

2020 年度 委託研究

課題 218

高度自動運転に向けた
大容量車載光ネットワーク基盤技術の研究開発

研究計画書



1. 研究開発課題名

『高度自動運転に向けた大容量車載光ネットワーク基盤技術の研究開発』

2. 目的

高度自動運転（レベル4以上）の実現には、安全系・制御系・情報系・ボディー系など全ての機能を統合した車載ネットワークが不可欠である。さらに、高速自動運転において、200m先の正確な外界認識のためには複数の4Kカメラ（12.5Gbps/個）が不可欠であることが近年になって認識され、将来は50Gbps超級の車載ネットワークが必要であると想定されている。従来、より対線（UTP: Unshielded Twist Pair cable）を用いた電気ネットワークやプラスチックファイバ（POF: Plastic Optical Fiber）を用いた光ネットワークが開発されてきたが、10Gbpsを超える高速化は困難であり、近年では石英系ファイバを用いた光ネットワークの研究が始められている。しかし、現在提案されている光ネットワークは大量の光トランシーバを連結した構成（リング型、ツリー型など）であり、多段のOEO（Optical-to-Electrical-to-Optical）変換に伴う遅延時間や消費電力の増加、高温下での寿命劣化等多くの問題が内在している。さらに、学会レベルでは、アクセス網のPON（Passive Optical Network）技術や波長ルーティング技術などの光技術を利用した方法等も提案されているが、これら全てが従来の光通信方式の考えに基づき車載用に転用したものである。一般的に光通信では、遠距離の多数のクライアントが平等な立場（Peer-to-peer）で情報のやり取りを行うことを前提としている。一方、自動運転に必要な車載用バックボーンネットワークでは、AI処理を行うマスター装置と極めて短距離に配置された少数のゲートウェイ装置で構成（Master-slave方式）され、従来の光通信とは構成や通信方式で大きく異なる。さらに、車載では配備される場所により、動作条件や信頼性要件、メンテナンス性などが大きく異なる。

国立研究開発法人情報通信研究機構（以下「機構」という。）では高温環境下で安定な出力が得られる量子ドットレーザや高速光変調器等の研究開発が進展し、車載用バックボーンネットワークは1つの有望なターゲットと考えている。本委託研究では、従来の光通信の概念にとらわれない新たな発想に基づき、車載（自動運転）に適した極めて高い信頼性を有する光ネットワーク基盤技術の実証を目指す。本光ネットワークは言い換えれば、過酷な環境下に対応した高性能かつ高信頼な大容量・低遅延・短距離光ネットワークであり、自動車以外にも、船舶、飛行機、工場、ロボットなど、様々な展開が期待される。

3. 内容

本委託研究では、以下に示す考えを基本として、車載（自動運転）に適した革新的光バックボーンネットワーク基盤技術を開発し、その基本動作を実証する。

- 本光ネットワークは、マスター装置と複数（6台程度）のゲートウェイ装置から構成され、さらに、車体に搭載される大量のセンサーや電子制御ユニットは、ゲートウェイ装置において機能ごとに集約される（従来の機能分割型）のではなく、車体をいくつかに分割した各ゾーンに配備された最寄りのゲートウェイ装置に集約されるゾーン分割型ネットワーク構成を基本とすること。
- マスター装置と各ゲートウェイ装置間、及び全てのゲートウェイ装置間の通信を可能とし、光ネットワーク全体の通信容量の総和が50Gbps以上であること。さらに、 -20°C ～ 100°C の過酷な環境下においても、安定な通信を実現すること。
- ゲートウェイ装置からマスター装置へのデータ転送（上り）は大容量通信が要求され、その逆（下

り)は特に大容量通信である必要はなく、さらに、ゲートウェイ装置ごとに要求される通信帯域は大きく異なる。よって、リンクごとに割り当てる帯域を可変にすることが望まれる。

- 光トランシーバ(特に半導体レーザ)は、高温環境下では寿命が激減するため、大量の光トランシーバの使用は自動運転の安全性・信頼性を大きく損ねる懸念がある。さらに、車体の周辺に埋め込まれた光トランシーバの交換は非常に困難である。その上、光トランシーバは送るべきデータがない状態でも、常にダミー信号を送る必要があり、消費電力の無駄な増加をもたらす。そのため、光トランシーバの使用を極力減らすことが望ましい。
- 電気スイッチを多用した場合、多段の OEO 変換により、遅延時間の増大が発生する。さらに、信号の高速化に伴い、高度なスイッチが要求され、消費電力やコストの増大が問題となる。そのため、電気スイッチの使用を極力減らし、極めて低遅延な光ネットワークを実現すること。
- 自動運転においては、何よりも絶対的な信頼性が要求される。そのため、リンク故障が発生しにくい長寿命ネットワークである必要があり、さらにリンク故障時に自動運転に影響を与えないための2重以上の頑強な冗長性を装備する必要がある。
- 本光ネットワークでは、Ethernet またはそれに親和性のある通信プロトコルを採用すること。さらに、ゲートウェイ装置に接続される既存の CAN (Controller Area Network) /LIN (Local Interconnect Network) プロトコルとの接続性を実現すること。

本委託研究では、上記の考えに基づき、高度自動運転に向けた極めて高い信頼性を有する大容量車載光バックボーンネットワーク構成及びそのネットワーク制御方法を確立するとともに、マスター装置、ゲートウェイ装置を試作し、その光ネットワーク基本動作の実証を行う。

4. アウトプット目標

本研究開発期間の終了時までには達成すべき目標は次のとおりとする。

- 1) 車載光バックボーンネットワーク構成及びその制御方法の研究開発
 - a. ゾーン分割型ネットワーク構成を用いること
 - b. 通信容量の総和が 50Gbps 以上であること
 - c. -20°C ~ 100°C の温度環境での安定動作を考慮すること
 - d. リンク故障に対応した2重以上の冗長性を担保すること
 - e. 光トランシーバ及び電気スイッチは極力使用しないこと
 - f. 各リンクの帯域を可変にすることが望ましい
 - g. 低コスト化を考慮すること
- 2) マスター装置の研究開発
 - a. 全てのゲートウェイ装置との通信が可能であること
 - b. 通信容量の総和が 50Gbps 以上であること
 注) AI 処理など高度な処理機能は含まれなくてよい

3) ゲートウェイ装置の研究開発

- a. マスター装置及び全てのゲートウェイ装置との通信が可能であること
- b. 既存の CAN/LIN ネットワークとの接続が可能であること
- c. 高精細 4K カメラ等の大容量デバイスとの接続が可能であること

4) 車載光ネットワーク基本動作の実証

- a. マスター装置及びゲートウェイ装置を接続した車載光バックボーンネットワークを構築し、その基本動作を実証すること。ただし、全てのゲートウェイ装置が動作する必要はない。
- b. 高精細 4K カメラ映像等を用いて、ゲートウェイ装置とマスター装置間の大容量データ伝送を実証すること

5. アウトカム目標

2025 年 AI 技術を搭載したマスター装置を開発

2027 年 当該車載光ネットワークを搭載した自動運転実証車を試作

2030 年 量産体制を整え、大容量光ハーネスとしてグローバル商用化を実現

6. 採択件数、研究開発期間及び研究開発予算等

採択件数 : 1 件

研究開発期間: 2020 年度 (契約締結日) から 2023 年度

研究開発予算: 各年度、総額 160 百万円 (税込) を上限とする。

(提案の予算額の調整を行った上で採択する提案を決定する場合がある。)

研究開発体制: 単独の提案も可能であるが、産学官連携等による複数の実施主体からなる体制とすることを推奨する。その際、社会実装を考慮した体制とすること。

7. 提案に当たっての留意点

- 具体的目標に関しては、定量的に提案書に記載すること。
- 研究開発成果の情報発信を積極的に行うこと。
- 本委託研究の遂行過程で得られる科学的なデータがあれば、広くオープンにするのが望ましい。公開できると想定する科学的なデータの有無と、有る場合には公開計画 (例: 公開するデータの種類、公開先、公開方法) を提案書に記載すること。
- 実施体制については、本研究開発の目的に則した実施体制を構築することとし、それぞれの役割を明記すること。
- 本研究開発成果の社会実装に向けて、アウトカム目標の項目に記載したマイルストーンを意識しつつ、具体的な時期 (目標)、体制、方策等を記載すること。その際、持続的に自走するための計画等についても記載すること。
- 本公募は 2020 年度予算の成立を前提に行うものであり、予算の成立状況によっては、研究開発課題等、公募内容に変更が生じる場合がありますので、あらかじめご了承ください。
- 2021 年度以降について、機構の次期中長期目標の状況^{*}及び予算の成立状況によって

は、実施スケジュールや実施内容等の変更、調整が必要となる場合があることをあらかじめご了承ください。

※次期中長期目標において、目標に含まれない研究開発課題については委託研究を終了することもあります。

8. 運営管理

- 機構と受託者の連携を図るため、代表提案者は、プロジェクトオフィサーの指示に基づき定期的に連絡調整会議を開催すること。
- 複数の機関が共同で受託する場合には、代表提案者が受託者間の連携等の運営管理を行い、受託者間調整会議を定期的に行うこと。
- 社会情勢や研究環境の変化等、必要に応じて、プロジェクトオフィサーが研究計画書を変更する場合がありますので、留意すること。

9. 評価

- 機構は、2021 年度に中間評価を実施する。本評価結果により、当該年度で本委託研究を終了する場合があります（本委託研究の継続も含めて根本的に見直す可能性があることに留意すること）。
- 機構は、2023 年度に終了評価を実施する。また、機構は、本委託研究終了後に成果展開等状況調査を行い、追跡評価を行う場合があります。
- 機構は、上記以外にも本委託研究の進捗状況等を踏まえて、臨時にヒアリングを実施することがある。

10. 成果の社会実装等に向けた取組

- 実用化、事業化、社会実装に向けた出口戦略を明確にすること（委託研究後の事業化等の内容を明確にする）。
- 上記の出口戦略を実現するため、本委託研究で得られた成果のオープン化（例えば、成果発表やそれに留まらずコミュニティ先導のための国際ワークショップや国内特別セッション主催、展示、標準化、オープンソース化等）を行う等、成果の社会実装等に向けて必要な取組を行うこと。

11. プロジェクトオフィサー

ネットワークシステム研究所 ネットワーク基盤研究室 高橋 亮

参考

- 2019 年 3 月に IEEE802.3ch が公開した CFI:
“Automotive Ethernet: Beyond 10 Gb/s Electrical PHYs call for interest”
http://www.ieee802.org/3/cfi/request_0319_1.html