МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

УДК 681.527.7

Петер Коледа, инженер;
Любомир Нашчак, кандидат наук, доцент
Технический университет в Зволене, Словакия

ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ И ИНТЕРПОЛЯЦИИ ДЛЯ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ С ДВУМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ

Информация о текущем положении является необходимой для алгоритмов управления при позиционировании мехатронных систем. Траектории движения, определяемые различными методами интерполяции, и точность контроля положения являются важными параметрами, характеризующими качество системы управления.

Ключевые слова: алгоритмы управления, мехатронные системы, методы интерполяции

Управление положением

Управление положением, так же, как управление скоростью, является неотъемлемой частью алгоритмов управления мехатронными системами. Существующие алгоритмы управления положением и скоростью включают в себя типовые процедуры, которые применяются для решения большинства подобных задач. Фундаментальные алгоритмы управления характеризуются высокой сложностью, возрастающей с повышением требований к качеству управления, поэтому особое внимание при разработке алгоритмов управления уделяется их оптимизации. Оптимизация оказывает значительное влияние на экономические, материальные и временные факторы, которые формируют требования современной промышленности.

Свойства алгоритмов управления являются отправной точкой для определения характеристик системы позиционирования в целом. Характеристики механической части, в значительной степени, предопределены конструкцией и не могут быть существенно изменены. Характеристики силовой и управляющей электроники (максимальные токи, напряжения, частоты, логические уровни), напротив, полностью зависят от способов их реализации, и поэтому задача оптимизации алгоритмов управления является ключевой.

Интерполяция

Непрерывная траектория, как и функция в общем виде, может принимать различные формы, которые не всегда удается точно представить аналитически. Аналитические представления траектории, которые ближе всего отражают заданную форму, часто соответствуют сумме нескольких функций. Такой вариант решения не может удовлетворять критерию оптимальности, так как точное, но сложное представление траектории не всегда наилучшее. В большинстве случаев рациональнее представить всю траекторию в виде небольших участков, что позволит добиться большей точности при интерполяции. Реализация этого варианта требует большей вычислительной мощности, что при реальном состоянии современных технологий не является серьезным препятствием. Важную роль при этом играет и быстродействие вычислительной техники, которая используется для реализации алгоритмов интерполяции.

© Коледа П., Нашчак Л., 2010

Экспериментальная проверка различных интерполяционных методов позволила получить информацию об их точности и пригодности для различных применений. Не все системы требуют очень высокой точности, однако требование точности для некоторых превышает значение 0,02 мм.

Определение положения рабочего органа

В качестве датчиков обратной связи используются инкрементальные датчики (энкодер) для определения положения рабочего органа (выходного звена), находящегося, например, в центре рабочей зоны. Датчики используются только для генерирования импульсов при движении, по частоте этих импульсов определяется скорость, но нет возможности определить текущее положение рабочего органа. Абсолютные энкодеры позволяют получить информацию о текущем положении. При инкрементных энкодерах необходимо вычислить текущее положение с привлечением определенных средств, например, счетчиков системы управления в виде интегральных схем или встроенных счетчиков микропроцессора. Возникает необходимость подсчета импульсов, а для определения положения инкрементировать или декрементировать счетчик.

В современных манипуляторах, оснащенных системами обработки данных, для повышения точности используют камеры с разрешением от 1,3 до 5,0 мегапикселей, которые снимают рабочую зону, и после распознавания требуемых объектов определяется их положение. Точность определения положения при кадровой частоте от 10 до 30 кадров в секунду достигает сотых долей миллиметра. Данные, полученные таким образом, позволяют определить фактическое положение и форму объектов, скорость и точность этих параметров зависит только от используемого программного обеспечения.

Связь с управляющим ПК

В промышленности используются различные коммуникационные протоколы для с связи системы управления с периферийными устройствами (рис. 1). Их выбор определяется в основном требованиями объектов, с которыми необходимо обмениваться информацией, а также сложностью внедрения выбранного коммуникационного интерфейса в систему. Значительное расширение глобальных сетей и Интернета позволило включить во Всемирную сеть и системы управления, тем самым открывая возможность обмена информацией между удаленными устройствами управления и исполнительными органами, а также между системами управления и конечными пользователями, которые контролируют состояние исполнительных устройств.

Каждому устройству, при подключении к сети назначается IP-адрес, поэтому необходимо обратить внимание на обеспечение безопасности и защиты протокола связи и предотвратить несанкционированный доступ к хранимым данным.

Критерии оптимизации алгоритмов управления:

– Точность интерполяции различными методами – определение максимального отклонения ε, которое не может быть превышено. Его величина при различных методах интерполяции ограничена достижимой точностью их аналитического выражения.

– Скорость движения, ускорение и торможение – в значительной степени влияют на динамические характеристики системы и инерцию механических узлов.

– Вычислительная сложность алгоритмов – сведение к минимуму числа выполняемых инструкций, сокращение до минимума исходного кода для обеспечения минимального машинного времени.

– Максимальная тактовая частота управляющей и силовой электроники – длительность цикла команд микропроцессорного устройства может конфигурироваться рабочими частотами вспомогательных регистров процессора.

– Влияние быстродействия алгоритмов управления на динамические характеристики механической системы – способность резкого торможения и остановки движения в заданной точке.

– Энергоемкость системы – оптимизация энергопотребления, статические режимы работы. Необходимо предусмотреть режимы работы микропроцессорного устройства с пониженным потреблением энергии.

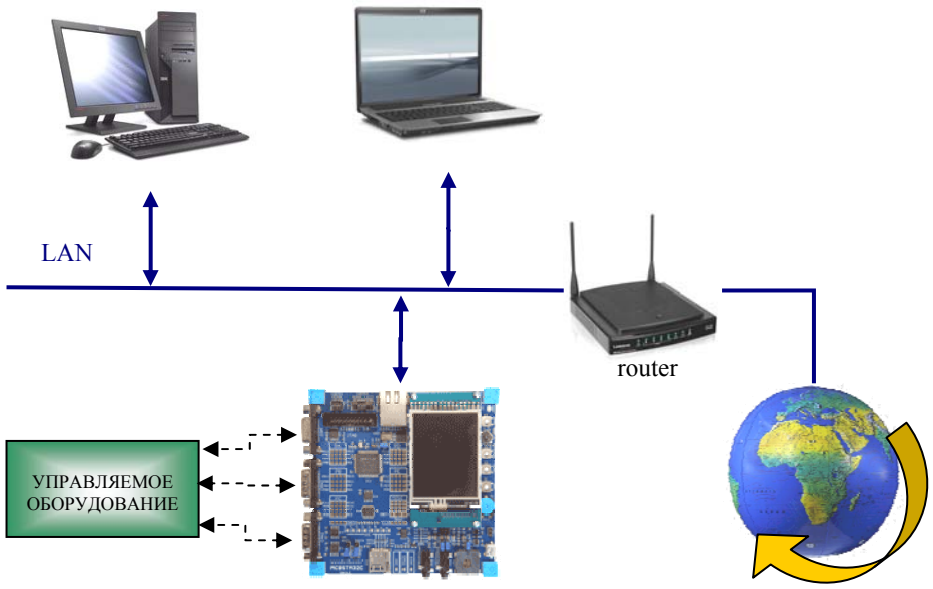

Рис. 1. Связь с управляющим ПК

Заключение

При позиционировании мехатронных систем (рис. 2) информация об их актуальном положении является необходимой для алгоритмов управления. Требуемая траектория, вычисляемая различными методами интерполяции, а также точное движение по траектории являются важными параметрами при определении качества системы управления. Поэтому важно обратить внимание на исследования, направленные на совершенствование методов интерполяции и оптимизацию алгоритмов управления с точки зрения аспектов, негативно влияющих на эти параметры.

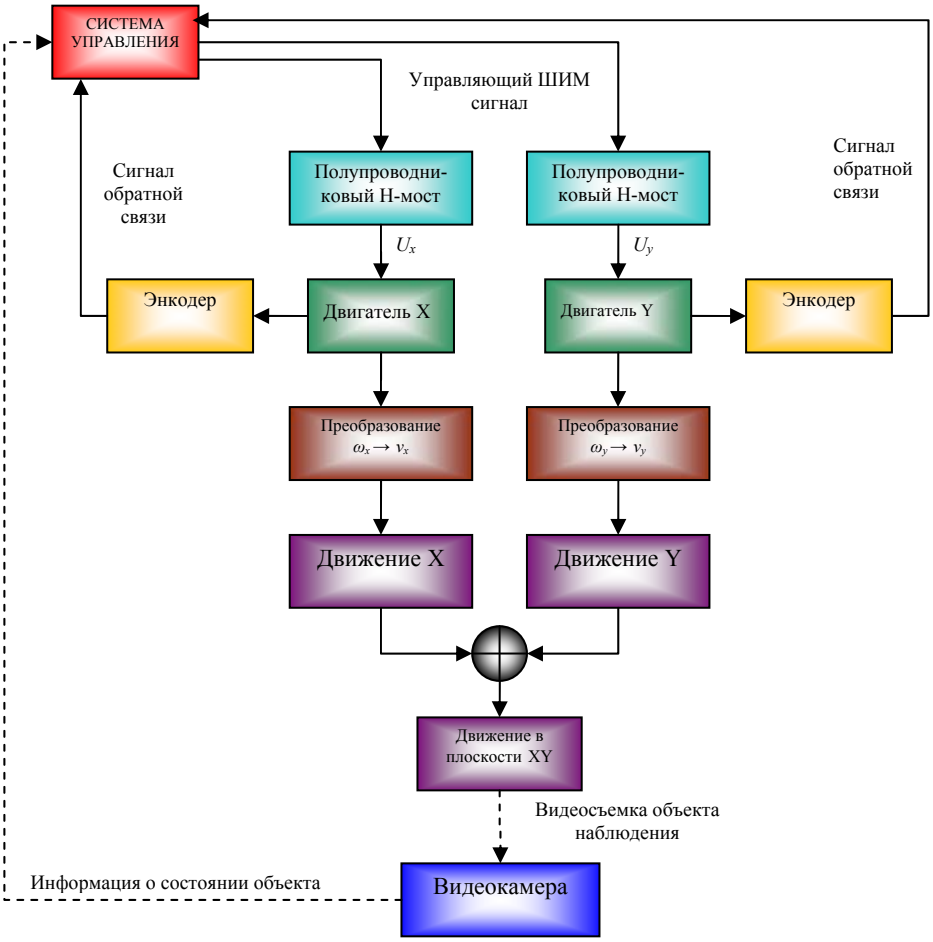

Рис. 2. Структурная схема мехатронного модуля

Список литературы

1. *ARM: The Architecture for digital world – Architektúra procesorov ARM*. Dostupné na internete <http://www.arm.com/>. Náhľad stránky október 2009.

2. *IQinVision: Smart Camera Systems*. Dostupné na internete < http://www.iqeye.com/products/intelligent-ip-cameras-iqeye-pro-line/700-750-series.html>. Náhľad stránky jún 2010.

3. *STMicroelectronics: STM32F105xx, STM32F107xx* – 32-Bit MCU with 64/256 KB Flash, USB, OTG, Ethernet, 10 timers, 2 CANs, 2 ADCs, 14 communication interfaces – datasheet. Dostupné na internete < http://www.st.com/stonline/products/literature/ds/15274.pdf >.

* * *

Peter Koleda, Ing., Technical University in Zvolen, Slovak Republic
Ľubomír Naščák, CSc., Doc. Ing., Technical University in Zvolen, Slovak Republic

Optimization of controlling and interpolation algorithms for mechatronic systems with two degrees of freedom

At mechatronic systems positioning the current location information is the necessary part of the control algorithms. The required trajectory expressed by different interpolation methods and its accurate monitoring are important parameters for determining the control system quality.

Keywords: control algorithms, mechatronic systems, interpolation methods

Получено 12.10.10

УДК 621.396.62

А. Н. Копысов, кандидат технических наук, доцент;
И. З. Климов, доктор технических наук, профессор;
М. В. Тюлькин, аспирант
Ижевский государственный технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ РАЗНЕСЕННОГО ПРИЕМА ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННЫХ СИГНАЛОВ ДЕКАМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

Представлены результаты имитационного моделирования систем разнесенного приема частотно-временных сигналов декаметрового диапазона. Приводятся результаты натурных испытаний алгоритмов разнесенного приема, полученные на трассах протяженностью 30 и 210 км.

Ключевые слова: частотно-временные сигналы, исследования КВ-систем, алгоритмы пространственного разнесения

Актуальность. Основополагающим моментом при передаче сигналов по каналам со случайными параметрами является ее достоверность и надежность. Для достижения максимальной достоверности и надежности хорошо применим способ разнесенного приема. Разнесенный прием является одним из наиболее результативных методов повышения надежности связи. Разнесенный прием состоит в том, что решение о переданном сообщении принимается на основе рассмотрения нескольких принятых копий сигнала, разнесенных в пространстве, во времени, по частоте и т. д. и отличающихся вследствие этого характером искажений. Метод пространственного разнесения получил наибольшее распространение и состоит в том, что один и тот же сигнал одновременно принимается на несколько антенн, расположенных в пространстве на некотором расстоянии друг от друга. Пространственный метод разнесения был взят за основу нашего исследования. В работе рассматривались два алгоритма: алгоритм автоматического выбора наилучшего из каналов и алгоритм, основанный на равновесном сложении двух сигналов.

Имитационное моделирование. Моделирование распространения сигналов проводилось при помощи имитатора КВ-канала связи [1], в котором устанавливалось отношение сигнал/шум в пределах от –10 до 7,5 дБ с шагом 2,5 дБ, согласно рекомендации ITU-R F.1487 [2]. При проведении моделирования выбирались различные состояния ионосферного канала связи, представленные в таблице, а также рассматривался вариант распространения сигналов в канале с аддитивным белым гауссовским шумом (далее АБГШ), рассматривался случай среднеширотных трасс.

© Копысов А. Н., Климов И. З., Тюлькин М. В., 2010