

「プログラム実習最終レポート課題」

理工学部 電気情報工学科 2 年 62110100 鈴木萌衣

まず CPS の応用例として、除雪オペレーションの最適化が挙げられる。これは積雪による道路の渋滞を緩和するために最適な除雪車のオペレーションを行うことが目的であり、交通あるいは環境の分野に CPS を応用させることで環境問題や社会問題の解決につながると考えられている。最適化を実現するためには、気象データのみならず地理的なデータや過去の事故の記録など様々なデータが必要になる。環境的な状況を把握するために、気象データや各地に配置されている計測器から積雪状況や路面状況などを収集し、時には付近にいる人々からソーシャルメディアで発信されたテキスト情報などもデータに取り入れる。また交通状況や除雪作業の進捗状況を把握するためには、公共交通機関の移動情報や除雪車の稼働情報を取得する。これらはいずれもリアルタイムの情報であるが、早期問題解決あるいはオペレーション最適化のためには過去の情報をもとにした知識が必要であるため、これまでの交通渋滞データや除雪の記録、地図をもとにした地域ごとの積雪量データなども集められる。この全ての情報を集約し、サイバー空間でシミュレーションあるいは可視化の処理を行うことで、最も効果的な除雪作業を最適なオペレーションとして指示すること

ができる。この除雪オペレーションの最適化が実現することによって、公共交通機関や緊急車両のスムーズな運行、渋滞が起きやすい道路の平均走行速度の向上、路面凍結が発生したときの情報共有など可能になり、悪天候時に発生しやすい事故を防止することができる^[1]。

また、交通分野における自動運転も CPS の応用例だと言える。カメラやレーダー等の自律センサからの情報を用いてサイバー空間でデータの解析を行い、その情報を元に車両システムが加速や制御などの操作を行う。このシステムは事故時の衝突による被害を軽減させるブレーキの機能や走行時のレーンをキープさせる機能などに用いられている。また、今後は自律センサからの情報だけではなくデジタル地図や車両間の情報、信号情報等を活用することで自動運転を可能にし、将来的にはドライバーが全く運転に関与することがない完全自動走行が目指されている^[2]。道路交通における smart mobility 化の autonomous car は自動運転の技術をさらに発展させたものであり、このような車両を相互に統合することで、地上にある設備やシステムと連携し自動駐車や配車システムが可能になる^[3]。

次に、これらの CPS における課題について考えると大きく分けて二つの課題が見えてくる。一つ目は大量のデータを収集・管理・分析するときに起こる課題である。CPS ではサイバー空間において気象庁からの気象データや SNS

からのテキストデータ、車両からの映像データなどあらゆる場所から持ち込まれたデータを保管するが、そのデータは非常に膨大な数であり、また扱うデータが多岐にわたるため、一箇所に保管することや分散して蓄積させることは容易ではない^[1]。収集した情報の中にはオペレーションの最適化や自動運転を行う上で必要のない情報などが含まれていることもあるため、情報の取捨選択を行う必要もある。分析においては収集したデータをどのように加工し、統合させるかが問題となってくる。除雪オペレーションの最適化においては、路面情報や公共交通機関の移動情報といった場所に関するデータに対し時間を単位に整理することでそのデータの時間変化を追うことができるが、場所や時間以外の条件を考慮しなければならない場合、単にデータを並び替えたりするだけではなく、複雑なアルゴリズムを組み、一つのデータを分解・再合成したりして扱わなければならない。また、自動運転においては自動走行時に必要になる自己位置推定のためのデジタル地図や車両情報を他分野と共有するためのデータプラットフォームの作成が不可欠であり、信号機や道路の設備が整っていない地方地域での走行や事故が起こったときの運転切り替え判断などにも対応しておく必要があるため、非常に高度なデータ分析が求められる。

二つ目はプライバシーという観点での情報の扱われ方における課題である。

CPS の技術が広く用いられるようになると、サイバー空間と我々の実世界がよ

り密接な関係となり、より個人が持つ情報の重要度が高くなるため、個人情報の取扱いが極めて厳しくなる。近年では、ブラックハッカーなどの情報を悪用する人々の情報解析能力も上がり、ほんの少しの情報から個人の全ての情報を把握することができてしまう。除雪オペレーションの最適化や自動運転においても、位置を特定するための GPS 機能や個人の SNS から発信された情報などが利用されており、これらは個人情報としてしっかりと保護されなければならない。しかし実際に多くの企業などで個人情報漏洩などの問題が起きているように、事業自体のプログラムに力を入れるあまり、プライバシーを保護するためのプログラムが手薄になってしまっていることが多い。特に、個人の所在地などが容易に特定されてしまうと、犯罪などに利用されてしまう恐れもあるため、強固なプライバシー保護が求められる。

これらの課題を解決するためには、機械学習と情報セキュリティの技術を用いることが非常に有効だと考えられる。一つ目の課題であった大量のデータの管理・分析においては機械学習のディープラーニングを用いることで解決につながる。大量のデータはまずしっかりと管理されなければいけないため、データタイプ別や統合すべきデータごとに分類する必要があるが、コンピュータが自動で学習することで、人間の分析だけでは発見できないデータのルールやパターンなどを見つけ、最も効率的な分類を行うことができる。またこの際、不

必要なデータを取捨選択する必要があるが、コンピュータが何度も類似したデータの分析を行い、システム自身で精度を高めていく強化学習を用いることで最適化を行う上で本当に必要な部分だけを抽出できるようになっていく。また天候変化における道路の混雑状況や時間帯別の駐車場の駐車状況などは過去のデータから教師あり学習を用いて分析を行うことができる。教師あり学習では基本的に入力されたデータに対する結果があるものからその関係性を分析し、その後の予測をするものであり、過去のデータを用いる際にはこの分析方法が最適であると考えられる。車両から得られた映像データや SNS からの写真データなどを分析する際には教師なし学習を用いて、入力されたデータからデータ同士の繋がりや共通箇所・類似性などを計算し、分類を行うことができる。分析された映像データはコンピュータによって「自転車を走行している人がいる」や「転んでいる人がいる」というように一度言語化あるいは数値化され、そのキーワードから次に移すべき行動が予測できるのではないかと考えられる。

二つ目の課題であったプライバシー保護においては情報セキュリティの技術を用いることで解決につながると考えられる。具体的には、情報セキュリティの中でも暗号化や匿名化といった技術を活用することで、元々情報に個人が特定されるデータが含まれていたとしても、それが切り離され、情報の内容は変

わからないまま個人の情報のみを消すことができる。例えば車両の GPS データなどには、位置情報の他にも車両番号や所有者情報などの個人情報が含まれており、データが収集時にはこれらがセットになっているが、個人情報の部分のみを切り離し、暗号化して再合成することで、GPS データをたとえ手に入れたとしても個人の情報には辿りつかない。また、そもそも切り離れた時に個人情報の部分を削除し匿名化してしまえば、これらのデータは母集団の中で車両の位置情報のみでしか区別されないものとなる。ここで暗号化と匿名化の二つの選択肢をあげたのは、時と場合により使い分けが必要となるからである。

一つ目の解決策であげた機械学習の活用において個人の情報というのは非常に有用なデータであり、この情報をもとにして様々な分析が行える。もちろん個人の情報が無い状態で残されたデータから分析を行うことは不可能ではないが、コンピュータが学習をしていく上では情報が多いほど高度な分析が行われると考える。だからこそ、この場合には匿名化ではなく暗号化を用いてコンピュータが分析を行う時のみ暗号を解除し、データを保管するときには再暗号化するという仕組みにするのが効果的はないかと思う。暗号化や匿名化のどちらを選択するかの判断も、コンピュータの機械学習によって行うことができると考える。

今後、CPS は交通や環境の分野だけでなく、人手不足が深刻な医療や農業の

分野でも活用されていくと考えられ、ますます取り扱われるデータが増えていく中で、機械学習を用いた高度なデータ分析と暗号化などの情報セキュリティ技術を活用した強固なプライバシー保護が求められると考えられる。

参考文献

[1] 国立情報学研究所. CPS 実世界とサイバー世界をつなぐ. NII Today. 2014, no.63, p.2-5. https://www.nii.ac.jp/today/upload/NIIToday_63.pdf. (参照 2022-07-14).

[2] 産業構造審議会. “CPS によるデータ駆動型社会の到来を見据えた変革”. 経済産業省. 2015.

https://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/shojo/johokeizai/pdf/report01_02_00.pdf. (参照 2022-07-15).

[3] 正田英介. “スマートシステムと CPS”. J-Stage. 2017.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsrpim/32/3/32_224/_pdf/-char/ja. (参照 2022-07-10).