Статический анализ кода

(на примере DDD-фреймворка)

Алексеев Алексей
alekseev.aleksei@gmail.com
aalekseev@custis.ru

Николай Гребнев
ngrebnev@gmail.com
ngrebnev@custis.ru

Структура доклада

- Введение
- Статические проверки
- DDD-фреймворк
- Поддержка LINQ
- Модель состояний
- Верификация модели состояний

Структура доклада

- Введение
- Статические проверки
- DDD-фреймворк
- Поддержка LINQ
- Модель состояний
- Верификация модели состояний

Человеческий фактор

Общепринятые методологии

- Ручное тестирование
- Автоматическое тестирование, TDD
- Code Review

Средства разработки

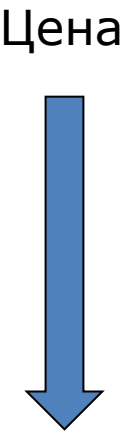
Структура доклада

- Введение
- Статические проверки
- ДДД-фреймворк
- Поддержка LINQ
- Модель состояний
- Верификация модели состояний

Стоимость исправления ошибок

Момент выявления ошибки:

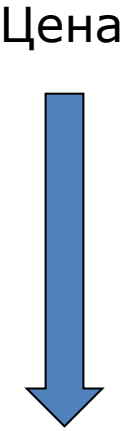
- До написания кода
- Статические проверки
- Unit-тесты
- Code Review
- Интеграционные тесты
- Ручные тесты
- Ошибка при эксплуатации



Стоимость исправления ошибок

Время выявления ошибки:

- До написания кода
- Статические проверки
- Unit-тесты
- Code Review
- Интеграционные тесты
- Ручные тесты
- Ошибка при эксплуатации



Аспекты статических проверок

- Диагностика
- Скорость
- Полнота

Полнота статических проверок

C++: `if (a = 2)`

`if (ptr == null)` Корректность

vs

`if (ptr)` Лаконичность

Структура доклада

- Введение
- Статические проверки
- DDD-фреймворк
- Поддержка LINQ
- Модель состояний
- Верификация модели состояний

Терминология

- ORM – object relational mapper:
  - Отображение:
    - Класс → таблица
    - Объект → запись
    - Свойство → колонка
  - Запросы
  - Процесс компиляции

Демонстрация

ВАЛИДАЦИЯ МОДЕЛИ ВО ВРЕМЯ КОМПИЛЯЦИИ

Bill State

```
CustIS.UniNet;
CustIS.UniNet.Markup;
CustIS.UniNet.Metadata;

ace Samples

/ <summary> Сущность - накладная. </summary>
ntity(Abstract = true)]
ableStorage(TableName = "t_bill", EntityTypeColumnName = "type")]
blic abstract class Bill : Entity

  /// <summary> Идентификатор. </summary>
  [Attr]
  [Column("id_bill")]
  public abstract long Id { get; }

  /// <summary> Состояние накладной. </summary>
  [Attr(RequireKind = AttrRequireKind.Mandatory, InitialValue = BillState.New)]
  public abstract BillState State { get; set; }

  /// <summary> Начало обработки. </summary>
  [StateRestriction(BillState.New)]
  [StateTransition(BillState.New, BillState.InWork)]
  public virtual void StartWork()
  {
      State = BillState.InWork;
  }
```

Структура доклада

- Введение
- Статические проверки
- DDD-фреймворк
- Поддержка LINQ
- Модель состояний
- Верификация модели состояний

Полнота поддержки LINQ напрямую влияет на снижение влияния человеческого фактора в разработке ПО

ПОДДЕРЖКА LINQ

Запросы к доменной модели

- На языке ORM:

```
SimpleQuery<Post> q =
    new SimpleQuery<Post>(
    @"from Post p
      where p.Blog.Author = ?",
    author);
return q.Execute();
```

- LINQ:

```
from Post p in Session.Posts
where p.Blog.Author == author
select p;
```

Преимущества LINQ

- Статическая типизация
- IntelliSense
- Полная интеграция в язык программирования

Максимальная типизация в Linq

Требуется:

```
Employee leader = Session.Employee.First();
var q = from Department d in
Session.Department
        where d.Leader == leader
        select d;
```

Но в Entity Framework:

Не удалось создать константу с типом "Тип замыкания". В этом контексте поддерживаются только типы-примитивы ("например Int32, String и Guid").

Свойства, используемые в запросах

```
public class Employee
{
    …
    public bool IsManager
    {
        get { return Subordinates.Count() > 0;
}
    }
    …
}
…
var q = from Employee e in Session.Employee
        where e.IsManager
        select e;
q.ToList();
```

В Entity Framework:

Указанный член типа "IsManager" не поддерживается в выражениях LINQ to Entities. Поддерживаются только инициализаторы, члены сущности и свойства навигации сущности.

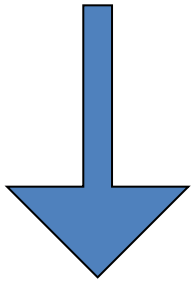
Решение

```
public class Employee
{
    …
    [Attr]
    [Implemented]
    public abstract bool IsManager {get; }

    // Это реализация для атрибута IsManager.
    static Expression<Func<Employee, bool>> IsManagerImpl
    {
        get { return e => Subordinates.Count() > 0; }
    }
    …
}
…
var q = from Employee e in Session.Employee
        where e.IsManager
        select e;
q.ToList();
```

Свойства, используемые в запросах

```
from Employee e in Session
select e.IsManager
```



```
from Employee e in Session
select Subordinates.Count() > 0
```

Корректность

```
[Attr]
[Implemented]
public abstract MyEntity Attr1 {get; }

[Attr]
[Implemented]
public abstract MyEntity Attr2 {get; }

static Expression<Func<MyEntity, MyEntity>> Attr1Impl
{
     get {return e => e.Attr2; }
}

static Expression<Func<MyEntity, MyEntity>> Attr2Impl
{
    get {return e => e.Attr1; }
}
```

Пример анализа реализации

```
static Expression<Func<MyEntity, MyEntity>>
   Attr1Impl
{
      get {return e => e.Attr2; }
}
```

Обнаружена циклическая зависимость

```
static Expression<Func<MyEntity, MyEntity>>
   Attr2Impl
{
     get {return e => e.Attr1; }
}
```

Структура доклада

- Введение
- Статические проверки
- Валидация модели во время компиляции
- Поддержка LINQ
- Модель состояний
- Верификация модели состояний

Состояния

```
/// <summary> Состояние автомобиля. </summary>
[Flags]
[State]
public enum AutoState
{
    /// <summary> Машина стоит и не заведена.
  </summary>
    Stopped = 1,

    /// <summary> Машина заведена и не едет.
  </summary>
    Winded = 2,

    /// <summary> Машина едет. </summary>
    Driving = 4,
}
```

Императивные проверки

```
[Method]
public virtual void WindUp()
{
    if (State != AutoState.Stopped)
        throw new InvalidEntityStateException(...);
     ...
}

[Method]
public virtual bool TryRun()
{
    if (State != AutoState.Winded)
        throw new InvalidEntityStateException(...);
     ...
}
```

Декларативные ограничения

```
[Method]
[StateRestriction(AutoState.Stopped)]
public virtual void WindUp()
{...}

[Method]
[StateRestriction(AutoState.Winded)]
public virtual bool TryRun()
{...}
```

Декларативные ограничения

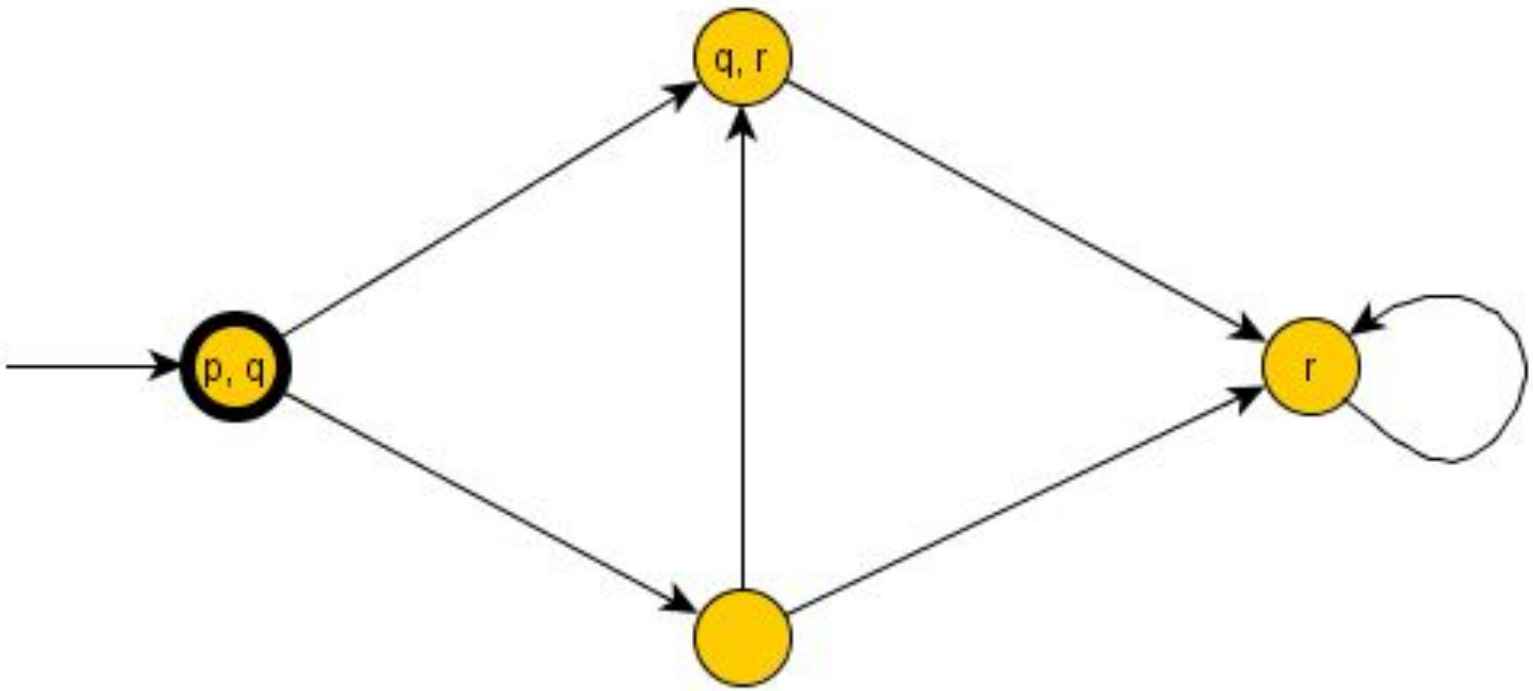
```
[Method]
[StateRestriction(AutoState.Stopped)]
[StateTransition(AutoState.Stopped,
    AutoState.Stopped | AutoState.Winded)]
public virtual void WindUp()
{...}

[Method]
[StateRestriction(AutoState.Winded)]
[StateTransition(AutoState.Winded,
    AutoState.Driving | AutoState.Stopped)]
public virtual bool TryRun()
{...}
```

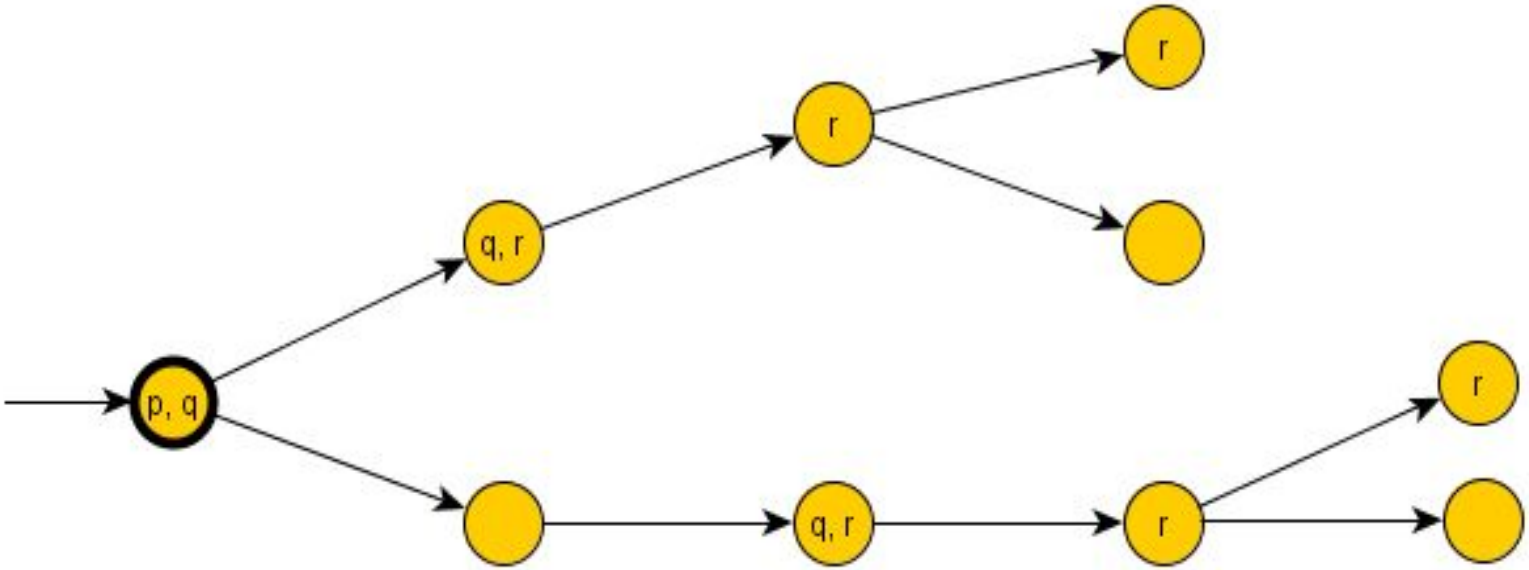
Структура доклада

- Введение
- Статические проверки
- Валидация модели во время компиляции
- Поддержка LINQ
- Модель состояний
- Верификация модели состояний

Структура Крипке



Структура Крипке



CTL, формулы состояний

CTL - Computation tree logic.

Формулы состояний:

- **A f** - **A**ll: **f** должен выполняться на всех путях из данного состояния;
- **E f** - **E**xists: существует хотя бы один путь из данного состояния, на котором выполняется **f**.

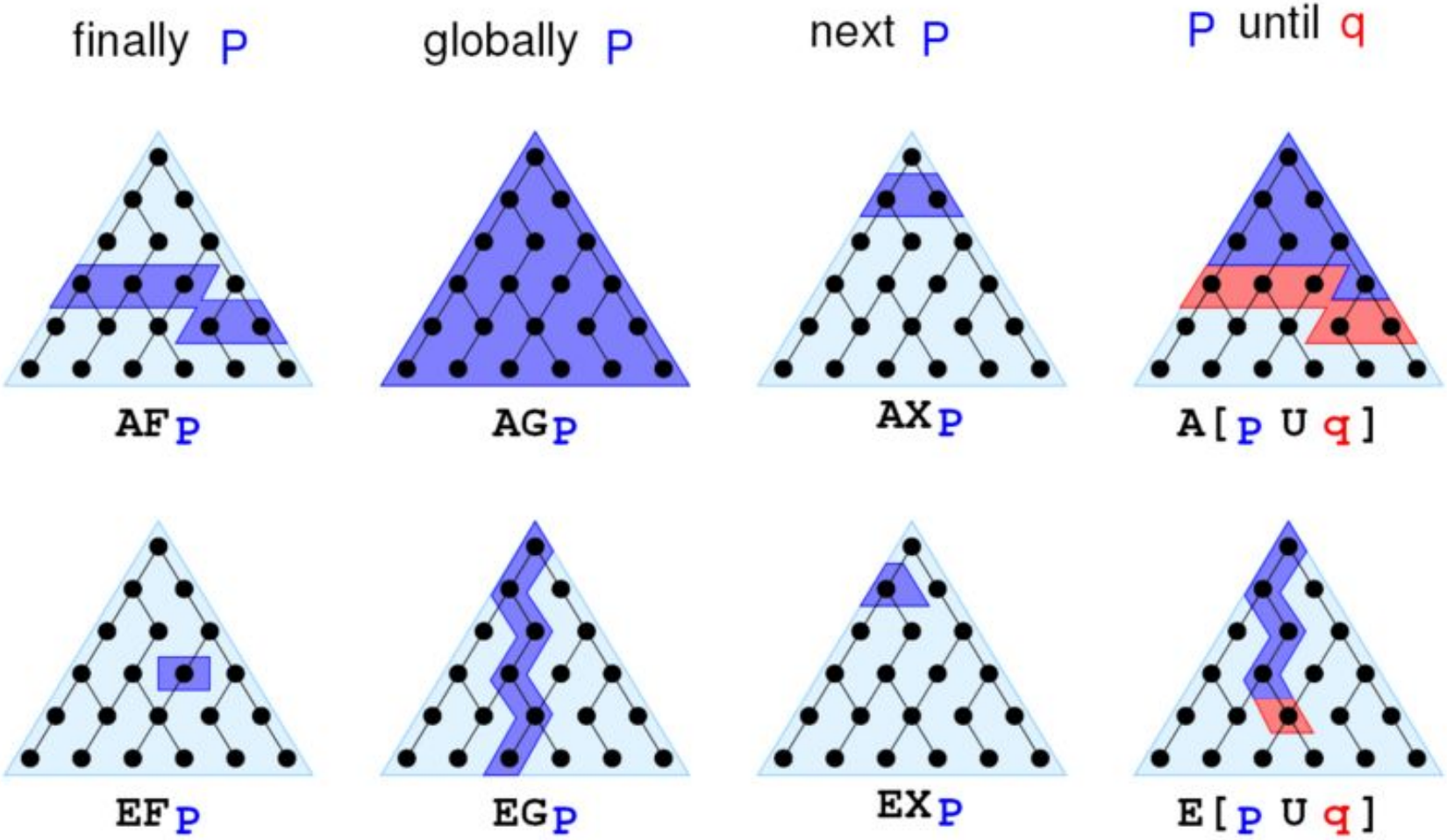
В этом определении **f** – формула пути.

CTL, формулы пути

Формулы пути:

- **X p** - Ne**x**t: **p** выполняется на следующем состоянии пути;
- **G p** - **G**lobally: **p** выполняется на всех последующих состояниях пути;
- **F p** - **F**inally **p** выполняется на одном из последующих состояний пути;
- **p U q** - **U**ntil: **p** выполняется, пока на каком-то из состояний пути не выполнится **q** , причем **q** должен обязательно когда-нибудь выполнится в будущем.
- **p** – формула состояния или предикат

CTL


finally p
globally p
next p
p until q
AF p
AG p
AX p
A[p U q]
EF p
EG p
EX p
E[p U q]

Auto.cs

Samples.Auto

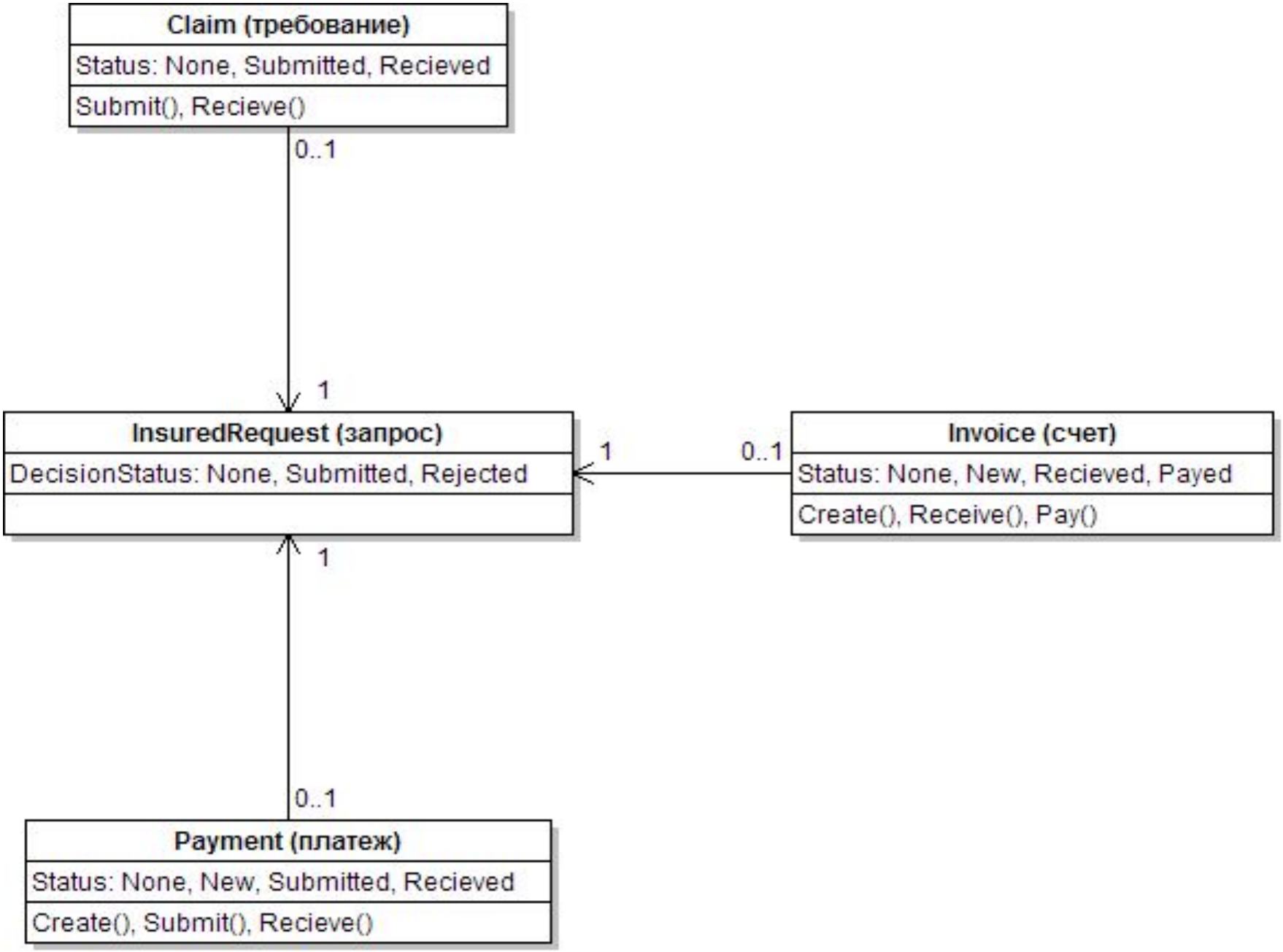
```
using CustIS.UniNet;
using CustIS.UniNet.Markup;

namespace Samples
{
    /// <summary> Сущность автомобиль с состояниями. </summary>
    [VerifyCTL("E G E X(!Stopped)", AutoState.Stopped)] // Можно тронуться
    [VerifyCTL("A G (! Winded & ! Driving => A X ! Driving)")] // Машина не может ехать, если не заведена
    [Entity]
    [TableStorage(TableName = "SomeTable")]
    public abstract class Auto : Entity
    {
        /// <summary> Идентификатор. </summary>
        [Attr(KeyPart = true)]
        [Column("id_column")]
        public abstract long Id { get; }

        /// <summary> Состояние машины. </summary>
        [Attr]
        [Column("state_column")]
        public abstract AutoState State
        {
            get;
            protected set;
        }

        /// <summary> Завести машину. </summary>
        [Method]
        [StateRestriction(AutoState.Stopped)]
        [StateTransition(AutoState.Stopped, AutoState.Stopped | AutoState.Winded)]
        public virtual void WindUp()
        {
        }

        /// <summary> Заглушить автомобиль. </summary>
        [Method]
        [StateRestriction(AutoState.Winded)]
```


Claim (требование)
Status: None, Submitted, Recieved
Submit(), Recieve()
0..1
1
InsuredRequest (запрос)
DecisionStatus: None, Submitted, Rejected
1
0..1
Invoice (счет)
Status: None, New, Recieved, Payed
Create(), Receive(), Pay()
1
0..1
Payment (платеж)
Status: None, New, Submitted, Recieved
Create(), Submit(), Recieve()

Payment.cs | **InsuredRequest.cs** | Auto.cs

Samples.InsuredRequest | Garage

```
namespace Samples
{
    // Счет не может быть оплачен, если принято решение отказать.
    [VerifyCTL("!E F (Rejected & Invoice.Payed)")]
    ///<summary> Страховой запрос. </summary>
    [Entity]
    [TableStorage("decision")]
    public abstract class InsuredRequest : Entity
    {
        /// <summary> Идентификатор. </summary>
        [Attr(KeyPart = true)]
        [Column("Id")]
        public abstract

        /// <summary> Статус решения случая. </summary>
        [Attr(InitialValue = DecisionStatus.None)]
        [Column("status")]
        public abstract DecisionStatus Status { get; protected set; }

        /// <summary> Гараж. </summary>
        [Attr]
        [Column("garage")]
        public abstract Garage Garage { get; set; }

        /// <summary> Страховой случай, к которому принадлежит наш запрос. </summary>
        [Attr]
        [Column("insurance")]
        public abstract Insurance Insurance { get; set; }

        /// <summary> Требование по запросу. </summary>
        [BackReference("Request")]
        public abstract Claim Claim { get; }

        /// <summary> Платеж по запросу. </summary>
        [BackReference("Request")]
        public abstract Payment Payment { get; }
```

struct System.Boolean
Represents a Boolean value.

Payment.cs | InsuredRequest.cs | Auto.cs

Samples.Payment | PayAdvanced()

```
        [Method(AutoSave = true)]
        [StateRestriction(PaymentStatus.New)]
        [StateRestriction(DecisionStatus.Submitted, Chain = "Request")]
        [StateTransition(PaymentStatus.New, PaymentStatus.Submitted)]
        public virtual void Submit()
        {
            Status = PaymentStatus.Submitted;
        }

        /// <summary> Получить платежю </summary>
        [Method(AutoSave = true)]
        [StateRestriction(PaymentStatus.Submitted)]
        [StateTransition(PaymentStatus.Submitted, PaymentStatus.Recieved)]
        public virtual void Recieve()
        {
            Status = PaymentStatus.Recieved;
        }

        [Method]
        [StateTransition(PaymentStatus.New, PaymentStatus.Submitted)]
        public virtual void PayAdvanced()
        {
            // Реализация супер-платежа
        }
    }
}
```

Error List

0 Errors | 1 Warning | 0 Messages

	Description	File	Line	Column	Project
1	Сущность "Сущность Samples.InsuredRequest (InsuredRequest)." не удовлетворяет ограничению "CTL Verification: formula = !E F (Rejected & Invoice.Payed)".	InsuredRequest	11	27	ADD2010

Список литературы

- **Ю.Г. Карпов. Model Checking. Верификация параллельных и распределенных программных систем.**
- http://www-verimag.imag.fr/~sifakis/TuringAwardPaper-Apr14.pdf **Turing award. Model Checking: Algorithmic Verification and Debugging.**
- http://www.http://www.introducinglinq.com/files/folders/5/download.aspx http://www.introducinglinq.com/files/folders/5/download.aspx **LINQ introduction**.
- http://www.rsdn.ru/article/design/Code_Contracts.xml **Проектирование по контракту.**