



伊庭研究室(Prof. Hitoshi Iba) IBA (Intelligently Behaving Agents) Laboratory

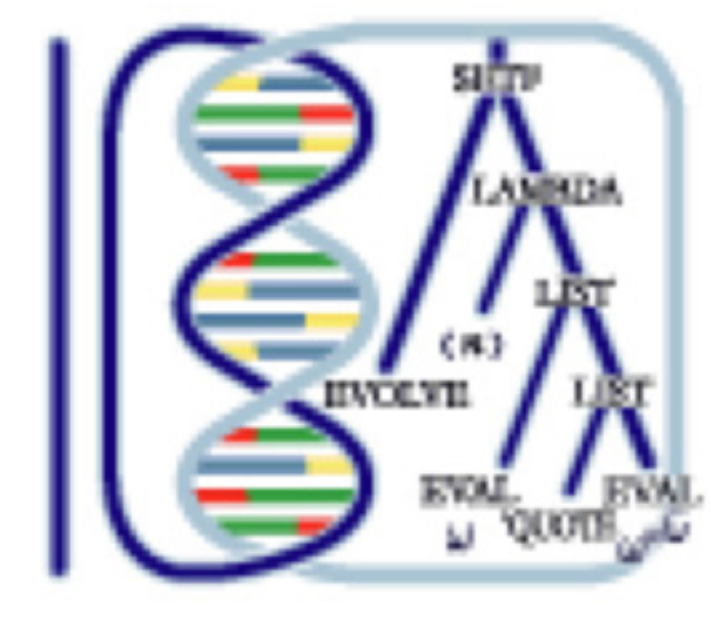
URL: <http://www.iba.t.u-tokyo.ac.jp/>

学部 電子情報工学科 本郷
大学院 情報理工・電子情報学専攻

工学部2号館12F
Bldg. Eng-2 12F

知能の創発と進化計算

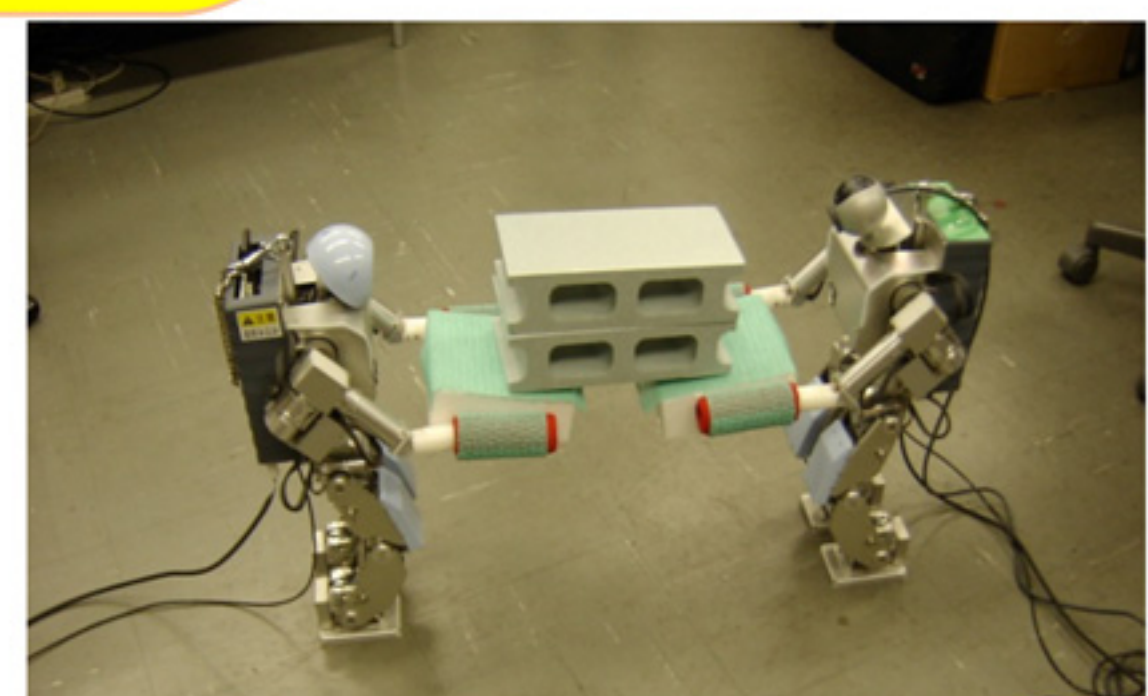
生物の進化の仕組みをまねた最適化
人工生命と合成生物学における複雑系の実証的研究
「進化を計算するAI(人工知能)」の研究をめざします



当研究室では、進化をキーワードにした計算やシステムについて研究しています。

- 「クジャクの羽はなぜあんなに美しいのか？」
- 「キリンの首はどうして長くなったのか？」
- 「働きバチは自分で子供を産まずに、どうして女王バチに奉仕するのか？」

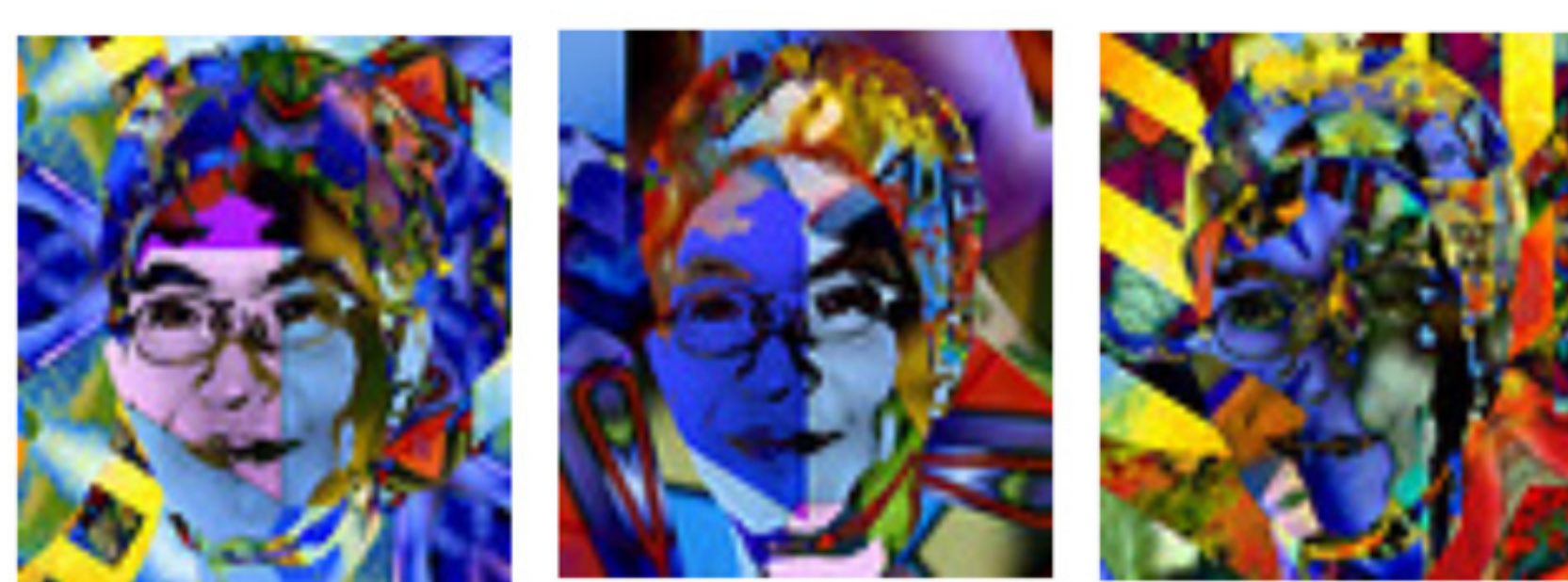
これらの謎に迫っていくと、生物が進化の過程で、ある種の最適化問題を解いていることがわかります。こうした生物の進化のメカニズムをまねて、データの構造を変形、合成、選択する工学的な手法が「進化論的手法」です。目的は、効果的な計算システムを実現させることにあります。この手法は、最適化問題の解法、人工知能の学習、推論、プログラムの自動合成などに広く応用され、「自然に学ぶ問題解決 (Problem Solving from Nature)」をめざします。



進化型ロボットの例
ヒューノイドによる協調搬送

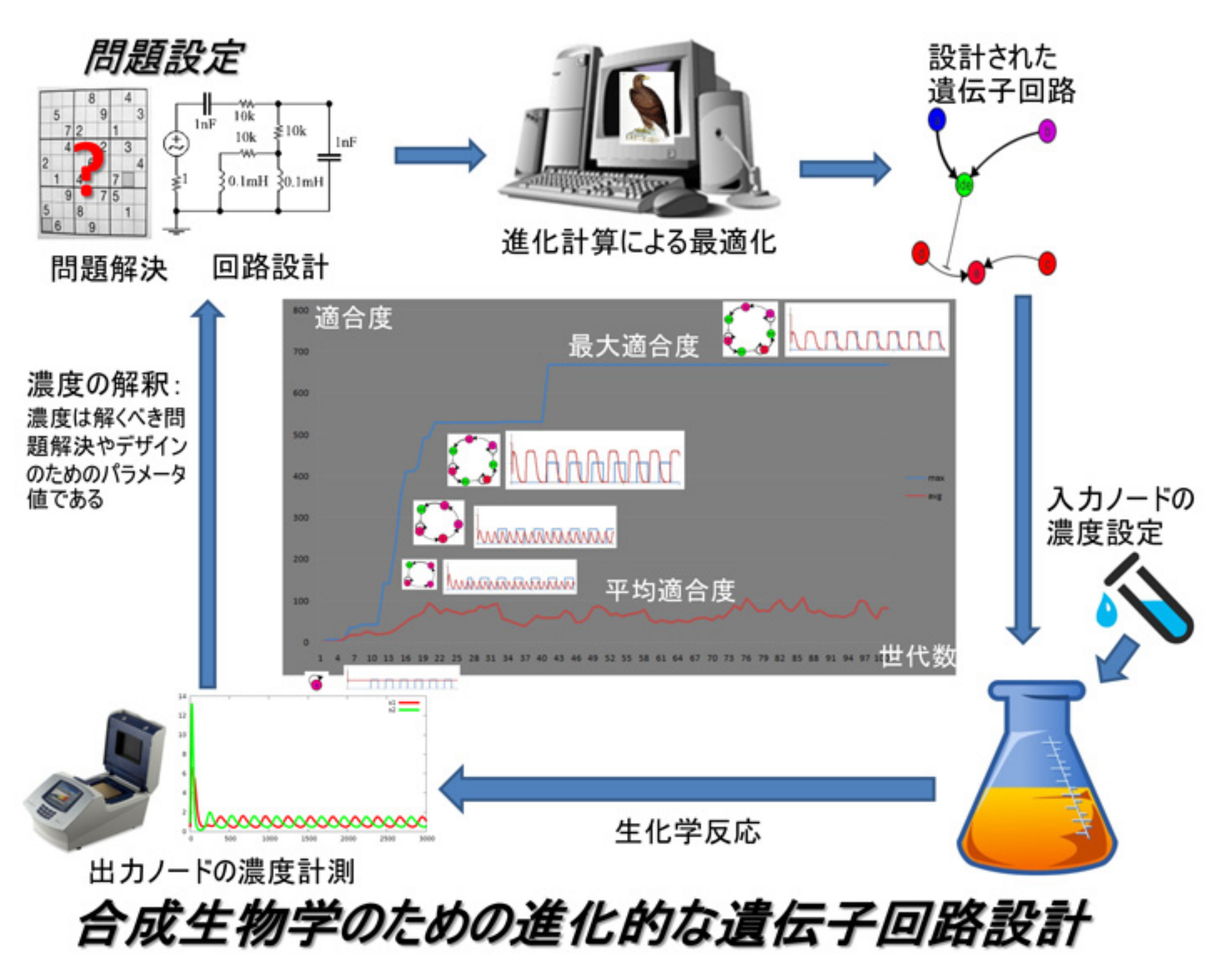


ゲームAIへの応用: Ms.パックマンにおいて、GPのプレイヤーが敵をおびき寄せている様子とGPによるスーパーマリオの進化



Evoart portrait collection

このような考えに基づいて計算システム(進化型システム)を実現するのが、進化論的手法の目的です。その代表例は、「遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithms, GA)」や「遺伝的プログラミング (Genetic Programming, GP)」と呼ばれています。これらの手法は、工学的最適化のみならず、バイオインフォマティクス、金融工学、芸術やデザインなどに広く応用されています。たとえば新幹線N700系のフォルムや飛行機の主翼の設計が有名です。また、生物の進化や形態形成を計算機上で実現することをめざす「人工生命」という分野もあります。



対話型進化による作曲システムと得られたリズム例

サイエンスZERO

GPによる金融トレーディングシステム

Pheromone

Chain Formula

軍隊アリのシミュレーション。各種パラメータの設定により橋を作成するタイミング形成場所が異なる。

進化型システムは、工学と生命科学の融合をめざし、最近注目されている「共生」と「多様性」といった生命現象の主要な概念をコンピュータで実現するものです。

研究を一言で表現

進化と創発の研究では、情報工学や計算機科学の枠にとどまらず分子生物学、経済学、進化生物学、生態学、社会学、そして集団遺伝学の世界にまで積極的に足を踏み入れています。その結果、異なる分野の専門家と共同で研究することもあります。このような研究スタイルは、工学への新しいアプローチを切り開くでしょう。



上條研究室(Assoc. Prof. Shunsuke Kamijo)
Center for Socio-Global Informatics

URL:http://kmj.iis.u-tokyo.ac.jp

生産技術研究所 4F Ew-403
Bldg. IIS 4F Room Ew-403

ロケーションサービスに関する総合研究

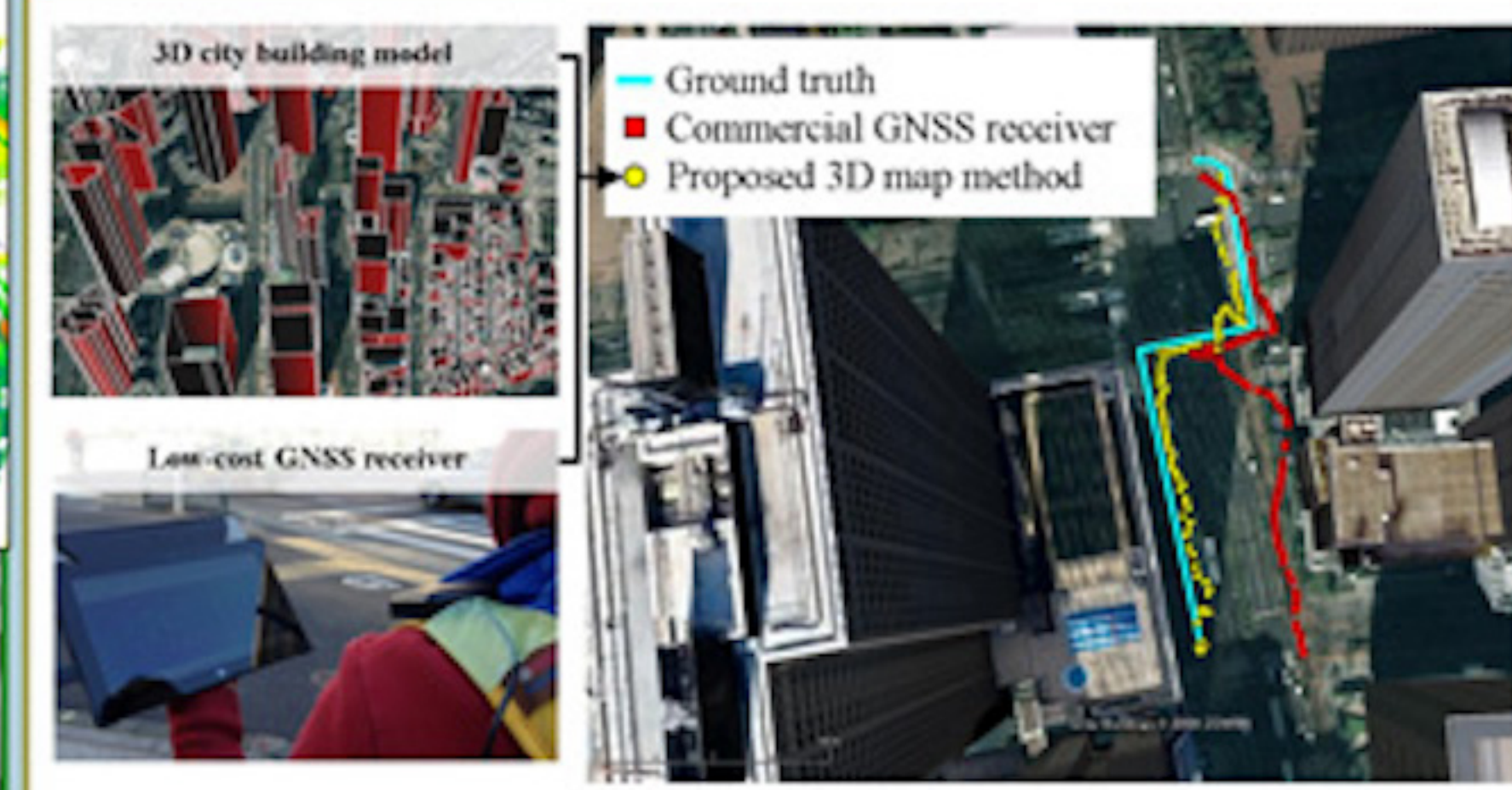
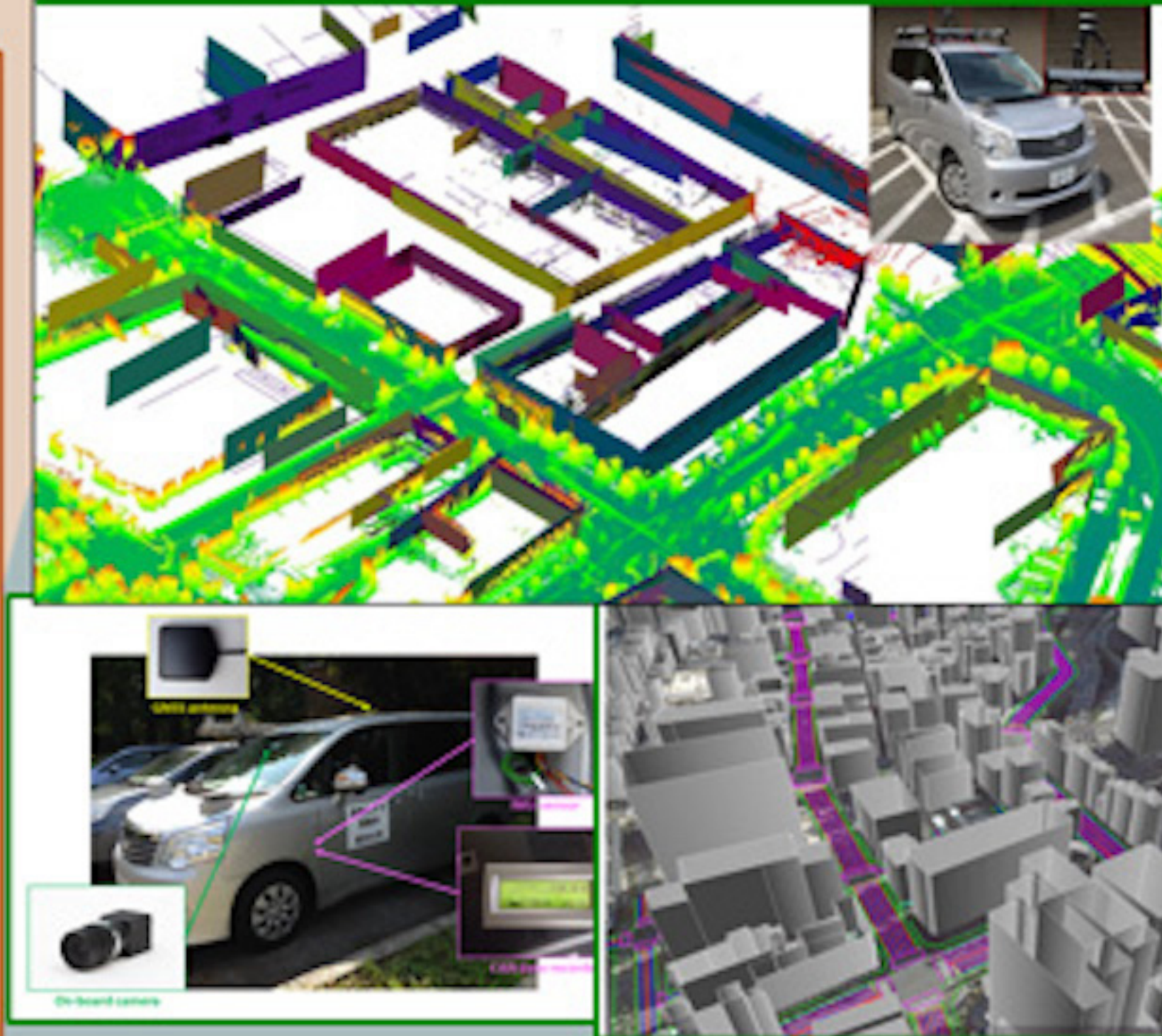
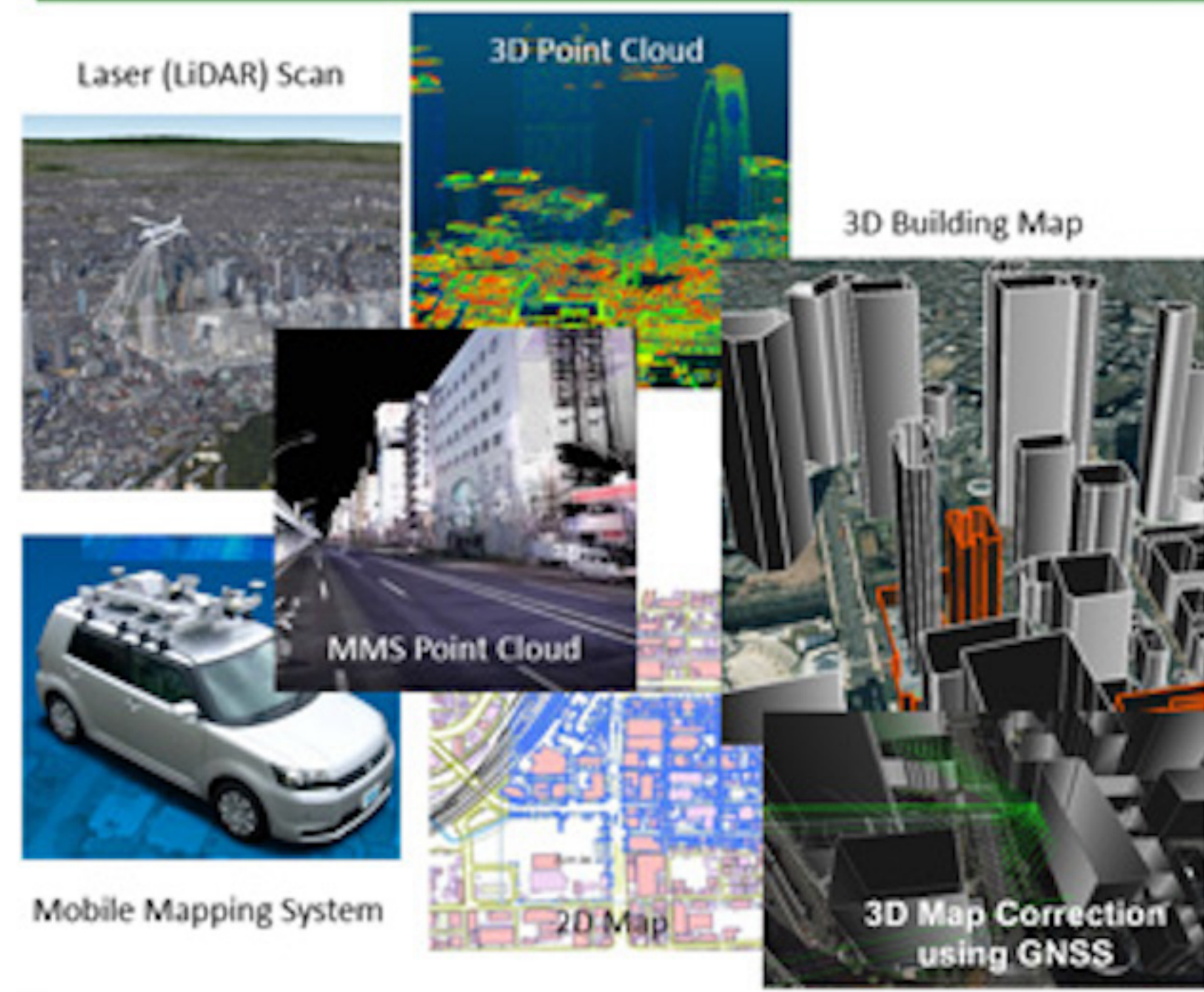
Integrated Research of Location Service

Mapping and Localization

3次元点群データ、2次元地図、GNSS
を用いた3次元地図の構築
3D Building Map Construction using
Point Cloud Data, 2D Maps & GNSS signals

都市部における自動車の位置推定
Vehicle Self-Localization in Urban City

都市部における3次元地図と
マルチGNSSを用いたポジショニング
3D City Building Model Based Positioning Method
using Multi-GNSS in Deep Urban Canyons

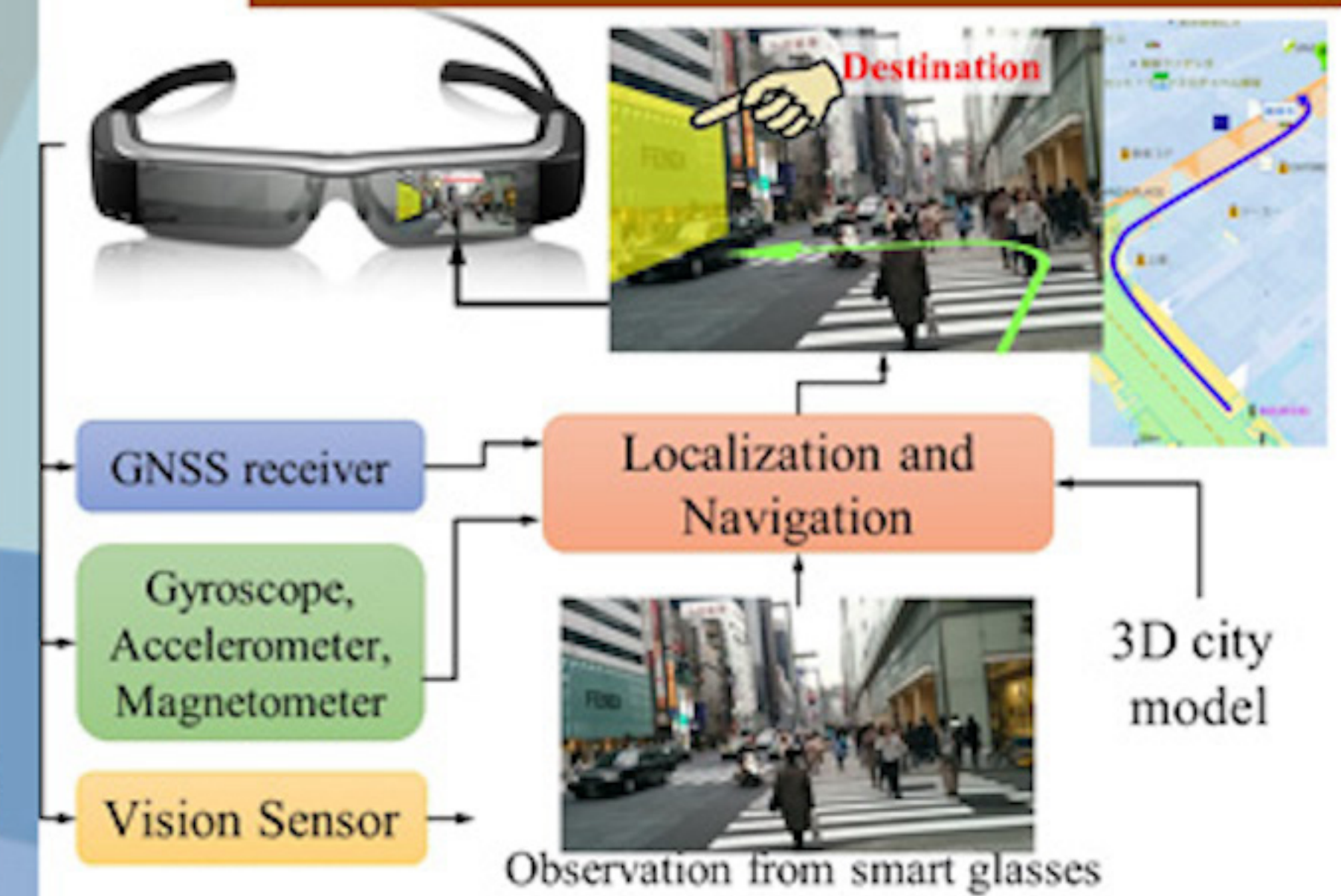
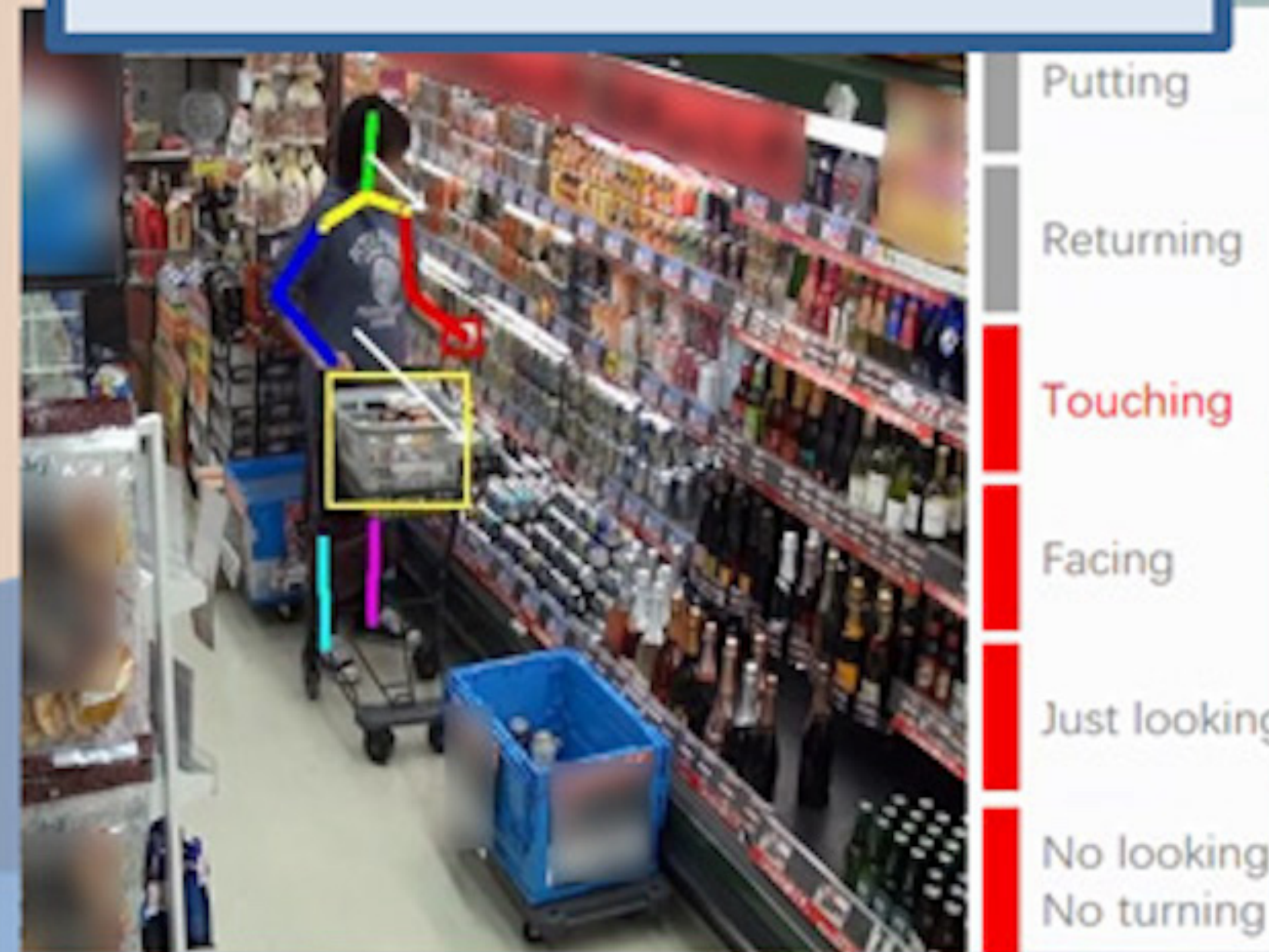
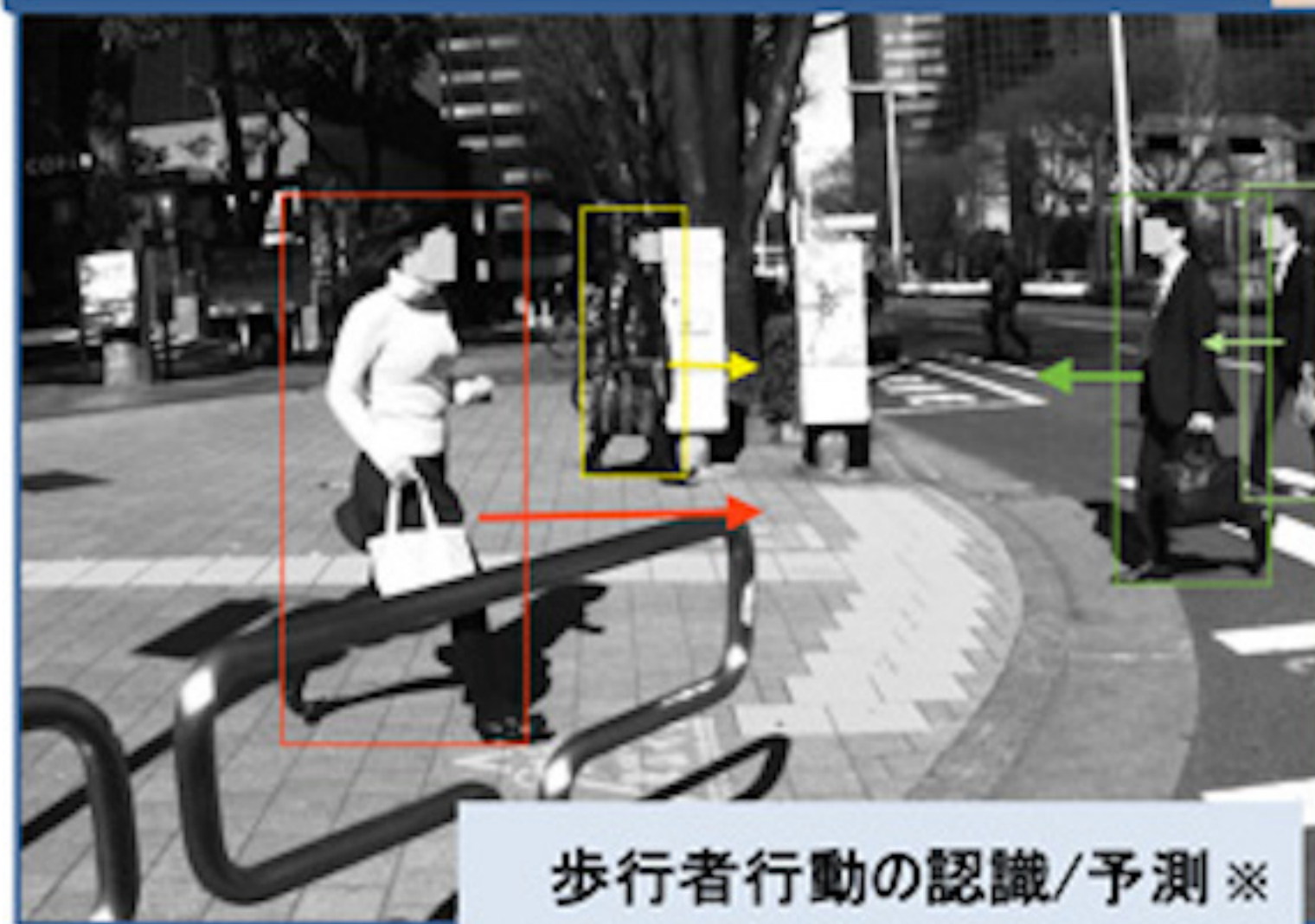


Scene and Behavior Understanding

交通シーンの認識/予測
Traffic Scene Understanding

マーケティング映像における
顧客動作認識※
Customer Behavior Recognition
in Retail Surveillance Video

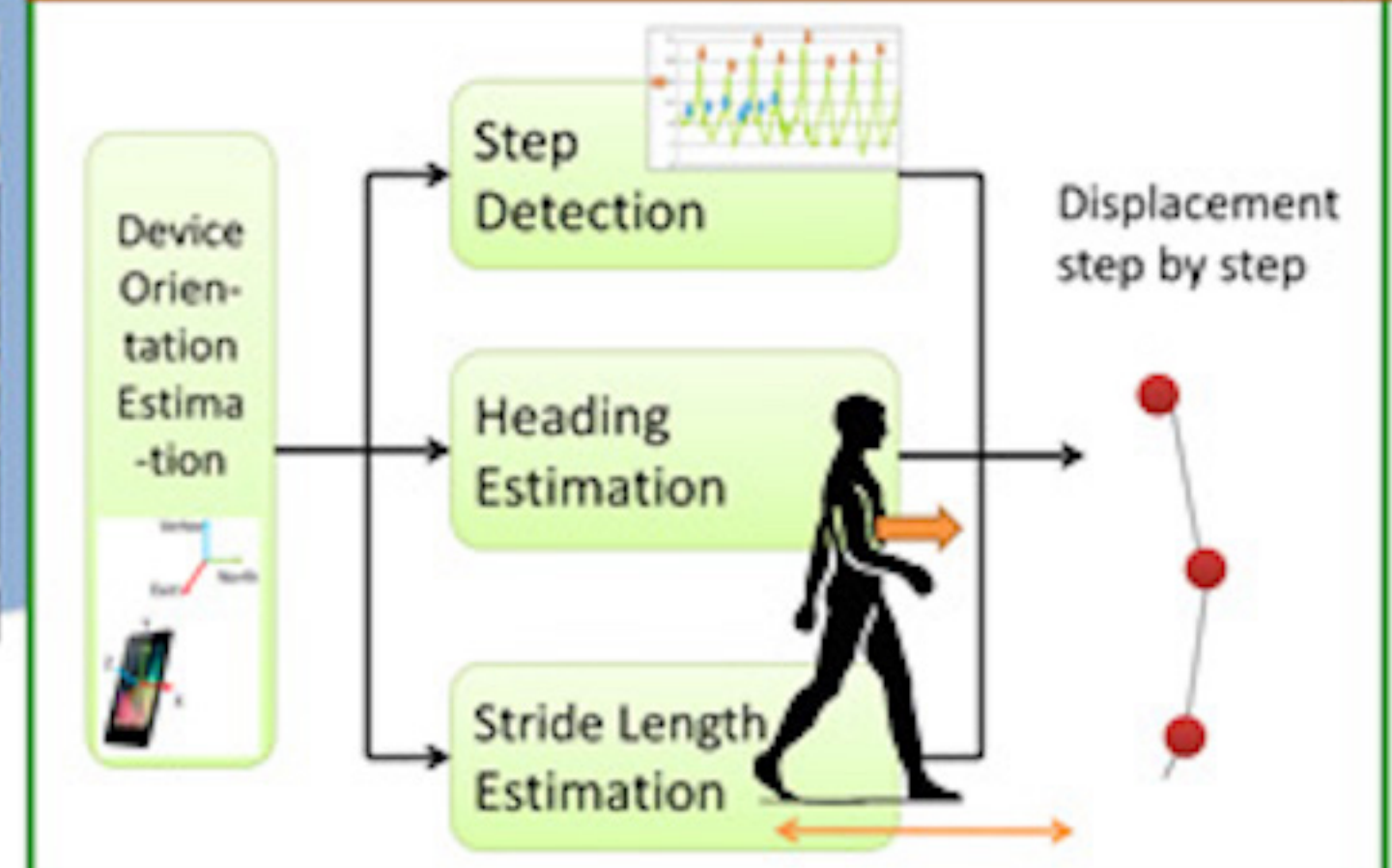
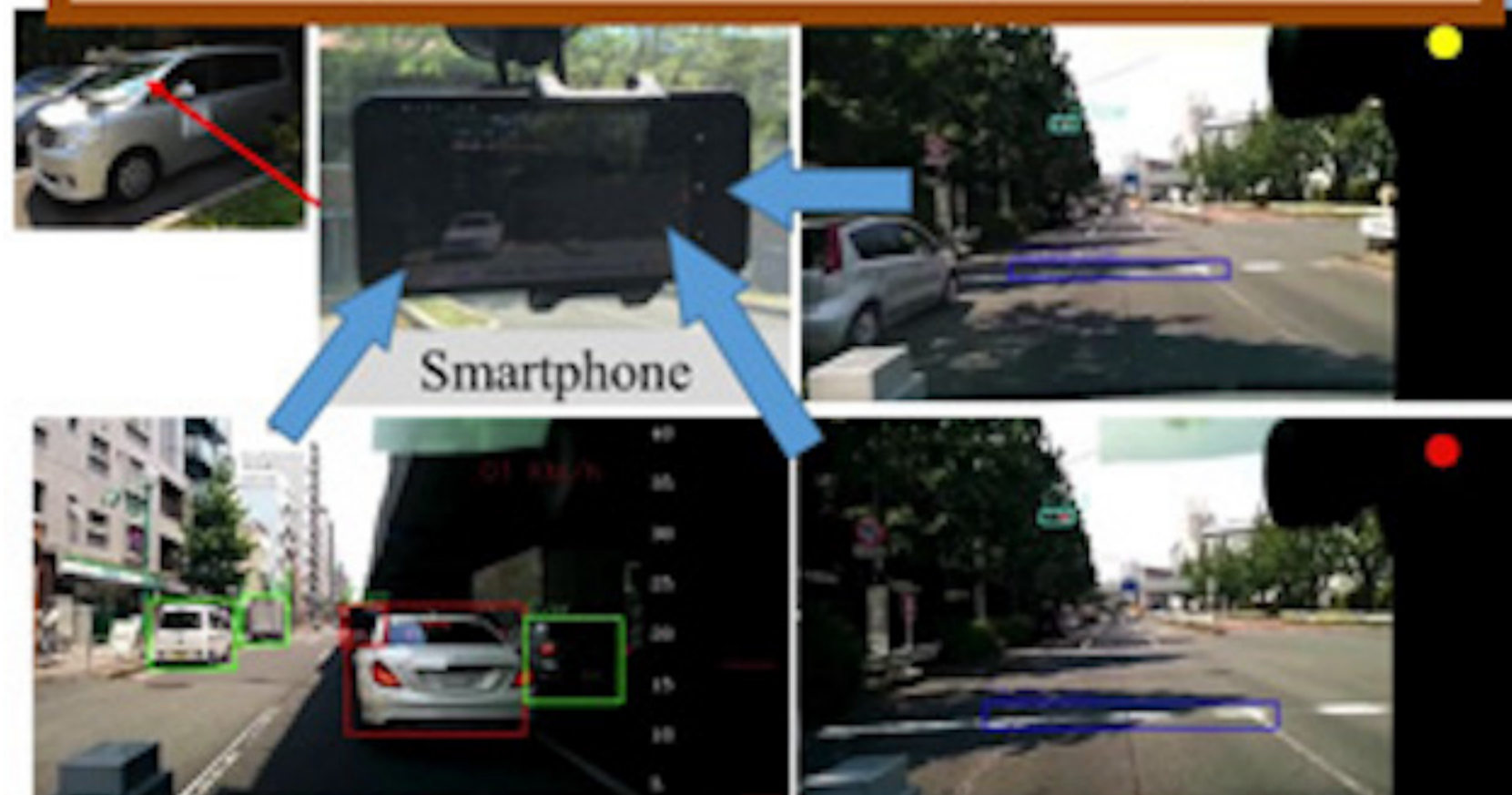
ウェアラブル端末を用いた
歩行者ナビゲーション ※
Pedestrian Navigation
utilizing Wearable Devices



スマートフォンを用いた
ドライブレコーダー
Driving Data Recorder using Smartphone

スマートフォンを用いた
ライフログ
Lifelog using Mobility Context Information
in Mobile Devices

モバイル端末を利用した
位置/行動推定
Location Estimation and Pedestrian
Dead Reckoning using Mobile Devices



※これらの研究は学内倫理委員会により承認されています。

人と車の安全・安心な社会実現

近年、自動車の自動運転やADAS(先進運転支援システム)が注目を集める中で、それらの実現に欠かせない自己位置推定、交通シーンの認識、3次元地図の技術開発を行っています。これにより人と車の安全・安心を確保するという社会要請に応えることを目的としています。

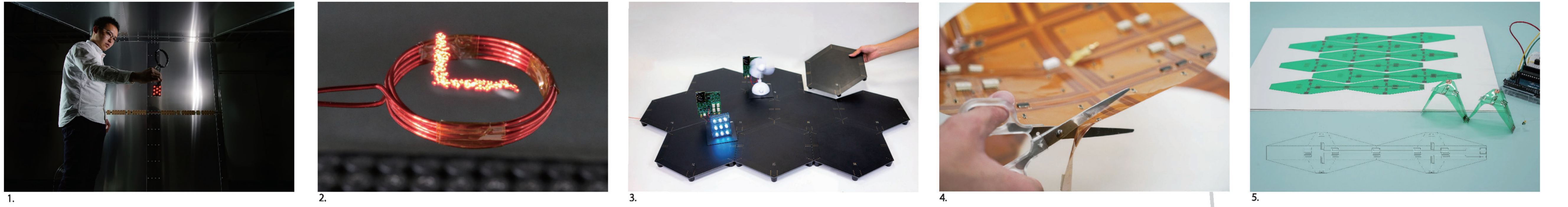


川原研究室 (Prof. Kawahara)

Kawahara Laboratory

http://www.akg.t.u-tokyo.ac.jp/

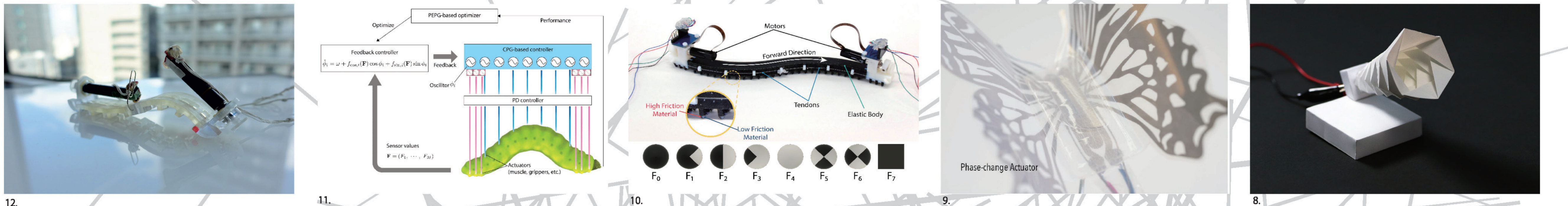
工学部 2号館 11F 112C1
Bldg. #2, 11F, Room 112C1



IoTから万有情報網の時代へ

当研究室では、コンピュータショナルに設計されたモノたちが、必要に応じて形や姿を変え、積極的に動き回り、周りのモノや環境と調和し、巻き込みながら働きかてくる世界を「万有情報網」と名付け、この世界の実現を目指した研究開発を行っています。

万有情報網の世界では、モノにセンサのみならずディスプレイやアクチュエータの機能が自然に内包され、さらにはコンピュータショナルに動力を獲得しサスティナブルに動作し続けることができるデザインが施されます。駆動エネルギーとしての (1) 無線電力供給の技術開発、(2) センシング、処理された情報を実世界により多様で自然な形でフィードバックするための物体指向ディスプレイやアクチュエーション技術、さらに、(3) 来るべき IoT 時代において、機能やサスティナビリティを考慮した新しいもの (モノ) の設計・製造のためにファブリケーションの技術開発に取り組みます。



Digital Fabrication

インクジェット印刷や3Dプリント、折り紙による2次元から3次元への変換手法などを駆使し、多様な形状・素材の中に、センシングやディスプレイ、アクチュエーションという機能を内包させるためのモノの設計、及びそのファブリケーション手段を構築します。

Energy

給電エリアを自由に変更可能な「どこでも無線給電」専門的な知識がなくとも様々なものや場所に給電機能を孵化できる「誰でも無線給電」、人体防護や暗号化など「安全な無線給電」といった要素技術から付加価値の高いアプリケーションまで研究しています。

Robotics and Sensing

IoT デバイスがより能動的な世界の構成要素として人や環境とのインタラクションを通じてミッションを遂行するための、センシング技術、ロボットとしてのボディの構造、振る舞いの獲得を科学的な手法を駆使してデザインしていきます。

- IoTのための三次元無線給電と省電力通信**
3-D Wireless Power Transfer and Low-Power Communication for IoT
従来のIoTシステムには各ノードの電池容量が小さい、通信コストが大きいといった課題が存在した。長期的に運用できるIoTシステムの実現のためには、部屋内のあらゆる位置にあるノードへ安全に電力が供給できるユニバース無線給電と、ノードの消費電力を最小化する通信技術が不可欠となる。そこで我々は、準静電共振器 (QSCR) の三次元共振場を用いた無線給電と省電力通信を行うためのIoTシステムを開発した。
Typical IoT systems suffer from the limited energy capacity of each node and the high communication cost. To achieve long-term operation of IoT systems, (i) ubiquitous wireless power transfer (WPT), which delivers power to nodes placed anywhere in the room and (ii) communication and protocols, which minimize the energy consumption of the nodes are necessary. To provide these missing pieces, we developed a wireless power/data transfer system, which co-exists on the 3-D magnetic field channel generated by a room-scale quasi-static cavity resonator (QSCR).
- Luciola: 超音波で空中移動し無線給電で動作する超小型発光粒子**
Luciola: A Millimeter-Scale Light-Emitting Particle Moving in Mid-Air Driven by Acoustic Levitation and Wireless Powering
従来のIoTノードは、一度設置されるとその場所から自力で移動できない課題があった。そこで、モビリティを備えたIoTノードの実証としてLuciola (源氏螢)を開発した。Luciolaは超音波アレイから生成された集束超音波ビームで空中移動し、磁界共振結合型の無線電力伝送により発光する直径3.5mmの超小型粒子である。応用として、空中ディスプレイやマイクログラフティを実現した。
In order to demonstrate an IoT node with mobility, Luciola is developed. Luciola is a light-emitting particle with a diameter of 3.5 mm, moving in mid-air through acoustic levitation using ultrasonic transducer arrays and is wirelessly powered by 12.3-MHz-resonant inductive coupling. We prove feasibility of Luciola with a self-luminous particle in a mid-air display and a micro-graphy.
- Alvus: 給電領域を自由に構成可能な2次元無線給電システム**
Alvus: A Reconfigurable 2D Wireless Charging System
室内のあらゆる平面上に無線給電機能を付加することで、ユーザは意図することなく電子機器を充電できるようになる。そこで我々は、ユーザが2次元の無線給電エリアを自由な形に構築できるシステムを開発した。本システムのモジュールを敷き合わせるだけで、机、床、壁といった平面のあらゆる位置に置かれたデバイスへの給電が可能になる。
We present a system that allows users to freely (re)construct a 2D wireless charging surface. By simply placing our ready-made modules, we can add wireless charging capability to the surface such as desks, floor, and wall. This enables electronic devices to be charged anywhere on the surface.
- 切断により形状の変更が可能な無線電力伝送シート**
A Cuttable Wireless Power Transfer Sheet
無線電力伝送に用いられるコイルを家具類・衣類などに組み込む場合、対象の形状を決定した後に、コイル形状を設計・実装する。しかし、現状の複数のコイルを並べた方式では、形状に合わせた配線形状とコイル間の相互干渉を考慮した配置設計が必要であり、高周波回路に関する深い知識と多くの労力・コストが強いられる。そこで、我々はユーザが望む形状に切り抜いて貼り付けるだけで動作する無線電力伝送シートを開発した。
For the integration of wireless power transfer (WPT) capabilities into daily objects such as furniture and clothing, people need to design in-cut array according to the size and shape of the target surface. However, conventional design procedure has forced tremendous effort and cost, along with specialized knowledge, for designers needed not only to design proper wiring to fit in the surface but also to consider the inductive interference between the adjacent coils. Thus, we proposed a cuttable WPT sheet that only requires users to cut-and-paste to achieve a diverse shape of WPT surface.
- フレキシブルプリント基板シートを用いた折り紙ロボット**
Origami Robots with Flexible Printed Circuit Sheets
近年、ロボットの分野では計算機折紙の知見とSelf-Folding (自己折り)の技術を組み合わせた様々な折紙ロボットが開発されているが、それらは多くの場合、製造プロセスが複雑で量産化が難しい。本研究では、低エネルギー・低コストで生産可能な折紙歩行ロボットを開発した。このロボットは市販のフレキシブル印刷回路基板シートと形状記憶合金によって作製され、イモムシのように進行して移動する。
In recent years, researchers have developed various origami robots combining computational origami and self-folding. However, manufacturing process of these robots is so far too complicated for mass production. This research proposes an origami walking robot which can be produced at low energy and low cost by using P-Flex™, a commercially available fabrication method of flexible printed circuit board. We implement shape memory alloy actuators to this circuit, resulting in the robot crawling like a caterpillar.
- 薄膜電極を利用した低価格土壌水分プロファイルプローブ**
Low-cost Soil Moisture Profile Probe with Thin-Film Electrodes
センタデータに基づいて灌水量を管理することで、水資源の使用量の削減、農業生産性の向上、農産物の高付加価値化が期待できる。しかし、既存の土壌水分センサは高価で、一般の農家が導入するのは困難であった。そこで、我々は薄膜上に実装した電極を用いた静電容量式低価格土壌水分プロファイルプローブを開発した。本プローブを用いることで複数地点の土壌水分と地温を測定し、無線でデータ回収することができる。
Data-driven irrigation management should contribute to reduction of water consumption, improvement of farming productivity, and enhance value of crops. However, currently available soil moisture sensors tend to be expensive, so it is difficult for farmers to introduce it in large scale. We develop a low-cost soil moisture profile probe using electrodes fabricated on thin-film substrate. This probe can measure soil moisture and temperature in multiple depth and send the sensor data using wireless communication.
- 温度差発電駆動型土壌センサの開発**
Development of Soil Moisture Profile Probe Driven by Soil Temperature Difference
土壌センサを電池駆動する場合、大規模かつ継続的な運用には、電池交換による人的コストが大きな問題となる。日射や大気の影響を受けにくい地中の温度変化は小さい一方で、その影響を直接受ける地表面の温度変化は大きい。地表面と地中には温度差が生じている。我々は温度差を電力に変換できる熱電素子を用いることで、いかなる環境においても駆動可能なバッテリーレスの土壌センサの開発を目指す。
In battery-driven sensor systems, labor cost for battery replacements is a serious matter for reducing operational cost; therefore battery-less sensors are preferred. In outdoor situation, the temperature change in the underground is relatively small compared to the ground surface, because the temperature in the underground is not easily influenced by solar radiation and atmosphere. This leads to big temperature difference between the ground surface and the underground. We aim at developing battery-less soil moisture sensor which converts temperature difference to electric power using thermoelectric modules.
- 銀ナノインクの印刷で作る折り紙スピーカー**
Origami Speaker: A Printable Speaker with Silver Nano-particle Ink
我々は銀ナノインクが印刷された用紙に、切る・折り曲げるなどの加工をすることで作成できる折り紙スピーカーを開発した。Electrostatic speakerの原理を用いて音響を発生させており、高電圧に接続された音響信号を印刷面に発生することで使用する。これによりユーザは、それ自体が音源になる、様々な形状の折り紙スピーカーを作成することができる。
We propose an origami speaker which can be handcrafted (e.g., cut, bend) with silver nano-particle ink on paper substrate. Our origami speaker is based on technique called electrostatic speaker. The audio signal is amplified to high voltage and applied to the electrode which vibrates to generate sound. Using origami techniques, users are able to design various shapes of origami speakers.
- 低沸点液体を利用した低コストな相転移アクチュエータ**
Low-cost Inflexible Actuators Using Phase-change of Low Boiling Point Liquid
熱により駆動可能な薄型のアグチュエータを安価に製造する手法を提案する。印刷された多孔性の膜に揮発性の液体を封入することで、電熱線や日光、外気といった熱源により相転移を発生させ、その体積変化によって変形を実現する。これまでに、インクジェット印刷された平面状の電熱線と組み合わせ、タッチセンサや配線などの機能を持つロボットの駆動に成功した。また、環境熱を利用してテクスチャを変化させる実験装置を開発した。
We propose a family of low-cost and thin actuators which can be driven by thermal energy. The actuator consists of a printed pouch and low boiling point liquid inside, and inflates when attached with an outer thermal source. We make use of its flexibility, variety of channels to actuate, and affinity with mass production to several applications; we succeeded in integrating the actuator with planar electrostatic components into a paper robot, including a capacitive touch sensor and an electric heater to actuate using inkjet printing process; we also apply the actuator to a texture-changing architecture which reacts to strong sunlight and high temperature.
- ヘビの鱗から着想を得た摩擦異方性表皮を持つソフト・ロボット**
Fictional 2D-Anisotropy Skin for Wriggle Soft-bodied Robots
ヘビが効率よく前進できるのは、方向によって摩擦が異なる摩擦異方性を示す鱗のお陰である。我々は3Dプリントで、柔らかい材料と硬い材料を組み合わせたことにより、摩擦異方性を持つ「皮膚」を開発した。これを縦横に成形することにより、この皮膚を持ったロボットよりも2.8倍速く動く、軽くて美観がよいロボットを開発した。作製時間は1時間未満であり、移動速度は26mm/s (1秒当たり体長の17%に相当)である。
We propose a wriggle soft-bodied robot which is inspired from the scales on the skin of a snake. These scales help to form a frictional anisotropy along the body axis of the snake, which enables it to move forward. We combine soft and rigid materials in 3D printers to make different patterns of frictional anisotropy. By using these patterns as the ventral skin, we design a wriggle soft-bodied robot which can move 2.8 times faster than that of an omnidirectional frictional ventral. The fabrication time is less than one hour, and the locomotion speed is 26mm/s (equivalent to 17% body length per second).
- ソフト・ロボットの力覚フィードバックを用いた適応制御**
Adaptive Control of Soft-bodied Robots with Force Sensing Feedback
近年大きく注目を集めているソフト・ロボットは、柔らかい素材を持つ非線形ダイナミクスのため、厳格的な制御が非常に難しい。よって、ほとんどのソフト・ロボットは、教習者の熟練に基づいて制御されており、遠隔からどのような力を受けたかという力覚情報を適切に活用できていない。そこで、力覚情報のフィードバック方法を学習させることにより、ソフト・ロボットが自律的に環境に適した動作を獲得していくことを目指す。
Soft-bodied robots are attracting more and more attention for its potential in various applications in our living environment. Conventional analytical control, which has been optimized for rigid-bodied robots, cannot be used for soft-bodied robots because of the nonlinear mechanical response of soft materials. This forces robot designers to control them based on intuition. Therefore, we propose to apply ever-growing machine learning technologies to approximate the dynamics of soft material through force sensing, in order for the robots to acquire adaptive motions autonomously.
- 自律分散制御で駆動するイモムシ型ソフト・ロボット**
Caterpillar-inspired soft-bodied robot driven by autonomous decentralized controllers
柔軟素材をロボットのボディに取り入れたソフト・ロボットをそのままに制御するには、生物システムが採用している自律分散制御をその制御器に組み込む必要がある。本研究では、最も原始的な生物である単細胞生物から抽出した自律分散制御が、ソフト・ロボットの普遍的な制御方法となりうるかを検証した。イモムシ型ロボットにその自律分散制御を適用し、進行運動を生成することを確認した。
Autonomous decentralized controllers are necessary to control soft-bodied robots that incorporate flexible and deformable material in the body of the robot. Biological systems (from amoeba to mammals) employ this type of controllers. This study verified that an autonomous decentralized controller extracted from single cell organisms, which is the most primitive organism, can be a universal control strategy for soft-bodied robots. We applied the autonomous decentralized control to a caterpillar-like robot and confirmed that it reproduced a crawling locomotion gait of a caterpillar.

万有情報網

Internet of Things の次の時代を見据え、あらゆるものにセンサやアクチュエータの機能が自然に内包された世界の実現を目指し、デジタル製造技術、無線給電技術、ロボット、センシング技術に取り組んでいます。研究成果は Ubiquitous Computing, Human Computer Interaction の学会で研究発表を行っています。



峯松研究室(Prof. Minematsu)

Speech Communication Technology Laboratory

URL: <http://www.gavo.t.u-tokyo.ac.jp/>

工学部2号館10F 3C1
Bldg. Eng-2 10F Room 3C1

♪ まずは理論の構築から♪

- 音, それは単なる O₂, N₂, CO₂ 等の震動現象ではない。
- この震動現象の中に, 我々は様々な情報を埋め込み, 伝搬し, そして抽出する。そう, 音声・音楽のことである。
- サルとヒト「視覚の世界は両者で共通しているが, 聴覚の世界は全く異なる」と言われている。何が違うのだろうか?
- ヒトは空気の震動に対する情報処理として, 何を獲得し, 音声言語・音楽を所有するに至ったのだろうか?
- この謎解きをしながら, 新しい技術を世界に発信している。

様々な変形を被っても, 我々は容易に同一性を認知できる。(知覚の恒常性)

サルは視覚刺激には強いが, 聴覚刺激の変形には弱い。

サルからヒトへの変化を計算機上に実装すると計算機はどう変化する?

変形しても不変な情報・構造が潜んでいる・・・

変形・・・それは空間写像

写像不変・・・それはトポロジー (位相幾何学)

完全なる変換不変量・それは f-divergence $f_{div}(p_1, p_2) = \int_{\mathcal{X}} p_2(x) g\left(\frac{p_1(x)}{p_2(x)}\right) dx$ 関数 g を変えると様々な距離尺度に

変形不変な構造表象を通して様々なメディア情報処理を捉え直す。

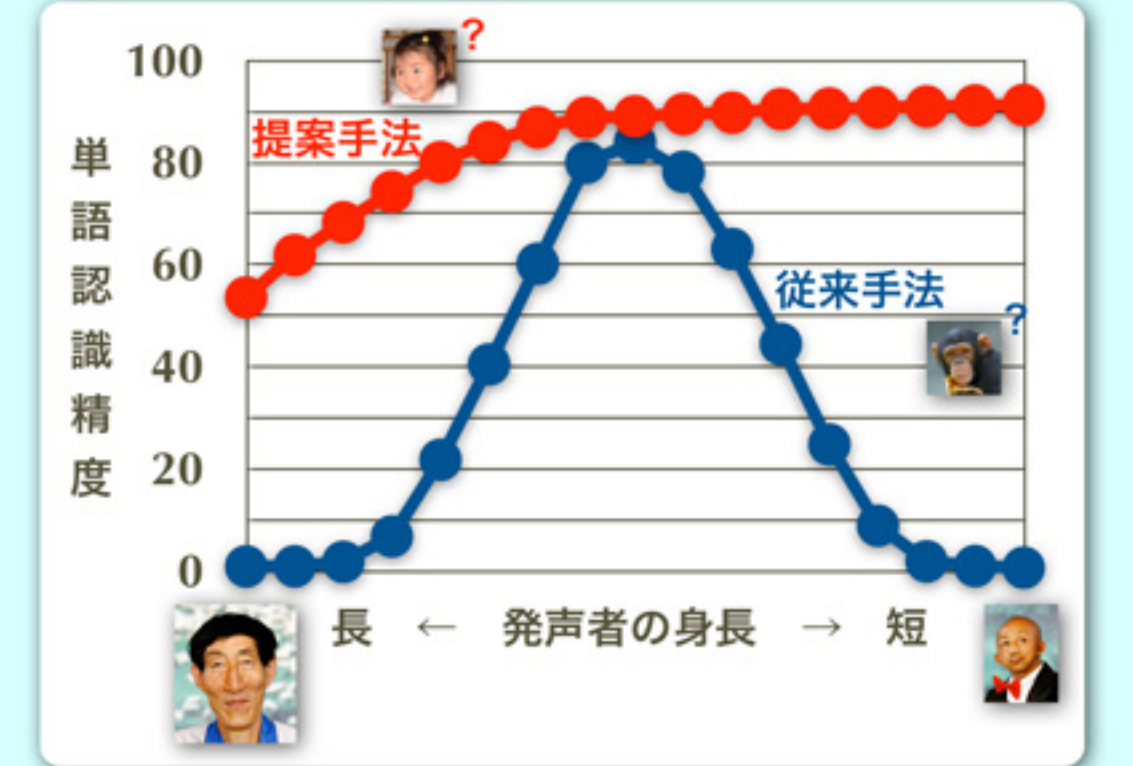
♪ 音声を認知する基礎技術♪

音声の構造表象に基づく音声認識と幼児の言語獲得シミュレーション

- 話者が違えば, たとえ同じ言葉を話したとしても, 音声の物理的実体は異なる。
- 話者の体調, 収録機器の音響特性, 伝送路などによって音声の物理的実体は歪む, 変形する。
- 音声の実体を直接利用する手法は変形に弱い。
- 変形に不変な音声の構造的表象を用いることで音声の歪みに非常に頑健な音声認識が可能。
- 即ち, 声の変形に超強い情報処理を実装。
- 音の変形に強いのがヒト, 弱いのがサル
- 幼児の言語獲得シミュレーションも検討中

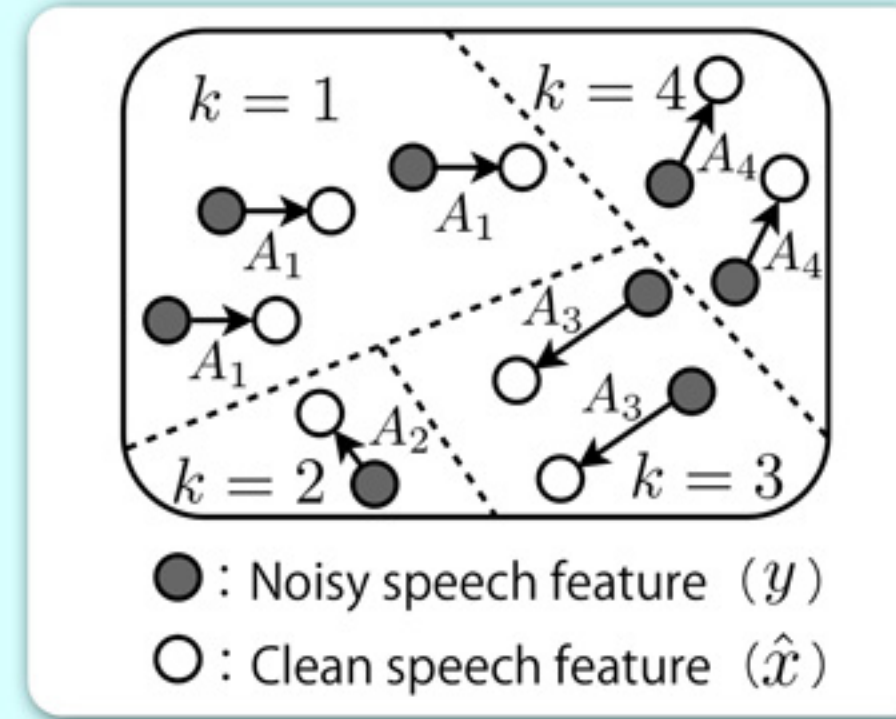
- Speech waveforms
- Cepstrum vector sequence
- Cepstrum distribution sequence (HMM)
- Bhattacharyya distances
- Structure (distance matrix)

$s = (s_1, s_2, \dots)$ structure vector



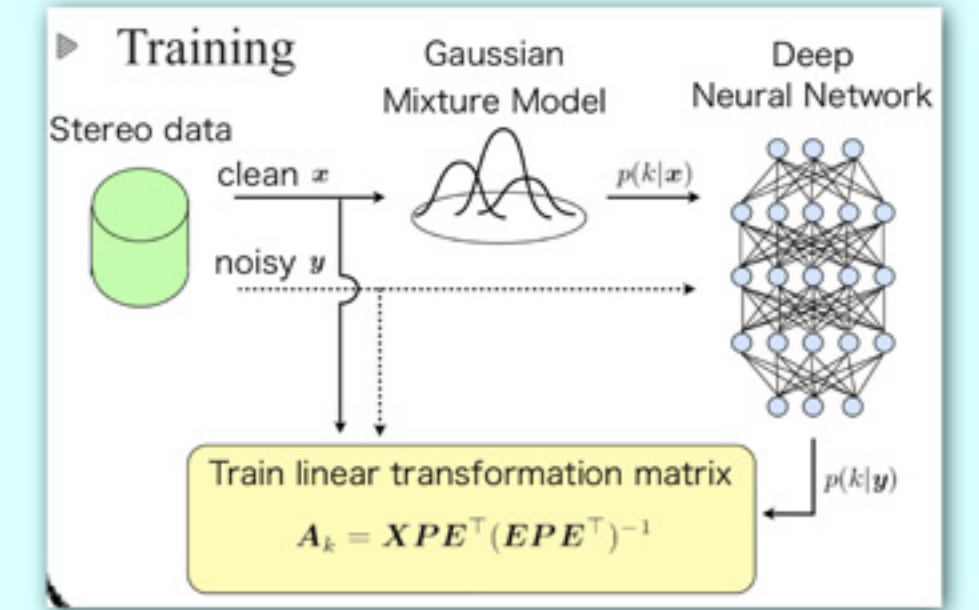
音声の逐次変換に基づく背景雑音に超頑健な音声認識

- 時々刻々に変化する背景雑音に追従しながら常に雑音音声をクリーン音声に変換しつつ認識
- 雑音混入音声をガウス混合分布でモデル化
- 各時刻の入力音声に所属するガウス分布を特定
- ガウス分布別に定義された変換をかける



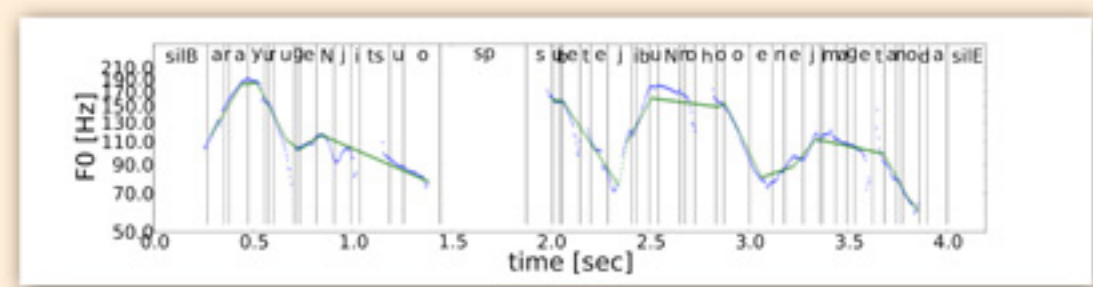
Deep Neural Networkを用いた音声認識用音響モデリング

- 深いNNは学習が極めて困難だった。
- 有効な学習の初期化手法が提案 → DNN学習
- DNN音声認識 > HMM音声認識
- DNNを情報変換器と解釈して様々な応用へ
- 事後確率推定器としてのDNN
- 特徴量変換器としてのDNN, などなど



より自然な韻律生成を目指して

- 音声合成: 入力テキストから様々なコンテキスト情報を各音素に付与した上で波形生成
- コンテキストラベルの最適化とそれに基づく韻律トップダウンクラスタリング
- テキストから抽出した様々な言語情報に基づく基本周波数パターンの自動生成



少量パラレルデータを用いた統計的音声変換

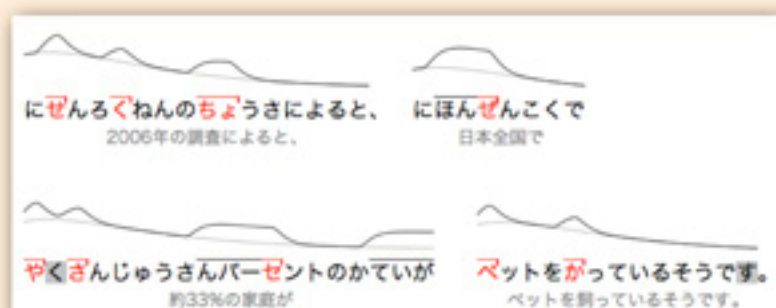
音声変換とは, ある人の声を別の人の声に変換すること。



- ソース音声: x , ターゲット音声: y → $P(y|x)$ をモデル化 & $\text{argmax} P(y|x)$
- ベイズの定理に基づき $P(y|x)$ を展開 → $\text{argmax} P(x|y)P(y)$ へと帰着 → $P(y)$ があるため, パラレルデータ量削減へ

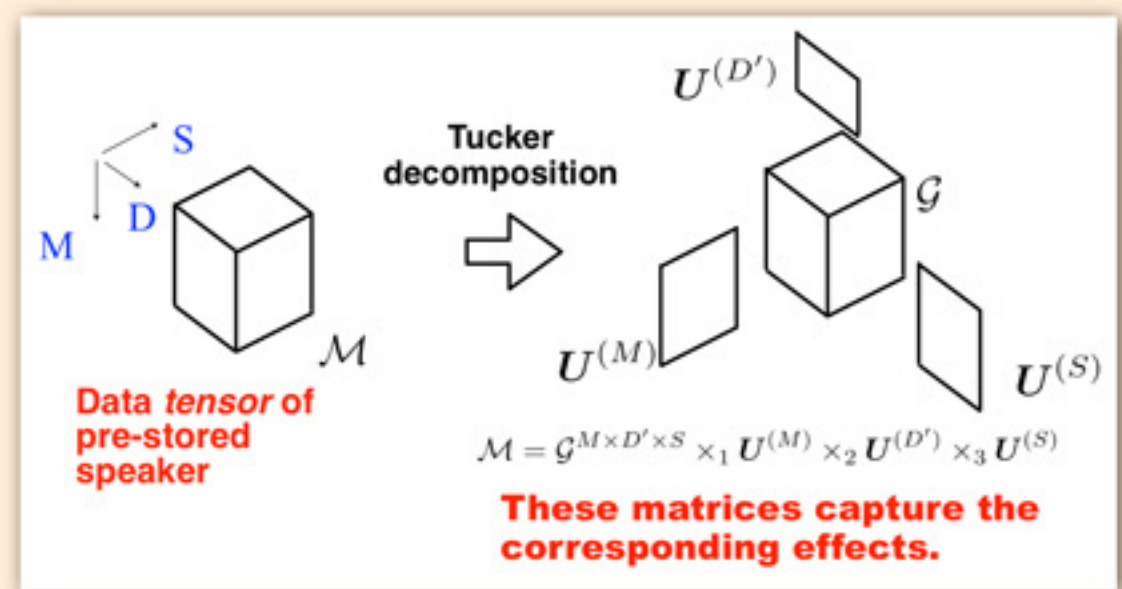
アクセント結合処理の高精度化

- 日本語は, 単語の連結でアクセントが変わる, 不思議な言語・・・アクセント結合
- あ'か+えんびつ → あかえんびつ (': アクセントの位置)
- 条件付き確率場を用いた統計的手法により高精度なアクセント結合予測が可能



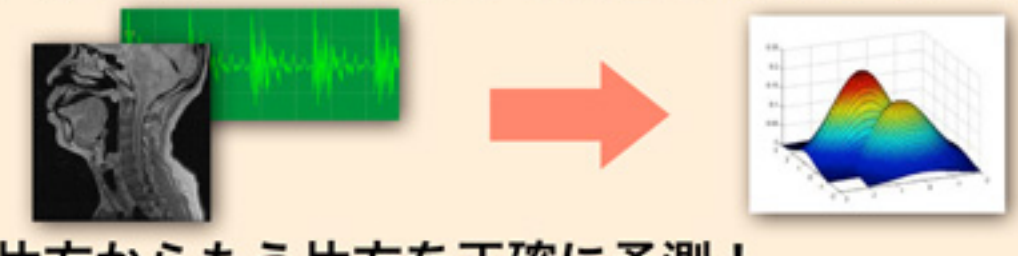
テンソル分解に基づく音声モデリング

- スカラー(0次) → ベクトル(1次) → マトリックス(2次) → テンソル(3次元)
- テンソル分解は, 音声をどう分解するのか?

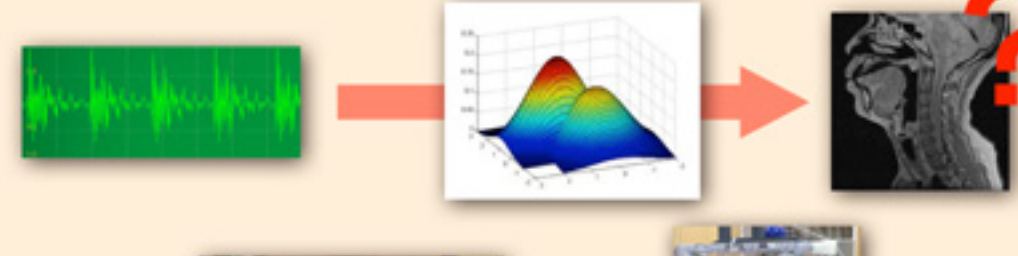


調音運動の音声信号からの推定

- パラレルデータを使って両者の相関をモデル化



- 片方からもう片方を正確に予測!



声優音声をを用いたキャラクタ変換

- 多様なキャラクタ声を出せる声優の音声を収録
- 地声 → A, 地声 → B, 地声 → C, の変換を学習
- 任意の人の声に対して"地声 → X"の変換を適応
- 貴方の色々なキャラクタ声を作り出す!?

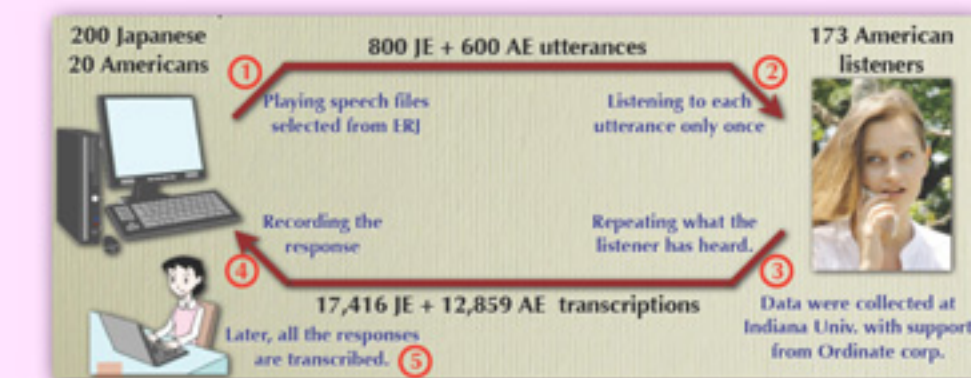
読み聞かせる音声合成は可能か?

- 幼児への語りかけ Infant Directed Speech と呼ばれる特別な話し方になる。
- IDS 音声合成は可能か? コーパスベース? 規則ベース?



日本人英語発音のどこがまずいのか?

- 日本人英語音声を日本人と会ったことがない米国人に書き取らせた大規模DBの構築

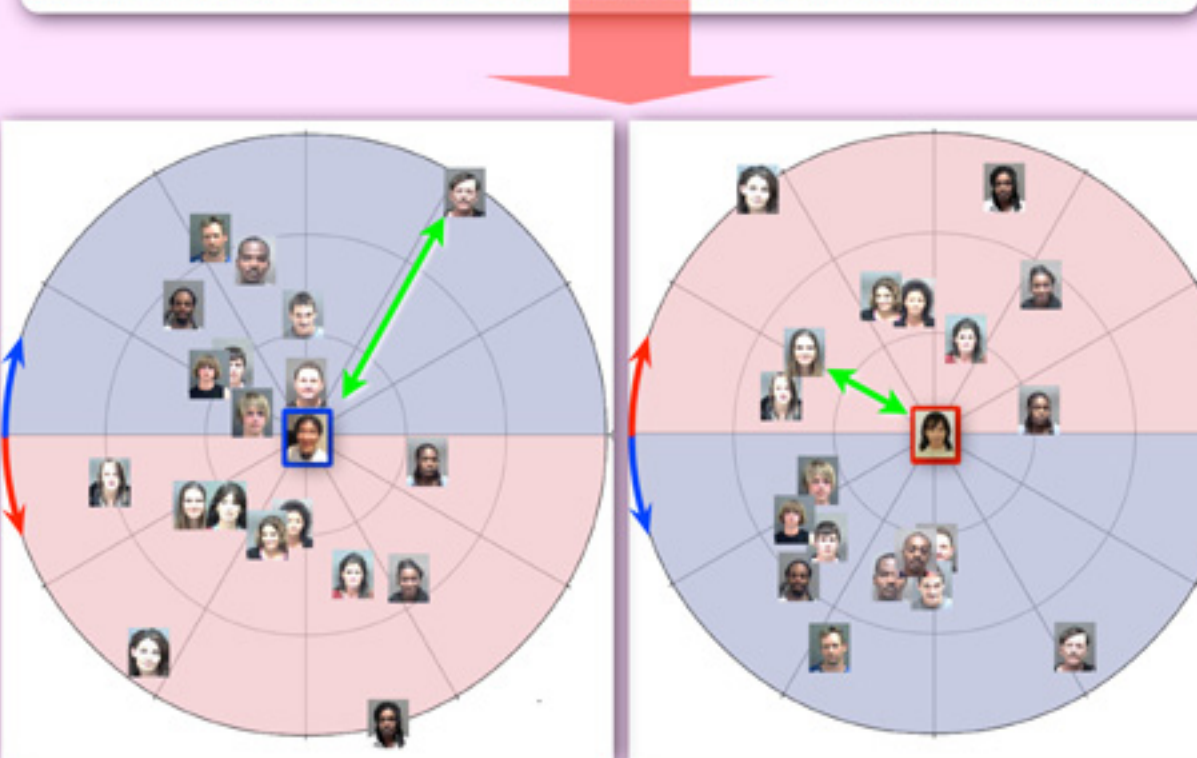


- どのような表現・箇所・発音だと, 日本人英語は伝わらなくなってしまうのかを機械学習

For language learners to achieve natural and good pronunciation, it is important to become aware of difference in vocalization and acoustics of the learner's native language and the target language.

話者単位での世界諸英語発音地図の作成

- 世界では色々な英語が話されている
- みんな, 微妙に違う 訛った発音 その数15億種類?
- 話者を単位として分類しちゃえ!



シャドーイング音声の自動採点

シャドーイング音声 (非常に崩れた音声)

手動評価: 長時間労働

自動評価: PC上の分析

学習者のTOEICスコアもズバリ予測!

日本語音声教育の革命アプリを開発

日本語教育史上初の音声教材として, 世界中で利用されています

MtFボイストレーニングの技術的支援

朝日新聞から取材を受けました。

♪ 実用アプリケーションの開発♪

語り合える機械を目指して

ことば(音声)を使って意思疎通を図れる機械を作る作業をしていると, 機械学習に代表される技術はもちろんですが, 音響音声学, 認知科学, 言語学, 脳科学と, 視野が段々と広がってきます。そして広げれば広げるほど, 研究活動に深みが出てきます。音声の分析, 合成, 認識, そして, 理解と, 様々な目標に向けて, 日々努力しています。

齋藤研究室(Prof. Saito) Saito Laboratory

工学部2号館10F 3C2
URL: <http://www.gavo.t.u-tokyo.ac.jp/> Bldg. Eng-2 10F Room 3C2

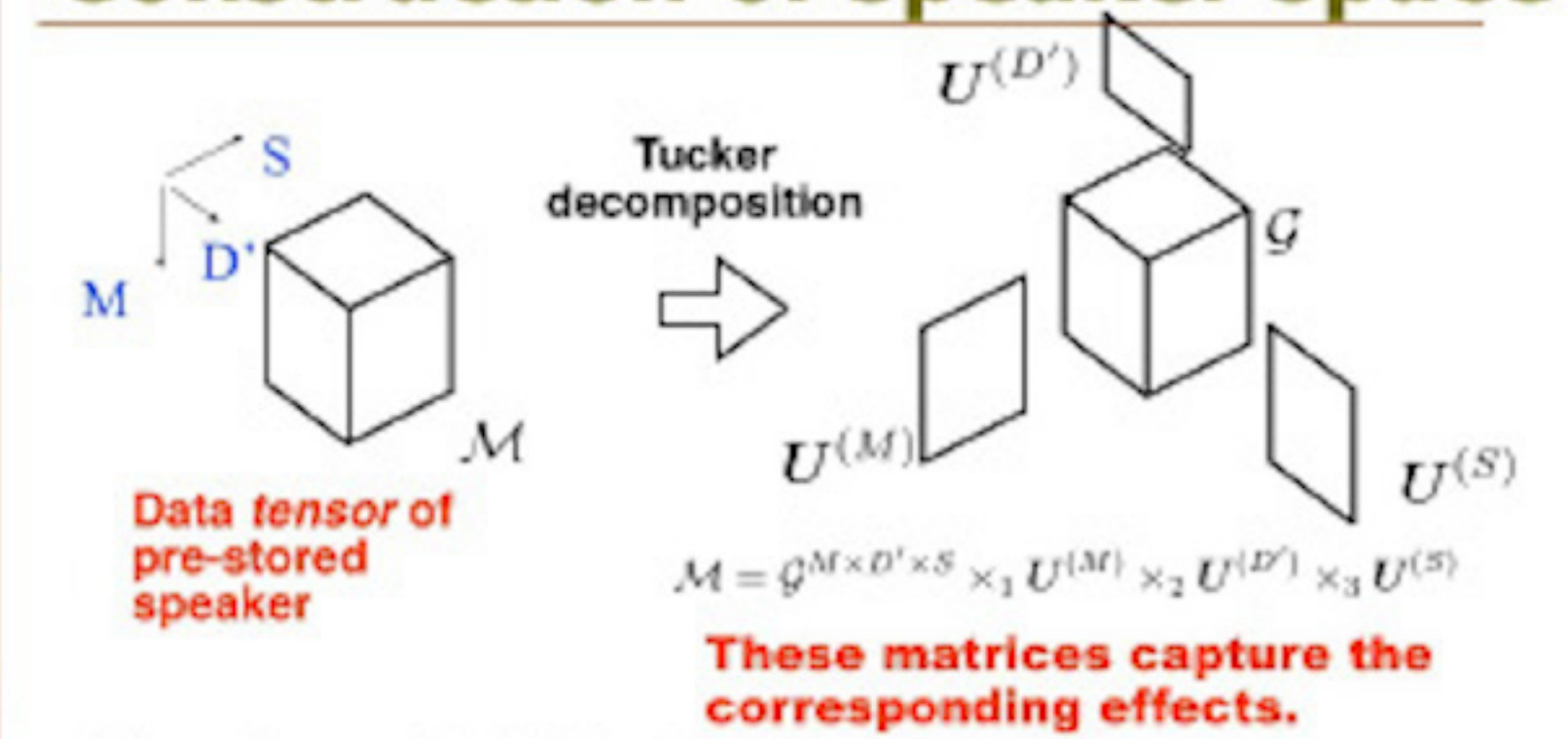


齋藤研究室では、音声に関する情報処理についてその要素技術の発展・高精度化・応用を進めるとともに、それを軸としたマルチメディア情報処理について研究を行っています。音声は人間にとって最も基本的なコミュニケーション手段の一つであり、近年ではマンマシンインターフェースとしても様々なサービスで用いられるようになってきました。しかし、音声はもっとも基本的なメディアであるだけに人間の要求水準も高く、音声メディア情報処理の自然性（如何に人間らしいか）をより向上させることが求められています。研究室では、そのための要素技術の提案・開発を行うと共に、そこで培われた技術を音声以外のメディアに積極的に応用していく事を検討しています。なお本研究室は峯松研究室と密接に連携して研究を進めています。

高精度で柔軟な音声合成・声質変換技術

Webに代表されるような大規模なメディアデータが世にあふれており、これらを用いた音声技術は今後より重要になってきます。しかしデータが大規模になったとしても、より柔軟に所望の音声の合成を実現するためには、話者性、言語性といった着目する情報を適切に抽出し、因子化したうえで、再構成する枠組みが必要となります。研究室では特に言語性を保持したうえで、話者の情報や発話スタイルを操作する統計的声質変換に着目し研究を進めています。Noisy Channel Model と呼ばれる確率的枠組み、テンソル解析・行列変量に基づく特徴量表現を用いた話者性制御、カーネル表現を用いた言語情報の記述、新しい深層学習モデルの導入など、確率的・数理的モデルを背景とした拡張性の高い音声合成・音声情報処理技術の構築を目指します。その他、韻律制御の確率モデル的取扱いや、歌声や歌詞、文字認識・合成といった他メディアへの音声言語情報処理の応用についても数理モデルによる抽象化を介して検討を進めています。

Construction of speaker space

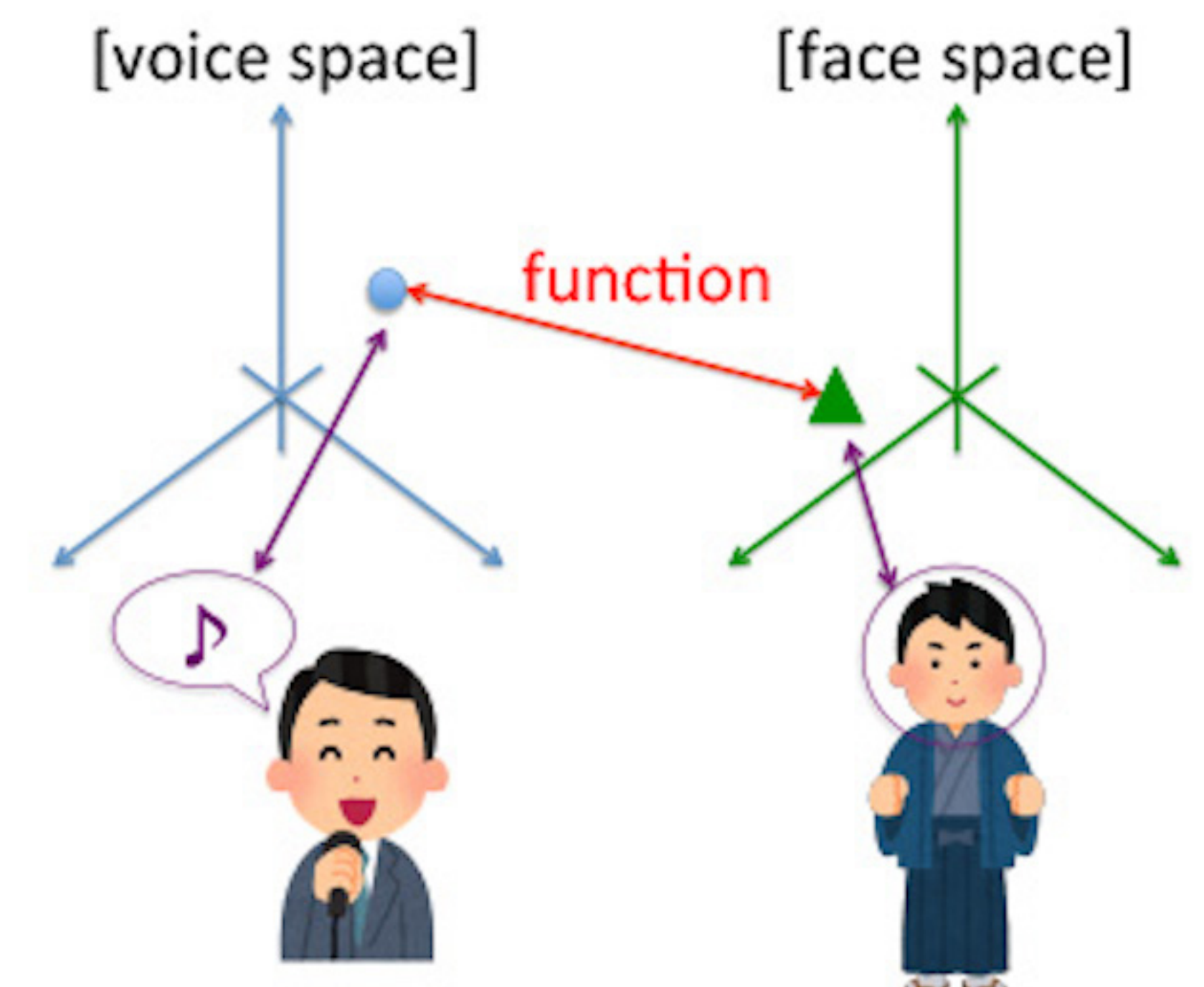


■ Grouping: select the bases

$$\mu^{(n)} = U^{(M)} \{ \mathcal{G} \times_2 U^{(D')} \times_3 U^{(S)}(n, :) \}^T = U^{(M)} W_n^T$$

マルチメディア情報のアラインメント・対応付け

これまでの単一のメディアを用いた情報提示ではなく、音声、映像、行動データなど、あらゆるマルチメディア情報を同時に扱う枠組みが重要になってきています。音声情報処理分野で培われた系列メディアに対する情報処理をその他のメディア情報へと応用するとともに、複数のメディア情報の対応付けを行う研究について検討を行っています。例えば、大規模な料理のレシピデータとユーザの調理行動を、音声対話システムの基礎技術を通して動的に結びつける研究や、エージェントの顔情報と音声情報に齟齬がないように適切な対応付けを行う研究を現在進めています。



異メディアを結合する

音声に関する情報処理についてその要素技術の発展・高精度化・応用を進めるとともに、それを軸としたマルチメディア情報処理について研究を行っています。数理的なバックグラウンドに基づいて、幅広く様々なメディアを取扱い、新しい技術を創造することを目指しています。

佐藤研究室 (Prof. Yoichi Sato)

Sato Laboratory

URL: <http://hci.iis.u-tokyo.ac.jp/>

生産技術研究所 Ee-404

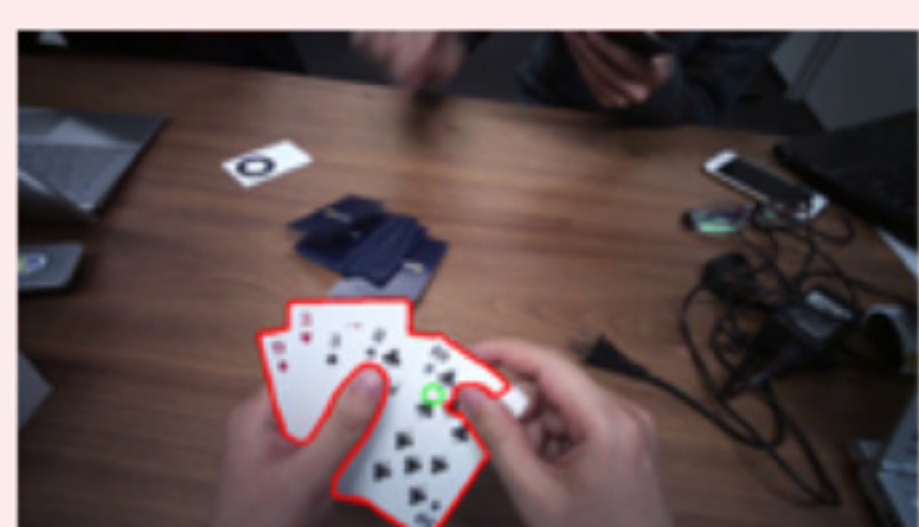
IIS, Ee-404

人の注意と行動を理解する

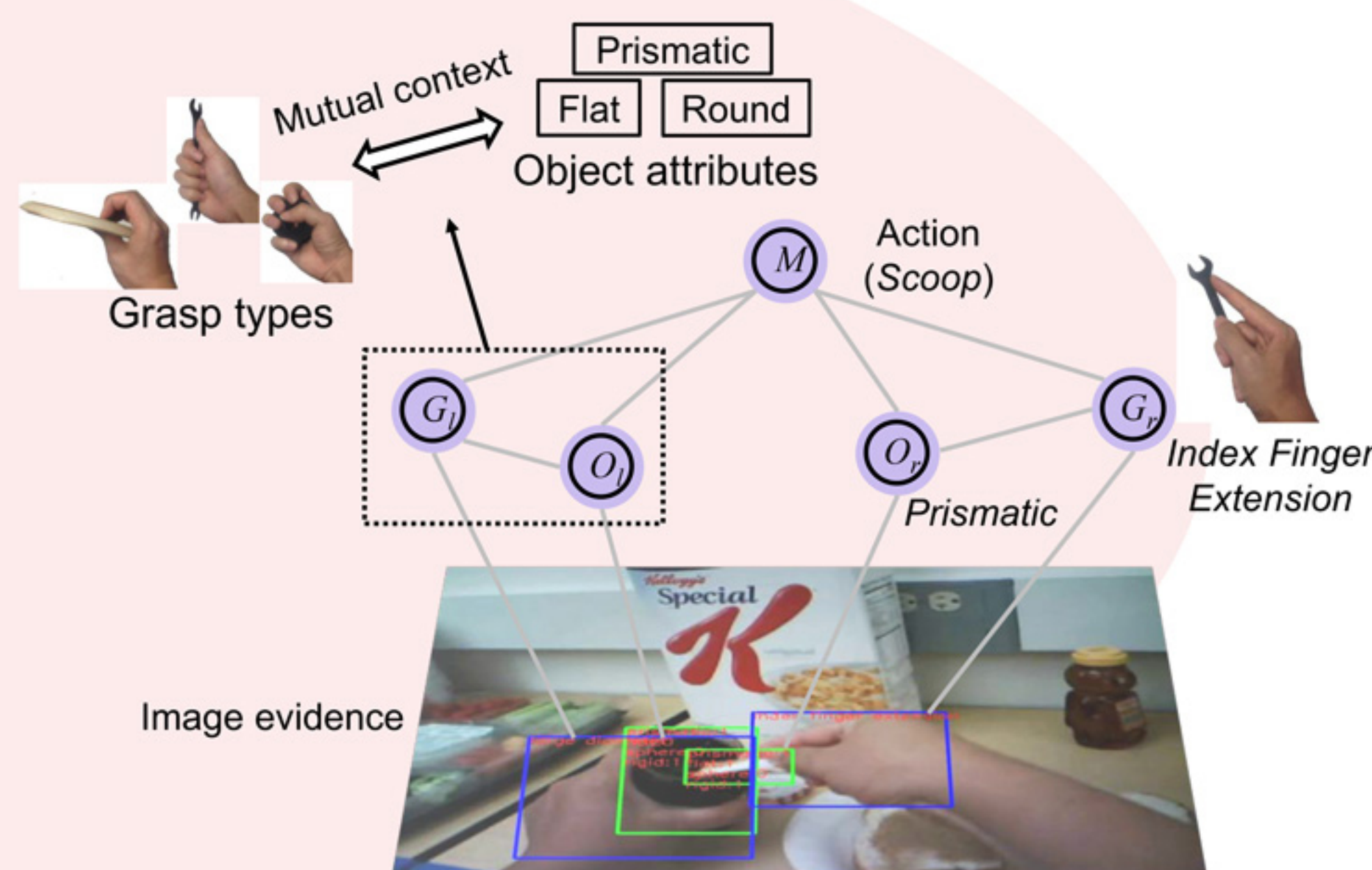


(1)

(2)



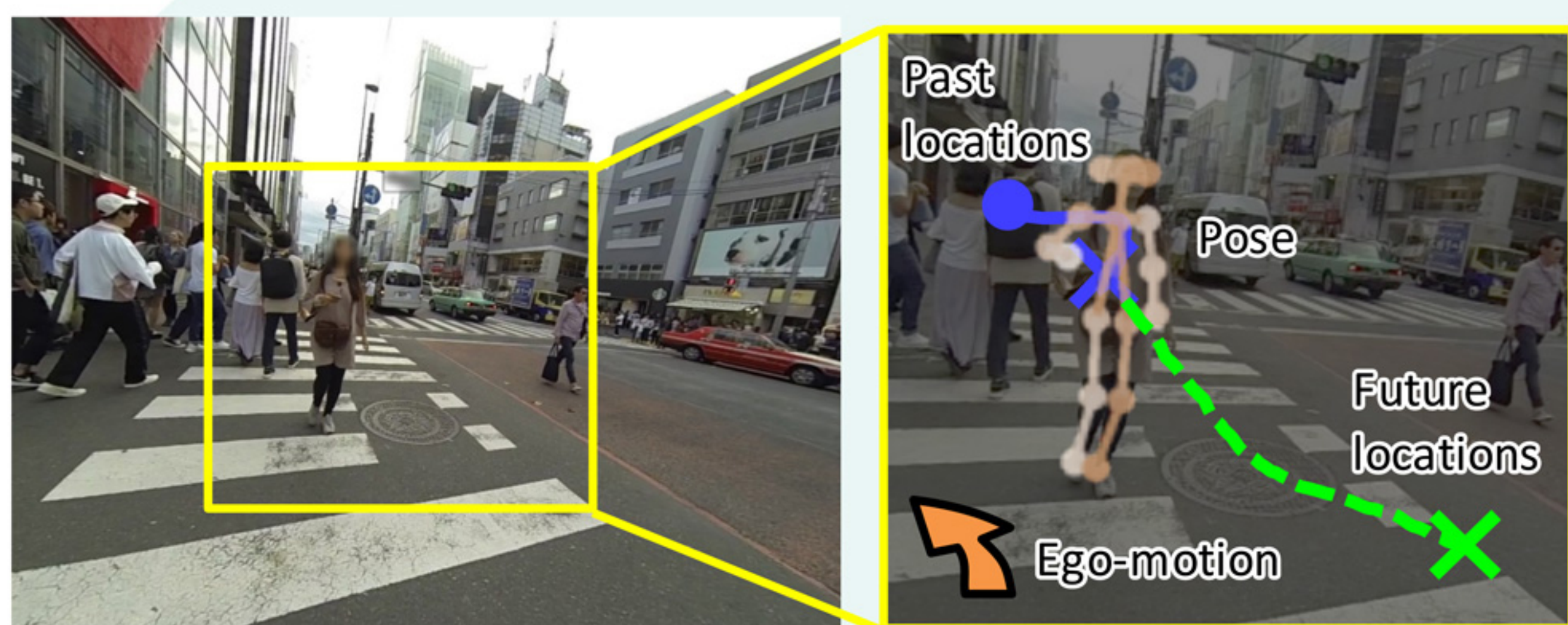
(3)



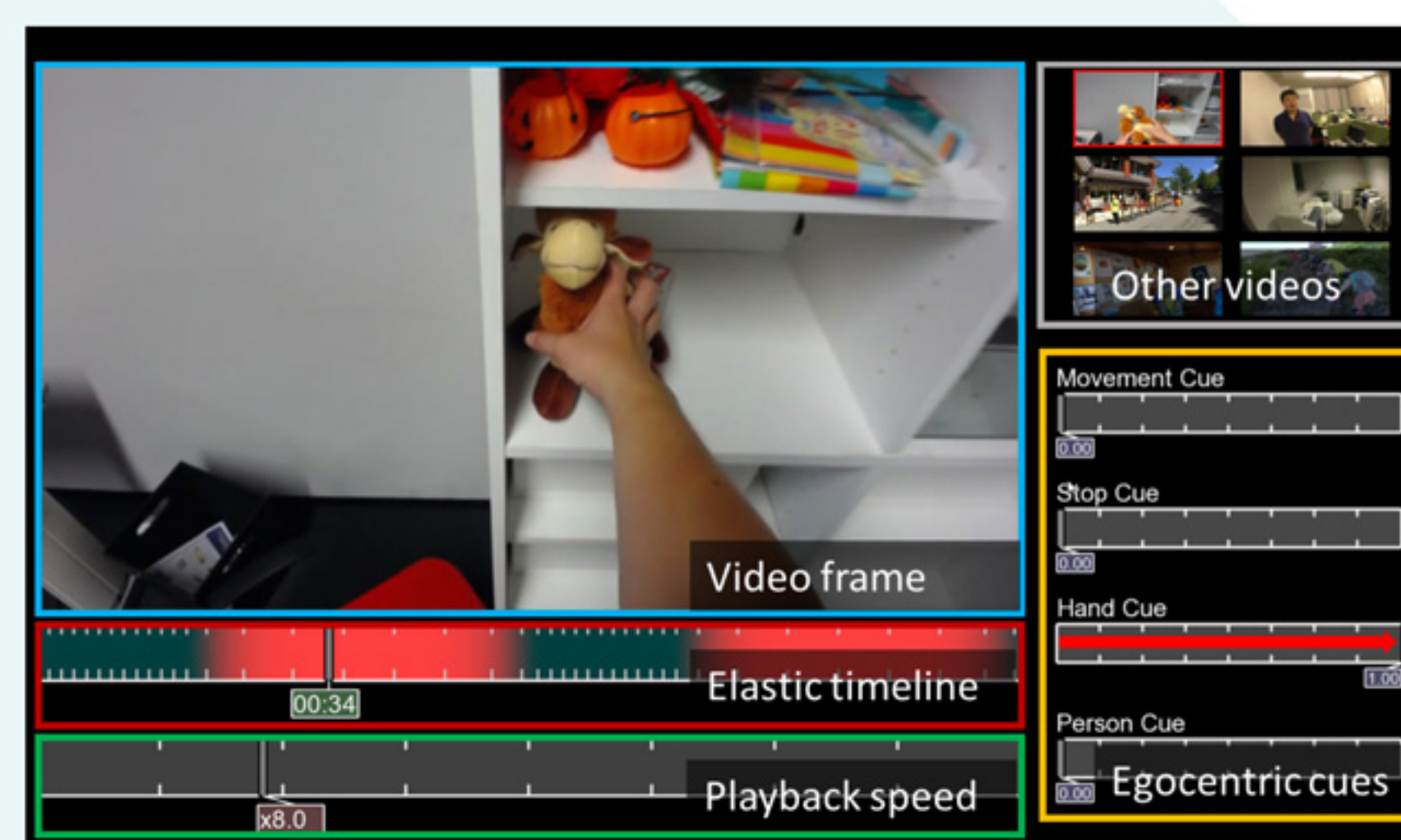
複数ウェアラブルカメラ映像からの
共同注意イベント検出

ウェアラブルカメラ映像による手動作解析

人とシステム，人と人のインタラクションを認識，支援する



ウェアラブルカメラ映像による
歩行者移動予測

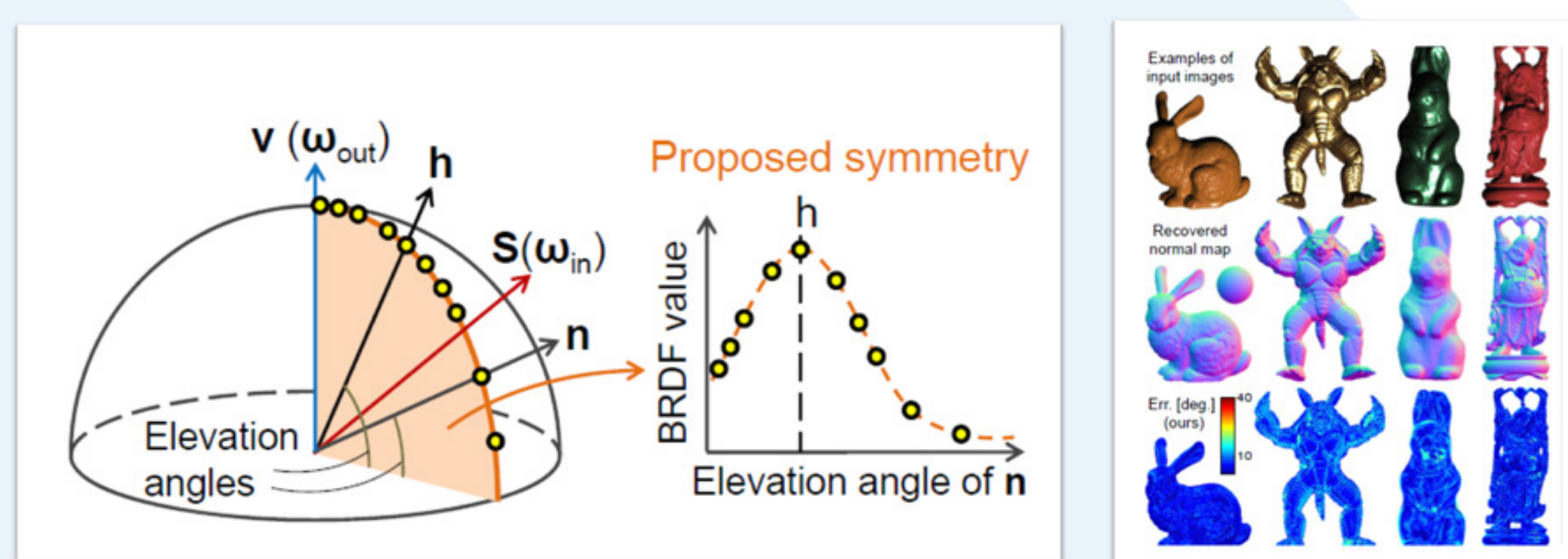


一人称視点映像解析に基づく
映像閲覧支援システム

物体のアピランスを解析する



反射・蛍光の分光センシングと解析



照度差ステレオによる物体形状推定

瀬崎研究室(Prof. Kaoru Sezaki)

Urban Sensing and Mobility Analysis Laboratory

URL: <http://www.mcl.iis.u-tokyo.ac.jp/>



世田谷センシングプロジェクト

概要

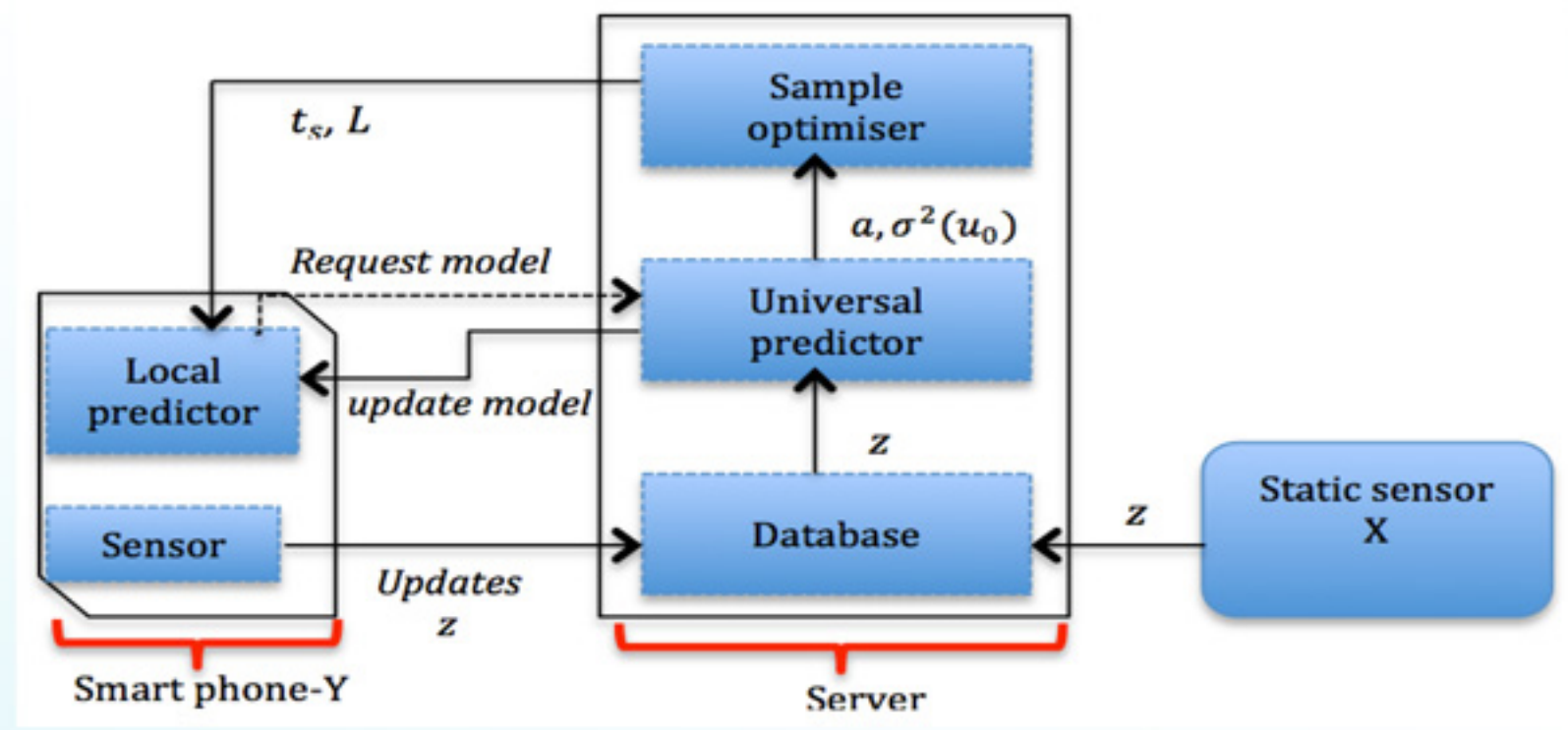
- Androidアプリケーションを用いた足跡に沿ったセンシング(Trajectory sensing)
- 調査区域: 東京都世田谷区 (総面積 60 [km²])
- 調査参加者: 40人
- 調査期間: 4日間 (約 170時間)

新しい都市環境(住生活環境)の調査方法



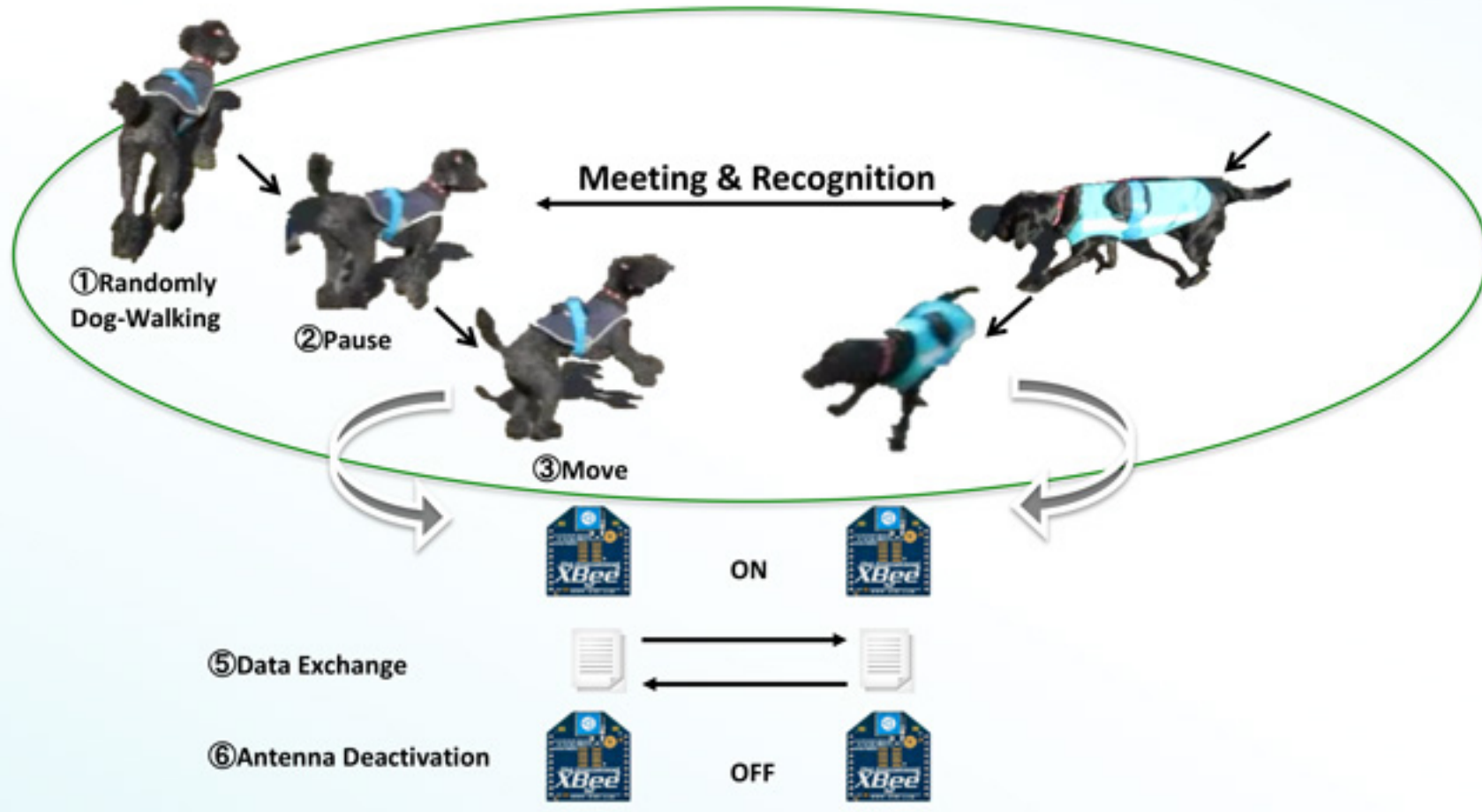
最適化された都市センシング

温度などの詳細な環境データを得るために、データ収集者の不便性を解消し、効率的なデータ収集にかかるエネルギー予測モデルを利用する。



生態相互作用を利用する

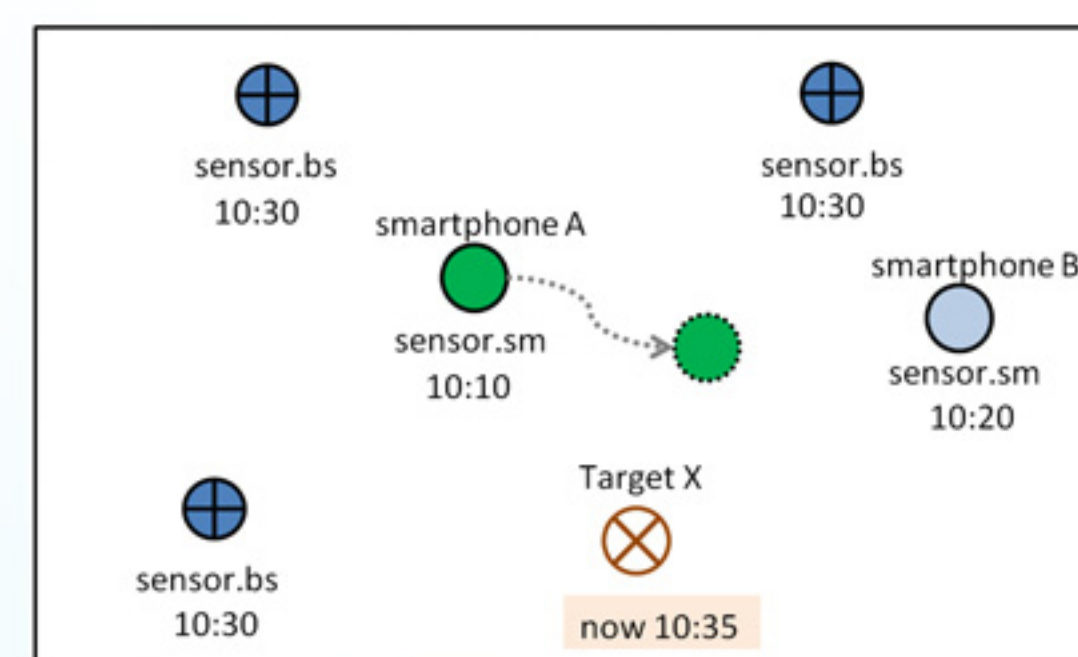
動物ウェアラブル用の個体間ネットワーク



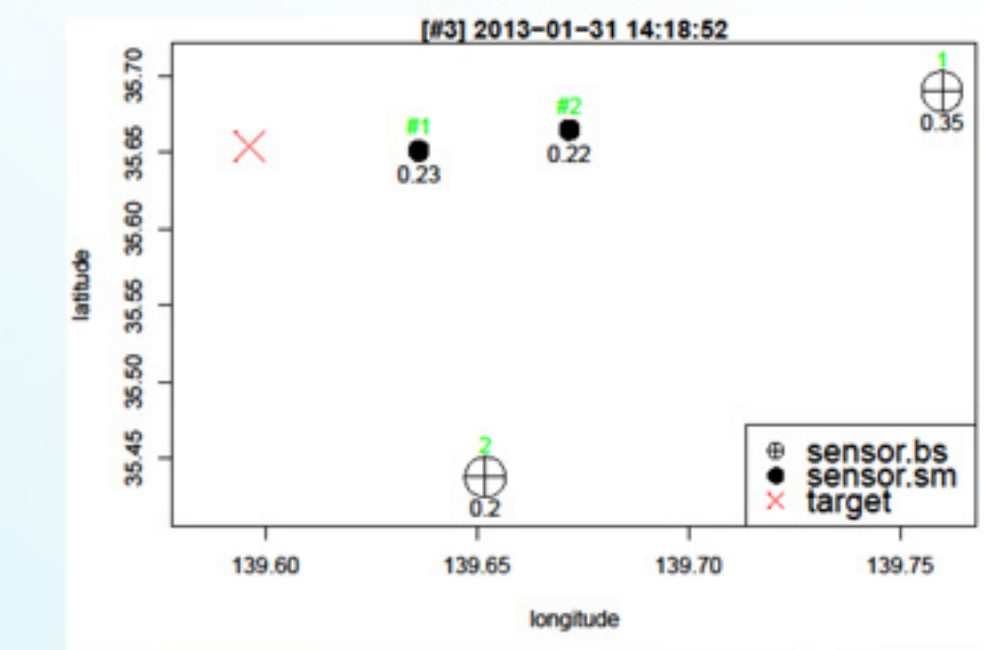
気象センシング

気象観測所とモバイルセンシングによって得られたデータを統合することにより、微気象データを予測する。

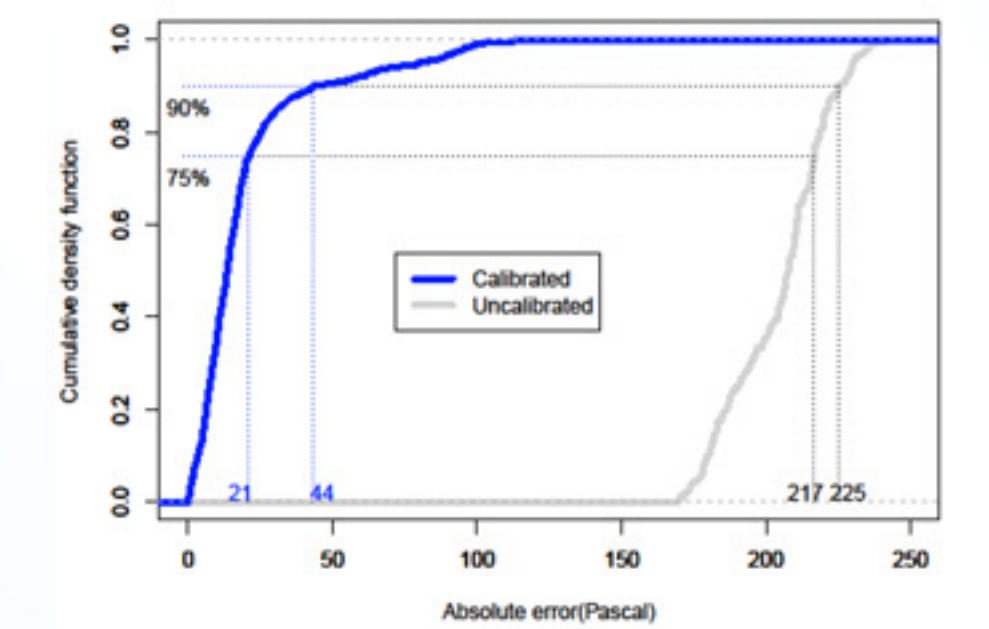
混合ネットワーク:



センサーデータの統合:



Spatio-Temporal Weightingと名付けたデータ統合方法の例



推定される気圧と実際の気圧の間に生じる絶対誤差のCDF

無線ネットワークにおける情報理論的セキュリティ

既存の安全な伝送方式:

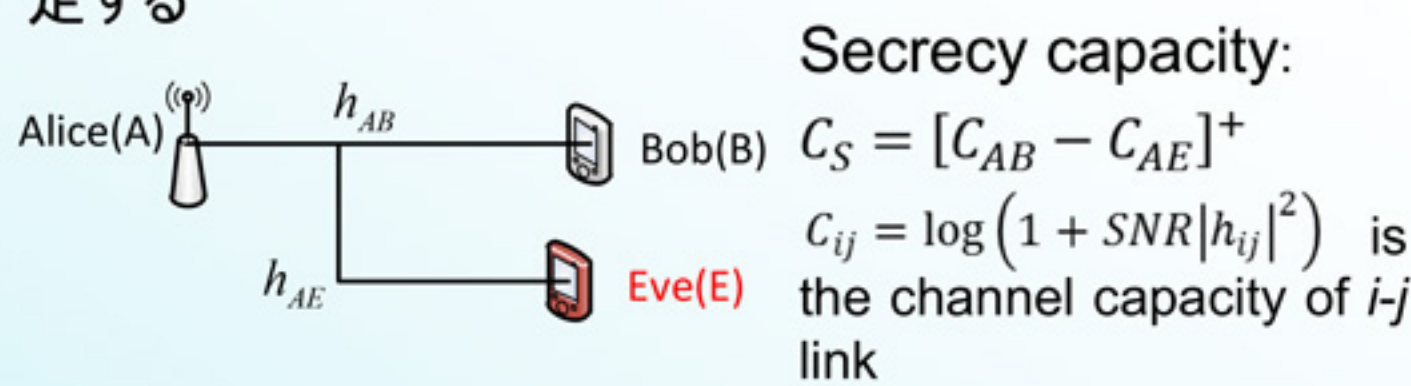
暗号化

- 計算困難性の仮定
- 分散型または動的な無線ネットワークのための暗号化キーの管理は難しい

情報理論的セキュリティ

基本理念: 無線チャンネルの減衰を利用し、データ通信の安全性を高める。

-チャンネル減衰 h_{AB} と h_{AE} を独立且つ反転性と想定する



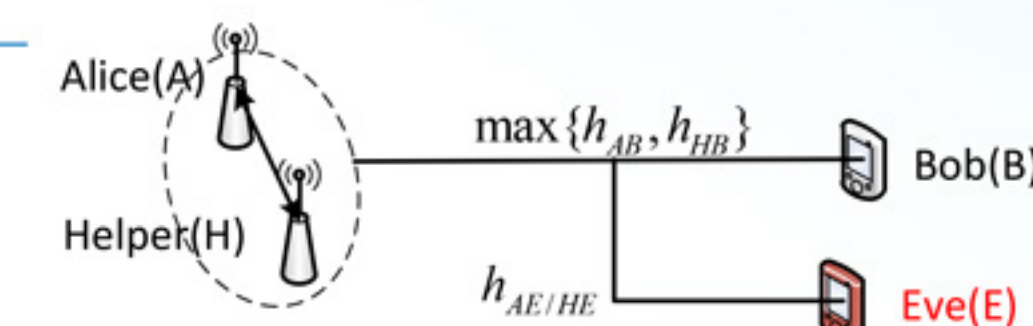
Secrecy capacity:

$$C_S = [C_{AB} - C_{AE}]^+$$

$C_{ij} = \log(1 + SNR|h_{ij}|^2)$ is the channel capacity of $i-j$ link

秘密容量は、完全にセキュアな状態に達するための最大データ伝送速度を示す。

目的: 秘密容量の向上
方法: 協調的なセキュリティ



Secrecy capacity:

$$C_S = [\max\{C_{AB}, C_{HB}\} - C_{AE/HE}]^+$$

秘密容量は、ジャミング、ユーザ・スケジューリング、および適応伝送と協調的なセキュリティの組み合わせによって改善可能である。

参加型センシングのプライバシー保護

本提案手法では、参加型センシングで取得したデータをユーザの持つ端末側でプライバシー保護処理を行い、サーバ上で統計的なデータとして再構築を行う。本手法により、一般ユーザは第三者機関に頼ることなく参加型センシングに貢献することが可能となる。

センシングデータ プライバシー保護処理済データ

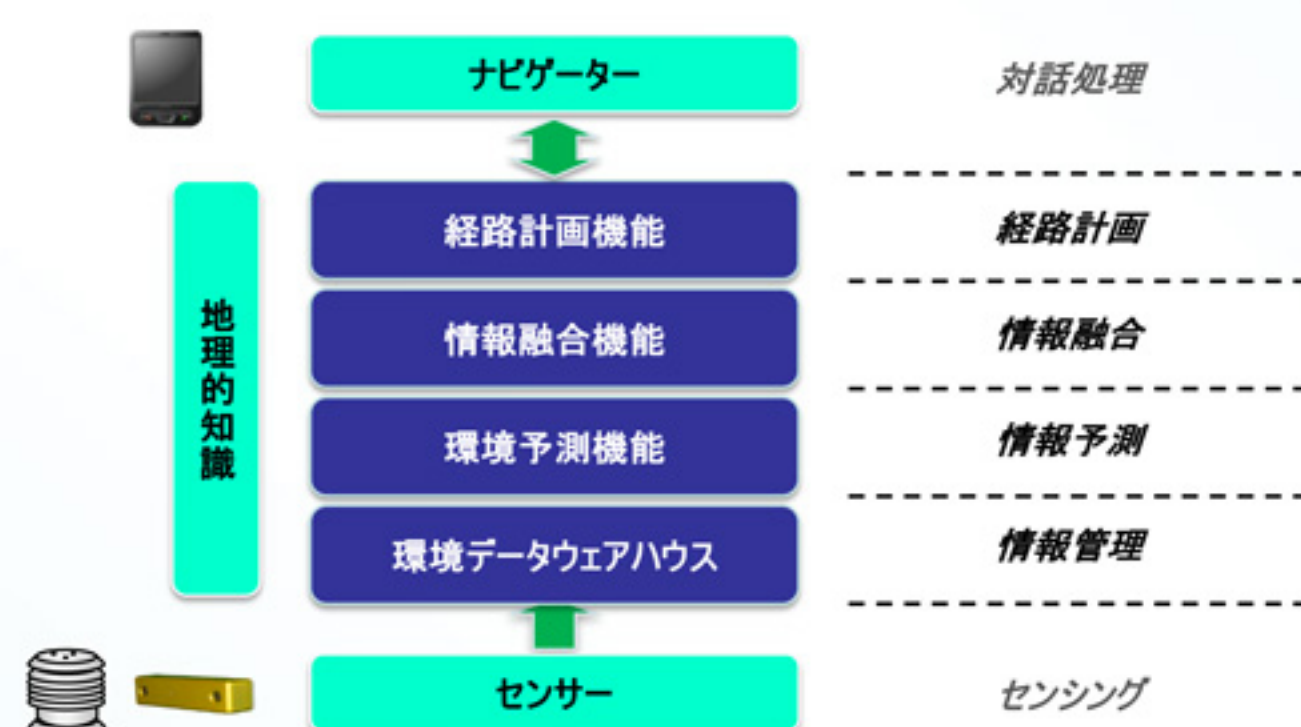


	a	b	c	d	e	f
1						
2		*				
3						
4						

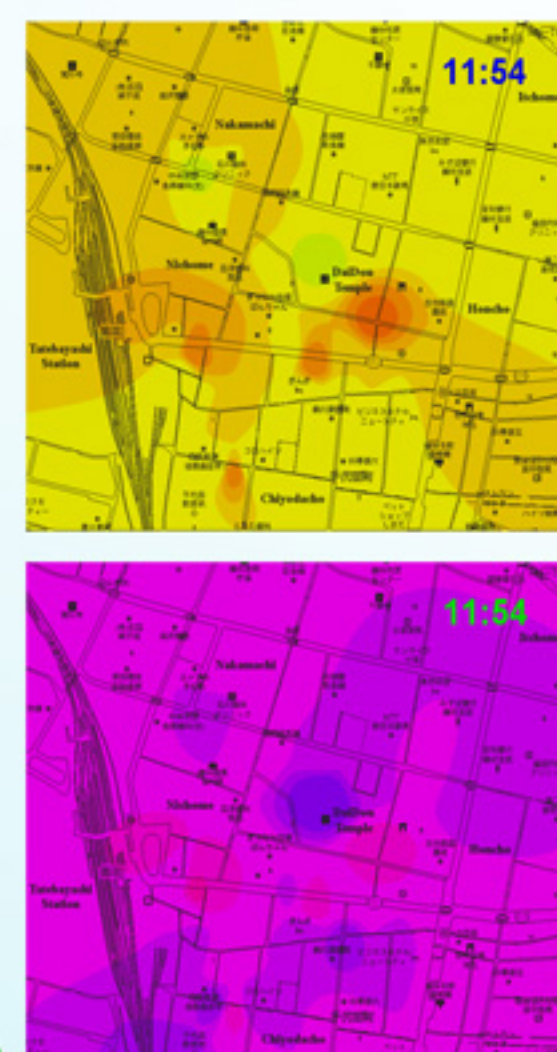
Transition probabilities: ■ 1/15, □ 2/45, ▨ 4/75, ◻ 8/225

	a	b	c	d	e	f
1	■	□	□	□	□	□
2	■	■	□	□	□	□
3	■	□	□	□	□	□
4	■	□	□	□	□	□

温熱快適性のための歩行者向けナビゲーション

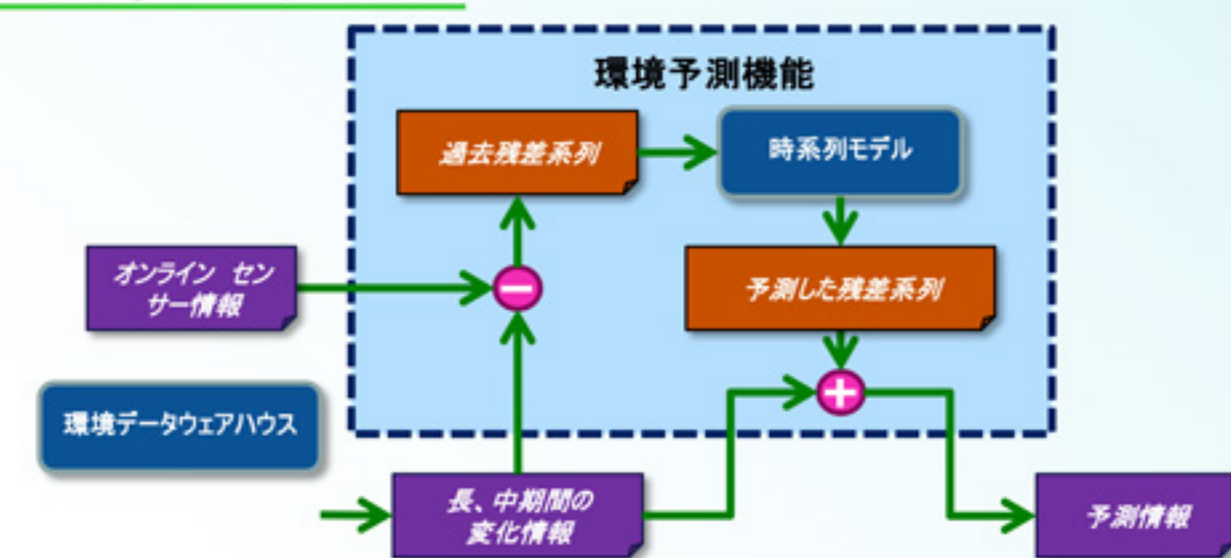


提案した汎用的フレームワークに基づき、歩行者向けナビゲーションシステムを開発した。

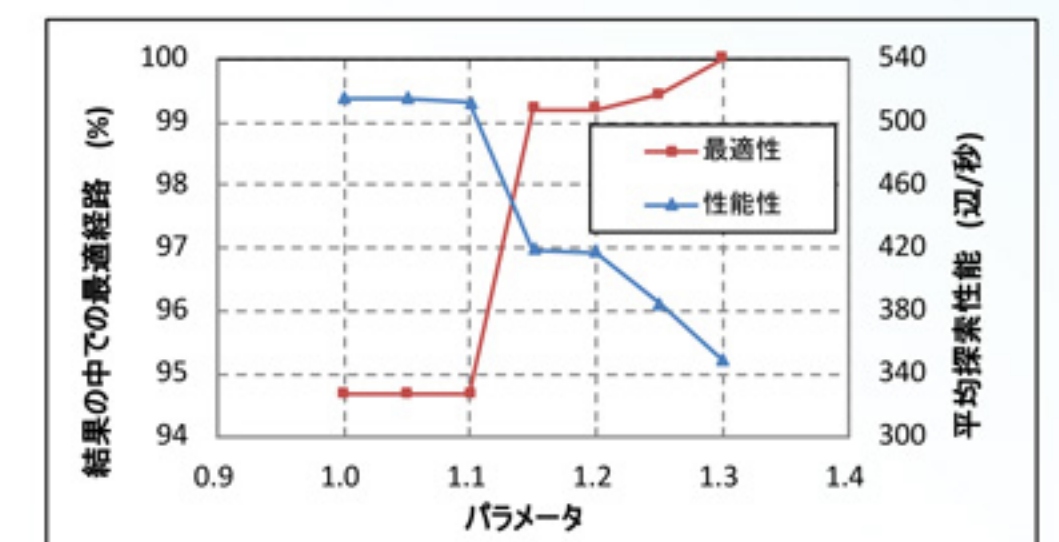


40個の微気象センサーノードから構成されたセンサーネットワークを用い、気温と湿度情報を収集していた。

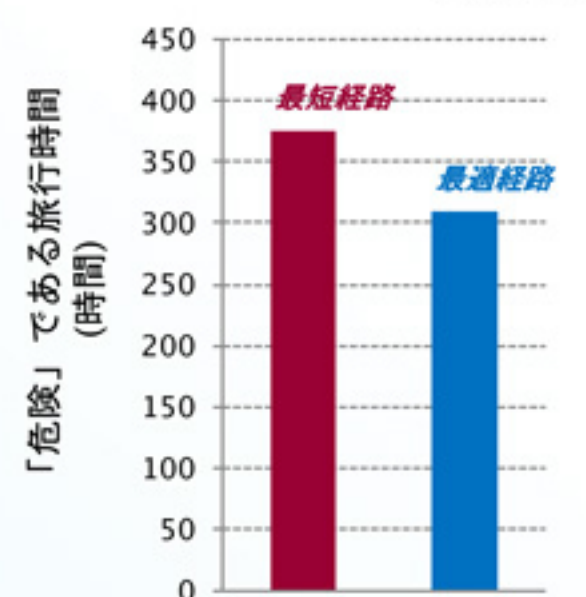
データウェアハウス技術を活用してセンサー情報を管理し、対象地域の情報を復元した。
(上: 温度 下: 湿度)



時系列方法を利用して環境情報予測機能を作成し、未来の温熱情報を予測した。



ロバストな経路探索アルゴリズムを開発した。



評価においてWBGT指数を利用した。シミュレーションの結果により、歩行者が「危険」状態である旅行時間は全体的に17%低減した。

空間センシングとモビリティ解析

固定センサ・無線センサネットワークのセンサ・携帯電話搭載のセンサ・ソーシャルセンサであるSNSなど、多様なセンサから情報を取得・解析することにより、人間活動の今を知ると共に、将来の予測を行い policy makingや decision makingにつなげる研究を行っています。