

СИСТЕМА ГЕОМЕТРИЧНИ ИНТЕРФЕЙСИ ЗА ИНТЕГРИРАНЕ НА КОНЦЕПТУАЛНОТО ОПИСАНИЕ В CAD МОДЕЛА

Петър ГОРАНОВ¹ Елена ТОДОРОВА² Десислава ГЕОРГИЕВА³

¹катедра ОТСК Технически университет - София, България
e-mail: pvgor@tu-sofia.bg

²катедра ОТСК, Технически университет - София, България
e-mail: etodorova@tu-sofia.bg

³катедра ОТСК, Технически университет - София, България
e-mail: desyst@abv.bg

Резюме: CAD системите са основен софтуерен инструмент за конструиране на технически изделия. От друга страна те са предназначени основно за работа с геометрична информация и не поддържат в достатъчна степен дейностите, свързани с абстрактно представяне на изделието. В настоящата работа интегрирането на концептуалното и геометричното описание се обсъжда от гледна точка автоматично пренасяне на решенията, взети на етап концептуално конструиране, в по-късните етапи от процеса на конструиране, по-точно етапа на геометрично оформяне. За целта се предлага система интерфейси, които обхващат всички етапи от процеса на конструиране. Те се разглеждат на различни нива на абстракция, които съответстват на нивата на конкретизация на геометричната информация. Предлага се подход, който позволява въз основа на информацията от разширената структурна схема автоматично да се генерира CAD моделът на сглобената единица, скелетите на детайлите и функционалните повърхнини. Ползата е непрекъснатост на информационния поток и значително намаляване на обема на техническата работа, породена от многократно въвеждане на една и съща информация.

Ключови думи: CAD, разширена структурна схема, концептуален модел, геометрични интерфейси

1. УВОД

CAD системите представляват високо развити софтуерни инструменти за моделиране на тримерна геометрия. От друга страна тяхната функционалност не е обвързана в достатъчна степен с дейностите, които съставляват процеса на конструиране и съпътстващото документиране на получените резултати.

Обикновено процесът на конструиране започва с разработване концепцията на изделието, представена под формата на схеми, скици, списъци и записки. С развитието на проекта информацията се конкретизира докато се постигне пълно и завършено геометрично описание на изделието. CAD системите са ефикасни на по-късните етапи от процеса на конструиране, по време на които се създава актуална геометрия. Основна причина за неприложимостта на CAD системите на ранните етапи от процеса на конструиране е обстоятелството, че те не поддържат абстрактни геометрични обекти.

По принцип всички CAD системи предлагат т.н. справочна геометрия. Основното

предназначение на тази геометрия е улесняване изграждането на актуалното геометрично описание. От друга страна справочните геометрични елементи представляват всъщност абстрактни математически елементи – точки, прави и равнини. Независимо от това CAD системата ги третира по същия начин, както геометричните елементи от актуалното геометрично описание – напр. те може да се свързват с геометрични ограничения за позициониране. Това позволява справочните геометрични елементи да се използват за създаване на абстрактно описание на изделието.

Съществуват редица изследвания, в които се обсъждат различни възможности за абстрактно представяне на изделието. Основната идея е създаване на т.н. „скелет“ на сглобената единица, който се състои от абстрактни (справочни) геометрични елементи. По този начин се реализира методът на конструиране „отгоре-надолу“, който съответства на естественото развитие на конструкторския проект. Основните задачи, които се решават със „скелета“ на сглобената единица включват анализ на кинематиката, разпределяне на пространството и

дефиниране на граници, позициониране на детайлите.

В настоящата работа се дефинира система от геометрични интерфейси, която позволява автоматично да се генерира актуална геометрия въз основа на абстрактното описание на изделието.

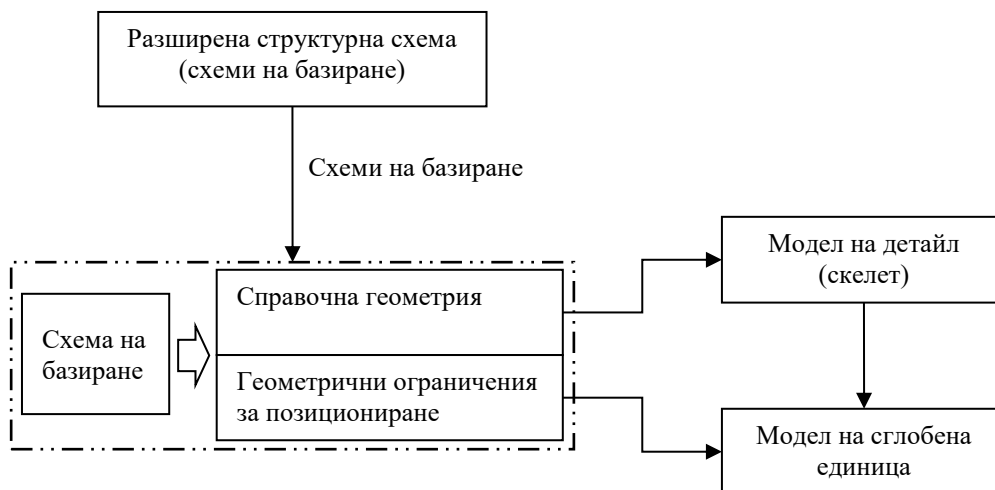
2. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР

В [4] се разглеждат проблеми, свързани със степента на поддръжка на конструкторската информация от PLM/CAD системите. Посочено е, че информацията, свързана с концептуалния етап от процеса на конструиране, е ограничена основно до спецификация на изискванията и документи, описващи архитектурата на продукта. Това създава проблеми като прекъсване на информационния поток, затруднения при проследяване развитието на проекта, сложно поддържане на свързани данни и многократно въвеждане на една и съща информация. Поради това е необходимо да се разработи методология и софтуерни инструменти, които да подобрят

комуникацията между отделните етапи от процеса на конструиране.

Включването на резултатите от концептуалния етап от процеса на конструиране в общото геометрично описание на изделието обикновено се свързва с прилагане на метод на конструиране „отгоре-надолу” и създаване на скелета на сглобената единица. В [5] се обсъжда методология, наречена „Конструиране, насочено към сглобената единица”. Според тази методология концептуалният модел се интегрира в структурата на изделието и служи като обща база както за създаването на детайлите, така и за сглобената единица.

В [3] за управление на информацията по време на целия процес на конструиране се използва метод на конструиране „отгоре-надолу” наречен SKL-ACD (дефиниране на контекста на сглобената единица посредством моделиране на нейния скелет). Скелетът служи за дефиниране на функционалните повърхнини и разпределяне на пространството. Въз основа на тези данни се извършва многокритериална оптимизация, което позволява да се намери най-доброто решение.



Фиг.1 Автоматично генериране на скелетите на детайлите и модела на сглобената единица

В [2] разширената структурна схема се разглежда като концептуален модел на сглобената единица. В схемата се добавя информация за съвместното ориентиране на детайлите съгласно Теория на базирането. Добавянето на допълнителна инженерна информация в структурната схема и нейното интегриране с CAD модела позволява автоматично да се генерират скелетите на детайлите и моделът на сглобената единица.

Тясното интегриране на концептуалния модел и CAD модела, което позволява висока степен на автоматизация и намаляване на техническата работа, е причина в настоящата работа да се използва подходът, предложен в [2]. В [2] се разглеждат проблемите, свързани с позиционирането на детайлите в модела на сглобената единица. Тук този подход се разширява с дефиниране на геометрични интерфейси, съдържащи функционалните повърхнини на детайлите.

3. СИСТЕМА ГЕОМЕТРИЧНИ ИНТЕРФЕЙСИ

3.1. Абстракция на геометричните интерфейси

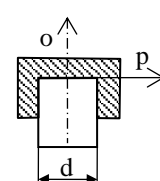
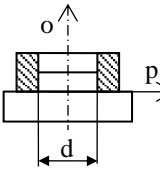
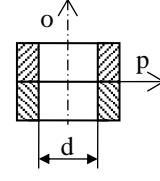
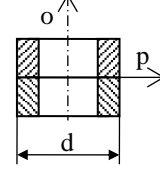
Съгласно [1] геометричният интерфейс обобщава възможността на компонентите да образуват съединения. Най-общо може да се дефинират следните нива на абстракция:

- наличие на геометрична връзка между два компонента – структурна схема;
- позициониране на компонента – набор справочни геометрични елементи (скелет на компонента), които служат да позиционират компонента в сглобената единица, както и за позициониране на свързани компоненти;
- функционални повърхнини – актуалните повърхнини на детайлите, които участват в съединение.

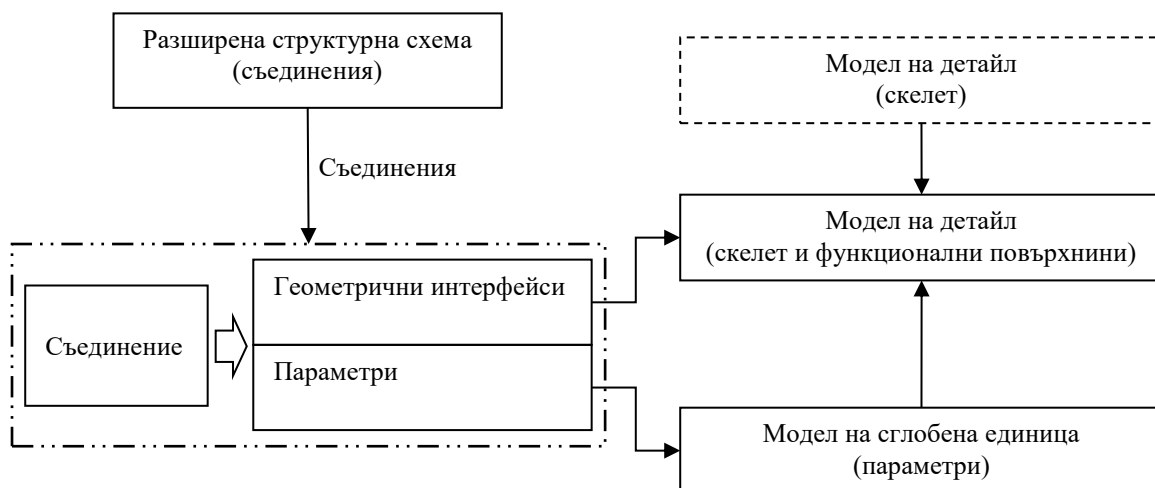
3.2. Интегриране на концептуалното описание в CAD модела

Тук интегрирането на концептуалното и геометричното описание се обсъжда от гледна точка автоматично пренасяне на решенията, взети на етап концептуално конструиране, в по-късните етапи от процеса на конструиране, по-точно етапа на геометрично оформяне. Основният проблем в

тази връзка е обстоятелството, че по време на концептуалното конструиране се работи с абстрактна представа за изделието – геометрично описание липсва напълно или има отделни частични решения, представени под формата на концептуални скици. Този проблем се решава посредством дефиниране на съответствие между абстрактното означение на интерфейсите и

Съединение	Графично изображение	Геометрични интерфейси
ЧЦС-1		ЦЧ-О Ц-В
ЧЦС-2		ЧЦ-В Ц-О
ЧЦС-3		Ц-О Ц-О
ЧЦС-4		Ц-О Ц-О

Фиг.2 Челно-цилиндрични съединения и съответните геометрични интерфейси (p – базова равнина; o – базова ос)



Фиг.3 Автоматично генериране на функционални повърхнини

тяхното геометрично конкретизиране със средствата на CAD системите.

Както беше посочено по-горе, разширената структурна схема се разглежда като абстрактно описание на изделието. Тя се натоварва с допълнителна информация, съдържаща решенията, взети на етапа на концептуално конструиране. Абстрактното представяне на геометричните интерфейси включва една или няколко от следните характеристики:

- наименование;
- наличие на геометрична връзка между два компонента;
- функционални характеристики на геометричната връзка;
- параметри.

Геометричното представяне на интерфейсите, съобразено с функционалността на CAD системите, може да съдържа следното:

- абстрактни повърхнини и оси, представени като справочна геометрия;
- наложени геометрични ограничения за позициониране, най-често съвпадане на повърхнини и оси;
- актуална геометрия, представена като геометрични елементи, които се поддържат от CAD системата;
- числени стойности, представляващи геометрични параметри.

3.3. Интегриране на ниво позициониране

Интегрирането на концептуалния и геометричния модел е илюстрирано на фиг.1. Структурната схема съдържа информация за базирането на детайлите. Схемата на базиране на всеки детайл се свързва с набор справочни геометрични елементи и геометрични ограничения за позициониране. Тази връзка е обсъдена в [2]. Резултатът е:

- автоматично генериране скелетите на детайлите, представени като справочни геометрични елементи.

- автоматично вмъкване на детайлите в модела на сглобената единица и поставяне на геометрични ограничения за позициониране.

3.4.Интегриране на ниво функционални повърхнини

Видът и характеристиките на съединенията се определят по време на концептуалното конструиране. Резултатите се записват в разширената структурна схема като наименование на съединенията и техните параметри.

Автоматичното генериране на актуалните функционални повърхнини е възможно ако се дефинира съответствието между абстрактното означение на геометричните интерфейси и тяхното представяне в CAD модела. На разглежданото ниво на абстракция геометричните интерфейси представляват повърхнините на детайлите, които участват в съединение. Това съответствие за челно-цилиндрични съединения, е илюстрирано на фиг.2.

На фиг.3 е илюстриран алгоритъмът за автоматично генериране на функционални повърхнини. Функционалните повърхнини може да се разглеждат като повърхнини на геометричен елемент. За да може CAD системата да създаде

3.5.Интегриране на ниво функционални повърхнини

Видът и характеристиките на съединенията се определят по време на концептуалното конструиране. Резултатите се записват в разширената структурна схема като наименование на съединенията и техните параметри.

Автоматичното генериране на актуалните функционални повърхнини е възможно ако се дефинира съответствието между абстрактното означение на геометричните интерфейси и тяхното представяне в CAD модела. На разглежданото ниво на абстракция геометричните интерфейси представляват повърхнините на детайлите, които участват в съединение. Това съответствие за челно-цилиндрични съединения, е илюстрирано на фиг.2.

На фиг.3 е илюстриран алгоритъмът за автоматично генериране на функционални повърхнини. Функционалните повърхнини може да се разглеждат като повърхнини на геометричен елемент. За да може CAD системата да създаде геометричния елемент трябва да се посочат равнините и осите които го фиксират в рамките на модела. Това са справочни геометрични елементи, дефинирани в скелета на детайла. За да бъдат генерирани функционалните повърхнини трябва предварително да е създаден скелетът на детайла.

Параметрите би трябвало да се съхраняват в модела на сглобената единица. В този случай, ако един и същ детайл участва в различни сглобени единици, размерите на функционалните повърхнини ще се коригират автоматично.

4. ОТНОСНО ПРАКТИЧЕСКАТА РЕАЛИЗАЦИЯ

Практическата реализация на предложената система геометрични интерфейси за интегриране на концептуалното и геометричното описание е свързана с решаване на два основни проблема. Първият от тях е изборът на софтуерен инструмент, който ще служи за въвеждане и манипулиране на разширената структурна схема. За целта може да се използва специализирана програма за работа с графи. Така се използва готово решение, което опростява реализацията, но интегрирането с CAD модела е по-сложно. Другата възможност е да се направи специално разширение към CAD системата за работа със схеми. Съвременните 3D CAD предлагат твърде ограничени възможности за работа с двумерна графика, но е възможна реализацията като 2D скица. В този случай разширената структурна схема (концептуалният модел) може да се разглежда като част от CAD модела на изделието.

Вторият проблем е свързан с автоматичното генериране на интерфейсите като геометрични елементи. Съгласно фиг.2 за челно-цилиндричните съединения се дефинира един параметър, докато за създаване на геометричния елемент в CAD модела е необходимо да се въведат всички размери. Този проблем може да се реши с изчисляване на „щатни” стойности на неизвестните размери, които в следствие се

променят от конструктора, когато той създава окончателната геометрия на детайла.

5. ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложена е система геометрични интерфейси за интегриране на концептуалното и геометричното описание. Геометричните интерфейси са разгледани на различни нива на абстракция и е обоснована възможността за интегриране на резултатите на всяко от последователните етапи от процеса на конструиране. Ползата е непрекъснатост на информационния поток и значително намаляване на обема на техническата работа, породена от многократно въвеждане на една и съща информация.

Обсъдени са основни проблеми, които са свързани с практическата реализация на разработената система и са предложени възможни решения.

Литература

1.Георгиева Д., Абстракция на геометричните интерфейси на ниво позициониране на детайлите,

Българско списание за инженерно проектиране, 2017, бр. 31, стр.40-44.

2.Горанов П., Е. Тодорова, А. Стоев, Практическа реализация на модела на структурата на механично изделие със схеми на базиране, Научни известия на Научно-техническия съюз по машиностроене, 93, 2006, 278-283.

3.Marconnet B., Demoly F., Monticolo D., Gomes S., An assembly oriented design and optimization approach for mechatronic system engineering, International Journal for Simulation and Multidisciplinary Design Optimization, 2017, vol.8, A7, p.1-10.

4.Torres V., Ríos J., Vizán A., Pérez J., Development to integrate conceptual design tools and a CAD system, Proceedings of the 4th Manufacturing Engineering Society International Conference, 2012, p.22-29.

5.Vielhaber M., Burr H., Deubel T., Weber C., Haasis S., Assembly-oriented design in automotive engineering, Proceedings of DESIGN 2004, the 8th International Design Conference, 2004, p.539-546.

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са финансирани от Вътрешния конкурс на ТУ-София-2017г, Договор N 172ПД0003-06.

A SYSTEM OF GEOMETRICAL INTERFACES TOWARDS AN INTEGRATION OF CONCEPTUAL REPRESENTATION INTO CAD MODEL

Petar GORANOV¹ Elena TODOROVA² Desislava GEORGIEVA³

¹Department of BMD, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: pvgor@tu-sofia.bg

²Department of BMD, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: etodorova@tu-sofia.bg

³Department of BMD, Technical University-Sofia, Bulgaria
e-mail: desyst@tu-sofia.bg

Abstract: CAD systems are the main software tool for designing technical products. On the other hand, they are primarily designed to work with geometric information and do not support adequately the activities related to abstract representation of the product. In this work the integration of conceptual and geometrical representation is discussed from the perspective automatically transferring the decisions taken at the conceptual design stage in the later stages of the design process, namely the stage of embodiment design. For this purpose a system of interfaces is proposed that covers all stages of the design process. They are considered at different levels of abstraction that correspond to the levels of concretization of geometric information. It is offered an approach that, based on the information of extended structural scheme, allows to automatically generating the CAD model of the assembly, the parts skeletons and the functional surfaces. The usefulness is continuity of information flow and significantly reducing the volume of drudgery work caused by the repeatedly entering one and the same information.

Keywords: CAD, extended structural scheme, conceptual model, geometrical interfaces
