

предоставлен доступ к серверу для разработки системы и определена среда разработки. Управление базой данных осуществляется с помощью Oracle Database.

В настоящее время совместно с группой студентов и сотрудников отдела ЭТО разрабатывается техническое задание к разработке web-интерфейса информационной системы. Кроме того, в группе разработчиков ведется исследование наиболее приемлемого алгоритма принятия решения экспертной системой. Алгоритм учитывает особенности предметной области, а его разработка ведется на основе анализа существующих подходов принятия решения. Основой алгоритма служат такие понятия теории вероятности, как вероятность появления события и несовместные события.

Выполнение работы упростит работу сотрудников отдела и позволит с меньшими временными затратами организовывать корпоративные мероприятия. Студенты получают доступ к информации о приобретенных ими компетенциях и смогут отслеживать свою динамику развития.

Используемая литература

1. Об элитном техническом образовании [Электронный ресурс]// Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет [Официальный сайт]. URL: <http://tpu.ru/initiatives/eto/about-eto/> (дата обращения: 25.01.2014).

2. Понятие информационной системы [Электронный ресурс]// Электронное учебное пособие по курсу «Информационные технологии». Бийский технологический институт [Официальный сайт]. URL: http://do.bti.secna.ru/lib/book_it/inf_sistem.html (дата обращения: 27.01.2014).

ПРИМЕНЕНИЕ ПИД-АЛГОРИТМА В АДАПТИВНОМ УПРАВЛЕНИИ

Стариков Д.П., Рыбаков Е. А., Берчук Д.Ю.
E-mail: dstarikov@me.com

Научный руководитель: ассистент кафедры ИКСУ ТПУ, Журавлев Д.В.

Введение

В настоящее время все большую популярность и практическую применимость приобретает 3D печать. Наиболее выгодной является печать моделей из ABS пластика. Пластик подается в принтер в виде волокна.

Технология изготовления пластикового волокна предполагает соблюдение точного диаметра (1,7 мм) с максимальной погрешностью 30 мкм. Стоимость подобных установок (экструдеров), способных обеспечить заданную точность достаточно велика. Типовая модель экструдера может быть представлена следующей моделью (рисунок 1).

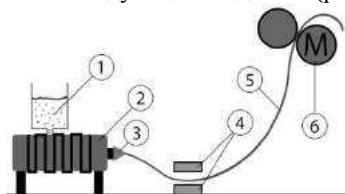


Рисунок 1. Модель созданной установки

- 1 – Бункер;
- 2 – Экструдер;
- 3 – Сопло;
- 4 – Датчики (оптопара);
- 5 – Волокно;
- 6 – Двигатель с редуктором.

Размельченный пластик насыпается в специальный бункер (1), где нагревается до определенной температуры. Посредством вращения шнека мягкий пластик выдавливается через сопло (3) в виде волокна (5) определённого диаметра. После этого гравитационным методом струна проходит через датчик положения (4). В зависимости от показаний датчика необходимо регулировать частоту вращения мотора (6).

При этом ставится несколько задач по управлению этим контуром САР (Системы автоматического регулирования):

- Плавное изменение частоты вращения двигателя (без рывков).

- Подбор оптимальной скорости протяжки (в силу нелинейности скорости подачи пластика из экструдера).

- Обеспечение аварийной защиты (обрыв пластика и т.п.).

На данный момент управление частотой вращения двигателя осуществляется за счет релейной автоматики. Использование подобной реализации предполагает только частичное решение поставленных задач. Например, велика вероятность обрыва волокна из-за импульсного управления мотором. Также возможно уменьшение диаметра вследствие удлинения волокна за счет рывком протягивающего механизма. В настоящее время на работающей установке достигается точность порядка 30 мкм, но с перерасходом материала, что ставит вопрос рентабельности подобной установки про производству АБС волокна.

Решить поставленные задачи в полной мере может разработанный алгоритм адаптивного дискретного управления (основанный на ПИД законе регулирования). Классический закон ПИД регулирования представлен на рисунке 2.

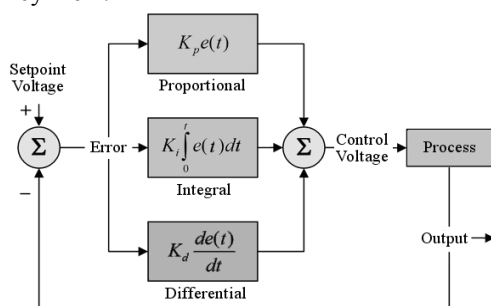


Рисунок 2. Классическое представление ПИД закона регулирования

Здесь в зависимости от сигнала обратной связи формируется управляющее воздействие, учитывающее пропорциональную, интегральную и дифференциальную составляющие в зависимости от величины ошибки. Качество переходных процессов зависит от выбора коэффициентов.

$$u(t) = P + I + D = k_p e(t) + k_i \int_0^t e(\tau) d\tau + k_d \frac{de(t)}{dt} \quad (1)$$

Как видно из формулы, классический ПИД регулятор предполагает использование непрерывного (аналогового) сигнала. Кроме того такой подход не предполагает адаптации управляющего воздействия.

Была поставлена задача разработки программно-аппаратного комплекса для управления скоростью узла протяжки волокна, позволяющего избежать рывков при увеличении скорости, автоматически подбирающего оптимальную скорость протяжки.

Алгоритм

На рисунке 3 приведена блок-схема разработанного алгоритма

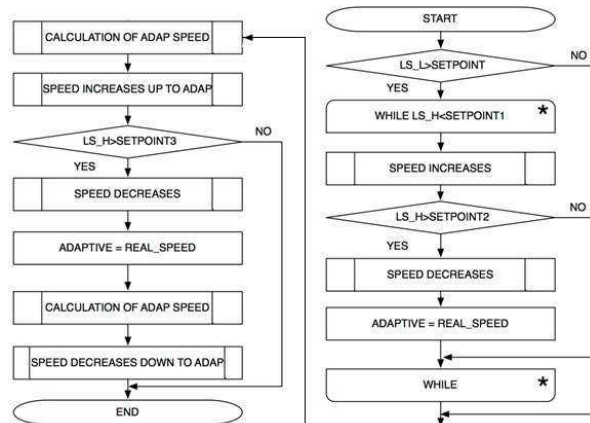


Рисунок 3. Блок-схема алгоритма

Когда значение с нижнего датчика достигнет контрольной точки частота вращения двигателя начинает возрастать по ПИД алгоритму регулирования. До момента, когда верхний датчик будет активирован, запускается алгоритм медленного торможения рабочего тела. После этого специальная функция сохранит и первично рассчитает данные для функции подбора адаптивной скорости. Рассчитанные данные будут преобразованы в частоту вращения двигателя и переданы мотору. Привод будет работать на адаптивной скорости, но как только верхний сенсор будет активирован снова рассчитанная скорость будет пересчитана.

В общем случае функция вычисления адаптивной скорости может быть представлена в виде формулы (2):

$$u_{t+1}(t) = \lim_{x \rightarrow t} \sum_{x=i-1}^{x=i} \frac{u_x}{2} \pm k_p e(t_{t-1}) + k_i \int_0^{t-1} e(\tau) d\tau + k_d \frac{de(t_{t-1})}{dt} \quad (2)$$

Выбор знака суммы или разности зависит от динамики изменения скорости двигателя (это напрямую связано с положением пластиковой нити).

Аппаратная часть

Для решения поставленных задач в полной мере и увеличения показателя точности, предполагается использование вместо релейной автоматики - микроконтроллера, транзисторных ключей и 2х оптопар для обеспечения обратной связи.

В качестве управляемых ключей использован MOSFET транзистор, способный обеспечить заданное быстродействие широтно-импульсной модуляции управляющего сигнала, посланного с микроконтроллера. Принципиальная схема изображена на рисунке 4. Для более тонкой настройки чувствительных элементов обратной связи была использована следующая схема трехпроводного подключения каждого из датчиков (рисунок 5)

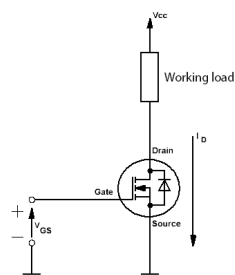


Рисунок 4. Схема реализации ШИМ

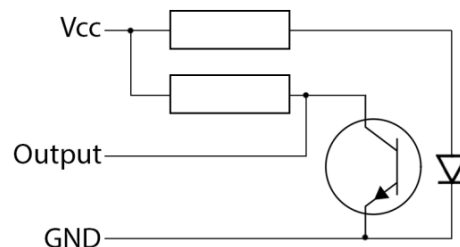


Рисунок 5. Схема трехпроводной схемы подключения датчика

Для реализации заданного алгоритма было выбрано следующее расположение оптопар (рисунок 6).

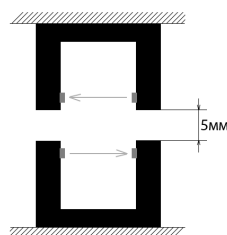


Рисунок 6.

Расположение оптопар

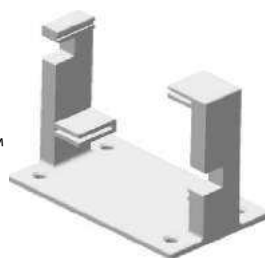


Рисунок 7.

Модель держателя

Подобное решение позволяет точнее контролировать положение волокна в пространстве.

В данном решении был использован микропроцессор ATmega2560, способный обеспечить широтно-импульсную модуляцию на частоте 16 МГц.

Результаты

В соответствии с алгоритмом графики переходных процессов должны выглядеть следующим образом (рисунок 8). В ходе исследований были получены следующий график (рисунок 9)

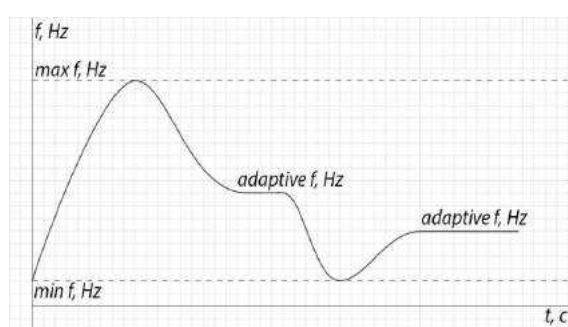


Рисунок 8. График работы алгоритма

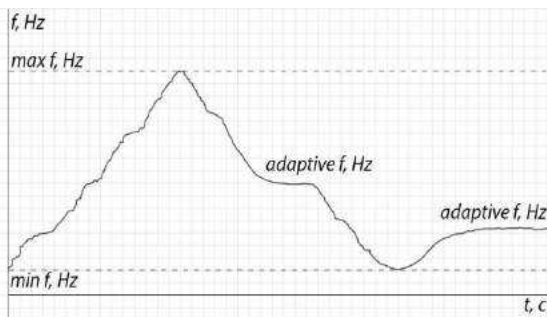


Рисунок 9. Реальный режим работы

Как видно из графиков, имеет место плавное нарастание и уменьшение скорости вращения протяжного механизма, так же алгоритм обеспечивает выход на адаптивную скорость, рассчитанную микроконтроллером на основе трендов.

Заключение

Описанное аппаратно-программное решение было опробовано и в настоящее время успешно используется в производстве волокна из АБС пластика в модернизируемой установке.

Решаются поставленные проблемы, а именно:

- Плавное изменение частоты вращения двигателя (протягивающего механизма) за счет использования транзисторных ключей, ШИМ и предложенного алгоритма.
- Автоматически подбирается оптимальная скорость вращения, которая пересчитывается в ходе работы установки.
- Сведены к минимуму аварийные ситуации в силу отсутствия рывков при протяжке волокна.

Список использованных источников

1. Arduino Cookbook by Michael Margolis, Published by O'Reilly Media, Inc., 2011
2. Users Guide to Autodesk Inventor by Rajat K. Daftuar, Purdue University School of Electrical Engineering
3. Control System Design by Karl Johan Åström, 2002