

Prototipação de modelos e geração automática de código-fonte em planilha eletrônica para o framework de modelagem MacSim

Rodrigo Dias Ribeiro da Silva¹

Luis Gustavo Barioni²

O Laboratório de Matemática Computacional (LabMaC) da Embrapa Informática Agropecuária vem desenvolvendo um *framework* para simulação orientada a objetos, implementado na linguagem C++. O *framework* será utilizado, inicialmente, para a implementação de modelos de dinâmica de sistemas, baseados em equações diferenciais de primeira ordem utilizando a abordagem de “System Dynamics” (em fase de elaboração).

Existe grande número de ferramentas para implementação de “System Dynamics” no mercado, como o Vensim® e o Stella®. Entretanto, há vantagens no uso de *frameworks* de simulação orientados a objetos para sistemas de maior porte e para os casos nos quais o simulador precise ser incorporado a um aplicativo para o usuário final (MANCINI et al., 2013). Entretanto, como desvantagens da implementação com esse tipo de ferramenta, IBA et al. (2004) identificam a falta de expressividade matemática e comunicação a partir da implementação em código com equipes multidisciplinares de especialistas de domínio. Dessa forma, existe a necessidade de especificação do modelo em documentos externos ao código.

Experiências relacionadas aos projetos de pesquisa desenvolvidos no LabMaC demonstram que especificação de modelos por especialistas de domínio pode ser morosa e propensa a erro, caso o modelo não possa ser facilmente testado por eles. Acrescenta-se o fato de que há necessidade de documentação adicional às publicações que descrevem o modelo. Sendo

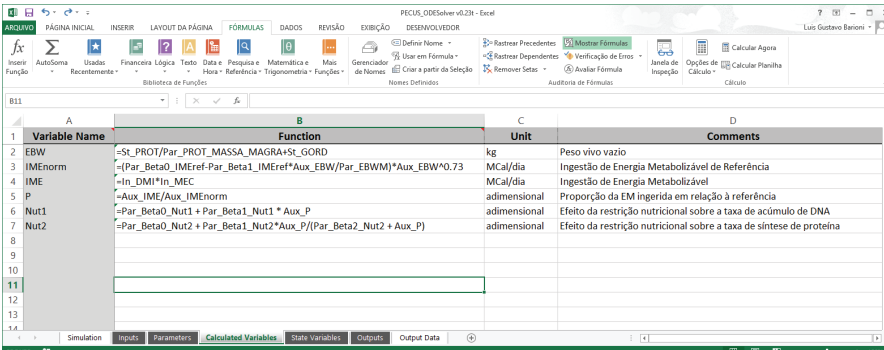
¹ Faculdade de Engenharia Agrícola/Unicamp - rodrigo.silva@feagri.unicamp.br

² Embrapa Informática Agropecuária - luis.barioni@embrapa.br

assim, o grupo do LabMaC decidiu pelo uso de ferramentas de prototipação dos modelos, as quais permitam especificar e testar modelos componentes, antes que sejam implementados no *framework* e acoplados a um sistema maior.

Planilhas eletrônicas são ferramentas com as quais a maioria dos especialistas de domínio possuem grande familiaridade. Sendo assim, decidiu-se por criar uma planilha que padroniza a especificação, permitindo o salvamento dessa especificação em arquivos texto, além de permitir a execução do modelo. Nesse trabalho, acrescentou-se a funcionalidade de automatização da geração de código fonte para o *Framework* de Modelagem, MacSim, a partir do modelo especificado em planilha.

Nesse método utilizamos uma planilha onde o modelo matemático é proposto o dividindo em partes comuns na maioria dos modelos, como parâmetros, constantes, inputs e outputs, equações diferenciais (com suas respectivas variáveis de estado) e equações auxiliares. Dispomos esse *template* de planilha, Figura 1, aos pesquisadores que especificam seus modelos em relação a esses componentes. O modelo especificado na planilha é interpretado por meio de rotinas escritas em Visual Basic para Aplicativos, acionadas por meio de botões incluídos na interface da planilha (Figura 1). Obtém-se, então, arquivos com texto descrevendo o modelo em várias partes para fácil compreensão e armazenamento para o futuro, e arquivos de cabeçalho (*.h) e implementação (*.cpp) em código C++, compatível com o *Framework* MacSim. As funções de planilha utilizadas na especificação são convertidas à função equivalente em C++, com suporte para as versões portuguesas e



Variable Name	Function	Unit	Comments
EBW	=St_PROT/Par_PROT_MASSA_MAGRA*St_GORD	kg	Peso vivo vazio
IMEnorm	=(Par_Beta0_IMEref*Par_Beta1_IMEref*Aux_EBW/Par_EBWM)*Aux_EBW^0.73	MCal/dia	Ingestão de Energia Metabolizável de Referência
IME	=In_DMI*In_ME	MCal/dia	Ingestão de Energia Metabolizável
P	=Aux_IME/Aux_IMEnorm	adimensional	Proporção da EM ingerida em relação à referência
Nut1	=Par_Beta0_Nut1 + Par_Beta1_Nut1 * Aux_P	adimensional	Efeito da restrição nutricional sobre a taxa de acúmulo de DNA
Nut2	=Par_Beta0_Nut2 + Par_Beta1_Nut2*Aux_P/(Par_Beta2_Nut2 + Aux_P)	adimensional	Efeito da restrição nutricional sobre a taxa de síntese de proteína

Figura 1. Exemplo de especificação do modelo em planilha.

inglesas do Microsoft Excel. São suportadas funções matemáticas comuns como funções trigonométricas, logs, exponenciais, potências e raízes.

Uma visão geral da especificação textual e do código-fonte C++ especificado em planilha são apresentados na Figura 2a e 2b, respectivamente.

(a)

```

10 @Parameters
11
12 Par_PROT_MASSA_MAGRA = 0,2201
13 Par_EPROT = 5,539
14 Par_EGORD = 9,385
15 Par_Beta0_IMEref = 0,438
16 Par_Beta1_IMEref = 0,2615
17 Par_EBWref = 750
18 Par_EBWM = 1050
19 Par_Beta0_Nut1 = -0,7
20 Par_Beta1_Nut1 = 1,7
21 Par_Beta0_Nut2 = 0,83
22 Par_Beta1_Nut2 = 0,2
23 Par_Beta2_Nut2 = 0,15
24 Par_k1 = 0,00429
25 Par_k2 = 0,0461
26 Par_k3 = 0,143
27 Par_DNamax = 385
28 Par_alfa = 0,0858
29
30 @Calculated Variables
31
32 Aux_EBW=St_PROT/Par_PROT_MASSA_MAGRA+St_GORD
33 Aux_IMEnorm=(Par_Beta0_IMEref-Par_Beta1_IMEref*Aux_EBW/Par_EBWM)*Aux_EBW^0.73
34 Aux_IME=In_DMI*In_MEC

```

(b)

```

8
9 Cls_Oltjen_Model::Cls_Oltjen_Model(string aName, Cls_Model * aOwner_arg, Exception aExceptio
10 CreateVariables();
11 CreateInputs();
12 CreateOutputs();
13 CreateConnections();
14 }
15 double Cls_Oltjen_Model::f_EBW(){
16     return St_PROT->SearchOutputPort("Stock")->Value()/Par_PROT_MASSA_MAGRA->Value()+St_GOR
17 }
18 double Cls_Oltjen_Model::f_IMEnorm(){
19     return (Par_Beta0_IMEref->Value()-Par_Beta1_IMEref->Value()*Aux_EBW->Value()/Par_EBWM->
20 }
21 double Cls_Oltjen_Model::f_IME(){
22     return In_DMI->Value()*In_MEC->Value();
23 }
24 double Cls_Oltjen_Model::f_P(){
25     return Aux_IME->Value()/Aux_IMEnorm->Value();
26 }
27 double Cls_Oltjen_Model::f_Nut1(){
28     return Par_Beta0_Nut1->Value()+Par_Beta1_Nut1->Value()*Aux_P->Value();
29 }
30 double Cls_Oltjen_Model::f_Nut2(){
31     return Par_Beta0_Nut2->Value()+Par_Beta1_Nut2->Value()*Aux_P->Value()/Par_Beta2_Nut2->
32 }

```

Figura 2. Especificação textual (a); Código-fonte em C++ (b).

Uma limitação é a de que a conversão das funções da planilha para C++ ainda não é totalmente automática. Quando o interpretador não é capaz de converter a função de planilha menos usual ou a operação matemática especificada, a função é comentada no código gerado e há necessidade de intervenção de um programador. Entretanto, as intervenções são, em geral, muito pequenas e compensam sobremaneira o tempo e a propensão a erro gerada pelo processo sem o uso das planilhas.

Assim, com a planilha de prototipação e geração de código-fonte é possível agilizar a experimentação dos variados modelos desenvolvidos pelos pesquisadores, e em uma ferramenta simples e de comum conhecimento de todos. Com isso diminuímos o tempo gasto a se especificar tanto por partes de pesquisadores como das pessoas que o adequam ao *Framework* MacSim.

Para próximos projetos pretendemos ampliar a automatização do código.

Referencias

IBA, T.; MATSUZAWA, Y.; AOYAMA, N. From conceptual models to simulation models: model driven development of agent-based simulations. In: WORKSHOP ON ECONOMICS AND HETEROGENEOUS INTERACTING AGENTS, 9., 2004, Kyoto. 2004. Disponível em: <<http://web.sfc.keio.ac.jp/~iba/papers/2004WEHIA04.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2013.

MANCINI, A. L.; BARIONI, L. G.; SANTOS, E. H. dos; DIAS, F. R. T.; SANTOS, J. W. dos; ABREU, L. L. B. de; TININI, L. V. S. **Arcabouço para desenvolvimento de simuladores de sistemas dinâmicos contínuos e hierárquicos**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2013. 19 p. (Embrapa Informática Agropecuária. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 34).