

ユーザフィードバックに基づいて発展する仮想的な生態系を介した 対話的なデータ探索環境

小林 正朋¹ 五十嵐 健夫^{1,2}

¹ 東京大学 ² 科学技術振興機構 さきがけ

概要： 本稿は、情報検索を「魚釣り」に対応させることにより柔軟な検索作業を実現する手法について述べる。従来の情報検索システムは目的が明確な場合には良好な検索結果を生成するが、そうでない場合にはあまり有効ではない。なぜなら、曖昧な要求に対して必要となるのは必ずしも「正確な検索」ではなく、ユーザの思考を補完するようなシステムだからである。本手法では、検索キーワードを「餌」、情報を「魚」に見立て、人工生命的な規則に基づき自律的に動作させることにより、(1)要求の曖昧性を検索結果の流動性や確率性に反映させて示唆的な情報の提供する、(2)長時間の繰り返し作業を精神的に支持するために娯楽性を提供する、等の効果の実現を図った。また、上記の2点についてユーザテストを行い、本手法の効果を確認した。

Information Fishing: Interactive Data Exploration through Virtual Ecology Guided by Users' Votes

Masatomo Kobayashi¹ Takeo Igarashi^{1,2}

¹The University of Tokyo ²JST PRESTO

Abstract. We introduce a *fishing* metaphor to provide a dynamic interaction for information retrieval (IR) so that it facilitates iterative IR activities for ambiguous goals. In general, traditional query-result interfaces are less efficient for such imprecise goals, because it is difficult for users to make a precise query when they do not have any specific requests. We need an IR system that does not always provide an optimal result but assists our creative thinking activities. In our system, each information unit moves autonomously as a *fish* within a virtual 3D space while the user submits queries as *food* to the space. Moreover, this virtual ecology takes evolution based on user feedbacks. A user study that compared our system with a common search engine showed that our system provided more various results and more entertainment, encouraging users to iteratively refine their strategies for approaching imprecise targets.

1 はじめに

Web 検索クエリに関する Rose[3]らの分析に基づいて情報検索一般の目的をまとめると、主として以下の3つを挙げることができる：

- (a) 特定の情報を探す。
- (b) 何らかのテーマについて広く知見を得る。
- (c) 暇を潰す。

情報検索本来の目的は(a)であり、従来のシステムはこの目的を達成するべく設計されている。しかし、上掲の分析によれば(b)あるいは(c)の目的を持つ検索活動も無視できない割合を占めている。ここで、(b)はユーザの思考活動に新たな視点を与えようとするものであり、(c)は疲労したユーザの思考をリフレッシュさせようとするものである。

ところが、従来のシステムはこれらを意図して作られてはいない。したがって、情報検索システムに対する新しいコンセプトが求められていると言えよう。

目的(b)および目的(c)を達成するためには、結果の「数」と「質」の両方が重要となる（唯一最適な情報を提示すれば良い目的(a)の場合とは対照的である）。したがって、これら2つの目的に主眼を置くのであれば、情報検索の過程や結果は静的であるよりも動的である方が良い。なぜなら、動的な出力は静的なものと比較してより多くの情報を提示することが可能であり、また複数の情報に関する集合的な手掛かりを知覚しやすくするからである[4]。同様に、厳密で決定的な挙動よりも

ユーザの思考を活性化するような示唆に富む挙動の方が適しているものと考えられる。しかし、現在主流となっている情報検索手段の多くは、一元的な基準によって抽出された情報のみを出力するブラックボックスとなっている。このため、ユーザの創造的な体験が妨げられてしまう。

前段に挙げた課題を達成するため、我々は「魚釣り」のメタファを用いた情報検索機構を設計、Web 検索システムとして実装した。このシステムでは、被検索文書は「魚」となって仮想的な三次元空間内を泳ぎ回り、ユーザの入力したクエリは「餌」として魚を誘き寄せる。ここで、個々の魚は周囲の魚とインタラクションしながら自律的に動作するものとする。結果として、魚は仲間同士で群れを形成するなどの複雑な挙動を示す。なお、魚群の分布は仮想的な海の風景として視覚化される(図 1)。このシステムは流動的な結果を生成するため、もはや別種の出力を得るために入力を試行錯誤する必要はない。加えて、ユーザは捕獲した魚にポジティブまたはネガティブな評価を与えることにより、魚群の繁殖をある程度まで制御できる。一方、魚群の分布は複数の情報の間に横たわる何らかの関連性を視覚化しており、文字通り「生きた情報」として単なるデータの羅列以上の示唆をユーザに与える。

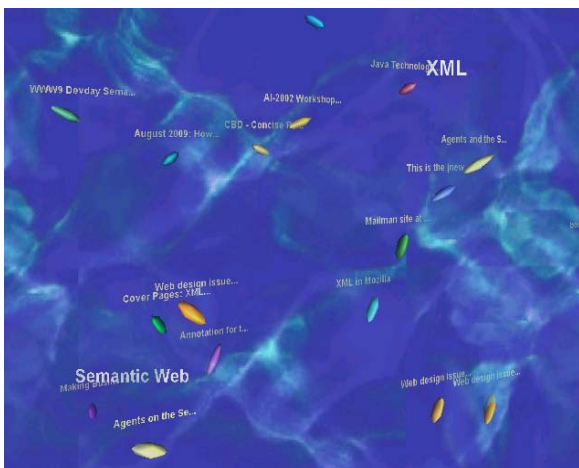


図 1. 被検索文書は「魚」として仮想海中を泳ぎ回り(楕円体として表現されており、キャプションとして文書タイトルが付属する)、入力クエリは「餌」として仮想海面を漂う(白い文字列として表現されている)。

このシステムの最大の特徴は、情報検索の機構を「情報を探し出すシステム」ではなく「情報が寄ってくるシステム」と捉え直した点にある。これにより、個々の情報の優劣に関する決定権および選択権はユーザに委ねられる。システムは有機的に洗練された出力を提示するのみであり、ユーザ

の判断を仰ぐ。何らかの「適合度順」に整列された静的な出力と比較して、このシステムの出力はユーザの創造力を刺激、思考の画一化を防ぐ。また、検索活動を一種のゲームとして楽しむ機会を提供する。

我々のシステムは、特に種々の企画プロセスにおける初期段階で有効だと考えられる。必要な情報の固まっていない時点においては、精密な情報よりもむしろ広範に渡る雑多な情報および新鮮な発想が求められるからである。また、仕事の合間の休憩時間においても有効であろう。現在でもしばしば息抜きとして Web 検索を楽しむことがあるが、クエリの入力に注力するあまり本来の仕事を疎かにしてしまうという事故が後を絶たない。しかし、我々のシステムでは明示的な入力がなくとも結果が変化し続けるため、仕事中はバックグラウンドで情報検索を実行、決まった休憩時間にも結果を確認するという使い方が可能となる。

2 関連研究

Boids[2]は生物の「群れ」の動作をシミュレートする手法であり、「衝突回避」「速度調和」「求心」という単純な3つの規則から成っている。この手法は多くの映画等で採用されているほか、研究上のバリエーションもある。例えば Proctor ら[4]は類似性の高い複数のデータを「群れ」として可視化するために Boids を使い、動的な表現は静的なものと比較してよりユーザの理解を促進すると主張した。我々はこの Proctor らの手法を拡張して、単純な類似度だけではなく種々の非対称な関連性に基づいて個体の動きを制御、「餌」を介したユーザインタラクションや個体集合の継続的な更新を通じて流動的な出力を生成する。また、人工生命的な淘汰規則によって適切な文書を収集する Web クローリング・アルゴリズムとして fish-search [7]が存在する。

空間性を備えた情報提示手法としては AIDE[6]や InfoLead[5]を挙げることができる。前者は複数のキーワードを平面上に配置することで用語間の関連性を視覚化する。後者は複数の Web ページを空間中に配置することでユーザの Web 体験を演出する。これらは情報検索を意図したものではなく、また出力は流動的でないが、空間的な位置関係によって情報間の関連性を視覚化しようとしている点で我々のシステムと共通の目的を持っている。逆に、空間的な配置に意味を持たせるのではなく時間的な流動性に主眼を置いた情報提示手法としては Memorium[9]などがある。

3 ユーザインタフェース

図 1 は我々の Web 検索システムのスクリーンショットである。画面は海面のイメージを表現しており、海中には餌および魚の群れの姿が観察される。現在の実装では、餌は文字列、魚はキャプションとして文書タイトルの付属した楕円体として可視化されている。魚群の分布は継続的に変化する。ユーザは適当なタイミングで海面をクリックまたはドラッグすることで餌や魚を投入、捕獲することができる。同時に複数の餌を投入すれば複合検索となり、集まった魚は餌との関連性に応じて空間内に分布する。また、このシステムには 2 つの特殊な機能（鳥瞰と魚籠）がある。

通常状態では海面の一部しか表示されないのに対して、鳥瞰表示（図 2）は広大な海面の全てを見渡せる視界を提供する。ただし、この状態では微かに魚影を視認できるのみであり、魚の個体を識別することは困難である。したがって、ユーザは鳥瞰画面で魚群の大まかな分布を把握した後、指定の場所を拡大した通常状態に移行することになる。また、魚籠（図 3）は捕獲した魚や用意した餌を一時的に確保しておくための領域である。ユーザはいつでも魚籠にアクセスすることが可能であり、捕獲しておいた魚を改めて閲覧したり、用意しておいた餌を再び海へ投入したりすることができる。

上記のシステムにクエリ入力領域を追加した単純な実装において、ユーザがクエリを入力してから結果を得るまでの一連の流れが図 4 に示されている。このシステムではジェスチャ志向の単純な操作系を採用した。なぜなら、通常の WIMP インタフェースが機能の高度化とともに複雑で厳格なものになりやすいのに対して、「魚釣り」のメタファは単純性および曖昧性を要件としているからである。大まかには、釣り上げるジェスチャ（クリック）や網を投げるジェスチャ（ドラッグ）を介して餌や魚を取り扱う。また、右クリックやマウスのモーションによって通常表示と鳥瞰表示とを切り替え、魚籠機能や外部ブラウザの呼び出しを行う。

なお、文書に対する評価を入力するボタンや文書の抜粋を表示する領域等が追加された別の実装が図 11 に示されている。この実装では、提案手法のすべての機能が利用可能となる。

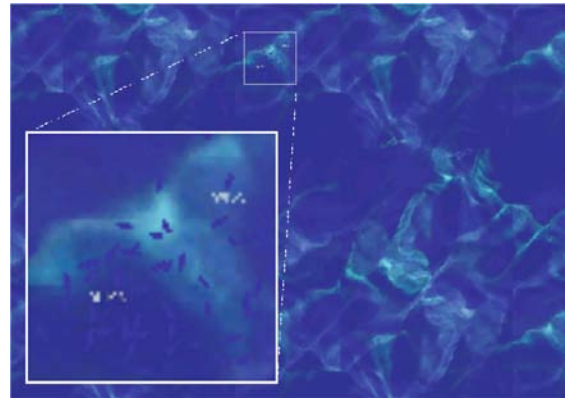


図 2. 鳥瞰表示時には、広大な仮想海面の四隅を視界に収めながら、魚影によって総合的な魚群の分布を確認することができる。

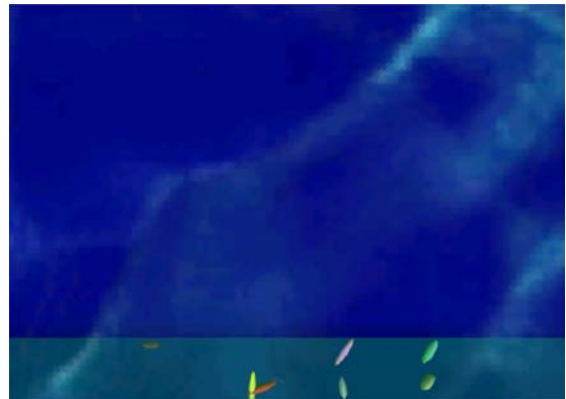


図 3. 魚籠（画面の底部の領域）の中には捕獲した魚や用意した餌を一時的に確保しておくことができる。

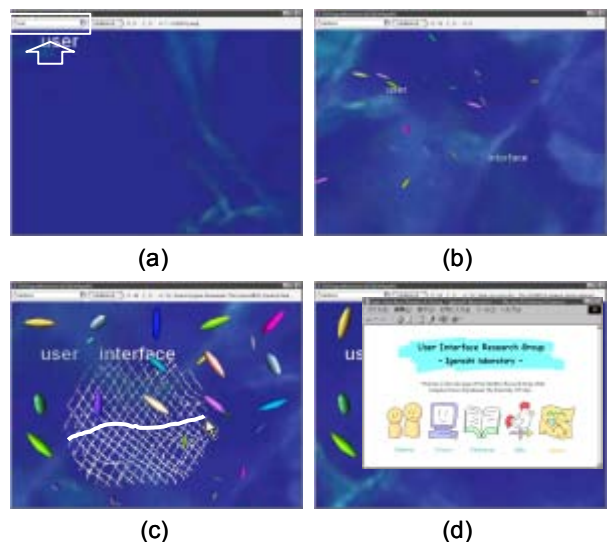


図 4. (a) クエリを入力して餌を生成（左上のフォーム）、(b) 魚が寄ってくるまで待機、(c) 投網して魚を捕獲（マウスドラッグ）、(d) 魚をポイントして閲覧。

4 実装

作成した Web 検索システムはユーザインタフェースのほか、魚群シミュレーションおよび外部検索インタフェースより構成されている(図 5)。このシステムは Java アプレットとして実装されているため、クロスプラットフォームに対応している。Microsoft® Windows® 上であれば Active Desktop コンテンツとして動作させることも可能である。

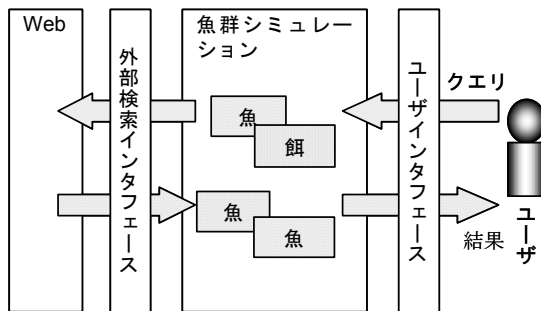


図 5. システムは魚群シミュレーション, ユーザインタフェース, 外部検索インタフェースから成る。

魚群シミュレーションは次の原則にしたがって行われる：

- クエリは餌であり、被検索文書は魚である。
- 魚は餌と仲間を好み、毒と天敵を嫌う。
- ユーザは文書の評価を介して対応する魚の生命力を上下させることができる。
- 生命力の高い魚は繁殖する。このとき、子は親の関連文書である。

個々の魚は仮想的な三次元空間中に分布、周囲の魚や餌の影響を受けながら自律的に動作する。上記の原則により、それぞれの魚は餌や仲間に近い寄り、毒や天敵を避ける。結果として、魚は仲間同士あるいは餌の付近に群れを成すこととなる。また、子を産んだ魚の生命力は減衰係数 α で低下する。また、子の生命力は親の生命力に減衰係数 β を乗じた値となる。なお、魚の動作の詳細な定義については第 5 節に述べる。

魚 F は文書本体とメタデータで構成される。このメタデータには F の仮想位置 x 、仮想速度 v 、生命力 V 、選り好みリスト S が含まれている(図 6)。 S の要素は他の魚(あるいは餌) F' へのポイントと選り好み係数 s とのペアである。 s は実数値を持ち、正の値は F が F' を好んでいること、負の値は嫌っていること、0 はいずれでもないことを表現している。例えば図 7 に示される状況において、魚 F_1 は F_2 を好んでいる (+1) 一方、 F_2 は F_1 を若干嫌っている (-0.5)。また、 F_1 および F_2 と F_3 との間にはいかなる関連もない。

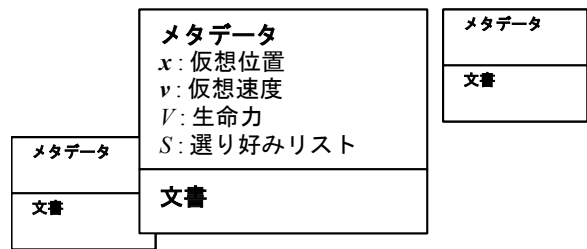


図 6. 個々の魚は文書本体およびメタデータを含む。メタデータは仮想位置、仮想速度、生命力および選り好みリストより構成されている。

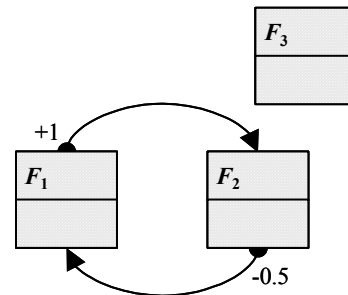


図 7. 魚 F_1 が F_2 を強く好む一方 (+1)。 F_2 は F_1 を若干嫌っている (-0.5)。 F_3 は無関係な第三者である。

外部検索インタフェースは、Web から広く文書を収集、魚群シミュレーションのために必要となる前述のメタデータをそれぞれ付加する役割を担う。具体的には、定期的に既存の Web 検索エンジンを呼び出すことで魚群シミュレーションの中に生命力の高い魚の子を追加、生命力の弱い魚を消去する。外部検索エンジンに与えるクエリ文字列は、当該の餌や魚の URL やタイトル等の中から適当に選択される。前述の「親は子を産むために生命力を消費し、また子の生命力は親よりも低い」という原則により、外部検索が同一のクエリを繰り返して使用することはない。関連文書の収集が発散してしまうこともない。現在の実装では、外部検索エンジンとして Google™ Web API^{*1} または Yahoo!® Web Service^{*2} を使用可能である。

5 魚群の振舞いの定義

5.1 選り好み係数

前節で導入した選り好み係数を決定する方法として、現在の実装では以下に挙げる 5 つの基準を用いている。各々の基準を共通の方法で扱うことにより、複数の文書間に横たわる種々の関連性が曖昧に表現される。これにより、ユーザは文書集

*1 <http://www.google.com/apis/>

*2 <http://developer.yahoo.net/>

合の総合的な構成を把握、情報選択の手掛かりとすることができるようになる：

魚は対応する外部検索クエリを好む：外部検索エンジンにクエリ Q を投入して得られた文書 D は Q に強く関連している。したがって、 D に対応する魚 F は Q に対応する餌または魚 E に対して選り好み係数+1を持つ。

魚は対応する排他検索クエリを嫌う：外部検索インタフェースがクエリ Q AND NOT R を用いて魚 F を得たならば、 F は Q および R に対応する魚または餌に対してそれぞれ選り好み係数+1 と-1 を持つ。

魚は親を好む：定義により個々の魚は各々の親に強く関連しているため、選り好み係数+1を持つ。

魚は同時に追加された魚を好む：同一のクエリより外部検索エンジンを介して生成された魚同士は兄弟として選り好み係数+0.1を持つ。

魚はハイパーリンクされた魚を好む：ハイパーリンクを正の関連付けであると解釈する。文書がハイパーリンクを介してに言及しているならば、前者に対応する魚は後者に対応する魚に対して選り好み係数+0.2を持つ。

図 8 は選り好み関係の例である。魚 $F_1 \sim F_3$ は兄弟関係にあり、餌 F を強く好んでいる。なお、上述した 5 つの基準は、文書の内容とは無関係に定義されている。したがって、この基準は HTML 文書に限らずあらゆるタイプのリソースに対応できる。実際、我々のシステムはプレーンテキスト文書やムービークリップなどを（ハイパーリンクによる関連付けを除き）HTML 文書と区別することなく取り扱うことが可能である。

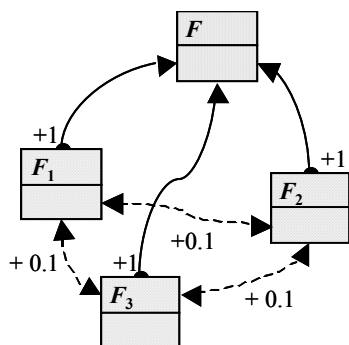


図 8. 兄弟魚 $F_1 \sim F_3$ は互いに弱く好み合い、それぞれ餌 F を強く好んでいる。

なお、このように定義された選り好み係数の値は初期値を上限として変動する(図 9)。これは、自然界に存在する変数は常に揺らいでいるという原則を模倣するものである。選り好み係数の変動

により、検索過程の流動性と確率性が保証されるとともに、特定の餌や魚の周囲に魚が密集してしまう現象が回避される。

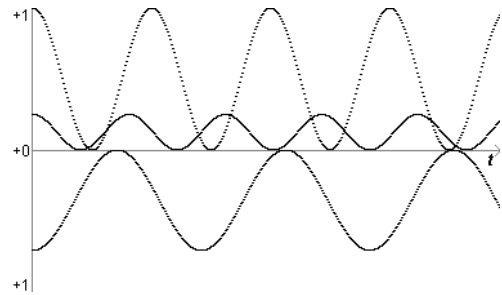


図 9. 魚 F の持つ複数の選り好み係数(図では 3 つ)がそれぞれ変動する。

5.2 魚群の挙動

我々のシミュレーションでは、第 2 節に述べた Proctor らの手法を拡張して仮想三次元空間内における魚群の動作を制御する。すなわち、以下の 3 つの原則にしたがう(図 10)：

衝突回避：個々の魚は、衝突を防ぐべく直近の魚から離れる。

速度調和：個々の魚は、近傍の魚と等速(向き、速さ)で動作すべく速度を調整する。

追跡：個々の魚は、好みの魚や餌に近寄り、嫌いな魚や毒から離れる。この動作は近傍の魚に対する選り好み係数の値によって決定される。

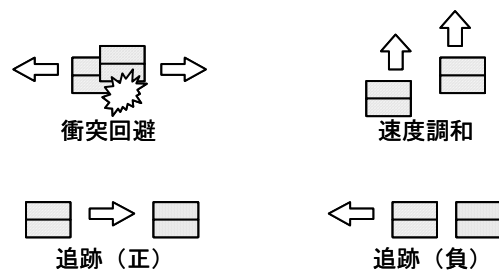


図 10. 魚は互いに衝突を避け、速度を合わせ、餌や仲間を追い、毒や天敵から逃げる。

実際のシステムでは、魚 F に次式の仮想加速度 A を与えることで上記の動作を実現する。

$$A = a \cdot \sum (x - x_i) - b \cdot (x - C) - c \cdot \sum s_i (x - x_i)$$

ただし、 x は F の仮想位置、 x_i および s_i はそれぞれ F の選り好みリストの第 i 要素の指す魚または餌の仮想位置および選り好み係数、 C は近傍の魚および餌の重心、 a 、 b 、 c は定数である。

前段の加速度を与えられた結果、魚 F は近傍の魚と群れを成しながら餌や仲間を追跡、毒や天敵から逃亡する。ここで、選り好み係数 s_i が非対称

であるということに注意する必要がある。すなわち、 F_i から F_j への係数と F_j から F_i への係数は異なる。これにより、完全に対称かつ静的な係数行列によって「群れ」を表現する Proctor らのモデルと比較してより複雑な振舞いを示すことが保証される。このような振舞いは、魚の「群れ」の中に新たな繋がりを見出す機会をユーザに与え、同時に検索作業の魅力を高めるものと期待される。

6 実験

検索結果の多様性および娯楽性について、本手法（以下、Fishing）と Google™（以下、Google）を比較した。

6.1 被験者

計算機科学を専攻する 22 歳から 25 歳までの日本人学生 8 人を被験者とした。なお、8 人全員が Google の常用者である。

6.2 実験環境

実験には通常のデスクトップ PC (OS: Windows® 2000) を用いた。入出力デバイスは、それぞれ 109 日本語キーボード、光学式ホイールマウスおよび 19 インチ TFT 液晶ディスプレイ（解像度：1600 × 1200）を使用した。実験用のソフトウェアは第 4 節に述べたシステムを JScript でラップした HTML アプリケーションとして実装されており、外部検索インタフェースとしては Google™ Web API を使用した。

図 11 は実験用ソフトウェアのスクリーンショットである。画面の左側の領域は検索インタフェースの本体であり、右側の領域は検索された文書を閲覧するウィンドウである。Fishing の画面では、左上部がクエリ入力領域、左中央部が魚群シミュレーション可視化領域、左下部が（捕獲した魚の）抜粋プレビュー領域となっている。また、右側の上部には捕獲した魚に対してフィードバックを返すボタンがある。

6.3 タスク

被験者に与えられたタスクは以下の通りである：

- 4 つのテーマ（「隠れマルコフモデル」「チューリング機械」「ギザのピラミッド」「ナスカの地上絵」）について関連文書をそれぞれ検索する。
- そのうち 2 テーマについては Fishing、残りは Google を用いて作業する。
- 制限時間は 1 テーマあたり 10 分とする。

(d) 関連キーワードを紙の上にもメモしながら作業を行なう。

(e) 作業後に、上記のメモを見ながらそれぞれのテーマについて得た知見をまとめる。

また、実験後に両手法に対する印象についてアンケート形式で調査を行なった。作業の順序は被験者間で平衡するように調整した。



図 11. 実験画面（上：Fishing、下：Google）。右側の領域は両手法で共通の閲覧ウィンドウである。

6.4 結果

(1) 入力クエリ、検索文書、閲覧文書

図 12 は 1 テーマあたりの(1)入力クエリ数、(2)検索結果として出力された文書の総数、(3)実際に被験者が閲覧した文書数を示している。なお、(2)「検索結果として出力された」とは、Fishing では「魚として画面に出現した」こと、Google では「表示された検索結果一覧に含まれていた」ことに対応している。また、(3)については閲覧領域に 5 秒以上表示されていた文書を「閲覧」とした。図 13 は閲覧文書の重複度を表している。重複度とはある文書を閲覧した被験者の数であり、文書 A をすべての被験者が閲覧していたとき文書 A の重複度は 8、一人の被験者のみが閲覧したとき 1 となる。

Fishing では入力クエリ数が約 23%減少したものの、その差は有意ではなかった ($F = 3.798, p = .067$)。一方、検索文書数は約 48%増加した ($F = 14.114, p = .001$)。また、閲覧文書数には大きな変化がなかった ($F = .002, p = .968$)。閲覧文書の

重複度の平均値は Fishing の 1.26 に対して Google は 1.52 であり、約 20%減少した ($F = 6.772, p = .018$)。閲覧可能な文書数の増加と重複度の減少から、検索結果の多様性が増していると言える。

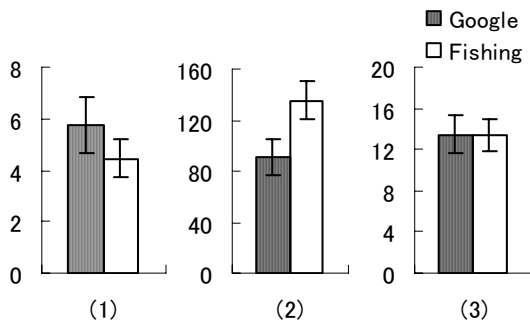


図 12. 1テーマあたりの(1)入カクエリ数, (2)検索結果に含まれていた文書数, (3)実際に関覧された文書数の平均値および標準誤差.

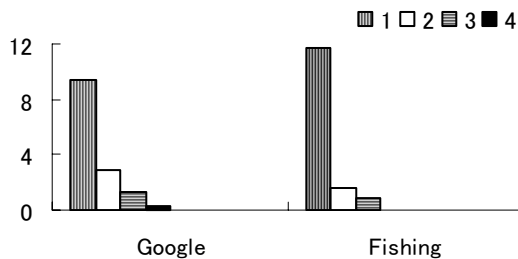


図 13. 閲覧文書の重複度の分布 (1テーマあたり).

(2) 主観評価

図 14 は正確さ、素早さ、楽しさ、難しさの各点について、被験者が主観的に 5 段階評価を行なった結果である。

Fishing では正確さが約 1.3 ポイント、素早さが約 1.9 ポイント減少する一方 (ともに $p = .001$)、楽しさは約 1.3 ポイント増加した ($p = .009$)。難しさは約 1.0 ポイント増加したが、差は有意ではなかった ($p = .09$)。

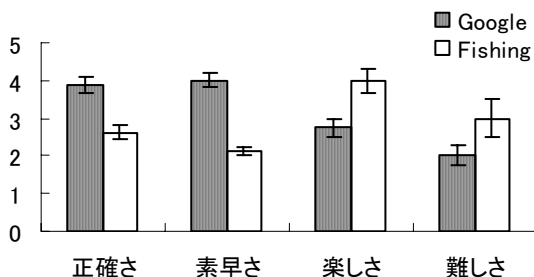


図 14. アンケート形式の調査による主観評価の平均値および標準誤差.

7 議論

実験の結果から、本手法では検索結果の多様性が増すことが明らかになったが、この効果に関しては考慮すべき点が 2 つある：

- (a) 有意義な多様化ではなく、検索結果に含まれるノイズが増えただけなのではないか。
- (b) 検索結果の多様化は、本当にユーザの創造力を刺激するのか。

上記のうち、(a)の問題はそれほど深刻ではない。確かに、本手法ではユーザの操作を待たず自動的に関連文書を「海」へ追加してゆくため、クエリとの繋がりの弱い周辺部を泳ぐ魚については通常の検索手法よりもノイズの混入する余地がある。しかし、中心部を活発に泳いでいる魚は外部検索によってクエリそのものとの関連性が高いと判断された文書である (実験ではバックエンドに Google を使用したため、これは Google の検索結果で上位に位置する文書とほぼ同一となる)。本手法の典型的なユーザが最初に捕獲するのは中心部の魚だから、周辺部にノイズがあるからといって閲覧される文書が全体として無秩序になるわけではない。また、閲覧文書の重複度の低下は周辺部の多様化に起因していると考えられるものの、自由発想[1]の原則を考慮するとノイズの存在は必ずしもユーザの害にならない。なぜなら、周辺部に目を向けるのは一般に補足としての情報や新しい視点を求める場合だからである。

一方、(b)の問題については、今回の実験結果から評価することは困難である。第一に、実験では検索テーマが比較的限定されており、タスクの内容が単純な検索の繰り返りに近かったため、作業に特別な発想は必要とされなかった。また、制限時間が 10 分と短かったため、被験者は基本的な関連文書を検索するのみに留まった。特に、文書に対するユーザフィードバックが魚の繁殖へ実際に影響を及ぼすには時間が掛かるため、被験者はフィードバックの恩恵をほとんど受けることなく実験を終えてしまったことになる。創造力に対する効果を評価するためには、より一般的なテーマに関する長期的なタスクについて実験を行なう必要があるだろう。他に、冒頭に挙げた「仕事のバックグラウンドで検索、作業の合間に確認する」という利用法についても評価してみたい。

被験者の主観評価に関しては、娯楽性について想定した通りの向上が見られたものの、正確さおよび素早さについては悪化している。このうち素早さの低下に関しては、本手法が持続的な繰り返し作業を指向していることを考慮すれば当然の結果である (ただし、外部検索を行なうタイミング

を早めればレスポンスを改善することも可能である)。一方、正確さが低く評価された主要な理由は、周辺部のノイズよりもむしろ検索結果の抜粋 (Snippet) を一覧できないことによる手掛かりの不足にあるようだ。実際、本手法に対して「クエリと関係のない検索結果が増える」という意見を持つ被験者はなかったが、2人の被験者が「個々の魚の内容が捕獲してみるまで分からない」を本手法の短所として挙げた(ただし、「思いもよらない結果が楽しい」を長所とした被験者も1人いた)。この問題については、魚に詳細なキャプションを付けるという対策も可能だが、表示画面が煩雑になってしまうことを考慮すると実現は難しい。魚を捕獲しなくても自動的に要約プレビュー領域を更新するなどの妥協点を探りたい。また、文書クラスタの要約情報を算出して提供する Scatter/Gather[8]のような技術の導入も有効だろう。

8 まとめ

本稿は「魚釣り」メタファに基づいて Web 検索システムの出力に空間性、流動性および確率性を付加する手法について述べた。このメタファにおいて、被検索文書は「魚」、入力クエリは「餌」として振舞う。個々の魚の動作を表現するために、動物の群れに関する簡単なシミュレーション技術を用いた。このアプローチによって、ユーザはクエリを試行錯誤するのではなく、検索された文書に対するフィードバックを介して多様な結果を得ることができるようになる。また、視覚化された魚群の分布が被検索文書間の曖昧な関連性の認識を促すほか、検索過程の娯楽性を高め長時間の作業を精神的に支援する。

このシステムは、自由な発想のきっかけを作ること、および余暇活動の支援となることを目的として設計されている。一方、従来の情報検索システムのように明確な入力に対して精密な応答を与えることは志向していない。なお、「魚釣り」のコンセプトは、魚群の挙動を制御するメタデータを適切に定義すれば Web 以外のあらゆる情報集合に適用可能である。例えば、引用関係に基づく学術論文検索、知人関係に基づく人物検索などの応用が想定される。

なお、2005年5月現在、本手法のデモプログラム等を Web サイト^{*3}にて公開中である。

謝辞

実験に協力して下さった被験者の皆様に謝意を述べる。なお、本研究の一部は IPA 平成 15 年度未踏ソフトウェア創造事業(未踏ユース)の支援の下で行なった。

参考文献

- [1] A.F. Osborn. *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem-Solving*, New York, Scribner's, 1957.
- [2] C.W. Reynolds. Flocks, Herds and Schools: A Distributed Behavioural Model. *Computer Graphics*, Volume 21, Number 4, pp.25-34, 1987.
- [3] D.E. Rose and D. Levinson. Understanding User Goals in Web Search. In *Proceedings of the 13th conference on World Wide Web*, ACM Press, pp.13-19, 2004.
- [4] G. Proctor and C. Winter. Information Flocking: Data Visualisation in Virtual Worlds Using Emergent Behaviours. *Lecture Notes in Computer Science*, Volume 1434, pp.168-176, 1998.
- [5] K. Arai, T. Mutou, and A. Kanai. InfoLead – A New Concept for Cruising Navigation Technology. In *Proceedings of the 2002 Symposium on Applications and the Internet*, IEEE Computer Society Press, pp.162-167, 2002.
- [6] K. Mase, Y. Sumi, and K. Nishimoto. Informal conversation environment for collaborative concept formation. *Community Computing: Collaboration over Global Information Networks*, John Wiley & Sons, 1998.
- [7] P.M.E. De Bra and R.D.J. Post. Information Retrieval in the World-Wide Web: Making Client-based Searching Feasible. *Computer Networks and ISDN Systems*, Volume 27, Number 2, pp.183-192, 1994.
- [8] P. Pirolli, P. Schank, M. Hearst, and C. Diehl. Scatter/Gather Browsing Communicates the Topic Structure of a Very Large Text Collection. In *Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems '96*, ACM Press, pp.213-220, 1996.
- [9] 渡邊 恵太, 安村 通晃. Memorium: 眺めるインタフェースの提案とその試作, 第10回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ論文集, 日本ソフトウェア科学会, pp.99-104, 2002.

^{*3} http://www-ui.is.s.u-tokyo.ac.jp/~kobayash/information_fishing.html