

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 4 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500272

研究課題名(和文) マルチスケール情報技術サービスをベースとする物流システムの構築

研究課題名(英文) Desining Logistics Systems based on Multi-scale IT Service

研究代表者

董 芳艶 (DONG, FANGYAN)

東京工業大学・総合理工学研究科(研究院)・助教

研究者番号：30432024

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、物流システムを構築するためファジィ理論・意思決定・計算知能という3分野を融合する視点から解決法を提案した。具体的には、まず、ファジィ近傍度の理論的整備および計算速度向上等を実現し巡回セールスマン問題(TSP)の小規模なものを用いて、ファジィ近傍度の値とアルゴリズムの切り換えに関する実験を完成した。それから、TSPの中大規模なデータでの実験を行い、規模が大きくなっても現実的な計算時間内で実施できることを確認した。さらに、石油業界とコンビニエンス業界の物流実データで実験をした。その成果を国際会議と論文誌に発表している。

研究成果の概要(英文)：To construct a logistics system based on multi-scale IT service, a method is proposed by fusing with fuzzy theory, decision making theory, and computational intelligence. Specifically, at first the concept of fuzzy neighborhood degree is created to improve the computing cost. By using a small size data of traveling-salesman problem (TSP), appropriate values of fuzzy neighborhood degree and some parameters changing for optimization algorithms are evaluated. Then the validity of the optimization algorithm is confirmed for large-scale data in TSP, and what could be carried out in realistic calculation time is investigated even if the scale becomes big. Furthermore, the proposed method is tested by using real-world data from both oil industry and convenience stores. The results are also presented in international conferences and are published in journal article magazines.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：感性工学 計算知能 ファジィ理論 物流最適化 ファジィ近傍

1. 研究開始当初の背景

デパート・コンビニエンスストア・石油など種々の業界で、多数の顧客の発注に応じて指定された物品を、指定された量だけ指定された時間に指定された場所に、出荷基地から配送をするという実世界における物流の問題は、配車配送計画に関する最適化スケジューリング問題として定式化され研究されてきている。インターネットによる電子商取引が盛んな現代においても、最終段階での物流配送問題では、インターネットを離れた現実世界での配送作業を伴う重要技術課題である。理論的には巡回セールスマン問題(TSP)などが基本概念となり得るが、現実問題では配車運転手と顧客の人間関係を始め、人間社会特有の感性までも考慮した定式化がなされていないと、実用的には使えないため、実践的な研究成果はまださほど多くない。現場からの自動化ニーズは大きいが見込みが難しい。また、探索手法については、それぞれの手法の長所を組み合わせることにより、更に効率化することが出来るはずである。ただ、下手をすると極めて負担の大きいまずい結果だけしか得られなくなる恐れがあるため、論理的にいかにかうまく組み合わせるかが問題である。本研究では、マルチスケール情報技術サービスをベースとし、配送コストのみではなく、配車運転手と顧客関係、労働時間バランスなども考慮する実用的な物流システムの構築を目指している。

2. 研究の目的

実用的な物流システムを構築するため、ファジ理論・意思決定・計算知能という3分野を融合する視点から解決手法を提案する。具体的にはまず、ファジ理論によりファジ近傍度指標を提案してそれを取り扱う問題の評価関数を汎用定式化する。次に意思決定手法によりパラメータ設定を自動化し、最終的に計算知能手法で物流問題の良好な現実解を取得する。具体的事例として、実用段階までに計算能力のみでは解決できない多大な努力が必要な、製油所の石油を日々多数のガソリンスタンドへ配送する物流問題を取り上げ、最高のサービス・最小の配送コスト・CO2排出の低減・ゆとり安全運転という4つ目標の実現を目指す。

3. 研究の方法

本研究は3年計画で以下の研究開発に順次行っている。平成23年度の前半においては、ファジ近傍度の定式化を完成する。ファジ近傍度の $[0, 1]$ 評価値は、1に近いほど最適解であることを意味するが、具体的な1への近さがどの程度で、準最適解(真の解ではないが、実用的にはそれに準ずるものとして十分使える解)と見なせるかなどの見通しを得る。一方で、計算機実験に関係する最適化反復計算の処理中には、ファジ近傍度を

かなり頻繁に計算することになるため、計算負荷を減らして処理高速化を行う工夫をする。後半においては、前半で得られた成果を基に、100都市以下程度の比較的小規模な巡回セールスマン問題(TSP)のベンチマークデータを用いて、ファジ近傍度の指標の基で、HIMS・GA・SA・TABUサーチなどの各種最適化アルゴリズムの自動切り換えアルゴリズムを構築する。切り替えのタイミングとファジ近傍度の数値の関係を考察し汎用的なパラメータセッティングの指針を求める。平成24年度においては、TSPデータサイズの規模を300-500都市くらいまでを取り扱う。それに伴い、計算量が急速に増大するため最大でデータサイズの自乗オーダー、ファジ近傍度の計算値とアルゴリズム切り替えのタイミングを更に細かく検討している。平成25年度においては、ベンチマークデータ実験で得られた成果を基に、実世界物流データでの実証実験を行っている。石油業界の配車配送計画の実データを用いて実証実験を行う。現場のベテランプランナーの解と同等以上の品質の解を得ることができ、更に計算時間短縮していることを確認している。

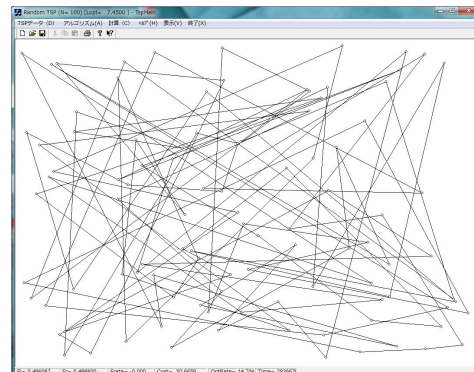


図1 TSP100 初期状態 近傍度 0.47

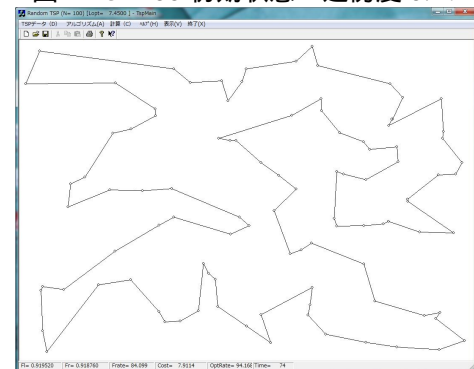


図2 TSP100 準最適状態 近傍度 0.91

4. 研究成果

ファジ理論・意思決定・計算知能という3分野を融合する視点から解決法を提案した。具体的には、ファジ近傍度の定式化を完成した。すなわち、ファジ近傍度の $[0, 1]$ 評価値は、1に近いほど最適解であることを

意味し、具体的な 1 への近さがどの程度で、準最適解と見なせるかなどの見通しを得ている。

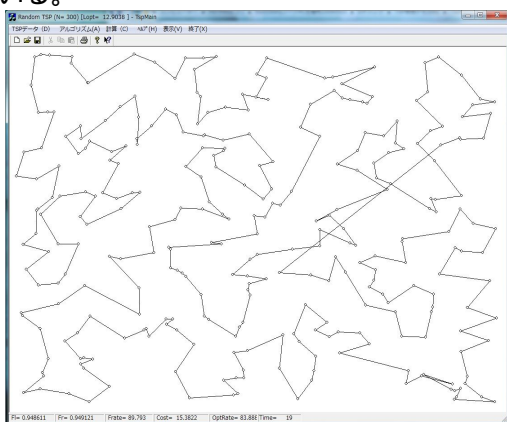


図 3 TSP300 途中状態 近傍度 0.87

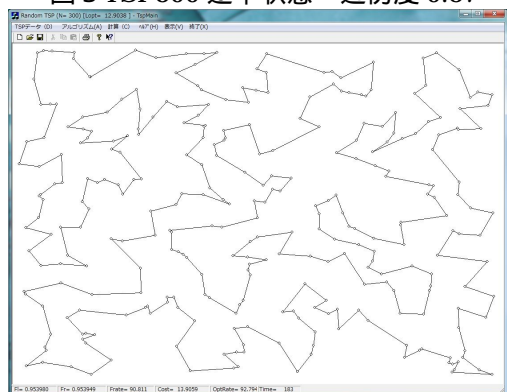


図 4 TSP300 探索手法を切替え
準最適状態 近傍度 0.95

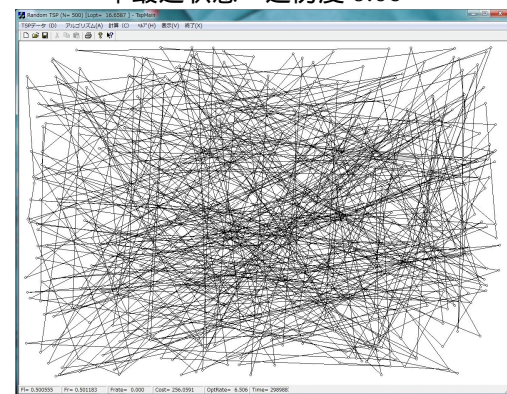


図 5 TSP500 初期状態 近傍度 0.50

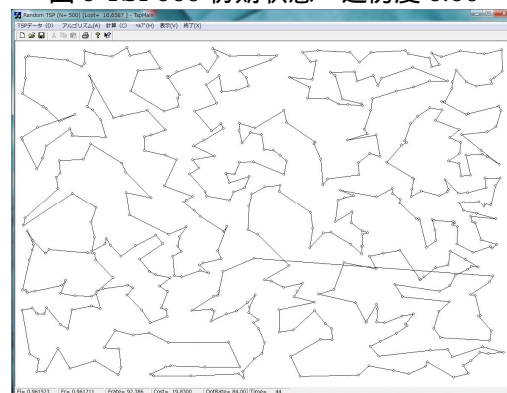


図 6 TSP500 途中状態 近傍度 0.92

巡回セールスマン問題 (TSP) の小規模なデータを用いて、より良い解をできる限り短

時間で取得するための (HIMS・GA・SA・TABU) 探索アルゴリズムの切り換えに関する実験を行った (図 1 と図 2 を参照)。そして、ファジィ近傍度の値に基づき、探索アルゴリズムの切り換えすることが効果的であることを確認できた。それから、TSP の中規模なデータ (300-500 都市以下) での実験を行い、規模が大きくなっても現実的な計算時間内で実施できることを確認できた (図 3 - 図 7 を参照)。さらに、石油業界とコンビニエンス業界の物流実データで実験をした。その成果を国際会議 (リスト、 、)・雑誌論文誌に発表している。

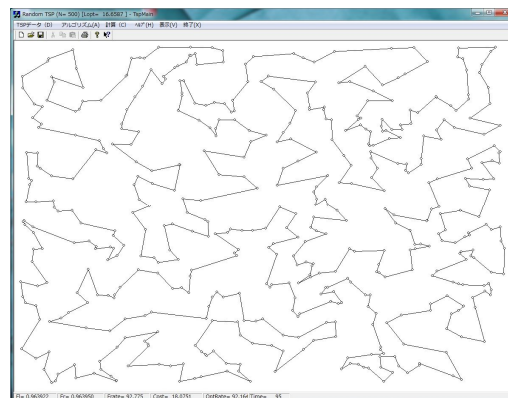


図 7 TSP500 探索手法を切替え
準最適状態 近傍度 0.96

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 9 件)

Chehung Lin, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: Fuzzy Inference Based Vehicle to Vehicle Network Connectivity Model to Support Optimization Routing Protocol for Vehicular Ad-Hoc Network (VANET), Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.18, No.1, pp.9-21, 2014. 査読有.

URL:<http://www.fujipress.jp/JACIII/>
Atsushi Shibata, Jiajun Lu, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: A Neural Network Structure Decomposition Based on Pruning and its Visualization Method, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.17, No.3, pp.443-449, 2013. 査読有.

URL:<http://www.fujipress.jp/JACIII/>
Jiajun Lu, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: Gradient-Related Non-Photorealistic Rendering for High Dynamic Range Images, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.17, No.4, pp.628-636, 2013. 査読有.

URL:<http://www.fujipress.jp/JACIII/>
Abdullah M. Iiyasu, Phuc Q. Le, Fei

Yan, Bo Sun, Jesus A.S. Garcia, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: A Two-tier Scheme for Greyscale Quantum Image Watermarking and Recovery, Int. J. Innovative Computing and Applications, Vol. 5, No. 2, pp.85-101, 2013. 査読有.
DOI: 10.1504/IJICA.2013.053179

Janet Pomares Betancourt, Chastine Faticah, Martin Leonard Tangel, Fei Yan, Jesul Adrian Garcia Sanchez, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: Similarity-Based Fuzzy Classification of ECG and Capnogram Signals, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.17, No.1, pp.302-310, 2013/1. 査読有.

URL:<http://www.fujipress.jp/JACIII/>

Tianyu Li, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: Distance Measure for Symbolic Approximation Representation with Subsequences Direction for Time Series Data Mining, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.17, No.1, pp.263-271, 2013/1. 査読有.

URL:<http://www.fujipress.jp/JACIII/>

Kazushi Okamoto, Kazuhiko Kawamoto, Fangyan Dong, Shinichi Yoshida, Kaoru Hirota: An Evaluation Strategy for Visual Key Image Retrieval on Mobile Devices, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.16, No.6, pp.713-722, 2012/9. 査読有.

URL:<http://www.fujipress.jp/JACIII/>

Phuc Q. Le, Abdullah M. Ilyasu, Jesus A. Garcia Sanchez, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: Representing Visual Complexity of Images Using a 3D Feature Space Based on Structure, Noise, and Diversity, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.16, No.5, pp.631-640, 2012/7. 査読有.

URL:<http://www.fujipress.jp/JACIII/>

Clement N Nyirenda, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: Distance Based Triggering and Dynamic Sampling Rate Estimation for Fuzzy Systems in Communication Networks, Int. Journal of Computers, Communications and Control, Vol.6, No.3, pp.433-444, 2011. 査読有.

URL:http://www.journal.univagora.ro/?page=article_details&id=532

[学会発表](計 11 件)

Jesus A. Garcia Sanchez, Atsushi Shibata, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: Deep Level Emotion Understanding based on Customized Knowledge for Agent to Agent Communication, The Int. Workshop on Advanced Computational Intelligence and

Intelligent Informatics, IWACIII2014, Fukui, Japan, 2014/2/28-3/1.

Yongkang Tang, Fangyan Dong, Mina Yuhki, Yoichi Yamazaki, Takanori Shibata, Kaoru Hirota: Deep Level Situation Understanding and its Application to Casual Communication between Robots and Humans, 10th Int. Conf. on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO2013), (Reykjavik, Iceland), Vol.2, pp.292-299, 2013/7/30.

Kaoru Hirota, Fangyan Dong: Fuzzy Visualization Method of Atmosfield and Kansei Texture, 2013 Joint IFSA World Congress NAFIPS Annual Meeting (Keynote Speech), (Edmonton, Canada), p.55, 2013/6/26.

Tianyu Li, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: Distance Measure of Symbolic Aggregate Approximation with Direction Representation for Time Series Data Mining, International Symposium on Soft Computing sponsored by ASPIRE League, (Tokyo Institute of Technology, Japan), GS4-1, 2012/11/9.

Janet Pomares B., Chastine Faticah, Martin Leonard Tangel, Fei Yan, Jesus Adrian Garcia Sanchez, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: Similarity-based Fuzzy Inference System for ECG and Capnogram Signals Classification, International Symposium on Soft Computing sponsored by ASPIRE League, (Tokyo Institute of Technology, Japan), GS3-2, 2012/11/8.

Jiajun LU, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: Non-Photorealistic Rendering for High Dynamic Range Images, 5th International Symposium on Computational Intelligence and Industrial Applications (ISCIIA2012), (Hokkaido, Japan), TUB-1, 2012/8/21-23.

Atsushi SHIBATA, Jiajun LU, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: A Pruning-based Learning Strategy to Visualize Self Structure Separation in Neural Networks, 5th International Symposium on Computational Intelligence and Industrial Applications (ISCIIA2012), (Hokkaido, Japan), TUA-4, 2012/8/21-23.

Fei Yan, Phuc Q. Le, Abdullah M. Ilyasu, Bo Sun, Jesus A. Garcia, Fangyan Dong, Kaoru Hirota: Assessing the Similarity of Quantum Images based on Probability Measurements, IEEE World Congress on Computational Intelligence 2012 (WCCI2012), (Brisbane, Australia), pp.617-622, 2012/6/12-14.

Fangyan Dong, Kewei Chen, Kaoru Hirota: A Delivery Planning Support System based on HIMS Model, Int. Conf. on Information and Communication Technology for

Embedded Systems (ICICTES2012),
(Bangkok, Thailand), CD proceedings paper
33, 2012/3/22-24.

Fangyan Dong, Kewei Chen, Kaoru Hirota:
Development of the Delivery Planning
System using HIMS Model, The 4th Gyor
Symposium on Computational Intelligence,
(Gyor, Hungary), pp.14-18, 2011/9/23.

Fangyan Dong, Kewei Chen, Kaoru Hirota:
A Solution for Delivery Problem Based on
HIMS Model and Service Science, IEEE Int.
Symp. on Intelligent Signal Processing
(WISP2011), (Floriana, Malta), pp.79-84,
2011/9/20.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等
<http://www.hrt.dis.titech.ac.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

董 芳艷 (DONG FANGYAN)
東京工業大学・総合理工学研究科・助教
研究者番号：30432024

(2) 研究分担者

廣田 薫 (HIROTA KAORU)
東京工業大学・総合理工学研究科・教授
研究者番号：50130943

(3) 連携研究者

(なし)
研究者番号：