



АКАДЕМІЯ ТЕХНІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ

V Міжнародна науково-практична конференція

**ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-
ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ**

5-7 квітня 2021

Івано-Франківськ

**АКАДЕМІЯ ТЕХНІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗМІСТУ ОСВІТИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
CONNECTIVE TECHNOLOGIES LTD (ВЕЛИКОБРИТАНІЯ)**

ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

APPLIED SCIENTIFIC AND TECHNICAL RESEARCH

Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції
(5-7 квітня 2021 р.)

Видавець Кушнір Г. М.
Івано-Франківськ – 2021

УДК 60
ББК 30
П 75

ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ
Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції

Голова оргкомітету:

Кузь М.В. – доктор технічних наук, президент Академії технічних наук України, професор кафедри інформаційних технологій Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ.

П 75 **Прикладні** науково-технічні дослідження : матеріали V міжнар.
наук.-прак. конф., 5-7 квіт. 2021 р. – Академія технічних наук
України. – Івано-Франківськ : Видавець Кушнір Г. М. – 2021. –
436с

ISBN 978-617-7926-12-1

УДК 60

У збірнику надруковано матеріали V міжнародної науково-практичної конференції «Прикладні науково-технічні дослідження».

Для студентів, аспірантів, викладачів ЗВО та наукових організацій.

ISBN 978-617-7926-12-1

© Авторський колектив, 2021.

Investigation of the application of the algorithm of subexponential complexity for solving the SAT problem in the case of an unsolvable problem

Oleksandra Golovko, Volodymyr Butenko

*Ukrainian State University of Railway Transport,
Kharkiv, Ukraine*

I. INTRODUCTION

Nowadays, the transition to a new element base of control systems is underway in railway transport. Their design includes the solution of the Boolean formulas feasibility problem (SAT problem). The peculiarity of solving this problem in control systems is finding a solution in real-time. In this paper, the possibility of improving the process of designing control systems based on Boolean functions using the algorithm of subexponential complexity of solving the SAT problem [1] for the case of an infeasibility function.

II. THE ANALYSIS OF RECENT RESEARCH AND PUBLICATIONS

In works [3-7] the application of the SAT problem at verification of software and hardware of modern computers is considered; in the design of *FPGA* in solving problems of automation of evidence related to the verification of the inconsistency of the set of disjuncts in the calculation of statements. Also in cryptographic analysis [8] the SAT problem is used, because encryption algorithms can be considered in terms of KNF (conjunctive normal form). In this paper, we consider the problem solution application in subexponential [1] time for the case of an unfeasible function for control systems in railway transport.

III. PRESENTATION OF THE MATERIAL

Presentation of the material. The Boolean formulas feasibility problem (SAT problem) arises at designing specialized computer control systems. One of the implementation steps is the construction of Boolean functions: $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ in the conjunctive form of the record

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = (x_1^{\sigma_{11}} \vee x_2^{\sigma_{12}} \vee \dots \vee x_n^{\sigma_{1n}}) \wedge \dots \wedge (x_1^{\sigma_{m1}} \vee x_2^{\sigma_{m2}} \vee \dots \vee x_n^{\sigma_{mn}}), \quad (1)$$

where

$$x_i^\sigma = \begin{cases} x_i, & \text{if } \sigma = 1 \\ \bar{x}_i, & \text{if } \sigma = 0 \end{cases}$$

During the implementation of the algorithm based on (1) a Boolean matrix B is built, in which the columns correspond to the variables (X_1, X_2, \dots, X_n) and $(\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots, \bar{X}_n)$, and there is the disjunct of the Boolean function in the rows. In the general case, the number of columns in the matrix B is $2n$, and the number of rows is equal to the number of disjuncts m in the Boolean function.

The SAT problem can be considered as a coverage problem [2]. That is, if there is a coverage of rows by units from non-inverted columns in the matrix B, then the function f is feasible, otherwise, if there is no such coverage, it is infeasible. During the implementation of the algorithm,

we build a set of vectors $H^{(i)}(h_1, h_2, \dots, h_n)$. The principle of construction is the following: if variable X_i^σ covers each unit of the j -th line in the matrix B , then $h_j = j$, otherwise $h_j = 0$.

Determine for each $H^{(i)}(h_1, h_2, \dots, h_n)$ weight characteristic $p_{i..}$ equal to the number of components h_j in this vector of non-zero. Further, it may be necessary to study a subset of two X_i^σ and X_j^σ or more variables. This subset are characterized by a combined vector $H^{(i,j,..)}$ in which the components of the same name are combined on the basis of the disjunction :

$$i \cup i = i; \quad i \cup 0 = i; \quad 0 \cup i = i; \quad 0 \cup 0 = 0. \quad (2)$$

The procedure for the SAT problem is developed and the algorithm of subexponential complexity at $\varepsilon=1$ which gives the possibility to find all sets of variables on which $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ accepts value true is offered. If the Boolean function does not have a solution, which is quite possible during designing real systems, the question arises as to which sets of variable values give the maximum number of true disjoints $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$. The answer is given by the obtained vectors $H^{(i,j,..)}$, which are built in the obtained algorithm. And on the one hand completely cover all possible options, and on the other do not contain redundant information. Analysis of vectors $H^{(i,j,..)}$ with the corresponding maximum $p_{ij..}$ for the whole set of constructed vectors $H^{(\cdot)}$ determines the predicates (ie the conditions of the projected system that do not allow to achieve the true value, and require additional consideration and analysis).

IV. CONCLUSIONS

The report presents the possibility of improving the process of designing control systems based on Boolean functions using the algorithm of subexponential complexity of solving the SAT problem [2] for the case of an infeasible function.

REFERENCES

- [1] Boinik A. B., Butenko V. M., Golovko O. V., Ushakov M. V. Optimization of subexponential complexity algorithm for SAT problem solution // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2018. – №12 (98). – С. 12–17.
- [2] Listrovoy S.V. « On Correlation of P And NP Classes» // I.J. Modern Education and Computer Science, 2012, 3, 21-27.
- [3] А.В. Скатов, А.В. Борисевич Аппаратное ускорение решения задач выполнимости для построения тестов цифровых схем // Информатика, электроника, связь сборник научных трудов - Севастополь :Изд-во Сев.НТУ,2008, С. 9-15.
- [4] Cheremisinova L., Novikov D. SAT-Based Approach to Verification of Logical Descriptions with Functional Indeterminacy // 8th International Workshop on Boolean Problems. Freiberg: September 18–19, 2008. P. 59–66
- [5] V. Kheterpal, V. V. Rovner, T. G. Hersan, D. Motiani, Y. Takegawa, A. J. Strojwas, and L. Pileggi. Design Methodology for IC Manufacturability Based on Regular Logic Bricks. In Proceedings of the 42nd Conference on Design Automation, pages 353–358, 2005.
- [6] B. Taylor, L. Pileggi. Exact Combinatorial Optimization Methods for Physical Design of Regular Logic Bricks. In Proceedings of the 44th Conference on Design Automation, pages 344–349, 2007.
- [7] Cheremisinova L., Novikov D. SAT-Based Approach to Verification of Logical Descriptions with Functional Indeterminacy // 8th International Workshop on Boolean Problems. Freiberg: September 18–19, 2008. P. 59–66.
- [8] В.И.Дулькейт,Р.Т.Файзуллин, И.Г. Хныкин Непрерывные аппроксимации решения задачи «выполнимость» применительно к криптографическому анализу асимметричных шифров.// Компьютерная оптика №1, Т33, 2009,с86-90 Омский государственный университет.

ЗМІСТ

| | стор. |
|--|-------|
| <i>Природничі науки</i> | |
| Olga Alekseychuk. Principal coordinate method for second-order quasilinear differential equations..... | 3 |
| Olena Mitryasova, Anna Pryhodko. Relationship between climate factors and the Covid-19 disease incidence..... | 6 |
| Hennadii Snizhnoi, Olga Vasylenko. Thermodynamic aspects formation of martensite in austenite steel under the influence of pressure..... | 8 |
| Pavlo Didenko. Observation of Climate Change Impact on the Forest Ecosystems of Ukrainian Polissia..... | 10 |
| Ельвіра Джумеля, Володимир Погребенник. Визначення стану екологічної безпеки гірничо-хімічного підприємства на стадії ліквідації..... | 12 |
| Катерина Васильковська, Валентина Малаховська. Соняшник: виробництво і експорт..... | 15 |
| Володимир Погребенник. Оцінювання якості води річки Дністер..... | 18 |
| Катерина Васильковська, Леонід Маруценко. Продуктивність кукурудзи залежно від сівби сівалками з різними висівними апаратами..... | 21 |
| Володимир Погребенник, Каріна Белоконь. Стан забруднення атмосферного повітря Львівської області..... | 24 |
| Володимир Стахів. Теорія і спосіб акустофлюїдного сортування..... | 27 |
| <i>Інформаційні технології</i> | |
| Kostiantyn Ostapchenko, Oleh Lisovychenko, Volodymyr Evdokimov, Zelimkhan Borukaiev. Information and Simulation System for Processes Analysis in the Liberalized Electricity Market..... | 30 |
| Mykola Kubiavka, Liybov Kubiavka, Vitalii Loza. Latent-semantic analysis of natural language in the context of detection of information attacks in cyber. Technical aspect..... | 33 |
| Andrii Telishevskyy, Roman Kvit, Tetyana Salo, Roman Baitsar. Technical regulation in construction..... | 36 |
| Сергій Ващишак. Застосування програмного пакету Multisim при викладанні дисциплін «Дискретна математика» та «Схемотехніка ПЕОМ»..... | 38 |
| Ihor Lazarovych, Mykola Kuz, Mykola Kozlenko, Valerii Tkachuk, Mariia Dutchak. The method of reducing data redundancy using a randomization procedure..... | 40 |
| Сильвія Мунтян, Виорика Судачевски, Виктор Абабий, Олеся Борозан, Дмитрий Бордиян, Анна Цуркан. Коалиционная Много-Агентная Система Принятия Решений на базе Мембранных Вычислений..... | 43 |
| Виктор Абабий, Виорика Судачевски, Сильвія Мунтяну, Виктория Алексей, Олеся Борозан. Дистанционное преподавание технических дисциплин для студентов инженерных специальностей..... | 46 |
| Oleksandra Golovko, Volodymyr Butenko. Investigation of the application of the algorithm of subexponential complexity for solving the SAT problem in the case of an unsolvable problem..... | 49 |
| Olena Hladka, Ivan Karpovych, Yuriy Bukhalo. Modeling and assessment of the information security risks..... | 51 |
| Hanna Nelasa, Julia Tverdohle, Pavlo Hrynchenko, Valeriy Dubrovin. Detection of Unauthorized Actions in Networks Using Wavelet Analysis..... | 54 |
| Микола Пікуляк. Гібридний алгоритм навчання адаптивного модуля..... | 56 |
| Ірина Мануляк, Тарас Гуменюк, Олег Пашкевич. Імплементация алгоритму функції медіани на ПЛІС Altera..... | 59 |