

Instytut Informatyki UWr  
**Wstęp do informatyki**  
Lista 7

Uwagi:

Uzasadnienia poprawności funkcji w Waszych rozwiązaniach **nie muszą być tak formalne** jak (niektóre) dowody poprawności na wykładzie 7. Należy jednak precyzyjnie formułować **niezmienniki** pętli i uzasadniać, że ich spełnienie (wraz z zaprzeczeniem warunku wejścia do pętli) pomaga dowieść pożądane własności.

1. [1] Twierdzimy, że poniższy program P jest częściowo poprawny względem następującej formalnej specyfikacji

$$\{ n > 0 \} \text{ P } \{ \text{res} = |\{ j : a[j]=x \wedge 0 \leq j < n \}| \}$$

gdzie  $|A|$  oznacza liczbę elementów zbioru A. (Zauważ, że podany warunek końcowy można sformułować opisowo: "**res jest równe liczbie elementów równych x w ciągu  $a[0], \dots, a[n-1]$** ".)

Sformułuj i uzasadnij niezmiennik pętli, który pozwala formalnie wykazać częściową poprawność P względem tej specyfikacji.

**PROGRAM P:**

```
{ int i=0, res=0;
  while (i!=n) {
    if (a[i]==x)
      res=res+1;
    i=i+1;
  }
}
```

2. [1] Uzasadnij, że wartość zwracana przez poniższą funkcję dla naturalnego  $b > 0$  jest równa  $a^b$ . W swoim rozwiązaniu sformułuj niezmiennik pętli, uzasadnij jego poprawność.

```
int poti(int a, int b)
{ int n=a, k=b, res = 1;
  while (k!=0) {
    if (k%2!=0) {
      res = res * n;
      k = k - 1;
    }
    else {
      n = n * n;
      k = k / 2;
    }
  }
  return res;
}
```

*Wskazówka:* formułując niezmiennik zwróć do dowodu poprawności algorytmu potęgowania podanego na wykładzie 7.

3. [1] Wykonaj poniższe polecenia:

- a) Uzupełnij warunek końcowy dla specyfikacji funkcji `znajdzI`:

**Warunek początkowy:**  $n, x$  – liczby naturalne,

$a$  – tablica liczb naturalnych, taka że  $a[0] \leq \dots \leq a[n-1]$

**Warunek końcowy:**

- $\text{res} = -1$  gdy .....
- $\text{res}$  z przedziału  $[0, n-1]$  takie, że .....

gdy .....

- b) (intuicyjnie) uzasadnij zgodność funkcji ze specyfikacją z punktu (a);
- c) Sformułuj poprawny niezmiennik pętli, uzasadnij jego przydatność w wykazaniu częściowej poprawności całej funkcji względem specyfikacji podanej w punkcie b).

```
int znajdzI(int n, int a[], int x)
{ int b,e,s,res;
  b = 0; e = n - 1;
  res = -1;
  while (b<=e){
    s = (b+e)/2;
    if (a[s]==x) {res=s; b=e+1; }
    else
      if (x<a[s]) e=s-1; else b=s+1;
  }
  return res;
}
```

4. [1] Uzasadnij, że:
- a) Funkcja `poti` spełnia własność stopu (przyjmujemy, że  $b$  to liczba naturalna dodatnia).
- b) Funkcja `znajdzI` spełnia własność stopu.
5. [1] Ustal jakie jest działanie poniższej funkcji. Następnie sformułuj niezmiennik pętli, który pomoże uzasadnić Twoją odpowiedź.

```
int maxS(int n, int a[])
{ int ms, i;
  i=s=0; ms=a[0];
  while (i<n){
    s=s+a[i];
    if (s>ms) ms=s;
    i++;
  }
  return ms;
}
```

6. [1] Zakładamy, że w tablicy `a` umieszczono tylko liczby nieujemne. Dla poniższej funkcji segment :
- a) Ustal jaki jest efekt jej działania gdy  $w>0$ . Odpowiedź uzasadnij. (Twoje uzasadnienie nie musi być formalne.)
- b) Uzasadnij, że funkcja spełnia własność stopu dla  $w>0$ .

```
int segment(int n, int a[], int w)
{ int l, p, s;
  l=p=0;
  s=0;
  while (s != w && p < n-1) { // && to spójnik and
    if (s < w) {
      s=s+a[p]; p++;
    }
    else {
      s = s-a[l]; l++;
    }
  }
  while (s > w) {
    s=s-a[l]; l++;
  }
  if (s==w) return 1; else return 0;
}
```