Nieco różności ...

Cygwin: emulator Linux-a pod Windows [*zawiera m.in.* `gcc`]

Cygwin

Get that Linux feeling - on Windows

This is the home of the Cygwin project

What...

...is it?

Cygwin is:

- a large collection of GNU and Open Source tools which provide functionality similar to a Linux distribution on Windows.
- a DLL (cygwin1.dll) which provides substantial POSIX API functionality.

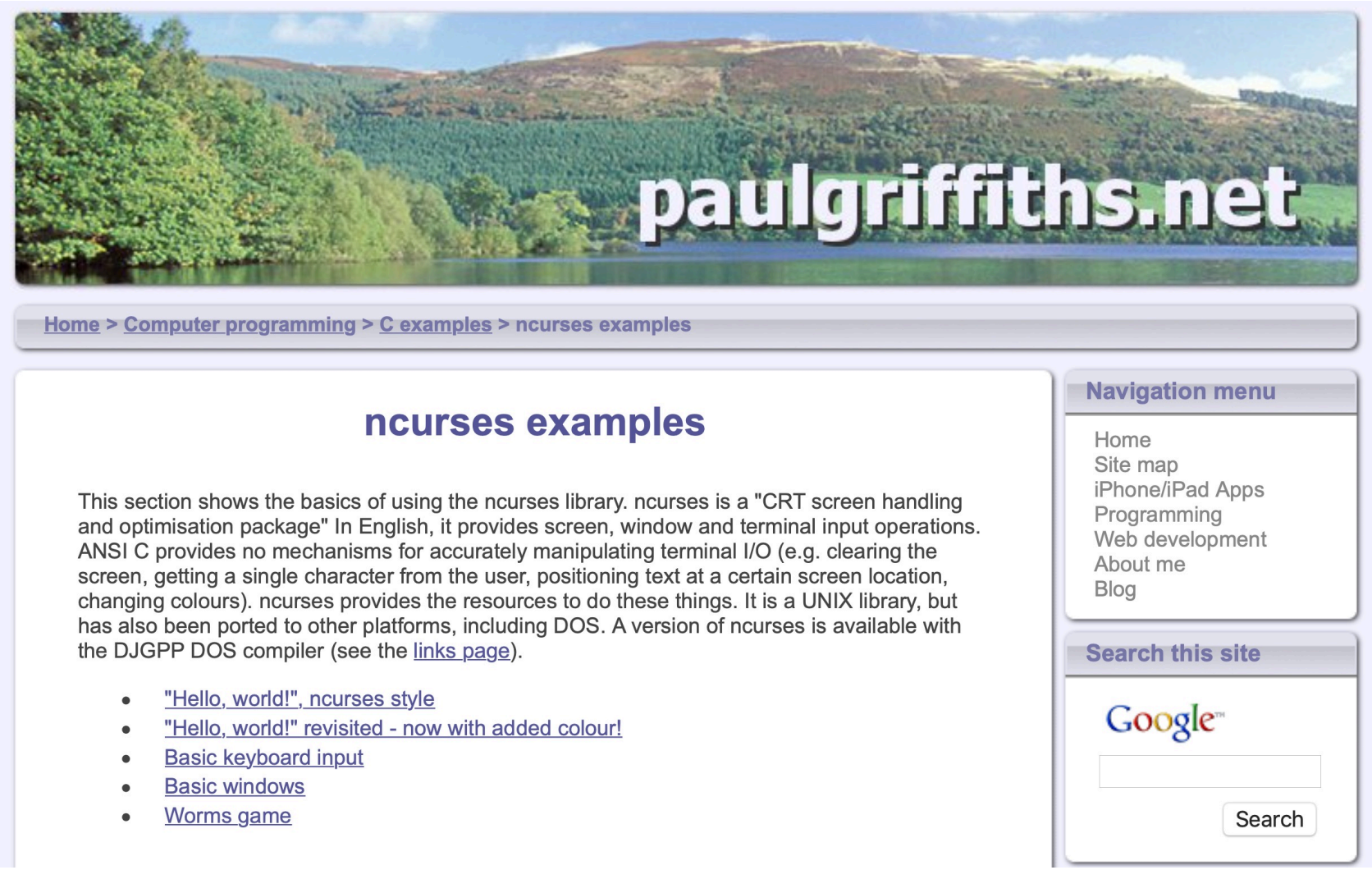
...isn't it?

Cygwin is not:

- a way to run native Linux apps on Windows. You must rebuild your application *from source* if you want it to run on Windows.
- a way to magically make native Windows apps aware of UNIX® functionality like signals, ptys, etc. Again, you need to build your apps *from source* if you want to take advantage of Cygwin functionality.

zob: *https://www.cygwin.com*

Przykłady zastosowań biblioteki `ncurses` (*i wielu innych ...*)



zob: *http://www.paulgriffiths.net/program/c/curses.php*

Co zrobić, gdy musimy np. rozwiązać duży *układ r. liniowych*?

$$\text{„ } \mathbf{Ax = b} \text{ ”}$$

==> **Biblioteka GSL** (*GNU Scientific Library*):

Uniwersalne narzędzie do różnorodnych problemów numerycznych (całkowanie, rozwiązywanie równań różniczkowych, obliczanie wartości funkcji specjalnych, minimalizacja funkcji, …)

[*Zawarta w wielu dystrybucjach Linuxa; także* ***część Cygwin****-a*]

zob. https://www.gnu.org/software/gsl/

Inna możliwość: LAPACK [==> *dla zainteresowanych:* wyklad11a.pdf]

Poprzedni wykład [*20. 12. 2022*] :

- **Struktury** (deklaracje, kopiowanie, przypisanie)
- Funkcje operujące na strukturach i *zwracające* struktury
- Wskaźniki na struktury i tablice struktur

Struktury rekurencyjne

Na poprzednim wykładzie *dyskutowaliśmy problem wyszukiwania słów kluczowych języka C.*

[*Problem był szczególnie prosty, ponieważ lista 32 takich słów jest* ***zamknięta****; można było zatem jawnie wypisać w programie wszystkie szukane słowa w porządku alfabetycznym.*]

Na ogół jest inaczej — jeśli np. zliczamy słowa w jakimś *długim* tekście wejściowym, *lista* (a nawet *liczba!*) słów nie jest znana wcześniej, pojawiają się też one w losowej kolejności.

=> W takich sytuacjach przydają się bardziej zaawansowane struktury danych, jak np. ***drzewa binarne.***

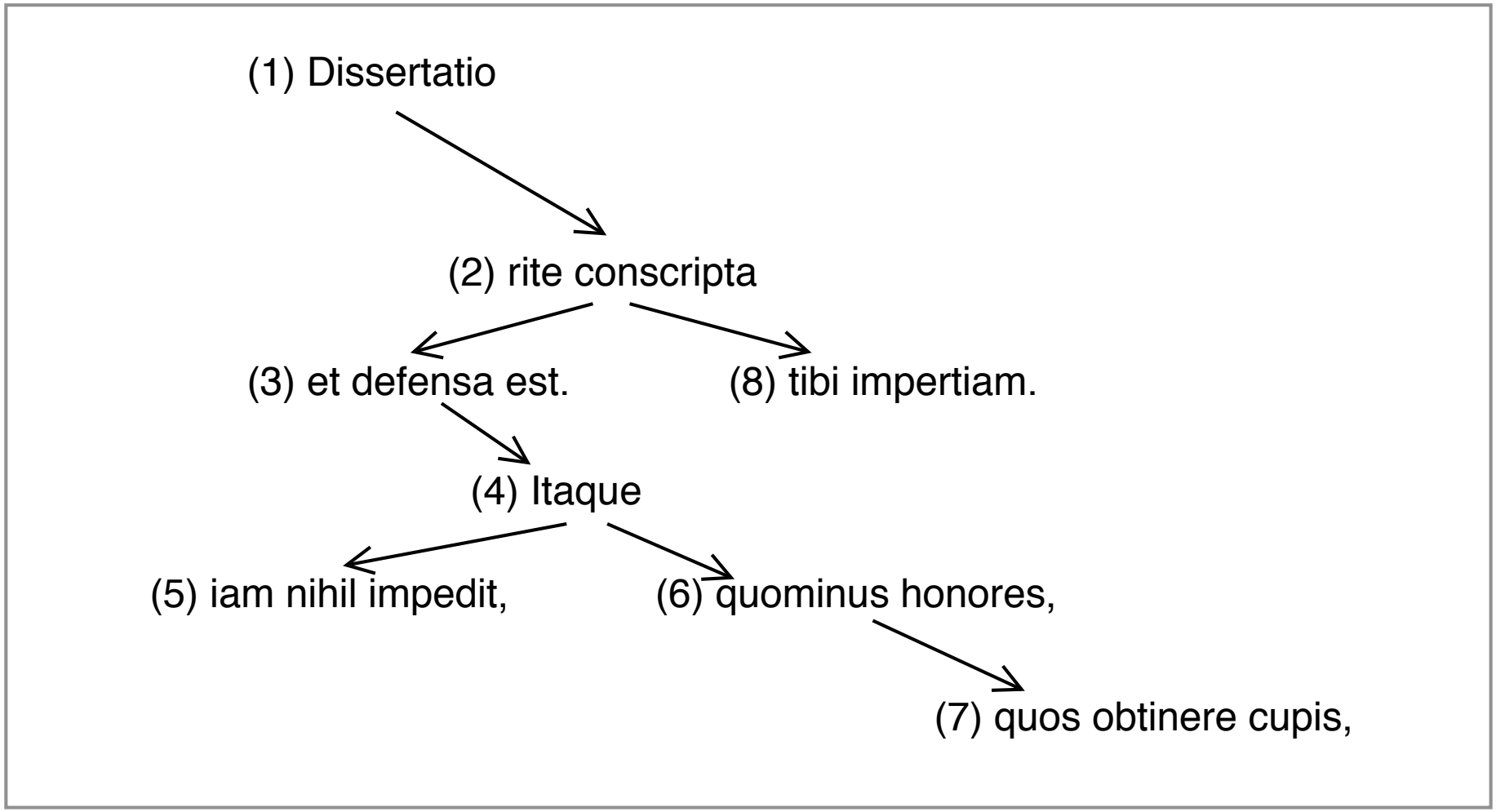
Wrócimy teraz do naszego przykładu z ***porządkowaniem alfabetycznym*** *wierszy tekstu* [zob. wyklad08.pdf]

Założymy, że napisy *mogą się powtarzać*, ich liczba nie jest z góry znana, a dodatkowo — *chcemy mieć możliwość wypisania* ***posortowanych*** *napisów w każdej chwili*.

Wiersze dobrze jest zatem przechowywać w strukturze dynamicznej, rozrastającej się w miarę potrzeb, które jednocześnie przechowuje *informację o uporządkowaniu*, tak aby wypisanie napisów (*w kolejności alfabetycznej*) było łatwe na każdym etapie powstawania struktury.

==> Taką strukturą jest **drzewo binarne.**

Drzewo dla tekstu: „*(1) Dissertatio (2) rite conscripta (3) et defensa est. (4) Itaque (5) iam nihil impedit, (6) quominus honores, (7) quos obtinere cupis, (8) tibi impertiam.*” będzie wyglądać tak —



```
/* Sortowanie wierszy: Wersja 3 (z drzewem binarnym) */
/* AR, 2018 + elementy: Kernighan-Ritchie, 1994 */

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

struct tnode {   /* wezel drzewa */
  char *line;   /* wiersz tekstu */
  int count;   /* licznik wystapien */
  struct tnode *left;    /* lewy potomek */
  struct tnode *right;  /* prawy potomek */
};

struct tnode *addtree(struct tnode *, char *);
void treeprint(struct tnode *);
int treesize(struct tnode *);
int treedepth(struct tnode *);
```

```
#define MAXLINE 2000 /* dopuszczalna dlugosc wiersza */

int main()
{
  struct tnode *root = NULL;  /* korzen drzewa */
  char line[MAXLINE+1];

  while (fgets(line, MAXLINE+1, stdin))
    root = addtree(root, line);
  fprintf(stderr,"==> Wprowadzono %d roznych wierszy. "
          "Glebokosc drzewa: %d <==\n",
          treesize(root), treedepth(root));
  treeprint(root);
  return 0;
}
```

```
/* treeprint: wypisz uporzadkowane drzewo */
void treeprint(struct tnode *p)
{
  int i;

  if (p != NULL) {
    treeprint(p->left);
    for (i=0; i < p->count; i++)
      printf("%s\n", p->line);  /* Dopisujemy '\n'! */
    treeprint(p->right);
  }
}
```

```
/* treesize:  liczba wezlow drzewa */
int treesize(struct tnode *p)
{
  if (NULL == p)
    return 0;
  else
    return treesize(p->left) + 1 + treesize(p->right);
}
```

```
#define max(a,b) ((a) > (b) ? (a) : (b))

/* treedepth:  glebokosc drzewa */
int treedepth(struct tnode *p)
{
  int ldep, rdep;

  if (NULL == p)
    return 0;
  else {
    ldep = treedepth(p->left);
    rdep = treedepth(p->right);
    return 1 + max(ldep, rdep);
    /*
       A dlaczego nie napisac tak:  ( Do przemyślenia! )
       >> max(treedepth(p->left), treedepth(p->right)) <<
    */
  }
}
```

```
/* addtree: dodaj wezel dla s; ... */
struct tnode *addtree(struct tnode *p, char *s)
{
  int len, cond;

  if (NULL == p) {     /* nowy wiersz  */
    len = strlen(s);  /* pomijamy '\n' */
    p = (struct tnode *)malloc(sizeof(struct tnode));
    if (!(p) || !(p->line = strndup(s, len-1)))  {
      fprintf(stderr, "ERROR: INPUT TOO BIG TO SORT\n");
      exit(1);
    }
    p->count = 1;
    p->left = p->right = NULL;
  }
  else if ((cond = strcmp(s, p->line)) == 0 ) {
    p->count++;   /* powtórzony wiersz  */
  }
  /* c.d.n. */
```

```
/*  c.d. - (s) inny niż (p->line)  */
/*  ==> sprawdzamy pod-drzewa:     */


  else if (cond < 0) { /* wiersz leksykalnie MNIEJSZY */
    p->left = addtree(p->left, s);
  }
  else {  /* wiersz leksykalnie WIEKSZY */
    p->right = addtree(p->right, s);
  }

  return p;
}
```

Porównanie czasu działania z „klasyczną” wersją programu [*napisy przechowywane w tablicy wskaźników znakowych, algorytm* ***quicksort***] dla tekstu nieuporządkowanego (~5000 wierszy):

```
$ time ./napisy2.out <AR_dokto.tex >output2.txt
real  0m0.010s
user  0m0.005s
sys   0m0.003s
```

```
$ time ./napisy3.out <AR_dokto.tex >output3.txt
==> Wprowadzono 5025 roznych wierszy. Glebokosc drzewa: 328 <==
real  0m0.012s
user  0m0.007s
sys   0m0.003s
```

=> ***BRAK istotnej różnicy w wydajności !***

Jeśli jednak na wejście podamy tekst uporządkowany, sytuacja zmienia się ***dramatycznie***:

```
$ time ./napisy2.out <output2.txt >output2a.txt
real  0m0.010s
user  0m0.005s
sys   0m0.003s
```

```
$ time ./napisy3.out <output2.txt >output3a.txt
==> Wprowadzono 5025 roznych wierszy. Glebokosc drzewa: 5025 <==
real  0m0.150s
user  0m0.146s
sys   0m0.003s
```

=> ***~20-krotne spowolnienie wersji z drzewem;*** w. klasyczna działa tak samo wydajnie (jak dla tekstu nieuporządkowanego).

Dlaczego tak się dzieje?

W przypadku tekstu nieuporządkowanego, *głębokość drzewa* jest rzędu $\sim \log_2 N$, gdzie N to liczba porządkowanych elementów, tego samego rzędu będą też liczby rekurencyjnych wywołań funkcji `addtree` i `treeprint`, a zatem algorytm może działać ***równie szybko jak quicksort.***

Jeśli jednak tekst wejściowy jest uporządkowany (*alfabetycznie* lub *antyalfabetycznie*) drzewo rozrasta się tylko w jednym kierunku (odpowiednio: *prawym* lub *lewym*), do głębokości N.

W takiej sytuacji, drzewo degeneruje się do *jednokierunkowego łańcucha odsyłaczy,* a algorytm przeszukiwania staje się ***równoważny przeszukiwaniu liniowemu.***

Struktury ***odwołujące się do samych siebie*** niezwykle upraszczają implementację wielu algorytmów, bywają jednak są mało wydajne:

Kolejne *rekordy* zajmują często odległe miejsca w pamięci; w specyficznych przypadkach takie struktury mogą przybierać formy *zdegenerowane,* co zwykle prowadzi do drastycznego spadku wydajności oprogramowania.

[*A zatem — jeśli to tylko możliwe, używamy* ***prostszych konstrukcji****, najlepiej dedykowanych do konkretnych problemów …*]

Typowy dylemat programisty*: Co jest ważniejsze — czas pisania programu czy czas jego wykonania?*

Tablice mieszające (tzw. „*haszmapy*”)

Kolejny przykład ilustrujący własności struktur rekurencyjnych dotyczyć będzie zagadnienia szybkiego przeglądania tablic, np. *w poszukiwaniu* ***ustalonego wzorca***.

W uproszczeniu: **tablice mieszające** są formą przechowywania [lub raczej: ***indeksowania***] danych o własnościach pośrednich pomiędzy strukturami rekurencyjnymi a klasycznymi tablicami:

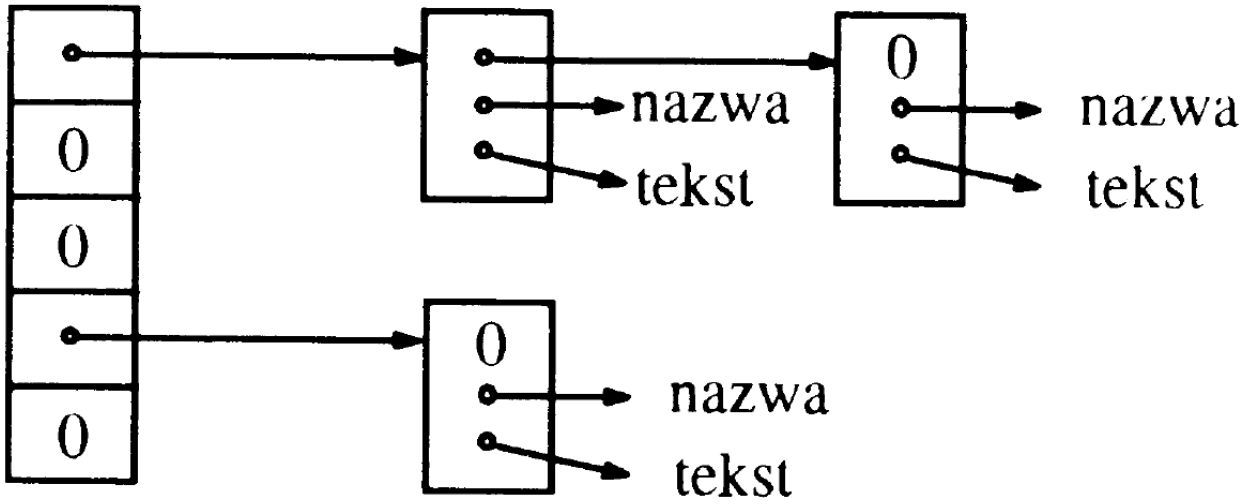
- pozwalają przechowywać ilość danych *ograniczoną jedynie dostępną pamięcią maszyny*
- dostęp do danych jest przyspieszony w ten sposób, że każdej *jednostce danych* przyporządkowana jest pewna ***liczba nieujemna***, która definiuje pozycję w tablicy (=> *haszowanie*).

[*Komórka tablicy haszującej to najczęściej wskaźnik „kotwiczący”* ***łańcuch odsyłaczy*** *lub* ***drzewo binarne.***]

Przestudiujemy teraz zestaw funkcji, pozwalających na zapamiętywanie *nazw* i *zastępujących je tekstów*; podobnie jak robi to preprocesor języka C przetwarzając makrodefinicje:

```
#define tekst1 "Mam dzisiaj dobry dzień.\n"
```

(*Podobne narzędzia pojawiają się np. w algorytmach kompresji danych.*)



Tablicę obsługiwać będzie para funkcji:

`install(s,t)` — rejestruje nazwę `s` i zastępujący ją tekst `t`; reprezentowane jako ciągi znaków.

`lookup(s)` — przegląda tablicę w poszukiwaniu nazwy `s` i zwraca wskaźnik do miejsca, w którym nazwa jest zapisana, lub NULL, jeśli nazwy nie ma w tablicy.

Dodatkowo, funkcja `hash(s)` przyporządkowuje każdej nazwie pewną (*niezbyt dużą*) liczbę nieujemną (tzw. *wartość rozproszenia*), której używamy do indeksowania tablicy.

Przyjmujemy, że każdy element tablicy to wskaźnik do początku ***listy*** nazw i zastępujących tekstów, *reprezentowanej w formie łańcucha odsyładczy* (`NULL` oznacza koniec listy).

Ogniwo łańcucha będzie zatem *strukturą* postaci:

```
struct nlist {    /* ogniwo łańcucha */
   struct nlist *next;   /* następne ogniwo */
   char *name;   /* nazwa */
   char *defn;   /* tekst zastępujący */
};
```

Tablica wskaźników może z kolei wyglądać tak:

```
   #define HASHSIZE 101
   static struct nlist *hashtab[HASHSIZE];
```

Przykładowa, prosta ***funkcja mieszająca***:

```
/* hash: wyznacz wartość rozproszenia dla s */
unsigned hash(char *s)
{
   unsigned hashval;

   for (hashval = 0; *s != '\0'; s++)
      hashval = *s + 31U * hashval;
   return (hashval % HASHSIZE);
}
```

[*Arytmetyka liczb całkowitych bez znaku — `unsigned` — gwarantuje, że obliczona wartość będzie* ***nieujemna****.*]

Wartość rozproszenia to *indeks początkowego wskaźnika* w `hashtab` — jeśli poszukiwana nazwa `s` jest *gdziekolwiek zapisana*, to na pewno jest zapisana *w łańcuchu zaczynającym się od wskaźnika:* `hashtab[hash(s)]`

Funkcja przeszukująca tablicę:

```
struct nlist *lookup(char *s)
{
   struct nlist *np;

   for (np=hashtab[hash(s)]; np!=NULL; np=np->next)
      if (!strcmp(s, np->name))
         return np;  /* ==> znaleziono */
   return NULL;
}
```

Pętla w funkcji `lookup` zawiera często spotykaną w języku C konstrukcję, która służy do *poruszania się wzdłuż jednokierunkowego łańcucha odsyłaczy*:

```
for (ptr = head; ptr != NULL; ptr = ptr->next)
   …
```

Druga funkcja (`install`) będzie używać `lookup` do sprawdzania, czy wprowadzana właśnie nazwa już występuje w łańcuchu: jeśli tak, *nowa definicja* ***zastąpi starą***, jeśli nie — *zostanie utworzone kolejne ogniwo łańcucha*.

```
/* install: umieść (name, defn) w tablicy hashtab */

struct nlist *install(char *name, char *defn)

{
   struct nlist *np, *lookup(char *);
   unsigned hashval;

   if (!(np = lookup(name))) {  /* nie znaleziono */
      np = (struct nlist *)malloc(sizeof(*np));
      if ( !(np) || !(np->name = strdup(name)) )
         return NULL;  /* błąd przydziału pamięci … */
      hashval = hash(name);
      np->next = hashtab[hashval];  /* wymiana głowy */
      hashtab[hashval] = np;        /* ==> F.I.L.O.(!)*/
   } else  /* nazwa już jest – */
      free((void *)np->defn);    /* c.d.n. */
```

```
    /* c.d. – kopiowanie "defn" */

    if (!(np->defn = strdup(defn)))
        return NULL;

    return np;
}
```

Deklaracje `typedef`

W przypadku skomplikowanych typów danych (por. *struktury!*), deklaracje zmiennych i funkcji często można znacząco uprościć definiując „*nowe*” typy. [*Tak naprawdę — typy deklarowane* `typedef`*–em zawsze są* ***synonimami*** *już istniejących.*]

Składnia deklaracji jest niemal identyczna jak w przypadku *deklaracji zmiennych*, z tym, że na początku pojawia się dodatkowo słowo `typedef`, a *identyfikator* — który normalnie oznaczałby nazwę zmiennej — staje się ***synonimem typu***.

Przykładowo:

```
typedef int integer;
```

tworzy *synonim* typu int o nazwie integer.

Z kolei:

```
typedef int IntTab[100];
```

tworzy synonim `IntTab` dla ***tablicy 100 liczb całkowitych***.
[Deklarowany typ pojawia się zawsze ***w miejscu nazwy zmiennej!***]

Ostatnia deklaracja pozwala łatwo się przekonać, że **`typedef`** w istocie nie tworzy nowego typu, a jedynie synonim:

Jeśli spróbujemy napisać funkcję zwracającą „wartość typu `IntTab`*”, kompilator zgłosi błąd!* `IntTab` *nadal* ***jest tablicą****, nie może zatem występować jako typ-zwracany przez funkcję.*

(To ograniczenie można w razie potrzeby obejść opakowując tablicę w strukturę …)

W pojedynczej deklaracji **`typedef`** nowa nazwa może pojawiać się tylko raz; deklaracje dla ***struktury rekurencyjnej*** i *wskaźnika* do niej mogą wyglądać tak:

```
typedef struct tnode *Treeptr;  /* wskaźnik! */

typedef struct tnode {   /* wezel drzewa */
  char *line;   /* wiersz tekstu */
  int count;   /* licznik wystapien */
  Treeptr left;    /* lewy potomek */
  Treeptr right;  /* prawy potomek */
} Treenode;
```

Przykładowa funkcja ***tworząca nowy węzeł***:

```
Treeptr talloc(void)
{ return (Treeptr)malloc(sizeof(Treenode)); }
```

Dalsze uwagi o `typedef`:

- Deklaracje **`typedef`** nie są dyrektywami preprocesora (***są kompilowane!***), a zatem możliwości są tutaj dużo większe. Przykładowo, synonim *wskaźnika do funkcji typu* `int`*, której dwa argumenty są typu* `char *`, tworzymy tak:

```
typedef int (*PFI)(char *, char *);
```

  po czym możemy pisać prototypy: `PFI strcmp;` … [*wygodne, jeśli c z ę s t o z m i e n i a m y z d a n i e …*]

- Jeśli zależy nam na *przenośności oprogramowania*, warto używać synonimów **`typedef`** dla tych typów, które mogą zależeć od maszyny — dobrym przykładem jest `size_t` z biblioteki standardowej języka C.

Unie (*oryg.* `union`)

Unia jest zmienną, która — raz zadeklarowana — może później ***przyjmować wartości różnych typów***.

Składnia deklaracji jest b. *podobna do struktur*:

```
union u_tag {
   int ival;
   double fval;
   char *sval;
} u;
```

Zmienna `u` będzie wystarczająco obszerna, aby pomieścić wartości wszystkich trzech typów składowych.

Unie inicjujemy zawsze wartością tego typu, jaki ma *pierwsza składowa* (tutaj: `int`).

Typ *wartości pobieranej* musi być zawsze taki sam, jak wartości *ostatnio przypisanej*.

Unie można także ***przypisywać i kopiować w całości***.

Odwołania do ***składowych unii*** mają postać identyczną jak w przypadku struktur, tzn:

nazwa-unii.składowa albo *wskaźnik-do-unii->składowa*

*Podobnie, w przypadku **tablic**, **tablic wskaźników**, oraz **struktur zawierających unie**, przenosimy odpowiednie konstrukcje leksykalne stosowane dla struktur.*

```c
/* https://www.geeksforgeeks.org/union-c/ */

#include <stdio.h>

union test {
    int x;
    char y;
};

int main()
{
    union test p1;
    union test* p2 = &p1;  /* p2 is a pointer to p1 */
    p1.x = 65;

    /* Accessing union members using pointer */
    printf("%d %c", p2->x, p2->y);
    return 0;
}
```

Pola bitowe

Kiedy chcemy oszczędzać pamięć — język C pozwala na *upakowanie kilku odrębnych zmiennych całkowitych* w jednym ***słowie maszynowym***. Przykładowo, deklaracja:

```
struct date
{
   unsigned int d: 5;  /* (d < 32) ==> 5 bits */
   unsigned int m: 4;  /* (m < 16) => 4 bits */
   unsigned int y;
}; /* => https://www.geeksforgeeks.org/bit-fields-c/ */
```

pozwoli na przechowywanie *dnia* i *miesiąca* we wspólnym słowie. Odwołania — *jak do* ***składowych struktur***. (`x.d, x.m, …`)

[*Bardzo wiele własności pól bitowych zależy od implementacji …*]