

Aspectos Computacionais do Desenvolvimento de uma Biblioteca para Desenho de Redes Bayesianas

Thales Lange¹, Raimundo C. G. Teive¹

¹Mestrado em Computação Aplicada – Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI)
Caixa Postal 88.122-000 – São José – SC – Brasil

{thales1, rteive}@univali.br

Abstract. *This paper describes the development of a C++ library which draws and handles Bayesian Networks graphically. Its development arose in reason of the unavailability of such computational libraries to provide the same graphical resources available in shells to develop Bayesian Networks. Besides, this paper describes the technical features of the library, showing as use case, the development of a shell to Bayesian Networks by using the library.*

Resumo. *Este artigo relata o desenvolvimento de uma biblioteca C++ específica para desenhar e manipular Redes Bayesianas de forma gráfica. A motivação do seu desenvolvimento surgiu em função da indisponibilidade de ferramentas computacionais similares que ofereçam os mesmos recursos gráficos disponíveis em shells para modelagem e simulação de Redes Bayesianas. Além de relatar as características técnicas da biblioteca, apresenta-se como resultado, um caso de uso da biblioteca, onde foi implementado um shell para Redes Bayesianas.*

1. Introdução

Este artigo concentra-se na apresentação de uma biblioteca C++ de desenho e manipulação gráfica de Redes Bayesianas. Com intuito de demonstrar sua utilidade e fornecer subsídios para discussão/reflexão, apresenta-se a arquitetura da biblioteca e um caso de uso voltado para desenvolvedores que utilizam Redes Bayesianas em seus sistemas.

Usualmente caracterizam-se como desenvolvedores que utilizam Redes Bayesianas àqueles envolvidos com problemas de diagnóstico, investigação, reconhecimento de imagens, planejamento e controle, reconhecimento de padrões, enfim, qualquer tarefa que exija raciocínio em circunstâncias de incerteza. [Pearl 1988]

Desenvolvedores associados com esses tipos de projetos e com intenção de que os usuários de seus sistemas possam visualizar e/ou interagir com a Rede Bayesiana, necessitam de uma ferramenta computacional para representar graficamente a Rede Bayesiana, conforme as notações usuais. Nesses casos, o uso dessa ferramenta gráfica justifica-se pelas seguintes razões:

- representação gráfica: ao permitir a representação gráfica da Rede Bayesiana, facilita-se a interpretação do modelo e oferece-se uma linguagem de fácil interpretação; [Jensen 2001] e
- simulação gráfica: a simulação de Redes Bayesianas com interação gráfica,

auxilia o processo de discernimento das informações contidas na Rede Bayesiana, pois se apresentam as respostas graficamente dentro de um contexto lógico e intuitivo.

A representação gráfica das Redes Bayesianas ocorre na forma de rede causal ou rede semântica. Para o desenvolvimento da biblioteca, adotou-se o uso de redes causais, em função da similaridade de sua representação com a forma do raciocínio humano, simplicidade da linguagem e por tratar-se do uso mais comum no meio acadêmico e comercial. [Jensen 2001]

2. Redes Causais

Nas redes causais os nós (círculos ou elipses) representam as variáveis do problema e elas podem assumir n estados finitos mutuamente exclusivos. As arestas direcionadas entre as variáveis representam a relação de causa e efeito [Russell e Norvig 2004]. Ilustra-se um exemplo dessa notação na Figura 1 (a).

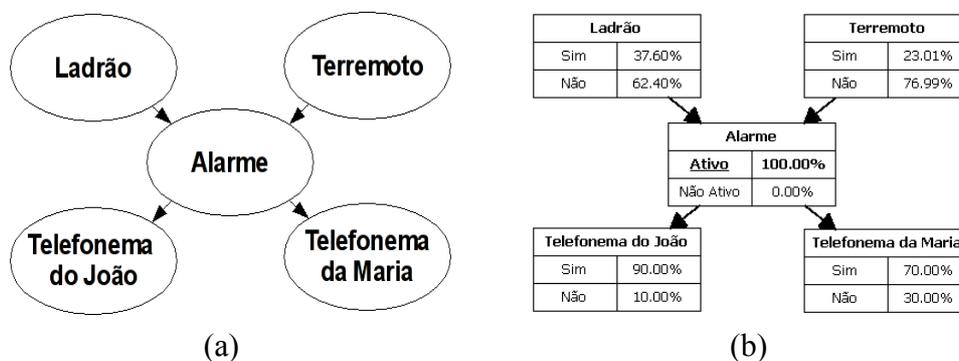


Figura 1. Rede Bayesiana do Alarme [Russell e Norvig 2004] : (a) notação tradicional e (b) notação alternativa utilizada em shells para Redes Bayesianas

Entretanto a notação tradicional de redes causais da Figura 1 (a) não proporciona detalhes suficientes para realização de ensaios, ou mesmo, não fornece os subsídios necessários para seu uso em sistemas computacionais voltados aos usuários de Redes Bayesianas, pois esses precisam identificar os estados das variáveis e suas respectivas probabilidades marginais. Então, para oferecer maiores detalhes do modelo, shells, como o Netica, Hugin e GeNIe, oferecem também notação de barras gráficas, similares a ilustrada na Figura 1 (b).

Percebe-se que a notação da Figura 1 (b) oferece maiores detalhes da Rede Bayesiana, pois com essa notação, permite-se ainda a identificação dos estados das variáveis, a identificação de evidências e, principalmente, a resposta gráfica com as probabilidades marginais dos estados, dado ou não um conjunto de evidências. Observe na Figura 1 (b) a presença de uma evidência no estado Ativo da variável Alarme.

Por mais que os shells citados possuam bibliotecas próprias para desenho e manipulação gráfica de Redes Bayesianas, os seus proprietários não disponibilizam aos interessados a biblioteca de desenho (alguns somente disponibilizam as bibliotecas relacionadas aos algoritmos para cálculo das probabilidades marginais e outros artefatos matemáticos das Redes Bayesianas).

Assim desenvolvedores não podem, em seus próprios sistemas computacionais,

representar graficamente a Rede Bayesiana de forma similar ou idêntica ao ambiente de desenvolvimento oferecido pelos *shells*. Por essa razão, optou-se pelo desenvolvimento de uma biblioteca de desenho e manipulação de Redes Bayesianas para reuso em outras aplicações.

3. Arquitetura da biblioteca

Nesta seção descrevem-se as principais características de projeto da biblioteca de desenho e manipulação gráfica de Redes Bayesianas.

3.1. Ferramentas utilizadas

Como ferramentas de desenvolvimento, optou-se pelo uso da linguagem C++ e uso das bibliotecas e ferramentas de desenvolvimento do Qt. Com o uso dessas ferramentas, foi possível a elaboração de uma biblioteca para desenho e manipulação de Redes Bayesianas portátil, pois o uso dessa tecnologia permite portabilidade em nível de sistema operacional, além da possibilidade de uso de uma variedade de compiladores C++. Por outro lado, o uso dessa tecnologia tem como requisito o uso de dois componentes do Qt, o QtCore e o QtGui.

3.2. Características da biblioteca

Como principais características da biblioteca de desenho e manipulação gráfica de Redes Bayesianas, destacam-se:

- a representação de variáveis discretas na forma de elipse e no formato de barras gráficas;
- a inserção de novas variáveis;
- seleção de variáveis/arestas;
- a movimentação das variáveis/arestas;
- a distinção das variáveis com o uso de rótulos (nomes) e cores;
- a inserção de arestas entre variáveis; e
- a inserção de evidências;

Observa-se a possibilidade de executar todas as funcionalidades enumeradas anteriormente em tempo de execução.

3.3. Arquitetura da biblioteca

Na Figura 2 ilustra-se o diagrama de classe da biblioteca. Percebe-se que algumas classes possuem heranças de outras classes, não presentes no diagrama. Essas classes são disponibilizadas pelas bibliotecas do Qt. Por exemplo, a classe `TEllipseDrawing` herda a classe `QGraphicsPolygonItem`, que contém os comportamentos necessários para o desenho de polígonos genéricos.

Reitera-se que essa biblioteca somente tem o objetivo de representar a Rede Bayesiana numa forma gráfica. A biblioteca não possui os comportamentos para a execução de algoritmos e outros artefatos das Redes Bayesianas, entretanto, a classe `TScene` (a interface da biblioteca) emite eventos quando ocorrem alterações na estrutura do grafo na área de desenho. Esses eventos são de suma importância para que outras

bibliotecas/aplicações possam responder aos estímulos detectados na área de desenho.

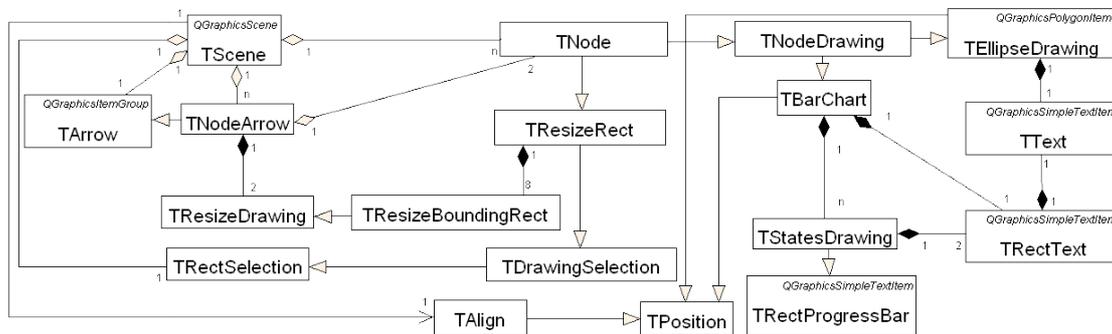


Figura 2. Diagrama de classes da biblioteca

4. Caso de uso da biblioteca

Com objetivo de demonstrar e testar a capacidade de desenhar e modelar graficamente Redes Bayesianas, foi desenvolvido, como caso de uso, um *shell* para Redes Bayesianas. Esse sistema permite modelar Redes Bayesianas de maneira visual e realizar ensaios. Para calcular as probabilidades marginais, utilizou-se outra biblioteca específica para essa finalidade.

Para melhor compreender os resultados obtidos com o caso de uso, na Figura 3 (a) apresenta-se uma tela da interface gráfica do sistema implementado, onde a biblioteca de desenho e manipulação de Redes Bayesianas responsabiliza-se pela maioria das funcionalidades de modelagem e visualização gráfica dos resultados. É possível observar também a presença de duas Redes Bayesianas distintas e a visualização das variáveis tanto na forma de elipse como na forma de barras gráficas.

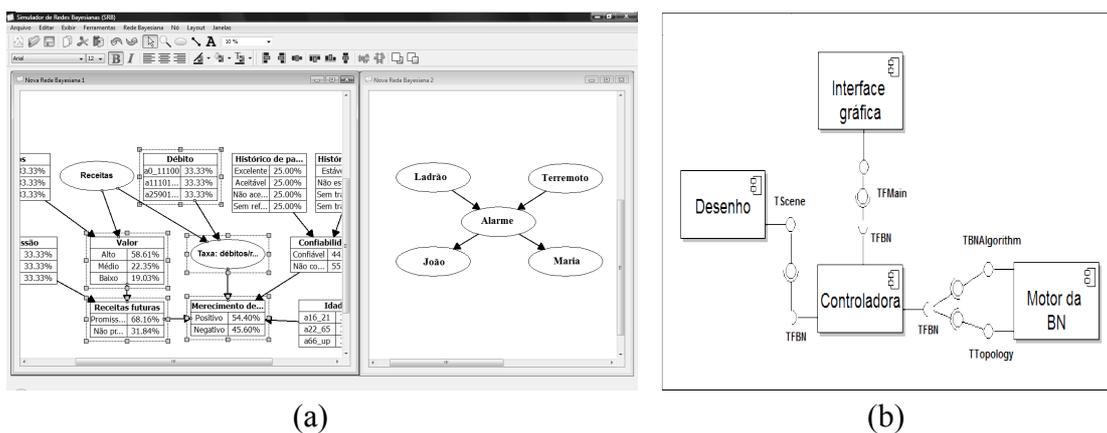


Figura 3. Sistema desenvolvido no caso de uso: (a) interface gráfica e (b) arquitetura

4.1. Arquitetura do caso de uso

Com objetivo de exemplificar a utilização da biblioteca por desenvolvedores que pretendam utilizá-lo em seus sistemas, apresenta-se na Figura 3 (b) o diagrama de componentes e abaixo descreve-se o objetivo de cada componente.

- **Controladora:** tem o objetivo de coordenar a troca de mensagens entre os três

componentes do sistema;

- Motor da BN: responsável pelas estruturas de dados da Rede Bayesiana além de fornecer um conjunto de artefatos matemáticos pertinentes às Redes Bayesianas;
- Desenho: componente que fornece subsídios para desenho e manipulação de Redes Bayesianas. Deve-se observar a necessidade de interface apenas com a classe TScene, pois ela possui todos os métodos, sinais e *slots* relevantes para sincronia entre o componente de desenho e os demais componentes do sistema;
- Interface gráfica: responsável por mediar a interação entre o usuário e as funcionalidades do sistema;

5. Conclusões

Com a utilização das bibliotecas, ferramentas de desenvolvimento do Qt e linguagem C++, uma biblioteca portátil, para desenho e manipulação gráfica de Redes Bayesianas, foi desenvolvida para que sistemas computacionais, que pretendam utilizar Redes Bayesianas, tenham os recursos gráficos similares aos *shells* disponíveis.

Como ponto positivo da elaboração deste trabalho, observa-se os princípios utilizados no desenvolvimento da biblioteca, pois estes visam desacoplar os artefatos matemáticos do modelo gráfico (visual) da Rede Bayesiana. Como exemplo de reusabilidade, reaproveitou-se a biblioteca de desenho para o desenvolvimento de um *shell* para Redes Bayesianas, entretanto, essa biblioteca pode ser utilizada em sistemas computacionais com outras finalidades.

Contudo, admite-se a necessidade de melhorias da biblioteca, principalmente em relação a sua documentação. Com objetivo de transformar essa biblioteca num projeto de domínio público, é necessário a adoção de práticas comuns de documentação (por exemplo, o Doxygen). Em relação às funcionalidades da biblioteca, percebe-se a oportunidade de adicionar nó para representação de subgrafos, Redes Bayesianas Dinâmicas (grafos temporais), variáveis de decisão, opções de zoom, opção de redimensionar o tamanho dos desenhos em tempo de execução e/ou uso do OpenGL.

Referências

- Jensen, F. V. (2001) “Bayesian Networks and Decision Graphs”. Springer-Verlag, 1ª edição, New York.
- Pearl, J. (1988) “Probabilistic reasoning in intelligent systems: networks of plausible inference”, Elsevier, 2ª edição, United States of America.
- Russell, S. J. e Norvig, P. (2004) “Inteligência Artificial”, Elsevier, 2ª edição, Rio de Janeiro.