С. С. Шемелюнас, А. В. Дроботов, Д. В. Самойлов

АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕРВИСНЫХ ФУНКЦИЙ В FDM 3D ПРИНТЕРЕ

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: sergey.shemelyunas@bk.ru

В статье рассматривается применение системы автоматического снятия и извлечения напечатанных изделий, а также системы контроля подачи материала в FDM 3D принтерах. Описан процесс создания программного модуля для обеспечения функционирования этих систем в программно-аппаратном комплексе 3D принтера. Описаны возможности разработанного программного модуля и способы его применения в современном аддитивном производстве.

Ключевые слова: 3D принтер, аддитивные технологии, снятие изделий, извлечение изделий, контроль подачи материала.

S. S. Shemelyunas, A. V. Drobotov, D. V. Samoylov

SERVICE FUNCTIONS AUTOMATION IN FDM 3D PRINTER

Volgograd State Technical University

The article discusses systems for automatic removal and retrieval of printed products, as well as control systems for material supply in FDM 3D printers. The process of the module software for ensuring the functioning of these systems in a software and hardware integrated 3D printer is described. The capabilities of the developed module and the ways of its application in modern additive manufacturing are described.

Keywords: 3D printer, additive technologies, product removal, product removal, material supply control.

Аддитивные технологии очень быстро развиваются в последнее время, позволяя производить в сжатые сроки широкую номенклатуру изделий с минимальными затратами материалов всего на одном станке – 3D принтере.

В виду новизны и несовершенства аддитивных технологий часто требуется участие человека в процессе печати, например при окончании печати, чтобы снять напечатанное изделие и поставить на печать новое и при засоре печатающего сопла, что приводит к браку при печати и изделие выбрасывается. На данный момент существует системы, которые позволяют снимать напечатанное изделие и контролировать процесс печати, оповещать пользователя в случае возникновения засора сопла и остановить печать. Однако данные системы имеют огромное количество недостатков. Часто данные системы создают помехи самому процессу печати [1].

Для снижения количества брака и уменьшения вовлеченности человека в процесс печати были разработаны системы автоматического снятия напечатанных изделий и контроля подачи материала для FDM 3D принтера с улучшенными характеристиками. Разработанные системы подключаются к любому стандартному FDM 3D принтеру и могут работать как совместно, так и отдельно друг от друга.

Система контроля подачи материала пред-

ставляет собой программно-аппаратный комплекс [2], встраиваемый в FDM 3D принтер, который способен динамически (во время работы) 3D принтера следить за наличием пластика в принтере, рассчитывать скорость продвижения пластика и вычислять подаваемый объем материала, сравнивая его с заданным в программе объемом, и, при необходимости делать поправки в программе печати. При отсутствии пластика в системе или при остановке его движения во время печати принтер остановит работу и подаст сигнал пользователю об этом.

После окончания печати в работу вступает второй предложенный программно-аппаратный комплекс [3], также встраиваемый в FDM 3D принтер, обеспечивающий автоматическое снятие и извлечения напечатанных изделий из рабочей камеры 3D принтера. После этого может быть произведен автоматический запуск нового процесса печати.

Для того чтобы данный программно-аппаратный комплекс правильно и точно выполнял свои функции необходима разработка программного модуля, который будет осуществлять связь разработанных систем с платой управления 3D принтера.

Функциональная схема 3D принтера с системой автоматического снятия напечатанных изделий и системой контроля подачи материала упрощенно представлены на рис. 1.

Рис. 1. Функциональная схема FDM 3Dпринтера с подключенными системами

Разработку программного модуля проводилась на основе бесплатного программного обеспечения с открытым исходным кодом «Pronterface». Открытый код находится в репозитории GitHub, где каждый может его скачать и открыть в любой удобной среде [4, 5]. Внешний вид графического интерфейса Pronterface представлен на рис. 3.

Прежде всего, для возможности тестового запуска процесса снятия напечатанного изделия была создана функция, отвечающая за отправку

сообщения 3D принтеру о необходимых действиях. После создана кнопка «Remove», запускающая данную функцию. Также для контроля положения лезвия относительно печатной поверхности был добавлен дополнительный концевой датчик и модифицировано программное обеспечение Marlin для возможности подключения датчика к принтеру.

При работе 3D принтера в режиме снятия и извлечения изделий плата управления генерирует G-код, представленный на рис. 2.

```
#-----
# Раздел с удалением изделий. Прописан обработчик кнопки. Сама кнопка прописана в файле toolbar . py
#-----
def removedTest(self, event):
    dlg=wx.MessageDialog(self, _("Начать автоматическое удаление изделия?"), _("Удаление изделия"), wx.YES | wx.NO)
    if dlg.ShowModal() == wx.ID_YES:
        self.onecmd('G28 X0 Y0 Z0') #Отправляем печатающую головку "домой"
        self.onecmd('T1') #Переключаем принтер на режим снятия
        self.onecmd('G1 Z160') #Отправляем стол в нижнее положение
        self.onecmd('G1 F1200 E-100') #Пододвигаем лезвие к столу
        self.onecmd('G1 Z157') #Поднимаем стол до соприкосновения с лезвием
        self.onecmd('G1 F1200 E-1550') #Лезвие делает полный проход
        self.onecmd('G1 F2000 E0') #Возвращаем лезвие обратно с повышенной скоростью
        self.onecmd('home z') #Отправляем стол "домой"
        self.onecmd('T0') #Переключаем принтер на режим печати
    dlg.Destroy()
    dlg=wx.MessageDialog(self, _("Идет процесс извлечения изделия, по окончании нажмите кнопку ОК"), _("Выполнение"), wx.OK)
    dlg.ShowModal()
```

Рис. 2. G-код снятия и извлечения изделий

Для обработки 3D принтером сигналов датчика контроля и наличия материала предложен алгоритм обработки данных, получаемых с датчика. Необходимо чтобы полученные сигналы преобразовывались в численные значения диаметра прутка пластика, его скорости подачи и двоичного параметр наличия пластика в системе. Эти параметры записываются в переменные: «presencePlast» – наличие пластика в системе (Да/Нет), «diameterPlast» – диаметр пластика и «feedRatePlast» – скорость подачи прутка пластика. Переменная «volumePlast» –

содержит объем выдавленного пластика в минуту. Это значение рассчитывается из переменных «diameterPlast» и «feedRatePlast».

Для наглядного представления состояния принтера создан графический интерфейс, отображающий объем подачи и коэффициент корректировки. Для этого в разрабатываемом программном модуле прописан алгоритм вывода информации с датчика контроля и наличия материала в графический интерфейс программы «Pronterface». На рис. 3 представлена полученная часть программы с текстом и формами вы-

Рис. 3. Вывод информации с датчика

воды численных значений. Также, при наведении курсора на окна вывода выходит окно с пояснением этого значения.

После создания визуальных окон вывода информации, был добавлен алгоритм остановки 3D принтера при окончании пластика. Причем, необходимо, чтобы после замены пластика на новый, принтер продолжил печать с той же точки, в которой печать была приостановлена. Для этого создана специальная функция, в которой если параметр «presencePlast» равен «false» или при существенной разнице между поданным и требуемым объемом материала, то печать временно приостанавливается, принтер запоминает текущее положение печатающей головки, затем экструдер осуществляет ретракт пластика для простой вставки нового прутка, стол опускается для того, чтобы печатная головка отъехала в сервисное положение. Сразу после этого выводится диалоговое окно, которое уведомляет пользователя, что пластик за-

кончился. Когда пользователь загрузит пластик и подтвердит это, программа проверит наличие прутка пластика. Если кнопка нажата и пластик в экструдере, запустится процесс восстановления печати. Экструдер выдавит немного пластика и сбросит свое положение, затем печатная головка вернется к позиции остановки, которую принтер запомнил и печать возобновится с того же места [6].

Разработанное программное обеспечение предназначено для управления 3D принтером при помощи стандартного компьютера по протоколу USB. В качестве дополнительных функций: возможность автоматического снятия напечатанных изделий, автоматический останов и возобновление печати при окончании пластика, просмотр в режиме реального времени состояния прутка пластика: его наличие в системе, скорость подачи, диаметр и выдавленный объем. Окно программы с подключенным разработанным программным модулем представлено на рис. 4.

Рис. 4. Окно программы с подключенным программным модулем

Предложенное программное обеспечение можно использовать со многими 3D принтерами, у которых есть возможность подключения к персональному компьютеру. Дальнейшая работа будет заключаться в тестировании работы программного модуля, доработка интерфейса программы и будет добавлена возможность работы с разными типами датчиков контроля подачи материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дроботов, А. В. Применение FDM технологии объемной печати для мелкосерийного производства изделий / А. В. Дроботов, И. В. Мартынович, И. С. Торубаров // XIV межрегиональная научно-практическая конференция «Взаимодействие предприятий и вузов – наука, кадры, новые технологии» (г. Волжский, 18 октября 2018 г.) : сб. докл. конф. / под ред. С. И. Благина ; ВПИ (филиал) ВолгГТУ [и др.]. – Волгоград ; Волжский, 2018. – С. 151 – 155.
2. Шемелюнас, С. С. Анализ и совершенствование системы контроля подачи материала в FDM 3D принтерах /

С. С. Шемелюнас, А. В. Омаров, А. В. Дроботов // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 8 (243) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2020. – (Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении». – С. 78–81.

3. П. м. 195094 Российская Федерация, МПК В41L1/00. Устройство автоматического снятия и извлечения напечатанных изделий из камеры 3D принтера / С. С. Шемелюнас, А. В. Омаров, А. А. Шмелева, А. В. Дроботов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет». – № 2019124990 ; заявл. 07.08.2019. ; опубл. 15.01.2020, Бюл. № 2.

4. Pronterface, Pronsole, Printcore [Электронный ресурс] // pronterface :офиц. сайт. – 2020. – Режим доступа :<https://www.pronterface.com> (дата обращ. 20.12.2020).

5. GitHub - kliment/Printrun[Электронный ресурс] // GitHub :офиц. сайт. – 2020. – Режим доступа : <https://github.com/kliment/Printrun> (дата обращ. 20.12.2020).

6. Датчик окончания филамента на Октопринте [Электронный ресурс] // 3D today: офиц. сайт. – 2020. – Режим доступа: <https://3dtoday.ru/blogs/an-drewstick/the-sensor-end-of-the-filament-on-oktoprint/#> (дата обращ. 20.12.2020).