

つながりテーブル: 実物の本を用いた関連商品探索システム

ダースレン エンクバト[†] 城 崎 亮[†] 岩 淵 志 学^{††}
益 子 宗^{†††} 田 中 二 郎^{††}

我々は、実物の本を用いてその関連商品を直感的に探索できる実店舗レコメンドシステム“つながりテーブル”を開発した。本システムはテーブル上の2冊の本の間に、それらの関連を表す“つながり”や、同じ関連を持つ関連商品の情報を表示し、ユーザに提示することができる。ユーザは、実物の本を直接動かす、回すなど直感的なインタラクションを行って、本同士の関連を発見しながら別の関連商品を対話的に検索することができる。本システムによって、実際の書店または図書館など本を大量に扱う場所において、ユーザが自分の好みや目的に合った本を直感的に見つけることができる。そして我々は、本システムについて評価実験を行った。

Tsunagari Table: Related Products Searching System Using Real Books

DAVAASUREN ENKHBAT,[†] RYO JOZAKI,[†] SHIGAKU IWABUCHI,^{††}
SOH MASUKO^{†††} and JIRO TANAKA^{††}

We have developed a real world recommendation system, called "Tsunagari Table". With this system, we are able to explore related products of given books in a intuitive way. The system displays the "tsunagari" which shows the shared aspects between two given books on the table, as well as information regarding related products which have the same relationship. The user interacts with the system in a intuitive way, such as moving or rotating books directly, in order to detect the relationships between books and to search for related products. Our system can be useful for users to find books that suit their interest or purpose, in places that handle large amounts of books, such as real bookstores or libraries. A user study and discussions have been performed as well.

1. はじめに

近年、eコマースの利用がますます増え、私たちの生活の一部になりつつある。eコマースの利用が増えた理由の1つは、その充実した買い物支援機能が従来の買い物をより効率的で、より便利なものにしたからである。その機能の中で特に広く普及しているのは、ユーザの購入履歴または閲覧履歴(以降、履歴と呼ぶ)からユーザの嗜好を推定し、それに近い関連商品を提示するレコメンド機能である。我々は、このようなレコメンド機能が実店舗における買い物にも有効であると考え、その実現方法について検討し、つながり Explorer-Real¹⁾を開発してきた。

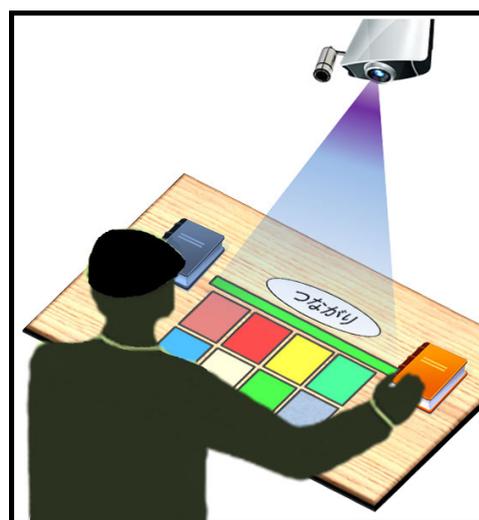


図1 レコメンドシステムのイメージ
Fig.1 Recommend system image

[†] 筑波大学 情報学群

School of Informatics, University of Tsukuba

^{††} 筑波大学 大学院システム情報工学研究科

Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

^{†††} 楽天株式会社 楽天技術研究所

Rakuten Institute of Technology, Rakuten, Inc.

そして、本研究では、本屋において実物の本を用いて関連商品を探索できるレコメンドシステム(図1)の実現やその評価を目的とする。

e コマースのレコメンド機能は、ユーザの履歴情報を基に複数の商品に共通する特徴や属性（以降、つながりと呼ぶ）を見つけ、ユーザの嗜好を推測し、それに合わせた商品を提示している。商品間のつながりを基にレコメンドする機能は、e コマースの店舗において、商品間の関連や関連商品の提示は容易であるが、実店舗における買い物では難しい。

実店舗における商品間のつながりは、商品が置かれている位置によって提示されることが多い。しかし、実店舗において複数の属性を同時に提示することが難しいため、店側が一方的に1つの属性によって位置を決めている。例えば、本屋では本が漫画や教科書、雑誌などの“ジャンル”というつながりによって棚が分かれている（図2）。そのため、ユーザは店舗が決め



図2 実店舗における商品間のつながりの提示
Fig. 2 Tsunagari presentation of products in real store

たつながり以外で商品を探すことは困難である。例えば、本屋において自分で同じジャンルの本を見つけることは簡単であるが、別のジャンルだが著者が同じ本を探すことは難しい。

我々は、実店舗において商品間のつながりや関連商品の情報がわかりやすく表示され、ユーザがつながりを自由に選択できるシステムを実現すれば、この問題を解決できると考えた。そして、システムを実現させるために、実空間における商品間の関連を可視化する方法を検討し、実物の本同士のつながりをディスプレイを使って提示するシステム“つながり Explorer-Real”を開発した。本稿では、このシステムを基盤に、本を用いて関連商品を探索できるシステム“つながりテーブル”を提案し、そのコンセプトやプロトタイプシステムの実装について記述する。

また、プロトタイプシステムの被験者実験を行い、その結果やフィードバックからシステムを評価し、システムの有効性について検討する。そして、まとめや今後の課題について最後の章で記述する。

2. 関連研究

関連研究として、Ahlberg らの研究²⁾ や、Hansaki らの研究³⁾ があげられる。Ahlberg らは、スライダ等でクエリを変更させることにより、検索結果を動的に変更し表示するインタフェースを考案している。Hansaki らはクエリを対話的に生成し、検索の際の試行錯誤を支援するインタフェースを開発した。また、柳瀬らは、映像検索のための複数ビューを持つ対話的インタフェース⁴⁾ を提案している。これらの関連研究が言語、または数値をクエリとして用いているのに対し、本研究では実物の本をクエリとして用いる点で異なる。

その他に、野間田らの“GraphicalRecipes”⁵⁾ は、食材をクエリとして追加することにより、その食材を用いた料理とのつながりを提示して料理の探索を支援するシステムを提案した。“GraphicalRecipes”⁵⁾ は、ユーザが選択した食材が料理の材料に含まれているか否かという一次元の情報を用いているのに対し、本研究は多次元の関連を提示し、様々な側面から探索を行えるという点で異なる。

本研究の先行研究として蕪澤らの“つながり Explorer”⁶⁾ がある。“つながり Explorer”ではe コマースサイトにおける履歴内の商品から、ユーザが関連商品を発見することを支援する、マルチタッチ対応のスレート端末上のインタフェースを提案している。本研究では実空間において実現している点で異なる。

また、本研究が実物を用いてインタラクションを行うためタンジブルインターフェース分野、実物に情報を関連付けて情報を可視化しているため拡張現実（AR）分野などに関連している。Sinclair らの研究⁷⁾ や、Billinghurst らの研究⁸⁾、Spindler らの研究⁹⁾ がこの分野の関連研究として挙げられる。

Sinclair らの研究や Billinghurst らの研究はマーカの上に表示された仮想物体やそれに関連する情報と、マーカを操作することでインタラクションを行う方法を提案しているが、我々はマーカを使わず実物を使ってインタラクションを行っているところが異なる。そして、Spindler らの研究は、プロジェクタで表示されている情報のより詳細な情報を可視化するために平らの実物体を使って表示領域を拡張するシステムを提案している。本研究は同じく実物体を使ってインタラクションしているが、システムにおける実物体の役割やシステムの目的が異なる。

3. つながりテーブル

我々は、実空間上のレコメンドシステムの実現に向けて、実物の本を用いてその関連商品を探索できるシステム“つながりテーブル”を提案する(図1)。

本システムは、ユーザが自分の好みの本をテーブル上に置くと、テーブルの真上に設置されたプロジェクタによって2冊の本のつながりや関連商品が本の周りに重畳表示され、ユーザがそれを見ながら対話的に関連商品を探索できるシステムである。具体的には、本のタイトル、著者名、出版社名、発売日など本が持つあらゆる属性から本同士のつながりを特定し、その情報を基にネットワークを介してデータベースから関連商品を検索して、ユーザに提示するシステムである。ユーザはテーブル上だけを見ながら、本を手で直接動かす、回す等の操作でインタラクションを行い、関連商品を探索できる。

3.1 利用シナリオ

読書が好きなAさんが本屋で本を探していた。彼は店舗で大量に並んでいる本の中から自分の好みに合った本を探しだすことがなかなかできなかった。そこで彼は、Bさんが書いた「C++プログラミング」と「Javaプログラミング」という自分の気に入りの2冊の本を、本屋に設置された“つながりテーブル”上に置いた。すると、システムがテーブル上の本の情報から彼の好みのジャンルは「プログラミング言語」であると判断し、プログラミング言語に関する本の情報をテーブルに提示した。その際に、オブジェクト指向言語の本が他の本より先に表示されていた。その結果、Aさんがオブジェクト指向言語に関する新しい本を発見することができた。また、彼が本を回転させて、ジャンルではなく別のつながりで、Bさんの書いた別の本をすぐに見つけることができた。

3.2 提示方法

本システムでは、テーブルの真上に設置されたプロジェクタによってユーザに情報を提示する。テーブル上の本のつながりや関連商品の情報が本の周りに重畳表示される。つながりは直線で表現され、その上にはつながりの詳細、下には関連商品のサムネイルが表示される。例えば、図3では、ユーザがテーブル上に置いた左側の本と右側の本に対して、そのつながりが緑色の直線で表示されており、その上にその2冊の本が“Fruits”という内容の“Like Food”つながりで関連していることが表記されている。その下に同じつながりを持つ1つの関連商品の画像が表示されている。

3.3 インタラクション方法

本システムでは、本を動かす直感的な動作でインタラクションできる。次にそのインタラクションについて述べる。

● 本をテーブルに置く

ユーザが本をテーブル上に置くことで本をシステムに認識させ、その本を検索クエリとして関連商品を検索できる。本同士のつながりや関連商品の情報をテーブル上で見ることができる(図3)。

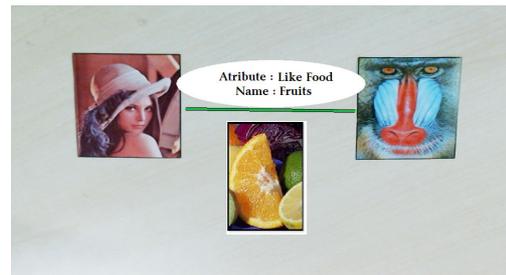


図3 つながりや関連商品の表示

Fig. 3 Presentation of tsunagari and related product information

● 本を動かす

本をテーブル上で上下左右に動かすとつながりや関連商品の表示位置が本の場所に対応して変わる(図4)。

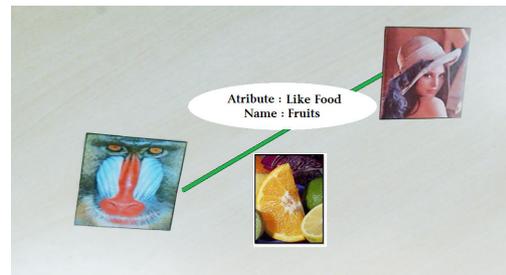


図4 本の場所に対応したつながりや関連商品の表示

Fig. 4 Presentation of tsunagari and related product information corresponded to book position

また、本同士の距離を変えて関連商品の表示数を変えられる。本同士を近づけて最も関連のある本だけを表示したり、遠ざけて比較的関連性が低い商品を表示させられる(図5、図6)。

● 本を回す

本を回すと、検索するつながりの属性を変更し、検索結果を変えることができる(図7)。

例えば、図7では、テーブル上の左側の本が回転されたため、つながりが“Like Foods”から“Like



図 5 本同士の距離が短い場合表示数が減少する

Fig. 5 Number of related product decreases when shorter distance of books

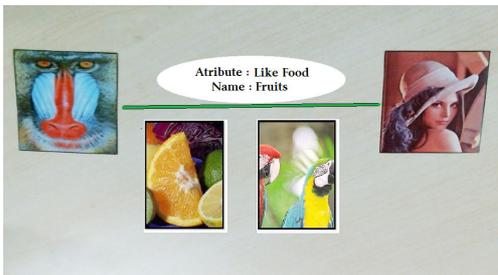


図 6 本同士の距離が長い場合表示数が増加する

Fig. 6 Number of related product increases when longer distance of books



図 7 つながりの属性変更によって関連商品が変更する
Fig. 7 Related product will changes when type of tsunagari changing

Drink”に変更され、線の色も変更されている。そしてつながりの内容が“Milk”に変わり、同じ内容でつながっている別の関連商品の画像が表示されている。

4. プロトタイプシステムの実装

我々は、“つながりテーブル”システムのプロトタイプシステムを実装した。ここでプロトタイプシステムの実装について説明する。

プロトタイプシステムは、ユーザがディスプレイを見ながらテーブル上の本を操作して、関連商品を探索できるシステムになっている(図 8)。実装において、ユーザに情報を提示する方法としてはディスプレイを

使用しており、本の認識にはバーコード、データベースには予め用意したローカルのデータを使用している。



図 8 プロトタイプシステム
Fig. 8 Prototype system

4.1 プロトタイプシステムの構成

プロトタイプシステムの構成は PC、ディスプレイ、バーコードリーダー、USB カメラと本のローカルデータベースから成る(図 9)。以下に処理の流れを示す。

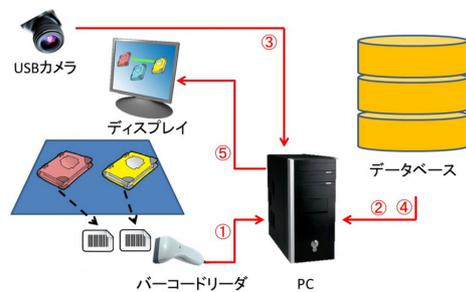


図 9 プロトタイプシステムの構成
Fig. 9 Setup of prototype system

- (1) ユーザが本をバーコードリーダーでスキャンすることにより、システムは本のバーコードを取得する(図 9-①)。
- (2) 本のバーコード情報を基に、データベースから本のタイトル名、著者名、出版社名、発売された日付、表紙の画像の情報を取得し、本をシステムに登録する(図 9-②)。
- (3) システムはカメラの映像内に、表紙画像を利用して登録した本と同じ本をリアルタイムに認識、追跡を始める(図 9-③)。
- (4) テーブル上に登録された 2 冊の本を認識すると、

システムはそれらの本の情報を基に、2冊の本のつながりを計算し、データベースから関連する商品を検索する(図 9-④)。

- (5) そして、ディスプレイ上で2冊の本の間にそれらのつながりを表す直線や関連商品の画像を表示する(図 9-⑤)。

4.2 本の登録

プロトタイプシステムでは本をシステムに登録させる際に、本の固有のバーコードを使った。バーコードリーダーを使用して本のバーコード番号を文字列として読み取る(図 10)。読み取った番号と一致する本をデータベースから検索し、本の情報を取得する。



図 10 バーコードによるスキャン
Fig. 10 Scannig by barcode reader

4.3 本の認識と追跡

バーコードを読み取った本を机の上に置くと、上方にあるカメラにより本が認識され、その位置が追跡される。具体的には、カメラに映っている画像と、本の画像ファイルと比較し、本の位置や姿勢を計算する。そして、本の位置をリアルタイムに更新し、本を追跡する。画像のマッチングには、SURF¹⁰⁾を使用した。SURFは物体の画像から検出した特徴点パターンを使い、カメラからの画像の中からそれと似たような特徴点のパターンを検索してマッチングを行う方法である(図 12)。画像処理にはOpenCVを使用した。

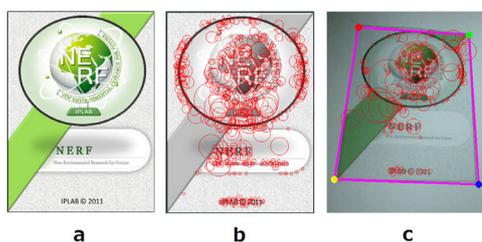


図 11 SURF による物体認識 (a: 物体の画像, b: 特徴点が検出されたグレースケール画像, c: 実際に認識している様子)
図 12 Object recognition by SURF (a: Image of object, b: Featured points in grayscale image, c: Look of object recognition)

4.4 本のデータベースと関連商品の検索

本のデータベースにはタイトル、著者名、出版社名、発売日、本の画像ファイルが含まれる。各本のデータが本のバーコード番号と同じ名前のフォルダそれぞれ入っている。つながりの特定や関連商品の検索に本ごとの属性を照らし合わせ、共通の属性をつなぎとする。そして、データベース内の各本ごとにそのつながりに対する重みを計算して、重みが大きい順に関連商品を提示する。

4.5 関連商品の提示

実際のテーブル上の映像につなぎの属性や内容、関連商品のサムネイルなど情報をリアルタイムで合成し、その映像をディスプレイを使ってユーザに情報を提示する。これにより、ディスプレイではつながりや関連商品の情報が本の周りに表示されているように見える。

5. 評価実験

本システムの操作性や関連商品の提示を調査するため、評価実験を行った。

5.1 実験内容

まず被験者にシステムのインストラクションについて簡単に説明して、その後システムを自由に使用してもらった。使用後、被験者に対してアンケートを行った。なお、被験者は21~23歳の大学生、大学院生5名であり、全員が男性であった。

5.2 実験結果

アンケートの内容は次の8項目の質問である。そして最初の7項目は5段階で評価してもらった。

- (1) 操作しやすかったか。
- (2) 動作速度についてどう感じたか。
- (3) 2冊の本の間にどのような関連があるかわかりやすかったか。
- (4) 関連を提示する手法として線で結ぶのは適切か。
- (5) 提示する関連商品の数は適切か。
- (6) このシステムを使用して自分が知らない本を見つけられたか。
- (7) 本屋にあったら便利だと思うか。
- (8) 他に感じたことやコメントを書いてください。回答は1(悪い)~5点(良い)で行なってもらい、結果は表1のようになった。

(3)の関連の提示の方法に関して、現在は2冊の本を結ぶ線の上に吹き出しをつけ、そこにどのような関連があるかを文字により表現している。文字だけではユーザへは伝えにくいいため、他の手法を考える必要がある。

(5) の表示する商品の数に関して、もっと増やしたほうが良いという意見があった。

操作性に関して、本が手で少くらい隠れても認識している点が良い、オーバーレイ表示される商品に対してタッチ操作を行いたい、2冊だけでなく3冊使用し別の操作をしたい、といった意見が得られた。関連商品の提示に関して、表示される商品のサムネイルだけではなく詳細を知りたい、本の関連が文字だけではわかりにくい、といった意見が得られた。

5.3 考察

操作性に関して、本システムではユーザからの入力の本の操作のみしかないので、オーバーレイ表示されている商品に対して操作を行うことは必要であると考えている。

商品の詳細を表示することに関しては、常に表示をするのではなく、上記に書いたようなタッチ操作や本の動かし方を利用し、新しいインタラクションを追加することにより実現できると考えている。本の関連を表す方法として、2冊を結ぶ線を変化させることにより関連をユーザへ提示できると考えている。例えば、関連が強いものは線を太くしたり、どのような関連があるかにより線の色を変化させるなどである。

6. おわりに

我々は商品間の関連を実空間で可視化することで、実店舗におけるレコメンドシステム“つながりテーブル”を開発した。本システムは、ユーザの提示した2冊の本の情報を基にそれらのつながりや関連商品を検索し、その結果をユーザにわかりやすく表示するものである。これにより、ユーザは実物の本を用いて自分の嗜好に近い本を探索することができるようになる。今回はディスプレイを使って実装したが、次のステップとしてプロジェクタを使用して実装する。これにより、ユーザはテーブルの上だけを見て操作することができるようになり、負担が少ない操作が可能になる。また、今回は著者や出版社の関連属性しか扱っていないが、今後は属性の種類を増やし、より適切な検索結果を出せるようにする。そして、商品同士の関連だけ

ではなく、協調フィルタリングを使用したレコメンドも実装したいと考えている。さらに、手の動きによりオーバーレイ表示された関連商品に対してインタラクションを可能にすることや、手をかざすと関連商品の詳細を表示するなど新しいインタラクションの追加することなどを考えている。

謝辞 本研究は「大規模情報コンテンツ時代の高度 ICT 専門職業人育成」事業の支援を受け、筑波大学と楽天株式会社との教育研究一体型プロジェクトにより実施されたものである。

参考文献

- 1) ダワースレン エンクバト, 城崎亮, 岩淵志学, 田中二郎, 益子宗: つながり Explorer-Real: 実空間における商品間の関連の可視化手法の検討, 第4回楽天研究開発シンポジウム (2011).
- 2) Ahlberg, C. and Shneiderman, B.: Visual information seeking: tight coupling of dynamic query filters with starfield displays, CHI '94, ACM, pp.313-317 (1994).
- 3) Hansaki, T., Shizuki, B., Misue, K. and Tanaka, J.: FindFlow: visual interface for information search based on intermediate results, APVis '06, Vol.60, pp.147-152 (2006).
- 4) 柳瀬健吾, 孟洋, 佐藤真一, 坂内正夫: 複数のビューを用いた対話的な映像検索手法の提案, 情報科学技術フォーラム一般講演論文集, Vol.2002, No.2, pp.49-50 (2002).
- 5) 野間田佑也, 星野准一: GraphicalRecipes: レシピ探索支援のための視覚化システム, 芸術科学会論文誌, Vol.7, No.2, pp.43-54 (2008).
- 6) 蕨澤賢三, 岩淵志学, 益子宗, 田中二郎: つながり Explorer: 関連の提示に基づく対話的商品探索インタフェース, インタラクション 2011 論文集, pp.211-214 (2011).
- 7) Sinclair, P., Martinez, K., Millard, D.E. and Weal, M.J.: Links in the Palm of your Hand: Tangible Hypermedia using Augmented Reality, HYPERTEXT '02, ACM, pp.127-136 (2002).
- 8) Billinghamurst, M., Kato, H. and Poupyrev, I.: Tangible Augmented Reality, SIGGRAPH Asia '08, ACM, pp.1-10 (2008).
- 9) Spindler, M., Tominski, C., Schumann, H. and Dachselt, R.: Tangible Views for Information Visualization, ITS '10, ACM, pp.157-166 (2010).
- 10) Bay, H., Tuytelaars, T., and Van Gool, L.: SURF: Speeded Up Robust Features, CVIU, Vol.110, No.3, pp.346-359 (2008).

表 1 表 1. 評価実験の結果
Table 1 Result of user study

	問 1	問 2	問 3	問 4	問 5	問 6	問 7
A	3	3	1	3	4	5	1
B	4	5	4	3	3	5	4
C	3	2	1	1	2	5	3
D	4	2	3	5	5	5	3
E	4	5	3	5	1	5	4
平均	3.6	3.4	2.4	3.4	3.0	5.0	3.0