

Mizar 数学ライブラリの 依存関係の可視化に 関する研究

山口大学大学院 重中晟吾

山口大学 中正和久

信州大学 和崎克己

目次

1. 研究背景, 課題
2. 先行研究
3. 実装
4. 評価
5. 考察

目次

1. 研究背景, 課題
 - a. Mizarの特徴
 - b. 研究背景
2. 先行研究
3. 実装
4. 評価
5. 考察

1.a. Mizarの特徴

Mizarの特徴

- Mizarの特徴
 - 可読性が高い
 - 充実したライブラリを持つ
- Mizar数学ライブラリ(MML)には多くのarticleが存在する
 - article数：1358, 総行数：310万行
 - 1年で平均10万行ずつ増加している

1.a. Mizarの特徴

Mizarの環境部がわかりにくい

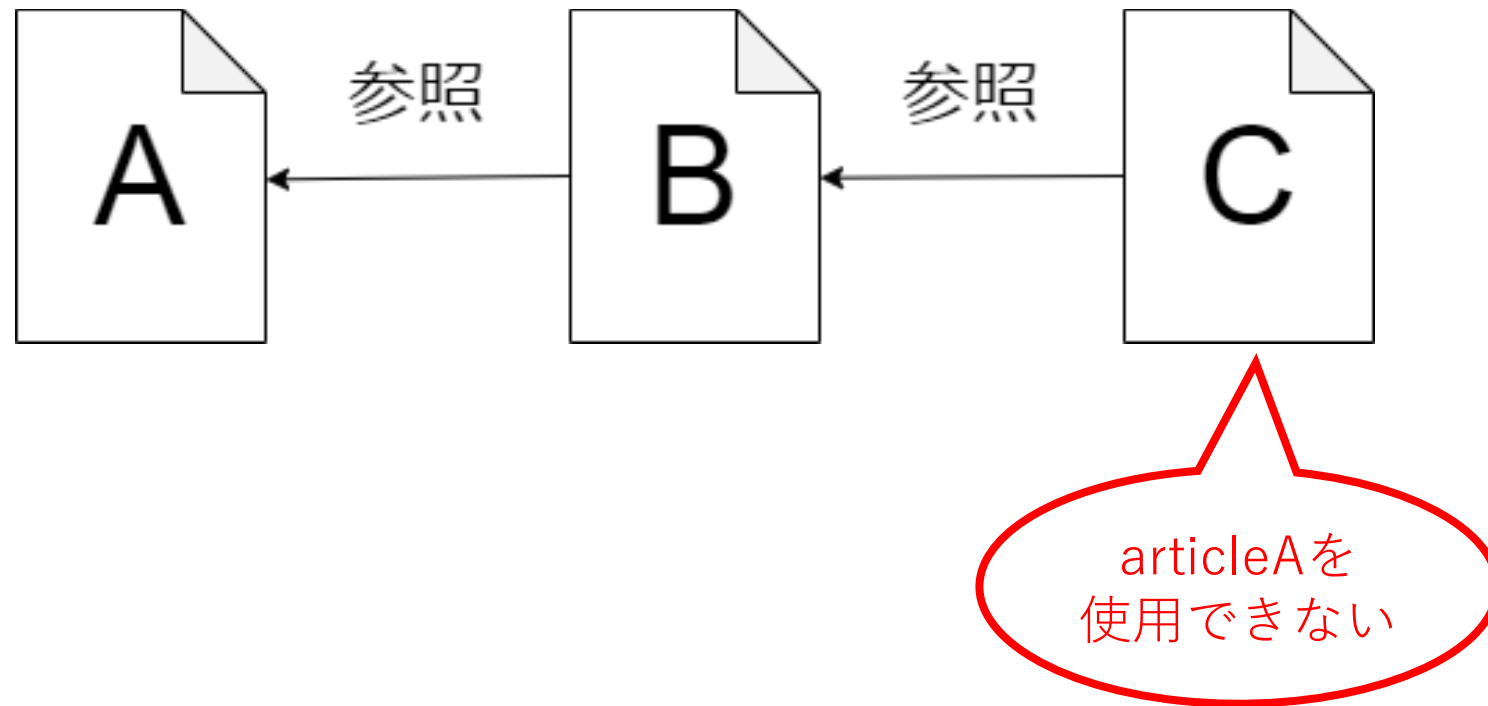
- インクルード部分が多い
 - vocabularies, notations
など計10種
- 同名のarticleを
インクルードしている

```
environ
vocabularies ORDINAL2, ORDINAL1, TARSKI, XBOOLE_0,
  SETFAM_1, RELAT_1, FUNCT_1, SUBSET_1, ORDINAL3, CARD_1;
notations TARSKI, XBOOLE_0, SUBSET_1, RELAT_1,
  FUNCT_1, ORDINAL1, SETFAM_1, ORDINAL2;
constructors SETFAM_1, ORDINAL2, XTUPLE_0;
registrations XBOOLE_0, ORDINAL1, ORDINAL2;
requirements SUBSET, BOOLE, NUMERALS;
definitions ORDINAL2, ORDINAL1, TARSKI, XBOOLE_0;
equalities ORDINAL2, ORDINAL1;
expansions ORDINAL2, ORDINAL1, TARSKI, XBOOLE_0;
theorems TARSKI, FUNCT_1, ORDINAL1, SETFAM_1,
  ORDINAL2, XBOOLE_1, ZFMISC_1;
schemes ORDINAL1, ORDINAL2, XBOOLE_0;
```

1.a. Mizarの特徴

参照が継承されない

- articleCはarticleAを使用できない



1.a. Mizarの特徴

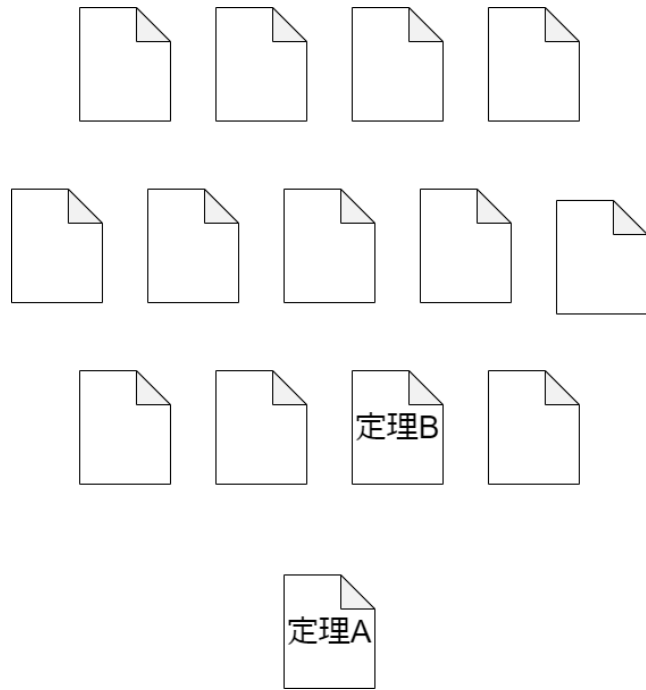
Mizarの課題, 目的

- 課題
 - MMLの依存関係がわからない
- 目的
 - MMLの依存関係を可視化する

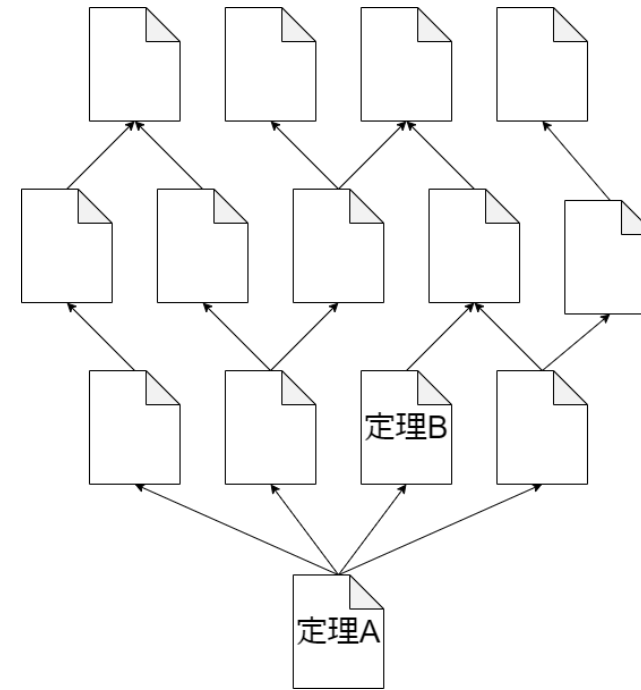
1.b. 研究背景

定理の検索

- どこに定理があるか分からない



依存関係が分からない

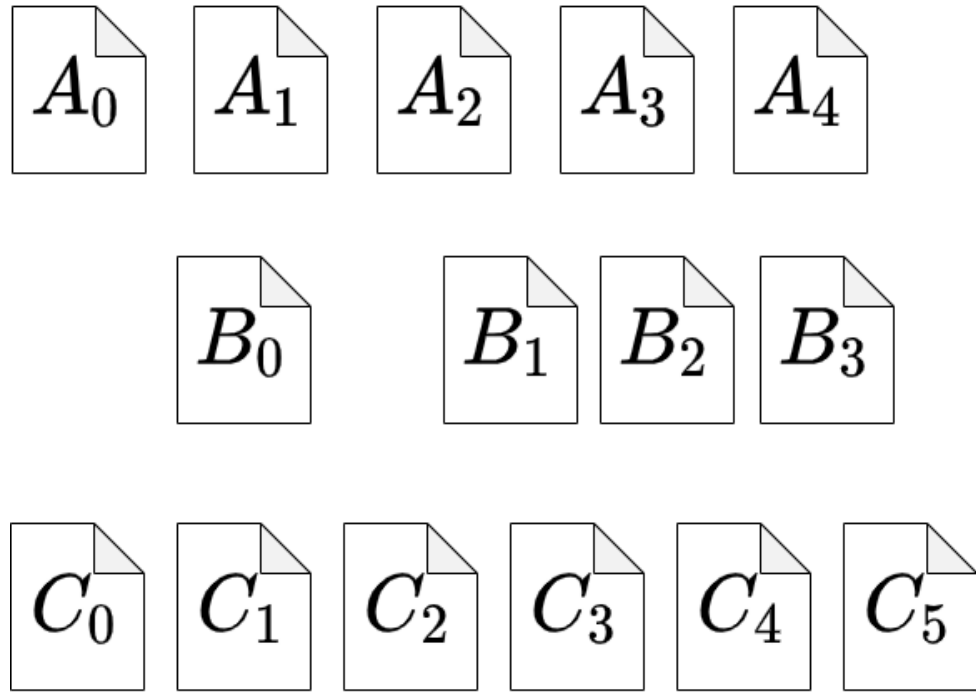


依存関係がわかる

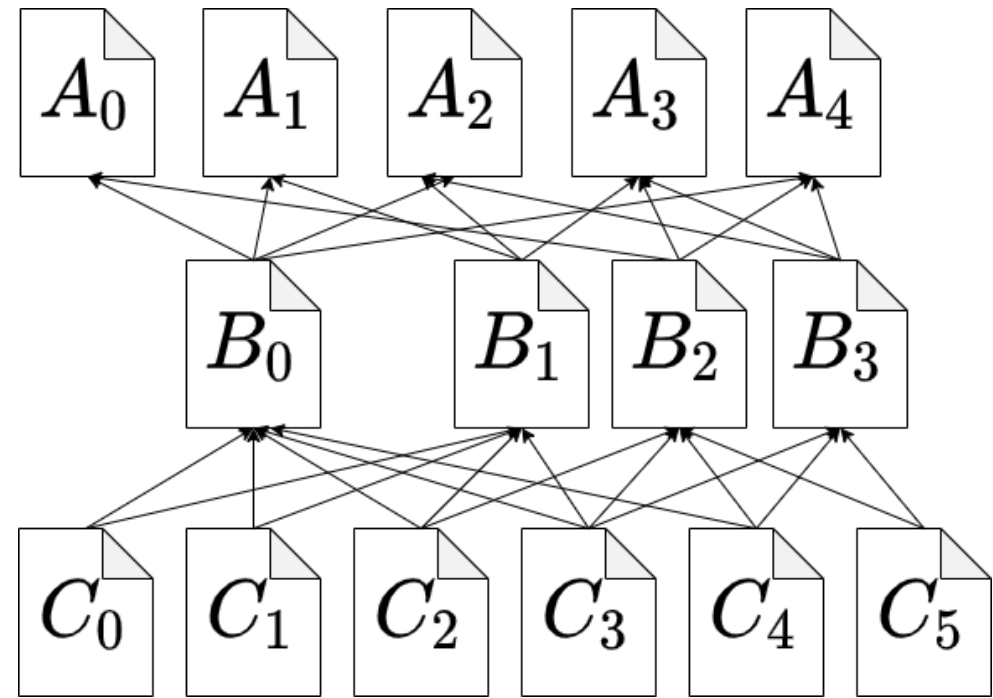
1.b. 研究背景

リファクタリング

- どこに問題があるか分からない



可視化前



可視化後

目次

1. 研究背景, 課題
2. 先行研究
3. 実装
4. 評価
5. 考察

2. 先行研究

Mizar数学ライブラリの依存関係

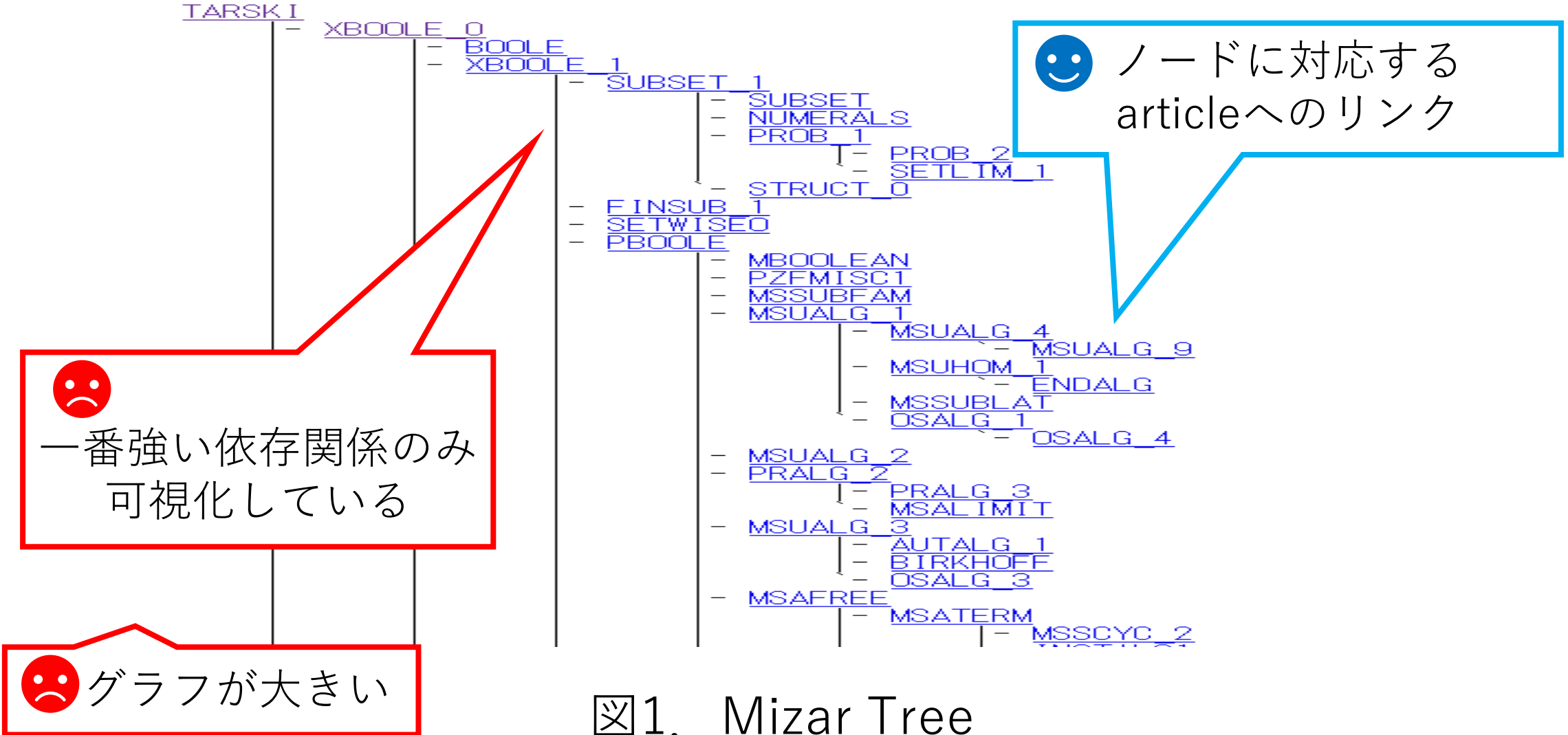


図1. Mizar Tree

2. 先行研究

Coq HoTTライブラリの依存関係

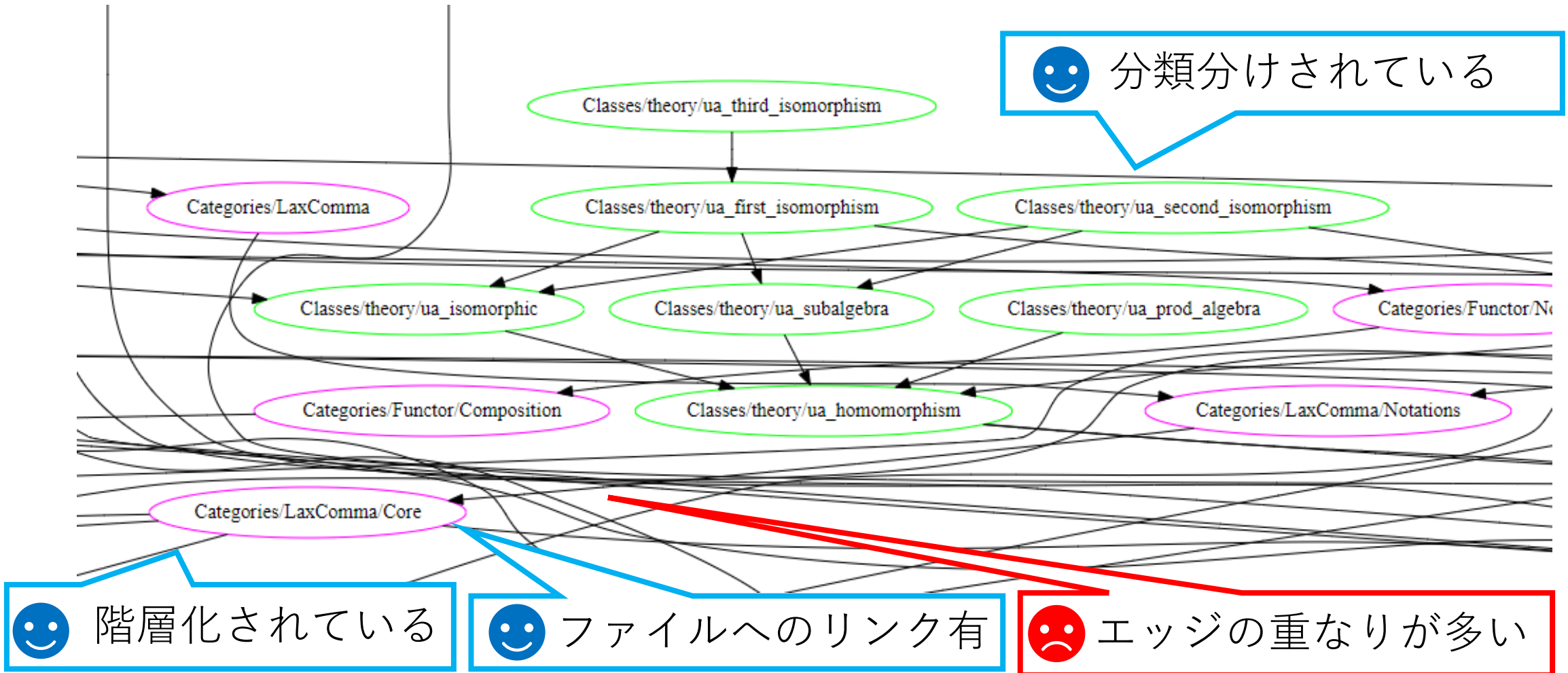


図2. Coq HoTTライブラリの階層グラフ

2. 先行研究

作成したアプリ

機能・スタイル	Mizar Tree	Coq HoTT	作成するアプリ
階層化	✓	✓	<input type="checkbox"/>
ファイルへのリンク	✓	✓	<input type="checkbox"/>
拡大縮小	✓	✓	<input type="checkbox"/>
検索	✓	✓	<input type="checkbox"/>
クラスタリング		✓	<input type="checkbox"/>
強調表示 (フィルタリング)			<input type="checkbox"/>
ノードの可動			<input type="checkbox"/>

目次

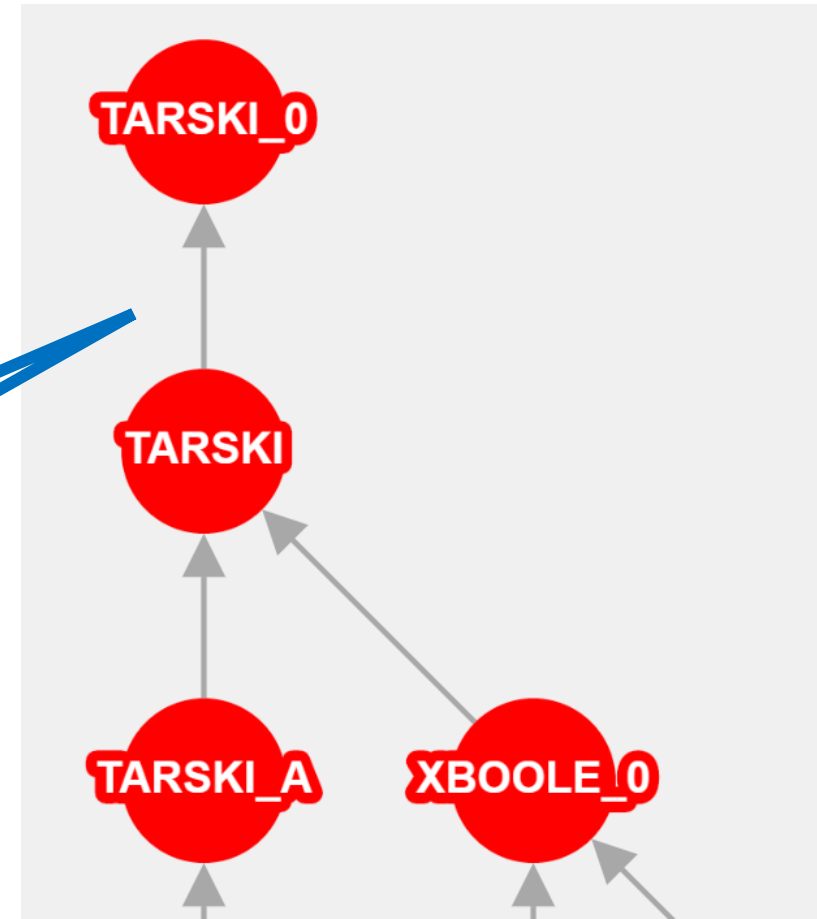
1. 研究背景, 課題
2. 先行研究
3. 実装
4. 計画
5. 考察

3. 実装

ライブラリのグラフ化

- ノード : article
- エッジ : 依存関係, 参照

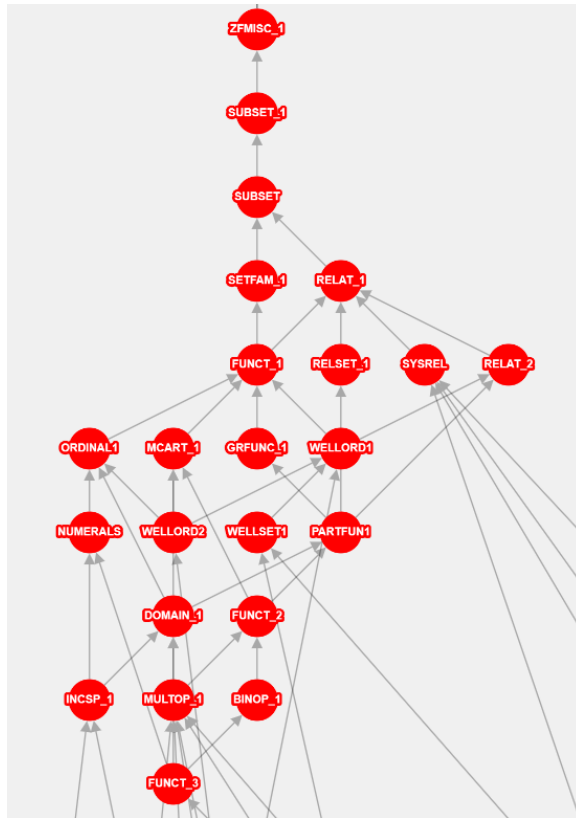
TARSKIはTARSKI_0
を参照している



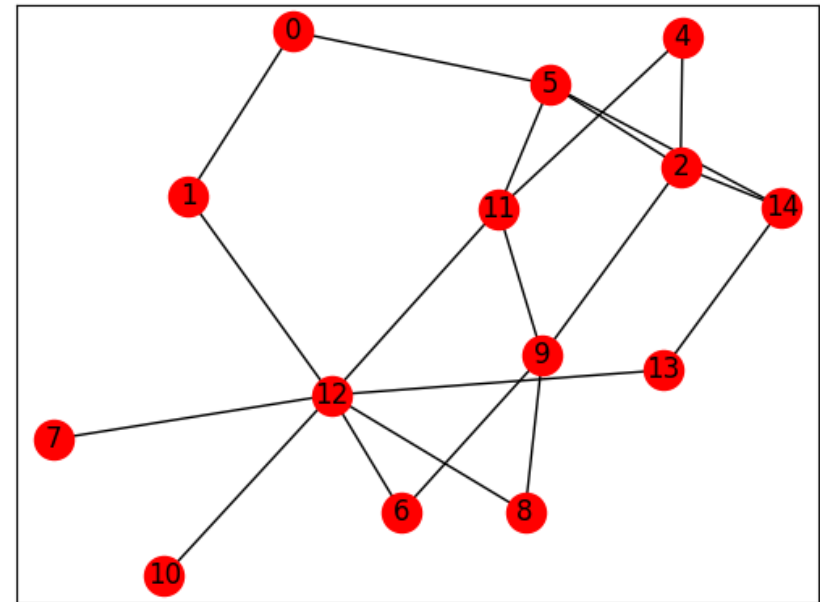
3. 実装

階層グラフモードとクラスタリングモード

- 階層グラフモード



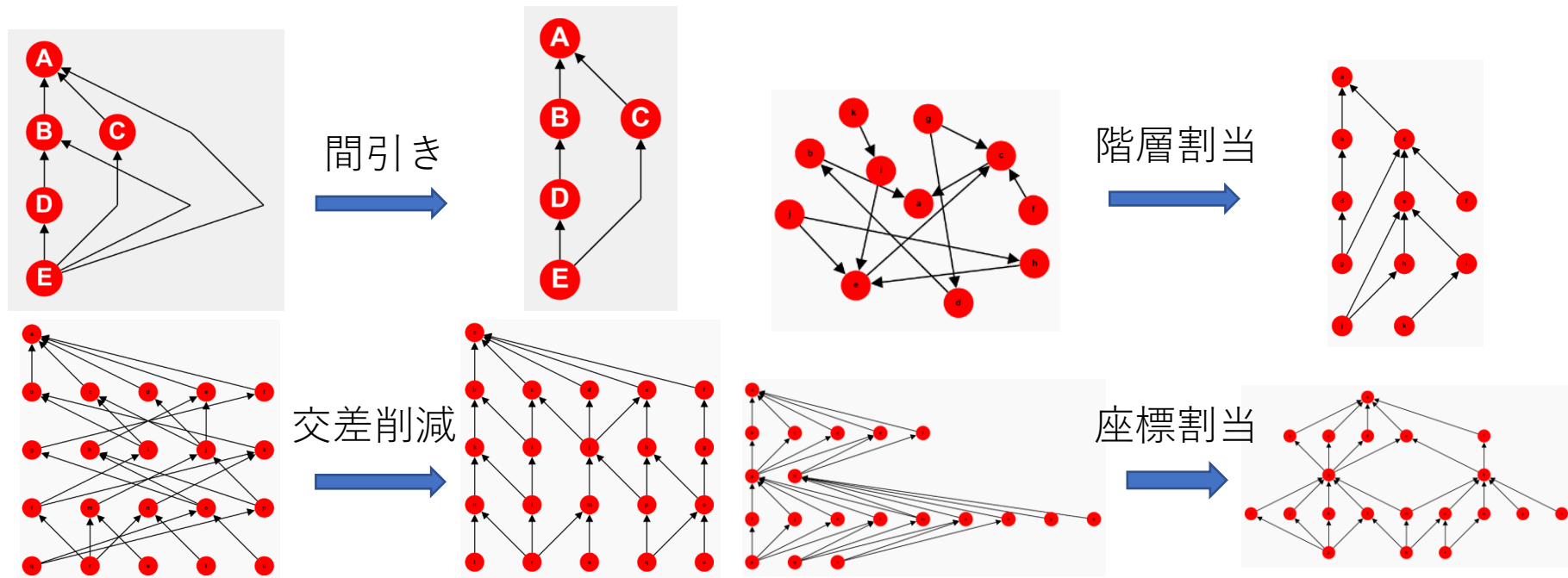
- クラスタリングモード



3. 実装

階層グラフモード

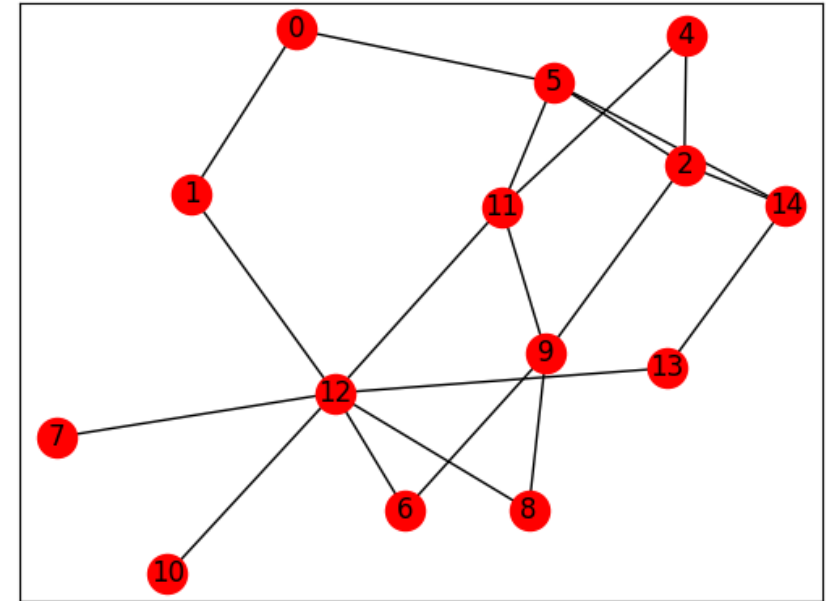
- articleの依存関係が確認しやすいレイアウト
- 杉山フレームワークを参考に作成した
 - 間引き, 階層割り当て, 交差削減, 座標割り当ての4ステップから成る



3. 実装

クラスタリングモード

- articleのクラスタリングに利用するためのレイアウト
- Fruchterman-Reingold force-directed Algorithmを用いたレイアウトを利用
 - エッジをばねと見立てて、ばねの力が安定する位置を探す
- ノード間の距離からクラスタリングを行う。

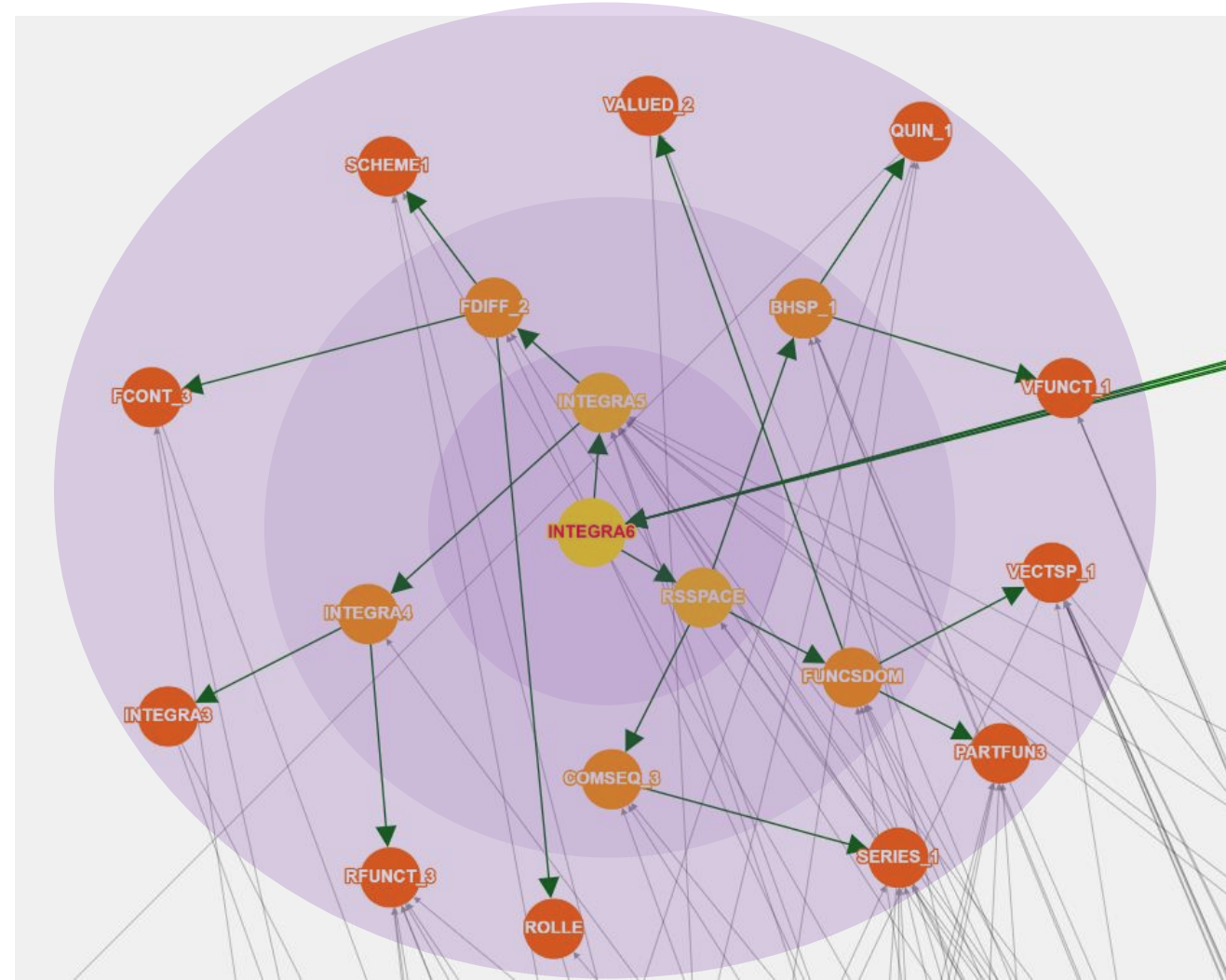


Fruchterman-Reingold force-directed Algorithmを用いたレイアウト

3. 実装

クラスタリングの理想

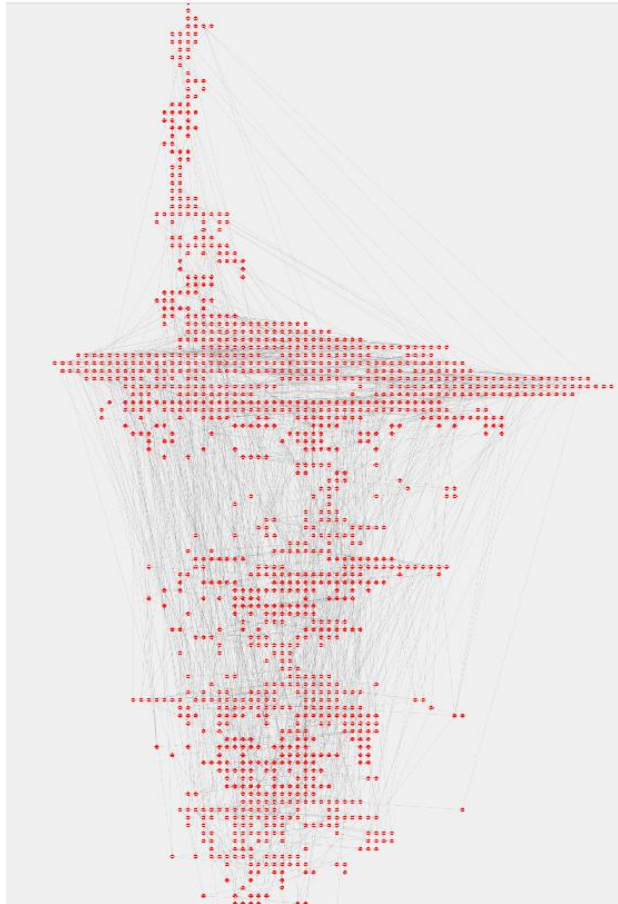
- ノード間の距離がノード間のエッジ数が増えるほど大きくなる。
- 接続されたノードが円形に配置される。



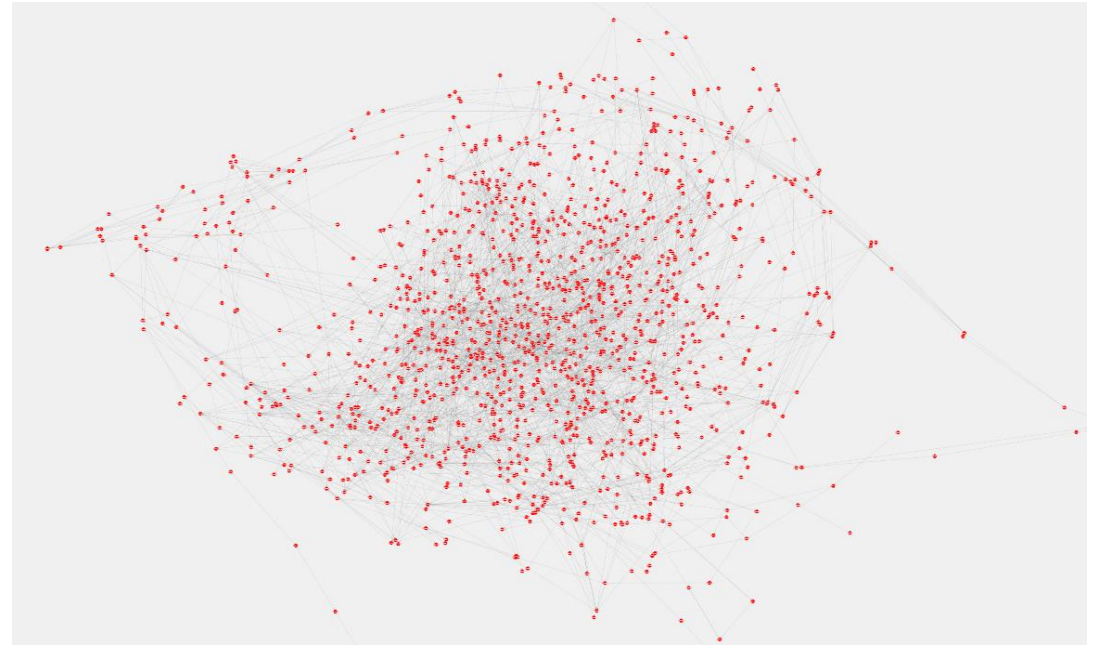
3. 実装

機能の紹介

- 階層グラフモード



- クラスタリングモード



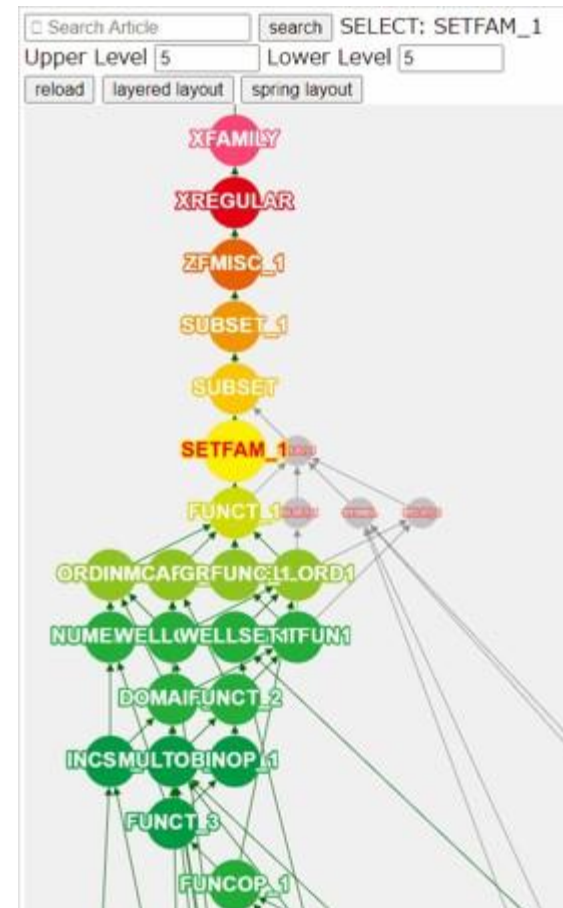
3. 実装

機能の紹介

- 検索機能



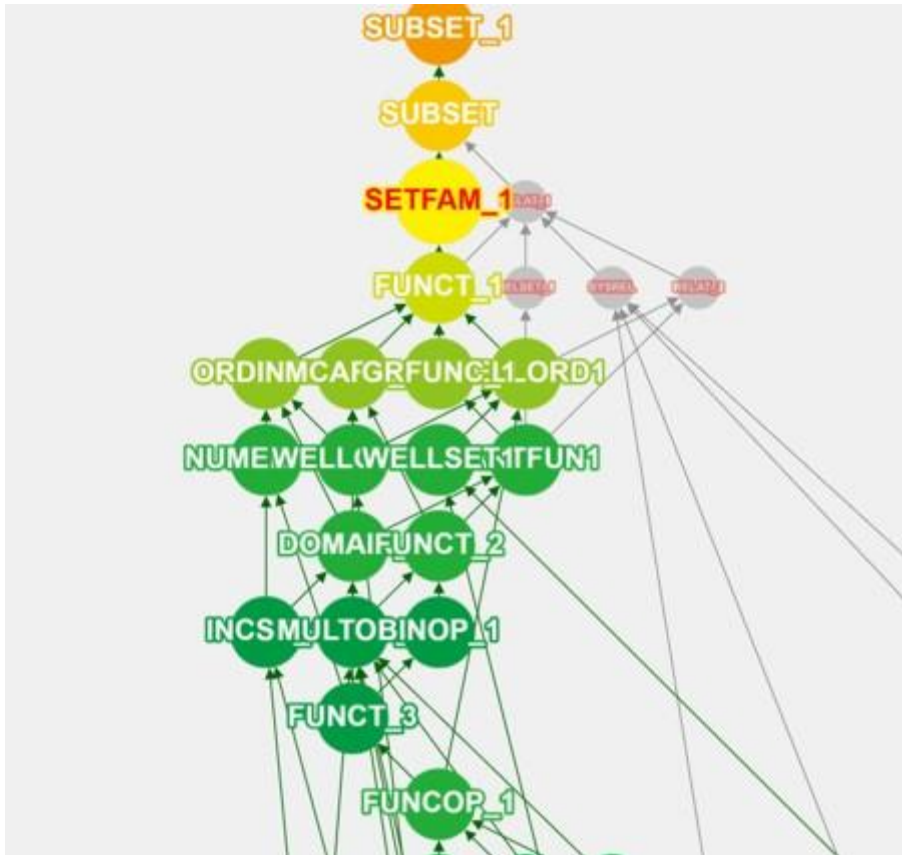
- 強調表示機能



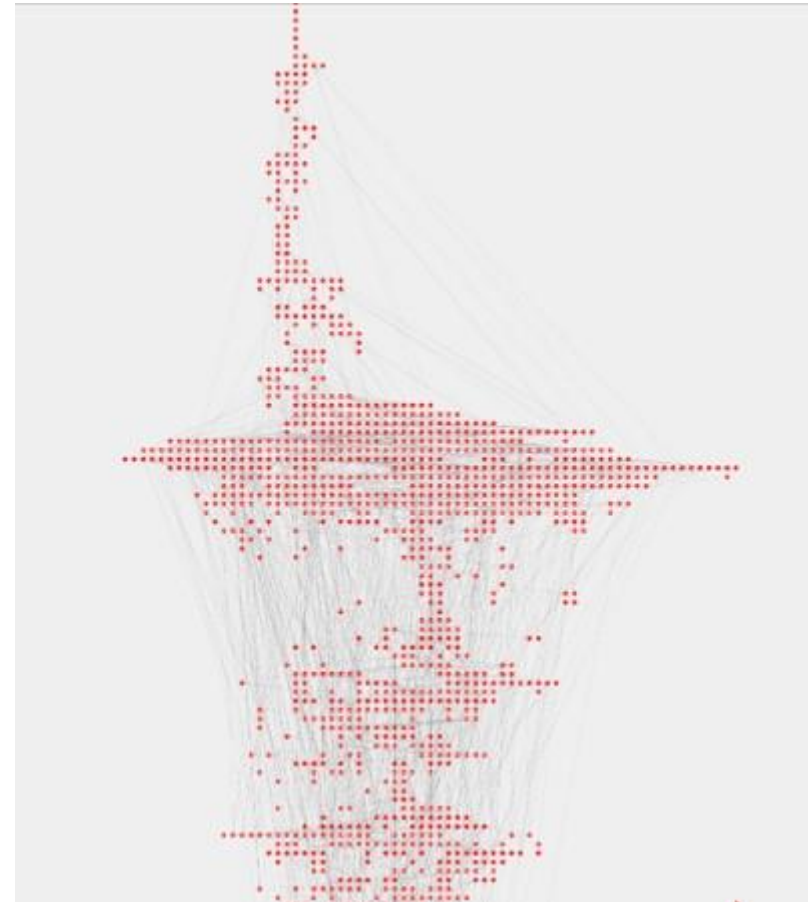
3. 実装

機能の紹介

- ノード可動機能



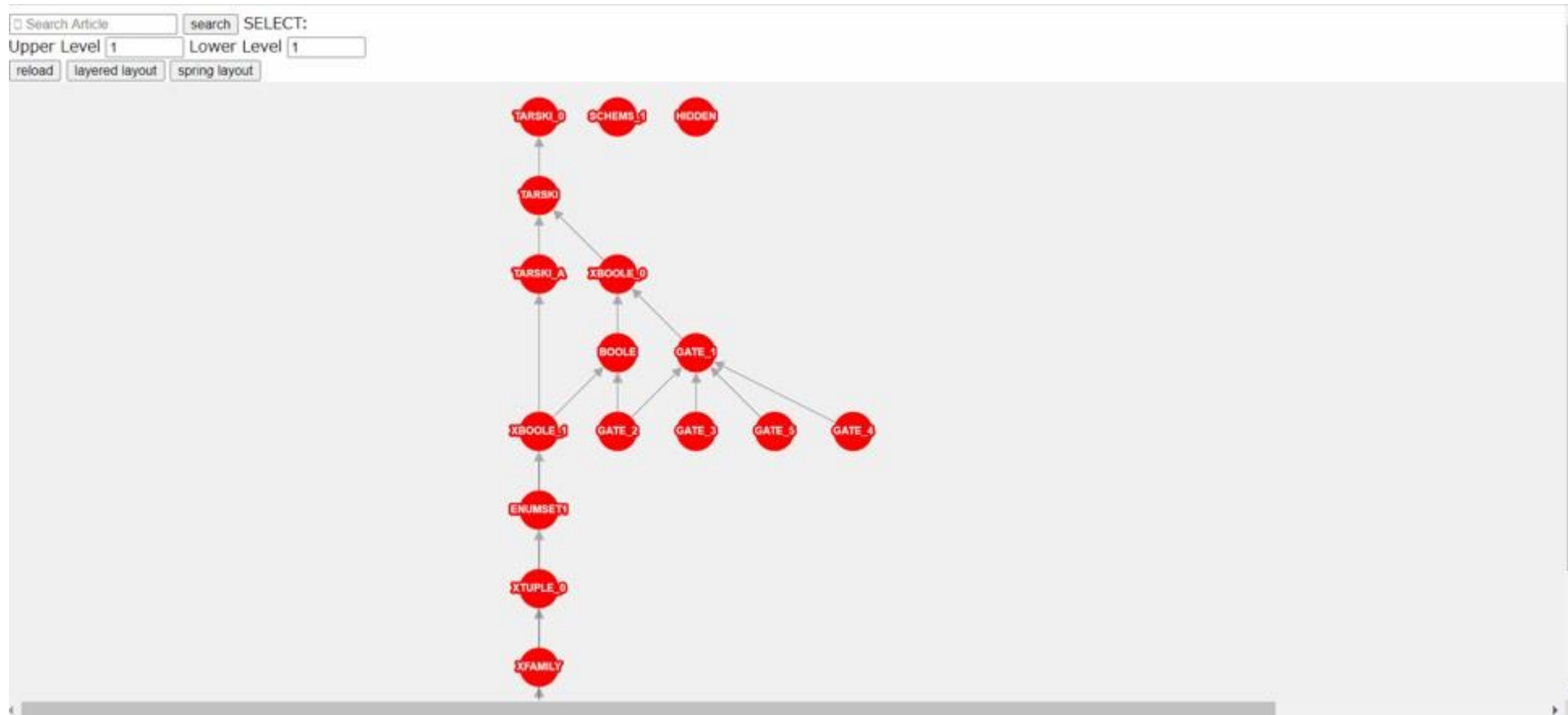
- 拡大縮小機能



3. 実装

機能の紹介

- ファイルへのリンク



目次

1. 研究背景, 課題
2. 先行研究
3. 実装
4. 評価
5. 考察

4. 評価

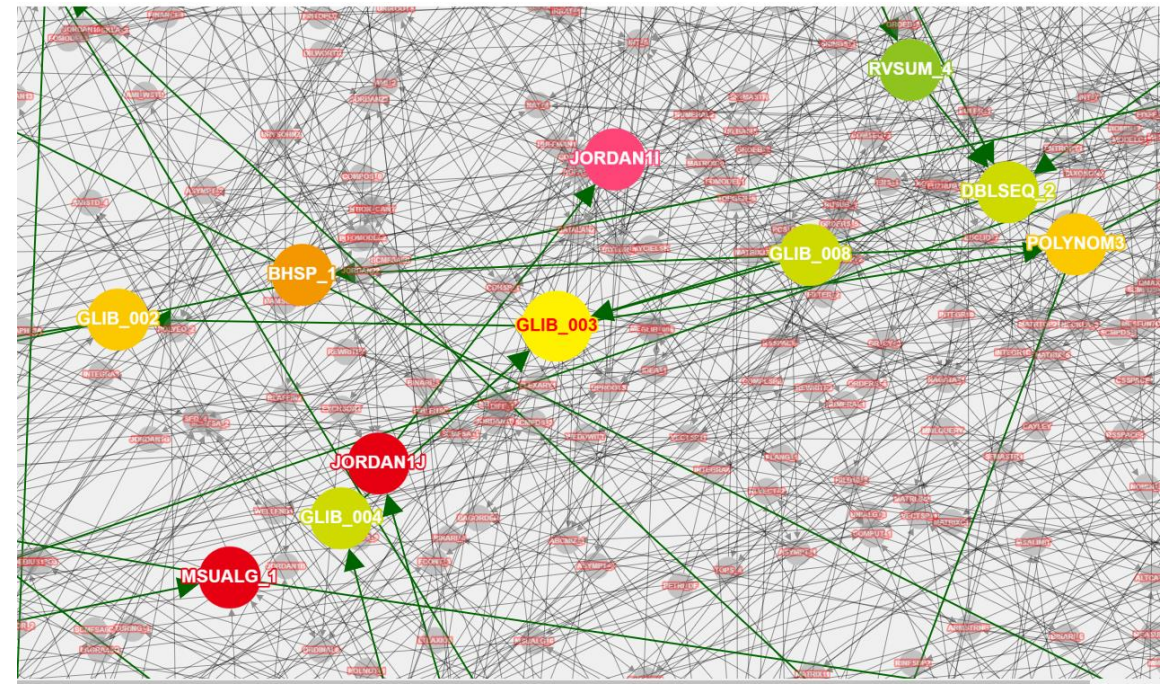
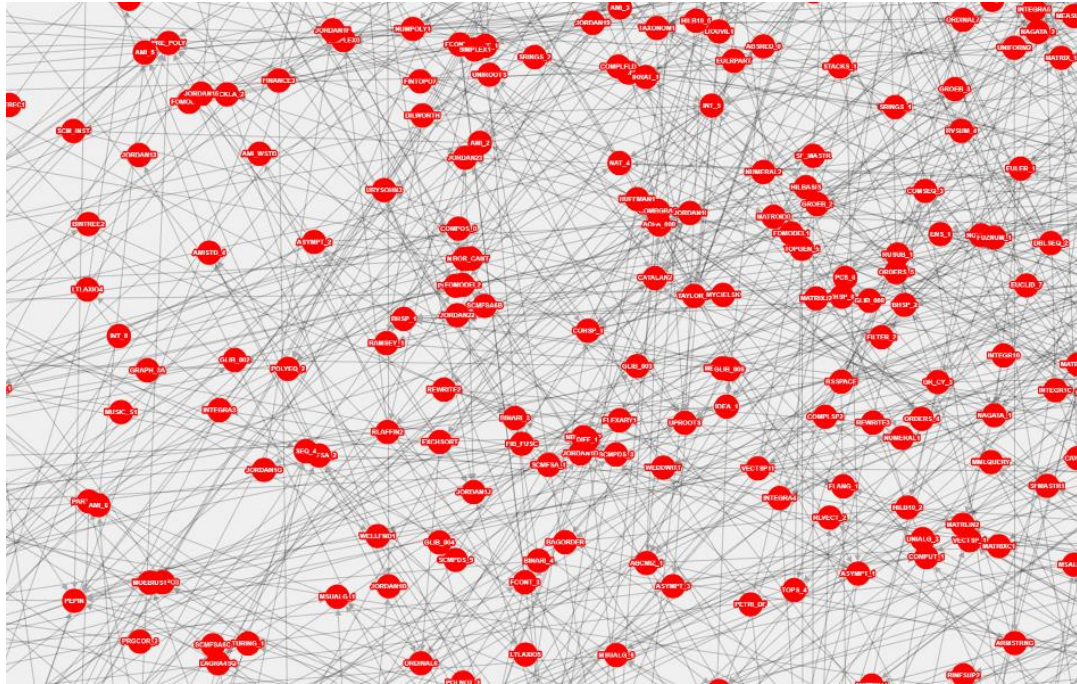
実装できた機能

機能・スタイル	Mizar Tree	Coq HoTT	作成したアプリ
階層化	✓	✓	✓
リンク	✓	✓	✓
拡大縮小	✓	✓	✓
検索	✓	✓	✓
クラスタリング		✓	要改善
強調表示 (フィルタリング)			✓
ノードの可動			✓

4. 評価

評価（クラスタリング）

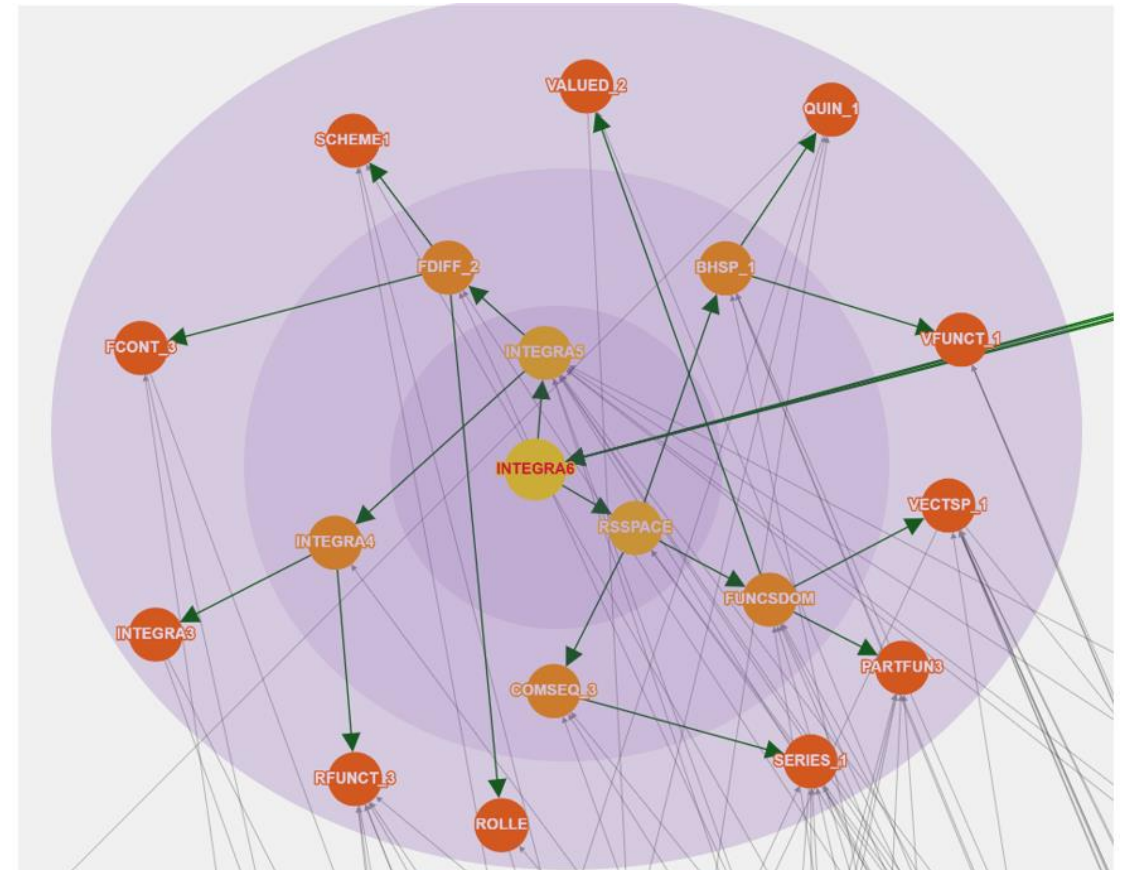
- 強調表示がないと依存関係を見ることが出来ない



4. 評価

評価方法(クラスタリング)

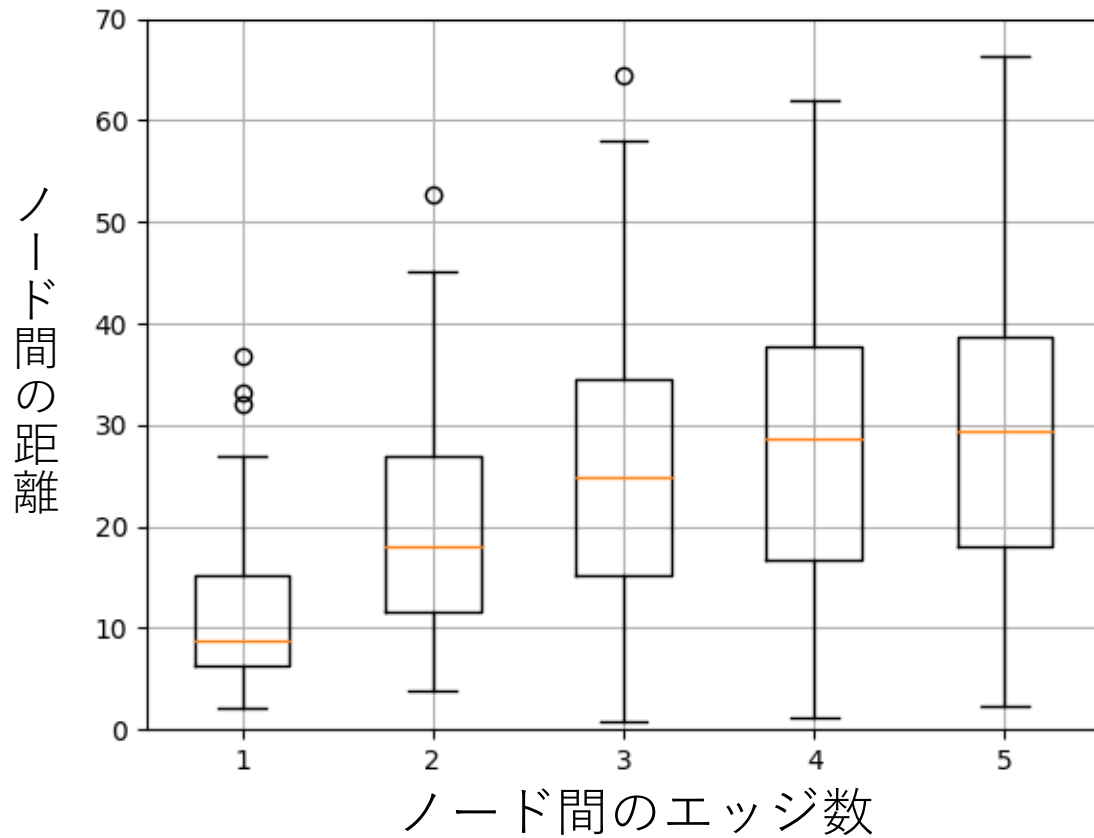
- 理想形ならば, 次の条件が成り立つ
 - ノード間の距離の平均値はノード間のエッジ数が増えるほど大きくなる
 - ノード間の距離の分散は小さい



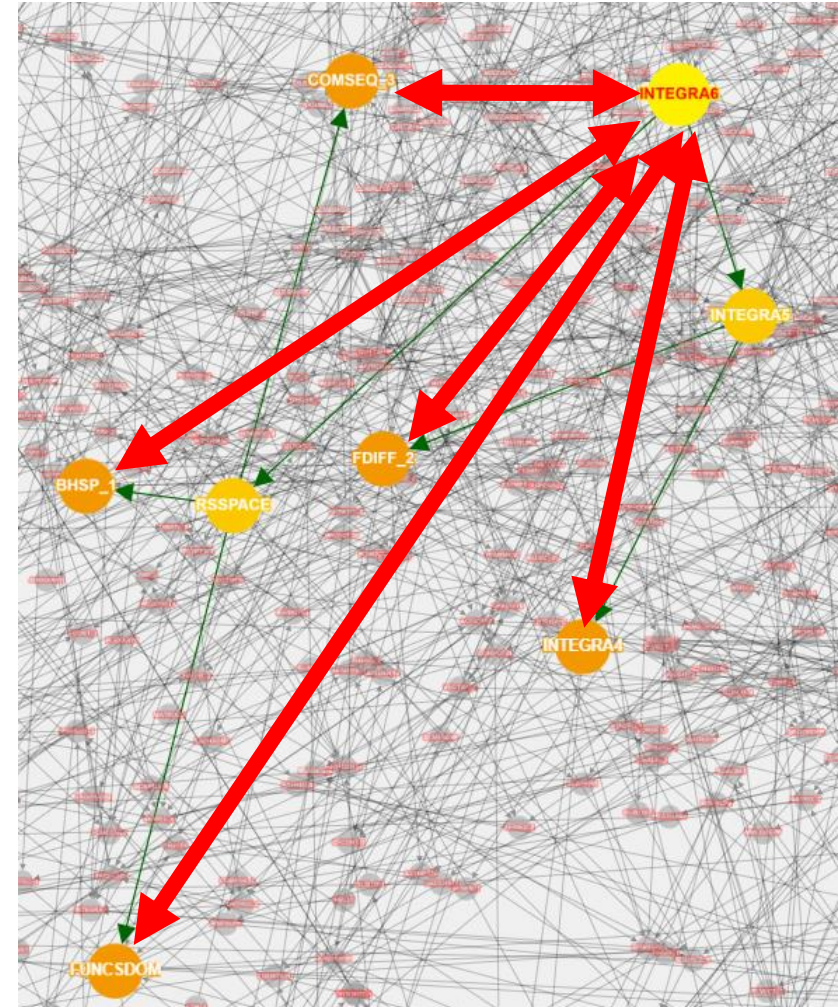
4. 評価

評価結果（クラスタリング）

- ノード間の距離の平均値について



結果：ノード間のエッジ数が増えると
ノード間の距離が大きくなる

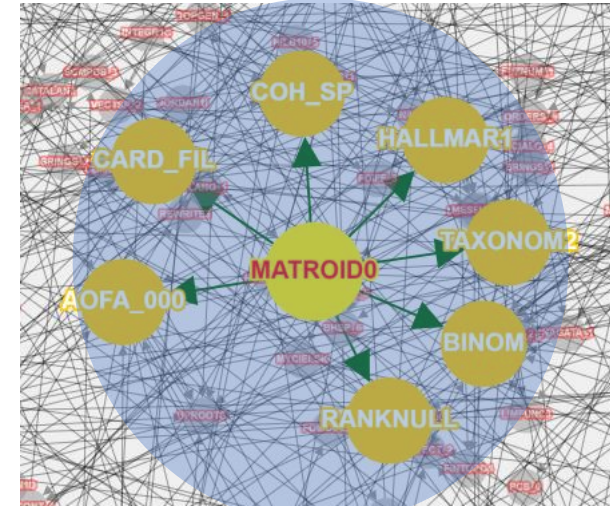
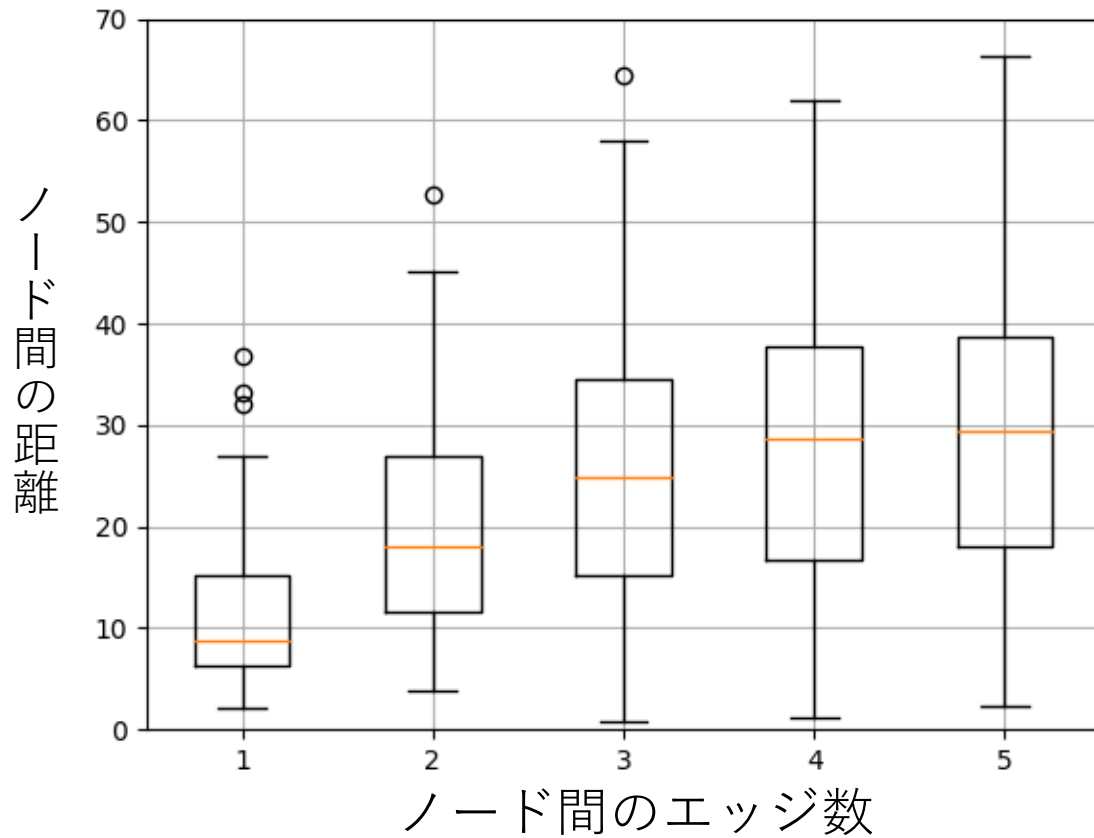


4. 評価

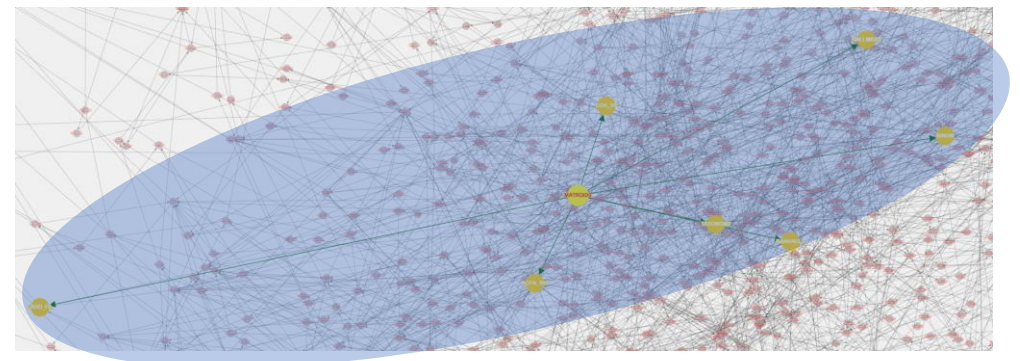
評価結果（クラスタリング）

- ノード間の距離の分散について

分散が小さい⇨配置が円形に近い



分散が大きい⇨配置が円形から遠い

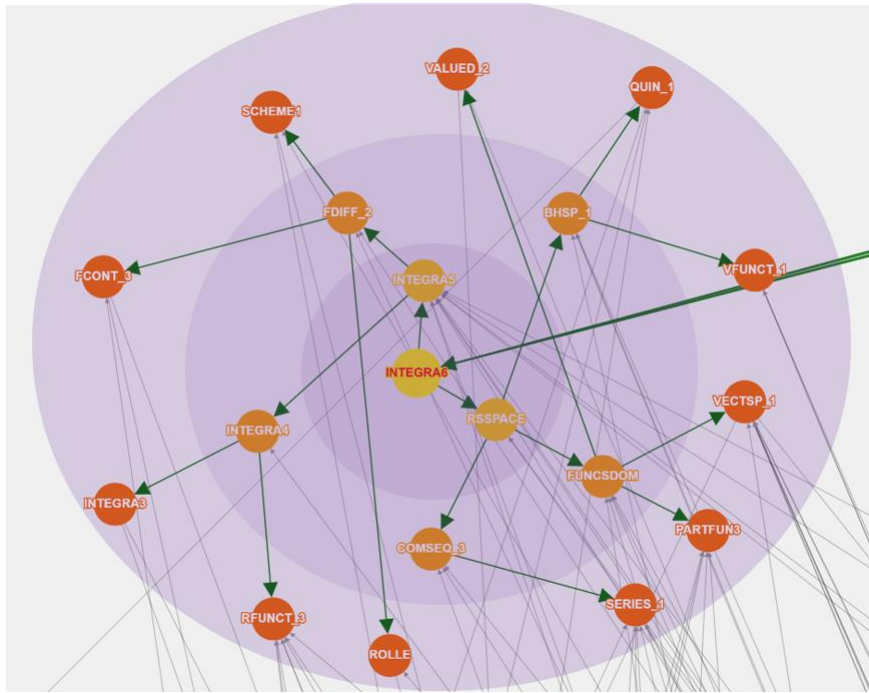


結果：ノードの配置が円形ではない

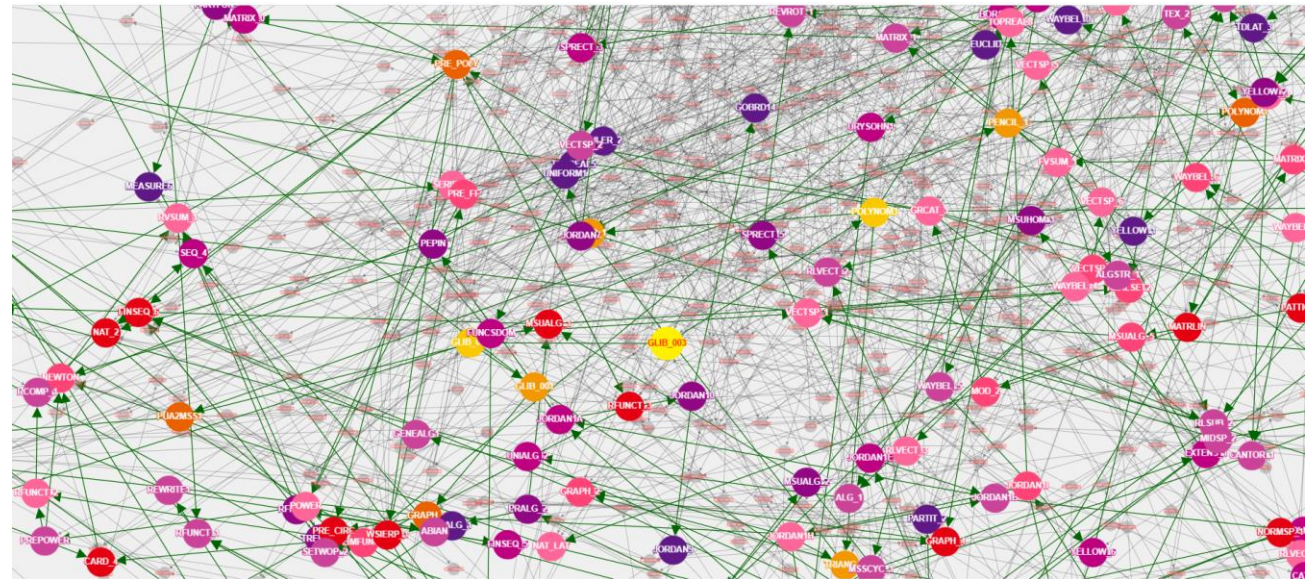
4. 評価

評価結果（クラスタリング）

- 理想形にはなっていない



理想形



実際の結果

目次

1. 研究背景, 課題
2. 先行研究
3. 実装
4. 評価
5. 考察

5. 考察

考察

成果

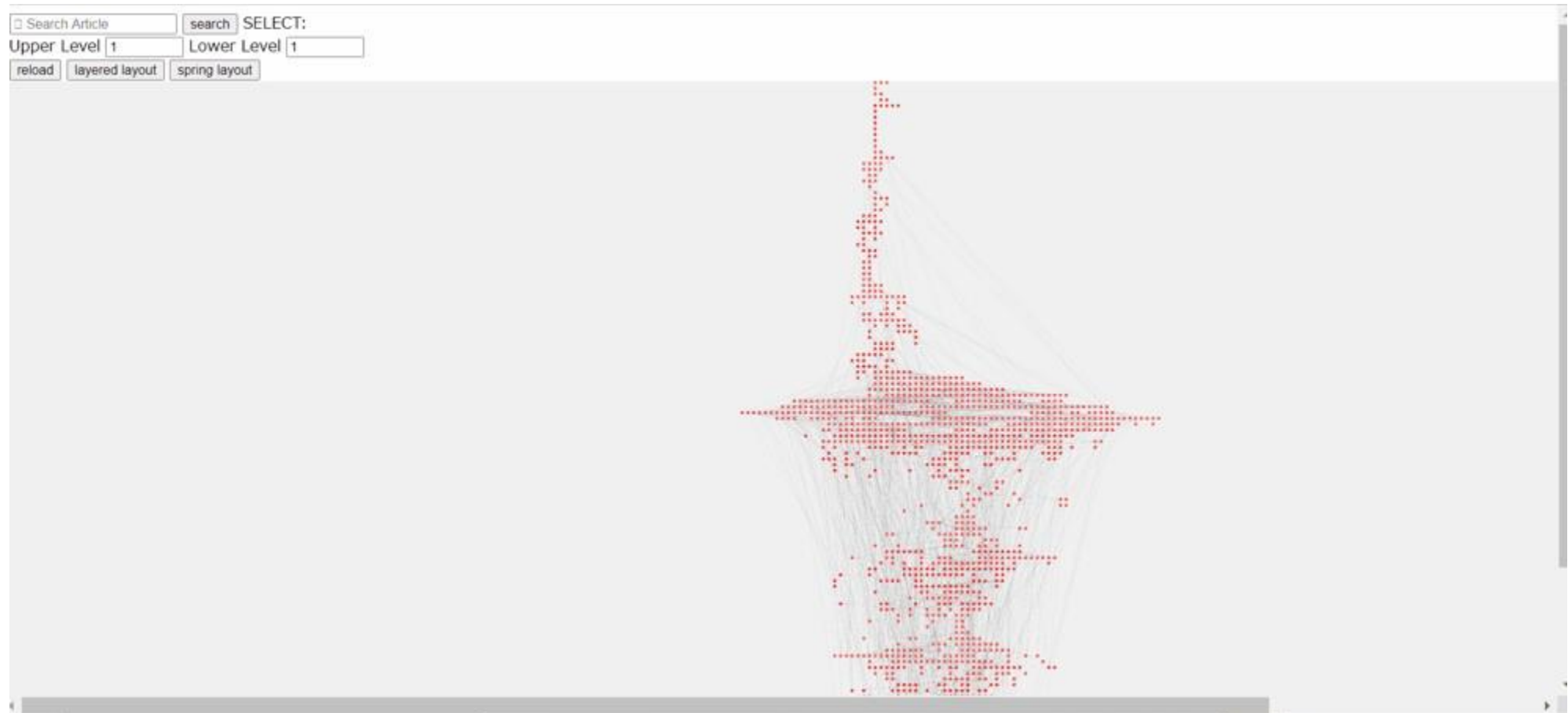
- ライブラリの依存関係を可視化できた
- 実装した機能は視認性を向上させた

課題

- 強調表示, 検索機能の使用性が低い
- クラスタリングモードは要改善

デモンストレーション

- 階層グラフモードのデモンストレーションを行います。



謝辞

- 本研究はJSPS科研費 JP20K19863の助成を受けたものです.

参考文献

- [1] 尾上洋介 “階層グラフの可視化”, オペレーションズ・リサーチ 1月号2018年 vol63 No.1, pp20-26
- [2] 荒木徹也 “階層グラフの描画アルゴリズムに関する研究”,
- [3] “network.drawing.layout.spring_layout – NetworkX 2.5 documentation”,
https://networkx.org/documentation/stable/reference/generated/networkx.drawing.layout.spring_layout.html

引用画像

- 図1 “The Tree of Dependence of Mizar Articles”:
<http://www.mizar.org/library/tree/tree.html>
- 図2 “HoTT”:
<https://github.com/HoTT/HoTT/wiki>