طراحی و پیاده سازی تحلیلگر نحوی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

زمستان 1402

دانشجو : حمیدرضا بازیار

استاد : دکتر فاطمه یوسفی نژاد

درس : طراحی کامپایلرها

طراحی

برای ساخت کامپایلر ابتدا باید دیاگرام مناسبی رسم, سپس جدولی متناسب با آن طراحی و در گام آخر شروع به پیاده سازی آن جدول کنیم. در ادامه به توضیح شیوه ساخت آن می پردازیم.

در طراحی دیاگرام, ابتدا قاعده ی افزایشی $S'\rightarrow S\$$ را به گرامر اضافه می کنیم. پس داریم:

$S'\rightarrow S\$$

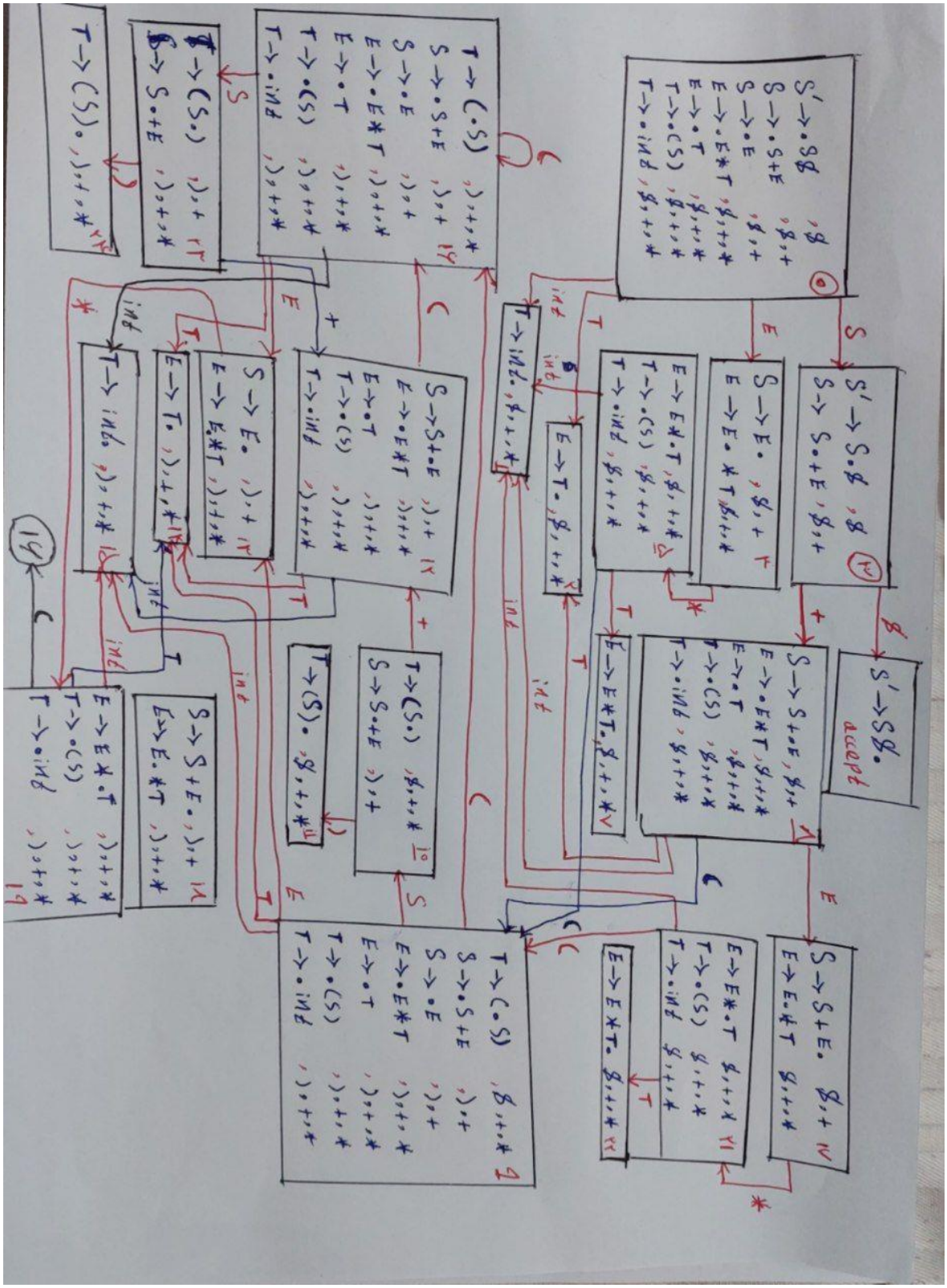
$S \rightarrow S+E \mid E$

$E \rightarrow E*T \mid T$

$T \rightarrow (S) \mid int$

اکنون با توجه به گسترش های هر آیتم, دیاگرام حالت مربوطه را رسم می کنیم.

دیاگرام رسم شده در زیر آمده است. این دیاگرام دارای 23 حالت می باشد.



LR(1) DFA of grammar

برای رسم جدول مربوط به دیاگرام, دو بخش برای این جدول در نظر گرفته می شود؛ بخش action و بخش go to . در بخش action یکی از عملیات های کاهش یا شیفت انجام می شود. در بخش go to تعیین می شود که پس از انجام عملیات کاهش, به ازای متغیر های ورودی باید به کدام حالت برویم. در بخش action خانه های خالی به معنای بروز خطا می باشد. در بخش go to خانه های خالی هیچ گاه اتفاق نمی افتد.

برای سادگی تعیین عملیات شیفت از sx و برای تعیین عملیات کاهش از rx استفاده می باشد. در هنگام عملیات شیفت x عدد مربوط به حالت بعدی است که باید پس از انجام عملیات شیفت به آنجا برویم. در هنگام عملیات کاهش به x عدد مربوط به قاعده ای است که به وسیله آن باید کاهش انجام شود. پس برای این منظور قاعده های گرامر را شماره گزاری می کنیم.

1 : S→ S+E

2 : S→ E

3 : E→ E+T

4 : E→ T

5 : T→ (S)

6: T→ int

اکنون به کمک جدول و قواعد شماره گزاری شده, جدول زیر به دست می آید.

states	Action						Go To		
	+	*	(	Int	)	$	S	E	T
0			S9	S1	error	Error	3	4	2
1	R6	R6				R6			
2	R4	R4				R4			
3	S8					Accept			
4	R2	S5				R2			
5			S9	S1					7
7	R3	R3				R3			
8			S9	S1				17	2
9			S16	S15			10	13	14
10	S12				S11				
11	R5	R5				R5			
12			S16	S15				18	14
13	R2	S19			R2				
14	R4	R4			R4				
15	R6	R6			R6				
16			S16	S15			23	13	14
17	R1	S21				R1			
18	R1	S19			R1				
19			S16	S15					14
21			S9	S1					22
22	R3	R3				R3			
23	S12				S24				
24	R5	R5			R5				

پیاده سازی

برای پیاده سازی از زبان برنامه نویسی پایتون استفاده شده است. همچنین از تکنیک برنامه نویسی شی گرا استفاده شده است. برای این منظور کلاسی تحت عنوان parser در نظر می گیریم. در متد سازنده این کلاس, یک لیست از توکن ها را دریافت می کنیم. همچنین یک دیکشنری تحت عنوان table که پیاده سازی شده ی همان جدول LR(1) است را دریافت می کنیم. برای پیاده سازی این جدول یک دیکشنری در نظر گرفته ایم. هر کلید از این دیکشنری بیانگر یک حالت است. همچنین مقدار هر کلید نیز یک دیکشنری است. در این دیکشنری کلید ها ورودی های مجاز برای آن حالت و مقادیر عملیات است. به طور خلاصه ساختار استفاده شده به ازای هر حالت به صورت زیر است:

{عملیات:ورودی}: حالت

ورودی دیگری که در متد سازنده این کلاس تعیین می شود, قوانین هستند. قوانین نیز به صورت دیکشنری دریافت می شوند. کلید های این دیکشنری شماره قوانین هستند. هر آیتم از این دیکشنری شامل یک لیست که حاوی دو مقدار است, می باشد. مقدار اول متغیر سمت چپ گرامر می باشد, مقدار دوم طول سمت راست آن قاعده است. همچنین در داخل این متد, پشته و head آن را نیز مقدار دهی می کنیم. متغیر هایی برای نگهداری شماره حالت فعلی و ورودی بعدی را نیز در نظر می گیریم.

متد های دیگر این کلاس به شرح زیر می باشند:

متد pop

این متد عملیات برداشتن یک مقدار از پشته را برای ما انجام می دهد و سپس مقدار خارج شده را باز می گرداند.

متد push

این متد عملیات افزودن یک مقدار را به پشته انجام می دهد. مقدار مورد نظر, در پارامتر ورودی دریافت می شود و به پشته اضافه می شود.

متد action

این متد برسی می کند که عملیات کاهش یا شیفت باید انجام شود, پس از آن متد متناسب با عملیات را صدا می زند. این عمل بر اساس بخش action از جدول تجزیه انجام می شود. در این متد در هنگام برخورد با خانه های خالی جدول, syntax error گزارش می شود.

متد go_to

این متد, متناظر با بخش go to در جدول عمل می کند. این متد برسی می کند که به ازای متغیر دریافت شده در پارامتر ورودی خود باید به کدام حالت برود. در انتها این حالت را باز می گرداند.

متد shift

این متد متناظر با عملیات شیفت طراحی شده است. طبق قرار داد این متد وظیفه دارد که توکن ورودی و حالت فعلی را در پشته ذخیره کند و توکن بعدی را بخواند.

متد reducee

این متد متناظر با عملیات کاهش می باشد. این متد, دو برابر اندازه قاعده ی انتخاب شده, از پشته نماد بر می دارد, سپس با توجه به حالت خارج شده از پشته و متغیر سمت چپ قاعده, تعیین می کند که باید به کدام حالت برویم. در نهایت متغیر سمت چپ قاعده و حالت به دست آمده را به پشته باز می گرداند.

متد get_next_token

این متد وظیفه دارد که لیست توکن ها را پیمایش کند و نظیر به نظیر توکن را در متغیر next قرار دهد.

متد error

از این متد برای نمایش خطا به کاربر استفاده می شود.

متد run

این متد, اصلی ترین متد این کلاس می باشد. در این متد, تا زمانی که به انتهای لیست توکن ها برسیم, تابع انتخاب action را صدا می زند. بنابراین برای استفاده از این پارسر کافی است که پس از ایجاد یک نمونه از این کلاس, متد run را صدا بزنیم.

نتایج

یک دنباله از توکن ها را در یک لیست قرار می دهیم و آن را به برنامه می دهیم و نتایج را برسی می کنیم.

ورودی 1 :

Int + int * int

```
['int', '+' , 'int' '*', 'int']
```

از آن رو که یک رشته معتبر می باشد, باید توسط برنامه پذیرش شود.

خروجی 1 :

```
c = ['int', '+' , 'int' '*', 'int']
parser = parser(x, c, rules)
parser.run()
```

```
PROBLEMS    OUTPUT    DEBUG CONSOLE    TERMINAL    PO
PS C:\Users\LENOVO\Desktop\compiler> python -u "
Accepted
```

ورودی 2 :

(int + int)

```
['(', 'int', '+', 'int', ')']
```

از آن رو که یک رشته معتبر می باشد, باید توسط برنامه پذیرش شود.

خروجی 2 :

```
c = ['(', 'int', '+', 'int', ')']
parser = parser(x, c, rules)
parser.run()
```

```
PROBLEMS    OUTPUT    DEBUG CONSOLE    TERMINAL
PS C:\Users\LENOVO\Desktop\compiler> python -
Accepted
```

ورودی 3 :

Int + * int

```
['int', '+', '*', 'int']
```

از آن رو که یک رشته معتبر نمی باشد, نباید توسط برنامه پذیرش شود.

خروجی 3 :

```
c = ['int', '+' '*', 'int']
parser = parser(x, c, rules)
parser.run()
```

```
PROBLEMS    OUTPUT    DEBUG CONSOLE    TER
PS C:\Users\LENOVO\Desktop\compiler> py
Syntax Error!
```