

کامپیایلر
تجزیه گر، تجزیه پائین به بالا
چر(0)، چرس

محسن هوشمند
دانشکده تکنولوژی اطلاعات و علم رایانه
دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان

تجزیه سازی

دستور مستقل از متن
▪ مولد زبان مستقل از متن

تجزیه گر
▪ تشخیص گر زبان

فرایند ساخت اشتقاقی از جمله ورودی

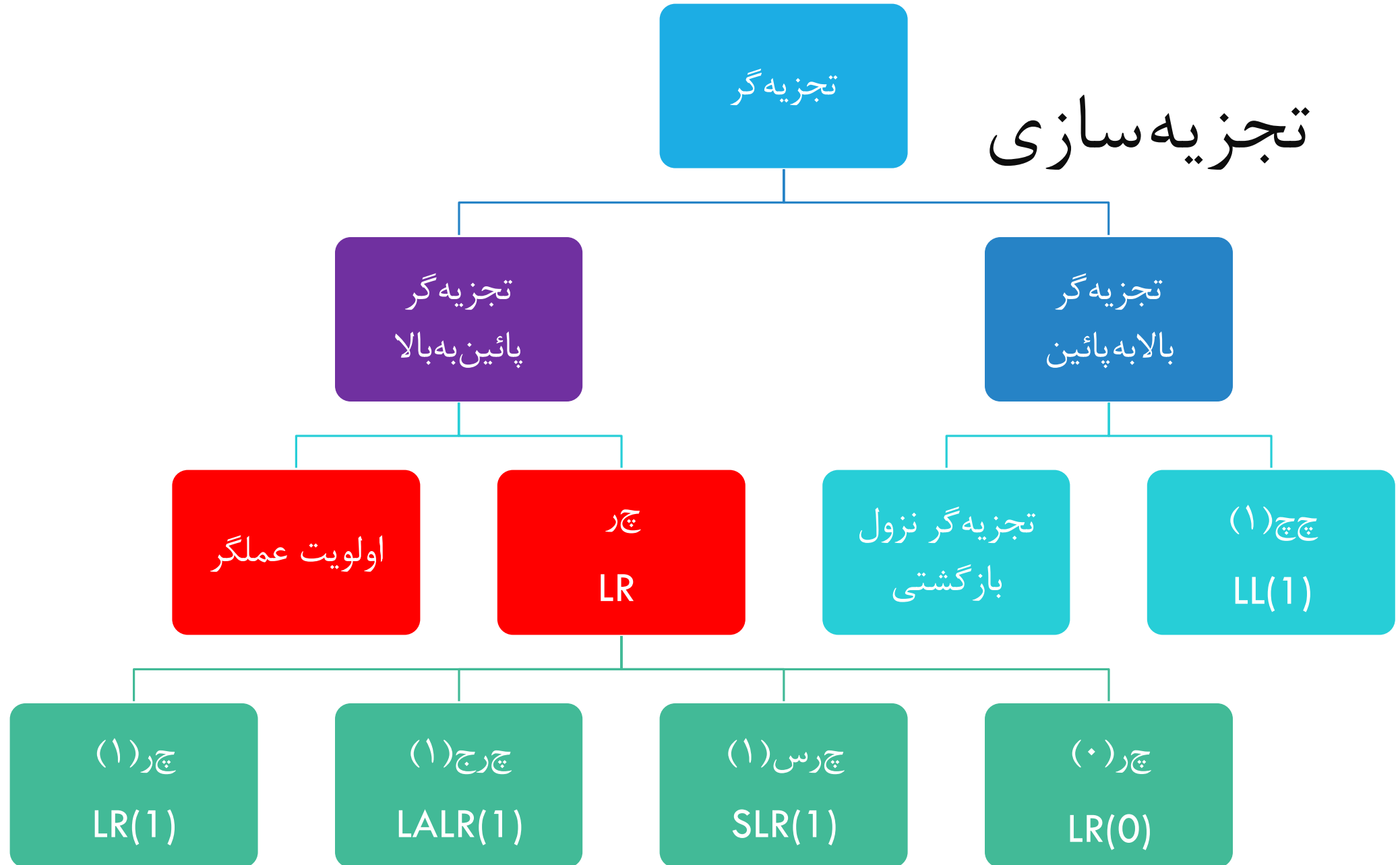
درخت اشتقاق متناظر اشتقاق
▪ تجزیه گر ایجاد درخت اشتقاق از رشته ورودی
▪ معروف به درخت تجزیه

اصل و دل کامپایلر نوعی

خواندن تکه ها از پویشر

تحویل درخت به مراحل بعدی

تجزیه سازی



تجزیه - بالابه پائین

تولید تجزیه رشته ورودی

بسط متغیرها

آغاز از ریشه

پایان با الفباء

استفاده از اشتقاق چپ‌ترین

دسته‌بندی به دو نوع

▪ تجزیه‌گر نزول بازگشتی

▪ تجزیه‌گر کاهش غیربازگشتی

تجزیه - بالابه پائین - تجزیه گر نزول بازگشتی

جستجوی تمامی حالات

بدون بررسی پیش‌بین

با استفاده از جستجوی کامل و پس‌روی

تجزیه - بالابه پائین - تجزیه گر نزول غیربازگشتی

همچنین معروف به $LL(1)$ چچ (۱)

چچ یا LL

▪ Left-to-right, Left-most derivation

بالابه پائین یا پیش بین

تولید درخت تجزیه از ریشه

خواندن از چپ به راست

اشتقاق از چپ

بر اساس تکه بعدی، پیش بینی که چه قاعده تولیدی استفاده شود

بدون عقب گردی

▪ استفاده از جدول تجزیه جهت تولید درخت تجزیه

تجزیه - پائین به بالا

تولید تجزیه رشته ورودی

با کنارهم قرار دادن متغیرها

آغاز از الفباء

ختم به ریشه

استفاده از اشتقاق راست‌ترین

دسته‌بندی به دو نوع

▪ تجزیه‌گر چر

▪ تجزیه‌گر تقدم عملگر

تجزیه - پائین به بالا - تجزیه گر چر

چر یا LR

▪ Left-to-right, Right-most derivation

پائین به بالا

ساخت درخت با شروع از برگها

تشخیص مجموعه‌ای از برگها یا دیگر رأسها که بعنوان فرزندان والدی ممکن باشد.
▪ فروکاست (کاهش)

خواندن از چپ به راست

اشتقاق از راست

استفاده از دستور غیرمبهم

دارای چهار نوع

▪ چر(0)

▪ چرس SLR

▪ چرج LALR(1)

▪ چر(1) LR(1)

تجزیه‌سازی - ادامه

SLR و LALR پیاده‌سازی ساده

Full LR خاصیت تعمیم آن

گاهی اوقات با عدد مثلا $LL(2)$ یا $LALR(1)$ به معنای تعداد توکن‌های که پیش‌پیش بررسی می‌شوند

غالبا اکتفا به یک تکه بعدی

تجزیه - پائین به بالا - تجزیه گر تقدم عملگر

ساخت درخت با شروع از برگها

در سمت راست قواعد تولید هیچ‌گاه دو متغیر متوالی و اپسیلون ظاهر نمی‌شود

تجزیه سازی - ادامه

چچ

- ساده فهم تر نسبت به چر
- تولید دستی یا خودکار با ابزار تجزیه ساز

خانواده روش چر

- دارای اعضای بیشتر
- شهودی تر در بعضی مواقع
- مثلاً هنگام کار با عبارات ریاضی
- تولید با ابزار خودکار

ضعف چچ(k): پیش بینی انتخاب قانون تولید با دیدن k تکه اولیه

چر(k) قادر به تاخیر تصمیم گیری تا دیدن کلیه رشته ورودی متناظر سمت راست قاعده تولید (و k تکه ورودی پس از آن)

هر دو معمول ولی چر شایع تر

تجزیه سازی - ادامه

مثال تولید رشته $A, B, C;$

$id_list \rightarrow id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ,\ id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ;$

$id_list \rightarrow id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ,\ id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ;$

تجزیه سازی - ادامه

مثال تولید رشته $A, B, C;$

بالابه پائین

$id_list \rightarrow id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ,\ id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ;$

id_list

تجزیه سازی - ادامه

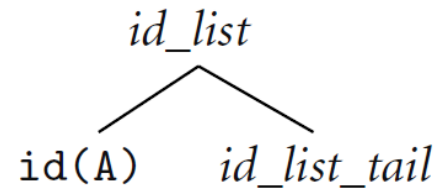
مثال تولید رشته $A, B, C;$

بالابه پائین

$id_list \rightarrow id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ,\ id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ;$



تجزیه سازی - ادامه

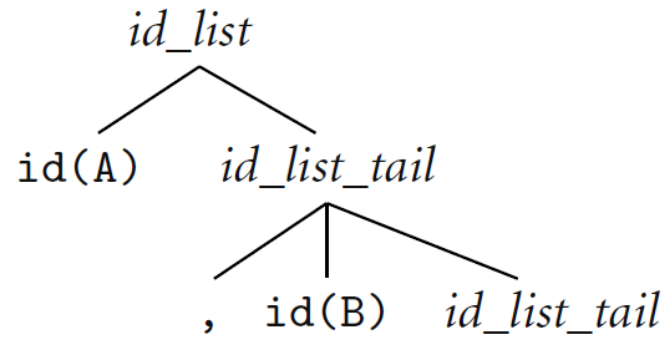
مثال تولید رشته $A, B, C;$

بالابه پائین

$id_list \rightarrow id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ,\ id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ;$



تجزیه سازی - ادامه

مثال تولید رشته $A, B, C;$

بالابه پائین

$id_list \rightarrow id\ id_list_tail$

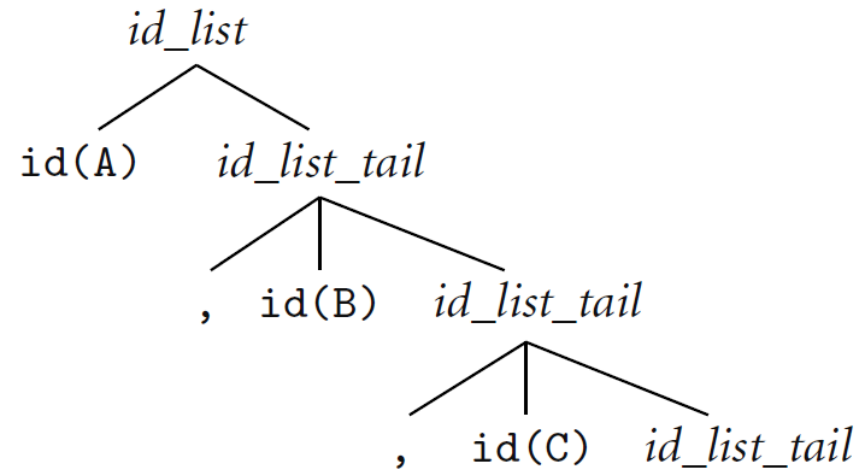
$id_list_tail \rightarrow ,\ id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ;$

تجزیه سازی - ادامه

مثال تولید رشته $A, B, C;$

بالابه پائین



$id_list \rightarrow id\ id_list_tail$

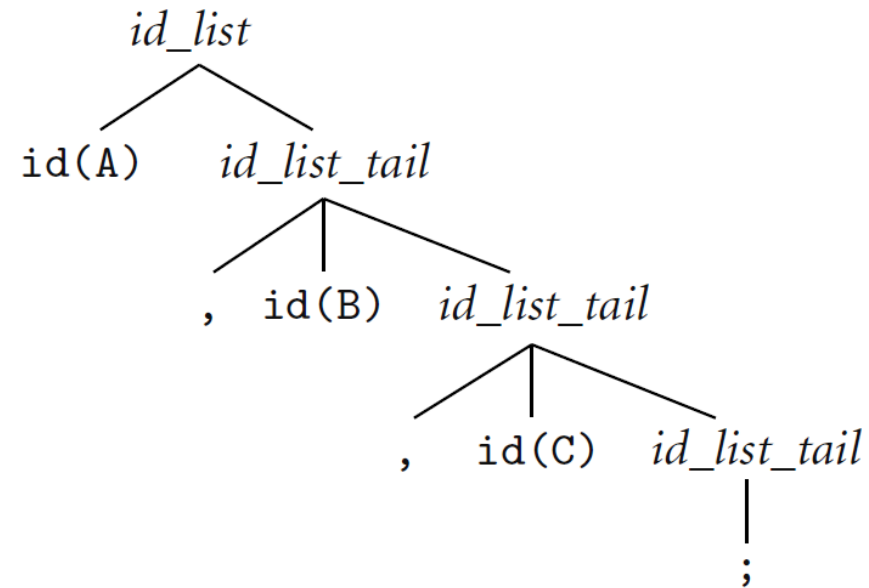
$id_list_tail \rightarrow ,\ id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ;$

تجزیه سازی - ادامه

مثال تولید رشته $A, B, C;$

بالابه پائین



$id_list \rightarrow id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ,\ id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ;$

تجزیه‌سازی - ادامه

مثال تولید رشته $A, B, C;$

پائین به بالا

$id_list \rightarrow id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ,\ id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ;$

$id(A)$

تجزیه‌سازی - ادامه

مثال تولید رشته $A, B, C;$

پائین به بالا

$id_list \rightarrow id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ,\ id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ;$

$id(A)$,

تجزیه سازی - ادامه

مثال تولید رشته $A, B, C;$

پائین به بالا

$id_list \rightarrow id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ,\ id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ;$

$id(A),\ id(B)$

تجزیه‌سازی - ادامه

مثال تولید رشته $A, B, C;$

پائین به بالا

$id_list \rightarrow id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ,\ id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ;$

$id(A) ,\ id(B) ,$

تجزیه‌سازی - ادامه

مثال تولید رشته $A, B, C;$

پائین به بالا

$id_list \rightarrow id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ,\ id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ;$

$id(A),\ id(B),\ id(C)$

تجزیه‌سازی - ادامه

مثال تولید رشته $A, B, C;$

پائین به بالا

$id_list \rightarrow id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ,\ id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ;$

$id(A)\ ,\ id(B)\ ,\ id(C)\ ;$

تجزیه‌سازی - ادامه

مثال تولید رشته $A, B, C;$

پائین به بالا

$id_list \rightarrow id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ,\ id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ;$

$id(A)\ ,\ id(B)\ ,\ id(C)\ id_list_tail$
|
;

مثال تولید رشته $A, B, C;$

پائین به بالا

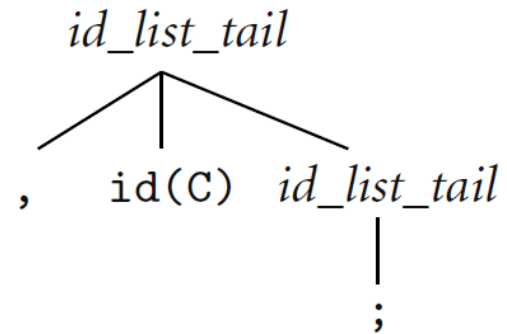
تجزیه سازی - ادامه

$id_list \rightarrow id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ,\ id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ;$

$id(A)\ ,\ id(B)$



تجزیه‌سازی - ادامه

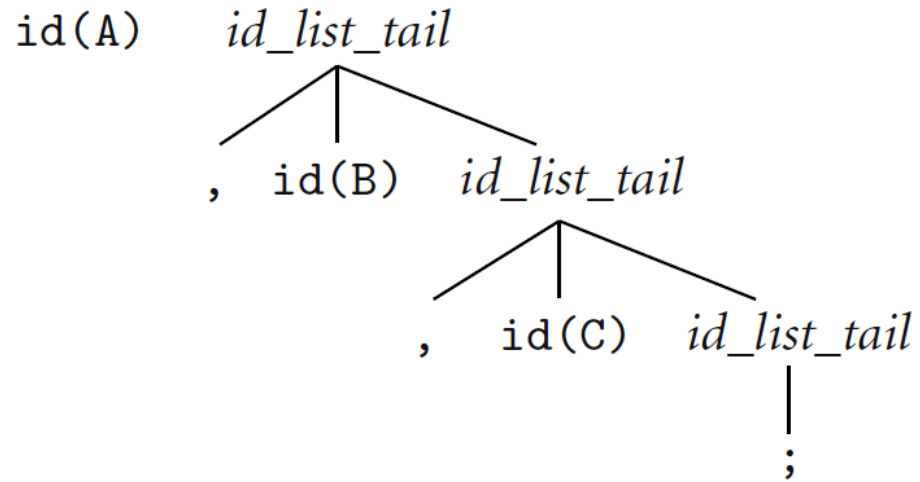
مثال تولید رشته $A, B, C;$

پائین به بالا

$id_list \rightarrow id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ,\ id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ;$



تجزیه‌سازی - ادامه

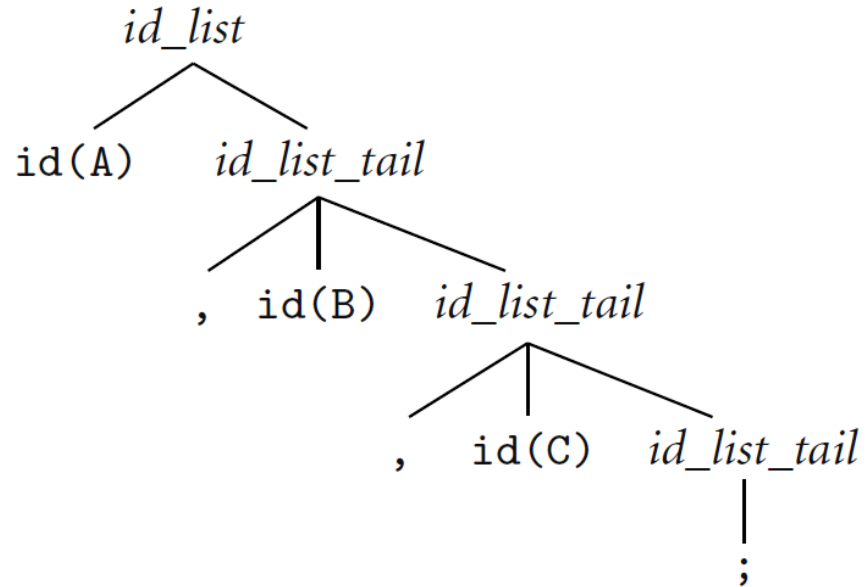
مثال تولید رشته A, B, C;

پائین به بالا

$id_list \rightarrow id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ,\ id\ id_list_tail$

$id_list_tail \rightarrow ;$



تجزیه‌سازی - ادامه

مثال تولید رشته $A, B, C;$

پائین به بالا

تجزیه گر پائین به بالا (پبب)

مفهومی

- تولید جنگلی از زیردرختان درخت تجزیه
- اتصال به یکدیگر
- با تشخیص علامت‌های سمت راست قواعدی که در اشتقاق راست‌ترین رشته ورودی به کار رفته‌اند
- ایجاد راس داخلی
- فرزندان زیردرختان به هم پیوسته

تجزیه گر پائین به بالا (پبب)

در عمل

- همیشه جدول-محور
- حفظ ریشه زیردرختان کامل شده در پشته
- پذیرش تکه جدید: به معنای انتقال (شیفت) آن به پشته
- با تشخیص تعداد علامت‌های بالای پشته سازنده سمت راست قاعده
 - کاهش علائم مذکور به متغیر سمت چپ قاعده متناظر
 - برداشتن علائم مذکور از پشته
 - قرار دادن متغیر سمت چپ قاعده روی پشته
- پشته - اولین تفاوت عمده تجزیه‌های بالابه‌پائین و پائین‌به‌بالا
 - بالابه‌پائین: پشته دارای فهرستی از آنچه که تجزیه‌گر در آینده انتظارشان را می‌کشد
 - پائین‌به‌بالا: دارای مقادیری که تجزیه‌گر دیده است.

چگونگی کار

تجزیه‌گر دارای پشته و ورودی

k تکه از ورودی جلوین‌ها هستند.

با توجه به محتوای پشته و جلوین، تجزیه‌گر انجام دو کار

- **جاب‌جائی** (شیفت): انتقال اولین ورودی تکه به بالای پشته
- کاهش: انتخاب قانون $X \rightarrow A B C$ و برداشتن C و B و A از بالای پشته و قرار دادن X در بالای پشته

پشته

▪ در ابتدا خالی

▪ عمل انتقال علامت پایان‌فایل \$ (یا #) به معنای «پذیرش» و پایان کار موفق تجزیه‌گر

انتقال کاهش - مثال ۱

$T \rightarrow (T)$

$T \rightarrow [T]$

$T \rightarrow id$

رشته ورودی $[id]$

انتقال کاهش - مثال ۱

$T \rightarrow (T)$

$T \rightarrow [T]$

$T \rightarrow id$

رشته ورودی $[id]$

پشته	ورودی	اقدام تجزیه
#	[[id]]#	انتقال
#[	(id)]#	انتقال
#[(	id)]#	انتقال
#[(id	)]#	کاهش با $T \rightarrow id$
#[(T	)]#	انتقال
#[(T)	]#	کاهش با $T \rightarrow (T)$
#[T	]#	انتقال
#[T]	#	کاهش $T \rightarrow [T]$
#T	#	پذیرش

انتقال کاهش - مثال ۲

$E \rightarrow + E E$

$E \rightarrow * E E$

$E \rightarrow id$

رشته ورودی $+ + id id id$

پشته	ورودی	اقدام تجزیه
#	+ + id id id#	انتقال
#+	+ id id id#	انتقال
#+ +	id id id#	انتقال
#+ + id	id id#	کاهش با $E \rightarrow id$
#+ + E	id id#	انتقال
#+ + E id	id#	کاهش با $E \rightarrow id$
#+ + E E	id#	کاهش با $E \rightarrow + E E$
#+ E	id#	انتقال
#+ E id	#	کاهش با $E \rightarrow id$
#+ E E	#	کاهش با $E \rightarrow + E E$
#E	#	پذیرش

انتقال کاهش - مثال ۳

$$E \rightarrow E + E$$

$$E \rightarrow E * E$$

$$E \rightarrow id$$

رشته ورودی $id + id + id$

پشته	ورودی	اقدام تجزیه
#	$id + id + id\#$	انتقال
# id	$+ id + id\#$	انتقال
# E	$+ id + id\#$	کاهش با $E \rightarrow id$
# $E +$	$id + id\#$	انتقال
# $E + id$	$+ id\#$	انتقال
# $E + E$	$+ id\#$	کاهش با $E \rightarrow id$
# E	$+ id\#$	کاهش با $E \rightarrow E + E$
# $E +$	$id\#$	انتقال
# $E + id$	#	کاهش با $exp \rightarrow id$
# $E + E$	#	کاهش با $E \rightarrow E + E$
# E	#	پذیرش

$a := 7;$
 $b := c + (d := 5 + 6, d)$

- 0 $S' \rightarrow S\$$
- 1 $S \rightarrow S; S$
- 2 $S \rightarrow id := E$
- 3 $S \rightarrow print (L)$
- 4 $E \rightarrow id$
- 5 $E \rightarrow num$
- 6 $E \rightarrow E + E$
- 7 $E \rightarrow (S, E)$
- 8 $L \rightarrow E$
- 9 $L \rightarrow L, E$

Stack	Input	Action
1	a := 7 ; b := c + (d := 5 + 6 , d) \$	shift
1 id ₄	:= 7 ; b := c + (d := 5 + 6 , d) \$	shift
1 id ₄ := ₆	7 ; b := c + (d := 5 + 6 , d) \$	shift
1 id ₄ := ₆ num ₁₀	; b := c + (d := 5 + 6 , d) \$	reduce $E \rightarrow num$
1 id ₄ := ₆ E ₁₁	; b := c + (d := 5 + 6 , d) \$	reduce $S \rightarrow id := E$
1 S ₂	; b := c + (d := 5 + 6 , d) \$	shift
1 S ₂ ; ₃	b := c + (d := 5 + 6 , d) \$	shift
1 S ₂ ; ₃ id ₄	:= c + (d := 5 + 6 , d) \$	shift
1 S ₂ ; ₃ id ₄ := ₆	c + (d := 5 + 6 , d) \$	shift
1 S ₂ ; ₃ id ₄ := ₆ id ₂₀	+ (d := 5 + 6 , d) \$	reduce $E \rightarrow id$
1 S ₂ ; ₃ id ₄ := ₆ E ₁₁	+ (d := 5 + 6 , d) \$	shift
1 S ₂ ; ₃ id ₄ := ₆ E ₁₁ + ₁₆	(d := 5 + 6 , d) \$	shift
1 S ₂ ; ₃ id ₄ := ₆ E ₁₁ + ₁₆ (8	d := 5 + 6 , d) \$	shift
1 S ₂ ; ₃ id ₄ := ₆ E ₁₁ + ₁₆ (8 id ₄	:= 5 + 6 , d) \$	shift
1 S ₂ ; ₃ id ₄ := ₆ E ₁₁ + ₁₆ (8 id ₄ := ₆	5 + 6 , d) \$	shift
1 S ₂ ; ₃ id ₄ := ₆ E ₁₁ + ₁₆ (8 id ₄ := ₆ num ₁₀	+ 6 , d) \$	reduce $E \rightarrow num$
1 S ₂ ; ₃ id ₄ := ₆ E ₁₁ + ₁₆ (8 id ₄ := ₆ E ₁₁	+ 6 , d) \$	shift
1 S ₂ ; ₃ id ₄ := ₆ E ₁₁ + ₁₆ (8 id ₄ := ₆ E ₁₁ + ₁₆	6 , d) \$	shift
1 S ₂ ; ₃ id ₄ := ₆ E ₁₁ + ₁₆ (8 id ₄ := ₆ E ₁₁ + ₁₆ num ₁₀	, d) \$	reduce $E \rightarrow num$
1 S ₂ ; ₃ id ₄ := ₆ E ₁₁ + ₁₆ (8 id ₄ := ₆ E ₁₁ + ₁₆ E ₁₇	, d) \$	reduce $E \rightarrow E + E$
1 S ₂ ; ₃ id ₄ := ₆ E ₁₁ + ₁₆ (8 id ₄ := ₆ E ₁₁	, d) \$	reduce $S \rightarrow id := E$
1 S ₂ ; ₃ id ₄ := ₆ E ₁₁ + ₁₆ (8 S ₁₂	, d) \$	shift
1 S ₂ ; ₃ id ₄ := ₆ E ₁₁ + ₁₆ (8 S ₁₂ , ₁₈	d) \$	shift
1 S ₂ ; ₃ id ₄ := ₆ E ₁₁ + ₁₆ (8 S ₁₂ , ₁₈ id ₂₀	) \$	reduce $E \rightarrow id$
1 S ₂ ; ₃ id ₄ := ₆ E ₁₁ + ₁₆ (8 S ₁₂ , ₁₈ E ₂₁	) \$	shift
1 S ₂ ; ₃ id ₄ := ₆ E ₁₁ + ₁₆ (8 S ₁₂ , ₁₈ E ₂₁) ₂₂	\$	reduce $E \rightarrow (S, E)$
1 S ₂ ; ₃ id ₄ := ₆ E ₁₁ + ₁₆ E ₁₇	\$	reduce $E \rightarrow E + E$
1 S ₂ ; ₃ id ₄ := ₆ E ₁₁	\$	reduce $S \rightarrow id := E$
1 S ₂ ; ₃ S ₅	\$	reduce $S \rightarrow S; S$
1 S ₂	\$	accept

مثال - ادامه

در همه مثال‌ها

- الحاق پشته و ورودی
- خطی از اشتقاق راست‌ترین
- نمایش برعکس از بالا به پائین اشتقاق راست‌ترین رشته ورودی