



## Специализация miniKanren

**Автор:** Екатерина Вербицкая

Лаборатория языковых инструментов JetBrains

14 декабря 2019

Программа — отношение

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

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

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

# Реляционные интерпретаторы для синтеза программ

$$\text{eval}^o \subseteq \text{Program} \times \text{Input} \times \text{Output}$$
$$\text{eval}^o \text{ q } 1 \ 1 \wedge \text{eval}^o \text{ q } 2 \ 1 \wedge$$
$$\text{eval}^o \text{ q } 3 \ 2 \wedge \text{eval}^o \text{ q } 4 \ 3 \wedge$$
$$\text{eval}^o \text{ q } 5 \ 5 \wedge \text{eval}^o \text{ q } 6 \ 8$$

Lozov, P., Verbitskaia, E. and Boulytchev, D., 2019.  
Relational Interpreters for Search Problems.

- Реализовать функциональный интерпретатор
- Транслировать функциональный интерпретатор на miniKanren
- Запустить реляционный интерпретатор в обратном направлении
- Транслятор генерирует неэффективный код (в некоторых направлениях)
- Специализация помогает избавиться от неэффективности

Разработать методы специализации `miniKanren`, которые обеспечивают применимость реляционных интерпретаторов для синтеза

- Адаптировать и реализовать конъюнктивную частичную дедукцию для `miniKanren`
- Адаптировать и реализовать суперкомпилятор для `miniKanren`
- Исследовать другие стратегии для специализации `miniKanren`
- Реализовать трансляцию реляционных программ в функциональные
- Сравнить и выбрать самую адекватную стратегию

# Конъюнктивная частичная дедукция<sup>1</sup> для miniKanren

Иногда не терминируется  
Почти всегда ускоряет программы

Path length	5	7	9	11	13	15
Only conversion	0.01	1.39	82.13	>300	—	—
Backward oriented conversion	0.01	0.37	2.68	2.91	4.88	10.63
Conversion and CPD	0.01	0.06	0.34	2.66	3.65	6.22

Таблица: Searching for paths in the graph (seconds)

Terms	$f(X, a)$	$f(a \% b \% \text{nil}, c \% d \% \text{nil}, L)$	$f(X, X, g(Z, t))$
	$f(a, X)$	$f(X \% XS, YS, X \% ZS)$	$f(g(p, L), Y, Y)$
Only conversion	0.01	>300	>300
Backward oriented conversion	0.01	0.11	2.26
Conversion and CPD	0.01	0.07	0.90

Таблица: Searching for a unifier of two terms (seconds)

<sup>1</sup>De Schreye, Danny, et al. "Conjunctive partial deduction: Foundations, control, algorithms, and experiments."

# Суперкомпиляция для miniKanren (Мария Куклина)

- Full unfold
- Sequential unfold
- Random unfold
- Характеристические деревья для частичной дедукции (в процессе)

Иногда не терминируется  
Иногда работает быстрее CPD



# Трансляция из miniKanren в функциональный язык (Ирина Артемьева)

- Учитывается направление вычисления
- Унификации превращаются в сопоставления с образцами или let-связывания, вызовы — в let-связывания для правильного направления
- В случае недетерминированных вычислений возвращаем списки

```
appendo [] y = return y
appendo (h:t) y = do
  ty ← appendo t y
  return (h:ty)
```

На простых программах работает  
Требуется доработка реализации

- Реализована конъюнктивная частичная дедукция для `miniKanren`
- Реализован суперкомпилятор для `miniKanren`, рассмотрены несколько стратегий анфолдинга
- Реализован прототип транслятора реляционных программ в функциональные

- Публикация
  - Lozov, P., Verbitskaia, E. and Boulytchev, D., 2019. Relational Interpreters for Search Problems (miniKanren workshop при ICFP)
- Преподавание
  - Лекции и практика по формальным языкам (ИТМО, ВШЭ, ЛЭТИ)
  - Помощь с курсом по компиляторам (CSCenter)
- Открытая лекция в CSClub
  - Реляционное программирование