Писање програма „Калкулатор“

Стратегија писања програма

- Шта је проблем који програм треба да реши?
  - Да ли је формулација проблема јасна?
  - Да ли је проблем решив (у задатом року, са доступним знањима, алатима и ресурсима)?
  - Шта су кључни потпроблеми?
- Поделити у мање делове
  - Да ли знамо неке алате, библиотеке и сл. који би били од помоћи?
    - За нас почетнике, и ово се рачуна: **iostream, vector**, итд.
- Написати малу, ограничену верзију програма, која решава кључне (пот)проблеме
  - Имплементација помаже разумевању проблема
- Ако се уз пут заглибите, вратите се корак назад (или на почетак)
  - Све док не добијемо општи приступ са којим смо задовољни
- На основу ограничене верзије напишите потпуну верзију
  - Обично коришћењем делова ограничене верзије, али не увек

Програмирање је вештина

- Учи се кроз вежбање и примере
  - Не само кроз учење неких општих принципа
  - Не само кроз познавање језика и његових појединости

- Потребно је искуство
  - Потребно је много неуспеха – никоме не успе из прве
  - Вожња бицикла се не учи (само) читањем књиге

Пример писања програма

- У наредних неколико часова писаћемо један програм од почетка. Уз пут ћемо правити грешке и постепено их поправљати, унапређујући наш програм.
  - Програми се ретко када праве одједном, већ постепено расту. Програми се не праве, већ узгајају.

Калкулатор

- Корисник задаје математички израз преко тастатуре, а програм га срачунава и исписује резултат на екран:
  - На пример:
    - Израз: 2+2
    - Резултат: 4
    - Израз : 2+2*3
    - Резултат : 8
    - Израз : 2+3-25/5
    - Резултат : 0

Псеудо код

- Прва идеја:

```
int main()
{
 variables
 while (get a line) {        // шта је линија?
     analyze the expression  // шта ово значи?
     evaluate the expression
     print the result
 }
}
```

- Како ћемо представити **45+5/7** као податак?
- Како ћемо наћи **45 + 5 / и 7** у улазном стрингу?
- Како ћемо постићи да **45+5/7** значи **45+(5/7)** а не **(45+5)/7**?
- Можемо ли имати променљиве? **v=7; m=9; v*m**

Током решавања задатка

- Наилазићемо на две врсте проблема:
  - Проблеми у поступку (алгоритамски проблеми)
    - Каквим поступком да одговарајуће решимо проблем?
    - Ту нам помажу разна знања из рачунарске науке и сродних области
  - Проблеми у изражавању поступка
    - Како да жељени поступак што лепше и једноставније изразимо?
    - Ту нам помаже познавање програмској језика и добра програмерска пракса
- Кроз суочавање са проблемом који одређени елемент језика адресира, боље се увиђа смисао и начин употребе тог елемента.

Почнимо од једноставног потпроблема

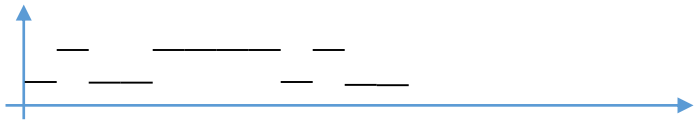
- Сви изрази су у форми:

```
lval op rval
```

  - Где су `lval` и `rval` реални бројеви
  - А `op` је операција + или −

Нивои апстракције

Напон



Нуле и јединице

```
01001111010011110101000001100100010000
```

Знакови

```
01001111 01001111 01010000 00110010 00100000
'O'      'O'      'P'      '2'      ' '
```

Објекти

```
01001111010011110101000001100100010000
"OOP2"

0011001000100000
'2'+' ' или 2 (интецер) или "2" (стринг)
```

Додајемо ствари

- Сви изрази су у форми:

```
lval op rval
```

  - Где су `lval` и `rval` реални бројеви
  - А `op` је операција `+`, `-`, `*` или `/`

Додајемо ствари

- Сви изрази су у форми:

```
val1 op1 val2 op2 val3 ...
```

  - Где су `valN` реални бројеви
  - А `opN` је операција `+`, `-`, `*` или `/` - операције су истог приоритета
  - Са `;` се означава крај израза

Додајемо ствари

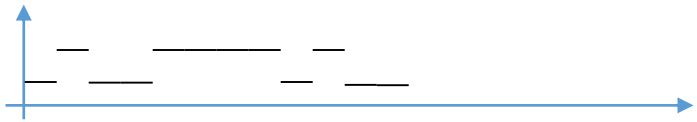
- Сви изрази су у форми:

```
val1 op1 val2 op2 val3 ...
```

  - Где су `valN` реални бројеви
  - А `opN` је операција `+`, `-`, `*` или `/` - операције су истог приоритета
  - Са `;` се означава крај израза
  - У изразу могу постојати заграде – али их само треба игнорисати

Нивои апстракције

Напон



Нуле и јединице

```
01001111010011110101000001100100010000
```

Знакови

```
01001111 01001111 01010000 00110010 00100000
'O'      'O'      'P'      '2'      ' '
```

Објекти

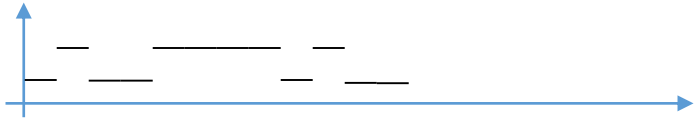
```
01001111010011110101000001100100010000
"OOP2"

0011001000100000
```

'2'+' ' или 2 (интецер) или "2" (стринг)

Симболи (токени)

Напон



Нуле и јединице

```
01001111010011110101000001100100010000
```

Знакови

```
01001111 01001111 01010000 00110010 00100000
'O'      'O'      'P'      '2'      ' '
```

Објекти

```
01001111010011110101000001100100010000
"OOP2"
```

```
0011001000100000
'2'+' ' или 2 или "2"
```

Симболи (токени)

```
01001111010011110101000001100100010000
```

врста	var.	врста	oper.	врста	num.
вредност	"O"	вредност	+	вредност	2

Нови тип: симбол (токен)
Кориснички тип (Апстрактни тип)

```
struct Token {
    char kind;
    double value;
};
```

или

```
class Token {
public:
    char kind;
    double value;
};
```

```
(1.5+4)*11
```

'('	'8'	'+'	'8'	')'	'*'	'8'
	1.5		4			11

Кориснички (апстрактни) тип

- Концепт апстрактног (корисничког) типа, тј. апстракције података, је кључан у развоју парадигме објектно оријентисаног програмирања.
- Али, то је засебан концепт.
- Обично је ОО надскуп апстракције података, у смислу да постоје језици који подржавају апстракцију података, али не и ООП.
- Дакле, није ООП све што има class.

Тип

- Неки основни појмови:
  - **Објекат** је парче меморије у којем је смештена вредност неког типа
  - **Променљива** је објекат који има име (и којем се, због тога, можемо обраћати директно)
  - **Тип** одређује **скуп вредности** које објекат може да има и **скуп операција** које се над тим вредностима могу извршавати

Тип

- Скуп вредности

- Главни поступак је композиција других типова.
- На почетку имамо уграђене, тј. основне типове.
- Кључне речи struct или class

```
class Token {
public:
    char kind;
    double value;
};
```

- Али, не морају увек све комбинације свих вредности елементарних типова бити ваљане вредности корисничког типа.

Тип

- Скуп операција

- Главни поступак је увођење функција.
- Али, које операције нам требају?
  - Зависи шта желимо да радимо.

```
class Token {
public:
    char kind;
    double value;
};
```

Додајемо ствари

- Сви изрази су у форми:

```
val1 op1 val2 op2 val3 ...
```

  - Где су `valN` реални бројеви
  - А `opN` је операција `+`, `-`, `*` или `/` - операције су истог приоритета
  - Са `;` се означава крај израза
  - У изразу могу постојати заграде – и треба прво да се срачунају изрази у њима - ??? како ово ???

Корак назад
Формалне граматике

- Како би описали наш израз (без заграда)?
- Шта су могући операнди? Назовимо то **N**umber.

```
N -> real number (double prec. floating point num.)
```

- Да ли су ово изрази које ми прихватамо?

```
N + N, N – N, N + N * N, N – N – N, N * - N N
```

- Ево правила која описују ваљане изразе (**E**xpression):

```
1. E -> N
2. E -> E + N
3. E -> E – N
4. E -> E * N
5. E -> E / N
```

```
E
E + N (2)
N + N (1)
```

```
E
E * N (4)
E + N * N (2)
N + N * N (1)
```

Формалне граматике

- Па да пробамо ово да имплементирамо:

```
E -> N
E -> E + N
E -> E - N
E -> E * N
E -> E / N
```

Формалне граматике

- Па да пробамо ово да имплементирамо:

```
E -> N
E -> E + N
E -> E - N
E -> E * N
E -> E / N
```

```
E -> N
E -> N + E
E -> N - E
E -> N * E
E -> N / E
```

Формалне граматике

- Ипак ћемо овако писати, али имплементација је мало другачија:

```
E -> N
E -> E + N
E -> E - N
E -> E * N
E -> E / N
```

Формалне граматике

- Уводимо заграде.
- Увешћемо нови нетерминални симбол: P (**P**rimary)

```
E -> P          P -> N          N -> Real number
E -> E + P      P -> ( E )
E -> E – P
E -> E * P
E -> E / P
```

Додајемо ствари

- Сви изрази су у форми:

```
val1 op1 val2 op2 val3 ...
```

  - Где су `valN` реални бројеви
  - А `opN` је операција `+`, `-`, `*` или `/` - операције су истог приоритета
  - Са `;` се означава крај израза
  - У изразу могу постојати заграде – и треба прво да се срачунају изрази у њима

Додајемо ствари

- Сви изрази су у форми:

```
val1 op1 val2 op2 val3 ...
```

  - Где су `valN` реални бројеви
  - А `opN` је операција `+`, `-`, `*` или `/` - **`*` и `/` су приоритетније**
  - Са `;` се означава крај израза
  - У изразу могу постојати заграде – и треба прво да се срачунају изрази у њима

Формалне граматике

- Заграде раде!!!
- Што наводи како да уведемо приоритете операција
- Увешћемо још један нетерминални симбол: T (**T**erm)

```
E -> T          T -> P          P -> N          N -> Real number
E -> E + T      T -> T * P      P -> ( E )
E -> E – T      T -> T / P
```

Додајемо ствари

- Сви изрази су у форми:

```
val1 op1 val2 op2 val3 ...
```

  - Где су `valN` реални бројеви
  - А `opN` је операција `+`, `-`, `*` или `/` - `*` и `/` су приоритетније
  - Са `;` се означава крај израза
  - У изразу могу постојати заграде – и треба прво да се срачунају изрази у њима

Додајемо ствари

- Сви изрази су у форми:

```
val1 op1 val2 op2 val3 ...
```

  - Где су `valN` реални бројеви – могу почињати са `.`, `+` или `–`
  - А `opN` је операција `+`, `–`, `*` или `/` - `*` и `/` су приоритетније
  - Са `;` се означава крај израза
  - У изразу могу постојати заграде – и треба прво да се срачунају изрази у њима

Додајемо ствари

- Сви изрази су у форми:

```
val1 op1 val2 op2 val3 ...
```

  - Где су `valN` реални бројеви – могу почињати са `.`, `+` или `-`
  - А `opN` је операција `+`, `-`, `*`, `/` или `%` - `*`,`/` и `%` су приоритетније
  - Са `;` се означава крај израза
  - У изразу могу постојати заграде – и треба прво да се срачунају изрази у њима
  - Омогућити унос више израза – излазак на `q`

Додајемо ствари

- Сви изрази су у форми:

```
val1 op1 val2 op2 val3 ...
```

  - Где су `valN` реални бројеви – могу почињати са `.`, `+` или `-`
  - А `opN` је операција `+`, `-`, `*`, `/` или `%` - `*`,`/` и `%` су приоритетније
  - Са `;` се означава крај израза
  - У изразу могу постојати заграде – и треба прво да се срачунају изрази у њима
  - Омогућити унос више израза – излазак на `q`
  - У случају лошег израза опоравити се и наставити иза првог следећег `;`

Додајемо ствари

- Сви изрази су у форми:

```
val1 op1 val2 op2 val3 ...
```

  - Где су `valN` реални бројеви – могу почињати са `.`, `+` или `–`
  - А `opN` је операција `+`, `–`, `*`, `/` или `%` - `*`,`/` и `%` су приоритетније
  - Са `;` се означава крај израза
  - У изразу могу постојати заграде – и треба прво да се срачунају изрази у њима
  - Омогућити унос више израза – излазак на `q`
  - У случају лошег израза опоравити се и наставити иза првог следећег `;`
  - Променљиве се могу уводити следећим изразом:

```
let varName = someExpression
```

  - Уведена променљива се може спомињати у каснијим изразима

Додајемо ствари

- Граматика која укључује и променљиве
- Додајемо S (**S**tatement) и V (**V**ariable):

```
S -> let V = E   E -> T       T -> P       P -> N
S -> E           E -> E + T   T -> T * P   P -> V
                 E -> E - T   T -> T / P   P -> ( E )

                                          N -> Real number

                                          V -> Valid name
```