

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



اصول طراحی کامپایلر

درس ۹

تحلیل نحوی (۴)

تجزیه‌ی پایین به بالا : روش عمومی شیفت-کاهش

Syntax Analysis (4)

Bottom-Up Parsing – Shift-Reduce General Method

کاظم فولادی قلعه

دانشکده مهندسی، پردیس فارابی

دانشگاه تهران

<http://courses.fouladi.ir/compiler>

اصول طراحی کامپیوتر

تحلیل نحوی
تجزیه‌ی پایین به بالا
روش عمومی شیفت-کاهش



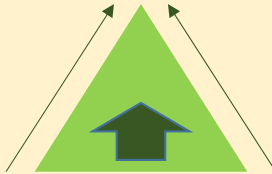
مقدمه

تجزیه‌ی پایین به بالا

روش‌های تجزیه *Parsing Methods*

روش‌های پایین به بالا *Bottom-Up Parsing Methods*

ساخت درخت تجزیه از پایین به بالا
(از برگ‌ها به سمت ریشه)



روش‌های بالا به پایین *Top-Down Parsing Methods*

ساخت درخت تجزیه از بالا به پایین
(از ریشه به سمت برگ‌ها)



از اشتقاق‌های راست‌ترین در جهت معکوس استفاده می‌شود.

تجزیه‌ی پایین به بالا

مثال

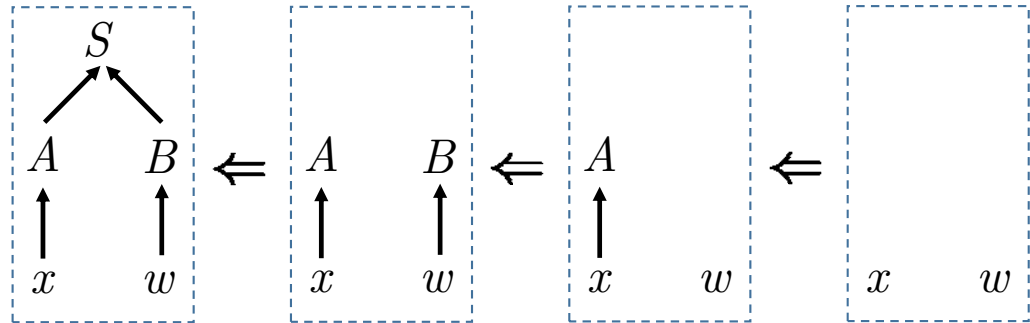
$$S \rightarrow AB$$

$$A \rightarrow x \mid Y$$

$$B \rightarrow w \mid Z$$

$$Y \rightarrow xb$$

$$Z \rightarrow wp$$



گرامر

 xw

ورودی

اشتقاق راست‌ترین

$$S \Rightarrow_{rm} AB \Rightarrow_{rm} Aw \Rightarrow_{rm} xw$$

تجزیه‌ی پایین به بالا

مثال

$$S \rightarrow aABe$$

$$A \rightarrow Abc \mid b$$

$$B \rightarrow d$$

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

0) $a\underline{b}bcde$

1) $a\underline{A}bcde$, replace b by A using $A \rightarrow b$

2) $aA\underline{d}e$, replace Abc by A using $A \rightarrow Abc$

3) $a\underline{AB}e$, 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:

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

تحلیل نحوی
تجزیه‌ی پایین به بالا
روش عمومی شیفت-کاهش

۲

روش
عمومی
شیفت-کاهش

دستگیره

در تجزیه‌ی پایین به بالا

HANDLE

بخشی از یک فرم جمله‌ای که دقیقاً از یک ناپایانه تولید شده است.

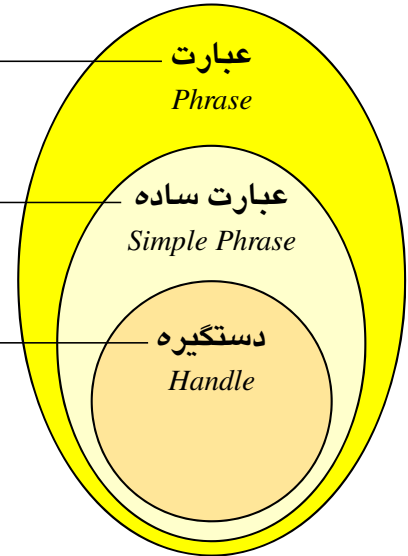
$$S \Rightarrow^* \alpha A \gamma \Rightarrow^+ \alpha \beta \gamma \quad \beta \text{ در اشتقاق}$$

عبارتی که دقیقاً در یک گام تولید شده باشد.

$$S \Rightarrow^* \alpha A \gamma \Rightarrow \alpha \beta \gamma \quad \beta \text{ در اشتقاق}$$

سمت چپ‌ترین عبارت ساده در یک گام از اشتقاق راست‌ترین

$$S \Rightarrow^* \alpha A x \Rightarrow \alpha \beta x, x \in T^* \quad \beta \text{ در اشتقاق}$$



یک دستگیره از فرم جمله‌ای راست، با یک قاعده‌ی تولید و مکان شروع سمت راست آن قاعده بازنمایی می‌شود.

$$handle(\alpha \beta x) = (A \rightarrow \beta, k) \quad , k = |\alpha| + 1$$

اگر گرامر مبهم نباشد، آن‌گاه هر فرم جمله‌ای راست، دقیقاً یک دستگیره‌ی یکتا دارد.

دستگیره

مثال

$$S \rightarrow aABe$$

$$A \rightarrow Abc \mid b$$

$$B \rightarrow d$$

$$0) \ a\underline{b}bcde, \text{ handle}(abbcde) = (A \rightarrow b, 2)$$

$$1) \ a\underline{A}bcde, \text{ handle}(aAbcde) = (A \rightarrow Abc, 2)$$

$$2) \ aA\underline{d}e, \text{ handle}(aAde) = (B \rightarrow d, 3)$$

$$3) \ \underline{aAB}e, \text{ handle}(aABe) = (S \rightarrow aABe, 1)$$

$$4) \ S$$

چایگزینی سمت چپ قاعده‌ی دستگیره
به جای سمت راست آن در فرم جمله‌ای

هرس کردن دستگیره

Handle Pruning

تجزیه‌ی شیفت-کاهش

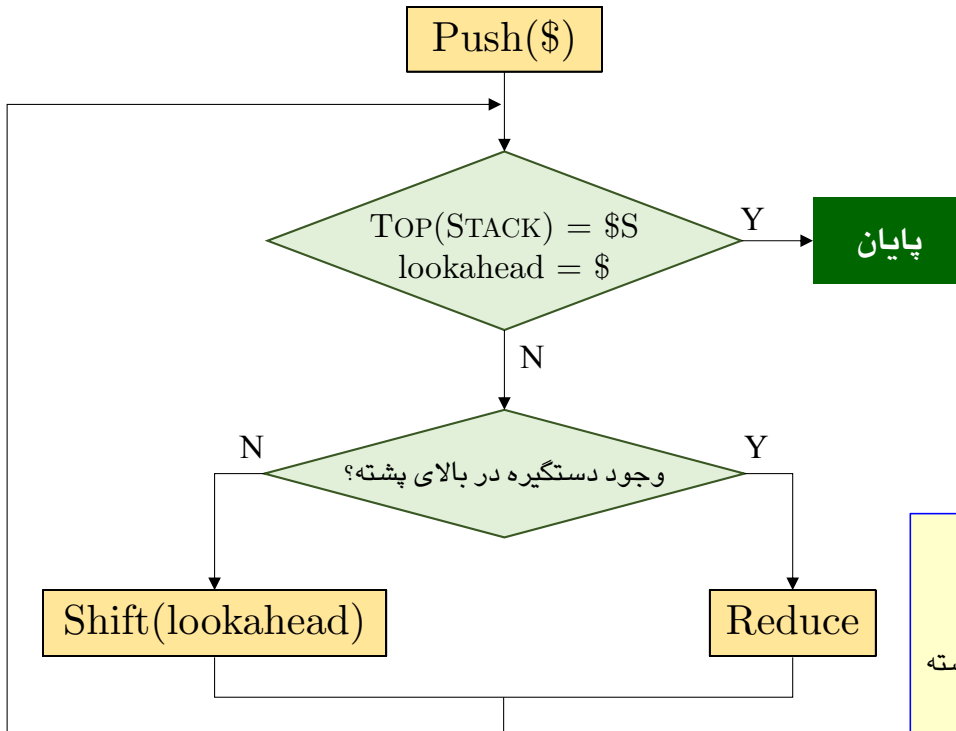
عملیات تجزیه‌گر

انتقال توکن جاری از ورودی به بالای پشته	شیفت <i>Shift</i>	۱
۱) یافتن دستگیره + pop کردن دستگیره از بالای پشته ۲) push کردن ناپایانه‌ی سمت چپ دستگیره به بالای پشته	کاهش <i>Reduce</i>	۲
پایان موفقیت‌آمیز تجزیه	پذیرش <i>Accept</i>	۳
برخورد با خطا (فراخوانی روال اعلام و گذر از خطا)	خطا <i>Error</i>	۴

* دستگیره، همیشه در بالای پشته ظاهر می‌شود.

تجزیه‌ی شیفت-کاهش

روال تجزیه

SHIFT-REDUCE PARSING PROCEDURE

دستگیره در بالای پشته :

 $(A \rightarrow \beta, k)$

کاهش:

- pop کردن $|\beta|$ نماد از بالای پشته
- push کردن A به بالای پشته

تجزیه‌ی شیفت-کاهش

مثال

$$S \rightarrow aABe$$

$$A \rightarrow Abc \mid b$$

$$B \rightarrow d$$

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

فرم جمله‌ای راست

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

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

«تداخلها» در تجزیه‌ی شیفت-کاهش

تداخلها

Conflicts

تداخل شیفت - کاهش

Shift-Reduce Conflict

نمی‌توان تصمیم گرفت که آیا باید **شیفت** انجام شود یا **کاهش**

مثال:

$$A \rightarrow ab \mid abcd$$

STACK	INPUT	ACTION
\$ab	cd\$	shift <i>c</i> or reduce $A \rightarrow ab$

تداخل کاهش - کاهش

Reduce-Reduce Conflict

نمی‌توان تصمیم گرفت که **کدام قاعده** باید برای کاهش استفاده شود

مثال:

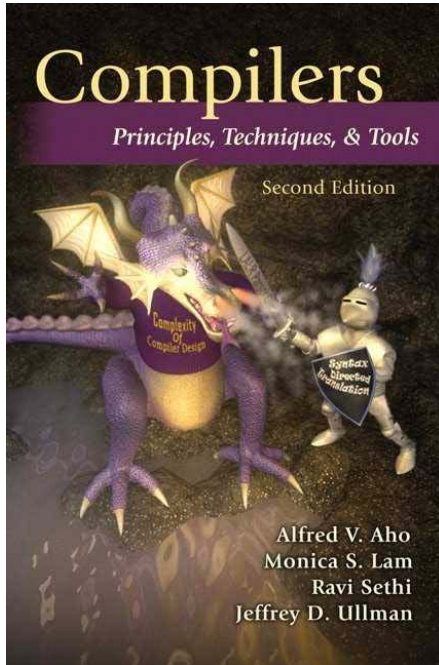
$$A \rightarrow bc \quad B \rightarrow abc$$

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

تحلیل نحوی
تجزیه‌ی پایین به بالا
روش عمومی شیفت-کاهش

۳

منابع



A. V. Aho, M. S. Lam, R. Sethi, J. D. Ullman,
Compilers: Principles, Techniques and Tools,
Second Edition, Addison-Wesley, 2007.

Chapter 4 (4.5)