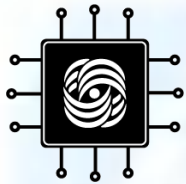


Имитационное моделирование в исследовании и разработке информационных систем

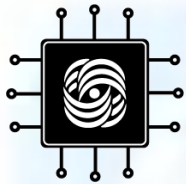
Лекция 10

Организация взаимодействия
разнородных имитационных моделей:
стандарт HLA



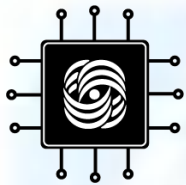
Взаимодействие компонентов информационных систем

- Аппаратные компоненты
 - Каналы
 - Интерфейсы и протоколы
- Программные компоненты
 - Средства межпроцессного взаимодействия, файлы
 - Промежуточное ПО (middleware)



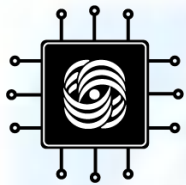
Промежуточное ПО

- Web-сервисы
- Component object model (COM), DCOM
- CORBA
- Java 2 Enterprise Edition
- ZeroMQ (<http://zeromq.org/>)



Объединение имитационных моделей

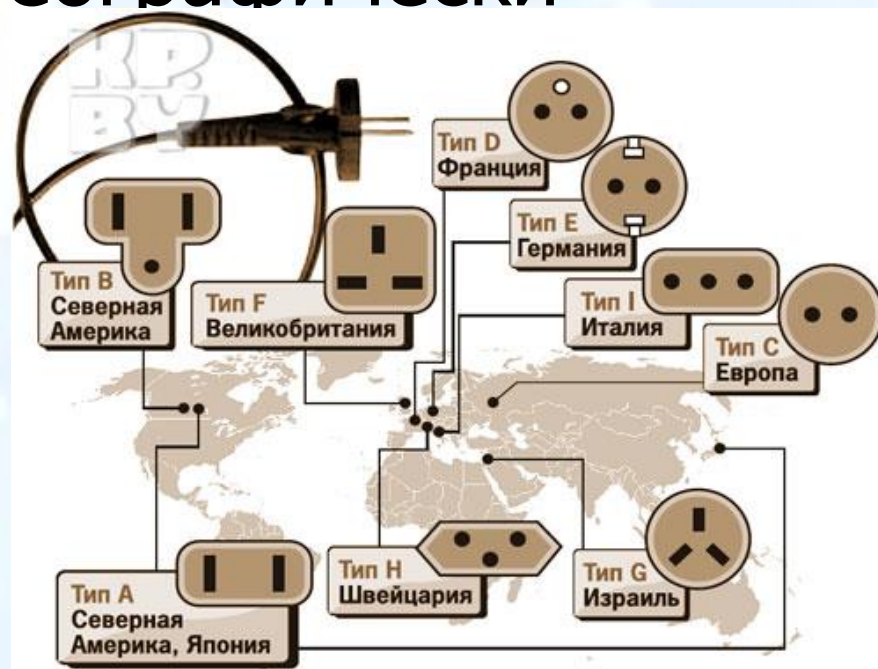
- Важный потребитель: моделирование военных действий
- объединение разнородных моделей
 - Подвижные объекты
 - Внешняя среда
 - Пункты управления
 - Связь, и т.д.
- Подключение унаследованных (legacy) моделей

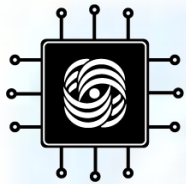


Distributed Interactive Simulator (DIS)

Основная цель – объединение систем моделирования различных типов, распределённых географически

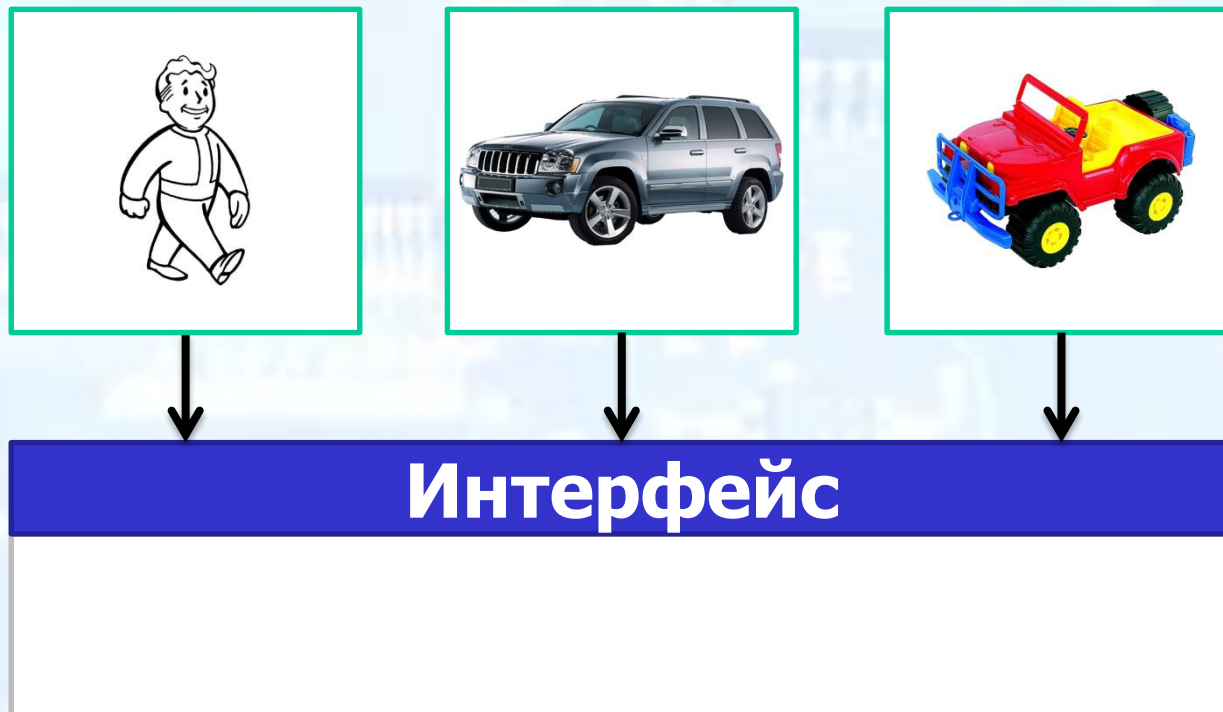
Основная идея – стандартизация интерфейсов

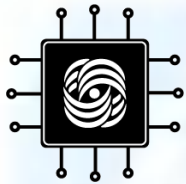




Возможные типы участников

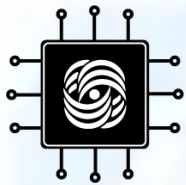
- Человек (virtual) [human-in-the-loop]
- Оборудование (live) [hardware-in-the-loop]
- Модель (constructive) [as-fast-as-possible]





Принципы DIS (IEEE 1278)

- Независимость узлов
 - Участник не знает получателей данных
 - Независимое продвижение времени
- Узлы передают состояние частной модели
 - передаются только изменения в состоянии
 - keep-alive (heart-beat) сообщения
- Использование алгоритмов приближённого вычисления следующего состояния (счисление, dead reckoning)

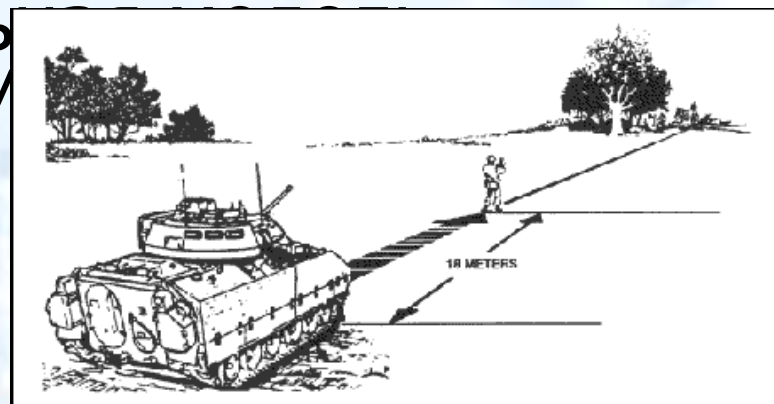


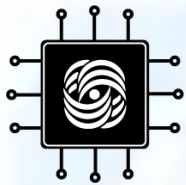
Dead reckoning

Вместо постоянной пересылки состояний, участники предсказывают их изменения. Для этого строится локальный dead reckoning model (DRM)

Улучшения алгоритма:

- Компенсация времени
[учитывает время передачи данных]
- Сглаживание
[плавное уменьшение ошибки]

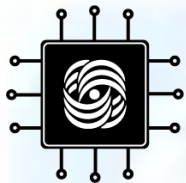




Пример модели, поддерживающей DIS и HLA

Имитатор полёта с открытым исходным
кодом

http://wiki.flightgear.org/Main_Page



Основные понятия HLA

Федерат – участник моделирования.

Федерация – совокупность федератов.

Объект – любой параметр, видимый сразу нескольким федератам в составе федерации.

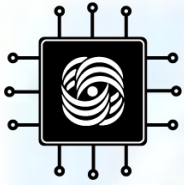
Издатель – федерат владеющий атрибутом объекта.

Отражение – вызов федерата инфраструктурой RTI при изменении значения атрибута.

Подписчик – федерат, желающий получать отражения.

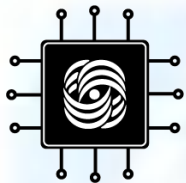
Взаимодействие (interaction) – сообщение



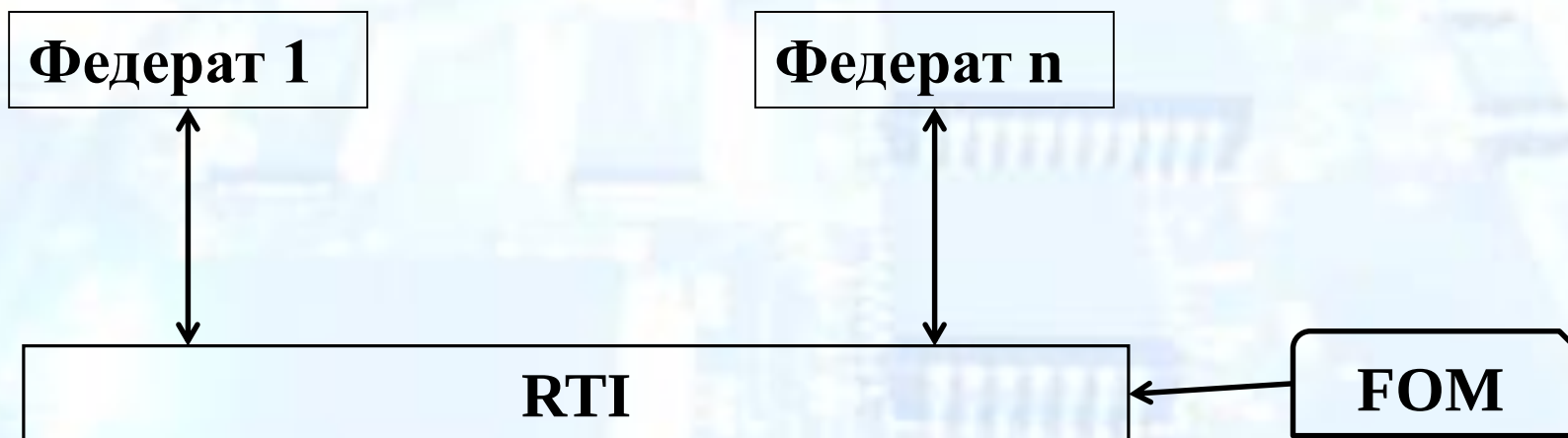


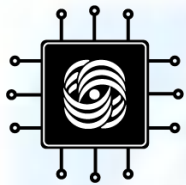
Компоненты HLA

- Правила
[определяет принципы стандарта HLA]
- Object Model Template (OMT)
[определяет формат описания FOM]
- Run-Time Infrastructure (RTI)
[набор служб, доступных участникам]



Архитектура HLA

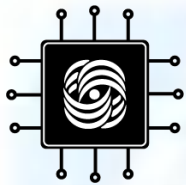




Правила HLA

[правила для федерации]

1. Федерации должны документировать Federation Object Model (FOM) в соответствии с OMT
2. Все представления объектов должны храниться в федератах
[RTI не хранит состояния ИМ]
3. Обмен данными между федератами происходит через RTI
[правильность семантики - ответственность федерата]
4. Федераты взаимодействуют с RTI только через стандартные интерфейсы
5. У атрибута может быть только один владелец в конкретный момент времени



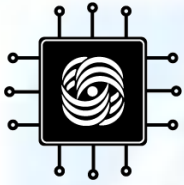
Правила HLA

[правила для федератов]

1. Федераты должны документировать Simulation Object Model (SOM) в соответствии с OMT;
2. Федераты управляют продвижением локального времени;

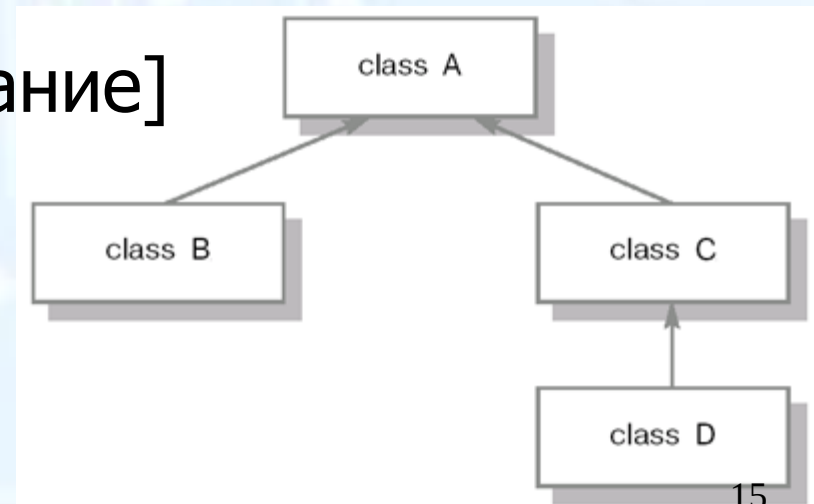
В соответствии с SOM федераты могут:

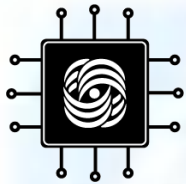
3. Модифицировать и/или отражать любые атрибуты объектов, и посылать и/или принимать взаимодействия;
4. Передавать и/или принимать права на использование атрибутов динамически;
5. Изменять условия, при которых необходимо обновить значения атрибутов объектов.



Объекты

- Объект – хранилище для атрибутов
[не содержит методов]
- Атрибуты объекта распределены
[атрибуты могут храниться не локально]
- Наследование
[одиночное наследование]
- Флаги
[publish/subscribe]

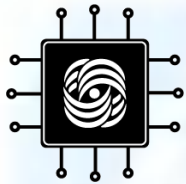




Свойства атрибута

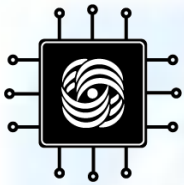
- Класс объекта
- Имя
- Тип
- Мощность (массивы)
- Единицы измерения
- Разрешение
- Точность

- Условия точности
- Тип обновления
- Условие обновления
- Допускает приём и передачу владения
- Допускает изменение и отражение



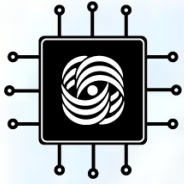
Таблицы HLA ОМТ

1. Таблица идентификации объектной модели
[информация о FOM/SOM]
2. Таблица структуры классов объектов
[иерархии классов]
3. Таблица структуры классов взаимодействия
[иерархии классов]
4. Таблица атрибутов объектов
[типы и характеристики]
5. Таблица параметров взаимодействия
[типы и характеристики]
6. Таблица пространственной маршрутизации
[области распределения данных]
7. Словарь FOM/SOM
[определяет термины, используемые в других таблицах]



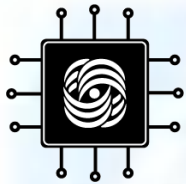
Службы RTI

1. Управление федерацией
[запуск, остановка, приостановка, возобновление...]
2. Управление декларациями
[объявление и подписка на классы разделяемых объектов]
3. Управление объектами
[создание и удаление объектов и взаимодействий]
4. Управление правами доступа (владением)
[передача владения атрибутом между федератами]
5. Управление временем
[продвижение модельного времени и синхронизация]
6. Управление распределением данных
[фильтрация обновлений и взаимодействий по пространству маршрутизации и регионам]



Управление декларациями

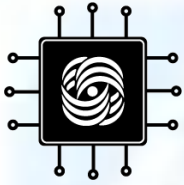
- *Object Publication*
- *Interaction Publication*
- *Object Subscription*
- *Interaction Subscription*



Управление объектами

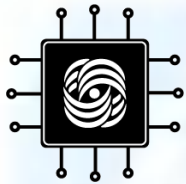
- 8.1 REGISTERING, DISCOVERING, AND DELETING OBJECT INSTANCES
- 8.2 UPDATING AND REFLECTING OBJECT ATTRIBUTES
- 8.5 EXCHANGING INTERACTIONS

Можно явно запросить обновление атрибута



Управление временем

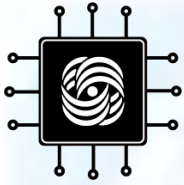
- У каждого федерата – свои локальные часы;
- Сообщению присваивается временная метка отправителя (сообщение == update || interaction)
- (один из вариантов настройки): сообщения доставляются в порядке возрастания временных меток



Управление временем (2)

Запросы:

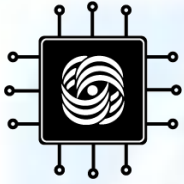
- `queryFederateTime()`
- `timeAdvanceRequest( t )`
- `nextEventRequest( t )`
- Ответ (callback)
- `timeAdvanceGrant()` – либо до `t`, либо до времени следующего события



Реализации RTI

- Коммерческие (MAK Software, ...)
- С открытым кодом (CERTI)

<http://savannah.nongnu.org/projects/certi>



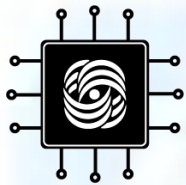
Литература

Замятина. Современные теории
имитационного моделирования

www.sisostds.org

simulation.su

wintersim.org



Спасибо за внимание!