

平成30年度 脳科学ライフサポート研究センタースプリングスクール 実施報告書

2018年4月12日 丹羽治樹

平成31年3月27日（水）～28日（木）の2日間、高校生を対象に、脳科学ライフサポート研究センター スプリングスクール体験型授業（実験）を実施した。

1日コース（実験時間は4.5時間）の体験授業を2テーマ用意し、各テーマとも同じ内容で2回、開講した。参加者は22名（男性13名、女性9名）で6名が2テーマに、16名が1テーマのみに参加した。なお和歌山、名古屋など遠方からの参加もあった。参加者の所属高校（都内8校、都外5校）は以下の通り。

渋谷教育学園渋谷高等学校（3名）、東京工業大学附属科学技術高等学校（3名）、豊島岡女子学園高等学校（3名）、早稲田高等学校（2名）、筑波大学附属駒場高等学校（2名）、芝高等学校（1名）、晃華学園高等学校（1名）、東京大学教育学部附属中等教育学校（1名）、桐光学園高等学校（神奈川県、2名）、日本大学習志野高等学校（千葉県、1名）、開智高等学校（埼玉県、1名）、名古屋高等学校（愛知県、1名）、きのくに青雲高校（和歌山県、1名）。

各テーマのタイトル、実施担当者、実施場所、参加者数は下記の通り。

●テーマ1：脳が行っているような画像処理AIを作ってみよう

- ・担当：情報理工学研究科 情報工学専攻 庄野 逸 教授
- ・実施場所：西9号館 201 計算機実験室（CED）
- ・参加人数：3月27日（水）9名； 3月28日（木）8名

●テーマ2：モーションキャプチャーで人の動きを見てみよう

- ・担当：情報理工学研究科 機械知能システム学専攻 岡田英孝 教授
- ・場所：体育館1階実験計測室
- ・参加人数：3月27日（水）5名； 3月28日（木）6名

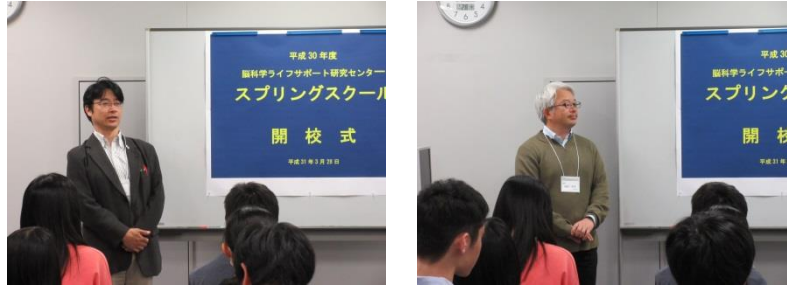
以下にスクールの様子を示す。

●開校式



受付（東3号館7階ロビー）にて当日資料と名札を配布。センター会議室（東3号館701b会議室）で13時より開校式。小池センター長のあいさつと担当教員（庄野先生と岡田先生）

の紹介後、実験テーマごとに分かれて実験室に移動、授業を開始した。



●テーマ1：脳が行っているような画像処理 AI を作ってみよう

(担当：情報理工学研究科 情報工学専攻 庄野 逸 教授) |

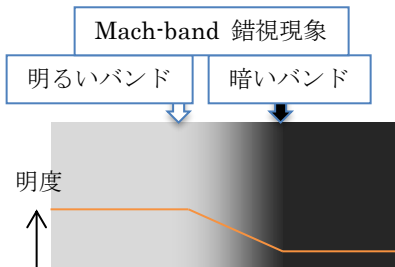


初期の視覚システム(1)

- 三葉虫は複眼システムを持っていた
- 現代ではカブトガニに近い複眼システムを持っている
- この複眼システムは、**側抑制**による信号制御を行う (Ratiff 65)

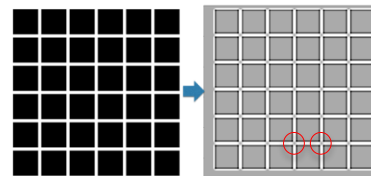


2019/03/27, 28 © BLSIC スプリングスクール

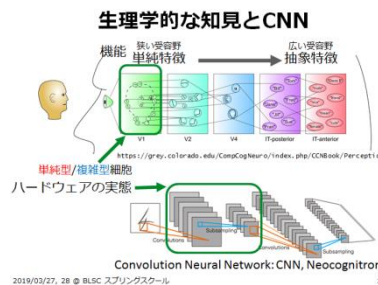


Hermann 錯視はフィルタで説明できるか？

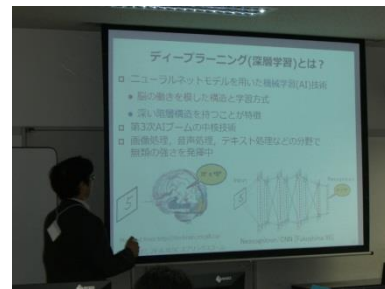
- 画像に微分フィルタと積分フィルタを適用



2019/03/27, 28 © BLSIC スプリングスクール



2019/03/27, 28 © BLSIC スプリングスクール

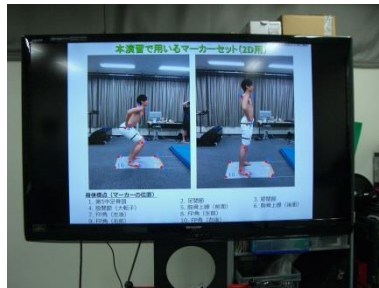
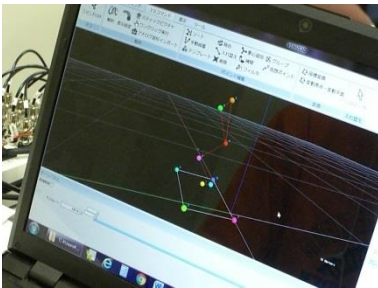
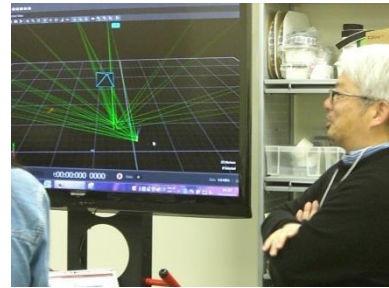
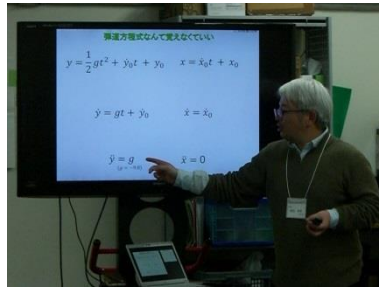
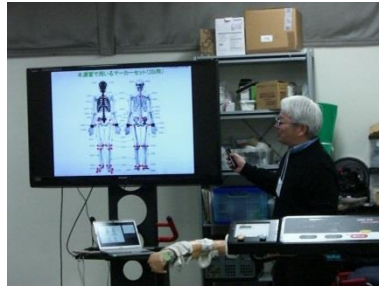


庄野先生に案内されたところは、情報系の学域 I 類・情報・ネットワーク工学専攻の実習授業を行う計算機実験室。300 台以上の教育用 Dell コンピュータと EIZO のモニターがずらりと並ぶ様は壮観。庄野先生、TA 院生、参加者の自己紹介に続き、一人に 1 台ずつコンピュータとモニターが割り当てられる。各自にアカウントを配布し、パスワードを用いて、ログイン。画像処理 AI を構築するツールとして、Python というプログラミング言語を用いた Jupyter Notebook というプラットフォームを使用とのこと。

まず庄野先生から脳が行う画像処理—すなわち視覚の仕組みの講義を受ける。原始的な視覚システムを例に明暗が変化するところ（エッジ）を特徴的に拾い出す「側抑制（視神経が光を受けて興奮する際、隣の細胞の神経興奮を抑える現象）」という信号制御の概念を学ぶ。ついでこの側抑制信号制御をコンピュータ上で再現するための「畳み込み演算（convolution）」（空間フィルタリングとも呼ぶ）という信号処理概念を学ぶ。「畳み込み演算」には変化の著しいところ（エッジ）を検出する「微分型演算」と微小な変化をぼかす「局所積分型演算」の 2 種類があることを学び、コンピュータ上で再現するための数学的処理法を学ぶ。Mach バンド錯視（明暗が変化する境界エッジ部分で無いはずの明暗の領域（バンド）が見える）や Herrmann 格子錯視（明暗の格子の交点に、無いはずの影があるように見える）はこの 2 種類の畳み込み演算で説明できることを早速シミュレーションして確認。次いでヒトやサル（情報処理法）の視覚システムについて学ぶ。ヒトやサルの視覚野は何層にも積み重なった階層構造を持つこと、初期段階の階層には「単純型細胞」と「複雑型細胞」が存在すること、この単純型細胞は微分型の特徴（エッジ、線分）抽出（convolution）を行い、複雑型細胞は抽出された特徴をぼかす（空間プーリングと呼ばれます）積分型フィルタ（pooling）の働きがあり、いずれも数学的に記述できることを学ぶ。後期（高次）段階の階層では複雑な特徴（顔、猫など）を分散表現できること、時空間的な変化に許容的であることなどを学ぶ。次いで脳が行っているような視覚の画像処理 AI を構築する中核技術「ディープラーニング（深層学習）」（畳み込みニューラルネットワーク CNN: Convolutional Neural Network）の概略を学ぶ。CNN モデルは、脳の視覚野のように、深い（何段にも積み重なった）階層構造を持ち、階層ごとに局所微分型の特徴抽出（畳み込み）と特徴をぼかす積分型フィルタ（空間プーリング）演算を行う。CNN は画像処理、音声処理、テキスト処理などの分野で無類の強さを発揮中とのこと。いよいよ 0~9 の手書き数字文字を認識できる AI (CNN) をコンピュータ上で構築する。MNIST (Mixed National Institute of Standards and Technology database という手書き数字画像 60,000 枚の画像データセット) を正解データ（先生）として、先生の答えと生徒の答え（計算結果）の差異が最小になるようパラメーターを変化させ、最適な重み係数セットを求め（学習）した。今回の実験では階層は 5 層構造と少ないが、20 回ぐらい繰り返し画像データセットを学習する（計算時間は、約 5 分程度）ことで識別率 98% の精度を持つ手書き文字判別 AI を構築することができ感激、体験学習を終えた。

●テーマ2. モーションキャプチャーで人の動きを見てみよう

(担当：情報理工学研究科 機械知能システム学専攻 岡田英孝 教授)



固定座標系 (GCS)

- 実験室に固定
- 右側方 (+X軸)
- 前方 (+Y軸)
- 鉛直上向き (+Z軸)

移動座標系 (LCS)

- 身体各部に定義
- x軸 (内外側方向, 右が+)
- y軸 (前後方向, 前が+)
- z軸 (長軸方向, 立位時上が+)
- 足部 y軸 → 立位時上向きが+
- z軸 → 立位時後向きが+

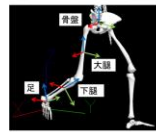
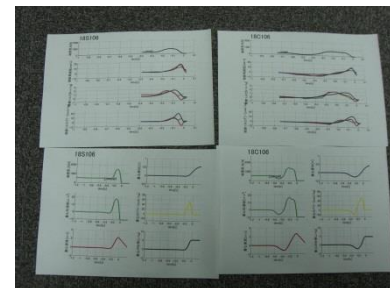


図5 固定座標系と移動座標系



岡田先生に案内されたところは体育館の計測実験室。部屋の天井コーナーにずらりと計測用の赤外線ランプが並ぶ。岡田先生、T A さん、参加者が自己紹介したのち、岡田先生の講義で光学式モーションキャプチャーによる身体運動の計測原理を学んだ。光学式モーションキャプチャーシステムでは、測定点に貼付した再帰性反射マーカ（入射した光源の方向のみに光を反射するマーカ）に赤外線カメラに取り付けた LED から赤外線を照射し、その反射光を 10 台のカメラで撮影する。物体や身体の運動を 3 次的に計測するには、複数の画像から得られた 2 次元位置情報より 3 次元位置情報を再構築する。そのために必要な数学的処理法を学ぶ。高校では習わない行列式が出てきてやや戸惑うが何とかついていく。ついで物体の運動を力学的解析するために高校物理の復習を

したのち、マーカーを張り付けたボールを投げ、動きを撮影し、解析システムでボールの変位、速度、加速度を算出し、理論値と比較し、光学式モーションキャプチャーシステムが良好に作動していることを確認した。ついで回転されながら投げた円柱体の重心変位、速度、加速度とボールの変位、速度、加速度の計測実験を行った。次に着替えをして、身体運動の計測実験を行った。背中、大腿、下腿、足などの各身体部分（セグメント）にマーカーを貼付し、2種類のジャンプ（反動をつけないスクワットジャンプ、沈み込んで反動をつけるカウンタームーブメントジャンプ）を行い、変位、速度、加速度、角変位、角速度、角加速度などのキネマティクス変数（運動の原因となる力やトルクとは関係なく、動き自体）を計測した。同時にフォースプラットフォーム（跳躍時に加えられる力を測定する装置）により踏切中の地面反力を計測し、跳躍距離および重心の振る舞いを算出した。さらに、キネマティクス変数および地面反力より、関節力、関節トルクなどのキネティクス変数（運動の原因となる力やトルクを扱う領域）を算出した。また計測データを用いて関節トルクパワー（関節トルクによるパワー）を得て関節がなした仕事を算出し、身体運動中の筋の機能や特性などを評価できることを学んで、体験学習を終えた。

●閉校式

センター会議室にて修了証を授与、記念撮影してスクールを修了した。



3月27日（水）実施グループ



3月28日（木）実施グループ

●平成30年度スプリングスクール アンケート結果

【1】略(参加日、テーマ)

【2】このスプリングスクールに参加したきっかけを教えてください。

| 1. どのようにしてこの講座を知りましたか。(複数回答可) | テーマ1 (AI を作ってみよう) | テーマ2 (モーシオンキャプチャ) | 計 |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|----|
| | 回答者 17名 | 回答者 11名 | 28 |
| 1. 調布市報 | | | |
| 2. 大学に掲示していたポスター | 1 | | 1 |
| 3. 市の公共施設に掲示していたポスター(手配せず) | | | |
| 4. 大学からのダイレクトメール(手配せず) | | | |
| 5. 電通大ホームページ | 2 | 1 | 3 |
| 6. 家族・友人・知人からの情報 | 3 | 4 | 7 |
| 7. その他 ・高校のポスター掲示 | 11 | 6 | 17 |
| ・昨年も参加した | | 1 | 1 |

2. このスプリングスクールに参加した動機は何ですか。(複数回答可)

| | | | |
|-------------------------|----|---|----|
| 1. 興味があったから | 16 | 8 | 24 |
| 2. 自分の一般的知識を広げたかったから | 6 | 3 | 9 |
| 3. 自分の専門的知識を広げたかったから | 2 | 3 | 5 |
| 4. 人から勧められたから | 2 | 2 | 4 |
| 5. その他 ・学校での研究の参考にしたかった | 1 | 0 | 1 |
| ・前回参加して面白かったから | 1 | 0 | 1 |
| ・友達が参加するので | 1 | 0 | 1 |

【3】今回のスプリングスクールについてご感想をお聞かせください。

1-3. 実施時期、曜日、時間帯

| | | | |
|----------------------|----|---|----|
| イ. 良い | 11 | 6 | 17 |
| ロ. どちらともいえない | 5 | 4 | 9 |
| ハ. 悪い ・午前10時からが良い | 1 | | 1 |
| ・昼食時間とかぶらないようにした方が良い | | 1 | 1 |

4. 講座内容について

| | | | |
|--------------|----|----|----|
| イ. 良い | 16 | 10 | 26 |
| ロ. どちらともいえない | | | |
| ハ. 難しい | | 1 | 1 |
| ニ. 無回答 | 1 | | 1 |

5. スプリングスクールについて良かった点、改善が望まれる点がありましたらご記入ください(複数回答可)。

| | | | |
|--|---|--|---|
| ・自分で実験環境を整えるのが大変なところをすでにセッティングしておいていただいたので体験することができた | 1 | | 1 |
| ・高校生に対してわかりやすい講座でした。 ・興味のある、今話題のAIについて扱っていただいたので楽しかった | 1 | | 1 |
| ・実験が多くて楽しかった。 | 1 | | 1 |
| ・いろいろな試行ができてできて、とても楽しかったです。 ・パソコン初心者で不安でしたが大丈夫でした | 1 | | 1 |

| | | | |
|--|---|---|---|
| ・難しい事柄もスクリーンと実習の同時進行でしたのでとても分かりやすかったです。 ・TAさんに質問した時、対応が早くとても助けてもらいました。ありがとうございました | 1 | | 1 |
| ・少人数で行っているので質問がしやすかった | 1 | | 1 |
| ・めったに体験できないことができてよかったです。 | 1 | | 1 |
| ・大学の設備を実際に使うところが見られて良かった。 ・内容も理解しやすかった | 1 | | 1 |
| ・講義だけでなく、自ら実験できたことがよかった | 1 | | 1 |
| ・データの解説をしていただいた所が良かったです | 1 | | 1 |
| ・3時間目の内容については非常に興味深かったが、1時間目の内容については時間を余していたので適時 スケジュール調整をしても良いのではと思った | 1 | | 1 |
| ・受講生同士の交流がなかったので次からは受講生の自己紹介の時間を設けた方が良くと思いました。 | 1 | | 1 |
| ・Pythonがどういう言語かや環境についてもう少し詳しく知りたかった | 1 | | 1 |
| ・データ持ち帰り可・不可を事前に告知してもらえたらもっと良かった | 1 | | 1 |
| ・大学の研究の基礎となる実験を体験し、講義によって中身まで知ることができてよかった | | 1 | 1 |
| ・科学をスポーツに応用して考えられて面白かったです ・今回教わったことをスポーツに生かしていきたいです | | 1 | 1 |
| ・自らが実験台になることで、ただの座学とは違って授業に対するモチベーションが上がった ・説明がわかりやすかった | | 1 | 1 |
| ・とても面白く、興味深かったが、内容は少し難しく感じた | | 1 | 1 |
| ・高校ではできないことや教えてもらえないことを教えてもらえてよかったです。 | | 1 | 1 |
| ・普段触れることのできない機械に触れることができて点が良かったです | | 1 | 1 |
| ・実際に自分の運動能力を測定できたので楽しかった | | 1 | 1 |
| ・もう少し実技がしたかった | | 2 | 2 |
| ・少し速かったのもっとじっくり聞きたかったです | | 1 | 1 |

【4】 このようなスクールで、今後受講されたい内容をご記入ください(複数回答可)。

| | | | |
|---------------------------------------|---|---|---|
| ・VR(仮想現実) やAR(拡張現実)に関する講座 | 3 | | 3 |
| ・同様な内容をもっと詳しく | 1 | | 1 |
| ・プログラミング | 1 | | 1 |
| ・ロボット関連 | 1 | | 1 |
| ・指紋認証の実験がしてみたい | 1 | | 1 |
| ・集団的心理を今回のように数値化できるのであれば興味深い | 1 | | 1 |
| ・マイコンを用いて車をフィードバック制御する実験 | 1 | | 1 |
| ・ヒトの声をフーリエ変換して声の特徴をを調べる実験(高周波成分が多いなど) | 1 | | 1 |
| ・リンゴがいつ落ちるか予測する(物理的、生物の腐り方) | 1 | | 1 |
| ・物理系の内容 | | 1 | 1 |
| ・分析や計算もやらせていただける授業 | | 1 | 1 |

| | | | |
|---------------------------------------|--|---|---|
| ・物理工学や光工学分野の授業 | | 1 | 1 |
| ・地震が来た時の建物の耐震性の調査 | | 1 | 1 |
| ・脳の動きについて（怒っている時や何か考えている時の脳の動きを見てみたい） | | 1 | 1 |
| ・電子顕微鏡を使ってみたい | | | |

【5】 スプリングスクールについてその他ご意見等ございましたらご記入ください。

| | | | |
|--|---|---|---|
| ・とても楽しかったです | 1 | | 1 |
| ・ありがとうございました | 1 | | 1 |
| ・次回も参加したい | 1 | | 1 |
| ・人間の脳の仕組みを数学的モデルとして捉えられるというのはとても面白いことだと思った | 1 | | 1 |
| ・フィルターの説明でレタッチに例ると分かりやすかった | 1 | | 1 |
| ・もう少し発展的な内容にしてもよいと思った | 1 | | 1 |
| ・参加者に何かプレゼントがあるとよい | 1 | | 1 |
| ・移動の際、信号を渡ることのないように受付場所を調整してください。封筒に同封された地図などはよかったが。 | | 1 | 1 |
| ・高校物理(力学)と身体運動理論とが重なる所があり、興味深いスクールでした | | 1 | 1 |
| ・お疲れ様でした。日々の研究成果や研究風景に高校生が触れる機会を作っていただいたことを感謝いたします | | 1 | 1 |
| ・高校生が大学の最先端研究に触れる機会は少ないので楽しかったです。ありがとうございました。 | | 1 | 1 |

【6】 他大学のこのようなスクールに参加したことはありますか？

| | | | |
|--------------------------------------|----------------------|-----------------------|-----|
| 1. ない | 12 | 7 | 19 |
| 2. ある | 5 | 4 | 9 |
| ・ 京都大 (ECCAS) | 1 | | 1 2 |
| ・ 筑波大 (詳細不明) | 1 | | 1 2 |
| ・ 東京医科歯科 (高大連携関係) 、 ・ 東京大 (社会医学系) | 1 | | 1 |
| ・ 東京大 (1日体験化学教室) | 1 | | 1 |
| ・ 大学名無し | 1 | | 1 |
| ・ 東工大(高校生 Coming Day! 魔法教室) | | | 1 |
| ・ 北海道大学 (Open Campus 高校生プログラム) | | | 1 |
| | 回答者 17名 | 回答者 11名 | 28 |
| | テーマ1 (AI を作ってみよう) | テーマ2 (モーシ ョンキャプチャ) | 計 |