

# 製品選択におけるグラフ主導型ナビゲーションシステムの構築

桑原 健†      嶋田和孝‡      遠藤 勉‡

†九州工業大学大学院情報工学研究科情報科学専攻

‡九州工業大学情報工学部知能情報工学科

## 概要

近年、計算機の処理能力の向上やネットワーク環境の充実により、多様かつ大量のデータを扱えるようになった。この膨大なデータを可視化する事はデータを直感的に理解するうえで有効な手段である。現在、我々の研究室ではパソコン等のスペックを表記した表から製品特徴を抽出・比較し、ユーザの要求に合致した製品の選択を支援するシステムの構築を行っている。そこで本稿では製品選択支援のために、視覚的な情報としてグラフを用いた対話型選択ナビゲーションシステムの構築を提案する。グラフの遷移傾向アンケートからグラフの遷移確率を求め、本システムの構築を行った。本システムの評価実験の結果、ユーザの要求に合ったグラフが出力することができ、製品のナビゲートを行うことができた。また、グラフと一緒に絞込み状況などを説明した文章を出力することで対話がスムーズに行えることが分かった。

## An Intuitive Navigation System using Graphs for Product Choice

Takeshi Kuwahara†, Kazutaka Shimada‡, and Tsutomu Endo‡

†Graduate School of Computer Science and Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology

‡Department of Artificial Intelligence, Kyushu Institute of Technology

## Abstract

Recently, we are able to use large quantities of data because of increase in computer processing power and improvement of network environment. Data visualization is effective for understanding huge quantities of data intuitively. We are developing a system for decision support for shopping. In this paper, we expand it into a system based on an intuitive navigation using graphs. We calculate transition probabilities between graphs from questionnaire data obtained from a prototype system. The system infers user's intentions from a sequence and a location of mouse clicks. Applying this inference process denotes that a dialogical interface framework is incorporated into the system. In addition, our system can output an explanation of a generated graph. We evaluated the system using the probabilities with several test subjects. Experimental results show the effectiveness of our method.

## 1 はじめに

近年、計算機の処理能力の向上やネットワーク環境の充実により、多様かつ大量のデータを扱えるようになった。この膨大な量のデータを効率よく扱うためにはデータの内容把握をしなければならない。しかし、大量の情報に目を通し、把握するにはコストと時間がかかってしまう。そのため、多量の情報を我々に分かりやすい形に変換する技術が求められている。

この要求に応える技術として情報の可視化技術がある。商品の売り上げや、気象データなどの統計量を自動的に要約・可視化する技術や [1]、Web ページ集合をグラフとして表現する視覚化システムも数多く開発されている [2]。このように、可視化を行うことで、膨大な量のデータを直感的に理解することが可能となり、さらに、見る者に対して新たな観点や関心を与える。

現在、我々の研究室ではパソコンのスペックを記述した表から製品特徴を抽出・比較し、ユーザの要求に合致した製品の選択を支援するシステム（以下、製品選択支援システム）の構築を行っている [3]。この製品選択支援システムではレーダーチャートでの製品比較が可能であるが、主な出力結果は表で表現されている。価格の推移や、気になる項目の比較には表を使用するよりも、直感的に比べることが可能なグラフを用いた方が有効だと考えられる。また、ユーザの要求を効率的に把握するには対話型のシステムが有効である。ユーザが製品データのグラフを眺めることで、新たな観点・関心を持つ。この観点・関心をユーザの要求として、さらにグラフを出力し対話的な処理を行っていく。この処理を繰り返すことで、ユーザの要求を自動的に推測して、製品選択のナビゲートを行う。本研究は製品選択支援のために、視覚的な情報としてグラフを用いた対話型選択ナビゲーションシステムの構築を目的とする。

## 2 グラフを用いた対話

### 2.1 ナビゲーションの概要

図 1 にナビゲーションの概要を示す。まず、製品のスペックを記述した表から製品特徴を抽出し、ランク付けを行う。この際に、ユーザからの要求を受けつける。ランキングはこの要求を基に行い、ランキングの結果の上位の製品を棒グラフで出力する。最初の出力に棒グラフを用いる理由として、本システムで使用するグラフの中で直感的なデータの比較が最も簡

単に行うことができると考えたからである。

次に、表示しているグラフ中の興味のある項目を選択すると、システムがユーザの意図を推定し適切なグラフを出力する。この処理を繰り返すことでユーザの要求を具体化していき、製品選択の支援を行っていく。

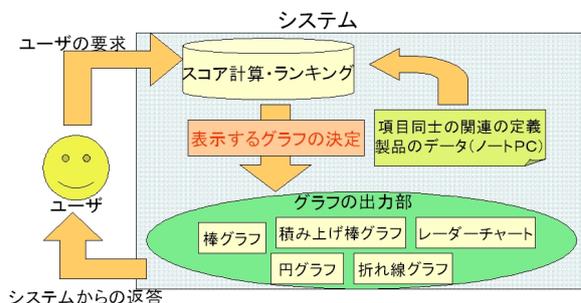


図 1: ナビゲーションの概要

### 2.2 項目の種類

本システムでは Windows ノート PC の選択支援をタスクとしている。製品の特徴を表す項目としては「CPU」、「メモリ」、「HDD」、「画面サイズ」、「グラフィックメモリ」、「解像度」、「バッテリー」、「サイズ」、「重量」、「価格」を考える。製品の特徴を示す項目には様々な種類がある。CPU という製品特徴には CPU の種類とその周波数のように属性と値が対となっている項目で、バッテリーは単純な連続値のデータの項目である。本研究では属性がある項目か否か、データが連続か非連続かによって項目の分類を行った（表 1）。例外として価格については他の項目と違い、時系列による値の変化が起るため、上記のような分類を行わずタイプ 4 とした。

表 1: 製品項目のタイプ分類

項目のタイプ	属性	連続・非連続	項目
項目タイプ 1	有	非連続	CPU, メモリなど
項目タイプ 2	無	非連続	HDD, 解像度
項目タイプ 3	無	連続	バッテリー, 重量など
項目タイプ 4	無	連続	価格

### 2.3 スコア付けの方法

スコアの計算の方法は製品選択支援システムと同じ方法で計算を行う [3]。まず、データが連続値の項目は、データの平均値を 5 ポイントとし、それを基準としてスコア付けを行う。次に、データの値が離散値の項目は、最も頻度の高いデータを基準としてスコ

ア付けを行う．以下に項目のスコアの計算法を示す．

- 連続値の項目

$$Score_{ij} = \begin{cases} (Data_{ij} - Ave_j) \times (\frac{5}{Max_j - Ave_j}) + 5 & \text{平均値以上} \\ (Data_{ij} - Ave_j) \times (\frac{5}{Ave_j - Min_j}) + 5 & \text{平均値以下} \end{cases} \quad (1)$$

- 離散値の項目

$$Score_{ij} = \begin{cases} (Data_{ij} - Mode_j) \times (\frac{5}{Max_j - Mode_j}) + 5 & \text{平均値以上} \\ (Data_{ij} - Mode_j) \times (\frac{5}{Mode_j - Min_j}) + 5 & \text{平均値以下} \end{cases} \quad (2)$$

ここで、 $i$  は製品を表し、 $j$  はその製品  $i$  の項目を表す． $Data_{ij}$  は製品  $i$  の項目  $j$  のデータ、 $Max_j$ 、 $Min_j$ 、 $Ave_j$  は項目  $j$  の最大値、最小値、平均値を表す． $Mode_j$  は項目  $j$  の最頻度値を表す．

続いてユーザの要求を基に各項目への重みを変化させてランク付けを行う．ランキングは、スコア付した結果に対して、ユーザの興味を基に各項目に重みを付加して行う．ユーザが興味を持っている項目ほど重みが高くなり、ランク付けに影響を与える．各製品へのスコアは式 3 のように計算する．

$$Score_i = \sum_{k=1}^m \frac{Score_{ij} \times Weight_k}{WeightSum} \quad (3)$$

## 2.4 システムで使用するグラフ

本システムでは、最初のユーザの要求から図 2 のような棒グラフを出力する．このグラフに対して、ユーザが要求することで、システムは要求に合ったグラフを出力し、対話が展開していく．ここでは、対話にどのようなグラフが用いられるか説明する．対話に使用するグラフを大まかに分類すると“棒グラフ”、“円グラフ”、“折れ線グラフ”、“積み上げ棒グラフ”、“レーダーチャート”の 5 種類である．これらの 5 種類のグラフにはそれぞれ特徴がある．棒グラフでは値の比較が容易にでき、円グラフでは全体に対する構成比の把握ができる．折れ線グラフは時系列における値の変化を表すのに適している．積み上げ棒グラフは 1 つの棒を構成比で塗り分けることで表現しており、複数の項目を並べて比較することが可能である．製品のスコアバランスを見たい場合にはレーダーチャートが適している．

本システムでは 2.2 節で述べた 4 タイプの製品項目をこれらの 5 種類のグラフで描写し、ユーザの要求に応え対話を行っていく．5 種類のグラフを描写する項目のタイプや軸の単複などを考慮しさらに分類を行った．

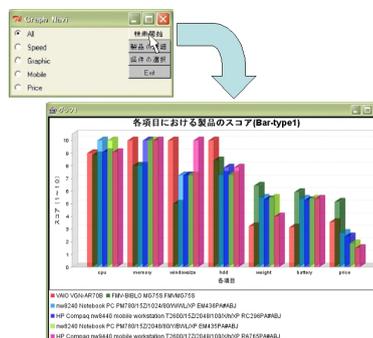


図 2: 最初に出力するグラフ

- 棒グラフ

棒グラフでは各項目のスコアや具体値の表示に用いる．棒グラフはデータの比較に長けているため、本システムの対話の要となるグラフである．軸のとり方や項目の単複によって 5 タイプの棒グラフを用意した．

- － 棒グラフ 1

複数の製品と複数の項目をスコアで表示しているグラフ

- － 棒グラフ 2

1 つの製品の全項目のスコアを描写しているグラフ

- － 棒グラフ 3

1 つの項目について各製品のスコアや実際の値を描写しているグラフ

- － 棒グラフ 4

各製品の合計スコアを描写しているグラフ

- － 棒グラフ 5

価格の推移を描写しているグラフ

- 円グラフ

円グラフでは全体に対する項目の構成比を把握する場合に用いるグラフである．製品や項目そのもののデータではなく、ある種類の項目がどれだけの数があるか把握ができる．そのため、製

品よりも項目への興味が高いと判断されると円グラフが描写される。各項目のタイプ毎に円グラフ 1~3 の 3 種類を用意している。

- 折れ線グラフ

折れ線グラフは時系列におけるデータの変化を表している。時系列における変化がある項目は価格だけであるので、本システムで用意している折れ線グラフは製品の価格、各項目の平均価格の推移を描写している。折れ線グラフ 1 では各製品の価格の推移を表し、折れ線グラフ 2~4 では項目タイプ 1~3 の項目の平均価格を描写している。

- 積み上げ棒グラフ

複数の項目を並べて比較が可能な棒グラフである。棒グラフのように、値の比較ができ、円グラフのように、全体の構成比も見ることができるグラフである。

- － 積み上げ棒グラフ 1

各項目を 1 つの棒で表し、その棒を各製品別に色分けしてスコアを表現しているグラフ

- － 積み上げ棒グラフ 2

項目タイプ 1 の項目についてのグラフで、各項目のデータを棒としその棒を構成する属性をそれぞれに色分けしたグラフ

- レーダーチャート

製品の各項目のスコアバランスを表している。現在注目している製品と、前に注目した製品のスコアを表し、複数の製品のスコアバランスを比較することができる。

## 2.5 条件の絞込みと再ランキング

本システムでは、2.4 節で紹介したようなグラフを用いて対話を行い、ユーザが要求する製品へ絞り込んでいく。ここでは、そのグラフを用いての製品の絞込み方法について述べる。

まず最初に、表示しているグラフに対してユーザが入力を行う。この入力に対して製品を絞り込む条件の抽出と再ランキングが行われる。これらの一連の処理を行った後に次のグラフを出力する。

### 2.5.1 絞込み条件の抽出

ここでは、表示しているグラフに対するユーザからの入力によって、製品を絞り込む条件を自動的に抽出する方法について述べる。絞込み条件の抽出に用いるグラフは“棒グラフ 2”、“円グラフ 1~3”、“折れ線グラフ 1”、“積み上げ棒グラフ 2”、である。

これらのグラフは製品群のある 1 つの項目のデータに注目して比較、出力するためのグラフである。そのため、このグラフが描写されている時は、ユーザがその項目のデータに対して注目していると考えられる。よって、これらのグラフを製品の絞込み条件の抽出に利用した。具体的な条件の決定を挙げて説明する。例えば、Pentium 系の CPU を表している円グラフ 1 において「Pentium M 740 の 1.73GHz」にユーザが注目したとする (図 3)。すると、製品の絞込み条件として「CPU が Pentium M 740 の 1.73GHz」が絞込みリストに加えられる。この絞込み条件リストは対話が終わるまで保持される。また、同じ項目で条件の追加が行われた場合は、その前の条件を上書きし、新しい条件を追加する。この例の場合、先に「CPU が Pentium 系」という条件があるので、この条件は削除され、新たな条件として「CPU が Pentium M 740 の 1.73GHz」が絞込み条件リストに追加される。

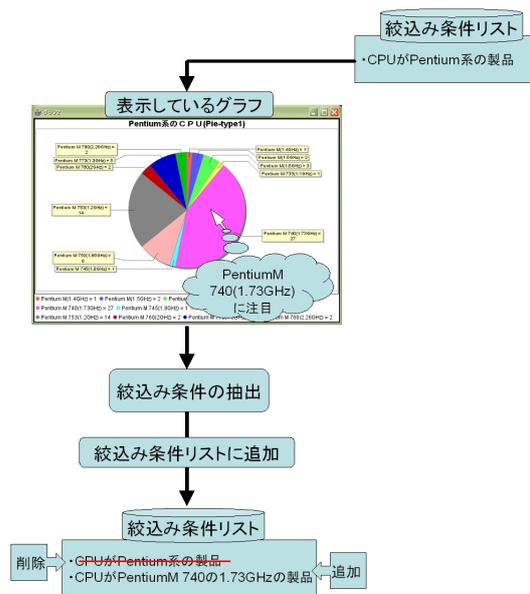


図 3: 絞込み条件の追加と削除

### 2.5.2 再ランキングとグラフの出力

ここでは、再ランキングと製品の絞込みについて述べる。一連の流れを図 4 に示す。まず最初に、ユーザが注目している項目の重みを大きくして、各製品

のスコア付けを行い、再ランキングする。その結果、ユーザが注目している項目を重視したランキングとなる。

ここで次に表示するグラフが、棒グラフ1と3、折れ線グラフ1、積み上げ棒グラフの場合は、再ランキングの結果を1位から順に絞込みの条件を満たしているか調べていく。絞込みの条件は2.5.1節で述べた方法から抽出した条件を用いる。再ランキングの結果が高いものから条件を満たしている製品のみ出力するようにしている。また、棒グラフ1と3、折れ線グラフ1、積み上げ棒グラフ以外は、絞込みを行わずに再ランキングの結果をそのまま出力する。

以上のように再ランキングと条件の絞込みを繰り返すことで、ユーザが要求している製品へナビゲートしていく。

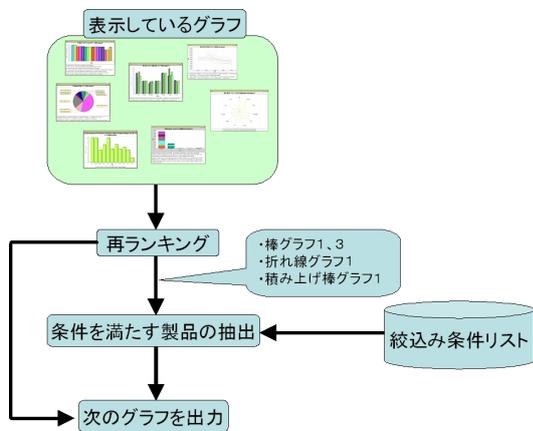


図 4: 再ランキングとグラフの出力の流れ

### 2.5.3 絞込み条件とグラフの説明文の表示

近年、複数の異なるモダリティの情報を利用して効果的に情報を伝えるマルチモーダル文書が利用されるようになった [4]。これは、ひとつのモダリティが他のモダリティと協調することで、読み手に効果的に情報を与えるものである。山本らの研究では、動向情報の変化とその変化要因とを視覚的に表示するシステムを研究している [5]。このシステムは、動向情報としては内閣支持率に関連する新聞記事を用い、内閣支持率の変化とその変化の根拠となる新聞記事を関連付けるグラフを出力する。テキストとグラフを協調させて、ユーザの関心や興味に合致する情報に効率的にアクセス可能なシステムの構築を目指している。

本システムにおいても、グラフとテキストを協調させることで、ユーザへより効果的に情報を伝えるこ

とができ、スムーズな製品の選択が行えるようになる。そこで、グラフの説明と、どのような条件で製品が絞り込まれているかをテキストで表した。このようなテキストが加わることで、ユーザは絞り込まれている状況が把握でき、効率的な対話が行えるようになる。この有効性は4節の評価実験で検証する。

## 3 意図の推定とグラフの遷移

本システムはグラフを用いてユーザと対話的に処理を行い、製品選択支援を行っていくが、スムーズな対話を行うにはユーザの意図を適切に理解し、その意図に沿ったグラフを出力しなければならない。そこで本研究では、ユーザの意図に合致した適切なグラフを出力するため、グラフの遷移傾向アンケートを実施し、その結果をもとにグラフの遷移確率モデルを構築している。

### 3.1 遷移傾向の調査アンケート

グラフの遷移傾向とは、表示されているグラフから次にどのグラフが描写されやすいかの傾向である。ある条件の時、現在表示しているグラフから次にどのグラフを描写してほしいかを被験者に質問し、遷移傾向を調査した。基本的な質問としては、“現在表示しているグラフで、ある項目に注目した時に次にどのグラフを描写してほしいか”という質問である。また、この質問に“前に表示したグラフの種類を与えた場合”と、“数ターン内に同じ製品に注目した場合”という条件を加えたアンケートも行った。遷移傾向アンケート1では基本的な質問でアンケートを行い、アンケート2, 3は条件を加えたアンケートである。

#### 3.1.1 遷移傾向アンケート1

1つ目の遷移傾向アンケートでは“現在表示しているグラフの種類”、“注目している項目の型・値の大きさ”に注目して行った。「現在あるグラフが表示されていて、この時にある項目に注目したとすると、次にどのようなグラフを描写してほしいか」という質問を行った。全196の質問を被験者6名に実施し、ユーザが選択できるグラフは候補のグラフの中から最大で2つとした。候補のグラフの数は6~12個である。

このアンケートの結果から各種棒グラフへの遷移する確率が高いことが分かった。一般的にデータの比較として棒グラフがよく用いられるためだと考えられる。また、項目タイプ1に注目した場合に円グラフが選ばれる傾向も見られた。

### 3.1.2 遷移傾向アンケート 2

次に行った遷移傾向アンケートは、1 回目のアンケートの条件に“前に表示したグラフの種類”を加えて行った。この条件を加えることで、対話の文脈を考慮した遷移確率モデルを構築するのが狙いである。1 つ前に表示したグラフと現在のグラフを被験者に見せ、その中で「ある項目に注目した場合に次にどのグラフを描写してほしいか」という質問をし、アンケートを実施した。203 問の質問を被験者 6 名に行い、アンケート 1 と同様にユーザが選択できるグラフは候補のグラフの中から最大で 2 つとした。

2 回目のアンケートの解析を行った結果、1 回目のアンケートでは遷移傾向が低かったグラフが前のグラフによって高くなるのが分かった。これは、“前に表示したグラフ”という条件を加えることで、文脈が考慮されることにより、状況に合ったグラフの遷移傾向が高くなったためだと考えられる。

### 3.1.3 遷移傾向アンケート 3

最後に行ったアンケートは、1 回目のアンケート条件に“数ターン内に同じ製品に注目した場合”を加えて行った。同じ製品に注目している場合に、1 回目の遷移傾向からどのような変化が起こるかに注目した。数ターン以内に同じ製品に注目して、現在のグラフからまた同じ製品のある項目に注目した場合、次にどのグラフを描写してほしいかという質問でアンケートを行った。また、何ターン以内に同じ製品に注目したかは、1 ターンから 3 ターン以内の場合で条件を変えて質問を行った。全部で 69 問の質問を行い、前記のアンケート同様に被験者 6 名が選択できるグラフは候補のグラフの中から最大で 2 つとした。

アンケート解析の結果、ターンの変化で遷移傾向は大きな変化は見られなかった。しかし、いずれのターンでもレーダーチャートへの遷移傾向が 1 回目のアンケートの時より高くなった。1 つの製品に集中して注目した場合、ユーザはその製品が気になっていると判断できる。そのため、その製品と他の気になる製品とのスコアバランスが比較できるレーダーチャートの遷移傾向が高くなったと考えられる。

## 3.2 グラフの遷移確率

前節で述べた遷移傾向アンケートから、次に描写すべきグラフを決定するための遷移確率を求めた。まずそれぞれのアンケートから遷移確率を求めている。アンケート 1 から導き出される遷移確率は、 $P(G_t|F)$  で、アンケート 2 から導き出される遷移

確率は  $P(G_t|F|G_{t-1})$  となる。アンケート 3 からは  $P(G_t|F|I)$  が計算できる。ここで、 $G_t$  は現在描かれているグラフの種類を表し、 $G_{t-1}$  は 1 つ前に描かれたグラフの種類を表している。 $G_{t+1}$  は次に描かれるグラフの種類を表している。 $F$  は項目のタイプ、 $I$  は 1~3 ターン前に同じ製品に注目したかを表している。これらの遷移確率を組み合わせ、対話の流れを考慮したグラフの遷移確率を求める。

$$P_1(G_{t+1}) =$$

$$\begin{cases} \frac{(P(G_t|F)+P(G_t|F|G_{t-1}) \times Turn + P(G_t|F|I))}{(Turn+2)} & \text{同じ製品に注目} \\ & \text{した場合} \\ \frac{(P(G_t|F)+P(G_t|F|G_{t-1}) \times Turn)}{(Turn+2)} & \text{それ以外} \end{cases} \quad (4)$$

上記の遷移確率にグラフ間の共起確率を加えた遷移確率も考案した。まず式 4 の計算を行い、その結果が 1 位のグラフ ( $G_{t+1}^{1st}$ ) と共起する確率を各グラフの遷移確率に足し合わせて、その後正規化する。

$$P_2(G_{t+1}) = \frac{P_t(G_{next}) + P(G_{t+1}^{1st} \wedge G_{t+1})}{2} \quad (5)$$

この計算の結果、確率の高い上位 2 つのグラフをユーザが要求しているグラフとして出力する。

## 3.3 不適切なグラフが出力された時の処理

前節で述べた方法でグラフの推定を行っているが、この推定が適切ではない場合がある。ここではその場合の対処方法について述べる。

システムが出力した 2 つのグラフに対して、ユーザが不適切なグラフと考えた場合、不適切なグラフにチェックをつけてフィードバックを行う。すると、その不適切なグラフは削除され、次に遷移確率が高いグラフが出力される。この時、システムはフィードバックを行った時に、表示しているグラフや、前に表示したグラフを記録しておく。そして、次に同じような状況になると前に不適切とユーザが判断したグラフは表示されないようになる。このフィードバック方法の有効性についても 4 節で検証する。

## 4 評価実験と考察

ここでは本研究で構築したシステムの評価を行うと共に、提案手法の有効性を検証しその結果について考察を行う。

#### 4.1 製品データと評価実験の概要

本システムが利用する製品データは、価格.com<sup>1</sup>に掲載されている windows ノートパソコンから無作為に選出した 200 製品である。これらの製品データを用いて、本システムの評価を行った。行った実験は 2 つである。実験 1 では 2.5 節で述べた絞り込み状況とグラフを説明したテキストの有効性の検証と、3.2 節で提案したグラフの遷移確率の評価を行った。実験 2 では 3.3 節で述べたフィードバックの有効性についての検証を行った。各実験を評価してもらう被験者は、グラフ遷移傾向アンケートの 1~3 のいずれかに参加したことがある 6 名である。

#### 4.2 実験 1

ある条件のノート PC を探しているというタスクで、テキストが有る場合・無い場合で本システムを被験者に使用してもらった。グラフの遷移確率手法 1~手法 3 をそれぞれ使用し、その時に各ターンでシステムが出力する 2 つのグラフが適切かどうかの点数付けを行ってもらった。手法 1 は 3.1.1 節で求めた遷移確率  $P(G_t|F)$  のみを使用した手法で、文脈を考慮に入れていない遷移確率である。手法 2 は式 4 を使用し、手法 3 は式 5 を使用した。

各ターンで出力されるグラフに点数付けを行うが、その点数基準は以下のようにした。

- 5 点：最適なグラフである
- 4 点：適切なグラフである
- 3 点：どちらともいえない
- 2 点：どちらかといえば、不適切である
- 1 点：不適切なグラフである

また、この評価実験を行うにあたって、公平性を保つために先にテキスト無しで行う A グループ 3 名と先にテキスト有りを行う B グループ 3 名にグループ分けを行った。これは、テキスト有無の順番が前後することで結果に変化が生じる可能性を考えたためである。

<sup>1</sup><http://www.kakaku.com/>

表 2: 2 つのグラフのうちどちらかが適切なグラフ (4 点, 5 点) と判断した割合

グループ	テキストの有無	手法 1	手法 2	手法 3
A グループ	無	85.9%	92.7%	91.1%
	有	100%	100%	90.7%
B グループ	無	59.4%	68.6%	57.9%
	有	75.0%	64.8%	77.6%
両グループの平均	無	72.6%	80.6%	74.5%
	有	87.5%	82.4%	84.1%

まず最初に絞り込み状況とグラフを説明したテキストの有効性について述べる。表 2 を見て分かる通り、テキスト有の方が適切なグラフが出力される割合が高くなった。テキスト有の方が良い結果となった理由の 1 つとして、あるグラフの評価が高くなったことが挙げられる。そのグラフとは、棒グラフ 1 などのような絞り込んだ条件を満たしている製品を表示するためのグラフのことである。テキストが無かった場合は、どのような条件で絞り込まれているかが分からないため、条件を満たしている製品をグラフで表示されても分からない。しかし、テキストが有る場合には、その条件が分かるためにこれらのグラフがテキストが無い時よりも有効と感じ、評価が高くなったと考えられる。また、被験者からは、テキストが有る方がスムーズな絞り込みが行えるという意見があった。これは、絞り込み条件が分かっているために、無駄な対話を行わずに製品が絞り込めるためだと考えられる。

続いてグラフの遷移確率についての考察を述べる。各手法の適切なグラフが出力される割合については、テキスト無の場合は手法 2 が最も良い精度となった (表 2)。また、テキスト有の場合では手法 1 が最もよい精度となった。ここで、第 1 候補と第 2 候補として出力されるグラフそれぞれについて適切さの比較をする。テキスト有の場合についての結果を表 3 に示す。表 3 を見て分かる通り、テキスト有の場合の第 1 候補、第 2 候補それぞれのグラフの適切さについては、手法による有意な差はみられなかった。次にテキスト有の場合の各手法による第 1 候補と第 2 候補での不適切なグラフが出力される割合についても調査した。結果を表 4 に示す。各手法におけるテキスト有の場合のグラフの適切さ (表 3) に大きな差はなかったが、不適切なグラフ (表 4) に関しては手法における違いが見られた。手法 2 において不適切なグラフが出力される割合が最も低い値となり、手法 1

で最も高い値をとった。これは手法 1 は対話状況を考慮していない遷移確率のため、対話の文脈によっては不適切なグラフが出力されてしまうためである。よって、前ターンで表示したグラフや、以前に注目した製品を考慮した遷移確率の決定法の方が、適切なグラフもある程度の確率で出力され、不適切なグラフが出力される確率も低いいため、本システムに適しているといえる。

表 3: テキスト有の時の適切なグラフ（4 点，5 点）と判断した割合

	手法 1	手法 2	手法 3
第 1 候補のグラフ	64.0%	64.4%	61.1%
第 2 候補のグラフ	62.4%	60.8%	63.3%
平均	63.2%	62.6%	62.2%

表 4: テキスト有の時に不適切なグラフ（1 点，2 点）と判断した割合

	手法 1	手法 2	手法 3
第 1 候補のグラフ	10.5%	1.2%	5.2%
第 2 候補のグラフ	17.5%	7.7%	5.9%
平均	14.0%	4.4%	5.5%

#### 4.3 実験 2

手法 1～3 を被験者に自由に扱ってもらい実験を行った。使用する際、システムが出力するグラフが「適切でない」と判断した場合に、不要なグラフをチェックしグラフの再描写を行い、見たいグラフが出現するまで繰り返してもらった。この時の平均フィードバック回数と、同じターンでフィードバックを繰り返した回数の調査を行った。

表 5 を見て分かるように、フィードバックを繰り返す回数はどの手法も 2 回程度となった。この結果より、最初に適切なグラフが出力されなかったとしても、本質的に、適切なグラフは高い遷移確率をもっており、フィードバックが行われるとすぐに出力されることが分かる。また、被験者からも、フィードバック機能がある方が扱いやすいという意見が得られた。

被験者の中には表示しているグラフが適切であっても、さらに他のグラフが見てみたいという意見の被験者もいた。そのため、単純に次の候補のグラフを表示させる機構も用意しておくとも良いと考えられる。

表 5: フィードバックの回数

	手法 1	手法 2	手法 3
平均フィードバック回数	3.3 回	4 回	3.3 回
フィードバックを繰り返した回数	1.7 回	1.8 回	1.9 回

#### 5 おわりに

本研究では、視覚的な情報としてグラフを用いた対話型の製品選択支援システムの構築について述べた。視覚的な情報を利用した対話により要求を具体化し、ユーザの要求に合致した特徴を持つ製品を提示することを目指した。評価実験で述べたように、ユーザの要求するグラフの推定には、前に表示したグラフの種類や同じ製品に注目した場合などの情報を利用することが有効であるということが分かった。また、グラフのみを使用して行う対話よりも、製品の絞込み状況などを説明した文章と一緒にグラフを出力する方がスムーズな対話が行うことができることも分かった。さらに、フィードバック機能を加えることで、不適切なグラフが出力された場合にも対処できる。

今後の課題としては、ノート PC だけでなくその他の製品に対してもこのシステムが有効かを評価する必要がある。また、遷移傾向アンケートに参加したことがない者に対して評価実験を行い、グラフの遷移確率の汎用性を検証する必要もある。

#### 参考文献

- [1] 加藤恒昭, 松下光範, 神門典子: 動向情報の要約と可視化 -言葉と図で情報をまとめる-, IPSJ Magazine, Vol.47, No.9, pp.1013-1020, Sep.2006.
- [2] 池田新平, 中島伸介, 角谷和俊, 田中克己: Web 標識: 巡航履歴を反映した Web 情報空間の周辺案内, 電子情報通信学会技術研究報告, DE2002-1, pp.1-6, 2002.
- [3] K. Shimada and T. Endo: Product Specifications Summarization and Product Ranking System using User's Requests, Informaton Modeling and Knowledge Basees XV, pp. 315-331, IOS PRESS, 2004.
- [4] 奥野奈穂子, 小林一郎: グラフの挙動を表すテキスト生成, 言語処理学会 第 12 回年次大会 ワークショップ「言語処理と情報可視化の接点」, pp.17-18, 2006.
- [5] 山本健一, 殿井加代子, 谷岡広樹: タグ付きコーパスを用いた同行情報とその要因の可視化, 言語処理学会 第 12 回年次大会 ワークショップ「言語処理と情報可視化の接点」, pp.13-16, 2006.