

ЕДИН ФОРМАЛЕН МЕТОД ЗА ОЦЕНКА НА КОНСТРУКТИВНАТА ЦЕЛЕСЪОБРАЗНОСТ ПРИ АВТОМАТИЗИРАНО ГЕНЕРИРАНИ АРХИТЕКТУРНИ РЕШЕНИЯ

Ст. Иванова¹, Пл. Чобанов²

Ключови думи: формален метод, оценка на конструктивна целесъобразност, автоматизирано генерирани архитектурни решения

Научна област: Автоматизация на инженерния труд

РЕЗЮМЕ

При мощността на съвременните компютри програмите за автоматизирано генериране на архитектурни решения въз основа на зададени архитектурни изисквания и параметри са в състояние да генерират огромно количество решения с различно качество. За да могат да бъдат избрани и представени на архитекта само най-качествените от тях за по-детайлен анализ, е необходимо да бъдат разработени методи за оценка на тези решения. В настоящата разработка е описан формален метод за оценка и класиране на получените решения според тяхната потенциална конструктивна целесъобразност. За изпробване на посочения метод са използвани както примери с опростено задание, така и с реално архитектурно задание.

1. Въведение

В областта на автоматизираното проектиране едно от направленията е генериране на архитектурни решения с програми, използващи изкуствен интелект. Пример за това е програмата Архиплан [1]. По зададени архитектурни данни (квадратури на помещенията, функционални връзки между тях, изисквания за изложение и осветление), и параметри на площадката, с помощта на комбинаторни правила програмата генерира голямо количество решения. От тях трябва да бъдат избрани само най-качествените и да бъдат представени на архитекта за по-нататъшен анализ. Програмата използва три критерия за оценка на всяко решение. Първият критерий е компактността на решението. Вторият критерий е оценка на

¹ Ст. Иванова, гл. ас., УАСГ, каб. 6, solarina@online.bg

² Пл. Чобанов, доц., д-р, УАСГ, каб. 745, chobanov_fce@uacg.bg

конструктивната целесъобразност, а третият – оценка на енергийната ефективност на сградата по отношение на получената слънчева енергия.

2. Описание на метода за оценка на конструктивната целесъобразност

Методът цели получаване на оценка в числов вид, удобен за анализ от проектанта (от 0% до 100%). Тази оценка участва със свой тежестен коефициент в търсенето на оптимално по всички критерии решение. Генерираните от програмата Архиплан решения са ортогонални, т.е. помещенията са оградени само от взаимно перпендикулярни стени, успоредни на оси X и Y. Съществува възможност да се даде предпочитание за търсена конструктивна целесъобразност по едната, или по другата ос. Това се задава в настройките на програмата с помощта на тежестни коефициенти, общата сума на които трябва да бъде 100%. Например 50% по ос X и 50% по ос Y дават равностойно влияние по двете оси. Съотношение 20% по ос X и 80% по ос Y дава преимущество за изграждане на конструктивни елементи по втората ос Y.

Понеже подходът на програмата Архиплан за решаване на архитектурната задача е модулен, затова всяко генерирано разпределение се съхранява в цифров вид като двумерен масив с размерите на работната площадка, изразени в модули. В този масив някои елементи съдържат в себе си 0, което означава незает модул, а други съдържат в себе си номера на помещението, „разположено” върху тях. Когато един елемент на масива съдържа стойност 0, а друг съседен до него – стойност, различна от 0, това отговаря на налична ограждаща вертикална стена в разпределението. Когато два съседни елемента от масива съдържат в себе си например числата 1 и 2, значи между съответните им местоположения в разпределението има вътрешна преградна стена между помещения с номера 1 и 2 (фиг. 1).

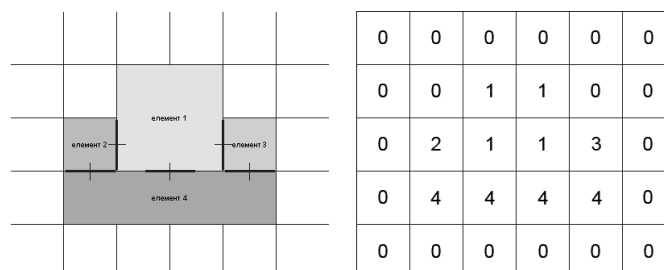
Наблюдавайки разпределението и въз основа на своя опит, инженерът анализира разположението на стените, разстоянията между тях, и така изгражда своята качествена оценка.

Целта на настоящата формализация е инженерното мислене при решаването на този проблем да бъде представено в точни понятия и стойности. В резултат се изгражда формализиран алгоритъм, който борави с числени оценки и е подходящ за най-различни решения.

2.1. Първа фаза на оценката

Методът оценява възможността повече помещения да имат възможно по-дълги общи стени, лежаща върху едни и същи прави. Това дава възможност на проектанта при необходимост по така оформените прави да развие конструктивни елементи (рамки, греди, шайби, зидове). Тръгвайки от изходния двумерен масив, програмата създава описанието на всички разделящи или ограждащи помещенията стени. След това тя обхожда всички общи стени, успоредни на ос X и изчислява съотношението между дължината на общата стена и максималният размер на контура на разпределението в тази посока. Накрая изчислява средно аритметичната стойност на така получените стойности. Същото се изпълнява и за стените, ориентирани по оста Y.

Следва примерно разпределение (фиг. 1), върху което ще бъде илюстрирано какъв числов анализ се реализира по време на първата фаза на оценката:



Фиг. 1. Примерно разпределение за илюстрация на първата фаза на метода

Нека определим оценките за конструктивна целесъобразност по двете оси X и Y, съответно C_x и C_y .

Първоначално да разгледаме всички стени, успоредни на ос X, започвайки отгоре надолу (условно север – юг) на схемата на фиг. 1. Най-северната стена е дълга 2 модула при $dx=4$ модула максимален размер на разпределението в тази посока. Затова оценката за тази стена е $2/4$. Следващата успоредна ос има 2 стени, ориентирани по ос X, всяка от тях с дължина 1 модул, общо 2 от 4 модула, и т.н.

$$C_x = \left(\frac{2}{4} + \frac{2}{4} + \frac{4}{4} + \frac{4}{4} \right) / 4 = 0.75 \quad (1)$$

По ос Y най-западната стена е с дължина 2 модула от общо $dy=3$ модула максимален размер на разпределението в тази посока. Затова нейната оценка е $2/3$. Такива са оценките и на следващите 3 стени, разположени по-надясно:

$$C_y = \left(\frac{2}{3} + \frac{2}{3} + \frac{2}{3} + \frac{2}{3} \right) / 4 = 0.666667 \quad (2)$$

Нека тежестните коефициенти по двете оси да са равни, т.е.

$$Coef_{x-weight} = Coef_{y-weight} = 0.5 = 50\% \quad (3)$$

Оттам формулата за изчисляване на междинната оценка, получена в края на тази първа фаза, е както следва:

$$R_1 = C_x \cdot Coef_{x-weight} + C_y \cdot Coef_{y-weight} \quad (4)$$

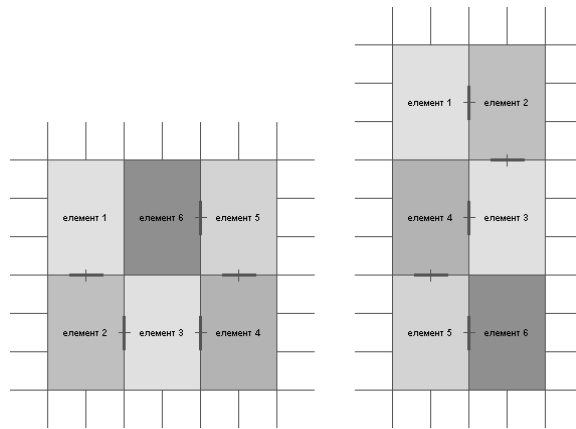
Междинната оценка на примера от фиг. 1, изразена в число, е:

$$R_1 = 0.5 * 0.75 + 0.5 * 0.666667 = 0.708333 \quad (5)$$

2.2. Втора фаза на оценката

Според първата фаза на метода получените числа за оценка са еднакви при посочените на фиг. 2 две различни решения – 100%.

Все пак от конструктивна гледна точка трябва да се даде предпочитание на първото решение, което в случая е квадратно. В общия случай се дава предпочитание на решения, близки до квадратното. За целта е необходимо оценката, получена в първа фаза, да се промени, за да се отчете числово близостта до квадрат. Корекцията трябва да е съвсем малка, за да се запази основната диференциация на оценките на вариантите, установена по време на първа фаза.



Фиг. 2. Две примерни разпределения с еднаква оценка 100% в края на първа фаза на метода

За получаване на оценката във втора фаза, изчислената оценка от първа фаза се умножава по корекционния коефициент, както следва (6, 7):

$$k = 1 - \frac{\text{abs}(dx - dy)}{\max(dx, dy)} / 1000 \quad (6)$$

$$R_2 = kR_1 \quad (7)$$

Корекционният коефициент k променя оценката толкова по-малко, колкото по-близо до квадрат е решението. След това се извършва сортиране на всички решения според новополучените оценки във втора фаза.

3. Примери за работа на метода

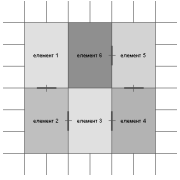
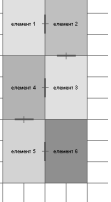
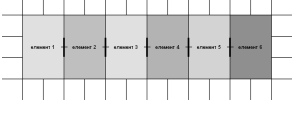
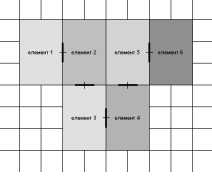
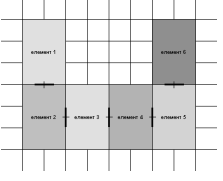
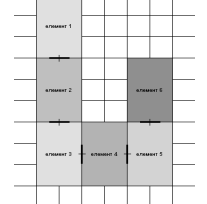
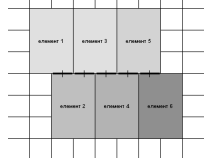
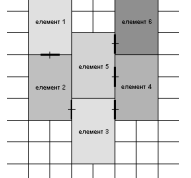
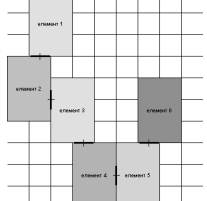
По-долу са дадени две групи примери. Първата група цели да покаже как действа принципът на работа на метода при относително опростено задание (тестов пример), а втората – показва резултати при реално архитектурно задание.

3.1. Опростено задание

Нека разгледаме схема, състояща се от 6 правоъгълни помещения, с функционални връзки между помещения (1,2), (2,3), (3,4), (4,5) и (5,6). В свободен режим броят на конфигурациите, удовлетворяващи изискванията за квадратура и функционални връзки при зададен размер на площадката (мрежа 15 x 12 модула) и фиксирано положение на елемент 1, са 27553. Като пренебрегнем симетричните и ротираните от тях, остават 25587 решения.

Прилагаме описания метод за оценка на най-целесъобразните в конструктивно отношение решения. В резултат те получават оценки, вариращи между 100% (квадратно ортогонално решение) и 25.28% (в този случай за серия доста разчупени решения). По-долу в табл. 1 са изобразени някои избрани решения и техните оценки.

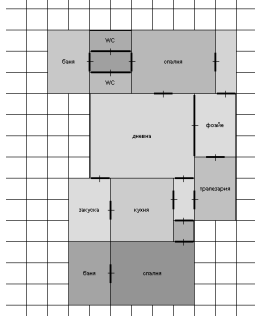
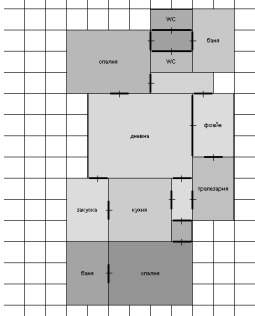
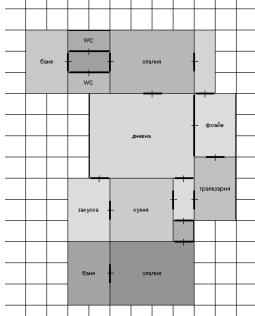
Таблица 1. Някои примерни решения и съответните им оценки

Решение № и оценка	Решение № и оценка	Решение № и оценка
Решение 1: оценка 100% 	Решение 2: оценка 99.94% 	Решение 3: оценка 99.92% 
Решение 4: оценка 81.65% 	Решение 5: оценка 76.23% 	Решение 6: оценка 71.64% 
Решение 7: оценка 70.23% 	Решение 8: оценка 60.43% 	Решение 9: оценка 34.46% 

3.2. Реално архитектурно задание

В табл. 2 са дадени няколко примерни компютърно генерирани разпределения и техните оценки при реално архитектурно задание с 15 помещения, свързани с функционални връзки и оформящи структурата на едноетажна еднофамилна къща. Оценките и класацията според тях показват целесъобразността на метода.

Таблица 2. Някои примерни решения и съответните им оценки

Решение 1: оценка 49.13%	Решение 2: оценка 45.27%	Решение 3: оценка 44.78%
		

4. Изводи

В статията е описана съвременна технология за решаване на творческа задача. Доказва се възможността за използване на предложени алгоритъм в началния етап на архитектурно-строителното проектиране. Показана е практическата ефективност на предложени формален метод за конкретна реална архитектурна задача.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ivanova, St.* Estimation of solar radiation for buildings with complex architectural layouts, *International Conference Solaris - 2011*, Brno, Czech Republic, 2011

A FORMAL METHOD FOR A VALUATION OF CONSTRUCTIVE ADVISABILITY OF COMPUTER GENERATED ARCHITECTURAL LAYOUTS

St. Ivanova³, Pl. Chobanov⁴

Keywords: *constructive advisability, computer generated architectural layouts*

Research area: *Computer Aided Engineering*

ABSTRACT

Because of the present computer capacity the programs for computer generated architectural layouts are able to generate a very big number of layouts with different quality. It's necessary to develop methods to rate these layouts. Thus the architect will be able to make a detail analysis of only the best of them. In this article it's described a formal method for a valuation and rating of generated layouts according to their constructive advisability. Here are described as examples objects with simple plan and a real architectural object.

³ St. Ivanova, UACEG, solaria@online.bg

⁴ Pl. Chobanov, D-r, UACEG, chobanov_fce@uacg.bg