# Разработка и реализация веб-среды визуальной разработки фрагментированных программ

Автор: Ижицкий Р. Л.
Научный руководитель: Маркова В. П., ИВМиМГ СО РАН
Соруководитель: Киреев С. Е., ИВМиМГ СО РАН

Новосибирск

26.06.2019 г.

# Введение

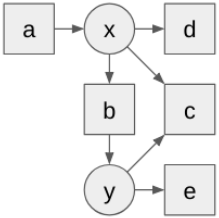
- Проблема повышения уровня программирования
  - Особо сложная для параллельного программирования
- Проект “Технология фрагментированного программирования”
  - Цель: повышение уровня параллельного программирования
  - Система фрагментированного программирования LuNA и язык LuNA

# Язык LuNA

- Алгоритм, записанный в системе LuNA, называется фрагментированным
- Элементы алгоритма — множество переменных единственного присваивания и операций единственного срабатывания, связанных отношениями in и out
- Исполнительная семантика — data flow (по готовности данных)
- Можно представить графом информационных зависимостей

```
df x, y;

cf a: func1(out: x)
cf b: func2(in: x, out: y)
cf c: func3(in: x, y)
cf d: func4(in: x)
cf e: func4(in: y)
```



# Проблема

Низкая доступность системы LuNA внешним пользователям

- Требуется установка системы LuNA
- Существует определенный порог вхождения в язык LuNA

# Цель и задачи

Цель: создание веб-среды для визуальной разработки LuNA-программ

Задачи:

- Разработка визуального языка на базе языка LuNA
- Реализация веб-среды визуальной разработки (Web IDE)
- Реализация транслятора из визуального представления в текстовое

# Проблемы разработки визуальных data flow языков

- Выбор компонентов языка
  - Представление циклов
  - Представление структур данных
- Представление большого программного кода

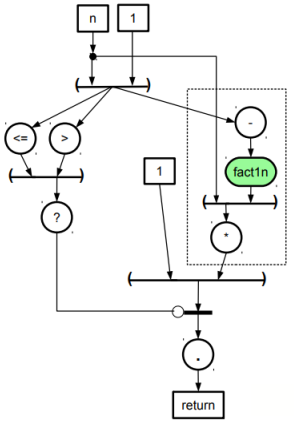
# Родственные работы

Примеры существующих визуальных языков

- DRAKON (control flow)
- LabVIEW (data flow)
- Simulink (data flow)
- Pifagor (data flow)

Недостатки

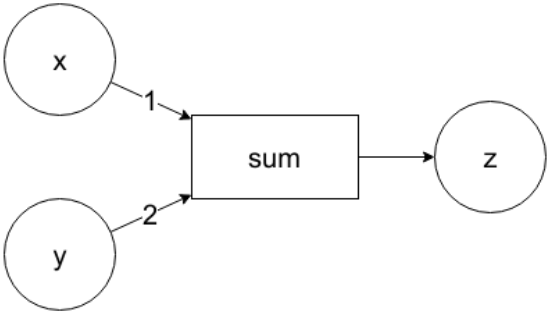
- В control flow нет элемента отражающего данные
- Компоненты существующих data flow языков далеки от семантики языка LuNA



# Компоненты визуального языка

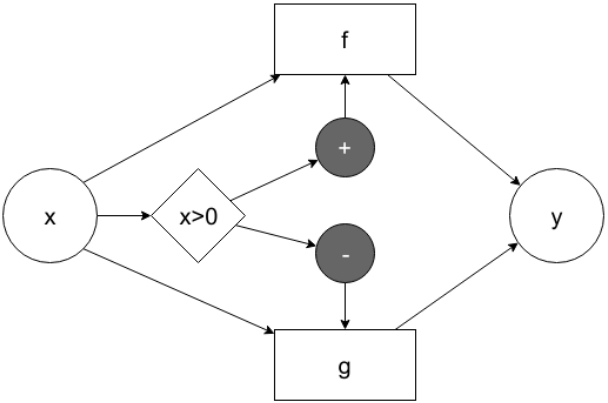
- Базовые компоненты
  - Переменные
  - Операции
  - Информационные связи
- Условия
  - Блок условия
  - Индикаторы условия
- Циклы
  - Блок начала цикла
  - Блок границы цикла
  - Отношение связности
- Структуры данных
  - Операции сборки и разборки структур данных

# Базовые компоненты



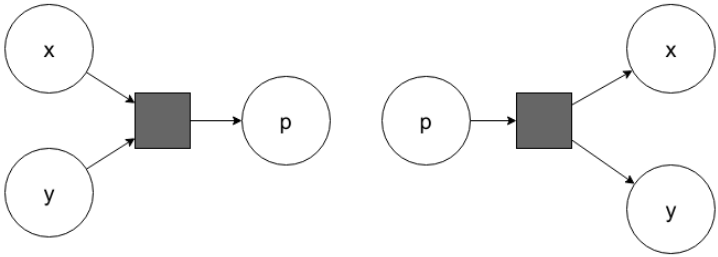

- Переменные
- Операции
- Информационные связи

# Условные операторы



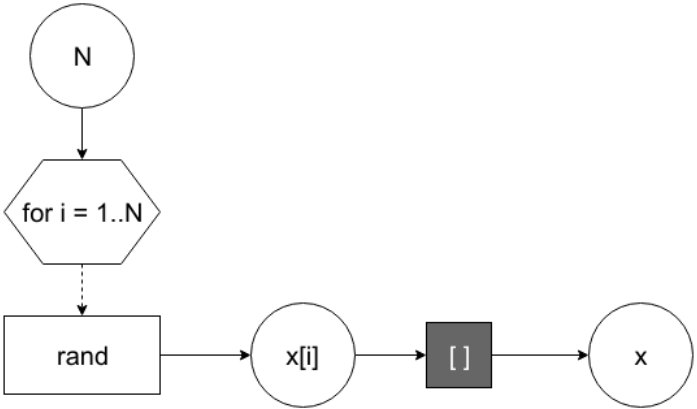

- Блок условия
- Индикаторы условия

# Структуры данных



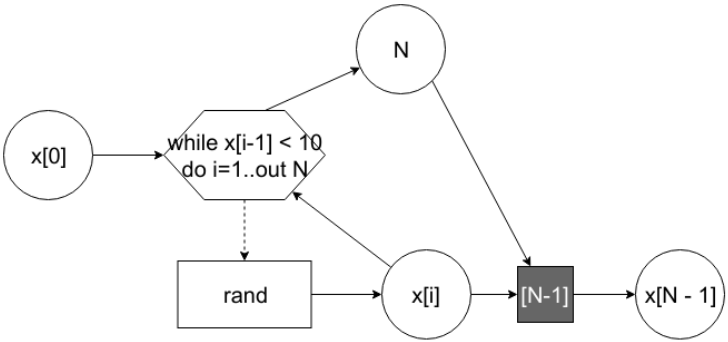

- Переменные-структуры
- Переменные-компоненты структур
- Операции сборки
- Операции разборки

# Циклы for




- Блок начала цикла
- Блоки границ цикла
- Отношение связности

# Циклы while




- Блок начала цикла
- Блоки границ цикла
- Отношение связности
- Последнее значение счетчика — выходная переменная цикла

# Выбор средств разработки веб-среды

- Язык: JavaScript
- Выбор библиотеки для рисования графов. Критерии:
  - Возможность рисовать заданное графическое представление фрагментированного алгоритма, спроектированное на основе языка LuNA
  - Бесплатность
  - Возможность динамического редактирования графов
  - Наличие развитой документации библиотеки

# Выбор библиотеки для рисования графов

| JointJS | Rappid | GoJS | Mindfusion Diagram | JsPlumb |
|---|---|---|---|---|
| jsUML2 | Nomnoml | State.js | Cytoscape.js | Mermaid.js |
| Raphael | Fabric.js | Paper.js | p5.js | dagre-d3 |
| D3 | vis.js | Draw2D | Diagram.js | **MxGraph** |

- Не свободно распространяемые
- Невозможность рисовать заданное графическое представление
- Невозможность динамического редактирования графов
- Векторный редактор графических примитивов
- Неудобный интерфейс для пользователя (Создание вершин и ребер)
- Плохая документация

**Выбранная библиотека - MxGraph**

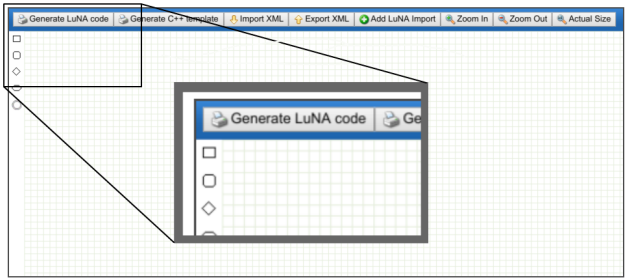
# Внутреннее представление визуальных компонентов

- Разработано внутреннее представление компонентов визуального языка
  - XML-элементы: Variable, Operation, Condition, SubConditionPositive, SubConditionNegative, LoopIn, LoopOut
  - Атрибуты XML-элементов
- Пример XML-элемента:

```
<Operation name="sum" addName="xPlusY" id="4">
    <mxCell style="" vertex="1" parent="1">
    <mxGeometry x="5" y="8" width="8" height="4" as="geometry"/>
    </mxCell>
</Operation>
```

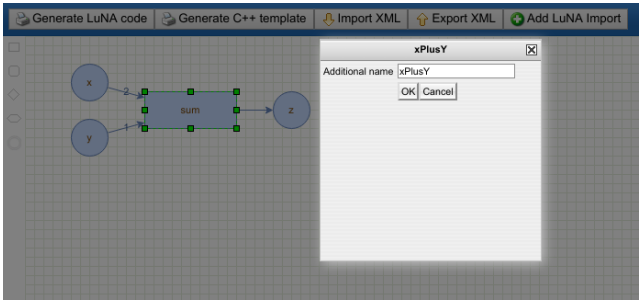
# Компоненты IDE

- **Меню с командами**
- **Панель компонентов языка**
- **Холст для редактирования алгоритма**
- Окно с атрибутами компонентов
- Окно со списком внешних подпрограмм



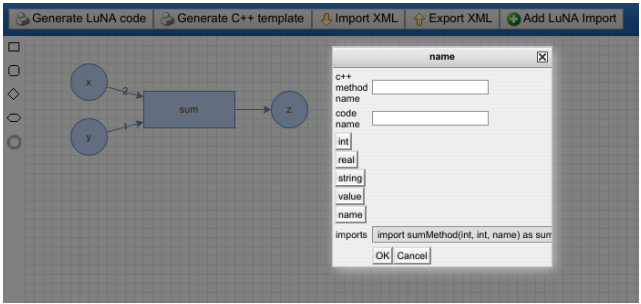
# Компоненты IDE

- Меню с командами
- Панель компонентов языка
- Холст для редактирования алгоритма
- **Окно с атрибутами компонентов**
- Окно со списком внешних подпрограмм



# Компоненты IDE

- Меню с командами
- Панель компонентов языка
- Холст для редактирования алгоритма
- Окно с атрибутами компонентов
- **Окно со списком внешних подпрограмм**



# Генерация LuNA-программы

- Генератор LuNA-кода
  - Вход: внутреннее библиотечное представление алгоритма
  - Выход: LuNA-код (структура разработанного алгоритма)
- Генератор кода на C++
  - Вход: список подпрограмм, задаваемых пользователем веб-среды
  - Выход: шаблон программы на C++

# Алгоритм генерации LuNA-программы

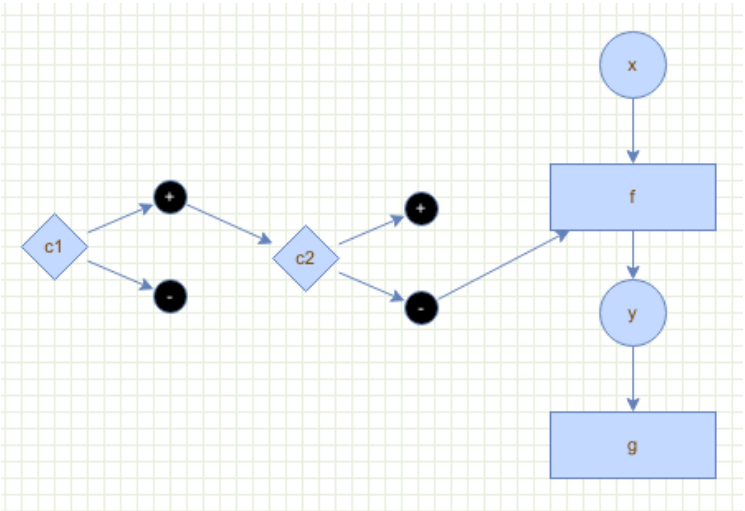
1. Получение списка всех элементов (вершин и ребер)
2. Для каждого стартового элемента цикла генерация кода этого цикла (с пометкой посещенных элементов)
   - Обход каждого цикла в глубину по прямым дугам, обрабатывая только операции
3. Генерация кода для непомеченных операций

Генерация кода для операций:

1. Для операции ищутся все условные операторы, от которых она зависит, и при их наличии формируется код условия
2. Генерация кода по атрибутам, входным и выходным переменным

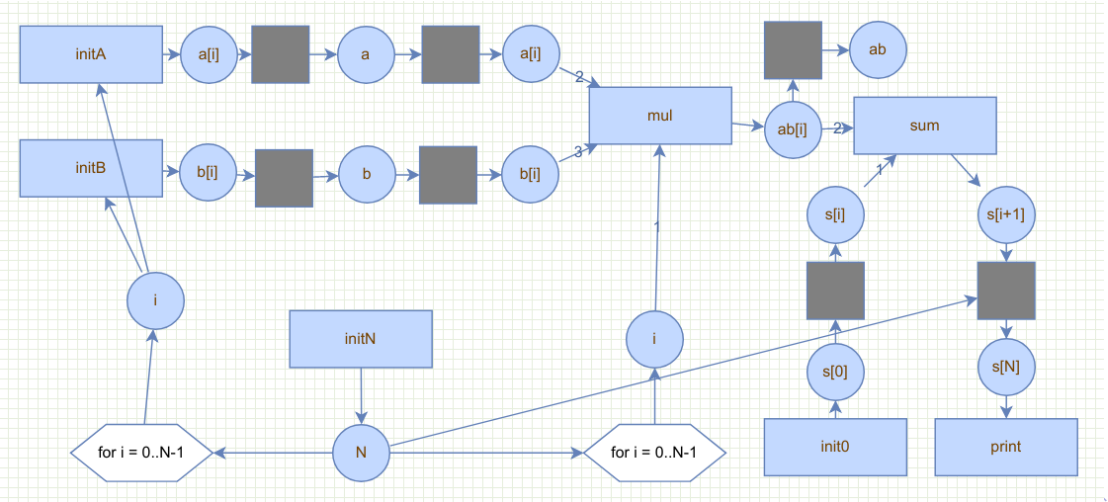
Для всех переменных генерируется их объявление

# Пример: условные операторы




```
sub main() {
df y;
if (!c2 && c1) {
f(#in x, #out y);
}
g(#in y);
}
```

# Пример: вычисление скалярного произведения



# Пример: вычисление скалярного произведения

```
sub main() {
df s[0], s[N], N, a, b, ab;
for i = 0..N-1{
initB(#in i, #out b[i]);
initA(#in i, #out a[i]);
}
for i = 0..N-1{
mul(#in i, a[i], b[i], #out ab[i]);
sum(#in s[i], ab[i], #out s[i+1]);
}
init0(#in #out s[0]);
print(#in s[N]); initN(#in #out N);}
```

```
#include "ucenv/ucenv.h"
extern "C"
void c_initA(int i0,
   OutputDF& dfo0) {
dfo0.setValue<int>(0);
}

extern "C"
void c_sum(int i0, int i1,
  OutputDF& dfo0) {
dfo0.setValue<int>(0);
}
```

# Результаты

- Создан прототип визуального языка, позволяющий разрабатывать ограниченный подкласс фрагментированных алгоритмов
- Создан прототип веб-среды разработки, позволяющий:
  - Рисовать и редактировать фрагментированные алгоритмы на разработанном языке
  - Транслировать графическое представление фрагментированного алгоритма в текст программы на языке LuNA и в шаблон модуля на языке C++
  - Сохранять и загружать визуальные программы на разработанном визуальном языке

# Планы

- Реализация вложенных циклов
- Реализация while-циклов
- Проверка на ошибки
- Возможность запуска кода из IDE
- Повышение удобства интерфейса

# Апробация работы

Работа была представлена на 57-й Международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс» (МНСК-2019) в виде устного доклада

# Спасибо за внимание

- Репозиторий проекта: https://github.com/ksilobait/Graph-LUNA
- Контакты:
  - ksilobait@gmail.com (Ижицкий Руслан Леонидович)
  - kireev@ssd.sscc.ru (Киреев Сергей Евгеньевич)