Learning time-evolving states via dynamic Hawkes processes

05

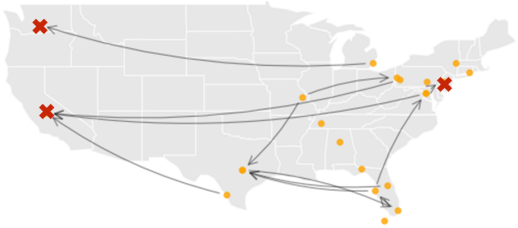
時変Hawkes過程を用いて状態の変化を推定

その出来事、どのように拡散する？

どんな研究	SNSにおける情報の伝搬、デモや伝染病の広がりなど種々の社会現象はコミュニティ（国や地域、オンラインコミュニティ）間の拡散過程として記述されます。拡散過程は、過去の事象の発生だけでなく、予測時刻における各コミュニティの「状態」（例えば、各地域の人々のデモ参加へのモチベーションやオンラインコミュニティにおけるユーザの関心の変化）によって変化します。拡散過程のモデル化に広く用いられるHawkes過程に深層学習モデルを導入することで、イベント履歴の背後にあるコミュニティの状態の時間変化を自動で学習する手法を構築しました。
どこが凄い	拡散過程のモデル化に広く用いられている既存のHawkes過程では、イベント発生の背後にある各コミュニティの「状態」を捉えることができません。本研究では、Hawkes過程においてイベントの発生確率を表す強度関数をニューラルネットとその微分を使って設計することで、コミュニティの状態の変化を柔軟にモデル化しつつ、強度関数のパラメータを効率的に学習する手法を構築しました。
めざす未来	提案手法によって、近未来のイベントの高精度な予測が可能になります。近未来のイベント予測は予測警備、マーケティング、防疫など様々な応用において重要なタスクです。例えば、暴力的なデモが起きそうな場所を正確に予測できれば事前の警備配置に役立てることができます。

拡散過程の予測

SNSにおける情報の伝搬、デモや伝染病の広がりなど様々な社会現象はコミュニティ間の拡散過程として記述できる



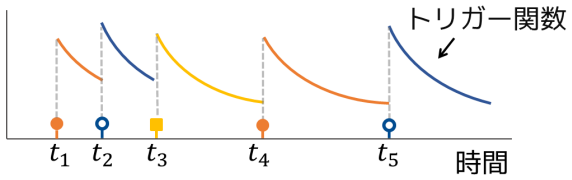
⟶ イベント間の関係　● 過去のイベント　✖ イベント予測

全米における抗議デモの発生履歴

拡散過程の背後にあるメカニズムの理解、近未来のイベント予測は予測警備・マーケティング・防疫など様々な応用で重要

既存手法：Hawkes過程

イベントの発生確率を表す強度関数を過去のイベントの発生時刻を入力とする「トリガー関数」を用いて記述することで過去のイベントの影響を考慮



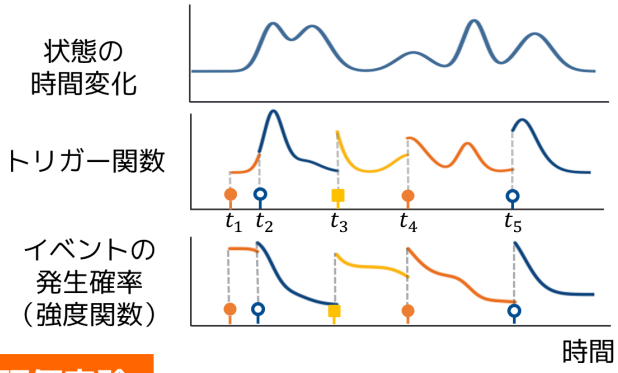
課題：コミュニティの"状態"の変化を考慮できない

例) COVID-19流行による抗議デモの減少

ロックダウンによる情報拡散の加速

提案手法：時変Hawkes過程

- 各コミュニティの「状態」の時間変化を表すニューラルネットを導入
- ニューラルネットとその微分を用いてトリガー関数を記述することで、コミュニティの状態変化の柔軟なモデル化と効率的なパラメータ学習が可能に



評価実験

- 4つの実イベントデータを用いて5つの既存手法と提案手法のイベント予測精度を比較
- イベント数の予測値と観測値の間の誤差（MAPE）を評価指標として使用

	Reddit	ニュース	抗議デモ	犯罪
一様ポアソン過程	0.553	0.6	0.345	0.144
Hawkes過程	0.458	0.471	0.415	0.179
Reinforced点過程	0.595	0.481	0.581	0.175
SelfCorrecting過程	0.475	0.452	0.524	0.123
RMTPP	0.311	0.446	0.639	0.302
提案手法	**0.305**	**0.442**	**0.318**	**0.117**

提案手法は全てのデータで既存手法を上回るイベント予測精度を達成

関連文献

[1] M. Okawa, T. Iwata, Y. Tanaka, H. Toda, T. Kurashima, H. Kashima, “Dynamic Hawkes processes for discovering time-evolving communities' states behind diffusion processes,” in *Proc. of the 27th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining (KDD21)*, pp. 1276–1286, 2021.

連絡先

大川 真耶（Maya Okawa） 人間情報研究所

Email: cs-openhouse-ml@hco.ntt.co.jp