



人工知能のしくみ

2018年3月2日

鶴見大学文学部ドキュメンテーション学科
田辺良則

今日の授業用サイト

- Chromeブラウザを起動
- 以下を入力

<https://is-trm.net/moodle>

- ログインリンクを押す.
- ユーザ名: 小文字のo(オー)
 - + 小文字のクラス名
 - + 出席番号 (1桁の人は0を前につける)
 - 例: F組の3番の人: **of03**
 - 例: K組の21番の人: **ok21**
- パスワード: (掲示する)
- マイコースの [OTH1-17 大成高校出張講義](#) を選ぶ.
- 講義資料 [180302Aしくみ.pptx](#) をダウンロードする.

自己紹介

- 田辺良則 (たなべ よしのり)
- 鶴見大学文学部ドキュメンテーション学科
 - 情報学コース
- 専門: 計算機科学, ソフトウェア工学
 - <http://researchmap.jp/y-tanabe/>
 - 鶴見大学の授業では,
ソフトウェア / データベースを担当しています

鶴見大学

- <http://www.tsurumi-u.ac.jp/>
- 歯学部
- 文学部
 - 日本文学科
 - 英米文学科
 - 文化財学科
 - ドキュメンテーション学科
- 短期大学部

“ドキュメンテーション学科”とは？

- 情報の分類整理・加工・提供の知識と技術を学ぶ学科
- 具体的には？
→本・書類・電子情報などを取り扱う
- コンピュータを駆使→学生全員にノートパソコンを1台ずつ貸与
- blog: <http://blog.tsurumi-u.ac.jp/doc/>



ドキュメンテーション学科の3コース

身につく！ 役立つ！

3つの分野を横断しながら学びます

たとえば、本を電子化してみよう！

昔の文字 → 電子化 → 電子出版 → 電子図書館

くずし字など
今では使われていない
文字を読解します。

授業例

「日本書誌学」
「古写本演習」

古い書物の特徴や種類、
調査方法を学ぶ

書誌学

アナログな紙媒体を
デジタルな情報に
置き換えます。

授業例

「データベース演習」
「プログラミング演習」

データベース・プログラミング・
ネットワークを学ぶ

情報学

電子書籍などを
ネットワーク上で
出版します。

授業例

「電子出版論」
「ネットワーク演習」

デジタル時代の図書館司書に
必要な専門知識を学ぶ

図書館学

電子化された資料を
分類・整理します。

授業例

「図書館概論」
「ドキュメント処理演習」

本日の講義 - 位置付け

- ドキュメンテーション学科
 - 図書館学
 - 書誌学
 - 情報学
 - 情報リテラシ
 - コンピュータ
 - インターネット
 - データ処理
 - データベース
 - データ解析
 -

今日の授業の構成

- 前半: 座学
 - 人工知能の基本を紹介
- 後半: 実習
 - 人工知能技術を利用した簡単な作業を行ってみる

前半: 人工知能のしくみ

関連キーワード

- 人工知能 (Artificial Intelligence)
- 機械学習 (Machine Learning)
- ニューラルネットワーク (Neural Network)
- 深層学習 (Deep Learning)
- ビッグデータ (Big Data)
- IoT (Internet of Things)

([キーワード調査](#)にご協力ください)

人工知能?

- AI = Artificial Intelligence
- 研究者によって揺れる定義
 - 人工的に作られた, 知的な振舞をするシステム
 - 人間の頭脳活動を極限まで模倣するシステム
 - 人間と区別がつかない人工的な知能
 - 工学的に作られた知能で, 人を超えるレベルを持つもの
 - 計算機知能のうちで, 人間が直接・間接に設計するもの
- そもそも知能って何?

計算機 vs 人間

注: 計算機 = computer

- 計算機が得意なこと:
手順が決まっていることを高速に・長時間にわたって行う。
 - 円周率の計算
 - 大量で複雑な給与計算を一瞬で行う
 - 詰将棋
- 人間が得意 (計算機が苦手) なこと:
手順が決まっていない, 総合的な判断を要する作業
 - 画像中の物体の認識
 - 翻訳
 - 将棋で, 序盤の手の選択

人工知能

- 従来, 計算機が苦手としてきた, 認識・判断を行えるシステム
- 自動車の自動運転
- AIスピーカー (Google Home, ...)
- アルファ碁
- Watson
- 「東大を受験するロボット」
-

実現へ: 2つのアプローチ

- 「強い人工知能」
 - 人間の脳の働きを分析し, 同じ原理にもとづいた計算機システムを作る.
 - 魅力的なアプローチだが, まだ途は長い.
- 「弱い人工知能」
 - 現在の計算機アーキテクチャはそのまま, ソフトウェア・ハードウェアの改良によって, 人間の能力を補完できる範囲を広げる
 - 現在のAIブームを支える技術 (深層学習) は, このアプローチに基づく

他のトレンドとの関係

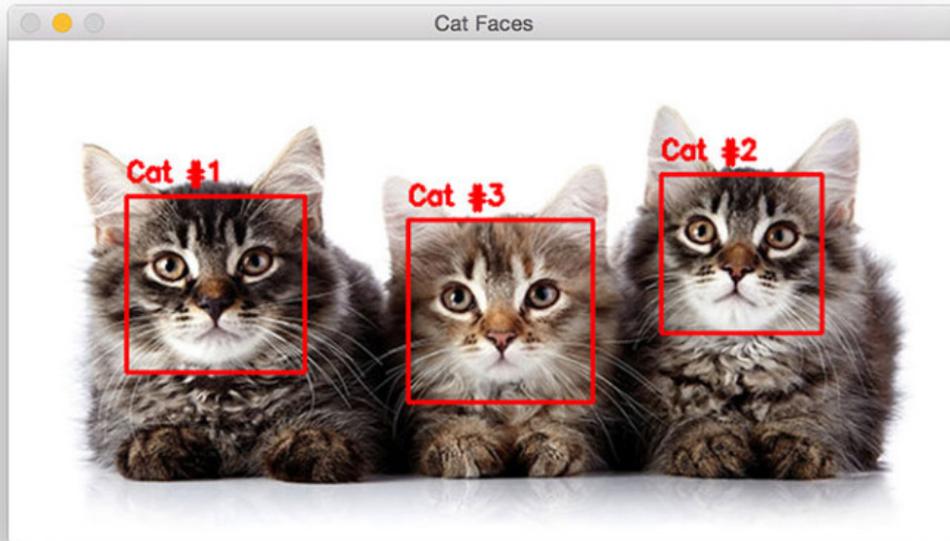
- IoT (Internet of Things,モノのインターネット)
 - センサなどデータを生成する多数のデバイスがネットワーク上に存在
 - ビッグデータ
- ビッグデータ (big data)
 - 以前と比べて、計算機が扱える形のデータが飛躍的に増加した
 - データの分析・整理・活用が、人間の手作業では間に合わない
 - 人工知能の利用
 - 例: 紙の写真のアルバムでの整理
 - スマートフォン中の写真の自動タグ付け

AIブーム

- 第1次: 1950年代後半～60年代
 - 探索と推論
- 第2次: 1980年代
 - 知識表現
- 第3次: 2010年代
 - 機械学習 (深層学習)

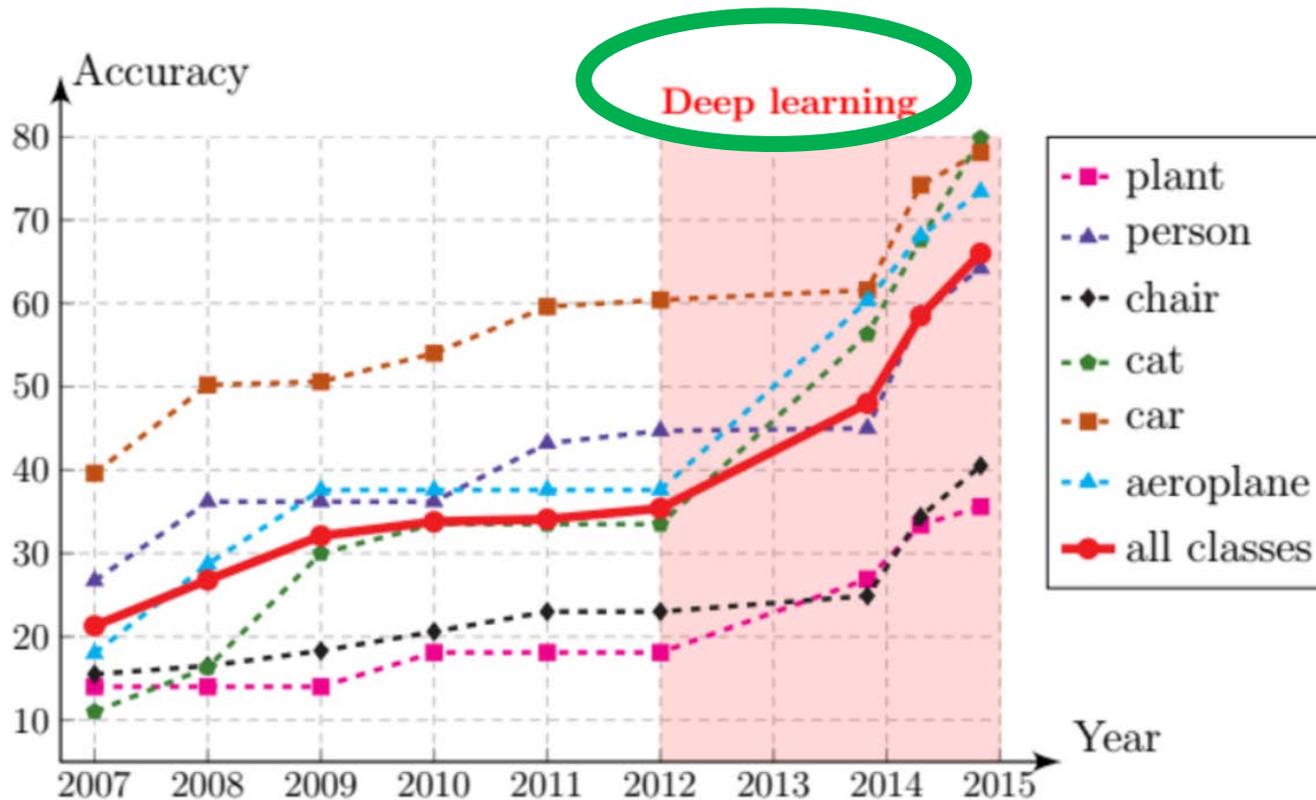
第3次AIブーム

- 画像中の物体認識



第3次AIブーム

- 画像中の物体認識: 猫の識別 (2012年. Google)



手書き数字の認識

- MNIST データセット



古典的アプローチ (の一例)

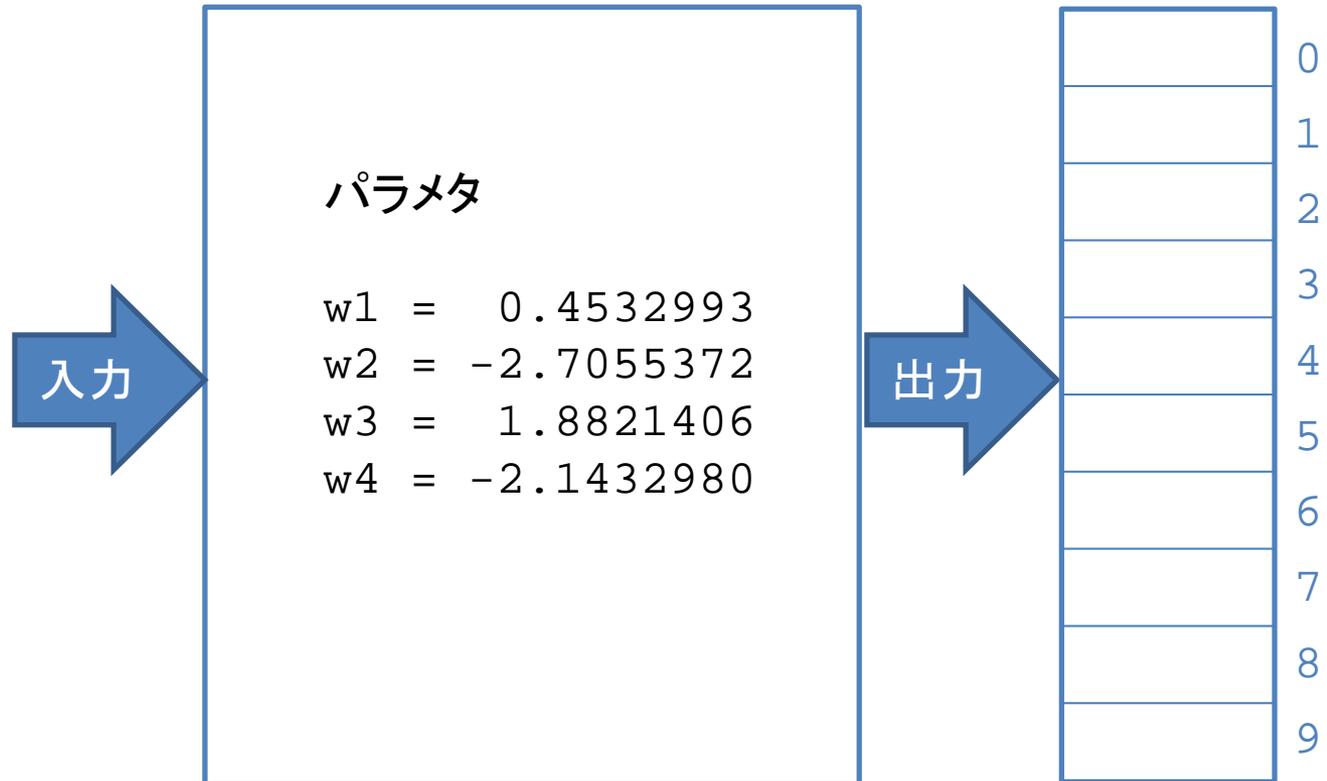
- 知識のルール化
 - 各々の数字の形に関する知識を, プログラムに翻訳しておく.
 - 0
 - 横の広がりと縦の広がりの比が同じくらい.
 - 中央付近に大きな空白がある.
 - ...
 - 1
 - 横の広がりが縦の広がりに比べてずっと小さい.
 - ...
 - ...
 - 与えられた画像に, 上の特徴が成り立つかどうか判断する (たとえば得点を与える). もっともそれらしいもの (高得点のもの) を選ぶ.

「学習」する計算機

- 計算機に知識を学習させる. ルールは与えない.
- 「学習」フェーズ
 - 0の画像データを大量に見せる
 - 1の画像データを大量に見せる
 - ...
 - 9の画像データを大量に見せる
- 「実行」フェーズ
 - 新しいデータを見せ, 今まで学習した0, 1, ..., 9のうち, **最も近いもの**を出力する
- たくさん学習すればするほど, 精度 (性能) が上がっていく = **機械学習** (Machine Learning)

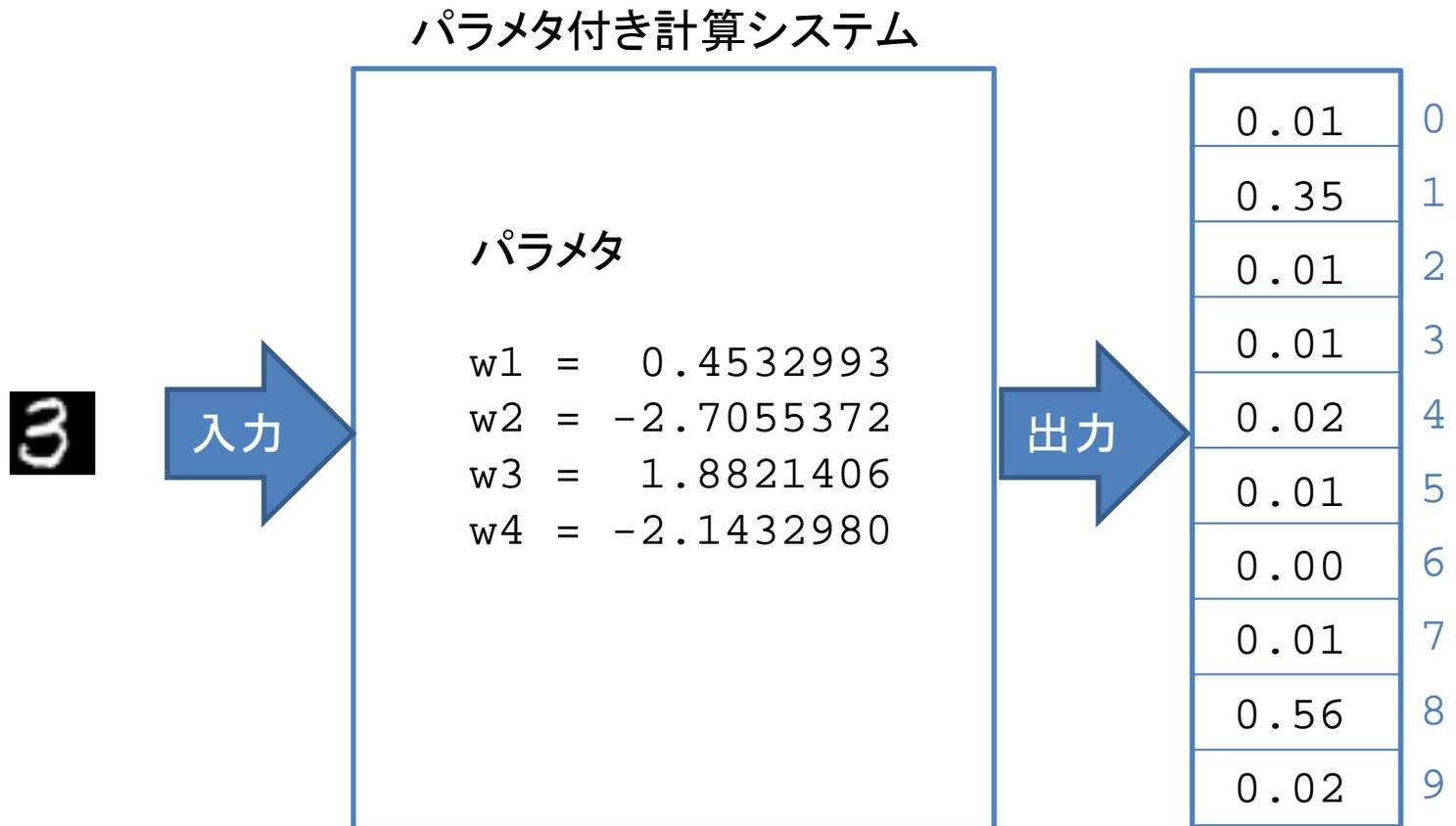
パラメタ付き計算システム

パラメタ付き計算システム



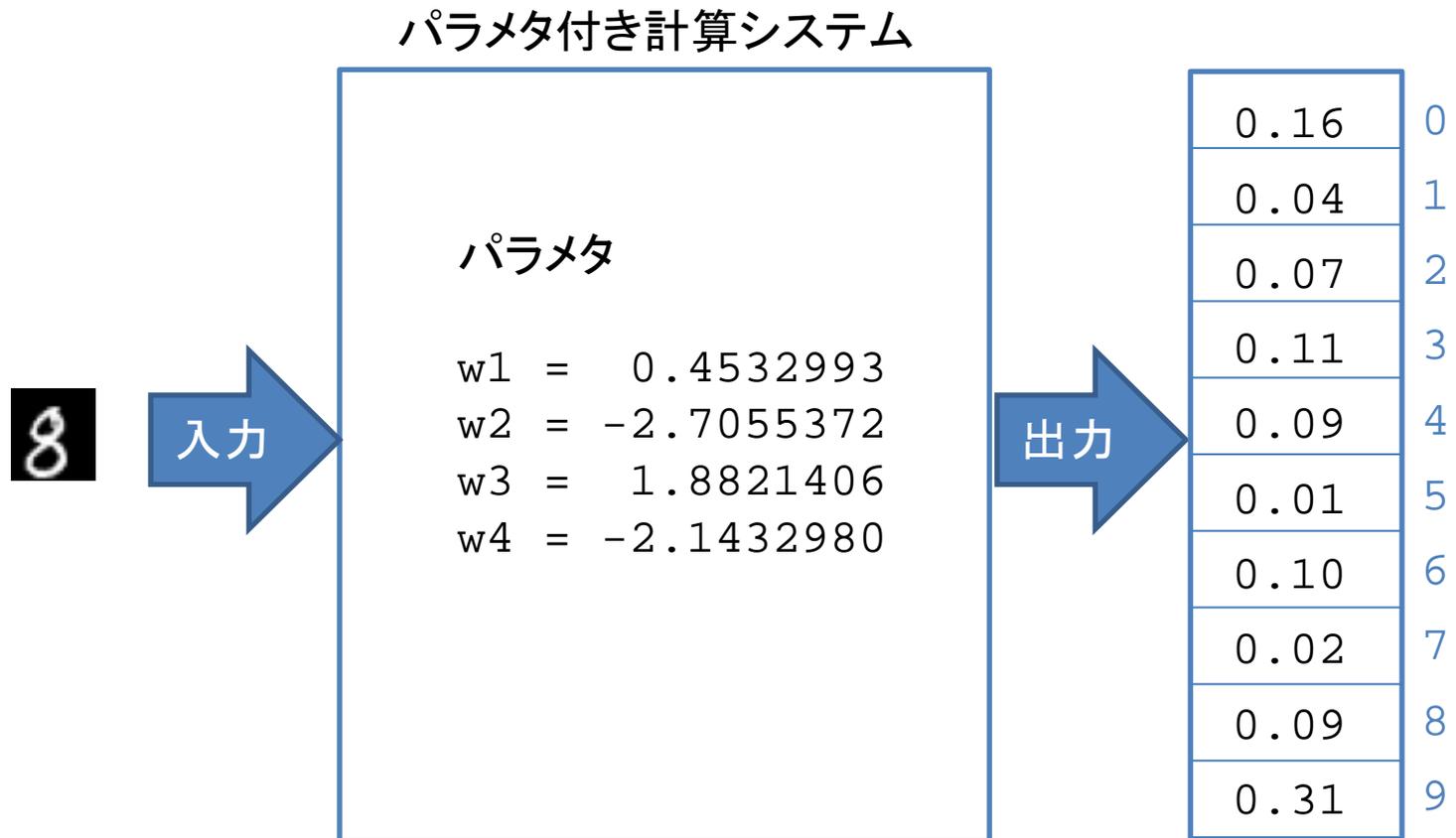
パラメタ付き計算システム

- 入力に画像を与えると, 10個の数値が出力される



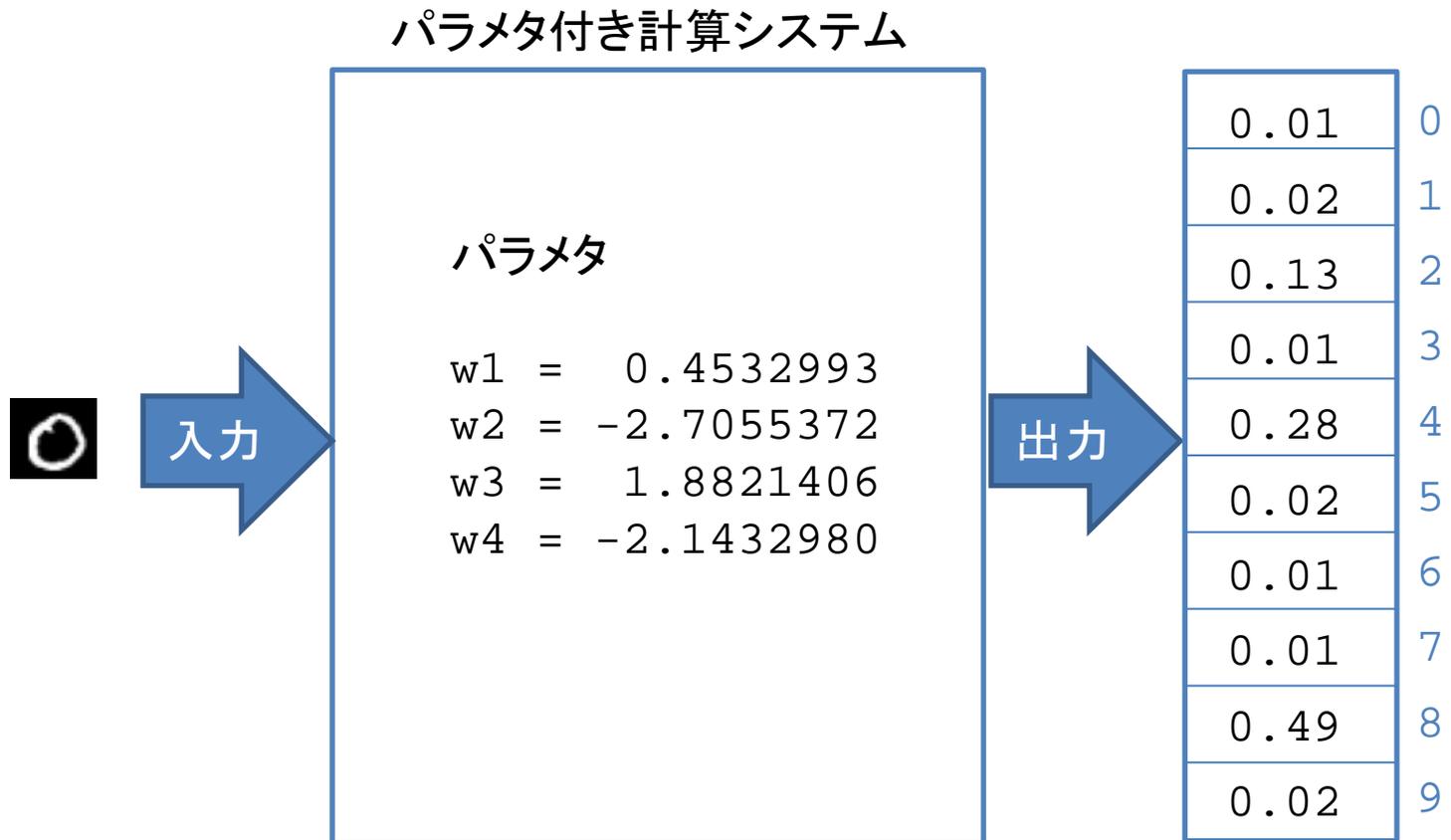
パラメタ付き計算システム

- 画像を変えれば出てくる数値は変わる



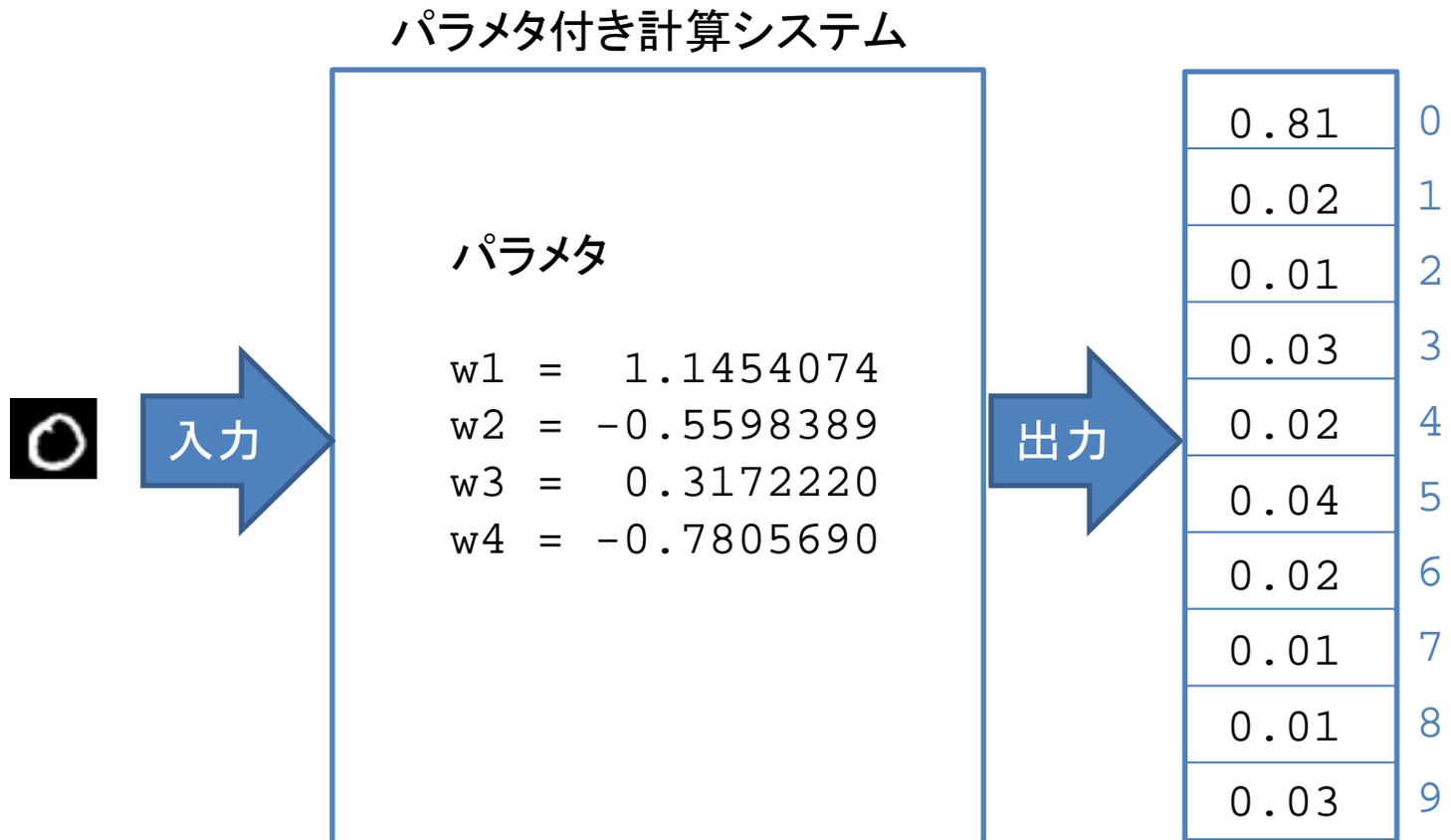
パラメタ付き計算システム

- 画像を変えれば出てくる数値は変わる



パラメタ付き計算システム

- パラメタによっても出てくる数値は変わる



パラメタ

w1 = 0.4532993

w2 = -2.7055372

w3 = 1.8821406

w4 = -2.1432980

0	0.01	0.16	0.01	0.01	0.16
1	0.35	0.04	0.02	0.16	0.05
2	0.01	0.07	0.13	0.03	0.12
3	0.01	0.11	0.01	0.16	0.11
4	0.02	0.09	0.28	0.05	0.15
5	0.01	0.01	0.02	0.13	0.10
6	0.00	0.10	0.01	0.09	0.08
7	0.01	0.02	0.01	0.11	0.05
8	0.56	0.09	0.49	0.09	0.13
9	0.02	0.31	0.02	0.17	0.05

パラメタ

w1 = 1.1454074

w2 = -0.5598389

w3 = 0.3172220

w4 = -0.7805690

3

8

0

1

3

0	0.03	0.02	0.81	0.03	0.00
1	0.01	0.00	0.02	0.84	0.04
2	0.02	0.01	0.01	0.00	0.03
3	0.84	0.03	0.03	0.03	0.80
4	0.02	0.00	0.02	0.00	0.02
5	0.02	0.03	0.04	0.01	0.03
6	0.01	0.03	0.02	0.02	0.03
7	0.02	0.03	0.01	0.03	0.03
8	0.01	0.82	0.01	0.02	0.01
9	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01

パラメタ

w1 = 1.1454074

w2 = -0.5598389

w3 = 0.3172220

w4 = -0.7805690

このような良いパラメタを用いれば、
精度高く識別ができる

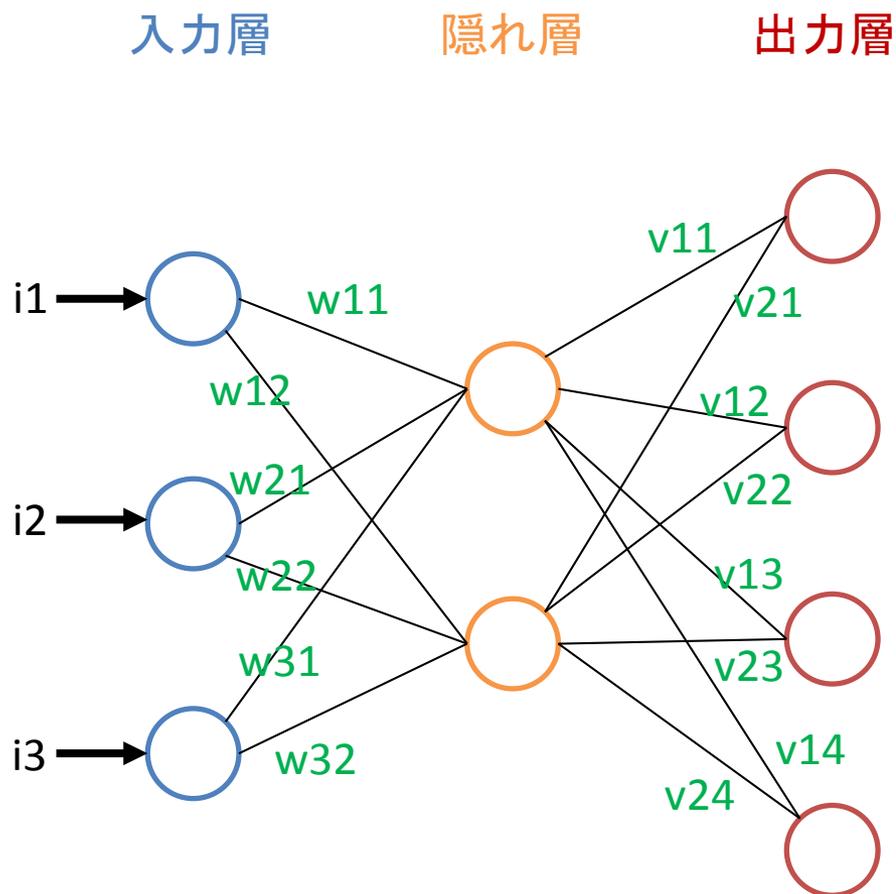
0	0.03	0.02	0.81	0.03	0.00
1	0.01	0.00	0.02	0.84	0.04
2	0.02	0.01	0.01	0.00	0.03
3	0.84	0.03	0.03	0.03	0.80
4	0.02	0.00	0.02	0.00	0.02
5	0.02	0.03	0.04	0.01	0.03
6	0.01	0.03	0.02	0.02	0.03
7	0.02	0.03	0.01	0.03	0.03
8	0.01	0.82	0.01	0.02	0.01
9	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01

残った問題

- 「パラメタ付き計算システム」を, 具体的にはどう作るのか?
- どのようにして「良い」パラメタを見つけるのか?

ニューラルネットワーク

- 機械学習のための「パラメタ付き計算システム」



w^{**}, v^{**} : パラメタ

i_1, i_2, i_3 : 入力

上の隠れ層の値 $h_1 =$
 $i_1 * w_{11} + i_2 * w_{21} + i_3 * w_{31}$

(本当はちょっと変える)

下の隠れ層の値 $h_2 =$
 $i_1 * w_{12} + i_2 * w_{22} + i_3 * w_{32}$

(本当はちょっと変える)

上の出力 $o_1 =$
 $h_1 * v_{11} + h_2 * v_{21}$

(本当はちょっと変える)

入出力

- 数値識別問題での、ニューラルネットワークへの入出力
- 入力:
 - 画像が $w \times h$ ドットだとすると、 wh 個の入力ノードを用意する。黒ならば0, 白ならば1を入力。
- 出力
 - 10個の出力ノードを用意する。各ノードの値が、各数字の確率を表すようにする。

良いパラメタを計算する

- 良い - 悪いの尺度は何か?
- 理想のパラメタに対する結果

	3	8	0	1	3
0	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

- 理想の結果からのずれを尺度とする.

パラメタ

w1 = 1.1454074
 w2 = -0.5598389
 w3 = 0.3172220
 w4 = -0.7805690

ここのずれ = $(0.03 - 0.00)^2 = 0.0009$

ここのずれ = $(0.84 - 1.00)^2 = 0.0256$

0.03	0.02	0.81	0.03	0.00
0.01	0.00	0.02	0.84	0.04
0.02	0.01	0.01	0.00	0.03
0.84	0.03	0.03	0.03	0.80
0.02	0.00	0.02	0.00	0.02
0.02	0.03	0.04	0.01	0.03
0.01	0.03	0.02	0.02	0.03
0.02	0.03	0.01	0.03	0.03
0.01	0.82	0.01	0.02	0.01
0.02	0.03	0.03	0.02	0.01

すべてのずれを足しあ
 わせたものが、パラメ
 タ全体の良し悪しの尺
 度. 小さいほど良い

より良いパラメタ

パラメタ

w1 = 1.1454074

w2 = -0.5598389

w3 = 0.3172220

w4 = -0.7805690



尺度: 0.1826

- w1の値を少し増やしてみる

パラメタ

w1 = 1.1554074

w2 = -0.5598389

w3 = 0.3172220

w4 = -0.7805690



尺度: 0.1891
(+0.0065)

少し悪くなってしまった.
w1の値はむしろ少し減らした方がよさそう.

- w2の値を少し増やしてみる

パラメタ

w1 = 1.1523918

w2 = -0.5498389

w3 = 0.3172220

w4 = -0.7805690



尺度: 0.1630
(-0.0196)

かなりよくなった.
w2の値は増やした方がよさそう. w1の減らしかたよりもw2の増やし方を3倍くらい大きめにしよう.

より良いパラメタ

- w_3, w_4 の値も変えてみて, 結果を評価.
 - これらにもとづいて, パラメタの値を少しだけ変化させる.
 - これを何度も繰り返す.
-
- (実際には, もう少し効率の良い方法をとる. 興味のある方は「勾配降下法」などを調べてみられたい.)

ニューラルネットワークデモ

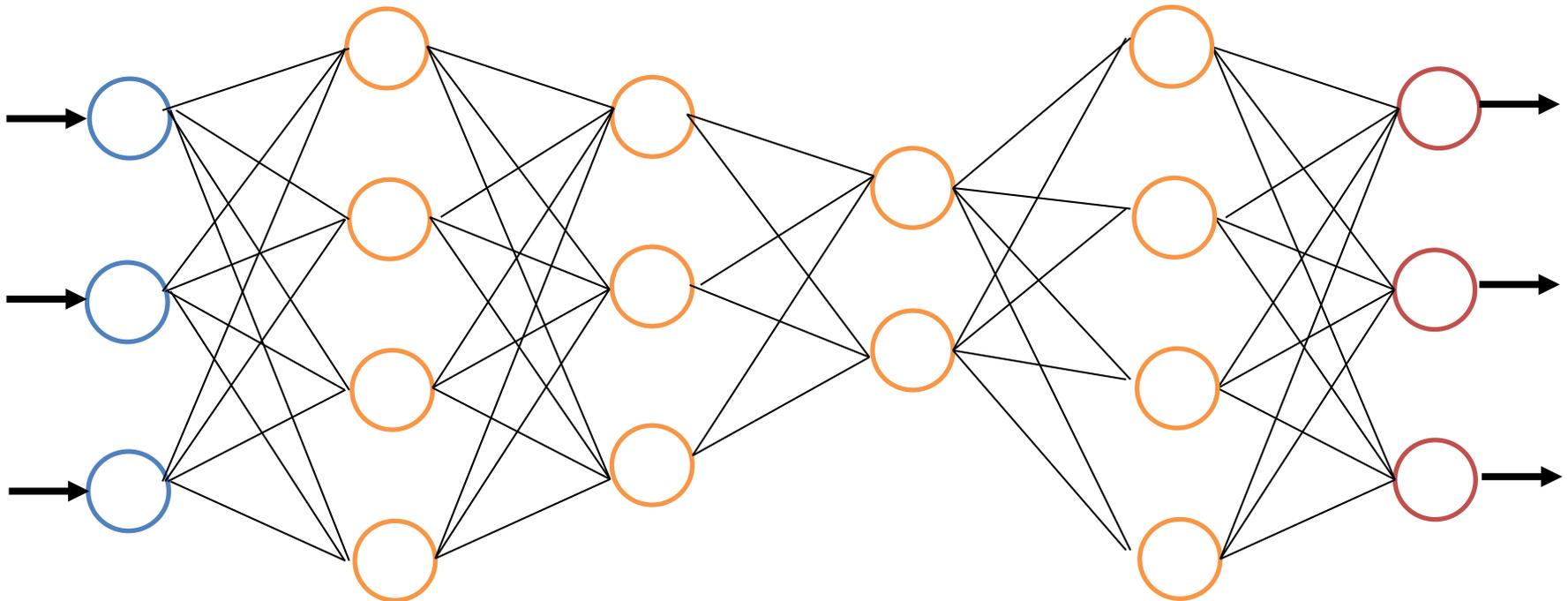
- TensorFlow Playground
 - by Daniel Smilkov and Shan Carter
 - <http://playground.tensorflow.org/>

3層ネットワークの限界

- 3層ニューラルネットワークは、第2次AIブームの頃から存在し、利用されてきた。
- 画像識別問題などでは、あまり効果をあげられなかった。
 - 画像の特徴量が、ニューラルネットワーク内でうまく表現できていないと考えられる。

深層学習

- 2012年以降のブレークスルーは、**深層学習** (Deep Learning) によってもたらされた。
 - たくさんの隠れ層を持つニューラルネットワーク



デモ

- ニューラルネットワークデモ
 - 隠れ層を増やして実行してみよう
- MNIST識別デモ (スタンフォード大)
 - <https://cs.stanford.edu/people/karpathy/convnets/demo/mnist.html>

深層学習

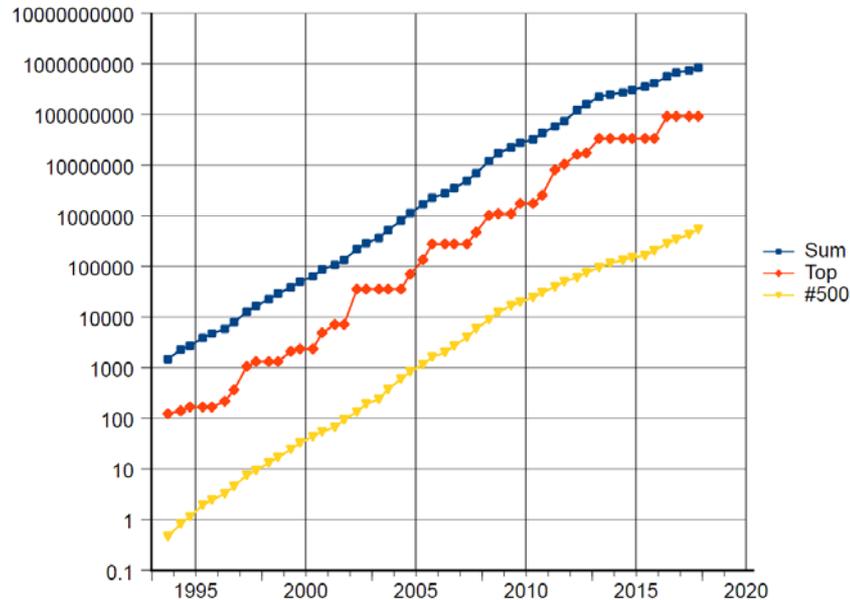
- 画像の多様な特徴量が、各隠れ層で表現できている, と言われている.
- たくさんの問題で有効性が確認されている
 - 画像識別問題
 - 囲碁プレイヤー (アルファ碁)
 - 自動翻訳機...
- とても深くなる傾向にある
 - 例: <http://josephcohen.com/w/visualizing-cnn-architectures-side-by-side-with-mxnet/>

計算能力

- なぜ、第2次AIブームでは、深層学習が行われなかったのか?
→ 計算能力 (記憶容量, 演算速度) の問題
- 深層学習には、膨大な計算が必要となる.

計算能力

- スーパーコンピュータの計算速度の推移:



出典: Wikipedia, History of supercomputing,
https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_supercomputing

- ある研究者の証言:

年	対象	価格	性能
1985	スーパーコンピュータ	月額レンタル10億円	1.3GFlops
2016	PC用グラフィックボード	売値39,800円	6.5TFlops(= 6500GFlops)

出典: 野村直之「人工知能が変える仕事の未来」(日本経済新聞出版社)

前半のまとめ

- 人工知能: 現在は第3次ブーム
- 従来計算機が苦手としていた, 認識・判断ができるようになってきた. 適応領域は広い.
- ブレークスルーをもたらした技術:
 - 機械学習, 特に深層学習
- 機械学習: ニューラルネットワークなどのパラメタ付きの計算システムを用い, 大量の入力と期待される出力を与えて, パラメタ調整を行うこと. 多数の隠れ層を持つ深層学習によって精度が向上
 - 膨大な計算が必要. 計算機的能力向上によって可能になってきた

後半: 実習

IBM Watson

- IBMが開発した質問応答システム
- 2011年1月: アメリカクイズ番組「Jeopardy!」で人間と対戦. 勝利した.
- 現在では, 多様な認識・意思決定支援システムを備える.
- 今日, IBM Watson のデモサイトを利用して実習を行う.
 - <https://www.ibm.com/watson/jp-ja/>

画像分類

- IBM Watson プラットフォームで、画像分類器を作成する。
- 作成される分類器のイメージ:



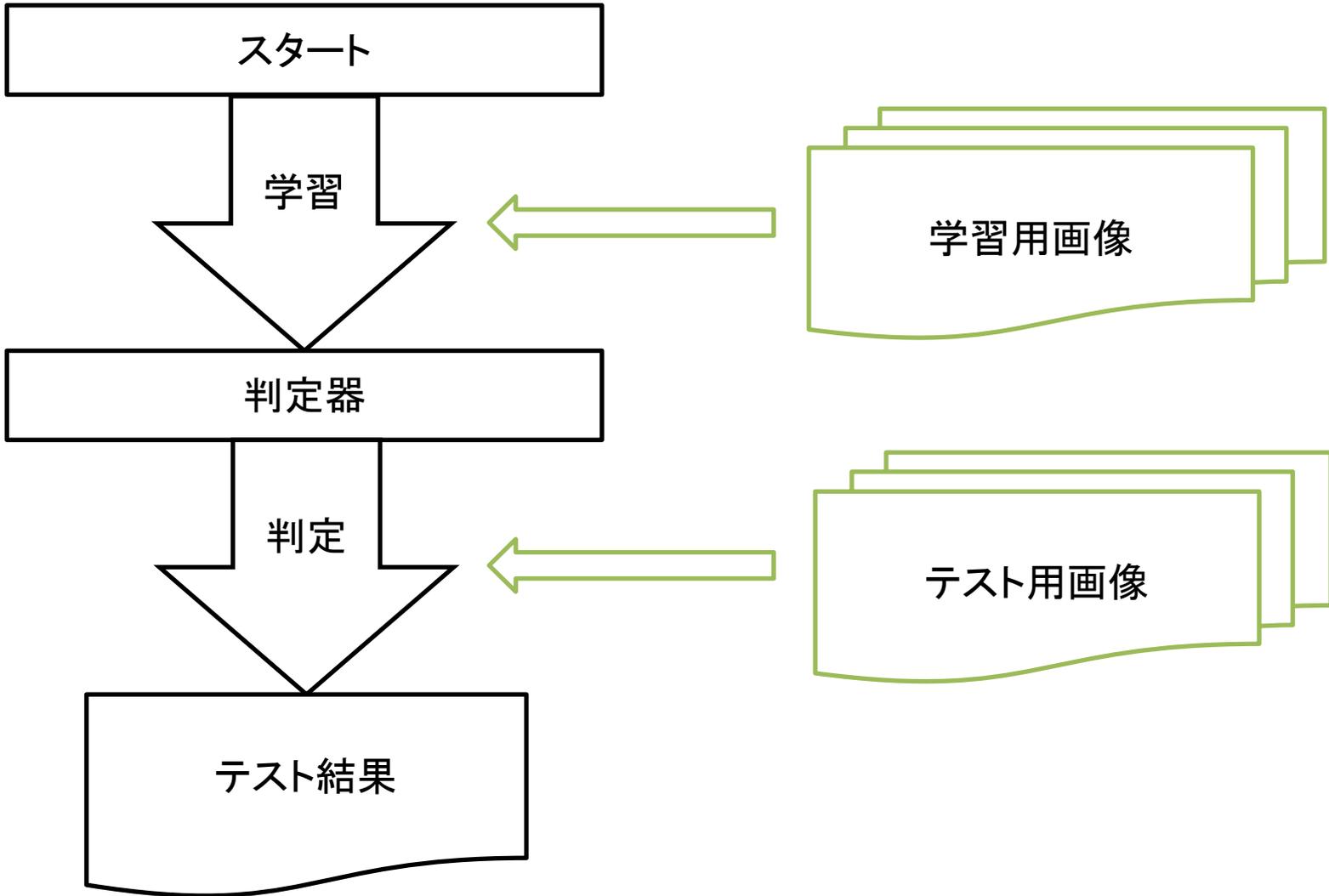
分類器

犬

うさぎ

ビーバー

流れ



画像の収集

- 3人 (または2人) で1つのグループを作る.
- どのような画像を分類するか相談し, 3つ (または2つ) の主題を決める. グループ各人に1つの主題を割り当てる.

画像の収集

- 各自で、割り当てられた主題の画像を収集し、1つのフォルダに格納する。
 - たとえば、Google の画像検索を用いても良い。他の工夫をしても良い。

Chrome ブラウザを起動

google.co.jp と入力

画像を選択

主題名を入力



画像の収集

- 画像ファイルは、余り大きくないものが良い。10KB未満のものが望ましい。
- 画像ファイルの名前は、**半角英数字**とすること。
日本語禁止。
- 一つの主題につき、10から50程度の数の画像を収集する。
 - 後から追加することもできるので、とりあえず10程度にしておくことを勧める。数が多いと訓練に時間がかかる。

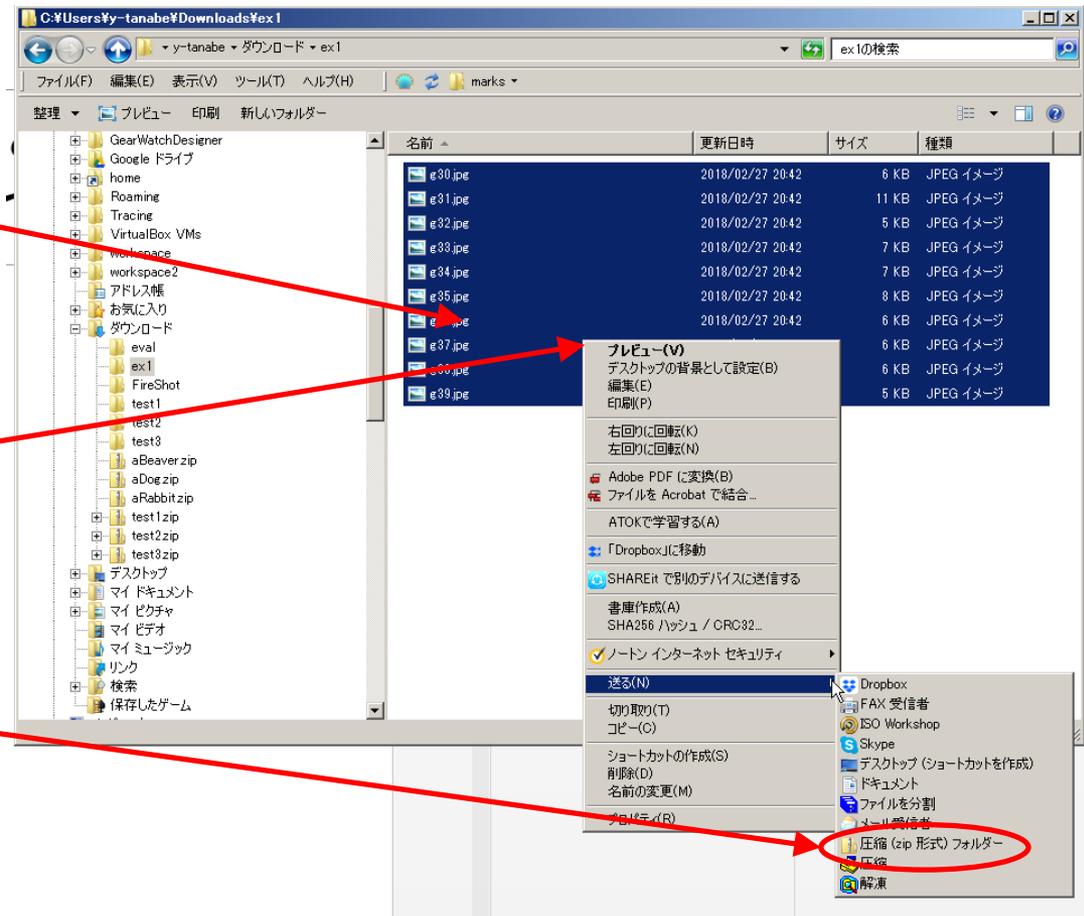
zipファイルの作成

- 収集が終了したら、1つのzipファイルにまとめる。このzipファイルにも、半角英数字の名前をつける。

1番上で左クリックし、その後で1番下でShiftキーを押しながら左クリックすると、全部選択される。

青いところで右クリック

圧縮 (zip 形式) フォルダーを選択する。



zipファイルを集める

- グループ代表者が、全員のzipファイルを集める。
 - USBメモリなどを使っても良い。
 - moodleの「アップロード用フォーラム」を使っても良い。
- 主題の数 (3または2) と同じだけのzipファイルを集める。

IBM Watson にアクセス

- 代表者は, Chromeブラウザで, 以下にアクセス:
<https://www.ibm.com/watson/jp-ja/>
- 「デモで画像認識を試す」

Meet Watson, on IBMクラウド
開発不要、Watsonを手軽に体験

音声認識
Speech To Text



Watsonがあなたの音声を分析してテキストに変換してくれます。

→ デモで音声認識を試す

画像認識
Visual Recognition



画像を識別してカテゴリーに分類、写真の人物の年齢を推測します。

→ デモで画像認識を試す

性格分析
Personality Insights



個人が記述したテキストを分析し、性格などの特性を抽出します。

→ デモで性格分析を試す

その他のWatsonの機能は、こちらから確認いただけます。

Watson API一覧を見る

● 「画像認識 Visual Recognition を試してみる」

1) [🔗 デモサイト \(英語\)](#) を開き、URL欄に画像のURLを入力します。(右画像の赤枠参照)

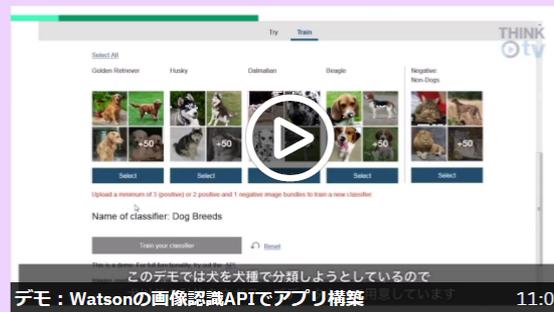
※右画像はクリック/タップで拡大します。

2) 画面下部に、「Classes(認識結果)」「Score(確信度)」「Type Hierarchy(認識結果の階層構造)」が表示されます。

- 人物を検出した場合は、画像上に白枠で位置と「Age(年齢層)」「Male/Female(性別)」「Score(確信度)」も表示されます。
- 食べ物を検出した場合は、食べ物に特化した「Food(食べ物の種類)」「Score(確信度)」も表示されます。



デモを見る



※動画でご紹介しているSimilarity Searchは、2017/9/8のベータ・テスト終了に伴い、現在ご使用いただけません。ご了承ください。

さて、あなたはどの画像を読み込ませますか？

[🔗 画像認識 Visual Recognition を試してみる \(英語\)](#)

[📺 Technical intro to Classifiers ビデオを観る \(49分55秒 英語\)](#)

[↓ 開発資料](#)

- Train



Visual Recognition

Visual Recognition uses deep learning algorithms to analyze images that can give you insights into your visual content. You can organize image libraries, understand an individual image, recognize food, detect faces, and create custom classifiers for specific results that are tailored to your needs.

[Resources:](#)
[Start for free in IBM Cloud](#)

[Try](#) [Train](#)

Try the service

Choose a sample image or upload your own image to try out Visual Recognition.



Or paste an image URL

- Use your own の下の+マーク



Visual Recognition

Visual Recognition uses deep learning algorithms to analyze images that can give you insights into your visual content. You can organize image libraries, understand an individual image, recognize food, detect faces, and create custom classifiers for specific results that are tailored to your needs.

[Resources:](#)
[Start for free in IBM Cloud](#)

Try Train

Train a demo classifier

To create a temporary trial classifier, select at least 3 classes from the example image bundles.

Example Image Bundles

Dog Breeds



Moleskine Types



Insurance Claims



Satellite Imagery



Use Your Own



Images used in this demo are licensed under Creative Commons 2.0 General License and are attributed [here](#).

- Positive Classes の下の3つ (または2つ) のボックスに, zipファイルを1つずつドラッグ&ドロップする. Name of This Class のところに, zipファイル名が入ることを確認する.

Positive Classes

Upload your own images in zipped folders to the spaces below.
Zipfile size must not exceed 5 MB.

<p>Select or drag a zipped folder with at least 50 images</p>	<p>Select or drag a zipped folder with at least 50 images</p>	<p>Select or drag a zipped folder with at least 50 images</p>
<input type="text" value="Name of This Class"/>	<input type="text" value="Name of This Class"/>	<input type="text" value="Name of This Class"/>

Optional Negative Classes

Select or drag a zipped folder with at least 50 images

Use images that may seem like the bundles but are different.

- Name this class と書かれているところに, 適当な名前 (半角英数字) を入力して, Train your classifier ボタンを押す.
- 青い円が回転し始める (分類器の訓練が始まる) ので, 2分くらい待つ. この間に, テスト用のデータを収集する.



MyClassifier3

Train your classifier

Reset

This is a demo. For full functionality, try out the [API](#).

Images used in this demo are licensed under Creative Commons 2.0 General License and are attributed [here](#).

テストデータの収集

- 訓練された分類器をテストするための画像データを収集する。各主題について数ファイルずつ集めておく。リーダーはファイルを集める。

分類器の試行

- 青い円の回転が終了し、下の画面が表示されたら、分類器の訓練が終わったことがわかる。
- テスト用の画像データを、水色の四角の部分にドラッグ&ドロップする。分類結果と確信度が表示される。

MyClassifier3 [↶ Reset](#)

Test your newly trained demo classifier with a similar image that was not in the training set.

Paste an image URL

Or [select](#) or drag your own image

再訓練

- 訓練に用いた画像と似たもの、あまり似ていないものなど、いろいろ試してみると良い。
- 興味と時間があれば、訓練用のデータを追加したり、他の分類器を作ってみたりしても良い。同じ分類器に主題をもう一つ増やすこともできる。

全体のまとめ

- 今の人工知能ブームを支えている「機械学習・深層学習」の原理を紹介した。
 - ルールを与えない。
 - たくさんの実例を与えて、特徴を計算機に自分で学習させる
- この原理にもとづいた画像分類の実習を行った。

- [終了アンケート](#)にご協力ください。