

*23 Октября 2012*

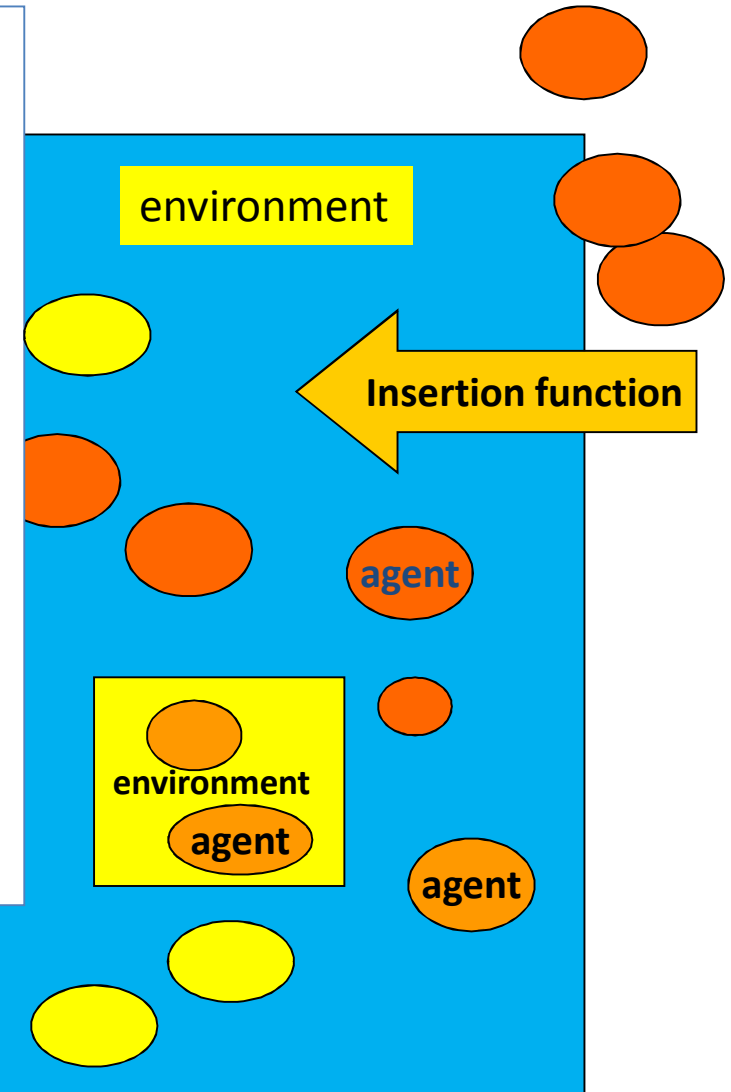
# **Инсерционное моделирование 1**

## **Лекция 6**

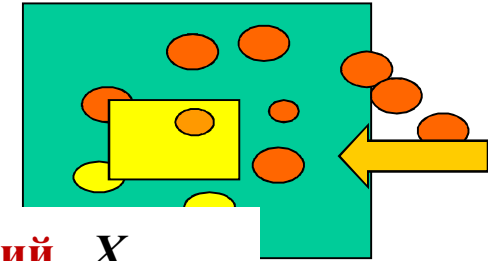
### **Агенты и среды**

# Парадигма инсерционного моделирования

- Мир есть иерархия сред и агентов, погруженных в эти среды.
- Агенты и среды есть сущности, эволюционирующие во времени и обладающие наблюдаемым поведением.
- Погружение агента в среду изменяет поведение этой среды и порождает новую среду, готовую к погружению в нее новых агентов.
- Среда, рассматриваемая как агент, может быть погружена в среду верхнего уровня.
- Агенты могут погружаться в среду из среды верхнего уровня, производится внутренними агентами, уже погруженными в среду ранее и передвигаться между средами.
- Агенты и среды могут моделировать другие агенты и среды на различных уровнях абстракции.



# Среды и функции погружения



$F(X)$  есть полная алгебра поведений над алгеброй действий  $X$

$E$  – транзитивно замкнутое  
множество поведений

$C$  – действия среды

$A$  – действия агентов  
погружаемых в среду

$$\langle E, C, A, \text{Ins} \rangle$$

$$\text{Ins}: E \times F(A) \rightarrow E$$

$$E \subseteq F(C)$$

$$\text{Ins}(e, u) = e[u] = e[u]_E$$

**Функция погружения должна быть непрерывной**

**Погружение нескольких агентов**

$$e[u_1, u_2, \dots, u_n] = (\dots((e[u_1])[u_2])\dots)[u_n]$$

**Многоуровневое погружение**

$$e[e_1[u_{11}, u_{12}, \dots]_{E_1}, e_2[u_{21}, u_{22}, \dots]_{E_2} \dots]_E$$

# Инсерционная эквивалентность

Полугруппа преобразований среды

$$[u]: E \rightarrow E, \quad [u](e) = e[u]$$

$$([u] * [v])(e) = (e[u])[v] = e[u, v]$$

**Эквивалентность**

$$u \sim_E v \Leftrightarrow [u]_E = [v]_E \Leftrightarrow \forall (e \in E)(e[u] = e[v])$$

# Параллельное погружение

Параллельное погружение

$$e[u, v] = e[u \parallel v], \quad [u] * [v] = [u \parallel v]$$

Строгое параллельное погружение,  $(A=C)$

$$e[u] = e \parallel u$$

Для строгого параллельного погружения,  
если  $\Delta \in E$ , то  $[u]=[v] \Leftrightarrow u=v$

**Классическая среда: совокупность всех остальных агентов  
которые взаимодействуют с данным**

# Последовательное погружение

$$e[u, v] = e[uv], \quad [u] * [v] = [uv]$$

Строгое последовательное погружение , ( $A=C$ )

$$e[u] = (e; u)$$

Для строгого последовательного погружения, если  $\Delta \in E$ , то  $[u]=[v] \Leftrightarrow u=v$

# Кофейный автомат

## Поведение среды кофейного автомата

$$\forall(x, y : \text{int})((c = x < 150, d > 0) \rightarrow \langle \text{get coin}(y) \rangle (c = x + y, d > 0))$$

$$\forall(x : \text{int})((c \geq 150, d = x > 0) \rightarrow \langle \text{coffee} + \text{change}(c - 150) \rangle (c = 0, d < x))$$

$$(c > 0, d = 0) \rightarrow \langle \text{no coffee put coinback}(y) \rangle (c = 0)$$

$$(c = 0, d = 0) \rightarrow \langle \text{get coffee} \rangle (d > 0)$$

## Взаимодействие с агентом

$$\frac{E \xrightarrow{\text{get coin}(y)} E', u \xrightarrow{\text{put coin}(y)} u'}{E[u] \xrightarrow{z(y)} E'[u']}$$

$$\frac{E \xrightarrow{\text{coffee} + \text{change}(y)} E', u \xrightarrow{\text{get coffee}(y)} u'}{E[u] \xrightarrow{+} E'[u']}$$

$$\frac{E \xrightarrow{\text{no coffee put coin back}(y)} E', u \xrightarrow{\text{put coin}(y). \text{get coin back}(y)} u'}{E[u] \xrightarrow{-} E'[u']}$$

# Агенты в среде кофейного автомата

$$\frac{u \xrightarrow{\text{want coffee}} u'}{E[A[v], u] \xrightarrow{\text{want coffee}} E[A[v, u]]}$$

$$E[u, v] = E[v, u]$$

$$\frac{A[u] \xrightarrow{+} A'[u']}{E[A[u, v]] \xrightarrow{+} E[A[v, u']]}$$

$$\frac{u \xrightarrow{a} u'}{E[u, v] \xrightarrow{a} E[u', v]}$$

$$\frac{A[u] \xrightarrow{a} A'[u']}{A[u, v] \xrightarrow{a} A'[u', v]}$$

$$E[\Delta, u] = E[u, \Delta] = E[u]$$

$$\frac{u \xrightarrow{\text{out}} u'}{E[A[u, v]] \xrightarrow{\text{out}} E[A[v, u']]}$$

$$A[\Delta, u] = A[u, \Delta] = A[u]$$



# Простые императивные программы

**Императивная среда:** состояние памяти  $s : R \rightarrow D$

$R$  – имена

$D$  – область значений имен

**Императивные действия:** условия и присваивания

**Сигнатура условий** (предикатов):  $()=()$ ,  $()<()$ , ...

**Сигнатура операций:**  $()+()$ ,  $()*()$ , ...

**Алгебраические выражения:** строятся из имен  
с помощью операций

**Условия:** выражения алгебры логики построенные из  
арифметических выражений и предикатов с  
помощью логических связок

**Присваивания:**  $x:=y$

## Отношение переходов императивной среды

$$s \xrightarrow{\alpha} s, \alpha(s) = 1$$

$$s \xrightarrow{y} y(s)$$

## Функция погружения

$$\frac{E \xrightarrow{a} E', u \xrightarrow{a} u'}{E[u] \xrightarrow{a} E'[u']}$$

## Модель императивной программы

Агент над множеством императивных действий

## Параллельные программы над общей памятью

$$E[u, v] = E[u \parallel v]$$

# Алгебра инсерционного моделирования

## Типичные соотношения

### Аддитивное погружение

$$e[u + v] = e[u] + e[v], (e + f)[u] = e[u] + f[u]$$

### Коммутативное погружение

$$e[u, v] = e[v, u]$$

### Дополнительные соотношения

$$0[u] = 0, \Delta[u] = u, e[\Delta] = e, \perp [u] = \perp$$

### Неразложимые состояния (ядро)

$$e = f[u] \Rightarrow f = e, u = \Delta$$

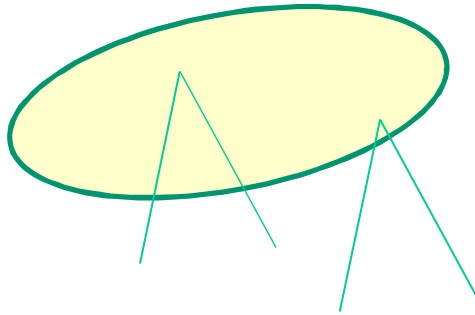
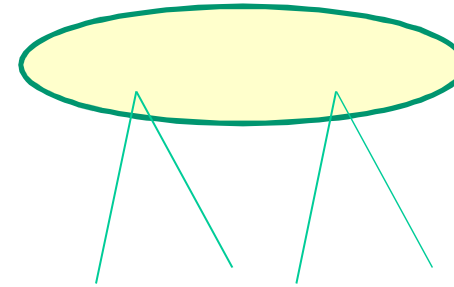
### Соотношения для ядра

$$e[0] = 0, e[\Delta] = e, e[\perp] = \perp$$

# Классификация функций погружения

## Одношаговые (one-step) погружения

$$\frac{e \xrightarrow{a} e', u \xrightarrow{b} u'}{e[u] \xrightarrow{c} e'[u]}, P(a, b, c)$$



## Префиксные (Head) погружения

$$\frac{e \xrightarrow{a} e', u \xrightarrow{b} u'}{e[u] \xrightarrow{c} e'[u]}, P(e, a, b, c)$$

**непрерывна**

## Прогнозирующие (Look-ahead) погружения

$$\frac{e \xrightarrow{a} e', u \xrightarrow{b} u'}{e[u] \xrightarrow{c} e'[u]}, P(e, u, a, b, c)$$

**непрерывна**

