* Введение
  + Цель
  + Актуальность
* Анализ современного состояния
  + Описание аналогов
  + Задачи (автоматическое определение дефектов)
* Расчетно-теоретическая
  + Описание датчиков
  + Теория по методу Гаусса-Ньютона
  + Расчет ошибок
  + Все математические выкладки
* Программная реализация
  + Структура кода
  + Графики
  + Технологии
* Результаты и выводы

Обнаружение дефектов сварных труб методами регрессионного анализа

1. Построение эллипса
   1. Уравнение эллипса (координаты центра эллипса, координаты полуосей, количество точек, угол поворота)
2. Построение точек с погрешностью
   1. Уравнение эллипса (координаты центра эллипса, координаты полуосей, количество точек, шум, угол поворота)
3. Вычисление нормальной ошибки – перпендикуляр от точки до кривой
4. Расчет частных производных
   1. Вывод частных производных на основе канонического уравнения, используя параметры полуосей эллипса для построения матрицы Якоби
5. Построение матрицы Якоби
   1. Матрица Якоби – это
   2. Матрица будет содержать строк и колонок
6. Нелинейная регрессия методом Гаусса-Ньютона
   1. Для построения регрессии необходимо что-то сделать с матрицей Якоби

Каноническое уравнение эллипса

Параметрическое

Поворот

Получение данных о сварной трубе.

Данные поставляются в файле с расширением .csv и содержат координаты точек, получение с помощью сканеров. Полученные данные импортируются в программу для последующего анализа.

Для получения дефектов труб необходимо понимать основные уравнения для построения эллипса.

При построении эллипса следует учитывать следующие данные: центры эллипса с координатами x0 и y0, радиусы с координатами rx и ry, а также задаваемый параметр t

После проведения построения точек эллипса со случайной погрешностью необходимо вычислить нормальную ошибку для каждой точки.

Вычисление нормальной ошибки по заданному облаку точек и параметрам уравнения эллипса. Нормальную ошибку нужно вычислять как кратчайшее расстояние от точки до кривой, то есть длину перпендикуляра, опущенного из точки на поверхность. Результатом должен быть вектор ошибок для каждой точки

Для вычисления нормальной ошибки необходимо знать координаты центра эллипса x0 и y0, а также координаты самой точки.

После вычисления нормальной ошибки необходимо вывести частные производные для параметров a и b.

В данном случае удобнее производить вывод из канонического уравнения для эллипса вида

частные производные

a, b – координаты полуосей

модель