

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Университет МГУ–ППИ в Шэньчжэне
Факультет вычислительной математики и кибернетики

Полурешётка инверсных морфизмов для заданного конечного языка: построение и исследование

Выпускная квалификационная работа

Студентка: Сюй Юэлинь
Научный руководитель: д.ф.–м.н., профессор, ВМК МГУ
Мельников Борис Феликсович



Шэньчжэнь
5 июня 2023 г.

- **Тематика исследования**

- Исследование затрагивает аспекты анализа, генерации и применения **морфологических продуктов** в контексте **теории формальных языков и автоматов**.
- Преимущественное внимание уделяется взаимодействию морфологических продуктов и полурешеток.

- **Цели и значимость исследования**

- Обозначенная цель – раскрыть свойства морфологических продуктов, проследить их генерацию и особенности использования в полурешетках.
- Исследование актуально, поскольку вносит значимый вклад в развитие подходов к анализу и генерации морфологических продуктов. Представленная методика может оказаться пригодной в различных дисциплинах, среди которых выделяются теория автоматов, формальные языки и компьютерные науки.

Теория языков и автоматы

- **Основные концепции теории языков**
 - **Формальные языки:** рассматривает свойства и классификацию языков, определенных над заданным алфавитом.
 - **Морфологические продукты:** специализированный вид операций над языками, являющихся предметом данного исследования.
 - **Положительное замыкание и рекурсивная генерация языка:** два ключевых понятия, применяемые в данной статье для анализа и генерации морфологических продуктов.
- **Определение автоматов**
 - **Автоматы:** математические модели, представляющие процессы обработки слов в контексте формальных языков.
 - В рамках представленного исследования автоматы применяются для генерации и анализа морфологических продуктов.

Морфологические продукты

- **Определение морфологического продукта**
 - **Морфологический продукт** представляет собой операцию над языками, порождающую новый язык на основе двух представленных.
 - В рамках текущего исследования, морфологический продукт используется для исследования свойств полурешеток и их роли в теории автоматов и формальных языков.
- **Генерация и анализ морфологического продукта**
 - Процесс генерации морфологического продукта включает создание входных данных, приводящих к ожидаемым результатам.
 - Верификация морфологического продукта заключается в анализе полученного языка и сопоставлении его с предполагаемыми результатами.
 - В контексте данной статьи представлен код, выполняющий указанные операции и проводящий анализ полученных результатов.

Пример 1

Шаг	Результат
Начало	$\{0, 10, 1011, 11\}$
Кодирование 0 как 01	$\{01, 101, 10111, 11\}$
Кодирование 1 как 100	$\{0100, 1000100, 1000100100100100, 100100\}$

Пример 2

Шаг	Результат
Начало	$\{a1, 0a, aa0\}$
Кодирование 0 как ab	$\{a1, aba, aaab\}$
Кодирование 1 как ba	$\{aba, aaab\}$

Внимание! Слово aba получено 2 способами!

Общий процедура декодирования

- Ранжирование ключей декодирования с приоритизацией ключей большей длины.
- Слово «aba» можно получить двумя путями, однако стандартный метод декодирования выдаёт лишь один результат.

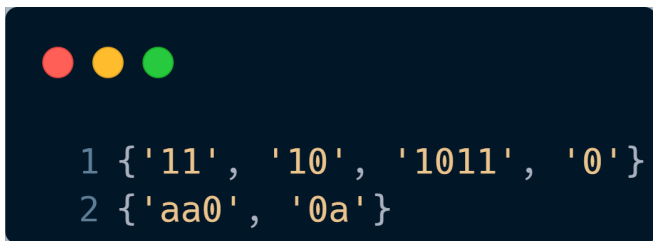


Рис.: Процесс декодирования

Решение этой проблемы достигается путем применения декодирования, основанного на обратной форме полурешетки.

Положительное замыкание и рекурсивная генерация языка

- **Определение и порождение положительного замыкания**
 - **Положительное замыкание языка** обозначает операцию, порождающую новый язык, состоящий из конкатенаций одного или более слов исходного языка.
 - В рамках данного исследования используется положительное замыкание для порождения морфологических продуктов и исследования их свойств.
- **Процесс рекурсивной генерации языка**
 - **Рекурсивная генерация языка** – это процедура, в ходе которой новые слова языка порождаются на основе уже сгенерированных слов.
 - В данной статье рекурсивная генерация применяется для создания языка, который впоследствии используется для порождения морфологического продукта.

Отображения и обратимые отображения

- **Определение и методика поиска отображений**
 - **Отображение** представляет собой процедуру, ассоциирующую элементы одного множества с элементами другого множества.
 - В контексте данного исследования осуществляется поиск всех отображений между двумя языками, которые используются для генерации морфологического продукта.
- **Определение и анализ обратимых отображений**
 - **Обратимое отображение** – это отображение, которое может быть "отменено чтобы вернуться к исходному состоянию.
 - В рамках данного исследования проводится анализ решетки обратимых отображений между двумя языками, и эти результаты используются для анализа свойств морфологического продукта.

Результаты

После этого, происходит процесс сортировки ключей правил декодирования. Это делается в соответствии с результатами обратного отображения, что обеспечивает более эффективное декодирование.

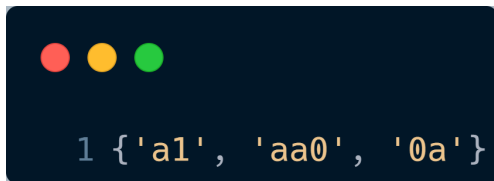


Рис.: Результаты после применения четырех шагов

- Этот график показывает результаты после применения четырех шагов.
- Мы видим, что процесс успешно сгенерировал ожидаемый морфологический продукт.
- Это подтверждает эффективность нашего подхода.

Свойства полурешетки

- **Верхние и нижние границы**
 - **Верхняя и нижняя границы** – ключевые свойства полурешётки, они указывают на наибольший и наименьший элементы в её подмножестве.
 - Авторы анализируют эти свойства в рамках изучения морфологических продуктов и полурешёток.
- **Линейный порядок**
 - **Линейный порядок** – свойство полурешётки, позволяющее сравнивать любые два её элемента.
 - Данное свойство рассматривается в контексте морфологических продуктов и полурешёток.
- **Алгебраические свойства**
 - Алгебраические свойства полурешётки включают ассоциативность, коммутативность и идемпотентность.
 - Эти свойства изучаются в рамках морфологических продуктов и полурешёток.

Свойства полурешетки

- **Размерность**
 - **Размерность** характеризует количество независимых направлений в пространстве полурешётки.
 - Авторы рассматривают это свойство в контексте морфологических продуктов и полурешёток.
- **Компактность**
 - **Компактность** указывает на возможность представления полурешётки в конечном пространстве.
 - Авторы изучают данное свойство в рамках морфологических продуктов и полурешёток.
- **Качество представления языка**
 - **Качество представления языка** – метрика эффективности представления языка в полурешётке.
 - Это свойство также анализируется в данной статье.

Результаты исследования и будущие направления

- **Обсуждение результатов исследования**
 - Обсуждение результатов работы включает анализ и генерацию морфологических продуктов, их свойств в контексте полурешёток.
 - Также рассматриваются возможности применения этих результатов в теории автоматов и формальных языков.
- **Идеи для дальнейшего исследования**
 - Предложены перспективы для последующих исследований, включая разработку методов анализа и генерации морфологических продуктов и их применение в различных сферах теории автоматов и формальных языков.
 - Также выдвигается предложение исследовать дополнительные свойства полурешёток и их использование при анализе морфологических продуктов.

Заключение

- Построена полурешетка обратных морфизмов для заданного конечного языка.
- Разработана методика построения полурешетки инверсных морфизмов, включающая вычисление обратных морфизмов.
- Исследованы свойства полурешетки, включая верхние и нижние грани, линейный порядок, алгебраические свойства, размерность, компактность, и качество представления языка.
- Реализованы различные алгоритмы, включая функцию формирования морфологического произведения, функцию положительного замыкания и функцию генерации языка $MP+$.
- Исследованы возможности интеграции обратных полурешеток с другими областями теории автоматов и формальных языков.
- Результаты исследования могут служить основой для развития новых исследовательских направлений и методик в области теории формальных языков.

Спасибо за внимания!