

CNNによる複数品食事画像の同時 カロリー推定とそのモバイル実装

會下拓実 丹野 良介 柳井啓司

電気通信大学大学院 情報理工学研究科 情報学専攻

背景：食事画像カロリー量推定

Foodlog

料理をクロップ
料理の種類や量を手入力選択

1/4 人前	205 kcal
1/3 人前	279 kcal
1/2 人前	411 kcal
2/3 人前	551 kcal
3/4 人前	617 kcal
1 人前	823 kcal ✓
1.5 人前	1234 kcal
2 人前	1646 kcal

量の選択

カロナビ

栄養士による食事画像からの
カロリー量推定
有料サービス

食事画像からのカロリー量推定は未解決の問題

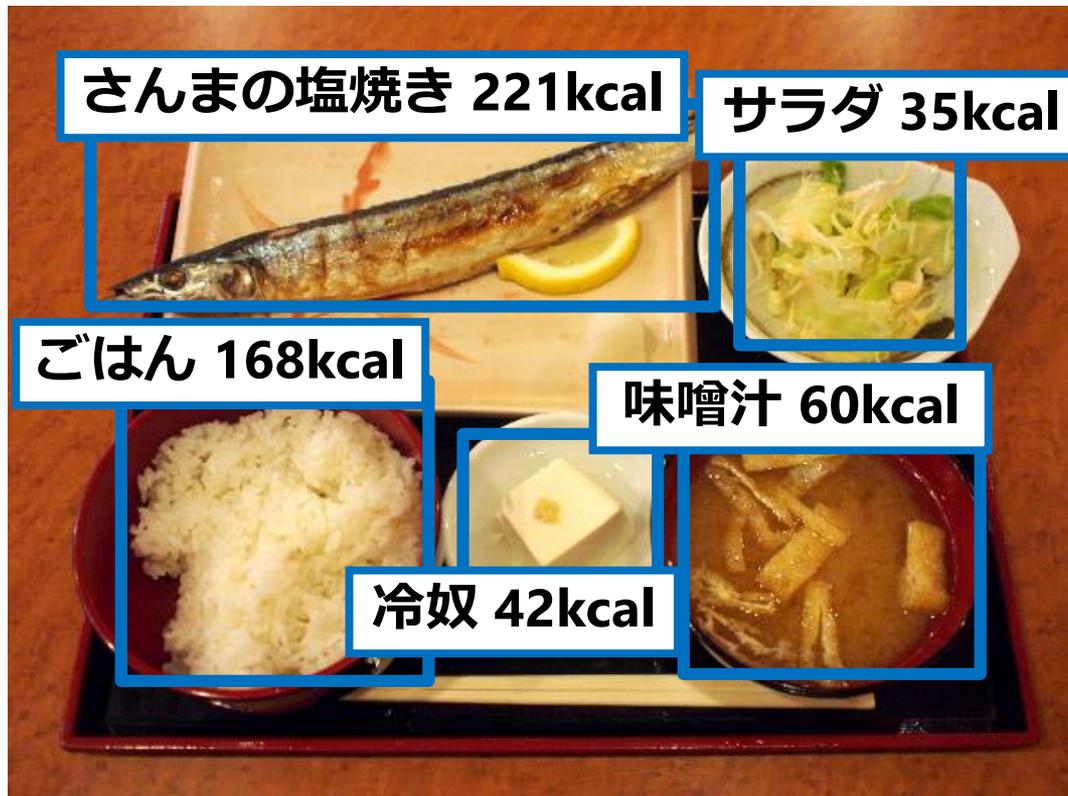
背景：複数品目に対する食事画像認識



複数品目を認識することで
少ない手間で記録することが可能

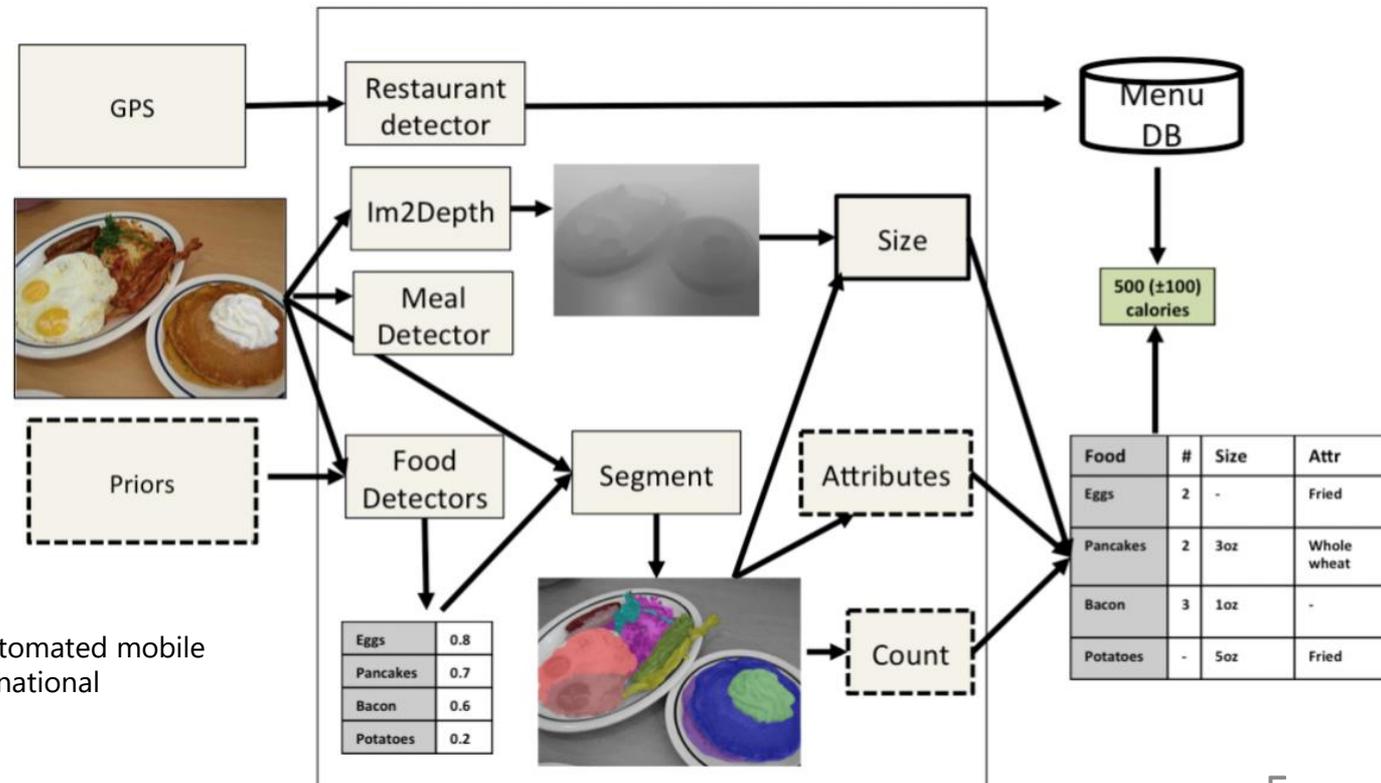
研究目的

複数料理写真からの同時カロリー一量推定



関連研究：カロリー量推定

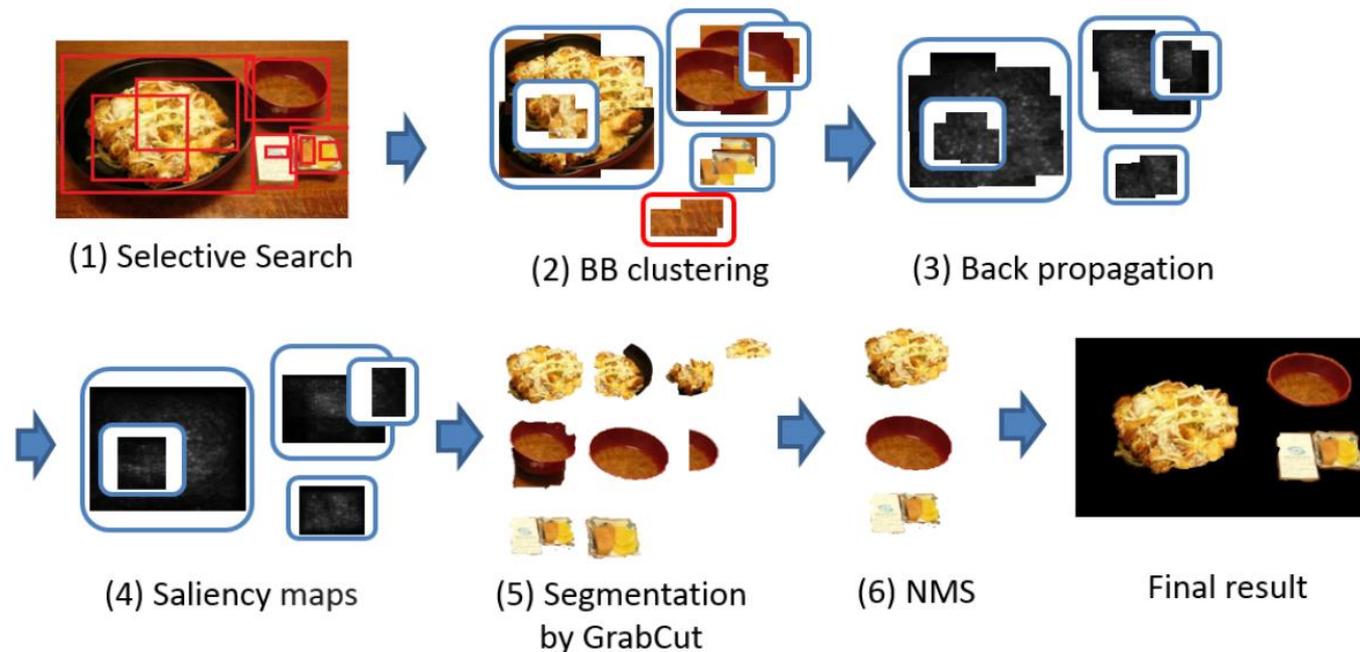
- Im2Calories [Myersら 2015]
 - CNNによるクラス分類, セグメンテーション, 深度推定
 - 食材情報とボリュームからカロリー量を推定



Myers et al. Im2calories: towards an automated mobile vision food diary. In Proc. of IEEE International Conference on Computer Vision, 2015.

関連研究：料理検出

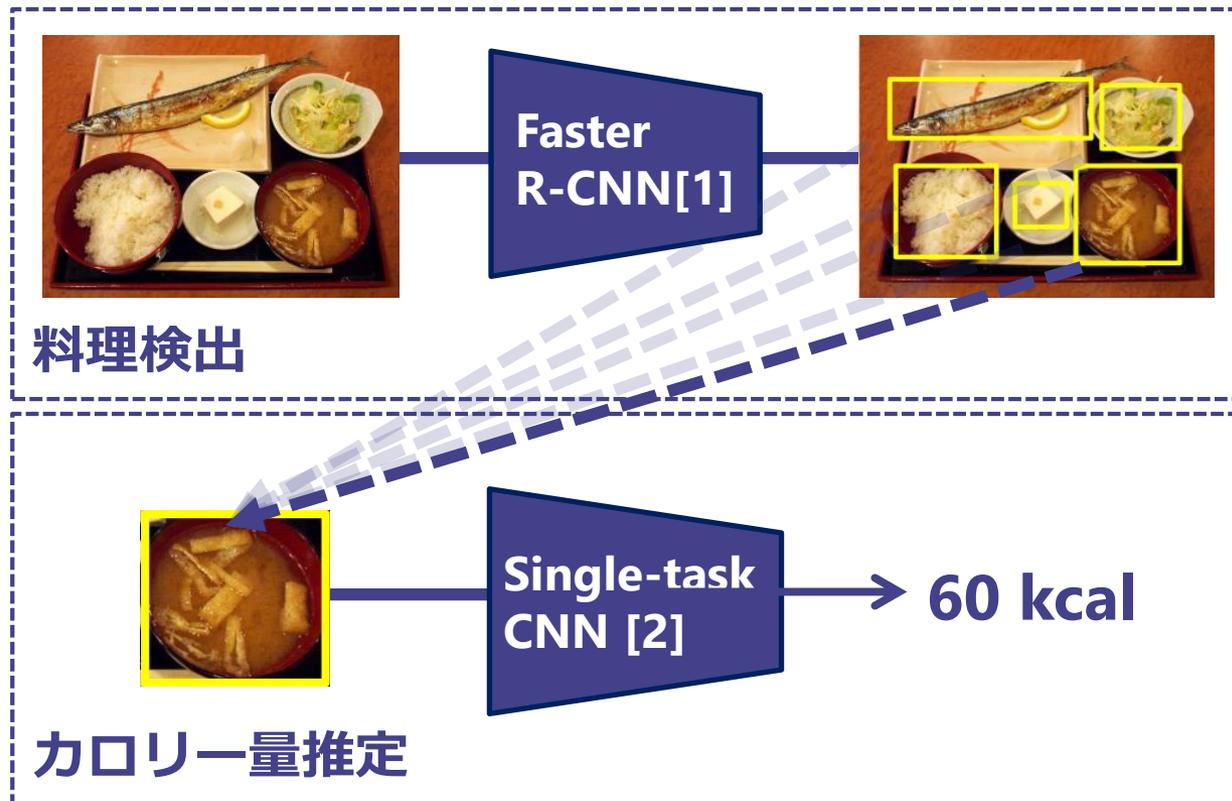
- CNN-based Food Image Segmentation [下田ら 2015]
 - 各候補領域のサリエンスマップを生成
 - 領域情報からバウンディングボックスを推定



W. Shimoda and K. Yanai. CNN-based food image segmentation without pixel-wise annotation. In *Proc. of IAPR International Conference on Image Analysis and Processing*, 2015.

提案手法：概要

複数料理写真からの同時カロリー量推定



[1] S. Ren et al. Faster R-CNN: Towards realtime object detection with region proposal networks. NIPS 2015.

[2] T. Ege and K. Yanai. Simultaneous estimation of food categories and calories with multi-task cnn. MVA 2017.

手法：料理検出

Faster R-CNNの導入

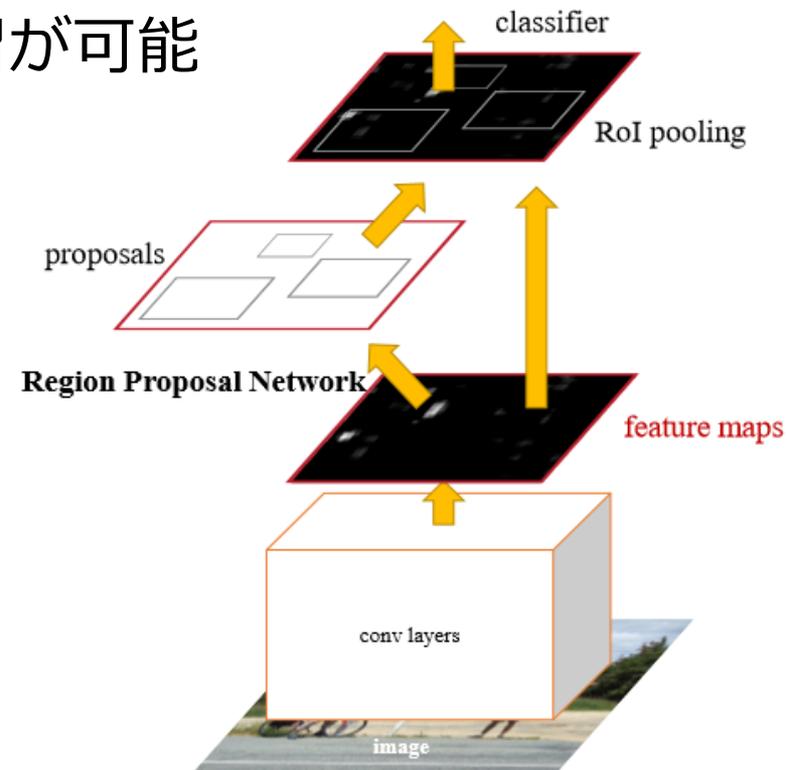
- システム全体のend-to-endな学習が可能
- 2つのモジュールで構成される

Fast R-CNN detector

画像全体を一度だけCNNに投入
クラス分類と矩形回帰の同時学習

Region Proposal Network (RPN)

CNNベースの候補領域検出の手法
Fast R-CNN detectorと計算を共通化

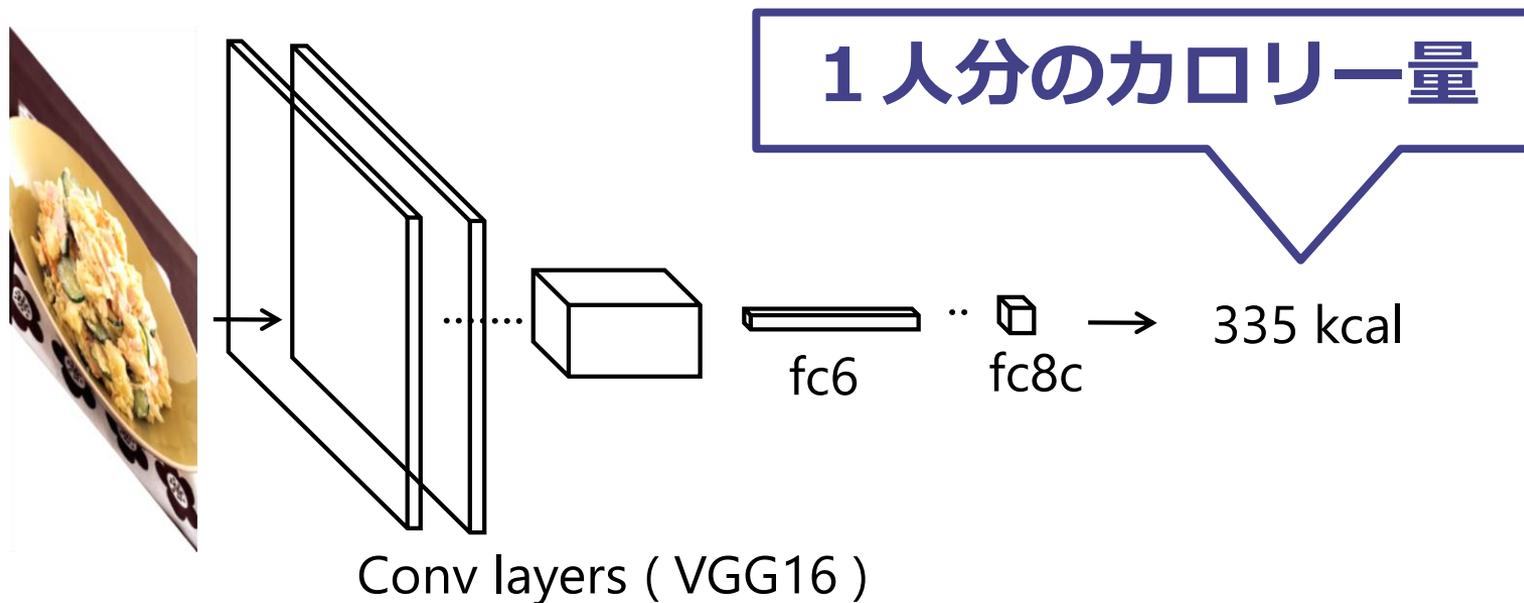


S. Ren et al. Faster R-CNN: Towards realtime object detection with region proposal networks. NIPS 2015.

手法：カロリー量推定

CNNを用いた回帰による手法

- 単品料理画像から1人分のカロリー量を直接出力



Ege and Yanai. Simultaneous estimation of food categories and calories with multi-task cnn. MVA 2017.

手法：カロリーー量推定

CNNを用いた回帰による手法

- 損失関数 L_{cal}
 - 相対誤差 L_{re} と絶対誤差 L_{ab} の線形和

$$L_{ab} = |y_i - g_i| \quad L_{re} = \frac{|y_i - g_i|}{g_i}$$

y_i : 画像 x_i から推定されたカロリーー量

g_i : 正解カロリーー量

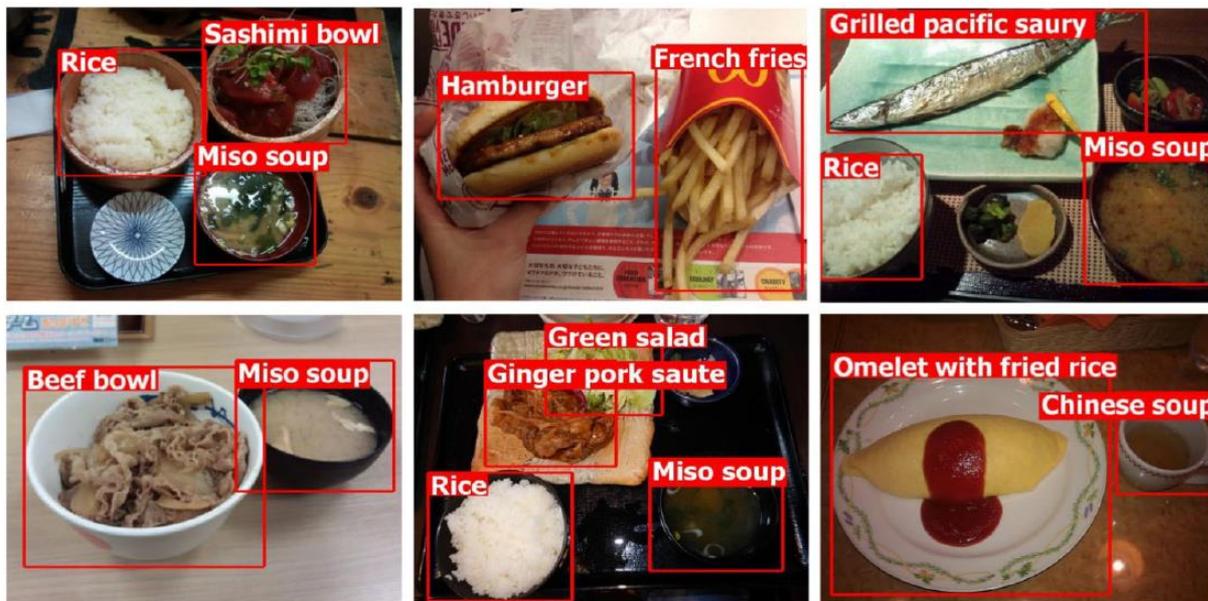
実験

- Faster R-CNNによる料理検出
 - UEC Food-100[1]
 - 学校給食画像
- 複数料理写真からのカロリー量推定
 - 合計カロリー量付き学校給食画像

[1] Y. Matsuda, H. Hajime, and K. Yanai. Recognition of multiple-food images by detecting candidate regions. In Proc. of IEEE International Conference on Multimedia and Expo, 2012.

実験：UEC Food-100の料理検出

- UEC Food-100
 - 料理100カテゴリ, 各カテゴリ100枚以上
 - 学習に単品画像11,566枚,
テストに複数料理画像1,174枚を使用



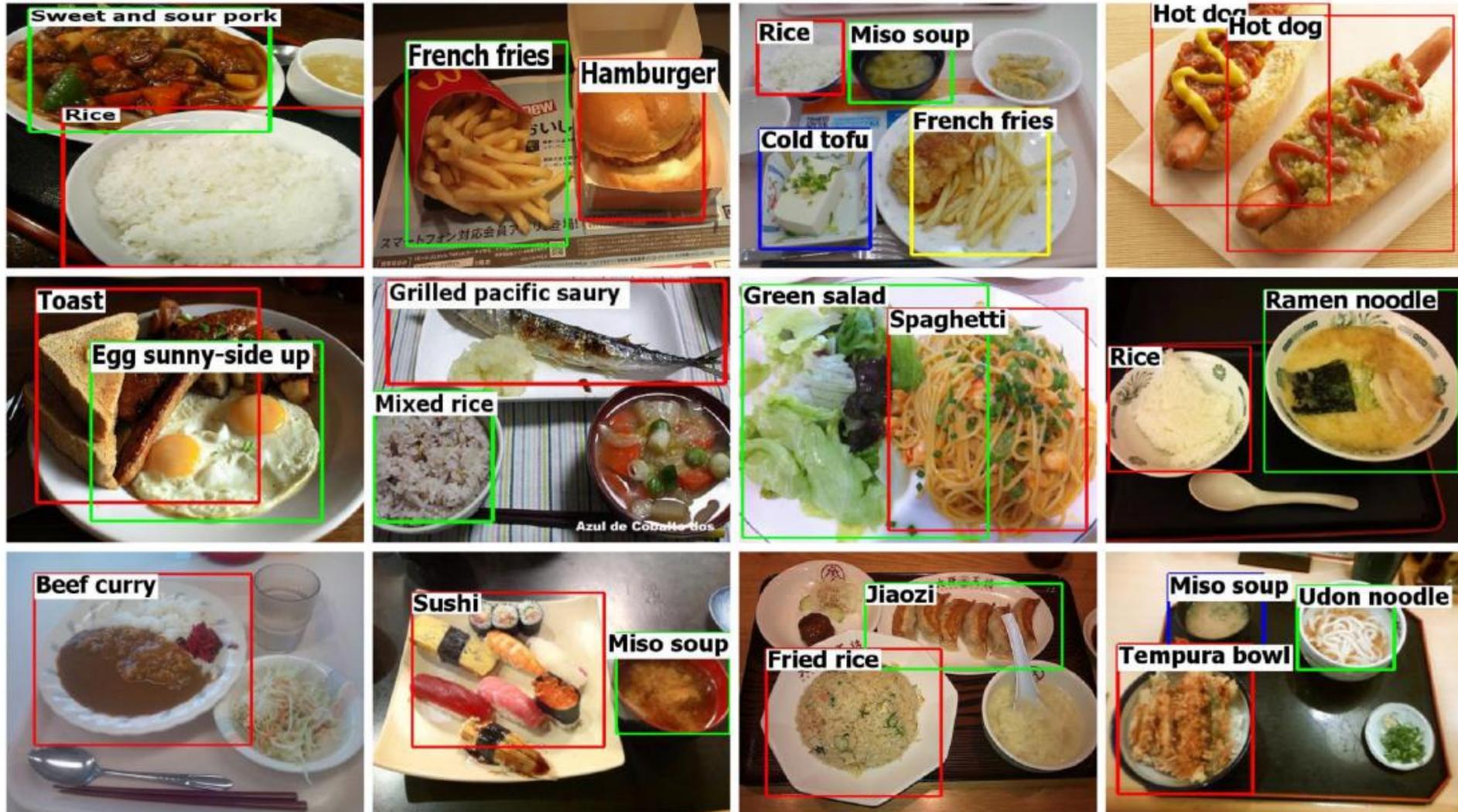
実験：UEC Food-100の料理検出

- 比較のために下田ら[1]の評価方法に従う
 - 評価指標としてPASCAL VOC detection taskの mean Average Precision(mAP) を使用.

	100カテゴリ	テスト画像枚数 ≥ 10 の53カテゴリ	テスト画像枚数 ≥ 50 の11カテゴリ
R-CNN	26.0	21.8	25.7
下田らの手法 (BP)[1]	49.9	55.3	55.4
Faster R-CNN	42.0	46.3	57.9

[1] W. Shimoda and K. Yanai. CNN-based food image segmentation without pixel-wise annotation. In *Proc. of IAPR International Conference on Image Analysis and Processing*, 2015.

実験：UEC Food-100の料理検出



実験：学校給食画像の料理検出

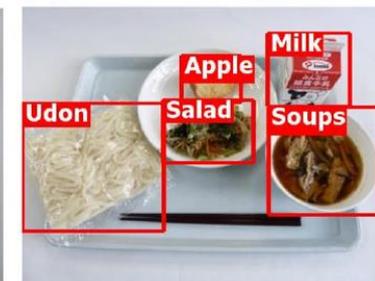
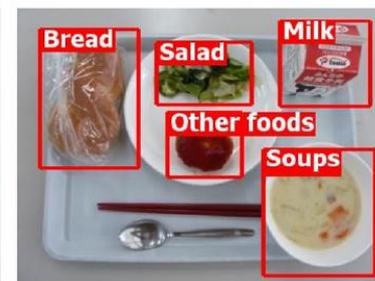
- 学校給食画像データセット
 - 料理20カテゴリ, 合計3941枚
 - 学習に80%, テストに20%を使用

<< 2016年09月 >>
 日 月 火 水 木 金 土
 1 2 3
 4 5 6 7 8 9 10
 11 12 13 14 15 16 17
 18 19 20 21 22 23 24
 25 26 27 28 29 30

カテゴリアーカイブ
 給食のレシピ (35)
 調理員のおすすめレシピ (12)
 保護者の方のおすすめレシピ (2)
 地元生産者おすすめレシピ (2)
 希望献立 (43)
 滝ベジ献立 (129)
 希望&滝ベジ献立 (27)
 滝ベジ&調理員おすすめレシピ (1)
 滝産食材使用献立 (12)

今日の日メニューは・・・
 9月21日の献立[2016年09月21日 (Wed)]
 ・ごはん
 ・ぎゅうにゅう
 ・みそビーフンスープ
 ・さばのねぎみそやき
 ・チンジャオロース

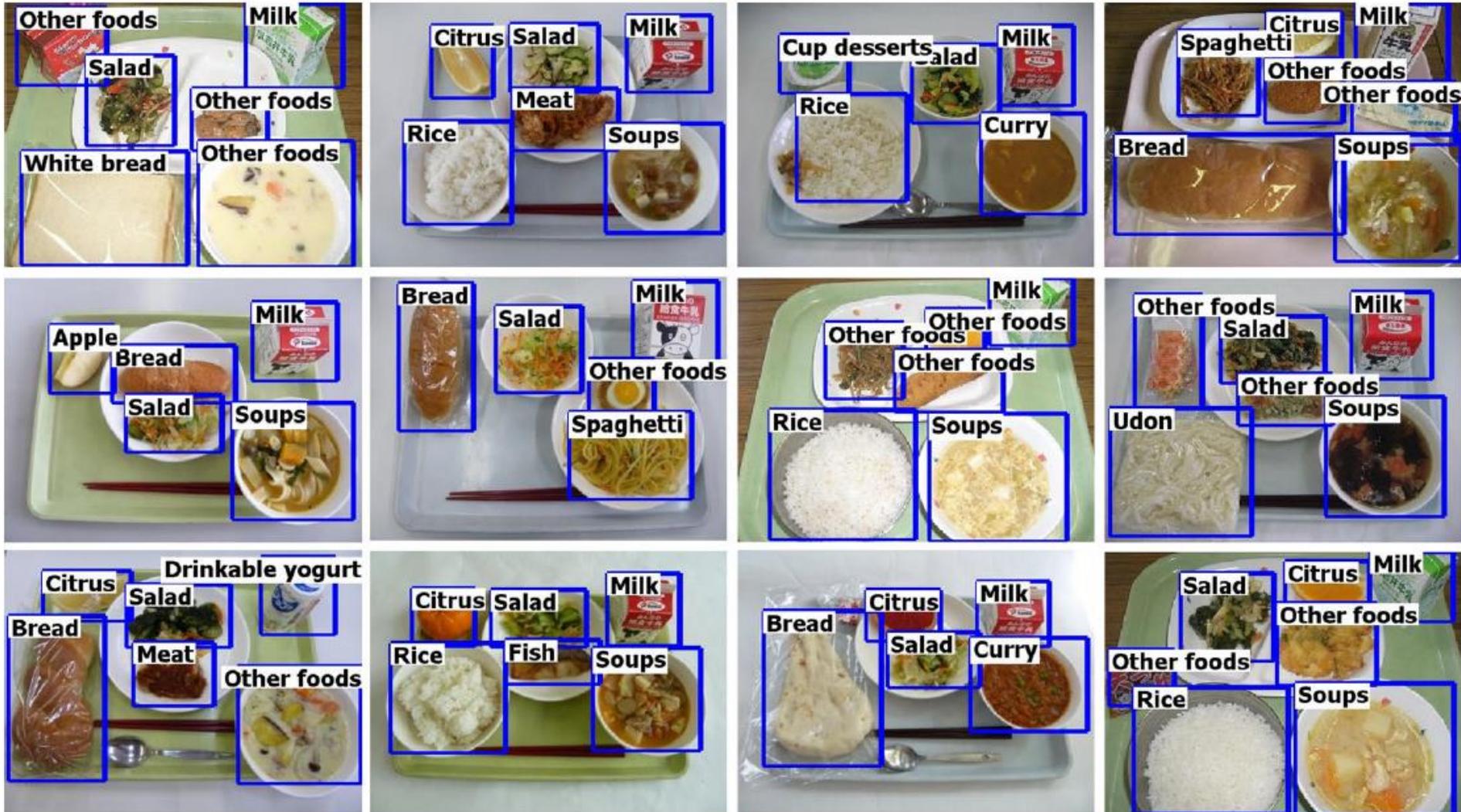
今日滝沢市小学校陸上競技記録会
 市内8校の児童選手と応援団員が一堂に会して



実験：学校給食画像の料理検出

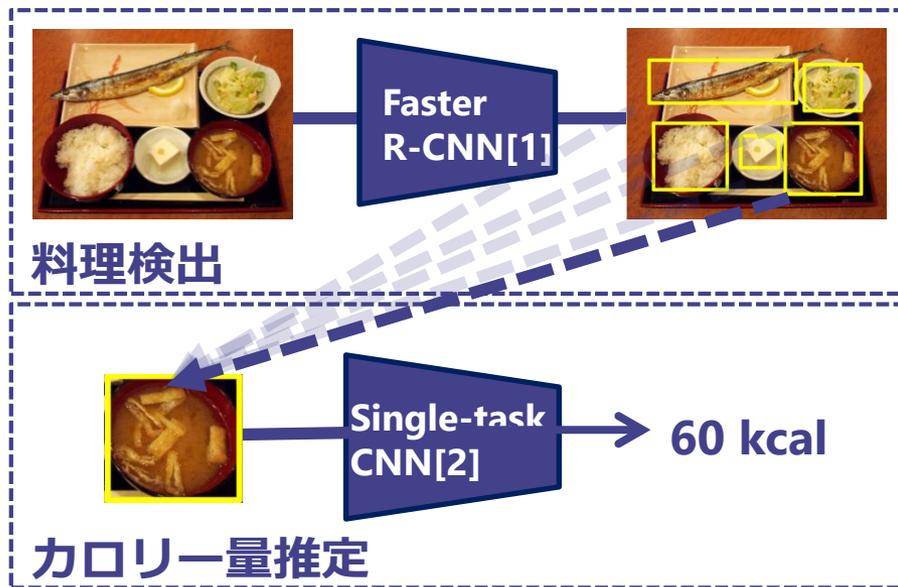
	クラス	AP (%)		クラス	AP (%)
1	牛乳	99.6	12	汁物	92.2
2	飲むヨーグルト	90.6	13	カレー	95.1
3	ごはん	99.7	14	麻婆豆腐	99.8
4	混ぜごはん	82.7	15	ビビンバ	72.9
5	パン	95.5	16	焼きそば	79.9
6	食パン	83.7	17	パスタ	90.7
7	うどん	98.0	18	柑橘類	99.6
8	魚料理	78.3	19	りんご	98.5
9	肉料理	70.8	20	カップデザート	93.1
10	サラダ	94.0	21	その他	90.4
11	ミニトマト	100.0	mAP		90.7

実験：学校給食画像の料理検出



実験：複数料理写真からのカロリー量推定

- 合計カロリー量付き給食画像データセット
 - 千葉県印西市給食センターブログから収集
 - 合計690枚, すべてテストに使用



Faster R-CNNの学習には
BB付き学校給食画像を使用

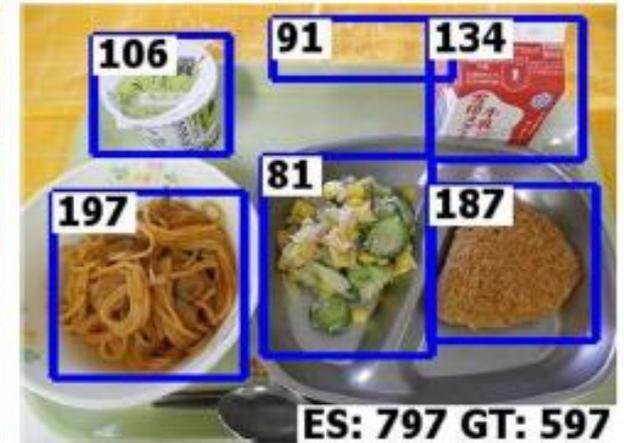
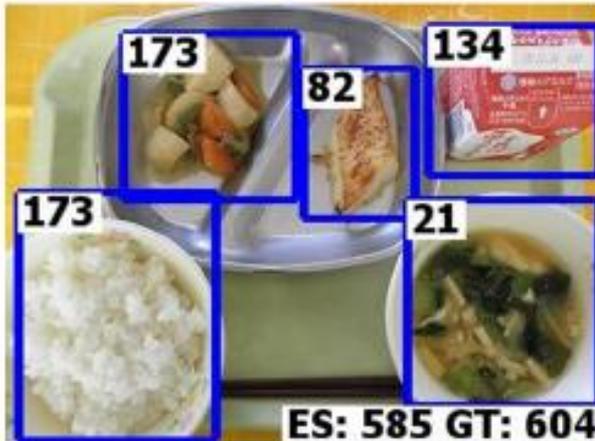
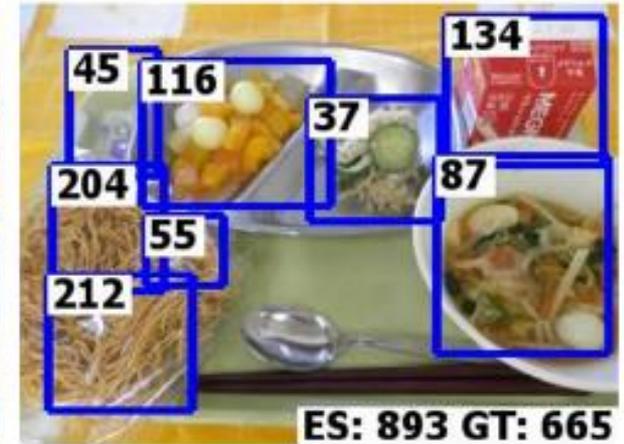
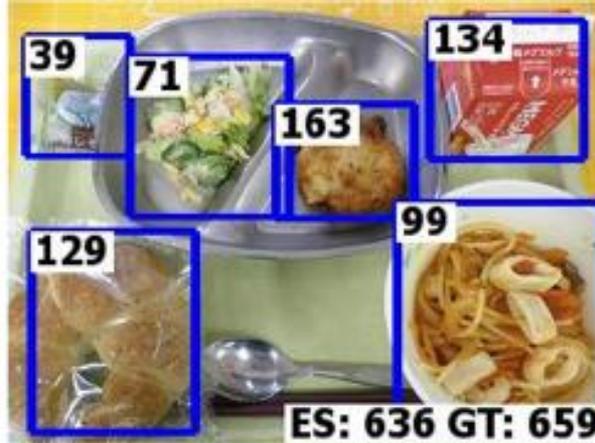
学習にカロリー量付き食事画像
データセット[2]を使用

実験：複数料理写真からのカロリー量推定

- Faster R-CNNにより「牛乳」と分類された料理に関しては134kcalとする
- カロリー量推定評価指標
 - 絶対誤差(kcal) : $|y_i - g_i|$
 - 相対誤差(%) : $\frac{|y_i - g_i|}{g_i}$
 - < 20% (相対誤差)(%) : 相対誤差20%より小さい推定値の割合

	相対誤差 (%)	絶対誤差 (kcal)	< 20% (相対誤差)(%)	< 40% (相対誤差)(%)
単品料理カロリー量推定[1]	30.2	105.7	43	76
複数料理合計カロリー量推定	21.4	136.8	53.0	85.1

実験：複数料理写真からのカロリー量推定



39

71

163

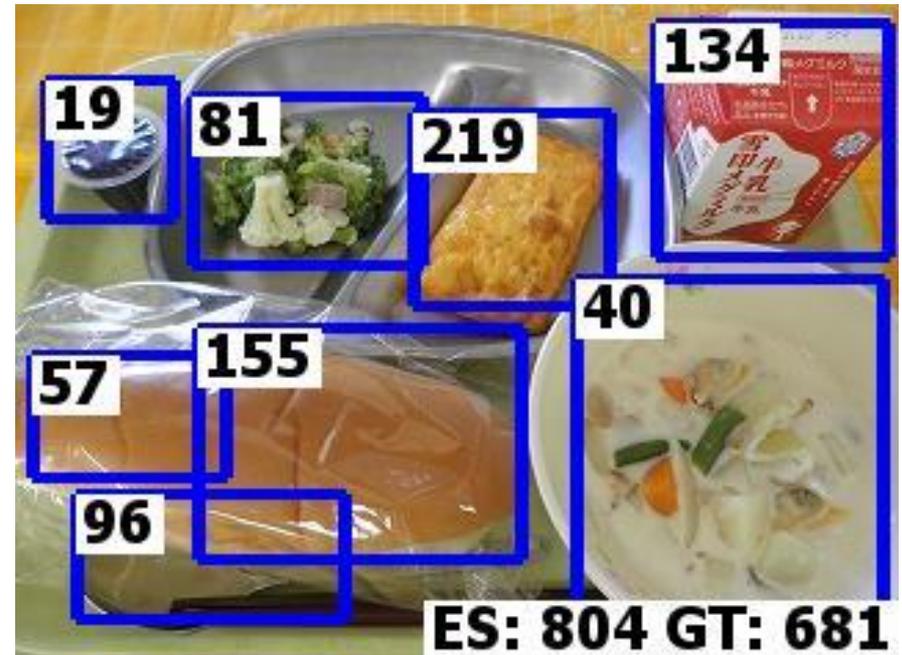
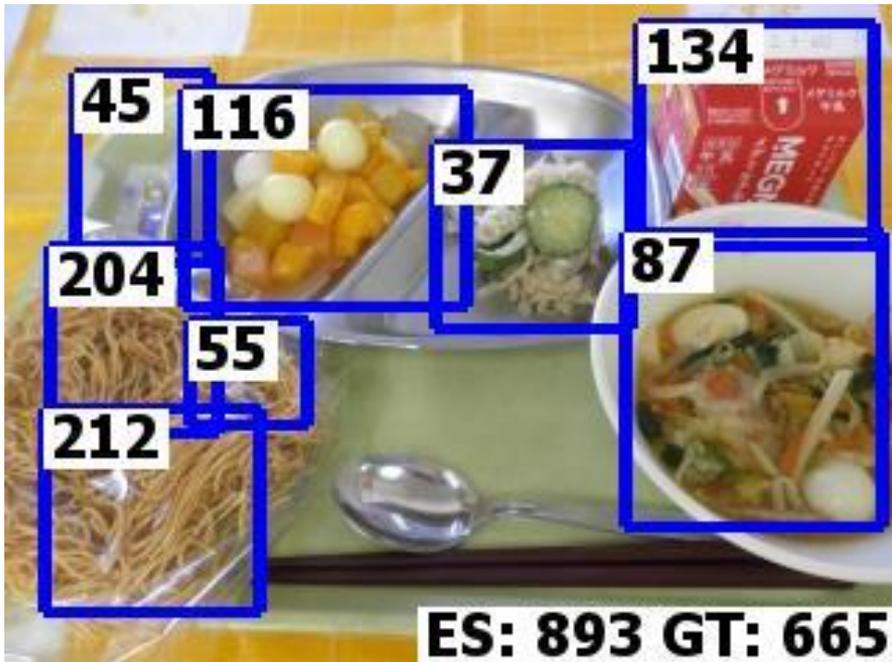
134

129

99

ES: 636 GT: 659

失敗例

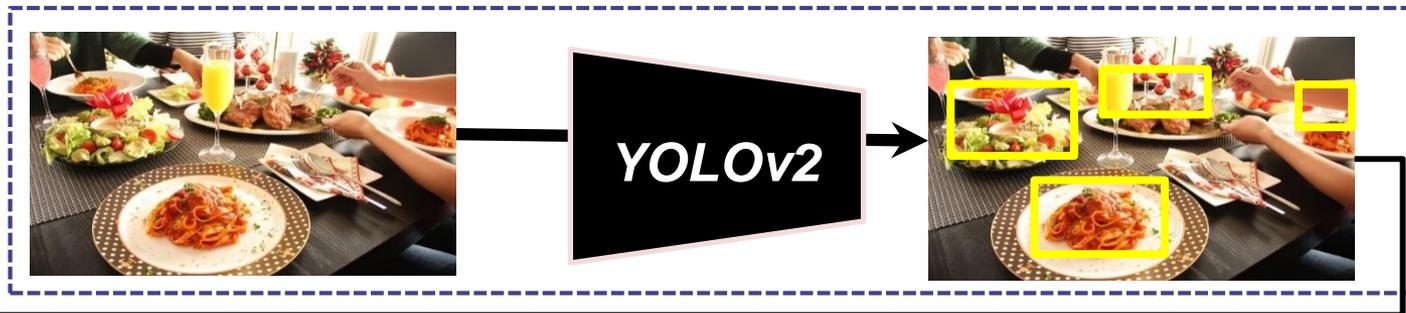


モバイル実装：複数料理写真からのカロリー量推定

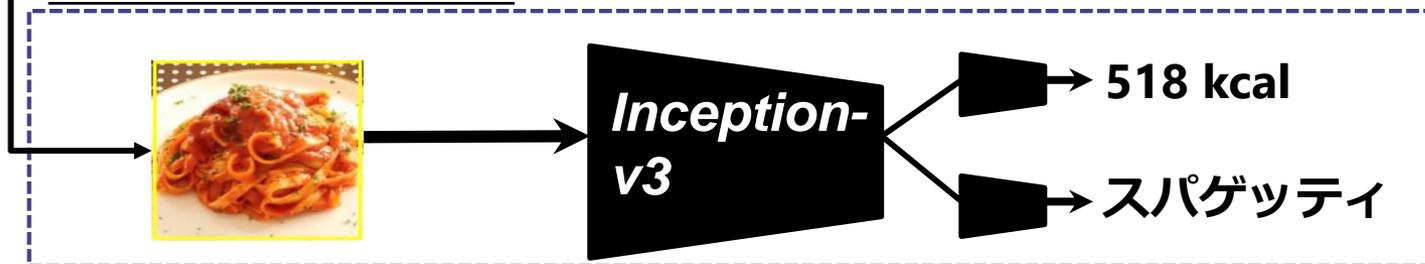
食事検出+カロリー推定 (処理フロー)

1. YOLOv2で食事検出
2. 検出された各食事領域のバウンディングボックス情報から画像をクロップ
3. クロップした各食事画像をカロリー値を推定するCNNの入力とする

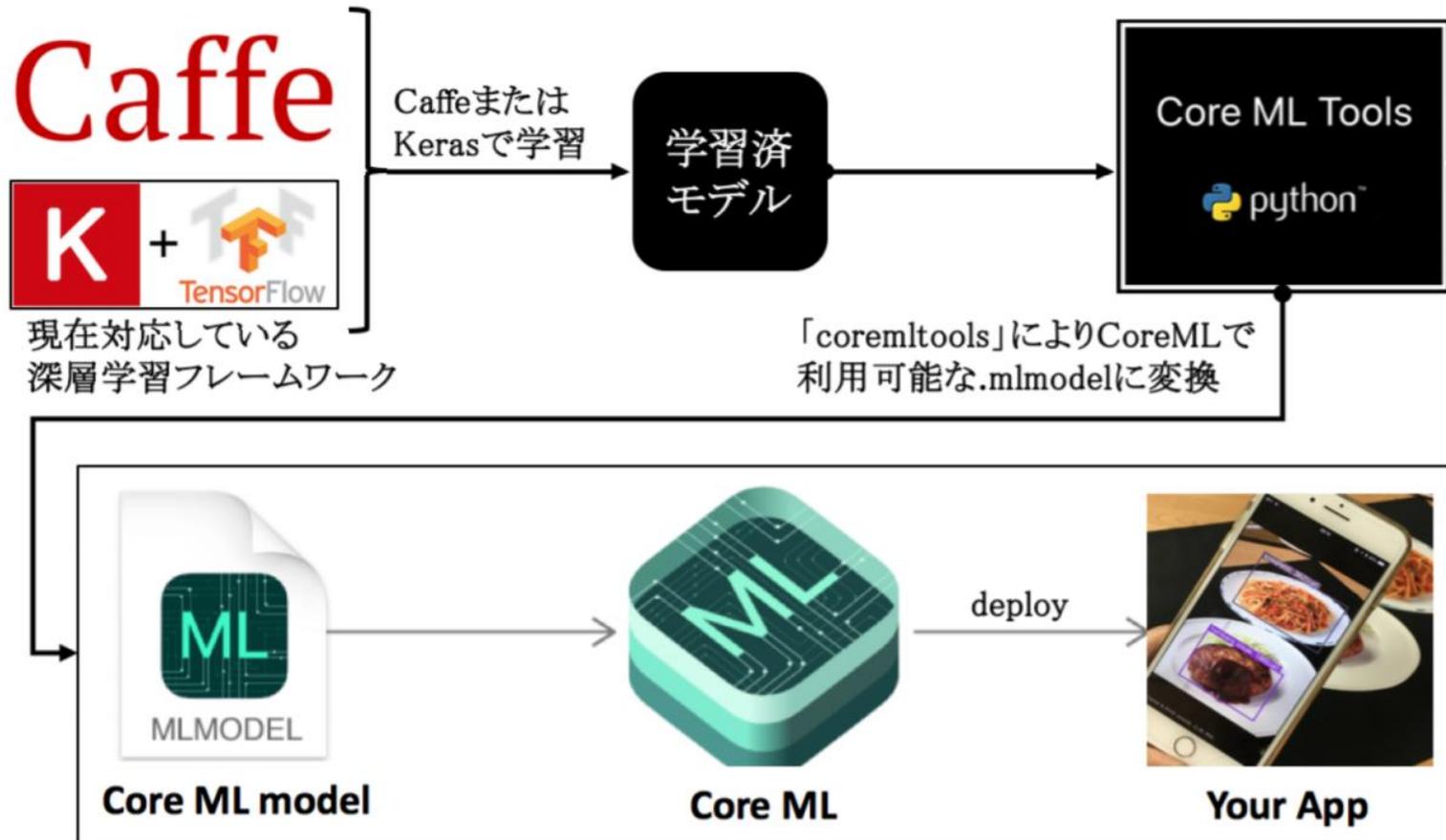
Food Detection



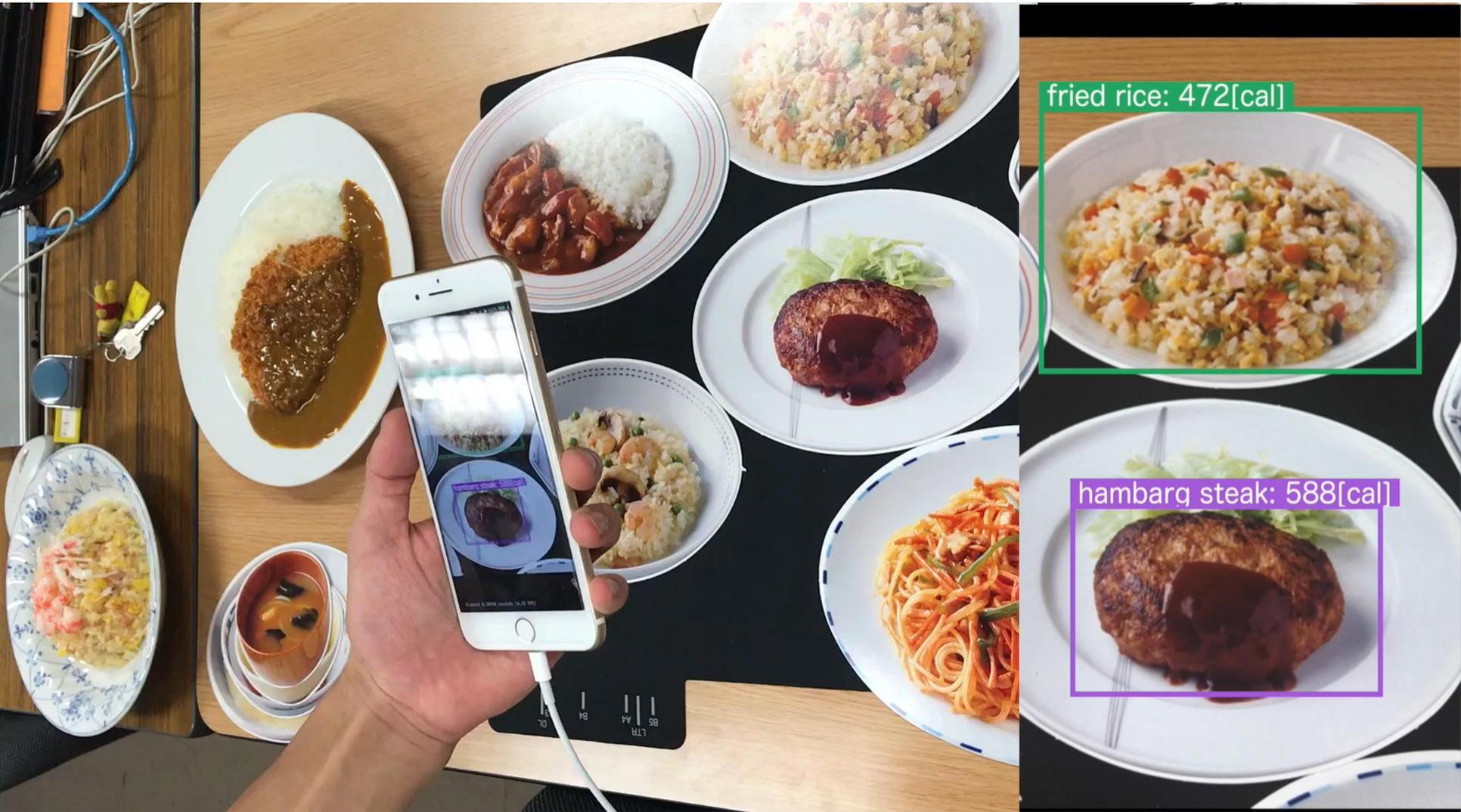
Calorie Estimation



CoreMLを用いたiOSアプリ実装フロー



食事検出 + カロリー推定(デモ動画)



AR表示版

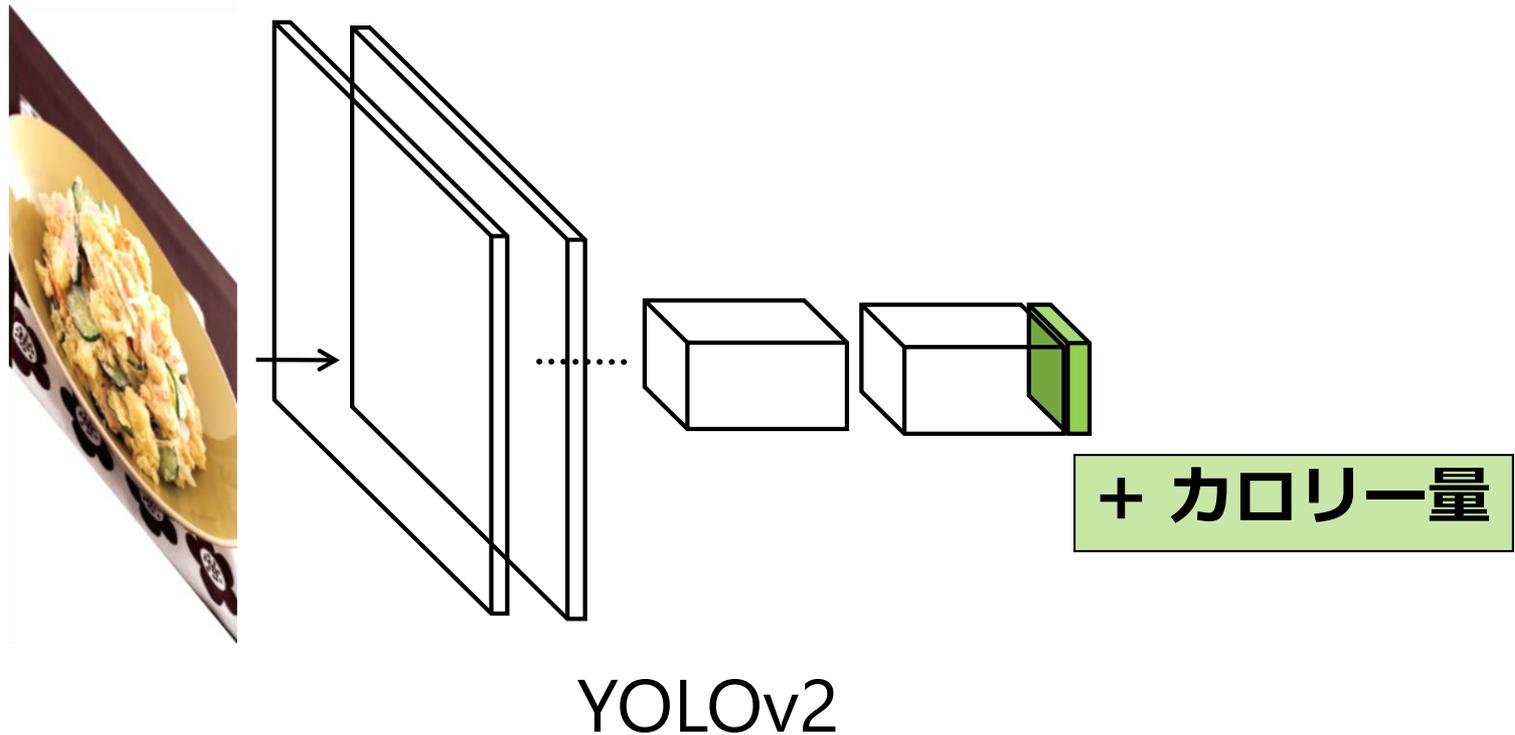


まとめ

- 単品料理検出
- 複数料理写真からのカロリー量推定
- モバイル実装

今後

- 検出とカロリー量の同時推定



YOLOv2 : J. Redmon, A. Farhadi , YOLO9000: Better, Faster, Stronger, CVPR 2017

