NPRG041 – C++

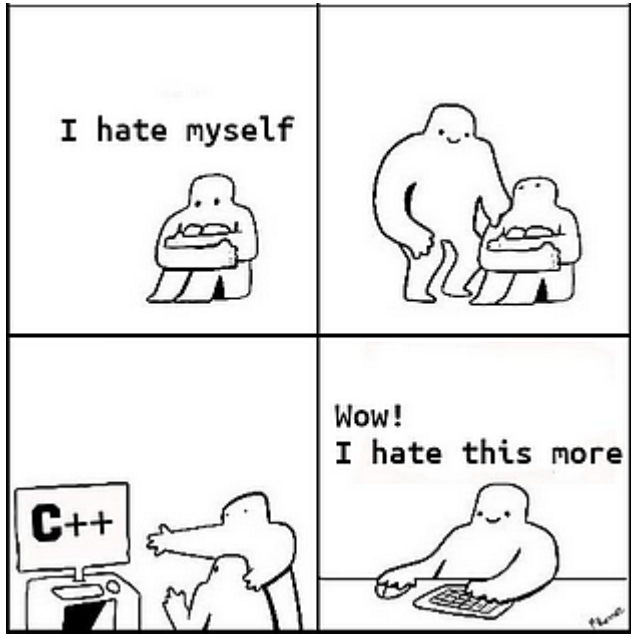
cvičení – Jiří Klepl

mattermost: ulita/2425ZS: nprg041-cpp-klepl (inv na SIS nástěnce)

Klepl@d3s.mff.cuni.cz

Agenda

- **Osmá úloha: link_checker**
- Práce s file systémem přes **std::filesystem**
- Regulární výrazy (**std::regex**)
- Formátování výstupu přes **std::format**
- Měření času s **std::chrono**
- Náhoda



Filesystem

```
#include <filesystem>
```

- Knihovna pro platformě nezávislou práci s filesystemem
- Základní třídy a funkce (**pozor, většina háže výjimky**):
  - **path**
    - Dekompozice: root, parent direktory, filename (stem + extension)
    - Konkatenace přes operator/: full_path = first_part / second_part
    - Překlad mezi relative a absolute, vyhazování useless .. a ., překlad z linuxových / do \
  - **(recursive_)directory_iterator**
    - Dovoluje procházet soubory (rekurzivně), optional argumenty (např. symlink follow)
  - **directory_entry**
    - Získávání metadat o souborech: cesta, typ (reg./dir./fifo/...), práva, velikost, ...
  - **Vytváření složek/symlinků/hardlinků, mazání, přejmenovávání, práva, ...**

https://en.cppreference.com/w/cpp/filesystem

Path

```
namespace fs = std::filesystem;

fs::path p = fs::current_path();

std::cout << "The current path " << p << " decomposes into:\n"
          << "root-path " << p.root_path() << '\n'
          << "relative path " << p.relative_path() << '\n';
```

The current path "/app" decomposes into:
root-path "/"
relative path "app"

The current path "C:\\Windows\\TEMP\\compiler-explorer-compiler20241029-4456-12p4p9r.bbvem" decomposes into:
root-path "C:\\"
relative path "Windows\\TEMP\\compiler-explorer-compiler20241029-4456-12p4p9r.bbvem"

Ukázka funkcí na práci se složkami

```cpp
namespace fs = std::filesystem;                 // namespace alias

fs::create_directory("example_directory"); // mkdir example_directory
fs::create_directories("example/dir");     // mkdir -p example/dir

std::ofstream("somefile.txt") << "Hello, World!";

fs::remove_all("example_directory");       // rm -rf example_directory
fs::remove("somefile.txt");                // rm somefile.txt
```

Ukázka procházení složek

```
namespace fs = std::filesystem;

// Recursive iterator that DOES NOT follow symlinks
for (const auto& entry : fs::recursive_directory_iterator("./some_dir/")) {
    std::cout << entry.path() << std::endl;
}

using fs::directory_options::follow_directory_symlink; // to shorten the names
// alternatively:
//     using dir_opts = fs::directory_options; ... dir_opts::follow_directory_symlink

// Recursive iterator that follows symlinks
for (const auto& entry : fs::recursive_directory_iterator("./some_dir",
                                                          follow_directory_symlink)) {
    std::cout << entry.path() << std::endl;
}
```

Ukázka čtení metadat

```cpp
namespace fs = std::filesystem;

// Function to check execute permissions for owner, group, and others
bool has_execute_permission(const fs::path& path) {
    auto perms = fs::status(path).permissions();
    return (perms & fs::perms::owner_exec) != fs::perms::none ||
           (perms & fs::perms::group_exec) != fs::perms::none ||
           (perms & fs::perms::others_exec) != fs::perms::none;
}

// Usage within the directory iteration
for (const auto& entry : fs::directory_iterator("path/to/directory")) {
    if (entry.is_regular_file() && has_execute_permission(entry.path())) {
        std::cout << entry << ": " << entry.file_size() << " bytes\n";
    }
}
```

Ukázka čtení metadat

```cpp
namespace fs = std::filesystem;

// Function to check execute permissions for owner, group, and others
bool has_execute_permission(const fs::path& path) {
    auto perms = fs::status(path).permissions();
    return (perms & fs::perms::owner_exec) != fs::perms::none ||
           (perms & fs::perms::group_exec) != fs::perms::none ||
           (perms & fs::perms::others_exec) != fs::perms::none;
}

// Usage within the directory iteration
for (const auto& entry : fs::directory_iterator("path/to/directory")) {
    if (entry.is_regular_file() && has_execute_permission(entry.path())) {
        std::cout << entry << ": " << entry.file_size() << " bytes\n";
    }
}
```

Čtení jednotlivých práv jako u bitů, to samé kombinování přes |

Regular Expressions

- Objekty:
  - **std::regex** – reprezentuje regulární výraz
  - **std::smatch** – reprezentuje nalezený výskyt výrazu v zadaném stringu
    - Pomocí operátoru [] lze přistoupit k podvýrazu (nultý odpovídá celému výrazu)
    - Pomocí .str(index) lze získat stringovou reprezentaci podvýrazu (zkratka za [index].str())
  - **std::regex_iterator** – slouží pro iterování více výskytů výrazu
- Funkce (detaily podle flagů):
  - **std::regex_match** – zjistí, zda zadaný string odpovídá výrazu
  - **std::regex_search** – najde substring odpovídající výrazu
  - **std::regex_replace** – provádí nahrazování

https://en.cppreference.com/w/cpp/regex

Ukázka procházení nálezů regexu

```
const std::string s = "Quick brown fox.";

// raw string so that we don't have to escape backslashes;
// parentheses are not a part of the regular expression
const std::regex words_regex(R"(\w+)"); // read as: R"delim(<raw string>)delim"
auto words_begin = std::sregex_iterator(s.begin(), s.end(), words_regex);
auto words_end = std::sregex_iterator();

std::cout << "Found " << std::distance(words_begin, words_end) << " words: ";

for (std::sregex_iterator i = words_begin; i != words_end; ++i)
{
    std::smatch match = *i;
    std::cout << match.str() << (std::next(i) != words_end ? ", " : "\n");
}

// Output: Found 3 words: Quick, brown, fox
```

Ukázka procházení nálezů regexu

```
const std::string s = "Quick brown fox.";

// raw string so that we don't have to escape backslashes;
// parentheses are not a part of the regular expression
const std::regex words_regex(R"(\w+)"); // read as: R"delim(<raw string>)delim"
auto words_begin = std::sregex_iterator(s.begin(), s.end(), words_regex);
auto words_end = std::sregex_iterator();

std::cout << "Found " << std::distance(words_begin, words_end) << " words: ";

for (std::sregex_iterator i = words_begin; i != words_end; ++i)
{
    std::smatch match = *i;
    std::cout << match.str() << (std::next(i) != words_end ? ", " : "\n");
}

// Output: Found 3 words: Quick, brown, fox
```

delim je optional součást raw stringu – vyznačuje začátek a konec

Format

```
// implicit argument ordering; // writes "Hello world!"
std::cout << std::format("{} {}!", "Hello", "world") << std::endl;

// explicit argument ordering; writes "Hello world!"
std::cout << std::format("{1} {0}!", "world", "Hello") << std::endl;

// type-safe argument access; writes "Hello 42 3.14!"
std::cout << std::format("{} {} {}!", "Hello", 42, 3.14) << std::endl;

// Formatting of a table
std::cout << std::format("{:^33}", "Table name") << std::endl; // center alignment
std::cout << std::format("{:<10} {:<10} {:<10}", "col1", "col2", "col3") << std::endl;
std::cout << std::format("{:<10} {:<10} {:<10}", 1, 2, 3) << std::endl;
std::cout << std::format("{:<10} {:<10} {:<10}", 123456, 1234567, 12345678) << std::endl;
```

https://en.cppreference.com/w/cpp/utility/format

Chrono

```
#include <chrono>
```

- Knihovna na měření času; od C++20 i formáty + timezones + kalendář
  - **system_clock** – měří unixový čas podle systému
    - Systém může kdykoliv přetočit hodiny, takže není vhodný pro měření intervalů
  - **steady_clock** – monotonický čas na měření intervalů
    - Není vztažený k reálnému bodu v čase, není vhodný na získávání aktuálního času
  - **high_resolution_clock** – čas s nejnižším dostupným tikem
    - Nemusí být monotonický ani se vztahovat k reálnému času
    - Implementace v roce 2024 (podle cppreference):
      - MSVC: alias ke steady_clocku
      - libstdc++ (GCC): alias k system_clocku
      - libc++ (Clang): alias ke steady_clocku (pokud to lze), jinak system_clock

https://en.cppreference.com/w/cpp/chrono

Ukázka měření času

```
namespace { int local_function(int i = 0) {
                for (; i < 100'000'000; ++i) {
                    i += i % 3;
                }
                return i;
            }
}

// int main():
auto start = std::chrono::high_resolution_clock::now(); // Start the timer
int number = local_function(0); // Code to be benchmarked
auto stop = std::chrono::high_resolution_clock::now(); // Stop the timer

auto duration = std::chrono::duration_cast<std::chrono::microseconds>(stop - start);
std::cout << "Time taken to compute the number: " << duration << std::endl;

// print the result so that the compiler doesn't throw away the computation
std::cout << number << std::endl;
```

https://en.cppreference.com/w/cpp/numeric/random

Random ukázka

#include <random>

```cpp
std::random_device rd{};
std::mt19937 gen{rd()};

// define normal distribution with mean=5.0 and stddev=2.0
std::normal_distribution d{5.0, 2.0};

// draw a sample from the distribution and round it to an integer
auto random_int = [&d, &gen]{ return std::round(d(gen)); };

std::map<int, int> hist{}; // define a histogram
for (int n = 0; n != 10000; ++n)
    ++hist[random_int()]; // increment a bin of the histogram

for (auto [x, y] : hist) // print the histogram
    std::cout << std::setw(2) << x << ' ' << std::string(y / 200, '*') << '\n';
```

```
-3
-2
-1
 0
 1 *
 2 ***
 3 *****
 4 ********
 5 *********
 6 ********
 7 *****
 8 ***
 9 *
10
11
12
```

https://en.cppreference.com/w/cpp/numeric/random/normal_distribution

Kontrola linků v markdown dokumentaci

- Zadání:
  - https://www.ksi.mff.cuni.cz/teaching/nprg041-klepl-web/data/09/doc.zip
  - https://www.ksi.mff.cuni.cz/teaching/nprg041-klepl-web/data/09/doc.tar.gz
- V doc je soubor link_checker.md s návodem