

図形群の意味と階層構造を用いた プレゼンテーションスライド検索システムの提案

櫻木 優輝¹ 青山 敦² 木村 文則³ 前田 亮⁴

¹立命館大学情報理工学研究科 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1

²立命館大学 MOT 大学院テクノロジー・マネジメント研究科 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1

³立命館大学 衣笠総合研究機構 〒603-8577 京都府京都市北区等持院北町 56-1

⁴立命館大学情報理工学部 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1

E-mail: is0018ke@ed.ritsumei.ac.jp, aoyama@mot.ritsumei.ac.jp
fkimura@is.ritsumei.ac.jp, amaeda@media.ritsumei.ac.jp

あらまし 本論文では、プレゼンテーションスライドに含まれる各図形間の配置や関係性などを分析することで図形群の意味や階層構造を推定し、それらを用いた図形に着目したプレゼンテーションスライド検索システムを提案する。また、図形群を階層構造で表し、図形群の階層構造および各要素の類似度を考慮することにより、図形群同士の類似度を測ることが可能になる。本論文で提案した索引作成における図形群の意味推定手法や階層構造推定手法、スライド検索、図形群の類似度計算手法の有効性を評価するために実験を行った。索引作成における図形群の意味推定では、適合率 0.9408、再現率 0.9392、図形群の階層構造推定では、正解率 0.89 の結果が得られた。スライド検索の利用者評価では、求める図形群が検索結果の 10 位以内に含まれれば正解としたときの平均正解率が 0.87 という結果が得られた。また、図形群の類似度計算手法の利用者評価では、検索結果の順位と評価値に相関係数 0.86 の正の相関が見られた。

キーワード PowerPoint, OpenXML, 図形検索

1. はじめに

PowerPoint などのプレゼンテーションツールは、大学の講義や研究発表、企業の会議の場など様々な場面で利用されている。プレゼンテーション資料は年々増加し、有用な知識資源となり得る。そのような知識資源から、資料の洗い出しや再利用をしたいというニーズもあり、プレゼンテーション資料に対するスライド検索への注目が高まっている。

プレゼンテーションスライドには、テキストだけでなく図が多用されている。そのような図は、スライドの内容を簡潔に、視覚的にわかりやすく表現している場合が多く、スライドの内容を簡潔に理解することができる。しかし、そのような図形の作成には大きな手間がかかるため、過去に作成した図形の再利用や、Web 上で公開されているスライドの図形を利用したいというニーズが存在する。しかし、従来の文字列マッチングによるスライド検索では、図形を文字列で表現することができず、図形群自体の検索が困難であるという問題が存在する。

田中らは、図形に着目したプレゼンテーションスライド検索システムの研究[1][2]を行った。この研究の課題であった、入力クエリ作成の手間の問題や、図形の階層性が考慮されていない問題を解決するために、我々はプレゼンテーションスライドに含まれる図形の階層構造や意味を推定する研究[3]を行ってきた。この研究の課題として、推定できる意味が3つと少ないことや、階層構造推定の精度、また、図形に着目したプレゼンテーションスライド検索システムが

実現できていないことが挙げられる。

本論文では、そのような課題を解決し、図形群の意味や階層構造を利用したプレゼンテーションスライド検索システムを提案する。図形に着目したスライド検索が実現することで、プレゼンテーションスライドに含まれる図形群の再利用に役立つ。

本論文では、「図形」とは、矩形や楕円、矢印といった基本図形を指し、「図形群」とは、提案手法でグループ化された「図形」の塊であり、何らかの意味を持つと定義する。

2. 関連研究

画像処理の分野で、プレゼンテーションスライドに関する研究がある[4][5]。

Wang らは、写真ではないイメージ画像の分類システムを提案した[4]。彼らは、NPIC システムを用いて、イメージ画像をブロック図、テーブル、グラフ、および円グラフへの分類を行った。NPIC システムとは、イメージ画像毎にコンテンツに応じた画像の特徴とメタデータのテキストを抽出し、機械学習させ、入力イメージ画像を分類するシステムである。

Liew らは、スライドを写真とみなし、画像処理技術を使ったスライド検索の方法を提案した[5]。彼らはスライドの特徴をテキスト、画像イメージ、プレゼンテーションの機能の3つの特徴からなると定義した。9人の協力者に、サンプルテキストと複数の図を提示し、テキストに関連の高い図を最大5位まで選択してもらうといったアンケートを行った。アンケート結果から線形モデルを作成し、あら

たなデータセットにも対応するスライド検索システムを構築した。この線形モデルを作成するためには、多く学習データを要する。[5]では、実験協力者に10個のサンプルクエリに対して120個の図の評価を行っていたが、より多くの学習データを用意するのは大変手間である。本研究では、このような学習データを必要としないことや、図の階層構造も考慮している点で[5]とは異なる。また、背景と背景や挿入物の分離の問題についても言及されている。Minらの研究では背景や挿入物の識別に画像認識を用いている。複雑な背景を持つスライドでは、分離が行われていないため、検索システムの影響を与えている。本研究ではスライドの構成情報を用いるため、背景や挿入物の区別や、挿入物の種類などでも正確に判別することが可能であるため、このような問題は発生しない。

Wangらは、プレゼンテーションスライド間の意味的關係や構造を一般化する手法を提案した[6]。彼らは、スライドに含まれるテキストのインデントのレベルに着目して、スライド間の意味的關係や構造を抽出した。これらの手法は、テキストの特徴を用いてスライドの構造を抽出する手法であるが、私たちの手法はスライドに含まれる図形の特徴を用いて図形の階層構造を推定するという点で異なる。

有熊ら[7]は企業内で利用するスライド検索手法を提案している。有熊らの手法では、プレゼンテーション資料間でのスライドの流用性に基づき、高再利用スライドの検索を行っている。有熊らは、スライドの流用性を推定しており、スライド同士の類似度から流用性の高いスライドの集合を探し、検索キーワードと関連のあるスライドを検出している。しかし、他のプレゼンテーション資料に多く流用されているスライドであっても、ユーザのプレゼンテーション資料が同様に流用できるとは限らない。この手法では、作成日時が古いプレゼンテーション資料ほどスライドの流用性が高くなる。そのため、新規のプレゼンテーション資料で再利用に適したスライドがある場合、過去に再利用された回数が少ないため推薦されず、別の古いスライドが推薦される可能性がある。本論文の手法では、プレゼンテーション資料の作成日時の経過といった時間的要因に依存しないため、このような問題は発生しない。

3. 提案手法の概要

提案するシステムは、プレゼンテーションスライドに含まれる図形間の配置関係や関係性を分析することで、図形群の意味や階層構造を推定し、検索のための索引を作成する。そして、推定した図形群の意味や階層構造を用いたプレゼンテーションスライド検索システムを提案する。図1にシステム概要図を示す。

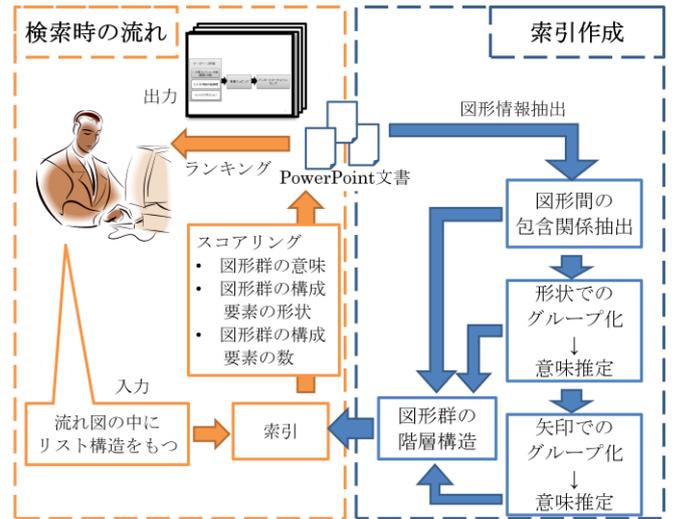


図1 システム概要図

「索引作成」では、プレゼンテーション資料から図形の情報を抽出し、図形のグループ化を行い、図形群の意味や階層構造を推定する処理の流れを、「検索時の流れ」では、ユーザが検索を行い、入力されたクエリを用いて各スライドの図形群にスコアをつけ、ランキングされた結果が返ってくるまでの処理の流れを示している。

また、提案するスライド検索システムでは、検索結果の図形群と似た図形群を再検索する機能がある。その再検索の流れを図2に示す。この機能を実現するためには、図形群同士の類似度ををはかる必要がある。

4章でプレゼンテーションスライドに含まれる図形群の意味や階層構造を推定する「索引作成」、5章で図形に着目した「スライド検索システム」、6章で図形群の類似度計算手法について説明する。

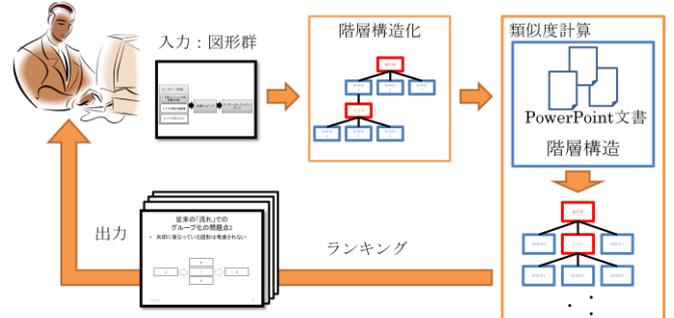


図2 図形群の再検索の流れ

4. 索引作成

索引作成では、プレゼンテーションスライドに含まれる図形群の意味や階層構造を推定する。

索引作成の流れは、まず PowerPoint ファイルから図形情報を抽出する。図形情報の抽出は、[3]の図形情報の抽出方法を用いる。次に図形間の包含関係を抽出する。そして、形状でのグループ化を行い、グループ化された図形群の意味を推定する。最後に矢印図形を用いたグループ化を行い、グループ化された図形群の意味を推定する。

図形群の階層構造は、「図形間の包含関係抽出」・「形状でのグループ化」・「矢印でのグループ化」の各処理ごとに随時更新し推定する。ここで推定した図形群の意味や階層構造の情報を索引として、5章

で述べるスライド検索システムに用いる。

4.1. 図形間の包含関係抽出

先行研究[3]の図形間の包含関係抽出手法は、ある図形が別の図形を完全に包含している場合にのみ包含関係にあると判定していた。しかし、図4に示すような図形群は、人間は4つの矩形が1つの楕円の上面の上ののっていると認識するが、従来手法は少しのみみ出しでも許容しないため人間の認識と同様に判定することができないという課題があった。

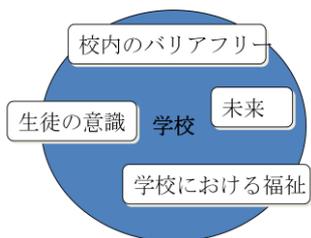


図3 従来手法で包含関係を正しく判定できない図形群の例

このような課題を改善するために、より柔軟な包含関係の判定を行う必要がある。そこで本論文では、図形間の重なり具合を分析する手法を提案する。図形間の重なり具合を用いた包含関係抽出のアルゴリズムは以下の(1)~(4)の手順で行う。

- (1) 図5で示すように、2つの図形のうち、面積が小さい図形を1ピクセル1点の点集合とする。

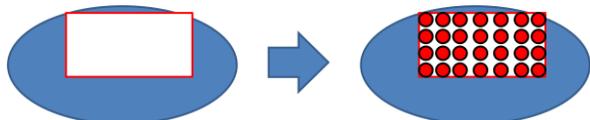


図4 図形を点集合とみなす

- (2) 各点が面積の大きい図形に含まれるかどうかを調べ、図形間の重なり具合を算出する。
- (3) 面積が小さい図形が任意一定の割合以上重なっている場合に、包含関係にあると判定する。
- (4) 包含関係にあると判定された場合、図6で示すように面積の大きい図形の階層番号に1を足した階層を面積の小さい図形に割り当てる。どの図形にも包含されない図形の階層番号は1とする。



図5 階層番号の割り当て

本論文では、予備実験の結果、小さい面積の図形の点集合のうち7割の点が大きい面積の図形に含まれているとき、包含関係にあると判定した。

4.2. 形状でのグループ化

形状でのグループ化では、図形間の配置関係や、形状などの特徴を用いて図形のグループ化を行い、図形群の意味を推定する。その後、図形間の包含関係抽出で推定した図形群の階層構造の更新を行う。

4.2.1. 形状でのグループ化の方法

以下のすべての条件を満たす図形同士をグループ化する。

- 同形状
- 同領域（同じ図形に包含されている）
- 近距離
- 図形間に矢印図形がない

本論文では、近距離であると判定する図形間の距離の閾値を50~100ピクセルの10ピクセル単位で比較実験を行った。

4.2.2. 意味推定

形状でのグループ化によりグループ化された図形群の意味を推定する。グループ化された図形群が重なっていれば「重なり」、縦または横に整列されていれば「リスト」、縦に整列されていれば「縦リスト」、横に整列されていれば「横リスト」、3つ以上連続する包含関係であれば「包含関係」、いずれにも該当しない場合は「集合関係」という意味を推定する。ここで推定する意味には、表1で示すように上位下位関係があると定義し、すべての意味の図形群の例を挙げる。

表1 形状でのグループ化での意味推定

上位概念←		→下位概念	
集合関係	重なり	包含関係	
	リスト	縦リスト	
	or	横リスト	

4.2.3. 図形の階層構造の更新

形状でのグループ化の結果を用いて、図形の階層構造を更新する。グループ化された図形群には、図7で示すように、その図形群の構成要素の図形に割り当てられていた階層番号を割り当て、図形群の構成要素の図形や構成要素の図形より下の階層の図形の階層番号をひとつ増やし、図形の階層構造を更新する。

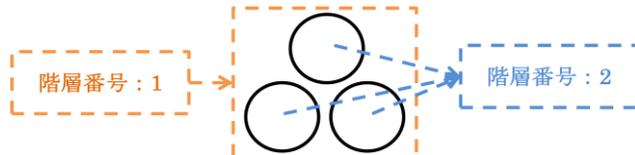


図6 図形群の階層番号の更新

4.3. 矢印でのグループ化

矢印でのグループ化では、矢印図形がどの図形群からどの図形群を指すかを分析し、グループ化を行う。その後、グループ化の結果を統合し、図形群の意味を推定する。その後、形状でのグループ化

で推定した図形群の階層構造の更新を行う。

4.3.1. 矢印でのグループ化の方法

まず、矢印図形が指し示す図形の探索を行う。探索範囲は、図 8 で示すように矢印図形の始点から終点方向に、それぞれ±90 度の角度内にある図形に対象を絞っている。

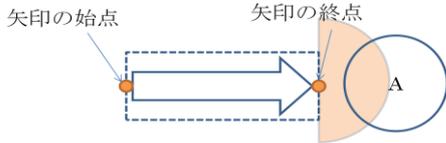


図 7 矢印でのグループ化での探索範囲

図 9 で示すように、矢印と図形の距離を、矢印の基点と図形の中心点を結んだ線と図形の境界の交点と、矢印の基点の 2 点間の距離とする。

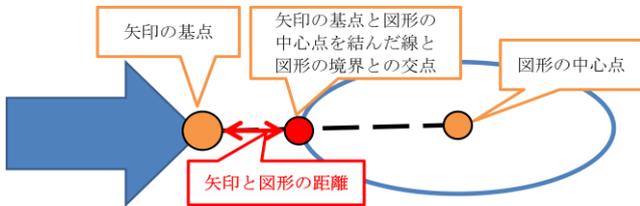


図 8 矢印図形と図形の距離

また、矢印と図形群の距離は、図 10 で示すように、図形群をその要素の各図形を包含する最小の矩形と見立てて、矢印と図形群の距離を算出する。

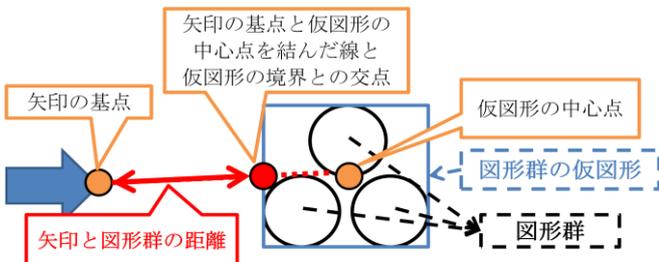


図 9 矢印図形と図形群の距離

探索対象となる全図形との距離を算出し、距離が最も短い図形を矢印図形と同一グループとみなす。矢印図形が指し示す先の図形判定と同様に、矢印図形の後方についても同じアルゴリズムで判定する。すべての矢印のグループ化の後、矢印のグループ化の結果の統合を行う。

4.3.2. 意味推定

矢印でのグループ化の結果により統合された図形群の意味を推定する。2 つの矢印の後方図形が一致する場合「2 分岐」、3 つ以上の矢印の後方図形が一致する場合「拡散」、2 つ以上の矢印の前方図形が一致する場合「集中」、循環している場合は「循環」、矢印が両端にある場合は「相互関係」という意味を推定する。ここで推定する意味は、表 2 で示すように上位下位関係があると定義し、図形群の意味とその例を挙げる。

表 2 矢印でのグループ化での意味推定

	上位階層←	→下位階層
流れ図	2 分岐	拡散
循環	循環	
	集中	
相互関係	相互関係	

統合された図形群に含まれる全矢印図形に着目する。それぞれの矢印が、上記で挙げたどの意味をなす図形群の要素か判定し、集計する。該当しない要素は流れ図として数える。表 3 に含まれる図形群は、拡散の要素となる矢印が最も多いことから、この図形群の意味は「拡散」となり、この図形群の階層構造は図 11 のようになる。

表 3 図形群の意味推定

図形群の例	矢印 ID	意味の一部
	1	拡散
	2	拡散
	3	拡散
	4	流れ

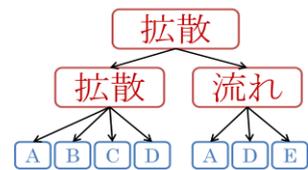


図 10 図形群の階層構造

4.3.3. 図形の階層構造の更新

矢印でのグループ化の結果を用いて図形の階層構造の更新を行う。矢印の前後の図形の階層が一致する場合は、グループ化された図形群に構成要素の階層番号を割当て、構成要素の図形の階層番号をひとつ増やす。また、矢印の前後の図形の階層が一致しない場合は、図 12 で示すように、グループ化された図形群に構成要素の階層番号のうち最下層の階層番号を割り当て、構成要素の図形の階層は図形群の階層番号に 1 足した階層番号を割り当てる。

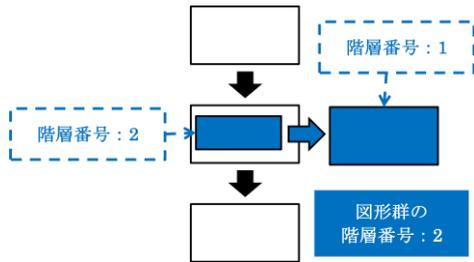


図 11 矢印の前後で階層が一致しない場合

5. スライド検索システム

4章で推定した図形群の意味や階層構造を用いて、図形に着目したスライド検索システムを提案する。5.1節で入力クエリ、5.2節で出力、5.3節では入力されたクエリに図形群がどれだけマッチしているかを計算するスコアリング手法を説明する。

5.1. 入力クエリ

入力クエリは、「図形群の意味」、「図形群の要素の形状」、「図形群の要素の数」、「入れ子図形群の意味」、「スライドに含まれるテキスト」の5つである。例えば、図13で示す図形群を探したい場合の入力クエリは、「図形群の意味：流れ図」、「図形群の要素の形状：四角形」、「図形群の要素の数：3」、「入れ子図形群の意味：リスト」となる。

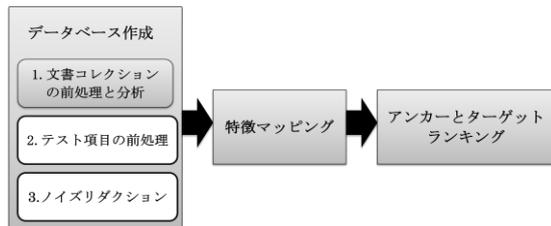


図 12 探したい図形群の例

5.2. 出力

出力は、入力クエリにマッチする図形群を含むスライドのパスであり、これをクリックするとスライドのプレビューを見ることができるインターフェースになっている。

5.3. スコアリング手法

入力クエリとマッチする順にランキング表示するためのスコアリング手法を提案する。スライドに含まれる全図形群に対しスコアをつけ、最も高いスコアをスライドのスコアとする。各図形群は、初期値が100点であり、内訳は図形群の意味が50点、図形群の要素の形状が30点、図形群の要素の数が20点とし、入力クエリと検索対象の図形群に差異がある場合、それぞれの要素で減点を行う。

5.3.1. 図形群の意味によるスコアリング手法

図形群の意味は図14で示す概念階層であると定義する。定義した概念階層を使用して、入力された図形群の意味と検索対象のスライドに含まれる図形群の意味の距離を各意味ノード間の距離と定義し、距離1ごとに15点の減点を行う。

例えば、入力された図形群の意味が「重なり」で検索対象の図形群の意味が「リスト」の場合、距離2なので30点の減点を行う。また、入力された図形群の意味と検索対象の図形群の意味が異なる概念階層に存在する場合は、50点の減点を行う。例えば、「リスト」

と「流れ図」は異なる概念階層にあるので50点の減点を行う。

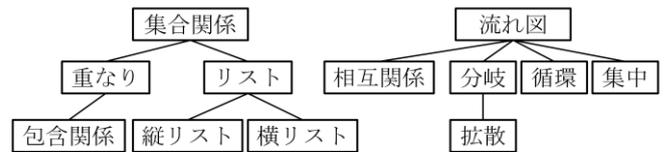


図 13 図形群の意味の階層概念

5.3.2. 図形群の要素の形状によるスコアリング手法

図形の形状を、「三角形」、「四角形」、「ひし形」、「多角形」、「楕円」、「円柱」、「星型」に汎化する。図形の形状は図15で示す概念階層であると定義する。

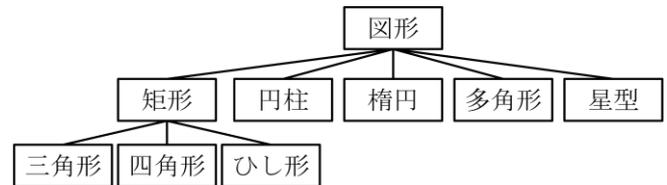


図 14 図形の形状の概念階層

定義した概念階層を使用して、入力された図形群の要素の形状と検索対象のスライドに含まれる図形群の要素の形状の距離を各形状ノード間の距離と定義し、距離1ごとに5点の減点を行う。

5.3.3. 図形群の要素の個数によるスコアリング手法

入力クエリでは、図形群の要素の個数の範囲指定をすることができる。指定した数と検索対象の図形群の要素の数の差が1つごとに5点の減点を行う。

5.3.4. 入れ子図形群の意味によるスコアリング手法

「入れ子図形群の意味」とは、指定した図形群の中にさらに存在する図形群の意味のことである。図16に図形群の入れ子の意味の入力例を示す。

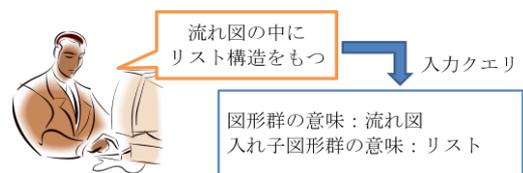


図 15 入れ子図形群の意味の入力例

検索対象の図形群の階層構造から、指定した図形群の意味より下の階層に含まれるすべての図形群の意味に着目する。5.3.1節の図形群の意味によるスコアリング手法を用いてそれぞれスコアを計算し、最も高いスコアを採用する。階層を考慮し、図17で示すように算出したスコアを階層差に1を足した数値で割った値を入れ子図形群の意味のスコアとし、5.3.1-5.3.3節の手法で算出したスコアに加点する。

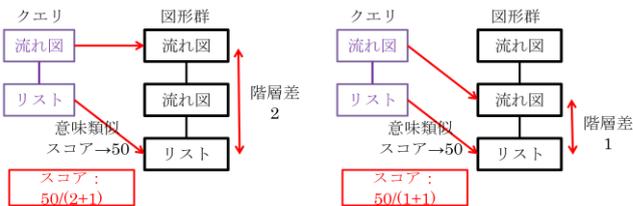


図 16 入れ子図形群の意味のスコアリング手法

6. 図形群の類似度の計算手法

検索結果の図形群と似た図形を探したい場合、図形群同士の類似度を測る必要がある。4 章で図形群の階層構造を推定する手法を提案した。ここで図形群同士の階層構造の類似度を測る手法を提案する。図 13 の図形群の階層構造を図 18 に示す。赤い四角形は図形群を示し、青い四角形は図形群に含まれる個々の図形を表す。

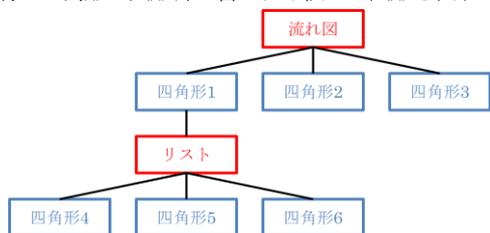


図 17 図形群の階層構造

6.1. 木構造の類似度に関する研究

本論文ではプレゼンテーションスライドに含まれる図形群を木構造で表現しており、図形群同士の類似度として木構造同士の類似度を用いている。木構造の類似度に関する研究として、小柳らは、XML データ同士の類似度を XML の木構造とテキストノードのラベルの情報テキストの類似度の二面から類似度を求める手法を提案している[9]。本論文では、図形群の意味の類似度や図形の形状の類似度、階層構造の深さを考慮して、木構造の類似度を求める手法を提案する。

6.2. 木構造の類似度

木構造の類似度は、一般的に木編集距離[11]を用いることが多い。木編集距離とは木構造に対する距離の指標の一種で、ある一方の木に対しノードの変更、追加、削除などの操作を行い、もう一方の木と同じ構造に変形させるのに必要な操作のコストをその二つの木の距離とする手法である。各操作におけるコストにはあらかじめ適当な値を設定しておく必要がある。

例えば各操作のコストをそれぞれ1とすると、図 19 で示す木 T_1, T_2 の木編集距離は、以下の(1)~(3)のコスト 3 となる。

- (1) 「A」を「B」に変更
- (2) 「●」を削除
- (3) 「×」を追加

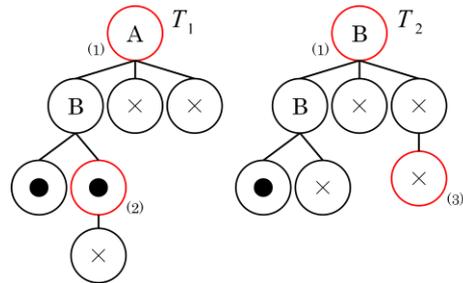


図 18 木編集距離の例

6.2.1. ノード操作のコスト

提案手法では、木構造のノードのタイプとして図形ノードと図形群ノードの 2 種類が存在する。同じノードのタイプのみノード変更可能とする。図形群から図形群に変更する場合は、図形群の意味に着目し、図 13 の図形群の意味の概念階層から距離を計算し、距離 1 ごとにコストを 15 とする。比較する図形群の意味が異なる概念階層にある場合、コストは 50 とする。図形から図形への変更も同様に、図形の形状に着目し、図 14 の図形の形状の概念階層を用いて距離 1 ごとにコスト 5 とする。

図形群ノードの追加・削除のコストは 50 とし、図形ノードの追加・削除のコストは 5 とする。

6.2.2. 階層の深さを考慮したコスト計算

図形や図形群は階層が上位であればあるほど、人間の記憶にも残りやすく、スライドで大きな役割を果たしている。このことから、上位ノードの操作のコストは下位ノードの操作のコストより重みを大きくする必要がある。そこで、階層を考慮し、ノード操作のコストにノードの階層番号で割った値をコストとする。例えば、図形群の第 2 階層のノードの操作をするとき、ノード操作のコストを階層番号である 2 で割った値を操作のコストとする。

7. 実験

提案手法の索引作成、スライド検索システム、図形群の類似度の有効性を検証するために実験を行った。

7.1. 索引作成の実験

索引作成の実験では、「包含関係抽出」、「形状でのグループ化」、「矢印でのグループ化」、「階層構造推定」のそれぞれの有効性を検証する。正解データは、[4]で行った図形のアンケート結果から作成した。使用したスライドは 30 枚で 419 個の図形が含まれる。

7.1.1. 索引作成の実験結果

包含関係抽出は平均正解率で、形状でのグループ化と矢印でのグループ化での図形群の意味推定を適合率・再現率で評価を行う。表 4 に包含関係抽出の平均正解率、表 5 に形状でのグループ化での図形群の意味推定の実験結果、表 6 に矢印でのグループ化での図形群の意味推定の実験結果を示す。

表 4 包含関係抽出の実験結果

重なり具合(%)	50	60	70	80	90	100
平均正解率	0.996	1.000	0.999	0.998	0.995	0.985

表 5 形状でのグループ化の実験結果

意味	集合関係	重なり	リスト	縦リスト	横リスト
適合率	0.89	1.00	0.83	0.81	0.90
再現率	0.86	1.00	0.83	0.89	0.75

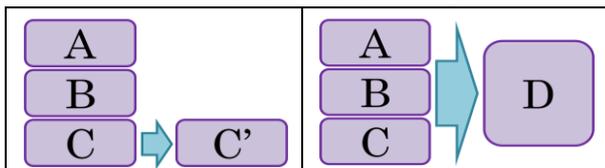
表 6 矢印でのグループ化での実験結果

意味	流れ	循環	分岐	拡散	集中	相互関係
適合率	0.95	1.00	0.91	1.00	1.00	1.00
再現率	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

7.1.2. 索引作成の実験結果の考察

索引作成では、包含関係抽出・形状でのグループ化・矢印でのグループ化、すべてにおいてよい結果を得ることができた。矢印でのグループ化において、形状でのグループ化の結果を用いるので、表 7 に含まれる各図形群は、3つの矩形から1つの矩形に流れると判定される。しかし、矢印は必ずしも図形群を指すとは限らない。矢印図形の幅や指向性、矢印図形の前後の図形の類似度などを分析することでよりよい結果が得られると考えられる。

表 7 構造が似た図形群の比較



7.2. スライド検索システムの評価実験

被験者に、提案したスライド検索システムを用いて図形群を検索してもらい、求める図形群が含まれるスライドが上位に存在するかどうかで評価を行う。実際にこのスライド検索システムを使うユーザは、「過去にこのような図形群を作ったな・あったな」、「前に Web でこのような図形群を見た」と図形群を思い浮かべながら、スライド検索システムを使用する。つまり、ユーザは過去に1度以上その図形群を見たことがあり、その図形群を含むスライドが存在し、また過去の記憶を思い起こすため、うる覚えである可能性が高い。このような状況と近似する状況を作り、評価実験を行う。

7.2.1. 実験データ

本実験では、所属研究室の学生10名、及び企業で作成されたスライドの中から181件のスライドを検索対象として用いた。利用者評価実験には、本研究室と他研究室の学生と教員の合計10名に協力してもらい、1名あたり3つの図形群を検索してもらい検索システムの評価を行った。

7.2.2. スライド検索システムの評価実験の手順

被験者に検索対象のフォルダに含まれているスライドの一部のスライド40枚を提示する。被験者がスライドを見てから6時間以上経過した後には評価実験を行う。これは、被験者の記憶がうる覚えになる時間であると考えたからである。ユーザには、この時間に、記憶が曖昧になるように他の作業を行ってもらい、ユーザは探し出した図形群を思い浮かべ、提案するスライド検索システムを用いて検索を行い、評価する。検索結果の上位10位のスライドのうち、ユー

ザが探し出した図形群が含まれるスライドを「正解スライド」、代用できる図形群や、少し改修すれば利用できる図形群が含まれるスライドを「準正解スライド」として評価をつける。

7.2.3. スライド検索システムの評価実験の結果

システムの評価では、平均正解率を用いて、システムの有効性を検証する。平均正解率は、求める図形群が検索結果の一定の順位以上に含まれれば正解、含まれなければ不正解としてシステムの評価を行う。正解・不正解の閾値は、3位・5位・10位の3パターンを用意し、「正解スライド」のみを扱う場合と「準正解スライド」を「正解スライド」に含める場合と2パターンで評価を行う。

表 8 スライド検索システムの実験結果

	正解スライド	+準正解スライド
3位以上	0.77	0.83
5位以上	0.80	0.87
10位以上	0.87	0.93

7.2.4. スライド検索システムの評価実験の考察

表 8 より、平均正解率はよい結果が得られたと考えられる。このスライド検索システムでは、入力図形群に対する出力結果として、10枚のスライドのキャプションが表示されるため、求める図形群が含まれるかどうかの確認が視覚的に容易にできる。このことから、表 11 の10位以内に求める図形群が含まれれば正解とした平均正解率の値からも、検索システムが有効であると考えられる。

提案手法では、図形群の意味は図 13 の概念階層があるとし、入力された図形群の意味と検索対象のスライドに含まれる図形群の意味の距離を計算し、距離1ごとに一律15点の減点を行っていた。しかし、利用者は「流れ」と「分岐」より、「分岐」と「発散」がより似ていると感じるため、図形群の概念階層に適切な距離やコストを設定する必要があると考えられる。

また、検索結果に似た図形群が多くを占めることがあり、似ている図形群よりもさまざまなパリエーションが欲しいといった利用者の声もあった。例えば図 52 の3つのスライドは、「図形群の意味」、「図形群の要素の形状」、「図形群の要素の個数」がすべて一致するため、検索結果で同時に出現する。しかし、利用者はいずれか1つのみ検索結果に出現すればよいと考えることから、似ている図形群のクラスタリングをする必要があると考えられる。



図 19 類似した図形群が検索結果として返される例

7.3. 図形群の類似度計算手法の評価実験

提案手法の有効性を評価するために、利用者評価のアンケートを行なった。アンケートは、入力図形群とそれに対する類似図形群の検索結果から上位10件の各スライドに含まれる図形群を比較し、5段階評価で似ているかどうかを評価するといったものである。5段

階評価は、5は「似ている」、4は「おおよそ似ている」、3は「少し似ている」、2は「あまり似ていない」、1は「似てない」として評価する。

7.3.1. 実験データ

7.2.1節で説明したデータを実験データとして用いる。利用者評価のアンケートは、入力図形群を含むスライドと類似図形群の検索結果から上位10件のスライドを1つの組み合わせとする6件分のデータを用いる。利用者評価のアンケートは、大学生（理系・文系）、社会人（技術職）の合計18人に評価を依頼した。18人分の評価データを集計し、各順位の平均評価値で有効性を調査する。

7.3.2. 図形群の類似度計算手法の評価実験の結果

18人分の入力図形群1~6の評価データから、1位~10位の各順位の平均評価値を算出した。全入力図形群の平均評価値を図19に示す。

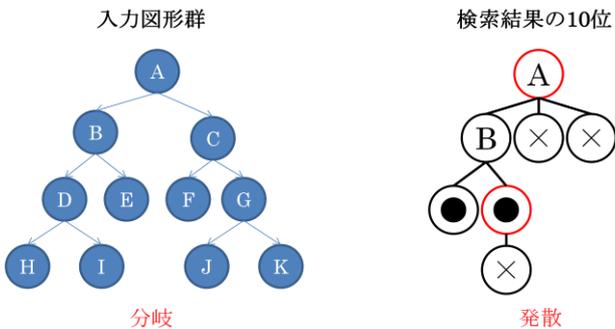


図20 全入力図形群の平均評価値

7.3.3. 図形群の類似度計算手法の評価実験の考察

図20から、検索結果の順位と評価値に相関係数0.8580の正の相関が見られたことから、提案手法が有効であると考えられる。

図20の10位の評価値が少し上がっている理由として、図21で示すように、利用者が索引作成で推定していない「木構造」意味をユーザが認識したからと、矢印でのグループ化で推定する階層構造が理由として考えられる。



今後、図形群により適切な意味を推定することや、階層構造をどこまで使用するかといった情報の選択、図18で示した図形群の意味の概念階層の枝の距離やコスト設定を見直すことで、よりよい結果

が得られると考えられる。

8. まとめ

本論文では、プレゼンテーションスライドに含まれる図形群の意味や階層構造を推定し、それらを用いた図形に着目したスライド検索システムを提案した。索引作成では、実験結果から提案手法が有効であることが分かった。

しかし、スライド検索システムではいくつか課題が残る。ユーザが図形群をシステムの入力クエリに変換することに慣れが必要であることがわかった。このことより、より直観的でインタラクティブなインタフェースを考案する必要がある。また、検索対象となるPowerPointファイルが多くなると、ランキング結果に同じような図形群が上位に現れ、クエリに少しでも誤りがあると求める図形群がなかなか現れないという問題も存在する。この解決策として、似ている図形群のクラスタリングを行う方法が考えられる。

参考文献

- [1] 田中 清太郎, 手塚 太郎, 青山 敦, 木村 文則, 前田 亮. 図形の形状と配置に着目したスライド検索手法の提案. 第4回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2012) 論文集, Mar. 2012.
- [2] Seitaro Tanaka, Taro Tezuka, Atsushi Aoyama, Fuminori Kimura, and Akira Maeda. Slide Retrieval Technique Using Features of Figures. In Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2013 (IMECS2013). pp. 424-429, Hong Kong, China, Mar. 2013.
- [3] 櫻木 優輝, 青山 敦, 木村 文則, 前田 亮. 階層の意味を考慮したプレゼンテーションスライド図形の構造化手法の提案. 第5回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2014) 論文集, Mar. 2014.
- [4] Wang, F. and Kan, M.-Y. 2006. NPIC: Hierarchical Synthetic Image Classification using Image Search and Generic Features. In Proceedings of the 5th International Conference on Image and Video Retrieval (CIVR2006) (Tempe, Arizona, USA), 473-482.
- [5] Liew, G. M. and Kan, M.-Y. 2008. Slide image retrieval: a preliminary study. In Proceedings of the 8th ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries (JCDL2008) (Pittsburgh, Pennsylvania, June 16-20, 2008), 359-362.
- [6] Wang, Y. and Sumiya, K. 2012. A Generation Method of Presentation Slides based on Expression Styles using Slide Structure. In Proceedings of the 4th International Workshop with Mentors on Databases, Web and Information Management for Young Researchers (iDB Workshop 2012), (Nagoya, Japan, August 1, 2012).
- [7] 有熊威, 白石展久. スライドの流用性に着目した企業内スライド検索手法の提案. 情報処理学会第71回全国大会論文集, pp.489-490, 2009.
- [8] 小柳 涼介, 天笠 俊之, 北川 博之. テキストおよび類似度に基づいたXMLデータに対する効率的な類似検索. 第5回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2014) 論文集, Mar. 2014.
- [9] Philip Bille. A survey on tree edit distance and related problems. Theor. Comput. Sci., Vol. 337, No. 1-3, pp. 217-239, June 2005.