Поддержка типа dynamic в JVM

Алексей Степанов

Научный руководитель: Андрей Бреслав

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ АКАДЕМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

10 ноября 2016 г.

Введение

Типизация в языках программирования

- Статическая типизация
- Динамическая типизация
- Постепенная типизация

Введение

Постепенная типизация

Постепенная типизация - система типов, в которой часть переменных и выражений может быть типизированна, и их корректность проверяется в момент компиляции, а часть может быть не типизированна, и об ошибках в них мы узнаем во время исполнения.

Преимущества

- eval
- DSL (Gradle)
- DOM

Удобный доступ к полям и методам

```
dynamic x = dom.html.body.tables.main.tr.td;
```

Почему не Object?

```
Scriptobj.SetProperty("Cnt",((int)GetProperty("Cnt"))+1);
scriptobj.Cnt += 1;
```

Варианты постепенной типизации

От динамической типизации	От статической типизации
Python	C#
JavaScript	Scala
Groovy	Kotlin?

Python: Type Hints

```
def greeting(name: str) -> str:
    return 'Hello ' + name

AnyStr = TypeVar('AnyStr', str, bytes)
def concat(x: AnyStr, y: AnyStr) -> AnyStr:
    return x + y
```

JavaScript: Flow

```
// @flow
function bar(x): string {
  return x.length;
}
bar('Hello, world!');
```

Flow output

```
3:   return x.length; - number. This type is incompatible
with the expected return type of
2: function bar(x): string { -string
```

Scala

```
class MyRouter extends Dynamic{
    def selectDynamic(name: String): T = {}
    def updateDynamic(name: String)(value: T): Unit = {}
    def applyDynamic(methodName: String)(args: Any*) {
       println(s"You called '$methodName' method with " +
          s"following arguments: ${args mkString ", "}")
     }
     def applyDynamicNamed(name: String)
                                (args: (String, Any)*) {
       println(s"You called '$name' method with " +
           s"following argiuments:
           ${args map (a=>a._1+"="+a._2) mkString ","}")
    }
}
```

Scala

+ Поддержка в ScalaJS
+ Возможность написать свою логику диспетчеризации
– Нет стандартных реализаций
– Своя логика будет скорее всего медленная

C#

```
dynamic obj = new MyObject();
obj.anyMethod(53);
```

Своё разрешение как в Scala

```
public class MyDynamicImpl : DynamicObject{
    public override bool TryGetMember(
          GetMemberBinder binder, out object result){}
    public override bool TrySetMember(
          SetMemberBinder binder, object value){}
}
```

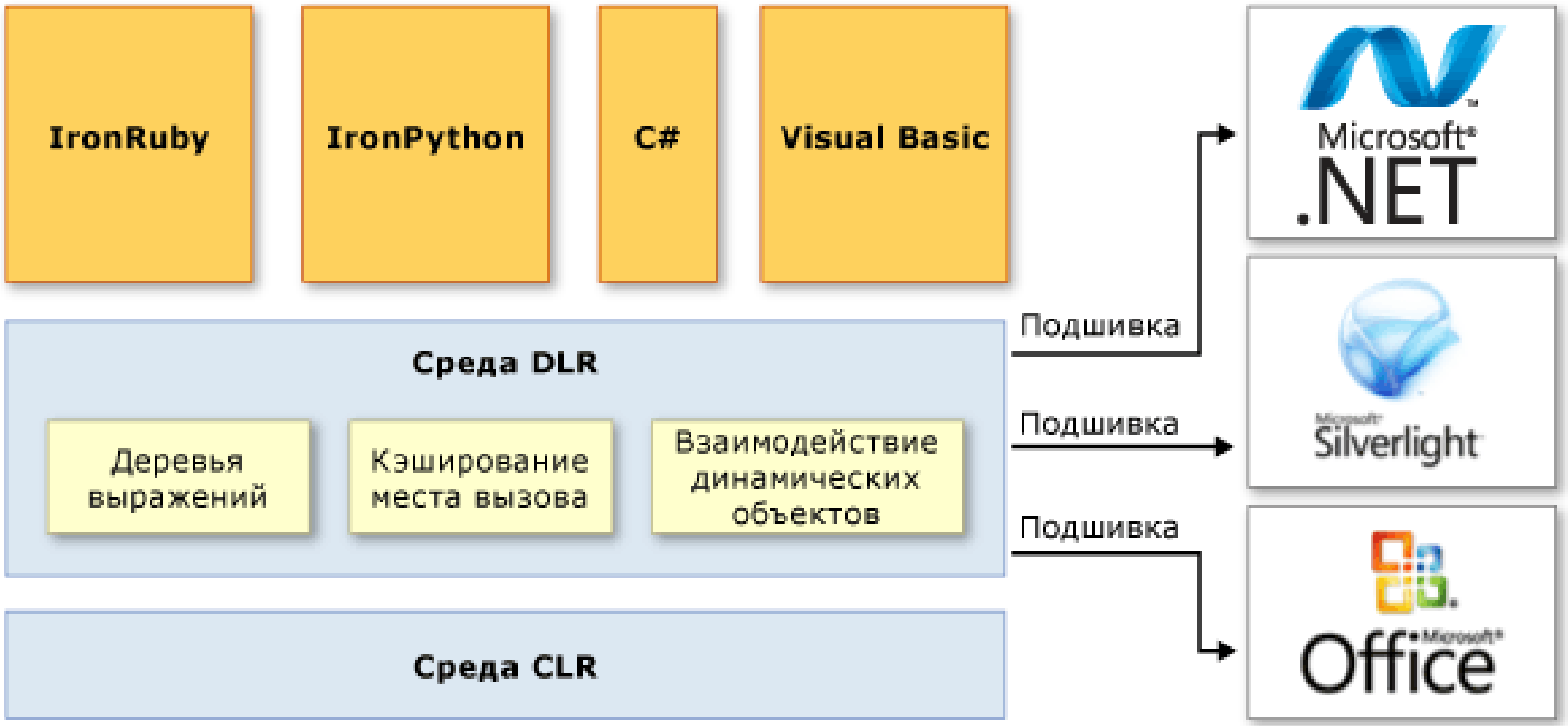
C# ExpandoObject

```
XElement contactXML =
    new XElement("Contact",
        new XElement("Name", "Patrick Hines"),
        new XElement("Phone", "206-555-0144"),
        new XElement("Address",
            new XElement("Street1", "123 Main St"),
            new XElement("City", "Mercer Island"),
            new XElement("State", "WA"),
            new XElement("Postal", "68042")
        )
    );
```

C# ExpandoObject

```
dynamic contact = new ExpandoObject();
contact.Name = "Patrick Hines";
contact.Phone = "206-555-0144";
contact.Address = new ExpandoObject();
contact.Address.Street = "123 Main St";
contact.Address.City = "Mercer Island";
contact.Address.State = "WA";
contact.Address.Postal = "8402";
```

Dynamic Language Runtime



Вопросы постепенной типизации

Возникающие вопросы

- Где хранить информацию о типе?
- Как хранить динамически типизированный объект?
- Как выбирать перегрузки при вызове методов?
- Как сделать всё оптимально и быстро?

Вопросы постепенной типизации

Разрешение перегрузок

- В динамических языках возможна перегрузка только по числу параметров
- В статически типизированных языках у нас доступна перегрузка по типам аргументам

Возникающий вопрос

- Можем ли мы при постепенной типизации делать во время исполнения всё то же что мы делали во время компиляции?

- В динамических языках возможна перегрузка только по числу параметров
- В статически типизированных языках у нас доступна перегрузка по типам аргументам

Возникающий вопрос

- Можем ли мы при постепенной типизации делать во время исполнения всё то же что мы делали во время компиляции?
- Ответ: Нет.
  - Это дорого
  - Это невозможно

Groovy

1. Получить список всех методов с подходящим именем
2. Удалить все методы которые не подходят к данному вызову
3. Если осталось больше одного метода, то вычислить метрику на на методах
4. Метод с наименьшим значением метрики выигрывает
5. Если имеется несколько методов с наименьшей дистанцией, то выдать исключение

Groovy

```
static foo(Object o, Integer i) { "Integer won" }
static foo(String s, Object o) { "String won" }

assert foo("potato", new Integer(6)) =~ "Integer"
```

Полученная дистанция

- $\rho(String, Object) + \rho(Integer, Integer) == 1 + 0 == 1$
- $\rho(String, String) + \rho(Integer, Object) == 0 + 2 == 2$
  (Integer $\rightarrow$ Number $\rightarrow$ Object)

@CompileStatic разрешает типы только для локальных переменных

```
def foo(Object x){1}
def foo(String x){2}
def create(){ return "" }

@CompileStatic
def bar() {
    assert foo("") == 2
    assert foo(new Object()) == 1
    assert foo(create()) == 1
}

bar()
```

C#

- Во время компиляции мы проверяем что во время исполнения может подойти хотя бы один метод
- По алгоритму похожему на используемый во время компиляции определяем лучший метод
- Разницу между Object и dynamic не разрешаем

JSmall - динамические теги типа

```
public void XMLWriter::write(int e) { y}
public void XMLWriter::write(Integer e) { y}
public void XMLWriter::write(XMLElement e) { y}
public void XMLWriter::write(StructuredXMLElement e) { y}
public void XMLWriter::write(Serializable e) { y}
w:='XMLWriter' asJavaClass new.
i:= 10 type: 'int'.
obj :='StructuredXMLElement' asJavaClass new
        type: 'java.io.Serializable'
w write: i.
w write: obj.
w write: (obj type: 'StructuredXMLElement').
w write: obj.
```

JSmall - динамические теги типа

- Мы можем помечать перменные тегами типа
- Тег типа используется только для разрешения вызовов, и никак не связан с реальным типом перменной
- Все значения полученные из Java автоматически маркируются тегом типа

Clojure

```
public class Base {}
public class SupplierRouter {
    public Base getBaseNullSupplier() {return null;}
    public int method_(String first) {return 0;}
    public int method_(Integer first) {return 4;}
    public int method_(Base first) {return 6;}
}
```

```
(ns test (:import (javacl SupplierRouter)))
(def br (new SupplierRouter))
(println (. br method_ (. br getBaseNullSupplier)))
```

JRuby

```
public int method_(String first) {return 0;}
public int method_(Object first) {return 1;}
public int method_(int first) {return 2;}
public int method_(short second) {return 3;}
public int method_(Integer first) {return 4;}
public int method_(Base first) {return 5;}
public int method_(Derived first) {return 6;}
```

```
br = JavaTestCoreUtils::BasicRouter.new
br.method_(29)
br.method_(Integer 29)
br.method_(2.9)
```

Вопросы постепенной типизации

Разрешение перегрузок

```
public interface I1 { int method1(); }
public interface I2 { int method1(); }
class InterfaceProvider implements I1, I2 {}
public class AmbiguousRouter {
    public int method_I12(I1 a) { return 2;}
    public int method_I12(I2 a) { return 3;}
}
```

Отличия JRuby Nashorn и Clojure

```
public interface I1 { int method1(); }
public interface I2 { int method1(); }
class InterfaceProvider implements I1, I2 {}
public class AmbiguousRouter {
    public int method_I12(I1 a) { return 2;}
    public int method_I12(I2 a) { return 3;}
}
```

Отличия JRuby Nashorn и Clojure

- Clojure выбирает метод записанный первым в теле класса
- JRuby выбирает метод записанный последним в теле класса

```
public interface I1 { int method1(); }
public interface I2 { int method1(); }
class InterfaceProvider implements I1, I2 {}
public class AmbiguousRouter {
    public int method_I12(I1 a) { return 2;}
    public int method_I12(I2 a) { return 3;}
}
```

Отличия JRuby Nashorn и Clojure

- Clojure выбирает метод записанный первым в теле класса
- JRuby выбирает метод записанный последним в теле класса
- Nashorn выбирает какой-то метод, а иногда кидает исключение

Критерии определения правил выбора перегрузок

- Предсказуемость
- Производительность
- Обратная совместимость при стирании типа в статически типизированном коде
- Схожесть работы нетипизированного кода с типизированным

Текущая обстановка

Kotlin

- Поддержка dynamic в Kotlin для JavaScript
- В JVM dynamic не поддерживается

Цель и задачи

Цель

Поддержка типа dynamic в Kotlin для JVM

Задачи

- Разработка правил разрешения перегрузок
- Исследование возможности поддержки совместимости правил с правилами других JVM языков
- Реализация поддержки в компиляторе языка Kotlin под JVM
- Оценка производительности

Текущие результаты

- Обзор существующих механизмов поддержки динамических типов в статических языках
- Обзор механизмов разрешения перегрузок в связи динамических и статических языков
- Реализация набора тестов для тестирования разрешения перегрузок разных языков
- Начата разработка правил разрешения перегрузок для языка Kotlin

Ближайшие планы на будущее

- Доработать правила динамического разрешения перегрузок
- Смотреть в сторону invoke dynamic
- invoke dynamic не панацея

Вопросы?