

О задаче поиска путей с ограничениями в терминах формальных языков

Семён Григорьев

Санкт-Петербургский Государственный Университет

24 ноября 2025

- Контекстно-свободные языки (CFL-r, Context-Free Language Reachability)
 - ▶ Томас Репс — основоположник
 - ★ Одна из основополагающих статей: [Precise interprocedural dataflow analysis via graph reachability](#), 1995
 - ▶ Относительно свежий обзор области: [CFL/Dyck Reachability: An Algorithmic Perspective](#), 2023
 - ▶ Активно разрабатываются инструменты: [Pearl: A Multi-Derivation Approach to Efficient CFL-Reachability Solving](#), 2024
 - ▶ Есть открытые теоретические проблемы. Например: [Subcubic certificates for CFL reachability](#), 2023
- За границами контекстно-свободных языков
 - ▶ [Context-sensitive data-dependence analysis via linear conjunctive language reachability](#), 2017
 - ▶ [Program Analysis via Multiple Context Free Language Reachability](#), 2025

- Регулярные языки (RPQ, Regular Path Queries)
 - ▶ Часть ISO-стандартов языков запросов к графам
 - ★ Расширение SQL для работы с граф-структурированными данными: [ISO/IEC 9075-16:2023 Information technology — Database languages SQLPart 16: Property Graph Queries \(SQL/PGQ\)](#)
 - ★ Язык запросов к графам: [ISO/IEC 39075:2024 Information technology — Database languages — GQL](#)
 - ▶ Частично поддерживается в разных реализациях [Cypher](#)¹
 - ▶ Одна из классических работ: [Regular path queries on graphs with data](#), 2012
 - ▶ Даже теория ещё не вся изучена: [Fine-Grained Complexity of Regular Path Queries](#), 2023
- Контекстно-свободные языки (CFPQ, Context-Free Path Queries)
 - ▶ Михалис Яннакакис — основоположник
 - ★ Одна из основополагающих статей: [Graph-theoretic methods in database theory](#), 1990
 - ▶ [Subgraph Queries by Context-Free Grammars](#), 2008
 - ▶ [Understanding Data Science Lifecycle Provenance via Graph Segmentation and Summarization](#), 2018

¹Разделы «Patterns for Relationships», «Variable-length Pattern Matching»

Алгоритмы на основе линейной алгебры

- Регулярные
 - ▶ Single-Source Regular Path Querying in Terms of Linear Algebra, 2025
 - ▶ Evaluating regular path queries on compressed adjacency matrices, 2025
- Контекстно-Свободные
 - ▶ Universal High-Performance CFL-Reachability via Matrix Multiplication, 2025
 - ▶ Решение задач поиска путей в графе с заданными контекстно-свободными ограничениями с использованием методов линейной алгебры, 2023
 - ▶ Multiple-Source Context-Free Path Querying in Terms of Linear Algebra, 2021
 - ▶ Context-Free Path Querying by Kronecker Product, 2020
- Немного реализаций
 - ▶ Коллекция CFPQ_PyAlgo
 - ▶ Кое что уже есть в LAGraph
 - ★ RPQ
 - ★ Базовый CFPQ