

二次元平面インタフェースにより ユーザの曖昧な希望を実現する旅行 計画システム

A Travel Navigator on Two-Dimensional Interface for User's Nebulous Demands

松田 健希* 大澤 幸生*
Kenki Matsuda Yukio Ohsawa

谷内田 正彦*
Masahiko Yachida

* 大阪大学大学院 基礎工学研究科
Graduate School of Engineering Science, Osaka University,
Toyonaka 560-8531, Japan.

1997年7月25日 受理

Keywords: travel navigator, two-dimensional space,
nebulous demands.

Summary

In previous travel navigation systems, the user had to input the goal and the order of places to visit. Such systems don't work if the user has nebulous demands for his/her travel. We propose a new travel navigator with a graphical dialogue interface, i.e. a two-dimensional interface. The user composes a question on that interface, then the system returns a travel plan. When the user is not satisfied with the returned plan, he/she inputs one's demands again. In this manner, the system puts the user's nebulous demands into concrete ones.

1. はじめに

本研究では、ユーザが旅先の地理に疎いために正確な経路順序が指定できない場合でも、曖昧な希望を指定するだけで旅行プランを作成する対話型旅行計画システムの構築を目指している。

まず、2章で、従来の一次元情報を用いたシステムの問題点を指摘し、その解決の方法として、二次元平面をインタフェースとして用いた本システムのアイデアを提案する。3章では、2章で示したアイデアの具体的な実現手法を示す。4章では、提案したシステム

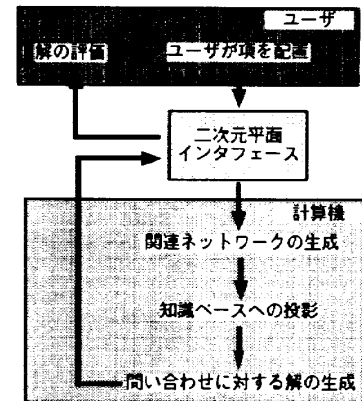


図1 旅行計画システムの概要

を実装し、その使用例と評価を示す。5章はむすびである。

2. 本システムのアプローチ

従来の旅行計画システムは、ユーザが目的地と出発地しか指定できなかつたり、経由地を指定することはできるが、すべての経由地の順序を(時間の)一次元情報として入力しなければならなかつたりする。このようなシステムの代表的なものとして、[Jorudan 96, Val 96]があるが、これらでは旅行の曖昧な希望を抱いている(経路順序が未定の)ユーザは、満足の得られる旅行プランを得ることが難しい。

そこで我々は、ユーザの曖昧な希望から詳しく適切な旅行プランを、二次元平面を用いたグラフィカルな対話型インタフェースによって作成するシステムを構築する。その二次元平面上でおよその希望経路順序を入力したユーザが、システムの出力する詳しい経由地の順序と交通手段を見て、平面上で経由地を再配置して希望を実現することを対話的に繰り返すうちに、システムがユーザにとって適切な旅行プランを作成する。

3. 旅行計画システム

3.1 旅行計画システムの概要

本システムにおける対話型旅行計画システムの概要(図1)は、以下の通りである。なお、ここで用いる項、関連ネットワーク、コストについては後述する。

1. ユーザが二次元平面インタフェース(図2)上に、目的地、出発地や経由地を記した項を配置したり、地図から地名を選択して項を配置したりする。

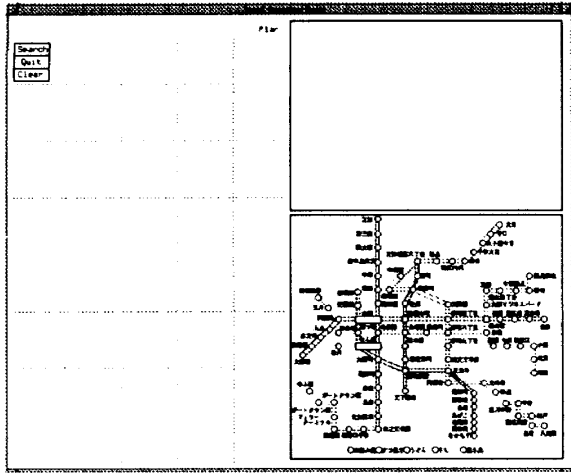


図2 旅行計画システムのインタフェース初期画面

2. インタフェース上でユーザが配置した項の配置を、システムが項の関連ネットワークに変換する。
3. 関連ネットワークにおいて隣接している項のペアの間の経路情報を、別に用意した交通手段などを記した知識ベースから抽出し、関連ネットワークの各リンクにコストと実現手段（経路）を与える。
4. 関連ネットワークの各リンクの経路を一つにまとめ、ユーザの問い合わせに対する解を作成する。
5. もし、ユーザがその解に満足しない場合は、インタフェース上で項を移動したり、追加したりして、ステップ2へ戻る。

これらの各ステップの詳細を以下に述べる。

3・2 二次元平面インタフェースから関連ネットワークへ

〔1〕 二次元平面インタフェース

ユーザの経由地の希望順序は、(時間方向の) 一次元情報では必ずしも表すことができない、即ち、一意に決まらないことがあるため、ユーザインタフェースには、図2のような二次元平面を用いている。そのため、経由地の希望順序が一次元で表せない曖昧な希望を持つユーザでも利用することができる。

本システムでは、ユーザにあらかじめ以下のように操作することを指示しておく。

1. インタフェースの上から下に向けて、経由希望順に地名を配置せよ。
2. 経由順序がわからない場合は、地名を横に配置せよ。
3. 結果に満足がいけない場合は、経由順序をインタフェース上で再指定せよ。

ここで項とは、ユーザにとって重要な最小要素のことであり、本システムでの項とは目的地や経由地を示

す地名である。実際に本システムでインタフェース上に項を配置するには、ユーザがインタフェース画面に地名を書き込むか、地図(図2右下)からインタフェース上に地名をマウスでドラッグして配置するかである。さらに、インタフェース上では、項を自由に移動できるため、システムを利用している最中に別の希望を思い出したとしても、項を追加したり移動したりすることも可能である。

〔2〕 関連ネットワークの生成

本システムでは、ユーザの意図を表す関連ネットワークを利用する。関連ネットワークとは、ユーザにとってどの項間の関連が重要かを示すネットワークである。

二次元平面インタフェース上での関連ネットワークの生成方法について述べる。まず、インタフェース上でユーザが並べた項の配置(図3左半分の各小ウィンドウ)から、各項間の二次元ユークリッド距離を計算する。次に、項同士が縦方向に並んでいる場合は、その項間の距離があらかじめ試験的な調査によって得られたしきい値よりも短いならば、その項同士は関連するものとし、二項間を関連ネットワークで結合する。また、項同士が横方向^{*1}に並んでいる場合は、しきい値に関係なくその項同士は関連するものとし、二項間を関連ネットワークで結合する。このように関連ネットワークを生成するのは、前節1, 2の指示によってユーザの意図を正しく把握するためである。

本システムでは、ユーザが配置した項間のユークリッド距離を、ユーザの心理的な距離の代わりに用いている。我々は、ユーザの心の中ではトポロジカルな関係が存在し、インタフェース上でのユークリッド距離はその結果得られたものであると考えている。しかし、何と何が心の中で強い関係を持っているかは、ユーザにとって表現するのが難しい。この理由は、 N 項の関係をネットワークで表すには、少なくとも $N(N-1)/2$ 本のリンクについて、それぞれ関係があるかないかユーザが決めなければならないからである。そこで、ユーザの負担を軽減するために、インタフェース上の項の配置から、近似的に項の相関関係を求めている。

このように「心の中のネットワークがあることを認めながら、二次元平面インタフェースに配置した項の位置から項の相関関係を求める」という考え方は、二次元平面インタフェースを用いた発想支援 [Hori 94, 杉本 93, 角 94] で用いられ、明示しにくいユーザの関心・視点を表現する方法として、有意な成果をあげている。

*1 インタフェース上での項同士の上下方向の隔たりが、あらかじめ与えたしきい値よりも短い場合は横方向に並んでいるとし、その他の場合は縦方向に並んでいるとする。

3.3 ユーザの意図から知識ベースの射影

あらかじめ用意した知識ベースに3.2節の関連ネットワークを射影する。本システムの知識ベースは、交通網における路線情報のことであり、図2～図4右下の地図のようなネットワーク構造をしている。この路線情報には、駅間の路線によるつながりとその駅間を移動する際の所要時間が含まれている。

関連ネットワークから知識ベースに射影することは、関連ネットワークの各リンクに対して可能な実現手段を与えることにあたる。

今、関連ネットワークで連結された項X、Yがあるとす。まず、項X、Yを知識ベース中から取り出す。次に、XからYへの最短経路を知識ベース中で求め、その長さ（所要時間）をコストとする。こうして、関連ネットワークの各リンクに実現手段（最短経路）とコストを与える。

ネットワーク（知識ベース）中で項間のリンクにあたる部分知識を抜き出す点はマーカ伝播と似ている。上述の射影とマーカ伝播との違いを述べておく。マーカ伝播[Waltz 85]では、ネットワーク上で複数のノード（本システムでは、インタフェース上に配置された項にあたる）からマーカを次々に隣接するノードへ伝播させ（この作用を発火と呼ぶ）、それらのノードから出発したマーカが衝突したときのパスをノード間のパスとする方法である。しかし、この手法を本システムに用いると知識ベースから取り出される部分が不要な路線まで含む場合があり、ユーザの意図が反映できない。そこでWIMPと呼ばれる改良されたマーカ伝播があるが、これはかなり以前に発火したノードを鎮火させる[Charniak 86]ことにより、関連ネットワークが完全グラフとなることを防止できる。しかし、今度はユーザにとって近い存在である二項が、知識ベース上で遠ければ、その間のパスを取り出せない。本システムで用いる射影では、関連する項はユーザ入力から直接得た関連ネットワークで指定されるから、この様な過不足が抑えられる。

3.4 ユーザの意図の実現

ユーザの問い合わせに対する最終的な解（地点、即ち地名を表す項を関連ネットワークのリンクに沿って実際に経由する旅行経路）を求めるには、3.3節で求められた関連ネットワークの各リンクの実現（交通）手段の一つにまとめなければならない。そこで、関連ネットワークとその各リンクのコストを用いた巡回セールスマン問題を解く。即ち、インタフェース上でユーザ

の希望した項をすべて経由し、かつ所要時間（経路上のリンクのコストの和）が最短の経路を求めることにあたる。このことから、巡回セールスマン問題の解を、ユーザの意図を満たす最短時間での旅行プランとみなす。そして、システムはその旅行プランを図2～図4右下の地図上での経路とその経路にあたる関連ネットワークをハイライト表示し、ユーザに提示する。

しかし、ユーザがその解に満足しなかったり、新たな希望を思い出したりした場合、本システムの特徴である対話型インタフェースを用いて項を再配置し、上記の操作を繰り返すことにより、ユーザの曖昧な希望を実現することができる。

4. 実装システム

3章で示した手法を、大阪市交通局の地下鉄の路線案内に用いている。地下鉄の路線案内に用いた理由は、地下鉄の路線は網目状で、駅が二次元に散らばっており、ユーザが順序を指定しにくいいため、次元インタフェースを持つ従来システムと二次元平面インタフェースの本システムとの差が出やすいと考えたからである。つまり、従来の旅行計画システムでは、満足の得られる旅行プランを得ることが難しい問題設定になっている。本システムは、SparcStation10/50GTX(64MB)上でC言語とX-windowを用いて実装している。

4.1 使用例

実際に本システムを利用した例を示す。利用したユーザAは、大阪市の地下鉄の路線にはあまり詳しくない人である。まず、図3の二次元平面にユーザAは地名を配置した。これは、「新大阪駅から出発し、北浜・梅田・大阪ビジネスパーク(OBP)駅に寄りたいのだが、どの順番で寄れば良いかわからない。その後になんば・日本橋駅に寄りたいのだが、またどの順番で寄れば良いかわからない。この二つの駅に寄った後に新大阪駅に戻りたい」というユーザAの希望を表している。この「北浜・梅田・OBPに寄りたいのだが、どのような順番で寄れば良いかわからない」が、次元で地名を配置する従来システムでは指定することができなかった。本システムは、このような地名の配置から図3の返答画面と地図上にユーザの希望をみたとすような経路を提示し(図3右上・右下)、ユーザにその経路を評価してもらう。

そうすると、このユーザAは地図上の経路を見ているうちに、「システムの示した経路ではOBPに着くのが遅くなりそうなので、北浜・梅田駅よりも先にOBP

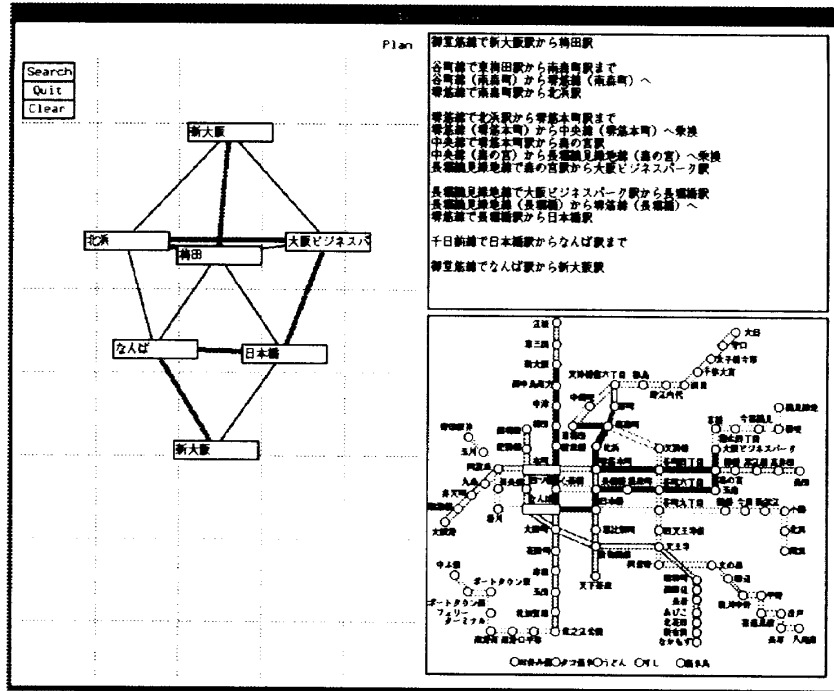


図3 ユーザの本システムの利用例1

駅に寄りたい」という希望が生まれてきたので、図4の二次元平面上で地名を並べ替え、経路を再び探索した。すると、本システムはユーザの希望を完全に満たす経路を提示した(図4右上・右下)。

この例のように、ユーザの曖昧な希望を本システムとの対話型インタフェースによって実現できる。

4・2 本システムの評価

本システムの評価を行なうために、10名の学生に本システムを使用してもらった。その際、ユーザには3・2節[1]の指示をするにとどめ、あとは自由に本システムを使用してもらい評価を行なった。その時のユーザの感想とその人数を記す。

- 地名(項)を二次元配置できるので、経路地の順序がわからなくても、プランが得られて便利であった(10名)。
- システムを繰り返し使用することで、はっきりと決めていなかった経路地の順序を決定することができた(6名)。
- システムを利用している間に、新しい希望を思い出しても、簡単にその希望を追加することができた(4名)。

このような被験者の感想から、本システムは曖昧な旅行の希望を実現することができるシステムであると言える。多くの場合、被験者から「使いやすい」システムであるという感想が得られている。

次に、本システムと一次元に地名を配置する従来の

表1 本システムと従来システムとの比較

手法	満足の得られた解	並べ替え
従来システム	42% (50のユーザ希望中21)	4.3回
本システム	86% (50のユーザ希望中43)	1.9回

システムとの比較実験を行なった。地名を一次元に配置するシステムでは、10名のユーザによる50の希望のうち33の希望、即ち66%が一次元で地名を配置できなかった。比較実験の結果は表1に示す。

まず、従来システムと本システムとのユーザが満足した経路をシステムが提示した割合を比較すると、本システムのほうが従来システムよりも優れていることがわかった。この理由は、従来システムでは、ユーザが希望している経路とかけ離れた経路順序でも、とりあえず一つ順序を決めて指定しなければいけないからである。一方、本システムでは、希望経路地の順序が不明で、ユーザからの順序指定がない場合でもユーザの希望を考慮することができる。ただ、本システムには、もともとユーザの曖昧な希望が入力されるので、経路探索の材料となる情報は少なく、結果が気に入らない場合もある。しかし、従来システムのように希望とかけ離れた順序を無理に指定するよりは、曖昧なまま項を並べるほうが結果に対するユーザの満足の度合は大きいと考えられる。

そこで、従来システムと本システムとの地名の並べ替え回数の平均を比較すると、本システムのほうが少なかった(表1)。この理由は、希望順序の曖昧な項

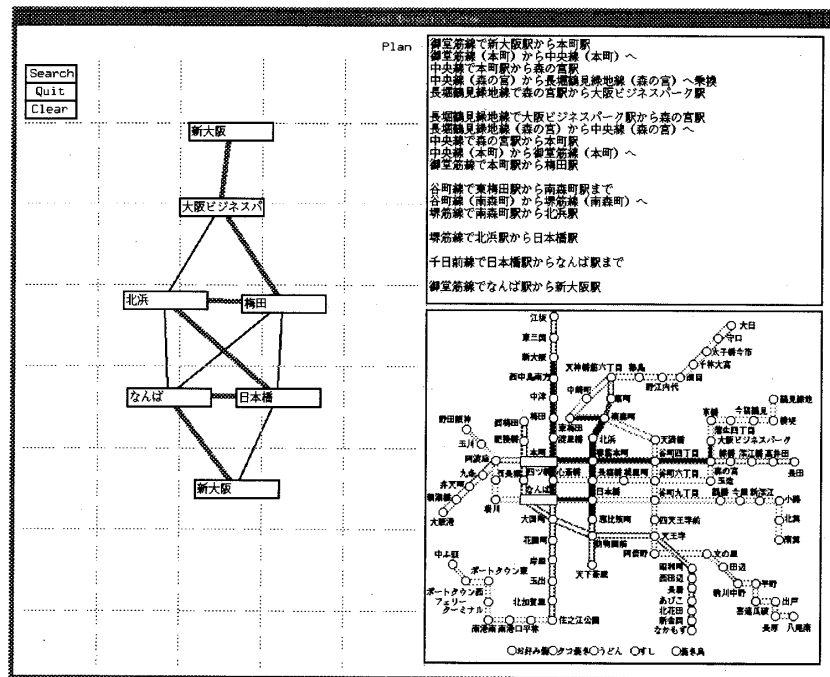


図4 ユーザの本システムの利用例2

は曖昧なまま並べるほうがユーザの希望に近い表現となるので、並べ替えの必要が軽減するからだと考えられる。

このほかに、本システムの場合、並べ替えがどのように経路探索に生かされるかが、関連ネットワークの形で図示されるので、システムの反応を見ながら、地名の並べ替えができる。

5. おわりに

二次元平面をもつ対話型インタフェースを用いて、曖昧な希望を実現できる新しい旅行計画システムを提案した。大阪市交通局の地下鉄の路線を知識ベースに用いて評価実験を行ない、本システムの有効性を確認した。

一次元情報としてユーザの希望を入力する従来のインタフェースと比べ、ユーザの希望を反映した出力を得やすいことがわかった。

謝辞

査読者のコメントが本稿の記述に役立ったことを記し、感謝します。

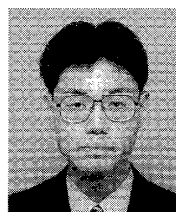
◇ 参考文献 ◇

[Charniak 86] Charniak, E.: A Neat Theory of Maker Passing, Proc. 5th Nat. Conf. on Artificial Intelligence(AAAI), pp.584-588 (1986)

[Hori 94] Hori, K.: A System for Aiding Creative Concept Formation, IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics, Vol.24, No.6, pp.882-894 (1994)
 [Jorudan 96] ジョルダン株式会社: 「乗換案内試用版」, <http://www.jorudan.co.jp/> (1996)
 [杉本 93] 杉本雅則, 堀浩一, 大須賀節雄: 設計問題への発想支援システムの応用と発想仮定のモデル化の試み, 人工知能学会誌, Vol.8, No.5, pp.575-582 (1993)
 [角 94] 角康之, 堀浩一, 大須賀節雄: テキストオブジェクトを空間配置することによる思考支援システム, 人工知能学会誌, Vol.9, No.1, pp.139-147 (1994)
 [Val 96] 株式会社ヴァル研究所: 「駅すばあと」, <http://www.val.co.jp/products/expert/> (1996)
 [Waltz 85] Waltz, D. and Pollack, J.: Massively Parallel Parsing: A Strongly Interactive Model of Natural Language Interpretation, Cognitive Science, Vol.9, No.1, pp.51-74 (1985)

〔担当委員: 竹澤寿幸〕

—— 著者紹介 ——



松田 健希

1996年大阪大学基礎工学部システム工学科卒業。現在、同大学院基礎工学研究科物理系専攻修士課程在学中。プランニング、ならびにその応用システムに興味を持つ。

<matsuda@yachi-lab.sys.es.osaka-u.ac.jp>

大澤 幸生(正会員)は、前掲 (Vol.13, No.3, p.423) 参照。

谷内田 正彦(正会員)は、前掲 (Vol.13, No.3, p.423) 参照。