

エージェント間交渉によるユーザ指向型座席予約システムの提案 User-Oriented Seat Reservation System by Inter-Agent Negotiation

永松 大和[†]
Yamato Nagamatsu

能登 正人[†]
Masato Noto

1. はじめに

近年、ユビキタスコンピューティング環境の実現に向けて、携帯電話やPDAなどの高性能な小型携帯情報端末が急速に普及してきている。また、場所を選ばずにインターネットにアクセスできるようにするため、高速無線LANサービス(ホットスポット)が整備されてきている。このような現状において、携帯情報端末から各種予約(交通機関の座席、ホテルの部屋など)がリアルタイムに行われ、空席・空室状況の確認、予約の変更や取り消しなどがインターネット上でできるようになっている。しかしながら、現在の一般的なインターネット上の予約システムでは、予約順に座席位置や部屋が確定されるため、後から予約したユーザの希望が反映されにくく、この問題点の改善が望まれている。この問題点を解決するために、エージェント間交渉によるアプローチが注目されている [1][2]。

本研究では、エージェントを導入し、予約時に座席を決定するのではなく、エージェント同士の交渉を用いてユーザの希望に沿った席順に再配置を行うシステムを提案する。なお、提案システムは、汎用性のあるシステムであるが、今回は、飛行機の座席予約を研究対象とし、シミュレーション実験によりシステムの評価を行った。

2. 提案システム

2.1 システムの概要

提案システムでは、エージェントがユーザの複数の希望をパラメータとして受け取り、受け取ったパラメータを基に座席の初期配置を行う。ユーザの希望を満たしていないエージェントは、ユーザの希望を満たしているエージェントが所持している座席のパラメータを比較する。エージェントは、互いに交渉しユーザの希望と合致あるいはそれに近い座席の取得を目指し、ユーザ全体のコスト(コストに関しては3.2節で述べる)を高くする座席の取得ができるように互いに交渉する。複数のパラメータをエージェントに持たせることによりユーザの嗜好の反映が可能となる。

2.2 交渉アルゴリズム

交渉アルゴリズムとしてはゲーム理論の交渉問題におけるアルゴリズムをはじめとし、様々な方法が存在する。交渉による座席交換でユーザのコストを上昇させる交渉手順の概略を以下に示す。

1. 初期配置の後、ユーザの希望を満たしていない場合には、エージェントは自律的にユーザの希望と合致あるいはそれに近い座席を取得するため、他のエージェントと交渉を行う。
2. 交渉はユーザの希望を満たすために交渉相手を探す。交渉相手のコストが低くなる場合は交渉に応じない。

3. 以上を繰り返し、全てのエージェント間交渉が行われなくなった時点で確保している座席が最終的に確保した座席となる。

3. シミュレーション実験

3.1 設定条件

座席の配置・条件として飛行機を想定しB-777のエコノミークラスの座席表を用いた。座席数は215席、座席やユーザの希望のパラメータとして窓側、通路側、トイレの近さ、翼の近くかどうか、全体的な位置(全座席での前方か後方か)を設定した。さらに座席パラメータは0~214番までの通し番号を付ける。座席の評価としては-1, 0, +1の3段階(翼のパラメータは0, +1の2段階)として、窓側のパラメータの場合は窓側に近いほど大きな数となるように設定した。

3.2 ユーザのコスト

ユーザのコストの算出の概念図と例を図1に示す。

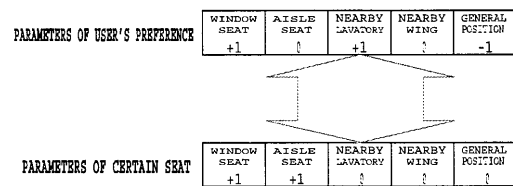


図1: コストの算出の概念図

座席の評価の計算はユーザと座席の同じ種類のパラメータ同士の積を取っている。パラメータ同士の積を取ると希望する座席の場合は評価が正の数となる(負のパラメータ同士でも正になるため希望する座席といえる)。最終的に全種類のパラメータ同士の積の和がその座席に対する評価となる。

例として図1の場合を考える。この例ではユーザの希望は窓側でトイレの近くで後ろ側の座席を希望したが実際に取得した座席は窓から遠く、通路側で、真ん中の座席である。図1のときのユーザのコストの算出方法を以下に示す。ユーザの希望のパラメータとある座席のパラメータの同一の属性の積を取り、全属性の積の和を算出することよりコストが求められることができる。

$$\begin{aligned}
 & \overbrace{(+1) * (-1)}^{\text{窓側}} + \overbrace{0 * (+1)}^{\text{通路側}} + \overbrace{(+1) * 0}^{\text{トイレ}} \\
 & \quad + \overbrace{0 * 0}^{\text{翼の近さ}} + \overbrace{(-1) * 0}^{\text{前後の位置}} = -1
 \end{aligned}$$

この結果はこの時点であるユーザにとってはコストが負の数となり交渉による座席交換でユーザの希望する座席取得を行いコストをできるだけ高くしていく必要があることを意味している。

なお、コストの最大値は+5、最小値は-4であることに注意されたい。

[†] 神奈川県立大学工学部電気電子情報工学科 Department of Electrical, Electronics and Information Engineering, Kanagawa University

4. システム評価および考察

提案システムの性能を確かめるために、シミュレーション実験を行い、座席交換の有用性を調べた。シミュレーションは以下の二つの実験について行った。

- ユーザ数と座席の交換回数の関係の実験
- 座席交換によるユーザのコストの変化を表す実験

ここでユーザの希望は様々なものが考え得るためユーザのパラメータは乱数を使い、ユーザのパラメータは、(1)-1~+1までの3段階で座席希望に偏りなし、(2)-1~+1までの3段階で座席希望に偏りを持たせたもの(+1が6割、0が3割、-1が1割)の2通りとした。

4.1 ユーザ数と座席の交換回数

ユーザ数を1から215まで変化させたときの席の交換回数の関係について、試行回数を各1000回としシミュレーションを行った。この結果を図2に示す。

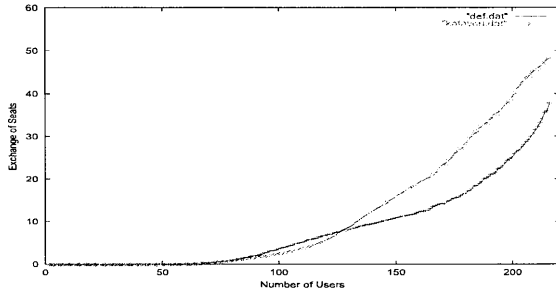


図2: ユーザ数と交換回数の関係

シミュレーション結果より、ユーザ数が増加するにつれ交換回数も増加することがわかった。これはユーザ数が少ない場合、初期配置の時点で希望する座席の取得が可能であるので当然の結果である。また、座席希望に偏りを持たせた方が座席の交換回数が多くなった。これはより現実的な問題に対し、有効的であることがわかった。

4.2 座席交換によるユーザのコスト変化

座席交換の有無によるユーザのコストの変化をユーザ数は215とし、試行回数は各1000回行い平均を求めた(表1, 表2)。

表1: 座席交換によるユーザのコストの変化(%)
(ユーザの座席希望が3段階偏りなし)

COST	EXCELLENT	GOOD	POOR
no exchange	14.9	84.1	1.00
exchange	17.8	82.1	0.06

表2: 座席交換によるユーザのコストの変化(%)
(ユーザの座席希望が3段階偏りあり)

COST	EXCELLENT	GOOD	POOR
no exchange	13.1	81.8	5.09
exchange	15.8	81.3	2.88

COSTはEXCELLENT, GOOD, POORの3種類に分類した。表1, 表2において、COSTがEXCELLENTというのはあるユーザの希望をすべて満たした座席が取得できたことを示す(コストが最大値のときである)。COSTがPOORというのはユーザの希望に対して取得した座席が負の評価になったことを示す。COSTがGOOD

というのは希望を満たしている部分もあるがすべてではないということを示す(コストが最大値ではないが0以上であることを意味する)。

表1, 表2より、交換により最良の座席を取れたユーザが増加した。これは交渉による座席交換がコストを低くしないというもで行われているからである。さらにユーザ数と交換回数の実験からユーザが多いほど座席の交換回数が増えたが、これはユーザの希望した座席あるいはそれに近い座席の取得ができるということである。よってコストが低いユーザの割合は0に近づいている。つまり、交渉による座席交換によってユーザ全体のコストが高くなったことがいえる。特に表2において、POORが表1に比べると多いが座席交換を行うことによって大幅に減っていることが見て取れる。

シミュレーションの結果から予約席が満員に近いほど本方式の効果が現れることがわかった。また人数が少ない場合は初期配置で希望する座席を取ることができるので交換回数は少なく済むという結果が得られた。

5. おわりに

本研究では、エージェントの導入により、座席予約システムを提案し、シミュレーション実験により有効性を示した。後から座席を予約したユーザの希望が反映されづらいという問題を解決し、コストが低いユーザをほとんどなくすることができ、ユーザ全体のコストを高くすることがシミュレーション実験により示すことができた。予約によりユーザの嗜好を反映させるシステムは座席予約であれば映画館、またホテルの客室予約などにも応用でき、より汎用的なシステムを構築する際の基礎的事項を明らかにすることができた。

実験ではユーザの希望は乱数で発生させ、偏りを持たせたシミュレーションを行ったが、現実にはユーザの希望にはもっと偏りがあると考えられ、それにより結果は大きく左右されると考えられる。また現在の人間社会に協調行動が出現するプロセスを確かめるには、例えばゲーム理論における「囚人のジレンマゲーム」を取り上げ、協力行動の解析などを行い、協調、利他行動に関して検討していくことが必要となる[3]。またグループで予約するユーザは連番で座席を取得したいと考えられ、特殊な座席の取り方や動的状況での対処について検討していくことを考えている。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省ハイテクリサーチセンター整備事業の助成によって行われた。

参考文献

- [1] 新谷虎松, 大園忠親, 福田直樹: モバイルエージェントの応用—マルチエージェントシステムのためのモビリティの利用—, 人工知能学会誌, Vol. 16, No. 5, pp. 488-493 (2001).
- [2] G. E. Serstern and G. Lo: Negotiation Support Systems and Software Agents in E-Business Negotiations, Proc. of The First International Conference on Electronic Business (2001).
- [3] 中山幹夫: はじめてのゲーム理論, 有斐閣ブックス (1997).