

Virgílio Major

Prof. Adjunto

*Área Eng. Mecânica
EST/UAlg*

Sistemas Informáticos de Apoio ao Projecto

Resumo

O objectivo do nosso trabalho é desenvolver um esquema para a modelação de normas de projecto de engenharia. Assim, com a construção de um metamodelo será possível o tratamento informático de normas técnicas (considerando a possibilidade de reutilizar os metamodelos propostos na modelação de normas de projecto, obtendo modelos orientados ao uso dual homem-computador).

A linha de trabalho que se considera mais adequada neste trabalho é a aplicação de métodos modernos de modelação, abordando vários aspectos. Utilizou-se UML como linguagem de modelação e análise ontológica no âmbito da Engenharia do Conhecimento, para explicitar a conceptualização e construir a base de conhecimento de uma forma coerente e de raciocínio lógico.

É feita uma introdução, onde se destaca a importância das normas, o estado da arte e se justifica a metodologia seguida.

Em seguida apresenta-se os aspectos fundamentais a modelar, com o desenvolvimentos do modelo do domínio da norma, com os aspectos considerados relevantes atendendo ao conteúdo da norma e aos objectivos definidos.

Na parte afinal apresenta-se uma aplicação em JAVA, para validar o esquema de modelação de normas de projecto.

1. INTRODUÇÃO

Apesar das normas terem uma grande importância na Engenharia e na Indústria de Construção (proporcionam requisitos mínimos para o projecto e construção de estruturas e instalações industriais), é evidente o atraso que apresenta o tratamento informático das normas de projecto (engloba-se regulamentos, especificações técnicas e documentos normativos) quando comparado com a análise e simulação através de computador do comportamento dessas estruturas e instalações.

O tratamento informático das normas de projecto que se faz actualmente é muito limitado. Os programadores codificam (sua interpretação) parte das normas nos seus programas CAE. Os resultados desta actuação apresentam claras deficiências. Em primeiro lugar, a codificação resultante é opaca para o projectista (prefixada em código) que pode não

entender os resultados obtidos, quando utiliza esses programas na execução de projectos. Em segundo lugar, as mudanças que inevitavelmente as normas sofrem, obrigam a uma difícil e custosa manutenção de tais programas.

Por outro lado, as entidades encarregadas de elaborar as normas não orientam o seu trabalho no sentido de facilitar o seu posterior tratamento informático, e continuam executando normas cujo tratamento encontra sérios obstáculos devido a: (i) disposições complexas, formadas por várias disposições, que podem ser de diferentes tipos, que tornam muito difícil a modelação; (ii) conhecimento não expressado explicitamente, supondo que o utilizador das normas tem conhecimento prévio do domínio das normas, de outras matérias e normas relacionadas, e do mundo em geral; (iii) conhecimento indeterminado [1], cuja aplicação a cada situação concreta depende do contexto, e porque é muito difícil estabelecer critérios, este tipo de conhecimento dá origem a distintas interpretações; e (iv) conhecimento incompleto que não se pode automatizar.

Os esforços de modelação do conteúdo das normas para o seu processamento informático começaram nos anos sessenta. Os investigadores propuseram diferentes metodologias de modelação para este fim: baseados em tabelas de decisão, orientado a objectos, objectos e lógica, lógica descritiva, orientado ao contexto, modelo de produto STEP baseado em hipertexto e internet e CD-ROM. Apesar do indubitável interesse das contribuições realizadas pelas diferentes linhas de trabalho, é evidente o relativo fracasso que estas tiveram do ponto de vista da sua aplicação prática.

Com base nestes dois pressupostos (importância das normas no projecto e deficiências no seu tratamento informático), entendeu-se desenvolver trabalho de investigação no Departamento de Engenharia do Projecto da Universidade de Sevilha, como por exemplo Gabriel Bravo et al. [2, 3], I. A. Santos et al. [4], M. C. Nunes et al. [5] e V. Major et al. [6, 7].

As normas de projecto são documentos extensos em geral, de grande complexidade e têm um marcado carácter legal. Por este motivo, é conveniente a construção de vários modelos que tratem os diferentes aspectos da dita complexidade e permitam a sua representação e processamento informático.

Nesse trabalho, utiliza-se um esquema conceptual genérico para normas de projecto, englobando o espaço de modelação

do domínio da norma (modelo de produto) e o espaço de modelação das disposições com os aspectos considerados relevantes de acordo com os objectivos enunciados como por exemplo: *físico, geométrico, topológico, funcional, comportamento, etc.*

Uma vez analisados os aspectos relevantes das normas, desenvolveu-se os modelos correspondentes. Cada um destes modelos define um conjunto de conceitos (*metaclasses*) e (meta)relações de forma independente do domínio.

2. ASPECTOS FUNDAMENTAIS A MODELAR

Durante a modelação de qualquer fenómeno do mundo real, é preciso analisar os diferentes aspectos que resultam fundamentais para a descrição completa do assunto, em função dos objectivos perseguidos. Esta ideia de múltiplos modelos foi utilizada por Rosenman e Gero 1996 [8] através de um esquema para conhecimento de projecto, utilizando quatro categorias básicas: objectivo, função, comportamento e estrutura. Estas poderiam ser interpretadas como uma ontologia. Em 1998 Simoff e Maher [9] propuseram uma ontologia que delimita a categoria de conhecimento de projecto como actividades e espaço. Gabriel Bravo [2] apresenta modelos de domínio dos problemas de projecto segundo diferentes aspectos conceptuais, tais como: físico, de comportamento, função, de interacção com a envolvente e de caracterização de estados. Ontologia é neste contexto, o conjunto de conceitos que descrevem a estrutura do conhecimento de uma forma abstracta sem referencia a aspectos de representação ou computacionais.

Uma vez identificados os aspectos fundamentais, é necessário modelar o fenómeno em questão para cada um deles, de maneira que a sobreposição de modelos parciais proporcione o modelo global que caracteriza o fenómeno analisado.

Na modelação do domínio da norma utilizaram-se os aspectos: (i) propriedades físicas e materiais (descreve-se o material ou materiais de que são feitos os objectos - um elemento pode ter material e outras propriedades atribuídas através de associações), (ii) comportamento (é uma descrição da actuação ou dos processos do sistema em circunstancias dadas); (iii) função, (indica o que fazem os objectos como resultado de seu comportamento, em termos de sistema a função é a relação entre a entrada e a saída); (iv) geometria (descreve a forma e dimensões características dos objectos) e (v) topologia (indica as relações de conexão ou de adjacência dos objectos do sistema).

Na modelação das disposições da norma e atendendo aos objectivos propostos pode utilizar-se os seguintes aspectos: (i) actividade: analisando-se numa perspectiva de tarefa que se pode desenvolver no ciclo de vida de produto, com determinada disposição, destacando-se a actividade de projecto subdividida em projecto conceptual, projecto principal e projecto de detalhe. Actividade é entendida neste contexto, como o conjunto de acções (operações de um ser) ligados ordenadamente para a realização de determinado fim. Este aspecto não será desenvolvido neste artigo; (ii) segundo

os meios de expressão: de acordo como o utilizador recebe a informação isto é, forma de texto, esquemas gráficos, tabelas e equações e (iii) de acordo com um carácter geral com significado em termos de engenharia. Distingue-se dois tipos de disposições: informativas e de preceitos (instrução ou regra). O principal corpo de uma norma está constituído por preceitos que formulam critérios ou condições que se têm de cumprir. Por outro lado preceitos é na sua essência uma unidade de informação que estabelece alguma das coisas seguintes: requisitos (que podem ser satisfatório, de performance e de aptidão), limites (restrições aos valores numéricos dos atributos dos objectos); instruções e procedimentos (ou métodos) para realiza-las.

3. MODELAÇÃO DO DOMÍNIO DA NORMA

Na modelação do aspecto físico, analisa-se dum ponto de vista corpóreo – em termos de componentes físicos, dos objectos que compõe as disposiciones das normas.

Este modelo é obtido através da integração de vários submodelos, em que cada submodelo encarrega-se dum aspecto relevante da descrição global de uma classe de objectos.

Na modelação estabeleceu-se os *paquetes* lógicos considerados importantes que englobam os diferentes pontos de vistas que permitam modelar os objectos a que se referem as disposições da norma a tratar. No caso da norma NBE EA-95 e para permitir que o modelo admita uma manipulação flexível segundo uma perspectiva informática dividiu-se em três módulos fundamentais: serviço de usuário, sistema de estruturas, e serviços de dados.

O sistema de estruturas representa o núcleo conceptual da aplicação, onde se encontra modelado os elementos do domínio da norma, cuja organização interna se pode ver na figura 1.

Neste artigo não se apresenta a descrição do conteúdo de cada *paquete*, que se pode consultar em [10] onde está desenvolvido cada aspecto que foi mencionado anteriormente. Como exemplo resumido indica-se que no *paquete*, propriedades dos materiais temos a classe material cujos atributos considerados foram a rigidez, dureza, e a densidade. O tipo de material que foi considerado foi somente o aço com as classes A_37; A_42 e A_52, nas classes mais especializadas e que estão referidos na norma NBE - EA-95.

4. APLICAÇÃO A UMA NORMA

Seguindo a metodologia do trabalho apresentado, modelou-se uma parte significativa duma norma de projecto. Em concreto, seleccionou-se a "*Norma Básica de la Edificación NBE EA-95, Estructuras de Acero en Edificación*" e tratou-se os capítulos 3, 4 e 5. Os modelos obtidos foram utilizados para desenvolver um sistema informático que serviu para por à prova a utilidade dos modelos desenvolvidos.

A modelação da norma e do seu conteúdo, assim como a análise e projecto da aplicação informática, realizaram-se

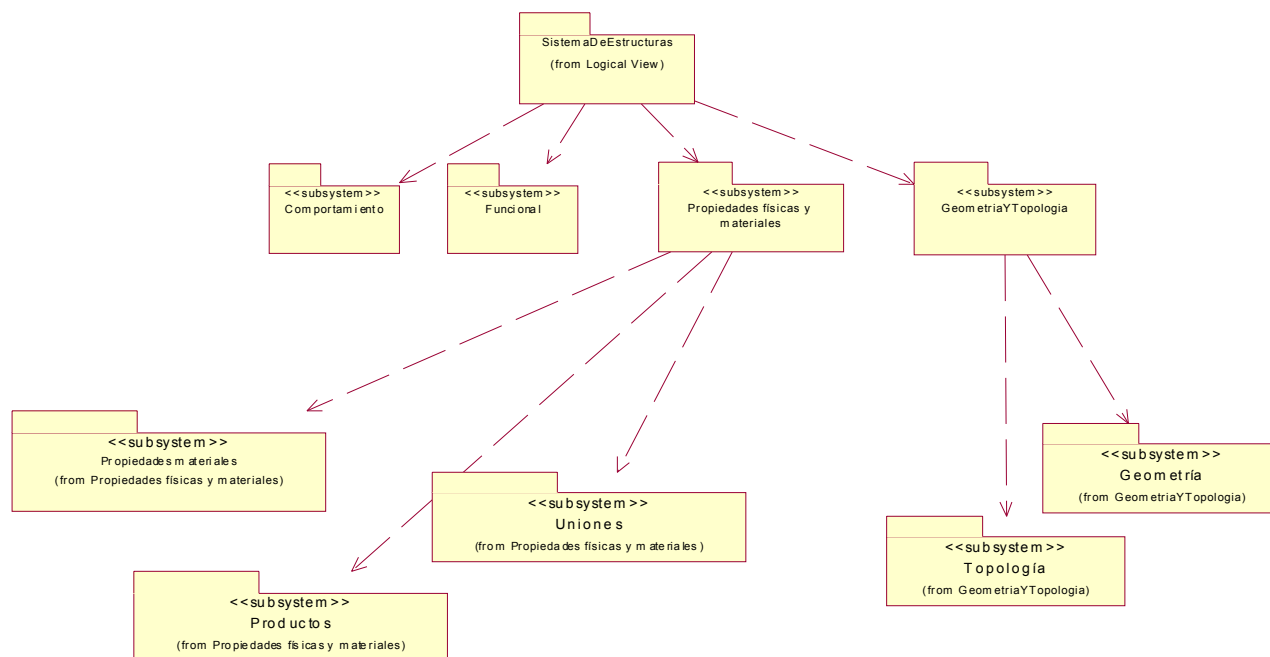


Figura 1 - Sistema de estruturas

aplicando a tecnologia orientada a objectos. Para expressar os modelos resultantes usou-se UML [11], e para a definição dos modelos e a codificação do programa a ferramenta CASE Rational Rose. Finalmente, a implementação realizou-se em JAVA, por ser uma linguagem de programação orientada a objectos especialmente indicada para este tipo de aplicações, multitarefa e adequada a Web. Para realizar a programação em JAVA utilizou-se o ambiente que nos proporciona o software Bluette v0.7.

Os casos de uso (figura 2) considerados foram:

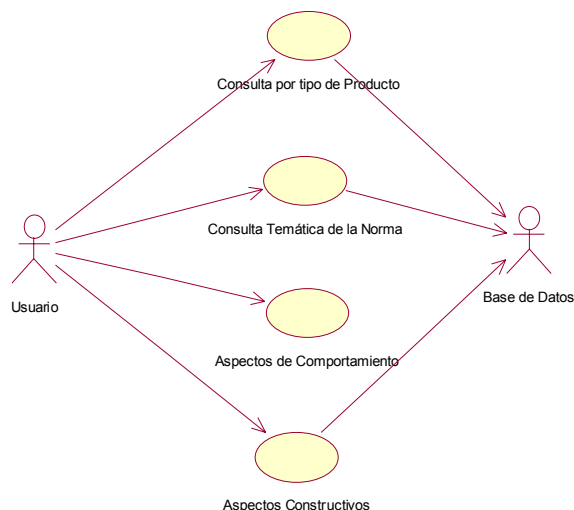


Figura 2 - Casos de uso do sistema

1- *Consulta temática do conteúdo da norma*, que permite consultar norma atendendo à modelação das disposições propostas. Quer dizer o resultado de uma consulta segundo este critério consiste na apresentação ao utilizador das disposições do tipo solicitado existentes na norma;

2- *Consulta por tipo de produto*, o utilizador selecciona o tipo de produto com os vários níveis de selecções, por exemplo: peça; peças simples; peça secc_constante; peça_armada etc.;

3- *Comprovação de aspectos construtivos*, que permite comprovar que um componente cumpre como produto com as disposições construtivas que o afectam. Assim o resultado desta tarefa pode ser pois, de proporcionar ao sistema a definição do componente como produto, e a informação que nos indica que a peça é geométrica e construtivamente correcta, ou seja a apresentação das disposições não cumpridas pela mesma; e

4- *Comprovação de aspectos de comportamento*, que permite verificar de um modo análogo ao anterior, se um componente cumpre com as limitações de comportamento que o afectam, ou seja se não supera nenhum estado limite.

5. CONCLUSÕES

Neste artigo apresenta-se a modelação de normas de projecto, com o objectivo de representar a informação e o conhecimento contido nas mesmas. Na base da representação explícita da estrutura e semântica das disposições e dos conceitos a que se referem, é possível desenvolver ferramentas informáticas, ou outras aplicações, que processem a informação e o conhecimento representados para

realizar diversas tareas, com particular destaque para o apoio ao projecto nas suas diferentes fases.

Referencias

- [1] Kiliccote, Han. *A Standards Processing Framework*. PhD thesis, Dep. of Civil and Environ. Engineering. Carnegie Mellon University, Pittsburgh, 1997.
- [2] Bravo-Aranda G., F. Hernández Rodríguez, A. Martín Navarro. *Knowledge-Based System Development for Assisting Structural Design*. Advances in Engineering Software pp. 763-774, 1999.
- [3] Bravo Aranda, G. y A. Martín Navarro. *Treatment of Standard Design Requirements with Artificial Intelligence Technology*. In Brebbia, C.A. y A. J. Ferrante (eds.) Reliability and Robustness of Engineering Software II. Elsevier, pp. 253-268, 1991.
- [4] Inácio Almeida Santos. *STEP and its Application in the Construction Industry* Proceedings of Third ECPPM, Universidade Nova de Lisboa, 2000.
- [5] Carlos Nunes, F. Hernández Rodríguez, G. Bravo Aranda e Virgílio Major. *Los Aspectos Geométricos y Topológicos de las Normas de Diseño y los Sistemas CAD*. INGGRAF, XIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, Universidad de Extremadura, 2001.
- [6] Virgílio F. Major, Manuel C. Nunes and G. Bravo-Aranda. *Conceptual Scheme for Modelling Design Standards*. Proceeding Congress of Internet Business and the Industry of Construction, Porto - Europarque - Portugal, 2001.
- [7] Major V., Bravo Aranda, G., Hernández Rodríguez, F., Martín Navarro, A., Lloret García, T. *Modelado de Normas Técnicas para un Procesamiento Informático Múltiple*. XVII Congreso de Ingeniería de Proyectos, Universidad de Murcia, 2001.
- [8] Rosenman and Gero 1994] Rosenman, M. A. and J. S. Gero. *The what, the how, and the why in design*. Applied Artificial Intelligence, Vol. 8 N° 2, pp. 199-218, 1994.
- [9] Simoff, Simeon J. and Mary Lou Maher. *Designing with the Activity/Space Ontology*. Proceeding Congress of Artificial Intelligence in Design, 23-43, 1998.
- [10] García Cerro, D. *Modelado para Procesamiento Informático de la Norma NBE EA -95 sobre Estructuras de Acero en Edificación*. Proyecto Fin de Carrera, Universidad de Sevilla, 2000.
- [11] Booch, G., J. Rumbaugh, y I. Jacobson. *The Unified Modeling Language Reference Manual*. Addison - Wesley, 1999.