

つながる車載電子システム

株式会社デンソー 電子基盤システム開発部先行技術開発室

豊島 真澄

本稿では、IoT という定義が進行中の語に対して車載電子システムを考える。最初に自動車を持つべき基本的な要件を確認し、次に関連すると思われるアプリケーションをいくつか紹介する。第3節ではIoTの定義を行うコミュニティの検討状況を見る。最後に課題を述べる。

1 車載電子システムへの基本的な要件

1970年代の米国排ガス規制を契機に大きく進みだした自動車制御システムの電子化は、今日では動力伝達や空調を含む幅広い領域に採用され、多くの付加価値を実装するために無くてはならないものとなった。走る・曲がる・止まるという自動車の基本機能に加えて、環境や快適利便の観点からも更に多くの機能が今日の自動車には電子システムという形で搭載されている。

近年ではとくに運転支援の高度化や運転の自動化に対する期待が高く、多くの研究開発や実証実験が世界中で行われてきた。これらの機能を実現するためには、車内外のより多くの情報を入力として受け取り、ヒトでいうところの認知や判断に相当する計算を実行し、機器を制御する、高度な組込みシステムが必要となる。

自動車の基本的に重要な特性として、安全安心・環境・快適利便がある。自動車分野で「つながる」を検討するにあたっては、これらの基本的な要件を満たすことを確認しながら、つながることによるサービス・付加価値の向上を実現する必要がある。

2 アプリケーション

車内外をつなぐアプリケーションが一部の車種では実装されて既に利用されている。また2020年までの装着率に関しては様々な予測が行われているが、5割～7割の新車に装着されると予測するものが多く、装着率の向上と応用の拡大は間違いないと思われる。本節では既に提供されているアプリケーションとそれらが提供した価値について振り返り、今後の展望の材料とする。

2.1 eCall

1999年頃から欧州でコンセプトが検討され始めた

eCallは、事故の際に乗員の操作無しに自車の情報（位置、衝突センサ、エアバッグセンサ）をセンターに通知するシステムである。議論開始から16年余りを経た2015年4月の欧州議会において、2018年4月以降に欧州で販売されるすべての新車に対する搭載義務がようやく可決された[eCall]。eCallが全車に搭載されて広く普及してゆけば、事故後までを含む広い意味での安全性を向上させ、安心の提供にも寄与すると考えられる。

2.2 災害時の情報提供

2011年3月11日に発生した東日本大震災の翌日、ホンダのインターナビが収集する情報をもとにした通行実績情報が公開された。更に同社はGoogleとYahoo! Japanと協力しインターネット上に通行実績情報を広く提供した。この情報は被災関係者・支援物資運搬車両・ボランティア団体などによって利用され、自動車が生成する情報が復興を支援した事例となった[Honda]。

2.3 動的な地図

LDM (Local Dynamic Map) は、ITS (Intelligent Transport Systems) 向けの動的な情報を含む地図であり、2011年にETSIで標準化され[ETSI]、現在名古屋大学と同志社大学が共同で開発と評価を実施している[LDM]。

LDMでは動的度合いを4つのタイプに分類し、最も静的な通常の地図情報から、最も動的な信号や走行中の車両の情報までのすべてをダイナミックな地図情報として扱う。個々の車両は、情報の提供と活用の両方の機能を担う。自車の情報とLDMから得る情報の双方を入力として計算を行う事で、追突防止支援、緊急車両接近警告、信号情報提供、歩行者や自転車の存在情報提供など、主に安全性向上に寄与する様々な応用が可能である。

2.4 エコ運転支援

最近では充電やエコ運転を支援するための通信機能がトヨタ自動車のプリウスPHVに用意された。充電にかかわる利便性を向上させることによりプラグインハイブリッド車の価値を向上させ、結果として環境に対して貢献することが期待される。

2.5 ソフトウェアアップデート

米国テスラモーターズでは、自動運転機能を含む車両の広い機能にかかわるソフトウェアアップデートを提供している。ソフトウェアのアップデートが自動車内の様々な機能に対して広く実施されるようになったことにより、ユーザの利便性向上や満足度向上が期待できる。

2.6 いまのクルマによる新モビリティ

UBERは世界中に展開されるタクシー配車サービスであり、国によって実態は大きく異なるが、とくに米国では広く普及している。米国では、運転手はプロのドライバーの場合もそうでない場合もある。タクシーを待つ乗客の位置情報と目的地情報、時刻情報、車両の位置情報などから価格が計算されて設定される。ドライバーと客双方には相手が獲得している評価スコアの情報が伝えられ、双方が合意すると迎車が始まる。待機中の乗客は車両の現在位置を携帯端末のアプリケーションで見ることができる。目的地に向かう経路は乗車時に運転手を使う端末から提案されて合意して出発する。支払いに使うクレジットカードを事前に登録しておけば降車時には挨拶するだけでよく、領収書は電子メールで送られてくる。事後に相互に評価スコアを入力して利用が完了する。

位置や時刻の情報、合意形成やオンライン決済処理などにより実現されたこの類のサービスが提供する価値は、乗客乗員双方にとっての利便性や経済性はもちろんのこと、北米ではとくに関心が高い相乗りの促進による走行台数の削減によって、環境負荷の低減をもたらしことも期待される。

3 定義途上のIoT

現時点でIoTの明確な定義が存在するとは言えない。CPS (Cyber-Physical Systems) と同じではないかという問いを受けることがしばしばあるが、筆者の感触では相当の差が出てくると感じている。

2005年頃から米国NSF周辺で議論され始め[CPSorigin]、2008年頃には対象技術領域がおおむね明らかになり、国際会議CPSWeek[CPSWeek]が始まった。CPSとは何

かの問いについては、2010年から毎年開催されているICCPS (International Conference on Cyber-Physical Systems)においてたびたび話題に上がる。これらの結果、CPSのコンセプトは既に明確であり、UCBerkeleyの教科書[Lee]^{*1}や日本語の簡潔な説明[nkjm]もある。

これに対してIoTの国際会議の多くは比較的新しいものが多く、内容をざっと見てみると[confs]、コンセプトやアプリケーションが多く語られている一方で、現時点では技術的なセッションはセンサネットワークの領域以外はあまり明確とは言えない。これが今後どのような広がりを見せるのか、注目していきたい。

このような状況の中、IoTに定義を与えようとする活動がIEEE、ISO、NISTなど複数の場で並行して着手された。ここではIEEE Internet of Things Communityがコミュニティ内でオープンに定義を試みている“Towards a Definition of the Internet of Things (IoT)”[IEEE]を取り上げ、IoTの輪郭を少しでも明らかにすることを試みる。

[IEEE]では最初に、IoTと類似であると言われることが多い既存の関連する語(具体的にはM2MやCPSなど)の用いられ方について、それらの語を用いている団体・研究プロジェクト・文献別に列挙し、IoTとの類似点と相違点について論じている。とくにアーキテクチャとインタラクションの観点ではIoTと似ていると思われるコンセプトの実例を複数挙げている。

[IEEE]の最終章にある定義部分では、IoTシステムが持たなければならない九つの特色と、文脈の広さに応じた二種類の定義を提案している。

特色は以下の9個である：

- Interconnection of Things
- Connection of Things to the Internet
- Uniquely Identifiable Things
- Ubiquity
- Sensing/Actuation capability
- Embedded intelligence
- Interoperable Communication Capability
- Self-configurability
- Programmability

一方IoTの定義に関しては、複雑度が低いシステムと高いシステムの2種類の定義を用意している。そのまま引用することはできないため短くまとめて表現すると、前者は、「ユニークに識別可能であり、センサ・アクチュ

【脚注】

※1 Page5のコラム“About the Term “Cyber-Physical Systems”に1ページの説明がある。

エーターを持つプログラム可能な Things をインターネットにつなぐネットワーク」である。後者は、「self-configuring・アダプティブ・複雑なネットワークのことで、標準化されたプロトコルで Things をインターネットにつなぐ」である。

いずれの定義もインターネットという身近な実体を定義に含んでおり、想像をめぐらせやすい反面、コンセプト段階で既に実装（インターネット）を特定しているという点が CPS の抽象的な定義と対照的である。

4 IoTに関する課題

4.1 技術課題

2014年のIEEE IoT Journalの創刊号には、Prof. John Stankovicによる記事“Research Directions for the Internet of Things”[Stankovic]が招待論文として掲載された。この論文では以下の8つのトピックを技術課題と位置付けている：

- massive scaling
- architecture and dependencies
- creating knowledge and big data
- robustness
- openness
- security
- privacy
- human-in-the-loop

これらの中で、とくに第1節で述べた車載電子システムが提供するべき価値との関係が分かりやすいものは、セキュリティ、プライバシー、ヒューマン・イン・ザ・ループであろう。この3項目は安全安心を提供し続けるためには重要な技術課題であり、IoTを視野に入れた技術開発取り組みが必要である。

一方で社会レベルまで視野に入れて環境性能や利便性を高めるためには、opennessを上げてゆく必要がある。Security&privacyによって安全安心を担保しながら、更に一步前に進み、状況に合わせて適切なアクセスコントロールを行いながら積極的につながることによって、IoT環境に潜在する利益の取り込みと価値ある情報提供の双方を加速する。[Sakamura]にあるようにプライバシーと公共の概念を再構築し、適切なアクセスコントロールを行うことで、IoTシステムは社会への貢献度を高められる。

4.2 社会的課題

今年10月、欧州司法裁判所は、米国と結んでいた“Safe

Harbour Decision”（EU域内と同様のプライバシー基準を運用していることを認めて、EU域内の個人情報を域外に持ち出せる協定）は無効であると発表した[EUCJ]。この影響により、ISOにおけるITS分野のプライバシー扱いに関する技術文書ISO/TR12859:2009の妥当性に対する欧州の合意、すなわちISOとしての合意が崩れる可能性が高くなり、より制約が強い欧州CEN技術文書CEN TR16742をベースにして再検討する可能性が出てきている。このようにプライバシーに関しては国家や文化による個別事情や国家間の関係が強く影響してくるため、相手国や周辺国を注視しながら社会的な課題として技術と並行して適切に取り扱ってゆく必要がある。

5 まとめ

本稿ではIoT時代の自動車・車載電子システムとはいかにあるべきかを模索するために、これらのシステム求められる特性に視座を固定しながら、IoTの定義、技術、社会との関係の面で検討を行った。まだ輪郭が見えてきただけのIoTであるが、今後の技術進歩と社会レベルまで含めた貢献に期待したい。

【参考文献】

- [eCall] The European Commission, “eCall in all new cars from April 2018”, <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/ecall-all-new-cars-april-2018>
- [Honda] 本田技研工業株式会社, “東日本大震災でのインターナビによる取り組み「通行実績情報マップ」が「2011年度グッドデザイン大賞」を受賞”, <http://www.honda.co.jp/news/2011/4111109.html>
- [ETSI] European Telecommunications Standards Institute, “Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications; Basic Set of Applications; Local Dynamic Map (LDM); Rationale for and guidance on standardization”, TR 102 863 V1.1.1, 2011-06
- [LDM] Hideki Shimada, Akihiro Yamaguchi, Hiroaki Takada, Kenya Sato, “Implementation and Evaluation of Local Dynamic Map in Safety Driving Systems”, Journal of Transportation Technologies, 2015, 5, 102-112
- [IEEE] IEEE Internet of Things Community, “Towards a definition of the Internet of Things (IoT) Revision 1”, 27thMAY 2015, <http://iot.ieee.org/definition.html>
- [confs] IEEE IoT community, “Conferences”, <http://iot.ieee.org/conferences-events.html>
- [LeeSeshia] Edward A. Lee and Sanjit A. Seshia, Introduction to Embedded Systems, A Cyber-Physical Systems Approach, Second Edition, <http://LeeSeshia.org>, ISBN 978-1-312-42740-2, 2015.
- [nkjm] 中島震, “CPSとは”, SSR2010年度調査研究報告, <http://research.nii.ac.jp/~nkjm/ssr2010/aboutCPS.html>
- [Stankovic] John A. Stankovic, “Research Directions for the Internet of Things”, Internet of Things Journal, IEEE (Volume:1, Issue: 1) <http://dx.doi.org/10.1109/JIOT.2014.2312291>
- [CPSorigin] Past CPS Events, <http://iccps.acm.org/2014/?q=Workshops>
- [CPSWeek] CPSWeek, <http://www.cpsweek.org/>
- [Sakamura] 坂村健, 「スマートハイウェイ-IoT, ビッグデータを駆使したハイウェイの未来-」, 高速道路と自動車, 第58巻第2号, 公益財団法人高速道路調査会, 2015年2月
- [ISO] ISO, “ISO/TR 12859:2009 Intelligent transport systems -- System architecture -- Privacy aspects in ITS standards and systems”, Jun.1.2009
- [EUCJ] Court of Justice of the European Union, “The Court of Justice declares that the Commission’s US Safe Harbour Decision is invalid”, PRESS RELEASE No 117/15, Luxembourg, 6 October 2015