Checker Framework

Аннотации для статического анализа кода

Владимир Смирнов
Станислав Матковский

Это тулза для статик-анализа

- JDK уже разруливает кейсы типа `int count = "hello"`;
- IDE подсказывает больше, например DEAD CODE;
- *FindBugs*, *CheckStyle* и прочие утилиты для предсказания ошибок в существующем коде;
- Для проверок на NPE, взаимодействия между слоями приложения или более глубоких concurrency errors требуется дополнительная метаинформация в коде.

Чем же хорош Checker Framework?

- Недостатки типизации Java компенсируются аннотациями;
- Он модульный, как конструктор, и расширяем сообществом;
- Есть встроенный компилятор;
- Кросс-тулзовый.

Checker совместим с

Вашим любимым сборщиком:

- ► Maven
- ► Gradle
- ► Ant

Вашей незаменимой IDE:

- IntelliJ IDEA ◄
- Eclipse ◄
- NetBeans ◄

Встроенные анализаторы

- Nullness Checker for null pointer errors
- Initialization Checker to ensure all fields are set in the constructor
- Map Key Checker to track which values are keys in a map
- Interning Checker for errors in equality testing and interning
- Lock Checker for concurrency and lock errors
- Fake Enum Checker to allow type-safe fake enum patterns and type aliases or typedefs
- Tainting Checker for trust and security errors
- Regex Checker to prevent use of syntactically invalid regular expressions
- Format String Checker to ensure that format strings have the right number and type of % directives
- Internationalization Format String Checker to ensure that i18n format strings have the right number and type of {} directives
- Property File Checker to ensure that valid keys are used for property files and resource bundles
- Internationalization Checker to ensure that code is properly internationalized
- Signature String Checker to ensure that the string representation of a type is properly used, for example in Class.forName
- GUI Effect Checker to ensure that non-GUI threads do not access the UI, which would crash the application
- Units Checker to ensure operations are performed on correct units of measurement
- Signedness Checker to ensure unsigned and signed values are not mixed
- Constant Value Checker to determine whether an expression's value can be known at compile time
- Aliasing Checker to identify whether expressions have aliases
- Linear Checker to control aliasing and prevent re-use
- Subtyping Checker for customized checking without writing any code

Простейший пример Nullness Checker

```
void showObjectSafe(@Nullable Object o) {
    System.out.println(o.toString());
}

void showObject(@Nullable Object o) {
    showObjectUnsafe(o);
}

void showObjectUnsafe(@NonNull Object o) {
    if (o != null) {
        System.out.println(o.toString());
    }
}
```

Description	Resource	Path	Location	Type
Errors (4 items)				
dereference of possibly-null reference s	BaseClass.java	/NullnessCheckerTest...	line 48	Checker Framework
incompatible types in argument.	BaseClass.java	/NullnessCheckerTest...	line 51	Checker Framework
redundant check; "s" is non-null	BaseClass.java	/NullnessCheckerTest...	line 54	Checker Framework
redundant check; "s" is non-null	BaseClass.java	/NullnessCheckerTest...	line 54	Checker Framework

Еще пример для Nullness Checker

```
public class BaseClass {

    public @NonNull Object nnobj;

    public BaseClass() { }

    public void main() {
        List<@Nullable String> l1 = new ArrayList<>();
        l1.add("test");
        l1.add(null);
        for (String s : l1) showStringUnsafe(s);

        List<@NonNull String> l2 = new ArrayList<>();
        l2.add("test");
        l2.add(null);
        for (String s : l2) showStringUnsafe(s);
    }

    private void showStringUnsafe(@NonNull String s) {
        System.out.println(s.toString());
    }
}
```

Я использую внешние библиотеки, там нет этих ваших аннотаций

- Фреймворк поддерживает механизм внешнего аннотирования библиотек;
- Уже есть набор мета-аннотаций наиболее популярных библиотек, он расширяется и в этом даже можно поучаствовать;
- Некоторые проекты распространяют уже аннотированные версии библиотек.

Subtyping Checker

```
void main() {
    Person p = new Person("a", "b");
    getStatistics(p.getId(), p.getJobId());
    getStatistics(p.getId(), p.getJobId(), "c");
}

void getStatistics(String personId, String jobId) {
    // TODO
}

void getStatistics(String jobId, String personId, Object o) {
    // TODO
}
```

```
public class Person {
    private String id;
    private String jobId;

    public Person(String id, String jobId) {
        this.id = id;
        this.jobId = jobId;
    }

    public String getId() {
        return id;
    }

    public String getJobId() {
        return jobId;
    }
}
```

Subtyping Checker

```
public class Person {
    private @PersonGuid String id;
    private @JobGuid String jobId;

    public Person(String id, String jobId) {
        super();
        // :: warning: (cast.unsafe)
        this.id = (@PersonGuid String) id;
        // :: warning: (cast.unsafe)
        this.jobId = (@JobGuid String)
jobId;
    }
    public @PersonGuid String getId() {
        return id;
    }
    public @JobGuid String getJobId() {
        return jobId;
    }
}
```

Subtyping Checker

```
void main() {
    Person p = new Person("a", "b");
    getStatistics(p.getId(), p.getJobId());
    getStatistics(p.getId(), p.getJobId(),  "c"); // ловим ошибку
}

void getStatistics(@PersonGuid String personId, @JobGuid String jobId) {
    // TODO
}

void getStatistics(@JobGuid String jobId, @PersonGuid String personId, String o) {
    // TODO
}
```

Альтернативное решение без чекера

```
public class Person {
    private PersonGuid id;
    private JobGuid jobId;

    public Person(String id, String jobId) {
        this.id = new PersonGuid(id);
        this.jobId = new JobGuid(jobId);
    }

    public PersonGuid getId() {
        return id;
    }

    public JobGuid getJobId() {
        return jobId;
    }
}
```

```
public class PersonGuid extends ValueHolder<String> {

    public PersonGuid(String value) {
        super(value);
    }
}
```

```
public class JobGuid extends ValueHolder<String> {

    public JobGuid(String value) {
        super(value);
    }
}
```

Альтернативное решение без чекера

```
void main() {
    Person p = new Person("a", "b");
    getStatistics(p.getId(), p.getJobId());
    getStatistics(p.getId(), p.getJobId(),  "c"); // Ловим ошибку
}

void getStatistics(PersonGuid personId, JobGuid jobId) {
    // TODO
}

void getStatistics(JobGuid jobId, PersonGuid personId, String o) {
    // TODO
}
```

Fake Enum Checker

```
@SuppressWarnings("assignment.type.incompatible")
public class AuthChoice {
    @Fenum("AuthChoice1")
    public static final String AUTH_CHOICE_CORRECT = "CORRECT";
    @Fenum("AuthChoice1")
    public static final String AUTH_CHOICE_INCORRECT = "INCORRECT";

    @Fenum("AuthChoice2")
    public static final String AUTH_CHOICE_CORRECT_2 = "CORRECT2";
    @Fenum("AuthChoice2")
    public static final String AUTH_CHOICE_INCORRECT_2 = "INCORRECT2";
}
```

```
private Result generateResult(Request authRequest, @Fenum("AuthChoice1") String authChoice) {
    // Ошибка компиляции!
    // LOGGER.trace("Генерируется результат {}", authChoice);
    switch (authChoice) {
        case AUTH_CHOICE_CORRECT:
            return new CorrectResult();
        case AUTH_CHOICE_INCORRECT:
            return new IncorrectResult();
    }
    return null;
}
```

Interning Checker – простейший пример

```
@Interned String foo = "foo";
@Interned String bar = "bar";

if (foo == bar) {
    System.out.println("foo == bar");
}
```

Interning Checker

```
public class ActionType {
    private static final Map<String, ActionType> actionsMap = new ConcurrentHashMap<>();
    private String action;

    public ActionType(String action) {
        this.action = action;
        actionsMap.put(this.action, this);
        System.out.println();
    }

    public String getAction() { return action; }

    @SuppressWarnings("interning")
    public static @Interned ActionType getValueSafe(String actionTypeName) {
        actionTypeName = actionTypeName.toUpperCase();
        ActionType actionType = actionsMap.get(actionTypeName);
        return (actionType == null) ? UNKNOWN : actionType;
    }
}
```

```
if (ActionType.getValueSafe("DELETE") ==  clientAction) {
    // Важная логика
}

if (ActionType.getValueSafe("DELETE") == new ActionType("DELETE")) {
    // Важная логика
}
```

Initialization Checker

```
public abs                                                    oller {

    privat

    public
        de
        Li
        de
    }

    protec
}
```

```
ChildContr


[ERROR] /
[method.ir
[ERROR] fo                                                    ller
[ERROR] re
[ERROR] ->
```

Lock Checker

```
private final ReentrantLock requestsMapLock = new ReentrantLock();

@GuardedBy("requestsMapLock")
protected Map<Request, Result> requests = new HashMap<>();


@MayReleaseLocks
public ResponseEntity<Map<AuthRequest, AuthResult>> startRequest(String termUrl, String md, String paReq) {
    AuthRequest authRequest = new AuthRequest(validateTermUrl(termUrl), md, paReq);
    Map<AuthRequest, AuthResult> succeededRequests;
    requestsMapLock.lock();
    try {
        succeededRequests = getSucceededRequests();
    } finally {
        requestsMapLock.unlock();
    }
    return ResponseEntity.ok(succeededRequests);
}

@Holding("requestsMapLock")
protected Map<AuthRequest, AuthResult> getSucceededRequests() {
    return requests.entrySet().stream()
            .filter(e -> e.getValue() != null)
            .collect(Collectors.toMap(e -> e.getKey(), e -> e.getValue()));
}
```

Tainting Checker

```
public class BusinessObject {

    private String sensitiveData;

    public Request(String sensitiveData) {
        this.sensitiveData = sensitiveData;
    }

    public String getData() { return sensitiveData; }
}
```

```
public void executeBusinessLogic(String data) {
    data = validateData(data);
    BusinessObject obj = new BusinessObject(data);
}

private String validateData(String data) {
    // Логика валидации...
    return pureData;
}
```

Tainting Checker

```
public class BusinessObject {

    private String sensitiveData;

    public Request(@Untainted String sensitiveData) {
        this.sensitiveData = sensitiveData;
    }

    public String getData() { return sensitiveData; }
}
```

```
public void executeBusinessLogic(@Tainted String data) {
    data = validateData(data);
    BusinessObject obj = new BusinessObject(data);
}

@SuppressWarnings("tainting")
private @Untainted String validateData(@Tainted String data) {
    // Логика валидации...
    return pureData;
}
```

Regex Checker

```
Pattern.compile(".*"); // Ловит IDE, если что не так
```

```
Pattern.compile(or(parenthesize("a*"), parenthesize("b*"))); // IDE уже не справится
```

```
public @Regex String parenthesize(@Regex String regex) {
    return "(" + regex + ")";
}

public @Regex String or(@Regex String a, @Regex String b)
{
    return a + "|" + b;
}
```

Internationalization & Format String Checkers

```
System.out.printf("Float %f, number %g", 3.1415, 42);
```

```
void printFloatAndInt(@Format({FLOAT, INT}) String fs) {
    System.out.printf(fs, 3.1415, 42);
}

printFloatAndInt("Float %f, Number %d");   // OK
printFloatAndInt("Float %f");              // Ошибка
```

```
// Нет второго аргумента
MessageFormat.format("{0} {1}", 3.1415);
// Аргумент нельзя отформатировать как «время»
MessageFormat.format("{0, time}", "my string");


@I18nFormat({GENERAL, NUMBER}) String format;

format = "{0} {1} {2}";
```

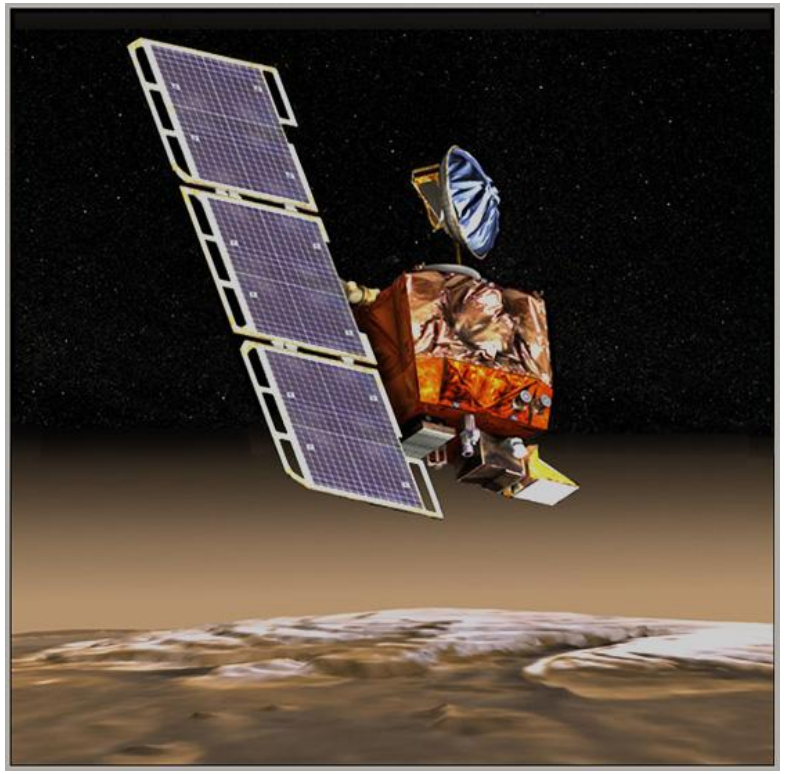
Поддерживает также работу с ResourceBundle

Map Key Checker

```
private void processKey(String extKey) {
    Map<String, @NonNull Object> map = new HashMap<>();
    Collection<@KeyFor("map") String> coll = new ArrayList<>();
    map.put(extKey, new Request());

    // Некоторое время спустя
    coll.add(extKey);

    // Еще позже
    for (String s : coll) {
        showObjectUnsafe(map.get(s));
    }
}

private void showObjectUnsafe(@NonNull Object o) {
    System.out.println(o.toString());
}
```

Units Checker

```
@m int meters = 5 * UnitsTools.m;
@s int secs = 2 * UnitsTools.s;

@mPERs double speed = meters / secs;

@kmPERh double kmph = meters /
secs;
@kmPERh double kmph = speed * 3.6;
```



```
@kmPERh double kmph =
    UnitsTools.fromMeterPerSecondToKiloMeterPerHour(speed);
```

```
@kmPERh
public static double fromMeterPerSecondToKiloMeterPerHour(@mPERs double mps) {
    return mps * 3.6D;
}
```

GUI Effect Checker

```
@SafeEffec
public void calledFromBackgroundThread()
{
    jLabel.setText("Foo");          // Ошибка

}

@UIEffect
private void calledFromUIThread() {
    heavyLoad();
}

@SafeEffect
private void heavyLoad() {
    // Some really heavy load...
}
```

Aliasing Checker

```
void testPlanet(@Unique Earth earth)
{
    Earth newPlanet = earth;
    // Какая-то логика...
    newPlanet.annihilate();
}
```

Метод `testPlanet` никак не должен менять `earth`!

```
[ERROR] Reference annotated as @Unique is leaked.
```

Чекеры от сторонних разработчиков

Они есть,
да.

Я не использую Java 8

- Компилятор фреймворка обработает и List</*@NonNull*/ String>

У меня куча легаси без этих ваших аннотаций!

- Начинаем помаленьку, отдельные чекеры, отдельные ветви проекта;
- Думайте об аннотации как о части спецификации – обычно достаточно понимать и аннотировать сигнатуру метода, а не тело. В том же Javadoc хорошие ребята так же помечают, что например метод может вернуть null;
- Старайтесь сделать свой код лучше, как например использование параметризированных типов вместо raw types.

Спасибо за внимание!