

HousE: Kno 知識グラフ埋め込みにおけるハウスホルダー パラメータ化

李瑞^{1*} 趙家楠² 李朝卓³ 賀迪⁴ 王奕棋⁵ 劉雨明⁶ 孫浩⁶ 王森章⁷ 鄧偉偉⁶ 沈彦明¹ 謝幸³ 張琪⁶

概要

知識グラフ埋め込み (KGE) の有効性は、本質的な関係パターンとマッピング特性をモデル化する能力に大きく依存します。しかし、既存のアプローチでは、モデリング能力が不十分なため、これらの一部しか捉えることができません。本研究では、2種類のハウスホルダー変換に基づく新しいパラメータ化を含む、より強力なKGEフレームワーク「HousE」を提案します：(1) ハウスホルダー回転により、関係パターンのモデリング能力を向上させます；(2) ハウスホルダー投影により、複雑な関係マッピング特性を処理します。理論的には、HousEは重要な関係パターンとマッピング特性を同時にモデル化できます。さらに、HousEは既存の回転ベースのモデルを一般化し、回転を高次元空間に拡張します。実験的には、HousEは5つのベンチマークデータセットで新たな最先端の性能を達成しました。私たちのコードは

<https://github.com/anrep/HousE>で利用可能です。

1. はじめに

知識グラフ (KGs) は、大量の人間の知識を事実的三つ組の集合として保存し、各三つ組 (h, r, t) は、頭エンティティ h と尾エンティティ t の間の関係 r を表します。豊富な人間の知識を持つKGsは、数多くの下流アプリケーションでその有効性を実証しています (Xiong et al., 2017)。しかし、Freebase (Bollacker et al., 2008) やYago (Suchanek et al., 2007) などの現実世界のKGsは、通常不完全性に悩まされています。知識

*MSRAでのインターンシップ期間中に行われた研究。¹大連理工大学 コンピュータサイエンス技術学部、中国 大連²ノートルダム大学、アメリカ合衆国 インディアナ州³マイクロソフトリサーチアジア、中国 北京⁴北京大学、中国 北京⁵ミシガン州立大学、アメリカ合衆国 ミシガン州⁶マイクロソフト、中国 北京⁷中南大学、中国 長沙。連絡先: 沈彦明 <shen@dlut.edu.cn>, 李朝卓 <cli@microsoft.com>。

Proceedings of the 39th International Conference on Machine Learning, アメリカ合衆国 メリーランド州 ボルチモア, PMLR 162, 2022. 著作権 2022 は著者らに帰属。

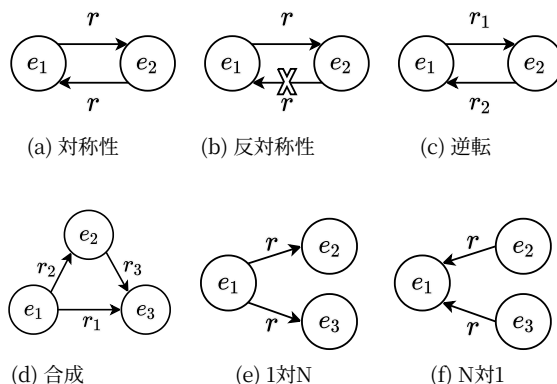


Figure 1.4つの関係パターン (a-d) の図示 (Sun et al., 2019) および2つの難しいRMP (e-f) (Bordes et al., 2013).

グラフ埋め込み (KGE) は、エンティティと関係の低次元表現を学習し、欠落したリンクを予測するための効果的なツールとして優れています。

KGEの重要な課題は、関係パターン (対称性、反対称性、逆転、合成など) と関係マッピング特性 (RMP、すなわち1対1、1対N、N対1、N対N) をどのようにモデル化するかにある (Bordes et al., 2013; Sun et al., 2019)。図1に示す通り。多くの研究は、これらのパターンとRMPを捉えるために特定のベクトル空間と操作を設計している。例えば、TransE (Bordes et al., 2013) は関係を並進として表現するが、対称性とRMPのモデル化に失敗する。最近では、RotatE (Sun et al., 2019) は関係を複素平面での回転として表現し、4つの関係パターンをモデル化するが、回転の距離保存特性のためRMPを扱えない。Rotate3D (Gao et al., 2020) とQuatE (Zhang et al., 2019) は四元数を導入して回転を3次元および4次元空間に拡張し、より大きなモデル容量で優れた性能を達成している。

しかし、私たちの知る限り、既存の手法のいずれも、表1に示すすべての関係パターンとRMPをモデル化することはできず、その結果、最適ではない性能にとどまっています。さらに、(Sun et al., 2019; Gao et al., 2020; Zhang et al., 2019) のような先進的なアプローチは、2次元、3次元、4次元空間に特化して設計されているため、知識グラフ (KGs) の複雑な構造を捉えるには不十分かもしれません (Zhang et al., 2019)。したがって、ここで疑問が生じます: *is there*