

候補領域推定による 食事画像の複数品目認識

電気通信大学大学院 情報理工学研究科
甫足創, **松田 裕司**, 柳井啓司

背景

× 食事記録を取るサービスの普及

+ 食べた料理を記録

+ より簡単に，より速く記録を取りたい

× 一般的な記録方法

+ テキスト入力，テキスト検索

+ 階層的リストから選択

× 例) 麺類→ラーメン

目的

✕ 食事画像から料理の候補を表示する

- + 複数品目を1枚の画像
- + 手軽に食事の記録が取れる



食事画像

認識エンジン

候補料理

1. ごはん
2. 味噌汁
3. 目玉焼き
4. 豚カツ
5. 鮭のムニエル
6. 魚のフライ
7. 煮魚
8. ウィンナーソテー
9. サンドイッチ
0. ロールパン

関連研究（食事認識）

- × FoodLog(東京大学相澤研究室)
 - + 画像から栄養を直接推定
 - + どんな種類の料理でも栄養推定が可能
 - + 料理の種類の記録には不向き



認識エンジン

主食			2.0 sv
副菜			1.0 sv
主菜			3.0 sv
牛乳・乳製品			0.0 sv
果物			0.0 sv

<http://www.foodlog.jp>

関連研究（食事認識）

✖ 食事画像の認識 [上東(柳井研究室) 2008]

- + 複数の視覚的特徴を効率的に統合
- + 50品目の認識対象，単品認識



✖ 本研究（拡張）

- + 複数品目にも対応



関連研究（認識手法）

× 物体検出の研究[Vedaldi et al. 2009]

+ 多段階のSVMで候補を絞る

× 線形カーネルSVMで候補を複数個選出する

× 非線形カーネルSVMで候補を絞る

	線形SVM	非線形SVM
計算量	少ない	多い
評価値の精度	△	○

× 本研究では

+ 複数の候補領域の選出

× 線形SVM, 円検出, 領域分割

+ 非線形カーネルでの分類値

提案手法（概要）



入力画像



候補領域抽出



Whole



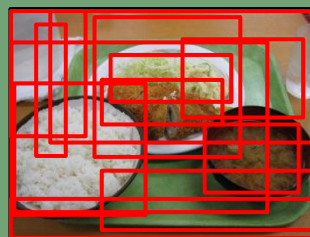
領域分割



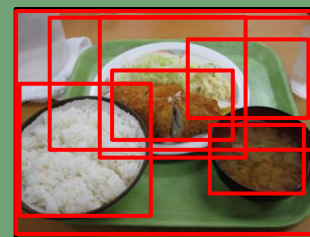
円検出

候補領域の選定

- ・ 候補領域の統合
- ・ 不必要な領域の除去



候補領域の統合



除去

9. サンドイッチ
0. ロールパン

完成

候補領域検出 ～画像全体～

- × 画像全体を候補領域とする
 - + 画像に大きく料理が写っている場合有効
 - + 料理が小さい場合、あまり有効でない
- × 以前の研究（単品）ではこれで十分だった



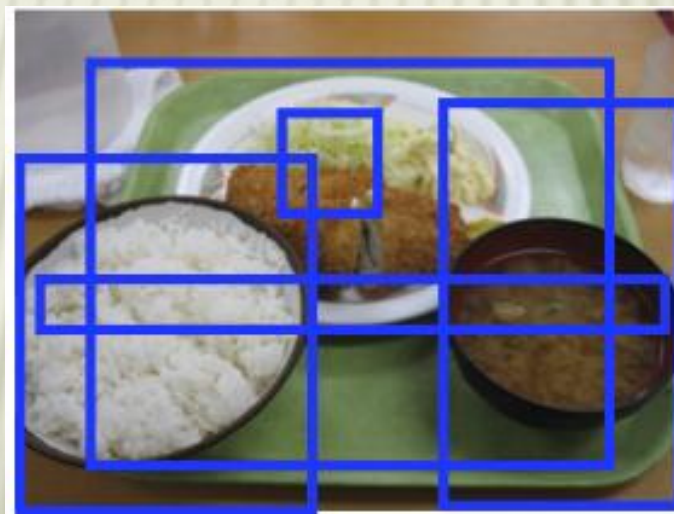
有効



あまり有効でない

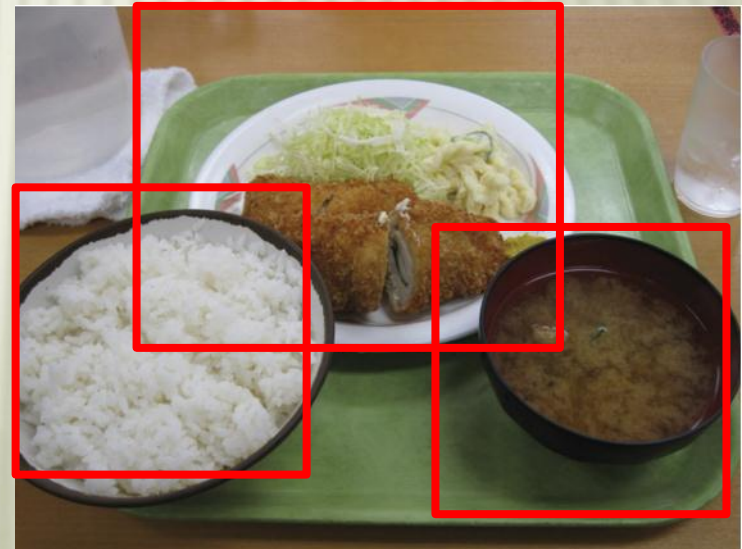
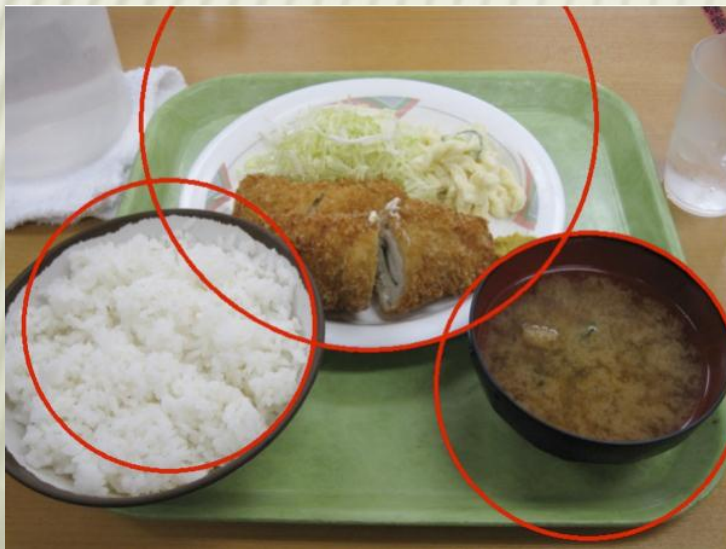
候補領域検出 ～線形SVM～

- ✖ 線形SVMで評価値の高い領域を候補とする
 - + 探索にEfficient Subwindow Searchアルゴリズムを用いる
 - ✖ 分枝限定法を用いた効率的なアルゴリズム
- ✖ 85種類の各料理につき1つの候補領域を検出



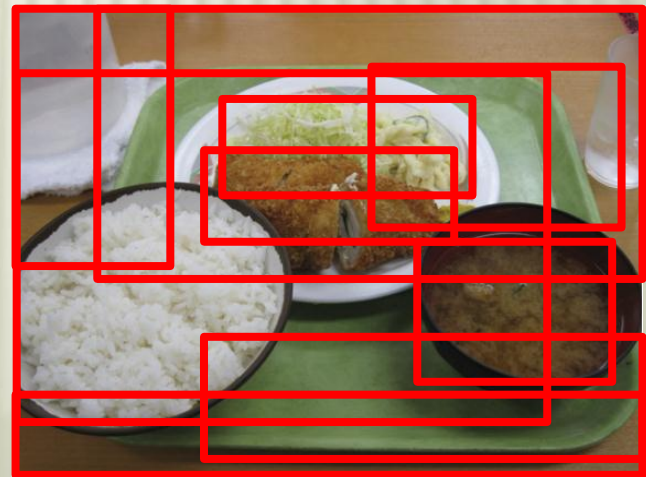
候補領域検出 ～円検出～

- × 画像から円を検出する
 - + 円検出にはHough変換を利用
 - + 皿をうまく検出できる
 - + 円形以外の皿は検出できない



候補領域検出 ～領域分割～

- × 似た色の領域に分割する
 - + JSEGアルゴリズムを利用
 - + およそ10個の領域に分割
- × 色が近いと正しく分割されない場合もある

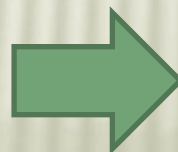


候補領域検出 ～領域分割～

× 領域の統合

- + 円形度が高くなる領域を結合する
- + やや分割されすぎた領域をカバー
 - × カレーライスなど
- + あわせて平均14個の候補領域

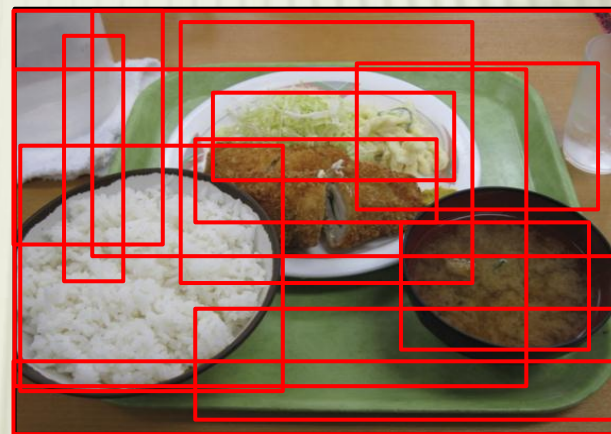
$$\text{円形度} = \frac{4\pi(\text{面積})}{(\text{周囲長})^2}$$



候補領域検出 ～選定～

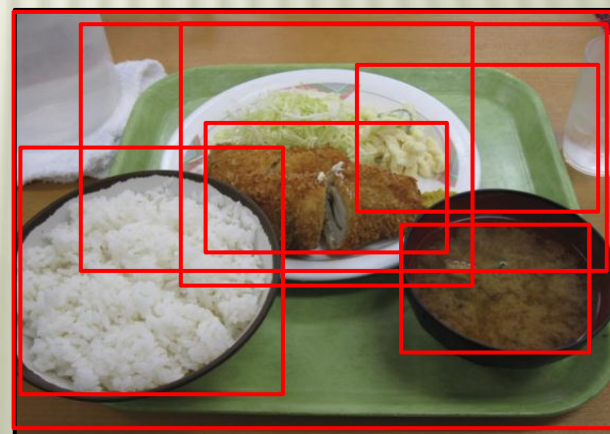
× 4つの候補領域検出手法の結果を統合

- + 画面全体
- + 線形SVM
- + 円検出
- + 領域分割



× 不必要な候補の除去

- + 小さすぎる領域
- + 縦横比が極端な領域



画像ベクトル表現 ～視覚特徴量～

× 複数の視覚特徴を使用

+ 色特徴

- × 色の出現頻度

+ SIFT, CSIFT

- × 局所的なパターンの出現頻度

+ Gabor

- × 周期的濃淡変化

+ HOG (Histograms of Oriented Gradients)

- × オブジェクトの大まかな形

画像ベクトル表現 ～色特徴,SIFT,CSIFT～

× 色特徴

- + 局所領域のカラーヒストグラム

× SIFT

- + 特徴点周りの局所画像パターン
- + スケール、回転、視点変化に頑健

× CSIFT

- + 照明変化に頑健な色空間に対するSIFT

画像ベクトル表現 ～色特徴,SIFT,CSIFT～

× 特徴抽出・ベクトル化

- + 10pixel毎のDense sampling
- + 半径8pixelと16pixelの局所領域
- + コードブックサイズ1000のBoF表現
- + レベル1から3までの空間ピラミッド表現



画像ベクトル表現 ～Gabor～

× Gabor

- + 局所的な濃淡情報の周期と方向
- + 6方向4周期のガボールフィルター
- + 対象領域を 8×8 に分割
- + 各領域でカーネルごとの強度の平均を求める
- + $6 \times 4 \times 8 \times 8 = 1536$ 次元

画像ベクトル表現 ～HoG～

× HoG

- + 一定の領域に対する輝度勾配ヒストグラム
- + 対象領域を 8×8 セルに分割
- + 1ブロックは 3×3 セル、計 $6 \times 6 = 36$ ブロック
- + 各ブロックでセル毎に9方向の輝度勾配ヒストグラムを作成
- + $6 \times 6 \times 3 \times 3 \times 9 = 2916$ 次

種類分類

× MKL-SVM分類器

- + 複数の特徴を統合 (MKL)
- + 2クラス分類の手法 (SVM)

× 各料理に対して分類器を構築

- + ごはん分類器, ハンバーガー分類器, etc

× 候補料理の出力

- + 評価値を降順にソート
- + 上位からN個の候補料理名を出力
- + 重複する料理は1度だけ出力

評価実験

× データセット

+ 85種類の料理について分類

- × 学習セット：7252個の料理オブジェクト
- × 単品画像1698枚
- × 複数品画像141枚（261個の対象料理オブジェクト）



× 評価方法

+ 分類率 =
$$\frac{\text{第N候補までに挙げられた正しい料理の数}}{\text{分類されるべき全ての料理の数}}$$

認識対象の料理

親子丼	海鮮丼	カツ丼	天丼	うな重	オムライス	カツカレー	カレーライス
ごはん	寿司	チキンライス	チャーハン	ちらし寿司	ビビンバ	ピラフ	角煮
すき焼き	酢豚	鶏の唐揚げ	豚カツ	肉じゃが	ハンバーグ	ビーフステーキ	豚肉の生姜焼き
焼き鳥	ローストチキン	魚の照り焼き	魚のフライ	鮭の塩焼	鮭のムニエル	刺身	さんまの塩焼
たたき	煮魚	ウィンナーのソテー	エビチリ	お好み焼き	おでん	オムレツ	がんもどきの煮物
餃子	グラタン	コロッケ	シチュー	シュウマイ	ほうれん草炒め	たこ焼き	卵焼き
筑前煮	茶碗蒸し	チンジャオロースー	天ぷら盛り合わせ	なすの油味噌	納豆	南蛮漬け	春巻き
干物	冷奴	麻婆豆腐	目玉焼き	野菜炒め	野菜の天ぷら	ロールキャベツ	コーンスープ
豚汁	味噌汁	かけうどん	ざるそば	スパゲッティ	スパゲッティミートソース	チャーシューメン	天津麺
天ぷらうどん	冷やし中華	焼きそば	ラーメン	クロワッサン	サンドウィッチ	惣菜パン	トースト
ハンバーガー	ピザ	ぶとうパン	ロールパン	たい焼き			

認識例

評価値とバウンディングボックス



第1候補: ごはん



第2候補: 味噌汁



第3候補: 目玉焼き



第4候補: 豚カツ



第5候補: 鮭のムニエル



第6候補: 魚のフライ



第7候補: 煮魚



第8候補: ウィンナーのソテー

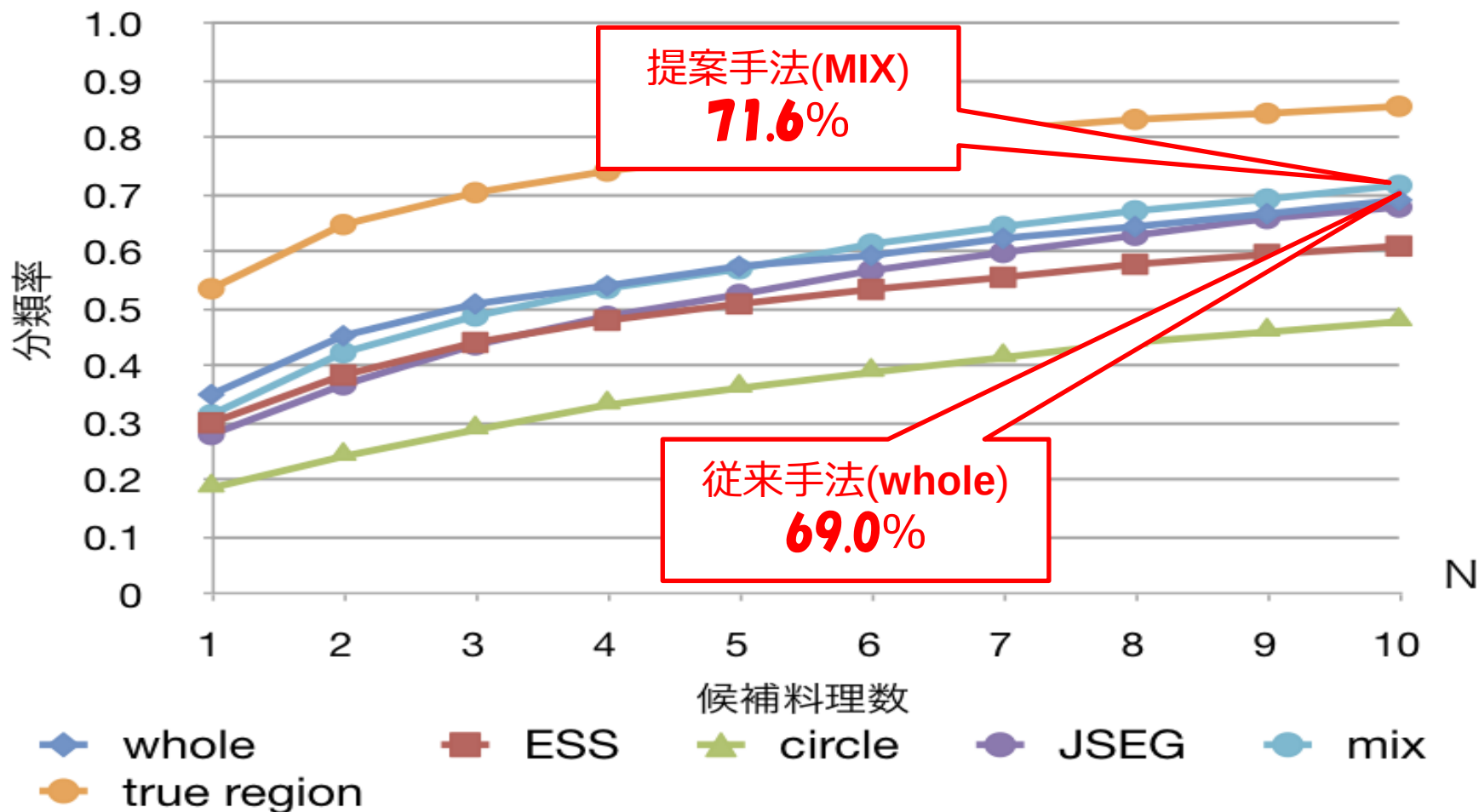


第9候補: サンドウィッチ

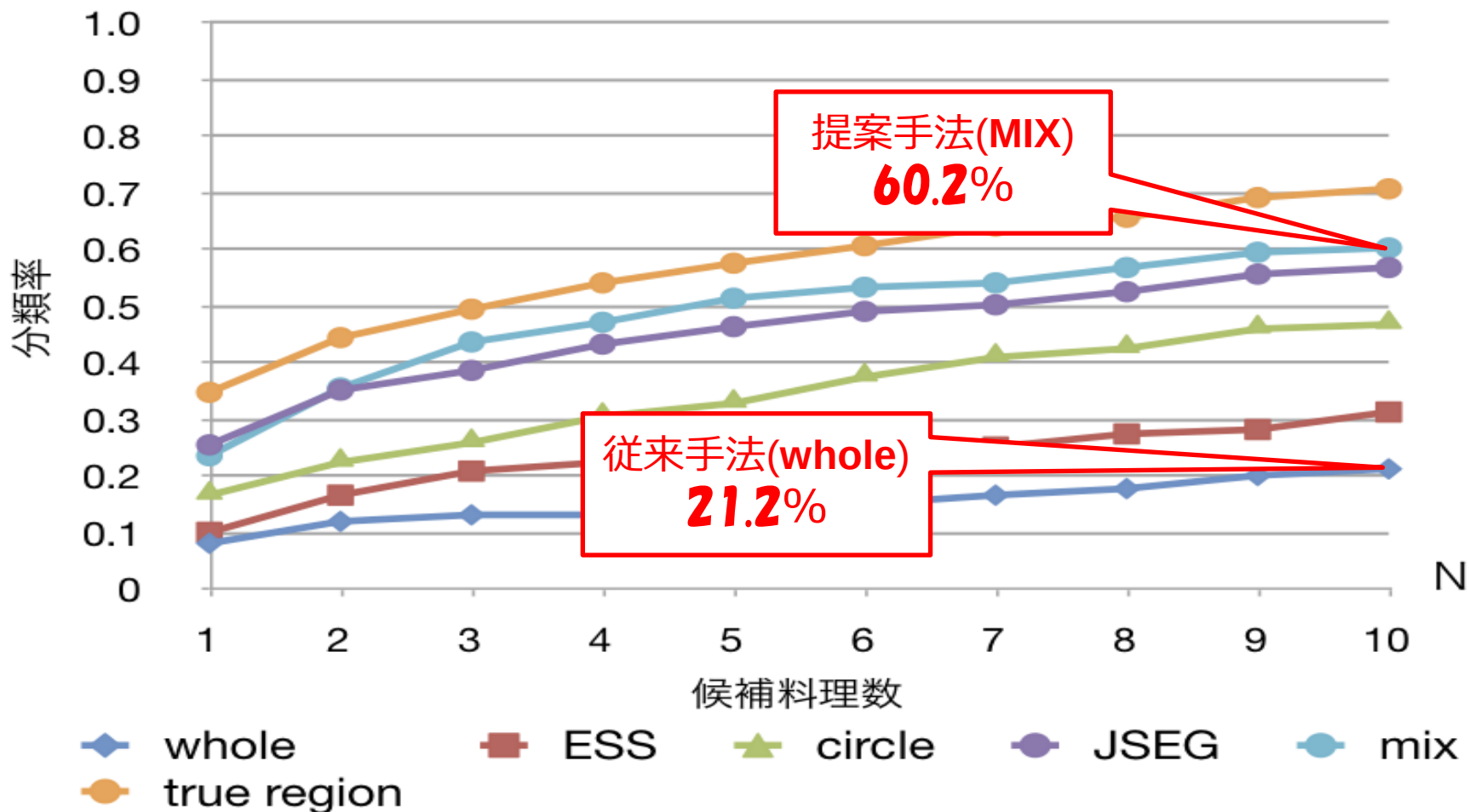


第10候補: ロールパン

実験結果 ~单品料理画像~



実験結果 ~複数品料理画像~



考察

× 単品が写った画像の認識

- + 単品が写った画像は料理が大きく写っている
- + 従来の手法でも精度は良い
- + 候補領域として料理の一部分が検出される

× 複数品が写った画像の認識

- + 一つ一つの料理の大きさが小さくなる
 - × 背景特徴を多く含んでしまう
- + 従来の手法では認識が難しい
- + 本研究の手法で大幅に精度を上げた

まとめ

× 提案手法

- + 複数の方法で候補領域を検出
- + 各候補領域について種類の分類

× 評価実験（候補を10種類出力）

- + 単品分類： **71.6%**（**2.6ポイント**向上）
- + 複数品分類： **60.2%**（**39.0ポイント**向上）



従来手法よりも有効である

まとめ

× 今後の課題

- + 認識対象とする料理の種類 of 考察
- + バウンディングボックス内の精度向上
 - × 画像ベクトル表現の改良
 - × 視覚特徴以外の利用（時間，場所，好み etc.）
- + 複数品目での精度向上
 - × 共起関係の利用

さいごに

- × 食事画像認識システム
 - + 食事画像を添付して送るだけ
 - + 現在は単品料理画像のみを対象
- × メールアドレス
 - + shokuji@mm.cs.uec.ac.jp



ご清聴ありがとうございます

2011/5/20