UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática

Procesadores de Lenguajes

Práctica de Procesadores de Lenguajes

Análisis Sintáctico con Cup

Javier Vélez Reyes
jvelez@lsi.uned.es

Objetivos

- Aprender a construir analizadores sintacticos Cup
- Aprender a especificar gramaticas en Cup
- Aprender a trabajar con atributos en Cup
- Aprender a gestionar errores en Cup
- Aprender a configurar el analizador

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Índice

- Instalación
- Introducción
- Especificación
- Traducción dirigida por la sintaxis
- Recuperación de errores
- Configuración

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Instalación

- Instalación de Java
  - Descargar JDK de la página Web de Sun
  - Instalar JDK
    - Crear una variable de entorno CLASSPATH
    - Crear una variable de entorno JAVA_HOME a /bin
- Instalación de Cup
  - Descargar de http://garoe.lsi.uned.es/procleng/practica
  - Crear directorio de trabajo /pdl
  - Crear directorio para Cup /pdl/java_cup
  - Copiar en /pdl/java_cup el contenido de /java_cup
  - Compila
    - javac /pdl/java_cup/*.java
    - javac /pdl/java_cup/runtime/*.java

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Índice

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Introducción

- Qué es Cup?
  - Cup es una herramienta para la construcción de analizadores sintácticos que genera parsers escritos en java (Constructor of Based Parsers)
  - Los parsers que se obtienen utilizan el método de análisis ascendente LALR
  - Hereda de YACC (versión en C)
  - Tiene una fácil y cómoda integración con la herramienta de análisis léxicos JLex

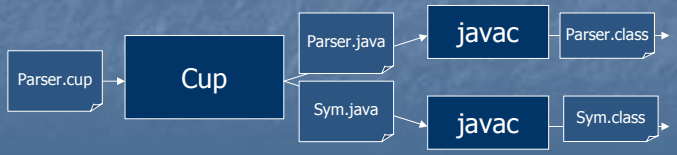
Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Introducción

- Uso de Cup
  - Especificar parser.cup en Cup
  - Lanzar Cup a ejecución con parser.cup

```
java java_cup.Main parser.cup
```

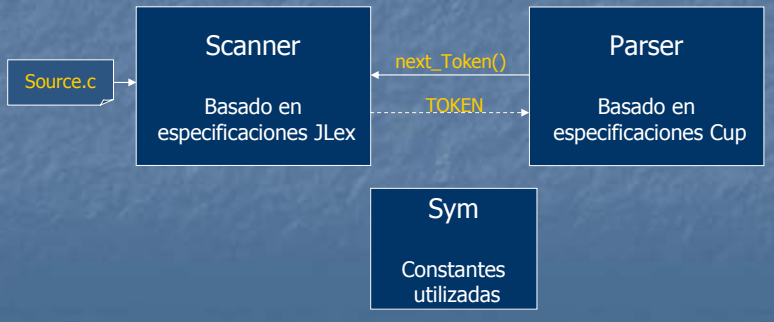
  - Compilar parser.java y sym.java
  - Interpretar parser.class



Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Introducción

- Esquema de funcionamiento Cup
  - El analizados sintáctico arranca
  - Solicita un token
  - El scanner lo devuelve de acuerdo a la codificación Sym



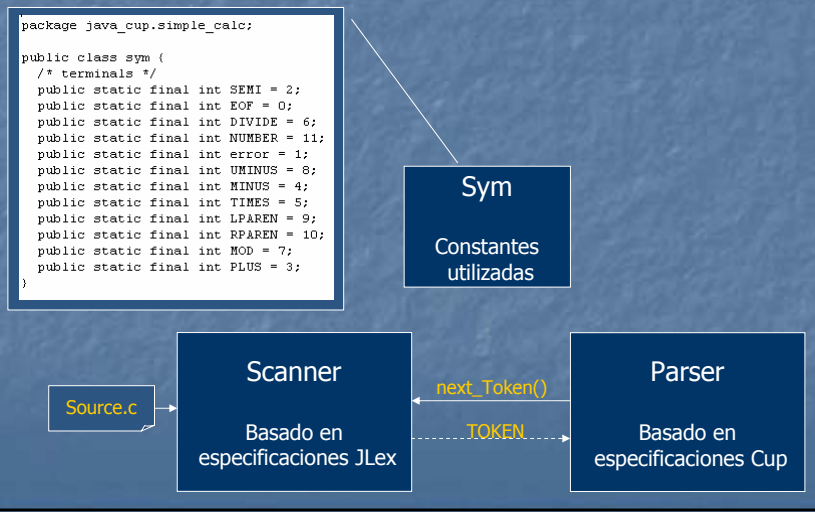
Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Introducción

- Esquema de funcionamiento de Cup
  - La clase Sym contiene una constante para cada token

```
package java_cup.simple_calc;

public class sym {
  /* terminals */
  public static final int SEMI = 2;
  public static final int EOF = 0;
  public static final int DIVIDE = 6;
  public static final int NUMBER = 11;
  public static final int error = 1;
  public static final int UMINUS = 8;
  public static final int MINUS = 4;
  public static final int TIMES = 5;
  public static final int LPAREN = 9;
  public static final int RPAREN = 10;
  public static final int MOD = 7;
  public static final int PLUS = 3;
}
```



Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Índice

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Especificación

- 5 partes
  - Especificación de paquete e importaciones
  - Código de usuario
  - Declaración de símbolos gramaticales
  - Declaración de precedencia y asociatividad
  - Gramática

Scanner.lex

Importaciones y paquetes
Código de usuario
Declaración de no terminales
Precedencias y asociatividades
Gramática

Parser.java

```
public void Parser {
   public Parser () { …
   public Parser (Stream s) { …
   public void parse () { …
   …
}
```

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Especificación

- Paquetes e importaciones
  - Paquete. Permite especificar el paquete java donde se desarrolla el proyecto del compilador

```
package name;
```

  - Importaciones. Permite importar las clases necesarias que serán utilizadas dentro del analizador sintáctico

```
import package_name.class_name;

import package_name.*;
```

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Especificación

- Paquetes e importaciones
  - Ejemplo

```
package myPackage;
import java_cup.runtime.*;

/* Preliminaries to set up and use the scanner.  */
init with {: scanner.init();              :};
scan with {: return scanner.next_token(); :};

/* Terminals (tokens returned by the scanner). */
terminal            SEMI, PLUS, MINUS, TIMES, DIVIDE, MOD;
terminal            UMINUS, LPAREN, RPAREN;
terminal Integer    NUMBER;

/* Non terminals */
non terminal            expr_list, expr_part;
non terminal Integer    expr, term, factor;

/* Precedences */
precedence left PLUS, MINUS;
precedence left TIMES, DIVIDE, MOD;
precedence left UMINUS;

/* The grammar */
expr_list ::= expr_list expr_part |
              expr_part;
expr_part ::= expr SEMI;
expr      ::= expr PLUS expr
            | expr MINUS expr
            | expr TIMES expr
            | expr DIVIDE expr
            | expr MOD expr
            | MINUS expr %prec UMINUS
            | LPAREN expr RPAREN
            | NUMBER
            ;
```

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Especificación

- Código de usuario
  - Action Code. Opcional. Permite definir variables y procedimientos de asistencia al parser dentro de una clase de ayuda

```
action code {: … :}
```

  - Parser Code. Opcional. Permite definir funciones y variables dentro de la clase Parser para adaptar el comportamiento del analizador sintáctico

```
parser code {: … :}
```

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Especificación

- Código de usuario
  - Init With. Opcional. Permite definir lógica de inicialización que se llamará antes de comenzar el análisis

```
init with {: ... :}
```

  - Scan With. Opcional. Permite indicar qué sentencia debe utilizarse para solicitar un nuevo token

```
scan with {: ... :}
```

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Especificación

- Código de usuario
  - Ejemplo

```
package myPackage;
import java_cup.runtime.*;

/* Preliminaries to set up and use the scanner.  */
init with {: scanner.init();             :};
scan with {: return scanner.next_token(); :};

/* Terminals (tokens returned by the scanner). */
terminal            SEMI, PLUS, MINUS, TIMES, DIVIDE, MOD;
terminal            UMINUS, LPAREN, RPAREN;
terminal Integer    NUMBER;

/* Non terminals */
non terminal            expr_list, expr_part;
non terminal Integer    expr, term, factor;

/* Precedences */
precedence left PLUS, MINUS;
precedence left TIMES, DIVIDE, MOD;
precedence left UMINUS;

/* The grammar */
expr_list ::= expr_list expr_part |
              expr_part;
expr_part ::= expr SEMI;
expr      ::= expr PLUS expr
            | expr MINUS expr
            | expr TIMES expr
            | expr DIVIDE expr
            | expr MOD expr
            | MINUS expr %prec UMINUS
            | LPAREN expr RPAREN
            | NUMBER
            ;
```

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Especificación

- Declaración de símbolos gramaticales
  - Terminales. Se especifican los símbolos terminales de la gramática indicando, opcionalmente, los tipos

```
terminal classname name1, name2, …
terminal name1, name2, …
```

  - No terminales. Se especifican los símbolos no terminales de la gramática indicando, opcionalmente, sus tipos

```
non terminal classname name1, name2, …
non terminal name1, name2, …
nonterminal name1, name2, …
nonterminal classname name1, name2, …
```

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Especificación

- Declaración de símbolos gramaticales
  - Las palabras reservadas no pueden utilizarse como nombres de terminales o no terminales
  - Son palabras reservadas en Cup

```
Code action parser terminal non
nonterminal init scan with start
precedence left right nonassoc
import and package
```

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Especificación

- Declaración de símbolos gramaticales
  - Ejemplo

```
package myPackage;
import java_cup.runtime.*;

/* Preliminaries to set up and use the scanner.  */
init with {: scanner.init();            :};
scan with {: return scanner.next_token(); :};

/* Terminals (tokens returned by the scanner). */
terminal            SEMI, PLUS, MINUS, TIMES, DIVIDE, MOD;
terminal            UMINUS, LPAREN, RPAREN;
terminal Integer    NUMBER;

/* Non terminals */
non terminal            expr_list, expr_part;
non terminal Integer    expr, term, factor;

/* Precedences */
precedence left PLUS, MINUS;
precedence left TIMES, DIVIDE, MOD;
precedence left UMINUS;

/* The grammar */
expr_list ::= expr_list expr_part |
              expr_part;
expr_part ::= expr SEMI;
expr      ::= expr PLUS expr
            | expr MINUS expr
            | expr TIMES expr
            | expr DIVIDE expr
            | expr MOD expr
            | MINUS expr %prec UMINUS
            | LPAREN expr RPAREN
            | NUMBER
            ;
```

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Especificación

- Asociatividad y precedencia
  - Parte opcional que permite especificar explícitamente la asociatividad y precedencia de los terminales
  - Resulta útil para soportar análisis con gramáticas ambiguas y resolver algunos conflictos reducción-desplazamiento
  - Sintaxis

```
precedence left terminal1, terminal2, …
precedence right terminal1, terminal2, …
precedence nonassoc terminal1, terminal2, …
```

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Especificación

- Asociatividad

```
precedence left terminal1, terminal2, …
precedence right terminal1, terminal2, …
precedence nonassoc terminal1, terminal2, …
```

  - Tres posibles valores
    - Left. Indica asociatividad a izquierdas
    - Right. Indica asociatividad a derechas
    - Nonassoc. Indica que el operador no es asociativo

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Especificación

- Precedencia

```
precedence left terminal1, terminal2, …
precedence right terminal1, terminal2, …
precedence nonassoc terminal1, terminal2, …
```

  - Indica la prioridad de evaluación de operadores
    - Los operadores en una misma fila tiene igual prioridad
    - La prioridad es creciente en orden de declaración

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Especificación

- Asociatividad y precedencia
  - Ejemplo

```
package myPackage;
import java_cup.runtime.*;

/* Preliminaries to set up and use the scanner.  */
init with {: scanner.init();                    :};
scan with {: return scanner.next_token(); :};

/* Terminals (tokens returned by the scanner). */
terminal            SEMI, PLUS, MINUS, TIMES, DIVIDE, MOD;
terminal            UMINUS, LPAREN, RPAREN;
terminal Integer    NUMBER;

/* Non terminals */
non terminal            expr_list, expr_part;
non terminal Integer    expr, term, factor;

/* Precedences */
precedence left PLUS, MINUS;
precedence left TIMES, DIVIDE, MOD;
precedence left UMINUS;

/* The grammar */
expr_list ::= expr_list expr_part |
              expr_part;
expr_part ::= expr SEMI;
expr      ::= expr PLUS expr
            | expr MINUS expr
            | expr TIMES expr
            | expr DIVIDE expr
            | expr MOD expr
            | MINUS expr %prec UMINUS
            | LPAREN expr RPAREN
            | NUMBER
            ;
```

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Especificación

- Gramática
  - Definición del Axioma. Es posible especificar el símbolo no terminal de que constituye el axioma de la gramática

```
start with noTerminal;
```

  - Si se omite esta especificación se considera como axioma de la gramática aquel no terminal asociado a la regla de producción que aparece en primer lugar

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Especificación

- Gramática
  - Definición de producciones. Cada producción es una regla que indica por que símbolo no terminal puede sustituirse una forma de frase en una reducción
    - Antecedente. Un no terminal
    - Consecuente. Una o varias formas de frase

```
A ::= A b B
    | A c C
    | A b C
    ;

A ::= ;
```

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Especificación

- Gramática
  - Declaración de precedencias contextuales
    - Las relaciones de precedencia entre terminales se establecen en el bloque anterior
    - La precedencia de una regla es igual a la precedencia del último terminal que aparece en la parte derecha de la regla

```
expr ::= expr MAS expr
```

    - Si la regla no tiene terminales entonces la regla tiene una precedencia mínima

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Especificación

- Gramática
  - Declaración de precedencias contextuales
    - Para alterar la precedencia asignada a una regla de manera explicita se utilizan declaraciones de precedencias contextuales a la regla
    - Ejemplo

```
precedence left PLUS, MINUS;
precedence left TIMES, DIVIDE, MOD;
precedence left UMINUS;

expr ::= MINUS expr %prec UMINUS
```

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Índice

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Traducción dirigida por la sintaxis

- Gramáticas de atributos
  - Cup soporta gramáticas de atributos
    - Cada terminal contiene atributos
    - Cada no terminal contiene atributos
  - Algunos ejemplos de atributos
    - Terminales
      - Lexema
      - Línea y columna
      - Tipo, Traducción …
    - No terminales
      - Tipo
      - Traducción…

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Traducción dirigida por la sintaxis

- Gramáticas de atributos
  - Los atributos se encapsulan en un objeto
  - Debe declararse el tipo de ese objeto para
    - Terminales
    - No terminales

```
import java_cup.runtime.*;

/* Terminals (tokens returned by the scanner). */
terminal           SEMI, PLUS, MINUS, TIMES, DIVIDE, MOD;
terminal           UMINUS, LPAREN, RPAREN;
terminal Integer   NUMBER;

/* Non terminals */
non terminal Object     expr_list, expr_part;
non terminal Integer    expr;

/* Precedences */
precedence left PLUS, MINUS;
precedence left TIMES, DIVIDE, MOD;
precedence left UMINUS, LPAREN;

/* The grammar */
expr_list ::= expr_list expr_part
            |
              expr_part;
```

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Traducción dirigida por la sintaxis

- Gramáticas de atributos
  - Se recomienda utilizar la clase java_cup.runtime.Symbol
  - Implementar una clase Info
  - Encapsular instancias de Info en Symbol.value

Symbol

```
package java_cup.runtime;

  public int left, right;
  public Object value;
  public int sym;
  public int parse_state;

public class Symbol {

  public Symbol(int id, int l, int r, Object o) {...
  public Symbol(int id, Object o) {...
  public Symbol(int id, int l, int r) {...
  public Symbol(int sym_num) {...
  Symbol(int sym_num, int state) {...

  public String toString() {...
}
```

```
public class Info {
  String lexema;
  int linea, tipo;
  StringBuffer trad;
  public Info () { ...
  public String getLexema () {...
  public int getLinea () { ...
  public int getTipo () { ...
  public StringBuffer getTrad () { ...
  ...
}
```

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Traducción dirigida por la sintaxis

- Gramáticas de atributos
  - ¿Cómo afecta esto a JLex?
    - %cup
    - Construir tokens mediante

```
<YYINITIAL> "," { info = new Info (...);
                  return new Symbol (Sym.X, info) }
```


```
package java_cup.runtime;

  public int left, right;
  public Object value;
  public int sym;
  public int parse_state;

public class Symbol {

  public Symbol(int id, int l, int r, Object o) {...
  public Symbol(int id, Object o) {...
  public Symbol(int id, int l, int r) {...
  public Symbol(int sym_num) {...
  Symbol(int sym_num, int state) {...

  public String toString() {...
}
```

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Traducción dirigida por la sintaxis

- Gramáticas de atributos
  - ¿Cómo se propaga el valor de los atributos?
    - En cada reducción es posible construir y propagar hacia el antecedente un nuevo objeto del tipo especificado en la lista de no terminales
    - Se utiliza RESULT para representar el valor del antecedence

```
/* Non terminals */
non terminal Object     expr_list, expr_part;
non terminal Integer    expr;

/* Precedences */
precedence left PLUS, MINUS;
precedence left TIMES, DIVIDE, MOD;
precedence left UMINUS, LPAREN;

/* The grammar */
expr_list ::= expr_list expr_part
            |
              expr_part;

expr_part ::= expr:e
              (: System.out.println("= " + e); :)
               SEMI
              ;

expr      ::= expr:e1 PLUS expr:e2
              (: RESULT = new Integer(e1.intValue() + e2.intValue()); :)
              |
```

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Traducción dirigida por la sintaxis

- Gramáticas de atributos
  - ¿Cómo se accede a los atributos desde Cup?
    - Cada símbolo gramatical puede etiquetarse con un nombre de variable que contiene el objeto encapsulado dentro de Symbol.value

```
package java_cup.simple_calc;

import java_cup.runtime.*;

/* Terminals (tokens returned by the scanner). */
terminal           SEMI, PLUS, MINUS, TIMES, DIVIDE, MOD;
terminal           UMINUS, LPAREN, RPAREN;
terminal Integer   NUMBER;

/* Non terminals */
non terminal Object     expr_list, expr_part;
non terminal Integer    expr;

/* Precedences */
precedence left PLUS, MINUS;
precedence left TIMES, DIVIDE, MOD;
precedence left UMINUS, LPAREN;

/* The grammar */
expr_list ::= expr_list expr_part
            |
              expr_part;

expr_part ::= expr:e
              (: System.out.println("= " + e); :)
               SEMI
              ;

expr      ::= expr:e1 PLUS expr:e2
              (: RESULT = new Integer(e1.intValue() + e2.intValue()); :)
              |
```

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Índice

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Recuperación de errores

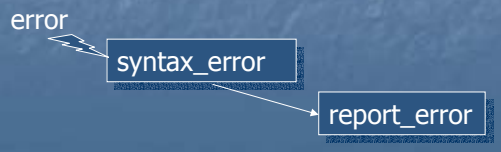
- Recuperación de errores
  - Es posible definir las producciones de la gramática de manera que se recupera automáticamente de situaciones de error
    - Existe un símbolo no terminal especial error
    - Se añaden producciones de error
  - Ejemplo
    - Si la entrada no 'encaja' con ninguna de las producciones entonces se consument tokens hasta encontrar ';' y se reduce

```
sent  ::= expr PTOYCOMA
        | while PTOYCOMA
        | if PTOYCOMA
        | error PTOYCOMA
```

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Recuperación de errores

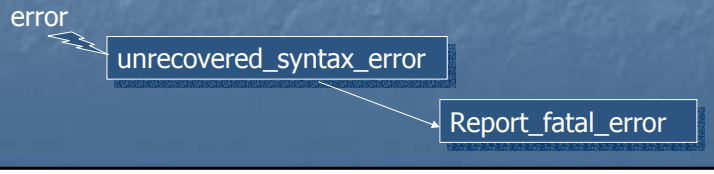
- Funciones de información de errores recuperables
  - public void report_error (String message, Object info)
    - Debe sobrescribirse para tratar el error sintáctico y generar el mensaje de información adecuado a partir de los parámetros de entrada
  - public void syntax_error (Symbol cur_token)
    - Se llama cada vez que se da un error recuperable
    - Por defecto llama a report_error ("syntax error", null)
    - Sobrescribir a report_error ("syntax error", cur_token)



Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Recuperación de errores

- Funciones de información de errores irrecuperables
  - public void report_fatal_error (String message, Object info)
    - Debe sobrescribirse para tratar el error irrecuperable y generar el mensaje de información adecuado a partir de los parámetros de entrada
  - public void unrecovered_syntax_error (Symbol cur_token)
    - Se llama cada vez que se da un error irrecuperable
    - Por defecto llama a report_fatal_error ("syntax error", null)
    - Sobrescribir a report_fatal_error ("syntax error", cur_token)



Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Índice

- Instalación
- Introducción
- Especificación
- Traducción dirigida por la sintaxis
- Recuperación de errores
- Configuración

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Configuración

- Opciones de ejecución
  - -package name. Especifica el paquete del proyecto
  - -parser name. Especifica el nombre del parser
  - -symbols name. Indica el nombre de la clase de símbolos
  - -interface. Declara la clase de símbolos como interfaz
  - -nonterminals. Añade no terminales a clase de símbolos
  - -expect n. Resuelve automáticamente n conflictos
  - -compact_red. Compacta la gestión de errores
  - -nowarn. Elimina el informe de warnings
  - -nosumary. Elimina el resumen del análisis sintáctico
  - -progress. Activa el informe de progreso

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Configuración

- Opciones de ejecución
  - -dump_grammar. Volcado en pantalla de la gramática
  - -dump_states. Volcado en pantalla de los estados
  - -dump_tables. Volcado en pantalla de la tabla del parser
  - -dump. Todas las anteriores
  - -time. Muestra estadísticas de tiempo
  - -debug. Muestra información de debug
  - -noscanner. Ofrece compatibilidad con versiones antiguas
  - -version. Muestra la versión de Cup

Javier Vélez Reyes jvelez@lsi.uned.es

Bibliografía

[AJO] AHO, SETHI, ULLMAN: *Compiladores: Principios, técnicas y herramientas*,: Addison-Wesley Iberoamericana, 1990

[GARRIDO] A. Garrido, J. Iñesta, F. Moreno y J. Pérez. 2002. *Diseño de compiladores*. Universidad de Alicante.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática

Procesadores de Lenguajes

Práctica de Procesadores de Lenguajes

Análisis Léxico con JLex

Javier Vélez Reyes
jvelez@lsi.uned.es