

Deathmatch

Krzysztof Nasuta 193328 Aleksander Iwicki 193354 Filip Dawidowski
193433

1. Wstęp

Celem projektu było stworzenie gry Deathmatch, w której gracze mogą walczyć ze sobą na arenie. Do stworzenia gry użyto języka C++ oraz biblioteki Boost. Gra działa w trybie tekstowym, sterowanie odbywa się za pomocą klawiatury. Gracze mogą poruszać się po arenie, strzelać do siebie oraz zbierać ulepszenia (np. szybsze strzelanie). Grę wygrywa gracz, który zdobędzie wcześniej określoną liczbę punktów, które zdobywa się poprzez eliminację przeciwników.

1.1. Działanie z punktu widzenia użytkownika

Na początku gracz łączy się z serwerem nadrzędnym, który jest ogólnie zdefiniowany. Po nawiązaniu połączenia gracz wybiera nick, którym będzie się posługiwał w grze. Następnie użytkownik wpisuje nazwę serwera (lobby), do którego chce dołączyć. Jeśli serwer o podanej nazwie nie istnieje, tworzony jest nowy i gracz jest do niego automatycznie dołączany. Gdy wszystko się powiodło, gracz może zaznaczyć gotowość. Po zaznaczeniu gotowości przez wszystkich użytkowników na serwerze rozpoczyna się rozgrywka. Gracz może poruszać się po arenie za pomocą klawiszy W, A, S, D i strzelać za pomocą strzałek. Po wejściu na pole z ulepszeniem gracz je automatycznie podnosi. Za każdą eliminację przeciwnika gracz zdobywa punkt. Grę wygrywa gracz, który zdobędzie wcześniej określoną liczbę punktów.

1.2. Działanie z punktu widzenia serwera

Po połączeniu się klientów serwer rozpoczyna grę. Oczekuje na akcje od klientów, które od razu propaguje do pozostałych klientów celem zmniejszenia opóźnień. Serwer przeprowadza symulację ticku oraz co pewien czas (np. 10 ticków) synchronizuje stan gry klientów. Kolejność symulacji jest ustalona i nie pozwala na sytuacje wyścigu. Po zakończeniu gry serwer wysyła informację o końcu rozgrywki do klientów, którzy mogą zagrać kolejny mecz lub opuścić grę.

2. Przypuszczalne problemy

2.1. Co się stanie jak gracz wejdzie w nieśmiertelność i zostanie trafiony w tym samym czasie

Wszystkie wydarzenia w grze będą przetwarzane w kolejce priorytetowej i wszystkie ulepszenia wykonają się przed sprawdzaniem trafień. Analogicznie, jeśli w tym samym momencie gracz się ruszy i zostanie trafiony, to najpierw przetworzone zostaną wszystkie ruchy graczy, a dopiero potem sprawdzanie trafień.

2.2. Niska responsywność gry

Ze względu na niską częstotliwość odświeżania konsoli w trybie tekstowym, gra może wydawać się mało responsywna, i często może dochodzić do sytuacji, gdzie dwóch graczy w jednym momencie robi ruch na to samo pole (wtedy się zderzają i obydwójce zatrzymują), ponieważ między pojedynczymi aktualizacjami może minąć dużo czasu. Aby temu zaradzić, sama gra będzie się odświeżać 60 razy na sekundę niezależnie od prędkości odświeżania konsoli, dzięki czemu dużo częściej o wyniku jakiejś akcji będzie decydować zręczność gracza, a nie to, czy akurat w tym momencie konsola się odświeżyła.

2.3. Co jeśli pakiety UDP nie przyjdą w kolejności?

Samo zdarzenie jest mało prawdopodobne, ponieważ pakiety są wysyłane tylko w momencie, gdy gracz kliknie lub zwolni przycisk, co musiałoby się stać szybciej niż opóźnienie w dostarczeniu pakietu. W przypadku, gdyby jednak tak się stało, to co określony czas, najprawdopodobniej co każde odświeżenie konsoli, serwer będzie wysyłał stan gry, co pozwoli na synchronizację między klientami oraz serwerem, oraz nadpisze niepoprawny stan wywołany złą kolejnością przychodzenia pakietów UDP.

2.4. Co gdyby gracz zmodyfikował kod gry i zaczął wysyłać fałszywe pakiety?

Gracz wysyła tylko informacje o akcjach, które wykonuje (wysyła np. “zaczynam iść do przodu”, a nie “moja pozycja to X Y”), a serwer sam symuluje stan gry, który potem rozsyła innym klientom. Dzięki takiemu rozwiązaniu oszukiwanie nie będzie możliwe.

3. Struktura komunikatów

Każdy komunikat zawiera dodatkowo umieszczone na początku 1-bajtowe pole *packet_id* oznaczające jego rodzaj.

Żądanie o utworzenie serwera (lobby) (Klient -> Kolejka)		
Nazwa pola	Typ danych	Opis
server_name_length	int32	Długość nazwy serwera
server_name	char[]	Nazwa serwera o długości server_name_length

Potwierdzenie utworzenia serwera (Serwer -> Kolejka)		
Nazwa pola	Typ danych	Opis
port	int32	Port nowoutworzonego serwera lub żądanego po nazwie. Wartość specjalna: -1, jeśli wystąpił błąd

Żądanie o dołączenie do serwera (lobby) (Klient -> Kolejka)		
Nazwa pola	Typ danych	Opis
server_name_length	int32	Długość nazwy serwera
server_name	char[]	Nazwa serwera o długości server_name_length

Informacja o porcie serwera (Kolejka -> Klient)		
Nazwa pola	Typ danych	Opis
port	int32	Port nowo utworzonego serwera lub żadanego po nazwie. Wartość specjalna: -1, jeśli wystąpił błąd

Dołączenie do gry (Klient -> Serwer)		
Nazwa pola	Typ danych	Opis
nick_length	int32	Długość nicku gracza (maksymalnie: 20)
nick	char[]	Nick gracza o długości nick_length

Propagacja dołączenia gracza do gry (Serwer -> Klient)		
Nazwa pola	Typ danych	Opis
player_id	int32	id, jakie zostało nadane temu graczowi
nick_length	int32	Długość nicku gracza (maksymalnie: 20)
nick	char[]	Nick gracza o długości nick_length

Przesłanie informacji o mapie (Serwer -> Klient)		
Nazwa pola	Typ danych	Opis
player_id	int32	id, jakie zostało nadane temu graczowi
width	int32	Szerokość mapy
height	int32	Wysokość mapy
tiles	MapTile[]	Tablica kafelków mapy o rozmiarach width*height, każdy kafelek ma rozmiar 4 bajtów

Informacja o gotowości gracza (Klient -> Serwer)		
Przesyłany jest jedynie odpowiedni <i>packet_id</i>		

Propagacja gotowości gracza (Serwer->Klient)		
Nazwa pola	Typ danych	Opis
player_id	int32	id gracza

Informacja o rozpoczęciu gry (Serwer -> Klient)
Przesyłany jest jedynie odpowiedni <i>packet_id</i>

Akcja od gracza [UDP] (Klient -> Serwer)		
Nazwa pola	Typ danych	Opis
action	int32(enum)	Jedna z wartości: 0 - poruszanie się w górę, 1 - poruszanie się w dół, 2 - poruszanie się w lewo, 3 - poruszanie się w prawo, 4 - wystrzelenie pocisku w górę, 5 - wystrzelenie pocisku w dół, 6 - wystrzelenie pocisku w lewo, 7 - wystrzelenie pocisku w prawo, 8 - zatrzymanie ruchu gracza

Propagacja akcji [UDP] (Serwer -> Klient)		
Nazwa pola	Typ danych	Opis
action	int32(enum)	Jedna z wartości: 0 - poruszanie się w górę, 1 - poruszanie się w dół, 2 - poruszanie się w lewo, 3 - poruszanie się w prawo, 4 - wystrzelenie pocisku w górę, 5 - wystrzelenie pocisku w dół, 6 - wystrzelenie pocisku w lewo, 7 - wystrzelenie pocisku w prawo, 8 - zatrzymanie ruchu gracza
player_id	int32	id gracza, którego dotyczy akcja

Informacja o końcu gry (Serwer -> Klient)		
Nazwa pola	Typ danych	Opis
scores_len	int32	Długość tablicy wyników
scores	PlayerScore[]	Tablica struktur PlayerScore. Pola struktury: <i>player_id</i> - id gracza (int32) <i>score</i> - wynik gracza (int32) Rozmiar: 8 bajtów

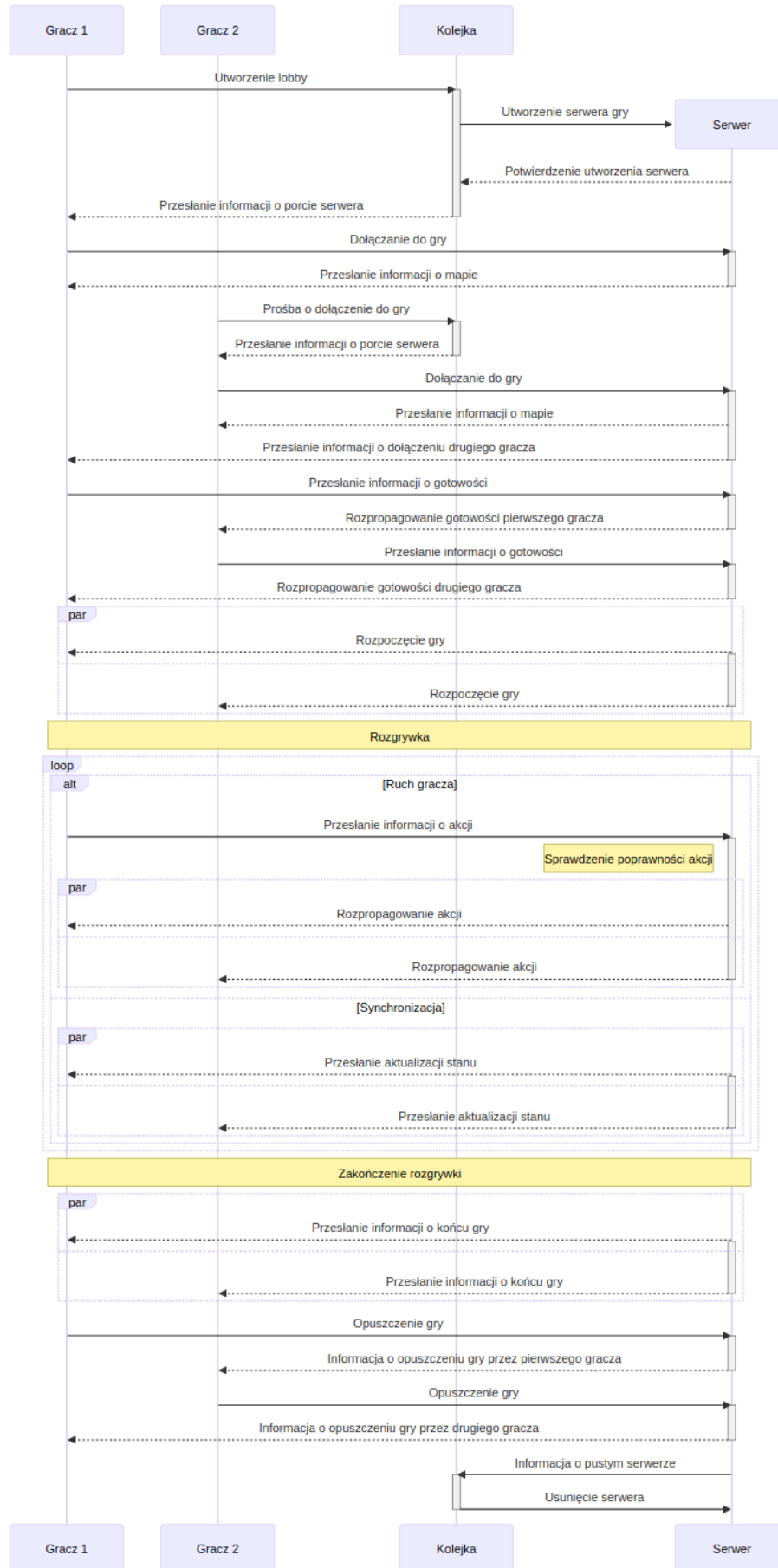
Informacja o opuszczeniu gry (Klient -> Serwer)
Przesyłany jest jedynie odpowiedni <i>packet_id</i>

Propagacja opuszczenia gry przez gracza (Serwer -> Klient)		
Nazwa pola	Typ danych	Opis
player_id	int32	id gracza

Informacja o pustym serwerze (Serwer->Kolejka)
Przesyłany jest jedynie odpowiedni <i>packet_id</i>

Synchronizacja stanu gry (Serwer -> Klient)		
Nazwa pola	Typ danych	Opis
players_num	int32	Ilość graczy w grze
players	Player[]	Tablica struktur Player. Pola struktury: <i>player_id</i> - id gracza (int32) <i>x, y</i> - koordynaty gracza (2*int32) <i>score</i> - wynik gracza (int32) Rozmiar: 16 bajtów
bullets_num	int32	Ilość aktualnie wystrzelonych pocisków
bullets	Bullet[]	Tablica struktur Bullet. Pola struktury: <i>owner_id</i> - id gracza, który wystrzelił pocisk (int32) <i>x, y</i> - koordynaty pocisku (2*int32) Rozmiar: 12 bajtów
width	int32	Szerokość mapy
height	int32	Wysokość mapy
tiles	MapTile[]	Tablica kafelków mapy o rozmiarach width*height, każdy kafelek ma rozmiar 4 bajtów

4. Diagram sekwencji



4.1. Schemat działania

4.1.1. Serwer kolejkowania

Poza serwerem gry, stworzony zostanie serwer kolejkowania. Będzie on odpowiedzialny za zarządzanie kilkoma serwerami gry. Kolejka, na żądanie klientów, pozwala na utworzenie kilku osobnych serwerów gry. Gracze, przy tworzeniu gry przesyłają nazwę rozgrywki, a kolejka tworzy nowy proces potomny serwera na losowo wybranym porcie. Przesyła informację o porcie serwera do klienta. Nazwy rozgrywek oraz informacje o portach zapisane są w hashmapie. Następnie, jeśli następny gracz chce dołączyć do tej rozgrywki, przesyła informację o jej nazwie do kolejki, a ta zwraca informację o porcie odpowiedniego serwera. Gdy serwer jest pusty, może zgłosić ten fakt do systemu kolejkowania, aby zostać usunięty. Alternatywnie, system kolejkowania automatycznie usuwać będzie puste serwery co określony interwał czasu.

4.1.2. Serwer gry

Przed rozpoczęciem gry serwer tworzy nową mapę. Klienci łączą się z serwerem oraz przesyłają informację o swoim nicku w grze. Serwer potwierdza dołączenie do poczekalni oraz przesyła użytkownikowi informację o mapie, na której będzie rozgrywany mecz. Klienci mogą zgłaszać się do gry aż do jej rozpoczęcia. Serwer oczekuje na otrzymanie od każdego z zarejestrowanych graczy potwierdzenia gotowości. Kiedy otrzyma je od każdego z klientów, rozpoczyna się rozgrywka.

W trakcie gry serwer oczekuje na akcje od klientów. Dozwolonymi akcjami jest zmiana stanu ruchu (rozpoczęcie poruszania w jednym z 4 kierunków bądź zatrzymanie) lub strzał (w wybranym z 4 kierunków). Po odebraniu akcji serwer waliduje jej poprawność i umieszcza w kolejce rozkazów. Serwer propaguje akcję do pozostałych klientów. Pozwala to na szybszą aktualizację stanu gry u innych graczy i usprawnienie rozgrywki. Należy pamiętać, że stan gry jest symulowany na serwerze. Rozpropagowanie akcji ma na celu obniżenie opóźnień w grze, ale nie wpływa na rozgrywkę w inny sposób.

Co każdy tick serwera (czyli co określony czas) serwer wykonuje wszystkie akcje z kolejki rozkazów. Kolejka ta jest implementacją priorytetową, co pozwala na zachowanie kolejności akcji (np. wszystkie akcje ruchu w tym samym ticku wykonają się przed wszystkimi akcjami strzelania). Po wykonaniu wszystkich akcji serwer przesyła zaktualizowany stan gry do wszystkich klientów. Pozwala to na synchronizację stanu gry między klientami oraz serwerem.

Następnie przeprowadzana jest symulacja ticku.

- Na początku przesuwamy każdego z graczy w kierunku, w którym się porusza. Kolejność przesuwania graczy jest stała.
- Sprawdzane są kolizje z innymi graczami. Jeśli do niej dojdzie, stan wszystkich graczy w niej uczestniczących zamieniany jest na brak ruchu.

- Następnie sprawdzana jest kolizja ze ścianami mapy. W przypadku próby wejścia w ścianę, gracz jest zatrzymywany. Jeśli gracz ma ulepszenie, które pozwala na przechodzenie przez ściany, to nie jest zatrzymywany. Jeśli ulepszenie to się skończyło, a gracz jest “w ścianie”, przesuwamy go na najbliższe wolne pole według ustalonego algorytmu.
- Sprawdzamy kolizje z ulepszeniami. Jeśli gracz wejdzie na pole z ulepszeniem, gracz podnosi je, a ulepszenie znika z mapy. Jeśli gracz już ma inne ulepszenie, to zostaje ono zastąpione nowym.
- Następnie przesuwane są pociski, które sprawdzają kolizje z graczami oraz ścianami. W przypadku kolizji z graczem, gracz ginie, a strzelec zdobywa punkt. W przypadku kolizji ze ścianą pocisk znika.
- Jeśli gracz zginął w tym ticku, to jest on przesuwany na ustalone pole odrodzenia, jeśli jest zajęte, to wybierane jest najbliższe puste pole według ustalonego algorytmu.

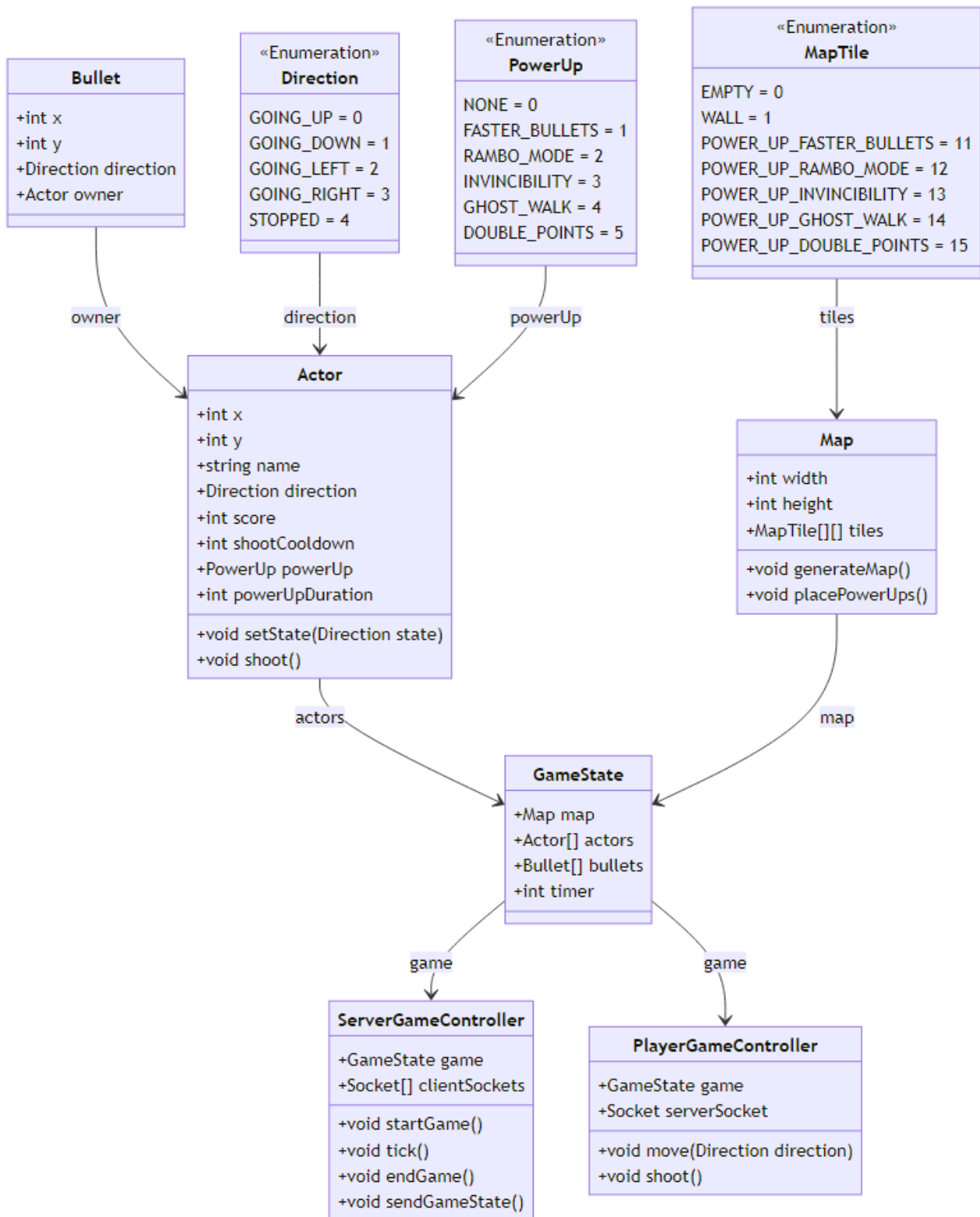
Po upływie określonego czasu gry lub uzyskaniu odpowiedniej ilości punktów przez gracza, mecz kończy się. Serwer wysyła informację o zakończeniu gry do wszystkich klientów. Klienci otrzymują informację o zwycięzcy oraz wynikach meczu. Klienci mogą ponownie potwierdzić gotowość i zagrać kolejny mecz lub opuścić poczekalnię i rozłączyć się z serwerem.

5. Sekcja krytyczna

Informacje o stanie gry przechowywane są w klasie GameState. Dostęp do tej struktury ma tylko wątek główny, co uniemożliwia sytuacje wyścigów. Wątki socketów klientów mogą jedynie zgłaszać swoje akcje, ale nie mają bezpośredniego dostępu do instancji GameState. Pozwala to na zagwarantowanie spójności stanu gry.

Kluczowe z punktu widzenia synchronizacji gry są akcje wykonywane przez graczy, czyli ruch oraz strzał. Informacje o tych wydarzeniach umieszczane są w synchronizowanej między wątkami kolejce priorytetowej (różne akcje mają różne priorytety). W trakcie obsługi ticku wątek główny symulacji gry blokuje dostęp do tej struktury. W tym czasie wątki socketów graczy nie mogą umieszczać w niej akcji. Po przeprowadzeniu symulacji ticku kolejka jest odblokowywana przez główny wątek.

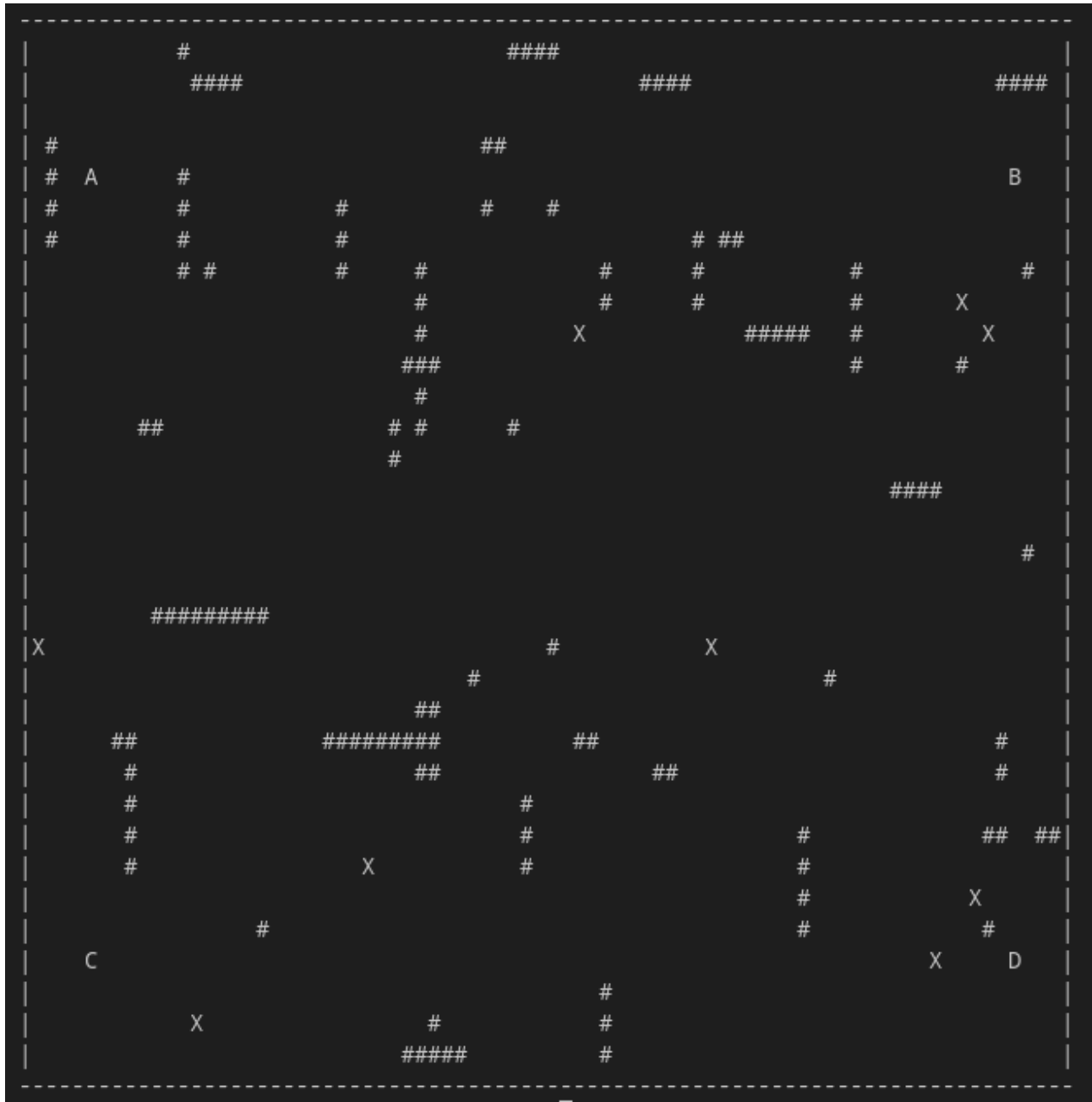
6. Diagram klas



6.1. Opis klas

- Direction - enum reprezentujący kierunek ruchu. Dozwołonymi kierunkami są: góra, dół, lewo, prawo oraz brak ruchu.
- PowerUp - enum reprezentujący ulepszenie. Dozwołonymi ulepszeniami są: szybsze strzelanie, strzelanie na wszystkie strony, nieśmiertelność, przechodzenie przez ściany, podwójne punkty za zabicie przeciwnika.
- MapTile - enum reprezentujący kafelek mapy. Dozwołonymi kafelkami są: ściana, wolne pole, pole z ulepszeniem.
- Bullet - klasa reprezentująca pocisk. Przechowuje informacje o kierunku, w którym się porusza, oraz o graczu, który go wystrzelił.
- Actor - klasa reprezentująca gracza. Przechowuje informacje o pozycji, nicku, kierunku ruchu, ulepszeniach, punktach oraz czasie odnowienia strzału.
- Map - klasa reprezentująca mapę. Przechowuje informacje o szerokości, długości, kafelkach oraz ulepszeniach na mapie.
- GameState - klasa reprezentująca stan gry. Przechowuje informacje o mapie, graczach, pociskach oraz czasie gry.
- ServerGameController - klasa odpowiedzialna za zarządzanie grą na serwerze. Przechowuje informacje o stanie gry oraz podłączonych klientach. Zarządza grą, odbiera akcje od klientów, przetwarza je oraz przesyła stan gry do klientów.
- PlayerGameController - klasa odpowiedzialna za zarządzanie grą u klienta. Przechowuje informacje o stanie gry oraz połączeniu z serwerem. Zarządza grą, wysyła akcje do serwera, odbiera stan gry oraz zleca rysowanie stanu gry.

7. Prototyp interfejsu klienta



Interfejs użytkownika przedstawiający mapę w trakcie rozgrywki. Poziome i pionowe linie ograniczają zakres mapy. Litery oznaczają kolejnych graczy. Wyjątkiem jest litera 'X', która przedstawia wzmocnienie. Znaki hashtag (#) oznaczają ściany umieszczone na planszy. Pociski wystrzelone przez graczy reprezentują litery 'o'.