

# 会津大学シーズ集 2024

～ To Advance Knowledge for Humanity ～



A I Z U

THE UNIVERSITY OF AIZU

# 会津大学シーズ集 2024

～ To Advance Knowledge for Humanity ～



# 【目次】

## 研究グループの紹介 … P 1

### A. 計算機設計 … P 19

|                                          |         |
|------------------------------------------|---------|
| A- 1,2,3 Ben A. Abderazek                | P 20~22 |
| A- 4 Ben A. Abderazek、<br>Dang Nam Khanh | P 23    |
| A- 5,6 Dang Nam Khanh                    | P 24,25 |
| A- 7 小平 行秀                               | P 26    |
| A- 8 奥山 祐市                               | P 27    |
| A- 9 大井 仁                                | P 28    |
| A-10 齋藤 寛                                | P 29    |
| A-11 鈴木 大輔                               | P 30    |
| A-12,13 富岡 洋一                            | P 31,32 |
| A-14 仙波 翔吾                               | P 33    |

### B. 通信・ネットワーク … P 35

|                        |      |
|------------------------|------|
| B- 1 Ben A. Abderazek  | P 36 |
| B- 2 白 寅天              | P 37 |
| B- 3 Anh T. Pham       | P 38 |
| B- 4 齋藤寛、小平行秀、富岡洋一     | P 39 |
| B- 5 荊 雷               | P 40 |
| B- 6 Cong-Thang Truong | P 41 |

### C. シミュレーション … P 43

|                     |         |
|---------------------|---------|
| C- 1 Saji Hameed    | P 44    |
| C- 2 Maxim Mozgovoy | P 45    |
| C- 3 西舘 陽平          | P 46    |
| C- 4,5 Maxim Ryzhii | P 47,48 |
| C- 6 三瓶 岳昭          | P 49    |
| C- 7 山上 雅之          | P 50    |
| C- 8 橋本 康弘          | P 51    |

### D. 信号処理 … P 53

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| D- 1,2,3,4,5 陳 文西          | P 54~58 |
| D- 6 久田 泰広                 | P 59    |
| D- 7 黄 捷                   | P 60    |
| D- 8 Konstantin Markov     | P 61    |
| D- 9,10,11 Julián Villegas | P 62~64 |
| D- 12 趙 強福                 | P 65    |
| D- 13,14,15 荊 雷            | P 66~68 |

### E. 画像処理 … P 69

|                                |         |
|--------------------------------|---------|
| E- 1 出村 裕英                     | P 70    |
| E- 2 Pierre-Alain Fayolle      | P 71    |
| E- 3 平田 成                      | P 72    |
| E- 4 本田 親寿                     | P 73    |
| E- 5 北里 宏平                     | P 74    |
| E- 6,7 西村 憲                    | P 75,76 |
| E- 8 小川 佳子                     | P 77    |
| E- 9,10,11,12,13 Jung-pil Shin | P 78~82 |
| E-14 高橋 成雄                     | P 83    |
| E-15 Ian Wilson                | P 84    |
| E-16 矢口 勇一                     | P 85    |

### F. ソフトウェア … P 87

|                       |         |
|-----------------------|---------|
| F- 1,2 Mohamed Hamada | P 88,89 |
| F- 3 成瀬 継太郎           | P 90    |
| F- 4,5,6 白 寅天         | P 91~93 |
| F- 7 鈴木 大郎            | P 94    |
| F- 8,9,10 渡部 有隆       | P 95~97 |
| F- 11 渡部 有隆、成瀬 継太郎    | P 98    |
| F- 12 裴 岩             | P 99    |
| F- 13 Neil Y. Yen     | P 100   |
| F-14 吉岡 廉太郎           | P 101   |
| F-15 趙 強福             | P 102   |

### G. セキュリティ … P 103

|                 |           |
|-----------------|-----------|
| G- 1,2,3 渡邊 曜大  | P 104~106 |
| G- 4,5,6,7 趙 強福 | P 107~110 |
| G- 8 中村 章人      | P 111     |

### H. その他 … P 113

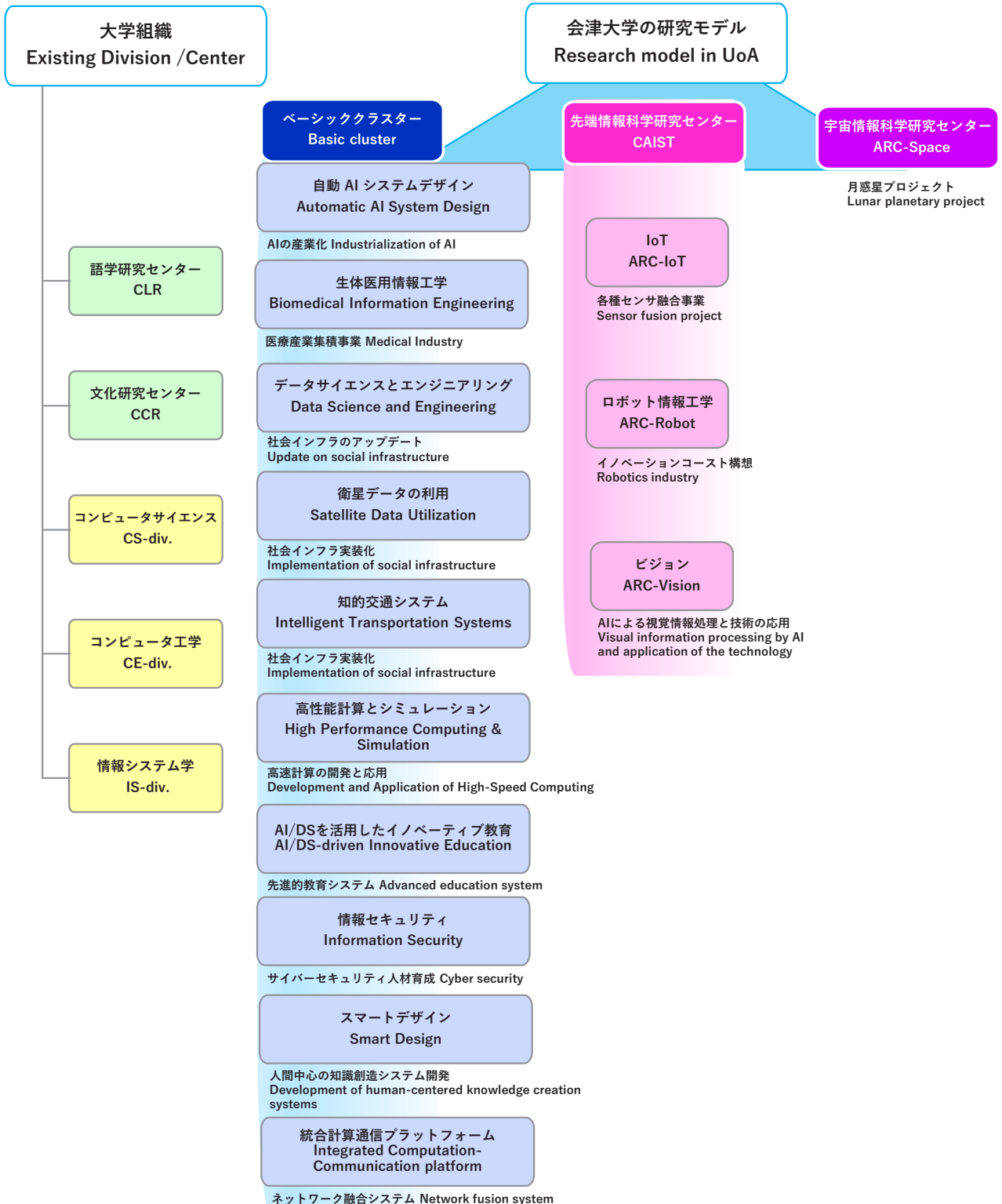
|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| H- 1 浅井 和人                   | P 114     |
| H- 2 本間 道雄                   | P 115     |
| H- 3,4 荊 雷                   | P 116,117 |
| H- 5 森 和好                    | P 118     |
| H- 6 成瀬 継太郎                  | P 119     |
| H- 7 大藤 建太                   | P 120     |
| H-8,9,10,11 Ben A. Abderazek | P 121~124 |
| H-12,13 Rage Uday Kiran      | P 125,126 |
| H-14 山田 竜平                   | P 127     |
| H-15 森谷 駿二                   | P 128     |
| H-16 長井 香資子                  | P 129     |

## 付録 … P 131



# 研究グループの紹介

ICTを活用した課題解決等に関して、社会ならびに産業界からの要請に応えると共に、本学における研究力強化を促進し、国際競争力や国内外からの認知度を高め、以て優秀な研究者・学生を引き付ける魅力ある大学とするため、2020年10月1日に全学的な研究グループ体制「リサーチクラスターモデル」が構築されました。



| No.                             | 研究グループリスト                                                                  |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1                               | 宇宙情報科学研究センター (ARC-Space)                                                   |
| <b>会津大学先端情報科学研究センター (CAIST)</b> |                                                                            |
| 2                               | ロボット情報工学クラスター (ARC-Robot)                                                  |
| 3                               | IoTクラスター (ARC-IoT)                                                         |
| 4                               | ビジョンクラスター (ARC-Vision)                                                     |
| <b>会津大学大学院コンピュータ理工学研究科</b>      |                                                                            |
| 5                               | AI/DSを活用したイノベティブ教育 (ARC-Education)<br>AI/DS-driven Innovative Education    |
| 6                               | 衛星データの利用 (ARC-SDU)<br>Satellite Data Utilization                           |
| 7                               | スマートデザイン (ARC-Design)<br>Smart Design                                      |
| 8                               | 自動AIシステムデザイン (ARC-AutoAI)<br>Automatic AI System Design                    |
| 9                               | 情報セキュリティ (ARC-AutoAI)<br>Information Security                              |
| 10                              | 生体医用情報工学 (ARC-BME)<br>Biomedical Information Engineering                   |
| 11                              | データサイエンスとエンジニアリング (ARC-DSE)<br>Data Science and Engineering                |
| 12                              | 知的交通システム (ARC-iTransportation)<br>Intelligent Transportation Systems       |
| 13                              | 高性能計算とシミュレーション (ARC-HPC)<br>High Performance Computing & Simulation        |
| 14                              | 統合計算通信プラットフォーム (ARC-iCCL)<br>Integrated Computation-Communication pLatform |

# 宇宙情報科学研究センター (ARC-Space)

<https://u-aizu.ac.jp/research/arc-space/>

## メンバー

- |                    |             |           |
|--------------------|-------------|-----------|
| ・出村裕英 教授           | ・平田成 上級准教授  | ・本田親寿 准教授 |
| ・大竹真紀子 教授          | ・小川佳子 上級准教授 | ・北里宏平 准教授 |
| ・高橋成雄 教授           | ・富岡洋一 上級准教授 | ・奥平恭子 准教授 |
| ・成瀬継太郎 教授          | ・矢口勇一 上級准教授 | ・久田泰広 准教授 |
| ・渡部潤一 客員教授 (国立天文台) | ・山田竜平 准教授   |           |



会津大学の研究者が参加している機器

福島県内・関係企業が開発に関係している機器  
※主要部品のみ

県内企業と共に小惑星  
探査機はやぶさ2主要  
機器に横断的に参画。

近赤外分光計 (NIRS3)

小惑星表面の物質の種類を分析する機器  
会津大教員が解析チームのリーダー

再突入カプセル

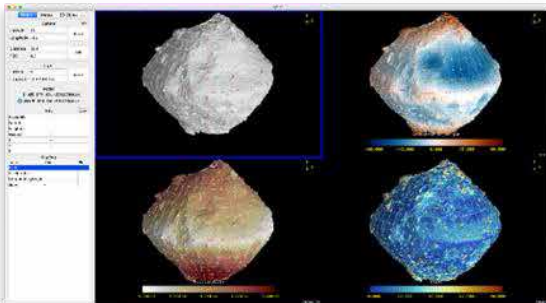
小惑星の物質を格納し、地球に持ち帰る  
福島県内企業がパラシュートを開発

内蔵電池・通信機器など  
福島県内企業が開発に参加

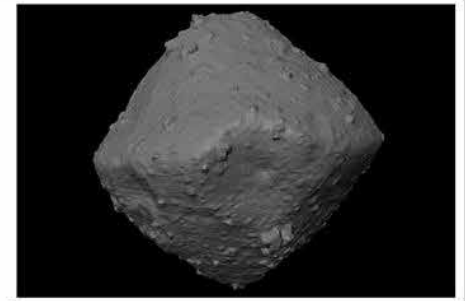
レーザ高度計 (LIDAR)

小惑星との距離を測定する機器  
会津大学教員が研究開発に参加

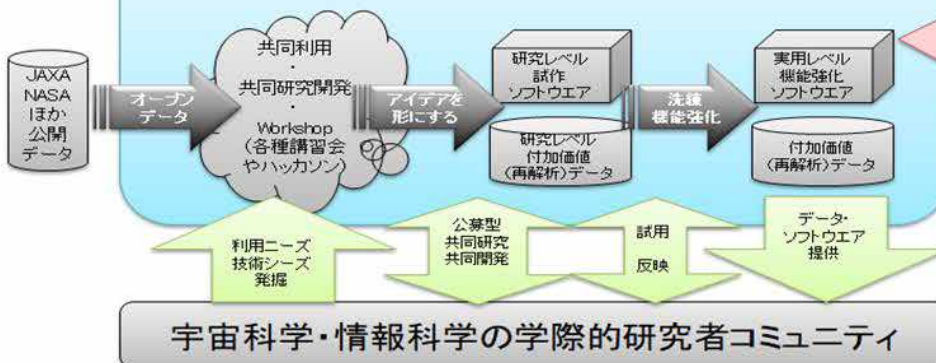
地理座標表現が難しい不規則形状  
小天体に特化した三次元地理情報  
システム AiGIS を開発提供。



画像から奥行きを算出するモーションス  
テレオ技術を用いて、小惑星リュウグウ  
の形状モデル(3D地図)を作成提供。

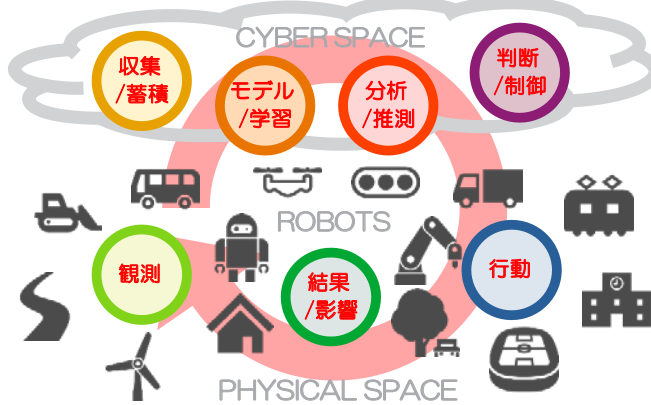


## 月惑星探査アーカイブサイエンス拠点



学術的意義:  
月惑星探査  
データの定量的  
解析および  
モデルに基づ  
いた、太陽系  
天体の起源と  
進化の解明

**目標:** Cyber-Physical System上でのロボットの開発・運用を目指して



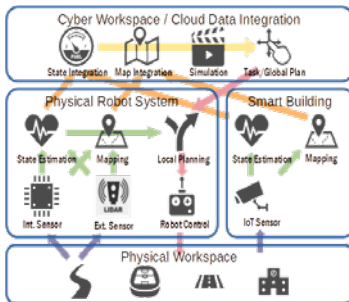
Society 5.0 = データ主導型  
「超スマート社会」

- 既存のロボット = 現場でプログラムによって動くだけ
- スマートなロボット = 環境を知覚し、現場で多くの人やロボットと協調しながら、タスクを自律的に選択して動作する

- モノづくりとコトづくりを同時に行う手法の確立が必要
- 情報の適切な取り回し手法の確立が必要

福島県 産学連携ロボット研究開発支援事業  
Stage III (AY2021-2023) で実施

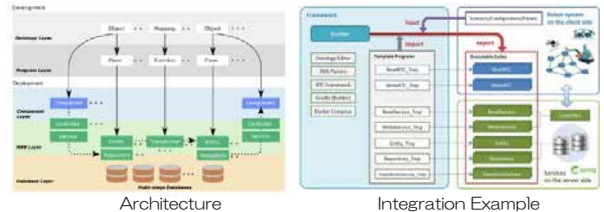
## 課題1: 参照アーキテクチャによる抽象モデルの開発 Cyber Workspace / Cloud Data Integration



**Abstract Digital Twin (抽象デジタルツイン)**

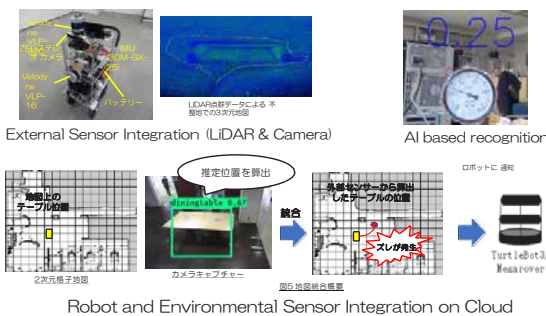
- 現実の問題を事前にシミュレータ等で解く
- 現実のデータをIoT技術を用いてシミュレータで利用できるように取得する
- システムが複雑になりやすいので、抽象モデルを用いて皆がそのモデルから構築できるようにする

## 課題2: Cyber-Physical Systemとクラウドによるデータ管理基盤の開発

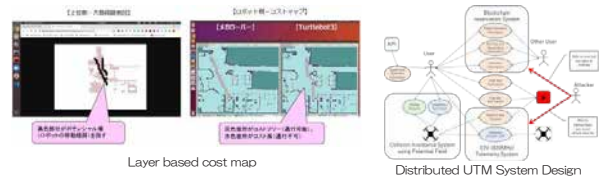


- 課題1のクラウドによる実装に向けて
- 通信技術及びプロトコルの開発と性能評価 (MQTT, Pub-Sub)
  - Robotics Data Repository: 疎な結合を行う多段DBシステムの構築
  - 自律移動ロボットシステム等を用いた実証実験

## 課題3: CyberとPhysicalを繋ぐ環境計測及び空間知形成のための手法の開発



## 課題4: Cyber-Physical System上での多体ロボットの運用に対する研究開発



- ロボットシステムの『疎結合』による多体同時制御・運用
- 中央集権・中央指示型のロボットシステムの研究 (小型サービスロボット向け)
  - マップのレイヤー化による変化検知と多体への対応
  - 分散DB・ネゴシエーション型のロボットシステムの研究 → UAV用管制システム (UTM)の疎結合化

**ターゲット:** サービスロボット (運搬、スマートビル、災害対応)、移動ロボット (UGV, UAV)



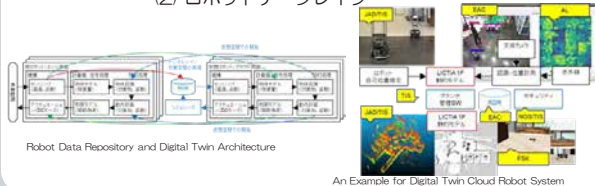


## 成瀬 継太郎 - リーダー

ロボット工学講座 教授  
Keitaro Naruse, Professor

興味分野: CPS, デジタルツイン, 開発標準化

- (1) デジタルツインによるロボットシステム構築 手法の研究と標準化
- (2) ロボットデータレイク

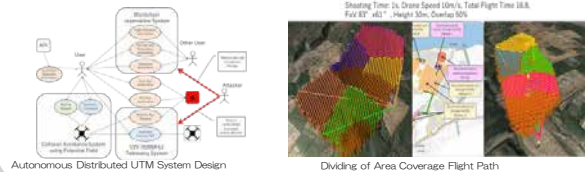


## 矢口 勇一 - サブリーダー

ロボット工学講座 上級准教授  
Yuichi Yaguchi, Senior Associate Professor

興味分野: 無人航空機の多体運用

- (1) 自律分散型UTMシステムの研究開発
- (2) UAVによる多体を用いた観測システムの研究
- (3) UAVの耐空性セキュリティ手法の研究

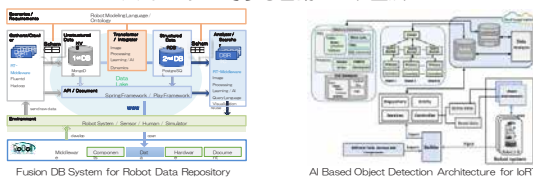


## 渡部 有隆

データベースシステム学講座 上級准教授  
Yutaka Watanobe, Senior Associate Professor

興味分野: 自動コード生成, 自動システム化

- (1) オントロジーを利用したロボットデータの自動マッシュアップ
- (2) タスクに対する自動コード生成



## ジャイヤラトナ イスル

プロジェクト研究員  
H. M. Isuru N. Jayarathne, Project Researcher

興味分野: レイヤー分け3D空間地図の研究

- (1) 静的/準静的/動的物体のクラスタリング
- (2) シミュレーション上で行う強化学習によるUGVの動作獲得

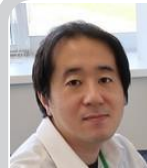
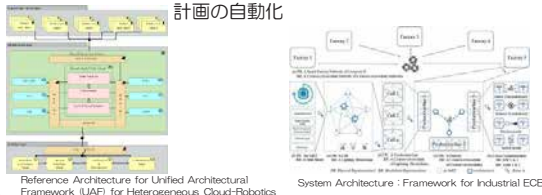


## シリウィーラ アキラ

プロジェクト研究員  
T. H. Akila S. Siriweera, Project Researcher

興味分野: ロボットシステムの自動生成・制御

- (1) 参照アーキテクチャの自動生成
- (2) 不確定性を持つタスクの実行順序・物理配置計画の自動化



## 山田 竜平 - 南相馬RTF

復興支援センター 准教授  
Ryuhei Yamada, Associate Professor

興味分野: LiDAR-CameraフュージョンとSLAM

- (1) データフュージョンによる不整地環境での3次元地図生成の研究
- (2) ロボットクラウドと連携した遠隔地でのロボット自律移動の研究



## 関連プロジェクト・委員会等

- ・ 復興担プロジェクト (2018-2025, 全教員) - 南相馬における若手人材育成と研究機関及び産学連携
- ・ Robot Research Initiative (2015-現在, 成瀬, 屋代, 矢口) - ロボットにおける開発や通信の標準化の検討
- ・ NEDO DRESS PROJECT (2019-2022, 矢口) - 無人航空機の性能評価基準の検討/セキュリティ
- ・ NEDO ReAmo PROJECT (2022-2025, 矢口) - 空飛ぶクルマ、無人航空機の性能評価基準の検討/セキュリティ, 無人航空管制
- ・ JUTM 国際標準・エコシステムWG (2020-, 矢口) - ISO TC20/SC16 WG4 (航空管制), WG8 (カウンターUAS) を含めた国際標準化及び運航管理基準の検討
- ・ 共同研究
  - ・ JAEA, 3次元復元技術 (成瀬)
  - ・ クフウシヤ, 3次元認識と移動ロボット (山田)
  - ・ 福島三技協, 東日本計算センター, 風力発電所アース点検システム (2021-2023, 矢口)
  - ・ 福島災害対応訓練機構, 東日本計算センター, 災害対応ロボットシステム (地上・空中) の開発 (2020-2022, 矢口)

## 概要

### 〇背景

Internet-of-Things (IoT) では、インターネットに様々なデバイスが接続され、人手を介することなく、必要に応じて処理を行う。

人工知能 (AI) を搭載したIoTデバイスにて高機能化が図られる。

実際の運用に際し、IoTデバイスに対して様々な制約がある。特に屋外で利用する場合、デバイスのサイズや消費電力が課題となる。

ローエンドなマイコンを利用した場合、サイズや消費電力の制約を解決する可能性があるが、性能が低いため、処理に時間を要す。

### 〇目的

ARC-IoTでは、AIを含んだ スマート なIoTシステムを支える、小型で低消費エネルギーなIoTデバイスを、AIモデルの軽量化、センサーとの融合、回路設計などを通じて実現することを目指す。

## メンバー



齋藤 寛 (リーダー)  
上級准教授  
[hiroshis@u-aizu.ac.jp](mailto:hiroshis@u-aizu.ac.jp)  
役割  
研究全般



富岡 洋一 (サブリーダー)  
上級准教授  
[ytomioka@u-aizu.ac.jp](mailto:ytomioka@u-aizu.ac.jp)  
役割  
深層学習、回路設計



荻 雷 (サブリーダー)  
上級准教授  
[leiji@u-aizu.ac.jp](mailto:leiji@u-aizu.ac.jp)  
役割  
システム構築、応用



小平 行秀  
上級准教授  
[kohira@u-aizu.ac.jp](mailto:kohira@u-aizu.ac.jp)  
役割  
回路設計、システム構築



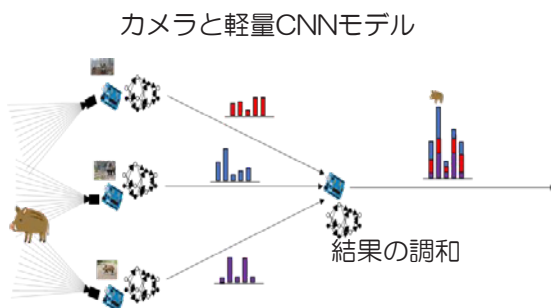
鈴木 大輔  
准教授  
[daisuke@u-aizu.ac.jp](mailto:daisuke@u-aizu.ac.jp)  
役割  
回路設計

## 研究概要図

### 1. 画像やCNNの最適化

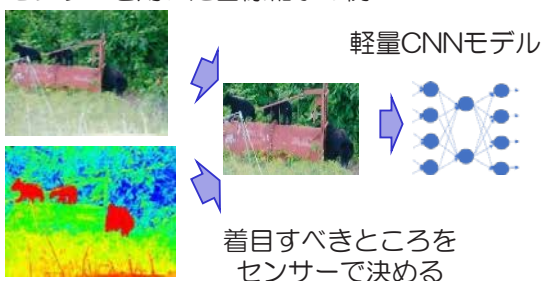
目的: 精度を維持しつつ畳み込みニューラルネットワークモデル (CNN) を軽量化

#### 1-1. 複数のカメラと軽量CNNモデルによる画像処理



#### 1-2. センサー融合

センサーを用いた画像縮小の例



### 2. 回路設計による高速化と電力削減

目的: 低レイテンシ、低消費電力なデバイスの実現

軽量CNNモデル



### 3. システム構築と最適化

目的: 低レイテンシ、低消費電力なシステムの実現



### 4. アプリケーションに対するプロトタイプング

目的: 実アプリケーション上でのフィジビリティスタディ

野生動物  
警報装置



フィールドを監視する  
自動走行ロボット



桃収穫  
トレーニング  
システム





## メンバー

- ・ 慎重弼 教授
- ・ 奥山祐市 上級准教授
- ・ 富岡洋一 上級准教授
- ・ 西村 憲 上級准教授
- ・ 浅井信吉 上級准教授
- ・ 鈴木大郎 上級准教授
- ・ 藤本裕輔 准教授

## クラスターの目的

ARC-Visionでは、人工知能(AI)に基づく最先端の画像・信号処理とヒューマン・コンピュータ・インタラクションの研究開発を行います。これにより、健康管理、生活環境の改善、自動運転技術、エンターテインメント、知的探求の支援などに関する課題を解決し、人間のQOL (Quality of Life) を向上させます。

このクラスターでは、画像や映像を入力し、深層学習などを利用した制御や意思決定のためのアルゴリズムの研究開発を行っています。 高速・省メモリ・低消費電力を実現した最適な深層学習の実現を目指し、アルゴリズムとアプリケーションの評価を行います。

アルゴリズムの開発では、制御機能、判断機能を自動的に学習・更新することに主眼を置いています。HCIと自律走行の研究を推進するために、斬新なインタラクション、複合現実感、可視化、協調技術の開発にも取り組んでいます。

## キーワード

### ジェスチャー・生体信号認識

- ・ 手話認識
- ・ 姿勢推定
- ・ 危険な行動の検出
- ・ 発達障害の診断
- ・ 障がいの検出
- ・ パーキンソン病の診断
- ・ 楽器演奏支援

### 自動車両制御

- ・ 強化学習による運転の獲得
- ・ SLAMの関数型リアクティブプログラミング実装

### 可視化

- ・ 画像生成
- ・ 銀河シミュレーション
- ・ 合成画像の検出

### ハードウェアによるAI処理基盤

- ・ 深層学習計算環境
- ・ 量子ベースのアルゴリズム
- ・ 実時間処理可能なAIアクセラレータ

## クラスターの全体像

### Health



**Disorder detection**



**Abnormal detection**



### Entertainment



**Music performance support**



**High performance graphics**



## Human's Life With Vision



**Autonomous vehicle control**



**Deepfake defense**



### Safety & Security



**Understanding Galaxy and Solar System**



### Intellectual Exploration

## Vision Computing Platform



**Gesture recognition**



**HCI**



**Analysis with vision and biosignal**



**Generative AI**



**Quantum-based algorithm**



**Real-time AI accelerator**



**Functional reactive programming**



慎重弼

ヒューマン・コンピュータ・インタラクションの  
ための応用パターン処理

ジェスチャの認識

医療への応用



非接触  
文字入力



手話認識



姿勢推定



パーキンソン病・  
発達障害の診断

Camera, EMG, 3D Motion Sensorによる認識・認証



3次元空中文字



Leap motionを  
用いた文字入力

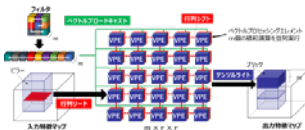


EMG Sensorを  
用いた文字入力

富岡 洋一

画像認識システムの電力効率、信頼性の向上

エッジAIアクセラレータ



電力負荷の低い処理方法と  
そのアクセラレータの実現

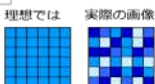
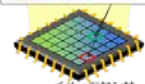
エッジ画像認識AI応用



路上物体認識、距離推定な  
どのドライバー支援

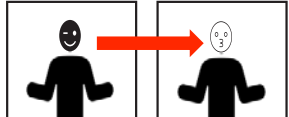
撮影カメラ特定

製造ばらつきにより撮像素子  
の感度がある



カメラ固有のノイズパターンを  
利用した撮影カメラの特定

ディープフェイク検出

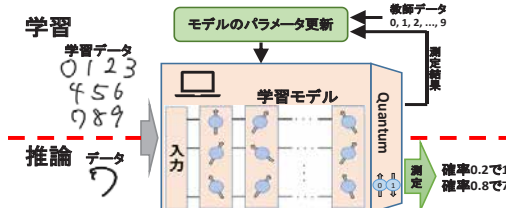


パターンノイズを応用した  
改竄の検出

浅井 信吉

量子機械学習アルゴリズムの開発と応用

量子コンピュータを用いた機械学習の実現

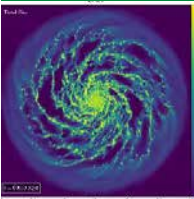


量子コンピュータを用いて機械学習を実現し、高速な  
推論を行うことができるアルゴリズムを開発する

藤本 裕輔

銀河シミュレーションとその画像解析

銀河シミュレーションと画像解析

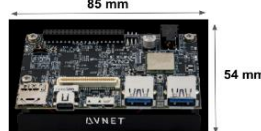
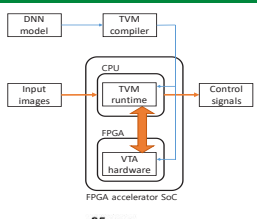


スーパーコンピュータを利用した銀河  
シミュレーションと、パターン認識技  
術などを利用した銀河画像解析。銀河  
構造進化の理解を目指す。

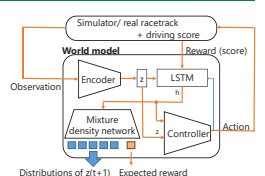
奥山 祐市

脳機能を模倣した自動走行技術

小型高性能な視覚AI  
処理



自動運転を習得する  
人工知能



実世界コースの3次元  
モデリング



1/10スケール自動運転  
試験車両



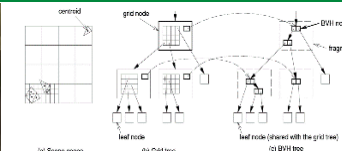
自動走行シミュレーション



西村 憲

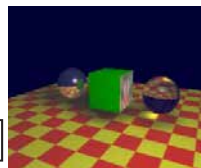
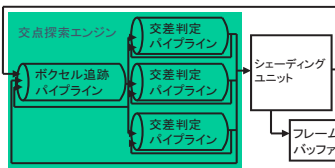
画像生成の高速化

光線追跡による動画生成のための高速化  
データ構造



一部の物体のみが動くシーンにおいて効果を発揮

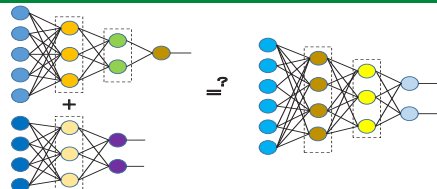
FPGAによる光線追跡の高速化



鈴木 大郎

ディープニューラルネットワークの  
等式推論

ニューラルネットワークの変形を行うための数学的手法  
の開発



ニューラルネットワークを数学的に変形し、等価な  
能力を持つ効率の良いニューラルネットワークを生  
成する。

## 背景

SDGs-4「質の高い教育」のグローバル目標を達成するためには、AIが教育技術において極めて重要な役割を果たすと言われています。我々は会津大学のビジョンに従って、AIとデータサイエンスの進歩を応用し、個別最適化学習の実現とSDGs-4「質の高い教育」の目標達成を支援する革新的な教育研究クラスターを設立しました。



## 研究ビジョン

パーソナライズド・ラーニング

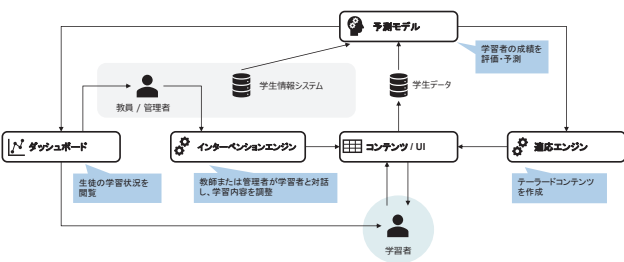


研究基盤とエコシステム



## 研究テーマ

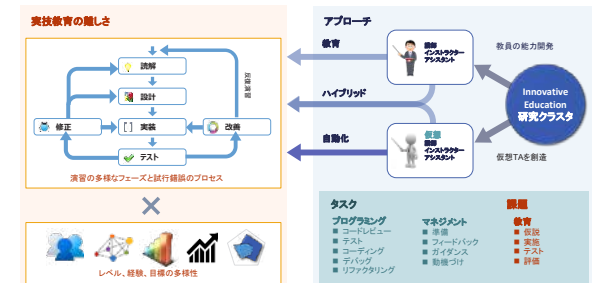
適応型学習フレームワーク



学習スタイルインデックス



仮想ティーチングアシスタント



臨床教育心理学とラーニングアナリティクス

地域の学校に対する教育支援  
特にプログラミング教育を推進

日本の小中学校でプログラミングが必修科目になったのは、ここ数年のことです。

これは、日本の約35,000校の小中学校に在籍する約1,300万人の生徒の教育のデジタル化を目指す政府の大きな取り組みの一環であり、2022年には高等学校でも必修化されました。



## クラスターメンバと連携機関



NTT  
ギブリー  
フォーカスシステムズ  
リパレス  
会津若松市教育委員会 (交渉中)  
株式会社トッパン (交渉中)  
日本テクニカルコミュニケーション協会

カールスルーエ応用科学大学 (ドイツ)  
西マケドニア共和国大学 (ギリシャ)  
モンテレイ大学 (メキシコ)  
クワイスト大学 (インド)  
イスタンブール大学 (トルコ)  
アフリカ科学技術大学 (ナイジェリア)  
カイロ大学 (エジプト)

東北大学  
筑波大学  
九州大学  
福島県立医科大学

## メンバー～Satellite data utilization cluster～



大竹 真紀子  
教授（リーダー）



ラゲ ウダイ キラン  
准教授（サブリーダー）



小川 佳子  
上級准教授

2020年10月に新しく設立した、地球観測衛星や月惑星探査衛星データを利用して役立てるための研究を行うクラスターです。

衛星データの利用を目指して、以下のような研究を行っています。

1. 解析手法そのものの研究
2. 解析を行うための（ユーザフレンドリーな）ソフトウェアの開発
3. 衛星観測データを用いた地質図の作成

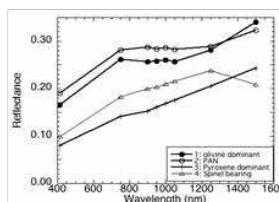
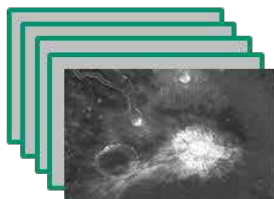


衛星観測データによる地質情報の例  
（月周回衛星「かぐや」のデータ）

解析手法として、従来手作業で行っていた地質解析を計算機を用いて迅速に行うこと、また単純な計算機による分類では検出できないような、出現頻度が小さい（けれども重要な）地質情報の抽出を可能とするアルゴリズムの開発を目指しています。

アルゴリズムを開発するだけでなく、それを利用したソフトウェアを製作し、地質図を作成します。私達の研究により、地球観測衛星のデータを利用した火山活動の活動度の把握や月面における資源の探索などの分野で、社会・産業界に貢献することを目指しています。

豊富な既存衛星観測データから重要な情報をピックアップ



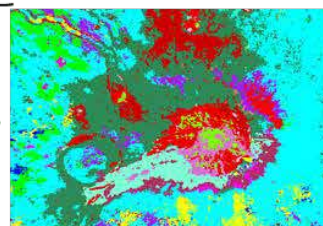
社会・産業界に貢献する地質図の作成



人間による”出現頻度は低い重要な”特徴量の抽出

計算機による類似スペクトルの抽出

組み合わせ



（作成する地質図のイメージ）

## メンバー

### インタラクション

・岡岡 廉太郎 教授  
(リーダー)

- ✓ 知識体験デザイン
- ✓ 知識モデリング
- ✓ アプリ開発

### センシング

・小平 行秀 上級准教授  
(サブリーダー)

- ✓ センサー開発
- ✓ センシングの知識化

### 可視化アルゴリズム

・渡部 有隆 上級准教授  
・西館 陽平 准教授  
・高橋 成雄 教授

- ✓ 行動マイニング
- ✓ 知識の可視化

### ユーザ分析

・川口 立喜 上級准教授

- ✓ ユーザ体験
- ✓ 評価テスト

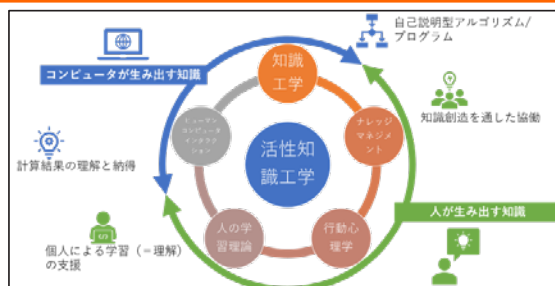
人による制御とコンピュータによる自動化のバランスを適切化するための知識創造と再利用手法の開発

## 目的

- ・知識創造を生み出す技術/システムの研究開発
- ・価値や目的の変化にも対応するシステムの研究開発

## アプローチ

- ・物事の意図や意味を記録/伝える仕組みの開発  
→将来の変更・拡張が容易で変化に迅速に対応可能
- ・人による知識創造を誘起する仕組みの開発  
→システム的设计で人の知的行動を支援
- ・活性知識工学的システム開発  
→ナレッジマネジメント、行動心理学、認知科学と知識工学の融合的アプローチ

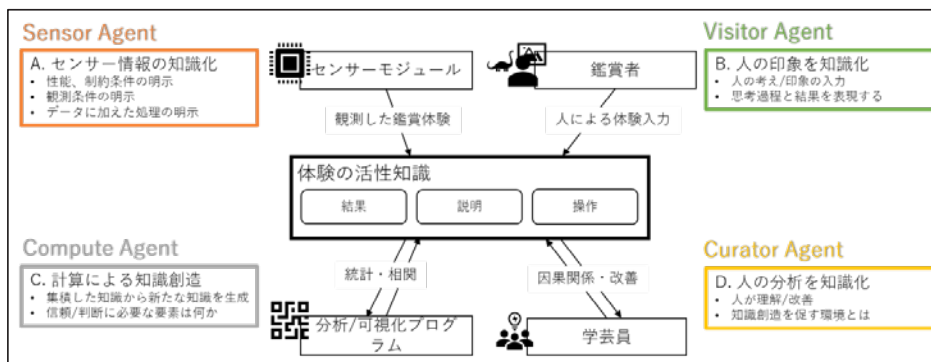


## 関連分野

- ・知識工学、ソフトウェア工学、センシング、可視化、ユーザインタラクション、アルゴリズム

## 取組例：「Smart Museum」- 福島県立博物館との共同プロジェクト

博物館での鑑賞体験向上を目指して、4つのエージェントが知識を介して協働して新たな知識体験を生み出すプラットフォームを構築し、知識創造に必要なデータモデル、ソフトウェア設計手法、センサーやアルゴリズムの活用方法を試行しています。



## ■環境と人流を体験として測定するセンサーの開発 ■鑑賞を促し知識体験を記録するアプリケーションの開発



## [メンバー]

- ・マルコフ コンスタンティン 教授 (リーダー)
- ・モズゴボイ マキシム 准教授 (サブリーダー)
- ・趙 強福 教授
- ・白 寅天 教授
- ・リュウ ヨン 教授
- ・荊 雷 上級准教授
- ・渡部 有隆 上級准教授
- ・ヴィジェガス オロズゴ ジュリアン アルベルト 上級准教授



## 自動AIシステムの設計と開発

### [概要]

- 高度なAI手法を実際の問題に適用することは、時間とリソースを大量に消費する、困難な作業です。
- AIシステムを手動で設計する場合は、ドメイン知識、数学的専門知識、およびコンピュータサイエンスのスキルを必要とする複数のステップからなるプロセスを要します。
- AIツール (TensorFlow, PyTorchなどのML / DLフレームワーク) は学習曲線が急であり、幅広い背景知識が必要です。

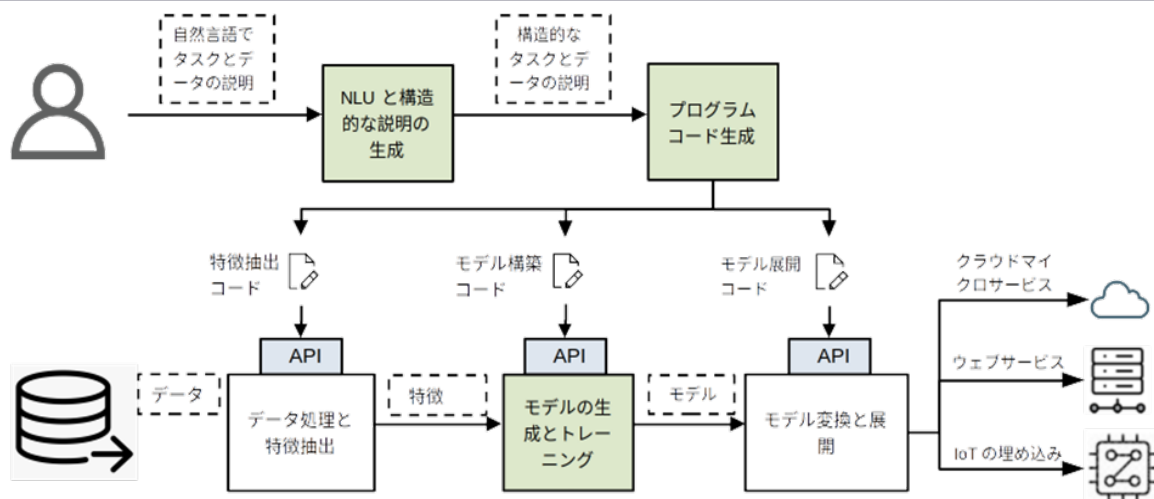
### [研究ゴール]

- やりがいがあり、労働集約的で、知識集約的なタスクのすべて (ほとんど) を自動化することにより、AIシステムの設計と開発を可能な限り簡単にすること。

### [実用化の可能性]

- AIテクノロジーを適用できるタスクとアプリケーションの数は膨大であり、考えられるすべてのケースをカバーするフレームワークを構築することは実行不可能です。このプロジェクトでは、分類および回帰タスクと、最も広く使用されている3つのデータ型：テキスト、画像、およびオーディオを対象とします。
- AIシステムを自動的に開発できるアプリケーションタスクの例には、画像認識、セマンティックセグメンテーション、オブジェクト検出、感情分析、トピック分類、感情分析などが含まれます。
- このプロジェクトの成果により、自動でAIシステムの設計、開発、およびデプロイメントが可能になります。このように、多くの非専門家はすぐに利用することができ、幅広いアプリケーションにおけるAIテクノロジーにより、効率と生産性とスケーラビリティが向上します。

### [研究概要図]



## メンバー



リーダー  
中村章人  
（教授）



サブリーダー  
蘇 春華  
（上級准教授）



可知靖之  
（上級准教授）

## 概要

本クラスターは情報セキュリティを中心とした研究に取り組んでいます。従来型ICTシステムのセキュリティ対策に加えて、最近では、新しい応用領域であるIoT/IloT、サイバーフィジカルシステム（CPS）、人工知能（AI）などに関するセキュリティの研究に取り組んでいます。また、利用者（人）を騙すタイプのサイバー攻撃を防止する技術も対象にしています。さらに、ソフトウェア開発者やシステムエンジニアが高品質で信頼性の高いプロダクトを構築できるように、セキュリティテストを支援する研究も推進しています。

キーワード：サイバー攻撃対策、脆弱性管理、フィッシング対策、セーフWebブラウジング、侵入検知、システムテスト、アクセス制御、認証、軽量暗号、ポスト量子暗号、ブロックチェーン、非代替性トークン、プライバシー保護

## ミッション

- 研究**：情報セキュリティ、オンラインプライバシー、クラウドコンピューティング、IoT/CPS、AIにまたがる最先端の研究
- 教育**：学内外でのICTプロフェッショナル人材の育成（特にセキュリティ人材）
- 社会貢献**：産学官連携による社会ニーズへの対応、産業の振興

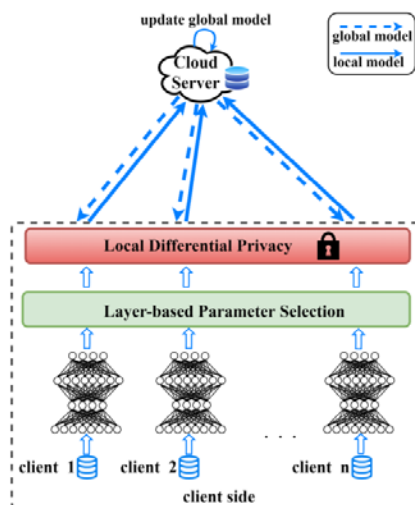
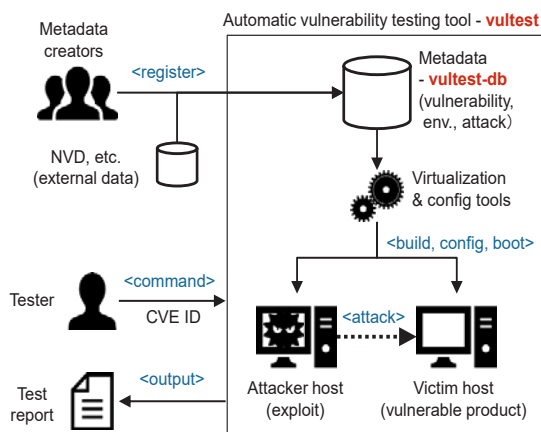
## 実用化の可能性

○ **プライバシーを保護する機械学習方式**  
データをクラウドにアップロードせずエッジ側で学習し、データやモデルを暗号化したまま計算できるので、分散型AIを安全にクラウドで統合できます。

（ヘルスケアシステムなどでの利用）

○ **ソフトウェア脆弱性テストの自動化**  
指定した脆弱性を再現するホストの構築から攻撃の試行までを仮想環境で自動実行できます。（ソフトウェア開発、セキュリティ診断などに利用）

## 研究概要図



## メンバー

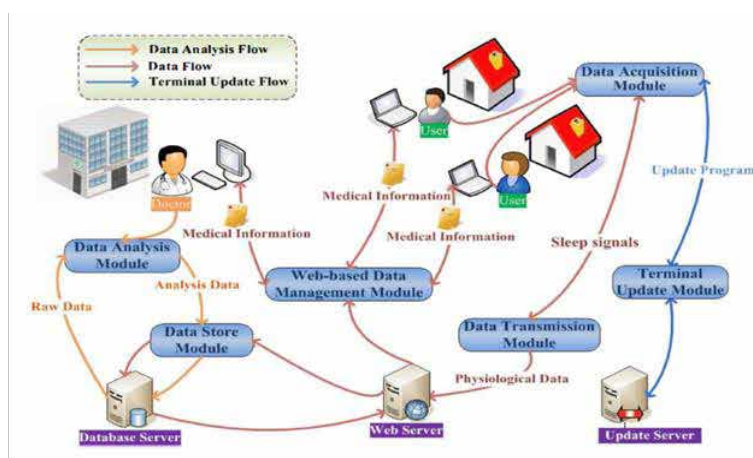
- ・陳 文西 教授
- ・朱 欣 上級准教授 (東京科学大学へ転任)

生体情報学クラスは医学・医療と工学、特に情報科学の接点における研究活動を最優先の目的に、複合分野、特に臨床と情報科学分野の研究者を結集し、最新のネットワーク、IoTやAI技術を駆使して、統合されたプラットフォーム (SHIP, Scalable Healthcare Integrated Platform) を開発し、日常生活環境で生涯健康管理を気軽に行えるように目指しています。

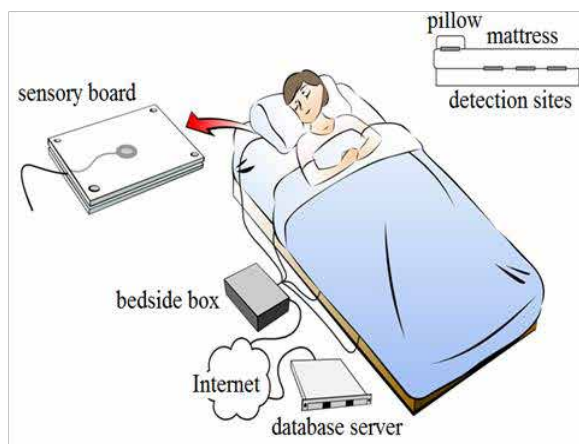
夢護®は睡眠時において、3種類の生体信号 (体動、心拍、呼吸) を計測し、睡眠品質と健康状態の長期変動をモニタリングします。

快風®は入浴時において、心電信号と環境データを計測し、リアルタイム処理とビッグデータマイニングを行い、快適かつ安全な入浴環境を提供します。

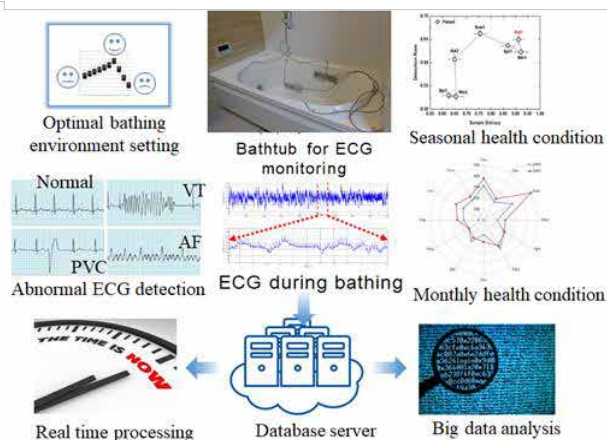
## SHIP: 生涯健康管理のための統合されたプラットフォーム



## 夢護®: 睡眠モニタリングシステム



## 快風®: 入浴モニタリングシステム



# 会津大学大学院コンピュータ理工学研究科 データサイエンス活用 クラスター（ARC-DSE）

2022年5月に設立した、データサイエンスを軸とした産学官協業と、  
データサイエンス活用のための大学教育の充実を推進するクラスターです。

## メンバー



橋本康弘（リーダー）  
上級准教授  
全体統括、研究全般



大藤健太（サブリーダー）  
上級准教授  
研究全般



畠圭佑  
准教授  
産学窓口、研究全般

## 体制・専門領域

会津大学産学イノベーションセンター（UBIC）と連携し、プロジェクトの実現可能性の検討も含め、産学官協業の取り組みの窓口として活動しています。統計モデルや確率過程、ネットワークモデルなどの数理モデルや、自然言語処理、機械学習、情報可視化など、データサイエンスを構成する幅広い手法を用いて、ソーシャルメディアや位置情報データ、消費者行動データなどの分析に取り組んでいます。実世界サービスが抱える明示的・非明示的な課題に対して、協業パートナーと大学がWin-Winの関係を得られるゴールと体制を模索しながら、大学知を社会に還元していくことが大きな挑戦です。

## 過去の取り組みの事例

- ・ 会津若松市の食育・健康促進のためのデータ分析と可視化 (Fig. 1)
- ・ コロナ禍前後の会津若松市内の人流変化の分析と可視化 (Fig. 2)
- ・ 会津若松市内における電柱へのカラスの営巣リスクの評価 (Fig. 3)
- ・ カーシェアリングサービスの利用データ分析と会津若松市内の運転動作分析 (Fig. 4)
- ・ 食品量販店におけるPOSデータを用いた消費者の来店パターン分析
- ・ テレビ視聴データ分析と大規模言語モデルを用いたテレビ視聴エージェントのモデリング

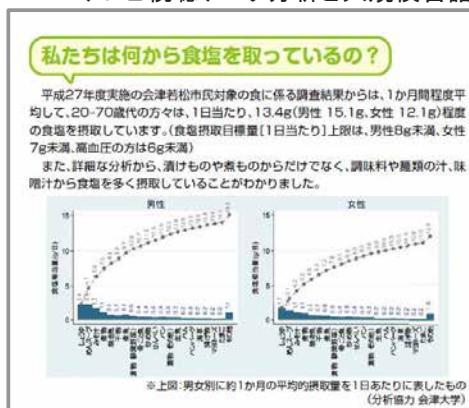


Fig. 1: 会津若松市の健康促進広報への協力



Fig. 2: 市内の人流増(赤)と人流減(青)の可視化

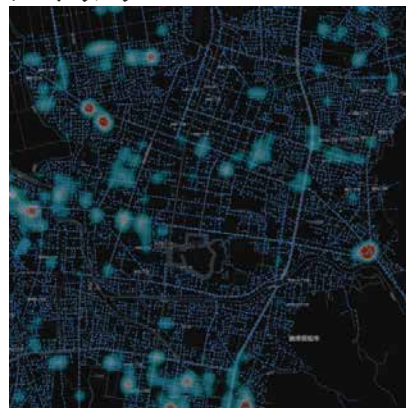


Fig. 3: 市内電柱のカラスの営巣リスクの可視化

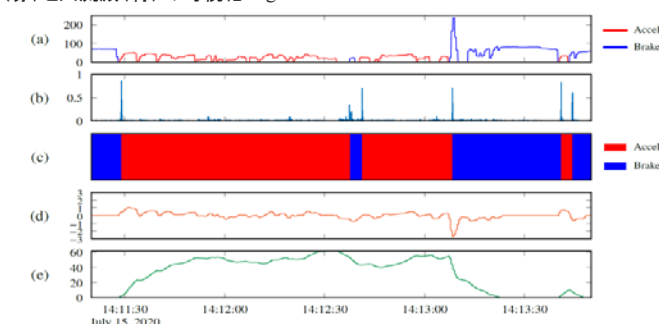


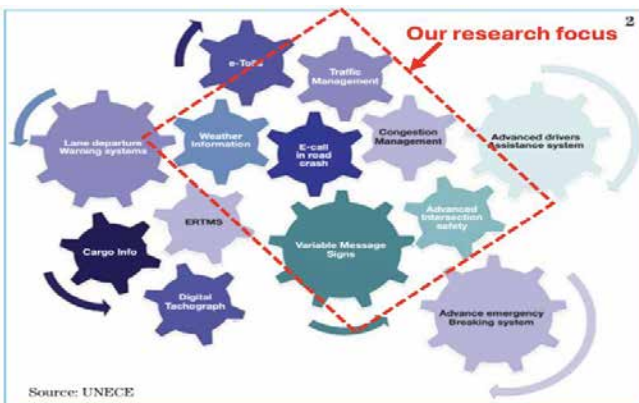
Fig. 4: 会津若松市内におけるシェアカーの利用軌跡の可視化(左)と道路環境ごとの運転操作(アクセル+ブレーキ)の分析

## クラスターメンバー

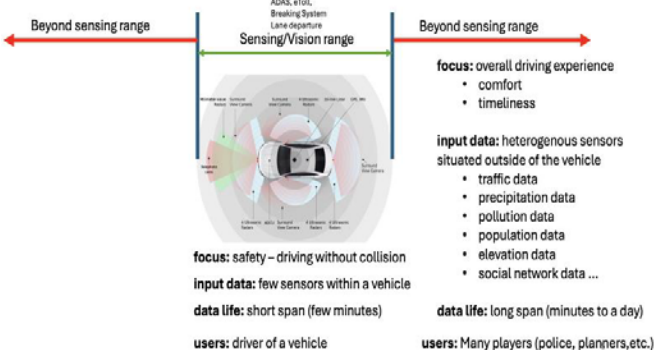
ラゲ ウダイ キラン准教授 サクセナ ディーピーカー准教授 ヴィジェガス オロズゴ ジュリアン アルベルト上級准教授

## 概要

知的交通システム全体のタスクと本研究クラスターで扱う中心テーマは以下の通りです。

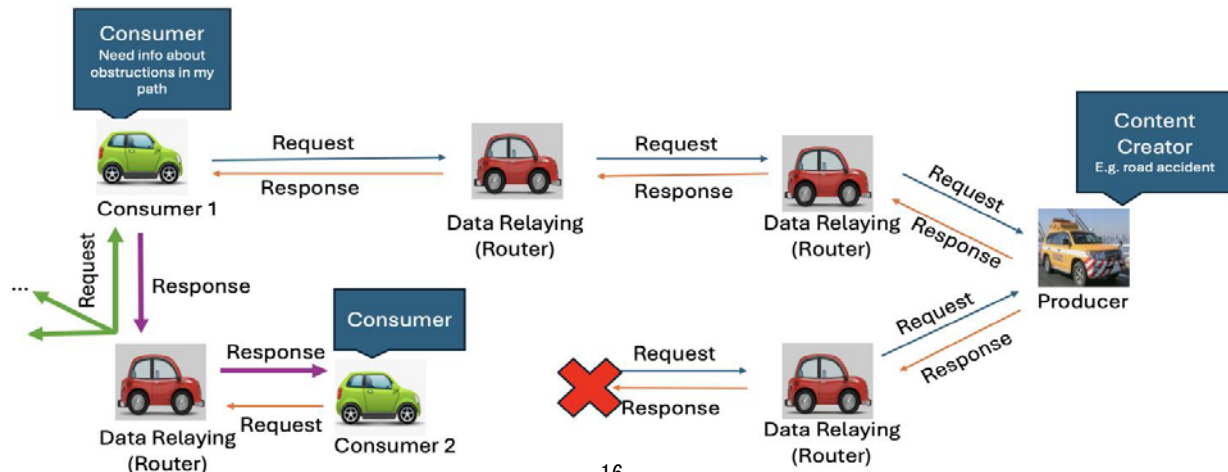


画像情報を基にそれ以外の情報も組み合わせることにより先進的な知的交通システムを目指します。



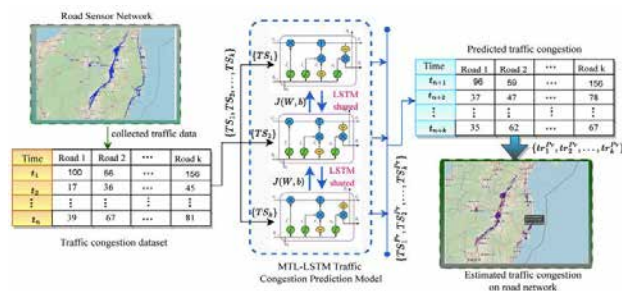
## 研究概要図

大規模かつ多面的なインテリジェント交通システムを構築することにより、広域道路交通網全体において必要かつ重要な情報の利活用を実現します。

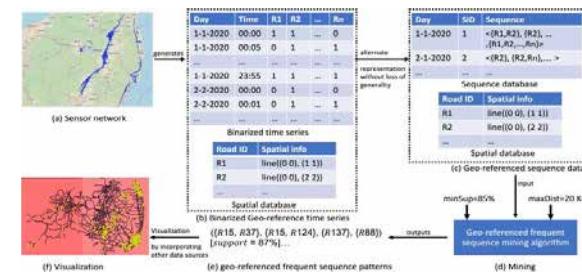


## 研究ゴール

マルチタスク学習を用いることで低コストな交通渋滞予測システムを構築します。



交通渋滞パターンを識別することにより、迂回ルートの提案やモニタリングを行います。



## 実用化に向けて

デジタルツインを用いることで、乗物と各種インフラとの間での情報共有を実現します。

## メンバー

・中里 直人 教授(リーダー) ・浅井 信吉 上級准教授(サブリーダー) ・藤本 裕輔 准教授

我々の研究クラスターは、High Performance Computing(HPC) と Quantum Computing(QC)の研究基盤を確立し、その応用として並列アルゴリズムの研究及び大規模数値シミュレーションをおこなっています。

## ハイパフォーマンスコンピューティング

現在、様々な大規模問題を解くためには、HPCシステムが必須です。中でも機械学習モデルの研究には、GPUを代表としたアクセラレータが必須です。我々はマルチコアやGPUによる並列アルゴリズムの高速化をするだけでなく、将来のHPCシステムのための計算機アーキテクチャやプログラミングモデルを検討、研究しています。

## 量子アルゴリズム

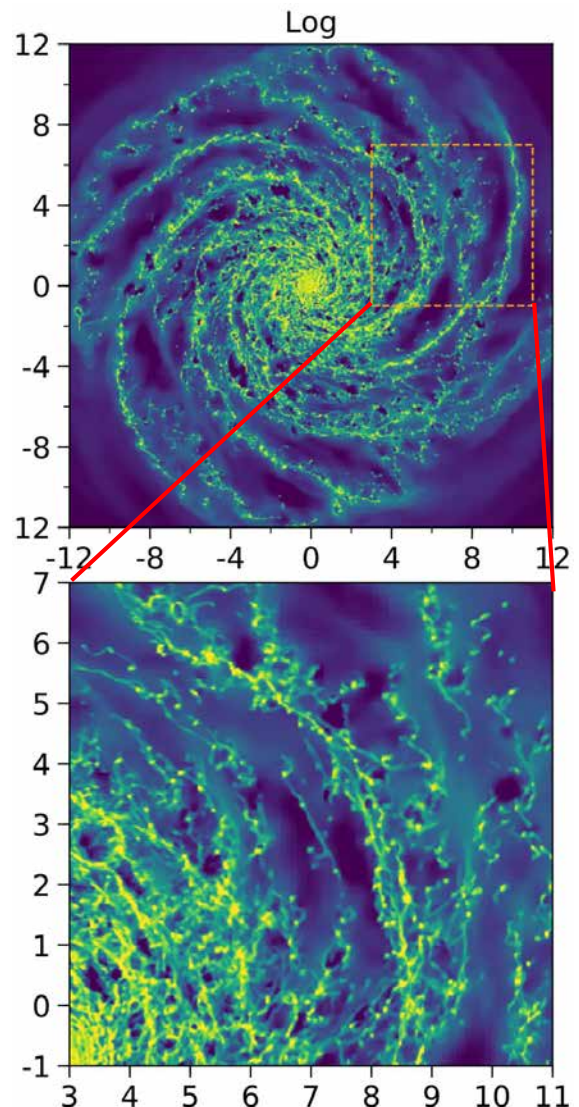
量子コンピュータのための高速計算アルゴリズムに関して取り組んでいます。量子コンピュータに期待されることは高速計算です。現在の量子コンピュータは、量子数はまだ少なく、ノイズの影響も大きく無視できない、あるいは修正できません。アルゴリズムも難解で、一部の問題に対する、それも基本的なアルゴリズムが開発されているにすぎません。それでも、これまでのコンピュータでは、現実的な時間では計算できなかったような計算問題も解くことができるようになることも期待、着目されています。この研究では、将来のより成熟した量子コンピュータでの高速計算を念頭に置いたアルゴリズムと、そのフレームワーク開発に取り組んでいます。

## HPCによる天体シミュレーション

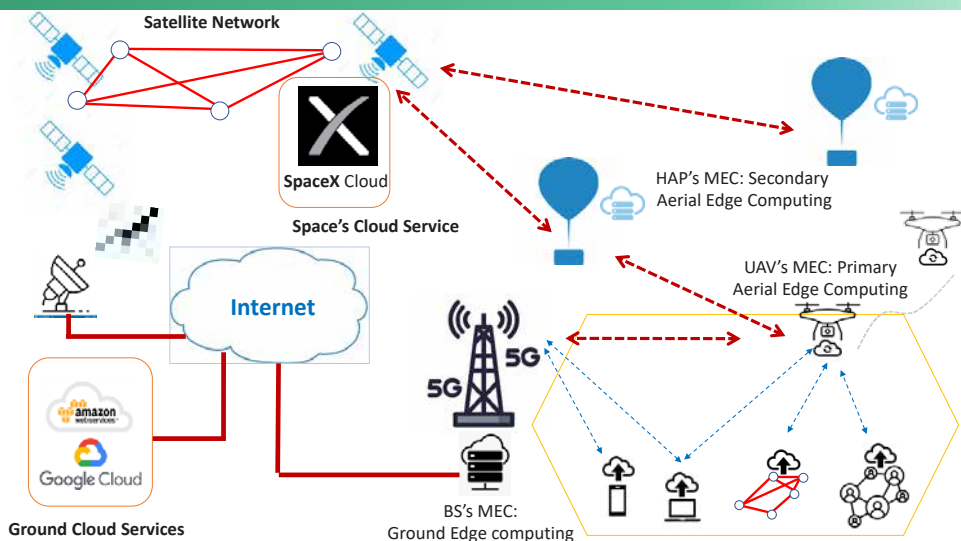
スーパーコンピュータを用いた大規模な数値計算(シミュレーション)によって、宇宙物理学や銀河天文学、地球惑星科学など、広範な分野に関係する様々な課題に取り組んでいます。星間ガスの流体力学(右図参照)や恒星の重力多体系などを計算する銀河シミュレーションとそのコード開発に主軸を置きつつ、天文学における銀河や分子雲などの多波長天体観測や、地球惑星科学における隕石や海底堆積物などの物質分析などとの比較や検証によって、我々の銀河系や太陽系の成り立ちの解明を目指します。

## 研究テーマに関わるキーワード

- High Performance Computing
  - ・ GPUによる応用計算
  - ・ FPGAによる応用計算
- 量子計算(Quantum Computing)
  - ・ 量子アルゴリズム
- 大規模数値シミュレーション



## 研究概要図



## 研究ゴール

- ・ **空中エッジコンピューティングプラットフォームを相互接続する実行可能な通信テクノロジー**: 高度なワイヤレス、レーザービームを使用した光ワイヤレス、無線周波数、太陽エネルギー、レーザーからのエネルギー収集、衛星、HAP(High Altitude Platform)、UAV、地上局を相互接続する自由空間光通信を使用した空中バックホール用のさまざまな通信アーキテクチャ。
- ・ **新しい物理層エラー制御ソリューション**: さまざまな展開シナリオで FSO ベースの MAIN の信頼性とパフォーマンスを向上
- ・ **航空プラットフォームに搭載された MEC サーバーを使用した宇宙からのエッジコンピューティングの新しいアーキテクチャ**: サービスの継続性、スケーラビリティ、セキュリティを保証するために宇宙ネットワークと地上ネットワーク間の統合に MEC を展開するための設計原則。
- ・ **空中エッジコンピューティングの計算能力の最適化**: 信頼性、遅延、データレートからエネルギー消費まで、さまざまなサービス品質 (QoS) 要件を満たす UE の (1) セキュリティモデルと (2) コンピューティングオフロード戦略の設計。

## 実用化と進行中のプロジェクト

- ・ 航空エッジコンピューティングプラットフォームを相互接続するための PHY/MAC プロトコル
- ・ 宇宙からのエッジコンピューティングソリューションのアーキテクチャ
- ・ 統合型空中エッジコンピューティング/通信の最適化
- ・ 宇宙ベースの通信/コンピューティングネットワークのセキュリティ

## 参加者と協力者

- |                          |                         |
|--------------------------|-------------------------|
| ・ PHAM Anh 教授: リーダー      | ・ LE Hoang 准教授: サブリーダー  |
| ・ LI Peng 上級准教授          | ・ イブラヒム・イドニン パシャ・ビン 准教授 |
| ・ VIGLIETTA Giovanni 准教授 |                         |



## スポンサー



公益財団法人  
電気通信普及財団  
The Telecommunications Advancement Foundation

# A. 計算機設計

| No.  | テーマ名                                                  | 氏名                                 | P  | 関連特許 |
|------|-------------------------------------------------------|------------------------------------|----|------|
| A-1  | 誤り耐性ルータとそのICへの適用                                      | Ben A. Abderazek                   | 20 | 有    |
| A-2  | AI-Chip:低消費電力ニューロチップの研究及び開発                           | Ben A. Abderazek                   | 21 |      |
| A-3  | オンライン学習によるイベント駆動型低消費電力<br>3次元デジタルスパイキングニューロモーフィックシステム | Ben A. Abderazek                   | 22 | 有    |
| A-4  | マルチコアアプリケーションのための<br>高信頼性オンチップ通信ネットワーク                | Ben A. Abderazek<br>Dang Nam Khanh | 23 | 有    |
| A-5  | ニューロモーフィック・コンピューティング・システムに基づいた<br>3D-ICの研究開発          | Dang Nam Khanh                     | 24 |      |
| A-6  | 近似3次元スタッキング・シナプス記憶による低消費電力AIシステム                      | Dang Nam Khanh                     | 25 | 有    |
| A-7  | 集積回路の自動設計技術<br>～設計規則・設計仕様を満たす回路を自動で設計する技術の開発～         | 小平 行秀                              | 26 |      |
| A-8  | 計算中にLSIチップ内配線を変更<br>～やわらかいスーパーコンピュータの実現～              | 奥山 祐市                              | 27 |      |
| A-9  | 仮想化でグリーンコンピューティング<br>～仮想化技術によるサーバーの統合～                | 大井 仁                               | 28 |      |
| A-10 | 非同期式回路の設計支援技術<br>～低消費電力・低電磁放射な回路を自動で生成～               | 齋藤 寛                               | 29 |      |
| A-11 | 不揮発FPGAとそのエッジコンピューティング応用                              | 鈴木 大輔                              | 30 |      |
| A-12 | 3次元アレイ内データ循環による畳み込みニューラルネットワークの<br>高効率二アデータ処理         | 富岡 洋一                              | 31 | 有    |
| A-13 | マルチチャネル畳み込み演算の高電力効率・<br>高計算効率アクセラレータ                  | 富岡 洋一                              | 32 |      |
| A-14 | 非同期式回路を用いたシステム設計技術<br>～低消費電力なデジタルシステム設計～              | 仙波 翔吾                              | 33 |      |



教授 Ben A. Abderazek

## 誤動作を防ぐ ICチップの製造が可能に

関連発明: 誤り耐性ルータ、これを使用するIC、及び誤り耐性ルータの制御方法(特願2013-262523[特許第6284177号])  
ネットワークオンチップ用の欠陥耐性ルータ(特願2016-100732[特許第6846027号])

## 概要

## ○発明の背景

ICチップの集積化が進み、近年では1つのチップ上に複数コアを搭載して、コア間をデータネットワークで結ぶマルチコア構成が主流になってきました。その一方で、コア間のデータ伝送における誤り発生に対する対策も大きな課題となってきています。

本発明は、それぞれ複数のコアを備える複数のウエハーで構成される3次元ICにおける、誤り耐性ルータ型ICアーキテクチャに関するものです。

## ○本発明の概要

従来の技術では、過渡的な誤りや、入力バッファ及びクロスバーにおける誤りに対応できないという問題がありましたが、こういった問題に対して、バイパスオンデマンド、ランダムアクセスバッファ技術といった新たな制御モジュールを設計・実装し、誤り耐性の向上を可能としました。

さらに、予測テーブルを有する制御モジュールを導入することにより、入力ポート部のトラフィック情報を収集でき、それぞれの入力ポート部への情報伝達や依頼処理を最適に分散させることができます。

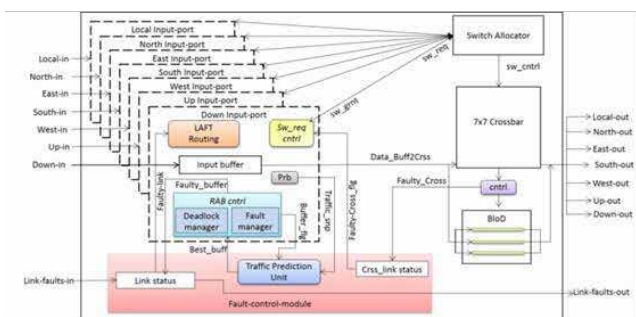
## 実用化の可能性

○本発明の技術を使うことにより、より高性能かつ信頼性の高いICチップの製造が可能となります。そのため、科学技術計算を始めとする計算集中型アプリケーションや、画像処理に代表されるマルチメディアなど、きわめて高い計算性能を要求されるコンピュータの実現には、必須の技術となってきます。ネットワーク搭載型のチップ(NoC)の性能ならびに信頼性が上がるにつれ、今後の計算機性能のさらなる向上が期待されます。

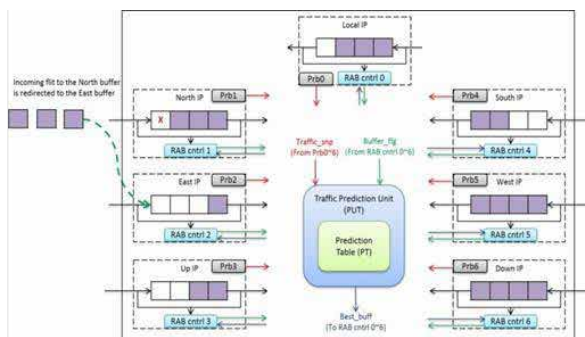
## UBICからのメッセージ

高度に集積化されたICチップでは、チップ上を流れるデータのネットワーク制御が、性能上重要になってきます。本技術は、通常のコンピュータネットワークで使われているような制御技術を活用して、チップ上でのデータ誤りの確率を低減させる技術です。今後さらなる高速化を要求される計算機の世界において、このような新しいアーキテクチャをもつICチップは、ますます需要を高めていくものと思われます。

## 研究概要図



3D-誤り耐性-OASIS-NoCルータ構造のブロックダイアグラム



トラフィック予測ユニットに備えられる予測テーブルの使用例



教授 Ben A. Abderazek

## 人間の脳を模した低消費電力かつ高性能なチップを開発する

### 概要

○ ディープ人工ニューラルネットワーク (ANN) はコンピュータビジョン、音声認識、自律車両、生物医学、ゲーム、ロボットなどを含む多くの最新のアプリケーションに展開されています。

○ ANNベースのシステムは、静的な入力コーディングで情報をエンコードします。スパイクングニューラルネットワーク (SNN) システムでは、パターンコードの他に、時間関連の要因を用いて情報を提示することができます。これにより、ニューラルネットワークの情報処理能力が大幅に向上します。SNNはスパイクが発生したときにのみ情報を処理します。

○ SNNシステムのハードウェア実装は、チップ上に認識機能を提供する効率的かつ効果的な方法です。

○ このような膨大な数のシナプスを伴うニューロチップ/SoCを構築するために解決しなければならない課題は、低消費電力、効率的なニューロコーディング方式、および軽量のオンチップ学習アルゴリズムを備えた小型の大規模並列アーキテクチャの構築です。

### 実用化の可能性

○ このプロジェクトの目標は、新しい深層ニューロアルゴリズムと拡張性のある再構成可能な相互配線に基づいて、超低電力のニューロ・スパイクング・マルチコアチップ/SoCを研究し開発することです。(fig.1および fig.2参照)

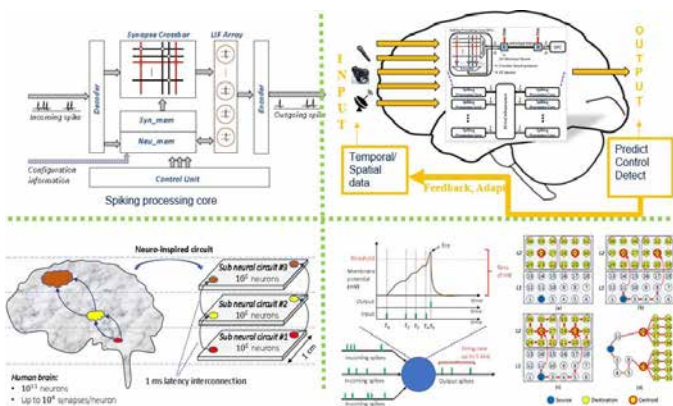
○ 適応対象として、自律車両と陸上/飛行ドローンの画像処理、学習のためのFPGA実装、ASICのチップ、SoCを開発しています。また、オンチップで学ぶための革新的なハードウェア (Memristor) ベースの低電力回路も検討しています。

URL: <https://web-ext.u-aizu.ac.jp/misc/benablab/>

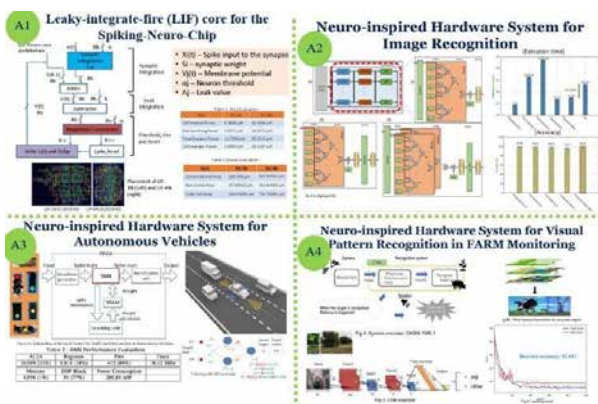
### UBICからのメッセージ

人間の脳は極めて低消費電力で高性能な処理をこなします。本研究はまさにこの人間の脳を模したアルゴリズムをチップ上で実現するものです。このようなチップの実現により、複雑な処理がリアルタイムかつ現場で処理することが可能となります。

### 研究概要図



Spiking Neuro-inspired Chipの全体像



ハードウェアプロトタイプでの様々な応用例

# オンライン学習によるイベント駆動型 低消費電力3次元デジタルスパイク ニューロモーフィックシステム

教授 Ben A. Abderazek



## ハードウェアによる低消費電力なAIシステムの構築

関連発明: 3次元ネットワークオンチップによるスパイクニューラルネットワーク(特願2019-124541【特許第7277682号】)

### 概要

○スパイク・ニューロモーフィック・システムは、エネルギー効率の高いスパイク・ニューラル・ネットワーク(SNN)実行のための有望なプラットフォームとして紹介されています。SNNでは、変量時間スケールに加えて、神経細胞やシナプスの状態を計算モデルに取り込みます。また、SNNではスパイク時間を用いて情報を符号化するため、正確な通信遅延も必要となるが、SNNは全体として見ればスパイク遅延のばらつきに対してある程度の耐性があります。

○本研究は、スパイクタイミングの疎なパターンでネットワーク内の情報を表現し、局所的なスパイクタイミング依存可塑性規則に基づいて学習する、3D-IC生体脳の3次元構造を明示的に指向した、信頼性の高い3次元デジタルニューロモーフィックシステムに関するものです。私たちのプラットフォームは、スパイクネットワークの高集積密度とスパイク遅延の低減を可能にし、スケーラブルな設計を特徴としています。R-NASHはThrough-Silicon-Via技術に基づく設計で、ネットワークオンチップをベースにしたクラスター型ニューロンへのスパイク神経ネットワークの実装を容易にします。ホストCPUとのメモリインタフェースを提供し、スパイクニューラルネットワークのオンライントレーニングと推論を可能にしています。さらに、R-NASHは性能の劣化を緩やかにするフォールトリカバリーをサポートしています。

### 実用化の可能性

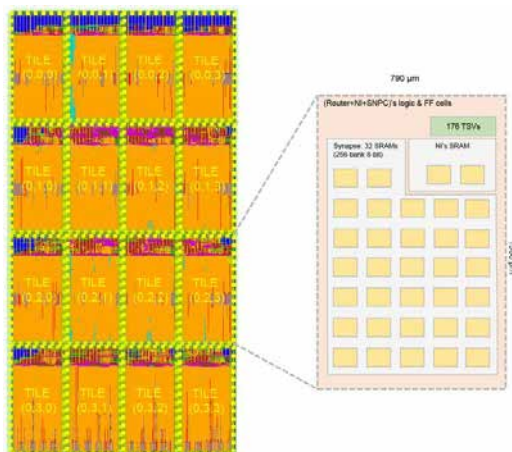
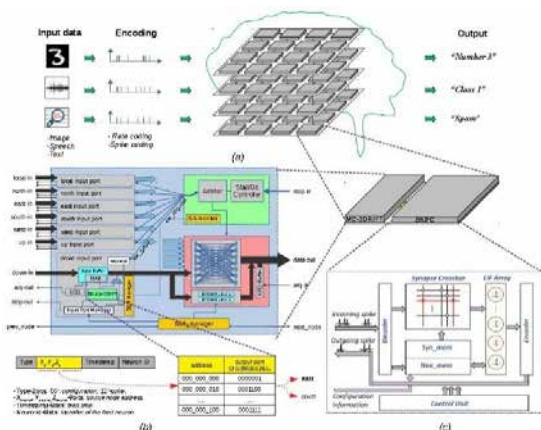
○本プロジェクトの成果は、以下のような実用化に向けた取り組みに応用可能です。

- (1) エッジ/IoTデバイス。
- (2) 低消費電力ニューロモーフィックAIチップ
- (3) 義肢装具

### UBICからのメッセージ

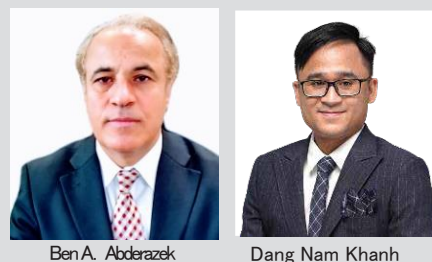
生物学的な脳の構造を模倣したニューロモーフィックコンピューティングは近年におけるAIチップのトレンドになっています。本技術は、低消費電力な適応型スパイクニューラルネットワークの処理をハードウェアによって実装することを目指しており、今後のエッジAIシステムやIoT分野において高い需要が期待されます。

### 研究概要図



ニューロインスパイアード3Dシリコンブレイン システム/プロセッサ

# マルチコアアプリケーションのための高信頼性オンチップ通信ネットワーク



Ben A. Abderazek

Dang Nam Khanh

教授 Ben A. Abderazek / 准教授 Dang Nam Khanh

## システムの耐性を高めるオンチップネットワーク通信

関連発明: それぞれコントロールユニットを有する非ブロック光スイッチを用いる光ネットワーク・オン・チップシステムのセットアップ方法  
(特願2015-196698【特許第6747660号】)

3DネットワークオンチップのためのTSV誤り耐容ルータ装置(特願2017-218953【特許第7239099号】)

複数のTSVを含むTSVグループが層間を接続するオンチップの3次元システム(特願2020-094220【特許第7488989号】)

### 概要

○マルチ/メニーコアシステムは、近未来のコンピューティングモデルです。マルチ/メニーコアシステムは、大規模システム、エッジ、あるいはモバイルデバイスのためのコンピューティングアーキテクチャとして、広く普及しつつあります。しかし、計算の超並列化に伴い、通信がシステム性能のボトルネックになっています。高密度実装されたシステムは故障しやすいため、オンチップ通信ネットワーク設計の課題のひとつは信頼性です。

○オンチップ通信ネットワークにおける故障の理解と対処は、コンピュータアーキテクチャの分野での課題の1つです。このプロジェクトでは、故障の検出、診断、回復を行う先進的な通信ファブリックを研究しています。エレクトロニクスオンチップネットワークから光オンチップネットワークまでのソリューションを開発することを目指します。また、2次元ネットワークオンチップと3次元ネットワークオンチップ(Through-Silicon-Viasを使用)の両方を開発します。

### 実用化の可能性

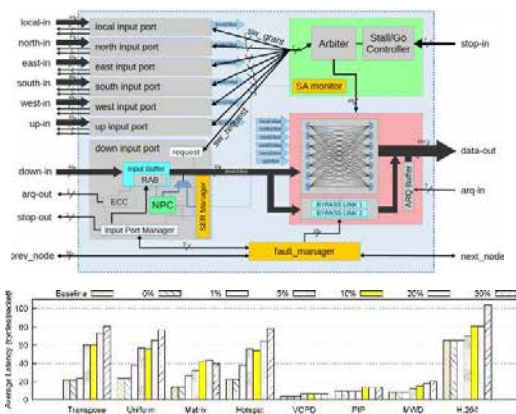
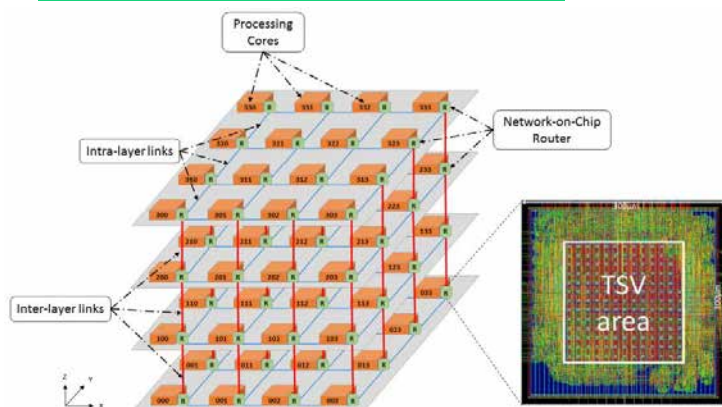
○このプロジェクトの成果は、以下のような実用化に向けた取り組みに応用できます。

- (1) エッジ/IoTデバイス
- (2) モバイルコンピューティング
- (3) 大規模計算機システム
- (4) スーパーコンピュータ

### UBICからのメッセージ

コンピュータにおいて演算機能を担うチップは年々半導体の集積度が高密度に進歩し、近年においては本技術のような3次元的な構造を持ちつつあります。ここで課題となってくるオンチップ通信ネットワークにおいて、本技術では3次元NoCでのルータ装置によってシステムとしての冗長性を高めています。エッジデバイスから大規模システムに至るまで、高い需要が見込める技術と期待されます

### 研究概要図



マルチコアアプリケーションのためのオンチップ通信ネットワーク

左: ルーターレイアウトを含むシステム全体の構成、右上: ルーターアーキテクチャ、右下: 異なる故障率での性能評価

# ニューロモーフィック・コンピューティング・システムに基づいた3D-ICの研究開発

准教授 Dang Nam Khanh



## エネルギー効率の高いAIチップの開発

### 概要

○ニューロモーフィックコンピューティング/スパイクニューラルネットワークは低消費電力を提案する次世代のインテリジェンスシステムであり生物学的着想を得たコンピューティングモデルです。

従来の 2D 集積回路から 3D 集積回路 (3D-IC) に移行すると、使用・参照中のメインメモリの合計が小さくなり、相互接続が低電力で低遅延となり、ニアメモリコンピューティング\*の特徴をもたらします。しかしながら、アーキテクチャは、単に新しい次元に拡張するのではなく、3D-IC に適応するように進化する必要があります。

\*メモリチップの周辺に演算機能を埋め込んだタイプの半導体で実現できる計算方式

○ 3D-IC構造への移行に伴う課題と利点を理解することは、現代のコンピュータ・アーキテクチャにおける課題の一つです。このプロジェクトでは、3D-IC 上のニューロモーフィック コンピューティングの高度なアーキテクチャの調査を行っており、ニューロモーフィックコンピューティングアーキテクチャを展開するための

アーキテクチャとアルゴリズムの開発を目的としています。このプロジェクトでは、低電力適応、動的量子化、および故障予測/耐性に関するさらなる研究も対象として行なっています。

### 実用化の可能性

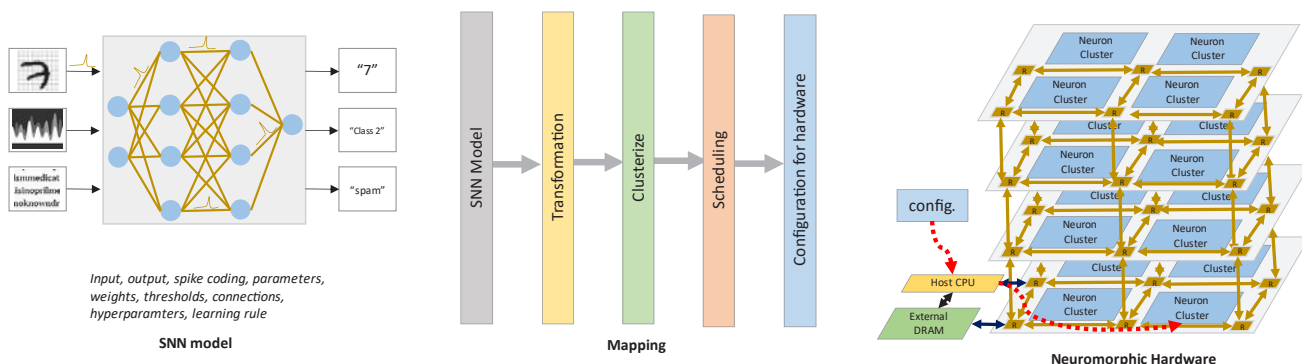
○本成果は、以下の実用化に向けた取り組みに応用できます:

- ・ 分類/予測タスクのための大規模ニューロモーフィックコンピューティング推論システム.
- ・ ニューラルネットワークが組み込まれた低電力エッジコンピューティングデバイス

### UBICからのメッセージ

近年、イン/ニアメモリコンピューティングと言われる方式のチップにより、エッジAIデバイスにおける低消費電力化が注目されています。本技術はニアメモリコンピューティングのような特徴をもたらすアーキテクチャを持っており、AIを利用したエッジ計算を行う際の低消費電力化が期待でき、このような技術への需要は年々高まってくるものと思われます。

### 研究概要図



3D-ICを用いたニューロモーフィック・コンピューティング・システム

左: ソフトウェアモデル 中央: ソフトウェアからハードウェアへのマッピングプロセス 右: ニューロモーフィック・ハードウェア



## データ分割による近似計算で消費電力を劇的に改善する

関連発明: ニューラルネットワークプロセッサ(特願2024-047372)

### 概要

○本技術の主要なアイデアは、データ・メモリを複数のシリコン層に分けて扱うことである。ここで、各層はビットのサブセットを格納する。各ビットのサブセットは、アンダーヴォルテージまたはパワーゲーティングのいずれかになる。その結果、動的量子化シナリオ（パワーゲーティング）またはノイズの多いデータ（アンダーボルテージング）となる。

○人工知能では、ノイズの多いデータや量子化された情報を使って計算を実行することが許容される。そのため、本技術における研究では、低消費電力技術の副作用は重要度の低いビットにのみ影響する。従って、全体的には計算性能を維持しながら、消費電力を劇的に削減することが可能となる。

### 実用化の可能性

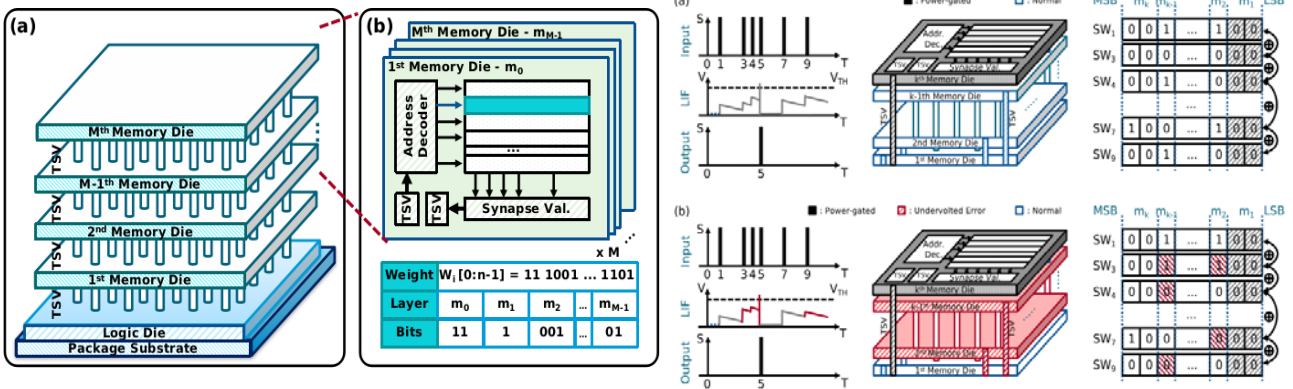
本プロジェクトの成果として、以下のような実用化が可能である。

- ・超低消費電力AIアプリケーション
- ・電力消費量の調整レベルが要求される電力調整可能なデバイス

### UBICからのメッセージ

本技術はAI処理における近似計算の許容度の性質を利用して、データを複数レイヤに分割格納することで、消費電力を大幅に改善するものです。近年のAI処理では、膨大な計算量による消費電力が課題となっていますが、その計算の特徴を逆に使って、一定の精度を維持しながら電力消費を劇的に抑える手法といえます。今後増大していくAI処理での活用が期待されます

### 研究概要図



(a) 3Dアーキテクチャ

(b) ビット配置

(a) PGシナプス作動

(b) PGとUVのシナプス作動

# 集積回路の自動設計技術 ～設計規則・設計仕様を満たす回路を 自動で設計する技術の開発～



上級准教授 小平 行秀

## 複雑化する制約・仕様を満たす回路を自動設計する技術の開発

### 概要

○現在の集積回路の規模は非常に大きく、人手のみによる設計は不可能である。多くの設計過程において、自動設計技術が用いられており、自動設計技術の性能が製造される回路の性能に大きく影響します。我々は、集積回路の自動設計技術、特に記憶素子の配置・記憶素子間の配線に関する研究を行っています。

#### ○一般同期式回路の自動設計技術

現在の集積回路では、クロック信号を各記憶素子に同じタイミングで供給しているため、消費電力、電磁放射など様々な問題を抱えている。各記憶素子にクロック信号を供給するタイミングを分散させることが可能な一般同期式回路は、これらの問題を解決すると期待されている。現在、与えられた動作速度、消費電力などの設計仕様を満たす一般同期式回路の自動設計技術の開発に取り組んでいます。

#### ○プリント基板の自動配線技術

複数の集積回路を接続するプリント基板は、基板の設計規則だけでなく、各集積回路から決められる設計仕様を満たさなくてはならないです。最近の集積回路設計では、微細化、高速化により、特にタイミング制約が厳しくなっています。現在、複雑化する設計規則・仕様・制約を満たすプリント基板配線を自動設計する技術の開発に取り組んでいます。

### 実用化の可能性

#### ○一般同期式回路

既存のクロック同期方式のクロック回路部分を修正することで、一般同期式回路を実現できるため、既存のクロック同期方式と同じ設計工程、設計環境で設計でき、低い導入コストで集積回路の性能向上が見込めます。

#### ○プリント基板配線

複雑な設計規則・設計仕様をモデル化し、そのモデル上で自動で大きな配線を決定し、そこからプリント基板上での詳細な配線を決定することで、短時間で実用的な配線を得ることを目指しています。

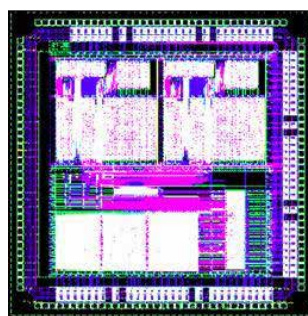
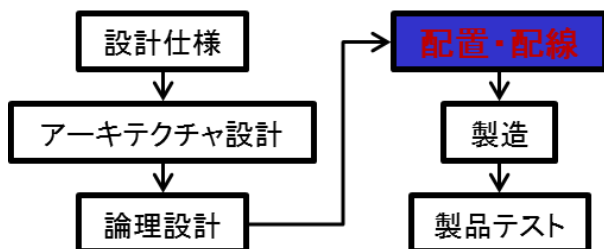
### UBICからのメッセージ

○同期式回路は、「いっせーのせ」という掛け声（クロック信号）で各記憶素子が動いていますが、現在の集積回路のように規模が大きくなってくると、「いっせーのせ」という掛け声を合わせることが難しくなっており、これ以上性能を向上させることが難しくなっています。

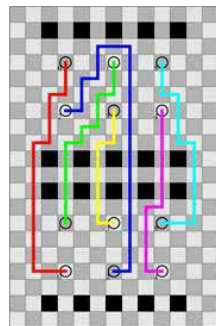
○そこで、現在期待されているのが一般同期式回路です。一般同期式回路は、「いっせーのせ」という掛け声を各記憶素子に対して分散させることができ、性能を向上させることができます。

### 研究概要図

#### 集積回路設計の流れ



一般同期式回路の  
配置・配線例



プリント基板自動配線例  
(モデル上)

# 計算中にLSIチップ内配線を変更 ～やわらかいスーパーコンピュータの実現～



上級准教授 奥山 祐市

## コンピュータを自由自在に構成

### 概要

#### ○やわらかい？

「やわらかい」とは「フレキシブル（柔軟）」の意であり、具体的には、LSIチップ内の配線すなわちチップの機能を変化させることである。この種のLSIチップはFPGA（Field-Programmable Gate Array）と呼ばれている。

#### ○研究の目的

やわらかいハードウェアを用いた研究として、多数のFPGAで構成された計算システムを動作中に変更できるよう管理する機構を開発する。FPGAを用いて応用計算を計算するシステムは多数あるが、汎用的な問題に対して従来手法よりも高速に計算を行うことができるのが本システムの特徴である。本研究では、高速に計算することができるシステムに柔軟性をもたせ、コンピュータの内部の指令で回路構成が切り替えられるよう変更する。また、このシステムがどの程度利用効率が増し、性能が劣化するかを実験で確認する。

### 実用化の可能性

#### ○スーパーコンピュータを安価に

多数のFPGAを利用したスーパーコンピューティング環境に柔軟性が加わることにより、大規模な計算をFPGAにて効率的に管理、実行することができるようになる。このことはやわらかいハードウェアによるスーパーコンピュータを安価に設計、製造できることになり、社会に向けたインパクトは大きい。

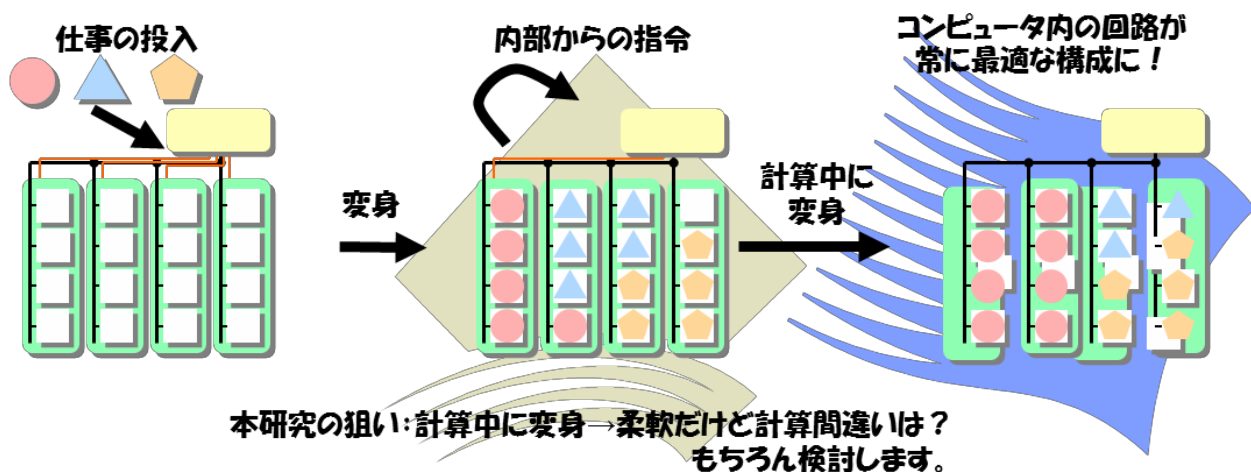
### UBICからのメッセージ

OFPGAを用いた従来の高速計算機では、プログラムの動作前にFPGAの機能を設定する必要があり、プログラムの動作中には機能を変更することが出来ないため、柔軟性に欠けていました。

○本研究は既存のFPGAを用いてプログラムの動作中に機能変更が可能な高速計算機の開発を狙ったものです。

### 研究概要図

#### スーパーコンピュータ



# 仮想化でグリーンコンピューティング ～仮想化技術によるサーバーの統合～

准教授 大井 仁



## 統廃合はお役所だけの話じゃないみたいです

### 概要

○一つの企業、団体、もしくは事業所単位で複数のサーバーを運用していることは珍しいことではなくなってきました。一台のマシンに統合できればよいのですが、セキュリティやソフトウェアのバージョンの関係で不可能な場合が多々見られます。また各マシンの処理能力からすれば負荷は決して高いものではない、というケースがほとんどです。

○パソコンと違い、サーバーは24時間稼働が基本であるため、たとえ負荷が低く処理能力をもてあましている状態でも電源をオンにし、電力を消費しています。仮想化によりこれらのサーバーを一台のマシンに統合することで、ハードウェアへの投資のみならず、電力消費の削減も可能になります。マシン本体の消費電力に加え、動作環境維持のための空調のコストをも抑える効果があります。

### 実用化の可能性

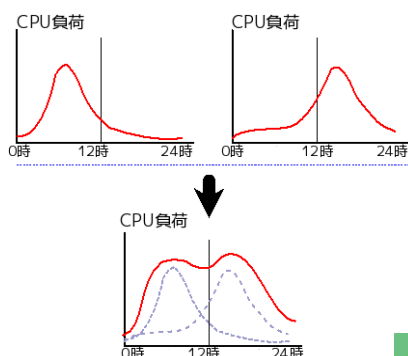
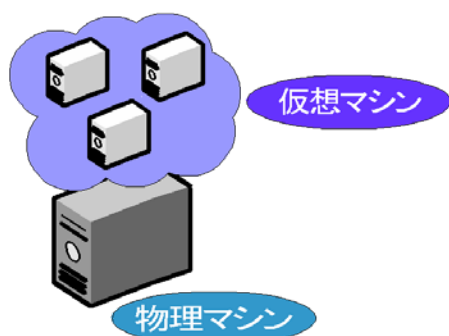
○現在行っているテーマの一つに仮想化環境におけるネットワークの最適化があります。研究の成果、特に用いている手法がいわゆるオープンソースコミュニティに認められることにより広く浸透する可能性があります。

○仮想化環境における性能ボトルネックの一つは仮想マシン間のデータのやりとりです。このやりとりを効率よく行える専用ハードウェアを提案し、実装する、というのがもう一つの可能性です。

### UBICからのメッセージ

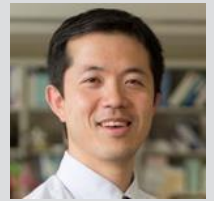
○セキュリティやソフトウェアのバージョンの問題は仮想化の技術により解決できますが、仮想化により複数のサーバーを一台のマシンに統合すると、反応速度が遅くなったり、一度に処理できるリクエストの数が限られてしまう等の問題が生じます。大井准教授はこれらの問題を解決するために仮想化環境におけるネットワークの最適化をはじめとする研究を行っています。

### 研究概要図



CAOS

# 非同期式回路の設計支援技術 ～低消費電力・低電磁放射な回路を自動で生成～



教授 齋藤 寛

## 非同期式回路による低消費電力低電磁放射な組み込みシステムの実現

### 概要

#### ○背景

現在の組み込みシステムのほとんどは、クロック信号と呼ばれるグローバルな信号を用いて回路全体を制御する同期式回路として実現されている。しかしながら、集積回路の微細化技術が向上するにつれ、クロック信号自身の消費電力の増加、回路全体が一斉に動作することによる電磁放射の増加などが深刻な問題となる。

#### ○非同期式回路とは？

非同期式回路は、同期式回路とは異なり、ローカルな要求応答信号を用いて回路を制御する。クロック信号を用いないため、クロック信号にまつわる問題がない。また、ローカルな要求応答信号によって必要な時に必要な部分が動作するので、潜在的に低消費電力、低電磁放射である。しかしながら、同期式回路と比べ非同期式回路の設計は困難である。用途に応じて適切な回路モデルを選ぶ必要がある。また、選ばれた回路モデルによって、設計手法が異なる。

#### ○目的

本研究では、C言語によって記載されたアプリケーションの仕様記述より、面積や性能などの設計制約を満たす最適な非同期式回路を自動で設計する設計支援CADシステムを開発する。

### 実用化の可能性

#### ○非同期式回路の実用化促進

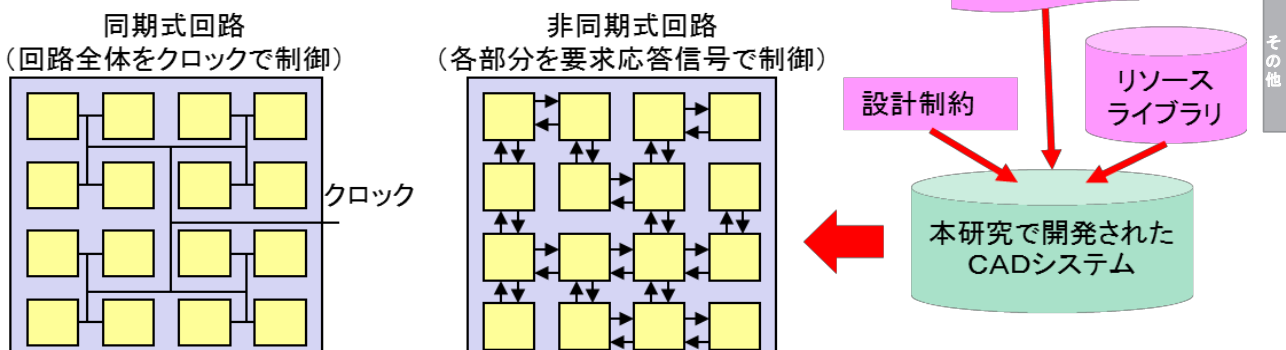
近年、欧州の企業がARM互換の非同期式プロセッサを開発し、約1/3の低消費電力化、約1/3の低電磁放射化を実証した。このため、組み込みシステムを中心に徐々に非同期式回路の実用化が進んでいる。本研究で実現されたCADシステムを利用することによって、非同期式回路の設計が容易となり、実用化を支援することが期待できる。

### UBICからのメッセージ

#### ○地球温暖化の減速を

非同期式回路はクロック信号を無くすことにより低消費電力化を狙った回路で、同時に低電磁波放射化も実現されています。この回路は欧米ですでに実用化されており、韓国、台湾でも実用化が始まりつつあります。日本では同期式回路万能という考え方があり、非同期式回路の研究・実用化が遅れているのが現状です。プロセッサの低消費電力化はそれ自体の効果は小さいかも知れませんが、ユビキタス社会ではプロセッサの数量が膨大となるので、大きな効果が期待できます。地球温暖化を減速させるためにも日本における非同期式回路の研究・実用化を促進したいものです。

### 研究概要図



# 不揮発FPGAとそのエッジコンピューティング応用

准教授 鈴木 大輔



## 超低消費電力な万能ハードウェアプラットフォームの実現

### 概要

○FPGA (Field-Programmable Gate Array) はユーザーが自由に機能を変更できる万能ハードウェアプラットフォームとして幅広い分野で活用されています。一方、これまでのFPGAでは情報が揮発であり、演算処理の内容 (回路情報) を保持するには常時電源供給が必要となります。この時消費される待機電力が年々深刻となり、IoTデバイスなど電力供給の限られた機器への応用の妨げとなっています。

○このような背景から近年、情報を不揮発のメモリ素子に記憶する不揮発FPGAの研究が活発となっています。本研究では単なる記憶の不揮発化のみならず、不揮発メモリ素子の長を活かした回路設計ならびに人工知能(AI: Artificial Intelligence)ハードウェアの研究に取り組んでいます。また、実際に不揮発FPGA上に任意のハードウェアを実装するためのCAD (Computer Aided Design) ツールについてや、機能検証のための「不揮発FPGAエミュレータ」の研究にも取り組んでいます。

### 実用化の可能性

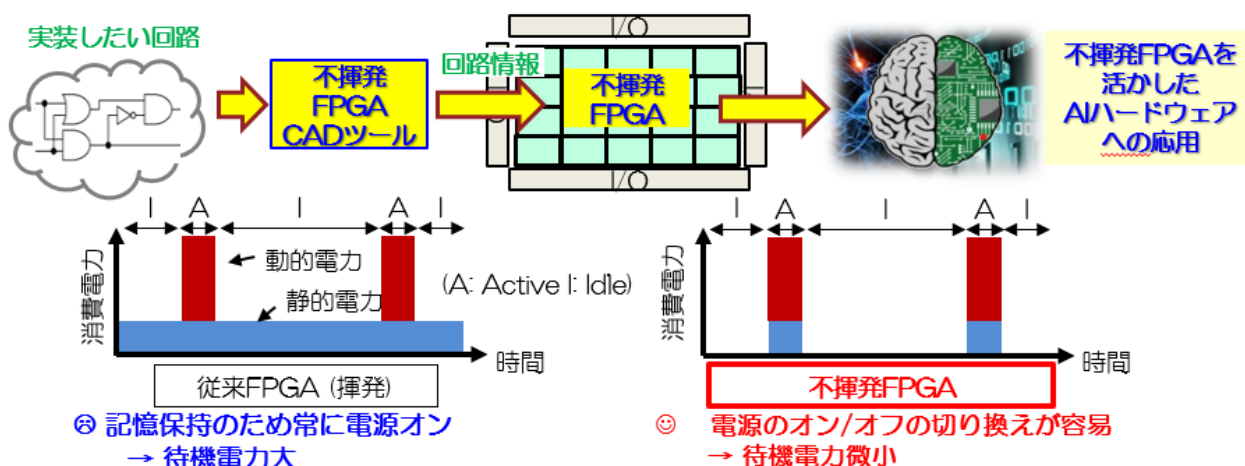
○不揮発化による応用範囲の拡大

情報の不揮発化により使いたい時だけ瞬時に起動することが可能となり、待機電力が大幅に削減可能となります。その結果、IoTデバイスのバッテリーの小型化や太陽光などのエネルギーハーベスティングのみでの駆動など、応用範囲の拡大が期待されます。また、不揮発FPGAの柔軟性と低消費電力性を活かすことで、より高度なAI処理の実現が期待されます。

### UBICからのメッセージ

近年、より高度なAI処理を実現するプラットフォームとしても注目されているFPGAですが、従来のものは待機電力を必要とし、これが省電力化を阻んでいました。本研究で紹介している不揮発FPGAはこの問題を解決する技術です。FPGA実装に使用するCADツールのや不揮発性FPGAエミュレータの研究と合わせて、柔軟で高性能かつ低消費電力なハードウェアプラットフォームの実現とエッジコンピューティングへの応用が期待されます。

### 研究概要図



# 3次元アレイ内データ循環による 畳み込みニューラルネットワークの 高効率ニアデータ処理

上級准教授 富岡 洋一 / 名誉教授 Stanislav Sedukhin



## 省エネかつ高性能なニューラルネットワーク用プロセッサの開発

関連発明: データ処理装置、及びこれにおけるデータ処理方法(特願2017-117686[特許第7014393号])、  
データ処理装置及びデータ処理方法(特願2020-043230[特許第7467786号])、  
テンソルメモリ及びテンソルプロセッサ(特願2022-056069)

### 概要

○近年、Convolutional Neural Network (CNN)等の深層学習技術の発展により画像認識の品質が急速に向上しています。このような最先端の画像認識技術を監視、見守り、自動運転システム等多くのシステムで活用していくことが期待されており、データ処理速度、エネルギー効率に対する要求も、日々厳しくなっています。

○今日のコンピューティングでは、計算よりも、メモリアクセスやデータ伝送に要する電力の方が支配的となっており、データの近くにProcessing Element (PE)を配置し、メモリアクセスや長距離のデータ転送を避けることでエネルギー効率を向上するニアデータ処理方式のアーキテクチャが注目されています。○我々はニアデータ処理方式でCNNのマルチチャネルの畳み込み計算を実行する3次元アレイプロセッサとアルゴリズムを提案しました。本アレイプロセッサは、アレイプロセッサ内部でデータを循環してデータを最大限再利用しつつ最小ステップ数で畳み込み演算を実行します。メモリアクセスも削減し、大規模並列計算を実現できることから、電力効率と性能効率の良い計算を実現します。

### 実用化の可能性

○監視カメラや自動運転、ディープラーニングサーバ等、幅広い画像認識アプリケーションを応用先として想定しています。○提案方式では、テンソルデータの要素数と同じ並列度で計算を行いますが、大規模なCNNを少ない回路資源で実現するブロッッキング方式についても検討しています。

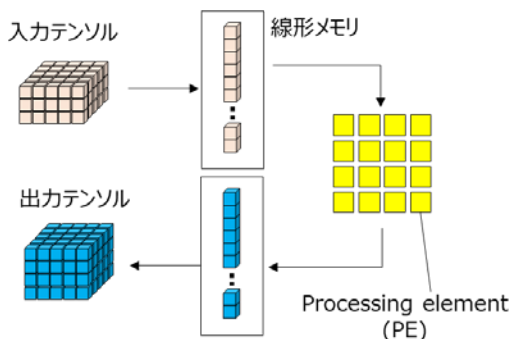
### UBICからのメッセージ

ここ数年の深層学習の進展と普及により、さまざまな分野において実用面での適用が加速しています。人間の脳を模擬したニューラルネットワークですが、現状の計算機アーキテクチャでは、データ伝送部分が消費電力と処理性能の向上を妨げる一因となっています。本技術は、3次元アレイプロセッサ内でデータを循環させることにより、上記課題を解決し、省エネと高性能化を目指します。深層学習は、ソフトウェア・ハードウェアの両面から、ますますの発展が期待されています。

### 研究概要図

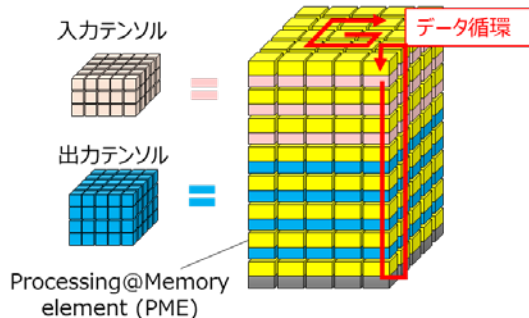
#### 従来方式

テンソルデータを1次元データとして線形メモリに保存  
そこそこの並列度、高い動作周波数でリアルタイム処理を実現



#### 提案方式

テンソルデータを形状を維持したまま保持  
高並列度、低動作周波数、ニアデータ処理で高電力効率化



# マルチチャネル畳み込み演算の 高電力効率・高計算効率アクセラレータ



上級准教授 富岡 洋一

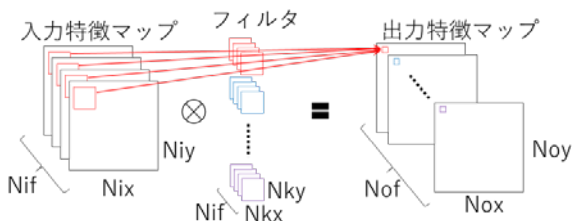
## 高度なAI処理をエッジにおいて高効率かつ省電力で実現する

### 概要

○画像中の特定の物体を検出したり、画像を各カテゴリの領域に分割するといった画像認識を高精度に実現する最先端技術のひとつとして、畳み込みニューラルネットワーク（CNN）が活用されています。

○CNNの推論処理は大量の積和演算を実行する必要があるため、発熱量や消費電力に厳しい制約のあるエッジデバイスでリアルタイム推論処理を実現するために、電力効率の良い専用アクセラレータが必要です。

○本研究では、CNNの推論計算のほとんどの割合を占めるマルチチャネル畳み込み計算を、高並列かつ高電力効率で実現する新しいアルゴリズムとその高速化のための回路を提案しました。



### 実用化の可能性

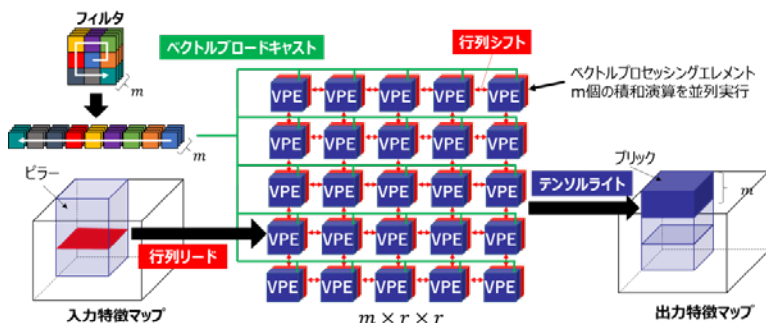
○本技術は最先端のCNNを用いた画像認識を高電力効率かつ高速に実行するための技術であり、エッジ環境で画像認識を必要とする多様なアプリケーションへの応用が考えられます。例えば、応用先として、人工知能を搭載した自動運転車両やスマート監視カメラ等のシステムオンチップ（SoC）を検討しています。

### UBICからのメッセージ

第3次AIブームの火付け役となったCNNですが、その処理の重たさから従来はクラウドサーバ等での処理が主流でした。昨今ではセンサ技術の向上とともにエッジ側での処理が注目を浴びようになり、処理の軽量化や省電力化が重要な鍵を握っています。本技術はCNNの中で最も計算負荷の高い部分を高度に並列化するとともに、デバイス内でのデータ転送を局所化することにより、処理の高速化と省電力化を図っています。ハード・ソフト両面からのこのような技術により、高度なAI処理もエッジ側で実現できるようになりつつあります。

### 研究概要図

#### Broadcast-Compute-Shift畳み込み演算方式



#### 特徴

- 出力特徴マップの画素、チャネル、入力特徴マップのチャネルに関するマルチチャネル畳み込み演算の潜在的な並列性を引き出し、高並列度の計算を実現
- 低エネルギーコストの近傍データ転送を活用し、レジスタ上でデータを再利用することで高エネルギーコストのメモリアクセスを削減し、低消費電力化

# 非同期式回路を用いたシステム設計技術 ～低消費電力なデジタルシステム設計～



助教 仙波 翔吾

## 低消費電力を目指した新しいアーキテクチャの設計

### 概要

#### ○背景

現在のデジタルシステムの多くは、System on a Chip (SoC) の概念に基づいており、クロック信号を用いた同期式回路として設計されている。しかしながら、半導体微細化技術の進歩により、クロック信号の消費電力の増加が問題となっている。

非同期式回路は、クロック信号の代わりにローカルなハンドシェイク信号を用いて各回路部品を制御する。そのため、クロック信号に関する問題を軽減することができる。しかしながら、同期式回路と比べて、非同期式回路の設計は困難である。また、SoC内の他の回路部品（例えば、マイクロプロセッサなど）が同期式回路として設計されている場合、同期式回路と非同期式回路間の接続も考慮する必要がある。

#### ○目的

本研究では、同期式回路から非同期式回路への変換と、非同期式回路と同期式回路を接続するインターフェース回路の設計を支援する設計支援環境を構築し、低消費電力なデジタルシステムの実現を目指す。

### 実用化の可能性

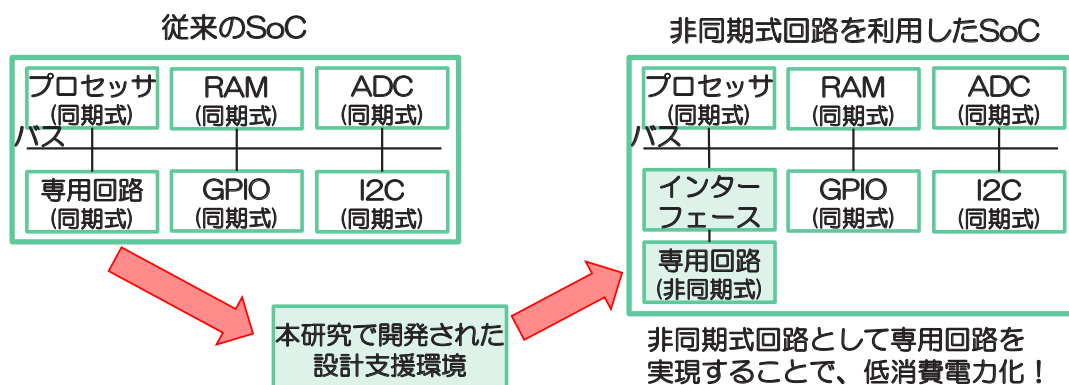
#### ○非同期式回路による低消費電力化の実現

近年、非同期式回路の設計技術を用いたArtificial Intelligence (AI) 回路に関する研究が行われており、同期式AI回路と比べて低消費電力な非同期式AI回路が実現されている。本研究による設計支援環境を利用することによって、非同期式回路を容易にデジタルシステムに組み込むことができ、デジタルシステムの低消費電力化に寄与することが期待できる。

### UBICからのメッセージ

システム回路の高速化や高集積化と並んで、省電力化は設計における大きな課題の1つです。従来のクロック信号で制御する同期式回路の制約を外した非同期式回路は、この消費電力の問題に対する解決策の1つとなります。また近年では、AIチップへの適用に関する研究も進んでおり、これからさらなる進展も予想されます。本技術を使った新しいアーキテクチャによる回路設計が、今後産業界にも普及していくことが期待されます。

### 研究概要図





# B. 通信・ネットワーク

| No. | テーマ名                                                                                               | 氏名                     | P  | 関連特許 |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----|------|
| B-1 | 運動モニタリングのための身体領域ネットワークシステム<br>～BANSMOM: Smart Body Area Network System for<br>Mobility Monitoring～ | Ben A. Abderazek       | 36 |      |
| B-2 | 悪意を持った攻撃からウェブサイトを守るセキュリティ新技術                                                                       | 白 寅天                   | 37 |      |
| B-3 | 光CDMを用いた次世代ブロードバンド<br>アクセスネットワークの開発とその性能評価                                                         | Anh T. Pham            | 38 |      |
| B-4 | 機械学習による野生動物検出システム                                                                                  | 齋藤 寛<br>小平 行秀<br>富岡 洋一 | 39 | 有    |
| B-5 | ワンダーリング<br>～指コマンドインターフェース～                                                                         | 荊 雷                    | 40 | 有    |
| B-6 | 多様なネットワーク経由のマルチメディア通信                                                                              | Cong-Thang<br>Truong   | 41 |      |

# 運動モニタリングのための 身体領域ネットワークシステム ～BANS MOM: Smart Body Area Network System for Mobility Monitoring～



教授 Ben A. Abderazek

## 高齢化社会を支えるシステム

### 概要

○本研究の目的は、お年寄りや身体の不自由な人の自立を支援するための新しいシステムを開発することです。

そのシステムは体内にセンサーを埋め込み、そのセンサーにより家庭に居るお年寄りや身体の不自由な人を医師や看護師が病院から援助できるようにし、彼等が快適な生活を送れるようにするものです。

○運動モニタリングのための小型センサーがネットワークのノードに対応する、身体領域無線ネットワーク化システムを構成します。

本研究では、ネットワークの開発、試験、動作確認を行います。

○現時点は、人間の姿勢、バイオフィードバックシステムの検討、およびシステム全体の開発・評価に必要なとされる項目の抽出を行うなど、研究の第一段階を終えたところです。

### 実用化の可能性

○この研究によりシステム全体を

- (1) 使い易い
- (2) いつでも、どこでも動作可能
- (3) 低価格

とすることが狙いです。

○この研究ではデジタルヘルス（ヘルス＝健康）分野におけるマイクロエレクトロニクス、通信を含む最先端技術を駆使します。

この研究は日本と日本の健康システムの競争力を高く維持することでしょう。

### UBICからのメッセージ

○体内に埋め込まれた運動センサーにより、お年寄りや身体の不自由な人の動きを遠隔地から監視するシステムで、ワイヤレスセンサーネットワークの一形態です。

○「センサーの着け忘れ」によるトラブルを防止できる点がこのシステムの特徴の一つです。センサーの機能を拡張すれば体温、脈拍等々の監視も可能となります。

### 研究概要図

システムは以下から構成される：

1. 運動センサーから成るワイヤレスネットワークノード
2. 制御機能を有する演算装置
3. 既存の新しいプロトコルの使用
4. 実時間のデータ収集とデータ処理、運動モニタリング、バイオフィードバックのための革新的なソフトウェア

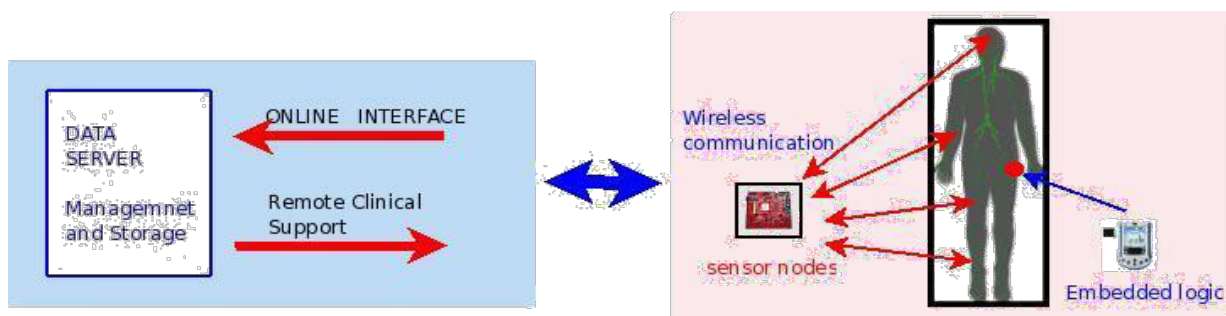


Fig. 1. Body Area Networked System for Mobility Monitoring (BANS MOM)



## 機械学習による悪性ウェブコードの自動判別

## 概要

## ○ 技術の概要

正規のID、パスワードなしでも悪性ウェブコードを入力することでウェブサイトに侵入し、個人情報の盗難などの攻撃が可能です。このような攻撃に対し、悪性ウェブコードを自動判別して、アクセスの遮断などの対策を可能にする技術です。

## ○ 従来技術・競合技術との比較

既存の手法ではウェブ管理者の予測範囲を超えた攻撃を防ぐことはできませんが、本技術では機械学習を採用することで未知の攻撃を防ぐことが可能になりました。さらに、学習データを用意することにより、瞬時に悪意のある攻撃を動的に識別できます。

## ○ 技術の特徴

- ウェブ管理者の予測範囲を超えた、未知の攻撃を防げます。
- 教師データを用意するだけで、各々のウェブサイトに適した分類器を作成できます。
- 単に攻撃を防ぐだけでなく、悪性ウェブコードとそれ以外のコードを判別できます。

## 実用化の可能性

## ○ 想定される用途

- ウェブ入力フォームを監視して、悪性ウェブコードを遮断するシステム
- ウェブブラウザに組み込むことで、ウェブページに埋め込まれた悪性コードを監視し、被害を未然に防ぐシステム
- ウェブアプリケーションサーバーに流れるパケットを監視して、悪性ウェブコードが含まれるデータを遮断するシステム

## UBICからのメッセージ

○インターネットの世界では、さまざまなセキュリティの脅威にさらされています。本技術が対象とする悪性ウェブコードによる攻撃もその1つです。本技術は、機械学習という手法を用いることにより、従来判別が困難だった想定範囲外の攻撃パターンにも対応できます。ウェブシステムにおけるセキュリティ強化の1手段として利用が期待されます。

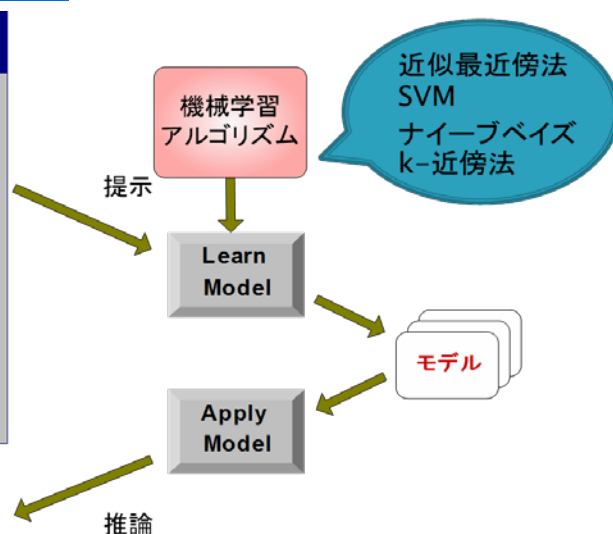
## 研究概要図

| Tid | 還付  | 婚姻状態 | 課税所得 | 不正  |
|-----|-----|------|------|-----|
| 1   | Yes | 独身   | 125K | No  |
| 2   | No  | 既婚   | 100K | No  |
| 3   | No  | 独身   | 70K  | No  |
| 4   | Yes | 既婚   | 120K | No  |
| 5   | No  | 離婚済み | 95K  | Yes |
| 6   | No  | 既婚   | 60K  | No  |
| 7   | Yes | 離婚済み | 220K | No  |
| 8   | No  | 独身   | 85K  | Yes |
| 9   | No  | 既婚   | 75K  | No  |
| 10  | No  | 独身   | 90K  | Yes |

| Tid | 還付  | 婚姻状態 | 課税所得 | 不正 |
|-----|-----|------|------|----|
| 11  | No  | 独身   | 55K  | ?  |
| 12  | Yes | 既婚   | 80K  | ?  |
| 13  | Yes | 離婚済み | 110K | ?  |
| 14  | No  | 独身   | 95K  | ?  |
| 15  | No  | 離婚済み | 67K  | ?  |

テストデータ





教授 Anh T. Pham

## 光CDMを用いた次世代ブロードバンドアクセスネットワーク

## 概要

○私たちの研究の主要な目標は、次世代ブロードバンド光アクセスネットワークのための新しい多重化通信技術の開発と機能解析です。時分割多重(TDM)や波長分割多重(WDM)などの従来の多重技術より多くの利点を持っていると立証されていて、多くのユーザのための完全に非同期なアクセスとの超高速接続や、より少ないネットワークコーディネートや、強いセキュリティなどの特長を持つ符号分割多重光通信(光CDM)の技術に、私たちは特に焦点を合わせて研究を進めています。

この研究で解決すべき問題は以下の通りです。

- ① 様々な条件のもとでシステム性能を分析することによって、アクセスネットワークにおいて、光CDMを採用する要件を特定すること。
- ② システム性能を改良するテクニックとデザインを提案すること。
- ③ アクセスネットワークにおいて、最適な性能を達成する光CDMのためのアーキテクチャの設計。
- ④ 光CDMアクセスネットワークのデータ・リンク層のためのアルゴリズムとプロトコルを開発すること。

## 実用化の可能性

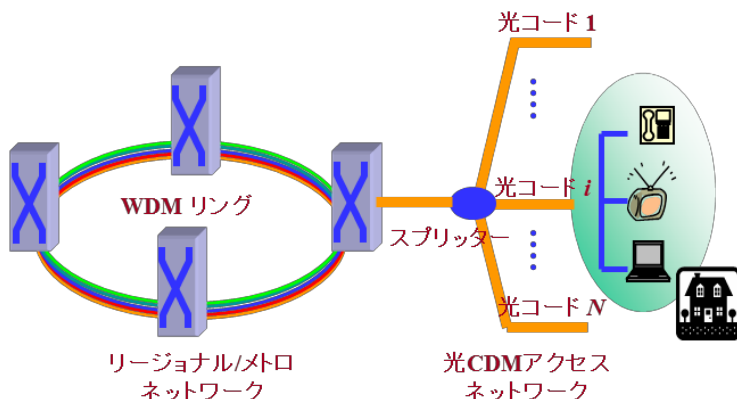
○インターネットはWeb2.0アプリケーションの採用に伴い、二世帯へと前進しています。またWebTV、VOD(見たいビデオをすぐに見るサービス)、テレビ会議、オンラインゲームなどの新しい広域サービスの舞台にもなっています。そのため、ラストマイルアクセスネットワークにおけるユーザ当たりGib/sの超高速アクセスが、近い将来実現を期待されています。

○光CDMの主要な狙いは広帯域光アクセスネットワークのための多元アクセスを提供することです。この他、光CDM技術は、光ファイバーの通信速度を最大限利用するため、LAN (ローカルエリアネットワーク) に適用出来ます。

## UBICからのメッセージ

○アクセスネットワークでは低価格であることが第一に要求されます。バックボーンネットワークで現在実用化されている時分割多重は高速信号を取り扱う電気回路の技術的問題、波長分割多重では高価な部品の使用と厳密な温度安定化という問題のため、システム価格の上昇は避けられません。符号分割多重はこれらの問題を回避出来る技術で、より低価格で実現できるため光アクセスネットワークで期待されています。

## 研究概要図



# 機械学習による 野生動物検出システム



齋藤 寛



小平 行秀



富岡 洋一

教授 齋藤 寛／上級准教授 小平 行秀／上級准教授 富岡 洋一

## 最先端のIT技術を使い、野生動物の被害を未然に防ぐ

関連発明: 野生動物検出装置 (特願2019-059707【特許第7351459号】)

野生動物警報システム及び野生動物警報方法 (特願2020-045595【特許第7364148号】)

学習モデル生成プログラム、学習モデル生成装置及び学習モデル生成方法 (特願2021-213059)

対象追跡装置、対象追跡プログラム及び対象追跡方法 (特願2023-046730)

### 概要

#### 〇目的

山に近い地域では、野生動物による人や農作物などへの被害が後を絶たない。近年は、都市部でも相次いで目撃情報が得られており、急な遭遇による事故を如何に減らすかが求められる。

この課題を解決するために、本研究では、機械学習による野生動物警報システムを研究開発する。

このシステムは、野生動物を人の代わりに自動で検出し、音や光で周囲にいる人に警報すると共に、メール登録者に検出情報を周知する。

現在の警報システムは、以下の特徴を有する。

- (1) 畳み込みニューラルネットワークと収集した画像にて生成した野生動物の学習モデルによる検出
- (2) 警報装置に含まれるマイコン基板にて野生動物を検出するため (エッジAIの一種) センシングから音や光の発報まで約3秒、センシングからメール周知まで約1分で完了
- (3) ソーラーパネルとバッテリーで駆動するため、商用電源は不要

### 実用化の可能性

〇令和2年度に、福島県会津地方振興局からの委託事業として、福島県会津地方の3町村で実証実験を行った。

モーションセンサーによるセンシングから、機械学習による野生動物の検出、音や光の発報、メール送信までの基本動作を確認し、現在は実用化に向けて、機械学習による認識精度の改善、小型化、検出範囲の拡大といった方向で研究を行っている。

### UBICからのメッセージ

近年、人の居住地域における野生動物の目撃や被害の報告が増えています。本プロジェクトは、先端的な機械学習やネットワーク技術を利用して、このような突発的な事象を人手を介さずに自動検知し、対策を施すシステムです。ここで使われるIT技術は、極めて汎用性と応用性が高い技術ですので、今後、野生動物の検出以外の分野にも展開が可能です。早期の実用化が期待される技術です。

### 研究概要図

#### 警報システムの概要

※周知はメール登録した人のみ



#### 使用例

・野生動物との急な遭遇による事故を回避するために、音や光による警報 (できるだけ早く人に危険を知らせる)



・田畑や家畜小屋の監視



# ワンダーリング ～指コマンドインターフェース～



荊 雷

上級准教授 荊 雷

## 高度なAI処理をエッジにおいて高効率かつ省電力で実現する

関連特許: ジェスチャ認識装置及びジェスチャ認識方法(特願2010-262195【特許第5733656号】)

### 概要

#### ○研究の動機(解決したい課題)

高齢者及び障害者は行動能力や認知力が低下します。また、視聴能力が低下したり、発声が困難になることがあります。その結果、家電等の操作が負担となったり、家族やヘルパーへの連絡が伝えづらくなったりします。本研究は、このようなハンディキャップを持つ人たちの日常生活を支援するためのもので、加速度センサーと無線装置が組み込まれた指輪を指にはめ、指の動きによりテレビや照明を操作したり、指の動きで自分の意図をヘルパーに伝えたりすることが出来る装置です。指輪は小型軽量で、柔らかい材料で出来ているので指にはめても違和感はありません。

#### ○ハードウェア構成(試作版)

指輪には9軸加速度モーションセンサーが実装されており、これが指の動きを検出し、微弱無線やBLEで送信する仕組みになっています。

#### ○ソフトウェア処理

指の上下、左右、回転等の動作を高精度で認識するアルゴリズムを開発しました。これは、加速度センサーのデータを取得し、9つの特徴値で、分類・認識するもので、指の12種類の動きを検出することができます。

### 実用化の可能性

この技術は幅広い用途が考えられます。

人がモノを制御する用途としては、テレビ、ラジオ、冷暖房、照明、カーテン等家電や家具の制御、ロボット、車椅子、介護器具、電動ベッド等の器具や機械類の制御、さらに、ソフトウェアやコンテンツの制御として、ポインタ、マウス、キャラクターの制御などが考えられます。

人と人との通信分野の応用としては、困った時や緊急時の家族やヘルパーへのコール、災害時の安否確認、あるいは平常時の気軽な通信手段としての用途も考えられます。

現在、プロトタイプを作成して検証実験を行っていますが、指の動きの認識精度とリアルタイム性の向上が解決すべき課題として浮かび上がってきました。

### UBICからのメッセージ

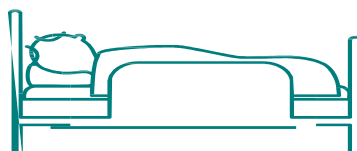
指を動かすだけでモノを制御できるシステムです。

プロトタイプでは、扇風機、ラジオ、リモコン自動車を対象にデータを蓄積しています。ベッドに寝たまゝの状態でもノを制御できたら何と素晴らしいことでしょう。用途は無限です。早く実用化されることを期待しています。

### 研究概要図



リングの概要



微弱無線

赤外線等  
家電制御や  
ヘルプコールWondeBox  
(GateWay)

# 多様なネットワーク経由の マルチメディア通信

上級准教授 Cong-Thang Truong



## 万能なマルチメディアアクセス: いつでも、どこでも、だれにでも

### 概要

テレビを中心とするビデオ信号は地上波、衛星放送、CATV経由からインターネット経由に急速に移行しつつあります。コンピュータネットワーク機器大手のCisco社はビデオ信号がインターネット通信の90%を占有するだろうと予測しています。

マルチメディアコンテンツは異なる画質、異なる信号形態で作られています。信号を送るネットワークにはLANもあれば携帯ネットワークもあります。ビデオ端末にはHDTVもあればスマートフォンもあります。これらの多様性により、マルチメディア信号の円滑な送受が困難になっており、映像が見られない、文字化けするなどの事態が生じることがあります。

今までのシステムはこれらの多様性を受け入れることが困難でした。私たちは、フレキシブルなシステムを構成し、サービスの質を向上させたマルチメディア通信を実現することを目指しています。

### 実用化の可能性

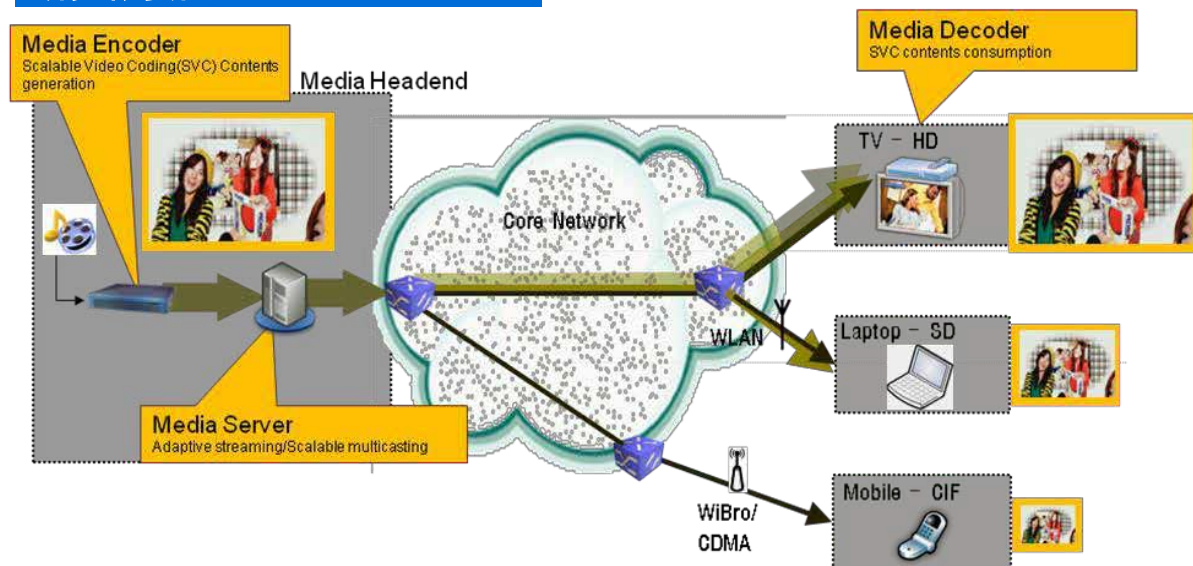
この研究が実用化されれば現在の通信の質が飛躍的に向上します。娯楽面では、通常のテレビ、モバイルテレビ、インターネットテレビ、ビデオオンデマンド、通信面では、テレビ電話、テレビ会議、セキュリティ面ではビデオ監視システム等々幅広い応用範囲があります。

### UBICからのメッセージ

ディジタル信号は“0”、“1”のビット列から構成されています。信号の伝送中にビット列から1ビットでも欠落すると映像に乱れが生じるため、影響を受けないアルゴリズムの実現が望まれています。

また、ネットワークはいくつかの階層により構成されているため、この研究が実用化されればこれらの階層ごとでネットワークのパラメータを調整することにより、現状よりも映像を大幅に改善したネットワークを実現することが出来ると思われます。

### 研究概要図





## C. シミュレーション

| No. | テーマ名                                                                                  | 氏名             | P  | 関連<br>特許 |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----|----------|
| C-1 | 環境情報の管理と予測のための計算                                                                      | Saji Hameed    | 44 |          |
| C-2 | 人間のような意思決定をするコンピュータ<br>Human-Like Decision Making in Realtime Systems and Video Games | Maxim Mozgovoy | 45 |          |
| C-3 | 原子スケール有限要素法による破壊力学                                                                    | 西舘 陽平          | 46 |          |
| C-4 | グラフェンを用いたナノエレクトロニック装置のコンピュータモデリング                                                     | Maxim Ryzhii   | 47 |          |
| C-5 | 心臓伝導系と心電図のコンピュータモデル                                                                   | Maxim Ryzhii   | 48 |          |
| C-6 | 気象の高解像度シミュレーション                                                                       | 三瓶 岳昭          | 49 |          |
| C-7 | 放射性原子核のシミュレーション技術<br>～星の進化から原子力エネルギーまで～                                               | 山上 雅之          | 50 |          |
| C-8 | 文化遺伝子（ミーム）の生成と伝播が駆動する進化ダイナミクスの探求                                                      | 橋本 康弘          | 51 |          |



教授 Saji Hameed

## 農作物の成長のための計算

## 概要

○この研究の目的は、コンピュータサイエンスと情報技術とを駆使して、自然環境との共存を意識しながら、快適な、そして便利な、かつ持続可能な社会を実現することです。その一環として私たちは最先端の計算技術を用いて福島県、特に会津地方の天候と気候を正確にシミュレーションし、予報することを試みます。

○これにより、悪天候により受ける被害を低く抑え、また、有利な気象条件を最大限に利用することが可能となるでしょう。情報技術を革新的に利用する方法を検討し、環境情報をより良く理解し、かつ最大限に利用出来る社会の実現を目指します。環境のモニタリングと管理のための安価でスマートな多機能なセンサーを開発することも私たちの計画に含まれています。

## 実用化の可能性

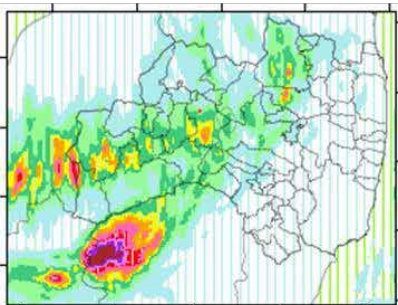
○人間の生活は気候と天候に大きく影響されます。私たちの研究は、地域社会に情報と予報を与えることにより、天候に影響されやすい活動を、その影響を低減させたり利用したりするのに役立つでしょう。センサーとセンサーネットワークは環境からの挑戦に立ち向かう重要な役割を果たします。のみならず、我々の貴重な自然資源を効果的に利用するのに役立ちます。

## UBICからのメッセージ

○ピンポイント天気予報、すなわち、会津地方の天気を50メートル間隔で予報する、これが本研究の目的の一つです。この畑のこの部分は遅霜の可能性がある、このような予報が可能となれば天候による農作物の被害は激減することでしょう。

## 研究概要図

## ピンポイント予報



## i-ウェザー



## センサー



# 人間のよう意思決定をするコンピュータ Human-Like Decision Making in Realtime Systems and Video Games

上級准教授 Maxim Mozgovoy



## 人間に匹敵するエージェントを目指す

### 概要

○エージェントと呼ばれるコンピュータプログラムで制御するプレイヤーが存在するゲームやシミュレーションがあります。例えば、ゲームの持ち主は対戦相手が身近にいないくても、エージェント（コンピュータ）と対戦することができます。

○現在のエージェントの問題点は、人間に比べて柔軟性が低く、意思決定のレベルが低いことです。我々の研究は、自由に振舞い、個性的なスタイルを持つエージェントを開発することです。例えば、ファイティングゲームでは独自の戦い方を持ち、人間に匹敵するエージェントの実現が望まれています。

○我々は、人間の専門家の意思決定や行動から、優れたスタイルや経験則を明らかにし、それをエージェントに覚えさせる方法を用いて、このようなエージェントを作りだそうとしています。

### 実用化の可能性

#### ○ゲームへの応用

例えば、自分がゲームで成長させた仮想チームと友人がゲームで成長させた仮想チームと対戦させることができます。

#### ○シミュレータへの応用

例えば、災害時の人間の行動パターンを解析し、災害現場を体験できる避難シミュレーションを作ることができます。

### UBICからのメッセージ

○チェス、将棋、囲碁ソフトなどで、皆さんがコンピュータ対戦しているのが、エージェントです。

○チェスでは、エージェントの方が人間のプロより強いというのは有名な話です。将棋では、エージェントはアマチュア3段、4段レベル、囲碁ではアマチュア3段レベルと、少しずつエージェントが強くなってきているようです。

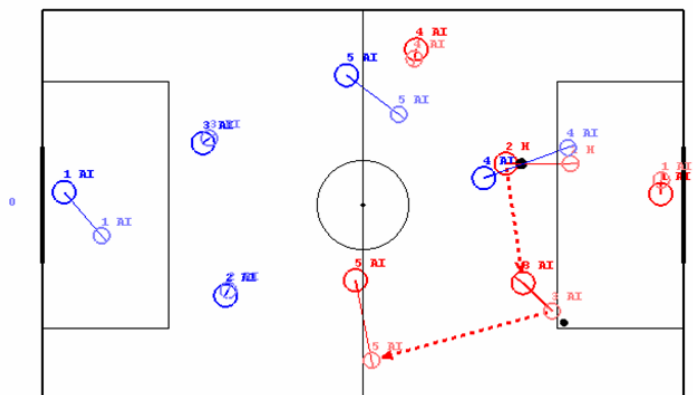
### 研究概要図

「サッカーの試合中におけるチームの行動解析」

行動解析の一例

「サイドプレイヤーがゴール目指して上がったときに、センタープレイヤーも追従する。」

Current action: (frame 294) Pl 2: Pass to 3 (pdeis, vs), Move Backward (mdes) (0:14) (14)



# 原子スケール有限要素法による破壊力学



准教授 西館 陽平

## 原子スケール構造解析の新たな道

### 概要

#### ○有限要素解析の原子構造力学での疑問点

有限要素法(FEM)は既に様々な構造の破壊条件の解析に応用され、大きな成功を収めている。FEMは連続体に対して適用される巨視的なモデル手法である一方、ナノスケールの半導体や金属材料では、原子が離散的であるため、適用できない。原子の挙動を計算し応力などの構造力学パラメータを求める方法として、現在は分子動力学法(MD)が主流であるが、系の解を求める計算には時間がかかり効率的ではない。

#### ○原子構造のための有限要素解析

そこで本研究では、原子スケール有限要素法(Atomic-FEM)と、Moving-Least-SquaresやKrigingなどの補間法を組み合わせ、原子スケールの有限要素解析を破壊力学に適用する。

現在までにGaAsなどの半導体複層構造に対して原子スケールで歪分布を求めると、厚さが数十ナノメートル以下になると急激に連続体と異なる結果が出ることがわかっている。

### 実用化の可能性

○原子スケール解析から歪を求めれば、エネルギー解放率などの破壊力学的パラメータを求めることが出来る。原子スケール特有の効果は材料によって違うことが予想されるため、開発するデバイスの材料と構造をモデリングして、致命的な条件を予測することが可能になる。

○例として100万原子からなる構造の数ミリ秒の挙動を調べるのに、MDでは時刻ごとの解を逐次計算するため、一般的なPCでは現実的でない程時間がかかるが、AFEMは一気に系の解を計算するため、1日で終わる。

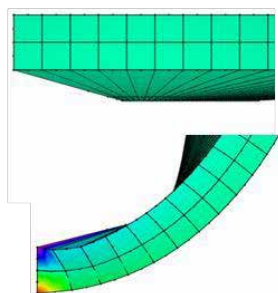
### UBICからのメッセージ

○破壊力学は破壊現象を定量的に取り扱う工学的手法の一つです。今までは原子レベルの破壊現象を解析する有効な構造解析手法に欠けていました。

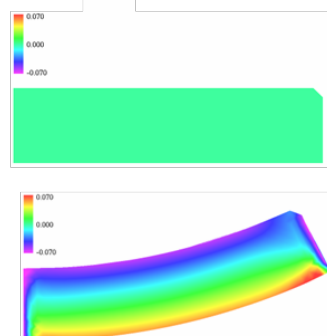
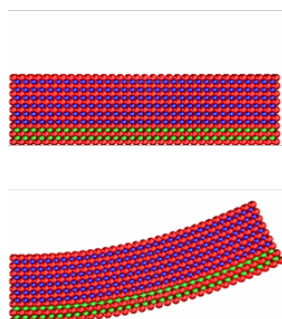
西館准教授は原子スケール有限要素法をベースとした方法でこれに挑戦しています。

### 研究概要図

FEM(連続体)による応力分布解析ではブロックの集まりで全体を表し、合成した結果から全体の応力を求める。



Atomic-FEM(原子モデル)による応力分布解析では、原子同士の相互作用を計算し、全体の応力を求める。



原子レベルの変形

応力分布の解析結果

GaAs-InAs複層構造の長手方向歪分布解析例



上級准教授 Maxim Ryzhii

## 電子デバイスの究極性能の追求

### 概要

#### ○グラフェントランジスタ

過去数十年におけるコンピュータのスピードの増加は注目すべきことであるが、それも終わりを迎えようとしている。一つの要因として、シリコン自体が物理的な限界に達していることが挙げられる。

しかし、最近になって、シリコンよりも高速に電子を流せる新しい素材、グラフェン (graphene) が発見された。グラフェンは単原子シートの中に配置されている炭素原子から成り立っている。これは、一般的な鉛筆の素材である黒鉛の構成要素でもある。

グラフェントランジスタは、今日のシリコントランジスタよりも100~1,000倍の速度で電子を走らせることが可能である。

この研究により開発されたコンピュータモデルとオリジナルのシミュレーションソフトは、FET、検知器、レーザーのような異なるグラフェンをベースとしたナノエレクトロニク装置の動作を調べるために利用される。

### 実用化の可能性

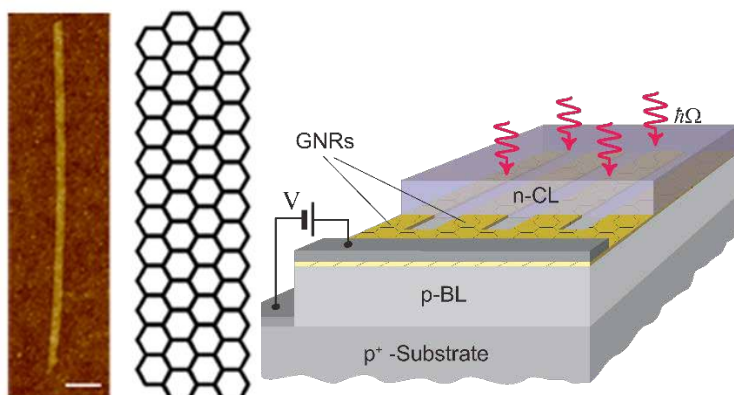
#### ○グラフェンを用いたナノエレクトロニク装置の動作解析

グラフェン装置を総合的に解析し、その結果を活用することにより、グラフェン装置の構造上の最適化やパラメーターの改善に繋げることが可能となり、最高の動作を実現することになる。

### UBICからのメッセージ

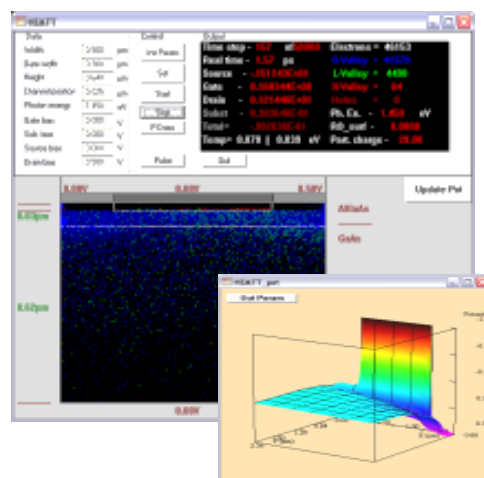
所望の特性を実現するために、どのような半導体材料で、どのような構造のデバイスを作れば良いかを、デバイス製造側に提示するためのシミュレーション技術です。このシミュレーションにより半導体デバイスの究極の特性を引き出すことができるのです。Ryzhii上級准教授は、グラフェンを用いることにより、現在使われているシリコンよりも100~1,000倍高速なデバイスを実現できると期待しています。

### 研究概要図



薄いリボン状の  
グラフィンとその構造

グラフェン  
ナノリボンPhotodetector



# 心臓伝導系と心電図の コンピュータモデル



上級准教授 Maxim Ryzhii

## 医療機器開発を目指した心臓のシミュレーションモデル

### 概要

○伝導系は電線のように機能し、洞房結節で生成された律動的な電気刺激を心房と心室に伝え、心臓が効率的に拍動できるようにします。現在、心臓伝導系のすべての機能部分を組み込んだモデルはありません。

○ 私たちは、非常に重要な部分である、2つの経路（遅い経路と速い経路）を持つ房室結節を含む心臓電気活動モデルを開発しました。私たちは、いわゆるブラックボックスである房室結節の正常および異常な状態における動作と、関連する不整脈のメカニズムを研究しています。

○このモデルにより、心房頻脈および心房細動中の心臓伝導系に關与するマクロレベルの非線形プロセスを研究できます。

○私たちと一緒にコンピューターシミュレーションを使用して心臓電気活動を研究することで、心臓の隠れたプロセスをより深く理解し、多くの興味深い発見をすることができます。

### 実用化の可能性

○ 不整脈の研究。心臓伝導系内部からの新しい視点。

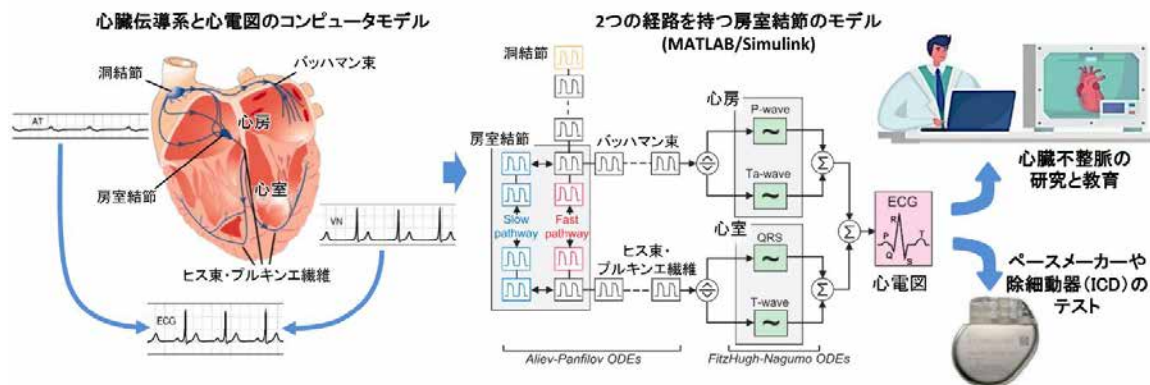
○ ペースメーカーやICDなどの心臓埋め込み型デバイス用閉ループシステムのハードウェアの開発。

○ 心臓の電氣的動作をよりよく理解するための教育目的。

### UBICからのメッセージ

本技術は心臓の複雑な電気信号の動きをモデル化し、シミュレーションにより解明するものです。このように心臓における電気の流れのメカニズムをソフトウェア的に明らかにすることにより、ペースメーカーや除細動器などのハードウェア開発をより効果的・効率的に進めることが可能となります。医療機器開発におけるソフトウェア技術の利活用として、今後発展が期待される分野です。

### 研究概要図





## 地域特性を反映したオーダーメイドのきめ細かい気象予測

## 概要

## ○ 背景

コンピュータを用いた数値予報の発達によって、天気予報の精度は近年かなり高くなってきました。しかし、会津のように周囲を山で囲まれた地域では、地形の影響を強く受けるため、場所による天候の違いも大きくなります。また、最近は晴れ・曇りといった天気だけでなく、日射量や風速など、より多様な気象情報に対するニーズが増えてきています。

## ○ 気象モデルによるシミュレーション

地形などの詳細な情報を反映した気象予測を行うため、1～5km程度の高解像度の気象モデルを使ったシミュレーションの研究を行っています。気象庁などが地球全体を中～低解像度で予測したデータを基に、福島県周辺を高解像度で計算し直すことで、きめ細かく多様な情報を作成することができます。また、このようなデータを観測値と比較・検証することで、より良い気象予測のためにどのような改善が必要なのかを探っていきます。

## 実用化の可能性

## ○ きめ細かい気象予測情報

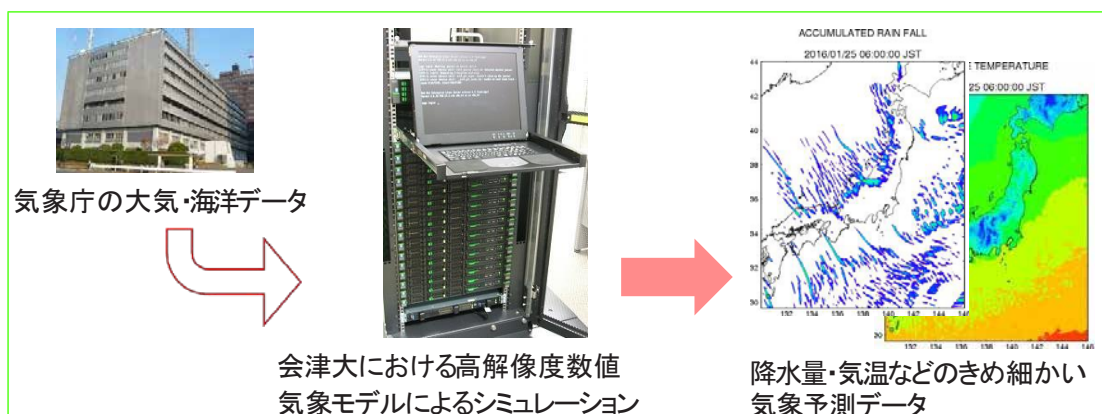
本技術はまだ研究段階ですが、高解像度気象モデルによって従来よりかなりきめ細かい気象予測データが作成されます。地域による細かい天候の違いや地形の影響の理解が進むことで、農業や交通機関等に有益な情報が得られるかもしれません。また、日射量など従来あまり一般的でなかった情報も作成できるため、太陽光・風力発電などにも役立つかもしれません。

## UBICからのメッセージ

近年では気象予測に対する要望も多様化し、局所的な気象変化をタイムリーに提供できるサービスの需要も高まっています。本技術はこのような要望に対応するため、局所地形の考慮、高い空間分解能、多様な気象関連情報に配慮した気象予測を実現します。

農業や太陽光発電はもとより、気象情報を必要とするビジネスには、交通インフラ、イベント開催時の判断など、様々な状況が考えられます。本技術はこれらの要望に応える1つの基盤技術として期待されます。

## 研究概要図



# 放射性原子核のシミュレーション技術 ～星の進化から原子力エネルギーまで～



上級准教授 山上 雅之

## 放射性物質を安全に活用するためのシミュレーション技術

### 概要

#### ○宇宙の“素材”

鉄や炭素などの元素は、宇宙のあらゆる物質の基本的な構成要素です。生物も元素の複雑な組合せにすぎません。

我々の研究は、「なぜ宇宙に約100種類もの元素があるのか?」、「工業的に元素の変換は可能か?」など、物質科学の根源的な謎の解明をめざしています。

#### ○放射性原子核を理解する

我々は星の輝きに注目しています。星は水素を燃料として輝き、燃料の“灰”にあたるのが我々の身の回りの元素です。

本研究では、星の燃焼でつくられる放射性原子核の情報を手掛りに、その数値モデル化を進めています。計算機シミュレーションを通して、実験の難しい放射性原子核の“生態”を解明しています。

### 実用化の可能性

#### ○核廃棄物の処理

原子炉は地上における元素の“るつぼ”です。炉内の多種多様な放射性物質の処理技術の開発には、安全・低コストなシミュレーション技術の活用が期待されます。

#### ○植物の品種改良

放射性原子核の研究が、植物の品種改良に新機軸をもたらすと期待されます。

塩害に強い稲やカラフルな桜などの実用化にむけた研究が進められています。

### UBICからのメッセージ

○遺伝子組み換え技術に依らず、放射性物質の研究が植物の品種改良に役立つとは考えても見なかったことです。放射性物質の処理技術が早く実用化されることを期待します。

### 研究概要図

放射性原子核  
の実験データ



数値モデル化@会津大  
・密度汎関数理論  
・計算機シミュレーション



産業への応用例



RIビームファクトリー  
@理化学研究所



核廃棄物処理

植物の品種改良

「耐塩性米」と「黄色い桜」@理化学研究所



# 文化遺伝子（ミーム）の生成と伝播が 駆動する進化ダイナミクスの探求

上級准教授 橋本 康弘



## データサイエンスによる社会現象の理解と活用を目指して

### 概要

インターネットやソーシャルメディアで広まる情報のパターンや影響を理解し、予測することを目指しています。特に以下の2つの観点から研究を進めています。

○ポピュラリティのメカニズムのモデル化：一部の情報やアイデア（ミーム）がなぜ広く人気を集めるのかを確率モデルを使って分析します。このモデルでは、「優先的選択」という仕組みを使い、注目されやすい情報がさらに多くの人に広がる現象を説明します。しかし、異なる情報同士が互いに影響を与える「共起」という現象や、その結果生まれる「クラスター」という同質集団の理解については、さらなる研究が必要です。

○実データに基づく実証分析：ソーシャルメディアから収集したデータを使って、どのような情報が拡散しやすいのかを実証的に分析します。この分析は、フェイクニュースの広まりや、意見の対立が社会的な分断を引き起こすメカニズムの理解にもつながります。

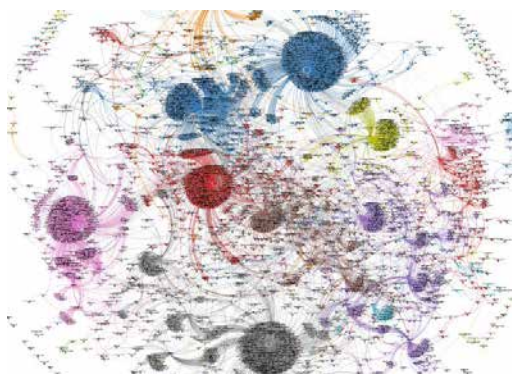
### 実用化の可能性

○社会の中でアイデアや情報が生み出されてそれが拡散していくポピュラリティのメカニズムを理解することで、広報やマーケティングの戦略を科学的に深化させるためのツールとなり得ます。また、ソーシャルメディアの分析を通じて、フェイクニュース対策や情報プラットフォームの社会的責任を果たすためのリスク管理にも貢献すると考えられます。

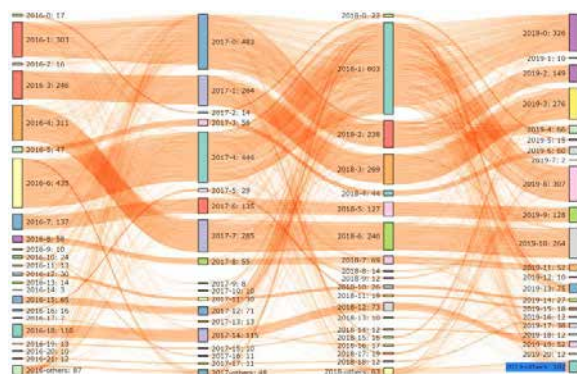
### UBICからのメッセージ

現代社会に流通する膨大な情報は、様々な分野で利用されるとともに我々の生活にも大きな影響を与えています。本研究は社会におけるデータ拡散や人々への受容の過程をデータサイエンスの観点から明らかにするものです。マーケティング分野や社会的合意形成などの場面において、今後益々データの果たす役割は大きくなることが予想されます。このようなデータの挙動を解明することにより、社会科学や行動科学の分野での活用も期待されます。

### 研究概要図



ソーシャルメディア上のミームの関係性が作る共起ネットワークとクラスター



ミームの関係性が作るクラスターの規模や種類の時間変化を追跡する可視化



# D. 信号処理

| No.  | テーマ名                                          | 氏名                | P  | 関連特許 |
|------|-----------------------------------------------|-------------------|----|------|
| D-1  | 「夢護」睡眠中の呼吸・心拍・体動の全自動計測と健康状態変化モニタリング           | 陳 文西              | 54 | 有    |
| D-2  | Smart Bath System 「快風®」(Part I)異常時自動排水による安全確保 | 陳 文西              | 55 | 有    |
| D-3  | Smart Bath System 「快風®」(Part II)入浴中の快適性評価     | 陳 文西              | 56 | 有    |
| D-4  | 「おんたま」睡眠中体温の全自動連続計測と 女性生理周期推定（排卵期と月経期）        | 陳 文西              | 57 | 有    |
| D-5  | 自己教師あり学習法による人間行動の高精度識別                        | 陳 文西              | 58 | 有    |
| D-6  | 心電図の時間周波数解析支援システム                             | 久田 泰広             | 59 |      |
| D-7  | アクティブ音源定位によるロボット位置同定<br>～音のみでロボットが自位置認識～      | 黄 捷               | 60 |      |
| D-8  | 音声言語技術                                        | Konstantin Markov | 61 |      |
| D-9  | ナビゲーションシステムにおける立体音響の利活用                       | Julián Villegas   | 62 | 有    |
| D-10 | 近超音波を用いた屋内定位システム                              | Julián Villegas   | 63 | 有    |
| D-11 | 音声信号処理プログラム及び音声信号 処理装置                        | Julián Villegas   | 64 | 有    |
| D-12 | プライバシー配慮型高齢者見守りセンサー技術                         | 趙 強福              | 65 | 有    |
| D-13 | E-Textile圧力センサーの活用<br>～より快適な人物動作解析・認識システム～    | 荊 雷               | 66 |      |
| D-14 | 圧力センサだけで、圧力分布と関節の角度を同時に検出する手法の提案              | 荊 雷               | 67 | 有    |
| D-15 | E-Textile面圧センサを校正する方法                         | 荊 雷               | 68 | 有    |

## 「夢護® (ゆめもり)」見守りシステム



教授 陳 文西

## 睡眠中のデータから日常の健康管理を実現

関連特許: 呼吸心拍監視装置 (特願2005-291717【特許第4863047号】)

## 概要

- 「夢護®」は、睡眠時の微弱圧力変化を自動的に計測し、先端AIアルゴリズムによる信号処理とデータ深度解析を行い、ユーザーニーズに合わせ、必要に応じて各種生体健康に関する情報を掘り出し、証拠に基づき、個人別にカスタマイズ可能なサービスを提供する。
- 高齢者：異常な活動や緊急事態を素早く検知し、必要に応じてアラートを発信することで、安全と安心の提供
- 健常者：生活習慣病を罹患するリスクの早期検知や長期健康状態の追跡
- 妊娠女性：妊娠中母子健康状態の変化と出産後の快復状況のモニタリング



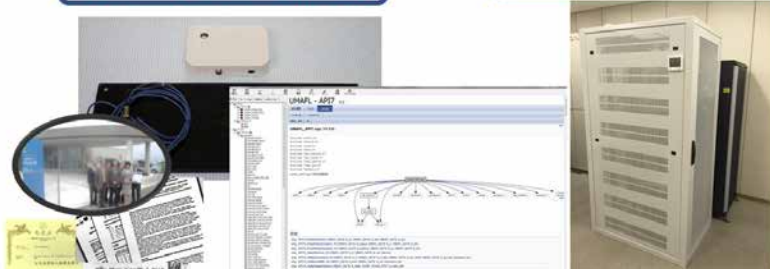
## 実用化の可能性

- ユーザ端末（ベッドサイドボックスとセンサボード）、信号処理とデータディープマイニングAPI、および大規模データウェアハウスなど3つの構成部分を開発した。
- 複数の老人ホーム施設と個人宅に10数年間に亘ってフィールドテストを行い、システム性能とユーザー価値を確認した。
- 20年以上の時を経て、複数の産学官連携プロジェクトを通じて、常にバージョンアップを行い、最新進化したV4は一層実用化に近くなった。

## UBICからのメッセージ

睡眠中の微弱圧力データから各種生体信号を分離・解析し、個人毎の健康状態モニタや早期の異常検知を実現するシステムです。長年にわたる膨大なデータの収集により、さまざまな用途に対する知見の蓄積と、システム実装がなされています。老若男女問わず、日常生活データを用いた健康管理システムとしての需要が期待されます。

## 研究概要図

① 顧客端末  
センサボードとベッドサイドボックス③ ユメモリサーバアレー  
“USA”(Umemory Server Array)② 信号処理とデータ解析アルゴリズムライブラリ  
“UMAFL”(API11-10、100個以上のAPI関数)

- ① 顧客端末
  - ✓ 全自動優れたユーザビリティ
  - ✓ メンテ不要、自動復旧等
- ② “UMAFL” APIライブラリ
  - ✓ 品質の低い信号と連続性の欠如データ対策
  - ✓ 多重時間スケールデータ深度解析
- ③ ユメモリサーバアレー
  - ✓ 異なる顧客群に応じてサービスプランカスタマイズ可能
  - ✓ 顧客価値と運営収益のデータドリブンビジネスの仕組みを構築可能

# Smart Bath System 「快風®」 (Part 1) 異常時自動排水による安全確保



教授 陳 文西

## 異常心拍の早期検出による入浴中の事故防止

関連特許: 浴槽式心電モニタリングシステム、これを用いる入浴中心電モニタ方法、最適入浴条件設定方法及び、  
入浴中心電モニタ方法を実行する制御プログラム(特願2016-227628[特許第6785500号])

入浴者見守りシステム(特願2022-016161[特許第7126230号])、心拍分類装置及び入浴者見守りシステム(特願2022-125488[特許第7162232号])

### 概要

- ✓ スマートバスシステムは、非接触型電極を採用して入浴中の心電信号と浴室環境条件を連続的に計測し、深層学習モデルを利用して異常や不整脈をリアルタイムに検出する。
- ✓ 心電信号の各心拍を自動的に分割し、拍毎に正常か異常かを(不整脈や期外収縮などのエピソード)リアルタイムに分類する。
- ✓ 緊急事態が発生した場合、例えば不整脈が連続して検出されたらワイヤレスの自動プラグ排水機構が作動し、浴槽水が自動的に排水されると同時に緊急警報も出され、入浴者の安全を確保する。

※本研究は、株式会社情報システムエンジニアリング (ISE) との共同研究の成果に基づくものです。

### 実用化の可能性

- ✓ すべての機能がリアルタイム環境に統合されてプロトタイプV1として実装に成功した。
- ✓ プロトタイプV2は、V1より機能とパフォーマンスが向上している。
- ✓ フィールドテストを実施し実用性を検証する。

### 研究概要図

1. 入浴中の心電信号を自動的に検出・分類し、拍毎の正常か異常かの(不整脈エピソードなど)検出確率を示す。
2. 危険または重大な状況が検出されると、緊急警報を作動し強制的に浴槽水栓を抜き、自動的に排水し安全を確保する。

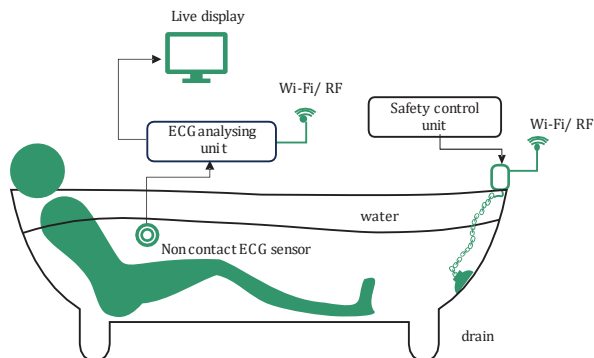


図1. スマートバスシステム構成の概念図

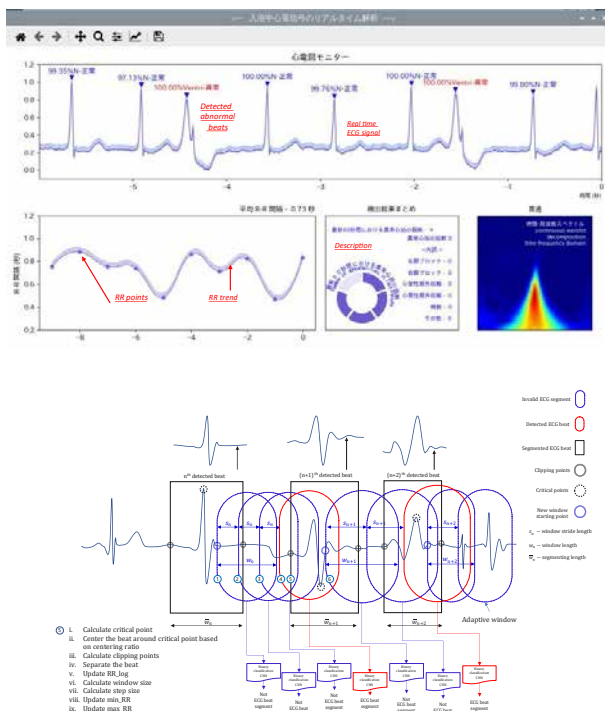


図3. 心拍分割のリアルタイム自動アルゴリズム

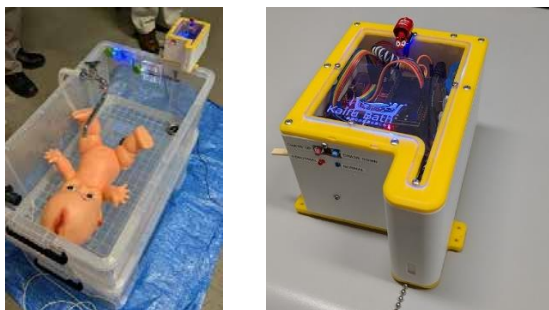


図4. 左図はスマートバスシステムのプロトタイプ、右図はリアルタイム処理ユニットを示す。

### UBICからのメッセージ

近年とくに高齢者を中心とした入浴中での事故が増えています。本技術は入浴中における心電信号を常時モニタすることにより、突発的な身体上の異常を早期に検出し、事故を未然に防止するものです。システム的には浴槽に後付けで取付け可能ですので、高齢者施設や一人暮らし宅を中心に利用が期待されます。

# Smart Bath System「快風<sup>®</sup>」(Part II) 入浴中の快適性評価



教授 陳 文西

## 日常データからパーソナライズされた快適な入浴環境を実現

関連特許：快適性評価装置及び入浴者見守りシステム(特願2024-054010)

### 概要

- ✓ 入浴中の主観的なフィードバック、リアルタイムに計測した生体信号と環境データを組み合わせ、訓練されたディープニューラルネットワークに入力し、30秒毎にユーザの入浴快適性を評価する。
- ✓ 入浴中の心電信号を計測し、心拍変動(HRV)解析を行い、HRVパラメータと環境データを用いて入浴快適性の客観的な尺度を計算する。
- ✓ 入浴者の入浴快適性体験に基づき、入浴快適性の主観的な尺度を計算し、客観的な尺度と共に、総合的に入浴快適性を推定する。
- ✓ 長期に亘って入浴中の心電信号を収集して、健康状態の変化と潜在的なリスクを予測するビッグデータ分析も可能になる。

※本研究は、株式会社情報システムエンジニアリング (ISE) との共同研究の成果に基づくものです。

### 実用化の可能性

- ✓ 深層学習モデル、リアルタイムデータ処理アルゴリズムを含んだすべての機能をシングルボードコンピュータに実装し、プロトタイプ試作に成功した。
- ✓ 7年以上に亘って収集した入浴中の心電信号と様々な入浴環境データセットを使用し、30秒毎に入浴中の快適性曲線のライブ表示を含んだすべての機能を検証し、実用化に近づいた。

### 研究概要図

- ✓ 非接触信号計測センサー：バイタルサインと各種環境データを連続的にモニタリングする。
- ✓ 入浴者の入浴快適性評価：リアルタイムに心電信号を計測し、学習済み深層ニューラルネットワークモデルを用い、主観的な感覚と客観的な尺度を融合して、総合的な快適性を推定し30秒毎に変化傾向をライブに表示する。
- ✓ 心拍変動(HRV)パラメータ：HRVパラメータに基づいて客観的な快適性推定値を計算する。
- ✓ 健康リスクの予測：潜在的な健康リスクを予測するために、長期に亘ってHRVパラメータ変化や入浴快適性傾向を記録・分析する(実装予定)。

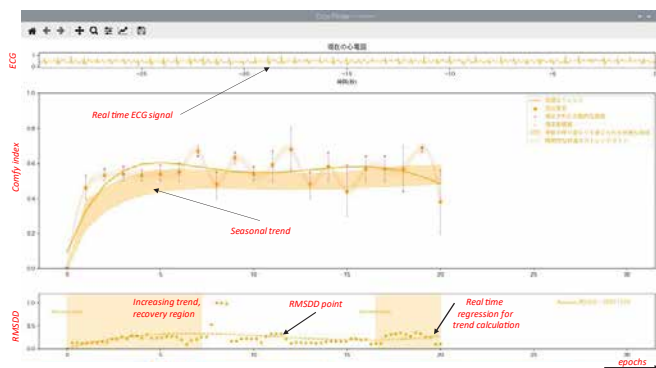
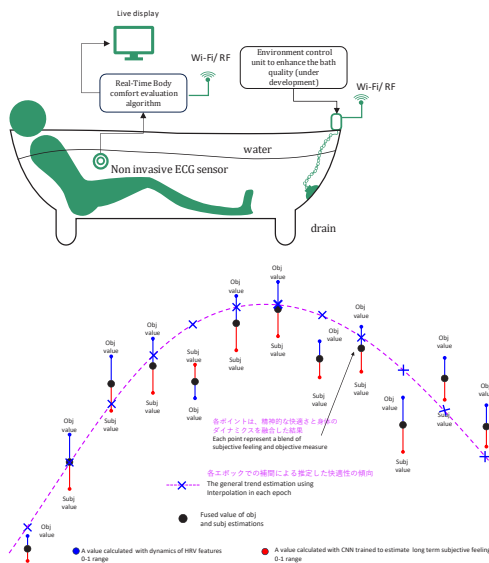


図1. 入浴快適性推定ユニット(上)、主・客観要素を考慮した推定アルゴリズム(中)、入浴中快適性曲線(下)

### UBICからのメッセージ

入浴中の快適度は、それぞれの個人によって、また周囲の環境によっても異なります。本技術は、入浴中の生体信号や環境データをもとに求めた客観的な快適度と、体験に基づく主観的な快適度を総合的に評価することで、快適な入浴環境を提供するものです。日々の日常生活から収集されたデータを用いることで、パーソナライズされた最適な入浴環境の実現が可能になるとともに、長期的な健康状況のモニタにも役立てることができそうです。

# 「おんたま」睡眠中体温の全自動連続計測と女性生理周期推定（排卵期と月経期）



教授 陳 文西

## 気楽に楽しく生体リズムに合わせて最適なライフスタイルと生活環境づくり

関連特許：月経周期推定装置および月経周期推定方法（特願2007-114211【特許第5099751号】）

### 概要

- 着床前、腹部皮膚に直接又は下着を介してウェアラブル体温計（体表体温計、深部体温計）を密着する。（下図左）
- 睡眠中、定期的に体温データを自動的に計測する。起床後、(a) 体温データをエンコードしたQRコードを、(b) 携帯電話カメラで撮影し、(c) デコードして、データベースサーバに送信する。（下図中）
- 長期に渡って収集したデータを解析し、隠れマルコフモデルで学習させ、個人別の最適条件で、生理周期の高低温2相性を推定し、排卵期と月経期を推定する。
- 下図右は、6ヵ月に渡って、基礎体温計（BBT）、体表体温計（SBT）と深部体温計（CBT）によるそれぞれの計測データ、および生理周期の高低温2相性の自動推定結果を示す。実際に記録した月経期（\*）、排卵期（●）と比較して、自動推定結果を評価する。
- 14～46歳の30人のボランティアから収集した190回の生理周期データ（月経期のみ）を用いて検証した結果、感度91.8%、正確度96.6%、また誤差範囲0、±1、±2日に収まる確率はそれぞれ、71.6%、82.2%、95.3%である。

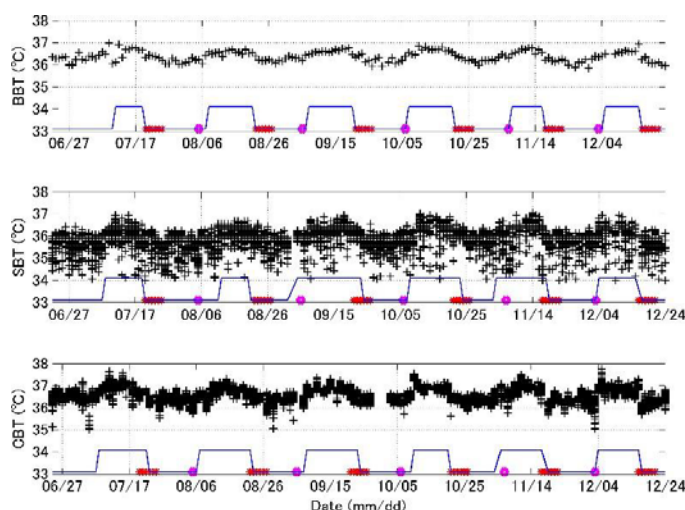
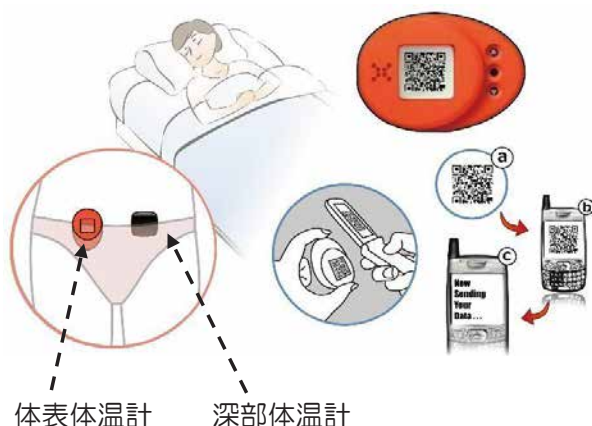
### 実用化の可能性

- 環境パラメータの同時計測、充電回数の低減、生活防水の対策などを行う。
- 長期に亘って収集したデータを用い、推定モデルの個人別最適化アルゴリズムを開発し、解析精度の更なる向上を目指す。
- 個人別の生理周期に基づいて、生活環境や生育計画など健康管理応用への実証実験を展開し、適用性の一層の拡大を図る。
- 夜間だけでなく昼間の体温計測も行い、女性だけでなく、男性のバイオリズムも視野にいて開発を進める。

### UBICからのメッセージ

本技術は着床時の体表体温と深部体温のデータを自動測定・収集し、そこから生理周期を検出するアルゴリズムに特徴があります。またウェアラブルセンサを用いるため、ほとんど負担なくデータ収集を継続することが可能です。収集した長期のデータからは、単に生理周期だけではなく、個人毎の特徴も抽出できるため、まさにパーソナル健康管理の基礎データとなります。家庭内において簡易的に生体リズムを検知できる技術として普及が期待されます。

### 研究概要図



# 自己教師あり学習法による 人間行動の高精度識別



教授 陳 文西

## 大量かつ多様なデータを用いた行動パターンの自動識別

関連特許: 学習プログラム、情報処理装置及び学習方法 (特願2024-057141)

### 概要

- 自己教師あり学習法を用いて、さまざまなシナリオの分類を可能にする。
- まず、少量のラベル付きデータを使用して複数の子モデルを予備訓練し、自己ラベリングメカニズムおよび特別なロス関数を組み込んだ新しいモデルを構築する。
- 次に、大量のラベル無しデータを使用して新しいモデルをさらに訓練する。
- 子モデルの方法はデータ種類の制限がなく、データ種類を拡張してマルチモダリティを実現することが可能である。
- 自己ラベリングメカニズムを組み込んだため、実際の使用時にもデータを蓄積しながら、訓練されたモデルを更に自動進化・ファインチューニングすることが可能となり、精度の向上に寄与する。
- 対象ユーザーや応用場面を限定せず、広範囲な用途に対応できる。
- 例えば、直交三軸の加速度信号、生体信号などを入力信号として、人間行動の高精度識別を可能にする。

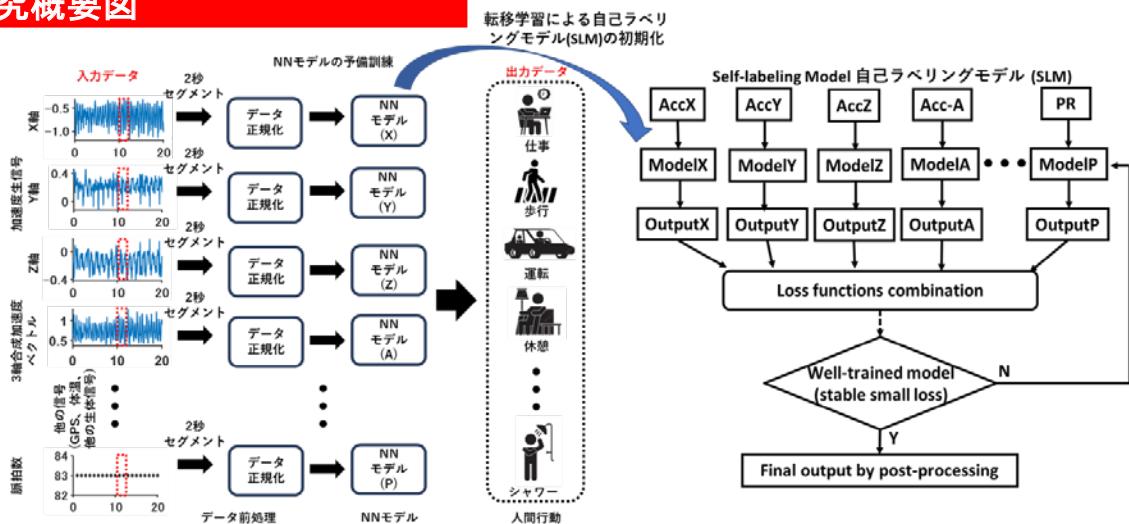
### 実用化の可能性

- 本方法は、人間の日常行動で収集された複数センサからのデータ（3軸加速度、脈拍数、体温など）を使用して、約10種類の人間行動を高精度に識別できることを検証した。
- 少量データのラベリングのみだけで、さらに自己教師あり学習法により、分類タスクを高精度に成し遂げることは、人間行動の識別だけでなく、様々なシナリオへの応用も可能となり、例えば、健康状態、運動パターン、不審な行動、アスリート動作等。

### UBICからのメッセージ

本技術は自己教師あり学習と子モデルの手法を用いることで、大量かつ多様なデータによるパターン分類を可能とした点に特徴があります。具体的に生体信号を使った実証では、人間の行動パターンを高い精度で識別・分類することに成功しています。ウェアラブルセンサの普及も進んでいる現在、日常生活において収集された膨大なデータと本技術を組み合わせることで、生活の質の向上に向けたさまざまな製品の開発が期待されます。

### 研究概要図





准教授 久田 泰広

## 心電図から埋もれた情報を拾い出す

## 概要

○心臓疾患において、心電図は重要な診断手段の1つに挙げられている。しかしながら、心電図には危機的な所見がないにもかかわらず突然死を起こす例があり、そのような場合潜在的な不整脈を持つと考えられている。この潜在的な不整脈は伝導障害によるものと考えられ、心臓拍動中のQRS波付近に埋もれていることが指摘されている。このようにQRS波付近に埋もれている微小電位の解析を可能にする方法として、時間-周波数解析法の1つとしてウェーブレット変換があげられる。

○本システムでは、多チャンネル心電波形から、加算平均心電図の電位分布、またウェーブレット変換による微小高周波電位分布や電位の発生・消滅の過程をアニメーションで表現できる。これにより、電位変化を空間的・時間的に捉えることが可能となっている。また、1拍毎のウェーブレット変換後の特徴パラメータの変動情報から、異常部位の絞込みの可能性について検討している。

## 実用化の可能性

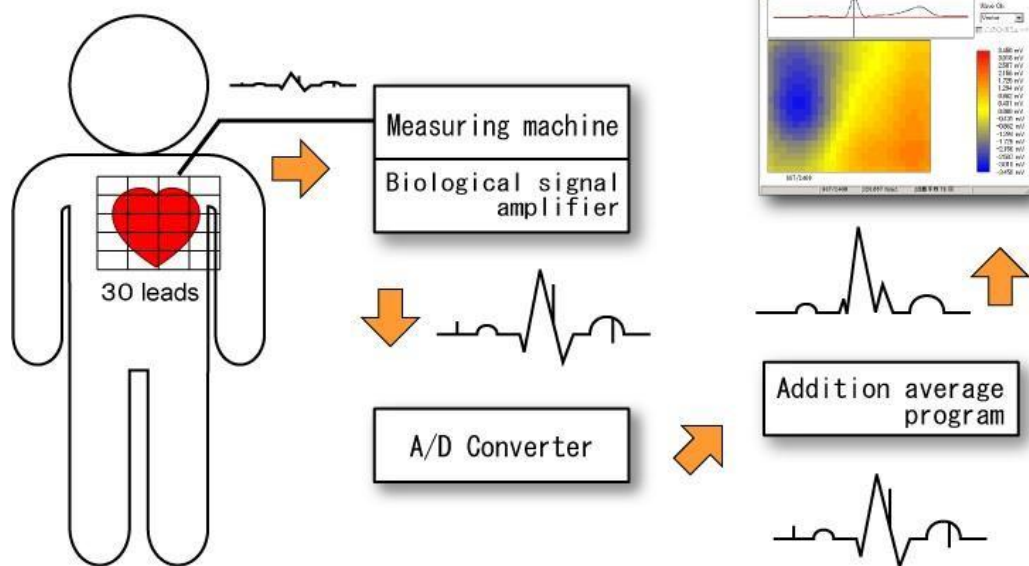
○異常があるのか。そして、それはどの辺か？ということ調べるための医療診断研究のためのツールです。

○実現には、まだまだ多くの事例から解析、評価が必要です。

## UBICからのメッセージ

○ウェーブレット変換とは複数の信号が混ざった中から希望する信号を抽出する技術です。ここでは心電図波形のQRSと呼ばれる部分に埋もれている不整脈に起因する波形をウェーブレット変換技術により抽出しようとしています。実用化のためにはデータの蓄積が必要ですが、実用化されれば従来見逃されていた心臓の異常を見つけ出すことが出来るようになります。

## 研究概要図



# アクティブ音源定位によるロボット位置同定 ～音のみでロボットが自位置認識～



上級准教授 黄 捷

暗闇でも活躍！音があればどこでも位置認識！！

## 概要

### ○音認識の必要性

これまでのロボットは主に明るい所での作業がほとんどであり、暗闇等の状況では音を頼りに行動するしかなかった。しかし、このロボットは暗闇でも行動できる。

### ○認識までの流れ

4つのスピーカー（音源）を部屋の4隅に配置し、中央にマイク2つを装着したロボットを配置する。音源が音を出したら、2つのスピーカーの方位角の差からマイクと結んだ円を計算する。2回目の測定でロボットの頭の向きを変える（もう1つの円の形成）。これらの2つの円の交点がロボットの位置であると認識させる。

### ○3回の計測でより正確な位置認識

このシステムでは1つの音源に対して最低2回の計測で方位角を認識できるが、3回計測することにより誤差を最小限に抑えることができる（角度：1.8度、距離7cm）。

## 実用化の可能性

### ○ホームセキュリティ

音に反応するので、ホームセキュリティとしての利用が考えられる。経費も安価で抑えることができる。

### ○自主性

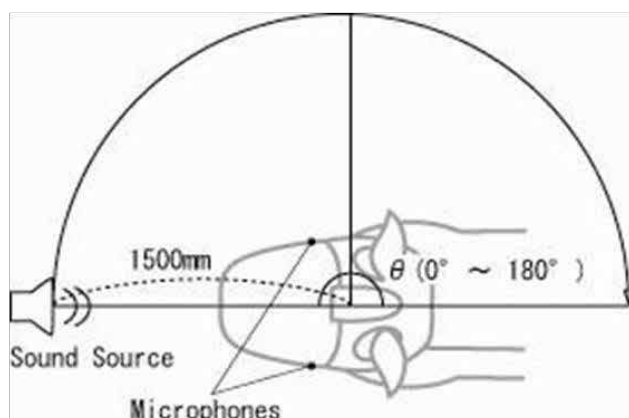
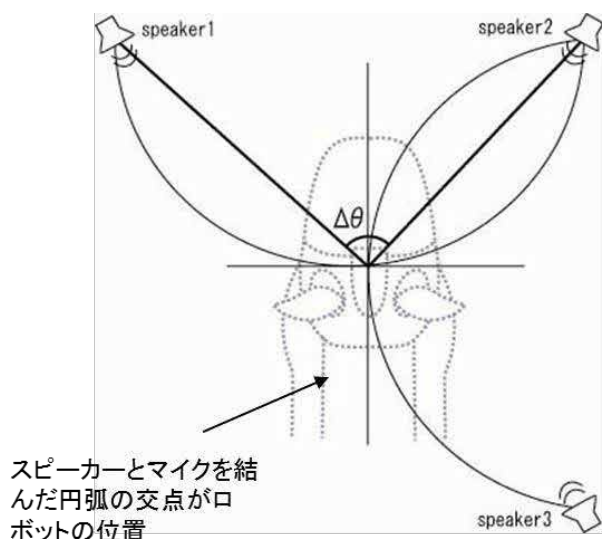
位置を正確に認識できるので、より自主性を持つロボットとして、さまざまな分野での利用が考えられる。

## UBICからのメッセージ

○従来の位置認識ではGPS、画像認識、ネットワークセンサによる方式が使用されていますが、開発、実用化に向けたコストは高くなります。しかし、音響による本方式はかなりコストが安く抑えられます。

○画像認識できない暗闇や、電波障害が生ずる場所で音響による位置認識は従来の方法を高度化する新しい領域です。

## 研究概要図



マイクを頭の左側と右側にセットする



## 人間と機械との会話を目指す！

## 概要

○音声言語技術の発展により、我々はマウスやキーボードなどの入力装置を使わずに、コンピュータを操作できるようになりました。例えば、カーナビゲーションシステムは、ドライバーが発声した目的地を認識し、ドライバーを目的地まで案内します。

○音声言語技術として昔から音声認識と音声合成技術が研究されています。音声認識は、人間の音声の発声内容を機械に認識させ、それをテキストに変換する技術です。音声合成は、機械がテキストから音声を出力する技術です。機械は、ユーザの音声を音声認識でテキストを作成し、作成されたテキストを他の言語に翻訳やインターネットで検索などのテキスト処理を行い、その結果を音声合成し、ユーザに伝えます。

○我々の研究は、現在の音声技術の質を高めるアルゴリズム開発及び評価を行い、人間と機械が自然に会話できるアプリケーションを開発するものです。

## 実用化の可能性

○音声言語技術の用途のいくつかはすでに実現できています。例えば、電話案内システム、自動コールセンター、チケット予約システム、インフォメーションセンター、口述筆記ソフトウェア等はすでに実用化されています。

しかしながら、音声言語技術を用いたデバイスやサービスなどの用途はまだありません。例えば、医療システムやヘルスケアシステムへの応用は、まだ実用化できていません。音声言語技術には、未知の可能性を秘めていると思います。

## UBICからのメッセージ

○音声言語技術は、未知の可能性を秘めており、今後の実用化が期待されます。近い将来、我々の生活を便利にしてくれる音声技術を用いた新しいデバイスやサービスが生まれるかもしれません。

## 研究概要図



# ナビゲーションシステムにおける 立体音響の利活用

上級准教授 Julián Villegas



## 音によって空間や視覚情報を把握する！

関連発明: スピーカから再生される音の定位化方法、及びこれに用いる音像定位化装置(特願2016-063390【特許第6770698号】)

### 概要

#### ○ 技術の背景

人間の知覚のうち、視覚が占める割合は非常に高いと言われています。これに対して、視覚の果たす役割を聴覚によって代替する研究が行われています。

#### ○ 技術の概要

モバイルコンピュータの普及が進み続けている中で、利用者は小さな画面(例えばスマホ)を見続けることが多くなり、自分の周囲に気を配ることが一層難しくなっています。そのため、“歩きスマホ”のような事故も頻繁に起きています。

このような視覚に頼る状況を軽減するために、視覚と同様の情報を立体音響によって同時に与える方法があります。さらに可能であれば、視覚情報を全く切り離し、聴覚情報のみを使う方法も考えられます。

上記の目的を達成するため、多くの研究が行われていますが、課題もあります。例えば、仮想音像は通常、聞き手の頭の中に表現されるもので、距離感を伝えることが困難と言われています。

このような仮想音像をリアルタイムで表現するための改善策について、現在研究を進めています。

### 実用化の可能性

このような仮想音像のリアルタイムシステムは、カーナビゲーション、地理情報システム(GIS)、ニュースフィードリーダー、ゲームなどに実装可能です。

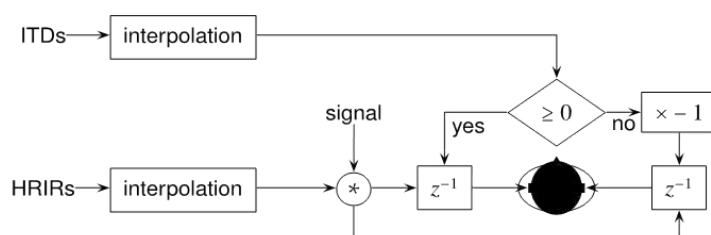
この技術は主にヘッドホン再生システムでの利用を想定していますが、ある場合には、スピーカー再生システムへの適用にも幅を広げることができます。

またリアルタイムの制約が緩和されれば、同じ技術を音楽やビデオの音声などの、静的コンテンツにも適用することができます。

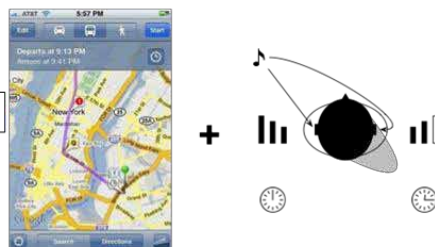
### UBICからのメッセージ

本技術は、視覚優位の人間の知覚認識に対して、聴覚情報の有効活用を図る試みです。未だ研究段階の要素もありますが、聴覚情報によって視覚情報を補う技術には、さまざまな応用が考えられます。例えば最新発展が著しいウェアラブルデバイスへの適用などもその1つです。“歩きスマホ”による事故防止などへの応用に留まらず、聴覚による新しい知覚認識の世界の開拓につながる可能性も秘めています。

### 研究概要図



Signal and control flow diagram of the application



Application example

所与の仮想位置に対して、最大4つまでの頭部インパルス応答(HRIR)、およびそれらに対応する両耳間での時間差(ITDS)を補間用に入力する。その後、モノラル信号が補間されたHRIRと畳み込まれる。反対側のチャンネルの出力は、補間されたITDに応じて遅延が施される。ITDSは(本研究では)右耳側を基準とするので、それらの符号はどのチャンネルが遅延したのかを決定するために使用されている(例えば、プラスのITDSは左チャンネルを遅らせる)。

## 近超音波を用いた屋内定位システム

上級准教授 Julián Villegas



## 人が聴くことができない超音波信号で位置を特定する

関連発明: 屋内位置特定システム、携帯端末及びコンピュータプログラム(特願2017-162242【特許第6971467号】)

## 概要

○一般的なPA（パブリックアドレス）スピーカーは周波数19kHz以上で再生することができます。また一般的なマイク（携帯端末に搭載されているもの）は22kHz以下の周波数を取得することができます。一方で人間は18kHzを超える周波数は感じづらいです。本技術では、人間とスピーカー/マイクの間にある周波数感度のずれを利用して、PAシステムの動作を妨げず、スピーカーの聞き取りづらい周波数範囲でIDを暗号化して発信します。これを用いて、ナビゲーションシステムの構築を行います。

○このシステムは一般的なPAスピーカーとマイクを使用します。超音波は壁を貫通することができないため、特定の場所だけで伝搬され、外に漏れる心配もありません。方式としては、ユーザーと参照ビーコンとの間でのTOF（Time of Flight：距離計測技法）は用いず、スピーカーのIDと受信能力（この場合は音量）の差を利用します。そのため本システムはユーザーの特定を行うこともなく、携帯端末を使って直接ナビゲーションを行うことができます。

## 実用化の可能性

○屋内ナビゲーションシステムの対象として以下のようなものが考えられます。

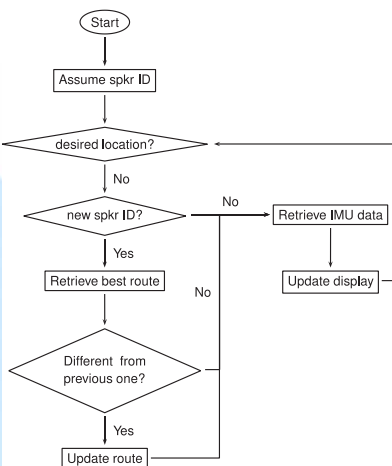
- ・施設への訪問者
- ・救急や消防活動などの緊急時
- ・アシスタントロボット
- ・ドローンデリバリーシステム
- ・屋内ジオタギングマーケティング

とりわけ病院など、電磁波の送信が推奨されていない場所で役に立ちます。

## UBICからのメッセージ

本技術は、人間の可聴範囲を超えた近超音波帯にIDを暗号化して埋め込むことにより、携帯端末等で受信した位置の特定を行うものです。一般的なPAスピーカーシステムが装備されている屋内で簡単に実装できること、また電波を使わないために、電子機器との干渉も起きないなどのメリットがあります。携帯端末上でのナビゲーションソフトと組み合わせることにより、様々な応用事例が考えられる技術です。

## 研究概要図



音声信号処理プログラム及び音声信号  
処理装置

上級准教授 Julián Villegas

## ノイズ環境下で音量を上げなくても聴こえやすく！

関連発明：音声信号処理プログラム及び音声信号処理装置(特願2023-048058)

## 概要

○ノイズが存在すると、PAシステムで言われたことを聞き取りにくくなります。これはしばしばメッセージの音量を上げることで解決されますが、音量を上げることは有害です。私たちは、音量を上げずに可聴性を向上させる方法を見つけました。これは現在の方法よりも速く、優れた方法です。この方法は時間領域のみで機能し、線形および非線形歪みを適用することでスピーチの可聴性を向上させます。歪みの量は、ノイズの種類やレベルに応じて変えることができます。

○主観的実験により、提案された方法で処理された単語の正しい認識確率は、 $-9$  dB SNRで提示された場合、カフェテリアノイズおよびスピーチシェイプノイズ(SSN)の結果を平均して、通常の音声よりも18倍以上高いことが確認されました。また、提案された方法は、カフェテリアノイズでは正しい単語認識を約16倍もたらし可能性があり、スピーチシェイプノイズではその半分の数値となりました。これらは、SNR(信号対雑音比)が $-9$  dBから $-3$  dBの範囲で平均されました。

## 実用化の可能性

○カフェテリア、駅、車両(車、列車、飛行機)などのための公共アナウンス(PA)システム。

この機能はテレビのモード機能として組み込むことができ、騒がしい環境でもテレビ視聴者がプログラムを楽しむことができます。

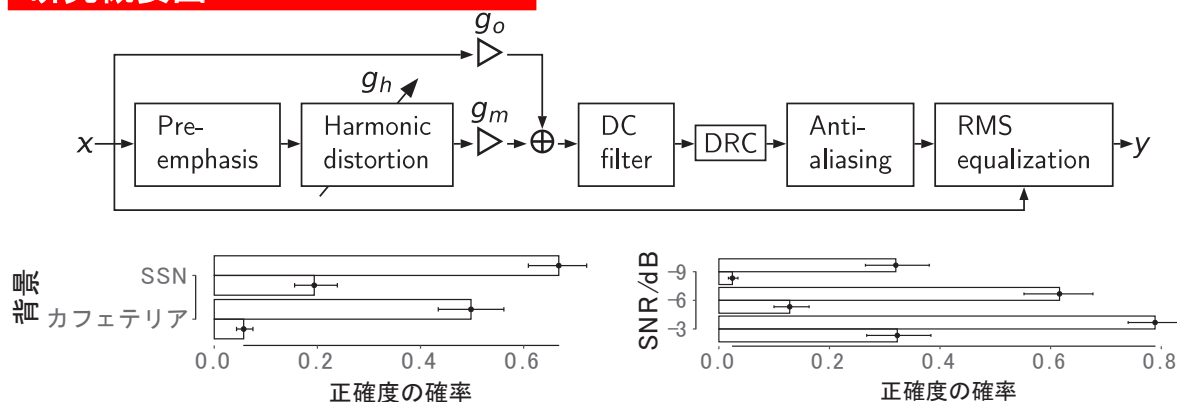
また、携帯電話のスピーカー使用時にも追加することができます。

○特許番号2023-048058

## UBICからのメッセージ

スピーカーから発する音声を、ノイズの多い環境下でも聞こえやすくするために特定の音声波形を元々の音声に加えるという音響技術です。ノイズの多い環境下だけでなく、音量を大きくすることが難しいノイズ環境下でも可聴性をあげることが可能で、家電や公共アナウンス、電話などの通信機器での可聴性向上への利活用が期待できます。

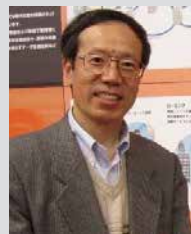
## 研究概要図



□ 通常の音声    ● 処理された音声

# プライバシー配慮型 高齢者見守りセンサー技術

教授 趙 強福



## 見守りにもプライバシーの配慮を

関連発明: モーションセンサを搭載したセンサ装置及び位置推定方法(特願2019-060649【特許第7014439号】)  
位置検知システム及びセンサ取り付け方法(特願2023-010098)  
位置推定システム及び位置推定方法(特願2023-132333)

### 概要

○一人暮らしの高齢者を守るために、様々な見守りシステムが開発され、運用されている。しかし、状況把握とプライバシー保護の両立は課題としてまだ残されている。

○この課題を解決するために、われわれは、複数の人感センサーを組み合わせ、小型センサーユニットを構成する方法とセンサーユニットのデータから2次元位置情報を算出する方法を提案した。

○提案技術の適用により、介護施設の利用者や独居高齢者の位置や動静情報が得られるため、異常行動は発見されやすくなり、見守り提供者の負担を減らし、作業効率の向上が期待される。

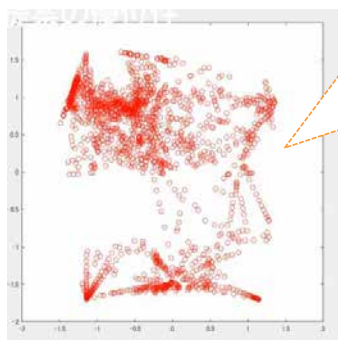
### 実用化の可能性

○センサーユニットのハードウェアとデータ通信ソフトウェアは開発済み。これから、多数利用者を想定し、大量のデータを実時間で処理・通信できる技術と、異常行動の定義・分類・検出するための技術などを関連企業と共同で開発したい。

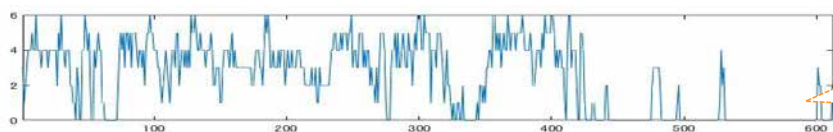
### UBICからのメッセージ

赤外線式のモーションセンサを組み合わせ、設置した部屋内のヒトの動きを2次元位置情報として検出し、見守りセンサーとして部屋内での活動状況や移動経路などを推察することが可能です。一方で、カメラによる見守りシステムとは違い、見守り対象者のプライバシーにも配慮ができ、遠隔地からの見守りに関連した分野への利活用が期待できます。

### 研究概要図



- このデータから、ユーザの動線、良くいる場所、その場所にいた時間などを求めることができる。
- 各場所の本来の「意味」(ベッド、玄関、窓際など)に合わせて、正常(睡眠)か異常(窓から飛び出し)の判断ができる。
- 動線のパターンからも、徘徊や体の異常などを推測できる。



従来技術は1次元の強弱データしか得られない。

# E-Textile圧力センサーの活用 ～より快適な人物動作解析・認識システム～



上級准教授 荊 雷

## 安価かつ実用な動作解析手法

### 概要

○主流の人体動作認識システムには、カメラを用いたコンピュータビジョン、Wi-FiやRF信号を利用したシステム、音響システムなどがある。これらのシステムは、それぞれの用途や精度要件に応じて選ばれる。センサーベースのシステムの利点は、使いやすさ、追加機器が不要、低コスト・低消費電力などが挙げられ、かつ高精度を達成できるため、使いやすいと言える。

○より快適な人物動作解析・認識システム開発の課題と解決法：

▶フレキシブル圧力センサーの作成：圧電材料と導電繊維を利用して圧力センサーを内蔵した織物を作成すること。

▶コントローラー関連の開発：持ち歩きし安いデータ収集や転送機能を備えた自己完結型のコントローラーを作成すること。

▶圧力データの活用：収集された異なる部位の圧力データは、異なるアプリケーションシナリオに利用できる。例えば、手の圧力データは手話認識に、足の圧力データは歩行検出や転倒検出などに使用する。さらに、圧力データは他のセンサーのデータと併用することで、より良い効果を得ることができる。

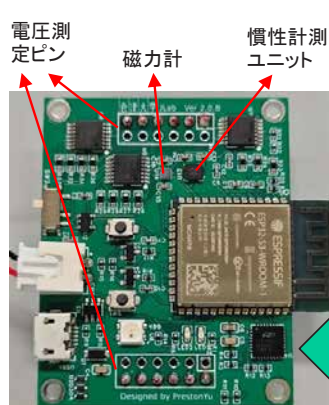
### 実用化の可能性

○荊研究室が開発したE-Textile圧力センサは、果樹園での桃の収穫動作分析から、工場内での手作業のデジタル化、転倒リスク評価、微小な体動の自動検出に至るまで、異分野の専門家とともに、実用化に向けた探索を活発に行っている。

### UBICからのメッセージ

ヒトの動作は神経・筋肉・関節などが複雑に絡み合って成立するものです。そのため、安全対策や動作の最適化、動作のコーチングなど多くの場面でヒトの動きを可視化して客観的なデータとしていくことが重要となります。本技術は、圧力を利用してヒトの動作の解析や認識をする技術です。人間が動作するあらゆる場面での動作解析が可能とすることができ、幅広い分野での利活用が期待できます。

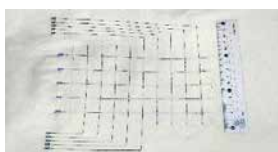
### 研究概要図



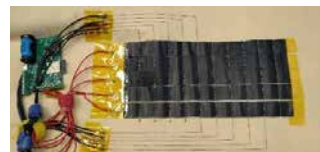
圧力センサとコントローラーの実物図(手袋の例)



圧力センサとコントローラーの実物図(足圧センサの例)



カバー表の面



カバー裏の面及びコントローラ

頭の動きを検出する枕カバーの例

# 圧力センサだけで、圧力分布と関節の角度を同時に検出する手法の提案



上級准教授 荊 雷

## 日常や仕事の現場で利用可能な手の動きをデータ化するツール

関連発明: 関節角度推定プログラム、情報処理装置、関節角度推定方法及び関節角度推定システム(特願2022-182875)

### 概要

○ 既存のデータグローブには、かさばって分厚く、長時間の使用で違和感が大きいことや、精度が低くコストが高いことなどの問題点が挙げられる。その原因の一つには、掌の圧力検知と手の動き検知に異なる種類のセンサを使用しているため、データグローブの構造が複雑化していることにある。

○ 目的は、柔軟で快適な触覚センサーのみを使用して、手の力と姿勢を同時に記録・可視化する装置および方法を提案する。

○ 提案に含まれた技術要点は

- 力と姿勢の同時検出するため、センサの設置場所を最適化する。
- 関節センサの圧力から、関節角度を推定するAI手法。
- 関節角度に基づく一般的な手の姿勢や動きの検出手法。

この技術は、XRデバイスの入力装置や、障がい者とのコミュニケーションインターフェース、さらには手工芸のデジタル化ツールとしての利用が想定されている。

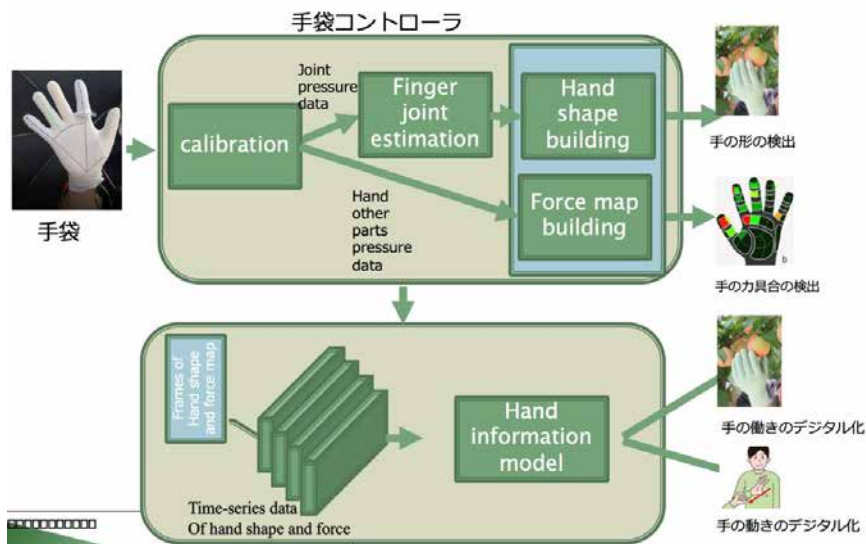
### 実用化の可能性

○ 手指の関節に配置された2個の圧力センサによる関節角度の検出誤差は5.70度となる。データグローブを使用した場合、10種類の手のジェスチャーの認識率は98.99%に達成した。また、「ハノイの塔」と呼ばれるパズルの解決時間を70%短縮した。

### UBICからのメッセージ

指関節の曲げ圧力の検出により、手指の姿勢と角度を推定する技術になります。指関節の曲げ圧力を検出することで、物体を把持せずとも圧力を検出して姿勢や関節角度の推定が可能であり、手話のような空中での手指動作にも対応可能です。次世代の入力インターフェースや、XR関連のインターフェースの他、手指の動作のデジタル化など幅広い分野への利活用が期待できます。

### 研究概要図



## E-Textile面圧センサを校正する方法



上級准教授 荊 雷

## 多数の面圧センサ校正技術

関連発明：圧力センサ校正方法及び圧力センサ校正システム（特願2023-181739）

## 概要

○ E-Textileセンサは布や糸に電子機能を組み込んだ次世代の柔軟なセンサである。布地や繊維をベースにしているため、従来の硬い素材のセンサより、柔軟で、衣服や身体に密着する製品に適している。

○ 課題として、E-Textileを利用した導電繊維や導電インクなどの素材性能のばらつき、使用環境の温度・湿度の変化、および繰り返し使用による性能変化が伴う。従って、センサの信頼性を保証するために、定期的な校正が欠かせない。

○ 本シーズは簡易な付加装置より、大量の面圧センサを短時間に校正する方法を提案する。感圧プリスケールと画像処理の技術を利用し、治具なくても、高密度の大量の圧力センサを短時間に、校正できる。柔らかい、非平面状のE-Textile圧力センサも校正できる。センサ毎の特性曲線を自動算出ことにより、定期的に校正を行うことにより、ゼロ点のズレやドリフトのようなE-Textile圧力センサの課題を解消でき、信頼性を強化する。

## 実用化の可能性

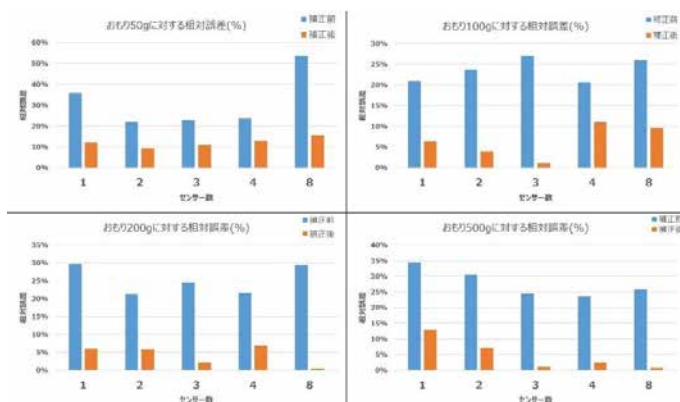
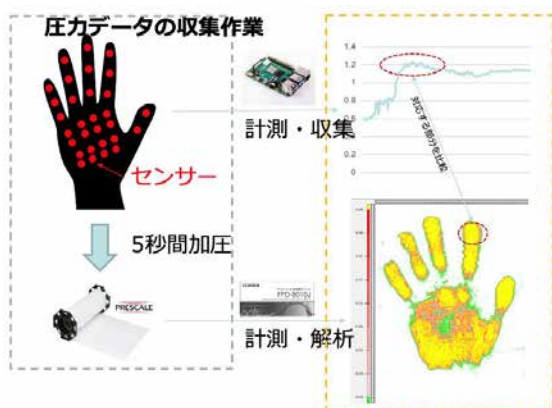
○ 添付した実験結果によると、圧力計測の平均誤差を30%以上から10%以下に抑える。

手動の圧力校正作業はセンサ数を増えるに伴って、増えるので、将来にロボットアームなどを利用した自動的な校正方法も検証する予定になる。

## UBICからのメッセージ

一つ一つ異なる誤差を持った圧力センサを、感圧センサーによる2次元的な圧力分布の画像から構成する技術となっております。圧力センサーの構成はこれまで一つ一つ行うことがスタンダードだと思いますが、本技術によって多数の圧力センサーを一気に構成可能で、非平面上に配置されたセンサーの構成も可能となります。多数のセンサーを圧力分布画像との比較する本技術は汎用性も高く、幅広い分野に利活用が見込まれます。

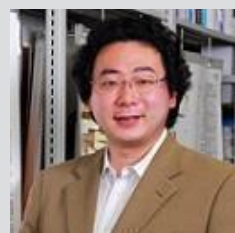
## 研究概要図



# E. 画像処理

| No.  | テーマ名                                                                                                       | 氏名                      | P  | 関連<br>特許 |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----|----------|
| E-1  | 超広角多眼カメラによる立体視技術の開発<br>～視野の広い光学系立体視カメラ～                                                                    | 出村 裕英                   | 70 |          |
| E-2  | 形状モデリング                                                                                                    | Pierre-Alain<br>Fayolle | 71 |          |
| E-3  | 不規則形状物体と関連属性のインタラクティブなCG表現                                                                                 | 平田 成                    | 72 |          |
| E-4  | 次期月惑星探査ミッションへの搭載を目指したカメラシステムの開発                                                                            | 本田 親寿                   | 73 |          |
| E-5  | リモートセンシングによる定量的な鉱物資源探査                                                                                     | 北里 宏平                   | 74 |          |
| E-6  | レイトレーシングのための専用ハードウェア                                                                                       | 西村 憲                    | 75 |          |
| E-7  | 光線追跡による動画生成のための高速化データ構造                                                                                    | 西村 憲                    | 76 | 有        |
| E-8  | 宇宙探査データ解析<br>～対象は遠い月・惑星、手法は身近な波形分析～                                                                        | 小川 佳子                   | 77 |          |
| E-9  | 3Dモーションキャプチャー装置を用いた<br>単純動的ハンドジェスチャーによる個人識別                                                                | Jung-pil Shin           | 78 | 有        |
| E-10 | ハンドタッピングジェスチャーに基づく非接触文字入力システム                                                                              | Jung-pil Shin           | 79 |          |
| E-11 | 統計的手法を用いて個人の筆跡を模擬した文字を生成する手法                                                                               | Jung-pil Shin           | 80 | 有        |
| E-12 | 書字データの定量的分析に基づく運動障害性疾患の評価                                                                                  | Jung-pil Shin           | 81 | 有        |
| E-13 | 描画によるペンタブレットおよび脳機能計測機を用いた<br>発達障害の診断支援システム                                                                 | Jung-pil Shin           | 82 | 有        |
| E-14 | 視認性の高い地図画像の生成                                                                                              | 高橋 成雄                   | 83 |          |
| E-15 | 超音波エコーによる発音の研究<br>～話す時の舌の動きを映像で捉える～                                                                        | Ian Wilson              | 84 |          |
| E-16 | 連想情報儀—類似情報地図の作成—<br>Associated Information Sphere, A Composition Technique for<br>Similar Information Maps | 矢口 勇一                   | 85 |          |

# 超広角多眼カメラによる立体視技術の開発 ～視野の広い光学系立体視カメラ～



教授 出村 裕英

## 宇宙開発から原子炉等、極限環境でのモニタリング

### 概要

#### ○立体視カメラに広角レンズを採用

ロボット用の立体視カメラは対の望遠レンズを採用しており、視野が狭く、スキャン機能が必要であった。従来、望遠カメラが採用されていた理由は画像のひずみが少なく画像処理が容易かつ高速であったからである。しかし、広角ないし魚眼レンズで実装することができれば、可動部がなくメンテナンスフリーのシステムが作れる。

#### ○広角レンズで視野を確保

ひずみの大きい画像での立体視では、特徴点の対応を計算する際、画素の重み付けなどに工夫が要る。ひずみの小さい光学系を求めるのではなく、逆に広視野を重視し、それでも使える技術の開発、ノウハウの習得に挑戦している。

### 実用化の可能性

○望遠レンズを採用した立体視カメラはスキャン機能や増設のためコスト高でもあった。本方式ではメンテナンスフリーであることからコストをおさえ、かつ頑強な動画／静止画を問わないモニタリングを実現できる。

○これは、宇宙空間から水中の養殖場など立体的、定量的に把握したい場所には最適である。

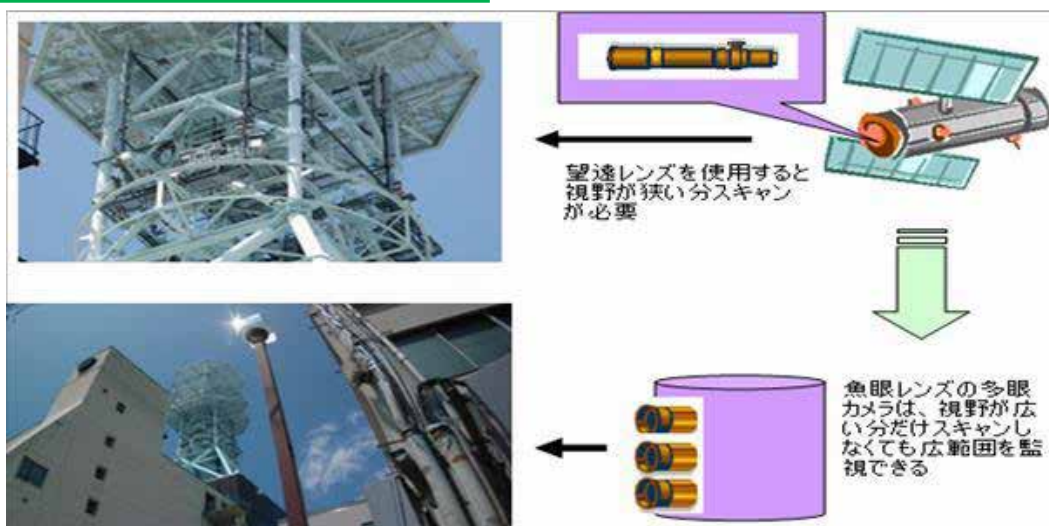
○また、航法誘導が不可能な環境での移動体に搭載し、自己位置同定にも使うことができる。

### UBICからのメッセージ

○ひずみの大きい光学系を前提とした立体視システムというものは、普通は考えないものです。しかし、出村教授は、「小惑星探査機はやぶさプロジェクト」の一員として、メンテナンスフリーで作れる可能性を重視して検討を続けてきました。

○実用化されれば、宇宙用だけでなく、人が直接近づけない原子炉施設モニタリング、火山近傍の防災・減災活動、レスキュー活動の探索支援といった幅広い用途が考えられます。

### 研究概要図





## 幾何学的モデルによって真の画像の姿を再現する

### 概要

○ 形状モデリングに関して、以下のような技術を用いて研究しています。

距離関数近似、最適変換、微細構造モデリング、空間領域構成法 (CSG) による復元処理、点群 (point-cloud) 処理。

○ 変分や偏微分方程式に基づく手法、ならびにその応用による幾何学的画像データ処理に関連して、以下のような手法を利用した研究も進めています。

モザイク除去、曇り除去、画像強調、最適変換、距離近似。

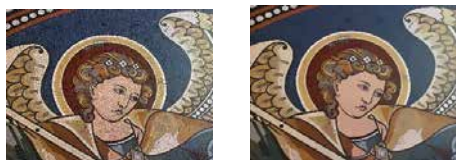
### 実用化の可能性

○ 本研究によって、画像強調（モザイク除去、曇り除去、低照度画像の改善、エッジ検出）平滑距離近似（自律航法、メッシュ生成、数値シミュレーション、不均一オブジェクト）プロトタイピング、3Dプリントなどへの適用が考えられます。

### UBICからのメッセージ

変分や偏微分方程式に基づく画像処理によって、さまざまな画像の復元処理や改良処理を行うことができます。また3次元構造物の再現や、微細構造の構築など、いろいろな分野での応用も期待されます。

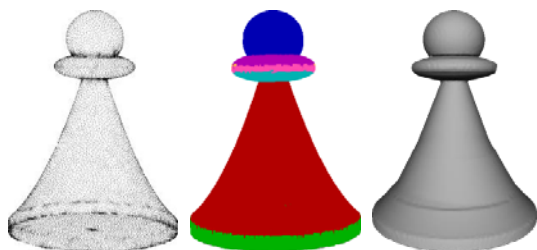
### 研究概要図



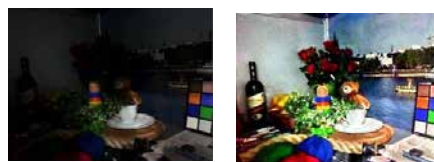
モザイク除去



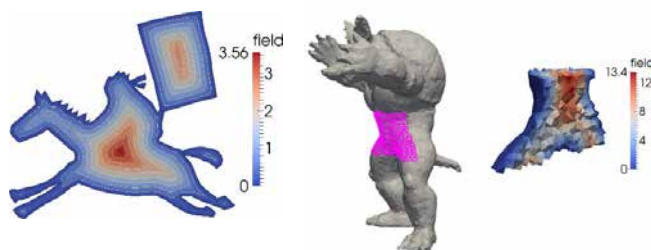
曇り除去



空間領域構成法による自動復元



低照度画像の改善



微細構造モデリング



## モノをいろいろな切り口から見る

## 概要

## ○背景

三次元コンピュータグラフィックスは映画やゲームなどの各種エンターテインメントメディアや工業的な分野で広く活用されている。また、博物館や展示会などにおいて実物を展示できない場合の代替手段としても使われている。このような目的においては、再現度の向上だけではなく、展示物の様々な属性を同時に表示し、閲覧者がより深く展示物を理解できるように工夫が必要とされている。

## ○形状プラス表面属性の可視化表現

三次元形状モデルをCG化する際に、モデルの表面を構成するポリゴンに割り付けられた様々な属性を同時にCGとして可視化するソフトウェアを開発した。可視化できるのは物体表面の彩色などのもとと視覚的である情報だけではなく、表面の荒さやパーツ分けの状態など、単なる実態の再現では扱えない情報も含む。可視化時の視点などはユーザがインタラクティブに変更することができるほか、それほど性能の高くないPCでも巨大なデータを取り扱えるよう設計されている。

## 実用化の可能性

○本ソフトウェアは既に小惑星探査機「はやぶさ」が取得した小惑星「イトカワ」の観測データの可視化に活用され、研究者による科学的な解析のためのソフトウェア環境として使用されている。また、解析結果の一般向けへの解説展示の手段としても用いられている。

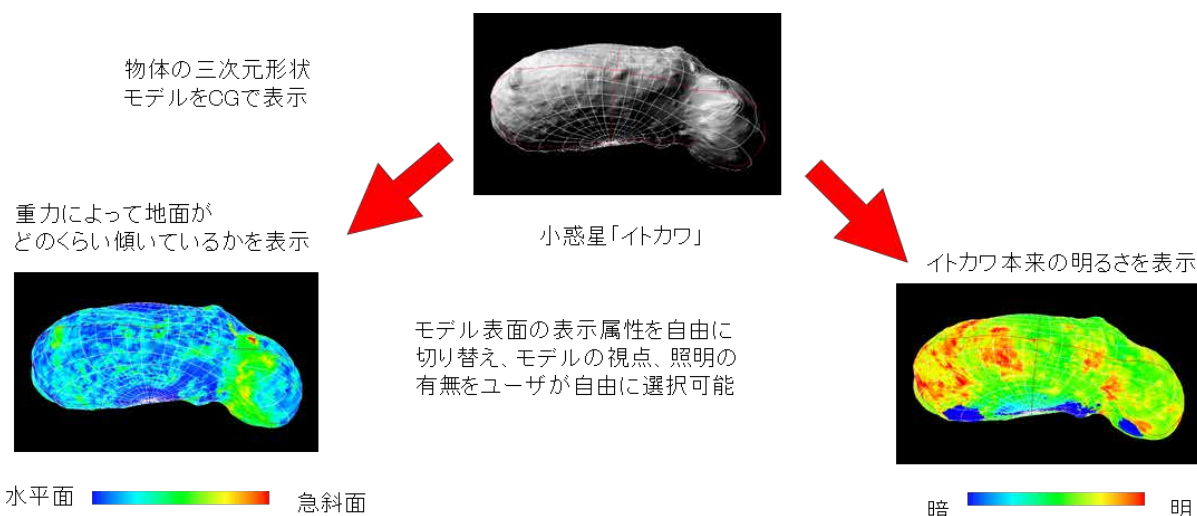
## ○博物館や展示会での応用

観覧者がインタラクティブに表示を操作しながら、楽しむことのできる展示コンテンツのコアとして活用できる。例えば壊れやすい土器や、実物が微細な化石などの貴重な資料を広く展示する場合などに有効な展示形態となり得る。

## UBICからのメッセージ

CGを用いて照明の状態に囚われない映像や目に見えない情報を「表示」するために開発されたソフトウェアです。モノをいろいろな視点から見る事ができるので、見る人の理解を深め、興味を満足させる事が出来ます。もちろん、対象は選びません。

## 研究概要図



# 次期月惑星探査ミッションへの 搭載を目指したカメラシステムの開発

准教授 本田 親寿



## 極限環境下で動くカメラシステムを作る

### 概要

#### ○日本の宇宙観測機器開発

現在、欧米や日本のみならず新興国も含めて新たな宇宙開発競争のまっただ中にある。日本は、限られた予算体系の中で最大限科学的成果を上げるために、大学に所属する研究者が観測機器開発に大きく携わり、機器開発から科学的成果をあげる場面まで責任を持つことが要求されている。

#### ○月惑星探査機向けカメラシステム

我々のグループでは、その一翼を担えるよう、各種深宇宙探査ミッションに参画し、機器開発にできる範囲で貢献してきている。私は、月惑星着陸ローバのアームにツールを搭載し、惑星表面の岩石試料を研削研磨し、岩石表面を観察するというシステムの開発に携わっている。さらに観察した岩石表面の鉱物分布を画像処理にて科学的意味のある統計量に変換するためのシステムの開発を行っている。これらの検討は、JAXAと共同で行っている。

### 実用化の可能性

#### ○研削研磨ツール

地球上では比較的簡便に岩石表面を研削研磨することが可能であるが、他天体環境下（特に真空）では非常に難しいため、現在様々な検討を続けている。

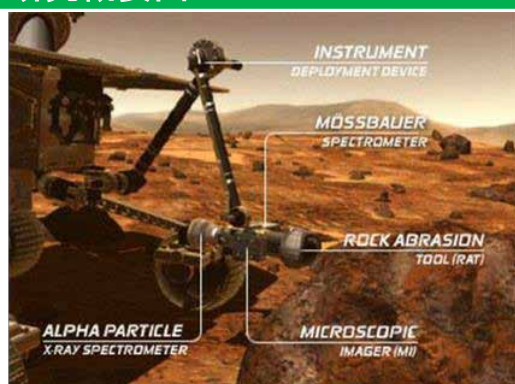
#### ○カメラ

ローバのアーム先端に取付けるため、非常に重量制限が厳しい上に、月面上では高温に晒されるため、それらの環境に耐えうるカメラの開発を行っている。現在具体的に開発しているカメラの観測波長域は700 - 1500 nmと通常一つのセンサでは難しいが、我々は軽量化のため一つのセンサで済むよう特別なセンサを検討している。

### UBICからのメッセージ

○宇宙という極限かつ制約の多い環境下で動作するカメラシステムの製作にはさまざまな工夫が必要となります。耐熱性・耐振性・軽量化など、これらの技術は宇宙開発以外の分野でも幅広い活用が考えられます。物作りの現場や、画像処理技術関連のご相談をお待ちしております。

### 研究概要図



参考: The Mars Exploration Roverに搭載されているRock Abrasion Tool (RAT)  
Image courtesy NASA/JPL-Caltech  
<http://www.exploratorium.edu/mars/mertools.php>



岩石中の鉱物のサイズ、鉱物組成を調べることによって、その岩石、大きくはその天体の進化過程を調べることが可能になる。

# リモートセンシングによる 定量的な鉱物資源探査

准教授 北里 宏平



## 宇宙の資源を探査する

### 概要

#### ○リモートセンシング技術

人工衛星のデータを利用した資源探査のリモートセンシングでは、可視～赤外波長域のスペクトルデータを使って地表面の構成鉱物を推定します。鉱物は固有のスペクトル特徴からその種類を識別することが可能ですが、鉱物の構成比を定量化するには同時に地表面の物理状態（ラフネスや粒子サイズ）も求める必要があります。

#### ○鉱物資源探査

この研究では、スペクトルライブラリと輻射輸送計算を組み合わせることで地表面の物理状態に応じたスペクトルを再現させることによって、鉱物の構成比を定量化する手法を開発します。

### 実用化の可能性

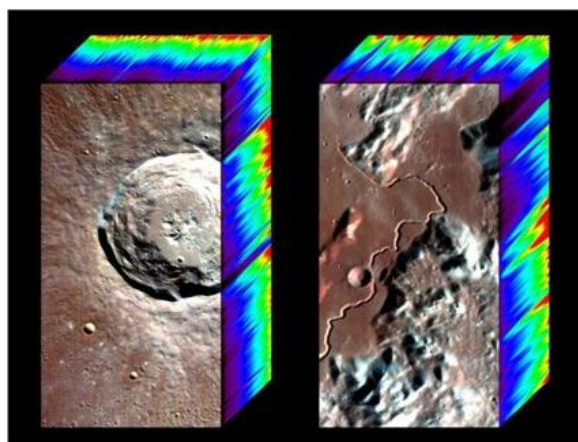
#### ○月惑星探査への応用

近年、地球表面のみならず、日本の「はやぶさ」や「かぐや」などの惑星探査機の打ち上げにより、小惑星や月、他の惑星を対象としたリモートセンシングも行われています。われわれは、現在プロジェクト進行中の「はやぶさ2」や将来の探査機に搭載する観測機器の開発も行っています。

### UBICからのメッセージ

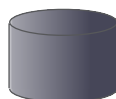
○スペクトルデータから物質の成分や状態を探る技術は、リモートセンシング技術として、地球の資源探査において必要不可欠なものです。月惑星探査でも利用され、科学上の大きな発見にもつながっています。スペクトルデータ解析は、このような探査分野以外にも幅広い応用が可能なため、今後の技術転用が期待されます。

### 研究概要図

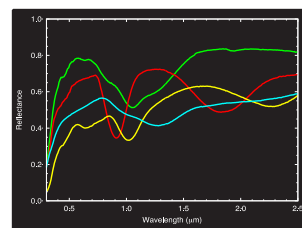


空間2次元、波長1次元の  
ハイパースペクトルデータ

スペクトルライブラリ



様々な鉱物のスペクトル



構成鉱物の  
定量化



鉱物マップ



## 高品位コンピュータグラフィックスをリアルタイムで生成

## 概要

## ○高品位コンピュータグラフィックス

レイトレーシングは、鏡面への写り込みや光の屈折などを正確に表現することによって、写実性の極めて高い3次元コンピュータグラフィックス（CG）を生成する技術です。現在、映画制作や工業製品のデザインシミュレーションなどで利用されていますが、計算時間がかかるのが難点です。

## ○専用ハードウェアによって計算時間を短縮

その原因は交点探索の計算にあります。交点探索とは図1のスクリーン全体を細かい点に分解しその各点に物体のどの部分に対応するかを計算します。このスクリーンがCG画像になります。本研究では、従来汎用のCPU上でソフトウェアで行っていた交点探索の計算を専用のハードウェアを開発して行うことにより高速化を実現しました。

## ○汎用プロセッサの300倍以上の性能を達成

シミュレーションによれば数年前のパソコン最新鋭機に比べ300倍以上のスピードが達成できることが示されています。

## 実用化の可能性

## ○高品位CGを楽しむ、作る

大学では計算を実行する回路を設計し、回路製作は企業に行っていただきます。その回路は次世代のPCビデオカードやゲームコンソールに組み込まれ、高品位CGが手軽に楽しめるようになります。

また、回路を組み込んだ専用のPCカードとレンダリングソフトウェアのプラグインとを組み合わせることにより、ムービー制作作業効率の大幅な向上が可能となります。

## UBICからのメッセージ

○ソフトウェアによる処理は、汎用性を持たせてあるため無駄が多く、結果として時間がかかります。専用のハードウェアによる処理は無駄なく行えるので高速処理が可能です。ハリウッドでは高品位CGの動画をスーパーコンピュータを駆使して数ヶ月かけて制作しているようです。

この技術を使えば、パソコンで同じ映画を同じくらいの時間で製作可能となります。

## 研究概要図

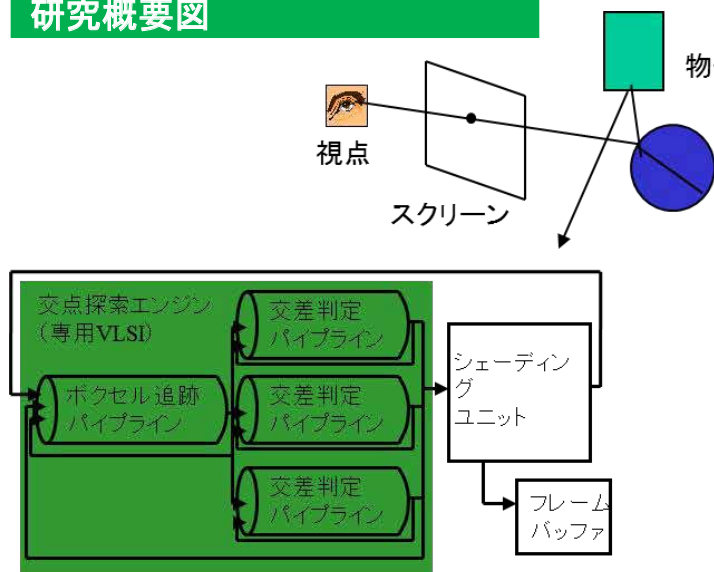


図2 レイトレーシングシステムの構成

← 図1 レイトレーシングにおける交点探索

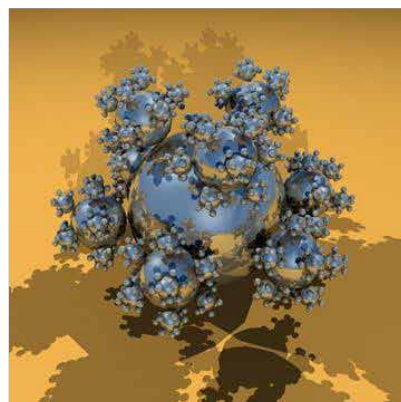


図3 本技術で得られた3D-CG (シミュレーション)

# 光線追跡による動画像生成の ための高速化データ構造



上級准教授 西村 憲

## 一部の物体のみが動くようなシーンにおいて特に効力を発揮

関連発明：階層バウンディングボリューム生成方法、コンピュータプログラム及びコンピュータ装置（特願2018-240066【特許第7161154号】）

### 概要

光線追跡法（レイトレーシング）による画像生成において、光線と物体群との交差判定を効率化する一般的な手法に階層バウンディングボリューム木（BVH木）がある。本技術は、特に動画像の作成において、BVH木の作成・更新を効率化するものである。

従来技術では、動的なシーン（物体の移動、追加、削除を含むシーン）を描画するために、フレームごとにBVH木を作り直すか、或いは劣化を伴う木の更新を行う必要があった。本技術を用いれば、木を劣化させることなく高速に更新を行うことができ、総描画コストの削減が可能である。

### 実用化の可能性

- ① レンダリングソフトウェア
  - ◆ オフラインレンダリングの高速化
  - ◆ 光線追跡を使ったインタラクティブ表示
- ② レイトレーシング向け専用ハードウェア
  - ◆ インタラクティブ用途向けアクセラレータの開発

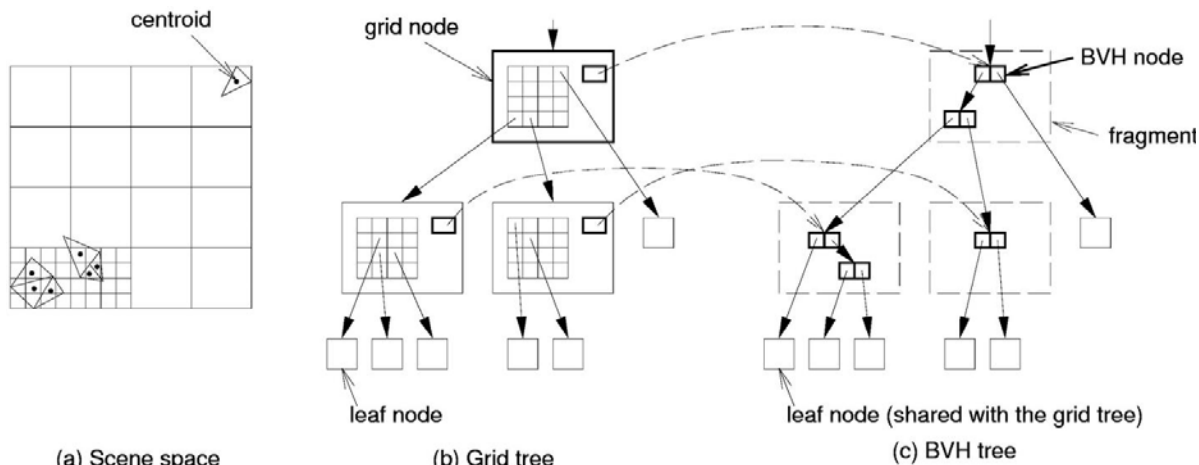


光線追跡による生成画像

### UBICからのメッセージ

リアルな動画像の作成において、光と影の精密な描画は重要な要素です。これを行うための手法であるレイトレーシングは、コンピュータによる動画作成において極めて計算時間がかかる処理の1つです。本技術は、動画中の物体を記述するデータ構造に工夫を行うことにより、この計算処理を高速化することができます。ゲームをはじめとしたリアルな3D動画の作成に威力を発揮する技術です。

### 研究概要図



BVH木とそれを生成するための補助的なデータ構造（グリッド木）を使用

BVH木の部分更新を無劣化で行うことが可能

# 宇宙探査データ解析 ～対象は遠い月・惑星、手法は身近な波形分析～

上級准教授 小川 佳子



## 理学(目的)と情報工学(手法)の融合！

### 概要

○月惑星の成り立ちを調べるための探査  
-周回衛星による観測データ-

月・惑星の探査ミッションで蓄積されるデータは膨大です。広汎で多様な探査データを効率良く、余す所なく解析し、科学的に有用な情報を読み取ることを目指しています。月や惑星の表面や内部さらに進化過程について、新しい知見を得ることが目的です。

○探査データの解析手法 -スペクトルデータ-  
主に波形解析を用います。

○反射分光データから、鉱物固有の吸収帯を検出します。地球で既知、つまり、室内実験で確認済のデータと似た特徴を探索することにより、月・惑星の表面の鉱物を同定し、その分布を詳しく調べることができます。処理の自動化が鍵となります。

○重力と高度データを用いて、その空間分布を表す波形の凸凹ペアの様子(波数と振幅)を明らかにします。モデル計算との比較により、月惑星の内部の層構造について貴重な情報を得ることができます。パラメータスタディとノイズ評価が不可欠です。

### 実用化の可能性

○月探査機「かぐや」への適用

具体的に、日本の月探査機「かぐや」データを用いて解析を進めています。可視-近赤外波長域反射スペクトルの特徴量を自動抽出したデータセット(月全球対象、10°測点分)を現在作成中です。また、データ解析における中間生成物も“利用しやすいデータ”としてコミュニティに提供すべく、データのアーカイブ・配信システムの構築を進めています。

○将来の火星探査への応用

なお、日本の将来的火星探査MELOS (Mars Mars Exploration with Lander-Orbiter Synergy: 現在ワーキンググループとして活動中)においても、かぐやデータの解析基盤を応用できると考えています。

### UBICからのメッセージ

○近年の月惑星探査によって得られるデータ量は膨大なものになっています。その大量のデータから科学的に意味のある情報をいかに抽出するかが、情報工学の腕の見せ所です。今まで開拓されたデータ解析やデータ管理などの手法は、月惑星探査以外の分野でも応用可能と考えられます。

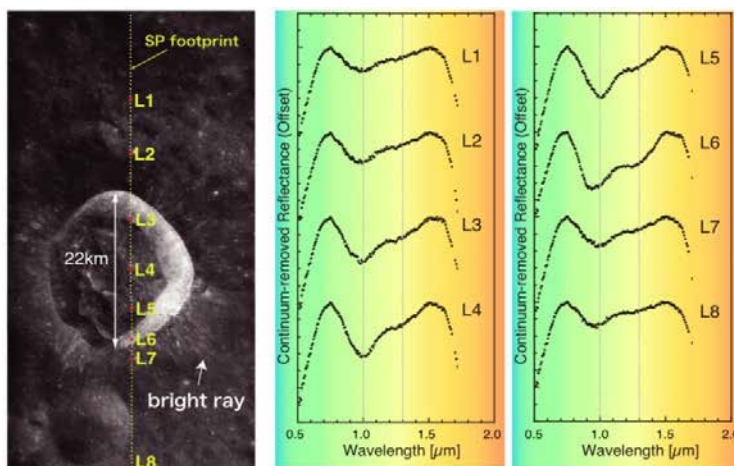
### 研究概要図

※かぐや画像ギャラリー:

[http://wms.selene.darts.isas.jaxa.jp/selene\\_viewer\\_pre/jpn/observation\\_mission/sp/sp\\_007.html](http://wms.selene.darts.isas.jaxa.jp/selene_viewer_pre/jpn/observation_mission/sp/sp_007.html)

より、

月の高地地域にある、明るいレイをもつ(bright ray)クレーターで観測された連続反射(SP)スペクトルを解析した例です。



# 3Dモーションキャプチャー装置を用いた単純動的ハンドジェスチャーによる個人識別



教授 Jung-pil Shin

## ハンドジェスチャーによる次世代の個人認証技術

関連発明: ユーザ認証プログラム、情報処理装置及びユーザ認証方法(特願2022-187467)

### 概要

#### ○ 研究背景

従来テキストベースのパスワードは、ユーザーにとってパスワードが長いほど覚えることが難しい。また、パスワードを再利用できない点や、セキュリティのクラックによって簡単に情報が漏洩してしまう。

指紋認証や顔認証は他人と被ることがめったにないユニーク性を持っているが、3Dプリンターなどで作った偽の指紋や顔マスクでセキュリティが突破されている事例もある。

#### ○ 提案手法の概要

シンプルでありながら信頼できる動的ハンドジェスチャーを用いた個人認証システムを提案しました。4つの非常にシンプルな動的ジェスチャーをLeapMotion装置を用いて骨格推定を行い、それらの情報をもとに各指先同士 の距離の変化や、骨の長さなどの各個人の生体情報などの特徴量を抽出し、機械学習モデルによって個人認証を行います。

#### ○ 提案手法の特徴

この方法は、手のジェスチャーからその人の特徴がわかるので、情報が漏れるリスクが低い。

従来の複雑なジェスチャーと比べて比較的簡単なジェスチャーで構成されており、自然にできる。

### 実用化の可能性

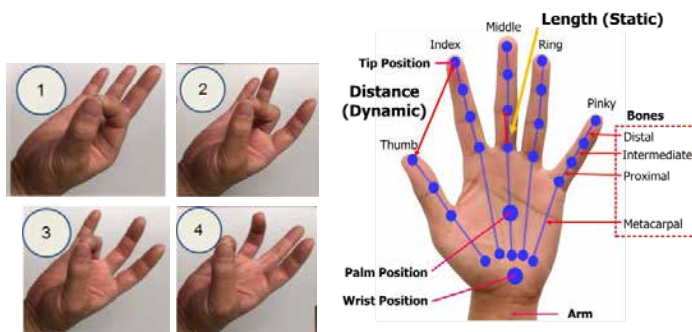
#### ○ 想定される用途

- ・ 警備会社はこのシステムを利用して、自社の施設の安全を確保することができる。
- ・ 入国審査場はこのシステムを使って、よりスマートな国境管理を実施することができる。
- ・ IoTはこの種のシステムから、家庭やあらゆる組織におけるセキュリティ対策の強化や自動アクセス制御を可能にするという恩恵を受ける。

### UBICからのメッセージ

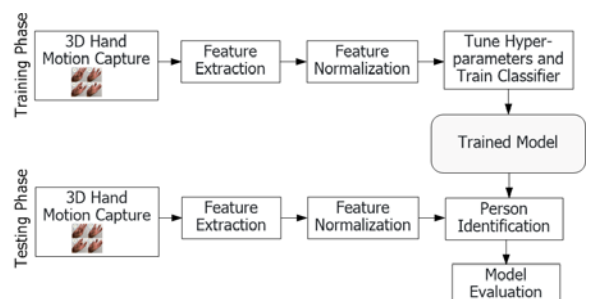
ハンドジェスチャーによる個人認証方法に関する技術です。ハンドジェスチャー自体と3次元的に手指の特徴から個人を認証することを可能にし、誰もが持っている個人の特徴から認証を可能にするためパスワードを覚えるなどといったことが必要ありません。次世代における強固でかつ簡単に個人認証をするセキュリティ方式としての利活用が期待できます。

### 研究概要図



パスワードとして利用する3Dジェスチャーの例(全4種)

LeapMotionデバイスが抽出する情報とそこから抽出する特徴量(DistanceとLength)



本研究での実験の流れ

# ハンドタッピングジェスチャに基づく 非接触文字入力システム



教授 Jung-pil Shin

## ジェスチャによる簡易的文字入力システム

### 概要

○日本語のかたと英語のアルファベットののための、ハンドタップジェスチャに基づく新しい文字入力システムを開発しました。

○このハンドタップジェスチャは、空中仮想キーパッドのキーを手でタップするための動作です。

○日本語と英語のフリックキーボードのポップアップキーパッドと似たもので、空中仮想キーパッドのキーをタップするための簡単な手のジェスチャに基づいているので、容易に練習や習得が可能です。

○このシステムは誰でも使用することができ、Kinectなどカメラのデータからどのキーが入力されたかを認識することで、各文字を効率的に入力できます。

○入力する文字は、希望する母音に対応する仮想キーパッドのキーをタップして決定します。

### 実用化の可能性

○ヒューマンコンピュータインタラクションを容易にするため、またコミュニケーション方法を増やすための技術です。

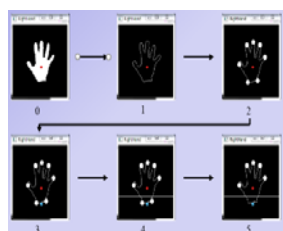
○キーボードやマウスなどの従来の入力デバイスが使用できない、または適切でない環境下でも、文字を簡単に入力できます。

○このシステムは、聴覚障害者を含む様々な人とのコミュニケーション手段として容易に使用できる手法です。

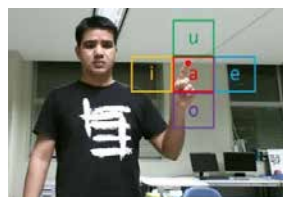
### UBICからのメッセージ

ヒューマンコンピュータインタフェースとして、今まで様々な入力システムが考案されていますが、本技術は手のジェスチャによって文字入力を可能とします。手話による会話のイメージで、コンピュータに対する入力を可能とした点に新規性があります。従来の入力装置が使えない環境下において、有効な入力手法となることが期待されます。

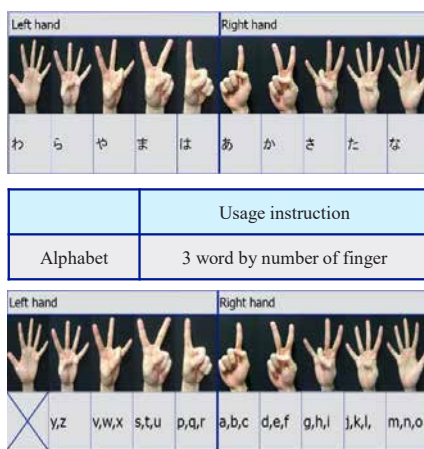
### 研究概要図



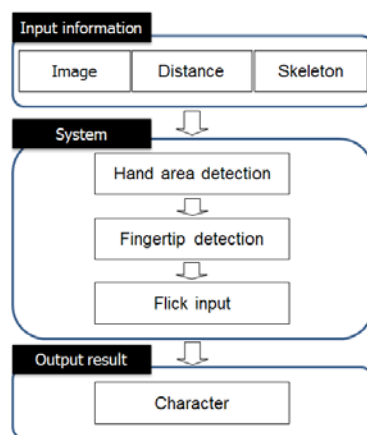
ハンドタップ検出



空中仮想キーパッド



指の形状パターンによる文字の表現



文字入力の全体システム

# 統計的手法を用いて個人の筆跡を 模擬した文字を生成する手法



教授 Jung-pil Shin

## これぞ真の手書きフォント！特徴をとらえた複数パターンの文字生成

関連特許：ストローク生成装置、ストローク生成方法、ストローク生成プログラム、文字生成装置、  
文字生成方法および文字生成プログラム（特願2011-018668【特許第5713707号】）

### 概要

- 本発明は、サンプルとして人が書いた複数の文字からその特徴を統計的に抽出することにより、筆跡の個性を備えつつ、個々の文字を手で書く際の多様性まで加味した文字を、多数生成することが可能な文字生成プログラムを提供します。
- 今までの研究では以下のような共通の問題点（限界点）がありました。
  - A. 個々の文字を手で書く際の多様性を、1つのモデルで表現できない
  - B. 原本の筆跡の個性を維持しながら、多様な手書き文字を生成する技術については前例がない
- 本発明により下記の点が可能となります。
  - ・個々の文字を手で書く際の多様性を1つのモデルで表現することができる
  - ・少数の原本文字データから、手書きの多様性を備えた文字を生成することができる
  - ・原本筆跡の個性を維持しながら、多数の手書き文字を生成することができる

### 実用化の可能性

#### ○手書きフォント

- ・手紙や私的な文書などを作成する際に、コンピュータフォントの代わりに手書きのフォントを使うアプリケーションが可能となり、人間味を帯びた文書が作成できる。

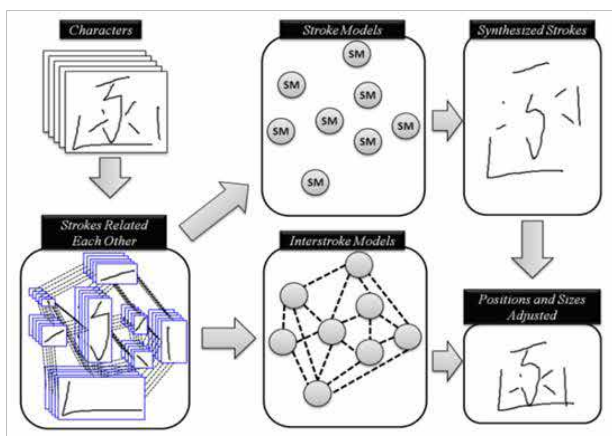
#### ○署名検証／筆者認証

- ・文字認識アプリケーションや署名検証／筆者認証のための試験パターンとしての利用も可能である。

### UBICからのメッセージ

ワープロ技術の発達に伴い、コンピュータの堅苦しい文字の代わりに、手書き文字も出力できるようになりましたが、今までの技術はあくまで固定の文字パターンを使う仕組みです。本技術は、個人の筆跡の特徴を踏まえつつ、手書きの際の変動性までも考慮した文字を作ることができます。そのため、より人間の手書きに近い文字を生成することが可能となり、個性豊かな文章の出力も可能となります。

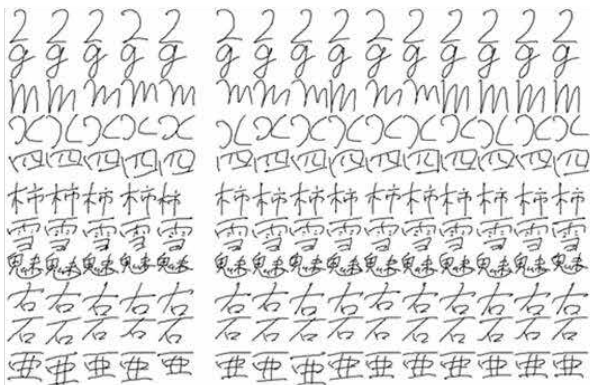
### 研究概要図



#### ○文字モデル

ストロークモデル、ストロークの形状を分析、ストローク間モデル、ストローク間の相対的位置を分析

1 2 3 4 5



User's Handwriting

Synthesized Handwritten Characters

#### ○統計的文字モデル

入力した数個の手書き文字から本人のスタイルと似た数十個の文字を作ることができる



教授 Jung-pil Shin

## ITによるパーキンソン病の鑑別診断

関連発明: 分類プログラム、分類装置及び分類方法(特願2020-028085[特許第7421703号])

## 概要

○パーキンソン病は運動障害を主症状とする神経変性疾患です。神経系に影響を与え、手の震え・動作や歩行に症状が表れ、時間とともに悪化していきます。しかし、早期診断・早期治療によってより効果的に症状の進行を抑え、運動症状を改善する可能性が高まります。本研究では、パーキンソン病患者および健康者を対象に書字動態によるパーキンソン病の鑑別診断に焦点を当てました。

○書字動態課題として、画数に応じた連続・非連続文字課題、カタカナ文字課題、アルキメデスの螺旋と記号曲線のトレース、3つの円の模倣、3本線の模倣などが含まれています。これらの書字動態課題より得られた書字データから、運動学的特徴量・統計的特徴量を抽出し、さらに、ペンの角度、ストロークの角度、およびDPマッチングの1次および2次導関数によって得られる特性に基づいて、新しい特徴量を模索しました。t検定によって重要な特徴量を特定し、機械学習を用いてパーキンソン病の鑑別診断を行ったところ、高い診断精度を達成しました。

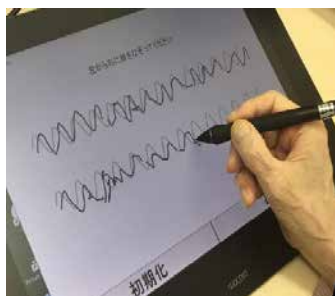
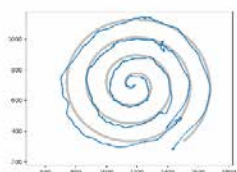
## 実用化の可能性

○高齢化が進む現代では、パーキンソン病患者も増加傾向にあります。パーキンソン病を診断できる病院や専門医の数には限りがありますが、本研究ではペンタブレットによる書字から判断できる為、専門医の代わりに担うことが可能であり、また、書字データを定量的に分析・評価しているため、どの特徴がパーキンソン病患者の特徴と類似しているか専門医は本システムから情報を得られることができ、パーキンソン病と診断された患者の治療の役に立つことが可能です。

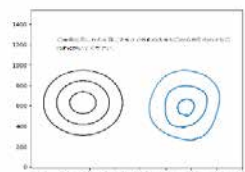
## UBICからのメッセージ

本技術は、DPマッチングと言われる系列データの類似度によってマッチングする手法によって、ペンタブレットによる書字課題からパーキンソン病を鑑別診断可能なものです。医療現場における客観的な判断を示すことが可能であり、医療分野のDXの一つとして活用が期待されます。

## 研究概要図

液晶ペンタブレットを用いた  
書字の様子

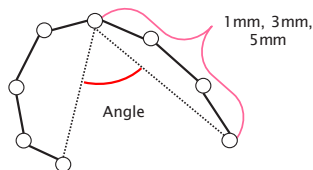
連続的書字課題(一画課題)



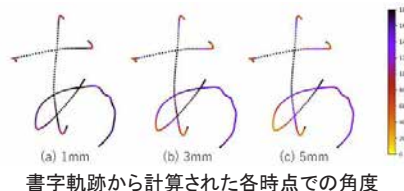
断続的課題(多画課題)



カタカナ文字



書字軌跡から角度情報を取得



書字軌跡から計算された各時点での角度

# 描画によるペンタブレット および脳機能計測機を用いた 発達障害の診断支援システム



教授 Jung-pil Shin

## 脳機能計測を簡易な描画で実現する医療DX要素技術

関連発明: 判定支援装置、判定支援方法及びコンピュータプログラム(特願2023-076257)

### 概要

#### ○研究背景

年々、発達障害とされる子供の割合は増加しており、文部科学省の令和2年度の調査によると、10年前の平成22年度と比べて約3倍に増えていることが示されている。しかし、発達障害児の割合は年々増加の一途をたどっており、すでに発達障害の専門医の数が足りず、医療機関が逼迫している現状がある。これらの治療的介入をおろそかにすると、本人のQOL（Quality Of Life）や主観的ウェルビーイングが下がり、さらにはうつ病や学力低下、実覚障害といった二次障害を併発する恐れがある。よって、早期発見・早期治療の重要性は極めて高い。

#### ○発明品の概要

ペンタブレット上に簡単な図形を5分間ほど描画してもらい、描画中の前頭葉の動きを脳機能計測機で取得する。ペンタブレットで得られた行動指標と脳機能計測機で得られた生理指標によるデータに機械学習を適用し、発達障害の診断予測を行うためのシステム。

### 実用化の可能性

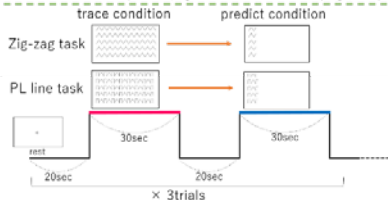
○脳機能計測およびペンタブレット装置を用いて発達障害児の障害の早期発見のための診断支援システムを構築可能です。ひっ迫した専門医不足の解消や、検診・教育機関等でのスクリーニング検査に用いることで、医療機関への足掛かりとしてシステムをりようできます。また、成人や健常高齢者を比較対象とすることで、加齢に伴う経時的変化に対応するシステムが可能になります。

### UBICからのメッセージ

ペンタブレットを利用し、簡単な描画から脳機能計測や発達障害などの特性を判別することができるシステムとなります。ペンタブレットという簡易的な機器で診断システムなどの構築が可能で、医療分野の他に教育機関などでの利活用が期待できます。医療や教育分野でのDXへの導入など、今後の社会にとって非常に重要なツールとなり得る研究シーズとなります。

### 研究概要図

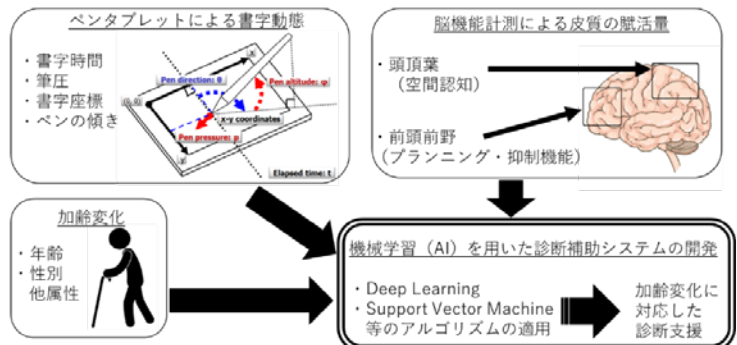
ジグザグ線とPL線=Luriaの交代図形  
連続した繰り返し図形のなぞり描きと模倣とを比較することで神経学的な障害  
を発見できる可能性が示唆。(A. R. Luria, Higher Cortical Functions in Man, Springer, 1995.)



#### 描画課題のプロトコル



課題中の様子



### 診断支援システムの概要図

## 視認性の高い地図画像の生成

教授 高橋 成雄



## 可視化技術で見た目に分かり易い地図を作る

## 概要

## ○ 研究背景

地図は、我々の生活において欠かせない地理情報の表現媒体であり、近年のインターネットの発達によりその重要度は日増しに高まっています。そのような正確な地理情報を提供する地図とともに、人の手で描かれるイラスト調の地図も、その表現のわかりやすさや視認性の高さから、旅行などの用途で広く使われるようになっていきます。

## ○ 現在の技術的問題点

しかしそのような視認性の高い地図表現は、地理オブジェクトのレイアウトにある程度の変形を加える必要があります。そのため、地図の作成はイラストレータなどの人の手によるものがほとんどで、その計算機による自動化は困難でした。

## ○ 提案技術

我々は、視認性の高い地図に内在する美的設計基準を、地理オブジェクト間の位置制約として定式化し、これを制約付き最適化手法を用いて解くことで、視認性の高い地図を自動的に生成することに成功しました。

## 実用化の可能性

## ○ 実用化に向けての取り組み

既に現在、都市地図データを用いて、鳥瞰図のような視認性の高い地図を生成するシステムを構築しています。そこでは、重要な経路が周辺の建物に遮蔽されるのを最大限回避したり、また重要な建物は誇張したり、さらには道路名などの注釈を付すなどの機能を実装しています。

今後、実際の地図に求められる要件を編集できるインタフェースを現行のシステムに組み込むことにより、使い易く、かつ十分に実用上利用できるシステムになると考えています

## UBICからのメッセージ

従来の鳥瞰図的な地図は感覚的に分かり易い反面、手前の建物や風景に隠される部分が発生するのが難点でした。本技術は、手前の建物を適切に変形して見たい道路が隠れるのを防いだりして、見た目に分かり易い地図を自動作成します。カーナビの立体地図表示の作成などに適用できる技術です。

## 研究概要図



# 超音波エコーによる発音の研究 ～話す時の舌の動きを映像で捉える～

教授 Ian Wilson



## 舌がどのように動くかを見る

### 概要

#### ○舌の動きを超音波エコーで映像化

話す時の舌の動きを超音波エコーで映像化することにより、以下の研究を行っている。

1. 母国語しか話せない人、あるいはバイリンガルが、英語、フランス語、日本語を話す時の口腔内での舌の動きや位置、唇の動きなどの調音設定の計測。
2. 日本語、英語でいろいろな発音をする時の舌の形のデータベース化。
3. 超音波エコーによる視覚フィードバックが発音を学ぶ時にどの程度有効かの評価。
4. 外国語を学ぶ人の発音の間違いの解析。たとえば、発音の間違いが、母国語の発音を外国語の発音に単に当てはめているからなのかの解析。

### 実用化の可能性

以下の応用領域が考えられる。

1. 発音の教育、学習のための教材の開発。
2. 発音の要素からの音声合成。信号処理とは別のアプローチで音声通信の周波数帯域を低減出来るかも知れない。
3. 音声病理学者との共同研究により、耳の不自由な人が話すことを練習する際に、超音波エコーを役立てる。

### UBICからのメッセージ

○発音の研究で、超音波エコーを用いる例は少ない。本研究は日本人が苦手とする英語のRとLの発音練習に役立つばかりでなく、耳の不自由な人が発音を練習するのにも役立つ可能性がある。後者のテーマで共同研究に興味ある方はお知らせください。

### 研究概要図



超音波エコーによる口腔内側面図。  
湾曲した白い部分が舌の表面。

# 連想情報儀 - 類似情報地図の作成 - Associated Information Sphere, A Composition Technique for Similar Information Maps

上級准教授 矢口 勇一



## 意味の似たデータを集めれば、すぐに欲しいモノが見つかる

### 概要

情報の分類・検索・可視化を行おうとすると、『関係のあるもの』を近くに、そうでないものを遠くに置いた地図を作ると便利に使えます。球面上に配置すれば、Web等を通して見やすく、また地球儀を回す感覚で情報の探索が可能となります。

連想情報儀は、Webページのリンクや文章・単語の共起、文章に貼りつけられた画像や映像などの『関係グラフ』の情報を球面化し、この球面上でキーワード、音声、画像、映像、Webページ等の各種メディアの情報を一覧できるように再配置して見やすく提供する技術です

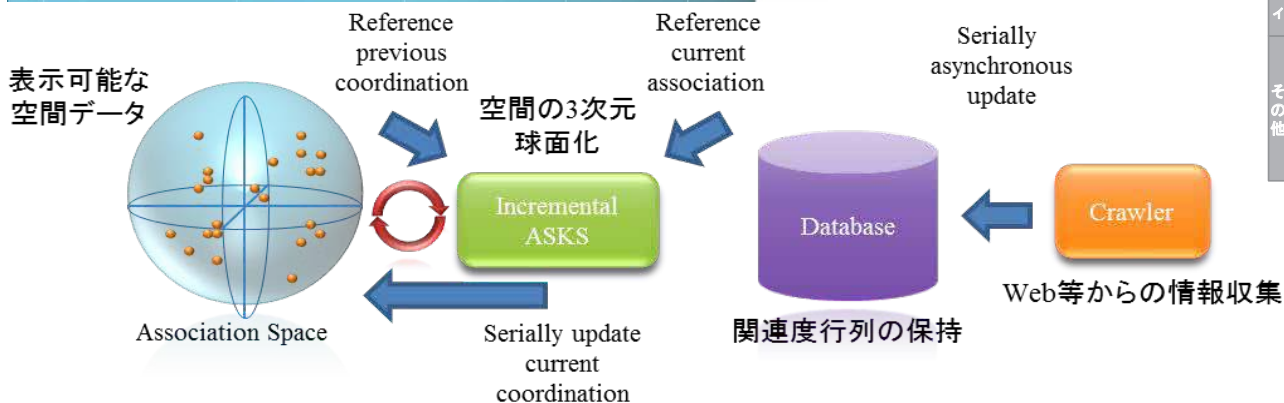
### 実用化の可能性

文字や文章のみならず、画像や映像、音声等を一覧できるようにするこの技術は、情報の一覧・可視化ツールとして、一度検索した語やデータから、類推される情報を一度に取得する事が出来るため、膨大なデータの中からの探索等に役立ちます。

### UBICからのメッセージ

整理整頓することにより欲しいものが見つけられます。これをソフトウェアで実現するのが狙いです。

### 研究概要図





# F. ソフトウェア

| No.  | テーマ名                                       | 氏名              | P   | 関連特許 |
|------|--------------------------------------------|-----------------|-----|------|
| F-1  | スマートマルチメディア学習フレームワークとクラウドベースの実装            | Mohamed Hamada  | 88  |      |
| F-2  | Chat GTPと大規模言語モデルが作る新しい教育・学習               | Mohamed Hamada  | 89  |      |
| F-3  | 初心者や子供でも使いやすいロボット・CGキャラクタの動作生成             | 成瀬 継太郎          | 90  |      |
| F-4  | 自動ウェブサービスコンポジションエンジンの開発<br>～ウェブサーフィンを変える～  | 白 寅天            | 91  |      |
| F-5  | ビジネス向け汎用AI自動生成技術                           | 白 寅天            | 92  |      |
| F-6  | オントロジーとルールによる自動データ分析のためのAIシステムの構築          | 白 寅天            | 93  | 有    |
| F-7  | 仕様の異なるXML文書間の変換言語<br>～変換の「正しさ」の理論による保証～    | 鈴木 大郎           | 94  |      |
| F-8  | スマートなプログラミング学習支援環境                         | 渡部 有隆           | 95  | 有    |
| F-9  | モデル・コード・ドキュメントを記述するプログラミング言語*AIDA          | 渡部 有隆           | 96  |      |
| F-10 | 進捗・スキルの可視化方法                               | 渡部 有隆           | 97  | 有    |
| F-11 | プログラム・性能評価の可視化手法                           | 渡部 有隆<br>成瀬 継太郎 | 98  | 有    |
| F-12 | 人間の評価とコンピュータの最適化技術：<br>対象システム最適化の応用へ       | 裴 岩             | 99  |      |
| F-13 | iREF-Search: より快適で使い易い情報探索を目指して            | Neil Y. Yen     | 100 |      |
| F-14 | 自己説明型ソフトウェアコンポーネント<br>～ソフトウェアの開発効率と安全性の向上～ | 吉岡 廉太郎          | 101 |      |
| F-15 | 深層ニューラルネットワークの応答時間の短縮                      | 趙 強福            | 102 | 有    |



## クラウド環境を用いた学習システム基盤の構築

### 概要

○学生や教育内容、また提供サービスや利用可能なリソースの多様化に伴い、eラーニングやモバイルラーニングシステムが急増している。これに伴い（１）計算資源やストレージ、またコミュニケーション要求の最適化（２）動的な同時要求に対する対処、などの新たな課題も発生してきている。このような課題を解決するためには、需要に対する拡張性とコスト管理に適合したプラットフォームの活用が必須である。これを実現する最適なプラットフォームがクラウドコンピューティング環境である。

○本研究では最新の先端技術を利用して、クラウド環境での eラーニングおよびモバイルラーニングシステムのフレームワーク開発を目的としている。具体的にはスマートフォンやタブレットなどのスマートデバイス技術、顔認証アルゴリズムなどの人工知能技術、マルチメディア技術などを用いて、先進的なラーニングシステムの開発を進めている。

### 実用化の可能性

本研究で開発したマルチメディア学習システム基盤のアーキテクチャと、そのクラウド環境での実装形態を以下の図に示す。

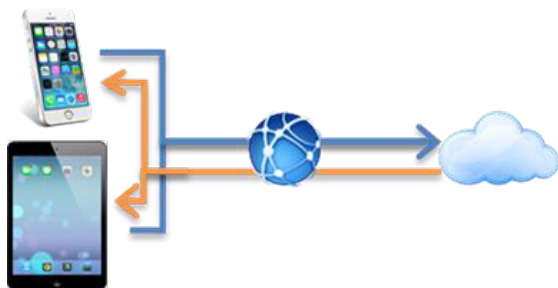
本研究ではクラウドコンピューティング、ならびにスマートフォンやタブレット等のスマートメディアを利用した、柔軟で拡張性があり、かつ安全なソフトウェアソリューションの研究開発を進めている。

また本技術の応用として、各機関や行政、企業などの顧客サポートに関わるマルチメディアトレーニング教材を提供するなど、類似の技術開発も可能と考えられる。

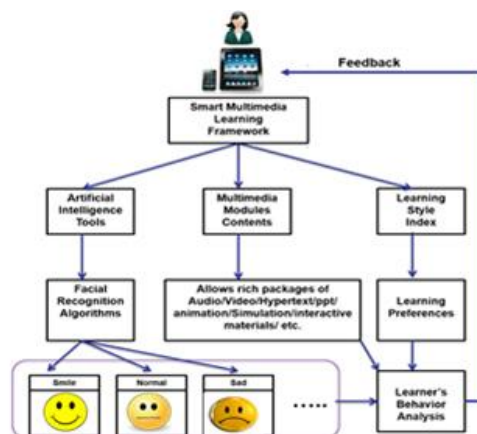
### UBICからのメッセージ

計算機技術とその利用環境の進歩により、教育分野でさまざまなeラーニングシステムが導入されています。マルチメディア化をはじめ、受講者に最適な教材を自動的に提供する仕組みなど、ユーザの利便性に配慮したシステムが今後ますます開発されていくものと期待されています。

### 研究概要図



スマートラーニングフレームワーク  
と  
クラウドベースの実装



スマートマルチメディア学習フレームワークのアーキテクチャ



## 大規模言語モデルを利用した教育DX

## 概要

ChatGPTなどのLLMは教育分野においてパーソナライズ・インタラクティブ・適応性という点において革新的な学習環境をもたらします。これらのモデルは応用的な支援言語処(NLP)を強力に推進し、教育をさまざまな側面から支援します。

将来の展望としては以下が考えられます。

1. 拡張現実 (AR) や仮想現実 (VR) との統合：LLMsとARやVRを組み合わせることによる没入型の学習体験を創出。
2. 人間の教育者との協働：ChatGPTやLLMsが人間の教育者と協働するシステムを開発し、AIは事務的なタスクを処理し、教員はより教育活動に集中。
3. 対応科目の拡大：ChatGPTやLLMsが対応する科目や言語の範囲を広げることで、これらのツールがより多様受講者への対応。
4. 縦断的研究：ChatGPTやLLMsの教育への統合が学生の学習成果に与える長期的な影響を評価するために、縦断的な研究を行うことが重要で、AI駆動の教育の将来の発展を支援するための重要な結果をもたらす。

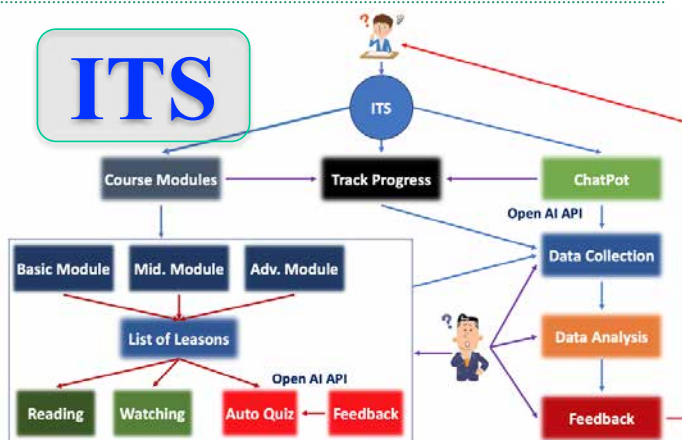
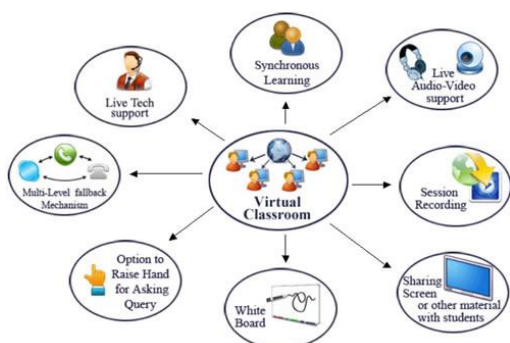
## 実用化の可能性

1. インテリジェントチュータリングシステム (ITS)：ITSはChatGPTを活用して個別指導セッションをシミュレートし、個人へ最適化された指導や進捗のモニタリングが可能。
2. バーチャル教室：ChatGPTはバーチャル教室でのやり取りを支援し、魅力的でインタラクティブなオンライン学習環境の創出。
3. 適応学習プラットフォーム：LLMsは、学生のパフォーマンスに基づいてコンテンツの難易度を調整する適応学習プラットフォームをサポート可能。学習を強化するために追加のリソースやアクティビティの推進が可能。
4. 評価とフィードバック：ChatGPTは、自動化された評価が生成可能。
5. 教育者の専門能力開発：LLMsは、教育戦略、教室管理のヒント、科目固有の知識などの専門能力開発リソースを提供可能。また、教育者が指導方法に関する情報に基づいた意思決定のサポートが可能。

## UBICからのメッセージ

Chat-GPTをはじめとしたLLMは、社会における様々なDXへの利活用が見込まれます。特に教育分野においては教員の労働負荷低減だけでなく教育の質向上にも期待できる技術となっております。

## 研究概要図



# 初心者や子供でも使いやすい ロボット・CGキャラクタの動作生成



教授 成瀬 継太郎

## “Connect-and-Play” —コンピュータにつなげばすぐに遊べる！—

### 概要

#### ○背景

- 家庭用ロボットは普及し始めているが、まだまだ動かすためのプログラミングが難しい
- PCやCG環境は発達しているが、自分でアニメーションを作るのは大変だ
- もっと簡単に、手軽にロボットを動かしたい、アニメを作りたい！

#### ○目的: Connect-and-Play

- ロボットを買ってきてPCにつなぐだけで(Connect)、すぐに使える(Play)
- インターネットを使うような簡単な操作で
- 専門知識を必要とせずに
- シミュレーションも実環境もロボットもCGも同じ操作感で

#### ○3つの特徴

- 仮想筋肉振動法による動作の表現  
もっと直感的で、もっと生物らしい自然な動作の表現を可能に
- PCとの対話による半自動のプログラム生成  
「リアルな」「それらしい」動作を簡単に実現可能に
- Webサービスとミドルウェア  
既存のPCやインターネット環境を利用して安価に、手軽に導入可能に

### 実用化の可能性

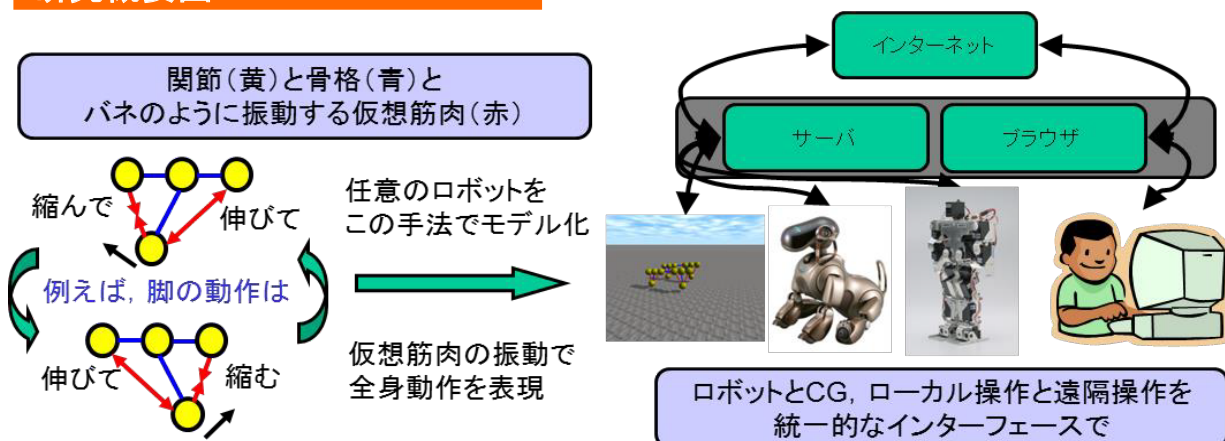
#### ○応用例

- 家庭用ロボットの操作インターフェース
    - 出先から携帯電話でホームロボットを操作
    - ホームセキュリティに応用
  - 小中学生向けロボット教材
    - 「プログラムできて」「動く」ブロック
    - バネやモータを組み込んだブロックで
    - 恐竜や怪獣のような形を作りながら面白い動きを作る！
- 本格的なロボット・計算機教育の前段階や知育玩具に

### UBICからのメッセージ

- OPCが示すロボットの動きの中から、自分の気に入ったものを選択することによりロボットを動かすプログラムが出来てしまう対話型プログラミングシステムです。
- インターネットを使える技量があればプログラミングの知識は必要ありません。
- 現在、人型ロボットの一部の動作が実現出ています。
- ホームセキュリティ、CG作成応用など研究の進展が期待されます。

### 研究概要図



# 自動ウェブサービス コンポジションエンジンの開発 ～ウェブサーフィンを変える～



教授 白 寅天

## ウェブに公開されている情報をコンピュータが探し歩く

### 概要

- サービスコンポジションとは、ウェブ上の種々のサービスを組み合わせることでより有用な新しいサービスを生成することである。
- この研究では、利用者の複雑な要求に自動的に回答するサービスコンポジションエンジンを開発する。
- 現状では、ウェブにアクセスして必要な情報を得て、その情報を基に人間が判断し、別のウェブにアクセスする・・・これを繰り返す行うことにより要求を満たす結果を得ているが、本エンジンはこれを自動的に行う。
- 自動サービスコンポジションの要点は、
  - ・ 論理的コンポジション  
(Logical Composition : LC)、
  - ・ 物理的コンポジション  
(Physical Composition : PC)、
 およびLCからPCへの移行である。
- この移行部分が上に述べた「人間が判断し、別のウェブにアクセスする」部分で、現在は自動化の方法が開発されていない状態である。LC、PCは単独に研究されているのが現状で、LC、PCの結合、すなわち完全なコンポジションの自動化が出来ていない。本研究ではLCとPCとを結合するアルゴリズムと全体的コンポーネントのフレームワークを開発しコンポジションの自動化を実現する。

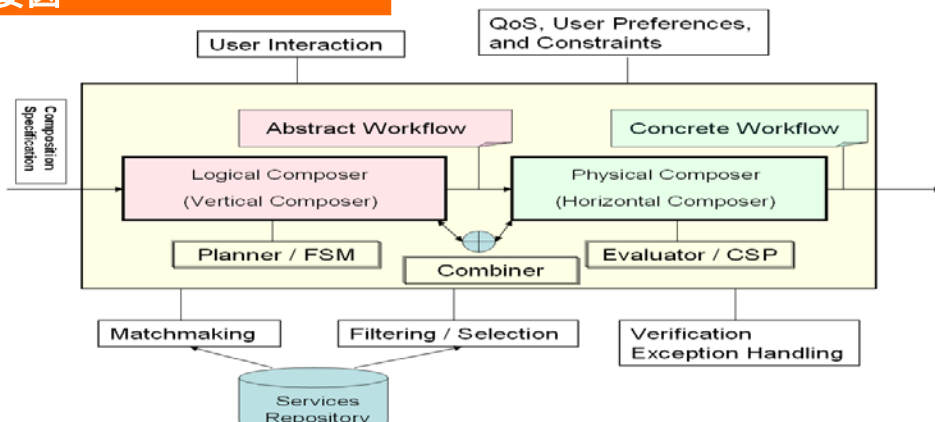
### 実用化の可能性

- LCとPCとを自動的に結合するアーキテクチャを提案し、旅行計画および病院予約のためのサービスコンポジションシステムプロトタイプを試作した。その結果、LCとPCとの結合が半自動的に行えることを確認した。
- 実用化のためにはLCの段階でPCの段階に必要な情報を自動的に抽出できることが必要である。このためにはこの問題のドメイン (LCとPC) の明確な定義、知識データベース、推論システムが鍵となる。

### UBICからのメッセージ

- このシーズから連想されるのはYAHOOの「路線」あるいは「駅すばあと」である。
- 本研究は、これらにウェブ上で公開されているバス、船、航空機、ホテル情報を加え、更に予約までも可能にしようとするものである。パソコンがウェブサーフィンして要求に応じてくれる。旅行だけでなく、他分野への応用も可能なことは言うまでもない。
- 実用化されたらウェブサーフィンの楽しみ方が今の楽しみ方とは変わるであろう。

### 研究概要図





## 汎用AI自動生成技術により、ソサイエティ5.0を実現する

## 概要

- AI技術はソサイエティ5.0時代に各ビジネスドメインで重要な役割を果たす。多くの人々がビジネスでのAI利用を考えているが、専門家不足で難しい状態である。もし、非専門家であってもAIを自分のビジネスに簡単に利用出来れば、AIによるソサイエティ5.0の時代はより早く来る。本技術は、AIの専門家ではない一般の人が、パワーポイントやエクセルを利用するのと同じくらい容易にビジネスのためのAIを構築することが出来る、AI(ディープラーニング)自動生成システムに関するものである。
- 本研究では、Deep Learning(DL)に関する知識(コンポーネントと構築)をオントロジーとルールによって記述し、それをDL生成エンジンと分離する。これによってDL技術の発達と共に、適応出来るようにする。
- DLのためのデータ、生成器、最適化がオントロジーとルールによって表現され、ルールの推論によって、利用者の要求が満たされるDL構造とデータが生成される。
- 全体の生成の流れは、CRISP-DMのデータ分析のフローに沿って、自動サービスコンポジション技術によって作成され、人間による作業のような構成が可能となる。

## 実用化の可能性

- このシステムのコアはDLのコンポーネントとDLシステムの構築のための知識をルールで表現することである。利用者に合ったターゲットDLを生成するために、より良いオントロジーとルールが重要である。このDLに関する(オントロジーとルールによって表現された)知識はクラウド上に構築され、全世界の開発者からクラウドのリポジトリに登録するビジネスもでき、より上級の様々なビジネスモデルを作ることが可能となる。

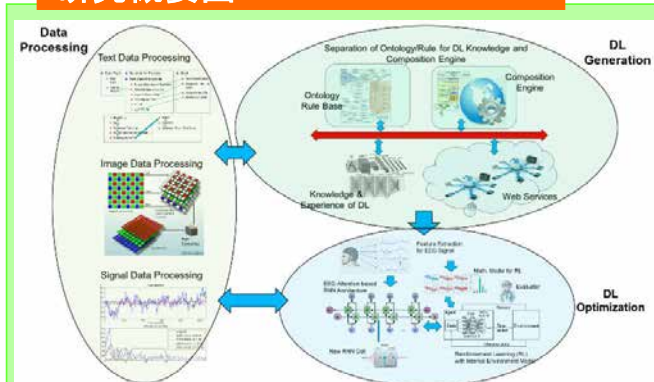
## UBICからのメッセージ

昨今、様々な場面で活用が期待されるAIですが、その構築には専門化のノウハウが必要となる点が普及上の課題となっています。

本技術は、AI構築に関する知識をオントロジーとルールによって記述することで、利用者の要望に合ったAIシステムの自動生成を実現するものです。

このようなAI構築に必要な知識がクラウド上に蓄積されていくことにより、AI活用がより身近になり、適用範囲も広がっていくことが期待されます。

## 研究概要図



DL生成システム概要



本システムを利用する新ビジネスの例

# オントロジーとルールによる自動データ 分析のためのAIシステムの構築

教授 白 寅天



## だれもが容易に構築できるAIシステムを目指して

関連発明: モデル推論プログラム、情報処理装置及びモデル推論方法(特願2021-042444)

### 概要

○ 機械学習を利用したデータ分析やシステムの自動化は、人工知能時代に非常に重要な分野である。さまざまな分野のデータを機械学習を利用して自動的に分析したり、制御するシステムを構築するためには、専門家が多くの時間と努力を経なければならない。このような状況で、分析や制御システムの核心となる最適な機械学習モデルを人の介入を最小限に抑えて自動生成できるシステムを提案した。

○ 機械学習を通じたデータ分析は、分析目標に依じてデータ準備、モデル生成、モデルの最適化段階を経る。まず、目標、データ、モデルのためのディープラーニングモデルと実際のアーキテクチャ、結果などのためのオントロジーが一般的で拡張可能な形で構築する。このオントロジーの上にターゲットタスクを完成するための推論内容をルールとして記述する。開発されたシステムは、タスク目標を受け取り、そのための最も適切なディープラーニングモデルを見つけるために、オントロジー上で推論を行う。

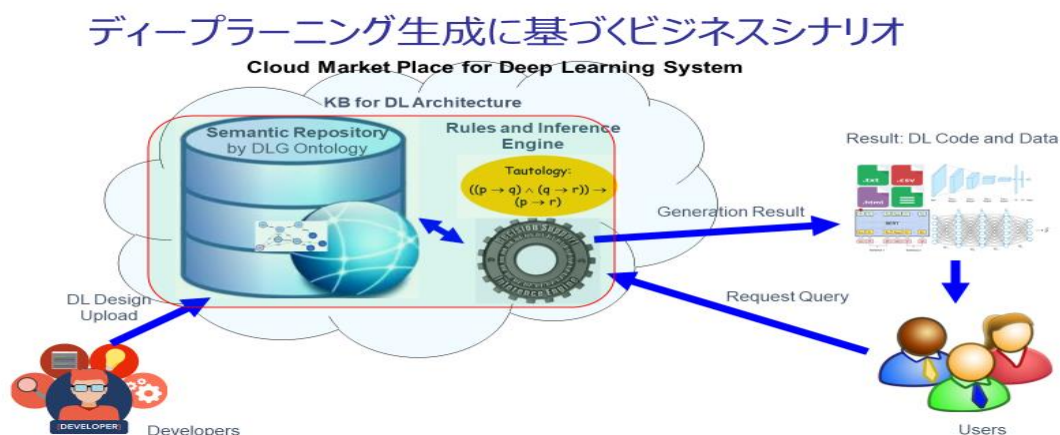
### 実用化の可能性

○ オントロジーとルールによる推論のための複数のエンジンがあり、これを利用してシステムを構築することができる。これをデモするためのウェブシステムがJENA Javaライブラリで構築されており、現在数十種類のタスク（テキスト、画像分類など）を実現させるためのディープラーニングシステムを生成する例が示されている。このような推論機能は現在、大規模な言語モデルでも処理可能だが、より専門家のようなシステムについては本技術を利用して構築することが期待される。

### UBICからのメッセージ

昨今AIは様々なデータ分析に利用されていますが、適切なモデルを作るためには専門家のノウハウを必要とする場面が少なくありません。本技術は、オントロジーとルールベースの仕組みを利用することで、人の介入を最小限に抑えてモデル構築を可能とするものです。AIシステム構築のハードルを下げる技術として、さまざまな現場での活用が期待されます。

### 研究概要図



# 仕様の異なるXML文書間の変換言語 ～変換の「正しさ」の理論による保証～

上級准教授 鈴木 大郎



## 正しく強力なXML文書の変換を実現

### 概要

#### ○XML文書変換の正しさの検証

インターネットの世界では、ある仕様に従うXML文書から別の仕様に従うXML文書への変換が頻繁に行われます。そのような変換を記述する言語としてXSLTが有名です。しかし、XSLTで記述された変換プログラムは、仕様に関係なく変換を行うので、仕様を満たさないXML文書を生成してしまう場合があります。また、仕様は満たしていても望ましくない文書を生成したり、変換そのものが停止しないこともあります。変換プログラムがこのようなことを起こさない、つまりプログラムが行う変換が「正しい」ことを、変換を行う前に検証できるようなXML文書変換言語を設計しています。

#### ○理論に基づいた言語設計

変換プログラムの正しさを保証するためには、変換の振る舞いを解析するための理論が必要になります。

ここでは、「型理論」と「項書き換え系」と呼ばれる理論をベースとして、その理論を構築し、それに基づいて言語を設計しています。また、理論に基づいて言語を設計することで、変換の正しさを保証しつつ、従来の変換言語では記述しづらいような強力な変換方法を提案することができるようになります。

### 実用化の可能性

○高階項書き換え系と型理論に基づくXML文書変換言語の最初の版の設計が終了し、それに基づく言語処理系のプロトタイプが構築されています。

○いまのところ、変換プログラムが生成するXML文書が仕様を満たすことの検証が可能です(研究概要図を参照)。今後、変換が停止することの検証などを行っていきます。

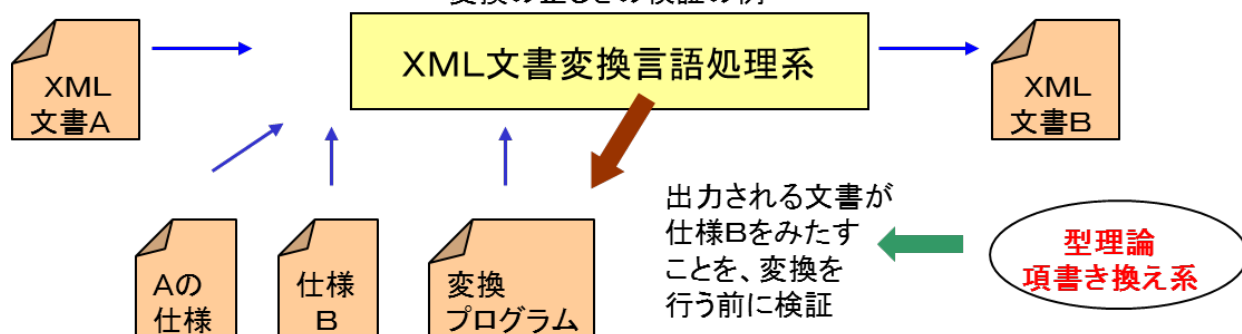
○高階項書き換え系を利用することで、現在の版でも従来の変換言語よりも強力な変換が可能になっています(文脈の抽出を用いた変換)。現在、より強力な変換を可能にするよう、理論に改良を加えています。

### UBICからのメッセージ

○ここで言う「変換」は一般のWEBユーザには見えない所で行われています。WEBページはその内容を記述するのに便利なXML言語で書かれています。この種の文書は普通のパソコンにとって、多くの場合、非常に扱いにくいものです。その文書を「変換」することにより初めてコンピュータが扱いやすい文書になります。その変換言語が鈴木上級准教授の研究テーマの一つです。この研究成果はWEBサービスを提供している企業が必要としています。

### 研究概要図

#### 変換の正しさの検証の例



理論による正しさの保証



上級准教授 渡部 有隆

## プログラミング学習を効果的かつ効率的にサポートする

関連発明: プログラミング学習支援プログラム、情報処理装置及びプログラミング学習支援方法(特願2021-121263)  
情報処理システム、情報処理方法、振分装置、通知装置、振分プログラム及び通知プログラム(特願2021-121259)

## 概要

プログラミングはあらゆるシステム・計算を実現するための手段であり、社会と科学の発展には欠かせないスキルです。昨今は、初等教育や大学入試共通テストへ導入されるなど、プログラミング教育やそのビジネスが注目されています。

プログラミングに必要な資質・能力は、主体的かつ能動的に養われます。一方で、論理的思考やバグ(間違い)の修正など、学習や指導には様々な困難が伴います。

Aizu Online Judge (AOJ)は、スマートプログラミング教育支援システムです。自主的な反復演習や教育現場での効率的な演習を支援します:

- ・ 問題セット・教材の提供
- ・ プログラムコードの自動採点
- ・ オンラインの学習支援と教育支援
- ・ 適応型ユーザインタフェース・環境
- ・ コードレビューAIによる学習支援, など

## 実用化の可能性

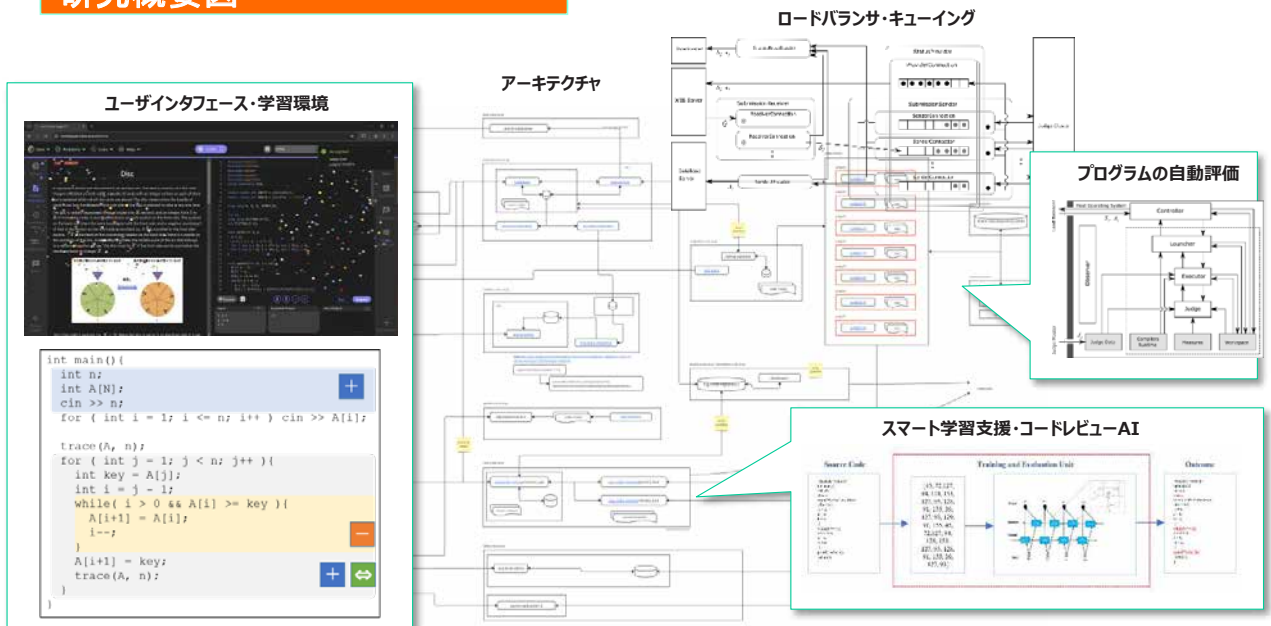
AOJ は国内外から約15万人以上のユーザ登録を頂いており、そのサービスや教育データは、既に世界中の教育者・研究者に広く活用されています。そのコア技術は様々な目的に応用可能です:

- ・ 初等教育・高等教育におけるICT教育
- ・ 企業における研修や人材育成
- ・ ICT教材や関連サービスの開発
- ・ その他、WEBサービス等の開発, など

## UBICからのメッセージ

プログラミング教育では、いかに効果的かつ効率的に学習者の支援が行えるかが重要です。AOJは利用者の主体的な学習をサポートするとともに、ユーザインタフェースにも配慮したプログラミング学習システムです。この分野の進展に伴って今後の広範囲な利活用が期待されます。

## 研究概要図



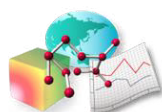


開発効率やメンテナンス性にも優れた統合環境

概要



- モデル・コード・ドキュメントを一体化して記述するプログラミング言語
- 空間と時間を概念とした言語構造で、モデルとアルゴリズムをより直観的・直接的に表現・記述



モデリング



コーディング



ドキュメンティング

○ 特徴

モデルやアルゴリズムを透過的に可視化するコーディングが可能です。



言語要素の暗記が必要なく学習コストが低い言語です。



オープンな言語要素とライブラリで、知識を蓄積・共有します。

実用化の可能性

○ 想定される用途

- プログラミングに関する教育資料開発
- プレゼンテーションツールや書籍作成
- 計算科学やシミュレーションのソフトウェア開発
- 技術継承を目的とした知識表現や教材開発

○ 実績

<https://yutaka-watanobe.github.io/star-aida/books/>

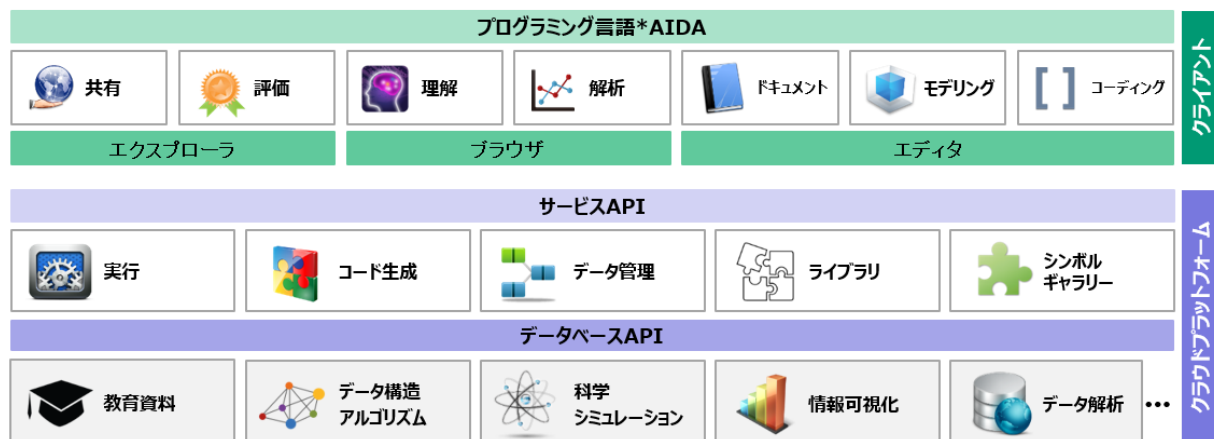
新しいタイプの教材開発



UBICからのメッセージ

直感的なプログラム開発を可能とする統合環境です。メンテナンス性にも優れ、様々な業務や業種での利用が期待されます。

研究概要図





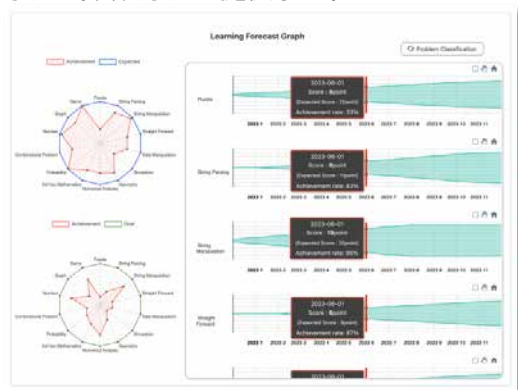
上級准教授 渡部 有隆

## モチベーションの維持のための進捗状況を可視化する

関連発明: 学習進捗表示システム及び学習進捗表示プログラム(特願2023-099161)

## 概要

- 学習支援システムでは、学習者の学習の進捗状況が可視化され表示される。
- 従来のレーダーチャートでは、分類された複数の学習項目ごとにスコア等を可視化することができる。
- しかし、学習すべき項目が多い場合などに、学習が後期段階に進むまで、すなわち学習の初期～中期段階では達成感を学習者に認識させづらいという課題がある。
- 本技術は、達成感・動機付けを与える表示方法と操作方法を提供する。



## 実用化の可能性

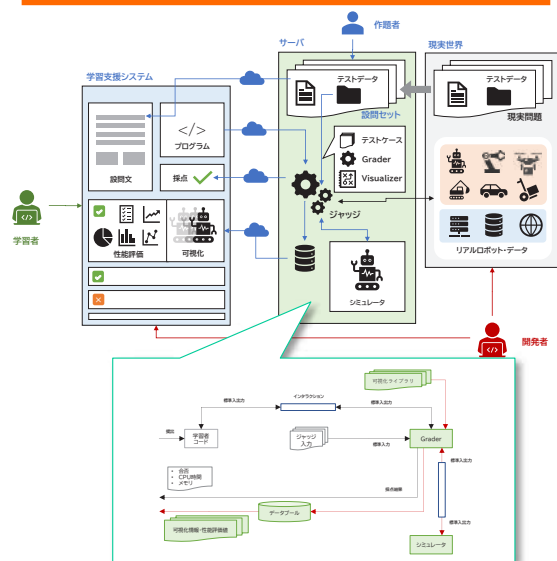
カテゴリ化・時系列化されたスキル・状態の可視化に関するシステムに適用可能

- 学習支援サービス
- オンラインジャッジシステム
- ゲーム
- 進捗管理システム
- 健康志向サービス
- 可視化システム

## UBICからのメッセージ

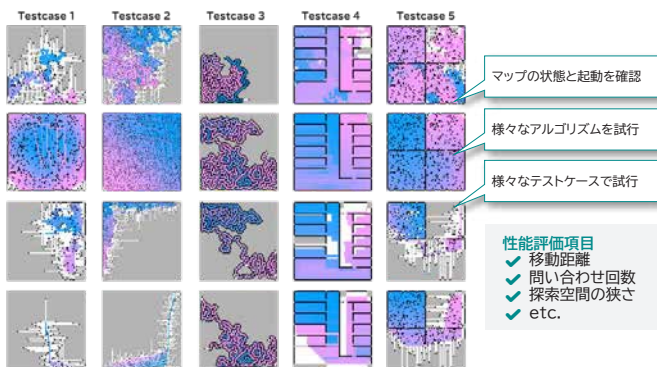
プログラミングを始めとした学習支援システムでは、学習者のモチベーション維持が重要な要素となります。特に初期から中期段階にかけて、適切な進捗評価を与えることは継続的な学習に不可欠です。本技術は絶対的な進捗率とともに、中間目標に対する達成度を視覚的に提示することにより、学習者の計画的な学習と学習意欲の維持をサポートします。独習になりがちなオンライン学習システムに最適な仕組みです。

## 研究概要図



**問題** ロボットが迷路を解くプログラムを作成せよ。ただし、マップは与えられない。プログラムは、システムに問い合わせることで、進行方向の壁の位置を特定できる。

**採点** ユーザプログラムと通信することにより、障害物の情報を提供しつつ、ロボットの移動をシミュレーションし、既知のマス状態と移動経路を可視化する。



**性能評価項目**  
 ✓ 移動距離  
 ✓ 問い合わせ回数  
 ✓ 探索空間の狭さ  
 ✓ etc.

■ 壁と利用したマス □ 道と利用したマス ■ ロボットが訪問したマス ■ 不明



渡部 有隆



成瀬 継太郎

上級准教授 渡部 有隆、教授 成瀬 継太郎

## 評価結果の分かり易い可視化でプログラミングをサポートする

関連発明：プログラム採点システム及びプログラム採点方法(特願2023-107217)

## 概要

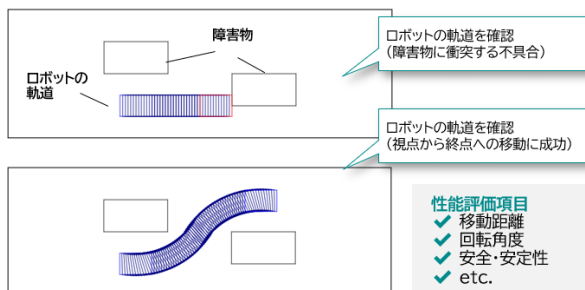
- ・ 学習者からオンラインで自動採点するオンラインジャッジシステムに関する技術。
- ・ ユーザプログラムの出力または動作を可視化した情報のフィードバックを、オンラインジャッジシステムの拡張によって実現する。
- ・ オンラインジャッジシステムのGraderが学習者プログラムと高度提出されたプログラムをなシミュレータとの仲介を行う。

## 実用化の可能性

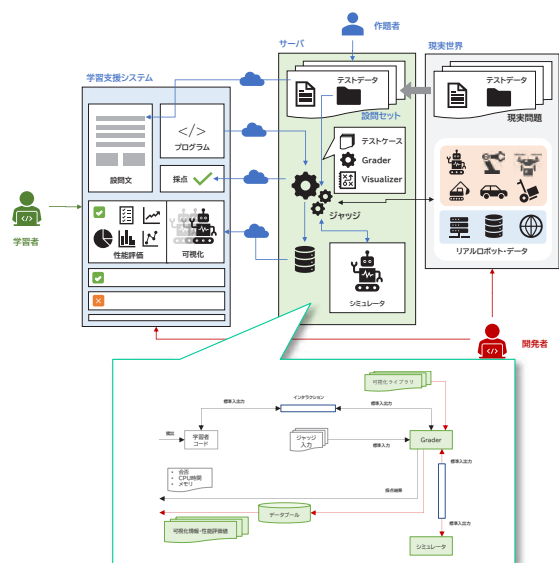
- ・ オンラインジャッジシステム
- ・ シミュレータ・性能評価
- ・ ロボット
- ・ ソフトウェアテスト
- ・ データサイエンス, など

## UBICからのメッセージ

オンラインのプログラミング学習システムでは、学習者の思考過程を的確に評価し、その結果をいかに分かり易くフィードバックするかが重要です。本技術はプログラムの出力や動作を分かり易く可視化して提示するため、システム上のシミュレータとの仲介を実現している点が特徴です。ロボットの動作をコントロールしたり、迷路での最適な経路を見つけたり、試行錯誤を伴う問題を解決するためのプログラミングを中心に、様々な利用場面が考えられます。

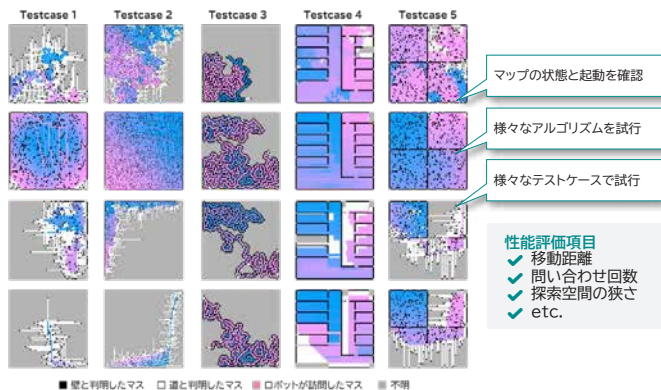


## 研究概要図

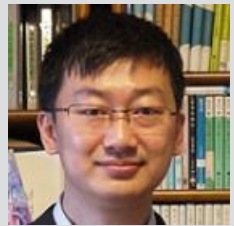


**問題** ロボットが迷路を解くプログラムを作成せよ。ただし、マップは与えられない。プログラムは、システムに問い合わせることで、進行方向の壁の位置を特定できる。

**採点** ユーザプログラムと通信することにより、障害物の情報を提供しつつ、ロボットの移動をシミュレーションし、既知のマスの状態と移動経路を可視化する。



# 人間の評価とコンピュータの最適化技術： 対象システム最適化の応用へ



准教授 裴 岩

## 人間とコンピュータが協力してシステムを最適化

### 概要

#### ○従来の最適化技術

通常のシステム最適化は仕様・ゴールとの数値的誤差を手がかりに最適化を行うため、内部で評価関数(コスト関数)を扱う。対象システムの仕様(設計ゴール)が数値で与えられている場合は、通常最適化設計が可能である。

#### ○従来最適化技術の問題点

しかし、システムによっては数値的ゴールを与えられない場合もある。あるデザインコンセプトに合うような絵や音を生成したい、聴こえやすくなるよう補聴器をフィッティングしたい、人工現実感を向上させたい、などほどの程度目的に近づいたかを計測できない。ユーザの主観的な反応が最適化のための唯一の手がかりである。従来の最適化手法では、心理的(非数値的)ゴールを与えられても対処が困難である。

#### ○提案技術

このような課題には、人間の評価とコンピュータの最適化技術を協調的に組み合わせる枠組みが必要である。対話型進化計算はこの技術的枠組みを実現する1つの技術である。対話型進化計算は、人間の主観評価に基づいて進化計算が対象システムを最適化する技術・手法である。しかし、性能が計測できず人間が性能を判断せざるを得ないようなシステムを設計する必要がある場合も多々ある。

### 実用化の可能性

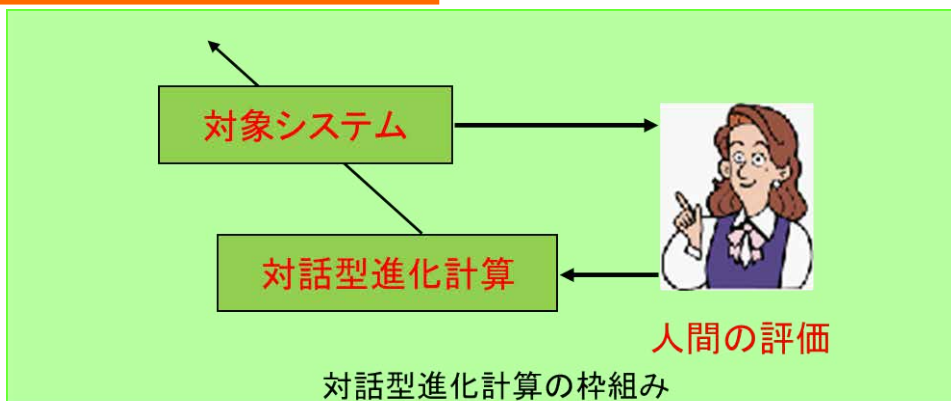
実用化の応用には、人間の主観や専門知識による評価に基づいて、最適化手法が対象システムを最適化する枠組みが必要である。対話型進化計算はこの枠組みの中で、最適化手法に進化計算を用いた手法である。わかりやすくイメージするためには、進化計算のフィットネス関数(評価関数)を人間に置き換えたシステムである、と考えていただければよい。

例えば、補聴器を良く聞こえるようにしたい、リビングに適したグラフィックスを生成したい、ジャズらしい音楽を生成したい、などである。主観評価は、好みのような感性的なものさしに基づく場合もある、専門知識に基づく判断の場合もある。

### UBICからのメッセージ

会津大学の技術による人間の主観や専門知識による評価に基づいて、提案技術を用いて、対象システムを最適化することができる。

### 研究概要図



# iREF-Search: より快適で使い易い情報探索を目指して

准教授 Neil Y. Yen



## 快適な情報検索で、データの利用価値を高める！

### 概要

一般的にデータは、オンラインショッピング、ヘルスケア、情報システムなど、それぞれの用途や状況に応じて形を変えます。そしてデータの価値は、見通しや適用手法を含め、ユーザの取り扱い方によって決まります。

本研究の目的は単純で、データから意味を見出し、ユーザにとって価値あるものにすること、そしてデータの中の情報から得られる恩恵を最大化することにあります。この理念を具体化させたものが、「iREF (Intelligent REnewable Framework)」というフレームワークです。これを利用することにより、大規模かつ異質な容量・速度・種類を有する情報を扱いながら、ユーザに対して実用的な知見や情報、タイムリな支援を提供することが可能となります。

iREFには「I can refer something」という意味もあります。ここでの「何か(something)」とは、iREFで計算されるものを指します。また「Intelligent」とはフレームワークを強化するための計算上の手法の集合体を指します。

「Renewable」とはデータやその関連から導かれるもの（例えばデータの前後関係や、ユーザエクスペリエンス）の処理を通じて、フレームワークが連続的に成長していくことを意味します。

技術的観点から見ると iREFはユーザに堅牢なエコシステムの構築を可能にさせます。開発当初においてiREFは、情報検索支援がその活用例の1つでした。そのため、このような検索エンジン（iREF-Search）は、既存のものよりもさらに快適で使い易い情報探索手法をいかに設計するかを実証するために活用されています。

### 実用化の可能性

本研究の目標指針は以下の2点になります。  
(1) タスク指向のサポートにタイムリーな情報を提供する

イノベーションを起こすために、単純かつ優れた情報に注力します。これは意味があり、有用であるとともに、エンドユーザのタスク処理をより容易にします。

(2) ユーザエクスペリエンスの再利用

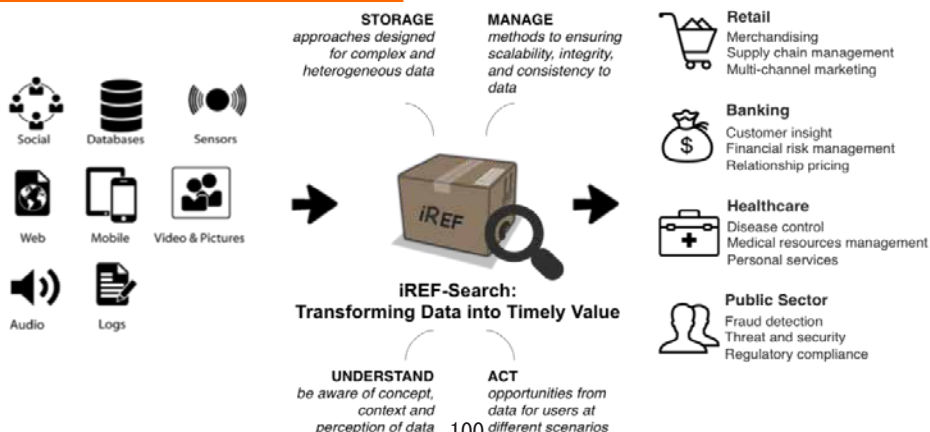
本アプローチでは、具体的なユーザエクスペリエンスとデータエクスペリエンスの両者を通じて、継続的な自己成長を続けることができます。

情報検索におけるアプローチと比較して、本アプローチは既存データの再利用率を大幅に向上させるとともに、多くの場面（例えば、インデックス処理、ランク付け、クエリ処理など）で効果的であることが実験で示されています。

### UBICからのメッセージ

近年、身の回りのデータ量や情報量の増加には、目を見張るものがあります。そして、これらの大量かつ多様なデータから、ユーザが求める情報を得るために、さまざまな検索技術が考案されています。本研究は、このような情報検索を、より快適で使い易いものにするための1つの手法を提供するものです。情報の関連性に着目するとともに、タスク指向の考え方を取り入れることで、より人間の思考パターンに近い検索が可能となるところが、本技術の特長といえます。

### 研究概要図



# 自己説明型ソフトウェアコンポーネント ～ソフトウェアの開発効率と安全性の向上～

教授 吉岡 廉太郎



## 人にやさしいプログラミング技術

### 概要

#### ○自己説明型コンポーネント

信頼性（安全性）の高いシステムを効率良く開発するには、理解しやすく、扱いやすいコンポーネントの利用が不可欠です。開発者が必要とするコンポーネントの情報を効果的かつリアルタイムに提供するため、高度の自己説明性を備えたのが自己説明型コンポーネントです。

#### ○本技術の独自性

- ・処理の意図やアルゴリズムなど、プログラムの「意味」を記録できる言語群
- ・情報量を制御して理解を助ける、適応型インタフェース技術

#### ○効果

自己説明型コンポーネントを用いた開発では、作成したいプログラムのアルゴリズム的性質を指定することで開発を行います。既存のプログラミング言語では記録できない、プログラムの内部動作に関する意味的情報が記録されるので、後のレビュー、デバッグ、再利用時の効率向上につながります。また、この意味的情報を用いてコンポーネントの安全性評価をより高い次元で行うことも可能となります。

### 実用化の可能性

#### ＜次世代プログラミング言語と開発環境＞

計算の流れなどのアルゴリズム的要素の記述と具体的な処理内容の記述を高度にバランスした全く新しいプログラミングツール

#### ＜再利用を促進するコンポーネント・ライブラリ＞

さまざまな機能を自己説明型コンポーネントのライブラリとして提供

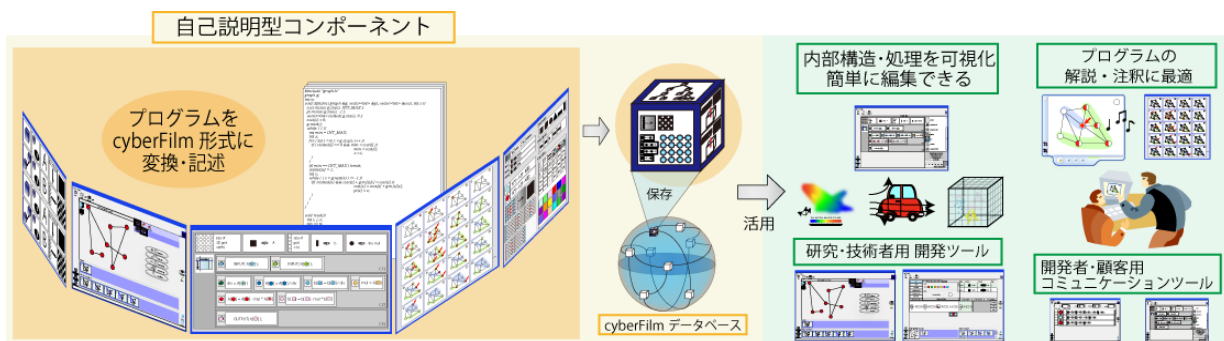
#### ＜コミュニケーションツール＞

ソフトウェアの仕様や動きを顧客と確認したり、開発者同士で共有するための記述言語

### UBICからのメッセージ

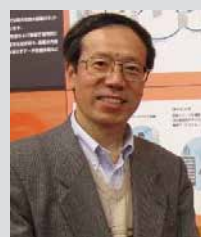
- 現状のプログラミングでは、コンピュータにやってもらいたい事（人の考え）をプログラマーがプログラミング言語に翻訳して命令文の形でコンピュータに指示します。この一連の命令文がプログラムです。翻訳に人が介入するので「誤り」を皆無にするのは困難です。
- この技術は「人の考え」をコンピュータがプログラミング言語に翻訳しプログラムを作ります。ですから、翻訳に起因した「誤り」は皆無で「人の考え」を正確に記述できればバグの無いプログラムを作ることが出来、さらに、プログラムに関して「人の考え」上で議論できるので現状の「プログラム」上での議論よりもずっと効率的です。

### 研究概要図



# 深層ニューラルネットワークの 応答時間の短縮

教授 趙 強福



## よく現れるデータに、より速く反応するAIを作りました

関連発明：ニューラルネットワークの学習方法、コンピュータプログラム及びコンピュータ装置  
(特願2018-230323[特許第7230324号])

### 概要

○深層ニューラルネットワーク(DMLP)は、左下の図のように、たくさんの「層」から構成される機械学習モデルである。従来、出力層は一つだけしかないので、任意の入力に対して、同じ計算量で出力を求める必要があり、平均応答時間が長い。

○本技術で提案するDMLPは、複数の出力層を有する。任意の入力に対して、出力の「信頼度」が十分高くなった段階で計算を終了し、結果を出力することによって、平均応答時間を短縮することができる。データの「難易度」だけではなく、クラスの難易度を考慮に入れることもできる。

○また、DMLPを訓練する際に、すべての層を一斉に求めるのではなく、層ごとに成長させていき、精度、信頼度などをもとに、ネットワークの成長を早期に終了し、層の数を最小限に抑えることもできる。

○更に、各出力層は「理解可能な」学習モデルを使用することができる。例えば、決定木を利用することで、その層で抽出した「特徴」の中で、重要なものを自動的に選定できる。また、そのような特徴をもとに応答結果を「解釈」することもできる。

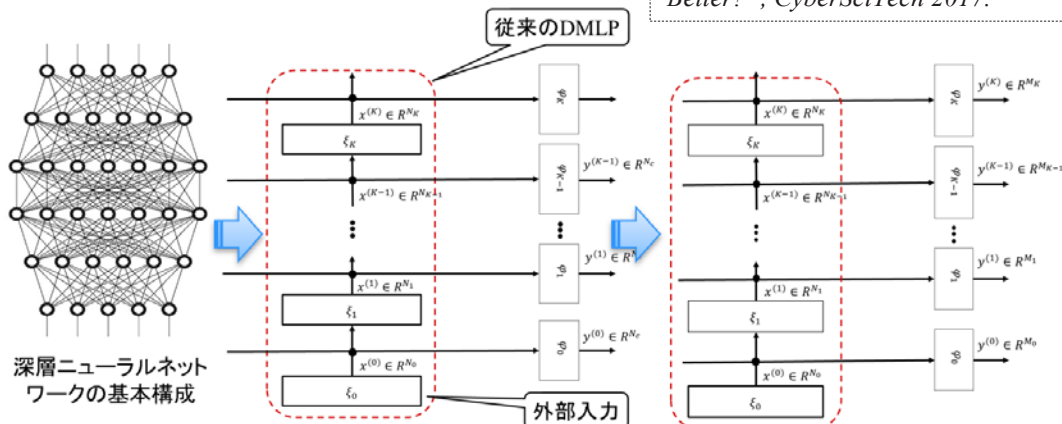
### 実用化の可能性

○本技術は、DMLPの威力を発揮しつつ、応答に要する「平均時間」を短縮するために利用できる。例えば、NG製品の検出に適用する際、異常率が低い場合、正常品を早く、高い確率で判断できるようにモデルを設計すれば、検査時間を短縮することができる。また、自動運転の際には、危険があるかどうかを先に判断すれば、不必要な計算を省くことができる。要は、「大分類」、「細分類」、「細々分類」などを段階的に行うことによって、システムの実時間性を向上させることができる。

### UBICからのメッセージ

○昨今の深層ニューラルネットワークは、多層化により様々な問題を解決していますが、応答時間の増大や、内部処理のブラックボックス化が課題となっています。本技術は、これらに対する1つの解決策を与えるものです。今まで一律の処理時間を要していた問題を、難易度に応じて順次応答を返したり、各層で行われている処理の内容を外部から解釈できるようにすることも可能となります。

### 研究概要図



Furukawa and Zhao, "On Extraction of Rules from Deep Learner: The Deeper, the Better?", CyberSciTech 2017.

# G. セキュリティ

| No. | テーマ名                                   | 氏名    | P   | 関連<br>特許 |
|-----|----------------------------------------|-------|-----|----------|
| G-1 | 現実の環境において安全な量子鍵配送方式                    | 渡邊 曜大 | 104 |          |
| G-2 | 複数画像を暗号化できる視覚復号型秘密分散法                  | 渡邊 曜大 | 105 | 有        |
| G-3 | 物体の合成系の対称性を利用した秘密計算用器具                 | 渡邊 曜大 | 106 | 有        |
| G-4 | モーフィングに基づく顔画像の隠蔽技術<br>～秘密情報を隠しても画像は自然～ | 趙 強福  | 107 |          |
| G-5 | データ共有に基づく再現可能なステガノグラフィー技術              | 趙 強福  | 108 | 有        |
| G-6 | GANに基づくステガノグラフィー技術                     | 趙 強福  | 109 |          |
| G-7 | クラウドと携帯端末の分散処理に基づく察知エージェントの実装技術        | 趙 強福  | 110 | 有        |
| G-8 | IT/IoTシステムのセキュリティテスト                   | 中村 章人 | 111 |          |

# 現実の環境において 安全な量子鍵配送方式

上級准教授 渡邊 曜大



## 無限の計算資源をもつ攻撃者に対しても安全な暗号

### 概要

○現在標準的に用いられているほとんどの暗号技術の安全性は、桁数の大きい素因数分解問題や離散対数問題を解くのが難しいといういわゆる計算量的な仮定にもとづいています。このような計算量的な仮定にもとづく暗号は、計算機能力の向上やアルゴリズムの発展に伴い、長い期間にわたってその安全性を確保することが難しくなってきました。一方、量子鍵配送の目的は、無限の計算資源をもつ攻撃者に対しても安全に鍵を共有することです。したがって、その安全性は計算機能力の向上やアルゴリズムの発展とは完全に独立であり、「無条件の安全性」とも呼ばれています。

○量子鍵配送では、量子力学の原理を利用することによって、盗聴行為を検出できるようにプロトコルを設計します。これまでに提案されている方式では、送受信機の誤差が無視できると仮定されていますが、現実の実装では、通常無視できません。我々の研究では、送受信機に任意の誤差があっても、その誤差を適切に反映した秘匿性増強を行うことによって、安全に鍵を配送する方式を提案しました。

### 実用化の可能性

#### ○量子鍵配送装置の開発

任意の誤差を許した送信機および受信機に対して安全性が保証できる量子鍵配送方式を提案しました。本方式を用いることによって、現実の実装において安全な量子鍵配送の実用化が期待できます。

### UBICからのメッセージ

○送信者が光子に載せた鍵情報を受信者に送ります。送信者が送った鍵情報と受信者が受け取った鍵情報が一致しないときは、盗聴されていると仮定します。

○従来の技術では、量子鍵送受信機の誤差があると送信者と受信者の鍵が一致しないので盗聴があると判断してしまい、鍵配送の効率が悪かったのです。

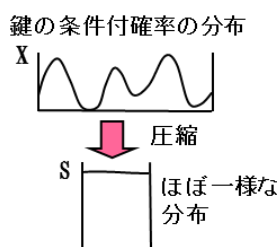
○本技術は、量子鍵送受信機に誤差があっても鍵を安全に配送することができ、鍵配送の効率を向上することができます。

### 研究概要図

#### 量子鍵配送の実行手順

- ①情報の送受信
- ②エラー率推定  
送受信情報間の誤りを推定
- ③誤り訂正  
送受信情報間の誤りを訂正
- ④秘匿性増強  
盗聴者にランダムにみえるように情報を圧縮し、鍵を生成する

#### 秘匿性増強の概念図



#### ■問題

盗聴者が何らかの部分情報を持っている共有鍵(左図の X)から安全な秘密鍵(左図の S)を作る

#### ■解決法

- 圧縮関数としてユニバーサルハッシュ関数を用いる
- 圧縮率を2次のレニーエントロピーの値で定める

# 複数画像を暗号化できる 視覚復号型秘密分散法

上級准教授 渡邊 曜大



## 人の目で解読できる暗号技術の新手法

関連発明: 視覚復号型秘密画像分散法、及びこれを実行するプログラム  
(特願2014-087842【特許第6391109号】)

### 概要

秘密分散法とは、「秘密情報」から複数の「分散情報」を生成し、あらかじめ定まった分散情報の集合のみから元の秘密情報が復元できるようにするための暗号技術のことです。例えば、 $(k, n)$  閾値型秘密分散法では、秘密情報から  $n$  個の分散情報が生成され、 $k-1$  個以下の分散情報からは秘密情報に関するいかなる部分情報も漏れない一方、分散情報を  $k$  個以上集めると秘密情報が復元できることが保証されています。

秘密分散法には、秘密情報を復元するのに計算機を必要とせず、これを人間自身が行うことができるものが存在します。視覚復号型秘密分散法はこのような秘密分散法の例です。視覚復号型秘密分散法では、秘密情報および分散情報はどちらも画像であり、分散情報は透明なシートに印刷されます。そして、あらかじめ定まっていたいくつかの分散情報を重ね合わせることによって、人間が自身の目を用いて秘密情報を復元することができます。

従来の複数画像を暗号化できる視覚復号型秘密分散法では、秘密情報を復元できる分散情報の集合（アクセス構造）に制限がありました。本技術ではこの制限を排除し、あらゆるアクセス構造に対応した視覚復号型秘密分散法の構成法を与えます。

### 実用化の可能性

秘密分散法は、秘密情報に対する安全なアクセス制御を実現するための要となる重要な暗号技術です。本技術は、情報量的に安全な秘密分散法であるという本来の特性に基づいて、個人認証における実用化を期待しています。また、利用者の興味を喚起しやすいという特徴に基づいて、娯楽や教育の分野での実用化も期待しています。

### UBICからのメッセージ

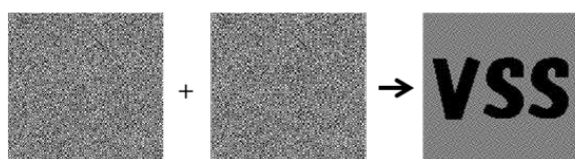
近年、情報処理分野における暗号化に対する要求レベルが高まり、暗号化された情報の解読にも計算機処理が必須となっています。視覚復号型秘密分散法では、情報を物理的に分散させると同時に、人間の目さえあれば解読できる点に特徴があります。そのため、ネットワークやデータベースシステムの脆弱性に起因した情報漏えいなどとは、無縁の世界であるとも言えます。また視覚的にも興味深い振る舞いを見せることから、ゲームやデザインなど、情報セキュリティとは全く異なる世界での利用にも、今後広がっていく可能性があると考えられます。

## 研究概要図

### ・ $(k, n)$ 閾値型秘密分散法



### ・視覚復号型秘密分散法の例



### ・本技術による視覚復号型秘密分散法の構成例 (イメージ)



# 物体の合成系の対称性を利用した 秘密計算用器具

上級准教授 渡邊 曜大



## 計算機が無くてもブロックで秘密計算

関連発明：秘密計算用器具(特願2024-057226)

### 概要

○物理暗号とは、暗号を物理的に実現する技術のことで、暗号計算の一部もしくは全部を人間が担えるように設計されています。通常であれば計算機が実行する暗号計算をユーザー自身が実行することにより、計算やセキュリティを楽しみながら学べるのが期待できます。本技術では、物体の合成系の対称性を利用することによって、秘密計算のための物理的な器具を提供します。ここで秘密計算とは、複数の参加者がそれぞれもつ秘密情報を入力とする所望の関数の計算を、各参加者の情報を他の参加者に秘密にしたまま実行することです。

○本技術が提供する秘密計算用器具は、玩具のブロックを合体させるように物体を合体させることにより構成します。本技術では、基本演算（AND, OR, XOR, COPY, NOT）に関する構成法（物体の合体・回転のさせ方）を与えているため、すべての関数についての秘密計算が原理的に可能です。さらに、それらの構成法の情報理論的安全性や最適性（合体させる物体の数をそれ以上減らせないこと）も示されています。カード組、PEZ（キャンディ）ディスペンサー、ボールと袋を用いる従来技術と比べて、単純な操作で安全に秘密計算を実行でき、その並列化やランダム置換を利用した計算も容易である点が本技術の優位性になります。

### 実用化の可能性

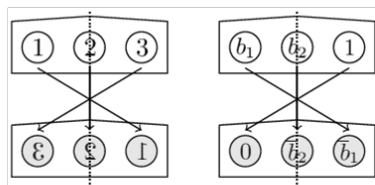
○本技術は教育分野・娯楽分野での実用化を目指しています。教育分野では、ユーザーの興味を引きそうなタスクを与え、それをどのように計算するか考えさせることによって、楽しみながらプログラミング（基本演算の組み合わせにより与えられたタスクを実現する）を学ぶことが期待できます。自分の計算法と模範計算法を比較することによって、計算の効率性についても学ぶことができます。娯楽分野では、例えば「グループ内で気に入った相手を秘密情報としてマッチングが成立したペアのみを明らかにする計算」が可能であり、仲間で集まってゲームするような形で利用されることを期待しています。

### UBICからのメッセージ

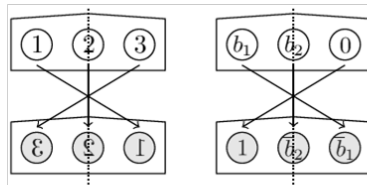
玩具のブロックの組み合わせによって基本演算を実行でき、電源が使用不能の環境下でも秘密計算を実行できるセキュリティ手法と計算用器具を含めた技術となります。災害時などの停電時下でのセキュリティの他、楽しみながら学べる教育ツールとしても利用可能で、幅広い分野での利活用が期待できる技術となります。

### 研究概要図

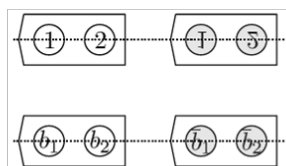
・本技術による基本演算の構成例（NOT演算は「円」を表裏反転させることに対応）



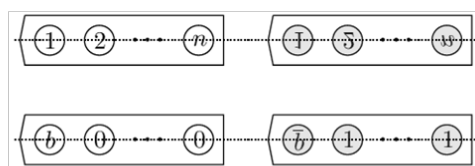
AND演算



OR演算



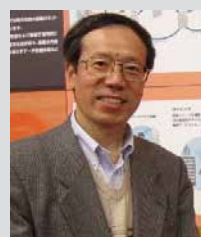
XOR演算



COPY演算

# モーフィングに基づく顔画像の隠蔽技術 ～秘密情報を隠しても画像は自然～

教授 趙 強福



データを集める前に、まずプライバシーを考えましょう

## 概要

- データ隠蔽技術として昔からステガノグラフが知られている。ステガノグラフでは秘密情報はカバーデータの中に隠すことによって保護される。カバーデータとして、通常、画像、音楽などを利用する。秘密情報を隠すときに、カバーデータの「外観」をあまり変えないようにしておけば、第三者は秘密情報の存在すら知り得ないので、ステガノグラフは暗号化技術よりも「攻撃」される可能性は低いと言われている。
- 問題点としては、「カバー率」が低いことが挙げられる。即ち、顔画像などのような情報量の大きい情報を隠そうとする場合、従来の方法ではカバーデータの情報量も大きくなり、効率的でない。
- 本技術では以上の問題点を克服し、顔画像などを効率よく隠蔽することができる。



※左から順に、隠したい画像、カバー画像、モーフィング画像である。モーフィング画像が公開されても「あるヒト」の顔として認識され、元の人の個人情報保護される。鍵を持っている者だけが元の画像を復元することができる。

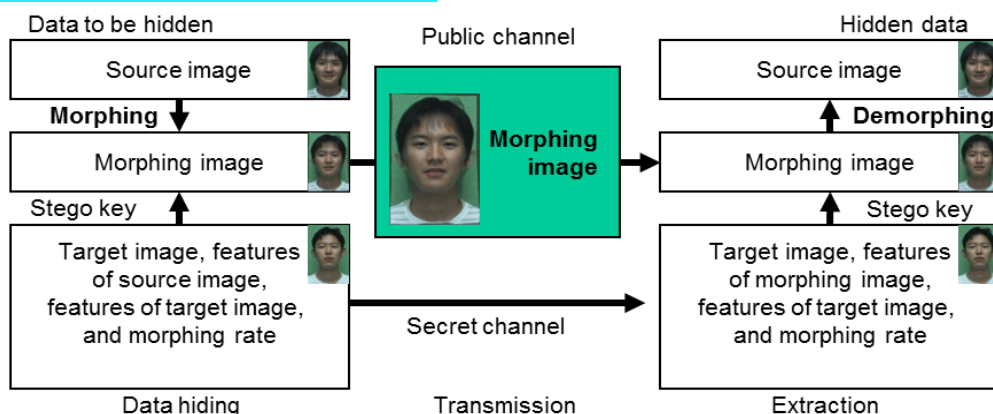
## 実用化の可能性

- 本技術は、
  - 1) 一枚の画像を隠すために、同サイズの2枚の画像といくつかのパラメータで十分であり、従来の方法よりカバー率が高い。
  - 2) 一部の情報(顔の属性など)を隠しつつ、他の情報(顔色、表情など)が公開できる。などの特徴がある。
- 本技術は、さまざまな顔画像データベースに含まれる大事な個人情報を守ることができる。データベースの例として、顔認証による入退室管理システム、顔画像によるセキュリティシステムなどを構築する際に使う訓練データベースが挙げられる。

## UBICからのメッセージ

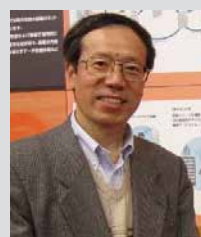
- モーフィングとは画像を連続的に変形する、という意味です。この技術によれば、顔画像を隠蔽する際、従来技術に比べカバー画像の情報量が少なくても良い、という利点があります。
- 高いセキュリティを保証する方法として顔認証があり、この場合顔画像は重要な個人情報ですが、顔認証のための顔画像が流出したら影響は測り知れません。
- 銀行、クレジットカード会社等高いセキュリティが要求される所での本技術の応用が期待されます。

## 研究概要図



# データ共有に基づく再現可能な ステガノグラフィ技術

教授 趙 強福



## 基礎情報の共有によって秘密データを効率よく画像に隠す

関連発明: 秘密データの隠蔽方法、これを実施するプログラム、及び秘密データ通信システム  
(特願2017-156805【特許第7143973号】)

### 概要

○ 遠隔医療などの応用において、対象画像に秘密データを埋め込み、受信者が画像とデータを同時に再現できると便利である。このニーズに応える技術は再現可能なステガノグラフィである。良く知られている方法として、Pixel-value ordering (PVO)がある。PVOでは、カバー画像を複数の等サイズブロックに分割し、各ブロックにおいて1単位の情報を埋め込む。情報の埋め込み方は、まずブロック内の画素値を昇順で整列し、最初の2画素の差、或いは最後の2画素の差によって決める。PVOは、カバー画像の画質を保証しながら情報の埋め込みができる一方、埋め込みできる情報の量が小さい。この問題を解決する方法として、Pixel based PVO(PPVO)という方法があるが、本質的な改善はできていない。

○ 提案技術は、埋め込みや情報抽出の過程ではPPVOをそのまま利用するが、秘密情報を埋め込む前に、その冗長度をできる限り小さくする。本技術の適用により、capacityを5倍程度増やすことができる。或いは、capacityは同じままで、ステゴ画像の画質を大幅に向上することができる（即ち、より正確に再現することができる）。

### 実用化の可能性

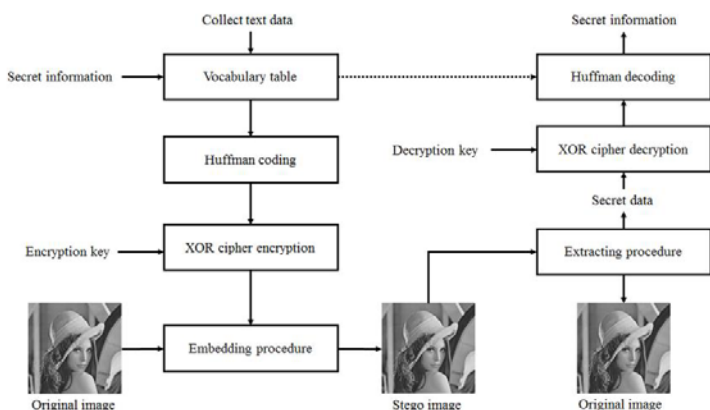
○ 本技術は、秘密情報とカバー画像を同時に再現できるので、遠隔医療に利用できる。例えば、脳のCT画像に、患者のカルテを埋め込み、山奥のクリニックから都市部の専門家に送り、そこで両方を再現し、治療方針を決めることができる。

○ カバー画像と秘密情報を同時に再現する必要がある他の用途にも応用できる。例えば、製品の部分画像に、関連情報を埋め込んで信頼できる専門家（AIなど）に送れば、品質の診断、真偽の鑑定、問題点の発見などを行うことができる。

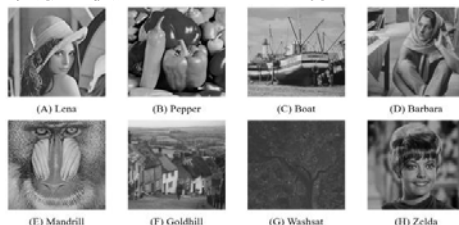
### UBICからのメッセージ

本技術は、「Vocabulary Table」を利用することによりデータ圧縮率を上げ、秘密情報を正確に画像に隠す方法を提供します。画像と隠したいテキスト情報などを合わせて送信する場合に、元の画像の品質低下を防ぐため、有効な手段となります。上記のように、医療画像とカルテ、製品画像とその設計情報など、画像と組合せた秘密情報を安全に管理したり、送受信する場面での活用が考えられます。

### 研究概要図

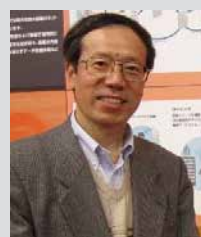


実験に使用されたカバー画像



再現されたカバー画像の画質(PSNR in dB)

| Image    | PPVO<br>10,000 bits | Proposed method<br>10,000 bits |
|----------|---------------------|--------------------------------|
| Lena     | 58.39               | 69.30                          |
| Pepper   | 57.18               | 64.21                          |
| Boat     | 60.83               | 69.07                          |
| Barbara  | 57.08               | 64.25                          |
| Mandrill | 55.83               | 60.08                          |
| Goldhill | 57.72               | 70.26                          |
| Washsat  | 64.11               | 71.48                          |
| Zelda    | 57.38               | 65.77                          |



## カバードータを自動生成する次世代のセキュリティ技術

## 概要

○秘密情報を守るために、暗号化技術とステガノグラフィ技術が利用できます。前者は秘密情報を誰も読めないようにコーディングする技術で、後者は秘密情報を「自然な」カバードータに埋め込み、その存在自体を誰もわからないようにする技術です。

○秘密データの存在を隠すためには、自然なカバードータをたくさん作成しないとけません。同じカバードータで異なる秘密を隠すと、秘密情報の存在が第三者にバレされやすくなるためです。

○本技術は、GANつまり敵対生成ネットワークをステガノグラフィに利用する方法を提案します。主なポイントは、カバードータ（画像）の生成、カバードータの自然さの検証、ステゴデータが味方によって送られていることの検証などがあります。

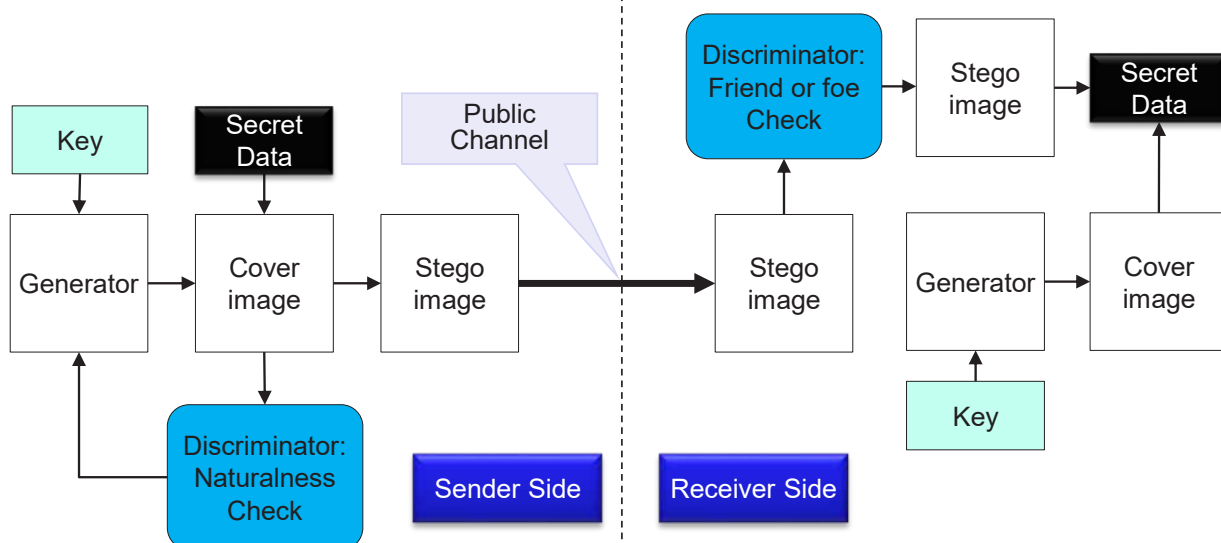
## 実用化の可能性

○近年、生成AIが益々強力なものになっており、本技術は間違いなく実用できます。ただし、秘密情報を守るためには、クラウド型AIではなく、ローカルな専用AIを利用したほうが良い。また、訓練データ、使用時に生成されたデータ、AIモデルなどの厳重管理は課題であり、関連業者との共同研究によって解決したい。

## UBICからのメッセージ

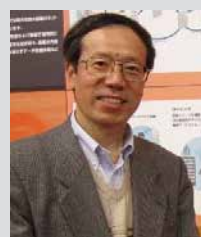
GAN(Generative Adversarial Networks)による画像生成によって、秘密情報を埋め込む画像を生成するだけでなく、カバードータ自体の検証や送信元の検証も含まれる技術です。近年の生成AIなどの高度化によって、より複雑かつ他者からの復元不可能な暗号化技術が求められ、セキュリティに関わる広い分野での利活用が期待できます。

## 研究概要図



# クラウドと携帯端末の分散処理に基づく 察知エージェントの実装技術

教授 趙 強福



## セキュアでプライバシー保護ができる決定支援サービスの実現

関連発明: 携帯端末を用いた察知エージェントシステム、察知エージェントシステムにおける機械学習方法、及びこれを実施するためのプログラム (特願2017-120278【特許第6746139号】)

### 概要

○携帯端末の中に、さまざまな知的アプリを組み込むことによって、ユーザを様々な面でサポートすることができる。これらの知的アプリのことを「察知エージェント」という。察知エージェントは、例えば、健康に関連するデータをもとに健康状態を把握したり、検索内容をもとにユーザの意図を推測したりすることができる。察知エージェントは携帯端末の「こころ」である。

○複数の察知エージェントを携帯端末に常駐させると、計算が重くなり、バッテリーの消費も速くなる。一方で、察知エージェントをクラウドサーバに実装すると、ユーザの個人情報、秘密情報が傍受され、エージェントモデルも解析されるリスクがある。これらの問題を解決するためには、察知エージェントを小型化し、端末だけで実装する方法も考えられるが、限界がある。

○本提案技術では、クラウドと携帯端末を上手く使い分けることによって、クラウドのパワーを生かしながら、ユーザの計算モデルやプライバシーを守ることができる。

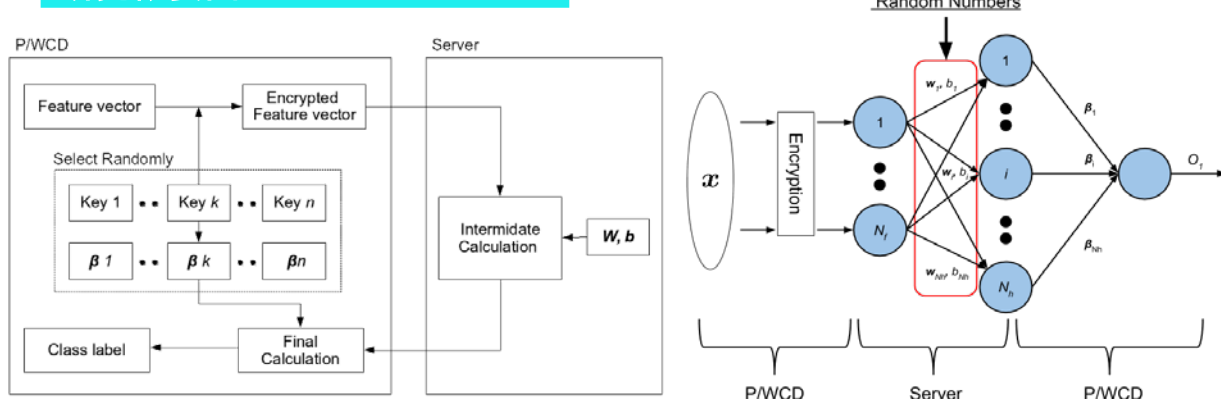
### 実用化の可能性

○現在、実験室レベルでプロトタイプを開発、検証済み。今後、学内のクラウドセンターを利用して、サービス環境をテストし、不特定多数のユーザにもサービスを提供できるようにしたい。また、できるだけ早い段階に、ユーザ登録、アカウント管理、ユーザ基本情報の管理などの関連技術を取り込み、実用的システムを構築し、携帯端末ユーザ向けの「決定支援サービス」を提供したい。

### UBICからのメッセージ

○近年では、商品のレコメンデーションをはじめ、ユーザ向けのさまざまなカスタマイズサービスが提供されています。その一方で、これらに伴う情報セキュリティや個人情報の問題も顕著になりつつあります。本手法は、サーバとクライアントの役割分担を工夫することにより、計算処理の効率化と、セキュリティ上の課題解決をともに実現します。今後さらに発展する個人向け情報サービスの提供システムにおいて、非常に有用な技術と考えられます。

### 研究概要図



サーバ側の処理は、暗号化されたベクトルと乱数行列の計算のみであるため、サーバからはユーザの計算モデル、ユーザの個人情報・秘密情報を察することができない。



## システムのセキュリティテストやデバッグを効率化する

### 概要

従来のIT機器に加えて、様々なIoTデバイスをネットワークに接続したシステムのセキュリティが重要な問題となっている。

#### ○ IoTテスト用ネットワークシミュレータ

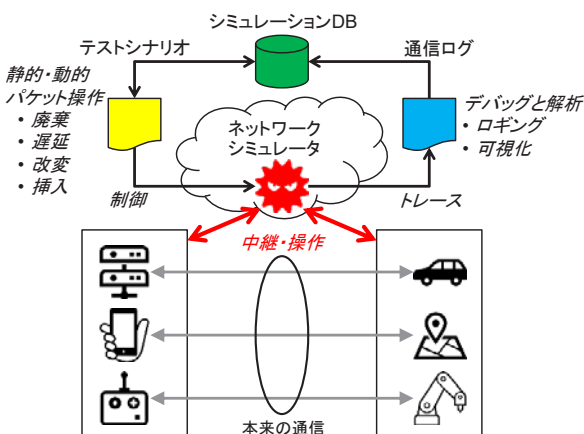
開発者やSIは、ネットワーク障害やサイバー攻撃に対するIoTシステムの振る舞いをテストしたい。しかし、IoTデバイスのソフトウェアや設定の変更は避けたい、またはできないこともある。ネットワークレベルのパケット操作で障害や攻撃の状況を再現できるようにし、透過的かつ柔軟なテスト環境を構築できるようにする。

#### ○ ソフトウェア脆弱性の自動テスト

ソフトウェアの脆弱性はサイバー攻撃の要因であり、これを適切に把握して解消する必要がある。脆弱なソフトウェアの振る舞いや実行結果を確認しようとしたときに、テスト環境の構築、テストの実施、レポートの作成までを自動で行えるようにする。

### 研究概要図

#### IoTテスト用ネットワークシミュレータ



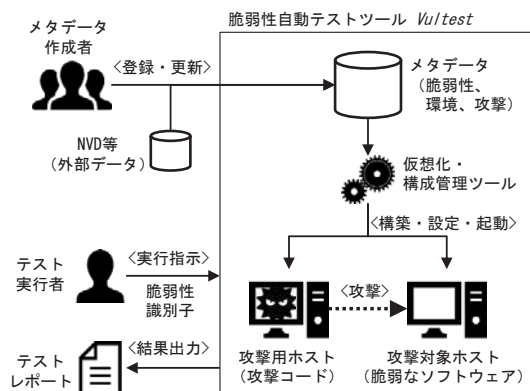
### 実用化の可能性

- 1) IoTデバイス開発時のデバッグ
- 2) IoTシステムの統合テスト
- 3) ソフトウェア開発者を対象とした、ソフトウェアの動作確認やバグ修正の効率化
- 4) システム管理者を対象とした、レプリカ環境による、運用システムのセキュリティテストの自動化
- 5) 教育や技術競技等のIT環境の構築

### UBICからのメッセージ

IoT環境の増大により、IoTデバイスを含むシステムのセキュリティが注目されています。またサイバー攻撃のターゲットとなるソフトウェア脆弱性の確実な検出も重要な課題です。本技術はこれらの課題に対して、シミュレーションや自動テスト環境を提供することで、効率的なセキュリティ確保を実現するものです。日常生活の隅々まで浸透しているITシステムの世界において、非常に強力な武器となることが期待されます。

#### ソフトウェア脆弱性の自動テスト <https://github.com/uoanlab/vulntest>





# H. その他

| No.  | テーマ名                                  | 氏名               | P   | 関連特許 |
|------|---------------------------------------|------------------|-----|------|
| H-1  | 多変数関数の解析的重ね合わせ<br>～ヒルベルトの第13問題の変種～    | 浅井 和人            | 114 |      |
| H-2  | 大規模行列の固有値問題<br>～厳密対角比からモンテカルロ計算まで～    | 本間 道雄            | 115 |      |
| H-3  | 手書き動作を即時にデジタル化する新自由手書き方式              | 荊 雷              | 116 | 有    |
| H-4  | 人間の自然動作でロボットを制御                       | 荊 雷              | 117 | 有    |
| H-5  | ものを制御する<br>～高度情報化社会の下での高度線形制御～        | 森 和好             | 118 |      |
| H-6  | 軟弱地盤用移動ロボット                           | 成瀬 継太郎           | 119 | 有    |
| H-7  | 経営に役立つ統計モデル                           | 大藤 建太            | 120 |      |
| H-8  | AlzuHand: 適応型リアルタイム非侵襲的ニューロモルフィック義手   | Ben A. Abderazek | 121 | 有    |
| H-9  | 電力取引システムおよび電力取引方法                     | Ben A. Abderazek | 122 | 有    |
| H-10 | スマートグリッドにおける電力管理のためのEV消費電力予測方法およびシステム | Ben A. Abderazek | 123 | 有    |
| H-11 | 漆塗りロボットシステム                           | Ben A. Abderazek | 124 | 有    |
| H-12 | スーパーにおける売上データからの購買パターンの抽出             | Rage Uday Kiran  | 125 | 有    |
| H-13 | 自動運転車の安全性改善のための交通渋滞パターンの検出            | Rage Uday Kiran  | 126 | 有    |
| H-14 | 極限環境域に適用可能な小型高性能広帯域地震計                | 山田 竜平            | 127 |      |
| H-15 | 代数トポロジーの観点からの結び目の研究                   | 森谷 駿二            | 128 |      |
| H-16 | 女性活躍推進が従業員の心理・行動に与える影響とそのマネジメント       | 長井香資子            | 129 |      |

# 多変数関数の解析的重ね合わせ ～ヒルベルトの第13問題の変種～



上級准教授 浅井 和人

## 計算機による非常に複雑な偏微分方程式の処理

### 概要

○多変数関数の解析的重ね合わせについて興味を持って研究を行っている。この問題の起源は古く、また素朴であり、多変数の関数を2変数や少ない変数の関数のみを用いて表示できないかというものである。

○この種の問題の有名な定式化としてはヒルベルトの第13問題があるが、そこでは、2変数連続関数を用いた重ね合わせが問題となっていて、それはKolmogorov、Arnol'dによって解決されている。これによれば、任意の多変数関数は、2変数連続関数の特定の型の重ね合わせで表示できるということである。

○しかし、解析関数や代数関数、滑らかな関数等を用いた重ね合わせについては、そのような単純な結論は得られず、あまり研究が進んでいない。本研究では、解析的あるいはある程度滑らかな重ね合わせについて調べている。そしてある特定の型の重ね合わせについては、そのように表せるための必要十分条件が具体的な偏微分方程式系で表示できることがわかった。

### 実用化の可能性

○本研究により、ヒルベルトの第13問題の解析的類似へのアプローチが期待される。

○また、実用的には、ある量  $F$  が幾らかの要因で決まるとき、幾らかの変数をまとめて中間的な変数をつくり、その関数で  $F$  を表すというような、効果的な関数表現に応用することができると思われる。

### UBICからのメッセージ

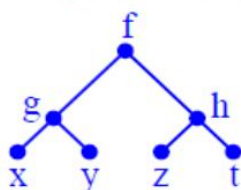
○数学の分野で[実用化の可能性]を求めるのは無理があるとは思われますが、この「重ね合わせ」の学問は数学の他の分野の根底となっており・・・最終的には私たちの身近な部分に関係しているものと思われます。

### 研究概要図

#### The Simplest Case

##### Superposition

$$u = f(g(x,y), h(z,t))$$



##### Partial Differential Equations

$$u_x u_{yz} - u_y u_{xz} = 0$$

$$u_x u_{yt} - u_y u_{xt} = 0$$

$$u_z u_{xt} - u_t u_{xz} = 0$$

$$u_z u_{yt} - u_t u_{yz} = 0$$

# 大規模行列の固有値問題 ～厳密対角化からモンテカルロ計算まで～



教授 本間 道雄

## 巨大システムの解析が可能に

### 概要

○原子や原子核などの量子多体系の性質を調べることは、多くの場合、その系に対応する行列の固有値を調べる数学的な問題に帰着される。この行列のサイズは、システムの構成要素の自由度が増えるにしたがって急激に増大する。コンピュータ技術の進展により、現代ではパソコン上でも10億次元程度の行列の固有値をいくつか求めることができるようになった。しかし、多くの興味ある問題に現れる行列は桁違いに大きく、スーパーコンピュータでも扱うことができないのが現状である。

○本研究は、量子多体系に対応する巨大な行列の固有値を、なるべく高い精度で求めることを目指している。その実現のためには、効率の良い並列計算アルゴリズムと、適切な誤差評価が必要である。そのひとつの可能性として、対角化計算に確率論的な手法を導入した近似計算法を開発している。

### 実用化の可能性

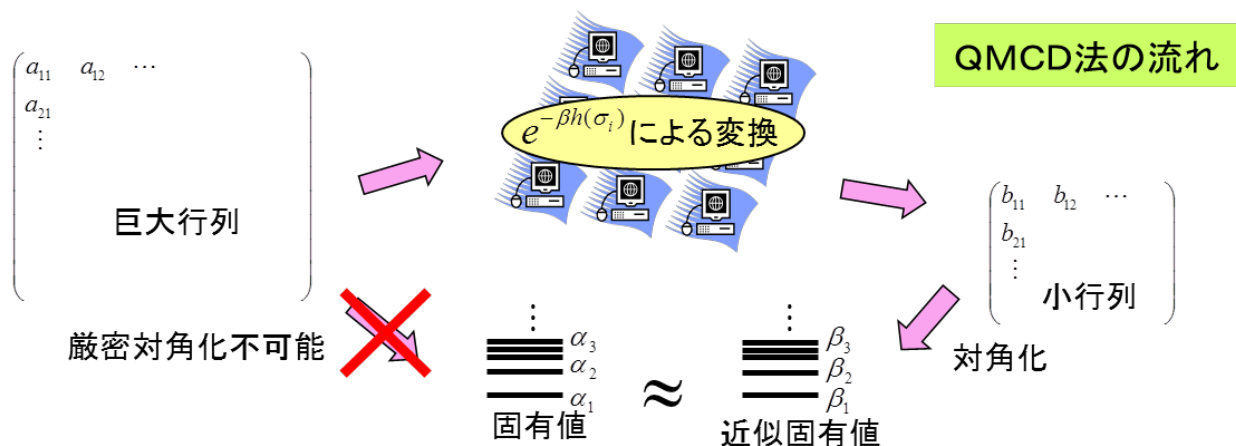
○QMCD (Quantum Monte Carlo Diagonalization) 法は、固有値の射影演算子に基づくモンテカルロ並列計算により、量子多体系の巨大行列を小行列に変換して固有値を計算する方法であり、いままでに原子核の構造計算に応用されたが、他のシステムにも適用可能かもしれない。

### UBICからのメッセージ

○物質の微視的な構造を求める際にエネルギースペクトルの解析が行われます。この解析のために行列の固有値が必要となります。10億行10億列の行列の固有値は10億個ありますが、多くの場合、興味ある固有値はそのうちの数十個です。

○この研究では、巨大行列を小行列に変換し、興味ある少数個の固有値を近似的に求めます。必要な場合には、求めた固有値の精度を別の手段で上げることも行われます。

### 研究概要図



# 手書き動作を即時にデジタル化する 新自由手書き方式



上級准教授 荊 雷

## 普段の手書き動作を変えずに、書いた文字をデジタル化

関連発明: 手書き文字認識装置、検出装置および処理装置(特願2016-205061【特許第6821174号】)

### 概要

○ 筆記は、時代と場所を超えて人間同士がコミュニケーションするために、欠かせない手段である。しかし、紙上のアナログ手書きと、PC上のデジタルデータを統一的に管理することには、様々な困難がある。例えば、紙ノートをスキャンしたものは、検索・修正が容易にはできない。一方、タブレットにスタイラスで書くと、タッチパットのサイズが小さく、思ったように書けないということがある。

○ 無拘束な環境で、人間が自由に書いたものをシステムが自動的に記録することが、理想的な筆記方式だと考える。このように手書きのアナログ情報とデジタル筆記情報を同時に保存する方法を、我々は「新自由手書き方式」と呼んでいる。

○ 我々は、新自由手書き方式を目指し、世界初、小型センサーノードを指先やペン先に装着しながら、手書き文字を高精度に認識できる技術確立した。概要図の左は、現段階のパイロットシステムである。センサを爪に固定し、普通の手書き動作をシームレスに認識する。処理の全体プロセスが右の図である。主に、記録、訓練、分割、復元、認識の5つの部分から構成される。

### 実用化の可能性

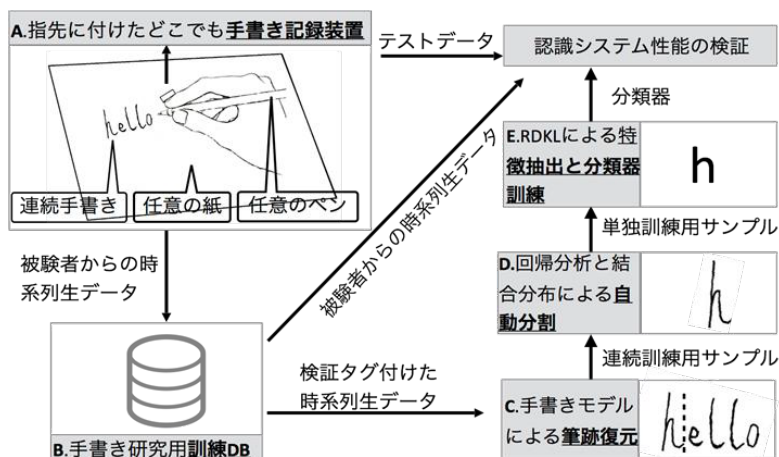
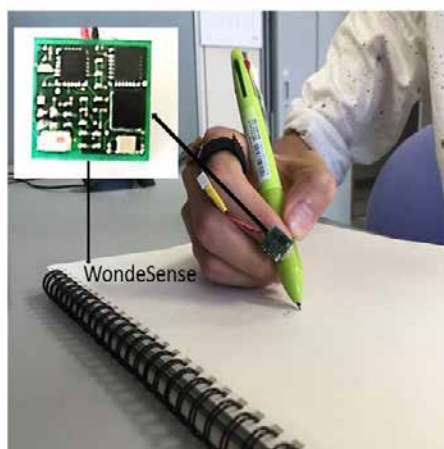
○ 現段階の実験結果では、36文字(数字とアルファベット)を連続入力した場合、認識率88%を達成した。

課題としては、入力文字サイズが2cm程度と、通常の手書き文字サイズの2倍程度が必要となることである。また、連続入力を分割するために、意識的にペンアップ動作が必要になることなど、改善すべき点が残っている。

### UBICからのメッセージ

○ 手書き文字の認識や、手書き入力のデジタル化に関しては、従来から多様な技術が開発されてきましたが、認識率や動作上の制約などから、本格的な実用には課題もあります。本技術は、手書き動作を直接センサで捉え、その情報を分析することにより、書いた文字を判別するもので、IoT(もののインターネット)技術の1つの応用事例にもなっています。本方式では筆記用具自体を選ばない自由度があり、極端な場合、書く振りをするだけでも手書き文字認識とデジタル化が可能な点が特徴です。

### 研究概要図



# 人間の自然動作で ロボットを制御

上級准教授 荊 雷



## 身振り手振りでロボットとインタフェース

関連発明: ロボットを操作する装置、その装置において実行される方法およびプログラム  
(特願2016-146033【特許第6910628号】)

### 概要

○ 現在まで、ロボットアーム、車輪走行ロボット、人型などの2足歩行型ロボット、犬型などの4足歩行型ロボット、蛇型などの無足歩行型ロボット、飛行型ロボットなどの各種の形態のロボットが開発されている。しかしながら、種類や構成が異なる様々なロボットは個別のやり方で操作せざるを得ず、共通に操作する技術は存在しなかった。そのため、熟練者以外の一般の操作者にとって、様々なロボットを効率よく簡単に操作することは困難であった。

○ 本発明では、操作者がジェスチャなど簡単な動作を行うことによって、様々なロボットを共通に操作できる装置・プログラムを提供することを目的としている。

○ 概要図に示したように、モーションセンサを内蔵した服を装着した操作者のジェスチャを、モーションセンサにより認識し、センサーゲートウェイに送信する。ゲートウェイにより、ジェスチャを制御命令に翻訳し、ネットワークを経由して、遠隔のロボットを制御する。人型ロボットを例に挙げると、操作者が前に進むとロボットは前進し、操作者が座るとロボットも座る動作を行う。

### 実用化の可能性

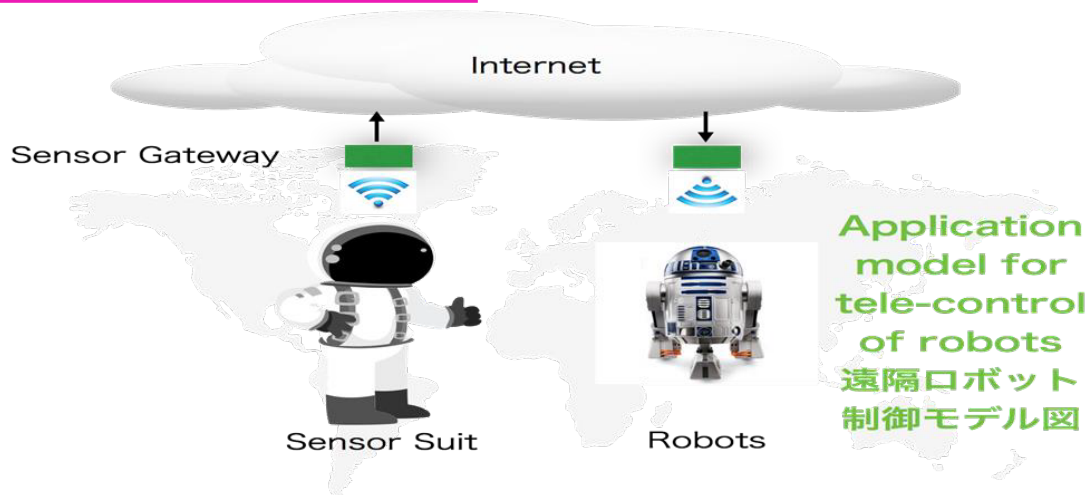
○ ロボットと人間をつなぐインタフェースとして、在宅、工場、災害地など、ロボットを操作するあらゆる場面に必要不可欠な技術になると思われる。

○ ロボットアームを人の腕で制御するシステムを研究開発済みである。ただし、人の腕が任意の動作をする場合の検知精度が、平均10cm程度とやや低い。従って課題として、認識精度を改善すると同時に、遅延も評価する必要がある。今後は、腕だけでなく、全身の動きを計測できるモーションキャプチャーシステムを研究開発していく。

### UBICからのメッセージ

○ ロボットが日常生活にも入りつつある現在、人間との円滑なインタフェースは重要な技術課題です。本技術は異なるロボットに対しても、共通的かつ分かり易い命令で操作を可能にする技術です。またこれは、近年はやりのIoT（もののインターネット）技術の1つの応用としても捉えられます。今後さまざまな状況での応用が期待される分野です。

### 研究概要図



# ものを制御する ～高度情報化社会の下での高度線形制御～

教授 森 和好



## 制御できなかったものの制御を可能に！

### 概要

#### ○高度情報化社会の下での高度制御の必要性

現在は、「情報化」時代と呼ばれており、情報を処理する機能は高度かつ複雑なものが要求されている。

特に近年、ハードウェアの爆発的発展にともない、システムは高度な制御が可能となった。それらを効率的に制御することが社会的に求められている。

#### ○モデル化および設計

システムの制御を行なうためには、そのシステムの特性を明らかにする必要がある。また、効率的な制御のためには、得られた特性に基づいた最適なコントローラーの構成が必要である。

しかしながら、システムの複雑化に伴い、最適なコントローラーの構成が複雑化している。

そのために、最近提唱され、注目されている既約分解アプローチと呼ばれる手法を用いる。

これは、システムの特性を数学的に取扱い、コントローラーの設計・システムの解析を行なう手法である。既約分解アプローチでは特性を数学的に扱うため、いったんその特性を得れば、それを純粋に数学的手法を用いて扱うことが可能となる。

### 実用化の可能性

○いままで効率的に制御できなかったシステムの制御の可能性

- ・ 高速移動回転体システムの安定化および最適化への可能性

移動している回転システムを制御するとき、「回転方向」と「移動方向」の2つの「方向」があると考えることが可能ですが、高速に回転しているシステムの制御は、不安定になりがちで、いままで制御が難しい分野に属していました。この特性を数学的に表すことで、システムの安定化および最適化を図ります。

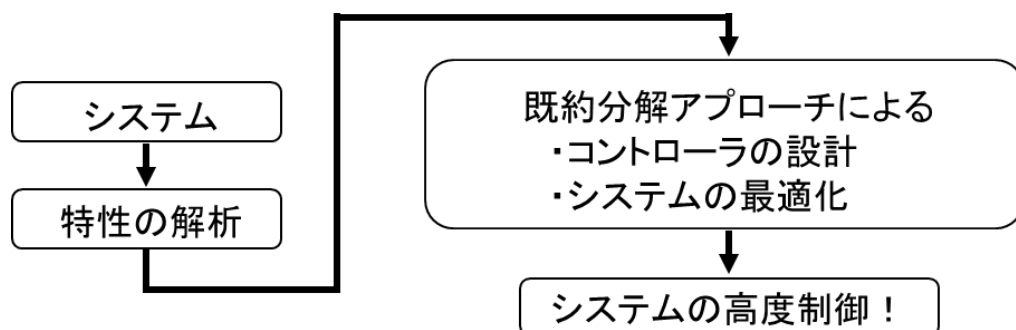
- ・ 高度画像処理や高度アニメーション処理の可能性

数学的には、画像やアニメーションも「信号」として捉えることが可能であることが知られています。そのため、信号を入出力するシステムとして画像処理やアニメーション処理を捉えることが可能です。システムの特性を数学的に表すことで、画像処理やアニメーション処理(並列化を含め)の効率化を図ります。

### UBICからのメッセージ

○従来の手法では、うまく制御できなかったシステムでも、効率的に制御を行なおうという研究分野です。実用化にあたっては、制御を行なおうというシステムの特性を明らかにするハードルがありますが、これを乗り越えると、提案手法により効率的に制御を行なえます。

### 研究概要図





## 軟弱地盤でも安定して走行可能なロボットの実現

関連発明: 水田除草ロボット(特願2013-188978[特許第6260951号])

## 概要

## ○ 技術の背景

水田に代表されるように、水を含んだ土はとても柔らかく、車輪の回転によって土壌が変形し、簡単にスリップしてしまう。これを軟弱地盤と呼ぶ。

農業への応用を考えると、土壌を破壊せずに移動する機構が望まれる。

## ○ 技術の概要

そのために、車輪の接地面積を減らすことにより車輪が土壌にあたえる力を低減させ、土壌の破壊を防ぎながら軟弱地盤での移動を可能にするロッド型車輪機構を開発した(図1)。

一方、土壌は各地点で傾斜や軟弱度が異なるため、直進のような正確な移動は困難である。しかし作業のためには、与えられた区間を隅々まで移動(=掃引)しなければならない。

そのために移動のランダム性を考慮したロボットの経路計画方法を開発した(図2)。

## ○ 技術の応用性

干潟や砂地、月面も軟弱地盤であるため、多くの屋外作業ロボットへの応用が期待される。

## 実用化の可能性

## ○ 開発の現状

実際の水田でロボットの走行特性の検証を行い、以下の成果が得られた(図3)。

- ・水田で安定な移動が可能であることが実証された。
- ・ロボットが稲を踏みつけても、稲に損傷を与えないことが確認できた。

## ○ 現状の開発課題

水田の自動掃引をするロボットの自動制御方式の開発が今後の課題である。

## UBICからのメッセージ

近年、ロボット技術は工業用からより身近な所での利用を目的に、さまざまな研究・開発が行われています。本技術は軟弱地盤でも走行可能なメカニズムを提供するもので、水田や砂地で動くロボット、月面で稼働するロボットなど、ロボットの活躍範囲を広げる技術といえます。さまざまな利用シーンの開拓が期待される技術です。

## 研究概要図

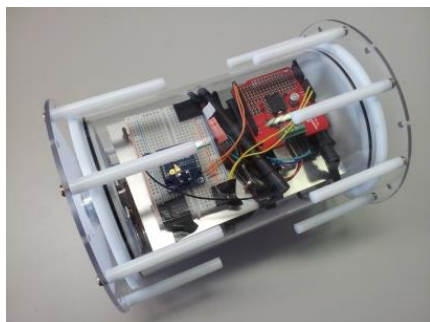


図1: ロッド型車輪機構による軟弱地盤移動用ロボット。

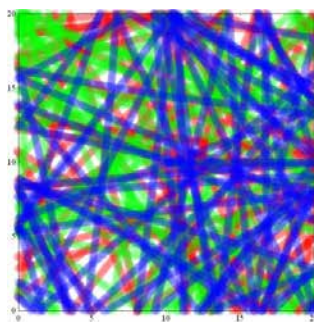


図2: ランダム性を考慮した経路計画法による掃引の例。線はロボットの軌跡を表し、異なる色は異なるロボットを表す。



図3: 水田での走行実験の様子。



## 過去の経営データから構造推定や予測

## 概要

- 過去の経営データをもとに、売上予測をしたり、価格予測をしたり、生産費用構造の推定は苦勞が伴います。この統計モデルでは、過去のデータを最大限に使って、将来の価格や売上、過去の生産関数や費用関数といったコスト構造などを予測することが出来ます。
- 経営者は、いろいろな情報を総合し、経験と熟練によってこうした数値を予測していますが、それを統計によりモデル化することによって、経営者の判断に近い予測や推定をすることが可能です。
- 課題としては、データの収集に手間がかかることです。過去のデータがある程度ないと、統計モデルの精度が低くなってしまいます。
- また、モデルをきちんと調整、理解することも必要です。中身をよく理解しないでモデルを過信すると、間違った推定や予測をしてしまうので注意が必要ですが、きちんと調整・理解すれば、判断の材料の一つとなるかもしれません。

## 実用化の可能性

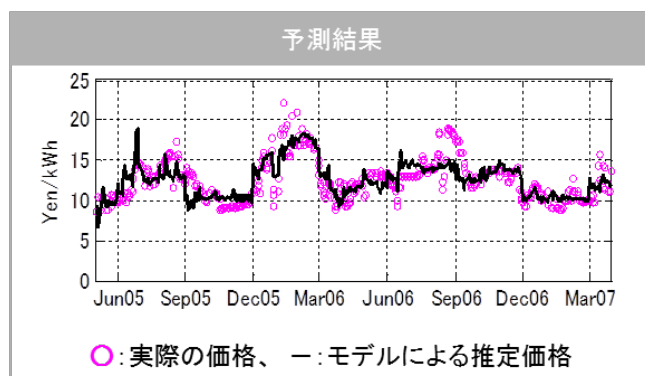
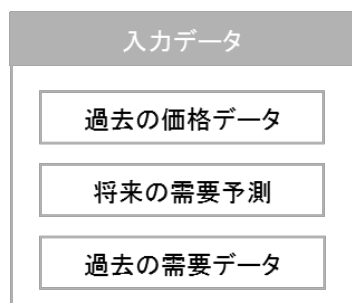
- モデルは市販のパッケージソフトを含めて、いろいろなものを利用できます。
  - ー計量経済モデル
  - ー時系列モデル
  - ・・・その他
- [概要]にも書きましたが、実は、モデルに行く前の、データの収集が一苦勞です。場合によっては、何年か過去にさかのぼって長期のデータを集める必要もありますが、データは多ければ多いほどモデルの精度も高くなります。

## UBICからのメッセージ

- 経営において、売り上げ・製品の価格変動などの予想は非常に重要です。
- これまで予測は経営者の経験や勘に頼っていましたが、本研究は統計モデルを用いて予想してみようというものです。
- なお、統計モデルは、需要予想による価格変動など要因を特定できるものには向いていますが、株価のような変動の要因を特定するのが難しく、ランダムに動くものには向いてません。

## 研究概要図

○一つの例として、過去のデータに基づき、日々の卸売電力の市場価格を推定した例。



# AlzuHand: 適応型リアルタイム 非侵襲的ニューロモルフィック義手



教授 Ben A. Abderazek

## 直感的な制御が可能な人工装具の開発

関連発明: 3次元ネットワークオンチップによるスパイクングニューラルネットワーク  
(特願2019-124541【特許第7277682号】)

### 概要

○プロテーゼ/神経プロテーゼは、神経障害を持つ人々の生活の質を大幅に改善することができます。これらのデバイスは、広範な治療ソリューションになりつつあります（つまり、パーキンソン病、網膜インプラント、歩行リハビリテーション、義肢の感覚フィードバックの回復、乳房充血または触診など）。ただし、さまざまな感覚入力を組み合わせて複雑なタスクを正確に実行する生きているエージェントとは異なり、ほとんどの義肢および擬人化ロボットアームは、精度に影響を与える単一感覚入力を使用します。しかし、それらは制御方法が原因で電力を大量に消費するデバイスです。したがって、義手の感覚運動機能の豊富さとその適応性を理解することは、現代の科学と工学における課題の1つです。

○このプロジェクトでは、感覚運動の統合とフィードバック センシングを備えた高度なリアルタイムで電力効率の高いニューロモルフィック義手 AlzuHand を研究します。私たちは、義肢を制御して、神経障害や切断を受けた人々の動きを回復させるためのソリューションを開発することを目指しています。

### 実用化の可能性

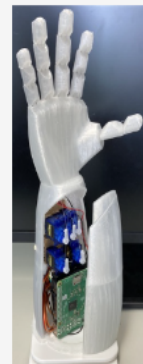
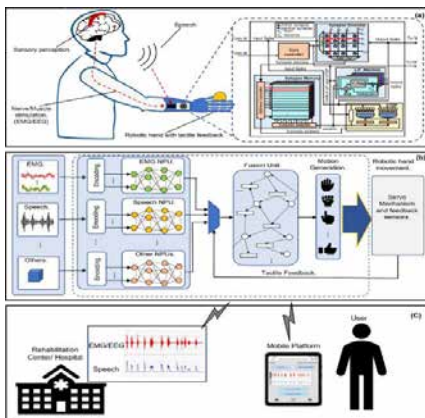
○このプロジェクトの結果は、次の実用的なアプリケーションに適用できます。

- 肢体不自由者のリハビリ、
- 四肢切断者のための柔軟で低コストの義肢
- 乳房充血のためのプロテーゼ
- 触診用プロテーゼ

### UBICからのメッセージ

本研究は3次元ネットワークオンチップによるスパイクングニューラルネットワーク（SNN）を利用し、複雑な神経入力を処理し直感的な動作を可能にした義手の制御技術です。リアルタイムで直感的な制御が必要な四肢切断者用の義手や、リハビリテーション用途の他、特定疾患により義手の利用が望ましい方への適用など幅広い活用が期待できます。

### 研究概要図



AlzuHand I

- Device Name: AlzuHand I
- Total Weight: 422g (276g without controller)
- Control: sEMG
- DoF: 5
- Feedback: No
- Related patent: 特願2019-124541
- Contact "benab(at)u-aizu.ac.jp"

アダプティブリアルタイム非侵襲ニューロモルフィック義手。左: アプローチの全体像、右: AlzuHand I 義手初試作



教授 Ben A. Abderazek

## 経済効果を考慮した電気自動車による電力の需給調整システム

関連発明: 電力取引システム及び電力取引方法 (特願2022-022472)

## 概要

○「ビークル・ツー・グリッド (V2G) システム」では、電気自動車 (EV) がスマートグリッドにおける移動式エネルギー貯蔵装置としての役割を果たす。本システムではEVのバッテリーを利用して、エネルギーを貯蔵・供給し、ピーク需要を削減することで、エネルギー需要のバランスをとることが可能となる。また、電気自動車の所有者は、余剰電力を売電することで収入を得ることもでき、電気自動車の経済的魅力が高まる。大学においても、充電ステーションやソーラーパネルを設置し、この技術を利用することで、EVが電力の消費と供給を行う持続可能なエネルギー・コミュニティを推進することが可能となる。しかし、このシステムが実用化されるためには、技術的に実現可能であるだけでなく、経済的にもメリットがなければならない。したがって、エネルギー利用を最適化し、経済的利益を得るために、実際の需給関係における効果的な電力取引の戦略が重要である。

## 実用化の可能性

○提案する大学駐車場のエネルギー取引システムは、ソーラーパネル、EV、利用者をエネルギー取引を仲介する制御システム (CS) が統合する。エネルギー取引のワークフローを管理するとともに、ピーク時に売電するEVを選択するアルゴリズムを備える。

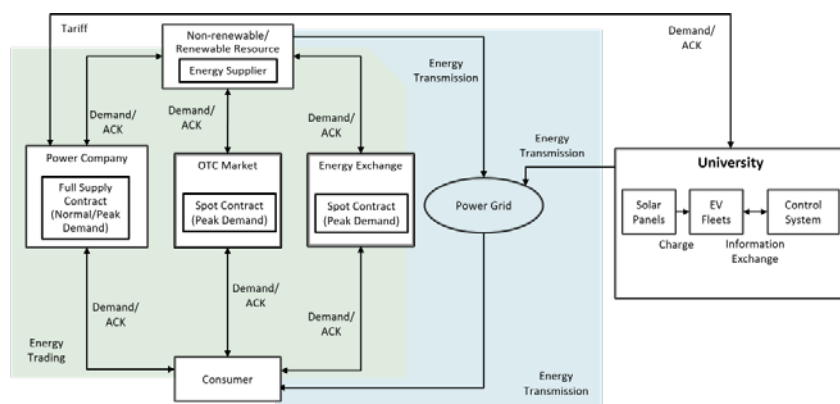
○このプロジェクトの成果として、以下の実用化に應用できる。

- (a) キャンパス内のエネルギーハーベスティングの最適化
- (b) ピーク時のエネルギー補給
- (c) エネルギー取引からの利益創出
- (d) 再生可能エネルギー統合の強化

## UBICからのメッセージ

電気自動車のバッテリーをスマートグリッドの1要素とするシステムが普及し始めています。本技術はこれに電力売買の仕組みを組合わせて最適化することにより、太陽光エネルギーの更なる利活用の促進を実現するものです。

## 研究概要図



(a) 全体構成図



(b) 実証システム外観

エネルギー取引方法およびシステム

# スマートグリッドにおける電力管理のためのEV消費電力予測方法およびシステム



教授 Ben A. Abderazek

## 電気自動車の消費電力を予測し、最適な需給調整を実現する

関連発明: 電気移動体の電力消費予測プログラム及び電力消費予測モデルの生成方法 (特願2023-020162)

### 概要

○バーチャルパワープラント (VPP) は、電力需要のピーク時に異なる電力源からの電力を調整することで、電力網のバランスをとるのに役立つ。さらに、電気自動車 (EV) や移動ロボットなどの需要側資源を利用して、エネルギーの変動を調整することができる。電気自動車の取込みは、電力を送電網に戻すことを可能にするが、このプロセスは現在、非効率な電力取引によって妨げられている。電気自動車の所有者は、充電状態 (SoC) と将来の走行予定について認識しているが、グリッドに電気を戻すための最適な時間と電力量に関しては明確なガイドラインがない状況である。

○本技術では、スマートグリッドにおけるエネルギー管理のために、地区内移動と地区間移動の両方に対する多段階予測法を組み込んだ、電気自動車の消費電力予測システムを提案する。またこのシステムには、EVからのエネルギー供給に対する構造化された決定プロセス、ならびに各EVの充放電活動を効果的に管理し、グリッド内の全体的なエネルギー割当てと使用量を最適化する選択方法が含まれている。

### 実用化の可能性

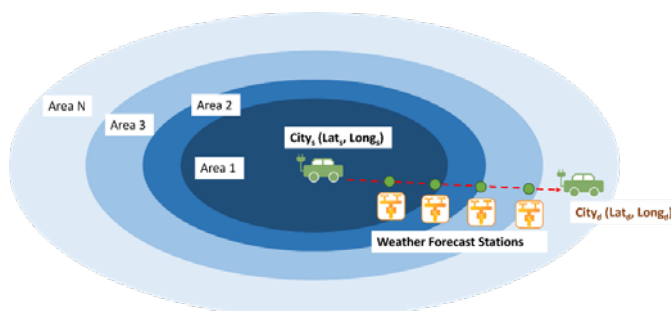
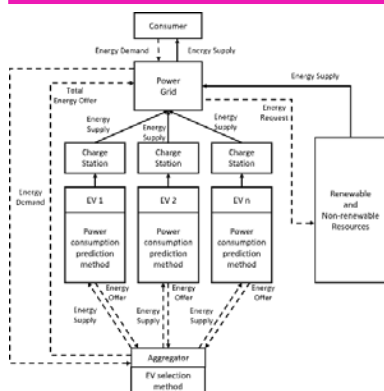
本プロジェクトの成果として、以下のような実用化が可能である。

- (a) EV充電の運用管理
- (b) カーシェアリングの予約管理
- (c) エネルギーハーベスティングの最適化
- (d) デマンドレスポンス・プログラムの促進

### UBICからのメッセージ

バーチャルパワープラントでは、各グリッドでの電力の需要と供給のバランスを最適化するため、それぞれの計画や将来予測が重要となります。ソーラーパネルによる発電では地域の気象予測が必要となるように、電気自動車を組み込んだシステムでは、その車の走行計画に基づく将来的な消費電力予測が欠かせません。本技術では多段階予測法を用いて、この消費量を予測するとともに、電気自動車の充放電のタイミングと量を最適に制御する手法を提示します。今後の電力グリッドでの活用が期待される技術です。

### 研究概要図



スマートグリッドにおける電力管理のためのEV消費電力予測システム。

左: 全体的なアプローチ、右: 多段階予測法



## 伝統工芸を現代の IT 技術でよみがえらせる

関連発明: 漆塗りロボットシステム (特願2024-056380)

### 概要

○時間と労力を要する伝統的な漆塗は、画像、文字、言語など、さまざまな注文内容に対応するため効率が悪く、市場の需要を満たすのに苦労している。伝統的な職人技と現代的な効率性を組み合わせたロボットハンドは、生産と顧客サービスに革命をもたらす可能性がある。さらに、デジタル技術の統合が進み、漆工芸品の安全な取引と認証の必要性が強調されるようになると、現代の製品流通における重要な技術としてブロックチェーンも必要不可欠となる。

○「自己制御漆ロボット手描きプラットフォームシステム」は、漆の手描き工程全体を自動化する革新的なロボットソリューションである。このインテリジェントなシステムは、伝統的な職人技の真正性を維持しながら、顧客の要望を効率的に解釈し、材料調達と塗装を管理し、完成品の販売までを一貫して行う。

### 実用化の可能性

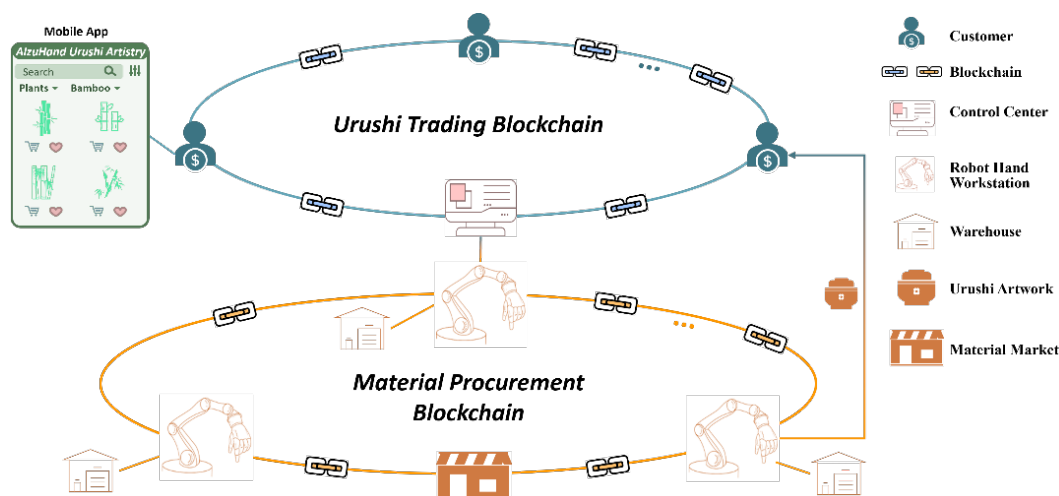
このプロジェクトの成果として、次のような実用化が可能である。

- (a) カスタマイズされた漆アートの制作
- (b) 教育現場でのデモンストレーション
- (c) 商業生産の拡大
- (d) 素材や職人技の鑑定

### UBICからのメッセージ

本技術は、伝統工芸品である漆塗において、手間がかかり非効率な側面を、最新の IT 技術によって補う仕組みを提示するものです。その際、ロボットやブロックチェーンなどの特長をいかに活かすかが大きなポイントとなります。人手不足や技術継承の困難さが指摘される昨今、伝統技術の良さを残しつつ、属人化や生産性の低さを改善する 1 つの取組みとして今後の評価が期待されます。

### 研究概要図



# スーパーにおける売上データからの 購買パターンの抽出



准教授 Rage Uday Kiran

## 利益を最適化する購買データ解析

関連発明: 周期的近傍パターン検出装置、周期的近傍パターン検出プログラム及び周期的近傍パターン検出方法  
(特願2021-047837)

### 概要

○小売業界におけるスーパーのオーナーにとってより多くの利益を生み出すことができる有用な情報は、購買データの中にあります。

○この研究は、購買データから顧客の購入パターン（役立つ情報）を抽出することを目的としています。

○ 抽出パターンの種類:

- ・ **頻度パターン:** 顧客による購入頻度の高い商品といえばパンやジャム
- ・ **高収益パターン:** マネジメントにより多くの収益を生み出す商品。
- ・ **周期性のあるパターン:** 顧客が店舗で定期的に購入するパターンの商品

### 実用化の可能性

○ Yahoo! JAPANショッピングにおける売上解析事例:

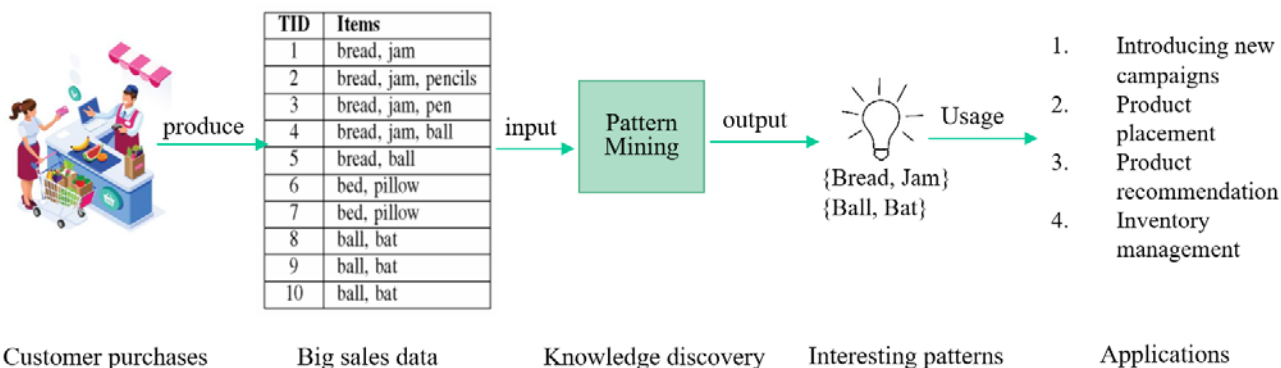
- ・ 本研究では、多くの顧客がNintendo 3DSとPlayStationのゲームを同時に購入していることを発見しています。このことは、Nintendo3DSのゲームを購入する人が同時にPlayStationのゲームを購入することはないという一般的な仮説に反する興味深い結果が得られたこととなります。

- ・ 多くの顧客は白ワインセットと赤ワインセットを午前中に購入しています。

### UBICからのメッセージ

小売業界においてはキャッシュレス決済などの広まりに伴い、顧客情報に紐づいた決済データの取得が可能となってきています。この技術は中でも顧客の購買パターンや頻度などから購買意思を推察してデータドリブンな経営を進めるといったことに活用が期待できます。

### 研究概要図



# 自動運転車の安全性改善のための 交通渋滞パターンの検出



准教授 Rage Uday Kiran

## 渋滞回避ルート进行リコメンドする交通流解析

関連発明: 周期的近傍パターン検出装置、周期的近傍パターン検出プログラム及び周期的近傍パターン検出方法  
(特願2021-047837)

### 概要

○ 日本において地震や台風などの災害は日常的に起きています。

○ 渋滞パターンを推定して適切な交通ルートを推奨することは、人命を救い、自動運転におけるドライバー(人間/自動運転システム)の経験を向上させるための重要な要素です。

○ 本研究では主に、説明可能な AI モデル(図1)を開発して輸送ネットワークにおける将来の交通渋滞を予測することを目的としています。

○ 図1は説明可能なAIモデルのフレームワークを示します。

○ 本研究では以下のパターンが検出されています:

- ・ 交通渋滞が頻繁に発生する道路区間
- ・ 渋滞長の長い道路区間
- ・ 事故による渋滞が多発する道路区間

### 実用化の可能性

○ 推奨されるルート



Figure 2: Route recommendation from Point A to B



Figure 3: Route display

### UBICからのメッセージ

車両の走行ルートに着目したモビリティデータ解析は、渋滞解消のためのルート策定の他、解析結果を利用してMaaSなどのサービス構築にも活用が期待されます。本技術はモビリティデータの解析結果だけでなく分析フレームについても今後需要が高まると考えられます。

### 研究概要図

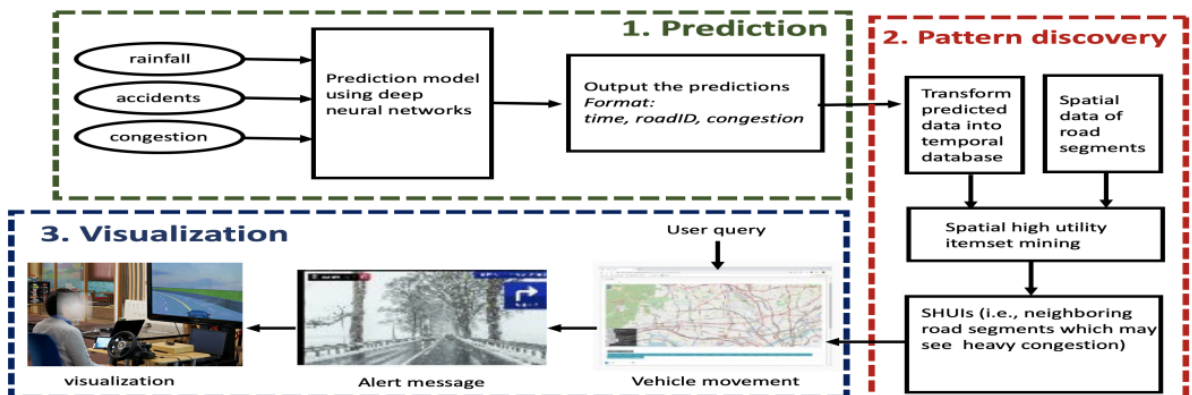
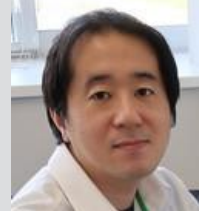


Figure 1: Architecture of explainable AI for discovering traffic congestion patterns

# 極限環境域に適用可能な小型高性能 広帯域地震計

准教授 山田 竜平



## 極限環境下で計測可能な地震計

### 概要

○東日本大震災で福島県を含む各地で甚大な地震・津波被害が生じて以降、地震災害に対する防災・減災の意識が高まっている。このような地震防災のためには、地震観測網を拡張し、即座の広域での地震検出と周知が重要となってくる。特に、海溝や活断層、活火山域などの震源付近への地震計の設置は、即座の地震検出に有効であるが、高圧の海底や高温の火口付近であったり、一般に設置が困難な極限環境である事が予測される。そこで、現在、このような極限環境下でも高精度に地震を観測可能な小型の広帯域地震計（図1）の開発を進めている。

○開発する広帯域地震計は、宇宙機用として実現された小型高感度の短周期地震計をベースとする。この地震計は電磁コイル式の地震計であり、同タイプの地震計と比較しても小型軽量でありながら、高感度を実現している。また、地上の地震計と比較しても遜色ない地動応答を示す。加えて、極限環境用として、高低温時や強い衝撃を加えた後でも動作する事を確認している。現在、この地震計の周波数応答を広帯域化して、観測時における成果を拡張するため、電氣的に地震計の振子の運動を制御する負帰還回路の設計・開発を進めている。

### 実用化の可能性

○現状、設計・製作した負帰還回路を短周期地震計に接続して地震計の固有周期を1秒から10～30秒まで拡張する事ができている。また、実際に地震観測所で観測試験を行ったところ（図2）、比較的大きい地震は観測可能な事を確認できた。一方、広帯域化のため、地震計の振子の調軸可能範囲が狭まり、中立位置を維持するのが困難であったり、現状ノイズレベルが高いといった問題がある。これら中立保持機構の確立、及び低ノイズ化を実現できれば、小型で極限環境下でも使用可能な広帯域地震計としての実用化が期待できる。

### UBICからのメッセージ

地震大国である日本において地震メカニズムの解明は重要です。この技術はこれまで計測が難しい極限環境下での地震計測を可能とするもので、地震の観測網を拡張することによって地震発生メカニズムの解明に繋がって行くだけでなく、地震予測への発展へ活用が期待されます。

### 研究概要図



図1.小型高性能広帯域地震計



図2.地震観測試験コンフィグレーション

代数トポロジーの観点からの  
結び目の研究

准教授 森谷 駿二

## トポロジーの考え方をういた新しいデータ解析の可能性

## 概要

○トポロジーとは図形(または空間)のおおまかな情報を扱う幾何学の一分野である。例えばサッカーボールは穴がないが、ドーナツには穴が一つ空いている。「穴の数」のような情報をより複雑な(高次元の)図形に関して求めることがこの分野の目的の一つである。高次元になると図形を「見る」ことができなくなるので、線形代数や行列のような代数的な道具を使って穴の数を求めるのが代数トポロジーと言われる分野である。

○与えられた結び目がほどこるかどうかわ、二つの見かけ上異なる結び目が連続的変形で重なり合うかどうか、といったことがトポロジーでは研究されている。ほどこるかどうかわ、実際に手を動かして試みてほどこなかったとしても、原理的にほどこくことができないとは言いきれない。そこで、結び目図式の交点の情報などからほどこるかどうかわを数値的・組み合わせ論的に判定するアルゴリズムがいくつも考えられており、結び目不変量と呼ばれている。本研究では代数トポロジー的な手法を用いて結び目不変量を含む結び目全体の空間の不変量を研究している。

## 実用化の可能性

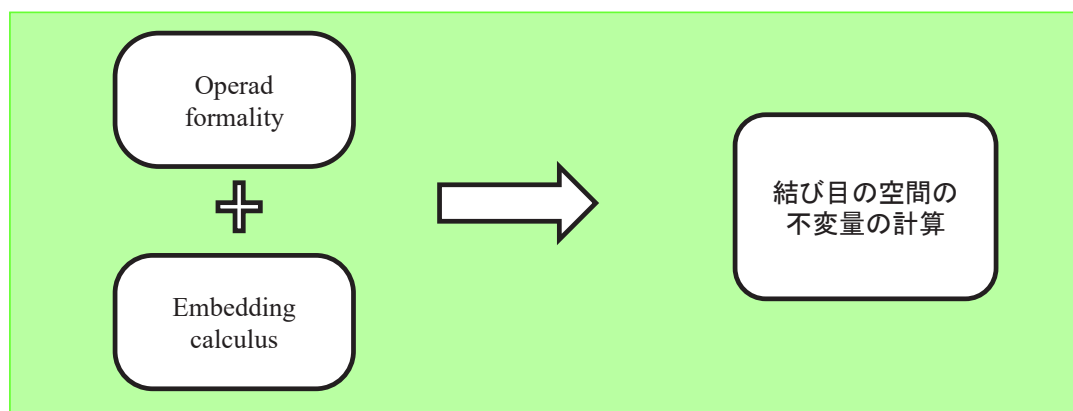
○最近ではデータの集合を図形とみなして代数トポロジーの方法を用いてデータの特徴を調べる方法(位相的データ解析)が盛んに研究されていて、物質科学や生命科学への(基礎的な)応用も行われているようである。

○結び目も色々なところに現れる。本研究では結び目理論で広く研究されている実数に値をとる不変量だけでなく、0か1に値をとる不変量も含めて研究しているため、もしかしたら計算効率と相性の良い発見があるかもしれない。

## UBICからのメッセージ

メビウスの帯を作った経験のある方も多いと思いますが、トポロジーはものごとのつながり具合を研究対象とします。最近では深層学習のような内部的に複雑で外からは理解が難しいデータに対して、トポロジーの手法を用いたアプローチも研究されています。数学と情報処理の緊密な連携により、今までにない新たな知見が得られる日も遠くないかもしれません。

## 研究概要図



女性活躍推進が従業員の心理・行動に  
与える影響とそのマネジメント

准教授 長井香資子



## 組織マネジメントの変革による女性活躍社会の実現を目指して

## 概要

## ○課題

本研究の課題は、自社の女性活躍推進施策が、従業員の心理・行動にどのような効用をもたらすかを明らかにすることです。具体的には、女性の参入が少ない理工系企業の従業員を対象に、情緒的コミットメント指標を用いて、自社の女性活躍推進施策の効用を測定します。また、測定結果からみた負の効用への組織的マネジメントについて、事例研究を用いて検討します。

## ○背景

企業には、労働力供給構造の変化に伴う中核人材層の縮小や、ESG投資の拡大などから、女性活躍推進が求められています。このような日本企業を取り巻く経営環境への対応として、人的資本経営(\*)が注目されています。ただし、女性の参入が少なく、女性の採用等に課題のある企業では、女性を増やしたり、管理職登用を進めたりすることが難しい状況にあります。加えて、ダイバーシティ研究では、人材の多様化により、組織内の分断や対立が頻繁に生じ、調整に時間がかかることが知られています。

(\*)人的資本経営とは、人材を「資本」と捉え、その価値を最大限に引き出すことで、企業価値の持続的創造や増殖につなげる経営のあり方を指します。

## ○意義、新規性

したがって、本研究は、女性活躍推進に伴う従業員の心理的揺らぎや変容の理解、従業員心理に対する組織的なマネジメントの方策を検討します。これにより、女性活躍推進の成果を得るための実践的含意を提示することを目指しています。

## 実用化の可能性

## ○実践への貢献

本研究により、理工系企業への人的資本の蓄積・強化等を通じた企業価値の持続的創造と向上、ひいては、日本のジェンダーペイギャップの縮小につながると考えます。

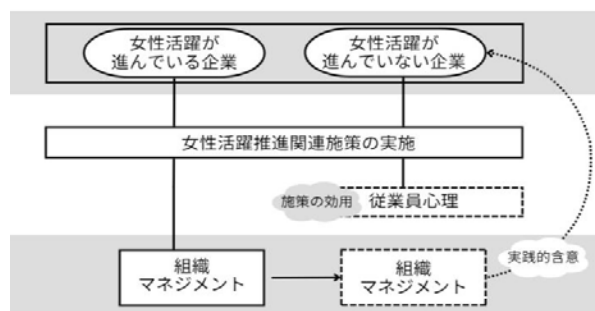
また、本研究は、理工系企業に限らず、女性の採用、定着および育成を課題とする組織にも役立つと考えています。

最新の経営学領域の研究の共有なども含めて、お役に立てることがあるかもしれません。ご関心のある事業所様は、ぜひ、コンタクトいただければ幸いです。

## UBICからのメッセージ

○本研究の成果は、同質性の高い組織から多様な人材の活躍を目指す組織への変革のヒントになることが期待できます。また、理工系分野を中心に社会課題となっているジェンダーアンバランスの解決にもつながるものです。

## 研究概要図





## 付録

|   |                      |     |     |
|---|----------------------|-----|-----|
| 1 | 会津大学産学イノベーションセンターの紹介 | ... | 132 |
| 2 | 教員氏名アルファベット順索引       | ... | 134 |
| 3 | 会津大学保有特許一覧           | ... | 137 |



産学連携を通じて社会へ貢献し、会津大の精神  
“to advance knowledge for humanity”を実現する。

### UBICの概要

会津大学産学イノベーションセンター(UBIC)は、地域や企業に関かれた産学官連携の総合窓口として、専任教員のコーディネーションにより、企業や起業家からの技術相談等に対応しています。

また、教員の研究内容の紹介や共同研究の推進、各種補助金や起業のための情報発信に取り組んでいます。さらにプロジェクトルーム及び先端システムの有料開放、技術セミナーの開催等により、産業支援にも貢献しています。

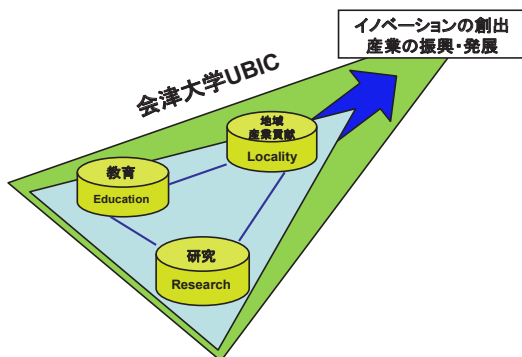
これらの活動が評価され、2020年12月には、経済産業省の地域オープンイノベーション拠点(J-Innovation HUB)にも認定されました。

### イノベーションの創出

会津大学は“to Advance Knowledge for Humanity”「人類の平和と繁栄に貢献する発明と発見の探求」をモットーに、研究と教育の成果を基盤として、地域社会や産業振興への貢献を目指しています。

UBICでは、本学の研究や教育の成果を産業界にフィードバックし、大学と産業界・地域を繋ぐ窓口として、イノベーション創出、産業の活性化・発展への寄与、地域社会との協業を推進しています。

またUBICは、研究成果や人材育成を通じての活動はもとより、国内外の大学や研究機関へのネットワークを提供することによって、一大学の枠を超えた産学連携の“ゲートウェイ”の役割を担います。本学の研究、教育、国際ネットワークをぜひご活用ください。



### 産学連携の推進

#### ■研究成果の紹介・展示

- ・毎年、県内外の展示会や各種フェア、イベント等にシーズを出展しています。
- ・会津大学教員の成果や、大学発ベンチャー企業の取組状況などを展示しています。

#### ■共同研究や受託研究等の推進・外部資金の導入

- ・産学官連携コーディネーターを配置し、共同研究や受託研究等に結びつくコーディネート活動を行っています。
- ・国プロジェクト等を活用した産学官連携推進事業への取組みを進めています。

#### ■相談業務・人材育成

- ・相談窓口を開設し、企業や起業家からの技術相談や経営相談等に対応しています。

#### ■知的財産管理

- ・先行技術調査のため、科学技術に関する文献情報や特許情報を収集しています。
- ・会津大学教員の研究成果の権利化を図り、積極的な技術移転を推進しています。



イノベーションジャパン2024



AOI会議

### 企業支援

#### ■研究開発

- ・会津大学教員との共同研究を支援する施設として、また教員や学生の起業等支援としての貸出施設である【プロジェクトルーム（研究開発室）】を用意しています。
- ・200インチのスクリーンを備え、約50名収容可能な【3Dシアター】や人体の動きをデジタルデータ化できる【運動解析室】を低料金で利用できます。

#### ■見学

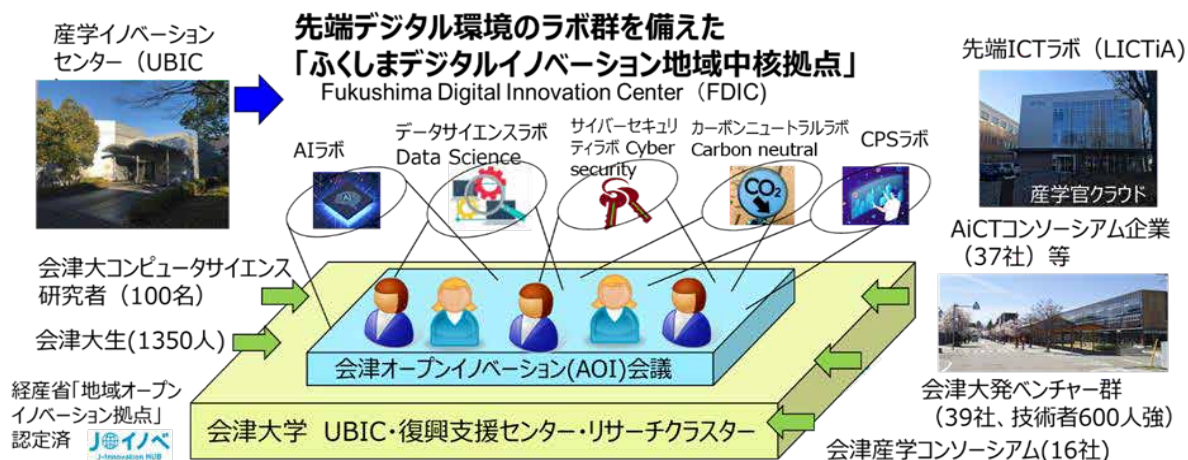
- ・センターの設備に関して、一般見学を受け付けています。

## リニューアル～「ふくしまデジタルイノベーション地域中核拠点」

UBICは、経済産業省の令和4年度産学連携推進事業費補助金（地域の中核大学等のインキュベーション産学融合拠点の整備事業）により、施設改修を行い、2024年10月1日に新たに「ふくしまデジタルイノベーション地域中核拠点（FDIC）」として生まれ変わりました。

ICT分野の中でも重点5領域「AI（人工知能）・DS（データサイエンス）・CS（サイバーセキュリティ）・CN（カーボンニュートラル）・CPS（サイバーフィジカルシステム）」に関する専門ラボ（研究環境）を新設し、この専門ラボを利用したAOI会議、企業との共同研究を推進するとともに、併設する企業向けプロジェクトルームを使って本学シーズの社会実装化を図ります。

また教職員・企業・学生を問わず利用可能なインキュベーションスペースを整備し、地域の課題解決や相互連携に向けた交流を図り、さらに学生向けのプロジェクト体験スペースを確保することにより、起業マインドの醸成、先輩ベンチャーからの助言など、専門ラボや交流スペースと合わせて、スタートアップ創出のための環境を提供します。今回の施設整備により、地域中核拠点としてデジタルイノベーションの広範な普及と地域活性化に貢献してまいります。



### 重点取組

#### オープンイノベーションのハブ機能の強化

- ・多様なステークホルダーとの交流活性化のためのスペース整備
- ・民間DX、スマートシティ・デジタル田園都市での行政連携
- ・専門人材の育成と呼び込み
- ・福島国際研究教育機構との連携
- ・デジタルイノベーションのハブ機能



#### 高付加価値な研究成果の創出と産業移転

- ・今後の民間需要が見込める重点ICT分野の5研究ラボの整備
- ・学内研究クラスターとの連携強化
- ・産業移転を目指した研究成果の高付加価値化
- ・民間投資による大学の知のサイクルと産学連携エコシステムの形成



#### スタートアップの創出と成長支援

- ・創業関連教育の再整備（SGU・スタートアップ支援事業）
- ・学生プロジェクト体験スペース
- ・企業との先端共同研究によるシーズ実装・企業内起業支援
- ・既存スタートアップとのプロジェクト協業による成長支援



# 氏名アルファベット順索引

| アルファベット |           | 氏名                                 | テーマ名                                                | ページ数 | カテゴリ<br>No. |
|---------|-----------|------------------------------------|-----------------------------------------------------|------|-------------|
| A       | Asai      | 浅井 和人                              | 多変数関数の解析的重ね合わせ<br>～ヒルベルトの第13問題の変種～                  | 114P | H-1         |
| B       | Ben       | Ben A. Abderazek                   | 誤り耐性ルータとそのICへの適用                                    | 20P  | A-1         |
|         | Ben       | Ben A. Abderazek                   | AI-Chip: 低消費電力ニューロチップの研究及び開発                        | 21P  | A-2         |
|         | Ben       | Ben A. Abderazek                   | オンライン学習によるイベント駆動型低消費電力<br>3次元デジタルスパイクニューロモーフイックシステム | 22P  | A-3         |
|         | Ben/Dang  | Ben A. Abderazek<br>Dang Nam Khanh | マルチコアアプリケーションのための高信頼性オンチップ通信ネットワーク                  | 23P  | A-4         |
|         | Ben       | Ben A. Abderazek                   | 運動モニタリングのための身体領域ネットワークシステム                          | 36P  | B-1         |
|         | Ben       | Ben A. Abderazek                   | AIzuHand: 適応型リアルタイム非侵襲的ニューロモルフイック義手                 | 121P | H-8         |
|         | Ben       | Ben A. Abderazek                   | 電力取引システムおよび電力取引方法                                   | 122P | H-9         |
|         | Ben       | Ben A. Abderazek                   | スマートグリッドにおける電力管理のための<br>EV消費電力予測方法およびシステム           | 123P | H-10        |
|         | Ben       | Ben A. Abderazek                   | 漆塗りロボットシステム                                         | 124P | H-11        |
|         | Chen      | 陳 文西                               | 「夢護®(ゆめもり)」見守りシステム                                  | 54P  | D-1         |
|         | Chen      | 陳 文西                               | Smart Bath System「快風®」(Part I)<br>異常時自動排水による安全確保    | 55P  | D-2         |
|         | Chen      | 陳 文西                               | Smart Bath System「快風®」(Part II)<br>入浴中の快適性評価        | 56P  | D-3         |
|         | Chen      | 陳 文西                               | 「おんたま」睡眠中体温の全自動連続計測と女性生理周期推定(排卵期と月経期)               | 57P  | D-4         |
|         | Chen      | 陳 文西                               | 自己教師あり学習法による人間行動の高精度識別                              | 58P  | D-5         |
| D       | Dang      | Dang Nam Khanh                     | ニューロモーフイック・コンピューティング・システムに基づいた3D-ICの研究開発            | 24P  | A-5         |
|         | Dang      | Dang Nam Khanh                     | 近似3次元スタッキング・シナプス記憶による低消費電力AIシステム                    | 25P  | A-6         |
|         | Demura    | 出村 裕英                              | 超広角多眼カメラによる立体視技術の開発<br>～視野の広い光学系立体視カメラ～             | 70P  | E-1         |
| F       | Fayolle   | Pierre-Alain Fayolle               | 形状モデリング                                             | 71P  | E-2         |
| H       | Hamada    | Mohamed Hamada                     | スマートマルチメディア学習フレームワークとクラウドベースの実装                     | 88P  | F-1         |
|         | Hamada    | Mohamed Hamada                     | Chat GTPと大規模言語モデルが作る新しい教育・学習                        | 89P  | F-2         |
|         | Hameed    | Saji Hameed                        | 環境情報の管理と予測のための計算                                    | 44P  | C-1         |
|         | Hashimoto | 橋本 康弘                              | 文化遺伝子(ミーム)の生成と伝播が駆動する進化ダイナミクスの探求                    | 51P  | C-8         |
|         | Hirata    | 平田 成                               | 不規則形状物体と関連属性のインタラクティブなCG表現                          | 72P  | E-3         |
|         | Hisada    | 久田 泰広                              | 心電図の時間周波数解析支援システム                                   | 59P  | D-6         |
|         | Honda     | 本田 親寿                              | 次期月惑星探査ミッションへの搭載を目指したカメラシステムの開発                     | 73P  | E-4         |
|         | Honma     | 本間 道雄                              | 大規模行列の固有値問題<br>～厳密対角比からモンテカルロ計算まで～                  | 115P | H-2         |
|         | Huang     | 黄 捷                                | アクティブ音源定位によるロボット位置同定<br>～音のみでロボットが自位置認識～            | 60P  | D-7         |
| J       | Jing      | 荊 雷                                | ワンダーリング ～指コマンドインターフェース～                             | 40P  | B-5         |
|         | Jing      | 荊 雷                                | E-Textile圧力センサーの活用<br>～より快適な人物動作解析・認識システム～          | 66P  | D-13        |
|         | Jing      | 荊 雷                                | 圧力センサだけで、圧力分布と関節の角度を同時に検出する手法の提案                    | 67P  | D-14        |
|         | Jing      | 荊 雷                                | E-Textile面圧センサを校正する方法                               | 68P  | D-15        |
|         | Jing      | 荊 雷                                | 手書き動作を即時にデジタル化する新自由手書き方式                            | 116P | H-3         |

| アルファベット |                           | 氏名                   | テーマ名                                                                                  | ページ数 | カテゴリ<br>No. |
|---------|---------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------|
| J       | Jing                      | 荊 雷                  | 人間の自然動作でロボットを制御                                                                       | 117P | H-4         |
| K       | Kitazato                  | 北里 宏平                | リモートセンシングによる定量的な鉱物資源探査                                                                | 74P  | E-5         |
|         | Kohira                    | 小平 行秀                | 集積回路の自動設計技術<br>～設計規則・設計仕様を満たす回路を自動で設計する技術の開発～                                         | 26P  | A-7         |
| M       | Markov                    | Konstantin Markov    | 音声言語技術                                                                                | 61P  | D-8         |
|         | Mori                      | 森 和好                 | ものを制御する<br>～高度情報化社会の下での高度線形制御～                                                        | 118P | H-5         |
|         | Moriya                    | 森谷 駿二                | 代数トポロジーの観点からの結び目の研究                                                                   | 128P | H-15        |
|         | Mozgovoy                  | Maxim Mozgovoy       | 人間のような意思決定をするコンピュータ<br>Human-Like Decision Making in Realtime Systems and Video Games | 45P  | C-2         |
| N       | Nagai                     | 長井 香資子               | 女性活躍推進が従業員の心理・行動に与える影響とそのマネジメント                                                       | 129P | H-16        |
|         | Nakamura                  | 中村 章人                | IT/IoTシステムのセキュリティテスト                                                                  | 111P | G-8         |
|         | Naruse                    | 成瀬 継太郎               | 初心者や子供でも使いやすいロボット・CGキャラクタの動作生成                                                        | 90P  | F-3         |
|         | Naruse                    | 成瀬 継太郎               | 軟弱地盤用移動ロボット                                                                           | 119P | H-6         |
|         | Nishidate                 | 西舘 陽平                | 原子スケール有限要素法による破壊力学                                                                    | 46P  | C-3         |
|         | Nishimura                 | 西村 憲                 | レイトレーシングのための専用ハードウェア                                                                  | 75P  | E-6         |
|         | Nishimura                 | 西村 憲                 | 光線追跡による動画像生成のための高速化データ構造                                                              | 76P  | E-7         |
| O       | Ofuji                     | 大藤 建太                | 経営に役立つ統計モデル                                                                           | 120P | H-7         |
|         | Ogawa                     | 小川 佳子                | 宇宙探査データ解析<br>～対象は遠い月・惑星、手法は身近な波形分析～                                                   | 77P  | E-8         |
|         | Okuyama                   | 奥山 祐市                | 計算中にLSIチップ内配線を変更<br>～やわらかいスーパーコンピュータの実現～                                              | 27P  | A-8         |
|         | Oi                        | 大井 仁                 | 仮想化でグリーンコンピューティング<br>～仮想化技術によるサーバーの統合～                                                | 28P  | A-9         |
| P       | Paik                      | 白 寅天                 | 悪意を持った攻撃からウェブサイトを守るセキュリティ新技術                                                          | 37P  | B-2         |
|         | Paik                      | 白 寅天                 | 自動ウェブサービスコンポジションエンジンの開発<br>～ウェブサーフィンを変える～                                             | 91P  | F-4         |
|         | Paik                      | 白 寅天                 | ビジネス向け汎用AI自動生成技術                                                                      | 92P  | F-5         |
|         | Paik                      | 白 寅天                 | オントロジーとルールによる自動データ分析のためのAIシステムの構築                                                     | 93P  | F-6         |
|         | Pei                       | 裴 岩                  | 人間の評価とコンピュータの最適化技術: 対象システム最適化の応用へ                                                     | 99P  | F-12        |
|         | Pham                      | Anh T. Pham          | 光ODMを用いた次世代ブロードバンドアクセスネットワークの開発とその性能評価                                                | 38P  | B-3         |
| R       | Rage                      | Rage Uday Kiran      | スーパーにおける売上データからの購買パターンの抽出                                                             | 125P | H-12        |
|         | Rage                      | Rage Uday Kiran      | 自動運転車の安全性改善のための交通渋滞パターンの検出                                                            | 126P | H-13        |
|         | Ryzhii                    | Maxim Ryzhii         | グラフェンを用いたナノエレクトロニック装置のコンピュータモデリング                                                     | 47P  | C-4         |
|         | Ryzhii                    | Maxim Ryzhii         | 心臓伝導系と心電図のコンピュータモデル                                                                   | 48P  | C-5         |
| S       | Saito                     | 齋藤 寛                 | 非同期式回路の設計支援技術<br>～低消費電力・低電磁放射回路を自動で生成～                                                | 29P  | A-10        |
|         | Saito/Kohira<br>/Tomiooka | 齋藤 寛、小平 行秀、<br>富岡 洋一 | 機械学習による野生動物検出システム                                                                     | 39P  | B-4         |
|         | Sanpe                     | 三瓶 岳昭                | 気象の高解像度シミュレーション                                                                       | 49P  | C-6         |
|         | Senba                     | 仙波 翔吾                | 非同期式回路を用いたシステム設計技術～低消費電力なデジタルシステム設計～                                                  | 33P  | A-14        |
|         | Shin                      | Jung-pil Shin        | 3Dモーションキャプチャー装置を用いた単純動的ハンドジェスチャーによる個人識別                                               | 78P  | E-9         |

| アルファベット |           | 氏名                | テーマ名                                          | ページ数 | カテゴリ<br>No. |
|---------|-----------|-------------------|-----------------------------------------------|------|-------------|
| S       | Shin      | Jung-pil Shin     | ハンドタッピングジェスチャに基づく非接触文字入力システム                  | 79P  | E-10        |
|         | Shin      | Jung-pil Shin     | 統計的手法を用いて個人の筆跡を模擬した文字を生成する手法                  | 80P  | E-11        |
|         | Shin      | Jung-pil Shin     | 書字データの定量的分析に基づく運動障害性疾患の評価                     | 81P  | E-12        |
|         | Shin      | Jung-pil Shin     | 描画によるペンタブレットおよび脳機能計測機を用いた発達障害の診断支援システム        | 82P  | E-13        |
|         | Suzuki    | 鈴木 大郎             | 仕様の異なるXML文書間の変換言語<br>～変換の「正しさ」の理論による保証～       | 94P  | F-7         |
|         | Suzuki    | 鈴木 大輔             | 不揮発FPGAとそのエッジコンピューティング応用                      | 30P  | A-11        |
| T       | Takahashi | 高橋 成雄             | 視認性の高い地図画像の生成                                 | 83P  | E-14        |
|         | Tomioka   | 富岡 洋一             | 3次元アレイ内データ循環による<br>畳み込みニューラルネットワークの高効率ニアデータ処理 | 31P  | A-12        |
|         | Tomioka   | 富岡 洋一             | マルチチャネル畳み込み演算の高電力効率・高計算効率アクセラレータ              | 32P  | A-13        |
|         | Truong    | Cong-Thang Truong | 多様なネットワーク経由のマルチメディア通信                         | 41P  | B-6         |
| V       | Villegas  | Julián Villegas   | ナビゲーションシステムにおける立体音響の利活用                       | 62P  | D-9         |
|         | Villegas  | Julián Villegas   | 近超音波を用いた屋内定位システム                              | 63P  | D-10        |
|         | Villegas  | Julián Villegas   | 音声信号処理プログラム及び音声信号処理装置                         | 64P  | D-11        |
| W       | Watanabe  | 渡邊 曜大             | 現実の環境において安全な量子鍵配送方式                           | 104P | G-1         |
|         | Watanabe  | 渡邊 曜大             | 複数画像を暗号化できる視覚復号型秘密分散法                         | 105P | G-2         |
|         | Watanabe  | 渡邊 曜大             | 物体の合成系の対称性を利用した秘密計算用器具                        | 106P | G-3         |
|         | Watanobe  | 渡部 有隆             | スマートなプログラミング学習支援環境                            | 95P  | F-8         |
|         | Watanobe  | 渡部 有隆             | モデル・コード・ドキュメントを記述するプログラミング言語*AIDA             | 96P  | F-9         |
|         | Watanobe  | 渡部 有隆             | 進捗・スキルの可視化方法                                  | 97P  | F-10        |
|         | Watanobe  | 渡部 有隆、<br>成瀬 継太郎  | プログラム・性能評価の可視化手法                              | 98P  | F-11        |
|         | Wilson    | Ian Wilson        | 超音波エコーによる発音の研究<br>～話す時の舌の動きを映像で捉える～           | 84P  | E-15        |
| Y       | Yaguchi   | 矢口 勇一             | 連想情報儀 ―類似情報地図の作成―                             | 85P  | E-16        |
|         | Yamada    | 山田 竜平             | 極限環境域に適用可能な小型高性能広帯域地震計                        | 127P | H-14        |
|         | Yamagami  | 山上 雅之             | 放射性原子核のシミュレーション技術<br>～星の進化から原子力エネルギーまで～       | 50P  | C-7         |
|         | Yen       | Neil Y. Yen       | iREF-Search: より快適で使い易い情報探索を目指して               | 100P | F-13        |
|         | Yoshioka  | 吉岡 廉太郎            | 自己説明型ソフトウェアコンポーネント<br>～ソフトウェアの開発効率と安全性の向上～    | 101P | F-14        |
| Z       | Zhao      | 趙 強福              | プライバシー配慮型 高齢者見守りセンサー技術                        | 65P  | D-12        |
|         | Zhao      | 趙 強福              | 深層ニューラルネットワークの応答時間の短縮                         | 102P | F-15        |
|         | Zhao      | 趙 強福              | モーフィングに基づく顔画像の隠蔽技術<br>～秘密情報を隠しても画像は自然～        | 107P | G-4         |
|         | Zhao      | 趙 強福              | データ共有に基づく再現可能なステガノグラフィ―技術                     | 108P | G-5         |
|         | Zhao      | 趙 強福              | GANIに基づくステガノグラフィ―技術                           | 109P | G-6         |
|         | Zhao      | 趙 強福              | クラウドと携帯端末の分散処理に基づく察知エージェントの実装技術               | 110P | G-7         |

# 会津大学保有特許一覧

| 出願番号          | 関連 p | 発明の名称                                                                | 登録番号等       |
|---------------|------|----------------------------------------------------------------------|-------------|
| 特願2005-291717 | 54   | 呼吸心拍監視装置                                                             | 特許第4863047号 |
| 特願2009-094620 | -    | アレイブロセッサ                                                             | 特許第5519951号 |
| 特願2010-262195 | 40   | ジェスチャ認識装置及びジェスチャ認識方法                                                 | 特許第5733656号 |
| 特願2011-018668 | 80   | ストローク生成装置、ストローク生成方法、ストローク生成プログラム、文字生成装置、文字生成方法および文字生成プログラム           | 特許第5713707号 |
| 特願2012-204403 | -    | センサネットワークシステム及びセンサネットワークシステムにおけるデータ取得方法                              | 特許第5943476号 |
| 特願2013-024166 | -    | 類似系列区間検出装置および類似系列区間検出プログラム                                           | 特許第6061714号 |
| 特願2013-188978 | 119  | 水田除草ロボット（※玉川エンジニアリング㈱との共同出願）                                         | 特許第6260951号 |
| 特願2013-262523 | 20   | 誤り耐性ルータ、これを使用するIC、及び誤り耐性ルータの制御方法                                     | 特許第6284177号 |
| 特願2014-041620 | -    | 移動軌跡解析装置及び方法（※日本電信電話㈱との共同出願）                                         | 特許第6044937号 |
| 特願2014-044834 | -    | 深部温度計（※奈良先端科学技術大学院大学との共同出願）                                          | 特許第6395176号 |
| 特願2014-051566 | -    | 電子測角器及び測角プログラム                                                       | 特許第6338268号 |
| 特願2014-087842 | 105  | 視覚復号型秘密画像分散法、及びこれを実行するプログラム                                          | 特許第6391109号 |
| 特願2014-139370 | -    | 再生可能エネルギーを利用した情報処理システム<br>（※㈱EWMジャパンとの共同出願）                          | 特許第6425166号 |
| 特願2015-177680 | -    | ドローンおよびドローン群                                                         | 特許第6602614号 |
| 特願2015-196698 | 23   | それぞれコントロールユニットを有する非ブロック光スイッチを用いる光ネットワーク・オン・チップシステムのセットアップ方法          | 特許第6747660号 |
| 特願2015-204608 | -    | 近似同期式CDMA通信システム及び通信方法                                                | 特許第6618759号 |
| 特願2015-207660 | -    | 災害時情報管理システム、これに用いるサーバ装置及び端末装置                                        | 特許第6811947号 |
| 特願2015-217618 | -    | 植え込み型除細動器の植え込み部位における体内電気伝導様式をシミュレーションするコンピュータ装置及びシミュレーション方法          | 特許第6618771号 |
| 特願2016-063390 | 62   | スピーカから再生される音の定位化方法、及びこれに用いる音像定位化装置                                   | 特許第6770698号 |
| 特願2016-098424 | -    | 被験者の識別・反応機能を計測するための識別・反応計測装置、及び被験者の識別・反応機能の計測を実行制御するプログラム            | 特許第6793932号 |
| 特願2016-100732 | 20   | ネットワークオンチップ用の欠陥耐性ルータ                                                 | 特許第6846027号 |
| 特願2016-126337 | -    | 呼吸検出装置、呼吸検出方法および呼吸検出用プログラム                                           | 特許第6709116号 |
| 特願2016-146033 | 117  | ロボットを操作する装置、その装置において実行される方法およびプログラム                                  | 特許第6910628号 |
| 特願2016-205061 | 116  | 手書き文字認識装置、検出装置および処理装置                                                | 特許第6821174号 |
| 特願2016-227628 | 55   | 浴槽式心電モニタリングシステム、これを用いる入浴中心電モニタ方法、最適入浴条件設定方法及び、入浴中心電モニタ方法を実行する制御プログラム | 特許第6785500号 |
| 特願2017-043073 | -    | 手書き文字によるユーザ認証システム                                                    | 特許第7033288号 |
| 特願2017-117686 | 31   | データ処理装置、及びこれにおけるデータ処理方法                                              | 特許第7014393号 |
| 特願2017-120278 | 110  | 携帯端末を用いた察知エージェントシステム、察知エージェントシステムにおける機械学習方法、及びこれを実施するためのプログラム        | 特許第6746139号 |
| 特願2017-124730 | -    | 認証装置、認証方法及びコンピュータプログラム<br>（※SIMPLEX QUANTUM㈱との共同出願）                  | 特許第6765657号 |
| 特願2017-156805 | 108  | 秘密データの隠蔽方法、これを実施するプログラム、及び秘密データ通信システム                                | 特許第7143973号 |
| 特願2017-158781 | -    | 画像距離算出装置、画像距離算出方法および画像距離算出用プログラム                                     | 特許第6750183号 |
| 特願2017-162242 | 63   | 屋内位置特定システム、携帯端末及びコンピュータプログラム                                         | 特許第6971467号 |
| 特願2017-192767 | -    | 音声認識装置および音声認識プログラム                                                   | 特許第6944329号 |
| 特願2017-218953 | 23   | 3DネットワークオンチップのためのTSV誤り耐容ルータ装置<br>（※㈱会津ラボとの共同出願）                      | 特許第7239099号 |
| 特願2017-235198 | -    | 動画像距離算出装置および動画像距離算出用プログラム                                            | 特許第6982865号 |
| 特願2018-018854 | -    | 認証システム、認証方法及びコンピュータプログラム                                             | 特許第6979204号 |
| 特願2018-230323 | 102  | ニューラルネットワークの学習方法、コンピュータプログラム及びコンピュータ装置                               | 特許第7230324号 |
| 特願2018-240066 | 76   | 階層バウンディングボリューム生成方法、コンピュータプログラム及びコンピュータ装置                             | 特許第7161154号 |
| 特願2019-041980 | -    | 動画像距離算出装置および動画像距離算出用プログラム                                            | 特許第7157449号 |
| 特願2019-059707 | 39   | 野生動物検出装置                                                             | 特許第7351459号 |

# 会津大学保有特許一覧

| 出願番号          | 関連 p    | 発明の名称                                                               | 登録番号等       |
|---------------|---------|---------------------------------------------------------------------|-------------|
| 特願2019-060649 | 65      | モーションセンサを搭載したセンサ装置及び位置推定方法                                          | 特許第7014439号 |
| 特願2019-124541 | 22,121  | 3次元ネットワークオンチップによるスパイクニューラルネットワーク                                    | 特許第7277682号 |
| 特願2019-125734 | -       | ラベリングプログラム、ラベリング装置及びラベリング方法<br>(※アルパイン㈱との共同出願)                      | 特許第7333496号 |
| 特願2019-185284 | -       | 大腸内視鏡検査補助装置、大腸内視鏡検査補助方法及び大腸内視鏡検査補助プログラム (※福島県立医科大学との共同出願)           | 特許第7315809号 |
| 特願2019-217358 | -       | 補正距離算出装置、補正距離算出用プログラムおよび補正距離算出方法                                    | 特許第7315216号 |
| 特願2020-022553 | -       | 検査プログラム、検査装置及び検査方法 (※アサヒ電子㈱との共同出願)                                  | 特許第7451857号 |
| 特願2020-028085 | 81      | 分類プログラム、分類装置及び分類方法 (※福島県立医科大学との共同出願)                                | 特許第7421703号 |
| 特願2020-033678 | -       | 仮想発電所制御システム (※㈱会津コンピュータサイエンス研究所との共同出願)                              | 特許第6804072号 |
| 特願2020-042133 | -       | カテゴリ識別プログラム、カテゴリ識別装置及びカテゴリ識別方法                                      | 特許第7460949号 |
| 特願2020-042803 | -       | 対象物選別システム、対象物選別プログラム、情報処理装置、対象物選別方法及び選別装置 (※㈱あいづダストセンターとの共同出願)      | 特許第7206451号 |
| 特願2020-043230 | 31      | データ処理装置及びデータ処理方法                                                    | 特許第7467786号 |
| 特願2020-045595 | 39      | 野生動物警報システム及び野生動物警報方法                                                | 特許第7364148号 |
| 特願2020-054493 | -       | プログラム、自律移動装置の管理装置、管理方法及び管理システム<br>(※TIS㈱との共同出願)                     | 特許第7466144号 |
| 特願2020-071633 | -       | 学習プログラム、学習装置及び学習方法 (※アサヒ電子㈱との共同出願)                                  | 特許第7427856号 |
| 特願2020-094220 | 23      | 複数のTSVを含むTSVグループが層間を接続するオンチップの3次元システム                               | 特許第7488989号 |
| 特願2020-123114 | -       | 指示値読取プログラム、指示値読取装置及び指示値読取方法<br>(※信越半導体㈱との共同出願)                      |             |
| 特願2020-137240 | -       | 心房細動検知プログラム、心房細動検知装置、心房細動検知方法及び心房細動検知システム (※SIMPLEX QUANTUM㈱との共同出願) | 特許第7022957号 |
| 特願2021-018896 | -       | 学習プログラム、学習装置及び学習方法 (※アルプスアルパイン㈱との共同出願)                              |             |
| 特願2020-142015 | -       | 学習データ生成プログラム、学習データ生成装置及び学習データ生成方法<br>(※アルプスアルパイン㈱との共同出願)            | 特許第7541635号 |
| 特願2020-142016 | -       | 学習プログラム、学習装置及び学習方法 (※アルプスアルパイン㈱との共同出願)                              | 特許第7553754号 |
| 特願2020-142017 | -       | 学習プログラム、学習装置及び学習方法 (※アルプスアルパイン㈱との共同出願)                              | 特許第7510033号 |
| 特願2020-171553 | -       | 複数のリンク内の複数誤りを検出する複数誤り検出回路及び複数誤り検出回路を有する誤り訂正回路                       |             |
| 特願2020-185960 | -       | 複数の移動体のそれぞれの移動経路の作成方法、システムおよびプログラム<br>(※㈱東日本計算センターとの共同出願)           | 特許第7458593号 |
| 特願2020-189720 | -       | 情報読取プログラム、情報処理装置及び情報読取方法<br>(※信越半導体㈱との共同出願)                         |             |
| 特願2020-194733 | -       | AIプロセッサ                                                             |             |
| 特願2021-024842 | -       | 動作特定プログラム、情報処理装置及び動作特定方法                                            |             |
| 特願2021-042444 | 93      | モデル推論プログラム、情報処理装置及びモデル推論方法                                          |             |
| 特願2021-047837 | 125,126 | 周期的近傍パターン検出装置、周期的近傍パターン検出プログラム及び周期的近傍パターン検出方法                       |             |
| 特願2021-092181 | -       | フロートメータ読取プログラム、フロートメータ読取装置及びフロートメータ読取方法<br>(※信越半導体㈱との共同出願)          |             |
| 特願2021-121259 | 95      | 情報処理システム、情報処理方法、振分装置、通知装置、振分プログラム及び通知プログラム                          |             |
| 特願2021-121263 | 95      | プログラミング学習支援プログラム、情報処理装置及びプログラミング学習支援方法                              |             |
| 特願2021-213059 | 39      | 学習モデル生成プログラム、学習モデル生成装置及び学習モデル生成方法                                   |             |
| 特願2021-214286 | -       | 時系列分類装置、時系列分類プログラム及び時系列分類方法                                         |             |
| 特願2022-016161 | 55      | 入浴者見守りシステム (※㈱情報システムエンジニアリングとの共同出願)                                 | 特許第7126230号 |
| 特願2022-022472 | 122     | 電力取引システム及び電力取引方法<br>(※㈱会津コンピュータサイエンス研究所との共同出願)                      |             |

# 会津大学保有特許一覧

| 出願番号          | 関連 p | 発明の名称                                                       | 登録番号等       |
|---------------|------|-------------------------------------------------------------|-------------|
| 特願2022-033334 | -    | 学習モデル置換プログラム、学習モデル置換装置、学習モデル置換方法及びニューラルネットワーク回路装置           |             |
| 特願2022-056069 | 31   | テンソルメモリ及びテンソルプロセッサ（※㈱トプスシステムズとの共同出願）                        |             |
| 特願2022-057019 | -    | 学習モデル生成プログラム、学習モデル生成装置及び学習モデル生成方法（※福島県立医科大学との共同出願）          |             |
| 特願2022-125488 | 55   | 心拍分類装置及び入浴者見守りシステム（※㈱情報システムエンジニアリングとの共同出願）                  | 特許第7162232号 |
| 特願2022-178106 | -    | 画像認識システム（国立研究開発法人情報通信研究機構との共同出願）                            |             |
| 特願2022-182875 | 67   | 関節角度推定プログラム、情報処理装置、関節角度推定方法及び関節角度推定システム                     |             |
| 特願2022-187467 | 78   | ユーザ認証プログラム、情報処理装置及びユーザ認証方法                                  |             |
| 特願2022-196416 | -    | ホモニアスコンピューティングシステム及びホモニアスコンピューティングデバイスのマイグレーションフローの生成プログラム  |             |
| 特願2023-010098 | 65   | 位置検知システム及びセンサ取り付け方法                                         |             |
| 特願2023-020162 | 123  | 電気移動体の電力消費予測プログラム及び電力消費予測モデルの生成方法（※㈱会津コンピュータサイエンス研究所との共同出願） |             |
| 特願2023-046730 | 39   | 対象追跡装置、対象追跡プログラム及び対象追跡方法                                    |             |
| 特願2023-048058 | 64   | 音声信号処理プログラム及び音声信号処理装置                                       |             |
| 特願2023-054792 | -    | 3次元モデルデータ編集装置及びコンピュータプログラム                                  |             |
| 特願2023-076257 | 82   | 判定支援装置、判定支援方法及びコンピュータプログラム（※国立大学法人熊本大学との共同出願）               |             |
| 特願2023-099161 | 97   | 学習進捗表示システム及び学習進捗表示プログラム                                     |             |
| 特願2023-107217 | 98   | プログラム採点システム及びプログラム採点方法                                      |             |
| 特願2023-110988 | -    | 学習プログラム、推定プログラム、情報処理装置、学習方法及び推定方法（※川崎重工業(株)との共同出願）          |             |
| 特願2023-132333 | 65   | 位置推定システム及び位置推定方法                                            |             |
| 特願2023-146851 | -    | 目標点に向かって被誘導体を誘導するためのシステム、方法、およびプログラム（※(株)東日本計算センターとの共同出願）   | 特許第7538492号 |
| 特願2023-181283 | -    | ニューラルネットワークの近似故障検出手法及び回路                                    |             |
| 特願2023-181739 | 68   | 圧力センサ校正方法及び圧力センサ校正システム                                      |             |
| 特願2024-002563 | -    | ニューラルネットワークの耐故障アンサンブル技術                                     |             |
| 特願2024-024176 | -    | 筆跡ワンタイムパスワード認証技術（※ジスソフト(株)との共同出願）                           |             |
| 特願2024-047372 | 25   | ニューラルネットワークプロセッサ                                            |             |
| 特願2024-054010 | 56   | 快適性評価装置及び入浴者見守りシステム（※(株)情報システムエンジニアリングとの共同出願）               |             |
| 特願2024-056380 | 124  | 漆塗りロボットシステム（※㈱会津コンピュータサイエンス研究所との共同出願）                       |             |
| 特願2024-057141 | 58   | 学習プログラム、情報処理装置及び学習方法                                        |             |
| 特願2024-057226 | 106  | 秘密計算用器具                                                     |             |
| 特願2024-057364 | -    | プログラミング学習システム                                               |             |
| 特願2024-086522 | -    | 撮像画像の画素選択装置及びそのプログラム                                        |             |
| 特願2024-137878 | -    | 内視鏡を用いた嚥下機能検査の画像解析装置（※福島県立医科大学との共同出願）                       |             |





問い合わせ先  
会津大学産学イノベーションセンター

The University of AIZU

University – Business Innovation Center(UBIC)

Phone 0242-37-2776 Fax 0242-37-2778

E-mail [ubic-adm@ubic-u-aizu.jp](mailto:ubic-adm@ubic-u-aizu.jp)

URL <https://www.ubic-u-aizu.jp/>

研究シーズ紹介



2024年12月