# Исходный код: скрытое знание и как его показать?

**Евгений Зуев**
**Алексей Степанов**
Университет Иннополис

# The Problem

- Для больших и долгоживущих программных систем период их **эксплуатации** существенно превосходит время разработки. Эксплуатация программной системы подразумевает действия по ее изменению, улучшению, добавлению новых функций, исправлению ошибок. Все это требует активной работы с исходным текстом программы.

# The Problem

- Для больших и долгоживущих программных систем период их **эксплуатации** существенно превосходит время разработки. Эксплуатация программной системы подразумевает действия по ее изменению, улучшению, добавлению новых функций, исправлению ошибок. Все это требует активной работы с исходным текстом программы.
- Во многих современных исследованиях утверждается, что на изучение и понимание программы уходит **около 70% рабочего времени** программиста, и только 5% времени занимает непосредственное написание и редактирование кода. Кроме того, отмечается, что ключевой и наиболее затратный по времени процесс разработчика в ходе создания программы — это выстраивание *мысленной модели кода*.

# The Problem

- Для больших и долгоживущих программных систем период их **эксплуатации** существенно превосходит время разработки. Эксплуатация программной системы подразумевает действия по ее изменению, улучшению, добавлению новых функций, исправлению ошибок. Все это требует активной работы с исходным текстом программы.
- Во многих современных исследованиях утверждается, что на изучение и понимание программы уходит **около 70% рабочего времени** программиста, и только 5% времени занимает непосредственное написание и редактирование кода. Кроме того, отмечается, что ключевой и наиболее затратный по времени процесс разработчика в ходе создания программы — это выстраивание *мысленной модели кода*.
- Поэтому задача выявления семантики как компонентов программы, так и архитектуры системы в целом и представление (визуализация) их в форме, удобной для анализа, – является критически важной и актуальной, особенно учитывая тот факт, что в настоящее время для многих современных ЯП не существует адекватных инструментов для подобного анализа и визуализации.

# Visualization: Requirements

- **Полнота**
  Должны быть представлены все аспекты программы, имеющие значение для ее понимания и анализа
- **Отчуждаемость**
  Визуальное представление программы не должно зависеть от среды разработки, в которой она создавалась, и не должно ею ограничиваться
- **Мобильность**
  Формат визуального представления не должен зависеть от конкретной операционной платформы
- **Интерактивность**
  Представление должно обеспечивать взаимодействие с читателем программы, варьируя степень детализации информации
- **Масштабируемость**
  Необходимо обеспечить отображение всех аспектов: как информации об отдельных сущностях, так и об архитектуре программы в целом.

# Visualization: Two Visions

N.Wirth, J.Gutknecht

Programming-in-the small

Programming-in-the-large

# Visualization: Two Visions

N.Wirth, J.Gutknecht

Programming-in-the small

Programming-in-the-large

Visualization-in-the small

Visualization-in-the-large

# Visualization: Which Program Aspects to Represent 1

- **Общая структура текста программы**
  Форматирование, синтаксическая расцветка, схлопывание-развертывание структурных компонентов, навигация по тексту программы
- **Отношения сущностей «объявление-использование»**
  Где объявлена сущность и где и как она используется
- **Семантическая расцветка**
  Визуальное отображение различных категорий сущностей: переменные, функции, типы/классы
- **Информация об атрибутах сущности**
  Типы и спецификации переменных, структура составных типов, характеристики функций/методов
- **Скрытая семантика конструкций**
  Отображение смысла программной конструкции, не выраженное явно в ее текстовом представлении.

**Visualization-in-the-small**

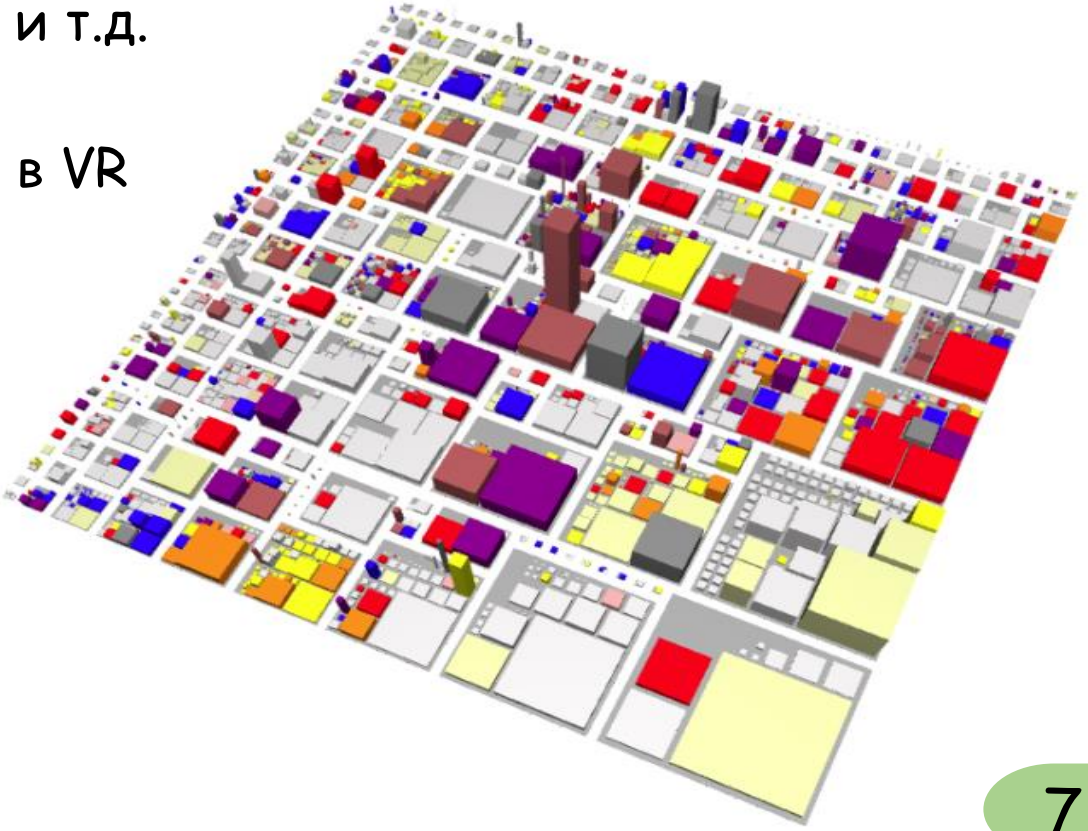
# Visualization: Which Program Aspects to Represent 2

- **Информация о межмодульных и межкомпонентных связях**
  Характер зависимостей: динамическое/статическое импортирование, текстовое включение; отображение сопроцессов и concurrency
- **Информация об иерархии наследования (для ООП/классов)**
  Общая схема и характер наследования: единичное/множественное, обычное/виртуальное
- **Информация о природе программных компонентов**
  Класс, пакет, модуль, пространство имен, единица компиляции, …
- **Информация об общих характеристиках программных компонентов**
  Размер, структурные характеристики, метрики внутренней сложности, характер использования (интерфейс)

**Visualization-in-the-large**

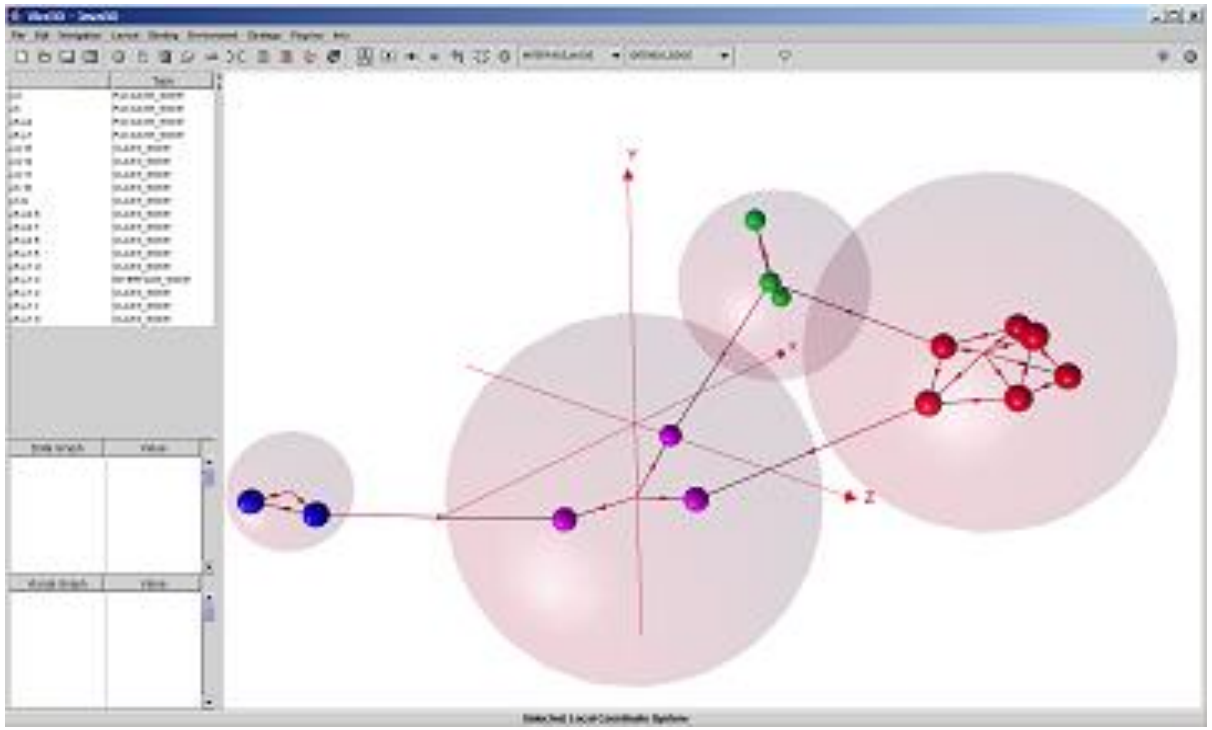
# Visualization: Existing Approaches

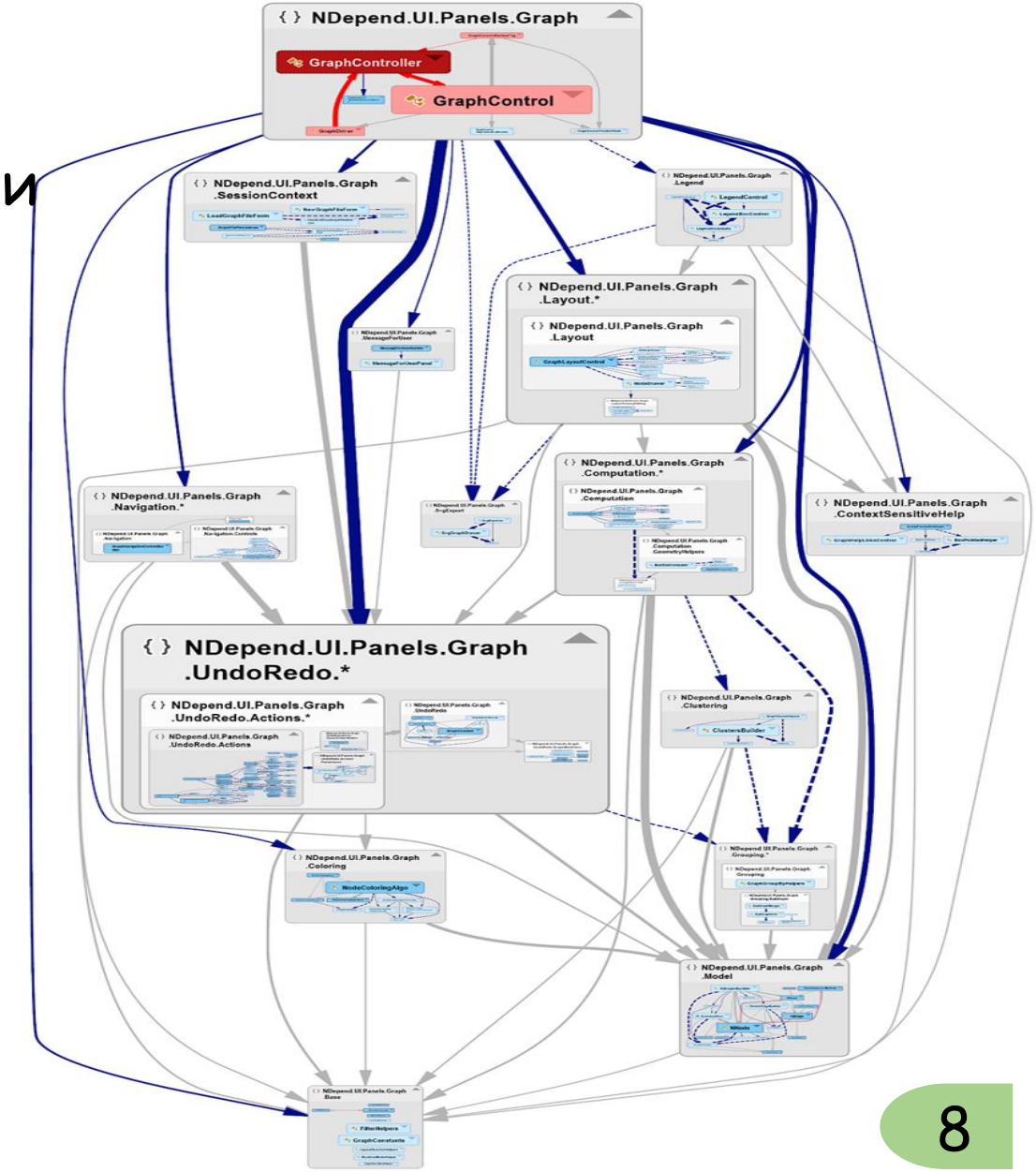

- **Samoa**
  Графическое представление мобильных приложений. Относительные показатели размера различных модулей и внешних вызовов.
- **Code City**
  Использует “City Metaphor” для представления структуры программы: классы - здания, модули - районы и т.д.
- **EvoStreets**
  Расширение идеи Code City для использования в VR



# Visualization: Existing Approaches

- **NDepend**
  Программная система для визуализации кода C# с множеством представлений.
- **Vizz3D**
  Представление структуры в виде трехмерного графа





# Visualization: How to Implement

**Откуда брать информацию о программе?**

- Документация
- Объектный код
- Байт-код/метаданные
- **Исходный код**

==> Единственный источник информации – **исходный код программы**.

Во всех остальных источниках ключевая информация потеряна

# Visualization: How to Implement

**Откуда брать информацию о программе?**

- Документация
- Объектный код
- Байт-код/метаданные
- **Исходный код**

==> Единственный источник информации – **исходный код программы**.

Во всех остальных источниках ключевая информация потеряна

**Как получить информацию?**

- Анализировать непосредственно текст программы
- Воспользоваться **результатом анализа, производимого компиляторами**

# Visualization: How to Implement

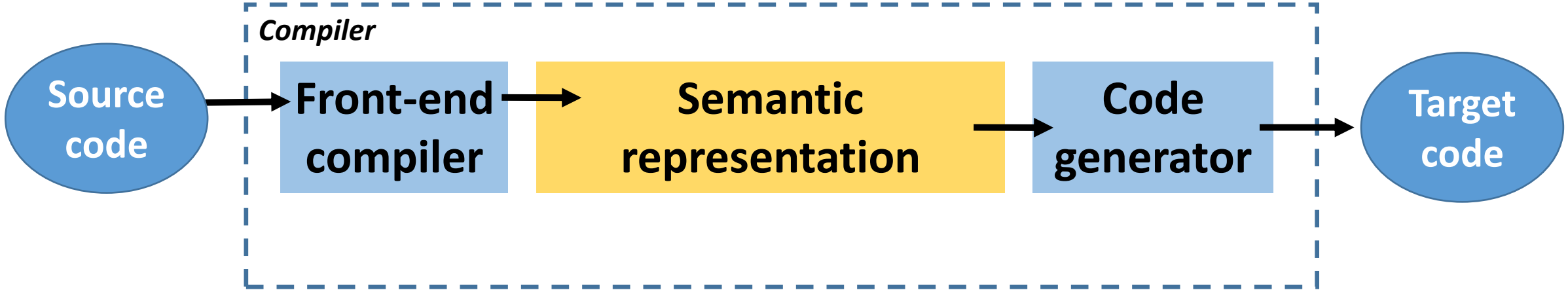
**В каком виде отображать информацию?**

- Общий ответ:
  В любом формате, который допускает реализацию требований полноты, отчуждаемости, мобильности, интерактивности, масштабируемости, см. слайд 3.

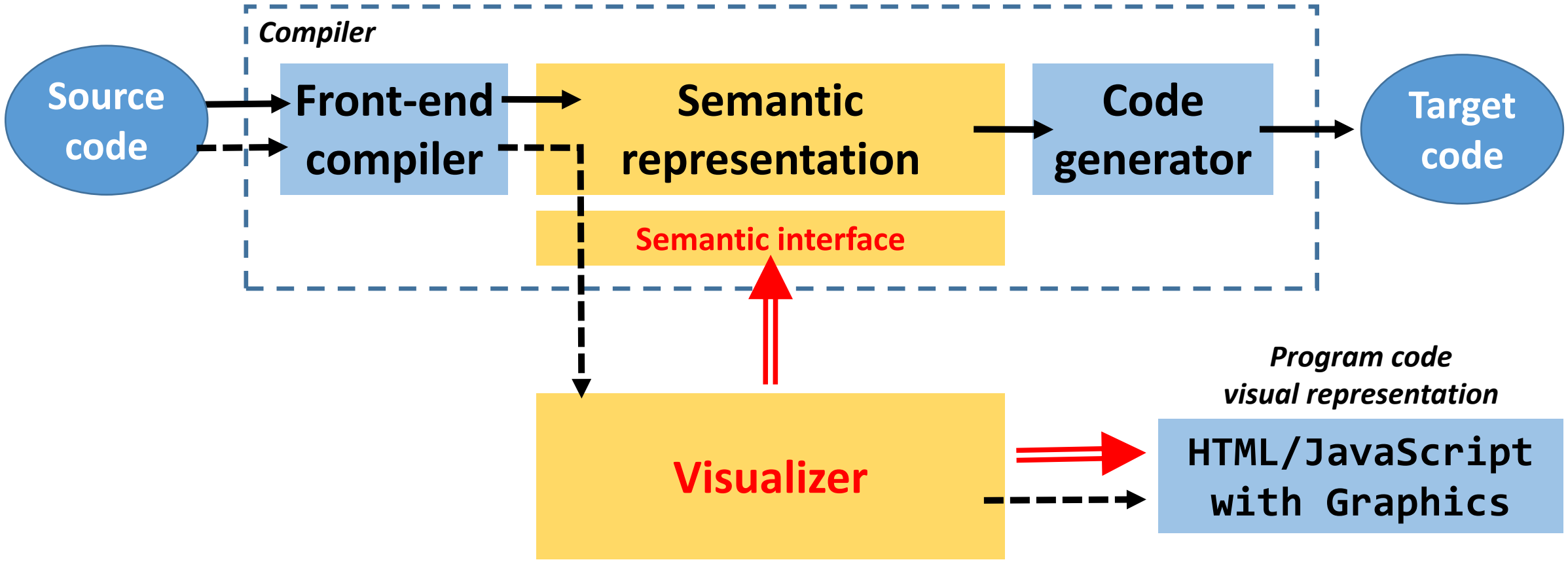
- Потенциальные кандидаты:
  **HTML/CSS/JavaScript**
  PDF
  RTF
  LaTex
  …

**HTML**
- Доступен на любой платформе
- Стандартный формат
- Поддержка навигации и других необходимых функций
- Поддержка графики
- Интерактивность

# Visualization: The Implementation Scheme

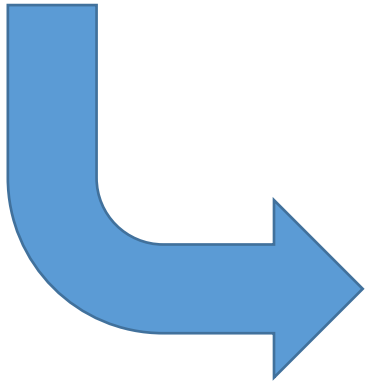


# Visualization: The Implementation Scheme



# Hidden Semantics: C++ Example 1

```
class C {
  public:
    int a, b;
};
```



```
class C {
  public:
    C() { a = 0; b = 0; }
    C(const C& c) { a = c.a; b = c.b; }
     ...
    int a, b;
};
```

**Automatically generated**:

- Default constructor
- Copy constructor
- Move constructor
- Copy assignment operator
- Destructor
- …

# Hidden Semantics: C++ Example 2

Constructor call

```
class C {
    ...
};
void f(int s)
{
    C c(s);  // Local object
    ...;
}
```

```
c.C::~C();
```

Destructor call

# Hidden Semantics: C++ Example 3

```
class C {
    int m;
public:
    operator bool() { return m>0; }
    ...
};
...
void f(C& c)
{
    if ( c ) {
        ...
    }
}
```

```
if ( c.operator bool() )
```

# Hidden Semantics: C++ Example 4

```
class C { ... };

void f()
{
   C c1;              // Default ctor
   C c2 = C(1);       // Two constructors
   C c3 = c1 + c2;    // Operator func + ctor

   int x = ...;
   double y = ...;
   int z = x + y;     // Two std conversions
}
```

# The First Approach: The Go Language

snake_p2p

- ▶ cmd
- ▼ core
  - errors.go
  - game_events.go
- ▼ engine
  - ▼ console
    - game.go
    - gui.go
- ▶ protocol
- README.md
- discovery.go
- node.go

engine\console\game.go

```go
        "github.com/rs/zerolog/log"
        //"github.com/sanit
)

type Snake struct {
        Alive bool
        Body  []core.Coord
        Head  core.Coord
        Style tcell.Style
}

type GameUI struct {
        gi          *game.GameInstance
        Snakes      map[peer.ID]*Snake
        Food        map[int]core.Coord
        bound       Boundary
        moveNum     int
        AliveSnakes int
        foodLastID  int
        Over        bool
        Successful  bool
        WinnerID    peer.ID
        r           *rand.Rand
}

// add food every N moves
const N = 5

func NewGame(gi *game.GameInstance) *GameUI {
        return &GameUI{
                gi:         gi,
                Food:       make(map[int]core.Coord),
                Snakes:     make(map[peer.ID]*Snake),
```

```go
struct {
        done chan struct{}
        finishedCh c
        streams map[
        selfID ID
        Seed int64
        recv chan in
        moves chan playerMove
        mu Mutex
}
```

```go
struct {
        ID ID
        Dir Direction
}
```

Visualization-in-the-small

# The First Approach: The Go Language

snake_p2p

- ▶ cmd
- ▼ core
  - errors.go
  - game_events.go
- ▼ engine
  - ▼ console
    - game.go
    - gui.go
- ▶ protocol
- README.md
- discovery.go
- node.go

engine\console\gui.go

```go
        os
        "strconv"
        "time"
)

type GatherUI struct {
        h *snake.Node
        app *tview.Application
        flex *tview.Flex
        myGatherPoint *tview.TextView
        gameList *tview.Table
        createBtn *tview.Button
        newGame *tview.InputField
        maxPlayers int
        gatherPoints map[string]*gather.Gather
}

func addRow(table *tview.Table, msg *gather.GatherPointMessage, row int, color tcell.Color) {
        ID := msg.ConnectTo.ID.Pretty()
        tableCell := tview.NewTableCell(ID).
                SetTextColor(color).
                SetAlign(tview.AlignCenter).
                SetExpansion(1)
        table.SetCell(row, 0, tableCell)
```

```go
struct {
        ID ID
        Addrs []Multiaddr
}
```

```go
struct {
        ConnectTo AddrInfo
        TTL Duration
        DesiredPlayerCount uint
        CurrentPlayerCount uint
}
```

Visualization-in-the-small

## Declaration of GatherPointMessage

**protocol\gather\messages.go**

```go
18 type GatherPointMessage struct {
```

## Usages of GatherPointMessage

**engine\console\gui.go**

```go
25 gatherPoints map[string]*gather.GatherPointMessage
28 func addRow(table *tview.Table, msg *gather.GatherPointMessage, row int, color tcell.Color) {
52 g.gatherPoints = make(map[string]*gather.GatherPointMessage)
```

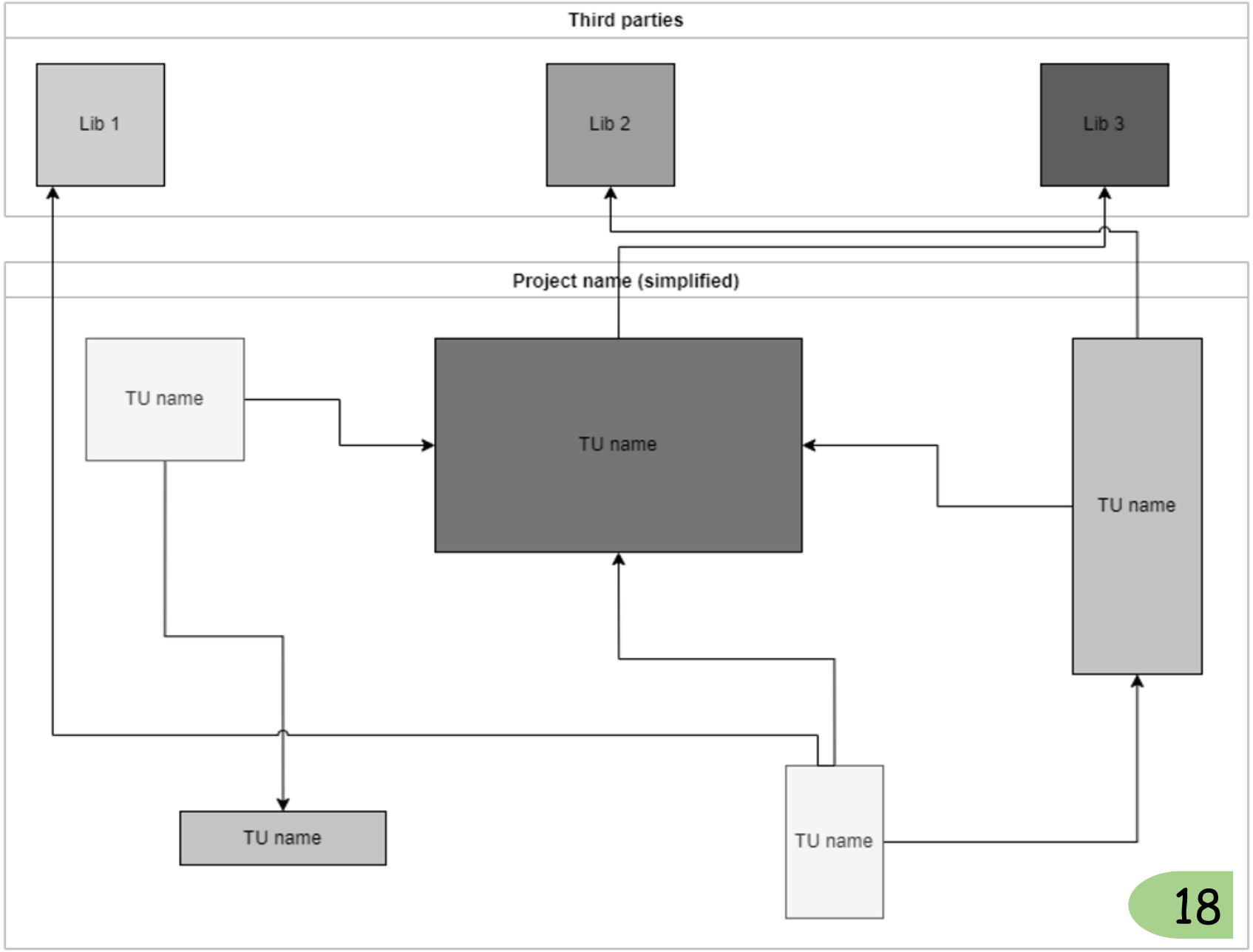
**cmd\gather_test\main.go**

# The Second Approach: The C++ Language

## Представление системы

Внешние зависимости проекта: части кода, не относящиеся к кодовой базе проекта. **Цвет** зависит от частоты их использования в проекте.

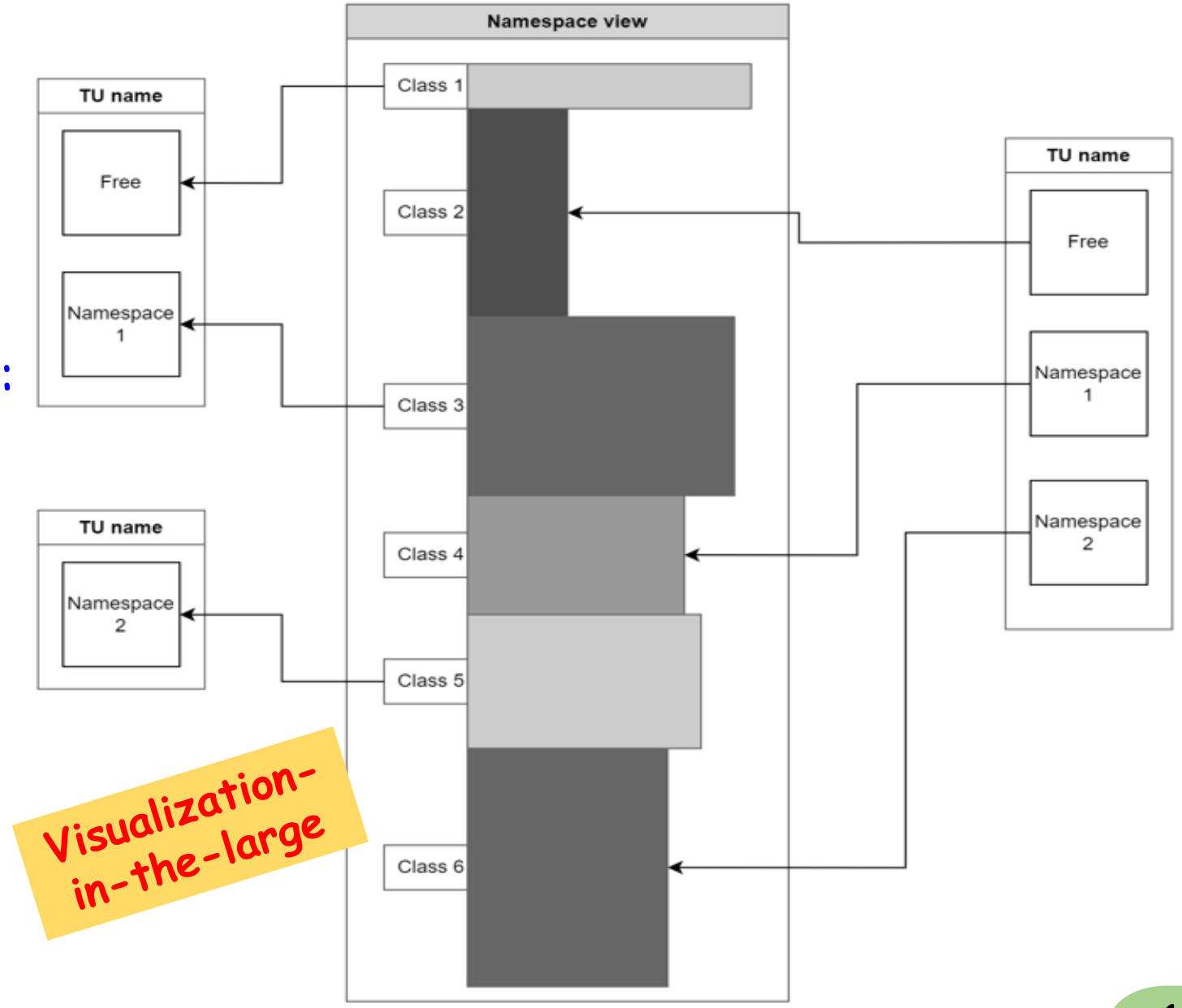
**Высота**: общее число сущностей в единице трансляции
**Ширина**: количество строк кода
**Цвет**: использование сущностей из этой единицы трансляции в других.
**Стрелки**: отношение использования. ЕТ, из которой выходит стрелка, использует внутри себя сущности ЕТ, в которую стрелка входит.



# The Second Approach: The C++ Language

Представление **пространства имен** вместе с зависимостями:

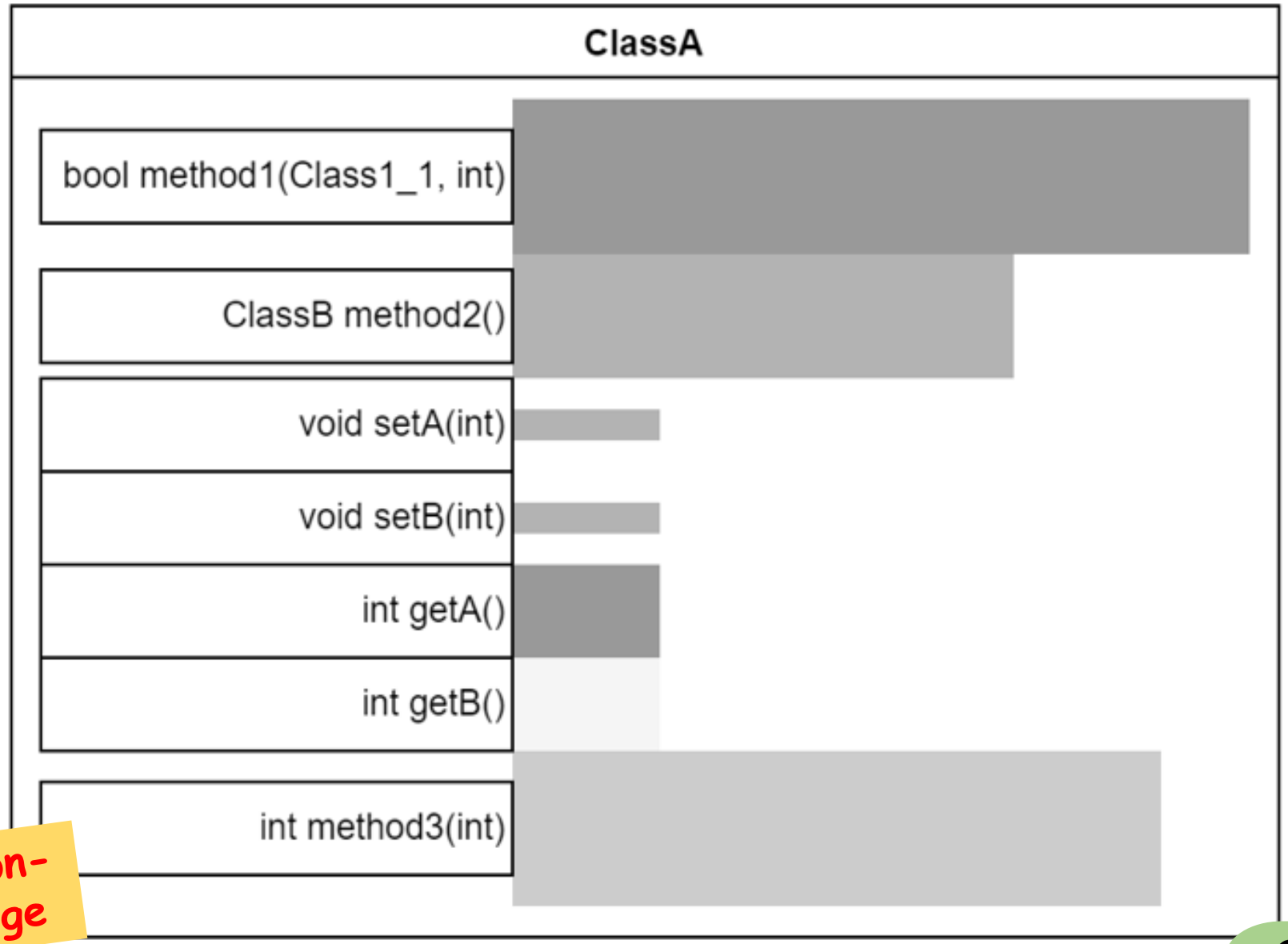
- **Ширина** - Количество строк кода
- **Высота** - Количество методов и переменных внутри класса
- **Цвет** - Частота использования вне пространства имен



# The Second Approach: The C++ Language

## Представление класса

- **Ширина** - количество строк кода
- **Высота** - количество используемых внутри функции обращений (вызовы функции и доступ к переменным)
- **Цвет** - частота использования



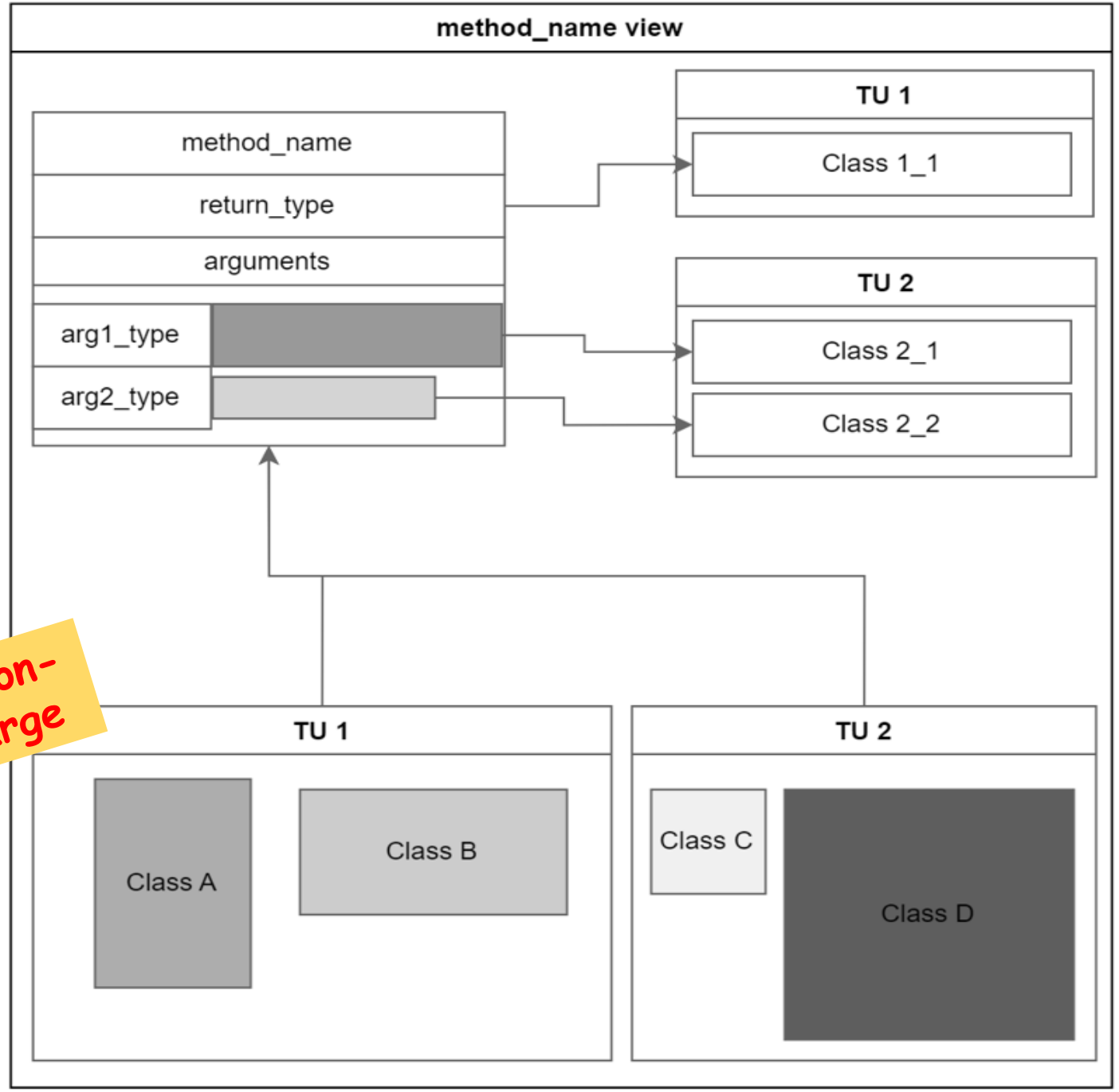

Visualization-in-the-large

# The Second Approach: The C++ Language

## Представление метода

- Стрелки к правой части указывают на места определений соответствующих типов.
- В нижней части находятся сущности, которые используют данный метод

Visualization-in-the-large



# Current & Future Research: Four Dimensions

- (Вширь)
  Как наиболее адекватно, наглядно и единообразно представить типичные свойства и конструкции ЯП.
  Разрабатываем прототипные реализации visualization-in-the-small для различных ЯП.
- (Вглубь)
  Как наглядно представить архитектуру программы
  Для некоторых языков (C++) проводится более глубокий анализ форм и способов визуального представления in-the-large.
- (Вбок)
  Как унифицировать принципы генерации визуального представления, сделав единый интерфейс генерации
- (Вверх)
  Интеграция двух форм представления – «small» и «large»

# The Whole Project Configuration

| Language | Visualization | | Status | Contributors |
|---|---|---|---|---|
| | In-the-small | In-the-large | | |
| Go | + | | Completed | Артем Баханов<br>Михаил Кусков<br>Альфия Муссабекова |
| Go | | Co-programming | In progress | Владимир Гордеев |
| Swift | | Program structure | In progress | Игорь Белов<br>Роман Набиуллин |
| Dart | + | | In progress | Тимур Нугаев |
| Rust | + | | In progress | Лев Лимаренко |
| C | + | | In progress | Антон Доспехов |
| C++ | + | Program architecture | In progress | Алексей Степанов |
| C# | + | | In progress | Владимир Калабухов |

# Thank you!