

КЛАСИФИКАЦИЯ НА АЛГОРИТМИ ЗА ДЕКОМПОЗИЦИЯ

Матьо Динев¹, Валентина Кукенска¹

¹Технически Университет - Габрово

CLASSIFICATION OF DECOMPOSITION ALGORITHMS

Matyo Dinev¹, Valentina Kukenska¹

¹Technical University of Gabrovo

Abstract

This paper presents the algorithms for decomposition of objects represented by graph models. A classification of these algorithms by various features is proposed.

Keywords: *decomposition, algorithm, graph, classification*

ВЪВЕДЕНИЕ

Основен подход при автоматизираното проектиране на електронни схеми, устройства и системи е системния подход. При него всеки обект се разглежда като система, която може да се раздели на подсистеми. Всяка от тези подсистеми може да се разглежда като подсистеми от по-нисък ред.

Основни принципни на системния подход са: декомпозиция, модулност и йерархичност. Декомпозицията е техника, която може да се използва в етапите на проектирането. Чрез нея обекта поетапно се разделя на самостоятелни модули, докато е необходимо или докато е възможно. Модулите са функционално или структурно обособени части от обектите. Като обекти за декомпозиция се разглеждат електронни схеми, устройства и системи. Модулите и връзките между тях представят йерархичната им структура.

Обект на настоящия доклад са различни алгоритми за декомпозиция на обекти, представени чрез графови модели. Предложена е класификация на тези алгоритми по различни признаци.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Всяка схема (система) се състои от определен брой елементи и връзки между тях. Структурата на дадена схема (система) може да се представи чрез неориентиран граф $G(V,E)$. Множеството на върховете $V=(V_1, V_2, \dots, V_n)$ на графа може да се съпостави на множеството на елементите или точките с различни потенциали (възлите) на схемата. А множеството на ребрата $E=(E_1, E_2, \dots, E_n)$ – на множеството на елементите или на връзките между тях. Построеният граф по тази аналогия отразява структурата на схемата и е прието да се нарича топологичен граф.

Задачата за декомпозиция на дадената схема (система) на подсхеми (подсистеми) може да се преведе към задача за разделяне на топологичния граф $G(V,E)$ на подграфи $G_i(V_i, E_i)$ по определени критерии. Тази задача може да се реши по различни алгоритми, част от които са описани в изложението.

Разделянето на графа може да се извършва с алгоритми за декомпозиция. Те могат да се разделят на групи според определени зависимости.

На фиг. 1. е представена класификацията на алгоритмите за декомпозиция по раз-

лични критерии.



Фиг. 1. Класификация на алгоритмите за декомпозиция

Структурата на дадена електронна схема (система) може да се представи чрез неориентиран граф. Представянето може да стане по една от следните аналогии:

- *Аналогия 1:*

Множеството на върховете $V=(v_1, v_2, \dots, v_n)$ на графа се съпоставя с множеството на елементите на схемата, а множеството на ребрата $E=(e_1, e_2, \dots, e_n)$ – с множеството връзките между тях.

- *Аналогия 2*

Множеството на върховете $P=(p_1, p_2, \dots, p_n)$ на графа се съпоставя на множеството на потенциалите на схемата, а множеството на ребрата $A=(a_1, a_2, \dots, a_n)$ – на множеството на елементите на схемата.

- *Аналогия 3*

Граф при който върховете са от две множества:

Множество 1 - върхове от първи вид - съответстващи на компонентите от схемата;
Множество 2 - върхове от втори вид - съответстващи на възлите на схемата.

Ребрата на графа съединяват само върхове от различни множества. Такова представяне е показано в [1].

За представянето на моделите могат да се използват както неориентирани така и ориентирани графи. Последните отразяват посоката на разпространение на сигнала.

В зависимост от представянето на обекта като графов модел алгоритмите могат да се разделят на:

- *Алгоритми за декомпозиция по аналогия 1;*

При тези алгоритми се получават външни ребра (връзки), които не принадлежат към нито един подграф, (подсхема). Към тях могат да отнасят съответно последователните алгоритми с отделяне и добавяне, както и някои интерационни алгоритми.

- *Алгоритми за декомпозиция по аналогия 2;*

Декомпозирането на графа при тези алгоритми е свързано с обособяването на

външни върхове (възли), които не принадлежат към нито един подграф, (подсхема). Към тях могат да се отнасят съответно последователните алгоритми с припокриване и с неприпокриване.

➤ *Алгоритми за декомпозиция по аналогия 3.*

Тези алгоритми декомпозират схеми, структурата на която е представена чрез графов модел по аналогия 3. В резултат от декомпозицията се получава обединяване на върховете от първи вид и отделените върхове от втори вид. При тези алгоритми естествено разделяне се извършва над върховете от първи вид (елементите на схемата), а качеството на разделяне се оценява по елементите от множеството върхове от втори вид (потенциалите на схемата). Такъв алгоритъм е представен в [1].

От гледна точка на начина за намиране на решение алгоритмите се разделят на:

➤ *Последователни алгоритми;*

Последователните алгоритми се характеризират с това, че дават решение след окончателното си завършване. При тези алгоритми разделянето води до формиране на отделните подграфи чрез последователно прибавяне (отделяне) на връх и проверка на критерии за допустимост. След завършване на разделянето на първия подграф се преминава към формирането на следващия и така до пълното разделяне. Към последователните алгоритми за декомпозиция се отнасят алгоритмите с добавяне, алгоритъм отделяне, алгоритъм с припокриване, алгоритъм с неприпокриване [1,6,7,9].

➤ *Интерационни алгоритми;*

При интерационните алгоритми се използва едно предварително разделяне на графа на подграфи като първоначално решение. То се проверява по избраните критерии. В случай, че това решение не е оптимално се прилага интерационно подобрене. То обикновено е свързано с размяна на върхове от различни подграфи. Такъв интерационен алгоритъм е представен в [6].

➤ *Смесени алгоритми.*

Смесените алгоритми са комбинация от предните два вида. В зависимост от на-

чина на използването им могат да бъдат интерационно - последователни или последователно - интерационни. Те обединяват предимствата на последователните и интерационните алгоритми. Целта е да се времето за решение на поставените задачи.

Декомпозирането на графовите модели е оптимизационна задача. За решаването и се използват един или няколко критерия. Най-често използваните критерии са: минимален брой външни връзки, минимален (максимален) брой върхове в даден подграф, силно свързани компоненти в графа и др.

В зависимост от използвания критерии алгоритмите се разделят на:

➤ *Алгоритми за декомпозиция по критерий минимален брой външни връзки;*

При тези алгоритми топологичния граф се разделя на подграфи по критерии минимален брой външни ребра или върхове в зависимост от аналогията по която е представена схемата. Такива са последователните алгоритми с препокриване и неприпокриване, алгоритмите с добавяне и отделяне, както и някои интерационни алгоритми.

➤ *Алгоритми за декомпозиция по критерий минимален (максимален) брой върхове в даден подграф;*

При тези алгоритми предварително е зададен допустимия брой върхове във всеки подграф. Задачата за декомпозиция на топологичния граф на подграфи може да се реши по последователни, интерационни и смесени алгоритми. Последователните алгоритми използват техника на добавяне или на отделяне.

➤ *Алгоритми за декомпозиция по критерий за силно свързани компоненти.*

Силно свързаните компоненти са тези компоненти в които всичките им върхове са силно свързани. Те могат да се отделят от ориентираните графи. Два върха v_i и v_j в ориентирания граф $G(V,E)$ са силно свързани, когато съществуват (v_i-v_j) и (v_j-v_i) пътища [2,3,4,5,8].

За намирането на силно свързани компоненти може да се използва алгоритъма за търсене в дълбочина. Друг начин е чрез

поелементното умножение на матриците за достижимост и контра-достижимост на ориентирания граф [2,3,5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разгледани са различни аналогии за представянето на електронни схеми и системи чрез графови модели. Посочени са различни критерии и алгоритми за декомпозиране. Предложена е класификация на алгоритмите.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящият документ е изготвен с финансовата помощ на договор № 1907Е за провеждане на научни изследвания по проект на тема: „Внедряване на иновационни ИКТ технологии в обучението“ към Технически университет – Габрово.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Kukenska V., Development of modular educational research dialog system for automated design in electronics., dissertation, Gabrovo, 1998.

[2] Mirchev I., Graphs Optimization algorithms in networking, University publishing "Neophyte Rilski", 2001

[3] Golubic M., Algorithmic Graph Theory and Perfect Graphs Second Edition, Academic Press, 2004.

[4] Gould R.,C. Goodrich, Graph Theory, Department of Mathematics and Computer Science Emory University, 2012

[5] Manev K. Algorithms in graphs. Basic algorithms, Iskustvo, 2013.

[6] Dinev M., V. Kukenska, Matlab application for decomposition of graphs, XII International Conference Strategy of Quality in Industry and Education, Bulgaria, Varna, May 30 - June 2, 2016, pp 537-542, ISBN 978-966-2752-71-7

[7] Dinev M., Structural decomposition OF graphs models, International Scientific Conference "UNITECH 2019" – Gabrovo, 18-19 November 2016, vol II, pp. 215-218, ISSN 1313-230X.

[8] Bojcheva S., S. Stoimenova., Discrete Mathematics. Theoretical the basic of informatics, Ciela, Sofia, 2018

[9] Dinev M., V. Kukenska, Comparison of decomposition algorithms, V – Scientific International Conference „Computer Sciences and Engineering“, Varna, 28-29 September 2018, ISSN 1312-333