

サイバネティックシミュレーション: 社会システムを最適化するための行動誘発技術

Cybernetic Simulation: Behavior Induction Technique for Optimization of Social System

廣瀬通孝*1
Michitaka Hirose

谷川智洋*1
Tomohiro Tanikawa

鳴海拓志*1
Takuji Narumi

竹内俊貴*2
Toshiki Takeuchi

*1 東京大学大学院情報理工学系研究科
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies, The University of Tokyo

*2 東京大学大学院学際情報学府
Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

Induction technique of massive components in a social system is required for smooth management of the system. We propose a concept, Cybernetic Simulation, which consists of social sensor, dynamic simulation, and social actuator. Social sensor collects activities of components; dynamic simulation predicts future states of the system from output of the sensor; and social actuator inducts behaviors of the components. In this paper, we describe overview of Cybernetic Simulation and introduce several related researches.

1. はじめに

実社会の情報を活用し、より良い社会基盤をシミュレーションによって計画することは昔から行われてきたが、携帯型の情報端末が普及した現在、従来とは一線を画する方法論を考えることが可能である。それは実世界のセンシングとデータ処理の双方が可能な携帯端末によって、シミュレーションをはるかに高い頻度で、しかもリアルタイムに実施できることの恩恵である。機械工学におけるコンピュータの利用が数値計算や CAD 等の分野からはじまり、それがメカトロニクスという機械自体の変革にまで波及したわけであるが、それと同様の変革が社会基盤設計にも到来したと言える。リアルタイムなセンシング・シミュレーション・フィードバックを行うことにより、情報主導型で社会システム制御を行うフィードバックループを、我々はサイバネティックシミュレーションと呼ぶこととした。

本論文では、サイバネティックシミュレーションという概念を提案し、その概要を述べる。そして、関連する研究を挙げながら、その重要性や適用可能性について考察する。

2. サイバネティックシミュレーション

我々の提案するサイバネティックシミュレーションとは、ユーザの行動や社会インフラが生み出すビッグデータによって社会システムの状態を常時観測する手法と、モバイル端末やデジタルサイネージ等の環境設置型端末を用いたフィードバックによって個々のユーザの行動に変化を起こす手法を組み合わせたリアルタイムフィードバックループの構成によって、高速かつ高頻度に社会システムの最適化を行う方法論である。例えば、社会システムの一つとして高速道路や鉄道といった交通基盤を取り上げると、ユーザ・情報システム・インフラの間に交通関連ビッグデータのリアルタイムフィードバックループを構成して、災害の素早い検知や予測と防災機能強化や、交通流の最適設計手法の高度化、経済活動の活性化などが可能となる(図 1)。

サイバネティックシミュレーションは社会システムを対象として、

連絡先: 廣瀬通孝, 東京大学大学院情報理工学系研究科,
〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1, 03-5841-6367,
hirose@cyber.t.u-tokyo.ac.jp



図 1 交通基盤に対するサイバネティックシミュレーション

リアルタイムなフィードバックループを高速で回すものであり、そのループの構成要素は、「ソーシャルセンサ」、「動的シミュレーション」、「ソーシャルアクチュエータ」の3つからなる。

既存の社会システム上には多くのセンサが設置されており、日々膨大なデータを生成している。例えば、高速道路上のトラフィックカウンタなどである。しかし実際には、システムを利用するユーザが生成するデータが存在する。それはオフィシャルなセンサ群では検知できないユーザの行動履歴や、SNS 上に投稿されるユーザの意見などである。例えば Twitter は、リアルタイムに実世界を観測する手段として注目されている[榊 12]。これらオフィシャルなセンサデータ群とユーザが生成するデータ群を合わせてセンシングするものをソーシャルセンサと呼ぶ。

次に、センサ出力の集積であるビッグデータの理解と空間的・時系列的な分析を行い、システムの未来の状態を推定する。リアルタイムフィードバックループにおいては、この動的シミュレーションを1回きりではなく何度も高速に行う点が、従来のシミュレーションとは異なる。一般に適切な予測手法はシステムによって異なるため、パラメータの調整などのチューニングが必要となるが、リアルタイムフィードバックと漸次的行動誘発を前提とした場合、性能を限界まで高めなくとも有効に利用可能であると考えられる。

そして、解析した情報からユーザにフィードバックし、ユーザの行動を実際に変化させる。従来型の画一的情報提示とは異なり、スマートフォン等のデバイスや環境に設置された機器を通

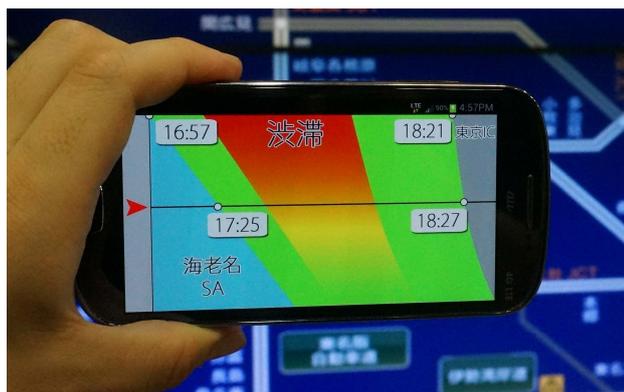


図 2 未来の運転行動の提示

したフィードバックにより、ユーザの行動誘発を行う。ユーザ個々の活動によって社会をアクチュエーションする手法であることから、これをソーシャルアクチュエータと呼ぶ。

3. リアルタイムフィードバックによる行動誘発

著者らの研究室では、動的シミュレーションとして未来予測を取り入れたサイバネティックシミュレーション構築の研究を進めている。その一つが高速道路上におけるドライバの行動誘発に関する研究である[諏訪 14]。高速道路のサービスエリア(SA)でドライバに対して、スマートフォン上に未来の運転行動を提示することで、SA の出発時刻を変化させるというものである(図 2)。この研究では、渋滞継続時間 30 分以内の渋滞が提示された場合に、ドライバが出発時刻を変化させることが分かっている。

また、同研究室の「消費予報」というシステムでは、未来の消費行動をユーザにフィードバックすることで、消費行動の変化を誘発している[Takeuchi 10]。消費予報ではレシートを光学文字認識(OCR)することで、日々の消費行動に関するライフログを記録し、そのデータを基に未来の消費行動を予測・提示する。フィードバックにより、消費金額を変化させることができたが、消費場所はあまり変化させられなかったという結果を得ている。

未来予測フィードバックをタスク管理に適用した「未来日記」というシステムの構築も行っている[Takeuchi 13]。我々は日々未来予測を行いながら生きているが、様々な拘束条件が存在する現実では、正しく予測が行えないことも多々ある。また、人の時間選好性により、遠い未来になるほど意識に上り辛く、スケジュールの破綻が起きやすい。システムにより未来への見通しを常に持つことで、より適切なタスク管理を行うことができる。

これらの研究で重要な点は、予測精度は大きな問題ではないということである。実際、上述の研究における予測モデルは比較的単純なものであるが、ユーザの行動誘発に成功している。これは、単一のフィードバックが最適でなくとも、それが高頻度で繰り返されることにより漸次最適化されるためであると考えられる。故に、高速なフィードバックループを基礎とするサイバネティックシミュレーションにおいては、ソーシャルアクチュエータが最も重要な要素であると考えられる。

そうであれば、動的シミュレーションをシステムが全て行う必要はなく、人が行うということも考えられる。Yumlog は、食事に対する他者評価を利用して食生活を改善するソーシャルメディアシステムである[廣瀬 13]。Yumlog は他者が「ヘルシー」とした評価を「おいしそう」にすり替えてフィードバックする(図 3)。それにより、心理学における期待同化の効果によって、ヘルシーな食事の満足度が増加し、よりヘルシーな食事を頻繁に食べるようになる。Yumlog ではシステムが行うのはすり替え部分だけであり、基本的な評価は人が行っている。SNS が普及した現在、

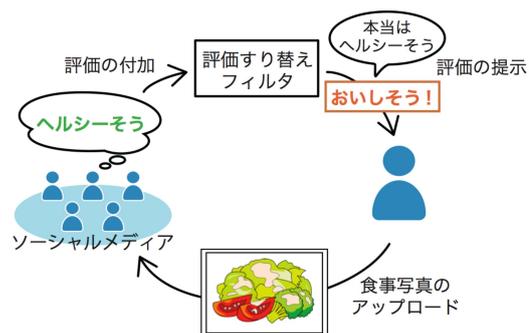


図 3 他者のヘルシー評価をすり替える

SNS は社会システムの一部となっており、センサとしてもアクチュエータとしても有効利用可能であることを示唆している。

4. おわりに

総務省の調査によれば、平成 21 年度の国内流通情報量は約 7.6×10^{21} ビットであるのに対し、情報消費量は約 2.9×10^{17} ビットと、流通する情報の 0.004%しか活用できていない。ビッグデータ時代と言われる現在、流通情報量の飛躍的な伸びに対し情報消費量の伸びは緩やかであり、その差は開くばかりである。現在盛んに行われているオフラインのデータの収集や統合、数理的な解析の研究に加えて、オンラインセンシングやリアルタイム処理等を駆使してビッグデータの価値を正しく観測・発見すること、さらにインタフェース技術によって人間に働きかける情報のループであるサイバネティックシミュレーションを構築し、より高い頻度でデータの価値を社会に還元していく方法論は、今後重要な課題となると思われる。

参考文献

- [榊 12] 榊剛史, 松尾豊: ソーシャルセンサとしての Twitter : ソーシャルセンサは物理センサを凌駕するか? (<特集>Twitter とソーシャルメディア), 人工知能学会誌, Vol.27, No. 1, pp.67-74 (2012).
- [諏訪 14] 諏訪恭平, 竹内俊貴, 中里直人, 谷川智洋, 廣瀬通孝: サービスエリアにおける運転時間の未来予測・提示による行動誘発の基礎的検討, 情報処理学会第 76 回全国大会 (2014).
- [Takeuchi 10] T. Takeuchi, T. Narumi, K. Nishimura, T. Tanikawa, and M. Hirose: Recieptlog applied to forecast of personal consumption. 16th International Conference on Virtual Systems and Multimedia, pp.79-83 (2010).
- [Takeuchi 13] T. Takeuchi, K. Suwa, H. Tamura, T. Narumi, T. Tanikawa, and M. Hirose: A task-management system using future prediction based on personal lifelogs and plans, In Proceedings of the 2013 ACM Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing Adjunct Publication, pp.235-238 (2013).
- [廣瀬 13] 廣瀬通孝, 谷川智洋, 鳴海拓志, 小川恭平: ソーシャルメディアと食生活改善, 人工知能学会第 27 回全国大会 (2013).