

情報科学研究科 (計算機構論分野)

青木・伊藤 研究室

電気情報系2号館5階502号室
いつでも見学どうぞ

電話 022-795-7169

メール ito@aoki.ecei.tohoku.ac.jp (伊藤准教授)

研究テーマの例

※研究テーマは、以下に限らず、比較的自由に設定しています。

1. 人工知能と高性能コンピューティング

近年、人工知能の応用分野では、高度な最適化や機械学習が多用されます。その高速化のために、GPUや専用アクセラレータを活用する新たなアルゴリズムの研究開発が不可欠となっています。

2. 多視点画像の幾何学と3次元コンピュータビジョン

複数の異なる視点の映像から被写体の3次元形状を復元する問題は、たいへん奥深く面白い問題です。ドローン映像、スポーツ映像、Webデータなどを活用した新たな研究領域が開拓されつつあります。

3. 機械学習に基づく画像ビッグデータ解析と画像合成

深層学習などを用いて、膨大なメディアデータから内容を表すメタデータを抽出することができます。数十万人規模の人物画像からその特徴をリストアップして、特定人物を検索する応用などがあります。

4. バイオメトリクス認証と生体情報保護（攻撃と防御）

インドでは12億人を超える生体認証基盤が構築されつつあり、世界のバイオメトリクス研究は新たな次元に突入しています。セキュリティの最終関門である生体情報への「攻撃と防御」を探求します。

5. 衛星・航空プラットフォームによる時空間センシング

航空機や衛星、UAVに搭載したレーダによって地表データを精密に把握する新原理をNICTとともに開拓しています。可視光で外界をとらえる人間の視覚との対比が面白く、今後の発展が期待されます。

6. 合成生物学のための新たなデータサイエンスの開拓

膨大な核酸配列の中から、対象物にだけ結合する配列（アプタマー）を探し出す効率よい進化的探索手法をデータ科学を駆使して確立し、バイオ医薬品や分子センシング素子の設計に展開します。

人工知能と高性能コンピューティング

多視点画像の幾何学と3次元コンピュータビジョン

機械学習に基づく画像ビッグデータ解析

バイオメトリクス認証と生体情報保護（攻撃と防御）

衛星・航空プラットフォームによる時空間センシング

合成生物学のための新たなデータサイエンスの開拓

- 大量な塩基配列の解析
- 人工核酸の選定

今年の4年生（前期）の研修テーマの例

- ・ サブピクセル画像対応付けに基づく高精度ステレオビジョンシステム
- ・ 畳み込みニューラルネットワーク（CNN）を用いた画像ビッグデータ分析
- ・ 敵対的生成ネットワーク（GAN）を用いたデータの学習と生成
- ・ 画像・文章特徴量に基づく人工対話システム

場所：電気情報系2号館5階502号室 伊藤准教授

電子メール：ito@aoki.ecei.tohoku.ac.jp、電話：022-795-7169

情報科学研究科 計算機構論分野
青木・伊藤 研究室

電気情報系2号館5階502号室(いつでも見学どうぞ)
電話 022-795-7169, メール ito@aoki.ecei.tohoku.ac.jp (伊藤准教授)



- ▶ 画像認識、コンピュータビジョン
- ▶ 多次元ビッグデータ解析
- ▶ ロボット、ドローン、航空機へ展開
- ▶ 3Dヒューマンインタフェースへ展開
- ▶ メディカルサイエンス領域へ展開
- ▶ 合成生物学のためのデータ科学の開拓
- ▶ H2H、H2M、M2Mネットワークが拓く情報処理パラダイムの探求 (H=「人」、M=「マシン」)
- ▶ ビッグデータ解析のための高性能計算アクセラレータ
- ▶ IoT情報基盤のセキュリティを守る生体認証および人工物認証

人工知能 と 高性能コンピューティング

CycleGAN^[1]

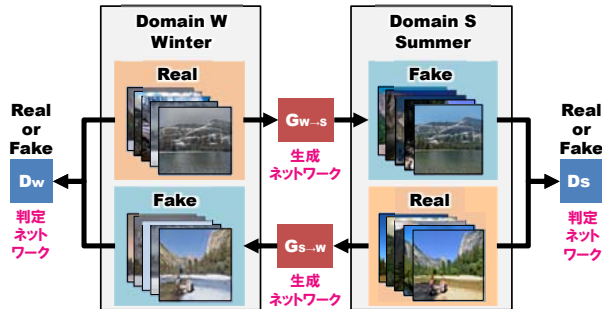
画像ドメイン間の変換を行うディープラーニング



[1] J.-Y. Zhu, T. Park, P. Isola and A.A. Efros, "Unpaired image-to-image translation using cycle-consistent adversarial networks," Proc. Int'l Conf. Computer Vision, pp. 2223-2232, Oct. 2017.

CycleGANのフレームワーク

あたかも対戦ゲームのように互いに競わせながら、
4つのネットワークの学習を同時に行う



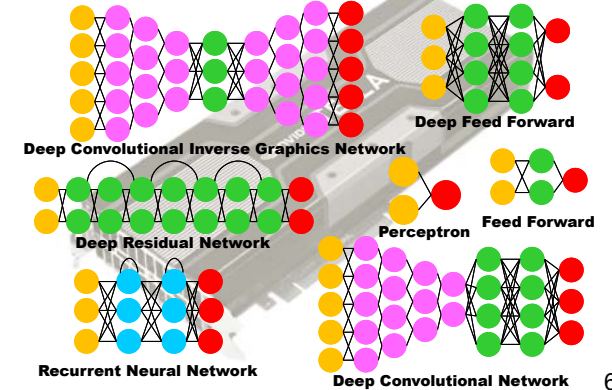
[1] J.-Y. Zhu, T. Park, P. Isola and A.A. Efros, "Unpaired image-to-image translation using cycle-consistent adversarial networks," Proc. Int'l Conf. Computer Vision, pp. 2223-2232, Oct. 2017.

生成ネットワークによる変換例



人工知能と高性能コンピューティング

膨大な計算量にいかに対処するか?



多視点画像の幾何学 と 3次元コンピュータビジョン

多視点画像の幾何学と 3次元コンピュータビジョン



カメラで撮影した大量の画像から3次元形状を復元する

画像だけから3次元世界を復元できるのか!?

近い将来、インターネットの画像で世界中の3Dモデルを作れるはず



文化財などなんでも3次元モデル化

カメラによる撮影(202回)から3次元再構成
凸版印刷株式会社との共同研究



10

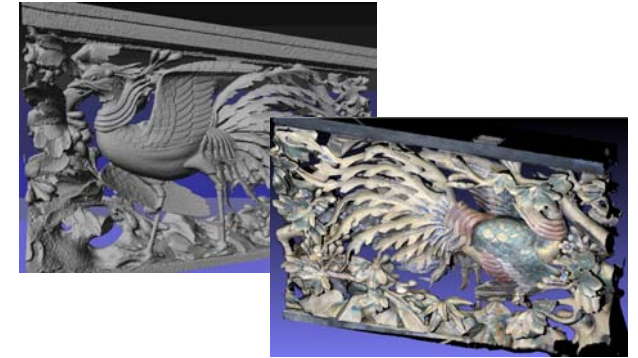
3次元復元・統合結果



11

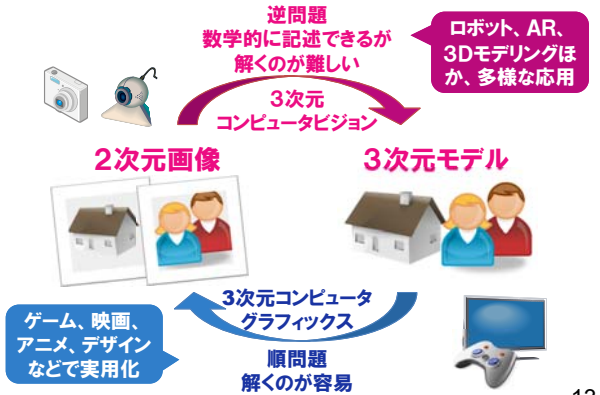
多視点画像からの3次元復元

凸版印刷株式会社との共同研究



80枚の画像から生成された瑞巖寺の欄間木彫の形状モデル 12

逆問題としてのコンピュータビジョン



13

機械学習に基づく 画像ビッグデータ解析 と画像合成

14

顔の特徴(属性)の推定の問題



どんな顔属性が含まれているでしょうか？

性別、若さ、髪型、装飾品、... etc.

15

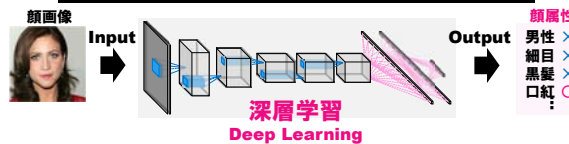
Large-scale CelebFaces Attributes (CelebA) Datasetに含まれる顔属性一覧

1	5 o'clock shadow	無精ひげ	21	Male	男性
2	Arched Eyebrows	三日月眉	22	Mouth Slightly Open	僅かに開いた口
3	Attractive	魅力的	23	Mustache	口ひげ
4	Bags Under Eyes	目の下のたるみ	24	Narrow Eyes	細目
5	Bald	禿げた	25	No Beard	あごひげがない
6	Bangs	前髪	26	Oval Face	卵形の顔
7	Big Lips	大きな唇	27	Pale Skin	白い肌
8	Big Nose	大きな鼻	28	Pointy Nose	高い鼻
9	Black Hair	黒髪	29	Receding Hairline	後退した生え際
10	Blond Hair	金髪	30	Rosy Cheeks	富満色のほお
11	Blurry	ぼやけた	31	Sideburns	もみあげ
12	Brown Hair	茶髪	32	Smiling	笑顔
13	Bushy Eyebrows	げじげじ眉	33	Straight Hair	ストレートヘア
14	Chubby	太った	34	Wavy Hair	ウェーブヘア
15	Double Chin	二重あご	35	Wearing Earrings	イヤリングをつけた
16	Eyeglasses	眼鏡	36	Wearing Hat	帽子を被った
17	Goatee	やぎひげ	37	Wearing Lipstick	口紅を塗った
18	Gray Hair	白髪	38	Wearing Necklace	ネックレスをつけた
19	Heavy Makeup	厚化粧	39	Wearing Necktie	ネクタイをつけた
20	High Cheekbones	高いほお骨	40	Young	若い

16

顔属性推定の問題

顔の40種類の特徴を言い当てるAI



膨大な学習データを準備

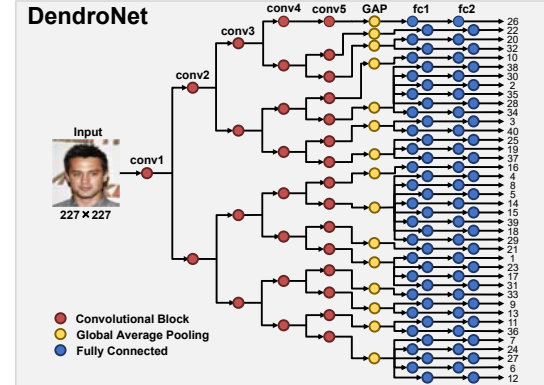


202,599枚(10,177人)の顔画像に対して
人手で40種類の特徴を付加して学習データとした

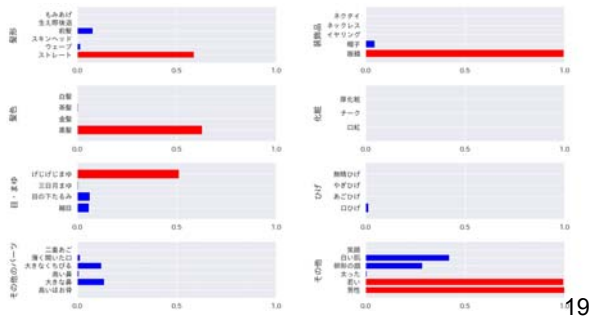
17

効率の高いCNNの自動生成法を提案

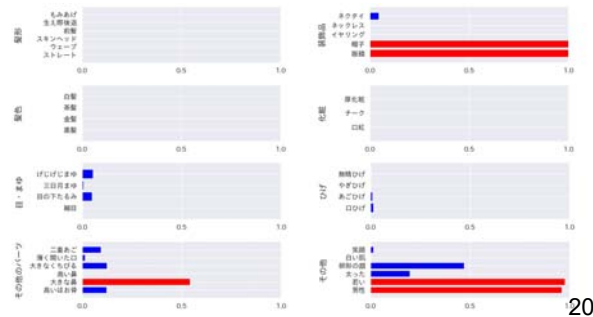
CNN(畳み込みニューラルネットワーク) = ディープラーニングの機構



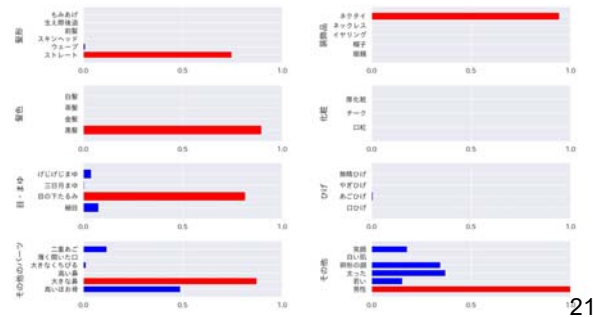
18



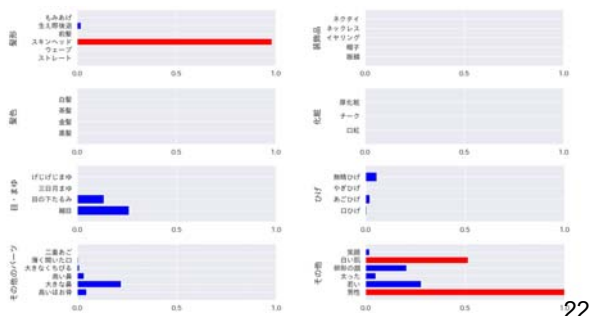
19



20

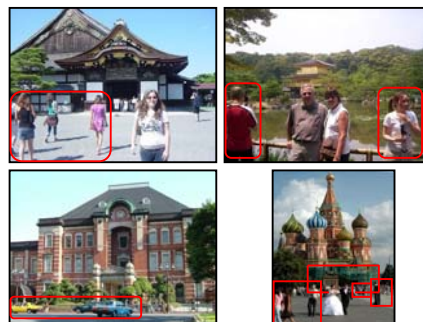


21



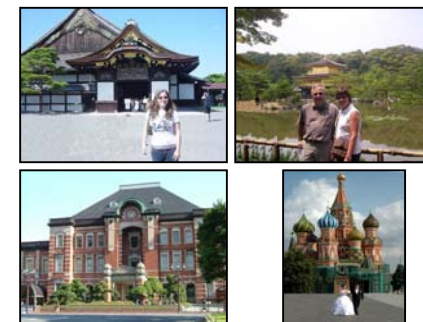
22

Web検索データを用いた画像合成 画像ビッグデータの時代へ パナソニック株式会社との共同研究



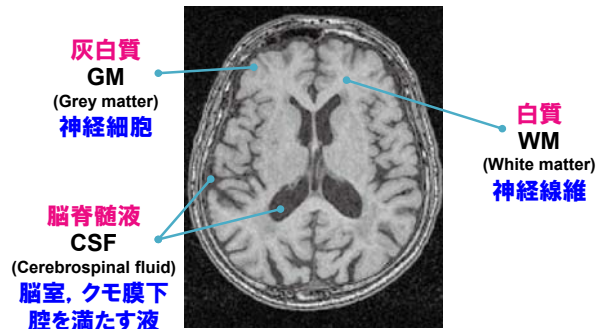
23

Web検索データを用いた画像合成 画像ビッグデータの時代へ パナソニック株式会社との共同研究



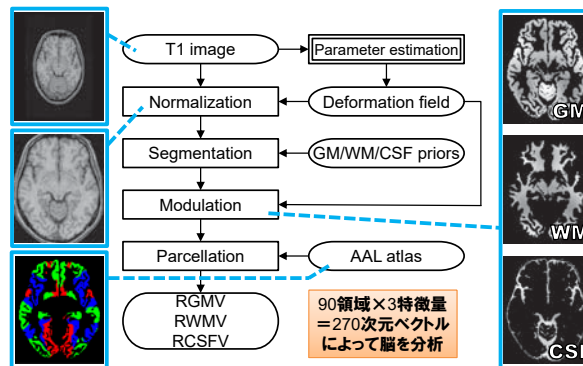
24

画像による脳の自動診断 (東北大学加齢医学研究所との共同研究)



25

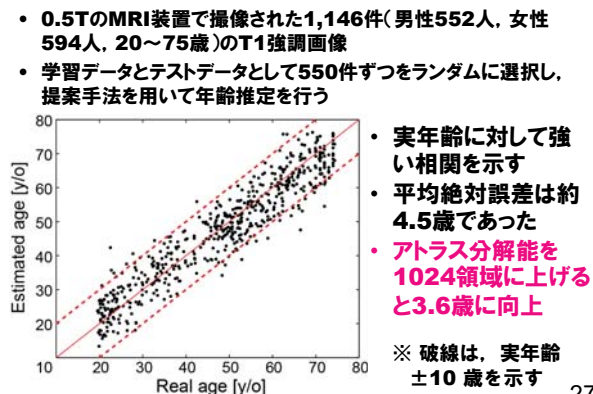
脳画像認識の流れ



SPM2: <http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/software/spm2/>
 VBM2: <http://dbm.neuro.uni-jena.de/vbm/vbm2-for-spm2/>

26

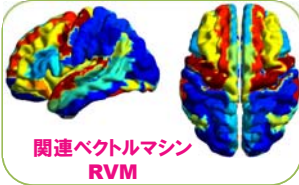
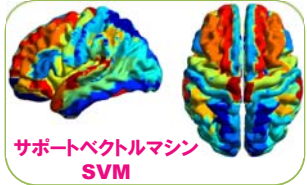
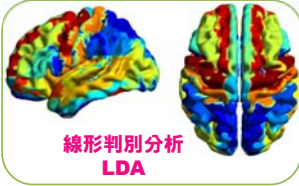
実年齢と推定年齢の分布



27

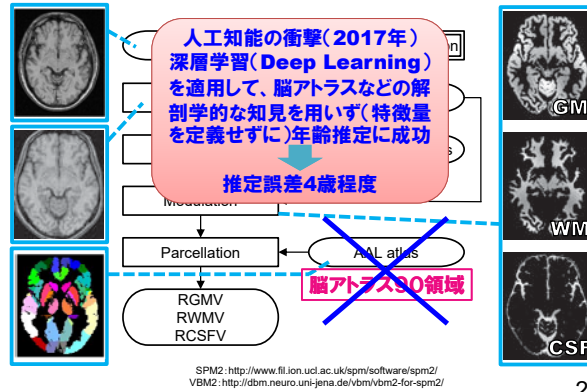
機械学習による脳画像ビッグデータ解析

- 脳画像からの年齢推定問題
 - 加齢医学研究所との共同研究
- 機械学習による年齢推定への貢献度の順位で色づけ
 - BrainNet Viewer を使用



28

脳画像認識の流れ



29

人工知能(AI)の分類・比較

	説明	注目すべき要素のこと	特徴量の抽出	特徴量間の関係の発見
第二次ブーム 人工知能(知識表現) 1980年代 ~1995年頃	コンピューターが推論するために必要な情報を、コンピューターが認識できる形で「知識」として記述。膨大な情報を人間がコンピューター向けに記述することは困難。活用は限定的。		人間が行う	人間が行う
機械学習(狭義) 2000年頃~	人間がコンピューターに注目すべき要素を教え、大量のデータを与えると、ルールや知識を自ら学習する技術。ビッグデータ解析が代表的な用途。		人間が行う	コンピューターが行う
ディープラーニング 2010年代後半~	広義の機械学習。情報抽出を多層層を通して行うことで、高い抽象化を実現。注目すべき要素もコンピューターが発見。音声認識、画像認識、自然言語処理から実用化が進みつつある。		コンピューターが行う	コンピューターが行う

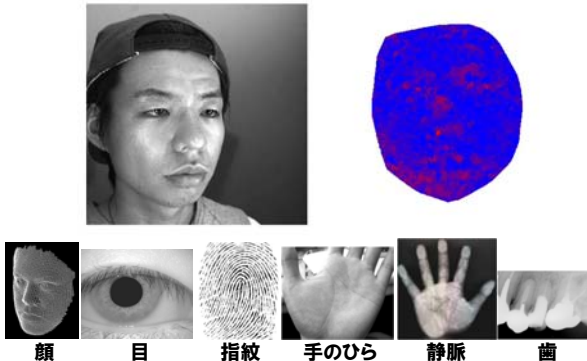
(出典)平成28年版総務省情報通信白書

30

バイオメトリクス認証と生体情報保護(攻撃と防御)

31

バイオメトリクス認証と生体情報保護 大学院生が多様な種類で世界最高水準の識別性能を達成



32

位相情報を用いたバイオメトリクス認証

Finger knuckle recognition for door handle
Finger knuckle
ACPR2011, BTAS2013, IEICE JA2013, Information Sciences 2014, IJCB 2014, ACPR 2015, IPSJ CVA 2017

Fingerprint verification unit
Fingerprint
IEICE EA 2004, IEICE ELEX 2005, ICIP2005, ICB2006, IEEJ 2006, IEICE EA2010

Android app
Palmprint
ICIP2006, ISPACS2006, IEICE EA2008, ICIP2009, MoMM2010, Multimedia Systems 2013, IEICE JA 2013, ACPR2013, CVPRW2014, ITE J 2015, ICB 2015

Iris verification unit
Iris
ICIP2005, ICIP2006, IEICE EA2008, IEICE EA 2009, IEEE PAMI2008

2D/3D face verification unit
2D face, 3D face
FG2011, CVPRW2012, ICIP2012, ICB2013

Disaster victim identification using dental records
Dental radiograph
ISPACS2006, ICIP2007, RSNA2007, IEICE EA2008, IEICE JD 2008, RSNA2008, ICPR2008, RSNA2009, R10-HTC2013, ComMag 2014, IEICE FR 2015

Biometric recognition using POC
CVPRW2013, CVPRW2014, ICB2016, ITE MTA 2018

Red: Journal paper
Blue: Conference paper

33

バイオメトリクス認証と生体情報保護 位相限定相関法(Phase-Only Correlation)の発明



ナックルで個人認証する新システム

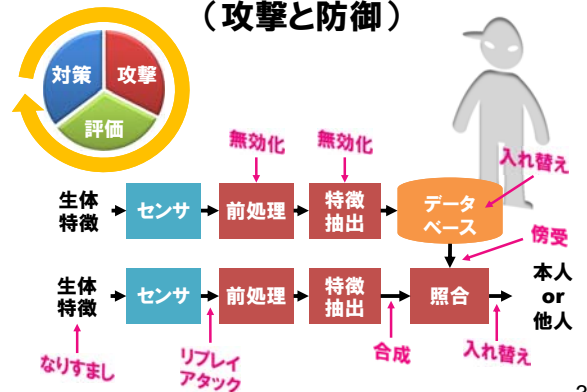
拳で個人を認証 東北大

ドアノブ握るだけで解錠

KDDI研究所と共同開発した掌紋認証のスマートフォンアプリ

34

バイオメトリクス認証と生体情報保護(攻撃と防御)



35

衛星・航空プラットフォームによる時空間センシング

36

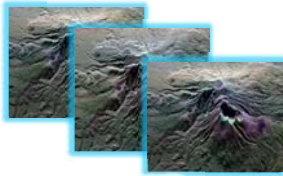
衛星・航空プラットフォームによる 時空間センシング



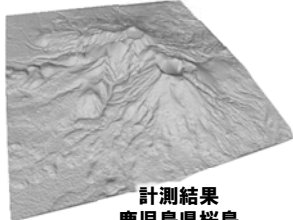
SAR搭載航空機



ドローン



SAR画像



計測結果
鹿児島県桜島

空飛ぶコンピュータビジョンプロジェクト

- コンピュータビジョンによるレーダー視覚システムの実現
 - 複数の飛行バスから、高精度な3D構造を復元
 - 航空機や人工衛星にアンテナを搭載し、移動しながら電磁波を照射・受信することで地表面を3D画像化
 - 地形計測、森林モニタリング、土壌水分計測, etc.
- ドローン等の小型無人飛行機による空からの3D画像認識



航空機搭載
合成開口レーダー
SAR

情報通信研究機構
(NICT)との共同
プロジェクト



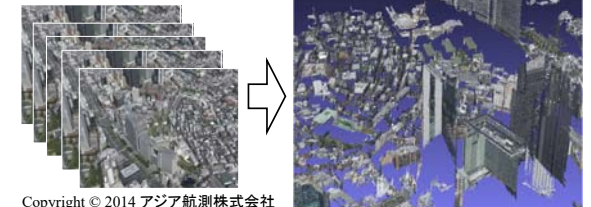
ドローン搭載カメラ

電機メーカーとの共同研究

航空写真からの復元

凸版印刷と共同研究

- 提案手法による、航空写真を用いた市街地の復元

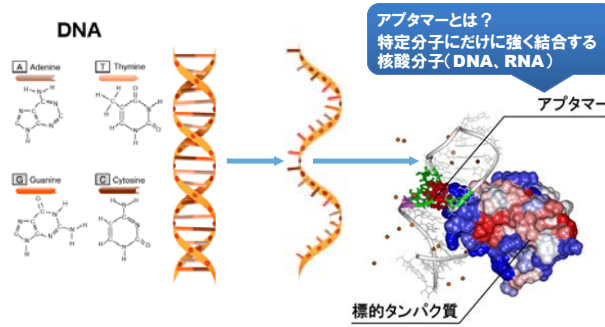


Copyright © 2014 アジア航測株式会社

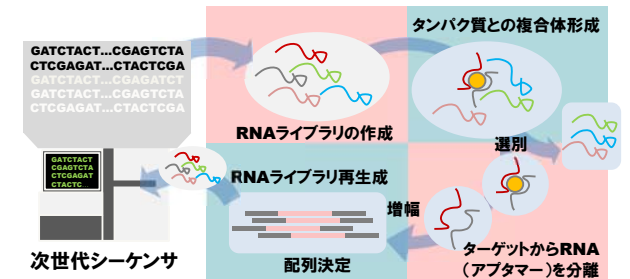
- 法線の推定を行うため、撮影面に対して急な角度を持つ壁面が復元されている

合成生物学のための 新たなデータサイエンスの 開拓

合成生物学のための 新たなデータサイエンスの開拓



AIはデータの種類によらず応用可能 アプタマー・SELEX法への適用例



次世代シーケンサで読み取った1,000万配列を解析し、フードセーフティ、ヘルスケア、セキュリティのためのバイオセンサ試薬を開発する

カメラの移動撮影による3次元復元

人間の行動分析

眼科X線画像融合

スマホで掌紋認証

指紋認証

青は実用済技術 赤は研究開発中

位置情報に基づく超高精度データ照合

機械学習に基づく大規模データ分析

人工知能LSI

4年生（前期）の研修テーマの例

- サブピクセル画像対応付けに基づく高精度ステレオビジョンシステム
- 畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を用いた画像ビックデータ分析
- 敵対的生成ネットワーク(GAN)を用いたデータの学習と生成
- 画像・文章特徴量に基づく人工対話システム

東北大学 大学院情報科学研究科 計算機構論分野 青木・伊藤研究室

いつでも見学にどうぞ！

場所：電気情報系2号館5階502号室

電話：022-795-7169(伊藤准教授へ)

電子メール：
ito@aoki.ecei.tohoku.ac.jp

ホームページ：
<http://www.aoki.ecei.tohoku.ac.jp/index-j.html>