

# 転移学習とその周辺

長谷川修<sup>†1</sup>

転移学習は、予め少数の基本的・要素的知識（これを「属性」と呼ぶ）を学習させておき、それらの知識の組み合わせによって、非常に多様な対象を推定・認識させようというアプローチである。本チュートリアルでは、転移学習の基本的な考え方を述べるとともに、転移学習のコンピュータ・ビジョンへの適用方法について、筆者らの研究事例も交えて概説する。

## Transfer Learning, A Review

OSAMU HASEGAWA<sup>†1</sup>

This paper reviews “Transfer Learning”.

### 1. はじめに

コンピュータ・ビジョン研究の最大の目標の一つに、「人の視覚機能に匹敵する人工視覚の実現」がある。転移学習は、近年、この目標の達成のための有効なアプローチになり得るのではないかと注目を集めている。本チュートリアルでは、転移学習の基本的な考え方を述べるとともに、転移学習のコンピュータ・ビジョンへの適用方法について、筆者らの研究事例も交えて概説する。

コンピュータ・ビジョン以外の分野も含む、転移学習の研究分野全般のサーベイについては、すでに優れたサーベイ論文が存在するので、そちらをご覧いただきたい[1]。

組み合わせによって、非常に多様な対象を推定・認識させようというアプローチを取る。

例えば、家庭にある電子レンジを認識させたい場合、従来のアプローチでは、多種多様な電子レンジの画像を大量に集め、電子レンジ全般の見え方を網羅的に学習させて認識させる。これに対し転移学習では、「電子レンジとは、色が白く、形状は直方体で、ダイヤルとのぞき窓がついているもの」として認識させる（図1）。ここでシステムには、予め基本的な色や形状、ダイヤルといったテクスチャに関する知識を学習させておく。即ち転移学習では、認識対象を基本的・要素的知識の組み合わせとして認識させる。

この関係は、アルファベットと辞書の関係に似ている。例えば英語の場合、アルファベットは26種類しかないが、その組み合わせとしての単語は膨大な数になる（図2）。

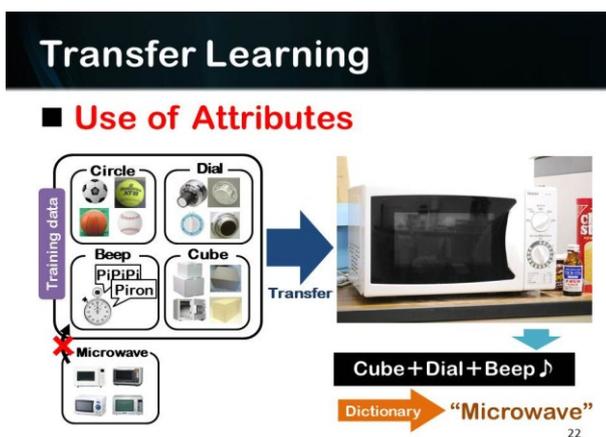


図1：転移学習の基本的な考え方

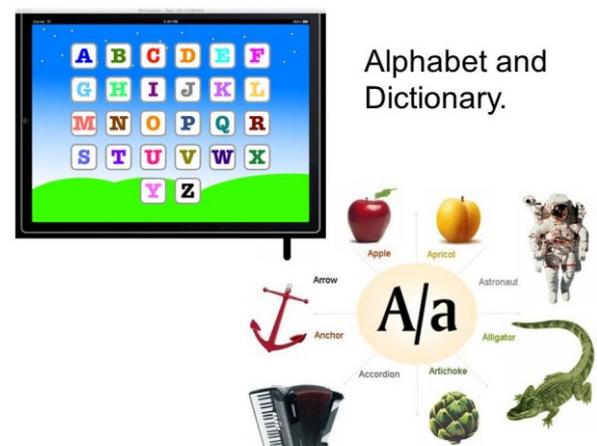


図2：アルファベットと辞書の関係

### 2. 転移学習の基本的な考え方

転移学習では、予め少数の基本的・要素的知識（これを「属性」と呼ぶ）を学習させておき、それらの知識の

### 3. 転移学習における課題

一般に転移学習には、以下の二つの課題がある。

<sup>†1</sup> 東京工業大学  
Tokyo Institute of Technology

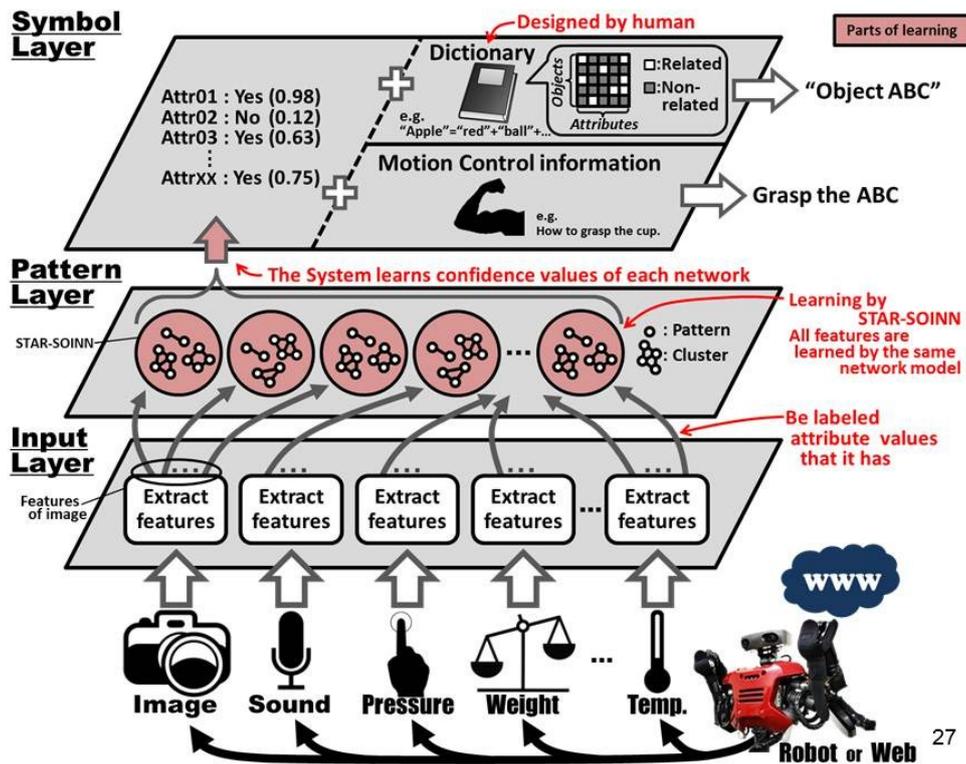


図3：SOINNによる「マルチモーダル・オンライン転移学習に基づく実環境把握」[2,5]

### 3.1 属性の設定

既に述べたように、転移学習では予め属性知識を学習させておき、それらを柔軟に組み合わせることで、多様な対象を認識させる。ここで問題となるのが、予め学習させる属性知識の種類と量である。一般に、目標とする汎化性・汎用性を得るのに必要十分な属性知識を、事前に定めるのは容易ではない。

### 3.2 属性の対象への適用方法

ある対象を認識させたい場合、どの属性知識を、いかなる重みで組み合わせれば良いかも、転移学習における大きな課題である。

例えば、「タクシー」を認識させたい場合、対象の形状（特に天井の上のランプ）が重要である一方、車体の色は重要ではない。しかし「パトカー」を認識させたい場合は、車体の配色が重要な手がかりとなる。

実世界に存在する多様な対象に対し、事前にこうした重みを網羅的に与えるのは困難である。

## 4. 課題解決へのアプローチ

これらの課題は、我々人間にとっても困難な課題である。我々人間も、時間をかけ、日々の経験から学習し続けることで、実世界の「より良い」認識へと一步一步成長していくしかない。

筆者らの研究室では、SOINN（ソイン）と呼ぶ独自のオンライン教師なし学習手法を活用し、この「成長」の

プロセスをコンピュータ上にシミュレートする試みを続けている[3,4]。本チュートリアルでは、SOINNによる「マルチモーダル・オンライン転移学習に基づく実環境把握」（図3）など、最新の成果もご紹介する。

## 謝辞

本稿を書く機会を与えて下さった、慶應義塾大学の斎藤先生、並びに CVIM 研究会役員の先生方に深く感謝申し上げます。SOINNを用いた転移学習の研究は、長谷川研究室博士1年 木村大毅君の研究テーマであり、同君に深く感謝します。

## 参考文献

- 1) 神嶋敏弘：“転移学習”，人工知能学会誌，vol.25，no.4，pp.572-580（2010）
- 2) Daiki Kimura, Ryutaro Nishimura, Akihiro Oguro and Osamu Hasegawa, "Ultra-fast Multimodal and Online Transfer learning on Humanoid Robots", 2013 IEEE Conference on Human-Robot Interaction (HRI 2013), accepted.
- 3) 木村大毅, K. Pichai, A. Kawewong, 長谷川修：“超高速オンライン転移学習”，SSII 2011.
- 4) 木村大毅, K. Pichai, 長谷川修：“インターネットを活用した超高速オンライン転移学習”，SSII 2012.
- 5) 木村大毅, 西村竜太郎, 小黒陽弘, 長谷川修：“ネットから学習し未知物体を推定する超高速マルチモーダル・オンライン転移学習 -ヒューマノイド・ロボットによる有効性の実証-” 第18回ロボティクス・シンポジウム（2013）