6J-05

ウェブ戦車バトルシミュレーションにおける動的分割手法

福谷 亮弥 †　坂本 真仁 ‡　岡本 秀輔 §
成蹊大学 †　成蹊大学 ‡　成蹊大学 §

概要

戦車の対戦をシミュレートするウェブアプリケーションの実装方法を検討している．これまでは1つのサーバやブラウザでシミュレーションを行っていたが，特定のサーバやブラウザに負荷が集中していた．しかし，戦車砲には射程距離があり，遠方の戦車には無関係であるため，戦車バトルシミュレーションをサーバと複数のブラウザで分割して実行する．シミュレーションの計算はブラウザ上の WebWorker [1] で行い，グループ内の情報のやり取りやシミュレーション結果の配信には WebRTC(Web Real-Time Communication) [2] を利用する．距離が近い戦車をグループにまとめ，それぞれのグループで独立してシミュレーションを行う．戦車間の距離とグループ数，グループに所属する戦車数を元に戦車をグループ分けするアルゴリズムを考案した．このアルゴリズムを元に，1台のサーバ PC と 10 台のクライアント PC で分割シミュレーションを実行する．

1　はじめに

この戦車バトルでは，長方形のフィールド上で複数の戦車が対戦を行う．ユーザはブラウザ上で戦車の動作を条件毎に Python のメソッドとしてプログラムを書き，戦車は，移動や索敵，砲撃をプログラムにしたがって行う．各ブラウザは，ユーザがプログラミングした戦車を中心に，周りに居る戦車や打ち出された弾などのシミュレーション経過を表示する．

戦車は本体と砲台，レーダで構成され，ぞれぞれ個別に回転できる．戦車の移動や射撃といった動作定義は，レーダで敵を見つけたときや，被弾したとき，などに呼び出されるイベント内で行う．またレーダは直線上にある戦車や壁との距離が分かるが，一定距離より遠いものは認識できない．砲台から出る弾は直線的に進み，一定距離を進むと消滅する．

2　シミュレーションの概要

戦車の視界の範囲と弾の射程が決められているため，シミュレーションを領域毎に分割できる．そこで，距離が近い戦車をグループにまとめて，それぞれのグループ毎に独立してシミュレーションを進める．しかし，ある程度シミュレーションを進めると，戦車が他のグループの射程や視界の範囲に入ってしまう可能性がある．そこで，独立してシミュレーションを進めることが可能な時間をグループ間の距離から求め，その時間毎に再度グループ分けを行う．

グループ分けの方法によって，サーバや各ブラウザへの負荷や通信量が変化する．グループの数が多いほど，それぞれの戦車が通信するべき戦車の数が減り，全体で必要な通信量は減る．また，所属している戦車の数が一番多いグループの戦車の数が少ないほど，負荷は分散される．一方で，独立して計算できる時間が長いほど，グループ分けを決定する計算時間が減る．そのため，独立してシミュレーションを

Dynamic partitioning on a Web Robot-Battle simulation
† Ryoya Fukutani, Seikei University
‡ Shinji Sakamoto, Seikei University
§ Shusuke Okamoto, Seikei University

Copyright ©2021 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

進めることが可能な時間と，分割したグループ数，所属している戦車数の最大値に注目してグループ分けを行なうアルゴリズムを考案した．

3 シミュレーションの実装

シミュレーションは以下のように進める．サーバで戦車のグループ分けと，グループごとのシミュレーション時間単位 T_1 を定め，グループの代表となるブラウザに戦車情報と T_1 を送信する．サーバから情報を受け取ったブラウザは，グループ内の戦車についてシミュレーションを進めつつ，その過程をグループ内の戦車を操作しているブラウザに逐次送信する．そして，T_1 時間後のシミュレーション結果をサーバに送信する．結果を受け取ったサーバは，再度グループ分けと T_2 の計算を行い，ブラウザにその情報を送信する．この動作を残り戦車が 1 つになるまで繰り返す．

複数の戦車をグループ分けするアルゴリズムを以下に述べる．最初に，戦車の視界距離の 2 倍を L とし，L 以下の距離にある戦車を１つのグループにまとめ，出来上がった初期状態 (t=0) のグループ集合を GA(t)=G1,G2...Gn とする．次に，これらのグループを統合して評価関数の値が高くなるグループの集合を探す．集合 GA(t) における全てのグループ間の距離を求め，一番距離が近いグループを 2 つを統合して新たな集合 GA(t+1) を作る．これを，グループの数が 2 になるまで繰り返し，GA(0),GA(1)...GA(n-2) の中で最も評価関数の値が大きくなった集合を，グループ分けに採用する．

評価関数 F は，GA(t) における一番近いグループ間の距離 Dmin，グループの数 Gnum，グループ内の所属戦車数の最大値 Nmax と，重み付け定数 C1 を用いて

$$F = Dmin + C1/(Gnum * Nmax)$$

とした．グループ分けの例を図 1 に示す．戦車 A を操作するブラウザが A,C,E,F のシミュレーションを行い，WebRTC を利用して経過を C,E,F に送信する．同様に，戦車 B を操作するブラウザが B,D のシミュレーションを行い，経過を D に送信する．戦車 G を操作するブラウザは自身のシミュレーションのみ行う．

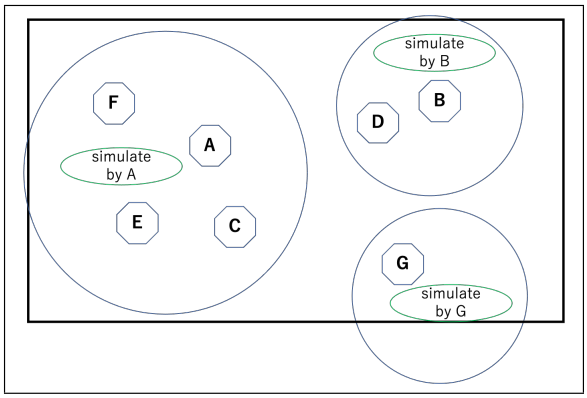

図 1　3 つのグループに分割した場合

4 まとめ

戦車の対戦シミュレーションを，サーバと複数のブラウザで動的に分割して実行する方法を考案した．戦車が影響を与える範囲が一定である事を利用し，距離が近い戦車をまとめたグループ毎に独立してシミュレーションを進める方法を実装した．

参考文献

[1] Web workers , `https://html.spec.whatwg.org/multipage/workers.html#workers` (Accessed on 6 Jan, 2021)

[2] WebRTC , `https://webrtc.org/` (Accessed on 6 Jan, 2021)

Copyright ©2021 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.