

at-7.セグメンテーション

(ディープラーニングのシステムとプログラミング)
(全12回)

<https://www.kkaneko.jp/ai/at/index.html>

金子邦彦



1. 画像セグメンテーションの詳細説明
2. 画像セグメンテーションの概要、主要手法 (FCN, U-Net)、種類(セマンティック、インスタンス、パノプティック)の説明
3. オンラインデモやプログラム例を用いた、実践的な演習
4. 図や具体例を交えた解説。AIによる画像理解の現状と可能性の理解を向上

7-1. イントロダクション

画像理解の主な種類

① 画像分類

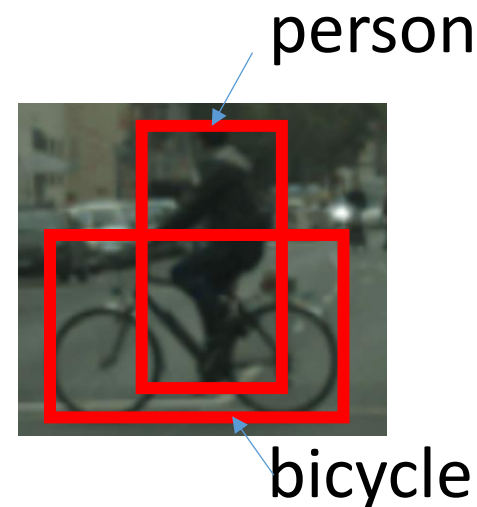
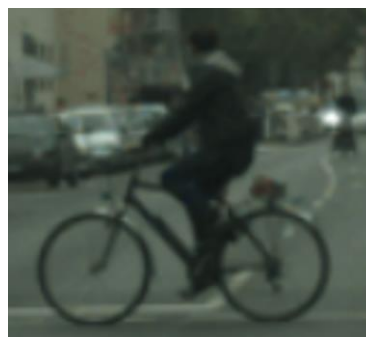
「何があるか」を理解



person
bicycle

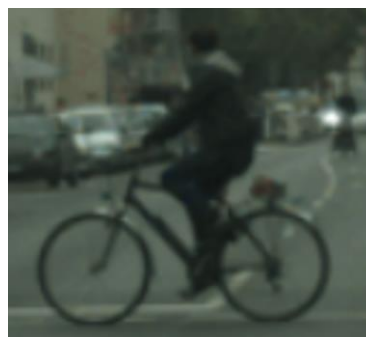
② 物体検出

場所と大きさも理解



③ セグメンテーション

画素単位で理解



① 画像分類

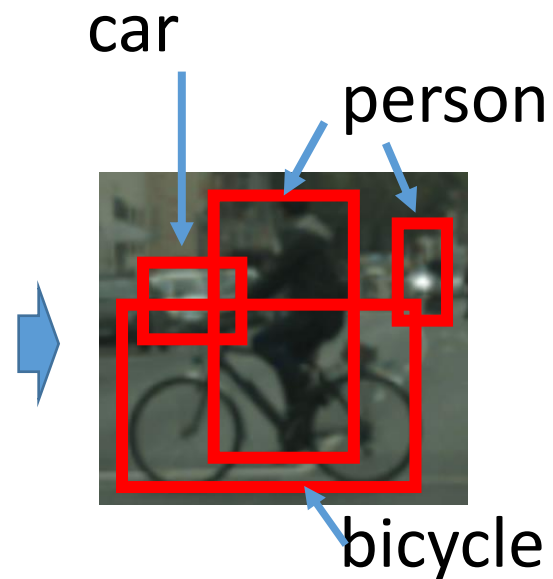
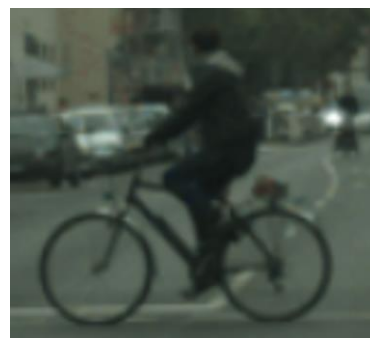


```
Score 0.9827020168304443, Label lab_coat  
Score 0.0030872616916894913, Label syringe  
Score 0.0024311079178005457, Label beaker  
Score 0.0016609227750450373, Label stethoscope  
Score 0.00037950885598547757, Label plate
```

画像分類の結果は、ラベルと確率

※ 5つの候補 (top 5) が表示されている

② 物体検出



バウンディングボックス,
ラベルを得る

バウンディングボックスは,
物体を囲む最小のボックス (四角形)

③ セグメンテーション



物体の形を画素単位で抜き出し



ラベルを得ることもできる

ここまでのまとめ

画像理解の主な種類

• 画像分類

「何があるか」を理解。結果は「ラベル」として識別
各ラベルに対する「確率」も提供

• 物体検出

物体の種類、場所、大きさを理解。場所と大きさについての結果は、物体を囲むバウンディングボックス。

セグメンテーション

画素単位で理解。

物体の「形」を詳細に抽出。

7-2. 画像セグメンテーションの基礎

画像セグメンテーションの例



画像セグメンテーションは、**画像の画素単位で、種類を識別**

画像セグメンテーションの例



画像セグメンテーション



セグメンテーションの目的

- 画像を、**意味のある領域ごと**に分割
- 物体の「形」を詳細に解析

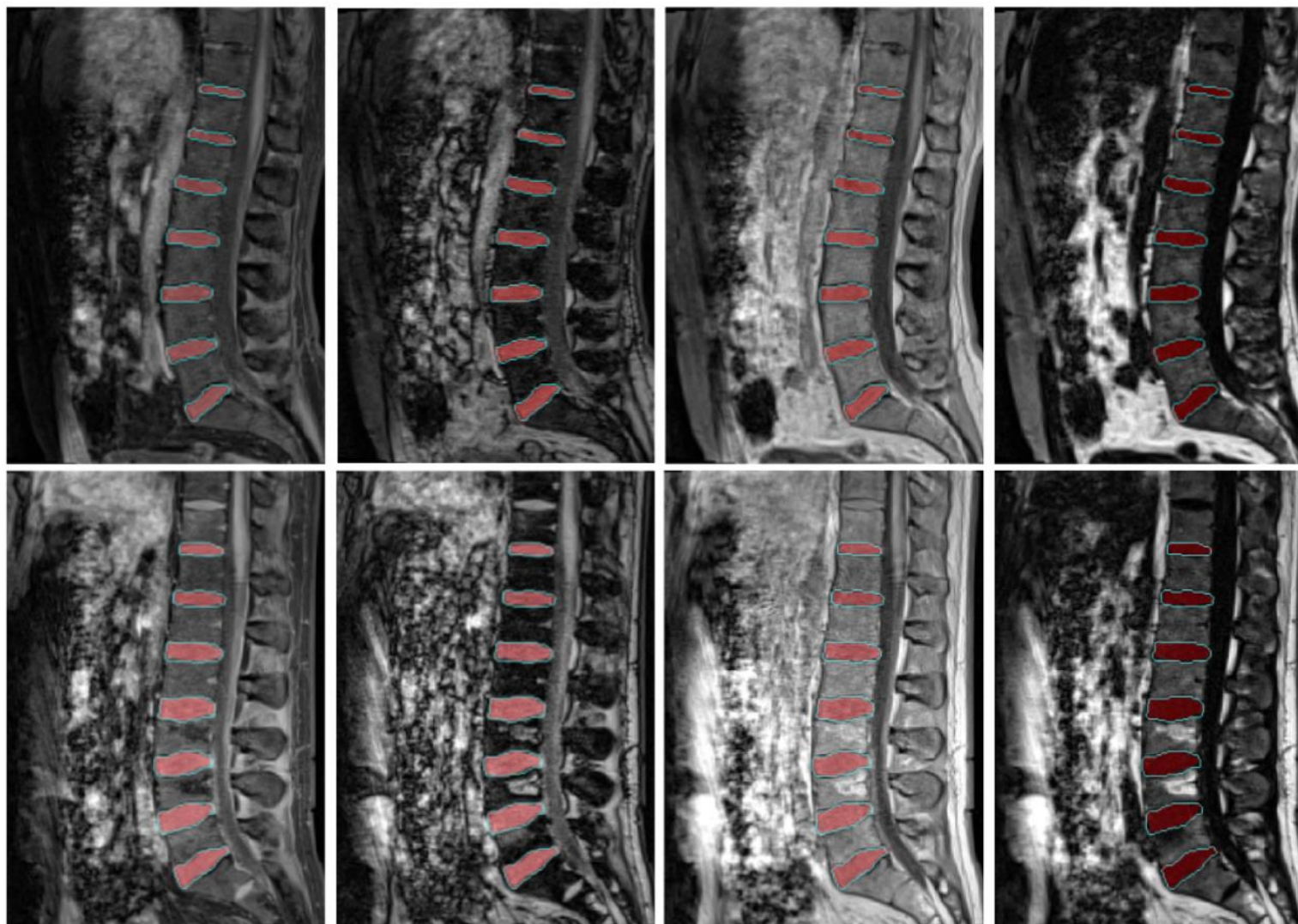
機能

- **同じ種類の画素**が同じラベルに分類される

セグメンテーションの利点

- 物体が**画像のどこにあるか**を正確に知ることができる
- 物体の**形や大きさ**を**数値化**するための基礎

医療画像のセグメンテーション



Water

Out-Phase

In-Phase

Fat

自動運転での画像セグメンテーション

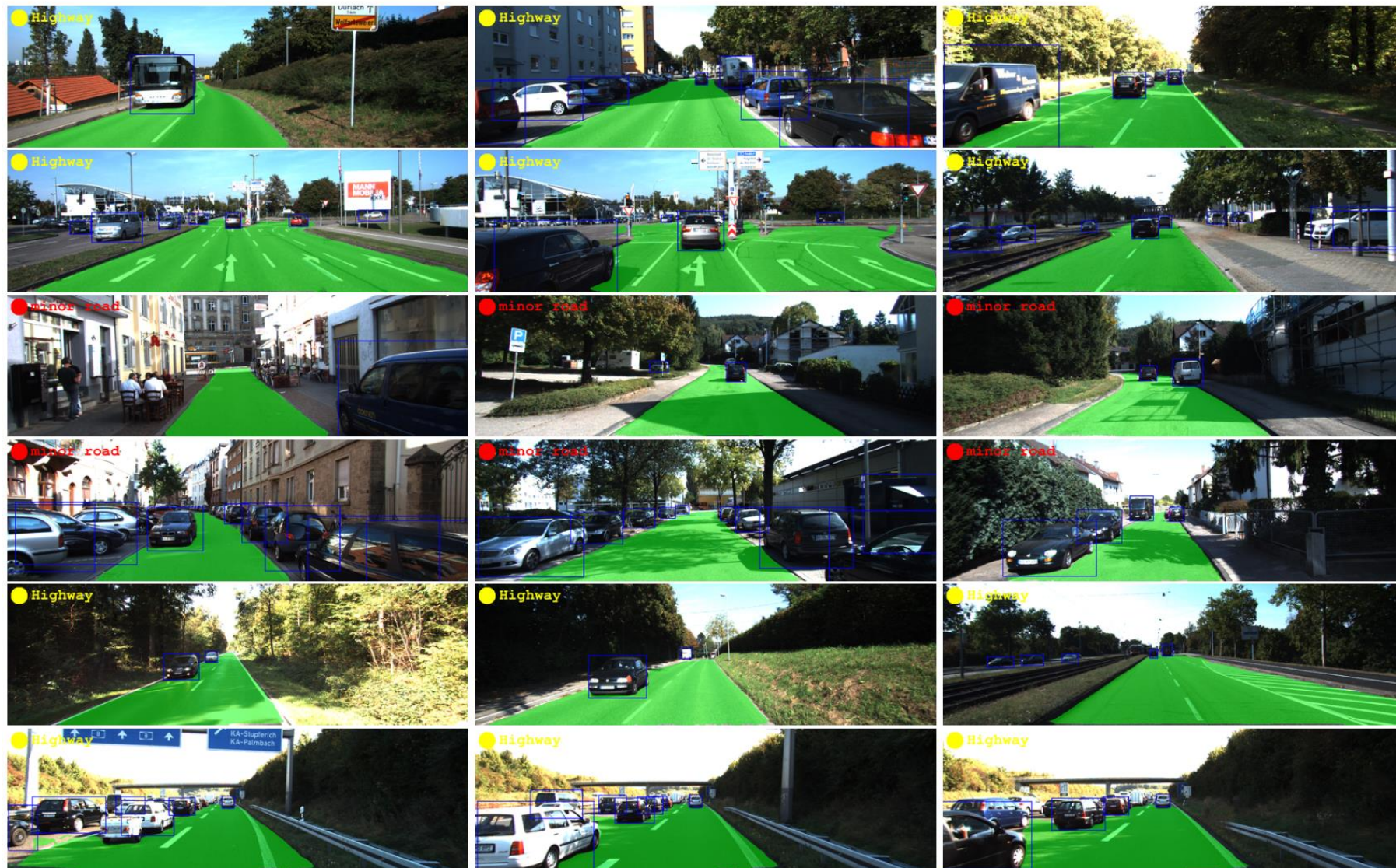
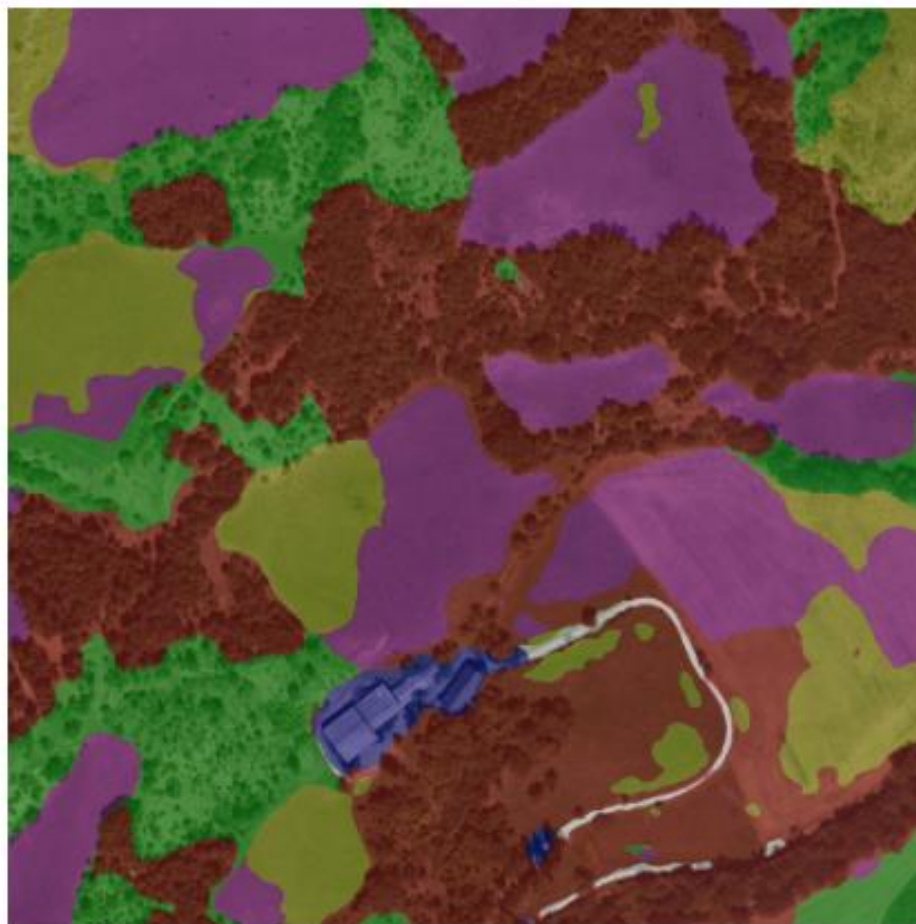


Figure 6: Visualization of the MultiNet output.

<https://arxiv.org/pdf/1612.07695v2.pdf> より転載

衛星画像のセグメンテーション



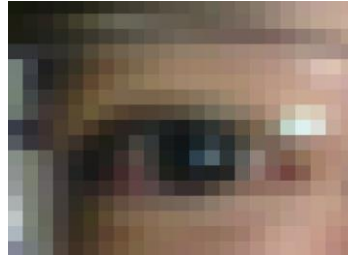
■ Dense forest | ■ Sparse forest | ■ Moor | ■ Herbaceous formation | ■ Building | □ Road

(■ No information)

<https://arxiv.org/pdf/2110.05812.pdf> より転載

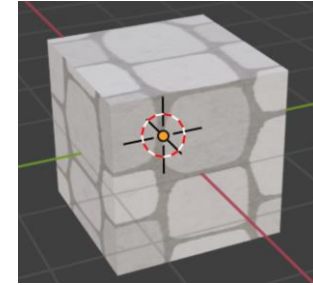
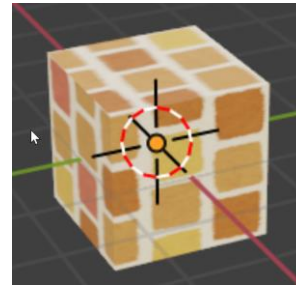
画素

- 画素は、画像を構成する最小の単位。各画素には、色、明るさの情報がある



テクスチャ

- テクスチャはこの違いを手掛かりとしてセグメンテーションが行われる場合もある



ラベル付け

- セグメンテーションでは、各画素に、**識別のための名前**として**ラベル**を割り当てる

演習 1

オンラインデモによる
画像セグメンテーションの体験

【トピックス】

- 画像セグメンテーション
- OneFormer のデモ

① OneFormer のデモページを開く

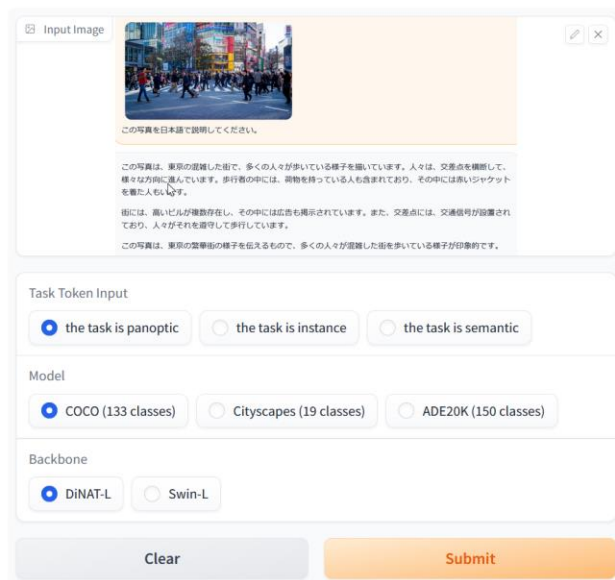


<https://huggingface.co/spaces/shi-labs/OneFormer>

オンラインサービスであり、混雑時などは動かない場合がある。授業中で動かなかった場合には、後日試してほしい

② 画面の「Input Image」で画像ファイルを設定するか、下の「Examples」で画像を選ぶ

③ 「Submit」 をクリック。結果を確認。



画像セグメンテーション

- 画像セグメンテーションは、**画像の画素単位で、種類を識別**

セグメンテーションの目的

- 画像を、**意味のある領域ごと**に分割
- 物体の「形」を詳細に解析

セグメンテーションの利点

- **物体が画像のどこにあるか**を正確に知ることができる
- **物体の形や大きさを数値化**するための基礎

7-3. 画像セグメンテーションの技術

画像セグメンテーションの手法



ディープラーニングによる画像セグメンテーション

- FCN (Fully Convolutional Network), 2015年発表
- U-Net, 2015年発表

ディープラーニング利用の特徴

- **精度の向上**
- 学習を行うことで、**さまざまな種類に対応可能**
- **教師あり学習であり、訓練データが必要**

- 畳み込みニューラルネットワークの改良
- 画素ごとに結果を出力する

通常のニューラルネットワーク

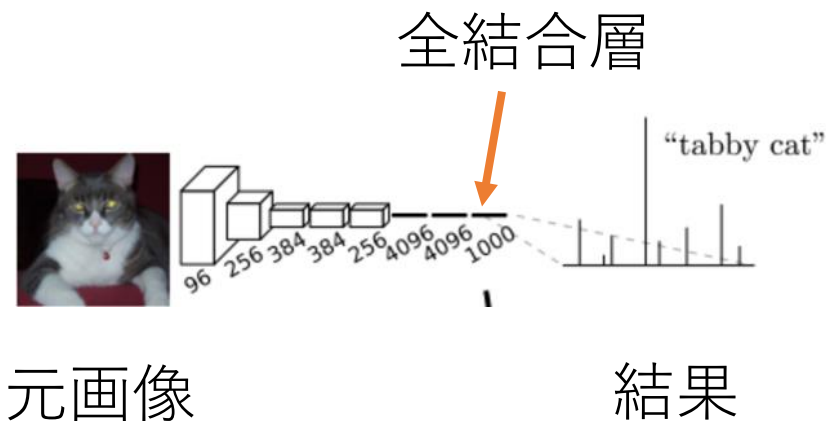
画像全体に対する結果を出力
(画像分類など)

FCN

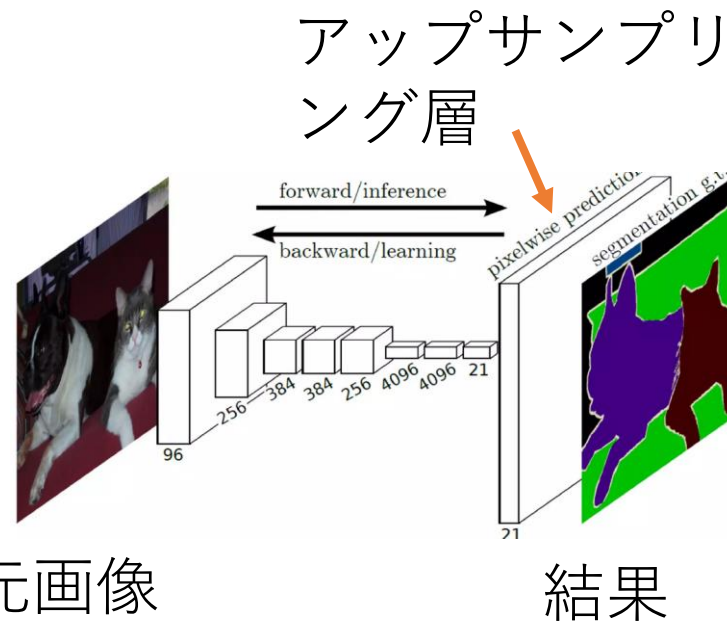
画素ごとに結果を出力
(セグメンテーションなど)

FCN の仕組み

- 畳み込み層、プーリング層、アップサンプリング層で構成
- アップサンプリング層を持つことが特徴である。アップサンプリング層では、特徴マップを、元の入力画像の大きさまで拡大



畳み込みニューラルネットワークによる画像分類



FCN による画像セグメンテーション

FCN まとめ

- **畳み込み層**: 局所的特徴抽出
- **プーリング層**: 画像縮小と過学習防止
- **アップサンプリング層**: 畳み込み層とプーリング層で得られた特徴マップを、**元の入力画像の大きさまで拡大**

FCNのアイデア

全結合層を使用せずに、アップサンプリング層によって、画素ごとの結果出力を可能に

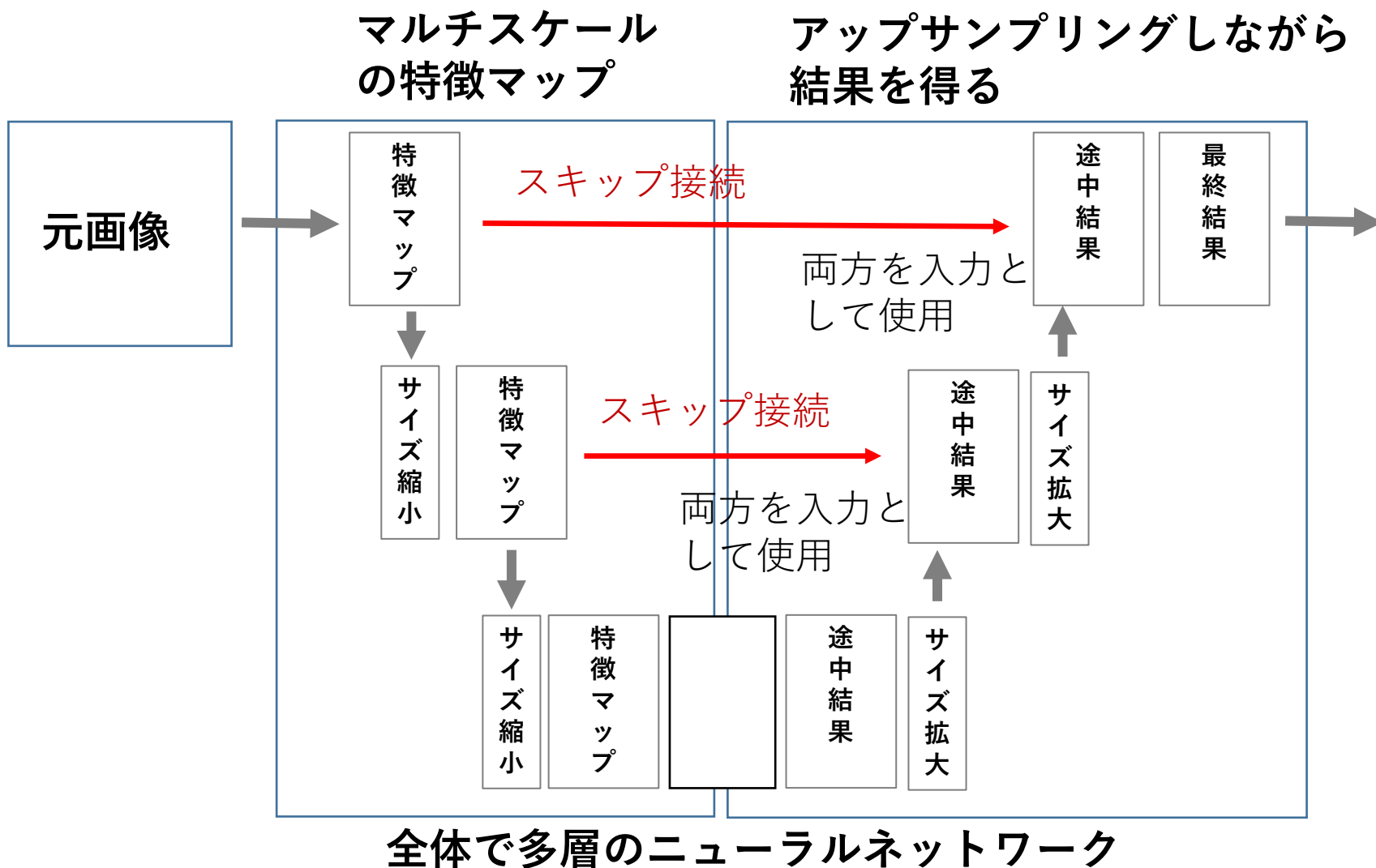
U-Net

- FCN の改良
- **ダウンサンプリングとアップサンプリングの組み合わせ**
 - **ダウンサンプリング**（プーリング層）：
画像全体のサイズ縮小により、大域的な特徴を捉えることを可能に。
 - **アップサンプリング**（アップサンプリング層）：
特徴マップのサイズ拡大で、低解像度の特徴マップと、高解像度との特徴マップを統合
- **スキップ接続**
ダウンサンプリングにおいて、**輪郭情報が失われるという問題**を解決。

U-Net の仕組み

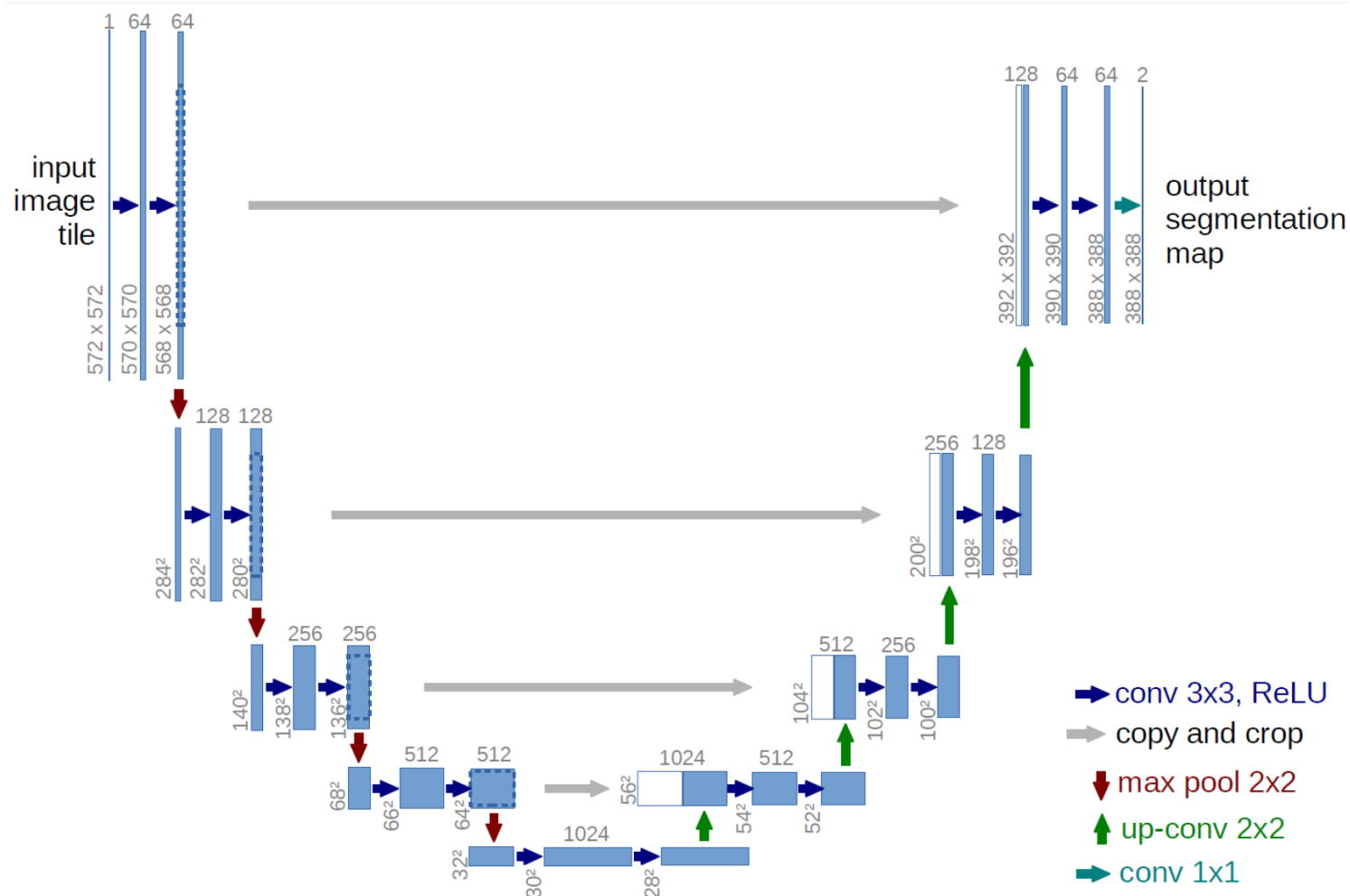
ダウンサンプリング：サイズ縮小。

アップサンプリング：サイズ拡大。



U-Net の仕組み

青矢印：畳み込み層、赤矢印：プーリング層、
緑矢印：アップサンプリング層



U-Net によるセマンティック・セグメンテーション

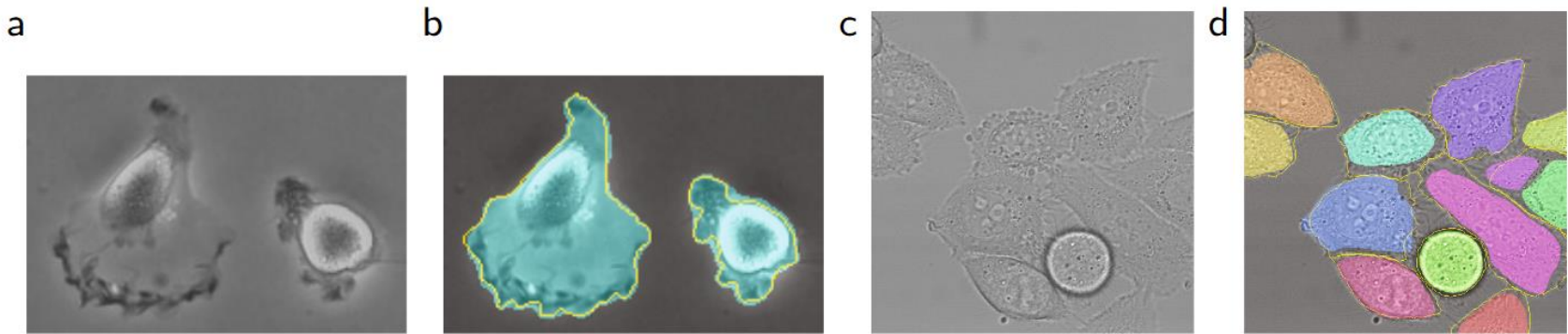


Fig. 4. Result on the ISBI cell tracking challenge. (a) part of an input image of the “PhC-U373” data set. (b) Segmentation result (cyan mask) with manual ground truth (yellow border) (c) input image of the “DIC-HeLa” data set. (d) Segmentation result (random colored masks) with manual ground truth (yellow border).

細胞のモノクロ画像のセグメンテーション

ここまでのまとめ

畳み込みニューラルネットワークを利用した画像セグメンテーション

- FCN (Fully Convolutional Network) - 2015年発表
- U-Net - 2015年発表

ディープラーニングによる画像セグメンテーションの特徴

- 精度の向上
- 学習を行うことで、**さまざまな種類に対応可能**
- 教師あり学習であり、訓練データが必要

FCNの概要

- 畳み込みニューラルネットワークの改良
- **画素レベルでの結果出力**
- 畳み込み層、プーリング層、アップサンプリング層から構成

U-Netの概要

- FCN の改良
- スキップ接続を使用し、輪郭情報の損失を防ぐ



7-4. 画像セグメンテーションのバリエーション

セグメンテーションの種類



セマンティック・セグメンテーション

画像内のすべての画素にラベルを付ける。
「個々の物体を検出する」という概念はない



インスタンス・セグメンテーション

物体を検出する。同じ種類の複数の物体がある場合は、別々のものとして認識。各物体に対してセグメンテーションを実施。

「物体として識別できない部分は結果がない」ということもある



パノプティック・セグメンテーション

セマンティック・セグメンテーションと
インスタンス・セグメンテーションの同時実行

インスタンス・セグメンテーションの例

画像を、インスタンス（物体）に分けセグメンテーションを実行



パノプティック・セグメンテーションの例

物体ではないエリアも対象である

(インスタンス・セグメンテーションでは、このようにはならない)



物体と物体の切れ目が判別できている

(セマンティック・セグメンテーションでは、このようにはならない)



演習 2

インスタンス・セグメンテーションのプログラム例

【トピックス】

- インスタンス・セグメンテーション
- Google Colaboratory

① Google Colaboratory のページを開く



https://colab.research.google.com/drive/1Ri1v_O4A5vXRSSEBgt4umKC1I3SoWp9U?usp=sharing

② インスタンス・セグメンテーションのプログラムや説明や実行結果が掲載されている

2人の人間は「違うもの」として識別される



演習 3

画像セグメンテーションの バリエーション

【トピックス】

- 画像セグメンテーション
- OneFormer のデモ

① 再び OneFormer のデモページを開く

<https://huggingface.co/spaces/shi-labs/OneFormer>

オンラインサービスであり、混雑時などは動かない場合がある。授業中で動かなかった場合には、後日試してほしい

② 画面の「**Input Image**」で画像ファイルを設定するか、下の「**Examples**」で画像を選ぶ

③ 今後は、「Task Token Input」のところ、種類を選ぶ

the task is panoptic: **パノプティック・セグメンテーション**

the task is instance: **インスタンス・セグメンテーション**

the task is semantic: **セマンティック・セグメンテーション**

Task Token Input

the task is panoptic the task is instance the task is semantic

④ 「**Submit**」 をクリック。結果を確認。

次のような結果が得られる



元画像



インスタンス・セグメンテーション



パノプティック・セグメンテーション

- OneFormer のデモサイトを使用
- URL: <https://huggingface.co/spaces/shi-labs/OneFormer>
- 訓練データは COCO
- バックボーンは DiNAT-L を使用



セマンティック・セグメンテーション

自習

次のページにパノプティック・セグメンテーションのプログラムを掲載している。余裕のある人は各自で確認

目的：AIについて理解を深める

使用するページ:

https://colab.research.google.com/drive/1xWaQuJt50LqYwyw9ohsYERZ_lx1gy1rN?usp=sharing#scrollTo=az0NragleQUI

セグメンテーションのバリエーション

- セマンティック・セグメンテーション

「空」、「道路」などの広い領域の解析

- インスタンス・セグメンテーション

物体の形状の分析、数の分析、変化の分析

- パノプティック・セグメンテーション

複雑なシーンにおいて、セマンティックとインスタンスの両方の情報を同時に取得

授業の学ぶ意義と満足感

- 最先端の物体検出技術の理解。知的好奇心の満足。
- セグメンテーションの特質・手法の理解の事項上。AI実践力の向上とスキルアップ
- 演習・デモを通じた体験的理解。問題解決力の向上
- セグメンテーション技術の幅広い可能性の認識。技術の期待と視野の拡大