



دانشگاه صنعتی شاهرود
دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

درس اصول طراحی کامپایلر

توابع First و Follow و گرامرهای LL(1)

مدرس:
علیرضا تجری

توابع First و Follow

▪ First(α)

- ورودی α : دنباله‌ای از پایانه‌ها و غیرپایانه‌ها
- خروجی: مجموعه‌ای از پایانه‌ها
- ابتدای جمله‌هایی که از α استخراج می‌شوند.
- اگر $\alpha \xRightarrow{*} \lambda$ آنگاه λ هم در First(α) وجود دارد.

▪ Follow(A)

- ورودی A: یک غیرپایانه
- خروجی: مجموعه پایانه‌هایی که در فرم‌های جمله‌ای به صورت زیر، بعد از A می‌آیند:

$$S \xRightarrow{*} \alpha A \beta$$

- اگر A سمت راست‌ترین سمبل در فرم‌جمله‌ای بالا باشد، آنگاه \$ هم در Follow(A) وجود دارد.

محاسبه $\text{First}(\alpha)$

(1) اگر α یک پایانه و یا λ است:

- $\text{First}(\alpha) = \{\alpha\}$

(2) اگر α غیر پایانه است و قاعده‌ای به صورت $\alpha \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_k$ در گرامر وجود دارد:

- همه اعضای $\text{First}(Y_1)$ به جز λ در $\text{First}(\alpha)$ قرار دارد.

- اگر $\lambda \Rightarrow^* Y_1$ آنگاه ، همه اعضای $\text{First}(Y_2)$ به جز λ در $\text{First}(\alpha)$ قرار دارد.

- اگر λ در $\text{First}(Y_1)$ قرار دارد آنگاه ، همه اعضای $\text{First}(Y_2)$ به جز λ در $\text{First}(\alpha)$ قرار دارد.

- اگر $\lambda \Rightarrow^* Y_1 Y_2$ آنگاه ، همه اعضای $\text{First}(Y_3)$ به جز λ در $\text{First}(\alpha)$ قرار دارد.

- اگر λ در $\text{First}(Y_1 Y_2)$ قرار دارد آنگاه ، همه اعضای $\text{First}(Y_3)$ به جز λ در $\text{First}(\alpha)$ قرار دارد.

- ...

- اگر $\lambda \Rightarrow^* Y_1 Y_2 \dots Y_k$ آنگاه λ هم در $\text{First}(\alpha)$ وجود دارد.

(3) اگر α دنباله‌ای از پایانه‌ها و غیرپایانه‌ها به صورت $Y_1 Y_2 \dots Y_k$ است، مانند حالت ۲ عمل شود.

▪ تابع First را برای همه غیرپایانه‌ها و فرم‌های جمله‌ای در گرامر زیر حساب کنید.

$$E \longrightarrow T E'$$

$$E' \longrightarrow + T E' \mid \lambda$$

$$T \longrightarrow F T'$$

$$T' \longrightarrow * F T' \mid \lambda$$

$$F \longrightarrow (E) \mid \text{id}$$

$$\text{First}(F) = ?$$

$$\text{First}(T) = ?$$

$$\text{First}(T') = ?$$

$$\text{First}(E) = ?$$

$$\text{First}(E') = ?$$

$$\text{First}((E)) = ?$$

$$\text{First}(\text{id}) = ?$$

$$\text{First}(*FT) = ?$$

$$\text{First}(\lambda) = ?$$

$$\text{First}(FT') = ?$$

$$\text{First}(+TE') = ?$$

$$\text{First}(TE') = ?$$

- تابع First را برای همه غیرپایانه‌ها و فرم‌های جمله‌ای در گرامر زیر حساب کنید.

$$E \longrightarrow T E'$$

$$E' \longrightarrow + T E' \mid \lambda$$

$$T \longrightarrow F T'$$

$$T' \longrightarrow * F T' \mid \lambda$$

$$F \longrightarrow (E) \mid \text{id}$$

$$\text{First}(F) = \{ (, \text{id} \}$$

$$\text{First}(T) = \{ (, \text{id} \}$$

$$\text{First}(T') = \{ *, \lambda \}$$

$$\text{First}(E) = \{ (, \text{id} \}$$

$$\text{First}(E') = \{ +, \lambda \}$$

$$\text{First}((E)) = \{ (\}$$

$$\text{First}(\text{id}) = \{ \text{id} \}$$

$$\text{First}(*FT) = \{ * \}$$

$$\text{First}(\lambda) = \{ \lambda \}$$

$$\text{First}(FT') = \{ (, \text{id} \}$$

$$\text{First}(+TE') = \{ + \}$$

$$\text{First}(TE') = \{ (, \text{id} \}$$

- تابع First را برای همه غیرپایانه‌ها و فرم‌های جمله‌ای در گرامرهای زیر حساب کنید.

$$T \longrightarrow HM$$

$$H \longrightarrow FC$$

$$F \longrightarrow \mathbf{aF} \mid CM \mid \lambda$$

$$C \longrightarrow \mathbf{d} \mid \lambda$$

$$M \longrightarrow \mathbf{m}$$

$$S \longrightarrow \mathbf{iEtSS'} \mid \mathbf{a}$$

$$S' \longrightarrow \mathbf{eS} \mid \lambda$$

$$E \longrightarrow \mathbf{b}$$

محاسبه Follow(A)

(1) \$ را در Follow(S) قرار دهید

- \$ نشان پایانی و S، غیرپایانه شروع است.

(2) اگر قاعده‌ای به شکل $B \rightarrow \alpha A \beta$ در گرامر وجود دارد

- همه نمادهای موجود در $\text{First}(\beta)$ به جز λ در Follow(A) قرار دارد.

(3) اگر حداقل یکی از دو شرط زیر برقرار است، آنگاه هرچیزی که در Follow(B) قرار دارد، در Follow(A) هم قرار دارد.

- قاعده‌ای مانند $B \rightarrow \alpha A$ در گرامر وجود دارد.

- قاعده‌ای مانند $B \rightarrow \alpha A \beta$ در گرامر وجود دارد و λ در $\text{First}(\beta)$ قرار دارد.

▪ تابع Follow را برای همه غیرپایانه‌ها در گرامر زیر حساب کنید.

$$E \rightarrow T E'$$

$$E' \rightarrow + T E' \mid \lambda$$

$$T \rightarrow F T'$$

$$T' \rightarrow * F T' \mid \lambda$$

$$F \rightarrow (E) \mid id$$

$$\text{First}(F) = \{ (, id \}$$

$$\text{First}(T) = \{ (, id \}$$

$$\text{First}(T') = \{ *, \lambda \}$$

$$\text{First}(E) = \{ (, id \}$$

$$\text{First}(E') = \{ +, \lambda \}$$

$$\text{First}((E)) = \{ (\}$$

$$\text{First}(id) = \{ id \}$$

$$\text{First}(*FT) = \{ * \}$$

$$\text{First}(\lambda) = \{ \lambda \}$$

$$\text{First}(FT') = \{ (, id \}$$

$$\text{First}(+TE') = \{ + \}$$

$$\text{First}(TE') = \{ (, id \}$$

$$\text{Follow}(F) = ?$$

$$\text{Follow}(T) = ?$$

$$\text{Follow}(T') = ?$$

$$\text{Follow}(E) = ?$$

$$\text{Follow}(E') = ?$$

▪ تابع Follow را برای همه غیرپایانه‌ها در گرامر زیر حساب کنید.

$$E \longrightarrow T E'$$

$$E' \longrightarrow + T E' \mid \lambda$$

$$T \longrightarrow F T'$$

$$T' \longrightarrow * F T' \mid \lambda$$

$$F \longrightarrow (E) \mid \text{id}$$

$$\text{First}(F) = \{ (, \text{id} \}$$

$$\text{First}(T) = \{ (, \text{id} \}$$

$$\text{First}(T') = \{ *, \lambda \}$$

$$\text{First}(E) = \{ (, \text{id} \}$$

$$\text{First}(E') = \{ +, \lambda \}$$

$$\text{First}((E)) = \{ (\}$$

$$\text{First}(\text{id}) = \{ \text{id} \}$$

$$\text{First}(*FT) = \{ * \}$$

$$\text{First}(\lambda) = \{ \lambda \}$$

$$\text{First}(FT') = \{ (, \text{id} \}$$

$$\text{First}(+TE') = \{ + \}$$

$$\text{First}(TE') = \{ (, \text{id} \}$$

$$\text{Follow}(F) = \{ +, *,), \$ \}$$

$$\text{Follow}(T) = \{ +,), \$ \}$$

$$\text{Follow}(T') = \{ +,), \$ \}$$

$$\text{Follow}(E) = \{), \$ \}$$

$$\text{Follow}(E') = \{), \$ \}$$

▪ تابع First و Follow را برای همه غیرپایانه‌ها در گرامر زیر حساب کنید.

$$S \rightarrow iEtSS' \mid a$$

$$S' \rightarrow eS \mid \lambda$$

$$E \rightarrow b$$

$$\text{First}(S) = ?$$

$$\text{First}(S') = ?$$

$$\text{First}(E) = ?$$

$$\text{Follow}(S) = ?$$

$$\text{Follow}(S') = ?$$

$$\text{Follow}(E) = ?$$

- تابع First و Follow را برای همه غیرپایانه‌ها در گرامر زیر حساب کنید.

$$S \rightarrow iEtSS' \mid a$$

$$S' \rightarrow eS \mid \lambda$$

$$E \rightarrow b$$

$$\text{First}(S) = \{i, a\}$$

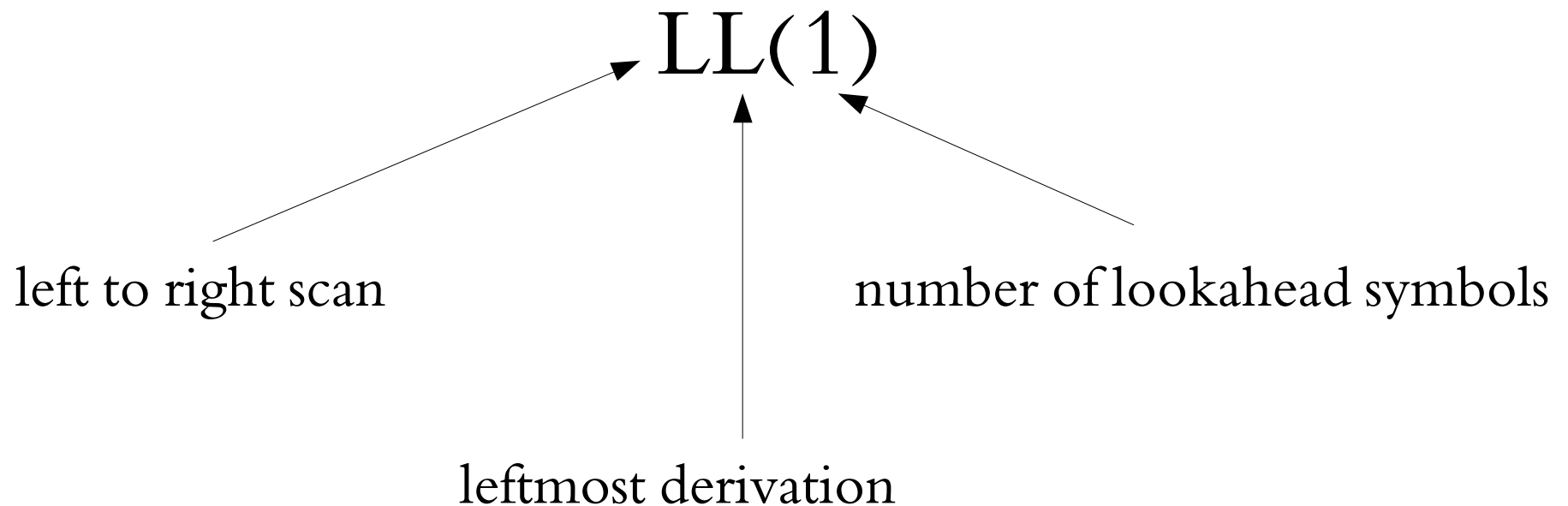
$$\text{First}(S') = \{e, \lambda\}$$

$$\text{First}(E) = \{b\}$$

$$\text{Follow}(S) = \{\$, e\}$$

$$\text{Follow}(S') = \{\$, e\}$$

$$\text{Follow}(E) = \{t\}$$



گرامرهای LL(1)

برای این گرامرها می توان تجزیه گر بالا به پایین ایجاد کرد.

گرامرهای چپ گرد، دارای فاکتور مشترک از چپ و مبهم، LL(1) نیستند.

گرامرهای LL(1)

گرامر G ، یک گرامر $LL(1)$ است، اگر و فقط اگر $A \rightarrow \alpha$ و $A \rightarrow \beta$ دو قاعده مجزای G باشند و داشته باشیم:

(1) برای هر پایانه مثل a ، هر دوی α و β ، رشته‌ای تولید نکنند که با a شروع شود.

(2) فقط یکی از α و β ، λ را استخراج کند.

(3) اگر $\alpha \Rightarrow^* \lambda$ ، آنگاه β نتواند هیچ رشته‌ای را استخراج کند که با پایانه‌های موجود در $\text{Follow}(A)$ شروع شود.

به طور مشابه اگر $\beta \Rightarrow^* \lambda$ ، آنگاه α نتواند هیچ رشته‌ای را استخراج کند که با پایانه‌های موجود در $\text{Follow}(A)$ شروع شود.

گرامرهای LL(1)

گرامر G ، یک گرامر $LL(1)$ است، اگر و فقط اگر $A \rightarrow \alpha$ و $A \rightarrow \beta$ دو قاعده مجزای G باشند و داشته باشیم:

$$\text{First}(\alpha) \cap \text{First}(\beta) = \phi$$

(1) برای هر پایانه مثل a ، هر دوی α و β ، رشته‌ای تولید

(2) فقط یکی از α و β ، λ را استخراج کند.

(3) اگر $\lambda \in \text{Follow}(A)$ و $\lambda \in \text{First}(\alpha)$ یا $\lambda \in \text{First}(\beta)$ باشد، آنگاه λ نباید در $\text{Follow}(A)$ باشد.

if $\lambda \in \text{First}(\alpha)$ then $\text{Follow}(A) \cap \text{First}(\beta) = \phi$

if $\lambda \in \text{First}(\beta)$ then $\text{Follow}(A) \cap \text{First}(\alpha) = \phi$

▪ آیا گرامرهای زیر LL(1) هستند؟

$$E \longrightarrow T E'$$

$$E' \longrightarrow + T E' \mid \lambda$$

$$T \longrightarrow F T'$$

$$T' \longrightarrow * F T' \mid \lambda$$

$$F \longrightarrow (E) \mid id$$

$$S \longrightarrow iEtSS' \mid a$$

$$S' \longrightarrow eS \mid \lambda$$

$$E \longrightarrow b$$