

審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 ドワン フン フィー

修士(工学) Phuong Phi Doan の論文は、「Passenger Forecast and Staffing at Airport Immigration (空港の入国審査場における到着客予測とスタッフ配置に関する研究)」と題し、全5章で構成されている。

現在日本の主要国際空港において、入国審査場での到着客の待ち時間をいかに短くするかは大きな課題の一つとなっている。そのために航空機や搭乗客に関する様々なデータを活用した空港運用の効率化に関する研究が現在盛んに行われているが、空港では様々な不確定要素が重なって発生するため、その効率的な運用は理論的な観点からも難しい問題となっている。本研究はこの課題について、実際の詳細なデータと計算機シミュレーションによる解析を援用して解決を目指すものであり、現場での実用に耐えうる混雑緩和のソリューションを提供する事を目的としている。

第1章は序論であり、この研究の背景として現在空港間のサービス争いは激化しており、日本の国際玄関である成田空港はアジアにおいてハブ空港の位置を失いつつあることに言及している。この改善のためには、乗り継ぎや空港内手続きのスムーズ化が望まれており、その一環で入国審査の時間短縮、特に午後のピーク時での長い待ち行列の改善は最重要テーマである。そこで不確定な航空機到着に対して入国審査スタッフのスケジューリングの最適化が望まれており、この改善により待ち時間が最大でも10分以内になるようなオペレーションは可能かについて本論文で検討していくことを述べている。

第2章は客の入国審査場への到着予測に関する研究を述べている。まずこれまでの関連研究をレビューし、客の不確定到着を加味した入国審査スタッフのスケジューリングに関しては理論的にも難しい問題であり、過去にはコールセンターでの電話対応スタッフのスケジューリングに関する研究で同様の議論がなされていることに言及している。そして今回はフライトの到着遅れの確率や乗客の歩行速度の分布などの複合的な不確定要素があり、これらを加味して到着予測確率を近似する新たなヒューリスティック手法の提案を行った。複合した不確定要素として、まず過去1年分のフライト遅延データから確率分布を求め、また空港内で歩行の実際のデータを多数取得して速度分布を求めた。さらに現

場において様々な実データの取得も自ら行い、ビデオカメラを設置するなどして入国審査場の待ち行列を分析した。また現状でのスタッフの数や開いているカウンター数なども詳細に記録し、待ち時間短縮のための理論に使われる様々なパラメータを得ることに成功した。

第3章では、待ち行列のネットワークモデルを用いた理論化を行なった。到着機の遅れや到着客の歩行速度、さらに審査場でのサービス時間などのばらつきを個別に求め、これらのたたみこみ積分として到着時刻を予測するアルゴリズムを考案した。また、これまで研究されてきた待ち行列理論を拡張し、コルモゴロフの微分方程式と流体近似を用いることで、入力が出力を一時的に上回る待ち行列の発散条件下でも計算できるようにしたことが特徴である。従来の方法はこの発散条件では理論的扱いが困難であるが、現場ではしばしばこの発散条件が発生しており、この意味で本手法はより現場の状況に合うものになっている。そして理論モデルで計算した審査場への人の到着分布に関しては、第2章で測定した実測データと極めて良い一致を示していることも明らかになった。第4章では以上のデータを用いて待ち時間が10分以内になるようなスタッフのスケジューリング例を具体的に示した。これは動的計画法などを用いたものであり、高速に計算結果を表示できるためリアルタイムの用途でも活用できるものである。実際に現在成田空港においてこのシステムを用いて実証実験中であり、そのいくつかの検証結果から本手法は有効であることを確認している。

最後に第5章は結言で、本研究で新たに提案したスタッフスケジューリング手法は現場でも有効なものであり、理論的な観点からも新しい知見が得られたことを述べ、さらに今後の課題をまとめている。

以上要するに、本論文は、複合的な不確定要素がある状況下での予測を加味した混雑緩和に関する実践的研究であり、空港での効率的なオペレーションにつながる成果が出ており、航空工学上貢献するところが大きい。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。