

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ЗАМІНИ ФОРМУЛ АЛГЕБРИ АЛГОРИТМІВ

Андрій Василюк¹, Тарас Басюк²

^{1,2} Національний університет “Львівська політехніка”

¹ Andrii.S. Vasyliuk@lpnu.ua, ORCID 0000-0002-3666-7232

² Taras.M. Basyuk@lpnu.ua, ORCID 0000-0003-0813-0785

© Василюк А., Басюк Т., 2019

Розроблено математичне забезпечення процесу заміни формул алгебри алгоритмів. Проаналізовано особливості побудови формул алгебри алгоритмів, у результаті чого з'ясовано, що сьогодні підсистеми з реалізацією процесів заміни формул алгоритмів з подальшою адаптацією формул не реалізовано у відомих системах, що і стало стимулом до інтелектуального аналізу процесу заміни формул алгебри алгоритмів. Відомо, що набір та редагування формул алгебри алгоритмів, а особливо редагування є надзвичайно складним і трудомістким процесом. Усі зміни в формулі алгоритму впливають на її структуру, оскільки всі елементи формули взаємопов'язані. Один з аспектів редагування формул алгебри алгоритмів – це процес заміни формули алгебри алгоритмів. Коротко описано знаки операцій алгебри алгоритмів. Розроблено математичне забезпечення процесу заміни формул алгебри алгоритмів, що враховує вертикальну та горизонтальну орієнтації і тип формули алгебри алгоритмів: текстовий унітерм, операція секвентування, операція елімінування, операція паралелення і відповідні циклічні операції секвентування, елімінування та паралелення. Попередньо описано процес заміни формул алгебри алгоритмів. Визначено перелік необхідних елімінувань та секвенцій для синтезу відповідних формул. Відповідно до властивостей знаків операцій алгебри алгоритмів мінімізовано синтезовані формули алгоритмів за кількістю унітермів. Також відповідно до властивостей формул алгоритмів алгебри винесено відповідні унітерми за знаки операцій, у результаті чого отримано формулу алгоритму опису процесу заміни формул алгоритмів.

Ключові слова: унітерм, заміна, адаптація, секвенція, елімінування.

Вступ. Загальна постановка проблеми

Сьогодні відома алгебра алгоритмів, засобами якої є специфічні знаки операцій: секвентування, елімінування, паралелення, а також циклічні операції.

Сучасні засоби редагування та набору формул алгоритмів не передбачено відповідними відомими системами. Особливо це стосується поведінки формули після заміни унітермів формули, оскільки це змінює всю структуру формули, а за великої кількості унітермів це й дуже трудомісткий процес.

Зв'язок висвітленої проблеми із важливими науковими та практичними завданнями

Набір та редагування формул алгебри алгоритмів, а особливо редагування – надзвичайно складні і трудомісткі процеси. Це пов'язано з тим, що всі зміни в формулі алгоритму впливають на її структуру, оскільки всі елементи формули взаємопов'язані. Один з аспектів редагування формул алгебри алгоритмів – це процес заміни формули алгебри алгоритмів, який разом з адаптацією

формул алгебри алгоритмів є одним з найважливіших етапів редагування формул алгебри алгоритмів.

Це є важливою науково-практичною задачею, оскільки систем, в яких реалізовано безпосередньо процес заміни формул алгебри реалізацією адаптації формул алгоритмів, немає. Розв'язання поставленої задачі створить підґрунтя для програмної реалізації розробленого математичного забезпечення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Першими досліджували цю проблему В. М. Глушков та Е. Ющенко, які в [1, 2] навели методологічну базу як основу сучасної алгебри алгоритмів. У роботах [3–9] описано підходи до розв'язання описаних задач, проте за всієї різноманітності у жодному з наведених досліджень автори не проаналізували та не описали основних задач, що виникають при спробі адаптувати формули алгоритмів після заміни формули. При адаптації формули алгоритму вигляд формули та її складових змінюється залежно від виконаних дій зі складовими формули, зокрема з врахуванням заміни формул, адже ці дії впливають на геометричні розміри залежних складових формули.

Незважаючи на актуальність задачі, сьогодні накопичено відносно невеликий досвід її розв'язання, який насамперед визначається відносно новим напрямком досліджень.

Основні завдання дослідження та їх значення

Метою дослідження є визначення основних варіантів побудови алгоритмів при різних заміненіх формулах алгебри алгоритмів. Проведене дослідження надасть засоби для побудови систем адаптації формул із врахуванням заміни формул. Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі основні задачі: розробити математичне забезпечення з можливістю аналізу щодо типу вибраної формули, заміни і генерації нової формули, а також здійснити процес адаптації для зміненої формули.

Основні результати досліджень

У контексті цієї проблеми реалізація процесу адаптації з врахуванням заміни формули алгоритмів є важливою. Обов'язково потрібно враховувати орієнтацію та тип формули алгебри алгоритмів.

Процес заміни формули містить такі етапи:

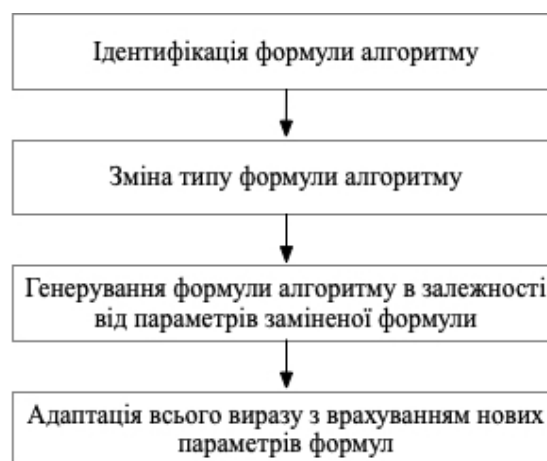


Рис. 1. Процес заміни формули алгебри алгоритмів

Одним з найважливіших етапів є генерування формули алгоритму залежно від параметрів заміненої формули.

Залежно від типу унітерму необхідно генерувати формулу з іншими параметрами, тому для подальшого генерування необхідно врахувати геометричні параметри (тип формули, орієнтація та ін.) заміненої формули. Існуючі унітерми з відповідними призначеннями змінної t наведено в таблиці.

Типи унітермів

Тип операції	Значення змінної <i>t</i>
Текст	1
Секвентування	2
Елімінування	3
Паралелення	4
Циклічне секвентування	5
Циклічне елімінування	6
Циклічне паралелення	7

Процеси, які необхідно врахувати:

F_s – визначення координат вибраної формули;

F_o – визначення орієнтації формули;

F_t – присвоєння змінної типу формули;

G(u_t) – генерування формули залежно від типу формули.

Синтез секвенцій та елімінувань

Необхідно описати такі секвенції:

S₁ – секвенція генерування формули у випадку текстового унітерму; *S₂* – секвенція генерування формули у випадку знака операції секвентування; *S₃* – секвенція генерування формули у випадку знака операції елімінування; *S₄* – секвенція генерування формули у випадку знака операції паралелення; *S₅* – секвенція генерування формули у випадку знака операції циклічного секвентування; *S₆* – секвенція генерування формули у випадку знака операції циклічного елімінування; *S₇* – секвенція генерування формули у випадку знака операції циклічного паралелення.

Їх наведено нижче.

$$\begin{matrix}
 S1 = \left(\begin{matrix} \left(\begin{matrix} Fc \\ Fo \end{matrix} \right) \\ Ft \\ G(u_1) \end{matrix} \right) &
 S2 = \left(\begin{matrix} \left(\begin{matrix} Fc \\ Fo \end{matrix} \right) \\ Ft \\ G(u_2) \end{matrix} \right) &
 S3 = \left(\begin{matrix} \left(\begin{matrix} Fc \\ Fo \end{matrix} \right) \\ Ft \\ G(u_3) \end{matrix} \right) &
 S4 = \left(\begin{matrix} \left(\begin{matrix} Fc \\ Fo \end{matrix} \right) \\ Ft \\ G(u_4) \end{matrix} \right) &
 S5 = \left(\begin{matrix} \left(\begin{matrix} Fc \\ Fo \end{matrix} \right) \\ Ft \\ G(u_5) \end{matrix} \right) &
 S6 = \left(\begin{matrix} \left(\begin{matrix} Fc \\ Fo \end{matrix} \right) \\ Ft \\ G(u_6) \end{matrix} \right) &
 S7 = \left(\begin{matrix} \left(\begin{matrix} Fc \\ Fo \end{matrix} \right) \\ Ft \\ G(u_7) \end{matrix} \right)
 \end{matrix}$$

Елімінування вибору типу формули:

$$\begin{matrix}
 L1 = \left| \begin{matrix} S6 & S7 & u_7? \end{matrix} \right| &
 L2 = \left| \begin{matrix} S5 & L1 & u_7? \end{matrix} \right| &
 L3 = \left| \begin{matrix} S4 & L2 & u_7? \end{matrix} \right| \\
 L4 = \left| \begin{matrix} S3 & L3 & u_4? \end{matrix} \right| &
 L5 = \left| \begin{matrix} S2 & L4 & u_5? \end{matrix} \right| &
 L6 = \left| \begin{matrix} S1 & L5 & u_6? \end{matrix} \right|
 \end{matrix}$$

Після підстановки секвенцій у відповідні елімінування отримаємо такі складові формули алгоритму:

$$\begin{matrix}
 L1 = \left| \begin{matrix} \left(\begin{matrix} \left(\begin{matrix} Fc \\ Fo \end{matrix} \right) \\ Ft \\ G(u_6) \end{matrix} \right) & ; & \left(\begin{matrix} \left(\begin{matrix} Fc \\ Fo \end{matrix} \right) \\ Ft \\ G(u_7) \end{matrix} \right) & ; & u_7? \end{matrix} \right| &
 L2 = \left| \begin{matrix} \left(\begin{matrix} \left(\begin{matrix} Fc \\ Fo \end{matrix} \right) \\ Ft \\ G(u_5) \end{matrix} \right) & ; & L1 & ; & u_7? \end{matrix} \right| &
 L3 = \left| \begin{matrix} \left(\begin{matrix} \left(\begin{matrix} Fc \\ Fo \end{matrix} \right) \\ Ft \\ G(u_4) \end{matrix} \right) & ; & L2 & ; & u_7? \end{matrix} \right|
 \end{matrix}$$

$$\begin{array}{c}
 L4 = \left(\begin{array}{c} \text{Fc} \\ \text{Fo} \\ \text{Ft} \\ \text{G}(u_3) \end{array} \right) ; L3 ; u_4? \\
 L5 = \left(\begin{array}{c} \text{Fc} \\ \text{Fo} \\ \text{Ft} \\ \text{G}(u_2) \end{array} \right) ; L4 ; u_5? \\
 L6 = \left(\begin{array}{c} \text{Fc} \\ \text{Fo} \\ \text{Ft} \\ \text{G}(u_1) \end{array} \right) ; L5 ; u_6?
 \end{array}$$

Після підстановки всіх елімінувань і секвенцій отримаємо формулу:

$$\begin{array}{c}
 L6 = \left(\begin{array}{c} \text{Fc} \\ \text{Fo} \\ \text{Ft} \\ \text{G}(u_1) \end{array} \right) ; \left(\begin{array}{c} \text{Fc} \\ \text{Fo} \\ \text{Ft} \\ \text{G}(u_2) \end{array} \right) ; \left(\begin{array}{c} \text{Fc} \\ \text{Fo} \\ \text{Ft} \\ \text{G}(u_3) \end{array} \right) ; \left(\begin{array}{c} \text{Fc} \\ \text{Fo} \\ \text{Ft} \\ \text{G}(u_4) \end{array} \right) ; \left(\begin{array}{c} \text{Fc} \\ \text{Fo} \\ \text{Ft} \\ \text{G}(u_5) \end{array} \right) ; \left(\begin{array}{c} \text{Fc} \\ \text{Fo} \\ \text{Ft} \\ \text{G}(u_6) \end{array} \right) ; \left(\begin{array}{c} \text{Fc} \\ \text{Fo} \\ \text{Ft} \\ \text{G}(u_7) \end{array} \right) ; u_1? ; u_2? ; u_3? ; u_4? ; u_5? ; u_6?
 \end{array}$$

Після винесення унітермів за знаки операцій отримаємо наступну формулу для опису процесу генерування формул алгоритмів.

$$\begin{array}{c}
 L6 = \left(\begin{array}{c} \text{Fc} \\ \text{Fo} \\ \text{Ft} \end{array} \right) ; \left(\text{G}(u_1) ; \left(\text{G}(u_2) ; \left(\text{G}(u_3) ; \left(\text{G}(u_4) ; \left(\text{G}(u_5) ; \left(\text{G}(u_6) ; \text{G}(u_7) ; u_1? \right) ; u_2? \right) ; u_3? \right) ; u_4? \right) ; u_5? \right) ; u_6? \right) ; u_7?
 \end{array}$$

Наступним етапом є генерування загальної формули процесу заміни формул алгебри алгоритмів.

Основні складові процесу заміни формул алгебри алгоритмів:

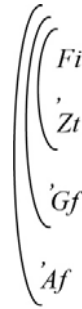
Fi – ідентифікація формули алгебри алгоритмів;

Zt – заміна типу формули залежно від вибору;

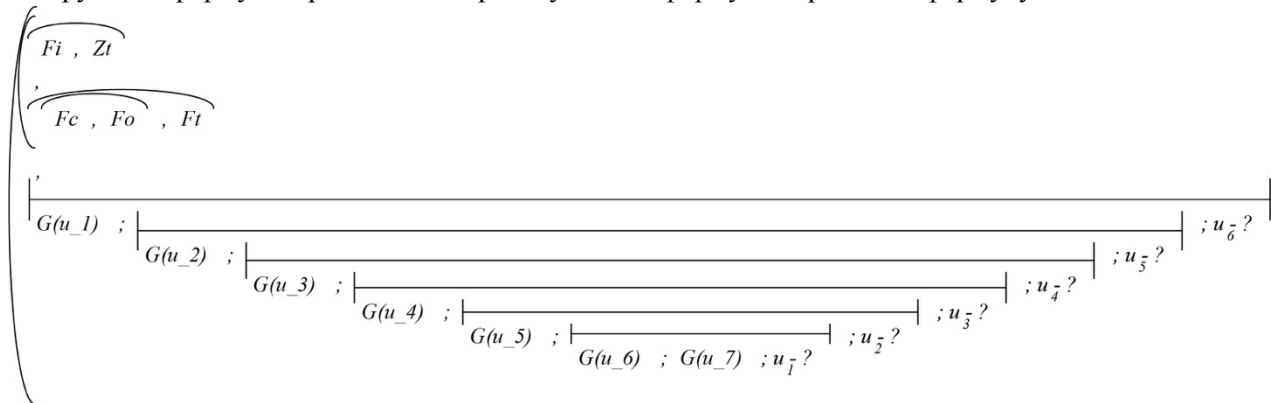
Gf – генерування заміненої формули;

Af – адаптація всього виразу.

Загальна секвенція генерування формули з реалізацією процесу заміни формули матиме вигляд:



Після підстановки формули опису процесу генерування формул алгоритмів у секвенцію генерування формули з реалізацією процесу заміни формули отримаємо формулу:



У результаті отримано математичне забезпечення заміни формули із врахуванням геометричних параметрів формул алгебри алгоритмів.

Висновок

У результаті проведеного дослідження синтезовано і мінімізовано формулу алгоритму заміни формул алгебри алгоритмів. Математичне забезпечення заміни формул алгебри алгоритмів є складовою частиною генерування формул алгебри алгоритмів разом із адаптацією формул [8–12]. У синтезованому математичному забезпеченні враховано орієнтацію знаків операцій, що є важливим фактором для коректнішого виконання процесу адаптації всієї формули алгебри алгоритмів.

На основі властивостей знаків операцій алгоритмів винесено унітерми за знаки операцій.

Подальші дослідження будуть спрямовані на створення алгоритмічно-програмного комплексу генерування формул алгоритмів із реалізацією результатів досліджень.

Список літератури

1. Glushkov, V. (1966). Introduction to cybernetics. Academic Press.
2. Glushkov, V., Iushchenko E., (1966). The Kiev Computer; a Mathematical Description. Translation Division, Foreign Technology Division.
3. Овсяк, В., Бритковський, В., Овсяк, О., Овсяк, Ю. (2004). Синтез і дослідження алгоритмів комп'ютерних систем. – Львів:Світ.
4. Овсяк В. (2001). АЛГОРИТМИ: методи побудови, оптимізації, дослідження вірогідності. – Львів: Світ.
5. Basyuk, T., Vasilyuk, A., Lytvyn, V. (2019). Mathematical model of semantic search and search optimization // CEUR Workshop Proceedings. Vol. 2362 : Proceedings of the 3rd International conference on computational linguistics and intelligent systems, COLINS-2019, Kharkiv, Ukraine, 96–105.
6. Овсяк, В., Василюк, А. (2004). Принцип побудови підсистеми редагування формул абстрактних алгоритмів. Комп'ютерні технології друкарства. Львів: УАД, № 12, 137–146.
7. Василюк, А. (2006). Абстрактний алгоритм редактора формул абстрактних алгоритмів “АбстрактАл”. Комп'ютерні технології друкарства : Збірник наукових праць. Львів: УАД, № 16, 99–108.
8. Василюк, А., Басюк, Т. (2011). Адаптивний синтез формул алгоритмів. Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. Серія: “Інформаційні системи та мережі”, № 715. 3–12.

9. Василюк, А., Басюк, Т. (2014). Підсистема знищення формул алгоритмів. Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. Серія: “Інформаційні системи та мережі”, № 783, 22–29.
10. Василюк, А. (2015). Інтелектуальний аналіз структури даних та математичного забезпечення редактора формул алгоритмів. Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. Серія: “Інформаційні системи та мережі”, № 832, 34–48.
11. Basyuk, T., Vasylyuk, A. (2016) Graph visualization in a heterogeneous environment by means of algebra algorithms. Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences. Hungary: Budapest IV(10), Issue: 91, 66–72.
12. Василюк, А., Басюк, Т. (2018). Інтелектуальний аналіз процесу трансформування формул алгебри алгоритмів. Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. Серія: “Інформаційні системи та мережі”, № 901, 97–102.

References

1. Glushkov, V. (1966). Introduction to cybernetics. Academic Press.
2. Glushkov, V., Iushchenko E., (1966). The Kiev Computer; a Mathematical Description. Translation Division, Foreign Technology Division.
3. Ovsyak, V., Britkovsky, V., Ovsyak, O., Ovsyak, Y. (2004). Synthesis and study of computer system algorithms. Lviv: World.
4. Ovsyak. V. (2001). ALGORITHMS: methods of construction, optimization, probability studies. – Lviv: World.
5. Basyuk, T., Vasilyuk, A., Lytvyn, V. (2019). Mathematical model of semantic search and search optimization // CEUR Workshop Proceedings. – Vol. 2362 : Proceedings of the 3rd International conference on computational linguistics and intelligent systems, COLINS-2019, Kharkiv, Ukraine, 96–105.
6. Ovsyak, V., Vasilyuk, A. (2004). The principle of construction of the subsystem of editing formulas of abstract algorithms. Computer Printing Technologies. Lviv: UAD, No. 12. 137–146.
7. Vasilyuk, A. (2006) Abstract algorithm of the editor of formulas of abstract algorithms “AbstractAI”. Computer printing technologies: Collection of scientific works.. Lviv: UAD, No. 16., 99–108
8. Vasilyuk, A., Basyuk, T. (2011). Adaptive synthesis of formulas of algorithms. Bulletin of the National University “Lviv Polytechnic”. Series: “Information Systems and Networks”, No. 715, 3–12.
9. Vasilyuk, A., Basyuk, T. (2014). The subsystem of the destruction of algorithms formulas. Bulletin of the National University “Lviv Polytechnic”. Series: “Information Systems and Networks”, No. 783, 22–29.
10. Vasilyuk, A. (2015). Intellectual analysis of data structure and mathematical support for the editor of algorithm formulas. Bulletin of the National University “Lviv Polytechnic”. Series: “Information Systems and Networks”, No. 832, 34–48.
11. Basyuk, T., Vasylyuk, A. (2016). Graph visualization in a heterogeneous environment by means of algebra algorithms. Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences. – Hungary: Budapest – IV(10), Issue: 91, 66–72.
12. Vasilyuk, A., Basyuk, T. (2018). Intellectual analysis of the process of transformation of algorithms of algebra algorithms. Bulletin of the National University “Lviv Polytechnic”. Series: “Information Systems and Networks”, No. 901, 97–102.

INTELLECTUAL ANALYSIS OF THE REPLACEMENT PROCESS FOR THE ALGEBRA ALGORITHM FORMULAS

Andrii Vasylyuk¹, Taras Basyuk²

^{1,2}Lviv Polytechnic National University

¹Andrii.S. Vasylyuk@lpnu.ua, ORCID 0000-0002-3666-7232

²Taras.M. Basyuk@lpnu.ua, ORCID 0000-0003-0813-0785

© Vasylyuk A., Basyuk T., 2020

In the article, the authors have developed mathematical support for the process of replacement of algebra algorithms. The analysis of peculiarities of algebra algebra formulas analysis was carried out. As a result, it turned out that today subsystems with the implementation of the formulas replacement

algorithms with the subsequent adaptation of the formulas are not implemented in known systems, which served as an impetus for the intellectual analysis of the algebra algebra replacement process. It is described that the collection and editing of algebra algorithms, and especially editing, is an extremely complex and time-consuming process. This is due to the fact that all changes in the formula formula affect its structure, since all elements of the formula are interconnected. One of the aspects of editing algebra formulas is the process of replacing the algebra formula. Signs of operations of algebra of algorithms are briefly described. The mathematical support for the process of replacement of algorithms of algebra of algorithms is developed, taking into account the vertical and horizontal orientations and the type of formula of algebra of algorithms: text unitherm, sequencing operation, elimination operation, parallel operation and corresponding cyclic sequencing operations, elimination and parallelization. The process of replacing formulas for algebra algorithms is described previously. The list of necessary eliminations and sequences for the synthesis of the corresponding formulas is determined. In accordance with the properties of signs of operations of the algebra of algorithms, we minimized the synthesized formulas of the algorithms by the number of unitherns. Also, according to the properties of the formulas of the algorithms of the algebra, the removal of the corresponding unitherns for the signs of operations is performed, resulting in the formula of the algorithm for describing the process of changing the formulas of the algorithms.

Key words: unithern, replacement, adaptation, sequencing, elimination.