

機械学習による埋め込みモデルを用いた 論理的推論

兼岩研究室 白石幸寛

学習対象データ：記述論理 \mathcal{EL}^{++}

記述論理 \mathcal{EL}^{++} とは、物事の**包含関係**など論理的構造を記述するのに特化したデータの記述方法。

例えば、「電通大生」と「大学生」のような包含関係にある事柄を以下のように表せる。

電通大生 \sqsubseteq 大学生

「電通大生」や「大学生」のような抽象的な概念(クラス)に限らず、「太郎」などの具体的な事象(個体)を記述することも可能。

電通大生(太郎)

\mathcal{EL}^{++} 埋め込みモデル

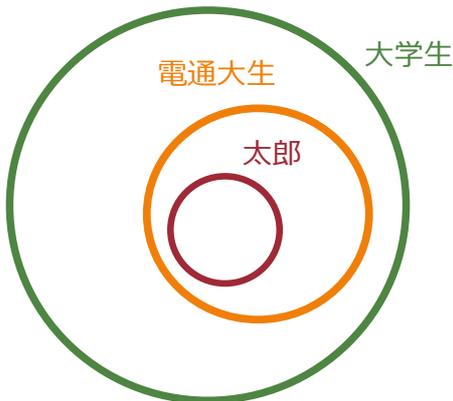
\mathcal{EL}^{++} 埋め込みモデルとは、記述論理 \mathcal{EL}^{++} で記述された包含関係を**低次元ベクトル空間上の球**と見なし図形的に学習する手法。

入力：記述論理 \mathcal{EL}^{++} のテキストデータ

電通大生 \sqsubseteq 大学生
電通大生(太郎)

\mathcal{EL}^{++} 埋め込みモデル
による学習

出力：各単語の中心点と半径のベクトル



目的

機械学習による埋め込みモデルを用いた論理的推論の精度を上げる。

電通大生 \sqsubseteq 大学生

電通大生(太郎)



ベクトル演算
による推論

大学生(太郎)

提案手法

問題点

個体(「太郎」など)が多すぎると包含が崩れてしまう。例えば、電通大生(生徒1), ..., 電通大生(生徒10000)のように生徒が多いと「電通大生」の球が大きくなり過ぎる。

提案手法

- 学習を2段階に分割し、個体数が多過ぎて包含が崩れてしまうことを防ぐ。
- 個体を点、クラスを球として扱う。

1段階目：先にクラス(「電通大生」など)の包含関係を学習させる



2段階目：クラスを中心点、半径を固定させ後から個体を学習させる



既存手法の推論精度を上回った。

今後の展望

- 論理的推論以外の埋め込みの活用方法の検討
- 個体を持たないデータセットに対する予測精度向上方法の検討