

Обработка данных в ЛР УРМУ 1-3

1. Прочитать данные из файла.
2. Проинтегрировать данные по скоростям $V_x, V_y, d\psi$ для получения реальных координат.
3. Определить запаздывание данных о реальной траектории относительно идеальной.

Есть 2 массива данных о координатах и скоростях идеальный и реальный с привязкой по времени.

Находим рассогласование по координатам и скоростям $dX, dY, d\psi, dV_x, dV_y, dd\psi$.

$$dX[i] = X_{id}[i] - X_{rf}[i]$$

$$dY[i] = Y_{id}[i] - Y_{rf}[i]$$

$$d\psi[i] = \psi_{id}[i] - \psi_{rf}[i]$$

$$dV_x[i] = V_{x_{id}}[i] - V_{x_{rf}}[i]$$

$$dV_y[i] = V_{y_{id}}[i] - V_{y_{rf}}[i]$$

$$dd\psi[i] = \ddot{\psi}_{id}[i] - \ddot{\psi}_{rf}[i]$$

Где $V_{x_{id}}[i]$ - идеальная скорость на i шаге;

$V_{x_{rf}}[i]$ - реальная скорость из файла данных на i шаге;

$X_{id}[i]$ - идеальная координата на i шаге;

$X_{rf}[i]$ - реальная координата из файла данных на i шаге; остальные параметры аналогично.

Каждая из описанных переменных это массив размерностью $T/dt+1$ где T – время моделирования; dt – шаг счета.

Зададим модель ошибок движения по траектории.

$$dX[i] = V_{x_{id}}[i] * dt_{zap} + \int_0^{t[i]} dV_x dt (*)$$

dt_{zap} – неизвестное время запаздывания.

Аналогичные формулы для остальных координат.
Пояснения по нахождению интеграла
погрешности по скоростям

$$\int_0^{t[1]} dV_x dt = dV_x[0] * dt$$

$$\int_0^{t[2]} dV_x dt = dV_x[0] * dt + dV_x[1] * dt$$

$$\int_0^{t[n]} dV_x dt = \sum_{i=1}^n dV_x[i] * dt$$

$$dV_x[i] = Vx_{id}[i] - Vx_{rf}[i]$$

$Vx_{id}[i]$ - идеальная скорость на i шаге;

$Vx_{rf}[i]$ - реальная скорость из файла данных на i шаге;

Модель ошибок в виде уравнений (*) можно
записать в матричной форме

$$B_{[n,1]} = A_{[n,1]} * dtzap$$

$B_{[n,1]}$ - блочная матрица столбец свободных
членов;

$$B_{i,1} = \begin{bmatrix} dX[i] - \int_0^{t[i]} dV_x dt \\ dY[i] - \int_0^{t[i]} dV_y dt \\ delPsi[i] - \int_0^{t[i]} ddpsidt \end{bmatrix}$$

$A_{[n,1]}$ - блочная матрица матрица коэффициентов;

$$A_{i,1} = \begin{bmatrix} Vx_id[i] \\ Vy_id[i] \\ dpsi_id[i] \end{bmatrix}$$

Всего n блоков по 3 строчки где n количество точек при движении по траектории.

$$B_{[n,1]} = A_{[n,1]} * dtzap$$

Используем псевдообратные матрицы

$$\left(A_{[n,1]}^T * A_{[n,1]} \right)^{-1} * A_{[n,1]}^T B_{[n,1]} = dtzap$$

После определения времени запаздывания и интеграла погрешностей по скоростям необходимо выполнить обратную задачу получить координаты используя следующую формулу

$$X_{vost}[i] = X_{rf}[i] + Vx_id[i] * dtzap + \int_0^{t[i]} dV_x dt$$

Знак слагаемого для dtzap зависит от увеличения или уменьшения СКО.

Сравниваем восстановленные координаты и идеальные точность должна повысится.

2 модель погрешностей определение погрешности движения в виде случайной величины с СКО и матожиданием.

Для массивов $dX, dY, delPsi$ определяем СКО и матожидание.

Для массивов $dX_{iv}, dY_{iv}, delPsi_{iv}$ определяем СКО и матожидание.

$dX_{iv}, dY_{iv}, delPsi_{iv}$ – прямые разности между идеальными данными и восстановленными.

И сравнить СКО и матожидание для исходного варианта и варианта с определенной моделью ошибок. (для разности iv СКО и матожидание должны быть меньше чем для простой разности, если это не так, то ищи ошибки).

Формирование отчета по лабораторной работе.

1. Титульник для блока из 3 работ.

Для 1 работы

2. Задание для выполнения ЛР.

3. Вывод кинематических формул, связывающих линейные и угловые скорости геометрического центра платформы и угловые скорости колес.

3а. заменяем робот на его графическое изображение

3б выводим кинематические соотношения см лекцию Бориса Игоревича Адамова от 20.09.2022 или ковидное наследие (презентацию).

Зс связав скорости платформы из задания и угловые скорости колес найти идеальные скорости колес в каждой точке траектории.

4. Обработка данных

4а сравниваем угловые скорости колес реальные и рассчитанные (идеальные Зс). Строим разности.

4б находим дисперсию, математическое ожидание и среднеквадратичную ошибку для разностей dV_x, dV_y, Ω_m

4с сравниваем реальное и идеальное положение в каждой точке траектории строим разности и находим математическое ожидание и среднеквадратичную ошибку для разностей $dX, dY, d\psi_i$

4д находим запаздывание в соответствии с выбранной моделью. Строим график восстановленной траектории. Сравниваем восстановленное и идеальное положение в каждой точке траектории строим разности и находим математическое ожидание и среднеквадратичную ошибку для разностей $dX_{vi}, dY_{vi}, d\psi_{vi}$

5. Выводы во сколько раз учет рассмотренной модели позволит увеличить точность. По параметрам распределения.

Дополнение

Проверить запаздывание найденное по различным координатам.

Отдельно по координате X

Отдельно по координате Y

Отдельно по углу курса

Если по координате X и Y запаздывания близки между собой выбросить из алгоритма учет рассогласования по углу.

Нахождение запаздывания по оси X

$$B_{i,1} = \left[dX[i] - \int_0^{t[i]} dV_{_x} dt \right]$$

$A_{[n,1]}$ - блочная матрица матрица коэффициентов;

$$A_{i,1} = [Vx_{id}[i]]$$

Всего n блоков по 3 строчки где n количество точек при движении по траектории.

$$B_{[n,1]} = A_{[n,1]} * dtz_{apx}$$

Используем псевдообратные матрицы

$$\left(A_{[n,1]}^T * A_{[n,1]} \right)^{-1} * A_{[n,1]}^T B_{[n,1]} = dtz_{apx}$$