

高セキュリティテラヘルツ波通信の提案とその復号法の検討

Proposal of high-security THz wave communication and its decrypting method

九州大学¹, ○(M1)陳 漢偉¹, (M2)河合 優佑¹, 加藤 和利¹

Kyushu Univ.¹, Hanwei Chen¹, Yusuke Kawai¹, Kazutoshi Kato¹

E-mail: chen.hanwei.816@s.kyushu-u.ac.jp

1. まえがき

5G(第五世代移動通信システム)や 6G(ポスト 5G)においては、高セキュリティ化が重要な課題である。無線通信では信号が自由空間を伝わるため傍受されるリスクがある。我々はフォトミキシングによるテラヘルツ波を用いた物理層での暗号化方法を考案し、研究を行っている。これまで我々は 300GHz 帯信号で、提案する無線通信システムの動作を確認した^[1]。今回、受信性能の向上に向けて、新たな復号法を検討した。

2. 高セキュリティ無線通信の原理

フォトミキシングではフォトダイオードに入力する光の位相を調整することで、生成されるテラヘルツ波の位相を制御できる^[2]。そこで、我々は、テラヘルツ波帯で動作する単一走行キャリアフォトダイオード(UTC-PD)およびアンテナをアレー化し、入力光の位相調整で、テラヘルツ波の指向性の増大を図っている。

この指向性を利用して提案した高セキュリティ無線通信の構成を図 1 に示す。伝えたい信号を(受信器での AND 演算で元の信号に戻るように)二つの信号に分離し、それぞれを光変調器で光信号に変換する。各光信号を異なる位置に配置した送信器まで光ファイバで伝送し、送信器において UTC-PD 及びアンテナによってテラヘルツ波に変換して受信器に向けて放射する。ここでアレー化した UTC-PD を用いることによりテラヘルツ波の指向性を高めている。受信器において二つの信号のコヒーレント検波 (=AND 演算)を行いもとの信号を復号する。このシステムにおいて、受信器は、二つのテラヘルツ波が重なり、かつデータ信号の位相が一致する位置にあることが必要である。以上のようなシステムが実現できれば、無線通信の物理層におけるセキュリティ向上が見込まれる。

3. 新たな復号法の構成

図 2 に今回検討した復号法の検証実験構成を示す。送信部では、四つのレーザと光ファイバケーブルを用いることで、周波数差 f_1 と f_2 の二つの光波ペアを生成する。それぞれの光波ペアに対してパルスパターンジェネレータで生成したデータ信号で強度変調し、別々の UTC-PD モジュールでフォトミキシングして、周波数が f_1 と f_2 の二つのテラヘルツ波を発生させた。これら二つのテラヘルツ波の復号可能エリアに受信器を設置し、両信号の AND 演算を行うことで元のデータに復号し、観測した。

今回検討した復号法は二段のミキサにより構成される。一段目のミキサによりテラヘルツ波をダウンコンバートし、フィルタやアンプなど信号処理が実現しやすい低い周波数の信号を得る。二段目のミキサの非線

形特性で両信号の AND 演算をし、データを復号する。今回は原理確認のためテラヘルツ波に代えて 10GHz 帯 (8.1GHz と 10.6GHz) を使い、これに 250Mbps データを乗せた。一段目のミキサで 6GHz のローカル周波数により 2.1GHz と 4.6GHz にダウンコンバートし、これらから二段目のミキサで 2.5GHz の信号を生成した。図 3 は二度ミキサされた 2.5GHz 信号の周波数スペクトルとその信号に乗せた 250Mbps データである。今回検討した構成で二度ミキサできることを確認した。

4. まとめ

無線通信における物理層でのセキュリティ向上を目標とした、テラヘルツ波ビームどうしの AND 演算によるデータ伝送方式において、受信器における二段ミキサを用いた復号法を検討し、10GHz 帯で所望の動作を確認した。

5. 謝辞

本研究は総務省 SCOPE(受付番号 195010002)、科研費基盤 A(JP20H00253)によるものです。

6. 参考文献

- [1]. K. Yamauchi, et al., ECOC2020, Th2.G-4.
- [2]. Y. Zhou, et al., OFC2018, Th2.C-2.

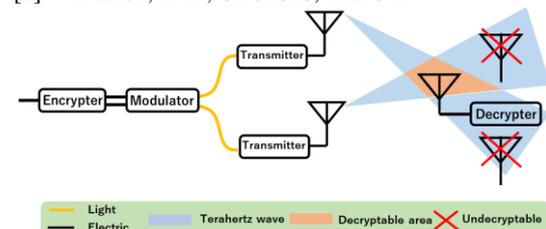


Fig. 1 Configuration of the physically encrypted THz wave communication system

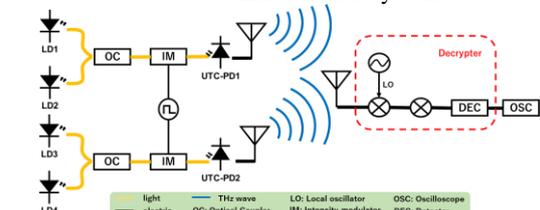


Fig. 2 The scheme of THz communication experiment with proposed decrypting method

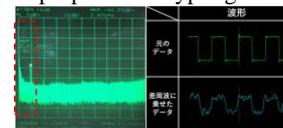


Fig. 3 The received signal spectrum and waveform using the proposal decrypting method under 2.5GHz