

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 3 月 29 日現在

機関番号：62615

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2012

課題番号：21360190

研究課題名（和文） 情報ネットワークによる環境情報の組織化と情報活用基盤の形成

研究課題名（英文） Standardization of Global Environment Information and Design of Environment Database by means of Information Network

研究代表者

浅野 正一郎（ASANO SHOICHIRO）

国立情報学研究所・アーキテクチャ科学研究系 教授

研究者番号：50092119

研究成果の概要（和文）：温室効果ガスの削減を目的とする交通動態の自動把握に関する検討を国土交通省と連携して行い、同省が実施している交通動態調査に活用するための評価を実施した。また、自動把握した情報をビッグデータとして効率的に体系化するためのデータベース手法につき提案した。さらに、ITU 等国際標準化活動における次世代ネットワークの機能に位置づけるために、基本文書の標準化に協力した。

研究成果の概要（英文）：In order to decrease Greenhouse Gas (GHG), the research took place the development of a automatic capture of GHG from land mobile in cooperation with the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) and also conducted feasibility evaluation to utilize the method to monitoring the land mobile by MLIT. Secondly, the research proposed a Database architecture of captured information to widely utilize for preparing global warming. Finally, together with the support members of the research, the result of the research has been included as a part of Framework Standard Document of ITU.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2010年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2011年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2012年度	1,600,000	480,000	2,080,000
年度			
総計	7,800,000	2,340,000	10,140,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気・電子工学、通信・ネットワーク工学

キーワード：ユビキタス・ネットワーク、気候変動、ビッグ・データ

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 京都議定書に基づく温室効果ガス排出量の削減は、分野ごとの目標を定める手法が採択されていたが、各国の排出量の測定手法が統一されておらず、削減に向かう手法に検討を向かわせるための行動に結びつかないとする見解が示されていた。

(2) 陸上交通分野においては、自動車から排出される温室効果ガスが最大であるが、これを測定する手段は国土交通省が自動車所有者に任意で協力を求めている交通動態調査のみであり、調査手法も筆記による平均走行距離が主要な調査項目であった。これに拠るだけでは、自動車の燃費向上・移動時刻の最適化・移動ルート最適化・道路交通制御

の変更等の対策が削減に寄与しているかを分析することも極めて困難な状況にあった。

(3) 研究代表者は交通政策審議会委員として日本の環境政策に意見を述べる立場にあったが、これらの認識を述べても具体的観測手段の提示と効果が説明できない状況にあった。

(4) 一方、情報通信分野では携帯機器の普及は目覚ましいものがあり、GPSによる位置情報を個人毎の端末から取得するユビキタス情報の活用が話題とされつつあった。同時に、随時蓄積されるユビキタス情報を蓄積し、ビッグデータから意義ある知識を引き出すビッグデータ処理が現実化しつつあった。

(5) 情報通信の標準化と機能開発を目指しているITU（国際通信連合）でも、地球環境問題への寄与を模索しつつあった。当時、次世代通信機能のために従来例を見ないフレームワークづくりが計画されていた。ユビキタスはその中心にあったが、個人に結びつくユビキタス情報を社会に役立てるための基本原則、具体的効果が上がる応用、応用のモデル化等、基礎的な議論を行う段階にあった。

(6) 地球環境を扱う多くの国際学術団体では、分野間の観測手法の相違から、統一的な予測に限界を感じていた。2009年にコペンハーゲンで開催されたCOP15の直前に、科学会合が計画されたのも、将来的な統一予測を求めてのことであった。また科学者の間では、近代的手法と情報処理による環境情報の組織化を求める声が高まっていた。

## 2. 研究の目的

これらの背景の下に、以下を目的とする研究を実施した。

(1) 陸上交通から排出する温暖効果ガスの削減を目的として、国土交通省と連携し、交通動態調査を代替するユビキタス情報の把握に基づく陸上交通動態の把握手法を検討し、日本の基礎統計として活用するための評価を実施する。

(2) 取得するユビキタス情報をビッグデータとして活用するためのデータベース手法とハードウェア構成につき提案し評価する。

(3) ユビキタス情報の組織化を促す標準のためのフレームワークをITUにおいて管制するために貢献するとともに、本研究成果の反映を試みる。

## 3. 研究の方法

(1) 車両のドライバー等が携帯する携帯端末例えば、スマートフォン）に車種・運行目的・搭載人員/貨物種別・重量等の情報を簡易に選択入力する機能を備え、入力後自動的にGPSによる位置情報・時刻情報を送信し、これら情報を順次蓄積するシステムの実装を図る。この時に、送信間隔は精度を左右することになるが、渋滞地域からの車両運行情報は送信間隔を減じて精度に影響を与えることは少ないと考えられると同時に、取得する情報量の削減にも資することになる。このような渋滞把握を統計的処理にて実現するために、情報量のAnomaliesに基づき判断する手法により評価する。さらに取得情報のサンプリング間隔の適正化を渋滞量により動的に変化させることが可能かを実証的に分析することが次の課題となる。この評価は観測の統計的性質の分析を実施することで評価する。

(2) 取得したデータの活用は、温室効果ガスの排出量のリアルタイム把握、物流拠点や配送時刻の選択による物流コスト縮減、渋滞多発地点や渋滞発生パターンの把握に基づく交通流管理、タクシー等の運行経路の最適化等多様であり、活用者も行政（環境対策、道路管理、物流を念頭に置く都市計画、交通管理等）、物流やサプライチェーンに関わる製配販業界、都市開発業界、車両製造業界、タクシー等輸送事業者、一般利用者を支援するSNS業界など多様であり、情報を一律な構造の数値データとすることは満足できない。多様な利用の発展のための基礎データとするためには、よりフラットなデータベースとして整備することが適切と考えられる。また取得したデータは更新するより蓄積することが目的であるから、ビッグデータの一つの類型であるKey-Value Storeとしての整備が有利となる可能性があり、また半導体技術により将来的にコストが低下し読み出し速度が優る半導体ディスク(SSD)を利用する可能性も評価する必要がある。このようなデータベースの実装評価を行う。

(3) 次世代ネットワークの特徴は、従来のようにネットワークサービスの提供者と利用者を定めその間のインターフェースを標準化するものでは充分ではない。理由として、端末機器やアプリケーションの開発者は従来のネットワークサービス提供者と異なる場合が多く、また端末やアプリケーションの存在を前提とし新たなSNSを発案する者も数多く現れている。これらの全てが次世代ネットワークの担い手であり、それら関係者の発展を支援する将来的なフレームワークが求められている。

一方ITUでは、地球環境対策を新たな貢献

目標として宣言しているが、当初は通信による移動量の削減等を環境への貢献としていたが、その環境への寄与は削減目標の1%にも満たないと評価する専門家もある。本研究で研究代表者らが SIIT2009 で訴えたのは、従来の枠組みを払い、ユビキタスと SNS 等の存在を前提とし、新たな情報活用の発展を促す ITU としてのフレームワークの検討である。この提案に沿って、フレームワーク文書の管制に尽力し、地球環境への貢献に新たな提示を行う。

#### 4. 研究成果

##### (1) 交通動態の自動把握について

###### ① 基本実装

開発時間の短縮のために、iphone と Mac 上のアプリケーション開発ツールを使用して基本実装を行った。実装目標は、iphone 上の GPS 位置情報により、現在位置並びに走行ルートが地図上に再現できるか、送信間隔を変化 (30 秒~3 分) させても走行ルートの再現が可能か、3 分の送信間隔でも渋滞地点を事後認識できるか、を確認することであった。都内並びに埼玉県での走行テストを行った結果、ともに結果は良好であった。また、GPS 位置情報の乱れが生じて、多くの携帯端末が採用している補正機能により迅速に位置捕捉が回復し、実用上の弊害とはならないことも確認された。

###### ② 同一地点からの情報の多発 (Anomalies) による渋滞の把握

情報取得の頻度パターンの時系列的な変化による (例えば Bloom Filter による) Anomalies 発生の検出など処理に必要とするメモリ量を低減する手法によっても渋滞の検出手法が利用できる。統計的には、瞬間的な渋滞も充分検出可能である。また、渋滞検出の域値の設定により検出感度の調整が可能であるが、応用により感度の適正化を図ることになる。

###### ③ 情報の間引きの運用

情報取得間隔を広げることにより状況認識を低下させることなく情報量を低減させることが可能である。今回は意図的な行為を対象としていないため、統計的渋滞は間引いても統計的性質を失っていない。以上から、実用的な応用に際しては、情報量の削減による弊害は無いと考えている。

##### (2) 実装評価

Amazon は SSD による Key-Value Store の採用を検討しているといわれる。ビッグデータの多くが蓄積を目的とするデータを対象としていることから、書き換え速度を短所とする SSD の弊害が顕在化せず、読み出し速度が高速であることのメリットが強調される。交通動態の把握も同様の性質を持ち、その応用

には同一時刻の空間的情報処理 (時間同一性処理) があり、分散され蓄積される情報の並列的処理が多数の応用で独立に実行される特徴を持つ。

これを背景として、SSD の Key-Value store への活用と、それに適したデータ構造につき評価を実施した。

その結果、小さいサイズのデータ要素についても Bloom Filter Map と命名したアクセス方式を提案しており、従来知られた SSD によるアクセス方式と比較して 2 倍以上の高速化が図られ実用可能と判断した。

##### (3) ITU 活動への貢献

ITU においては、本研究による提案を一つの契機として活動を開始し、一連のビジョン勧告 Y.3001 (「将来ネットワークビジョン勧告」と題されている) を完成させている。この中に、フレームワークを含めている。

本検討には、研究協力者 (米田進) を通じた活動が大きく貢献しており、本検討の意図を十分反映させるものとなっている。

ITU において活動するためには ITU メンバー (通信事業者、機器製造業者、各国主管庁、等) の資格が必要である半面、当該メンバーの大半は科学研究費補助金による研究課題に参加する研究機関の認定を受けていない。そのため、当初から米田進博士、他 1 名に研究協力者として本研究に参加いただく計画としていた。

本研究のように、標準化への働きかけをもって成果とする場合には、今後もこのような対応が必要と思える。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 6 件)

① S. ASANO, S. YONEDA, An ID Network System to prepare for Global Environment / Health Concerns, 電子情報通信学会論文誌、Vol. E92-B、No. 4、査読有り、2009、pp. 1153-1155

② Z. LIU, C. FAN, S. ASANO, N. KISHIMOTO, H. HONJO, A. YASUDA, An Efficient Acquisition System for a High Sensitivity Assisted GPS Receiver, 電子情報通信学会論文誌、Vol. E92-B、No. 5、査読有り、2009、pp. 1875-1883

③ C. FAN, Z. LIU, S. ASANO, K. UENO, X>Q>ZHAN, Acquisition Scheme for a High Sensitivity Assisted GPS Receiver considering Application Scenarios, 数理水産科学会論文誌、Vol. 7、査読有り、2009、pp. 20-27

④ R. KAWAHARA、K. ISHIBASHI、T. MORI、K. KAMIYAMA、S. HARADA、H. HASEGAWA、S. ASANO、Detection Accuracy of Network Anomalies using Sampled Flow Statistics、International Journal of Network Management、査読有り、2011、DOI(10.1002/nem.777)

⑤ K. ISHIBASHI、R. KAWAHARA、T. MORI、T. KONDOH、S. ASANO、Effects of Sampling and Spatio / Temporal Granularity in Traffic Monitoring on Anomaly Detectability、電子情報通信学会論文誌、Vol. E95-B、No. 2、査読有り、2012、pp. 466-476

⑥山田淳二、浅野正一郎、SSD を対象とした Key-Value Store のデータ構造に関する研究、電子情報通信学会論文誌、Vol. E96-D、No. 3、査読有り、2013、pp. 519-530

[学会発表] (計 2 件)

① S. ASANO、S. YONEDA、Standard and Environmental Considerations toward Sustainable Infrastructure、The 6th International Conference on Standardization and Innovation in Information Technology (SIIT 2009)、査読有り、2009 年 9 月 10 日 工学院大学 (東京都)

②S. YONEDA、Design of Low-Carbon Electric and Communication Infrastructure、IEEE SmartGridComm 2010、査読有り、2010 年 10 月 6 日 Gaithersburg(U. S. A)

[図書] (計 1 件)

S. YONEDA、An Optimum Method to Design Electric Power Supply and Communication Networks、Chapter 7 of Communication and Networking in Smart Grids (Edited by Y. XIAO)、ISBN: 978-1-4398-7873-6、査読有り、2012、pp. 155-168 CRC Press

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

浅野 正一郎 (ASANO SHOICHIRO)

国立情報学研究所・アーキテクチャ科学研究系 教授

研究者番号：50092119

### (2) 研究分担者

### (3) 連携研究者

### (4) 研究協力者

米田 進 (YONEDA SUSUMU)

ソフトバンクテレコム(株) 統括ネットワーク本部

研究者番号：なし

笠 史郎 (RYU SHIRO)

ソフトバンクテレコム(株) 統括ネットワーク本部

研究者番号：なし