



# Реляционное программирование

**Автор:** Екатерина Вербическая

Лаборатория языковых инструментов JetBrains

13 декабря 2019

Программа — отношение

$$\mathit{append}^o \subseteq [A] \times [A] \times [A]$$

$$\mathit{append}^o = \{ \begin{array}{l} ([], [], []); \\ ([0], [], [0]); \\ ([1], [], [1]); \\ \dots \\ ([], [0], [0]); \\ \dots \\ ([4], [2], [4, 2]); \\ \dots \\ ([4, 2], [13], [4, 2, 13]); \\ \dots \end{array} \}$$

## Пример программы на miniKanren

```
appendo x y z =  
  (x ≡ [] ∧ z ≡ y)  
  ∨ (∃ h t r  
    ( x ≡ h : t  
      ∧ z ≡ h : r  
      ∧ appendo t y r))
```

# Вычисление в реляционном программировании

$append^o$	$[1]$	$[2, 3]$	$q$	$\rightarrow$	$\{$	$[1, 2, 3]$	$\}$
$append^o$	$[1]$	$q$	$[1, 2, 3]$	$\rightarrow$	$\{$	$[2, 3]$	$\}$
$append^o$	$q$	$[1]$	$[2, 3]$	$\rightarrow$	$\{$		$\}$

# Вычисление в реляционном программировании

$$\text{append}^o q p [1, 2] \rightarrow \{ \begin{array}{l} ([], [1, 2]), \\ ([1], [2]), \\ ([1, 2], []) \end{array} \}$$

$$\text{append}^o q q [2, 4, 2, 4] \rightarrow \{ [2, 4] \}$$

$$\text{append}^o q p r \rightarrow \{ \begin{array}{l} ([], \alpha, \alpha), \\ ([\alpha], \beta, (\alpha : \beta)) \\ ((\alpha : \beta), \gamma, (\alpha : (\beta : \gamma))) \\ \dots \end{array} \}$$

$$foo^o \subseteq A \times B$$

- $foo^o \alpha q : A \rightarrow [B]$
- $foo^o q \beta : B \rightarrow [A]$  — в “обратном” направлении
- $foo^o q p : () \rightarrow [(A \times B)]$

- Строго типизированный `miniKanren`
- Встроен в `OCaml`
- Синтаксическое расширение для описания программ

Демонстрация

- Синтез кода (обращение интерпретаторов, Barliman)
- Поиск в базах знаний (mediKanren)
- Генерация тестовых сценариев
- Статический анализ кода
- ...



- Реализуем интерпретатор на функциональном языке
- Транслируем интерпретатор на `miniKanren`
- Задаем частично определенную входную программу и ее результат выполнения
- Запускаем вычисление на `miniKanren`
- `miniKanren` должен заполнить “дырки” в программе

Демонстрация

# Как все это работает: демонстрация

# Трудности и открытые проблемы

- Несмотря на полноту языка, завершения выполнения иногда можно не дожидаться
  - Если запросить больше ответов, чем существует
  - Если пространство поиска слишком большое
- Чувствительность к порядку конъюнктов
  - Как определить, что конъюнкты надо пересортировать?
- Как определять, что попали в бесконечную ветвь?
  - В общем случае задача неразрешима
  - Иногда помогает критерий Розпложоса
- При обращении интерпретаторов (синтез программ) пространство поиска **как правило** большое
  - Специализация