

Procedurální programování

Jan Faigl

Katedra počítačů

Fakulta elektrotechnická

České vysoké učení technické v Praze

Přednáška 01

B0B36PRP – Procedurální programování

Přehled témat

- Část 1 – Organizace předmětu
 - Cíle předmětu
 - Prostředky dosažení cílů PRP
 - Hodnocení předmětu a zkouška
- Část 2 – Zadání 1. domácího úkolu (HW00)
- Část 3 – Programování v C
 - První program
 - Příklad použití základní konceptů programování

S. G. Kochan: kapitoly 2, 3

Část I

Organizace předmětu

Předmět a přednášející

B0B36PRP – Procedurální programování

- Webové stránky předmětu

<https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/b0b36prp>

- Odevzdávání domácích úkolů

<https://cw.felk.cvut.cz/upload>

- Přednášející:

- doc. Ing. **Jan Faigl**, Ph.D.



- Katedra počítačů – <http://cs.fel.cvut.cz>

- Centrum umělé inteligence – Artificial Intelligence Center (AIC)

<http://aic.fel.cvut.cz>

- Centrum robotiky a autonomních systémů

Center for Robotics and Autonomous Systems – CRAS

<http://robotics.fel.cvut.cz>

- Laboratoř výpočetní robotiky (Computational Robotics Laboratory)

<http://comrob.fel.cvut.cz>

Cíle předmětu

- **Osvojit si** pohled na výpočetní prostředky jako „*počítačový vědec*“ a naučit se je efektivně používat *Computer scientist*
 - Formulovat problém a jeho řešení počítačovým programem
 - Získat povědomí jaké problémy lze výpočetně řešit
- **Získat zkušenost** s programováním *získání vlastní zkušenosti*
 - Programování v C *cvičení, domácí úkoly, zkouška*
- **Osvojit si** schopnost číst, psát a porozumět malým programům
- **Získat** programovací návyky jak psát
 - srozumitelné a přehledné zdrojové kódy;
 - opakovaně použitelné programy.

Výuka programování

„*Separating Programming Sheep from Non-Programming Goats*“

[http://blog.codinghorror.com/
separating-programming-sheep-from-non-programming-goats](http://blog.codinghorror.com/separating-programming-sheep-from-non-programming-goats)
<http://www.eis.mdx.ac.uk/research/PhDArea/saeed/paper1.pdf>

- Efektivní metody výuky programování se hledají již od dob prvních počítačů
tj. přes více než 50 let
- Přesto se zdá, že je každý základní kurz programování obtížný a 30% až 60% studentů jej na poprvé nezvládne
V PRP očekáváme průchodnost výrazně vyšší.
- Základní koncept je pochopení principu přiřazení hodnoty proměnné

Test pochopení principu přiřazení

- Zápis programu pro přiřazení hodnot do proměnných a a b a následné přiřazení proměnné b do a .

Přiřazení hodnoty proměnné

```
1  int a = 10;  
2  int b = 20;  
3  
4  a = b;
```

- Jaké jsou hodnoty proměnných a a b ?

a. $a = 20, b = 0$

f. $a = 30, b = 0$

b. $a = 20, b = 20$

g. $a = 10, b = 30$

c. $a = 0, b = 10$

h. $a = 0, b = 30$

d. $a = 10, b = 10$

i. $a = 10, b = 20$

e. $a = 30, b = 20$

j. $a = 20, b = 10$

Uživatelé počítačů

„Uživatel“

- Spouštěč programů
- Zadává vstup
Píše, kliká, dotýká se
- Čeká na výstup
- Čte výstup

- Relativně omezená množina vstupů
Pouze to co je dovoleno
- Omezen povrchovou znalostí
Toho co je mu dovoleno vidět

„Programátor“

- Spouští programy
- Dává počítači příkazy
Řadí je do posloupnosti
- Vytváří nové programy
- Kombinuje příkazy

- Rozmanitější možnosti použití
Omezen pouze limity počítače
- **Chápe a rozumí principům**
Rychle se učí nové technologie!

Způsob reprezentace znalostí

- Z hlediska výpočtu můžeme rozlišit dva základní typy znalostí

Způsoby popisu problému

Deklarativní

- Tvrzení popisující stav
- Axiomatické
- Umožňuje jednoduše ověřovat (testovat) pravdivost tvrzení
- Neposkytuje návod jak hodnotu vypočítat

Příklad:

$$\sqrt{x} = y, y^2 = x, x \geq 0, y \geq 0$$

Imperativní

- Popis jak něco vypočítat
- Posloupnost výpočtu
- Test jak ovlivnit průběh výpočtu

Příklad:

1. If $y^2 \approx x$

2. Then

return y

3. Else

$$y \leftarrow \frac{y + \frac{x}{y}}{2}$$

Go to Step 1

Program je „recept“

- Program je „recept“ – posloupnost kroků (výpočtů) popisující průběh řešení problému
- Programování je schopnost samostatně
 - tvořit programy
 - dekomponovat úlohy na menší celky
 - sestavovat z dílčích částí větší programy řešící komplexní úlohu

B0B36PRP – je příležitostí, jak se těmto schopnostem naučit

Organizace a hodnocení předmětu

- B0B36PRP – Procedurální programování
- Rozsah: 2p+2c; Zkončení: Z,ZK; Kredity: 6;

Z – zápočet, ZK – zkouška

- Průběžná práce v semestru – domácí úkoly a test
- Implementační a případně ústní zkouška

Schopnost samostatné práce na počítačích v učebnách

- Docházka na cvičení a odevzdání domácích úloh

*Samostatná práce
Pro osvojení si základních návyků používání počítačů v učebně a řešení
programovacích úloh*

- „Alternativní“ absolvování předmětu pro velmi zkušené

Předmět A4B36ACM

Zdroje a literatura

■ Knihy (učebnice)

„Programming in C“ (Kochan, 2014) nebo „Učebnice jazyka C“ (Herout, 2015)



Programming in C, 4th Edition,
Stephen G. Kochan, Addison-Wesley, 2014,
ISBN 978-0321776419



Základní učební text



C Programming: A Modern Approach, 2nd
Edition, *K. N. King*, W. W. Norton & Company,
2008, ISBN 860-1406428577



-
- Přednášky – podpora učebního textu, slidy, poznámky a především **vlastní poznámky**

Součástí přednášek jsou také zdrojové kódy s příklady!

- Cvičení – získání praktických dovedností řešením domácích úkolů a dalších úloh

programovat, programovat, programovat

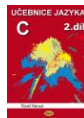
Další učebnice jazyka C



The C Programming Language, 2nd Edition (ANSI C) , *Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie*, Prentice Hall, 1988 (1st edition – 1978)



Učebnice jazyka C – 2. díl, IV. vydání, *Pavel Herout*, KOPP, 2008, ISBN 978-80-7232-367-8



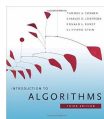
21st Century C: C Tips from the New School, *Ben Klemens*, O'Reilly Media, 2012, ISBN 978-1449327149



Další zdroje



Introduction to Algorithms, 3rd Edition, *Cormen, Leiserson, Rivest, and Stein*, The MIT Press, 2009, ISBN 978-0262033848



Algorithms, 4th Edition, *Robert Sedgwick, Kevin Wayne*, Addison-Wesley, 2011, ISBN 978-0321573513



The C++ Programming Language, 4th Edition (C++11), *Bjarne Stroustrup*, Addison-Wesley, 2013, ISBN 978-0321563842



Přednášky – zimní semestr (ZS) akademického roku 2018/2019

- Harmonogram akademického roku 2018/2019

<http://www.fel.cvut.cz/cz/education/harmonogram1819.html>

- Přednášky:
 - Dejvice, místnost T2:D3-309, středa, 16:15–17:45
- 14 výukových týdnů

14 přednášek

Cvičící

- Ing. Miloš Prágr



- Ing. Rudolf Jakub Szadkowski



- Bc. Jan Bayer



- Bc. Jindřiška Deckerová
Konzultační cvičení v pátek



- Ing. Martin Mudroch, Ph.D.



- RNDr. Ladislav Serédi



- Ing. Petr Váňa
BRUTE



- Bc. Jakub Marek
Konzultační cvičení v pátek



Řešení problémů související s PRP

- Obracejte se na svého cvičícího dle cvičení, na které chodíte (jste přihlášení)
- Komunikovat můžete elektronickou poštou (e-mail)
 - Pište ze své **fakultní adresy** (odesílatel)
 - **Do předmětu zprávy uvádějte zkratku předmětu PRP**
 - Kopii zprávy (Cc) posílejte též příslušnému vedoucímu cvičení (dle studijního programu)
 - V případě zásadních problémů (např. týkajících se zápočtu) uvádějte do Cc též přednášejícího

Počítačové laboratoře

- Síťové bootování a síťové domovské adresáře (NFS v4)
- Vývoj v C: *Přenos a synchronizace souborů – ownCloud, SSH, FTP, USB*
 - Překladače **gcc** a **clang** – <https://gcc.gnu.org> a <http://clang.llvm.org>
 - Sestavení projektu nástrojem **make** (GNU make)
Ukážeme si později na přednáškách a cvičení
 - Textový editor – gedit, atom, **sublime**, **vim**, **sublime**
<https://atom.io/>, <http://www.sublimetext.com/>
<http://www.root.cz/clanky/textovy-editor-vim-jako-ide>
- Pokud už programovat umíte (alespoň trochu), investuje čas efektivní práce s textovým editorem, např. **vim**
- C/C++ vývojová prostředí – **WARNING: Do Not Use An IDE**
<http://c.learnthethehardway.org/book/ex0.html>
 - Geany – <https://www.geany.org/>
 - Code::Blocks, CodeLite
<http://www.codeblocks.org>, <http://codelite.org>
 - NetBeans 8.0 (C/C++), Eclipse-CDT
 - CLion – <https://www.jetbrains.com/clion>
- Odevzdávání domácích úkolů BRUTE <https://cw.felk.cvut.cz/upload>

Služby akademické sítě – FEL, ČVUT

- <http://www.fel.cvut.cz/cz/user-info/index.html>
- Diskové úložiště ownCloud – <https://owncloud.cesnet.cz>
- Zasílání velkých souborů – <https://filesender.cesnet.cz>
- Rozvrh a termíny – FEL Portal – <https://portal.fel.cvut.cz>
- FEL Google Account – autentizovaný přístup do Google Apps for Education
Více viz <http://google-apps.fel.cvut.cz/>
- Gitlab FEL – <https://gitlab.fel.cvut.cz/>
- Přístup k informačním zdrojům (IEEE Xplore, ACM, Science Direct, Springer Link) <https://dialog.cvut.cz>
- Akademické a kampusové licence <https://download.cvut.cz>
- Národní Gridová Infrastruktura MetaCentrum
<http://www.metacentrum.cz/cs/index.html>

Domácí úkoly a další úlohy

- Samostatná práce s cílem osvojit si praktické zkušenosti
- Jednotné zadání na přednášce a jednotný termín odevzdání
- Odevzdání domácích úkolů prostřednictvím Upload system

<https://cw.felk.cvut.cz/upload>

- Nahrání (upload) archivu s nezbytnými zdrojovými soubory
- Ověření správnosti implementace automatickými testy
- Penalizace za překročení počtu uploadů

Odevzdávejte funkční kódy, nikoliv „pouze“ kódy, které projdou testy

- Detekce plagiátů

Cílem řešení úkolů je získat vlastní zkušenost

- Úkoly jsou jednoduché a navrhované tak, aby byly stihnutelné
- Klíčem k úspěšnému dokončení předmětu je samostatná práce a osvojení si technik a znalostí

Průběžná práce a řešení úkolů

- Pokud něčemu nerozumíte, **ptejte se!**

Pokud chybujete, tak se učíte, pokud nechybujete, tak už to umíte!

Přehled domácích úkolů

- Domácí úkoly s povinným, **volitelným**, případně bonusovým zadáním

<https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/b0b36prp/hw/start>

0. HW 00 - První program
 1. HW 01 - Načítání vstupu, výpočet a výstup
 2. HW 02 - První cyklus
 3. HW 03 - Kreslení (ASCII art)
 4. HW 04 - Prvočíselný rozklad
 5. HW 05 - Maticové počty
 6. HW 06 - Caesarova šifra
 7. HW 07 - Hledání textu v souborech
 8. HW 08 - Kruhová fronta v poli
 9. HW 09 - Načítání a ukládání grafu
 10. HW 10 - Integrace načítání grafu a prioritní fronta v úloze hledání nejkratších cest
HW 09 + 12. přednáška, soutěž na extra body
- Podmínkou zápočtu je úspěšné odevzdání všech domácích úkolů
 - **Odevzdání volitelného zadání je doporučeno** (není částečné odevzdání)
Celkové body za povinné zadání **25b**, volitelné zadání **20b**, bonusové **10b+**

Odevzdávámí domácích úkolů – BRUTE

- **BRUTE** – Bundle for Reservation, Uploading, Testing and Evaluation
 - Formální kontrola – kompilace programu
 - Testování funkčnosti a správnosti – kontrola výstupu pro daný vstup
 - Veřejné vstupy a odpovídající výstupy / neveřejné vstupy
 - Před uploadem programu si program otestujete sami
 - S využitím dostupných vstupů a výstupů
 - Vytvoření vlastních vstupů a laděním programu
 - Vytvoření vstupů přiloženým generátorem vstupů
 - Ověření výstupu přiloženým testovacím nebo referenčním programem
- Porozumění kódu a kontrola možných stavů
 - Pro každý řádek byste měli být schopni odpovědět proč tam je a co dělá
 - Pro každou funkci nebo načtení vstupu od uživatele analyzujte možné vstupní hodnoty nebo návratové hodnoty funkcí
 - Pokud je z hlediska funkčnosti vstup nebo návratová hodnota zásadní, proveďte kontrolu vstupu a/nebo příslušnou akci, např. vypnutí hlášení a ukončení programu

Např. očekávaný vstup je číslo a uživatel zadá něco jiného.

Hodnocení předmětu

Zdroj bodů	Maximum bodů	Přípustné minimum bodů
Domácí úkoly	45	-
Bonusové úkoly	10 ⁺	-
Test v semestru	5	-
Písemný zkouškový test	20	10
Implementační zkouška	20	10
Ústní zkouška	-	-
Součet	100 ⁺ bodů	

- **Zápočet:** nejméně 30 bodů ze semestru a odevzdáné všechny domácí úkoly a to **nejpozději do 12.1.2019 ve 23:59 CET!**
- Předmět lze úspěšně ukončit **zápočtem** a **zkouškou**
- Test a písemná zkouška – krátké stručné odpovědi prokazující porozumění problematice <https://cw.fel.cvut.cz/b181/courses/b0b36prp/resources/test>
- **Implementační zkouška** – prokázání samostatně porozumět a napsat krátký program – <https://cw.fel.cvut.cz/b181/courses/b0b36prp/resources/exam>

Klasifikace předmětu

Klasifikace	Bodové rozmezí	Hodnocení	Slovní hodnocení
A	≥ 90	1	výborně
B	80–89	1,5	velmi dobře
C	70–79	2	dobře
D	60–69	2,5	uspokojivě
E	50–59	3	dostatečně
F	< 50	4	nedostatečně

- Včasné odevzdáním všech domácích úkolů s povinným a **volitelným** zadáním (45 bodů)
- Bonusová úloha a bonusové odevzdání HW10 (5 bodů)
- Test v semestru (5 bodů)
- Písemná zkouška (20 bodů) 15 a více bodů je velmi slušný výsledek
- Implementační zkouška (20 bodů)
- **95 bodů** a více (A – výborně), **76 bodů** (C – dobře) – (20% ztrata)
- Body jsou indikátorem průběžných výsledků

Zkouška může známku zlepšit, ale také v případě zásadní neznalosti zhoršit

Přehled přednášek

- 01 - Informace o předmětu, Procedurální programování
- 02 - Základy programování v C *S. G. Kochan: kapitoly 2 a 3*
- 03 - Zápis programu v C a základní řídicí struktury *S. G. Kochan: kapitoly 3, 4, 5 a část 6*
- 04 - Řídicí struktury, výrazy a funkce *S. G. Kochan: kapitoly 4, 5, 6 a 12*
- 05 - Pole, ukazatel, textový řetězec, vstup a výstup programu *S. G. Kochan: kapitoly 7, 10 a 11*
- 06 - Ukazatele, paměťové třídy a volání funkcí *S. G. Kochan: kapitoly 8 a 11*
- 07 - Struktury a uniony, přesnost výpočtů a vnitřní reprezentace číselných typů *S. G. Kochan: kapitoly 9, 14, 17 a Appendix B*
- 08 - Standardní knihovny C. Rekurze. (**Základní vlastnosti jazyka C probrány.**)
- 09 - Spojové struktury *S. G. Kochan: kapitola 16 a Appendix B*
- 10 - Stromy
- 11 - Abstraktní datový typ (ADT) - zásobník, fronta, prioritní fronta
- 12 - Prioritní fronta, halda. Příklad použití při hledání nejkratší cesty v grafu
- 13 - [Rezerva](#)
- 14 - Přednáška na vyzvané téma např. *Systémy pro správu verzí* nebo *C vs C++*

Přednáška nemusí být prezentace slidů – je očekávána interakce, řešení dotazů a diskuse problematický a náročnějších částí

Podklady k přednášce jsou k dispozici před přednáškou podobně jako učebnice

Část II

Část 2 – Zadání 0. domácího úkolu (HW00)

Zadání 0. domácího úkolu HW00

Téma: První program

Povinné zadání: **1b**; Volitelné zadání: *není*; Bonusové zadání: *není*

- **Motivace:** Seznámení se s odevzdávacím systémem BRUTE
- **Cíl:** Osvojit si kompilaci a odevzdávání domácích úkolů
- **Zadání:** <https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/b0b36prp/hw/hw00>
 - Napište program, který vytiskne na obrazovku text Hello PRP! zakončený znakem nového řádku `\n`
- **Termín odevzdání:** **13.10.2018, 23:59:59 PDT**

PDT – Pacific Daylight Time

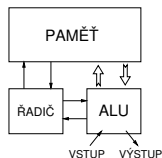
Část III

Část 3 – Programování v C

Počítač „počítá“, tedy pracuje s čísly

- Výpočet je realizován *aritmeticko-logickou jednotkou (ALU)*
- Číselné hodnoty jsou uloženy v paměti počítače
- Předpis jak a co počítat je zapsán programem

Opět jako posloupnost číselných hodnot se specifickým významem



- Základní jednotkou uložení informace v paměti počítače je bit (binární hodnota 0 nebo 1)

Historicky vychází z děrného štítku - zápis a strojové zpracování informací

- ALU pracuje s vyhrazenou pamětí
např. součet dvou hodnot $10 + 4$ může být realizován

registry

```
mov $10, %r1
```

```
mov $04, %r2
```

```
add r1, r2, r3
```

akumulátorem

```
lda $10
```

```
add $04
```

```
sto r3
```

Každá instrukce má svůj příslušný zápis jako číselná hodnota (opcode), program je tak posloupnost číselných hodnot

Zápis programu

- Zápis instrukcí v „*opkódech*“ je možný, ale není příliš pohodlný
 - Číselné hodnoty jsou použity pro identifikaci operací a také míst v paměti, na kterých jsou uložena data (opět jako číselné hodnoty)
- Textový zápis pojmenovaných instrukcí procesoru (assembler) může být srozumitelný, ale je relativně dlouhý
- Přehlednost zápisu a schopnost orientovat se v kódu je jednou z motivací vzniku různých programovacích jazyků
- Jedním z jazyků nabízející kompromis mezi srozumitelností, čitelností a efektivitou zápisu je jazyk C

Programu v Cčku

- Paměťová místa s daty jsou „odkazována“ proměnnými
 - Typ proměnné definuje kolik paměti je použito pro uložení dat (číselné) hodnoty
 - Např. zavedení proměnných pro uložení celých čísel typu `int`

```
int a;  
int b;  
int c;
```

- Dále používáme obvyklý zápis operací

```
a = 10;  
b = 4;  
c = a + b;
```

Zápis uloží hodnotu 10 na paměťové místo odkazované proměnnou `a`, hodnotu 4 na paměťové místo odkazované proměnnou `b` a následně provede součet hodnot, který uloží na paměťové místo odkazované proměnnou `c`.

Základní koncepty programování

V programování jsou využívány tři klíčové koncepty, kterou jsou vzájemně kombinovány a umožňují vytvářet komplexní programy.

- **Přiřazení** - uložení hodnoty na definované místo v paměti
- **Větvení** - volba posloupnosti instrukcí na základě hodnoty nějaké proměnné (místa v paměti)
- **Cyklus** - Opakování nějaké posloupnosti instrukcí s novými daty

Abychom mohli lépe a snadněji organizovat posloupnosti instrukcí do složitější celků, je vhodné program strukturovat do znovupoužitelných částí: **procedur** a **funkcí**

- Procedura představuje předpis co se má s jednotlivými paměťovými místy provádět
- Výsledek procedury závisí na hodnotách uložených v paměti
- **Procedura/funkce/algorithmus** řeší obecnou úlohu nějakého výpočtu

Neméně důležitým konceptem je tak zobecňování výpočtu, které vlastně „zjednodušuje“ řešení problémů.

Program v C

- Program v C je organizován do funkcí
- U spustitelného programu musíme označit, která funkce se má spustit jako první
- V Cčku je to funkce pojmenovaná `main()`

```
1 void main(void)
2 {
3     int a;
4     int b;
5     int c;
6
7     a = 10;
8     b = 4;
9     c = a + b;
10 }
```

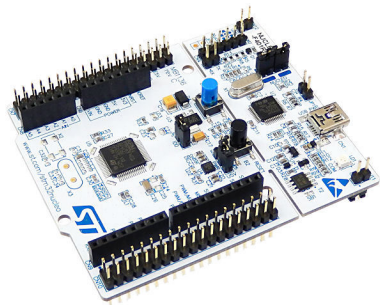
`lec01/add.c`

Program můžeme zkompileovat a spustit, ale úplně nemáme přehled co dělá a jaký je výsledek. Program přímo neinteraguje s uživatelem.

Interaktivní program

- Proměnné (paměťová místa) mohou přímo reprezentovat periferie - např. tlačítko (0 - stisknuto) a LED (1 - svítí).
- Ovládání LED tlačítkem tak můžeme realizovat jako nekonečnou smyčku, ve které nastavujeme hodnotu LED podle stisknutého nebo nestiknutého tlačítka

```
1  #include "mbed.h"
2
3  DigitalOut myled(LED1);
4  DigitalIn mybutton(USER_BUTTON);
5
6  int main()
7  {
8      while (1) {
9          if (mybutton == 0) {
10             myled = 1;
11         } else {
12             myled = 0;
13         }
14     }
15 }
```



Textově orientovaná interakce s uživatelem

- Dalším ze způsobů interakce s uživatelem je textový výstup a vstup.
- V případě programu běžícího v rámci operačního systému je nutné využívat služby operačního systému realizující interakci s uživatelem
- Proto musíme v Cčkovém programu přidat podporu pro vstup a výstup, např. knihovnu `stdio.h`

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int main(void)
4  {
5      printf("I like BOB36PRP!\n");
6
7      return 0;
8  }
```

`lec01/program.c`

Program zároveň vrací návratovou hodnotu a tím komunikuje s uživatelem nebo nadřazeným programem, který tak může identifikovat jakým způsobem byl program ukončen.

Příklad opakovaného tisku na základě uživatelského vstupu

- Úkol: Uživatel zadá počet opakování tisku zprávy a pokud je počet větší než 0 a zároveň menší než 10 vypíše zprávu tolikrát kolik bylo zadáno. V opačném případě upozornění uživatele na omezený rozsah.
 - **Přirazení** - uložení hodnoty počtu opakování od uživatele (proměnná `n`)
 - **Větvení** - kontrola mezí vstupní hodnoty
 - **Cyklus** - opakování vypisu `n` krát
 - Při opakovaném průchodu cyklem počítáme kolikrát byla zpráva vytištěna (řídící proměnná `i`)
 - Načtení vstupu od uživatele realizujeme funkcí `scanf()`

Popis přístě a vysvětlení syntaxe v dalších přednáškách

Příklad řešení

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int main(void)
4  {
5      int ret = 0;
6      int n;
7      printf("Enter a positive integer number from 1 to 9: ");
8      scanf("%d", &n);
9      if (n > 0 && n < 10) {
10         int i = 0;
11         while (i < n) {
12             printf("I like BOB36PRP!\n");
13             i = i + 1;
14         }
15     } else {
16         printf("Input value must be in the range (0,10)\n");
17         ret = -1;
18     }
19     return ret;
20 }
```

lec01/print.c

Shrnutí přednášky

Diskutovaná témata

- Informace o předmětu
- Procedurální programování (v C)
- **Příště: Základy programování v C**