

SystemVerilog Vocabulary Extractor

Filipe C. Cavalcanti
Leandro de S. Albuquerque
Orientador: Tio Kat

6 de outubro de 2017

1 ABSTRACT

2 RESUMO

Desde a criação da primeira HDL até os presentes dias, cada vez mais o desenvolvimento de sistemas digitais se assemelha e aproxima-se a codificações de programas descritos em linguagem de programação

3 Introdução

Verilog foi uma das primeiras linguagens para descrição de hardware (HDL) a ser inventada, em meados da década de 80. O tamanho típico dos projetos era entre de 5 a 10 mil portas lógicas. O método de concepção dos circuitos utilizava-se de esquema gráfico, e a simulação começava a ser uma ferramenta essencial para verificação [10]. Com a evolução da tecnologia de descrição e verificação de hardware, em 2002 surge SystemVerilog.

A partir disto, como a complexidade de sistemas digitais modernos aumentou exponencialmente, tanto que, o tamanho dos atuais projetos chega a ordem dos milhões de portas lógicas. Assim as metodologias de projetos em sistemas digitais estão evoluindo extensivamente [5] e [4].

Com tal avanço, elevou-se o nível de abstração no desenvolvimento de hardware por meio de uma linguagem de descrição e verificação de hardware (HDVL), de tal forma que, o uso de ferramentas de análise de informações que antes eram somente do es-

copo da engenharia de software, pode ser estendido também para o desenvolvimento de sistemas digitais.

Um das principais fontes de informações em um código fonte no âmbito da engenharia de software, é o vocabulário. Dentre suas principais utilidades listamos o seguinte:

1. Localização de bugs;
2. Identificação de uma arquitetura;
3. Métricas sobre o código fonte;
4. Identificação de especialista [9].

O vocabulário de software também denominado de léxico do código em [3], consiste no conjunto de termos repetidos ou únicos que compõem identificadores e que estão presentes no textos dos comentários [1].

Usando os princípios da engenharia reversa como uma coleção de metodologias e técnicas capazes de realizar a extração e abstração de informações [8], propõe-se neste trabalho a extração do vocabulário pertencentes a projetos de hardware descritos em SystemVerilog, e usando a definição formal de Santos em [9] sobre vocabulário de software para embasar e fundamentar o termo *Hardware Vocabulary*.

4 Background

Graças aos atuais projetos eletrônicos baseado em HDL, metodologias e ferramentas para simulação, síntese, verificação, modelagem física e teste pós-fabricação agora estão bem inseridos e são essenciais para designers digitais [7]. Nos últimos anos as linguagens de descrição e verificação de hardware

tornaram-se tão importantes para a modelagem de sistemas digitais, quanto as linguagens de programação o são para a engenharia de software.

4.1 Software Vocabulary

Santos em [8], define que vocabulário de código fonte compreende as cadeias de caracteres que identificam os elementos estruturais e as palavras que compõem as sentenças dos comentários de um código fonte. Dentro dos campos de estudo da engenharia de software outro termo bastante conhecido e isomorfo a *Software Vocabulary* é o *léxico do código* que em [3] são os elementos que nomeiam as entidades estruturais da linguagem além dos comentários escritos em linguagem natural.

Software Vocabulary é um multiconjunto de *Strings*, i.e. uma aplicação $V : \mathbb{S} \rightarrow \mathbb{N}$, que mapeia *Strings* para números naturais. Elementos de um vocabulário são chamados *termos*. Para qualquer termo t , $V(t)$ representa o número de ocorrências do termo t no vocabulário V . Se $V(t) > 0$ dizemos que t é um termo do vocabulário [9].

No paradigma de programação dominante atualmente OOP (*Object-Oriented Programming*), nomear os elementos estruturais da linguagem de forma concisa e representativa além de documentá-las, tem sido mais do que uma boa prática.

No desenvolvimento de grandes sistemas o léxico ou SV (*Software Vocabulary*), quando condizente ao problema, reduz o tempo de manutenção, facilita o entendimento do código e encontro de *bugs*.

O léxico de um programa representa um investimento substancial para uma empresa de software, portanto, sua importância deve ser preservada e elevada ao longo do tempo, para aproveitar ao máximo seus efeitos e benéficos na compreensão do programa [2].

4.2 O Hardware Como Um Software

A evolução no processo de desenvolvimento de software atrela-se ao fato do constante avanço dos paradigmas de programação, desde a programação procedural até a orientação a objetos. De forma análoga, a evolução do processo de desenvolvimento de hardware, atrela-se também ao constante avanço dos métodos em desenvolver sistemas digitais. Desde esquemas gráficos à descrição baseado em orientação a objetos e verificação UVM (*Universal Verification Methodology*).

A aproximação (similaridade no processo de desenvolvimento) do software ao Hardware surge da criação das HDLs ...

4.3 O Que é Uma HDL?

Uma descrição HDL (*Hardware Description Language*) é uma representação precisa que pode ser usada para documentar, comunicar e simular o projeto [6].

As HDLs modernas são fundamentais para o desenvolvimento de sistemas digitais, possibilitando suas descrições de forma estrutural, comportamental e nos últimos anos, seguindo conceitos básicos de orientação a objetos, fornecendo assim um mecanismo efetivo para o desenvolvimento de projetos à medida que evoluem da abstração para a realidade.

4.4 Hardware Vocabulary

Dada uma linguagem de descrição e (ou) verificação de hardware temos que;

As sequências de caracteres que nomeiam as entidades estruturais assim como os blocos de comentários são chamados de *Vocabulário de Hardware*

Sendo S o conjunto de todo o código fonte, e que cada elemento deste conjunto seja α , temos que o vocabulário de hardware é definido como a imagem da função $F(\alpha)$ (função Extração), onde $im(F) = \mathbb{HC}$ é o agrupamento dos dados na forma real da modelagem destes dados. Assim $F : \mathbb{S} \rightarrow \mathbb{HC}$

5 SystemVerilog Vocabulary Extractor

A fim de analisar e extrair o HV (*Hardware Vocabulary*) de SystemVerilog desenvolvemos o ferramental *Hardware Vocabulary Tool*, e [?]

Afim de calcularmos uma porcentagem de extração que melhor represente a eficiência do software proposto, foi elaborado um design genérico com todas as estruturas possíveis em SistemVerilog. Os resultados obtidos são apresentados na tabela abaixo:

| Tabela 1: Hello Word Table | | |
|----------------------------|-----------|------|
| posição | País | IDH |
| 1 | Noruega | .955 |
| 2 | Austrália | .938 |
| 3 | EUA | .937 |
| 4 | Holanda | .921 |
| 5 | Alemanha | .920 |

Os resultados apresentados na tabela acima mostra que ...

Foram realizados, também, outros testes com hardware *opensource* obtidos em repositórios no Github. Os resultados obtidos estão expostos na tabela abaixo:

6 Resultados e Discussões

| Tabela 2: Hello Word Table | | |
|----------------------------|-----------|------|
| posição | País | IDH |
| 1 | Noruega | .955 |
| 2 | Austrália | .938 |
| 3 | EUA | .937 |
| 4 | Holanda | .921 |
| 5 | Alemanha | .920 |

Referências

[1] S. L. Abebe, S. Haiduc, A. Marcus, P. Tonella, and G. Antoniol. Analyzing the evolution of the source code vocabulary. *Proceedings of the European Conference*

on Software Maintenance and Reengineering, CSMR, pages 189–198, 2009.

- [2] G. Antoniol, Y. G. Guéhéneuc, E. Merlo, and P. Tonella. Mining the lexicon used by programmers during software evolution. *IEEE International Conference on Software Maintenance, ICSM*, pages 14–23, 2007.
- [3] L. R. Biggers, B. P. Eddy, N. A. Kraft, and L. H. Etzkorn. Toward a metrics suite for source code lexicons. *IEEE International Conference on Software Maintenance, ICSM*, pages 492–495, 2011.
- [4] V. Hahanov, D. Melnik, O. Zaharchenko, and S. Zaychenko. Overview of Object-Oriented Approach to HDL- Testbench Construction for System-on-Chips. pages 621–625, 2008.
- [5] J. D. M. DAIGNEAULT. RAISING THE ABSTRACTION LEVEL OF HDL FOR CONTROL-DOMINANT APPLICATIONS Marc-Andre Daigneault and Jean Pierre David Department of Electrical Engineering , Ecole Polytechnique de Montreal. pages 515–518, 2012.
- [6] D. L. Miller-Karlow and E. J. Golin. vVHDL: A Visual Hardware Description Language.
- [7] Z. Navabi. HDLs Evolve as they Affect Design Methodology for a Higher Abstraction and a Better Integration. page 4799, 2015.
- [8] K. D. F. Santos. Webservice De Extração De Vocabulário De Código Para Pesquisas Empíricas Em Engenharia De Software. 2009.
- [9] K. D. F. Santos, D. D. S. Guerrero, and J. C. A. D. Figueiredo. Using Developers Contributions on Software Vocabularies to Identify Experts. *Proceedings - 12th International Conference on Information Technology: New Generations, ITNG 2015*, pages 451–456, 2015.

- [10] S. Sutherland, S. Davidmann, and P. Flake. *SystemVerilog for Design Second Edition: A Guide to Using SystemVerilog for Hardware Design and Modeling*. 2006.