

Арех II - программная система обработки астрономических изображений

Владимир Куприянов

ГАО РАН

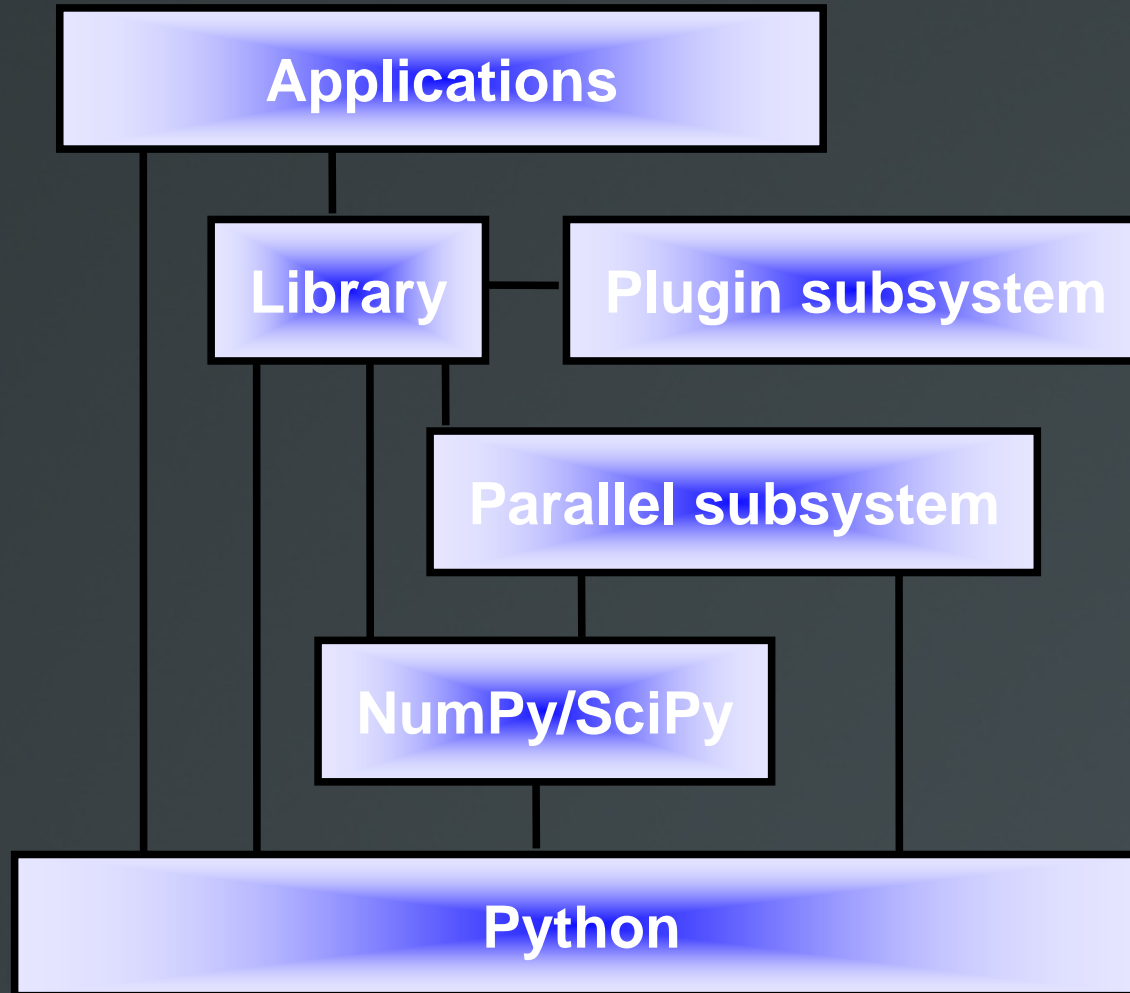
История

- 2004 г. – первые версии, автоматическая астрометрия ПЗС-наблюдений АСЗ в ГАО РАН
- 2005 г. – наращивание алгоритмической базы, обработка изображений орбитальных объектов
- 2006 г. – усовершенствование методов измерения орбитальных объектов, сеть ПулКОН
- 2007 г. – астрометрия GRB, работа с широкопольными камерами, повышение скорости
- 2010 г. – параллельные вычисления, автоматическое обнаружение орбитальных объектов

Задачи

- Универсальность
- Открытая архитектура
- Кроссплатформенность
- Автоматизация
- Точность

Архитектура



Сравнение

- IRAF, MIDAS

- + стабильность, стандарт де-факто

- ограниченность применения, устаревшие технологии, трудность создания новых приложений

- IDL, MATLAB

- + удобный язык, богатая библиотека

- низкая производительность, закрытость, лицензии

- GEOS (И.Гусева), IzmCCD (И.Измайлов), пакет КрАО (В.Румянцев, В.Бирюков), CLT (В.Саваневич)

- + ориентация на решение определенной задачи

- закрытость

- PRAIA (GAIA)

- «сырость»

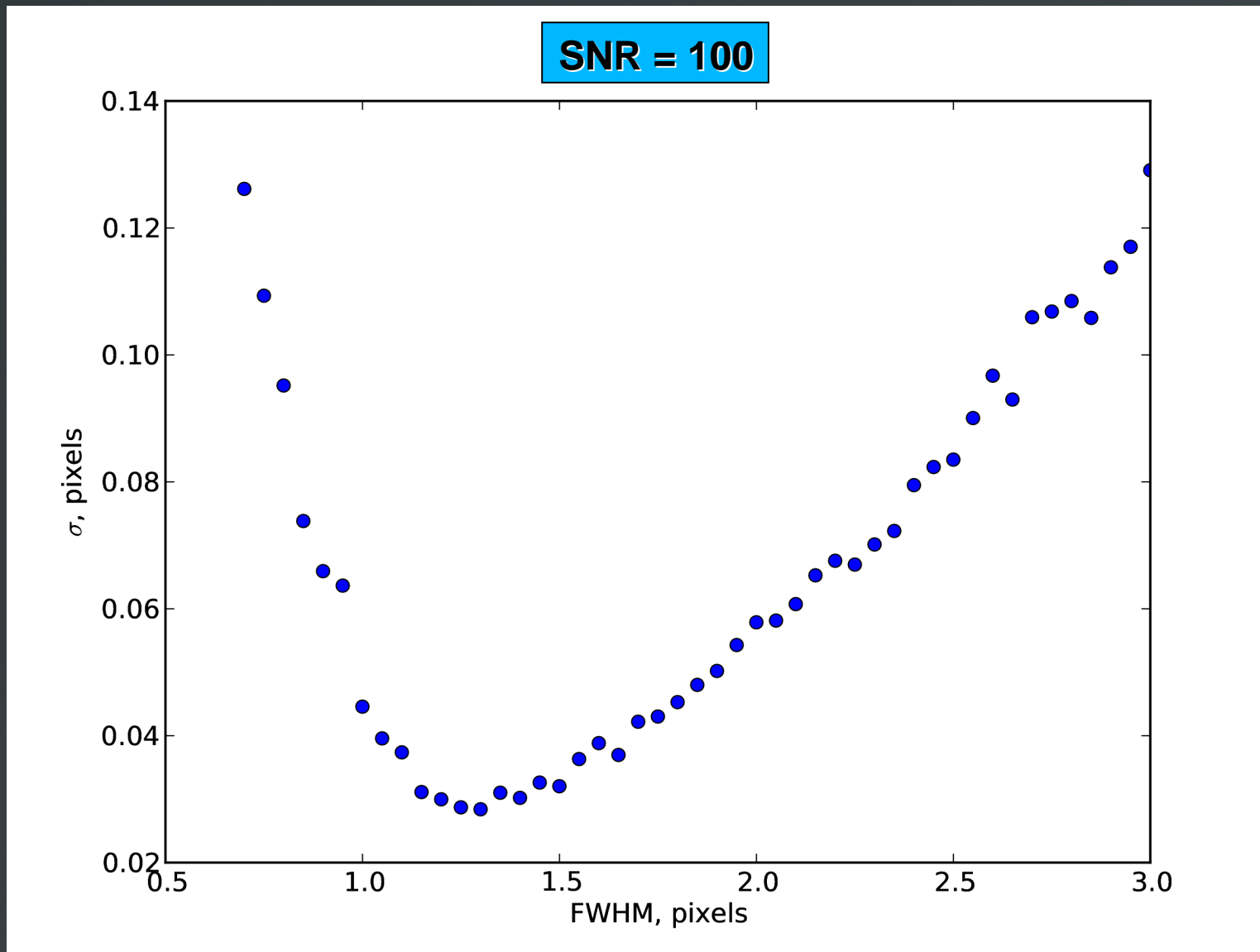
Особенности Арех II

- Современные программные технологии – Python, параллельные вычисления
- Использование только пакетов с открытым исходным кодом
- Стабильность и эффективность кодовой базы (Python + NumPy + SciPy)
- Применение наиболее точных алгоритмов редукции

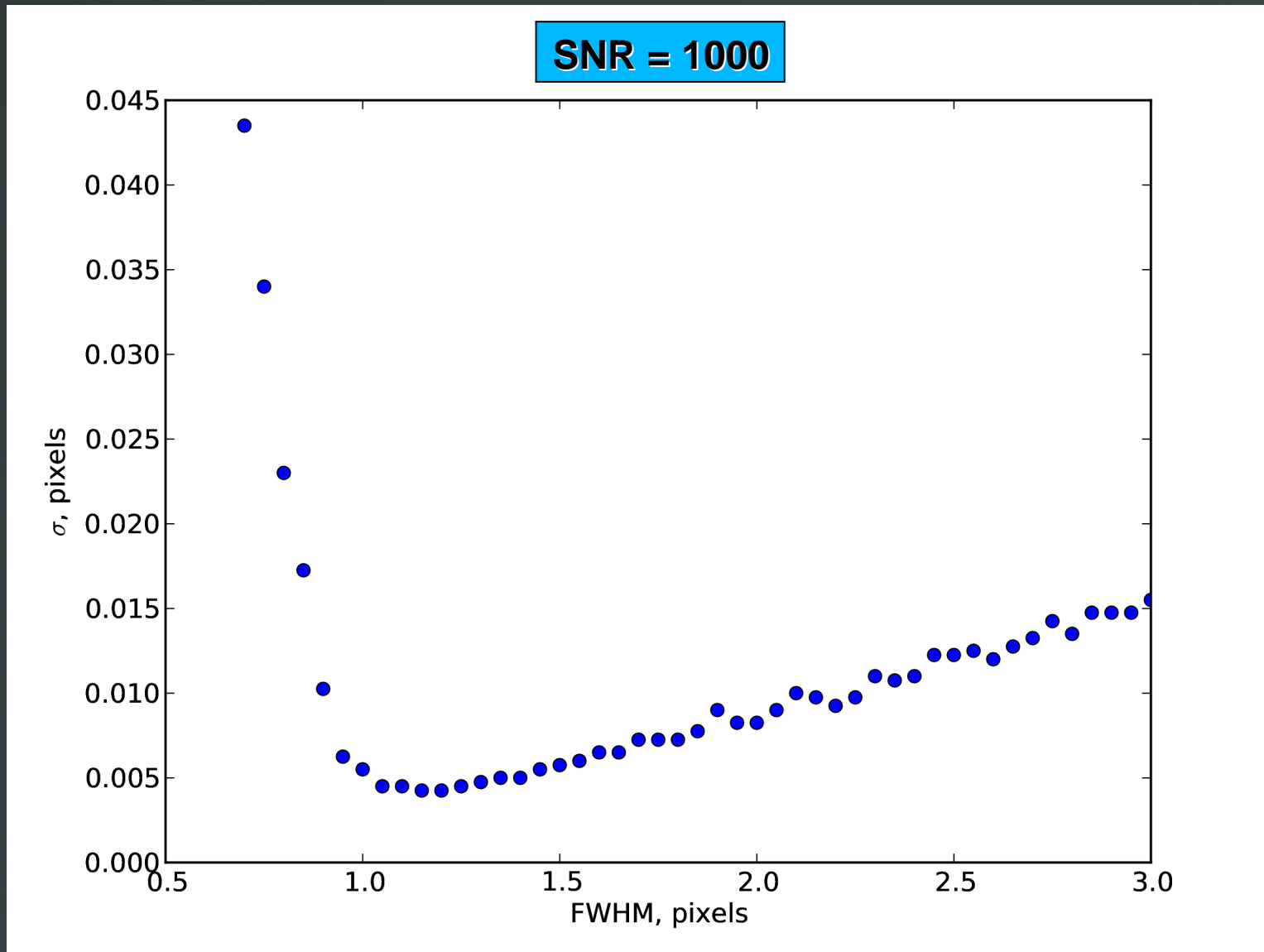
Точность

- Измерение методом ФРТ-аппроксимации (PSF fitting) на основе алгоритма Левенберга–Марквардта (Kouprianov “Distinguishing features of CCD astrometry of faint GEO objects” // Adv. Space Res., 2008, 41(7), 1029–1038)
- Набор моделей редукции, учитывающих абберрации оптической системы, в т.ч. для светосильных камер
- Использование высокоточных опорных каталогов (Tycho–2, UCAC3, USNO-B2.0+PRMXL)

Точность



Точность

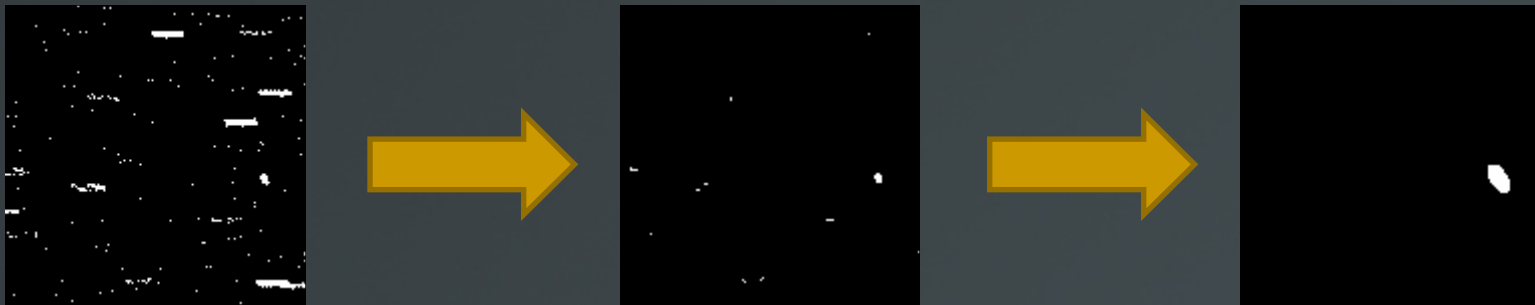


Скорость

- Стандартная редукция (ПЗС-кадр $1\text{K}\times 1\text{K}$): $\sim 1.8\text{с}$
 - дарк-коррекция
 - флэт-коррекция
 - аппроксимация фона
 - детектирование объектов ($\sim 150\text{--}200$ шт.)
 - измерение методом ФРТ-аппроксимации
 - выборка из опорного каталога
 - астрометрическая и фотометрическая редукция

Поиск объектов: космический мусор

- Выделение орбитальных объектов-кандидатов на фоне звезд поля: бинарная морфологическая фильтрация



- Выявление среди кандидатов реальных объектов в серии из нескольких кадров

Поиск объектов: астероиды и кометы

- Морфологическая фильтрация *не требуется*
- В остальном алгоритм аналогичен методу поиска орбитальных объектов
- Связь с базами орбит известных тел Солнечной системы: EPOS (ГАО РАН, с первых версий), MPC (планируется), ...

Заключение

- Арех II – универсальная платформа для создания приложений для редукции массивов астрономических данных
- Используется ~40 группами (?):
 - мониторинг области ГСО и др. высоких орбит
 - мониторинг АСЗ
 - фотометрия кратных астероидов и молодых звезд
 - фундаментальная астрометрия (квазары)
 - астрометрия послесвечения GRB
- Создание на базе имеющихся наработок пакета для обнаружения и сопровождения тел Солнечной системы в задаче астероидно-кометной безопасности

Спасибо за внимание!