

令和2年4月10日

調査研究成果報告書

調査研究課題名 「地域オープンデータの情報セキュリティ基盤構築に向けた AI カメラセンサー・ポッド
／FIWARE によるデータ収集システムの実用性評価」

調査研究代表者:米谷雄介(香川大学)、調査研究提案者:林 敏浩(香川大学)

調査研究期間:令和元年9月2日 ~ 令和2年3月31日

< 概要 >

カメラで撮影した写真に写った任意の物体の数を計測でき、継続的な計測によって物体数の変動をオープンデータ化できる AI カメラセンサー・ポッドを開発し、実用性を評価した。調査研究の骨子は以下の通りである。

1. AI カメラセンサー・ポッドおよびオープンデータ収集システムの設計

エッジ AI コンピューティング・デバイスを用いた AI カメラセンサー・ポッド、および、それに高松市スマートシティプロジェクト『スマートシティたかまつ』IoT 共通プラットフォームを組み合わせたオープンデータ収集システムの設計をおこなった。

2. 実証実験の方法

計数対象を「人」とし、高松市役所市民課窓口で試験運用をおこなった。2020年1月6日～2020年5月1日までの間、継続的に稼働させた。

3. AI カメラセンサー・ポッドの実装と試験運用における条件

エッジ AI コンピューティング・デバイスとして、Jetson Nano [12]および Jetson AGX Xavier[13]を利用した。前者は予備的な動作実験において、発熱などの影響によると思われるデバイスの停止が観察されたため、3分間隔でのデータ収集とした。後者はより高性能なデバイスであり、20秒間隔でデータ収集を行うことができた。

4. 実証実験の結果

Jetson AGX Xavier により収集された履歴データの分析により、高松市役所市民課窓口の事例としては、推定誤差は一定の範囲に収まっていることがわかり、来舍するかどうかの意思決定においては利用可能であることがわかった。また本データを市民課担当者に共有しインタビューしたところ実態を反映していることや、市役所に設置されている防犯カメラで撮影されたビデオ映像の解析に本手法を活用できる可能性を確認した。

5. オープンデータ提供

四国情報通信懇談会の会員がデータにアクセスできるようにした。IoT 共通プラットフォームの実証環境[9]が稼働している間は利用可能である

以下、各項目について詳述する。

1. AI カメラセンサー・ポッドおよびオープンデータ収集システムの設計

エッジ AI コンピューティング・デバイスを用いた AI カメラセンサー・ポッド、および、それに高松市スマートシティプロジェクト『スマートシティたかまつ』IoT 共通プラットフォームを組み合わせたオープンデータ収集システムの設計をおこなった。

1.1 本調査の目的

近年、ビッグデータを利活用した、新ビジネスの創出や社会課題の解決への期待が高まっており、企業には組織の壁を超えてデータを共有・活用し、新たな付加価値を生む取組みであるデータ駆動型イノベーション (Data Driven Innovation: DDI) が求められている[1]。都市システムの効率を高め、新たなビジネス機会を可能にし、都市ガバナンスを向上させる DDI として、データ利活用型スマートシティがある。

データ利活用型スマートシティとは、データの利活用を通じて都市の課題を分野横断的に解決することを目指すまちづくりのモデルである[2]。スマートシティを目指す世界の主要な都市プロジェクトとして、Smart Santander、City of Things、IoT-LAB、Bristol Is Open などが挙げられる。Smart Santander は、スペインの観光地であるサンタンデル市で慢性的な渋滞や公共サービスのコスト増加などの社会課題に対して IoT による課題解決を統合的に進めることで、市が抱える多くの課題を効率的に解決したプロジェクトである[3]。このプロジェクトを通じてサンタンデル市は IoT プラットフォームを導入し、センサーを市内中に設置した。駐車場に設置したセンサーからは、ドライバーに空車情報を共有することでドライバーが駐車場を探す時間などが短縮され、交通渋滞が緩和され、IoT センサー導入前に比べて交通渋滞が約 80 %削減された。他にも、ゴミ箱に設置したゴミの集積センサーからゴミ収集の最適ルートを出し、人件費などのコストを約 15 %削減したほか、公共バスの位置情報やリアルタイムの店舗情報を提供するアプリの開発により、全市民の 15 %がアプリを活用して市内の回遊性・経済効果が向上している。

四国においても、香川県高松市、愛媛県新居浜市、愛媛県西条市などでスマートシティの構築が進められている。香川県高松市においては、スマートシティプロジェクト「スマートシティたかまつ」が 2017 年にスタート[4]し、EU (European Union) において共同で開発された IoT 共通プラットフォーム (以下、IoT 共通 PF と略記) FIWARE (Future Internet WARE) [5]を日本で初めて導入するなど先駆的に活動している。

スマートシティの推進における要となるのがオープンデータである。都市のステークホルダーがお互いに共有できるデータは共有し、他社が保有するデータと自社の保有するデータとを掛け合わせて分析することによって新たな価値創出が期待される。高松市ではオープンデータサイト「オープンデータたかまつ [6]」を開発し、自治体が保有しているデータのオープンデータ化を進めている。ここに官のデータだけでなく民のデータを載せていくことで、官民データの連携が期待される。

以上の背景を踏まえ、我々は、スマートシティを推進するために、有用なデータをできるだけ簡便に収集できるシステムを開発することが組織のデータ提供を促進し、官民データの利活用を促進すると考えた。近年では、エッジコンピュータの計算性能が高まり、エッジ側でのディープラーニング等の AI アルゴリズム演算 (エッジ AI コンピューティング) が可能になってきている。AI を活用することで有用なデータを収集することができると考えられる。以上の検討に基づき、本調査では、エッジ AI コンピューティング・デバイスと IoT 共通 PF (FIWARE) を組み合わせたオープンデータ収集システムを開発し、その実用性を評価することを目的とした。

1.2 AI カメラセンサー・ポッドのコンセプト

AI技術の応用例の一つとして物体検知が挙げられる。図1は物体検知の例である。ディープラーニングを用いたYOLOv3[7]を用いている。異なる種類の物体を同時に検知することができ、学習済みモデルを差し替えることによってさまざまな物体の検知が可能である。物体検知結果は、各物体に対して物体の種類(ラベル)と写真に描かれている矩形の座標がセットで推定され、リストとして出力される。

本リストから特定の物体の種類を検索し、数えることで、写真に含まれる物体の計数が可能である。このような物体の計数データは有用性がある。例えば、計数対象とする任意の物体を「人」とすると、窓口にいる人の数を取得することで、その窓口の混雑度を知ることができる。任意の物体を「車」とすると、駐車場の車の数を取得することで、その駐車場の空き状況を知ることができる。カメラを使って撮影するため、対象とする物体によっては個人情報などのプライバシーの問題が懸念されるが、撮影した画像から検出した物体の数のみを機械処理によって抽出しIoT共通PFに送信することで、プライバシーの問題を回避することができると考えられる。以上のことから、任意の物体を計数し、その数をリアルタイムでオープンデータ化する機能は有益であると考えられる。

本調査では、本機能を搭載したカメラシステムをAIカメラセンサー・ポッドと呼ぶ。

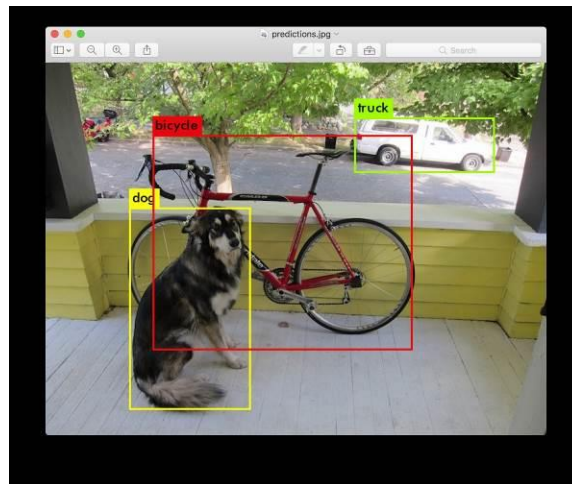


図1 YOLOv3を利用した物体検知の例[8]

(出典: <https://pjreddie.com/darknet/yolo/>)

1.3 AI カメラセンサー・ポッドと FIWARE を組み合わせたオープンデータ収集システム

IoT 共通 PF はクラウドサービスとして提供され、コンテキスト管理や履歴管理などの各種サブシステムが相互に連携して動作する。図2にスマートシティたかまつで導入されているIoT 共通 PF のサブシステム群を示す。図2の下側にデータを生成するデバイスやアプリケーションを配置し、上側に収集したデータを活用してサービスとして展開するデバイスやアプリケーションを配置して示している。データを生成する側、データを活用する側のいずれもアクセストークンとコンテキストリクエストをIoT 共通 PF に送ることによって、PF 内部で処理が実行され、データの登録やデータの取得ができるようになっている。

図3に、AI カメラセンサー・ポッドおよびIoT 共通 PF を組み合わせたオープンデータ収集システムの構成を示す。利用者は事前に AI カメラセンサー・ポッドに計数したい物体の種類や学習済みモデルを登録する。続いて、利用者は、撮影したい場所に AI カメラセンサー・ポッドを設置し、起動する。AI カメラセンサー・ポッドは自動的に写真撮影を行い、物体検知アルゴリズムによって利用者の指定した種類の物体を計数する。AI カメラセンサー・ポッドは自身の ID と計数結果を合わせ、IoT 共通 PF に送信する。

IoT 共通 PF では、AI カメラセンサー・ポッドから送信されたデータを受け取り、コンテキスト管理機能や履歴管理機能によってデータを蓄積する。

データを活用する際には、IoT 共通 PF にリクエストを送り、蓄積されているデータを取得する。取得したデータを集計・分析することによってエンドユーザに対してサービスを提供することができる。

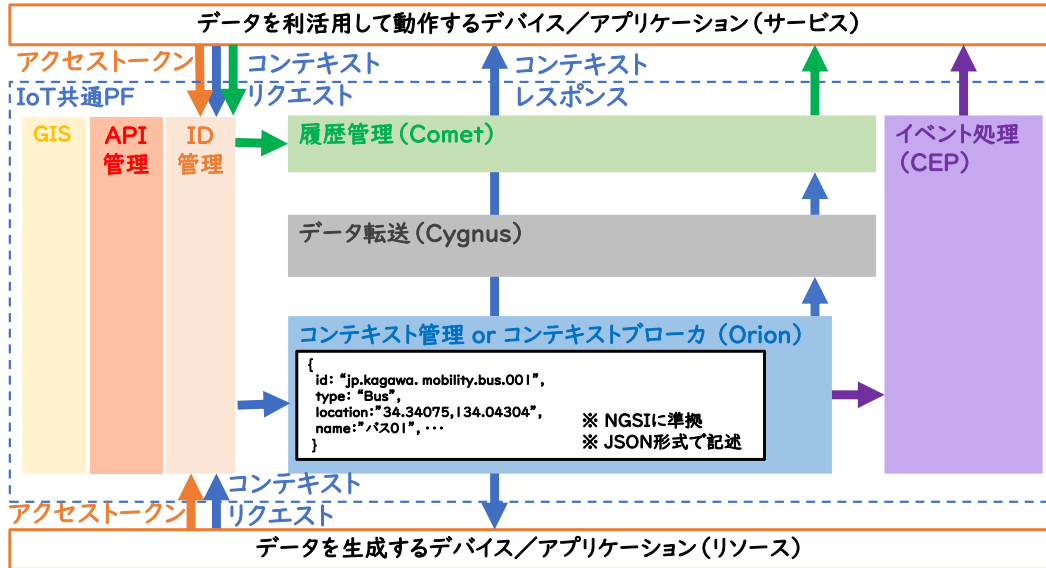


図2 スマートシティたかまつで導入されているIoT共通PFの構成[9]

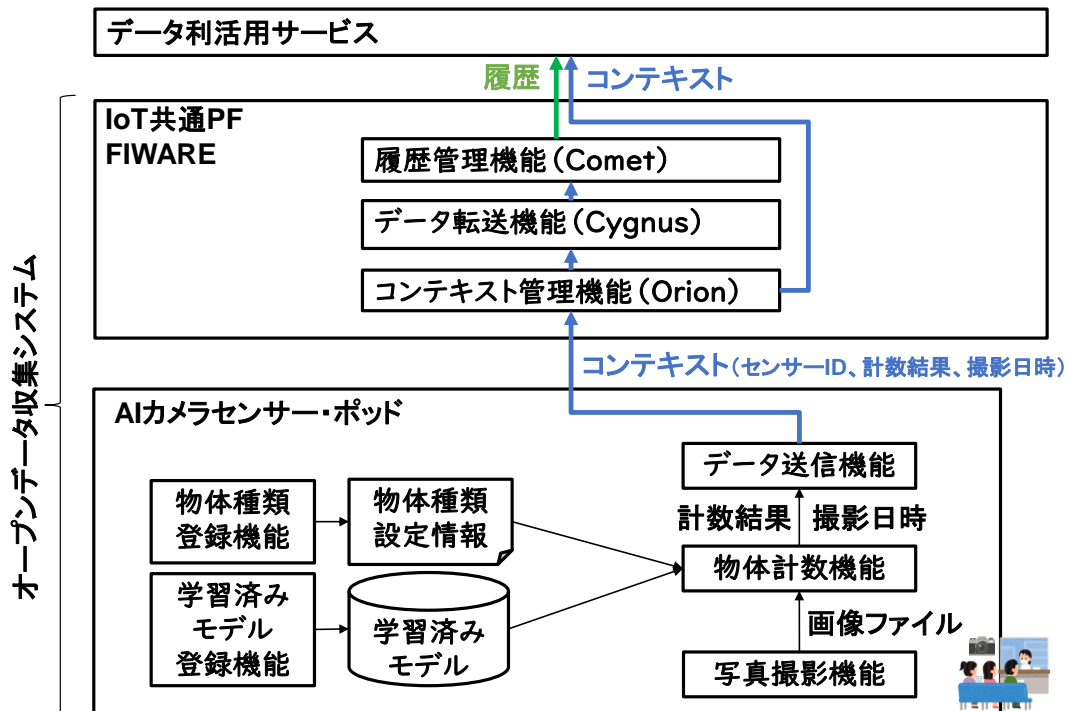


図3 AIカメラセンサー・ポッドとIoT共通PFによるオープンデータ収集システム

2. 実証実験の方法

計数対象を「人」とし、高松市役所市民課窓口で試験運用をおこなった。2020年1月6日～2020年5月1日までの間、継続的に稼働させた。

2.1 計数対象を「人」とした理由

設計した AI カメラセンサー・ポッドは学習済みモデルを置き換えることによって異なる種類の物体の計数をおこなうことができる。また後述する今回の実証実験で用いた COCO データセット[10]では 80 種類の物体を計数することができる。いくつかの選択肢がある中で今回、本調査では「人」を計数対象とした。

その理由として、「人」の数を自動的に計測することは、様々な利用場面が想定されるためである。例えば、窓口の待ち人数を履歴として蓄積することで混雑度の傾向を知ることができ、窓口担当者の人員配置や利用者に対する案内に利用することができる。また 2020 年初頭から感染が拡大している新型コロナウイルスへの対応を考えると、混雑度がわかることで特定の場所に近づかないようにするなどの意思決定につながる。さらには、乗り物や観光地に設置すると、各時間帯の混雑度を測定することにつながり、人員の最適配置につながる。

2.2 高松市役所市民課窓口における試験運用

高松市役所市民課窓口受付の流れは以下のとおりである[11]。

- (1) 記載台で必要な証明書などの交付申請書を記入
- (2) 受付番号札発券機で受付番号札を取り一旦待つ
- (3) 受付番号表示モニタ、受付窓口番号パネルに番号が表示
- (4) 受付後、証明書など発行する場合、交付番号札を受取る
- (5) 手続き完了後、再び番号が呼ばれるまで待つ

証明書発行手続きにおいては待ち時間が発生する。待ち人数を時々刻々のデータとして蓄積することで、比較的空いている曜日・時間帯をデータに基づき特定することができるようになる。

本調査では、高松市役所の協力を得て、試験運用をおこなった。その結果、得られたデータから提案したオープンデータ収集システムの有用性を評価することとした。

2.3 試験運用における撮影範囲および AI カメラセンサー・ポッドの設置位置

図4に AI カメラセンサー・ポッドで撮影する範囲を示す。この場所は、高松市役所市民課窓口の前に位置する待合所である。市民は証明書発行申請を行った後、証明書が発行されるまでこれらの場所で待機する。

AI カメラセンサー・ポッドの設置位置はこの範囲全体を撮影することができる場所を選定した。その結果、市民課の窓際に存在するロッカーの上が障害物等の影響も少なく適していると判断した。



図 4 本調査における撮影範囲



図5 AI カメラセンサー・ポッドの設置場所

3. AI カメラセンサー・ポッドの実装と実証実験における条件

エッジ AI コンピューティング・デバイスとして、Jetson Nano [12]および Jetson AGX Xavier[13] を利用した。前者は予備的な動作実験において、発熱などの影響によると思われるデバイスの停止が観察されたため、3 分間隔でのデータ収集とした。後者はより高性能なデバイスであり、20 秒間隔でデータ収集を行うことができた。

3.1 AI カメラセンサー・ポッドのハードウェア構成

図6に Jetson Nano を用いた AI カメラセンサー・ポッドのハードウェア構成を示す。これら以外に通信用の Wi-Fi ルータを設置した。Jetson AGX Xavier も同様であり、図6に示されている Jetson Nano を置き換える形であった。Jetson AGX Xavier の外観を図7に示す。



図6 AI カメラセンサー・ポッドのハードウェア構成

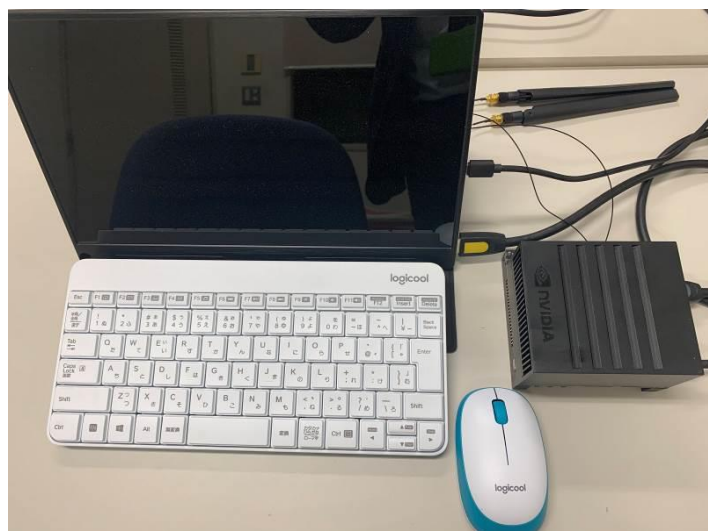


図7 Jetson AGX Xavier の外観

3.2 AI カメラセンサー・ポッドのソフトウェア構成

図3の機能を実装した。まず物体種類登録機能および学習済みモデル登録機能については、今回は手動で行った。学習済みモデルは COCO データセット[10]を用いる。物体の種類である「人」を指定するため、COCO データセットにおけるラベルである “person” をプログラム中に書き込んだ。

プログラミング言語には Python2.7 を利用した。写真撮影機能の実装においては OpenCV[14]を利用した。物体検知には YOLOv3 を搭載した darknet[8]を利用した。バイナリプログラムである darknet を Python プログラムから呼出し、物体検知結果を Python で受け取り、集計処理等は Pythonで行った。データ送信機能は、スマートシティたかまつの IoT 共通 PF 利用ガイド[9]に基づき、実装を行った。

3.3 データ収集における条件

高松市役所に設置する前の予備的な検証によって、darknet を利用した物体検知には Jetson AGX Xaveir で 8 秒、Jetson Nano で 15 秒かかることがわかった。また、一定間隔で物体検知を行い、計数するという処理を繰り返し行ったところ、Jetson Nano では間隔を短いと発熱により動作が停止することがわかった。本不具合についてはデバイスの個体に内在している不具合や物体検知アルゴリズムの計算精度の設定なども要因として考えられるが、チューニングについては別の機会とし、継続稼働可能な間隔を模索した。以上の検証に加えてデータ送信にかかる時間も含め、Jetson Nano については 3 分間隔、Jetson AGX Xavier では 20 秒間隔で物体検知を行うこととした。

Jetson Nano および Jetson AGX Xavier のそれぞれにつき 2 ヶ月間の測定期間を設けた。Jetson AGX Xavier の調達に時間を要したため、Jetson Nano の実証期間を 1 月、2 月、Jetson AGX Xavier の実証期間を 3 月、4 月とした。

4. 実証実験の結果

Jetson AGX Xavier により収集された履歴データの分析により、高松市役所市民課窓口の事例としては、推定誤差は一定の範囲に収まっていることがわかり、来舍するかどうかの意思決定においては利用可能であることがわかった。また本データを市民課担当者に共有しインタビューしたところ実態を反映していることや、市役所に設置されている防犯カメラで撮影されたビデオ映像の解析に本手法を活用できる可能性を確認した。

4.1 物体検知の様子

図8は、物体検知を行っている様子である。なお、高松市役所に設置するための条件として、計数後の写真は破棄するようにしている。ここで図8は個人が特定されないように画像に劣化処理を施した上で掲載している。

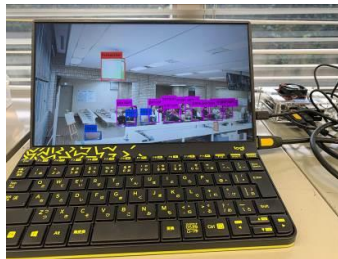


図8 物体検知の様子

4.2 実証実験においてデータ欠損、精度劣化につながった不測の原因

試験運用中、停電および窓口設備に変更が発生し、データ欠損の発生または正確な測定ができていない期間が発生した。表1に期間および原因を示す。これらの事実について、事前に調査担当者が予測できず、やむなく対処できなかった。

表1 実証実験におけるデータ欠損、精度劣化につながった不測の原因

期間	原因
2020/2/8~2020/2/14	2/8 に高松市役所の停電があり、システムがダウンした。本調査では死活監視機能は実装していなかったため、発見が遅くなった。
2020/4/15~2020/5/1	新型コロナウイルス飛沫防止のためのビニールが窓口に張られたため、死角が発生した。(人数が少なく見積もられる)

4.3 計数結果

付録 A に Jetson Nano を利用した際の計数結果を、付録 B に Jetson AGX Xavier を利用したときの計数結果を示す。ともに 2 か月間継続稼働ができていることがわかる。また、Jetson AGX Xavier のデータをみると、計数誤差は一定範囲に収まっていることが確認できる。

表2、表3、図9、図10に測定日ごとに集計した結果を示す。この結果から週明けの営業日は待ち人数が増える傾向が読み取れる。Jetson Nano の計測結果(1月、2月)に比べて、Jetson AGX Xavier の計測結果(3月、4月前半)では全体的に推定人数が増加している様子が確認された。この要因につ

いては、現在調査中であり、市民課担当者に本データを共有し、インタビューや実際の交付申請数と突合するなどして要因を明らかにする予定である。なお、4月15日以降では平均値が著しく低下しているが、これは4.2で説明した新型コロナウイルス対応によるものである。

表2 Jetson Nano による推定人数の営業時間内(8:30~17:00)における集計結果

日付	曜日	平均値	標準偏差	ピーク値	備考
2020/1/6	月	10.8	4.5	20	仕事始め
2020/1/7	火	7.9	3.7	17	
2020/1/8	水	6.6	2.8	14	
2020/1/9	木	7.6	3.1	15	
2020/1/10	金	6.8	2.9	13	
2020/1/14	火	9.5	3.2	16	3連休明け
2020/1/15	水	8.4	3.4	16	
2020/1/16	木	7.5	3.5	16	
2020/1/17	金	7.3	3.1	15	
2020/1/20	月	9.0	4.2	17	週明け
2020/1/21	火	6.7	3.0	13	
2020/1/22	水	8.2	3.9	16	
2020/1/23	木	5.1	2.5	12	
2020/1/24	金	7.1	3.1	16	
2020/1/27	月	8.4	3.8	17	週明け
2020/1/28	火	6.2	2.8	17	
2020/1/29	水	6.7	3.2	15	
2020/1/30	木	6.4	3.3	15	
2020/1/31	金	6.5	3.2	15	
2020/2/3	月	8.3	4.0	19	週明け
2020/2/4	火	6.2	2.8	12	
2020/2/5	水	6.2	2.9	12	
2020/2/6	木	6.2	2.7	14	
2020/2/7	金	6.5	2.9	13	
2020/2/17	月	8.9	3.4	16	週明け
2020/2/18	火	7.0	3.3	15	
2020/2/19	水	6.9	3.2	15	
2020/2/20	木	6.4	2.9	13	
2020/2/21	金	7.2	3.4	15	
2020/2/25	火	10.3	4.1	22	3連休明け
2020/2/26	水	8.3	3.6	17	
2020/2/27	木	8.4	3.3	17	
2020/2/28	金	7.0	3.2	14	

表3 Jetson AGX Xavier による推定人数の営業時間内(8:30~17:00)における集計結果

日付	曜日	平均値	標準偏差	最大値	備考
2020/3/2	月	13.6	5.4	29	週明け
2020/3/3	火	11.3	4.9	24	
2020/3/4	水	10.2	5.2	28	
2020/3/5	木	10.2	4.3	22	
2020/3/6	金	11.4	4.5	24	
2020/3/9	月	13.9	5.0	25	週明け
2020/3/10	火	12.7	4.5	25	
2020/3/11	水	12.7	6.2	29	
2020/3/12	木	10.8	4.4	24	
2020/3/13	金	9.9	4.3	26	
2020/3/16	月	15.4	5.8	28	週明け
2020/3/17	火	10.7	4.3	22	
2020/3/18	水	11.7	5.6	28	
2020/3/19	木	12.8	5.4	25	
2020/3/23	月	20.1	6.8	34	3連休明け
2020/3/24	火	13.6	4.5	24	
2020/3/25	水	14.4	5.3	28	
2020/3/26	木	15.9	4.4	28	
2020/3/27	金	12.9	5.0	27	
2020/3/30	月	16.9	5.8	32	週明け
2020/3/31	火	14.0	5.8	29	
2020/4/1	水	11.8	5.0	25	
2020/4/2	木	12.9	4.9	24	
2020/4/3	金	13.0	5.0	26	
2020/4/6	月	15.0	5.2	28	週明け
2020/4/7	火	10.3	4.9	24	
2020/4/8	水	9.2	3.7	21	
2020/4/9	木	7.0	3.3	16	
2020/4/10	金	8.5	4.1	20	
2020/4/13	月	8.6	4.4	22	
2020/4/14	火	7.5	3.9	20	
2020/4/15	水	4.1	3.5	19	新型コロナウイルス対策により、市民課窓口にてビニールの飛沫防止措置が行われ、死角が発生した。
2020/4/16	木	3.1	2.5	13	
2020/4/17	金	2.7	2.1	13	
2020/4/20	月	5.3	3.5	18	
2020/4/21	火	3.4	2.6	14	
2020/4/22	水	4.5	3.6	20	
2020/4/23	木	3.8	2.8	15	
2020/4/24	金	4.4	3.5	18	
2020/4/27	月	5.7	3.5	17	
2020/4/28	火	2.9	2.5	14	
2020/4/30	木	5.3	4.1	21	
2020/5/1	金	5.8	3.8	17	

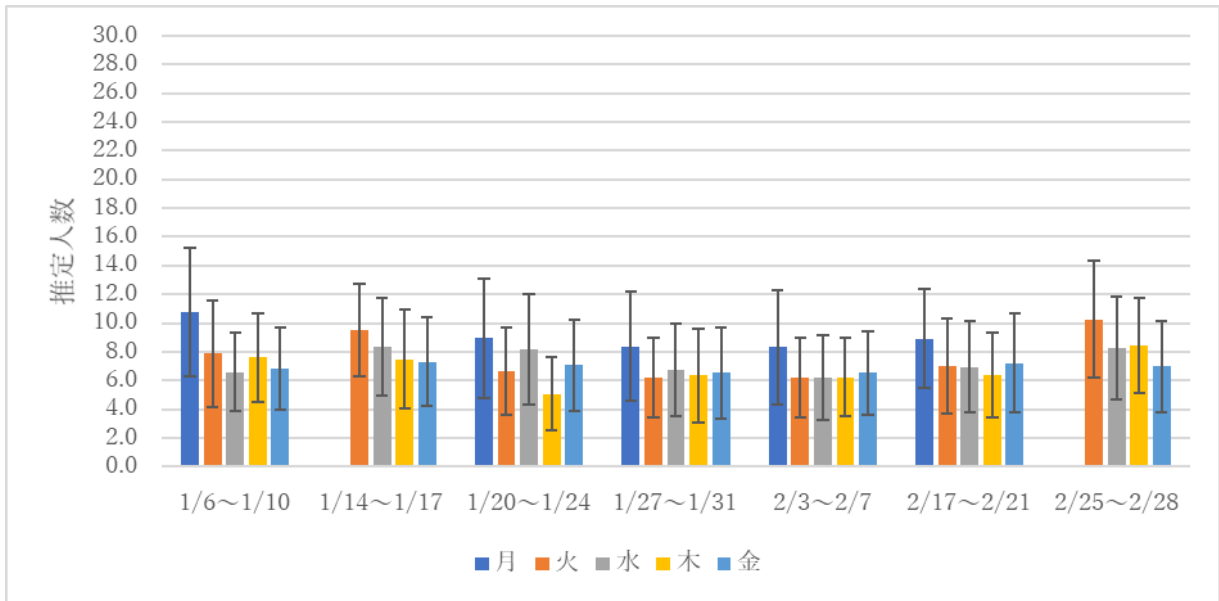


図9 Jetson Nano による推定人数の平均値の推移(2020年1月6日~2月28日)

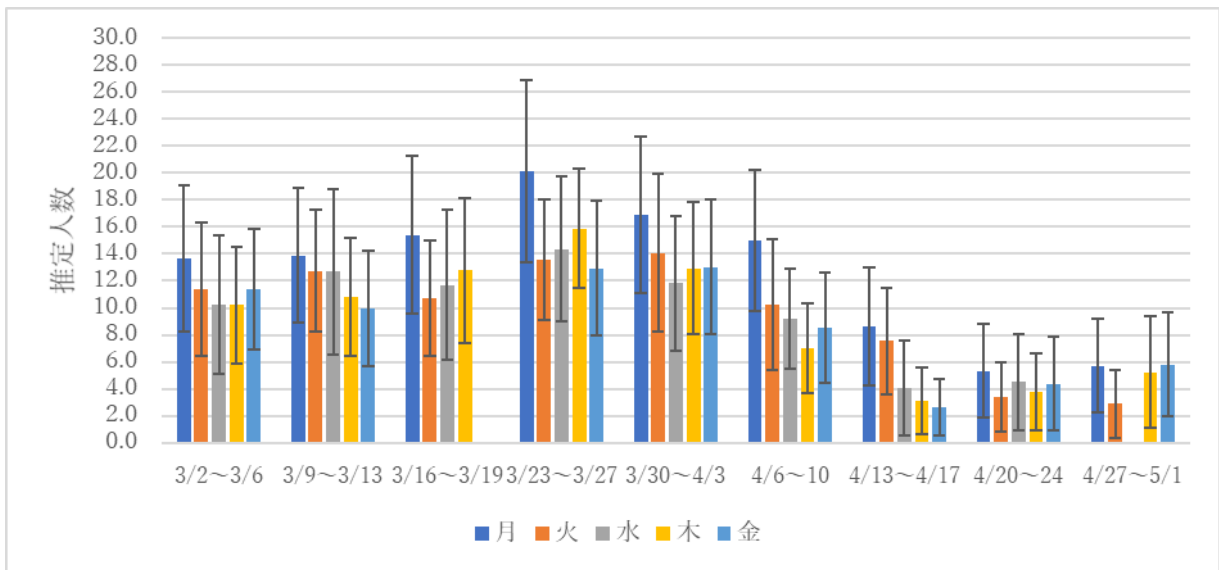


図10 Jetson AGX Xavier による推定人数の平均値の推移(2020年3月2日~5月1日)

4.4 計数データの妥当性の検証

高松市役所市民課に依頼し、1月分について1日当たりの交付申請数や証明書発行数を入手した。これらのデータは日単位での集計値になるため、推定人数の日ごとの平均値との相関係数を計算した。図11、図12に散布図を示す。これらを見てわかるように、高い相関が確認できる。このことから Jetson Nano による推定人数は実際の傾向を反映していることがわかった。ただし、4.3節に示したようなデバイスの変更後の推定人数の増加傾向から、恒常的な誤差が発生している可能性がある。これについては追跡調査を行う予定である。

表4 Jetson Nano による推定人数および交付申請数、証明書発行数

日付	曜日	平均値	交付申請数	証明書発行数	備考
2020/1/6	月	10.8	811	1067	仕事始め
2020/1/7	火	7.9	719	940	
2020/1/8	水	6.6	630	794	
2020/1/9	木	7.6	654	866	
2020/1/10	金	6.8	632	832	
2020/1/14	火	9.5	740	958	3連休明け
2020/1/15	水	8.4	671	903	
2020/1/16	木	7.5	684	873	
2020/1/17	金	7.3	639	866	

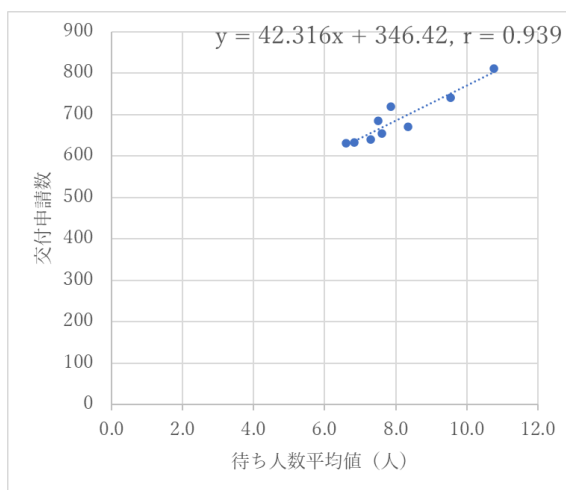


図11 待ち人数と交付申請数との関係

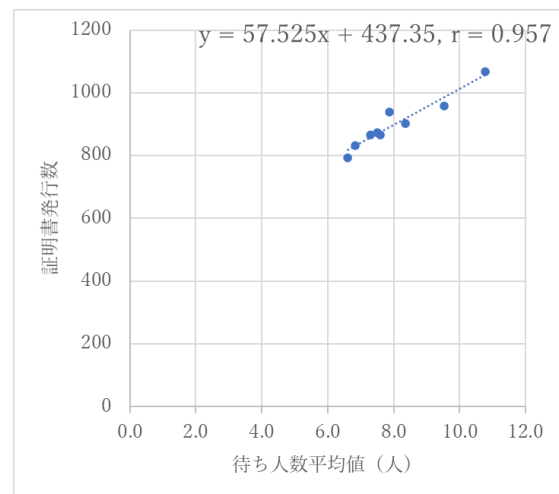


図12 待ち人数と証明書発行数との関係

4.5 高松市役所市民課管理職へのインタビュー

付録Aのデータを高松市役所市民課管理職に提示しインタビューを行った。実施時期は2020年1月23日(木)であり、その時点までに測定されたデータを提示した。その結果、管理職の視点から推定人数はおおよそ実態を反映しているという評価を得た。

また、カメラの設置位置について議論をした際に、市役所等の建物では防犯の目的でカメラが設置されており、それが活用できる可能性が示唆された。防犯カメラは天吊りで設置されており、障害物の影響が少なくより広範囲を撮影することができる。また防犯カメラで撮影された映像は、一定期間の間、セキュリティを保った状態で市役所内のサーバに蓄積される。本システムは人を数える際に個人情報破棄するため、この映像を利用することで、人数の計数が可能なのではないかと考えられる。今後、既設の防犯カメラの活用についても検討する価値があると考えられる。

5. オープンデータ提供

四国情報通信懇談会の会員がデータにアクセスできるようにした。IoT 共通プラットフォームの実証環境[9]が稼働している間は利用可能である

5.1 履歴データ検索サービス

IoT 共通 PF のサブシステムである Comet と連動し、データを収集できるサービスを開発した。AI カメラセンサー・ポッド収集データ API ならびに履歴データ検索機能を四国情報通信懇談会の会員向けに提供する。

本 API へのリクエストは、IoT 共通 PF の API に直接アクセスするよりも簡素化している。レスポンスについては Comet からレスポンスそのものを転送するようにしている。ただし API にアクセスするためには、プログラミングが必要となることから、どのようなデータが収集できるのかをより簡便に確認できるように履歴データ検索機能は Web ページとして提供している。

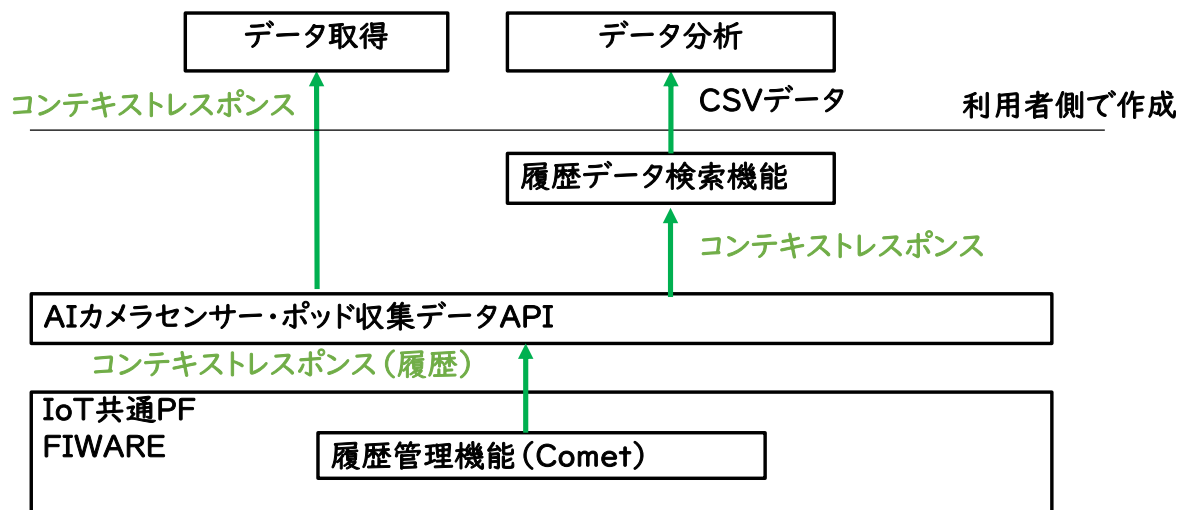


図 13 履歴データ検索用サービスの構成

5.2 履歴データ検索サービスの利用方法

履歴データ検索機能をもつ Web ページを図 14 に示す。以下の URL を Web ブラウザで開くことで本ページへアクセスできる。

<https://komelabo.sakura.ne.jp/smartcity/ui/tak-ctr-crowd.html>

本ページで検索を行うと図 15 のように検索結果が表示される。各パラメータの詳細についてはスマートシティたかまつ IoT 共通 PF 実証環境[9]の利用ガイドを参照していただきたい。利用ガイドへのリンクが本ページに埋め込まれている。

高松市役所市民課窓口待機人数履歴データを取得する (Comet v1.0)

パラメータ設定

項目	クエリ	値	説明 (値例)
エンティティタイプ	entityType	Lounge ▼	Lounge
エンティティID	entityId	jp.kagawa.takamatsu.municipalOffice.lounge.0001 ▼	jp.kagawa.takamatsu.municipalOffice.lounge.0001
属性名	attrName	peopleCount ▼	peopleCount,timestamp
最新N件	lastN	1000	履歴内の最新 N 件を取得。hLimit および hOffset が指定されていない場合は必須パラメータ (例: 1000)
履歴数	hLimit		1レスポンスあたりの履歴数。lastN が指定されていない場合は必須パラメータ (例: 1000)
履歴データの検索オフセット	hOffset		履歴データの検索オフセット。lastN が指定されていない場合は必須パラメータ (例: 20000)
検索開始日時	dateFrom		履歴データの検索開始日時。タイムゾーンはUTC。(例: 2020-01-06T15:00:00Z)
検索終了日時	dateTo		履歴データの検索終了日時。タイムゾーンはUTC。(例: 2020-01-07T15:00:00Z)
データフォーマット	filetype		履歴データのフォーマットを変更。csv のみサポート (csv)

※パラメータの詳細説明は [コチラ](#) (IoT共通プラットフォーム実証環境:「アプリケーション開発ガイド (データ分析参照編)」)

[データを取得する](#)

データ取得結果 (最大10000件表示)

図 14 履歴データ検索 Web ページ

高松市役所市民課窓口待機人数履歴データを取得する (Comet v1.0)

パラメータ設定

項目	クエリ	値	説明 (値例)
エンティティタイプ	entityType	Lounge ▼	Lounge
エンティティID	entityId	jp.kagawa.takamatsu.municipalOffice.lounge.0001 ▼	jp.kagawa.takamatsu.municipalOffice.lounge.0001
属性名	attrName	peopleCount ▼	peopleCount,timestamp
最新N件	lastN	1000	履歴内の最新 N 件を取得。hLimit および hOffset が指定されていない場合は必須パラメータ (例: 1000)
履歴数	hLimit		1レスポンスあたりの履歴数。lastN が指定されていない場合は必須パラメータ (例: 1000)
履歴データの検索オフセット	hOffset		履歴データの検索オフセット。lastN が指定されていない場合は必須パラメータ (例: 20000)
検索開始日時	dateFrom		履歴データの検索開始日時。タイムゾーンはUTC。 (例: 2020-01-06T15:00:00Z)
検索終了日時	dateTo		履歴データの検索終了日時。タイムゾーンはUTC。 (例: 2020-01-07T15:00:00Z)
データフォーマット	filetype		履歴データのフォーマットを変更。csvのみサポート (csv)

※パラメータの詳細説明は [コチラ](#) (IoT共通プラットフォーム実証環境:「アプリケーション開発ガイド (データ分析参照編)」)

[データを取得する](#)

データ取得結果 (最大10000件表示)

受信日時,属性タイプ,属性値

```

2020-05-01T02:44:46.522Z,Number,9
2020-05-01T02:45:06.869Z,Number,9
2020-05-01T02:45:26.765Z,Number,13
2020-05-01T02:45:46.586Z,Number,8
2020-05-01T02:46:06.981Z,Number,7
2020-05-01T02:46:26.535Z,Number,8
2020-05-01T02:46:47.037Z,Number,8
2020-05-01T02:47:06.676Z,Number,3
2020-05-01T02:47:25.922Z,Number,10
2020-05-01T02:47:45.995Z,Number,6
2020-05-01T02:48:06.567Z,Number,6
2020-05-01T02:48:26.031Z,Number,8
2020-05-01T02:48:46.094Z,Number,10
2020-05-01T02:49:06.057Z,Number,6
2020-05-01T02:49:26.376Z,Number,9
2020-05-01T02:49:46.187Z,Number,8

```

図15 履歴データ検索ページにおける履歴データの取得

履歴データ検索用 API は、以下である。

<https://komelabo.sakura.ne.jp/smartcity/api/tak-ctr-crowd.php>

以下のサンプルコードのようにパラメータを指定することでデータを取得できる。パラメータおよびレスポンスの形式については、スマートシティたかまつの利用ガイド[9]を参照いただきたい。なお、本プログラムの実行においては JavaScript ライブラリ的一种である jQuery を利用した。

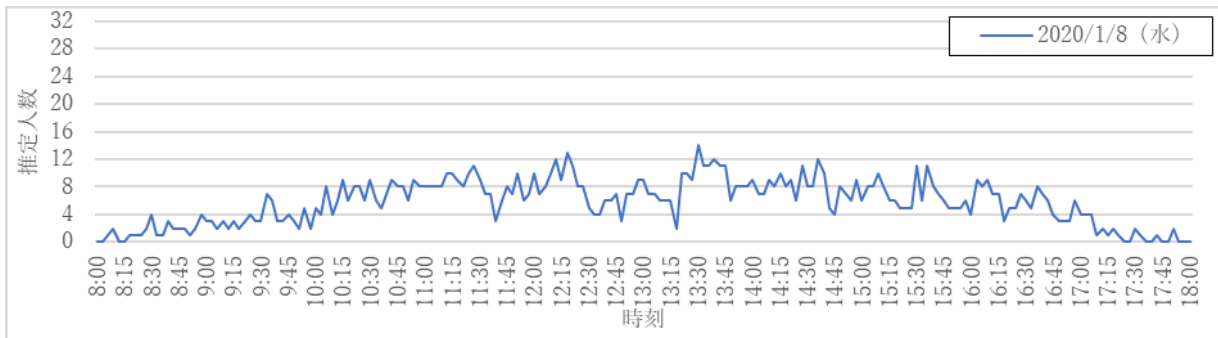
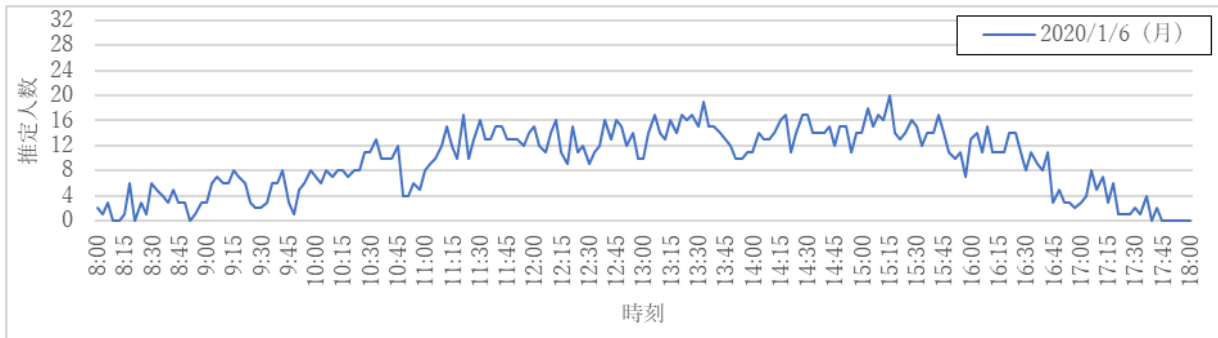
[JavaScript サンプルコード]

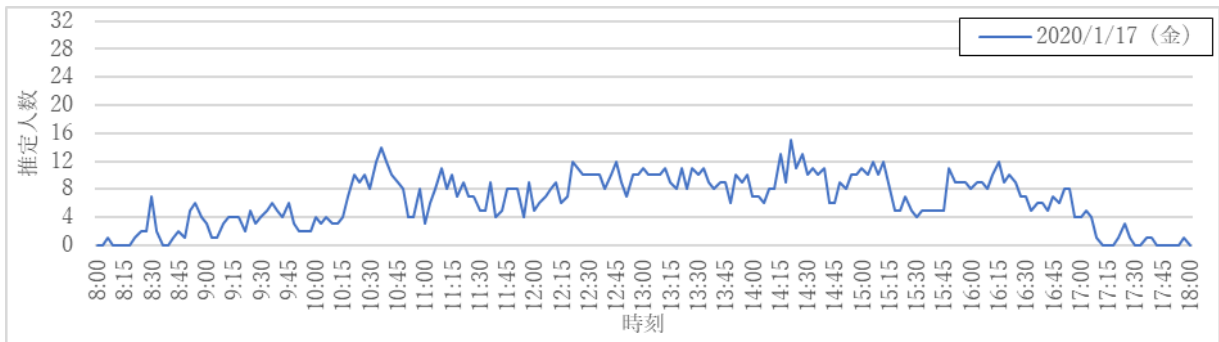
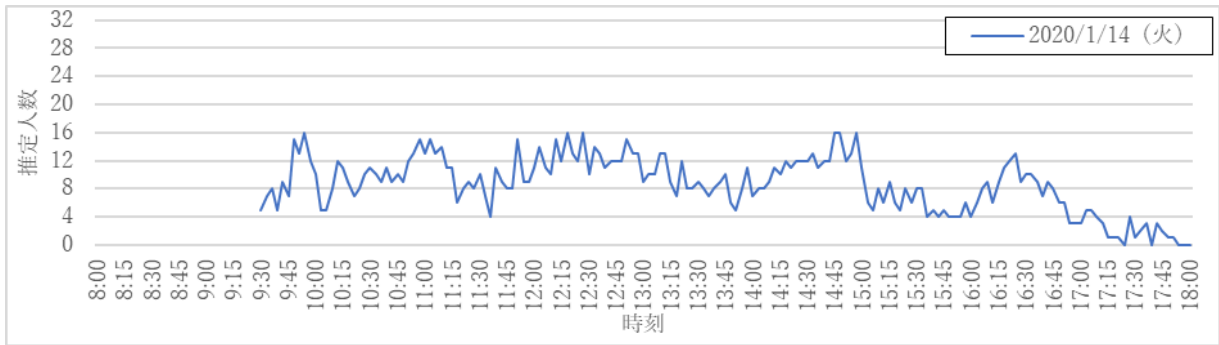
```
var parameters = {
    var entityType = "Lounge",
    var entityId   = "jp.kagawa.takamatsu.municipalOffice.lounge.0001",
    var attrName   = "peopleCount",
    var lastN      = 1000
};
$.get("https://komelabo.sakura.ne.jp/smartcity/api/tak-ctr-crowd.php", parameters,
function(response){
    console.log(response);
});
```

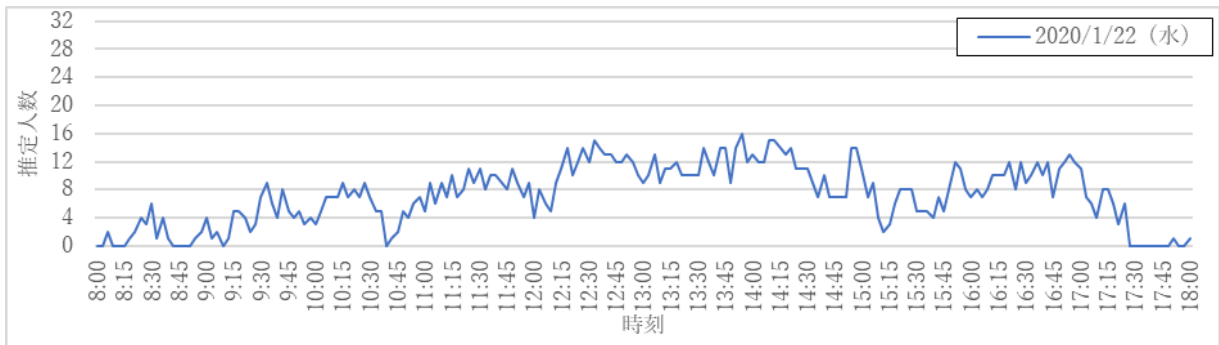
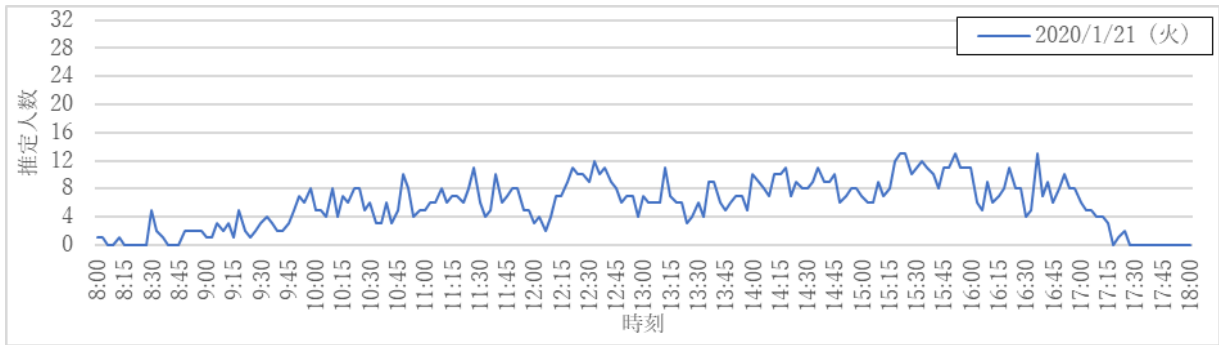
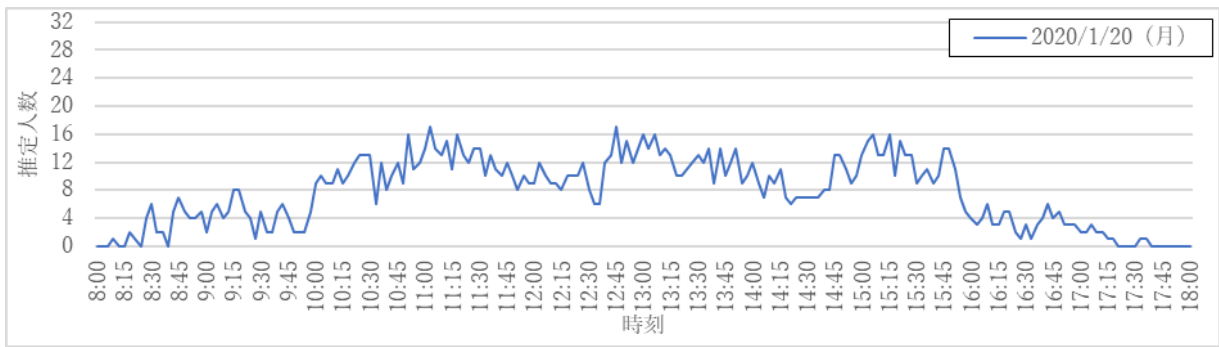
参考文献

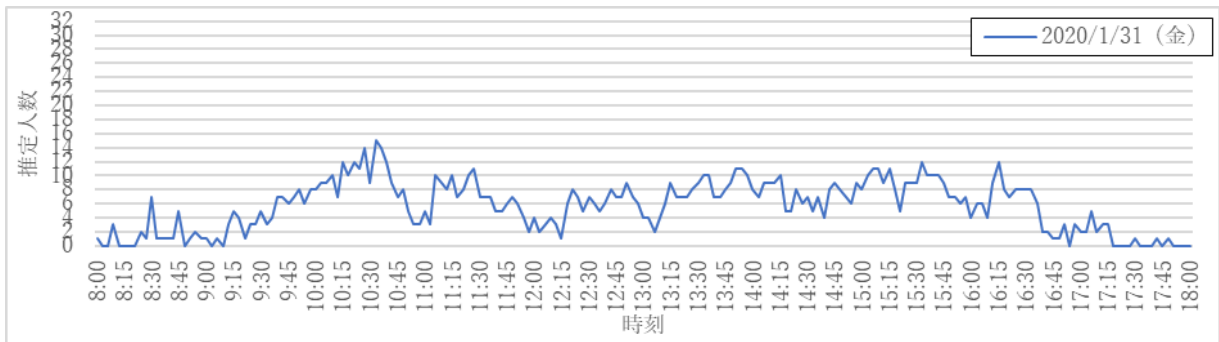
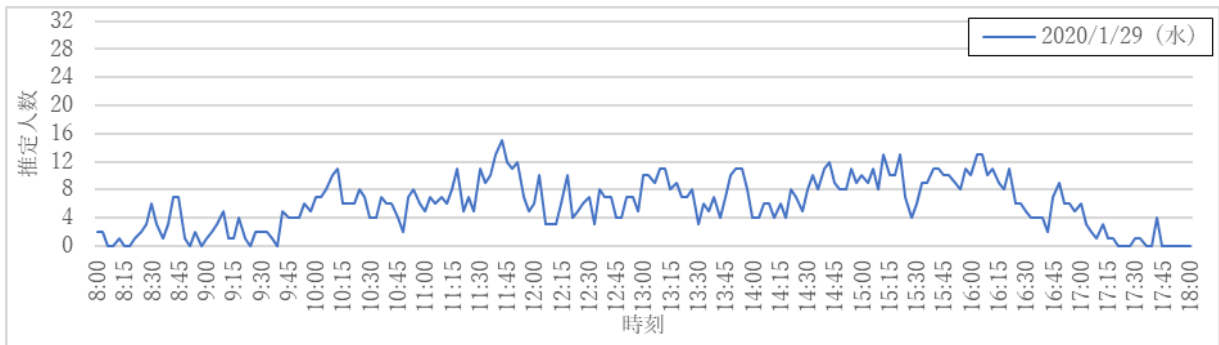
- [1] 経済産業省: “データ駆動型イノベーション”, https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/it_yugo/ddi.html (最終閲覧日:2020年1月31日)
- [2] 日立株式会社: “今,求められる「データ利活用型」の街づくり”, <https://cgs-online.hitachi.co.jp/contents/4011.html> (最終閲覧日:2020年1月31日)
- [3] イーソリューションズ株式会社: “【スタディ】世界最先端のスマートシティサンタンデールの取組”, <http://www.e-solutions.co.jp/projects/%E3%80%90%E3%82%B9%E3%82%BF%E3%83%87%E3%82%A3%E3%80%91%E4%B8%96%E7%95%8C%E6%9C%80%E5%85%88%E7%AB%AF%E3%81%AE%E3%82%B9%E3%83%9E%E3%83%BC%E3%83%88%E3%82%B7%E3%83%86%E3%82%A3%E3%82%B5%E3%83%B3%E3%82%BF> (最終閲覧日:2020年1月31日)
- [4] 高松市: “スマートシティたかまつ”, <http://www.city.takamatsu.kagawa.jp/kurashi/shinotorikumi/machidukuri/smartcity/index.html> (最終閲覧日:2020年5月9日)
- [5] FIWARE foundation: “FIWARE”, <https://www.firmware.org/> (最終閲覧日:2019年2月11日)
- [6] 高松市: “オープンデータたかまつ”, <https://opendata-portal.smartcity-takamatsu.jp/> (最終閲覧日:2020年5月9日)
- [7] R.Joseph and F.Ali, “YOLOv3: An Incremental Improvement”, arXiv, 6pages, 2018
- [8] R.Joseph ,: “YOLO: Real-Time Object Detection” , <https://pjreddie.com/darknet/yolo/> (最終閲覧日:2020年5月9日)
- [9] 高松市: “IoT 共通プラットフォーム実証環境”, <https://www.city.takamatsu.kagawa.jp/kurashi/shinotorikumi/machidukuri/smartcity/iotjissshokankyo.html> (最終閲覧日:2020年5月9日)
- [10] COCO Consortium : “COCO”,<http://cocodataset.org/> (最終閲覧日:2020年5月9日)
- [11] 高松市: “市民課窓口に受付番号札発券機などを設置しました”, http://www.city.takamatsu.kagawa.jp/kurashi/kurashi/shomei/news/kouza_hakkenki.html (最終閲覧日:2020年5月9日)
- [12] NVIDIA: “Jetson Nano 開発者キットおよびモジュール”, <https://www.nvidia.com/ja-jp/autonomous-machines/embedded-systems/jetson-nano/> (最終閲覧日:2020年5月9日)
- [13] NVIDIA: “Jetson AGX Xavier 開発者キットおよびモジュール”, <https://www.nvidia.com/ja-jp/autonomous-machines/embedded-systems/jetson-agx-xavier/> (最終閲覧日:2020年5月9日)
- [14] OpenCV team: “OpenCV”, <https://opencv.org/> (最終閲覧日:2020年2月12日)
- [15]

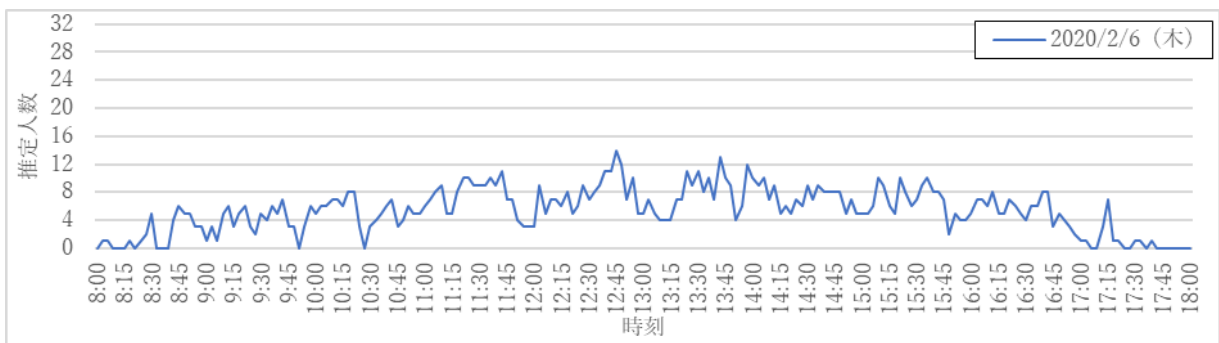
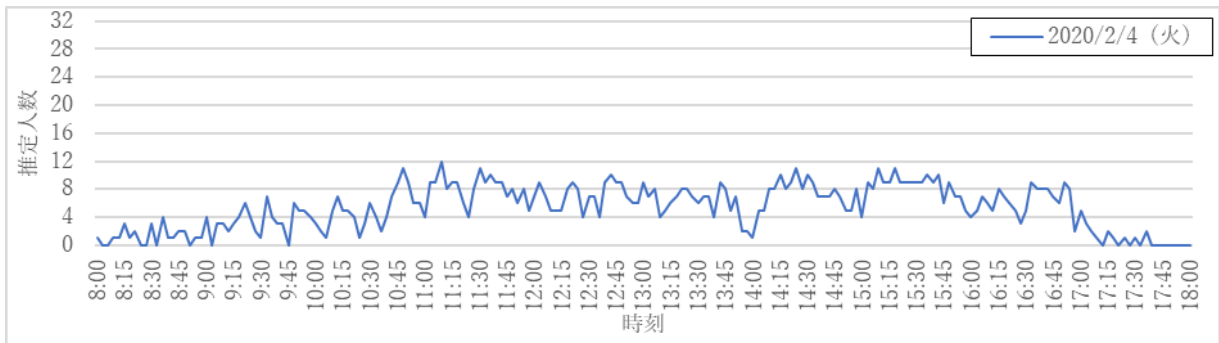
付録 A: Jetson Nano を利用して測定した高松市役所市民課待合人数の推定値

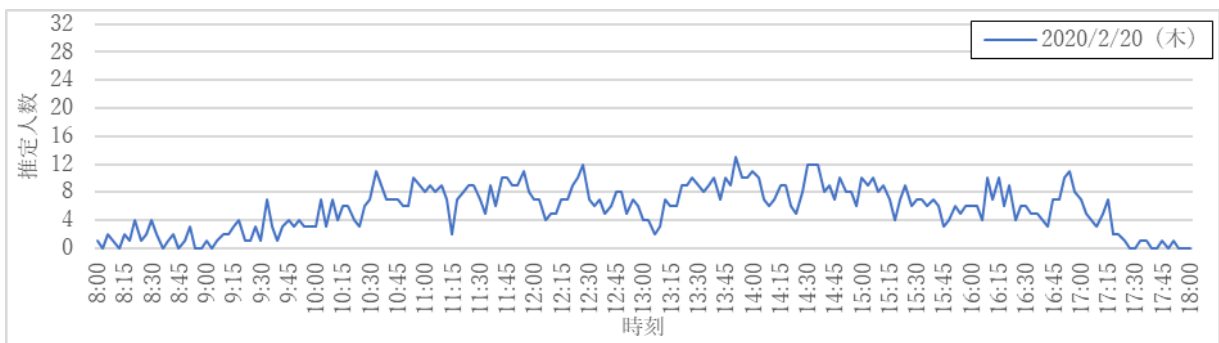
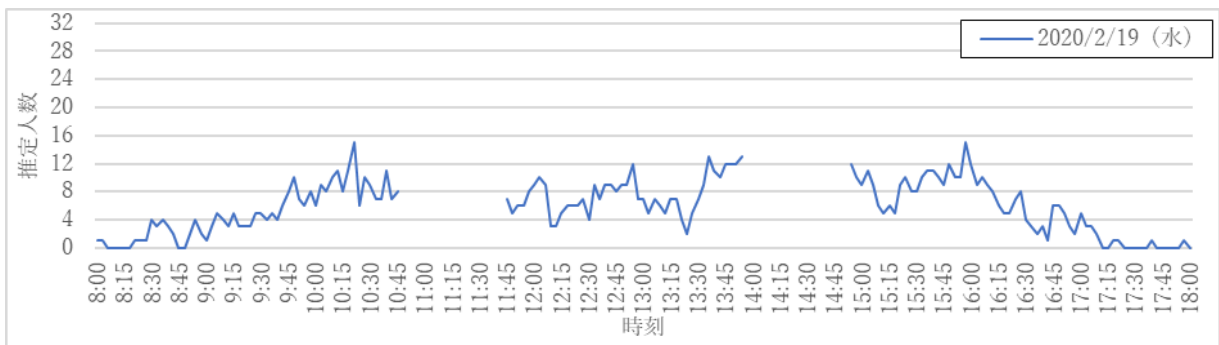
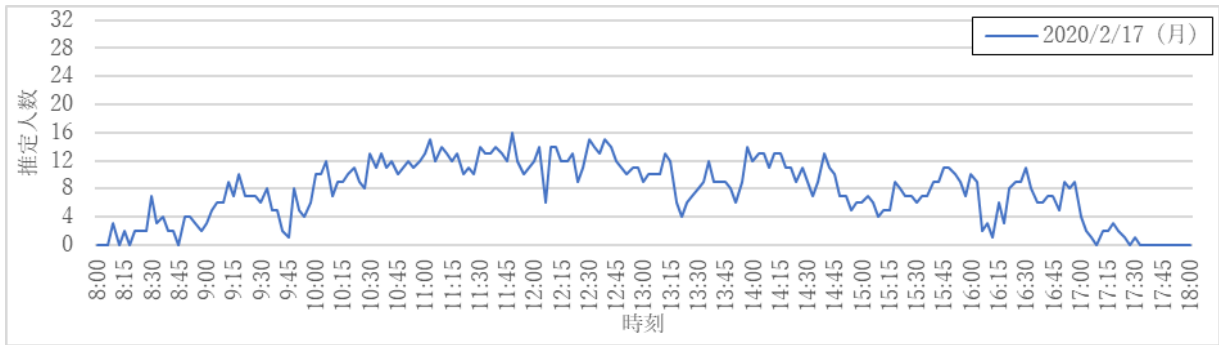


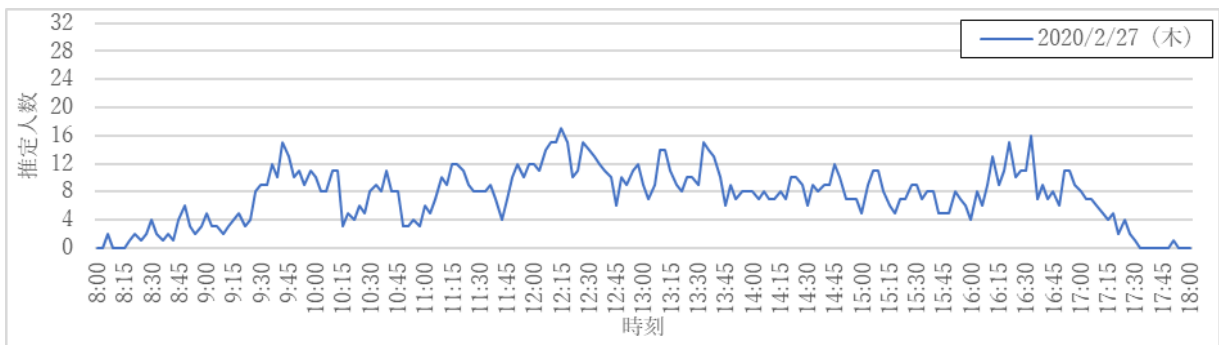












付録 B: Jetson Xavier を利用して測定した高松市役所市民課待合人数の推定値

