Ngôn ngữ hình thức và ôtômát

Chương 1. Ngôn ngữ và văn phạm hình thức

Nguyễn Thị Minh Huyền

Khoa Toán - Cơ - Tin học
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội

Nội dung

Nội dung

Nội dung

1. Bảng chữ cái – Từ – Ngôn ngữ
2. Các phép toán trên từ
3. Các phép toán trên ngôn ngữ
4. Văn phạm hình thức
5. Hai bài toán cơ bản về văn phạm
   - Bài toán phân tích
   - Bài toán tổng hợp

Nội dung

1. Bảng chữ cái – Từ – Ngôn ngữ

2. Các phép toán trên từ

3. Các phép toán trên ngôn ngữ

4. Văn phạm hình thức

5. Hai bài toán cơ bản về văn phạm
   - Bài toán phân tích
   - Bài toán tổng hợp

Nội dung

1. Bảng chữ cái – Từ – Ngôn ngữ
2. Các phép toán trên từ
3. Các phép toán trên ngôn ngữ
4. Văn phạm hình thức
5. Hai bài toán cơ bản về văn phạm
   - Bài toán phân tích
   - Bài toán tổng hợp

Nội dung

Bảng chữ cái

- Định nghĩa: tập hữu hạn các phần tử, mỗi phần tử gọi là một kí hiệu hay một chữ cái
- Kí hiệu Σ
- Ví dụ:
  - $\Sigma_1 = \{0, 1\}$
  - $\Sigma_2 = \{a, b, c, ..., z\}$
  - $\Sigma_3 = \{0, 1, ..., 9, +, -, *, /, (,)\}$
  - $\Sigma_4 = \{a, am, I, student, teacher\}$

Bảng chữ cái

- Định nghĩa: tập hữu hạn các phần tử, mỗi phần tử gọi là một kí hiệu hay một chữ cái
- Kí hiệu Σ
- Ví dụ:
  - $\Sigma_1 = \{0, 1\}$
  - $\Sigma_2 = \{a, b, c, ..., z\}$
  - $\Sigma_3 = \{0, 1, ..., 9, +, -, *, /, (,)\}$
  - $\Sigma_4 = \{a, am, I, student, teacher\}$

Từ trên bảng chữ cái Σ

- Từ w: chuỗi hữu hạn các chữ cái $w_1, w_2, \cdots, w_n$ trên bảng chữ cái Σ, kí hiệu $w = w_1 w_2 \cdots w_n$.
- n được gọi là độ dài của từ w, kí hiệu $|w|$.
  $|w|_a$ là số chữ cái a xuất hiện trong từ w.
- Từ có độ dài bằng 0 gọi là từ rỗng, kí hiệu ϵ.
- Σ^* = Tập tất cả các từ trên bảng chữ cái Σ, kể cả từ rỗng
- $\Sigma^+ = \Sigma^* \setminus \{\epsilon\}$
- Ví dụ
  - $w_1 = 010$, $w_2 = student$, $w_3 = 4 + 5$, $w_4 = I\ am\ a\ student$
  - $\Sigma_1^* = \{\epsilon, 0, 1, 00, 01, 10, 11, 000, 001, \cdots\}$
    $\Sigma_1^+ = \{0, 1, 00, 01, 10, 11, 000, 001, \cdots\}$

Từ trên bảng chữ cái Σ

- Từ w: chuỗi hữu hạn các chữ cái $w_1, w_2, \cdots, w_n$ trên bảng chữ cái Σ, kí hiệu $w = w_1 w_2 \cdots w_n$.
- n được gọi là độ dài của từ w, kí hiệu $|w|$.
  $|w|_a$ là số chữ cái a xuất hiện trong từ w.
- Từ có độ dài bằng 0 gọi là từ rỗng, kí hiệu ϵ.
- Σ^* = Tập tất cả các từ trên bảng chữ cái Σ, kể cả từ rỗng
- $\Sigma^+ = \Sigma^* \backslash \{\epsilon\}$
- Ví dụ
  - $w_1 = 010$, $w_2 = student$, $w_3 = 4 + 5$, $w_4 = I\ am\ a\ student$
  - $\Sigma_1^* = \{\epsilon, 0, 1, 00, 01, 10, 11, 000, 001, \cdots\}$
    $\Sigma_1^+ = \{0, 1, 00, 01, 10, 11, 000, 001, \cdots\}$

Từ trên bảng chữ cái Σ

- Từ w: chuỗi hữu hạn các chữ cái $w_1, w_2, \cdots, w_n$ trên bảng chữ cái Σ, kí hiệu $w = w_1 w_2 \cdots w_n$.
- n được gọi là độ dài của từ w, kí hiệu $|w|$.
  $|w|_a$ là số chữ cái a xuất hiện trong từ w.
- Từ có độ dài bằng 0 gọi là từ rỗng, kí hiệu ϵ.
- Σ^* = Tập tất cả các từ trên bảng chữ cái Σ, kể cả từ rỗng
- $\Sigma^+ = \Sigma^* \backslash \{\epsilon\}$
- Ví dụ
  - $w_1 = 010$, $w_2 = student$, $w_3 = 4 + 5$, $w_4 = I\ am\ a\ student$
  - $\Sigma_1^* = \{\epsilon, 0, 1, 00, 01, 10, 11, 000, 001, \cdots\}$
    $\Sigma_1^+ = \{0, 1, 00, 01, 10, 11, 000, 001, \cdots\}$

Từ trên bảng chữ cái Σ

- Từ w: chuỗi hữu hạn các chữ cái $w_1, w_2, \cdots, w_n$ trên bảng chữ cái Σ, kí hiệu $w = w_1 w_2 \cdots w_n$.
- n được gọi là độ dài của từ w, kí hiệu $|w|$.
  $|w|_a$ là số chữ cái a xuất hiện trong từ w.
- Từ có độ dài bằng 0 gọi là từ rỗng, kí hiệu ϵ.
- Σ^* = Tập tất cả các từ trên bảng chữ cái Σ, kể cả từ rỗng
- $\Sigma^+ = \Sigma^* \setminus \{\epsilon\}$
- Ví dụ
  - $w_1 = 010$, $w_2 = student$, $w_3 = 4 + 5$, $w_4 = I\ am\ a\ student$
  - $\Sigma_1^* = \{\epsilon, 0, 1, 00, 01, 10, 11, 000, 001, \cdots\}$
    $\Sigma_1^+ = \{0, 1, 00, 01, 10, 11, 000, 001, \cdots\}$

Từ trên bảng chữ cái Σ

- Từ w: chuỗi hữu hạn các chữ cái $w_1, w_2, \cdots, w_n$ trên bảng chữ cái Σ, kí hiệu $w = w_1 w_2 \cdots w_n$.
- n được gọi là độ dài của từ w, kí hiệu $|w|$.
  $|w|_a$ là số chữ cái a xuất hiện trong từ w.
- Từ có độ dài bằng 0 gọi là từ rỗng, kí hiệu ϵ.
- Σ^* = Tập tất cả các từ trên bảng chữ cái Σ, kể cả từ rỗng
- $\Sigma^+ = \Sigma^* \setminus \{\epsilon\}$
- Ví dụ
  - $w_1 = 010$, $w_2 = student$, $w_3 = 4 + 5$, $w_4 = I\ am\ a\ student$
  - $\Sigma_1^* = \{\epsilon, 0, 1, 00, 01, 10, 11, 000, 001, \cdots\}$
    $\Sigma_1^+ = \{0, 1, 00, 01, 10, 11, 000, 001, \cdots\}$

Từ trên bảng chữ cái Σ

- Từ w: chuỗi hữu hạn các chữ cái $w_1, w_2, \cdots, w_n$ trên bảng chữ cái Σ, kí hiệu $w = w_1 w_2 \cdots w_n$.
- n được gọi là độ dài của từ w, kí hiệu $|w|$.
  $|w|_a$ là số chữ cái a xuất hiện trong từ w.
- Từ có độ dài bằng 0 gọi là từ rỗng, kí hiệu ϵ.
- Σ^* = Tập tất cả các từ trên bảng chữ cái Σ, kể cả từ rỗng
- $\Sigma^+ = \Sigma^* \backslash \{\epsilon\}$
- Ví dụ
  - $w_1 = 010$, $w_2 = student$, $w_3 = 4 + 5$, $w_4 = I\ am\ a\ student$
  - $\Sigma_1^* = \{\epsilon, 0, 1, 00, 01, 10, 11, 000, 001, \cdots\}$
    $\Sigma_1^+ = \{0, 1, 00, 01, 10, 11, 000, 001, \cdots\}$

Ngôn ngữ trên bảng chữ cái Σ

- Tập con bất kì của Σ^*
- Ngôn ngữ rỗng: tập rỗng $\emptyset$
  $\Rightarrow$ phân biệt với $\{\epsilon\}$
- Ví dụ
  - $L_1 = \{w \in \Sigma_1^* | |w| = 2\}$
  - $L_2 = \{w \in \Sigma_2^* | |w| \leq 80\}$
  - $L_3 = \{w \in \Sigma_3^* | w$ biểu diễn biểu thức số học $\}$
  - $L_4 = \{w \in \Sigma_4^* | w =$ *I am a student* hoặc $w =$ *I am a teacher*$\}$

Ngôn ngữ trên bảng chữ cái Σ

- Tập con bất kì của Σ^*
- Ngôn ngữ rỗng: tập rỗng $\emptyset$
  $\Rightarrow$ phân biệt với $\{\epsilon\}$
- Ví dụ
  - $L_1 = \{w \in \Sigma_1^* \mid |w| = 2\}$
  - $L_2 = \{w \in \Sigma_2^* \mid |w| \leq 80\}$
  - $L_3 = \{w \in \Sigma_3^* \mid w$ biểu diễn biểu thức số học $\}$
  - $L_4 = \{w \in \Sigma_4^* \mid w =$ *I am a student* hoặc $w =$ *I am a teacher*$\}$

Ngôn ngữ trên bảng chữ cái Σ

- Tập con bất kì của Σ^*
- Ngôn ngữ rỗng: tập rỗng $\emptyset$
  $\Rightarrow$ phân biệt với $\{\epsilon\}$
- Ví dụ
  - $L_1 = \{w \in \Sigma_1^* \mid |w| = 2\}$
  - $L_2 = \{w \in \Sigma_2^* \mid |w| \leq 80\}$
  - $L_3 = \{w \in \Sigma_3^* \mid w$ biểu diễn biểu thức số học $\}$
  - $L_4 = \{w \in \Sigma_4^* \mid w =$ *I am a student* hoặc $w =$ *I am a teacher*$\}$

Ngôn ngữ trên bảng chữ cái Σ

- Tập con bất kì của Σ^*
- Ngôn ngữ rỗng: tập rỗng $\emptyset$
  $\Rightarrow$ phân biệt với $\{\epsilon\}$
- Ví dụ
  - $L_1 = \{w \in \Sigma_1^* | |w| = 2\}$
  - $L_2 = \{w \in \Sigma_2^* | |w| \leq 80\}$
  - $L_3 = \{w \in \Sigma_3^* | w$ biểu diễn biểu thức số học $\}$
  - $L_4 = \{w \in \Sigma_4^* | w =$ *I am a student* hoặc $w =$ *I am a teacher*$\}$

Ngôn ngữ trên bảng chữ cái Σ

- Tập con bất kì của Σ^*
- Ngôn ngữ rỗng: tập rỗng $\emptyset$
  $\Rightarrow$ phân biệt với $\{\epsilon\}$
- Ví dụ
  - $L_1 = \{w \in \Sigma_1^* \mid |w| = 2\}$
  - $L_2 = \{w \in \Sigma_2^* \mid |w| \leq 80\}$
  - $L_3 = \{w \in \Sigma_3^* \mid w$ biểu diễn biểu thức số học $\}$
  - $L_4 = \{w \in \Sigma_4^* \mid w =$ *I am a student* hoặc $w =$ *I am a teacher*$\}$

Ngôn ngữ trên bảng chữ cái Σ

- Tập con bất kì của Σ^*
- Ngôn ngữ rỗng: tập rỗng $\emptyset$
  $\Rightarrow$ phân biệt với $\{\epsilon\}$
- Ví dụ
  - $L_1 = \{w \in \Sigma_1^* | |w| = 2\}$
  - $L_2 = \{w \in \Sigma_2^* | |w| \leq 80\}$
  - $L_3 = \{w \in \Sigma_3^* | w$ biểu diễn biểu thức số học $\}$
  - $L_4 = \{w \in \Sigma_4^* | w = I\ am\ a\ student$ hoặc $w = I\ am\ a\ teacher\}$

Ngôn ngữ trên bảng chữ cái Σ

- Tập con bất kì của Σ^*
- Ngôn ngữ rỗng: tập rỗng $\emptyset$
  $\Rightarrow$ phân biệt với $\{\epsilon\}$
- Ví dụ
  - $L_1 = \{w \in \Sigma_1^* \mid |w| = 2\}$
  - $L_2 = \{w \in \Sigma_2^* \mid |w| \leq 80\}$
  - $L_3 = \{w \in \Sigma_3^* \mid w$ biểu diễn biểu thức số học $\}$
  - $L_4 = \{w \in \Sigma_4^* \mid w =$ *I am a student* hoặc $w =$ *I am a teacher*$\}$

Nội dung

Tích ghép

- Định nghĩa: Cho 2 từ $u = u_1 \cdots u_m$, $v = v_1 \cdots v_n$ trên bảng chữ cái Σ. Tích ghép của 2 từ $w = u \cdot v = uv$ là phép kết nối các chữ cái trong từ v vào ngay sau các chữ cái trong từ u: $w = u_1 \cdots u_m v_1 \cdots v_n$.
- Tính chất:
  - Từ rỗng là phần tử đơn vị: $w = \epsilon \cdot w = w \cdot \epsilon \ \forall w \in \Sigma^*$
  - Không giao hoán
  - Kết hợp: $u(wv) = (uw)v$
  - $|uv| = |u| + |v|$
- Luỹ thừa: Kí hiệu $u^0 = \epsilon$, $u^1 = u$, $u^n = u^{n-1} \cdot u$ với n là số tự nhiên > 1
- Từ con (nhân tử): x là từ con của y trên bảng chữ cái Σ nếu $\exists u, v \in \Sigma^* : y = u \cdot x \cdot v$.
- Phần đầu (tiền tố), phần cuối (hậu tố): x là tiền tố (hậu tố) của y trên bảng chữ cái Σ nếu $\exists v(u) \in \Sigma^* : y = x \cdot v (y = u \cdot x)$.

Tích ghép

- Định nghĩa: Cho 2 từ $u = u_1 \cdots u_m$, $v = v_1 \cdots v_n$ trên bảng chữ cái Σ. Tích ghép của 2 từ $w = u \cdot v = uv$ là phép kết nối các chữ cái trong từ v vào ngay sau các chữ cái trong từ u: $w = u_1 \cdots u_m v_1 \cdots v_n$.
- Tính chất:
  - Từ rỗng là phần tử đơn vị: $w = \epsilon \cdot w = w \cdot \epsilon \; \forall w \in \Sigma^*$
  - Không giao hoán
  - Kết hợp: $u(wv) = (uw)v$
  - $|uv| = |u| + |v|$
- Luỹ thừa: Kí hiệu $u^0 = \epsilon$, $u^1 = u$, $u^n = u^{n-1} \cdot u$ với n là số tự nhiên > 1
- Từ con (nhân tử): x là từ con của y trên bảng chữ cái Σ nếu $\exists u, v \in \Sigma^* : y = u \cdot x \cdot v$.
- Phần đầu (tiền tố), phần cuối (hậu tố): x là tiền tố (hậu tố) của y trên bảng chữ cái Σ nếu $\exists v(u) \in \Sigma^* : y = x \cdot v (y = u \cdot x)$.

Tích ghép

- Định nghĩa: Cho 2 từ $u = u_1 \cdots u_m$, $v = v_1 \cdots v_n$ trên bảng chữ cái Σ. Tích ghép của 2 từ $w = u \cdot v = uv$ là phép kết nối các chữ cái trong từ v vào ngay sau các chữ cái trong từ u: $w = u_1 \cdots u_m v_1 \cdots v_n$.
- Tính chất:
  - Từ rỗng là phần tử đơn vị: $w = \epsilon \cdot w = w \cdot \epsilon \ \forall w \in \Sigma^*$
  - Không giao hoán
  - Kết hợp: $u(wv) = (uw)v$
  - $|uv| = |u| + |v|$
- Luỹ thừa: Kí hiệu $u^0 = \epsilon$, $u^1 = u$, $u^n = u^{n-1} \cdot u$ với n là số tự nhiên > 1
- Từ con (nhân tử): x là từ con của y trên bảng chữ cái Σ nếu $\exists u, v \in \Sigma^* : y = u \cdot x \cdot v$.
- Phần đầu (tiền tố), phần cuối (hậu tố): x là tiền tố (hậu tố) của y trên bảng chữ cái Σ nếu $\exists v(u) \in \Sigma^* : y = x \cdot v (y = u \cdot x)$.

Tích ghép

- Định nghĩa: Cho 2 từ $u = u_1 \cdots u_m$, $v = v_1 \cdots v_n$ trên bảng chữ cái Σ. Tích ghép của 2 từ $w = u \cdot v = uv$ là phép kết nối các chữ cái trong từ v vào ngay sau các chữ cái trong từ u: $w = u_1 \cdots u_m v_1 \cdots v_n$.
- Tính chất:
  - Từ rỗng là phần tử đơn vị: $w = \epsilon \cdot w = w \cdot \epsilon \ \forall w \in \Sigma^*$
  - Không giao hoán
  - Kết hợp: $u(wv) = (uw)v$
  - $|uv| = |u| + |v|$
- Luỹ thừa: Kí hiệu $u^0 = \epsilon$, $u^1 = u$, $u^n = u^{n-1} \cdot u$ với n là số tự nhiên > 1
- Từ con (nhân tử): x là từ con của y trên bảng chữ cái Σ nếu $\exists u, v \in \Sigma^* : y = u \cdot x \cdot v$.
- Phần đầu (tiền tố), phần cuối (hậu tố): x là tiền tố (hậu tố) của y trên bảng chữ cái Σ nếu $\exists v(u) \in \Sigma^* : y = x \cdot v (y = u \cdot x)$.

Tích ghép

- Định nghĩa: Cho 2 từ $u = u_1 \cdots u_m$, $v = v_1 \cdots v_n$ trên bảng chữ cái Σ. Tích ghép của 2 từ $w = u \cdot v = uv$ là phép kết nối các chữ cái trong từ v vào ngay sau các chữ cái trong từ u: $w = u_1 \cdots u_m v_1 \cdots v_n$.
- Tính chất:
  - Từ rỗng là phần tử đơn vị: $w = \epsilon \cdot w = w \cdot \epsilon \; \forall w \in \Sigma^*$
  - Không giao hoán
  - Kết hợp: $u(wv) = (uw)v$
  - $|uv| = |u| + |v|$
- Luỹ thừa: Kí hiệu $u^0 = \epsilon$, $u^1 = u$, $u^n = u^{n-1} \cdot u$ với n là số tự nhiên > 1
- Từ con (nhân tử): x là từ con của y trên bảng chữ cái Σ nếu $\exists u, v \in \Sigma^* : y = u \cdot x \cdot v$.
- Phần đầu (tiền tố), phần cuối (hậu tố): x là tiền tố (hậu tố) của y trên bảng chữ cái Σ nếu $\exists v(u) \in \Sigma^* : y = x \cdot v (y = u \cdot x)$.

Tích ghép

- Định nghĩa: Cho 2 từ $u = u_1 \cdots u_m$, $v = v_1 \cdots v_n$ trên bảng chữ cái Σ. Tích ghép của 2 từ $w = u \cdot v = uv$ là phép kết nối các chữ cái trong từ v vào ngay sau các chữ cái trong từ u: $w = u_1 \cdots u_m v_1 \cdots v_n$.
- Tính chất:
  - Từ rỗng là phần tử đơn vị: $w = \epsilon \cdot w = w \cdot \epsilon \; \forall w \in \Sigma^*$
  - Không giao hoán
  - Kết hợp: $u(wv) = (uw)v$
  - $|uv| = |u| + |v|$
- Luỹ thừa: Kí hiệu $u^0 = \epsilon$, $u^1 = u$, $u^n = u^{n-1} \cdot u$ với n là số tự nhiên > 1
- Từ con (nhân tử): x là từ con của y trên bảng chữ cái Σ nếu $\exists u, v \in \Sigma^* : y = u \cdot x \cdot v$.
- Phần đầu (tiền tố), phần cuối (hậu tố): x là tiền tố (hậu tố) của y trên bảng chữ cái Σ nếu $\exists v(u) \in \Sigma^* : y = x \cdot v (y = u \cdot x)$.

Tích ghép

- Định nghĩa: Cho 2 từ $u = u_1 \cdots u_m$, $v = v_1 \cdots v_n$ trên bảng chữ cái Σ. Tích ghép của 2 từ $w = u \cdot v = uv$ là phép kết nối các chữ cái trong từ v vào ngay sau các chữ cái trong từ u: $w = u_1 \cdots u_m v_1 \cdots v_n$.
- Tính chất:
  - Từ rỗng là phần tử đơn vị: $w = \epsilon \cdot w = w \cdot \epsilon \; \forall w \in \Sigma^*$
  - Không giao hoán
  - Kết hợp: $u(wv) = (uw)v$
  - $|uv| = |u| + |v|$
- Luỹ thừa: Kí hiệu $u^0 = \epsilon$, $u^1 = u$, $u^n = u^{n-1} \cdot u$ với n là số tự nhiên > 1
- Từ con (nhân tử): x là từ con của y trên bảng chữ cái Σ nếu $\exists u, v \in \Sigma^* : y = u \cdot x \cdot v$.
- Phần đầu (tiền tố), phần cuối (hậu tố): x là tiền tố (hậu tố) của y trên bảng chữ cái Σ nếu $\exists v(u) \in \Sigma^* : y = x \cdot v (y = u \cdot x)$.

Tích ghép

- Định nghĩa: Cho 2 từ $u = u_1 \cdots u_m$, $v = v_1 \cdots v_n$ trên bảng chữ cái Σ. Tích ghép của 2 từ $w = u \cdot v = uv$ là phép kết nối các chữ cái trong từ v vào ngay sau các chữ cái trong từ u: $w = u_1 \cdots u_m v_1 \cdots v_n$.
- Tính chất:
  - Từ rỗng là phần tử đơn vị: $w = \epsilon \cdot w = w \cdot \epsilon \; \forall w \in \Sigma^*$
  - Không giao hoán
  - Kết hợp: $u(wv) = (uw)v$
  - $|uv| = |u| + |v|$
- Luỹ thừa: Kí hiệu $u^0 = \epsilon$, $u^1 = u$, $u^n = u^{n-1} \cdot u$ với n là số tự nhiên > 1
- Từ con (nhân tử): x là từ con của y trên bảng chữ cái Σ nếu $\exists u, v \in \Sigma^* : y = u \cdot x \cdot v$.
- Phần đầu (tiền tố), phần cuối (hậu tố): x là tiền tố (hậu tố) của y trên bảng chữ cái Σ nếu $\exists v(u) \in \Sigma^* : y = x \cdot v (y = u \cdot x)$.

Tích ghép

- Định nghĩa: Cho 2 từ $u = u_1 \cdots u_m$, $v = v_1 \cdots v_n$ trên bảng chữ cái Σ. Tích ghép của 2 từ $w = u \cdot v = uv$ là phép kết nối các chữ cái trong từ v vào ngay sau các chữ cái trong từ u: $w = u_1 \cdots u_m v_1 \cdots v_n$.
- Tính chất:
  - Từ rỗng là phần tử đơn vị: $w = \epsilon \cdot w = w \cdot \epsilon \ \forall w \in \Sigma^*$
  - Không giao hoán
  - Kết hợp: $u(wv) = (uw)v$
  - $|uv| = |u| + |v|$
- Luỹ thừa: Kí hiệu $u^0 = \epsilon$, $u^1 = u$, $u^n = u^{n-1} \cdot u$ với n là số tự nhiên > 1
- Từ con (nhân tử): x là từ con của y trên bảng chữ cái Σ nếu $\exists u, v \in \Sigma^* : y = u \cdot x \cdot v$.
- Phần đầu (tiền tố), phần cuối (hậu tố): x là tiền tố (hậu tố) của y trên bảng chữ cái Σ nếu $\exists v(u) \in \Sigma^* : y = x \cdot v (y = u \cdot x)$.

Phép chia

- Định nghĩa
  - Chia trái (\): $w \backslash u = u^{-1}w = v$ nếu $\exists v : w = uv$
  - Chia phải (/): $w/v = wv^{-1} = u$ nếu $\exists u : w = uv$
- Tính chất
  - Phép chia trái (phải) vô nghĩa khi u (v) không phải là tiền tố (hậu tố) của từ w
  - Chia cho từ rỗng: $w \backslash \epsilon = w/\epsilon = w$
  - Chia cho bản thân của từ: $w \backslash w = w/w = \epsilon$
  - Độ dài của thương: $|w \backslash u| + |u| = |w|$, $|w/v| + |v| = |w|$

Phép chia

- Định nghĩa
  - Chia trái (\): $w \backslash u = u^{-1}w = v$ nếu $\exists v : w = uv$
  - Chia phải (/): $w/v = wv^{-1} = u$ nếu $\exists u : w = uv$
- Tính chất
  - Phép chia trái (phải) vô nghĩa khi u (v) không phải là tiền tố (hậu tố) của từ w
  - Chia cho từ rỗng: $w \backslash \epsilon = w/\epsilon = w$
  - Chia cho bản thân của từ: $w \backslash w = w/w = \epsilon$
  - Độ dài của thương: $|w \backslash u| + |u| = |w|$, $|w/v| + |v| = |w|$

Phép chia

- Định nghĩa
  - Chia trái (\): $w \backslash u = u^{-1}w = v$ nếu $\exists v : w = uv$
  - Chia phải (/): $w/v = wv^{-1} = u$ nếu $\exists u : w = uv$
- Tính chất
  - Phép chia trái (phải) vô nghĩa khi u (v) không phải là tiền tố (hậu tố) của từ w
  - Chia cho từ rỗng: $w \backslash \epsilon = w/\epsilon = w$
  - Chia cho bản thân của từ: $w \backslash w = w/w = \epsilon$
  - Độ dài của thương: $|w \backslash u| + |u| = |w|$, $|w/v| + |v| = |w|$

Phép chia

- Định nghĩa
  - Chia trái (\): $w \backslash u = u^{-1}w = v$ nếu $\exists v : w = uv$
  - Chia phải (/): $w/v = wv^{-1} = u$ nếu $\exists u : w = uv$
- Tính chất
  - Phép chia trái (phải) vô nghĩa khi u (v) không phải là tiền tố (hậu tố) của từ w
  - Chia cho từ rỗng: $w \backslash \epsilon = w/\epsilon = w$
  - Chia cho bản thân của từ: $w \backslash w = w/w = \epsilon$
  - Độ dài của thương: $|w \backslash u| + |u| = |w|$, $|w/v| + |v| = |w|$

Phép chia

- Định nghĩa
  - Chia trái (\): $w \backslash u = u^{-1} w = v$ nếu $\exists v : w = uv$
  - Chia phải (/): $w / v = w v^{-1} = u$ nếu $\exists u : w = uv$
- Tính chất
  - Phép chia trái (phải) vô nghĩa khi u (v) không phải là tiền tố (hậu tố) của từ w
  - Chia cho từ rỗng: $w \backslash \epsilon = w / \epsilon = w$
  - Chia cho bản thân của từ: $w \backslash w = w / w = \epsilon$
  - Độ dài của thương: $|w \backslash u| + |u| = |w|$, $|w / v| + |v| = |w|$

Phép chia

- Định nghĩa
  - Chia trái (\): $w \backslash u = u^{-1}w = v$ nếu $\exists v : w = uv$
  - Chia phải (/): $w/v = wv^{-1} = u$ nếu $\exists u : w = uv$
- Tính chất
  - Phép chia trái (phải) vô nghĩa khi u (v) không phải là tiền tố (hậu tố) của từ w
  - Chia cho từ rỗng: $w \backslash \epsilon = w/\epsilon = w$
  - Chia cho bản thân của từ: $w \backslash w = w/w = \epsilon$
  - Độ dài của thương: $|w \backslash u| + |u| = |w|$, $|w/v| + |v| = |w|$

Phép chia

- Định nghĩa
  - Chia trái (\): $w \backslash u = u^{-1}w = v$ nếu $\exists v : w = uv$
  - Chia phải (/): $w/v = wv^{-1} = u$ nếu $\exists u : w = uv$
- Tính chất
  - Phép chia trái (phải) vô nghĩa khi u (v) không phải là tiền tố (hậu tố) của từ w
  - Chia cho từ rỗng: $w \backslash \epsilon = w/\epsilon = w$
  - Chia cho bản thân của từ: $w \backslash w = w/w = \epsilon$
  - Độ dài của thương: $|w \backslash u| + |u| = |w|$, $|w/v| + |v| = |w|$

Phép chia

- Định nghĩa
  - Chia trái (\): $w \backslash u = u^{-1}w = v$ nếu $\exists v : w = uv$
  - Chia phải (/): $w / v = wv^{-1} = u$ nếu $\exists u : w = uv$
- Tính chất
  - Phép chia trái (phải) vô nghĩa khi u (v) không phải là tiền tố (hậu tố) của từ w
  - Chia cho từ rỗng: $w \backslash \epsilon = w / \epsilon = w$
  - Chia cho bản thân của từ: $w \backslash w = w / w = \epsilon$
  - Độ dài của thương: $|w \backslash u| + |u| = |w|$, $|w / v| + |v| = |w|$

Phép soi gương (lấy từ ngược)

- Định nghĩa: $w = w_1 w_2 \cdots w_n$, từ ngược (soi gương) của w là $\widetilde{w} = w^R = w_n \cdots w_2 w_1$
- Tính chất
  - Liên hệ giữa phép soi gương và phép chia:
    - $\widetilde{u \backslash v} = \widetilde{v} / \widetilde{u}$
    - $\widetilde{u / v} = \widetilde{v} \backslash \widetilde{u}$
  - Chứng minh (yêu cầu sinh viên)

Phép soi gương (lấy từ ngược)

- Định nghĩa: $w = w_1 w_2 \cdots w_n$, từ ngược (soi gương) của w là $\widetilde{w} = w^R = w_n \cdots w_2 w_1$
- Tính chất
  - Liên hệ giữa phép soi gương và phép chia:
    - $\widetilde{u \backslash v} = \widetilde{u} / \widetilde{v}$
    - $\widetilde{u / v} = \widetilde{u} \backslash \widetilde{v}$
  - Chứng minh (yêu cầu sinh viên)

Phép soi gương (lấy từ ngược)

- Định nghĩa: $w = w_1 w_2 \cdots w_n$, từ ngược (soi gương) của w là $\widetilde{w} = w^R = w_n \cdots w_2 w_1$
- Tính chất
  - Liên hệ giữa phép soi gương và phép chia:
    - $\widetilde{u \backslash v} = \widetilde{u} / \widetilde{v}$
    - $\widetilde{u / v} = \widetilde{u} \backslash \widetilde{v}$
  - Chứng minh (yêu cầu sinh viên)

Nội dung

Các phép toán trên tập hợp

- Hợp: $L_1, L_2 \subseteq \Sigma^*$,
  $L = L_1 \cup L_2 = L_1 \vee L_2 = \{w \in \Sigma^* | w \in L_1 \vee w \in L_2\}$
- Giao: $L_1, L_2 \subseteq \Sigma^*$,
  $L = L_1 \cap L_2 = L_1 \wedge L_2 = \{w \in \Sigma^* | w \in L_1 \wedge w \in L_2\}$
- Hiệu: $L_1, L_2 \subseteq \Sigma^*$, $L = L_1 \backslash L_2 = \{w \in \Sigma^* | w \in L_1 \wedge w \notin L_2\}$
- Phần bù: $L \subseteq \Sigma^*$, $C_\Sigma L = \{w \in \Sigma^* | w \notin L\}$

Các phép toán trên tập hợp

- Hợp: $L_1, L_2 \subseteq \Sigma^*$,
  $L = L_1 \cup L_2 = L_1 \vee L_2 = \{w \in \Sigma^* | w \in L_1 \vee w \in L_2\}$
- Giao: $L_1, L_2 \subseteq \Sigma^*$,
  $L = L_1 \cap L_2 = L_1 \wedge L_2 = \{w \in \Sigma^* | w \in L_1 \wedge w \in L_2\}$
- Hiệu: $L_1, L_2 \subseteq \Sigma^*$, $L = L_1 \setminus L_2 = \{w \in \Sigma^* | w \in L_1 \wedge w \notin L_2\}$
- Phần bù: $L \subseteq \Sigma^*$, $C_\Sigma L = \{w \in \Sigma^* | w \notin L\}$

Các phép toán trên tập hợp

- Hợp: $L_1, L_2 \subseteq \Sigma^*$,
  $L = L_1 \cup L_2 = L_1 \vee L_2 = \{w \in \Sigma^* | w \in L_1 \vee w \in L_2\}$
- Giao: $L_1, L_2 \subseteq \Sigma^*$,
  $L = L_1 \cap L_2 = L_1 \wedge L_2 = \{w \in \Sigma^* | w \in L_1 \wedge w \in L_2\}$
- Hiệu: $L_1, L_2 \subseteq \Sigma^*$, $L = L_1 \backslash L_2 = \{w \in \Sigma^* | w \in L_1 \wedge w \notin L_2\}$
- Phần bù: $L \subseteq \Sigma^*$, $C_\Sigma L = \{w \in \Sigma^* | w \notin L\}$

Các phép toán trên tập hợp

- Hợp: $L_1, L_2 \subseteq \Sigma^*$,
  $L = L_1 \cup L_2 = L_1 \vee L_2 = \{w \in \Sigma^* | w \in L_1 \vee w \in L_2\}$
- Giao: $L_1, L_2 \subseteq \Sigma^*$,
  $L = L_1 \cap L_2 = L_1 \wedge L_2 = \{w \in \Sigma^* | w \in L_1 \wedge w \in L_2\}$
- Hiệu: $L_1, L_2 \subseteq \Sigma^*$, $L = L_1 \backslash L_2 = \{w \in \Sigma^* | w \in L_1 \wedge w \notin L_2\}$
- Phần bù: $L \subseteq \Sigma^*$, $C_\Sigma L = \{w \in \Sigma^* | w \notin L\}$

Tích ghép

- Định nghĩa: Cho $L_1, L_2 \subseteq \Sigma^*$, tích ghép
  $L = L_1 \cdot L_2 = L_1 L_2 = \{w \in \Sigma^* | \exists u \in L_1, v \in L_2 : w = u \cdot v\}$
- Tính chất:
  - $L\{\epsilon\} = \{\epsilon\}L = L$, $L\emptyset = \emptyset L = \emptyset$
  - Không giao hoán
  - Kết hợp $L_1(L_2L_3) = (L_1L_2)L_3$
  - Phân phối đối với phép hợp $L_1(L_2 \cup L_3) = L_1L_2 \cup L_1L_3$, $(L_2 \cup L_3)L_1 = L_2L_1 \cup L_3L_1$
  - $|L_1L_2| \leq |L_1|.|L_2| \Rightarrow$ hiện tượng nhập nhằng
- Luỹ thừa: Cho $L \subseteq \Sigma^*$, $L^0 = \{\epsilon\}$, $L^1 = L$, $L^n = L^{n-1}L$ với n là số tự nhiên > 1.

Tích ghép

- Định nghĩa: Cho $L_1, L_2 \subseteq \Sigma^*$, tích ghép $L = L_1 \cdot L_2 = L_1 L_2 = \{w \in \Sigma^* | \exists u \in L_1, v \in L_2 : w = u \cdot v\}$
- Tính chất:
  - $L\{\epsilon\} = \{\epsilon\}L = L$, $L\emptyset = \emptyset L = \emptyset$
  - Không giao hoán
  - Kết hợp $L_1(L_2L_3) = (L_1L_2)L_3$
  - Phân phối đối với phép hợp $L_1(L_2 \cup L_3) = L_1L_2 \cup L_1L_3$, $(L_2 \cup L_3)L_1 = L_2L_1 \cup L_3L_1$
  - $|L_1L_2| \leq |L_1|.|L_2| \Rightarrow$ hiện tượng nhập nhằng
- Luỹ thừa: Cho $L \subseteq \Sigma^*$, $L^0 = \{\epsilon\}$, $L^1 = L$, $L^n = L^{n-1}L$ với n là số tự nhiên > 1.

Tích ghép

- Định nghĩa: Cho $L_1, L_2 \subseteq \Sigma^*$, tích ghép $L = L_1 \cdot L_2 = L_1L_2 = \{w \in \Sigma^* | \exists u \in L_1, v \in L_2 : w = u \cdot v\}$
- Tính chất:
  - $L\{\epsilon\} = \{\epsilon\}L = L$, $L\emptyset = \emptyset L = \emptyset$
  - Không giao hoán
  - Kết hợp $L_1(L_2L_3) = (L_1L_2)L_3$
  - Phân phối đối với phép hợp $L_1(L_2 \cup L_3) = L_1L_2 \cup L_1L_3$, $(L_2 \cup L_3)L_1 = L_2L_1 \cup L_3L_1$
  - $|L_1L_2| \leq |L_1|.|L_2| \Rightarrow$ hiện tượng nhập nhằng
- Luỹ thừa: Cho $L \subseteq \Sigma^*$, $L^0 = \{\epsilon\}$, $L^1 = L$, $L^n = L^{n-1}L$ với n là số tự nhiên > 1.

Tích ghép

- Định nghĩa: Cho $L_1, L_2 \subseteq \Sigma^*$, tích ghép $L = L_1 \cdot L_2 = L_1 L_2 = \{w \in \Sigma^* | \exists u \in L_1, v \in L_2 : w = u \cdot v\}$
- Tính chất:
  - $L\{\epsilon\} = \{\epsilon\}L = L$, $L\emptyset = \emptyset L = \emptyset$
  - Không giao hoán
  - Kết hợp $L_1(L_2 L_3) = (L_1 L_2) L_3$
  - Phân phối đối với phép hợp $L_1(L_2 \cup L_3) = L_1 L_2 \cup L_1 L_3$, $(L_2 \cup L_3) L_1 = L_2 L_1 \cup L_3 L_1$
  - $|L_1 L_2| \leq |L_1|.|L_2| \Rightarrow$ hiện tượng nhập nhằng
- Luỹ thừa: Cho $L \subseteq \Sigma^*$, $L^0 = \{\epsilon\}$, $L^1 = L$, $L^n = L^{n-1} L$ với n là số tự nhiên > 1.

Tích ghép

- Định nghĩa: Cho $L_1, L_2 \subseteq \Sigma^*$, tích ghép $L = L_1 \cdot L_2 = L_1 L_2 = \{w \in \Sigma^* | \exists u \in L_1, v \in L_2 : w = u \cdot v\}$
- Tính chất:
  - $L\{\epsilon\} = \{\epsilon\}L = L$, $L\emptyset = \emptyset L = \emptyset$
  - Không giao hoán
  - Kết hợp $L_1(L_2L_3) = (L_1L_2)L_3$
  - Phân phối đối với phép hợp $L_1(L_2 \cup L_3) = L_1L_2 \cup L_1L_3$, $(L_2 \cup L_3)L_1 = L_2L_1 \cup L_3L_1$
  - $|L_1L_2| \leq |L_1|.|L_2| \Rightarrow$ hiện tượng nhập nhằng
- Luỹ thừa: Cho $L \subseteq \Sigma^*$, $L^0 = \{\epsilon\}$, $L^1 = L$, $L^n = L^{n-1}L$ với n là số tự nhiên > 1.

Tích ghép

- Định nghĩa: Cho $L_1, L_2 \subseteq \Sigma^*$, tích ghép $L = L_1 \cdot L_2 = L_1 L_2 = \{w \in \Sigma^* | \exists u \in L_1, v \in L_2 : w = u \cdot v\}$
- Tính chất:
  - $L\{\epsilon\} = \{\epsilon\}L = L$, $L\emptyset = \emptyset L = \emptyset$
  - Không giao hoán
  - Kết hợp $L_1(L_2 L_3) = (L_1 L_2)L_3$
  - Phân phối đối với phép hợp $L_1(L_2 \cup L_3) = L_1 L_2 \cup L_1 L_3$, $(L_2 \cup L_3)L_1 = L_2 L_1 \cup L_3 L_1$
  - $|L_1 L_2| \leq |L_1|.|L_2| \Rightarrow$ hiện tượng nhập nhằng
- Luỹ thừa: Cho $L \subseteq \Sigma^*$, $L^0 = \{\epsilon\}$, $L^1 = L$, $L^n = L^{n-1}L$ với n là số tự nhiên > 1.

Tích ghép

- Định nghĩa: Cho $L_1, L_2 \subseteq \Sigma^*$, tích ghép $L = L_1 \cdot L_2 = L_1L_2 = \{w \in \Sigma^* | \exists u \in L_1, v \in L_2 : w = u \cdot v\}$
- Tính chất:
  - $L\{\epsilon\} = \{\epsilon\}L = L$, $L\emptyset = \emptyset L = \emptyset$
  - Không giao hoán
  - Kết hợp $L_1(L_2L_3) = (L_1L_2)L_3$
  - Phân phối đối với phép hợp $L_1(L_2 \cup L_3) = L_1L_2 \cup L_1L_3$, $(L_2 \cup L_3)L_1 = L_2L_1 \cup L_3L_1$
  - $|L_1L_2| \leq |L_1|.|L_2| \Rightarrow$ hiện tượng nhập nhằng
- Luỹ thừa: Cho $L \subseteq \Sigma^*$, $L^0 = \{\epsilon\}$, $L^1 = L$, $L^n = L^{n-1}L$ với n là số tự nhiên > 1.

Tích ghép

- Định nghĩa: Cho $L_1, L_2 \subseteq \Sigma^*$, tích ghép $L = L_1 \cdot L_2 = L_1 L_2 = \{w \in \Sigma^* | \exists u \in L_1, v \in L_2 : w = u \cdot v\}$
- Tính chất:
  - $L\{\epsilon\} = \{\epsilon\}L = L$, $L\emptyset = \emptyset L = \emptyset$
  - Không giao hoán
  - Kết hợp $L_1(L_2 L_3) = (L_1 L_2)L_3$
  - Phân phối đối với phép hợp $L_1(L_2 \cup L_3) = L_1 L_2 \cup L_1 L_3$, $(L_2 \cup L_3)L_1 = L_2 L_1 \cup L_3 L_1$
  - $|L_1 L_2| \leq |L_1|.|L_2| \Rightarrow$ hiện tượng nhập nhằng
- Luỹ thừa: Cho $L \subseteq \Sigma^*$, $L^0 = \{\epsilon\}$, $L^1 = L$, $L^n = L^{n-1}L$ với n là số tự nhiên > 1.

Lặp, lặp cắt

- Cho $L \subseteq \Sigma^*$
- Ngôn ngữ lặp (hay bao đóng ghép) của L là $L^* = \bigcup_{n=0}^{\infty} L^n$
- Ngôn ngữ lặp cắt của L là $L^+ = \bigcup_{n=1}^{\infty} L^n$
- Ví dụ: $L = \{0, 1\}$ trên bảng chữ cái $\Sigma = \{0, 1\}$, $(\Sigma^2)^*$
- So sánh L^* và L^+

Lặp, lặp cắt

- Cho $L \subseteq \Sigma^*$
- Ngôn ngữ lặp (hay bao đóng ghép) của L là $L^* = \bigcup_{n=0}^{\infty} L^n$
- Ngôn ngữ lặp cắt của L là $L^+ = \bigcup_{n=1}^{\infty} L^n$
- Ví dụ: $L = \{0, 1\}$ trên bảng chữ cái $\Sigma = \{0, 1\}$, $(\Sigma^2)^*$
- So sánh L^* và L^+

Lặp, lặp cắt

- Cho $L \subseteq \Sigma^*$
- Ngôn ngữ lặp (hay bao đóng ghép) của L là $L^* = \bigcup_{n=0}^{\infty} L^n$
- Ngôn ngữ lặp cắt của L là $L^+ = \bigcup_{n=1}^{\infty} L^n$
- Ví dụ: $L = \{0, 1\}$ trên bảng chữ cái $\Sigma = \{0, 1\}$, $(\Sigma^2)^*$
- So sánh L^* và L^+

Lặp, lặp cắt

- Cho $L \subseteq \Sigma^*$
- Ngôn ngữ lặp (hay bao đóng ghép) của L là $L^* = \bigcup_{n=0}^{\infty} L^n$
- Ngôn ngữ lặp cắt của L là $L^+ = \bigcup_{n=1}^{\infty} L^n$
- Ví dụ: $L = \{0, 1\}$ trên bảng chữ cái $\Sigma = \{0, 1\}$, $(\Sigma^2)^*$
- So sánh L^* và L^+

Lặp, lặp cắt

- Cho $L \subseteq \Sigma^*$
- Ngôn ngữ lặp (hay bao đóng ghép) của L là $L^* = \bigcup_{n=0}^{\infty} L^n$
- Ngôn ngữ lặp cắt của L là $L^+ = \bigcup_{n=1}^{\infty} L^n$
- Ví dụ: $L = \{0, 1\}$ trên bảng chữ cái $\Sigma = \{0, 1\}$, $(\Sigma^2)^*$
- So sánh L^* và L^+

Chia trái, chia phải

- Định nghĩa: Cho $K, L \subseteq \Sigma^*$
  - Chia trái (\\): $L \backslash K = K^{-1}L = \{v \in \Sigma^* | \exists u \in K, u \cdot v \in L\}$
  - Chia phải (/): $L/K = LK^{-1} = \{u \in \Sigma^* | \exists v \in K, u \cdot v \in L\}$
- Ví dụ: $L = \{a, b, abc, cab, bcaa\}, K = \{\epsilon, c, ab\}$
- Tính chất
  - $L \backslash \{\epsilon\} = L/\{\epsilon\} = L$
  - $L \backslash \emptyset = L/\emptyset = \emptyset$
  - $\Sigma^* \backslash L = \Sigma^*/L = \Sigma^*$
  - $\Sigma^+ \backslash L = \Sigma^+/L = \Sigma^*(L \neq \{\epsilon\}, L \neq \emptyset)$

Chia trái, chia phải

- Định nghĩa: Cho $K, L \subseteq \Sigma^*$
  - Chia trái (\\): $L \backslash K = K^{-1}L = \{v \in \Sigma^* | \exists u \in K, u \cdot v \in L\}$
  - Chia phải (/): $L/K = LK^{-1} = \{u \in \Sigma^* | \exists v \in K, u \cdot v \in L\}$
- Ví dụ: $L = \{a, b, abc, cab, bcaa\}, K = \{\epsilon, c, ab\}$
- Tính chất
  - $L \backslash \{\epsilon\} = L/\{\epsilon\} = L$
  - $L \backslash \emptyset = L/\emptyset = \emptyset$
  - $\Sigma^* \backslash L = \Sigma^*/L = \Sigma^*$
  - $\Sigma^+ \backslash L = \Sigma^+/L = \Sigma^*(L \neq \{\epsilon\}, L \neq \emptyset)$

Chia trái, chia phải

- Định nghĩa: Cho $K, L \subseteq \Sigma^*$
  - Chia trái (\): $L \backslash K = K^{-1}L = \{v \in \Sigma^* | \exists u \in K, u \cdot v \in L\}$
  - Chia phải (/): $L/K = LK^{-1} = \{u \in \Sigma^* | \exists v \in K, u \cdot v \in L\}$
- Ví dụ: $L = \{a, b, abc, cab, bcaa\}, K = \{\epsilon, c, ab\}$
- Tính chất
  - $L \backslash \{\epsilon\} = L/\{\epsilon\} = L$
  - $L \backslash \emptyset = L/\emptyset = \emptyset$
  - $\Sigma^* \backslash L = \Sigma^*/L = \Sigma^*$
  - $\Sigma^+ \backslash L = \Sigma^+/L = \Sigma^* (L \neq \{\epsilon\}, L \neq \emptyset)$

Chia trái, chia phải

- Định nghĩa: Cho $K, L \subseteq \Sigma^*$
  - Chia trái (\\): $L \backslash K = K^{-1}L = \{v \in \Sigma^* | \exists u \in K, u \cdot v \in L\}$
  - Chia phải (/): $L/K = LK^{-1} = \{u \in \Sigma^* | \exists v \in K, u \cdot v \in L\}$
- Ví dụ: $L = \{a, b, abc, cab, bcaa\}, K = \{\epsilon, c, ab\}$
- Tính chất
  - $L \backslash \{\epsilon\} = L/\{\epsilon\} = L$
  - $L \backslash \emptyset = L/\emptyset = \emptyset$
  - $\Sigma^* \backslash L = \Sigma^*/L = \Sigma^*$
  - $\Sigma^+ \backslash L = \Sigma^+/L = \Sigma^* (L \neq \{\epsilon\}, L \neq \emptyset)$

Chia trái, chia phải

- Định nghĩa: Cho $K, L \subseteq \Sigma^*$
  - Chia trái (\): $L \backslash K = K^{-1}L = \{v \in \Sigma^* | \exists u \in K, u \cdot v \in L\}$
  - Chia phải (/): $L/K = LK^{-1} = \{u \in \Sigma^* | \exists v \in K, u \cdot v \in L\}$
- Ví dụ: $L = \{a, b, abc, cab, bcaa\}$, $K = \{\epsilon, c, ab\}$
- Tính chất
  - $L \backslash \{\epsilon\} = L/\{\epsilon\} = L$
  - $L \backslash \emptyset = L/\emptyset = \emptyset$
  - $\Sigma^* \backslash L = \Sigma^*/L = \Sigma^*$
  - $\Sigma^+ \backslash L = \Sigma^+/L = \Sigma^* (L \neq \{\epsilon\}, L \neq \emptyset)$

Chia trái, chia phải

- Định nghĩa: Cho $K, L \subseteq \Sigma^*$
  - Chia trái (\): $L \backslash K = K^{-1}L = \{v \in \Sigma^* | \exists u \in K, u \cdot v \in L\}$
  - Chia phải (/): $L/K = LK^{-1} = \{u \in \Sigma^* | \exists v \in K, u \cdot v \in L\}$
- Ví dụ: $L = \{a, b, abc, cab, bcaa\}, K = \{\epsilon, c, ab\}$
- Tính chất
  - $L \backslash \{\epsilon\} = L/\{\epsilon\} = L$
  - $L \backslash \emptyset = L/\emptyset = \emptyset$
  - $\Sigma^* \backslash L = \Sigma^*/L = \Sigma^*$
  - $\Sigma^+ \backslash L = \Sigma^+/L = \Sigma^* (L \neq \{\epsilon\}, L \neq \emptyset)$

Chia trái, chia phải

- Định nghĩa: Cho $K, L \subseteq \Sigma^*$
  - Chia trái (\): $L \backslash K = K^{-1}L = \{v \in \Sigma^* | \exists u \in K, u \cdot v \in L\}$
  - Chia phải (/): $L/K = LK^{-1} = \{u \in \Sigma^* | \exists v \in K, u \cdot v \in L\}$
- Ví dụ: $L = \{a, b, abc, cab, bcaa\}, K = \{\epsilon, c, ab\}$
- Tính chất
  - $L \backslash \{\epsilon\} = L/\{\epsilon\} = L$
  - $L \backslash \emptyset = L/\emptyset = \emptyset$
  - $\Sigma^* \backslash L = \Sigma^*/L = \Sigma^*$
  - $\Sigma^+ \backslash L = \Sigma^+/L = \Sigma^* (L \neq \{\epsilon\}, L \neq \emptyset)$

Chia trái, chia phải

- Định nghĩa: Cho $K, L \subseteq \Sigma^*$
  - Chia trái (\): $L \backslash K = K^{-1}L = \{v \in \Sigma^* | \exists u \in K, u \cdot v \in L\}$
  - Chia phải (/): $L/K = LK^{-1} = \{u \in \Sigma^* | \exists v \in K, u \cdot v \in L\}$
- Ví dụ: $L = \{a, b, abc, cab, bcaa\}, K = \{\epsilon, c, ab\}$
- Tính chất
  - $L \backslash \{\epsilon\} = L/\{\epsilon\} = L$
  - $L \backslash \emptyset = L/\emptyset = \emptyset$
  - $\Sigma^* \backslash L = \Sigma^*/L = \Sigma^*$
  - $\Sigma^+ \backslash L = \Sigma^+/L = \Sigma^* (L \neq \{\epsilon\}, L \neq \emptyset)$

Soi gương (lấy ngôn ngữ ngược)

- Cho $L \subseteq \Sigma^*$, ngôn ngữ soi gương (ngôn ngữ ngược) của L là $\widetilde{L} = L^R = \{w \in \Sigma^* | \widetilde{w} \in L\}$
- Tính chất
  - $(L^R)^R = L$
  - $\{\epsilon\}^R = \{\epsilon\}$
  - $\emptyset^R = \emptyset$
  - Liên hệ với phép chia:
    - $(L \backslash K)^R = L^R / K^R$
    - $(L / K)^R = L^R \backslash K^R$

Soi gương (lấy ngôn ngữ ngược)

- Cho $L \subseteq \Sigma^*$, ngôn ngữ soi gương (ngôn ngữ ngược) của L là $\widetilde{L} = L^R = \{w \in \Sigma^* | \widetilde{w} \in L\}$
- Tính chất
  - $(L^R)^R = L$
  - $\{\epsilon\}^R = \{\epsilon\}$
  - $\emptyset^R = \emptyset$
  - Liên hệ với phép chia:
    - $(L \backslash K)^R = L^R / K^R$
    - $(L/K)^R = L^R \backslash K^R$

Soi gương (lấy ngôn ngữ ngược)

- Cho $L \subseteq \Sigma^*$, ngôn ngữ soi gương (ngôn ngữ ngược) của L là $\widetilde{L} = L^R = \{w \in \Sigma^* | \widetilde{w} \in L\}$
- Tính chất
  - $(L^R)^R = L$
  - $\{\epsilon\}^R = \{\epsilon\}$
  - $\emptyset^R = \emptyset$
  - Liên hệ với phép chia:
    - $(L \backslash K)^R = L^R / K^R$
    - $(L / K)^R = L^R \backslash K^R$

Soi gương (lấy ngôn ngữ ngược)

- Cho $L \subseteq \Sigma^*$, ngôn ngữ soi gương (ngôn ngữ ngược) của L là $\widetilde{L} = L^R = \{w \in \Sigma^* | \widetilde{w} \in L\}$
- Tính chất
  - $(L^R)^R = L$
  - $\{\epsilon\}^R = \{\epsilon\}$
  - $\emptyset^R = \emptyset$
  - Liên hệ với phép chia:
    - $(L \backslash K)^R = L^R / K^R$
    - $(L / K)^R = L^R \backslash K^R$

Soi gương (lấy ngôn ngữ ngược)

- Cho $L \subseteq \Sigma^*$, ngôn ngữ soi gương (ngôn ngữ ngược) của L là $\widetilde{L} = L^R = \{w \in \Sigma^* | \widetilde{w} \in L\}$
- Tính chất
  - $(L^R)^R = L$
  - $\{\epsilon\}^R = \{\epsilon\}$
  - $\emptyset^R = \emptyset$
  - Liên hệ với phép chia:
    - $(L \backslash K)^R = L^R / K^R$
    - $(L / K)^R = L^R \backslash K^R$

Soi gương (lấy ngôn ngữ ngược)

- Cho $L \subseteq \Sigma^*$, ngôn ngữ soi gương (ngôn ngữ ngược) của L là $\widetilde{L} = L^R = \{w \in \Sigma^* | \widetilde{w} \in L\}$
- Tính chất
  - $(L^R)^R = L$
  - $\{\epsilon\}^R = \{\epsilon\}$
  - $\emptyset^R = \emptyset$
  - Liên hệ với phép chia:
    - $(L \backslash K)^R = L^R / K^R$
    - $(L/K)^R = L^R \backslash K^R$

Soi gương (lấy ngôn ngữ ngược)

- Cho $L \subseteq \Sigma^*$, ngôn ngữ soi gương (ngôn ngữ ngược) của L là $\widetilde{L} = L^R = \{w \in \Sigma^* | \widetilde{w} \in L\}$
- Tính chất
  - $(L^R)^R = L$
  - $\{\epsilon\}^R = \{\epsilon\}$
  - $\emptyset^R = \emptyset$
  - Liên hệ với phép chia:
    - $(L \backslash K)^R = L^R / K^R$
    - $(L/K)^R = L^R \backslash K^R$

Nội dung

Mô tả một ngôn ngữ

- Ngôn ngữ hữu hạn: cách hiển nhiên nhất là liệt kê tập hợp các từ
- Ngôn ngữ vô hạn:
  - Xây dựng từ các ngôn ngữ đơn giản nhờ các phép toán trên ngôn ngữ
  - Mô tả bằng văn phạm hình thức
  - Một số ngôn ngữ không xây dựng được bằng 2 phương pháp trên: ngôn ngữ không quyết định được

Mô tả một ngôn ngữ

- Ngôn ngữ hữu hạn: cách hiển nhiên nhất là liệt kê tập hợp các từ
- Ngôn ngữ vô hạn:
  - Xây dựng từ các ngôn ngữ đơn giản nhờ các phép toán trên ngôn ngữ
  - Mô tả bằng văn phạm hình thức
  - Một số ngôn ngữ không xây dựng được bằng 2 phương pháp trên: ngôn ngữ không quyết định được

Mô tả một ngôn ngữ

- Ngôn ngữ hữu hạn: cách hiển nhiên nhất là liệt kê tập hợp các từ
- Ngôn ngữ vô hạn:
  - Xây dựng từ các ngôn ngữ đơn giản nhờ các phép toán trên ngôn ngữ
  - Mô tả bằng văn phạm hình thức
  - Một số ngôn ngữ không xây dựng được bằng 2 phương pháp trên: ngôn ngữ không quyết định được

Mô tả một ngôn ngữ

- Ngôn ngữ hữu hạn: cách hiển nhiên nhất là liệt kê tập hợp các từ
- Ngôn ngữ vô hạn:
    - Xây dựng từ các ngôn ngữ đơn giản nhờ các phép toán trên ngôn ngữ
    - Mô tả bằng văn phạm hình thức
    - Một số ngôn ngữ không xây dựng được bằng 2 phương pháp trên: ngôn ngữ không quyết định được

Mô tả một ngôn ngữ

- Ngôn ngữ hữu hạn: cách hiển nhiên nhất là liệt kê tập hợp các từ
- Ngôn ngữ vô hạn:
  - Xây dựng từ các ngôn ngữ đơn giản nhờ các phép toán trên ngôn ngữ
  - Mô tả bằng văn phạm hình thức
  - Một số ngôn ngữ không xây dựng được bằng 2 phương pháp trên: ngôn ngữ không quyết định được

Định nghĩa văn phạm

- Ý nghĩa: Mô tả một ngôn ngữ bằng cách liệt kê tập từ vựng, tập các quy tắc cú pháp để tạo ra câu
- Định nghĩa hình thức: Văn phạm là một bộ bốn $G = (\Sigma, V, \sigma, P)$, trong đó:
  - Σ là bảng chữ cái chính, còn gọi là tập kí hiệu kết thúc
  - V là bảng chữ cái phụ, còn gọi là tập kí hiệu không kết hay tập biến, $V \cap \Sigma = \emptyset$
  - $\sigma \in V$ là tiên đề (biến khởi tạo)
  - P là tập các quy tắc sinh có dạng $\alpha \to \beta$, $\to \notin \Sigma \cup V$, $\alpha, \beta \in (\Sigma \cup V)^*$, $\alpha \notin \Sigma^*$

Định nghĩa văn phạm

- Ý nghĩa: Mô tả một ngôn ngữ bằng cách liệt kê tập từ vựng, tập các quy tắc cú pháp để tạo ra câu
- Định nghĩa hình thức: Văn phạm là một bộ bốn $G = (\Sigma, V, \sigma, P)$, trong đó:
  - Σ là bảng chữ cái chính, còn gọi là tập kí hiệu kết thúc
  - V là bảng chữ cái phụ, còn gọi là tập kí hiệu không kết hay tập biến, $V \cap \Sigma = \emptyset$
  - $\sigma \in V$ là tiên đề (biến khởi tạo)
  - P là tập các quy tắc sinh có dạng $\alpha \to \beta$, $\to \notin \Sigma \cup V$, $\alpha, \beta \in (\Sigma \cup V)^*$, $\alpha \notin \Sigma^*$

Định nghĩa văn phạm

- Ý nghĩa: Mô tả một ngôn ngữ bằng cách liệt kê tập từ vựng, tập các quy tắc cú pháp để tạo ra câu
- Định nghĩa hình thức: Văn phạm là một bộ bốn $G = (\Sigma, V, \sigma, P)$, trong đó:
  - Σ là bảng chữ cái chính, còn gọi là tập kí hiệu kết thúc
  - V là bảng chữ cái phụ, còn gọi là tập kí hiệu không kết hay tập biến, $V \cap \Sigma = \emptyset$
  - $\sigma \in V$ là tiên đề (biến khởi tạo)
  - P là tập các quy tắc sinh có dạng $\alpha \to \beta$, $\to \notin \Sigma \cup V$, $\alpha, \beta \in (\Sigma \cup V)^*$, $\alpha \notin \Sigma^*$

Định nghĩa văn phạm

- Ý nghĩa: Mô tả một ngôn ngữ bằng cách liệt kê tập từ vựng, tập các quy tắc cú pháp để tạo ra câu
- Định nghĩa hình thức: Văn phạm là một bộ bốn $G = (\Sigma, V, \sigma, P)$, trong đó:
  - Σ là bảng chữ cái chính, còn gọi là tập kí hiệu kết thúc
  - V là bảng chữ cái phụ, còn gọi là tập kí hiệu không kết hay tập biến, $V \cap \Sigma = \emptyset$
  - $\sigma \in V$ là tiên đề (biến khởi tạo)
  - P là tập các quy tắc sinh có dạng $\alpha \to \beta$, $\to \notin \Sigma \cup V$, $\alpha, \beta \in (\Sigma \cup V)^*$, $\alpha \notin \Sigma^*$

Định nghĩa văn phạm

- Ý nghĩa: Mô tả một ngôn ngữ bằng cách liệt kê tập từ vựng, tập các quy tắc cú pháp để tạo ra câu
- Định nghĩa hình thức: Văn phạm là một bộ bốn $G = (\Sigma, V, \sigma, P)$, trong đó:
  - Σ là bảng chữ cái chính, còn gọi là tập kí hiệu kết thúc
  - V là bảng chữ cái phụ, còn gọi là tập kí hiệu không kết hay tập biến, $V \cap \Sigma = \emptyset$
  - $\sigma \in V$ là tiên đề (biến khởi tạo)
  - P là tập các quy tắc sinh có dạng $\alpha \to \beta$, $\to \notin \Sigma \cup V$, $\alpha, \beta \in (\Sigma \cup V)^*$, $\alpha \notin \Sigma^*$

Định nghĩa văn phạm

- Ý nghĩa: Mô tả một ngôn ngữ bằng cách liệt kê tập từ vựng, tập các quy tắc cú pháp để tạo ra câu
- Định nghĩa hình thức: Văn phạm là một bộ bốn $G = (\Sigma, V, \sigma, P)$, trong đó:
  - Σ là bảng chữ cái chính, còn gọi là tập kí hiệu kết thúc
  - V là bảng chữ cái phụ, còn gọi là tập kí hiệu không kết hay tập biến, $V \cap \Sigma = \emptyset$
  - $\sigma \in V$ là tiên đề (biến khởi tạo)
  - P là tập các quy tắc sinh có dạng $\alpha \to \beta$, $\to \notin \Sigma \cup V$, $\alpha, \beta \in (\Sigma \cup V)^*$, $\alpha \notin \Sigma^*$

Ví dụ

- $G = (\Sigma, \mathcal{V}, \sigma, \mathcal{P})$
- $\Sigma = \{a, am, I, student, teacher\}$
- $\mathcal{V} = \{S, NP, VP, N, Det, V, P\}$
- $\sigma = S$
- Tập quy tắc $\mathcal{P}$:
  1. $S \rightarrow NP\ VP$
  2. $NP \rightarrow Det\ N \mid P$
  3. $VP \rightarrow V\ NP$
  4. $Det \rightarrow a$
  5. $P \rightarrow I$
  6. $V \rightarrow am$
  7. $N \rightarrow student \mid teacher$

Dẫn xuất

- Quan hệ dẫn trực tiếp: $\alpha \in (\Sigma \cup V)^*$ được gọi là dẫn (trực tiếp) ra $\beta \in (\Sigma \cup V)^*$, kí hiệu $\alpha \Rightarrow \beta$, nếu tồn tại quy tắc $x \rightarrow \gamma \in P$ sao cho $\alpha = uxv$ và $\beta = u\gamma v$.
- Quan hệ dẫn $\Rightarrow^*$ là bao đóng bắc cầu của quan hệ dẫn trực tiếp $\Rightarrow$.
- Dẫn xuất n bước: $\alpha_0 \Rightarrow \alpha_1 \Rightarrow ... \Rightarrow \alpha_n$

Dẫn xuất

- Quan hệ dẫn trực tiếp: $\alpha \in (\Sigma \cup V)^*$ được gọi là dẫn (trực tiếp) ra $\beta \in (\Sigma \cup V)^*$, kí hiệu $\alpha \Rightarrow \beta$, nếu tồn tại quy tắc $x \rightarrow \gamma \in P$ sao cho $\alpha = uxv$ và $\beta = u\gamma v$.
- Quan hệ dẫn $\Rightarrow^*$ là bao đóng bắc cầu của quan hệ dẫn trực tiếp $\Rightarrow$.
- Dẫn xuất n bước: $\alpha_0 \Rightarrow \alpha_1 \Rightarrow ... \Rightarrow \alpha_n$

Dẫn xuất

- Quan hệ dẫn trực tiếp: $\alpha \in (\Sigma \cup V)^*$ được gọi là dẫn (trực tiếp) ra $\beta \in (\Sigma \cup V)^*$, kí hiệu $\alpha \Rightarrow \beta$, nếu tồn tại quy tắc $x \rightarrow \gamma \in P$ sao cho $\alpha = uxv$ và $\beta = u\gamma v$.
- Quan hệ dẫn $\Rightarrow^*$ là bao đóng bắc cầu của quan hệ dẫn trực tiếp $\Rightarrow$.
- Dẫn xuất n bước: $\alpha_0 \Rightarrow \alpha_1 \Rightarrow ... \Rightarrow \alpha_n$

Ngôn ngữ sinh bởi văn phạm

- Cho văn phạm $G = (\Sigma, V, \sigma, P)$. Ngôn ngữ L sinh bởi văn phạm G là tập tất cả các từ trên bảng chữ cái Σ dẫn được từ tiên đề σ: $L(G) = \{w \in \Sigma^* | \sigma \Rightarrow^* w\}$
- Ví dụ: Ngôn ngữ sinh bởi văn phạm đã cho trong ví dụ ở trên?
- Hai văn phạm G_1 và G_2 gọi là tương đương nếu $L(G_1) = L(G_2)$.

Ngôn ngữ sinh bởi văn phạm

- Cho văn phạm $G = (\Sigma, V, \sigma, P)$. Ngôn ngữ L sinh bởi văn phạm G là tập tất cả các từ trên bảng chữ cái Σ dẫn được từ tiên đề σ: $L(G) = \{w \in \Sigma^* | \sigma \Rightarrow^* w\}$
- Ví dụ: Ngôn ngữ sinh bởi văn phạm đã cho trong ví dụ ở trên?
- Hai văn phạm G_1 và G_2 gọi là tương đương nếu $L(G_1) = L(G_2)$.

Ngôn ngữ sinh bởi văn phạm

- Cho văn phạm $G = (\Sigma, V, \sigma, P)$. Ngôn ngữ L sinh bởi văn phạm G là tập tất cả các từ trên bảng chữ cái Σ dẫn được từ tiên đề σ: $L(G) = \{w \in \Sigma^* | \sigma \Rightarrow^* w\}$
- Ví dụ: Ngôn ngữ sinh bởi văn phạm đã cho trong ví dụ ở trên?
- Hai văn phạm G_1 và G_2 gọi là tương đương nếu $L(G_1) = L(G_2)$.

Phân lớp văn phạm của Chomsky (1)

Các kiểu quy tắc

- Quy tắc tổng quát: không có ràng buộc về vế trái cũng như vế phải
- Quy tắc cảm ngữ cảnh: có dạng $\alpha A \beta \to \alpha \gamma \beta$, $A \in V$, $\alpha, \beta \in (\Sigma \cup V)^*$, $\gamma \in (\Sigma \cup V)^+$
  Định nghĩa khác: $\alpha \to \beta$, $|\alpha| \leq |\beta|$
- Quy tắc phi ngữ cảnh: có dạng $A \to \alpha$, $A \in V$, $\alpha \in (\Sigma \cup V)^*$
- Quy tắc tuyến tính: có dạng $A \to x$ hoặc $A \to xBy$, $A, B \in V$, $x, y \in \Sigma^*$
- Quy tắc tuyến tính trái (phải): có dạng $A \to a$ hoặc $A \to \epsilon$ hoặc $A \to Ba$ ($A \to aB$), $A, B \in V$, $a \in \Sigma$

Phân lớp văn phạm của Chomsky (1)

Các kiểu quy tắc

- Quy tắc tổng quát: không có ràng buộc về vế trái cũng như vế phải
- Quy tắc cảm ngữ cảnh: có dạng $\alpha A\beta \to \alpha\gamma\beta$, $A \in V$, $\alpha, \beta \in (\Sigma \cup V)^*$, $\gamma \in (\Sigma \cup V)^+$
  Định nghĩa khác: $\alpha \to \beta$, $|\alpha| \leq |\beta|$
- Quy tắc phi ngữ cảnh: có dạng $A \to \alpha$, $A \in V$, $\alpha \in (\Sigma \cup V)^*$
- Quy tắc tuyến tính: có dạng $A \to x$ hoặc $A \to xBy$, $A, B \in V$, $x, y \in \Sigma^*$
- Quy tắc tuyến tính trái (phải): có dạng $A \to a$ hoặc $A \to \epsilon$ hoặc $A \to Ba$ ($A \to aB$), $A, B \in V$, $a \in \Sigma$

Phân lớp văn phạm của Chomsky (1)

Các kiểu quy tắc

- Quy tắc tổng quát: không có ràng buộc về vế trái cũng như vế phải
- Quy tắc cảm ngữ cảnh: có dạng $\alpha A\beta \to \alpha\gamma\beta$, $A \in V$, $\alpha, \beta \in (\Sigma \cup V)^*$, $\gamma \in (\Sigma \cup V)^+$
  Định nghĩa khác: $\alpha \to \beta$, $|\alpha| \leq |\beta|$
- Quy tắc phi ngữ cảnh: có dạng $A \to \alpha$, $A \in V$, $\alpha \in (\Sigma \cup V)^*$
- Quy tắc tuyến tính: có dạng $A \to x$ hoặc $A \to xBy$, $A, B \in V$, $x, y \in \Sigma^*$
- Quy tắc tuyến tính trái (phải): có dạng $A \to a$ hoặc $A \to \epsilon$ hoặc $A \to Ba$ ($A \to aB$), $A, B \in V$, $a \in \Sigma$

Phân lớp văn phạm của Chomsky (1)

Các kiểu quy tắc

- Quy tắc tổng quát: không có ràng buộc về vế trái cũng như vế phải
- Quy tắc cảm ngữ cảnh: có dạng $\alpha A\beta \to \alpha\gamma\beta$, $A \in V$, $\alpha, \beta \in (\Sigma \cup V)^*$, $\gamma \in (\Sigma \cup V)^+$
  Định nghĩa khác: $\alpha \to \beta$, $|\alpha| \leq |\beta|$
- Quy tắc phi ngữ cảnh: có dạng $A \to \alpha$, $A \in V$, $\alpha \in (\Sigma \cup V)^*$
- Quy tắc tuyến tính: có dạng $A \to x$ hoặc $A \to xBy$, $A, B \in V$, $x, y \in \Sigma^*$
- Quy tắc tuyến tính trái (phải): có dạng $A \to a$ hoặc $A \to \epsilon$ hoặc $A \to Ba$ ($A \to aB$), $A, B \in V$, $a \in \Sigma$

Phân lớp văn phạm của Chomsky (1)

Các kiểu quy tắc

- Quy tắc tổng quát: không có ràng buộc về vế trái cũng như vế phải
- Quy tắc cảm ngữ cảnh: có dạng $\alpha A\beta \rightarrow \alpha\gamma\beta$, $A \in V$, $\alpha, \beta \in (\Sigma \cup V)^*$, $\gamma \in (\Sigma \cup V)^+$
  Định nghĩa khác: $\alpha \rightarrow \beta$, $|\alpha| \leq |\beta|$
- Quy tắc phi ngữ cảnh: có dạng $A \rightarrow \alpha$, $A \in V$, $\alpha \in (\Sigma \cup V)^*$
- Quy tắc tuyến tính: có dạng $A \rightarrow x$ hoặc $A \rightarrow xBy$, $A, B \in V$, $x, y \in \Sigma^*$
- Quy tắc tuyến tính trái (phải): có dạng $A \rightarrow a$ hoặc $A \rightarrow \epsilon$ hoặc $A \rightarrow Ba$ ($A \rightarrow aB$), $A, B \in V$, $a \in \Sigma$

Phân lớp văn phạm của Chomsky (2)

Các lớp văn phạm

- Kiểu 3: Văn phạm chính quy - các quy tắc là quy tắc tuyến tính phải ⇒ sinh ngôn ngữ chính quy
- Kiểu 2: Văn phạm phi ngữ cảnh - các quy tắc là quy tắc phi ngữ cảnh ⇒ sinh ngôn ngữ phi ngữ cảnh
- Kiểu 1: Văn phạm cảm ngữ cảnh - các quy tắc là quy tắc cảm ngữ cảnh ⇒ sinh ngôn ngữ cảm ngữ cảnh
- Kiểu 0: Văn phạm không hạn chế/tổng quát - các quy tắc là quy tắc tổng quát ⇒ sinh ngôn ngữ tổng quát
- $\mathcal{L}_0 \supset \mathcal{L}_1 \supset \mathcal{L}_2 \supset \mathcal{L}_3$

Phân lớp văn phạm của Chomsky (2)

Các lớp văn phạm

- Kiểu 3: Văn phạm chính quy - các quy tắc là quy tắc tuyến tính phải ⇒ sinh ngôn ngữ chính quy
- Kiểu 2: Văn phạm phi ngữ cảnh - các quy tắc là quy tắc phi ngữ cảnh ⇒ sinh ngôn ngữ phi ngữ cảnh
- Kiểu 1: Văn phạm cảm ngữ cảnh - các quy tắc là quy tắc cảm ngữ cảnh ⇒ sinh ngôn ngữ cảm ngữ cảnh
- Kiểu 0: Văn phạm không hạn chế/tổng quát - các quy tắc là quy tắc tổng quát ⇒ sinh ngôn ngữ tổng quát
- $\mathcal{L}_0 \supset \mathcal{L}_1 \supset \mathcal{L}_2 \supset \mathcal{L}_3$

Phân lớp văn phạm của Chomsky (2)

Các lớp văn phạm

- Kiểu 3: Văn phạm chính quy - các quy tắc là quy tắc tuyến tính phải $\Rightarrow$ sinh ngôn ngữ chính quy
- Kiểu 2: Văn phạm phi ngữ cảnh - các quy tắc là quy tắc phi ngữ cảnh $\Rightarrow$ sinh ngôn ngữ phi ngữ cảnh
- Kiểu 1: Văn phạm cảm ngữ cảnh - các quy tắc là quy tắc cảm ngữ cảnh $\Rightarrow$ sinh ngôn ngữ cảm ngữ cảnh
- Kiểu 0: Văn phạm không hạn chế/tổng quát - các quy tắc là quy tắc tổng quát $\Rightarrow$ sinh ngôn ngữ tổng quát
- $\mathcal{L}_0 \supset \mathcal{L}_1 \supset \mathcal{L}_2 \supset \mathcal{L}_3$

Phân lớp văn phạm của Chomsky (2)

Các lớp văn phạm

- Kiểu 3: Văn phạm chính quy - các quy tắc là quy tắc tuyến tính phải $\Rightarrow$ sinh ngôn ngữ chính quy
- Kiểu 2: Văn phạm phi ngữ cảnh - các quy tắc là quy tắc phi ngữ cảnh $\Rightarrow$ sinh ngôn ngữ phi ngữ cảnh
- Kiểu 1: Văn phạm cảm ngữ cảnh - các quy tắc là quy tắc cảm ngữ cảnh $\Rightarrow$ sinh ngôn ngữ cảm ngữ cảnh
- Kiểu 0: Văn phạm không hạn chế/tổng quát - các quy tắc là quy tắc tổng quát $\Rightarrow$ sinh ngôn ngữ tổng quát
- $\mathcal{L}_0 \supset \mathcal{L}_1 \supset \mathcal{L}_2 \supset \mathcal{L}_3$

Phân lớp văn phạm của Chomsky (2)

Các lớp văn phạm

- Kiểu 3: Văn phạm chính quy - các quy tắc là quy tắc tuyến tính phải $\Rightarrow$ sinh ngôn ngữ chính quy
- Kiểu 2: Văn phạm phi ngữ cảnh - các quy tắc là quy tắc phi ngữ cảnh $\Rightarrow$ sinh ngôn ngữ phi ngữ cảnh
- Kiểu 1: Văn phạm cảm ngữ cảnh - các quy tắc là quy tắc cảm ngữ cảnh $\Rightarrow$ sinh ngôn ngữ cảm ngữ cảnh
- Kiểu 0: Văn phạm không hạn chế/tổng quát - các quy tắc là quy tắc tổng quát $\Rightarrow$ sinh ngôn ngữ tổng quát
- $\mathcal{L}_0 \supset \mathcal{L}_1 \supset \mathcal{L}_2 \supset \mathcal{L}_3$

Nội dung

Bài toán phân tích

- Cho một văn phạm hình thức. Xác định ngôn ngữ sinh bởi văn phạm đó.

Bài tập

Tìm các ngôn ngữ sinh bởi các văn phạm có tập quy tắc như sau

1. $S \to aA$ (1), $A \to aA$ (2), $A \to bB$ (3), $B \to bB$ (4), $B \to cC$ (5), $B \to c$ (6), $C \to cC$ (7), $C \to c$ (8)
2. $S \to aSb$ (1), $S \to ab$ (2)
3. $S \to aSBC$ (1), $S \to aBC$ (2), $aB \to ab$ (3), $bB \to bb$ (4), $CB \to BC$ (5), $bC \to bc$ (6), $cC \to cc$ (7)

Bài tập

Tìm các ngôn ngữ sinh bởi các văn phạm có tập quy tắc như sau

1. $S \to aA$ (1), $A \to aA$ (2), $A \to bB$ (3), $B \to bB$ (4), $B \to cC$ (5), $B \to c$ (6), $C \to cC$ (7), $C \to c$ (8)
2. $S \to aSb$ (1), $S \to ab$ (2)
3. $S \to aSBC$ (1), $S \to aBC$ (2), $aB \to ab$ (3), $bB \to bb$ (4), $CB \to BC$ (5), $bC \to bc$ (6), $cC \to cc$ (7)

Bài tập

Tìm các ngôn ngữ sinh bởi các văn phạm có tập quy tắc như sau

1. $S \to aA$ (1), $A \to aA$ (2), $A \to bB$ (3), $B \to bB$ (4), $B \to cC$ (5), $B \to c$ (6), $C \to cC$ (7), $C \to c$ (8)
2. $S \to aSb$ (1), $S \to ab$ (2)
3. $S \to aSBC$ (1), $S \to aBC$ (2), $aB \to ab$ (3), $bB \to bb$ (4), $CB \to BC$ (5), $bC \to bc$ (6), $cC \to cc$ (7)

Bài toán tổng hợp

- Cho một ngôn ngữ. Xây dựng văn phạm sinh ngôn ngữ đó.

Bài tập

Xây dựng văn phạm sinh các ngôn ngữ sau

1. $\{a^n b^m c^p d^q \mid n, m \geq 0, p \geq 1, q \geq 2\}$
2. $\{0,1\}^+$ và $\{0,1\}^*$
3. $\{x\widetilde{x} \mid x \in \{a,b,c\}^*\}$
4. $\{a^n b^m c^{2n} x d^p \widetilde{x} \mid n, m \geq 0, p \geq 2, x \in \{a,b,c\}^+\}$
5. Tập các tên (*identifier*) trong ngôn ngữ lập trình
6. Tập các số tự nhiên. Tập các số nguyên
7. Tập các biểu thức số học trên tập số thực

Bài tập

Xây dựng văn phạm sinh các ngôn ngữ sau

1. $\{a^n b^m c^p d^q \mid n, m \geq 0, p \geq 1, q \geq 2\}$
2. $\{0, 1\}^+$ và $\{0, 1\}^*$
3. $\{x\widetilde{x} \mid x \in \{a, b, c\}^*\}$
4. $\{a^n b^m c^{2n} x d^p \widetilde{x} \mid n, m \geq 0, p \geq 2, x \in \{a, b, c\}^+\}$
5. Tập các tên (*identifier*) trong ngôn ngữ lập trình
6. Tập các số tự nhiên. Tập các số nguyên
7. Tập các biểu thức số học trên tập số thực

Bài tập

Xây dựng văn phạm sinh các ngôn ngữ sau

1. $\{a^n b^m c^p d^q \mid n, m \geq 0, p \geq 1, q \geq 2\}$
2. $\{0, 1\}^+$ và $\{0, 1\}^*$
3. $\{x\widetilde{x} \mid x \in \{a, b, c\}^*\}$
4. $\{a^n b^m c^{2n} x d^p \widetilde{x} \mid n, m \geq 0, p \geq 2, x \in \{a, b, c\}^+\}$
5. Tập các tên (*identifier*) trong ngôn ngữ lập trình
6. Tập các số tự nhiên. Tập các số nguyên
7. Tập các biểu thức số học trên tập số thực

Bài tập

Xây dựng văn phạm sinh các ngôn ngữ sau

1. $\{a^n b^m c^p d^q \mid n, m \geq 0, p \geq 1, q \geq 2\}$
2. $\{0, 1\}^+$ và $\{0, 1\}^*$
3. $\{x\widetilde{x} \mid x \in \{a, b, c\}^*\}$
4. $\{a^n b^m c^{2n} x d^p \widetilde{x} \mid n, m \geq 0, p \geq 2, x \in \{a, b, c\}^+\}$
5. Tập các tên (*identifier*) trong ngôn ngữ lập trình
6. Tập các số tự nhiên. Tập các số nguyên
7. Tập các biểu thức số học trên tập số thực

Bài tập

Xây dựng văn phạm sinh các ngôn ngữ sau

1. $\{a^n b^m c^p d^q \mid n, m \geq 0, p \geq 1, q \geq 2\}$
2. $\{0, 1\}^+$ và $\{0, 1\}^*$
3. $\{x\widetilde{x} \mid x \in \{a, b, c\}^*\}$
4. $\{a^n b^m c^{2n} x d^p \widetilde{x} \mid n, m \geq 0, p \geq 2, x \in \{a, b, c\}^+\}$
5. Tập các tên (*identifier*) trong ngôn ngữ lập trình
6. Tập các số tự nhiên. Tập các số nguyên
7. Tập các biểu thức số học trên tập số thực

Bài tập

Xây dựng văn phạm sinh các ngôn ngữ sau

1. $\{a^n b^m c^p d^q \mid n, m \geq 0, p \geq 1, q \geq 2\}$
2. $\{0, 1\}^+$ và $\{0, 1\}^*$
3. $\{x\widetilde{x} \mid x \in \{a, b, c\}^*\}$
4. $\{a^n b^m c^{2n} x d^p \widetilde{x} \mid n, m \geq 0, p \geq 2, x \in \{a, b, c\}^+\}$
5. Tập các tên (*identifier*) trong ngôn ngữ lập trình
6. Tập các số tự nhiên. Tập các số nguyên
7. Tập các biểu thức số học trên tập số thực

Bài tập

Xây dựng văn phạm sinh các ngôn ngữ sau

1. $\{a^n b^m c^p d^q \mid n, m \geq 0, p \geq 1, q \geq 2\}$
2. $\{0, 1\}^+$ và $\{0, 1\}^*$
3. $\{x\widetilde{x} \mid x \in \{a, b, c\}^*\}$
4. $\{a^n b^m c^{2n} x d^p \widetilde{x} \mid n, m \geq 0, p \geq 2, x \in \{a, b, c\}^+\}$
5. Tập các tên (*identifier*) trong ngôn ngữ lập trình
6. Tập các số tự nhiên. Tập các số nguyên
7. Tập các biểu thức số học trên tập số thực

Tính nhập nhằng của văn phạm

So sánh 2 văn phạm sinh biểu thức số học

- $E \to N \mid E + E \mid E - E \mid E * E \mid E/E \mid (E)$
  $N \to 1 \mid 2 \mid 3$
- $E \to T \mid E + T \mid E - T$
  $T \to F \mid T * F \mid T/F$
  $F \to N \mid (E)$
  $N \to 1 \mid 2 \mid 3$
- Dẫn xuất cho $1 + 2 * 3$???
  Cây dẫn xuất

Tính nhập nhằng của văn phạm

So sánh 2 văn phạm sinh biểu thức số học

- $E \to N \mid E + E \mid E - E \mid E * E \mid E/E \mid (E)$
  $N \to 1 \mid 2 \mid 3$
- $E \to T \mid E + T \mid E - T$
  $T \to F \mid T * F \mid T/F$
  $F \to N \mid (E)$
  $N \to 1 \mid 2 \mid 3$
- Dẫn xuất cho $1 + 2 * 3$???
  Cây dẫn xuất

Tính nhập nhằng của văn phạm

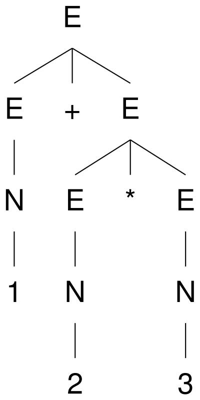
So sánh 2 văn phạm sinh biểu thức số học

- $E \to N \mid E + E \mid E - E \mid E * E \mid E/E \mid (E)$
  $N \to 1 \mid 2 \mid 3$
- $E \to T \mid E + T \mid E - T$
  $T \to F \mid T * F \mid T/F$
  $F \to N \mid (E)$
  $N \to 1 \mid 2 \mid 3$
- Dẫn xuất cho $1 + 2 * 3$???
  Cây dẫn xuất

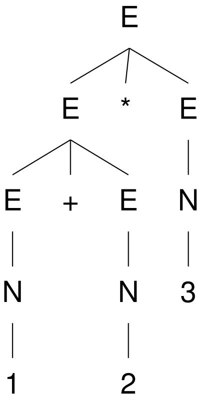
Cây dẫn xuất (1)

Sử dụng G_1

Cách 1:

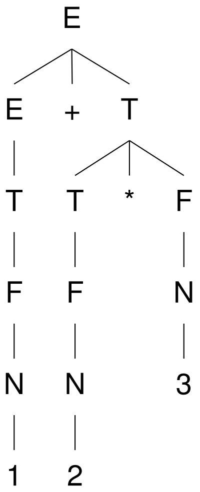


Cách 2:



Cây dẫn xuất (2)

Sử dụng G_2



Bài tập bổ sung

- Xây dựng văn phạm tuyến tính trái sinh tập các tên