

J. PALAZZO M. DE OLIVEIRA*

SUMARIO

O conceito de tempo é necessário para o desenvolvimento de aplicações administrativas, de economia e particularmente de automação de escritórios. Apesar de sua importância atualmente os SGBD não oferecem explicitamente este tipo de dado. Um modelo para a representação do tempo é apresentado bem como exemplos da linguagem de manipulação associada. Estes conceitos estão sendo utilizados para o desenvolvimento de sistema como a agenda eletrônica e o controle de projetos. Mesmo antes de sua disponibilidade em produtos comerciais estes conceitos são de grande valor no desenvolvimento de sistemas de aplicação.

ABSTRACT

The concept of time is needed in the development of computerized systems in economics, management systems and particularly for office automation system. Besides their significance, DBMS today do not explicitly deal with this type of data. A model for representing the time is describe as well as examples of the associated manipulation language. These techniques are being used for the development of software systems such as project management and automatic diary. Even before supplied marketable products these concepts are of great value for the development of application Systems.

* Doutor em Informática pela Universidade de Grenoble, França; Mestre em Ciência da Computação pela UFRGS e Engenheiro Eletricista pela UFRGS. Áreas de interesse Bancos de Dados, Sistemas de Apoio a Decisão, Sistemas Distribuídos e Automação de Escritórios CPGCC/UFRGS. Caixa Postal 1501, 90000 Porto Alegre, Brasil.

A necessidade de manipular o tempo foi evidenciada há muitos anos por aplicações diversas. Nos bancos de dados empregados para aplicações administrativas o tempo intervem no processo de modelização para representar uma certa realidade: datas de vencimentos de títulos, períodos de férias, prazos de carência de empréstimos etc. Nas aplicações econômicas ele permite representar modelos econométricos incluindo séries históricas.

Em particular na Automação de Escritórios (AE) a gestão do tempo é uma necessidade importante. Uma aplicação de AE trata particularmente da gestão de textos, das comunicações e do tempo. A gestão de documentos foi tratada em /PAL 84b/ e deverá ser abordada em maior profundidade em um próximo artigo. O conceito de tempo é um fator importante para a modelização das atividades de escritório e para o controle de projetos.

Neste artigo é tratado o conceito de tempo de proposto um modelo para sua definição e manipulação.

O TEMPO E OS BANCOS DE DADOS

Nos sistemas tradicionais o conteúdo da base representa um instântaneo do estado do ambiente de uma aplicação [HAM 81]. Os SGBD atuais oferecem ao usuário a versão mais recente dos objetos representados na base. A cada atualização de um atributo o valor anterior é destruído. A representação de valores sucessivos pode ser feita de uma forma manual através de arrays ou campos repetitivos de registros.

Por outro lado as transações são estreitamente ligadas ao conceito do tempo. No caso da AE as transações apresentam características especiais pois são definidas sobre grandes objetos complexos - os documentos - e desenrolam-se durante períodos consideráveis de tempo [LOR 82]. Por exemplo: a redação de uma secção de um manual pode extender-se por dias e durante este período nenhuma outra alteração deverá ser permitida sobre esta secção. A existência do conceito de tempo explícito no modelo de dados é um auxílio para a gestão deste tipo de transações.

Nos sistemas tradicionais o tempo é representado por um inteiro como o número de segundos a partir de um certo instante (clock). Se esta solução é bem adaptada aos problemas físicos ela não o é aos problemas administrativos. Nesta classe de aplicações é empregado um calendário. Um calendário é uma associação de períodos, que podem ser hierárquicos como mês, dia, hora, à representação interna do tempo.

Deve-se notar que os pontos referenciados por um calendário (datas) são na verdade períodos [FAL 74]. Com a introdução do conceito de calendário se apresentam problemas para a manipulação dos intervalos pois as operações podem ser definidas sobre intervalos

A partir da definição do tipo tempo é possível indentificar duas classes de atributos os estáticos e os dinâmicos. Um atributo estático é invariável em relação ao tempo, por exemplo a data de nascimento de uma pessoa. Os atributos dinâmicos são variáveis como o endereço que muda diversas vezes na vida de uma pessoa. É possível definir, também, a manutenção de diferentes versões de um objeto da base sendo que cada versão está associada a um instante do passado. Esta geração de diferentes versões de um mesmo objeto é conhecida como instantâneos (snapshots) [ADI 80].

Um banco de dados que mantém os estados sucessivos de certos atributos ou objetos é denominado Banco de Dados Histórico (Historical Database). Um banco de dados histórico permite consultas sobre instantes definidos de sua existência. Um exemplo é a consulta de uma versão anterior de um documento.

Diversos estudos para a formalização do conceito de tempo foram desenvolvidos e são referenciados e os mais importantes comentados em [BAD 82].

CLASSIFICAÇÃO DAS METODOLOGIAS

As diferentes possibilidades para a implementação de extensões temporais em bancos de dados podem ser classificadas em categorias. O critério adotado é a integração crescente do conceito de tempo ao sistema. Na primeira categoria a manipulação do tempo é externa ao SGBD. Na segunda o conceito de tempo é associado ao SGBD por rotinas específicas e finalmente na última o tempo pertence ao modelo de dados. Estas categorias são descritas a seguir:

1. a manipulação do tempo é feita de forma explícita pelos programas de aplicação. O SGBD, ou mais geralmente o sistema de arquivos, só pode armazenar dados de tipo tradicional como inteiros, reais ou cadeias de caracteres. Toda a semântica associada ao tempo pertence à estrutura lógica dos programas. Neste nível o usuário deve conhecer a semântica associada ao tempo e assegurar a validade das operações sobre os dados definidos sobre este tipo. A integridade da base é também responsabilidade do usuário. Um sistema desta categoria é apresentado em [WIE 75] Time Oriented Database, desenvolvido na Universidade de Stanford.
2. diferentes extensões para a manipulação de dados com uma semântica extendida são realizadas por programas chamados "experts". Esta solução apresenta a vantagem de uma modificação mínima do SGBD subjacente. M. Stonebraker [OVE 82] faz referência a uma modificação de somente 62 linhas de código fonte para permitir ao sistema INGRES a gestão dos programas "experts".

Para o usuário a semântica de um tipo de dados estendido é manipulada automaticamente. A maior fraqueza deste tipo de solução é a heterogeneidade na representação dos tipos estendidos. Para sua manipulação é necessária a chamada explícita do expert associado e por outro lado é impossível a representação do tempo no esquema conceitual da base.

3. finalmente é possível escolher um modelo de dados e definir uma extensão para a gestão do tempo [KLO 83]. Nesta solução a semântica se torna estrutural, ela pertence ao modelo de dados. A definição de um esquema contém a representação explícita do tempo e dos conceitos associados.

Na definição de um sistema de Banco de Dados Generalizado [PAL 84b] para aplicações administrativas e em particular para aplicações de automação de escritórios a extensão para a manipulação do tempo é uma das que apresentam maior interesse.

O MODELO PARA A REPRESENTAÇÃO DO TEMPO

A seguir é apresentada a extensão realizada sobre o modelo de dados TIGRE [PAL 84a], [VAE 84] para a representação do tempo. Esta descrição evidencia os diversos aspectos desta representação e apresenta as operações associadas.

O modelo de base é o Entidade-Relacionamento [CHE 76] sendo que a descrição dos tipos de dados e das entidades e relacionamentos é feita de forma análoga a definição de tipos e variáveis em Pascal.

São definidos diversos tipos de base: o tempo simples, os tipos restritos, os intervalos, as durações, os periódicos e as constantes. Para cada tipo serão apresentados exemplos. A sintaxe completa de cada tipo bem como dos enunciados de manipulação pode ser encontrada em [ABP 84].

O TIPO DE TEMPO SIMPLES

Ele será designado pelo termo time e definido por meio dos períodos do calendário Gregoriano aos quais são adicionados a hora, o minuto e o segundo. Um valor deste tipo é, por exemplo: 1985/01/12 18h14:37. Foi escolhida como representação externa de time uma cadeia de caracteres de comprimento 19. Na definição deste tipo é possível referenciar o instante presente graças à palavra chave present-time. Esta referência produz a execução de uma rotina que lê o relógio do computador.

OS TIPOS RESTRITOS

O nível de representação mais fino, ou seja a granularidade, é constituído pelo segundo. Em muitas aplicações não é necessária uma granularidade tão fina. Nestes casos é possível definir tipos restritos:

```
type data : time > hour
```

esta definição especifica um calendário do tipo (ano, mês, dia) e são possíveis declarações do tipo:

```
data-de-compra : data
```

que pode assumir o valor '1985/01/14'

No caso dos tipos restritos os operadores de comparação são definidos somente sobre operandos de mesma precisão para evitar a aparição de valores indeterminados como resultado de uma comparação.

TIPO INTERVALO

Um intervalo de tempo é definido como um período entre datas sendo a primeira menor que a segunda e definidas sobre tipos de mesma granularidade. Por definição os extremos são incluídos no intervalo e um deles pode ser present-time.

Exemplo: type férias: time-interval

e pode assumir o valor de "1985/02/01 - 1985/02/28".

TIPO DURAÇÃO

A noção de duração é encontrada correntemente nas aplicações. Por exemplo a duração do mandato do presidente da República é de 6 anos, a duração das férias é de 30 dias e a semana de trabalho 48 horas. Para representar este conceito existe o tipo duração. Por exemplo:

type duração - férias : duration

TIPO PERÍODO

Um exemplo é o período de almoço entre às 12h e às 13h ou a emissão de um extrato bancário todos os dias 28 do mês. Para representar as atividades que se repetem periodicamente e possível definir o tipo periódico. Uma variável definida sobre este tipo pode assumir, por exemplo, os valores: "mês:=12" para definir os meses de dezembro, "dia:=10-dia:=20" para definir o intervalo periódico correspondente aos dias compreendidos entre o dia 10 e o dia 20 de cada mês.

CONSTANTES

Para facilitar a definição do esquema e para manipular mais facilmente dados temporais podemos definir constantes do tipo duração, por exemplo:

```
time-constant semestre = 6 month,
                    semana = 7 day;
```

Consideremos as seguintes questões: (1) quais os salários de um funcionário nos últimos 12 meses? (2) qual o salário do funcionário X em janeiro de 80? (3) qual o histórico completo dos salários do funcionário y?

A questão (1) é relativa, no sentido de que não faz referência explicitamente a um instante do passado, e se refere ao período de 12 meses que termina no instante presente. A questão (2) faz referência explicitamente a um instante preciso do passado enquanto que a (3) é uma extensão da primeira e corresponde desta vez explicitamente as versões sucessivas do salário.

Como foi visto, a partir dos exemplos, a noção de históricos é ligada a aspectos de intervalos e igualmente as modificações dos valores. Neste modelo os históricos tem duas facetas a periodicidade da amostragem e a persistência dos valores na base. A periodicidade corresponde ao número de vezes, ao longo do tempo, que é desejado manter os valores sucessivos. A persistência se relaciona ao número de valores históricos que devem ser armazenados na base. Uma persistência nula corresponde ao caso tradicional onde apenas o último valor é disponível. Uma persistência indefinida corresponde a uma lista teoricamente ilimitada de valores. Consideremos alguns exemplos:

```

type salário: dynamic
              each month
              last 12 real;

```

A palavra chave dynamic indica que se trata de um dado do tipo histórico. A periodicidade é indicada pela cláusula each month e a cláusula last 12 indica que os últimos 12 valores serão mantidos na base. Um outro exemplo é a definição de uma entidade denominada câmbio constituída por dois atributos: a moeda e a taxa:

```

type câmbio entity
  moeda: string (12);
  taxa: dynamic
        real
end;

```

esta declaração associa ao atributo taxa uma periodicidade indefinida. O conceito de histórico pode ser, também, aplicado as entidades e associações permitindo, assim, sem o uso da linguagem de manipulação definir instantâneos próximos aos conceitos definidos em [ADI 81].

Exemplo:

```
type fornecedor: relationship
                        dynamic each year
                        between empresa and artigo
                        end;
```

é a definição de um relacionamento para o qual o sistema mantém um instantâneo a cada ano para cada ocorrência do tipo.

A LINGUAGEM DE MANIPULAÇÃO

A extensão do modelo de dados descrita corresponde a extensão da linguagem de manipulação. Nesta seção serão apresentados alguns exemplos:

```
select c.nome, c.endereço
from estudante e
where duração-de-bolsa > 12 month
```

terá como resultado todos os nomes e endereços de estudantes que tenham bolsas com duração maior do que 12 meses.

```
select e.nome
from estudante e of escola ec
where ec.nome-escola = 'UFRGS' and
        e.categoria = 'mestrado' and
        year (e.nasc) = 1959
```

seleciona os nomes de todos os estudantes da UFRGS inscritos em programas de mestrado e que tenham nascido depois de 1959.

```
x: = select e.duração-de-bolsa
      from estudante e
      where e.nome = 'Dupont' and
            e.categoria = 'mestrado';
```

```
x: = addtime (x, 5 month);
      replace e.duração-de-bolsa:=x
      from estudante e
      where e.nome 2 'Dupont' and
            e.categoria e 'mestrado'
```

este conjunto de instruções permite a prorrogação de 5 meses à bolsa do estudante de mestrado Dupont.

CONCLUSÕES

Neste artigo foram apresentadas a extensão a um modelo de dados entidade-relacionamento para introduzir explicitamente nos bancos de dados generalizados o conceito de tempo. Este conceito é representado sob seus diversos aspectos: medida do tempo, noção de duração, de intervalo e de históricos.

A disponibilidade destes conceitos permite o desenvolvimento de aplicações de automação de escritórios, tais como agenda eletrônica, de forma integrada ao sistema de banco de dados. Esta integração é um dos fatores de sucesso no desenvolvimento de sistemas de AE e de apoio à decisão.

Como desenvolvimento da pesquisa a implantação das rotinas de manipulação dos conceitos relativos ao tempo está sendo concluída no INPG em Grenoble.

Em paralelo o uso dos conceitos de agregação [PAL 84b] e do tempo servem de base para a definição conceitual e implantação de um sistema integrando a agenda eletrônica e o controle de projetos no CPGCC/UFRGS em Porto Alegre.

- [ADI 84] ADIBA, M; BUI, Qn; OLIVEIRA, José Plazzo. Notion de temp dans les bases de données generalisées. Grenoble, IMAG, 1984. (Tigre 23)
- [ADI 81] ADIBA, M. Derived relations: a unified mechanism for views, snapshots and distributed data. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON VERY LARGE DATA BASES, 7. , Cannes, Sept. 9-11, 1981. Proceedings. New York, IEEE, 1981. p. 293-305.
- [ADI 80] ADIBA, M & LINDSAY, B. Database snapshots. In: INTERNATIONAL CONFERENCE on VERY LARGE DATA BASES, 6., Montreal, Oct. 1.3, 1980. Proceedings. New York, IEEE, 1980. p. 86-91.
- [BOU 82] BOULOUR, A. et alii. The role of time in information processing: a survey. SIGMOD Record, 12 (3):27-50 Apr. 82.
- [FAL 74] FALKENBERG, Ef. Time handling in data base systems. Stuttgart, Universitat Stuttgart, 1974. (Relatório 7/1974).
- [HAM 81] HAMMER, M & MOLEOD, D. Database description with SDM: Semantic Database Model. ACM Trans. on Database Systems, 6(3): 351-86, Sept. 1981.
- [KLO 83] KLOPPROGGE, M.R. & LOCKEMANN, P.C. Modelling information preserving databases: consequences of the concept of time. In: INTERNATIONAL CONFERENCE on VERY LARGE DATA BASES, 9., Florence, Oct.31 - Nov. 2, 1983. Proceedings. Florence, VLDB Endowment, 1983. p. 399-416.
- [LOR 82] LORIE, R. & PLOFFE, W. Complex objets and their use for the design of transactions. San Jose, IBM, 1982. (RU 3706/42922).
- [OLI 84a] OLIVEIRA, José Palazzo. Um modelo de données et sa representation relationnelle dans un sistense de gestion de bases de données generalisées. Grenoble, INPG, 1984. (Tese de doutorado)
- [OLI 84b] OLIVEIRA, José Palazzo. Banco de dados generalizados: a terceira geração. In: CONGRESSO NACIONAL de INFORMATICA, 17. Rio de Janeiro, nov, 1984. Anais. Rio de Janeiro, SUCEsu, 184. v.1. p. 6-14.
- [OVE 82] OVERMEYER, R. & STONEBRAKER, M. Implementation of a time expert in a data base system. SIGMOD Record, 12(3):51

- [VEL 84] VELEZ, F. Un modele et un langage pom les bases de données generalisées. Grenoble, INPG, 1984. (Tese de doutorado).
- [WIE 75] WIEDERHOLD, G. et alii. Structured organization of clinical data bases. In: NATIONAL COMPUTER CONFERENCE, Anaheim, May 19-22, 1975. Proceedings. Montreale. AFIPS Press, 1975. p. 479-85.