

Architektury systemów komputerowych

Lista zadań nr 1

Na zajęcia 5 marca 2020

W zadaniu 1 i 2 wolno używać **wyłącznie** instrukcji przypisania, operatorów bitowych, dodawania, odejmowania i przesunięć bitowych. Wszystkie zmienne mają typ `uint32_t`. Można używać zmiennych tymczasowych.

Zadanie 1. Zmienne i , k spełniają warunek $0 \leq i, k \leq 31$. Napisz fragment kodu, który skopiuje i -ty bit zmiennej x na pozycję k -tą.

Zadanie 2. Napisz fragment kodu, który wyznaczy liczbę zapalonych bitów w zmiennej x .

UWAGA! Oczekiwana złożoność to $O(\log n)$, gdzie n to liczba bitów w słowie. Posłuż się strategią „dziel i zwyciężaj”.

Zadanie 3. Podaj rozmiar w bajtach poniższych struktur przyjmując, że wskaźnik jest 32-bitowy. Pod jakim przesunięciem, względem początku struktury, znajdują się poszczególne pola? Jak zreorganizować pola struktury, by zajmowała mniej miejsca? Z czego wynika takie zachowanie kompilatora?

```
1 struct A {                1 struct B {
2     int8_t a;              2     uint16_t a;
3     void *b;               3     double b;
4     int8_t c;              4     void *c;
5     int16_t d;             5 };
6 };
```

Wskazówka: Użyj kompilatora, aby się dowiedzieć jaki jest rozmiar powyższych struktur – przyda się słowo kluczowe «sizeof».

Zadanie 4. Rozważamy słowa kluczowe ze standardu C11 (a nie C++). Jakie jest działanie «volatile» w stosunku do zmiennych? Kiedy programiści muszą go użyć, by program zachowywał się poprawnie? Jaki jest skutek użycia «static» w stosunku do zmiennych globalnych, zmiennych lokalnych i procedur? Kiedy należy go używać? Jaką rolę pełni «restrict» odnośnie typów wskaźnikowych?

Wskazówka: W przypadku «volatile» nie chodzi o wyłączenie optymalizacji!

Zadanie 5. Zmienne «a», «b» i «c» to wskaźniki na tablice elementów typu «uint32_t». Przetłumacz, krok po kroku, poniższe dwie instrukcje złożone zapisane w języku C na **kod trójkowy**:

```
s += b[j+1] + b[--j];      a[i++] -= *b * (c[j*2] + 1);
```

UWAGA! Przyjmujemy, że wszystkie wyrażenia są obliczane od lewej do prawej.

Zadanie 6. Z punktu widzenia procesora wszystkie wskaźniki są tożsame z liczbami całkowitymi. W trakcie generowania kodu wynikowego kompilator musi przetłumaczyć instrukcje wyboru pola struktury lub wariantu unii « $x \rightarrow k$ » i « $x.k$ » oraz indeksowania tablic « $a[i]$ » na prostsze instrukcje.

Przetłumacz, krok po kroku, poniższą instrukcję zapisaną w języku C na kod trójkowy. Trzeba pozbyć się typów złożonych, wykonać odpowiednie obliczenia na wskaźnikach, a wszystkie dostępy do pamięci realizować wyłącznie instrukcjami « $x := y$ » lub « $*x := y$ ». Zmienne «us» i «vs» są typu «`struct A *`» (patrz zad. 3).

```
vs->d = us[1].a + us[j].c;
```

Zadanie 7. Przetłumacz, krok po kroku, poniższą procedurę napisaną w języku C na kod trójkowy:

```
1 void insertion_sort(int arr[], int length) {
2     int j, temp;
3     for (int i = 0; i < length; i++) {
4         j = i;
5         while (j > 0 && arr[j] < arr[j-1]) {
6             temp = arr[j];
7             arr[j] = arr[j-1];
8             arr[j-1] = temp;
9             j--;
10        }
11    }
12 }
```

Następnie oznacz **bloki podstawowe** i narysuj **graf przepływu sterowania** (ang. *control flow graph*).

Zadanie 8. Być może jest to zaskakujące, ale poniższy kod jest poprawny i w dodatku czasami korzysta się z tej niskopoziomowej techniki optymalizacji. Co robi procedura «secret»?

```
1 void secret(uint8_t *to, uint8_t *from, size_t count) {
2     size_t n = (count + 7) / 8;
3     switch (count % 8) {
4     case 0: do { *to++ = *from++;
5     case 7:      *to++ = *from++;
6     case 6:      *to++ = *from++;
7     case 5:      *to++ = *from++;
8     case 4:      *to++ = *from++;
9     case 3:      *to++ = *from++;
10    case 2:      *to++ = *from++;
11    case 1:      *to++ = *from++;
12                } while (--n > 0);
13    }
14 }
```

Kompilator GCC dopuszcza by instrukcja «goto» przyjmowała wyrażenie obliczające adres skoku. Dodatkowo umożliwia definiowanie **tablic etykiet**¹. Przetłumacz powyższą procedurę tak, by korzystała wyłącznie z instrukcji «goto».

¹<https://gcc.gnu.org/onlinedocs/gcc/Labels-as-Values.html>