



E.T.S.I. Informáticos
Universidad Politécnica de Madrid



Procesadores de Lenguajes

Tema 5

Análisis Semántico

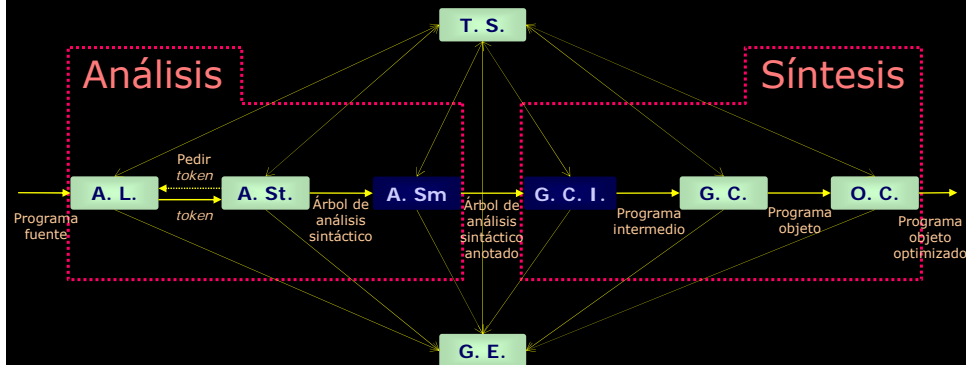
José Luis Fuertes

noviembre de 2020

Contenido

- **Presentación**
 - **Gramáticas de Atributos**
 - ♦ Atributos
 - ♦ Rutinas semánticas
 - **Traducción Dirigida por la Sintaxis**
 - ♦ Definición Dirigida por la Sintaxis
 - ♦ Esquema de Traducción
 - **Análisis Semántico**
 - ♦ Sistemas de tipos
 - ♦ Comprobaciones de tipos
 - ♦ Ejemplos
-

Compiladores



3

Traducción Dirigida por la Sintaxis

Traducción Dirigida por la Sintaxis

- El Analizador Sintáctico invoca las rutinas que realizan el Análisis Semántico y la Generación de Código Intermedio
 - ♦ El significado de una construcción está directamente relacionado con la estructura sintáctica, según se presenta en su árbol de análisis sintáctico
- Se asocia información a los símbolos gramaticales
 - ♦ Atributos
- Se añade información a cada nodo del árbol de análisis sintáctico
 - ♦ Árbol de análisis sintáctico anotado

4

Traducción Dirigida por la Sintaxis

Gramáticas de Atributos

- Atributos
 - ♦ Propiedades de los símbolos gramaticales que almacenan contenidos relacionados con el significado de los símbolos a los que pertenecen
 - Ejemplos
 - tipo de datos
 - posición de memoria
 - valor
 - fragmento de código intermedio
 - ♦ Cada símbolo gramatical tendrá sus propios atributos
 - ♦ Notación: **Símbolo . Atributo**
 - Ejemplos
 - Expresión.tipo
 - identificador.lugar
 - cte_entera.valor
 - Sentencia.código

5

Traducción Dirigida por la Sintaxis

Gramáticas de Atributos

- Acciones o rutinas semánticas
 - ♦ Operaciones que calculan los valores de los atributos
 - ♦ Cada rutina semántica va asociada a una regla sintáctica
- Gramática de atributos
 - ♦ Gramática con
 - Atributos para sus símbolos
 - Acciones semánticas para calcular los valores de los atributos

6

Traducción Dirigida por la Sintaxis

Gramáticas de Atributos

Atributos

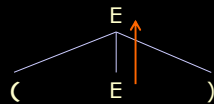
Tipos de atributos

◆ Atributos Sintetizados

- Su valor, en un nodo del árbol de análisis sintáctico, se determina a partir de los valores de los atributos de los hijos de dicho nodo

■ Ejemplo

▶ $E \rightarrow (E_1) \quad E.\text{tipo} := E_1.\text{tipo}$



- Son los tipos de atributos más utilizados en la práctica
- Su uso resulta intuitivo
- Siempre puede anotarse un árbol de análisis sintáctico mediante la evaluación de las acciones semánticas para los atributos de cada nodo si todos sus atributos son sintetizados

7

Traducción Dirigida por la Sintaxis

Gramáticas de Atributos

Atributos

Tipos de atributos

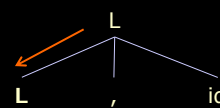
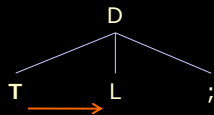
◆ Atributos Heredados

- Su valor, en un nodo del árbol de análisis sintáctico, se determina a partir de los valores de los atributos del padre o de los hermanos de dicho nodo

■ Ejemplos

▶ $D \rightarrow T L ; \quad L.\text{tipo} := T.\text{tipo}$

▶ $L \rightarrow L_1, id \quad L_1.\text{tipo} := L.\text{tipo}$



- Sirven para expresar la dependencia de una construcción de un lenguaje de programación en el contexto en el que aparece
- Aunque siempre se puede escribir una Traducción Dirigida por la Sintaxis con atributos sintetizados, a veces resulta más elegante y natural utilizar atributos heredados

8

Traducción Dirigida por la Sintaxis

Gramáticas de Atributos

Acciones semánticas

- Acciones semánticas, rutinas semánticas o reglas semánticas
 - ♦ Permiten evaluar los atributos de una gramática de atributos
 - ♦ Cada acción o rutina semántica está ligada a una regla sintáctica
 - ♦ Se emplean los atributos de los símbolos gramaticales de su regla sintáctica

9

Traducción Dirigida por la Sintaxis

Traducción Dirigida por la Sintaxis

- Traducción Dirigida por la Sintaxis
 - ♦ Formalismo para especificar la traducción de cada construcción de un lenguaje
 - ♦ Guiado por la gramática independiente del contexto
 - ♦ Se utiliza para diseñar:
 - Analizador Semántico
 - Generador de Código Intermedio
 - ♦ Permiten "anotar" un árbol de análisis sintáctico con información semántica
 - ♦ Dos notaciones:
 - Definición Dirigida por la Sintaxis (DDS)
 - Esquema de Traducción (EdT)

10

Traducción Dirigida por la Sintaxis

Traducción Dirigida por la Sintaxis

- El Analizador Sintáctico invoca las rutinas que realizan el Análisis Semántico y la Generación de Código Intermedio
 - ♦ El significado de una construcción está directamente relacionado con la estructura sintáctica, según se presenta en su árbol de análisis sintáctico
- Se asocia información a los símbolos gramaticales
 - ♦ Atributos
- Se añade información a cada nodo del árbol de análisis sintáctico
 - ♦ Árbol de análisis sintáctico anotado

11

Traducción Dirigida por la Sintaxis

Traducción Dirigida por la Sintaxis

- Notaciones de Traductores Dirigidos por la Sintaxis
 - ♦ Definición Dirigida por la Sintaxis
 - Es una generalización de una gramática independiente del contexto en la que cada símbolo gramatical tiene un conjunto de atributos asociados y cada regla tiene un conjunto de acciones semánticas para calcular los valores de los atributos asociados con los símbolos de la regla sintáctica

12

Traducción Dirigida por la Sintaxis

Definición Dirigida por la Sintaxis

Rutinas semánticas

- Rutinas semánticas
 - ♦ Permiten evaluar los atributos de una gramática de atributos
 - ♦ Cada rutina semántica está ligada a una regla sintáctica
 - ♦ Se emplean los atributos de los símbolos gramaticales de su regla sintáctica
 - ♦ Las rutinas semánticas en una DDS indican qué hay que hacer
 - ♦ Reglas o Rutinas semánticas
 - Ejemplos
 - ▶ $E \rightarrow (E_1)$ | $E.tipo := E_1.tipo$
 - ▶ $L \rightarrow L_1, id$ | $L_1.tipo := L.tipo$

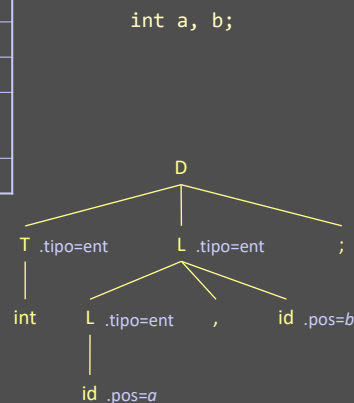
13

Traducción Dirigida por la Sintaxis

Definición Dirigida por la Sintaxis

Ejemplo

$D \rightarrow T L ;$	$L.tipo := T.tipo$
$T \rightarrow \text{int}$	$T.tipo := \text{ent}$
$T \rightarrow \text{float}$	$T.tipo := \text{real}$
$L \rightarrow L_1, id$	$L_1.tipo := L.tipo$ $\text{AñadeTipoTS} (id.pos, L.tipo)$
$L \rightarrow id$	$\text{AñadeTipoTS} (id.pos, L.tipo)$



14

Traducción Dirigida por la Sintaxis

Definición Dirigida por la Sintaxis

- Definiciones con Atributos por la Izquierda
 - ♦ Permiten la evaluación de las reglas semánticas al tiempo que el Analizador Sintáctico usa una regla sintáctica
 - ♦ Son útiles para los
 - Analizadores Sintácticos Descendentes LL(1)
 - Analizadores Sintácticos Ascendentes LR(1)
 - ♦ Una Definición Dirigida por la Sintaxis es una Definición con Atributos por la Izquierda si cada atributo heredado X_j , $1 \leq j \leq n$, del lado derecho de la regla $A \rightarrow X_1 X_2 \dots X_n$ depende solo de:
 - Los atributos de los símbolos $X_1 X_2 \dots X_{j-1}$ a la izquierda de X_j
 - Los atributos heredados de A
 - ♦ Toda DDS con atributos sintetizados es una Definición con Atributos por la Izquierda

15

Traducción Dirigida por la Sintaxis

Traducción Dirigida por la Sintaxis

- Notaciones de Traductores Dirigidos por la Sintaxis
 - ♦ Esquema de Traducción
 - Es una gramática de contexto libre con atributos asociados a los símbolos gramaticales y con acciones semánticas en los lados derechos de las reglas
 - Es como una Definición Dirigida por la Sintaxis en la que se muestra explícitamente el orden de evaluación de las reglas semánticas

16

Traducción Dirigida por la Sintaxis

Esquemas de Traducción

Acciones semánticas

- Acciones semánticas
 - ♦ Permiten evaluar los atributos de una gramática de atributos
 - ♦ Cada acción semántica está ligada a una regla sintáctica
 - ♦ Se emplean los atributos de los símbolos gramaticales de su regla sintáctica
 - ♦ Las acciones semánticas en un EdT indican qué hay que hacer y cuándo hay que hacerlo
 - ♦ Acciones semánticas
 - Ejemplos
 - $E \rightarrow (E_1) \{E.tipo := E_1.tipo\}$
 - $L \rightarrow \{L_1.tipo := L.tipo\} L_1, id$

17

Traducción Dirigida por la Sintaxis

Esquemas de Traducción

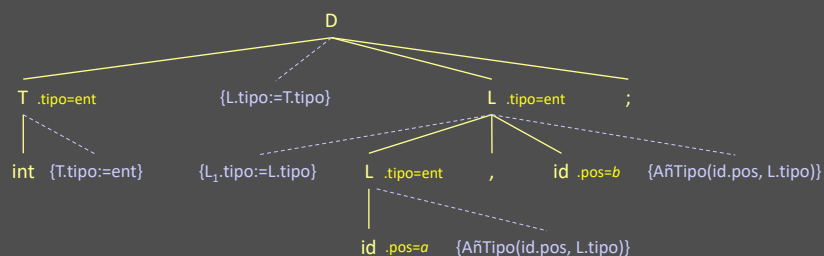
Ejemplo

```

D → T {L.tipo:= T.tipo} L ;
T → int {T.tipo:= ent}
T → float {T.tipo:= real}
L → {L1.tipo:= L.tipo} L1, id {AñadeTipoTS (id.pos, L.tipo)}
L → id {AñadeTipoTS (id.pos, L.tipo)}

```

```
int a, b;
```



18

Traducción Dirigida por la Sintaxis

Esquemas de Traducción

- Diseño de un Esquema de Traducción

- ♦ Limitaciones

- Si solo hay atributos sintetizados, puede construirse el EdT colocando las acciones semánticas al final del lado derecho de la regla
 - Ej.: $E \rightarrow (E_1) \{E.tipo := E_1.tipo\}$
 - Si hay atributos sintetizados y heredados, debe cumplirse:
 - ▶ Un atributo heredado para un símbolo del lado derecho de una regla debe calcularse en una acción situada antes de dicho símbolo
 - Ej. [MAL]: $S \rightarrow A_1 A_2 \{A_1.h := 1; A_2.h := 2\}$
 $A \rightarrow \lambda \{print(A.h)\}$
 - ▶ Una acción semántica no debe referirse a un atributo sintetizado de un símbolo situado a la derecha de la acción
 - Ej. [MAL]: $D \rightarrow \{L.tipo := T.tipo\} T L ;$
 - ▶ Un atributo sintetizado para el no terminal de la izquierda solo puede calcularse después de que se hayan calculado todos los elementos a los que hace referencia
 - Ej. [MAL]: $L \rightarrow id : T \{L.t := id.t; id.t := T.t\}$

Traducción Dirigida por la Sintaxis