

K_065

プレゼンテーションドキュメントのアクセシビリティ評価手法

An Automatic Evaluation Technique for Presentation Documents Accessibility

佐藤 大介† 高木 啓伸† 浅川 智恵子†
Daisuke Sato Hironobu Takagi Chieko Asakawa

1. はじめに

プレゼンテーションドキュメントはディスカッションやセールス、教育など様々な目的で広く利用されているが、視覚障害者にとってアクセシブルではないことが大きな問題となっている。そもそもプレゼンテーションドキュメントは聴衆に視覚的に訴えることを目的として作られるため、視覚障害者が非視覚的にアクセスすることは本質的に困難である。HTMLドキュメントの場合には文字情報を中心とした「文書」を記述するという性質上、米国のリハビリテーション法 508 条[1] や W3C Web Accessibility Initiative (WAI)[2] の Web Contents Accessibility Guidelines[3]をはじめとした包括的なガイドラインが整備されている。さらにルールに基づいたタグのチェックによって、ガイドラインへの適合度、つまりアクセシビリティの評価をすることができる。そのため、数多くのルールベースのアクセシビリティチェックツールが開発され、HTMLドキュメントのアクセシビリティを向上する上で欠かせないツールとなっている。

しかし、プレゼンテーションドキュメントの場合は視覚障害者が音声のみを用いてアクセスするための方法論が知られていない。そのため包括的なガイドラインが整備されておらず簡便なガイドライン[4][5]が示されているだけである。これらのガイドラインにはルールベースのツールを開発することが困難な項目を多く含んでいる。例えば「オブジェクトの奥行き方向の順番をスクリーンリーダーが読み上げた際に意味のある順番にする」といった文書の「意味」に関連する項目はルールベースのチェックにはなじまない。

さらにプレゼンテーションドキュメントにおいて文書の意味構造が視覚的にのみ表現されることが多いことも問題である。例えば、線とテキストの組み合わせだけでテーブル構造を表現するような場合、視覚障害者ユーザは単に線とテキストがあることしか認識できず、テーブル構造であることを知ることができない。この問題もルールベースではチェックできないアクセシビリティ上の問題である。

プレゼンテーションドキュメントをHTMLドキュメントに変換してアクセシビリティをチェックする手法[6]もあるが、「意味」に関連した項目をチェックすることができないため、根本的な解決になっていない。

そこで我々は、ユーザの主観評価とプレゼンテーションドキュメントの特徴量に基づいた機械学習ベースのアクセシビリティ評価手法を提案する。本手法ではプレゼンテーションドキュメントのサンプルに対して、特徴量の算出と、ユーザによるアクセシビリティの主観評価を行う。得られた特徴量とユーザの評価から学習モデルを構築し、評価対象となるプレゼンテーションドキュメントのアクセシビリティの評価をその学習モデルを用いて行う。ルールベース

では各ルールによるチェック結果を総合して全体の評価を行うが、本手法ではプレゼンテーションの特徴量から全体の評価を行うという点で大きく異なっている。

本論文では、まずプレゼンテーションドキュメントの特徴、プレゼンテーションドキュメントのアクセシビリティのチェック項目について述べる。そして試作したシステムと、アクセシビリティの観点におけるプレゼンテーションドキュメントの特徴量の分析について述べ、さらに試作したシステムの今後の展望について述べる。

2. プレゼンテーションドキュメントの特徴とアクセシビリティ

ここではプレゼンテーションドキュメントの特徴を非視覚的アクセスの観点から分析するとともに、チェックすべきアクセシビリティの項目について述べる。

プレゼンテーションドキュメントはベクトルグラフィックスとしての特徴を持ち、作成者が図形や画像、テキストなどのオブジェクトを自由に配置したり、色やフォントなどの書式を設定したりすることができる。またアニメーションを設定することで、イベントに応じてオブジェクトを出現させたり、隠したり、強調したりすることもできる。

各オブジェクトには画面の奥行き方向の順番 (Z オーダー) が与えられ、オブジェクト同士の重なる順序が決定される。一般的にスクリーンリーダーはこの Z オーダーに従ってテキストを読み上げるが、Z オーダーはオブジェクトを作成した順番や、見た目のために入れ替えられた順番になっているため、文書として意味のある順番でテキスト情報を提供しないことがほとんどである。

2.1. アクセシビリティのチェック項目

プレゼンテーションドキュメントには WCAG のような統一的なガイドラインは存在しないが、簡便なガイドラインが示されている。ガイドライン[4]のチェック項目としては、代替テキストの挿入など従来から HTML ドキュメントのアクセシビリティのチェック項目として使われているものも多く含まれる。以下にはプレゼンテーションドキュメントに特有なチェック項目を挙げる。

- オブジェクトの Z オーダーを、スクリーンリーダーが読み上げた際に意味のある順番に入れ替える

HTML ドキュメントは文書の先頭から読み上げられるが、プレゼンテーションドキュメントの場合には Z オーダーの順に読み上げられる。本来は見た目と文書構造を分離するために読み上げ順序だけの指定が必要であるが、プレゼンテーションソフトウェアが対応していない。

- テーブル構造には、テーブルオブジェクトを使う、グラフには、グラフオブジェクトを使う

†日本アイ・ピー・エム株式会社 東京基礎研究所

テーブル構造やグラフは、オブジェクトの集合として視覚的に表現するので、文書の意味構造を保持できる専用のオブジェクトを使うように指示されている。

以下には、ガイドライン[4]には無いが、アクセシビリティに関連してチェックすべき項目を挙げる。

- 関連するオブジェクトをグルーピングする

多数のオブジェクトがページ中に存在すると、スクリーンリーダーでの読み上げが困難になるため、関連するオブジェクトをグルーピングし、グループ化したオブジェクトに代替テキストを与える。

- フォントや色などのスタイルによってのみ提供される情報を作らない

例えば、青色の文字が前回からの差分であるという情報は、視覚障害者にとって獲得が困難な情報である。

- アニメーションを乱用しない

アニメーションによって、アニメーションを実行する前後で見たい目は変化するが、ドキュメント構造は変わらないため視覚障害者には理解が困難である。

Z オーダーやテーブルオブジェクト、グラフオブジェクトの利用に関するチェック項目は、いずれも文書構造と見た目を分離することを目的としたものであり、文書の意味が関わっている。そのため、それらのチェック項目をルールベースでチェックすることは困難である。例えば図1(上)ではZオーダーが正しくならんでいるスライドを示しており、この場合においてはZオーダーの並び順を上から下、左から右のようにルール化することは容易であるように思われる。しかし同じルールが他のページに適用できないことは明らかであり、どのページにおいてもチェック可能なルールを作れないことも明らかである。同様に、テーブルやグラフの構造を複数のオブジェクトによって視覚的に表現しているものをルール化することも困難である。

しかし、プレゼンテーションドキュメントのアクセシビリティを向上するためには、何らかの方法でそれを評価可能にすることが必要である。

3. 機械学習によるアクセシビリティ評価手法の提案

従来、ルールベースでは行えなかったプレゼンテーションドキュメントのアクセシビリティの評価を、機械学習を用いて評価する方法を提案する。この手法はルールベースでドキュメントを評価するのではなく、ユーザの主観評価を教師データとして学習を行うことによって評価モデルを構築し、アクセシビリティの評価を行うものである。

本手法によりプレゼンテーションドキュメントの各ペ

表1 プレゼンテーションドキュメントのアクセシビリティを評価可能にした場合の効果

	評価できない	評価可能
視覚障害者のアクセス戦略	判断できない	× 評価から判断
修正の効果	修正の効果を評価できない	× 評価の変化をフィードバック

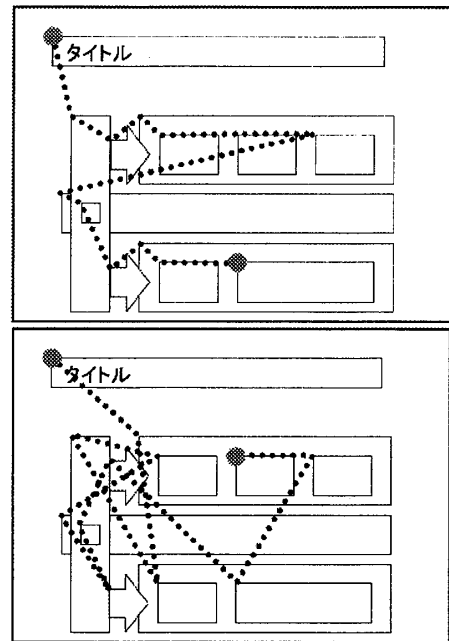


図1 オブジェクトのZオーダーと配置の関係

ージにアクセシビリティの評価が与えられれば、実際にあるページにアクセスする前に、そのページから意味のある情報を得られるかどうかを知ることができる。つまり、そもそも意味のある情報を取得できる可能性の低いページを避けて、アクセシブルなページから先にアクセスするという「アクセス戦略」を立てることができ、効率よくドキュメントにアクセスできるようになる。

また、プレゼンテーションドキュメントの作成者が利用するアクセシビリティ評価ツールに応用することもでき、作成者はプレゼンテーションに対するアクセシビリティの評価をチェックしながら編集が行える。

本手法とルールベースの手法における大きな違いの一つに、ユーザ自身が学習データを追加することで、評価モデルを成長させることができる点が挙げられる。個々のユーザが学習データを追加するため精度の点で課題もあるが、複数のユーザが追加した学習データを集積して新たな評価モデルを構築することができ、アクセシビリティの向上に視覚障害者ユーザが積極的に参加することができるようになる。作成者もルールベースの評価ではなく、実際にアクセスするユーザの評価を知ることができるため、プレゼンテーションドキュメントの作成側と閲覧側の両方からアクセシビリティの向上が期待できる。

3.1. プレゼンテーションドキュメントの特徴量

学習モデルはプレゼンテーションドキュメントの各ページの特徴量と、そのアクセシビリティの評価値によって構築する。試作システムにおける各ページの評価値は著者らの経験に基づく主観評価である。

特徴量は特にルールベースで評価できないチェック項目に対して適切な分類を与えるものが良く、チェックすべき項目に関連し、アクセシビリティ上の評価の違いで特徴量に変化すると考えられるものを分析した。

- オブジェクト間の関係

まずZオーダー順に関連する特徴量について、例えばオブジェクト間の距離の総和 D やオブジェクトごとの平均値が考えられる。N個中*i*番目のオブジェクトの位置を O_i (左上端)、 $dist()$ を距離の関数とすると距離の総和は

$D = \sum_{i=1}^{N-1} dist(O_i, O_{i+1})$, 平均値は $D/(N-1)$ で表わされる。単純には総和や平均値が大きいほど、Zオーダーが正しく並んでいない可能性が高い。

Zオーダーの正しさをこれらの特徴量だけで表現できていないことは明らかであるが、関連する特徴量を追加することでより正確な判断ができるようになると思われる。例えば、Zオーダー順にオブジェクトを辿った場合の軌跡の形状を数値化する。具体的には、N個中*i*番目と*i+1*番目のオブジェクトを結ぶ線分と、*i+1*番目と*i+2*番目のオブジェクトを結ぶ線分がなす角を $A_i (-\pi < A_i \leq \pi)$ とした場合のなす角の総和 $\sum_{i=1}^{N-2} A_i$ や、*k*番目までの線分がなす角の総和の最大値 $\max \sum_{i=1}^k A_i (1 \leq k \leq N-2)$ 、線分がなす角の平均値 $(\sum_{i=1}^{N-2} A_i)/(N-2)$ を求めることが可能である。これらの値はZオーダーが正しくない場合に大きくなると考えられる。

- オブジェクトの数やその面積など

スライド中のオブジェクトをテキストや代替テキストを持つ画像と持たない画像、スプレッドシート等の埋め込みオブジェクト、グルーピングされたオブジェクト、ページタイトルやアウトラインテキストなどオブジェクトなどの種類ごとに分類し、分類ごとのオブジェクトの数やそのオブジェクトがページ中に占める面積が特徴量として考えられる。これらの値は音声アクセスの観点から、アクセスが容易なオブジェクトなのかそうでないのかといったことや、ページ中に占める面積による情報の重要性についての特徴を表現すると考えられる。

- テキストの文字数やスタイルの変化量

テキストの文字数は、各ページにおける文字数の総数やオブジェクトごとの平均値を利用する。スタイルの変化量とは、フォントや色によって異なる見栄えを持つスタイルがどのように現れているかを示す量である。具体的にはZオーダーの順にスタイル情報を並べ、スタイルが何回変わったかをカウントすれば良い。文字数が多くて情報量が多すぎる場合には情報取得は容易でないし、オブジェクトごとの文字数の平均値が低く短い単語が多数存在すると情報取得が困難になりやすい。スタイルの変化量が多い場合はスタイルに対して情報が付加されている可能性があると考えられる。

- アニメーションが利用されている数

各ページに設定されているアニメーションの数、もしくはアニメーションの種類ごとの数を利用する。アニメーションを実行する前後で見た目は変化するが、ドキュメントの構造が変化しないため、視覚障害者には理解が困難である。

- オブジェクトの重なっている面積

オブジェクトが重なっている面積の総和や、オブジェクトごとの平均値や最大値などを利用する。複数のオブジェクトが重なっている場合、それらのオブジェクト間になん

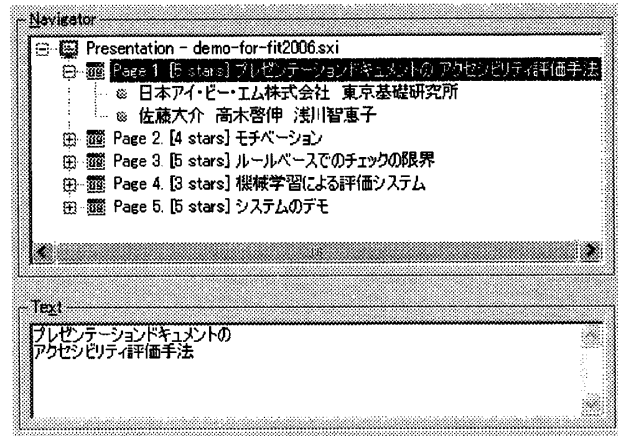


図2 プレゼンテーションドキュメントのアクセシビリティ評価システムの実行例

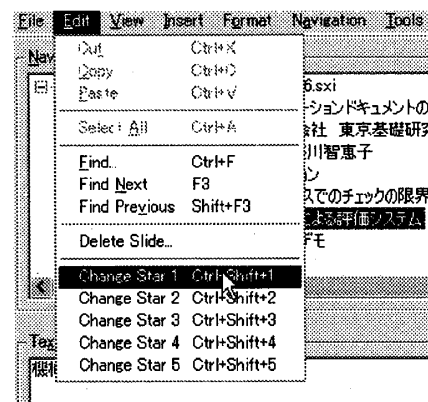


図3 ユーザの主観に合わせて評価を変更可能

らかの関連性があると考えられ、それによって視覚的に文書構造などが表現されている可能性が高いと考えられる。

3.2. 試作システム

試作システムはJavaで実装した、OpenDocument Format[7]のプレゼンテーションドキュメントを対象とし、ドキュメント内のオブジェクトの情報を表示する機能とアクセシビリティの評価をする機能を持つ。機械学習にはサポートベクターマシンを用いLIVSVM[8]のライブラリを利用した。図2は評価システムの実行例であり、上部のツリービューにドキュメントの内容が表示され、Page番号に続いて推定された評価を[N stars]として5段階で表示し、さらにページのタイトルを並べて表示している。

視覚障害者ユーザやプレゼンテーションドキュメントの作成者はタイトル情報と共にそのページの評価を得ることができる。もし視覚障害者ユーザの主観に合わない評価だった場合、評価を修正することで学習モデルを更新することが可能である(図3)。また、プレゼンテーションソフトウェアと同期することで、ドキュメントに変更があった場合に特徴量を再計算し評価を更新することができ、作成者は評価をチェックしながら編集ができる。

3.3. アクセシビリティ評価の性能

試作したシステムの学習モデルには、著者らの所属する組織内で使われていた 224 ページのプレゼンテーションドキュメントを用い、著者らの主観評価を教師データとして与えた。

試作システムでは以下に挙げる特徴量の計算を実装し、サポートベクターマシンを使って学習モデルを構築した。

- オブジェクト間距離の総和
- テキストオブジェクトの数
- グラフィックオブジェクトの数
- テキスト面積総和
- グラフィック面積総和
- テキスト面積平均
- グラフィック面積平均
- グループの数

学習モデルの再現率は 224 ページ中 217 ページで主観評価と学習モデルの評価が一致し 96.8%であった。クロスバリデーション¹による精度は 59.8%であった。残念ながらこの精度ではアクセシビリティの評価システムとして実用的なレベルであるとは言えない。精度が低くなった原因としてはサンプルが非常に少なく、利用した特徴量が限定的だったことが挙げられる。今後、プレゼンテーションドキュメントのサンプルや特徴量の種類を増やし、最適な特徴量の組み合わせを求めることで、精度が向上する余地は十分にあると考えられる。

4. まとめと今後の展望

本論文では、機械学習の手法を用いて視覚障害者ユーザによる実際の評価を教師データとして評価モデルを構築するという、プレゼンテーションドキュメントのアクセシビリティ評価手法を提案した。この手法を用いることで視覚障害者ユーザは、アクセシブルなページを先にアクセスするという効率の良いアクセスを行うことができるようになる。また、評価モデルをプレゼンテーションドキュメントの作成者のためのチェックツールに応用することが可能である。評価実験においては、サンプル数が少ないことや十分な数の特徴量の計算が実装できていないことから学習精度は低かった。今後はさらに多くのサンプル数、特徴量で検証を行って精度を向上させる予定である。

本論文で提案したモデルを応用することで、多数のユーザからの評価を集積し、精度の高い学習モデルを構築することも可能である。さらに、スクリーンリーダーの違いやプレゼンテーションソフトウェアの違いによって、読み上げ方や提供される機能が異なっても、それぞれに対応する評価モデルを構築することで、違いを吸収する評価システムの構築も可能である。今後はこのような複数のユーザが評価モデルを構築した場合の評価モデルの統合手法についても検討を行いたい。

参考文献

- [1] Section 508 of the Rehabilitation Act; see <http://www.section508.gov/>.
- [2] World Wide Web Consortium, Web Accessibility Initiative, <http://www.w3.org/WAI/>
- [3] Web Accessibility Guidelines 1.0, <http://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT/>
- [4] Creating accessible presentations, <http://office.microsoft.com/en-au/assistance/HA011667681033.aspx>
- [5] Kelly Bleach and Vita Zavoli, "PowerPoint Presentations Designed By And Accessible To People Who Are Blind," Proceedings of Technology and Persons with Disabilities conference - (CSUN 2005), 2005.
- [6] Dan Linder, M.S. and Jon Gunderson, "Publishing Accessible WWW Presentations from Power Point Slide Presentations," Proceedings of Technology and Persons with Disabilities conference - (CSUN 2003), 2003.
- [7] Open Document Format for Office Applications (OpenDocument) v1.0, <http://www.oasis-open.org/committees/download.php/12572/OpenDocument-v1.0-os.pdf>
- [8] LIBSVM – A Library for Support Vector Machines, Chih-Chung Chang and Chih-Jen Lin, <http://www.csie.ntu.edu.tw/~Ecljlin/libsvm/>

¹ 学習モデルの構築にサンプルから1つだけデータを除外したものをを用い、除外したデータをテストデータとする評価をサンプル数だけ繰り返し平均を計算する評価方法