Автоматическая генерация кода программ с явным выделением состояний

Канжелев С.Ю. *магистрант СПбГУ ИТМО*
Шалыто А.А. *доктор технических наук профессор СПбГУ ИТМО*

О чем доклад?

- Как описать сложную логику работы приложения.
- Как преобразовать это описание в код максимально удобным способом.
- Инструментальное средство *MetaAuto.*

Мотивация

- Существует разрыв между фазами проектирования и реализации.
  - В большинстве случаев моделируют статическую часть программы с помощью диаграммы классов.
- Сложную логику невозможно описать.
  - Диаграммы взаимодействия и последовательности бесполезны.
  - Диаграммы состояний использовать сложно.

Что нам нужно?

- Необходимо научиться описывать сложную логику.
- Необходимо инструментальное средство для преобразования этого описания в исходный код программы.

Как описывать сложную логику работы программы

Программирование с явным выделением состояний.

Программа с явным выделением состояний

- Явное выделение состояний:
  - Вместо набора флагов – выделенное состояние.
  - Непредвиденные переходы исключаются.
  - Ускорение тестирования.

Описание программы с явным выделением состояний

- Диаграммы состояний UML или аналогичные (графы переходов автоматов).

- Требуется автоматическая генерация кода или исполнение программы по графам переходов.

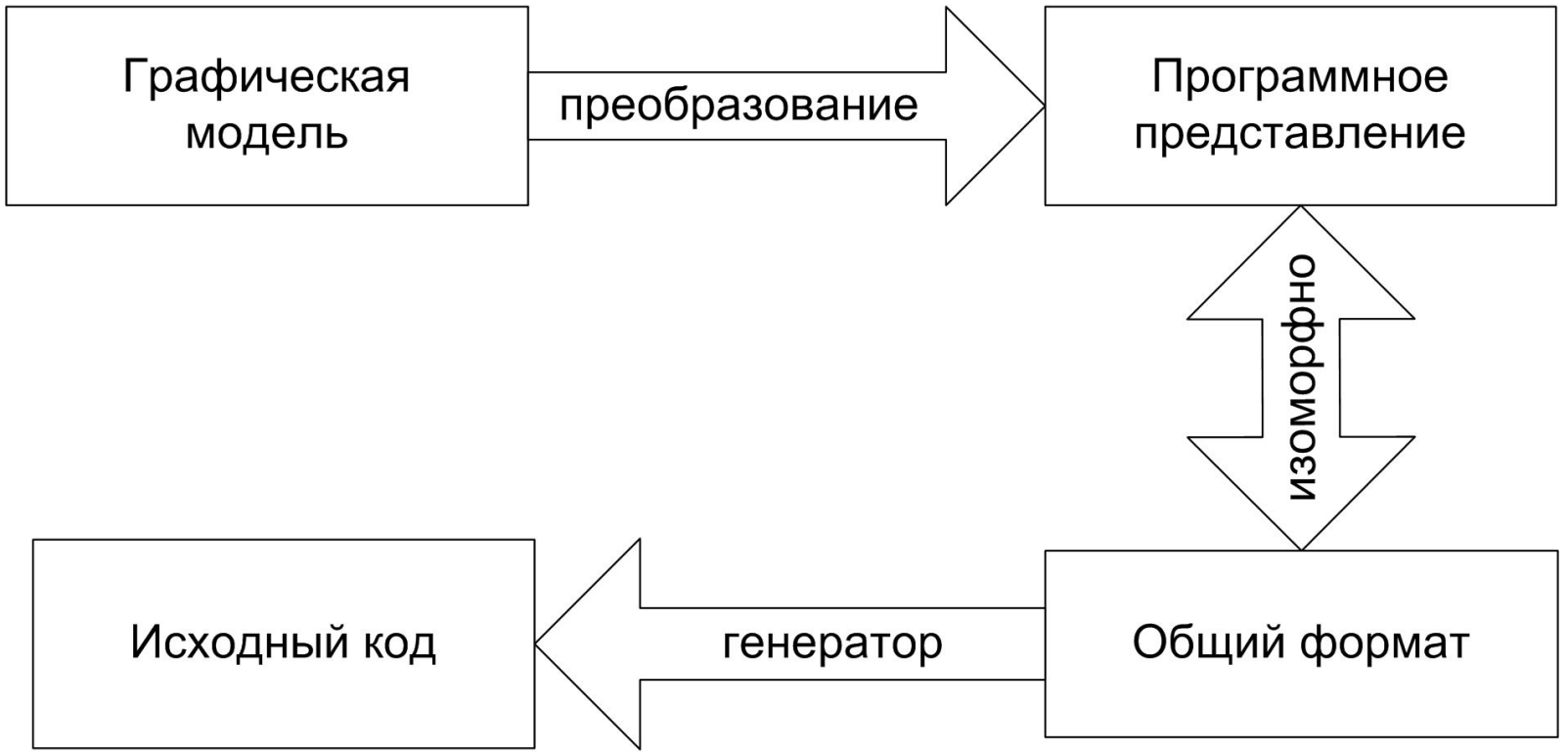
Преимущества программ с явным выделением состояний.

- Облегчение проектирования
- Облегчение документирования
- Ускорение процесса тестирования.

Аналоги

- Для многих языков программирования не созданы соответствующие инструментальные средства.
- Существующие инструментальные средства не позволяют настраивать получаемый исходный код.

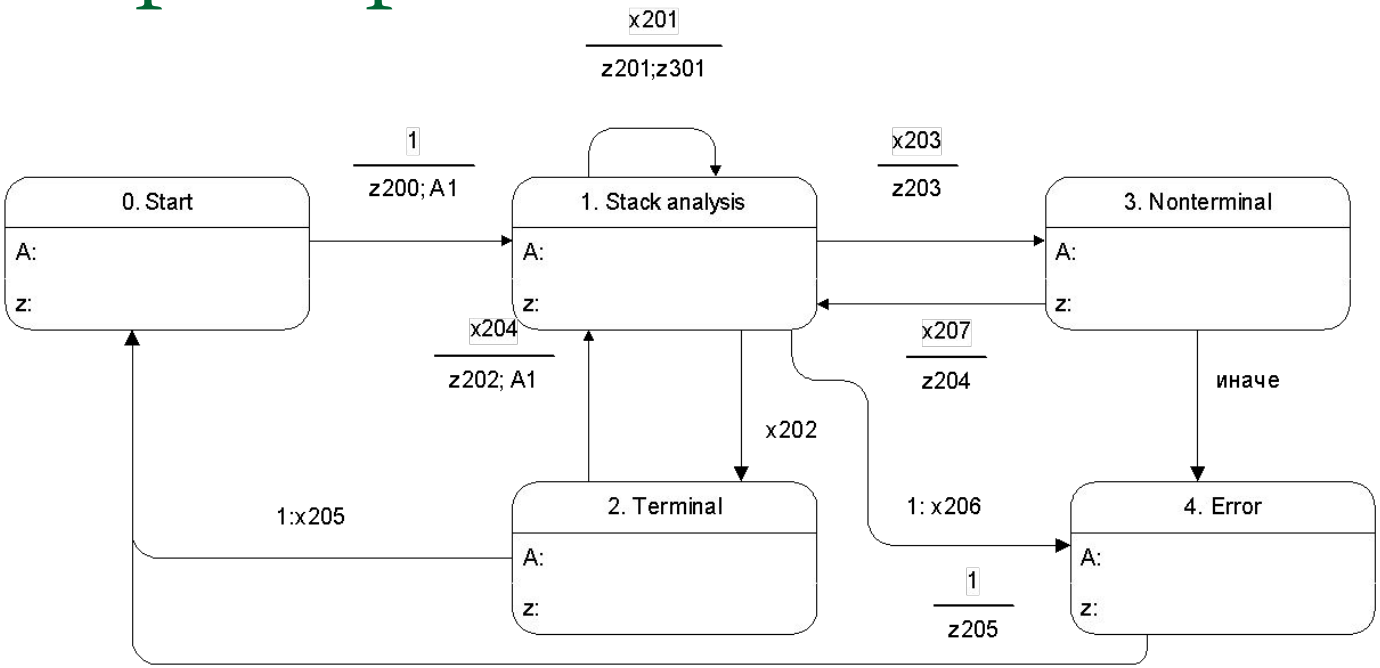
Процесс генерации исходного кода



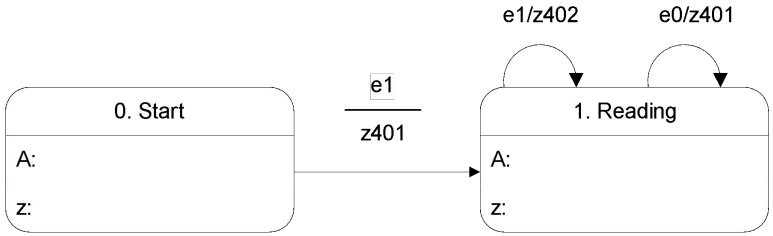
Генерация кода

- подстановки (templates C++);
- подстановки с исполнением кода (ASP);
- **обработчики данных регулярной структуры (XSLT)**.
  - Наличие групп состояний.
  - Наличие групповых переходов.
  - Наличие логических выражений.

Пример. Шаг 1



Visio file



Пример. Шаг 2

```
<?xml version="1.0" encoding="Windows-1251"?>
    ...
  <state name="Top" description="">
    <state name="s1" description="Stack analysis" />
    <state name="s0" description="Start" />
    <state name="s3" description="Nonterminal" />
    <state name="s2" description="Terminal" />
    <state name="s4" description="Error" />
  </state>
  <transition sourceRef="s1" targetRef="s4" priority="1">
    <condition>
      <conditionNode name="206" type="INPUT_VARIABLE" />
    </condition>
  </transition>
  <transition sourceRef="s1" targetRef="s2">
    <condition>
      <conditionNode name="202" type="INPUT_VARIABLE" />
    </condition>
  </transition>
  <transition sourceRef="s1" targetRef="s3">
    <condition>
      <conditionNode name="203" type="INPUT_VARIABLE" />
    </condition>
      ...
      ...
```

XML file

```
<!--=========================================================================-->
<!--MODEL-->
<!ELEMENT model (stateMachine*)>
<!ATTLIST model
          name ID #IMPLIED
          description CDATA #IMPLIED>
<!--=========================================================================-->


<!--=========================================================================-->
<!-- STATE MACHINE -->
<!ELEMENT stateMachine (state?)>
<!ATTLIST stateMachine
          name ID #REQUIRED
          description CDATA #IMPLIED>
<!--=========================================================================-->


<!--=========================================================================-->
<!-- STATE -->
<!ELEMENT state (state*, stateMachineRef?, outputAction?)>
<!ATTLIST state
          name ID #REQUIRED
          type CDATA #IMPLIED
          description CDATA #IMPLIED>

<!ELEMENT stateMachineRef (actionNode*)>
<!--=========================================================================-->


<!--=========================================================================-->
<!-- TRANSITION -->
<!ELEMENT transition (state*, condition, outputAction)>
<!ATTLIST transition
```

Пример. Шаг 3

```
<?xml version='1.0'?>
<xsl:stylesheet version="1.0"
        xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform">
<xsl:output method='text' indent="no"/>

<xsl:key name="distinctConditions" match="//conditionNode"
        use="@name"/>
<xsl:key name="distinctActions" match="//actionNode" use="@name"/>

<xsl:template match="/model">
//--- this file is machine generated ---
//Model: <xsl:value-of select="@name"/>

namespace Automatas
{
   public class BaseAutomata
   {
   }
   <xsl:apply-templates select="stateMachine"></xsl:apply-templates>
}

</xsl:template>
```

XSLT-шаблон

```
<!--Automata processing-->
<xsl:template match="stateMachine">
   /// &lt;summary&gt;
   /// <xsl:value-of select="@description" />
   /// &lt;/summary&gt;
   public abstract class <xsl:value-of select="@name"/> : BaseAutomata
   {
      protected string y = "s0";

      public void A(int e)
      {
         switch (y)
         {
            <xsl:apply-templates select="state//state[count(state) = 0]"
                                          mode="SWITCH_BLOCK">
               <xsl:sort select="@name" data-type="text" />
            </xsl:apply-templates>
         }
      }

      <xsl:variable name="stateMachineName" select="@name"/>

        <xsl:apply-templates select="//actionNode
       [generate-id(.) = generate-id(key('distinctActions', @name)
          [ancestor::stateMachine/@name=$stateMachineName])]"
                                    mode="FUNCTION_DEFINITIONS">
        <xsl:sort select="@type"/>
         <xsl:sort select="@name"/>
        </xsl:apply-templates>


        <xsl:apply-templates select="//conditionNode
       [generate-id(.) = generate-id(key('distinctConditions', @name)
          [ancestor::stateMachine/@name=$stateMachineName])]"
                                    mode="FUNCTION_DEFINITIONS">
        <xsl:sort select="@type"/>
              <xsl:sort select="@name"/>
        </xsl:apply-templates>
   }
</xsl:template>
<!--End Automata processing-->
```

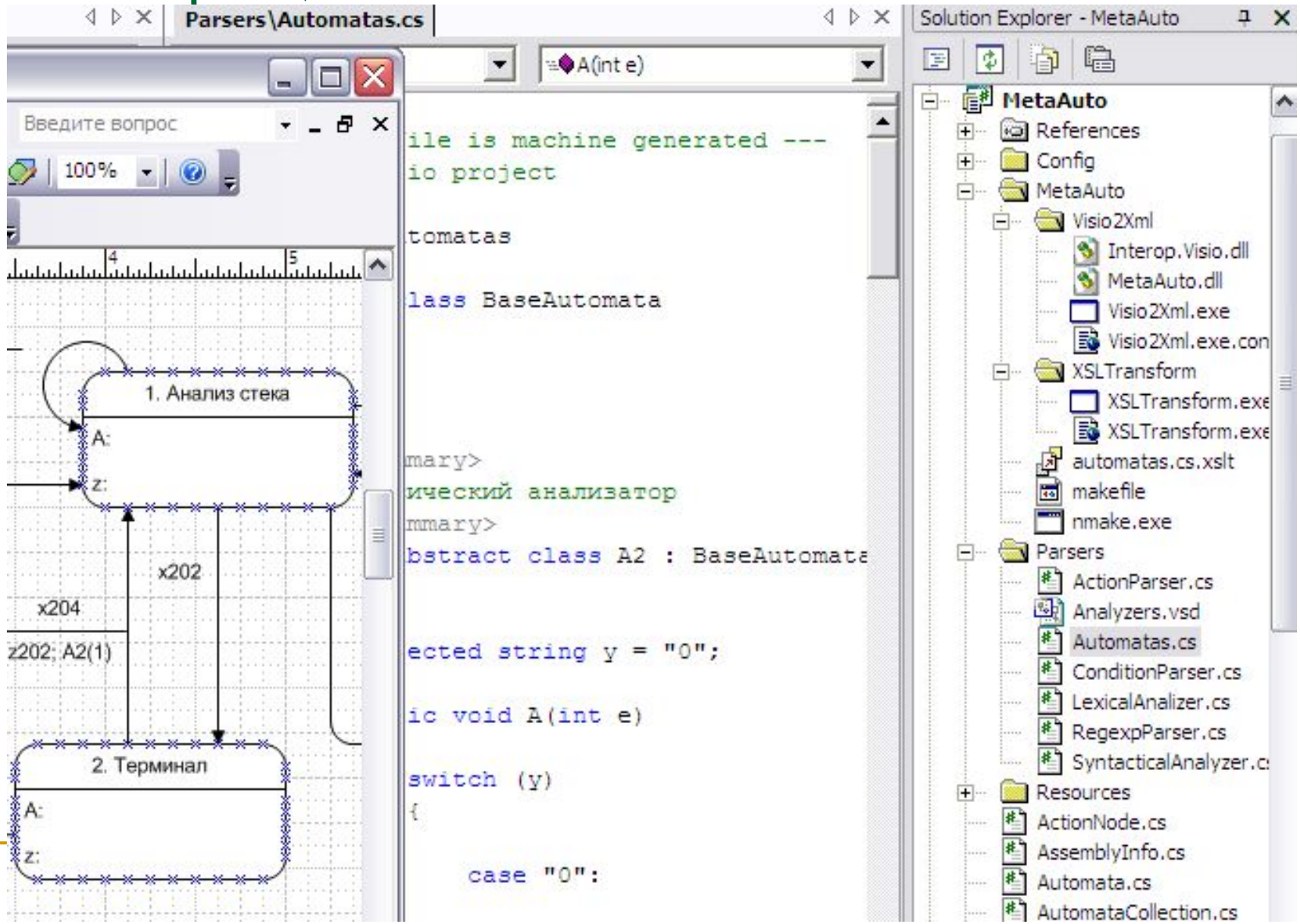
Пример. Шаг 4

```
//---- this file is machine generated ----
//Model: ModelName
namespace Automatas
{
  public class BaseAutomata
  {
  }
  /// <summary>
  /// Lexical analyzer
  /// </summary>
  public abstract class A2 : BaseAutomata
  {
    protected string y = "s0";
    public void A(int e)
    {
      switch (y)
      {
        case "s0":
          if (e == 0)       {z401();  y = "s1";}
        break;
        case "s1":
          if (e == 1)       {z200();  y = "s1";}
          else if (e == 0) {z401();  y = "s1";}
        break;
      }
    }
    /// <summary>
    ///
    /// </summary>
    protected abstract void z200();
    /// <summary>
    /// Initialize and return the first match
    /// </summary>
    protected abstract void z401();
}
```

```
/// <summary>
/// Syntactical analyzer
/// </summary>
public abstract class A1 : BaseAutomata
{
  protected string y = "s0";
  public void A(int e)
  {
    switch (y)
    {
      case "s0":
        if (true)  {z200(); Call_A2(0);  y = "s1";}
      break;
      case "s1":
        if (x206())                { y = "s4";}
        else if (x201()){z201(); z301();  y = "s1";}
        else if (x202()){ y = "s2";}
        else if (x203()){z203();  y = "s3";}
      break;
      case "s2":
        if (x205())                { y = "s0";}
        else if (x204())
                    {z202(); Call_A2(1);  y = "s1";}
        else if (true)      { y = "s4";}
      break;
      case "s3":
        if (x207()) {z204();  y = "s1";}
        else if (true)      { y = "s4";}
      break;
      case "s4":
         if (true) {z205();  y = "s0";}
      break;
    }
  }
/// <summary>
/// Command in the top of the stack
/// </summary>
/// <returns>Is condition correct</returns>
protected abstract bool x201();
    /*Часть входных переменных и действий пропущено*/
}
    }
```

Код программы

Интеграция с MS Visual Studio 2003



Применения

- При создании самого инструментального средства
- Созданы шаблоны для языков *C#*, *C++*, *Assembler*
- Предполагается использовать для встроенных систем
  - настраиваемость
  - простота использования

Вопросы?

Спасибо за внимание

Дополнительная информация:

http://is.ifmo.ru

kanzhser@rain.ifmo.ru