

# О сегментации сканированных 3d-изображений древесной растительности

Никольский И.М.  
кафедра суперкомпьютеров и квантовой информатики

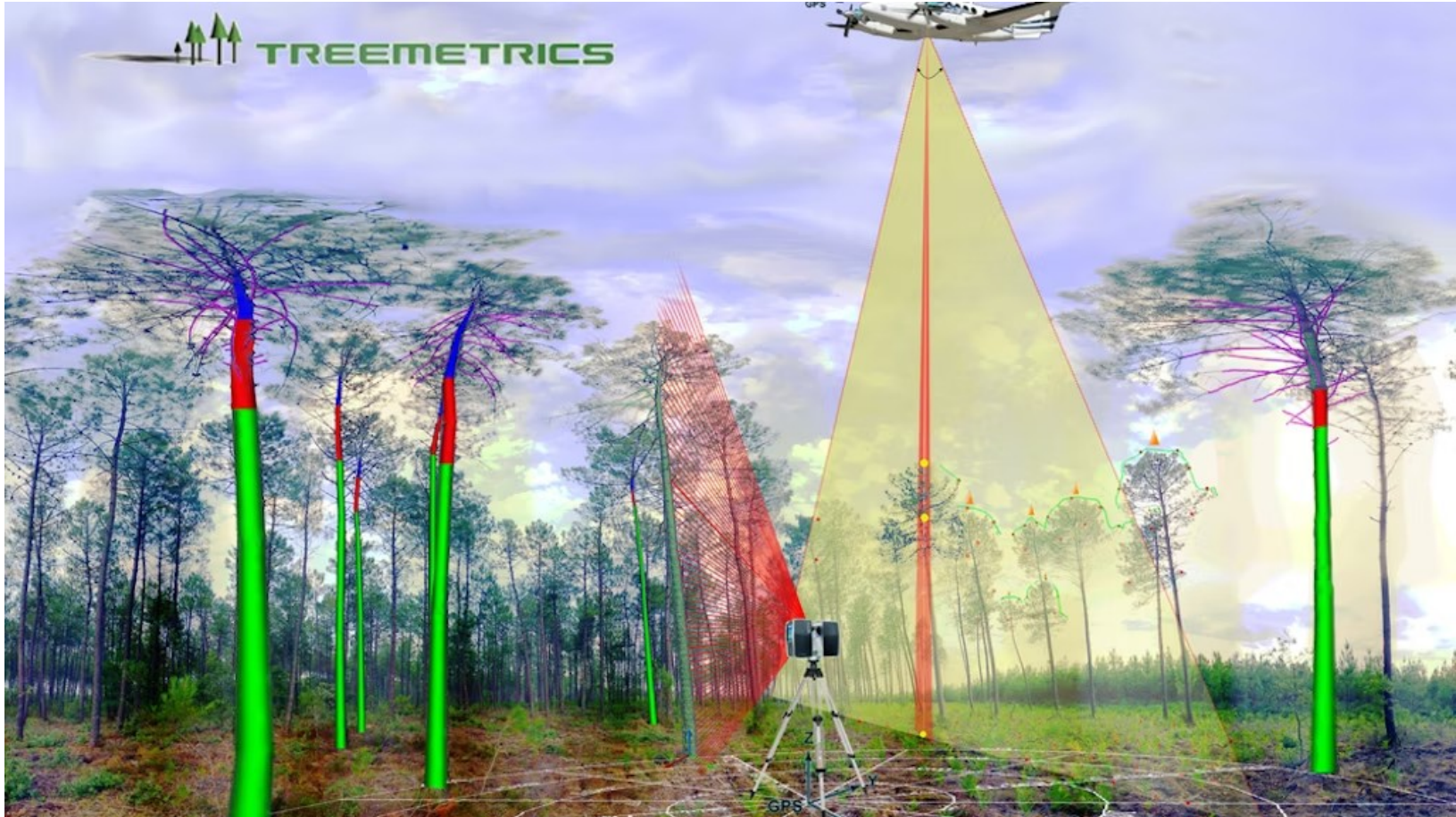
# Введение

- 3d сканирование — технология съёмки предмета путём измерения координат точек на его поверхности
- Облако точек — набор точек  $(x,y,z)$ , результат трёхмерного сканирования



# В лесном хозяйстве

- Замена ручных измерительных приборов
- Измерение характеристик (высота и диаметр ствола, площадь кроны и т.д.)
- Определение видового состава
- Создание 3d-моделей участков леса



# Сегментация

- Сегментация облаков точек — разделение на семантически законченные части
- Может выполняться путём классификации (если заранее известны классы) на основе вектора признаков, приписанного каждой точке облака

# Сегментация деревьев

- Предобработка: выделение отдельных деревьев из скана лесного участка, отделение точек земли
- Разбиение на крону и ствол (wood-leaf)
- Способ сегментации — классификация точек
- В качестве классификатора чаще всего используется случайный лес

# Постановка задачи

- Оценить возможность использования наивного байесовского классификатора для сегментации деревьев
- Выяснить влияние отдельных признаков на качество сегментации
- Выяснить влияние способа составления обучающей выборки на качество сегментации

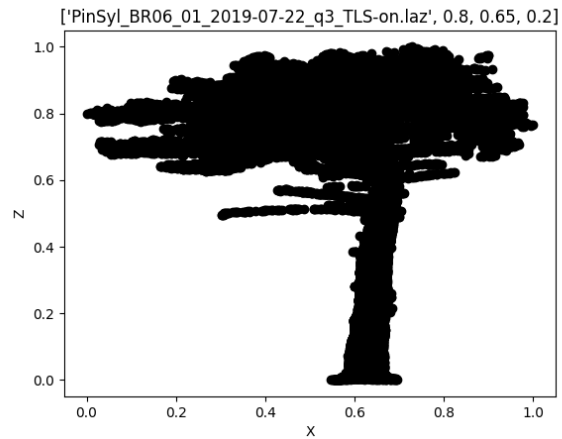
# План экспериментов

# Источник данных

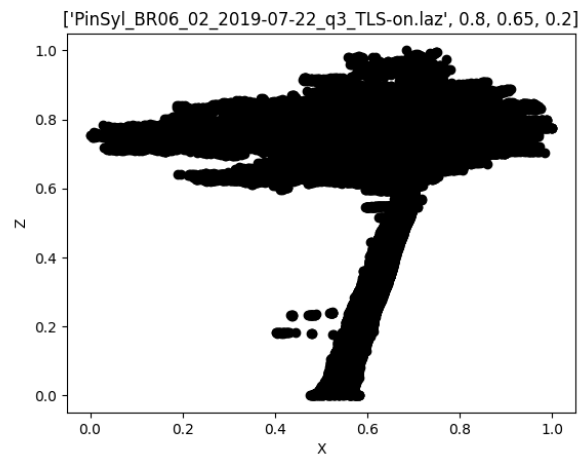
- База данных SYSSIFOSS
- Создана сотрудниками университета Гейдельберг (Германия)
- Более тысячи деревьев, полученных сканированием с воздуха и с земли
- Более 20 видов деревьев Центральной Европы

# Выборка деревьев

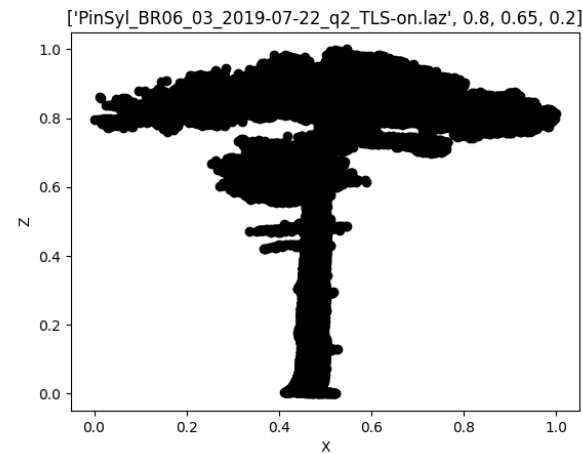
- Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) x 5
- Граб обыкновенный (*Carpinus betulus*) x 1



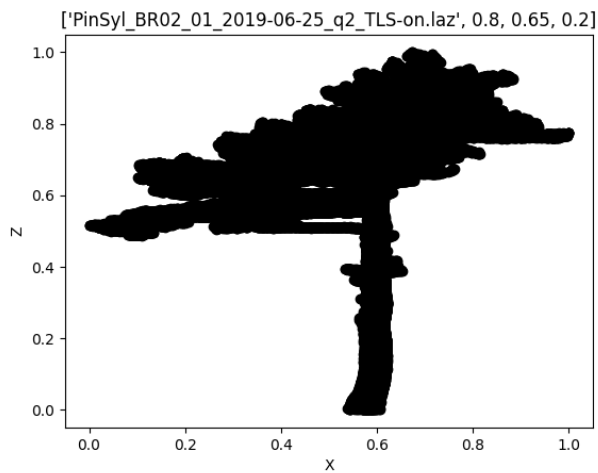
сосна 1



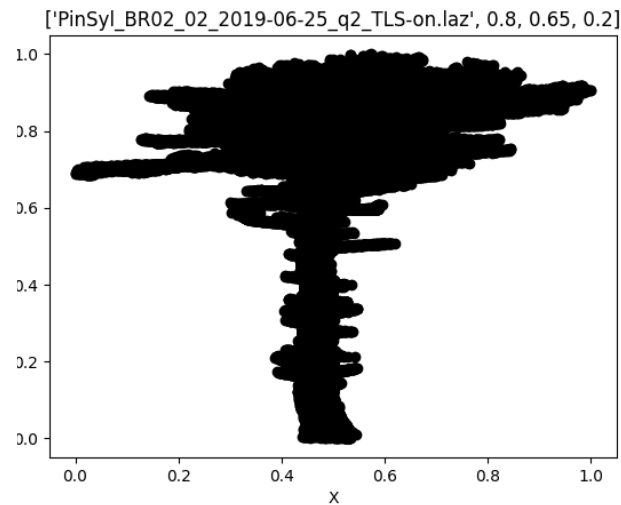
сосна 2



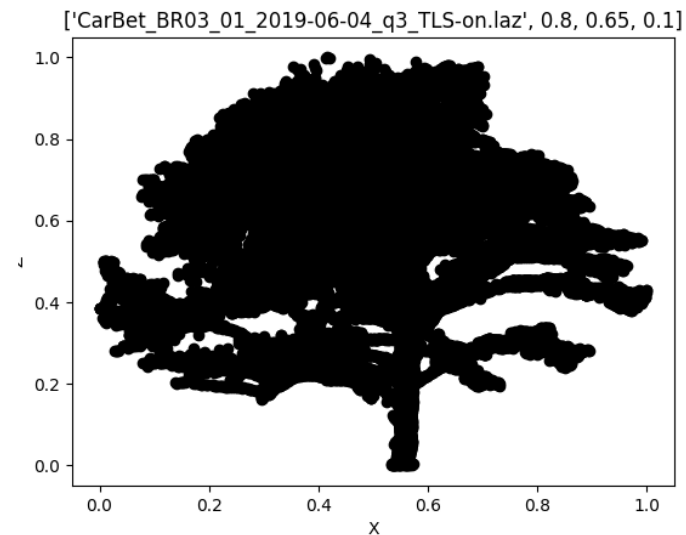
сосна 3



сосна 4



сосна 5



граб 6

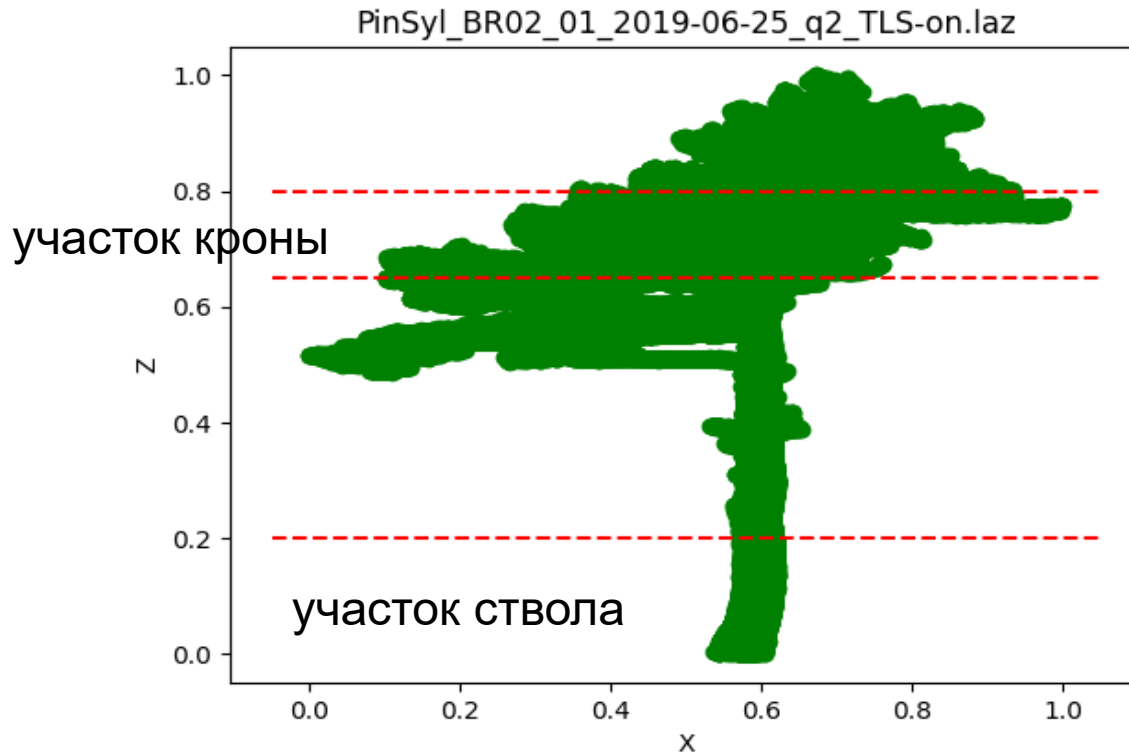
# Схема сегментации

- Масштабирование деревьев
- Вычисление векторов признаков, масштабирование
- Обучение классификатора
- Сегментация
- Оценка качества

# Конструирование обучающей выборки

- ручное выделение участков кроны и ствола одного из деревьев
- выделенные участки одного из деревьев - обучающая выборка
- участки других деревьев — контрольная выборка (оценка качества сегментации)

# Ручное выделение кроны и ствола



# Оценочные метрики

- доля верно классифицированных точек ствола в контрольной выборке
- доля верно классифицированных точек кроны в контрольной выборке

# Признаки

- Для каждой точки облака  $P(x, y, z)$  вычисляется набор из 7 признаков:

1. высота  $f_1(P) = z$

2. плотность  $f_2(P) = \text{card}(\{Q : \rho(P, Q) < r\})$

+ группа из 5 геометрических признаков

# Геометрические признаки

ковариационная матрица  $Cov = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (P_i - \bar{P})(P_i - \bar{P})^T$ , с.з.  $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$

3. z-координата нормали в точке

$$f_3(P) = N_z$$

4. индекс линейности

$$L_\lambda = \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_1}$$

5. индекс планарности

$$P_\lambda = \frac{\lambda_2 - \lambda_3}{\lambda_1}$$

6. индекс разброса точек

$$S_\lambda = \frac{\lambda_3}{\lambda_1}$$

7. индекс кривизны

$$C_\lambda = \frac{\lambda_3}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3}$$

для ускорения вычисления ков. матрицы используется kd-дерево

# Наивный байесовский классификатор

$$\text{classify}(f_1, \dots, f_n) = \arg \max_c p(C = c) \prod_{i=1}^n p(F_i = f_i \mid C = c)$$

$(f_1, f_2, \dots, f_n)$  — вектор значений признаков  $F_1, F_2, \dots, F_n$  для данной точки;

$C$  — переменная класса

Результаты экспериментов.  
Роль признака «высота»

# геометрические

	ствол	крона
сосна 1	0.95	0.99
сосна 2	0.98	0.99
сосна 3	0.80	0.99
сосна 4	0.90	0.99
сосна 5	0.61	1.0
граб 6	0.0	0.97

жёлтым выделено дерево, которое использовалось для обучения

# ПЛОТНОСТЬ

	ствол	крона
сосна 1	0.56	0.96
сосна 2	0.82	0.90
сосна 3	0.65	0.91
сосна 4	0.52	0.99
сосна 5	0.44	0.99
граб 6	0.38	0.94

жёлтым выделено дерево, которое использовалось для обучения

# ВЫСОТА

	СТВОЛ	крона
сосна 1	1.0	1.0
сосна 2	1.0	1.0
сосна 3	1.0	1.0
сосна 4	1.0	1.0
сосна 5	1.0	1.0
граб 6	1.0	1.0

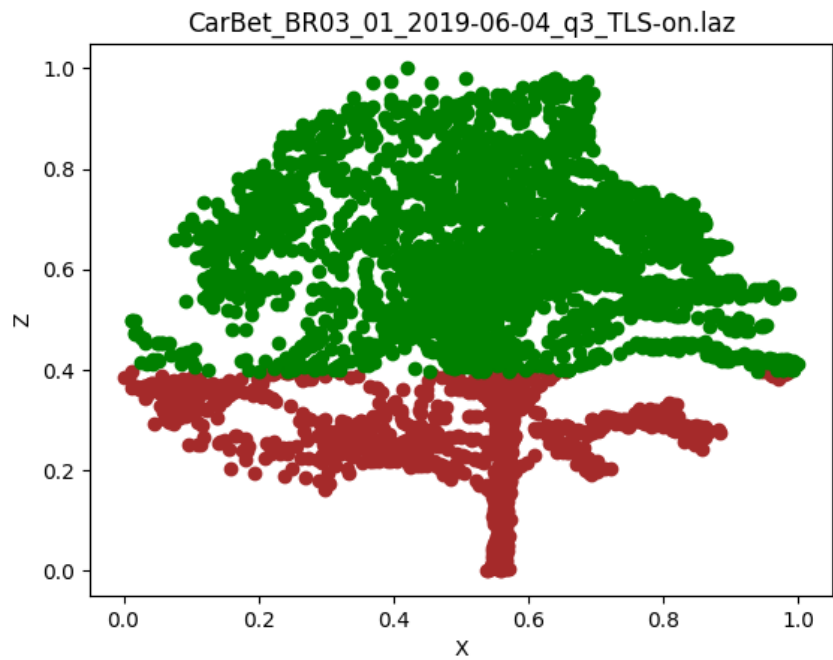
жёлтым выделено дерево, которое использовалось для обучения

# все признаки

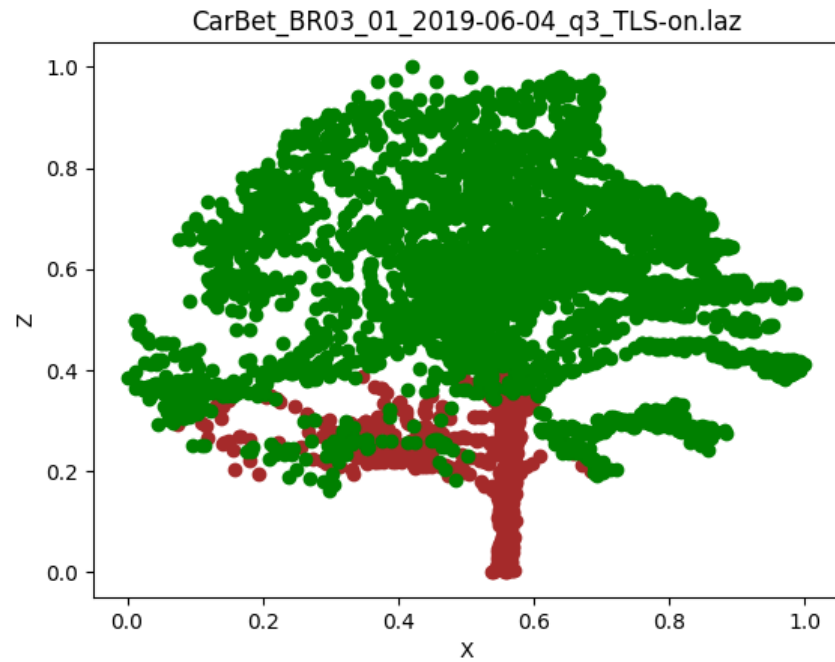
	ствол	крона
сосна 1	1.0	1.0
сосна 2	1.0	1.0
сосна 3	1.0	1.0
сосна 4	1.0	1.0
сосна 5	1.0	1.0
граб 6	1.0	1.0

жёлтым выделено дерево, которое использовалось для обучения

## ТОЛЬКО ВЫСОТА



## все признаки



Результаты экспериментов.  
Роль обучающей выборки

# Классификация по всем признакам

	СТВОЛ	крона
сосна 1	1.0	1.0
сосна 2	1.0	1.0
сосна 3	1.0	1.0
сосна 4	1.0	1.0
сосна 5	1.0	1.0
граб 6	1.0	1.0

	СТВОЛ	крона
сосна 1	0.14	1.0
сосна 2	0.08	1.0
сосна 3	0.12	1.0
сосна 4	0.22	1.0
сосна 5	0.0	1.0
граб 6	1.0	1.0

жёлтым выделено дерево, которое использовалось для обучения

# Выводы

- Наивный байесовский классификатор даёт приемлемое качество классификации
- Результат сегментации чувствителен к выбору дерева, на котором обучается классификатор
- Признак «высота» имеет определяющее значение для качества сегментации

# Литература

- SYSSIFOS <http://syssifoss.db>
- Weiser, H., Schäfer, J., Winiwarter, L., Krašovec, N., Fassnacht, F.E. & Höfle, B. : Individual tree point clouds and tree measurements from multi-platform laser scanning in German forests. Earth System Science Data 2022, Vol. 14 (7), pp. 2989-3012.
- Lin, W.; Fan, W.; Liu, H.; Xu, Y.; Wu, J. Classification of Handheld Laser Scanning Tree Point Cloud Based on Different KNN Algorithms and Random Forest Algorithm. Forests 2021, 12, 292.

– Спасибо за внимание!