

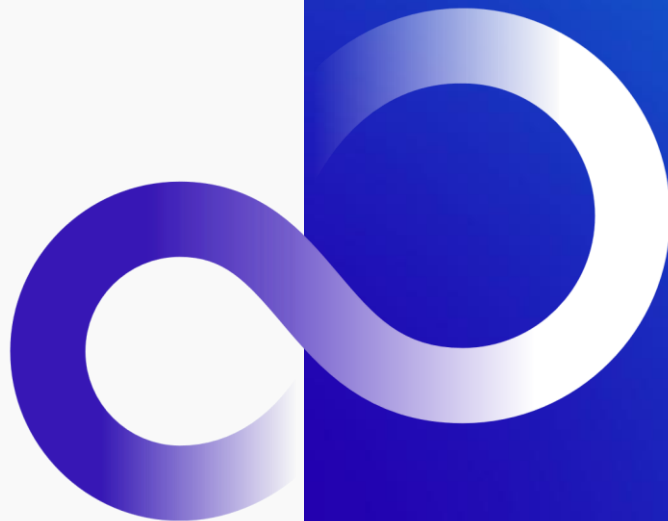
九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所
スタディグループ・ワークショップ (SGW2026)



Weighted Signed Network におけるランキングスコア設計

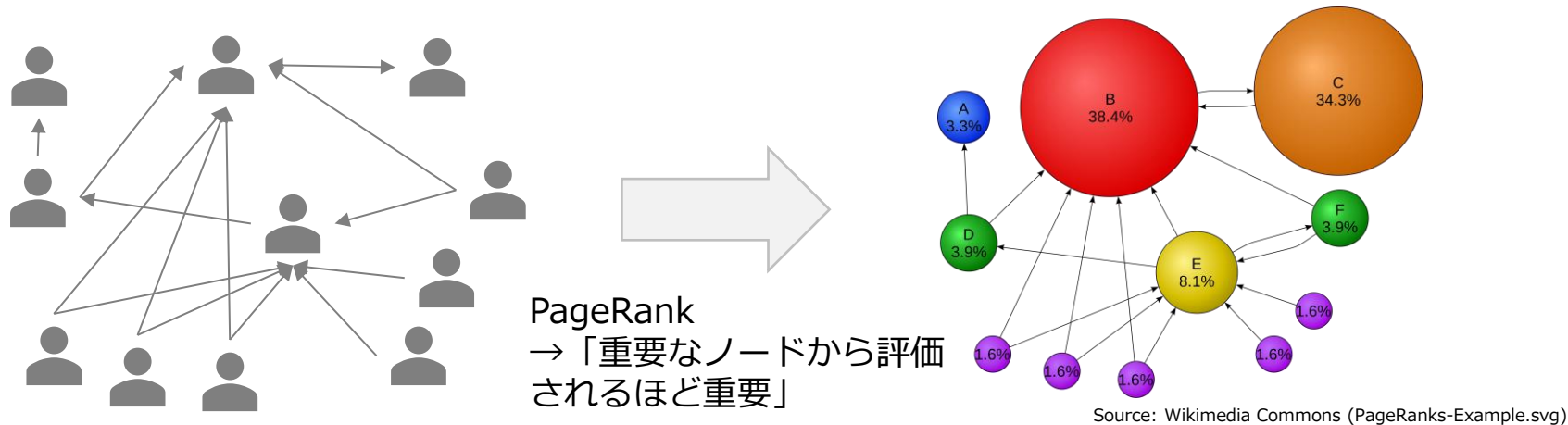
富士通株式会社 富士通研究所

Keywords: Weighted Signed Network / score design / PageRank /
trust network

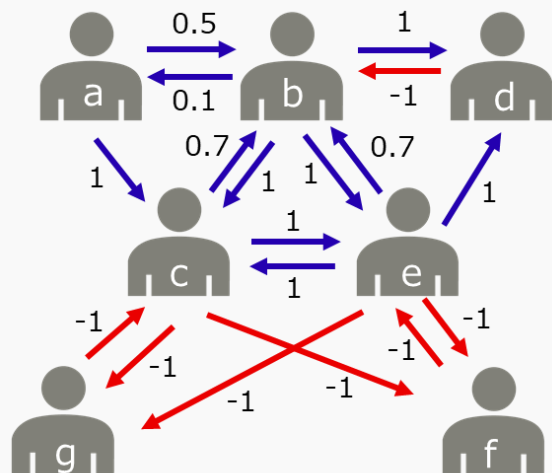


- 個人や組織は，相互関係からなるネットワークとして表現できる
- グラフ上でノードにスコア（評価）を与えることでノードの性質・重要度を把握することができる

例 有向グラフへのモデル化とPageRank



- 人／組織（ノード）の評価関係を重み付き有向グラフとして表現
- 評価は主観的であり，ノードごとに基準が異なる

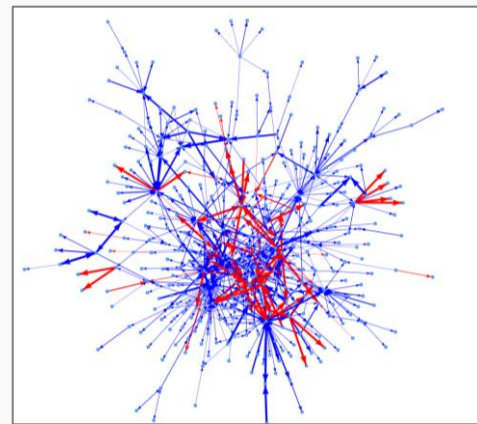


Positive edge → : 信頼できる, 好き 等
Negative edge → : 信頼できない, 嫌い 等
辺重み $W(u, v)$: ノード u から v の関係の強さ
-1.0 ~ +1.0 で正規化

- このようなネットワークに対して，ノードの「良さ」をどのように定量化すべきか？

どのようなデータがあるか

- 信頼・評価に関する実データが存在する
 - ノード間に評価が与えられる
 - 評価は正負および強弱を持つ
 - 有向グラフとして表される
- [SNAP: Stanford Large Network Dataset Collection](#) :
 1. [Bitcoin OTC web of trust network](#)
 2. [Bitcoin Alpha web of trust network](#)
 - ユーザー同士が互いに評価を与えるデータ (who-trusts-whom 型の有向重み付きネットワーク)
 - 評価値は負から正の整数値で、評価日時情報もついている
- このようなデータから、各ノードの「良さ」を一つの値として定めたい
- しかし、複数の異なる設計があり得る



Dataset statistics

Nodes	3,783
Edges	24,186
Range of edge weight	-10 to +10
Percentage of positive edges	93%

例 : Bitcoin OTC web of trust network

どのようなスコアを定めるべきか？

- 与えられているもの：ノード間の評価（正負・強弱）
- 求めたいもの：各ノードの「良さ」を表すスコア
 - 単純平均でよいか？
 - すべての評価を同じ重みで扱うべきか？
 - 負の評価を正の評価と同じように扱うべきか？
- 設計原理が異なれば，順位も変わり得る

- まず「何を良いスコアとみなすか」を明確にする

- 以下は検討のきっかけとなる問いの例であり、すべてに答える必要はない
 - すべての評価を同じ重みで扱うか？
 - 評価者の違いをどのように考慮するか？
 - 正の評価と負の評価をどのように扱うか？
 - 矛盾する評価や極端な評価をどのように扱うか？
- これらとは異なる問いを立ててもよい
- 重視する考え方を明確にし、それを表すスコアを提案してほしい

- スコアの設計には、さまざまな考え方があり得る
- 以下は発想の手掛かりとなる観点の例であり、設計条件ではない
 - どのようなノードを高く評価したいか
 - 評価者ごとの違いをどのように扱うか
 - 正負・強弱のある評価をどのように統合するか
 - スコアの性質や計算方法について何を重視するか
 - 上記以外の独自の観点を導入してもよい
- 参加者それぞれの自由な発想を重視する

- **主課題：静的な WSN に対するランキングスコア設計**
 - 入力：正負・強弱をもつ有向評価ネットワーク
 - 出力：各ノードのランキングスコア
 - 実データ：Bitcoin OTC / Bitcoin Alpha
- **時間情報は利用可能だが、本課題では必須としない**
 - 時間減衰・動的更新は発展課題とする

- **1. 既存指標・小規模例を整理する**
 - 直感, 望ましい例, 反例等を確認する
- **2. 独自の設計原理を考える**
 - 特定の観点に限定せず, 何を重視するかを定める
- **3. スコアを数式またはアルゴリズムとして定義する**
- **4. 小規模例で意図どおりに動くか確認する**
- **5. 可能であれば SNAP データ等で挙動を比較する**

- **正負付きネットワークに対して、次を一体として整理する**
 - どのようなスコアを自然と考えたか
 - その考え方を表す数式またはアルゴリズム
 - 小規模例や実データで観察された挙動
 - 必要に応じた数学的性質の検討
- **特定の正解や設計方針を求めるものではない**
- **異なる発想を出し合い、特徴を議論することを重視する**

- Y. Sakamaki, T. Fukuoka, J. Yamaguchi, and M. Morinaga, Secure Rating Computation on Weighted Signed Network for Supply Chain Network, Journal of Information Processing, Vol. 32, pp. 710–718, 2024.
- S. Kumar, F. Spezzano, V. S. Subrahmanian, and C. Faloutsos, Edge Weight Prediction in Weighted Signed Networks, in Proceedings of the IEEE International Conference on Data Mining (ICDM), 2016.
- Stanford Network Analysis Project (SNAP), Bitcoin OTC web of trust network, <https://snap.stanford.edu/data/soc-sign-bitcoin-otc.html>
- Stanford Network Analysis Project (SNAP), Bitcoin Alpha web of trust network, <https://snap.stanford.edu/data/soc-sign-bitcoinalpha.html>

Thank you

