

レイアウト構造に着目したプレゼンテーションスライド情報検索システム

の構築

代表研究者 羽山 徹 彩 北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科 助教

1 はじめに

プレゼンテーション資料（スライド）は研究発表，ビジネス会議，教育現場など日々の知的活動で頻繁に利用され，蓄積されてきた，膨大となりつつある知識資源である．それにも関わらず，これまでスライドを対象とした情報処理技術はほとんど整備されてこなかった．そこで本研究課題では，スライドデータの利活用性を高める基礎技術として，レイアウトの構造情報を利用したスライド中の情報を効果的に検索する方法と，その結果として出力される複数スライドページを分かりやすい形で提示する方法を明らかにし，それに基づいたシステムの開発を目的として，実施する．具体的には，プレゼンテーションスライド情報の構造化，情報検索のためのスライドページからの要求関連情報抽出，および理解しやすいスライド作成支援のための情報提供モジュール群を新たに開発した．

本研究課題ではスライドデータに混在する様々な情報に対し，構造情報をメタデータとして付与させ，関係性や纏まりなどの構造的な扱いを可能にすることで，スライドに含まれる情報のアクセス性やデータ加工性を高める基礎技術の開発を行う．そのため，組織や教育のスライドデータを扱うシステムに本技術を適用すれば，蓄積されつづけたスライドデータの利活用性をこれまでよりも高まることが予想される．その結果，ユーザの知識共有や学習効果の向上に繋がることも期待される．

2 システムの提案と実装

2-1 プレゼンテーションスライド情報の構造化

(1) 設計方針

スライドに含まれる情報は，‘テキスト’，‘写真’，‘グラフ’ および ‘基本図形’ などのプリミティブなオブジェクトから構成され，それらオブジェクトが，‘タイトル’，‘本文’，‘図’，‘表’ および ‘装飾’ といったスライド情報を伝えるための機能的な纏まり（ユニット）を成している．それらオブジェクトはたとえ同じタイプであっても，それぞれが異なる属性であったり，複数のオブジェクトが纏まりを成すことで属性を持つことができたりすることがある．スライド情報の構造は，そのようなユニットに対し，レイアウトや装飾などの視覚的情報を手掛かりとして関係付けられることで，階層的な木構造として表現することができる．

スライドに含まれる情報の構造はプリミティブなオブジェクトに対し，以下の処理手続きを行うことで，獲得することができる．

Step1: プリミティブなオブジェクトを機能的な纏まりとするユニットに組織化する．

Step2: ユニットの階層木として構造化する．

Step1 の処理ではオブジェクト間の距離の近さや重複といったオブジェクトの距離的な関係情報を利用することができる．しかしながら，それらオブジェクトはスライド作成者が作成する際に，マウス操作などで自由配置されているため，不適切な重複や位置のずれが生じることもあり，このような場合には距離的な関係情報だけで適切なグループへ割り当てるのが難しい．このような問題に対し，組織化の際にはオブジェクトの距離的な関係情報だけでなく，機能的な関係情報も利用することができる．

Step2 の処理では一般的なドキュメント構造化手法として，レイアウトテンプレート照合による方法と視覚的な情報に含まれる規則性に基づいた方法がある．前者はスライドの多様なレイアウトテンプレートを網羅的に準備する必要性から現実的に採用することが難しい．そのため，本研究では後者の視覚的な情報に含まれる規則性に基づいた方法を採用する．しかしながら，ユニットを関係付ける規則性を検出するためには，レ

アウトや囲みなどの視覚的な情報を手掛かりとして用いることが有効であるものの、その情報を利用するだけでは不十分である。そのような問題を補うための1つの方法として、ユニットの属性情報を利用することがあげられる。予めレイアウトの規則性に沿わないオブジェクトの属性やその並びを考慮することで、視覚的な情報が持つ規則性を保持できる可能性がある。

(2) 提案方法

提案手法は、1枚のスライドに含まれるプリミティブなオブジェクトに対し、「機能的関係を考慮したスライド情報の組織化」と「トップダウン的アプローチに基づいた構造化」の処理手続きから構成される。

機能的関係を考慮したスライド情報の組織化

機能的な関係により各オブジェクトの属性を決定し、次に距離的な関係によりオブジェクトのユニットを検出する。また、属性の決定では、より明確であるオブジェクトから順に行っていくとともに、それと機能的な関係があるオブジェクトの属性決定にも影響を与えていく。

その処理手順を以下の(a)から(d)に示す。

(a)オブジェクトの属性ごとに得点を付ける。

各属性の尤もらしさを評価項目とした表1の得点表を用いて、各オブジェクトの属性ごとに得点を付ける。その際、他のオブジェクトと関係し、評価される項目(表1の下線項目)では、属性ごとにその関係オブジェクトを機能的関係としてリスト化を行う。

表1 属性類ごとの属性らしさを示す得点表

“タイトル”属性のための評価項目		“本文”属性のための評価項目	
<i>Ti1)</i> フォントの大きさ > $Threshold_{(fontsize1)}$	+1	<i>S1)</i> 箇条書き項目のシンボルがある	+1
<i>Ti2)</i> トップからの位置 > $Threshold_{(y-axis-position)}$	+1	<i>S2)</i> 同じ左位置で同じフォントのテキストタイプのオブジェクトがある	+1
<i>Ti3)</i> スライド上のオブジェクトの最上位置にある	+1	<i>S3)</i> 左上/右下の位置にテキストタイプのオブジェクトがある	+1
<i>Ti4)</i> スライドに含まれる中で最大のフォントサイズをもつ	+1	<i>S4)</i> フォントサイズ > $Threshold_{(fontsize2)}$	+1
<i>Ti5)</i> 文字数 > $Threshold_{(number-of-characters)}$	+1	<i>S5)</i> 文字数 > $Threshold_{(number-of-characters)}$	+1
“図”属性のための評価項目		“表”属性のための評価項目	
<i>F1)</i> グラフ/画像タイプのオブジェクト	5	<i>Ta1)</i> 表に含まれるセルの半数以上にデータが含まれている	5
<i>F2)</i> 完全にグラフ/画像タイプのオブジェクトと重複している	4	<i>Ta2)</i> 表に含まれるセルの半数以下にデータが含まれている	4
<i>F3)</i> 部分的にグラフ/画像タイプのオブジェクトと重複している	4	<i>Ta3)</i> 完全に表のセル領域と重複している	4
<i>F4)</i> 近距離で/間接的にグラフ/画像タイプのオブジェクトと接している	3	<i>Ta4)</i> 部分的に表のセル領域と重複している	3
<i>F5)</i> グラフ/画像の重複したグループの中で最高/最低に位置するテキストタイプのオブジェクト	-1	<i>Ta5)</i> 近距離で/間接的に表のセル領域と接している	3
<i>F6)</i> テキストを含まない基本図形である	4	<i>Ta6)</i> 表と重複したグループの中で最高/最低に位置するテキストタイプのオブジェクト	-1
<i>F7)</i> 文字数 < $Threshold_{(number-of-characters)}$	+1		

$Threshold_{(fontsize1)}$, $Threshold_{(fontsize2)}$, $Threshold_{(y-axis-position)}$ 及び $Threshold_{(number-of-characters)}$ は、文字サイズ、文字サイズ、トップからの距離、及び文字数のパラメータを表しており、下線の項目は他のオブジェクトの関係によって評価されることを示している。

(b)オブジェクトの属性を特定する。

オブジェクトの属性を特定するために、最も属性が特定しやすいオブジェクトの属性を決定していく。その際、そのオブジェクトの属性と機能的関係をもつオブジェクトの属性の得点に対しても変更を行う。

その処理手順を以下、(b-1)から(b-2)に示す。

(b-1)属性が未決定であるオブジェクトの中から最も属性が特定しやすい属性をもつオブジェクトを選出する。

まず、属性が未決定な各オブジェクトに対し、4つの属性得点から最高得点のもつ属性を候補属性(attri_cand)として設定する。そして、種類が異なる候補属性をもつオブジェクト間でも属性が特定しやすさを比較できるように、式(1)と(2)を用いて、オブジェクトごとに候補属性の尤もらしい程度(Li_Attri)を算出する。

$$Ev_{(attri)} = \begin{cases} Attri_Val_{(attri)} \\ (if\ attri_cand == attri) \\ MaxScore_{(attri)} - Attri_Val_{(attri)} \\ (otherwise) \end{cases} \quad (1)$$

$$Li_Attri = Ev_{('title')} * Ev_{('body-text')} \\ * Ev_{('figure')} * Ev_{('table')}. \quad (2)$$

ここで、attri, AttriVal(attri), および MaxScore(attri)は、ある属性名、その属性に付けられた得点、およびその属性の最大得点を示している。

最後に、属性の尤もらしい程度が最大であるオブジェクトを選出し、その候補属性を属性として決定する。その際に、尤度の値が最大となるオブジェクトが複数あった場合には、そのなかで最も左上位置にあるオブジェクトを選択し、その属性を決定する。

(b-2)機能的関係があるオブジェクトの属性決定へ影響を与える。

(b-1)において、あるオブジェクトの属性が決定されたが、それ以外の属性に対して機能的関係にあるオブジェクトはそのオブジェクトと無関係であるため、その関係を解消するように属性得点を改める必要がある。その手順としては、(b-1)で各オブジェクトの属性ごとに作成した機能的関係リストを利用して、以下の規則に基づき他のオブジェクトの属性得点を変更する。

- 属性決定されたオブジェクトがタイトル属性とされたなら、属性未決定のオブジェクトのタイトル属性の得点を0に改定し、そのオブジェクトのタイトル属性以外の機能的関係リストに含まれるオブジェクトの属性得点を1減点する。
- 属性決定されたオブジェクトがタイトル以外の属性とされたなら、そのオブジェクトの決定属性以外の機能的関係リストに含まれるオブジェクトの属性得点を1減点する。

(b-3)すべてのオブジェクトの属性が決定されるまで、(b-1)と(b-2)の処理を繰り返す。

(c)距離関係情報に基づきオブジェクトを組織化する。

すべてのオブジェクトの属性が特定された後、図/表属性とするオブジェクトは図/表属性の機能的関係リストに含まれ、図/表属性を持つオブジェクトと纏められ、それを1つのユニットとする。

(d)装飾属性をオブジェクトに割り当てる。

すべてのオブジェクトの属性を特定した後、以下の2種類のオブジェクトに対し、装飾属性へ変更する。

- 本文属性のオブジェクトを内包する基本図形タイプのオブジェクト
- 単体で図属性をもつ矢印タイプのオブジェクト

トップダウン的アプローチに基づいた構造化

スライドに含まれる視覚的な構造の規則性を検出することで、ユニットを木構造として構造化する。本研究では、トップダウン的な領域分割によって構造化を行う。つまり、ユニットが含まれるブロック領域を段階的に分割し、その結果として各分割段階の前後のブロックで親子ノード関係とする構造を得ることができる。

本構造化の手順を以下に示す。

前処理) ユニット間の重複する領域は視覚的レイアウトの規則性の検出を阻害するため、まずユニット間の境界を以下の規則に従って、生成する。

- 本文属性と図/表属性のユニットの領域が重複していた場合、図表属性のユニット領域を重複がなくなるまで縦横に削る。
- 本文属性のユニット間の領域が重複していた場合、各ユニットの領域を中間位置まで削る。

初期設定) 初期ブロックとルートノードをタイトル属性のユニットに基づき設定する。タイトル属性のユニットが含まれている場合には、そのユニットをルートノードに割り当て、初期ブロックをタイトル属性のユニット以下に位置するすべてのユニットを含む領域とする。タイトル属性のユニットが含まれない場合には、ルートノードにユニットを割り当てず、初期ブロックをユニット全体が含まれる領域とする。

縦方向へのブロック分割) ブロックを縦断する空領域が含まれている場合には、それぞれの空領域によってそのブロックを分割する。ブロックに空領域が含まれていない場合には、この処理を実行しない。

横方向へのブロック分割) 横方向へのブロック分割は、以下の3つの段階からなり、順に適用される。

- 横断する空領域による分割
- 属性系列による分割
- 箇条書き項目による分割

横断する空領域による分割ブロックに横断するある程度幅のある空領域が検出された場合には、それぞれの領域で分割し、次の処理、繰り返し処理へ進む。

属性系列による分割ブロックに含まれるユニットの属性の並びを調べ、その属性列が本文属性と図表属性との関係が以下の i), ii) のヒューリスティックな規則に適合した場合には、各分割規則を適用し、次の処理、繰り返し処理へ進む。

i) ブロックの最上位置にあるユニットの属性が本文属性であり、そのユニット位置より左となる図属性のユニットがブロックに含まれている場合には、そのブロックをその図属性の上位置で2つに分割する。ただし、最上位置にある本文属性のユニットが箇条書き項目の1つであり、その図属性が箇条書き項目の間に位置する場合は適用しない。

ii) ブロックの最上位置にあるユニットの属性が図表属性である場合には、そのブロックをそのユニットの下位置で2つに分割する。

箇条書き項目による分割ブロックの最上位置のユニットが本文属性の箇条書き項目である場合には、そのブロックを各箇条書き項目の上位置で分割し、次の処理、繰り返し処理へ進む。

以上において、どの横方向へのブロック分割処理が適用されなかった場合には、ブロックの最上位置にある本文属性のユニットと、それ以下のユニットとの2つのブロックへ分割する。

繰り返し処理) すべてのブロックが高々1つのユニットが含まれるようになるまで、縦方向へのブロック分割と横方向へのブロック分割の分割処理を繰り返す。

2-2 情報検索のためのスライドページからの要求関連情報抽出

(1) 設計方針

情報検索システムにおいて結果の一覧性を確保するためには、検索要求に関連するスライドに含まれるオブジェクトを任意の小領域に提示できる必要がある。スライドページに含まれる情報は一般的に大画面を想定したレイアウトや表現を用いて、オブジェクトを配置させており、そのままのレイアウトを小領域に適用することが難しい。また、スライドに含まれる図表に対しては小領域に合わせて縮小を行うと、それに対して視認性が損なわれてしまう。そのため、検索要求に関連するオブジェクトを抽出した際には、小領域に適合するための再構成と提示方法が必要となる。

また、検索結果一覧における1つの結果は情報抽出によりいくつかの情報が排除されていたとしても、スライドの内容をより正確に把握できるような提示である必要がある。これまでの検索結果の提示方法ではスライドページから、検索子のキーワードと照合するテキストとその周辺テキストだけを抽出してきた。スライド中の本文や図表に含まれている語句は比較的短く、不完全な文である場合が多い。そのため、それらにキーワード照合したとしても、意味のなり語句の並びが提示されるため、そのままでは理解することが困難となる。そのため、検索子と照合したオブジェクトの所在やそのオブジェクトの理解に役立つようなオブジェクトや手掛かりも提示するための抽出方法が必要となる。

(2) 提案手法

本研究ではスライドページに含まれる情報から、任意の表示領域に応じて検索要求に関連する情報を抽出し、提示する手法を提案する。そのための提示インタフェースと情報抽出処理について、以下に述べる。

スライドページの情報提示インタフェース

本研究で提案するスライドページに含まれる情報を任意の表示領域に提示するためのインタフェースを、図2に示す。

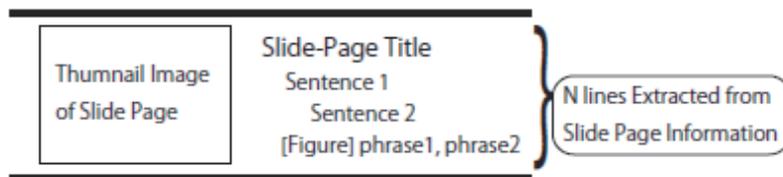


図2 スライドページの情報提示インタフェース

本インタフェースの表示領域には、画像表示領域とテキスト表示領域が含まれる。画像表示領域ではスライドページの縮小画像が表示され、その縮小率はテキスト表示領域に表示されるテキストの行数によって決められる。テキスト表示領域ではスライドに含まれる情報が表示され、1行目にページタイトルが、それ以下の行にその他のページ内の情報が提示される。その各行には1つの属性を持つ情報（本文、図、表）が1つ割り当てられ、他の行との関係を視覚的に把握し易くするために、字下げを使って表示されている。1行辺りの文字数が多い場合には、制限文字数以内で領域内に収まるように部分的に抜粋される。また図表の属性を持つ情報を割り当てる場合には、その領域内で視認性が高い大きさでの表示することが難しいため、“[Figure]”や“[Table]”の属性を先頭に付与し、それに含まれる文字列を並べた表示を行う。

以上のような提示インタフェースを実現するために、スライドに含まれる各情報に対し属性と他の情報との関係を定義し、任意の領域内で収まるための情報抽出を行う必要がある。前者には文献[3]のスライド情報の構造抽出手法を利用した定義付けを行い、後者には次節で述べる提示情報抽出を用いる。

提示情報抽出

スライドページに含まれる情報をすべて提示すると、任意の小領域に収まりきれない場合がある。本抽出手法では、スライドに含まれる情報のなかで指定した数だけ抽出し、それら関連性を保持して構成的な提示を行う。

情報抽出の処理手順を以下に示す。

前処理) スライドページに含まれる情報に対し構造抽出を行う。この構造抽出処理では文献[3]の構造抽出手法に用いて、タイトルをルートとし、その他の情報をノードとして関連付けた木構造を生成する。ここでの木構造はルートが最上位となる。

- i) 情報の抽出数としてNの値を設定する。
- ii) 検索子が含まれている構造の中で最上位の階層位置を検出する。
- iii) その同じ階層に検索子を含む情報が複数検出された場合には、右優先でそれら情報をN以下の数で抽出する。もし、抽出された数がNを満たした場合、処理を終了する。
- iv) 検出された情報の1つ下の階層位置にある情報に着目する。
 - iv-1) その情報の中に検索子を含む情報が検出された場合、右優先でその情報をN以下の数で抽出する。もし、抽出された数がNを満たした場合、処理を終了する。
 - iv-2) その情報の中に検索子が含む情報が検出されない場合、右優先でその情報をN以下の数で抽出する。もし、抽出された数がNを満たした場合、処理を終了する。
- v) 手順ivを、抽出された数がNを満たすか、対象となる情報がなくなるまで繰り返す。

以上の処理で抽出された情報は手順iiで初めに抽出された情報をもとに、新たな木構造として表現することができる。

本提示情報抽出の適用例を図3に示す。スライドページに含まれる情報に対し、構造抽出手法を適用するとTitleをルートとした木構造へ展開される。それに対し、本提示情報抽出ではまず検索子が含まれている情報の検出として、“Title”が抽出される。次に、その“Title”の下の階層にある情報として、“Figure1”が抽出される。“Figure1”と同じ階層に他の情報がないため、さらに下の階層に着目し、その階層の右から“Sentence1”、“Sentence2”と順に抽出される。さらに下の階層に着目し、1つ上位ノードから最右にある情報として、“Sentence1-1”、“Sentence2-1”と順に抽出され、最後に“Sentence1-2”が抽出される。以上の抽出順序が優先順位となり、指定されたNの数だけ抽出された情報をインタフェースに提示する。その際、各情報の階層関係は字下げを使用し、下位階層の情報の表示位置が左になるように表示される。

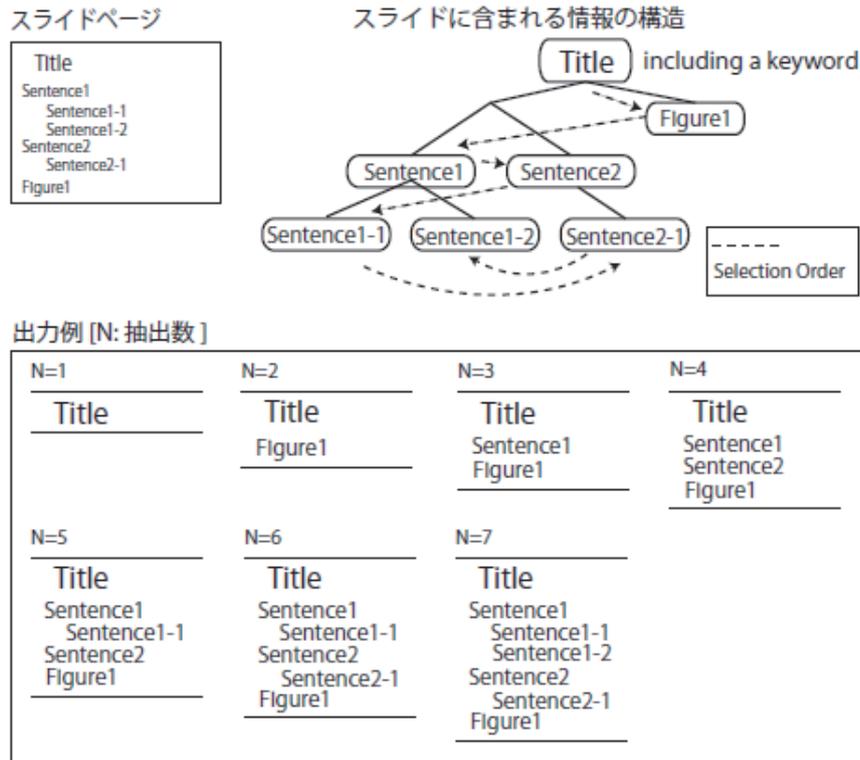


図3 提示情報抽出手法の例

2-3 理解し易いスライド作成の支援する情報提供モジュール群

スライドソフトウェアを使って作成されたスライドを理解し易く改善するための支援システムとして、Presentation Gadgets を提案し、開発した。

(1) 設計方針

わかり易い表現を含んだスライドの作成を支援する情報提供モジュールを開発するためには、以下の機能が必要となる。

- スライドに含まれる内容をそれに関連した視覚的表現へ置き換え易くするための情報提供
- スライドに含まれる内容の本質的な部分を抽出させ易くするための情報提供
- スライドに含まれる内容に関する一般的な話題を取得するための情報提供
- 編集時のスライドに対し改善の余地が残されているスライドへ気付かせるための情報提供
- 提供情報に対し容易にアクセスできるインタフェースの装備

(2) Presentation Gadgets の開発

前節の設計方針にもとづいたシステム”Presentation Gadgets”を構築した。本システムのインタフェースを図4に示す。

本システムは Microsoft PowerPoint のアドオンソフトウェアであり、7 種類の情報提供モジュール (Gadget) から構成されている。それらモジュールには、Web サイト、Web 画像、Web 動画、視覚的情報を含んだスライドページ、要点が明確に表現されたスライドページ、および編集時のスライドに対し改善を勧めるページのランキングと、それぞれ異なる種類の情報が提供される。各モジュールの表示・非表示はユーザの選択により、選択できる。

Web サイト、Web 画像、Web 動画を提供するモジュールには Google API を利用して実装されており、それぞれ Google でのサイト検索、画像検索、および動画検索のランキング結果が表示される。視覚的情報を含んだスライドページおよび要点が明確に表現されたスライドページを提供するモジュールには本研究で新たに開発した`情報構造を利用したスライドページ検索システム`を利用し、それぞれ提供情報の種類に応じたスライドページのランキング結果が表示される。以上のスライドページ検索システムを利用したモジュールではスライドの編集状況に応じて、検索キーワードを自動生成し、各モジュール上に提示された情報がその検

索キーワードをもとに適宜更新される。検索キーワードの生成方法や編集時のスライドに対し改善を勧めるページのランキング方法については以下に述べる。



図4 Presentation Gadgets のインターフェース

ユーザは通常通りに PowerPoint を使ってスライドを作成する際に、本システムを PowerPoint へアドオンさせることで、本システムの各機能を利用することができる。各モジュールには、編集時のスライド内容をもとに関連情報が逐次更新される。そのため、スライド作成者は本システムを利用することで、編集時のスライドに関する視覚的な情報や話題などを参照することができるため、よりよい表現に気付いた場合にその表現に置き換えたり、新たに付け加えたりしながら、スライドの内容をわかり易くするための対話的な編集が可能となる。

情報構造を利用したスライドページ検索システム

視覚的表現を含んだスライドや要点が明確に表現されたスライドを選び出すために、2種類のスライドページランキングを提供するスライド検索システムを開発する。

視覚的表現を含んだスライドを選び出すためには、図表の有無とそれが検索キーワードに関するかを判断する。また要点が明確に表現されたスライドを選び出すために、検索キーワードに関する内容の箇条書き文によって判断する。箇条書き項目はその要素項目を明示的にする表現としてしばしば利用されている。その際、検索キーワードがスライドページの主要箇所に含まれており、箇条項目のある程度の簡潔さとその項目数が多いほど、より重要文を端的に列挙したわかり易い表現といえる。以上のような解析を行うためには、スライドページ上のオブジェクトの属性（タイトル、本文、図表など）とオブジェクト同士の関係性を利用する必要があるが、そのようなスライド上の情報を精緻に扱うことができるスライドページ検索システムはこれまで存在しない。そこで、本研究ではスライドページに含まれる情報の構造化手法[3]を利用したスライド情報検索システムを開発した。

スライドページの重み付けの計算手順では、まずスライドファイルからスライド画像、スライドのオブジェクトに関する情報、およびオブジェクト同士の関係について抽出する。次に、単語とそれが出現するスライドページと重み値との組み合わせから成るインデックスデータを、視覚的表現を含んだスライドページおよび要点が明確にした表現を含んだスライドページに対し、それぞれ作成する。スライドページの重み付け値は表2に示す得点シートによって、それぞれの検索目的に該当する評価項目の得点の合算とする。

認知的負荷を考慮したスライドページ評価方法

改善の余地が残されたスライドページに気付くために、編集時のスライドに対し改善を勧めるページのランキング情報を提供する。そのために、本研究では認知的負荷を考慮したスライドページ評価方法を開発した。

表2 視覚的表現および要点を含んだスライドページの得点シート

視覚的表現を含んだスライドページの検索			要点を含んだスライドページの検索		
スライドに含まれる情報構造のなかで検索キーワードに対応するオブジェクトの位置	Level 1	1.0	スライドに含まれる情報構造のなかで検索キーワードに対応するオブジェクトの位置	Level 1	1.0
	Level 2	0.6		Level 2	0.6
	Lower than level 3	0.3		Lower than level 3	0.3
検索キーワードに対応するオブジェクトから図表属性のオブジェクトの位置への構造的距離	Non	0.3	検索キーワードに対応するオブジェクトの直下に構造的に位置する箇条書き項目の数	Up to 5	1.0
	1 Level lower	1.0	検索キーワードに対応するオブジェクトの直下に構造的に位置する箇条書き項目の簡易さ	Down to 5	+(1-NP/5)
	2 Level lower	0.6		文字数が平均 30 文字以下	1.0
	3 Level lower	0.3			
	other	0.1		文字数が平均 30 文字以上	0.1

スライドページが持つ認知的負荷の度合を算出するために、Atkinson ら[1]の認知的負荷を軽減するためのスライド作成原理を参考にした。このスライド作成原理では、1)合図原理、2)分割原理、3)モダリティ原理、4)マルチメディア原理、5)一貫性原理、の5つの項目から成る。そのなかでスライドページに含まれる表現に関する項目の、3)と4)をもとにスライドページの認知的負荷度を算出することとした。3)は文字情報の使用をできる限り抑制した表示とすることで視覚的負荷を軽減すること、4)は文字情報の使用だけよりも視覚的表現も使用して内容の記憶を補助すること、をそれぞれ推奨している。そこで、項目3)と4)をスライドページに対する文字情報とそれ以外の種類の情報が占める割合の関係で表現できると考え、本研究では認知的負荷度を計算する式(3)を開発した。

$$SCL_{(Slide_{id})} = \frac{RT(Slide_{id})}{Region(Slide_{id})} + \frac{1 - RM(Slide_{id})}{Region(Slide_{id})} \quad (3)$$

ここで、 $SCL(Slide_{id})$ 、 $RT(Slide_{id})$ 、 $RM(Slide_{id})$ 、および $Region(Slide_{id})$ はそれぞれ、id 番目のスライドページの認知的負荷の度合、id 番目のスライドページに文字情報が占める領域、id 番目のスライドページに文字以外の種類の情報が占める領域、および id 番目のスライドページ全体の領域、を示している。本システムを利用し始めとスライドページ切替のタイミングで、スライドのすべてのページの認知的負荷度が計算される。モジュール上にはその値が高い順番で結果が並び替えられ、スライドページ画像として提示される。

検索キーワードの生成

各モジュールに提示される参照情報をデータベースから選び出すために、編集中的スライドに含まれる文書をもとに、検索キーワードを自動生成する。

検索キーワードの生成に使用する文書は、`編集中的スライドページ全体`、`編集中的テキストフレーム`、および`マウスフォーカスを当てている語句`の3種類のスライドページ内の領域が使用される。その検索キーワードの生成には、新たなテキストフレームが選択された場合やマウスやキーボードを使って特定のテキストがフォーカスされた場合に実行される。マウスフォーカスを当てている場合はその語句を使用し、それ以外でテキストフレームにフォーカスを当てている場合はそのフレームに含まれる文章を使用する。またフォーカスが当たっていない場合にはそのスライドページ全体に含まれる文章をもとに検索キーワードが生成される。つまり、フォーカスを当てたテキスト領域が小さいほど、焦点が当てられた内容のキーワードが生成される。

検索キーワード抽出の手順はいずれの場合も、まずその領域に含まれるテキストデータから、複合名詞と単語頻度を利用したキーワード抽出を行い、閾値以上或いは特定数以上の複合名詞・単語をキーワードとして選択する。またスライドの内容に関連する検索結果を得るために、各スライドのタイトルに含まれ

たいくつかの語句も検索キーワードに含める。検索キーワードが生成されるたびに、各モジュールには検索キーワードとして送信され、結果が提示される。

現在のシステムでは日本語と英語で作成されたスライドに対し、処理することができる。日本語文を形態素分割するために、形態素解析器 Mecab[2]を利用している。キーワード抽出には共起頻度に基づいた手法を用いた語句抽出ツール Termex[5]を利用している。Termex は NTCIR のテストコレクションで平均 77.4%の抽出精度が得られている。

3 評価実験

3-1 プレゼンテーションスライド情報の構造化

(1) 概要

提案手法の有効性を確認するために、以下の2点について検証することを目的とする。

- 距離的關係情報だけでなく、機能的關係情報も利用することで、スライドに含まれるプリミティブなオブジェクトを効果的に組織化できるかどうか。
- 視覚的情報と属性情報を利用することで、トップダウン的アプローチにもとづきユニットが構造化できるかどうか。

組織化と構造化では、以下の式で表される Precision, Recall, および F-measure によって、提案手法と標準的な手法との比較実験を行った。本実験で用いた標準的な手法は、提案手法の距離的關係情報だけを用いた組織化を行う。具体的には、フォントサイズが最大のテキストタイプのオブジェクトをタイトル属性とし、図タイプのオブジェクトとある程度の距離範囲内にあるオブジェクトを図属性のユニットとして組織化を行う。また、オブジェクトの属性決定が機能的關係するオブジェクトへ相互的に影響を与える提案手法の機能の有効性も確認するために、その機能の有無についても比較した。

実験データは、Web 上から自動収集された日本語で書かれた平均 25.1 ページの 10 組のスライドを収集し、用いた。その正解データは、独自に開発した編集用ツールによって人手で纏まりとその属性、およびこれらの構造情報を付与することによって、作成された。

(2) 結果と考察

組織化および構造化の実験結果を、それぞれ表3と表4に示す。

表3が示すように、提案手法は他の手法よりも、すべての属性において高い精度で組織化できることがわかった。特に図属性の検出に関しては他の属性に比べ、提案手法が良好な結果が得られていた。このことは、機能的關係情報を用いた提案手法が距離的な關係情報だけで対処できないオブジェクト間の不適切な重複に対しても、ある程度適切に組織化できるといえる。

表4は構造化処理を行った結果をもとに、各スライドに含まれるユニットの關係がどの程度の割合で正確に抽出できていたかを示している。その結果として、提案手法が完全に構造化できたスライド数の割合が0.68、80%以上の正確さで構造化されたスライド数の割合が0.70であり、それに対して標準的な手法が80%以上の正確さで構造化できたスライド数の割合が0.56であった。そのため、提案手法が正確に属性を特定できることに加え、それらのデータをより良く構造化することができるといえる。

最後に、我々は実験で得られた提案手法の結果に含まれるエラーの原因を実際に確認した。その問題の1つとして、オブジェクト間の關係を視覚的なレイアウトでなく、テキストの記述内容で定義されている場合があげられる。この問題に対処するためには視覚的な構造情報だけでなく、テキストの内容分析も考慮した構造化が必要となる。

表3 組織化処理の属性ごとの精度

属性類とそれらままとまりの正解データ数	タイトル (2333)	本文 (9285)	図 (1905)	表 (46)	装飾 (2201)	
提案手法	Recall	0.97	0.89	0.93	0.96	0.96
	Precision	0.99	0.85	0.85	0.98	0.81
	F-measure	0.98	0.85	0.89	0.97	0.87
比較手法	Recall	0.87	0.69	0.64	0.93	0.91
	Precision	0.96	0.88	0.63	0.93	0.63
	F-measure	0.92	0.77	0.64	0.93	0.74

表 4 構造化処理におけるページ内のまとまりの関連付け精度の割合

ページ内のまとまりの関連付け精度の範囲	1.00	0.99~0.80	0.79~0.60	0.59~0.00	N/A
提案手法（組織化：提案手法）	0.95	0.03	0.04	0.05	0.12
比較手法（組織化：提案手法）	0.90	0.05	0.06	0.07	0.12
比較手法（組織化：比較手法）	0.76	0.07	0.08	0.15	0.12

3-2 情報検索のためのスライドページからの要求関連情報抽出

(1) 概要

小領域であってもスライドの内容を把握し易いように提示する提案手法の有効性を検証するために、各スライドページの基準評価付けたデータをもとに、提案手法と従来の単純なテキスト提示方法を適用した提示により、どの程度正確に把握できるかの比較した。そのために本実験ではスライド基準評価データの作成と各提示方法を適用した提示による評価データの収集のために、インタフェースを作成し、利用した。また、提案手法のレイアウト表示だけの有効性も確認するために、提案手法に画像が提示されない場合も比較対象として加えた。

各スライドページの評価付けには評価対象にレイアウトやデザインがともなうため、感覚的に評価できる方法が有用であると考えた。そこで、本実験のスライドページの評価付けには、Willingness to Pay (WTP) と Experience Utility (EU) という指標[4]を用いた。その手順としては、まずスライドページごとに WTP 測定のために金額を入力するテキストボックスと EU のためにスライド式に値指定可能なスライダーを用意し、各提示方法が適用された各ページを見ながら評価値を付けることを行う。また、WTP の金額の値に対しては、各値が 0 から 1 の値となるように評価者ごとに正規化を行った値を用いる。

評価付けデータは被験者として情報検索に慣れている大学院生 4 名に対して実施された。対象となるスライドデータは Web 上から、一般的な話題として IT 関係の Web ニュース項目から「グリッド」、「クラウド」、「電子書籍」、「YouTube」の 4 種類を検索子として採用し、各 20 個のスライドファイルを収集した。そして、検索子に含まれているスライドページから、「検索子の含まれる位置の違い」、「図表の有無」、「レイアウト（字下げ）の有無」および「テキスト情報量の多少」などのスライド内容の多様性を考慮して、話題ごとにスライド数を 20 枚ずつに絞り込んだ。また、提示情報抽出量は、一般的なスライド検索システムの表示行数である 4 とした。

被験者は 1 人当たり、3 つの提示手法とスライド基準評価データの作成に対して、それぞれ 20 枚のスライドの評価を行い、合計 80 枚の評価付けデータを作成した。また、話題と提示手法とのカウンターバランスをできるだけ考慮し、被験者ごとに 3 つの提示手法とスライド基準評価データ作成に用いる話題のスライドの組み合わせを変えることを行った。また、被験者属性の調査と実験に関する定性的データを収集するために、事前と事後にアンケート調査を行った。

(2) 結果と考察

スライドの基準評価データと、各提示方法を使って得られた評価値データとの相関係数を表 5 に、その基準評価データとの評価値 WTP の差が大きいページ数をスライド内容ごとに分類したものを表 6 に、それぞれ示す。

スライドの基準評価データと相関が強い順序は表 5 が示すように、「提案手法による提示」、「レイアウト付きテキスト提示」、「単純なテキスト提示」であった。そのため、スライドの内容を限られた小領域でより正確に把握するための提示方法としては、単純にテキストを並べるよりもレイアウト構造を付与させる方が有効であり、またテキストだけでなく、スライドページ画像も提示させることが有効であるといえる。

一方で、基準評価データと大きく異なる評価を行ったスライド内容において、「図表がある場合」と「情報量が少ない場合」に関しては提案手法による提示が単純なテキスト提示に比べ有効であったが、「字下げなどのレイアウトがある場合」、「検索子がタイトル以外に照合している場合」および「情報量が多い場合」に関しては両者の提示方法において、ほとんど差がみられなかった。また、「字下げなどのレイアウトがある場合」かつ「検索子がタイトル以外に照合している場合」には、単純なテキスト提示の方が有用な傾向がみられた。以上から、ページ画像や属性情報の付与により図表の存在を与えることが、スライドの内容をより正確に把握することを促しているといえる。また、スライドに含まれる情報の多くを提示し、正確にレイアウトを与えることが有用であるが、一方では、スライドに含まれる情報の一部を切り出して、レイアウトを付与して提示することは、それほど有効でないことが考えられる。この点の調査に関しては今後の課題とする。

表 5 基準評価データと各提示方法での WTP 評価データとの相関係数

	単純な テキスト提示	レイアウト付き テキスト提示	提案手法 による提示
評価基準データとの相関係数	0.44	0.52	0.62

表 6 基準評価データとの評価値 WTP の差が大きいページ数 (WTP の値の差が 0.3 以上の場合)

	単純な テキスト提示	レイアウト付き テキスト提示	提案手法 による提示
図表が含まれている	13	8	3
全体の情報量が抽出する情報量より少ない 字下げが含まれている	10	7	3
全体の情報量が抽出する情報量より多い	12	9	15
検索子がタイトル以外に照合されている	12	10	11
検索子がタイトル以外に照合されている & 字下げが含まれている	10	10	10
検索子がタイトル以外に照合されている	3	2	7

3-3 理解し易いスライドの作成を支援する情報提供モジュール群

(1) 概要

わかり易いスライドの作成を支援する情報提供モジュールの有効性を検証するために、聴衆に対する発表内容の理解度と各スライドページのわかり易さを調査することによって、通常通りに作成されたスライドとの比較を行った。実験ではスライド作成者として大学院生 3 人とスライド評価者として大学院生 5 人に対し、以下に従い実施された。

- 手順 1) スライド作成者は、各自の研究の発表スライドを作成する。
- 手順 2) スライド作成者は提案システムを使用して、手順 1) で作成したスライドのなかで任意のスライドに対して改善を試みる。
- 手順 3) 各スライド作成者はスライド評価者に対し、スライドを使用したプレゼンテーションを実施する。
- 手順 4) すべてのプレゼンテーションの終了後に、スライド評価者に対しそれぞれのプレゼンテーションの内容に関する理解度テストと任意のスライドごとのわかり易さの 5 段階評価アンケートを実施する。

理解度テストは研究目的や実験結果など研究の要点に関する 6 問の正誤問題とし、提案システムを用いて作成したスライドと通常通りに作成したスライドが各 3 問ずつ含まれている。また各スライドページのわかり易さの評価アンケートでは通常通りに作成されたスライドと提案システムを用いて作成されたスライドが各 6 枚ずつ含んでおり、スライド評価ごとにその評価理由の記述項目も含んでいる。スライド作成および提案システムの使用に関する時間制限は設けなかった。各プレゼンテーションの発表時間は 15 分とし、評価者にはどのスライドがどのような方法で作成されたのかを知らせていない。

(2) 結果と考察

スライド内容に関する理解度テストの結果、スライドのわかり易さに関する 5 段階評価アンケート結果、および提案システムの利用により改められたスライド上の表現のタイプについて、それぞれ表 7、表 8、および表 9 に示す。

表 7 スライド内容に関する理解度テストの結果

スライド作成方法	平均正解率	標準偏差
提案システムの利用	0.78	0.16
通常通り	0.69	0.33

表8 スライドの分かり易さに関する5段階評価アンケートの結果

スライド作成方法	評価結果の平均値	標準偏差
提案システムの利用	4.31	0.24
通常通り	3.86	0.12

表9 提案システムの利用により改められたスライド上の表現のタイプ

スライド上の表現のタイプ	該当スライドページ数 (総数 18 枚)
文字数の減少	12
キーワードの強調	11
文やフレーズから図への変換	11
図や写真の新たな挿入	2
箇条書き項目の使用	2
変更なし	5

スライド内容に関する理解度テストでは、提案システムを利用し作成されたスライドに含んだ内容に関する問題に対し、平均正解率が0.78であり、通常通りに作成したスライドに含まれた内容に関する問題への平均正解率の0.69よりも高い値であった。その理解度テストの標準偏差では、提案システムを利用し作成されたスライドの方が、通常通りに作成したスライドの0.33に比べ、0.16とより小さな値であった。また各スライドページの分かり易さについてのアンケート結果では、提案システムを利用し作成されたスライドは通常通りに作成されたスライドの平均3.86に比べ、平均4.31と高い結果であり、有意差が確認された。そのため、提案システムは一定以上のわかり易さを聴衆に与えるためのスライド作成を支援しているといえる。

次に、提案システムを利用することで、スライド上の改善された内容について考察する。実際に提案システムを利用することで改められたスライド上の表現を確認したところ、提案システムを利用して作成されたスライドには主に、「文字数の減少」、「キーワードのハイライト」、「文やフレーズを図的表現へ置き換え」、および「新たな図表の挿入」などの表現が変更されていた。また各スライドページの評価アンケートに答えた際の分かり易いと判断した理由では主に、「文字数が多すぎない」、「図表が適切に使用されている」、および「要点が明確に示されている」などスライド上の視覚的な表現に関することであった。このことは、Presentation Gadgetsの利用により改められたスライド内容と聴衆がわかり易いと判断した内容とほぼ同じであるといえる。また、提案システムを利用したにも関わらず、変更がないスライドはグラフや短いキーワードのみといった単純な表現のみが含まれていた。

システム履歴により、すべてのスライド作成者は各スライドを改良するために提案システムを操作していたことが確認された。また実験後のアンケートでは最も有用であるGadgetとして、視覚的表現を含んだスライドの提供情報であり、次に有用なGadgetとして、要点が明らかに表現されたスライドの提供情報、或いは改善を勧めるスライドページのランキング情報であった。さらに4番目に有用なGadgetとして、Web画像の提供情報であった。そのため、本研究で新たに開発された情報構造を利用したスライドページ検索システムおよび認知的負荷を考慮したスライドページ評価方法はわかり易いスライド作成を支援するために、適切に機能していたといえる。

以上から、提案システムは表現の改善や新たな表現の付与によって内容をわかり易くするスライド作成の支援に有効であるといえる。

4 まとめ

本研究課題では、スライドデータの利活用性を高める基礎技術として、レイアウトの構造情報を利用したスライド中の情報を効果的に検索する方法と、その結果として出力される複数スライドページを分かりやすい形で提示する方法を明らかにし、それに基づいたシステムの開発を目的として、実施した。そして、プレゼンテーションスライド情報の構造化、情報検索のためのスライドページからの要求関連情報抽出、および理解し易いスライド作成の支援する情報提供モジュール群を開発した。評価実験を実施することで、それぞれの有効性を検証した。

今後は本研究課題の研究成果によって開発されたシステムをモジュール化し、スライド情報検索用ライブラリとしてWeb公開していきたい。また、本研究で得られた成果をスライドデータを利用する教育支援システムや組織経営システムに適用し、その応用アプリケーションを構築することで、スライドデータの利活

用性について本研究の有用性を検証したい。さらに、その検証結果をもとに、学習効果や知的生産性を高めるための方法論を新たに開発していくとともに、スライド情報処理技術の確立を目指したい。

【参考文献】

- [1] Atkinson, C., Mayer, R. E.: "Five ways to reduce powerpoint overload," In Sociable Media (2004).
- [2] Kudo, T., Yamamoto, K. Matsumoto, Y.: "Applying conditional random fields to japanese morphological analysis," In Proceedings of the 2004 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP-2004), pp.230-237 (2004).
- [3] 羽山徹彩, 難波英嗣, 國藤進: "プレゼンテーションスライド情報の構造抽出," 電子情報通信学会論文誌. Vol.J92-D, No.9, pp.1483-1494 (2009).
- [4] Irene Lopatovska , Hartmut B. Mokros, Willingness to pay and experienced utility as measures of affective value of information objects: Users' accounts, Information and Management: an International Journal, v.44 n.1, pp.92-104, 2008.
- [5] Nakagawa, H., Mori, T.: "Automatic term recognition based on statistics of compound nouns and their components," Terminology, Vol.9, No.2, pp.201-219 (2003).

〈発表資料〉

題名	掲載誌・学会名等	発表年月
プレゼンテーションスライド情報の構造抽出	電子情報通信学会論文誌	2009年9月
プレゼンテーションスライド情報検索のためのスライドページからの要求関連情報抽出	情報処理学会研究報告デジタル・ドキュメント研究会	2010年8月
Relevant Piece of Information Extraction from Presentation Slide Page for Slide Information Retrieval System	The 5th International Conference on Knowledge, Information and Creative Support System (KICSS2010)	2010年10月
Information Provision Modules to Support Creation of Slides with Easily Understandable Presentation	The 6th International Conference on Knowledge, Information and Creative Support System (KICSS2011)	2011年11月
Relevant Piece of Information Extraction from Presentation Slide Page for Slide Information Retrieval System	Knowledge, Information, and Creativity Support Systems Lecture Notes in Computer Science	2011年3月
Presentation Gadgets : 理解し易いスライドの作成を支援するための情報提供モジュール群	マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOM02012)シンポジウム	2012年7月
Information Provision Modules to Support Creation of Slides with Easily Understandable Presentation	International Journal of Knowledge and Systems Science (IJKSS)	2012年8月