GRAPHICS & MEDIA LAB
VISION GROUP

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ В ДАННЫХ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Роман ШАПОВАЛОВ

Научный руководитель:
к.ф.-м.н., н.с. Антон КОНУШИН

24 мая 2010

© TemplatesWise.com

Применение лазерного сканирования

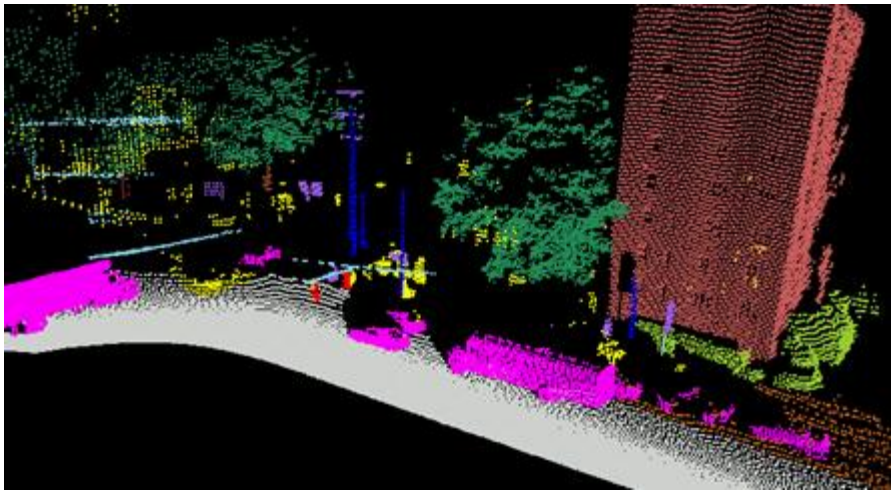
- Навигация мобильных роботов
- Создание моделей зданий
- Картография и паспортизация
- Контроль качества продукции
- Сохранение культурного наследия

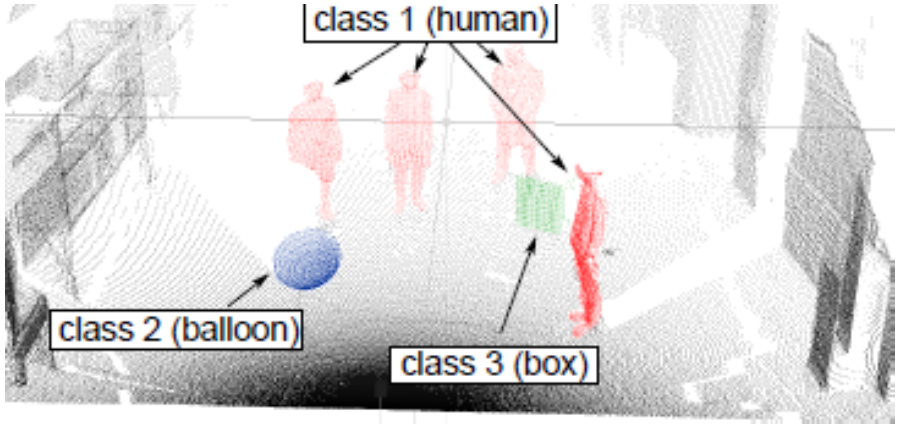
Цели работы

- Провести обзор методов классификации лазерных сканов
- Разработать алгоритм классификации лазерных сканов на основе машинного обучения
- Реализовать этот алгоритм в системе классификации лазерных сканов

Постановка задачи

- **Вход** – набор точек трёхмерного пространства
- **Выход** – метки классов, сопоставленные каждой точке



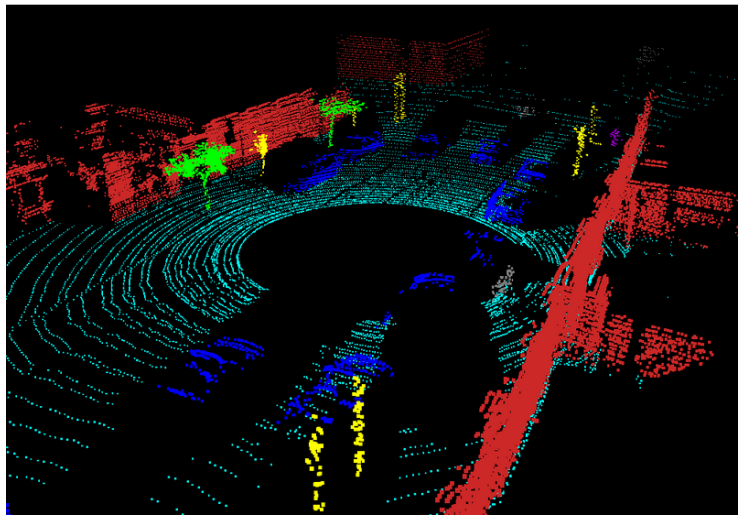


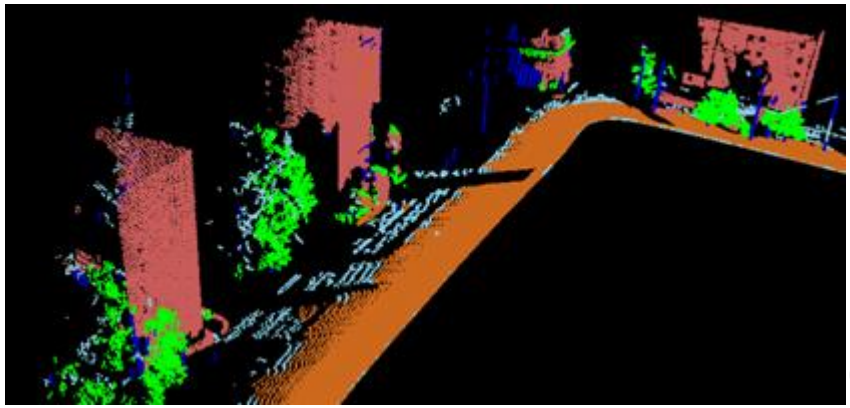
Формальная постановка задачи

- Стадия обучения:
  - **Вход**: множество четвёрок (x, y, z, c)
    - $(x, y, z) \in R^3$ – точки облака
    - $c \in \{1, \ldots, K\}$ – метки классов
  - **Выход**: параметры алгоритма классификации
- Стадия классификации:
  - **Вход**: вектор троек
    $((x_1, y_1, z_1), (x_2, y_2, z_2), \ldots, (x_1, y_1, z_1))$
  - **Выход**: вектор $(c_1, c_2, \ldots, c_n)$

Данные для сегментации

- Данные – сцены, снятые вне помещений
  - Аэросъёмка
  - Съёмка с транспорта
  - Стационарная съёмка
- Классы:
  - Поверхность земли
  - Здания
  - Растительность
  - Транспорт
  - и т.д.





Критерий качества

- F-мера для каждого класса
  - Корректна для несбалансированной выборки

	Классификатор принял H_0	Классификатор отверг H_0
H_0 верна	TP	FP
H_0 не верна	TN	FN

$$Точность = \frac{TP}{TP + FP}, Отклик = \frac{TP}{TP + FN}, F\text{-}оценка = \frac{2\sqrt{Точность \cdot Отклик}}{Точность + Отклик}.$$

Существующие методы

- Ассоциативные Марковские сети [Anguelov, 2005] [Munoz, 2008]
- Минимизируется функция энергии

$$-\sum_{i=1}^{n} \log(\phi_i(y_i)) - \sum_{(i,j)\in E} \log(\phi_{ij}(y_i, y_j)) + \log Z \to \min_{\mathbf{y}}$$

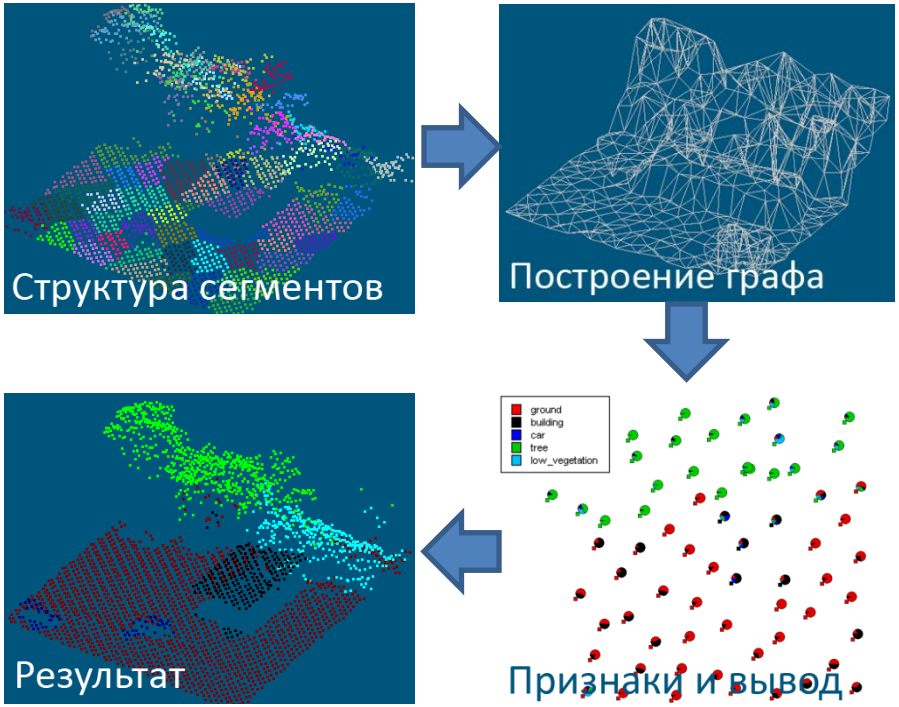
- Потенциалы – линейная комбинация признаков:

$$\log \phi_i(k) = \mathbf{w}_n^k \cdot \mathbf{x}_i \qquad \log \phi_{ij}(k,k) = \mathbf{w}_e^k \cdot \mathbf{x}_{ij}$$

  – Ассоциативные парные потенциалы: $\log \varphi(k, l) = 0$ при $k \neq l$

Схема метода

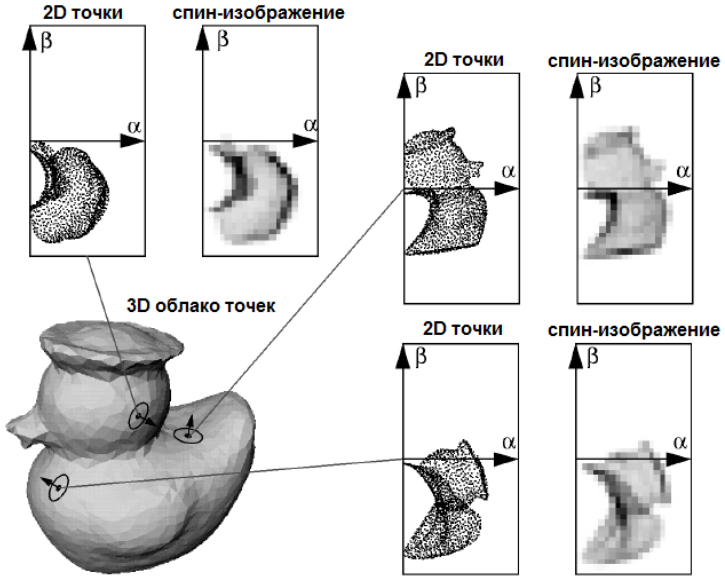
- Предобработка
  - Построение индекса; пересегментация
- Назначение потенциалов
  - Унарные потенциалы Random Forest
  - Неассоциативные парные потенциалы
- Классификация
  - Вывод в Марковской сети: TRW-S [Kolmogorov, 2006]



Унарные потенциалы

Выход мультиклассового классификатора «Рандомизированные деревья»

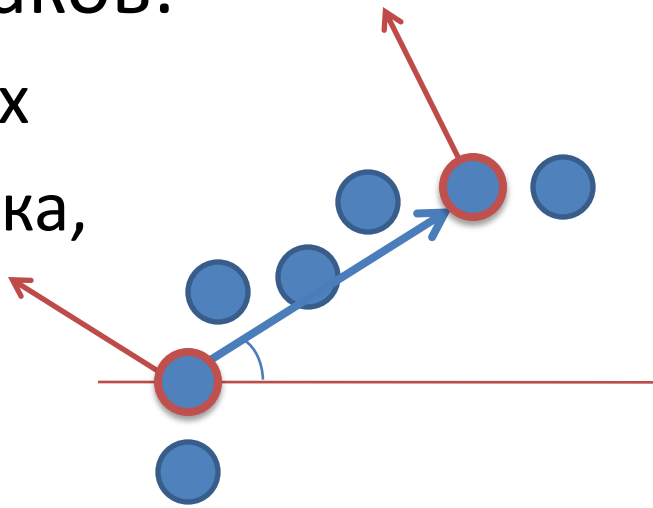
- Спин-изображения



- Признаки матрицы ковариаций
  - Спектральные признаки
  - Признаки направления
- Цилиндрические признаки

Парные потенциалы

- Линейная комбинация признаков:
  - Угол между нормалями в точках
  - Угол наклона к горизонту отрезка, соединяющего точки, и его абсолютное значение
  - Расстояние между точками



- Рассматриваются также неассоциативные парные потенциалы вида $\varphi(k, l)$ при $k \neq l$

Мой вклад

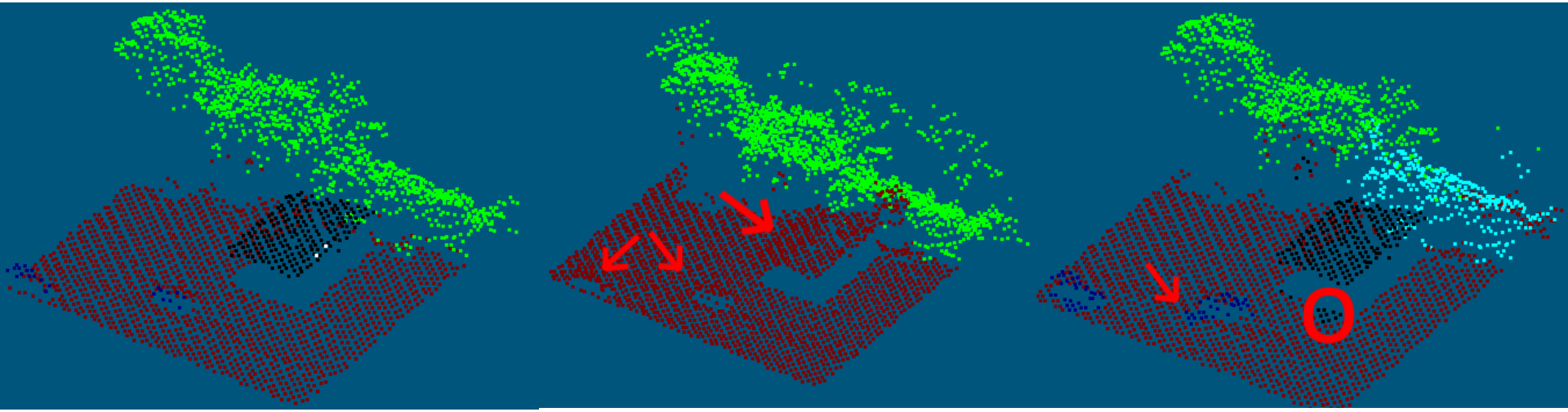
- Пересегментация
  - Ускоряет классификацию на порядки
  - Признаки рёбер (направление, длина) становятся статистически значимыми
- Неассоциативные парные потенциалы
  - Позволяют выразить отношения между объектами разных классов, такие как «дерево находится выше земли»

Пример результата классификации

Верная разметка

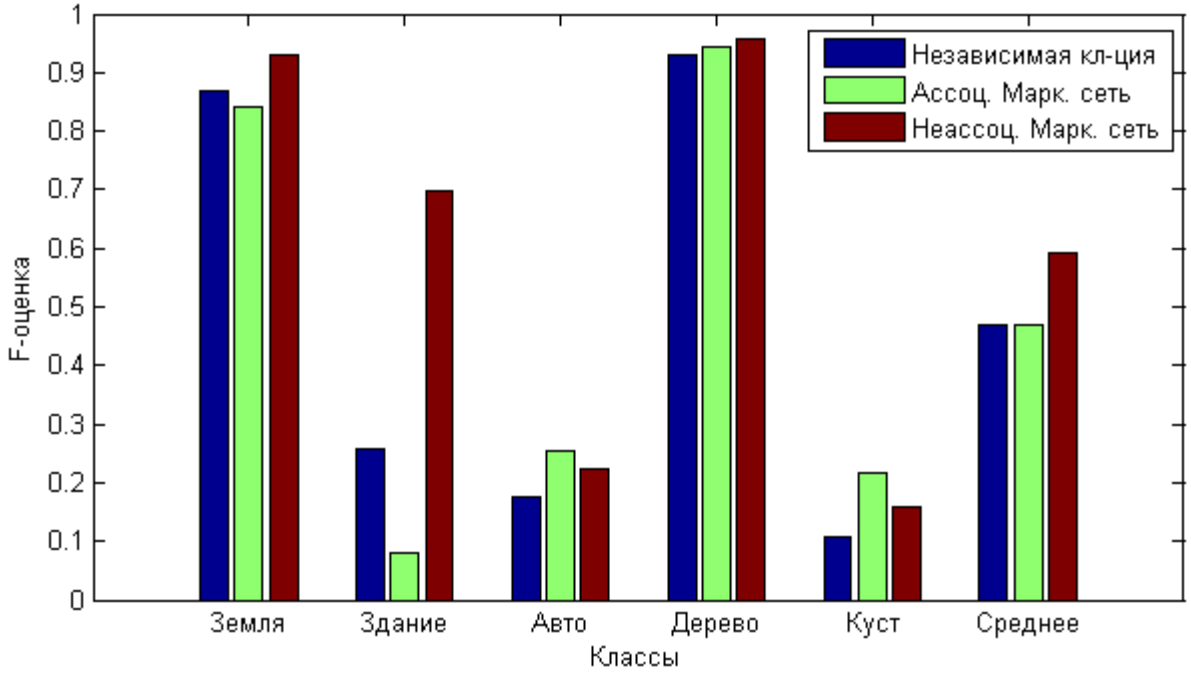
Ассоциативная Марковская сеть

Предлагаемый метод



- Красный – земля, чёрный – крыша, зелёный – дерево, синий – автомобиль, голубой – кусты

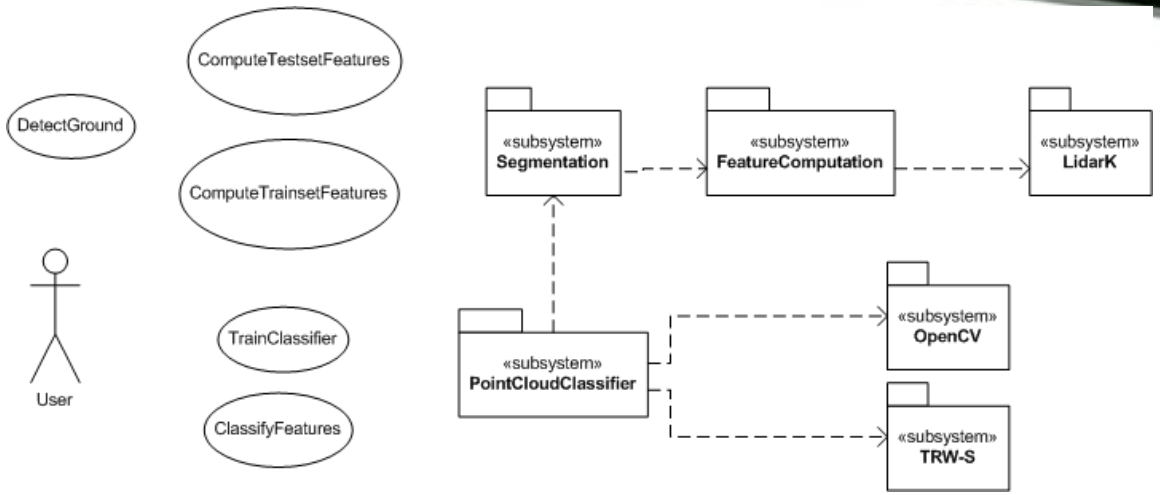
Экспериментальное сравнение



- Лазерный скан, полученный аэросъёмкой
- Миллион точек, 30 тысяч сегментов

Программная реализация

- C++ код



- В рамках системы реализована функция детектирования поверхности земли на данных, снятых с транспортного средства
  - Применяется в НПО «Регион» для паспортизации дорожного покрытия

Результаты

- Проведён обзор методов классификации лазерных сканов
- Разработан алгоритм классификации лазерных сканов на основе неассоциативных Марковских сетей
- Реализована система классификации лазерных сканов с произвольными классами
- Результаты опубликованы

Публикации по теме дипломной работы

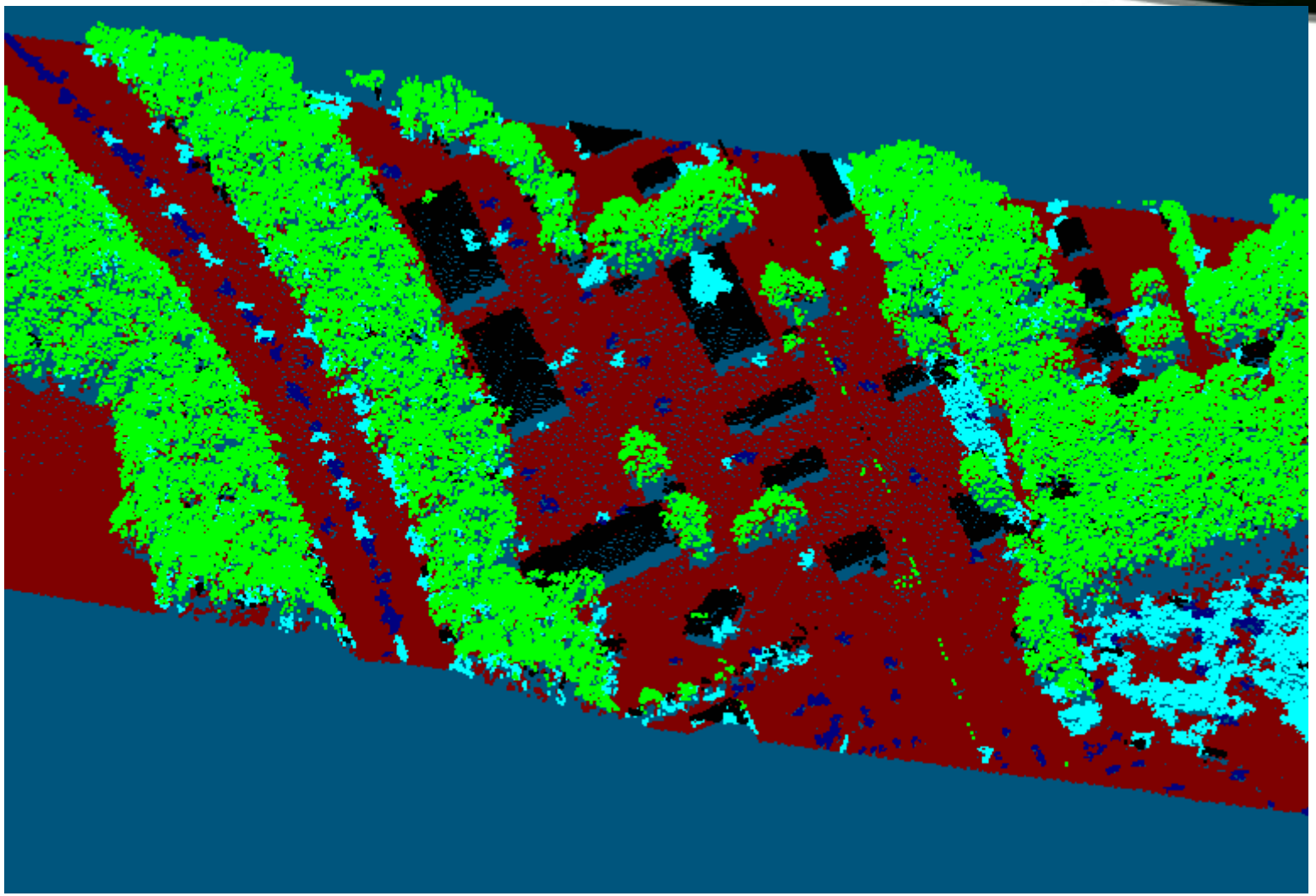
- А. Велижев, Р. Шаповалов, Д. Потапов, Е. Третьяк, А. Конушин, «**Автоматическая сегментация облаков точек на основе элементов поверхности**», *GraphiCon*, Moscow: 2009.
- Р. Шаповалов, «**Классификация трёхмерных облаков точек с помощью неассоциативных Марковских сетей**», *Ломносов*-2010, Москва
- R. Shapovalov, A. Velizhev, O. Barinova, A. Konushin, «**Using Non-Associative Markov Networks for Point Cloud Classification**», *Photogrammetric Computer Vision and Image Analysis*, Paris: 2010.

GRAPHICS & MEDIA LAB
VISION GROUP

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

© TemplatesWise.com

Результат классификации



Лазерные сканы и изображения

Преимущества:

- Присутствует информация о трёхмерной структуре сцены
- Инвариантность относительно освещения и погодных условий

Недостатки:

- Объект может быть загорожен другими объектами или сам собой
- Сканы зашумлены и разрежены
- Часто отсутствует цветовая информация
- Затруднена обработка с помощью стандартных средств ввода-вывода