Лекция 10: Архитектурные стили

Юрий Литвинов
yurii.litvinov@gmail.com

16.04.2019г

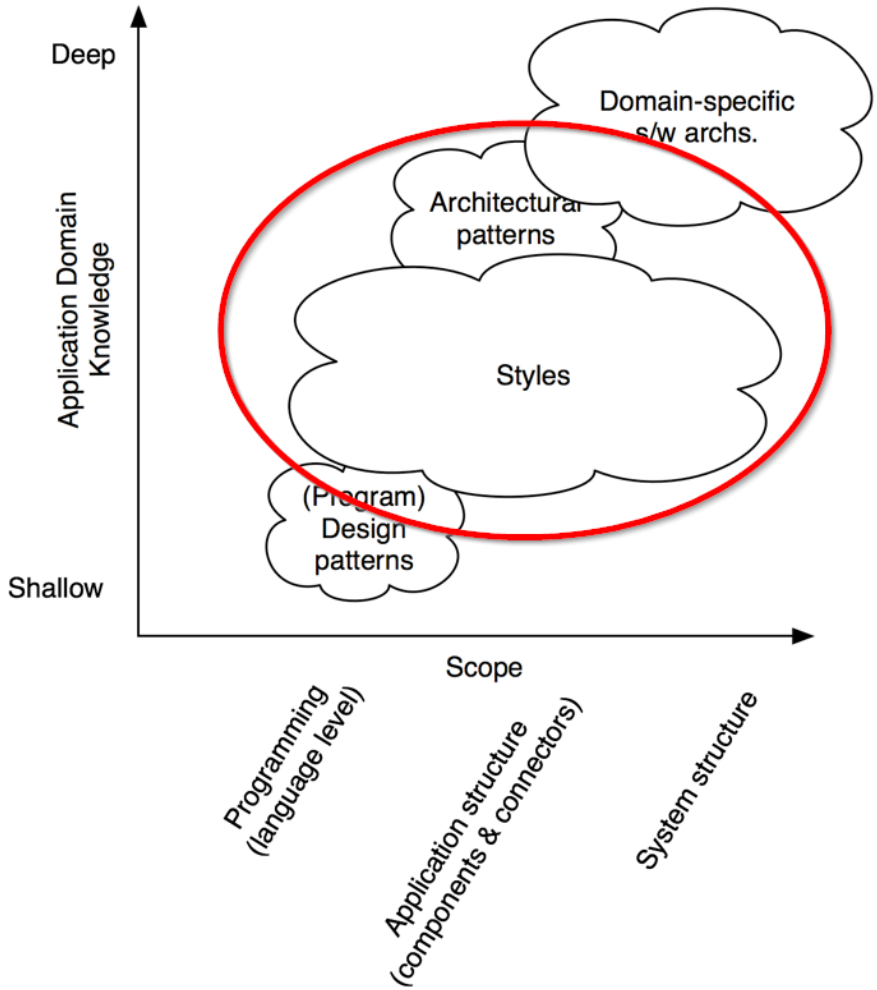
Архитектурные шаблоны и стили

Архитектурный стиль — набор решений, которые

1. применимы в выбранном контексте разработки,
2. задают ограничения на принимаемые архитектурные решения, специфичные для определённых систем в этом контексте,
3. приводят к желаемым положительным качествам получаемой системы.

Архитектурный шаблон — именованный набор ключевых проектных решений по эффективной организации подсистем, применимых для повторяемых технических задач проектирования в различных контекстах и предметных областях

Архитектурные шаблоны и стили, классификация

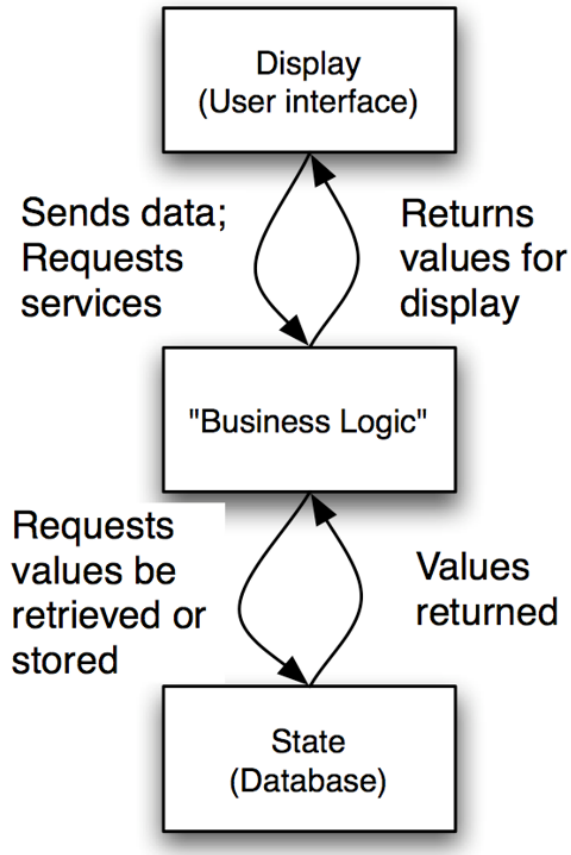


Пример: трёхзвенная архитектура

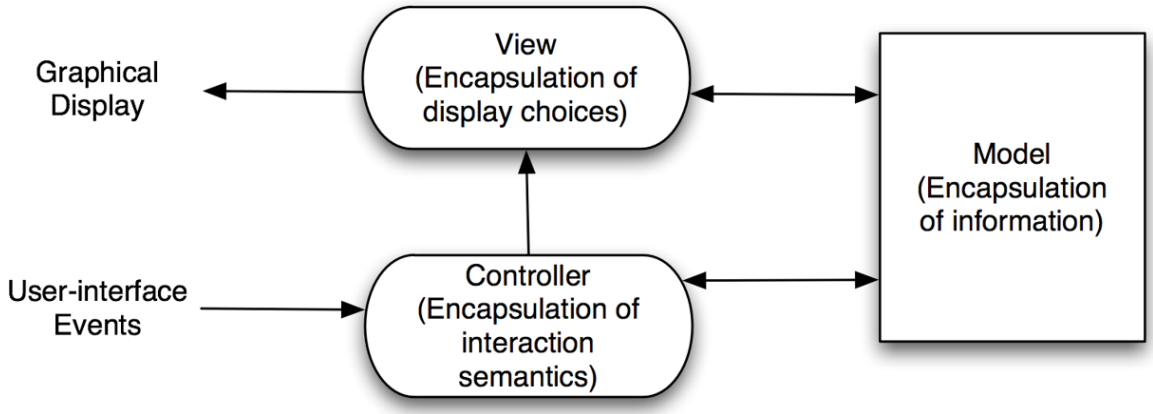
State-Logic-Display

Примеры применения

- Бинес-приложения
- Многопользовательские игры
- Веб-приложения



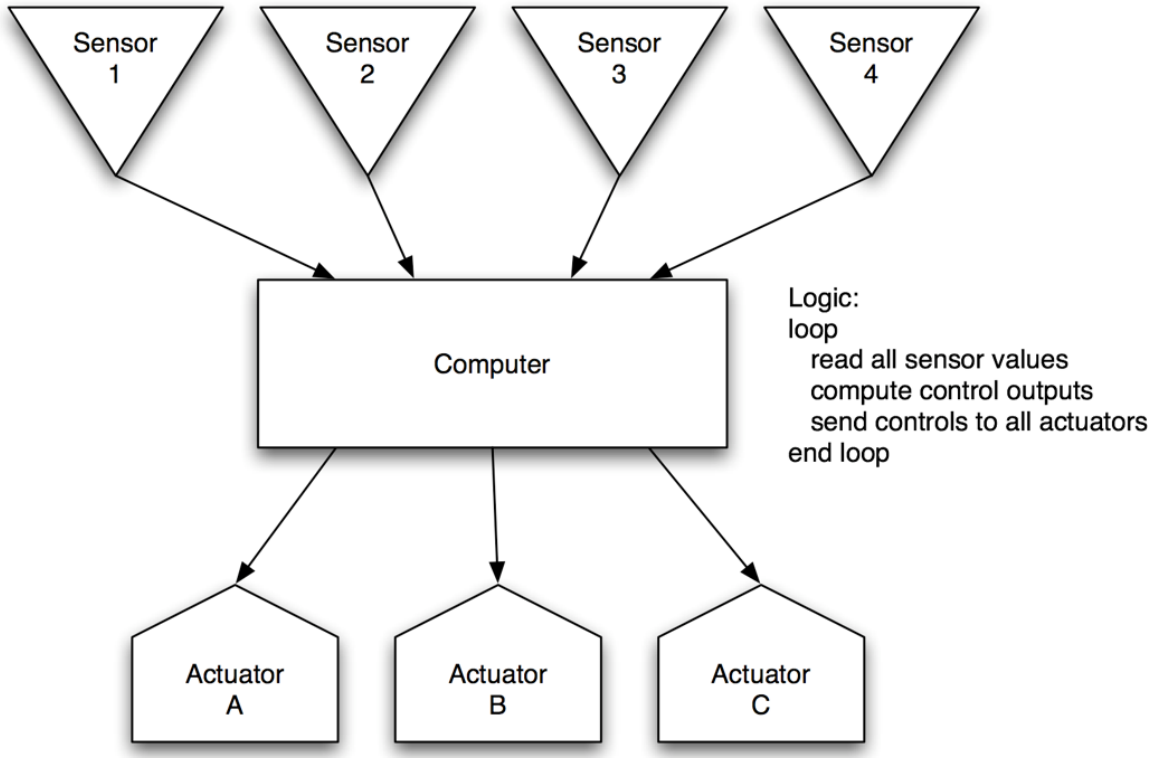
Пример: Model-View-Controller



© N. Medvidovic

- Разделяет данные, представление и взаимодействие с пользователем
- Если в модели что-то меняется, она оповещает представление (представления)
- Через контроллер проходит всё взаимодействие с пользователем
  - Естественное место для паттерна “Команда” и Undo/Redo

Пример: Sense-Compute-Control



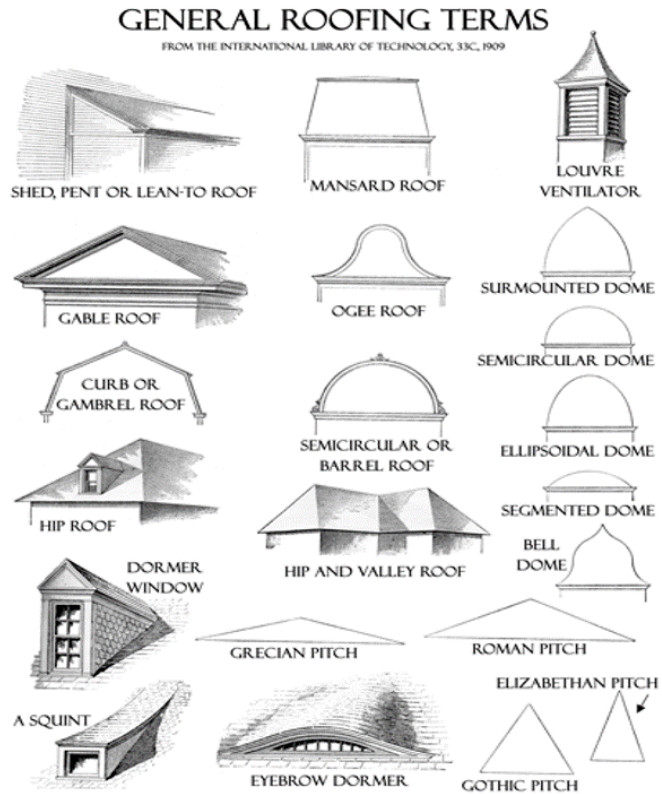
- Применяется во встроенных системах и робототехнике

Архитектурные стили

- Именованная коллекция архитектурных решений
- Менее узкоспециализированные, чем архитектурные паттерны

Архитектурные стили

- Одна система может включать в себя несколько архитектурных стилей
- Понятие стиля применимо и к подсистемам



© N. Medvidovic

Преимущества использования стилей

- Переиспользование архитектуры
  - Для новых задач можно применять хорошо известные и изученные решения
- Переиспользование кода
  - Часто у стилей бывают неизменяемые части, которые можно один раз реализовать
- Упрощение общения и понимания системы
- Упрощение интеграции приложений
- Специфичные для стиля методы анализа
  - Возможны благодаря ограничениям на структуру системы
- Специфичные для стиля методы визуализации

Основные характеристики стилей

- Набор используемых элементов архитектуры
  - Типы компонентов и соединителей, элементы данных
    - Например, объекты, фильтры, сервера и т.д.
- Набор правил конфигурирования
  - “Топологические” ограничения на соединение элементов
    - Например, компонент может быть соединён с максимум двумя компонентами
- Семантика, стоящая за элементами

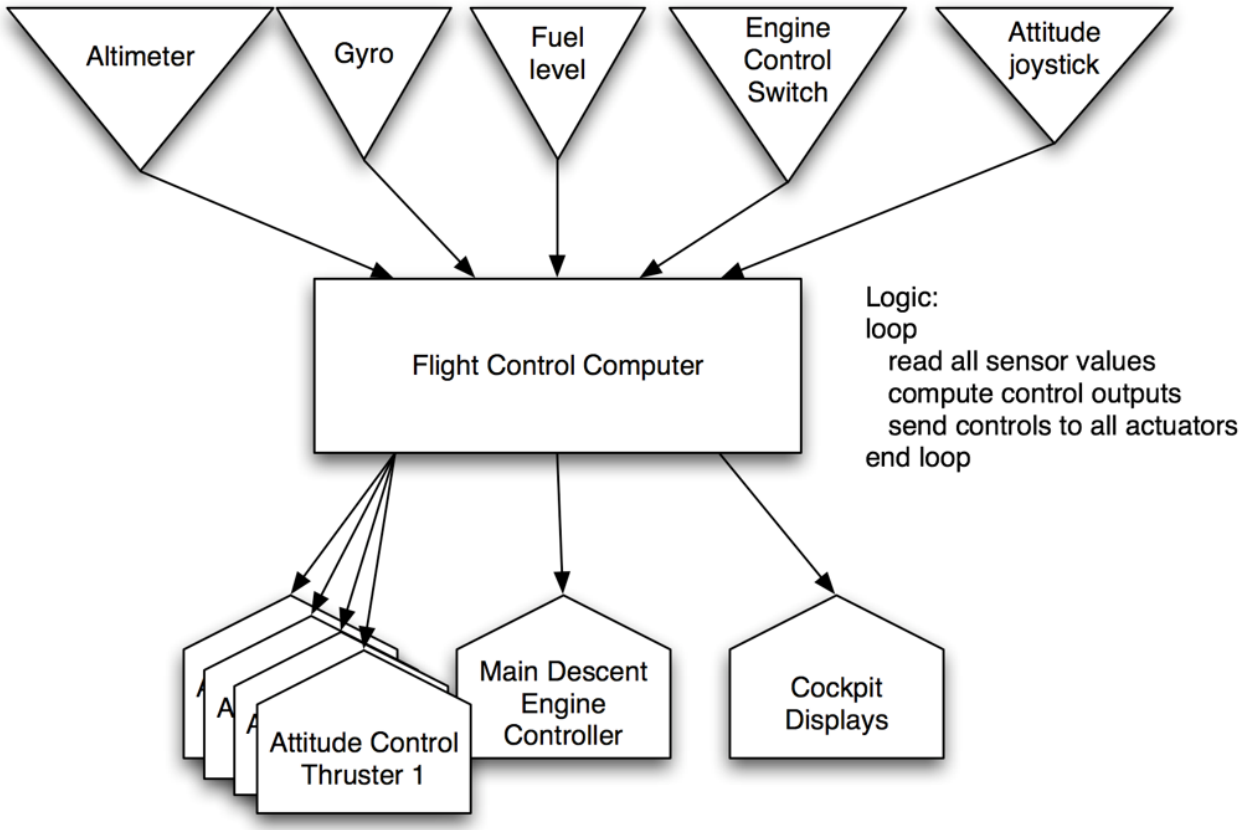
Игра “Посадка на луну”

Lunar Lander

- Игрок управляет двигателем спускаемого аппарата
- Топливо ограничено
- Заданы начальная высота и скорость
- Победа засчитывается, если скорость при касании грунта меньше заданной
- Продвинутая версия позволяет управлять горизонтальным движением

© N. Medvidovic

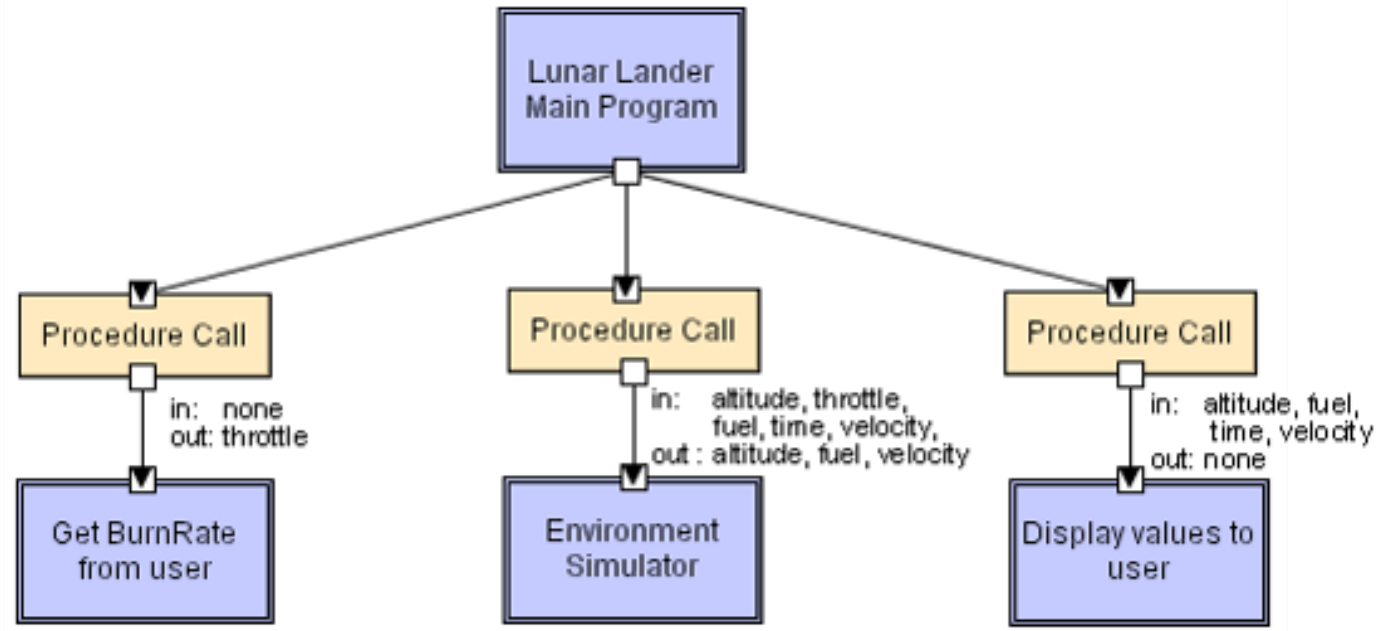
Sense-Compute-Control-реализация



Некоторые известные стили

- “Традиционные”, связанные с языком
  - Главная программа/подпрограммы
  - Объектно-ориентированный
- Уровневый стиль
  - Виртуальные машины
  - Клиент-сервер
- Стили, ориентированные на поток данных
  - Пакетное исполнение
  - Каналы и фильтры
- Peer-to-peer
- Общая память
  - Blackboard
  - Ориентированные на правила
- Интерпретаторы
  - Интерпретатор
  - Мобильный код
- Неявный вызов
  - Событийно-ориентированный
  - Издатель-подписчик
- “Производные” стили
  - Распределённые объекты
  - REST
  - C2

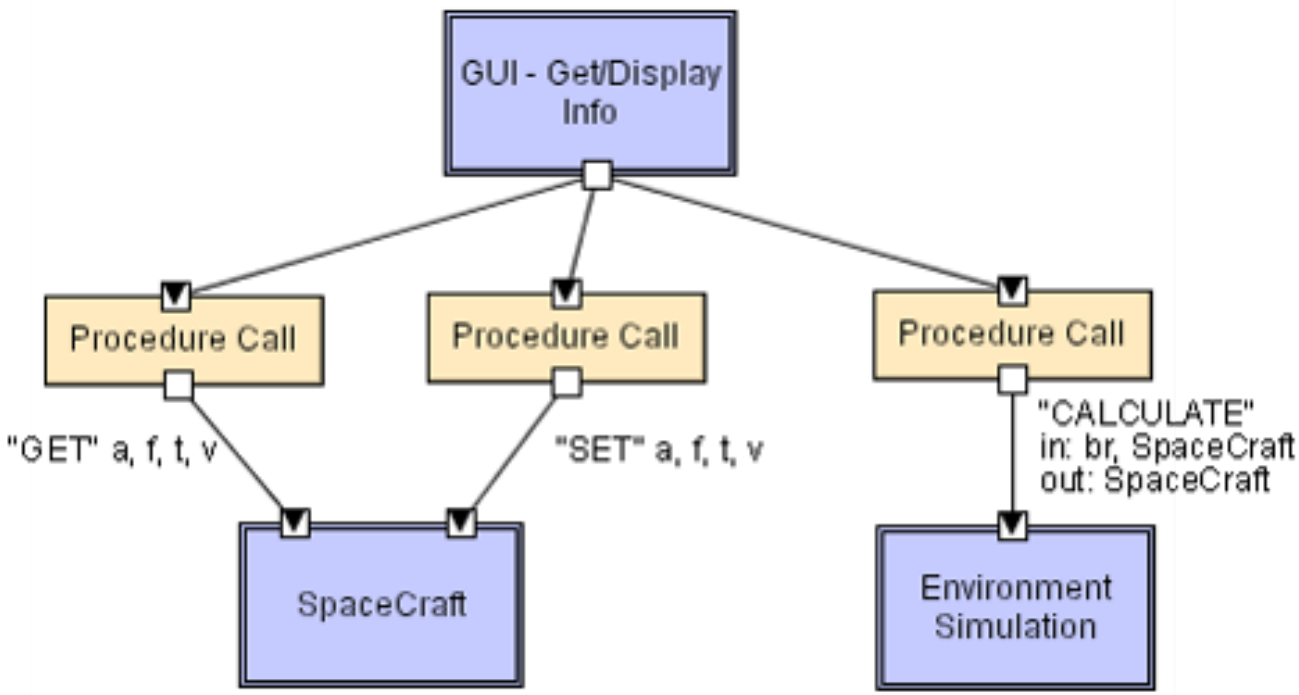
Главная программа/подпрограммы



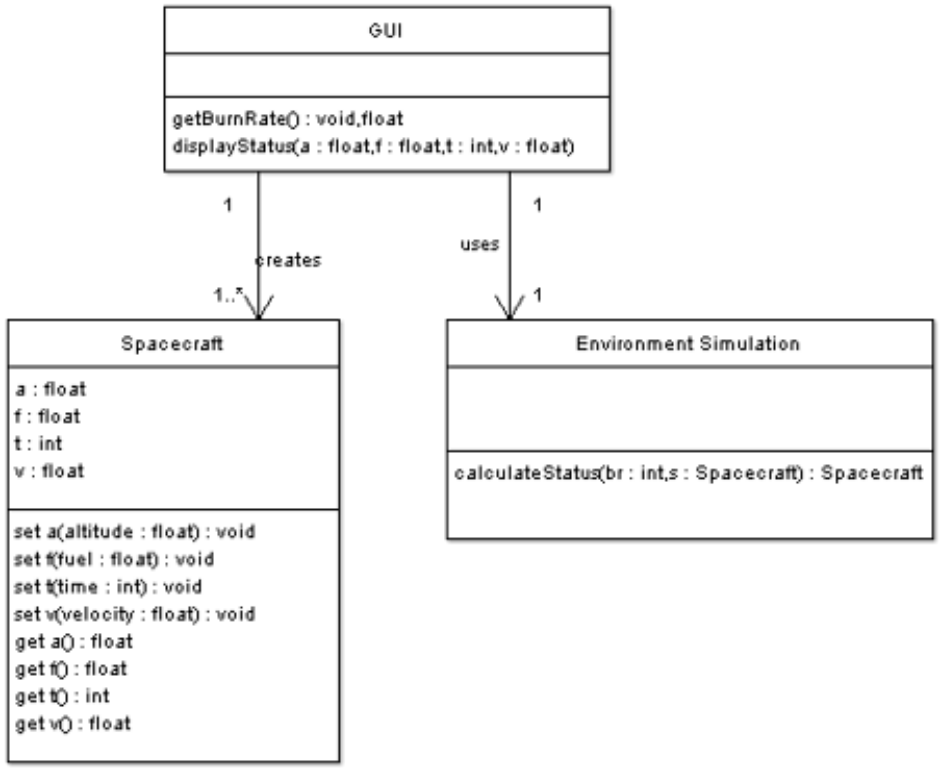
Объектно-ориентированный стиль

- Компоненты — объекты
- Соединители — сообщения и вызовы методов
- Инварианты:
  - Объекты отвечают за своё внутреннее состояние
  - Реализация скрыта от других объектов
- Преимущества:
  - Декомпозиция системы в набор взаимодействующих агентов
  - Внутреннее представление объектов можно менять независимо
  - Близко к предметной области
- Недостатки:
  - Побочные эффекты при вызове методов
  - Объекты вынуждены знать обо всех, от кого зависят

Объектно-ориентированный стиль, Lunar Lander



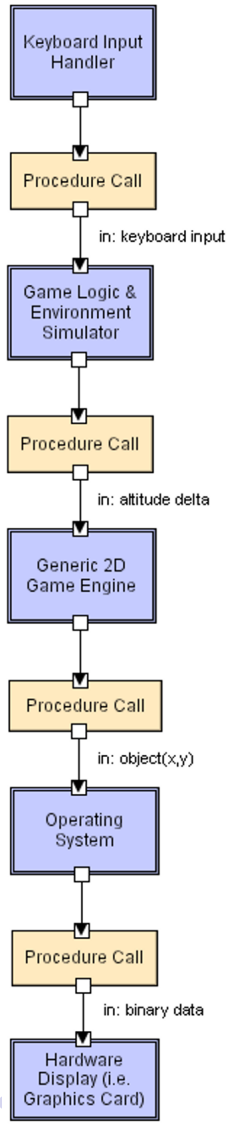
Или то же на UML



Слоистый стиль

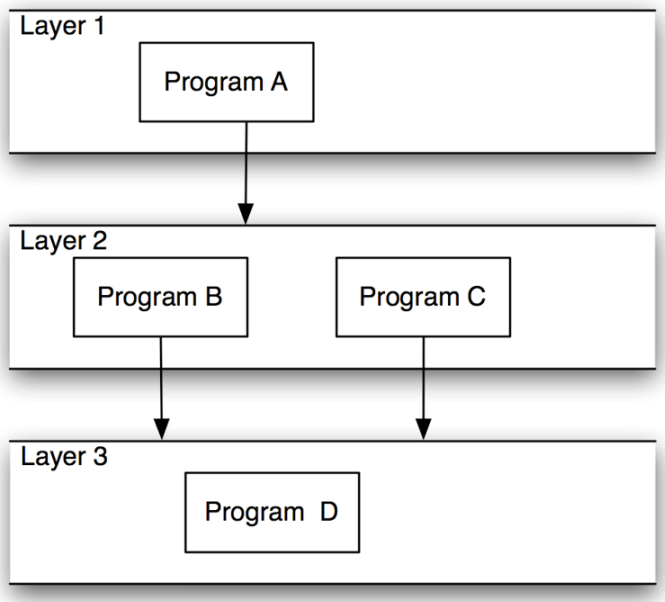
Layered style

- Иерархическая организация системы
  - “Многоуровневый клиент-сервер”
  - Каждый слой предоставляет интерфейс для использования слоями выше
- Каждый слой работает как:
  - Сервер — предоставляет функциональность слоям выше
  - Клиент — использует функциональность слоёв ниже
- Соединители — протоколы взаимодействия слоёв
- Пример — операционные системы, сетевые стеки протоколов



Слоистый стиль, подробности

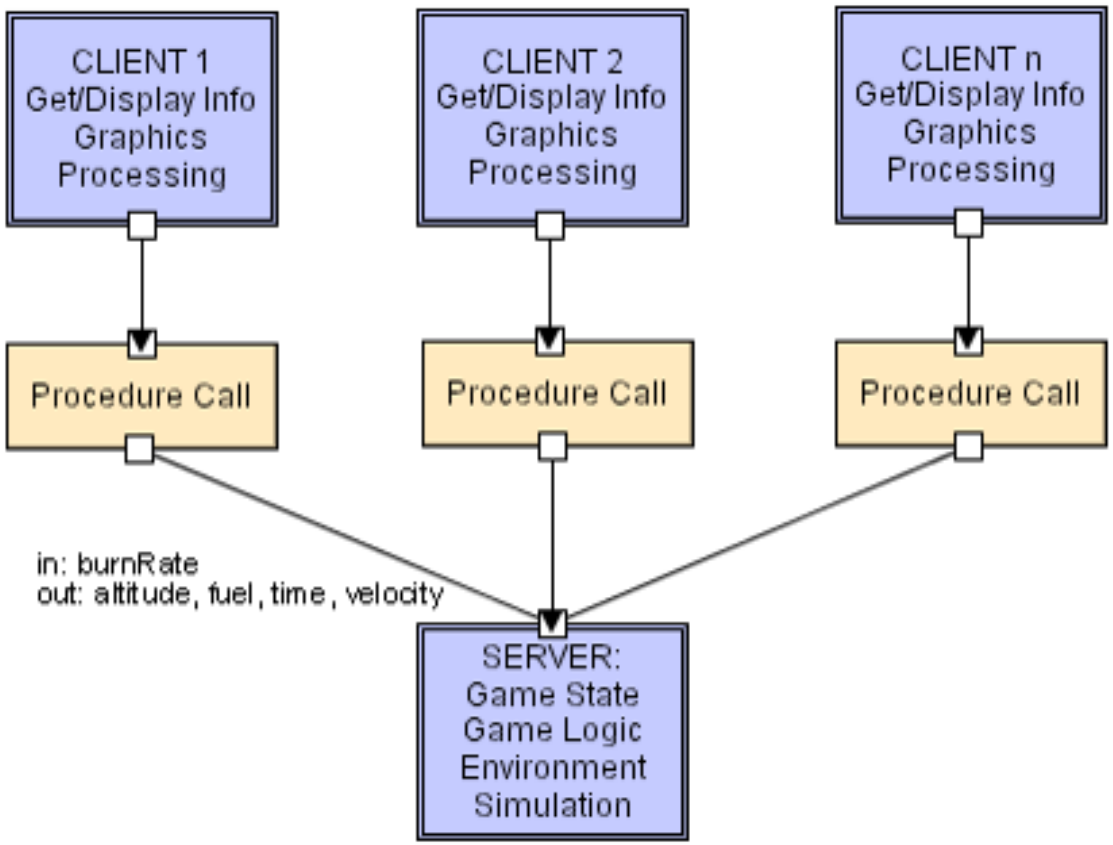
- Преимущества:
  - Повышение уровня абстракции
  - Лёгкость в расширении
  - Изменения в каждом уровне затрагивают максимум два соседних
  - Возможны разные реализации уровня, если они удовлетворяют интерфейсу
- Недостатки:
  - Не всегда применим
  - Проблемы с производительностью



“Клиент-сервер”

- Компоненты — клиенты и серверы
- Серверы не знают ничего о клиентах, даже их количество
- Клиенты знают только про сервера и не могут общаться друг с другом
- Соединители — сетевые протоколы

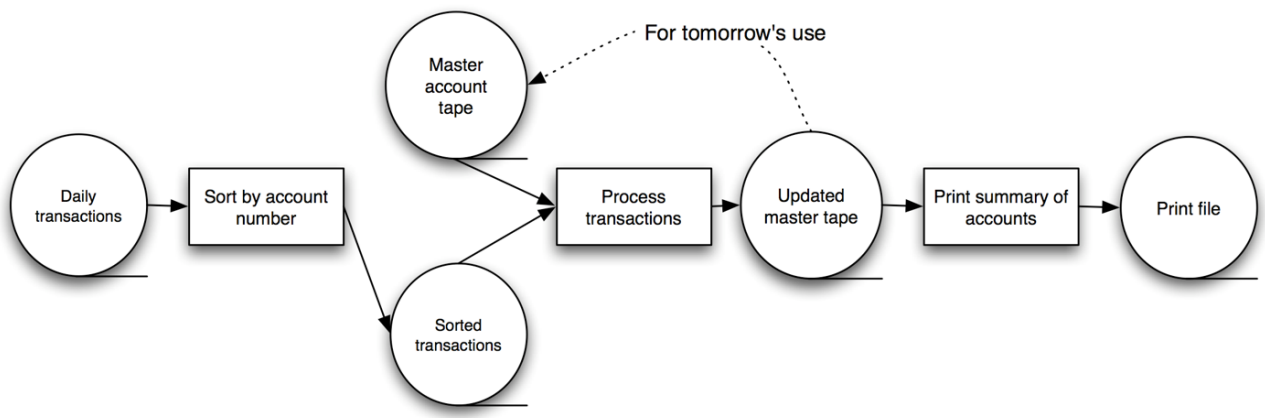
“Клиент-сервер”, Lunar Lander



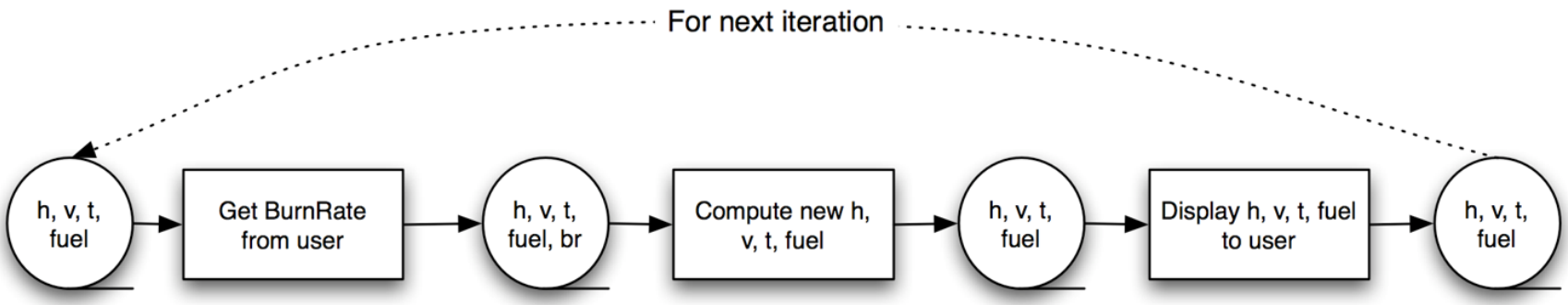
Пакетная обработка

- Система строится как набор отдельных программ, выполняющихся последовательно
- Данные стандартным для ОС способом передаются от программы к программе
  - Pipes, named pipes, файлы
- Данные — в явном виде всё, необходимое для работы

Типичен для финансовых систем глубокой древности (“Прадедушка стилей”)



Пакетная обработка, Lunar Lander



Play-by-email?

Каналы и фильтры

Pipes and filters

- Компоненты — это фильтры, преобразующие данные из входных каналов в данные в выходных каналах
- Соединители — каналы
- Инварианты:
  - Фильтры независимы (не имеют разделяемого состояния)
  - Фильтры не знают о фильтрах до или после них
- Вариации:
  - Конвейеры — линейные последовательности фильтров
  - Ограниченные каналы — где канал это очередь с ограниченным количеством элементов
  - Типизированные каналы — где каналы отличаются по типу передаваемых данных

Каналы и фильтры, подробности

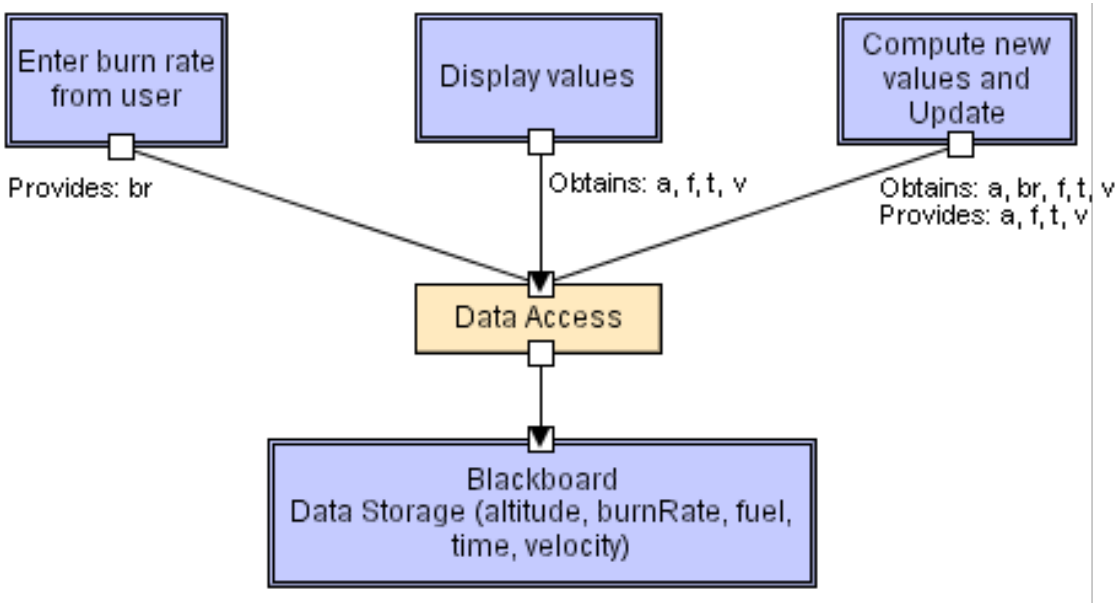
- Преимущества:
  - Поведение системы — это просто последовательное применение поведений компонентов
  - Легко добавлять, заменять и переиспользовать фильтры
    - Любые два фильтра можно использовать вместе
  - Широкие возможности для анализа
    - Пропускная способность, задержки, deadlock-и
  - Широкие возможности для параллелизма
- Недостатки:
  - Последовательное исполнение
  - Проблемы с интерактивными приложениями
  - Пропускная способность определяется самым “узким” элементом

Каналы и фильтры, Lunar Lander

Blackboard

- Два типа компонентов:
  - Центральная структура данных — та самая “Blackboard”
  - Компоненты, работающие с blackboard
- Инварианты:
  - Управление системой осуществляется только через состояние доски
  - Компоненты не знают друг о друге и не имеют своего состояния
- Часто применяется в системах искусственного интеллекта

Blackboard, Lunar Lander



Стили с неявным вызовом

- Оповещение о событии вместо явного вызова метода
  - “Слушатели” могут подписаться на событие
  - Система при наступлении события сама вызывает все зарегистрированные методы слушателей
- Компоненты имеют два вида интерфейсов — методы и события
- Два типа соединителей:
  - Явный вызов метода
  - Неявный вызов по наступлению события
- Инварианты:
  - Те, кто производит события, не знают, кто и как на них отреагирует
  - Не делается никаких предположений о том, как событие будет обработано и будет ли вообще

Стили с неявным вызовом, преимущества и недостатки

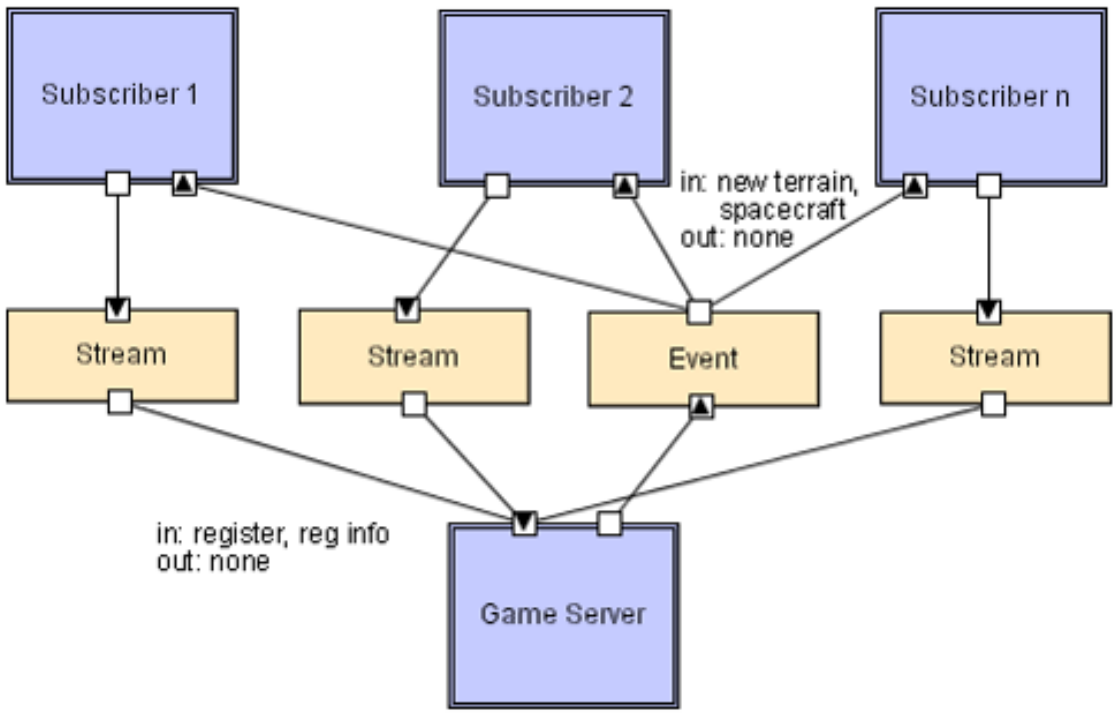
- Преимущества:
  - Переиспользование компонентов
    - Очень низкая связность между компонентами
  - Лёгкость в конфигурировании системы
    - Как во время компиляции, так и во время выполнения
- Недостатки:
  - Зачастую неинтуитивная структура системы
  - Компоненты не управляют последовательностью вычислений
  - Непонятно, кто отреагирует на запрос и в каком порядке придут ответы
  - Тяжело отлаживаться
  - Гонки даже в однопоточном приложении

Издатель-подписчик

Publish-subscribe

- Подписчики регистрируются, чтобы получать нужные им сообщения или данные. Издатели публикуют сообщения, синхронно или асинхронно.
- Компоненты: издатели, подписчики, “маршрутизаторы”
- Соединители: как правило, сетевые протоколы, часто механизм наподобие паттерна “Наблюдатель”
- Данные: подписки, нотификации, публикуемая информация
- Топология: подписчики подключаются к издателям напрямую, либо через посредников
- Преимущества: очень низкая связность между компонентами, при этом высокая эффективность распределения информации

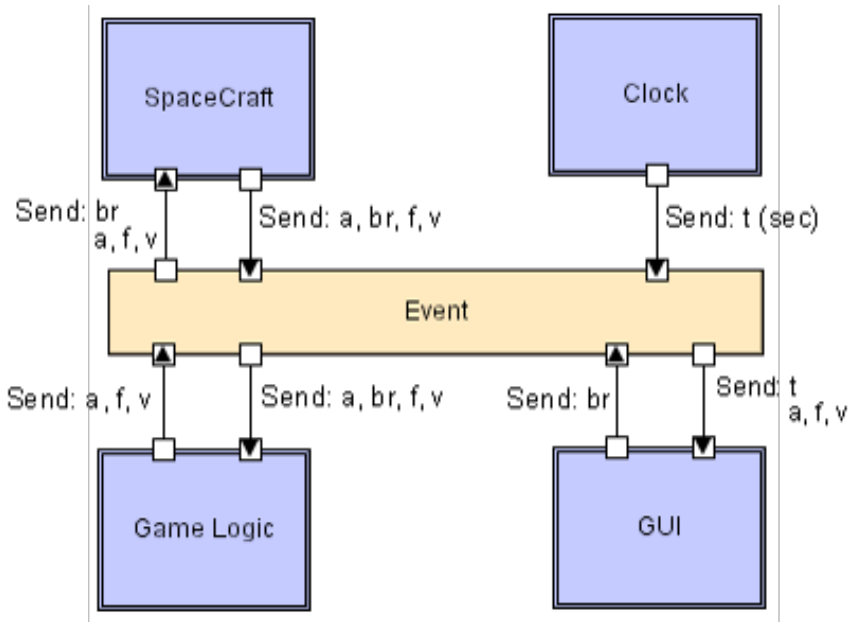
Издатель-подписчик, Lunar Lander



Событийно-ориентированный стиль

- Независимые компоненты посылают и принимают события, передаваемые по шинам
- Компоненты: независимые генераторы или потребители событий
- Соединители: шины событий (хотя бы одна)
- Данные: события и связаные с ними данные, посылаемые по шине
- Топология: компоненты общаются только с шинами событий, не друг с другом
- Варианты: push- и pull-режимы работы с шиной
- Преимущества: лёгкость масштабирования и добавления новой функциональности, эффективно для распределённых приложений

Событийно-ориентированный Lunar Lander

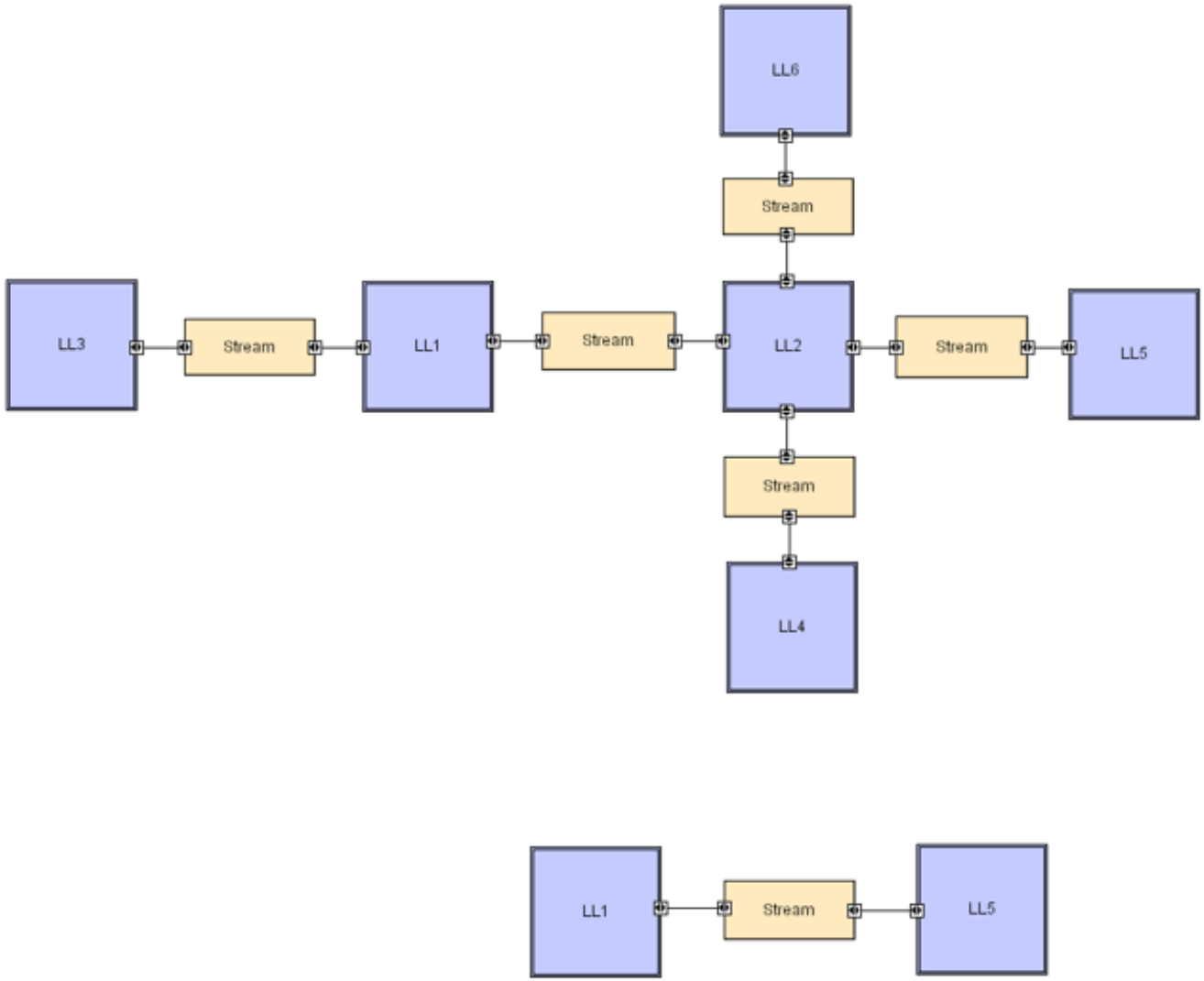


© N. Medvidovic

Peer-to-peer

- Состояние и поведение распределены между компонентами, которые могут выступать как клиенты и как серверы
- Компоненты: имеют своё состояние и свой поток управления
- Соединители: как правило, сетевые протоколы
- Элементы данных: сетевые сообщения
- Топология: сеть (возможно, с избыточными связями между компонентами), может динамически меняться
- Преимущества:
  - Хорош для распределённых вычислений
  - Устойчив к отказам
  - Если протокол взаимодействия позволяет, легко масштабируется

Peer-to-peer Lunar Lander



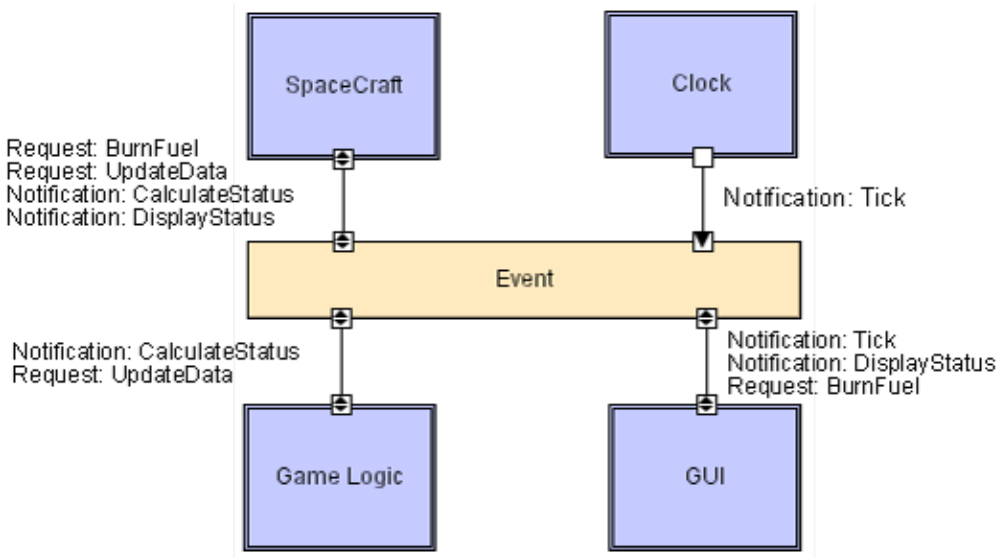
Гетерогенные стили

- Более сложные стили, полученные соединением простых стилей
  - REST
  - C2
  - Распределённые объекты
    - OO + клиент-сервер
    - CORBA

C2

- Стиль с неявным вызовом, где компоненты общаются только через коннекторы, маршрутизирующие сообщения
- Компоненты: независимые, потенциально параллельные производители или потребители
- Соединители: маршрутизаторы сообщений, которые могут фильтровать, преобразовывать и рассылать сообщения двух видов: нотификации и запросы
- Элементы данных: сообщения, содержащие данные
  - Нотификации анонсируют изменения в состоянии
  - Запросы — запрашивают выполнение действия
- Топология: слои компонентов и соединителей с определённым “верхом” и “низом”, где нотификации шлются “вниз”, а запросы — “вверх”

C2 Lunar Lander



CORBA

- “Объекты” работают на гетерогенных хостах, реализованные на разных языках программирования
- Объекты предоставляют сервисы через чётко определённые интерфейсы и вызывают методы через RPC-протоколы
- Топология: граф объектов в самом общем смысле
- Дополнительные ограничения:
  - Передаваемые при вызове метода данные должны быть сериализуемы
  - Вызывающие должны обрабатывать ошибки, связанные с работой сети
- Преимущества: независимость от платформы, языка и местоположения сервиса

C2 Lunar Lander