

Определение местоположения с помощью инерционных датчиков

Макаров М. , Зайнулина Э. , Киселёва Е. , Фатеев Д. ,
Божедомов Н., Толканев А. , Ночевкин В., Протасов В., Рябов А.

Московский физико-технический институт

20 марта 2019 г.

Цель работы

Задача

Позиционирование в помещениях и других условиях, когда глобальная навигационная система не может быть задействована, с использованием только инерционных датчиков телефона.

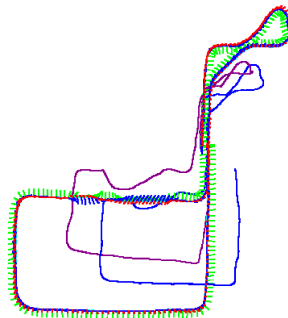
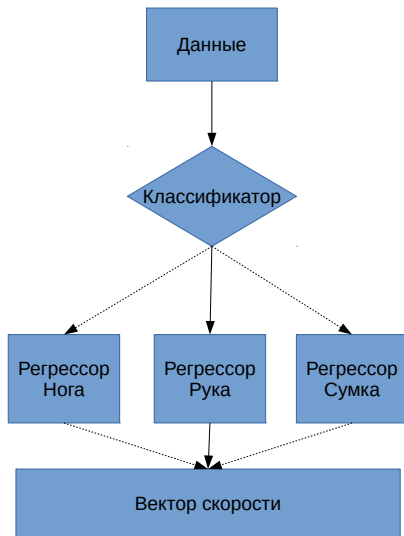
Проблема

Значение датчиков телефона неточно, поэтому наивные методы использовать нельзя.

Метод решения

Использовать априорное знание о расположении телефона для регрессии векторов скорости.

Пример регрессии



Основная статья

Hang Yan, Qi Shan, and Yasutaka Furukawa. Ridi: Robust imu double integration. CoRR, abs/1712.09004, 2017.

Дополнительная статья

Boyuan Wang, Xuelin Liu, Baoguo Yu, Ruicai Jia, and Xingli Gan. Pedestrian dead reckoning based on motion mode recognition using a smartphone. Sensors, 18(6):1811, 2018.

Структура данных

$$f : X \rightarrow Y$$

$X \in \mathbb{R}^{N \times T}$ - матрица признаков.

- Объект - положение в определенный момент времени i .
- Признаки объекта - угловые скорости и линейные ускорения в стабилизированной системе координат датчиков в моменты времени $i - window_size, \dots, i$, где $window_size$ - размер окна (равен 200).

$Y \in \mathbb{R}^{2 \times T}$ - траектория пешехода, $y(t)$ - координаты пешехода в момент времени t .

Постановка задачи

Подзадачи

- 1 Определение класса P - местоположения датчика: рука, нога, сумка, туловище. ($P = \{0, 1, 2, 3\}$)
- 2 Предсказание траектории на основе полученного класса

$$f = f_2 \circ f_1$$

$$f_1 : X \rightarrow P = \{0, 1, 2, 3\}$$

$$f_2 : X \times P \rightarrow Y$$

Оценка качества модели

Критерий суммы квадратов отклонений предсказанных скоростей от истинных, а также корреляция между предсказанной и истинной траекториями пешехода.

Метод, используемый в основной статье

- Для классификации - SVM-классификатор
- Для регрессии - SVM-регрессор

Ядро:

$$K(x, x') = \exp(-\gamma \|x - x'\|^2)$$

Цель

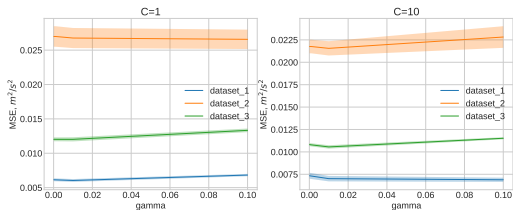
Сравнить поведение различных моделей в каждой из подзадач при различных уровнях вычислительной сложности. Подобрать оптимальные гиперпараметры.

Данные

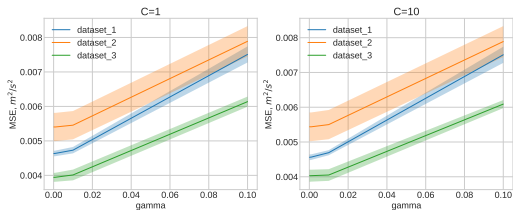
Данные взяты из ^a. Траектории сняты при 4 различных положениях телефона и с нескольких людей.

^aHang Yan, Qi Shan, and Yasutaka Furukawa. Ridi: Robust imu double integration. CoRR, abs/1712.09004, 2017.

Базовый эксперимент

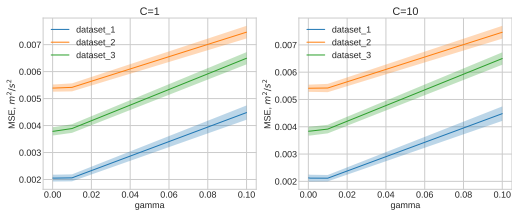


Рука

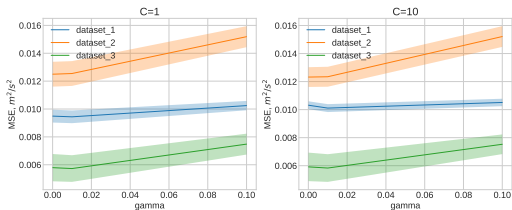


Нога

Базовый эксперимент



Туловище



Сумка

Таблица: Зависимости MSE (m^2/s^2) от параметров моделей для выборки 1

Регрессор	C=1		C=10	
	$\gamma = 0.001$	$\gamma = 0.01$	$\gamma = 0.001$	$\gamma = 0.01$
Сумка, 0	0.00948	0.00944	0.01029	0.00703
Туловище, 0	0.00205	0.00448	0.00212	0.00212
Рука, 0	0.00613	0.00604	0.00731	0.00702
Нога, 0	0.00464	0.00473	0.00457	0.00469

Таблица: Зависимости MSE (m^2/s^2) от параметров моделей для выборки 2

Регрессор	C=1		C=10	
	$\gamma = 0.001$	$\gamma = 0.01$	$\gamma = 0.001$	$\gamma = 0.01$
Сумка, 0	0.0125	0.01255	0.01232	0.01234
Туловище, 0	0.00205	0.00206	0.00213	0.00212
Рука, 0	0.02699	0.02676	0.02176	0.02155
Нога, 0	0.0054	0.00546	0.00544	0.0055

Таблица: Зависимости MSE (m^2/s^2) от параметров моделей для выборки 3

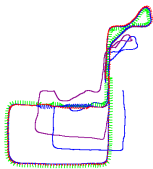
Регрессор	C=1		C=10	
	$\gamma = 0.001$	$\gamma = 0.01$	$\gamma = 0.001$	$\gamma = 0.01$
Сумка, 0	0.00579	0.00573	0.00591	0.00583
Туловище, 0	0.00379	0.00389	0.00384	0.00391
Рука, 0	0.02699	0.02676	0.02176	0.02155
Нога, 0	0.00395	0.00401	0.00403	0.00405

Оптимальные гиперпараметры

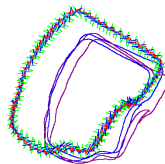
	Рука	Нога	Сумка	Туловище
C	10	1	1	1
γ	0.01	0.001	0.01	0.001

С помощью оптимальных моделей были построены траектории для каждого из классов на тестовой выборке Zhicheng с дополнительной оптимизацией предсказанных скоростей (синяя линия) и без (сиреневая линия).

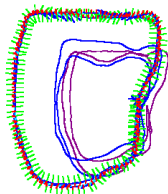
Базовый эксперимент



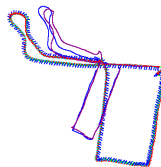
Класс-рука



Класс-нога



Класс-туловище



Класс-сумка

Выводы

- Предварительное определение класса расположения смартфона позволило установить более подходящие параметры моделей
- Дополнительное уточнение скоростей позволило лучше приблизить траектории

Планируется

- применить полученную модель на дополнительно собранных данных
- улучшить методы обработки для уменьшения шума (фильтр Калмана)
- рассмотреть другие способы оптимизации модели