

Optimization of Player-Combinations in Multiplayer Games

提出した論文の解説

戸田 空伽

目次

- 01 研究の背景
- 02 研究の目的
- 03 量子アニーリングとは
- 04 研究の手法
- 05 問題の定義
- 06 数学的モデル
- 07 パラメータの決定と評価
- 08 この研究をゲーム開発に活かすには

01

研究の背景

今日では多くの人インターネットを介して一緒にゲームを遊ぶことができる。

想定する環境

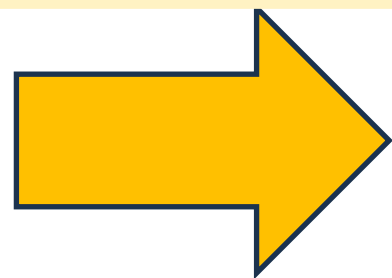
複数の人により構成されるグループ同士で対戦するゲームを考える。

発生する問題

グループ内にプレイヤーの強さの格差が存在すると、それぞれが快適にゲームを遊ぶことができない[1]。

解決策

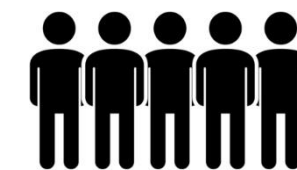
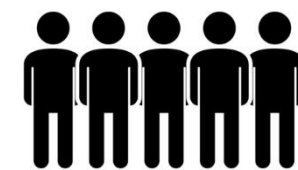
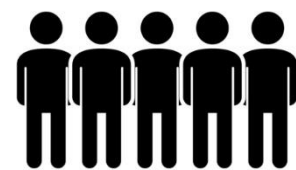
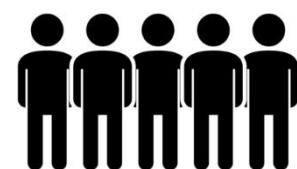
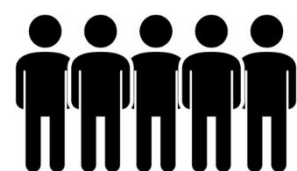
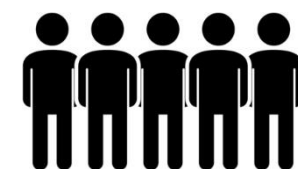
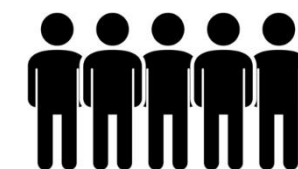
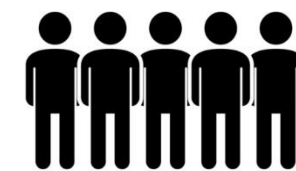
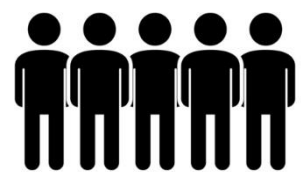
ゲームに参加するプレイヤー全員ができるだけ納得する最適なグループ分けを行う。



しかし、膨大なグループ分けの組み合わせの中から最適なものを選ぶには計算時間がかかり過ぎる。

[1]S. Zheng, X. Zeng, C. Zhang, “The effects of role variety and ability disparity on virtual group performance” Journal of Business Research, Vol. 69, 9, pp. 3468-3477, Sep. 2016.

ルールを考慮しつつ、グループ対抗
マルチプレイヤーゲームにおけるプレイヤーの
組み合わせを最適化すること。



03

量子アニーリングとは

本研究では，解くべき問題を組み合わせ最適化問題とみなし
「量子アニーリング[2]」を用いて最適解を得る．

量子アニーリングとは

量子コンピュータにおけるエネルギーの基底状態を，目的関数の最適解とみなし，量子揺らぎを使って求める．組み合わせ最適化問題に特化している．

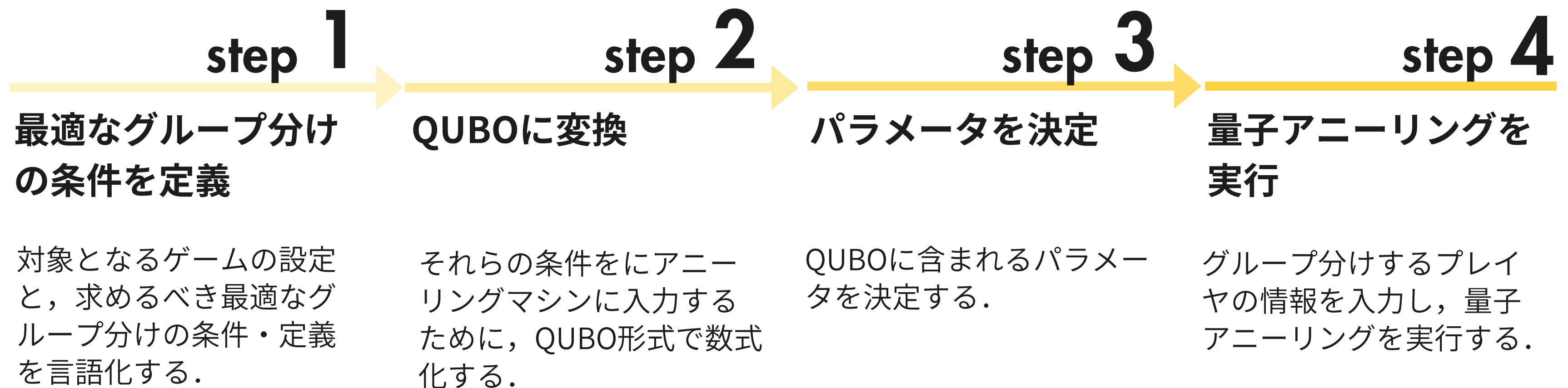
QUBO(Quadratic Unconstrained Binary Optimization)

量子アニーリングで解く際に必要となる目的関数の形式のこと．
以下のように，バイナリ変数 q_i の関数で表される．

$$H = \sum_{i < j} J_{ij} q_i q_j + \sum_i h_i q_i \quad q_i \in \{0, +1\}$$

J_{ij} : 相互作用項 h_i : 局所項

[2] T. Kadowaki, H. Nishimori, “Quantum Annealing in the Transversely Coupled Model” Phys. Rev. E, American Physical Society, 1998, pp.5355-5363, Nov. 1998.



05

問題の定義

対象となるゲームの設定

- グループ対抗戦である。
- プレイヤはいくつかのロールの中から1つのロールに割り当てられる。
- プレイヤはパラメータとして、強さを表す「レーティング」とそれぞれのロールに対する「得意度」を持つ。

最適なグループ分けの条件と制約

1. グループ内の強さの分散を最小化する。
2. それぞれのグループにおいて、プレイヤのロールの重複を避ける。
3. それぞれのプレイヤには自身が一番得意とするロールを割り当てる。
4. プレイヤはただ一つのロールを持つ。
5. プレイヤはただ一つのグループに属する。
6. 1グループあたりの人数は固定する。

06

数学的モデル

前のスライドで述べた条件と制約をQUBOに変換する．

$$\begin{aligned}
 H = & \lambda_1 \sum_{g \in G} V_g \\
 & + \lambda_2 \sum_{g \in G} \sum_{r \in R} \sum_{\substack{a, b \in P \\ a \neq b}} q_{a, g, r} q_{b, g, r} \\
 & - \lambda_3 \sum_{g \in G} \sum_{r \in R} \sum_{p \in P} e_{p, r} q_{p, g, r} \\
 & + \lambda_4 \sum_{p \in P} \left(\sum_{r \in R} \sum_{g \in G} q_{p, g, r} - 1 \right)^2 \\
 & + \lambda_5 \sum_{g \in G} \left(\sum_{r \in R} \sum_{p \in P} q_{p, g, r} - N \right)^2
 \end{aligned}$$

このQUBOの値を最小化
させる $q_{p, g, r}$ の組み合わせ
が最適解となる．

$p \in P$: プレイヤ

$g \in G$: グループ

$r \in R$: ロール

N : 1グループあたりのプレイヤの数

$q_{p, g, r}$: プレイヤ p がグループ g に属しロール r に割り当てられる場合のみ1となるバイナリ変数

$e_{p, r}$: プレイヤ p のロール r に対する得意度

s_p : プレイヤ p のレーティング

V_g : グループ g の強さの分散

λ_n : 第 n 項に係るパラメータ

07

パラメータの決定と評価

パラメータの決定

予備実験を実行し，最も高い精度の解が得られた時のパラメータの値を採用する．

性能の評価

次の二つの項目について評価実験を行った．

- 最適解を求めるまでの実行時間

Brute-force Searchと比較したところ，大きく上回った．

- 実行時間に対する解の精度

プレイヤー数が大きい場合でも，実行時間を増やすことにより，最適解に近いものを求めることができた．

具体的な実験の内容と結果は論文を参照

“ユーザ同士の最適なインタラクション” は楽しいゲーム作りの大前提

昨今のゲームのトレンドの一つは「オンラインプラットフォーム」である
と私は考える。話題となるゲームのほとんどはオンラインで世界中の人と
対戦、協力ができる。その際に必ず生まれるのが相互作用、インタラク
ションである。そのインタラクションでユーザに不満が生じると、双方共
に楽しくゲームをプレイできない。

この問題を解決するため、私は本研究で不特定多数のユーザが協力し、対
戦する際のグループを量子アニーリングというメタヒューリスティックな
手法で最適化した。サーバ上でアクティブユーザの情報を入力としてこの
システムを動かすことで、実用化できるだろう。