

Jetson AIモジュール高速化～ISP開発事例より

2018年4月27日

システム計画研究所／ISP
事業本部 第2事業セグメント
井上 由香・小嶋 大樹

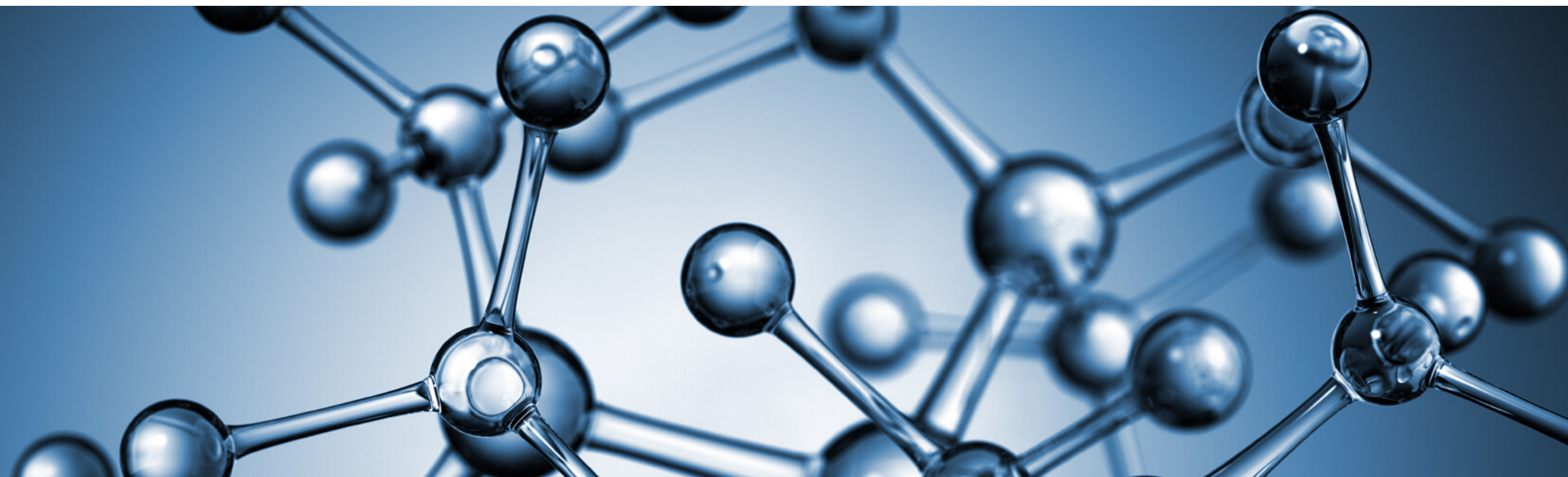
株式会社 システム計画研究所 / ISP

設立 1977年11月10日

資本金 8,000万円

所員数 102名 (2018年4月現在、常勤役員を含む)

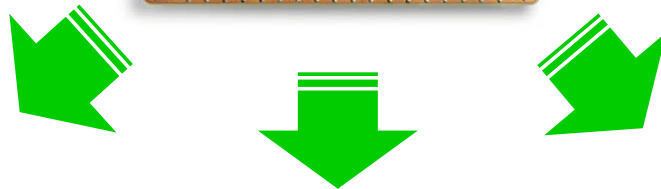
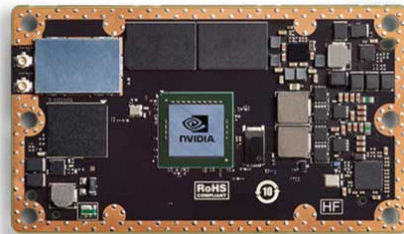
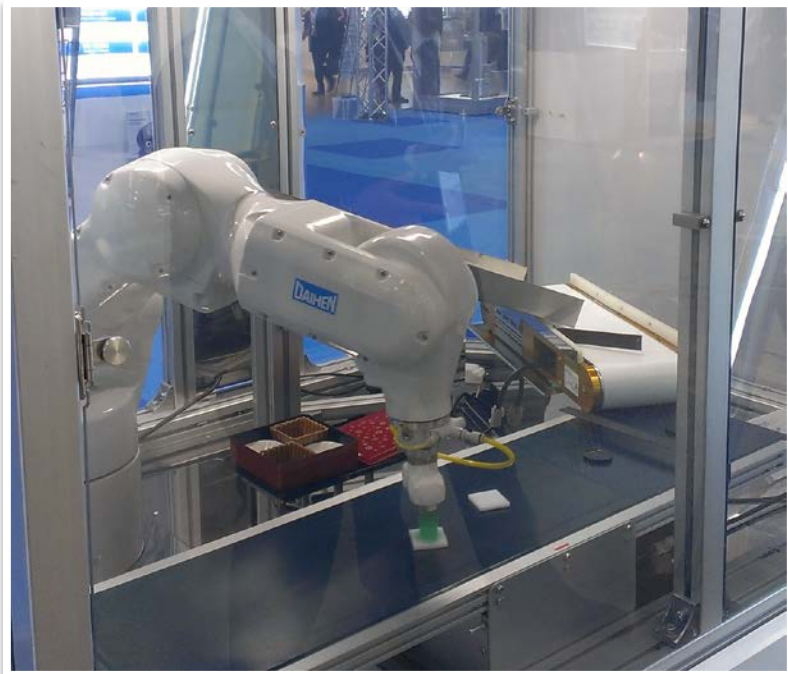
- ▼AI活用を初期検討・分析・システム構築まで、トータルにサポート
- ▼医療情報、制御・宇宙、通信・ネットワーク、画像処理を中心としたソフトウェア開発、システム開発、システムインテグレーション、コンサルティング、技術開発および製品開発



Jetson TX1/TX2 開発事例

アームロボット向けビジョンセンサ、 ピッキング&プレース処理

写真：ダイヘン @ SEMICON JAPAN 2017



自律走行車向け画像認識・物体検出

写真：宇都宮大学尾崎研究室 MAUV
@ つくばチャレンジ2017



パワードスーツ死角サポート

写真：ATOUN @ GTC Japan 2017

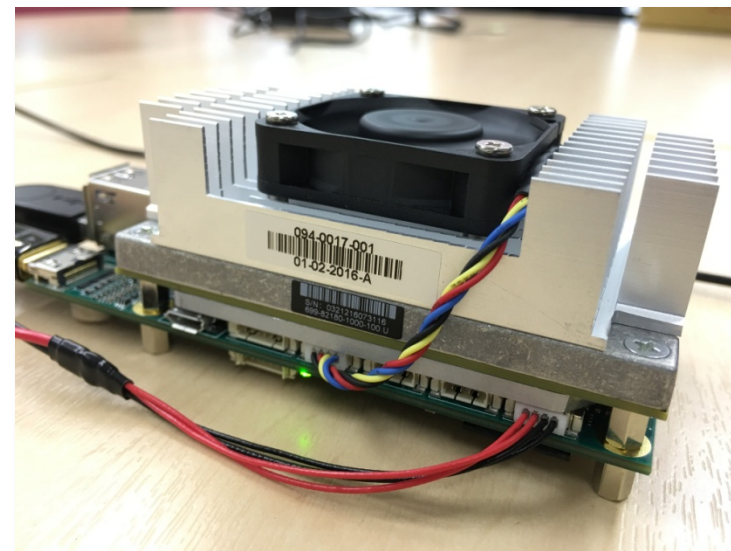
JetsonプラットフォームによるAIモジュール

高速画像処理やAIをロボットに搭載

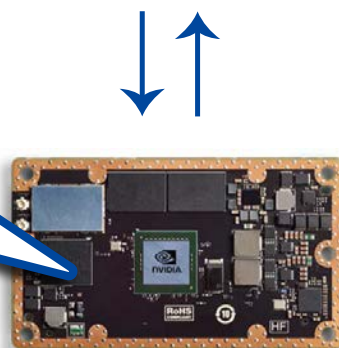
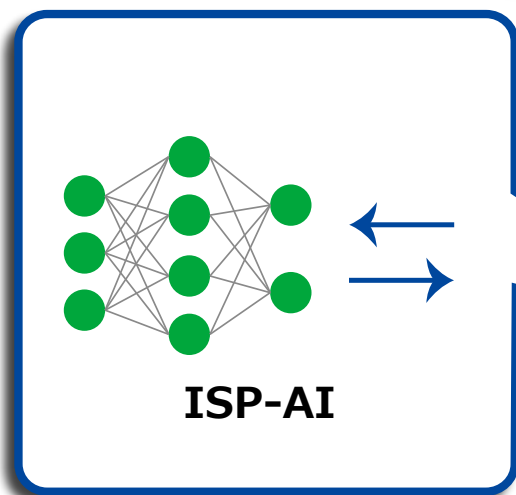


- ▼センサデータによるフィードバック制御
- ▼カメラ画像による画像認識・物体検出
- ▼マーカー認識・位置検出
- ▼ターゲットの移動距離算出
- ▼ターゲットに応じた画像処理
- ▼ステレオカメラ画像による距離推定

▼キャリアボードで小型化・最適化

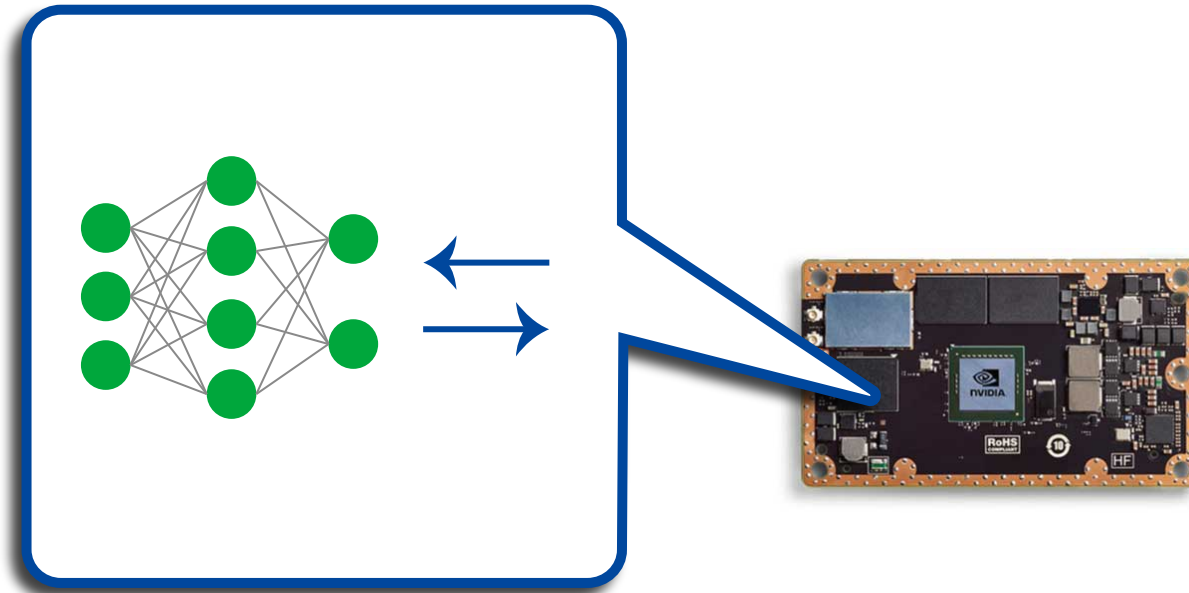


構成例：NVIDIA Jetson TX1/TX2
+ AUVIDEA J120



ROS

Jetson AIモジュール高速化



**Jetson AIモジュールの高速化について
本日はお話しします。**

AIモジュール

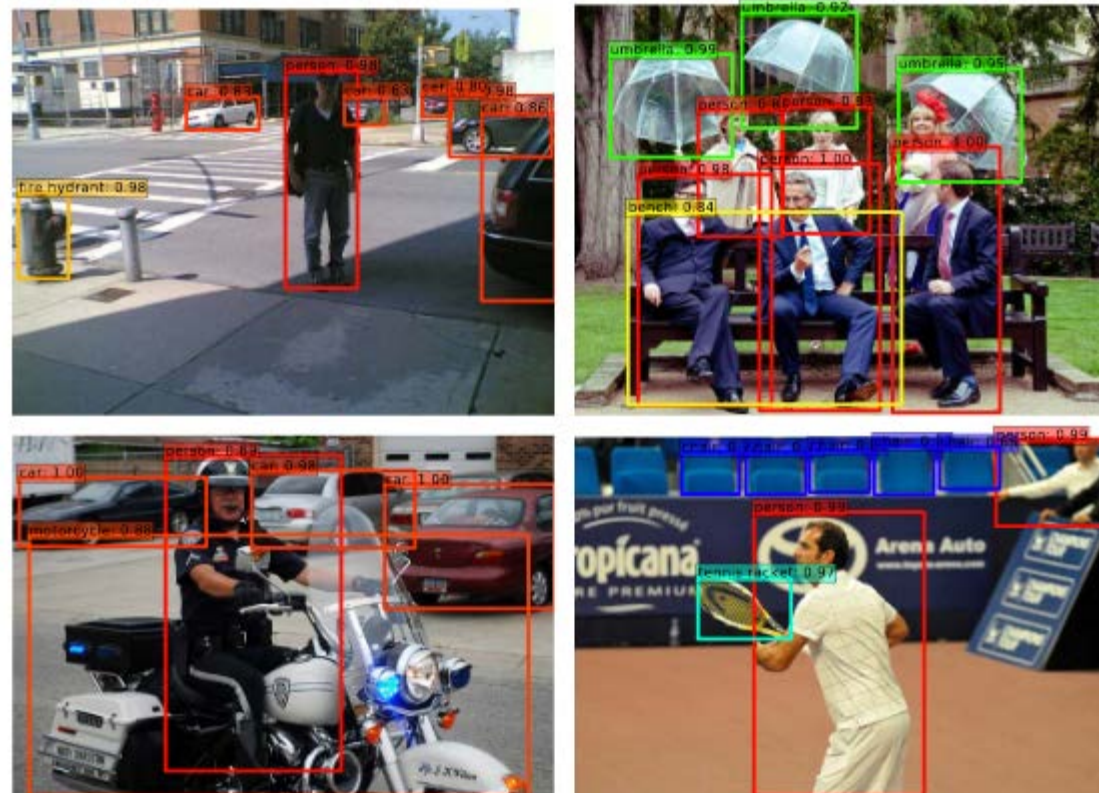
- AIモジュールにSSDを使用



フラッシュメモリを用いた記憶装置

SSDとは？

- Single Shot Multibox Detector
 - 一般物体検出タスクにおける深層学習モデルの一つ。



SSD: Single Shot MultiBox Detector
(<https://arxiv.org/abs/1512.02325>)

SSDとは？

- Pascal VOC 学習済みモデルが各所で公開されていて、すぐに使える。
 - Caffe、TensorFlow、...
- PascalVOC : 20 カテゴリ
 - 人
 - 鳥、猫、牛、犬、馬、羊
 - 飛行機、自転車、ボード、バス、車、バイク、電車
 - ボトル、椅子、テーブル、植木鉢、ソファ、テレビ

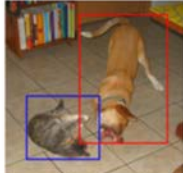
SSD: Single Shot MultiBox Detector

build
passing
license
BSD

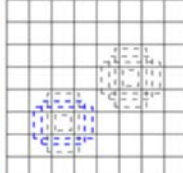
By Wei Liu, Dragomir Anguelov, Dumitru Erhan, Christian Szegedy, Scott Reed, Cheng-Yang Fu, Alexander C. Berg.

Introduction

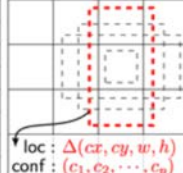
SSD is a unified framework for object detection with a single network. You can use the code to train/evaluate a network for object detection task. For more details, please refer to our [arXiv paper](#) and our [slide](#).



(a) Image with GT boxes



(b) 8 x 8 feature map



(c) 4 x 4 feature map

$\text{loc} : \Delta(cx, cy, w, h)$
 $\text{conf} : (c_1, c_2, \dots, c_p)$

System	VOC2007 test mAP	FPS (Titan X)	Number of Boxes	Input resolution
Faster R-CNN (VGG16)	73.2	7	~6000	~1000 x 600
YOLO (customized)	63.4	45	98	448 x 448
SSD300* (VGG16)	77.2	46	8732	300 x 300
SSD512* (VGG16)	79.8	19	24564	512 x 512

Method	VOC2007 test		VOC2012 test		COCO test-dev2015		
	07+12	07+12+COCO	07++12	07++12+COCO	trainval35k		
	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5:0.95	0.5	0.75
SSD300*	77.2	81.2	75.8	79.3	25.1	43.1	25.8
SSD512*	79.8	83.2	78.5	82.2	28.8	48.5	30.3

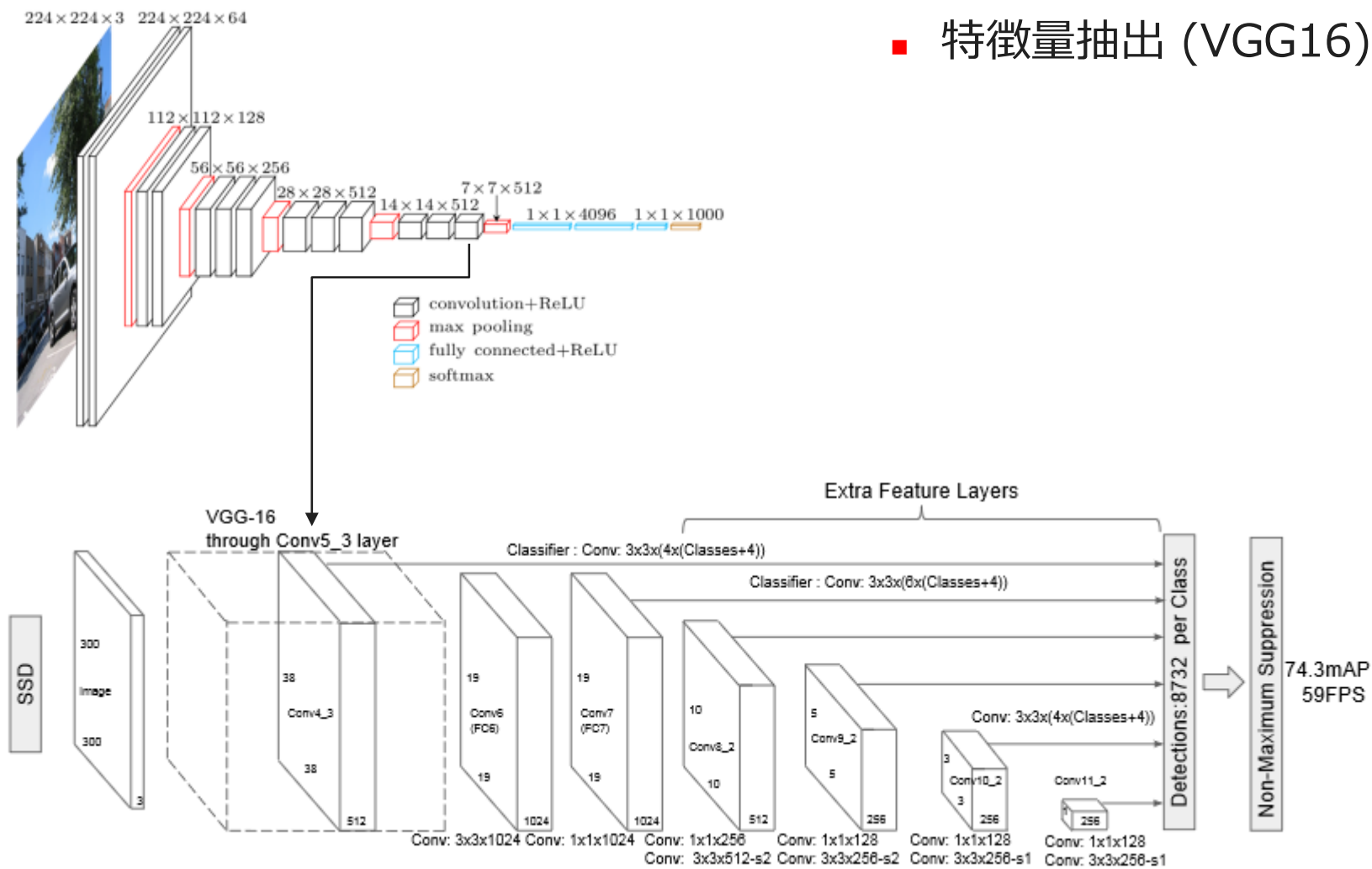
Note: SSD300* and SSD512* are the latest models. Current code should reproduce these results.

<https://github.com/weiliu89/caffe/tree/ssd>

SSDとは？

■ モデル構成

- 特徴量抽出 (VGG16) + 物体検出



VGG16
SSD

: <https://www.cs.toronto.edu/~frossard/post/vgg16/>
: <https://arxiv.org/abs/1512.02325>

SSD 高速化

- Jetson TX2環境でSSD512(VGG16)を実行！(Size = 512 x 512 pixel)
→ 448.07msec (2~3fps)
- 高速化で行ったこと
→ TX2のチューニング

※計測は10回の平均
forward計算 時間を算出
(以降同様)

SSD 高速化 (TX2のチューニング)

- Jetson TX2環境で以下のコマンドを実行するだけ！！

- \$ sudo nvpmode -m 0
- \$ sudo ~/jetson-clocks.sh

448.07msec → 396.40msec
(51.67msec高速に！)

Mode	Mode Name	Denver 2	Denver 2 Frequency	ARM A57	ARM A57 Frequency	GPU Frequency
0	Max-N	2	2.0GHz	4	2.0GHz	1.30GHz
1	Max-Q	0		4	1.2GHz	0.85GHz
2	Max-P Core-All	2	1.4GHz	4	1.4GHz	1.12GHz
3	Max-P ARM	0		4	2.0GHz	1.12GHz
4	Max-P Denver	2	2.0GHz	0		1.12GHz

nvpmode 一覧

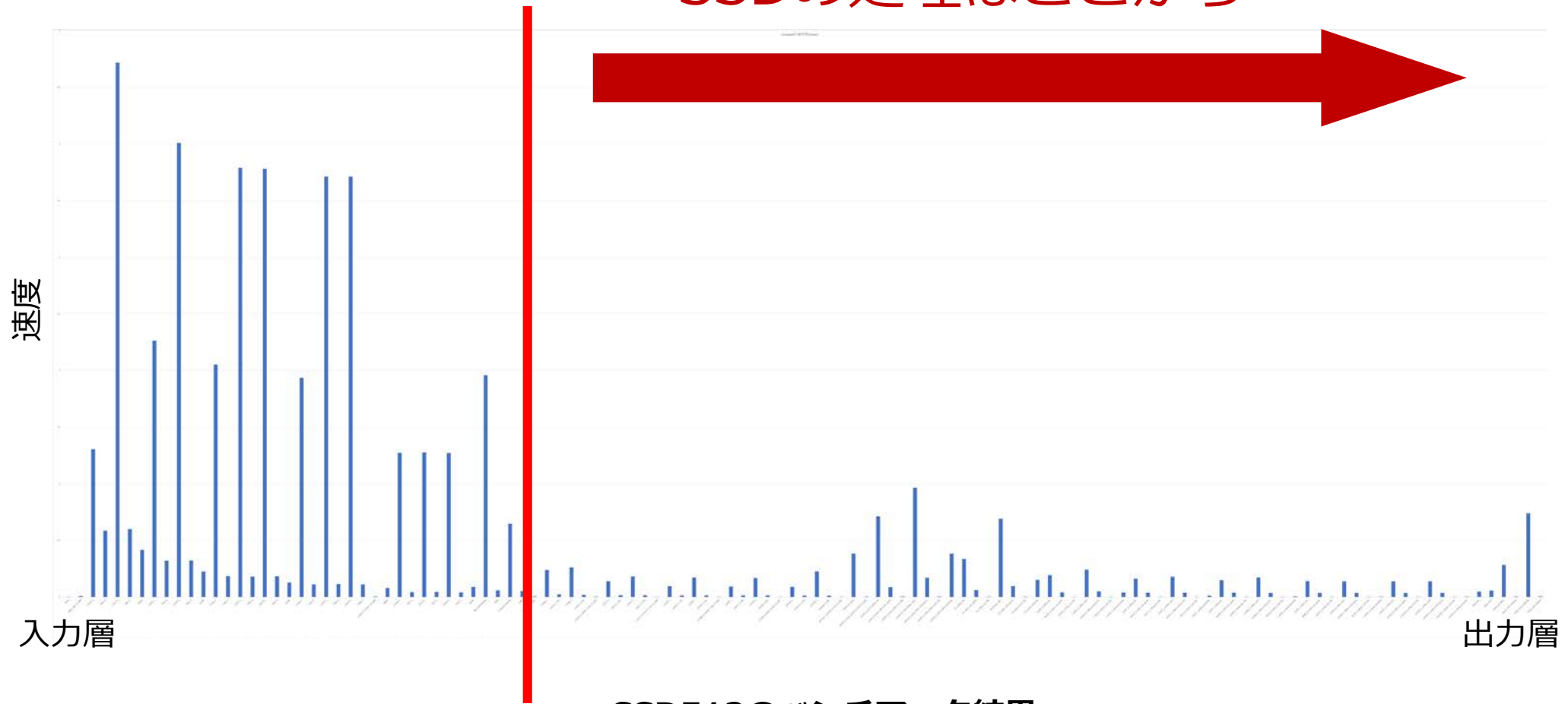
SSD 高速化

- Jetson TX2環境でSSD512(VGG16)を実行！ (Size = 512 x 512 pixel)
→ 448.07msec (2~3fps)
- 高速化で行ったこと
→ TX2のチューニング (396.40msec)
→ SSDネットワークの変更

SSD 高速化

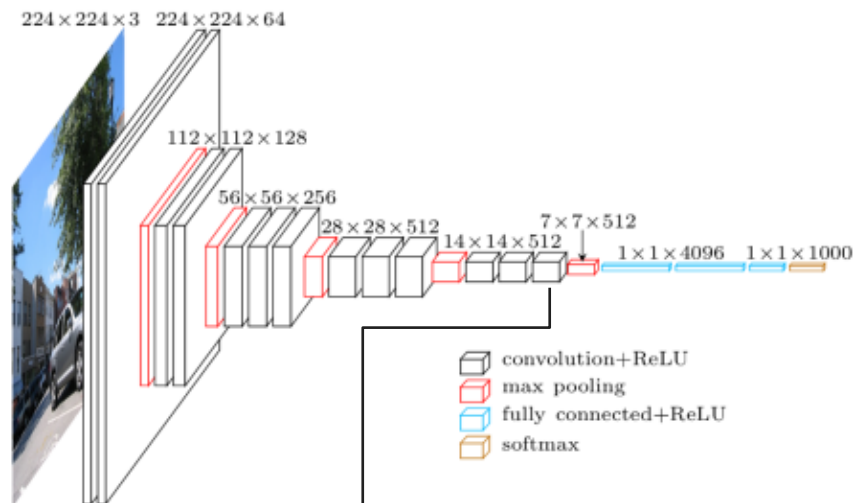
- ボトルネックはどこ？

SSDの処理はここから



SSD512のベンチマーク結果

SSD 高速化

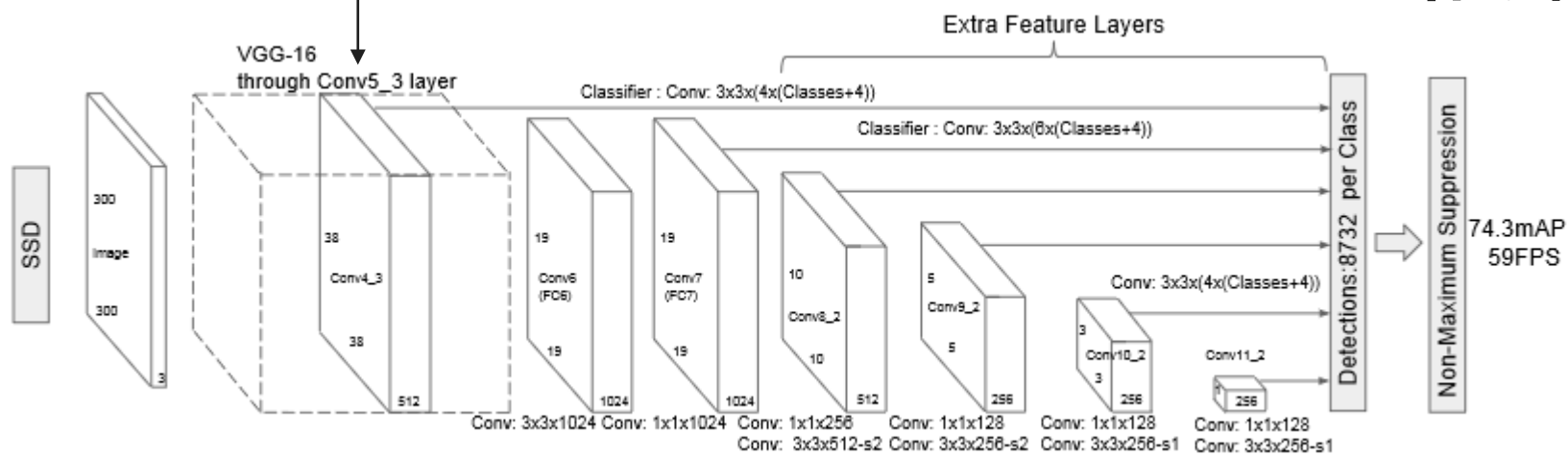


■ モデル構成

- 特徴量抽出 (VGG16) + 物体検出

■ VGG16

- 精度良い特徴量化
- **ただし、とても処理が重い。**
→**全体の約82%！！**



VGG16 : <https://www.cs.toronto.edu/~frossard/post/vgg16/>
SSD : <https://arxiv.org/abs/1512.02325>

SSD 高速化

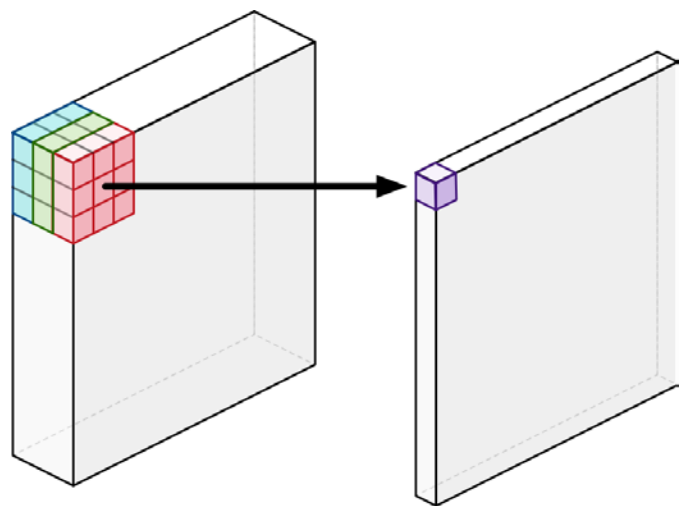
- VGG16を軽量なモデルに変更
- → **MobileNets** を選択
 - VGG16 より精度は劣る。
 - 圧倒的にパラメータ数が少なく軽量！！

Table 8. MobileNet Comparison to Popular Models

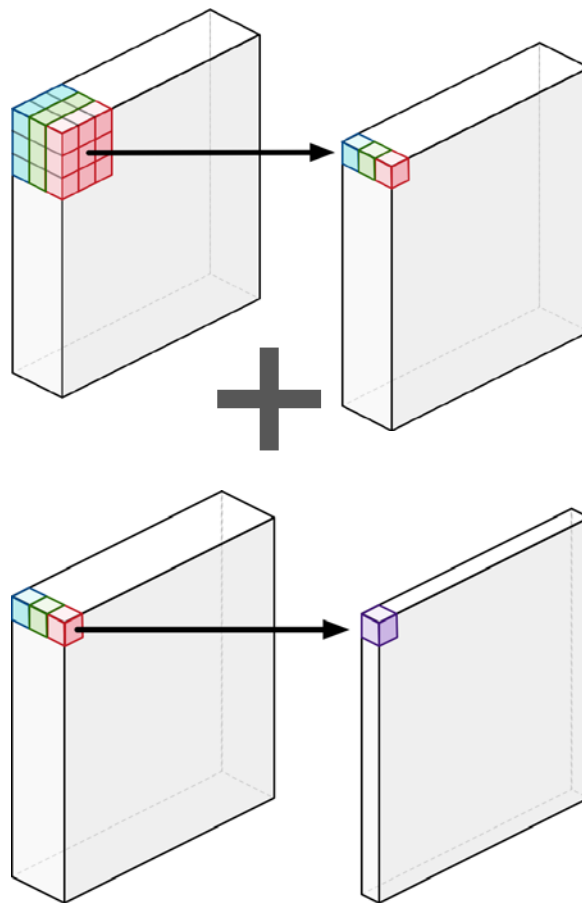
Model	ImageNet Accuracy	Million Mult-Adds	Million Parameters
1.0 MobileNet-224	70.6%	569	4.2
GoogLeNet	69.8%	1550	6.8
VGG 16	71.5%	15300	138

SSD 高速化

■ MobileNets 概要



Regular Convolution
一般的な畳み込み



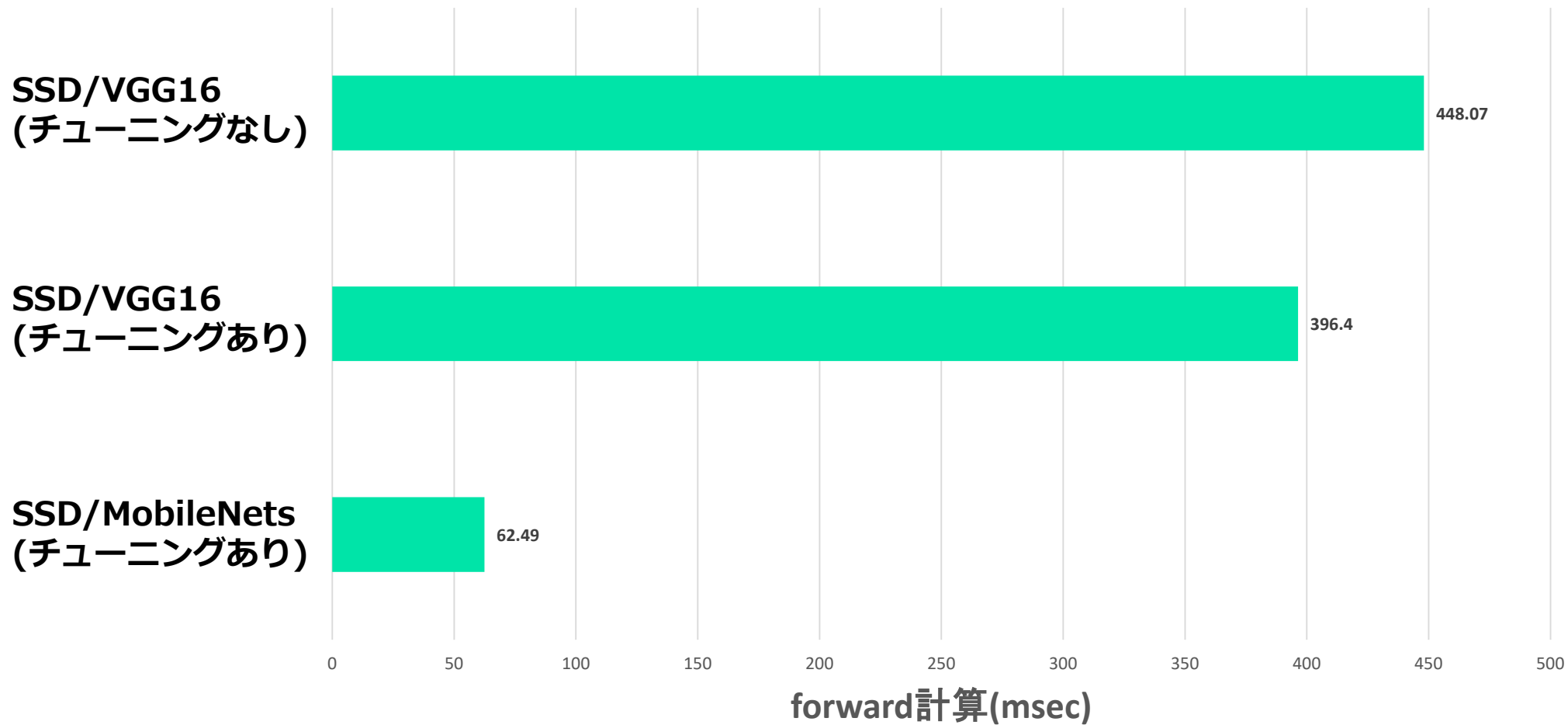
Depthwise Convolution

座標空間における畳み込み

Pointwise Convolution

フィルタ方向における畳み込み

SSD 高速化



SSD 高速化

- Jetson TX2 での速度比較 (Size = 512 x 512 pixel)

VGG16版 SSD	MobileNets版 SSD
------------	-----------------

300x300pxのSSDでは
26msecの速度を実現!

- 検出精度

VGG16版 SSD	MobileNets版 SSD
------------	-----------------

0.9570

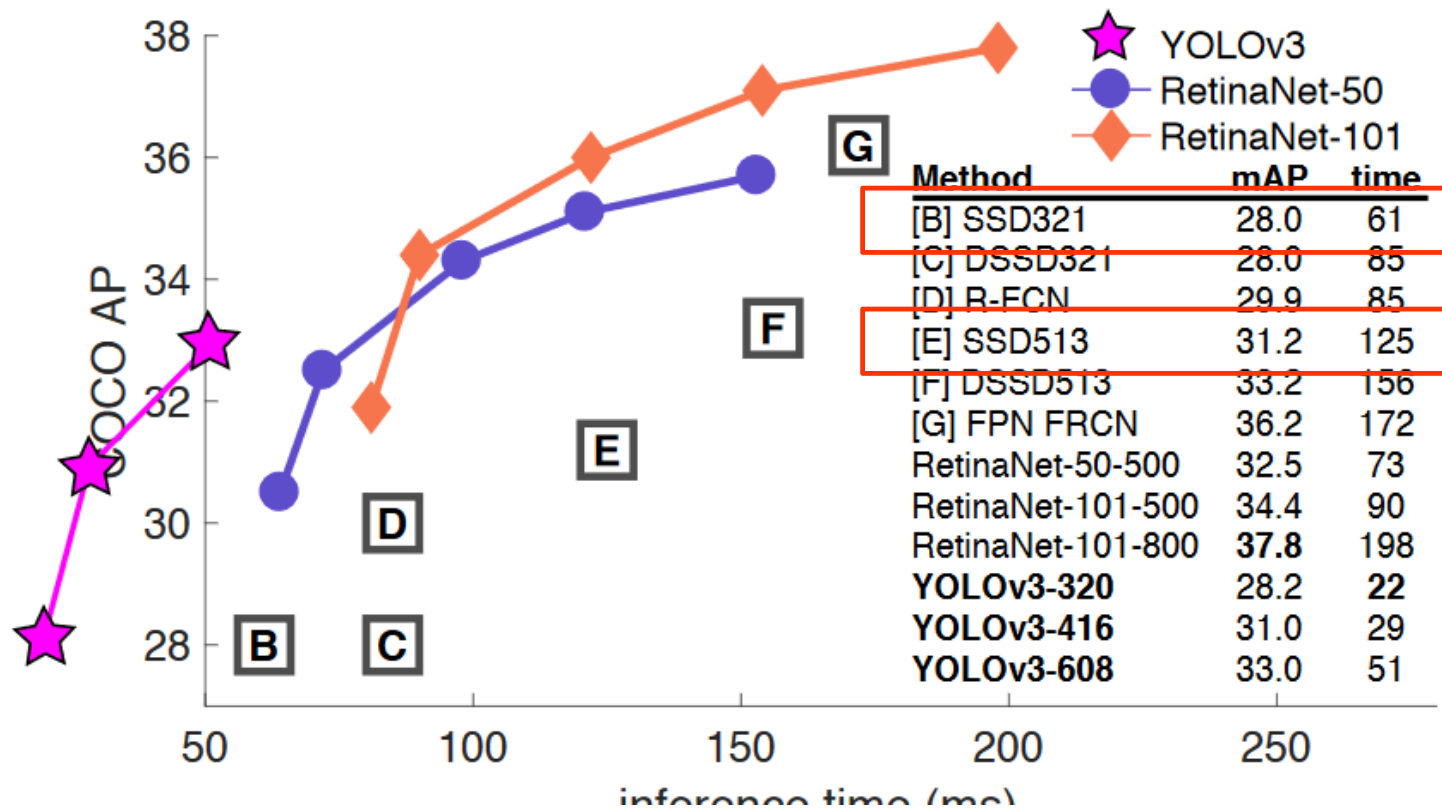
0.9170

2%

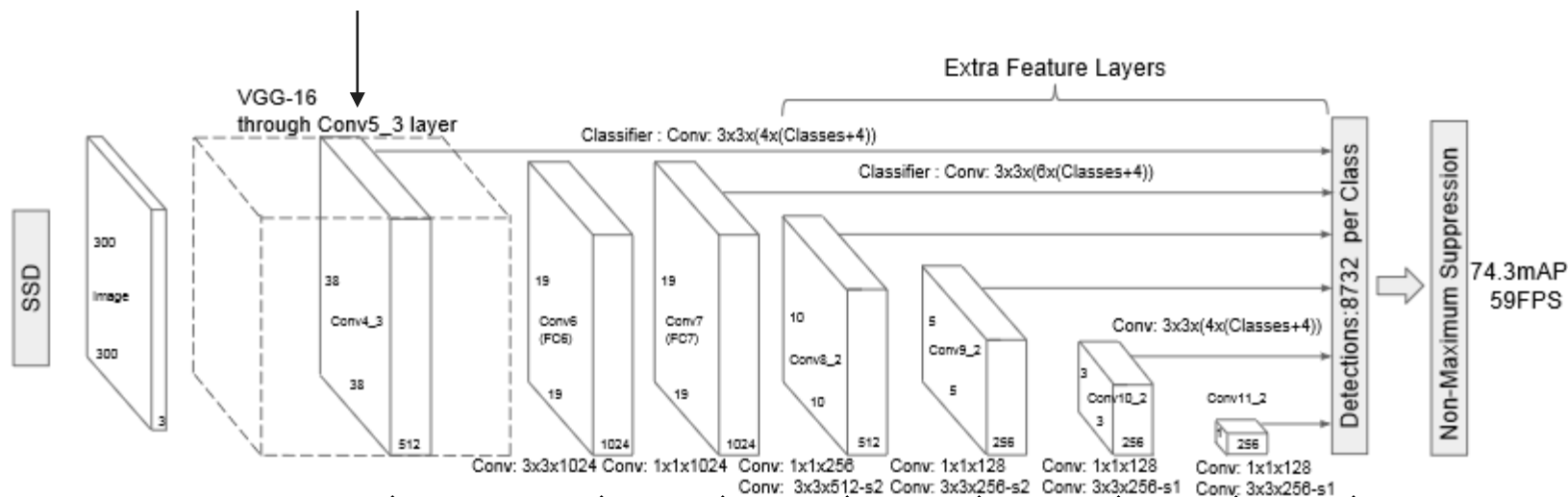
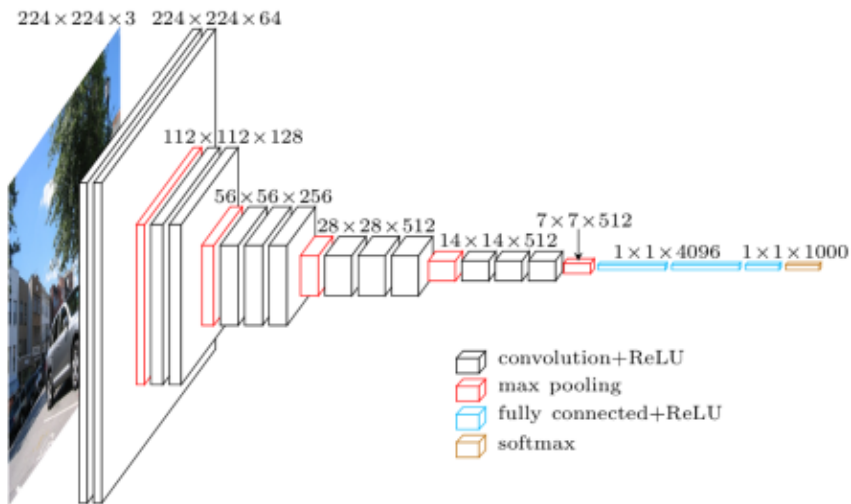
まとめ

- Jetson AIモジュールを高速化するためのアプローチ
 - Jetson のチューニング
 - どこにボトルネックがあるかの分析(特徴抽出部のVGG16が原因)
 - ネットワークの構築・フィードバック(MobileNetsに変更)
- Jetson TX2上でリアルタイムで一般物体検出できるレベルに！
 - SSD512だと62msec(16fps)
 - SSD300だと26msec(38fps)

Extra. SSD321とかSSD513って何？



Extra. SSD321とかSSD513って何？



Feature maps ↑



1層追加できる！

ありがとうございました

