PB071 – Principy nízkoúrovňového programování

Úvod, organizace, nástroje

Slidy pro komentáře (děkuji!):

https://drive.google.com/file/d/1JWSrimq4LOGRQufxk6_nHiWnpy_Uzclu/view?usp=sharing

1

Cíle předmětu

1. Zavést a podpořit programátorské schopnosti
2. Používat základní vývojové nástroje
3. Vysvětlit fundamenty (nízkoúrovňového) programování
4. Seznámit s možnostmi jazyka C
5. Trochu nadchnout (nebo alespoň úplně neodradit) do programování ☺
6. (A vše zvládnout v novém formátu)

Top questions (1)

Anonymous 0

Pokud bude program přeložen na Linuxu, bude jej možné spustit v OS Windows?

Join at
slido.com
#pb071_2022

- **Pokud budete mít během poslechu přednášky dotaz, tak jej vložte na slido.com (#pb071_2022)**
- **Společně projedeme dotazy každé pondělí během přednášky Q&A**

3

Organizační

Historie, normy

Oblasti použití

Začínáme s C

Nástroje

Lehký průlet C

https://www.fi.muni.cz/pb071

Principy nízkoúrovňového programování

Vítejte na stránkách předmětu *PB071 Principy nízkoúrovňového programování*.

Cíle předmětu

Cílem **PB071** je naučit studenty základní syntaxi jazyka C podle norem ANSI a ISO/IEC, dekomponovat problémy, používat moderní vývojové nástroje a ovládat dobré programátorské návyky. Důraz je kladen na pochopení paměťového modelu, správu paměti a korektní používání dynamické alokace.

Důležité odkazy

- Organizační pokyny — důležité
- Aktuality na fóru — IS
- Materiály k přednáškám a cvičením
- Domácí úkoly — žádné

Konzultace

- nebojte se konzultovat problémy s domácími úkoly nebo s probíranou látkou
- využijte primárně konzultace přímo na cvičení nebo u studentských poradců

Semestr Jaro 2022 je prezenční s omezením

- V předstihu v pátek dostupné slidy a video pro přednášku
  - Poslechněte si dopředu, zapište otázky na slido
- Přednáška zkrácená prezenční s omezením počtu
  - Pro účast na přednášce se prosím přihlašujte v ISu
  - Vybrané témata + Kahoot + Q&A + bonus
- Cvičení standardní prezenční v rámci vaší seminární skupiny

Organizační (1)

- Jazyk: C, občas česky a slovensky
- Přednášky
  - nepovinné, ale snad přínosné a zábavné ☺ (zkrácené prezenční)
  - Přednášky přednahrané (IS), bodované odpovědníky
  - Předpoklad základní znalosti algoritmizace (co je cyklus...)
  - Rozcestník https://www.fi.muni.cz/pb071
- Cvičení
  - povinné, dvouhodinové, dvě neúčasti tolerovány (sem. skupiny)
    - Předpoklad účasti na vaší skupině, pod domluvě možnost využití jiné
  - aktivní práce na příkladech a domácích úkolech, konzultace
  - podklady https://www.fi.muni.cz/pb071/seminars/
- Ukončení předmětu
  - Prostudujte https://www.fi.muni.cz/pb071/info/
  - Úspěšné zakončení předmětu (podmínky + min 85 bodů)
    - semestrové povinnosti (domácí úkoly + testíky, zisk alespoň 60 bodů + 4 nenulové kladné domácí úkoly)
    - úspěšná programovací zkouška (krátký test + programovací příklad na PC)
    - teoretická část zkoušky (teoretický test na PC)

Organizační (2)

- Slidy z přednášky, ukázkové zdrojáky
  - https://www.fi.muni.cz/pb071
- Domácí úkoly
  - 5+1 za semestr, zadávány průběžně (na webu cvičení)
  - body za funkčnost, body za správné a včasné odevzdání
  - deadline pro odevzdání (na stránce úkolu, 2 týdny, 24:00)
  - budou zveřejňována ukázková řešení
- Odevzdání/testování
  - možnost odevzdání nanečisto (částečně omezeno, detaily na cvičení)
  - odevzdání do fakultního git, spuštění notifikačního skriptu
  - bonusové body v případě včasného odevzdání (alespoň 3 dny předem)
- Obtížnost úkolů se postupně zvyšuje
  - Nenechávejte si řešení na poslední chvíli
  - První domácí úkoly jsou typicky snažší body!

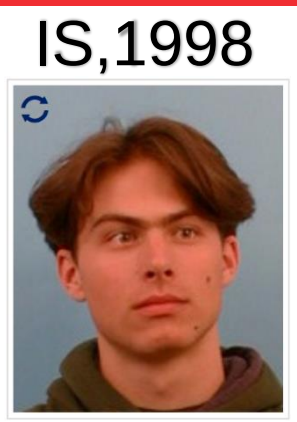
Neopisujte

- Škodíte především sami sobě
  - začněte pracovat včas, ať máte čas na řešení "záseků“
- Provádíme automatickou kontrolu opisu u všech odevzdaných příkladů
  - každý s každým
  - s řešeními z minulých let (pokud je podobný příklad)
  - u podezřelých příkladů probíhá manuální kontrola
- V případě opsání jsou potrestání oba účastníci

Neopisujte

- Co je OK
  - Společně diskutujete ústně možnosti řešení
  - Společně diskutujete včetně využití tabule, z tabule ale neopisujete ani si ji nefotíte (pochopení v hlavě)
  - Necháte si poradit od konzultanta
- Co není OK
  - Pošlete svůj kód kolegovi
  - Najdete kód na internetu a zkopírujete ho (Ctrl+C, přepis)
  - Napíšete kus kódu kolegovi nebo diktujete co má psát
  - … (pokud si nejste jisti, zeptejte se nás)

Kontakt



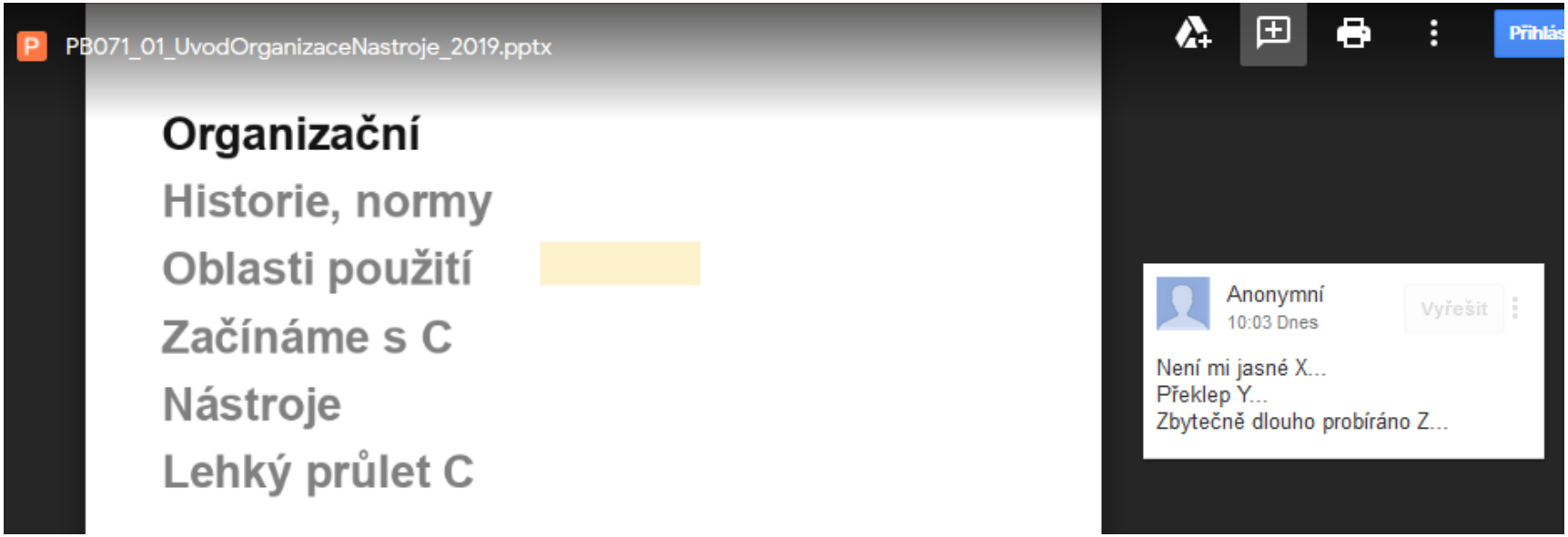
- Přednášející
  - Petr Švenda, svenda@fi.muni.cz
  - konzultační hodiny: přednášky, pátky 8:30 – 11:00 A403
  - dotazy k přednášce, celkové organizaci, známky, eskalace problémů
- Cvičící
  - na hodinách – váš primární kontakt, využívejte hojně
- Studentští konzultanti
  - dodatečné konzultace nezávisle na skupině
  - v definované konzultační hodiny (viz hlavní web)
  - od druhého týdne semestru

Sběr zpětné vazby

- Občasné dotazníčky (obtížnost úloh, porozumění...)
- Samozřejmě možné osobně
- Předmětová anketa
  - Piště prosím témata/věci/postřehy, které se Vám líbila i nelíbila
  - Anketu čteme a předmět podle ní vylepšujeme, má to cenu!
- Velké poděkování všem předem za poznámky a náměty!

Komentáře k slidům z přednášky

- Není nutné se přihlašovat, jakékoli poznámky ke slidům
- Faktické chyby, příliš komplikované (probírat déle), příliš snadné (probírat rychleji), návrh na rozšíření…
- Link na komentovatelné slidy uveden vždy na prvním slidu dané přednášky

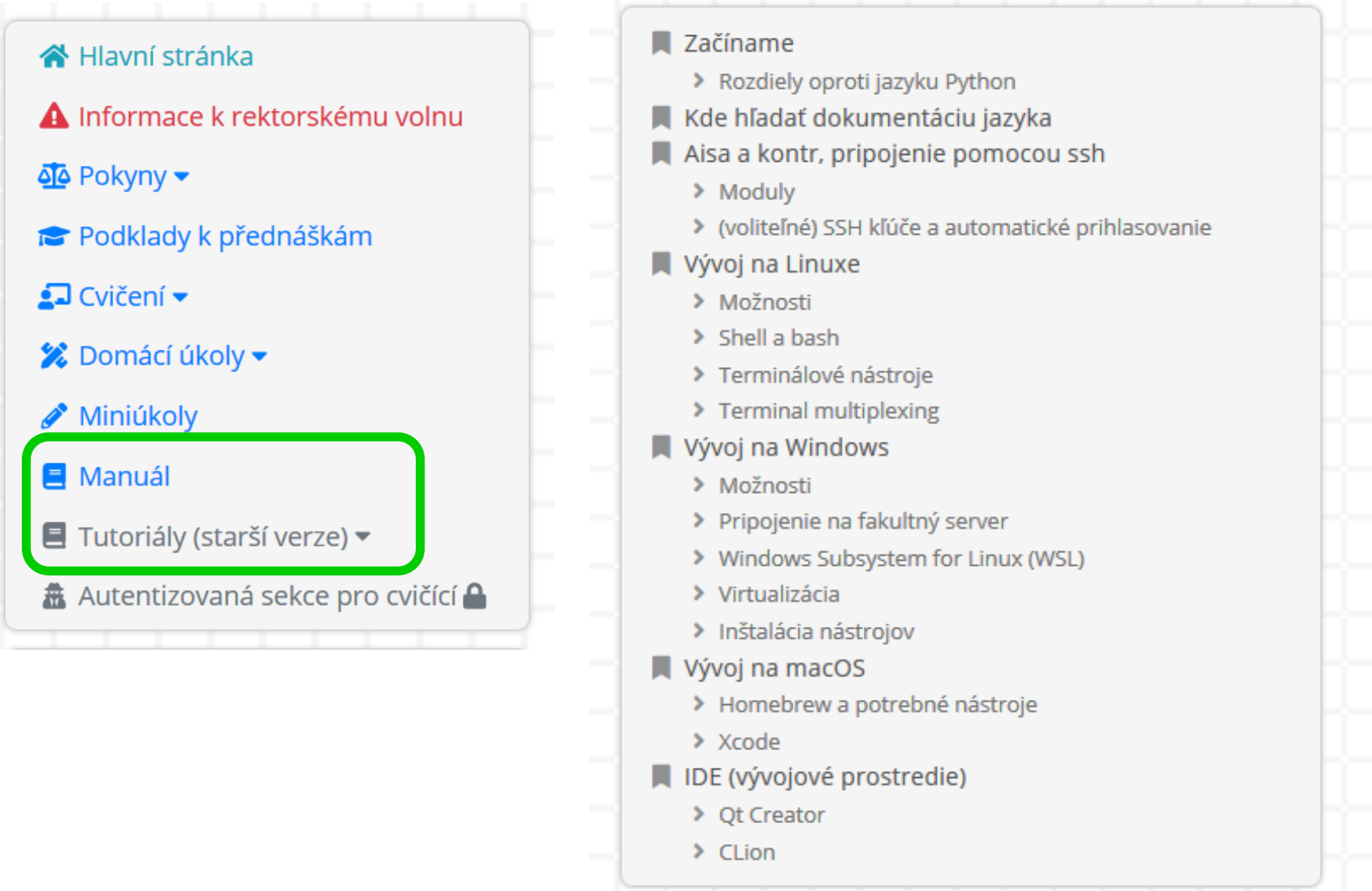


Kolektiv PB071 2010-2021
Přímé zapojení: 144
Včetně testerů: >> 200
Zpětná vazba: >> 2000

Předpoklady, návaznost na další předměty

- Předpoklady
  - předchozí zkušenost s libovolným programovacím jazykem (vlastní nebo IB111)
  - základy algoritmizace
  - (příkazy, podmínky, cykly, funkce, koncept proměnné)
- Na předmět PB071 navazuje
  - PB161 Programování v jazyce C++ (3. semestr)
  - PB162 Programování v jazyce Java (3. semestr)
  - PB173 Tématické programování C/C++ (3,5 sem.)
  - práce v laboratořích (nebojte se zeptat)
- Seznam předmětů s programováním na FI
  - https://www.fi.muni.cz/studies/index/programming.html.cs

https://www.fi.muni.cz/pb071/tutorials/



C vs. Python

- Připravili jsme pro vás přehled základních rozdílů
  - díky Marku Klučárovi!
  - https://www.fi.muni.cz/pb071/man/c-vs-python.html
- Práce na Unixových strojích
  - Požadujeme jen elementární základy (ssh, gcc)
  - http://www.ee.surrey.ac.uk/Teaching/Unix/

"Unix was not designed to stop you from doing stupid things, because that would also stop you from doing clever things"

Doug Gwyn

Organizační

Historie, normy

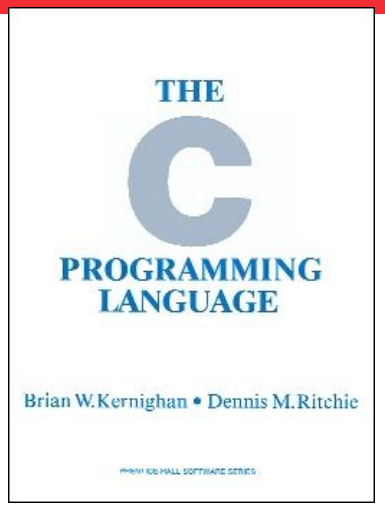
Oblasti použití

Začínáme s C

Nástroje

Lehký průlet C

Jazyk C v kontextu



- 1969-73 K-R C (AT&T Bell Labs)
  - Brian Kernighan, Dennis Ritchie
  - pro systémové programování v rámci UNIXu
  - Kniha The C Programming Language (1978)
    - Programovací jazyk C, CPress, 2006
- Imperativní, procedurální, staticky typovaný jazyk

série příkazů měnící stav programu

podpora strukturovaného programování

typ (většiny) proměnných znám v době překladu

- Není objektově orientovaný
  - nejsou přímo jazykové konstrukce (např. typ class)

19

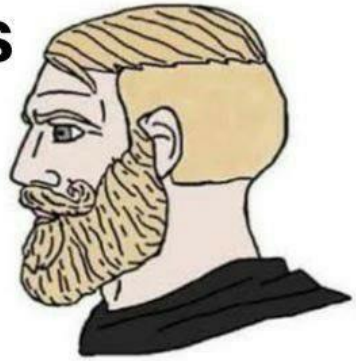
New languages programmers

Python is better

Nooooo, JS is far better

C programmers

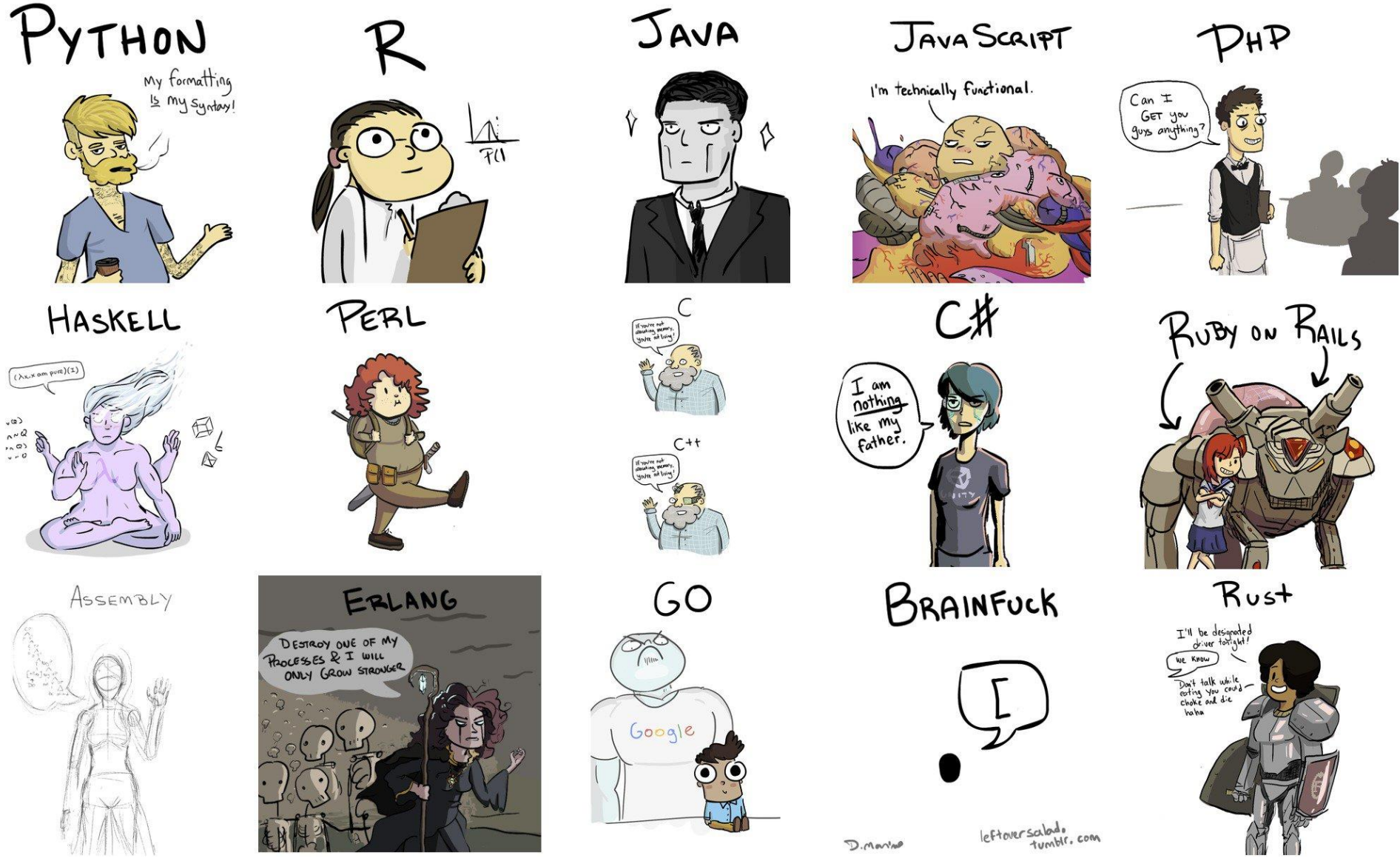
C is hell



Yes

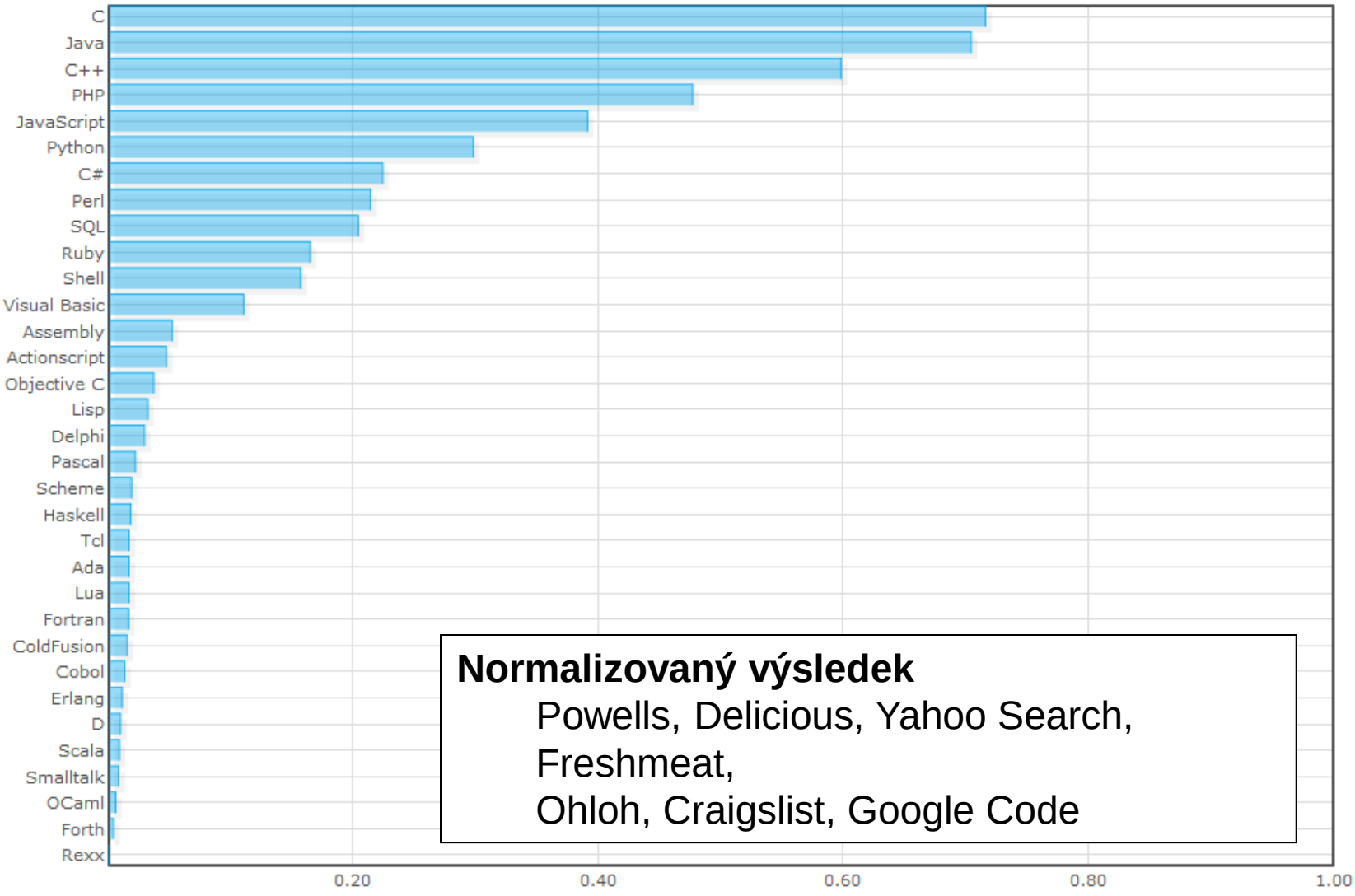
Proč se učit a používat jazyk C

- Porozumění fundamentům provádění výpočtů
  - Vysokoúrovňové jazyky spoustu důležitých detailů skrývají
- Nízkoúrovňový jazyk, snadné mapování na strojový kód
  - použití na aplikace původně implementované v assembleru
  - zdrojový kód kompilovaný do nativního kódu HW platformy
  - rychlost, nutnost minimální podpory ze strany běhového prostředí
  - velká kontrola nad prostředím
  - (With great power comes great responsibility ☺)
- Jeden z nejpopulárnějších jazyků vůbec
  - překladač C existuje pro téměř všechny počítačové platformy
  - základ pro syntaxi spousty dalších jazyků
- Typicky vysoká rychlost kódu
  - https://benchmarksgame-team.pages.debian.net/benchmarksgame/index.html



http://leftoversalad.com/c/015_programmingpeople/

Popularita jazyku



Normalizovaný výsledek

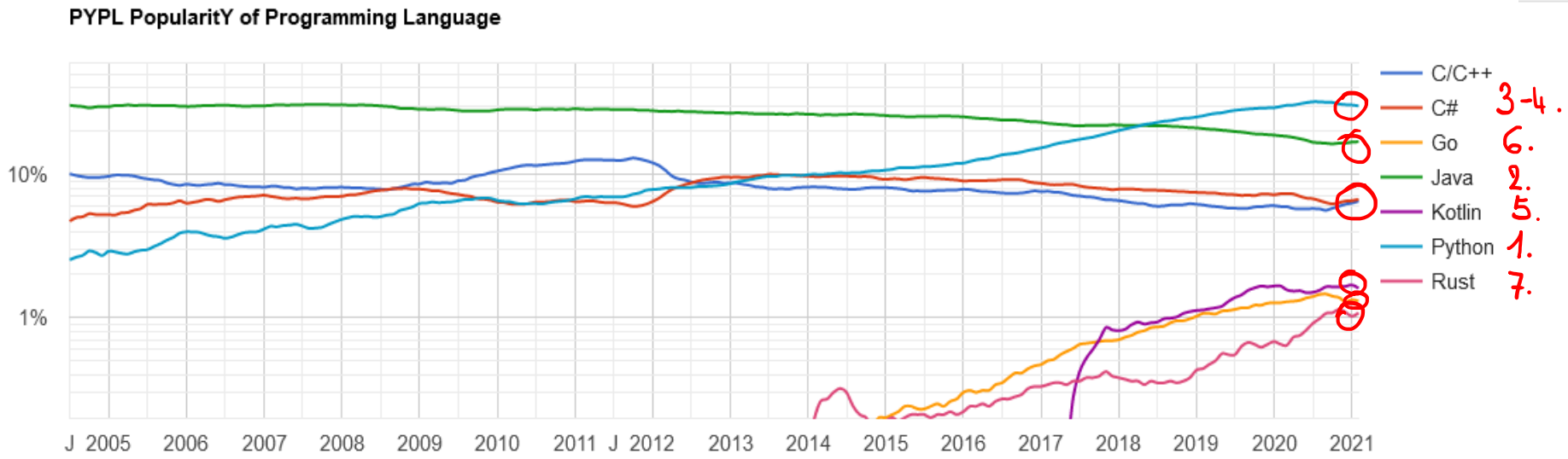
Powells, Delicious, Yahoo Search, Freshmeat,
Ohloh, Craigslist, Google Code

Popularita jazyku

- Zjišťovat popularitu jazyků není snadné
  - Množství řádek kódu? Počet vývojářů? Počet systémů v daném jazyce? Absolutně nebo přírůstek za čas?
- PYPL PopularitY of Programming Language Index
  - Podíl vyhledávání '*X tutorial*' dle Google Trends

Worldwide, Feb 2022 compared to a year ago:

Rank	Change	Language	Share	Trend
1		Python	28.52 %	-1.7 %
2		Java	18.12 %	+1.2 %
3		JavaScript	8.9 %	+0.4 %
4	↑	C/C++	7.62 %	+1.1 %
5	↓	C#	7.39 %	+0.6 %
6		PHP	5.81 %	-0.3 %
7		R	4.04 %	+0.2 %
8		Objective-C	2.46 %	-1.1 %
9		Swift	2.03 %	+0.0 %
10		TypeScript	1.94 %	+0.2 %
11		Matlab	1.76 %	+0.0 %
				-0.1 %



https://pypl.github.io/PYPL.html

The Computer Language Benchmarks Game

"Which programming language is fastest?"

Should we care? How could we know?

> "It's important to be realistic: most people don't care about program performance most of the time."

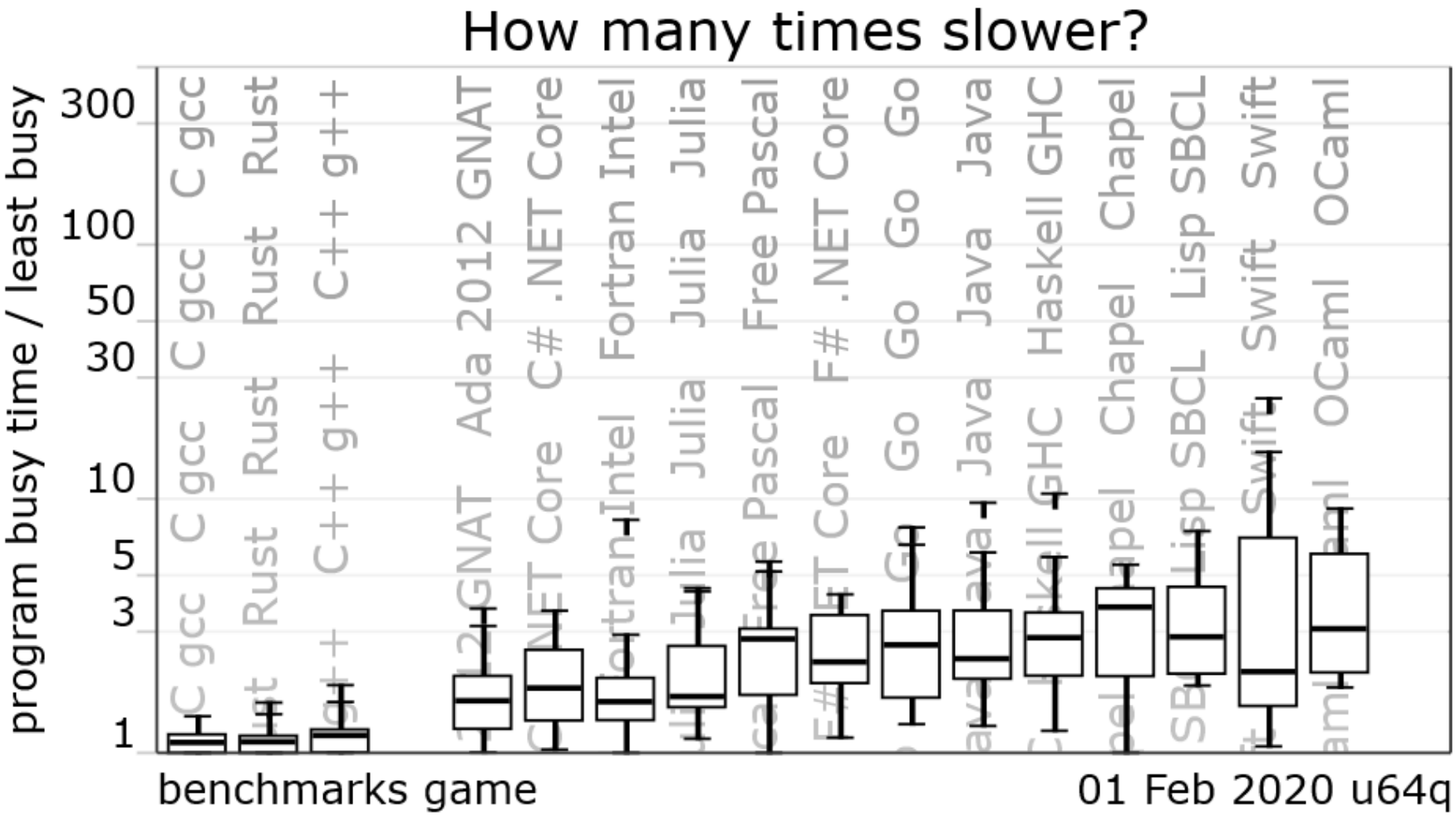
- https://benchmarksgame-team.pages.debian.net/benchmarksgame/which-programs-are-fastest.html

Benchmarks game

- Srovnávat rychlost jazyků není snadné
  - Konkrétní úloha, cílový hardware (CPU jádra, cache…)
- Idea testování
  - Několik různých, jasně zadaných úkolů
  - Spouštěno na jednotné hardware
  - Programátoři píší svoje co řešení, to nejrychlejší se počítá
- Pozor na vyhodnocení!

> Always look at the source code.
>
> Look at the slower simple sequential programs, *and* look at the parallel programs written for multicore, *and* look at the low-level programs written for SIMD.

Celkové výsledky přes různé programy



Srovnání rychlostí – práce s poli

https://benchmarksgame-team.pages.debian.net/benchmarksgame/performance/revcomp.html

×	source	secs	mem	gz	busy	cpu load
1.0	**Rust** #2	**1.69**	994,656	1330	2.96	25% 25% 46% 79%
1.1	**C** gcc #6	**1.91**	532,932	820	2.59	21% 16% 99% 0%
1.3	C gcc #2	2.20	994,344	750	3.28	40% 21% 70% 19%
1.7	**F#** .NET Core #5	**2.85**	1,031,504	1140	8.07	89% 54% 96% 43%
1.7	C gcc #5	2.86	994,160	647	2.91	1% 100% 1% 0%
1.8	**Julia** #8	**2.99**	663,192	522	3.34	5% 98% 4% 5%
1.8	F# .NET Core #4	3.11	1,031,832	1139	8.42	88% 53% 90% 40%
1.8	**C#** .NET Core #6	**3.12**	1,028,260	1621	7.66	75% 77% 53% 41%
1.9	**Java** #8	**3.16**	712,368	2183	7.08	65% 47% 42% 70%
2.1	Julia #9	3.56	660,116	449	3.95	98% 4% 5% 4%
2.2	**Go** #2	**3.72**	826,396	611	3.93	88% 1% 4% 13%
2.3	**OCaml**	**3.83**	33,784	1368	9.03	55% 65% 54% 63%
2.3	**Swift**	**3.85**	694,412	1286	4.67	36% 81% 1% 3%
2.8	**C++** g++ #3	**4.72**	500,116	840	4.76	100% 0% 0% 0%
2.9	Java #3	4.86	1,173,216	1722	11.03	44% 53% 78% 52%

C++ program (tento konkrétní) není optimalizovaný pro více jader

Srovnání rychlostí – práce s poli

reverse-complement benchmark ~240MB N=25,000,000

This table shows 5 *measurements* - CPU Time, Elapsed Time, Memory, Code and ~ CPU Load.

		sort	sort	sort	sort	
×	Program Source Code	CPU secs	Elapsed secs	Memory KB	Code B	~ CPU Load
1.0	C++ **GNU g++ #4**	1.12	**1.12**	245,432	2275	1% 0% 1% 100%
1.1	**ATS**	1.18	**1.19**	122,628	2077	1% 0% 1% 99%
1.2	C++ **GNU g++ #2**	1.35	1.35	245,080	1098	0% 0% 1% 100%
1.2	C **GNU gcc #4**	1.38	**1.38**	125,188	722	0% 0% 2% 100%
1.5	Ada 2005 **GNAT #2**	1.68	**1.70**	197,584	3132	1% 0% 1% 99%
1.6	C++ **GNU g++ #3**	1.75	1.75	125,272	810	0% 0% 1% 100%
2.1	**Scala #4**	2.37	**2.39**	400,184	505	0% 0% 0% 99%
2.1	Pascal **Free Pascal #2**	2.39	**2.39**	123,816	751	0% 0% 0% 100%
2.6	Java **6 -server #4**	2.86	**2.90**	473,280	592	0% 1% 0% 99%
2.7	C# **Mono**	3.06	**3.05**	161,548	1099	0% 0% 0% 100%
3.6	Haskell **GHC #2**	4.02	**4.02**	618,032	913	0% 0% 0% 100%
3.8	C++ **GNU g++**	4.30	4.30	245,388	571	3% 6% 1% 100%
3.9	Lisp **SBCL**	4.40	**4.41**	222,396	896	0% 0% 0% 100%
4.3	**OCaml #2**	4.78	**4.78**	168,920	394	0% 0% 0% 100%
5.2	**Perl #4**	5.80	**5.80**	124,036	237	0% 0% 1% 100%
6.3	**PHP #2**	7.00	**7.00**	444,456	343	0% 0% 0% 100%

Srovnání rychlostí – matematické operace

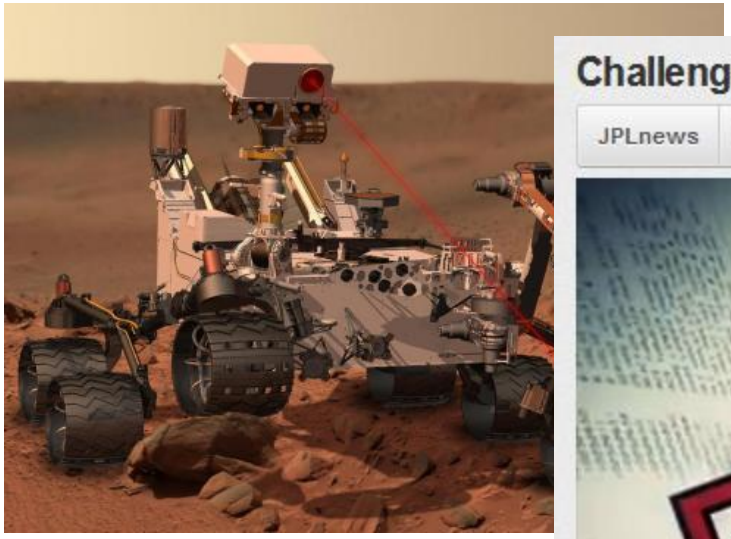
spectral-norm benchmark N=5,500

This table shows 5 *measurements* - CPU Time, Elapsed Time, Memory, Code and ~ CPU Load.

		sort	sort	sort	sort	
×	Program Source Code	CPU secs	Elapsed secs	Memory KB	Code B	~ CPU Load
1.0	C **GNU gcc** #4	11.87	**2.99**	772	1139	99% 100% 99% 99%
1.0	C++ **GNU g++** #7	11.89	**2.99**	1,196	1114	100% 99% 99% 99%
1.3	Ada 2005 **GNAT** #3	15.69	**3.98**	2,528	1702	98% 99% 98% 99%
1.3	Fortran **Intel**	15.93	**4.00**	1,276	568	99% 99% 100% 100%
1.4	Haskell **GHC**	16.02	**4.11**	2,260	869	96% 99% 96% 99%
1.4	Java **6 steady state** #2	17.14	**4.31**	24,620	1027	99% 99% 99% 99%
1.5	Java **6 -server** #2	17.33	**4.51**	15,208	950	98% 95% 94% 97%
1.5	**Scala** #2	17.66	**4.56**	20,720	720	96% 96% 97% 98%
1.6	Ada 2005 **GNAT** #2	18.75	4.74	3,012	1464	99% 99% 99% 98%
1.9	C# **Mono** #2	22.31	**5.63**	5,104	1063	99% 99% 99% 99%
2.0	**ATS** #2	22.06	**5.96**	1,656	2339	92% 92% 93% 93%
2.0	Lisp **SBCL** #3	22.22	**6.01**	7,476	883	92% 92% 93% 93%
2.1	**OCaml** #3	20.02	**6.21**	3,304	907	79% 79% 81% 81%
2.2	Go **6g 8g** #2	26.40	**6.63**	6,672	545	99% 100% 100% 100%
4.1	Erlang **HiPE** #2	47.70	**12.18**	13,348	747	98% 98% 97% 98%

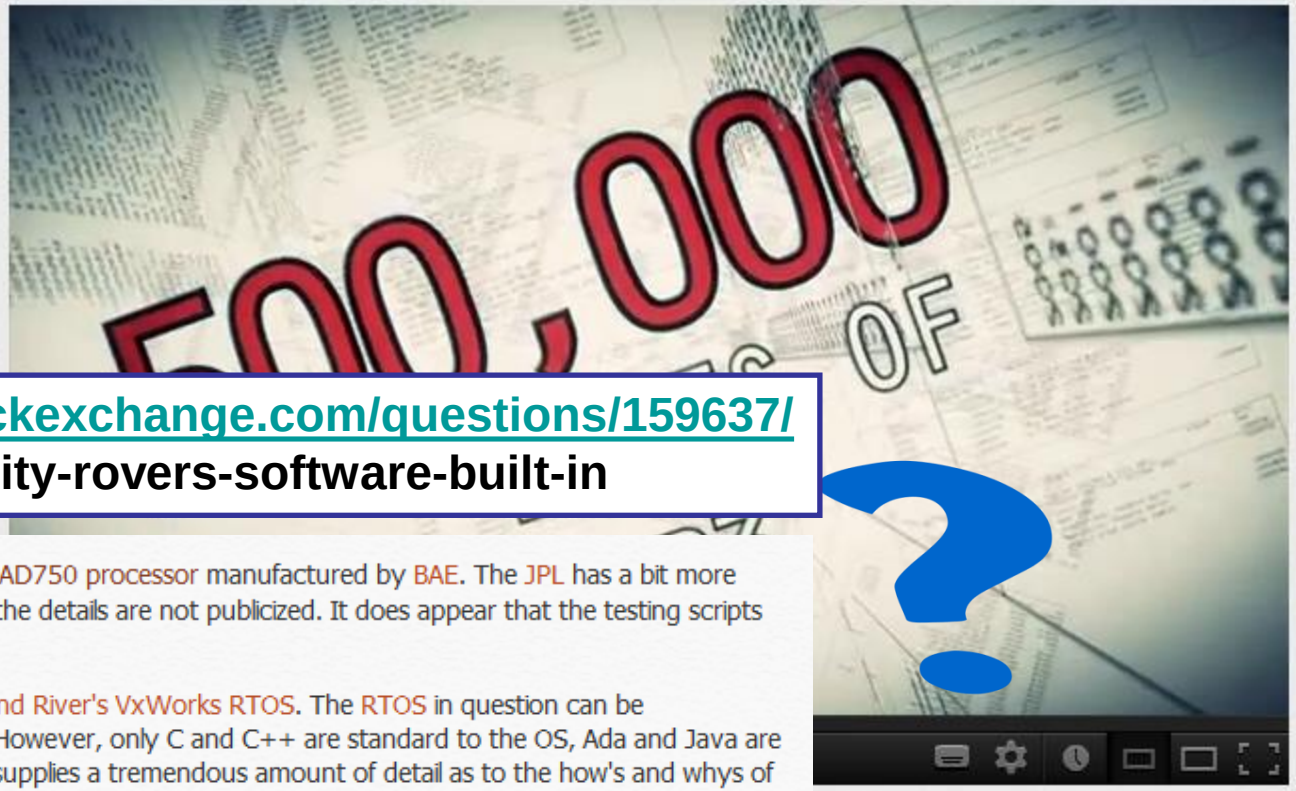
Vhodnost použití jazyka C

- Vhodné využití pro:
  - rychlé vědecké výpočty
  - systémové aplikace
  - programování hardwarových a embedded zařízení
  - rychlá grafika (hry), rychlost obecně
- Nevhodné pro
  - webové aplikace (PHP, JavaScript…)
  - rychlé prototypy (ale nutno znát dobře jiný jazyk)
  - větší projekty vyžadující objektově orientovaný návrh (C++, Java…)



Challenges of Getting to Mars: Curiosity's Seven Minutes of Terror

JPLnews | Subscribe | 336 videos



1,922,565

16,215 likes, 167 dislikes

nges of
ars.

http://programmers.stackexchange.com/questions/159637/what-is-the-mars-curiosity-rovers-software-built-in

275

It's running 2.5 million lines of C on a RAD750 processor manufactured by BAE. The JPL has a bit more information but I do suspect many of the details are not publicized. It does appear that the testing scripts were written in Python.

The underlying operating system is Wind River's VxWorks RTOS. The RTOS in question can be programmed in C, C++, Ada or Java. However, only C and C++ are standard to the OS, Ada and Java are supported by extensions. Wind River supplies a tremendous amount of detail as to the how's and whys of VxWorks.

An Erlang programmer talks about the features of the computers and codebase on Curiosity.

share improve this answer

edited Aug 12 at 19:39

answered Aug 6 at 4:30
World Engineer
9,373 3 26 49

29 JPL C language coding standards, specifically for embedded environments instead of "ground software" as they call it. lars-lab.jpl.nasa.gov/JPL_Coding_Standard_C.pdf – Patrick Hughes Aug 6 at 6:21

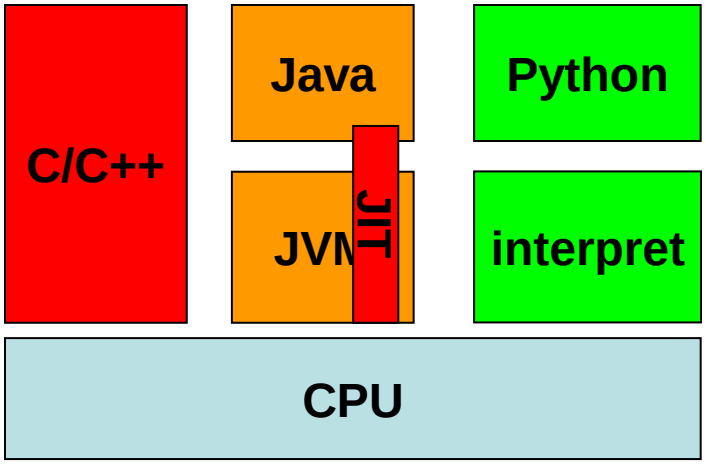
Normy, standardy a rozšíření

- Kniha The C Programming Language (1978)
  - neformální norma
- ANSI X3.159-1989 (ANSI C, Standard C, C89)
- ISO/IEC 9899:1990 (jen převzaté ANSI C, C90)
- ISO/IEC 9899:1999 (C99)
  - gcc -std=c99
  - (budeme využívat při psaní a domácích úlohách)
- ISO/IEC 9899:2011 (C11, defacto nejnovější)
  - probereme některá rozšíření (vlákna, synchronizace…)
  - ISO/IEC 9899:2018 jen opravy
  - http://en.wikipedia.org/wiki/C11_(C_standard_revision)
- *(Připravován standard C2x - možná 2023)*

Nestandardizovaná rozšíření

- Nestandardizované rozšíření
  - užitečné prvky jazyka dosud neobsažené v normě (např. gnu99)
  - specificky označeny a dokumentovány
- Problém: využívání vede k omezení přenositelnosti
  - pro jinou platformu nelze překompilovat bez změny kódu
  - omezuje dostupnost programu
  - zvyšuje cenu přechodu na jinou platformu (customer lock-in)
- Proč psát programu v souladu s normou?
  - lze přímo kompilovat pro jiné platformy - svoboda volby platformy
  - svoboda volby kompilátoru, a odolnost vůči jeho změnám
  - větší potenciální využití kódu (i jiné projekty/překladače)
  - norma může omezit problematické jazykové konstrukce (nižší chybovost)

Jazyk C a další



- Jazyk C/C++
  - překlad přímo do strojového kódu
  - překlad nutný zvlášť pro každou platformu
- Další imperativní: Java, C#...
  - překlad do mezi jazyku bytecode/CIL
  - jedna binárka pro všechny platformy
  - (Java Virtual Machine) JVM pro velké množství platforem
  - bytecode interpretovaný, ale JIT (Just-In-Time) kompilátor
- Skriptovací imperativní: Perl, Python…
  - typicky se interpretuje, platformově nezávislé (pokud je interpret)
- Funcionální: Haskel, LISP…
  - jiné paradigma: matematický zápis odvození z počátečních hodnot
- Logické programování: Prolog…
  - jiné paradigma: JAK má výsledek vypadat, ne jak se k němu dostat
- Aktuální trend je slučování různých paradigmat

35

Jazyk C je vysokoúrovňový! ☺

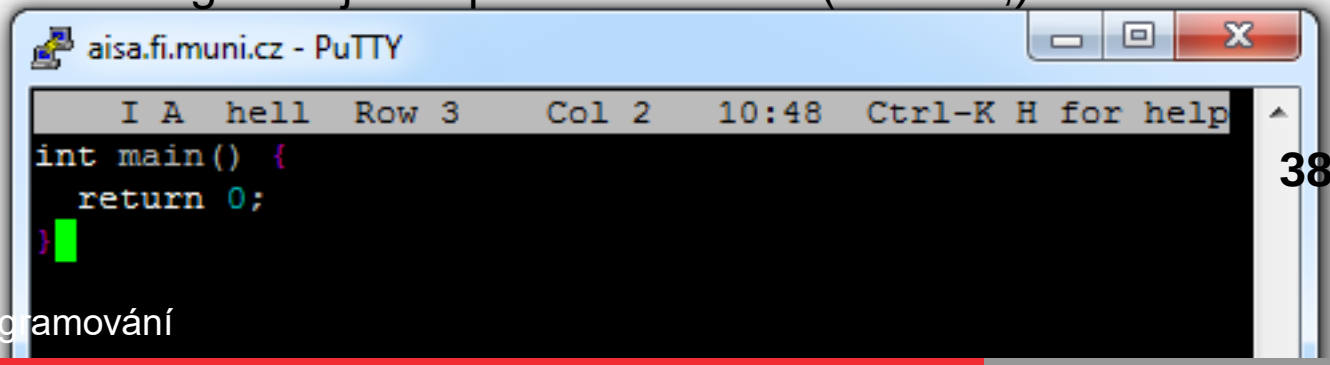
- “C is a very nice high-level programming language with many of the modern programing constructs in it” https://youtu.be/tc4ROCJYbm0?t=1149

Historie, normy
Oblasti použití
Začínáme s C
Nástroje
Lehký průlet C

Hello World (na Aise) – Pokus 1

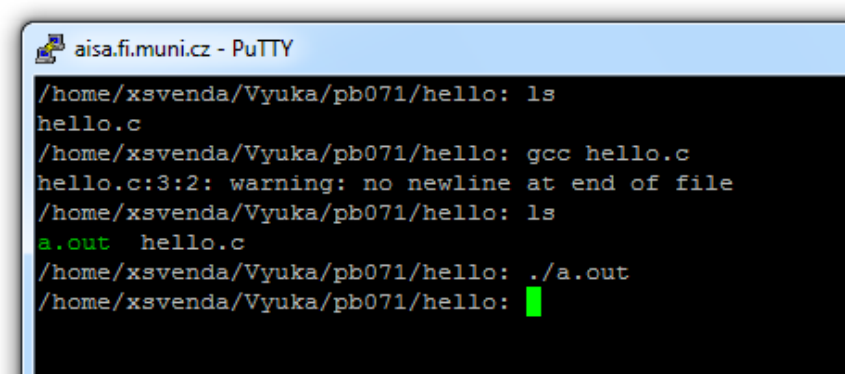
1. Připojíme se na Aisu (2x, pro edit & pro překlad)
   - Unix/Linux: ssh *váš_login*@aisa.fi.muni.cz
   - Windows: Putty *váš_login*@aisa.fi.muni.cz
2. Vytvoříme soubor s příponou .c (hello.c)
   - např. pico hello.c
3. Vložíme funkci se speciálním jménem main
   - návratová hodnota int (celé znaménkové číslo - integer)
   - zatím bez parametrů (kulaté závorky)
4. Implementujeme tělo funkce main
   - do složených závorek {}
   - vrátíme hodnotu signalizující úspěšně ukončení (return 0;)
   - uložíme

```
int main() {
  return 0;
}
```



Hello World (na Aise) – Pokus 1 (pokr.)

5. Přeložíme
   - *gcc hello.c*
   - vznikne soubor a.out
6. Spustíme: ./a.out

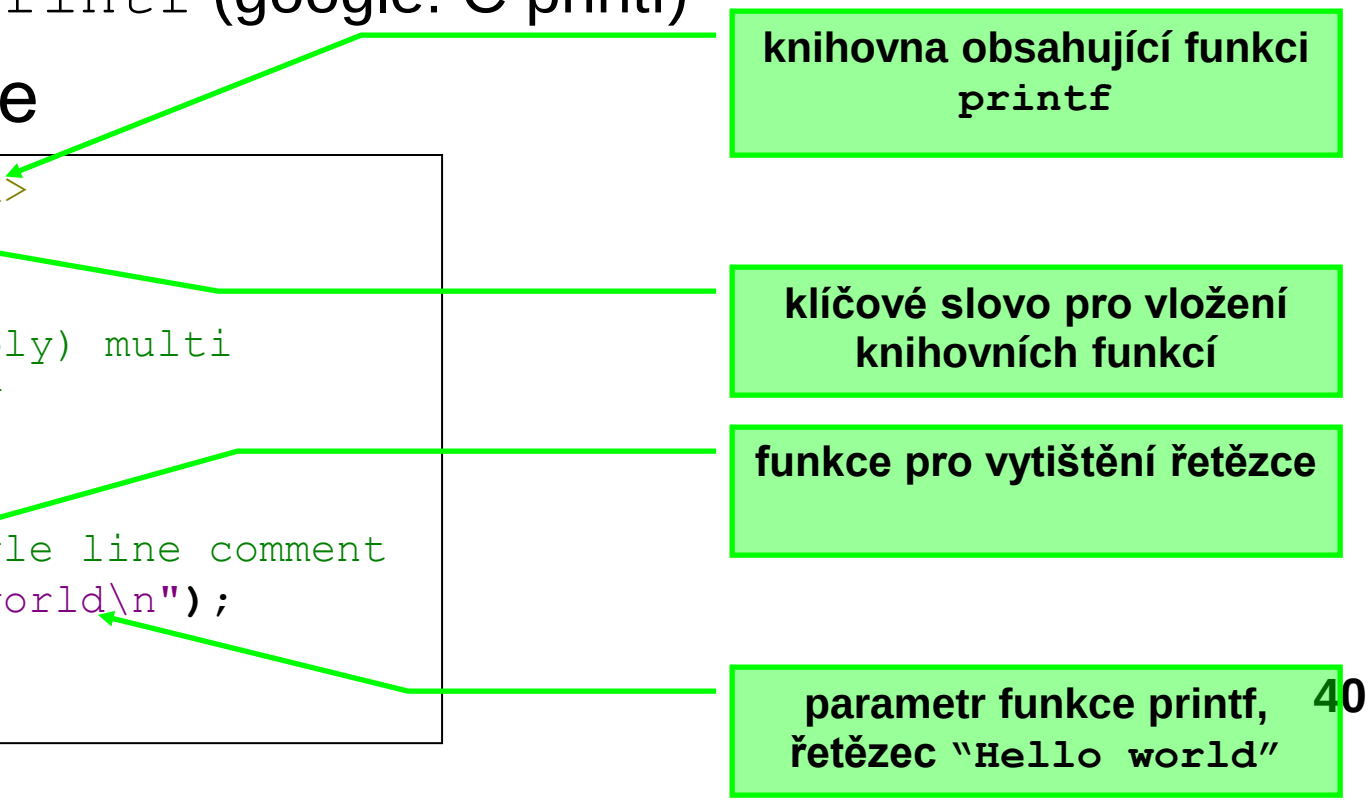


- Věci ke zlepšení
  - nic nevypisuje
  - chybí komentáře
  - odstranit warning (`no newline at end of file`)
  - překlad starou verzí gcc (gcc --version)
  - kontrola shody vůči standardu

Hello World (na Aise) – Pokus 2

- Přidání výpisu na standardní výstup
  - typicky konzole, obrazovka
  - funkce `printf` (google: C printf)
- Komentáře

```
#include <stdio.h>

/*
  This is (possibly) multi
  line commentary
*/
int main() {
  // This is single line comment
  printf("Hello world\n");
  return 0;
}
```



Hello World (na Aise) – Pokus 2 (pokr.)

- Při překladu varování (warning)
  - `warning: no newline at end of file`
  - přidáme nový řádek na konec zdrojového souboru
- Překlad starou verzí gcc
  - Verzi zjistíme pomocí `gcc --version`
  - Na Aise defaultně starší verze 4.8.5
  - My budeme používat 10.2
    - `module add gcc-10-2` (přidejte si do `.profile`)

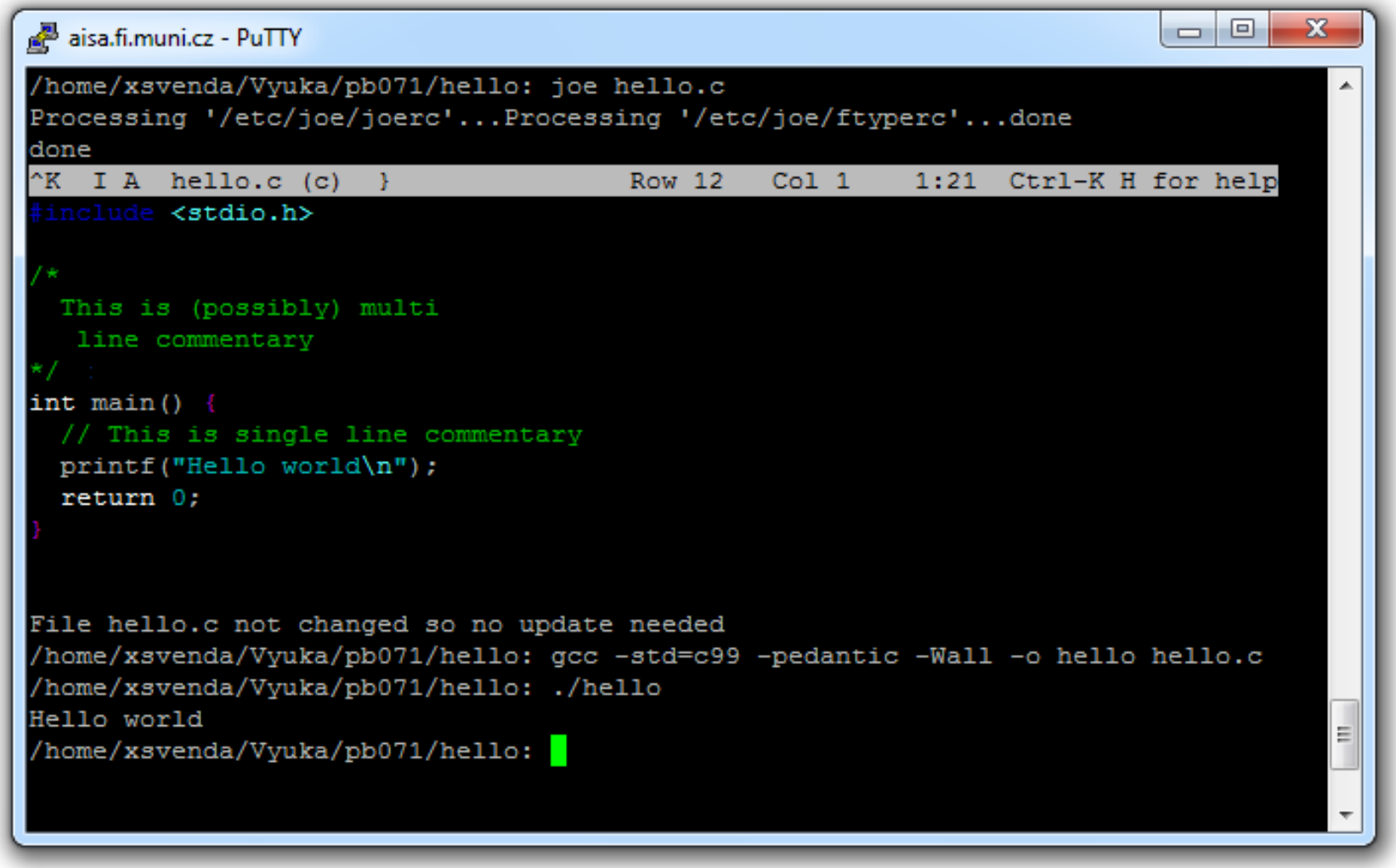
Hello World (na Aise) – Pokus 2 (pokr.)

- Kontrola shody vůči standardu
  - různé překladače mají různý stupeň podpory
  - několik verzí standardu, lze kontrolovat vůči konkrétní
- Přepínače překladače
  - *gcc hello.c (->a.out)*
    - *default -std=gnu99* (C99 + GNU rozšíření)
  - *gcc -std=c99 -pedantic -Wall -o hello hello.c*
    - povinné přepínače pro odevzdání úloh
    - *-o jméno* umožní specifikovat vlastní jméno pro přeložený program (namísto *a.out)*
  - *gcc -std=c99 -pedantic -Wall -Wextra -Werror -o hello hello.c*
    - dodatečné doporučené přepínače

dodatečné varování

varování interpretovat jako error

Hello World (na Aise) – Pokus 2 (pokr.)

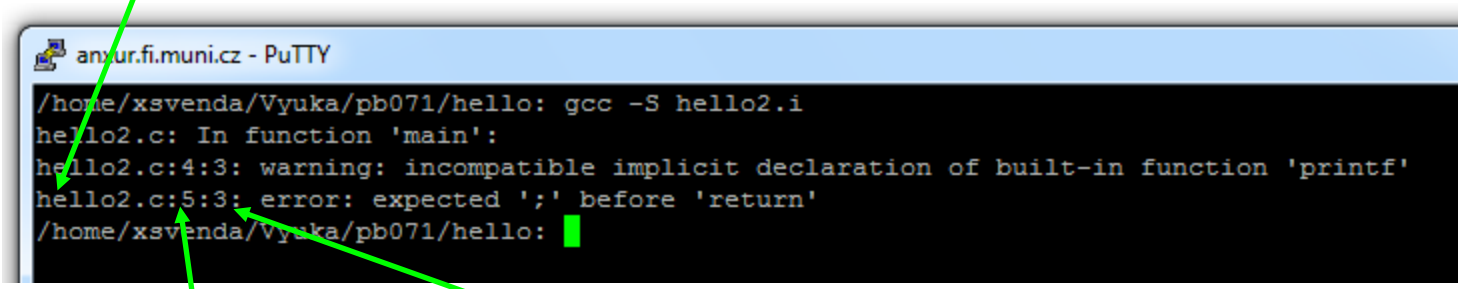


Jak na chyby (error) a varování (warnings)?

```
#define PRINT_MESSAGE "Hello World"

int main() {
   // print on stdout
   printf(PRINT_MESSAGE)
   return 0;
}
```

Jak na chyby (error)?

- Chyby bránící překladu (error)
  - pokud se vyskytnou, nelze program přeložit
  - je nutné v každém případě odstranit
- Začněte s odstraňováním první chyby
  - další mohou být způsobené tou první



soubor obsahující chybu [hello2.c]

řádek s chybou (v původním *.c souboru) [5]

sloupec s chybou [3]

Jak na chyby (error)? (pokr.)

- Porozumějte chybové hlášce
  - *error: expected ';' before 'return'*
  - v jednoduchých úvozovkách je text z našeho kódu
  - mimo uvozovky je text překladače (popis chyby)
- Google je náš programovací přítel
  - cut&paste chybovou hlášku
- Prozkoumejte v kódu i řádek o jedna výše
  - zapomenuté středníky, závorky apod. se detekují až u následujícího příkazu
- Opravte a přeložte znovu

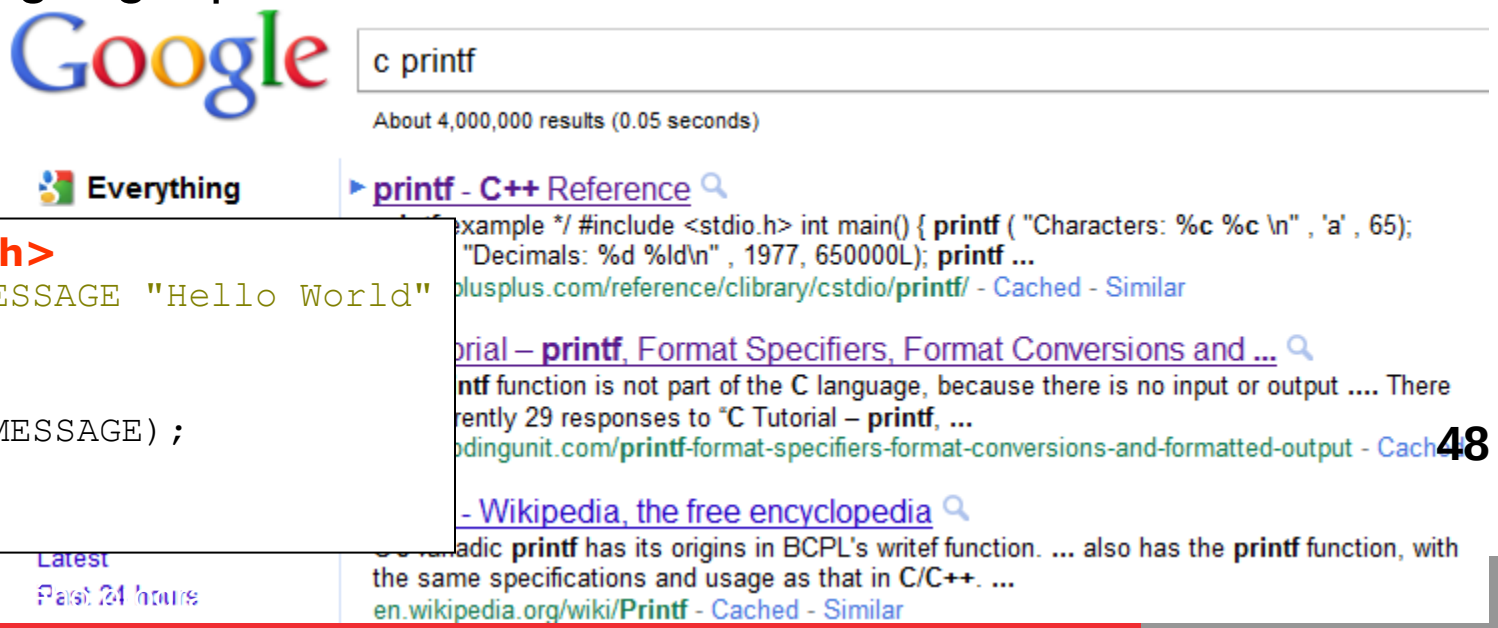
```
#define PRINT_MESSAGE "Hello World"

int main() {
  printf(PRINT_MESSAGE);
  return 0;
}
```

Jak na varování (warning)?

- Varování *nebrání* překladu programu
  - typicky ale upozorňují na reálný problém
  - může způsobovat problém při sestavení resp. při běhu
- Stejně jako u erroru máte soubor i řádek varování
  - vysvětlení hledejte přes Google
- Pravidlo 1: vždy kompilujte bez warnings
  - pokud se zobrazuje 100 varování, nevšimnete si 101
  - budou se vám lépe hledat errory ve výpisu
- Přepínač překladače –Werror
  - mění varování na error, program se nepřeloží
  - ztrácíte ale rozlišení varování vs. error

Jak na varování (warning)? (pokr.)

- `warning: incompatible implicit declaration of built-in function 'printf'`
  - implicitní deklarace je použití proměnné/funkce bez toho, aby překladač věděl, co je to za funkci
  - printf je funkce, která zde není deklarována
    - google printf → #include <stdio.h>




```c
#include <stdio.h>
#define PRINT_MESSAGE "Hello World"

int main() {
  printf(PRINT_MESSAGE);
  return 0;
}
```


Kahoot!

Kahoot!

- Připravte si notebook / telefon s připojením na net
  - **wlan_fi** → http://fadmin.fi.muni.cz/ (Aisa login / heslo)
  - **Eduroam** (učo@eduroam.muni.cz / sekundární heslo)
- Pokud nemáte, nevadí (připojte se k sousedovi)
- Budeme používat v průběhu celého semestru

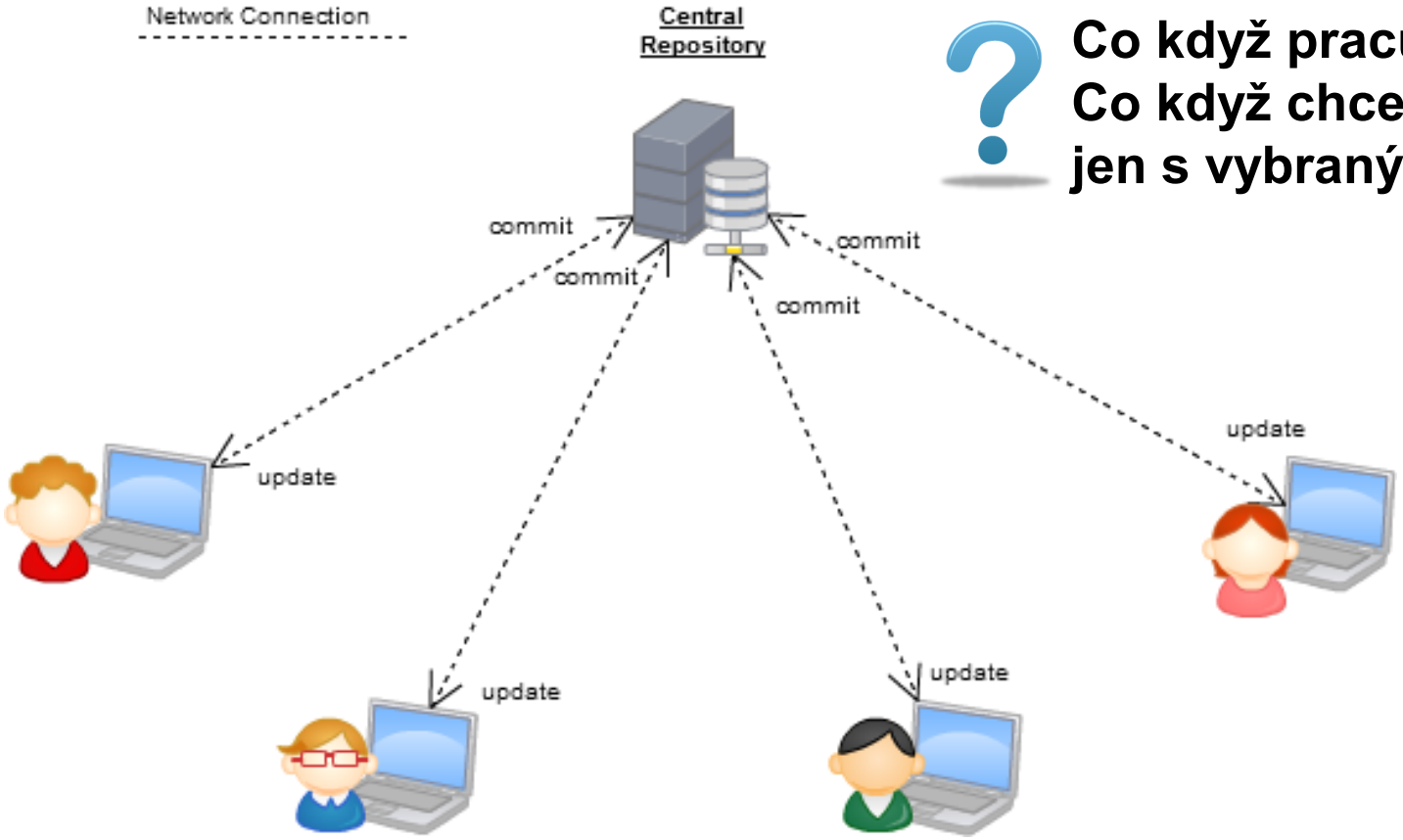
- Navštivte stránku https://kahoot.it a jdeme na to!
  - PB071 Prednaska 01 - Úvod C

PB071 Prednaska 01 - Úvod C

Historie, normy
Oblasti použití
Začínáme s C
Nástroje
Lehký průlet C

VERZOVÁNÍ KÓDU

Centrální repozitář (např. SVN)



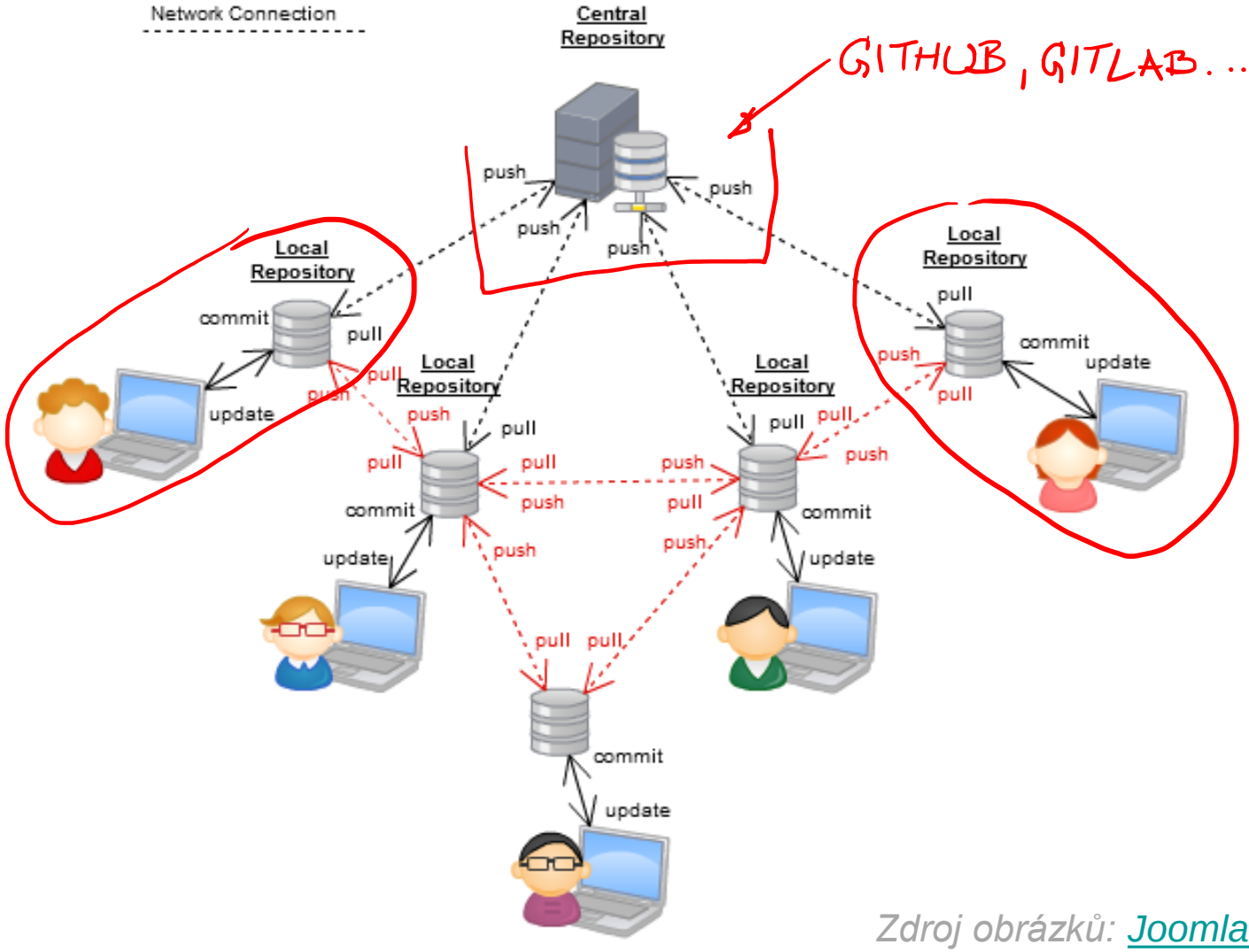
Co když pracujete offline?
Co když chcete spolupracovat jen s vybraným uživatelem?

Zdroj obrázků: Joomla's Documentation

5+1 důvodů proč verzovat (a používat git)

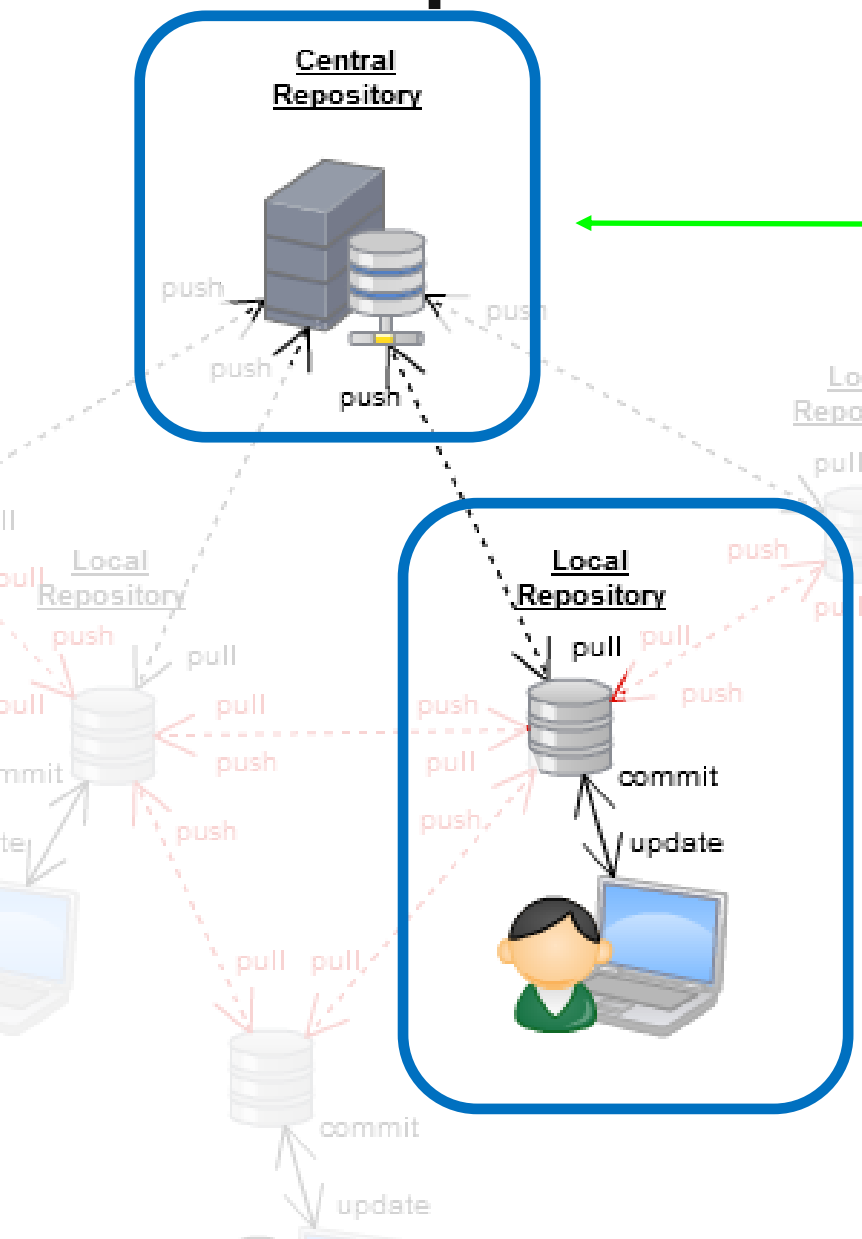
1. Co když si omylem smažu adresář s kódy?
   - Velice inteligentní záloha
2. Co když pracuji ze dvou a více strojů?
   - Inteligentní přenos a synchronizace kódů
3. Co když se potřebuji vrátit ke starší verzi kódů?
   - Proto, že fungovala nebo v ní zákazník našel chybu
4. Co když pracuji s dvěma a více lidmi?
   - Změny probíhají nad stejnou částí kódu
5. Co když spouštím složité analýzy a testy?
   - Kontinuální integrace na serveru přes noc

Lokální a centrální repozitář (např. git)



Zdroj obrázků: [Joomla's Documentation]

Situace pro PB071 (git, ale jeden uživatel)



Git repozitář
gitlab.fi.muni.cz

Váš počítač
- **lokální repozitář**
- **zdrojové kódy**

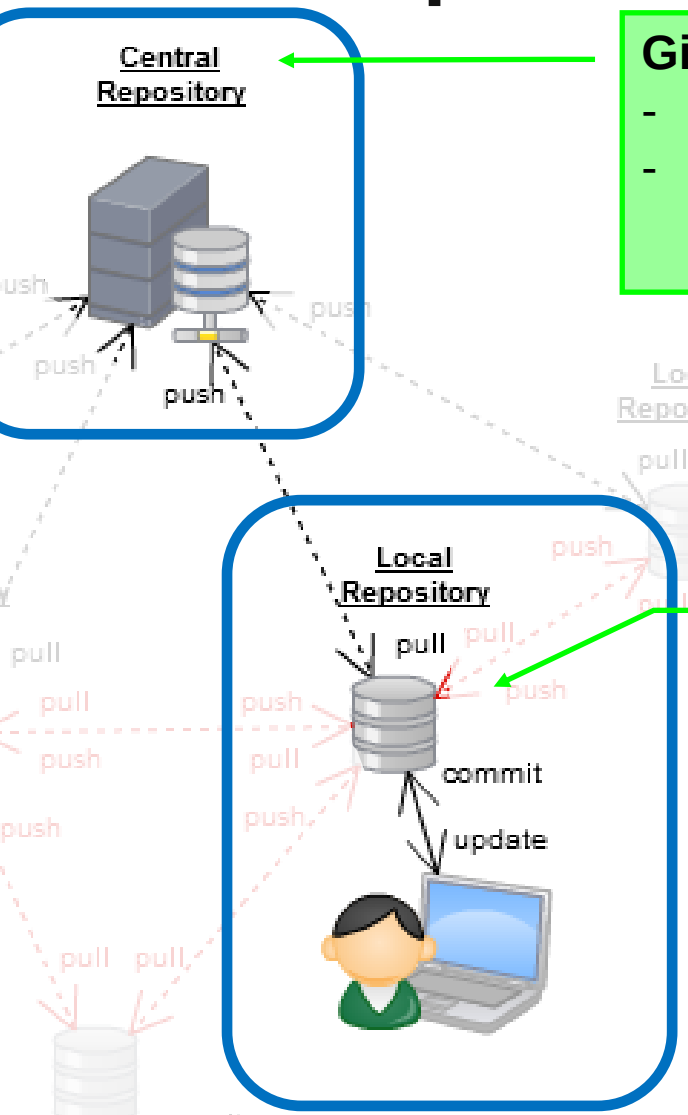
Využití fakultního GitLab serveru

- https://gitlab.fi.muni.cz/
- LDAP Username/password
  - Vaše přihlašovací údaje na aisu
- New project → Project name → Create project
- Command line instructions
- Domácí úkoly budou odevzdávány přes Git

```
git clone git@gitlab.fi.muni.cz:xsvenda/hello.git
cd hello
touch README.md
git add README.md
git commit -m "add README"
git push -u origin master
```

58

Situace pro PB071 (git, ale jeden uživatel)



Git repozitář
- Server gitlab.fi.muni.cz
- Repo vytvořeno přes webové rozhraní (návod na https://www.fi.muni.cz/pb071/tutorials/git/)

Váš počítač
- Otevřít příkazovou řádku ve vhodném adresáři
- Vytvořit lokální repozitář: `git clone xxx`
- Soubor README.md přidán do verzování: `git add README.md`
- Uložení změny v README.md do lokálního repozitáře: `git commit -m "zpráva"`
- Uložení změny z lokálního do centrálního repozitáře: `git push -u origin master`
- Stáhnutí změn z centrálního do lokálního repozitáře: `git pull`

Základy gitu - shrnutí

- `git clone` *cesta*
  - Vytvoří lokální repozitář svázaný s centrálním
  - Provádí se jednou pro daný stroj
- `git pull`
  - Stáhne nejnovější verze souborů z centrálního repozitáře do lokálního
  - Provádí se při přechodu na váš jiný pracovní stroj a nebo pokud někdo jiný modifikuje souboru v centrálním repozitáři
- `git add` *soubor*
  - Ne všechny soubory se verzují (*.obj, *.class…)
  - Provádí se jednou pro každý soubor, který chcete verzovat
- `git commit -m` *"description of code change"*
  - Vloží do lokálního repozitáře změny ve všech verzovaných souborech
  - Provádí se často po dokončení logického kusu kódu (několikrát denně)
- `git push -u origin` *master*
  - Vloží změny z lokálního repozitáře do centrálního do větve (branch) master
  - Typicky existují alespoň dvě větve: *master* (stabilní kód) a *devel* (aktuální vývoj)
  - Provádí se relativně často (např. každý den)

.gitignore

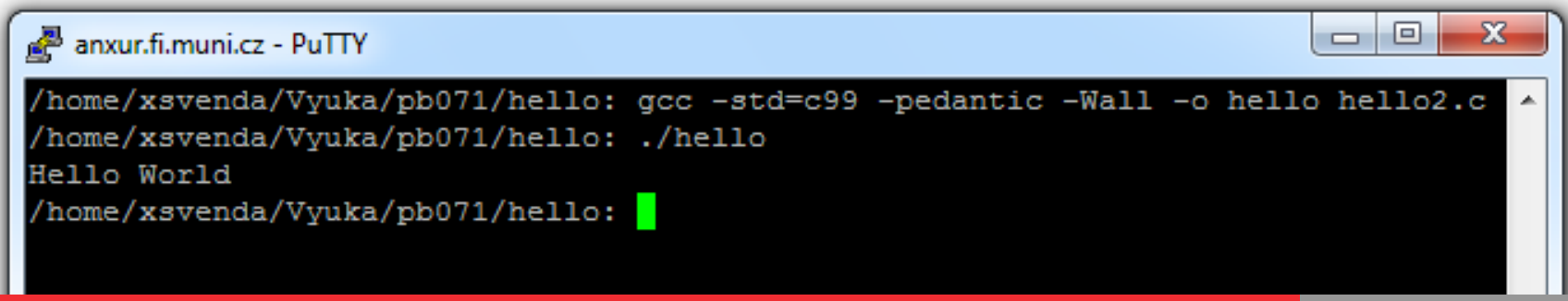
- Speciální soubor gitu ve vašem adresáři
- Specifikuje, které lokální soubory se nemají posílat do repositáře (mezivýsledky, videa...)
- U domácích úloh máme předpřipravený *.gitignore*
  - Automatická kontrola přítomnosti před odevzdáním

```
# Intermediate compilation files
*.o
# Resulting binary
*.exe
# Any other file(s)
dont_commit_this.txt
# Ignore whole directory
/pb071_Qt_4_7_4_for_Desktop_-_MinGW_4_4__Qt_SDK__Debug/
/pb071_Qt_*/
```

KOMPILACE NA AISE

Kompilace Aisa

- GNU GCC
  - přepínače (-c, -g,-Wall,-Wextra, -o …)
  - https://gcc.gnu.org/onlinedocs/gcc-4.5.1/gcc/Option-Summary.html
- Překlad přímo do výsledné binárky
  - gcc –std=c99 -pedantic -Wall -o hello hello.c
  - (mezivýsledky jsou smazány)
- Spuštění programu
  - ./hello



63

Překlad po částech

1. Preprocessing "gcc -E hello.c > hello.i"
   - rozvinutí maker, expanze include…
2. Kompilace "gcc -S hello.i" (lépe gcc --std=99 -S hello.i)
   - syntaktická kontrola kódu, typicky chybová hlášení
3. Sestavení "as hello.s -o hello.o"
   - assembly do strojového kódu
4. Linkování "gcc hello.o"
   - nahrazení relativních adres absolutními

Při běžném překladu proběhnou všechny kroky automaticky, nemusíme pouštět každý zvlášť

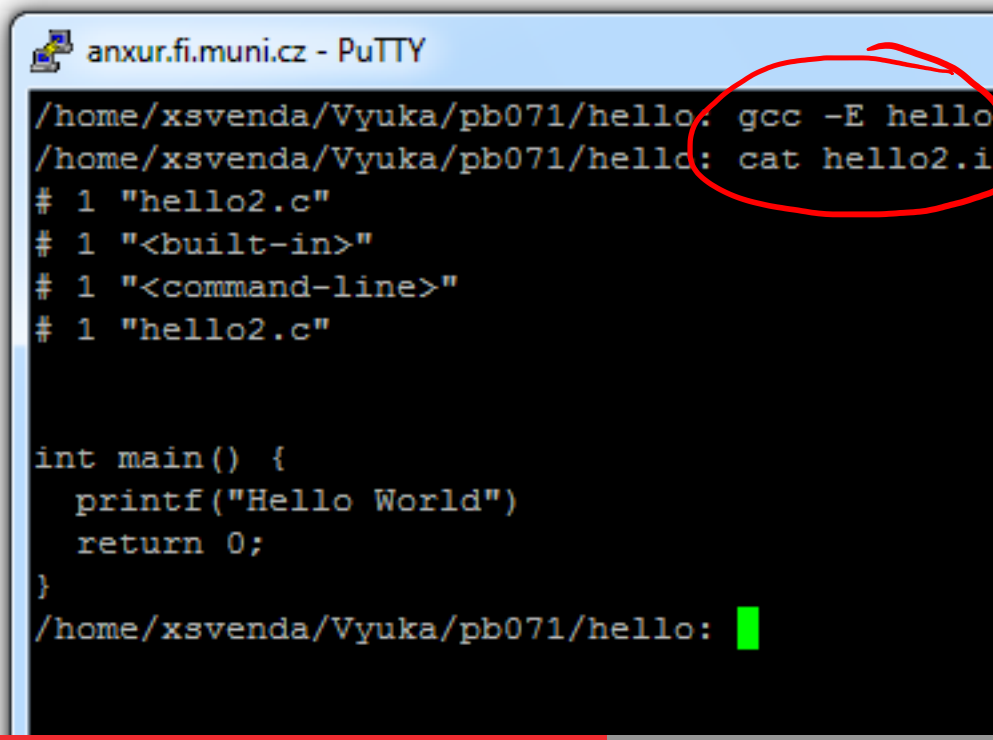
64

Překlad po částech - preprocessing

1. Preprocessing "gcc -E hello2.c > hello2.i"
   - rozvinutí maker, expanze #include
   - odstranění poznámek

hello2.c

```
#define PRINT_MESSAGE "Hello World"

int main() {
  // print on stdout
  printf(PRINT_MESSAGE)
  return 0;
}
```

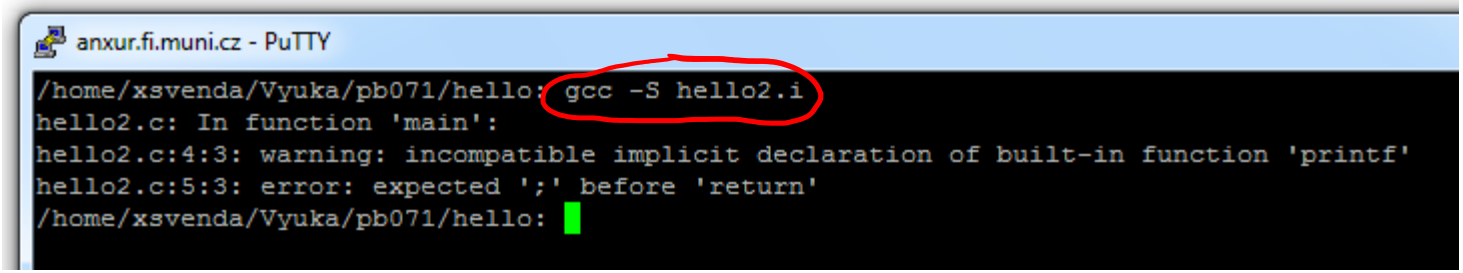


Překlad po částech - kompilace

2. Kompilace "gcc -S hello2.i“ (lépe gcc --std=99 -S hello.i)
   - překlad do assembleru, syntaktická kontrola kódu
   - zde nastává většina chybových hlášení a varování
   - vzniká soubor *.s (pokud nejsou chyby)

hello2.i

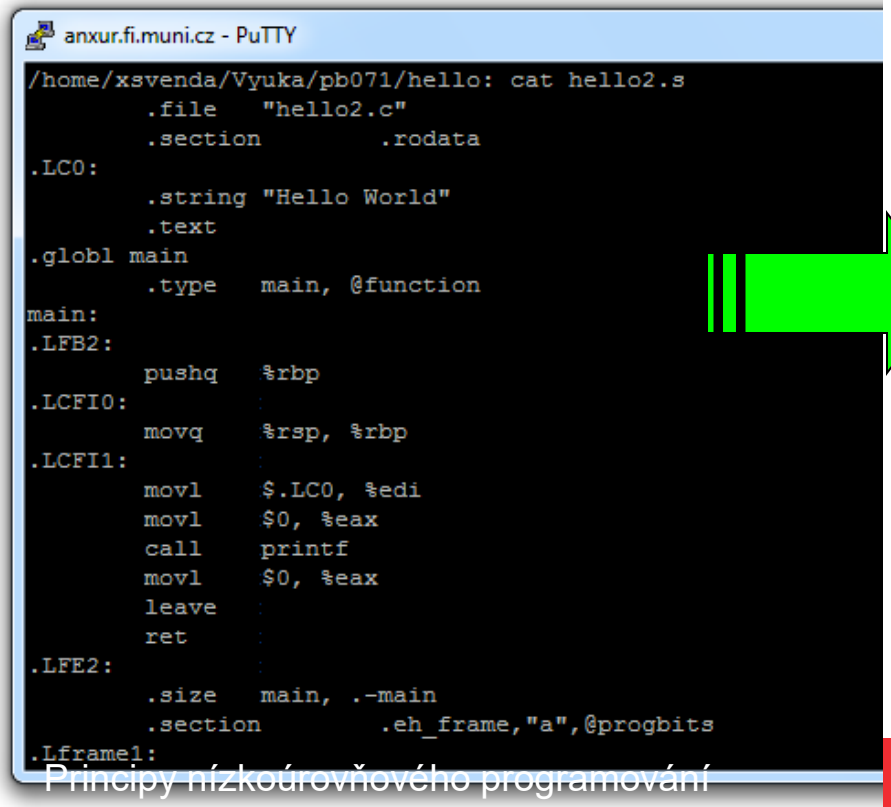
```
# 1 "hello2.c"
# 1 "<built-in>"
# 1 "<command line>"
# 1 "hello2.c"
int main() {
  printf("Hello World")
  return 0;
}
```



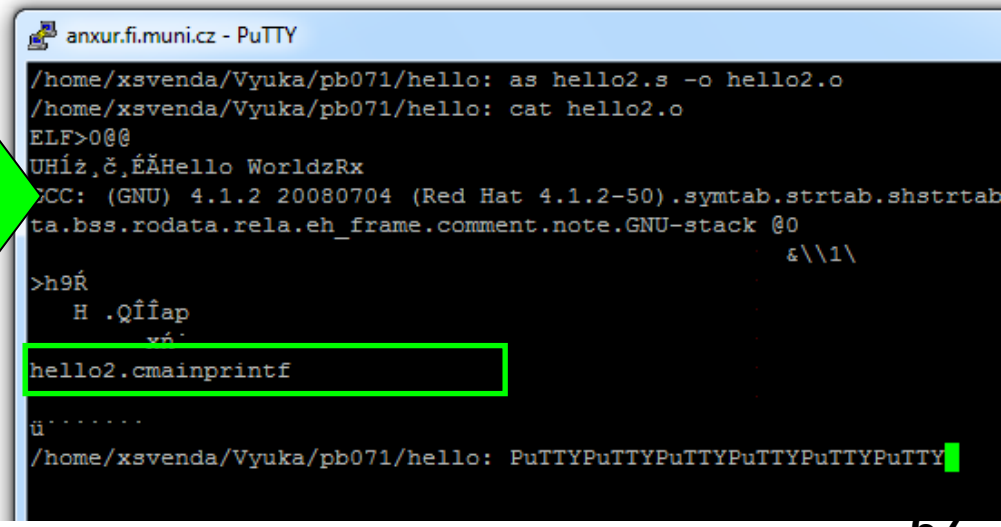
Překlad po částech – sestavení

3. Sestavení "as hello2.s -o hello2.o"
   - assembly do strojového kódu
   - zatím ještě relativní adresy funkcí apod.

hello2.s

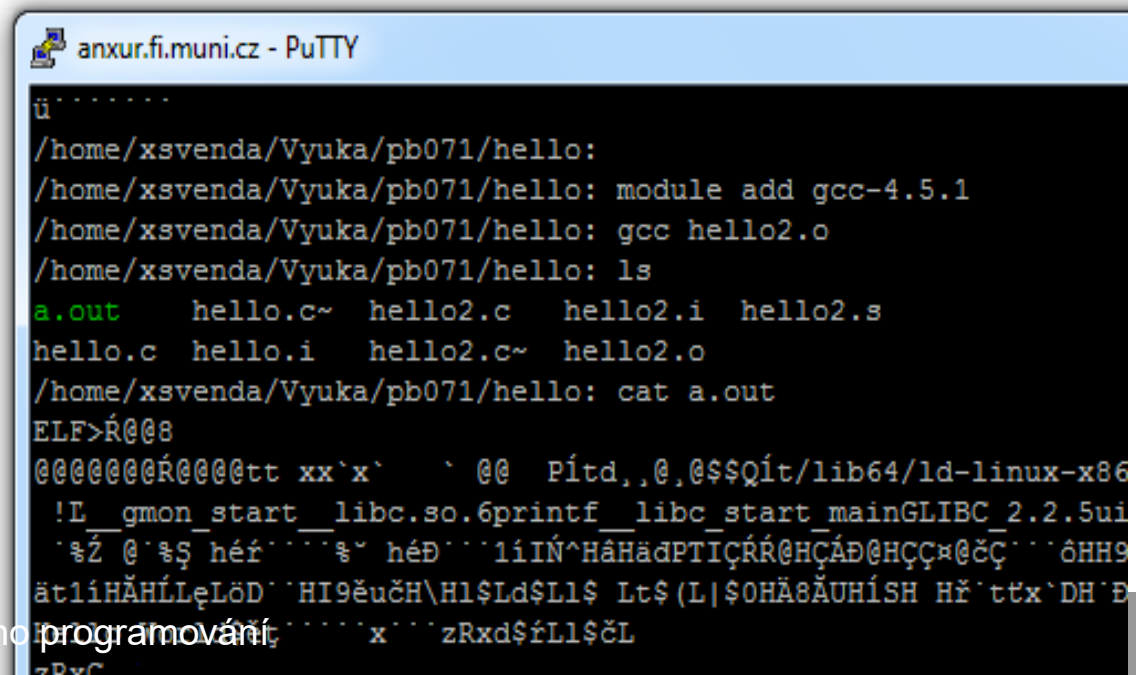


hello2.o



Překlad po částech – linkování

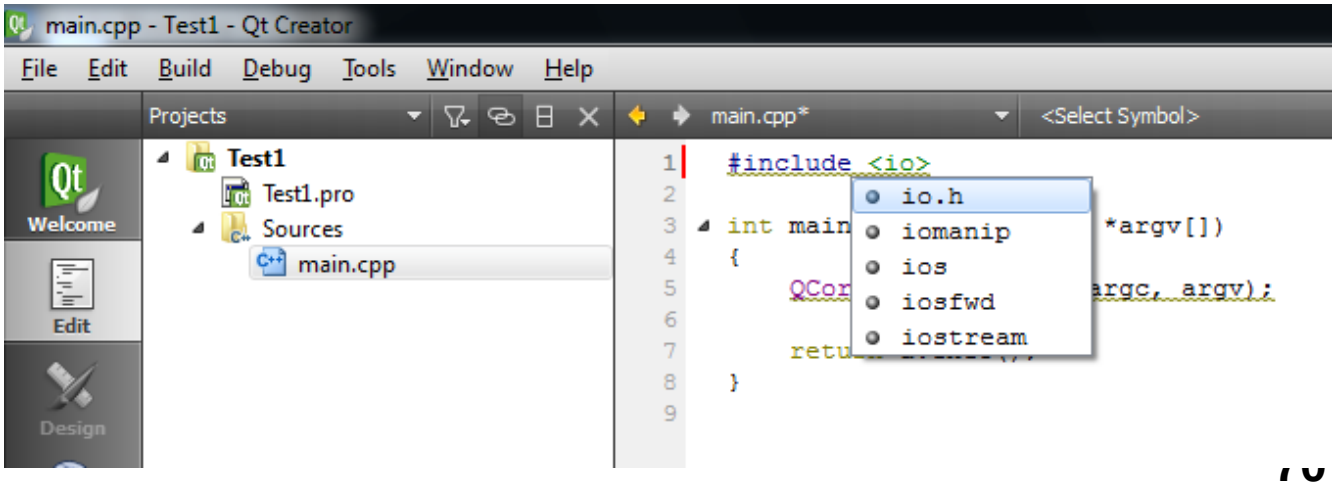
4. Linkování "gcc hello2.o"
   - nahrazení relativních adres absolutními
   - odstranění přebytečných textů apod.
   - objevují se chyby linkování
     - např. chybějící slíbená implementace funkce
   - získáme spustitelný program (možnost parametru `-o jméno`)



PB071 Prednaska 01 - Kompilace

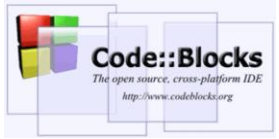
Editor

- Samostatný program (vim, nano, pico, joe…)
- Nebo integrovaný v IDE
  - všechny mají
  - zvýraznění syntaxe, lokalizace chyb, kontextová nápověda…
  - např. QT



Integrated Development Environment (IDE)

- Integrovaný soubor nástrojů pro podporu vývoje
  - typicky s grafickým rozhraním
  - Code::Blocks, Eclipse, Netbeans, Visual Studio, QT Creator, CLion a mnoho dalších
- Obsahuje typicky:
  - Způsob vytváření a kompilace celých projektů
  - Editor se zvýrazňováním syntaxe
  - WISIWIG GUI editor
  - Pokročilý debugger
  - Profilační a optimalizační nástroje
  - Podporu týmové spolupráce…



QT Creator

- IDE spustitelné na běžných OS (Windows, Linux, MacOS)
  - pokud ale ovládáte dobře jiné, klidně jej použijte
  - oproti Code::Blocks má příjemnější ovládání a lepší ladění
- POZOR: QT není jen IDE, ale i celé API
  - pro zajištění přenositelnosti nestandardizovaných operací poskytuje mezivrstvu QT API (Qxxx objekty)
  - (přenositelnost zdrojového, nikoli spustitelného kódu)
- QT API nebudeme využívat
  - budeme psát a překládat v čistém C
- Tutoriál na https://www.fi.muni.cz/pb071/tutorials/qt-creator/
- Stahujte na https://www.qt.io/download
  - open-source verze (existuje komerční varianta)

Doxygen

- Nástroj obdobný jako JavaDoc pro Javu
  - umožňuje generovat dokumentaci z poznámek přímo v kódu
  - speciální formát poznámek (více typů)
- Odevzdávané domácí úkoly musí dokumentaci obsahovat
- Tutoriál na https://www.fi.muni.cz/pb071/tutorials/doxygen/

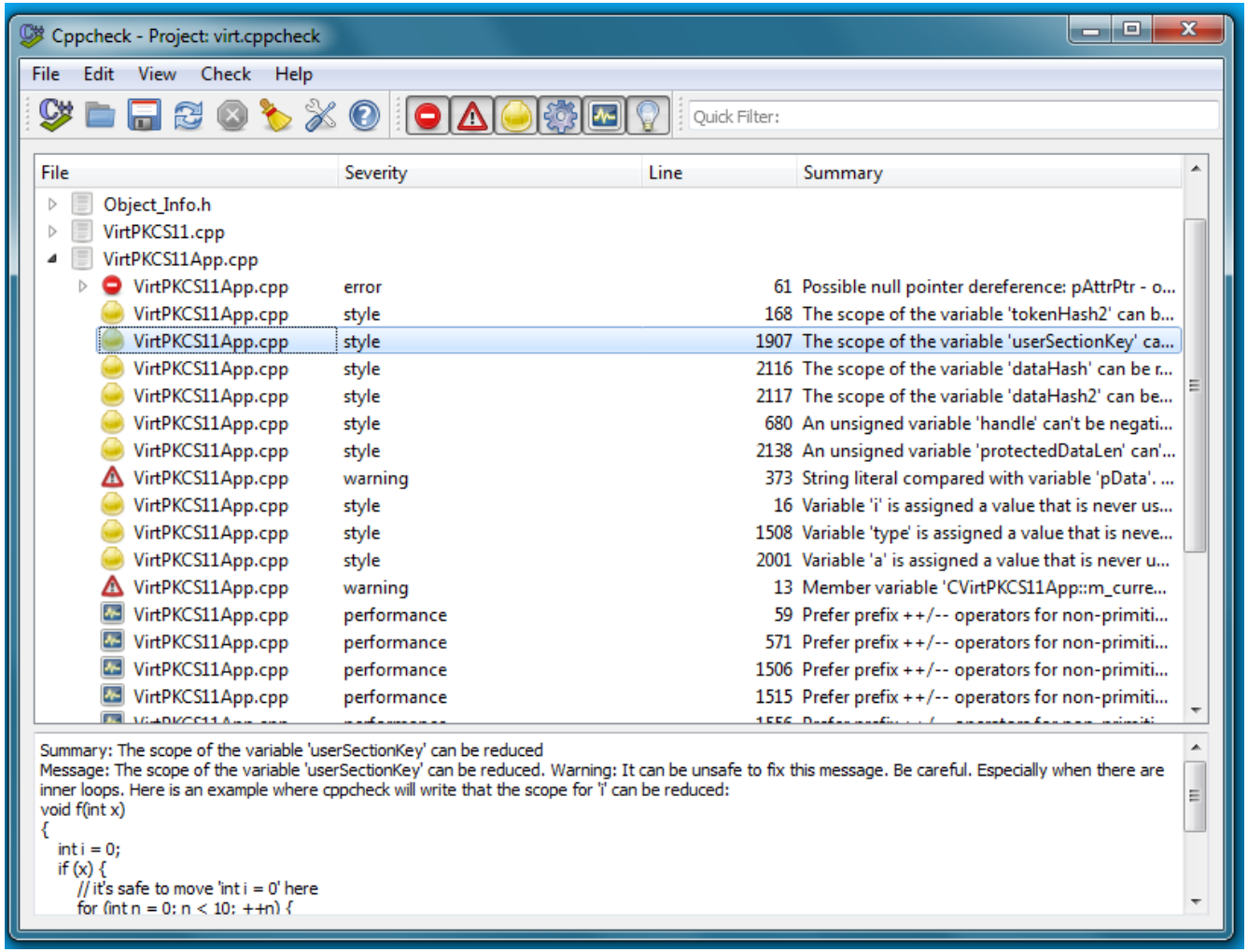
```
/**
 * Display sizes of basic data types
 *
 * @param arraySize   size of dynamically allocated array
 * @return            nothing
 */
void demoDataSizes(int arraySize) {
        #define          ARRAY_SIZE      100
        char     array[ARRAY_SIZE];       // Fixed size array

...
}
```

73

Cppcheck

- Nástroj pro statickou analýzu C/C++
  - Open-source freeware, http://cppcheck.sourceforge.net/
- Aktivně vyvíjen, poslední verze 1.86 (2018-12-08)
- Široce používaný nástroj
- Příkazová řádka i GUI
- Samostatně stojící verze, plugin do IDE, plugin do verzovacích nástrojů…
  - Code::Blocks, Codelite, Eclipse, Jenkins...
  - Tortoise SVN…
- Multiplatformní (Windows, Linux, iOS)
  - sudo apt-get install cppcheck

Cppcheck


Cppcheck - Project: virt.cppcheck
File Edit View Check Help
Quick Filter:
File Severity Line Summary
Object_Info.h
VirtPKCS11.cpp
VirtPKCS11App.cpp
VirtPKCS11App.cpp error 61 Possible null pointer dereference: pAttrPtr - o...
VirtPKCS11App.cpp style 168 The scope of the variable 'tokenHash2' can b...
VirtPKCS11App.cpp style 1907 The scope of the variable 'userSectionKey' ca...
VirtPKCS11App.cpp style 2116 The scope of the variable 'dataHash' can be r...
VirtPKCS11App.cpp style 2117 The scope of the variable 'dataHash2' can be...
VirtPKCS11App.cpp style 680 An unsigned variable 'handle' can't be negati...
VirtPKCS11App.cpp style 2138 An unsigned variable 'protectedDataLen' can'...
VirtPKCS11App.cpp warning 373 String literal compared with variable 'pData'. ...
VirtPKCS11App.cpp style 16 Variable 'i' is assigned a value that is never us...
VirtPKCS11App.cpp style 1508 Variable 'type' is assigned a value that is neve...
VirtPKCS11App.cpp style 2001 Variable 'a' is assigned a value that is never u...
VirtPKCS11App.cpp warning 13 Member variable 'CVirtPKCS11App::m_curre...
VirtPKCS11App.cpp performance 59 Prefer prefix ++/-- operators for non-primiti...
VirtPKCS11App.cpp performance 571 Prefer prefix ++/-- operators for non-primiti...
VirtPKCS11App.cpp performance 1506 Prefer prefix ++/-- operators for non-primiti...
VirtPKCS11App.cpp performance 1515 Prefer prefix ++/-- operators for non-primiti...
Summary: The scope of the variable 'userSectionKey' can be reduced
Message: The scope of the variable 'userSectionKey' can be reduced. Warning: It can be unsafe to fix this message. Be careful. Especially when there are inner loops. Here is an example where cppcheck will write that the scope for 'i' can be reduced:
void f(int x)
{
int i = 0;
if (x) {
// it's safe to move 'int i = 0' here
for (int n = 0; n < 10; ++n) {

Shrnutí

- Organizační – vše na https://www.fi.muni.cz/pb071
- Hlavním cílem předmětu je programovat a nadchnout
- Používejte nástroje (default QT Creator, git)
- Domácí úkoly zadávány/probírány na cvičeních
  - odevzdání na Aise
- Nebojte se zeptat!
  - přednáška, cvičení, poradci, konzultačky...

Join at
slido.com
#pb071_2022

- **Pokud budete mít během poslechu přednášky dotaz, tak jej vložte na slido.com (#pb071_2022)**
- **Společně projedeme dotazy každé pondělí v 13:00 hodin na online Q&A (odkaz v rozvrhu ISu)**

Historie, normy
Oblasti použití
Začínáme s C
Nástroje
Lehký průlet C

F2C – demo (K&R)

- Převod stupňů Fahrenheita na stupně Celsia
  - celsius = 5 / 9 * (fahr - 32);

```
#include <stdio.h>

int main(void) {
        int fahr = 0          // promenna pro stupne fahrenheita
        int celsius = 0;      // promenna pro stupne celsia
        int dolni = 0;        // pocatecni mez tabulky
        int horni = 300;      // horni mez
        int krok = 20;        // krok ve stupnich tabulky

        fahr := dolni;
        while (fahr <= horni) {
                celsius = 5 / 9 * (fahr - 32);
                // vypise prevod pro konkretni hodnotu fahrenheita
                printf("%d \t %d \n", fahr, celsius);
                fahr = fahr + krok;
        }
        return 0;
}
```

Nelze zkompilovat a další problémy

F2C – demo (problémy)

1. Problém s překladem
2. Problém s celočíselným dělením, implicitní konverze datových typů
3. Výpis proměnných na více číslic
4. Konstanty jako reálná čísla
5. Proměnné jako reálná čísla
6. Výpis proměnných na více desetinných míst
7. Využití příkazu for
8. Symbolické konstanty
9. Samostatná funkce na výpočet převodu

F2C – demo (upraveno)

```c
#include <stdio.h>
#define F2C_RATIO (5.0 / 9.0)

// samostatná funkce pro vypocet prevodu
float f2c(float fahr) {
        return F2C_RATIO * (fahr - 32);
}

int main(void) {
        int fahr = 0;           // promenna pro stupne fahrenheita
        float celsius = 0;      // promenna pro stupne celsia
        int dolni = 0;          // pocatecni mez tabulky
        int horni = 300;        // horni mez
        int krok = 20;          // krok ve stupnich tabulky

        for (fahr = dolni; fahr <= horni; fahr += krok) {
                celsius = f2c(fahr);
                // vypise prevod pro konkretni hodnotu fahrenheita
                printf("%3d \t %6.2f \n", fahr, celsius);
        }
        return 0;
}
```

F2C – se vstupem od uživatele

```c
#include <stdio.h>
#define F2C_RATIO (5.0 / 9.0)
int main(void) {
        int fahr = 0;           // promenna pro stupne fahrenheita
        float celsius = 0;      // promenna pro stupne celsia
        int dolni = 0;          // pocatecni mez tabulky
        int horni = 300;        // horni mez
        int krok = 20;          // krok ve stupnich tabulky

        // vypiseme vyzvu na standardni vystup
        printf("Zadejte pocatecni hodnotu: ");
        // precteme jedno cele cislo ze standardniho vstupu
        scanf("%d", &dolni);

        for (fahr = dolni; fahr <= horni; fahr += krok) {
                celsius = F2C_RATIO * (fahr - 32);
                // vypise prevod pro konkretni hodnotu fahrenheita
                printf("%3d \t %6.2f \n", fahr, celsius);
        }
        return 0;
}
```

Co si můžete hned doma vyzkoušet

- Připojte se na Aisu a zkuste kompilaci s gcc
- Nainstalujte QT Creator, zkuste si vytvořit projekt
- Pohrajte si s git
  - založte si git repozitář na gitlab.fi.muni.cz
- Naladťe si http://www.se-radio.net/ ☺