

## 1. 研究アイデア概要：ルールベース推論での定理の自動証明

定理の証明においては図1の通り定義された推論規則に基づいて推論され、ルールベースの推論が必要とされる。

本研究ではルールベースの推論が必要とされる問題の代表例である定理の証明について、ルールベースの推論に基づいた自動化を試みる。

また、推論の際に定理空間を構築し距離の最小にする推論規則を適用することで、定理の証明を行う。

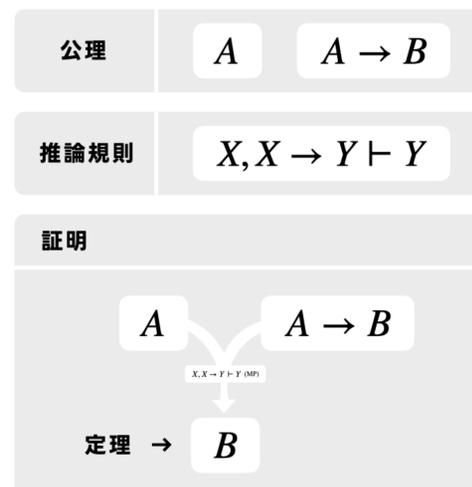


図1 推論規則による定理の証明

## 2. 提案手法：定理空間の距離最小化による定理の自動証明

### 定理の証明方法

下の操作により図2のような証明木を構築することで定理を証明する

1. 証明したい定理の論理式を根とする証明木を構築する
2. **推論規則を用いて**証明木をより深いものに更新する
3. 証明木の葉が公理となれば証明が完成したと判断する

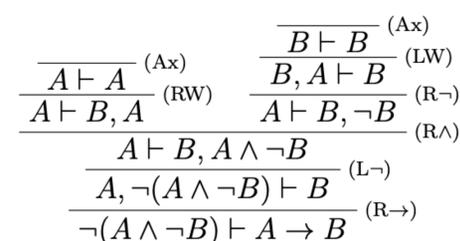


図2 定理の証明木の例 (下側が根)

### 2. で用いる推論規則の選択ルール

事前に下の通り定理空間を構築する

1. 数々の定理の論理式からオートエンコーダを用いて特徴を抽出する
2. オートエンコーダの中間層を用いて**定理のベクトル空間を構築する**



下のルールにより用いる推論規則を選択する

1. 定理空間での証明したい定理の論理式と、各推論規則を適用した後の論理式との距離を計算する
2. **距離が最も短くなる推論規則を適用する**  
(全ての葉で推論規則を適用すると計算量が莫大になるため、計算量を削減する場合は**ベイズ最適化**を用いる)

## 3. まとめ：本研究の課題、将来性

### 課題：定理空間の構築

定理空間の構築はオートエンコーダを用いているが、その定理空間によって定義された距離が、**証明したい定理の論理式と葉に当たる論理式の「近さ」**を表しているかは不明である。

それゆえ、その距離の最小化するだけでは定理が証明できない可能性がある。

### 将来性：バイオインフォマティクスへの応用

特にバイオインフォマティクスの分野においては、知見が既にデータベースと**生物学的プロセスを表すオントロジー**が構築されている。

そのため、**ルールベースの推論手法をもとにした本研究の知見を応用することができ、その点に将来性がある**と考える。