

Title	ユーザの嗜好を考慮したドキュメントスキミング環境の研究
Author(s)	羽山, 徹彩
Citation	
Issue Date	2003-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/457
Rights	
Description	Supervisor: 國藤 進, 知識科学研究科, 修士

修 士 論 文

**ユーザの嗜好を考慮した
ドキュメントスキミング環境の研究**

北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科 知識社会システム学専攻

羽山 徹彩

2003年3月

修 士 論 文

ユーザの嗜好を考慮した ドキュメントスキミング環境の研究

指導教官 國藤 進 教授

審査委員主査 國藤 進 教授

審査委員 藤波 努 助教授

審査委員 西本 一志 助教授

審査委員 吉田 武稔 助教授

北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科 知識社会システム学専攻

150055 羽山 徹彩

提出年月: 2003 年 2 月

目次

第1章 序論	1
1.1 本研究の背景	1
1.2 ドキュメントスキミング環境への取り掛かり	2
1.3 本研究の目的	4
1.4 本論文の構成	4
第2章 システムの構築	5
2.1 スキミング支援システムの設計	5
2.1.1 セグメント単位表示へのアプローチ	6
2.1.2 オーバービュー-ディテール効果とフィッシュアイ効果を組み合わせたインタフェースへのアプローチ	7
2.1.2.1 オーバービュー-ディテール効果へのアプローチ	7
2.1.2.2 フィッシュアイ効果へのアプローチ	8
2.1.3 その他の支援効果	10
2.2 要約提供システムの設計	11
2.3 システムの実装	13
2.3.1 ドキュメントスキミング環境の概念設計図	13
2.3.2 スキミング支援システムの実装	14
2.3.3 要約提供システムの実装	16
第3章 システムの評価	18
3.1 重要文抽出アルゴリズムの評価	18
3.1.1 実験方法	18
3.1.2 評価結果	19

3.1.3	考察	20
3.2	スキミング支援システムの評価	22
3.2.1	実験方法	22
3.2.2	評価結果	23
3.2.3	考察	27
3.3	要約提供システムの評価	28
3.3.1	評価方法	28
3.3.2	実験結果	29
3.3.3	考察	32
第4章	関連研究	34
4.1	ドキュメント読解支援のためのインタフェースの研究	34
4.2	テキスト要約の研究	35
4.3	協調フィルタリングの研究	36
第5章	さいごに	37
5.1	結論	37
5.2	今後の課題	38
5.3	本研究の発展性	38

図 目 次

1.1	本研究におけるドキュメントスキミング環境の概要図	3
2.1	本重要文抽出手法への仮説の説明図	9
2.2	要約提供システムへのアプローチの説明図	11
2.3	ドキュメントスキミング環境の概念設計図	13
2.4	スキミング支援システムのログイン画面	14
2.5	スキミング支援システムのインタフェース画面	15
2.6	スキミング支援システムのキーワードリスト画面	16
2.7	要約提供システムによって提供された要約の表示画面	17
3.1	スキミングにおける効率的読解度の比較した棒グラフ	28
4.1	フィッシュアイ, オーバービューディテイル, ライナー効果を用いたイン タフェースの例	34
5.1	遠隔教育支援システムへの応用	39

表 目 次

3.1	本アルゴリズムと簡易要約器 Posum の重要文抽出結果	19
3.2	表 3.1 の結果から求めた再現率, 精度, F-measure の値	20
3.3	分散値のみを用いた重要文抽出手法の結果	21
3.4	表 3.3 から求めた再現率, 精度, F-measure の値	21
3.5	重要文抽出手法 (離散値のみ) と簡易要約器 Posum の頻度を用いた手法が 抽出した文の相違	21
3.6	普通に読んだ場合とスキミングをおこなった場合の平均読解時間と平均 正解数	24
3.7	スキミングをおこなった場合における効率的読解度の結果	24
3.8	普通に読んだ場合における効率的読解度の分散分析結果	24
3.9	スキミングをおこなった場合における効率的読解度の分散分析結果 . . .	25
3.10	実験終了後の評価アンケート結果	26
3.11	論文 B の類似表	30
3.12	論文 D の類似表	30
3.13	論文 E の類似表	31
3.14	各被験者の各論文に対する類似性が高い被験者のリスト	31
3.15	各被験者の類似度の合計と正解数の比較	32
3.16	論文 D,E における被験者間の類似度と得点差の相関	33

第1章 序論

1.1 本研究の背景

研究や教育などの知的創造活動において、情報を受け止め適切に処理することは、重要なことである。本研究で扱うドキュメントはそのような活動において最も重要な情報媒体の一つであり、我々はドキュメントを読み正確に理解する必要がある。近年の情報ネットワークの発展により、デジタルライブラリーや個人のホームページなどから電子化されたドキュメントが容易に入手可能となった。そのため、コンピュータ画面からのドキュメントを読む機会と利用範囲は増大している。しかし、我々は電子ドキュメントを印刷し紙面上から読むことをおこなっている。そのため、コンピュータ画面からの読みやすさが重大な問題となっている [12]。

コンピュータ画面からドキュメントの読みやすさを評価する認知実験は、数多くおこなわれている [15]。Paul[16] は、ドキュメントを読む速度と理解度の点から紙面上とコンピュータ画面上から読む環境の比較実験をおこなった。その結果、時間をかけて読む場合は2つの環境に大差はないが、スキミングにおいては紙面上から読む環境の方が 41 % の有意である結果が得られた。また、Levy[5] は、時代とともにユーザの読み方がドキュメントを最初から最後まで読むスタイルから興味や関心のある箇所を重点的に読むスキミングのスタイルへ変化していることを述べている。Paul と Levy の記述から、コンピュータ画面からドキュメントの読み易さの問題は、現代のユーザの読み方であるスキミングがコンピュータ画面上において困難であることといえる。

一方、情報分野では、ドキュメントからの効率のよい情報獲得支援へのアプローチとして読解支援のためのインタフェースの研究やテキスト要約の研究などがある。読解支援のインタフェースの研究は、視覚的效果を用いてドキュメントの読解を支援する。Hornbeck[10] は、ドキュメントを読むためのライナー、フィッシュアイ、そして、オーバービュー-ディテールの3つのタイプのインタフェースの利用性について比較実験をおこなった。その結果、

オーバービュー・インタフェースは普通にドキュメントを読むことに有効であり、フィッシュアイ・インタフェースは時間制限のあるタスクに有効であった。現在、そのようなインタフェースを効果的に組み合わせたシステムは、数多くある [3][13] が、読み速度に有効なフィッシュアイ・インタフェースと理解度に有効なオーバービュー-ディテイル・インタフェースを組み合わせたシステムはまだない。テキスト要約の研究は、ユーザが読むドキュメントの量を減らすことで短時間で内容把握を支援する技術であり、多くが重要文抽出手法を用いている。しかし、現段階での自然言語処理技術の精度の低さから首尾一貫性の問題が指摘されている [19][20][3]。この問題に対し、人間に首尾一貫性の判断を委ねた対話的テキスト要約の研究も数多くされている [7][4]。対話的テキスト要約はユーザのヒューリスティックな判断に基づくためユーザの嗜好に応じた要約を生成するが、自動化が難しい。

本研究では、以上の現状をふまえ効率のよい情報獲得のためのドキュメントスキミング環境の構築を目指す。

1.2 ドキュメントスキミング環境への取り掛かり

本節は、本研究のスキミング環境への取り掛かりについて図 1.1 の本研究におけるドキュメントスキミング環境の概要図をもとに説明する。

人間にとって苦手なコンピュータ画面からのドキュメントスキミングを支援するためには、スキミングを支援するためのインタフェースと効果的な支援機能の構築が必要と考えた。インタフェースでは、コンピュータ画面から読むことの困難さとコンピュータを利用することで効果的にドキュメントを表現する手法をもとに考慮する。効果的な支援機能は、ユーザの読み方の特性を抽出し、それをもとにフィードバックをおこなうことが有効であると考え。人間が文章を読む行為は、言語理解の過程において認知的に様々な知識と対話的に読み進めている [1]。そのため、本研究のユーザの知識獲得は、スキミングを支援するインタフェースを対話的にし、その対話によって得られた履歴の分析によってフィードバックをおこなう。また、本システムでは、読む過程において自然な方法でユーザの特性を取得するシステムを目指す。

以上から、本研究のドキュメントスキミング環境への取り掛かりでは、対話的機能を持つインタフェースとしてスキミング支援システムを構築し、その対話によって得られ

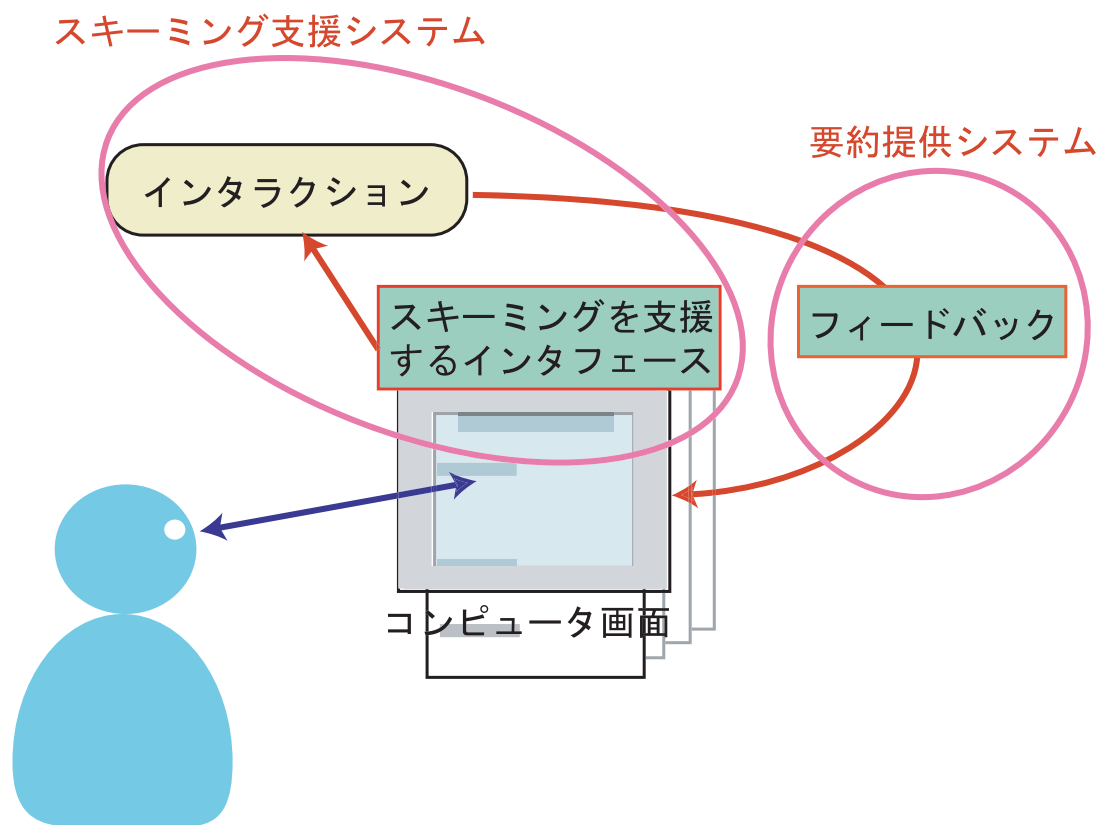


図 1.1: 本研究におけるドキュメントスキミング環境の概要図

た履歴の分析，フィードバックをおこなうシステムとして要約提供システムを構築する．また，本要約提供システムはユーザの嗜好に応じた要約を提供する．

1.3 本研究の目的

本研究の目的は，ドキュメントスキミング環境のためにスキミング支援システムと要約提供システムの構築することである．スキミング支援システムはコンピュータ画面から困難であるスキミングを支援することを目的とする．要約提供システムはユーザの嗜好に応じたドキュメントの要約を提供することを目的とする．

本研究で述べる「スキミング」は，ドキュメントの主な内容やポイントを理解するために普通の読み方よりも速く読み進めることと定義する．また，本研究で対象とするドキュメントは，日本語の論文とした．

1.4 本論文の構成

本論文は，本章を含め5章からなる．第2章では，システムの構築としてスキミング支援システムと要約提供システムのアプローチ，提案手法，および実装について述べる．第3章では，構築したシステムおよび提案手法の評価方法，結果とその考察について述べる．第4章では，本研究と関連する研究について述べる．最後に，第5章では，結論と今後の課題と展望について述べる．

第2章 システムの構築

本章では，ドキュメントスキミング環境のためのスキミング支援システムと要約提供システムの設計と実装について述べる．スキミング支援システムはコンピュータ画面からインタフェース効果により視覚的にドキュメントスキミングを支援し，論文提供システムはユーザの嗜好を考慮した要約を提供する．

2.1 スキミング支援システムの設計

スキミング支援システムのアプローチにおいて，現在読んでいる位置の記憶とドキュメントの重要な内容を早急に知る支援がスキミングにおいて有効であると考えた．その点においてに，コンピュータ画面から読むことの困難さとコンピュータ支援によるドキュメントの効果的表現手法から以下のことがいわれている．

- コンピュータ画面から読むことの困難さ

ドキュメントをコンピュータ画面上から読む場合では，速度・理解度を考慮するとスクローリングよりページングの方が有効であると考えられている [22]．その理由として，スクローリングはユーザがドキュメントを読んでいる位置や関心のある箇所的位置の記憶を難しくすると述べている．

- コンピュータ支援によるドキュメントの効果的表現手法

ドキュメントをコンピュータ画面から読むための主な支援効果として，ライナー，オーバービューディテールとフィッシュアイがある．Hornbeck[10]は，これら3つの効果を持つインタフェースを評価した．その結果，オーバービューディテールを持つインタフェースが有効な理解度を示し，フィッシュアイ効果を持つインタフェースが速度を要する読み方に有効であった．

論文のような長いドキュメントを読む場合では、コンピュータ画面の物理的領域のためにページングで表示することは困難である。例えば、普段の研究活動において論文を Acrobat Reader から読んだ場合、コンピュータ画面上に 1 ページ全体を表示することは文字が小さくなり読み難い。ドキュメントを読むためには、スクローリングを利用することが要求される。この理由として、ドキュメントのフォーマットが物理的制限の少ない紙の仕様であることがあげられる。そのため、本研究では文章の最小話題単位であるセグメントごとに文を表示するドキュメントフォーマットへ変換し、それによってスクローリングを軽減するアプローチをおこなう。また、コンピュータ支援によるドキュメントの効果的表現手法において、現在読んでいる位置の記憶の有効な支援であるオーバービュー-ディテールとドキュメントの重要な内容を早急に知る有効な支援であるフィッシュアイを組み合わせるアプローチをおこなう。

以上のことをまとめると、本スキミング支援システムへのアプローチは、以下のことをおこなう。

- スクローリングを減らすためのセグメント単位表示
- オーバービュー-ディテール効果とフィッシュアイ効果を組み合わせたインタフェースの採用

詳細については、以下に述べる。

2.1.1 セグメント 単位表示へのアプローチ

本研究のセグメンテーションは、Hearst のテキストタイリングアルゴリズム [6] に基づく McDonald の手法 [4] を用いた。McDonald の手法は、以下の手順でおこなう。

- 1 トークン分割
 - 1.1 形態素解析
 - 1.2 ストップワードを取り除く
 - 1.3 形容詞、形容動詞、動詞は原形にする
- 2 結束スコアの決定

2.1 トークンシーケンスをLつつ区切り、ブロックを作る

2.2 隣接するブロックの類似度を計算する

前にあるブロックはそのブロックより前のkトークンシーケンスを加え、後ろにあるブロックはそのブロックより後ろのkトークンシーケンスを加え、Jaccard 係数（式：2.1）により類似度を計算する．

$$S_{i,j} = \frac{\sum_{k=1}^L (w_{ik}, w_{jk})}{\sum_{k=1}^L w_{ik}^2 + \sum_{k=1}^L w_{jk}^2 - \sum_{k=1}^L w_{ik}w_{jk}} \quad (2.1)$$

3 境界の決定

求められた結束スコアをトークンシーケンスナンバー，類似度においてプロットし，値の補完をおこない滑らかにする．その結果，極小解となった点を境界とする．

Hearst のアルゴリズムではセグメントの類似性判定にコサインベクトル法を用いていたが，McDonald のアルゴリズムでは Jaccard 係数を用いた点が異なる．本研究の対象とする論文は，論理的に内容を説明するためコサインベクトル法によって話題の境界を発見することは困難である．そのため，本研究では，McDonald と同様に Jaccard 係数を用いる．また，本研究でセグメント分割手法に用いたパラメータは，Hearst と同様に L の値を 20，k の値を 10 とし，ストップワードは助詞，助動詞と Hearst が用いたワードを日本語化したものを用いた．境界の判定には極小解に近いパラグラフの境目を境界とし，値の補完にはニュートン補完法を用いた．

2.1.2 オーバービュー-ディテール効果とフィッシュアイ効果を組み合わせたインタフェースへのアプローチ

2.1.2.1 オーバービュー-ディテール効果へのアプローチ

オーバービュー-ディテールの効果は，全体を表示するオーバービューと詳細を表示するディテールを組み合わせにより全体に対する詳細の位置と全体から詳細へのアクセスを可能にする．オーバービューとして最もよく使用する表示方法は全体の縮小画像表示で

あるが、ディテールの表示に特徴がなければオーバービューから発見し難い問題がある。そのため、本研究のオーバービューでは、自動的に生成したドキュメントの目次をインタフェースとして利用する。我々は、実際に目次を使って現在の読み位置を知ったり、興味や関心のあるページを発見して飛ばし読みすることをおこなっている。また、Jones[12]は、目次をアクセスデバイスとして有効な可能性があるインタフェースであると述べている。

目次型のインタフェースの作成は、ドキュメントに含まれる章のタイトル、節のタイトル、およびセグメントに含まれるキーワードを順に抜き出し表示した。セグメントに含まれるキーワードは、出現キーワードの頻度順番において上位にきた名詞を選択し、最も頻度の高い名詞を含む一文中のキーワードを表示した。これは、人に印象を与えることにおいて語の並びが重要であると考えにもとづく。

2.1.2.2 フィッシュアイ効果へのアプローチ

ドキュメントにおけるフィッシュアイ効果は、注目する点 (focus) とそれ以外の部分の概観 (context) を字の大きさや濃さの強弱をつけることで、ユーザが重要な点を気付くことを支援する。そのため、この効果では注目する点を選択が重要であり、ドキュメントにおいてはドキュメントの重要文を選択することが大切となる。本研究では、この重要文の選択に提案する重要文抽出アルゴリズムを適用した。提案する重要文抽出アルゴリズムについての詳細を以下に説明する。

重要文抽出アルゴリズム

本研究のフィッシュアイ効果の重要文は、読み手の指標となる文を選択することを目的とする。これは、テキスト要約分野における判断利用のための要約と考えることができる。そのため、本研究の重要文は、話題の多様性と話題と文章全体の意味関係を考慮する必要があると考えて、以下の仮説をたてた。

セクション（或はサブセクション）全体に分散する単語は，そのセクション（或はサブセクション）を表現する単語であるため重要である．特定のセグメントにだけ集中する単語は，そのセグメントを表現する単語であるため重要である．それら 2 つのタイプの単語が含まれる文は，全体と部分を結びつける文であるため重要な文である．

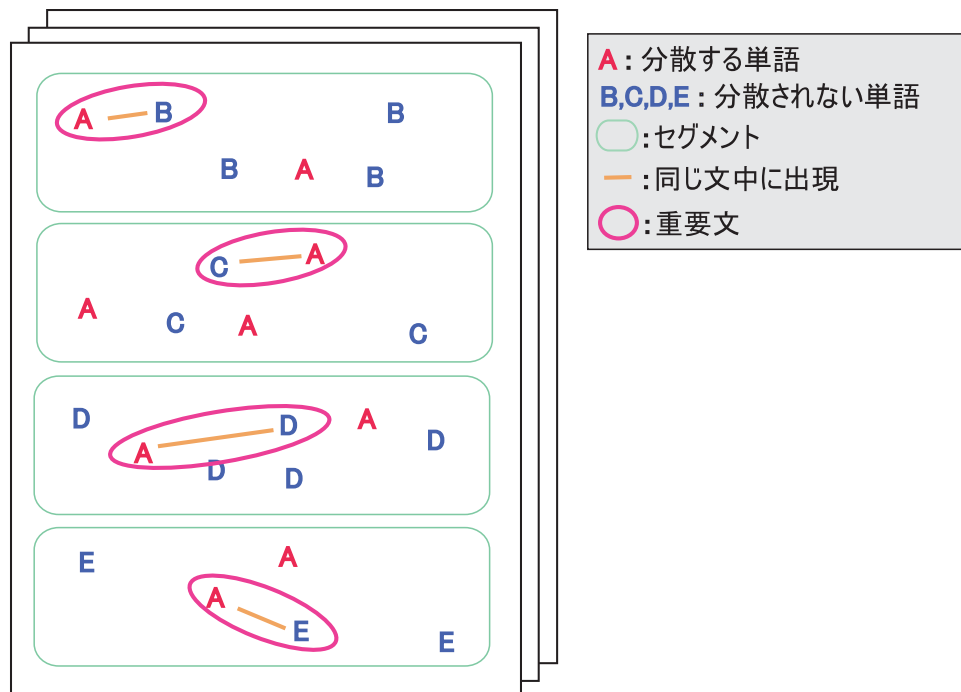


図 2.1: 本重要文抽出手法への仮説の説明図

仮説を図 2.1 の本重要文抽出手法への仮説の説明図をもとに説明する．A はセクション全体に分散する単語であり，B，C，D，E は特定のセグメントに集中する単語である．A はセクション全体を表現する単語であり，B，C，D，E は各セグメントを表現する単語であることから，A と各セグメントを表現する単語（B，C，D，E）が含まれる文（図 2.1 における線の関係）を重要文（図 2.1 において円で囲まれた文）であると考えた．これは，セクションにおける各セグメントへの単語の分散を考慮した考え方であるといえる．本研究では，この仮説をもとに分散値を用いた重要文抽出アルゴリズムを提案する．また，箇条書きの第一文目と手掛かり語が含まれている文も重要文として選択した．経験上において，論文では箇条書きは重要な意味を持つと考え，箇条書きの第一文目を重要な文とした．手掛かり語には，「本論文は，提案 [する | した].，したがって，従って」を用いた．

重要文抽出アルゴリズムの計算手順は，単語の重要度の計算，文の重要度の計算，そして，重要文抽出の順におこなう．単語の重要度計算は，各セクション（或はサブセクション）ごとにおこなった．各単語の重要度は，セグメントへの分散値と出現単語の分散値の平均との差のスカラール量とした．単語の重要度計算式を (式:2.2) に示す．

$$\begin{aligned} TermWeight &= |\sigma^2(x) - \bar{\sigma}^2| \\ &= \left| \sum_{k=0}^N \frac{(x_k - \bar{x})^2}{N} - \bar{\sigma}^2 \right| \end{aligned} \quad (2.2)$$

次に，文の重要度計算をおこなう．各文の重要度は，文に含まれる単語の重要度の和を単語数で割った値とした．単語数で割ることにより，長い文が重要文として選ばれ易くなることを防ぐ．

最後に，重要文抽出の計算をおこなう．本手法では，抽出する文の数を全体の文の数の 20 %とした．重要文抽出アルゴリズムの手順を以下に示す．

- 1) 手掛かり語を含む文と箇条書きの第一文目を重要文として抽出する
- 2) 抽出された重要文が総文数 20 %を超えたなら終了が，超えていなければ，次の処理をおこなう
- 3) 文の重要度に基づき，抽出された重要文が総文数の 20 %を超えるまで選択する

以上の重要文抽出によって選択された文をフィッシュアイ効果により、注目する点として表示する。

2.1.3 その他の支援効果

その他の支援効果として、本システムでは2種類のキーワードのハイライトをおこなった。一つ目のキーワードのハイライトは、ユーザが選択したキーワードによるハイライトであり、もう一つはシステムが選択したキーワードによるハイライトである。ユーザが選択したキーワードのハイライトは、目次型インタフェースであるオーバービューとディテールに適用する。目次型インタフェースのハイライト効果はセグメント中にキーワードが含まれた箇所をハイライトすることで、ドキュメント全体におけるセグメント間の気付きを支援する。ディテールのハイライトは選択されたキーワード自身をハイライトし、それにより、そのキーワードが含まれている文の気付きを支援する。ユーザが選択したキーワードは、システムが提示するキーワードリストから選択する。このキーワードリストは、ドキュメント全体の名詞を TF・IDF により上位 30 語をリスト化したものである。

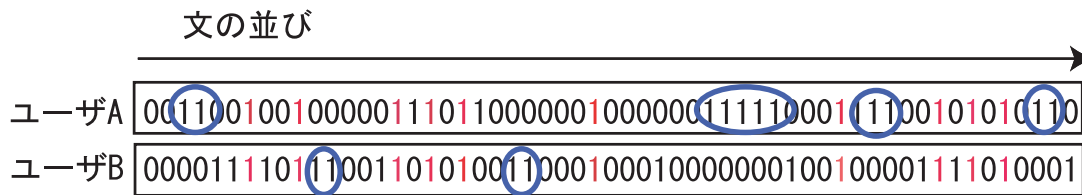
また、システムが選択したキーワードのハイライトは、各セグメントごとにキーワードが異なる。このハイライトの効果により、セグメント内の重要文との文のつながりを気付きさせる支援をおこなう。システムがセグメントごとに選択したキーワードは、2.1.2.1 の目次型インタフェースの生成で使用したキーワードを利用する。

2.2 要約提供システムの設計

各ユーザごとの関心や知識によって、文章を読む観点が異なる。要約生成においても、ユーザの観点によって正解となる要約が異なる [18]。したがって、我々は、ユーザの嗜好を考慮した要約提供システムを構築する。

要約提供システムのアプローチとして、各論文ごとにユーザが関心や興味のある文をユーザプロファイルとして協調フィルタリングをおこなう。ユーザの関心や興味のある文の抽出には、スキミング支援システムによって選択された文を利用する。

要約提供支援システムのアプローチを図 2.2 の要約提供システムへのアプローチの説明図をもとに説明する。図 2.2 中の文の並びでは、ユーザ A とユーザ B が選択された文を 1,



文書の基本構造

その他は、興味や知識による偏り

図 2.2: 要約提供システムへのアプローチの説明図

選択しなかった文を 0 と表し、指標となる文は予めシステムが選択した文を表している。一人が選択し、もう一人が選択した文は、関心、興味、あるいは知識などの要因によって異なると考えた。例えば、ユーザ A がテキスト要約分野について知識がないが興味のある場合は詳細まで知ろうとするが、ユーザ B がテキスト要約分野に精通しているならポイントを抑えた読み方をするであろうと思われる。そのため、本研究では、「スキミング支援システムでは重要文抽出により予め指標となる文が選択されているが、それに対し付加する文はユーザごとに興味や関心が反映している」と考えた。

以上の仮説をもとに、本要約提供システムは、スキミング支援システムの履歴を利用しユーザ間の履歴の類似性を求め、類似性が高いユーザが作成した論文の要約を提供する。スキミング支援システムの履歴は図 2.2 の 1 をユーザが注目した文とし、0 をそれ以外の文とした 0,1 の羅列であり、それをもとにドキュメントごとにユーザ間の類似度を計算し足し合わせることをおこなう。類似度の計算には、(式：2.1) の Jaccard 係数を用いる。

2.3 システムの実装

2.3.1 ドキュメントスキミング環境の概念設計図

本研究において構築したドキュメントスキミング環境の概念設計について図 2.3 をもとに説明する。

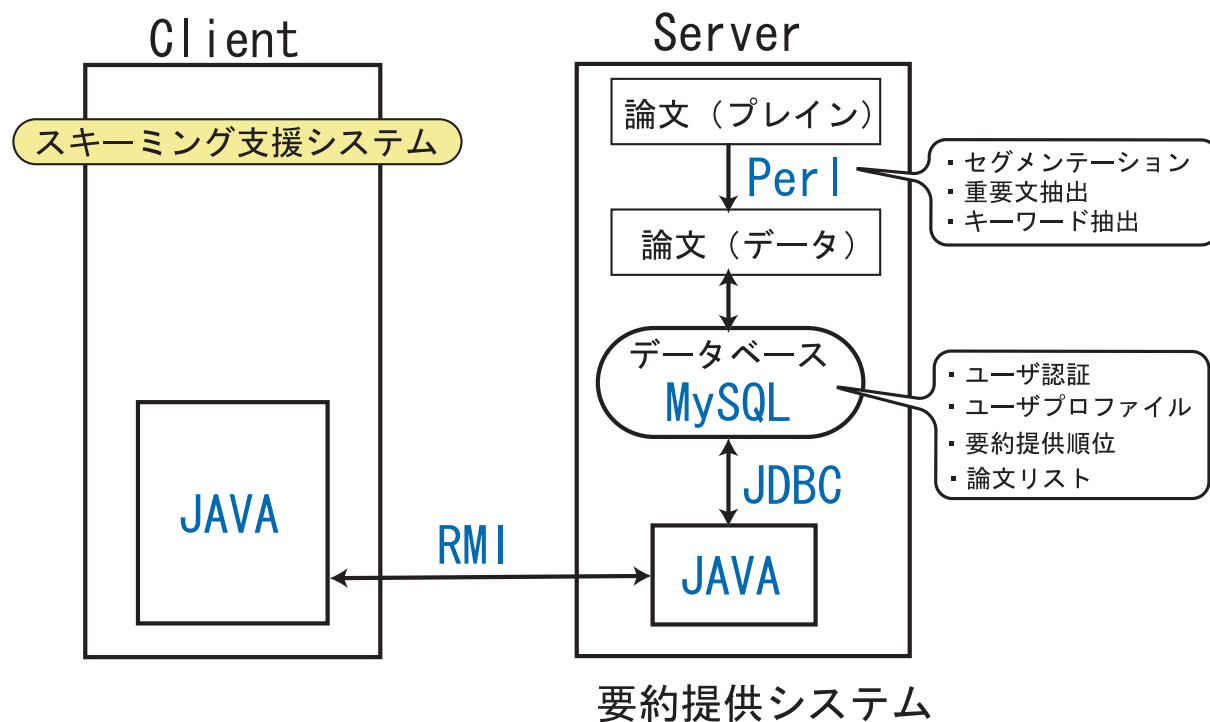


図 2.3: ドキュメントスキミング環境の概念設計図

全体のシステムは、ネットワークを用いたクライアント・サーバー型のアプリケーションである。クライアント側は、スキミング支援システムであり、プログラミング言語として JAVA でインタフェースの構築をおこなった。サーバー側の環境として、OS は Vine Linux であり、データベースは MySQL を使用した。データベースには、ユーザ認証、ユーザ履歴、要約提供順位、論文リストのためのテーブルが登録されている。ネットワークインタフェースには JavaRM を使用し、データベースのアクセスインターフェースには JDBC、論文のプレーンデータからシステムが使用するデータ変換には Perl を使用した。また、形態素解析ツールには、茶筌 [14] を使用した。

2.3.2 スキーミング支援システムの実装

スキーミング支援システムは、サーバーを介してユーザ認証からおこなう。図 2.4 は、スキーミング支援システムのログイン画面であり、名前とパスワードを入力する。

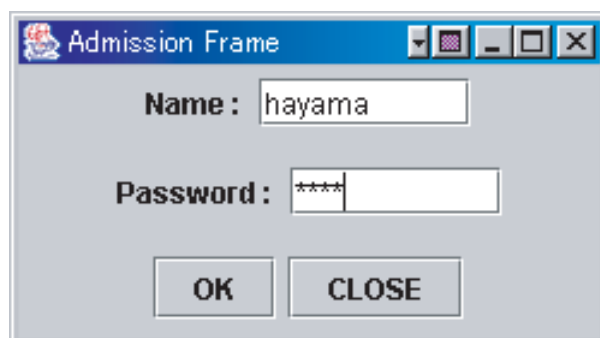


図 2.4: スキーミング支援システムのログイン画面

ユーザ認証後、図 2.5 のスキーミング支援システムのインタフェースが表示される。図 2.5 において、左側のインタフェースが目次型インタフェースであり、右側のインタフェースがフィッシュアイ効果を用いたディテールインタフェースである。目次型インタフェースでは、現在ディテールに表示している位置をオレンジ色で表示し、ユーザが選択したキーワードを含むセグメントの位置を青色で表示する。また、アクセスデバイスとしての機能は、ある位置をマウスでクリックすることによってディテールインタフェースにそのセグメントに含まれる文を表示する。

ディテール画面において、フィッシュアイ効果により注目する文はそれ以外の概観となる文に比べフォントの色を濃く、サイズを大きくした。概観となる文には文の重要度に基づく優先度を赤色の数字で付加した、優先度の値は小さいほど優先度を高いことを意味する。上部のチェックボックスでは、「High Light Word」を選択することでシステムが選択したキーワードを赤色にハイライトし、「High Light Keyword」を選択するとユーザが選択したキーワードを青色にハイライトする。また、文をマウスクリックすることで、その文のフィッシュアイ効果を切り替えることができる。

図 2.6 は、ユーザがキーワードを選択するフレームである。左側のキーワードはユーザが選択するためのキーワードの一覧リストであり、右側のキーワードはユーザがすでに選択したキーワードのリストである。選択・削除は、マウスクリックによりおこなう。

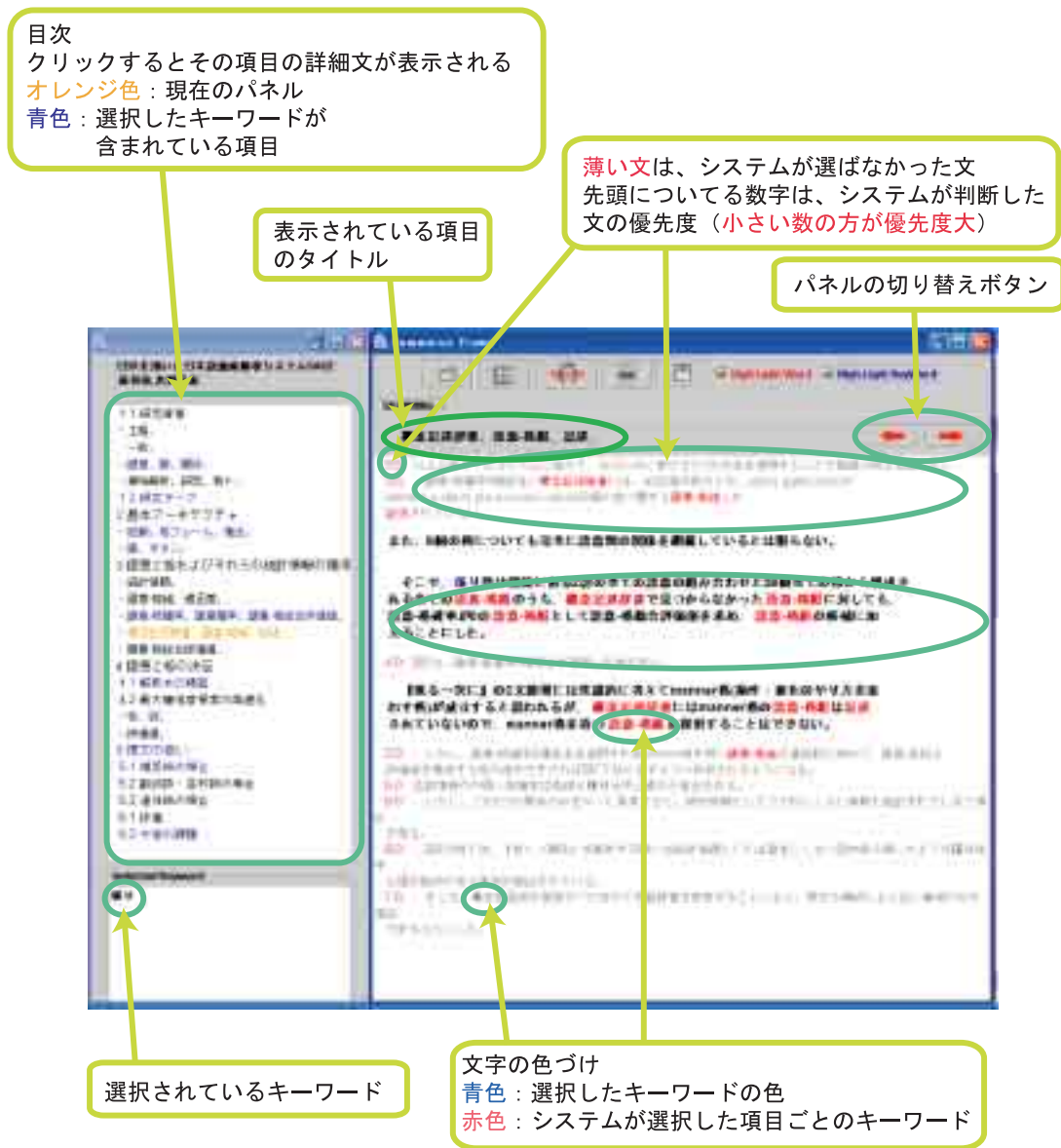


図 2.5: スキミング支援システムのインタフェース画面

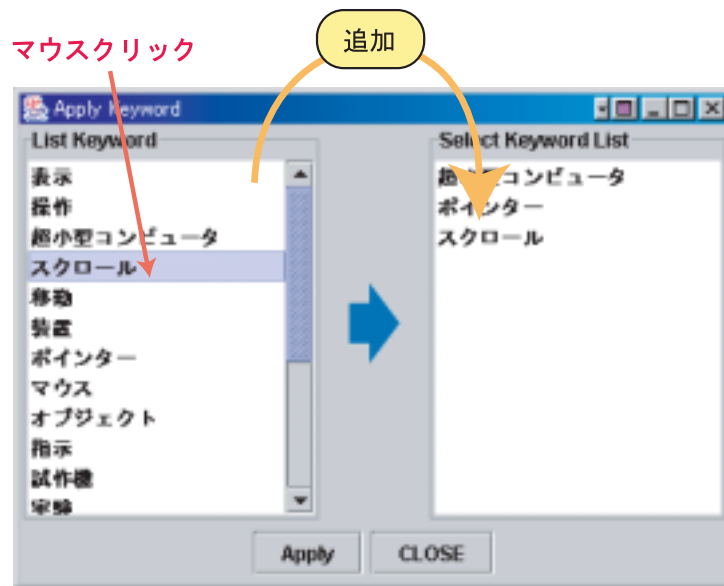


図 2.6: スキーミング支援システムのキーワードリスト画面

データの保存は，上部のボタンを押すことで自動的にサーバーのデータベースへ保存する．また，再度読み直した場合の保存は，データの更新をおこなう．

2.3.3 要約提供システムの実装

図 2.7 は，要約提供システムによって提供された要約の表示画面である．この画面は，論文リストから読みたい論文を選択することで，サーバー側の要約提供システムがそのユーザにとって類似度の高い人の要約を提供する．もし，ユーザが過去に読んだことのある論文を選択したなら，要約提供システムは本人が過去に作成した要約が提供する．要約は，スキーミング支援システムの画面からタブを切り替えることで表示される．

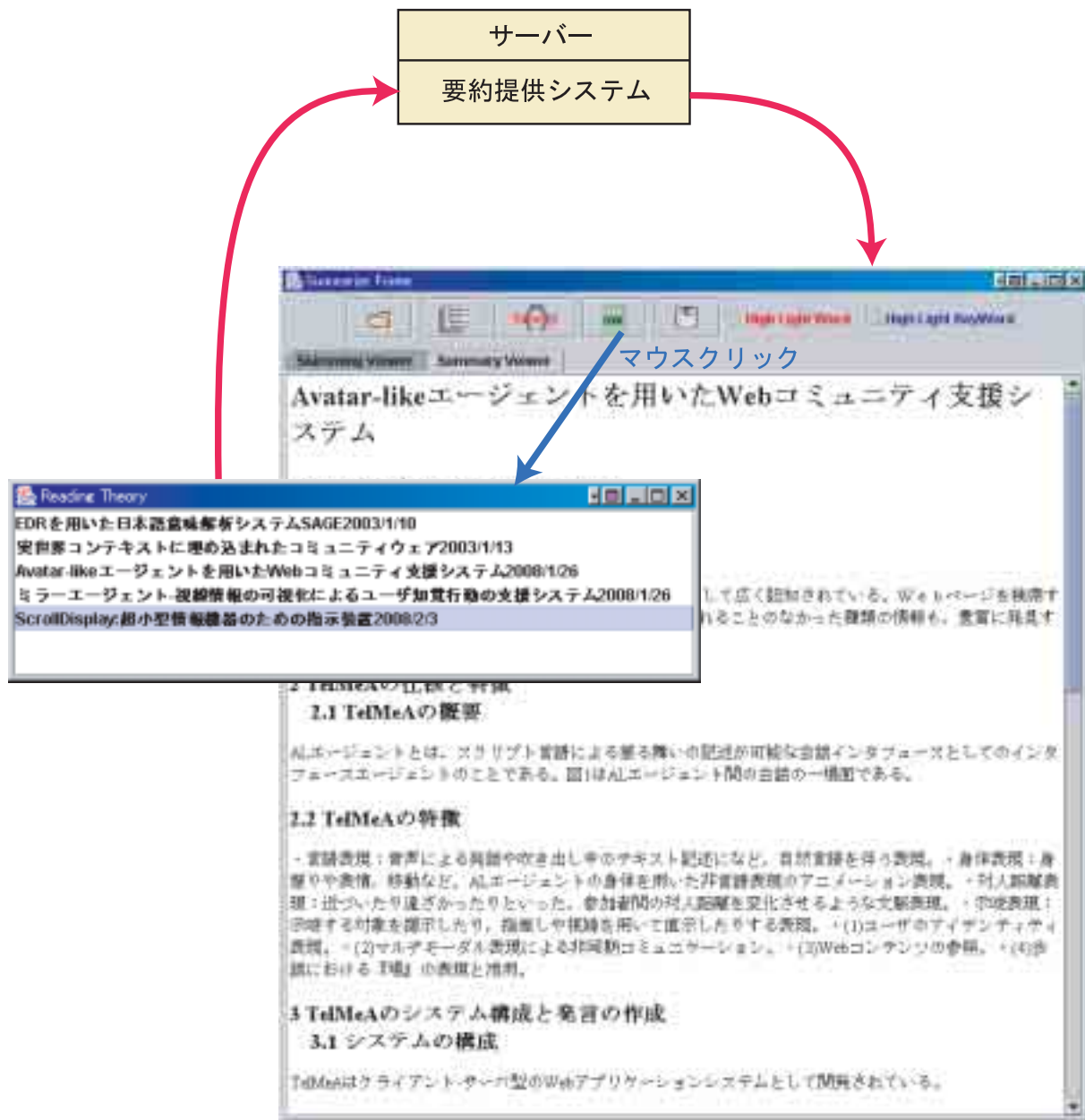


図 2.7: 要約提供システムによって提供された要約の表示画面

第3章 システムの評価

3.1 重要文抽出アルゴリズムの評価

3.1.1 実験方法

本実験の目的は、提案した重要文抽出アルゴリズムの精度を評価することである。評価方法は、人手で作成した正解データをもとに本手法と簡易要約器 Web Posum¹と比較した。正解データは、大学院生（博士前期過程）の評価者7人が個別に抽出した重要文に対し過半数（4人以上）の人が選択した文とした。評価に用いた論文は以下の3本である。

A: 椎尾一郎, “Scroll Display:超小型情報機器のための指示装置”, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.5, pp.1448-1454, 1998

B: 塩澤秀和, 野田純也, 岡田謙一, 松下温: “奥行きを利用した3次元協調作業空間”, 情報処理学会グループウェア研究会, 98-GW-29(5), pp.25-30, 1998

C: 原田 実, 水野 高宏: “EDR を用いた日本語意味解析システム SAGE ”, 人工知能学会論文誌, Vol. 16, No. 1, pp.85-93, 2001

評価尺度は、テキスト要約の評価で用いられる（式：4.1）,（式：4.2）,（式：4.3）の再現率, 精度, F-measure を用いた。また, Posum の適用手法は, 出現頻度を用いた手法と分類語彙表による単語間のつながりを利用した手法の2つに対しておこない, 要約率は章または節ごとに20%とした。

$$\text{再現率 (recall)} = \frac{\text{正解データと適合した文数}}{\text{実際に適合する文の総数}} \quad (3.1)$$

¹<http://www-cl.tufts.ac.jp/pub/tools/posum/>

$$\text{精度 (precision)} = \frac{\text{正解データと適合した文数}}{\text{正解データの文の総数}} \quad (3.2)$$

$$F - \text{measure} = \frac{2 \times \text{再現率} \times \text{精度}}{\text{再現率} + \text{精度}} \quad (3.3)$$

3.1.2 評価結果

論文 3 本に対し，本重要文抽出アルゴリズムと簡易要約器 Posum を用いた頻度あるいは分類語彙表を用いた抽出アルゴリズムの精度の比較をおこなった．論文に対し各手法の重要文抽出結果を表 3.1 に示す．本アルゴリズムと Posum の抽出した文の数を比較した場合，本手法がそれぞれの論文において多くの文数を抽出している．この原因として，各手法において総文数の 20 % の文数を抽出する適用範囲が異なるための誤差である．Posum はセクションあるいはサブセクションごとに適用しているが，本手法ではさらに小さい単位のセグメントごとに適用している．また，抽出率が 20 % という値については，各論文の正解数と各手法が選択した文数を比較すると妥当な値であると考える．

表 3.1: 本アルゴリズムと簡易要約器 Posum の重要文抽出結果

	正解データ数	手法	適合する文数	正解データに適合する文数
論文 A	38	Posum(頻度)	28	7
		Posum(分類語彙表)	28	9
		本アルゴリズム	33	17
論文 B	18	Posum(頻度)	16	7
		Posum(分類語彙表)	16	7
		本アルゴリズム	20	9
論文 C	65	Posum(頻度)	37	10
		Posum(分類語彙表)	37	9
		本アルゴリズム	48	27

表 3.1 の結果から，再現率，精度，F-measure を求めた結果を表 3.2 に示す．

表 3.2: 表 3.1 の結果から求めた再現率, 精度, F-measure の値

論文	システム	再現率	精度	F-measure
論文 A	Posum (頻度)	0.25	0.18	0.21
	Posum (分類語彙表)	0.24	0.24	0.27
	本システム	0.52	0.45	0.48
論文 B	Posum (頻度)	0.44	0.39	0.41
	Posum (分類語彙表)	0.44	0.39	0.41
	本システム	0.45	0.50	0.47
論文 C	Posum (頻度)	0.15	0.27	0.20
	Posum (分類語彙表)	0.14	0.24	0.18
	本システム	0.46	0.56	0.48

各論文において, 再現率, 精度, F-measure とともに簡易要約器 Posum よりも本重要文抽出手法が高い値を得た. また, Posum の値が各論文に対してそれぞれ大きく異なっているが, 本重要文抽出手法は, F-measure の値が 0.47~0.48 の安定した値が得られた.

3.1.3 考察

本研究の重要文抽出手法は, 表 3.2 より良好な結果が得られた. その要因として, 簡易要約器 Posum が論文に特化していないという理由があげられる. 本手法では, 手掛かり語と簡条書きのはじめの文を抽出するといった論文に特化したヒューリスティックルールを利用している. そのため, 追加実験として分散値のみを使用した重要文抽出の評価をおこなった. その実験結果を表 3.3 に示し, 結果から求めた再現率, 精度, F-measure を表 3.4 に示す.

表 3.2 と表 3.4 の結果を比べると, 分散値のみを用いた手法は, 手掛かり語と簡条書きのはじめの文も抽出する手法に比べて再現率, 精度, F-measure とともに評価値は低くなっており, 論文に特化した手法であるといえる. しかし, 簡易要約器 Posum の評価値と比べると論文 B に対しては, 分散値のみの重要文抽出手法が低いものの論文 A と論文 C に対しては高い評価値を得た. そのため, 分散値を用いたアプローチは有効であったとい

表 3.3: 分散値のみを用いた重要文抽出手法の結果

	正解データ数	適合する文数	正解データに適合する文数
論文 A	38	33	9
論文 B	18	18	6
論文 C	65	41	20

表 3.4: 表 3.3 から求めた再現率, 精度, F-measure の値

	再現率	精度	F-measure
論文 A	0.24	0.27	0.25
論文 B	0.33	0.33	0.33
論文 C	0.31	0.49	0.38

える.

次に, 分散値を用いた手法が抽出した箇所の考察をおこなう. 簡易要約器 Posum の頻度と分類語彙表を用いた手法は, 本実験においてほとんど同じ文を抽出している. そのため, 分散値を用いた手法と簡易要約器 Posum の頻度を用いた手法が抽出した文の違いと正解データに適合する文の違いを求めた. その結果を表 3.5 に示す.

表 3.5: 重要文抽出手法 (分散値のみ) と簡易要約器 Posum の頻度を用いた手法が抽出した文の相違

	適合する文数	正解データに適合する文数	Posum(頻度)が適合する文数	Posum(頻度)が正解データに適合する文数	Posum(頻度)と同じ抽出をおこなった文数	正解データにおいて Posum(頻度)と同じ抽出をおこなった文数
論文 A	33	9	26	7	6	3
論文 B	18	6	18	7	7	3
論文 C	41	20	37	10	12	3

分散値を利用した手法と簡易要約器 Posum の頻度を利用した手法が共通して抽出した

文は、各論文において3文であった。共通して抽出した文数は、分散値を利用した手法が正解データを抽出した文数に対して、論文Aにおいて33%、論文Bにおいて50%、論文Cにおいて15%である。そのため、分散値を利用した重要文抽出手法は、簡易要約器Posumが抽出する文と異なる文を抽出しているといえる。論文Cにおいて抽出した文長を見ると、簡易要約器Posumの手法は平均20.91語に対し分散値を利用した手法は平均9.17語と比較的短い文を抽出している。簡易要約器Posumが直接語の語彙結束性を考慮しているアプローチに対し、本重要文抽出手法の語の位置を考慮した分散値を用いた手法も有効なアプローチであるといえる。

3.2 スキーミング支援システムの評価

3.2.1 実験方法

本実験の目的は、普通にドキュメントを読んだ場合とスキーミングをおこなった場合において本スキーミング支援システムが読解支援をおこなっているかの評価をおこなった。本実験は、2003年1月14日から2003年1月21日の期間において、合計18人（各場合9人ずつ）の被験者によっておこなった。評価方法は、それぞれに場合において印刷した紙面、サムネール²を加えたAcrobat Reader、そして、本スキーミング支援システムから3つの方法で論文を読む時間と理解度を考慮した（式：3.4）の評価指数によっておこなった。評価指数は、Jacksonの効率的読解度[11]に対し各論文の文章と問題の難易度を考慮するために各論文ごとに時間の正規化をおこなった値である。理解度は、Jacksonの方法と同様に各論文に対する問題を解いた正解数とした。

$$\text{効率的読解度} = \frac{\text{各論文に対し正規化された読むのにかった時間}}{\text{問題の正解数}} \quad (3.4)$$

本実験に用いた論文は、以下の3つである。

D: 堀口 正一, 山口 智浩: “ミラーエージェント: ユーザの行動履歴を可視化するユーザ支援システムの提案”, 人工知能学会全国大会 (第15回) 論文集, 2001

²全体の縮小版を表示するオーバービュー-ディテイル効果を用いたインタフェース

E: 高橋 徹, 濱崎 雅弘, 武田 英明: “ Avatar-like エージェントを用いた Web コミュニティ支援システム ”, 人工知能学会全国大会 (第 15 回) 論文集, 2001

F: 角 康之, 間瀬 健二: “ 実世界コンテキストに埋め込まれたコミュニティウェア ”, 情報処理学会論文誌, vol.41, no. 10, pp.2679-2688. 2000

普通に読んだ場合において時間の制約はないが, スキーミングをおこなった場合において時間の制約をおこなった. スキーミングにおける時間の制約は, 普通に読んだ場合に被験者がかかった平均時間を求め, その 4 分の 3 時間とした. 実験環境として使用したモニターは, CRT ディスプレイ 21 インチを用いた. また, ドキュメントのみを対象とした研究のため, 論文に含まれる図, 表, 概要などは取り除いた.

実験手順は, 各論文に対し読んだ後の問題を解くということを交互におこなった. 論文を読む被験者の疲労を考慮して, 論文の読む順番はすべての被験者が同じ順番で読んだ. 各論文の読む方法は人によって異なるが, 読む方法はランダムに順番を決め, 最終的に実験結果として得られる各論文に対する各読み方が同じ数になるようにした. また, 出題した問題は, 論文の主な形式である「背景・目的, アプローチ, 評価, 考察」のすべてから出題するようにし, 本実験のために作成した 7 問の正誤問題を用いた.

3.2.2 評価結果

普通に読んだ場合とスキーミングをおこなった場合の紙, サムネールを加えた Acrobat Reader, および本スキーミング支援システムの平均読解時間および平均正解数を表 3.6 に, 効果的読解度を表 3.7 に示す.

表 3.6 から普通に読んだ場合の平均読解時間において読み方の違いの最小時間と最大時間の差は, 100 秒ほどでありほとんど変わらない. また, 3 つの方法において平均正解数もほとんど変わらない. 一方, スキーミングをおこなった場合の平均読解時間は時間が決まっていたためほとんど変わらないが, 平均正解数においては大きく異なる. スキーミングをおこなった場合の平均正解数は, 普通に読んだ場合に比べて紙において 1.06 の低下, サムネールつき Acrobat Reader において 1.67 の低下, スキーミング支援システムにおいて 6.0 の低下であった. 平均正解数において最も低下率の大きな方法はサムネール付き Acrobat Reader であり, 最も低下率の小さな方法はスキーミング支援システムであった.

表 3.6: 普通に読んだ場合とスキージングをおこなった場合の平均読解時間と平均正解数

実験方法	読み方	平均読解時間 (秒)	平均正解数
普通に読んだ場合	紙	1030	4.89
	サムネール付き Acrobat Reader	979	4.89
	スキージング支援システム	938	4.83
スキージングをおこなった場合	紙	669	3.83
	サムネール付き Acrobat Reader	668	3.22
	スキージング支援システム	698	4.33

表 3.7: スキージングをおこなった場合における効率的読解度の結果

実験方法	読み方	効率的読解度
普通に読んだ場合	紙	6.71
	サムネール付き Acrobat Reader	6.78
	スキージング支援システム	6.51
スキージングをおこなった場合	紙	6.09
	サムネール付き Acrobat Reader	8.00
	スキージング支援システム	5.91

表 3.8: 普通に読んだ場合における効率的読解度の分散分析結果

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	F 境界値
グループ間	9.93E-05	2	4.97E-05	0.034368933	3.402832
グループ内	0.034675	24	0.001445		
合計	0.034774	26			

表 3.7 の効率的読解度では，普通に読んだ場合においてスキージング支援システムが最も効率がよかった方法であったが，表 3.8 に示す分散分析結果において平均値に有意差がなかった．一方，スキージングをおこなった場合における表 3.9 に示す分散分析結果においては平均値に 10 % の有意差があり，最も効率がよかった方法はスキージング支援システムであり，最も効率が悪かった方法はサムネール付き Acrobat Reader であった．また，システムの履歴から被験者 18 人中 18 人がボタンより目次型インタフェースを優先的に利用していた．

表 3.9: スキージングをおこなった場合における効率的読解度の分散分析結果

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	F 境界値
グループ間	0.006709	2	0.003354	2.732029103	2.538329
グループ内	0.029467	24	0.001228		
合計	0.036175	26			

また，実験終了後にアンケートをおこなった．「問題」の適切性，システムに表示された文字の大きさ，読みやすさ，システムの使い方，応答時間を被験者に 5 段階評価した結果と 3 つの中で有効な方法を 1 つ選択した結果を表 3.10 に示す．表 3.10 から，本実験で利用した問題は 4 という高い値が得られたことから，出題問題は適切であったと思われる．有効な方法に対しては，普段は紙上から読んでいる人が 18 人中 17 人だったが，実験後では 18 人中 10 人が紙よりも本システムが有効であったとしている．

アンケートのフリーアンサーを以下に示す．

表 3.10: 実験終了後の評価アンケート結果

「問い」の適切さ	4/5
文字の大きさ	4.06/5
文字の読みやすさ	3.47/5
使い方	4.65/5
応答時間	3.94/5
有効な方法	紙：10 人 サムネール付き Acrobat Reader：0 人 スキミング支援システム：8 人

アンケートのフリーアンサーの結果

- 使い慣れればシステムが有効だと感じた（8 人）
- 読み返しに有効であった（5 人）
- 目次インタフェースが直感的で使いやすかった（3 人）
- 色やフォントのカスタマイズをしたい（2 人）
- フィッシュアイ効果の注目された文が印象がのこった（2 人）
- セグメント分割表示が読みやすい（1 人）
- キーワードのハイライトが適切でない（1 人）
- セグメント分割が間違っている所が読みづらい（1 人）
- Java のフォントが汚い（1 人）

3.2.3 考察

普通に読んだ場合において、本実験では紙とコンピュータ画面からドキュメントを読む効率的読解度の有意差は得られなかった。これは、Muter[?]の実験結果と同様であり、本実験環境が Muter の実験環境とほぼ同じであるといえる。その中で、本スキミング支援システムも紙やサムネール付き Acrobat Reader とほぼ同じ効率的読解度の値を得た。スキミングをおこなった場合において、紙とコンピュータ画面からドキュメントを読む効率的読解度の有意差は得られた。これも、Muter の実験結果と同様であり、その中で本スキミング支援システムが最も効率的読解度がよかった。図 3.1 に表 3.7 のスキミングをおこなった場合の効率的読解度を棒グラフで表示した。Muter の実験では、コンピュータ画面より紙の方が効率的読解度が 41 % 良いという結果が得られた。本実験でもコンピュータ画面（サムネール付き Acrobat Reader）より紙の方が効率的読解度が 31 % よいという数字が得られ、さらに本スキミング支援システムは紙より 3 % よいという結果が得られた。Muter の 41 % と 31 % という値の違いは、実験に用いたディスプレイの性能の違いであると思われる。本実験のディスプレイの方が性能とサイズがよい。表 3.6 において、普通に読んだ場合からスキミングをおこなった場合では時間制限からすべての方法において平均正解数が低下しているが、最も低下率が低かったのがスキミング支援システムであった。この結果から、本スキミング支援システムを利用することでコンピュータ画面からのスキミングの難しさが解決されたといえる。

また、スキミング支援システムのインタフェースの評価では、目次インタフェースの利用性について被験者の履歴やフリーアンケート結果からアクセスデバイスとオーバービューとして有効であるという結果が得られた。ディテール効果において、文字表示の悪さについての指摘が多かった。特に多かった指摘は、「文字の間隔が狭い」、「文間が狭い」などの間隔による読みにくさであった。本実験では、文字表示についてほとんど配慮しなかった。そのため、間隔を考慮することでより良い読みやすさを提供するシステムが構築できると考える。フィッシュアイ効果においては、フリーアンケート結果から「読み直しに有効なシステムであると思われた」、「注目された文が印象に残った」など良い結果が得られた。また、使い慣れの指摘も多く得られ、2, 3 度使った被験者には、「使い慣れると文章の意図がつかみやすい」という意見が多かった。

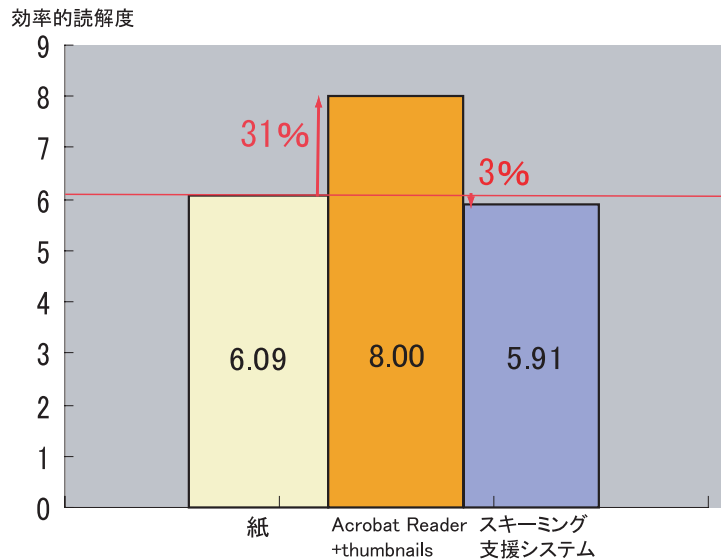


図 3.1: スキミングにおける効率的読解度の比較した棒グラフ

3.3 要約提供システムの評価

3.3.1 評価方法

本実験の目的は、スキミング支援システムの履歴の類似度がユーザが嗜好する要約であるかの検証をおこなうことである。本実験は、被験者4人（A、B、C、D）に対し、2003年1月24日から2003年2月2日までおこなった。評価実験には、論文Eを用いた。評価方法は、以下の手順でおこなう。

- スキミング支援システムを使用し、各被験者の選択した文の履歴をもとに他の被験者との類似度を求めた
- 各被験者の履歴から作成した要約4本を被験者に提示し、要約に対しての嗜好の順位を1から4まで評価をしてもらった
- システムが求めた類似度と各被験者が評価した順位の相関を調べる

次に、各ユーザの履歴から求めた被験者間の類似度の分析をおこなう。本実験では、各ユーザの履歴は、興味・関心と理解度が反映していると仮定した。本実験の被験者は、スキミング支援システムの評価において普通に読んだ場合の実験に参加している6人であ

る．そのため，論文 D と E における理解度が得られている．理解度は，スキーマ支援システムの評価実験から得た結果である問題正解数を用いた．興味度は，論文 B, D, E に対する各被験者ごとの内容に対する論文間の類似度を比較する．論文 B の内容は，インタフェースであり，論文 D, E の内容はインタフェースエージェントである．

以上のことをまとめると，実験は以下の方法でおこなった．

- 興味・関心の反映性の検証として，要約提供システムが計算した被験者間の類似度について論文間の比較する
- 理解の反映性の検証として，各被験者間の論文 D, E における正解数と類似度を比較する

評価実験に用いた論文は，以下の 3 本である．

B: 椎尾一郎: "Scroll Display:超小型情報機器のための指示装置", 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.5, pp.1448-1454, 1998

D: 堀口 正一, 山口 智浩: "ミラーエージェント:ユーザの行動履歴を可視化するユーザ支援システムの提案", 人工知能学会全国大会 (第 15 回) 論文集, 2001

E: 高橋 徹, 濱崎 雅弘, 武田 英明: "Avatar-like エージェントを用いた Web コミュニティ支援システム", 人工知能学会全国大会 (第 15 回) 論文集, 2001

3.3.2 実験結果

スキーマ支援システムの履歴を用いた論文 B に対する各ユーザの類似度を表 3.11 に，論文 D に対する各ユーザの類似度を表 3.12 に，論文 E に対する各ユーザの類似度を表 3.13 に示す．また各表における下線は，各被験者の類似度が最も高い値であり，囲み罫は最も高い類似度から 0.05 を誤差と考えた範囲の値である．表 3.13 では，被験者 6 人中 4 人が論文 E の被験者自身を含む要約 4 本において自分の嗜好が反映された要約の順位を付け加えた．

表 3.11: 論文 B の類似表

	A	B	C	D	E	F
A	1.00	<u>0.56</u>	<u>0.58</u>	<u>0.47</u>	0.51	<u>0.56</u>
B	<u>0.56</u>	1.00	0.48	<u>0.45</u>	0.53	<u>0.50</u>
C	<u>0.58</u>	0.48	1.00	0.41	<u>0.59</u>	<u>0.55</u>
D	0.47	0.45	0.41	1.00	0.35	0.45
E	0.52	<u>0.53</u>	<u>0.59</u>	0.35	1.00	<u>0.51</u>
F	<u>0.56</u>	0.50	<u>0.55</u>	<u>0.45</u>	0.51	1.00

表 3.12: 論文 D の類似表

	A	B	C	D	E	F
A	1.00	<u>0.70</u>	<u>0.73</u>	<u>0.72</u>	<u>0.35</u>	0.42
B	<u>0.70</u>	1.00	0.56	0.66	<u>0.38</u>	<u>0.52</u>
C	<u>0.73</u>	0.56	1.00	0.63	<u>0.33</u>	<u>0.49</u>
D	<u>0.72</u>	<u>0.66</u>	0.63	1.00	<u>0.33</u>	0.44
E	0.35	0.38	0.33	0.33	1.00	0.34
F	0.42	0.52	0.49	0.44	<u>0.34</u>	1.00

表 3.13: 論文 E の類似表

	A(順位)	B(順位)	C(順位)	D(順位)	E	F
A	1.00(1)	<u>0.68</u> (2)	0.49(4)	<u>0.65</u> (2)	<u>0.67</u>	0.47
B	<u>0.68</u> (2)	1.00(1)	<u>0.57</u> (3)	<u>0.69</u> (3)	0.57	0.51
C	0.49(4)	0.57(4)	1.00(1)	0.55(4)	0.58	<u>0.61</u>
D	<u>0.65</u> (3)	<u>0.69</u> (3)	0.55(2)	1.00(1)	0.57	0.48
E	<u>0.67</u>	0.57	<u>0.58</u>	0.57	1	0.41
F	0.47	0.51	<u>0.61</u>	0.48	0.41	1

要約提供システムが計算した類似度に基づく 4 人の被験者 (A, B, C, D) の順位とその被験者が実際に選択した要約の順位を表 3.13 をもとに相関係数を求めた。被験者が選択した要約の順位は、優先度が最も高い値を 1 とした。結果として得られた値は、-0.870254536 であり、自由度 14 において 1 % 有意水準で相関があった。

表 3.14 では、表 3.11～13 において各被験者の類似度の高い被験者のみを示す。

表 3.14: 各被験者の各論文に対する類似性が高い被験者のリスト

	A	B	C	D	E	F
論文 B	B,C,F	A,E	A,E	A,B,F	C	A,B,C,E
論文 D	B,C,D	A,D	A	A	A,B,C,D,E,F	B
論文 E	B,D,F	A,D	B,E,F	A,B	A	C

表 3.14 において、論文 3 本中 3 本ともに類似度が高い被験者の組み合わせとしては、被験者 A は被験者 B、被験者 B は被験者 A、被験者 D は被験者 A の組み合わせがある。論文 3 本中 2 本ともに類似度が高い被験者の組み合わせは、全ての被験者において存在する。しかし、各被験者における論文間の相関係数を計算すると、論文 B と論文 D は 0.01、論文 B と論文 E は -0.05、論文 D と論文 E は 0.31 となった。論文 B と論文 D、論文 B と論文 E の組み合わせはほとんど相関がないが、文章的内容的に近い論文 D と論文 E の組み合わせは他の組み合わせより相関が高い。

表 3.15 は、各被験者の類似度の合計と正解数の比較を示す。

表 3.15: 各被験者の類似度の合計と正解数の比較

		A	B	C	D	E	F	相関係数	
論文 D	合計	2.92	2.82	2.72	2.78	1.73	2.21	0.71	0.63
	得点	5	5	3.5	4.5	2	6		
論文 E	合計	7.92	7.82	6.22	7.28	3.73	8.21	0.51	
	得点	6	6	5.5	6	3	4.5		

各被験者間の論文 D, E における正解数の差と類似度の関係と相関係数を表 3.16 に示す. 表 3.16 において, 論文 E のより論文 D の方が類似度および得点差が大きく, 論文 E では高い相関を得たが論文 D では得られなかった.

3.3.3 考察

本実験では, スキーミング支援システムの履歴を用いた類似度に基づく順位と被験者の嗜好により順位付けした論文の要約において有意な相関があることを示した. このことから, ユーザの嗜好に応じた要約提供システムにスキーミング支援システムの履歴を用いることが有効であるといえる.

また, 履歴の類似度と論文間の相関性について分析した. その結果, 相関性は得られなかったが, より内容の近い論文においてやや相関性が見られた. 各ユーザの正解数と類似度においては, 有意な相関を得た. そのため, 履歴の類似度の大きさは, 理解度と相関性があることがいえる..

表 3.16: 論文 D,E における被験者間の類似度と得点差の相関

比較する 被験者	論文 D		論文 E	
	類似度	得点差	類似度	得点差
A-B	0.7	0	0.68	0
A-C	0.73	1.5	0.49	0.5
A-D	0.72	0.5	0.65	0
A-E	0.35	3	0.67	3
A-F	0.42	1	0.47	1.5
B-C	0.56	1.5	0.57	0.5
B-D	0.66	0.5	0.69	0
B-E	0.38	3	0.57	3
B-F	0.52	1	0.51	1.5
C-D	0.66	1	0.55	0.5
C-E	0.33	1.5	0.587	2.5
C-F	0.47	2.5	0.617	1
D-E	0.337	2.5	0.57	3
D-F	0.447	2.5	0.48	1.5
E-F	0.34	4	0.41	1.5
相関係数	-0.7513		-0.173309	

第4章 関連研究

4.1 ドキュメント 読解支援のためのインタフェースの研究

コンピュータ画面から効果的にドキュメントを読むインタフェースには、ライナー効果, オーバービュー-ディテイル効果, そして, フィッシュアイ効果の主に3つの効果が用いられている. 図4.1のフィッシュアイ, オーバービュー-ディテイル, ライナー効果を用いたインタフェースの例を示す.

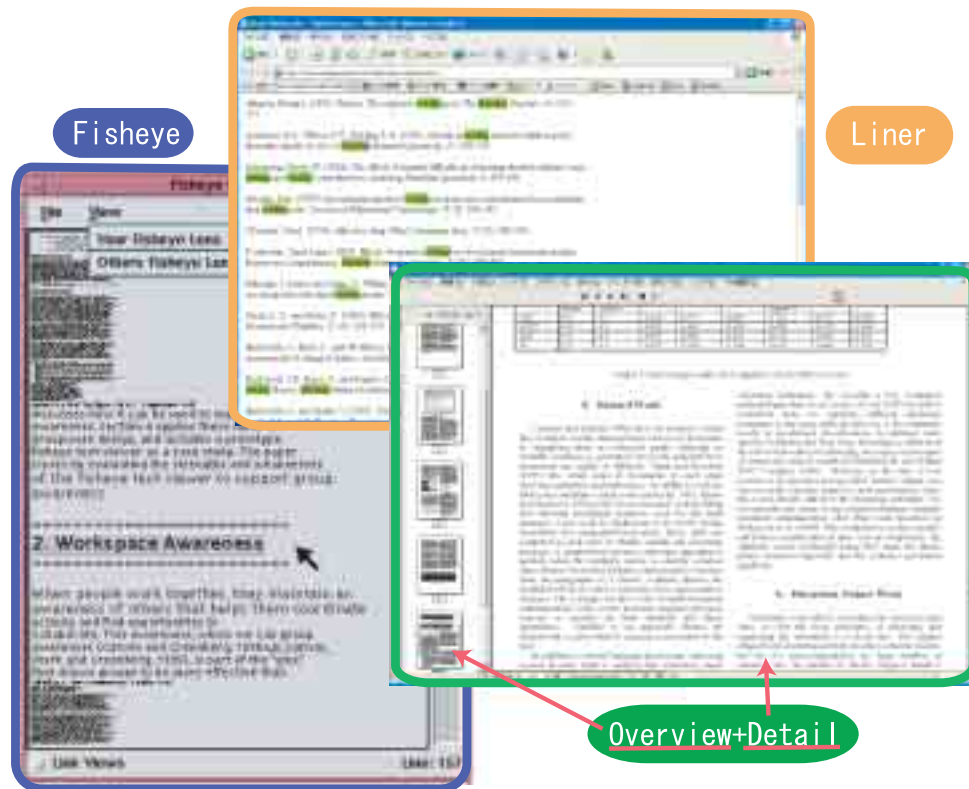


図 4.1: フィッシュアイ, オーバービュー-ディテイル, ライナー効果を用いたインタフェースの例

検索エンジンの Google¹では、ツールバーを用いることで検索結果のホームページに含まれる検索子に対しライナー効果によってハイライトする。Acrobat Readerでは、全体の縮小画像を使ったオーバービュー-ディテイル効果であるサムネールを使用することができる。Fractal Views[8]は、プログラムをフィッシュアイ効果によって表示するインタフェースを持つ。また、複数の効果を組み合わせたシステムとして、Suh[2]とGraham[13]のシステムがある。いずれのシステムも全体の縮小画像を用いたオーバービュー-ディテイル効果とキーワードをハイライトするライナー効果を組み合わせたシステムである。本スキミング支援システムは、自動生成目次型インタフェースを用いたオーバービュー-ディテイル効果、分散値による重要文抽出を用いたフィッシュアイ効果、およびキーワードのハイライトするライナー効果を組み合わせたシステムである。オーバービュー-ディテイル効果とフィッシュアイ効果を組み合わせたインタフェースは、まだない。

4.2 テキスト 要約の研究

対話的テキスト要約は、多くがユーザに首尾一貫性を委ねた重要文抽出手法を用いている。TXTRACTOR[4]は、単語の頻度、手掛かり語、固有名詞と文の位置のパラメータをユーザが調節することで個人化された要約を提供する。Saggion[7]のシステムは、論文のアブストラクトを用いてユーザが興味のある箇所を選択することで嗜好を考慮したアブストラクトを生成する。しかし、対話的テキスト要約の生成自動化は困難である。

Tombros のシステム [24] は、情報検索に用いる検索子を利用することで、ユーザの嗜好に応じた要約を自動的に生成し提供する。しかし、首尾一貫性の問題を解決することはできていない。

本研究では、スキミング支援システムを用いて対話的に生成された要約をもとに協調フィルタリングをおこない、ユーザの嗜好に近いユーザの要約を提供する。これにより、首尾一貫性と嗜好に応じた要約の自動化の問題をある程度解決できる。

¹<http://www.google.com/>

4.3 協調フィルタリングの研究

協調フィルタリングは，ユーザ間の関係を利用して情報のフィルタリングをおこなう．そのため，ユーザ間の関係を求めるためのユーザプロファイルが重要となる．要約提供システムもスキミング支援システムの履歴をユーザプロファイルとし，類似性の高いユーザの要約を提供する強調フィルタリグといえる．

Smart Courier[21] は，アノテーション情報をユーザプロファイルとする論文推薦システムである．Concept Index[25] は，ユーザが指定した興味のあるドキュメントの箇所に含まれるキーワードをユーザプロファイルとするリーディングポイント推薦システムである．本要約提供システムでは，スキミング支援システムによってユーザが着目した文をユーザプロファイルとした．

第5章 さいごに

5.1 結論

本研究では、ドキュメントスキミング環境としてスキミング支援システムと要約提供システムを構築した。スキミング支援システムは、現在読んでいる位置の記憶とドキュメント内の重要な位置を早急に知る支援がスキミングにおいて有効であると考えた。そのため、オーバービュー-ディテールとフィッシュアイを組み合わせた視覚的な効果の利用とスクローリングを軽減するセグメント単位での表示をおこなった。オーバービューには、目次型インタフェースを適用し、フィッシュアイにおいて注目する文の選定には分散値を利用した重要文抽出手法を用いた。また、フィッシュアイ効果は、ユーザによって注目する文とそれ以外の概観をマウスで切り替えることで、対話的にドキュメントを読むことを可能にした。

要約提供システムは、スキミング支援システムの履歴を用いることで観点の近いユーザの履歴を要約として提供した。

評価実験では、重要文抽出手法、スキミング支援システム、および要約提供支援システムの評価をおこなった。重要文抽出手法の評価は人手で作成した正解データを用いて他のシステムとの比較おこなった。その結果、F-measureが平均0.48と比較したシステムより有効な値が得られた。スキミング支援システムの評価は、紙とサムネール付きAcrobat Readerとのスキミングの比較をおこなった。その結果、既存研究においてコンピュータ画面より紙の方が効率的読解度によって41%有意であった結果に比べ、本システムではサムネール付きAcrobat Readerより51%有意、紙より3%有意であった。要約提供支援システムの評価は、被験者による要約の順位とシステムによる要約の順位を比較した。その結果、相関係数が0.87の高い値が得られた。また、スキミング支援システムの履歴が各被験者の理解度と相関があることも確認した。

5.2 今後の課題

本研究の評価実験において得られた課題について以下に述べる。

- スキーミング支援システムのインタフェースの改良

スキーミング支援システムの評価実験において、文字の読み難くさの指摘が多かった。特に、表示する文字間隔の狭さがアンケート結果において読み難さの原因として取り上げられた。今後、システムの細部の表示についても見当していきたい。

- 評価実験の範囲の増大，被験者の増員

評価実験に用いたドキュメントは、本実験において指定した。そのため、要約提供システムでは、興味・関心のフィルタリングにも関わらず、指定した論文の興味・関心の評価に留まった。今後、各ユーザが指定した或は大量の論文を評価実験に用いる必要がある。同様に、被験者においても少人数であったため、興味・関心のフィルタリングが狭い範囲での評価に留まった。今後、被験者においても様々なタイプの被験者が参加した評価実験が必要である。

5.3 本研究の発展性

スキーミング支援システムの履歴が評価実験によってドキュメントの理解度と相関があった。それを応用することでドキュメントの読むポイントを判定し、指導する遠隔教育支援システムの可能性があげられる。システム構想を図 5.1 に示す。

あるドキュメントにおいて教師がスキーミング支援システムを使って得られた履歴と生徒が同様におこなって得られた履歴をサーバー側で類似度を計算し、比較することで、各生徒の理解度が判定できると考える。また、履歴を分析することで生徒へ読むポイントの指導が可能となる。

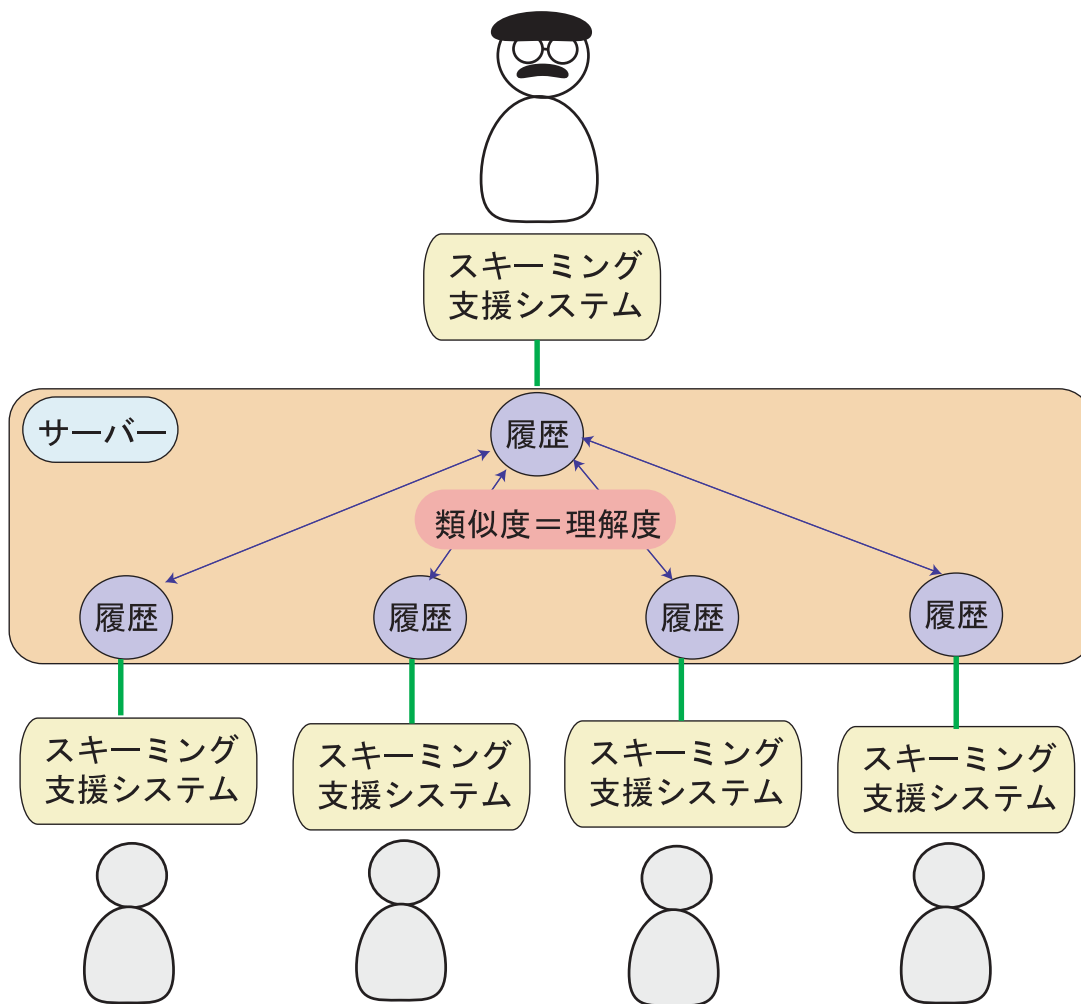


図 5.1: 遠隔教育支援システムへの応用

謝辞

本研究を遂行するにあたり，お世話になった方々へ感謝を述べさせていただきます。指導教官である北陸先端大学院大学知識科学研究科の國藤進教授には，多大な包容力により研究生活および研究の方向性の御指導をいただき，心より感謝いたします。また，北陸先端大学院大学知識科学研究科の藤波努助教授，金井貴助手，門脇千恵助手には，様々な指摘，助言をして下さいまして心より感謝いたします。本研究室の博士後期課程の諸先輩方には，研究生活および私生活にわたり様々なアドバイスをいただき，心より感謝いたします。

また，本研究の評価実験に参加していただいた延べ 35 人の被験者の方々には，貴重な時間と労力を割いていただき，本当にありがとうございました。

最後に，金銭面および精神面において大きな支えとなってくれた両親に心から感謝いたします。

参考文献

- [1] 阿部純一, 桃内佳雄, 金子康朗, 李光五, ”人間の言語情報処理” サイエンス社, 1994
- [2] B.Suh,A.Woodruff,R.Rosenholtz,A.Glass Popout Prism: Adding Perceptual Principles to Overview+Detail Document Interfaces Proc. CHI 2002, 2002
- [3] Boguraev,B.K.B,Wong,Y.Y.,Kennedy,C.Bellamy, R.K.E, Brawer,S.and Swartz, J Dynamic presentation of document content for rapid on-line skimming Proc of AAAI Spring Symposium on Intelligent Text Summarisation,1998
- [4] Daniel McDonald and Hsinchun Chen Using Sentence Selection Heuristics to Rank Text Segments in TXTRACTOR In Proceedings of the 2nd ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries, p25-38, 2002
- [5] David M. Levy; I read the news today, oh boy: reading and attention in digital libraries, Proceedings of the second ACM international conference on Digital libraries, p202-211, 1997
- [6] Hearst,M.A, Segmenting Text into Multi-Paragraph Subtopic Passages Computational Linguistics,1997
- [7] H.Saggion,G.Lapalme: The Generation of Abstracts by Selective Analysis. AAAI'98 Spring Symposium,,1998
- [8] Hideki Koike “ Fractal Views: A Fractal-Based Method for Controlling Information Display ”ACM Transaction on Information Systems, Vol. 13, No. 3, July, pp.305-323, ACM, 1995

- [9] Kruk,R.S.and Muter, P.; Reading of continuous text on video screens. Human Factors, 26, 339-346, 1984
- [10] Kasper Hornbeck,E.Frokjaer: Reading of Electronic Documents: The Usability of Linear Fisheye and Overview +Detail Interfaces,2001
- [11] Jackson,M.D. and McClelland,J.L.;Processing determinants of reading speed,Journal of Verbal Learnig and Verbal Behavior,108,151-181,1976
- [12] Jones, W.P; How do we distinguish the hyper from the hype in non-linear text?,Human-computer interaction- INTERACT,1987
- [13] J.Graham: The Reader's Helper: A personalized Document Reading Environment,CHI '99,1999
- [14] 松本裕治, 北内啓, 山下達雄, 平野善隆, 松田寛, 高岡一馬, 浅原 正幸 ”日本語形態素解析システム『茶釜』 version 2.2.1 使用説明書 ”奈良先端科学技術大学院大学 松本研究室 ,2000
- [15] Mills,C.B.and Weldon, L.J. Reading text from computer screens . ACM Computing Surveys, 329-358,1987
- [16] M.Paul and M.Paula Reading and skimming from computer screens and books:The paperless office revisited? Behaviour and Information Technology ,P257-266.1991
- [17] 長尾 真, 佐藤理史, 黒田禎夫, 角田達彦 自然言語処理 岩波書店, 1996
- [18] 難波英嗣, 奥村学, ”観点にも基づいた新聞記事の重要文選択に関する心理実験と考察 ”言語処理学会第4回年次大会併設ワークショップ,「テキスト要約の現状と課題」, pp30-35, 1998
- [19] 奥村 学, 難波 英嗣 テキスト自動要約に関する研究動向 自然言語処理,「テキスト要約のための言語処理」特集号, Vol.6, No.6, pp.1-26, 1999
- [20] 奥村 学, 難波 英嗣 テキスト自動要約に関する最近の話題 北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科, Technical Memorandum, IS-TM-2000-001, 2000

- [21] S.Ito,Y.Sumi,K.Mase Supporting Knowledge Sharing by Document Annotation at an Exhibition Site Proc. of 15th annual conference of JSAI,2001
- [22] Schwarz.E.,Beldie.I.P,Pastoor S A comparison of paging and scrolling for changing screen contents by inexperienced users Hum Factors 25,279-282,1983
- [23] 徳永健伸 情報検索と言語処理 東京大学出版会, 1999
- [24] Tombros, A. Sanderson, M. Advantages of Query Biased Summaries in Information Retrieval In Proc. of the 21st Annual International ACM-SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval,1998
- [25] Voss, A., Nakata, K. and Juhnke, M. Concept Indexing. In: Hayne,S.C Proc. International ACM SIGGROUP Conference on Supporting Group Work, P14-17, 1999