

## 重み付き有向グラフを用いた e スポーツ選手の評価 Evaluation of e-sports players using weighted directed graph

町田 亘<sup>†</sup> 足立 智子<sup>†</sup>  
Wataru Machida Tomoko Adachi

### 1. はじめに

ストリートファイターリーグ (e スポーツ大会) とは、CAPCOM 発売の格闘ゲーム「ストリートファイターシリーズ」を使用した公式チームリーグ戦のことであり、今大会の試合結果は文献[1]の通りである。大会ルールでは、負け試合において、試合中のバトルに勝利しても、その選手にポイントが加算されない。そこで、重み付き有向グラフを用いて、バトル結果を反映させた上で選手を評価する手法を提案する。さらに、直接試合が行われていない選手の組み合わせについても間接的に評価する手法を提案する。

### 2. 現状の順位

現状のストリートファイターリーグは次の仕組みになっている。それぞれのチームがホームとアウェイの両方で総当たりの試合を行う。1 試合は 4 人の中から 3 人を選び、選んだ 3 人の選手による先鋒戦・中堅戦・大将戦・(獲得ポイントが同数の場合には) 延長戦で構成される。先鋒戦・中堅戦は 2 バトル先取で勝利した方に 10 ポイント、大将戦は 3 バトル先取で勝利した方に 20 ポイント、延長戦は 1 バトル先取で勝利した方に 5 ポイントがチームに加算される。チームが取得した総ポイントで順位が決まる。提案手法と比較するため、各選手の取得ポイントに注目する。

現状：各選手の取得ポイント数

### 3. 提案手法

現状の順位決定の手法は、チームの総取得ポイントでチームの順位のみを決めている。しかしその方法では、選手一人ひとりの正確な評価を知ることはできない。そこで、チーム全体ではなく、選手一人ひとりのデータを下に算出した評価に注目する。提案手法では、重み付き有向グラフを用いて、勝ち試合の数や取得ポイントだけでなく、試合の中身に注目し、試合中での取得バトル数によってより細かな評価を算出する。さらに、文献[2]を参考にして、直接試合が行われていない選手の組み合わせについても間接的に評価する。

#### 3.1 重み付き有向グラフ

図 1 のように、選手  $P_i$  と  $P_j$  が対戦する場合、ホーム・アウェイ関係なく丸で囲み、勝った選手を矢印(有向辺)の先に置き、負けた選手を矢印の根元に置く。有向辺の重み  $Z_{ij}$  と  $W_{ij}$  は、それぞれ、試合での「総バトル数」と「取得(勝ち)バトル数」を表す。重み  $Z_{ij}$  と  $W_{ij}$  を表記する際、最初の下添  $i$  が負けた選手  $P_i$ 、次の下添  $j$  が勝った選手  $P_j$  とする。ホーム・アウェイで区別したい場合は、ホームで戦う選手を四角で囲み、アウェイで戦う選手を三角で囲む。

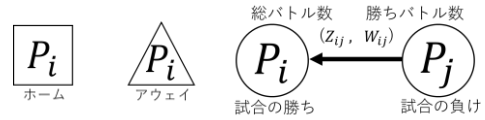


図1 重み付き有向グラフ

#### 3.2 直接的な評価手法

まず、勝ち試合の中での勝ちバトル数だけを算出したものを評価手法 1 とする。この手法での順位は、現状の評価手法の順位と近い値となっている。次に、勝ち試合も負け試合も合わせた総取得バトル数に注目する。これは、試合数が多い選手は試合数が少ない選手より評価が有利になる欠点が生じる。そこで、総取得バトル数と勝ち試合も負け試合も合わせた総喪失バトル数の比を評価手法 2 とする。選手  $P_a$  の総取得バトル数は  $W_{ia}$  の和であり、総喪失バトル数は  $Z_{ia} - W_{ia} = W_{ai}$  の和であるので、手法 2 による選手  $P_a$  の評価ポイントは  $\Sigma_i W_{ia} / \Sigma_i W_{ai}$  になる。

手法 1：各選手の勝ち試合中の総取得バトル数

手法 2：各選手の総試合中の総取得バトル数に対する総喪失バトル数の比

#### 3.3 間接的な評価手法

本節では、文献[2]を参考に、直接試合が行われていない選手の組み合わせを間接的に評価する手法を提案する。図 2 のように、 $P_i$  と  $P_j$  が直接試合をしていないが、 $P_i$  と  $P_j$  の両選手が  $P_k$  と直接試合をしている場合、間接的に二人の選手  $P_i$ ,  $P_j$  を評価するために、新しい重み  $Z'_{ij}$  と  $W'_{ij}$  を次で定める。

$$W'_{ij} = W_{ij} + U_{ij}$$

$$Z'_{ij} = Z_{ij} + U_{ij} + V_{ij}$$

ただし、 $U_{ij}$  と  $V_{ij}$  は次式で定める。

$$U_{ij} = \sum_k \left( \frac{W_{ik} W_{kj}}{Z_{ik} Z_{kj}} \times \min(Z_{ik}, Z_{kj}) \right)$$

$$V_{ij} = \sum_k \left( \frac{(Z_{ik} - W_{ik})(Z_{kj} - W_{kj})}{Z_{ik} Z_{kj}} \times \min(Z_{ik}, Z_{kj}) \right)$$

間接的に試合を行ったとして算出した選手の総取得バトル数と総喪失バトル数の比を、評価手法 3 とする。選手  $P_a$  の総取得バトル数は  $W'_{ia}$  の和であり、総喪失バトル数は  $Z'_{ia} - W'_{ia} = W'_{ai}$  の和であるので、手法 3 による選手  $P_a$  の評価ポイントは  $\Sigma_i W'_{ia} / \Sigma_i W'_{ai}$  になる。

手法 3：各選手の試合を間接的に比べた時の総取得バトル数に対する総喪失バトル数の比

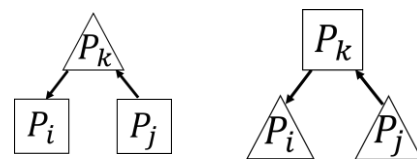


図2 間接的に評価

<sup>†</sup> 静岡理科大学情報学部コンピュータシステム学科  
Department of Computer Science, Faculty of Informatics,  
Shizuoka Institute of Science and Technology

4. 結果

チーム  $t$  の選手  $P_i$  を  $t_i$  と表記する。

4.1 選手の評価

前節で提案した手法1・手法2・手法3を用いて各選手の評価ポイントと順位を算出し、現状の順位との差を求め、表1にまとめた。

表1 選手の評価

選手	現状		手法1			手法2			手法3		
	ポイント	順位 (R0)	ポイント	順位 (R1)	差 R1-R0	ポイント	順位 (R2)	差 R2-R0	ポイント	順位 (R3)	差 R3-R0
1_1	100	9	18	9	0	1.4	9	0	1.6	7	-2
1_2	130	7	20	7	0	2	2	-5	2	2	-5
1_3	110	8	19	8	0	2	2	-6	1.9	4	-4
1_4	40	22	7	22	0	0.6	25	3	0.8	20	-2
2_1	140	6	24	3	-3	2.1	1	-5	2	3	-3
2_2	60	14	11	15	1	0.9	19	5	0.9	18	4
2_3	160	1	24	3	2	1.7	6	5	1.9	5	4
2_4	0	32	0	32	0	0.1	32	0	0.1	32	0
3_1	30	27	6	27	0	0.6	28	1	0.6	27	0
3_2	150	3	25	1	-2	1.6	7	4	1.2	11	8
3_3	145	5	24	3	-2	1.5	8	3	1.4	8	3
3_4	30	27	6	27	0	0.8	22	-5	0.9	17	-10
4_1	40	22	7	22	0	1	15	-7	0.8	22	0
4_2	150	3	24	3	0	1.2	13	10	1.1	14	11
4_3	60	14	12	14	0	1.2	12	-2	1.2	12	-2
4_4	80	11	14	12	1	1	15	4	1	16	5
5_1	160	1	25	1	0	1.8	4	3	2.2	1	0
5_2	60	14	11	15	1	0.8	20	6	0.8	23	9
5_3	65	13	13	13	0	0.9	18	5	1.1	15	2
5_4	40	22	7	22	0	1.8	5	-17	1.8	6	-16
6_1	95	10	17	10	0	1	15	5	0.9	19	9
6_2	80	11	15	11	0	1.1	14	3	1.1	13	2
6_3	40	22	7	22	0	0.4	29	7	0.5	29	7
6_4	60	14	11	15	1	1.4	10	-4	1.2	10	-4
7_1	55	19	10	19	0	0.8	21	2	0.8	21	2
7_2	40	22	7	22	0	0.7	24	2	0.7	25	3
7_3	55	19	9	21	2	0.8	23	4	0.8	24	5
7_4	55	19	10	19	0	1.3	11	-8	1.4	9	-10
8_1	25	29	5	29	0	0.6	27	-2	0.5	28	-1
8_2	60	14	11	15	1	0.6	26	12	0.6	26	12
8_3	10	30	2	30	0	0.3	31	1	0.4	30	0
8_4	10	30	2	30	0	0.4	30	0	0.4	31	1

大きく順位が変わった選手について結果を述べる。手法2では、最も順位が上がった選手は順位が17上がり、最も順位が下がった選手は順位が12下がった。手法3では、最も順位が上がった選手は順位が16上がり、最も順位が下が

った選手は順位が12下がった。最も順位が上がった選手と最も順位が下がった選手は、どちらの手法でも「5\_4」と「8\_2」であり、同じ選手であった。大きく順位が変わった理由は、試合数に対する取得バトル数の比が大きいためであると考えられる。

4.2 チームの評価

表1における各選手の評価ポイント数のチームごとの総和と順位を算出し、現状の順位との差を求め、表2にまとめた。表2における現状のポイント数と順位は、文献[1]の掲載結果と同一である。

表2 チームの評価

チーム	現状		手法1			手法2			手法3		
	ポイント	順位 (R0)	ポイント	順位 (R1)	差 R1-R0	ポイント	順位 (R2)	差 R2-R0	ポイント	順位 (R3)	差 R3-R0
1	380	1	64	1	0	6	1	0	6	1	0
2	360	2	59	3	1	5	3	1	5	2	0
3	355	3	61	2	-1	4	4	1	4	5	2
4	330	4	57	4	0	4	5	1	4	4	0
5	325	5	56	5	0	5	2	-3	6	3	-2
6	275	6	50	6	0	4	6	0	4	6	0
7	205	7	36	7	0	4	7	0	4	7	0
8	105	8	20	8	0	2	8	0	2	8	0

大きく順位が変わったチームについて結果を述べる。手法2では、「チーム5」は順位が3上がった。手法3では「チーム5」は順位が2上がり、「チーム3」は順位が2下がった。手法2の方が全体の順位の変化は大きかったが、手法3の方が大きく変化したチーム数が多いといった違いが生じる。

5. おわりに

本発表では、重み付き有向グラフを用いて3つの手法を提案し、選手一人ひとりの評価ポイントと順位を算出した。同一チームに所属する選手の評価ポイントの総和をチームの評価ポイントとした。手法1は、重み付き有向グラフを用いているが、現状の順位とあまり差が生じないようにしている。直接評価の手法2と間接評価の手法3は、現状の順位と大きく差が生じた選手が存在した。

今後の課題として、ホーム・アウェイを反映させた評価手法の導入や、間接評価で間に2人入れる評価手法の検討が挙げられる。本稿では2022年のストリートファイターリーグの結果を題材にしたが、異なる年のデータでの評価と比較することも考えられる。

参考文献

- [1] ストリートファイターリーグ:Pro-JP2022 試合結果  
<https://sf.esports.capcom.com/schedule/sf12022/>  
<https://sf.esports.capcom.com/ranking/sf12022/>
- [2] 服部佳也乃, 浅見唯葉, 三輪華子, 麻田真実, 森島佑, 山岸美里, 萩田真理子, “同点評価を含めた印象評価” における順位決定と、評価者の偏りを導出する手法の提案”, 応用数学合同研究会予稿集 2020, 1018, 1-8.