



اصول طراحی کامپایلر



درس نامه‌ی

کاظم فولادی

<http://kazim.fouladi.ir>

ویراست اول: ۱۳۸۸

ویراست دوم: ۱۳۹۳

فهرست مطالب

۱	۷ تجزیه‌ی پایین به بالا: روش عمومی شیفت - کاهش
۱	۱-۷ مقدمه: تجزیه‌ی پایین به بالا
۲	۲-۷ دستگیره در تجزیه‌ی پایین به بالا
۳	۳-۷ تجزیه پایین به بالا مبتنی بر فرایند شیفت - کاهش
۳	۱-۳-۷ عملیات تجزیه‌گر مبتنی بر شیفت - کاهش
۳	۲-۳-۷ روال تجزیه‌ی شیفت - کاهش
۵	۴-۷ تداخل‌ها در تجزیه‌ی شیفت - کاهش
۵	۱-۴-۷ تداخل شیفت - کاهش
۵	۲-۴-۷ تداخل کاهش - کاهش
۵	* تمرین

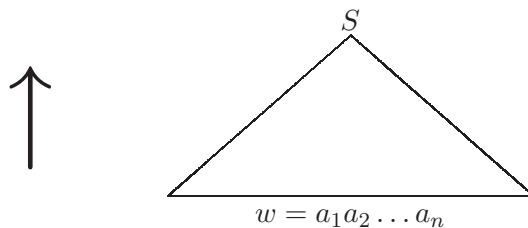
تجزیه‌ی پایین به بالا: روش عمومی شیفت - کاهش

BOTTOM-UP PARSING: SHIFT-REDUCE GENERAL METHOD



۱-۷ مقدمه: تجزیه‌ی پایین به بالا

منظور از تجزیه‌ی پایین به بالا (Bottom-Up Parsing)، این است که در فرایند تشخیص اشتقاق‌ها، درخت تجزیه از پایین به بالا - یعنی از برگ‌های رشته‌ی w به سمت ریشه S ساخته می‌شود.



شکل ۱-۷: ساخت درخت تجزیه از پایین به بالا

در مراحل تجزیه‌ی پایین به بالا از اشتقاق‌های راست‌ترین در جهت معکوس استفاده می‌شود.

مثال

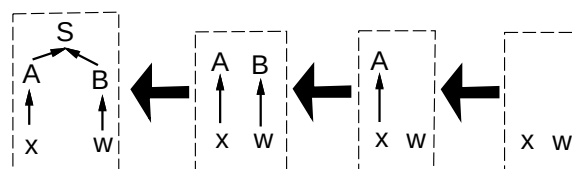
مراحل اشتقاق‌های راست‌ترین در جهت معکوس برای رشته‌ی ورودی داده شده از گرامر زیر به صورت زیر می‌باشد:

Grammar:

$S \rightarrow AB$
 $A \rightarrow x \mid Y$
 $B \rightarrow w \mid Z$
 $Y \rightarrow xb$
 $Z \rightarrow wp$

Example:

Input xw .



$$S \xRightarrow{rm} AB \xRightarrow{rm} Aw \xRightarrow{rm} xw.$$

مثال

با در نظر گرفتن گرامر زیر،

$$\begin{aligned} S &\rightarrow aABe \\ A &\rightarrow Abc \mid b \\ B &\rightarrow d \end{aligned}$$

رشته‌ی $abbcede$ می‌تواند به صورت زیر به S کاهش یابد:

- 0) $abbcede$
- 1) $a\text{Abc}de$, replace b by A using $A \rightarrow b$
- 2) $aA\text{de}$, replace Abc by A using $A \rightarrow Abc$
- 3) $a\text{ABe}$, replace d by B using $B \rightarrow d$
- 4) S , replace $aABe$ by S using $S \rightarrow aABe$

گام‌های کاهش فوق متناظر با معکوس اشتقاق راست‌ترین زیر است:

$$S \xRightarrow{rm} aABe \xRightarrow{rm} aAde \xRightarrow{rm} aAbcde \xRightarrow{rm} abbcede$$

۲-۷ دستگیره در تجزیه‌ی پایین به بالا

- عبارت (phrase):
بخشی از یک فرم جمله‌ای که دقیقاً از یک ناپایانه تولید شده است. ($S \Rightarrow^* \alpha A \gamma \Rightarrow^+ \alpha \beta \gamma$ در β)
 - عبارت ساده (simple phrase):
عبارتی که دقیقاً در یک گام تولید شده باشد. ($S \Rightarrow^* \alpha A \gamma \Rightarrow \alpha \beta \gamma$ در β)
 - دستگیره (handle):
سمت چپ‌ترین عبارت ساده در یک گام از اشتقاق راست‌ترین ($S \Rightarrow^* \alpha A x \Rightarrow \alpha \beta x$ در β) با شرط ($x \in T^*$)
- یک دستگیره از فرم جمله‌ای راست، یک قاعده‌ی تولید $A \rightarrow \beta$ و k ، مکانی است که β در آن یافت می‌شود:
- $$handle(\alpha \beta x) = (A \rightarrow \beta, k) \quad , k = |\alpha| + 1$$
- دستگیره همیشه در بالای پشته ظاهر می‌شود.
 - اگر G مبهم نباشد، آن‌گاه هر فرم جمله‌ای راست، دقیقاً یک دستگیره‌ی یکتا دارد.

مثال

دستگیره، در هر یک از مراحل تجزیه‌ی رشته‌ی $abbcede$ با گرامر زیر نشان داده شده است:

$$\begin{aligned} S &\rightarrow aABe \\ A &\rightarrow Abc \mid b \\ B &\rightarrow d \end{aligned}$$

- | | |
|-------------|---|
| 0) $abbcde$ | , $handle(abbcde) = (A \rightarrow b, 2)$ |
| 1) $aAbcde$ | , $handle(aAbcde) = (A \rightarrow Abc, 2)$ |
| 2) $aAde$ | , $handle(aAde) = (B \rightarrow d, 3)$ |
| 3) $aABe$ | , $handle(aABe) = (S \rightarrow aABe, 1)$ |
| 4) S | |

هرس کردن دستگیره (handle pruning) به معنی جایگزینی سمت چپ فاعده‌ی دستگیره به جای سمت راست آن در فرم جمله‌ای است.

۳-۷ تجزیه پایین به بالا مبتنی بر فرایند شیفت - کاهش

۱-۳-۷ عملیات تجزیه‌گر مبتنی بر شیفت - کاهش

- شیفت (shift):
انتقال توکن جاری از ورودی به بالای پشته
- کاهش (reduce):
یافتن دستگیره، حذف آن از بالای پشته و push کردن ناپایانه‌ی سمت چپ دستگیره به بالای پشته
- پذیرش (accept):
پایان موفقیت‌آمیز تجزیه
- خطا (error):
فراخوانی روال اعلام و گذر از خطا.

۲-۳-۷ روال تجزیه‌ی شیفت - کاهش

- ۱) ابتدا S را به پشته push می‌کنیم.
- ۲) مراحل زیر را تکرار می‌کنیم تا بالای پشته S قرار گیرد و توکن جاری نیز S باشد:
 - ۱- یافتن دستگیره:
اگر دستگیره‌ای در بالای پشته وجود نداشت، توکن جاری را به درون پشته شیفت می‌دهیم.
 - ۲- کاهش:
اگر دستگیره‌ی $(A \rightarrow \beta, k)$ در بالای پشته قرار داشت، کاهش انجام می‌دهیم:
 - pop کردن $|\beta|$ نماد از بالای پشته و
 - push کردن A درون پشته.

مثال

نمونه‌ای از فرایند تجزیه‌ی شیفت - کاهش با گرامر زیر:

$$\begin{aligned}
 S &\rightarrow aABe \\
 A &\rightarrow Abc \mid b \\
 B &\rightarrow d
 \end{aligned}$$

STACK	INPUT	ACTION
\$	abbcd\$	shift a
\$a	bbcd\$	shift b
\$ab	bcd\$	reduce $A \rightarrow b$
\$aA	bcd\$	shift b
\$aAb	cde\$	shift c
\$aAbc	de\$	reduce $A \rightarrow Abc$
\$aA	de\$	shift d
\$aAd	e\$	reduce $B \rightarrow d$
\$aAB	e\$	shift e
\$aABe	\$	reduce $S \rightarrow aABe$
\$S	\$	accept



فرم جمله‌ای راست الحاق محتوای پشته با باقیمانده‌ی ورودی در هر گام یک فرم جمله‌ای از اشتقاق راست‌ترین رشته‌ی ورودی را نشان می‌دهد.

مثال

فرم جمله‌ای مربوط به هر یک از گام‌های تجزیه در مثال قبل به صورت زیر می‌باشد:

STACK	INPUT	ACTION
\$	abbcd\$	\$abbcd\$
\$a	bbcd\$	\$abbcd\$
\$ab	bcd\$	\$abbcd\$
\$aA	bcd\$	\$aAbcd\$
\$aAb	cde\$	\$aAbcd\$
\$aAbc	de\$	\$aAbcd\$
\$aA	de\$	\$aAde\$
\$aAd	e\$	\$aAde\$
\$aAB	e\$	\$aABe\$
\$aABe	\$	\$aABe\$
\$S	\$	\$S\$



۴-۷ تداخل‌ها در تجزیه‌ی شیفت - کاهش

۱-۴-۷ تداخل شیفت - کاهش

در تداخل شیفت - کاهش (shift-reduce conflict)، نمی‌توان تصمیم گرفت که آیا باید شیفت انجام شود و یا کاهش.

مثال

تداخل شیفت - کاهش را در یک مرحله از تجزیه برای گرامر:

$$A \rightarrow ab \mid abcd$$

STACK	INPUT	ACTION
\$ab	cd\$	shift c or reduce $A \rightarrow ab$

۲-۴-۷ تداخل کاهش - کاهش

در تداخل کاهش - کاهش (reduce-reduce conflict)، نمی‌توان تصمیم گرفت که کدام قاعده باید برای کاهش استفاده شود.

مثال

تداخل کاهش - کاهش را در یک مرحله از تجزیه برای گرامر:

$$A \rightarrow bc \quad B \rightarrow abc$$

STACK	INPUT	ACTION
\$abc	cd\$	reduce $A \rightarrow bc$ or reduce $B \rightarrow abc$

تمرین

۱. گرامر زیر را در نظر بگیرید:

$$\begin{aligned} S &\rightarrow (L) \mid a \\ L &\rightarrow L, S \mid S \end{aligned}$$

آ) یک اشتقاق راست‌ترین برای رشته‌ی $(a, (a, a))$ بسازید و دستگیره‌ی (handle) هر فرم جمله‌ای راست را نشان دهید.

ب) گام‌های تجزیه‌گر شیفت - کاهش متناظر با اشتقاق راست‌ترین فوق را نشان دهید.

پ) گام‌های تشکیل پایین به بالای درخت تجزیه را در حین تجزیه‌ی شیفت - کاهش فوق نشان دهید.

