УДК 681.527.7

Ю.М. Осипов, С.В. Комзолов, С.В. Щербинин

Экспериментальное исследование функционирования системы управления устройством лазерной гравировки

Рассматривается экспериментальное исследование функционирования системы управления устройством лазерной гравировки при расчете точек траекторий гравировки сложных поверхностей с помощью технологий «облачных» вычислений.

Ключевые слова: сложная поверхность, устройство лазерной гравировки, триангуляция, «облачные» вычисления.

Лазерная гравировка основана на воздействии излучения непосредственно на поверхность материала. Благодаря высокой точности лазерной гравировки (толщина линии 25 микрон) можно наносить достаточно сложные изображения. Устройства лазерной гравировки, включающие лазерную установку и многокоординатный манипулятор (рис. 1), управляются через компьютер с возможностью импорта изображений из стандартных редакторов векторной или растровой графики [1].

Проблемы лазерной гравировки поверхностей деталей сложной формы из-за переменной фокусировки луча лазера, устраняются многокоординатным манипулятором, управляемым алгоритмами вычислений точек сложных поверхностей изделий. На рис. 2 представлена функциональная схема устройства лазерной гравировки.

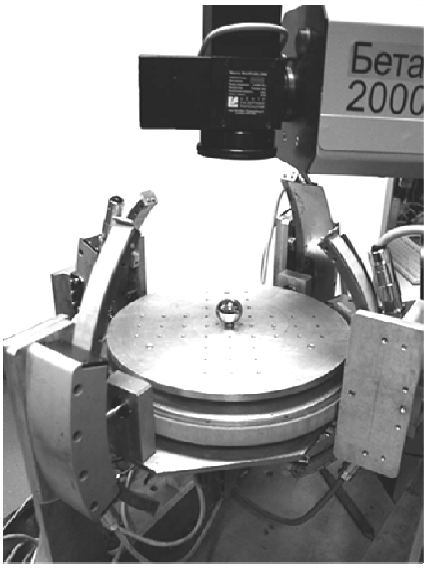


Рис. 1. Установка лазерной гравировки разработки отделения кафедры ЮНЕСКО (ОКЮ) (патент РФ № 2093344)

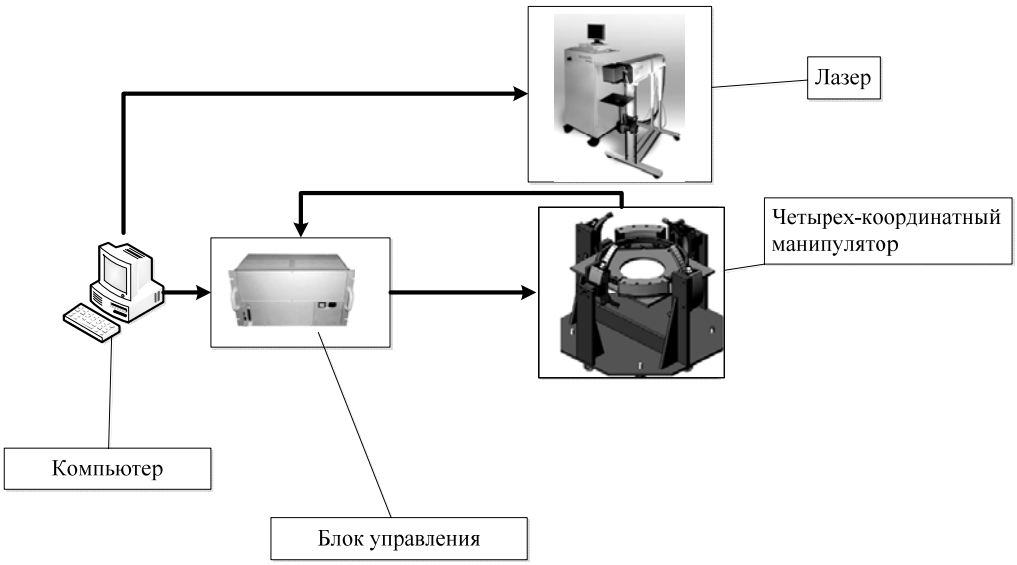


Рис. 2. Функциональная схема установки лазерной гравировки

Для нанесения гравировки на поверхность детали требуется ее математическая модель. Математическая модель может быть получена с помощью какой-нибудь CAD-системы и сохранена в формате OBJ. В этом формате информация о поверхности модели детали сохраняется в виде масси-

ва точек – вершин треугольников, заданных своими декартовыми координатами. В ОКЮ разработана программа MONEYPOOLATOR, позволяющая проецировать рисунок гравировки на модель поверхности детали.

```
# OBJ File Generated by Photo Scene Editor Build
##############################################################
mtllib Scene_2012_01_15_22_54_25_tex.mtl
v 0.616549 -3.675670 1.337340
v 0.821942 -3.657540 1.180940
v 1.048610 -3.419000 1.558550
v -7.062230 -3.360840 12.640900
v -7.901600 -3.324280 12.913900
v -7.217480 -3.198380 11.984700
v -8.192670 -3.396740 14.435000
v -8.407460 -3.362890 13.885700
v -8.207110 -3.361350 13.395400
v -10.983800 -3.170270 16.170401
v -10.571000 -3.337480 16.746401
v -11.575000 -3.251740 16.936899
v -6.781290 -2.702690 2.979790
v -6.573100 -3.030060 2.760750
v -6.263090 -2.985290 2.996630
v -8.216960 -1.875760 2.802240
v -8.883340 -1.401070 2.624150
v -9.267170 -1.458810 1.810120
v -13.108300 -3.123020 18.205400
v -12.166900 -3.222760 17.420500
v -11.645100 -3.277190 18.252800
v -22.852900 -3.462370 18.011400
v -22.338900 -3.511450 17.763901
v -22.411800 -3.517780 18.344101
v -22.182501 -3.419130 16.715300
v -22.226299 -3.304600 16.153999
v -21.871000 -3.319840 16.375200
v -20.341900 -2.903660 18.262800
v -20.662701 -3.048640 18.906401
v -21.372900 -3.421920 18.639000
```

Программа работает с триангулированными поверхностями и позволяет получать информацию о координатах точек траекторий гравировки (рис. 3).

Точки траекторий гравировки определяются по следующему алгоритму. Форма траекторий определяется плоским изображением расположенным на эскизной плоскости П (рис. 4), которое затем проецируется на поверхность модели по одному из методов: параллельного, центрального или криволинейного проецирования [2].

Рис. 3. Информация о поверхности модели детали в формате OBJ

Часто возникает ситуация, при которой невозможно достаточно точно описать математическую модель поверхности обрабатываемой детали, т.е. имеется физическая модель детали, но нет возможности реконструировать ее модель по размерам. Существую-щие технологии трехмерного моделирования (3D-моделирование и 3D-визуализация) архитектурных, машиностроительных либо художественных объектов с помощью 3D-сканеров удобны и обеспечивают высокую точность реконструкции по отношению к оригиналу. Но названные технологии не всегда доступны из-за высокой стоимости программного оборудования и обеспечения.

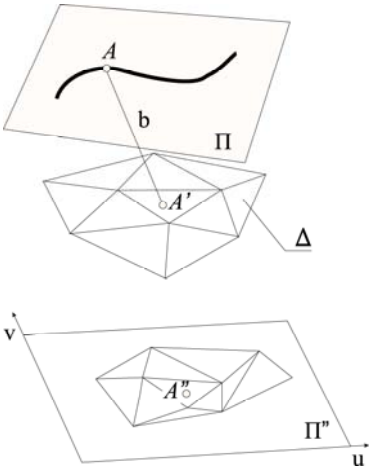


Рис. 4. Отображение траектории гравировки на поверхность модели

В последнее время появляется альтернативный 3D-сканированию, вариант решения проблемы реконструкции модели детали по ее физическому образцу. Компания Autodesk объявила о том, что на сайте Autodesk Labs открыт бесплатный доступ к предварительной версии 123DCatch (Project Photofly), онлайн-сервиса на основе «облачной» технологии, позволяющего пользователям создавать триангулированные 3D-модели из фотографий [3]. Нами проведен эксперимент по выявлению точности такого технологического подхода для задач управления лазерной гравировкой деталей, ограниченных поверхностями сложной формы.

С помощью Project Photofly можно легко создавать трехмерные модели из наборов фотографий. В нем используется автоматический процесс калибровки. Это значительно упрощает получение моделей на основе фотографических снимков, так как ручная калибровка фотографий является сложной, требует высокой квалификации и больших затрат времени. В Project Photofly применяется для калибровки автоматический движок под названием Camera Factory. Доступ к нему осуществляется через онлайн-сервис и программу-клиент Photo Scene Editor.

Для получения поверхностной модели детали достаточно запустить программу Photo Scene Editor и подключиться к Camera Factory. Данные о модели в формате DWG можно получить при помощи любой программы фирмы Autodesk, предназначенной для 3D-моделирования (например, AutoCAD, Revit или Inventor).

В целом сервисы «облачных» вычислений представляют собой приложения, доступ к которым обеспечивается через Интернет посредством обычного браузера [4]. Главное отличие от работы с обычным программным обеспечением в том, что используются не ресурсы своего персонального компьютера, а мощные компьютерные ресурсы, предоставляемые как интернет-сервис. При этом пользователь имеет полный доступ к собственным данным и возможность работы с ними, но не может управлять той же операционной системной, программной базой, вычислительными мощностями и т.д., с помощью которых эта работа происходит.

Такая технология имеет ряд преимуществ:

– пользователь может задействовать персональный компьютер слабой конфигурации для выполнения ресурсоемких задач (пользователи могут перейти с обычных компьютеров и ноутбуков на более компактные и удобные нетбуки);

– облачные технологии позволяют работать в любом месте, пользователь не привязан к определенному месту работы и конкретному компьютеру;

– меньше затрат на приобретаемое программное обеспечение;

– постоянное обновление программ;

– увеличение доступных вычислительных мощностей и т.д.

Рис. 5. Блок-схема проверки точности нанесения гравировки на сложную поверхность

В качестве экспериментального образца выбрана деталь, ограниченная поверхностью сложной формы. За отсутствием 3D-сканера использовались возможности «облачных» вычислений, предоставляемые фирмой AutoDesk в проекте 123DCatch. Алгоритм организации эксперимента показан в виде блок-схемы на рис. 5.

Выполнены фотографии обрабатываемой детали (рис. 6). Полученные фотографии обработаны с помощью «облачных» технологий на сервере CameraFactory. Затем в специализированной программе в «облаке» точек выполнена триангуляция поверхности (рис. 7). На рис. 8 изображен тонированный вариант модели детали. Полученная модель детали в формате OBJ передана в программно-лабораторный комплекс MONEYPOOLATOR, где на поверхность модели были нанесены траектории обработки поверхности детали.

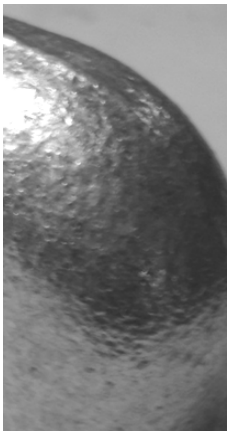


Рис. 6. Фотография детали, ограниченной криволинейной поверхностью

Рис. 7. Каркасная триангулированная модель той же криволинейной поверхности

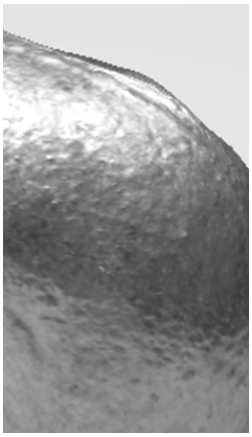
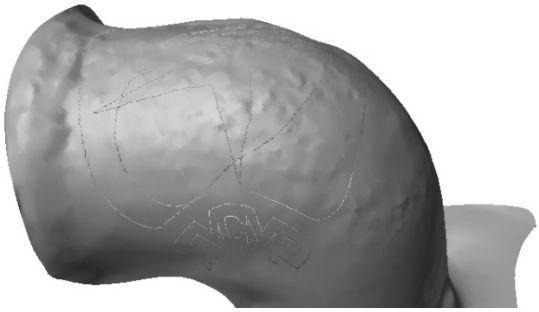


Рис. 8. Тонированная модель криволинейной поверхности



Затем информация о траекториях передана в систему управления устройства лазерной гравировки, где выполнено нанесение гравировки. Отклонение точек траекторий от заданной составило не более 0,5 мм без учета точности самих измерений координат точек.

Рис. 9. Модель поверхности детали с нанесенной гравировкой в окне программы MONEYPOOLATOR

Выводы

ProjectPhotofly предоставляет технологии получения 3D-моделей проектировщикам, дизайнерам и инженерам, у которых недостаточно средств или опыта для моделирования на основе изображений, и позволяет лучше оценивать, анализировать, документировать и планировать инновационные проекты электромехатроники.

Новые возможности «облачных» вычислений дают возможность существенно быстрее проводить технологическую подготовку, связанную с лазерной гравировкой сложных поверхностей деталей.

Литература

1. Осипов О.Ю. Мультикоординатные электромехатронные системы движения / О.Ю. Осипов, Ю.М. Осипов, С.В. Щербинин. – Томск: Изд-во Том. гос. ун-та упр. и радиоэлектроники, 2010. – 320 с.
2. Компьютерная геометрия / Н.Н. Голованов, Д.П. Ильютко, Г.В. Носовский, А.Т. Фоменко. – М.: Академия, 2006. – 512 с.
3. Autodesk представляет Project Photofly [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.autodesk.ru/adsk/servletitem?id=15427916&siteID =871736, свободный (дата обращения: 17.01.2012).
4. Риз Джордж. Облачные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 288 с.

Осипов Юрий Мирзоевич
Д-р техн. наук, д-р экон. наук, профессор, зав. отделением каф. ЮНЕСКО ТУСУРа
Тел.: (382-2) 41-38-64
Эл. почта: umo1943@yandex.ru

Комзолов Сергей Владимирович
Аспирант отделения каф. ЮНЕСКО ТУСУРа
Тел.: (382-2) 42-87-40, доб. 319
Эл. почта: truth-digger@sibmail.ru

Щербинин Сергей Васильевич
Канд. техн. наук, доцент отделения каф. ЮНЕСКО ТУСУРа
Тел.: (382-2) 42-87-40, доб. 319
Эл. почта: sherb@mail.ru

Osipov J.M., Komzolov S.V., Sherbinin S.V.
Experimental study on the control system of laser engraving device

We consider an experimental study on the control system of a laser engraving device. The research concerns calculation of trajectory points for engraving on complex surfaces with the use of cloud technologies.
Keywords: complex surface, laser engraving device, triangulation, «cloud» computing.