

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta informačních technologií (FIT)



Dokumentácia k 2. projektu IZP pre IUS

Iteračné výpočty

Autor: Michal Ormoš, xormos00@stud.fit.vutrb.cz
Fakulta Informačných Technológií VUT v Brne
Dátum odovzdania: 7. 12. 2014

OBSAH

1. Úvod.....	3
2. Analýza problému a princíp jeho riešenia.....	4
2.1 Vzdialenosť a výška.....	4
2.2 Uhol tangens	4
3. Návrh riešenia problému	5
3.1 Taylorov polynóm	5
3.2 Zreťazený zlomok	5
3.3 Rozsah hodnôt	5
3.4 Presnosť merania	5
4. Popis riešenia	6
4.1 Ovládanie programu	6
4.2 Vlastná implementácia	6
4.3 Testovanie programu	6
5. Záver	8
A. Metriky kódu	8

1. Úvod

Vedieť pomocou mobilného telefónu zmerať na diaľku výšku nejakého objektu vyzerá na prvý pohľad ako náročná úloha, ktorá by však mohla mať v našom svete široké uplatnenie. Po hlbšom zamyslení sa zistíme, že implementácia takéhoto problému nevyzerá vôbec zložito a správnym rozložením na vhodné podproblémy by sa dala jednoducho riešiť.

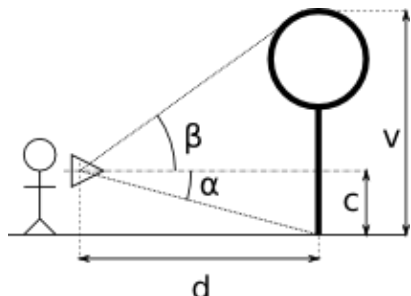
Navrhnutý program funguje ako aplikácia, ktorá zo štandardného vstupu prečíta jeden až dva uhly a výšku. Napríklad, ak užívateľ s inteligentným mobilným telefónom chce odmerať svoju vzdialenosť od dverí a výšku dverí.

Dokument sa skladá z troch častí. V druhej kapitole sa pozrieme na daný problém z obcejšieho hľadiska, zameriame sa na možné spôsoby riešenia a ich teoretický základ. Tretia kapitola nám prinesie riešenie toho, ako by sme daný problém implementovali do funkčného programu, zaobchádzanie so vstupnými údajmi, možným rozložením problémov na funkcie a spôsoby kontroly vstupu. Nakoniec vo štvrtej kapitole bude priblížené testovanie vstupov.

2. Analýza problému a princíp jeho riešenia

Cieľom tohto projektu je vytvorenie programu v jazyku C, ktorý vypočíta vzdialenosť a výšku meraného objektu pomocou údajov z meracieho prístroja.

Problém je možné prekresliť na nasledujúci obrázok.



Predstavme si užívateľa, ktorý má program nainštalovaný vo svojom mobilnom telefóne. Vzhľadom na výšku od zeme, v akej sa zariadenie nachádza a uhla, aký zvierá s rovinou rovnobežnou s rovinou zeme, môžeme dostať vstupné údaje pre náš program. Na to, aby sme boli schopní odmerať vzdialenosť, musíme vyčítať dôležité skutočnosti vyplývajúce z obrázka. Podstatným faktom je, že pre vstup uhlu a výšky meracieho prístroja budeme potrebovať trigonometrické funkcie. Pre vstup druhého uhla a vypočítanej vzdialenosti budeme následne schopní vypočítať výšku meraného predmetu. Keďže pracujeme s trojuholníkmi vzniknutými na našom obrázku, najvhodnejším spôsobom výpočtu sú trigonometrické funkcie.

2.1 Vzdialenosť a výška

Pomocou trigonometrických funkcií vieme z obrázka vyčítať, že vzdialenosť vypočítame ako podiel veľkosti protiľahlej a priľahlej odvesny

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

a výšku pomocou rovnakého vzťahu s pripočítaním výšky meracieho prístroja.

$$v = (\tan(\beta) * d) + c$$

2.2 Uhol tangens

Keďže hodnoty, ktoré budú do programu zadávané, budú uhly v stupňoch alebo radiánoch, potrebujeme tieto hodnoty správne vypočítať pre goniometrickú hodnotu tangens. To sa dá získať tromi spôsobmi: použitím matematickej knižnice math.h, Taylorovým polynómom alebo zret'azeným zlomkom¹. Program musí mať presne vymedzený počet iterácií. Čím vyšší počet iterácií, tým väčšia presnosť výpočtu sa dá dosiahnuť.

¹Budeme sa im podrobne venovať v nasledujúcej kapitole.

3. Návrh riešenia problému

Po analýze problému som sa rozhodol zámerne implementovať všetky tri spôsoby výpočtu uhla tangens, pretože ich budeme môcť následne medzi sebou porovnať a určiť absolútnu odchýlku výpočtu medzi nimi. To znamená, ako presne sa dá vypočítať uhol tangens pomocou Taylorovho polynómu v porovnaní s matematickou knižnicou počítača. Rovnaký postup použijeme aj pre zret'azený zlomok.

3.1 Taylorov polynóm

Prvý spôsob ako vypočítať uhol tangens je pomocou Taylorovho polynómu.

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

Keďže vypočítať čitatele a menovatele Taylorovho polynómu by bolo ťažšie ako vytvoriť samotný program, použijeme už vypočítané hodnoty z portálu www.oeis.org. Pre výpočet bude kľúčové určiť si konečný počet členov, a preto použijeme prvých trinásť.

3.2 Zret'azený zlomok

Druhý spôsob pre získanie uhla tangens je použitie zret'azeného zlomku. Ide o nekonečný rozvoj zret'azených zlomkov. Pre výsledné použitie si určíme konečný počet iterácií a budeme postupovať od posledného člena smerom nahor.

$$\tan(x) = \frac{x}{1 - \frac{x^2}{3 - \frac{x^2}{5 - \frac{x^2}{7 - \dots}}}}$$

3.3 Rozsah hodnôt

Je zrejmé, že program bude musieť pracovať len s určitým rozsahom hodnôt. Ako pre Taylorov polynóm, tak aj pre zret'azený zlomok bude rozsah vstupov obmedzený od 0 po $\pi/2$. Aby bola zaručená presnosť výpočtu, program bude vyhodnocovať výstupy na 10 desatinných miest. Počet iterácií bude obmedzený maximálne na trinásť. Rozsah výšky meracieho zariadenia si stanovíme na $0 < c \leq 100$.

3.4 Presnosť merania

Súčasťou programu bude aj porovnávanie presnosti výpočtu uhla tangens matematickou knižnicou s Taylorovým polynómom a následne s zret'azeným zlomkom. Taktiež bude aj pre zaujímavosť vypočítaná absolútna chyba medzi týmito dvoma spôsobmi výpočtu uhla tangens a matematickou knižnicou programu. Tú dostaneme po odčítaní výsledku Taylorovho polynómu od výsledku matematickej knižnice pre danú hodnotu uhla tangens a rovnaký postup budeme opakovať aj pre zret'azený zlomok.

4. Popis riešenia

4.1 Ovládanie programu

Program funguje ako konzolová aplikácia. Pri spustení programu reaguje na parameter `--help`, ktorý užívateľovi vypíše podrobnú nápovedu, ako program používať aj so vzormi vstupov. Na porovnanie výpočtov tangens už vyššie uvedenými troma spôsobmi slúži volanie `--tan` s troma parametrami (uhol, prvá a posledná iterácia). K výpočtu výsledného produktu slúži volanie `-m`, ktoré vypočíta vzdialenosť, ak je zadaný uhol A takisto aj výšku, ak je zadaný uhol B. Ďalej sa dá modifikovať aj volaním `--c` na užívateľské nastavenie výšky meracieho prístroja.

4.2 Vlastná implementácia

Funkcia `arguments` spracováva argumenty a ošetruje zlé vstupy prostredníctvom pomocnej funkcie `test_number`. Následne pre správne zadaný vstup volá funkcie `taylor_tan` a `cfrac_tan`, ktoré počítajú vstupné hodnoty uhlov pre vstupný uhol tangens. Prvá menovaná funkcia pomocou Taylorovho polynómu a druhá pomocou zreťazeného zlomku. Správny výsledok je vypísaný pomocou funkcie `calculate_item`.

4.3 Testovanie programu

Správne zadané vstupné dáta a očakávaný výsledok:

Vstup 1	./proj2 -m 0.3 0.9
Výstup 1	4.8490922156e+00 7.6106234032e+00

Vstup 2	./proj2 --tan 0.512 2 8
Výstup 2	2 5.619874e-01 5.567392e-01 5.248182e-03 5.619800e-01 7.395774e-06 3 5.619874e-01 5.614305e-01 5.569320e-04 5.619874e-01 3.109322e-08 4 5.619874e-01 5.619283e-01 5.916271e-05 5.619874e-01 8.283108e-11 5 5.619874e-01 5.619811e-01 6.285536e-06 5.619874e-01 1.524336e-13 6 5.619874e-01 5.619868e-01 6.677929e-07 5.619874e-01 2.220446e-16 7 5.619874e-01 5.619874e-01 7.094829e-08 5.619874e-01 0.000000e+00 8 5.619874e-01 5.619874e-01 7.537756e-09 5.619874e-01 0.000000e+00

Vstup 3	./proj2 -c 2 -m 0.5 1.2
Výstup 3	3.6609754434e+00 1.1416583925e+01

Dáta mimo povoleného rozsahu: výpis chyby a navádzanie na správne riešenie:

Vstup 4	./pr --tan 1.5 2 8
Výstup 4	Value for -c X -m A B can be set only for $(0 < A \leq 1.4 < \pi/2)$.

Vstup 5	./pr --tan 1.024 2 15
Výstup 5	Value for --tan A N M can be set only for $(0 < N \leq M < 14)$.

Vstup 6	./pr -c X -m 0.5 1.2
Výstup 6	Use numbers for defining tangens and height! Please use '--help'.

5. Záver

Program počíta len s dátami na obmedzených intervaloch. V ďalších verziách programu by mohli byť implementované hodnoty pre výpočty s meracím prístrojom vo výške väčšej ako hodnota 100. Práve to považujem za slabinu programu. Taktiež by bolo adekvátne zahrnúť jednoduchšie a intuitívnejšie ovládanie.

Svoje riešenie považujem za vhodné, rozumne časovo a pamäťovo nenáročné. Za obzvlášť zaujímavé na programe považujem implementovanú možnosť sledovať výpočet uhla tangens troma rôznymi spôsobmi a pozorovať odchýlku medzi nimi.

Program bol úspešne testovaný na operačnom systéme Fedora/Linux so všetkými testovacími hodnotami, ktoré boli navrhnuté. Program má prísne ošetrené všetky formáty vstupov a výstupov. Navrhnuté riešenie je prenositeľné na všetky platformy.

Referencie

MEIJER, Johannes W.. The OEIS Foundation Inc..*Oeisf.org* [online]. © 2009-2014 [cit. 2009-02-15]. Revízia: [2014-12-5]. Dostupné z: <https://oeis.org/A156769>

SLOANE, N. J. A.. The OEIS Foundation Inc..*Oeisf.org* [online]. © 2009-2014. Revízia: [2014-12-5]. Dostupné z: <https://oeis.org/A002430>

A. Metriky kódu

Počet riadkov zdrojového súboru	293
Veľkosť statických dát (proj2.c)	7,926B
Veľkosť spustiteľných dát	17,293B
Počet súborov	1