

Dokumentace k projektu pro předměty IZP a IUS

Iterační výpočty

projekt č. 2

1. decembra 2014

Autor: Ján Mochňak, xmochn00@stud.fit.vutbr.cz
Fakulta Informačních Technologí
Vysoké Učení Technické v Brně

Obsah

1	Úvod	1
2	Analýza problému	2
2.1	Zadanie problému	2
2.2	Možnosti výpočtu funkcie \tan	2
2.2.1	Taylorov rozvoj	2
2.2.2	Zreťazenie zlomkov	3
3	Návrh riešenia problému	4
3.1	Porovnanie presností výpočtov tangens	4
3.2	Výpočet vzdialenosti a výšky meraného objektu	4
3.2.1	Výpočet vzdialenosti	4
3.2.2	Výpočet výšky	4
4	Špecifikácia testov	5
5	Popis riešenia	6
5.1	Analýza vstupných parametrov	6
5.2	Ovládanie programu	6
5.3	Implementácia	6
6	Záver	7
A	Metriky kódu	9

Kapitola 1

Úvod

Dokumentácia k druhému projektu do predmetov *základy programovania* a *softvérové inžinierstvo*, ktoré sa vyučujú na VUT v Brně.

Výsledkom projektu je konzolová aplikácia napísaná v jazyku *C*, splňujúca štandard *C99*. Aplikácia má dve hlavné úlohy, jednou z nich je overenie správnosti implementácie matematickej funkcie *tangens* pomocou *Taylorového rozvoja* a pomocou *zreťazených zlomkov*. Tieto funkcie sú implementované len pomocou základných matematických operácií. Druhá úloha tejto aplikácie spočíva vo výpočte vzdialenosti a výšky meraného objektu, v ktorej nájdeme využitie funkcie *tangens*.

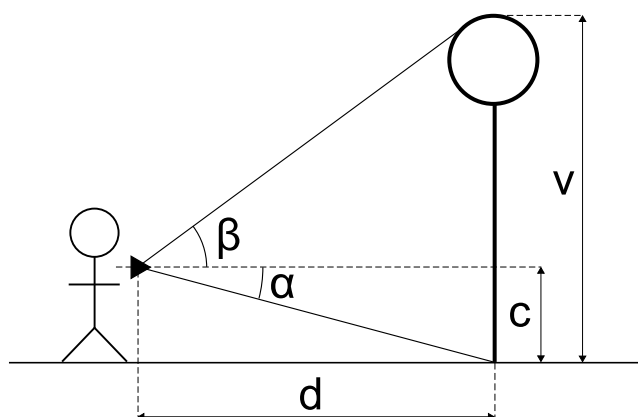
Kapitola 2

Analýza problému

Pre výpočet vzdialeností budeme potrebovať funkciu tangens, takže sa na možnosti implementácie tejto funkcie pozrieme bližšie.

2.1 Zadanie problému

Hlavnou úlohou je vypočítanie vzdialenosti a výšky meraného objektu, predpokladáme, že merací prístroj má možnosť nastavenia aj jeho výšky. Grafické zobrazenie tohoto problému je v obrázku 2.1.



Obr. 2.1: Náčrtok meracieho zariadenia a meraného objektu.

2.2 Možnosti výpočtu funkcie tan

Matematicky je funkcia tan definovaná ako:

$$\tan(x) = \frac{\sin(x)}{\cos(x)} \quad (2.1)$$

Ak by sme chceli teda vypočítať tangens uhla x , potrebovali by sme k tomu ešte aj funkcie sínus a cosínus. A preto sa pozrieme na ďalšie možné výpočty.

2.2.1 Taylorov rozvoj

Taylorov rozvoj by sme dokázali vyjadriť takto:

$$\tan(x) = x + \frac{x^3}{3} + \frac{2x^5}{15} + \frac{17x^7}{315} + \frac{62x^9}{2835} + \dots \quad (2.2)$$

Pričom v našom prípade rátame len s prvými 13 členmy Taylorovej rady, pre čitateľov [2] a menovateľov [1], boli využité overené online zdroje. Maximálny počet iterácii pre spresnenie výsledku je v tomto prípade len 13.

2.2.2 Zreťazenie zlomkov

Fuknciu tangens pomocou zreťazenia zlomkov, vyjadríme takto:

$$\tan(x) = \frac{1}{\frac{1}{x} - \frac{3}{\frac{1}{x} - \frac{5}{\frac{1}{x} - \frac{7}{\frac{1}{x} - \dots}}}} \quad (2.3)$$

Výhodou tejto možnosti je hlavne možnosť viacero iterácii a teda vyššej presnosti ako u Taylorového rozvoja. A z tohto dôvodu volíme, pre výpočet výšky a vzdialenosti meraného objektu túto funkciu.

Kapitola 3

Návrh riešenia problému

Po analýze funkcie tangens, som sa rozhodol akceptovať len hodnoty $0 < \alpha \leq 1.4 \text{ rad}$, ktoré sa nachádzajú v prvom kvadrante. Toto obmedzenie je pre naše účely dostačujúce, hodnota úhlov α a β by podľa obrázku 2.1 nemala presiahnuť 90° .

3.1 Porovnanie presností výpočtov tangens

Pri porovnávaní je potrebné zistiť ako sa veľmi sa odchyľuje výsledok iterácií z našich implementácií funkcie tangens oproti funkcii *tan* z matematickej knižnice `<math.h>`. Rozdielom výsledkov je vyjadrená absolútna odchýlka pre každú iteráciu, ale aj funkciu.

3.2 Výpočet vzdialenosti a výšky meraného objektu

Ako implicitnú výšku zariadenia volíme 1.5, ktorá je definovaná zadáním. Pre výpočty použijeme definíciu *tan* v nasledujúcom tvare:

$$\tan(\alpha) = \frac{a}{b} = \frac{\text{protiľahlá}}{\text{priľahlá}} \quad (3.1)$$

Inými slovami $\tan(\alpha)$ je pomer dĺžok odvesny protiľahlej k tomuto uhlu a dĺžky odvesny k nemu priľahlej.

Presnosť, resp. počet iterácií sme si zvolili 11, pretože po tejto iterácii je výsledok pre datový typ `double` rovnaký. Tým sme dosiahli najvyššiu možnú presnosť.

3.2.1 Výpočet vzdialenosti

Vzdialenosť objektu od meracieho prístroja si z obrázku 2.1 vyjadríme takto:

$$\tan(\alpha) = \frac{c}{d} \Rightarrow d = \frac{c}{\tan(\alpha)} \quad (3.2)$$

Pri výpočte $\tan(\alpha)$ využijeme metódu zret'azených zlomkov (viz. 2.2.2).

3.2.2 Výpočet výšky

Výšku meraného objektu si vieme opäť odvodiť z obrázka 2.1:

$$\tan(\beta) = \frac{v_1}{d} \Rightarrow v = c + \tan(\beta) * d \quad (3.3)$$

K výslednej výške je potreba pripočítať výšku zariadenia *c*. Pri výpočte $\tan(\beta)$ využijeme metódu zret'azených zlomkov (viz. 2.2.2). Pre tento výpočet si musíme najprv vypočítať jeho vzdialenosť *d* pomocou 3.2.1.

Kapitola 4

Špecifikácia testov

Test 1: Chybná syntaxe → Detekce chyby.

```
./proj2                ; nedostatok parametrov
./proj2 -tan            ; správne -tan
./proj2 -m              ; je potrebné zadať hodnotu úhlu
./proj2 -m -c 2.2       ; výška musí byť nastavená pred úhlami
./proj2 -c 2.2          ; potreba nastaviť hodnotu úhlu -m
```

Test 2: Nesmyslná syntaxe → Detekce chyby.

```
./proj2 --tan 5 1 10    ; úhol nieje z intervalu <0,1.4>
./proj2 --tan 0.165461 1 52 ; maximálny počet iterácií je 13
./proj2 -c 233 -m 1.2    ; maximálna výška 100
```

Test 3: Porovnanie výpočtov → Predpokladaný výstup.

```
./proj2 --tan 1.024 10 10
10 1.642829e+00 1.642552e+00 2.773337e-04 1.642829e+00 0.000000e+00

./proj2 --tan 0.785398163 10 10
10 1.000000e+00 9.999992e-01 8.095039e-07 1.000000e+00 1.110223e-16
```

Test 4: Výpočet vzdialenosti a výšky → Predpokladaný výstup.

```
./proj2 -m 0.3
4.8490922156e+00
7.6106234032e+00

./proj2 -m 0.3 0.9
4.8490922156e+00
7.6106234032e+00

./proj2 -c 1.7 -m 0.15 1.3
1.1248205560e+01
4.2217188781e+01
```

Kapitola 5

Popis riešenia

5.1 Analýza vstupných parametrov

Pre overenie správnosti zadania číselných hodnôt sú použité funkcie `strtod` a `strtol`, ktoré viedlo k zjednodušeniu kódu.

5.2 Ovládanie programu

Program obsahuje nápovedu, ktorú vyvoláme parametrom `-help`. Nápoveda obsahuje presné informácie o vstupných parametroch, ktoré určujú funkciu programu.

Všetky chybné výstupy sa zobrazujú do štandardného chybového výstupu, validné výstupy sa zobrazujú do štandardného výstupu.

5.3 Implementácia

Parametry z príkazového riadka spracováva funkcia `parse_args`, ktorá naplní štruktúru `params`. Následne podľa tejto štruktúry rozvetvíme program na dve časti, jedna z nich spracováva parameter `-tan` a druhá `-m`.

Pri výpočtoch odchýlky používame funkciu `show_tan_diff_table`, ktorá postupne iteruje a zobrazuje výsledky na štandardný výstup. Implementáciu Tayloroveho rozvoja nájdeme vo funkcii `taylor_tan` a metódu zret'azených zlomkov `cfrac_tan`.

Pre výpočet vzdialenosti používame funkciu `calculate_distance` a výsledok z nej zobrazíme na štandardný výstup. Pre výpočet výšky objektu je použitá funkcia `calculate_height`, predtým je však potreba overiť, či bol zadán aj úhol β , keďže je tento parameter voliteľný. Výsledok je následne vypísaný na štandardný výstup.

Ak v tomto priebehu nastane chyba, (napr. nevalidné hodnoty parametrov) nastavíme hodnotu premennej `err` a následne zavoláme funkciu `show_error_and_halt`, ktorá program ukončí s chybovou hláškou.

Kapitola 6

Záver

Aplikácia vypočíta vzdialenosť a výšku objektu pomocou vytvorenej funkcie tangens. Pre výpočet bola použitá metóda zret'azenia zlomkov (vid' 2.2.2), hlavne z dôvodu väčšej presnosti. Program splňuje všetky požiadavky uvedené v zadaní a taktiež funguje pre všetky testovacie prípady.

Pre naše účely sme obmedzili veľkosť vstupného uhla na prvý kvadrant, toto obmedzenie by mohli riešiť vyššie verzie programu. Pre aktuálnu činnosť to však nieje potrebné.

Program bol úspešne otestovaný na platformách Linux a Windows 32-bit. Nieje potrebné vytvárať akúkoľvek zmenu v kóde pre jeho správnu kompiláciu, avšak je potrebné mať na platforme definované 64-bit číslo (uint64_t).

Literatúra

- [1] Johannes W. Meijer. A 'look-a-like' of the denominators in taylor series for $\tan(x)$, 2009. [Online]
<https://oeis.org/A156769>.
- [2] N. J. A. Sloane. Numerators in taylor series for $\tan(x)$. Also from taylor series for $\tanh(x)$., 2003.
[Online]
<https://oeis.org/A002430>.

Dodatok A

Metriky kódu

Počet súborov: 1 súbor

Počet riadkov zdrojového textu: 282 riadkov

Veľkosť statických dát: 6739B

Veľkosť spustiteľného súbora: 11.5kB (Windows 32-bit, pri preklade bez ladiacich informácií)