Katedra informatiky a výpočetní techniky

Semestrální práce z předmětu úvod do počítačových sítí

Online hra Sim

Jonáš Dufek
A21B0111P
jonasd@students.zcu.cz

12.12.2023

OBSAH

1 ZADÁNÍ

Cílem semestrální práce bylo vytvořit server a klient síťové hry pro více hráčů.

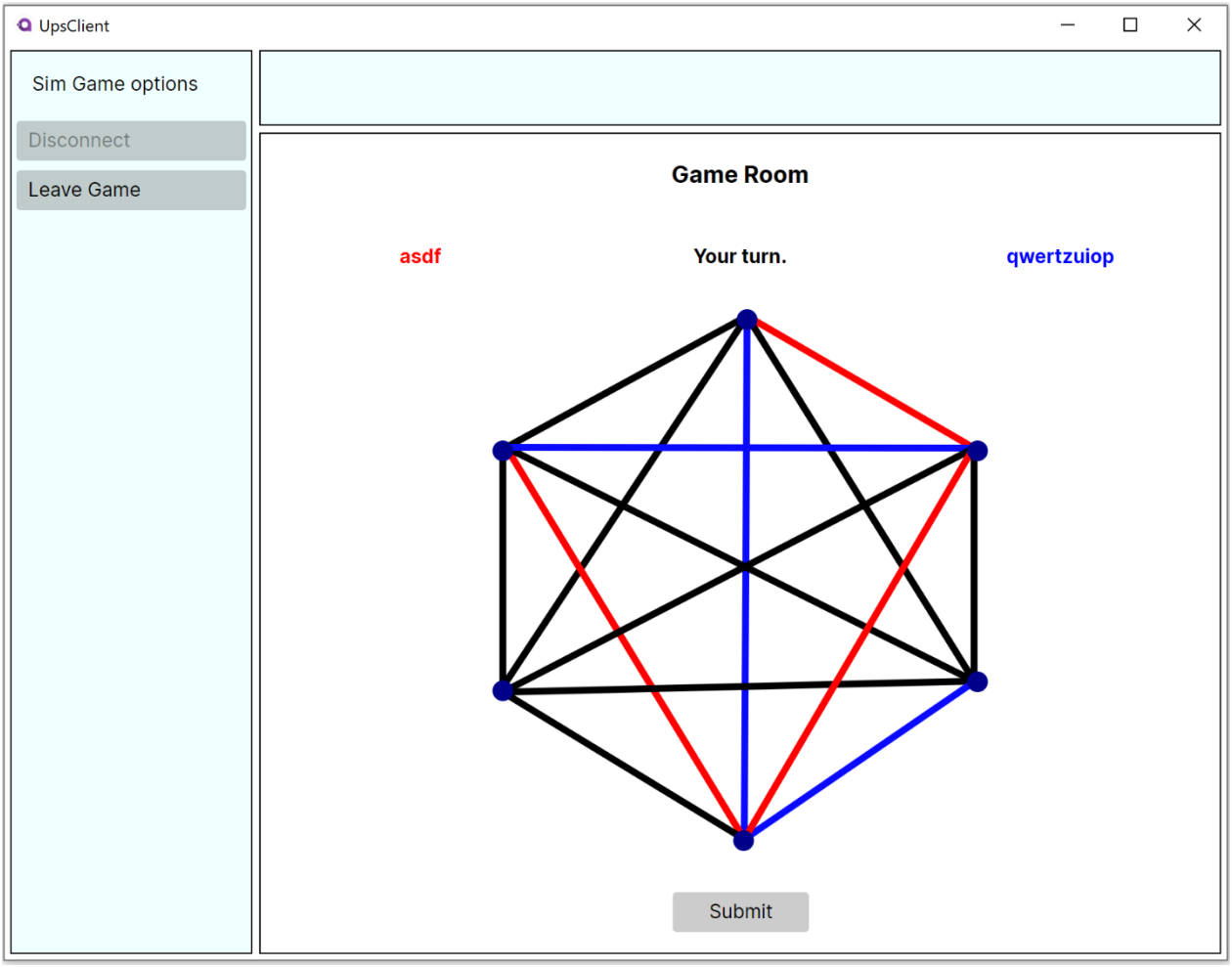
Detailní zadání viz: http://home.zcu.cz/~ublm/files/PozadavkyUPS.pdf

2 POPIS HRY A PRAVIDLA

Sim je hra založená na teorii grafů, jedná se o takzvanou „paper-and-pencil game“, k jejímu hraní tedy není potřeba nic jiného než tužka a papír.

Základem hry je úplný neorientovaný graf o 6 uzlech, hráči se střídají v obarvování hran. Prohrává ten hráč, který jako první ze svých hran vytvoří v grafu trojúhelník (cyklus o třech hranách).

Podrobný popis pravidel viz: https://en.wikipedia.org/wiki/Sim_(pencil_game)



Obrázek 1 - Ukázka herní plochy

3 POPIS PROTOKOLU

3.1 Formát zprávy

Formát zpráv je inspirovaný HTTP. Skládá se ze tří hlavních částí: názvu metody, atributů a značky ukončující zprávu. K oddělení jednotlivých atributů slouží znak \n.

Formát protokolu lze tedy popsat následovně:

```
<METHOD_NAME>\n
<attribute_1_name>:<string> | <string_list>\n
<attribute_2_name>:<string> | <string_list>\n
…
<attribute_n_name>:<string> | <string_list>\n
\r\n\r\n
```

3.2 Přenášené struktury, datové typy

Jak již bylo znázorněno v předchozí podkapitole, obsah atributu může být buď `<string>` nebo `<string_list>`.

String list je ve formátu:

$$\{item\_1, item\_2, ..., item\_n\}_1, \ldots, \{item\_1, item\_2, ..., item\_n\}_n$$

Klient i server téměř výhradně používají jako hodnotu atributu prostý string. Pouze u příkazů `GAME_COMMAND` a `GET_ROOM_LIST` je využit list.

3.3 Význam přenášených dat, kódů

Aplikace nepoužívá pro identifikaci typu zpráv kódy, ale řetězcové konstanty ve formátu `SNAKE_CASE`.

Hodnota `<METHOD_NAME>` identifikující typ zprávy může nabývat následujících hodnot:

Název	Popis	Atributy	Zprávu generuje
Základní metody			
CONNECTED_OK	Server odešle klientovi po připojení, nebo po návratu do idle room	žádné	Server
REQ_ACCEPTED	Výchozí odpověď na požadavek klienta (úspěch)	záleží na situaci	Server
REQ_DENIED	Výchozí odpověď na požadavek klienta (neúspěch)	žádné	Server
TERMINATE_CONNECTION	Klient signalizuje ukončení spojení	žádné	Klient
Herní místnost			
ENTER_USERNAME	Klient serveru odesílá své uživatelské jméno	username	Klient
GET_ROOM_LIST	Pouze přístupné, pokud uživatel má jméno. Server odpoví REQ_ACCEPT s atributem room_list[1].	žádné	Klient
JOIN_GAME	Klient se připojí do herní místnosti	game_id	Klient
Metody hry			
GAME_IDLE	Server odešle klientovi po připojení do prázdné místnosti	žádné	Server
GAME_LEAVE	Klient opustí herní místnost	žádné	Klient

[1] Room_list je ve formátu {<USERNAME_1>,<USERNAME_2>,<ROOM_ID>,<GAME_STATE>}, ROOM_ID je unsigned int, GAME_STATE je buď 0 = idle, 1 = running, 2 = paused.

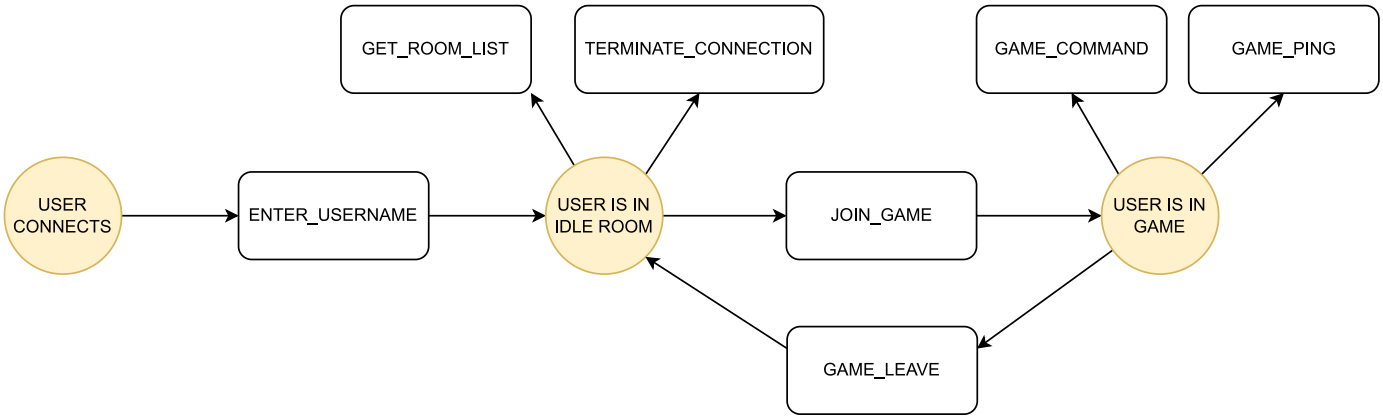
GAME_COMMAND	Klient odesílá herní příkaz	add_edge[2]	Klient
GAME_STATE	Server odesílá stav hry	on_turn, player1_edges[3], player2_username, player2_edges[4], player1_username, game_state	Server
GAME_PING	Klient musí odesílat, když je ve hře každých 5 sekund, jinak je odpojen. Server odpoví REQ_ACCEPTED	žádné	Klient

3.4 Omezení vstupních dat a validace hodnot

Maximální povolená délka zprávy byla nastavena zhruba na 2 mb, lze ale upravit.

Server interně validuje data a v neplatném stavu odpoví REQ_DENIED, viz kapitola Chybové stavy.

3.5 Návaznost zpráv



Obrázek 2 - Stavový diagram aplikace z pohledu klienta

[2] Ve formátu řetězce {edge_source, edge_destination}
[3] Ve formátu seznamu hran {{edge_source1, edge_destination1}, …}
[4] Ve formátu seznamu hran {{edge_source1, edge_destination1}, …}

3.6 Chybové stavy

V případě nesprávných atributů je klientovi poslán REQ_DENIED. Po pěti REQ_DENIED je klient odpojen.

Při porušení formátu protokolu je klient odpojen okamžitě.

4 IMPLEMENTACE

4.1 Klient

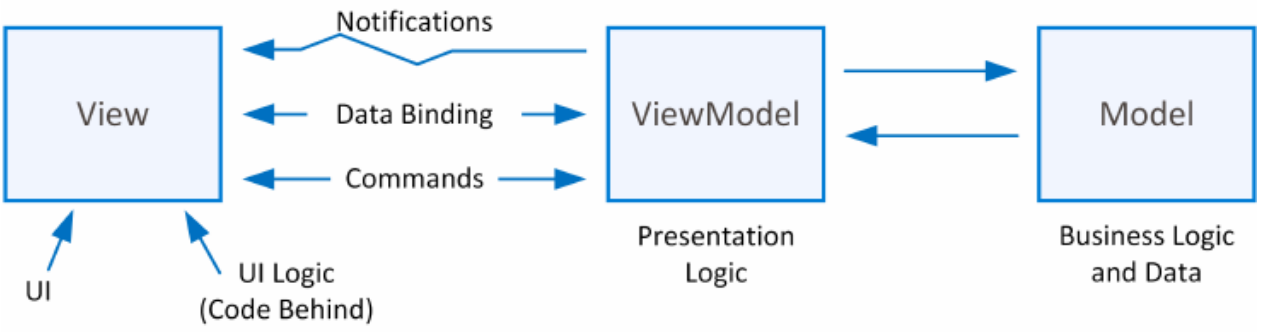
4.1.1 Dekompozice

Klient je dekomponován do 4 hlavních složek dle modelu MVVM:

- Views
  - XAML soubory popisující vzhled a strukturu GUI
- ViewModels
  - Pro každý view existuje jeden ViewModel, zajišťují komunikaci mezi GUI a modelem
- Models
  - V našem případě obsahuje GameClient, který zprostředkovává komunikaci se serverem
- Utils
  - Třídy zaměřené na parsování a vedlejší činnosti

4.1.2 Rozvrstvení aplikace

- Využito bylo standardního C# modelu MVVM



Obrázek 3 - MVVM model (zdroj: https://www.researchgate.net/figure/The-Model-View-ViewModel-MVVM-architectural-pattern-In-MVVM-the-View-layer-is_fig3_275258051)

4.1.3 Použité knihovny

- AvaloniaUI – pro tvorbu GUI
- Config.net - .NET Core settings manager

4.1.4 Metody paralelizace

Používá C# asynchronních metod a standardních prostředků paralelizace knihovny AvaloniaUI.

4.2 Server

4.2.1 Dekompozice

Server je dekomponován do následující složek:

- cmake
  - Obashuje cmake moduly, využité ve skriptech
- doc
  - Diagramy, dokumentace
- extern
  - Externí knihovny stažené pomocí cmake
- src
  - config
    - správa konfiguračních souborů, loggeru
  - game_logic
    - všechny třídy a soubory týkající se konkrétní implementace hry a herního serveru
  - linux_commons_lib
    - obalovací třídy pro linuxové prostředky jako je **epoll** a **eventfd**, umožňuje jejich využití v rámci OOP a RAII
  - network_commons_lib
    - abstraktní třídy pro BSD sockety, soubory ve složce game_logic z nich dědí
- test
  - Obashuje unit testy pro funkce serveru a parseru

4.2.2 Rozvrstvení aplikace

Samotná implementace serveru je rozdělena do tří vrstev (složka UpsServer→src→game_logic).

- game_room
  - vrstva implementující grafové algoritmy a logiku herní místnosti
- game_server
  - vrstva starající se o navázání a režii TCP připojení
- protocol
  - vše týkající se protokolu, tedy parsování a datové struktury

4.2.3 Použité knihovny

- Server používá knihovnu **SpdLog**, která je automaticky stažena pomocí cmake. Umožňuje efektivní logování ve více-vláknovém prostředí a záznam do souboru.

4.2.4 Metody paralelizace

Bylo využito C++ vláken (**std::thread**) a linux prostředku **EPOLL**, který umožňuje událostmi řízené programování a slouží jako moderní náhrada **switch**. Epoll je zároveň také mnohem efektivnější než switch, rozdíl je znát již při ~10 připojených klientech.

Další informace:

https://suchprogramming.com/epoll-in-3-easy-steps/

https://en.wikipedia.org/wiki/Epoll

https://www.hackingnote.com/en/versus/select-vs-poll-vs-epoll/

Number of File Descriptors	poll() CPU time	select() CPU time	epoll() CPU time
10	0.61	0.73	0.41
100	2.9	3	0.42
1000	35	35	0.53
10000	990	930	0.66

Obrázek 4 - porovnání asynchronních prostředků (zdroj: https://suchprogramming.com/epoll-in-3-easy-steps/)

5 SYSTÉMOVÉ POŽADAVKY

5.1 Klient

- .NET Core runtime alespoň verze 7

5.2 Server

- Kompilátor jazyka C++, alespoň C++17
- Cmake, alespoň verze 3.20.0

6 POSTUP PŘEKLADU

6.1 Klient

Po nainstalování .NET frameworku stačí přejít do složky /UpsClient/UpsClient.Desktop a spustit příkaz:

```
dotnet run
```

Dotnet stáhne externí knihovny, aplikaci zkompiluje, a spustí.

6.2 Server

V kořenovém adresáři lze překlad provést pomocí následujících dvou příkazů:

```
cmake --preset release
```

```
cmake --build --preset release
```

Spustitelný soubor `main` se bude nacházet ve složce:

```
UpsServer/cmake/build-release-linux/
```

7 ZÁVĚR A ZHODNOCENÍ

Všechny body zadání byly splněny, aplikace jsou funkční a správně realizují síťovou komunikaci.

Za kladnou vlastnost serveru bych považoval využití pokročilejších linuxových prostředků – epoll a eventfd.

Největší benefit klientské aplikace bych viděl v knihovně AvaloniaUI, která umožňuje kompilaci téměř pro jakoukoliv platformu – Linux / Windows / MacOs / Embedded, …

Za zápornou vlastnost by se dal považovat místy méně přehlednější C++ kód.