

## Primjer za različite složenosti istog problema

- Zadano je polje cijelih brojeva  $A_0, A_1, \dots, A_{n-1}$ . Brojevi mogu biti i negativni. Potrebno je pronaći najveću vrijednost sume niza brojeva. Pretpostavit će se da je najveća suma 0 ako su svi brojevi negativni. Problem je razmatran na predavanjima.
- Kubna složenost: Ispituju se svi mogući podnizovi. U vanjskoj petlji se varira prvi član podniza, u srednjoj petlji varira se zadnji član podniza, u unutrašnjoj petlji varira se duljina niza od prvog člana do zadnjeg člana. Sve 3 petlje se za najgori slučaj obavljaju  $n$  puta: apriorna složenost  $O(n^3)$ .
- Kvadratna složenost: ako uočimo da je treća petlja nepotrebna (ne treba se suma svaki put računati iznova), složenost se može reducirati na  $O(n^2)$ .
- Linearna \* logaritamska složenost:  $O(n \log_2 n)$  - relativno složeni rekurzivni postupak. Ako se ulazno polje podijeli približno po sredini, rješenje može biti takvo da je maksimalna suma u lijevom dijelu polja, ili je u desnom dijelu polja ili prolazi kroz oba dijela. Prva dva slučaja mogu biti riješena rekurzivno. Zadnji slučaj se može realizirati tako da se nađe najveća suma u lijevom dijelu koja uključuje njegov zadnji član i najveća suma u desnom dijelu koja uključuje njegov prvi član. Te se dvije sume zbroje i uspoređuju s one prve dvije.
- Linearna složenost: zbrajaju se svi članovi polja redom, a pamti se ona suma koja je u cijelom tijeku tog postupka bila najveća, pa je složenost algoritma  $O(n)$

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

// vraca niz znakova c u zadanoj duljini n
char* nc (int c, int n) {
    static char s[80+1];
    s[n] = '\0';           // prirubi
    while (--n >= 0) s[n] = c; // popuni
    return s;
}

// ispis polja
void ispisi(int A[], int n) {
    int i;
    printf("\n");
    for (i = 0; i < n; i++) printf(" A[%d]",i);
    printf("\n");
    for (i = 0; i < n; i++) printf("%5d", A[i]);
    printf("\n");
}
```

```

// Kubna slozenost
int MaxPodSumaNiza3 (int A[], int N) {
    int OvaSuma, MaxSuma, i, j, k;
    int iteracija = 0;

    MaxSuma = 0;
    for (i = 0; i < N; i++) {
        printf ("i=%d\n", i);

        for (j = i; j < N; j++) {
            OvaSuma = 0;
            for (k = i; k <= j; k++) {
                OvaSuma += A [k];
                ++iteracija;
            }
            if (OvaSuma > MaxSuma)
                MaxSuma = OvaSuma;
            printf ("Suma clanova [%d, %d] = %d, a najveca = %d\n",i, j, OvaSuma, MaxSuma);
        }
    }
    printf ("Broj iteracija: %d\n", iteracija);
    return MaxSuma;
}

```

```

// Kvadratna slozenost
int MaxPodSumaNiza2 (int A[ ], int N) {
    int OvaSuma, MaxSuma, i, j;
    int iteracija = 0;

    MaxSuma = 0;
    for (i = 0; i < N; i++) {
        printf ("i=%d\n", i);

        OvaSuma = 0;
        for (j = i; j < N; j++) {
            OvaSuma += A[ j ];
            ++iteracija;
            if (OvaSuma > MaxSuma)
                MaxSuma = OvaSuma;
            printf ("Suma clanova [%d, %d] = %d, a najveca = %d\n",i, j, OvaSuma, MaxSuma);
        }
    }
    printf ("Broj iteracija: %d\n", iteracija);
    return MaxSuma;
}

```

```

// NlogN slozenost - koristi funkcije Max3 i MaxPodSuma
// racuna najveci od 3 broja
int Max3 (int A, int B, int C) {
    return A > B ? A > C ? A : C : B > C ? B : C;
}
// trazi najvecu podsumu clanova od Lijeve do Desna
int MaxPodSuma (int A[], int Lijeva, int Desna, int dubina) {
    int MaxLijevaSuma, MaxDesnaSuma;
    int MaxLijevaRubnaSuma, MaxDesnaRubnaSuma;
    int LijevaRubnaSuma, DesnaRubnaSuma;
    int Sredina, i, ret;

    printf ("%s> MaxPodSuma(%d, %d) ...\n", nc(' ', dubina*2), Lijeva, Desna);
    if (Lijeva == Desna) { // Osnovni slucaj
        if (A [Lijeva] > 0)
            ret = A [Lijeva]; // podniz od clana A[Lijeva]
        else
            ret = 0; // suma je 0 ako su svi brojevi negativni
        printf ("%s< MaxPodSuma(%d, %d) = %d\n", nc(' ', dubina*2), Lijeva, Desna, ret);
        return ret;
    }
// racun lijeve i desne podsume s obzirom na Sredina
    Sredina = (Lijeva + Desna) / 2;
    MaxLijevaSuma = MaxPodSuma (A, Lijeva, Sredina, dubina+1);
    MaxDesnaSuma = MaxPodSuma (A, Sredina + 1, Desna, dubina+1);

```

```

// najveca gledano ulijevo od sredine
MaxLijevaRubnaSuma = 0; LijevaRubnaSuma = 0;
for (i = Sredina; i >= Lijeva; i--) {
    LijevaRubnaSuma += A [i];
    if (LijevaRubnaSuma > MaxLijevaRubnaSuma)
        MaxLijevaRubnaSuma = LijevaRubnaSuma;
}
// najveca gledano udesno od sredine
MaxDesnaRubnaSuma = 0; DesnaRubnaSuma = 0;
for (i = Sredina + 1; i <= Desna; i++) {
    DesnaRubnaSuma += A [i];
    if (DesnaRubnaSuma > MaxDesnaRubnaSuma)
        MaxDesnaRubnaSuma = DesnaRubnaSuma;
}
printf ("%s Lijeva=%d Desna=%d Rubna=%d\n",
        nc (' ', dubina*2), MaxLijevaSuma, MaxDesnaSuma,
        MaxLijevaRubnaSuma + MaxDesnaRubnaSuma);

// najveca od lijeva, desna, rubna
ret = Max3 (MaxLijevaSuma, MaxDesnaSuma,
           MaxLijevaRubnaSuma + MaxDesnaRubnaSuma);
printf ("%s< MaxPodSuma(%d, %d) = %d\n",
        nc (' ', dubina*2), Lijeva, Desna, ret);
return ret;
}

```

```
// NlogN slozenost
int MaxPodSumaNizaLog (int A [], int N) {
    return MaxPodSuma (A, 0, N - 1, 0);
}
```

```
// Linearna slozenost
int MaxPodSumaNiza1 (int A[], int N) {
    int OvaSuma, MaxSuma, j;

    OvaSuma = MaxSuma = 0;
    for (j = 0; j < N; j++) {
        OvaSuma += A[ j ];
        if (OvaSuma > MaxSuma)
            MaxSuma = OvaSuma;
        else if (OvaSuma < 0)
            OvaSuma = 0;      // povecanje izgleda sljedeceg podniza
        printf ("j=%d OvaSuma=%2d MaxSuma=%2d\n", j, OvaSuma, MaxSuma);
    }
    return MaxSuma;
}
```

```

void main (void) {
int A [] = {2,5,-8,4,-2,5,-5,4,3,-2};
int rez;
    printf("\n\nKubna slozenost\n");
    ispisi(A, sizeof (A) / sizeof (A [0]));
    rez = MaxPodSumaNiza3 (A, sizeof (A) / sizeof (A [0]));
    printf("\nMaxSuma3 = %d", rez);
    getchar();
    printf("\n\nKvadratna slozenost\n");
    ispisi(A, sizeof (A) / sizeof (A [0]));
    rez = MaxPodSumaNiza2 (A, sizeof (A) / sizeof (A [0]));
    printf("\nMaxSuma2 = %d", rez);
    getchar();
    printf("\n\nLogaritamska slozenost\n");
    ispisi(A, sizeof (A) / sizeof (A [0]));
    rez = MaxPodSumaNizaLog (A, sizeof (A) / sizeof (A [0]));
    printf("\nMaxSumaLog = %d", rez);
    getchar();
    printf("\n\nLinearna slozenost\n");
    ispisi(A, sizeof (A) / sizeof (A [0]));
    rez = MaxPodSumaNiza1 (A, sizeof (A) / sizeof (A [0]));
    printf("\nMaxSuma1 = %d\n", rez);
    system("PAUSE");
    exit (0);
}

```

## Prikaz liste pomoću polja

- Na predavanjima je prikazan apstraktni tip podataka općenite liste i C pseudokod za operacije definirane na listi u implementaciji pomoću polja. Napisati program u kojem se napravi lista cijelih brojeva maksimalne duljine 100 članova, u listu upisati proizvoljan broj slučajno generiranih cijelih brojeva, ubaciti novi član na kraj i sredinu liste te izbrisati izabrani član, članove koji se nalaze ispred i nakon prethodno izbrisanog, te na kraju izbrisati cijelu listu. Nakon svake od ovih operacija ispisati sadržaj liste.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>

#define MAXLENGTH 100

typedef int elementtype;
typedef int position;
typedef struct list * listptr;
typedef struct list LIST;

position End(listptr lst);
position MakeNull(listptr lst);
void Insert(elementtype x, position p, listptr lst);
void Delete(position p, listptr lst);
position First(listptr lst);
position Next(position p, listptr lst);
position Previous(position p, listptr lst);
elementtype Retrieve(position p, listptr lst);
void PrintErrorAndTerminate(char errmsg[]);
void PrintList(listptr lst);

struct list{
    elementtype elements[MAXLENGTH];
    int last;
};
```

```
position End(listptr lst) {  
    return lst->last + 1;  
}
```

```
position MakeNull(listptr lst) {  
    lst->last = -1;  
    return 0;  
}
```

```
void Insert(elementtype x, position p, listptr lst) {  
    position q;  
  
    if(lst->last >= MAXLENGTH - 1)  
        PrintErrorAndTerminate("Insert: Lista je do kraja popunjena!");  
    else {  
        if(p > lst->last + 1 || p < 0)  
            PrintErrorAndTerminate("Insert: Pozicija ne postoji!");  
        else {  
            for(q = lst->last; q >= p; q--)  
                lst->elements[q + 1] = lst->elements[q];  
            lst->last++;  
            lst->elements[p] = x;  
        }  
    }  
}
```

```
void Delete(position p, listptr lst) {
    position q;
    if (p > lst->last || p < 0)
        PrintErrorAndTerminate("Delete: pozicija ne postoji!");
    else {
        lst->last--;
        for(q = p; q <= lst->last; q++)
            lst->elements[q] = lst->elements[q + 1];
    }
}
```

```
position First(listptr lst) {
    return 0;
}
```

```
position Next(position p, listptr lst) {
    return ++p;
}
```

```
position Previous(position p, listptr lst) {
    return --p;
}
```

```
elementtype Retrieve(position p, listptr lst) {
    if (p >= 0 && p <= lst->last)
        return lst->elements[p];
    else
        PrintErrorAndTerminate("Retrieve: Nepostojeca pozicija!");
    return 0;
}
```

```
void PrintErrorAndTerminate(char errmsg[]) {
    printf("%s\n", errmsg);
    exit(-1);
}
```

```
void PrintList(listptr lst) {
    printf("< ");
    for(position p = 0; p < End(lst); p++)
        printf("%d ", Retrieve(p, lst));
    printf(">\n");
}
```

```
int main() {
    LIST lst;
    elementtype clan;
    position mjesto, len;
```

```
MakeNull(&lst);
PrintList(&lst);
printf ("Koliko clanova zelite upisati u listu\n");
scanf("%d",&len);
printf("\n");

    srand(time(NULL)*4);
    for (mjesto=0; mjesto < len; mjesto++) {
        clan = (elementtype) 100 * ((float)rand() / (RAND_MAX + 1));
        Insert(clan, mjesto, &lst);
    }
PrintList(&lst);

printf ("Clan koji zelite upisati na zadnje mjesto u listu\n");
scanf("%d",&clan);
printf("\n");
    Insert(clan, End(&lst), &lst);
PrintList(&lst);

printf ("Clan koji zelite upisati u sredinu liste\n");
scanf("%d",&clan);
printf("\n");
```

```
Insert(clan, (End(&lst) - First(&lst))/2, &lst);  
PrintList(&lst);
```

```
printf ("Koju poziciju zelite izbrisati iz liste\n");  
scanf("%d",&mjesto);  
Delete(mjesto, &lst);  
PrintList(&lst);
```

```
printf("A sad cu izbrisati clan prije i poslije izbrisanog\n");  
if (mjesto > 0) Delete(Previous(mjesto--, &lst),&lst);  
if (mjesto < End(&lst)) Delete(Next(--mjesto,&lst),&lst);  
PrintList(&lst);
```

```
printf("A sad brisem cijelu listu\n");  
for (mjesto=First(&lst); mjesto < End(&lst); mjesto++) {  
    Delete(mjesto--, &lst);  
}  
PrintList(&lst);  
system("PAUSE");  
return 0;
```

```
}
```