planos por ordem de preferência.

Os algoritmos foram desenvolvidos no Microsoft Access utilizando a linguagem Microsoft Access Basic.

Na elaboração dos planos de transportes, consideraram-se quatro tipos de planos: planos de transportes directos, planos de transportes com origens alternativas à Origem, planos de transportes com destinos alternativos ao Destino e planos de transportes com origens e destinos alternativos à Origem e ao Destino, respectivamente.

Foram também consideradas algumas heurísticas na determinação dos planos de transportes, como por exemplo:

- A possibilidade de existirem planos não directos que sejam melhores que os directos;

- O tempo mínimo para efectuar um transbordo depende do tipo de transporte e da distância entre as paragens envolvidas;

- Na procura das localidades próximas da Origem ou do Destino, deve-se dar preferência às cidades, uma vez que é provável que aí existam mais e melhores transportes.

Para determinar os melhores planos de transportes, optou-se por utilizar as técnicas de decisão multi-atributos, que permitem resolver problemas de selecção de alternativas em número finito, em função de determinados critérios. De entre os vários métodos possíveis, adoptou-se o Método da Pesagem Simples Aditiva (Ackoff, 1962).

Figura 2

Formulário que permite ao administrador da base de dados introduzir informação

Exemplo

A figura 3 corresponde a um dos planos obtido pelo sistema, considerando que o utilizador pretende viajar de Faro para Lisboa, partindo no dia 26 de Junho de 1999, a partir das 7:00 e considerando que o tempo de viagem deve ser o mínimo possível.

A partir deste formulário é possível obter informação sobre os locais onde se podem adquirir os bilhetes, os preços praticados e os tipos de bilhetes disponíveis e no caso de ser sugerido um táxi ou outro transporte de ligação, as informações sobre estes.

Figura 3

Formulário que mostra informação sobre os planos de transportes possíveis

O utilizador deverá seleccionar o botão correspondente para obter os melhores planos.

Conclusões

Desenvolveu-se um sistema de informação que planeia viagens em transportes públicos e que determina os melhores planos em função de critérios indicados pelo utilizador. O sistema elabora planos combinando diferentes tipos de transporte.

É possível, no entanto, introduzir as seguintes melhorias:

1. Introduzir mecanismos de aprendizagem que confirmam ao sistema a capacidade de utilizar o conhecimento adquirido com os planos anteriormente determinados, na elaboração de novos planos;

2. Utilizar as técnicas tradicionais de calendarização (*scheduling*) e de satisfação de constrangimentos (*constraints-satisfaction*) para a escolha dos percursos;

3. Fazer depender o tempo mínimo para efectuar um transbordo, do período do ano em que o utilizador pretende realizar a viagem e do facto deste ter comprado ou não, antecipadamente, os bilhetes necessários;

4. Fornecer informação suplementar ao utilizador, como sejam, mapas com o trajecto a percorrer, locais a visitar nos períodos de espera pelo transporte seguinte, etc.;

5. Desenvolver uma interface mais agradável;

6. Preparar o sistema de modo a disponibilizá-lo na Internet.

Notas

¹ Segundo Coelho, (1986: 40), "O conhecimento é uma nação de nível mais elevado do que os dados e a informação. É o que pode ser atribuído a um agente, tal que o seu comportamento possa ser computado. O conhecimento não é apenas uma colecção de expressões simbólicas com alguma organização (estática). Requer processos e estruturas de dados".

Bibliografia

- Ackoff, R. (1962) *Scientific Method: Optimizing Applied Research Decisions*. New York: John Wiley.
- Carapuça, R. (1993) *Introdução aos Sistemas de Informação e Bases de Dados: Texto de Apoio*. IST/DEEC.
- Cariço, J. A. (1996) *Desenho de Bases de Dados*. CTI.
- Chen, P. P. (1976) The Entity-Relationship Model - Toward a Unified View of Data. *ACM Transactions on Database Systems*, vol. 6, nº. 1.
- Coelho, H. (1986) *Tecnologias da Informação*. Lisboa: Publicações Dom Quixote
- Correia, M. B. (1996) *Elaboração de Planos de Transporte de Pessoas - Tese de Mestrado do Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa*.
- Date, C. J. (1995) *An Introduction to Database Systems*. Addison-Wesley Publishing Company.
- Hawryszkiewicz, I. T. (1990) *Relational Database Design - An Introduction*. Prentice Hall.
- Kim, W. (1995) *Modern Database Systems: The Object Model, Interoperability and Beyond*. ACM Press.
- Minsky, M. (1975) A Framework for Representing Knowledge. In Winston (ed.), *The Psychology of Computer Vision*. New York: McGraw Hill Book Co..
- Reichgelt, H. (1991) *Knowledge Representation: An A.I. Perspective*. Norwood: