

Architektury systemów komputerowych

Lista zadań nr 1

Na zajęcia 4 – 5 marca 2019

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?

```
struct A {
    int8_t a;
    void *b;
    int8_t c;
    int16_t d;
};

struct B {
    uint16_t a;
    double b;
    void *c;
};
```

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->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:

```
void insertion_sort(int arr[], int length) {
    int j, temp;
    for (int i = 0; i < length; i++) {
        j = i;
        while (j > 0 && arr[j] < arr[j-1]) {
            temp = arr[j];
            arr[j] = arr[j-1];
            arr[j-1] = temp;
            j--;
        }
    }
}
```

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»?

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

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>