

Десятая независимая научно-практическая
конференция «Разработка ПО 2014»

23 - 25 октября, Москва



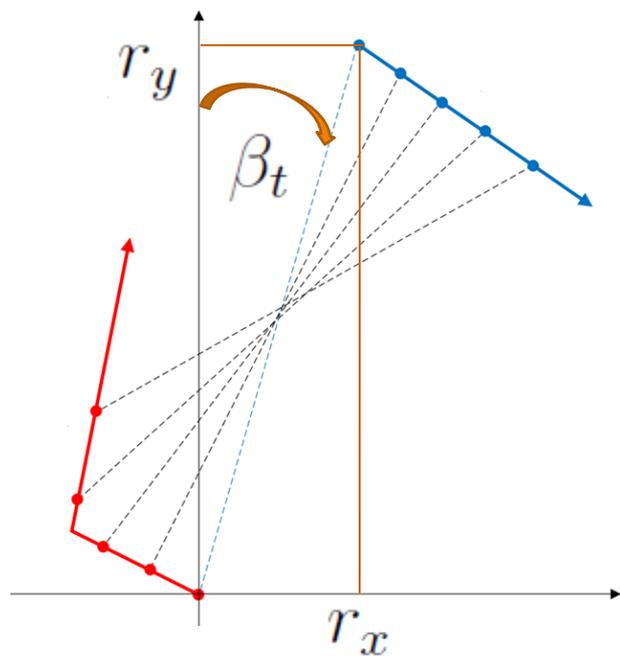
Иерархический каркас для алгоритмов задачи анализа движения объектов



Денис Степанов

ОАО «Концерн «НПО «Аврора»,
НИУ ИТМО

Задача Target Motion Analysis (ТМА)



- Оценить, как движется объект, используя угловые измерения:

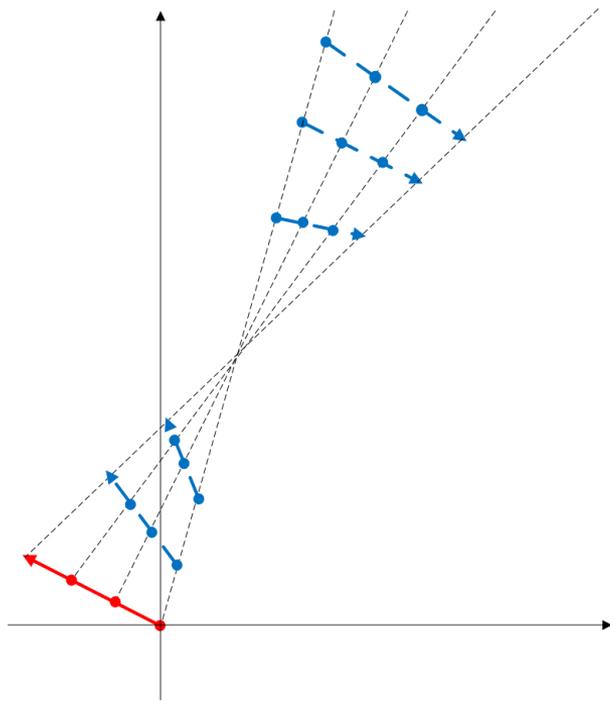
$$\beta_t = \operatorname{arctg} \left(\frac{r_x(t)}{r_y(t)} \right)$$

- Описывается динамической системой:

$$\mathbf{x}_t = f(\mathbf{x}_{t-1}, \mathbf{u}_t) + \mathbf{v}_t$$

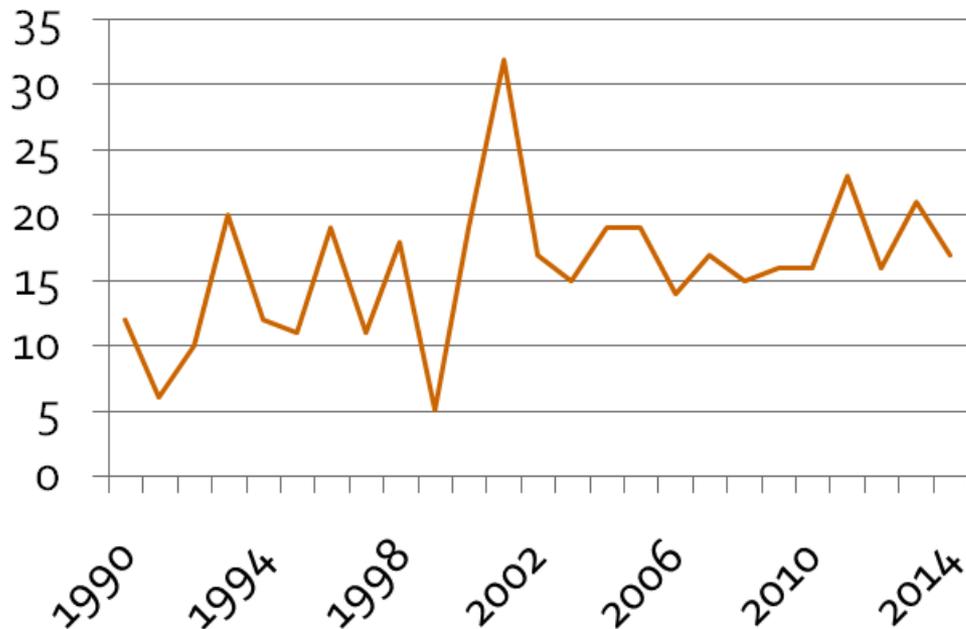
$$\mathbf{z}_t = h(\mathbf{x}_t) + \mathbf{w}_t$$

ТМА: математические сложности



- Наблюдаемость — можно ли однозначно определить по измерениям, какой объект наблюдаем?
- Нелинейность уравнений ведет к субоптимальным методам оценивания.

ТМА: число публикаций в год* ...



... на примере одного автора

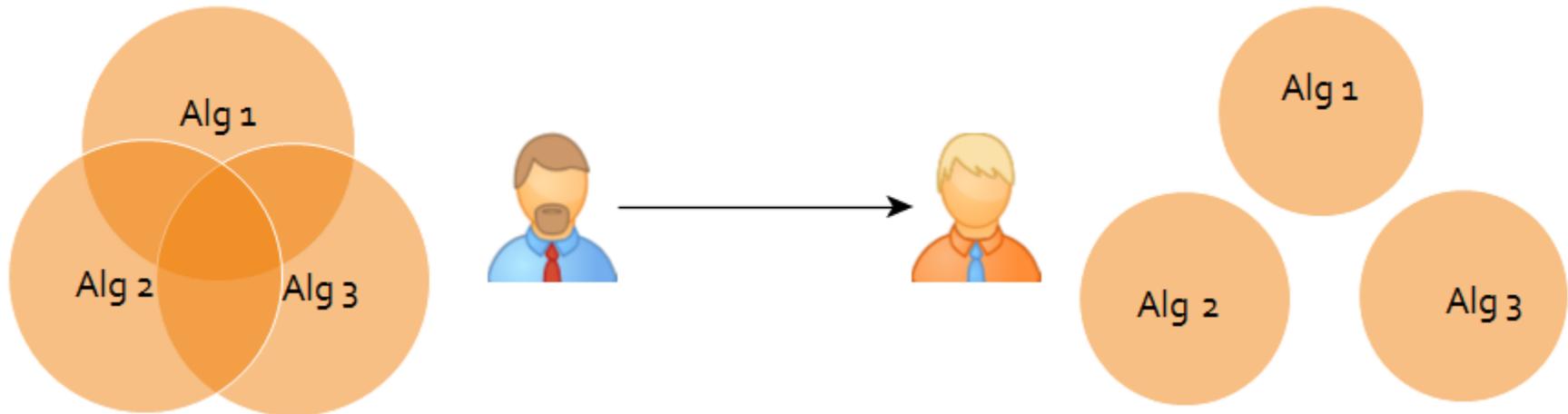
— Y. Bar-Shalom

(Technion,
Princeton University,
Univ. of Connecticut).

* статистика Google Scholar

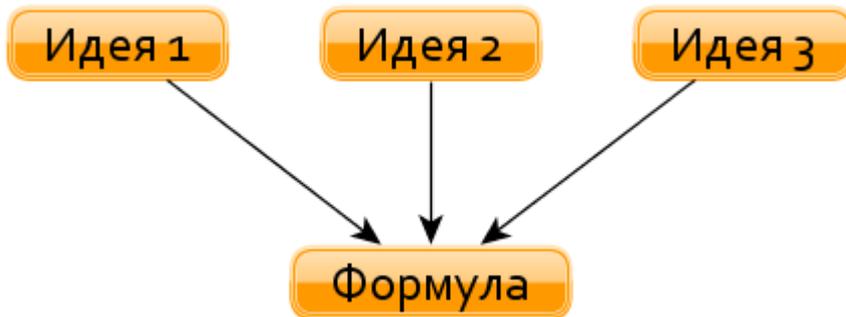
ТМА: сложности реализации

- No Free Lunch Theorem — нет алгоритма, на котором можно было бы «остановиться».
- Обычная реализация алгоритмов «с нуля».
- Библиотеки функций и каркасы приложений не спасают положение.



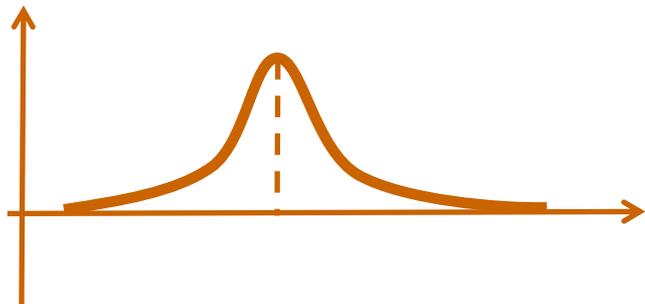
Поиск решения

- В чем различие алгоритмов? Что в них есть общего?
- Аналог шаблонов проектирования для алгоритмов оценивания и фильтрации.
- Математическая «концепция» :



Основные концепции в статистике

- ML (максимальное правдоподобие)



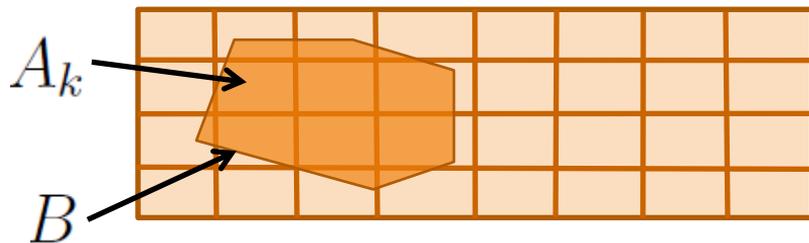
BLUE:

$$\mathbf{z} = \mathbf{H}\mathbf{x} \Rightarrow \mathbf{x} = (\mathbf{H}^T \mathbf{R}^{-1} \mathbf{H})^{-1} \mathbf{H}^T \mathbf{R}^{-1} \mathbf{z}$$

Псевдообращение Мура-Пенроуза:

$$\mathbf{H}^+ = (\mathbf{H}^T \mathbf{H})^{-1} \mathbf{H}^T$$

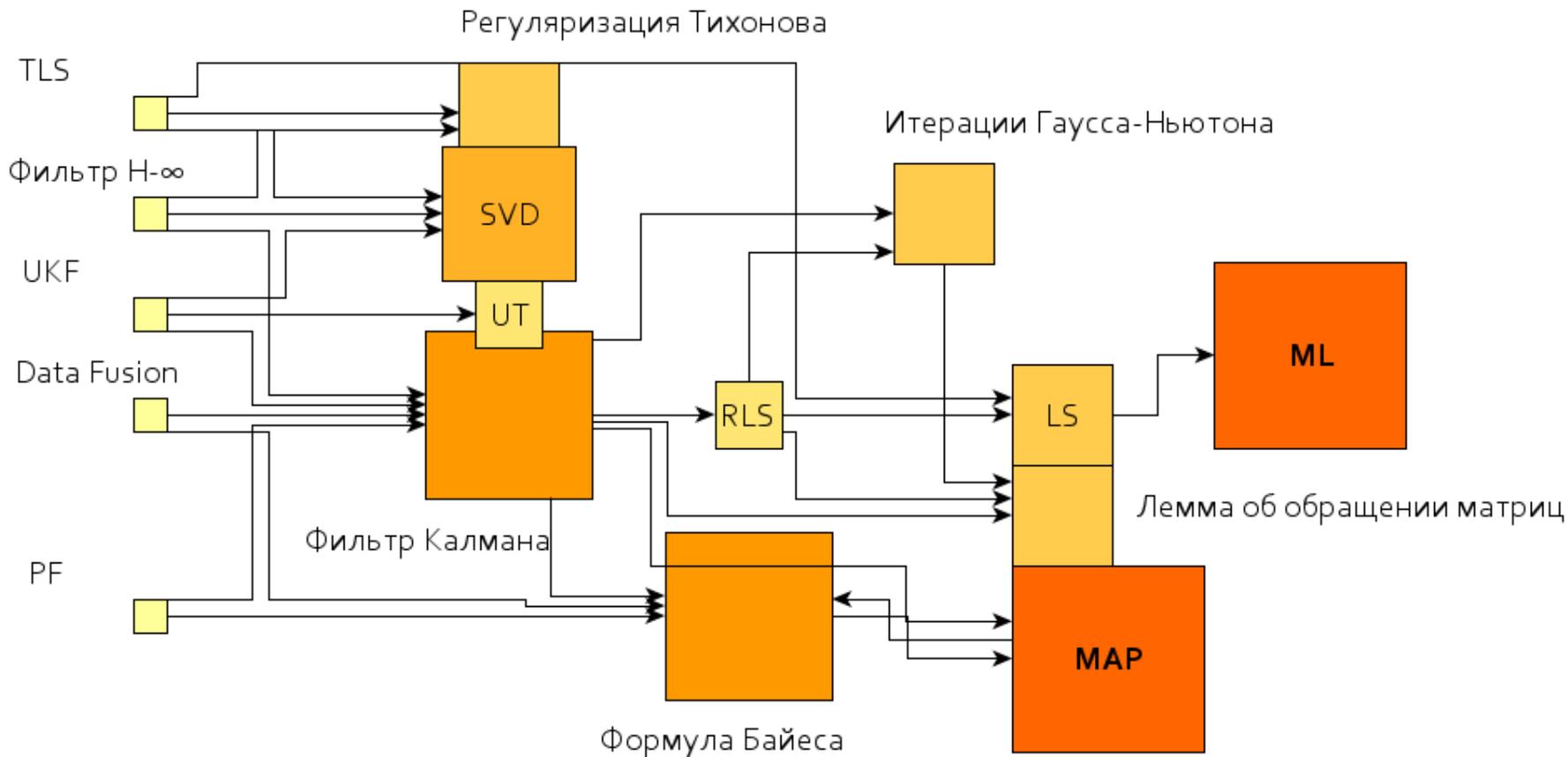
- MAP (максимум апостериорной вероятности)



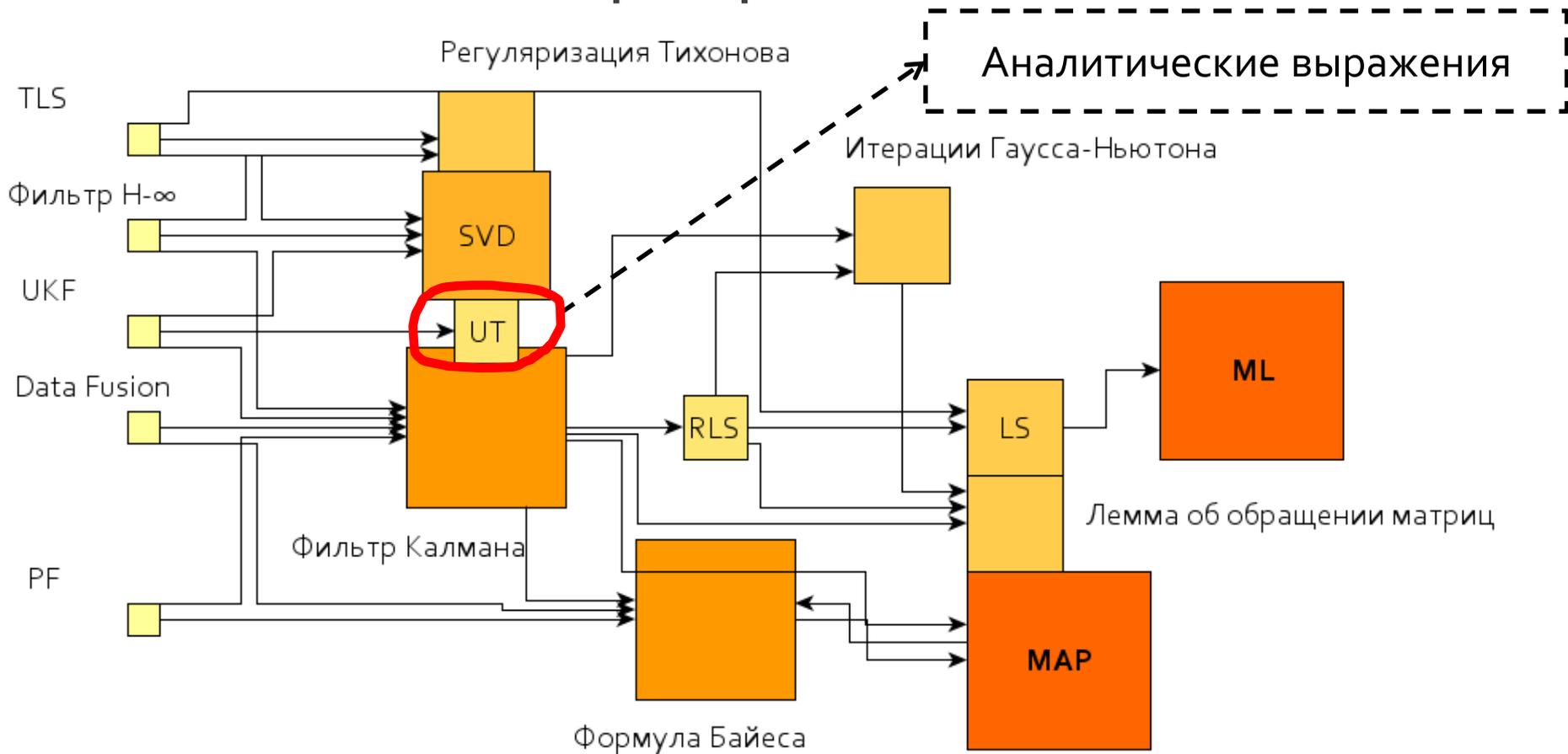
Формула Байеса:

$$\mathbb{P}(A_k|B) = \frac{\mathbb{P}(A_k) \mathbb{P}(B|A_k)}{\sum_{m=1}^n \mathbb{P}(A_m) \mathbb{P}(B|A_m)}$$

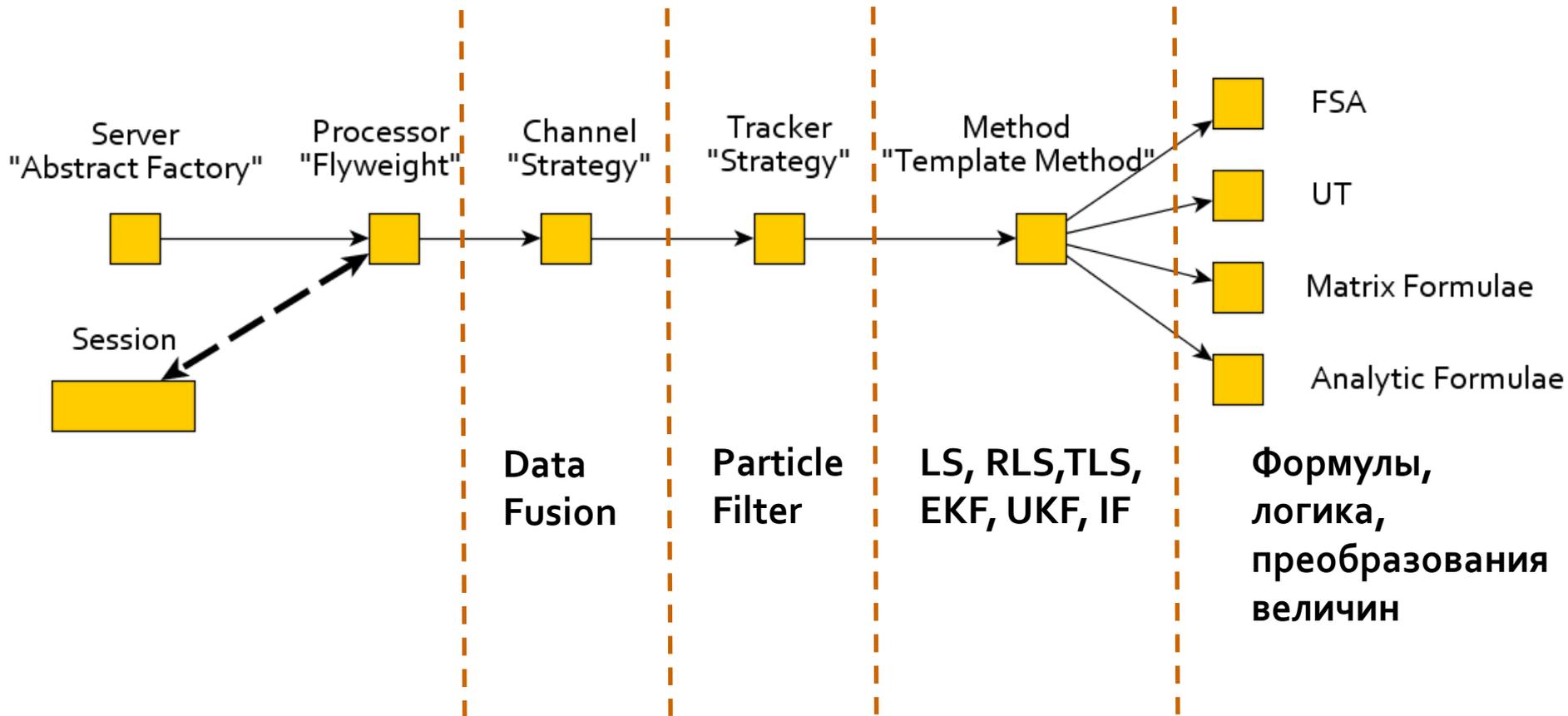
Основные концепции в ТМА



Основные концепции в ТМА

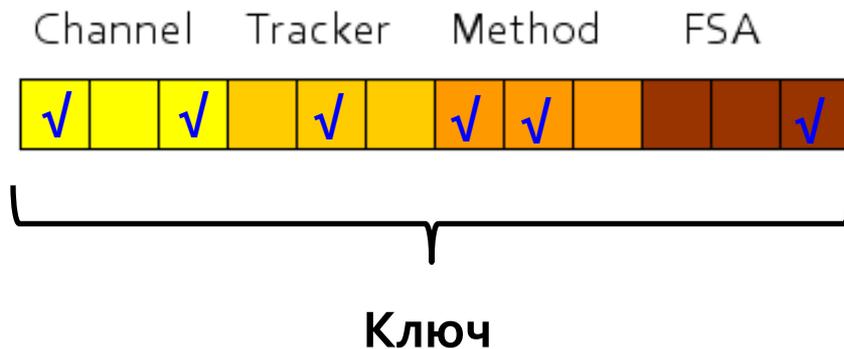


Иерархический каркас для ТМА

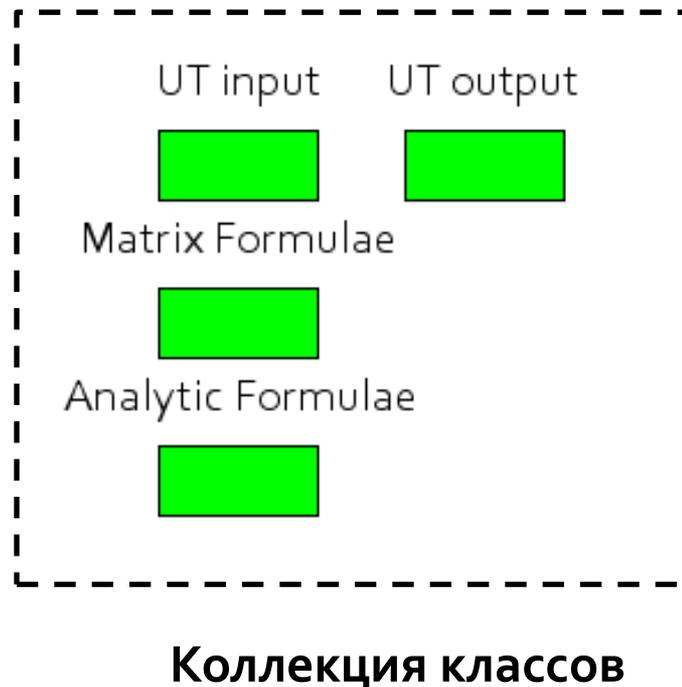


Динамическое создание алгоритмов ТМА

On-line



Off-line



Результаты

- Расширены возможности ранее реализованных алгоритмов.
- Реализованы алгоритмы, найденные в литературе.
- Построены новые алгоритмы с «хорошими» свойствами.
- Экономия времени на написание алгоритма — 70-90%.
- Алгоритмы могут генерироваться динамически (перебором ключей и классов из коллекции).

Спасибо за внимание!