検索語の網羅性に注目した汎化概念により検索語選択支援を行う情報検索システムの研究

Research on Information Retrieval System that Supports Keyword Selection based on Generalized Concept and Coverage

吉岡 真治
Masaharu YOSHIOKA

北海道大学大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University
yoshioka@ist.hokudai.ac.jp, <http://www-kb.ist.hokudai.ac.jp/~yoshioka/>

原口 誠
Makoto HARAGUCHI

(同上)
mh@ist.hokudai.ac.jp, <http://www-kb.ist.hokudai.ac.jp/web/makoto/hp/makoto-j.htm>

keywords: information retrieval, thesaurus, generalization, Boolean model, World Wide Web

Summary

It is not easy for a user of an Information Retrieval (IR) system to select an appropriate keyword set to represent his or her specific information need. Therefore, many IR systems can modify keyword sets by estimating the user's particular requirement. Even though such IR systems have better retrieval performance, the complicated estimation process entailed by a large number of keywords makes it difficult for a user to understand how the system behaves. Therefore, we used a thesaurus for query expansion. To select an appropriate keyword set, we proposed two concepts: "adaptive generalization", which estimates an appropriate generalization level of the given keywords by using relevant document information, and "purpose-oriented concept structure modification", which selects relevant keywords from a predefined synonym set in a thesaurus. Because query expansion based on a thesaurus aims to find new keywords that are complementary to the initial keywords, we proposed to use this method to construct a Boolean query formula to represent the user's information need. We proposed a new IR system called "appropriate Boolean query reformulation for IR with adaptive generalization" (ABRIR-AG) to support Boolean query formation. In ABRIR-AG, we reformulated a user-given Boolean query by using a small number of relevant documents. Finally, to evaluate its effectiveness, we evaluated ABRIR-AG by using a large-scale test collection containing WWW documents.

1. ま え が き

近年, WWW をはじめとする大規模テキストを有効活用するために様々な情報検索システムが利用されている. このような情報検索システムの多くは, 検索語の入力により検索を行うが, 一般の検索者にとって自分が想定している検索要求に対応する適切な検索語を選択する事は必ずしも容易ではない. これに対し, 情報検索モデルである確率モデルやベクトル空間モデルを用いた情報検索システムにおいては, ユーザモデルの利用や, (疑似) 適合文書中に特徴的に現れる語を自動的に検索語に加える検索式拡張を行う事により, 検索者の検索要求の推定を行う方法が提案されている [Xu 00, Baeza-Yates 99a].

しかし, これらのシステムは, 検索式拡張を行わない場合に比べ, 検索性能の向上という成果をあげているが, 推定された検索要求の表現が必ずしも理解しやすいものではなく, 本当に検索者の検索要求とマッチしているの

かを検索者が確認するのが困難であるという問題がある. さらに, このようにして行われる検索式拡張の結果により, 初期検索語が存在しなくても関連性が高いと判定される文書が現れることになる. このような文書がユーザにとって役立つ場合もあるが, ユーザにとって, なぜそのような文書のスコアが高くなったのかを理解するのが困難な場合もある.

これに対し, 検索者にとって理解しやすい検索式拡張の手法として, シソーラスを用いた検索式拡張の方法がある. 本研究では, このシソーラスによる検索式拡張と先に述べた適合文書中に特徴的に現れる語を用いた検索式拡張には, 大きな違いがあると考えている. すなわち, シソーラスを用いた同義語による検索式拡張とは, 最初の検索式に含まれる検索語と補完的な検索語を利用しようとする立場であり, ブーリアン検索式に役立つような検索語を探す拡張である. 一方で, 適合文書に特徴的に現れる語については, 適合文書に必ずしも含まれる必要

はないが、その共起の情報により、検索文書のドメインなどの指定に役立つ検索語（補完的な検索語が含まれる場合もあるが）を探す拡張であると考えられることができる。

そこで、本研究では、このブーリアン検索式と適合文書に特徴的に現れる語のリストを適切に組み合わせることにより、ユーザの検索要求を、より簡潔に表現する方法を提案する。しかし、一般に、適合文書に含まれるべき検索語を指定する適切なブーリアン検索式を作成することは困難である [Hearst 99, Young 93] が、本研究では、上記のシソーラスを用いた検索式拡張の考え方と数件の適合文書からブーリアン検索式の作成支援を行う方法を提案する。

ただし、一般的な目的で構築されたシソーラスを単純に用いた検索式拡張では、検索精度が向上しないことが WordNet [Miller 95] を使った実験により確認されている [Voorhees 94]。これに対し、本研究では、適合的汎化と呼ぶ、入力された検索語と数個の適合文書を用いて、検索語や適合文書中に存在する語の汎化レベルを推定する手法の提案と、目的指向の概念階層の修正と呼ぶ、既存のシソーラスで表現されている同義語群から、ユーザの特定の検索目的に応じた語を選択的に抽出した概念カテゴリを作成する方法を提案することにより、上記の問題への対応を行う。

本研究では、上記の方法により検索に役立つ同義語群を作成するとともに、検索に役立つ概念の抽象度を設定しながら適切なブーリアン検索式の修正を支援する情報検索システム ABRIR-AG (Appropriate Boolean query Reformulation for IR with Adaptive Generalization) について述べると共に、WWW のテキスト情報を扱った情報検索のテストコレクションである NTCIR のデータ [Eguchi 03] を利用することにより、模式的に行った検索実験の結果を通して、システムの評価を行う。

2. 適合的汎化に基づく情報検索システム

2.1 概念階層に基づく検索語の汎化

一般的な検索者は、検索語が持つ適合文書の分別能力などについて深く気にせず、検索語の選定を行っていると考えられる。ここでは、検索者のこのような行動と、検索要求に応じて適切だと考えられる検索語の関係を考えることにより、検索要求の表現について考える。

図1の様な概念階層を考える。この時、次の3つの事例において「ビデオ」という検索語が用いられたと仮定し、その検索語が持つ意味について検討する。

- (1) 映画を見たいと思って、「レンタル」「ビデオ」という検索語を利用する人にとって、「ビデオ」というのは代表的な手段であって、「DVD」などを含む「映像機器」でも良いと考えている。
- (2) ビデオの構造を知りたいと思って、「ビデオ」「構造」という検索語を利用する人にとっては、ビデオ

一般（VHS ビデオ、8mm ビデオなど）ならどれでも良いと考えている。

- (3) VHS ビデオのデッキを買いたいと思って、「ビデオ」「デッキ」という検索語を利用する人（ビデオといえば VHS だと思っている）にとって、「VHS ビデオ」が良い検索語である。

図1 ビデオに関する概念階層

これらの事例からわかるように、検索者は、検索要求を表現するのに適切な抽象度の概念を表す検索語を必ずしも用いない場合がある。そのため、検索要求に応じた適切な抽象度の概念を選択し、概念に対応する語を検索語として用いると、検索者にも理解しやすく効率的な検索語になると考えられる。本研究では、適合的汎化と呼ぶ、検索者の要求に応じて、検索語を適合的に汎化する方法を用いることにより概念の抽象度の決定を行う。

一方、既存の電子化辞書やシソーラスに記述される概念階層は、一般的に利用可能な抽象概念のみを扱っているために、特定のユーザが持つ個別性の高い検索要求を表現するための抽象概念として利用するためには、十分な概念の詳細度を持っていない場合がある。例えば、先のビデオで映画を見たいと考え、「ビデオ」を検索語に利用する事例を考えると、汎化概念である「映像装置」に含まれる概念の内、DVD は検索要求にあうが、8mm カメラは検索要求と必ずしも一致しないと考えられる。

よって、ユーザが持つ細かな検索要求を適切に表現するために、検索目的に応じた適切な抽象概念を設定することが必要である。本手法では、目的指向の概念階層の修正と呼ぶ、既存のシソーラスで表現されている同義語群からユーザの特定の検索目的に応じた語を選択的に抽出した概念カテゴリを作成する方法を用いて、この問題に対処する。具体的には、既存のシソーラスに表現されている抽象概念に対応する語の集合から、ユーザの検索要求に関係する語（適合文書に含まれる語の集合）のみを選択することにより、ユーザの検索要求を表す概念カテゴリを作成する。

2.2 概念階層に基づく検索語の汎化

本研究では、電子化辞書やシソーラスに記述されている概念階層構造を利用し、検索要求に応じて検索語を適合的に汎化する情報検索システムを提案する。ここで、適切な抽象度の汎化とは、検索語が持つ適合判定の分別能力に関する情報を多く保存する汎化の事である。

よって、全ての検索語に対して、シソーラスによる検索式拡張を行うのではなく、適切な検索語を選択し、汎化のレベルを設定するという手順が必要となる。本研究では、検索語が持つ適合文書の判別に対する寄与度と、適合文書中における汎化概念の網羅性に注目した指標をりようする。

このような語が持つトピックの分類能力についての研究として、話題分類のための相互情報量に基づくキーワード選択 [恒川 98] の研究がある。この研究では、文書中のある単語が単語群 W 中のどの単語かが分かるかによって、 T の同定に関して得られる情報量に相当する相互情報量 $I(T; W)$ を利用する。この時、式 (1) の $\square$ 内を「話題 T の決定のために単語 w が持つ寄与度」と定義し、 $G(w)$ と記す。この $G(w)$ が大きな単語ほど話題同定により多くの情報を持っていると考える。

$$\begin{aligned} I(T; W) &= I(W; T) = H(W) - H(W|T) \\ &= \sum_{w \in W} [-p(w) \log_2 p(w) \\ &\quad + \sum_{t \in T} p(t)p(w|t) \log_2 p(w|t)] \quad (1) \end{aligned}$$

情報検索においては、同定すべきトピックとは、適合文書 (r) と非適合文書 (全文書から適合文書を取り除いたもの: $\bar{r}$) であると考えられるので、 $T = \{r, \bar{r}\}$ と考えられる。これに基づいて、先ほどの $G(w)$ を式変形する。また、適合文書数に相当する r のサイズは、全文書に比べサイズが小さいと考え、非適合文書における語の分布は、全体の語の分布にほぼ等しい ($p(w|\bar{r}) \approx p(w)$) と考えると、式 (2) が得られる。

$$\begin{aligned} G(w) &= -p(w) \log_2 p(w) + \sum_{t \in T} p(t)p(w|t) \log_2 p(w|t) \\ &= -\{p(r)p(w|r) + p(\bar{r})p(w|\bar{r})\} \log_2 p(w) \\ &\quad + p(r)p(w|r) \log_2 p(w|r) + p(\bar{r})p(w|\bar{r}) \log_2 p(w|\bar{r}) \\ &= p(r)p(w|r) \{ \log_2 p(w|r) - \log_2 p(w) \} \\ &\quad + p(\bar{r})p(w|\bar{r}) \{ \log_2 p(w|\bar{r}) - \log_2 p(w) \} \\ &\approx p(r)p(w|r) \log_2 \frac{p(w|r)}{p(w)} \quad (2) \end{aligned}$$

ここで、 $p(r)$ はトピック毎の定数である。よって、本研究では、以下の $G'(w)$ をあるトピックが与えられたときにその検索語の有効性を検討するための指標として利用する。つまり、汎化を行うことにより検索語の有効性が高くなる ($G'(w)$ が増加する) 汎化を適合的な汎化と考える。

$$G'(w) = p(w|r) \log_2 \frac{p(w|r)}{p(w)} \quad (3)$$

この指標は主に、 $p(w|r)$ と $p(w)$ の比に注目しているため、次のような性質を持つ。以下では説明のため、検索語として a 、汎化後の概念として A を考える。

- (1) 汎化を行う事は、対応する語の数が増えるため、 $p(A|r) \geq p(a|r)$ と $p(A) \geq p(a)$ の関係が成り立つ。
- (2) 汎化を行うことにより、より多くの適合文書をカバーする検索語が増加する場合には、 $p(A|r)$ の増加分が大きいことになり、 $G(A)$ が大きくなる可能性が高くなる。
- (3) 汎化を行っても、その概念を含む適合文書の数が増えない場合には、 $p(A)$ の増加分が大きくなり、 $G(A)$ が減少する。

この 3 番目の性質により、非適合文書を明示的に与えなくても過剰汎化を防ぐことができる指標になっている。

2.3 適合的汎化に基づく情報検索システムのプロトタイプ

上記の考え方に基づいた適合的汎化に基づく情報検索システムのプロトタイプを作成した。このシステムは、情報検索の確率モデルとして高い性能を持つ BM25 [Robertson 00] に基づいて作成されている情報検索のパッケージ [内山 01] (以降では、ベースラインシステム: BL と呼ぶ) をベースとして作成した。また、概念階層を与える電子辞書としては、EDR [日本 01] を利用した。

本システムにおける検索文書のスコアリングは BM25 [Robertson 00] の以下の式を用いた。

$$\sum_{T \in Q} w^{(1)} \frac{(k_1 + 1)tf}{K + tf} \frac{(k_3 + 1)qtf}{k_3 + qtf} \quad (4)$$

ただし、 $w^{(1)}$ は検索語 T の重みで、以下の Roberson/Sparck Jones の式により求められる。

$$w^{(1)} = \log \frac{(r + 0.5)/(R - r + 0.5)}{(n - r + 0.5)/(N - n - R + r + 0.5)} \quad (5)$$

Q は検索式に含まれる全ての検索語の集合、 N はデータベース中の全ての文書数、 n は検索語 T を含む全ての文書数、 R は与えた適合文書数、 r は適合文書中で T を含む文書数、 tf と qtf は T の文書中と検索式中での頻度、 k_1, k_3, K は制御用のパラメータである。本研究では、 $k_1 = 1, K = \frac{dl}{avdl}, k_3 = 7$ を利用した (dl は検索文書中に含まれる検索語の延べ総数、 $avdl$ は全ての文書における dl の平均)。

本システムでは、適合文書に含まれる語を利用した検索式拡張と(疑似)適合フィードバックを行った*1。(疑似)適合文書に含まれる語を利用する検索式拡張の一番シンプルな方法では、(疑似)適合文書に含まれる全ての語を利用するが、本システムでは、次の基準を設定し、選択的に検索語の選択を行った。

- 全ての検索語および適合文書中に含まれる全ての語に対して、適合的汎化のプロセスを適用し、これら

*1 本システムを検索式の入力から検索結果の出力までを自動的に行う場合は、検索結果の上位文書を疑似適合文書として取り扱うが、検索インタフェースなどを用いたユーザによる適合文書選択を行った場合にも同様の手法を用いる。

の語に対応する汎化概念を導き、汎化概念に対応する語を適合文書から抜き出し、検索語リストに追加する。

- 適合文書の網羅性に関わらず、語が持つ適合文書の判別に対する寄与度を表す $G'(w)$ が高い数語 (実験では 10 語を利用) を検索語リストに追加する。
- 追加した検索語については、[内山 01] に述べられている Rocchio タイプの検索語の出現頻度に関する重み付けを行い、Robertson/Sparck Jones の式により、検索語に対する重み付けを再計算する。

本システムを、情報検索システム評価用のテストコレクションである NTCIR-1[神門 00] と IREX[Sekine 00] の 2 つのテストコレクションに適用した (表 1)。この検索実験では、初期検索式として検索課題に関する簡単な記述である description (例えば、IREX では「駅伝の結果」などであり、NTCIR では「マルチキャスト通信における関連する複数データの品質制御手法について論じたものではないか」) のみを利用し、検索結果として適合・部分的適合の全てを適合文書として評価)。初期検索の結果による影響を分析するために、初期検索のランク上位文書を擬似的に適合文書として利用する疑似適合フィードバックを行った検索実験 (表 1 の normal) を行なった。また、類書検索に近くなると考えられるが、ユーザが関連文書を事前に与えた場合の実験として、テストコレクションに与えられている適合文書から 5 件をランダムに選択し、適合文書としてフィードバックを行った検索実験を 10 回行った平均 (表 1 の rel) を行なった。また、表 1 の rel の場合に、与えた適合文書に過度に適合し、検索性能が向上する場合があるだけでなく、与えた適合文書は既にユーザが適合文書として知っていたものと考えられることから、表 1 の rel の 10 回の試行、各々について、与えた適合文書を検索結果、正解文書から取り除いた検索実験 (表 1 の rest) を行なった。

表 1 から、本システムでは、IREX では、ややベースラインシステムを上回る性能を得ることができ、NTCIR では、ベースラインを下回る性能を得た。次に、個別の課題ごとについて、結果を分析すると、IREX、NTCIR 共に、ベースラインシステムの方が性能が良い課題と、本システムのほうが性能が良い課題が混在していた。そこで、この結果について、情報検索システムの検定に最も適切だと考えられる Wilcoxon の符号付順位和検定を用いて [Zobel 98]、両側 5% の危険度で有意差検定を行なった。その結果、IREX においては、有意差が認められなかったものの、NTCIR においては、有意に性能が低いと判断された。

次に、最終的な検索式において用いた検索語の数について分析を行なう。本研究では、検索語の数があまり多くなり過ぎると、ユーザが検索結果との対応関係が理解が困難となり、検索語の修正が行ないにくくなるという立場から、検索語の数は少ないほど良いと考えている。

表 2 に rel, rest の場合に利用した各検索課題ごとに用いた平均検索語数を示す。この表から、本システムでは、関連文書に含まれる語の 1/5 ~ 1/6 を選択的に利用していることが分かる。また、新聞記事を対象とする IREX では、適合的汎化により役に立つ概念を多く発見し、NTCIR では、あまり多くの概念を発見していないことが分かる。

この差は、検索性能にも共通するものであり、主にテストコレクションと利用した概念辞書である EDR の辞書のマッチングによるものだと考えられる。EDR の辞書は、特定の専門分野向の辞書ではないのに対し、NTCIR-1 では、論文概要から構成され、専門用語などが多く用いられており、結果として適合的汎化がうまく働かなかったことが考えられる。

よって、本システムでは、新聞記事のように、EDR の辞書にのっていない専門用語をあまり含まない文書データベースに対して、少ない検索語で同等の検索性能を実現することができるシステムと考えることができる。

また、システム全体としては、適合的汎化による共通概念の発見については、初期検索の結果に検索性能が影響されることが、表 2 から確認された。その結果として、特に NTCIR の場合において、初期検索のランク上位文書を擬似的に適合文書として利用する疑似適合フィードバックを利用する場合には、検索性能の低下が見受けられた。

表 1 検索結果 (Mean Average Precision)

	normal	rel	rest
IREX			
BL	0.4538	0.5424	0.4963
AG	0.4764	0.5419	0.5054
NTCIR			
BL	0.4110	0.6382	0.4503
AG	0.3730	0.5654	0.4277

BL: 関連文書の全ての語を検索式拡張に利用

AG: 本研究で提案した検索式拡張を利用

表 2 検索拡張後の一検索課題あたりの平均検索語数

	normal	rel	normal	rel
IREX		NTCIR		
平均初期検索語数 3.3		平均初期検索語数 7.1		
BL	180.2	316.3	173.6	186.5
AG	25.7	52.7	29.5	34.0

また、図 2 に、本システムを利用して作成されたユーザの検索目的をあらわすために作成された概念カテゴリーの例を示す。この例の場合、適合文書中に「通信する」、「放送する」、「中継する」という語が存在し、その結果、「3cf631 通信する」が汎化概念として選択された。図 2 の下側に示した図は、EDR における概念階層を表してお

り、「3cf631 通信する」には 23 のサブ概念カテゴリーと 56 の語が属している．この例では，その中の適合文書中に存在した 3 つの語を用いて，概念カテゴリーを生成した．この例からも，EDR の様な一般的なシソーラスが持つ抽象概念の詳細度と，ユーザの検索目的をあらわすのに役立つ抽象概念の詳細度のレベルの間に大きなギャップがあることを確認した．

図 2 作成された概念カテゴリーの例

3. 検索語の網羅性に注目したブーリアン検索への応用

3.1 検索モデルの特徴を生かした検索要求の表現

情報検索のモデルとして，代表的な手法に，本研究で用いた確率モデルに加え，ベクトル空間モデル，ブーリアンモデルなどがある [Baeza-Yates 99b]．確率モデルおよびベクトル空間モデルとブーリアンモデルの一番の違いは，ユーザの検索式に対する考え方にある．

確率モデルおよびベクトル空間モデルはユーザが与えた検索式に含まれる語集合と文書に含まれる語集合の重なり注目したモデルとなっている．そのため，場合によっては，ユーザが欲しいと思って書いた検索語が存在しなくても上位の適合文書として提示されることがある．これは，検索式との部分照合 (Partial Match) を行うという考え方と考えることができる．これに対し，ブーリアンモデルでは検索式との完全照合 (Exact Match) を行うことを考えているため，ユーザが欲しいと思って書いた検索語が存在していない場合は，適合文書から除外される．

よって，確率モデルおよびベクトル空間モデルは，ユーザが検索要求を検索語としてうまく表現できないということを前提にしたモデルであり，ブーリアンモデルはユーザが検索要求をうまく表現できるという事を前提としたモデルと考えることができる．

本研究の立場としては，全ての適合文書には，検索者の要求に対応する検索語 (あるいは概念) が必ず含まれており，それを推定することが，検索要求の明確化につながると仮定し，ブーリアンモデルによる検索要求の表現がユーザにとって理解しやすい検索式であると考え．一般に，ブーリアン検索式の作成は容易ではない．例え

ば，多くの検索語を and の条件に加えて，検索式を満たす文書が極端に少なくなったり，高頻度語を用いた or 条件を設定することにより，ブーリアン検索式による絞り込みの効果が少なくなり検索式を満たす文書が多くなり過ぎたりすることという問題が起こる [Baeza-Yates 99b]．よって，ブーリアンモデルを利用するためには，ユーザがブーリアン検索式を作成する際の支援が不可欠であると考え．

これに対し，本研究で提案している適合的汎化の手法では，適合文書に広く特徴的に現れる抽象度の高い概念がある場合には，その抽象度の高い概念で検索をすることにより，より適切な検索式が作れるという考えに基づいたものである．この抽象化と目的指向の概念の汎化は，検索語として役に立つ特徴的な語に対し，その検索語と同じ概念を表しながら補完的な役割を果たす検索語を見つける手法であり，上記のブーリアン検索式の作成に役立つ手法である．

ブーリアン検索式として検索要求を表現するもう一つの利点は，作成した検索式が他の情報検索システムに対しても利用可能であるという点である．例えば，WWW の検索エンジンである AltaVista *2 は，このようなブーリアン検索式を扱うことが可能である．これらを組み合わせることにより，イントラネット内のテキスト・データベースの検索結果を考慮しながら，WWW 上の情報を探すといった組み合わせが可能となる．

3.2 網羅性を考慮した検索語の汎化

適合的汎化をブーリアン検索式の作成に利用するためには，適合文書群に対する網羅性という観点から汎化を行う必要がある．これに対し，2.2 節で述べた適合的汎化の手法では，検索語がどれだけ特徴的に適合文書に含まれるかという相互情報量に注目していたため，抽象化した語はもとの語に比べ，適合文書に含まれる可能性が高くはなっているが，必ずしも，全ての適合文書を網羅するものではない．

そこで，網羅性を考慮した適合的汎化を行うために，現在の汎化操作に関する基準を相互情報量に基づく指標である $G'(w)$ に加え，適合文書に対する網羅性を考慮した次の 2 つの基準を導入する．

- 一定の割合以上の適合文書に含まれない検索語や抽象概念は汎化の対象とする．
- ユーザの視認性を考慮して，一定数以上の概念の抽象化は行わない．また， $G'(w)$ が一定の値より小さい場合には，抽象化を行わない．

この汎化操作により，適合文書に対する網羅性の高い概念への汎化が行われることになる．その結果得られた抽象概念が全ての適合文書に含まれる場合には，その抽象概念を，初期にユーザにより与えられた検索語と置き換えることにより，元の検索語を補完したブーリアン検

*2 <http://www.altavista.com>

索式が作成可能になると考えられる。ただし、作成する抽象概念は、検索インデックスとして存在しないので、実際の、検索式では、抽象概念に対応する検索語全体を or で結合したものとして表現される。

一方、初期にユーザが与えた検索語であっても、適合文書を網羅していないものは、ブーリアン検索式の and 式から削除する。

また、このような汎化を行わない検索語についても、全ての適合文書に含まれる語が存在する。このような語を全てブーリアン検索式の and を構成する要素として利用する事も可能であるが、今回のシステムでは、初期検索式に含まれていた語と適合的汎化で得られた抽象概念に対応する語のみをブーリアン検索式に利用することとした。

この汎化によるブーリアン検索式の作成について「ローマの休日を見たい」という検索要求に基づいた例を用いて考える(図3)。ビデオに関する概念階層は図1と同様であり、各々の概念に対応する $G'(w)$ の値、関連文書については、図3に示すようなものであったとする。また、抽象概念は、全体の70%以上の文書をカバーする必要があり、最小の $G'(w)$ の値は1.0、最大の汎化概念の利用数は10と設定した。

図3 適合的汎化による抽象概念の作成

図3の例において一番、 $G'(w)$ が高い言葉は「ビデオ」であるが、2つの適合文書の内の1つに存在するのみであり、網羅性の基準を満たしていない。よって、更なる汎化の対象となり、ビデオとDVDの汎化概念である映像機器がこの検索要求に適切な汎化概念として選択される。また、検索語にある「ローマ」「休日」という語は、全ての文書に存在するため、ブーリアン検索式の and として利用する。

よって、この検索の場合に作成されるブーリアン検索式は(ローマ and 休日 and (ビデオ or DVD))となる。

3.3 ABRIR-AG の作成

上記の考え方に基づき、検索に役立つ同義語群を作成するとともに、検索に役立つ概念の抽象度を設定しながら適切なブーリアン検索式の修正を支援する情報検索システムABRIR-AG (Appropriate Boolean query Reformulation for IR with Adaptive Generalization) を作成した。このシステムは2章で述べた情報検索システムの

改良したシステムであり、ベースラインシステムとして利用した[内山01]で作成されているインタフェースを参考として作成された検索インタフェースを持つ。

また、ABRIR-AGでは、Webのテキストといった大規模なテキストデータベースを利用するための検索エンジンとして、汎用連想計算エンジンGETA^{*3}を利用した。また、本システムでは、形態素解析機として茶筌[松本00]を利用し、主に名詞を抽出し、インデックス語とした。さらに、インデックス語が接続している場合には、接続した2つの語を組み合わせたフレーズ語[Toyoda02]を作成し、インデックス語とした。上記以外の検索モデルおよび利用するパラメータ、利用する概念辞書などは、2章で述べたプロトタイプと同様のものを利用した。

ABRIR-AGは、検索語の入力インターフェースとして、初期検索文の入力ウィンドウと、適合文書選択による適合フィードバックに基づく検索式の修正のためのインターフェース部分を持つ。後者のインターフェースには、適合文書中に特徴的に存在する検索語を表示する部分に加え、適合的汎化による汎化概念の表示と、検索語の追加のインターフェース、ブーリアン検索式の作成のインターフェースがある。また、検索のモードとして、確率モデルによる検索と、ブーリアンモデルによる検索を切り替えるようにした。ブーリアンモデルによる検索では、ブーリアン式を満たしている文書集合に対して、確率モデルによるランキングを行った結果を提示する。さらに、ブーリアン検索の場合は、作成したブーリアン検索式をAltaVistaの検索式として投入し、実際にWWW上の情報検索を可能とした。

作成した検索インタフェースのハードコピーを図4に示す。この検索インタフェースは左側が検索語の入力や適合的汎化に基づく、検索語拡張や検索式の修正を行う部分であり、右側が文書のリストを見るための部分となっている。

左の真ん中にある語のリストは、上位10件もしくは選択した適合文書に特徴的に現れる語のリストであり、左下のリストが、汎化概念、並びに、ブーリアンとして利用可能な検索語を表示している。

ABRIR-AGで想定しているユーザの利用法は以下の通りである。

(1) 初期検索式の作成

文書(検索語リスト)によって検索要求を検索インタフェース(図4)の左上の検索語の入力ウィンドウに入力する。システムは、インデックス作成時と同じく茶筌を利用し、インデックス語を抜き出し、初期検索式とする。

(2) 初期検索の実行

作成した検索式に基づき確率モデルにしたがった初期検索を行う。検索結果は、検索インタフェース(図4)の右上側に検索結果のリストに表示される。検索

*3 <http://geta.ex.nii.ac.jp/>

図 4 ABRIR-AG のインタフェース

結果の上位に欲しい文書がない場合には、ブーリアンモデルに切り替え、初期検索を行う。

(3) 適合文書選択によるフィードバック

ユーザは、検索結果が上位の文書などを閲覧しながら、適合文書の選択を行う。適合文書を選択した結果をシステムにフィードバックすることにより、適合的汎化による検索式の明確化を行う。この結果は、検索インタフェース(図4)の左下に表示され、汎化概念とその汎化概念に対応しかつ、適合文書に含まれる語が表示される。また、検索インタフェース(図4)の左真ん中に2列で表示されている適合文書に含まれる特徴的な語とフレーズのリストを更新する。

(4) 検索式の修正

ユーザは、適合的汎化により得られた、抽象概念に対応する語のリストを見ることにより、目的指向に基づく概念カテゴリーの作成による単語群の選択がうまくいっているかといった事が確認できる。また、必要に応じて、左側のリストを操作することにより、その内容を修正可能となっている。さらに、適合文書に含まれる特徴的な語のリストを参照することにより、検索語の追加や削除が可能となる。

(5) 修正した検索式による再検索

適合文書によるフィードバックを受けた結果に基づき、再度検索を行う。ユーザは、検索式の明確化の度合いに応じてブーリアンモデルと確率モデルを切り替えることにより、検索を行う。この段階の検索

結果に不満がある場合には、さらに、手順(3)に戻り、適合文書選択によるフィードバックを行う。また、現実の WWW 空間における検索を行いたい場合には、検索対象を切り替え、AltaVista を用いて検索を行う。

3.4 検索実験と評価

本システムで目指しているような、適合フィードバックを用いて検索式拡張を行う手法は、事象に関する質問(例えば、富士山の標高が知りたい)というような一つの文書でも見つければ良いという課題ではなく、一定程度の網羅的な文書を探したいという課題に適した方法論である。さらに、本システムで提案しているブーリアン検索式の構築手法の有用性を検証するためには、作成したブーリアン検索式により、どれくらい網羅的に適合文書が獲得できるのかを調べる必要がある。この網羅性の検討を行うためには、与えられた検索式と本システムの組み合わせによりうまく検索できる検索結果を中心とした分析ではなく、様々な検索手法によってより網羅的に獲得された適合文書集合を利用することが適切であると考え、テストコレクションを利用することとした。

よって、本研究では、NTCIR-3 の Web テストコレクション [Eguchi 03](100GB データ版)を利用した模擬的な検索実験を行った。このテストコレクションには、jp ドメインを中心とした Web ページ (100GB) と 47 の検索質問から構成されている。図5に検索質問の例を示す。

本検索実験では、3~5 語程度の単語とブーリアン式構

```

<TOPIC> <NUM>0008</NUM>
<TITLE CASE="b"> サルサ, 学ぶ, 方法 </TITLE>
<DESC> サルサを踊れるようになる方法が知りたい
</DESC>
<NARR><BACK> 最近はやっているサルサという踊りを
学ぶためにどうすればよい具体的な方法が知りたい. 例
えば教室に通うという場合には, その場所や授業形態など,
具体的な内容を必要とする. </BACK><RELE> 具体的な
方法の表記のない, 流行であることのみを扱った文書は不
適合とする. </RELE></NARR>
<CONC> サルサ, 習う, 方法, 場所, カリキュラム
</CONC> <RDOC>NW011992774, NW011992731,
NW011992734</RDOC> <USER> 大学院修士 1 年, 女性,
検索歴 2.5 年 </USER>
</TOPIC>

```

図 5 NTCIR-3 Web テストコレクションにおける検索課題

築のための情報によって検索要求を示した TITLE の情報のみを用いて検索実験を行った．図 5 中の CASE="b" というのは，全ての語を and でつないだブーリアン検索式を利用する事を示している．また，全ての語を or でつないだブーリアン検索式や一部の語の間を or でつなぎ，その他を and でつないだ検索式を指定するための情報が記載されている．

また，ユーザによる適合フィードバックを模擬的に実現するために，検索結果の上位文書とテストコレクションに与えられている適合文書のリストと比較を行い，ブーリアン検索式の作成を行なう．また，作成されたブーリアン検索式が，適合文書の判別に役立つかを判断するために，(a) 本手法に基づいたブーリアン検索式を利用する場合 (new)，(b) 検索質問で与えられたブーリアン検索式をそのまま利用する場合 (org)，(c) ブーリアン検索式を与えずに，確率モデルの結果をそのまま利用する場合 (no) の 3 つの場合の検索を行った．

(1) 初期検索

検索要求に与えられているブーリアン検索式に含まれる検索語を利用して，確率モデルによる初期検索を行う．

(2) 適合文書の選択

ここで，検索システムの出力と，テストコレクションの適合文書のリストを比較することにより，ユーザが適合文書と考える文書を選択し，次のステップにおける検索式の修正と適合フィードバックに用いる．具体的には，初期検索の上位 10 件の文書とテストコレクションの適合文書のリストを比較し，最大 5 件の適合文書を次のステップで利用する適合文書として選択する．ここで，5 件の適合文書が見つからない場合は，ブーリアン検索式に基づいた検索を再度実行し，同じく，上位 10 件の文書と適合文書のリストの比較を行い，最大 5 件となるように，適合文書を追加選択する．この時，上記の 2 回の検索を

行っても，適合文書を少し (本実験では，2 件以下) しか見つけれない場合には，適合文書として，確率モデルで得られた検索結果の上位文書を仮想的な適合文書として追加し，適合文書の総数が 5 件となるように選択を行う^{*4}．

(3) 適合的汎化に基づく検索式修正と適合フィードバック

適合文書の選択を行うと，適合文書に含まれる特徴的な語ならびにフレーズのリストが更新される．また，適合的汎化の結果が表示され，この結果に基づき，検索式拡張を行う．この時，適合的汎化による検索式拡張に加え，従来システムと同様に，適合文書に含まれる特徴的な語のリストの上位 10 語を検索語に追加する．

(4) 最終検索の実行

作成した検索式に基づき検索を行う．(a) の場合は作成したブーリアン検索式を満たす文書の中から，確率モデルによるランキングの上位集合 (最大 1000 件) を検索結果とする．(b) の場合は，ブーリアン検索式として，検索質問中のものを用いる以外は (a) と同じ形式で検索結果を得る．(c) の場合は，単純に，確率モデルによるランキングによる上位集合 (最大 1000 件) を検索結果とする．

この検索実験では，ブーリアン検索式により，正確に検索意図を表現できているかを検討することが目的であるため，部分的適合を適合文書として取り扱わない適合文書集合を利用 (総適合文書数 2492 件) して評価を行った．評価結果としては，全ての適合文書を利用する方法 (2・3 節の実験の rel に相当) と，適合的汎化に基づく検索式の修正を行なうために利用した適合文書 (113 件) を検索結果，評価結果から排除する方法 (2・3 節の実験の rest に相当) を行なった．rest の場合には，2 つの課題において，初期検索により全ての適合文書を見つけてしまったため，残る 45 の課題に対する検索結果を示す．

評価の基準としては，Mean Average Precision (MAP)，検索結果の適合文書数，ブーリアン検索式を満たすテストコレクション中に示されている適合文書数 (表 3) と Recall-Precision グラフ (図 6) を利用した．

(a) 本システムで作成したブーリアン検索式 (new) と (b) 検索質問で与えられたブーリアン検索式 (org) の結果を比較すると，二つの検索実験の結果に共通して，MAP と適合文書数の両方の点で，(a) が優れていたが，MAP においては，Wilcoxon の符号付順位検定を用いて両側 5% の危険度で有意差検定を行った場合に，有意差は認められなかった．ただし，全ての適合文書中の何%の文書

*4 適合文書数が 2 件以下の場合，偶然 2 件に共通して含まれる汎化概念というのが発生する可能性が高くなる．また，2 件のみに共通して存在するので，ブーリアン検索式の and に設定するというのは，表記の揺れ・同義語などを考えたときに信憑性が低いと考えたために，2 件以下の時に，疑似適合文書を追加することとした．

表 3 検索実験の結果

	(a) new	(b) org	(c) no
全ての適合文書を評価に利用 (rel)			
検索文書数	34629	21997	47000
検索された 適合文書数	1198	857	1341
ブーリアン検索式を 満たす適合文書	1445	973	—
MAP	0.1407	0.1160	0.1300
利用した適合文書を評価から除外 (rest)			
検索文書数	33659	21455	45000
適合文書数	1085	769	1231
MAP	0.0706	0.0564	0.0730

を見つけることができたのかという検定においては、二つの検索実験の結果に共通して、5%の危険度で有意差があると判定された。また、(a) と (c) ブーリアン式を使わない(no)の比較の有意差検定では、二つの検索実験の結果に共通して、MAP と適合文書数の両方で有意差が認められなかった。

また、Recall-Precision グラフから、ブーリアン検索式を使うことにより、上位の検索結果の精度が上がっていることが確認できる。これは、確率モデルの検索結果として上位にランクされている不適合文書をブーリアン検索式の充足チェックを行うことにより、除去できているためであると考えられる。(b) は Recall 0.0 で最大になっており、一つだけの文書を得るような検索には適していると考えられるが、最終的に、見つかることの出来る適合文書の数が少ないために、Recall が増えるに連れて Precision が落ちていっている事が確認できた。

しかし、本来 2492 件の適合文書に対し、半数強の適合文書しか見つけられていないという点からすると、本手法で提案したブーリアン検索式の修正ではまだ不十分である。

(a) の本手法で、ブーリアン検索式の修正により、ブーリアン検索式を満たす適合文書の割合が増加している例としては、「ゲノム創薬 and 動向」という検索式がある。選ばれた適合文書には「ゲノム創薬」という検索語を必ず含んでいるが、「動向」という語は入っていないものがあつた。このような時に、検索語「動向」はブーリアン検索式から削除され、「ゲノム創薬」というブーリアン検索式が作成されている。

また、本手法での改善の効果が薄いものとしては、「アロマセラピー and (アロマオイル or アロマキャンドル)」といった検索式であり、未知語などの存在のためアロマ・セラピーといった表記などに対応できないことが原因である。

また「シフォンケーキ」に対して「バナナシフォンケーキ」「レモンシフォンケーキ」といった語が見つけれないためにこれらの適合文書がブーリアン検索式を満た

(1) 全ての適合文書を評価に利用 (rel)

(2) 利用した適合文書を評価から除外 (rest)

図 6 Recall-Precision グラフ

さないことになってしまった。

これらの問題を解決するためには、[笠原 03] で提案されているような方法で自動構築された類義語辞書の利用が有効であると考えている。本手法では、多少粗い抽象概念であっても、目的指向の概念カテゴリーの作成の手順を用いることにより、検索要求をそれほど曖昧にすることなく、目的に応じた補完概念の発見に役立つと考えられる。

また、(b) と (a) での検索文書数の違いからわかるように、(a) では、ブーリアン式の制約を緩めたために、多くの文書がブーリアン式を満たすことになり、適合文書であっても、ランキングの関係で、検索漏れになる可能性が(b)に比べ高くなっている。この問題に対し、一番最初に与えたブーリアン式の情報などを使ったランキングの修正方法についても検討を行う必要があると考えている。

また、rest の場合において、システム (a),(b) 共に、ブーリアン検索式を制約として利用しないシステム (c) に検索性能で劣っている。これは、検索結果として与えた文章の量の違いによるところが大きいと考えられる。そこで、(a),(b) の検索結果として得られた文書数が 1000 件を下回る場合に、ブーリアン検索式を満たしていない文書の中から確率モデルの上位の文書の集合を追加し、全

体の検索文書数を 1000 件とした結果を表 4 に示す。

表 4 検索文書数を 1000 件とした検索実験の結果

	(a) new	(b) org	(c) no
適合文書数	1433	1316	1231
MAP	0.0798	0.0708	0.0730

この結果に対し、Wilcoxon の符号付順位和検定を用いて 5% の危険度で有意差検定を行った場合に、MAP については、(a) と (c) の間に、検索文書数については、(a) と (b)、(a) と (c) の間に有意差が認められた。よって、現時点の不完全なブーリアン検索式しか作成できない場合においても、ブーリアン検索式を満たす文書と満たさない文書をうまく組み合わせて検索結果を作成することが、検索性能の向上のために有効である事が確認された。

4. 関 連 研 究

検索に役立つブーリアン検索式の構築を支援する研究として [Anick 90, Young 93, Jones 98] があるが、これらの研究は、検索要求を変更したときの検索結果の変化を表示するというアプローチであり、本研究で行っているような、適合文書に基づいてブーリアン検索式を構築するというアプローチと異なっている。INQUERY [Jones 98] で行っている、類義語を使ったブーリアン検索式の構築は、適合的汎化によるブーリアン検索式の構築と考え方において共通するものがあるが、ユーザの目的に応じて抽象概念を設定し、同義語リストを作成するという方法を用いていない。

拡張ブーリアン [Salton 83] は、ブーリアン検索式の各々の要素に対応する語について充足具合を考えた多次元空間を作成し、検索結果の文書のランキングを行う方法である。この手法は、ユーザが作成したブーリアン検索式の部分照合を行う手法であり、本手法が提案しているような、完全照合を行うためのブーリアン式の修正という考え方とは異なっている。また、Shaw ら [Shaw 94] は拡張ブーリアンとベクトル空間モデルを融合した検索手法を提案している。この手法は、ベクトル空間モデルにおいては、ブーリアン検索式で用いる検索語に加え、検索式拡張を行った検索語集合を使っているという点で、本研究のアプローチに類似しているが、ブーリアン検索式の修正を行っていない点で本研究と異なる。

この他に、多くの検索式拡張のための研究が行われている。Xu [Xu 00] らは、文書データベース全体が持つ語の特徴とパッセージ毎に分割した文書中での共起関係に基づき、検索に役立つ語を判定し、検索式拡張に用いる方法を提案している。また、DualNavi [Takano 01] は、検索文書に特徴的に現れる語をその共起関係などに基づきビジュアルに表現し、検索式の修正を行っていくシステムである。この他にも、Scatter/Gather [Cutting 92] に代

表される、情報検索の結果として得られた文書群をクラスタリングし、各々のクラスタに対して、検索語の統計情報に基づいたデータを示す事により、検索式拡張を支援する方法などが行われている。しかし、これらの検索式拡張においては、拡張した検索語が関連文書中に含まれるべきか否かというブーリアンの視点からの評価が行われておらず、本研究で考えている検索式拡張と異なっている。これらの方法は、本研究で行うブーリアン検索式の構築という話と補完的な研究であるので、組み合わせて利用する方法については、検討を進める必要がある。

また、Fish Eye マッチングシステム [高間 99] は、EDR [日本 01] の概念階層を用いた検索語の汎化レベルを制御することにより、検索者の要求を外化させる方法を提案している。このシステムは、小規模な文書群からクラスタリングなどを行いながら要求の外化を支援しており、本研究のアプローチとは異なる。

この他にも、シソーラスの概念階層をインタラクティブに表示させながら検索式を作っていく研究 ([Joho 02] など) がある。シソーラスの概念階層を見せる方法では、どの程度の抽象度で検索式を表現するのが適切なのかといったことや、本研究で提案しているような目的指向の概念階層の修正と言った操作が含まれておらず、ユーザへの負荷が高いと考えられる。

5. む す び

本研究では、汎化概念の適合文書における網羅性に注目することにより、検索者の要求を汎化概念とブーリアン検索式により明示化するインタフェースを提案した。模擬的な検索実験を通し、このインタフェースが、検索要求の明確化に役立つ可能性が示されると共に、Web 検索への応用が可能であることを確認した。

今後の展望としては、実際のユーザ実験を通した評価が必要であると考えている。さらに、Web 検索の結果、得られた文書などの情報とローカルのデータベースに蓄積されている情報をうまく組み合わせて、更なる検索式の洗練化を支援する方法や、ブーリアン検索式を作成するための基準についての検討を行っていきたいと考えている。

謝 辞

NTCIR コレクションは国立情報学研究所の許諾を得て使用させて頂いた。また、毎日新聞 1994 年版、1995 年版 CD-ROM と IREX 実行委員会の作成したデータを利用させて頂いた。本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金 (特定領域 (2) 課題番号 15017202) によって実施された。最後に、本論文について、多くの貴重なコメントを頂いた査読者に、感謝の意を表す。

◇ 参 考 文 献 ◇

- [Anick 90] Anick, P. G., Brennan, J. D., Flynn, R. A., Hanssen, D. R., Alvey, B., and Robbins, J. M.: A Direct Manipulation Interface for Boolean Information Retrieval via Natural Language Query, in Vidick, J.-L. ed., *Proceedings of the 13th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, Brussels, Belgium, 5-7 September 1990, Proceedings*, pp. 135–150, ACM (1990).
- [Baeza-Yates 99a] Baeza-Yates, R. and Ribeiro-Neto, B.: *Modern Information Retrieval*, chapter 5 Query Operations, pp. 19–71, Addison-Wesley (1999).
- [Baeza-Yates 99b] Baeza-Yates, R. and Ribeiro-Neto, B.: *Modern Information Retrieval*, chapter 2 Modeling, pp. 117–139, Addison-Wesley (1999).
- [Cutting 92] Cutting, D. R., Pedersen, J. O., Karger, D., and Tukey, J. W.: Scatter/Gather: A Cluster-based Approach to Browsing Large Document Collections, in *Proceedings of the 15th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, pp. 318–329 (1992).
- [Eguchi 03] Eguchi, K., Oyama, K., Ishida, E., Kando, N., and Kuriyama, K.: Evaluation Methods for Web Retrieval Tasks Considering Hyperlink Structure, *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol. E86-D, No. 9, pp. 1804–1813 (2003).
- [Hearst 99] Hearst, M. A.: *Modern Information Retrieval*, chapter 10 User Interfaces and Visualization, pp. 257–323, Addison-Wesley (1999).
- [Joho 02] Joho, H., Sanderson, M., and Hancock-Beaulieu, M.: Hierarchical Approach to Query Suggestion Device, in *Proceedings of the 25th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, p. 454 (2002).
- [Jones 98] Jones, S.: Graphical Query Specification and Dynamic Result Previews for a Digital Library, in *ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, pp. 143–151 (1998).
- [神門 00] 神門典子: 情報検索システムの評価プロジェクト: NTCIR ワークショップ, 情報処理, Vol. 41, No. 6, pp. 689–697 (2000).
- [笠原 03] 笠原, 稲子, 加藤: テキストデータを用いた類義語の自動作成, 人工知能学会論文誌, Vol. 18, No. 4, pp. 221–232 (2003).
- [松本 00] 松本, 北内, 山下, 平野, 松田, 高岡, 浅原: 日本語形態素解析システム『茶筌』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).
- [Miller 95] Miller, G. A.: WordNet: A Lexical Database for English, *Communications of the ACM*, Vol. 38, No. 11, pp. 39–41 (1995).
- [Robertson 00] Robertson, S. E. and Walker, S.: Okapi/Keenbow at TREC-8, in *Proceedings of TREC-8*, pp. 151–162 (2000).
- [Salton 83] Salton, G., Fox, E. A., and Wu, H.: Extended Boolean information retrieval, *Communications of the ACM*, Vol. 26, No. 11, pp. 1022–1036 (1983).
- [Sekine 00] Sekine, S. and Isahara, H.: IREX: IR and IE evaluation-based project in Japanese, in *Proceedings of the Language Resource and Evaluation Conference* (2000).
- [Shaw 94] Shaw, J. A. and Fox, E. A.: Combination of Multiple Searches, in *Text REtrieval Conference*, pp. 105–108 (1994).
- [高間 99] 高間, 石塚: Fish Eye マッチング: 概念体系を利用した視点抽出に基づく文書整理支援機能, 人工知能学会誌, Vol. 14, No. 1, pp. 93–101 (1999).
- [Takano 01] Takano, A., Niwa, Y., Nishioka, S., Hisamitsu, T., Iwayama, M., and Imaichi, O.: Associative Information Access Using DualNAVI, in *Proceedings of the Sixth Natural Language Processing Pacific Rim Symposium*, pp. 771–772 (2001).
- [Toyoda 02] Toyoda, M., Kitsuregawa, M., Mano, H., Itoh, H., and Ogawa, Y.: University of Tokyo/RICOH at NTCIR-3 Web Retrieval Task, in *Proceedings of the Third NTCIR Workshop on research in information Retrieval, Automatic Text Summarization and Question Answering* (2002), <http://research.nii.ac.jp/ntcir/workshop/OnlineProceedings3/NTCIR3-WEB-ToyodaM.pdf>.
- [恒川 98] 恒川, 山下, 溝口: キーワードスポッティングに基づくニュース音声の話題分類, 情報処理学会音声言語情報処理研究会, 98-SLP-20, pp. 61–68 (1998).
- [内山 01] 内山, 井佐原: 情報検索パッケージの実装, 情報処理学

会情報学基礎研究会, 2001-FI-63, pp. 57–64 (2001).

[Voorhees 94] Voorhees, E.: Query expansion using lexical-semantic relations, in *Proceedings of the 17th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, pp. 61–69 (1994).

[Xu 00] Xu, J. and Croft, W. B.: Improving the Effectiveness of Information Retrieval with Local Context Analysis, *ACM Transactions on Information Systems (ACM TOIS)*, Vol. 18, No. 1, pp. 79–112 (2000).

[Young 93] Young, D. and Shneiderman, B.: A Graphical Filter/Flow Representation of Boolean Queries: A Prototype Implementation and Evaluation, *Journal of the American Society of Information Science*, Vol. 44, No. 6, pp. 327–339 (1993).

[Zobel 98] Zobel, J.: How Reliable Are the Results of Large-Scale Information Retrieval Experiments?, in *Proceedings of the 21st Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, pp. 307–314 (1998).

[日本 01] 日本電子化辞書研究所: EDR 電子化辞書 (第 2 版) 仕様説明書, TR2-006(改) (2001).

〔担当委員: 中川 裕志〕

2004 年 4 月 1 日 受理

—— 著 者 紹 介 ——

吉岡 真治 (正会員)

1991 年東京大学工学部精密機械工学科卒業。1996 年同大学院精密機械工学専攻博士課程修了。博士 (工学)。同年, 学術情報センター研究開発部助手。2000 年国立情報学研究所情報学資源研究センター助手。2001 年北海道大学大学院工学研究科助教授。2004 年同大学院情報科学研究科助教授。専門は情報検索への知識処理技術の応用, 設計環境の知能化。情報処理学会, 言語処理学会, 精密工学会, 日本機械学会各会員。

原口 誠 (正会員)

1976 年九州大学理学部数学科卒業。1978 年同大学院修士課程修了。1979 年鹿児島大学理学部数学科助手。1981 年九州大学理学部基礎情報学研究施設助手。1984 年理学博士 (九州大学)。1987 年東京工業大学大学院総合理工学研究科システム科学専攻助教授。1995 年北海道大学工学研究科電子情報工学専攻教授。2004 年同大学院情報科学研究科教授。人工知能の基礎, 知識表現, モーション合成・編集の研究に従事する。情報処理学会, 人工知能学会, ソフトウェア科学会各会員。