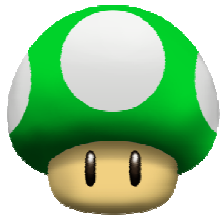


# INF 1771 – Inteligência Artificial

## Aula 13 – Hierarchical Task Network (HTN)

Edirlei Soares de Lima  
<elima@inf.puc-rio.br>



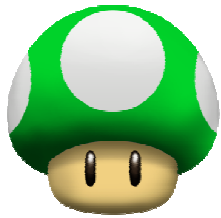
# Limitações do Planejamento de Ordem Parcial

## ❏ **Vantagens em relação a busca convencional:**

- ❏ Flexibilidade, expressividade...
- ❏ Redução da complexidade.

## ❏ **Limitações:**

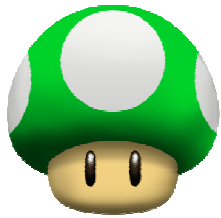
- ❏ Os ambientes precisam ser acessíveis, determinísticos, estáticos...
- ❏ O tempo não é levado em conta.
- ❏ A limitação dos recursos não é considerada.
- ❏ Pré-condições e efeitos são simples demais
  - ❏ Sem quantificador universal nos efeitos.



# Planejamento Hierárquico

## ❏ Hierarchical Task Network (HTN) Planning

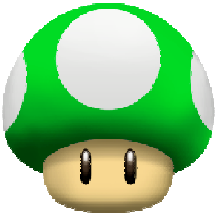
- ❏ Planejamento que busca refinar um plano com a **decomposição hierárquica** de operadores abstratos.
- ❏ Em planejamento HTN, o plano inicial que descreve o problema, é visto como uma **descrição de alto nível** do que deve ser feito.
- ❏ Faz uma busca no espaço de redes de tarefas através das diferentes decomposições de ações (tarefas) compostas.
  - ❏ Ações compostas representam sub-metas de alto nível.
  - ❏ Ações primitivas representam ações.



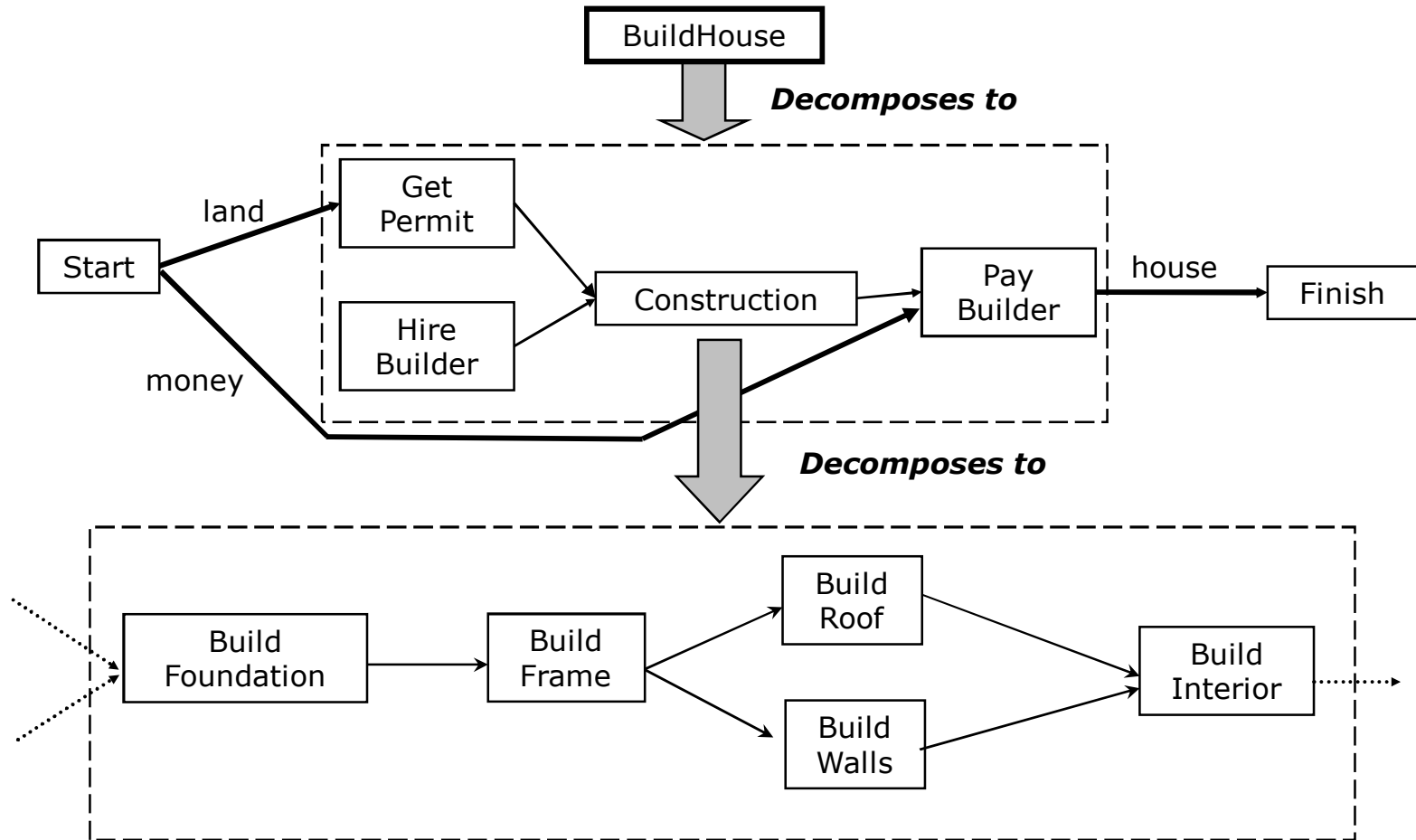
# Planejamento Hierárquico

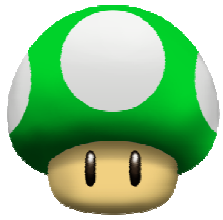
## 💡 Decomposição hierárquica:

- 💡 **Softwares** complexos são criados a partir de uma hierarquia de sub-rotinas ou classes de objetos.
- 💡 **Governos e corporações** têm hierarquias de departamentos, sub-subsidiárias e filiais.
- 💡 Em cada **nível** da hierarquia existe uma tarefa computacional formada por um pequeno número de atividades.



# Exemplo

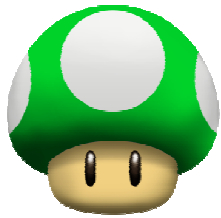




# Planejamento Hierárquico

## ❏ **Plan library:**

- ❏ Contém várias decomposições de ações abstratas em menos abstratas ou mesmo planos inteiros pré-concebidos.
- ❏ Cada ação abstrata tem pré-condições e efeitos que são comuns a todas as instanciações dela.
- ❏ As decomposições podem ser expressadas da seguinte maneira **Decompose(a, d)** - uma ação **a** um pode ser decomposta em plano **d**.

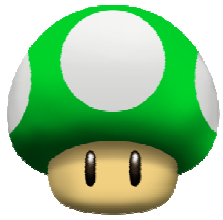


# Planejamento Hierárquico

## ❏ Planejamento hierárquico híbrido

- ❏ Na prática, se mistura operadores de decomposição **HTN** com outros operadores do **planejamento de ordem parcial**.

Decompose(Constrution,  
Plan(STEPS: { $S_1$ : Build(Foundation),  $S_2$ : Build(Frame),  
 $S_3$ : Build(Roof),  $S_4$ : Build(Walls),  
 $S_5$ : Build(Interior)}  
Orderings: { $S_1 < S_2 < S_3 < S_5$ ,  $S_2 < S_4 < S_5$ },  
Bindings: {},  
Links: { $S_1 \xrightarrow{\text{Foundation}} S_2$ ,  $S_2 \xrightarrow{\text{Frame}} S_3$ ,  $S_2 \xrightarrow{\text{Frame}} S_4$ ,  
 $S_3 \xrightarrow{\text{Roof}} S_5$ ,  $S_4 \xrightarrow{\text{Walls}} S_5$ }))



# Planejamento Hierárquico

## ❏ Algoritmo:

- ❏ Constrói-se um plano de ordem parcial inicial no **maior nível de abstração**.
- ❏ Recursivamente **decompõem-se ações abstratas** até o plano de ordem parcial final conter apenas operadores primitivos (que podem ser executados pelo agente).
- ❏ **Resolve-se ameaças** e verifica-se a **consistência global** do plano de ordem parcial final.