

Tema 8

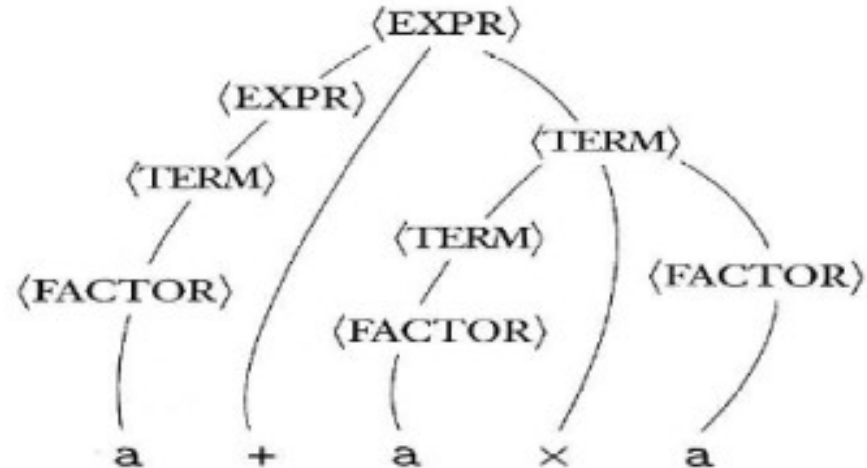
Grafos AND-OR

Professora:

Ariane Machado Lima

Antes... Árvores sintáticas de GLCs

- A representação gráfica de uma derivação de uma cadeia por uma GLC é uma árvore, a (uma) **árvore sintática** daquela cadeia

$$\begin{aligned}\langle \text{EXPR} \rangle &\rightarrow \langle \text{EXPR} \rangle + \langle \text{TERM} \rangle \mid \langle \text{TERM} \rangle \\ \langle \text{TERM} \rangle &\rightarrow \langle \text{TERM} \rangle \times \langle \text{FACTOR} \rangle \mid \langle \text{FACTOR} \rangle \\ \langle \text{FACTOR} \rangle &\rightarrow (\langle \text{EXPR} \rangle) \mid a\end{aligned}$$


Como representar graficamente o padrão como um todo (gramática)?

- Na derivação de uma cadeia há apenas uma produção para um dado não terminal, mas na gramática geralmente pode haver várias...

$$\begin{aligned}\langle \text{EXPR} \rangle &\rightarrow \langle \text{EXPR} \rangle + \langle \text{TERM} \rangle \mid \langle \text{TERM} \rangle \\ \langle \text{TERM} \rangle &\rightarrow \langle \text{TERM} \rangle \times \langle \text{FACTOR} \rangle \mid \langle \text{FACTOR} \rangle \\ \langle \text{FACTOR} \rangle &\rightarrow (\langle \text{EXPR} \rangle) \mid \mathbf{a}\end{aligned}$$


Árvore AND-OR

- **Nós internos OR:** cada nó **OR** corresponde a um não-terminal que é o lado esquerdo de várias produções, e cada filho corresponde a uma produção possível
- **Nós internos AND:** o nó corresponde a uma produção que tem como lado esquerdo seu pai (ou símbolo inicial caso o nó seja a raiz da árvore) e seus filhos correspondem ao lado direito desta produção
- **Nós folhas:** correspondem aos símbolos terminais (primitivas)
- Potencialmente infinita
- Cada árvore sintática de cada cadeia da linguagem corresponde a uma subárvore (ex. fundo cinza – cadeia ab)
- **Raiz:** pode ser um nó AND (se houver apenas uma regra para o símbolo inicial) ou OR (caso contrário).

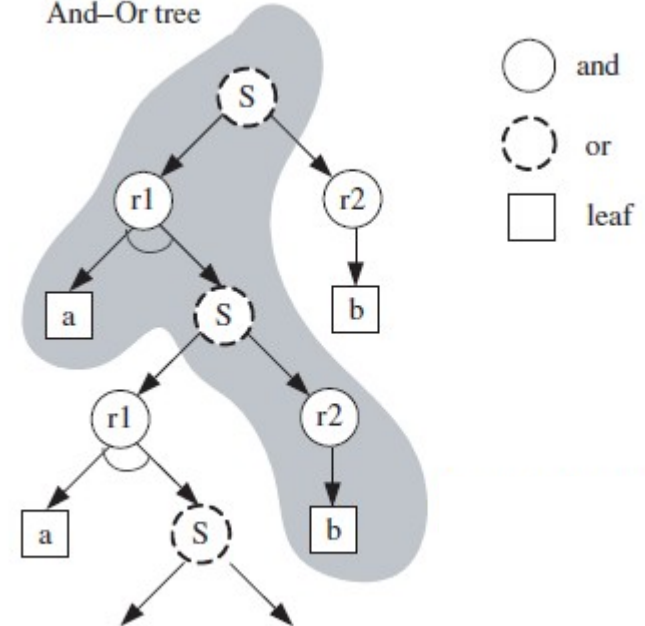
Grammar

$$V_T = \{a, b\}$$

$$V_N = \{S\}$$

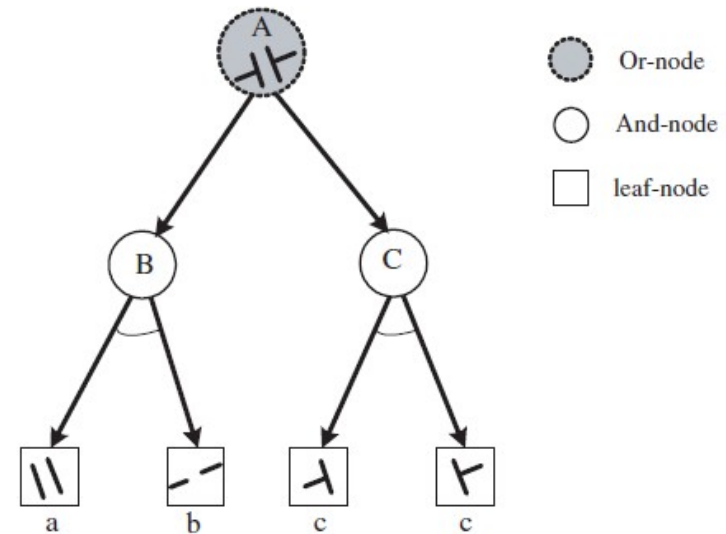
$$R = \{r_1 : S \rightarrow aS, r_2 : S \rightarrow b\}$$

And-Or tree



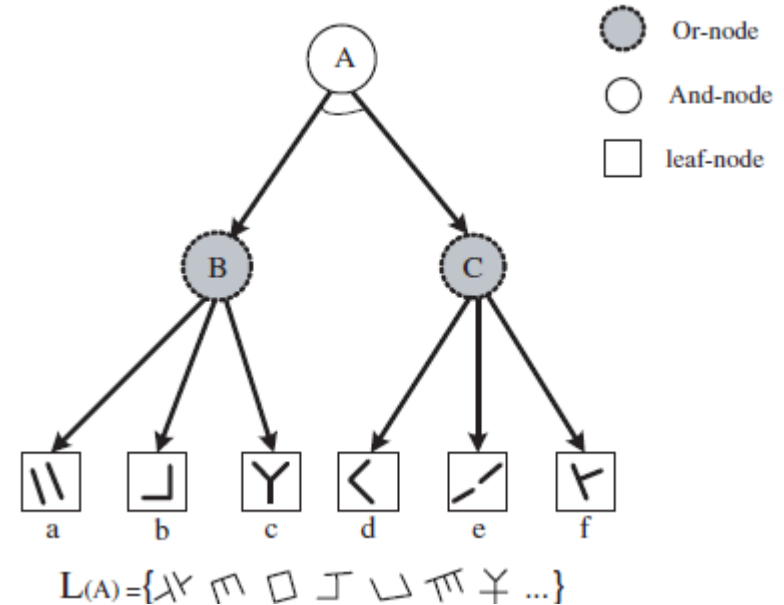
Árvore AND-OR

- **Nós internos OR:** cada nó **OR** corresponde a um não-terminal que é o lado esquerdo de várias produções, e cada filho corresponde a uma produção possível
- **Nós internos AND:** o nó corresponde a uma produção que tem como lado esquerdo seu pai (ou símbolo inicial caso o nó seja a raiz da árvore) e seus filhos correspondem ao lado direito desta produção
- **Nós folhas:** correspondem aos símbolos terminais (primitivas)
- Potencialmente infinita
- Cada árvore sintática de cada cadeia da linguagem corresponde a uma subárvore
- **Raiz:** pode ser um nó AND (se houver apenas uma regra para o símbolo inicial) ou **OR** (caso contrário).



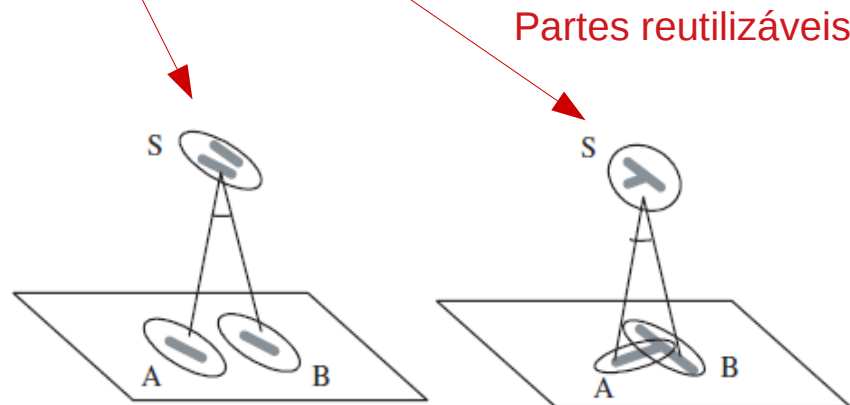
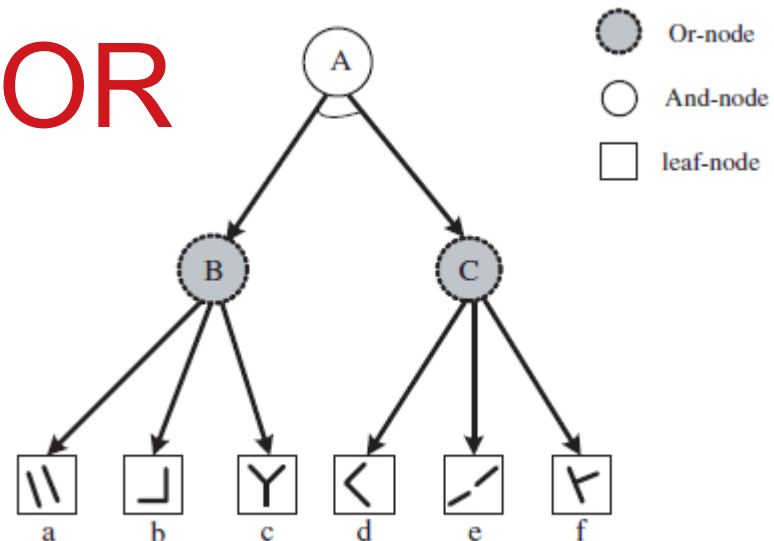
Árvore AND-OR

- **Nós internos OR:** cada nó **OR** corresponde a um não-terminal que é o lado esquerdo de várias produções, e cada filho corresponde a uma produção possível
- **Nós internos AND:** o nó corresponde a uma produção que tem como lado esquerdo seu pai (ou símbolo inicial caso o nó seja a raiz da árvore) e seus filhos correspondem ao lado direito desta produção
- **Nós folhas:** correspondem aos símbolos terminais (primitivas)
- Potencialmente infinita
- Cada árvore sintática de cada cadeia da linguagem corresponde a uma subárvore
- **Raiz:** pode ser um nó **AND** (se houver apenas uma regra para o símbolo inicial) ou **OR** (caso contrário).



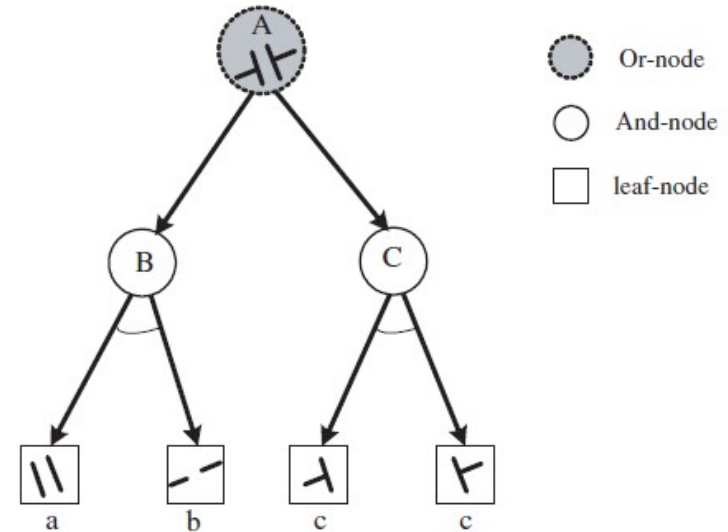
Árvore AND-OR

- **Nós internos OR:** cada nó **OR** corresponde a um não-terminal que é o lado esquerdo de várias produções, e cada filho corresponde a uma produção possível
- **Nós internos AND:** o nó corresponde a uma produção que tem como lado esquerdo seu pai (ou símbolo inicial caso o nó seja a raiz da árvore) e seus filhos correspondem ao lado direito desta produção
- **Nós folhas:** correspondem aos símbolos terminais (**primitivas**)
- Potencialmente infinita
- Cada árvore sintática de cada cadeia da linguagem corresponde a uma subárvore
- **Raiz:** pode ser um nó **AND** (se houver apenas uma regra para o símbolo inicial) ou **OR** (caso contrário).



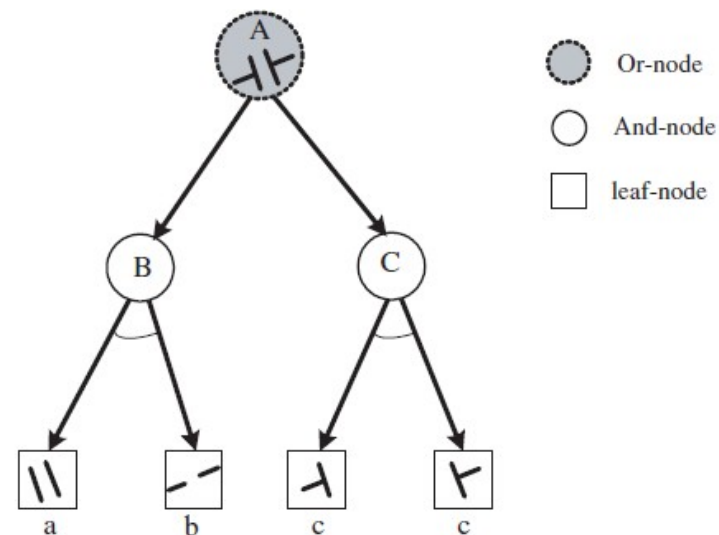
Árvore AND-OR

- **Observação:** esta “gramática” representa duas interpretações de uma imagem (ambiguidade!)
- Uma oclusão de uma linha reta (imagem com duas camadas)
- Um espelhamento de duas estruturas (imagem com uma camada)



Até aqui, livre de contexto

- O que vimos aqui são outra forma de representar linguagens livres de contexto
- Mas tudo que vimos até agora funciona bem para análise de imagens?



Gramáticas de imagens

Problema 1: relações entre as partes

- **Relação entre as partes de uma cadeia:** adjacência (cadeia lida da esquerda para a direita)

$a + a^* a$

Gramáticas de imagens

Problema 1: relações entre as partes

- **Relação entre as partes de uma cadeia:** adjacência (cadeia lida da esquerda para a direita)
- **Relação entre as partes de uma imagem:** adjacência (esquerda, direita, em cima, em baixo, sobreposição), ...
- **Ex: fotografia de cenas** - as linhas sólidas representam a **decomposição** e as linhas tracejadas as **relações** entre os elementos (contexto)
- Não é uma árvore sintática, e sim um **grafo**

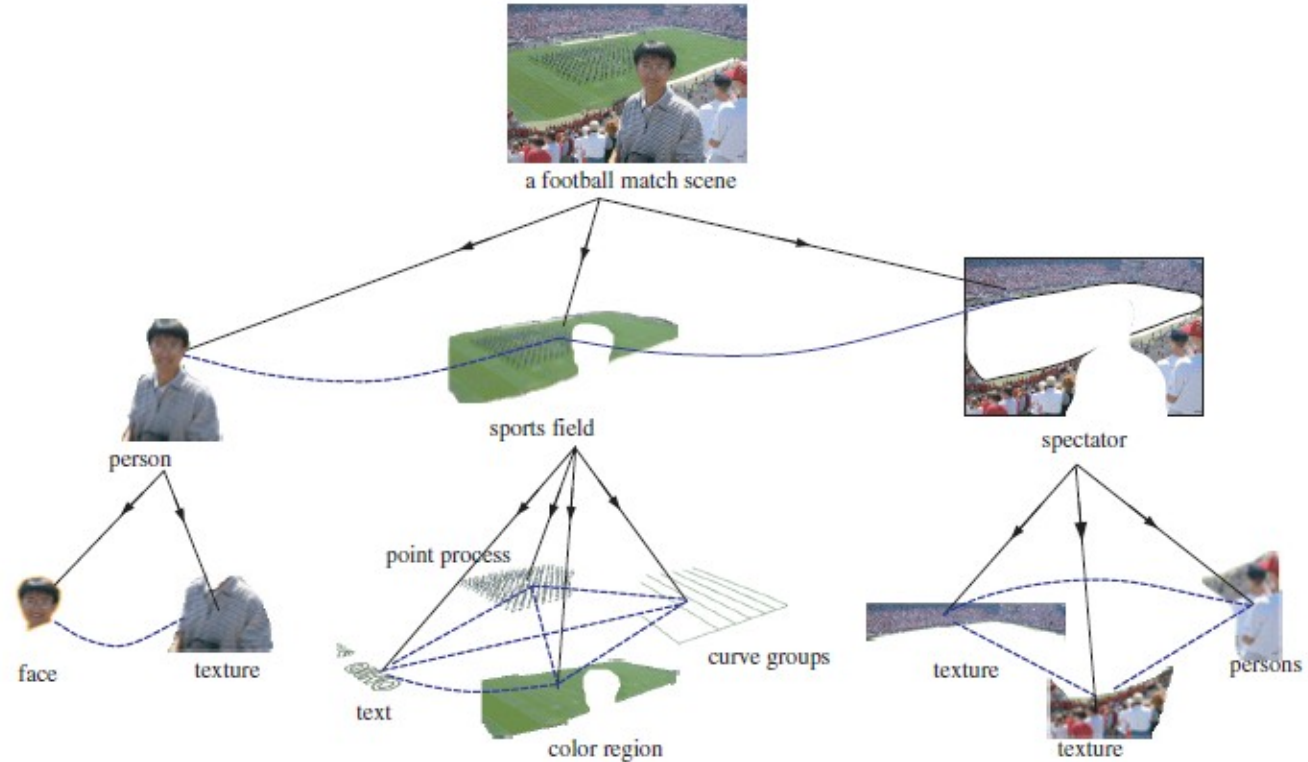

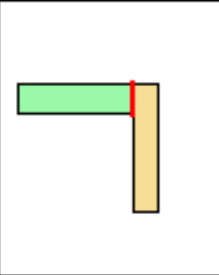
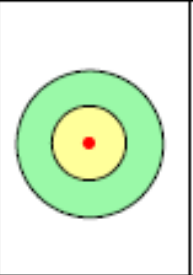
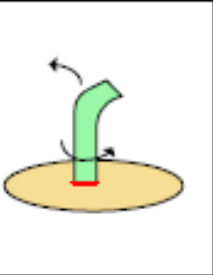
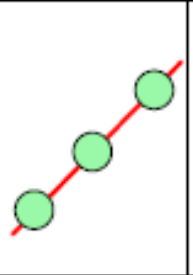

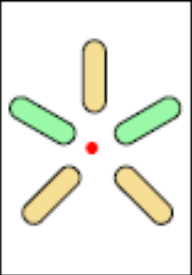
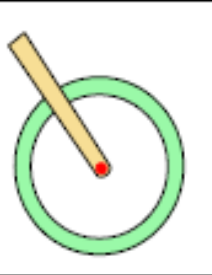

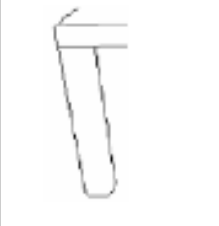








Fig. 1.1 Illustrating the task of image parsing. The parse graph includes a tree structured decomposition in vertical arrows and a number of spatial and functional relations in horizontal arrows. From DOI: 10.1561/0600000018

Gramáticas de imagens

Problema 1: relações entre as partes

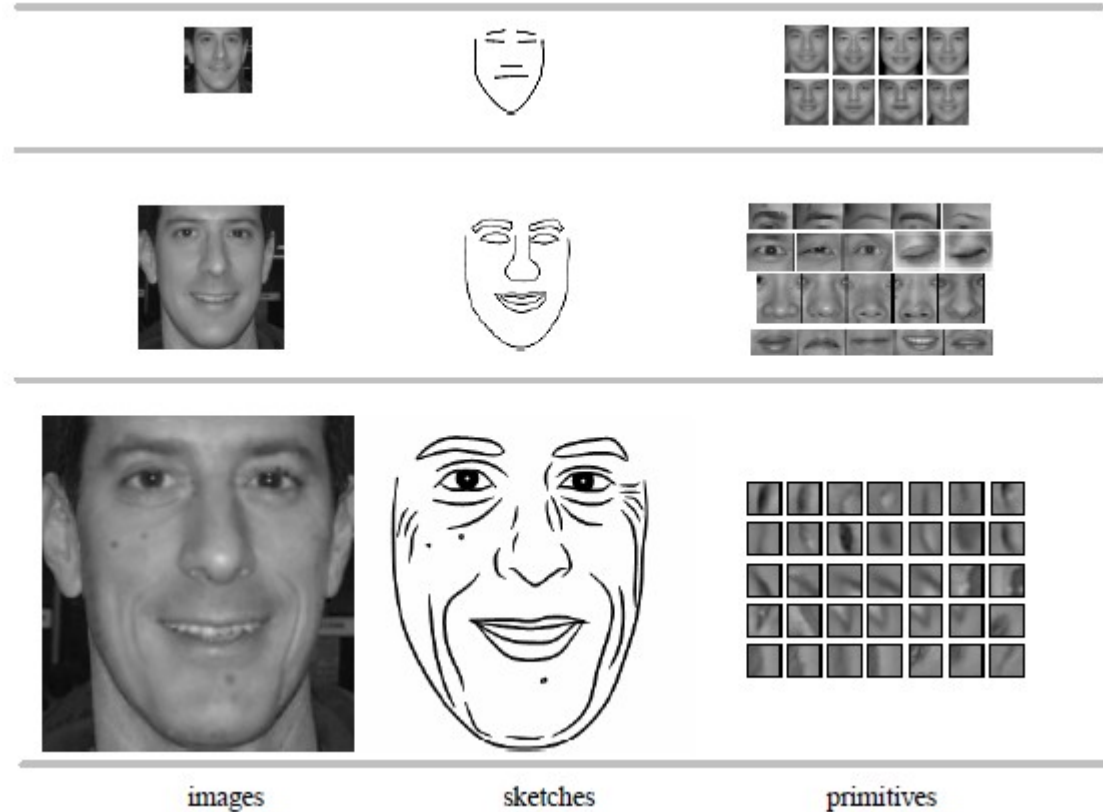
Outros exemplos de relações (pontos/linhas vermelhos são junções)

Hinged	Butting	Concentric	Attached	Colinear	Parallel	Radial	Bar-circle
							
							

Gramáticas de imagens

Problema 2: escala

- **Cadeias:** não há uma noção de escala
- **Imagens:** cada componente da imagem pode ser qualquer tamanho, o que impacta em sua resolução
- Necessidade de uma abordagem **multirresolução:** se há resolução suficiente desço no detalhe (nos níveis mais profundos da gramática), se não preciso parar no nó a partir do qual não consigo mais evoluir
- **Ex: fotografia de rostos** – o que são as primitivas (folhas) depende do nível de resolução da imagem sendo analisada



Gramáticas de imagens

Problema 3: estrutura e textura

- Imagens possuem componentes mais ou menos estruturados, no limite **texturas**
- Estruturas são bem descritas/analísadas por gramáticas
- Texturas são melhor descritas/analísadas por **Markov Random Fields** (não trataremos na disciplina)



Ex: parede rochosa

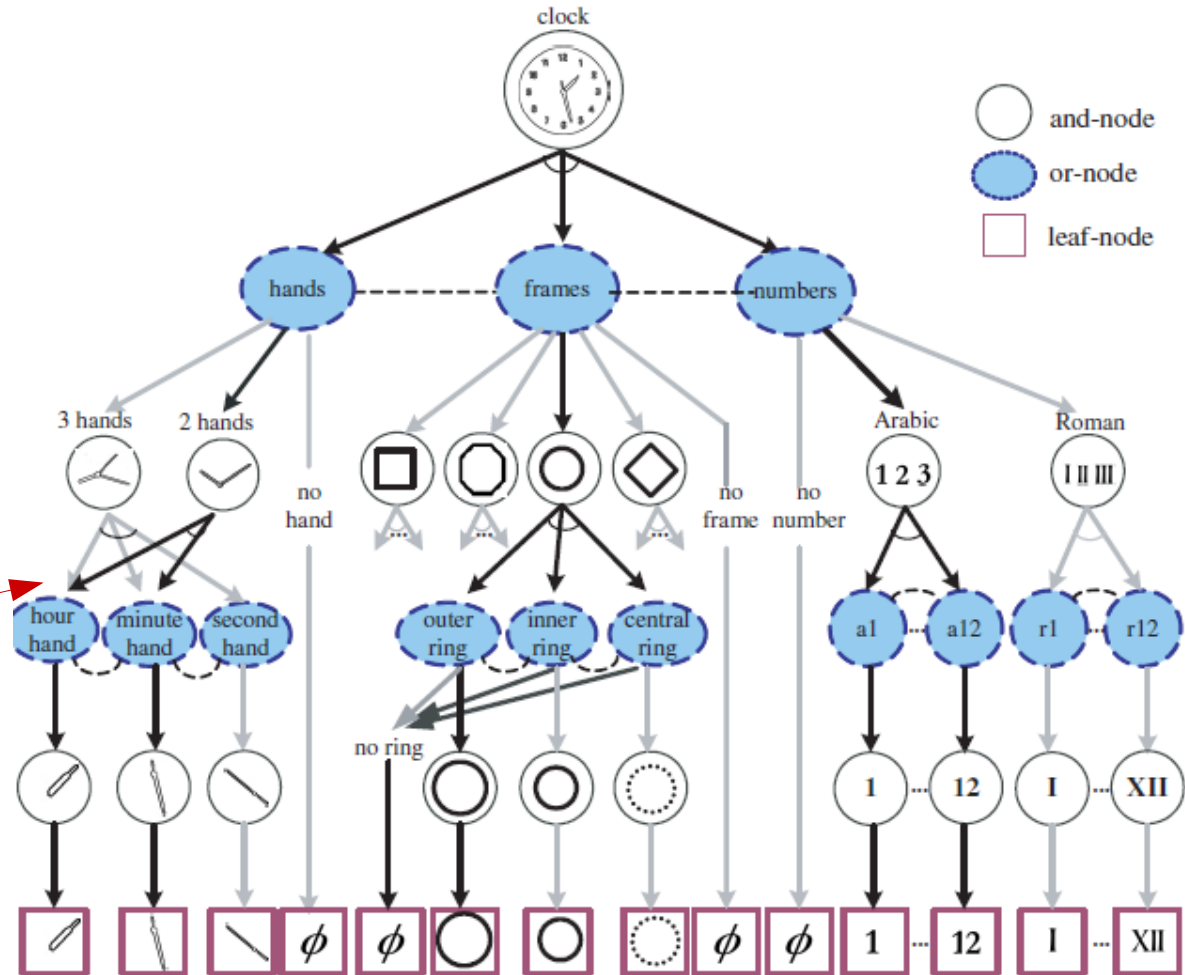
Grafos AND-OR para imagens

- **Ex: relógio de parede**

- as linhas sólidas representam a decomposição e as linhas tracejadas as relações entre os elementos (contexto)

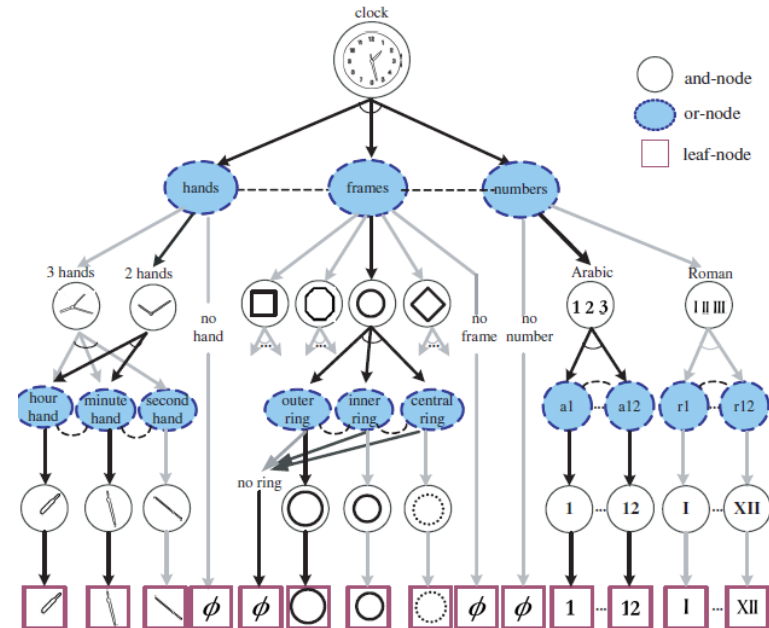
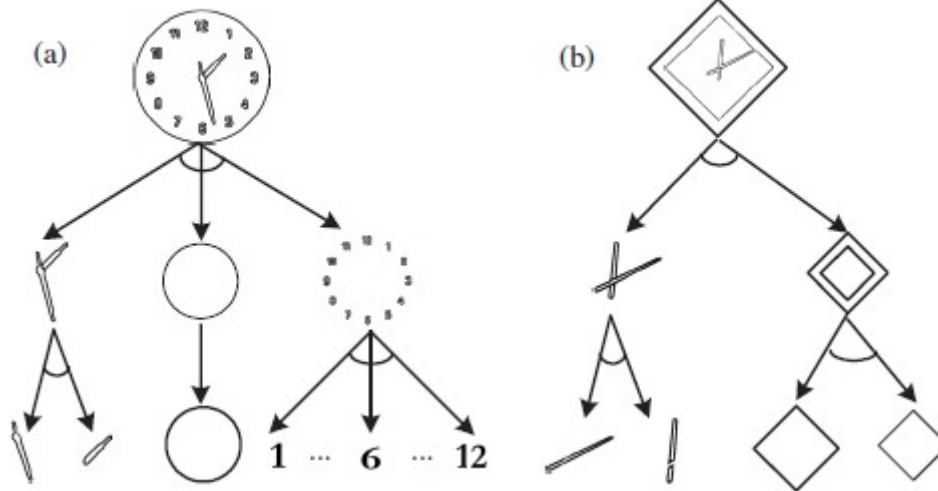
- Reutilização (e compartilhamento) de partes

Multirresolução



Grafos AND-OR para imagens

- Dois grafos sintáticos (para dois relógios distintos)



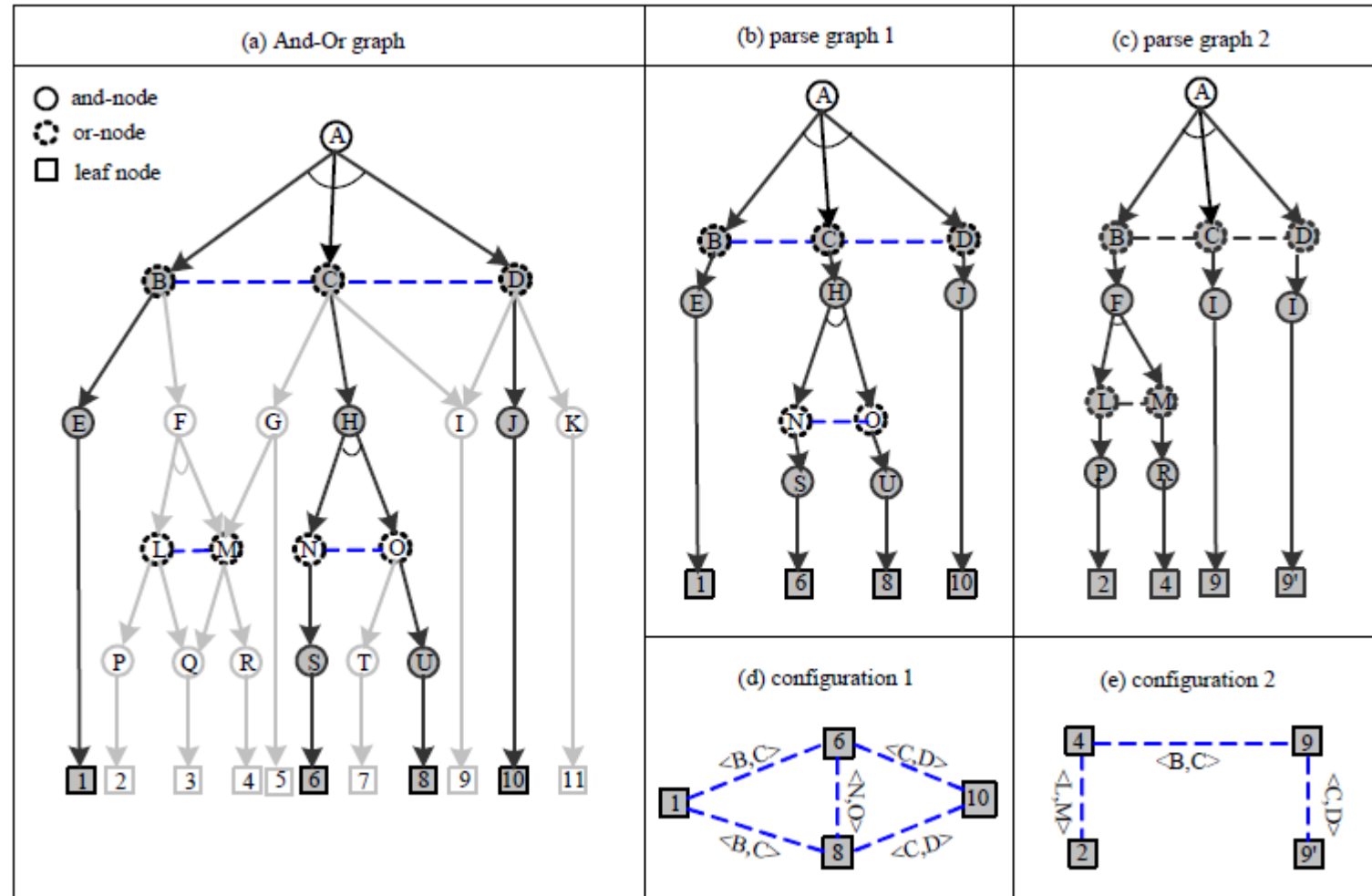
Grafos AND-OR para imagens

- **Grafo sintático:**
árvore sintática (da hierarquia /estrutura)
+ relações

- **Configuração:**

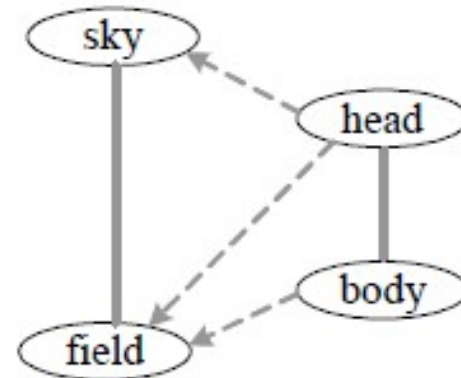
$$C = (F, E)$$

- F = conjunto de folhas
- R = conjunto de relações entre as folhas de F



Grafos AND-OR para imagens

- Configurações (exemplo mais real)
- Arestas sólidas: estrutura (e adjacência)
- Arestas tracejadas: relação de oclusão



Grafo AND-OR: Definição

- Um grafo AND-OR $G_{\text{and-or}}$ (que representa uma gramática de imagens) é uma quintupla $G_{\text{and-or}} = (S, V, \Sigma, R, P)$ em que
 - S é o nó raiz (da categoria de cena ou de objeto)
 - $V = V_{\text{and}} \cup V_{\text{or}}$ é o conjunto de nós não-terminais (internos) And e Or
 - Σ é o conjunto de nós terminais (folhas) formados por primitivas, partes ou objetos (lembre de multirresolução....)
 - R é o conjunto de relações entre nós
 - P é o modelo de probabilidade definido sobre o grafo

Aprendizado de Grafos AND-OR (apenas uma breve visão geral)

- Aprendizado dos parâmetros
 - 1) Estimação das probabilidades da estrutura hierárquica via máxima verossimilhança / máxima a posteriori (contagens a partir de árvores sintáticas de treinamento)
 - 2) O grafo treinado é utilizado para gerar imagens sintéticas, que são utilizadas para ajustar as relações (uma a uma, por ordem de discrepância nas imagens sintéticas comparadas às de treinamento)
 - 3) Passo 2 é feito até não haver grandes discrepâncias entre imagens sintetizadas e as de treinamento

- Aprendizado da estrutura