

研究報告書

「超分散型標準時を基盤とした時空間計測のクラウド化」

研究タイプ: 通常型

研究期間: 平成26年10月～平成30年3月

研究者: 志賀 信泰

1. 研究のねらい

今日、モノのインターネットのビジョンがもてはやされているが、今後の指数的センサーの増加に対応するためには、「繋ぐ」ビジョンでは事足りず、「モノの時空間同期」のビジョンが必要となる。私たちは空気のように当たり前の時空間同期基盤を整えることで人のコミュニケーションを円滑にすることを目的として研究を進めている。そもそも時空間同期とは、デバイスの時刻同期が常に取られ、近隣デバイス間の距離をデバイス自身が把握している状態のことである。

「時空間同期ネットワーク」を実現することでモノが自律的に連携することができるようになる。例えば、3D 造形を行うロボット複数が連携して一つのオブジェクトを短期間に造形することができるようになる。

「時空間認証」という新しい価値を創造し、モノやセンサーデータの価値を飛躍的に高めることを目指している。

2. 研究成果

(1) 概要

時空間の基となる 2 台の通信機の時刻同期と距離変動計測を安価、簡便に行う技術の有効性を原理実証実験により示した[主な研究リスト1]。それに並行して IEEE 標準に準拠した安価でコンパクトなモジュールを開発し、ピコ秒精度の時刻同期と mm 精度の距離変動計測を実演した。このデモを通して既存の通信技術に時空間同期の技術を簡単に埋め込むことができることを示した。

(2) 詳細

研究テーマ A「ワイワイ技術の基盤技術の確立」

・無線双方向時刻比較技術の原理

図1上図に「衛星双方向時刻比較技術」の概略を示した。

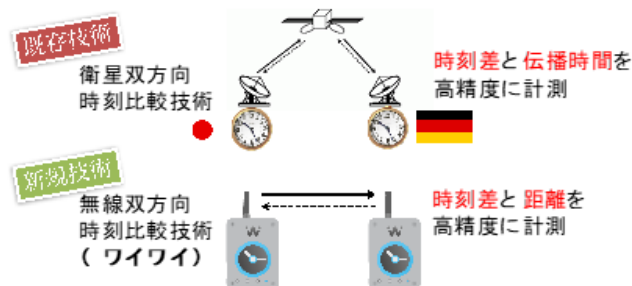


図1 衛星双方向時刻比較技術と無線双方向時刻比較の概略図

この技術は日本標準時(JST)を協定世界時(UTC)と比較する際に用いる技術で、離れた2地点の時計を高精度に比較する技術である。

衛星通信を用いる代わりに通信無線を用いることで高精度な時刻比較と距離計測を安価に実現する技術を開発し、その精度が 2.2ps であることを示した[主な研究成果リスト1]。

・原理実証実験

図2のように市販の ZigBee 送信機の送信波を、ソフトウェア無線機を用いて解析することで高精度な時刻比較(ピコ秒精度)と距離変動計測(mm 精度)を行えることを示した。

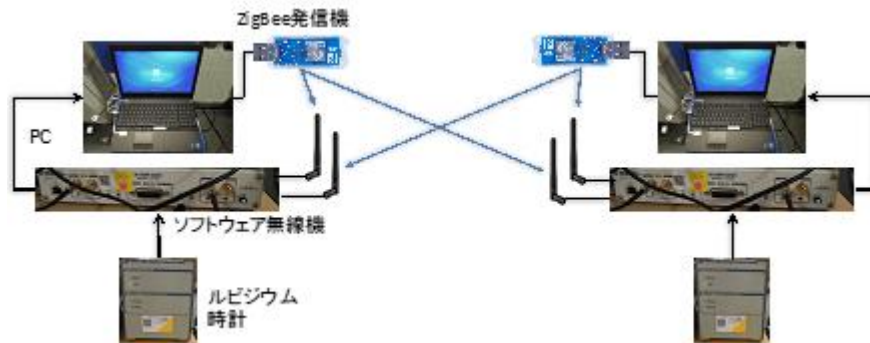


図2 原理実証実験の計測システム

図3に実験結果を示す。

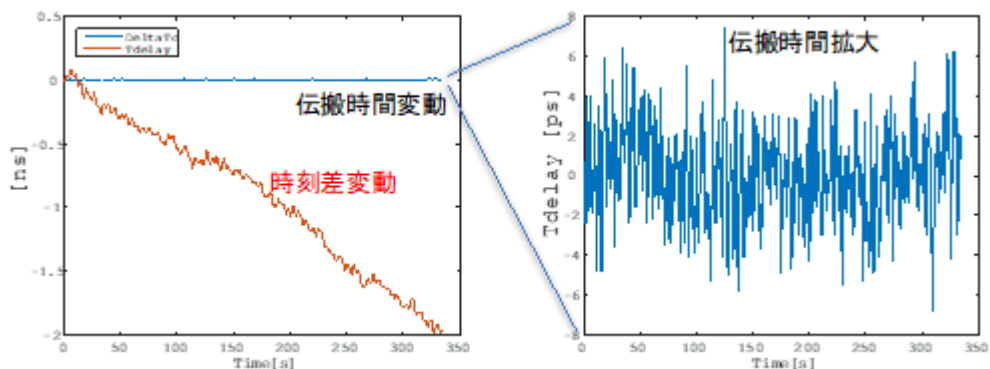
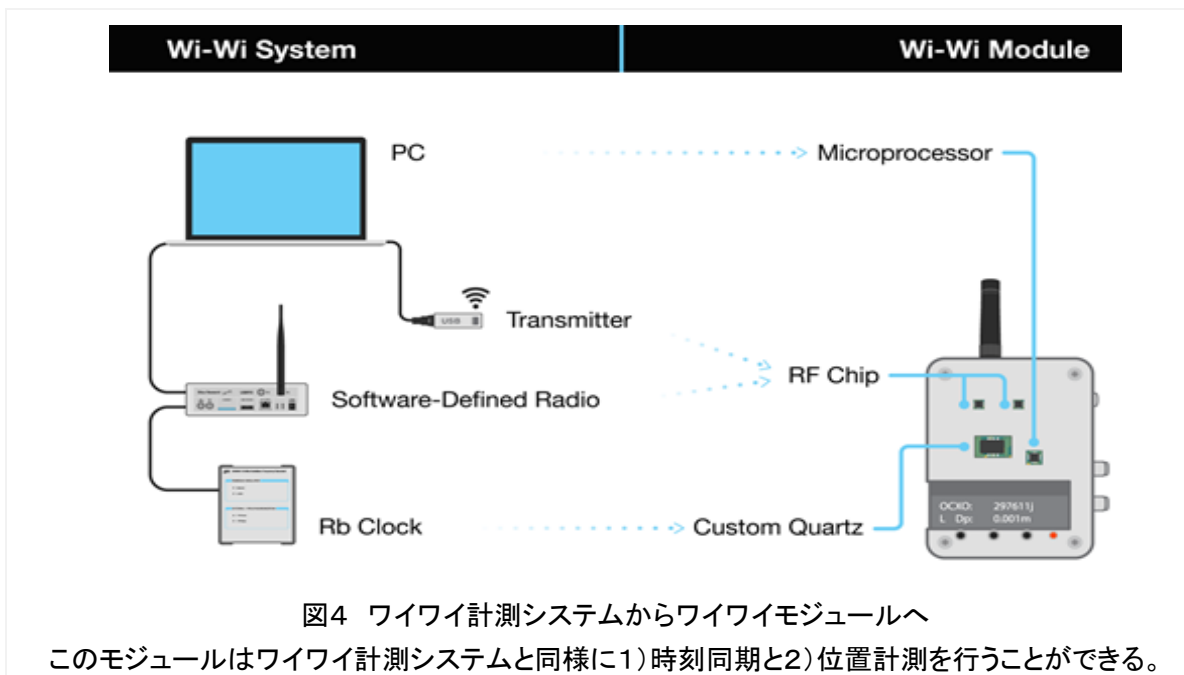


図3 時刻差と伝搬時間の変動

ワイワイ技術を用いて2つのルビジウム時計の時刻差が6分で2ナノ秒ずれる様子をモニターした。その間伝搬時間の変動は一定であった。実験の間アンテナ間の距離は一定だったので本来伝搬時間の変動はゼロのはずであるが、実際には 2.2ピコ秒の標準偏差をもって計測値が変動していたことからこの計測システムのエラーが 2.2ピコ秒であることがわかった。

研究テーマB「ワイワイモジュールの開発」

ワイワイは独自の標準を作るのではなく、ポピュラーな無線通信規格に寄り添うことで既存の通信に「時空間同期」という高付加価値をもたらすことを目指している。チップメーカー、発振器メーカー、およびモジュールメーカーの協力の下 920MHz 帯域のワイワイモジュールを試作した(図4)。このモジュールは IEEE802.15.4 に準拠しており、特定小電力技術基準適合を受けているので誰もが簡単に用いることができる。



3. 今後の展開

ワイワイモジュールを用いたネットワーク化と距離計測の実装を進め、時空間同期の社会実装を進めることで多岐にわたる応用を期待できる。例えば工場、流通、ロボット、ユビキタス、IoT、VR、AR、車々間通信、ネットワークセキュリティ、分散台帳の分野で時空間同期サービスを構築していくことができる。

4. 評価

(1) 自己評価

(研究者)

本さがけ領域は社会実装を進めることを主眼とした領域であり、アイデアのみの状態から3年半の間に社会実装の道筋を明確に示すことはリスクが高かったが、当初の目論見以上の成果を出せた。

ターニングポイントはさがけ研究開始3か月後に訪れた。領域内のさがけ研究者を訪問し、議論したことで「既存の通信システムに寄り添う」という方向性を定めることができた。そして原理実証実験を行いつつモジュール開発を進め、試作モジュールが実利用に十分な品質であることを示すことができた。

その成果を持ってシリコンバレー訪問を行い、ハイテク技術を社会実装する際に陥りやすい罠についての知見を得、それに基づいて現在社会実装を進めている。

ここまでの成果は研究開始時のビジョンを超えるものであると胸を張ることができる。

3年以内に「ワイワイ技術」「時空間同期」という言葉がJST広報以外のメディアを通して皆さんの耳に届けば、このテーマを採用して下さった総括を始めとするアドバイザーの先生方の判断が正しかったことを証明するものだと考えている。期待しつつ記憶の片隅に留めていただければ幸いである。

(2) 研究総括評価(本研究課題について、研究期間中に実施された、年2回の領域会議での評価フィードバックを踏まえつつ、以下の通り、事後評価を行った。)

(研究総括)

IoT時代の社会情報基盤を構築する極めて重要な基本技術の発明である。本研究で提案された時空間同期ネットワークは、時空間認証を可能とし、個々のIoTデバイスが情報を発信する時刻と位置を確実に情報ネットワーク上で把握する技術であり、IoT時代の情報基盤の基幹技術となる可能性が極めて高い。複数のモノが物理空間で移動する場面において、それぞれのモノの時刻と位置を互いに認識し、衝突や協調作業を可能とする技術である。また、多数のモノが接続されるネットワークにおけるセキュリティの確保のための基本的な技術ともなり得る。極めてユニークな発想で、原理実験を成功させ、実用化の目処をつけた成果は高く評価できる。この技術の実用化は、数千億円から数兆円の市場創生につながる可能性があると考えられる。国家戦略として、この提案を基盤とした応用技術開発を早急に立ち上げるべきである。世界を席卷しているインターネットの基本的な欠陥を見抜き、その欠点を本質的に克服する技術を確立した研究者として、世界をリードする成果を上げている。

5. 主な研究成果リスト

(1) 論文(原著論文)発表

1. N. Shiga, K. Kido, S. Yasuda, B. Patna, Y. Hanado, S. Kawamura, H. Hanado, K. Takizawa, and M. Inoue, "Demonstration of wireless two-way interferometry (Wi-Wi)," IEICE Communications Express, Vol.6, No.2, pp77-82 (2017)

(2) 特許出願

研究期間累積件数: 2 件

1.

発明者: 志賀信泰、安田哲、木戸耕太

発明の名称: 周波数校正システム

出願人: NICT

出願日: 2015/10/8

出願番号: 特願 2015-199829

2.

発明者: 志賀信泰、井上真杉、安田哲、木戸耕太

発明の名称: 通信局間の同期ずれ検出方法

出願人: NICT

出願日: 2015/10/8

出願番号: 特願 2015-199829

(3) その他の成果(主要な学会発表、受賞、著作物、プレスリリース等)

なし