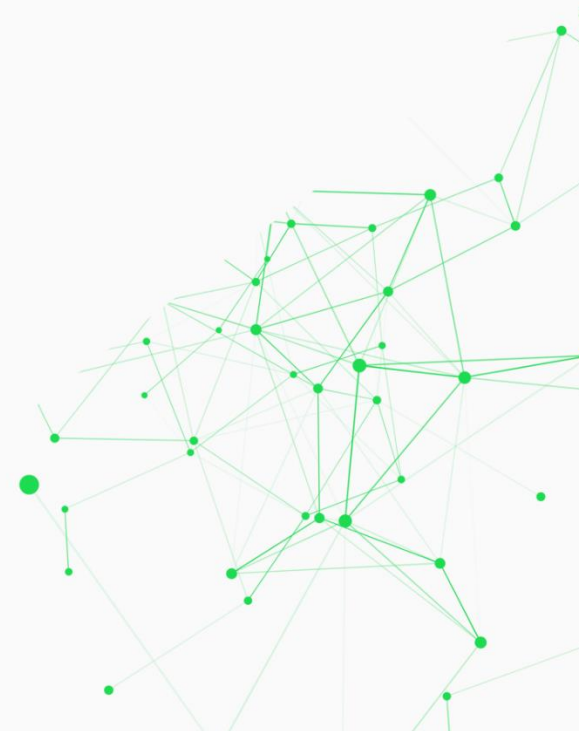


2020年度
AIPシンポジウム
成果報告会

RIKEN Center for Advanced Intelligence Project



理研AIP - 富士通連携センターの取り組み



岡本 青史

理研AIP-富士通連携センター 副連携センター長
株式会社富士通研究所 フェロー



ロバストな機械学習

変化に対して耐性がある機械学習



データ収集開始したばかりでも、
予測成果を早期に出す



社会状況の変化等でも、
ゼロから学習し直さずに
精度を保つ

超音波医学・Stratification Learning・因果推論
三テーマを研究

超音波医療



Stratification
Learning



因果推論

超音波医療

研究の狙い



医療における超音波検査

簡便性・非侵襲性・リアルタイム性に優れた医用画像検査
幅広い臨床医学領域で普及（各専門科・救急医療・在宅医療など）

【課題】 検査者の技術格差が大きい、影の影響を受けやすい

超音波画像診断支援を志向したAI基盤技術の研究開発

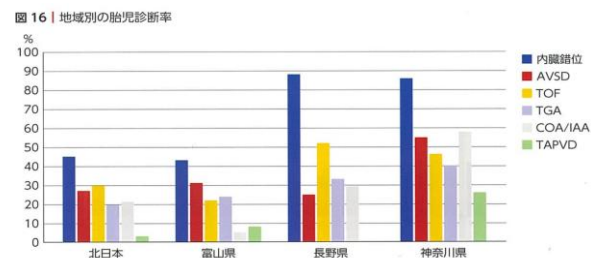
胎児心臓超音波スクリーニングへの適用

- 先天性心疾患は**新生児死亡原因の20%**
- 先天性心疾患は**出生前診断により治療が可能**
- 妊婦健診での**超音波診断による早期発見が重要**

技術的課題

- 異常例が極めて少ない（**全出生児の1%**）
- MRI・CT等と比較して正常画像のバリエーションが極めて多い（**従来の異常検知技術では困難**）

地域別の先天性心疾患の出生前診断 (2010-2014年)



「胎児心エコーのすべて」 川瀧元良編
メジカルビュー社 2017年

少量・不完全なデータからでも的確な予測を目指す

超音波医療

研究成果

FUJITSU

これまでの研究成果

胎児超音波検査動画からの先天性心疾患検知手法・音響陰影のラベル無し学習手法を開発
ISUOG2019 Short Oral Presentation Award等受賞4件、プレスリリース2件

2020年度の研究成果

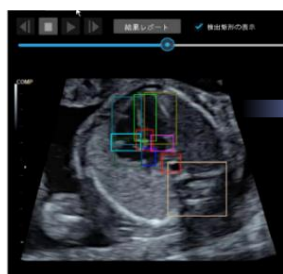
汎用超音波AI技術への拡張

- 心臓異常検知、胸郭セグメンテーション、心室中隔セグメンテーション、影検知の論文上梓4件
- 発見困難な先天性心疾患への対応（ISUOG2020で発表）

スクリーニング検査から診断支援へ適用範囲を拡大し、成人心エコー検査にも適用

超音波検査動画から先天性心疾患を検知

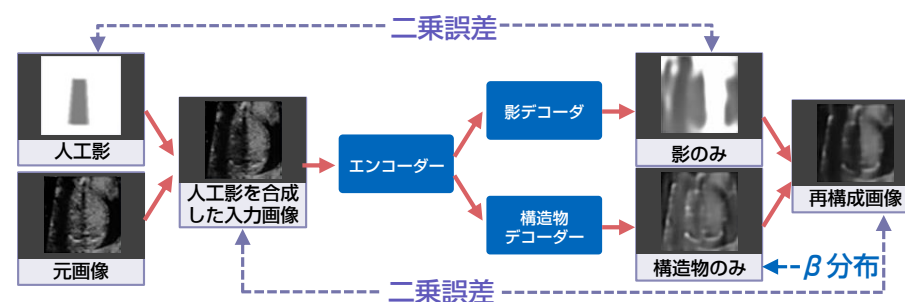
疾患に特徴的な構造所見と一致



正常例		ファロー四徴症	
2 肺動脈	■	2 肺動脈	■
6 左心房	■	6 左心房	■
7 僧帽弁	■	7 僧帽弁	■
8 左心室	■	8 左心室	■
9 肺動脈	■	9 肺動脈	■
10 上行大動脈	■	10 上行大動脈	■
11 上大動脈	■	11 上大動脈	■
12 下行大動脈	■	12 下行大動脈	■
13 肺動脈	■	13 肺動脈	■
14 肺動脈	■	14 肺動脈	■
15 肺動脈	■	15 肺動脈	■
16 下大動脈	■	16 下大動脈	■
17 肺動脈	■	17 肺動脈	■
18 動脈管	■	18 動脈管	■

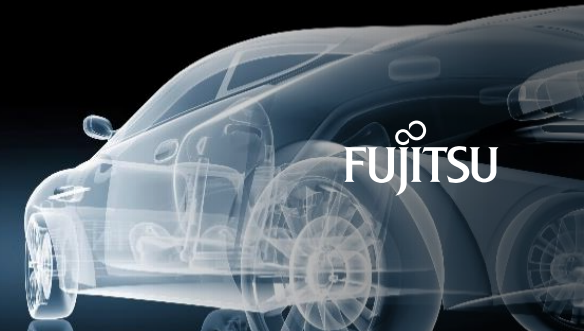
正常な胎児とファロー四徴症の胎児とで肺動脈・動脈管に明確な違い

AIを用いた影の自動検出



Stratification Learning

研究の狙い



Stratification learning (滑層分割学習)

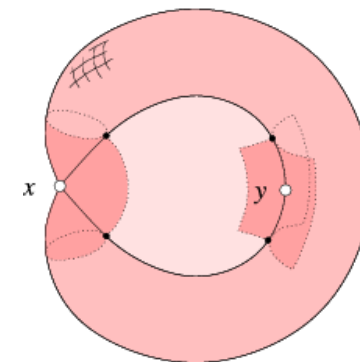
= 多様体学習 + 多様体の貼り合わせ構造の学習

多様体仮説 高次元データは、ある低次元多様体の周囲に分布する

滑層分割仮説 高次元データは、低次元多様体の貼り合わせ構造の周囲に分布する

Stratificationの構造が分かれば

- 環境変化による滑層分割構造の変化を把握できる
- 高次元データを低次元に分割して効率よく学習できる
- より少ない訓練データ(投資)で再学習できる



出典 <http://mrzv.org/publications/localhomology/>

想定応用分野の例

工業製品設計 様々な制約条件により最適設計案の空間は滑層分割されている

SNS記事分析 記事に付いたタグによってデータ空間が滑層分割されている

Stratification Learning

研究成果

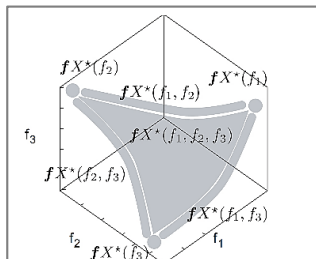
これまでの研究成果

AAAI' 19

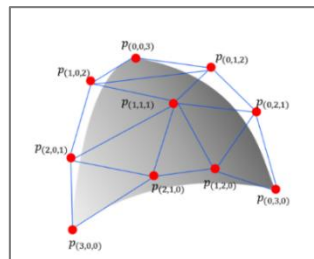
多目的最適化問題パレートフロントの
ベジエ単体近似手法 (骨格推定法)

骨格推定法

各次元の部分単体から層別に
サンプリングして低次元から近似



3目的最適化問題の
パレートフロント

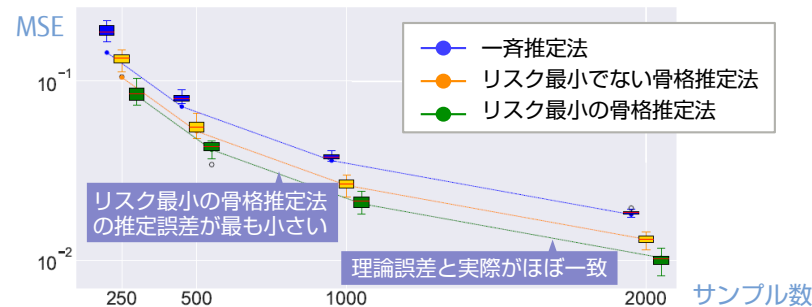


ベジエ単体
(ベジエ曲線の拡張)

AAAI' 20

ベジエ単体フィッティング法の
漸近リスクを理論的に評価

- 一斉推定法 / 骨格推定法の漸近リスクを理論的に評価
- 骨格推定法に対し最適 (リスク最小) なサンプリング戦略を理論的に計算
- 数値実験 (人工データ、実データ) での評価結果の妥当性を検証



2020年度の研究成果

多目的最適化の実問題へ向けた拡張

- 実問題に一般的なデータのノイズに対して、近似精度を保つロバスト性の強化

パレートフロントの推定を利用した多目的最適化アルゴリズム

- 自動車メーカー様の実問題に適用して有効性を検証中

因果推論

研究の狙い

統計的因果探索 (データから、その背後にある因果構造を推定)

課題

識別性保証モデルの構築

どんな因果構造を仮定すれば識別可能か
(無限のサンプルがあれば因果方向を一意に識別できる)

モデル推定アルゴリズムの構築

有限なサンプリングでの精度確保

従来手法 (LiNGAM)

- 変数間の因果関係が線形であることを仮定するが、現実問題の多くは非線形
- 仮定と現実のギャップによる精度やロバスト性の低下、ユーザの技術受容性低下

想定応用分野

- ものづくり、創薬などにおける最終性能への設計パラメータの影響の推定
- 経済学、社会学における複雑なシステムダイナミクスの解明

目的: より現実に即した非線形因果探索技術の研究開発

- 識別性が保証された非線形因果モデルを対象に、その推定法を構築する

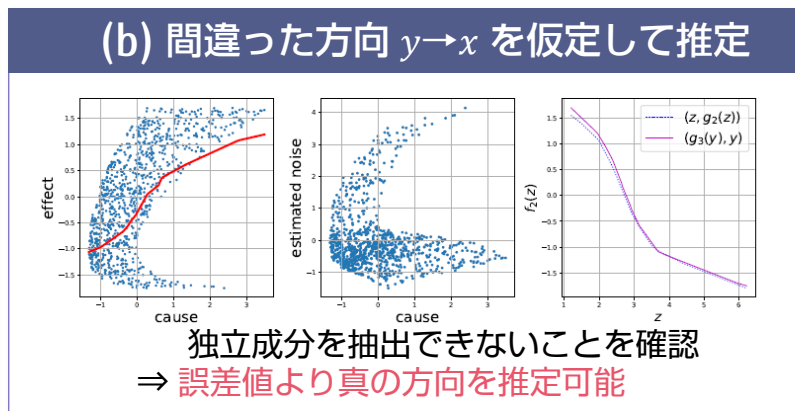
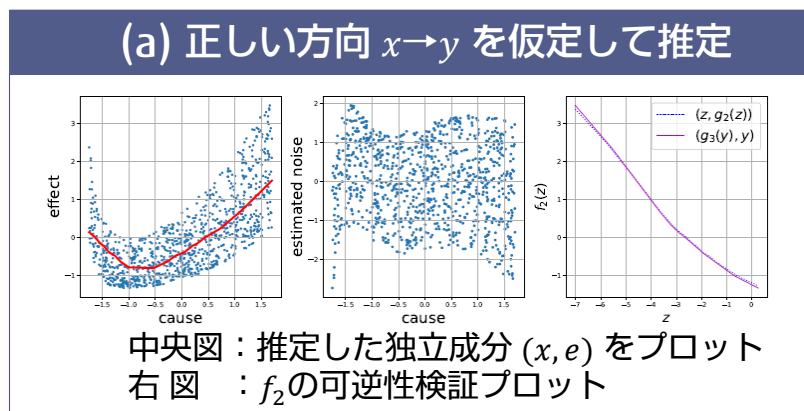
因果推論

研究成果

これまでの研究成果

2変数間の非線形な因果方向の推定：ICASSP2020で発表

■ 人工データによる検証

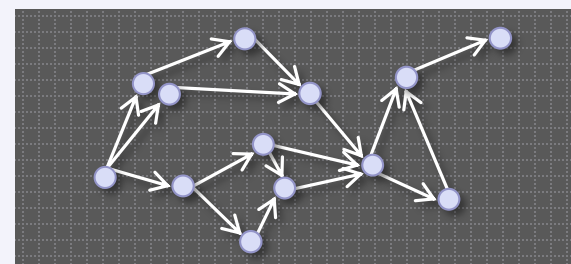


■ 実データによる検証：LiNGAMに比べ多くの推定に成功（41case中31 vs 20）

2020年度の研究成果

2変数間の因果を拡張、多変数の因果構造グラフ推定

- 多変数間の因果方向の推定
- 多変数間の関係をもとにした因果構造グラフの推定



FUJITSU

shaping tomorrow with you