

脳認知科学講座 脳情報学分野

教授: 神谷之康, 准教授: 後藤幸織, 講師: 細川浩, 助教: 前川真吾

脳信号から心を読む

脳の信号は心の状態を表現する「コード」と見なすことができます。本研究室では、機械学習等の情報科学の手法を利用して脳の情報処理や情報表現をモデル化し、脳から心の状態を解読（デコード）する方法の研究をしています。

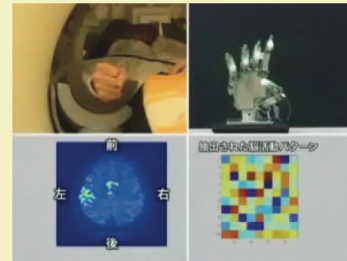
■脳デコーディング

ヒトの脳活動パターンから、見ている画像や想起しているイメージ、夢の内容などを解読する方法を開発することを通して、意識や心を生み出す脳の仕組みを理解する。



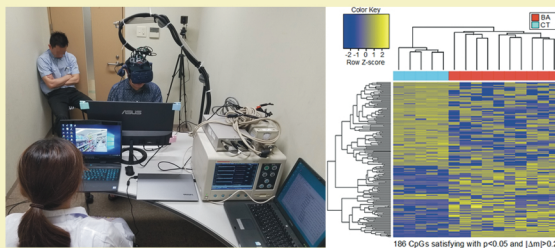
■BMI

脳活動を計測しながらリアルタイムで信号処理を行うことで、脳でロボットやコンピュータを制御するブレイン・マシン・インターフェース（BMI）を開発する。



■精神疾患の脳神経基盤解明

非侵襲的な脳活動やその他の生理学的反応の計測、遺伝子解析等から、精神疾患でみられる脳の機能障害と関連する脳活動パターンや神経回路を明らかにする。



居室: 医学部構内 先端科学研究棟 501



脳認知科学講座 心理情報学分野 [知-2]

IST-2: Psychoinformatics

教授 : 熊田孝恒 (Takatsune KUMADA)

准教授 : 中島亮一 (Ryoichi NAKASHIMA)

研究目標

Research goal

- 人間の心のメカニズムを情報学の知識・手法を用いて理解する。
- 情報学に人間の心の理解に関する知識を導入する。
- 情報技術・社会と人間の関係にかかわる問題を解明, 解決する。
- To understand mechanisms of human mind by using knowledge and methods in informatics, as well as in physiology, psychology, brain science.
- To introduce knowledge about the human mind into informatics.
- To solve problems related to the interaction between information technology and humans.



院生研究室の様子(Room for students)

研究のアプローチ

Approach

- 本研究室では, 注意, 実行機能, パーソナリティといった人間の高次の認知機能の理解と, それに基づく問題の解決を目指しています。
- 行動実験や認知心理学実験を基礎とし, さらに眼球運動計測や脳機能計測, 機械学習や計算論モデリングなどの技術を駆使して, 脳と心のメカニズムに迫ります。
- 人間の認知や行動の理解にもとづいて, インタフェースやドライバー支援などの応用分野を想定した研究にも取り組んでいます。
- 一部は, 民間企業等との共同研究として実施しています。
- Research Targets:
Human cognition including attention, executive function, etc. and personality
- Research Methods:
Psychological experiment, Eye movement recording, Functional brain measurements
In addition, Machine learning, Computational modeling
- Application Research: driving support, cognitive interface
See also Research Topics

連絡先 (Contact)

熊田孝恒 (T. Kumada) : t.kumada@i.kyoto-u.ac.jp

中島亮一 (R. Nakashima) : rnaka@i.kyoto-u.ac.jp

研究室 : 総合研究7号館1階 135室 (Room 135, Research Building No.7)

HP : <http://www.genome.ist.i.kyoto-u.ac.jp/>

研究指導の方針 Fostering goal

人間の認知，心理，行動に関する問題や疑問を独創的に考え，解決するための基礎的な知識や技術の習得と，それらを柔軟に応用し，社会の諸問題に対応できる能力の涵養を目指します。

We aim to cultivate the abilities

- to think creatively about human recognition and behavior from an integrated perspective of various disciplines
- to acquire basic knowledge

We also aim to cultivate the skills

- to solve problems and questions related to human recognition and behavior
- to apply the knowledge and technique flexibly



研究室でのセミナー風景
※現在は，オンライン参加も併用
(Lab seminar)

研究の進め方 Procedure of research

- 学生の興味と学術的重要性や社会的インパクト等を勘案しながら，相談の上でテーマを決定します。
- 博士後期課程進学者には，テーマの発展性も加味します。研究には学生の自主性を尊重しますが，必要に応じて適切な指導・支援をします。
- 国際学会への参加，企業等との共同研究など，外部との交流にも積極的に取り組む機会を設けます。
- We basically respect the students' independence, and give appropriate guidance.
- Determining research theme: based on the students' interest, academic importance, and social impact
- For students who wish to be Ph.D. candidates:
We consider the academic potentials of the student's interested theme.
- We give the chances for attending domestic/international conference, and joint research with companies.

文系，理系を問わず，「人間の心」についての科学的解明，または，その応用に興味がある皆さんの志望を期待します。

We welcome motivated students who are interested in the **human mind** and deal with the problems in the field (psychology, brain and cognitive science, and informatics).

主な研究のトピックス (Research Topics)

注意と意識・無意識の解明とその応用

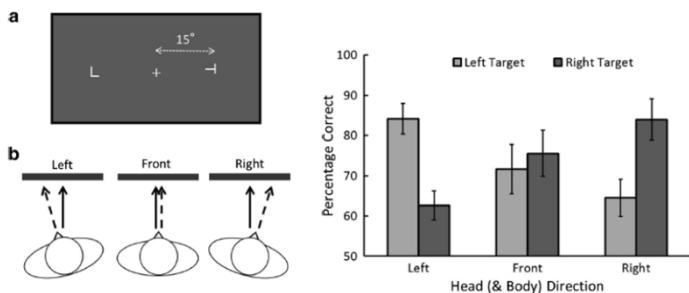
Investigation of mechanisms of attention and consciousness

人間の視覚的注意に関する基礎的研究

- 専門知識（エキスパート化）・身体の姿勢・操作主体感・認知トレーニング等による、注意（人間が持つ、情報選択機能）への影響の解明
- 注意コントロールの効率化支援技術への応用展開

Understanding human attentional control

- Human cognition performance (attentional processing) can be changed by human posture and/or action with the sense of agency.

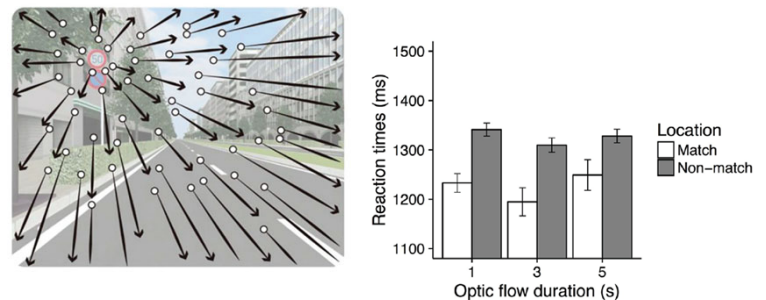


運転時における視線誘導の研究

- オプティカルフローがドライバーの視線を持続的に誘導することを心理行動実験により発見
- 自動車メーカーにおいて実用化に向けた研究開発を実施中

Attentional guidance by optic flow

- In the simulated driving situation, the optic flow displayed on the screen imitating the head-up display showed a sustained attention guidance effect.



高齢者の認知特性の理解とコミュニケーション支援

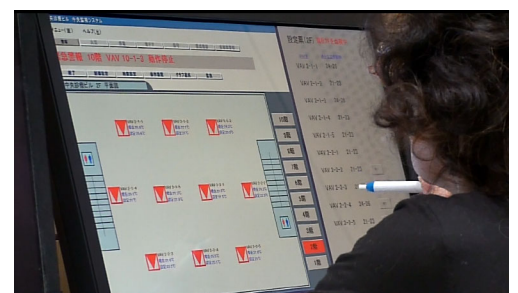
Understanding cognitive function in older adults

高齢者の孤独を情報技術で解消する

- 高齢者の独居に伴う心理状態の評価
- 遠隔コミュニケーション技術を用いた高齢者の社会的交流の促進のためのシステム開発
- 国際共同研究を実施

Eliminating loneliness among the older adults with information technology

- Estimation of mind states of older adults living alone
- System development for promoting social interaction of the older adults using remote communication technology



高齢者を対象とした認知実験の様子
Experiment for older adults

主な研究のトピックス (Research Topics)

人間の個人差の情報学的理解

Understanding individual difference and personalities

情報学の技術を用いたパーソナリティに関する研究

- 機械翻訳の技術を用いたパーソナリティテストの標準化
- テキスト処理のための日本語パーソナリティ表現語辞書の作成

Understanding personalities

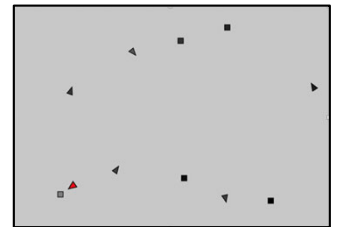
- Development of the standardized personality test by machine translation
- Development of a Japanese Personality Dictionary

計算モデルに基づくパーソナリティの表現

- エージェントの動きによってパーソナリティの表現するための数理モデルの構築
- モデルの妥当性の心理実験による検証

Expression of personality based on computational model

- Expression of personality by the movement of the agent (e.g., triangle)



ドライバーの状態推定

Estimation of driver's mental states

ドライバーの特性や状態のモデル化

- 実車運転データを解析し、ドライバーの補償運転行動を抽出
- 運転技能の評価、加齢や疲労による運転能力の低下を評価する技術に展開

ドライバーの漫然状態の自動検出

- 運転操作の特徴量からドライバーの状態を判別する機械学習モデルを構築
- メーカーと共同で生体情報から漫然状態を検知する技術を開発中

ドライバーの操作主体感と自動運転時のテイクオーバーの円滑さの関係の解明

- 予測的（トップダウン）・反射的（ボトムアップ）操作の特性の違いを検討

Modeling of drivers' mental states

- Analysis of the driving behaviors
- Estimation of driving skills, and their decrement by aging and fatigue

Automated detection of careless driving

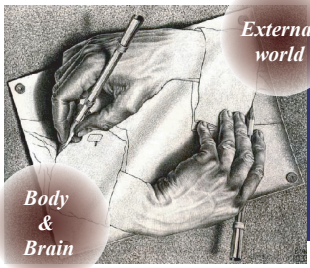
- Constructing machine learning model for evaluating the driver's states based on driving behavior data

Relationship between the sense of agency for driving and the take-over behavior during automation

- Examination of the difference between Proactive (top-down), Reactive (bottom-up) control strategies



自動車運転中の認知・操作の計測実験の画像
Measuring driving behaviors



for Human Cognitive Processing

Cognitive Informatics Lab.
Intelligence Science and
Technology Course
Graduate School of Informatics
Kyoto University

志望区分: 知-3

教授: 西田真也

准教授: 水原啓暁

助教: 三好清文

研究目標

われわれ人間は、眼などの感覚器でとらえた信号から外部世界を知覚し、理解し、意思決定し、周りの人々とのコミュニケーションをおこなっています。本研究室では、このような人間の認知情報処理能力を支える脳の情報処理の仕組みを、心理行動実験、脳機能活動計測、計算機シミュレーションなどの手法を用いて研究します。AI（人工神経回路）の認識メカニズムの比較検討を行うことで人間の情報処理の理解を進めます。さらに、認知脳科学的な知見に基づいた情報コミュニケーション技術（ICT）の開発を行います。

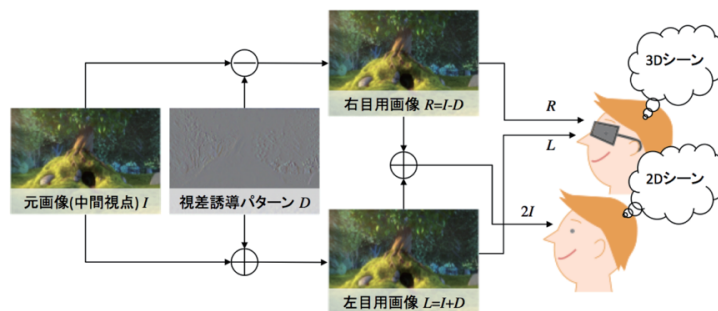
研究テーマ

(A) 人間の感覚情報処理に関する研究

人間の視覚系は、物体の動きや形といった基本的な感覚属性から、時間や空間、さらには質感や生態学的価値、話し相手の意図や感情状態にいたるまで、環境に存在するありとあらゆる「もの」や「こと」を推定し、リアルな世界の認識を達成しています。本研究室では、この感覚情報処理の計算理論およびその神経計算の情報表現・アルゴリズムの理解を目指した研究を行います。様々な刺激に対する人間の知覚・行動から脳情報処理を推定する心理物理学に、機械認識やコンピュータグラフィックスといったメディア情報学を融合したアプローチを採用します。触覚や聴覚、多感覚情報の統合メカニズムや、自己認知に対する認知（メタ認知）も研究対象に含みます。人間に匹敵する能力を備え、かつ人間の脳神経回路との相同性が注目されている AI（人工神経回路）との比較を通して、人間の認知情報処理のより深い理解を目指します。

(B) 人間の知覚特性を利用したメディア技術の開発

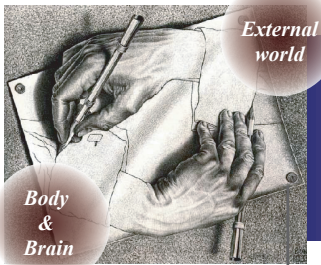
革新的なメディア技術を生み出すひとつのカギは、人間の認知メカニズムをうまくだますことにあります。例えば、ディスプレイ技術や拡張現実技術において、感覚系の特性を利用することによって、感覚入力の完全な物理再現をする方法に比べて効率が大幅に向上したり、原理的に不可能に思えたことが可能になったりします。本研究室では、このような知覚ベースのメディア技術を開発し、認知脳科学の成果を情報工学に積極的に活かします。



人間の視覚特性を利用した 2D/3D コンパチブルな映像表示技術。裸眼では鮮明な 2D 映像が見え、ステレオ眼鏡をかけると 3D 映像が体験できる。

(C) 言語・非言語コミュニケーションの脳メカニズム研究

コミュニケーションの脳メカニズムを解明するために、脳波や機能的 MRI などの脳機能計測手法を用いた実験を進めています。特に、コミュニケーションを実現するための脳状態が脳波などの早い活動によりダイナミックに変化していることに着目して、脳機能計測実験をおこなっています。また複数の脳計測技術を組み合わせることで、人間の脳活動を詳しく解析するための新たな技術開発も行っています。



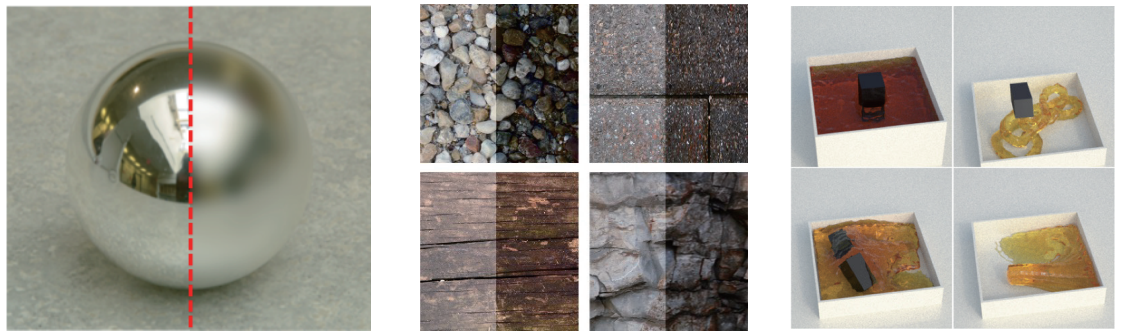
for Human Cognitive Processing

Cognitive Informatics Lab.
Intelligence Science and
Technology Course
Graduate School of Informatics
Kyoto University

志望区分: 知-3

教員について

西田眞也教授は、民間企業の基礎研究所で人間の感覚情報処理に関する研究をしたのち、2019年4月に情報学研究科に着任しました。専門は人間の視覚で、運動・形・色の知覚、時間の知覚、触覚、多感覚統合、といった様々な感覚情報処理に関する研究を行ってきました。質感認識研究のパイオニアの一人であり、大型研究プロジェクト学術変革領域研究(A)「深奥質感」の領域代表も務めています。心理物理や神経科学といったサイエンスに、コンピュータビジョン、コンピュータグラフィックス、ディスプレイテクノロジー、バーチャルリアリティなどの情報工学を融合する学際的研究を目指しています。最近はとくに、AI(人工神経回路)を通した人間の情報処理の理解に関心を持っています。



視覚的質感知覚：光沢感、濡れ感、液体粘性

水原啓暁准教授は、理化学研究所脳科学総合研究センターの研究員、岡山大学講師、京都大学講師を経て現職。専門は脳機能計測で、脳波と機能的MRIを同時に計測する技術については世界的に高い評価を得ています。コミュニケーションに関係する脳機能として、音声理解や自他分離を実現する脳の仕組みの解明を目指して、特に脳波などを対象として脳のダイナミクスを研究しています。



脳波と機能的MRIの同時計測

三好清文助教は、人間の意思決定と主観的意識に関する心理学的研究のエキスパートで、最先端の手法を取り入れた解析を展開しています。

問い合わせ

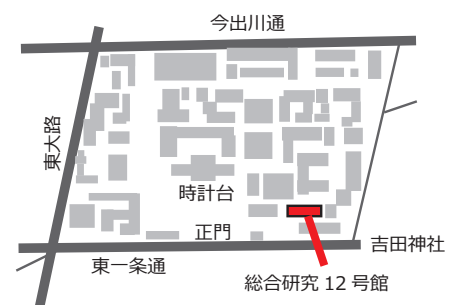
当分野に少しでも興味を持ちましたら、まずは気軽に相談してください。大学院での貴重な時間を有意義に過ごすために、少しでも詳しく当分野について知った上で志望してほしいと考えています。

総合研究 12 号館 3 階 311 号室

西田眞也教授

電話: 075-753-3146

e-mail: nishida.shinya.2x@kyoto-u.ac.jp



「どちらにしようかな…」 「あの人はどう思うかな…」
 すべては脳の計算である

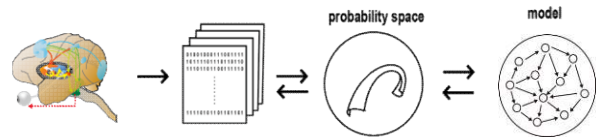
私たちの研究室は、人が行動を選択するとき、また相手の気持ちになって考えるときの、脳の働きを知りたいと思っています。その解明のために、実験と理論の研究を並行して進め、またその協同や融合研究を行っています。実験では「ヒトfMRI」、理論では「脳計算モデル」や脳の理解と応用に資する「数理や解析技術開発」などの研究を行っています。



神経科学・計算神経科学など/心理物理・人間行動・認知科学など/情報統計・機械学習・信号処理など

3. 数理で次世代の脳科学と脳型知能に貢献

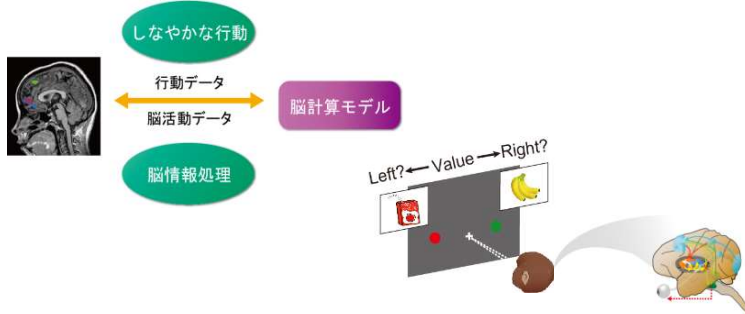
革新的脳理解のための「脳データ解析技術」:モデル化解析、脳読解など。脳型知能をめざした「学習や計算の脳数理」:強化学習と表現学習(ディープ・ラーニングなど)と構造学習(感情・計画・推論)、高次特徴と効率計算(パターン認識と記号推論)、情報幾何と学習理論、脳回路とベイズ近似推論。



Keywords: 脳情報 脳数理 脳読解 モデル化解析 情報幾何 ビッグデータ
 データ中心・データドリブン 統計情報科学

1. 理論と実験から意思決定の脳メカニズムに迫る

人間や動物は経験の中から、よりの確な報酬の予測と、より報酬を得られる意思決定を学習します。この報酬をもとにする学習と意思決定の脳メカニズムを明らかにする目的で、強化学習などの計算理論とヒトfMRI実験の両側面から研究を進めています。



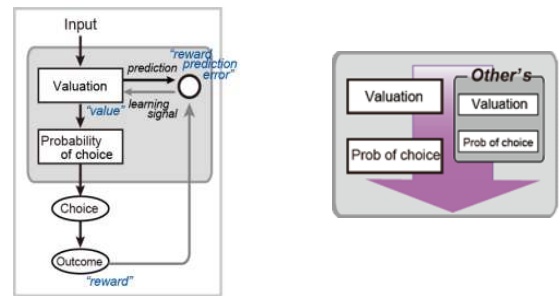
Keywords: 意思決定 報酬予測 価値判断 強化学習 大脳基底核 前頭皮質
 ドーパミン神経細胞 神経経済学 表現学習 モデルベースド

4. 将来に向けて

情動・感情・計画・推論などを含む意思決定と学習の脳計算理解、人間総合科学の普遍言語、社会現象の脳計算理解、心の脳計算理解、精神疾患の診断・治療・予防への新提案、新たな脳型人工知能への貢献をめざしています。

社会知性の脳計算

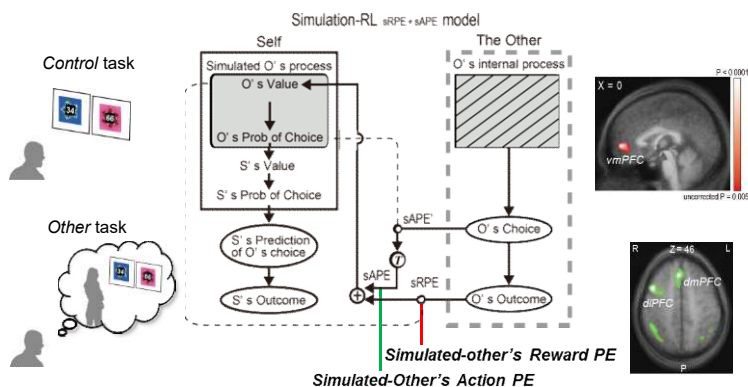
「心の理論/シミュレーション」を、「心の脳計算論」にする



強化学習などの意思決定の脳計算論 (非社会的状況): 「自己システム」のみ → 社会知性(社会的意思決定)の脳計算論 「自己システム+他者システム」

Learning to simulate others' decisions

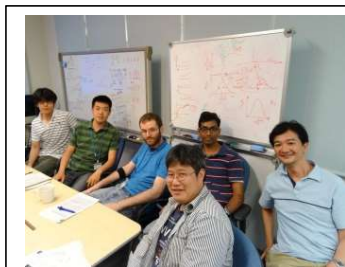
S. Suzuki et al, *Neuron* (2012)



2. 社会知性の脳計算を明らかにする

私たちの日常生活の大半を占める社会行動の脳機能の解明は、その「ヒト」を理解することです。その根幹にある、他者の心や行動を推断する社会的意思決定の脳計算解明を中心に、ヒトfMRI実験と脳計算論の協同・融合で研究を進めています。

Keywords: 社会知性 社会的意思決定 心の理論 計算精神医学 社会脳科学



- 博士の方は、理研で研究を行い、本専攻で学位が取得できます。
- 修士の方は、熊田・水原研究室と連携して研究指導を行います。

お気軽に [itn-info\(at\)ml.riken.jp](mailto:itn-info(at)ml.riken.jp) にお問合わせください。
<http://www.itn.brain.riken.jp/japanese/recruit.html>



たとえば、こんなことに興味を持っています

1. 理論と実験から意思決定の脳メカニズムに迫る

報酬をもとにする学習と意思決定の脳計算論の発展

強化学習の脳計算論を土台に、最新の脳科学の実験的知見を利用して、価値意思決定と学習の脳計算モデルを構築またはfMRI実験を利用してその検証をします。たとえば、強化学習と表現学習(教師なし学習)、モデルフリー強化学習と外界情報の構造学習(モデルベースド)の協同、これらの学習とベイズ推論を統合する学習。

報酬をもとにする学習と意思決定の脳計算から、より広い脳機能理解への発展

強化学習と価値意思決定にもとづく、情動と感情、推論と計画などをも含む脳計算の理解。そのモデル構築または実験的検証。あるいは、その道のプロ、エキスパートは計り知れない卓越したスキルと着眼をもっています。そんな「スキルの獲得」や「気づき(注意)の発現」の脳機能理解。

これらの学習と意思決定を実現する神経回路モデル

中脳のドーパミン神経細胞や線条体などの大脳基底核や皮質下神経回路そして前頭葉回路。これら回路での効率近似計算と学習のアルゴリズム。情動や感情を意思決定に統合する脳計算の回路メカニズム。ドーパミン神経細胞報酬予測誤差仮説を革新する脳計算モデル(報酬構造学習)。

新たな規範的理解の創出

これらの脳計算の理解から、新たな規範的理解の創出。神経経済学への展開。

2. 社会知性の脳計算を明らかにする

「心の理論/シミュレーション」を「心の脳計算論」にする

他者の心(状態、意図、感情など)の推測/他者の行動の予測/それらに基づく自らの行動の調整などがいかに実現されるか。脳内他者モデルの学習とそれを用いた社会的意思決定の脳計算への発展。心理物理・行動経済などの実験エッセンスと計算理論の定量性から、複雑な社会行動の土台になる脳計算の基本要素の解明。

社会的特性の脳計算の解明

共感などの社会的情動、社会規範や集団心理などの社会的判断、あるいは個人差(自己と他者あるいは他者間の特性の違い)、これらの社会的特性の学習とそれを利用した社会的意思決定の脳計算の解明。

「データ解析技術」の脳情報・脳解読と協同

社会知性と社会的意思決定の個人差、ひいてはその障害や疾患の理解・診断・治療・予防への新たな提案。

3. 数理で次世代の脳科学と脳型知能に貢献

3-1. データ解析技術：脳情報と脳解読

ヒトfMRIモデル化解析の革新

モデル化解析に、たとえば、ニューラル・デコーディング(脳解読)や近年のヒトfMRIデータ計測の時空解像度の向上などを取り入れ、脳計算の詳細と脳情報流の解析を刷新。

トップダウンとボトムアップのデータ解析手法の融合

モデル化データ解析と脳解読解析または脳回路データ解析と脳活動データ解析の融合。

新たなアプローチの提案と検証

これらの解析手法の革新を用いた、意思決定や社会知性の個人差や障害・疾患への新たなアプローチの提案と検証。計算精神医学への展開。

脳ビッグデータの解析手法の開発

データの特徴、たとえば時系列、因果構造、高次相互作用あるいはスパース性などを利用する解析手法の開発。脳計算の問いに、数理の洞察を活かして、応える解析手法の開発。

3-2. 学習や計算の脳数理：脳型知能への発展

脳情報処理と脳計算の原理、そのアルゴリズム、脳型人工知能へ

強化学習と表現学習(教師なし学習、ディープ・ラーニング)と構造学習(感情・計画・推論)。高次特徴と効率計算(パターン認識と言語・記号処理)。情報幾何と学習理論。大脳皮質や大脳基底核回路での効率近似推論と学習のアルゴリズムの解明(ベイズ推論(近似)など)。

脳認知科学講座のいずれかの分野と連携して研究指導を行います。

- 博士課程の方は、主に理研で研究を行います。
- 修士課程の方は、主にいずれかの分野と連携して研究を行いつつ、夏休みなどに理研に滞在し、研究を行う機会を設けます。

理化学研究所 脳神経科学研究センターは、第一線で活躍している研究者が多数在籍しており、また最先端の充実した研究設備を揃えているなど、脳神経科学の分野において日本国内有数の総合研究施設です。

セミナーでは世界中から研究者が訪れ発表を行うなど、協調的、刺激的かつ国際的な環境を整えています。

ぜひラボのHPを御覧ください。

(A) 研究室の全般、研究内容 <http://www.itn.brain.riken.jp/japanese/recruit.html>

(B) 入門リーディング・記事など http://www.itn.brain.riken.jp/japanese/publications_jp_reading.html

(C) 「よくある質問」 http://www.itn.brain.riken.jp/japanese/recruit_faq.html

私たちの研究室を真剣に考えている方は事前の連絡を薦めています。

問い合わせ先: itninfo(at)brain.riken.jp

Q. 研究内容はどのように決まりますか？

A. ラボの研究内容をベースに、個々が興味を抱いている内容と相談しながら決めます。

研究室の研究と、その流れの中で皆さんの希望を盛り込めるように相談して決めていきます。原則としては各メンバー、一人一人がテーマをもって研究を進めています。各人の興味は、研究をするうえでの大きなエネルギーになりますので、大切にしたいと思っています。その興味を私たちの研究の流れと上手に照らし合わせて生かしてほしいと考えています。

Q. どんな素養が必要ですか？

A. 私たちの研究への強い探究心と、研究者になるという強い意志のある方を歓迎します。

学部での専攻は基本的に問いませんが、私たちの研究への興味は不可欠です。素養としては、たとえば、神経科学や心理学、あるいは情報統計科学・計算機科学・生物工学・物理学、およびそれに関連した分野を学ばれた方々の基礎学力が役に立つはずです。詳しくは、ぜひラボのHPを参考にして下さい。

Q. fMRI装置の操作経験が無いのですが

A. fMRI専門の部署が、操作を担当しています。

脳神経科学研究センターには、fMRI3ステラ、および4テスラ磁気共鳴画像(MRI)装置があります。fMRIの支援ユニットが、脳センターのラボに対して、ヒトの脳機能を非侵襲的に計測する実験(fMRI)の支援を行っています。そのため、fMRI機器に関する経験・スキルは必要ありません。

※修士の入試の出題範囲は、
知-1、知-2、知-3のいずれかを参照のこと



脳認知科学講座 計算論的認知神経科学分野 (知-4b)

連携教授 佐藤 弥

概要

本研究室では、ヒトの心の認知神経メカニズムを理解し、心を持っている（とヒトが感じられる）アンドロイドを創ることでその理解を検証します。

心理学・神経科学・情報学・ロボティクスのユニークな統合を目指す学生を歓迎します。

方法

1. 心理学研究
評定や反応時間を計測。筋電図などの生理反応を計測。
2. 認知神経科学研究
機能的脳画像研究, 脳波研究, 神経心理学研究。
3. AI・アンドロイド研究
AI・アンドロイドの開発。アンドロイドを用いた心理学実験・認知神経科学実験。

現在の主要研究テーマ：感情インタラクション

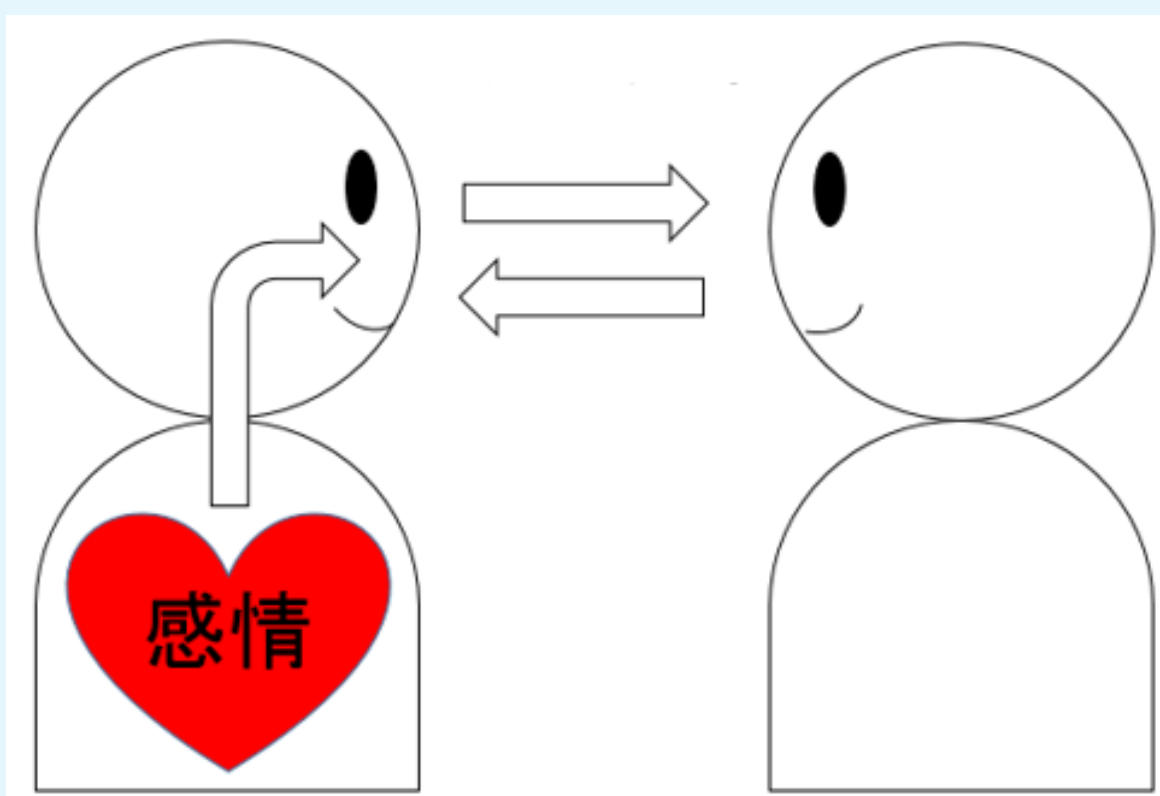


図. 感情インタラクションのモデル
感情を感じ、表出し、また他者の感情を認識・共鳴する過程。

- 感情認識の計算論を解明し、アンドロイドに実装する。
 - 他者の感情を認識・共鳴する心のはたらきの解明。
 - その基盤となる脳のしくみの解明。
 - ヒトと同様に感情認識・共鳴するアンドロイドの開発。
 - アンドロイドがヒト参加者にヒトと同様の反応を引き起こすかの検証実験。

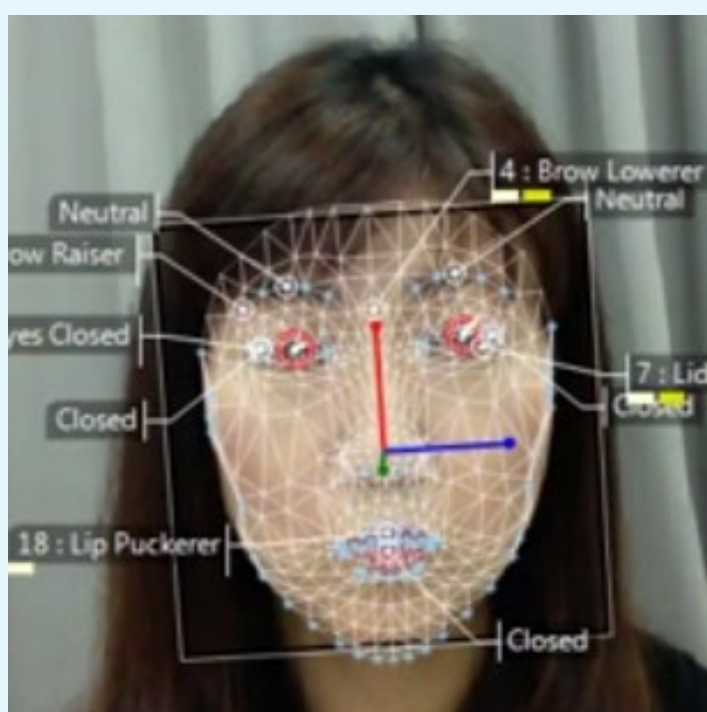


図. ヒトの表情から感情を認識するAIのパフォーマンスを検証(Sato et al. 2019: Front Psychol).

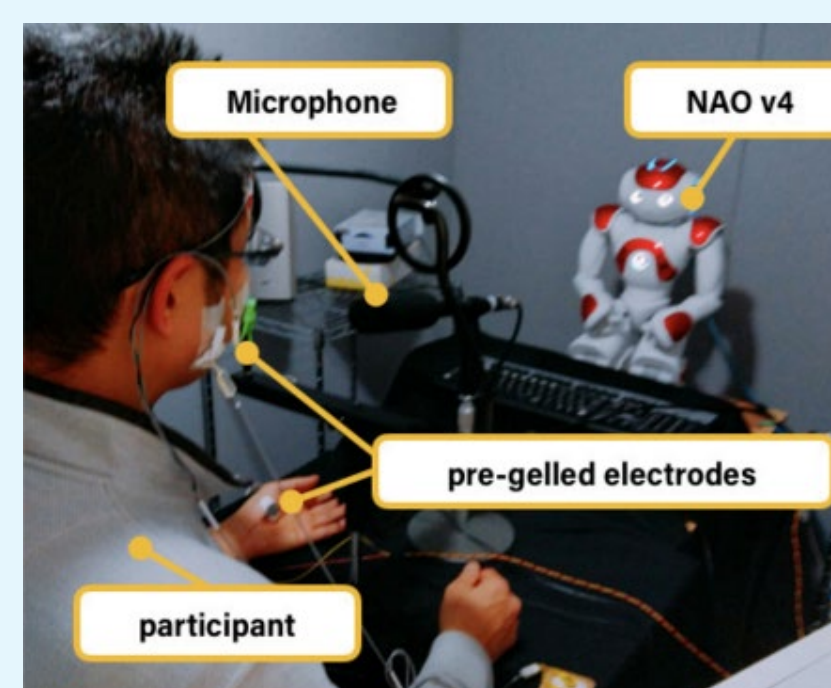


図. ヒトの声調を認識し共鳴するロボットシステムを開発し検証(Nishimura et al. 2021: Appl Sci).

- 感情表出の計算論を解明し、アンドロイドに実装する。
 - ヒトはどのように感情を表出するか？その脳のしくみは？
 - ヒトと同様に感情表出するアンドロイドを開発し検証。

- 感情の計算論を解明し、アンドロイドに実装する。
 - 感情はどのような心・脳のはたらきから生まれる？
 - ヒトと同様の感情反応を生み出すアンドロイドを開発し検証。

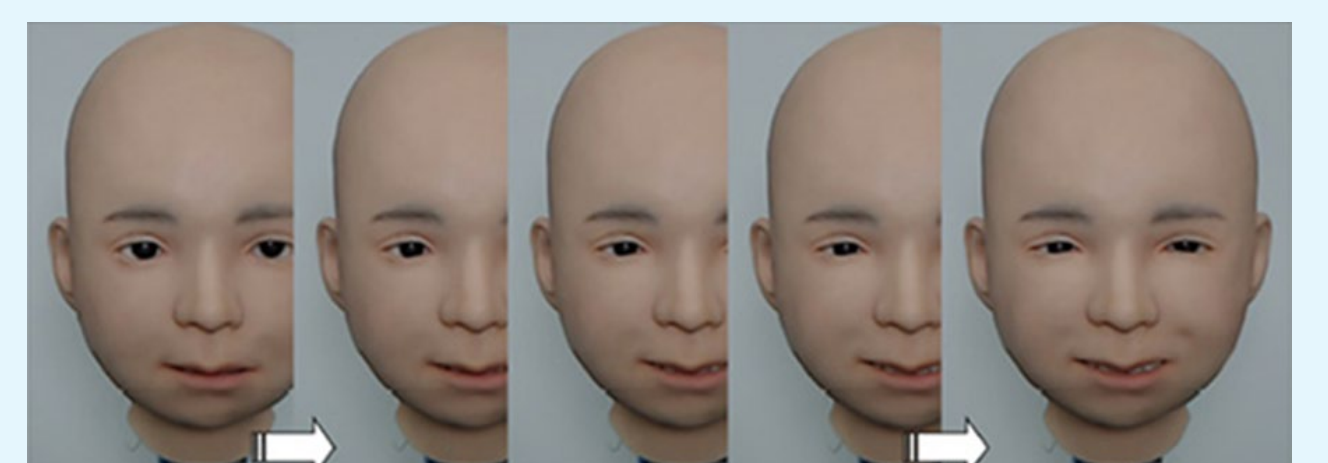


図. ヒトのように表情表出するアンドロイドを開発し検証 (Sato et al. 2021: Front Psychol).

山本研究室 (知能計算分野) 知-5

教授 山本 章博

研究室：総合研究7号館 324(教授室), 323, 325, 327

Web：<http://www.iip.ist.i.kyoto-u.ac.jp/>

Email：akihiro@i.kyoto-u.ac.jp

当研究室では、機械学習理論を中心にして人間の高次推論機構の性質を解明し、またそれを用いて、与えられたデータから適切な情報を取出すための計算機構やソフトウェアを構築することを目指して研究を行っている。さらにこれらの研究を、生命情報学などにおけるデータ集合からの知識発見などへの応用し、数理論理学や計算数学との関係の解明へと展開している。

第2次AIブームの成果を第3次AIブームに生かす

1

研究の特徴

- 情報学基礎理論としての機械学習
 - 機械学習を基盤にし、論理や計算に立脚した新しい知的行為の基礎理論を求める
- 特に、データを読むための計算を対象にする。
 - プログラムを構築するには、構築のための“論理”が必要であるように、データを読むためにもそれ用の“論理”が必要
 - データ構造と代数的手法、数理論理的な手法特に“証明”を活用

2

こだわり所

第2次AIブーム: 数理論理を基盤
知識表現と証明

第3次AIブーム: ニューラルネットを基盤
大規模データからの機械学習

- データ構造に着目した機械学習
 - 木構造: ソースコードの構文解析木, HTMLのDOM-Tree
 - 2部グラフ: トランザクション(商品と顧客)
 - グラフ: 知識グラフ(Knowledge Graph)
- 説明可能な機械学習
 - 数学・数理論理は「推論の表現と正しさ」を数学的に保証
 - 機械学習でも「推論の表現と正しさ」を数学的に保証することが重要
 - 機械学習アルゴリズムの正しさとは何か?
 - ・深層学習が有効なのは、学習の結果に説明を求められない場合

3

離散構造データからの機械学習

- 離散データを実数値ベクトルに変換して機械学習アルゴリズムを適用する手法も考えられる

4

離散構造データからの機械学習

- 離散データを実数値ベクトルに変換して機械学習アルゴリズムを適用する手法も考えられる

5

構造データの出どころ

意図

↑

意味

↑

構文

↑

語の列

↑

文字・音素の列

↑

信号波形

文

├── 名詞句

│ ├── 代名詞

│ └── 動詞句

│ ├── 動詞

│ └── 名詞句

│ └── 固有名詞

I like Kyoto

構文解析

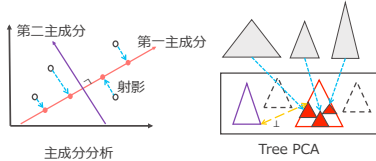
形態素解析 (自然言語)

字句解析 (人工言語)

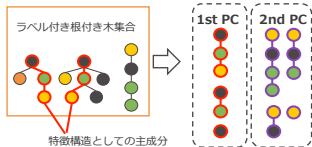
6

木構造と主成分分析の組み合わせ

主成分分析(PCA): 情報量の損失が少ない低次元空間を求める。



- 木構造から特徴的な構造を抽出



7

構造データ間の距離

文字列 $s_0 = abaaab$ と近いのはどっち？

$$s_1 = aababa \quad \text{or} \quad s_2 = abaaaaab$$

- “機械学習の教科書”にあるN-gramを使ってベクトル化

$$v_0 = \Phi(abaaab) = (1, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 0),$$

$$v_1 = \Phi(aababa) = (0, 2, 1, 0, 0, 1, 0, 0),$$

$$v_2 = \Phi(abaaaaab) = (4, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 0),$$

$$\|v_1 - v_0\|^2 = 4 < \|v_2 - v_0\|^2 = 7$$

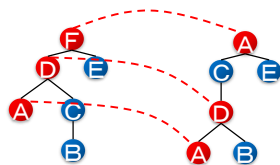
- 構造体特有の距離である編集距離を用いると

$$d(s_0, s_1) = 4 > d(s_0, s_2) = 3$$

8

木構造データ間の距離と直交性

- 木構造データ間の編集距離



- 木構造は2次的に広がるため、バリエーションが多い

- 木構造間の直交性: H30年度卒論で厳密に定式化

9

木構造間編集距離の計算量

	編集距離算出		局所構造算出	
	Tai マッピング	制約 マッピング	Tai マッピング	制約 マッピング
順序木	$O(n^3)$ [Demine 06]	$O(n^2)$ [Zhang 95]	$O(n^4)$ [Ouangaoua et al. 07]	$O(n^2 \log d)$
無順序木	MAXSNP 困難	$O(n^2 \log d)$ [Zhang 96]	MAXSNP 困難	$O(n^2 \log d)$ [Ferraro et al. 05]
前順序木	MAXSNP 困難	$O(n^2 \log d)$ [Ouangaoua et al. 09]	MAXSNP 困難	$O(n^2 \log d)$

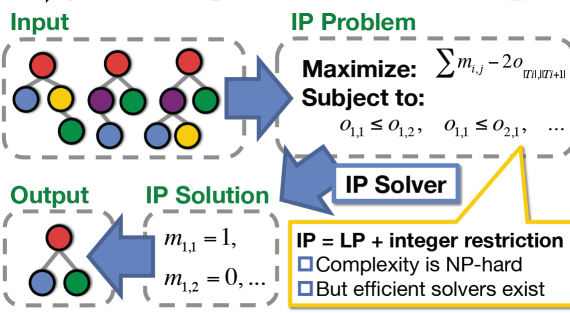
n : ノード数 d : 最大次数

※ 国際会議 GABA2014@横浜で発表

10

IPソルバを用いた木構造間距離の高速計算

- 近年では高速な汎用ソルバ(SAT/IPなど)が利用可能
→ 高速なソルバをターゲットとする“コンパイラ”を開発

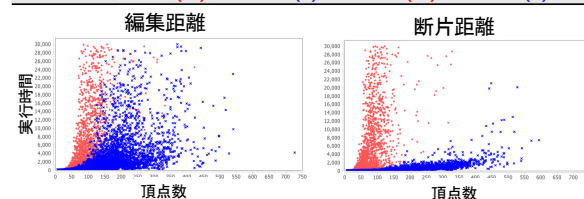


11

さらに高速なIP定式化

- 動的計画法を用いることで、コンパクトなIP定式化に成功

	編集距離		断片距離	
	既存手法	提案手法	既存手法	提案手法
部分問題数	1	n^2	1	1
制約式数	$O(n^4)$	$O(n)$	$O(n^4)$	$O(n)$



※ 国際会議 COCOA2017@上海で発表

12

アラインメント距離のIP定式化

- アラインメント距離のIP定式化に成功
 - アラインメント距離: 編集距離の変種

方法	既存手法	提案手法
	動的計画法 計算量: $O(6^4dn^2)$	IP 制約式数: $O(n^4)$
d が小さい	速い	遅い
d が大きい	遅い	速い

実行時間			
n	d	既存手法	提案手法
15-19	0-3	1ms以下	728ms
	8-11	7165ms	374ms

n: ノード数 d: 最大次数

※第106回人工知能基本問題研究会@指宿で発表

13

数理最適化を用いた言語モデルの頑健性検証

- 最小単語置換の敵対的サンプルを求める問題を整数線形計画問題として定式化

元入力 + 敵対的摂動 = 敵対的サンプル

パンダ: 99% + パンダ: 30% = パンダ: 30%

最小単語置換問題

$$R = \min_{e \in E, \delta} |e|$$

$$\text{subject to } f(x + e) \neq y$$

X: 入力テキスト e: 単語置換パターン
Y: 正解ラベル f: NMFモデル
|e|: 単語置換パターンの単語置換数

どの程度誤差を加えると間違えてしまうのかを評価

整数線形計画問題(提案法)の解は必ず最適解(最小の単語置換)

※国際会議 AACL-IJCNLP 2022 で発表

14

新聞記事からイベントの発生時期を特定

- 新聞記事におけるイベントと発生時期の文構造に着目
- 典型的な文構造: T-R-E, E-R-Tを抽出し, 時期を特定
- T: Time (“今日”, “3月11日”)
- R: Relation (“の”, “が起きた”)
- E: Event (“火災”, “東日本大震災”)

Target: 東日本大震災

イベントと時間の関係を抽出

記事: 平成23年3月11日に、東日本大震災で私は...
B氏は2011年3月の東日本大震災発生後...

発生時期: 2011年3月11日

※国際会議 IEEE BigData 2022 で発表

15

知識グラフから四択問題の自動生成

- 知識グラフから二部グラフに着目して抽出することで, 選択肢と解答根拠を自動生成
- 正答語を入力すると, 問題の選択肢と解答根拠が得られる

根拠: Ancient Greek philosopher, affects, 5th Century BC, Greek

Father: Plato, Socrates, Pythagoras, Epicurus

選択肢: Plato, Socrates, Pythagoras, Epicurus

問題作成者

<問題文>
A, B, C, Dは共に古代ギリシャの数学者である
A, BはBC5世紀の人物である
A, C, Dは死の哲学者でもある
Aの父がAriston of Athensである時,
Aに入るものを以下の1-4のうち一つ選べ

1. Plato 2. Socrates 3. Pythagoras 4. Epicurus

16

NNによるソースコード要約(修士)

- Tree-LSTMを理論的整備してソースコード要約へ応用

Source Code with Comment

Parse

Abstract Syntax Tree

Multi-way Tree-LSTM Encoder

Attention-based LSTM Decoder

Cross-Entropy

Source code	<pre>public boolean more() throws JSONException { next(); if (end()) { return false; } back(); return true; }</pre>
Gold	Determine if the source string still contains characters that next() can consume
Generated	Determine if the source string still contains characters that next() can consume
Source code	<pre>@JsonIgnore public boolean isDeleted() { return state.equals(Experiment.State.DELETED); }</pre>
Gold	Signals if this experiment is deleted
Generated	Returns true if this session has been deleted

※日立-京大ラボとの共同研究 ※国際会議 IJCNN@BudaPestで発表

17

Tree-LSTMを利用した情報統合

- 自然言語データに対する深層学習モデルであるLSTMをベースに木構造向けモデルを設計
- 同一目的だがサイトによって表現形式が異なる情報の統合に応用

大学のシラバスなど
京都大学のシラバスサイト

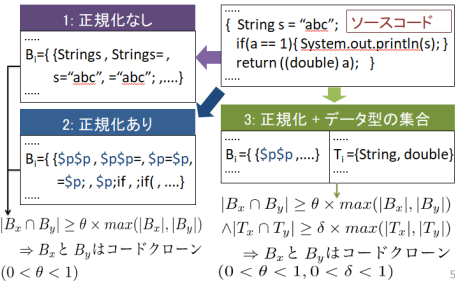
科目名	単位数	担当教員	曜時限
数学入門	2	山田	火1
英語	4	鈴木	水3
統計 I	2	佐藤	木4
方言学	2	田中	月2
グラフ理論	2	平山	水6
データ分析	1	井上	金1

東京大学のシラバスサイト
※第115回人工知能基本問題研究会で発表

18

ソースコード・クローンの検出

コードをトークンのN-gramで多重集合化 + CCFinderの正規化



※日立-京大ラボとの共同研究
 ※第199回ソフトウェア工学研究会@帯広で発表
 ※情報処理学会CS領域奨励賞受賞

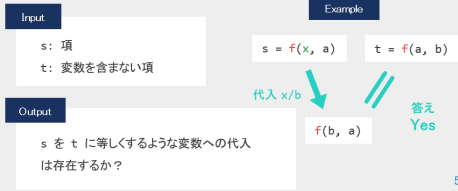
19

定理自動証明の新しい側面

- 第2次AIブームの基盤であった**定理自動証明**を現代の視点から再考察する

可換マッチング問題

$f(t_1, t_2) = f(t_2, t_1)$ とみなす(可換)

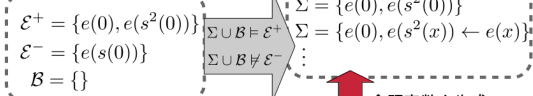


Akutsu+の予想: sとtを等しくするような代入の個数は高々 2^{k-1} 個に対して、1つの場合を除いて成立することを証明した
 ※第112回(予稿)第113回(口頭)人工知能基本問題研究会で発表

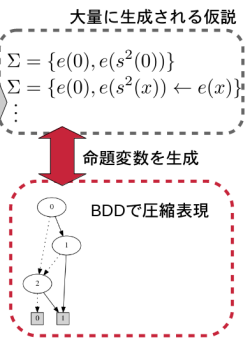
20

BDDを用いたILPの解の列挙

ILP問題



- 帰納論理プログラミング(ILP)
一階述語論理の技法で分類問題を解決
- 二分決定グラフ(BDD)
ブール関数をコンパクトに表現

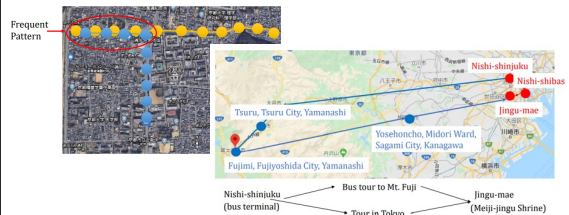


※国際会議 ILP 2018@イタリア で発表

21

旅行者移動データからの頻出経路発見

- 外国からの旅行者の移動記録データに対して、**位置情報を住所表記に変換した上で**、頻出記号発見手法を適用し、旅行者のクラスと経路のクラスの対応関係を閉集合として抽出することに成功

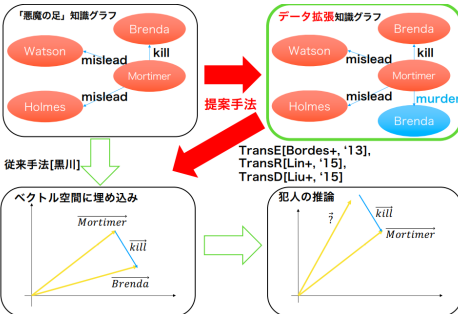


※国立情報学研究所, (株)ノースグリッドとの共同研究
 ※国際会議 DS 2020@ギリシヤで発表

22

知識グラフ上の推論の精緻化

- 知識グラフ(knowledge graph): 劇的に発展した自然言語処理技術を用いて(大量の)自然言語データから構築された**知識ベース**



23

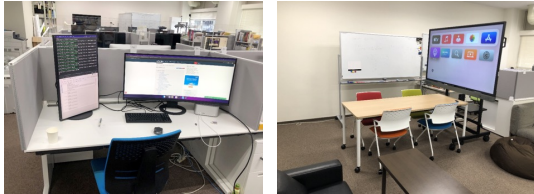
歓迎

- システム構築, 基礎理論いずれに興味があっても歓迎
 - 議論を通じて自ら追究する
 - 簡単な事柄でも, 動的計画法などの数学的手法に抵抗がない
 - 理論だけでなく実装による成果の確認を行える
 - 実装の数学的に意味を自分の言葉で説明する

24

研究室の環境

- 学生全員がMacbook/Mac Pro使用できます！
 - Windows/Linuxも使えます！
 - 欲しい本やデバイスなども！
- (他の研究室と比べていませんが)机広いです！



25

質問や相談があればメールで

教授: 山本章博 akihiro@i.kyoto-u.ac.jp

※ メールで質問の際は件名を「大学院志望」とし、氏名を忘れずに！

26



教授 鹿島 久嗣

助教 竹内 孝 特定助教 包含

データ解析技術を武器に世の中にインパクトを

機械学習を柱として 3つの研究課題：

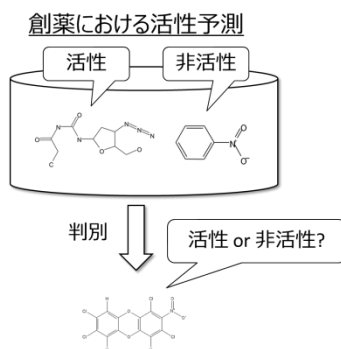
- ① データ解析手法の開発
 - ② 人工知能技術の先進応用
 - ③ 人とAIの協調問題解決
- に取り組む

① データ解析手法の開発

現実世界で直面する様々な課題では従来の解析方法が適用困難なデータが多々ある

新たなデータ解析の課題を発見し数理モデル化を行うとともに高性能なアルゴリズムの開発を行う

例：グラフ構造データ解析

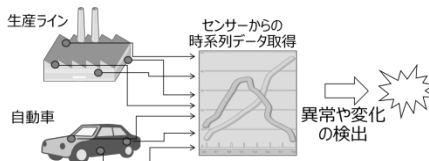


② 人工知能技術の先進応用

企業や国・自治体など、様々な協力者と共に、データ解析技術の先進的応用を見つけ取り組み、データ解析技術を実社会に結び付ける

応用分野の例：

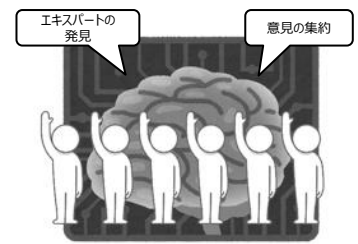
- ・ ヘルスケア
- ・ 教育
- ・ 車両データ解析
- ・ 材料科学
- ・ 創薬・化学
- ・ 人材マネジメント
- ・ Webマーケティング
- ・ ...



③ 人とAIの協調問題解決

知能システムの躍進の一方で、“データの外側”を取り込む人間の役割の重要性が浮き彫りに

コンピュータだけでは解決が困難な課題を、クラウドソーシングなどの新しいインフラを利用した「人の知能と機械の知能のベストミックス」で解決する「ヒューマン・コンピューテーション」で、新たな知能研究を追求する



高まるデータ解析技術の需要

データは「いかに貯めるか」から「いかに使うか」の時代へと移り変わっており、多くの企業や国・自治体等が機械学習などのデータ解析技術を競争力の源泉として位置づけようとしている。しかしデータ解析はいまだ個人の知識・技能に依存する属人性の高い技術であり更なる発展が期待される。

実用化がすすむ機械学習

機械学習は元々「人間の持つ“学習能力”を機械（計算機）にも持たせる」ことを目指す人工知能の一分野。統計的アプローチを中心にマーケティング、金融、ヘルスケア、Web、セキュリティなど様々な分野で導入が進む。近年では深層学習などのブレイクスルーによってその勢いがさらに加速している。

京都大学 大学院情報学研究科 知能情報学コース

言語メディア分野

黒橋禎夫 Chu Chenhui 村脇有吾
Huang Yin-Jou Cheng Fei 清丸寛一

本研究室では自然言語処理(Natural Language Processing; NLP)の研究を行っています。そこには、言語とコミュニケーションの仕組みを計算機が扱える正確さで解明するという理論的研究と、それによって情報集約、機械翻訳、対話システム等をより高度化して人間の活動を支援するという工学的研究の2つの側面があります。

■言語理解の基礎的研究

計算機による言語理解を実現するには、計算機に常識・世界知識を与えることが不可欠です。ディープラーニング技術の進展により生み出された汎用言語モデルは、単純な仕組みであるにも関わらず、驚くほど柔軟な知識処理が可能であることがわかってきました。本研究室でも、大規模WebテキストをGPUクラスタ計算機で処理することで汎用言語モデルの訓練を行うとともに、それらのモデルを使って、計算機による文章理解の研究を進めています。また、言語が時間とともに変化することは言語の本質に関わる性質だと考え、言語の歴史的変化を統計的に解析する研究も行っています。

Q: Find the amount of Calcium hydroxide that is required to react with 2 moles of Carbon dioxide to form 2 moles of Calcium carbonate along with 2 moles of Water

A: First, use the chemical reaction predictor to determine the chemical equation for the reaction.

Reactants: ?Ca(OH)₂, 2CO₂

Products: 2CaCO₃, 2H₂O

<< Chemical reaction predictor >>

2Ca(OH)₂ + 2CO₂ → 2CaCO₃ + 2H₂O

Second, use the molar mass list to determine the molar mass of Calcium hydroxide. ...

外部モジュール
化学反応予測器の呼び出し

汎用言語モデルと外部モジュールの組合せによる質問応答
(質問Qに対する回答Aを推論過程とともにモデルが生成)

■言語処理の実社会応用に関する研究

言語処理の高度化に伴い、あらゆる分野で言語処理の利用が始まっています。実データを持つ様々な機関と協力しながら言語処理の実社会応用に関する研究を展開しています。

言語処理による知識の構造化 テキストには様々な知識が眠っていますし、対話を通じて能動的に人から知識を引き出すこともできます。テキストを解析し、「誰が何をどのように行うのか」という形で知識を構造化することで、診療記録から創薬につながる手がかりを探したり、インタビューを通じて熟練の技能者から暗黙知を引き出すことを支援するといった様々な社会的応用を進めています。

機械翻訳の実応用に向けた研究 機械翻訳はディープラーニングの導入によって大きく精度が向上し、さまざまな場面で活用され始めています。本研究室では、短く文脈依存性が高いドラマのセリフを適切に翻訳するために映像を手がかりとして利用したり、文化的な違いから適切に訳すのが難しい表現を検出して翻訳しやすいように書き改めるといった研究を進めています。

対話システム 機械翻訳の実利用が視野に入った現在、自然言語処理の次のキラアプリケーションとして注目されるのが対話システムです。社会実験も推進しており、地域コミュニティの活性化や行政サービスの円滑化を目標として、尼崎市・丹波市、LINE株式会社と協力し、行政サービスに関する市民の問い合わせに自動的に応答できる対話システムを構築しました。



概要

人間の知の創造・伝達の多くは、音声によるコミュニケーションによって行われています。本分野では、人間どうしがやりとりを行う音声メディアを分析し、自動認識・理解した上で、インタラクションを行えるシステムの実現をめざします。具体的には、会議や講演のような自然な話し言葉音声をテキスト化するシステム、複数の話者や音源などからなる音環境や音楽を解析するシステム、非言語情報も統合しながら自然な対話が行える人間型ロボットなどの研究に取り組みます。

研究テーマ

1. 話し言葉の音声認識

講演・講義や会議のような実世界の話し言葉音声を自動認識し、情報・構造を抽出し、さらに講演録・会議録や字幕・要約などを生成する方法について研究しています。



音声認識による講演への字幕付与

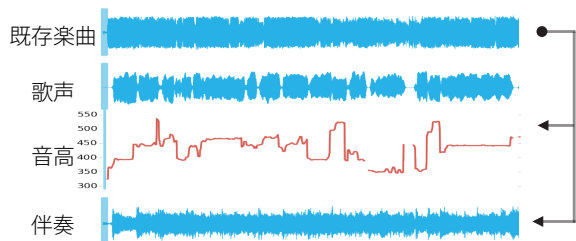
2. 音環境理解

複数の話者が存在したり、音声以外に様々な音が存在している環境の認識・理解を、マルチモーダルなセンシングと統計的な音響信号処理に基づいて行っています。



3. 音楽情報処理

音楽音響信号に対して音源分離や自動採譜を行う方法を研究しています。これに基づいて、歌声と伴奏音を分離して加工・編集を行うシステムを開発しています。



モノラル音楽信号に対する歌声と伴奏の分離

4. ロボットとの音声対話・インタラクション

人間のように振る舞い、インタラクションを行えるロボット(アンドロイド)の実現をめざして、言語情報と非言語情報を統合した音声対話のモデル・システムを研究しています。



望まれる素養

このような研究を行うに際しては、パターン認識、機械学習、統計的モデリング、デジタル信号処理、情報理論、人工知能、ヒューマンインタフェースに関する知識と音声情報処理に対する基礎的素養が望まれます。研究室Webサイト上の「研究プロジェクト」のページにPDFファイルをおいてある文献も参考にしてください。

問合せ先
総合研究7号館4階
河原達也(kawahara@i.kyoto-u.ac.jp)

研究室Webサイト
<http://sap.ist.i.kyoto-u.ac.jp/>

コンピュータビジョン分野

教授 西野恒 准教授 延原章平 助教 Kastner, Marc A.
<http://vision.ist.i.kyoto-u.ac.jp>

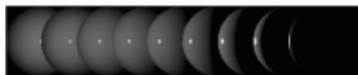
本研究室では、コンピュータビジョン、すなわちコンピュータに視覚知能を与えるための理論的基盤とそ
の実装、ならびに、そこから得られる知見の人間の視覚知能の解明への応用に関する研究をおこなって
います。主に機械学習や光学を道具とし、単純に画像や映像を効率的に消費するための手段にとどまらない、
ただ見るだけではなく、知覚として「見る」ためのコンピュータビジョンの実現を目指しています。

人を視る

人はその見た目や行動に、性別や身長などの外見的属性にとどまらない、
その人の内面や考えを映す豊かな情報を含んでいます。例えば、我々は
人の気分や意図を瞬時にその人の動きや表情から読み取ることができます。
本研究室では、人を見ることによりその人の見ているものを判断し
たり、人混みでの動きを予測する研究をおこなってきました。人が何を
見て、何を意図し、どのように体を使って動き、集団としてどのように
影響を及ぼし合うか、視覚から理解するための研究を進めています。



物を視る

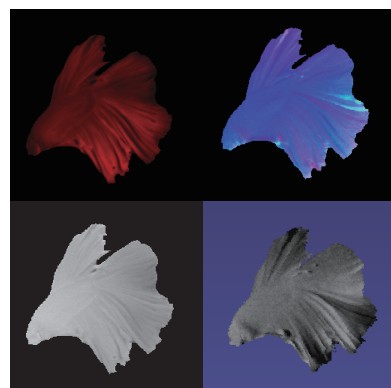


身の周りの状況や物を見ることにより、我々は多くの情
報を得ています。単純に、目の前に道路があり車が停まっ
ている、といった物体認識にとどまらず、道路が雨上が
りでぬかるんでいる、車のボディは硬いけどバンパーは
より柔らかいなど、歩いたり触ったり、それらの物と実
際にインタラクトするために不可欠な情報を視覚からも
判断しています。本研究室では、物体の見えからの光源

状況、反射特性、物体形状、ならびに素材の推定に関する研究を中心に、物体の見えや風景からのより豊
かな物理的及びセマンティックな情報抽出のための研究をおこなっています。

より良く見る

人間は二つの目を用いて、可視光範囲内でこの世界を見ていますが、コ
ンピュータはこのような撮像系に限られる必要はありません。本研究室
では、より豊かな視覚情報を得るための、情報処理が一体化された新た
な撮像システム（コンピュータショナルフォトグラフィ）の開発をおこ
なっています。最近の研究では、近赤外光と光の散乱に着目し、泳いで
いる魚などの水中の物体の実時間3次元撮像や、半透明物体の内部にお
ける光の逐次伝搬の撮像などを実現しました。



ヒューマンセンシング分野

(学術情報メディアセンター・マルチメディア情報研究分野)

教授 中村 裕一, 准教授 近藤 一晃, 助教 下西 慶

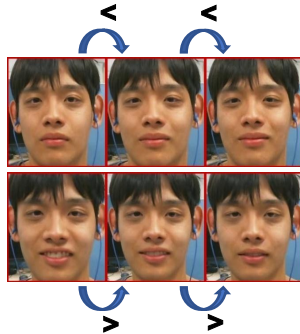
lab@ccm.media.kyoto-u.ac.jp

映像や身体感覚を介した人間中心の情報・機械システムの実現をテーマとしています。AIがどんなに進化しても、人間が自己効力感や自己肯定感を持つ環境を創ることが重要な課題となっています。人間の動作や行動を支援してくれるメディア、人間を見守ったり人間どうしをつないでくれるメディア、記憶や体験の共有を補助してくれるメディアなどの設計や実装をしながら、情報・機械システムと人間とのインタクションやそのために必要となる知能に関する研究を進めます。

表情や動作のセンシングによる内部状態の推定：
人間のしぐさや表情などの外部表出を観測し、意図や感情などの内部状態を読み取ったり、QOL (Quality Of Life) の推定などを行う。



しぐさの計測による
注意状態の推定



表情比較による内部状態
の変化の認識



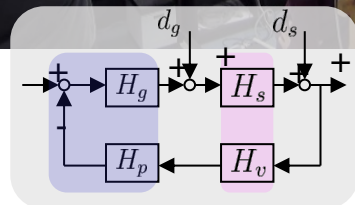
生体センシングに基づいた動作・行動のアシスト：
筋活動や動作や姿勢を観測することによって意図推定や動作予測をし、パワーアシストや関節拘束による動作の補助を行う方法を探る。そのための、アシスト機器の設計や実装を行っていく。



動作意図に応じた支援を与える
動作支援デバイス

立ち上がり・歩行支援のための外骨格パワーアシスト

人間のコミュニケーションのモデル化と支援：会話、プレゼンテーション、共同作業など、様々な場面における人間どうしのコミュニケーションを分析し、それを支援する情報システムやロボットの働きを設計する。



人間の動作特性に基づいた指差シインタフェース

記憶や体験の共有と活用：映像や位置情報、生理的情報、その他のセンシングデータによって個人の行動や集団としての活動を記録し、記憶や体験を共有したり、それを教育や訓練のために活用する。



フィールドワークや体験学習の映像記録による体験の蓄積・統合・分析と共有

テキストメディア分野 [知-12]

(学術情報メディアセンター 大規模テキストアーカイブ研究分野)

教授 森 信介 forest@i.kyoto-u.ac.jp

助教 亀甲 博貴 kameko@i.kyoto-u.ac.jp

<http://www.lsta.media.kyoto-u.ac.jp/>



古来、人類の知は文書に記録されてきました。本分野では、これを理解し新たな知を記述できるコンピューターの創造を目指しています。そのための基盤として、自然言語の理解とそのために必要となる基礎的な自然言語処理の研究を行っています。加えて、データ分析や未来予測などのコンピューターの思考、あるいは映像や音声などの他のメディアを言葉で説明する自然言語生成について研究を行っています。

言語理解・生成

Procedural text

1. 両手で油を熱する。セロリと青ねぎとニンニクを加え、1分ほど炒める。
2. フイヨンと水とマカロニと胡椒を加えて、ハスタが柔らかくなるまで煮る。
3. 茹んだビーゼをまぶす。

Flow graph [Mori+, LREC14]

Cooking robot [Bollini+, ISEI13]
www.denso.co.jp

Smart kitchen [Hashimoto+, IPMU08]
Cut garlic
Then add it

Intelligent search [Yamakata+, SocInfo13]

コンピュータの思考の解説

1. 盤面の画像認識
2. 深層学習によるシンボルクラウンディング
3. 言語表現の自動生成

・ 東京大学他と協力

自然言語理解は人工知能の究極の目標の1つです。レシピを代表とする手順書をターゲットとして自然言語理解に取り組んでいます。また、(調理)映像などからの手順書(レシピ)の自動生成にも取り組んでいます。

ゲームを題材にコンピューターに自身の思考を言葉で説明させる方法の研究をしています。機械学習がよりブラックボックス化する中で、ホットな研究テーマです。証券市場の予測とその解説にも対象を広げています。

ビッグデータからの言語知識の獲得

- ・ 仮名漢字変換ログ
- ・ テレビ放送

世界初の統計的仮名漢字変換

音声から読みを学習!!

ウェブテキスト、テレビ放送、言語処理ツールの利用ログなどから言語知識を獲得し、言語処理に活用することに取り組んでいます。ツイッターなどの言語解析では最高水準のツールを持っています。

言語処理ツールの開発・公開

1. 形態素解析 (日本語・中国語)
 - KyTea
<http://www.phontron.com/kytea/>
2. 係り受け解析
 - EDA
<http://plata.ar.media.kyoto-u.ac.jp/tool/EDA/>
3. 固有表現認識
 - PWNER

4. どんどん研究・開発して公開しましょう!!

形態素解析(単語分割・品詞推定)や係り受け解析などの基礎的な言語処理について研究し、論文発表に留まらずツールの公開も行っています。他の研究テーマで共通に用いられる重要な研究課題です。

生命システム情報学講座: バイオ情報ネットワーク分野

教授: 阿久津達也 准教授: 田村武幸 助教: 森智弥

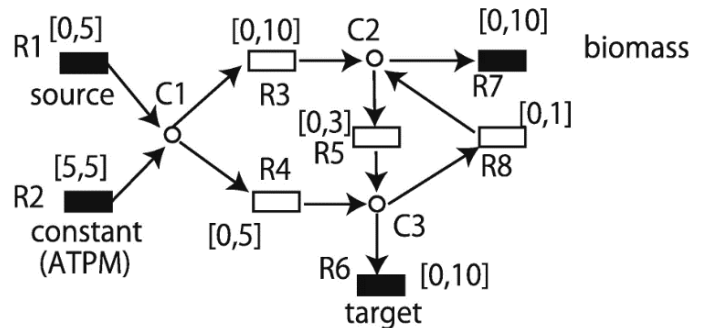
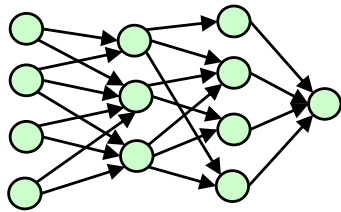
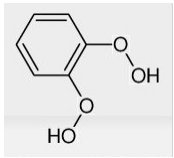
(京都大学 化学研究所 バイオインフォマティクスセンター 数理生物情報研究領域)

生命の構築原理、動作原理の解明

CD-ROM1枚程度に個性の違いまで含めて
人間を再構成できる情報がどのように格納されているのか、
その数理的・情報科学的原理を解明

■ 対象は生物学・化学、アプローチは情報科学・数理科学

- 情報科学としての理論と生物学・化学への応用の両面を研究
- 数理的・情報科学的アプローチによるバイオインフォマティクス(生命情報学)
- 国内の主要バイオインフォマティクス研究拠点であるバイオインフォマティクスセンター、きれいな研究棟、ゆったりした環境(宇治キャンパス)での研究

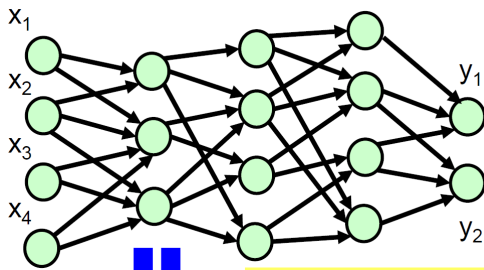


ニューラルネットワークによる化合物データの解析・設計

有用物質生産のためのゲノムスケールの代謝ネットワーク設計

■ 具体的研究テーマ例

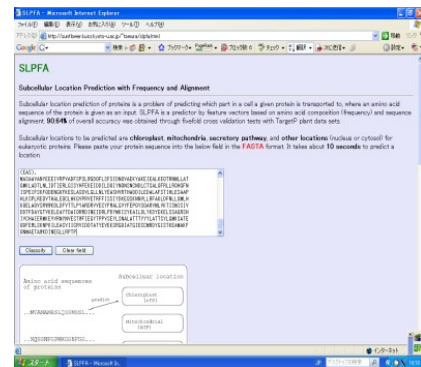
- 生物情報ネットワーク(遺伝子ネットワーク、タンパク質相互作用ネットワーク、代謝ネットワーク)を対象とした複雑ネットワーク解析・制御理論構築
- ニューラルネットワークの離散モデルの理論解析
- ニューラルネットワークを用いた生物・化学情報解析
- ゲノムスケールの代謝ネットワーク設計
- 文字列データおよび半構造データ(木構造など)に対する離散アルゴリズム、機械学習



$$x_2 \vee (\bar{x}_3 \wedge (x_1 \vee \bar{x}_4))$$

$$\Pr(y_1|x_1=1, x_2=0)=0.2$$

ニューラルネットワークからの知識抽出



タンパク質細胞内局在化予測サーバ

参考書: 阿久津達也: バイオインフォマティクスの数理とアルゴリズム、共立出版、2007.

研究室ホームページ: https://www.bic.kyoto-u.ac.jp/takutsu/index_J.html

IST-13: Biological Information Networks Group

Professor Tatsuya Akutsu

Associate Professor Takeyuki Tamura

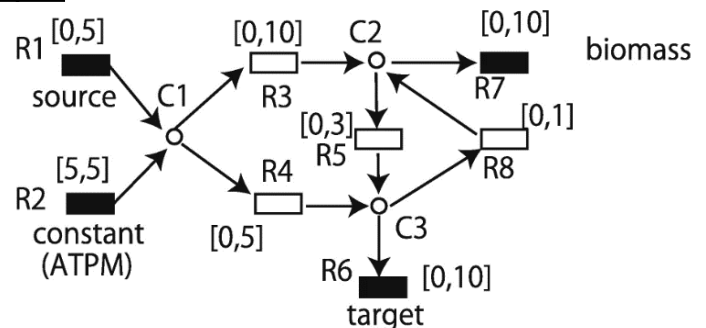
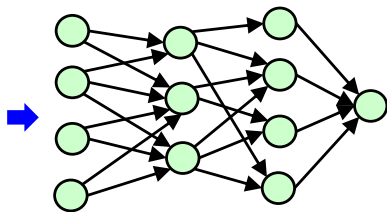
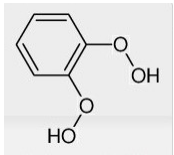
Assistant Professor Tomoya Mori

(Laboratory of Mathematical Bioinformatics,
Bioinformatics Center, Institute for Chemical Research, Kyoto University)

Study on Bioinformatics

Our ultimate goal is to elucidate the mathematical and information science principles of how information that can reconstruct humans is stored in DNA sequences.

- **Subject=Biology/Chemistry, Method=Mathematical/Information Science**
 - We study theory and applications of bioinformatics
 - Our laboratory is a part of Bioinformatics Center, Kyoto University, which is a major research center on bioinformatics in Japan

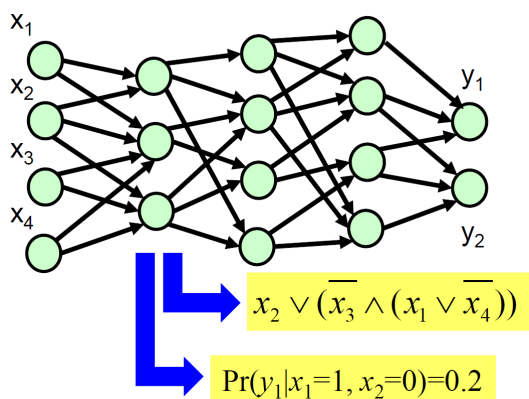


Analysis/design of chemical structures by using neural networks

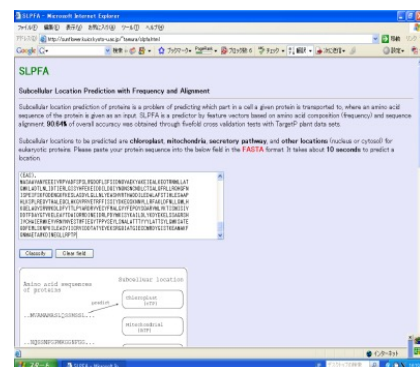
Design of genome-scale metabolic networks as cell factories

Examples of Research topics

- Analysis of gene regulatory networks and protein-protein interaction networks
- Analysis of genomic scale metabolic networks
- Applications/developments of machine learning methods for bioinformatics
- Discrete models of neural networks
- Discrete algorithms for analyzing biological and chemical data



Extraction of knowledge from trained neural networks



Developed web server for prediction of subcellular localization of proteins