Experiment in Compiler Construction

Phân tích từ vựng

Nguyen Ngoc Duong

Nguyen Huu Duc

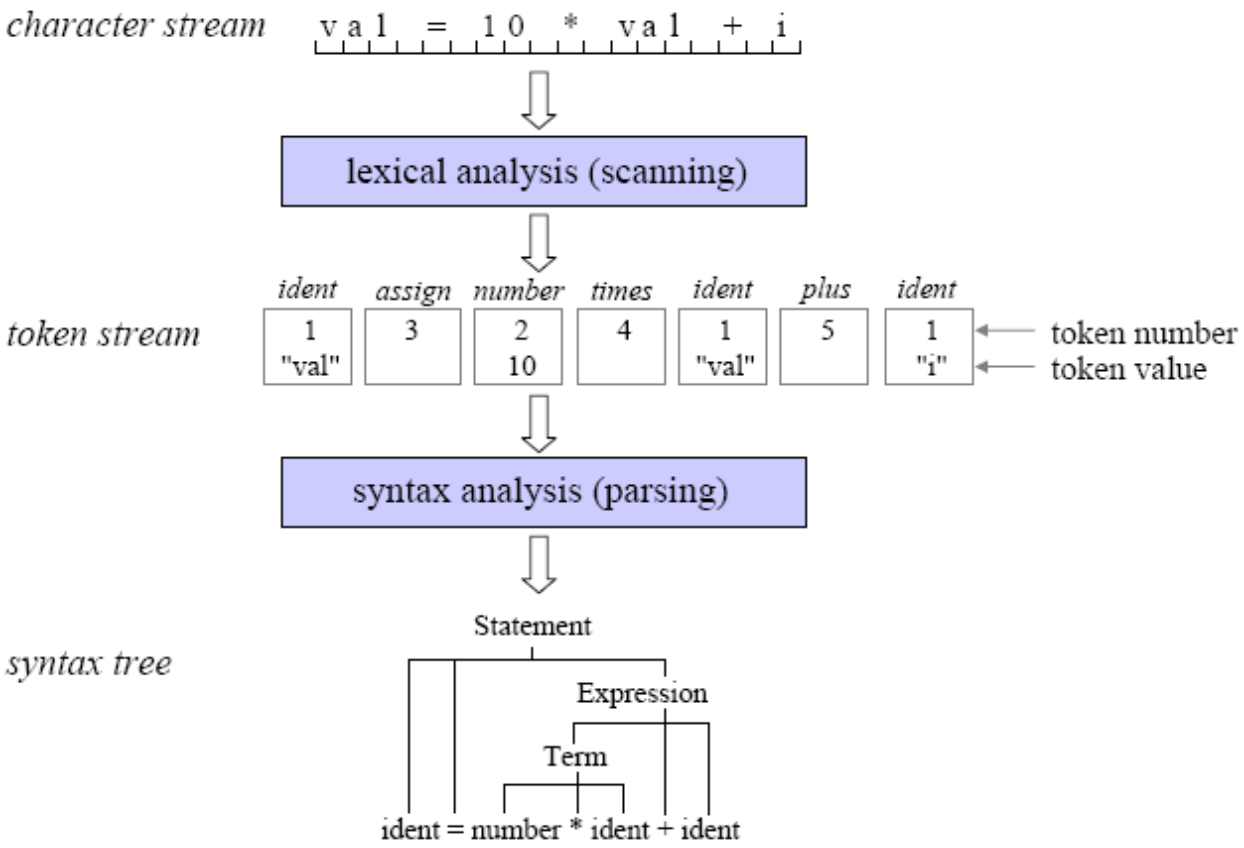
Faculty of information technology

Hanoi university of technology

Scanner là gì?

- Trong một chương trình dịch, thành phần thực hiện chức năng phân tích từ vựng gọi là scanner.

Scanner là gì?



Nhiệm vụ của một scanner

- Bỏ qua các ký tự vô nghĩa như: dấu trống, tab, ký tự xuống dòng, chú thích.
- Phát hiện các ký tự không hợp lệ
- Phát hiện token
  - định danh (identifier)
  - từ khóa (keyword)
  - số (number)
  - Hằng ký tự/xâu ký tự
  - special character
  - ...

Nhiệm vụ của một scanner

- Chuyển lần lượt các token cho bộ phân tích cú pháp (parser)

Bảng chữ cái của KPL

- Chữ cái (letter): a-z, A-Z, '_'
- Chữ số (digit): 0-9
- Các ký hiệu đặc biệt
  - +, -, *, /, >, <,!, =, [space], [comma], ., :, ;, ', (,)

Các token của ngôn ngữ KPL

- Từ khóa

  PROGRAM, CONST, TYPE, VAR, PROCEDURE, FUNCTION, BEGIN, END, ARRAY, OF, INTEGER, CHAR, CALL, IF, ELSE, WHILE, DO, FOR, TO

- Toán tử

  := (assign), + (addition), - (subtraction), * (multiplication), / (division), = (comparison of equality), != (comparison of difference), > (comparison of greaterness), < (comparison of lessness), >= (comparison of greaterness or equality), <= (comparison of lessness or equality)

KPL's tokens

- Ký hiệu đặc biệt

  ; (semicolon), . (period), : (colon), , (comma), ((left parenthesis),) (right parenthesis), ‘ (singlequote)
- Và

  (. và .) để đánh dấu chỉ mục của mảng

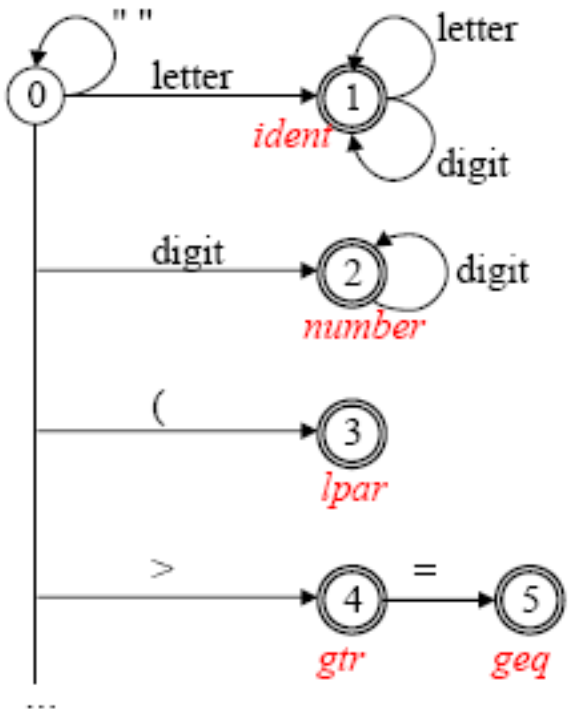
  (* và *) để đánh dấu điểm bắt đầu và kết thúc của chú thích
- Ngoài ra

  định danh, số, hằng ký tự

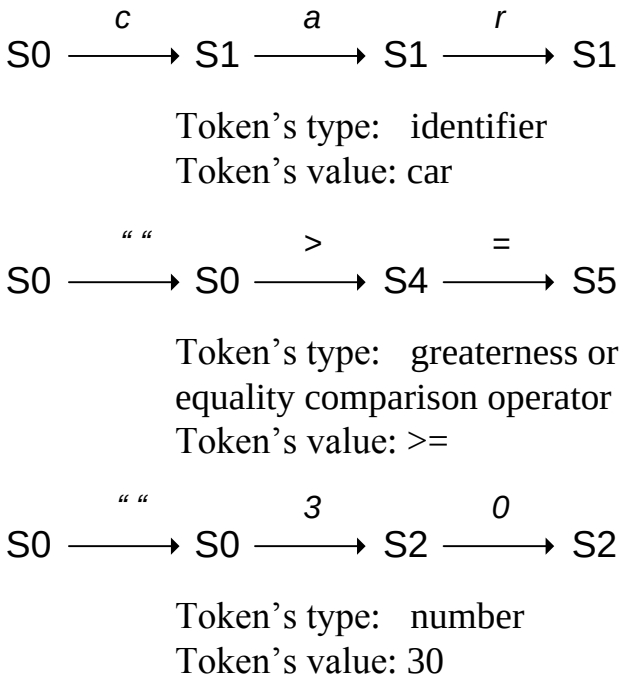
Nhận dạng các token của KPL

- Các token của KPL tạo nên một ngôn ngữ chính quy và có thể mô tả bởi một sơ đồ cú pháp chính quy.
- Chúng có thể nhận dạng bằng một automat hữu hạn xác định
- scanner là một automat hữu hạn xác định

Nhận dạng các token của KPL



car >= 30



- Mỗi khi hoàn tất nhận dạng một token, automat sẽ chuyển lại về trạng thái 0
- Khi có lỗi xảy ra (gặp ký tự ngoài bảng chữ cái,…), automat sẽ trả về trạng thái -1, .

Xây dựng scanner – Cấu trúc

STT	Tên tệp	Nội dung
1	Makefile	Project
2	scanner.c	Tệp chính
3	reader.h, reader.c	Đọc mã nguồn
4	charcode.h, charcode.c	Phân loại ký tự
5	token.h, token.c	Phân loại và nhận dạng token, từ khóa
6	error.h, error.c	Thông báo lỗi

Xây dựng scanner – reader

```
// Đọc một ký tự từ kênh vào
int readChar(void);
// Mở kênh vào
int openInputStream(char *fileName);
// Đóng kênh vào
void closeInputStream(void);

// Chỉ số dòng, cột hiện tại
int lineNo, colNo;
// Ký tự hiện tại
int currentChar;
```

Xây dựng scanner – charcode

```
typedef enum {
  CHAR_SPACE,             // Khoảng trống
  CHAR_LETTER,            // Chữ cái
  CHAR_DIGIT,             // Chữ số
  CHAR_PLUS,              // '+'
  CHAR_MINUS,             // '-'
  CHAR_TIMES,             // '*'
  CHAR_SLASH,             // '/'
  CHAR_LT,                // '<'
  CHAR_GT,                // '<'
  CHAR_EXCLAIMATION,      // '!'
  CHAR_EQ,                // '='
  CHAR_COMMA,             // ','
  CHAR_PERIOD,            // '.'
  CHAR_COLON,             // ':'
  CHAR_SEMICOLON,         // ';'
  CHAR_SINGLEQUOTE,       // '\''
  CHAR_LPAR,              // '('
  CHAR_RPAR,              // ')'
  CHAR_UNKNOWN            // Ký tự ngoài bảng chữ cái
} CharCode;
```

Xây dựng scanner – charcode

- charcode.c định nghĩa một bảng `charCodes` ánh xạ từng ký tự trong bảng mã ASCII vào một trong các CharCode được định nghĩa
- Lưu ý: Lệnh đọc ký tự `getc` có thể trả về mã EOF có giá trị nguyên là -1, nằm ngoài bảng mã ASCII

Xây dựng scanner – token

```
typedef enum {
  TK_NONE,       // Đại diện cho một lỗi
  TK_IDENT,      // Định danh
  TK_NUMBER,     // Số
  TK_CHAR,       // Hằng ký tự
  TK_EOF,        // Kết thúc chương trình
  // Các từ khóa
  KW_PROGRAM, KW_CONST, KW_TYPE, KW_VAR,
  KW_INTEGER, KW_CHAR, KW_ARRAY, KW_OF,
  KW_FUNCTION, KW_PROCEDURE,
  KW_BEGIN, KW_END, KW_CALL,
  KW_IF, KW_THEN, KW_ELSE,
  KW_WHILE, KW_DO, KW_FOR, KW_TO,
  // Các ký hiệu đặc biệt
  SB_SEMICOLON, SB_COLON, SB_PERIOD, SB_COMMA,
  SB_ASSIGN, SB_EQ, SB_NEQ, SB_LT, SB_LE, SB_GT, SB_GE,
  SB_PLUS, SB_MINUS, SB_TIMES, SB_SLASH,
  SB_LPAR, SB_RPAR, SB_LSEL, SB_RSEL
} TokenType;
```

Xây dựng scanner – token

```
// Cấu trúc lưu trữ của một token
typedef struct {
  char string[MAX_IDENT_LEN + 1];
  int lineNo, colNo;
  TokenType tokenType;
  int value;
} Token;

// Kiểm tra một xâu có là từ khóa không
TokenType checkKeyword(char *string);
// Tạo một token mới với kiểu và vị trí
Token* makeToken(TokenType tokenType, int lineNo, int colNo);
```

Xây dựng scanner – error

```
// Danh sách các lỗi trong quá trình phân tích từ vựng
typedef enum {
  ERR_ENDOFCOMMENT,
  ERR_IDENTTOOLONG,
  ERR_INVALIDCHARCONSTANT,
  ERR_INVALIDSYMBOL
} ErrorCode;

// Các thông báo lỗi
#define ERM_ENDOFCOMMENT "End of comment expected!"
#define ERM_IDENTTOOLONG "Identification too long!"
#define ERM_INVALIDCHARCONSTANT "Invalid const char!"
#define ERM_INVALIDSYMBOL "Invalid symbol!"

// Hàm thông báo lỗi
void error(ErrorCode err, int lineNo, int colNo);
```

Xây dựng scanner – scanner

```
// Đọc một token tính từ vị trí hiện tại
Token* getToken(void) {
  Token *token;
  int ln, cn;

  if (currentChar == EOF)
    return makeToken(TK_EOF, lineNo, colNo);

  switch (charCodes[currentChar]) {
  case CHAR_SPACE: skipBlank(); return getToken();
  case CHAR_LETTER: return readIdentKeyword();
  case CHAR_DIGIT: return readNumber();
  case CHAR_PLUS:
    token = makeToken(SB_PLUS, lineNo, colNo);
    readChar();
    return token;
  …
  }
}
```

Nhiệm vụ

- Hoàn thiện các hàm sau trong `scanner.c`
  - `void skipBlank();`
  - `void skipComment();`
  - `Token* readIdentKeyword(void);`
  - `Token* readNumber(void);`
  - `Token* readConstChar(void);`
  - `Token* getToken(void);`