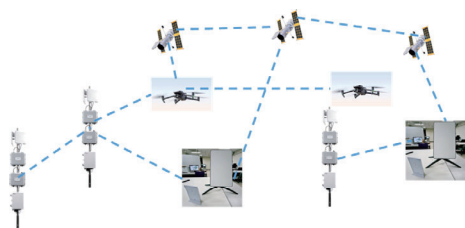
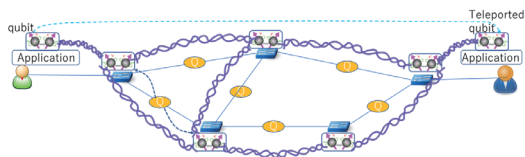


Web3.0

ブロックチェーン

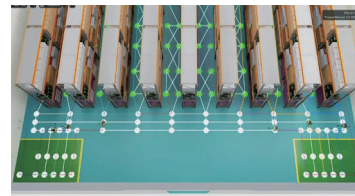
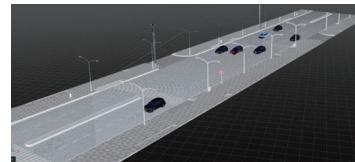
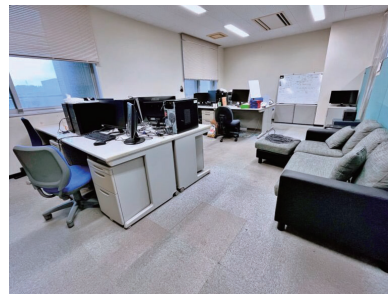


中央集権的なサーバを必要としない



情報ネットワーク研究室

Intelligent Computation and Network Laboratory



李 睿棟 (リ エイトウ)

Email: lrđ@se.kanazawa-u.ac.jp

研究室ホームページ: www.li-nlab.org

研究室の特徴

▶ コンピューティング・ネットワーク分野の最先端の研究

- メタバース、量子ネットワーク、機械学習・大規模言語モデル、衛星ネットワークなど
- 最先端のアプリケーションの研究開発: メタバース・デジタルヒューマン・大規模言語モデル・ブロックチェーンなど
- 最先端のネットワーク技術の研究開発: 量子ネットワーク・耐災害ネットワーク・ネットワーク内コンピューティングなど
- トップレベルの論文の発表: IEEE JSAC, IEEE Network, INFOCOMなど

▶ チームワーク・研究室雰囲気良い

- メタバースチーム、量子ネットワークチーム、機械学習チームなど

▶ 生活施設・研究設備充実

- ソファ、コーヒーマーカー、冷蔵庫、文具など
- 高性能ワークステーション、ドローン、スターリンク(衛星通信)、ロボット(Jetson)、Questなど

▶ 研究連携・国際交流・国際学会参加機会が多い

- NICT, NVIDIA, Waseda, USTC, Temple University, Victoria University, Gottingen Universityなど
- QCNC 2025, IEEE AIoT 2025, ICNC 2025, ICCCN 2025など

▶ 不定期招待講演

- Oulu University (Finland), Nanyang Technological University (Singapore), Tsinghua University (China), NVIDIA, University at Buffalo (USA)など

情報ネットワーク研究室・2025年度募集テーマ

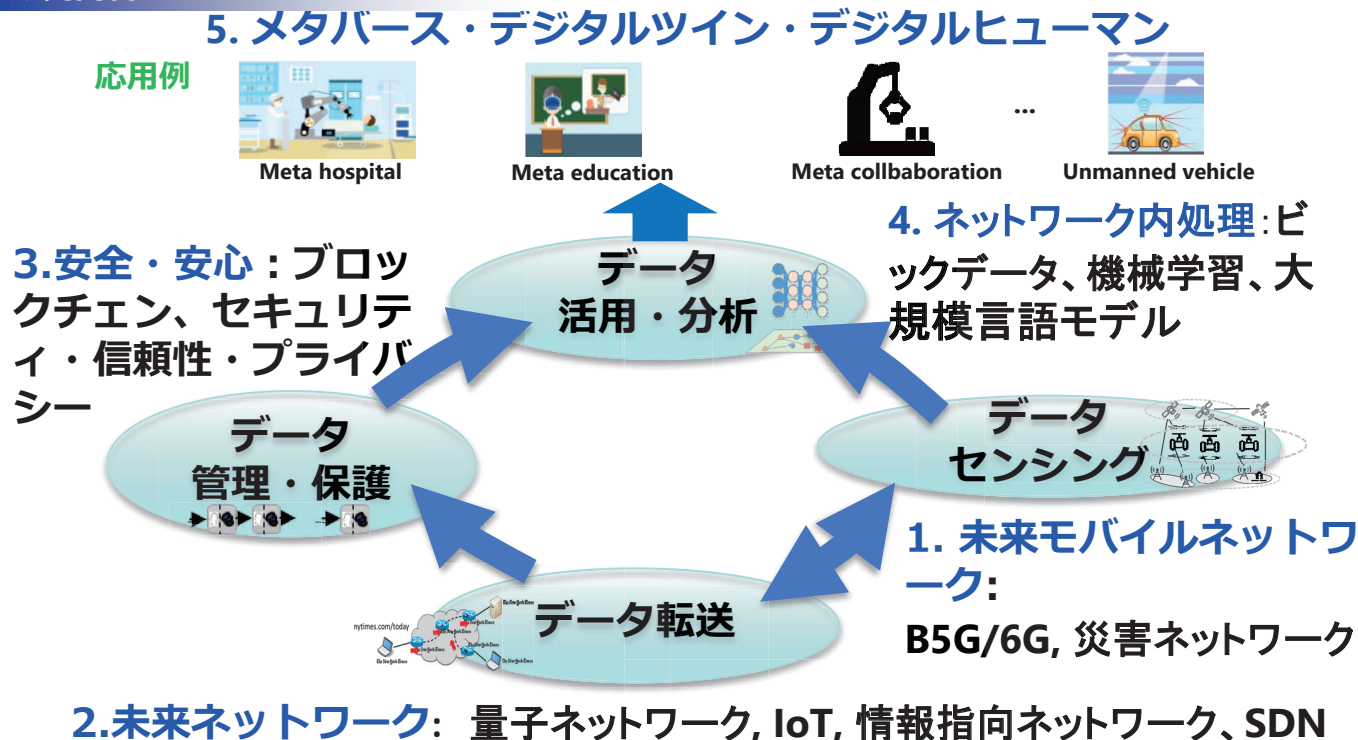
- ▶ 1. メタバース、デジタルツイン、デジタルヒューマン、大規模言語モデル、機械学習
- ▶ 2. 量子ネットワーク、耐災害ネットワーク、無人航空機・ロボットとネットワークの融合、情報中心ネットワーク
- ▶ 3. ブロックチェーン、データセキュリティ・プライバシー

情報ネットワーク研究室

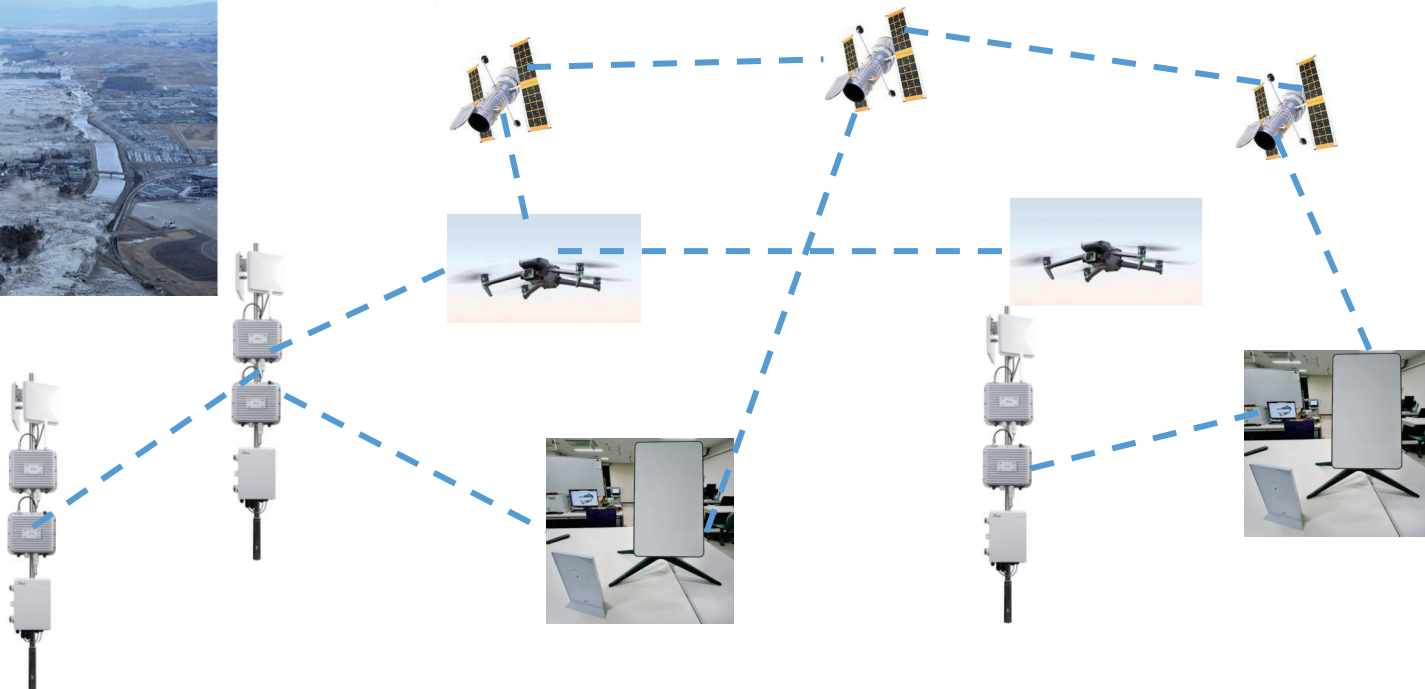
研究概要

今後の3～30年先の未来社会の最先端技術の要求に応えるため、未来ネットワークの実現を目指し、アプリケーション、転送・保護、コンピュータシミュレーションの分野で研究を行っています。

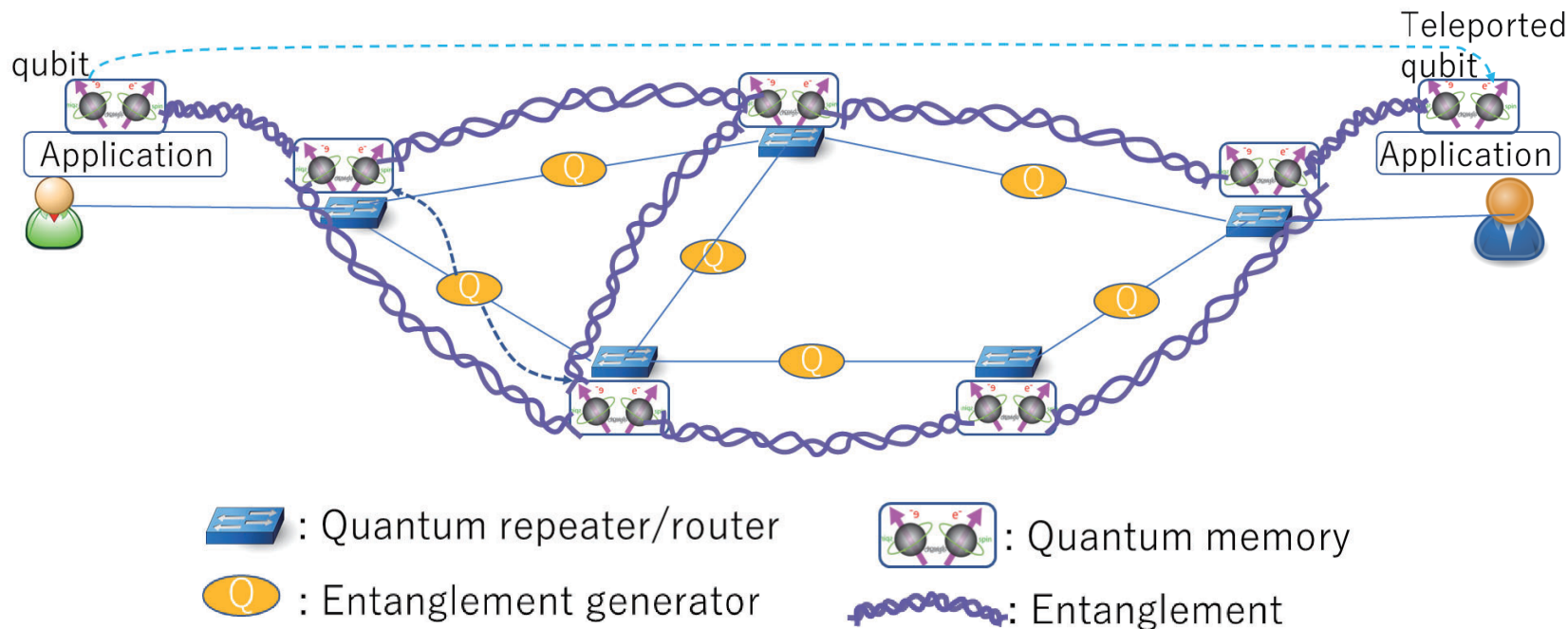
研究内容



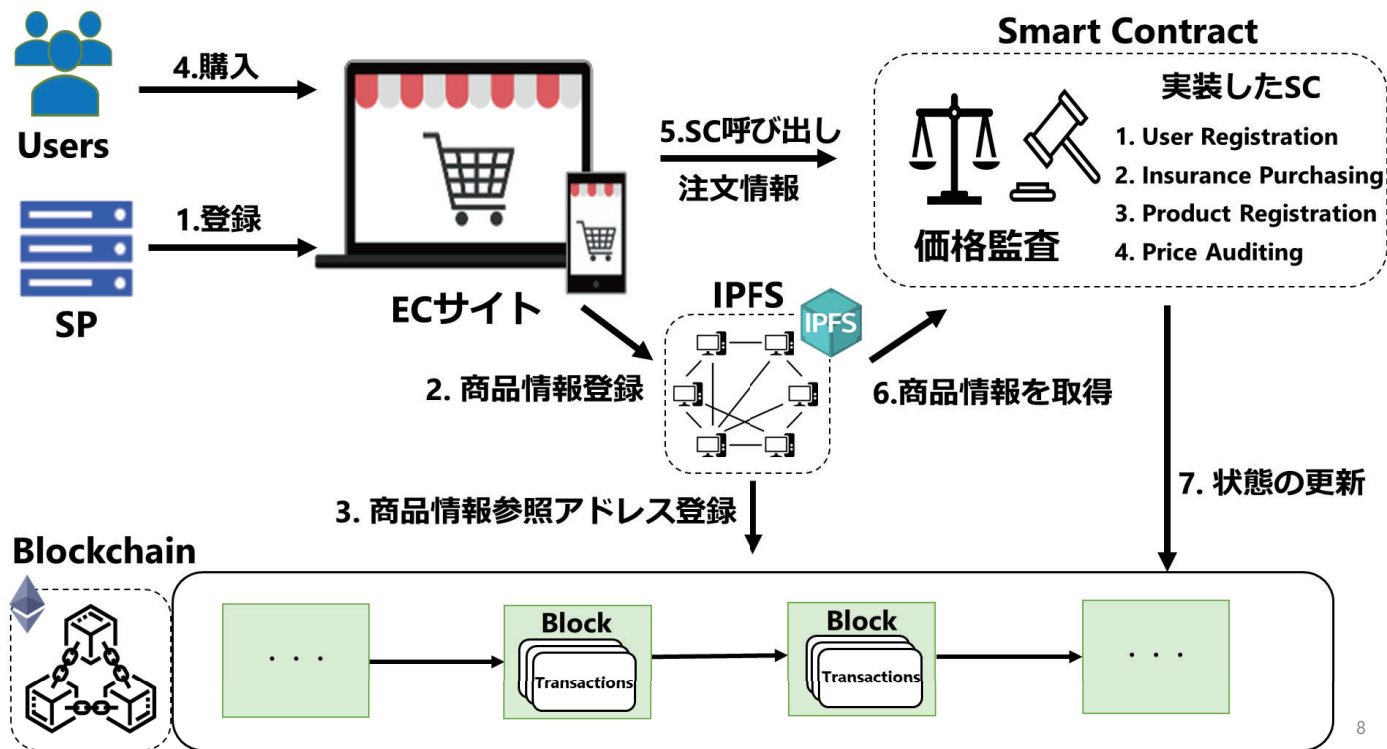
研究(1.未来モバイルネットワーク)：衛星・無線ネットワーク （災害救援）



研究(2.未来ネットワーク)：量子ネットワーク

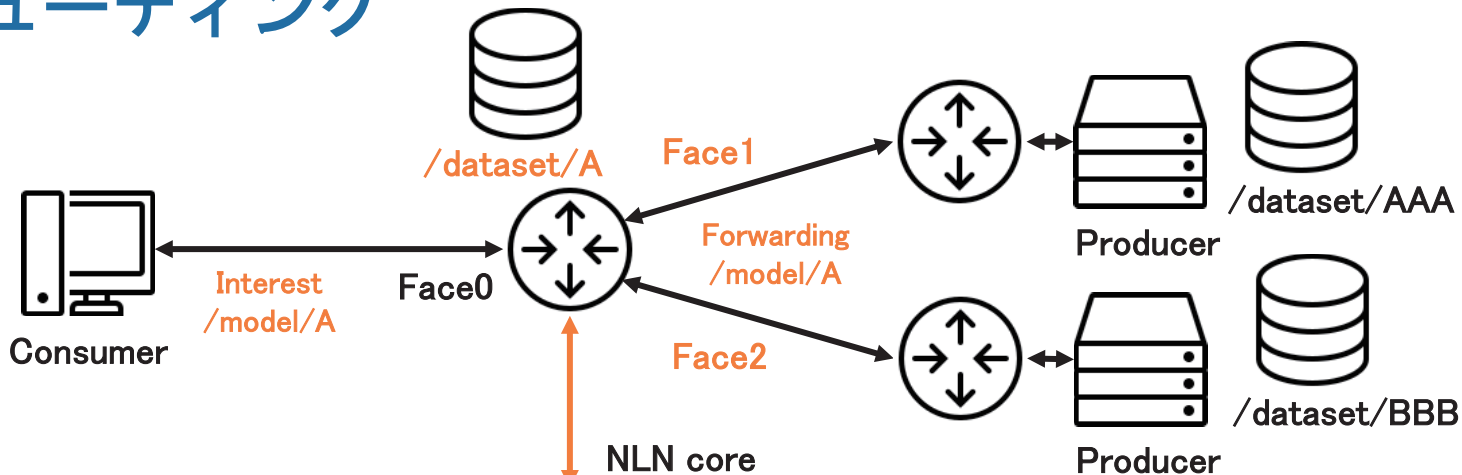


研究(3.安全安心) : Web 3.0・ブロックチェーン(価格監査システム)



8

研究(4.ネットワーク内処理)：インネットワークコンピューティング



Prefix	Request	Alive			
/model/A	Face0	Local, <u>Face1</u> , <u>Face2</u>			

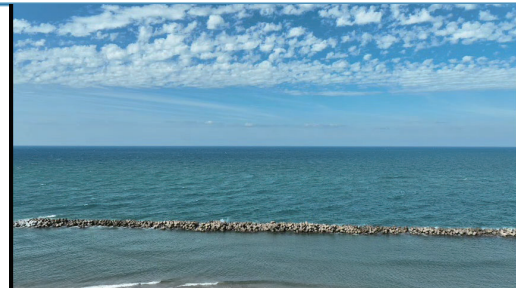
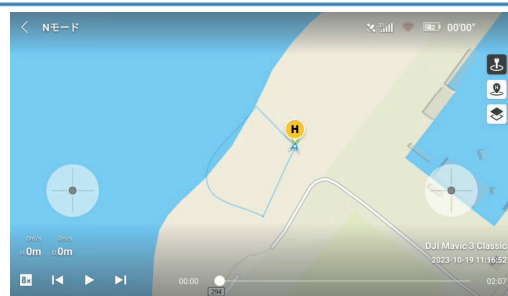
Pending Learning Table

Prefix	Data	Face list
/model/A	/dataset/A	Face1, Face2
/model/B		Face5

Model Information Base

Machine Learning Application

研究(5.メタバース): NVIDIA Ominiverse+Robot



Drone

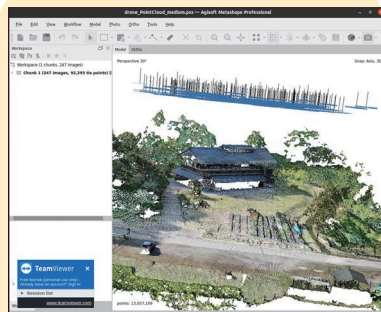


- Image recognition
- Data collection

Data Send



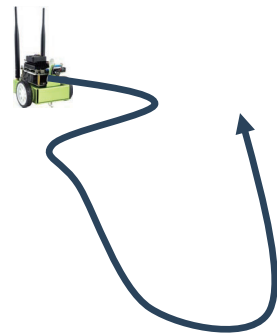
Metashape



Import



Omniverse



卒業研究テーマ(2023年度まで)

1.未来モバイルネットワーク

- ▶ 災害救援のための情報指向動的ネットワークに関する研究
- ▶ Starlinkに基づく衛星ネットワークの性能分析
- ▶ Research on Key Technologies of Turbojet-Powered Aircraft for Post-Disaster Rescue Operations

2.未来ネットワーク

- ▶ 量子インターネットにおける効率良いルーティングに関する研究
- ▶ 機械学習を用いた量子エンタングルメント生成及び転送に関する研究
- ▶ 量子ネットワークにおけるオポチュニスティックセグメントルーティング
- ▶ 量子ネットワークシミュレータにおけるプロトコルの実装と性能評価に関する研究

3.安全・安心

- ▶ 車車間通信におけるブロックチェーンに基づく階層的な信頼性評価方法

研究テーマ(2023年度まで)

- ▶ ブロックチェーンを用いた価格監査システムに関する研究
- ▶ ブロックチェーンに基づく分散ログ管理システムに関する研究

4. ネットワーク内処理

- ▶ 分散型機械学習に向けた名前ベース学習ネットワーク
- ▶ 連合学習におけるストラグラーに関する研究
- ▶ 未来ネットワークと連合学習の統合に関する研究
- ▶ Research on Traffic Analysis Models and Key Technologies Based on Time Series Characteristics
- ▶ Research on Optical Quantum Fusion Localization Algorithm in the Dynamic Environment

5. メタバース

- ▶ NVIDIA Omniverse を用いた工場デジタルツインに関する研究
- ▶ マルチコンベアを用いた仕分けシステムのデジタルツインに関する研究

共同研究と国際交流

- ▶ 国立研究開発法人 情報通信研究機構
- ▶ NVIDIA
- ▶ 早稲田大学
- ▶ Temple University, USA
- ▶ Victoria University, Canada
- ▶ University of Goettingen, Germany
- ▶ Imperial College London, U. K.
- ▶ 浙江大学, 中国
- ▶ など
- ▶ QCNC 2025
- ▶ IEEE AIoT 2025
- ▶ ICCCN 2025
- ▶ ICNC 2025
- ▶ IEEE INFOCOM
- ▶ IEEE ICC/Globecom
- ▶ など

NVIDIA-ICNL Joint Laboratory



Joint laboratory meeting



Joint laboratory demonstration



Internship certificates from NVIDIA

メンバーと進路

▶ 現在メンバー

- D3 (2) D2 (2) D1 (1)
- M2 (5) M1(3)

▶ B4 定員 3名

▶ 学類卒業(研究生を含む)

- 大学院進学(8)
- 富士通株式会社 (1)
- チームラボ株式会社(1)
- Sansan株式会社(1)
- 澁谷工業株式会社(1)

▶ 博士前期課程修了

- 博士後期課程進学(1)
- IBM (1)
- JR東海(1)
- LINE (1)

研究室環境

▶ 研究室環境

- 各学生には、パーソナルデスクスペースが提供され、一台のデスクが与えられます。
- 研究室では、学生にビッグデータを処理できる複数のGPUを備えた高性能ワークステーションを共有しています。

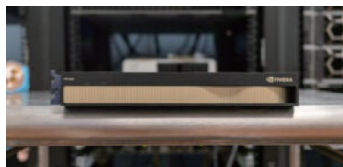
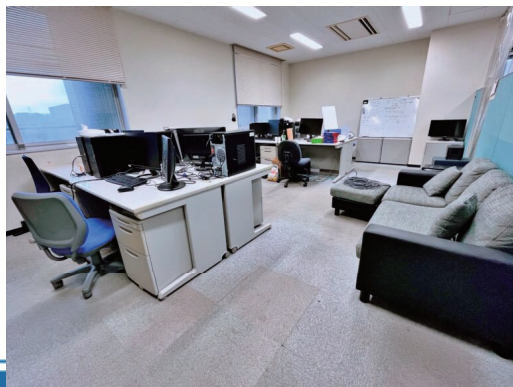
▶ ゼミ

- ゼミ(週に一回)と個別ミーティング

▶ イベント

- 歓迎会、忘年会、合同合宿は基本的に毎年開催されます。

研究室施設と研究設備



研究室招待講演(一部)



2022.8
Invited Talk
(Prof. Tarik
Taleb, Oulu
University,
Finland)



2022.12 Invited
Talk (Prof. Dusit
Niyato, Nanyang
Technological
University,
Singapore)



2023.7 Invited
Talk (Prof.
Zhisheng Niu,
Tsinghua
University, China)



2023.8 Invited
Talk (Prof.
Mingwei Xu,
Tsinghua
University,
China)



2024.1 Invited Talk
(Prof. Simon See, Senior
Director, Chief Solution
Architect and Global
Head, NVIDIA AI
Technology Center,
NVIDIA)

学生受賞(一部)

- ▶ 2024年3月, 本研究室の福本駿君(M2)は自然科学研究科長賞を受賞
- ▶ 2023年4月, Shun Fukumoto got the support from NEC C&C Foundation
- ▶ 2022年4月, Zhengzhi Li got the student conference grant from IEEE INFOCOM 2022
- ▶ 2021年11月 本研究室の平山智己君は第9回学生スマートフォンアプリコンテストに参加し、Yahoo! JAPAN賞と奨励賞を獲得 (作品名: マッチマッチ チーム名: カルパス)

研究室生活(一部)



Year-End Party, Dec. 2022



Welcome Party, May 2023



Year-End Party, Nov. 2023



International Conference Photos (Laboratory Supported) June 26-28, 2023

メタバース：物流倉庫デジタルツインと倉庫内の配送経路可視化

- ▶ ICNL T5: (Industrial) Metaverse
- ▶ 電子情報通信学専攻 修士2年 鏡味 遥

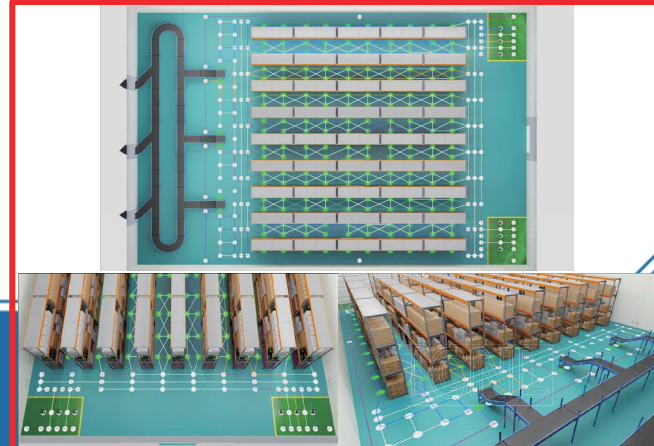
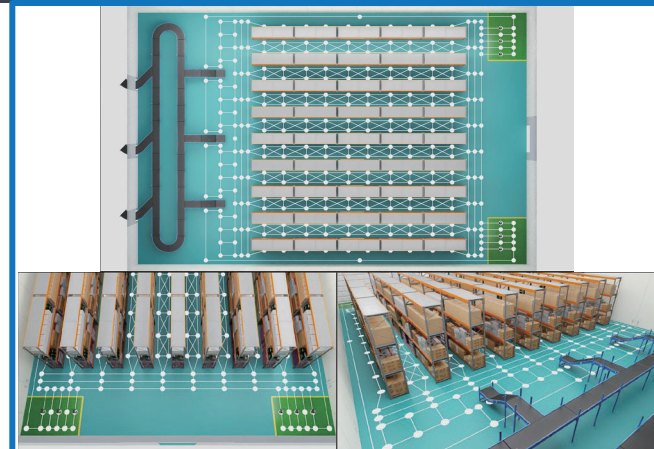
物流倉庫デジタルツインと倉庫内の配送経路可視化

- 物流倉庫デジタルツインの作成
 - “NVIDIA Isaac Sim”(ロボティクスシミュレーションツール)を用いて作成
- 経路ネットワーク、ロボットを生成
- 指定されたタスクに応じて最適経路を計算
 - “NVIDIA cuOpt”(ルート最適化計算ツール)を用いて計算
- 最適経路をロボットが走行
 - ロボット同士の衝突など問題がないか検証

※デジタルツイン: 現実世界の情報を仮想空間上で再現し、シミュレーション結果を現実にも反映させる技術

※経路ネットワーク: ロボットが通れる道 (図中の点と線)

※タスク: 集荷、配送の地点 (下図中の緑点)



メタバース映像の見方

The screenshot displays the Isaac Sim 4.0.0 interface. The main viewport shows a 3D simulation of a warehouse with multiple robots (represented by small white spheres) moving along paths (colored lines). The interface includes a top menu bar, a left sidebar with various tools, and a right sidebar with a terminal window displaying robot data.

デジタルツイン内の固定カメラからの映像
各ロボットの経路を色分けして表示

ロボットの前面カメラからの映像
矢印はロボットの速度

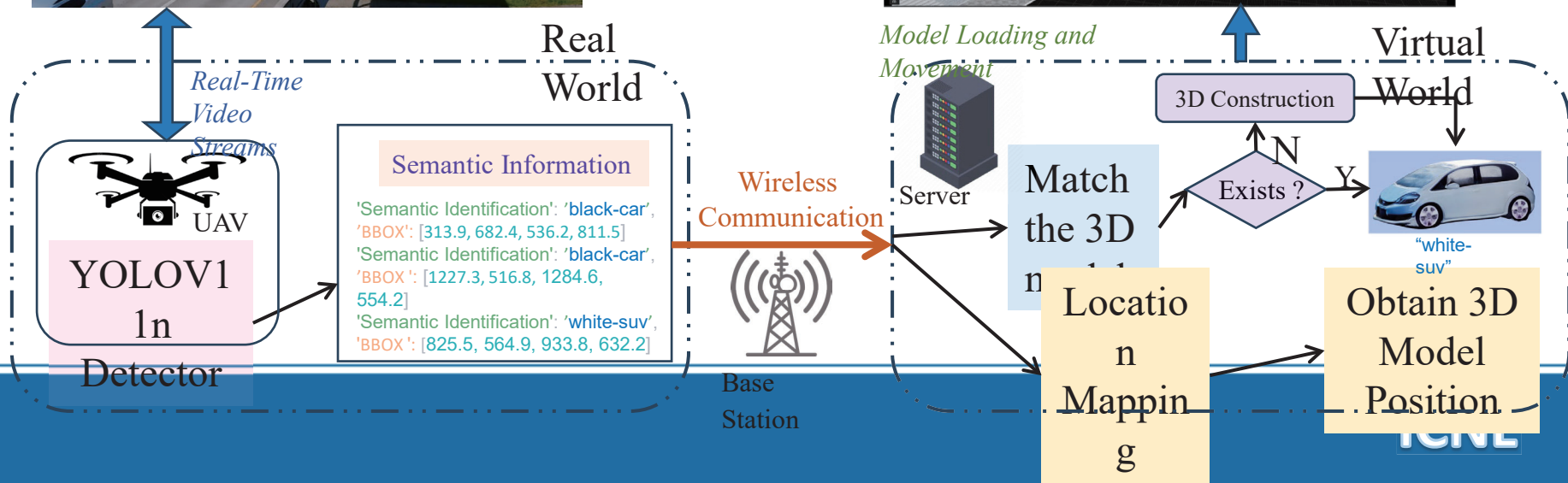
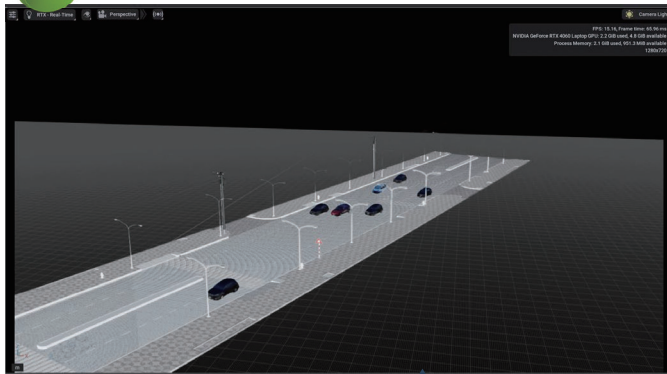
各ロボットの情報
..
現在時刻(タイムステップ)
現在地
処理中のタスク番号
集荷中の荷物の個数
目的地との角度の差
目的地への距離
..

```

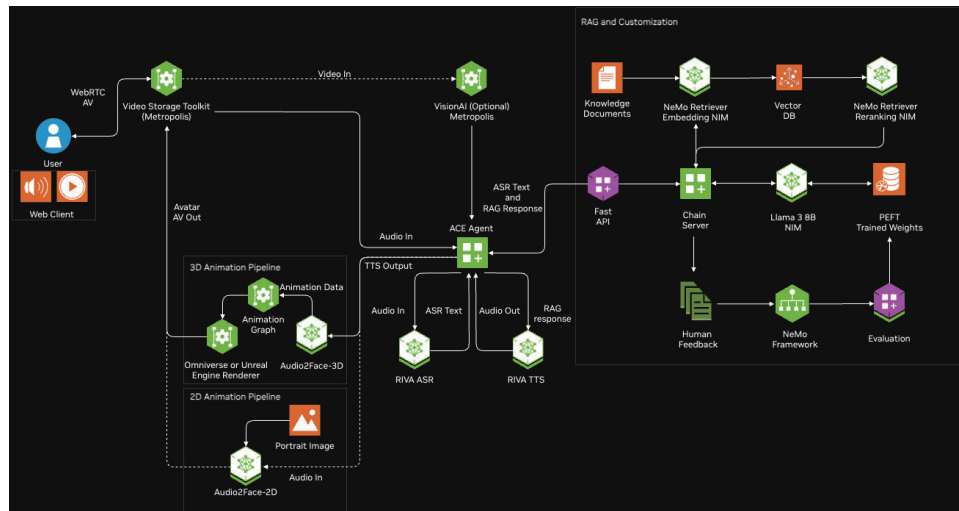
Terminal
LIVE CACHE
RMFSops
Information
  Connect to cuOpt Microservices
    0.00s
  Test cuOpt Connection
    0.00s
  Optimization Problem Setup
  Update/Run cuOpt
  Operate JetBot
  Perform a Task
  MOVE
  Lateral error: 1.4341147474746518
  jetbot_4 position: [ 449.847 -280.147]
  task_num: 3
  pack_num: 0
  Yaw error: -0.03044938066522107
  Lateral error: 9.848380486506639
  jetbot_5 position: [ 459.745 -310.283]
  task_num: 3
  pack_num: 0
  Yaw error: -0.0419212692614779
  Lateral error: 10.280049559781521
  current time: 51.500002685934305
  jetbot_0 position: [448.281 360.161]
  task_num: 3
  pack_num: 0
  Yaw error: -0.048895963874739046
  Lateral error: 8.28074523945811
  jetbot_1 position: [440.722 279.791]
  task_num: 3
  pack_num: 0
  Yaw error: -0.13798149087857547
  Lateral error: 0.7517985395587315
  jetbot_2 position: [454.588 199.935]
  task_num: 3
  pack_num: 0
  Yaw error: -0.011342746885438793
  Lateral error: 14.588250999528766
  jetbot_3 position: [ 441.394 -200.342]
  task_num: 3
  pack_num: 0
  Yaw error: -0.18994718730857252
  Lateral error: 1.43559978705486
  jetbot_4 position: [ 449.745 -280.148]
  task_num: 3
  pack_num: 0
  Yaw error: -0.030765075939282127
  Lateral error: 9.740242514078855
  jetbot_5 position: [ 459.744 -310.181]
  task_num: 3
  pack_num: 0
  Yaw error: -0.042329577790322315
  Lateral error: 10.183919921375255
  current time: 51.516669353470206
  jetbot_0 position: [444.178 360.153]
  task_num: 3
  pack_num: 0
  Yaw error: -0.04953741922268495
  Lateral error: 8.178912040833089
  jetbot_1 position: [440.719 279.791]
  task_num: 3
  pack_num: 0
  Yaw error: -0.13730492156191687
  Lateral error: 0.7491133348711873
  jetbot_2 position: [454.486 199.934]
  task_num: 3
  pack_num: 0
  Yaw error: -0.011423682014195908
  Lateral error: 14.486882348622947
  jetbot_3 position: [ 441.395 -200.342]
  task_num: 3
  pack_num: 0
  Yaw error: -0.18844708102307897
  Lateral error: 1.4373588930882642
  jetbot_4 position: [ 449.643 -280.15 ]
  task_num: 3
  pack_num: 0
  Yaw error: -0.031078110435119147
  Lateral error: 9.64401312715942
  jetbot_5 position: [ 459.742 -310.078]
  task_num: 3
  pack_num: 0
  Yaw error: -0.042735074581156985
  Lateral error: 10.08170893404029
  
```



リアルタイム仮想区間の構築



デジタルヒューマン (2D/3D Audio/Video Interaction + Large Langue Model)



Web 3.0: 分散型投票システム

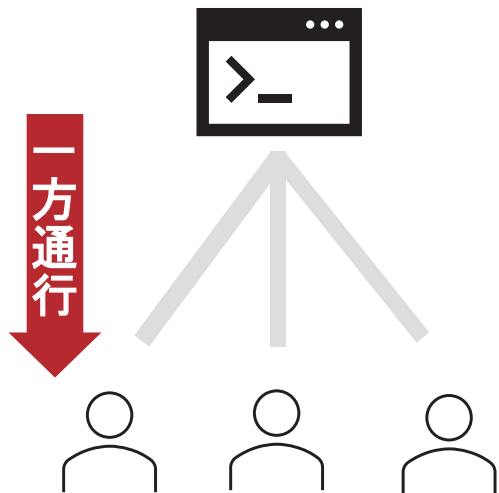
- ▶ ICNL T3: 安全・安心(Web 3.0)
- ▶ 電子情報通信学専攻 修士2年 高窪俊企

Web3.0とは



KANAZAWA
UNIVERSITY

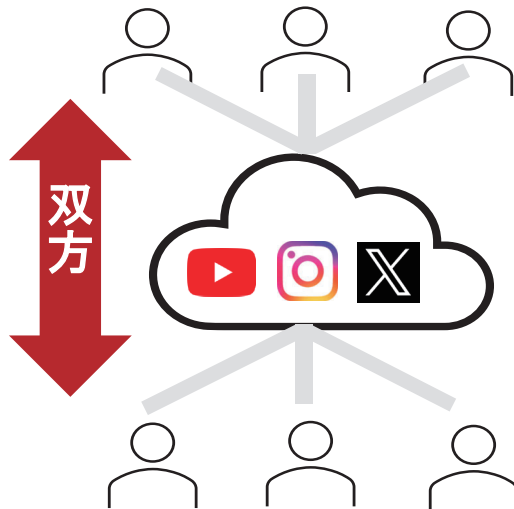
Web1.0



ホームページの閲覧など

一方通行

Web2.0



SNSなど誰でも情報を発信できる

双方向

Web3.0

ブロックチェーン



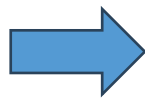
中央集権的なサーバを必要としない

分散

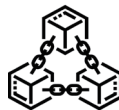
Web3.0活用事例: 分散型投票システム

現状の投票システムの課題

-  結果改ざんのリスク
-  投票システムの透明性不足
-  集計プロセスが非効率



ソリューション: 分散型投票システム



ブロックチェーン

分散型のデータベース、高い改ざん耐性・透明性を持つ



スマートコントラクト

ブロックチェーン上にプログラムを記述する技術
プロセスの自動化が可能

期待される利点



高いセキュリティ

改ざんが極めて困難な投票記録



効率的な集計

自動化による迅速な結果集計



透明性の向上

投票結果を誰でも検証可能



Intelligent Computation and Network Laboratory

~ Bridging the future

質問の希望等、お気軽にご連絡ください
lrd@se.kanazawa-u.ac.jp