

( 続紙 1 )

京都大学	博士 (情報学)	氏名	新谷 健
論文題目	General Dynamic Pricing Algorithms Based on Universal Exponential Booking Curves (普遍的な指数関数ブッキングカーブに基づく汎用ダイナミックプライシングアルゴリズム)		
(論文内容の要旨)			
<p>ダイナミックプライシングは、様々な要因によって需要と供給のバランスが変化する時に、商品・サービスの価格を柔軟に変える「変動価格制」のことであり、如何に変更された価格及び価格変更のタイミングが適切であるかどうかのダイナミックプライシング導入の効果が可視化できるか否かが実用上の課題となっていた。</p> <p>本論文は、ホテルやレンタカーなどの在庫資産商品の実データ分析を通じてブッキングカーブ(予約曲線)の数理的基本特性を明らかにし、人々の行動の需要予測を行うことにより、ダイナミックプライシングアルゴリズムを構築する。</p> <p>本論文は全5章で構成されている。</p> <p>第1章では研究の背景と結果の概要が述べられている。第2章以降で用いられる記法や用語の定義のほか、解析対象となるホテル及びレンタカー業界の施設において観測した実際の販売データといった使用した実データの概要についてまとめている。</p> <p>第2章では、平均ブッキングカーブを定義し、複数業種の実データに基づきそれが指数関数で表せるという指数関数法則を満足することを明らかにしている。更に、ある一定の条件(需給環境の同質性)を前提とすると、指数関数が導出できることを示している。また逆に、需給環境の同質性が破れているデータの場合、指数関数法則が満たされていないことも確認している。</p> <p>第3章では、指数関数の時定数が既知である場合の時系列予測手法を提案し、ブッキングカーブの時系列予測に応用している。ブッキングカーブの指数関数の時定数は、施設に対する人々の予約パターンを表す。予測日より前の販売データから、経験知として時定数に関する情報が得られている場合に、提案手法が、需要(顧客数)の予測精度を向上させることを確認している。</p> <p>第4章では、ブッキングカーブの指数関数法則を応用したダイナミックプライシングアルゴリズムを提案している。ブッキングカーブの指数関数の時定数を推定し、施設毎に設定される容量(目標値)と比較し、予測される顧客数と目標値とを比較する。目標値よりも予測顧客数が多ければ、価格を上げ、目標値よりも予測顧客数が少なければ、価格を下げるアルゴリズムであり、目標値との乖離度が指数関数法則により可視化できる。一方、サービス提供者側も顧客層も実際には単一ではなく、ブッキングカーブはより複雑になる。ホテル及びレンタカー施設との実証実験、及びその評価検証を行い、単一指数関数法則に従うダイナミックプライシングよりは、より複雑さを考慮したダイナミックプライシングを行う必要性を確認している。</p> <p>更に、これらの検証結果を得た上で、顧客の属性(例えば利用経験回数)毎に、指数関数法則を基礎とするダイナミックプライシングをするアルゴリズムを提案してい</p>			

る。これは、実際に本研究のためにデータ提供に応じた美容院のデータを解析する中で、顧客の利用経験回数ごとに応じて顧客の属性を分け指数関数性を調査したところ、ブッキングカーブの指数関数の時定数が顧客の属性毎に明確に異なることが確認されたことによる。

第5章では、本論文のまとめを述べるとともに、これらの研究の実社会への還元に対する期待、及び、本研究を経済物理学としても捉えることができるという視点を述べ、今後の研究課題に言及している。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、ホテルやレンタカー等の業種の異なる在庫資産商品の実データ分析を通じて、ブッキングカーブ(予約曲線)の普遍的統計特性を明らかにした上で、このブッキングカーブに基づく需要予測を基礎とするダイナミックプライシングアルゴリズムの提案を行い、その有効性を示したものである。本研究で得られた主な研究成果は以下の通りである。

1. ブッキングカーブの統計である平均ブッキングカーブを定義し、ホテルやレンタカー等の様々な業界のデータに基づき、平均ブッキングカーブが指数関数に従うことを示している。また、何故平均ブッキングカーブが指数関数に従うかについても理論的に導出しており、観測期間における需給環境が一定(同質的)であるという条件下で平均ブッキングカーブの指数関数が導かれることを明らかにした。
2. 指数関数の時定数が既知である場合の時系列予測手法を提案し、ブッキングカーブを用いて高精度に時系列予測することに成功している。ブッキングカーブを高精度に予測することは、高精度な需要予測が可能であることを意味し、提案手法が、指数関数型のブッキングカーブの予測に基づくダイナミックプライシングの信頼性向上に繋がる有効な手段であることを示している。
3. 予約データからブッキングカーブの指数関数の時定数及び販売数予測値を推定し、目標販売数と比較するダイナミックプライシングアルゴリズムを提案している。これは、ブッキングカーブを持つという広い条件で成立する汎用ダイナミックプライシングアルゴリズムになっており、業種の異なる様々な業界に応用が期待できるアルゴリズムになっている。
4. 実データによって、ある美容院の顧客の属性毎にブッキングカーブの指数関数の時定数が著しく異なることを示し、ブッキングカーブの推定によるダイナミックプライシングのアルゴリズムを構築する際に、顧客や提供サービスの属性毎に分けブッキングカーブの推定を行うことが必要であることを示している。これにより、サービスの種類、顧客の属性といった現実のサービス・顧客の複雑さに対応できるより実用可能性の高いダイナミックプライシングアルゴリズムを構築できることを示した。

以上、本論文は、実データに基づき、業界横断的に平均ブッキングカーブは指数関数型となるという普遍的な基本特性を明らかにし、高精度の需要予測手法を開発し、実用可能性のある汎用的なダイナミックプライシングのアルゴリズムを構築したものであり、学術上また実用上、将来のダイナミックプライシングの理論の発展とその実用化に貢献するところが少なくない。特に、指数関数型の平均ブッキングカーブの導出においては、通常は得ることが困難なホテル事業者等の複数業界の実データを用いて検証していることで、これらの解析に学術的な信頼性の担保を与えるのと同時に、実用上の価値も高めている。

以上により、本論文は博士(情報学)の学位論文として価値あるものと認める。また、令和4年8月18日に実施した論文内容とそれに関連した事項について口頭試問を行った結果、合格と認めた。なお、本論文のインターネットでの全文公表についても支障がないことを確認した。

要旨公開可能日： 令和4年10月1日以降