

レイアウトによる WEB ページ検索

橋本泰成[†] 五十嵐健夫^{†‡}

[†] 東京大学大学院情報理工学系研究科

[‡] 科学技術振興機構 さきがけ

概要 従来のキーワードを用いた WEB ページ検索とは異なる, レイアウトに注目した検索手法を提案する. 近年インターネット人口の増加により, 個人でも WEB ページを所有する人間が増えてきている. しかし, WEB ページのレイアウトデザインは非常に重要であるにもかかわらず, 既存のツールでは初心者がそれらをうまくデザインすることは難しい. そのような場合に, 本システムを用いてユーザは簡単なレイアウトの概観をスケッチすることで参考となる WEB ページ群を検索することができ, 良いデザインに必要とされる試行錯誤のプロセスと複数候補の確認が素早く行える. 我々はユーザテストに基づいてスケッチベースのクエリインタフェースを開発した. また, 各オブジェクトの位置と大きさを考慮したマッチングアルゴリズムを考案し, ユーザが手作業で選んだ結果とシステムの結果を比較する評価実験を行ってその有効性および課題を明らかにした.

WEB PAGE SEARCH BY SKETCHING LAYOUT

Yasunari Hashimoto[†] Takeo Igarashi^{†‡}

[†] Graduate School of Information Science and Technology, Tokyo University

[‡] PRESTO, Japan Science and Technology Agency

ABSTRACT This paper introduces a new web page search method using layout as a search key, which differs from ordinary keyword-based web page search methods. Web browsing is very popular and many people have their own web pages. However, when one wants to make a web page, it is usually difficult, especially for a novice user, to design a good-looking layout with traditional web page design tools. In such a situation, users can easily find referential web pages using our system by quickly sketching a desired layout. Using our system, a trial-and-error process for good design and checking multiple examples can be quickly done. We designed a sketch-based query interface based on an informal user study, and developed a matching algorithm for finding appropriate sample web pages, considering the position and size of each object on a page. The results of an evaluation on the matching algorithm comparing system search results with human selections showed the usefulness and future tasks of our algorithm.

1 はじめに

近年インターネットの普及により, 多くの人が WEB ページを閲覧しており, 個人で WEB ページを持つ人も増えてきた. WEB ページにおけるレイアウトデザインはその印象やアクセス性に大きな影響を与えるにもかかわらず[6], 通常初心者にとっては良いレイアウトをデザインすることは難しい. 良いデザインのためにはスケッチ等による試行錯誤のプロセスが必要だとされているが[3], 通常の WEB ページの作成ツールははじめから完成品を作ろうとするものであり, そのような繰り返しのプロセスには向いていない. コンセプト段階での WEB ページデザインのためのスケッチツールもあるが[8], 初心者ではスケッチのみから実際の WEB ページを連想し, 作成する

のは難しい.

本論文では WEB ページのデザインの作成支援として簡単なレイアウトのスケッチを入力すると, それに対応したレイアウトを持つ WEB ページ群を返してくる検索システムを提案する. 本システムを用いれば単純なスケッチから実際の HTML のページを検索することができるため, 以下の点で初心者の WEB ページデザインへの支援として有用であると期待できる.

第一にレイアウトのスケッチに対する検索結果を眺めることで HTML の枠組みの中でどのようなレイアウトが可能なのかを学ぶことができる. HTML に精通していない初心者はどのようなレイアウトが実

装可能なものの判別がつきにくい、スケッチによって表されたレイアウトが最終的にどのような見え方になるのかを知ることができる。

第二に、あやふやなスケッチから複数の実際のWEBページが返されるため、ユーザは漠然としたイメージに対して様々な選択肢を得られ、さらにイメージを発展させることができる。コンセプト段階におけるデザインではスケッチは非常に重要だが[8]、コンセプトを実際のWEBページに落としこむ際に我々のシステムではそれらをいちいち手作業でHTMLコーディングをする必要なしに提示してくれる。そのため良いデザインに必要な試行錯誤のプロセスを素早く行える。

最後に、デザインを決定した後に、検索された実際のWEBページからタグ情報やテンプレートを取り出すことで実装の手間を軽減できる。デザインが決定しても、初心者はいかにそれをどのように実装して良いかわかりづらい。我々のシステムでは正に参考となる実際のページを提示してくれるので実装の手間を軽くできる。

我々のシステムは主にスケッチベースのクエリインタフェースと、入力クエリとデータベース中のWEBページとのマッチングアルゴリズムの2つの部分からなる(図1)。検索の際には図2のようにユーザはブラウザを通して左側のキャンバスに簡単なレイアウトのイメージを描画する。システムは入力されたクエリとデータベース中の全WEBページとのマッチングコストを算出して、それに従って結果をサムネイルとして右側に表示する。我々は人がWEBページをどのように描画するかという観察を行いクエリインタフェースとマッチングアルゴリズムを設計した。また、検索結果についてユーザの手作業によって得られたものとシステムの返すものとの比較を行ってアルゴリズムの有効性を評価した。同時に、システムの有用性についての簡単なインタビューを行い好意的な意見を得ることができた。

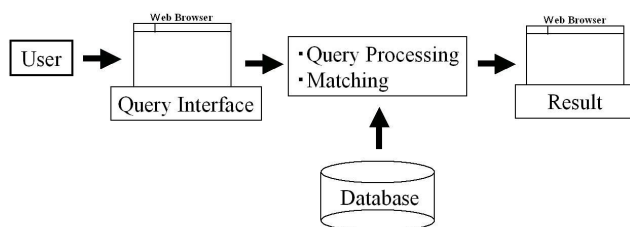


図1. システムの概要図

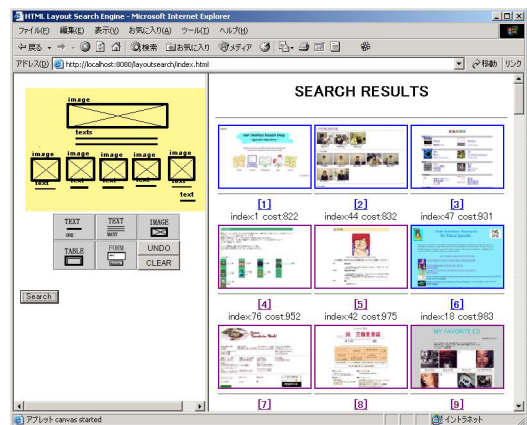


図2. システムのインタフェース

我々のシステムは初心者を対象としたWEBページデザイン支援という事で、ロードマップとしては検索から、実際のページの作成まで総合的な支援を目的としている。しかし現在はプロトタイプ段階であり、今回はその前段階であるシステムの入力インタフェースとアルゴリズムの設計、評価を中心に述べる。以下の章では関連研究について述べた後、インタフェースとアルゴリズムの設計に先駆けて行った予備実験について説明する。その後予備実験の結果に基づいたインタフェースとマッチングアルゴリズムの設計について述べ、最後にそれらの評価結果と今後の課題について議論する。

2 関連研究

WEBページの作成においてはAdobe GoLiveやIBM WebSphere HomePageBuilder, Macromedia Dreamweaverといった市販ツールが一般的で、これらはWYSIWYGのインタフェースによりHTMLのタグを手作業で修正する必要がなくビジュアルにドキュメントを編集できる。しかし、これらのツールははじめから完成品の作成を目的としており良いデザインのための試行錯誤の段階を考慮していない。そのためHTMLの原則をある程度理解しており、かつ明確に作成したいWEBページのイメージができあがっている際には有効だが、繰り返しのプロセスによって良いデザインのイメージを作る作業には向いていない。

コンセプト段階における、スケッチを利用したWEBデザインツールとしてはDENIM[8]というシステムがある。DENIMは漠然としたスケッチのみから簡単に高レベルの実際のWEBページをイメージまたは作成できるプロのデザイナーに対しては効果的だが、初心者では通常彼らのスケッチが実際のHTMLによるWEBページとしてはどのように見えるか、どのように実装するかが定かではない。

WebStyler[5]や WEB ページの手書き作成支援システム[7]はスケッチから実際のHTMLを作成してくれるツールであるが、WEB デザインに慣れていない初心者が使用しても良いデザインをするのは難しい。我々のシステムではプロがデザインしたものも含め複数の候補がすぐに確認できる、そしてこの点は良いデザインにとって非常に重要である。

我々の手法は従来のテキストやイメージといったコンテンツ（内容）に焦点を当てた検索システムとは異なり、WEB ページの持つもう一つの側面であるレイアウト（見た目）に注目した検索システムという点で新しい試みである。広く使用されている検索システムはキーワードを用いるものが主流だが[14]、Ask Jeeves[1]のように自然言語を用いたものや、SQL ライクなクエリを扱うもの[4]もある。また、イメージ[12]や3D モデル[9]のようにビジュアルなコンテンツをスケッチにより検索するシステムも提唱されているが、目的のレイアウトを持つWEB ページを検索するものは存在しない。Cullen らによるドキュメントのレイアウト検索というシステムも存在するが[2]、これは新聞やジャーナル等の文書ドキュメントのイメージを対象にしており、WEB ページについては考慮されていない。WEB ページを画像にして、類似性を求める研究[10]もあるがレイアウトに重要な、オブジェクトの位置や大きさは考慮されておらず任意のレイアウトを検索するようなインタフェースも用意されていない。

3 予備実験

我々はインタフェースとアルゴリズムの設計の参考とするために、人がどのようにWEB ページを描画するのか観察を行った。この予備実験には、個人でWEB ページを作成したことのあるプロのデザ

イナーではない6名の被験者が参加した。実験では彼らに10のWEB ページを提示し、それらを検索するのに適切だと思われるクエリを自由に描画してもらった。図3に実験結果の一部を示す。個々の被験者においては描画の方法にそれぞれ違いが見られたが、被験者の意見も考慮した結果、全体を通して我々は以下のような知見を得ることができた。

1. ほとんどのWEB ページ上のオブジェクトは単純な線か矩形によって表される。通常サイズのテキストは線で表され、見出しのように大きなサイズのテキストとイメージ、テーブル、入力フォームは矩形として描かれることが多い。
2. 実際のWEB ページ上にはたくさんのオブジェクトがあっても、ユーザはそれぞれのオブジェクトに対しては詳細な注意を払わない。彼らは、彼らにとって重要だと思われる要素のみを通常描画する。
3. 意見としてたくさんの同一オブジェクトが並んでいる場合（特に複数行にまたがるテキスト）については、描画したくてもいちいち一つづつ指定するのは面倒であるというものがあつた。

我々はこれらの観察結果に基づいてシステムの設計を行った。以下の章ではクエリインタフェースの説明を行い、続く章でクエリに対応したWEB ページを検索するためのマッチングアルゴリズムについて述べる。

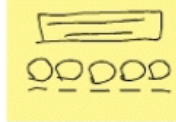
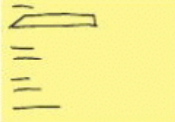
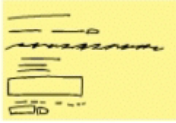
Referential Web Pages	Sketched Query by Participants(with Free-Hand Drawing)		
			
			
			

図3. WEB ページとそれに対して被験者が描いたクエリの一例

4 ユーザインタフェース

図4に示されるようにクエリ入力部のユーザインタフェースはキャンバス部分とオブジェクト描画ツールの部分からなる。

検索を行う際にはまず下部の描画ツールから描画したいオブジェクトの種類を選択する。選択できるオブジェクトは1行テキスト、複数行テキスト（予備実験の観察結果3より）、イメージ、テーブル、フォームからなる。オブジェクトを選択した後は上部のキャンバス部分に自由に描画を行う。予備実験の観察結果1よりテキストは線として、その他のオブジェクトは矩形として描かれる。

現在の実装ではキャンバスサイズは固定しており、スクロールを考慮していない。そのためユーザはスクロールが必要になるような縦、横に長いWEBページを完全に表現することは出来ない。我々は今後の実装でキャンバス部分にスクロール機能をつける予定である。ただしWEBページにおいてはデフォルトサイズで我々が目にする部分が最も大きな印象を与え、スクロールを必要とする部分はユーザの興味は薄くなる[13]のでこの点は大きな問題ではないと考えている。

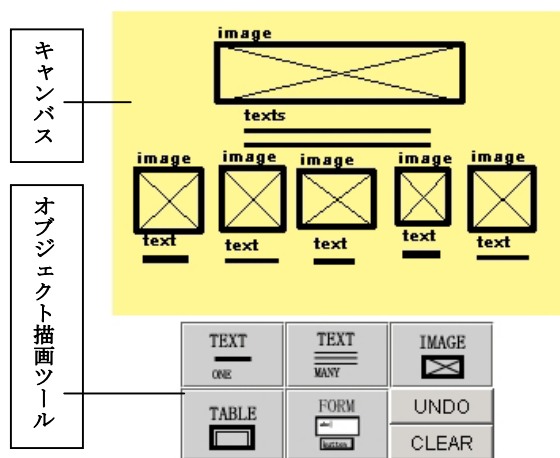


図4. クエリ入力部のユーザインタフェース

目的のレイアウトの描画を終え、"SEARCH"ボタンを押すことでシステムはブラウザの右側の部分に検索結果をサムネイルとして返す（図2）。これらのサムネイルは元のページへのリンクになっており、選択したWEBページの全体図とそのHTMLソースコードを簡単に見ることができる。

5 アルゴリズム

システムは入力されたクエリとデータベース中の各WEBページとの間でレイアウトの差異を表すコストを計算し、その値が低い順に結果を返す。レイア

ウトによる検索において重要だと思われるものは各オブジェクトの空間的な関係である。空間的な関係を表すものとして、今回は各オブジェクトの位置と大きさに注目しコスト計算を行った。具体的には図5のクエリとWEBページ間のコストは以下のように算出される。

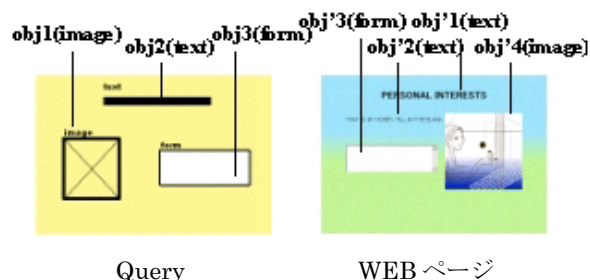


図5. 入力クエリと検索対象のWEBページ

1. はじめに、システムはユーザによるクエリと、データベース中のWEBページから各オブジェクトの種類（タグ）、大きさ、位置を取り出す。WEBページ上のオブジェクトについてはシステム内部でレンダリングを行ってこれらの情報を取り出す。この際スクリーンサイズはキャンバスサイズにあわせた値が使用される。イメージ、フォーム、内部にセルを持つ（BORDER属性が1以上の）テーブル、1行にまたがる文字列はそれぞれimage, form, table, textとして独立の要素となる。今回のプロトタイプシステムではスタイルシートやFlash等のWEBアプリケーションを含むWEBページは対象外とした。
2. 次にクエリとWEBページ上のそれぞれオブジェクト間でのコストを求める。2つのオブジェクト間のコストはオブジェクトの大きさと位置に基づいて以下のコスト関数 f によって求められる：

```

if(obj.tag==obj'.tag)
    f(obj,obj')=distance(obj.center,obj'.center)
    + w * sqrt(obj.area - obj'.area);
else
    f(obj, obj') = c;

```

ここで、obj と obj' はユーザのクエリとWEBページ上のオブジェクトであり、obj.tag はタグの種類を表す。もし両オブジェクトの種類が等しけ

れば両者の中心距離の差と面積の差の平方根の重み付きの和によってコストが算出される. 両オブジェクトの種類が異なる場合はコスト定数 c が返される. 現在では重み w は 1.0, 定数 c は 1000 となっている. このコスト関数は両オブジェクトの位置と大きさが近い程小さくなる.

3. ユーザクエリと WEB ページ上の全てのオブジェクト間でコストを算出し, 表 1 に示されるコスト行列を作る. ここで縦はクエリ上のオブジェクト, 横は WEB ページ上のオブジェクトを示す. このコスト行列において各行の最低値 (表の灰色の部分) の総和をクエリと WEB ページ間の総合コストとする. これはクエリ上のオブジェクトと最も似ている WEB ページ上のオブジェクトをペアにし, 各ペアのコストの総和 (ここでは $125+46+106=277$) が全体のコストとなることを意味する.

クエリ上のオブジェクト	WEB ページ上のオブジェクト				
		obj'1 (text)	obj'2 (text)	obj'3 (form)	obj'4 (image)
	obj1 (image)	1000	1000	1000	125
	obj2 (text)	46	72	1000	1000
	obj3 (form)	1000	1000	106	1000

表 1. コスト行列の例

4. 最後にクエリとデータベース中の全て WEB ページとの間でコストを算出し, 低いものほど類似していると判断しユーザに対して表示する.

このマッチングアルゴリズムではクエリ上の 2 つ以上のオブジェクトが WEB ページ上の同じオブジェクトに関連づけられる場合があるが, ページ上に他により近いペアがある場合と比べて, その分コストがかさむことになるのでこの点はうまく機能しているように見えた. また WEB ページ上のオブジェクトでペア付けがなされないものは無視されることになるが, 予備実験の観察結果 2 よりユーザは通常彼らにとって重要な要素のみ描画するため, ペアにならないオブジェクトについてはあまり意識せず, そのためこの場合もあまり問題にならないことが多いと考えられる. 我々は上記のアルゴリズムにおいてより高精度の検索のために様々な拡張を試みたが, 意図したページを検索する場合は上に示されたような非常に簡単なマッチングアルゴリズムが十分効果的に動作することを確認した.

6 評価実験

我々のマッチングアルゴリズムが与えられたクエリに対してどの程度適切な WEB ページを検索できるのかを調べるために評価実験を行った. この実験ではクエリに対する適切な結果として被験者によってあらかじめ選ばれたものと, システムが出す結果がどの程度異なっているかを比較することでアルゴリズムの妥当性を評価した. また, システムの有用性を計るために簡単なインタビューもあわせて行った. 以下に実験の詳細を示す.

6.1 データ

我々は今回の実験のために 100 の WEB ページをデータとして利用した. 提案したシステムの全体的な有用性はより大量の WEB ページ群に対して行うべきだが, 効果的なマッチングアルゴリズムの設計と評価を最初の課題としたため今回は限定された数の WEB ページを対象に評価を行った. データとなる WEB ページを準備するために, まずはクロラーで大量の WEB ページを収集した後, 手作業によって現在のプロトタイプでは扱うことのできないフラッシュやアプレット等のプラグインを含むものを除き, その中からできる限り様々なバリエーションのレイアウトを持つように 100 の WEB ページを選びだした. 図 6 は今回データとして使用した WEB ページの一部であり, 表 2 はそれらのうちどのくらいのページがどのオブジェクトを含んでいるのかを表した簡単な統計結果である.

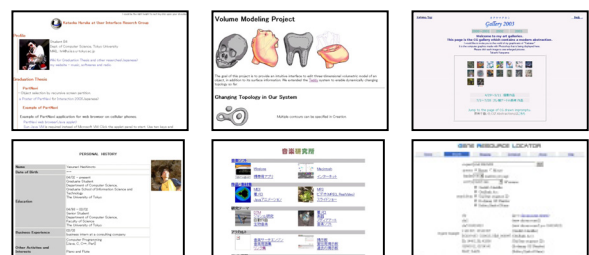


図 6. データに使用した WEB ページの一部

含まれるオブジェクト	割合
imageのみ	1%
textのみ	8%
text, imageのみ	67%
text, image, tableのみ	9%
text, image, formのみ	7%
text, tableのみ	4%
text, table, formのみ	3%
text, image, table, formのみ	1%

表 2. データが含むオブジェクトの統計

6.2 実験方法

本実験には10名の大学生が参加した。彼らは全て個人ページ等のWEBページを作成した経験はあるが、仕事としての経験を持つものはいない。実験の詳細な流れを以下に示す。

1. 各被験者はまずデータとなるWEBページから選びだした5つのWEBページ(図7)を提示され(これらのWEBページを以下original pagesと呼ぶ)、それらに対するクエリを我々のインタフェースを用いて描画する。

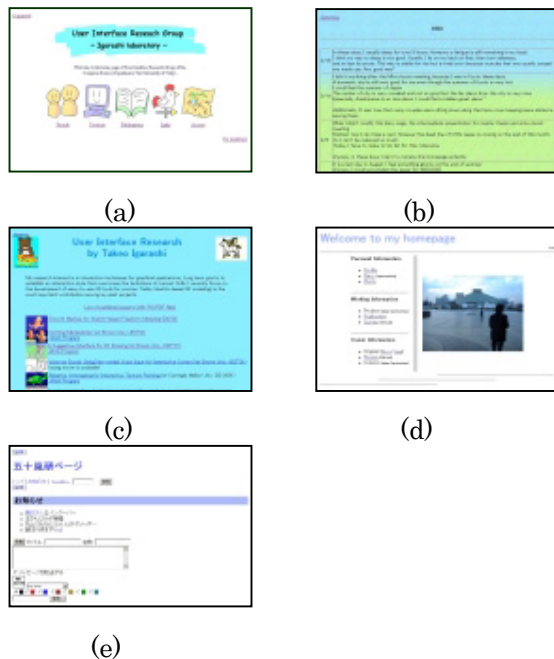


図7. 被験者に提示された original pages 特徴:

- (a) image が横に並ぶ
- (b) text のみが並ぶ
- (c) image が縦に並ぶ
- (d) image が右, text が左
- (e) form が下に集まる

2. 次に描画したクエリに対して自分が描画した original pages 以外で似通っていると思われる(高い順位で検索されるだろうと推測される)ページを100のWEBページの中から4つ選んでもらった(以下これらを similar pages と呼ぶ)。ここで, original pages は正にクエリによって指定されたページであり, similar pages はユーザにとってクエリに近い印象をもつと感ぜられるページということになる。実験はユーザの描画したクエリをシステムに与えた結果, これら original pages と similar pages がどのような順位で検索されたかを見ることで行う。

3. 実験の最後にシステムの有用性の参考にするため被験者に対し簡単な質問を行った。初心者がWEBページをデザインする際には他のページを参考にするであろう事, またそのようなユーザは我々のシステムに好意的なのではないかと推測し, 1) 以前WEBページを作成した際に他のページを参考にしたか, と2) WEBページのデザインを決める際に我々のシステムを使用したか, という質問を行った。

6.3 実験結果

上の作業によって10名の被験者各々について5つのクエリとそれらに対応する5つの original page, 20の similar page が得られる。我々はクエリをシステムに適用した際, original page, similar pages がどのような順位でどの程度分布しているのかを観察することによってアルゴリズムの性能を評価した, 図8は与えられたクエリに対してシステムの返した結果上位5つとユーザの選んだ結果の一例であり, 図9は original pages と similar pages がどのような順位でどれくらい検索されたかを示すヒストグラムである。

user query		ranking				
		1	2	3	4	5
		original page				
	Search Results					
	Selected web pages by user					

図8. ユーザが描画したクエリに対するシステムの検索結果上位5つとユーザの選んだ結果の一例

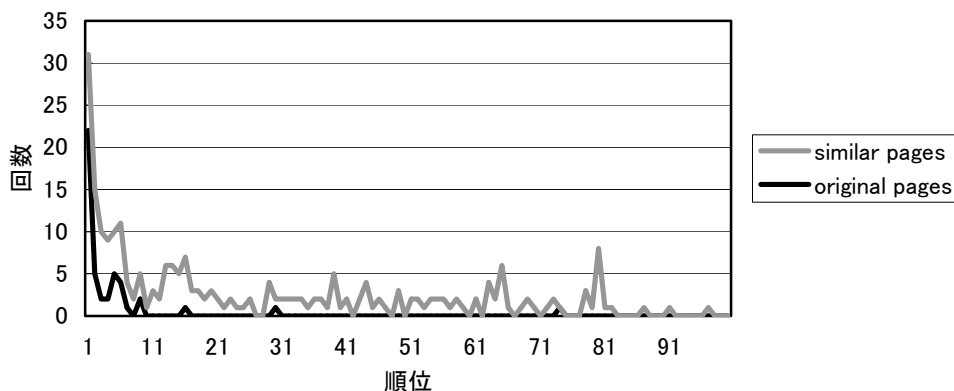


図9. 検索結果における original pages と similar pages の順位と回数の分布

この結果より, original page に関しては全体の90%が10位以内に入っており, ほとんどが高い順位で検索されていることがわかる. これは特定のレイアウトをイメージして正しくクエリを描画した場合にはシステムは目的のレイアウトを持つWEBページを適切に検索してくれることを意味する. 一方, similar pages に関しては20位以内に全体の約50%が入っているが, それ以降は全体的に検索結果が散らばっており必ずしも良い結果であったとは言えない. これは現在のアルゴリズムではクエリに全体的な印象が類似したWEBページの検索に対しては上手く機能しない場合があることを示している.

また実験にあわせて行った簡単な質問に対する回答を図10に示す. 最初の質問に関して6名の被験者は彼らがWEBページをデザインする際に他のページを参考にしたと述べており, 2つ目の質問に関しては8名の被験者がWEBページデザインにおける支援として我々のシステムを使用してみたいと述べていた. 我々の推測通りWEBページを作成する際に他のページを参考にした被験者達は皆我々のシステムに強く興味を持った.

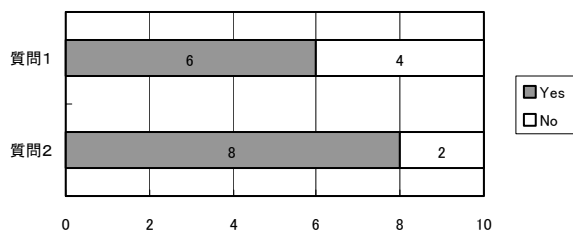


図10. アンケート結果

WEBページ作成時に

質問1: 他のページを参考にしたか

質問2: 我々のシステムを使用したいか

7 考察

実験を通じて我々は被験者の多くからWEBページデザインに際して既存のWEBページを参考にすること, そして目的のレイアウトを持つWEBページを簡単に検索するシステムは有効であるとの回答を得た. ある被験者の感想として, 「WEBページを作成する際に漠然としたイメージを持っており, それに似ていると思われる以前見たページを探してきて参考にした. しかしこのシステムがあればその手間が省けるし, 検索の結果もっと良いページが見つければ今度はそちらを参考にしてさらに良いものが作れるだろう」というものがあつたように, 全体として好意的な評価を得ることができた.

提案システムの基本コンセプトについては多く同意が得られたが, 評価実験の結果より, マッチングアルゴリズムについてはまだ改良の余地があると言える. 我々のアルゴリズムは各オブジェクトの位置と大きさに焦点を当てているためそれらが非常に似通ったページを検索するのには向いているが, レイアウトの全体の印象が似ているというものはうまく扱うことが出来ない. WEBページデザインの評価についての研究[6]ではWEBページ上のテキストやイメージの占める割合が見た目の印象に大きな影響を与えるという結果もあり, 今後は全体の印象を判断するのにそれらの要素も考慮していく予定である. また, イメージ検索において用いられるオブジェクト間の相対的な位置関係を考慮する手法[11]を適用することでさらなる精度の向上が期待できるのではないかと考えている.

8 おわりに

我々は初心者がWEBページデザインをする際の作成支援として, 単純な操作で目的のレイアウトを持

った WEB ページを検索するプロトタイプシステムを紹介した. スケッチベースのインタフェースによりユーザは簡単にレイアウトの概観を描画し, それにあった実際の WEB ページを検索することができる. これにより WEB ページ作成の際に, 簡単な操作で複数の候補が得られ, そのため良いデザインに必要とされる試行錯誤のプロセスを素早く行うことが可能になる, という利点があり被験者から好意的な評価を得ることができた.

本論文では予備実験に基づいてユーザインタフェースとマッチングアルゴリズムを設計した. その後の評価実験において, 個々のオブジェクトがクエリに非常に似通った WEB ページは適切に検索されるが, 人にとって全体的な印象が似ているとされる WEB ページはうまく扱えないことがあることがわかった.

今後は WEB ページ作成におけるデザイン支援として総合的な拡張を行う予定であるが, まずはマッチングアルゴリズムを拡張して WEB ページの全体的な類似度というものも扱えるようにする事が挙げられる. WEB ページ上のイメージ, テキストの割合を考慮に入れることやオブジェクト間の相対的な位置関係を利用することで良い結果が得られるのではないかと考えている. またそれにあわせてインタフェースにおいても個々のオブジェクトの指定だけではなく全体の印象を扱うようなメタな操作も加えていきたい. 現在我々はプロジェクトページ*にてプロトタイプシステムを公開中だが, 今後は独自のクローラ等と組み合わせてより大量の WEB ページを対象にサービスを行うことを考えおり, そのための適切なデータの集め方と高速なインデックス付けも考案したい. また, 検索されたページからテンプレート情報を取得して簡単に新しいページの作成に入れるような拡張も考えている. そしてその上で実際の WEB ページデザイン作成の場で使用してもらいシステム全体の有用性を評価したい.

謝辞

本研究は情報処理推進機構 (IPA) の未踏ソフトウェア創造事業において, 電気通信大学の竹内教授が PM をつとめる「平成 15 年度未踏ユース」の支援を受けている.

参考文献

- [1] AskJeeves
<http://www.ask.com/>

- [2] Cullen, J. F., Hull, J. J. and Hart, P. E. Document Image Database Retrieval and Browsing using Texture Analysis. *ICDAR*, (1997) 718-721.
- [3] Gould, J.D. and C. Lewis, Designing for Usability: Key Principles and What Designers Think. *Communications of the ACM*, 28, 3(1985), 300-311.
- [4] Florescu, D., Levy, A. and Mendelzon, A. Database Techniques for the World-Wide Web: A Survey. *SIGMOD Record*, 27, 3(1998), 59-74.
- [5] Hearst, M. A., Gross M. D., Landay J. A. and Stahovich T. E, Sketching Intelligent Systems. *IEEE Intelligent Systems*, 13, 3(1998), 10-19.
- [6] Ivory, M., Hearst, M. and Sinha, R., Empirically Validated Web Page Design Metrics, *ACM SIGCHI'01 Conference: Human Factors in Computing Systems*, (2001) 53-60.
- [7] 小島勇治, 赤池英夫, 角田博保. Web ページの手書き作成を支援するシステム. *インタラクシオン*, (2003), 37-38.
- [8] Lin, J., Newman, M. W., Hong, J. I. and Landay J. A. DENIM: Finding a Tighter Fit Between Tools and Practice for Web Site Design. *In CHI Letters: Human Factors in Computing Systems*, 2, 1(2000), 510-517.
- [9] Min, P., Halderman, J.A., Kazhdan, M. and Funkhouser, T. A. Early Experiences with a 3D Model Search Engine. *In Proceeding of Web3D Symposium* (2003).
- [10] 三橋憲晃, 山口亨, 高間康史. 視覚的類似性に基づく Web ページ検索手法の提案. 第 17 回人工知能学会全国大会, (2003)
- [11] Petrakis, E. G.M. Design and Evaluation of Spatial Similarity Approaches for Image Retrieval. *Image and Vision Computing*, 1, 20(2002), 59-76
- [12] Sciascio, E. Di and Mongiello, M. Query by Sketch and Relevance Feedback for Content-Based Image Retrieval over the Web. *Journal of Visual Languages and Computing, special issue on Distributed Multimedia Systems*, 10, 6(1999).
- [13] Schroeder, W. Testing Web Sites with Eye-Tracking. *User Interface Engineering*
<http://world.std.com/~uieweb/eyetrack1.htm>
- [14] Wen-Chen Hu and Yining Chen, An Overview of World Wide Web Search Technologies. *In the Proceedings of 5th World Multi-Conference on System, Cybernetics and Informatics*, (2001).

*URL: <http://www-ui.is.s.u-tokyo.ac.jp/~gyasu/projects/layoutsearch/>