

Dokumentace k semestrální práci z předmětu KIV/UPS

Téma práce: Hra Inverzní lodě

Autor: Milan Vlachovský

Obsah

- 1. Úvod
- 2. Popis hry
- 3. Popis síťového protokolu
- 4. Architektura systému
- 5. Návod na zprovoznění
 - 5.1 Klientská část
 - 5.2 Serverová část
- 6. Struktura projektu
- 7. Popis implementace
- 8. Závěr

1. Úvod

Cílem tohoto projektu bylo vytvořit elementární hru pro více hráčů používající síťovou komunikaci se serverovou částí v nízkourovňovém programovacím jazyce a klientskou částí v programovacím libovolném jazyce. Autor projektu zvolil vlastní variantu hry Lodě s upravenými pravidly nazvanou „*Inverse Battleships*“. Stejně jako její předloha je hra určena pro 2 hráče, přičemž se hráči střídají v tazích.

Byl zvolen protokol na bázi TCP. Jako programovací jazyk serveru byl zvolen jazyk Go, díky své rychlosti a nízkourovňovému přístupu k síťové komunikaci. Klientská část byla implementována v jazyce Python s využitím knihovny [pygame](#) pro správu vykreslování grafického prostředí hry.

2. Popis hry

Hra *Inverse Battleships* je variantou klasické hry Lodě, ve které se hráči snaží najít a zničit všechny lodě protivníka. V této variantě hráči sdílí jedno pole 9x9 a každý dostane na začátku přiřazenou jednu loď. Následně se hráči střídají v tazích, kdy každý hráč se může pokusit vykonat akci na prázdné políčko. Mohou nastat tři situace:

- Hráč zkusí akci na prázdné políčko, ve kterém se nachází nikým nezískaná loď. V tomto případě hráč loď získává a získává body.
- Hráč zkusí akci na prázdné políčko, ve kterém se nachází protivníková loď. V tomto případě protivník o loď přichází, je zničena, hráč získává body a protivník ztrácí body.
- Hráč zkusí akci na políčko, na kterém se nic nenachází. V tomto případě hráč nezískává nic.

Hra končí, když jeden z hráčů ztratí všechny lodě. Vítězem je přeživší hráč. Body jsou pouze pro statistické účely a nemají vliv na průběh hry.

3. Popis síťového protokolu

4. Architektura systému

Požadavky

Projekt byl vyvíjen s použitím následujících technologií:

- Python 3.12
 - pygame 2.6.0
 - pydantic 2.8.2
 - typing-extensions 4.12.2
 - termcolor 2.5.0
 - pyinstaller 6.11.1
- Go 1.23

Za použití zmiňovaných technologií by měl být projekt bez problémů spustitelný. Spouštění na starších verzích nebylo testováno a nemusí fungovat správně.

5. Návod na zprovoznění

Pro sestavení celého projektu byly vytvořeny soubory *Makefile* a *Makefile.win*, které obsahují instrukce pro sestavení projektu na Unixových a Windows OS. Pro sestavení projektu na Unixových OS stačí spustit příkaz:

```
make
```

a pro Windows OS stačí spustit příkaz:

```
make -f Makefile.win
```

Předpokládá se, že je nainstalován program **make**; na Windows je možné použít například **make z chocolatey**, či jiné alternativy.

Skript sestaví spustitelné soubory ve složce *client/bin/* pro klientskou část projektu a ve složce *server/bin/* pro serverovou část projektu. Spustitelné soubory jsou pojmenovány *client* a *server*, případně na Windows *client.exe* a *server.exe*. Stačí pouze z kořenové složky projektu na Unix OS spustit příkaz:

```
make
```

Nebo na Windows OS:

```
make -f Makefile.win
```

Jelikož je klientská část implementována v jazyce Python, je možné ji spustit i bez sestavení. Stačí spustit soubor `client/src/main.py` v Python virtuálním prostředí s nainstalovanými závislostmi ze souboru `requirements.txt`. Spustitelné soubory pro klientskou část byly vytvořeny pomocí knihovny [pyinstaller](#) a jejich úspěšnost překladu bývá závislá na operačním systému a verzi Pythonu.

Na základě standardu [PEP 394](#) počítají soubory `Makefile` a `Makefile.win` s tím, že Python rozkaz pod Unixem je `python3` a pod Windows je `python`. V případě odlišného nastavení je nutné soubory upravit.

5.1 Klientská část

Klientská část je napsaná v jazyce Python, tedy kód je standardně interpretován řádku po řádce pomocí Python interpreteru. Pro spuštění klientské části je tedy nutné mít nainstalovaný Python 3.12 a nainstalované závislosti ze souboru `requirements.txt`.

Spuštění krok za krokem

Autor doporučuje vytvořit si virtuální prostředí a nainstalovat závislosti pomocí následujících příkazů:

Příkazy jsou pro Unix OS, pro Windows OS je nutné je přizpůsobit.

```
python3 -m venv venv
source venv/bin/activate
pip install -r requirements.txt
cd client/
```

Následně je možné spustit klienta pomocí příkazu:

```
python ./src/main.py
```

Je také možné spustit klienta se specifickým nastavením a nastavením logování pomocí:

```
python ./src/main.py -c ./cfg/debug_cfg.json -l ./cfg/debug_loggers_cfg.json
```

Standardně se předpokládá spouštění ze složky `client/`

Sestavení spustitelného souboru

Kvůli charakteru jazyka není možné bez externích knihoven vytvořit spustitelný soubor. Autor proto zvolil cestu sestavení pomocí knihovny `pyinstaller`. Pro sestavení spustitelného souboru je nutné mít nainstalovaný `pyinstaller`.

Pro sestavení spustitelného souboru stačí pouze spustit z kořenové složky na Unix OS příkaz:

```
make client
```

Nebo na Windows OS:

```
make -f Makefile.win client
```

Pro manuální sestavení lze použít kód z Makefile souborů.

5.2 Serverová část

Serverová část je napsaná v jazyce Go. Pro sestavení serverové části je nutné mít nainstalovaný Go 1.23 či novější. Sestavení opět probíhá za pomoci souborů *Makefile* a *Makefile.win*. Na Unix OS stačí spustit příkaz:

```
make server
```

Na Windows OS:

```
make -f Makefile.win server
```

Make sestaví spustitelný soubor ve složce *server/bin/* s názvem *server*.

Spuštění serveru

Pro spuštění serveru je nutné zadat jako parametr buď IP adresu, na které bude server naslouchat (parametr *-a*), nebo specifikovat konfigurační soubor (parametr *-c*). Pro spuštění serveru na 127.0.0.1 a na portu 8080 stačí zadat:

Příkazy jsou pro Unix OS, pro Windows OS je nutné je přizpůsobit.

```
./server/bin/server -a "127.0.0.1:8080"
```

Při volbě IP adresy a portu je vhodné zjistit, zda je adresa a port dostupný a nejsou blokovány firewallem apod.

6. Struktura projektu

Projekt je rozdělen následovně:

- *Kořenová složka* — Obsahuje soubory pro sestavení projektu, složky *client* a *server*, složku *docs* s dokumentací a soubor *requirements.txt* s definicemi Python závislostí.

- *client/* — Obsahuje celou klientskou část projektu včetně konfiguračních souborů, použitých textových a obrazových zdrojů a programátorské referenční dokumentace.
- *server/* — Obsahuje celou serverovou část projektu včetně konfiguračních souborů a programátorské referenční dokumentace.

Kořenová složka

- *Makefile* — Soubor pro sestavení projektu na Unix OS.
- *Makefile.win* — Soubor pro sestavení projektu na Windows OS.
- *client/* — Složka obsahující kód s klientskou částí aplikace.
 - *client/Doxyfile* — Soubor s konfigurací pro Doxygen.
 - *client/cfg/* — Složka obsahující konfigurační soubory klientské části.
 - *client/cfg/debug_cfg.json* — Soubor s konfigurací pro debugování.
 - *client/cfg/debug_loggers_cfg.json* — Soubor s konfigurací logování pro debugování.
 - *client/cfg/debug_loggers_cfg_win.json* — Soubor s konfigurací logování pro debugování na Windows.
 - *client/cfg/default_config.json* — Soubor s výchozí konfigurací.
 - *client/cfg/default_user_config.json* — Soubor s výchozí konfigurací nového uživatele.
 - *client/cfg/loggers_config.json* — Soubor s konfigurací logování.
 - *client/cfg/users/* — Složka obsahující konfigurace uživatelů.
 - *client/docs/* — Složka obsahující dokumentaci kódu klientské části.
 - *client/res/* — Složka obsahující zdroje pro klientskou část.
 - *client/res/colors.json* — Soubor s definicemi barev použitých v GUI klienta.
 - *client/res/img/* — Složka obsahující obrázky použité ve GUI klienta.
 - *client/res/strings.json* — Soubor s definicemi textových řetězců použitých v GUI klienta.
 - *client/src/* — Složka obsahující zdrojové kódy klientské části.
 - *client/src/const/* — Složka obsahující konstanty.
 - *client/src/const/exit_codes.py* — Soubor s konstantami pro návratové kódy.
 - *client/src/const/loggers.py* — Soubor s konstantami pro logování.
 - *client/src/const/paths.py* — Soubor s cestovými konstantami.
 - *client/src/const/typedefs.py* — Soubor s definicemi používaných objektů v kódu klienta.
 - *client/src/game/* — Složka zastřešující kód pro správu hry.
 - *client/src/game/connection_manager.py* — Soubor s kódem pro správu spojení se serverem.
 - *client/src/game/ib_game.py* — Soubor s kódem spravujícím hru.
 - *client/src/game/ib_game_state.py* — Soubor s kódem pro stav hry.
 - *client/src/graphics/* — Složka obsahující kód GUI klienta.

- *client/src/graphics/game_session.py* — Soubor s kódem pro GUI herní session.
- *client/src/graphics/menus/* — Složka obsahující kód GUI menu.
 - *client/src/graphics/menus/info_screen.py* — Soubor s kódem GUI informační obrazovky.
 - *client/src/graphics/menus/input_menu.py* — Soubor s kódem GUI vstupní menu.
 - *client/src/graphics/menus/lobby_select.py* — Soubor s kódem GUI výběr lobby.
 - *client/src/graphics/menus/primitives.py* — Soubor s kódem pro primitiva GUI.
 - *client/src/graphics/menus/select_menu.py* — Soubor s kódem pro výběrové menu.
 - *client/src/graphics/menus/settings_menu.py* — Soubor s kódem pro nastavení.
- *client/src/graphics/viewport.py* — Soubor s kódem představujícím viewport pro zobrazování libovolného GUI.
- *client/src/main.py* — Soubor s kódem pro spuštění klienta.
- *client/src/util/* — Složka obsahující pomocné metody.
 - *client/src/util/assets_loader.py* — Soubor s kódem pro načítání zdrojů (obrázky, zvuky, ...).
 - *client/src/util/etc.py* — Soubor s vedlejšími pomocnými metodami.
 - *client/src/util/file.py* — Soubor s pomocnými metodami pro práci se soubory.
 - *client/src/util/generic_client.py* — Soubor s kódem představující generického klienta (založeném na socketech).
 - *client/src/util/graphics.py* — Soubor s pomocnými metodami pro práci s grafikou.
 - *client/src/util/init_setup.py* — Soubor s kódem pro inicializaci klienta.
 - *client/src/util/input_validators.py* — Soubor s validátory vstupu.
 - *client/src/util/loggers.py* — Soubor s kódem pro přispůsobené logování.
 - *client/src/util/path.py* — Soubor s pomocnými metodami pro práci s cestami.
- *docs/* — Složka obsahující dokumentaci.
 - *docs/doc.md* a *docs/doc.pdf* — Tento dokument ve formátu Markdown a PDF.
 - *docs/client_ref.html* — Odkaz na dokumentaci klientské části.
 - *docs/server_ref.html* — Odkaz na dokumentaci serverové části.
- *requirements.txt* — Soubor s definicemi Python závislostí.
- *server/* — Složka obsahující kód s serverovou částí aplikace.
 - *server/cfg/* — Složka obsahující konfigurační soubory serverové části.
 - *server/docs/* — Složka obsahující dokumentaci kódu serverové části.
 - *server/src/* — Složka obsahující zdrojové kódy serverové části.
 - *server/src/const/* — Složka obsahující konstanty.

- *server/src/const/const_file/* — Složka obsahující konstanty pro práci se soubory.
 - *server/src/const/const_file/const_file.go* — Soubor s konstantami pro práci se soubory.
- *server/src/const/custom_errors/* — Složka obsahující definice chyb.
 - *server/src/const/custom_errors/custom_errors.go* — Soubor s definicemi chyb.
- *server/src/const/exit_codes/* — Složka obsahující konstanty pro návratové kódy.
 - *server/src/const/exit_codes/exit_codes.go* — Soubor s konstantami pro návratové kódy.
- *server/src/const/msg/* — Složka obsahující definice uživatelských zpráv.
 - *server/src/const/msg/msg.go* — Soubor s definicemi uživatelských zpráv.
- *server/src/const/protocol/* — Složka obsahující definice síťového protokolu.
 - *server/src/const/protocol/server_communication.go* — Soubor s definicemi síťového protokolu.
- *server/src/go.mod* — Soubor s definicí modulů Go.
- *server/src/logging/* — Složka obsahující kód pro logování.
 - *server/src/logging/logging.go* — Soubor s kódem pro logování.
- *server/src/main.go* — Soubor s kódem pro spuštění serveru.
- *server/src/server/* — Složka obsahující kód pro správu serveru.
 - *server/src/server/connection_manager.go* — Soubor s kódem pro správu spojení.
 - *server/src/server/client_manager.go* — Soubor s kódem pro správu klientů.
- *server/src/util/* — Složka obsahující pomocné funkce.
 - *server/src/util/arg_parser/* — Složka obsahující kód pro parsování argumentů.
 - *server/src/util/arg_parser/arg_parser.go* — Soubor s kódem pro parsování argumentů.
 - *server/src/util/cmd_validator/* — Složka obsahující kód pro validaci síťových příkazů.
 - *server/src/util/cmd_validator/cmd_validator.go* — Soubor s kódem pro validaci síťových příkazů.
 - *server/src/util/msg_parser/* — Složka obsahující kód pro parsování zpráv.
 - *server/src/util/msg_parser/msg_parser.go* — Soubor s kódem pro parsování zpráv.
 - *server/src/util/util.go* — Soubor s pomocnými funkcemi.

7. Popis implementace

Do popisu implementace budou převážně zahrnuty jen ty nejdůležitější části kódu potřebné pro pochopení principu fungování aplikace. Pro podrobnější informace je možné využít programátorskou referenční dokumentaci, která je dostupná v *docs/client_ref.html* a *docs/server_ref.html* (odkazují do *client/docs/* a *server/docs/*).

7.1 Klientská část

Klientská část aplikace byla implementována v jazyce Python s využití knihovny **pygame** pro grafické rozhraní. Hlavní součásti klienta jsou rozděleny do modulů podle jejich funkce.

Veškerý kód se nachází pod složkou *client/src/*.

Při běhu programu pracuje vždy jedno hlavní vlákno, které se stará o logiku hry, zpracovávání vstupů a vykreslování grafického rozhraní. Pro správu asynchronní komunikace se serverem je vždy vytvořeno vlastní vlákno, které pomocí synchronizačních přístupů (Python *threading.Lock*, *threading.Event*, ...) zpracovává zprávy od serveru a zasílá zpět odpovědi.

Při každé změně stavu hry je spuštěno nové vlákno pro zpracovávání serverové komunikace odpovídající stavu hry. Pokud dostane klient neočekávanou zprávu od serveru (rozbitou, nevalidní, nesprávnou na základě stavu hry, apod.) dojde k odpojení od serveru a vyslání chybové hlášky.

Vstupní bod programu je soubor *main.py* a metoda *main()*. Tato metoda inicializuje klientskou aplikaci, načte konfiguraci, nahraje zdroje, vytvoří instanci třídy *IBGame* z *ib_game.py* a spustí hlavní smyčku hry.

Moduly klientské části

1. **game** — Hlavní modul, který zastřešuje veškerou logiku hry.

- *connection_manager.py*
 - Spravuje připojení klienta k serveru pomocí socketů (používáním *generic_client.py*).
 - Poskytuje API pro odesílání a příjem zpráv, které využívá *ib_game.py*.
- *ib_game.py*
 - Spravuje celou logiku hry, jako je zpracování tahů a synchronizace herního stavu se serverem.
 - Zde dochází ke správě grafického rozhraní a vstupů od uživatele.
 - Drží informace o stavu hry a komunikuje se serverem pomocí *connection_manager.py* (metody, které síťové vlákna vykonávají mají prefix *__handle_net*).
 - Obecně funguje na principu stavového automatu, kde každý stav odpovídá určité fázi hry.
 - Vždy dochází k volání metody *update()* z *main.py*, která dále volá podmetody podle aktuálního stavu hry (*__update_main_menu()*, *__update_game_session()*, ...).
 - V každé aktualizací podmetodě dochází k inicializaci grafického kontextu, případně vytvoření nového vlákna pro komunikaci se serverem (metody s prefixem *__prepare*), ke zpracování vstupů od uživatele (metoda *__process_input(events)*), k aktualizacím grafického rozhraní (metoda *update()* grafického kontextu), k vykreslení těchto změn (metoda *draw()* či *redraw()* grafického kontextu) a k případným aktualizacím stavu hry na základě odezvy od grafického rozhraní nebo serveru (metody s prefixem *__handle_update_feedback*).
 - Četnost volání aktualizací metod je závislá na *tick_speed* (v případě toho projektu srovnatelné se snímkem za vteřinu) nastavené v konfiguračním souboru pomocí volání metody *clock.tick(tick_speed)* v *main.py* hlavní smyčce.
 - Při přechodech mezi stavy hry vždy dochází k ukončování dříve spuštěných vláken.
 - *ib_game_state.py*
 - Obsahuje třídu reprezentující stav hry.

2. **graphics** — Modul pro vykreslování grafického rozhraní

- *viewport.py*
 - Obsahuje třídu *Viewport*, kterou musí dědit všechny třídy, které chtějí vykreslovat do okna.
 - Třída určuje kontrakt pro vykreslování a aktualizaci, který musí být dodržen.
 - Každý potomek třídy *Viewport* musí implementovat metody:
 - *redraw()*: Pro překreslení celého obsahu okna.
 - *draw()*: Pro překreslení změněného obsahu okna.
 - *update(events)*: Pro aktualizaci obsahu okna na základě změn (např. vstupů od uživatele, zpráv od serveru, ...).
- *game_session.py*
 - Zajišťuje vykreslování herního prostředí a interakci uživatele s herní relací.
- *menus*
 - Obsahuje moduly pro tvorbu a správu herních menu, jako jsou vstupní obrazovky, lobby nebo nastavení.

3. **util** — Modul pro pomocné funkce

- *assets_loader.py*: Zajišťuje načítání grafických a dalších zdrojů.
- *generic_client.py*: Představuje generického klienta pro komunikaci se serverem používajícího socketovou komunikaci.
- *loggers.py*: Implementuje vlastní logování pro snadnější diagnostiku a ladění.
- *init_setup.py*: Zajišťuje inicializaci klientské aplikace.

Použité knihovny klientské části

- **pygame 2.6.0**: Pro vykreslování grafického rozhraní.
- **pydantic 2.8.2**: Pro validaci dat.
- **termcolor 2.5.0**: Pro barevné logování v terminálu.
- **pyinstaller 6.11.1**: Pro sestavení spustitelných souborů.

Paralelizace klienta

Klientská část využívá knihovnu *threading* pro správu asynchronní komunikace se serverem, což umožňuje zpracovávat zprávy od serveru souběžně s vykreslováním a zpracováním vstupů uživatele. Při inicializaci každého stavu hry dochází k připravení grafického kontextu a k případnému vytvoření a spuštění vlákna pro komunikaci se serverem. Vlákno zpracovává zprávy od serveru a případně propaguje změny do hlavního vlákna:

- pomocí použití *threading.Lock* zámku (*self.net_lock*) a:
 - úpravou stavové proměnné reprezentující stav hry (*self.game_state*),
 - úpravou speciální proměnné pro správu herní relace (*self.__game_session_updates*);
- pomocí smazání reference na grafický kontext, což vynutí inicializační metodu v dalším cyklu, která vykoná přípravu nového grafického kontextu, spuštění nového vlákna, ...

Komunikace z hlavního vlákna do síťových vláken probíhá pomocí:

- *threading.Event* (*self.__end_net_handler_thread*, *self.do_exit*), které signalizuje ukončení vlákna,

- `queue.Queue` (`self.__action_input_queue`), která slouží k předávání zpráv z herní relace do síťového vlákna.

7.2 Serverová část

Serverová část byla implementována v jazyce Go pro svou rychlost a efektivní práci s paralelizací. Byly využity pouze základní knihovny Go (pro síťovou komunikaci balíček `net`). Serverová část je rozdělena do modulů podle jejich funkcí.

Veškerý kód se nachází pod složkou `server/src/`.

Vstupní bod serveru je soubor `main.go`, který načte konfiguraci, vytvoří instanci serveru a manažera klientů a spustí hlavní smyčku herního serveru (funkce `manageServer()`). Serverová část je rozdělena do tří hlavních modulů: `server`, `util` a `const`.

Moduly serverové části

1. **server** — Hlavní modul, který zastřešuje veškerou logiku serveru.

- `connection_manager.go`
 - Představuje jedno spojení mezi serverem a klientem.
 - Definuje strukturu serveru, který je representován IP adresou a `net.Listenerem`.
 - Obsahuje metody pro přijímání nových přípojení, zpracování jejich zpráv a odesílání zpráv.
- `client_manager.go`
 - Spravuje všechny klienty připojené k serveru a logiku spojenou s během herního serveru.
 - Hlavní funkce je `ManageServer()`, která obsahuje hlavní smyčku serveru, která běží na hlavním vlákne.
 - Naslouchá na SIGINT a SIGTERM signály pro ukončení serveru.
 - Používá sdílené struktury (mapy) pro správu ne/ověřených klientů a lobby.

Při každém přístupu ke sdíleným strukturám (např. klienti, lobby, ...) využívá `client_manager` `rwmutexy` pro zajištění bezpečného synchronního přístupu.

- Hlavní smyčka serveru vypadá následovně:
 1. Kontroluje kontrolní proměnné pro ukončení serveru.
 2. Zavolá se funkce, která spravuje všechny aktivní lobby, které jsou hostované na serveru (funkce `ManageLobbies()`).
 - Tato funkce zajišťuje správu herních relací. Na základě stavu každého lobby ho roztrídí do front čekajících na odbavení (`lobbiesToStart`, `lobbiesToAdvance`, `lobbiesToDelete`, ...).
 - Všechny lobby se postupně pokusí odbavit a posunout do dalšího stavu, je-li to možné (funkce s prefixem `manageLobbies`).
 - Při nutnosti posílání informační zprávy klientům používá `send` zámek, který je pro každý klient definován (případně posílá zprávy paralelně pomocí Gorutin, které pouze odesílají zprávy a hned končí).
 3. Kontroluje, zda se nový klient nepokouší připojit k serveru. Pokud ano, vytvoří nové spojení a novou Gorutinu (vlákno), která bude neustále až do odpojení zpracovávat interakce od klienta.

Každý nový klient má *recv* a *send* mutexy, které zajišťují bezpečný výlučný přístup k operacím prováděným nad sockety.

- Nejprve se pokusí klienta ověřit a přihlásit (na základě kontraktu protokolu). Při neúspěchu klienta odpojí a odebere ze sdílených struktur.
- Poté zpracovává zprávy od klienta a vykonává příslušné akce (např. vytvoření nové herní relace, připojení k existující herní relaci, příprava na změnu stavu lobby na základě příkazu od klienta, ...). Jedná se o funkce s prefixem *handle* (*handlePingCmd*, *handleJoinLobbyCmd*, ...). Při neplatném či nepovoleném rozkazu klienta odpojí, odebere ze sdílených struktur, případně označí klientovo lobby k odstranění.

2. **util** — Modul pro pomocné funkce.

- *arg_parser.go*: Zajišťuje parsování argumentů při spouštění serveru.
- *cmd_validator.go*: Validuje příkazy přijaté od klientů.
- *msg_parser.go*: Zajišťuje správné formátování zpráv při odesílání a příjmu.

3. **const** — Modul pro konstanty.

- *protocol/server_communication.go*: Obsahuje definice protokolu a formátu zpráv mezi klientem a serverem.

4. **logging** — Modul pro logování.

- *logging.go*: Implementuje logování pro snadnější diagnostiku a ladění.

Použité knihovny serverové části

- Standardní knihovny Go: *net*, *os*, *fmt*, *sync*, *time*, ...

Paralelizace

Server využívá gorutiny pro souběžné zpracování klientských požadavků. Pro synchronizaci dat jsou používány mutexy a kanály (*channels*). Každý nový klient má své vlastní mutexy pro zajištění bezpečného přístupu k socketům. Server využívá *sync.RWMutex* pro zajištění bezpečného přístupu k sdíleným strukturám (mapy klientů, lobby, ...).

8. Závěr