

基盤 S 2020 年度報告会

双極議論フレームワーク上 での推論システム

2021年3月8日

関西学院大学 高橋 和子

議論班の研究目的

- 議論フレームワークを用いて議論の構造を可視化することで推論過程や戦略を明確にし、法曹の理解を助けるとともに、一般関係者に対する説明を明確につくる。

2020年度の成果

- IS-PROLG(PROLEGブロック図の争点整理版)の開発
 - 佐藤教授と共同研究
- BAF上での法律推論支援システム
 - 基本システムの実装
 - 拡張機能の検討
- 結論の出ない議論の打破に関する考察
- 新田教授、仁科氏の研究

アウトライン

- BAF上での法律推論支援システム
 - 基本概念
 - BAF上での双方向推論の流れ
 - デモ
 - 拡張機能の検討

アウトライン

- BAF上での法律推論支援システム
 - 基本概念
 - BAF上での双方向推論の流れ
 - デモ
 - 拡張機能の検討

双極議論フレームワーク (BAF)

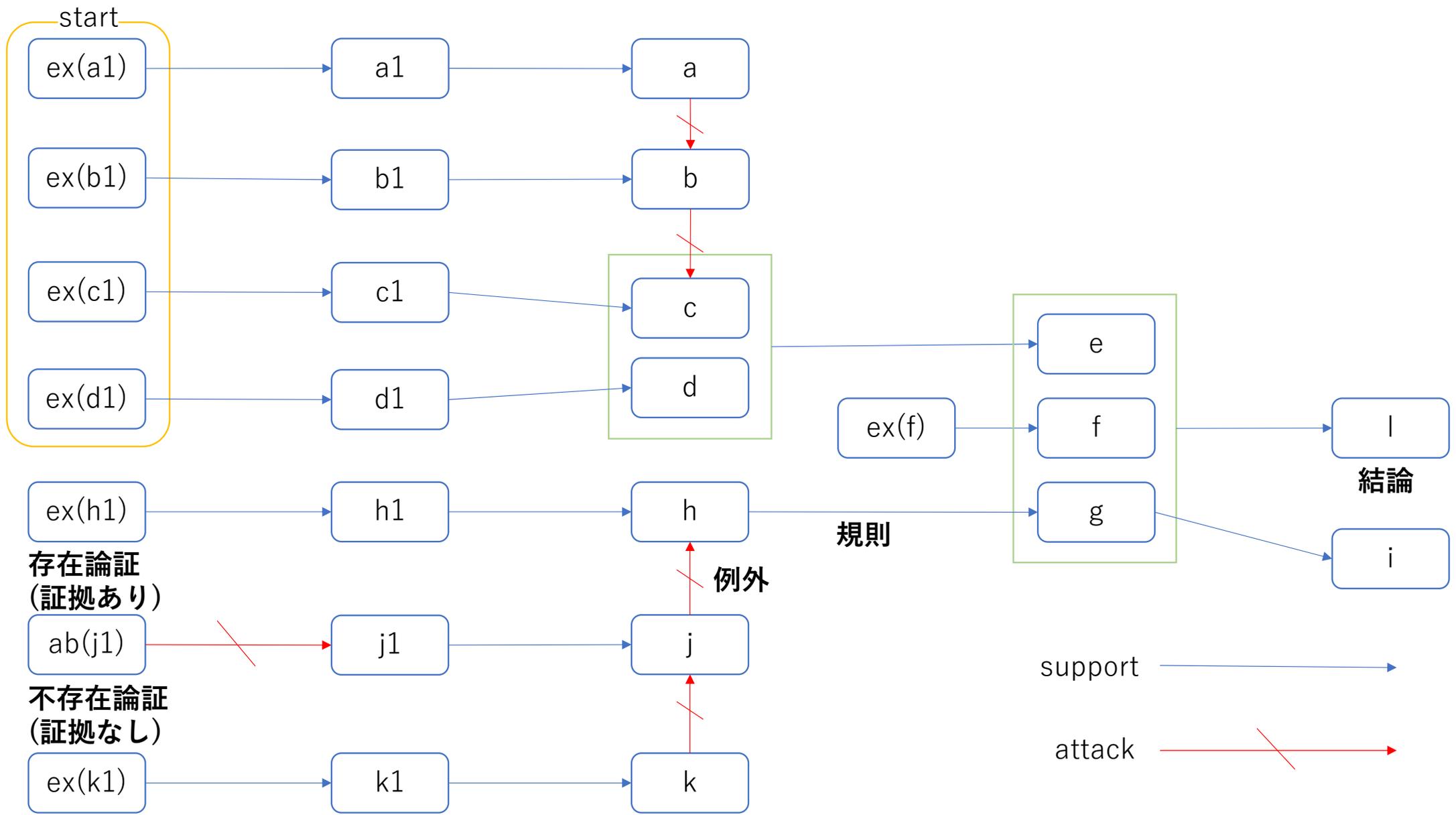
定義

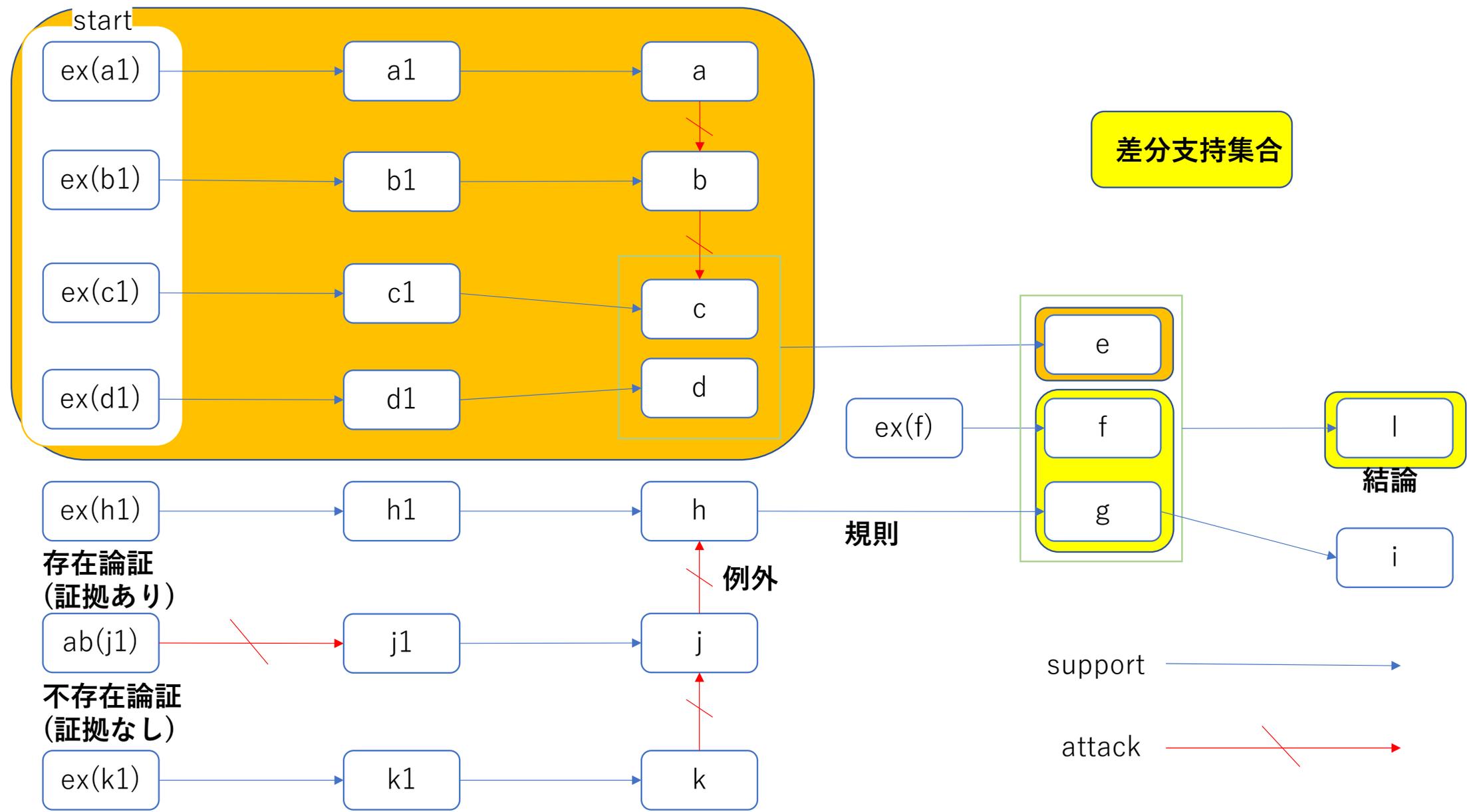
BAF : $\langle AR, ATT, SUP \rangle$

AR: a set of arguments

$ATT \subseteq AR \times AR$, $SUP \subseteq (2^{AR} \setminus \{\emptyset\}) \times AR$

- 支持は論証の集合と論証との関係
- ここではループを含まないもののみを対象

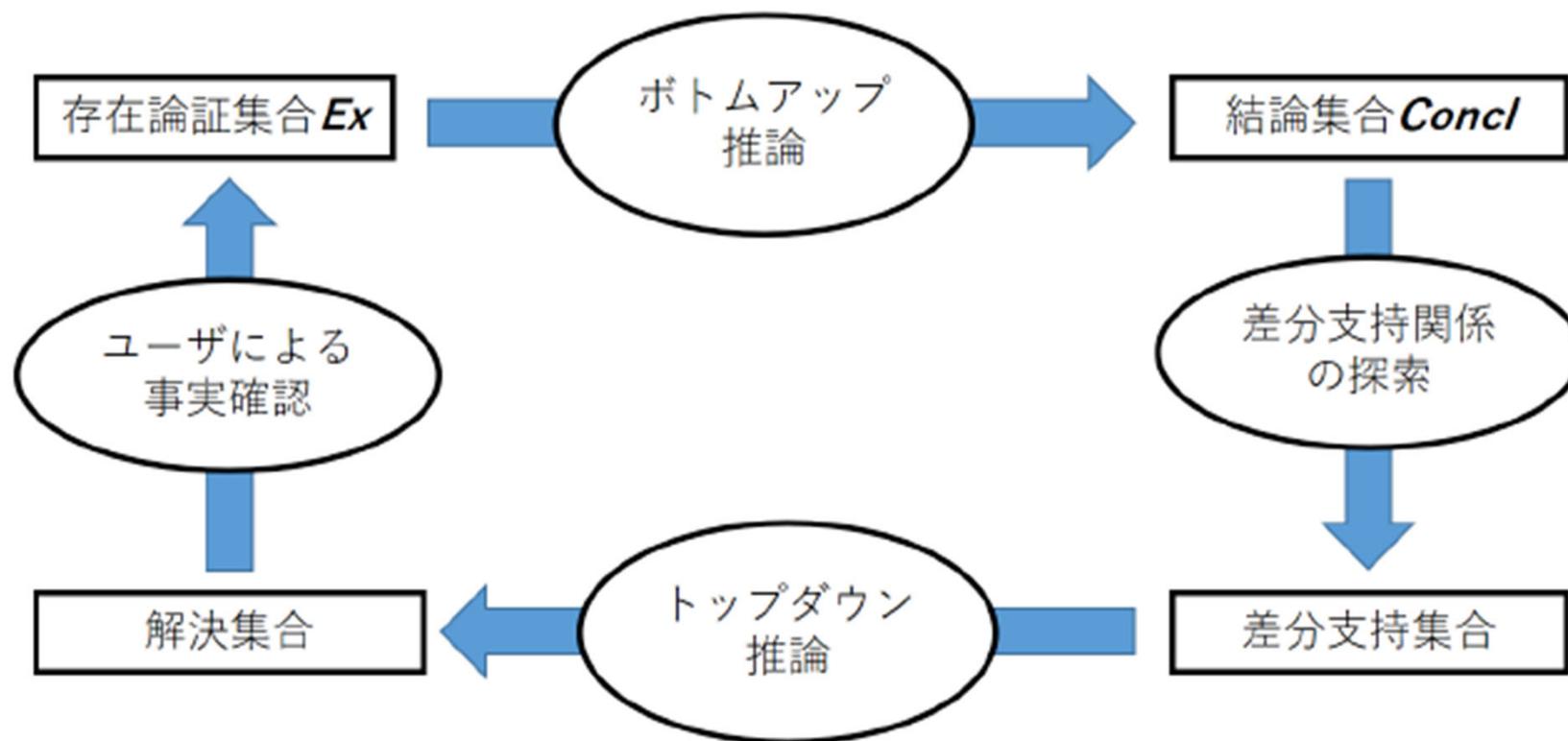




アウトライン

- BAF上での法律推論支援システム
 - 基本概念
 - BAF上での双方向推論の流れ
 - デモ
 - 拡張機能の検討

双方向推論：流れ



双方向推論：流れ

1. 手持ちの事実集合から支持関係をボトムアップに可能な限りたどり、得られたノードに攻撃関係を追加してラベル付けし、最上流で受理可能な集合を**結論集合**とする。
2. 新たな上流ノードが得られなくなれば停止する。
3. 結論集合のノードの1つに注目し、それにいくつかのノードを新たに加えると(**差分支持集合**)さらに別の上流のノードを導出できるかどうかを調べる。
4. このようなノードが存在すれば、新たに加えるノードを成り立たせるために必要な**解決集合**をトップダウンに推論する。
5. 得られた結果をユーザに確認し**存在論証集合**を更新する。

アウトライン

- BAF上での法律推論支援システム
 - 基本概念
 - BAF上での双方向推論の流れ
 - デモ
 - 拡張機能の検討

アウトライン

- BAF上での法律推論支援システム
 - 基本概念
 - BAF上での双方向推論の流れ
 - デモ
 - 拡張機能の検討

拡張機能

- 非連結部分の表示について

- ボトムアップ推論において攻撃関係は辿らないので（支持関係に辿ったノード同士の攻撃関係は考慮する）BAFに非連結な部分ができる



- 非連結部分を表示するようにアルゴリズムを改良（実装はまだ）

拡張機能

- 選択肢がある場合の示唆

- トップダウン推論におけるOR分岐や差分支持集合の選択がユーザまかせ



- パスやノードの評価値を計算し望ましいものを示唆するための計算方法を提案

評価値の計算

- 支持 support
- 集合論証からの支持 set-support
- 攻撃 attack

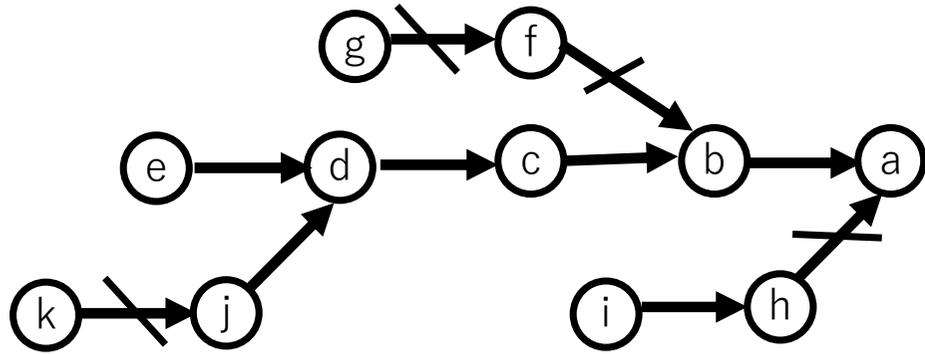
ノードの評価値の計算の方針

- 目的はトップダウン推論でOR分岐があるときどちらを選択するのがよいかを示唆すること
- 分岐点を根ノードとして各パスの評価値を比較する
- 評価基準は論証の重要度と証明の負担の大きさ

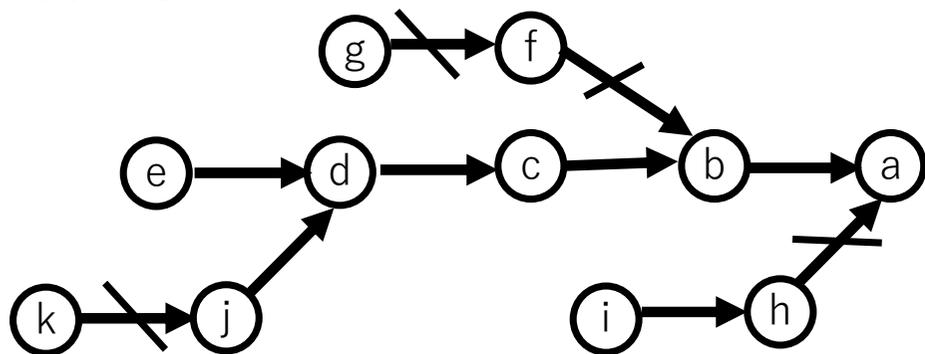
パスの評価値の計算の方法

- 論証A固有の重み : $w(A)$ と記述
- support で連結した論証を先に計算して1つの連合論証とする
- 連合論証同士が攻撃関係のみでつながったAFについてパスの評価値を求める

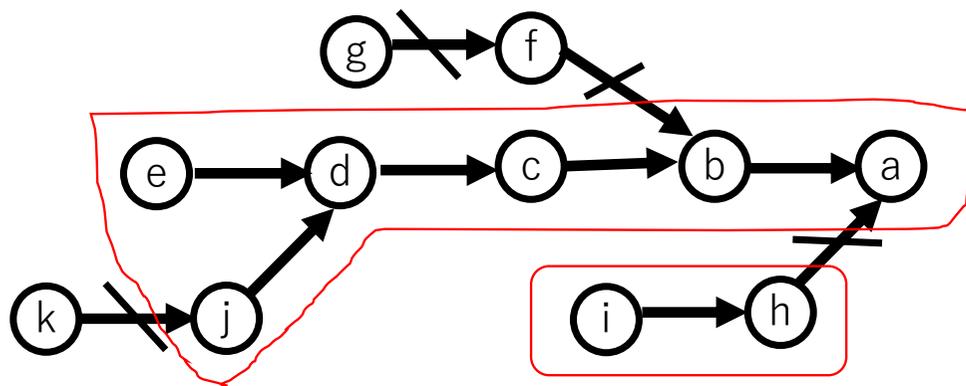
与えられたBAF



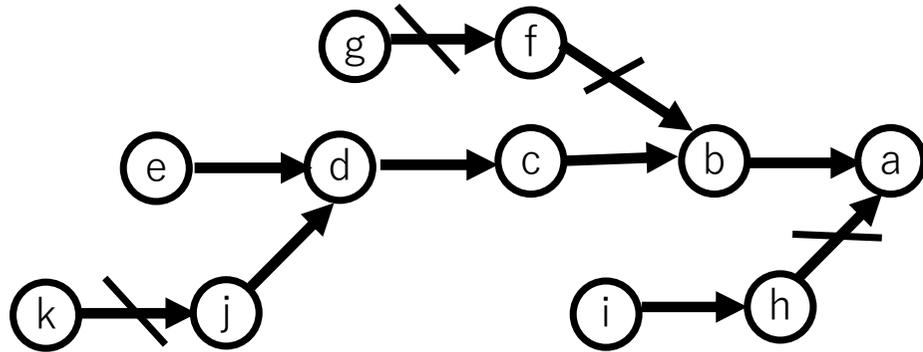
与えられたBAF



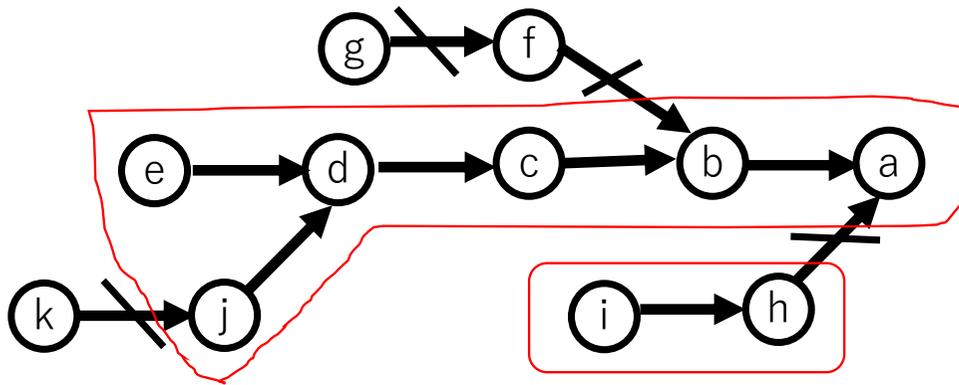
連結した支持関係を見つける



与えられたBAF

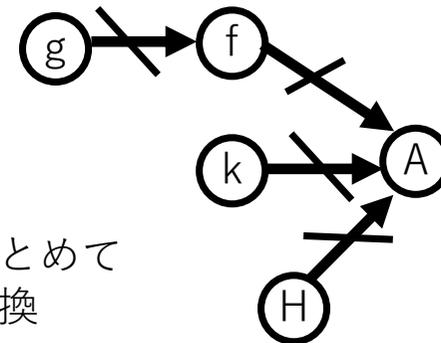


連結した支持関係を見つける



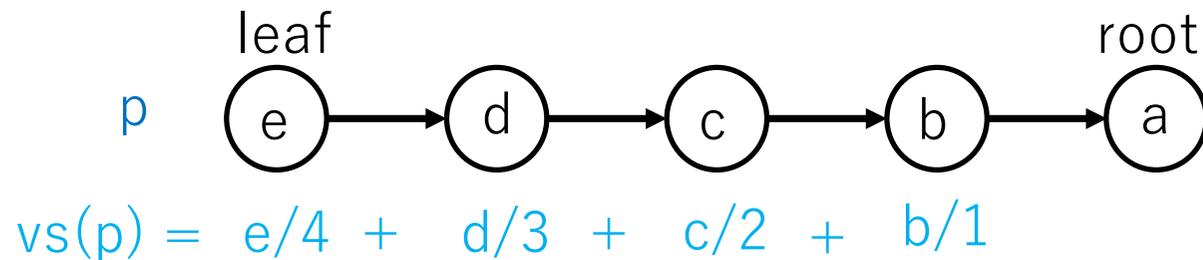
それぞれをまとめて
連合論証に変換

攻撃関係のみのAF



パスの評価：support

- 長さが長いほど評価値が高い
- 根ノードからの距離が長いほど根ノードへの影響が小さい



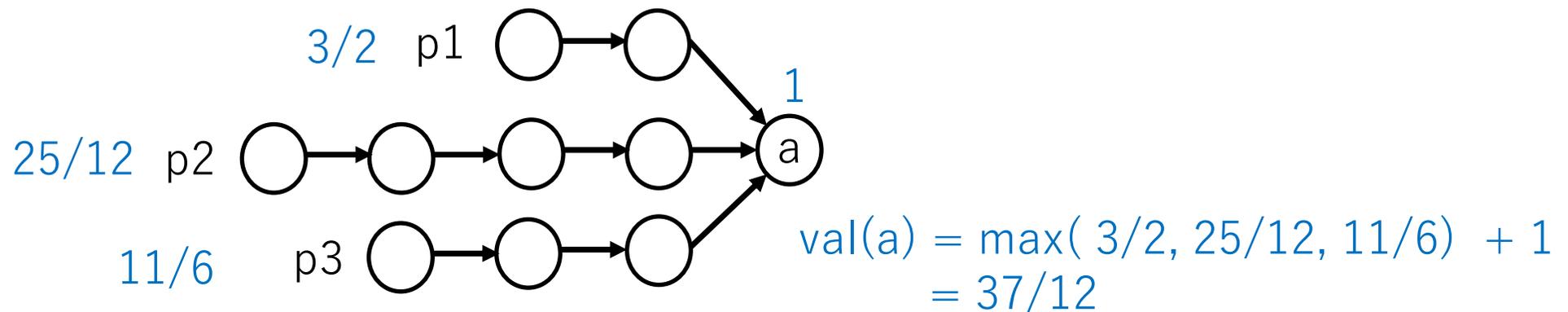
$$v_s(p) = \sum_{j=1}^k \frac{w(A_j) \cdot \text{rate}(A_j)}{j}$$

$w(A_j)$: ノード A_j の固有の重み

$\text{rate}(A_j)$: ノード A_j の影響の割合

ノードの評価：support

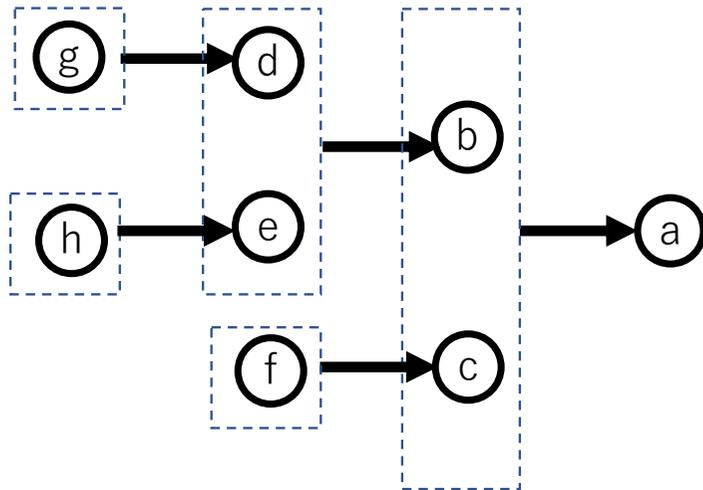
- 長さが長いほど評価値が高い
- 根ノードからの距離が長いほど根ノードへの影響が小さい



$$\text{val}(a) = \max(\text{vs}(p)) + w(A0) \cdot \text{rate}(A0)$$

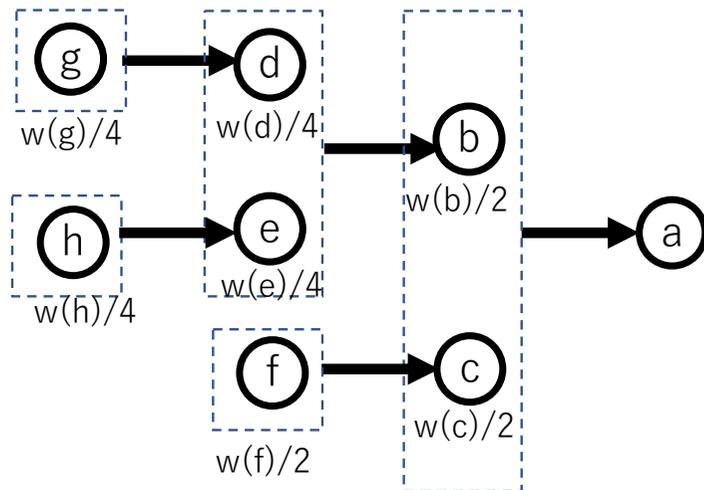
パスの評価：set-support

- set の要素が大きいほど根ノードへの影響力が小さい
- set なしの support よりも弱い



パスの評価：set-support

- set の要素が大きいほど根ノードへの影響力が小さい
- set なしの support よりも弱い



(1) a への影響の割合の計算

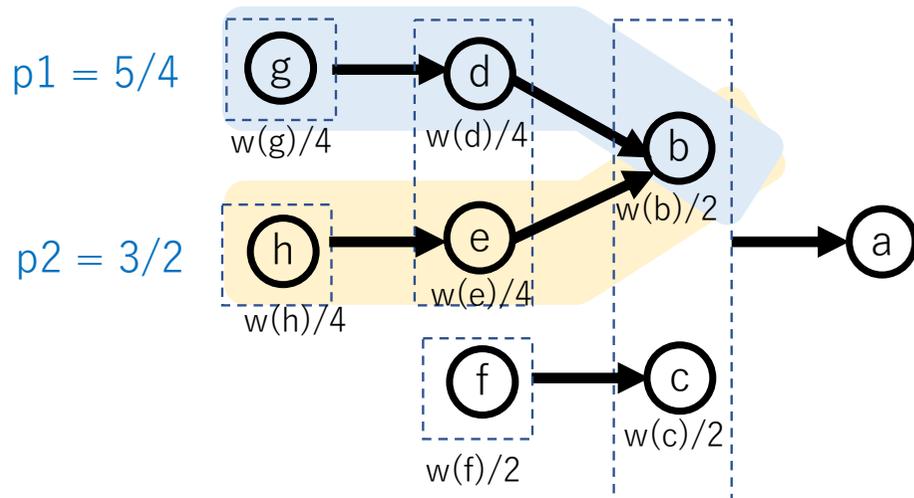
$$rate(A_i) = \begin{cases} 1 & (i = 0) \\ \frac{rate(A_{i-1})}{|SA_i|} & (i = 1, \dots, k) \end{cases}$$

根ノードからの距離

支持集合内のノード数

パスの評価：set-support

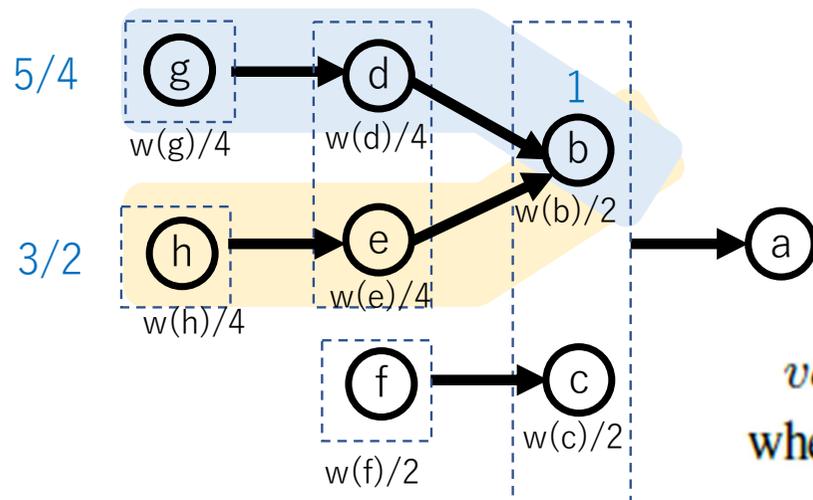
- set の要素が大きいほど根ノードへの影響力が小さい
- set なしの support よりも弱い



(2) b を根ノードとしたパスの評価値の計算

ノードの評価：set-support

- set の要素が大きいほど根ノードへの影響力が小さい
- set なしの support よりも弱い



(3) b の評価値の計算

$$\begin{aligned} \text{val}(b) &= \text{average}(5/4, 3/2) + 1 \cdot 1/2 \\ &= 2 \end{aligned}$$

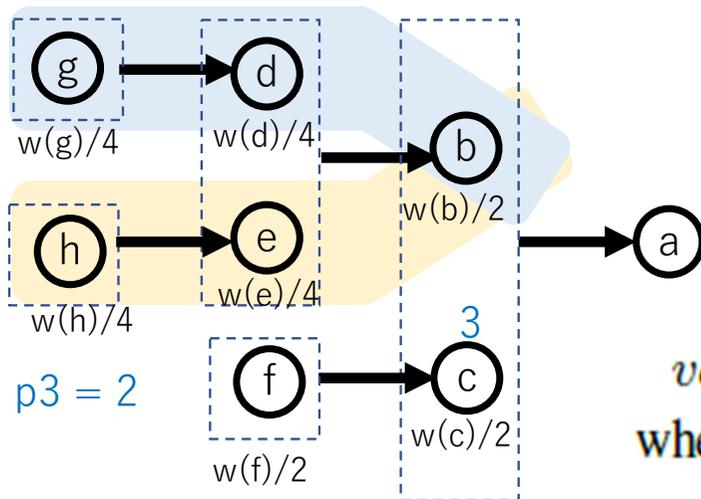
$$\text{val}(A_0) = \max(V^1, \dots, V^N) + w(A_0) \cdot \text{rate}(A_0)$$

where

$$V^t = \text{average}_{p \in \mathcal{P}^t} v_s(p) \quad (1 \leq t \leq N).$$

ノードの評価：set-support

- set の要素が大きいほど根ノードへの影響力が小さい
- set なしの support よりも弱い



(4) c の評価値の計算

$$\begin{aligned} \text{val}(c) &= \text{average}(2) + 1 \cdot 3/2 \\ &= 7/2 \end{aligned}$$

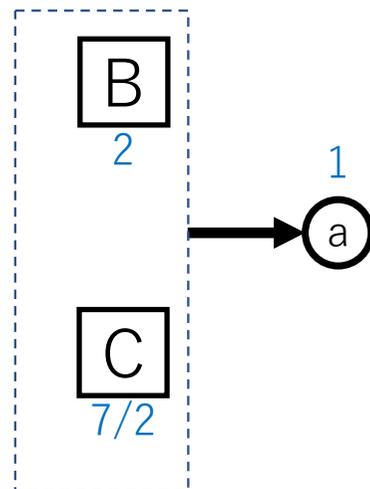
$$\text{val}(A_0) = \max(V^1, \dots, V^N) + w(A_0) \cdot \text{rate}(A_0)$$

where

$$V^t = \text{average}_{p \in \mathcal{P}^t} v_s(p) \quad (1 \leq t \leq N).$$

パスの評価：set-support

- set の要素が大きいほど根ノードへの影響力が小さい
- set なしの support よりも弱い



(5) a の評価値の計算

$$\begin{aligned} \text{val}(a) &= \text{average}(2, 7/2) + 1 \cdot 1 \\ &= 15/4 \end{aligned}$$

$$\text{val}(A_0) = \max(V^1, \dots, V^N) + w(A_0) \cdot \text{rate}(A_0)$$

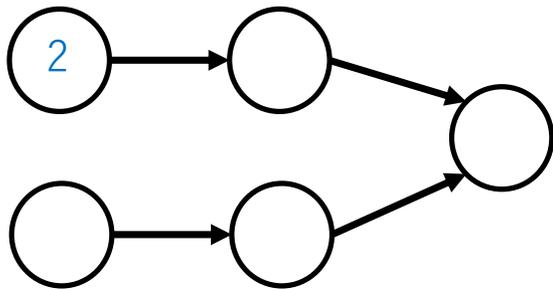
where

$$V^t = \text{average}_{p \in \mathcal{P}^t} v_s(p) \quad (1 \leq t \leq N).$$

ノードの評価：set-support

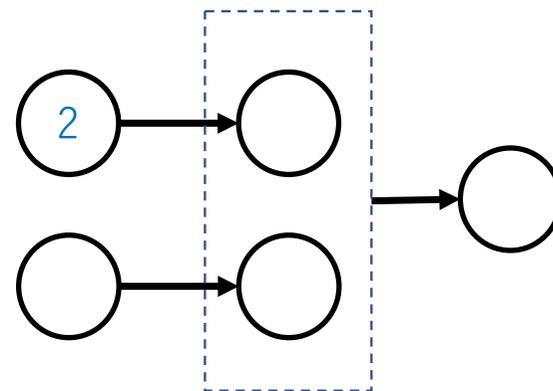
- set の要素が大きいほど根ノードへの影響力が小さい
- set なしの support よりも弱い

根ノードの評価値の比較



$$\max(2+1/2, 1+1/2) + 1 = 7/2$$

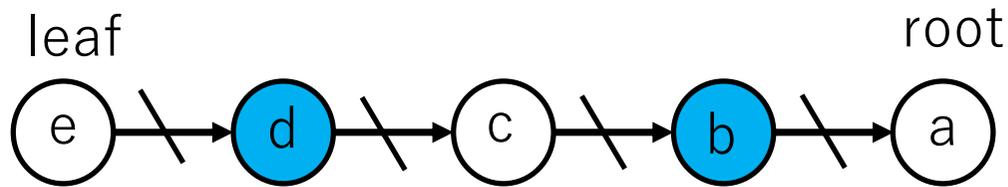
>



$$\text{average}(\frac{1}{2}+2, \frac{1}{2}+1) + 1 = 3$$

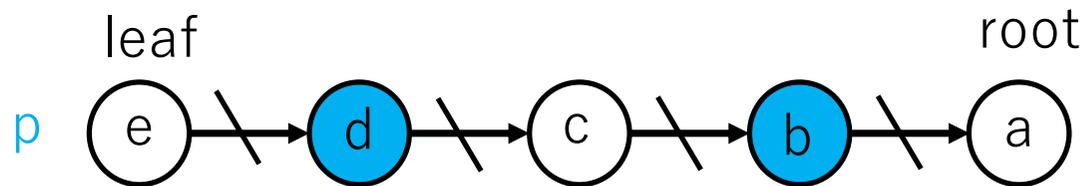
パスの評価：attack

- 根ノードからの距離が偶数（味方） / 奇数（敵） で根ノードの評価値を強める / 弱める
- 根ノードからの距離が長いほど根ノードへの影響が小さい



パスの評価：attack

- 根ノードからの距離が偶数（味方） / 奇数（敵） で根ノードの評価値を強める / 弱める
- 根ノードからの距離が長いほど根ノードへの影響が小さい



$$v_a(p) = e/2 - d/2 + c/1 - b/1$$

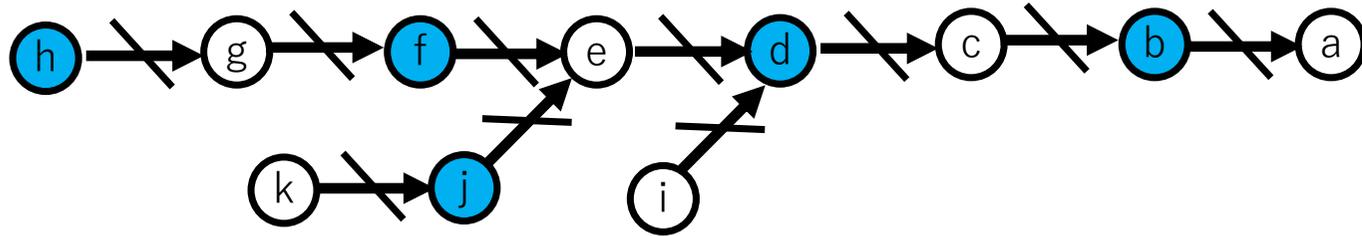
パスの評価値計算

$$v_a(p) = \sum_{j=1}^k (-1)^{r_j} \cdot \frac{w(A_j)}{\lceil j/2 \rceil}$$

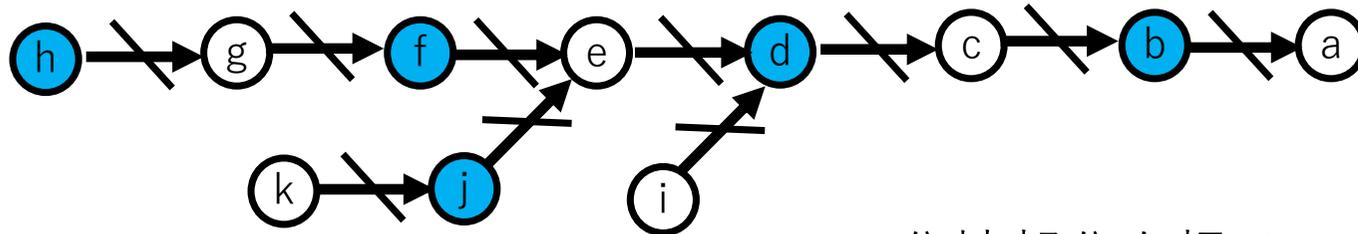
$w(A_j)$: ノード A_j の固有の重み

r_j : ノード A_j のルートからの距離

パスの評価：attack



パスの評価：attack



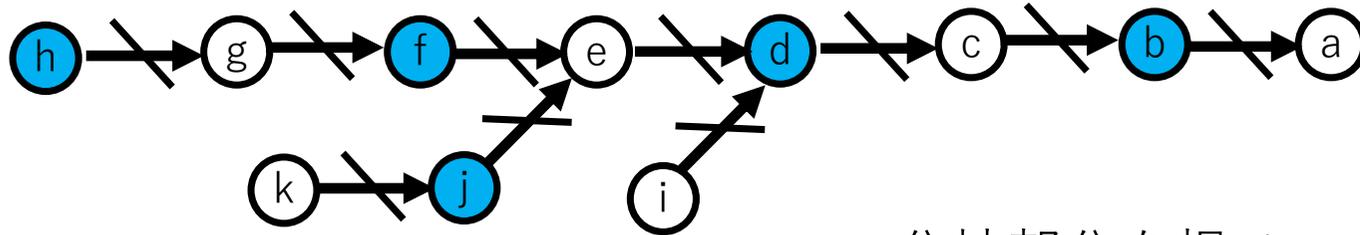
分岐部分を根ノードとして葉ノードからボトムアップにまとめながら計算

根ノードの評価値計算

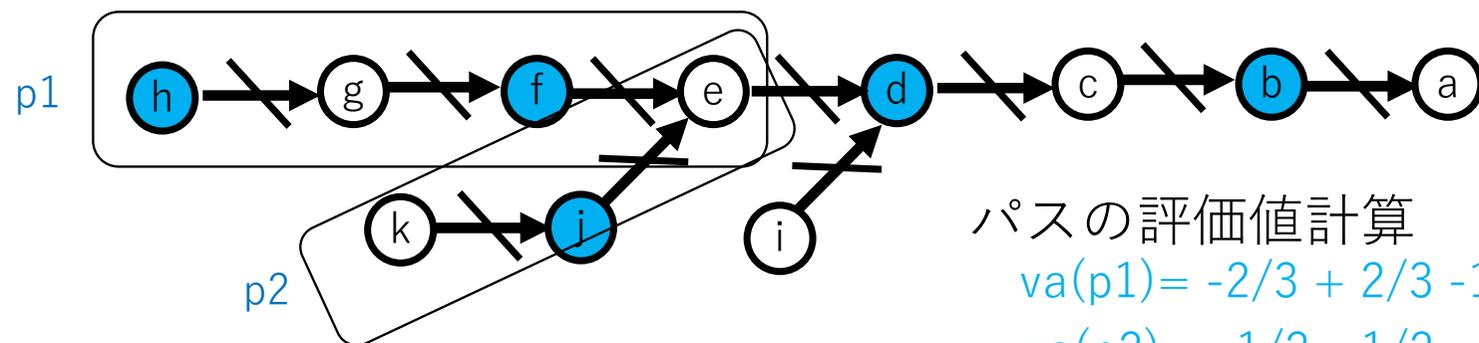
$$val(key(X)) = \begin{cases} \max_{p \in S(A_0)} (v_a(p)) - w(key(X)) & \text{(if } r_0 \text{ is odd)} & \text{相手側} \\ \sum_{p \in S(A_0)} (v_a(p)) + w(key(X)) & \text{(if } r_0 \text{ is even)} & \text{自分側} \end{cases}$$

↑
根ノード

パスの評価：attack

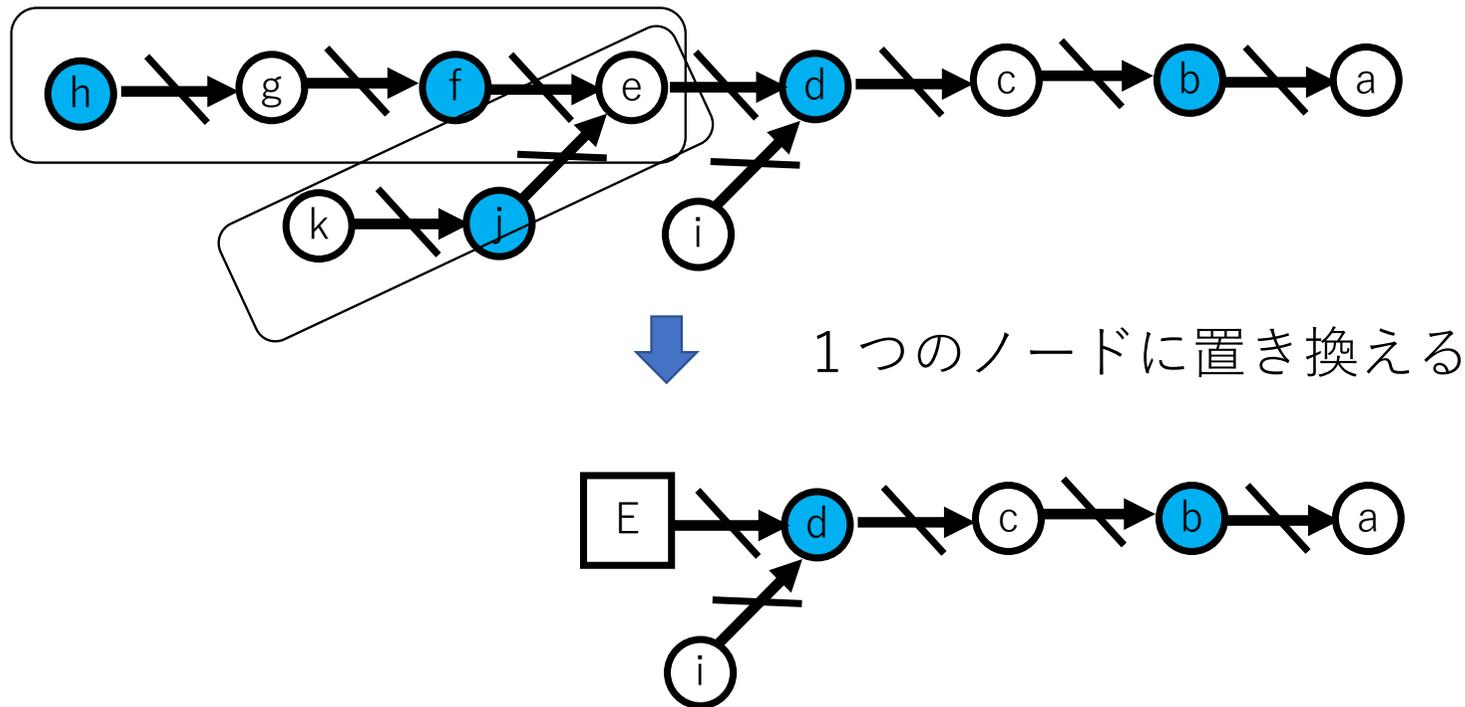


分岐部分を根ノードとして葉ノードからボトムアップにまとめながら計算



パスの評価値計算
 $va(p1) = -2/3 + 2/3 - 1/3 = -1/3$
 $va(p2) = 1/2 - 1/2 = 0$

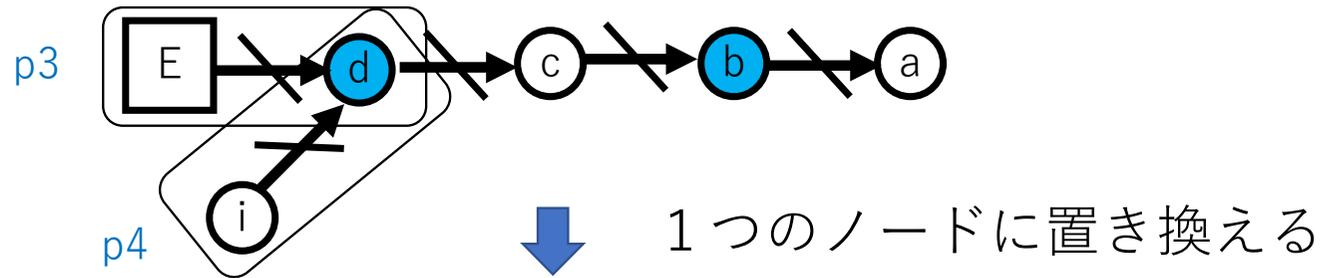
パスの評価：attack



根ノードの評価値計算

$$\text{val}(E) = (\text{va}(p1) + \text{val}(p2)) + w(e) = (-1/3 + 0) + 1 = 2/3$$

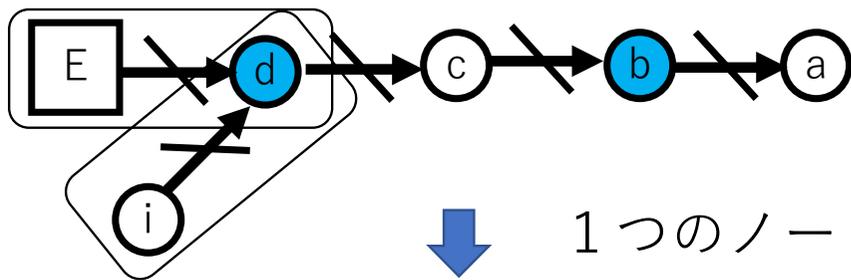
パスの評価：attack



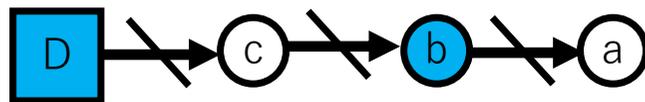
根ノードの評価値計算

$$\text{val}(D) = \max(p3, p4) - w(d) = \max(1/3, 1) - 1 = 0$$

パスの評価：attack



1つのノードに置き換える



1つのノードに置き換える

根ノードの評価値計算



$$\text{val}(A) = -0/2 + 1 - 1 + 1 = 1$$

特徴

- Amgoud らの示した評価値計算方法に関する公理をほぼ満たす。
アプローチの相違に起因する性質は満たさない。
- set-support を含む BAF の評価値計算については他の文献では扱われていない。

まとめ

- 重みづけBAFにおける指定ノードの評価値計算方法の提案
- 双方向推論システムにおけるユーザの選択における示唆への応用
- 手法の検証、実装等が課題