

КОНЦЕПТУАЛЕН МОДЕЛ НА ОБЕКТНО-ОРИЕНТИРАНА БИБЛИОТЕКА ОТ МЕХАНИЧНИ КОМПОНЕНТИ

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: Средствата, които съвременните CAD системи предлагат за лесна и бърза промяна на геометричните модели, за създаване на множество конфигурации, както и за използване на готови компоненти, са от съществено значение за подобряване на показателите свързани с цена, качество и срокове. Възможностите за повторно използване на вече съществуващи геометрични модели обикновено са организирани под формата на три вида библиотеки – стандартизирани компоненти, разпространени съединения и предавки, нестандартизирани компоненти. В настоящата работа се обсъждат библиотеките от CAD модели на механични компоненти. Разглежда се обектно-ориентиран модел на механичен компонент, който включва различни нива на абстракция, съответстващи на етапите на процеса на конструиране. В предложения концептуален модел на библиотека от компоненти търсенето се извършва по функционални изисквания, представени на различни нива на конкретизация. Това създава условия за по-голяма степен на използване на наличните решения по време на целия етап от процеса на конструиране.

Ключови думи: CAD, библиотеки от компоненти, геометрични модели, обектно ориентиран модел

1. УВОД

Процесът на конструиране на механично изделие може да се разглежда като преобразуване на предварително дефинирани функционални изисквания и ограничения в завършено описание. CAD системите са инструменти, които подпомагат конструктора по време на създаване геометричния модел на изделието. Конкуренцията между различните производители изисква да се поддържа високо качество при непрекъснато съкращаване на сроковете за конструиране и подготовка на производството. Това налага CAD системите да създават условия за висока ефективност на инженерния труд.

Често новото изделие представлява модификация, реконструкция или комбинация от вече налични решения. Поради това възможността за бърз и лесен достъп до вече налични CAD модели създава условия за бързо конструиране на ново изделие, което удовлетворява предвидените изисквания и ограничения. Възможността за повторно използване на наличните решения като 3D CAD модели е критичен фактор за постигане на по-

добра конкурентоспособност по отношение на цена-качество-срокове [3].

Връзките между компонентите в сглобената единица имат важно значение от множество различни гледни точки. Различните симулации като FEA се нуждаят от информация за механичните интерфейси като тип и пространствено разположение на контакта и тип на повърхнините [2]. Това изисква да се създават реалистични CAD модели, които съдържат информация за действителните връзки между компонентите.

В настоящата работа се обсъждат библиотеките от CAD модели на механични компоненти и се предлага тяхното разработване да се извършва съобразно обектно-ориентирания подход.

2. СЪЩЕСТВУВАЩИ РЕШЕНИЯ

CAD системите по правило предлагат възможности за повторно използване на вече съществуващи геометрични модели и тяхното организиране под формата на библиотеки. Като пример ще се разгледа Autodesk Inventor [4].

Autodesk Inventor предлага три вида решения:

- библиотека от стандартизирани компоненти;
- автоматизирано генериране на разпространени съединения и предавки;
- библиотеки от нестандартизирани компоненти.

Когато се използва командата „AutoDrop“, стандартизираните компоненти автоматично се позиционират, при което размерите им се променят в съответствие с посочената геометрия. Генераторите на съединения и предавки представляват разширение на тази функционалност. Те осигуряват също и автоматично редактиране на генерираните компоненти при модификация на сглобената единица. Библиотеките от нестандартизирани компоненти представляват място за съхранение на CAD файлове, където те може само да се използват без да има възможност за редактирането им.

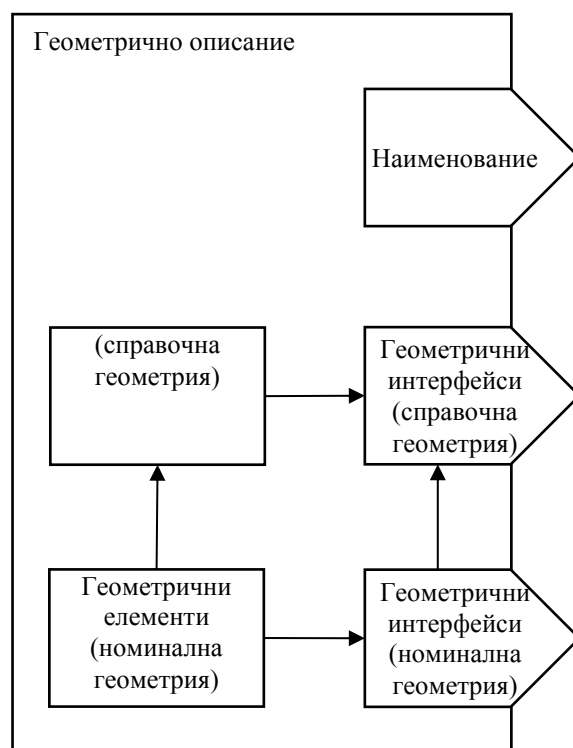
Основен недостатък на разгледаното решение е ограниченият тип компоненти, за които е възможно да се използва предложената автоматизация. На конструктора се предоставят инструменти за промяна на наличните компоненти и за създаване на нови, но само в рамките на предварително дефинирани групи.

3.ОСНОВНИ КОНЦЕПЦИИ ПРИ СЪЗДАВАНЕ НА БИБЛИОТЕКА ОТ КОМПОНЕНТИ

Библиотеката от компоненти трябва да поддържа всички етапи от процеса на конструиране, да осигурява висока степен на автоматизация и да гарантира състоятелността на модела при негови модификации.

В [1] са изброени концепциите, прилагането на които е от съществено значение за създаване на адекватен и полезен модел на обекта. По отношение на конкретното изследване трябва да се вземат предвид следните от тях:

- абстракция – разглеждане само на важните за изследването качества на обекта и пренебрегване на несъществените;
- идеализация – създаване на идеален обект, на който са предадени допълнителни характеристики, които не може да се реализират,



Фиг. 1 Структура на компонент в библиотеката

но спомагат за придобиване на познания за обекта;

- дедукция – преминаване от общото към частното, от общи закони и положения към единични частни изводи;
- аналогия – информацията за един обект се свързва с друг въз основа на сходството между тях.

За да се постигне удобство и ефективност при създаване на CAD модела е необходимо изброените изисквания и концепции да бъдат заложили при проектиране на библиотека от механични компоненти.

4.ОБЕКТНО-ОРИЕНТИРАНА БИБЛИОТЕКА

По време на процеса на конструиране се започва с най-обща представа за продукта, която постепенно се конкретизира до създаване на неговото пълно описание. По време на различните етапи от развитието на проекта описанието на компонентите преминава през различни нива на абстракция, които може да се обобщят като:

- наименования/функции;
- позициониране/кинематика;
- съгласуване на геометричните интерфейси;
- пълно геометрично описание.

Различните нива на абстракция на компонентите, както и съответствието с посочените по-горе концепции, може да се постигне посредством създаването на моделите на компонентите, както и на самата библиотека, въз основа на обектно-ориентирания подход.

4.1.Обектно-ориентиран модел на компонент

Структурата на компонент в библиотеката, в термините на обектно-ориентирания подход, е илюстрирана на фиг.1. Геометричното описание се разглежда като система от геометрични елементи. Геометричните елементи, чрез които компонентът взаимодейства с другите компоненти, се определят като геометрични интерфейси. На фиг.1 вниманието е насочено към геометричните интерфейси. Те се разглеждат на различни нива на абстракция, съобразени с посочените по-горе.

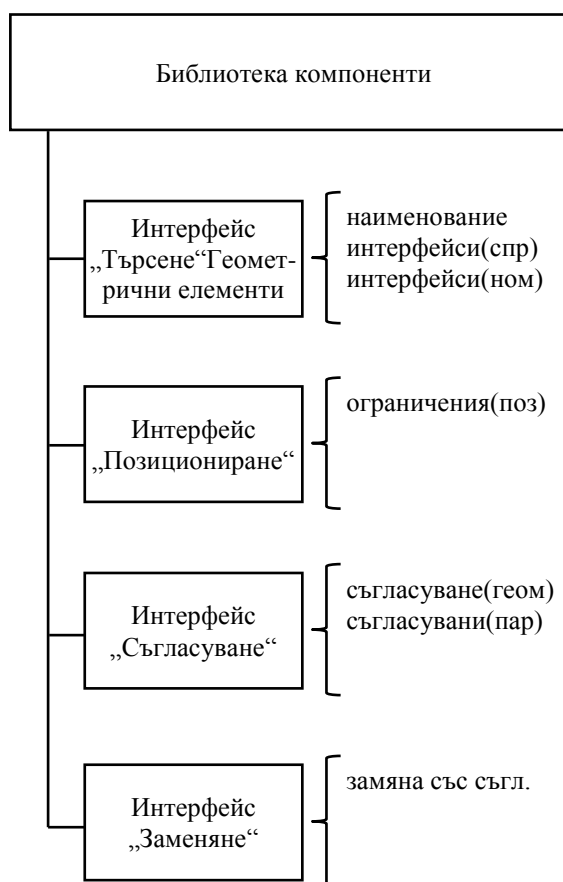
Наименованието на компонента се разглежда като описание от най-високо ниво на абстракция. То отговаря на общата представа за геометричната форма и осъществяваните функции. Следващото ниво на конкретизация на геометричната форма се свързва с представянето ѝ посредством справочни геометрични елементи – скелетът на компонента. Геометричният интерфейс на това ниво служи за позициониране на компонента. Геометричният модел на сглобена единица, съставен от скелетите на нейните компоненти, може да служи и за анализ на нейната кинематика.

Номиналната геометрия на компонента съдържа неговото завършено описание. На това ниво геометричните интерфейси представляват геометрични елементи, което позволява съгласуване на формата и параметрите на комплементарните интерфейси.

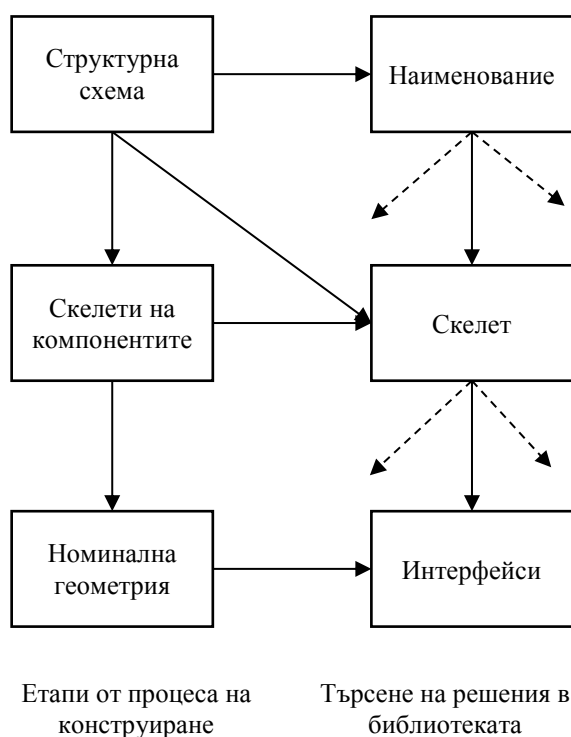
4.2.Интерфейси към библиотеката

Достъпът към библиотеката се осъществява посредством приложни интерфейси, които са свързани с различните нива на представяне на компонента – фиг.2. Те включват:

- търсене на различни нива на абстракция;
- вмъкване със създаване на геометрични отношения между комплементарните интерфейси;
- подмяна с аналогичен компонент.



Фиг. 2 Интерфейси и методи на библиотеката от компоненти



Фиг. 3 Последователност на действията

Всеки от приложните интерфейси включва методи, които взаимодействат с геометричните интерфейси на компонентите и осъществяват необходимите действия. При вмъкване трябва да се създадат връзки между комплементарните интерфейси, които да осигуряват състоятелността на модела при модификации. Връзките се налагат между различните абстрактни представяния на обекта.

Налагането на връзки на по-високо ниво на абстракция определя възможните реализации на по-ниските нива на абстракция. Информацията за геометричните интерфейси се конкретизира с добавяне на нова информация и уточняване на вида на връзките.

4.3. Последователност на действията

Обектно-ориентираната библиотека предполага конструирането на изделието да се извършва по метода „отгоре-надолу“. При този начин на работа се започва с формиране на структурната схема, която съдържа компонентите и връзките между тях, които са необходими изделието да изпълнява зададените изисквания. Обикновено предварително се създава функционален модел, в който са определени функциите на отделните компоненти. В библиотеката се търсят компоненти, които имат сходно наименование и функции.

Следващата стъпка е изграждане скелетите на компонентите. В библиотеката се търсят компоненти, които удовлетворяват необходимите изисквания за позиционирането им.

Крайният етап от геометричното конструиране е дефиниране на окончателната геометрична форма. Тук от важно значение е определянето на функционалните повърхнини, които формират геометричните интерфейси. В библиотеката се търсят компоненти, които имат сходни геометрични интерфейси.

Процесът на търсене на решение в обектно-ориентираната библиотека е илюстриран на фиг.3. Йерархичното описание на компонентите позволява търсене на налично решение още по време на началните етапи от процеса на конструиране. На по-високо ниво на абстракция информацията е обобщена и има множество реализации на по-ниското ниво. Възможностите за избор на различните нива се определят от наличните компоненти в библиотеката. Въпреки това, ако не съществува подходящ библиотечен компонент, информацията на по-абстрактните нива също може да се използва.

5. ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлага се концептуален модел на обектно-ориентирана библиотека от механични компоненти. За разлика от разпространените решения, при които се търси по геометрична форма, тук търсенето се извършва по функционални изисквания, представени на различни нива на конкретизация. Това създава предпоставки за по-голяма степен на повторно

използване на съществуващи геометрични модели.

Литература:

1. **Мигрев Р.**, Компютърно моделиране и симулация, Пропелер, София, 2016г., 196 стр.
2. **Lupinetta K., F. Gianninia, M. Montia, J. Pernot**, Automatic extraction of assembly component relationships for assembly model retrieval, *Procedia CIRP*, 50 (2016), 472–477.
3. **Lupinetti K., F. Giannini, M. Monti and, J. Pernot**, Multi-criteria retrieval of CAD assembly models, *Journal*

of Computational Design and Engineering, 5 (2018), 41–53.

4. <http://help.autodesk.com/view/INVTOR/2018/ENU/>, Inventor 2018 Help.

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са финансирани от Вътрешния конкурс на ТУ-София-2017г, Договор N172ПД0003-06.

CONCEPTUAL MODEL OF OBJECT-ORIENTED LIBRARY OF MECHANICAL COMPONENTS

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: The tools that modern CAD systems offer for easy and fast modification of geometric models, creating multiple configurations and using ready components are essential to improve price and quality, and to reduce development time. The gadgets for reusing existing geometric models are usually in the form of three types of libraries – standardized components, widespread joints and transmissions, non-standard components. In the present work are discussed libraries of CAD models of mechanical components. An object-oriented model of mechanical components is considered, which includes different levels of abstraction corresponding to the stages of the design process. In the proposed conceptual model of a library of components searching is performed according to functional requirements presented at different levels of generalization. This creates conditions for utilization to a greater extent of available solutions throughout the entire design process.

Keywords: CAD, component libraries, geometric models, object-oriented model