ACT-I先端研究フォーラム ～「情報と未来」研究者講演会～

時空間超解像のための時空間畳み込み技術の研究
“都市や空間の変化を捉える”

竹内 孝
京都大学 情報学研究科 助教

時空間データ解析？

我々の住む都市や環境は，複雑に変化し続けています．
この解析は，センサやウェブから得られるデータを処理し，対象の状態を把握，変化を予測するための技術です．

データの観測資源は有限

膨大な数のセンサを設置しても空間の全ては覆えません．
そのため，センサの無い場所の情報は得られません．

また，データの解像度にはトレードオフが存在します．
- コストの制約から，高精度なセンサは設置数が限られる
- 電力の制約から，バッテリーで動くセンサは精度が落ちる
- 都市部では高密度，郊外では低密度の設置などの運用も？

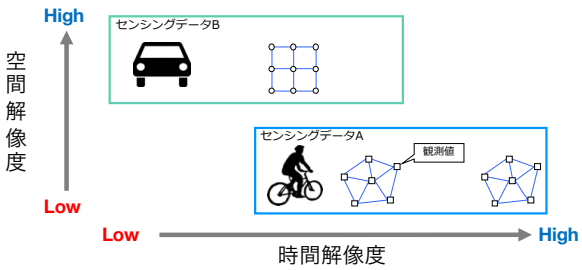

図1. 時間と空間の解像度のトレードオフ

限られたデータ資源のアップサイクル

有限のデータをつなぎ合わせて解析することで，データの観測されていない時刻や場所の状態を知るための技術を研究しています．

UPCYCLE

具体的には，省コストかつ省エネルギーに観測されたデータの持つ価値を高めるための取り組みを行っています．

- 低解像度のデータから，高解像度の時空間データを推定する機械学習手法の提案
- 欠損値推定などの現実な問題設定による性能検証
- 複雑な時空間相関を捉えるパターン抽出の実現

今後，企業・組織・自治体が持つ時空間データのマージと有効活用による価値向上を促していきます．

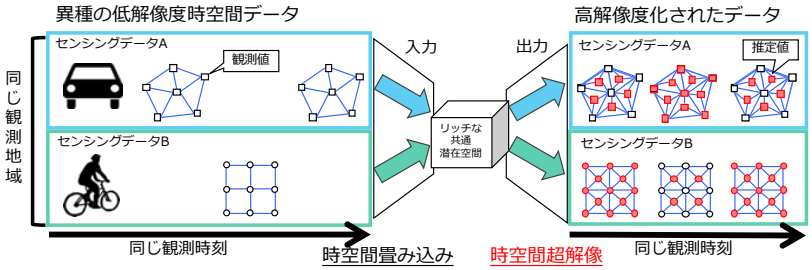

図2. データの高解像度化のイメージ

研究の詳細

都市や環境に設置されたセンサから取得されるデータは，歪(いびつ)な空間分布を持ちます．近年，画像の欠損値を推定する深層学習技術が注目を集めていますが，規則正しく整列した空間分布を仮定するため，時空間データへの直接の転用はできません．

そこで，空間上のセンサー位置情報を考慮して空間データから特徴量抽出する技術を提案しました．この際には，点群深層学習という技術を利用しました．さらに時間情報の考慮した層と組み合わせることで時空間データを解析する柔軟な深層学習技術を実現しました．

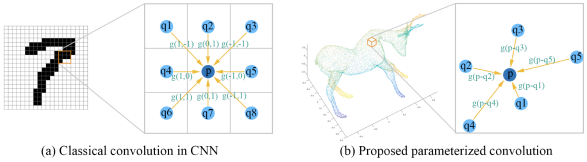

図4. (a) 規則正しい空間分布を用いた畳み込み，
(b) 歪な空間分布を用いた畳み込み
[参照：Xu, ECCV 2018]

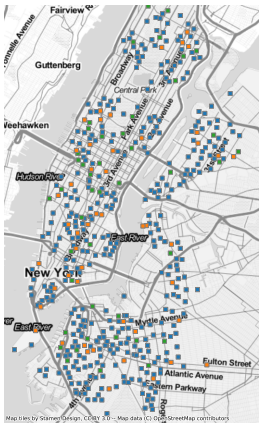

図3. 歪な空間分布の例

バイクシェアリングデータの空間内挿実験

アメリカのニューヨーク市で稼働している自転車のレンタルサービスのデータを用いた実験を行いました．
482箇所の駐輪場に返却される自転車の数を30分毎に数えた1年分のデータから，新しく開設された駐輪場に返却される自転車数を予測しました．新たな技術によって，予測精度の10%程度の大幅な改善が確認されました．

	Prop.	Zero	Mean	kNNs	GPs
精度	4.09	7.07	4.79	4.56	4.66

既存の482個の駐輪場のうち10%を人工欠損させ，残った駐輪所のデータから学習する，欠損値推定を行った．評価指標には，実測値と予測値のRMSE(Root Mean Squared Error)を使用した．
比較手法:
Zero: ゼロ埋め，Mean: 全観測値の平均
kNNs: k近傍の観測値の平均，GPs: ガウス過程