

地域IoTとオープンデータ分析

Jin Nakazawa

Keio University

家庭ゴミ排出量 全世界

2.12 Billion Tons

...of waste Globally each year

99 percent of the stuff we
buy is trashed within 6
months...

TheWorldCounts

多いのか少ないのかい
まいちよくわからない



WWW.SITE2MAX.PRO

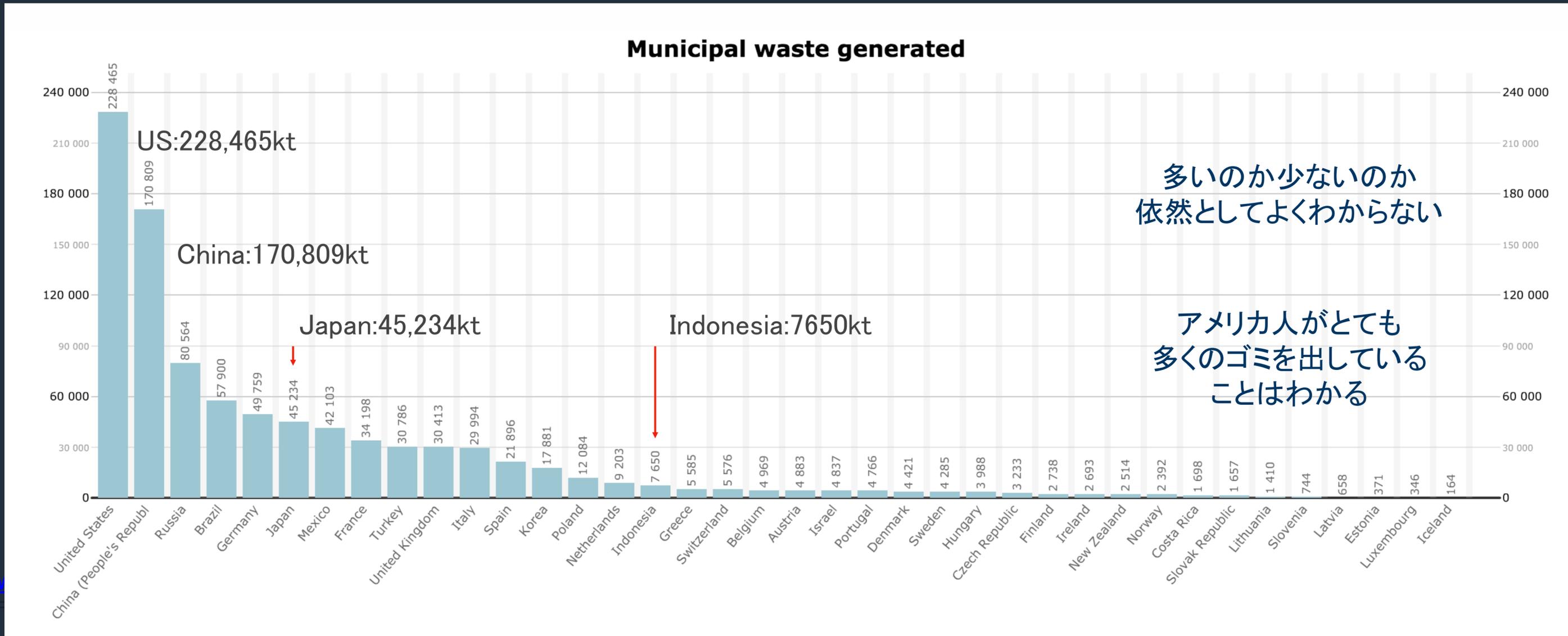
Free PowerPoint & KeyNote Templates



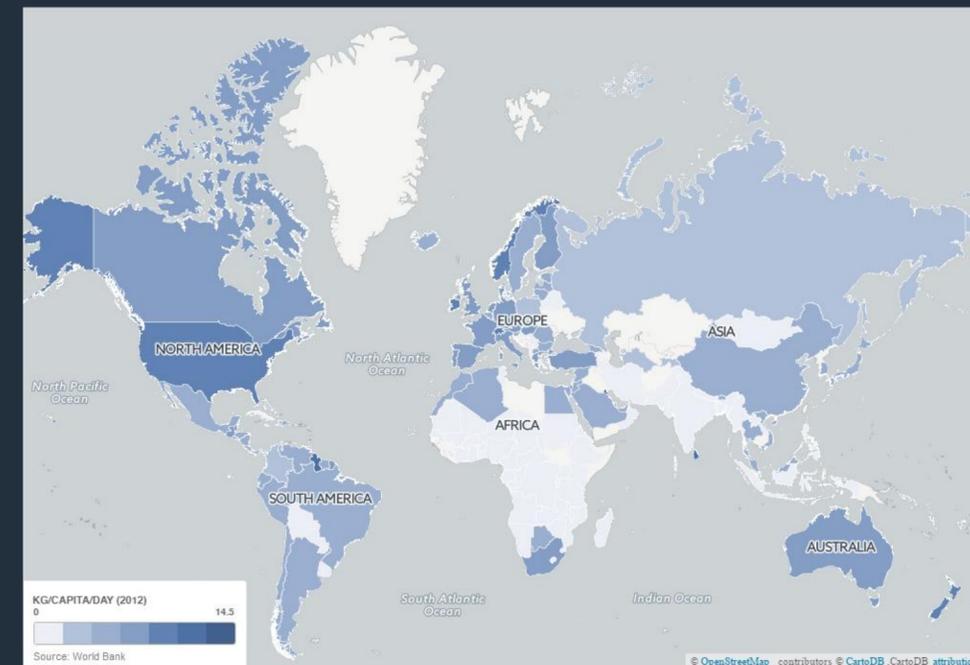
http://www.theworldcounts.com/counters/shocking_environmental_facts_and_statistics/world_waste_facts

家庭ゴミ排出量 国別

Source: OECD, 2012



家庭ゴミ排出量 国別一人当たり平均



日本人がやや多くのゴミを出していることはわかってきたものの、各個人がゴミを減らそうというモチベーションにはまだつながりづらい

Source: World Bank, Current Available Data as of 2010



WWW.SITE2MAX.PRO

Free PowerPoint & KeyNote Templates



家庭ゴミ排出量 自分と近隣、日毎の比較



毎日比較可能な形になって、『自分ごと』化できる。

課題：どうやったらこの情報を毎日簡単に生産できるか？

細粒度 ゴミ排出量把握の手法

Done



収集車1台が収集したゴミの重さを計測（焼却場）

重さデータ

Done



収集車の走行位置を把握

位置データ

今ココ



収集者に投入された袋の数を把握

ゴミ袋数データ



ゴミ袋ごとの重さを把握（未着手）

袋ごとの重さデータ

ゴミ収集量 データの獲得

各収集車は何キロ集めてきたのか？

A garbage truck has areas in charge, and it operates in two of them each day. After collecting from an area, it goes to an incineration plant and get weighed. The garbage trucks weight data are stored in a database, from which monthly report is sent via e-mail to me.

焼却場で計量する



ゴミを収集する



エクセルにまとめられる



1ヶ月に1回メールで
慶應大学へ送信される



ゴミ収集車 位置の把握

各収集車はどこから集めてきたのか？

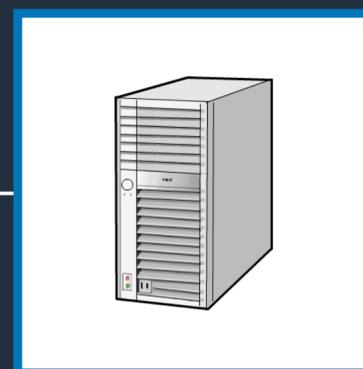
藤沢市のゴミ収集車約100台をIoT化して、位置や環境情報、収集車自体の動きに関するセンサを搭載し、100Hzでサーバへ送信する。



USB



XMPP/3G



Power



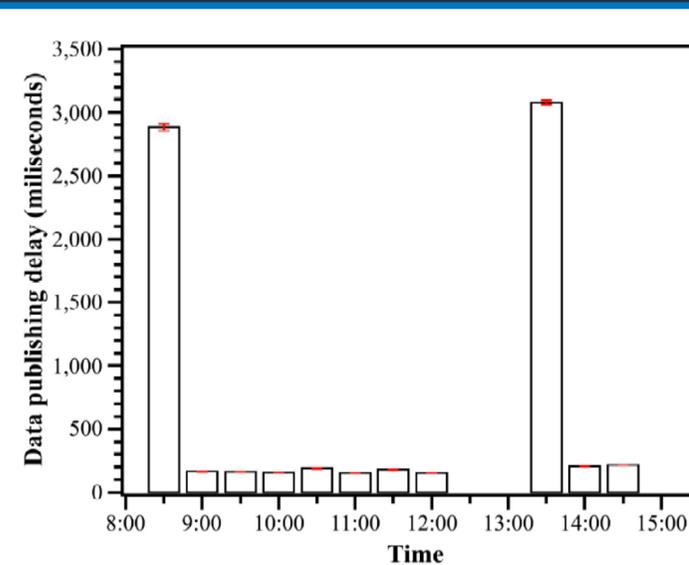
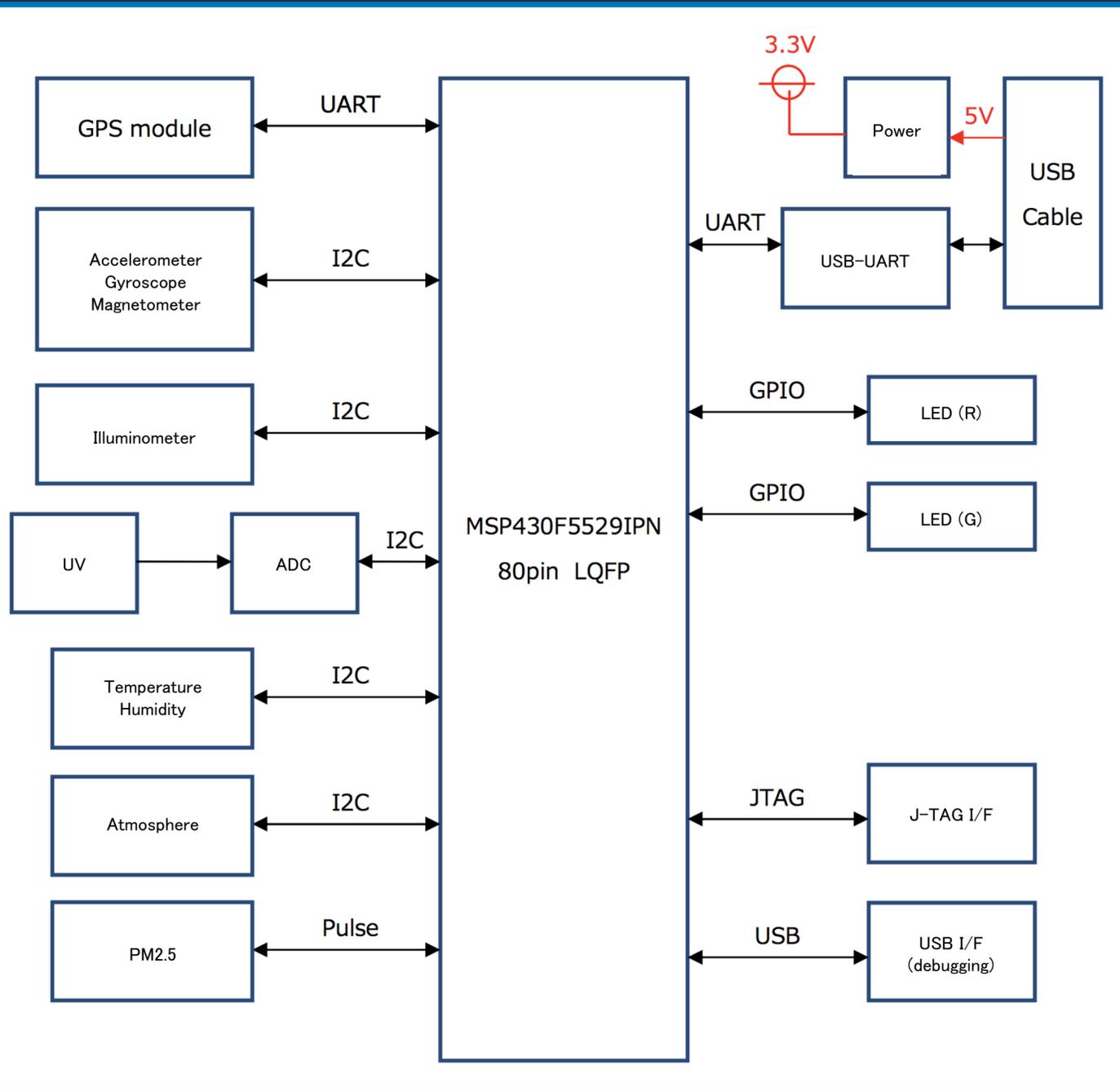
Yin Chen, Jin Nakazawa, Takuro Yonezawa, Takafumi Kawasaki, and Hideyuki Tokuda. 2016. An Empirical Study on Coverage-Ensured Automotive Sensing using Door-to-door Garbage Collecting Trucks. In *Proceedings of the 2nd International Workshop on Smart (SmartCities '16)*. ACM, New York, NY, USA, Article 6, 6 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/3009912.3009921>



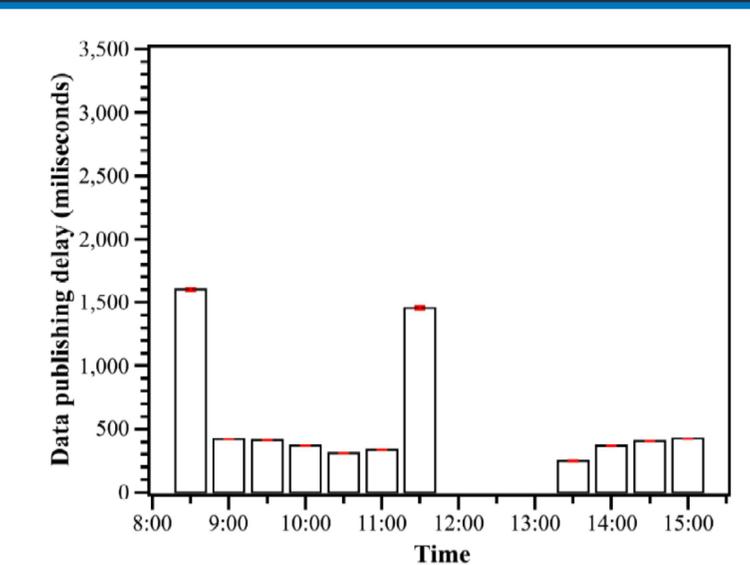
WWW.SITE2MAX.PRO

Free PowerPoint & KeyNote Templates

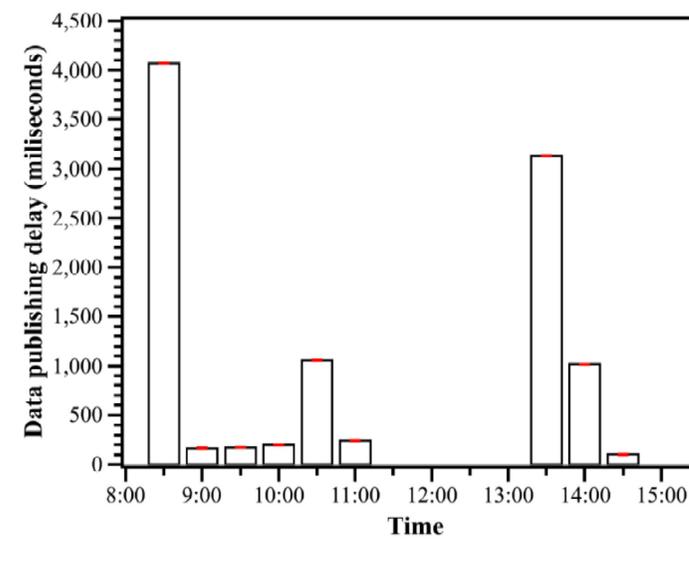
センサボックスのブロック図と遅延



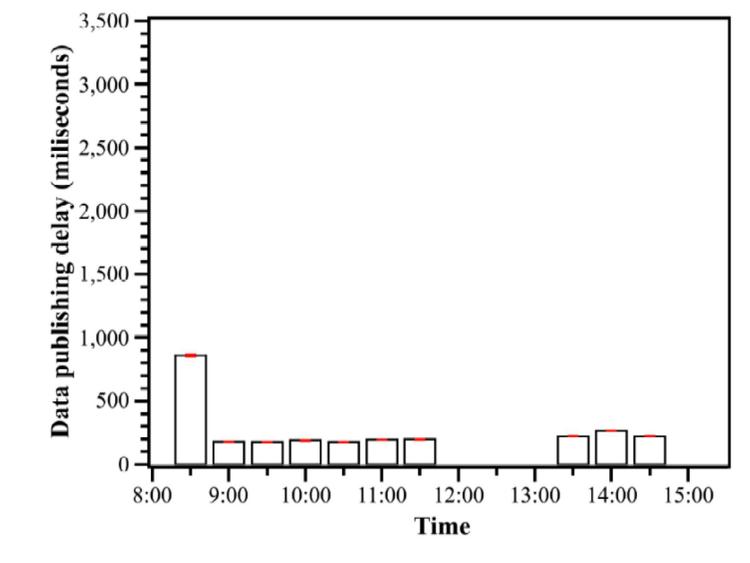
(a)



(b)



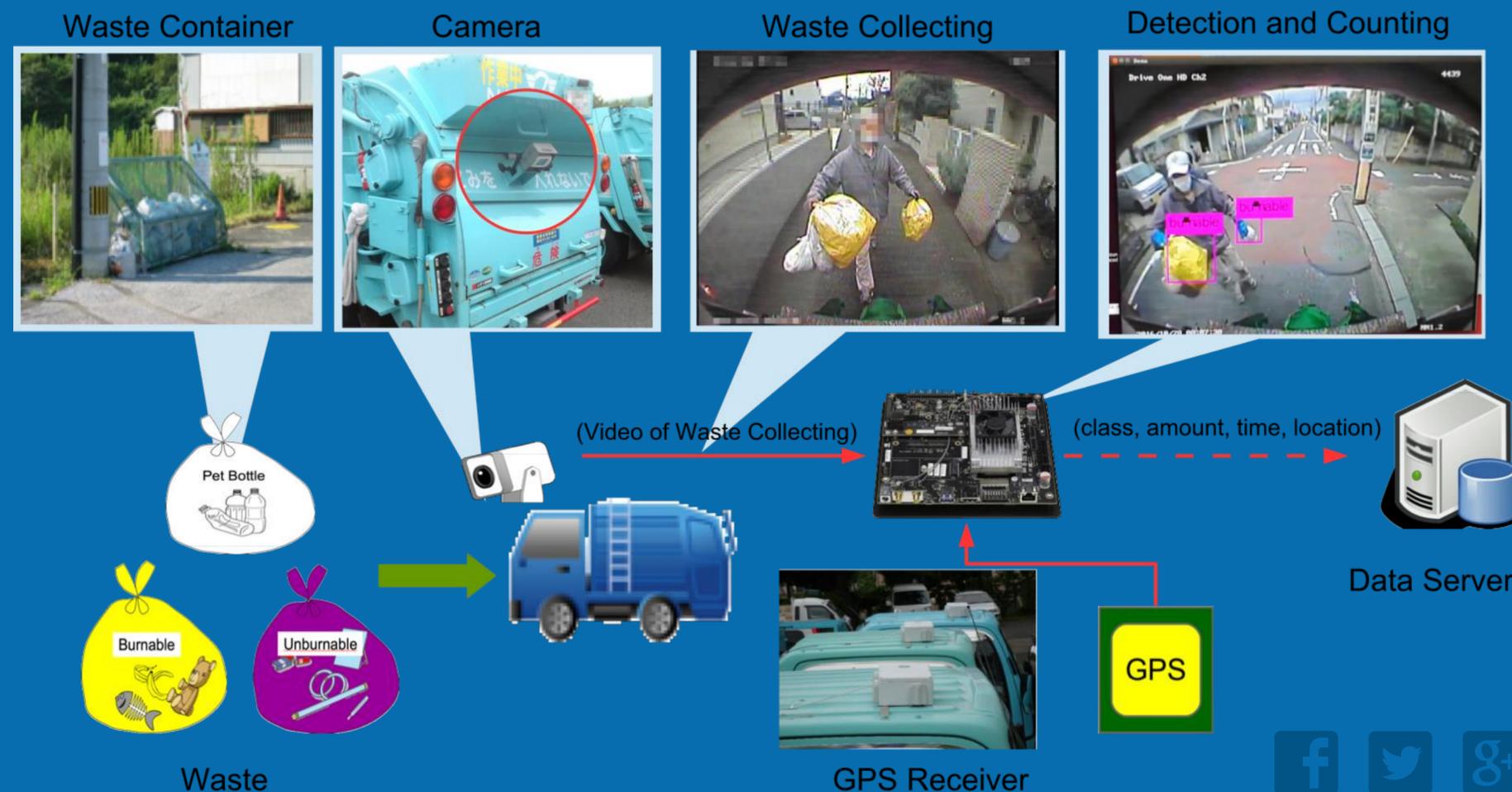
(c)



(d)

ゴミ袋の数を数える

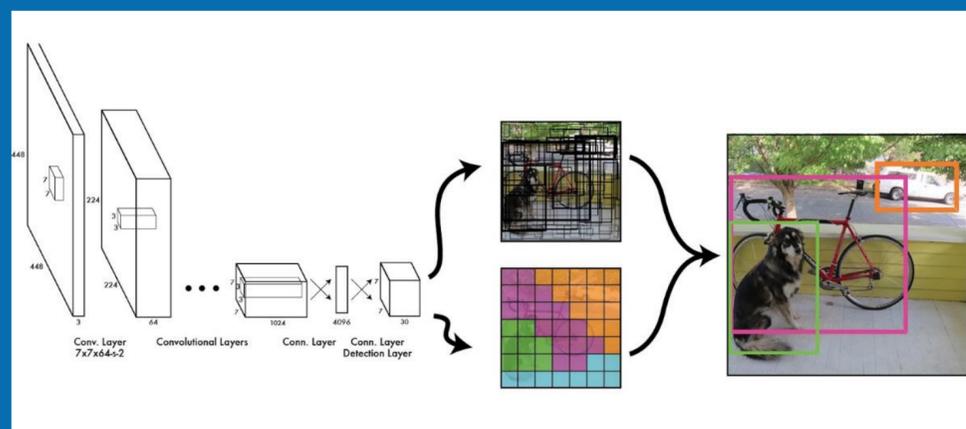
収集車の後方カメラの画像には、係員が袋を投げ込む様子が映る。物体検出技術と物体追跡技術を用いて、この画像から袋の数を数えられる筈である。



手法

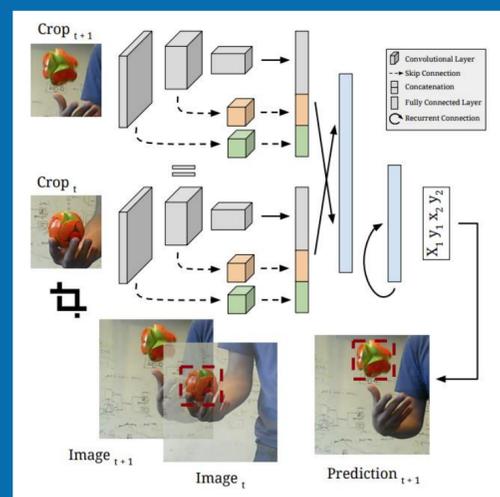
物体検出 : YOLOv2

画像をグリッドに分割し各グリッドボックスごとに表示されるそのクラスの確率と予測されたボックスがオブジェクトにどのくらいフィットするかの両方を符号化



物体追跡 : Re³

Offlineで学習させたモデルをベースに,新しいフレームの物体位置を以前のフレームから推測。逆伝播でのパラメータの更新がないため高速。逐一物体位置を予測するため,ノイズや物体の横切りなどに対して強力



投機判断

投げ入れられるゴミ袋は基本的にフレームの下部を通過するため,カウントにおいては閾値を設定し,追跡中のゴミ袋のy座標が閾値を超えた場合ゴミが投げ入れられたとして計測



ve HI Ch2
COUNT:0

4440



2017/05/11 09:17:34

NN1.2

手法

実験環境

筐体1: 汎用コンピュータとして

筐体2: 車載GPU組み込みデバイスとして

筐体3: 汎用的なGPU搭載コンピュータ

	筐体1	筐体2	筐体3
OS	Mac OS X 10.12(macOS Sierra)	Linux for Tegra(Ubuntu 16.04)	Ubuntu 16.04
CPU	2.8 GHz Intel Core i7	HMP Dual Denver 2/2 MB L2 + Quad ARM A57/2 MB L	Intel(R) Core(TM) i7- 6950X CPU @ 3.00GHz
メモリ	16 GB 1600 MHz DDR3	8 GB 128ビット LPDDR4 59.7 GB/s	16GiB 72ビット DIMM_D1
GPU	X	Jetson TX1, 8GB 128-bit LPDDR4 @ 1866Mhz 59.7 GB/s	Geforce GTX 1080, 8 GB GDDR5X@1733 MHz

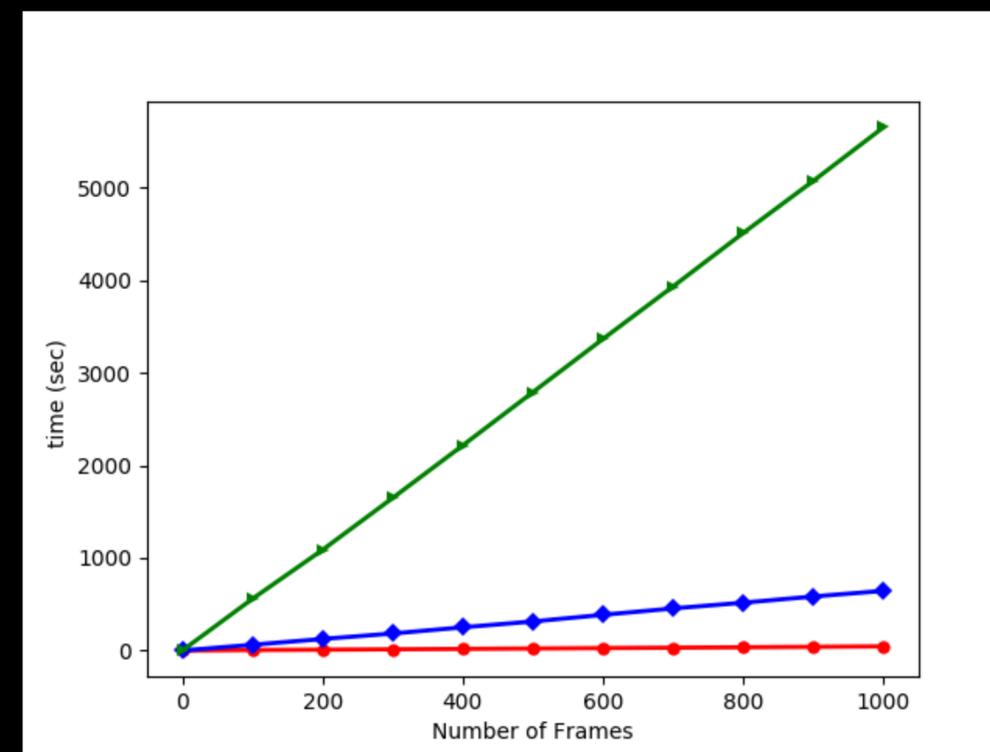
計数精度

Precisionはかなり低いですがRecallは高い
最新の実装ではPrecisionが向上

	別手法 (未発表)	本手法	Faster R- CNN+Re3	YOLOv2 + IoU	Faster R- CNN + IoU
Precision	0.42	0.10	0.06	0.24	0.21
Recall	0.90	0.82	0.38	0.23	0.22
F値	0.57	0.09	0.07	0.23	0.21



検出速度



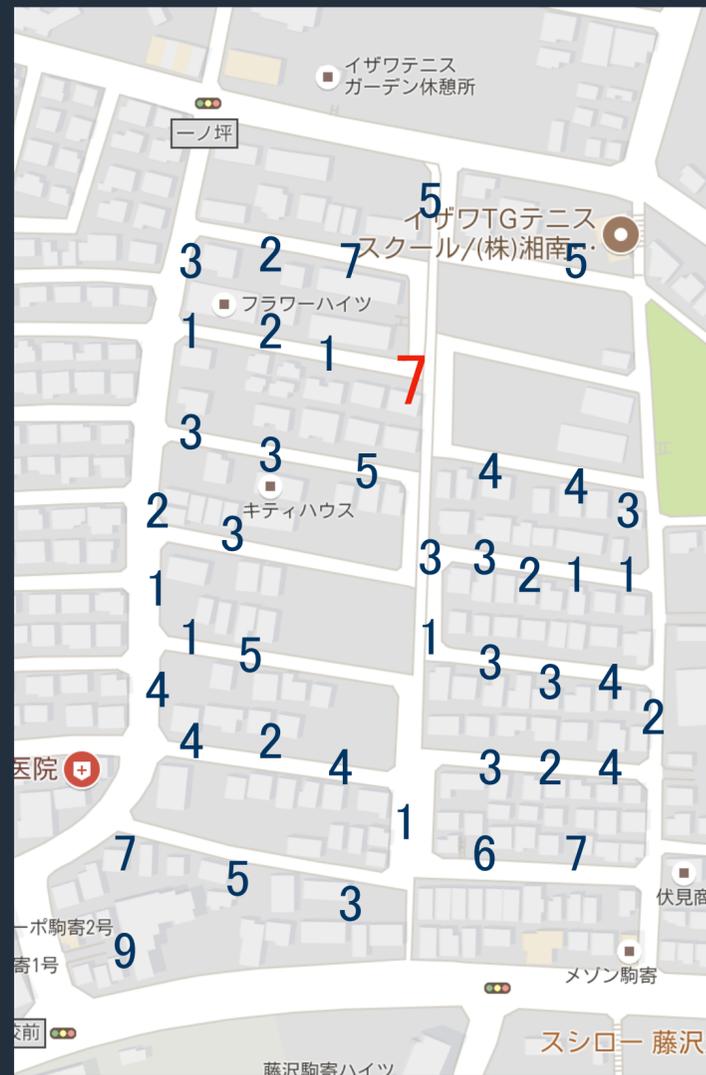
	GeForce1080	Jetson	Mac
1枚あたりの 物体検知平均時間 (msec)	25(msec)	577(msec)	5400(msec)
1枚あたりの 合計処理時間の平均 (msec)	45(msec)	645(msec)	5600(msec)
平均fps	22.2(fps)	1.5(fps)	0.17(fps)

家庭ゴミ排出量

自分と近隣、日毎の比較データの生産



×



=

Your Block

Neighboring Block A

Neighboring Block B

Neighboring Block C

Neighboring Block D

Neighboring Block E

Neighboring Block F

Today



ゴミ減量G1グランプリ

各自治体で排出される家庭ゴミの量を解析・算出

- 家庭ゴミ排出量の「見える化」
- 他自治体のシステムと連携し、各自治体での
排出量削減を競うアプリケーション

狙う効果

- ゴミ排出量の「見える化」による**排出量削減**
- ゴミ排出モデルの**高精度化**
- **都市計画最適化**への利用

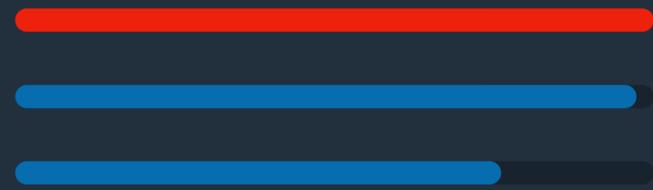


まとめ

Your Block

Neighboring Block A

Neighboring Block B



『市全体/1年間のゴミ排出量』と
いった時空間粒度の洗い情報では、
人はゴミを減らそうとしない。
そこで、『ブロックごと/日』のよ
うな粒度の細かい情報を住民に提
供して、自分ごと化させる。

誰も何もしなくても、『ブロック
ごと/日』のゴミ排出量情報が工業
的に、自動的に生産されることが
理想である。そのためには、端末
側・エッジ側・クラウド側の計算
をバランスよく組み合わせる必要
がある。

行政から提供された半オープンデ
ータ（各清掃車の収集量や収集コ
ース、動画像）に、大学が開発し
たセンサによる測定値を組み合わ
せて知的に処理することで、オー
プンデータから別のオープンデー
タを作り出すプロセスを示した。



THANK YOU!



For Further Info

sfcity@ht.sfc.keio.ac.jp

<http://www.sfcity.jp>

