

МЕТОДЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДВИЖУЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНДУКТИВНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Е.А. Погадаев

Научный руководитель: В.В. Курганов

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
egor.pogadaev@gmail.com

Введение

Современное производство характеризуется повышением качества производимой продукции. Это во многом достигается за счет автоматизации, формализации и оптимизации алгоритмов управления и исключения субъективного (человеческого) фактора из процесса управления.

В настоящей статье рассмотрены вопросы оптимизации алгоритмов управления в системе позиционирования движущегося объекта с применением индуктивного преобразователя перемещений. Сфера применения индуктивных датчиков перемещений, особенно в системах позиционирования и контроля подвижных объектов, велика и является одной из актуальных и достаточно сложных технически задач на сегодняшний день.

Принцип работы индуктивного преобразователя перемещения

Индуктивными называют преобразователи, преобразующие значение измеряемого перемещения в значение индуктивности.

Индуктивность L — это коэффициент пропорциональности между электрическим током I , текущим в каком-либо замкнутом контуре, и магнитным потоком Φ , создаваемым этим током через поверхность, ограниченную этим контуром.

$$\Phi = LI \quad (1)$$

Индуктивные преобразователи перемещения позволяют определить наличие или отсутствие объекта, их количество, размеры и т.д. Кроме того иногда возникает необходимость определить не только присутствие объекта в зоне чувствительности датчика, но кроме того определить его вектор движения.

Изменение воздушного зазора приводит к изменению индуктивности, которое приводит к изменению тока в цепи.

На рисунке 1 представлена характеристика процесса в зависимости от положения объекта позиционирования относительно датчика. [1]

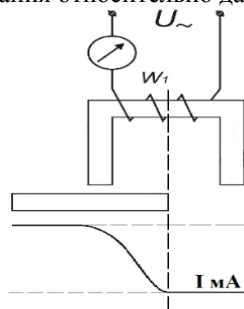


Рисунок 1 - Зависимость положения объекта относительно датчика

В общем виде характеристика зависимости изменения выходного сигнала преобразователя от площади перекрытия подвижным объектом площади чувствительной поверхности представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 - Выходная характеристика преобразователя перемещения

Стоит отметить, что наиболее точное положение объекта характеризуется экстремумом функции.

В качестве примеров реализации позиционирования движущегося объекта рассмотрим алгоритм, обеспечивающий максимальную точность позиционирования, когда критерием точности выступает точность достижения экстремума. [2]

Для реализации указанного примера объект перемещается мимо чувствительной плоскости датчика монотонно, при этом реально задача позиционирования выполняется с неким запаздыванием относительно экстремума, которое необходимо компенсировать обратным ходом движущегося объекта.

Методы оптимизации поиска экстремума функции

Наиболее простым методом оптимизации является однопараметрическая оптимизация (поиск экстремумов функций одной переменной).

Методы одномерной оптимизации могут быть разделены на три группы:

- методы исключения интервалов (группа методов может использоваться как для непрерывных, так и для разрывных и дискретных функций);
- методы точечного оценивания на основе полиномиальной аппроксимации;
- методы с использованием производных. [3]

К методам исключения интервалов относятся:

- Метод половинного деления (дихотомии).

Первоначальный интервал $[a, b]$ делится на две равные части и заданная точность нахождения решения ϵ откладывается в обе стороны от точки деления. Затем интервал поиска сужается в соответствии с теоремой интервалов, и процедура деления повторяется, до тех пор, пока не

выполнится условие отснана. Геометрическая иллюстрация, приведена на рисунке 3.

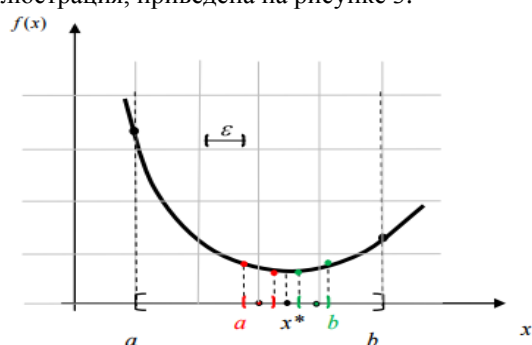


Рисунок 3 - Геометрическая иллюстрация метода дихотомии

- Минимаксная стратегия поиска экстремума. Цель подобной стратегии - минимизация максимально возможного интервала неопределенности, в котором находится минимум (максимум) некоторой функции. Схема минимаксной стратегии метода дихотомии приведена на рисунке 4.

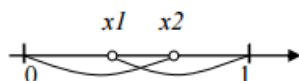


Рисунок 4 - Схема минимаксной стратегии метода дихотомии

- Метод золотого сечения. В основе метода лежит принцип деления отрезка в пропорциях золотого сечения в обоих направлениях, т.е. выбираются две точки x_1 и x_2 , такие что:

$$\frac{b-a}{b-x_1} = \frac{b-a}{x_2-a} = \phi = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1.618, \quad (2)$$

где ϕ – пропорция золотого сечения.

- Метод равномерного поиска. В алгоритме точки, определяются путем равномерного деления интервала $[a, b]$ на N одинаковых подынтервалов. Из вычисленных значений функции $F(x)$ выбирается наименьшее. Пусть это значение достигается в точке x_k . Тогда подынтервалы $[a, x_{k-1}]$, $[x_{k+1}, b]$ можно исключить из рассмотрения, т.е. сделать очередным интервалом неопределенности интервал $[x_{k-1}, x_{k+1}]$.

При выборе одного из методов, необходимо сравнивать две основные характеристики: сходимость, число шагов k получения минимума с точностью ε (эффективность).

При рассмотрении методов исключения интервалов к оптимизируемой функции предъявлялось лишь одно требование – унимодальность. При увеличении количества требований, необходимо использовать более эффективные алгоритмы поиска, например, метод квадратичной аппроксимации (метод Пауэлла) или методом одномерного поиска с использованием производных, к которому относятся (метод Ньютона – Рафсона).

Основная идея этой группы методов связана с возможностью аппроксимации гладкой функции полиномом. Затем полученный полином, как легко

дифференцируемая функция, используется для оценки экстремума.

Использование того или иного метода одномерной оптимизации зависит от следующих моментов:

- вида исходной целевой функции;
- целей решения конкретной задачи.

Методы оптимизации, основанные на полиномиальной аппроксимации и вычислении производных более эффективны, чем методы исключения интервалов. Но это выполняется при условии, что целевая функция достаточно гладкая и непрерывная. Цели решения задачи накладывают ограничения на основные характеристики методов:

- время получения решения;
- точность полученного экстремума;
- чувствительность алгоритма к начальным условиям.

Заключение

Для выбора наиболее подходящего метода позиционирования объекта необходимо подобрать оптимальный метод оптимизации поиска экстремума функции. Приоритет метода может определяться критичностью к той или иной характеристике. Так, например, тот же точечный метод обеспечивает высокую точность для гладких функций. Однако на быстроизменяющихся функциях работает весьма медленно и, следовательно, не удовлетворяет показателю времени получения решения. Методы с использованием производных работают только при аналитически заданных функциях, для которых возможно оценить производную без дополнительных погрешностей. Но в технических приложениях целевая функция чаще задается таблично, как результат эксперимента и измерения некоторого показателя. В этом случае возможно использовании только интервальных методов. И, наконец, объединение некоторых методов может принести ощутимое улучшение показателей оценки экстремума.

Литература

1. Погадаев Е.А., Курганов В.В. Использование индуктивного преобразователя перемещения для решения задачи позиционирования движущегося объекта // Молодежь и современные информационные технологии. Сборник трудов XII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Томск. - 2014. - С. 392-393.
2. Курганов В.В. Индуктивные преобразователи перемещения // Методические указания. - Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – С. 4-18.
3. Кочегурова Е.А. Теория и методы оптимизации // Томский политехнический университет. - Томск. - 2012. - С. 24-38.