

氏名(本籍)	吉井 淳 (茨城県)
学位の種類	博士 (工学)
学位記番号	博 甲 第 6676 号
学位授与年月日	平成 25 年 7 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審査研究科	システム情報工学研究科

学位論文題目
Development and Analysis of Stochastic Models for Assessing the Impact of Mobile Devices on e-Business
(e-ビジネスにおける携帯端末による影響評価の為に確率モデルの開発とその解析)

主査	筑波大学 教授	工学博士	山本 芳嗣
副査	筑波大学 教授	Ph. D. in Management 理学博士	住田 潮
副査	筑波大学 教授	工学博士	吉瀬 章子
副査	筑波大学 教授	博士 (理学)	繆 瑩
副査	筑波大学 准教授	博士 (理学)	繁野 麻衣子
副査	筑波大学 准教授	博士 (学術)	八森 正泰

論文の要旨

移動体端末の出現とその急速な普及は e-コマースを、PC アクセスによる従来型 e-コマースから移動体端末を用いた mobile-コマース (以降 m-コマースと略記) へと変貌させつつある。しかし、移動体端末技術の新しさ故にその影響の研究の歴史は短く、既存研究の多くが実証研究か定性的分析あるいは確定的モデルによる解析に留まっている。本論文では、移動体端末が e-ビジネスに与える影響を定量的に把握するための確率モデルを、セミ・マルコフ過程を軸にして開発し、その解析を行い、幾つかの重要なシステム評価指標を計算するアルゴリズムを提案している。

連続時間マルコフ連鎖の応用では様々なシステム評価指標を定義しその性質を研究することが重要であるが、これに関して本論文の 2 章では以下の理論的な結果を得ている。即ち、マルコフ連鎖の状態空間の 2 分割 (Good と Bad、以降 G と B と略記) に基づき Keilson が定義し、その性質を示したエルゴード退出時間 (十分長い時間経過した後、現在 G のある状態に居るという条件の下で、最初に B へ推移するまでの時間) を、セミ・マルコフ過程に拡張し、エルゴード残余退出時間と呼ばれる新たな評価指標を導入し、エルゴード退出時間とエルゴード滞留時間 (十分長い時間経過した後、現在、ちょうど B のある状態から G のある状態への推移が起こったという条件の下で、最初に B へ戻るまでの時間) の間に成り立った関係と同様の関係がエルゴード残余退出時間とエルゴード滞留時間の間にも成立することを証明している。エルゴード残余退出時間は分布の意味でエルゴード退出時間に帰着するため、これは Keilson の定理の別証明となっている。

次いで 3 章で、e-コマースと m-コマースの消費者行動の相違の影響を把握するため、セミ・マルコフ過程に基づく基本モデルを導入している。ここで提案されたモデルでは、消費者はインターネット上で情報検索を行い、商品を購入するか、購入しないか、保留とするかを決定する。消費者はアクセスの手段によって 3 クラスに分類され、1 日の時間帯は生活行動の相違から 3 時間帯に分割されている。以上の設定をセミ・マルコフ過程にモデル化し、システム評価指標として、時刻 t までに購入さ

れる商品数 $K(t)$ と K 個の商品が売れるまでに必要な時間 $T(K)$ を導入し、動的解析によって、それぞれの確率分布を評価するアルゴリズムを開発し、移動体端末を含む m -コマースの定量的把握を試みている。

続く章では上の基本モデルを拡張している。消費者の多様な生活行動を考慮するため1日の時間帯分割を一般化することと、消費者クラス毎に購買・非購買を表す吸収状態を設定することによって拡張がなされている。この拡張により解析は極めて複雑となるが、前述のシステム評価指標を数値評価するアルゴリズムを作ることに成功している。さらに、e-ビジネスで多くの消費者セグメントを扱わなければならないような状況を想定して、前述のモデルを、時間帯毎に購買・非購買を表す吸収状態を設定できるように拡張している。ここで現れるラプラス変換行列の逆変換を可能とする工夫を示し、システム評価指標の計算アルゴリズムを提案している。

上記の拡張モデルを用いて、PCと移動体端末の両アクセスが可能となる時間帯に着目し、広告予算配分問題を考え、数値的に最適配分を求めるアルゴリズムを提案している。前出の2つの指標 $K(t)$ と $T(K)$ のそれぞれに対し、その期待値を最大にする最適配分を比較し、両者の最適解が異なるか否かを検討している。また、リスク評価の観点から、 $K(t)$ と $T(K)$ のそれぞれに対し、その期待値が上記の最適期待値の一定割合の範囲にあるという制約の下で、その値が最大期待値以上になる（あるいは最小期待値以下になる）確率を最大にする問題を考えている。数値実験の結果では、期待値最大化問題とリスク評価問題は同じ最適解を与えることが観察されたと報告し、その内容を予想として提出している。

審 査 の 要 旨

【批評】

基本モデルはその適用範囲がまだ限定的であるが、4章以降で提案された拡張によってその問題点も解消されている。副査からは消費者クラス間の推移の自由度をさらに上げたモデルも提案されたが、解析は大幅に複雑になるため、記述能力と解析の容易さを考慮すると著者の提案するモデルの設定は妥当であると思える。数値実験の設定では、インターネットにアクセスする機器の補完的特性が十分に反映されていないと思える部分もあるが、セミ・マルコフ過程に関する理論的成果、 m -コマースのセミ・マルコフ過程を用いたモデル化と解析、さらにシステム評価指標の数値計算アルゴリズムの開発など、学位に足る十分な貢献であると認められる。

【最終試験の結果】

平成25年6月3日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。