

ブロックチェーンと Bluetooth Low Energy を用いた勤怠管理システムの提案

大塚 主浩[†] 福富 哲平[†] 宮前 圭吾[†] 吉野 満理絵[†]共著：松崎 和賢[†][†] 中央大学 国際情報学部 国際情報学科

1. はじめに

ブロックチェーンは分散型ネットワークから成り、記録の改ざんや不正取引を防止しやすいという利点のため、ビットコインなどの暗号資産や NFT を支える技術として広く使用されている。一方、Bluetooth は 2009 年に低消費電力機能を搭載した Bluetooth Low Energy (以下、BLE) が、2016 年には多対多の通信を実現する Bluetooth Mesh がリリースされ、スマートホームやスマートビルディングにも使用されるようになった。また近年、この 2 つの技術を組み合わせた研究がされている。^{[1][2]}

2. 先行研究と課題

先行研究では、IoT ネットワークのゲートウェイが消費電力やセキュリティ等のボトルネックであることを課題に、解決手法としてブロックチェーンと BLE を組合わせたセットアップを提案している。^[3] Wi-Fi ネットワークと BLE ネットワークの消費電力、毎分パケットレートを比較すると、どちらも BLE の方が優れていることを示した。また、ブロックチェーンの分散技術によりセキュリティも強固なものとなった。しかし、この研究は実証・設計段階に留まっている。

また、社会的課題として勤怠管理がある。2019 年に働き方改革関連法が施行され、企業は従業員の労働時間の把握を義務付けられた。しかし、不正打刻や改ざんなどの課題が存在する。

そこで本研究では、先行研究が示した BLE ネットワークを基に、安価で不正や改ざんを防止できる勤怠管理システムを提案する。従来の勤怠管理システムにも、Bluetooth を使用する事例はあるが、今回の研究では個人が所有する端末を基に出退勤を判断する。ただし、実際の勤怠管理を行うことが出来なかったため、使用するデータは学籍番号及び固有端末アドレスとする。

3. 提案手法

図1に提案するシステムのネットワークを示す。システムは4台の Raspberry Pi ビーコンから構成される。各ビーコンは json ファイルに記述された他ビーコンの Bluetooth MAC アドレスを参照しペアリングを開始する。その後、ビーコン周辺にあるスマー

トフォンなどの端末をスキャンし、情報を取得する。その際、予め登録された端末情報以外は取り除く。その後、ビーコン間でデータの送受信を行う。

ビーコン間のデータ送受信については、送信と受信待ちの処理が重なるとエラーになるため、4台同時で実行することが不可能であった。そのため、時間差を設けて送受信を行う方式を採用した。送受信がすべて完了した後、データをブロックチェーンに追加し処理が終了する。

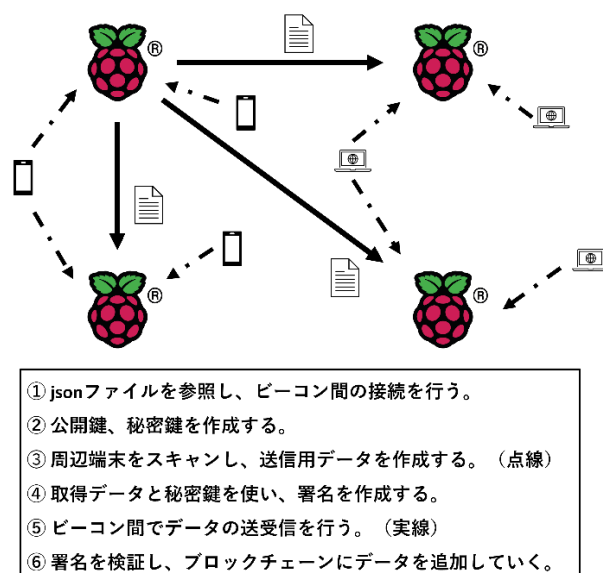


図 1: ネットワーク構成イメージ

4. 評価・実証

本システムが正常に作動するのか分散化と実用性に焦点を当てて、評価実証を行った。メインプログラムを実行した結果、ビーコン間の接続を確立し、周辺機器のデータを取得、共有できた。また、ブロックチェーンについてもブロックが生成されていることを確認できた。ただし、全てのビーコンでデータを共有、統一するまでに約 5 分を要した。これに関しては、今後の改善が必要となる。このことから、分散化は実現できたが、同期性の観点から実用性は不十分であると言える。以下、図 2、図 3 に実行結果を示す。

```

itl2022@raspberrypi:~/BLE_Blockchain $ python main1.py
['E4:5F:01:25:11:B6', 'E4:5F:01:B2:20:02', 'E4:5F:01:B2:1F:E5']
学籍番号      bt_addr      備考 device_name
0  19G110001  FC:66:CF:BE:10:BF  iphone12(落ちないデータ)  NaN
1  19G110002  AFBADSAD  存在しないデータ(落ちる)  NaN
Changing discoverable on succeeded
trying to connect to E4:5F:01:25:11:B6 on PSM 0x4097
送信完了
trying to connect to E4:5F:01:B2:20:02 on PSM 0x4097
送信完了
trying to connect to E4:5F:01:B2:1F:E5 on PSM 0x4097
送信完了
Changing discoverable on succeeded
送信されてくるデータを待ってます

```

図 2: BLE 通信の成功

```

{
  "block_index": 1,
  "block_time": "2022-07-13 13:52:24",
  "block_header": {
    "prev_hash":
"747bc42088cf0b3915982af289189e8f14d3325a7d594bc2d30a7
014a536cb13",
    "tran_hash":
"5fefbc8128db658dc362b22fcfee2cfae1a1c2533a6c4391486f7
0d4c931c07f"
  },
  "tran_counter": 2,
  "tran_body": {
    "input": {
      "GAC": "19G0001005D"
    },
    "output": {
      "MAC": "73:57:EE:08:6F:85"
    }
  }
},
{
  "block_index": 2,
  "block_time": "2022-07-13 13:52:24",
  "block_header": {
    "prev_hash":
"5fefbc8128db658dc362b22fcfee2cfae1a1c2533a6c4391486f7
0d4c931c07f",
    "tran_hash":
"a24ce7e4f4058b7cd4bfe92c129bf7031615d9ea1395b6bb1f914
acf77bd60b4"
  },
  "tran_counter": 2,
  "tran_body": {
    "input": {
      "GAC": "19G0002002K"
    },
    "output": {
      "MAC": "2E:FA:10:17:35:8A"
    }
  }
},

```

図 3: ブロックチェーンの成功

5. まとめ

本研究では、BLEとブロックチェーンを用いた勤怠管理システムを提案した。既存の勤怠管理システムにもBluetoothを用いたものはあるが、個人端末固有の識別子を用いる点に新規性があると考える。また、ビーコンにRaspberry Piを使用しているため比較的安価で制作、使用が可能である。しかしながら、実社会で使用する段階には及んでいないため更なる機能の改善、拡充が必要である。

6. 参考文献

- [1] ZiXi Hee and Iftekhar Salam. Blockchain based Contact Tracing: A Solution using Bluetooth and Sound Waves for Proximity Detection. Cryptology ePrint Archive, 2022.
- [2] Athanasios Kalogiratos and Ioanna Kantzavelou. Blockchain Technology to Secure Bluetooth. University of West Attica, 2022.
- [3] Marc Jayson Baucas, Petros Spachos. "Permissioned Blockchain-Driven Internet of Things Gateway Using Bluetooth Low Energy", 2020.
- [4] ブロックチェーン実践入門 -ビットコインからイーサリアム, DApp開発まで- Bikramaditya Singhal, Gautam Dhameja and Priyansu Sekhar Panda. 面和成 訳, オーム社, 2020年.
- [5] 瀧本往人, 基礎からわかる「Bluetooth」(第3版), I/O編集部, 工学社, 東京都, 2021年.