

ОЦЕНКА СКОРОСТИ АБОНЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ СОТОВОЙ СВЯЗИ.

Студент: Никитин А.А.

Научный руководитель: Намиот Д.Е.

Цель работы

- Разработка метода оценки скорости движения абонентов с использованием данных сотовой связи.

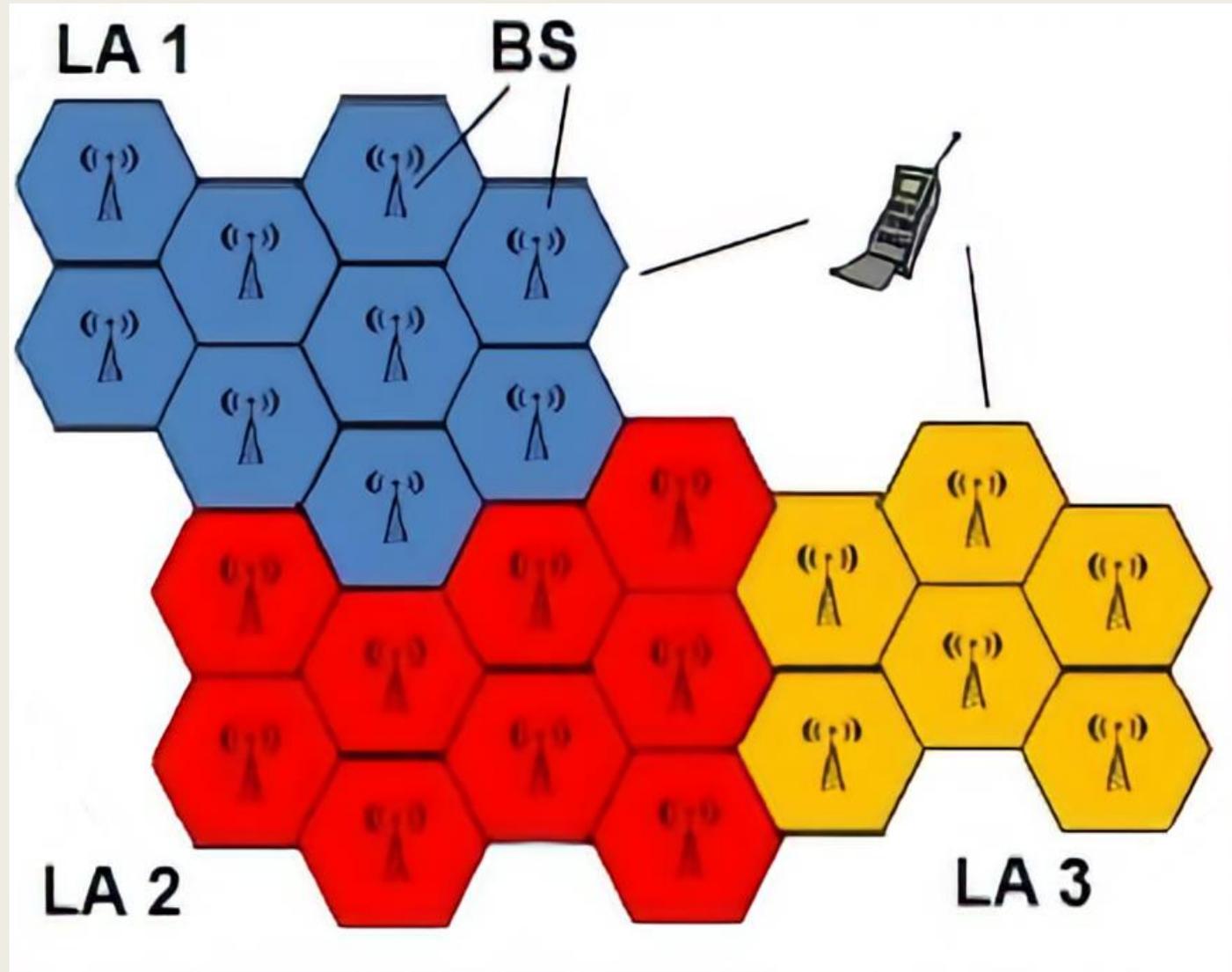
Задачи

- Проведение подробного обзора и анализа исследований, использующих данные сотовой связи.
- Разработка и реализация метода оценки скорости движения абонентов по данным сотовой связи.
- Получение результатов использования разработанного метода для решения актуальной проблемы (оценка количества пешеходов в конкретном географическом районе).

Актуальность:

- Оценка скоростей передвижения людей очень важна для анализа, контроля и модернизации сегментов транспортной сети мегаполиса.
- Очень мало исследований используют подобный подход (оценку скоростей движения абонентов по данным сотовой связи)
- Оценка количества пешеходов представляет существенный интерес для различных городских программ по перестройке улиц, прокладки и оптимизации маршрутов общественного транспорта.

Архитектура мобильной сети



Базовые станции (BS)

Location Areas (LA)

Типы фиксируемых событий:

- СМС, звонки, передача данных.
- Location Updates:
 - **Periodic Update** (периодически);
 - **Handover** (при смене соты);
 - **Mobility Location Update** (при смене Location Area);

Виды данных сотовой связи:

- Подробные.
- Агрегированные.

Область применения	Исходные данные	Метод	Примечание
Оценка плотности населения	Подробные CDR-данные с информацией о местоположении сотовых вышек	Определение местоположения дома абонентов	Можно использовать различные временные интервалы для определения местоположения дома
Оценка типов активности в разных частях города	Агрегированная статистика на основе данных сотовых вышек	Кластеризация временного ряда (нечеткий K-means алгоритм и др.)	Может быть улучшен с помощью внешних данных (например, POI-данные)
Оценка шаблонов мобильности (матрицы корреспонденции)	Подробные CDR-данные с информацией о местоположении сотовых вышек	Определение местоположения дома и места работы абонентов, оценка мобильности	Расчет возможности сопоставления карт с сетью маршрутов
Обнаружение событий	Подробные или агрегированные CDR-данные с информацией о местоположении сотовых вышек	Оценка мобильности, идентификация событий	Можно использовать различные пороги для лучшего результата
География социальных сетей (региональное разделение)	Агрегированные CDR-данные с информацией о местоположении сотовых вышек	Разделение весового графа с помощью модульной оптимизации	Можно пробовать использовать различные определения весов на краях
География социальных сетей (взаимосвязь между общением и мобильностью)	Подробные CDR-данные с информацией о местоположении сотовых вышек	Оценка мобильности, анализ социальных сетей	Использование ответных вызовов для выявления социальных связей

Проблемы анализа данных сотовой СВЯЗИ

- **Ограничения в пространственной точности.**
- **Поиск наборов данных для сравнения.**
- **Проблема с конфиденциальностью и анонимностью.**
- **Получение и обработка данных в режиме реального времени.**

Составляющие части реализованного алгоритма

- Анализ отображения данных оператора (Call Data Record) на схему дорог из OpenStreetMap:
 - подход к определению местоположения абонента;
- Определение скорости для каждой пары событий:
 - *подход к определению кратчайшего маршрута;*

Исходные данные

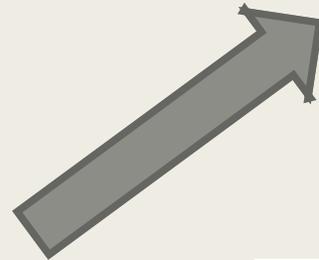
- выписка из CDR сотового оператора города и окрестностей Милана (за 5, 6 и 7 апреля 2007);
- координаты расположения вышек сотовой связи (базовых станций) в регионе;
- выгруженный PBF-файл данных о дорогах в Милане из OpenStreetMap.

Предварительная обработка данных:

osm4routing



MilanoData



CSV

nodes

- id (64 bit integer)
- longitude (decimal real)
- latitude (decimal real)

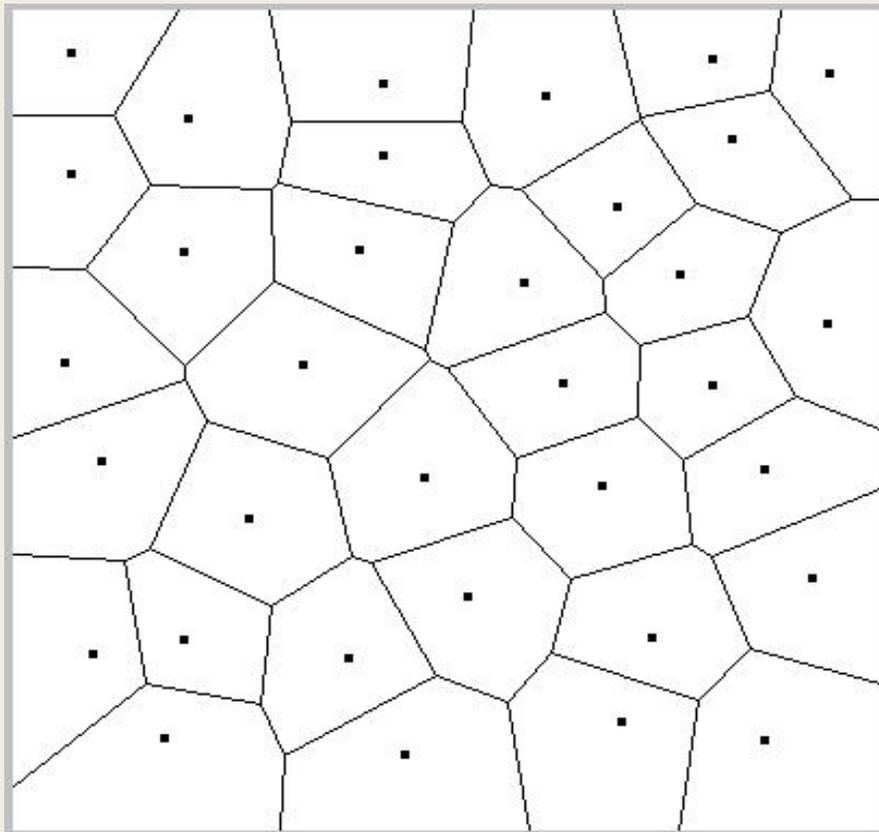


CSV

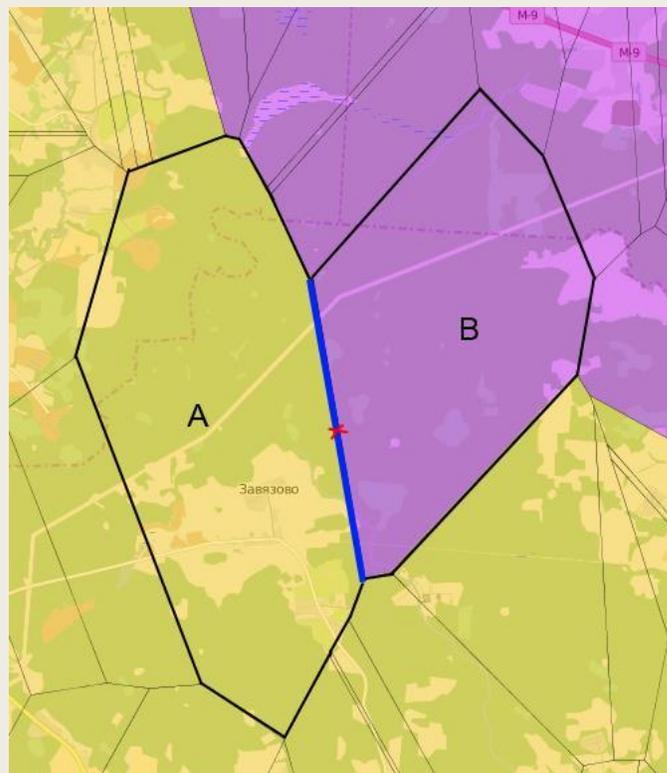
edges

- id (64 bit integer)
- source node id (64 bit integer)
- target node id (64 bit integer)
- length (real in meters),
- car accessibility (integer)
- bike accessibility (integer)
- foot accessibility (integer)

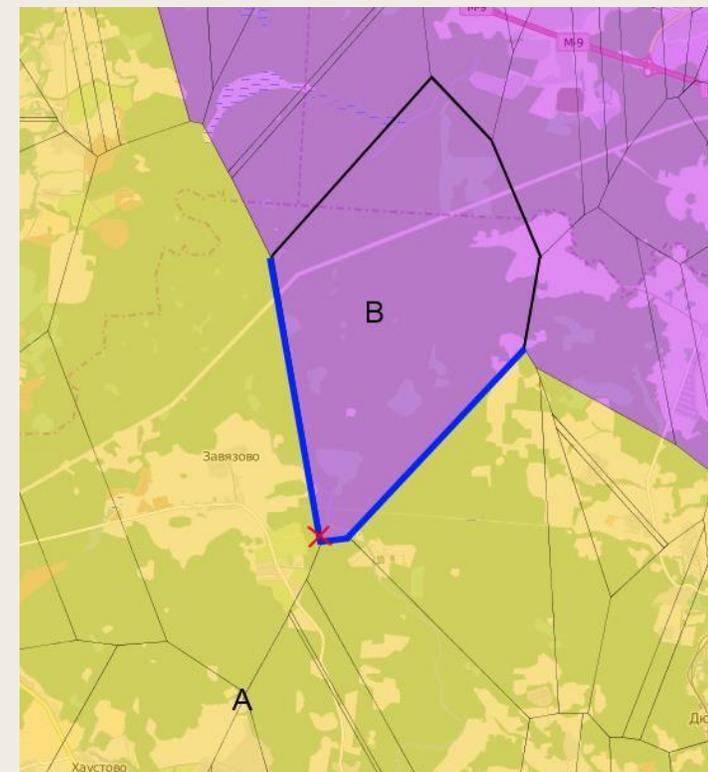
Диаграмма Вороного



Определение местоположения абонента при Location Update

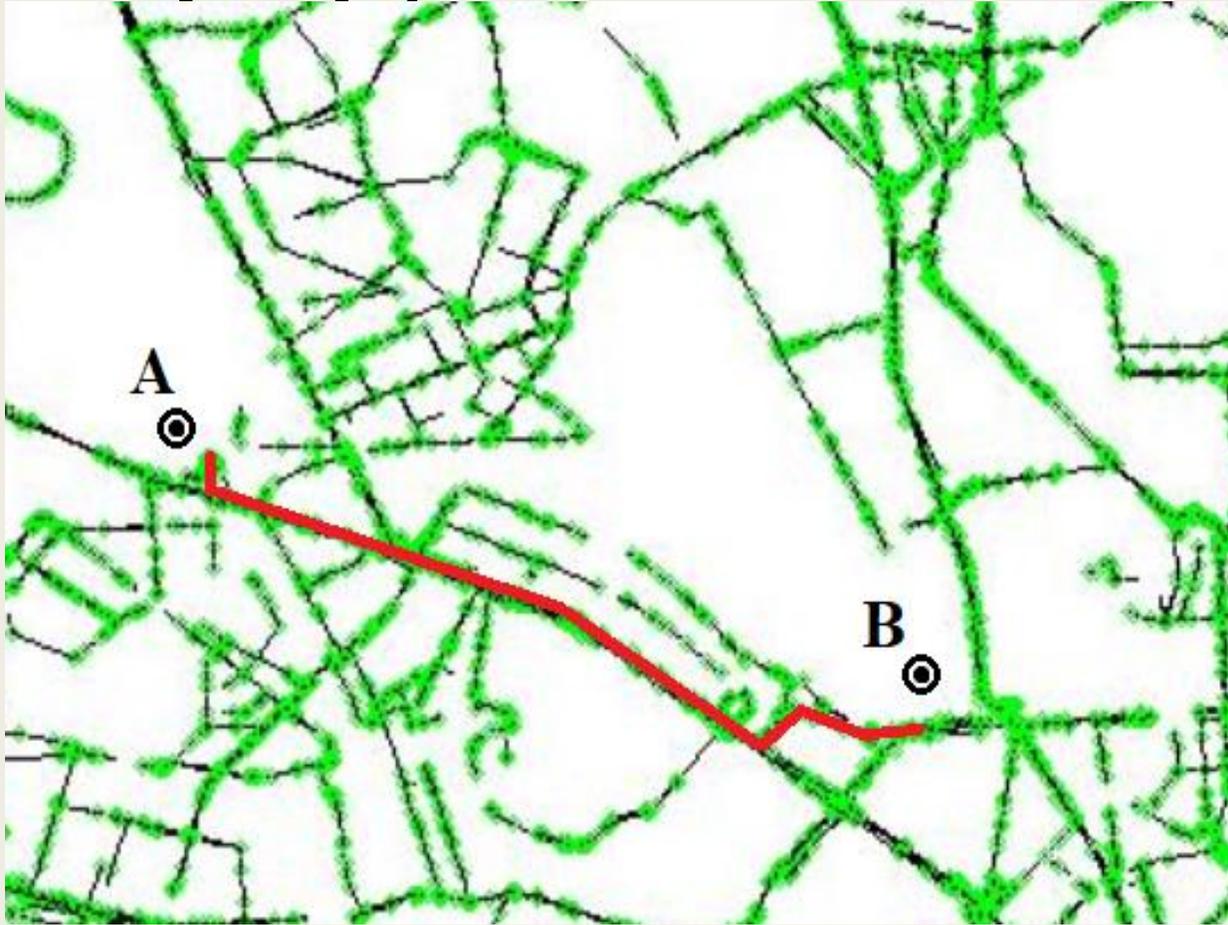


При каждой смене соты



При смене Location Area

Определение кратчайшего маршрута:

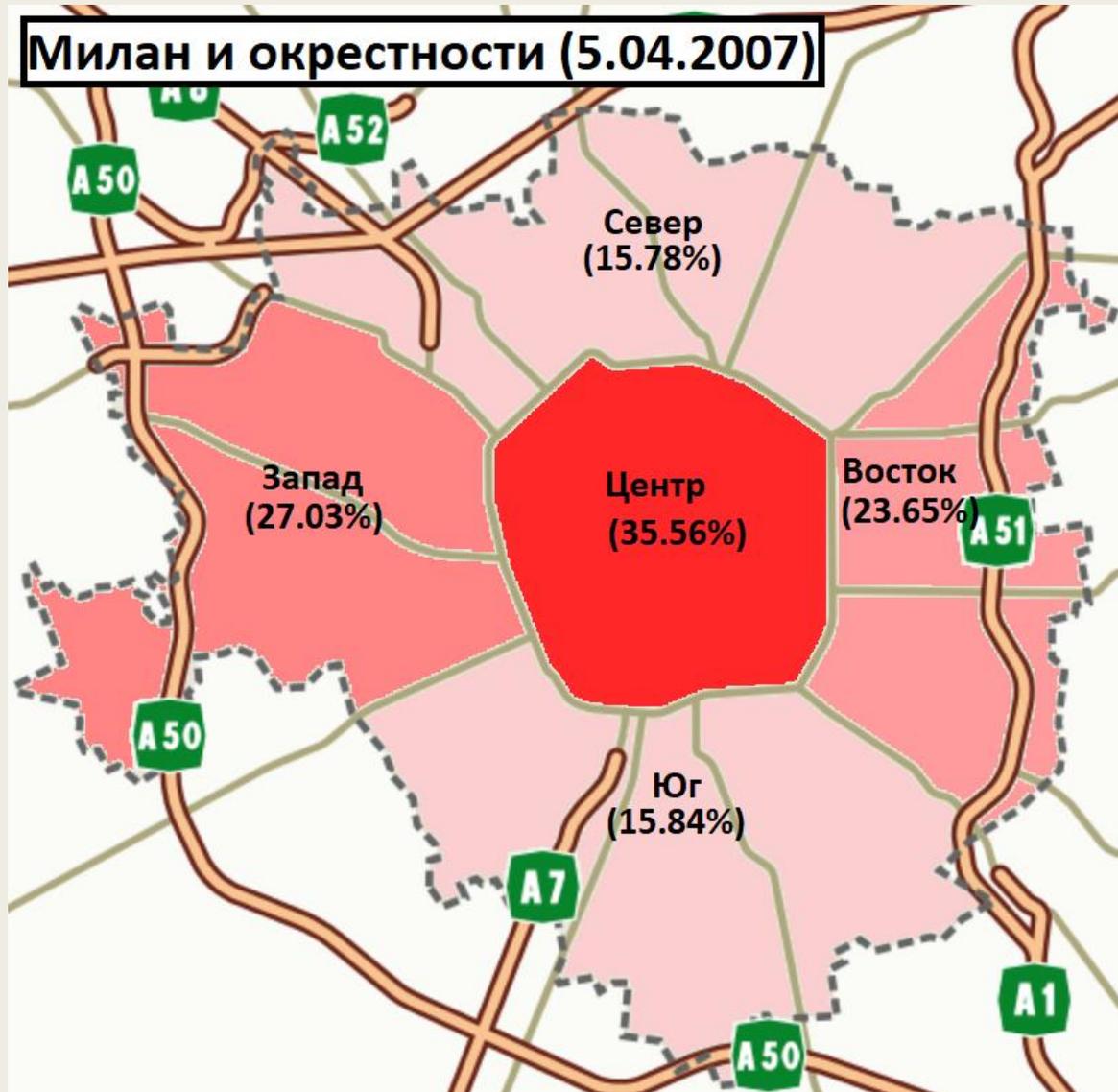


Алгоритм A*

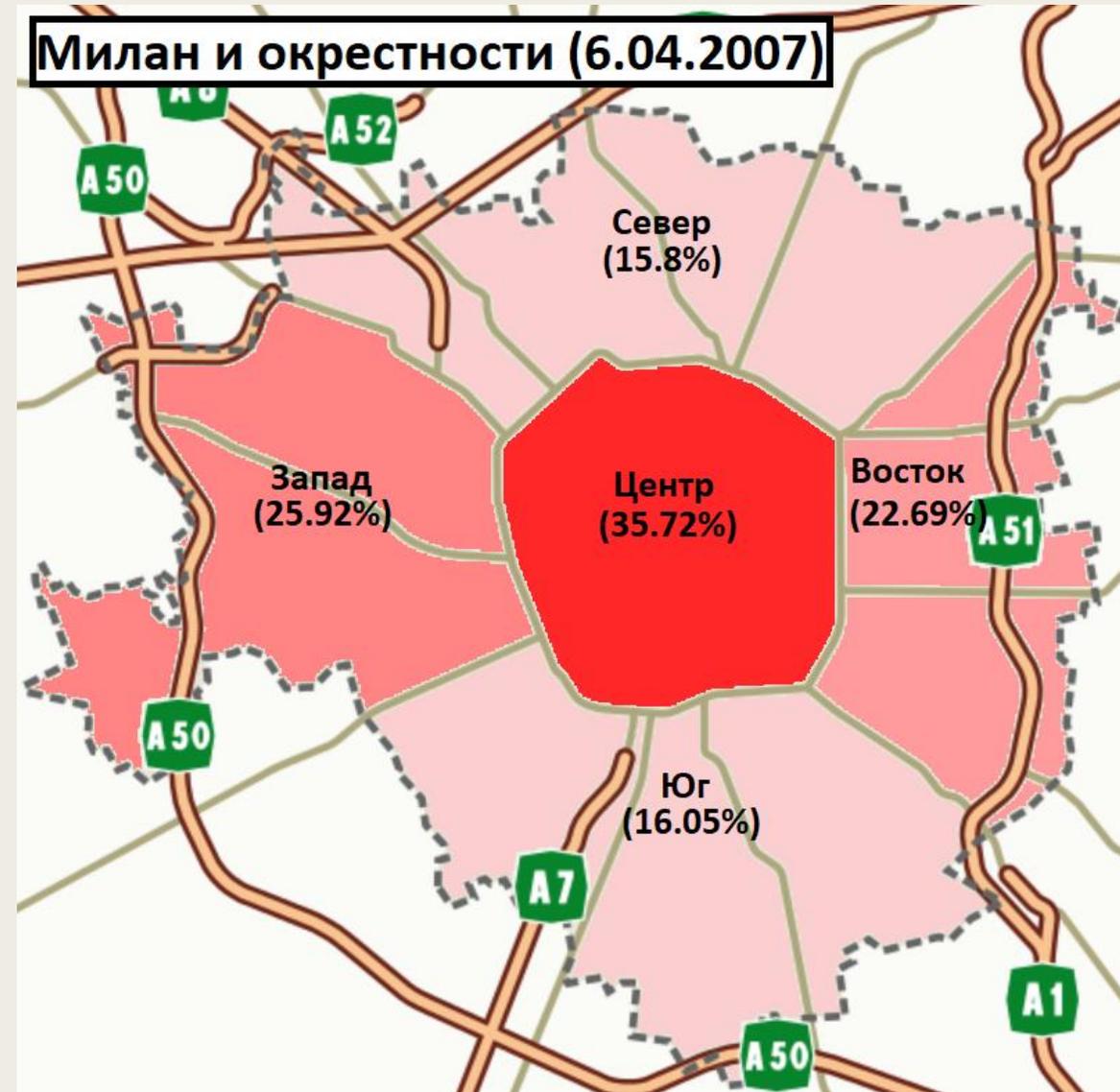
(алгоритм поиска по первому наилучшему совпадению маршрута в графе с наименьшей стоимостью от одной вершины к другой)

Результаты:

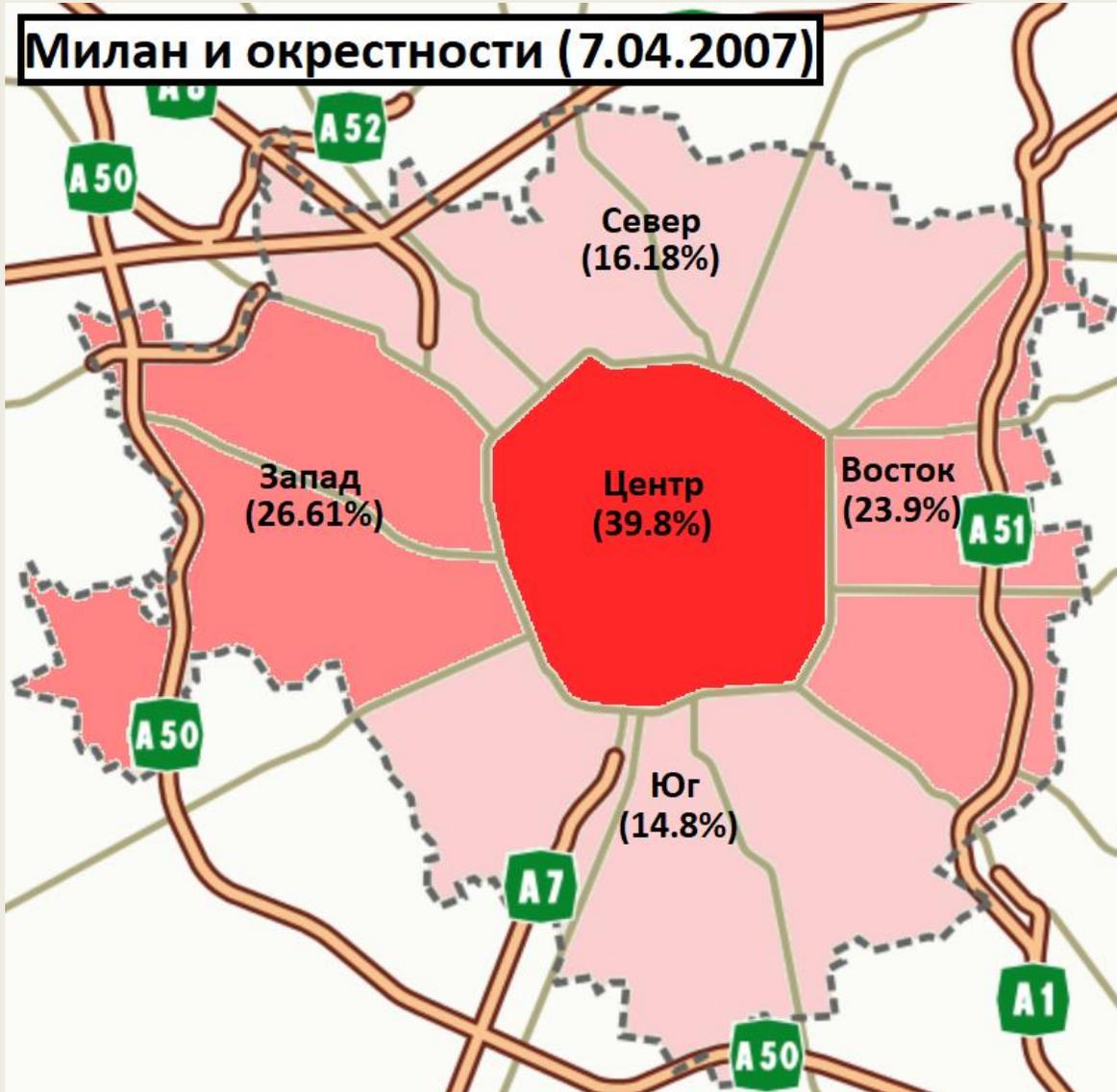
Милан и окрестности (5.04.2007)



Милан и окрестности (6.04.2007)



Результаты:



Общие наблюдения:

- в центре наибольший процент;
- в западной и восточной областях больше, чем в северной и южной.

7.04.2007 (суббота):

- значительный рост в центре;
- небольшой рост везде, кроме южной области.

Заключение:

- **Проведён подробный анализ методов обработки данных сотовой связи для различных направлений исследований.**
- **Приведён краткий обзор проблем, связанных с анализом данных сотовой связи.**
- **Разработан метод оценки скорости движения абонентов по данным сотовой связи.**
- **Получены результаты использования этого метода для оценки количества пешеходов в конкретном географическом районе.**