

Яндекс

Observing UHECRs with Smartphones

Борисяк Максим

Higher School of Economics, Yandex School of Data Analysis, Yandex Data Factory

Космическое излучение

Космическое излучение ультра высоких энергий (UHECR) до сих пор остается загадкой.

- › LHC: 10^{13} eV
- › UHECR: $10^{18} - 10^{20} \text{ eV}$

Открытые вопросы:

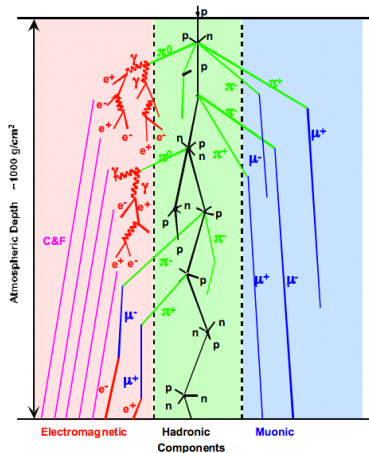
- › механизмы разгона
- › источники
- › согласование с физическими законами

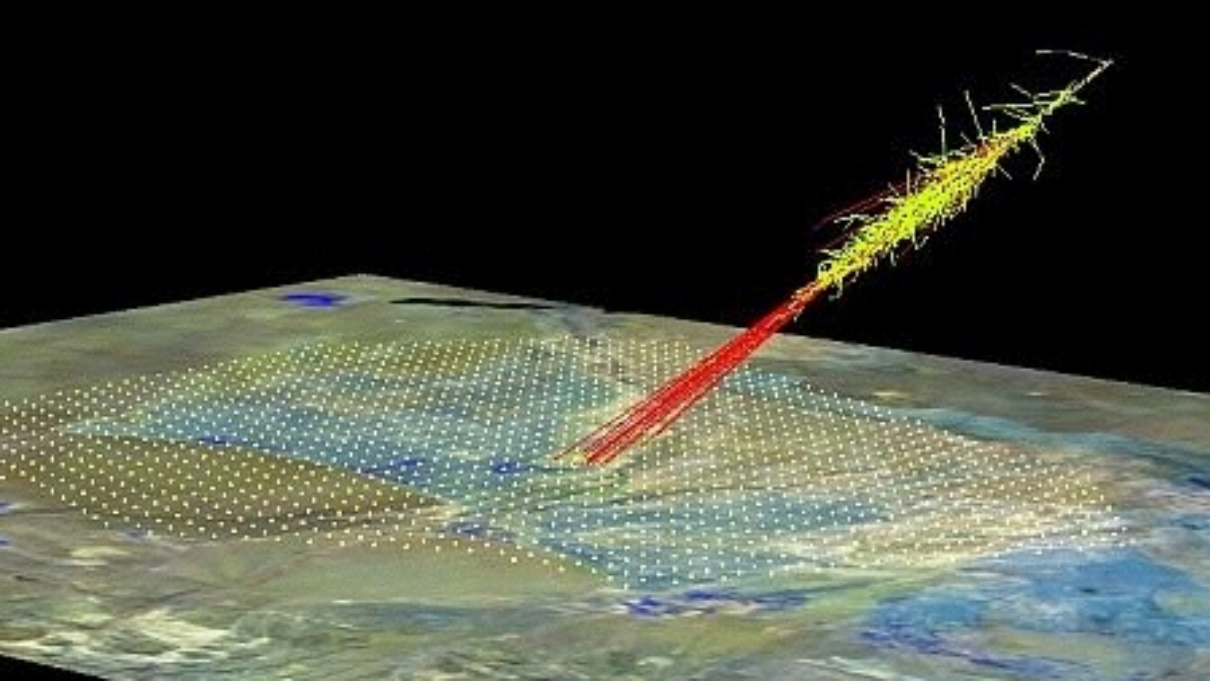
Космическое излучение

- › вторичные ливни (air showers)
- › восстановление параметров UHECR

Способы наблюдения:

- › атмосферное свечение
- › эффект Вавилова-Черенкова
- › анализ радио частот
- › массивы детекторов





Космическое излучение

УНЕСР чрезвычайно редки

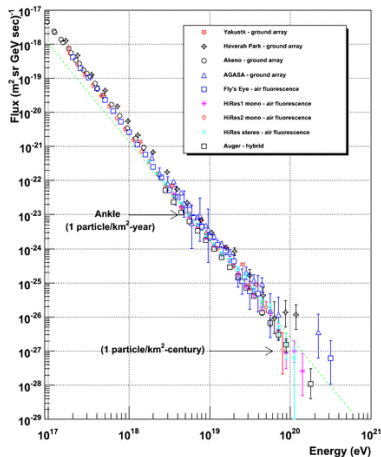
› 10^{18} eV - 1 частица $\text{км}^{-2} \text{год}^{-1}$

› 10^{20} eV - 1 частица $\text{км}^{-2} \text{век}^{-1}$

Альтернативы:

› большая площадь детектора

› долгое время наблюдения



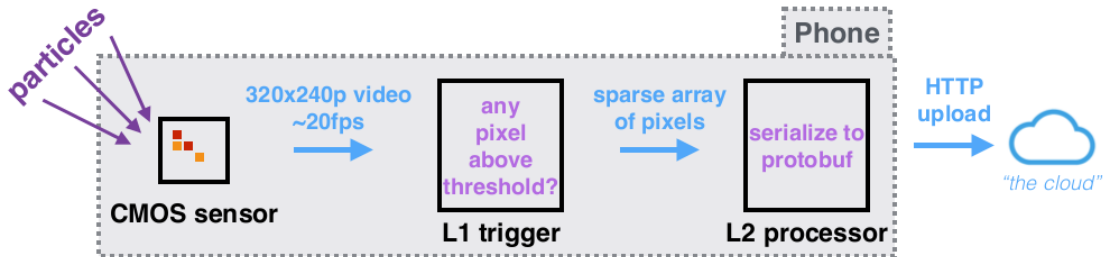
CRAYFIS

Камеры мобильных телефонов
чувствительны к вторичным ливням

- › активная область 0.3 см^2
- › 10^9 телефонов на планете
- › всего 10^6 , чтобы достичь
эффективности Auger
- › эффективны только на UHECR



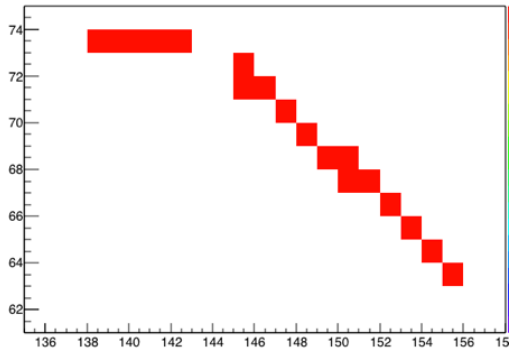
Шаг 1: обработка на телефоне



Шаг 1: обработка на телефоне

Камера нуждается в тщательной калибровке и фильтрации

- › 20 Hz, 320 x 240 пикселей
- › различная чувствительность
- › 10^6 телефонов = 1Тб сек^{-1} сырых данных



Задачи 1

Фильтрация данных

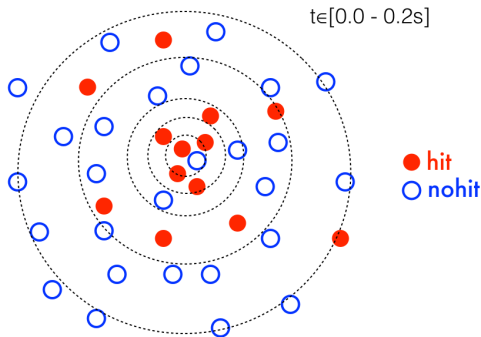
- › Unsupervised Learning: Outlier Detection
- › ограничение по вычислительной мощности
- › метрика: TP при $FP = \text{const}$

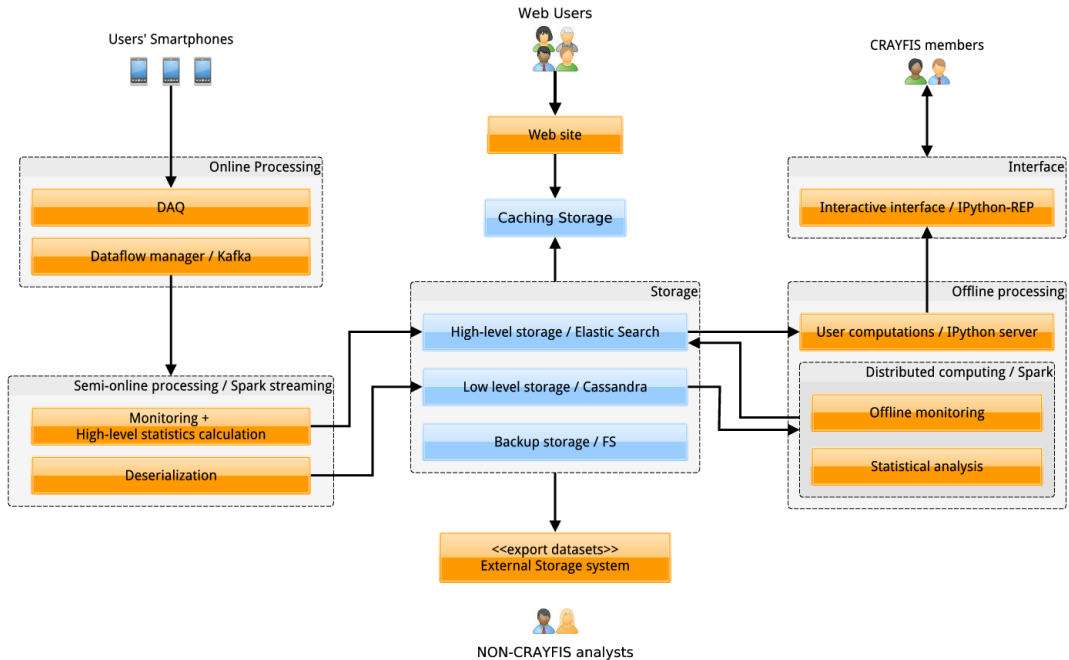
Калибровка

- › Semi-supervised Learning: Regression (?)
- › ограничение по вычислительной мощности
- › метрика: эффективность сенсора

Шаг 2: анализ

- › все еще Big Data: 10^6 событий сек^{-1}
- › мониторинг состояния системы
- › обнаружение и фильтрация событий
- › восстановление параметров UHECR





Задачи 2

Обнаружение событий

- › Supervised Learning
- › Big Data
- › метрика: TP при $FP = \text{const}$

Инструменты

- › Прототипирование:
Python + sklearn + ...
- › Мобильное приложение:
Java + Android SDK + ...
- › Сервера:
Scala + Apache Spark + Apache Cassandra + Elastic Search

Суммарно

- › UHECR остаются загадкой
- › для наблюдения требуются большие площади
- › мобильные телефоны могут детектировать элементарные частицы
- › при должной популярности - самая большая в мире обсерватория

Thank you!

Контакты

Борисяк Максим
Стажер-разработчик



mborisyak@yandex-team.ru