

ГРАФОВ МОДЕЛ НА 3D ГЕОМЕТРИЧНИ МОДЕЛИ ПРИ WF-ПРЕДСТАВЯНИЯ И ПРИЛОЖЕНИЕТО МУ В СЪЗДАВАНЕТО НА ЧЕРТЕЖИ С CAD-СИСТЕМИ

GRAPH MODEL OF 3D GEOMETRIC MODELS BASED ON WF-PRESENTATION AND IT'S APPLICATION IN DRAWING BY CAD-SYSTEMS

Д. Петкова
ТУ-Габрово

Й. Йорданов
ТУ-Габрово

Abstract

In this work we have proposed an approach for increasing of effectiveness in the process of drawing's establishment by the help of CAD-systems. The approach was created on the basis of graph theory. One drawing of 3D geometric model obtained by WF-presentation theory could be represent as a graph, where the nodes are the 3D-primitives of the drawing and the contacts between them are the nodes' arcs. After resolving a task of finding of paths in the graph, the process of drawings' establishment should be done starting with the realization of the longest path.

Keywords: WF-presentation, 3D-modelling, CAD-systems, 3D-object design, AutoCAD

ВЪВЕДЕНИЕ

Теорията на графите е свързана с голям брой различни приложения в биологията, химията, техниката, но значително по-рядко се среща приложение в области като изчертаване на геометрични модели с CAD-системи. Главно геометричните модели на проектираните обекти се представят с помощта на 2D, 2.5D и 3D чертежи.

3D геометричните модели на проектираните обекти се характеризират с значително по-голяма сложност от 2D и 2.5D геометричните модели. От [2] е известно, че 2D, 2.5D и 3D геометричните модели на проектираните обекти се строят на основа принципите на построителната геометрия. При 3D геометричните модели, построяването на самите модели се основава на различни методи и подходи[2]: ръбово (каркасно) моделиране (WF-представяне); гранично моделиране (В-представяне); конструктивно твърдотоделно моделиране (С-представяне); представяне с равнинни или обемни шаблони (S-представяне) и др. Тук представеният графов модел и подход, се основава на WF-представянето (каркасно моделиране).

ИЗЛОЖЕНИЕ

Обобщен графов модел на 3D геометрични модели

При WF-представянето, проектираните обекти се описват с техните ръбове. При този метод, един 3D обект се описва като неговата „обвивка“ се представя с краен брой 3D линии (прави и дъги). Всяка права линия се описва чрез граничните си точки, а дъгата – с 3D-точки. В такъв случай, чертежът на проектирания обект ще съдържа ръбове, които очертават стени на проектирания обект.

Условията за създаване на WF-представяне на проектиран с CAD-система обект, са:

- всеки ръб трябва да има точно 2 върха;
- всеки ръб трябва да принадлежи на четен брой стени;

Множественият модел на 3D геометричния модел при WF-представяне на избран обект може да се представи със следния запис:

$$M = \{R, V\}, \quad (1)$$

където:

R – множество на ръбовете;

V – множество на върховете.

На всяко R_i съответства определен брой върхове $V_{i1}, V_{i2}, \dots, V_{in}$ от V .

Всяка стена S_i се описва с границите си (ръбовете, които я ограждат) и може да се представи като:

$$S_i = \{R_i, V_i\}, \quad (2)$$

където:

$R_i = \{R_{i1}, R_{i2}, R_{i3}, \dots, R_{in}\}$ – множество на ръбовете;

$V_i = \{V_{i1}, V_{i2}, \dots, V_{in}\}$ – множество на върховете на i -тия ръб.

Ръбовете са представят като 3D примитиви – линии или дъги. Коя да е крайна точка на всеки примитив съвпада само с 1 връх от 3D геометричния модел на обекта.

Ако се приеме, че всеки ръб R_i е един възел X_i на граф G и всяка връзка между два ръба е дъга U_i в G , то може да се запише:

$$G = (X, U), \quad (3)$$

където:

G – обобщен граф на 3D геометричния модел (получен чрез WF-представяне) на избрания обект;

X е множество на възлите на G , а

U – множество на дъгите на G .

Всяко U_i е и инцидентност на X_i със друг ръб от WF-представянето на проектирания обект, но за една и съща стена. Забележете, че тук инцидентността се отнася до крайните точки на ръбовете, т.е. една крайна точка на ръб трябва да съвпада с крайна точка на съседен ръб.

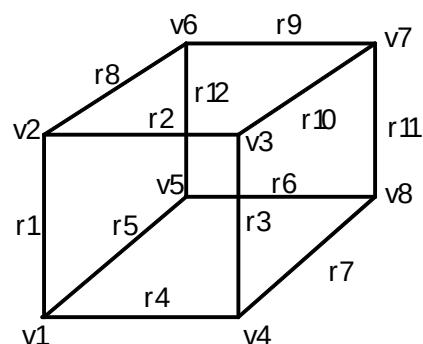
Графът G може да се разглежда като съставен от подграфи, всеки от които описва една стена на 3D геометричния модел на проектирания обект. Тъй като всеки ръб R_i , очертава границата между две съседни стени на проектирания обект, то всеки възел от G ще е възел от минимум 2 подграфа на G .

По този начин, преминаване към граф на 3D геометричен модел, основан на гранично представяне (В-представяне) от графа G даден по-горе е тривиално лесно, но такъв обобщен граф е описан в [1].

Графът G (3) да се декомпозира до съвкупност от негови подграфи, като се отчете, че всеки възел X_i участва в описанието на минимум 2 стени от 3D геометричния модел на проектирания обект, т.е. G може да се разглежда като представен от графите на отделните стени, представени с техните граници.

Генериране графът на 3D геометричния модел

Избраният тук 3D обект е „куб”. За него ще бъде създаден графов модел на WF-представянето му като 3D-геометричен модел, създаден с CAD-система. Кубът е представен на фиг. 1.



Фиг. 1. Избраният 3D обект с нанесени приети означения

В чертежа са направени следните означения:

$r1, \dots, r12$ - ръбове

$v1, \dots, v8$ - върхове

Стените на куба, в резултат на направените означения, ще са: $r1, r8, r12, r5$; $r12, r9, r11, r6$; $r5, r6, r7, r4$.

Ръбовете на куба се описват аналитично по следния начин:

$r1 - (v1, v2)$; $r2 - (v2, v3)$; $r3 - (v3, v4)$; $r4 - (v4, v1)$; $r5 - (v1, v5)$; $r6 - (v5, v8)$; $r7 - (v8, v4)$; $r8 - (v2, v6)$; $r9 - (v6, v7)$; $r10 - (v7, v3)$; $r11 - (v7, v8)$; $r12 - (v6, v5)$.

Върховете на куба $v1, \dots, v8$ са точки в 3D пространството, където $v_i = (x, y, z)$, а x , y и z – координати на i -тия връх в Декартова координатна система.

В резултат на приетите означения, обобщеният граф G на 3D геометричния модел на куба ще има 12 възли и 8 дъги, т.е.:

$$G = (R, V) = ((r1, r2, r3, r4, r5, r6, r7, r8, r9, r10, r11, r12), (v1, v2, v3, v4, v5, v6, v7, v8)) \quad (4)$$

Определяне на маршрутите в графа

За разлика от графовият модел на 2D геометричен модел на проектиран обект, представен в [5], при 3D геометричния модел основан на WF-представяне, всеки възел на G влиза в описанието на поне две стени от геометричния модел.

Възли (ръбове), които описват една стена на 3D-геометричния модел, се включват в маршрут. Броят на стените ще определя броя на маршрутите. Всеки възел (ръб в WF-представянето) на графа ще участва в два маршрута минимум. При „изчертаване“ на маршрута, всеки възел(ръб) ще се изчертава само веднъж.

Повишаване ефективността при генериране на 3D геометричния модел с CAD-система може да се постигне с използване на подхода, представен в [5], приложен за всяка една стена поотделно.

Намаляване на времето за изчертаване на 3D-геометричния модел на проектиран обект, на основата на WF-представяне, може да се постигне чрез определяне на най-дългия маршрут в граф G. След това следващият по дължина и т.нат., и изчертаване на 3D-геометричния модел в съответствие с определените маршрути в графа G.

Колкото е по-дълъг е един маршрут от G, толкова по-ефективно ще е създаването на 3D-геометричния модел на проектирания обект, следвайки този маршрут.

За избрания обект – куб, на основа на WF-представянето му, задачата за намиране на маршрути има смисъл за граф G, ако се избере логична последователност за изчертаване на стените на куба и се отчете особеността, че всеки възел (ръб) трябва да се изчертае само веднъж.

От фиг.1 и графовия му модел се определят маршрути, съответно:

I – r1,r8,r12,r5;

II – r2,r10,r9;

III – r3,r7,r11;

Накрая r4 и r6 участват самостоятелно, без да се включват в маршрут и се реализират след маршрути I,II и III.

Те са отделни възли и последователността на тяхното създаване в 3D-геометричния модел може да бъде произволна.

При определяне на маршрутите се препоръчва една и съща посока на обхождане на възлите в графа – „по часовата стрелка“, или – „обратно на часовата стрелка“.

На основа на всичко написано до тук, както и на основата на общите правилата за построяване 3D-чертежи с CAD-системи, авторите предлагат подход, представен в следващите редове.

Подход за създаване на 3D-геометрични модели на проектирани обекти с CAD-системи

С цел повишаване ефективността на работата при създаване на 3D-геометрични модели с CAD-системи, основано на WF-представяне (каркасно представяне), се предлага подход, описан като последователност от стъпки в следващите редове:

1) Определя се множеството на ръбовете и множеството на върховете, представящи геометрията на обекта.

2) Определят се маршрутите в графа на чертежа на обекта.

3) Генерират се възлите (ръбовете), включени в даден маршрут като:

а) първоначално се генерират тези, изграждащи най-дългия маршрут и в последователност, определена от

б) след това се генерират тези, от следващия по-къс маршрут, при който един или повече възли са включени и в предишен маршрут и т.нат., като един възел се генерира само веднъж, независимо от броя на маршрутите, в които е включен;

в) последни се генерират отделните възли (ръбове), които са самостоятелни и не са били включени в маршрут. Последователността на тяхното генериране се определя от тяхното местоположение, предназначение и големина, като се дава приоритет по големина.

Ако се налага нанасянето на 3D примитиви върху 3D геометричния модел на проектирания обект (означения, надписи и др.) се използва подходът, предложен в [5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Създаден е обобщен графов модел на 3D геометричния модел на предварително избран обект – куб, основан на WF-представянето му.

Чрез определяне на маршрутите в обобщения графов модел и на тяхна основа е предложен подход за създаване на 3D геометричния модел с CAD-система, с цел повишаване ефективността при създаването на такива модели.

Подходът е апробиран чрез създаване с AutoCAD на геометричните модели на предварително подбрани 3D обекти. Необходимо е да се апробира предложеният подход с по-широк кръг 3D обекти и да се направят измервания, с цел доказване на неговата целесъобразност и че води до намаляване на времето за създаване на 3D геометрични модели с CAD-система.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Алгоритмы и программы решения задач на графах и сетях. Под ред. М.И. Нечепуренко, „НАУКА“, Новосибирск, 1990. .
- [2] Георгиев И., И. Сиклунов. Графично моделиране в проектирането и производството. София, „Техника“, 1985.
- [3] Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. „Мир“, М., 1978.
- [4] Петкова Д. и др. Проектиране на детайли с методите на проекционното чертане и с геометричното 3D моделиране. Сб. доклади на Международна научна конференция „УНИТЕХ'05“, 24-25. ноември. 2005, Габрово, Том-III, с. III-287-III-292.
- [5] Петкова Д., Й. Йорданов. Графов модел на 2D чертежи на обекти, проектирани с CAD-системи. Сб. доклади на Международна научна конференция „УНИТЕХ'08“, Габрово, 2008.