

<p>どんな研究</p>	<p>過去のデータや出来事の関係性から出来事の発生確率を予測する確率推論では、データが不足すると予測確率の不確かさが高まり、予測を用いた意思決定などに影響を及ぼします。本研究ではこの不確かさの指標である「推論結果の分散値」を定量的に計算する技術を紹介します。</p>
<p>どこが凄い</p>	<p>推論結果の分散値の計算は、従来は膨大な計算量が必要なため実現が困難でした。そこで、論理式を満たす解の数え上げができれば確率推論ができることに着目し、分散値の効率的な計算を実現しました。本技術は、システムやインフラの信頼性評価などにも応用可能な汎用性を有します。</p>
<p>めざす未来</p>	<p>不確かさの定量化により、重大な結果に繋がりを意思決定をより堅実に行うことが可能になります。例えばインフラ機器の稼働率予測において、予測上安全基準を満たしていても分散値が大きい場合、追加データ取得を促し予測以上の故障の発生を回避するといった運用を可能にします。</p>

確率推論とその不確かさ

出来事の発生確率をデータや他の出来事との関係から予測することを**確率推論**とよびます。

- 停電の有無が通信断確率に影響
- 停電の有無を考えない総合的な通信断確率は？

	通電/停電 確率	停電/通電時の 通信断確率		総合的な 通信断確率
通電	99%	0.5%	$99\% \times 0.5\% = 0.495\%$	= 0.795%
停電	1%	30%	$1\% \times 30\% = 0.3\%$	

予測(推論結果)は意思決定などに活かされます。

基準：通信断確率1%をめざすなら…
 確率が基準以下→設備更改の必要なし！

推論結果を導くためのデータが不足していると、予測のためのパラメータに不確かさが生じます。すると推論結果にも**不確かさ**が生じます。

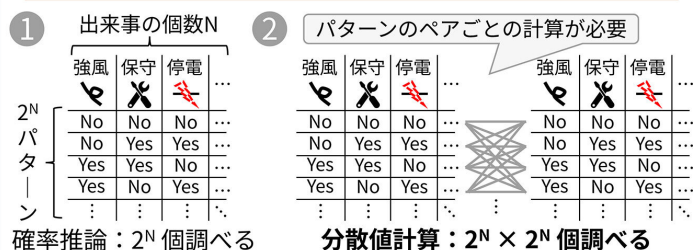
	通電/停電 確率	停電/通電時の 通信断確率	
通電	$(99 \pm 0.5)\%$	$(0.5 \pm 0.2)\%$	→ 総合的な 通信断確率 $(0.795 \pm ??)\%$
停電	$(1 \pm 0.5)\%$	$(30 \pm 14)\%$	

推論結果の不確かさの大小は意思決定にも影響を及ぼします。そこで不確かさの指標である**推論結果の分散値**を計算する問題を考えます。

- 通信断確率 $(0.795 \pm 0.1)\%$ なら…
基準を下回っているから設備更改の必要なし！
- 通信断確率 $(0.795 \pm 0.4)\%$ なら…
基準を越える可能性も高いから設備更改しよう…

分散値計算の難しさ

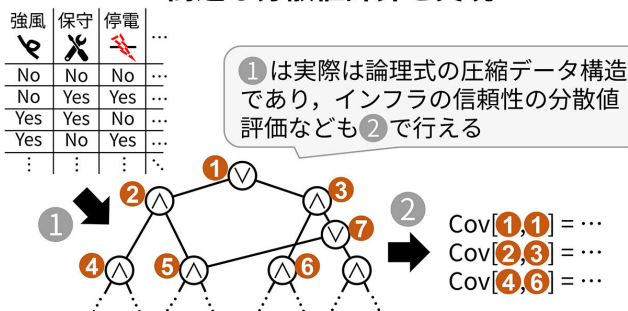
- 確率推論のためには関連する出来事の発生パターンを全て調べる必要がある
- 推論結果の分散値計算のためには調べたパターンの上でさらに複雑な計算が必要
→ 従来は**関連する出来事の数**が10個程度が現実的な時間で計算できる限界でした。



論理式の数え上げによる解法

出来事の数**100個以上**でも推論結果の分散値を現実的な時間で計算できる手法を考案しました。

- 出来事の発生パターンを**圧縮データ構造**に変換
- 圧縮データ構造の上で推論結果の分散値計算を行う**アルゴリズム**を考案
→ **高速な分散値計算を実現**



関連文献
 [1] K. Nakamura, M. Nishino, N. Yasuda, "Variance computation for weighted model counting with knowledge compilation approach", in Proc. The 40th Annual AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI ' 26), 2026.