# INF016 – Arquitetura de Software

# 04 – Projetando Arquiteturas

**Sandro Santos Andrade**
sandroandrade@ifba.edu.br

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia**
**Departamento de Tecnologia Eletro-Eletrônica**
**Graduação Tecnológica em Análise e Desenvolvimento de Sistemas**

# Objetivos

- Como os projetos arquiteturais são criados ?
- Qual abordagem é ensinada aos engenheiros e arquitetos ?
- Alguns acreditam que projeto arquitetural não pode ser ensinado como um método. “Observe o mestre e aprenda por osmose … “
- Outros acreditam ser um dom com o qual você nasce ou não
- Discorda-se dessas duas visões

# Objetivos

- Todos temos a habilidade de projetar …
- O projeto está sujeito a análises rigorosas e metódicas. Ele não é incapaz de ser estudado
- O resultado deste estudo é um conjunto de abordagens e técnicas de projeto que podem ser descritas, ensinadas, avaliadas e refinadas
- Investigar projetos existentes ajuda a identificar boas estratégias
- Pode-se ensinar ferramentas e métodos simples de projeto
- Existe espaço para a criatividade, entretanto ...

# Objetivos

- Apresentar abordagens que ajudam o estudante a aprender como projetar arquiteturas:
  - Fundamentos do processo de projeto
  - Ferramentas conceituais básicas
  - Padrões e estilos arquiteturais
  - Recuperação de projeto
  - Projeto *greenfield*
  - Processo de projeto revisitado

# Processo de Projeto

- Fases (Jones, 1970):
  1) Viabilidade: identificação de um conjunto de conceitos viáveis. Um conjunto de arranjos alternativos para o projeto é rapidamente derivado
  2) Projeto Preliminar: seleção e desenvolvimento do melhor conceito, o qual é dividido e processado, em paralelo, nas próximas fases
  3) Projeto Detalhado: desenvolvimento das descrições de engenharia do conceito
  4) Planejamento: avaliação e alteração do conceito de modo a adequá-lo aos requisitos de produção, distribuição, consumo e descarte

# Processo de Projeto

- O modelo de Jones é tão amplamente utilizado que é difícil perceber que outras abordagens são possíveis:
  - Ele pode não funcionar sempre ou, mesmo funcionando, não produzir os melhores resultados:
    - Impossibilidade de identificação do conjunto de conceitos viáveis para a estrutura geral do sistema (fase 1)
    - A fase 1 é geralmente realizada por um único arquiteto. Para sistemas grandes e complexos torna-se difícil. Utilizar uma equipe de arquitetos traz novos problemas
    - De forma similar, a abordagem não é adequada quando deseja-se projetar uma arquitetura para um **conjunto** de produtos. Novamente tem-se maior complexidade

# Processo de Projeto

- Diversas estratégias de projeto (modelos de processo aplicados no nível de projeto):
  - Padrão: modelo linear de Jones
  - Cíclico: se problemas ou abordagens inviáveis são encontrados nas fases 2-4 o processo retorna a uma fase anterior
  - Paralelo: após a (ou na) fase 1 alternativas independentes são exploradas em paralelo
  - Adaptativo: a estratégia de projeto a ser utilizada na próxima fase é decidida no fim da fase atual, com base em *insights* obtidos nesta fase
  - Incremental: projeta-se à medida em que o desenvolvimento é realizado, melhorando de forma incremental qualquer projeto existente após a fase anterior

# Concepção Arquitetural

- **Como** identificar um (ou vários) arranjos viáveis para o projeto ?
  - Resposta fácil 1: aplique as ferramentas fundamentais de projeto ensinadas pela Engenharia de Software: abstração e modularidade
    - São necessárias e úteis mas são apenas ferramentas. Onde e como manejá-las ?
  - Resposta fácil 2: inspiração …
    - Criatividade é necessário mas não é uma varinha mágica
    - Pode-se minimizar e isolar as partes do projeto que requerem maior criatividade e aplicar técnicas mais prosaicas e previsíveis nas outras partes
    - Precisa-se saber, entretanto, onde é necessário a criatividade e onde não é

# Concepção Arquitetural

- **Como** identificar um (ou vários) arranjos viáveis para o projeto ?
  - Resposta mais comum, efetiva e apropriada: use sua experiência aplicada
  - Não é uma resposta superficial, existe uma sofisticação considerável no uso de experiência
  - Não é infalível e as vezes não é suficiente, entretanto

# Concepção Arquitetural

- Ferramentas conceituais fundamentais:
  - Separação de *concerns*
  - Abstração
  - Modularidade
  - Antecipação de mudanças
  - Projeto voltado para generalidade

# Concepção Arquitetural
## Ferramentas Fundamentais

- Abstração e Máquinas Simples:
  - Abstração é a seleção de um conjunto de conceitos como representantes de um todo mais complexo
  - Pode ser *bottom-up*, partindo dos detalhes e chegando aos conceitos sumários
  - Entretanto, quando relacionado a projeto, geralmente é aplicado *top-down*: define-se um arranjo de partes abstratas (conceitos) que compõem a solução ainda em alto nível e então reifica-se estes conceitos em estruturas mais completas até chegar no código-fonte
  - Poderia ser usado os termos refinamento ou dedução, porém utiliza-se abstração pois ela será uma caracterização precisa e útil do código-fonte

# Concepção Arquitetural
## Ferramentas Fundamentais

- Abstração e Máquinas Simples:
  - Mas a pergunta persiste: “Quais conceitos devem ser escolhidos no início de um projeto ?”
  - Encontre uma “máquina” simples que serve como abstração de um potencial sistema que irá realizar a tarefa desejada
    - Ex: planilha de cálculo: grafo de relacionamentos onde, quando um nó é modificado, os relacionamentos são todos re-avaliados para manter a planilha sincronizada
    - Ex: *software* para máquina de fax: uma máquina de estados pequena
    - Ex: sistema embarcado em aviões: lê-se os sensores, calcula-se as leis de controle, envia valores para os *displays* e atuadores e então repete-se tudo novamente

# Concepção Arquitetural
## Ferramentas Fundamentais

- Abstração e Máquinas Simples:
  - Embora possam parecer triviais ou inadequadas elas apresentam uma primeira concepção plausível sobre como a aplicação poderia ser construída

| Domain | Simple Machines |
|---|---|
| Graphics | Pixel arrays<br>Transformation matrices<br>Widgets<br>Abstract depiction graphs |
| Word processing | Structured documents<br>Layouts |
| Industrial process control | Finite state machines |
| Income tax return preparation | Hypertext<br>Spreadsheets<br>Form templates |
| Web pages | Hypertext<br>Composite documents |
| Scientific computing | Matrices<br>Mathematical functions |
| Financial accounting | Spreadsheets<br>Databases<br>Transactions |

# Concepção Arquitetural
## Ferramentas Fundamentais

- Escolhendo o nível e os termos do discurso:
  - Precisa-se definir o escopo e os termos do discurso
  - A abordagem padrão (linear) demanda que o sujeito inicial de discurso seja o sistema inteiro
  - Entretanto, existem duas alternativas:

  1) Trabalhar em um nível mais baixo que o da aplicação como um todo:
     - Trabalha-se em algo que assume-se ser parte da solução. Projeta-se neste nível com a esperança que várias soluções de várias partes componham a solução total
     - Geralmente não requer muita experiência, simplesmente quebrar o problema em partes torna a manipulação do problema total mais fácil
     - Particularmente apropriada quando já existe um conjunto de componentes reutilizáveis. Conhecendo o que eles fazem e como podem ser compostos traz *insights* sobre a estruturação da aplicação como um todo

# Concepção Arquitetural
## Ferramentas Fundamentais

- Escolhendo o nível e os termos do discurso:

  2) Trabalhar em um nível mais alto que o da aplicação como um todo:

  - Pode significar resolver um problema mais genérico
  - Ex: tratamento de entradas complicadas de dados. Melhor utilizar uma ferramenta genérica de *parser* (lex, ANTLR, etc) do que desenvolver um componente específico
  - Embora mais poderoso que o necessário, sua maturidade tecnológica e disponibilidade de pacotes reutilizáveis que implementam a solução resultam na utilização de um componente de menor tamanho, mais rápido e *off-the-shelf* (*COTS*)
  - Ex: projeto de sistema para declaração de imposto de renda onde as regras mudam de ano para ano. Construir um sistema específico ou utilizar uma planilha de cálculo parametrizada ?

# Concepção Arquitetural
## Ferramentas Fundamentais

- Separação de *concerns*:
  - Sub-divisão do problema em partes independentes
  - Ex: a interface de usuário de uma *ATM* é independente da lógica utilizada para controlar as operações bancárias
  - Se os conceitos são inerentemente independentes a separação é trivial
  - É mais difícil quando os problemas estão aparentemente (ou de fato) entrelaçados
  - Estes entrelaçamentos ocorrem por:
    - Abuso de linguagem: termo único (ex: conta) descrevendo diferentes partes da aplicação
    - Questões de eficiência: ex: *surrogate keys* em bancos de dados

# Concepção Arquitetural
## Ferramentas Fundamentais

- Separação de *concerns*:
  - Um exemplo importante é a divisão da estrutura do sistema em componentes (*loci* de computação) e conectores (*loci* de comunicação)
  - Frequentemente envolve muitos *trade-offs*
  - Independência total de *concerns* pode ser impossível, requerendo uma análise dos *trade-offs* de desempenho, custo, aparência e funcionais das concepções alternativas

# Concepção Arquitetural
## Ferramentas: Experiência Refinada

- Ao mesmo tempo em que as ferramentas fundamentais são de uso inegável geralmente representam um guia insuficiente para o projetista
- Experiência pode ser um poderoso aliado para manejar as ferramentas fundamentais de modo efetivo
- Realizar projetos por si só não produz a maturidade necessária para lidar com novos problemas
- É necessário uma reflexão e refinamento posteriores de modo a compreender os problemas essenciais e lições aprendidas

# Concepção Arquitetural
## Ferramentas: Experiência Refinada

- A meta é a escolha criteriosa de técnicas apropriadas ao contexto em questão
- Inclui análise de lições de sucesso mas também de falhas
- As lições não se restringem àquelas do próprio projetista:
  - Ampla leitura técnica e investigação de boas soluções
  - Conferências técnicas
- Não há virtude alguma em reinventar a roda

# Concepção Arquitetural
## Ferramentas: Experiência Refinada

- Quando se possui experiência técnica:
  - É mais fácil encontrar o conjunto inicial de arranjos viáveis alternativos
  - Não se gasta tempo em pontos para os quais já existe uma solução validada
  - Facilita a comunicação na equipe de desenvolvimento
- Entretanto não é livre de riscos:
  - “Quando se está com o seu martelo favorito tudo passa a se parecer com um prego”. Gera-se sistemas que funcionam, mas deficientes ou sub-ótimos
  - As limitações também são importadas
  - Inibe a inovação

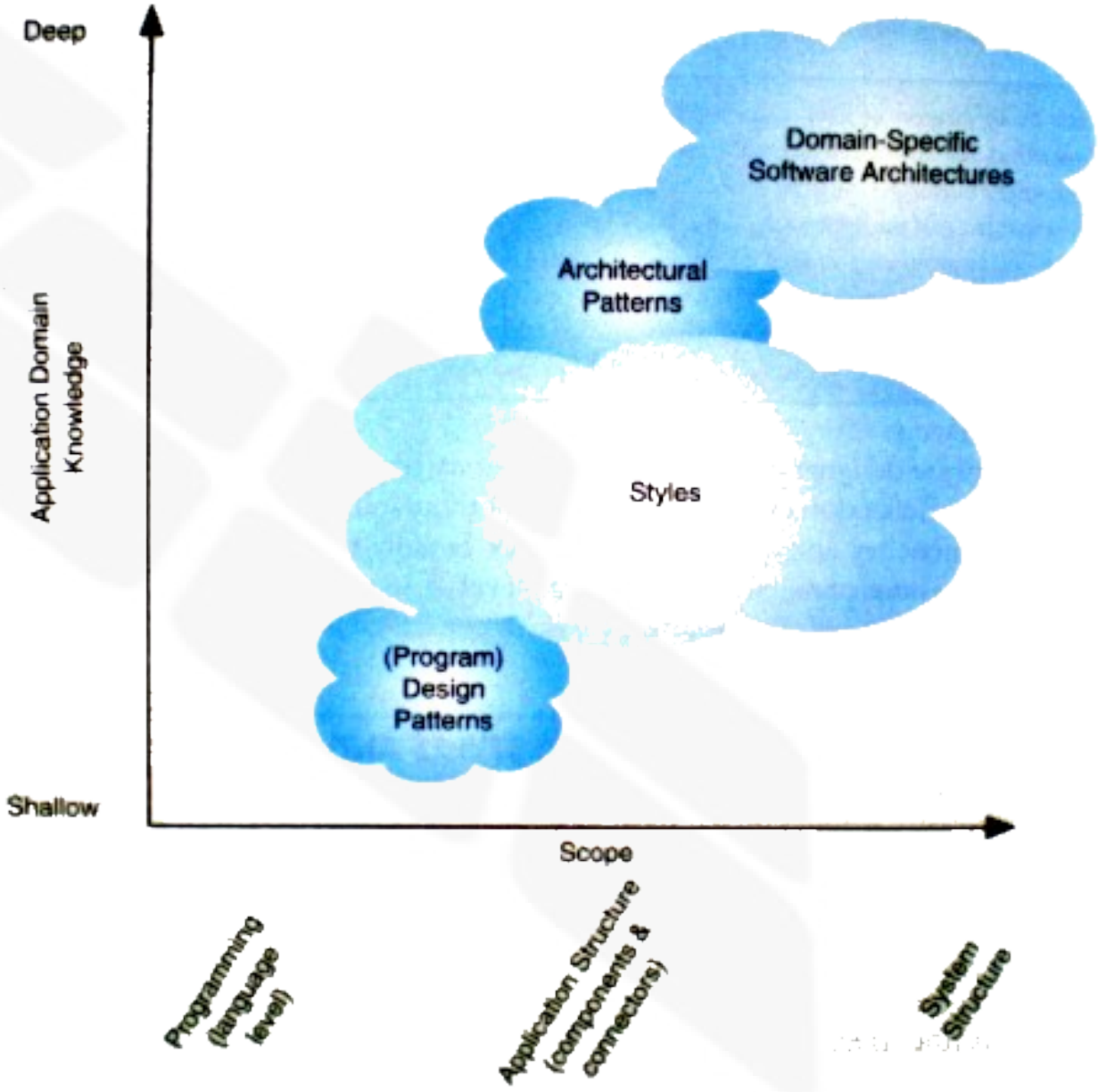
# Estilos e Padrões Arquiteturais

**Estilos e padrões arquiteturais** são projetados para capturar o conhecimento de projetos efetivos no alcance de metas específicas dentro de um contexto particular de aplicações

- Exemplo na construção civil:
  - Uma determinada combinação de metas e contexto pode demandar a construção de uma casa para uma família pequena numa região de clima mediterrâneo utilizando pedras e telhas como materiais básicos
  - O estilo apropriado seria *Single-Story Villa*
- Exemplo em *software*:
  - Metas e contexto demandam o desenvolvimento de um sistema de *instant messaging* operando entre *sites* remotos de uma empresa
  - O estilo apropriado seria *Client-Server*

# Estilos e Padrões Arquiteturais

- Estilos e padrões podem ser caracterizados tanto para problemas pequenos quanto mais complexos



# Estilos e Padrões Arquiteturais

- As bordas do diagrama anterior não são precisamente definidas
- O eixo *scope* não é genuinamente linear ou totalmente ordenado
- O que um arquiteto denomina *Padrão Arquitetural* pode ser chamado de *Estilo Arquitetural* por outro

# Estilos e Padrões Arquiteturais
## *Domain-Specific Software Architectures*

***Domain-Specific Software Architectures* (*DSSAs*)** representam um conhecimento substancial, adquirido através de extensa experiência, sobre como estruturar aplicações completas dentro de um domínio particular

- É uma combinação de:
  - Uma *arquitetura de referência* para o domínio de aplicação
  - Uma biblioteca de componentes de *software*, para esta arquitetura de referência, contendo partes reutilizáveis da *expertize* no domínio
  - Um método para escolher e configurar componentes para trabalhar em uma *instância* da arquitetura de referência
- Representam a forma mais útil de experiência na descoberta dos arranjos alternativos de projeto

# Estilos e Padrões Arquiteturais
## *Domain-Specific Software Architectures*

- Exemplo na construção civil:
  - Projeto genérico de casas populares:
    - São instanciadas dezenas ou centenas de vezes
    - Podem variar em relação à marcenaria, estilos das colunas, cores, tapeçaria, material do telhado, etc
    - Entretando são casas similares em relação à sua planta baixa, localização das janelas e todos os outros elementos estruturais principais
    - Pode-se instanciar esta planta genérica seguindo as preferências e escolhas do cliente, gerando uma estrutura que além de viável financeiramente é, de alguma forma, personalizada

# Estilos e Padrões Arquiteturais
## *Domain-Specific Software Architectures*

- Exemplo em *software*:
  - *Software* para eletrônicos de consumo:
    - Aplicações para diferentes dispositivos eletrônicos podem ser criadas através da parametrização ou especialização da arquitetura central
    - Isto pode implicar na adição de componentes nunca antes utilizados, porém estas adições são realizadas em partes da arquitetura que foram previamente projetadas para este fim
  - Embora as empresas desenvolvam aplicações com grandes similaridades de estrutura, infelizmente estas não são documentadas, permanecem latentes na memória dos engenheiros

# Padrões Arquiteturais

- Padrões arquiteturais são semelhantes às *DSSAs*, porém aplicados em um escopo bem mais específico

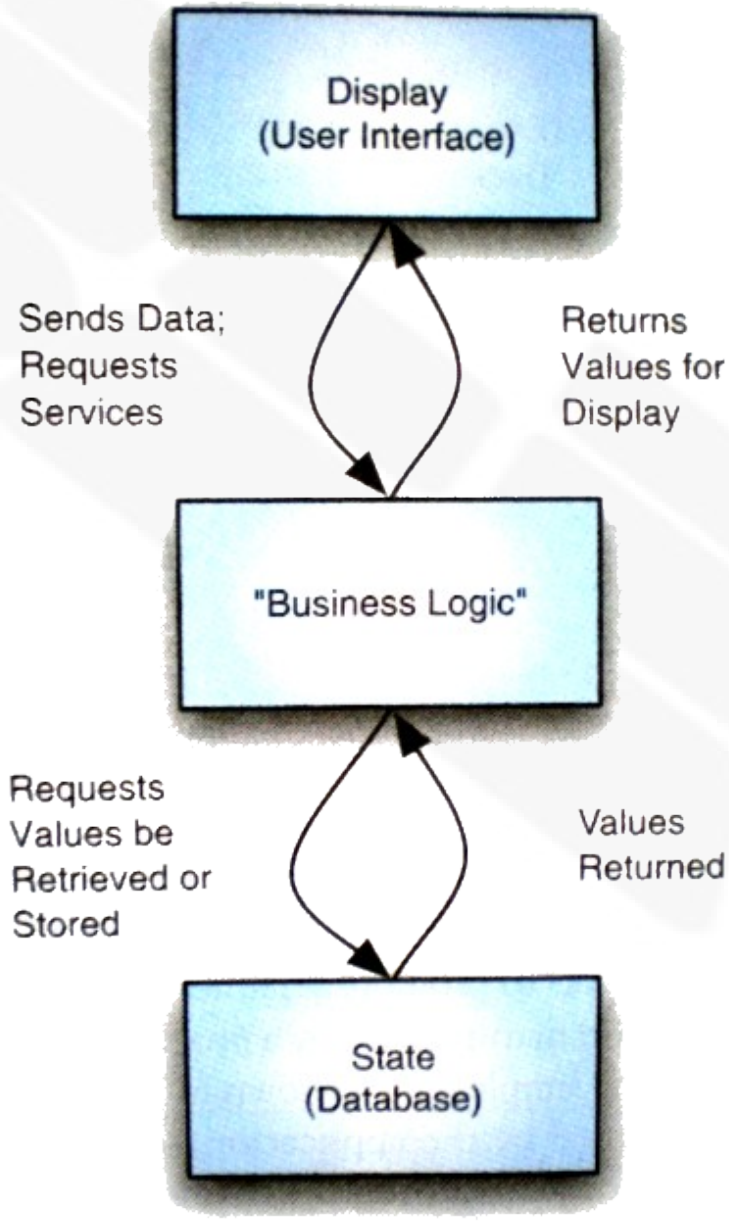
**Padrão Arquitetural:** coleção identificada de decisões arquiteturais de projeto que são aplicáveis a um problema recorrente de desenvolvimento e parametrizadas de modo a serem aplicadas em qualquer contexto de desenvolvimento de *software* no qual o problema aparece

# Padrões Arquiteturais
## *State-Logic-Display (Three-Tier)*

- Comumente empregado em sistemas de informação:
  - *Data Store* + Lógica de Negócio + Interface de Usuário
- É facilmente mapeado em uma implementação distribuída com comunicação via *remote procedure call*
- Jogos *multi-player* em rede
- Sistemas *web*

# Padrões Arquiteturais

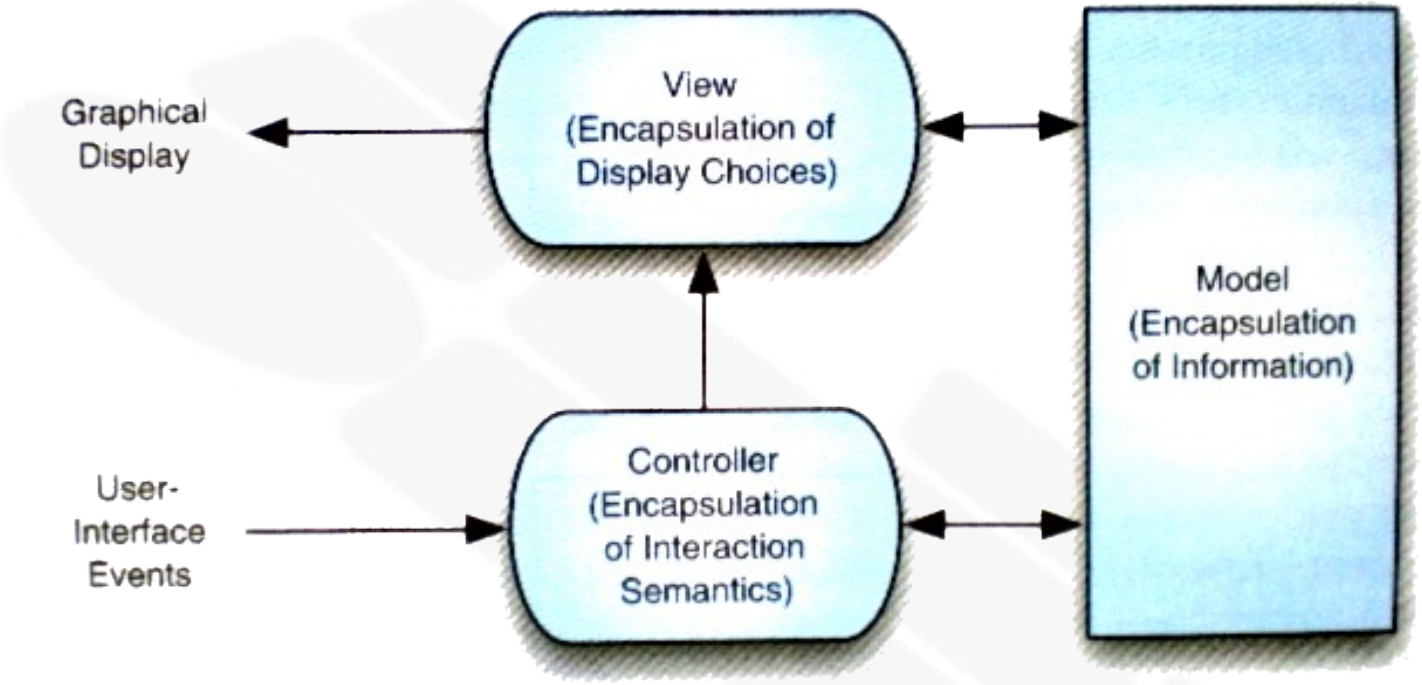
## *State-Logic-Display (Three-Tier)*



# Padrões Arquiteturais
## *Model-View-Controller (MVC)*

- Utilizado desde a década de 80 para o projeto de interfaces gráficas de usuário
- Pode também ser visto como um *design pattern*
- Promove a separação e, a consequente independência de desenvolvimento, da informação manipulada pelo programa e interações do usuário com esta informação

# Padrões Arquiteturais
## *Model-View-Controller (MVC)*




- *Model*: encapsula a informação usada pela aplicação
- *View*: encapsula artefatos necessários à descrição gráfica da informação
- *Controller*: encapsula a lógica necessária à manutenção da consistência entre o *model* e o *view*. É responsável pelo processamento dos eventos do usuário

# Padrões Arquiteturais
## *Model-View-Controller (MVC)*

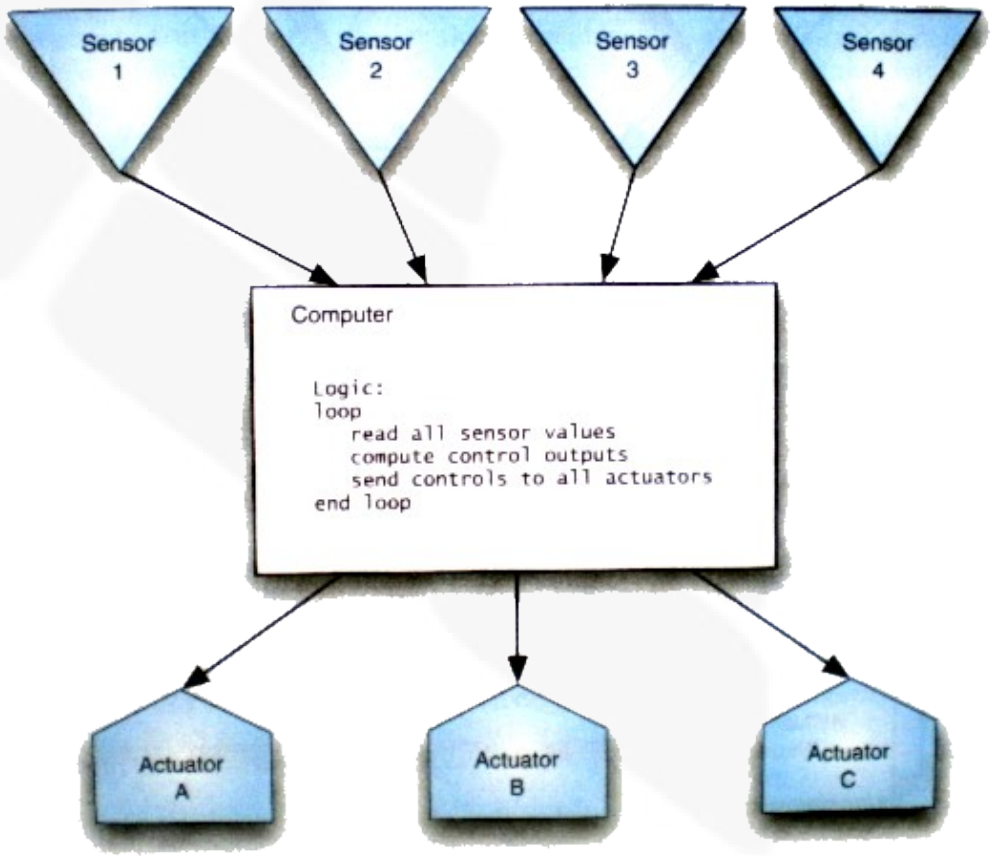
- Colaborações entre os componentes (variações são consideradas na prática):
  - Quando a aplicação modifica um valor no *model* uma notificação é enviada à(s) *view(s)* de modo que a representação gráfica seja atualizada e re-exibida
  - Notificações também podem ser enviadas ao *controller*, que pode modificar a *view* se necessário
  - A *view* pode solicitar dados adicionais ao *model*
  - O sistema de janelas envia os eventos do usuário ao *controller* que pode consultar a *view*, obtendo informações que ajudam a determinar a ação a ser tomada
  - Como consequência o *controller* atualiza o *model*

# Padrões Arquiteturais
## *Model-View-Controller (MVC)*

- Geralmente existe um acoplamento forte entre as ações da *view* e do *controller*, eventualmente justificando um *merge* destes componentes
- *MVC* na *World Wide Web*:
  - *Model*: recursos *web*
  - *View*: agente de renderização HTML do *browser*
  - *Controller*: parte do *browser* que responde aos eventos do usuário e que interaje com o servidor *web* ou modifica o que é exibido no *browser*. Pode também agregar código obtido do servidor *web* (ex: *JavaScript*)

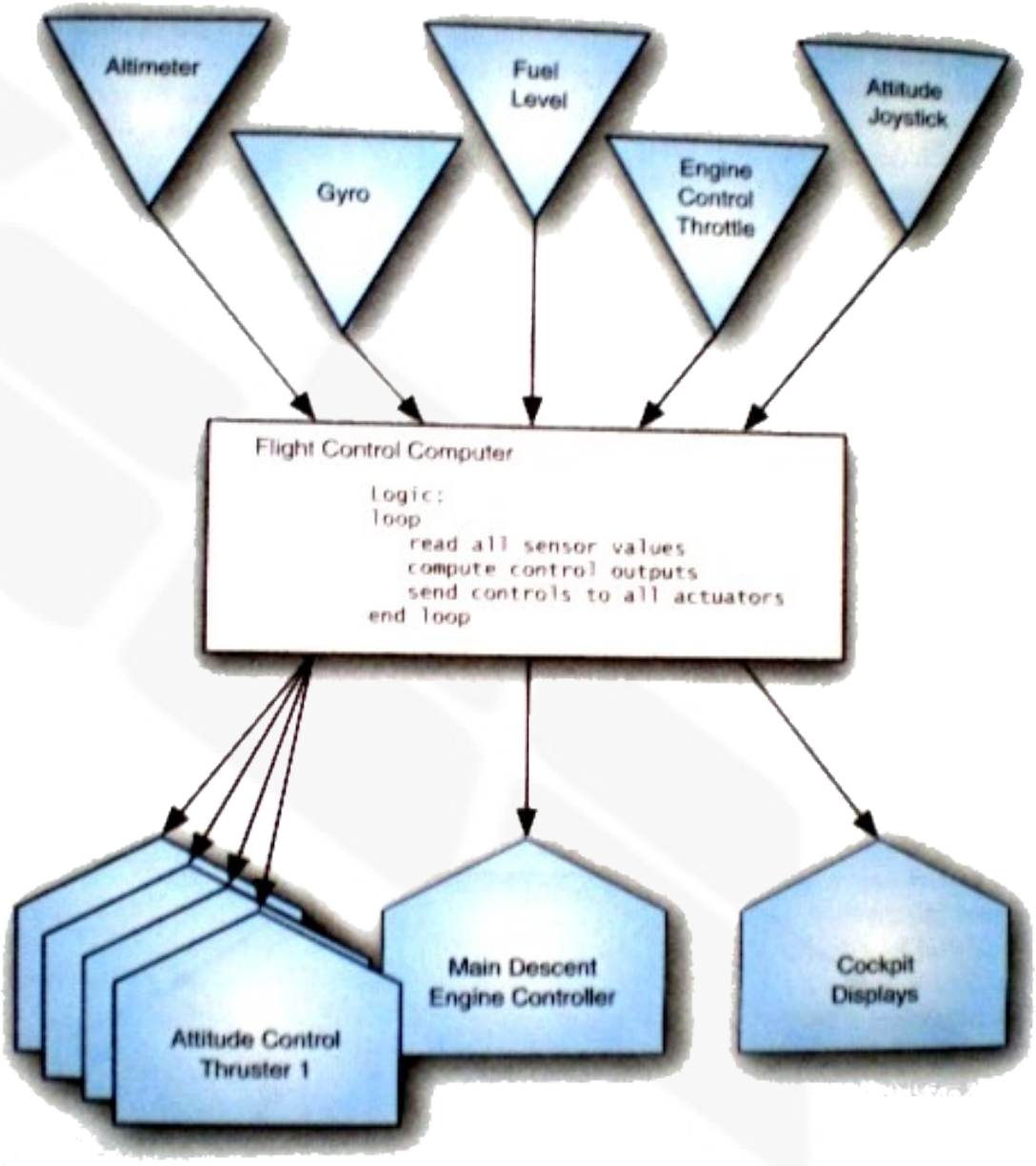
# Padrões Arquiteturais
## *Sense-Compute-Control* (ou *Sensor-Control-Actuator*)

- Tipicamente utilizado na estruturação de aplicações embarcadas de controle:
  - Exemplos: forno de micro-ondas, *DVD players*, sistemas automotivos e robôs



# Padrões Arquiteturais
## *Sense-Compute-Control* (ou *Sensor-Control-Actuator*)

- Jogo de pouso lunar:
  - *Feedback* implícito através do ambiente



# Introdução aos Estilos Arquiteturais

- Principal forma de caracterizar experiências em projeto de *software*
- Elemento chave no desenvolvimento da concepção inicial ou detalhada da arquitetura do sistema
- São amplamente aplicados, refletindo menos conhecimento de domínio do que os padrões arquiteturais
- A fronteira entre estilos e padrões arquiteturais pode não ser clara, entretanto

# Introdução aos Estilos Arquiteturais

**Estilo Arquitetural:** coleção identificada de decisões arquiteturais de projeto que: *1*) são aplicáveis a um determinado contexto de desenvolvimento; *2*) restringe as decisões arquiteturais específicas de um sistema em particular dentro deste contexto; e *3*) induz qualidades benéficas nos sistemas resultantes

- Serão estudados:
  - As decisões e restrições que compõem o estilo arquitetural
  - As qualidades (benefícios) induzidas por estas decisões

# Introdução aos Estilos Arquiteturais

- Estilos tradicionais influenciados por linguagens de programação
  - *Main Program and Subroutines*
  - *Object-Oriented*
- Estilos em Camadas:
  - *Virtual Machines*
  - *Client-Server*
- Estilos Baseados em Fluxo de Dados
  - *Batch-Sequential*
  - *Pipe-and-Filter*

# Introdução aos Estilos Arquiteturais

- Estilos com Memória Compartilhada:
  - *Blackboard*
  - *Rule-Based / Expert System*
- Estilos Baseados em Interpretadores:
  - *Basic Interpreter*
  - *Mobile Code*
- Estilos Baseados em Invocação Implícita:
  - *Publish-Subscribe*
  - *Event-Based*
- *Peer-to-Peer*

# Estilos Arquiteturais
## Tradicionais influenciados por linguagens de programação

- Linguagens tais como C, C++, Java e Pascal podem ser utilizadas para implementar arquiteturas de qualquer estilo
- Alguns estilos, entretanto, refletem os relacionamentos básicos de organização e controle de fluxo entre componentes disponibilizados por estas linguagens:
  - *Main Program and Subroutines*
  - *Object-Oriented*

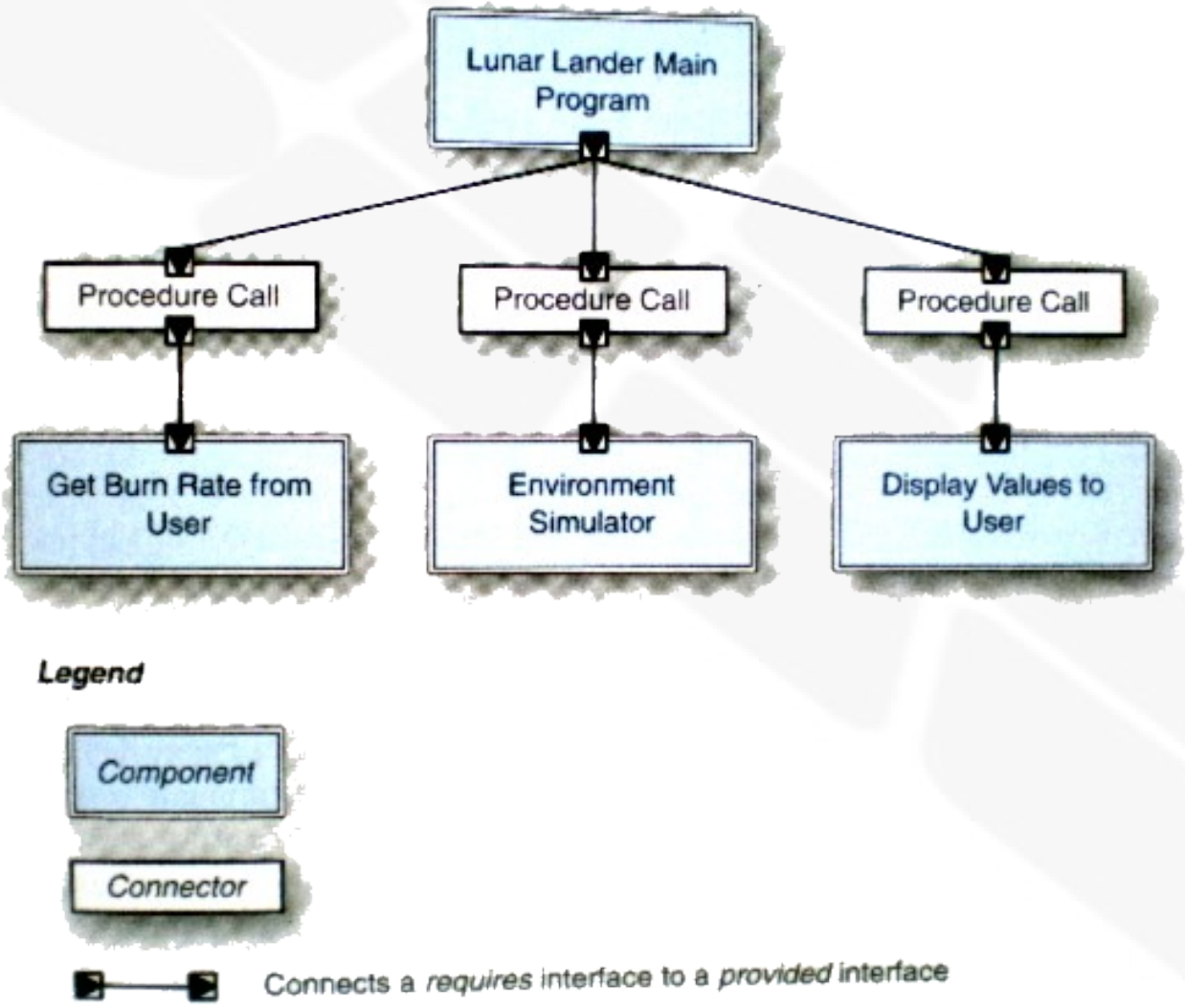
# Estilos Arquiteturais
## Tradicionais influenciados por linguagens de programação

- *Main Program and Subroutines*:

| |
|---|
| **Resumo**: decomposição baseada na separação de passos funcionais de processamento |
| **Componentes**: programa principal e sub-rotinas |
| **Conectores**: *function/procedure calls* |
| **Elementos de Dados**: parâmetros e valores de retorno utilizados nas sub-rotinas |
| **Topologia**: organização estática e hierárquica de componentes; grafo direcionado |
| **Restrições Adicionais**: nenhuma |
| **Qualidades Induzidas**: modularidade – sub-rotinas podem ser substituídas por outras com implementação diferente, desde que a semântica da interface não mude |
| **Usos Típicos**: programas pequenos e de propósito pedagógico |
| **Precauções**: não é escalável para grandes aplicações; atenção inadequada às estruturas de dados; imprevisibilidade na determinação do esforço necessário para acomodar novas mudanças |
| **Relacionamento com Linguagens de Programação e Ambientes**: linguagens de programação imperativas, tais como BASIC, Pascal ou C |

# Estilos Arquiteturais
## Tradicionais influenciados por linguagens de programação

- *Main Program and Subroutines* (pouso lunar):



# Estilos Arquiteturais
## Tradicionais influenciados por linguagens de programação

- *Object-Oriented* (OO):
  - A única estrutura disponibilizada é um conjunto de objetos cujo tempo de vida varia de acordo com os seus usos
  - Compreender um programa OO requer entender os numerosos relacionamentos estáticos e dinâmicos entre os objetos

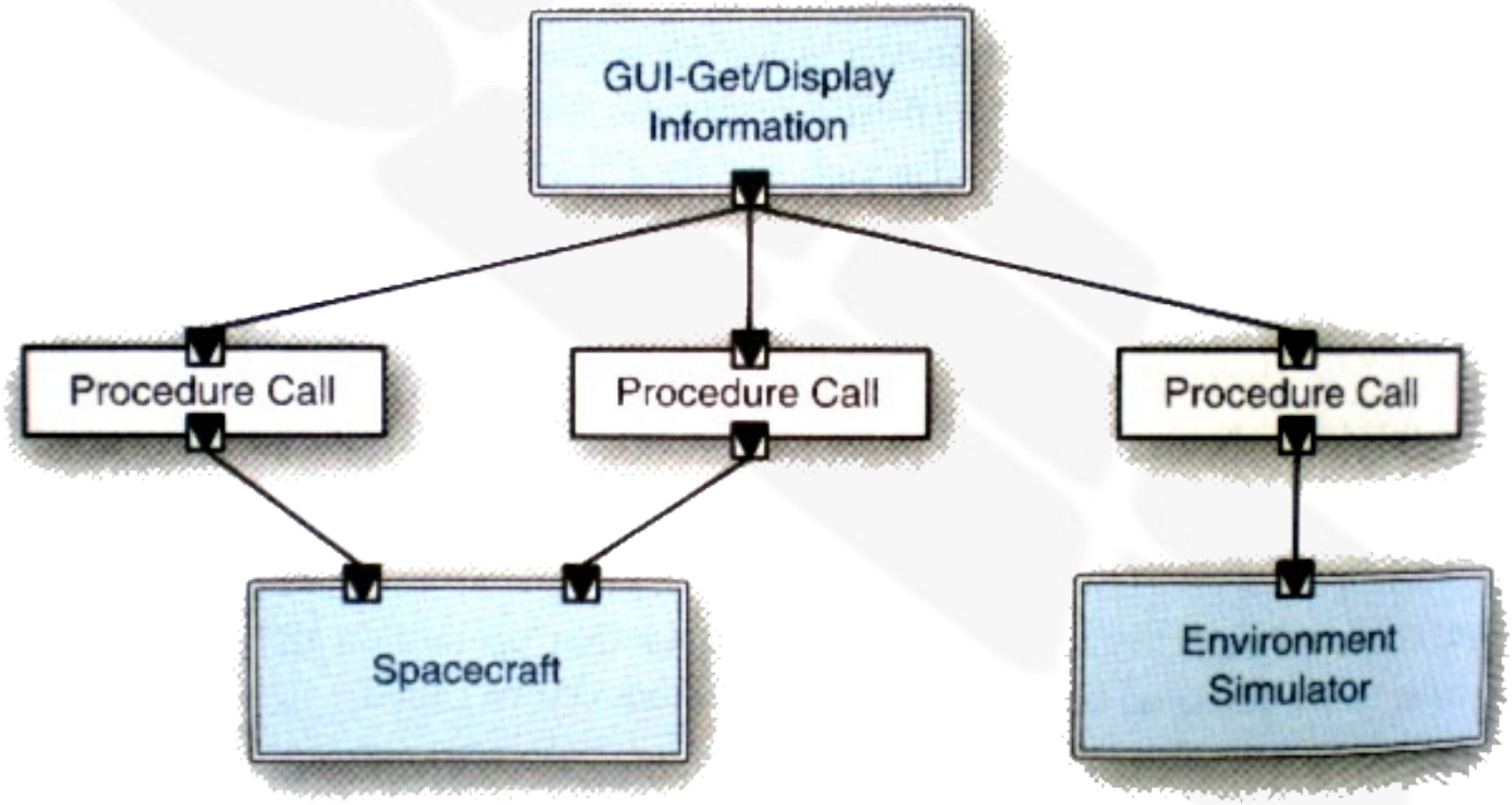
# Estilos Arquiteturais
## Tradicionais influenciados por linguagens de programação

- *Object-Oriented* (OO):

| |
|---|
| **Resumo**: estado fortemente encapsulado com funções que operam neste estado, sob a forma de objetos. Objetos devem ser instanciados antes que seus métodos sejam invocados |
| **Componentes**: objetos (instâncias de uma classe) |
| **Conectores**: invocações de métodos (*procedure calls* que manipulam estado) |
| **Elementos de Dados**: argumentos de métodos |
| **Topologia**: pode variar arbitrariamente; componentes podem compartilhar dados e interfaces de funções através de hierarquias de herança |
| **Restrições Adicionais**: geralmente memória compartilhada (para ponteiros) e *single-threaded* |
| **Qualidades Induzidas**: integridade de operações nos dados – dados são manipulados somente por funções apropriadas. Abstração – detalhes de implementação estão ocultos |
| **Usos Típicos**: quando deseja-se um relacionamento forte entre entidades do mundo físico e do programa; propósitos pedagógicos; sistemas com estruturas de dados complexas e dinâmicas |
| **Precauções**: uso em sistemas distribuídos requer alguma solução de *middleware*; relativamente ineficiente para aplicações de alto-desempenho com grandes estruturas de dados; ausência de princípios estruturantes adicionais pode resultar em aplicações altamente complexas |
| **Relacionamento com Linguagens de Programação e Ambientes**: Java, C++ |

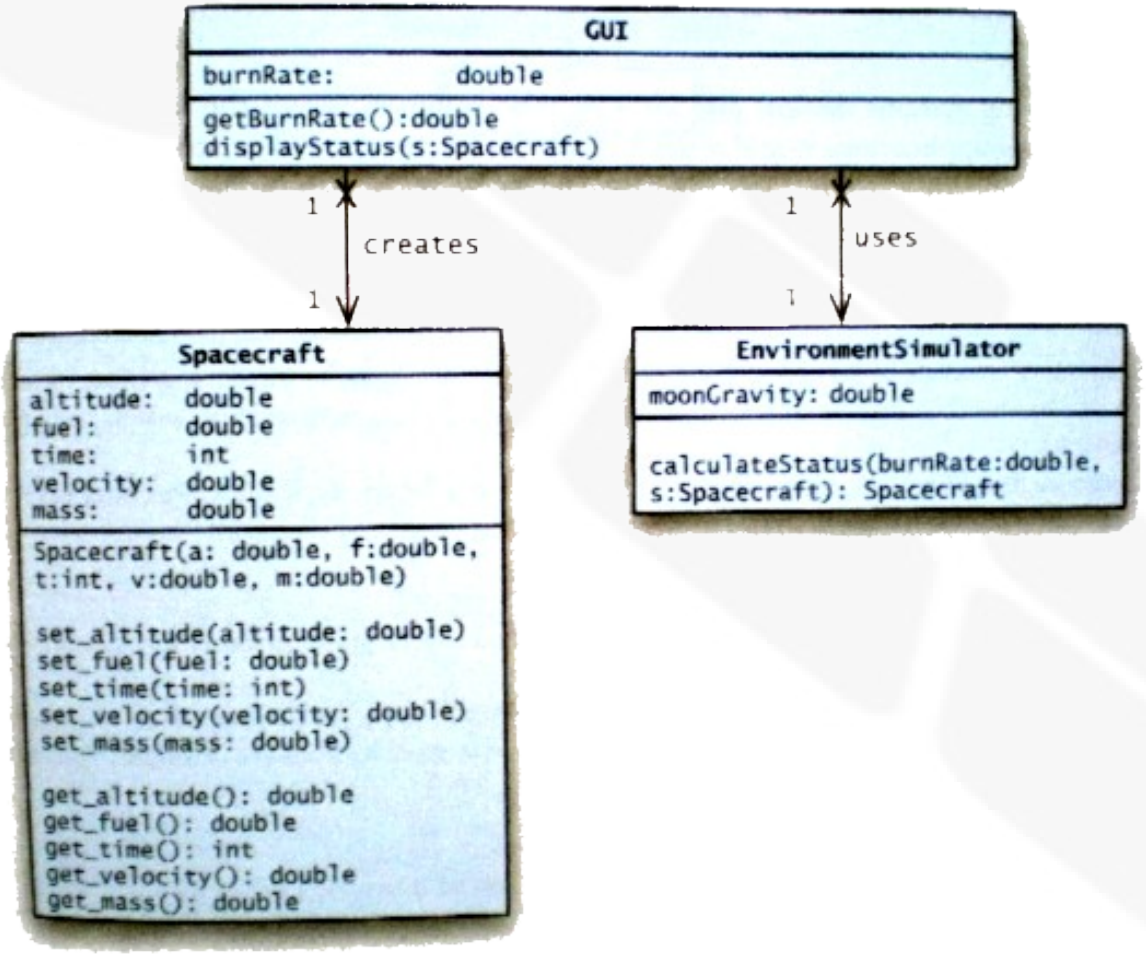
# Estilos Arquiteturais
## Tradicionais influenciados por linguagens de programação

- *Object-Oriented* (OO) (pouso lunar):



# Estilos Arquiteturais
## Tradicionais influenciados por linguagens de programação

- *Object-Oriented* (OO) (pouso lunar):



# Estilos Arquiteturais
## Em Camadas

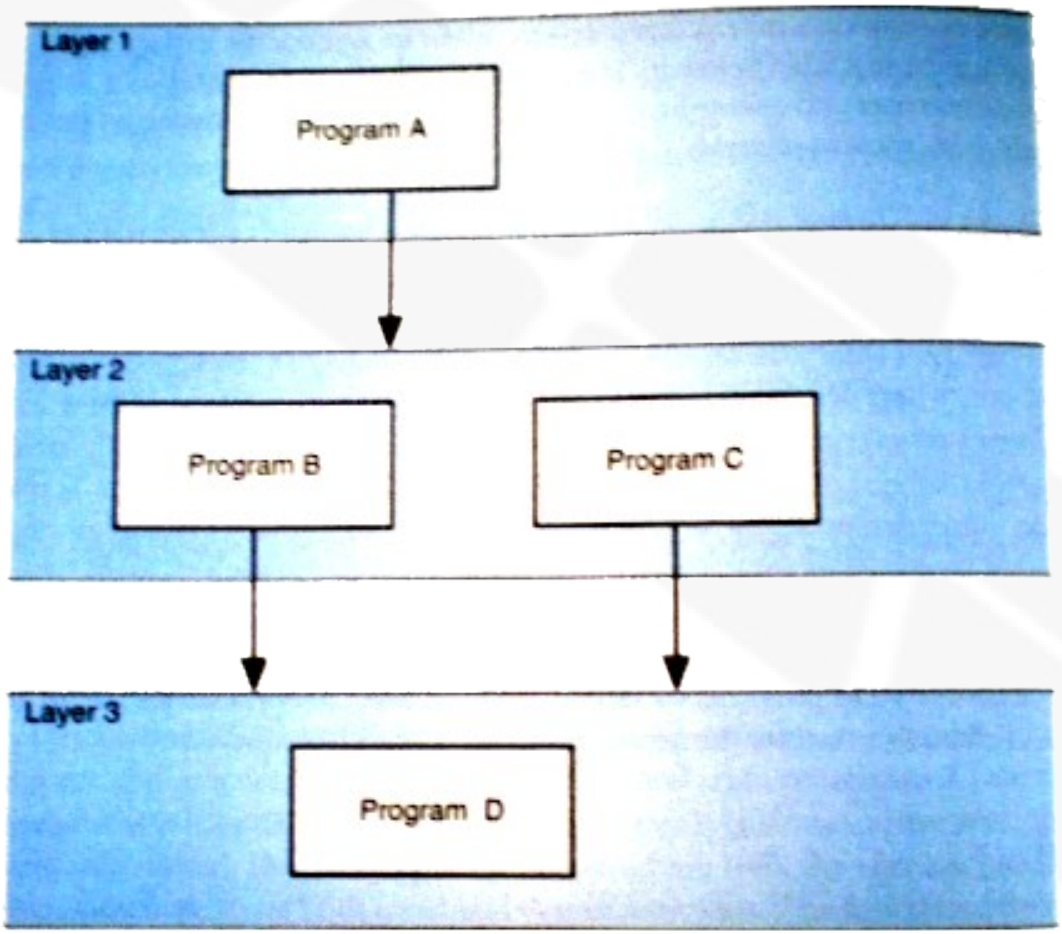
- A arquitetura é separada em camadas ordenadas, onde um programa de uma camada pode solicitar serviços de uma camada inferior
- Exemplos:
  - Arquiteturas de sistemas operacionais
  - *Client-Server*

# Estilos Arquiteturais
## Em Camadas

- *Virtual Machines*:
  - Uma camada oferece um conjunto de serviços *(provides interface)* que podem ser utilizados por programas que residem na(s) camada(s) acima
  - Os serviços podem ser implementados por diversos programas dentro da camada porém, para os clientes destes serviços, tal distinção não é aparente

# Estilos Arquiteturais
## Em Camadas

- *Virtual Machines* (exemplo):



# Estilos Arquiteturais
## Em Camadas

- *Virtual Machines* (classificação):
  - Máquina Virtual Estrita: programas de um determinado nível somente podem acessar serviços providos pela camada imediatamente inferior
  - Máquina Virtual Não-Estrita:programas de um determinado nível podem acessar serviços de qualquer camada abaixo do nível em questão
- Exemplo 1: camadas de um sistema operacional:
  - Aplicações do usuário (nível 1)
  - Serviço de manipulação de arquivos e diretórios (nível 2)
  - *Drivers* de disco e gerenciamento de volume (nível 3)
- Exemplo 2: protocolos de comunicação em rede

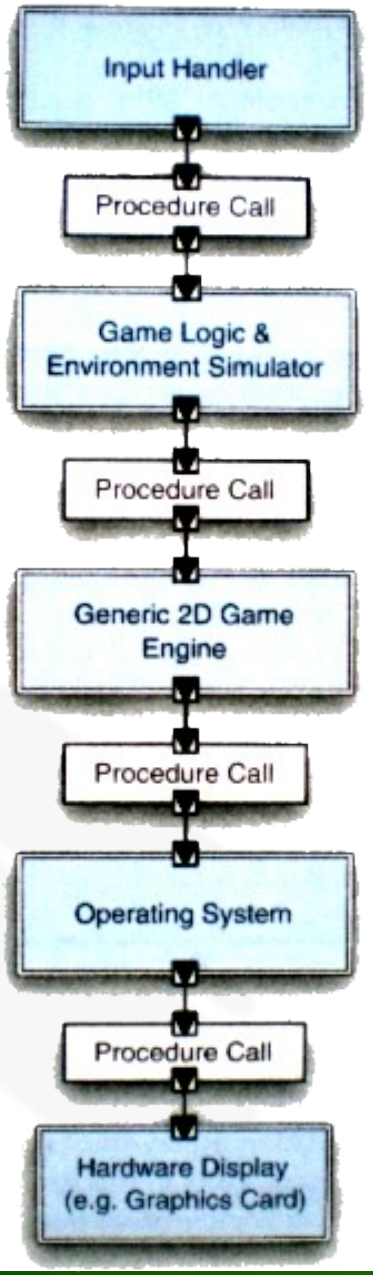
# Estilos Arquiteturais
## Em Camadas

- *Virtual Machines*:

| |
|---|
| **Resumo**: sequência ordenada de camadas; cada camada (ou máquina virtual) oferece um conjunto de serviços que podem ser acessados por programas (sub-componentes) de uma camada acima |
| **Componentes**: camadas oferecendo serviços para outras camadas, tipicamente compostas de vários programas (sub-componentes) |
| **Conectores**: tipicamente *procedure calls* |
| **Elementos de Dados**: parâmetros que transitam entre as camadas |
| **Topologia**: linear para máquinas virtuais estritas e grafo direcionado acíclico em interpretações mais fracas |
| **Restrições Adicionais**: nenhuma |
| **Qualidades Induzidas**: estrutura de dependência clara; componentes em uma camada superior são imunes a modificações das camadas inferiores desde que as especificações do serviço não mudem; componentes em uma camada inferior são totalmente independentes de camadas superiores |
| **Usos Típicos**: projeto de sistemas operacionais, pilhas de protocolos de rede |
| **Precauções**: máquinas virtuais estritas com muitos níveis podem ser relativamente ineficientes |

# Estilos Arquiteturais
## Em Camadas

- *Virtual Machines* (pouso lunar):



# Estilos Arquiteturais
## Em Camadas

- *Client-Server*:
  - Máquina Virtual de duas camadas com conexões em rede
  - O servidor é a máquina virtual abaixo dos clientes
  - Múltiplos clientes podem acessar o servidor
  - Os clientes são independentes
  - Pode-se utilizar *thin* (*thick*) *clients*
  - Exemplo: máquina de saque eletrônico (*ATM*)

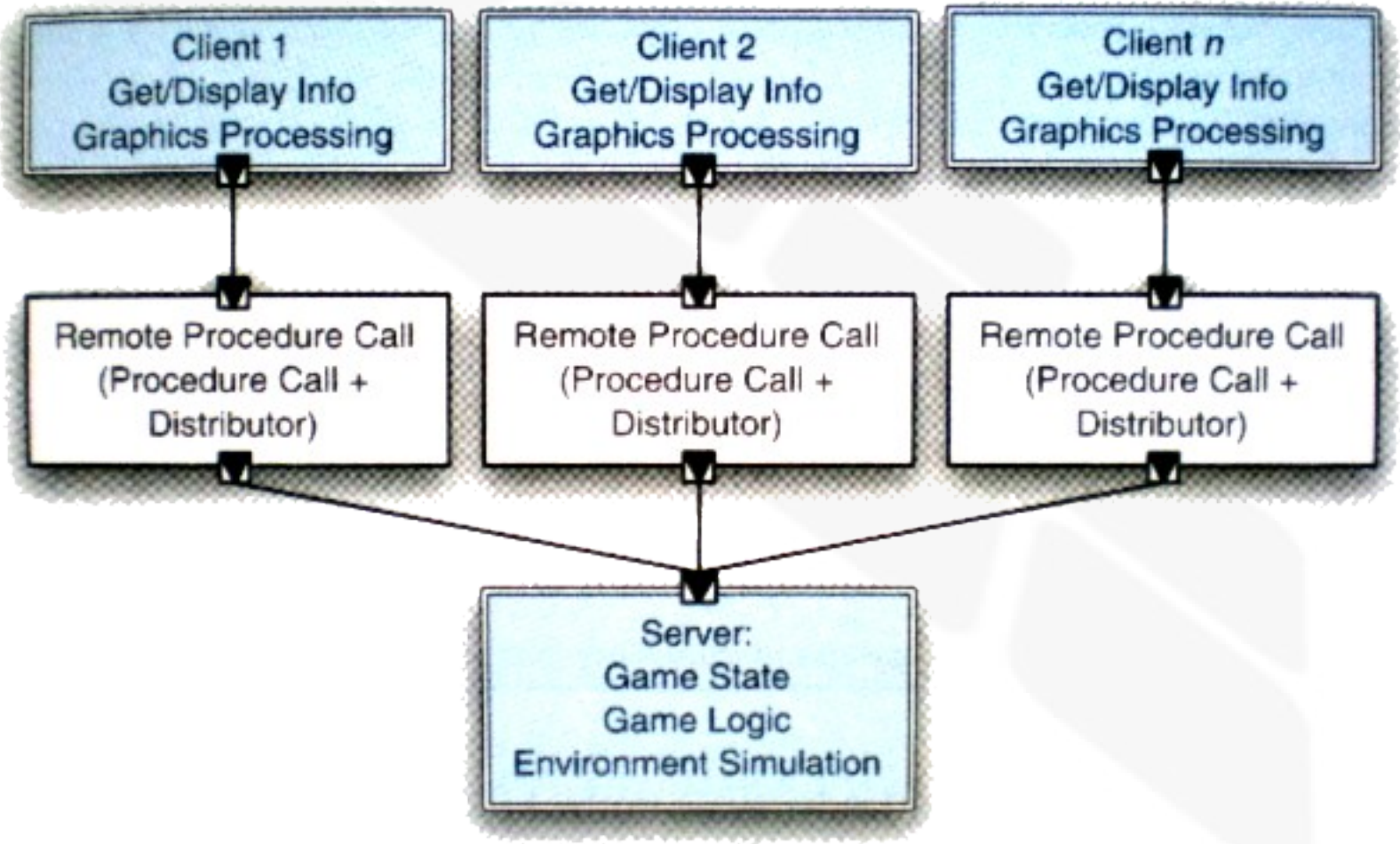
# Estilos Arquiteturais
## Em Camadas

- *Client-Server*:

| |
|---|
| **Resumo**: clientes enviam requisições de serviço ao servidor, que realiza as operações requeridas e responde conforme necessário com as informações solicitadas. Toda comunicação é iniciada pelos clientes |
| **Componentes**: clientes e servidor |
| **Conectores**: *remote procedure calls*; protocolos de rede |
| **Elementos de Dados**: parâmetros e valores de retorno conforme enviados pelos conectores |
| **Topologia**: em dois níveis, com múltiplos clientes realizando requisições ao servidor |
| **Restrições Adicionais**: não existe comunicação entre clientes |
| **Qualidades Induzidas**: centralização da computação e dos dados no servidor, que torna a informação disponível para os clientes. Um único servidor poderoso pode servir muitos clientes |
| **Usos Típicos**: onde é necessário centralização de dados; onde processamento e armazenamento de dados se beneficiam de uma máquina de alta capacidade; e onde clientes realizam geralmente tarefas simples de interface de usuário, tais como em diversos sistemas de informação |
| **Precauções**: quando a largura de banda é limitada e existe um grande número de clientes |

# Estilos Arquiteturais
## Em Camadas

- *Client-Server* (pouso lunar):

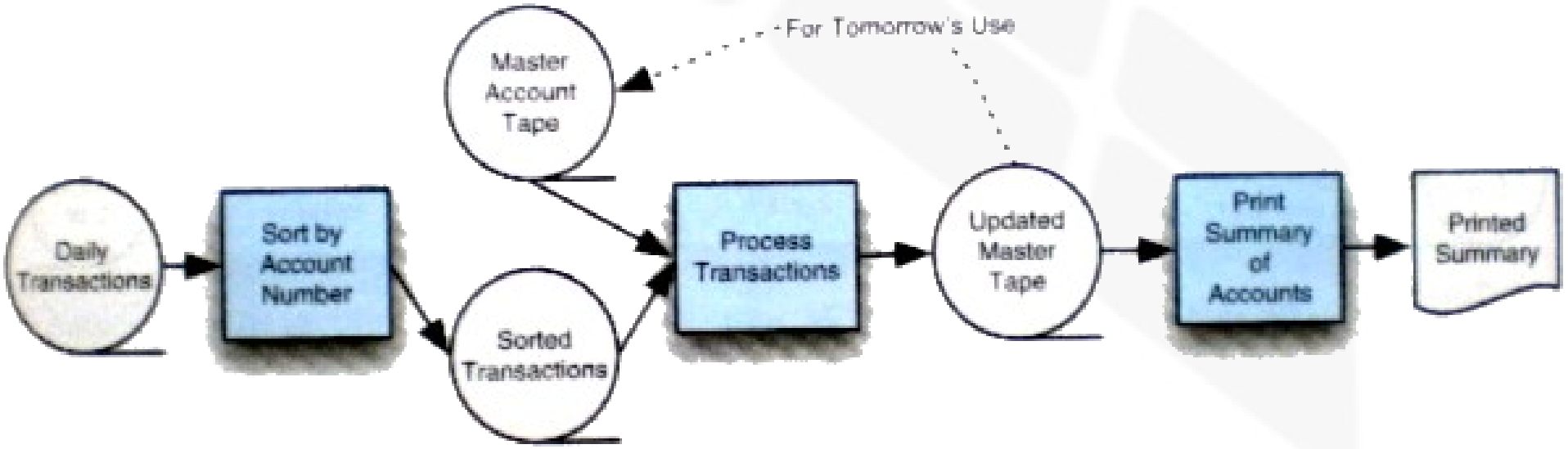


# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Fluxo de Dados

- Caracterizado pelo movimento de dados entre elementos independentes de processamento

# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Fluxo de Dados

- *Batch-Sequential*:
  - Um dos estilos arquiteturais mais antigos: as limitações dos equipamentos exigiam que o problema fosse sub-dividido em componentes que se comunicavam através da transferência de fitas magnéticas
  - Exemplo: atualizar um registro bancário de todas as contas



# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Fluxo de Dados

- *Batch-Sequential*:

| |
|---|
| **Resumo**: programas distintos são executados em ordem; os dados são passados, sob a forma de blocos (agregados), de um programa para o próximo |
| **Componentes**: programas independentes |
| **Conectores**: mãos humanas que carregam as fitas entre os programas (*sneaker-net*) |
| **Elementos de Dados**: elementos agregados explícitos que, após o término da execução de um componente, são repassados deste para o próximo componente |
| **Topologia**: linear |
| **Restrições Adicionais**: um único programa executa por vez até o seu término |
| **Qualidades Induzidas**: execuções separáveis; simplicidade |
| **Usos Típicos**: processamento de transações em sistemas financeiros |
| **Precauções**: quando interação entre componentes é requerida; quando concorrência entre componentes é possível ou necessário |
| **Relacionamento com Linguagens de Programação e Ambientes**: nenhum |

# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Fluxo de Dados

- *Batch-Sequential* (pouso lunar):
  - Indica quão inapropriado é este estilo para a aplicação

# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Fluxo de Dados

- *Pipe-and-Filter*:
  - Os filtros podem operar de forma concorrente, não é necessário aguardar o término do produtor para que o componente que consome a saída do produtor inicie o seu funcionamento

# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Fluxo de Dados

- *Pipe-and-Filter*:

| |
|---|
| **Resumo**: programas distintos são executados, potencialmente de forma concorrente; os dados são passados, sob a forma de fluxo, de um programa para o próximo |
| **Componentes**: programas independentes (filtros) |
| **Conectores**: roteadores explícitos de fluxos de dados (*pipes*); possivelmente é um serviço disponibilizado pelo sistema operacional ou pela linguagem de programação |
| **Elementos de Dados**: não definidos explicitamente, porém devem ser *streams* lineares de dados |
| **Topologia**: *pipeline*, embora bifurcações sejam possíveis |
| **Qualidades Induzidas**: filtros são mutualmente independentes. Estruturas simples de chegada e saída de fluxos de dados facilitam novas combinações de filtros |
| **Usos Típicos**: programação de aplicações baseadas em primitivas de sistemas operacionais |
| **Precauções**: quando estruturas complexas de dados precisam ser transferidas entre componentes; quando interatividade entre os programas é necessário |
| **Relacionamento com Linguagens de Programação e Ambientes**: Unix shell |

# Estilos Arquiteturais
## Com Memória Compartilhada

- Caracterizado pela presença de múltiplos componentes que acessam o mesmo repositório de dados (*data store*) e se comunicam através deste repositório
- Semelhante ao uso de dados globais porém, nestes estilos, o centro de atenção no projeto é explicitamente direcionado para este repositório
- O repositório é bem ordenado e cuidadosamente gerenciado

# Estilos Arquiteturais
## Com Memória Compartilhada

- *Blackboard*:
  - Tem sua origem nas aplicações de Inteligência Artificial
  - Analogia:
    - Diversos peritos (*experts*) sentados ao redor de uma mesa (*data store*) tentando cooperar na solução de um problema grande e complexo
    - Quando um perito reconhece que pode resolver alguma parte do problema que está na mesa ele recolhe este sub-problema, vai embora e trabalha na sua solução
    - Quando concluída a solução, o perito retorna e disponibiliza a solução na mesa
    - A disponibilização desta solução pode habilitar outro perito a resolver uma outra parte do problema
    - O processo continua até que todo o problema esteja resolvido

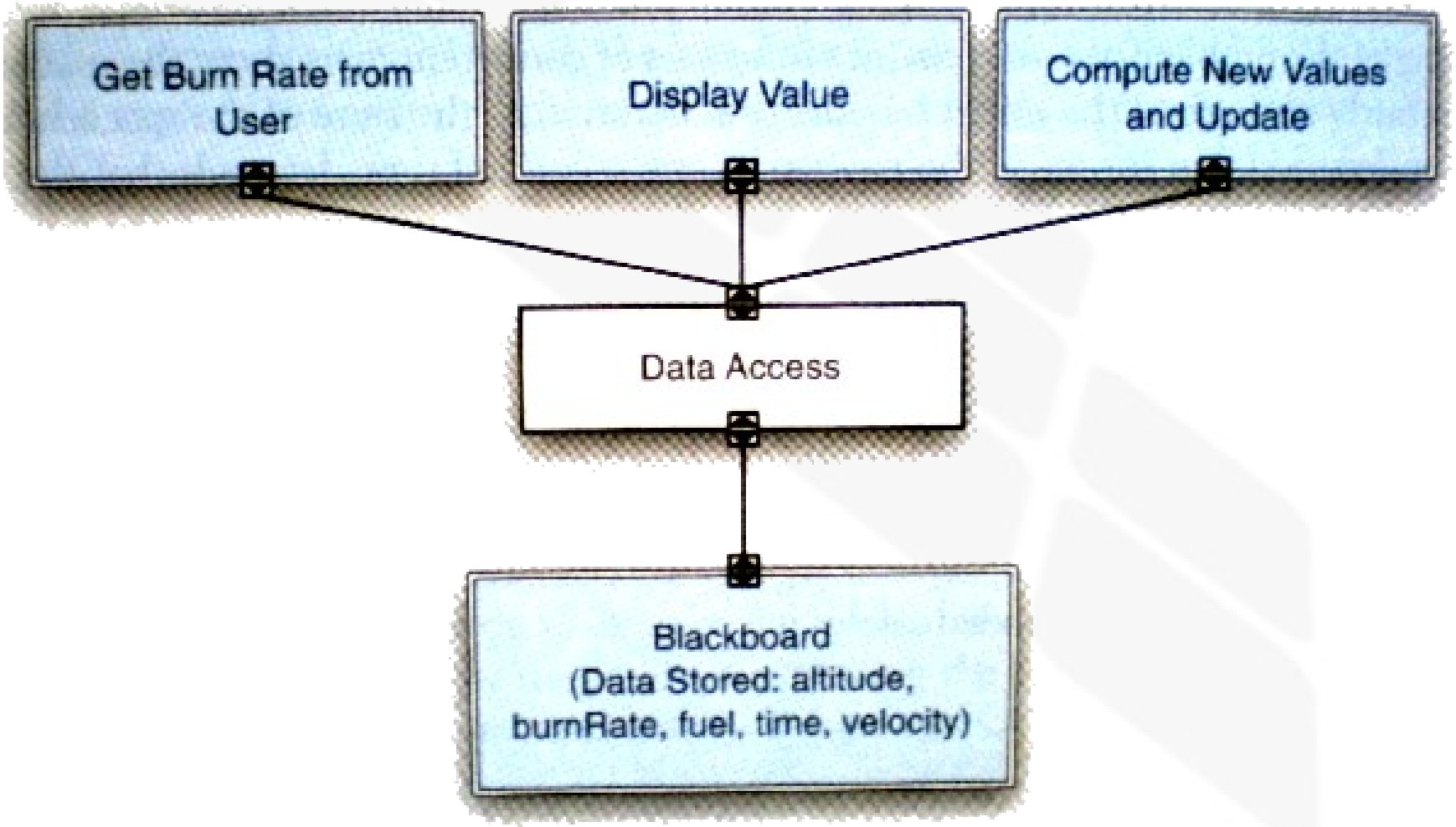
# Estilos Arquiteturais
## Com Memória Compartilhada

- *Blackboard*:

| |
|---|
| **Resumo**: programas independentes acessam e se comunicam exclusivamente através de um repositório global de dados, conhecido como *blackboard* |
| **Componentes**: programas independentes (*knowledge sources*) e *blackboard* |
| **Conectores**: acesso ao *blackboard* pode ser através de referência direta a memória, *procedure call* ou uma consulta em um banco de dados |
| **Elementos de Dados**: dados armazenados no *blackboard* |
| **Topologia**: em estrela, com o *blackboard* no centro |
| **Variações**: *1*) programas consultam o *blackboard* para verificar se algum valor de seu interesse mudou; *2*) um *blackboard manager* notifica atualizações do *blackboard* aos componentes interessados |
| **Qualidades Induzidas**: estratégias completas de solução para problemas complexos não precisam ser pré-planejadas, pois são determinadas por visões, em constante mudança, dos dados/problema |
| **Usos Típicos**: solução heurística de problemas em aplicações de Inteligência Artificial |
| **Precauções**: quando existe uma estratégia bem-estruturada de solução; quando as interações entre os programas independentes requerem coordenações complexas; quando as representações dos dados do *blackboard* mudam frequentemente (requerendo modificações em todos os participantes) |
| **Relacionamento com Linguagens de Programação e Ambientes**: versões que permitem concorrência entre os programas requerem primitivas para gerenciar o *blackboard* compartilhado |

# Estilos Arquiteturais
## Com Memória Compartilhada

- *Blackboard* (pouso lunar):



# Estilos Arquiteturais
## Com Memória Compartilhada

- *Rule-Based / Expert System*:
  - Tipo altamente especializado de arquitetura com memória compartilhada
  - A memória compartilhada funciona como uma base de conhecimento que contém fatos e regras de produção (cláusulas *if...then* sobre o conjunto de variáveis)
  - A interface gráfica de usuário disponibiliza duas operações básicas:
    - Entrada de novos fatos e regras de produção
    - Entrada de consultas (*goals*)
  - Uma máquina de inferência opera na base de conhecimento em resposta às entradas do usuário

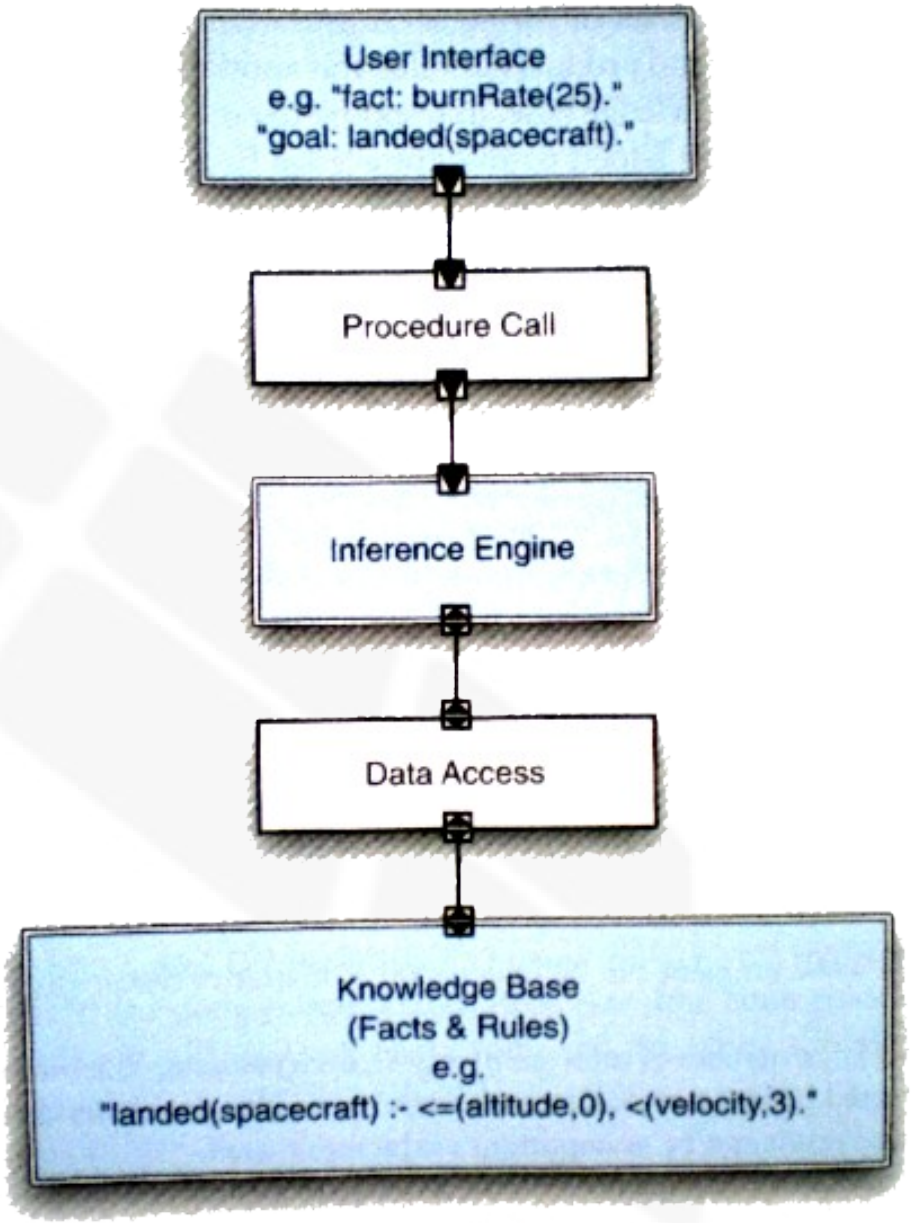
# Estilos Arquiteturais
## Com Memória Compartilhada

- *Rule-Based / Expert System*:

| |
|---|
| **Resumo**: a máquina de inferência analisa a entrada do usuário e determina se é um fato/regra ou consulta. Se for um fato/regra, esta entrada é adicionada à base de conhecimento. Caso contrário, é realizada uma consulta à base, buscando regras aplicáveis, com o objetivo de resolver a consulta |
| **Componentes**: interface de usuário, máquina de inferência e base de conhecimento |
| **Conectores**: componentes são fortemente inter-conectados com *procedure calls* ou *data access* |
| **Elementos de Dados**: fatos e consultas |
| **Topologia**: três camadas fortemente acopladas |
| **Qualidades Induzidas**: o comportamento da aplicação pode ser facilmente modificado através da adição ou remoção dinâmica de regras na base de conhecimento; sistemas pequenos podem ser rapidamente prototipados; útil para explorar iterativamente problemas cuja abordagem para uma solução genérica não é clara |
| **Usos Típicos**: quando o problema pode ser visto como uma resolução sucessiva de predicados |
| **Precauções**: quando muitas regras estão envolvidas pode ser difícil entender as interações entre múltiplas regras afetadas pelos mesmos fatos; entender a base lógica do resultado gerado pode ser tão importante quanto o próprio resultado |
| **Relacionamento com Linguagens de Programação e Ambientes**: Prolog é comumente utilizado para construir sistemas baseados em regras |

# Estilos Arquiteturais
## Com Memória Compartilhada

- *Rule-Based / Expert System* (pouso lunar):



# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Interpretadores

- Caracterizado pela interpretação dinâmica, *on-the-fly*, de comandos
- Comandos são sentenças explícitas, possivelmente criados momentos antes da sua execução, geralmente representados por um texto que pode ser compreendido e editado por humanos
- Comandos são construídos a partir de um conjunto de comandos primitivos pré-definidos

# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Interpretadores

- Execução:
  1) Inicia-se no estado inicial de execução
  2) Obtém-se o primeiro (próximo) comando a ser executado
  3) Executa-se o comando sobre o estado atual
  4) Avança-se para um novo estado
  5) Procede-se à execução do próximo comando (goto 2)
- A identificação do próximo comando pode ser afetada pelo resultado da execução do comando anterior

# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Interpretadores

- *Basic Interpreter*:
  - Similar ao Baseado em Regras / Sistema Especialista porém utiliza um interpretador de comandos no lugar da máquina de inferência
  - Este interpretador executa comandos mais genéricos (do que inferências em regras) e a interpretação de um único comando pode envolver várias operações primitivas
  - A base de conhecimento é similarmente mais genérica visto que estruturas de dados arbitrárias podem estar envolvidas
  - Exemplos: fórmulas de uma planilha de cálculo são interpretadas pela máquina de execução (interpretador) do sistema de planilhas; máquinas CNC; programação de trajetórias de robôs

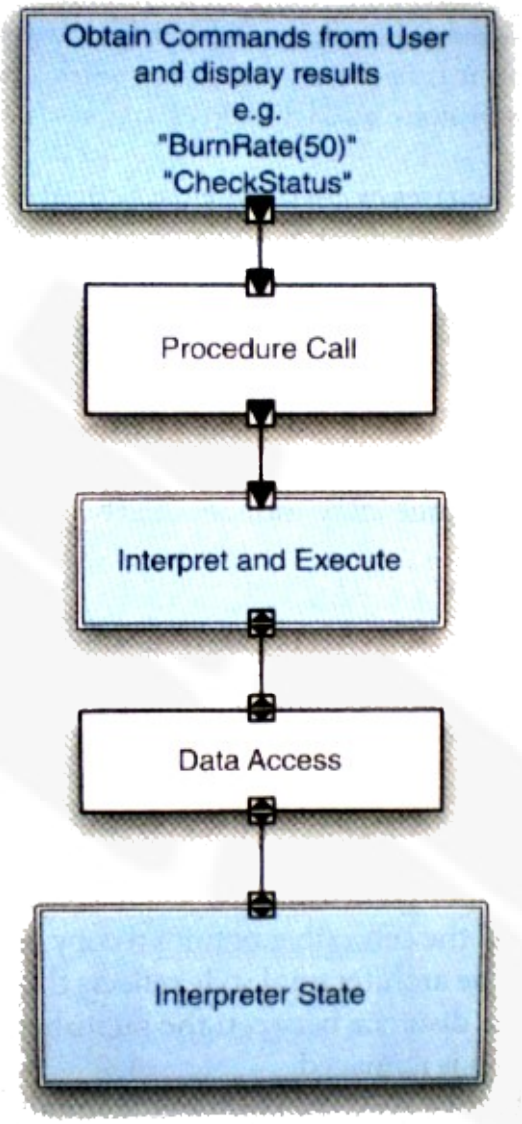
# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Interpretadores

- *Basic Interpreter*:

| |
|---|
| **Resumo**: o interpretador analisa e executa comandos de entrada, atualizando o estado por ele mantido |
| **Componentes**: interpretador de comandos, estado do programa/interpretador e interface de usuário |
| **Conectores**: tipicamente o interpretador de comandos, interface de usuário e estado são fortemente acoplados via *procedure calls* ou *shared state* |
| **Elementos de Dados**: comandos |
| **Topologia**: três camadas altamente acopladas; o estado pode estar separado do interpretador |
| **Qualidades Induzidas**: possibilidade de comportamentos altamente dinâmicos, onde o conjunto de comandos é dinamicamente modificado; a arquitetura do sistema permanece inalterada enquanto novas funcionalidades são criadas com base nas primitivas existentes |
| **Usos Típicos**: excelente para permitir a programação pelo usuário final; para suportar mudança dinâmica do conjunto de funcionalidades |
| **Precauções**: quando processamento rápido é necessário (código interpretado é executado de forma mais lenta que código compilado); gerenciamento de memória pode se tornar um problema, especialmente quando múltiplos interpretadores são simultaneamente executados |
| **Relacionamento com Linguagens de Programação e Ambientes**: *Lisp* e *Scheme* são linguagens interpretadas e são eventualmente utilizadas para construir outros interpretadores; macros |

# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Interpretadores

- *Basic Interpreter* (pouso lunar):



# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Interpretadores

- *Mobile Code*:
  - Permite que um código seja transmitido a um *host* remoto e por este *host* interpretado
  - Um elemento de dado (representação de um programa) é dinamicamente transformado em um componente de processamento de dados
- Motivações para a transmissão: falta de poder computacional, falta de recursos ou conjunto extenso de dados localizados remotamente
- Classificações:
  - *Code on Demand*
  - *Remote Evaluation*
  - *Mobile Agent*

# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Interpretadores

- *Mobile Code*:
  - *Code on Demand*:
    - Possui recursos e estado porém o código é obtido de um *host* remoto e executado localmente
  - *Remote Evaluation*:
    - Possui o código mas não os recursos para execução do código (ex: o interpretador)
    - O código é transmitido a um *host* remoto para processamento (ex: *grid*) e os resultados enviados de volta
  - *Mobile Agent*:
    - Possui o código e o estado mas parte dos recursos estão em outro *host*
    - O código + estado + alguns recursos *(agent*) é transferido para o *host* remoto
    - Os resultados não necessariamente precisam ser enviados de volta ao *host* original

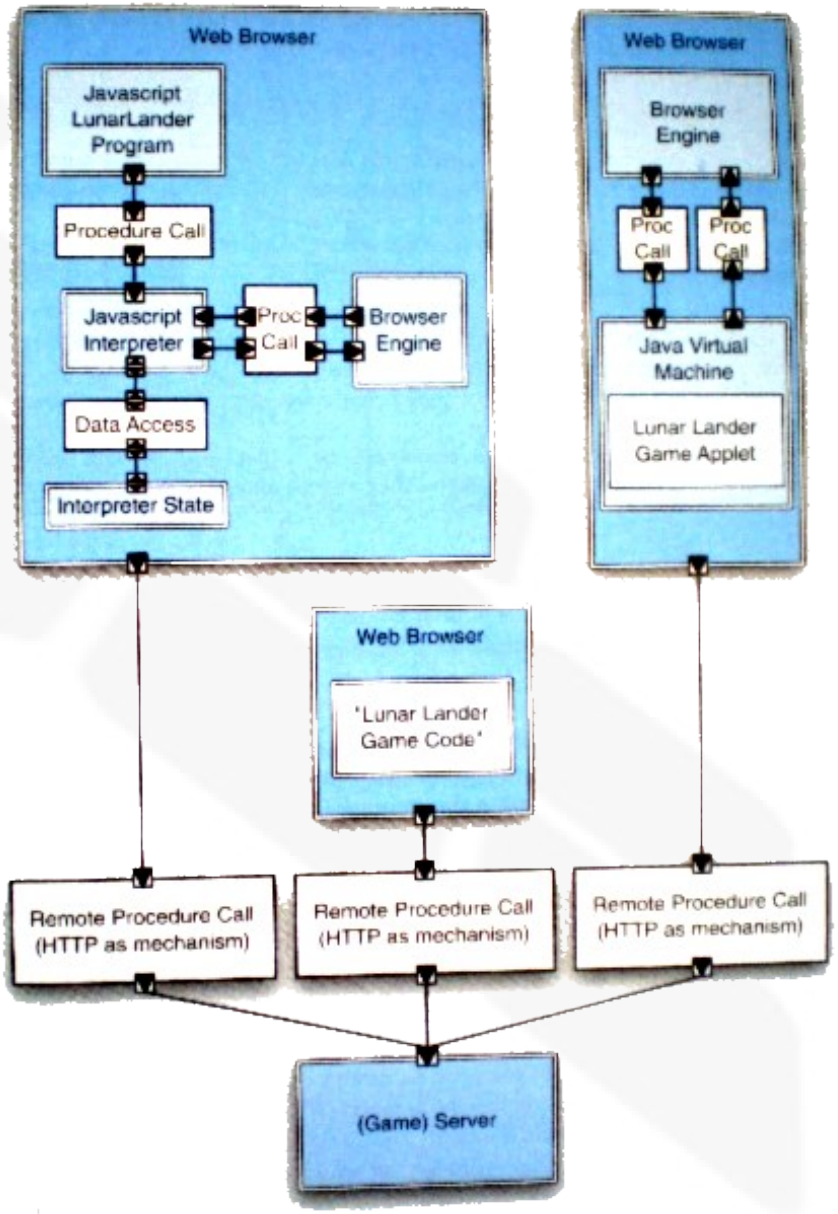
# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Interpretadores

- *Mobile Code*:

| |
|---|
| **Resumo**: o código se desloca com o objetivo de ser interpretado em outro *host*; dependendo da variação do estilo o estado pode também se deslocar |
| **Componentes**: doca de execução (que trata o recebimento e implantação do código e do estado) e o interpretador/compilador de código |
| **Conectores**: elementos e protocolos de rede que empacotam código e dados para fins de transmissão |
| **Elementos de Dados**: representações de código sob a forma de dados; estado do programa e dados |
| **Topologia**: em rede |
| **Variações**: *code on demand*, *remote evaluation* e *mobile agent* |
| **Qualidades Induzidas**: adaptabilidade dinâmica; se beneficia do poder computacional agregado nos *hosts* disponíveis; *dependability* melhorada em função da provisão de migração para novos *hosts* |
| **Usos Típicos**: quando deseja-se processar um conjunto extenso de dados localizados remotamente; quando deseja-se configurar dinamicamente um nó através da inclusão de código externo |
| **Precauções**: aspectos de segurança (códigos maliciosos); quando precisa-se alto controle sobre as diferentes versões do *software* implantadas; quando o custo de transmissão é maior que o de processamento; quando as conexões de rede não são confiáveis |
| **Relacionamento com Linguagens de Programação e Ambientes**: linguagens de *scripting* (ex: *JavaScript*); computação em *grid* |

# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Interpretadores

- *Mobile Code* (pouso lunar):



# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Invocação Implícita

- Caracterizados por chamadas que são invocadas indiretamente e implicitamente em resposta a uma notificação ou a um evento
- Esta interação indireta entre componentes fracamente acoplados facilita a adaptação e melhora a escalabilidade do sistema

# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Invocação Implícita

- *Publish-Subscribe*:
  - A denominação surge da analogia com os editores (*publishers*) e assinantes (*subscribers*) de revistas e jornais:
    - O editor periodicamente cria a informação e o assinante obtém uma cópia desta informação ou pelo menos é informado da sua disponibilidade
  - É adequado para aplicações onde existe uma distinção clara entre produtores e consumidores de informação:
    - Ex: agência *on-line* de empregos
  - Variações geralmente existem em função da distância entre o *publisher* e os *subscribers* e da forma de gerenciamento destes relacionamentos

# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Invocação Implícita

- *Publish-Subscribe* simples:
  - O *publisher* mantém uma lista de *subscribers*
  - Para cada *subscriber* uma *procedure call* é disparada sempre que uma nova informação estiver disponível
  - *Subscribers* realizam suas assinaturas com o *publisher*, informando a interface de *procedure* (*callback*) a ser utilizada quando a informação for publicada
  - *Subscribers* podem cancelar suas assinaturas e ter seus respectivos *callbacks* removidos da lista de assinantes do *publisher*

# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Invocação Implícita

- *Publish-Subscribe*:
  - Em aplicações baseadas em rede e de larga escala algumas modificações são necessárias:
    - *Publishers* precisam anunciar (no *start-up* do sistema, periodicamente ou sob demanda) a existência de recursos de informação que podem ser assinados
    - Assinaturas não são mais representadas por *procedures* de *callback* e passam a envolver protocolos de rede
    - Aspectos de desempenho impedem o uso de conexões ponto-a-ponto entre *publishers* e *subscribers*, demandando *proxies* ou *caches* intermediários

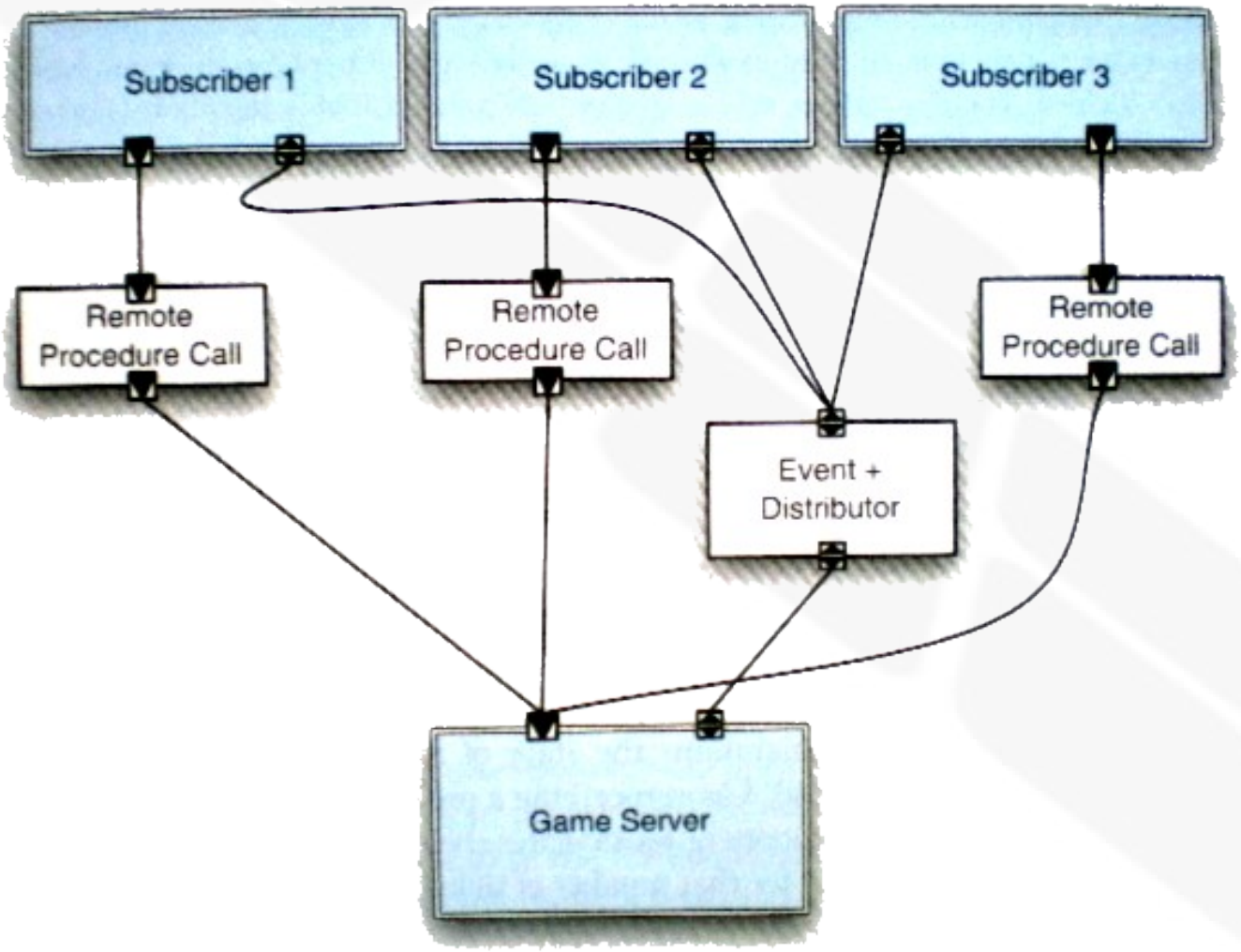
# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Invocação Implícita

- *Publish-Subscribe*:

| |
|---|
| **Resumo**: *subscribers* solicitam/cancelam o recebimento de mensagens específicas; *publishers* mantêm uma lista de assinantes e a eles enviam mensagens de forma síncrona ou assíncrona |
| **Componentes**: *publishers*, *subscribers*, *proxies* para gerenciamento da distribuição |
| **Conectores**: *procedure calls* (dentro de programas) ou protocolos de rede; assinaturas baseadas em conteúdo requerem conectores mais sofisticados |
| **Elementos de Dados**: assinaturas, notificações e informações publicadas |
| **Topologia**: *subscribers* se conectam diretamente aos *publishers* ou através de intermediários |
| **Variações**: usos específicos do estilo podem requerer passos particulares na assinatura e cancelamento; suporte a correspondências complexas entre interesses de assinatura e informação disponível pode ser realizada por intermediários |
| **Qualidades Induzidas**: disseminação (*one-way*) eficiente de informação; baixo acoplamento |
| **Usos Típicos**: disseminação de notícias; programação de interfaces gráficas de usuário; jogos *multiplayer* baseados em rede |
| **Precauções**: quando o número de assinantes de uma mesma informação é alto geralmente é necessário um protocolo especializado de *broadcast* |
| **Relacionamento com Linguagens de Programação e Ambientes**: geralmente disponibilizado por alguma tecnologia de *middleware* |

# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Invocação Implícita

- *Publish-Subscribe* (pouso lunar):



# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Invocação Implícita

- *Event-Based*:
  - Caracterizado por componentes independentes que se comunicam somente através de eventos transmitidos por um barramento (conector)
  - Na sua forma mais pura componentes emitem eventos para o barramento que, por sua vez, os re-transmite para todos os outros componentes
  - Componentes podem reagir em resposta ao recebimento de um evento ou ignorá-lo
  - Embora aparentemente caótico e imprevisível é similar à forma com a qual humanos se comportam em sociedade

# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Invocação Implícita

- *Event-Based*:
  - Por razões de eficiência a forma pura deste estilo raramente é utilizada
  - É mais eficiente distribuir os eventos somente para aqueles componentes que demonstraram interesse por eles
  - Com esta modificação o *Event-Based* se torna similar ao *Publish/Subscribe*, entretanto não há distinção entre produtores e consumidores
  - A replicação e otimização de distribuição dos eventos (ex: registro de interesse em um evento particular) é responsabilidade somente dos conectores

# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Invocação Implícita

- *Event-Based*:
  - Pode funcionar em modo:
    - *Pull (pooling)*: receptores de eventos consultam o conector (de forma síncrona ou assíncrona) para verificar se algum novo evento está disponível
    - *Push*: o conector replica e re-transmite os eventos aos possíveis interessados
  - Altamente indicado para sistemas com componentes concorrentes altamente desacoplados onde, em um determinado momento, um componente pode estar ou criando ou consumindo informação
  - Ex: mercado financeiro / bolsa de valores

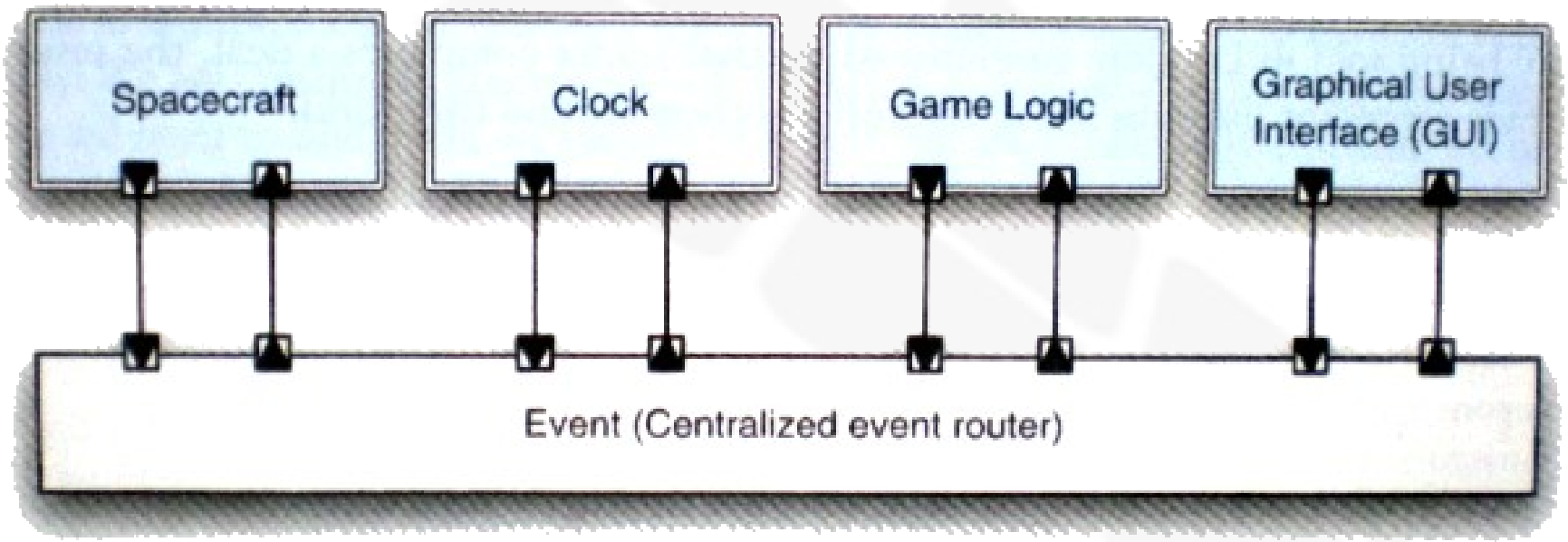
# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Invocação Implícita

- *Event-Based*:

| |
|---|
| **Resumo**: componentes independentes emitem e recebem, de forma assíncrona, eventos transmitidos por barramentos de eventos |
| **Componentes**: produtores e consumidores independentes e concorrentes de eventos |
| **Conectores**: barramento de eventos; em certas variações, mais de um conector pode ser utilizado |
| **Elementos de Dados**: eventos – dados enviados como entidades de primeira-ordem através de barramentos de eventos |
| **Topologia**: componentes se comunicam somente com os barramentos de eventos |
| **Variações**: a comunicação dos componentes com os barramentos pode acontecer em modo *push* ou *pull* |
| **Qualidades Induzidas**: altamente escalável; fácil de evoluir; efetivo para aplicações altamente distribuídas e heterogêneas |
| **Usos Típicos**: interfaces gráficas de usuário; aplicações *wide-area* envolvendo partes independentes (mercado financeiro, logística, redes de sensores) |
| **Precauções**: não há garantia se ou quando um evento particular será processado |
| **Relacionamento com Linguagens de Programação e Ambientes**: tecnologias de *middleware* orientado a mensagens (*JMS*, *CORBA Event Service*, *MSMQ*) |

# Estilos Arquiteturais
## Baseados em Invocação Implícita

- *Event-Based* (pouso lunar):



# Estilos Arquiteturais
## *Peer-to-Peer*

- *Peer-to-Peer* (*P2P*):
  - Consiste em uma rede de *peers* autonômos fracamente acoplados
  - Cada *peer* atua tanto como cliente quanto servidor
  - *Peers* se comunicam utilizando um protocolo de rede, provavelmente especializado para comunicação *P2P* (ex: *Napster*, *Gnutella*)
  - Descentraliza tanto informação quanto controle, fazendo com que a descoberta de recursos seja um aspecto importante

# Estilos Arquiteturais
## *Peer-to-Peer*

- *Peer-to-Peer* (*P2P*):
  - Descoberta de recursos em sistemas *P2P* puros:
    - A solicitação da informação é lançada na rede como um todo
    - A requisição se propaga até que a informação seja descoberta ou algum limite de propagação (ex: número de *hops*) seja alcançado
    - Se a informação é encontrada o *peer* obtém o endereço direto do outro *peer* e o contacta diretamente
  - É limitado pelo algoritmo distribuído utilizado para consultar o sistema e pela largura de banda disponível

# Estilos Arquiteturais
## *Peer-to-Peer*

- *Peer-to-Peer* (*P2P*):
  - Descoberta de recursos em sistemas *P2P* híbridos:
    - O processo é otimizado através da presença de *peers* especiais, especializados na localização de outros *peers* e/ou disponibilização de diretórios que localizam as informações
    - Ex: *Napster* – utilizava um servidor centralizado para indexação das músicas e localização de outros *peers*
  - Embora o estilo tenha se tornado popular nas aplicações de compartilhamento de arquivos é frequentemente utilizado em *B2B commerce*, *chat*, colaboração remota e redes de sensores

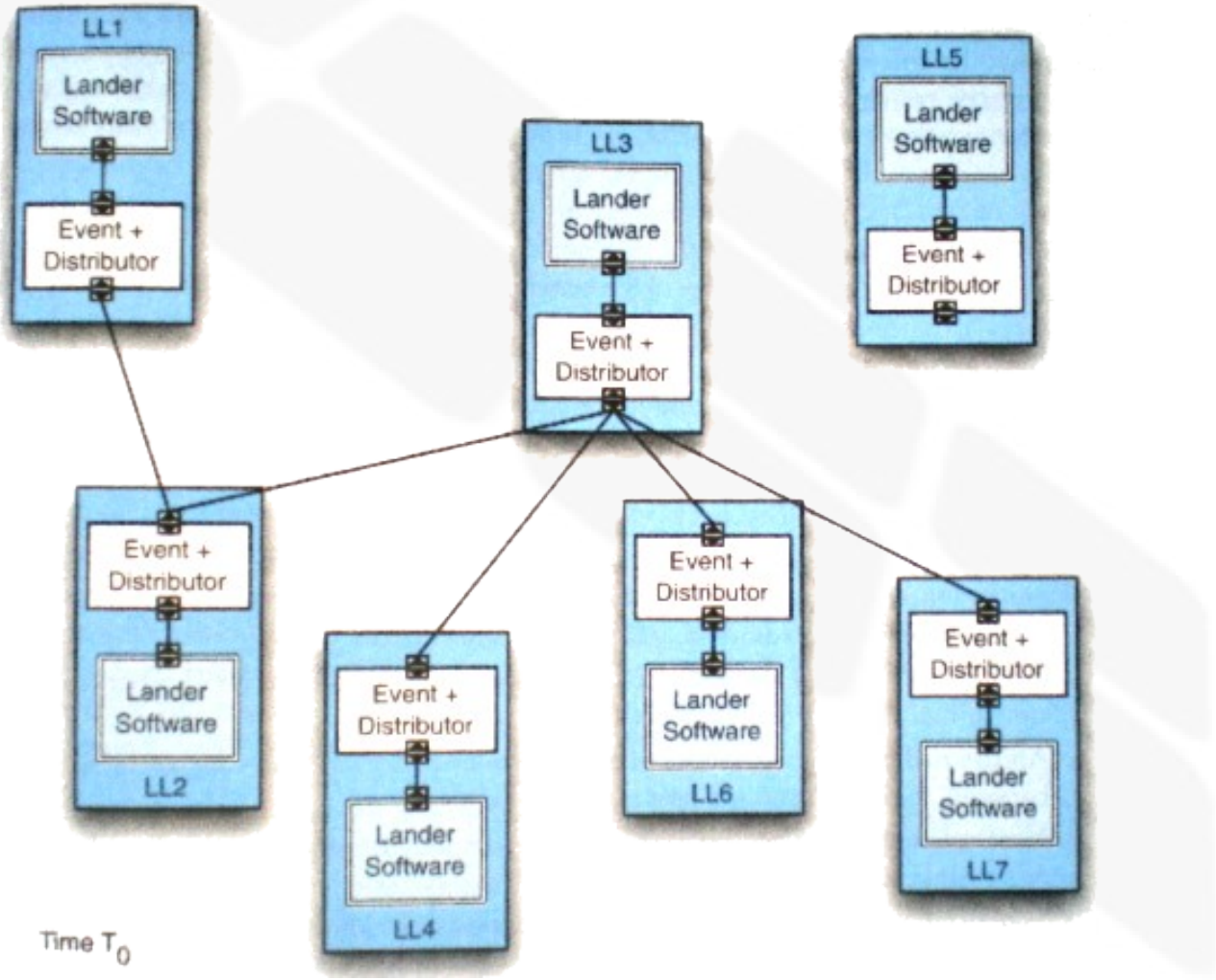
# Estilos Arquiteturais
## *Peer-to-Peer*

- *Peer-to-Peer* (*P2P*):

| |
|---|
| **Resumo**: estado e comportamento estão distribuídos entre *peers* que podem atuar tanto como clientes quanto como servidores |
| **Componentes**: *peers* – componentes independentes com seu estado e *thread* de controle próprios |
| **Conectores**: protocolos de rede, frequentemente especializados |
| **Elementos de Dados**: mensagens de rede |
| **Topologia**: em rede (com possibilidade de conexões redundantes entre *peers*); pode variar arbitrariamente e dinamicamente |
| **Qualidades Induzidas**: computação descentralizada com fluxo de controle e recursos distribuídos entre os *peers*; altamente robusto na presença de falhas em qualquer nó; escalável em relação ao acesso a recursos e poder computacional |
| **Usos Típicos**: onde as operações e fontes de informação estão distribuídas e a rede é *ad-hoc* |
| **Precauções**: quando o tempo necessário para recuperação da informação é importante e é inviável lidar com a latência imposta pelo protocolo; segurança (deve-se detectar *peers* maliciosos e prover meios para gerenciar a confiança – *trust* – em ambientes abertos) |

# Estilos Arquiteturais
## *Peer-to-Peer*

- *Peer-to-Peer* (*P2P*) (pouso lunar):



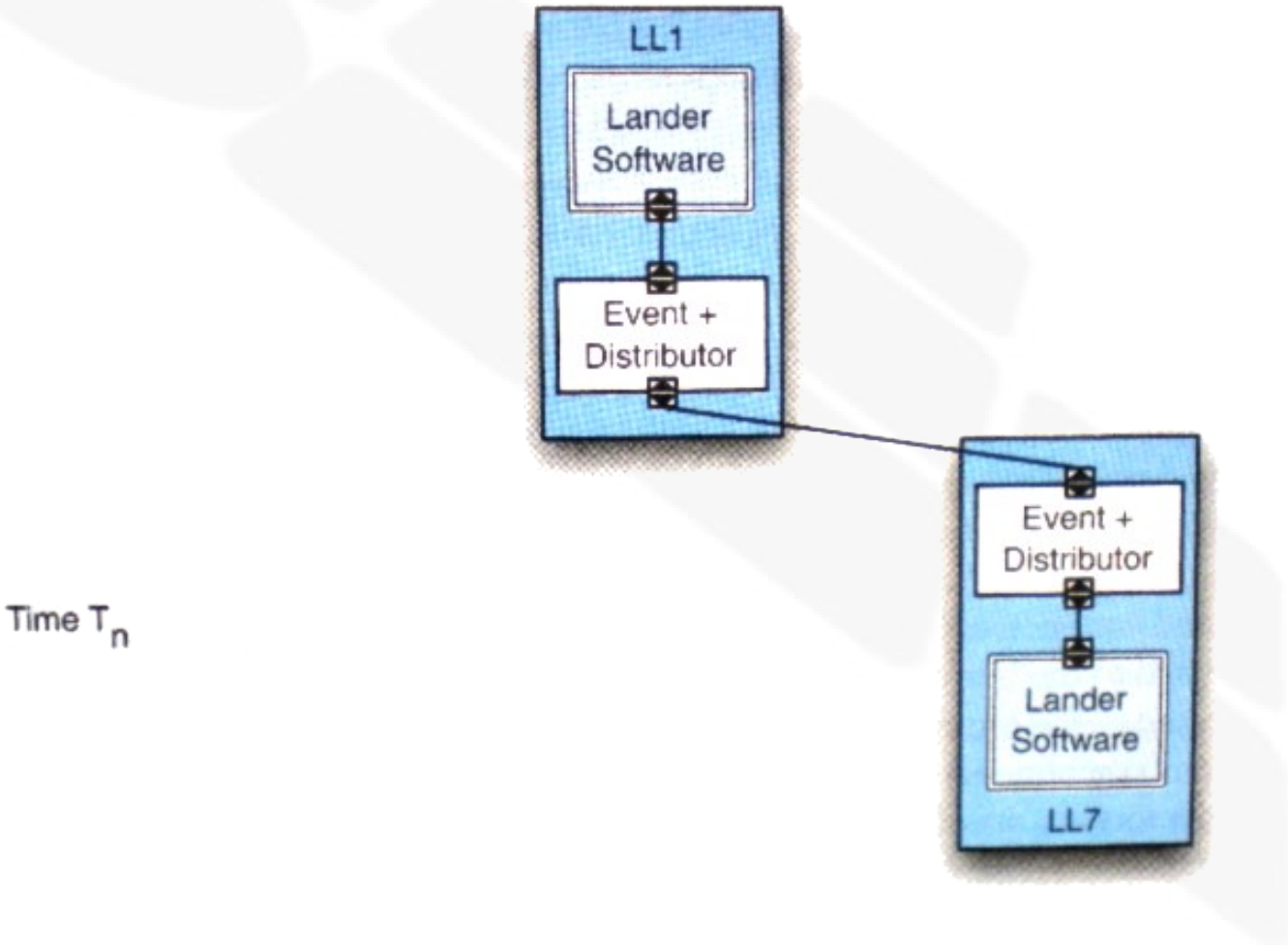
# Estilos Arquiteturais

## *Peer-to-Peer*

- *Peer-to-Peer* (*P2P*) (pouso lunar):
  - Obtenção da informação pelo *Lunar Lander 1* (LL1):
    1) No tempo $T_0$, LL1 contacta todas as naves presentes no raio de comunicação
    2) Somente LL2 responde
    3) LL1 pergunta a LL2 se ela possui a informação desejada
    4) Visto que LL2 não possui esta informação ela repassa a pergunta para o seu nó de comunicação adjacente – LL3 (assume-se que LL2 e LL3 já se conhecem)
    5) Visto que LL3 não possui esta informação ela repassa a pergunta para LL4, LL6 e LL7
    6) LL7 informa, a LL3, que possui a informação e a envia para ela
    7) LL3 passa a informação de volta a LL2 e, subsequentemente, a LL1
  - Em um tempo $T_n$ LL7 adentra o raio de comunicação de LL1 e elas agora podem se contactar diretamente

# Estilos Arquiteturais
## *Peer-to-Peer*

- *Peer-to-Peer* (*P2P*) (pouso lunar):



# Discussão: Padrões e Estilos

- Tanto padrões quanto estilos refletem experiências e codificam conhecimentos obtidos através destas experiências
- Criar um bom estilo exige refletir sobre a experiência vivida, abstrair o conhecimento dos detalhes irrelevantes e possivelmente generalizar a solução empregada

# Discussão: Padrões e Estilos

- Porque então ainda existe resistência no uso de estilos ?
  - Porque exige que o projetista trabalhe dentro do conjunto de restrições que compõem o estilo e isto “parece” improdutivo ou limitante
  - Entretanto, uma característica curiosa e não-intuitiva do projeto com estilos arquiteturais é que, com a adoção destas restrições, obtém-se grande liberdade e efetividade no projeto

# Discussão: Padrões e Estilos
## A Liberdade das Restrições

- Estilos limitam o projetista de diversas formas:
  - A quantidade de detalhes e conceitos possíveis de serem utilizados pode ser limitado (ex: somente três camadas)
  - A forma de interação entre os elementos pode ter restrições (ex: comunicação somente através de eventos)
  - Podem existir obrigações a serem cumpridas (ex: comunicação mediada sempre por conectores de primeira-classe)
  - Podem fazer com que a solução de algum sub-problema seja sub-ótima (ex: exigir comunicação por *streams*)
    - Neste caso, entretanto, os benefícios de facilidade de compreensão e reuso induzidos pelo estilo superam qualquer outro benefício limitado

# Discussão: Padrões e Estilos
## A Liberdade das Restrições

- De onde vêm então a liberdade e efetividade ?
  - Estilos restringem o foco, criando um espaço de problemas com o qual o projetista não precisa se preocupar
  - Estilos garantem a aplicabilidade de ténicas particulares de análise
  - As restrições possibilitam a utilização de estratégias de geração automática de código e uso de *frameworks*
  - Estilos disponibilizam invariantes: “desde que eu siga estas regras eu sei que isto sempre será verdade”
  - Estilos tornam a comunicação mais eficiente e facilitam a compreensão das decisões em um tempo futuro

# Discussão: Padrões e Estilos
## Combinação, Modificação e Criação de Estilos e Padrões

- A lista de estilos apresentada não é exaustiva
- Cada domínio de aplicação poderá ter um estilo específico associado
- Entretanto, é comum que este estilo específico seja uma agregação ou combinação de estilos mais simples, motivado pelo desejo de obtenção de múltiplos benefícios
- Exemplo:
  - C2 = MVC + Camadas + Eventos
  - REST = Camadas + Interpretadores + Replicação + ...

# Discussão: Padrões e Estilos
## Combinação, Modificação e Criação de Estilos e Padrões

- Síndrome do *YAAS* (*Yet-Another-Architectural-Style*):
  - Deve-se evitar a criação desnecessária ou imprudente de novos estilos pois:
    - Este novo estilo provavelmente representa a experiência de um projetista particular e provavelmente não foi comparado com experiências de outros projetistas da empresa ou do domínio de aplicação
    - É uma negação de uma das vantagens dos estilos – promoção de comunicação efetiva entre projetistas
    - A conveniência e perfeccionismo raramente superam os benefícios genuinos da aplicação cuidadosa de estilos já estabelecidos e bem conhecidos

# Discussão: Padrões e Estilos
## Combinação, Modificação e Criação de Estilos e Padrões

- Se o novo estilo for realmente necessário deve-se focar no que é verdadeiramente central
- Deve-se pensar que “menos significa mais” até que a nova abordagem seja adequadamente validada
  - Tal validação inclui a clara articulação de quais invariantes são obtidas como consequência das restrições adicionadas

# Design Recovery

- Em um cenário ideal assume-se que a arquitetura é a reificação da concepção técnica do sistema e que está fielmente refletida na implementação do sistema
- Infelizmente, não é isso que acontece:
  - Sistemas são criados e modificados sem consideração e documentação dos aspectos arquiteturais
  - Quando um projeto e documentação arquitetural estão presentes as futuras modificações são geralmente realizadas sem muita preocupação em manter a integridade intelectual, resultando em erosão arquitetural:
    - A evolução do *software* requer conhecimento profundo da aplicação, da sua complexidade, da sua arquitetura geral, dos componentes principais e suas interações e dependências

# *Design Recovery*

- Para lidar com este problema geralmente realiza-se recuperação arquitetural (*Architectural Recovery*):
  - Processo onde o projeto arquitetural do sistema é extraído a partir dos seus outros artefatos, atualizados de forma mais confiável que o projeto arquitetural
  - Tais artefatos podem ser: requisitos, especificações formais, planos de testes, etc
  - A implementação do sistema, entretanto, é frequentemente utilizada como ponto de partida para a recuperação

# *Design Recovery*

- Uma abordagem comum para recuperação arquitetural é o *clustering* de entidades de implementação em elementos arquiteturais
- Técnicas de *clustering*, a depender da abordagem utilizada para agrupar entidades de código (classes, procedimentos, etc), podem ser classificadas em:
  - Sintáticas:
    - Foca exclusivamente no relacionamento estático entre entidades de código-fonte. Podem utilizar métricas de coesão e acoplamento
  - Semânticas:
    - Inclui informações sobre a similaridade comportamental das entidades de código-fonte. Pode avaliar, por exemplo, a frequência de interação ou o método efetivamente invocado no caso de polimorfismo + ligação dinâmica

# INF016 – Arquitetura de Software

# 04 – Projetando Arquiteturas

**Sandro Santos Andrade**
sandroandrade@ifba.edu.br

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia**
**Departamento de Tecnologia Eletro-Eletrônica**
**Graduação Tecnológica em Análise e Desenvolvimento de Sistemas**