

### Trabalho Prático - Especificação da Etapa 4: Verificação Semântica

#### Resumo:

Na quarta etapa do trabalho de implementação de um compilador para a linguagem **2025++2** é necessário fazer verificação semântica, ou seja, uma série de testes de coerência do funcionamento das construções sintáticas reconhecidas e representadas na AST.

O programa desta etapa deve manter as funcionalidades das etapas anteriores, e adicionalmente emitir as mensagens de erros semânticos, terminando com a chamada de ***exit(4)*** se tiver havido algum erro semântico. Assim, o programa tem as seguintes códigos de saída: 0- sucesso, sem erros sintáticos ou semânticos; 1- arquivo não informado; 2- arquivo inexistente; 3- erro de sintaxe; 4- existência de um ou mais erros semânticos.

#### Visão Geral das Verificações:

- a. Declarações – Devem ser verificadas as declarações. Todos os identificadores devem ter sido declarados, seja como variável, vetor ou como função. Os símbolos definidos como identificadores na tabela de símbolos devem ter seu tipo trocado para um desses tipos conforme a declaração, verificando-se se não houve dupla declaração ou símbolo não declarado;
- b. Uso correto – o uso dos identificadores deve ser compatível com sua declaração. Variáveis somente podem ser usadas sem indexação, vetores somente podem ser usados com indexação, funções apenas devem ser usadas com chamada, isto é, seguidas da lista de argumentos entre parênteses;
- c. Tipos de dados – As declarações também devem registrar os tipos de dados, em um novo campo, *dataType*, na tabela de símbolos. Com o auxílio dessa informação, quando necessário, os tipos de dados corretos devem ser verificados onde forem usados, em expressões aritméticas, relacionais, lógicas, índices de vetores;
- d. Argumentos e parâmetros – A lista de argumentos deve ser verificada contra a lista de parâmetros formais na declaração da função. Cada chamada de função deve prover um argumento para cada parâmetro, e ter o tipo ***compatível***;
- e. Outros: verificação do tipo da expressão de retorno no “*return*”;

## Definições Semânticas:

- Há três tipos diferentes de identificadores: escalares, vetores, funções
- Há quatro tipos de dados para declarações: *int*, *char*, *bool*, *real*
- Há três tipos de dados incompatíveis entre si: inteiros, reais e booleanos
- Há cinco tipos de literais: inteiros, reais, caracteres. booleanos *true* ou *false*, *strings*
- Literais *string* só devem ser usados no comando *print*, isso foi limitado na sintaxe;
- Literais inteiros e caracteres (*char*, *int*) são intercambiáveis, **compatíveis**, e podem aparecer em quaisquer expressões aritméticas, e serem processados como dados numéricos inteiros ou convertidos de um para o outro. Literais reais somente podem ser usados em expressões, variáveis, parâmetros ou outros processamentos declarados com esse tipo (*real*);
- Os tipos de dados numéricos inteiros e reais **não** são compatíveis e **não** podem ser convertidos entre si. O resultado de cada operação sempre terá o tipo de dado correspondente aos seus operandos, e os operadores não admitem dois operandos de classes distintas (*int*, *real*);
- Os tipos de dados numéricos inteiros e reais, e os tipos booleanos não são compatíveis e não podem ser convertidos entre si;
- No acesso a vetor, o índice deve ser um valor inteiro. Expressões que resultem em valores reais ou booleanos não podem ser usadas como índice de vetor;
- No caso do topo da árvore de uma expressão ser um operador aritmético, para determinar se o valor é inteiro ou real, é necessário processar a árvore recursivamente potencialmente até (a partir das) folhas, para ter essa informação;
- Nas expressões, é necessário verificar os tipos corretos dos operandos distinguindo entre os tipos numéricos inteiros, reais e booleanos (literais, variáveis ou resultado de operadores relacionais), que são incompatíveis entre si;
- Existe a possibilidade da identificação ser feita pelo tipo do nodo filho da árvore (tipo do operador) ou pelo tipo de dado (*dataType*) do identificador, se o nodo filho é um identificador (AST\_SYMBOL).

## Lista de Verificações

- variáveis redeclaradas
- anotar tipo (natureza) nas tabela de símbolos
- anotar tipo de dado (*dataType*) na tabela de símbolos
- variáveis não-declaradas
- verificar natureza, se:
  - escalares são usados como escalares
  - vetores são usados como vetores
  - funções são usadas como funções
  - não esqueça de verificar no lado direito (expressões) e no lado esquerdo (atribuições)
- verificar tipos de dados nas expressões
- verificar argumentos de chamada de função versus parâmetros:
  - não pode haver menos argumentos
  - não pode haver mais argumentos
  - os tipos devem ser compatíveis (não iguais, lembre-se)
- verificar o tamanho e a lista de inicialização do vetor;
- verificar tipo do valor de retorno da função
- verificar índices dos vetores (não pode ser booleano nem real), tanto na expressão quanto na atribuição

## Tipos dos operadores

- operadores aritméticos: + - \* / %
- operadores relacionais: < > <= >= == !=
- operadores lógicos: & | ~

## Controle e organização do seu código fonte

Você deve seguir as mesmas regras das etapas anteriores para organizar o código, permitir compilação com **make**, permitir que o código seja rodado com **./etapa4**, e esteja disponível como **etapa4.tgz**.

Porto Alegre, 30 de Setembro de 2025