



# Поддержка триггеров в системах XML-баз данных

---

Мария Гринева  
[rekouts@ispras.ru](mailto:rekouts@ispras.ru)

Институт Системного Программирования  
РАН

# План доклада

---

- Применения триггеров
- Общий вид триггеров
- Основные принципы реализации активных правил в РСУБД POSTGRES
- Триггеры в XML-базах данных
- Проблемы реализации триггеров в системах XML-баз данных:
  - Методы выявления активируемых триггеров
  - Отслеживание корректности вложенных update-операций

# Системы, построенные на использовании триггеров

---

- Экспертные системы, обрабатывающие большие объемы данных (*data-intensive expert systems*)
- Системы управления технологическим потоком (*workflow management systems*)

# Задачи, решаемые при помощи триггеров

---

- Поддержка ограничений целостности
- Авторизация
- Сбор статистики
- Поддержка представлений

# Общая форма триггеров

---

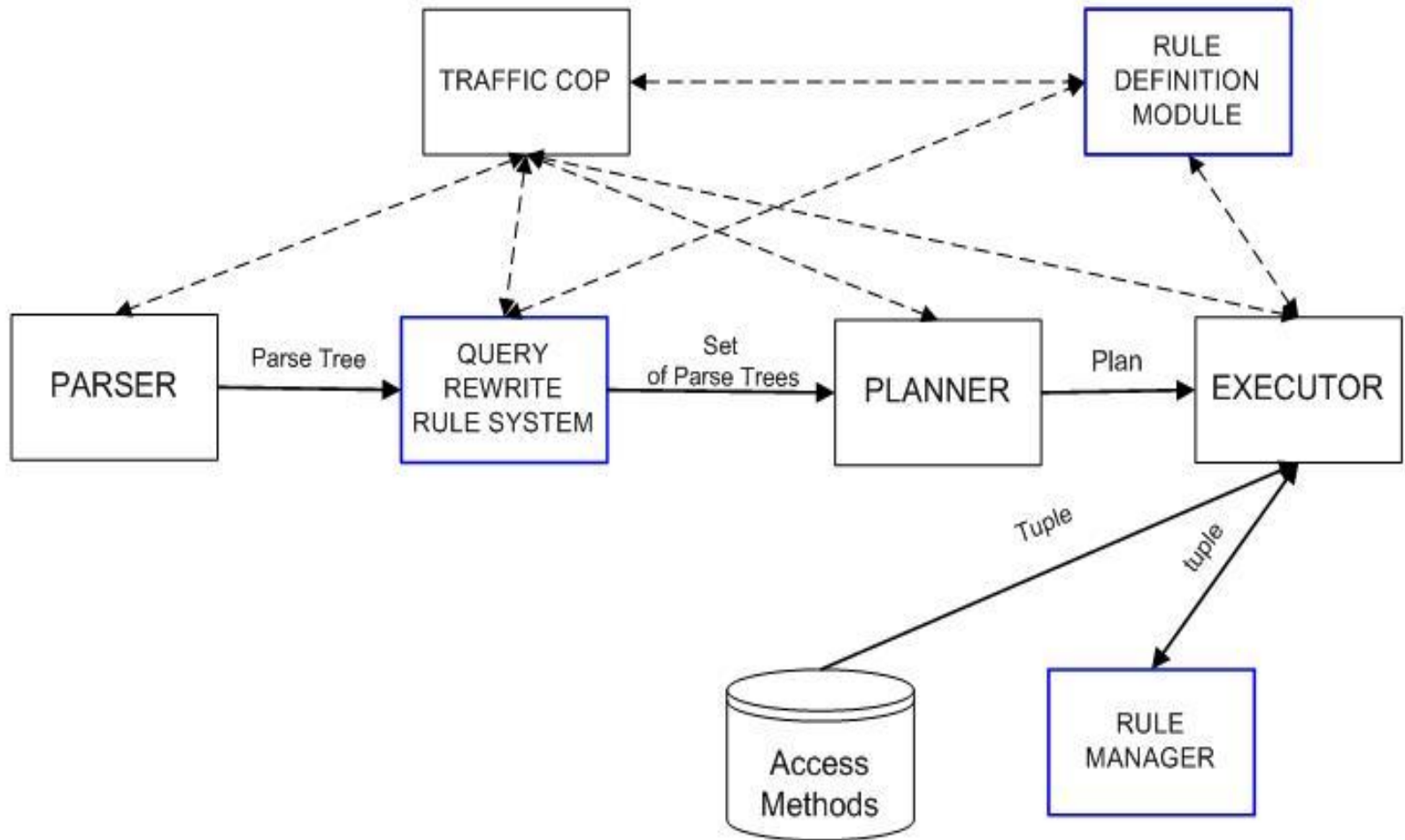
- Определяются пользователями, приложениями, администраторами базы данных
- Общая форма состоит из трех частей:
  - Событие: вызывающее срабатывание триггера
  - Условие: проверяется при срабатывании триггера
  - Действие: выполняется при запуске триггера, если выполнено его условие

# Принципы реализации активных правил в РСУБД POSTGRES

---

- Поддержка активных правил на уровне кортежей (Tuple Level System)
- Поддержка посредством переписывания запросов (Query Rewrite System)

# Общая архитектура системы



# Поддержка на уровне кортежей (Tuple Level System)

---

- Кортежи помечаются специальными блокировками правил (rule lock):
  - Имя правила
  - Тип блокировки (кортежа или всего отношения)
  - Идентификатор плана правила
- Правильность блокировок правил при дальнейших модификациях данных поддерживается при помощи rule stubs



# Поддержка правил посредством переписывания запросов

---

## Правило:

```
define rule r1 is
on retrieve to EMP.salary
where CURRENT.name = 'Sam'
do instead
    retrieve(salary=3*EMP.salary)
    where EMP.name='Bill'
```

## Запрос:

```
retrieve (EMP.salary)
    where EMP.age > 30
```

## Результат переписывания:

```
retrieve (EMP.salary)
where EMP.age > 30 and
    not(EMP.name = 'Sam')
```

```
retrieve (salary = 3*E.salary)
from E in EP
where EMP.age > 30
and EMP.name='Sam' and E.name='Bill'
```

M. Stonebraker

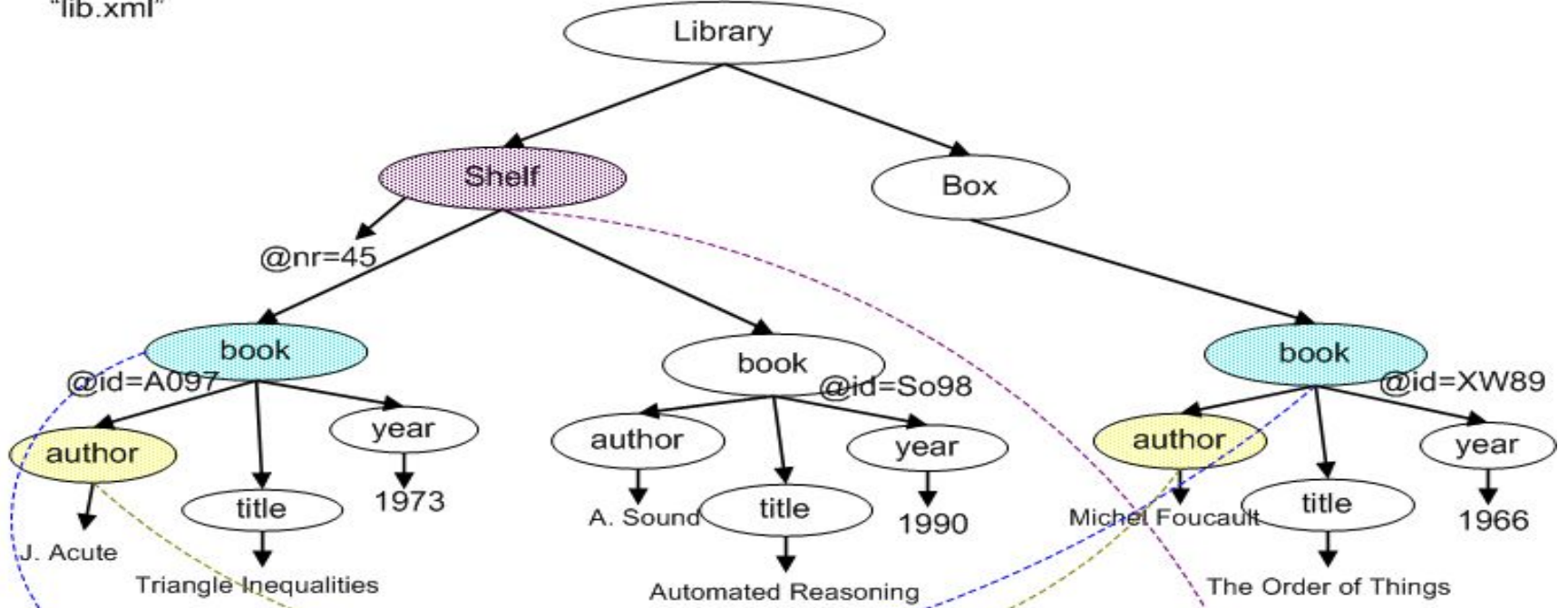
“On rules, procedures, caching and views in data base systems”

# Выбор оптимальной подсистемы в POSTGRES

---

- Правило покрывает небольшое кол-во кортежей => TLS эффективней
- Если правило – определение view над существующим отношением => QLS эффективней

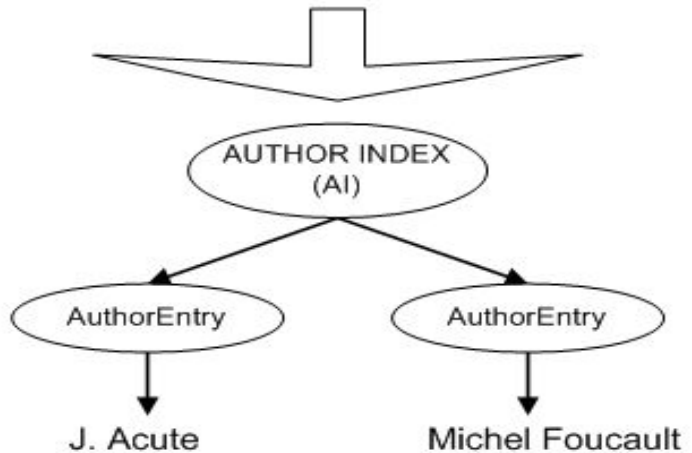
"lib.xml"



**Name:** T1  
**ON:** REPLACE  
**OF:** document("lib.xml")//  
book[year<1980]  
**DO:** <Maintain AI>

**Name:** T2  
**ON:** DELETE  
**OF:** document("lib.xml")//  
book[year<1980]/author  
**DO:** <Maintain AI>

**Name:** T3  
**ON:** UPDATE-CONTENT  
**OF:** document("lib.xml")/library/  
shelf[@nr=45]  
**DO:** <Maintain AI>



# Синтаксис и семантика XML-триггеров

---

```
CREATE TRIGGER trigger-name  
(BEFORE|AFTER)
```

```
(INSERT|DELETE|REPLACE|UPDATE-CONT  
ENT)+
```

```
OF XPathExpression (,XPathExpression)*  
[FOR EACH (NODE|STATEMENT)]  
[WHEN XQuery-Clause]  
DO [INSTEAD] XQuery-UpdateOp
```

# Проблемы реализации триггеров в системах XML-баз данных

---

- Выявление триггеров, активируемых данной update-операцией
- Отслеживание корректности update-операций, вызываемых в качестве действия триггера (проблема вложенных update-операций)
- Каскадный запуск триггеров
- Оптимизация вычисления условий триггеров

# Методы выявления триггеров, активируемых данной update-операцией:

## Требования к системе

---

- Поддержка XQuery и update-языка, основанного на модели данных XQuery
- Поддержка операций сравнения узлов в отношении предок-потомок
- Поддержка *описывающей* схемы (Data Guide)

# Методы выявления триггеров, активируемых данной update-операцией: **Универсальный метод**

---

- Вычисление update-пути и триггер-путей
- Сравнение полученных последовательностей узлов посредством операций отношения предок-потомок
- Выбор активируемых триггеров по таблице (на следующем слайде)

# Методы выявления триггеров, активируемых данной update-операцией: Универсальный метод

		update operation		
		Delete	Insert	Replace
update vs. trigger path length	$\text{length}(\text{tr\_pth}) > \text{length}(\text{up\_pth})$	Delete	Insert	Delete, Insert
	$\text{length}(\text{tr\_pth}) = \text{length}(\text{up\_pth})$	Delete	Insert	Delete, Replace
	$\text{length}(\text{up\_pth}) - \text{length}(\text{tr\_pth}) = 1$	Update-content	Update-content	Update-content, Insert
	$\text{length}(\text{up\_pth}) - \text{length}(\text{tr\_pth}) > 1$	Update-content	Update-content	Update-Content



# Методы выявления триггеров, активируемых данной update-операцией: **Оптимизированный Метод**

---

- **1-ый этап** на стадии компиляции update-операции: сужение набора триггеров, *возможно* активируемых данной операцией модификации при помощи описывающей схемы
- **2-ой этап** на стадии выполнения update-операции: обработка триггеров встраивается в план выполнения update-операции

# Оптимизированный метод:

## 1-ый этап – выбор возможных триггеров на стадии компиляции

---

Перепишем update-путь и триггер-пути в абсолютные пути: то есть исключим неопределенности `//`, `\*`, `..`

- Выберем возможные триггеры: сравним имена элементов на соответствующих шагах триггер-пути и update-пути
- Выбор возможных триггеров по таблице

example:

```
UPDATE replace
```

```
  doc("lib.xml")/library/shelf[@nr=45]/book[@id="A097"]
```

```
as $b with <book id=... </book>
```

```
T1: [ON Replace]; doc("lib.xml")//book[year<1980]
```

-----

```
update-path=doc("lib.xml")/library/shelf[@nr=45]/book[@id="A097"]
```

```
T1-path=doc("lib.xml")/library/shelf/book[year<1980]
```

# Оптимизированный метод: выбор возможных триггеров по таблице

		update operation		
		Delete	Insert	Replace
update vs. trigger path length	$\text{length}(\text{tr\_pth}) > \text{length}(\text{up\_pth})$	Delete	Insert	Delete, Insert
	$\text{length}(\text{tr\_pth}) = \text{length}(\text{up\_pth})$	Delete	Insert	Delete, Replace
	$\text{length}(\text{up\_pth}) - \text{length}(\text{tr\_pth}) = 1$	Update-content	Update-content	Update-content, Insert
	$\text{length}(\text{up\_pth}) - \text{length}(\text{tr\_pth}) > 1$	Update-content	Update-content	Update-Content

# Оптимизированный метод:

2-ый этап – встраивание обработки триггеров в план выполнения update-операции

---

«Объединенный план выполнения» строится таким образом, что предикаты из триггер-путей встраиваются в план вычисления update-пути посредством mark-операций

- mark1(unmarked\_seq, predicate, trigger\_name)
- mark2(marked\_seq, predicate, trigger\_name)

example:

```
(select (mark1(child(select(child (child (doc("lib.xml"),elem(library)),  
elem(shelf)), f(s|attr(s,nr)=45)), elem(book)),  
f(a|child(a,year)<1980),"T1"), f(b|attr(b,id))="A097"))
```

# Оптимизированный метод: результат

---

- В результате выполнения «объединенного плана»
- Определены триггеры, активируемые данной update-операцией
  - Определен набор узлов, на которых выявленные триггеры должны сработать

# Отслеживание корректности update-операций, вызываемых в действии триггеров

---

- Действие триггера – update-операция => может затрагивать узлы, модифицируемые внешней update-операцией (вызвавшей триггер)
- Решение – использование транзакционных блокировок

# Заключение

---

Предложенные методы разработаны в рамках проекта по реализации XML-СУБД SEDNA

<http://www.modis.ispras.ru/Development/sedna.htm>

# Список статей

---

The POSTGRES Rule System. *M. Stonebraker, S. Potamianos*

- Introducing Trigger Support for XML Database Systems, *M. Rekouts, M. Grinev*, in Proc of SYRCoDIS-2005
- Incorporating Active Rules Processing into Update Execution in XML Database Systems, *M. Rekouts*, in Proc of DEXA Workshops 2005

<http://www.modis.ispras.ru/publications.htm>

rekouts@ispras.ru