

サイバーフィジカル

嶋川 司, 中原 蒼太

Tsukasa SHIMAKAWA, Sota NAKAHARA

1 はじめに

近年, IT 技術の発展により, センサの小型化, 省電力化が進んでいる. 加えて, スマートフォンやパソコン, 炊飯器など様々な物にセンサが内蔵されている. そのため, 地球上で 1 年間に生成されるデータ量 (デジタルユニバース) は年々増加している. 2013 年に比べて 2020 年には, デジタルユニバースは 10 倍に増加すると言われている.¹⁾ また, 通信技術の向上, 安価な通信サービスの提供などにより, 遠隔地との高速な通信が実現し, 容易となった. 加えて, 記憶媒体の大容量化により, 大量のデータを蓄積することが可能となった.

これらを背景として, 実空間上でリアルタイムに収集したデータを, サイバー空間で分析, 活用するシステムの開発が進められている. このようなシステムをサイバーフィジカルシステムという. 本稿では, サイバーフィジカルについて考え, 今後社会にどのように影響するのかを述べる.

2 サイバーフィジカル

2.1 概要

サイバーフィジカルは, 人間の代わりに機械を用いることで, データの収集, 分析, 活用を自動で行う概念である. センサによるデータ収集は実世界で行い, 収集したデータの分析や活用はコンピュータを用いてサイバー空間上で行う. サイバーフィジカルの概念図を Fig.1 に示す.

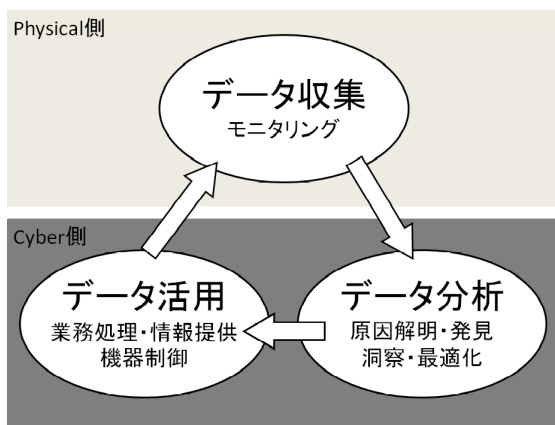


Fig.1 サイバーフィジカルの概念図

この概念に基づいて構築したシステムをサイバーフィジカルシステムという. サイバーフィジカルシステムでは, センサによって収集した実世界のデータをサイバー空間で分析し, 業務処理や機器制御に活用する. このようにサイバーフィジカルシステムは, 実世界とサイバー空間を融合させることによって効率的で豊かな社会を実現することを

目的としている.

2.2 サイバーフィジカルのメリット

サイバー空間と現実世界を融合させるメリットとして, 次の 2 つが挙げられる.

- 社会活動の効率向上
- 特徴量を用いた分析による新しい価値創造

サイバーフィジカルのメリットは大きく分けて 2 つある. 1 つ目は社会活動の効率向上である. 現在は, データの収集やデータを基に判断を下すことは人間が行っている場合が多い. 例えば, 現在は建物やトンネルなどの点検も, 修繕するかを判断するのも人間である. しかし, サイバーフィジカルシステムでは壁に埋め込まれたセンサが常に壁の状態を取得・分析を行い, 異常箇所を検出する. 人間はコンピュータが判断した修繕方法に従うだけでよい.

2 つ目は新たな価値創造である. 人間がデータ分析を行う場合は, まず仮説を用意し, それに基づいて分析を行うことが多い. そのため人間が気付かない仮説に対しては分析することが容易ではないことが多く存在する. 一方で, サイバーフィジカルシステムは機械的に特徴量を引き出すことが可能であるため, 仮説が必要ない. そのため人間では気付かないようなデータ間の関係性を発見することが可能である. 新たな関係性を発見することにより, 従来では不必要だと考えられていたデータに新たな価値を見出すことが可能になる.

3 実際に考案されているシステム

3.1 リアル・サイバー・東京

リアル・サイバー・東京とは, 2020 年の東京オリンピック・パラリンピックを契機として, 都市圏内の安全・快適な移動の提供を目的としたナビゲーションシステムである.²⁾ イベント開催時や事故発生時の混雑を緩和することを目的としている. スマートフォンやカーナビに内蔵された GPS や, 駅・商業施設・道路等に設置されたカメラ・センサで, 人や車の位置・状況を検知する. そして, センサによって得られたデータを, インターネットを通じてリアルタイムにサーバに集める. サーバは, 人間や車が最適な移動や避難ができるようにシミュレーション・分析を行う. 分析によって得られた最適ルートをスマートフォンやカーナビに送信することで人間の行動を支援する. リアル・サイバー・東京のイメージ図を Fig2 に示す.

リアル・サイバー・東京は東京オリンピック・パラリンピックを契機として計画されているが, 同様のシステムを全国で運用することを目標としている.

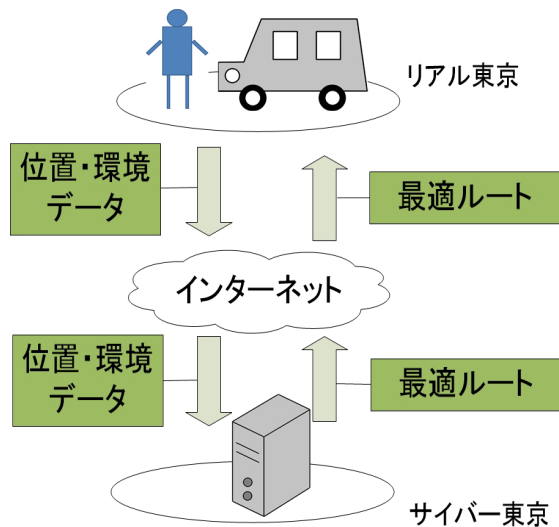


Fig.2 リアルサイバー東京のイメージ図

3.2 隠れた運動機能異常を早期発見する研究

この研究は、高齢化社会が進む中で高齢者でも安全に生活できることを目的として進められている³⁾。本人が自覚できていない隠れた運動機能異常を早期に発見することで高齢者を支援する。研究方法は、バイタルセンサを装着した被験者が大量のセンサが設備されたスマートハウスの中で生活する。バイタルセンサとスマートハウス内の各センサの情報から、被験者の行動をセンシングすることが可能となる。例えば、バイタルセンサにより被験者が歩いていることを検知し同時にドアセンサが反応した場合、被験者がドアを開けたことがわかる。センシング結果をコンピュータを用いて分析することで、被験者の運動機能異常を発見することが可能となる。例えば、ベットから起きた直後にドアでつまづくことが多い人は低血圧や関節がこわばっている可能性がある。

運動機能異常を発見する研究が進むと、行動パターンの特徴と運動機能異常の関係性がさらに明らかになってくる。この関係性を利用することで、運動機能異常の早期発見だけでなく予防にも応用できると期待されている。

4 サイバーフィジカルの課題

今後、サイバーフィジカルシステムが拡大すると、大量の個人情報を扱うシステムやサービスが増加すると考えられている。そのため、企業が収集可能な個人情報の限度や、企業外部への開示可能な個人情報の限度などが大きな問題となる。また、万が一情報が漏えいした場合に、企業がどのように責任を負うかなども問題となる。そのため、企業に情報を扱う責任を持たせるために、法律の整備が必要となる。また、分析に用いるデータの規格が異なっていると、分析を行う前に同じ規格に変換を行う必要がある。大量のデータを変換するには時間がかかるため、分析をリアルタイムで行うことが困難となる。そのため、規格の統一化を図ることも重要な課題である。

5 今後の展望

セキュリティの強化やデータ規格の統一化などを解決するためには、多数の企業間の協力や国家間の協力が必要である。サイバーフィジカルシステムが実現するにつれて、システムに欠かすことの出来ない「データ」の重要性は増していく。インフラや医療システムなど、社会に欠かせないシステムがサイバーフィジカルになったとき、データによって社会が動く「データ駆動型社会」となる。データ駆動型社会のイメージ図を Fig3 に示す。

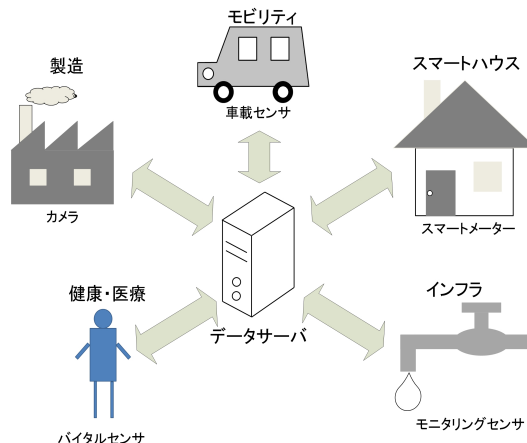


Fig.3 データ駆動型社会のイメージ図

現在は複数のセンサが無線につながるセンサネットワークや、機械解析技術であるデータマイニングなどの自動化が進んでいる。これらの技術はサイバーフィジカルシステムのデータの収集、分析にあたる。しかし、データ活用を自動化するためには、分析結果を現実世界にどのようにフィードバックするかを機械が判断する必要がある。そのため、高度な人工知能 (AI) の開発が必要である。サイバーフィジカルシステムの最終目標は AI による完全自動での価値創造・社会活動の効率化である。センサネットワークやデータマイニング、AI 等の各技術の発展がサイバーフィジカルシステム実現への重要な鍵となっている。

参考文献

- 1) The DIGITAL UNIVERSE of OPPORTUNITIES.
<https://www.emc.com/collateral/analyst-reports/idc-digital-universe-2014.pdf>
- 2) 産業と暮らしを元気にするサイバーフィジカルシステム。
<http://www.jeita.or.jp/cps/wp-content/uploads/2015/08/proposal.pdf>
- 3) スマートハウスの様々なセンサーで患者の隠れた運動機能異常を早期発見する技術を開発
<http://pr.fujitsu.com/jp/news/2015/03/10-1.html>
- 4) CPS によるデータ駆動型社会の到来を見据えた変革。
<http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/shojo/johokeizai/pdf>