

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Infotehnoloogia teaduskond
Arvutisüsteemide instituut

Tarvo Eesalu 240947

FUNKTSIOONI TABULEERIMINE

1. Kodune ülesanne aines IAX0583

Juhendaja: Vladimir Viies

Tallinn 2024

Autorideklaratsioon

Kinnitan, et olen koostanud antud kodutöö iseseisvalt ning seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

Autor: Tarvo Eesalu

09.05.2024

Sisukord

Autorideklaratsioon	2
Sisukord.....	3
Jooniste loetelu	4
Tabelite loetelu	4
1 Ülesande püstitus.....	5
1.1 Ülesande variant	5
2 Funktsiooni $y = f(x)$ analüüs	6
2.1 Funktsiooni $y = f(x)$ graafik	6
3 Lahenduse kirjeldus.....	7
3.1 Programmi töövoog	8
3.2 Algoritm.....	9
3.3 Eriolukordade analüüs	10
4 Kokkuvõte	11
Kasutatud kirjandus	12
Lisa 1 – Kuvatõmmised.....	13

Jooniste loetelu

Joonis 1.Funktsioon 1	6
Joonis 2. UML	9

Tabelite loetelu

Tabel 1. Eriolukordade analüüs	10
--------------------------------------	----

1 Ülesande püstitus

Kodutöö ülesandeks on koostada antud ülesande algoritm ja sellele üksüheselt vastav programm C keeles. Kõik algandmed on reaalarvulised ja sisestatakse klaviatuurilt. Tulemused kuvatakse ekraanile tabeli kujul, mille veergudeks on argumendi x ja funktsiooni $y = f(x)$ väärtused.

Funktsiooni väärtus kuvatakse ainult siis, kui see eksisteerib. Kui funktsiooni väärtus pole antud argumendi x korral määratud või on kompleksarvuline, siis tuleb y veergu väljastada 'puudub' või 'kompleksarvuline'.

1.1 Ülesande variant

Tabuleerimise meetodi ja tabuleeritava funktsiooni aluseks matrikli number: 240947.

Meetod: 5. On antud argumendi x algväärtused A , samm H , sammu koefitsient C ning sammude arv N .

Kehtivad tingimused: $H > 0$; $C \geq 1$; $N > 0$.

Funktsiooni väärtust y arvutatakse punktides:

A

$A + H$

$A + H + CH$

...

$A + H + CH + .. + (C^N - 1)H$.

$$34. \quad y = \frac{\sqrt{x^3 + 4x^2}}{4 - x^2}$$

Funktsioon 1. Uuritav funktsioon nr34. [1]

2 Funktsiooni $y = f(x)$ analüüs

Et kasutaja sisestatud parameetrid oleks arvutatavad, leiame funktsiooni määramispiirkonna. Funktsioon $f(x) = \frac{\sqrt{x^3+4x^2}}{4-x^2}$ on määratud, kui:

- a) lugejas olev ruutjuure alune avaldis on positiivne,

$$x^3 + 4x^2 = x^2(x + 4) \geq 0, \begin{cases} x^2 \geq 0 \\ x \geq -4 \end{cases}$$

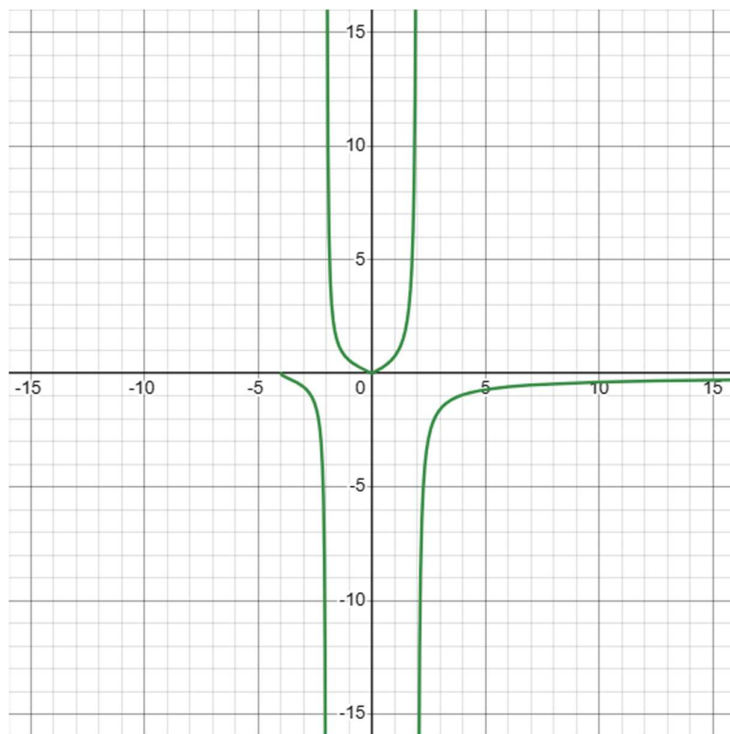
- b) nimetaja ei võrdu nulliga.

$$4 - x^2 \neq 0, \quad x \neq \pm 2$$

Määramispiirkond on $x \in (-4, -2) \cup (-2, 2) \cup (2, \infty)$.

2.1 Funktsiooni $y = f(x)$ graafik

Funktsiooni paremini mõistmiseks kasutame veebis leitavaid tööriistu funktsiooni graafiku kuvamiseks. Graafikult on näha, et meie leitud määramispiirkond vastab tõele.



Joonis 1. Funktsioon 1 [2]

3 Lahenduse kirjeldus

Programmi eesmärk on lahendada funktsiooni „ $y = \sqrt{x^3 + 4x^2} / (4 - x^2)$ “ (lk5) N korda, kus x väärtused arvutatakse vastavalt kasutaja poolt sisestatud algväärtusele A, sammu suurusele H, sammu koefitsiendile C ja sammude arvule N. Programmi töö käigus luuakse tabel, kus on toodud x ja y väärtused.

Kasutaja sisestab neli väärtust:

- algväärtus A (reaalarv, mis peab olema suurem kui -4 ja ei tohi olla -2 ega 2),
- sammu suurus H (reaalarv, mis peab olema suurem kui 0),
- sammu koefitsient C (reaalarv, mis peab olema suurem või võrdne 1-ga) ja
- sammude arv N (täisarv vahemikus 1 kuni 15).

Kõik väärtused sisestatakse eraldi ja vales vormis või parameetritele mitte vastamise korral palutakse kasutajal väärtused uuesti sisestada.

Kasutatakse järgmisi muutujaid: A, H, C (double), N (int) ja x (double). Muutujad A, H, C ja N hoiavad kasutaja poolt sisestatud väärtusi. Muutuja x kasutatakse x väärtuste arvutamiseks funktsiooni lahendamisel. Kasutame tüüpi double, sest kasutaja sisestatud parameetritel puudub ülemine piirang ning valemis on astme ja juure funktsioon, mis nõuab suurt täpsust, eriti x arvutamise juures, kus võtame C astmesse H ja seetõttu x väärtus suureneb väga kiirelt.

Programmi väljundik on tabel, kus on toodud x ja y väärtused N korda. x väärtus on esitatud 6 kümnendkohaga ja y väärtus on kas reaalrv (esitatud 6 kümnendkohaga) või sõna "Puudub", kui nimetaja on null (st x väärtus on -2 või 2).

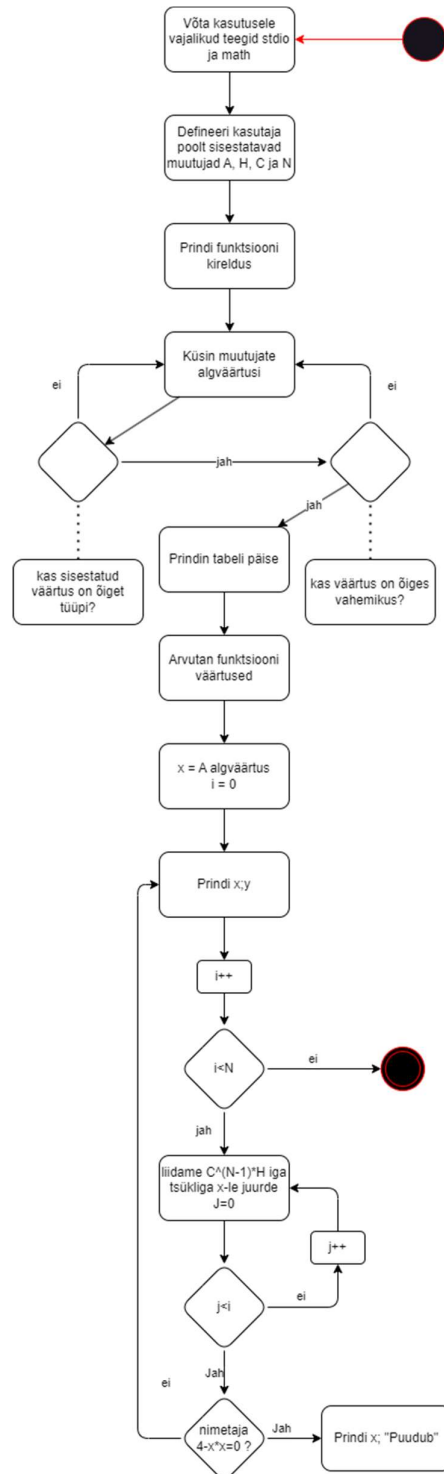
3.1 Programmi töövoog

Koostatud programm lihtsõnaline töövoog kirjeldus:

- 1) Defineerib algandmed
- 2) Tutvustab kasutajale programmi ja küsib sisendeid
- 3) Kontrollib kasutaja poolt sisestatud algandmeid
- 4) Defineerib programmi sisendid
- 5) Arvutab tulemused
- 6) Väljastab tulemused

3.2 Algoritm

Ülesande kirjeldusest sai koostatud algoritm ja selle koostamiseks kasutatud drawio programm.



Joonis 2. UML [3]

3.3 Eriolukordade analüüs

#	Kirjeldus	Olek	Lahendus
1	H kordaja $C^{(N-1)}$ 0-ks, et ülesande püstitatud meetod paika peaks.	Lahendatud	Alusin x väärtuse arvutamise loopi 0-st ja printisin väärtuse enne, kui lisasin astmega muutujad (Koodi rida 56-59).
2	Kasutaja sisestab valed numbrid	Lahendatud	Lisasin while loopi ja parameetrid, millele see vastama peab (koodi rida 15, 25, 35, 45)
3	Kasutaja sisestab midagi muud, kui numbrid või vales formaadis ja programm jääb loopima	Lahendatud	Lisasin while loopi alla sisendpuhvi tühjendamiseks funktsiooni getch (koodi rida 16, 26, 36, 46).
4	Kasutaja sisestab väga suured sisendid viies tulemuse ebatäpsuseks ja rikub tabeli formaadi	Lahendamata	Võtsin kasutusele double andmetüübi, aga kasutaja võib sisestada nii suuri numbreid, et isegi see jääb ebatäpsuseks. Tabel suurendatud ja komakohad kohendatud, aga väga suurte numbrite korral läheb ikka paigast.
5	Imaginaar osa arvutus	Lahendamata	Hetkel välistatud lihtsalt, et kasutaja saab sisestada algväärtused, mille korral tekib imaginaarosa.
6	Arvutatud x-le pole võimalik vastavat y arvutada, kui lugeja on 0.	Lahendatud	Kontrollin, kas lugeja $4-x \cdot x = 0$ ja prindin, et lahendus puudub (Koodi rida 61-64).

Tabel 1. Eriolukordade analüüs

4 Kokkuvõte

Ülesande lahendamiseks kasutasin Code::Block programmi [3]. Ülesande alustades oli pikalt raske aru saada, milline peaks tsüklil olema, et nõutud meetod tagada, sest olev loogika esimesele meetodi liikmele ei kehtinud ja seetõttu sai seal mööndusi tehtud.

Kui põhi kood oli kirjutatud ja toimis, sai testitud läbi, mis saab, kui kasutaja ei tee juhendite järgi ja otsisin lahendusi netist, sest praktikumi materjalides seda läbi poldud käidud.

Tööks kulus palju aega, sest sai katsetatud uusi funktsioone ja proovisin teha väga keerulist koodi, kus kõik erijuhud lahendatud ja funktsiooni analüüs ka programmis sees toimin, aga kui tupikusse sattusin, siis tulin tagasi lihtsa lahenduse juurde.

Lahenduste kontrollimiseks kasutasin koostatud funktsiooni graafikut,

Kasutatud kirjandus

- [1 V. Viies, „1. kodune ülesanne,“ [Võrgumaterjal]. Available:
] https://www.tud.ttu.ee/im/Vladimir.Viies/materials/IAX0583_Programmeerimine%20I/hw1.html.
- [3 desmos, „Graafiku kalkulaator,“ [Võrgumaterjal]. Available:
] <https://www.desmos.com/calculator>.
- [5 „C/C++ and Fortran IDE,“ [Võrgumaterjal]. Available:
] <https://www.codeblocks.org/>.
- [6 „Diagrammide, UML, joonistusvahend,“ [Võrgumaterjal]. Available:
] <https://app.diagrams.net/>.

Lisa 1 – Kuvatõmmised

```
Sisestage algväärtus A (vahemikus: -4; kuni lõppmatus): -4
Sisestage sammude suurus H (rangelt suurem kui 0): 10
Sisestage sammude koefitsient C (suurem või võrdne 1-ga): 10
Sisestage sammude arv N (1-15): 15

X          Y
-4.000000  -0.000000
6.000000   -0.592927
106.000000 -0.098979
1106.000000 -0.030124
11106.000000 -0.009491
111106.000000 -0.003000
1111106.000000 -0.000949
11111106.000000 -0.000300
111111106.000000 -0.000095
1111111106.000000 -0.000030
1111111106.000000 -0.000009
1111111106.000000 -0.000003
1111111106.000000 -0.000001
111111110803456.000000 -1.#INF00
111111114326016.000000 -1.#INF00

Process returned 0 (0x0)   execution time : 18.555 s
Press any key to continue.
```

Pilt 1 Programmi töö madala täpsusega

```
Sisestage algväärtus A (vahemikus: -4; kuni lõppmatus): -4
Sisestage sammude suurus H (rangelt suurem kui 0): 10
Sisestage sammude koefitsient C (suurem või võrdne 1-ga): 10
Sisestage sammude arv N (1-15): 15

X          Y
-4.000000  -0.000000
6.000000   -0.592927
106.000000 -0.098979
1106.000000 -0.030124
11106.000000 -0.009491
111106.000000 -0.003000
1111106.000000 -0.000949
11111106.000000 -0.000300
111111106.000000 -0.000095
1111111106.000000 -0.000030
1111111106.000000 -0.000009
1111111106.000000 -0.000003
1111111106.000000 -0.000001
111111111106.000000 -0.000000
111111111106.000000 -0.000000

Process returned 0 (0x0)   execution time : 6.195 s
Press any key to continue.
```

Pilt 2 Programmi töö kõrgendatud täpsusega

```

Sisestage algvaartus A (vahemikus: -4; kuni lõpmatus): -4
Sisestage samm suuruse H (rangelt suurem kui 0): 1
Sisestage samm koefitsient C (suurem või võrdne 1-ga): 1
Sisestage sammude arv N (1-15): 15

```

X	Y
-4.000000	-0.000000
-3.000000	-0.600000
-2.000000	Puudub
-1.000000	0.577350
0.000000	0.000000
1.000000	0.745356
2.000000	Puudub
3.000000	-1.587451
4.000000	-0.942809
5.000000	-0.714286
6.000000	-0.592927
7.000000	-0.515919
8.000000	-0.461880
9.000000	-0.421428
10.000000	-0.389756

```

Process returned 0 (0x0)   execution time : 10.021 s
Press any key to continue.

```

Pilt 3 Programmi vastus, kui lahendus puudub

```

Lahendame funktsiooni  $y = \sqrt{x^3 + 4x^2} / (4 - x^2)$  N korda
, kus  $x_1 = A$ ,  $x_2 = A + H$ ,  $x_3 = A + H + C \cdot H$  ...  $x_N = A + H + C \cdot H + \dots + C^{(N-1)} \cdot H$ 

```

```

Sisestage algvaartus A (vahemikus: -4; kuni lõpmatus): -100
Vigane sisend! Palun sisestage uuesti.
Sisestage algvaartus A (vahemikus: -4; kuni lõpmatus): 2,5
Vigane sisend! Palun sisestage uuesti.
Sisestage algvaartus A (vahemikus: -4; kuni lõpmatus): 2.5
Sisestage samm suuruse H (rangelt suurem kui 0): 0
Vigane sisend! Palun sisestage uuesti.
Sisestage samm suuruse H (rangelt suurem kui 0): 5
Sisestage samm koefitsient C (suurem või võrdne 1-ga): -a
Vigane sisend! Palun sisestage uuesti.
Sisestage samm koefitsient C (suurem või võrdne 1-ga): 2
Sisestage sammude arv N (1-15): 1/25-
Vigane sisend! Palun sisestage uuesti.
Sisestage sammude arv N (1-15): 15

```

X	Y
2.50	-2.832788619
7.50	-0.486770094
17.50	-0.268467037
37.50	-0.172278018
77.50	-0.116564533
157.50	-0.080700410
317.50	-0.056476008
637.50	-0.039730352
1277.50	-0.028022021
2557.50	-0.019789362
5117.50	-0.013984302
10237.50	-0.009885255
20477.50	-0.006988822
40957.50	-0.004941451
81917.50	-0.003493995

```

Process returned 0 (0x0)   execution time : 83.995 s
Press any key to continue.

```

Pilt 4 Programmi töö vigaste sisendite korral

```

Lahendame funktsiooni  $y = \sqrt{x^3 + 4x^2} / (4 - x^2)$  N korda
, kus  $x_1 = A$ ,  $x_2 = A + H$ ,  $x_3 = A + H + C \cdot H \dots x_N = A + H + C \cdot H + \dots + C^{(N-1)} \cdot H$ 

Sisestage algvaartus A (vahemikus: -4; kuni lõpmatus): 55
Sisestage samm suurus H (rangelt suurem kui 0): 3
Sisestage samm koefitsient C (suurem või võrdne 1-ga): 11
Sisestage sammude arv N (1-15): 15

X                               Y
55.00                          -0.139842111
58.00                          -0.135920374
91.00                          -0.107159392
454.00                         -0.047139537
4447.00                        -0.015002435
48370.00                       -0.004547052
531523.00                      -0.001371641
5846206.00                     -0.000413583
64307719.00                    -0.000124701
707384362.00                   -0.000037599
7781227435.00                  -0.000011336
85593501238.00                 -0.000003418
941528513071.00                -0.000001031
10356813643234.00              -0.000000311
113924950075027.00             -0.000000094

Process returned 0 (0x0)   execution time : 28.293 s
Press any key to continue.

```

Pilt 5 Programmi töö suuremate sisendite korral

```

1  #include <stdio.h>
2  #include <math.h>
3
4  int main() {
5      double A, H, C;
6      int N;
7
8      // Kirjutame kasutajale, mida arvutame teha
9      printf("Lahendame funktsiooni  $y = \sqrt{x^3 + 4x^2} / (4 - x^2)$  N korda\n");
10     printf("kus  $x_1 = A$ ,  $x_2 = A + H$ ,  $x_3 = A + H + C \cdot H \dots x_N = A + H + C \cdot H + \dots + C^{(N-1)} \cdot H$ \n\n");
11
12     // Kirjutame kasutajale algvaartus A
13     printf("Sisestage algvaartus A (vahemikus: -4; kuni lõpmatus): ");
14     scanf("%lf", &A);
15     while(A < -4 || A == -2 || A == 2 || getchar() != '\n') { // Kontrollime, kas A on lubatud vahemikus
16         while(getchar() != '\n'); // Jätkame sisendihetki, et vältida lõpmatu tsükli
17         printf("Vigane sisend! Palun sisestage uuesti.\n");
18         printf("Sisestage algvaartus A (vahemikus: -4; kuni lõpmatus): ");
19         scanf("%lf", &A);
20     }
21
22     // Kirjutame kasutajale samm suurus H
23     printf("Sisestage samm suurus H (rangelt suurem kui 0): ");
24     scanf("%lf", &H);
25     while(H <= 0 || getchar() != '\n') {
26         while(getchar() != '\n'); // Jätkame sisendihetki, et vältida lõpmatu tsükli
27         printf("Vigane sisend! Palun sisestage uuesti.\n");
28         printf("Sisestage samm suurus H (rangelt suurem kui 0): ");
29         scanf("%lf", &H);
30     }
31
32     // Kirjutame kasutajale samm koefitsient C
33     printf("Sisestage samm koefitsient C (suurem või võrdne 1-ga): ");
34     scanf("%lf", &C);
35     while(C < 1 || getchar() != '\n') {
36         while(getchar() != '\n'); // Jätkame sisendihetki, et vältida lõpmatu tsükli
37         printf("Vigane sisend! Palun sisestage uuesti.\n");
38         printf("Sisestage samm koefitsient C (suurem või võrdne 1-ga): ");
39         scanf("%lf", &C);
40     }
41
42     // Kirjutame kasutajale sammude arv N
43     printf("Sisestage sammude arv N (1-15): ");
44     scanf("%d", &N);
45     while(N <= 0 || N > 15 || getchar() != '\n') {
46         while(getchar() != '\n'); // Jätkame sisendihetki, et vältida lõpmatu tsükli
47         printf("Vigane sisend! Palun sisestage uuesti.\n");
48         printf("Sisestage sammude arv N (1-15): ");
49         scanf("%d", &N);
50     }
51
52     // Printi tabeli päis
53     printf("\n%-30s\t%-30s\n", "X", "Y");
54
55     // Arvuta x, arvutame funktsiooni väärtused
56     for (int i = 0; i < N; i++) {
57         double x = A; // Alustame, sest me ei saa anda arvutada tabeli sees
58         for (int j = 0; j < i; j++) {
59             x += pow(C, j) * H; // Arvuta x väärtus
60         }
61         if (4 - x * x == 0) { // Kontrolli, kas nimetaja on null
62             printf("%-30.2f\tPuudub\n", x); // Printi "Puudub", kui tulemus on lõpmatus
63         } else {
64             printf("%-30.2f\t%-30.9f\n", x, sqrt(x * x * x + 4 * x * x) / (4 - x * x)); // Arvuta funktsiooni väärtus ja printi tulemus
65         }
66     }
67     return 0;
68 }

```

Pilt 6 Lõplik kood