

GraphicalRecipes: レシピ探索支援のための視覚化システム

野間田 佑也[†] 星野 准一[‡]

[†]多摩美術大学 [‡]筑波大学大学院 システム情報工学研究科

Visualization Interface for Information Exploration of Recipes

Yuya Nomata[†], Junichi Hoshino[‡]

[†]Tama Art University, [‡]Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

概要 - 本稿では、漠然とした検索要求下におけるレシピ探索を支援することを目的とし、その実現のアプローチとして情報視覚化を利用したレシピ探索システムを提案する。本システムでは、ユーザが行う一連の探索過程を、ユーザからの個々の検索要求および検索結果となる個々の情報をノードとするグラフとして表現する。また、本システムの有効性を評価するために、本システムを一人で使用する場合と、複数人での利用を想定し、評価実験を行った。実験後のアンケートの結果と考察から、本システムは、漠然としたレシピ探索に対して有効であることが確認された。

キーワード: 情報視覚化, 情報探索, ブラウジング, インターフェイス, グラフ, レシピ

Abstract - This paper propose a novel visualization system for exploration of recipes. The goal of the system is to support users in exploring a large amount of recipe data for the purpose of decision-making. The system visualizes relation between recipes and ingredients as graph. User can expand the displayed networks by only selecting an ingredient.

Keywords : information visualization, recipe, information exploration, browsing, graph, interface

1. はじめに

現在、インターネット上には、数多くのレシピ検索サイトをみつけることができる。こうしたレシピ検索サイトは、特定のレシピを検索するためだけではなく、「冷蔵庫の残り物を使える料理」といった、漠然とした検索要求を満たすレシピを探すためにも利用される。このような漠然とした情報探索では、検索者自身が探している情報をはっきりと理解しておらず、適切なクエリを作成することが難しい。ユーザは、とりあえず思いついたクエリで検索を実行し、得られた結果をブラウズすることにより、検索者は自己の要求を徐々にはっきりさせ、クエリを修正しながら探索を続ける。その際、探索過程で目にした様々な情報によってニーズ自体が変化・発展する。したがって、情報探索は、絶えず検索と検索結果の閲覧を繰り返す、反復的かつ対話的なプロセスとなる[1]。

しかしながら、このように検索が何度も行われる漠然とした情報探索に対して、現行のレシピ検索サイトのインターフェイスでは、検索実行の都度、結果がリスト形式により提示される。したがって、一連の探索過程で得られた結果同士の比較検討は、ユーザは、クエリを変更するたびに得られた異なる画面で提示された結果を閲覧するか、もしくは、記憶を頼りに行う必要がある。

そこで本稿では、上記のような問題解決のアプローチとして、情報視覚化を利用したレシピ探索支援のた

めのシステム GraphicalRecipes を提案する(図 1)。提案システムでは、検索過程を、ユーザからの検索要求である個々の食材と、検索結果であるレシピをノードとするグラフとして視覚化する。ユーザは、思いついたクエリを気軽にノードとして追加することで検索を実行することができる。ユーザは、満足するレシピにたどり着くまでの一連の検索探索プロセスを、画面の切り替えをすることなく、ひとつビジュアルの中で完遂することができる。また、クエリとレシピのノードのつながりを見ることで、視覚的に比較検討しながらレシピの探索を行うことができる。

論文は以下のように構成される。2章では、関連研究について述べる。3章では、本論文で提案するプロトタイプシステム GraphicalRecipes の詳細について述べる。4章では、評価実験について述べる。また、本システムの複数人利用の可能性を調査するために行ったユーザスタディについて述べる。

2. 関連研究

情報探索支援のための研究は、これまでも様々な視点からの取り組みが行われている。

まず、情報視覚化の分野では、古くから情報検索・情報探索の問題が扱われ、数多くのシステムや視覚化手法が提案されている[2]。

例えば、検索質問の視覚化に関する研究としては、

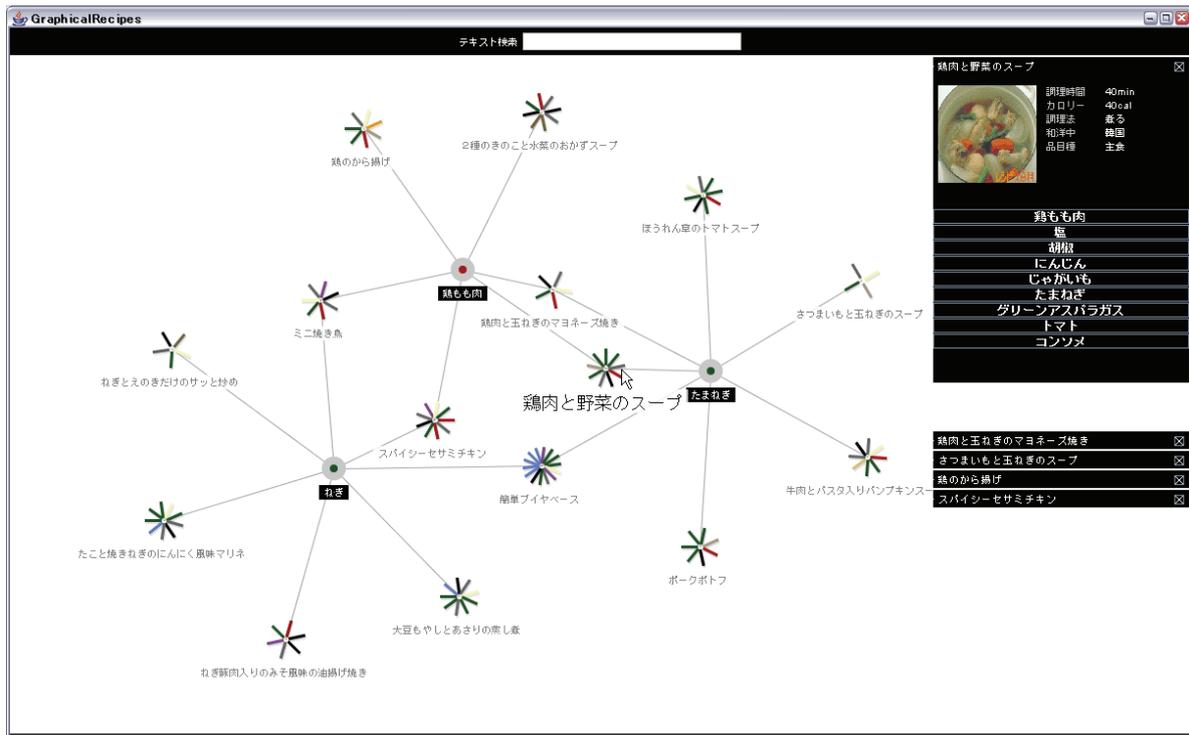


図1 GraphicalRecipes のインターフェイス

検索質問の作成支援を目的としたvQuery[3]が挙げられる。このシステムでは、テキストでは理解しにくいブール理論に基づくクエリの作成を、ベン図を利用することによって視覚的に行えるようにすることに重点が置かれており、ユーザがより容易に検索要求自体を視覚的に作り出すことを目的としている。これに対し、本手法では、ユーザが検索結果を得るまでの検索要求と結果履歴を視覚化し、クエリと結果の関係性を示すことに重点を置いている。

対話的に検索を進める研究としては、FilmFinderやHomeFinder[4]といったシステムによって示されたDynamic Querier[5]に関する一連の研究が挙げられる。これらの研究では、スライドバーなどによるクエリの調整と、即時的な検索結果の視覚的なフィードバックの提供による情報検索を提案している。ユーザは、結果を見ながら徐々にクエリのパラメータを調整することができ、インタラクティブに検索を行うことができる。この研究は、検索と閲覧が画面遷移を伴うことなく継続できる点で本研究と一致するが、研究の焦点が、即時的な視覚的フィードバックをユーザに提供することに当てられていることに加え、プロットされたデータをフィルタリングすることによって絞り込みを支援している点で手法が異なる。

グラフ表現を情報探索に利用する視覚化研究が提案されている[6]。このシステムでは、ソーシャル・ネット

ワーキング・サービス(SNS)における、参加者同士のつながりをグラフとして視覚化する。ユーザは、参加者を表すノードを展開し、その参加者の友人を表示させることができ、グラフを拡張していくことで、SNSの視覚的な探索を行う。この手法では、ユーザからの検索要求のノードによる視覚的提示は行われていない。

次に、漠然とした検索要求下における情報探索支援に関する研究としては、ユーザとの対話による検索を前提とし、ユーザに情報をブラウジングさせ選択させることにより、ユーザ自身の要求を次第にはっきりさせていくことを目的としたインターフェイスの研究[7][8]や、システムがユーザの要求や嗜好を推測し提示するための検索アルゴリズムに関する研究がある。

例えば、ユーザが検索過程で明示的・暗示的に評価した結果を利用し、システムがユーザの検索要求を推定し、自動的に検索質問を修正していくことで、適合文書を提示する、適合フィードバック手法に基づいた対話的文書検索システムなどが提案されている[9]。この研究では、より適合した検索結果をユーザに提示するための、検索アルゴリズム自体の改善を目的としており、ユーザプロファイリングの手法や、ユーザの興味取得の手法に焦点が当てられている。

最後に、レシピに関する研究としては、知識データを利用することで、献立の半自動生成を行うためのシステムが提案されている[10]。このシステムでは、ユーザ

からの価格, 調理時間, 栄養価, 食材の要求事項に対し, それら制約を満たす献立計画を生成する献立計画部と, 材料入れ替えなどの提示による対話型の処理によるレシピ検索部を持つ。この研究では, ユーザが明確な検索要求を持っている場合における, 献立の半自動生成に焦点が当てられているのに対し, 本研究では, ユーザが明確な検索要求を持たない場合のデータベースからの情報探索を対象としている点, また, 情報視覚化によってユーザが視覚的に探索を行えることを目的としている点で異なる。

また, 本研究と同じく, 献立データベースを対象として, ユーザが明確な目的を持たない発想支援を目指した情報検索に関する研究が行われている[11]。この研究では, ユーザが明確な目的を持たない対話実現の重要性を指摘するとともに, その実現方法として, ユーザの自然言語で表現された発話から, 検索キーワードの抽出および検索条件の具体化による, 献立提示のための応答生成手法を提案している。

3. レシピ探索システム : GraphicalRecipes

本章では, 料理レシピ探索支援のためのシステム GraphicalRecipes の詳細について述べる。

3.1 視覚化手法

3.1.1 概要

本システムでは, 情報探索のプロセスを支援するため, ユーザが満足する結果に至るまでの探索プロセスを, グラフとして視覚化する。このグラフは, ユーザからの個々の検索要求である食材を表すノード(クエリノード)と, それらの要求に対する検索結果であるレシピを表すノード(レシピノード)から構成される。

図2に, 本システムによってレシピ探索を行った際の視覚化結果の例を示す。

図2(a)は, ユーザがひとつの食材(鳥もも肉)をクエリとして追加し, 検索を実行した直後の様子を示している。ユーザから, クエリとして食材が追加されると, クエリノードとして視覚化され, 検索が実行される。ユーザから入力されたクエリに対して該当するレシピが検索結果として得られた場合, 各レシピはレシピノードとして視覚化され, クエリノードの周辺に表示される, このとき, 各レシピは, クエリノードとパスで結ばれ表示される(図2(b))。



図2 提案手法によるレシピ探索過程の視覚化例

検索結果として表示するレシピは、入力されたすべてのクエリを元に適合度を計算し順序付けを行い、追加されたクエリを満たす結果のうち、ランキングの上位の方から決められた数のアイテムを画面上にアイテムノードとして提示する。詳しくは、後述する。

図 2(c)は、さらに食材をひとつクエリとして追加した場合(トマト)を示している。追加された食材である「トマト」が、クエリノードとして視覚化され、検索が実行される。この際、すでに表示されているレシピオブジェクトが、新たに追加したクエリを満たす場合には、互いにパスで連結される。また、新たに提示されたレシピが、すでに表示されているクエリを満たす場合には、同様に、互いにパスで連結される。したがって、ユーザは、2つの食材を利用しているレシピを探したい場合には、両方のクエリノードと連結しているレシピノードを見ればよいことになる。一方で、「トマト」だけを利用したレシピや、「鶏もも肉」だけを使用したレシピも同時に見つけることができる(図 2(d))。

ユーザは、クエリとレシピのノードのつながりかたを見することで、各レシピがどの程度自分出した要求を満たしているのかを、視覚的に比較検討することができる。ユーザは、個々の食材同士の組み合わせを気にすることなく、思いつく順に食材をクエリとして、気軽に追加していくことができる。

本手法では、最終的に満足する結果が得られるまでの一連の検索プロセスがひとつのビジュアルとして提示されるため、満足するレシピにたどり着くまでの一連の検索探索プロセスを、画面の切り替えをすることなく、ひとつビジュアルの中で完遂することができ、探索の過程で得られた結果の中から、気に入ったレシピを容易に見つけ出すことができる。

3.1.2 クエリノード

クエリとして追加された食材は、ドット状のクエリオブジェクトとして視覚化される(図 3)。

食材は、日本食品標準成分表[12]に従い 18 種類のカテゴリに分類されており、クエリオブジェクトの中心の円の色は、その食材のカテゴリに割り当てた色によって表現される。また、オブジェクトの外周の円のサイズによって、クエリベクトルにおける食材の重みを表現する。



図 3 クエリノード

3.1.3 レシピノード

各レシピは、使用する食材(表 1)に基づいて視覚化される(図 4)。レシピを検索し取捨選択する際、その料理を作るのに必要な食材が多いとそれだけ揃えるのが大変だったり、手間がかかったりするために敬遠する傾向がある。そこで、レシピオブジェクトは、一目で使用している食材数を視覚的に判別できるようにするため、食材の数と同じ数の線状のオブジェクトによって表現する。

また、レシピを探す際、特定の食材ではなく、「野菜を使った料理」、「肉料理が食べたい」というように食材のカテゴリで検索要求を持つことも多い。そこで、一目で食材のカテゴリがわかるようにするため、肉類なら赤、野菜なら緑というように食材のカテゴリに対して色を割り当て、各線状のオブジェクトの色を、割り当てられた色によって表現する。

表1レシピの食材リストの例

食材	分量
鶏もも肉	600g
にんじん	1本
じゃがいも	2個
たまねぎ	1個
グリーンアスパラ	1束
トマト	2個

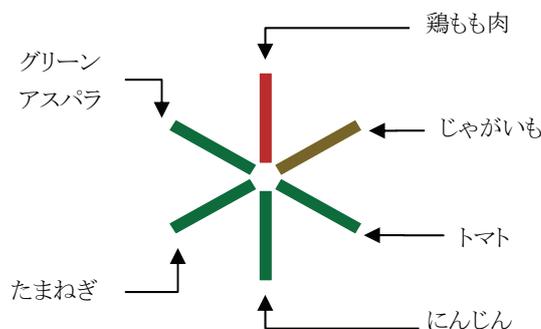


図 4 レシピオブジェクト

3.1.4 レイアウト

ユーザが、クエリである食材とレシピの関係性を視覚的に把握できるように、グラフの各ノードは、グラフ理論的に近いノード同士が近くに配置されるよう自動的にレイアウトを行う。本システムでは、グラフのレイアウトアルゴリズムとして、力学的モデルによるレイアウト手法 (Force-Directed Method) の1つであるFruchtermanらによる手法[13]を適用した。エッジで接続されたノード間には、エッジが自然長になるような力が働くことで、食材と、その食材を使用しているレシピを表すノード同士

が近くに配置され、各ノード間には斥力が働くことで、ノード間の重複が起こらないよう位置が自動的に調整される。

3.2 検索モデル

3.2.1 ベクトル空間モデル

情報探索では、実際に検索を何度か実行し、検索結果の閲覧を繰り返す過程で、次第に要求が明確になっていくことも多い。したがって、情報探索を支援するシステムでは、ユーザが思いつく食材を気軽に追加し、その結果を確認できるようなシステムが望ましい。

そこで、以前、本稿で提案するGraphicalRecipesの試作システムとして、食材をひとつずつ追加し結果を視覚的に確認できるシステムを提案した[14]。

このシステムでは、検索部がブーリアンモデルにより実装されており、ユーザが、クエリとして食材をひとつずつ追加するごとに、その食材を使用しているレシピの検索を実行し、その都度、検索結果として提示していたが、複数の食材を考慮した検索結果が得られないといった問題があった。

ユーザが複数の食材を追加した場合、一連の検索過程で入力されている検索要求を考慮し、それらをより満たす結果を提示できるほうが望ましいと考えられる。例えば、探索中に、既に食材「なす」「にんじん」を指定して検索を行っていたとする。その後で、「鶏肉」を条件として追加した場合、「鶏肉」を使用していて、なおかつ、それまでに入力された検索要求である「なす」や「にんじん」を使用しているレシピの方が、ユーザの需要をより満たしていると考え、こうしたレシピを優先して出すようにしたい。

しかしながら、ブーリアンモデルでは、複数の食材をAND 検索の場合で検索を実行した場合、ひとつでも食材が含まれないと、検索結果リストから省かれてしまう。例えば、残り物検索で、使いたい食材が複数あった場合、必ずしも一品で満たす必要はなく、レシピが二品に分かれても良いかもしれないし、一部は次の日に調理しても良い場合も考えられるが、AND 検索では、両方同時に満たす結果しか得られない。そのため、ユーザ自身で、食材同士の組み合わせを検討し、結果を見ながら何度も試行錯誤しなくてはならない。

このように、ブーリアンモデルでは、適合するかしないかのどちらかで判断しかできないため、もし、ひとつでもユーザが指定した検索条件を満たさないと、検索結果として提示することができない。だからといって、もし、OR 検索で検索を行った場合には、結果数が一気に増えてしまう可能性がある。

検索要求が変化する情報探索において、ユーザ自

身で、食材同士の組み合わせを考えながら、適切な検索クエリを作成し、検索を実行するのは困難であると考えられる。

そこで、ユーザが思いつく食材を気軽に追加していきけるようにし、かつ、できるだけ、ユーザの要求に対して、柔軟な結果を返せるようにするため、本システムでは、レシピと質問文を、食材の集合からなるベクトルと捉え、文書検索などで一般的に用いられるベクトル空間モデルを適用する。ユーザが指定した複数の食材に対して、必ずしも完全に一致しなくても、クエリとの類似度に基づき適合度によりレシピのランキングを行い、ユーザの要求により適合している結果をユーザに提示することができる。

また、ベクトル空間モデルを採用することで、ユーザが各食材に対して、それぞれ重みを設定できるようになる。例えば、冷蔵庫の残り物をいくつか指定してレシピを探したいとき、使用期限が迫っている食材の重みを高くすることができたり、食べたい食材が変化した場合に、食材の重みを調整することで、状況に応じたレシピを得ることができるようになる。

3.2.2 レシピベクトル

各レシピを文書検索における文書と見なすと、レシピに使用されている食材は文書内で使用されている索引語・キーワードとみなすことができる。

そこで、あるレシピ r_i を、食材 i_j の集合とし、以下のように定義する。

$$r_i = \{ i_1, i_2, \dots, i_n \} \quad (1)$$

すべての食材数を M とした場合、レシピ r_i を、 M 次元のベクトルによって、以下のように定義する。

$$r_i = (w_1, w_2, \dots, w_M) \quad (2)$$

例えば、あるレシピに食材 i_j が使用されていれば、レシピ r_i に対する食材 i_j の重み w_j を 1、使用されていなければ 0 として表現することができる。

一般的に文書検索においては、個々の文書をより特徴付けるために、文書を各索引語のベクトルによって表現する際に、索引語ごとに異なる重みを設定する。その際、重み付けには、 $tf \cdot idf$ が用いられる場合が多い。 $tf \cdot idf$ とは、各索引語が、文書中にどれくらいの頻度で出現するかを示す tf (term frequency)値に、その語自体が、データベース内の全文書の中で使用されている文書数の逆数である idf (inverted document frequency)を掛け合わせた値であり、ある文書 d_i における語 i_j の重

み w_{ij} は以下の計算式によって定義される.

$$w_{ij} = tf_i(i_j) \cdot idf(i_j) \quad (3)$$

idf 値は, 以下の式によって定義される.

$$idf(i_j) = \log N/df(i_j) \quad (4)$$

ただし, N は検索対象となる文書数, $df(i_j)$ は索引語 i_j が出現する文書数である. つまり, 各索引語が全文書中のいくつかの文書で使用されるかを計算し, その逆数をidf値として利用する.

これは, ある文書における出現頻度が高く, かつ少数の文書にしか含まれない語は, その文書を特徴付けるとみなして高い重みを設定し, 逆に, ある語が, いくら文書中にたくさん用いられている場合でも, その語が, その他の文書でも多く用いられていれば, 特徴にはならないという考え方に拠る.

しかしながら, 上記のような重み付けを, レシピ検索に適用しようとした場合, そのまま適用しても有効に機能する可能性が低い.

例えば, 文書検索におけるidf値は, 他の文書と, 語句の出現頻度を比較することにより, 数多くの語を含む文章から, 文書の特徴付けるキーワードを自動的に抽出し, 重みを調整する役割があると考えられる. しかし, 文書検索では, 自然言語で書かれた文章に用いられている大量の語句が対象となっており, その中には, キーワードや有効語にはなり得ない語が多く含まれているのに対し, レシピにおける食材のリストは, 人間によって必要だと判断され限られた数の食材が選択された上で, リストされているために, すでにそのレシピを特徴付けるのに必要な場合が多く, idf の導入が不要であると考えられる.

また, tf 値の場合, 文書検索では, 文書における各索引語の出現頻度(出現回数)を用いるが, レシピの場合には, 基本的には, 各レシピにおいて各食材は一度しか現れない.

代替案としては, 例えば, 出現頻度の代わりに, レシピに使用される各食材の分量を用いる方法が考えられるが, レシピを特徴づける上での食材の重要度は, 必ずしも, 使用される分量だけには依存しない.

以上のことから, 今回は, (2)式におけるレシピにおける各食材の重みを, それぞれの食材がレシピにおいて, メインで扱われ必ず必要なのか, それとも, 添え物のように, 場合によって省いたり, 他の食材と交換可能

であるかといったことを基準に, 筆者らが判断し, 手動で設定した.

3.2.3 クエリベクトルと各レシピとの類似度の算出

次に, ユーザからの検索質問 q を, レシピと同様に, ユーザからの各食材の要求 q_j に対する重みから成る M 次元ベクトルとして以下のように定義する.

$$q = (w_{q1}, w_{q2}, \dots, w_{qM}) \quad (5)$$

ただし, 検索要求における各食材の重み w_q は, ユーザが自由に必要に応じて設定できることとする. これにより, 例えば, 冷蔵庫の残り物の食材をクエリとして複数指定するとき, 消費期限が近い食材の重みを高くユーザが設定し, その食材を利用しているレシピを優先的に検索結果として得るといったことができる.

あるレシピ r_i と, ユーザからの検索質問 q との類似度の算出には, 以下の式で定義されるコサイン尺度を用いることとした.

$$sim(q, r_i) = \frac{r_i \cdot q}{\|r_i\| \|q\|} = \frac{\sum_{j=1}^M w_{ij} w_{qj}}{\sqrt{\sum_{j=1}^M w_{ij}^2} \times \sqrt{\sum_{j=1}^M w_{qj}^2}} \quad (6)$$

ユーザから食材が追加・削除された場合, 追加や削除が行われる度に, クエリベクトルとレシピとの類似度を再計算が行いランキングを更新する.

食材が追加された場合には, その食材が使用されているレシピの中で, ランキング上位から決められた数のレシピが追加される.

食材の重みを変更された場合には, 同様にランキングが更新され, ランキング上位から決められた数のレシピが提示される. ランキング外のものが表示されていれば, 画面上から削除され, 新規でランキングに入ったレシピが新たに追加される.

3.3 インタラクション

3.3.1 クエリオブジェクトの追加によるレシピ探索

本インターフェイスにおける基本的なインタラクションは, クエリノードの追加とレシピオブジェクトの閲覧の単純な繰り返しとなる. クエリオブジェクトを生成する手段としては, 以下の方法がある.



図 5 クエリメニュー

・クエリメニューからの選択

画面上部の「食材追加」ボタンをクリックすることにより、クエリを選択・実行するためのメニューが表示される(図 5)。食材用のクエリメニューでは、生成可能な食材オブジェクトの一覧から任意のオブジェクトを選択することができる。キーワード入力だけではなく、ユーザが一覧された食材を眺められるようにすることで、自己の要求に気がつけるようにする狙いがある。

・閲覧中のレシピ情報からの選択

レシピオブジェクトをクリックすると、クリックされたレシピのタイトルや調理法、主食等の種類、和洋中の種類、使用されている食材のリストが表示された詳細画面が現れる(図 6)。各食材はクリック可能になっており、クリックするとその項目に該当するクエリオブジェクトが生成される。例えば、豚汁を表すレシピオブジェクトの上でクリックした場合、使用食材の「だいこん」「にんじん」「こんにゃく」などがリストとして表示される。ユーザがこれらの項目の中から「にんじん」を選択したとすると、画面上には「にんじん」のためのクエリオブジェクトが出現し検索が実行される。これにより、ユーザはクリックするだけで連鎖的に探索を行うことができる。

また、ユーザは、興味のないレシピがあった場合、詳細パネルの右上の「×」ボタンを押すことで、グラフから、そのレシピノードを削除することができる。

詳細画面の下には、閲覧した順に、レシピのタイトルが閲覧履歴として表示される。ユーザは、このタイトルをクリックすることにより、それまでに閲覧したレシピの詳細を表示させることができる。



図 6 レシピ詳細情報表示パネルと閲覧履歴の提示

3.3.2 クエリにおける食材の重みの設定

クエリベクトルにおける、各食材の重みの設定方法は、重みを設定したい食材オブジェクトの外周の円をドラッグし、ノードサイズを変更することで容易に行うことができる(図 7)。システムは、ユーザのドラッグが終了し、ノードのサイズが確定すると、クエリベクトルを修正し、クエリベクトルとレシピとの類似度を再計算し、ランキングを更新する。

ユーザは、重みが大きいほど大きい円で表現されるため、自分の設定した重みを、視覚的に確認しながら探索を行うことができる。

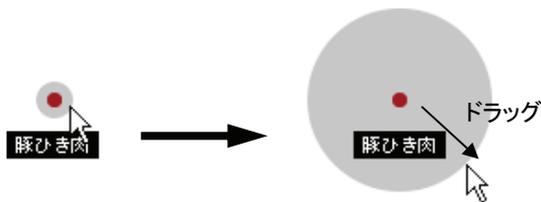


図 7 クエリの重みの変更

3.3.3 フィルタリング

グラフが拡大し、パスが増加するにつれて、次第にクエリオブジェクトとレシピノードの関係性が視覚的に判

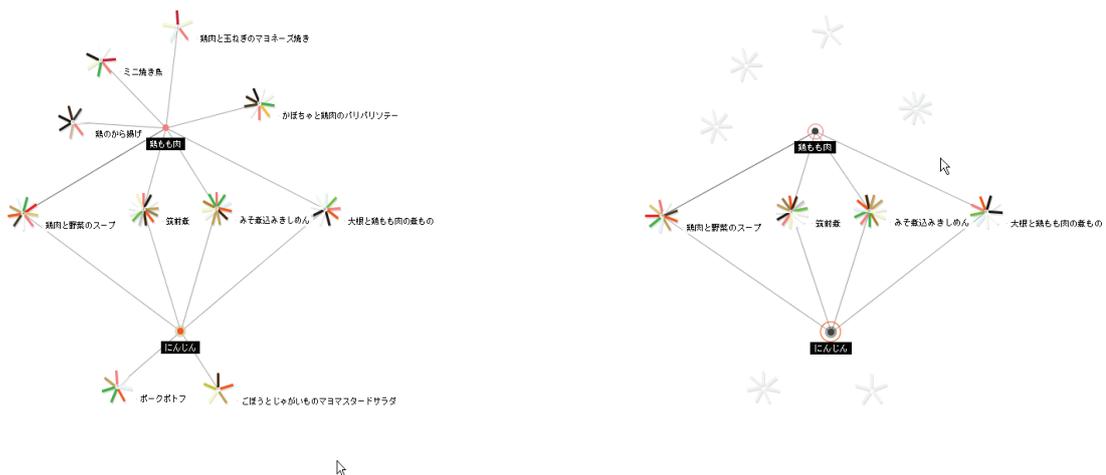
別しにくくなる。そこで、本システムでは、選択した食材ノードに関連するレシピのみを容易に見付けられるようにするため、視覚的なフィルタリング機能を提供する。

食材のノードにマウスカーソルをフォーカスさせると、その食材とつながっているレシピノードのみ一時的に色をつけ、それら以外は無彩色にして目立たなくすることで、視覚的な絞込みを可能にする。カーソルを、食材のノードの上から外すと、もとの状態に戻る。

クエリノードをフォーカスではなく、クリックした場合は、マウスを食材の上からフォーカスを外しても、各レシピの色は元に戻らず、状態が維持される。複数のクエリノードをクリックした場合には、それらのクエリの AND をとった場合の検索結果に該当するレシピに色が付きハイライト表示される(図 8)。この機能により、レシピ探索の途中で、複数の食材の中から、たとえば、「なす」と「にんじん」の両方を満たすレシピのみ調べてみるということが可能になり、結果を視覚的に発見することが可能となる。

3.4 レシピデータベース

レシピデータベースについて説明する。レシピのデータは、1)料理名、2)調理イメージ、3)使用される食材およびその分量、4)調理時間、5)カロリー、6)和食、洋食、中華などの基本分類、7)煮る、炒めるなどの調理法、8)主食、主菜、副菜、汁物などの分類に関する情報から成る。食材のデータは、1)食材名、2)食材のカテゴリから成る。レシピのデータは、複数のレシピ検索サ



(a) 通常の状態. すべてのレシピノードに色がついている。

(b)二つのクエリノードを選択し両方のクエリを満たすレシピのみがハイライト表示された状態

図 8 マウス操作による視覚的なフィルタリング

他のデータを参考にして入力を行った。

3.5 実装

システム GraphicalRecipes は, Java 言語(JDK 5.0)を開発言語とし, Java アプリケーションとして実装を行った。データベースエンジン hsqldb(version 1.8.0.7)を利用した。

4. 評価実験

本稿で提案したシステムの評価を行うため, 試用実験を行った。本実験の主な目的は, GraphicalRecipes の評価を通じて, 漠然とした検索要求における検索の支援に対して本提案手法が有効かどうかについて調査することにある。

そこで, 本実験では, 本システムを使用してもらい, 使用後のアンケートによる評価に加え, 使用中の様子を観察によって閲覧状況を調べることにより, 本システムの有効性を評価することとした。

本システムを一人で使用する場合と, 複数人で相談しながら使用する場合を想定し, 評価実験を行った。

4.1 一人によるユーザスタディ

本システムでは, ユーザ層として, 献立を考える上で, 料理レシピの参照を必要とする初級から中級程度の能力を持つユーザ, もしくは, 料理が得意でもレシピ検索を行う人物を想定している。したがって, レシピを見なくてもすぐにレシピや分量が頭に浮かぶようなユーザは想定していない。そこで, 被験者には, 従来システムの比較のことも考慮し, 何らかの形でレシピ検索を行ったことがあり, 実際に, レシピを元に調理を行ったことのある人物 10 名を選定した。被験者の詳細を表 1 に示す。

4.1.1 手順

まず, 実験前に, 事前アンケートによって普段の調理状況, 検索サイトの利用状況, レシピ検索サイトの利用状況について調査した。事前アンケートの結果を表 2 に示す。

次に, 被験者に, 視覚化手法および操作方法, システムの機能について説明を行った。

最後に, 「実験当日の夕食に食べるためのレシピを決定する。」という指示を出した後, 本システムを利用してレシピを探してもらい, 実験後全員にアンケート(表 3)に答えてもらった。なお, 実験終了のタイミングは, 被験者が, レシピを決定した時点, もしくはレシピ

がこれ以上やっても見つからないと判断した時点とした。

表 1 被験者詳細

人数	10 名
性別	男性 6 名 女性 4 名
年齢	19 歳~30 歳
職業	大学生/大学院生(工学, 芸術, 人文)7 名 会社員(デザイナー, ソフトウェア技術者等)3 名

表 2 実験開始前のアンケート

質問	回答結果	
普段の調理状況	毎日する	1 人
	週に何度かする	6 人
	気が向いた時のみ	3 人
	まったくしない	0 人
レシピ検索サイトの利用状況	よく利用する	2 人
	たまに利用する	2 人
	ほとんど利用しない	6 人
	利用したことがない	0 人
レシピ検索サイトを利用する目的	作りたい料理が決まっており, 作り方を調べたい場合	1 人
	作りたい料理が決まっておらず, 作りたいものを決めたい場合	5 人
	両方	4 人

表 3 実験後のアンケート項目

設問 1	操作は容易でしたか。
設問 2	閲覧中のレシピ情報を利用して検索できる機能は役に立ちましたか。
設問 3	レシピ探索過程のグラフ表現はレシピを探す上で役に立ちましたか。
設問 4	レシピオブジェクトの表現手法はレシピを探す上で役に立ちましたか。
設問 5	クエリオブジェクトによる検索要求の提示はレシピを探す上で役に立ちましたか。
設問 6	レシピ検索サイトと比較して, 本システムはレシピを探す上で役に立つと思いますか。
設問 7	利用してみて楽しいと感じましたか。
設問 8	今後, レシピを探す際に, 本システムを利用してみたいと思いますか。

4.1.2 結果と考察

実験後、被験者全員に実施したアンケートの集計結果を表 4 に示す。実験後のアンケートは、各設問に対して「非常にそう思う」場合を 7 点とし、「全くそうは思わない」を 1 点とする 7 段階評価形式とした。

また、本システムによって満足するレシピが発見できたかどうかを聞いた結果、10 人中 7 人が「はい」と答え、残りの 3 人は「いいえ」と解答した。レシピを発見できたと回答した被験者らが、最終的にレシピを決定するまでに要した時間の結果は、平均約 16 分であった。

システムの操作性については、アンケートの結果により容易に操作可能であることが確認できた(表 4 設問 1)。

レシピノードとクエリノードの有効性について個別に尋ねた場合(表 4 設問 4, 設問 5)では、レシピノードについての評価が相対的にやや低かったものの、グラフ表現によってレシピの探索過程を視覚的に提示する手法について、高い評価を得られたことにより、本手法の有効性が確認できたといえる(表 4 設問 3)。

一般的な検索システムと比較して、本システムが役に立つかどうかを聞いた設問 6 でも、低い評価もあったものの概ね高い評価を得ることができた。また、今後も利用したいかを尋ねた設問 8 の結果からも、本システムがレシピ探索を行う上で有効であることが確認できた。

自由記述で特に目立った意見としては、楽しいという意見が多く、アンケートの結果でも高い評価が得られた(表 4 設問 7)。

また、自由記述では以下のような記述が得られた。

- ・ 「普段、気づいていない料理の種類を知ることができた」
- ・ 「毎日料理したくなるし、いろいろな料理が作れて楽しめそう」
- ・ 「創作するときに使えそう」

上記 2 つのような意見は、本システムが、発見的な要素を持っており、多様性のあるレシピの選択が可能であることを示している。また、最後の意見は、食材の組み合わせを気軽に試せて視覚的に比較検討できる本手法が、料理の創作における発想支援に役立つ可能性があることを示唆している。

一方、問題点としては、たくさん表示すると次第にごちゃごちゃしてくるといった意見が自由記述の中で複数見られたが、同時に「まとめて移動や削除できる機能があればよい」といった意見や、「お気に入りによっておけると良い」も同時に得られた。このような機能を追加していくことや、レイアウトアルゴリズムを改善することで、問題の改善が見込めると考えている。

本実験では、10 人中 3 人が満足するレシピを探し出すことができなかった。このレシピを探すことができなかった 3 人に、その原因についての意見を聞いたところ、食材を選択しても、検索結果としてほとんど表示されなかったが多かったという意見が得られた。実験用に作成したレシピデータベースは、レシピ数が 200 件であり規模が小さく、また、データに偏りがあったため、食材によっては十分なレシピ数を確保できなかった。したがって、レシピを探せなかったのは、データベース自体に、被験者が満足するようなレシピが存在していなかったのが大きな要因であったと考えられ、レシピの登録数を増やすことで改善が期待できる。

表 4 アンケート集計結果

	評価ごとの人数							平均
	1	2	3	4	5	6	7	
設問 1	0	0	1	1	3	5	0	5.2
設問 2	0	1	0	2	2	4	1	5.1
設問 3	0	0	0	1	3	4	2	5.7
設問 4	0	0	2	2	3	1	2	4.9
設問 5	0	0	1	1	2	5	1	5.4
設問 6	0	1	0	2	3	4	0	4.9
設問 7	0	0	0	0	0	7	3	6.3
設問 8	0	0	0	0	4	4	1	5.3

4.2 複数人によるユーザスタディ

料理の献立を考えるとき、一人だけで考えるだけではなく、一緒に食べる人物と相談しながら考える機会が多い。

そこで、本論文では、複数人同時使用によるレシピ探索のユーザスタディを行った。本ユーザスタディの目的は、提案したシステムが、複数人で献立を考える上で役に立つのではないかとという仮定を検証することにある。

4.2.1 準備・手順

我々の考える複数人によるシステム使用のシナリオとして、個人用の小さい画面に向かってレシピを探すのではなく、タッチディスプレイ式の大きい壁面やテーブルが普及しており、生活の中で気軽に使えるような状況での献立の計画を行うこと想定している。

そこで、ユーザスタディには、eIT(イーアイティー)社のタッチパネルを取り付けた MITSUBISHI 製 37 インチのディスプレイを使用することとした。

被験者は、大学生2人と社会人2人の計4名であった。なお、被験者らの調理経験や知識については、4名中2名が、調理に関する基本的な知識を有し、レシピをみて調理できるくらいの経験を持っており、調理頻度は、週に何度か調理する程度であった。他の2名は、これまで料理はほとんどせず、普段は外食中心で、炒め物などの簡単な料理をたまに調理する程度の調理経験であった。

ユーザスタディは、被験者二人一組として行うこととし、料理を作るという前提で夕食のレシピ(複数可)を決定するように指示を出し、探索を開始してもらい様子を観察した。終了のタイミングは、献立を決定したと判断した時点、もしくは、これ以上続けても見つからないと判断した時点とした。

4.2.2 ユーザスタディの結果と考察

まず、2組とも複数のレシピ(2品と3品)を最終的に選定した。決定に要した時間は、約16分と約20分であった。ユーザスタディの様子を図9に示す。

2組とも、互いの好きな食材や料理を質問し合い、どちらか一方が、名前のあがった食材を複数入力した。また、被験者のうち一人は、食材追加の際に、「今、冷蔵庫になすが余ってるんだけど」などと言いながら、最初の時点で4~6個の食材を追加していた。

もし、従来のシステムにおいて、上記で入力された食材すべてを入力した場合には、おそらく、かなり少ないレシピしか結果として提示されていないであろうし、逆に、単体で入れた場合には、大量の結果が提示されるだろう。だからといって、これらの食材の組み合わせを考えてながら食材の入力を行うことを考えると、これほど気軽に食材を追加できなかったのではないかと予想できる。本システムにおいては、個々のクエリをクエリ同士の関係性を気にすることなく気軽に入力できることが確認できた。

この後、二人で会話して相談を続けながら、各自気になったレシピを見てそれぞれがクエリを追加し、グラフを拡張したり、手の届かない相手側に表示されているレシピについて、レシピをしてみるようお願いしながら共同での探索活動が行われていた。

今回、2組とも複数のレシピを最終的に決定した。こうした背景には、本稿で提案したグラフ表現が寄与していると考えられる。つまり、もし、従来システムであれば、一度に表示される結果は、ある食材が組み合わせられた検索質問に対するリストのみになってしまう。したがって、検索質問に入力しなかった食材を利用した結果を得るためには、再度、検索を実行して結果のリストを得ることになる。一方、本手法では、互いに食材の共起関係

がないレシピ同士が同時にユーザに提示することが可能なため、ある食材をメイン料理で使って、もうひとつの食材でおかずを作るといったような検討・選定が同時に行える。

以上の結果および考察から、従来のインターフェイスに比べ、複数人でのプランニングに対して有効であることが確認できた。

また、視覚化手法やインタラクション手法を変えることで、単に検索する上で便利であるというだけでなく、生活するうえで新しい検索のスタイルを提供できることや、これまでになかったコミュニケーションを生み出す可能性が十分にあることがわかった。



図9 タッチディスプレイでの複数人による使用風景

5. おわりに

本稿では、漠然とした検索要求下におけるレシピ探索を支援することを目的とし、その実現のアプローチとして情報視覚化を利用したレシピ探索システム **GraphicalRecipes** を提案した。本システムでは、ユーザが行う一連の探索過程を、ユーザからの個々の検索要求および検索結果となる個々の情報をノードとするグラフとして表現した。また、本システムの有効性を評価するために、本システムを一人で使用する場合と、複数人での利用を想定し、評価実験を行った。アンケートの結果と考察から、本システムは、漠然としたレシピ探索に対して有効であることが確認できた。複数人での利用を想定した実験では、大型タッチディスプレイ環境でのユーザスタディを行い、その結果、複数人で献立を計画する上で、互いにコミュニケーションを取りながら、スムーズに探索活動が行えている様子が観察された。

一方、評価実験において、被験者らの探索時間の結果が、平均で16分~20分程度と、やや長めであった。考えられる原因として、システムの操作に対する慣

れの問題と、単に最短時間でレシピを見つけて決定するタスクを行っているというよりも、楽しんで探索を行っていたことが挙げられる。今後は、同一被験者の継続利用時における探索時間の計測といった追加実験による、操作の慣れと探索時間の長さの関係の調査や、探索時間の長さやシステムに対する評価との関係を確かめていく必要があると考えられる。

また、今後は、調理経験や調理頻度の異なる被験者間でのシステムに対する評価の違いや、レシピを閲覧して利用する側だけではなく、レシピを作成し情報を発信する側の意見の調査なども進めていきたいと考えている。

システム的には、今後は、カロリー値や価格などの情報などの様々な属性での絞り込み機能および視覚的に提示によるフィルタリング機能の追加や、探索中に見つけた候補を一時登録できるような機能などを盛り込むことによって、より使い勝手の良いシステムを目指す予定である。さらに、ユーザからのレシピに対する評価機能や、レシピの削除履歴を利用して、適合フィードバックなどを利用し、推薦機能を強化することで検索結果の適合率の向上など図ることが考えられる。

参考文献

- [1] Bates, M. J.: The Design of Browsing and Berrypicking Techniques for the Online Search Interface; Online Review 13, pp. 407-424. (1989)
- [2] Ricardo A. Baeza-Yates, Berthier Ribeiro-Neto.: Modern Information Retrieval, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA. (1999)
- [3] Jones, S. and McInnes, S. A Graphical User Interface for Boolean Query Specification. Working Paper 97/31, Department of Computer Science, University of Waikato, Hamilton, New Zealand, 1997. Submitted to International Journal on Digital Libraries.
- [4] Williamson, C., Shneiderman, B.: The dynamic HomeFinder: evaluating dynamic queries in a real-estate information exploration system, Proceedings of the 15th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, pp.338-346, June 21-24,(1992)
- [5] Schneiderman, B.: Dynamic Queries for Visual Information Seeking; IEEE Software, v.11 n.6, pp.70-77. (1994)
- [6] Heer,J. and Boyd.D.: Vizster: Visualizing Online Social Networks. IEEE Symposium on Information

Visualization (InfoViz), (2005)

- [7] 水口, 梅本, 柴尾, 浦野: 提示型ユーザインタフェースの実装と評価, コンピュータソフトウェア, 日本ソフトウェア学会, Vol.18,No.1, pp169-183.(2001).
- [8] 曲, 佐藤. 中島, 伊藤: 電子図書館のための適合可能性示唆によるブラウジング支援, 電子情報通信学会論文誌, 社団法人電子情報通信学会, Vol.J84-D-I ,No.7, pp1009-1020, 2001.
- [9] 岡部, 山田: 関係学習を用いた対話的文書検索, 人工知能学会論文誌 16 卷 1 号, pp139-146,2001.
- [10] 市川, 八代: 料理データベースを用いた献立表およびレシピの半自動生成, 平成 8 年度情報知識学会研究会報告会, pp.63-68, 1996.
- [11] 高野敦子, 平井誠, 北橋忠宏: 献立データベースにおける自然言語インタフェースについて, 人工知能学会研究会資料, SIG-SLUD-9502-2, pp.8-15, 1995.
- [12] 文部科学省科学技術学術審議会資源調査分科会編集, 五訂増補日本食品標準成分表, 国立印刷局,2008
- [13] Fruchterman, T. and Reingold,E.: Graph Drawing by Force-directed Placement, Software-Practice and Experience, 21, 1129-1164, 1991.
- [14] 野間田,星野: レシピ間のつながりの視覚化によるレシピ探索支援のためのインターフェイス, NICOGRAPH Spring Festival in TAF,CD-ROM,2007.