



FUNDAÇÃO EDSON QUEIROZ
UNIVERSIDADE DE FORTALEZA
ENSINANDO E APRENDENDO

Aula 11

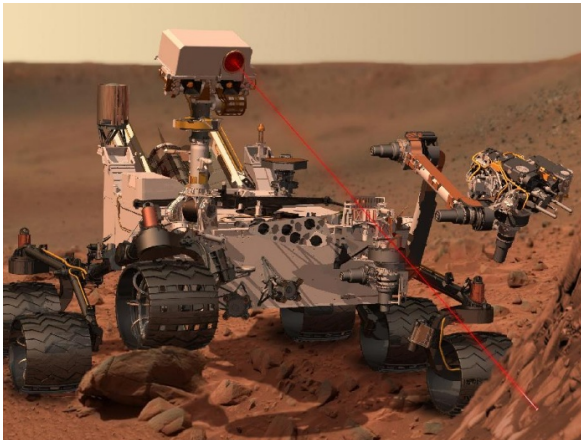
Modelagem do Ambiente

Disciplina: Robótica

Prof. MSc. Ítalo Jáder Loiola Batista
Universidade de Fortaleza - UNIFOR
Centro de Ciências Tecnológicas - CCT
E-mail: italoloiola@unifor.br

Introdução

- ❑ Para que o robô possa interagir com o ambiente de forma mais eficaz do que simplesmente a navegação aleatória;
- ❑ Representação do ambiente;
- ❑ Possibilita ao robô coordenar suas ações no sentido de desempenhar sua tarefa.



Introdução

- ❑ Construída a partir das **leituras obtidas pelos sensores**;
- ❑ O problema da aquisição de modelos é bastante **complexo** e está longe de ser resolvido;
- ❑ Há uma série de **fatores práticos que limitam** a habilidade do robô em “aprender” e “usar” modelos precisos;



Problema da Aquisição de Modelos

❑ Sensores

- ❑ As condições de operação dos sensores podem resultar em perda, falha ou informações irrelevantes;
- ❑ Não permitindo obter a exata localização dos obstáculos.

❑ Limitação da percepção

- ❑ A faixa de percepção de muitos sensores é limitada a uma zona próxima ao robô.
- ❑ Para adquirir informações globais, o robô precisa explorar o ambiente.

Problema da Aquisição de Modelos

❑ Ruído na leitura dos sensores

- ❑ As medidas dos sensores estão corrompidas por ruídos.
- ❑ Geralmente, a distribuição deste ruído não é conhecida.

❑ Imprecisão dos movimentos

- ❑ Os movimentos do robô são imprecisos, ocasionando erros de odometria frequentes.

Problema da Aquisição de Modelos

❑ Complexidade e dinâmica

- ❑ Os ambientes são, em geral, complexos e dinâmicos, o que torna impossível manter modelos exatos dos mesmos.

❑ Requisitos de tempo-real

- ❑ Os requisitos de tempo real impõem que o modelo do ambiente seja simples, acessível e fácil de manipular,
- ❑ Entretanto, construir modelos simples implica maior grau de imprecisão.
- ❑ É preciso balancear precisão e simplicidade.

Problema da Aquisição de Modelos

- ❑ Apesar destas dificuldades, dois paradigmas têm se estabelecido como sendo os principais tipos de modelos utilizados em robótica móvel:
 - ❑ **Modelo baseados em células**
 - ❑ O ambiente é representado por um conjunto de células, onde cada célula corresponde a uma região do ambiente.
 - ❑ **Modelo topológico**
 - ❑ É representado por meio de um grafo, onde os nós correspondem a situações distintas, lugares ou ainda a marcas (*landmarks*).

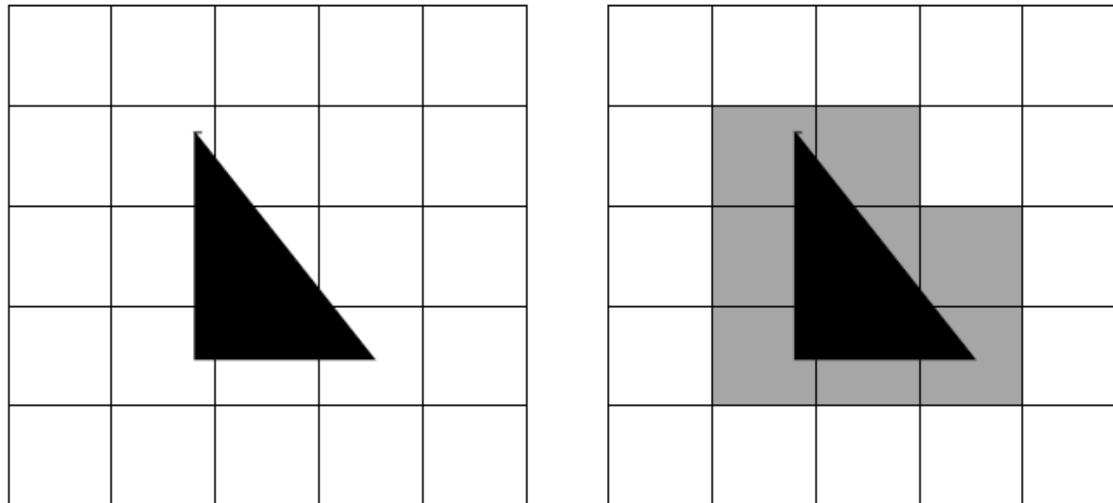
Mapas baseados em células

- ❑ O ambiente bidimensional ou tridimensional;
- ❑ Representado por meio de um **conjunto de células**.
- ❑ Os modelos de decomposição em células são **métodos aproximados**, uma vez que não representam completamente o espaço livre.
- ❑ Há dois esquemas básicos e principais de decomposição do ambiente em células:
 - ❑ **Enumeração da ocupação espacial;**
 - ❑ **Quadrees ou octrees;**

Mapas baseados em células

❑ Modelagem por enumeração;

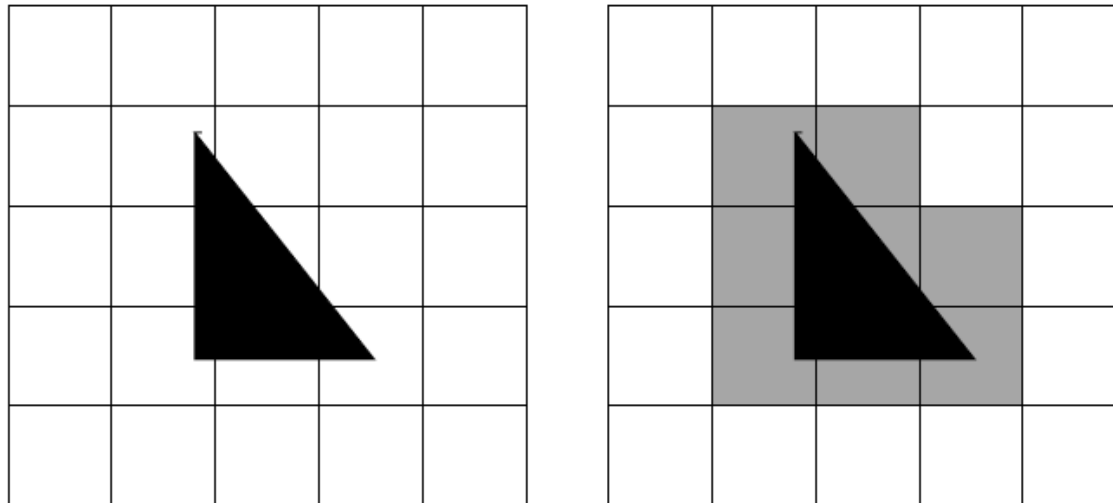
- ❑ Criação de uma matriz de células de tamanho fixo;
- ❑ Método aproximado;
- ❑ Resolução está diretamente relacionada com o tamanho da célula;



Mapas baseados em células

❑ Modelagem por enumeração;

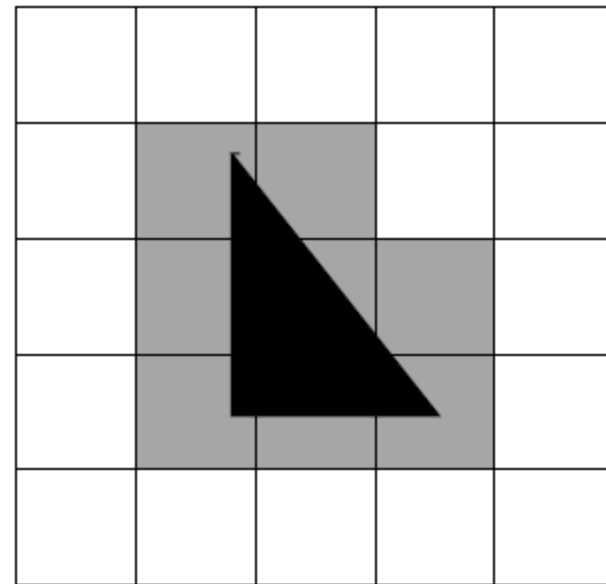
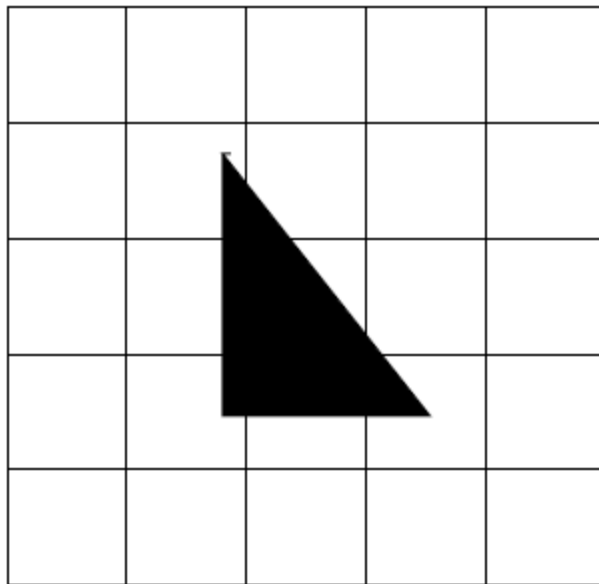
- ❑ Células grandes reduzem a complexidade, mas promovem a perda de espaço livre;
- ❑ Células pequenas permitem uma modelagem mais acurada e, conseqüentemente, o aumento da complexidade.



Mapas baseados em células

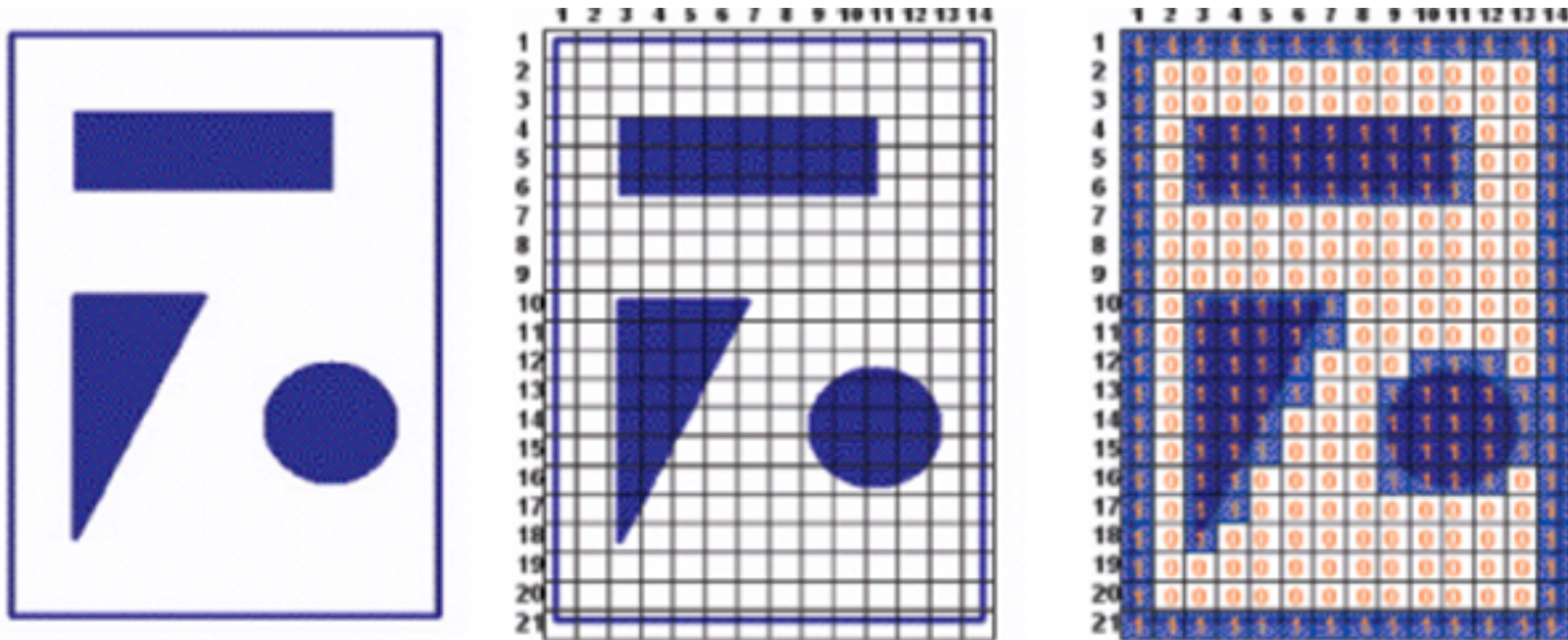
❑ Modelagem por enumeração

- ❑ A cada célula é atribuída uma **probabilidade de ocupação**, ou ainda pode-se considerar a **ocupação binária**.



Mapas baseados em células

□ Modelagem por enumeração



Mapas baseados em células

❑ **Modelagem por *Quadtrees* e *Octrees***

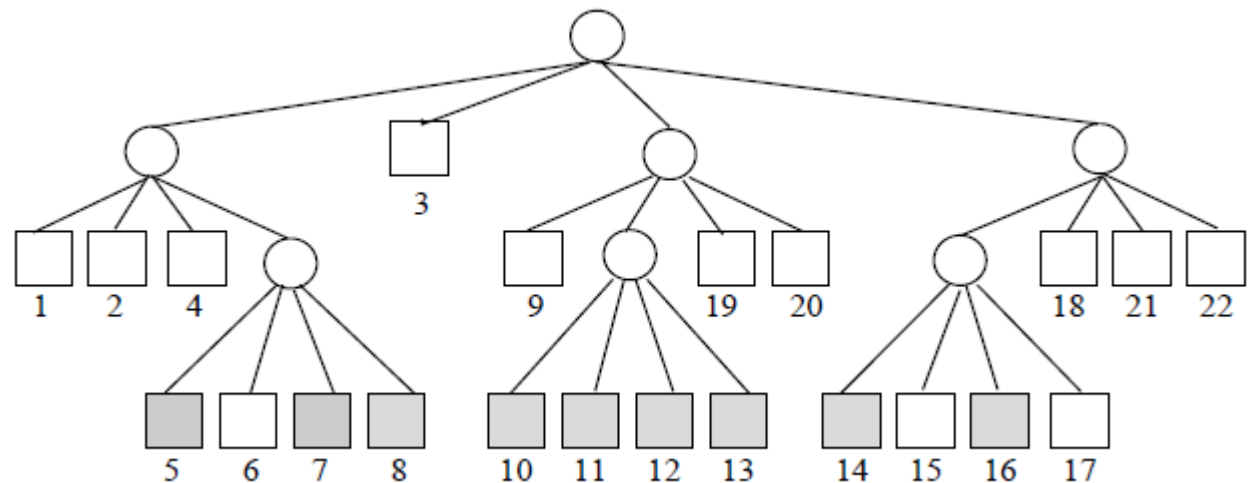
- ❑ Estes métodos são derivados do anterior;
- ❑ Porém são mais eficientes, pois a resolução é facilmente ajustável
- ❑ Em uma mesma representação podem coexistir diferentes graus de resolução.

Mapas baseados em células

❑ Modelagem por *Quadrees* e *Octrees*

- ❑ *As quadrees e octrees são estruturas de dados em forma de árvore que modelam objetos em duas ou três dimensões respectivamente.*

1	2	3	
4	5 6		
7	8	18	
9	10 11 14 15		
12 13 16 17			
19	20	21	22



Modelagem de um ambiente utilizando uma *quadtree*.

Mapas baseados em células

❑ Modelagem por *Quadrees* e *Octrees*

- ❑ As células recebem a atribuição de cheias, vazias ou mistas.
 - ❑ Células cheias são totalmente cobertas por obstáculos;
 - ❑ Células vazias são aquelas cuja intersecção com a região de obstáculos é nula;
 - ❑ Células mistas, quando parte da célula é ocupada pelo obstáculo.

1	2		3			
4	5	6				
	7	8				
9	10	11	14	15	18	
	12	13	16	17		
19	20		21		22	

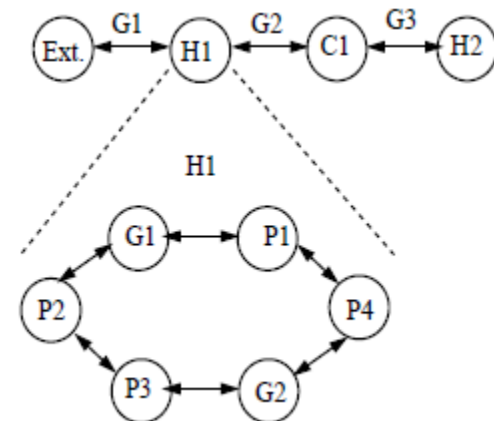
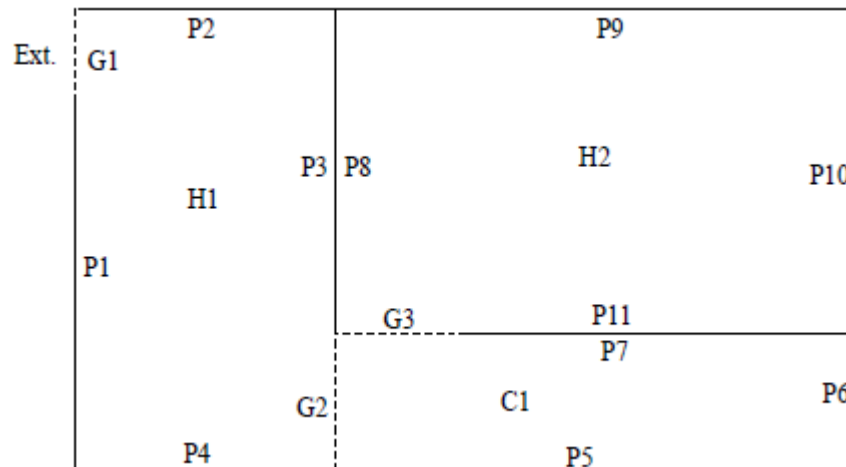
Modelo Topológico

- ❑ A ideia deste modelo é representar relações entre entidades;
- ❑ Essa representação pode ser feita por meio de grafos onde:
 - ❑ Os vértices representam as entidades
 - ❑ As arestas representam as relações
 - ❑ Lugares ou Marcas.
 - ❑ Por utilizar grafos, a representação torna-se compacta, facilitando o processamento e busca por caminhos.

Modelo Topológico

❑ Modelo Topológico de Lugares

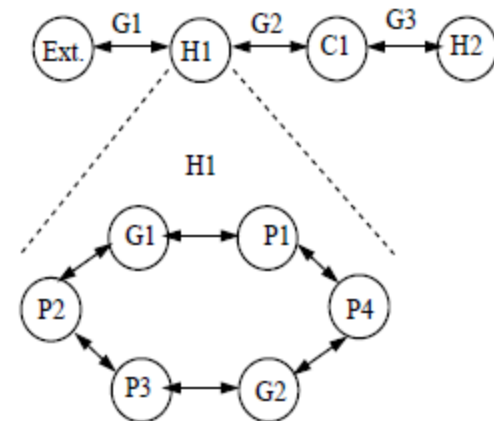
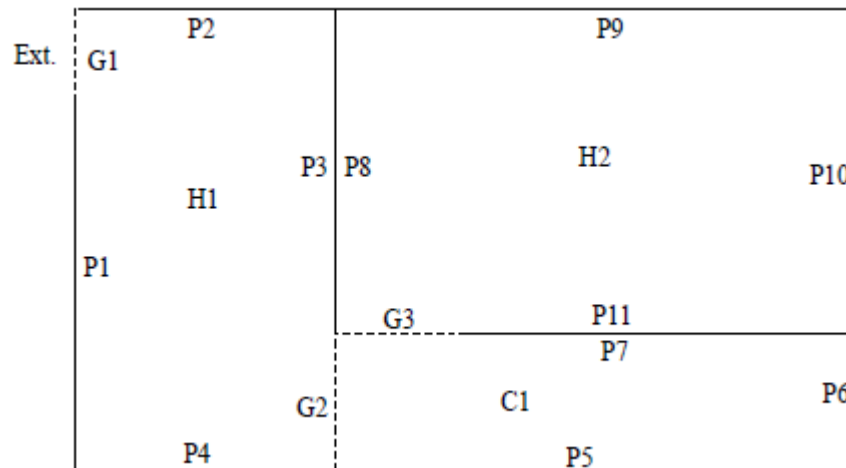
- ❑ A modelagem de lugares é feita de forma hierárquica, utilizando relações de adjacência.
- ❑ Este tipo de modelagem é simples e facilita a manipulação do modelo.



Modelo Topológico

❑ Modelo Topológico de Lugares

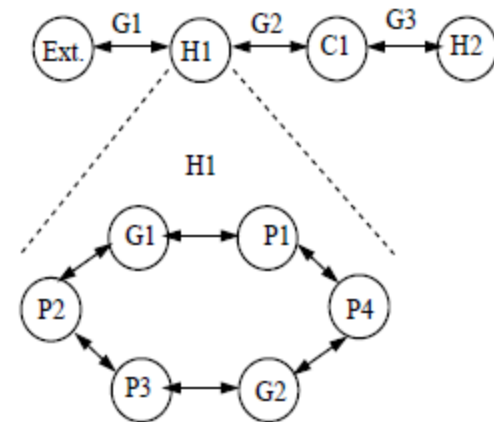
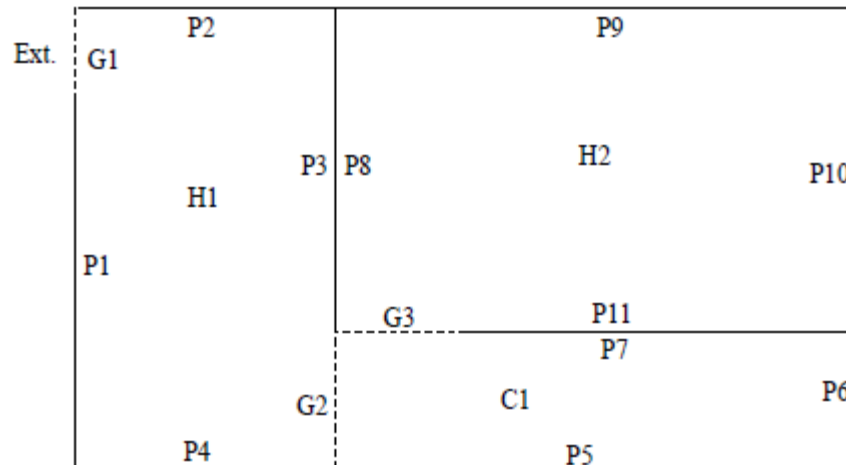
- ❑ O ambiente é formado pelo meio externo (Ext.), por duas salas (H1 e H2) e um corredor (C1).
- ❑ A transição do meio externo (Ext.) para a sala H1 é feita através da porta G1.



Modelo Topológico

❑ Modelo Topológico de Lugares

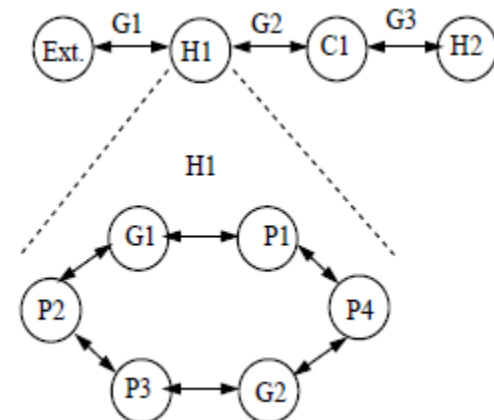
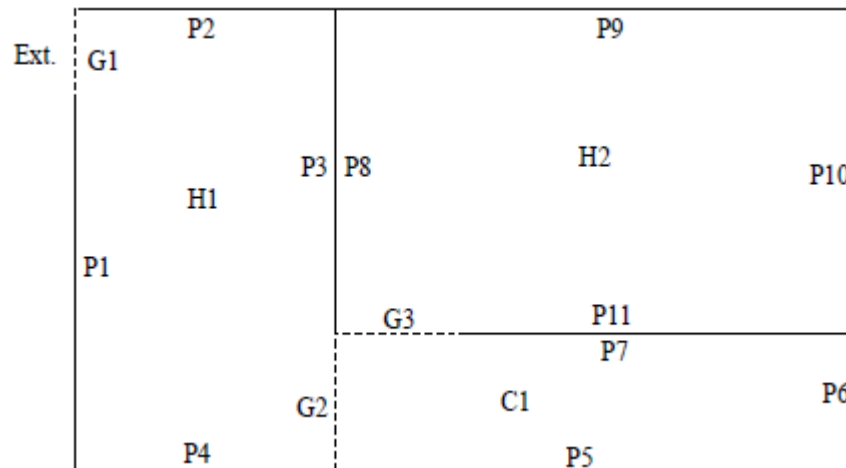
- ❑ Estando em H1, é possível chegar ao corredor C1 utilizando a porta G2. De forma semelhante, utilizando G3 é possível chegar à sala H2.



Modelo Topológico

❑ Modelo Topológico de Lugares

- ❑ Ao refinar o modelo, as entidades são expandidas, gerando novos grafos.
- ❑ Assim, pode-se representar, por exemplo, a sala H1 como sendo o conjunto formado pelas paredes P1, P2, P3 e P4 e pelas portas G1 e G2.
- ❑ As arestas do grafo representam a relação de adjacência entre estas entidades.



Modelo Topológico

❑ Modelo Topológico de Marcas

- ❑ Uma marca (*landmark*) pode ser qualquer objeto ou conjunto de objetos que integre o ambiente.
- ❑ As marcas são classificadas em dois grupos:
 - ❑ As **marcas naturais** não podem ser modificadas ou movidas (uma parede, uma porta, um edifício, uma montanha, etc.).
 - ❑ As **marcas artificiais** podem ser movidas ou modificadas.

Modelo Topológico

❑ Modelo Topológico de Marcas

❑ 3 tipos de objetos que podem compor uma marca:

❑ Objetos geométricos

- ❑ Estas marcas são formadas por objetos geométricos simples. Ex.: polígono, prismas, etc.

❑ Objetos estruturados

- ❑ São marcas formadas por objetos dotados de uma estrutura bem definida e mais complexa. Ex.: sinais de tráfego, marcas específicas para localização, portas, um cruzamento, um edifício de forma e cor determinados.

❑ Objetos não-estruturados

- ❑ Estas marcas são formadas por objetos sem estrutura bem definida. Ex.: uma árvore, uma rocha, etc.

Exercícios

1. Os dois métodos apresentados aqui são métodos aproximados de modelagem do ambiente. Pesquise e descreva brevemente um método de representação que seja exato. Por que este tipo de modelo não é muito utilizado?
2. Monte uma pequena tabela listando as vantagens e desvantagens de métodos de modelagem exatos e aproximados.
3. A criação de modelos topológicos apresenta-se como uma forma simples de modelagem. Quais tipos de sensores são utilizados para detectar marcas?

Próxima Aula

Aula 12

Planejamento de Trajetória