

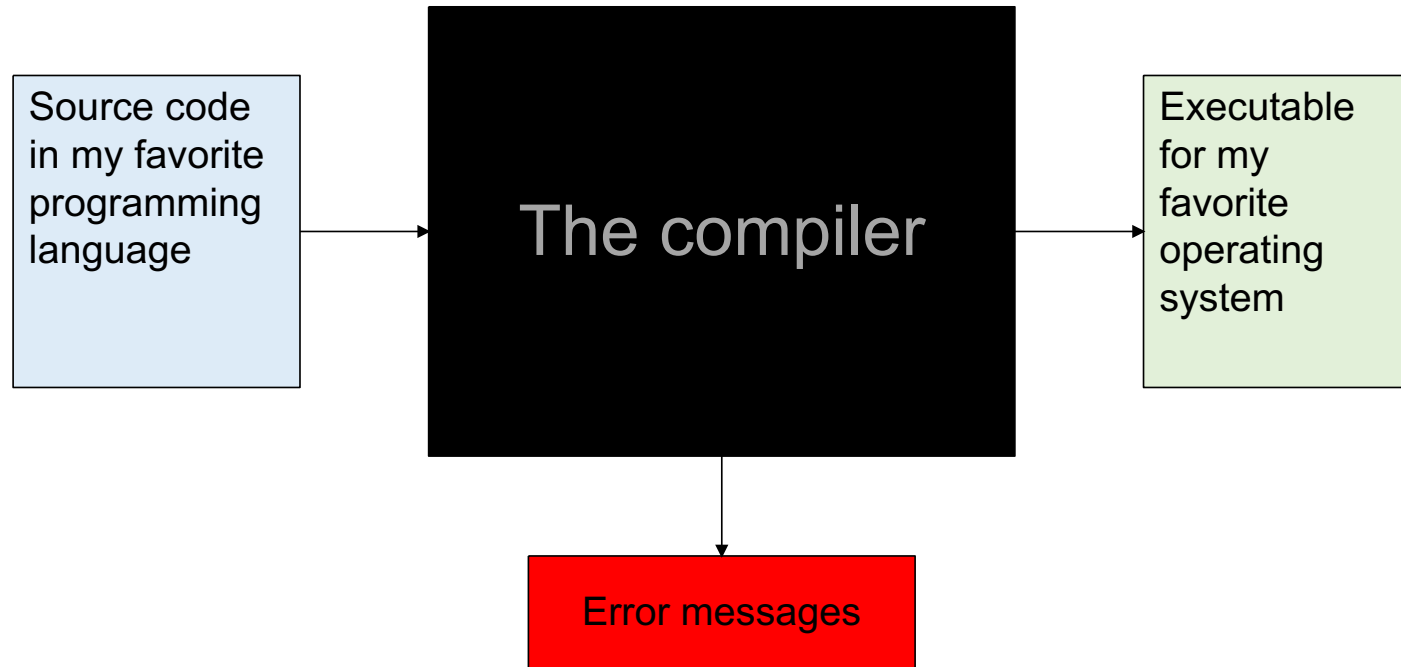


Programming Languages

NSWI170 Computer Systems

Jakub Yaghob, Martin Kruliš

Naïve view of a compiler





Formal view of a compiler

- From slides of the course Compiler Principles
 - Let's have an input language L_{in} generated by a grammar G_{in}
 - Let's have an output language L_{out} generated by a grammar G_{out} or accepted by an automaton A_{out}
 - The compiler is a mapping $L_{in} \rightarrow L_{out}$, where for all w_{in} in L_{in} exist w_{out} in L_{out} . The mapping does not exist for w_{in} not in L_{in}
- Don't worry!
 - You will learn this in the Automata and Grammars (NTIN071) course (obligatory) and then Compiler Principles (NSWI098) course (elective)



Naïve understanding of a grammar

- Formal description of a language
 - Rules - *struktúra / formát / pravidla*
 - Lexical elements - *jednotlivé slova*

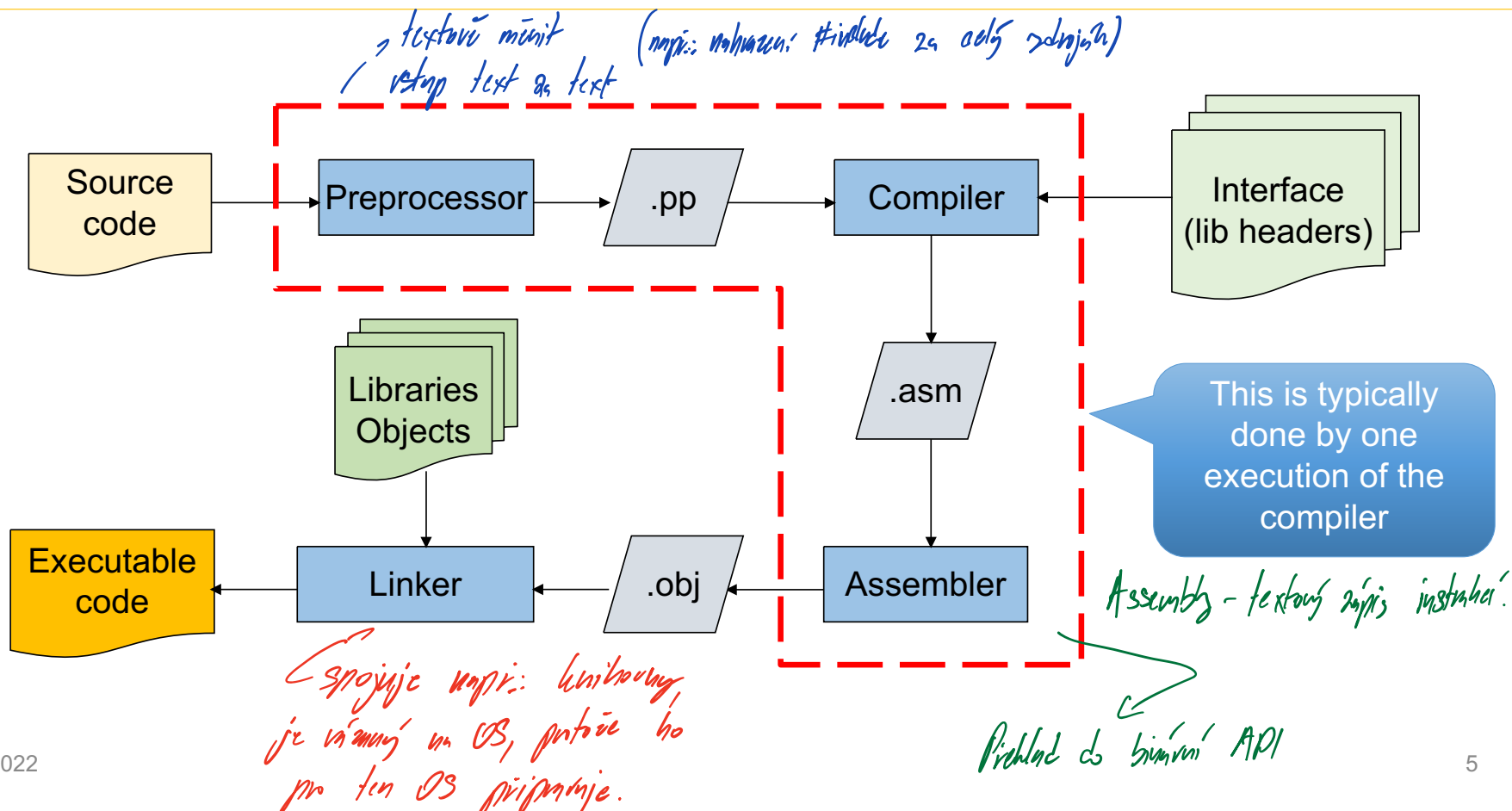
iteration-statement:

while (*expression*) *statement*

do *statement* **while** (*expression*) ;

for (*expression*_{opt} ; *expression*_{opt} ; *expression*_{opt}) *statement*

More practical view of a translation





Linker/librarian/loader

- Library

- A collection of compiled source modules and other resources (in one file) *→ přičina kopírování*
- Static linking (.lib, .a) vs. dynamic linking (.dll, .so) *→ jak si zapamatujeme cestu ke knihárně, umístění rovnou*

- Linking

- Integrating the results of the different translations and libraries together into one executable for given OS *→ grafická stránka*
- Relocations, position-independent code *→ verze se může změnit, šetří místo*

- Loader

- Part of OS, loads the executable into memory (and its dynamically linked libs)

- Relocation again

→ podle umístění v paměti znovu změnit offsety segmentů, které byly spojeny



Library example

// mylibrary.h

```
extern int var;  
extern int open(const char *name);  
extern int read(int f, int size,  
               void *buf);
```

Preprocessor

// myapp.c

```
#include <mylibrary.h>
```

// mylibrary.c

```
#include <mylibrary.h>
```

```
int var = 8;
```

```
int open(const char *name) { ... }
```

```
int read(int f, int size, void *buf)  
{ ... }
```

Linker/loader

```
int main(int argc, char **argv) {
```

```
    char buf[10];
```

```
    int file = open("myfile.txt");
```

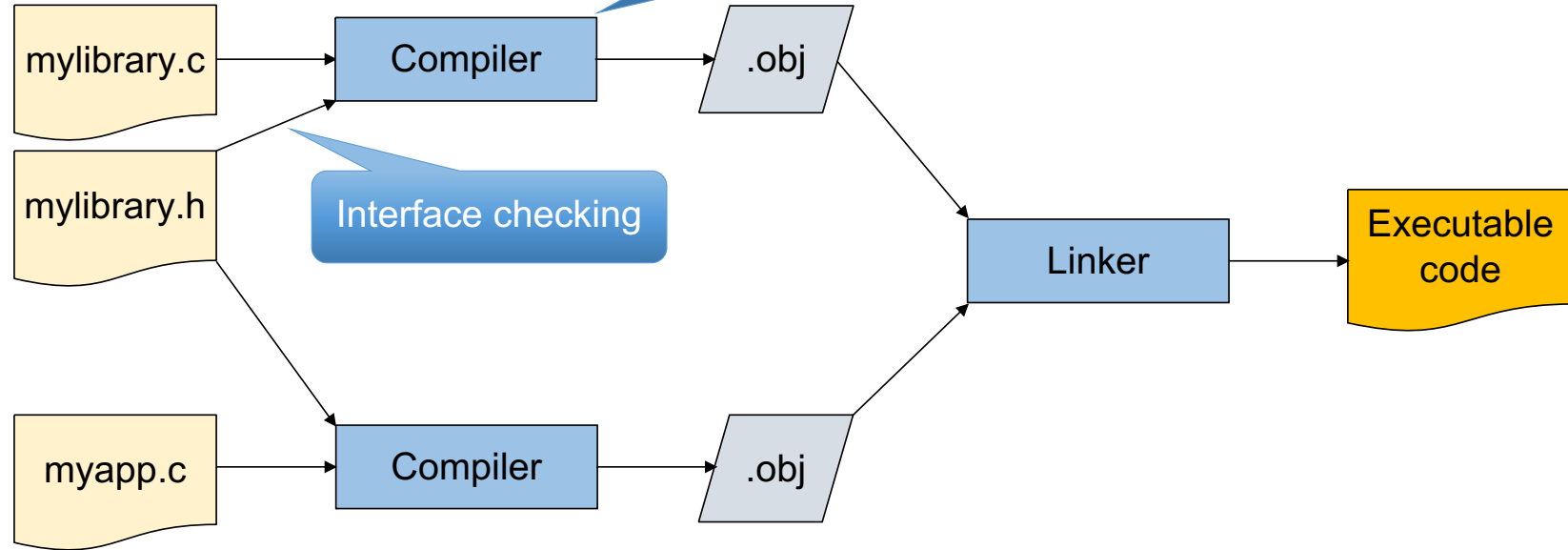
```
    int err = read(file, 10, buf);
```

```
}
```



Library example compilation

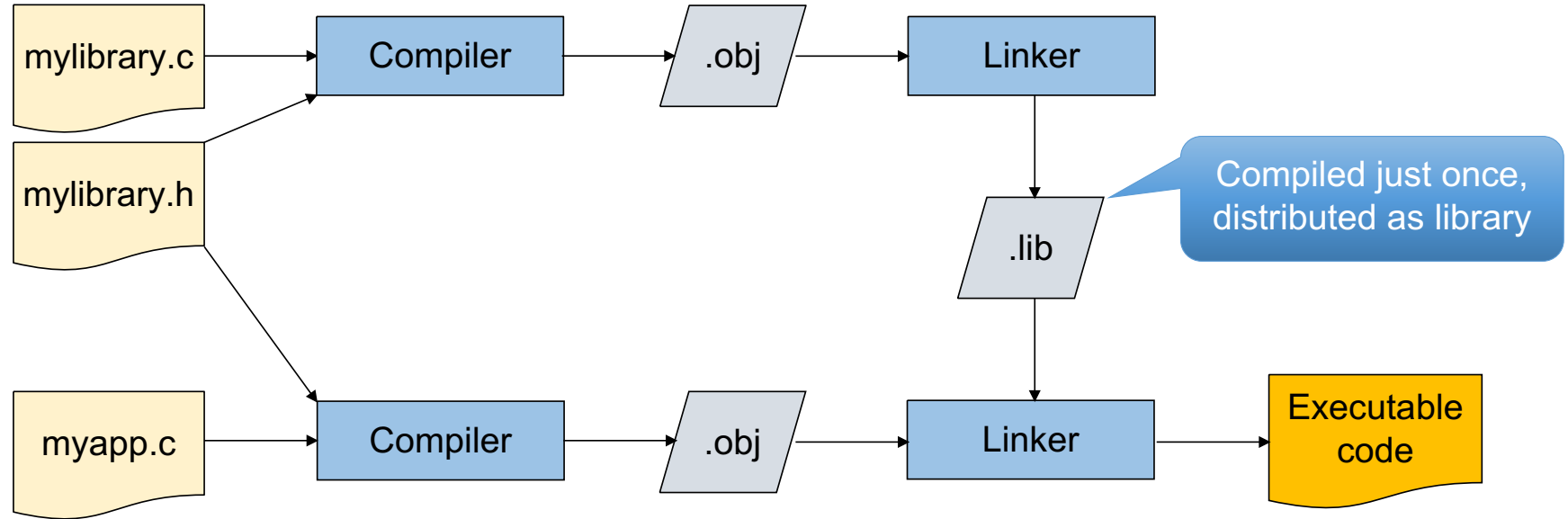
- Compiling as one project





Library example compilation

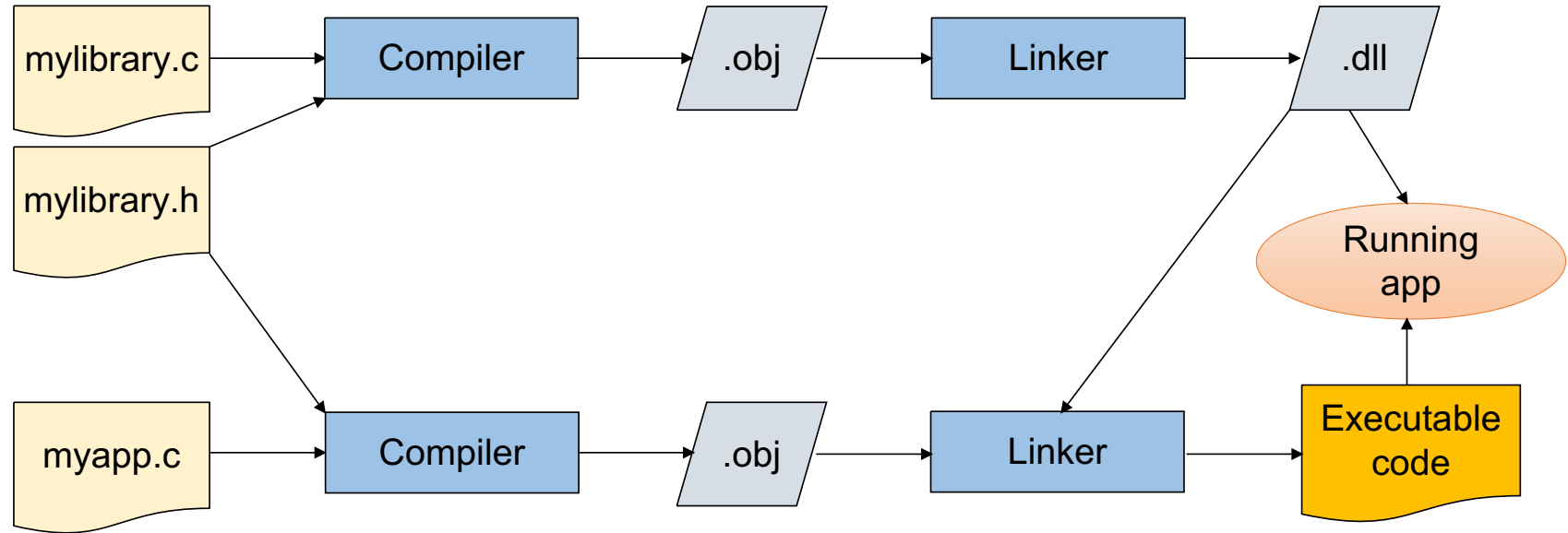
- Compiling separately, linking as static library





Library example compilation

- Compiling separately, linking as dynamic library

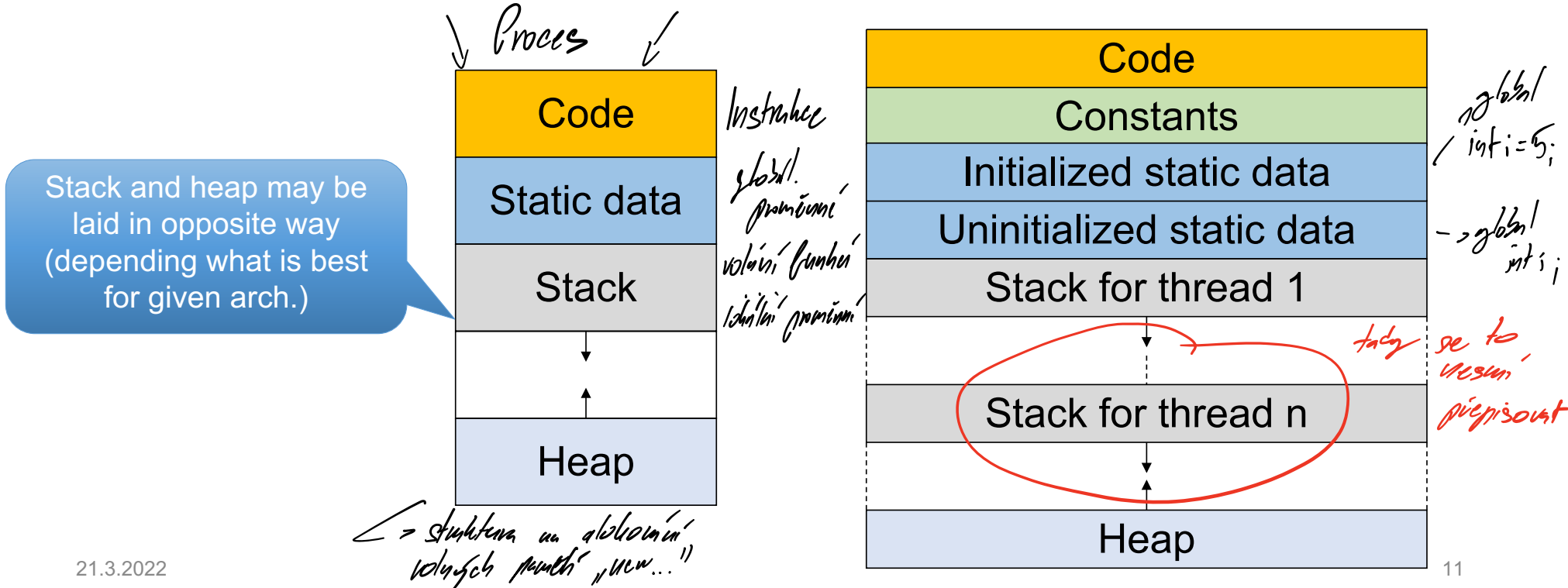


Memory organization

Program x Process
CS symbol & prog
process

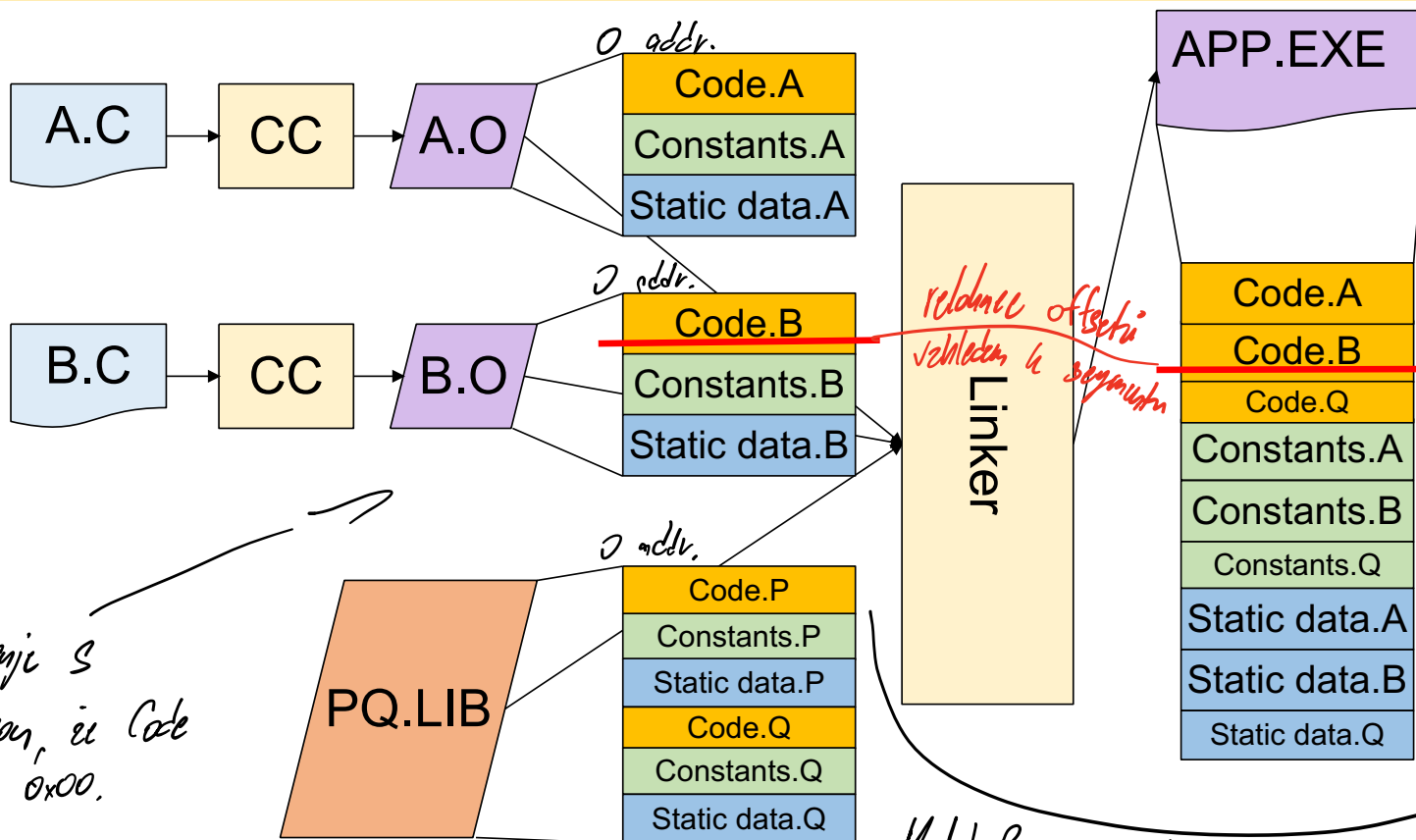


- Memory organization during procedural program execution



Linking

→ Sepomíná do jednotlivých segmentů
Code
Constant
Static Data



Příkladně pomocí s
relativní adresou, je Code
zачíná na adrese 0x00.

Modul P se nelinkoval, protože jsem ho znovu nepotřeboval.

Linker si vezme
všechny relace
a přeloží je
offsety na správné
místo.



Run-time

- Static language support
 - Compiler
 - Library interface
 - E.g., header files (C/C++)
 - Dynamic language support
 - Run-time program environment
 - Storage organization
 - Memory content before execution
 - Constructors and destructors of global objects
 - Libraries
 - Calling convention
- } To, co potrebujin za prelozbu

Function call



- Activation record (stack frame)

- Return value

- May be larger (structure)
 - Small values returned via registers

- Saved machine status

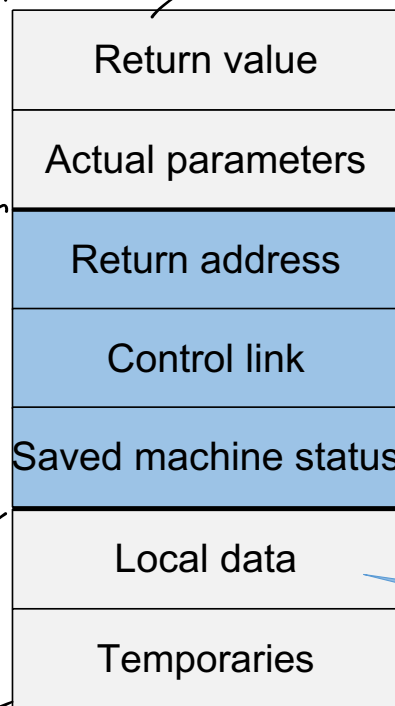
- Return address to the code
 - (Some) registers

- Control link

- Activation record of the caller

*Volání fce
zajisti toto*

*Stack
na fci*



C# má jenom pointer, C má vlastně celou strukturu

Prepared by the caller before the call

- kam se jdu vrátit (addr. volání fce)

- aktuální rámec volání fce

- některé registry se „obnovují“ registry, už ji předtím mohla využít

Frame pointer

Local variables and parameters are treated the same way

*parametr - local proměnná
je to vlastně úplně stejný princip*

*lokální vari
pro každou funkci, přičemž dokonce už
jako velká ty data budou*



Function call

Musi to splňovat všechny podmínky!

Důležité, co se děje, když se volá funkce

- Calling convention

- Public name mangling

→ do jiné funkce se vkládají i datové typy parametrů a return, aby se mohlo přetvářet

- Call/return sequence for functions and procedures

- Housekeeping responsibility — *→ Ukládání activation-record ze zásobníku*

- Parameter passing

- Registers, stack
 - Order of passed parameters

- Return value — *→ vrací se, ve kterém registru to bude (pohled je to jednoduchý dat. typ)*

- Registers, stacks — *→ Pohled je to něco triviálního, takže si um to alokovat místa v zásobníku*

- Registers role

- Parameter passing, scratch, preserved

Public name mangling

[CZ] Překlad mangle:

- mandlovat
- rozsekat, roztrhat, rozbít, rozdrtit, těžce poškodit, potlouci, pohmoždit
- *přen.* pokazit, **znetvořit**, **k nepoznání změnit**, překroutit, zkomolit



- Examples:

long f1(int i, const char *m, struct s *p)

_f1

@f1@12

_f1@12

?f1@@YAJHPBDPAUs@@@Z

_f1

__Z2f1iPKcP1s

f1

?f1@@YAJHPEBDPEAUs@@@Z

MSVC IA-32 C __cdecl

MSVC IA-32 C __fastcall

MSVC IA-32 C __stdcall

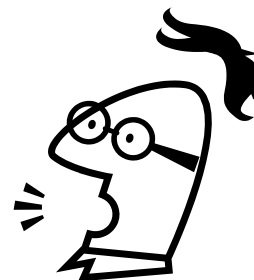
MSVC IA-32 C++

GCC IA-32 C

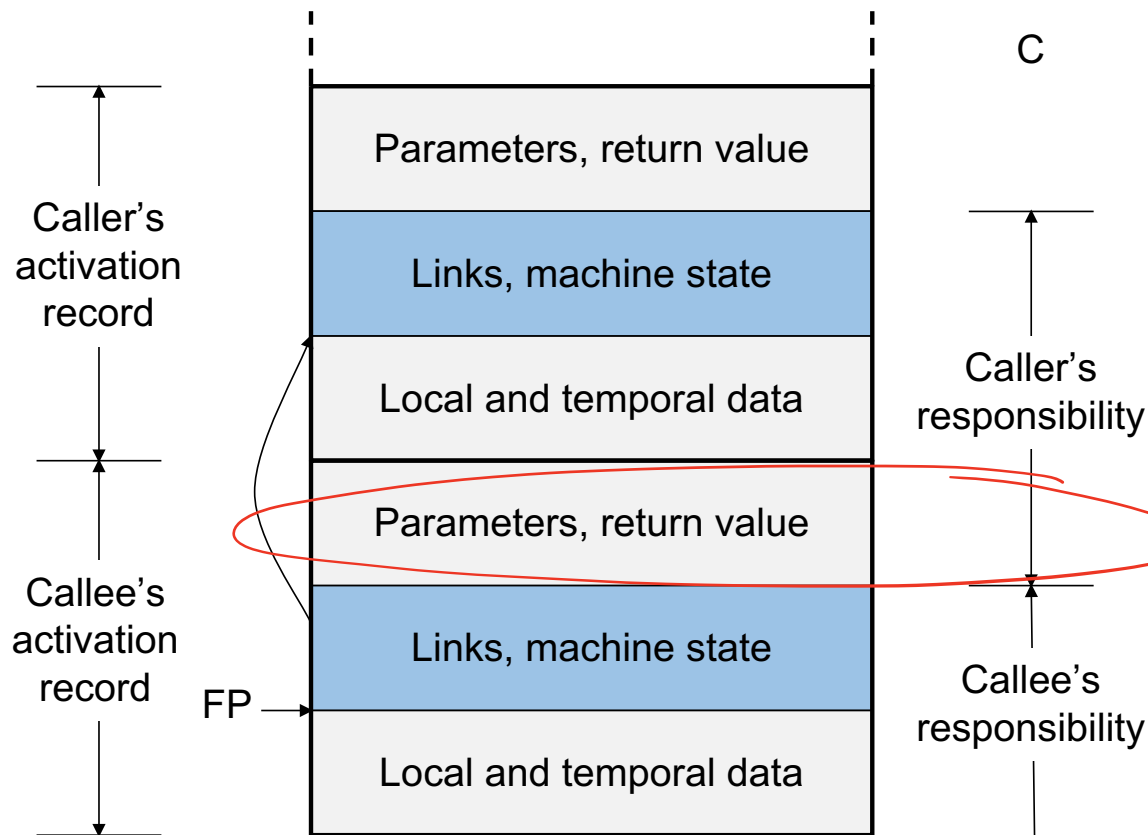
GCC IA-32 C++

MSVC IA-64 C

MSVC IA-64 C++



Call/return sequence



*To je hlavně proto,
aby caller udržel
všechny parametry
lokální data
si udržel callee sám*

Parameter passing

Acce ví, jestli jde o referenci/value



- Call by value *Malý typy ideálně - Pozor, pokud neprovádí referenci pro velkou strukturu, všechno se zkopíruje*

- Actual parameter is evaluated and the value is passed
- Input parameters, the parameter is like a local variable
- C

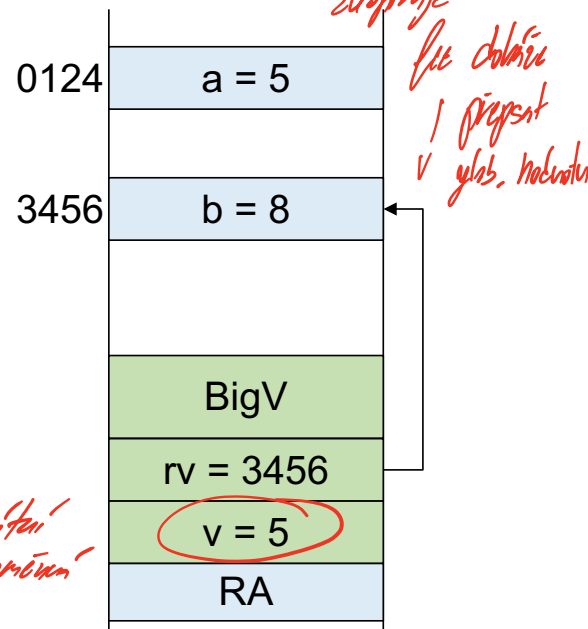
- Call by reference

- The caller passes a pointer to the variable
- Input/output parameters
- & in C++ (hidden pointer)

BigV fnc(int v, int &rv);

BigV r = fnc(a, b);

C dává hodnotu adresu, je to explicitní, můžu adresu jednoduše měnit - katastrofa





Variables

- Named memory holding a value
 - Has a type (statically typed languages)
 - Storage
 - Static data
 - Global variables in C
 - Stack
 - Local variables in C
 - Heap
 - Dynamic memory in C/C#
 - Dictionary (Python, PHP, JavaScript...)
 - Not precisely a storage, it is a dynamic structure (variable name -> some value)

Heap



- Storage for dynamic memory
- Allocate
 - Use all features from dynamic memory allocation
 - Free blocks evidence
 - Allocation algorithms
 - Extremely simple and fast incremental allocation
- Deallocate
 - Explicit action in some languages
 - C, C++
 - Automatic deallocation by garbage collection
 - Remove burden and errors
 - Works only with good knowledge of live objects and references

→ Allokácia je ľahšie vykonať s GC, pretože sa inkrementálne alokuje...

Garbage collection



- Automatic removal of unused memory blocks

- Advantages

- No dangling pointers, no double free, no memory leaks, allows heap consolidation and fast allocation

- Disadvantages

- Performance impact, even execution stall, unpredictable behavior

- GC strategies

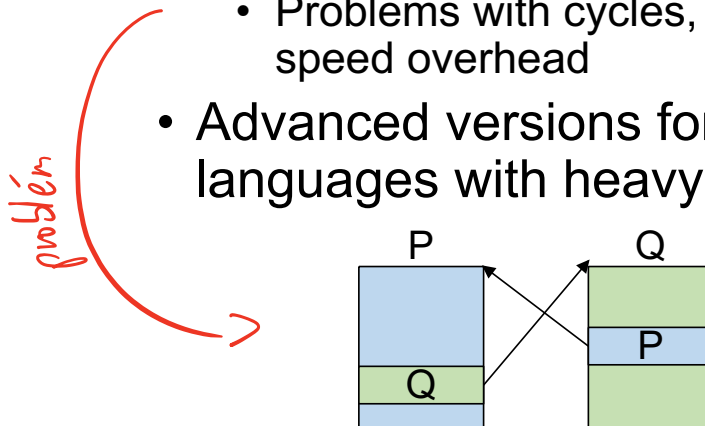
- Tracing

- Reachable objects from live objects

- Reference counting

- Problems with cycles, space and speed overhead

- Advanced versions for languages with heavy use



Portability



- Source code portability

- CPU architecture

- Different type sizes

- C, C++

- Fixed type sizes

- C#, Java

- Compiler

- Different language “flavors”

- C++ - gcc, msvc, clang, ...

- Use only syntax and library from a language standard

- OS

- Different system/library calls

- Linux, Windows

- Sometimes easy

- BSD sockets

*unpici: just se
2nd/1st portable CPU
arch.*

*Have an 64bit CPU to
push, pushin to an 46bit
or unjuction mi to protect*

Portability by VM *(Nemíť virtualizace Hyper-V)*



- “Binary” portability
 - Old technique for ensuring portability of a code among different HW
 - Used by many “modern” languages
 - Java, C#
 - Compiler translates a source code to the intermediate language
 - Abstract instructions
 - Java: bytecode, C#: CIL *bimíréní formu*
 - Native VM compiled for a given architecture
 - Java: JRE, C#: CLR
 - VM interprets intermediate language in a sandbox *chráněn programem, nemohl
šakot nikomu vnímat*

*Přichlíná přichlíná do abstraktního mezikódu, který je kompaktibilní se všemi systémy,
pak na každém systému je spouštěč, který spouští abstrakci a interpretuje to na procesor*



Solving speed problems

- JIT - přeložím přímo na konkrétní architekturu, vše přeložené si nechám v cache. Všechno
• Just-in-Time ale až to potřebuju, nikoliv předem. Takže třetí první spuštění je pomalejší, podmínka
• Translate intermediate code to the native code on demand už to sluší
- AOT Distribuce stále v mezihodě, při instalaci udělám dlouhý proces translace a je
• Ahead-of-Time to do všechno kód už na procesoru.
• Translate the whole program in intermediate code to the native code during the installation

Discussion

