Politechnika Wrocławska

Bardzo szybkie podsumowanie wer. 1.1

Wojciech Myszka

8 kwietnia 2008

Uwagi

1. Obowiązuje cały materiał!
2. Dziś tylko podsumowanie.

1 Wykład 11

Politechnika Wrocławska

Operacje na łańcuchach znaków wer. 1.2

Wojciech Myszka

13 maja 2008

Łańcuch znaków

1. Z łańcuchów znaków korzystamy powszechnie.
2. Najprostszy przykład:

```
printf("Ala ma kota");
```

3. Łańcuchem znaków (ang: *string*) jest każdy napis zawarty w cudzysłowach.
4. Łańcuch znaków jest **tablicą** typu **char**, w której na ostatniej pozycji znajduje się znak null (znak o kodzie zero).

```
char *tekst = "Jakis tam tekst";
printf("%c\n", "przyklad"[0]);
   /* wypisze p - znaki w napisach sa
      numerowane od zera */
printf("%c\n", tekst[2]); /* wypisze k */
```

Łańcuch znaków cd I

1. Język C nie robi jakichś wielkich rozróżnień między znakami a cyframi:

```
#include <stdio.h>
int main(void)
{
    char test[] = "test";
    int i;
    printf("%ld\n", sizeof(test));
    for (i = 0; i < sizeof(test); i++)
        printf("%d\n", test[i]);
    return 0;
}
```

2. Efekt działania tego programu

Łańcuch znaków cd II

```
5
116
101
115
116
0
```

Łańcuch znaków cd III

3. Tak na marginesie: czemu poniższe nie działa?

```
#include <stdio.h>
int main(void)
{
    char *test = "test";
    int i;
    printf("%ld\n", sizeof(*test));
    for (i = 0; i < sizeof(*test); i++)
        printf("%d\n", test[i]);
    return 0;
}
```

```
1
116
```

Deklaracje

Poniższe deklaracje są (w zasadzie równoważne)

```
char *tekst  = "Jakis tam tekst";
 /* Umieszcza napis w obszarze danych
    programu i przypisuje adres */
char tekst[] = "Jakis tam tekst";
 /* Umieszcza napis w tablicy */
char tekst[] = {'J','a','k','i','s',\
    ' ','t','a','m',' ','t','e','k',\
    's','t','\0'};
 /* Tekst to taka tablica jak kazda inna */
```

Operacje na łańcuchach

Plik nagłówkowy `string.h` zawiera definicje stałych i funkcji związanych z operacjami na łańcuchach tekstów.

```
void    *memccpy(void *, const void *, int,\
        size_t);
void    *memchr(const void *, int, size_t);
int     memcmp(const void *, const void *,\
        size_t);
void    *memcpy(void *, const void *,\
        size_t);
void    *memmove(void *, const void *,\
        size_t);
void    *memset(void *, int, size_t);
char    *strcat(char *, const char *);
char    *strchr(const char *, int);
int     strcmp(const char *, const char *);
int     strcoll(const char *, const char *);
char    *strcpy(char *, const char *);
size_t  strcspn(const char *, const char *);
char    *strdup(const char *);
```

```
char    *strerror(int);
size_t   strlen(const char *);
char    *strncat(char *, const char *,\
        size_t);
int     strncmp(const char *, const char *,\
        size_t);
char    *strncpy(char *, const char *,\
        size_t);
char    *strpbrk(const char *, const char *);
char    *strrchr(const char *, int);
size_t  strspn(const char *, const char *);
char    *strstr(const char *, const char *);
char    *strtok(char *, const char *);
char    *strtok_r(char *, const char *,\
        char **);
size_t  strxfrm(char *, const char *,\
        size_t);
```

Porównywanie ciągów znaków

1. Porównywanie pojedynczych znaków — na podstawie ich kodów ASCII
2. Dla ciągów znaków "aaa" > "aa" > "a" > ""; "ab" > "aa"; "a" > "A"
3. Funkcja *strcmp* służy do porównywania dwu ciągów znaków; ma dwa parametry i zwraca -1 gdy pierwszy ciąg znaków jest mniejszy od drugiego, 0 gdy są równe i $+1$, gdy pierwszy ciąg jest większy od drugiego.
4. Funkcja *strncmp* (o trzech parametrach, trzeci parametr wskazuje ile znaków ma być porównanych) może być użyta, gdy nie chcemy porównywać całych ciągów znaków.

Kopiowanie znaków

1. Do kopiowania służy funkcja *strcpy* o dwu parametrach; ciąg znakach zawarty w drugim parametrze kopiowany jest do pierwszego parametru. Do obowiązku programisty należy zapewnienie aby tablica będąca pierwszym parametrem miała wystarczającą ilość miejsca na pomieszczenie całego zapisu!
2. Drugi wariant funkcji *strncpy*; dodatkowy, trzeci parametr mówi ile znaków ma być skopiowanych — (ale zawsze trzeba pamiętać o miejscu na znak null znajdującym się na końcu napisu). Znaki z drugiego parametry kopiowane są do końca łańcucha, chyba że tekst jest dłuższy niż liczba znaków do skopiowania; w tym przypadku programista musi dodać znak NULL „ręcznie” na końcu skopiowanego tekstu.

Łączenie napisów I

1. Do łączenia napisów służy funkcja *strcat* (nazwa pochodzi od STRing conCATenate).
2. Podobnie jak w poprzednich przypadkach jest również drugi wariant *strncat*
3. W wersji standardowej Zawartość drugiego parametru funkcji dopisywana jest na końcu zawartości pierwszego.

```
char tekst[80] = "";
strcat(tekst, "ala");
strcat(tekst, " ma ");
strcat(tekst, "kota");
puts(tekst);
```

Łączenie napisów II

4. Pierwszy parametr funkcji musi mieć dostateczną ilość miejsca na pomieszczenie połączonych ciągów znaków!
5. W drugim wariancie występuje trzeci parametr mówiący ile znaków ma być dołączonych.

Długość ciągu znaków

1. Funkcja *strlen* podaje długość ciągu znaków (bez znaku NULL)

Wyszukiwanie

1. Funkcja *strchr* (gdzie pierwszym parametrem jest ciąg znaków a drugim pojedynczy znak) zwraca numer znaku zgodnego z poszukiwanym.
2. Funkcja *strrchr* poszukuje od prawej do lewej.
3. Funkcja *strstr* (o dwu parametrach) wyszukuje pierwszego wystąpienia ciągu znaków będącego drugim parametrem w pierwszym.
4. Funkcja *strtok* może służyć do podziału pierwszego parametru na ciąg żetonów; zakładamy, że żetony (tokeny) oddzielone są zadanym znakiem (drugi parametr).

Konwersje

1. *atol*, *strtol* — zamienia łańcuch na liczbę całkowitą typu **long**
2. *atoi* — zamienia łańcuch na liczbę całkowitą typu **int**
3. *atoll*, *strtoll* — zamienia łańcuch na liczbę całkowitą typu **long long** (64 bity); dodatkowo istnieje przestarzała funkcja *atoq* będąca rozszerzeniem GNU,
4. *atof*, *strtod* — przekształca łańcuch na liczbę typu double

Funkcje ato* nie wykrywają błędów konwersji
Funkcje zdefiniowane są w pliku `stdlib.h`

Różne informacje

Plik nagłówkowy `ctype.h` zawiera definicje funkcji (i różnych stałych) związanych z rozpoznawaniem typów informacji

```
int     isalnum(int);
int     isalpha(int);
int     isascii(int);
int     isblank(int);
int     iscntrl(int);
int     isdigit(int);
int     isgraph(int);
int     islower(int);
int     isprint(int);
```

```
int     ispunct(int);
int     isspace(int);
int     isupper(int);
int     isxdigit(int);
int     toascii(int);
int     tolower(int);
int     toupper(int);
int     _toupper(int);
int     _tolower(int);
```

Konwersje I

```
int atoi( const char * string );
long atol( const char *s );
double atof( const char* string );
```

Parametrem funkcji jest ciąg znaków zawierający napis, który ma być skonwertowany

Konwersje II

Funkcje z rodziny strto*

```
long int strtol(const char *str, char **endptr, int base);
unsigned long int strtoul(const char *str, char **endptr, int base);
double strtod(const char *str, char **endptr);
```

Pierwszym parametrem funkcji jest napis podlegający konwersji, drugim jest znak ograniczający napis (może to być znak NULL). Trzecim parametrem w przypadku funkcji konwersji do postaci całkowitej jest podstawa zapisu liczb (zawarta pomiędzy 2 a 36). Specjalna wartość 0 pozwala automatycznie rozpoznawać liczby postaci 0nnnnn (gdzie n to cyfra od zera do 7) jako ósemkowe a liczby postaci 0xuuuu jako szesnastkowe (u to cyfry od zera do 9 oraz a — f lub A — F)

Unicode I

1. Jeżeli ograniczyć się do kodowania jednobajtowego (255 znaków) nie ma właściwie żadnych problemów, poza tym, że pogram musi być uruchamiany w odpowiednim środowisku. Dostępne kodowania znaków to ISO-8859-n (n od 1 do 9), cp-12xx, i tak dalej, i tak dalej. . .
2. Standardowe funkcje porównywania ciągów znaków nie będą działały!
3. Uniwersalny system kodowania znaków Unicode został dopuszczony do użytku w standardzie C99
4. Z Unicode też nie jest łatwo, mamy kilka rodzajów. Zestaw znaków Unicode obejmuje ponad 900 tys. symboli. Zapisać to można na 3 bajtach.

Unicode II

5. Ze względów technicznych przyjęto 4 bajty jako podstawowa wielkość znaku (bo łatwo jedną instrukcją) wybrać z pamięci.
6. W praktyce to za dużo, stąd warianty
   - 6.1 UTF-8 — od 1 do 6 bajtów (dla znaków poniżej 65536 do 3 bajtów) na znak; wszystkie standardowe znaki ASCII na jednym bajcie.
   - 6.2 UTF-16 — 2 lub 4 bajty na znak.
   - 6.3 UCS-2 — 2 bajty na znak przez co znaki z numerami powyżej 65 535 nie są uwzględnione
7. Domyślne kodowanie dla C jest UCS-2.

Unicode II

Co należy zrobić, by zacząć korzystać z kodowania UCS-2

- powinniśmy korzystać z typu **wchar_t** (ang. „wide character”), jednak jeśli chcemy udostępniać kod źródłowy programu do kompilacji na innych platformach, powinniśmy ustawić odpowiednie parametry dla kompilatorów, by rozmiar był identyczny niezależnie od platformy.
- korzystamy z odpowiedników funkcji operujących na typie char pracujących na **wchar_t** (z reguły składnia jest identyczna z tą różnicą, że w nazwach funkcji zastępujemy „str” na „wcs” np. *strcpy* – *wcscpy*; *strcmp* – *wcscmp*)
- jeśli przyzwyczajeni jesteśmy do korzystania z klasy **string**, powinniśmy zamiast niej korzystać z **wstring**, która posiada zbliżoną składnię, ale pracuje na typie **wchar_t**.

Polskie literki

UTF-8!

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
int main(void)
{
    char napis1[30] = "Ala ma kota";
    char napis2[30] = "Ala ma kotę";
    printf("napis1: %d\n", (int)strlen(napis1));
    printf("napis2: %d\n", (int)strlen(napis2));
    return 0;
}
```

Wyniki:

```
napis1: 11
napis2: 12
```

Polskie literki

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <wchar.h>
int main(void)
{
    char napis1[30] = "Ala ma kota";
    char napis2[30] = "Ala ma kotę";
    wchar_t napis3[12] = L"Ala ma kotę";
    printf("napis1: %d\n", (int)strlen(napis1));
    printf("napis2: %d\n", (int)strlen(napis2));
    printf("napis3: %d, sizeof napis3 %d\n",\ (int)wcslen(napis3),
                                              (int)sizeof(napis3));
    return 0;
}
```

Wyniki

```
napis1: 11
napis2: 12
napis3: 11, sizeof napis3 48
```

Polskie literki

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <wchar.h>
int main(void)
{
    int i;
    wchar_t m[2] = L"A";
    union ccc{
        char n[8];
        wchar_t N[2];
    } c;
    c.N[0] = m[0];
    c.N[1] = m[1];
    for (i=0; i<8; i++)
    printf("%d - %x\n", i, c.n[i]);
    return 0;
}
```

```
0 - 41
1 - 0
2 - 0
3 - 0
4 - 0
5 - 0
6 - 0
7 - 0
```

Polskie literki

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <wchar.h>
int main(void)
{
    int i;
    wchar_t m[2] = L"Ą";
    union ccc{
        char n[8];
        wchar_t N[2];
    } c;
    c.N[0] = m[0];
    c.N[1] = m[1];
    for (i=0; i<8; i++)
    printf("%d - %x\n", i, c.n[i]);
    return 0;
}
```

```
0 - 4
1 - 1
2 - 0
3 - 0
4 - 0
5 - 0
6 - 0
7 - 0
```

Locale

1. *Locale* to zestaw definicji określających specyficzny dla różnych języków (i krajów) sposób prezentacji różnych informacji.
2. Z jakichś dziwnych powodów problem nie ma zbyt bogatej „literatury”.
3. Jeżeli ktoś chce się zapoznać z pewną realizacją uniksową — mogę polecić bardzo stary tekst System Operacyjny HP-UX a sprawa polska.

Locale

Unix

Zachowanie systemu po wyborze określonego języka zmienia się. Za pomocą kilku zmiennych środowiska można regulować zakres w jakim podporządkowujemy się specyficznym regułom. I tak:

LANG	określa używany język,
LC_CTYPE	definiuje charakter (litery, cyfry, znaki przestankowe, znaki drukowalne) poszczególnych znaków,
LC_COLLAT	określa sposób sortowania,
LC_MONETARY	opisuje zaznaczania jednostek monetarnych (symbol waluty, gdzie jest on umieszczany. . .),
LC_NUMERIC	sposób zapisu liczb, znak oddzielający grypy cyfr, znak oddzielający część całkowitą od ułamkowej,
LC_TIME	postać podawania daty i czasu,
LC_MESSAGES	język używany w wyświetlanych komunikatach,
LC_ALL	wszystkie LC_*.

Locale

Programowanie

1. Sprawa nie jest prosta!
2. Można wszystko zrobić na wiele sposobów.
3. Bardzo często komunikaty wyprowadzanie przez (różne) programy powtarzają się.
4. Powstaje myśl stworzenia „bazy danych” zawierających różne komunikaty oraz ich tłumaczenia na różne języki.
5. Są też gotowe biblioteki zapewniające obsługę takiej bazy danych (oraz jej tworzenie).

Locale

Przykład

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <wchar.h>
#include <locale.h>
int main(void)
{
/*    printf("%s\n", getenv("LANG")); */
    setlocale(LC_ALL, getenv("LANG"));
    printf("%d \n", wcscoll(L"żółć", L"żółw"));
    return 0;
}
```

Wyniki

```
$ LANG=C ./stringi
144
$ LANG=pl_PL.utf8 ./stringi
-25
```

2 Wykład 12

Politechnika Wrocławska

Programy pomocnicze: diff, make, systemy rcs i cvs, debugger. Zarządzanie wersjami. wer. 1.1

Wojciech Myszka

27 maja 2008

Co jest potrzebne programiście?

1. Umiejętność logicznego myślenia.
2. Ukończone kursy dokształcające.
3. Motywacja do pracy.
4. Komputer.
5. Zadanie.
6. Kompilator (program, który kod źródłowy przetłumaczy na na kod maszynowy).
7. Jakiś edytor (program pozwalający na wygodne wpisywanie kodu źródłowego).

Jak to robiono kiedyś?

1. Czas komputera był drogi a dostęp do niego limitowany.
2. Gdy algorytm był gotowy — rozpoczynało się jego kodowanie (na papierze).
3. Następnie przenoszono kod na nośnik maszynowy (taśma papierowa, karty perforowane, taśma magnetyczna).
4. Nośnik z kodem źródłowym był czytany przez kompilator, który tłumaczył na postać maszynową; w razie błędów były one zaznaczane na wydruku.
5. W przypadku błędów formalnych — koder poprawiał je i zaczynał cykl od początku.
6. Gdy błędów nie było — następowało uruchomienie programu (na dostarczonych danych).
7. Wyniki otrzymywał programista i sprawdzał czy są zgodne z oczekiwaniami. Jeżeli nie — rozpoczynała się żmudna analiza algorytmu. Program był uruchamiany po raz kolejny na danych testowych. Żeby ułatwić sobie pracę dodawano „wydruku kontrolne”.
8. I tak do skutku.

Praca w środowisku interaktywnym

1. Najpierw odpadły „nośniki maszynowe” (choć w okresie przejściowym znacznie taniej było wpisać kod na prymitywnym urządzeniu na kartach lub tasiemce papierowej niż blokować dostęp do deficytowego terminala komputera i linii telekomunikacyjnej.
2. Pojawiły się środowiska ułatwiające uruchamianie programów w trybie interaktywnym.
3. Pojawiły się języki konwersacyjne.

Jak jest dziś?

Ci z Państwa, którzy programują — wiedzą doskonale. Inni. . .

Jak jest tworzony duży program?

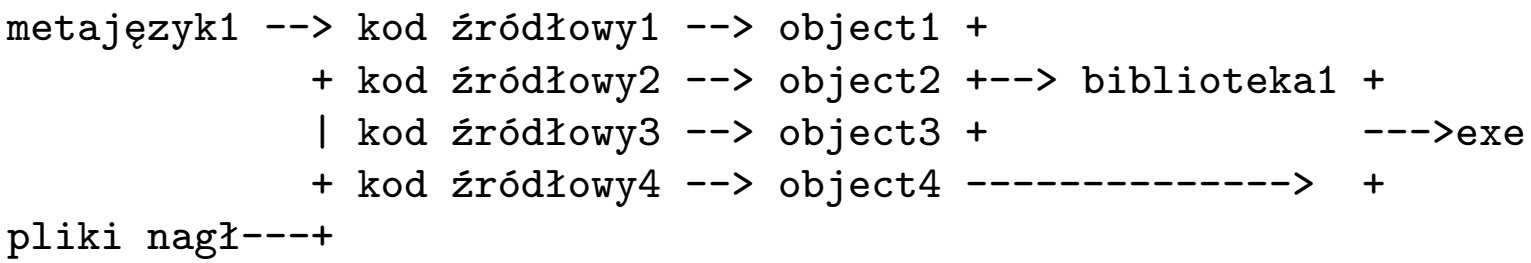
1. Podzielony jest na kawałki (moduły obejmujące pewne dobrze zdefiniowane „całości”).
2. Grupy modułów tworzące pewne całości — grupowane są w „biblioteki”.
3. Wspólne definicje grupowane są w „plikach nagłówkowych”.

Kompilacja

Tworzenie programu jest procesem wieloetapowym.

1. Fragmenty programu mogą być pisane w jakimś **metajęzyku**, który tłumaczony jest na kod źródłowy.
2. Program w kodzie źródłowym tłumaczony jest na postać wynikową (zazwyczaj nazywa się to *object*).
3. Niektóre moduły wynikowe grupowane są w biblioteki.
4. Moduły wynikowe i biblioteki używane są do budowy programu wykonywalnego.

Schemat


metajęzyk1 --> kod źródłowy1 --> object1 +
+ kod źródłowy2 --> object2 +--> biblioteka1 +
| kod źródłowy3 --> object3 + --->exe
+ kod źródłowy4 --> object4 ----------> +
pliki nagł---+

Program make

Jakakolwiek zmiana w plikach z kodem metajęzyka, plikach nagłówkowych lub z kodem źródłowym wymaga przekompilowania części lub wszystkich plików.
Gdy projekt jest bardzo duży — problem jest bardzo poważny.
Wymyślono program make pozwalający ułatwiający programiście życie.
Program korzysta ze specjalnego pliku (tradycyjnie nazywa się on Makefile) który opisuje strukturę projektu.

Makefile

Plik Makefile definiuje czynności jakie należy wykonać aby z pliku jednego typu uzyskać plik wynikowy oraz zależności pomiędzy plikami.

```
metajęzyk1 --> kod źródłowy1 --> object1 +
               + kod źródłowy2 --> object2 +--> biblioteka1 +
               | kod źródłowy3 --> object3 +                ---->exe
               + kod źródłowy4 --> object4 -------------->  +
pliki nagł---+
```

W naszym przypadku exe zależy od biblioteka1 i object4.
biblioteka1 zależy od object1, object2, object3.
object1 zależy od kod źródłowy1.
kod źródłowy1 zależy od metajęzyk1.
object2 zależy od kod źródłowy2
object3 zależy od kod źródłowy3
kod źródłowy2 zależy plik nagł

Przykładowy plik Makefile

albo raczej jego idea

```
exe:    biblioteka1, object4
        link -o exe object4 -L biblioteka1

biblioteka1:    object1, object2, object3
                ar -o biblioteka1 object1 object2 object3

object1:    kod źródłowy1
            kompiluj kod źródłowy1

object2:    kod źródłowy2, plik nagł
            kompiluj kod źródłowy2

object3:    kod źródłowy3, plik nagł
            kompiluj kod źródłowy3

object4:    kod źródłowy4, plik nagł
            kompiluj kod źródłowy4

kod źródłowy1:  metajęzyk1
                metakompiluj metajęzyk1 -o kod źródłowy1

all:    exe

clean:
        kasuj object* biblioteka1 exe plik źródłowy1
```

Metajęzyki

1. Metajęzyki to języki jeszcze wyższego poziomu niż języki typu C, Pascal, Fortan.
2. Pozwalają one za pomocą stosunkowo prostych zależności (i bez przejmowania się szczegółami) stworzyć kod źródłowy programu .
3. Przykład. Chcemy napisać program, który będzie rozróżniał *liczby* od *słów*.
   - Najpierw precyzyjnie musimy zdefiniować co to jest **liczba**. Liczba to jedna lub więcej cyfr z zakresu od 0 do 9. W kategoriach wyrażeń regularnych można to zapisać tak: [0123456789]+ lub [0=9]+ (plus oznacza tu **jedno** lub więcej powtórzeń).
   - Natomiast **słowo** to jeden lub więcej znaków, z których pierwszy jest literą i który nie zawiera odstępów i innych znaków specjalnych. Zapisujemy to tak: [a-zA-Z][a-zA-Z0-9]* (gwiazdka oznacza tu **zero** lub więcej powtórzeń.

Metajęzyki

flex

Idea programu jest następująca:

```
%%
[0123456789]+                printf("NUMBER\n");
[a-zA-Z][a-zA-Z0-9]*         printf("WORD\n");
%%
```

i sprowadza się do następującego: „jak zobaczysz liczbę — wypisz liczba, jak zobaczysz wyraz — wypisz wyraz

Metajęzyki

flex

A sam program niewiele bardziej skomplikowany:

```
%{
#include <stdio.h>
%}

%%
[0123456789]+              printf("NUMBER\n");
[a-zA-Z][a-zA-Z0-9]*       printf("WORD\n");
%%
```

Kompilacja:

```
flex -o test.c test.l
~/c$ ls -l test.c
-rw-r--r-- 1 myszka myszka 41749 2008-05-26 15:50 test.c
gcc test.c -o test -ll
```

Uruchomienie

```
~/c$ ./test
ala ma 3 koty
WORD
 WORD
 NUMBER
 WORD
```

Bardziej skomplikowany przykład: kalkulator

1. Chodzi mi o pokazanie jednie pewnej idei, a nie wnikanie w głębokie szczegóły.
2. Kalkulator składa się z dwu części:
   - 2.1 wprowadzanie danych
   - 2.2 przetwarzanie danych
3. Do zbudowania analizatora danych wykorzystamy program **lex** (lub jego darmowy odpowiednik **flex**)
4. Do zbudowania części przetwarzającej dane wykorzystamy program **yacc** (lub jego darmowy odpowiednik **bison**)

Kalkulator I

Wprowadzanie danych

```
    /* calculator #1 */
%{
    #include "y.tab.h"
    #include <stdlib.h>
    void yyerror(char *);
%}

%%

[0-9]+      {
                yylval = atoi(yytext);
                return INTEGER;
            }
```

Kalkulator II

Wprowadzanie danych

```
[-+\n]      { return *yytext; }

[ \t]       ;       /* skip whitespace */

.           yyerror("Unknown character");

%%

int yywrap(void) {
    return 1;
}
```

Kalkulator I

Przetwarzanie

```
%{
    #include <stdio.h>
    int yylex(void);
    void yyerror(char *);
%}

%token INTEGER

%%

program:
        program expr '\n'           { printf("%d\n",
        |
```

Kalkulator II

Przetwarzanie

```
        ;

expr:
        INTEGER
        | expr '+' expr                 { $$ = $1 + $3;
        | expr '-' expr                 { $$ = $1 - $3;
        ;

%%

void yyerror(char *s) {
    fprintf(stderr, "%s\n", s);
}
```

Kalkulator III

Przetwarzanie

```
int main(void) {
    yyparse();
    return 0;
}
```

Czterodziałaniowy kalkulator z nawiasami I

Dane

```
%{
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include "calc1.h"
void yyerror(char*);
extern int yylval;
%}
%%
[ \t]+      ;
[0-9]+      {yylval = atoi(yytext);
             return INTEGER;}
[-+*/]      {return *yytext;}
"("         {return *yytext;}
```

Czterodziałaniowy kalkulator z nawiasami II

Dane

```
")"             {return *yytext;}
\n              {return *yytext;}
.               {char msg[25];
                 sprintf(msg,"%s <%s>","invalid charact
                 yyerror(msg);}
```

Czterodziałaniowy kalkulator z nawiasami I

Przetwarzanie

```
%{
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
int yylex(void);
#include "calc1.h"
%}
%token INTEGER
%%
program:
      line program
      | line

line:
```

Czterodziałaniowy kalkulator z nawiasami II

Przetwarzanie

```
        expr '\n' { printf("%d\n",$1); }
        | '\n'

expr:
        expr '+' mulex { $$ = $1 + $3; }
        | expr '-' mulex { $$ = $1 - $3; }
        | mulex { $$ = $1; }

mulex:
        mulex '*' term { $$ = $1 * $3; }
        | mulex '/' term { $$ = $1 / $3; }
        | term { $$ = $1; }
```

Czterodziałaniowy kalkulator z nawiasami III

Przetwarzanie

```
term:
      '(' expr ')' { $$ = $2; }
      | INTEGER { $$ = $1; }
%%
void yyerror(char *s)
{
 fprintf(stderr,"%s\n",s);
 return;
}
int main(void)
{
 /*yydebug=1;*/
 yyparse();
```

Czterodziałaniowy kalkulator z nawiasami IV

Przetwarzanie

```
 return 0;
}
```

Narzedzia pomocnicze

1. **diff** program pozwalający porównywać dwa pliki źródłowe
2. **patch** program pozwalający na podstawie różnic (raportowanych przez diff) wprowadzić poprawki do plików źródłowych. Pozwala to rozpowszechniać znacznie mniejsze pliki.
3. **rcs**, **cvs**, **svn**, . . . — systemy zarządzania wersjami.
4. **debuger** — program pozwalający uruchamiać programy krok po kroku, sprawdzać zawartość zmiennych,. . .