

論文審査の要旨及び担当者

No. 1

報告番号	甲 乙 第	号	氏 名	角田 史記
論文審査担当者	主 査	政策・メディア研究科委員長	兼環境情報学部教授	清木 康
	副 査	政策・メディア研究科委員	兼環境情報学部教授	徳田 英幸
	副 査	政策・メディア研究科委員	兼環境情報学部教授	小川 克彦
	副 査	政策・メディア研究科委員	兼環境情報学部教授	武藤 佳恭
(論文審査の要旨)				
<p>角田史記君提出の学位請求論文は、「鉄道のマルチデータベース環境における流動把握とそのアプリケーション」と題し、本編5章からなる。</p> <p>鉄道は、実空間と情報空間を含む巨大な社会基盤であり、都市においては、主要な社会基盤として、多数の利用者の日常生活を支えており、鉄道によって人々の移動を安全、快適、かつ、効率的に実現することは、鉄道の重要な社会的使命である。鉄道空間においても、センサーやネットワークの急速な発達により、列車運行管理のための各種機器だけでなく、鉄道を利用する個々の乗客や、個々の車両など、細粒度のデータがリアルタイムで取得できるようになりつつあり、それらを活用した質の高い運行制御や情報配信の実現が期待されている。</p> <p>本研究は、鉄道における情報空間（鉄道情報空間）におけるマルチデータベース環境において、個々の車両や利用者等の細粒度の流動把握、そのアプリケーションを実現することにより、効率的で利用しやすい鉄道の実現を目的とした、新しいデータベースシステム構築を対象としたものである。ここで、マルチデータベース環境とは、既に存在する異種のレガシー・データベースを複数連結し、それらを有機的に統合し、複数のデータベースを対象とした検索、結合操作等を適用可能な統合的なデータベース処理を実現するシステム環境である。鉄道空間においては、各々目的が明確なデータベースシステムが多く構築され、それらの内部において個々のデータベース活用が実現されているが、それらのデータベースシステム間を統合して新しい価値を生成するような活用は実現されていない。また、データベースシステムの処理能力向上が実現しているが、その一方で扱うデータ量、処理量も膨大となっており、依然として大規模データベース（ビッグデータ）を効率的に処理する計算機機構の実現は重要な課題である。</p> <p>本研究では、鉄道空間での効率向上に関する主要3要素として、乗客の鉄道利用力向上（Passenger Empowerment）、鉄道従事員の能力向上(Employee Empowerment)、鉄道事業者の運行管理力の向上(Operator Empowerment)を対象とし、鉄道空間内に分散するデータベースを統合、検索、分析し、社内外の利用者を対象とした情報獲得・提供を行う新しい効率化手法を提案し、それらを用いて実際の複数の情報提供システムを実現した。</p> <p>本論文の特に重要な成果は、次の4点にまとめられる。</p> <p>(1) マルチデータベース環境を対象とし、鉄道実空間の事象について、応答性が高く効率的な制御を実現するデータベースシステムを提案した。このシステムは、事象を制御、把握する複数のデータベースシステムが、必要なときに必要なだけ協調して動作することにより、適切な制御データを生み出し、その生成されたデータをデータベースシステムにフィードバックし、事象を制御することにより全体的な効率化を実現するメタレベル（一段階抽象度の高い）・データベースシステムである。提案したシステムによって、マルチデータベースを構成する既存システム群を変更することなく、それらの統合的分析による制御データを自動生成するアプリケーション・システムを実際に実装した。</p>				

- (2) (1)で提案したメタレベル・データベースシステムを、鉄道のマルチデータベース環境に適用し、列車の混雑緩和や輸送力改善に資する分析を行ったことである。鉄道環境においては、輸送障害時に路線上で列車の存在が偏り、特定の列車が混雑することがある。列車遅れの原因となる人の混雑データと、混雑の原因となる列車遅れのデータを踏まえた制御を実現することにより、混雑の偏りを減少させることが期待できる。本研究では、列車制御システムをベースとした信号のデータ(列車の遅れデータ)とリアルタイムで取得した混雑状況データをマルチデータベースとして統合し、“ダイヤ乱れ時の混雑率”という新たな分析を実現し、さらに、その混雑率を軽減するための列車最適制御について新たな指針を示した。この成果は、現在、実際の鉄道の運行管理において活用されており、本研究の成果として認められている。
- (3) 輸送障害が発生した時の鉄道事業者における操作改善検討を目的として、利用者が実際に受けた影響を定量化かつ指標化する方法を確立した。鉄道で輸送障害が発生すると鉄道事業者はその影響を最小化すべく様々な運行管理操作を行う。このとき、利用者が実際に受けた影響から輸送障害を定量的に評価することにより、利用者視点での操作改善の方法を実現した。従来は難しかった個々の利用者の移動データを交通系 IC カードから取得することにより、従来手法より精度の高い輸送障害の把握を可能とした。これにより、鉄道の従事員の能力と鉄道事業者の運行管理力が向上した。
- (4) 鉄道の「利用しやすさ」を情報提供の形で実現することを目的として、ユーザビリティや情報デザインの要素を伴って、利用者のコンテキストに応じた情報提供を実現する6種類のアプリケーションを複数作成した。実際に、運行情報の提供や時間の有効活用を行うアプリケーションを実現し、その一部は実鉄道空間に導入された。これらは、実際に役立つシステムを生み出した本研究の成果であり、乗客の鉄道利用環境の改善に実際に貢献している。

本論文は次の5章から構成されている。

第1章では、本研究の背景、本研究の目的、鉄道データの特徴、関連研究を示している。

第2章では、実世界で制御対象となるオブジェクト間に相関関係があるという現実の状況を捉え、オブジェクトを制御するためのシステムアーキテクチャの提案している。このアーキテクチャをベースとして、列車の混雑データと遅れデータを組み合わせて、列車の混雑緩和や輸送力改善に資する分析を示している。

第3章では、交通系 IC カードのデータを利用して利用者群の所要時間を計測、集約して分析することで、様々な指標を定量的に算出、輸送障害を把握可能とすることを示している。利用者が受ける輸送障害の影響を定量的な指標から分析することで、結果としてオペレーションの改善につながることを示している。また、実際にオペレーションを行う担当者が事象を理解するための可視化ツールを作成している。

第4章では、鉄道の「利用しやすさ」を情報提供の形で実現することを目的として、利用者のコンテキストに応じた情報提供アプリケーションを作成した。鉄道においてマルチデータベース環境を構築することは、特に、データ活用によるアプリケーション創出につながる。実際に、情報提供や時間の有効活用などを可能とした以下6種類のアプリケーションを示している。

1. 意思決定支援機構を有するマルチデータベースの実現とモバイルコンピューティング環境での情報配信
2. 路線図を活用した運行情報分析・配信
3. 発車標に対する列車在線位置情報分析・配信
4. 無人駅を対象とした列車在線位置情報配信

5. 交通用 IC カードを活用した情報提供・配信

6. 駅構内カメラを用いた位置検知とコンテキストウェアリングによる情報配信システムの実現

第5章では、本研究を総括し、本研究実現による社会への貢献についてまとめている。

本論文は、社会基盤としての重要な存在である鉄道を対象とし、実世界に分散して存在する複数のデータベース（マルチデータベース）をメタレベル・データベースシステムにより統合し、メタレベルでの検索、結合操作により、鉄道の新たな運行制御、情報提供を実現するシステムを提案し、それらの実現可能性、有効性について、実システムの実装、実証的実験、および、6アプリケーションの構築によって示したものである。特に、本論文は、今後、地球規模で発展が期待されている鉄道構築において、“鉄道情報空間”という新たなコンセプトおよびその実現可能性を実証を伴って示したものであり、日本の質の高い鉄道を定量的かつ实际的に示した成果としても優れた内容である。これらの研究成果は、著者が、鉄道を対象として行った10年間にわたる研究活動によって生み出した成果の集大成であり、マルチデータベース研究分野、時空間データの活用分野、鉄道における情報研究分野、情報デザイン分野等における貴重な研究成果として位置付けることができる。

以上より、本論文の著者は、先端的研究を行うために必要な高度な研究能力、ならびに、その研究成果を実社会に還元するための豊かな発想や知識を有することを示した。よって、本学位審査委員会は角田史記君が博士（政策・メディア）の学位を授与される資格があるものと認める。