# 1 Описание языка с примерами

Грамматика описывает язык арифметических выражений, содержащих операторы "+", "-", "\*", "/" и любое целое число.

Грамматика учитывает в предложении одно выражение.

Операторы имеют разный приоритет: "\*" и "/" имеют более высокий приоритет, чем "+" и "-".

Грамматика не учитывает унарный минус.

При умножении на 0 - должен выводиться 0.

При делении на 0 – должна выводиться ошибка.

При делении с остатком – выводится только целое число.

Пример: 2+2\*(2)

# 2 Грамматика

E::= E R T | T

R::= + | -

T::= T S F | F

S::= \*|/

F::= i | (E)

# 3 Класс и однозначность языка и грамматики

Поскольку в левой части продукции всегда стоит 1 нетерминал, а в правой – любое выражение, грамматика относится к классу контекстно-свободных. Также она однозначная, т.к. по ней можно построить LL-таблицу (см. ниже).

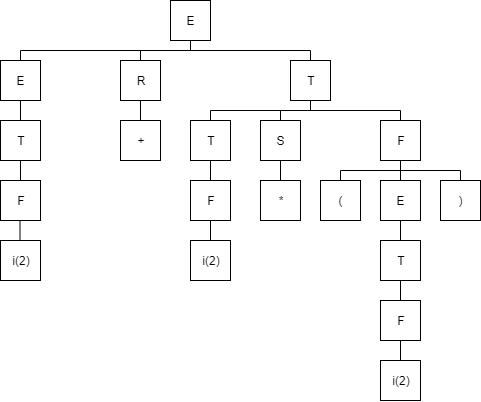
Класс языка определяется классом грамматики большего порядка по классификации по Хомского, которая может его породить. Т.к. регулярные выражения не могут решить проблему баланса скобок, язык не может быть регулярным и относится к классу контексно-свободных.

# 4 Синтаксическое древо и вывод произвольного предложения

Произвольное предложение:

2+2\*(2)

Построим синтаксическое дерево и вывод этого предложения:



<E> => E R T => T R T => F R T => 2 R T => 2 + T => 2 + T S F =>2 + F S F => 2 + 2 S F =>2 + 2 \* F => 2 + 2 \* (E) => 2 + 2 \* (T) => 2 + 2 \* (F) => 2 + 2 \* (2)

# 5 Последовательные редукции основы

i + i \* ( i ) => F + i \* ( i ) => T + i \* ( i )

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Сентенциальная форма | Начало | Примечание |
| i + i \* ( i ) | i - основа | F::= i |
| F + i \* ( i ) | F - основа | T::= F |
| T + i \* ( i ) | T | T::= E |
| E + i \* ( i ) | E | нет правил по бнф |
| E + i \* ( i ) | E + | нет правил по бнф |
|  | + | R::= + |
| E R i \* ( i ) | E R i | нет правил по бнф |
|  | R i | нет правил по бнф |
|  | i | F::= i |

# 6 Рекурсивный нисходящий предиктивный распознаватель

# 7 SLR(1) таблица и пример разбора по ней

Множество Множеств пунктов:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **I\_0 = closure(E")** | **I\_1= goto(0, E)** | **I\_2= goto(I\_0 , T)** |
| E"::=.E  E::= .TE'  E'::= .R T E'  E'::= .e  R::= .+  R::=.-  T::= .FT'  T'::= .S F T'  T'::= .e  S::= .\*  S::= ./  F::= .i  F::= .(E) | E'' -> E. | E::=T.E' |
| **I\_3= goto(I\_0, F)** | **I\_4= goto(I\_, i)** | **I\_5= goto(I\_0, "(")** |
| T -> F.T' | F -> i. | F -> (.E ) |
| **I\_6= goto(I\_2, E')** | **I\_7= goto(I\_2, R)** | **I\_8= goto(I\_2, e)** |
| E -> T E'. | E' -> R.T E' | E' -> e. |
| **I\_9= goto(I\_2, +)** | **I\_10= goto(I\_2, -)** | **I\_11= goto(I\_3, T')** |
| R -> +. | R -> -. | T -> F T'. |
| **I\_12= goto(I\_3, S)** | **I\_13= goto(I\_3, e)** | **I\_14= goto(I\_3, \*)** |
| T' -> S.F T' | T' -> e. | S -> \*. |
| **I\_15= goto(I\_3, /)** | **I\_16= goto(I\_5, E)** | **I\_17= goto(I\_7, T)** |
| S -> /. | F -> ( E.) | E' -> R T.E' |
| **I\_18= goto(I\_12, F)** | **I\_19= goto(I\_16, ))** | **I\_20= goto(I\_17, E')** |
| T' -> S F.T' | F -> ( E ). | E' -> R T E'. |
| **I\_21= goto(I\_18, T')** |  |  |
| T' -> S F T'. |  |  |

FIRST

|  |  |
| --- | --- |
| U | FIRST(U) |
| E | i,( |
| E' | e, +,- |
| R | +,- |
| T | i,( |
| T' | e, \*,/ |
| S | \*,/ |
| F | i,( |

FOLLOW

|  |  |
| --- | --- |
| U | FOLLOW(U) |
| E | $,+,-,) |
| E' | $,) |
| R | i,( |
| T | $,+,-,) |
| T' | $,+,-,) |
| S | i,( |
| F | $,\*,/ |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Состояния | e | + | - | \* | / | i | ( | ) | $ | E'' | E | E' | R | T | T' | S | F |
| 0 |  |  |  |  |  | s4 | s5 |  |  |  | 1 |  |  | 2 |  |  | 3 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  | acc |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | s8 | s9 | s10 |  |  |  |  |  |  |  |  | 6 | 7 |  |  |  |  |
| 3 | s13 |  |  | s14 | s15 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 11 | 12 |  |
| 4 | r11 |  |  | r11 | r11 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  | s4 | s5 |  |  |  | 16 |  |  | 2 |  |  | 3 |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  | r1 | r1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  | s4 | s5 |  |  |  |  |  |  | 17 |  |  | 3 |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  | r3 | r3 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  | r4 | r4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  | r5 | r5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11 | r6 | r6 | r6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12 |  |  |  |  |  | s4 | s5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 18 |
| 13 | r8 | r8 | r8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 14 |  |  |  |  |  | r9 | r9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15 |  |  |  |  |  | r10 | r10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 16 |  |  |  |  |  |  |  | s19 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 17 | s8 | s9 | s10 |  |  |  |  |  |  |  |  | 20 | 7 |  |  |  |  |
| 18 | s13 |  |  | s14 | s15 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 21 | 12 |  |
| 19 | r12 |  |  | r12 | r12 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20 |  |  |  |  |  |  |  | r2 | r2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 21 | r7 | r7 | r7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

# 8 LL(1) таблица и пример разбора по ней

01| E::= TE'

02| E'::= R T E'

03| E'::= e

04| R::= +|-

05| T::= FT'

06| T'::= S F T'

07| T'::= e

08| S::= \*|/

09| F::= i

10| F::= (E)

FIRST

|  |  |
| --- | --- |
| U | FIRST(U) |
| E | i,( |
| E' | e, +,- |
| R | +,- |
| T | i,( |
| T' | e, \*,/ |
| S | \*,/ |
| F | i,( |

FOLLOW

|  |  |
| --- | --- |
| U | FOLLOW(U) |
| E | $,+,-,) |
| E' | $,) |
| R | i,( |
| T | $,+,-,) |
| T' | $,+,-,) |
| S | i,( |
| F | $,\*,/ |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Нетерминалы | + | - | \* | / | i | ( | ) | $ |
| E |  |  |  |  | E ::= T E' | E ::= T E' |  |  |
| E' | E' ::= R T E' | E' ::= R T E' |  |  |  |  | E'::=e | E'::=e |
| R | R ::= + | R ::= - |  |  |  |  |  |  |
| T |  |  |  |  | T ::= F T' | T ::= F T' |  |  |
| T' | T'::= e | T'::= e | T'::= S F T' | T' ::= S F T' |  |  | T'::=e | T'::=e |
| S |  |  | S ::= \* | S ::= / |  |  |  |  |
| F |  |  |  |  | F ::= i | F ::= (E) |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Стэк | Вход | Результат |
| $E | i+i\*(i)$ | E ::= T E' |
| $ E' T | i+i\*(i)$ | T ::= F T' |
| $ E' T' F | i+i\*(i)$ | F ::= i |
| $ E' T' i | i+i\*(i)$ | i |
| $ E' T' | +i\*(i)$ | T'::= e |
| $ E' e | +i\*(i)$ | - |
| $ E' | +i\*(i)$ | E' ::= R T E' |
| $ E' T R | +i\*(i)$ | R ::= + |
| $ E' T + | +i\*(i)$ | + |
| $ E' T | i\*(i)$ | T ::= F T' |
| $ E' T' F | i\*(i)$ | F ::= i |
| $ E' T' i | i\*(i)$ | i |
| $ E' T' | \*(i)$ | T' ::= S F T' |
| $ E' T' F S | \*(i)$ | S ::= \* |
| $ E' T' F \* | \*(i)$ | \* |
| $ E' T' F | (i)$ | F ::= (E) |
| $ E' T' )E( | (i)$ | ( |
| $ E' T' )E | i)$ | E ::= T E' |
| $ E' T' ) E' T | i)$ | T ::= F T' |
| $ E' T' ) E' T' F | i)$ | F ::= i |
| $ E' T' ) E' T' i | i)$ | i |
| $ E' T' ) E' T' | )$ | T'::=e |
| $ E' T' ) E' e | )$ | - |
| $ E' T' ) E' | )$ | E'::=e |
| $ E' T' ) e | )$ | - |
| $ E' T' ) | )$ | ) |
| $ E' T' | $ | T'::= e |
| $ E' e | $ | - |
| $ E' | $ | E'::= e |
| $e | $ | - |
| $ | $ | acc |