

ДИСКРЕТИЗАЦИЯ СИГНАЛЬНОЙ ЛОГИКИ

Куцак Нина Юрьевна

Студент

Факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: nina_svetik@mail.ru

Научный руководитель — Подымов Владислав Васильевич

Среди существующих техник формальной верификации [1] для проверки цифровой аппаратуры [2] известно применение метода проверки модели. Суть этого метода состоит в строгом анализе соответствия между математической моделью, представляющей цифровое устройство, и формулами, являющимися формальными записями требований к поведению устройства на языке некоторой логики. Ранее в [3] мы предложили *сигнальную* темпоральную логику, предназначенную для записи требований к диаграммам цифровых сигналов, возникающим на практике на ранних этапах проектирования цифровых схем.

Синтаксис сигнальной логики похож на синтаксис известных темпоральных логик, но при этом содержит особые операции, предназначенные для формализации поведения схемных сигналов, принимающих значения 1, 0 (истина, ложь; высокий, низкий уровень напряжения в заданном месте схемы) и * (неопределенность — одно из значений 1, 0, но неизвестно или неважно, какое именно). Формулы сигнальной логики интерпретируются на *диаграммах*, обозначающих отображения множества переменных во множество сигналов. В [4] мы показали, что выразительные возможности языка сигнальной логики не изменяются, если сохранить только две темпоральные операции: pUq — «когда-нибудь станет верно q , а до тех пор будет верно p »; pU^-q — «когда-то в прошлом было верно q , а с тех пор верно p ».

Основная цель работы — показать возможность устранения темпоральной операции U^- из языка сигнальной логики с сохранением выразительности. В работе проведена дискретизация сигнальной логики для дальнейшей адаптации метода устранения U^- в дискретной логике линейного времени (linear temporal logic, LTL) [5].

В работе предложена троичная логика линейного времени с прошедшим временем, которая является подходящей для сравнения выразительных возможностей с сигнальной логикой модификацией LTL. Формулы данной логики задаются также как формулы сиг-

нальной логики:

$$\varphi ::= 1 \mid * \mid x \mid f(\varphi_1, \dots, \varphi_k) \mid \varphi_1 \mathbf{U} \varphi_2 \mid \varphi_1 \mathbf{U}^- \varphi_2,$$

где $1, *$ — константы и x — переменная, $\varphi_1, \dots, \varphi_k$ — формулы, f — k -местная троичная функция [6], \mathbf{U}, \mathbf{U}^- — бинарные темпоральные операторы. Формулы интерпретируются на конечных троичных *трассах* (последовательностях) событий: наборов истинностных значений $(1, 0, *)$ всех переменных.

В работе поставлено соответствие диаграмм сигналов и конечных троичных трасс; доказана одинаковая выполнимость формулы φ , рассматриваемой как формулы сигнальной логики или логики линейного времени, на соответствующих друг другу диаграмме D и на конечной троичной трассе π , т. е.

$$D \models \varphi \Leftrightarrow \pi \models \varphi.$$

Литература

1. Baier C., Katoen J.-P. Principles of model checking. – The MIT Press, Cambridge, USA, 2008.
2. Harris D., Harris S. Digital Design and Computer Architecture. – 2nd Edition. Elsevier, 2013.
3. Куцак Н. Ю., Подымов В. В. Формальная верификация диаграмм троичных цифровых сигналов // Моделирование и анализ информационных систем. 2019. № 26(3). С. 332–350.
4. Куцак Н. Ю., Подымов В. В. О выразимости операций логики троичных цифровых сигналов // Научная конференция : Тезисы докладов. 2020. Т. 1. С. 41–41.
5. Markey N. Temporal Logic with Past is Exponentially More Succinct // Bulletin of the EATCS. – 2003. № 79. – P. 122–128.
6. Яблонский С. В. Введение в дискретную математику. – М.: Наука, 1986.