



# CHƯƠNG TRÌNH DỊCH

---

## Bài 8: Phân tích cú pháp bằng thuật toán **top-down**



# Nội dung

---

1. Ý tưởng & thuật toán
2. Ví dụ minh họa
3. Cài đặt top-down đơn giản
  - Cấu trúc một luật văn phạm
  - Cấu trúc một suy diễn trực tiếp
  - Máy phân tích: các hàm hỗ trợ
  - Máy phân tích: các hàm chính
  - Thử nghiệm
4. Đánh giá về top-down
5. Bài tập



Phần 1

# Ý tưởng & thuật toán



# Top-down: ý tưởng

---

- Cho văn phạm  $G$  với các luật sinh:

$$S \rightarrow E + S \mid E \quad E \rightarrow 1 \mid 2 \mid 3 \mid 4 \mid 5 \mid (S)$$

- Xâu vào:  $W = (1 + 2 + (3 + 4)) + 5$

- Suy dẫn trái từ  $S$  thành  $W$  như sau:

$$\begin{aligned} S &\Rightarrow E + S \Rightarrow (S) + S \Rightarrow (E + S) + S \Rightarrow (1 + S) + S \\ &\Rightarrow (1 + E + S) + S \Rightarrow (1 + 2 + S) + S \\ &\Rightarrow (1 + 2 + E) + S \Rightarrow (1 + 2 + (S)) + S \\ &\Rightarrow (1 + 2 + (E + S)) + S \Rightarrow (1 + 2 + (3 + S)) + S \\ &\Rightarrow (1 + 2 + (3 + E)) + S \Rightarrow (1 + 2 + (3 + 4)) + S \\ &\Rightarrow (1 + 2 + (3 + 4)) + E \Rightarrow (1 + 2 + (3 + 4)) + 5 \end{aligned}$$



# Top-down: ý tưởng

---

- Xét quá trình suy dẫn  $S \Rightarrow W_1 \Rightarrow W_2 \Rightarrow \dots \Rightarrow W$
- $W_i$  luôn chứa ít nhất một non-terminal
- Xét  $X$  là non-terminal trái nhất của  $W_i$ :
  - $W$  không chứa non-terminal nên  $X$  sẽ phải “biến mất”
  - Cách làm “biến mất”  $X$  chỉ có thể do sử dụng luật văn phạm mà vế trái là  $X$
- **Nhận xét:** trước sau gì  $X$  cũng sẽ “biến mất” bởi một luật văn phạm có dạng  $X \rightarrow \alpha$ 
  - Top-down sử dụng năng lực tính toán của máy tính để thử các khả năng có thể (phương pháp thử-sai-quay-lui)



# Top-down: ý tưởng

---

- Dò tìm quá trình suy dẫn  $S \Rightarrow W_1 \Rightarrow \dots \Rightarrow W$ :
  - Với  $W_i$ , tìm non-terminal  $X$
  - Tìm luật dạng  $X \rightarrow \alpha$ , áp dụng để suy diễn  $W_i \Rightarrow W_{i+1}$
  - Dừng nếu  $W_{i+1} = W$  (tìm được phương án suy dẫn)
  - Thử với  $W_{i+1}$  hoặc quay lui nếu đã xét hết phương án
- Đặc điểm của Top-down:
  - Nếu  $W_i$  có chứa nhiều non-terminal thì chỉ cần thử với non-terminal trái nhất
  - Trong số nhiều suy dẫn dạng  $S \Rightarrow^* W$ , thuật toán sẽ tìm suy dẫn trái



# Top-down: thuật toán

---

1.  $A = S$
2. Với một chuỗi  $A$  đạt được trong quá trình suy diễn:
  - Nếu  $A = W$ :
    - Kết luận: quá trình tìm kiếm thành công
    - Lưu lại quá trình biến đổi từ đầu để được  $A$
    - Kết thúc ngay lập tức quá trình tìm kiếm
  - Nếu  $A \neq W$ : tìm kí hiệu trung gian trái nhất  $X$
  - Không tìm được  $X$  thì dừng, quay lui lại hàm gọi
  - Duyệt tất cả các luật sinh dạng  $X \rightarrow \alpha$ 
    - Áp dụng luật đó trên  $A$  (ở vị trí  $X$ ), ta được  $A'$
    - Thử bước 2 với chuỗi  $A = A'$



Phần 2

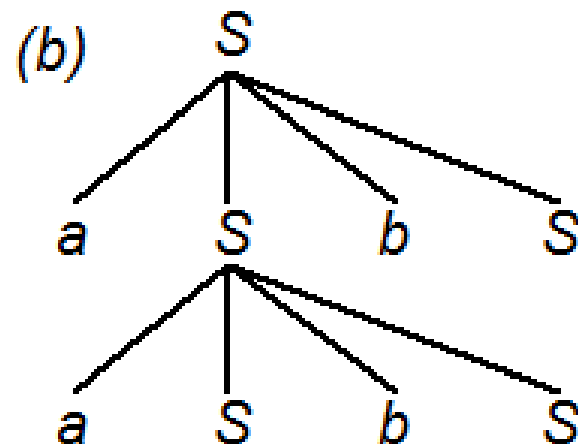
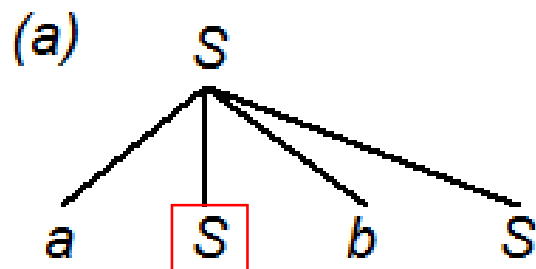
# Ví dụ minh họa





# Top-down: ví dụ

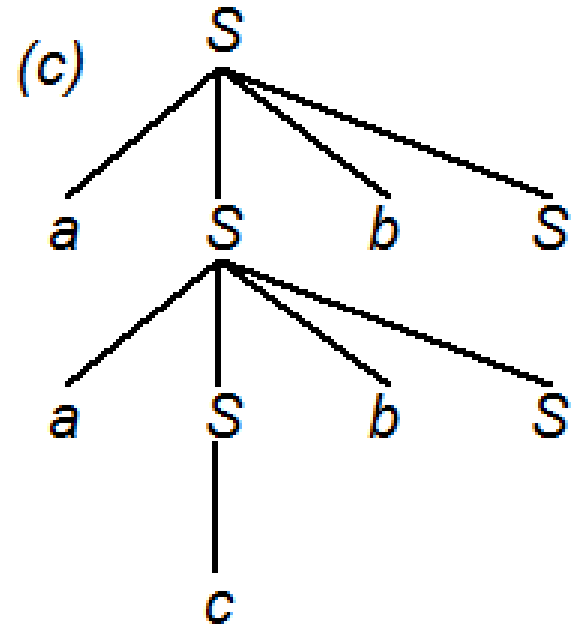
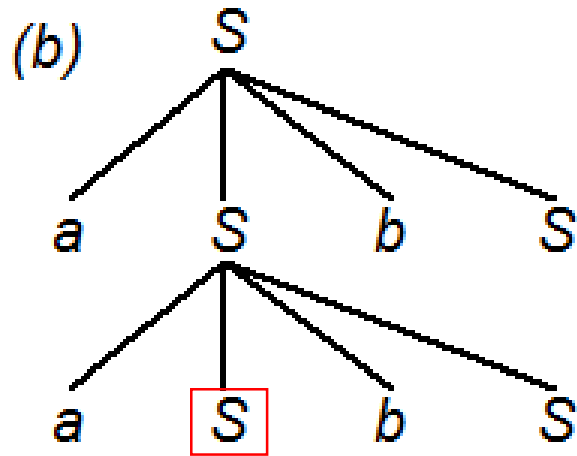
Phân tích  $W = aacbc$  với tập luật  $S \rightarrow aSbS \mid aS \mid c$



1. Xét  $A = aSbS$
2. Tìm được kí hiệu  $S$  thứ 2 trong  $A$  là non-terminal
3. Thử áp dụng luật  $S \rightarrow aSbS$  được  $A' = aaSbSbS$



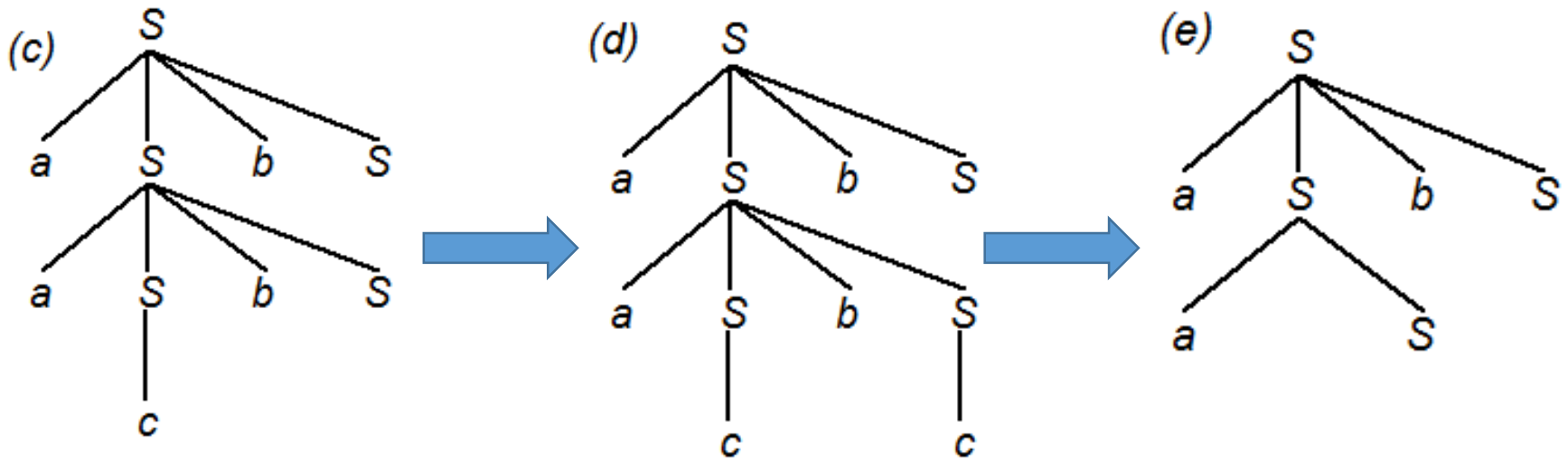
# Top-down: ví dụ



1. Xét  $A = aaSbSbS$
2. Tìm được kí hiệu  $S$  thứ 3 trong  $A$  là non-terminal
  1. Thử áp dụng luật  $S \rightarrow aSbS$  được  $A' = aaaSbSbSbS$
  2. Thử áp dụng luật  $S \rightarrow aS$  được  $A' = aaaSbSbS$
  3. Thử áp dụng luật  $S \rightarrow c$  được  $A' = aacbSbS$



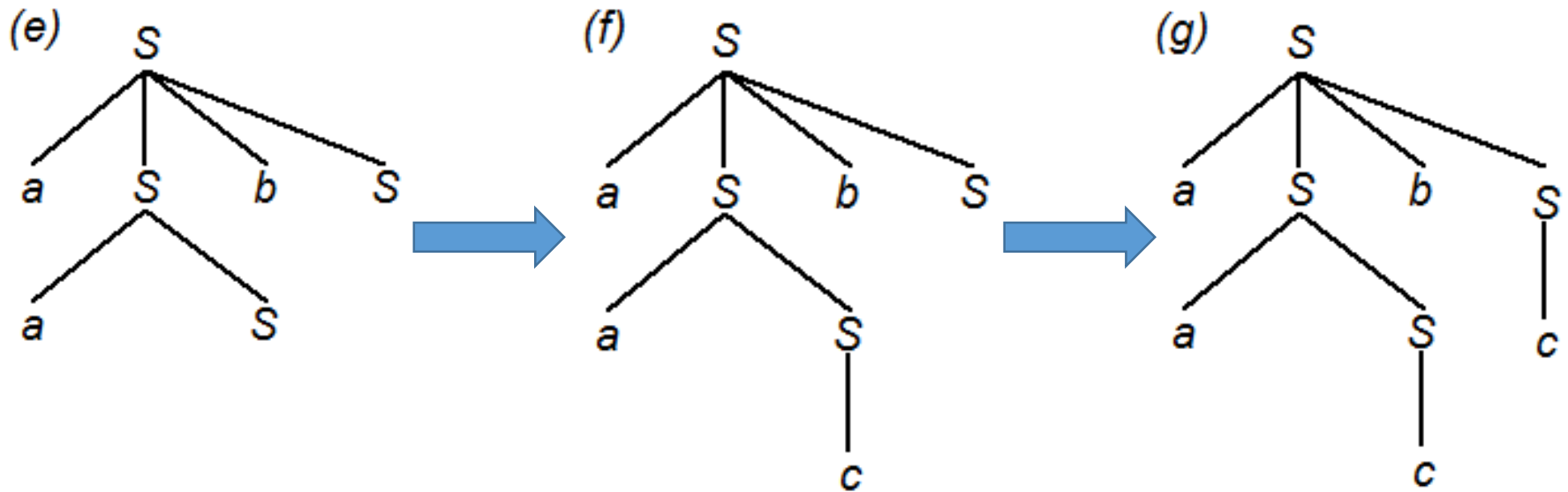
# Top-down: ví dụ



- Quá trình thử sai kết luận rằng  $A = aSbS$  không thể áp dụng luật  $S \rightarrow aSbS$
- Quay lui về đến tình huống ban đầu ở hình (a)
- Thử phương án tiếp theo  $S \rightarrow aS$ , được  $A' = aaSbS$



# Top-down: ví dụ

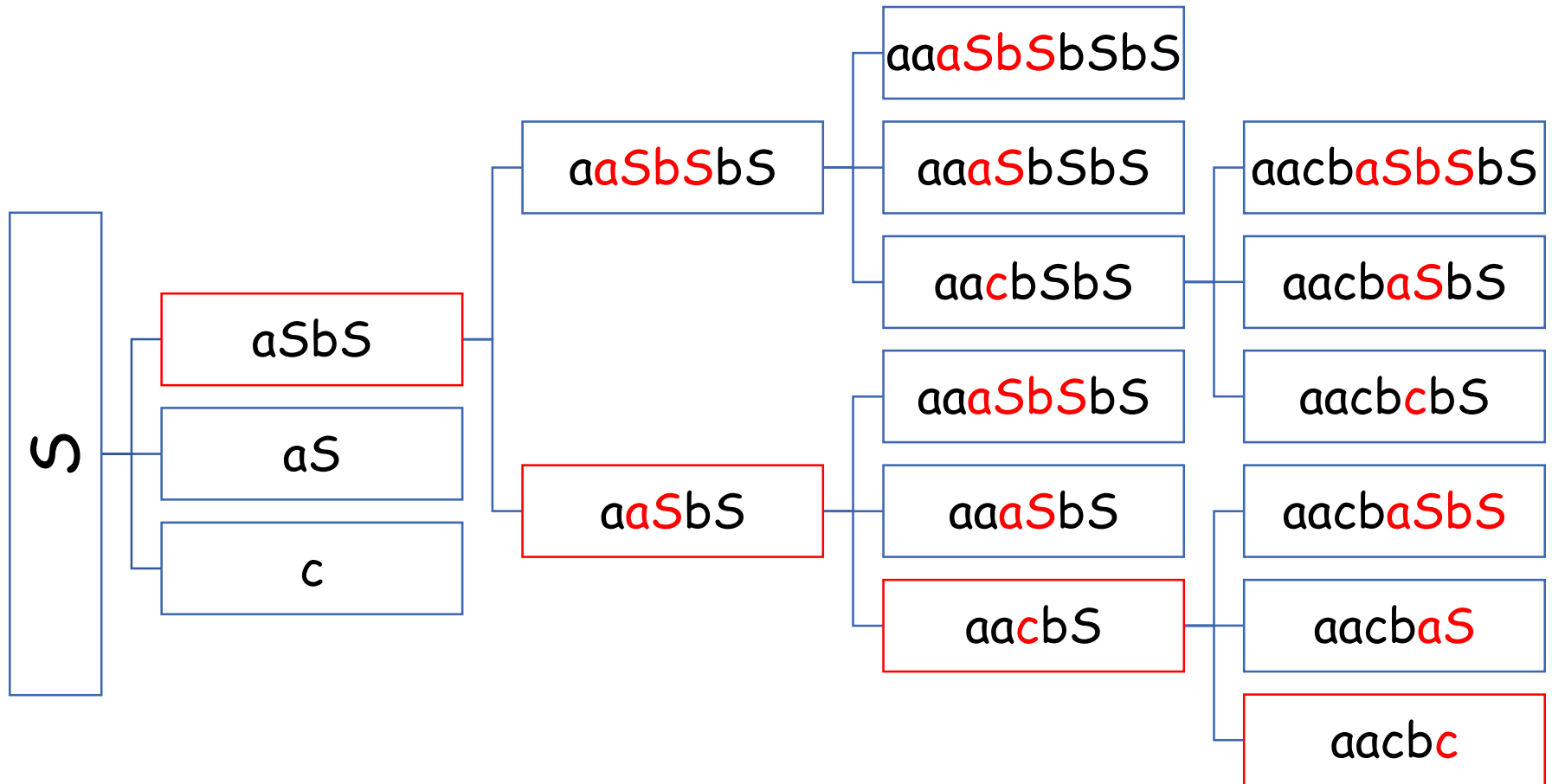


- Quá trình thử sai tiếp tục và cuối cùng dừng ở phương án được thể hiện ở hình (g)
- Khi nhận được chuỗi  $A = W = aacbc$ , ngay lập tức thuật toán dừng và trả về quá trình áp dụng luật



# Top-down: ví dụ

Phân tích  $W = aacbc$  với tập luật  $S \rightarrow aSbS \mid aS \mid c$





Phần 3

# Cài đặt top-down đơn giản



# Cấu trúc một luật văn phạm

---

```
// Lớp chứa luật văn phạm, dạng left -> right
```

```
class Rule {
```

```
    public string left, right;
```

```
    public Rule(string l, string r) {
```

```
        left = l; right = r;
```

```
    }
```

```
// chuyển đổi luật về dạng string (để in cho dễ nhìn)
```

```
public string ToFineString() {
```

```
    string s = left + " -->";
```

```
    for (int i = 0; i < right.Length; i++)
```

```
        s += " " + right[i];
```

```
    return s;
```

```
    }
```

```
}
```

# Cấu trúc một suy diễn trực tiếp

---



```
// Lớp chứa một bước áp dụng luật suy diễn  
// + ruleNumber: số thứ tự của luật sẽ được dùng  
// + position: vị trí sẽ áp dụng luật đó
```

```
class Step {  
    public int ruleNumber, position;  
    public Step(int r, int p) {  
        ruleNumber = r;  
        position = p;  
    }  
}
```





# Máy phân tích: các hàm hỗ trợ

---

```
class PTTD {  
    public List<Rule> rules = new List<Rule>(); // bộ luật  
    public List<Step> steps; // các bước suy diễn  
    string w = null; // chuỗi W đích  
    // thêm luật left --> right vào tập luật  
    public void AddRule(string left, string right) {  
        rules.Add(new Rule(left, right));  
    }  
    public void PrintAllRules() {  
        Console.WriteLine("<bo luat van pham>");  
        foreach (Rule r in rules)  
            Console.WriteLine(" " + r.ToFineString());  
    }  
}
```



# Máy phân tích: các hàm hỗ trợ

---

```
public void PrintSteps() {
    Console.WriteLine("Doan nhan thanh cong sau...");
    string w = "S";
    foreach (Step s in steps) {
        string w0 = DoStep(w, s);
        Console.WriteLine("  {0} => {1} (vi tri...");
        w = w0;
    }
}

string DoStep(string w, Step s) {
    string w1 = w.Substring(0, s.position);
    string w2 = w.Substring(s.position + 1);
    return w1 + rules[s.ruleNumber].right + w2;
}
```



# Máy phân tích: các hàm chính

---

```
public bool Process(string x) {
    steps = new List<Step>();
    w = x;
    return Try("S");
}
// tìm vị trí non-terminal trái nhất trong s
// trả về -1 nếu không tìm được
public int FindNonterminal(string s) {
    for (int i = 0; i < s.Length; i++) {
        if (i >= w.Length) return i;
        if (s[i] != w[i]) return i;
    }
    return -1;
}
```



# Máy phân tích: các hàm chính

---

```
// hàm thử-sai-quay-lui với chuỗi s
public bool Try(string s) {
    if (s == w) return true;
    int n = FindNonterminal(s);
    if (n != -1)
        for (int i = 0; i < rules.Count; i++)
            if (rules[i].left[0] == s[n]) {
                Step st = new Step(i, n);
                steps.Add(st);
                if (Try(DoStep(s, st))) return true;
                steps.RemoveAt(steps.Count - 1);
            }
    return false;
}
```



# Thử nghiệm

---

```
class Program {  
    public static void Main() {  
        PTTD parser = new PTTD();  
        // nạp thử bộ luật  
        parser.AddRule("S", "B");  
        parser.AddRule("B", "R");  
        parser.AddRule("B", "(B)");  
        parser.AddRule("R", "E=E");  
        ...  
        parser.PrintAllRules();  
        if (parser.Process("(x=(x+y))"))  
            parser.PrintSteps();  
    }  
}
```



Phần 4

# Đánh giá về top-down



# Đánh giá về top-down

---

- Thuật toán đơn giản, sử dụng sức mạnh của máy tính để tìm kiếm lời giải
- Thuật toán dạng thử-sai-quay-lui, không cắt nhánh, độ phức tạp tính toán là hàm mũ ( $\sim$  chậm)
- Thuật toán không vạn năng, không làm việc được với các văn phạm có đệ quy trái
  - Lý do: vì không có cắt nhánh phù hợp, dẫn đến việc đi mãi theo chiều sâu mà không quay lui

**Câu hỏi:** có thể sửa đổi thuật toán như thế nào để làm việc được với văn phạm có đệ quy trái?



# Cải tiến top-down thế nào?

---

- Tăng tính vạn năng của thuật toán:
  - Xử lý tình huống đệ quy trái bằng ràng buộc phù hợp
  - Biến đổi văn phạm trước khi bắt đầu thử-sai-quay-lui
- Tăng tốc độ tính toán:
  - Tập trung vào việc cài đặt cắt nhánh (nhiều ý tưởng)
    - Cắt nhánh khi trong A có terminal không có trong w
    - Cắt nhánh khi số terminal trong A nhiều hơn trong w
  - Tính trước các bước không có “cơ hội về đích” để loại bỏ bớt những tình huống thử-sai không cần thiết
  - Sử dụng lại những kết quả đã duyệt cũ





Phần 5

# Bài tập



# Bài tập

---

1. Chỉ ra quá trình thực hiện phân tích top-down của chuỗi **raid** thuộc văn phạm G có tập luật:
  - $S \rightarrow r X d \mid r Z d$
  - $X \rightarrow o a \mid e a$
  - $Z \rightarrow a i$
2. Chỉ ra quá trình thực hiện phân tích top-down của chuỗi **((x+y)=(y+x))** thuộc văn phạm G có tập luật:
  - $S \rightarrow B$
  - $B \rightarrow R \mid ( B )$
  - $R \rightarrow E = E$
  - $E \rightarrow x \mid y \mid ( E + E )$



# Bài tập

---

3. Có thể áp dụng thuật toán phân tích top-down cho chuỗi  $(a+a)^*a$  thuộc văn phạm G dưới đây hay không? Chỉ ra quá trình thực hiện nếu có thể
- $E \rightarrow E + T \mid T$
  - $T \rightarrow T * F \mid F$
  - $F \rightarrow ( E ) \mid a$
4. Tương tự câu trên, chỉ ra quá trình phân tích top-down của chuỗi **true and not false** với tập luật:
- $E \rightarrow E \text{ and } T \mid T$
  - $T \rightarrow T \text{ or } F \mid F$
  - $F \rightarrow \text{not } F \mid ( E ) \mid \text{true} \mid \text{false}$



# Bài tập

---

5. Chỉ ra quá trình thực hiện phân tích top-down của chuỗi **abbc**bd thuộc văn phạm G có tập luật:
- $S \rightarrow a A \mid b A$
  - $A \rightarrow c A \mid b A \mid d$
6. Chỉ ra quá trình thực hiện phân tích top-down của chuỗi **aa**ab thuộc văn phạm G có tập luật:
- $S \rightarrow A B$
  - $A \rightarrow a A \mid \varepsilon$
  - $B \rightarrow b \mid b B$