

Методика за обработка на сканирани изображения в средата на SolidWorks

Мария Консулова-Бакалова, Гриша Василев

A Method for Processing Scanned Images with SolidWorks: *The paper presents a methodology for processing of scanned images. The processing is with CAD system SolidWorks. 3D scanning device, which is used for measuring the three-dimensional shape of the objects, is structured light scanner DAVID SLS -1 V2. It uses projected light patterns and a camera system. The images are polygonal meshes that describe the surface of the model. The mesh is transformed to a surface model in SolidWorks.*

Key words: 3D scanning, polygonal mesh, surface model, SolidWorks.

ВЪВЕДЕНИЕ

Съществува голямо разнообразие от методи за безконтактно събиране на данни за реални обекти. Безконтактните устройства са лазерни, оптични и сензори от матрици с фотоклетки [1]. Обикновено се използва някакъв източник и след това приемник на светлина за събиране на информация. При безконтактните методи се получават изображения на напречните сечения и облаци от точки, които представят геометрията на обекта. Резултатите се изчисляват чрез триангулация, време за достигане до обекта, както и алгоритми за обработка на изображения.

Предимства на безконтактното сканиране:

- Няма физически контакт;
- Информацията бързо се преобразува в цифров вид;
- Добра точност и резолюция при приложения без специални изисквания;
- Възможност за регистриране на различни цветове;
- Възможност за сканиране на много детайлни обекти, за които контактните методи са неприложими поради невъзможност за осъществяване на контакт (липса на място).

Недостатъци:

- Възможни ограничения за оцветени, прозрачни или повърхности с отблясъци;
- Недостатъчна точност в сравнение с контактните методи.

Независимо от техниката на сканиране след събиране на данните за обекта следва обработка на полигоните, формиращи обвиващата повърхнина или облака от точки [1], [2]. По време на тази фаза трябва да се отсеят данните, даващи информация за геометрията на обекта и тези събрани като шумов фон. Понякога се налага да се направи сканиране под различен ъгъл, да се завърта детайла за да се постигне по-прецизно описание на повърхнините. Получената информация трябва да се събере в едно единствено множество точки. За целта има разработени специализирани софтуерни продукти за филтриране и обработка на данните. Често те вървят заедно със сканиращото устройство. Независимо използвания хардуер и софтуер за сканиране за да се може да се използва след това модела се налага и следваща обработка, с помощта на съответната CAD система.

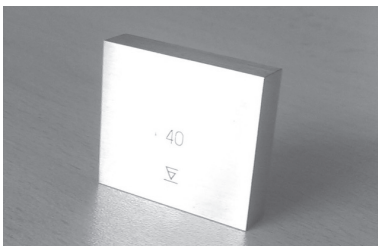
ИЗЛОЖЕНИЕ

Генерирането на CAD модели от сканираните данни е сложен процес, защото е необходимо да се впрегнат всички средства на софтуерния продукт за моделиране за да се постигне точен модел на повърхността на физическото изделие. Необходимо е по най-подходящ начин да се използва информацията, получена по време на сканирането на обектите. Обработка и точността ѝ зависят от областта на приложение на сканираните модели - дали е необходим само повърхнинен модел или твърдо тяло заедно с всичките му особености и допълнителна инженерна

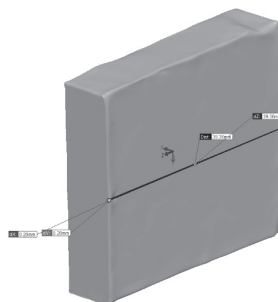
информация. Тук ще опишем етапите, през които се преминава при обработка на сканирано изображение с помощта на SolidWorks.

При сканиране на детайлите, използвани за примерите в настоящата публикация е използван 3D скенер DAVID Structured Light Scanner SLS-2. Сканираният модел се получава под формата на полигонална мрежа. Превръщането на мрежата от полигони в повърхнинен модел се прави с CAD системата SolidWorks.

Предварително е направено сканиране на обект с точни размери – плоскопаралелна пластина с размери $40^{\pm 0.001}$. Полученият сканиран модел е превърнат в повърхнинен с помощта на SolidWorks и е направено контролно измерване.



а) Детайл - първообраз



б) Повърхнинен модел

Фиг.1 Проверка на контролен размер

За линейния размер 40 mm, в сканирания модел получаваме 39,36 mm. Това е в границите на допустимото отклонение и съответства на точността на скенера.

В следващото изложение е представена последователността на действията, които се изпълняват в SolidWorks.

1. Предварителна обработка.

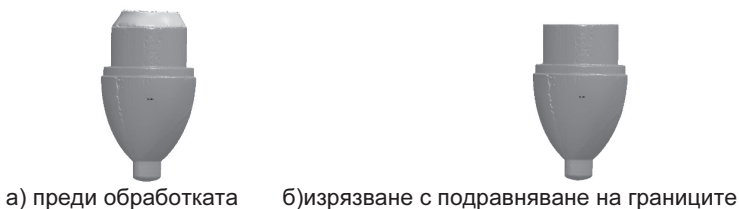
Целта на предварителната обработка е да се подготви модела за следващите етапи. Този етап не трябва да се пропуска и дори ако е необходимо може да се повтори няколко пъти за постигане на по-добри резултати. От качеството на обработения модел зависи дали той ще може успешно да се превърне в повърхнини. Използва се команда **Mesh Prep Wizard** [3].

Действието на командата започва с ориентирание на модела в моделното пространство (*Orientation Method*). Тук възможностите са моделът да остане непроменен, софтуерът автоматично да извърши ориентацията в пространството, ориентацията да се направи спрямо референтни обекти (ако има такива) или чрез въвеждане на точни координати за начало на локалната координатна система и ориентирание на осите. Стъпката не трябва да се подценява, защото от правилната ориентация в пространството зависят следващите обработки.

Следва премахване на шумовете (*Noise Removal Property Manager*). Обикновено като шумове се разпознават области с полигони или облаци от точки, които са на разстояние от основната част на модела и са с много малка площ в сравнение с останалите части [3]. В резултат се получава и известно намаляване на броя полигони.

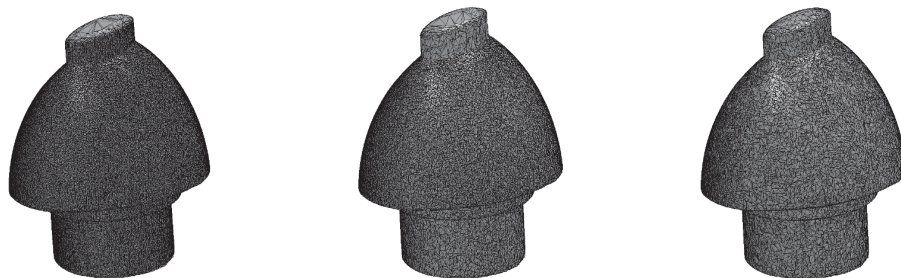
Често освен т.нар. шумове има проблеми с наличие на излишни построения, които могат да се премахнат през следващата стъпка (*Extraneous Data Removal Property Manager*). Докато изчистването на шумовете е автоматизиран процес и потребителя единствено регулира големината на разпознатите като шум области, то

по време на следващия етап изборът и изтриването на области от модела става след предварително маркиране. Има различни методи на селектиране. Изрязването се подпомага и чрез опцията "Trim mesh boundary to selection", която служи за получаване на по-плавни граници на полигоните след изрязване. Може да се регулира и дълбочината на селекция. На фиг.2 е демонстрирано изрязване на излишни части. Тук внимателно трябва да се следи за изчистване само на излишно добавени части, без да се премахват полигони от основния модел. За да се изпълни правилно почистването на модела е необходимо добре да се познава реалния детайл – първообраза. Излишните части най-често са от поставката, върху която е бил модела или поради наличие на отблясъци и други дефекти възникнали при сканиране.



Фиг.2 Изрязване на излишни части от модела

Следващата стъпка от предварителната обработка е една от най-важните. Следва настройване на размера на полигоналната мрежа (*Simplification Property Manager*). Възможно е да се намали броя на възлите на мрежата или да се редуцира броя точки в облака. В резултат се получава по-малък по обем файл. На фиг.3 е показан моделът с оригинален размер на мрежата и с редуциране съответно 50% и 90%.



фиг.3. Сканиран модел с различен размер на полигоналната мрежа.

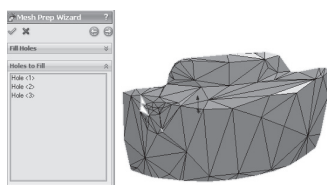


Фиг.4 Локално заглаждане на полигоните в участък от модела.

Необходимо е да има баланс между намаляването на размера на полигоналната мрежа и осигуряването на достатъчно добро възпроизвеждане на модела. Намаляването на броя на полигоните се налага, когато се работи с твърде големи файлове. Освен това излишно фината мрежа може вместо да подобри да влоши преобразуването в повърхнинен модел. Възможно е да се опростяват и само определени зони (локално опростяване на мрежата).

Следващата стъпка е заглаждане, което отново може да бъде за целия модел или за отделни части. След заглаждане се получават по-плавни преходи между повърхнините в модела и се поправят някои участъци с неестествена форма и взаимопресичащи се полигони (фиг.4.).

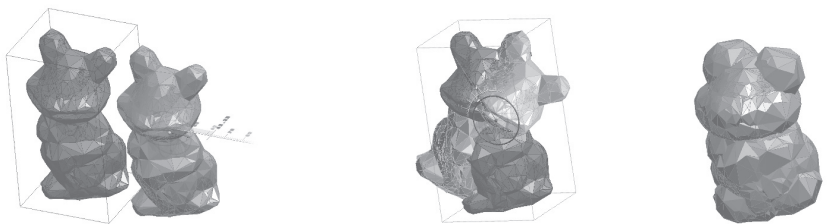
Последната стъпка е затваряне на отвори. Софтуерът открива в модела наличните отвори и ги извежда в списък (фиг.5). Потребителят може да избере дали да се затворят всички отвори или само избрана част от тях. Ако в полигоналната мрежа няма отвори стъпката се пропуска.



Фиг.5. Затваряне на отвори

2. Допълнително редактиране на полигоналната мрежа.

Дори след приключване на работа със съветника са възможни някои промени на мрежата. Една от възможностите е чрез команда **Mesh Edit** [3]. Действията, които се извършват са: копиране, завъртане, мащабиране на модела (мрежата) или създаване на нова мрежа отместена на зададено разстояние (фиг.6). При извършване на преместване може да се създават и копия на модела, отместени на въведено разстояние.



а) Преместване и/или копиране

б) завъртане

в) отместване

Фиг.6 Допълнителна обработка на мрежата

3. Проверка за отклонения (**Deviation Analysis**).

Използва се за да се визуализират отклонения между мрежата и други обекти в моделното пространство. Различните варианти за измерване на отклонението са:

- Surface to mesh deviation –измерва се спрямо повърхнина. Задава се диапазон – с долна и горна граници и чувствителност, която представлява броя точки (възли) на мрежата, чрез които се прави измерване на отклонението;

- Curve to mesh deviation – мери се отклонение между точки от крива и възлите на мрежата;

- Mesh to mesh deviation – отклонения между две мрежи.

В резултат от проверката се получава оцветяване на модела и по съответната цветова скала се отчита в какви стойности е отклонението [3]. Измерването може да се запише в текстови файл (Report).

4. Превръщане на модела от полигонален в повърхнинен.

Използва се **Surface Wizard**. Има два варианта за създаване на повърхнинен модел от полигони. Единият е автоматичен, а другият е чрез разделяне на модела от отделни части и апроксимирането им (автоматично) до използвани в програмата геометрични построения.

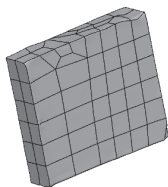
4.1. Автоматичен режим.

В този режим, когато е възможно, полученият резултат е твърдо тяло. Ако получените повърхнини не могат да се обединят, резултатът е повърхнинен модел, съставен от известен брой повърхнини (фиг.6а). Обикновено повърхнините са с четири страни (граници). Това е в идеалния случай. Групите от отделни повърхнини формират региони от повърхнини. В получения модел се различават различни елементи по цветове (Feature line – в оранжево; Граници на отделните част – черно; Крайща на Feature lines – червено кръгче).

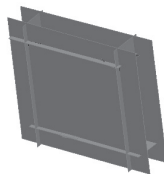
В идеалния случай, Feature lines са разположени, където кривината на мрежата преминава между две повърхнини. Например в ръб, разделящ две страни на куб. Тези линии могат да се редактират за да се извлекат по-подходящи повърхнини. Генерирането на повърхнинния модел е процес, който може да продължи значително време в зависимост от сложността на сканирания детайл.

4.2. Ръчно създаване на повърхнинен модел (полуавтоматичен режим).

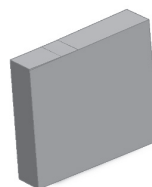
Идеята тук е да се създадат отделни части от мрежата, които по-късно се преобразуват в аналитични или неаналитични повърхнини. Целта е да се раздели мрежата на зони, които представляват специфични построения: равнини, цилиндри, конуси, b-сплайн повърхнини и др. Отделни зони от мрежата се оприличават на различни построения, като програмата ги оцветява в различен цвят. Различните зони могат да се обединяват по желание на потребителя или пък да се разделят на по-малки региони. Зоните определени като b-сплайн повърхнини изискват повече внимание при отстраняване на неподходящи кривини и назъбени ръбове. В полуавтоматичен режим потребителя може да избира примитиви (равнина, цилиндър, конус, сфера и др.), чрез които да опише модела. Обикновено в този режим се налага следваща обработка на модела с инструменти за повърхнинно моделиране (фиг.6б и 6в).



а) автоматично генериране



б) полуавтоматично генериране



в) обработен модел

Фиг.7 Модел от повърхнини.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представената методика за обработка на сканирани изображения с помощта на SolidWorks може да се използва при провеждане на лабораторни упражнения по дисциплината „Проектиране на изделия“ за спец. „Компютъризирани технологии в машиностроенето“, в ТУ-Варна. Тя би била полезна и при решаване на практически задачи от дипломанти.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Raja, Vinesh, Fernandes, Kiran J., "Reverse Engineering", An Industrial Perspective, Series: Springer Series in Advanced Manufacturing, ISBN 978-1-84628-856-2, 2008

[2] Varady, T; Martin, R; Cox, J. "Reverse engineering of geometric models—an introduction". Computer-Aided Design 29 (4): 255–268, 1997

[3] <http://help.solidworks.com>

За контакти:

Гл. ас. д-р инж. Мария Консулова-Бакалова, Катедра "Технология на машиностроенето и металоорежещите машини", Технически университет – Варна, тел.: 052-383 545, e-mail: mbakalova@tu-varna.bg

Докладът е рецензиран.