

公立はこだて未来大学 2014 年度 システム情報科学実習
グループ報告書

Future University-Hakodate 2014 System Information Science Practice
Group Report

プロジェクト名

データ解析技術による意思決定支援

Project Name

Support for decision making by data analysis

グループ名

グループ A

Group Name

GroupA

プロジェクト番号/Project No.

18-A

プロジェクトリーダー/Project Leader

1012154 杉澤智己 Tomoki Sugisawa

グループリーダ/Group Leader

1012050 中江一哉 Kazuya Nakae

グループメンバ/Group Member

1012154 杉沢智己 Tomoki Sugisawa

1012050 中江一哉 Kazuya Nakae

1011120 永山凌 Ryo Nagayama

1012146 山田快 Kai Yamada

1012151 佐藤綾香 Ayaka Sato

1012192 岩渕悠太 Yuta Iwabuchi

1012200 相馬瞳 Hitomi Soma

1012238 相馬康人 Yasuto Soma

指導教員

竹之内高志 片桐恭弘 永野清仁

Advisor

Takashi Takenouchi Yasuhiro Katagiri Kiyohito Nagano

提出日

2015 年 1 月 14 日

Date of Submission

January 14, 2015

概要

現在の情報社会では、ビッグデータを利用した機械学習によるビジネスが大きな注目を浴びている。データには有益な情報を持っているものが多く存在するにもかかわらず、その多くは有効に使用されずに埋もれてしまっている。埋もれてしまっている情報を活かす手段として、機械学習の重要性が高くなっている。大量のデータから傾向や特徴を発見し、そこから推測された最適な結果を出力するために、データ解析を行う必要がある。大量のデータの傾向や特徴を発見するための手段として、機械学習によるデータ解析は非常に有効であるといえる。このように機械学習が注目されている中でも、機械学習があまり活用されていない分野が存在する。こういった分野を機械学習を用いて支援するというのが本プロジェクトの目的である。本グループは、動作解析を用いて意思決定を支援することを目的とし、バスケットボールのフリースローフォームの改善を支援するシステムの作成を行った。現状、バスケットボールの初心者が一人で練習していても、自分のフォームのどこに問題が隠れているのかを知ることが困難である。よって初心者が上達するためには、そのスポーツに熟達しているプロフェッショナルのアドバイスやサポートが必要である。しかし誰もがそのような環境で練習できるとは限らない。そこで本グループは、R 言語によって、投球者のフォームを採点し、改善点を出力するシステムを作成することを最終目標とした。

キーワード 機械学習, 意思決定支援, データ解析, R 言語, ビッグデータ

(文責: 相馬瞳)

Abstract

In the current information society, the business by machine learning has attracted a great deal of attention using big data. Despite there are lots of useful information in the data, most of them are wasted without effectively using. There has been growing importance of machine learning in order to use the wasted information. We have to analyze the data and find the trends or characteristics to output the optimistic result. As a means to discover trends and features of a large amount of data, it can be said that the data analysis by machine learning is very effective. In this way the machine learning has attracted attention, there are fields where machine learning has not been utilized enough. Our purpose is to utilize machine learning in the rest of fields. (Supporting these areas using the machine learning is a purpose of this project.) The purpose of this project is data analyzing to support make decision using action analysis, we created a system to support the improvement of free throw form in basketball. It is difficult to know what kind of problems we have with our form. This is why beginner need advice from skilled or professional persons for their improvement, However, they are not sure to get the environment. This is because we set the final goal to develop the system that give us advice and assess the forms by using R language.

Keyword Machine learning, Support for decision, Data analysis, R language , big data

(文責: 山田快)

目次

第 1 章	背景	1
1.1	問題設定	1
1.2	課題設定	2
1.3	通常の授業ではなく、プロジェクト学習で行う意味	2
第 2 章	課題解決のプロセス	3
2.1	テーマ設定	3
2.1.1	ブレインストーミング	3
2.1.2	ブレインストーミングの結果	3
2.2	事前学習	4
2.2.1	ベイズの定理	4
2.2.2	機械学習の講義	5
2.2.3	R 言語の基礎講義	5
2.2.4	天気データ解析	6
2.2.5	画像解析	6
2.2.6	Haar-like	7
2.2.7	エッジ検出法	8
2.2.8	動物イラスト解析	8
2.3	手話解析	9
2.4	フリースロー改善システム	10
2.4.1	意思決定支援との関係性	10
2.4.2	テーマ選考の理由	10
2.4.3	Kinect による座標取得	11
2.4.4	座標取得における問題点	13
2.4.5	フォームアプリケーションにおける問題点	13
2.4.6	データ収集	13
2.4.7	データ収集の課題	14
2.4.8	データ収集する座標の決定	15
2.5	フリースロー改善システム	16
2.5.1	システムの実装の概要	16
2.6	システム詳細	16
2.6.1	採点システム	16
2.6.2	アドバイス画面	18
2.6.3	アニメーション画面	20
2.6.4	システムの評価・反省	21
第 3 章	課題解決のプロセスの詳細	23
3.1	各人の課題の概要とプロジェクト内における位置づけ	23

3.2	担当課題解決過程の詳細	25
3.2.1	杉澤智己	25
3.2.2	中江一哉	26
3.2.3	永山凌	28
3.2.4	山田快	29
3.2.5	佐藤綾香	31
3.2.6	岩渕悠太	32
3.2.7	相馬瞳	33
3.2.8	相馬康人	34
第 4 章	結果	37
4.1	プロジェクト活動の振り返り	37
4.1.1	前期	37
4.1.2	後期	37
4.2	発表評価シートによる反省	38
4.3	発表態度について	38
4.4	発表内容について	38
第 5 章	今後の課題と展望	40
5.1	データ数不足	40
5.2	解析の要素の検討	40
5.3	出力のバリエーション	40
5.4	ユーザレビュー	41
5.5	Kinect の解析精度の向上	41
5.6	システム動作の軽量化	41
	参考文献	42

第 1 章 背景

現状、初心者がスポーツを始め、練習していても、自分の理想としているフォームと自分の現実のフォームがどこが違い、どこを改善すべきであるのかわからない場合が多い。スポーツのフォームとそのフォームがもたらす結果には大きな関係があり、そのスポーツに精通している人のフォームに近づけることでよい結果に繋がるが、初心者が経験者のフォームを見て勉強してもどこがポイントなのかを知ることは難しい。

そういった課題を解決してくれるのが、各スポーツに精通しているプロフェッショナルの存在である。しかし必ずしも周りにそのような人がいるとは限らない。そこで誰でもフォームの改善、修正が行えるように、フォームを撮影し、そのフォームの直すべきところを教えてくれるシステムの開発を目標とすることにした。今回は数多く存在するスポーツの中からバスケットボールのフリースローフォーム改善システムの開発を目標として設定した。

システムの完成までの流れとして、機械学習による支援を行うために、フリースローのシュートフォームのデータを収集する必要があったため、データの収集と解析システムの構築を並行して行った。システムの解析に必要なシュートフォームのデータを取得するために、本グループでは動作解析をすることのできるデバイスを、複数検討した結果 Microsoft 社が開発し販売する、家庭用ゲーム機としても用いられている Kinect を使用した。また解析には確率統計などで一般的に用いられることが多い R 言語を使用した。シュートフォームを主に肘の角度、膝の角度、肩の開きの開きについて段階的に解析することで、そのフォームだと約何%でシュートが入るのかを推定して点数として返す採点方式と、具体的にどこを直すことでシュートの成功率の向上を期待できるかをテキスト形式で出力するアドバイス方式、Kinect で撮影したデータをアニメーションとして再生し、客観的に自分のフォームを確認できるようにするアニメーション方式の 3 つを出力画面に導入することで、フォーム改善支援を行うことができると考えた。

(文責: 相馬瞳)

1.1 問題設定

本グループでは、機械学習を用いて意思決定支援を行うためのテーマをいくつか想定し、その中でも本グループは動作解析を用いて意思決定を支援することを目標とした。初心者がスポーツを始める際に経験者と大きく差が出てしまう要素の一つがフォームであり、スポーツの結果とフォームとの関係性は先行研究によりすでに証明されており、切り離すことはできないものとなっている。しかし、初心者がそのスポーツに精通している経験者のフォームを見ても自分のフォームを客観的に見ることはできず、自分のフォームのどこを改善、修正するとよいのかを知ることはできない。このことが初心者の上達を妨げ、やる気をそぐ結果に繋がることも少なくない。つまり、初心者が一人で練習している際に、上達をサポートするシステムの開発が必要である。

(文責: 相馬瞳)

1.2 課題設定

2.1 節で述べた問題を解決するために、いくつかの目標を設定し、システムの開発を目指した。以下が本グループがシステムの開発をする際に設定した目標である。

1. ユーザに気軽に使用してもらうためのユーザインターフェースの向上
2. データ数を大量に確保することで過学習を防止
3. 解析の精度を上げるために、解析に使用する要素の検討
4. Kinect でデータを取得する際の精度の向上

これらの目標を達成するために、データ収集班とシステム実装班、Kinect でデータを取得するためのシステムを実装する班にの 3 グループに、役割分担をし、最終発表までのおおまかなスケジュール管理を始めた。

(文責: 相馬瞳)

1.3 通常の授業ではなく、プロジェクト学習で行う意味

本プロジェクトは、新規のプロジェクトであり、最終目標や、活動の方法などを学生たちが自分たちで考えるところから始まる活動であるため、実際に社会に進出してからのプロセスを体験できるという点で、通常の授業のように与えられた課題をこなすための手段を考える授業とは大きく異なるといえる。また通常の授業が個人での活動が多いのに対し、プロジェクト学習では、グループでの活動となるので、少人数では取り組むことのできない課題に取り組むことができるようになることが、プロジェクトで活動する大きなメリットである。そのためには、個人での活動の際よりも、進捗の管理や、スケジュール管理などの重要性が大きくなるため、リーダーを設定し、役割分担をしながら作業を進めるということを経験できるということもプロジェクト学習を行う意味である。また、多人数で行うため、一人で作業しているときよりも、多角的に物事を捉えることができ、偏った考え方に流されずにシステムの作成や改善を行うことができる。

(文責: 永山凌)

第 2 章 課題解決のプロセス

2.1 テーマ設定

ここでは、テーマ設定のために行った、ブレインストーミングについて記載する。

(文責: 佐藤綾香)

2.1.1 ブレインストーミング

本プロジェクトは、今年から始まった新規のプロジェクトということもあり、具体的な研究テーマが与えられておらず、はじめにプロジェクトの研究テーマを決定する必要があった。そこで、機械学習を使用した意思決定支援をテーマに、ブレインストーミングを行った。ブレインストーミングの具体的な方法は、プロジェクトの活動が始まる前にメンバー全員にアイデアをいくつか用意しておくように促し、支援の支援の対象として、コース選択、服装や髪型の推薦、好きな物事を入力することで、それとは一見関係なさそうなおすすめ商品を推薦してくれるシステムなど幅広いアイデアを集めることができた。担当教員によるアドバイスで、入力を出力と直接関連付けずに漠然とさせることで、出力が表示されたときに驚きを得ることができるというアドバイスを頂き、そういった視点で、挙げられた多くのアイデアに対し、具体的な入力や出力について話し合いを行った。その後、システムの実装の実現の可能性を踏まえたうえで、メンバーが研究対象としてやってみたいと思う研究テーマに票を入れていき、多くの票が集まったテーマについて、先ほどより詳細な入力や出力、そのシステムを実装することにどのような意味があるのか、そのシステムは面白いのかなど多角的な視点から分析を行った。

(文責: 佐藤綾香)

2.1.2 ブレインストーミングの結果

前述した方法でブレインストーミングを行った結果、最終的に以下の 4 つの研究テーマが候補として残った。

1 つ目の選択肢としてコース選択支援システムが挙げられた。システムの目的が、公立はこだて未来大学に在籍する学部 1 年の学生を対象とし、進みたいコースの希望があいまいではっきり決まっていない場合にデータ解析によって、科学的にその学生に会っているであろうコースを出力するというシステムである。入力内容のアイデアとして、学部 1 年の学生や、すでにコースを選択している 2 年次以上の学生を対象にアンケートをとる方法や、本学の卒業論文を形態素解析し、キーワードとなる単語を抜き出す方法などが挙げられた。またこのテーマの問題点として、システム作成後に実際に学生にテストしてもらってシステムの評価を行うことができるのが、短くても 1 年次の学生が 2 年次に進学した後であるという問題が挙げられた。

2 つ目の候補として手話通訳システムが挙げられた。このシステムは、耳が不自由な人と、手話がわからない耳が聞こえる人の間の会話を円滑にすることが目的で、手話を使用している

ところを撮影して、リアルタイムでその手話を通じて、何を伝えようとしているのかをテキストまたは音声で出力するというものである。このシステムの問題として、入力と出力は明確であるものの、データ収集の困難さや、既存で存在する手話の通訳をサポートするシステムとの明確な差別化などの問題が挙げられた。

3つ目に、店舗や曲調を入力するとそれに合わせて作曲を行うシステムが候補として挙げられた。このシステムの目的は、音楽の地域や経験が無い人でも、自分のイメージを入力するだけで、そのイメージに近い音楽を生成することができるということが目的である。入力内容として、速いや遅いなどのテンポや、明るいや暗いなどの曲調、オノマトペと呼ばれる擬音、自分のイメージに近い画像などを入力とすることで音楽を作成することができる考えた。このシステムはユーザには音楽の専門知識は必要ないものの、システムを実装する人間には、高度の音楽の知識が必要である。しかしプロジェクトのメンバーの中に、作曲の経験者や、音楽に精通しているメンバーがおらず、システムの実装が難しいという現実的な問題が挙げられた。

最後に4つ目の候補として、お酒にあまり詳しくない人でも、入力として、お酒について詳しいことがわからない人でもシステムを使用できるように、今日のご飯や、気分、漠然とした味など誰でも答えられる内容を入力するだけで、その状況に適したお酒を出力するというシステムである。

以上の4つの候補から、再びメンバーが最終テーマに設定したいテーマを2つに絞るために投票を行い、多数決を行った。その結果、システムの完成後の実用性を考慮し、研究のテーマを、コース選択支援システムと手話通訳システムと決定した。

(文責: 佐藤綾香)

2.2 事前学習

ここでは、前期のプロジェクト活動内で行った講義による学習内容を記載する。

(文責: 山田快)

2.2.1 ベイズの定理

ここでは確率統計学においてよく用いられるベイズの定理について学習したことを記載する。現在、ベイズ的な考え方で機械学習の出力を決めるのが主流となってきた。たとえば、機械翻訳を例に挙げて説明する。日本語の文「彼はリンゴを食べる」を英文に変換するときに He eat an apple と He eat apples のどちらがよいかという問題が生じる。ベイズの定理により計算すると

$$(1)p(\text{He eat an apple} \mid \text{彼はリンゴを食べる})=0.15、$$

$$(2)p(\text{He eat apples} \mid \text{彼はリンゴを食べる})=0.04$$

という2つの結果を求めることができる。これより He eat an applesの方がより良い翻訳だと言えるベイズの定理は次のような式で表せる。

$$P(t \mid x)=P(x \mid t)P(t)/P(x)$$

この式において $P(t \mid x)$ は条件付き確率、 $P(x \mid t)$ は t という翻訳結果に対する元言語のテキストが x である確率、 $P(t)$ はテキスト t の自然さ、 $P(x)$ は定数としての意味を持つものである。上に挙げた例を確かめてみる。

$$P(\text{リンゴを食べる} \mid \text{eats an apples}) = 0.3$$

$$P(\text{リンゴを食べる} \mid \text{eats apple}) = 0.2$$

$$P(\text{彼は} \mid \text{He}) = 1.0$$

$$P(\text{He eats apples}) = 0.2$$

$$P(\text{He eats an apple}) = 0.5$$

$$P(\text{He eats an apple} \mid \text{彼はリンゴを食べる}) = 1.0 * 0.3 * 0.5 = 0.15$$

$$P(\text{He eats apples} \mid \text{彼はリンゴを食べる}) = 1.0 * 0.2 * 0.2 = 0.04$$

機械学習ではこのようにしてどちらがより適しているかを決定している。

(文責: 山田快)

2.2.2 機械学習の講義

本プロジェクトのメンバーは、機械学習に関する知識があるメンバーがおらず、はじめに担当教員が機械学習とはどのようなものかについての講義を行った。機械学習とは何かという説明の際に、東京工業大学の杉山将教授が自身が著した「イラストで学ぶ機械学習」に基づいて説明を行った。その中で、機械学習の説明を以下のように述べている。「近年、インターネットを介して、テキスト、音楽、動画など様々のデータを大量に入手できるようになりました機械学習とは、コンピュータにヒトのような学習能力を獲得させるための技術の総称であり、大量データの山 (ビッグデータとも呼びます) から有用な知識を掘り出すデータマイニングの目的に使用されます。機械学習の技術により、例えば、動画のデータベースから好みの映像を見つけ出したり、購買履歴からおすすめの商品を推薦したりすることができるようになります。」

機械学習には、大きく分けて、教師あり学習と教師なし学習の2種類が存在する。教師あり学習とは、一般的に分類問題などがあり、初めに与えられる解析のベースとなるデータ (以下訓練データと呼ぶ) がどのように分類されるかがわかっており、そこに新たに与えられたどこのグループに分類されるかがわかっていない未知のデータ (以下テストデータと呼ぶ) がどのグループに所属している訓練データの特徴や傾向に類似しているかを解析するという技術である。それに対し、教師なし学習では訓練データがどのグループに所属するかがわかっておらず、訓練データの特徴から新たに類似したデータをまとめ、グループを作成するクラスタリングという技術を用いて、テストデータが作成したグループのどれに類似しているかを解析を行う技術である。

教師あり学習の具体的な例として、スパムメールの判別システムが存在する。これは大量のスパムメールとスパムメールではない訓練データを用意し、それぞれの傾向や特徴をデータ解析技術により解析する。スパムメールの場合としては URL による外部リンクが張られているかやアドレスの特徴、使われているワードを解析することで大半のメールは判別することができる。新たに与えられたスパムメールの可能性のあるメールがどちらのグループの特徴に類似しているかを判別することでその新たなメールがスパムメールかを判断することができる。以上の機械学習の知識を担当教員から教わったことで、ほぼ無知だった機械学習について、機械学習の簡単な流れを学ぶことができた。

(文責: 永山凌)

2.2.3 R 言語の基礎講義

機械学習についての知識と同様に、本プロジェクトで主に使用する R 言語についての知識も無かったため担当教員に R 言語のチュートリアル講座の機会を設けていただいた。R 言語は他の言

語よりも、確率統計の分野に優れていて、行列操作など、大量のデータを 1 度に扱いことに優れていることと、パッケージが豊富に存在し、線形判別分析を行うことのできる LDA や SVM が容易に使用することができる。講義の中で、R 言語とほかの言語の違いを確認しながら、R 言語で何ができるかを学習した。

(文責: 永山凌)

2.2.4 天気データ解析

R 言語の練習として、前述した機械学習の講義と R 言語の基礎講義で習得した知識を使用して、R 言語で線形判別分析を行える LDA や SVM というパッケージを実際に使用した。本プロジェクトでははじめに、気象データ解析によってその日の天気を予想するシステムを作成した。ここでは実際に作成したシステムがどのような工程で天気の推定を行っているかを記載する。システムを実装する前の準備として、気象庁が管理している 2013 年の 1 年分の函館市の気象情報を csv ファイル形式で用意した。

次に R 言語を起動し、先ほど用意した csv ファイルの読み込みを行った。このときにコマンドとして"read.csv"を使用し、オプションでヘッダーを無視するための"header=F"を追加した。ここで読み込んだ気象データは、日付、気温、風速、気圧、湿度、実際の天気の 6 種類を 365 日分読み込んだ。次の工程で、読み込んだデータから解析に必要な無い日付データを削除した。次に取得したデータの中に気象情報が欠損している日がいくつか存在したので、その日付の気象データを削除した。次に気象データにラベル付けを行った。今回使用するパッケージの LDA とは、日本語で線形判別分析という意味で、訓練データと呼ばれる事前に与えられたデータが、2 つ以上のグループに分類できる場合に、新たにどちらのグループに所属するかわからないデータを与えられたときに、訓練データから新たなデータがどちらに所属されるべきなのかを判別するためのパッケージである。ラベル付けとは、データの種類を分別する際に、各グループに数字などを振り当てることで解析を行う手法である。

今回は、実際の天気に雪が入っていたら 1 を、雨が入っていたら 2 を、雪と雨が入っていなかったら 3 をラベルとして割り当てた。ここまでで実際に LDA や SVM を使用するための前準備が完了した。LDA の使い方は判別機を作成するための訓練データを用意する。今回は欠損しているデータを除いた 363 日分の気象データの中から、300 日分の気象データを訓練データとして使用した。作成した判別機に残りの 63 日分の気象データをテストデータとして判別を行うことで、天気判別システムによる解析をすることができる。今回作成したシステムを実際に使用したところ、天気を正しく推測できたのは全体の約 80 %で、システムの精度としては比較的高い精度であったといえる。

(文責: 永山凌)

2.2.5 画像解析

本グループのテーマである動画解析を行うために、何を勉強することが必要であるかを担当教員に質問したところ、画像解析の練習することを薦められた。動画とは複数枚の画像を連続で表示したものであり、即ち動画を解析するということは、連続する複数の画像を解析するということと同義である。最初に画像解析の練習をしておくことで、後期から動画の解析を行う際に、ス

ムーブに作業に取り掛かることができる。画像解析の手法にはいろいろあり、代表的なものとして Haar-like 法やエッジ検出法などがあり、次の項にて詳細を記載する。

画像解析の最も簡単な手法として単純にピクセルごとの色で比較するという手法があり、はじめはこの手法から検討を行った。この手法における工程は以下のとおりである。

1. 解析の対象となる 3 次元の色彩情報を持った 2 種類以上のグループに分けることができる複数の画像のデータを読み込む。
2. 画像を扱いやすくするために、白黒に変更する。
3. 画像を 1 ピクセルごとの色彩の差で比較するために画像のサイズを定めた基準の値に統一する。
4. サイズが統一された画像のデータにラベル付けを行う。
5. 数値化された画像のデータを前述した天気予報システムと同様に訓練データとテストデータに分ける。
6. 訓練データの傾向や特徴を機械に学習させることで、判別器を作成する。
7. 先ほど作成した判別器によってテストデータがどのグループに所属するかを判別し、誤答率を出力する。

以上の工程で画像解析を行った。今回は練習として各自で画像解析の行ったために異なるデータを解析の対象としていたため、使用したデータにより出力した誤答率に偏りが生じた。この結果からこの方法では、数字や文字など比較的簡単な画像の解析においては約 8 割の精度で解析を行うことができたが、動物の写真などの複雑な画像や、縦横比が大きく異なる画像においては解析の精度は著しく低下することが判明した。この手法では各ピクセルごとを比較しているため、画像のサイズを無理やりそろえる必要がある。そのために使用するデータが極端に縦長の画像や横長の画像を使用してしまうことで、画像のゆがみが大きくなり、本の画像との差異が大きくなり、正確なデータではなくなる危険性がある。この手法で解析を行う際は、画像のサイズの縦横の比に近いデータを用いる必要がある。

(文責: 岩渕悠太)

2.2.6 Haar-like

前述したピクセルごとのデータを比較することで画像解析を行う方法での課題を解決するために、他の画像解析の手法を試した。画像解析の中でも人間の顔認識システムによく用いられる手法として Haar-like 特徴量による解析を試みた。Haar-like 特徴量による解析は、解析対象である画像の部分的な輝度の差を膨大なパターンと比較することで画像のどこに目や鼻などのパーツがあるかを判断し、これを繰り返すことで人の顔がどこにあるのかを判別する技術である。

人間の顔の輝度には決まった特徴が存在し目の周りは比較的暗く、逆に頬はほかの部分よりも明るくなっている。こういった特徴を画像の中で見つけ出し顔があるかどうかを判断する。本グループでは、R 言語内で画像解析を行うためにこの方法での顔を判別するためのプログラムの作成を試みた。以下では実際に作成した Haar-like 特徴量を使用したプログラムの作成過程について記載する。人間の顔が映っている画像を用意し、その中で目や鼻、口など輝度に大きな差が生じるポイントについて、輝度の差を特徴量として記録する。これが訓練データとして解析する際のベースになる。まず、新たに与えられたどこに顔があるかわからない画像データから、人間の目の周りと目から下のように輝度に大きな差が生じているポイントを探す。つまり上が暗くて下が明るくなって

いる部分を人間の顔が存在する候補としてたくさん見つけることを行った。

次に人間の両目と眉間の間の輝度の差に注目した。先ほど挙げられた人間の目だと思われる部分に対し、上下の輝度の差ではなく左右の輝度の差で比較した。眉間は目よりも明るくなっているため、候補の中で両端が暗く内側が明るくなっているものがあるかを探するという作業を行った。このように輝度の比較を繰り返していくことで顔の候補はかなり絞られることになる。同様に鼻や口、頬を輝度の差で判別し、訓練データの特徴の全てを満たした範囲が存在する画像に、1 というラベルを与え、条件を満たす範囲が存在しない画像には 0 を与えた。つまり画像の中に人の顔があると判断した場合 1、人の顔が無いと判断した場合には 0 をラベルに与えることで、作成したシステムの正確度を算出した。

データとして、人間の顔がはっきり映っている証明写真と、大仏の画像を集めて、上の方法で作成した判別器を用いて解析を行った結果、約 7 割 5 分の正解率となった。解析を行わない場合の正解率は 5 割であるため、7 割 5 分という正解率からこの手法での解析に効果があったという結論に至った。今回作成したプログラムでは、Haar-like 特徴量で使ったパターン数が少なく、本来は数百、数千といったパターン数を用いることで正確な顔認証を行う方法であるが、今回のように少ないパターン数でも簡単な画像であれば、ある程度高い結果が期待できるということがわかった。

(文責: 相馬康人)

2.2.7 エッジ検出法

Haar-like 特徴量の次に挑戦した手法がエッジ検出法である。エッジ検出法については学習はしたものの、実装は行わなかったため、今回はどのような手法であるかの解説を行う。エッジ検出法では、画像の不連続な変化を物質間の深さにおおきな差が存在するか、物質の材質が異なると判断し、それをエッジとして検出する。エッジを上手く検出することに成功すると、処理すべき画像の情報数が格段に減少するため、その後の画像処理が容易になる。エッジ検出の方法として 1 次微分方式と 2 次微分方式がある、またエッジ検出は鮮鋭化を極端にしたものであり、鮮鋭化は画像の輝度や明度が大きく異なる場所を強調しているのに対し、エッジ検出では検出した物質の境界線のみを表示したものである。エッジ検出を R 言語で行うことは難しく、実装するためには他の言語を併用する必要があったため、時間の都合上実装を行うことはできなかった

(文責: 相馬康人)

2.2.8 動物イラスト解析

画像解析の練習として、動物のイラスト解析を試みた。データとして 10 種類の動物のイラストを 10 人の被験者に描いてもらい計 100 個のデータを収集した。動物の種類は他の動物とは異なる特徴を持っており、差別化ができていることを前提として選定した結果以下の 10 種類に決定した。いるか、ウサギ、かに、亀、カラス、キリン、ゾウ、猫、蛇、犬の 10 種類をイラストの対象として選択しピクセルごとの比較による解析とエッジ検出法の 2 つの方法を試みたが、エッジ検出法のプログラムは R 言語で実装することが難しく、他の言語と併用する必要があるため、ピクセルごとの比較を行った。イラスト解析をピクセル比較する際に多くの問題が発生した。

1 つ目は画像のサイズを統一する際に、イラストの線が細すぎて、線がある部分を真っ白であると判断してしまうという問題である。

2つ目は人によってイメージする動物の形が大きく異なり、向きやサイズ、書き方の差が大きすぎてしまうという問題である。

これらの問題が発生したため、エッジ検出法でしかイラストの解析をすることはできないという判断をし、解析を行うことを断念した。

(文責: 佐藤綾香)

2.3 手話解析

本グループでは前期の間は最終目標として、Kinect を使用した手話通訳システムの開発を目標に活動を行った。手話通訳と意思決定支援の関係性は一見無いように感じられるが、意思決定支援の定義は、ユーザが悩むことやわからないことがある際に、選択肢やアドバイスを与えるということである。そういった面では手話がわからなくて迷っている際に、その手話が何を表しているかを理解することに対する支援を行うものである。そういった意味では手話解析も、立派な意思決定支援である。手話を通訳するシステムとして、すでに既存のシステムはいくつか存在するが、それらとどのように差別化を図るかということも、重要な課題として開発の計画を立てた。

テーマを考える際にテーマの目的、データの収集方法、システムを作成する際の入力、出力についての検討を行った。目的は、手話が日常で使用されている場面を想定し、耳が不自由な人と手話がわからない人の間の会話を円滑にするという目的を設定し、データの収集方法は、メンバーで手話についての勉強を行い、実際に手話で会話をしているところを Kinect で撮影することでデータ取得を行う計画を立てた。具体的な入力、何を表しているかがわからない手話を撮影し、出力はテキスト、または音声で出力することを検討した。最終的な目標の理想として、会話を成立させるためには手話を翻訳するだけではなく、音声を入力として、テキスト形式で出力する機能の検討も行った。

システムの作成するにあたって、想定された課題は、解析の対象を文章にすると、人間の目では判断できる単語ごとの区切りを、機械では何らかの形で合図を送ることでは判断できないので、システムの対象が単語単位になってしまい、結果として実用性にかけてしまうという課題が挙げられる。また Kinect が体全体の大きな動きの解析には向いているが、指などの細かい動きを解析することができない。しかし手話は腕や手だけではなく、指での細かい動きが重要になる単語がたくさん存在するため、指の解析は不可欠である。そのため、指の動きを解析できるほかのデバイスと組み合わせる必要があり、LeapMotion とという手、指をカメラで認識してくれるデバイスの併用について考察したが、構築が非常に複雑になってしまうという別の課題も発見された。また手話解析システムを実際に運用する際には、解析を失敗してしまうと、聞き手に誤った情報を送ることになり、話しての意思に反した内容が聞き手に伝わってしまうため、高い精度での解析技術が必要になる。

以上のように手話通訳システムでは実用性や面白味、などテーマとしての価値は高いが、解決しなければならない課題が大量に発見されたので、実装の可能性が低いという判断の末、他のテーマの検討を行った。

(文責: 岩渕悠太)

2.4 フリースロー改善システム

ここでは、本グループが最終的に作成した、フリースローのフォーム改善システムとデータの収集方法について記載する。

(文責: 岩瀬悠太)

2.4.1 意思決定支援との関係性

本プロジェクトのテーマである意思決定支援とバスケットボールのフリースロー解析は一見関係の無いもののように思えるが、本グループでは意思決定支援を日常生活において判断を迷うことや悩むことがあったときに、それを解決する手助けとしてアドバイスや選択肢を与えるということであると定義して活動を行った。バスケットボールのフォーム改善システムは、バスケットボールを始めたばかりの初心者は、バスケットに熟達している人に指導や教えを受けないと、自身のフォームのどこに問題があるのかを知る由は無い。これは言い換えると、バスケットボールの初心者は、自分のフォームのどこを修正するべきであるのかを迷っているということである。このようなプレイヤーにアドバイスや修正箇所を提供するというのが本グループの目的である。

(文責: 岩瀬悠太)

2.4.2 テーマ選考の理由

今回本グループが、バスケットボールのフリースローのフォームを最終研究テーマとして設定した過程として、3つの条件を満たしているテーマを最終テーマとして決定することにした。1つ目はデータ収集の方法に現実性があること、2つ目はテーマに面白みがあること、3つ目は Kinect を最大限生かせるように、体全体を使っている動作であること、この3つを軸にテーマの再考を行った。まずテーマの候補としてあがったのが、面接の際の作法解析システムである。これは、実用性を重視にして考えられたアイデアであり、データの収集の方法としては公立ほこだて未来大学の学生を被験者として、お辞儀の姿勢や、面接時を想定とした座っている際の姿勢などを Kinect で撮影しデータとするという方法で、実現可能であると判断した。しかし、動きに自由度が少なく、テーマとしては面白みにかけているため、他のテーマを検討した。研究テーマであるスポーツのフォーム解析について検討した。データの収集方法として、被験者をそのスポーツに習熟しているもののみとしてデータを収集する方法と、様々なフォームのデータをあつめるために被験者をランダムで選定する方法について検討を行った。その結果、出力のバリエーションを増やすために被験者をランダムで選定することにした。前述した面接の作法解析とは異なり、フォームの自由度が高く、研究テーマとして面白味が十分であると判断したため、スポーツのフォーム解析を最終テーマとして決定した。数多くあるスポーツの中でバスケットボールのフリースローを研究テーマに設定した理由は、Kinect が室内専用であるため、室内で撮影できるスポーツであること、経験者が多数存在すること、そのフォームから生じる結果が成功であるか失敗であるかを客観的に判断することができることを条件としてテーマを考えた結果、バスケットのフリースローを研究テーマとして選んだ。

(文責: 岩瀬悠太)

2.4.3 Kinect による座標取得

我々は動作解析を行うため、解析に必要なデータを取得するために kinect を使用した。機械学習による解析をするのに必要な R 言語と併用し、また kinect を用いての解析方法の検討を行った。まず kinect を理解するために、サンプルプログラムを実際に起動しどのようなことができるか学習した。そして kinect では搭載されている赤外線センサーを使用し、以下 20 点の骨格を取得することが可能である。

1. 頭
2. 首
3. 肩の中心
4. 右肩
5. 左肩
6. 右肘
7. 左肘
8. 右手首
9. 左手首
10. 右手
11. 左手
12. 腰
13. 右臀部
14. 左臀部
15. 左膝
16. 右膝
17. 右足首
18. 左足首
19. 右足
20. 左足

またこれらの骨格の x 軸,y 軸,z 軸の座標の数値のデータを取得することができるため、これらの数値を用いて解析する方針とした。次に我々が検討したのは kinect による骨格座標取得を行い、取得した数値をどのように保存し、使用するかである。ここで前述した、天気予報の判別機作成の学習を生かし、取得した数値を CSV ファイルに格納し、データとして使用する方法に決定した。次に動作解析の方法について検討した。その方法としてシュートを打ってもらった開始時点から秒数を指定し、その間の骨格の座標を取得するというものである。その取得方法を実現するために開発環境である visual studio C # を使用した。その visual studio C #の中で wpf アプリケーションというものをを用いて実装した。この開発環境を使って CSV ファイルを作成し、数値を指定した秒数間の骨格の座標の数値を格納するというプログラムを実装し、作成することを目標とした。最初の実装する方針として、ソースコードに foreach 関数を使用し、プログラム上でループさせ骨格の座標をリアルタイムに近い速度で表示するものに加え、さらに CSV ファイルへの書き込みを考えていた。しかしプログラム上での foreach 関数の中に各骨格の座標取得が行われているわけだが、この関数の中の一番最後の部分で CSV ファイルへの書き込みのコマンドを宣言してしまうと、CSV の中に書き込まれた座標が動的な数値ではなく静的な数値しか入っておらず、動作解析に必

要な数値が書き込まれていなかった。そこで foreach 関数の中で各骨格の取得した数値をまとめて書き込むよう宣言する方法ではなく、各骨格の数値が取得された時点で書き込むよう宣言したところ、しっかり動的な数値が入っていた事でこの問題は解決した。また、kinect ではプログラム上で骨格取得した数値をファイル書き込みへ順番と kinect の座標取得の順番が合わないとも数値も CSV ファイルに入った時点で列数や行数が合わなくなってしまうため、kinect の骨格取得の順番を調べた。kinect による骨格の順番は腰→脊椎→首→頭→左肩→左肘→左手首→左手→右肩→右肘→右手首→右手→左臀部→左膝→左足首→左足→右臀部→右膝→右足首→右足に沿って実装した。最終的に作成したアプリケーションはシュートを打ってもらう直前に開始ボタンを押し、そこから指定した秒数の座標取得を行えるというものである。また、フォームアプリケーションを一時終了してまた起動し直して座標を取得することがなく連続して取得が行えるようにも実装した。このアプリケーションのデザインとしてフォーム画面の右側には各骨格の座標数値と開始ボタン、左側には RGB カメラからの得た映像とその上に各骨格を感知し円を描画し表示するようにした。この左側に映し出される映像と骨格から kinect での撮影範囲を知ることができ、また骨格をしっかりと感知し座標が表示できているかの確認が行えるというものである。このフォームアプリケーションを用いて骨格の座標取得が可能になったが、ファイルに格納されている数値だけを見てもしっかりと取得できたか判断ができない。そこで担当教員からアドバイスを頂きデバックのためのアニメーションを作成した。このアニメーションは取得した骨格を点でグラフにプロットし、コマ送りで再生させるというものである。次に作成したアプリケーション、アニメーションを用いて、予備実験を行った。この予備実験では実際にシュートを打ってもらい、kinect での撮影を行う際に問題がないかを調べた。その結果、シュートフォームを撮影し、アニメーションでの再生が比較的綺麗に再生されるときもあれば明らかにおかしい時もあった。そのため効率的にも考え、1 人につき何回もの骨格の座標データを使用するのではなく 1 回のシュートの骨格座標のデータを取得し、使用することに決定した。また、フォームアプリケーションの実行時、処理速度が遅いことが分かった。そのため、より処理速度を速める方法として、必要最低限アニメーションとしてわかりやすいような、骨格だけを取得することにし、

1. 頭
2. 肩の中心
3. 右肩
4. 左肩
5. 右肘
6. 左肘
7. 右手首
8. 左手首
9. 右手
10. 左手
11. 腰
12. 左膝
13. 右膝
14. 右足
15. 左足

の 15 点を採用した。さらにアニメーションでの再生の問題で、シュートを打ってもらう人の真横から撮影し取得した座標では当然、真横から見た状態でのシュートフォームのアニメーションはとて見ずらい。このことにより撮影は真横ではなく斜めから撮影し、座標を取得することでアニメーションが見やすくなり、解決した。

(文責: 杉澤智己)

2.4.4 座標取得における問題点

1. 服装の色により、座標取得ができない場合がある
2. 撮影する場所の明るさなどで誤差が生じる場合がある
3. ボールで隠れてしまっている手の座標取得があいまいになってしまっている
4. 撮影範囲には複数人映ってはいけない
5. 座標取得が完了するまで撮影範囲外に出てはいけない
6. 余分な座標数値もファイルに格納してしまっていること

(文責: 杉澤智己)

2.4.5 フォームアプリケーションにおける問題点

1. 座標を取得している間は RGB カメラからの映像が止まってしまう
2. プログラムが終了してしまう場合がある
3. 撮影するたびに取得するための開始ボタンを押さなくてはならない

(文責: 杉澤智己)

2.4.6 データ収集

本グループのテーマであるデータ解析を行うために、バスケットボールのフリースローのフォームを撮影した座標データを多数集める必要がある。前述した Kinect による座標取得を利用して撮影、データの保存を行った。

まず本グループはデータ収集の対象となる被験者について検討した。この際に問題として考えられるのが、被験者はランダムで抽出すべきなのか、もしくは被験者はバスケットボールに習熟しているであろう経験者のみに絞るべきであるかということである。この問題については、グループ内で話し合った結果、解析後にフリースローの成功率を表示する際に幅広い層のデータが無ければ、解析結果に偏りが生じてしまうという理由から、被験者はランダムで決定した。

次に被験者に何本フリースローを打ってもらうことで、そのフォームでのシュートの確率をできるだけ性格に調べることができるか検討した。打ってもらうシュートの本数が少なければ、その成功率にはばらつきがあり信憑性が極めて低くなってしまう。またシュートの本数が多すぎても、被験者の身体の疲労など解析に関係の無い別の因子が発生してしまうため、少なすぎず多すぎず調度よい本数が何本であるのかを検討する必要がある、本グループのメンバーによって検証を行い、腕の疲労の影響が少ない本数を検証した。この結果、被験者一人につきシュートを 30 本打ってもらうことに決定した。

同一の被験者のシュートフォームにおいて、シュートが入るときと入らないときには、Kinect で撮影できる範囲でそれほど大きな差は存在しないという推測の元、Kinect によって撮影する被験者に 30 本フリースローを打ってもらったが、シュートフォームを撮影するのは 1 本のみとした。機械学習というものは、データ数が多ければ多いほど必ずしも正確な解析が行えるというわけではなく、収集したデータの傾向や特徴に規則性が発見されれば、その規則性により安定した解析を行うことができるということは間違いない。しかしデータの中に他のデータによって形成された規則性を無視したデータが存在してしまうと、判別の基準が変更されてしまい正しい解析を行うことができなくなる。これを確率統計学では過学習や誤学習と呼ぶ。これを防ぐために集めたデータに対して、そのデータが有効なデータであるかを判定する必要がある。、実際にデータを収集した後にシュートが入る確率が高いフォームと、シュートが入る確率が低いフォームの間で、関節の角度などを計算し比較することで、優位な差が得られなかった 11 人分のデータを使用しないものとした。

(文責: 岩瀬悠太)

2.4.7 データ収集の課題

前述した方法でデータ収集を試みた結果、データの収集中にいくつかの問題が発生した。

1 つ目は、速い動きを撮影することで、パソコンの処理が重くなりそれと同時に Kinect の撮影の精度が落ちてしまうというものである。この問題点の解決策として挙げられたものが、パソコンのスペックが高いものを使うというものと、Kinect を動作させるための VisualStudio 内の C # によって実装されているデータ取得のためのプログラムを書き換えて、動作を軽くするという 2 つの解決策が挙げられた。本グループでは、後者の方法を検討し、一ヶ所の座標データを取得するたびに CSV ファイルに書き込んでいる方法に、動作が重くなっている原因があると推測し、新たに各箇所のデータをすぐに書き込まずデータとして変数に格納しておき全ての箇所のデータの取得が完了してから CSV ファイルに書き込むようにプログラムを変更したことで、CSV ファイルに書き込む回数を減らし動作を軽くすることに成功した。

次に発生した問題は Kinect で撮影を行う際に、正常なデータが取れない場合が存在するということである。この問題点が発生する理由として考えられた原因は、C # で実装したデータ取得のためのプログラムに問題があるか、メンバーが Kinect について調査をしたところ Kinect の動作環境には制限があり、日光などの撮影環境により誤検出してしまうことが分かった。そのほかに考えられる理由として、撮影環境の背景と被験者の服の色が似ていて誤検出している、Kinect で撮影する際に死角となる部分が存在し誤検出しているという要因が挙げられた。これらの要因について一つ一つ検証を行った。

まず C # のプログラムに問題があるという可能性について検証するために、体育館だけではなく様々な場所で撮影を行った。この結果、体育館でボールを持って行った撮影以外は正常に動作していたので、プログラムの問題ではないということが分かった。

次に Kinect が発している赤外線と日光による紫外線が互いに干渉しあうことで正常なデータが取れていないという可能性について検証を行った。この検証の方法として、同じ体育館で撮影する際に、日光の入っている昼間と日光の入らない夜間に撮影することで比較実験を行った。この結果、両者に明確な差は現れずこれも先ほどと同様に大きな影響は無いと考えられた。

3 つ目の服装による背景との混同については、異なる服装の二人を被験者として用意し同環境で撮影を行った。一人目は上半身が灰色で下半身が黒、二人目は上半身が青色で下半身が茶色というように異なる色で検証を行った。この結果、一人目の被験者の下半身が正常に撮影できておらず、

二人目の被験者の下半身は正常に撮影できていたことから、撮影環境によって検出しにくい色が存在することが判明した。しかしまだ完全に正常に撮影できるようにはならなかった。

4つ目の死角になっていて撮影に失敗しているという可能性についても検証を行った。バスケットのフリースローのフォームにおいてもっとも死角となりやすいのが、ボールによって隠れてしまっている手である。実際にこの手の部分が正常に撮影できていないデータが多く存在し、ボールを持った状態と、持っていない状態で比較実験を行った。この結果二つのデータの間に優位な差が存在し、死角による誤検出はデータ収集において大きく影響していることが判明した。この理由として Kinect は赤外線は発信しその反射により骨格や距離を判定している。よってボールによって隠されてしまっている手を骨格として認知することができないからである。その結果として Kinect が認知できていない箇所を、推測して表示しているため、実際とは異なるデータになってしまっていた。この問題を解決するために、撮影するための角度を微調整をしながら変更することで、比較的死角を作らずに撮影できる角度を設定し撮影を行った。

(文責: 相馬康人)

2.4.8 データ収集する座標の決定

Kinect では 20 箇所の骨格を認知することができる。しかし 20 箇所全てをデータとして CSV ファイルに保存すると Kinect の動作が重くなり、結果として撮影が上手く行えなくなってしまう。また、R 言語において解析を行う際も、必要最低限の座標箇所のみを取得しなければ、データの読み込みや格納を行う際にシステムの動作も重くなってしまう。Kinect では本来、頭、首、右肩、左肩、右肘、左肘、右手首、左手首、左手首、右手、左手、腰、右臀部、左臀部、左膝、右膝、右足首、左足首、右足、左足の合計 20 箇所の骨格を認知できる。この中からバスケットのフリースローのシュートの成功率の解析に必要となると判断した肘の角度、膝の角度、肩の開き具合、スタンスの幅、体の重心を求めるために必要な頭、首、右肩、左肩、右肘、左肘、右手首、左手首、左手首、右手、左手、腰、左膝、右膝、右足、左足の座標を求めることに決定した。

(文責: 相馬康人)

2.5 フリースロー改善システム

ここでは、実装したシステムのプログラム内容について記載する。

(文責: 中江一哉)

2.5.1 システムの実装の概要

本グループでは、R 言語を使用することにし、Rstudio 上で動作させることができる Shiny というアプリケーションを使用した。Shiny を使用することのメリットは、R 言語で解析のためのプログラムを実装し、そのプログラムの実行結果を Web アプリとして簡単に表示することができるという点である。Shiny の出力画面は大きく分けて 2 つ存在し、左側に入力、右側にその入力を受けて、解析を行った結果を出力している。例えば、入力として年齢や慎重、体重などを入力することで、その入力に合わせて出力を変更することができる。また Shiny には出力画面の実装など Shiny のインタフェースに関係する ui.R と、解析やファイルの読み込みなどの処理を実行するための server.R が存在する。ここでは下で記載する出力画面を出力するまでの流れについて記載する。はじめに、同じ形式に統一されたテストデータと訓練データを用意する。訓練データとして 50 人分の 15 箇所の 3 次元座標を 20 コマにわたって記録した csv ファイルを用意する。csv ファイルの中に、被験者にフリースローを 30 本打ってもらった際の、シュートが入る確率をデータのラベルとして与える。また、解析に使用する被験者のひじの角度を各コマごとに計算しラベルとは別の値として格納し、用意した訓練データを以下のコマンドで読み込んだ。

```
dat <- read.csv("ファイル名.csv", header=F)
```

これにより dat という変数に csv ファイル内のデータを代入することができる。実際のシステムの設計の際に、出力画面として採点画面とテキストによるアドバイス画面、アニメーション画面の 3 つを作成したので詳細は後述する。作成した 3 つの画面をシステムの動作時に表示するために Shiny の ui.R を編集した。実際にシステムを動かすために、ユーザのフリースローのシュートフォームを Kinect によって撮影しそれを csv ファイルを新たに作成して保存した。作成した csv ファイルを最初と同様に読み込み、20 コマの肘、膝、肩の開きや足のスタンスなど解析に使用する要素を計算し、最終的な出力画面を作成した。

(文責: 山田快)

2.6 システム詳細

ここでは、実装したシステムの詳細について記載する。

(文責: 中江一哉)

2.6.1 採点システム

最終的な出力画面で採点画面を表示し、現状のシュートフォームでは約何割くらいの確率でシュートが成功するかを出力することで、ユーザのやる気の向上と、自分のフォームが改善されて

いることの実感を与え、継続性、目標をもって練習ができるようになることを目標とした。採点画面の出力を作成する前に何を基準に解析を行うかを考えた。シュートが入りやすい人のフォームと入りにくい人のフォームでどのような差が存在するかの解析から行いその結果として、以下の3点で有意な差を得ることができた。

1. 膝の角度
2. 肘の角度
3. 肩の開き方

ここでは、シュートフォームの以下の4つのタイミングをトリガーとした際の、肘の角度や膝の角度など野を使用して単純に比較を行い出力を行った。単純な比較というのは、膝の角度、肘の角度、肩の開き方の3点が、訓練データとして収集した50人分のデータのどのデータに類似しているかを、各点ごとに比較し採点を行った。解析方法の詳細は、比較する20コマのデータを同じタイミングのものを切り出すことを行った。つまり、20コマのうち解析に使用する以下の4種類のタイミングの座標データを解析に使用した。

1. シュートフォームの開始
2. 膝が最も曲がっている瞬間
3. 肘が伸びる瞬間
4. ボールを手放す瞬間

各タイミングを切り取るために適切なトリガーを設定し、トリガーの条件を最も満たしていると考えられるタイミングを解析に使用した。トリガーの条件は以下のものである。

シュートフォームの開始 ・両手が自分の胸より高くなった瞬間
膝が最も曲がっている瞬間 ・両手の座標が自分の胸以上かつ膝の角度が最小
肘が伸びる瞬間 ・両手の座標が自分の胸以上かつ肘の角度が最小
ボールを手放す瞬間 ・両手の座標が自分の胸以上かつ肘の角度が最大

以上の条件をif文を用いて判定し4つのタイミングの座標を格納した。格納された4コマ×15点×3次元=180点の座標データをあらかじめ、訓練データとして用意されていたcsvファイル内の50人分のデータと比較を行い解析することで採点を行った。本グループが行った採点とは、現状のユーザのフォームでフリースローを打った場合およそ何割の確率でシュートが成功するかを判定するものである。最高点数は100点になるようにシステムを作成する予定だったが、実際にデータを収集した際に、バスケットの経験者を多めにデータを収集したが、大学の中で集めたデータで、30本フリースローを打った際の成功率が8割を超える被験者がいなかったため、最高点が77点になった。上で説明した4つのタイミングでの解析を行う際に、肘の角度、膝の角度、肩の開き具合の3つの要素について個別にSVM(support vector machine)を用いて解析を行った。具体的には、被験者の肘の角度が、訓練データ内のどのデータに最も類似しているかを判別し、最も類似しているデータにつけられているラベルデータを点数として受け取る。それと同様に膝の角度と肩の開き具合についてもSVMを使用し点数付けを行った。与えられた3つの点数の合計を3で割ることでシュートが入る確率を計算した。

点数を表示する際に、ただ表示しても面白味が無いため、肘の角度、膝の角度、肩の開き具合の3点に対し三角形のレーダーチャート形式にして出力した。このレーダーチャートによってユーザは自分のフォームの弱点を知ることができると考えた。またシステムの精度の評価を行うために、

与えられた訓練データを使用して、何割くらいの確率で解析が成功しているかを判定した結果、実際に被験者がシュートを打って入った確率を正解データとし、システムがフォームを解析した結果出力された値が、前後 15 % 以内であるものを解析成功と判定できるものとして考えると約 7 割のデータの解析に成功した。

(文責: 中江一哉)

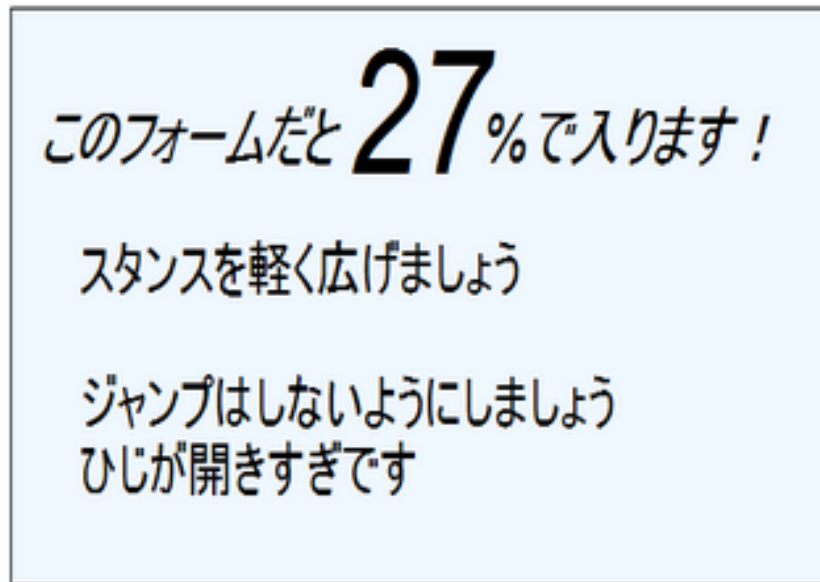


図 2.1 採点・アドバイス画面

2.6.2 アドバイス画面

アドバイス画面では、以下のポイントについて解析を行った。

1. 膝の角度
2. 肩の開き方
3. 足のスタンス幅
4. 体の重心
5. ジャンプの有無

膝の角度は、膝をどのくらい曲げているかも重要であると考えたが、それ以上に、膝の曲げるタイミングや、伸ばすタイミングなどが他の体の部位と上手に連動しているかが重要であると考え、単体の角度を比較するのではなく、シュートフォームの一定のタイミングをトリガーとした際の膝の角度を解析に使用した。この方法で初心者と経験者を比較した結果、初心者は膝が伸びるタイミングが早くボールをリリースする際に、経験者とは違い上手に力を伝えられていないため力任せに投げているため、フォームがばらばらになってしまい、シュートの安定感がなくなってしまう。またボールをリングに届けようと、力任せに投げているために、ボールの軌道が低くなってしまう。軌道が低くなるということは、ボールがリングに対して斜めに入ることになるため、ボールから見たリングの形は楕円形となってしまっている。楕円形になってしまうと、ボールがリングに入る確率が下がってしまう。つまり膝が早く伸びてしまっている初心者に対しては、膝のためをもっと作ってシュートすることをおすすめする必要がある。このために膝が最も曲がっている状態か

ら、ボールをリリースするまでの膝の角度の推移を計算し、リリースよりも先に膝の角度が伸びているかどうかで判定を行った。

次に、肩の開き方についても経験者と初心者のフォームを比較した結果、経験者は肩の開きが体に対し約 90 度で固定されているのに対し、初心者は肩が開きすぎている傾向にあることがわかった。肘がゴールの方向に向いていると、腕をまっすぐ振ることで、ボールの軌道のブレが少なくなるが、肩が開いてしまっている初心者の場合は、距離感の調節のほかに左右の調節もする必要があるので、必然的に経験者よりフリースローの成功率が低くなってしまう。これを解決するために、肩が開きすぎている被験者に脇を閉めるようにアドバイスする必要がある。ここで肩の開きを検出するために、リリースの際に Kinect で取得した右肩、右肘、肩の中心の 3 点を使用し肩の開いている角度を計算し 90 度より開いていたらテキストを出力するという方法で判定した。

足のスタンス幅については、スタンスが狭いと膝が曲がりにくくなってしまい、広すぎると、膝の力をボールに上手く伝えることができない。よって、ユーザに適切な足幅を教えてあげる必要がある。適切な幅がどのくらいなのかがわからなかったため、経験者のスタンス幅を計測したところ、平均してスタンス幅と肩幅はほぼ同じくらいであった。この結果からスタンス幅を肩幅に近づけることで、膝をやわらかく使うことができ、かつボールにも力を伝えることができると考えた。

体の重心がどこにあるかを計算することで、シュートの際に前傾姿勢になっているか、逆に後傾になっていないかを確かめることができる。バスケットボールのフリースローでは、体の軸がぶれていないことが理想である。つまり重心が移動しないということが重要である。前傾姿勢に流れてしまっているフォームでは、ボールの軌道が低くなってしまい、膝の角度について述べたものと同様に、軌道が低いとリングにボールが入る確率は低くなってしまう。前傾姿勢になっているということは、ボールを力任せに投げている可能性が高く、ユーザが前傾姿勢になっている場合や後傾姿勢になっている場合にアドバイスを出力する。判定の方法はその人の基本姿勢との比較、すなわちシュートフォームの始まりの姿勢と、ボールをリリースする際の重心を比較しどのくらい差で判定を行った。重心の計算はユーザの足の座標、腰の座標、頭の座標の 3 点を結んで出来る三角形の重心の座標を求め、地面と足と求めた重心がなす核を求めることで判定を行った。この方法で計算を行った結果、経験者の重心がなす角度は 5 度以下のものが多かったため、それを基準とし、テストデータの重心が 5 度以上の角度を生成する場合に、体の軸をぶらさないようにするためのアドバイスを出力した。

最後にジャンプの有無に対するアドバイス画面の出力は、単純に足の座標が、リリースの瞬間にジャンプをしているかどうかを判定した。フリースローについて書かれているどの文献を参照しても、ジャンプはするべきではないという見解を示している。この理由は、フリースローの際にジャンプするメリットが無いという理由がある。もしもボールが届かないからジャンプをして勢いをつけているという理由で、ジャンプを行っているとしたら、それは間違いである。ボールが届かない場合の問題点は、膝や肘の力がボールに上手く伝わっていないため、もしくは筋力が不足しているためである。フリースローとは毎回同じフォームで打つことが理想であるのに対し、ジャンプをすることで、重心がずれやすくなり、各動作ごとに微妙な差が生じてしまい、毎回一定のフォームでシュートを打つことが難しくなる。よってジャンプをしているユーザに対して、ジャンプをやめて、膝の力を上手く使えるようにするためのアドバイスを出力した。

これらの画面を出力することで、ユーザは、自分のフォームのどこが経験者のフォームと異なり、どこを直すべきであるかを知ることができる。

アドバイス画面の改善点としては、アドバイスの種類が少ないので、もっと身体の動かし方や、バスケットのフォームに関する文献を調べることでテキストの種類を増やすことができ、ユーザが

飽きずに使用できるようになるのではないかと考えた。

(文責: 中江一哉)

2.6.3 アニメーション画面

最後にユーザが自分のシュートフォームを客観的に見るができるように、アニメーション形式で表示することを試みた。この画面の目的は、初心者ユーザがアドバイス画面だけでは、自分のフォームがイメージしにくい際に、アニメーションで表示することで、直感的に感じ取ることを目的とした。Shiny の機能である sidebarPanel のなかで sliderInput を使用し、出力 g 面の中にある再生ボタンを押すことで表示ができるように設計した。表示の方法は R 言語でグラフや表などを作成する際に用いられる、plot 関数を用いてアニメーションを出力する基盤を作成し、points コマンドを用いてそこに与えられた座標データに応じて点を表示する。その後に segments コマンドによって先ほど表示した点を線で結びつけるという作業を行った。座標データで 3 次元のデータを収集したため、実装当初は 3 D の実装を予定していたが、実際に表示してみると、2 D のほうがフォームが確認しやすいことに気づき、アニメーションの表示画面を x,y 平面のアニメーションと y,z 平面のアニメーションを作成することで多角的に自身のフォームを確認できるようにした。ただ点と棒を表示するだけでは、点と線が重なるタイミングで自分のフォームがどうなっているかが見にくいという、欠点が発見されたので体の右側を赤、左側を青、中心を紫色で表示することで、アニメーションが重なって見にくいという課題を解決した。また 2 次元のアニメーションでは奥行きを感じられないため、x,y 平面においては z 座標の大小に応じて点の色をグラデーションさせ奥行きが深ければ色を濃くし、浅ければ色を薄くするという方法で奥行きを表現できないかと考えて実装したが、処理が重くなってしまうことと、奥行きが色のグラデーションだけでは直感的に感じる事ができなかったため、この機能の実装を中止した。

アニメーション画面を作成するにあたって生じた問題は、2 つのアニメーション画面を同時に出力することで、アニメーションの再生が遅くなってしまい、最悪の場合がシステムが終了してしまう事態が発生し、この課題を解決する必要があった。解決策としてアニメーションを 1 つにするという方法と、プログラム自体を書き変えるという 2 つの方法について検討した。アニメーションを 1 つにすることは、非常に簡単で、かつ確実にシステムの動きを軽くすることができるが、3 次元で取得した座標がアニメーションとして生かしきれていないので、後者の方法でシステムの動作を軽くすることを試みた。

システムが重くなってしまっている理由が大量の座標データを扱っているということと、座標データによる線や点の図形の描画が原因として考えられた。大量のデータを扱っているという点に関しては、システム上どうしようもないことなので、後者の描画の際にシステムが重くなっている問題について詳しく検討した。現段階では、点や線の一つずつ描画しているため、点だけで 15 点、線を 14 本使用してアニメーションを表示している、しかしこれは静止画での処理であり、これを 20 コマ分動かすためには 20 倍の処理が必要であり、これがシステムを重くしている原因であると考えた。システムを軽くするためにはこの方法以外の方法でアニメーションを表示する必要がある、R 言語でまとめて描画する方法を調査してみたが、適切な手法を発見することができず、次善策として Processing などの他言語でアニメーションを作成してから、それを R 言語で読み込んで出力するという方法が挙げられた。しかし、現段階で R 言語と C # の 2 種類の言語を組み合わせで実装しているため、これ以上言語を増やすと、実際にユーザが使用する際の手間が増えてしまい、使用感が大きく損なわれてしまうことになる。こうなってしまうと本来の目的である気軽に使

用できるというコンセプトと反する形になってしまうため、さらに別の方法を試みた。

第3の方法として考えられたのが、ボタン一つで描画するアニメーションを x,y 平面と y,z 平面で切り替えることができるようにすることでこの問題が解決できると考えた。この昨日の実装方法は `ui.R` 内に `radioButtons` を追加しどちらの平面のアニメーションを再生するかを選択できるようにした。これにより動作スピードを落とさずに、多角的な視点から自身のフォームを客観的に確認することができて、結果としてフォームの改善点を視覚的に確認できるものとなった。またデータ取得で撮影を行う際に、最初は真横からとっていたものを斜めから撮影することで、 x,y 平面だけでも、奥行きを感じることができるようになった。

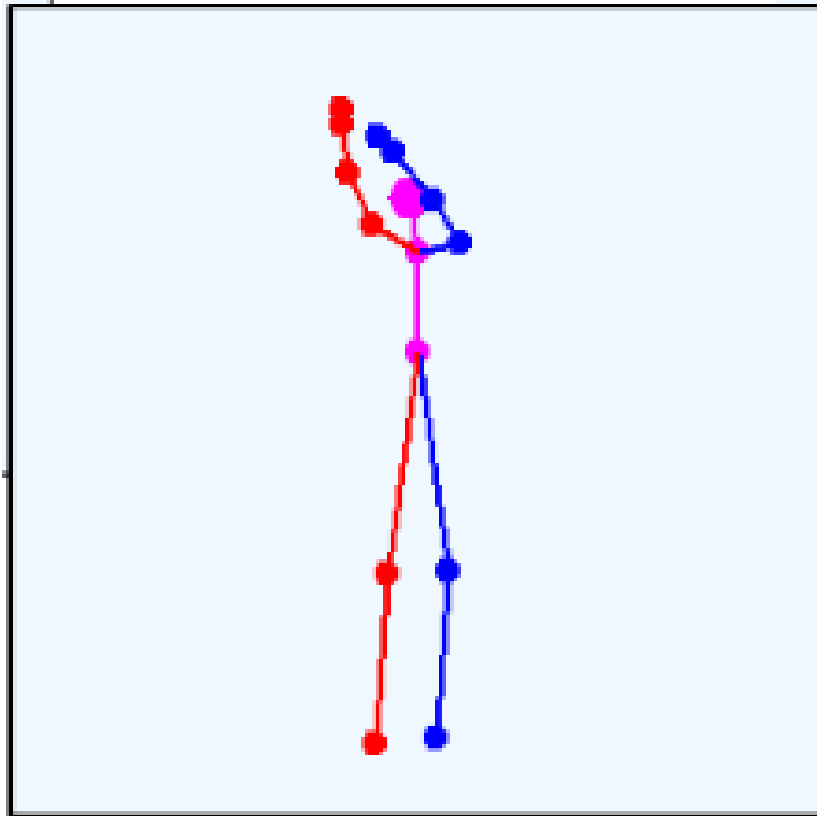


図 2.2 アニメーション画面

(文責: 中江一哉)

2.6.4 システムの評価 ・ 反省

またシステムの精度の評価を行うために、与えられた訓練データを使用して、何割くらいの確率で解析が成功しているかを判定した結果、実際に被験者がシュートを打って入った確率を正解データとし、システムがフォームを解析した結果出力された値が、前後 15 % 以内であるものを解析成功と判定できるものとして考えると約 7 割のデータの解析に成功した。この結果から、システム精度については改善の余地はまだまだあるが、それなりの成果は得られたと考える。システム全体としての今後の課題は以下のものである。

1. 絶対的にデータの数不足している。
2. 解析に使用する要素の再検討をする。

3. アドバイス画面のテキストの種類を増やす。
4. Kinect でのデータ取得を見直す。

1) については、今回収集したデータ数が 50 のみで最初に目標にしていた 100 にすら届かない数字となった。データはただ増やせば解析の精度が上がるわけではないが、少なければ過学習や誤学習が発生する確率が大幅に増加するために、多くのデータの中から、過学習が発生しないように、データを厳選し使用するということが大切である。今回データの数が少なくなってしまった要因は、テーマがしっかり定まるのが遅かったことや、メンバーの役割分担をしたつもりではあったが、アイドルタイムが発生しているメンバーが多かったことが考えられるので、リーダーが仕事をしっかり割り当てる必要があった。

2) については、今回主に解析に使用した。肘の角度、膝の角度、肩の開き具合を解析に使用すると決定した際に、認知心理学の講義の中で学んだ、t 検定を用いてシュートが入りやすいフォームと、シュートが入りにくいフォームを比較した結果、有意な差を得ることができたためこの 3 点を解析に使用したが、身体の動きは複雑で、解析の候補となる要素はまだ存在している。このようなほかの要素についても、時間をかけて要素の検討を行っていたら、解析の精度を向上させることはできると思うので、システムの実装や、データの収集に入る前に、解析の方法をじっくり検討するべきだと感じた。

3) では、メンバーの中にバスケットに関する知識が豊富なメンバーがおらず、手探りの状態で活動が始まったため、バスケットのフリースローにおいて重要な点がどこにあるのかを調査することから始めた、調査の結果フリースローのフォームにおいて、注意すべき点がたくさん浮上したが、その中で数字上で判定できるものが少なく、アドバイス画面に出力できないものがほとんどになってしまい、結果として、アドバイスの種類が少なくなってしまった。この課題の対策としては、注意すべきポイントを直接判定するのではなく、他のポイントとの関係性などを見つけて、関連させてアドバイスすることができると、種類を豊富にできて、ユーザの飽きが来ないようにできると考えた。そのために、今回の活動では、調査不足と、システムを実装する上での知識不足の 2 点が要因として考えられる。

4) では、Kinect でデータを取得する際に、20 コマ分限定でしか撮影を行えなかったが、スタートボタンだけではなく、ストップのボタンを実装することで、現状でシュートフォームのはじめと終わりに必ず入っているシュートフォームとは関係の無いデータを取得しなくてすむので、データ数が全体的に少なくなり、システムや Kinect の動作もスムーズになると考えた。

また、システムのユーザレビューを行う時間を設けることができなかったため、実際にユーザが使用した際の使用感などについての現状の問題点を把握できていないため、ユーザレビューも今後の課題であるといえる。

これらの課題を解決することでシステムはよりよいものとなり、ユーザのフォーム改善を行うことができると思う。

(文責: 山田快)

第 3 章 課題解決のプロセスの詳細

3.1 各人の課題の概要とプロジェクト内における位置づけ

杉澤智己の担当課題は以下のとおりである。

- 5 月 機械学習、確率統計学、R 言語の学習
- 6 月 画像解析の学習
- 7 月 中間発表に向けてのプレゼンテーション、スライド作成
- 9・10 月 テーマ再検討
- 11 月 フォームアプリケーション作成
- 12 月 データ収集、システム作成

(文責: 杉澤智己)

中江一哉の担当課題は以下のとおりである。

- 5 月 テーマを決定するためのアイデア出し、R 言語についての個人学習
- 6 月 R 言語での画像解析の練習
- 7 月 グループ報告書の執筆、中間発表のスライドチェック
- 9・10 月 骨格座標の取得、システムの実装
- 11 月 テーマの再検討、システムの実装
- 12 月 最終発表の準備、システムの完成

(文責: 中江一哉)

永山凌の担当課題は以下のとおりである。

- 5 月 メンバー間の顔合わせ、R 言語の学習
- 6 月 R 言語での線形判別分析、画像解析の学習、Kinect を用いた動作解析の開発環境の構築
- 7 月 C # 言語での Kinect を用いた動作解析、データの可視化
- 9・10 月 動作解析システム作成・R 言語の学習
- 11 月 動作解析システム作成・テーマの見直し・Kinect 実装
- 12 月 Kinect 実装・発表スライド作成・発表練習・成果発表会

(文責: 永山凌)

山田快の担当課題は以下のとおりである。

- 5 月 機械学習、R 言語についての学習
- 6 月 画像解析についての学習
- 7 月 Kinect についての学習、中間発表の準備
- 9・10 月 Kinect の学習、C # の学習、手話の解析方法の検討
- 11 月 テーマの変更、Kinect での座標取得
- 12 月 スライド作成、ポスター作製、最終発表練習、最終発表

(文責: 山田快)

佐藤綾香の担当課題は以下のとおりである。

- 5月 意思決定支援システムのテーマ製作の決定とグループ作成
- 6月 システムの作成に必要な基礎知識の習得
- 7月 中間発表にむけたポスター作成
- 9・10月 Kinect での骨格情報取得、骨格座標データの取り込み、テーマ再構築
- 11月 データ収集、ポスター作成
- 12月 ポスター制作、最終発表、報告書作成

(文責: 佐藤綾香)

岩渕悠太の担当課題は以下のとおりである。

- 5月 データ解析・意思決定・R 言語についての学習
- 6月 画像サンプル収集、画像解析の学習、Kinect の機能理解
- 7月 Kinect 環境を整える、Kinect 実装、スライド編集
- 9・10月 Kinect の実装、C # の勉強、表情認識
- 11月 テーマの変更、Kinect の実装、フリースローの解析について
- 12月 スライド作成、データ収集

(文責: 岩渕悠太)

相馬瞳の担当課題は以下のとおりである。

- 5月 意思決定支援システムのテーマ案の決定、R 言語の学習
- 6月 R 言語を用いた画像解析
- 7月 中間発表に向けてのポスター製作
- 9・10月 テーマの再考、Kinect を用いた骨格情報取得
- 11月 データの収集、ポスターの制作
- 12月 ポスターの制作、最終発表、報告書の作成

(文責: 相馬瞳)

相馬康人の担当課題は以下のとおりである。

- 5月 テーマ決め R 言語の学習
- 6月 画像解析の学習サンプル画像の収集 Kinect 使用の為の環境設定
- 7月 Kinect の使用練習スライド作成
- 9・10月 Kinect プログラミングの学習、C # の学習、手話の解析方法の検討
- 11月 テーマの変更
- 12月 スライドの作成、データ収集、最終発表用の原稿の作成、最終発表

(文責: 相馬康人)

3.2 担当課題解決過程の詳細

3.2.1 杉澤智己

- 5 月 プロジェクトが始まり、テーマ決めについて議論した。最初はデータ班、実装班に分かれ作業する方針だったが、人数も多いということでテーマを二つに分け活動を行うこととなった。私たちのテーマはジェスチャーを解析し、人が行うジェスチャーの意図を理解し、文章や単語などで出力し通訳してくれるというシステム作成するという事に決定した。システム作成する前に、統計学、機械学習、R 言語、学習をした。R 言語、機械学習では LDA(線形判別分析)、SVM (サポートベクターマシーン) 用いて、web 上に公開されている気象データを基にその日の気温、気圧、風速、湿度、から天気を予想し判別してくれるシステムの作成を行い、学習した。また、統計学ではベイズの定理を学習し理解するよう励んだ。動作を映像で解析するということから動画の解析をする必要がある。動画は画像をつなぎ合わせできるものであるから画像解析の学習を行った。画像解析の学習をした。この段階ではただ画像のピクセルごとの値を用いて LDA で判別するだけの学習であったため、主に LDA の判別方法を把握した。
- 6 月 5 月に引き続き、画像解析の学習をした。画像解析をするにあたってその画像の特徴を見つけ出し、LDA を用いて、判別する方法を調べた。半別方法は様々あったが先生から助言を頂き、実装方法が容易である、Haar-like 法を学習した。実際に判別を試みたが、犬と猫の画像を判別してみたところ、約 53 % の確率で判別成功するという結果が得られた。今後に向けて個人的に Haar-like 法以外の実装方法を学習することが必要となることが分かった。プロジェクト学習と並行で今後役に立つ可能性があると考え、OSS セミナーを受講した。OSS セミナーではシステム管理方法を学び、web 上におけるアプリケーション開発など学習した。動作を解析するにあたって、特徴抽出に長けているキネクトを購入し、キネクトを用いた。少しだけではあるがキネクトの開発環境での実装方を学習した。法私たちのテーマの目的が明確ではなく再議論した。議論しあった結果、ジェスチャーの解析ではなく、手話の解析をテーマに今後の活動を行う方針となった。
- 7 月 Tex 講座を受講し、TeX を用いて個人報告書を作成した。中間発表に向け、スライド作成、プレゼンテーションの練習を行い、2 度先生方に見て頂き評価してもらった。発表で一番大事なことが、視聴者にも理解できるプレゼンテーションをすることであるため、先生方の意見、評価を参考に発表担当者全員で協力し改善した。
- 9・10 月 前期でシステム作成を行う予定だった手話解析システムにあたって解析の方法としてキネクトによる骨格の座標取得を考えていたため、キネクトの学習をしていた。しかし、手話解析システムを作成することはキネクトの弱点である、指先の解析が必要になってくることが分かったため、我々の技量では到底システムの完成は無理だと判断したため急遽テーマ決定の議論をした。最初はジェスチャー解析などの案が出たがジェスチャーでは個人個人によっての解釈が異なり、また「ジェスチャー」というテーマでは範囲が広く、抽象的なものになってしまう。もう一つの案として、面接などのシチュエーションを想定して、お辞儀、顔の表情、椅子に座った時の姿勢から面接の際の点数や改善点などを解析するシステムも作成しようと試みたが、表情の解析がとても困難であり、軸であるテーマの動作解析ではなくなってしまっている。この二つではダメであると判断し、さらに議論した結果、バスケットボールのシュートフォームの判別システム作成に決定した。次に解析方法で解析に使

用する座標の数値はどのような数値を使用するのか議論した。シュートフォームの動作を数値として扱うためには、シュートを打ち始めてから打ち終わるまでの間の座標を何秒間かでコマ切りにし、そのコマごとの数値を使用する必要がある。この問題の検討を行った。

- 11 月 テーマが本格的に決まり、私はキネクトから骨格の座標を取得し、その取得したデータをファイルに格納する作業を行っていた。Visual studio C # を用いて、フォームアプリケーションを作成した。このフォームアプリケーションでは 頭、首、右肩、左肩、右肘、左肘、右手首、左手首、左手首、右手、左手、腰、左膝、右膝、右足、左足の 16 個の骨格の座標を取得し、その取得した数値を CSV ファイルへ書き込むことを目標に作成した。書き込む際にキネクトで撮影する撮影者側からシュートを打つタイミングで座標取得を開始したいため、フォームアプリケーション上で開始ボタンを作成し、ボタンをクリックしてから約 4 秒間の間座標を取得し、CSV ファイルへの書き込みを行うものである。約 4 秒間で取得する座標はコマ切れになっており、この一定時間で 20 コマの座標が取得できた。また 1 コマの要素数が 16(骨格の数) × 3 次元 (x 軸,y 軸,z 軸) となり、これが 20 コマあり、比較的大きなデータを扱うこととなった。

その後に予撮影を行うにあたって、不具合や問題などを調べるため、予備実験を行った。その予備実験でキネクトによる撮影の問題が撮影した座標の数値を基に再生されるアニメーションが撮影するたびに分かりやすく再生される場合と分かりづらく、アニメーションとして扱えない場合があった。また、真横、真正面からの撮影になってしまうとユーザーが見るときにどのようなシュートフォームになっているかがわかりづらくなってしまうため、斜めからの撮影にすることにした。さらに使うデータ座標データは比較的綺麗に撮影できたものとし、撮影を行った。

- 12 月 フォームアプリケーションもでき次はデータの解析を行い、そこからシステム作成とデータ収集の作業に移った。データは 50 人に 30 本シュートを打ってもらい入った確率、取得した骨格からの肘、脇、膝の 3 つの角度から解析を行った。成果物としてただ単にシュートフォームの改善を表示するだけではデザイン的にも良くはない。そのため R 言語と HTML ページを併用できる R shiny の学習を行った。そこでページに解析に使う要素としてそれらの角度を別々に判別し、総合的に見たときのシュートが入る確率を結果として出力し、またデバックのためにも使っていたアニメーション表示も行い、ユーザーにもわかりやすいようにした。そして最終発表のためのスライド作成、発表練習なども行い、無事に終わる事が出来た。

(文責: 杉澤智己)

3.2.2 中江一哉

- 5 月 本プロジェクトは、テーマがデータ解析を用いた意思決定支援としか決まっていなかったもので、5 月はテーマ決定と簡単な R 言語の学習に費やした。まずプロジェクトのメンバーの顔合わせをし、テーマを決定するためのアイデア出しを行った。その中でメンバーが興味を持ったシステムについて、実装方法やデータ収集の方法、そのシステムを作ることに意味があるのかなどについて話し合いを行った。その結果、文章解析によるコース選択支援システムと動作解析による手話翻訳システムの 2 つのアイデアが採用され、どちらのグループが良いかメンバーの希望を取り、2 つのグループに分かれて活動することにした。自分は動作解析班に所属することになり、その中でもシステムの実装を担当することになった。グループ

に分かれて、初めにどのようなシステムを作るのかを明確にするための話し合いをした。この話し合いで、現状の手話の問題点やシステムの入力と出力を何にするか、データの収集方法をどうするかを決定した。また実装するためにどのような知識が必要か、必要なものは何かなどを具体的に話し合い予算を決定した。R 言語の学習については、担当教員から R 言語の基本的な使い方を教えてもらい、気温や湿度などからその日の天気を予測するシステムの仕組みについて学習した。これによりグループメンバー全員がデータ解析の簡単な流れを理解した。

6 月 画像解析を実際にやるにあたって、本グループは2通りの方法でシステムの実装を行った。1つ目の方法は、2種類の画像を読み込み画像のサイズを統一やグレースケール化などで扱いやすい形に変形して、それをピクセルごとで比較し LDA を用いて判別機を作成するという方法で実装を行った。2つ目の方法は、1つ目の方法と同様に、画像を扱いやすい形に変形した後に、Haar-like 法という特徴のある部分の輝度差を計算して、それらを特徴量として LDA を使用して判別機を作成した。Haar-Like とは、人間の顔認識システムなどに用いられている手法である。1つ目の方法では、人間とサルの画像を比較して訓練データとしてそれぞれ 20 枚ずつのデータを使用し、システムをチェックするためのテストデータとして 5 枚ずつの画像を使用した。その結果、7 割前後の画像の識別に成功したが、データ数が少ないことと成功率が低いという点で有意な結果を得ることができなかった。Haar-Like を用いた解析方法では、最初はデータの対象として動物のイラストを収集したが、データに統一性が無く、また白黒で線が細いなどの理由から解析が上手くいかなかった。そこでデータを、証明写真と大仏の画像とし同様の方法で解析を行った。

7 月 中間発表が近いので、役割ごとに集まっての活動が多くなった。私はグループ報告書の作成と発表のためのスライドのチェックや修正を行った。スライドのチェックは実際にプレゼンテーション担当のメンバーがプレゼンを行い、それに対し担当教員からのアドバイスをもらい、それを元に修正するという流れでスライドの改善を行った。主にわかりにくい表現や全体の流れなどについての意見を出し、実際に修正を行った。

9・10 月 後期の活動が始まった時点で、骨格座標の取得のプログラムが実装できていなかったため、そのための C # で座標データを取得するためのプログラムの実装と、そのシステムを用いてどのようにデータを収集するかの話し合いを行った。それと同時に動作解析を行うための手法について検討した。また夏季休暇中に個人で学習した R 言語や手話解析について再度検討を行った結果、Kinect のメリットやデメリットなどをふまえて検討した結果テーマの大幅変更も視野に入れて活動を行っていくことにした。またデータ収集やシステムの実装などやらなければいけないことが多いので、前期の活動を踏まえて個人の適正を考え役割分担を再度行った。10 月の後半には、テーマの候補として面接などでの作法を解析するためのシステムが挙げられた。

11 月 11 月は、テーマを明確に定めなおすことを目標として活動を行った。その結果、これまでのテーマだった手話解析では Kinect で指の判別や解析を苦手としているため、他のデバイスと組み合わせる必要があり残りの時間を考えて実装が困難であると判断し、テーマの変更を決断した。次に候補として挙げられていた面接の作法解析について検討した結果、担当教員から自由度が少なく、面白みが感じられないという指摘を頂き、こちらもテーマとしてふさわしくないと判断した。上記の 2 つの点を満たしているテーマを考えた結果、スポーツのフォーム解析をテーマとして活動することになった。同時にシステムの実装を進めた。

12 月 最終発表に向けてのシステムの実装と、発表の準備を行った。データ取得のためのプログ

ラムは完成しているので、実際に 50 人からデータの収集を行った。スライドの作成においては、自分たちが 1 年間やって来た活動を、誰にでも分かるように、丁寧に工夫して作成することを意識した。システムの開発では、ここまで学んできたことを生かし自分が中心となって開発を行った。このときに解析に使用する点の検討に時間をかけたが、シュートが入りやすいフォームと入りにくいフォームとの間で有意な差があった 3 点を中心に解析を行った。

(文責: 中江一哉)

3.2.3 永山凌

- 5 月 プロジェクト活動の始動として、オリエンテーションとメンバー間の自己紹介、そして目標の設定を行い、2つのグループに分かれて活動を開始した。自分は動作解析のグループ配属され、最初に R 言語の学習を行った。
- 6 月 R 言語の学習を終えた後、その R 言語と線形判別分析を組み合わせたシステムの学習と、実際にそれを動作させるという活動を行った。一連の R 言語の学習を終え、次のプロセスとして画像解析の学習に入った。ここでの画像解析とは、今まで学習した線形判別分析を利用した画像解析である。私はこの画像解析の学習において、線形判別分析の一種である SVM を用いた画像解析に取り組んだ。私は、SVM が線形判別分析においてとても有用でかつ導入が容易な解析方法である点に注目し、SVM での画像解析を行った。その学習を終えた後、いよいよ動作の解析に取り掛かるため、動作解析用デバイス Kinect 開発環境の構築を行った。
- 7 月 Kinect での動作解析を精密にするために、プログラミング言語と組み合わせて Kinect を動作させてデータを取得する方法を模索した。結果、C # 言語が適していると判断し、C # 言語での Kinect を用いた動作解析を開始した。私は、Kinect からデータを取得しそれをリアルタイムで動画上に表示するという、データの可視化を行い、中間発表までにデータの可視化を成功させることができた。
- 9・10 月 夏季休業が終了し、本プロジェクト学習が本格的に再開した。再開するにあたり、前期での活動を振り返り、その活動内容に準じてこれからの活動を進めていくことを再確認した。10 月前半は、動作解析システムの作成を主に行っていた。私は主にシステムが動作するための基盤となる、プログラミングを担当した。私たちが作成したプログラムは前例がないシステムだったので、1つの工程を作成した後すぐに動作確認、というパターンを繰り返しコーディングを行った。10 月後半に差し掛かり、システムのプログラミングを引き続き行うと共に R 言語の学習を平行して行った。この R 言語の学習というのは、最終的に完成するシステムの出力のメソッドを作成するために行った。システムのプログラミングと、R 言語の学習との平行の学習を開始したので、10 月の終わり頃にはシステムと R 言語の学習内容の組み合わせを行い始めた。この組み合わせの中では、どうしても上手くいかない部分だったり、想定外のエラーだったり、対処が難しいトラブルが多く発生したので、このトラブルの対処法についての調査も開始した。
- 11 月 11 月開始から中旬までは、動作解析システムの作成を 10 月から引き続き行った。10 月の終わり頃に問題であった、不具合や想定外のエラーなどに追われてしまい、想定していた進捗状況までたどり着くことができなかった。システムの進捗状況としては、目標としたシステムにはまだ及ばなかったが、目標としたシステムが最低限動作しなければならない段階ま

でシステムを作成することができた。しかし 11 月中旬、共に活動しているメンバーと、このプロジェクト活動を担当していただいていた教員と共にテーマから活動内容全体を一度振り返ってみた際、自分達の作成していたシステムとテーマの間に相違があるという意見が集まった。そのため、作成していたシステムの問題点を探し、問題点を解決することでシステムの再構築を試みた。システムの再構築は困難であると想定していたが、今までに培った知識やスキルを新しいシステムの構築に多く活かすことができたので、再構築に思ったほどの時間はかからなかった。再構築 11 月下旬には、改めて見直されたシステムと kinect という動作解析デバイスの連携を行った。しかしやはりエラーも多く発見され、動作にも多く不具合が生じたので、その対処に追われる形となった。このことが原因で、11 月下旬にはスライド作成や成果発表会の練習を行うといった計画が多少先送りになってしまった。

- 12 月** 12 月に突入してから数日は、kinect のエラーの確認などに追われたが、ここで役割をさらに分担し、kinect の動作確認・最終調整を行うグループと、成果発表会に向けた練習などの取り組みを行うグループに分かれた。成果発表会に向けた練習に取り掛かり始めて数日は、全てスライドを行った。スライド作成ではうまく自分達の発表すべきこと・発表しなければならないことを最小限のスライドにまとめることを意識した。スライドが完成した後、前期での中間発表で指摘された改善点を活かし、よりよい発表会になるように練習を行った。納得のいく発表を行えるまでのレベルに到達することができたと感じている。担当教員を交えた最終調整では、多少のミスが発見されたので、その部分の訂正を行った。Kinect によるシステム実装も完成していた。そして、万全の体制で成果発表会に臨むことができた。成果発表会は納得のいく発表ができた反面、活動成果に対しての指摘が多々あった。成果発表会終了直後に、その部分に後悔が残ったと、少し残念な反省会を行うことになってしまったのが悔いである。成果発表会が終了した次の活動では、一年間の振り返りを行った後、各報告書の記入の方法を全員で確認し、記入活動を行った。

(文責: 永山凌)

3.2.4 山田快

- 5 月** プロジェクトメンバー同士の顔合わせの後、ブレインストーミングをしてテーマを決め、動作解析班、文章解析班に分かれて活動した。動作解析班は手話解析システム、文章解析班はコース選択における意思決定支援システムを作ることに決まった。私は手話解析の方に興味を持ったので、動作解析班に所属した。二つの班に分かれた後、本プロジェクトにおいて重要な機械学習、R 言語について全員で学習した。機械学習、R 言語については例題として天気予報を扱って学習した。
- 6 月** 機械学習、R 言語について学習した後、それぞれの班ごとに分かれて作業を行った。動作解析班では、まず動画を扱う前段階として、画像解析をした。具体的には、画像の読み込み、グレースケール化、サイズ変換、サイズのベクトル変換などを行い、LDA 関数を用いて、誤答率を出した。画像解析についてある程度学習した後、kinect を用いた動作解析に移行した。
- 7 月** kinect のドライバをインストールして、実際にキネクトの操作をした。kinect は大きな体の動きは認識できるが、手先の細かい動きは認識しづらいということがわかった。また、中間発表の準備を精力的に取り組み、スライドの作成や発表練習をした。
- 9・10 月** 前期に決めた手話解析というテーマに基づいて活動した。具体的には手話を使える人

と手話がわからない人との会話を成立させるための手話通訳システムの開発を目標とした。しかし手話は種類が多く膨大な量のデータを扱うことになるので、データ収集が難しいという問題が起きた。そこで、手話の種類を絞って解析するという事になった。たとえば、あいさつするときに使う手話に限定するなどしてデータ量を軽減した。また、前期に引き続き、手話を撮影するのに Kinect を用いた。前期までは Kinect で人の身体全体の骨格を表示するところまでできていたので、そこから手の細かい部分の骨格をどうやって取得するかというのが課題となった。その課題をクリアするために C # で Kinect の実装を行い、何回も試行錯誤したが、やはり Kinect では手の細かい部分の座標を取得するのは、現状では厳しいということが判明し、テーマを変更することになった。テーマをまた決めなおすということで、チームのメンバーと話し合い、さまざまな意見を出し合った。

11 月 まずはじめに先月、Kinect は手の細かい動きを解析できないという大きな問題が生じたため、テーマを変更しなければならなくなったので、テーマ決めの話し合いをした。話し合いの結果スポーツの動作解析に的を絞ることになり、バスケットのフリースローの解析を行うことに決まった。これだと手話のような手の細かい動きはなく、体全体を使うので Kinect で座標を取得しやすいのではないかとということで、このテーマに決まった。システムのユーザーを初心者に絞り、バスケットのフリースローのフォーム改善システムを作ることになった。このシステムはユーザーにフリースローを打ってもらい、そのときのフォームを Kinect で撮影し、パソコン画面上にアドバイスとそのシュートフォームだと何割くらい入るかというのを出力するというものである。目標とするシステムが決まったので、システムの開発に取り掛かった。まずデータの収集についての活動を行った。前期までは Kinect で骨格を表示するだけだったので、その骨格の座標データを取得し、それをテキストファイルで保存するという作業を行った。C # での実装でシュートを打つ際の、x 座標、y 座標、z 座標の取得を可能にし、そのデータを保存した。次に解析方法の検討を行った。解析方法についてはシュートを打つときの肘の角度、膝の角度、わきの開き具合の 3 点を利用し、解析を行った。角度については座標から計算で求め、r 言語で解析をした。データの取り方と解析方法について決まったので、実際にデータ収集の作業へと移った。

12 月 11 月の段階でデータの取り方と解析方法が決まったので、体育館でフリースローのデータ収集を行った。データ収集の流れとしては一人 30 本シュートを打ってもらい、何本入るかを測定した。その際にシュートフォームを Kinect で撮影し、座標データを取得した。データは未来大の学生 50 人分集めた。そしてこのデータをもとに r 言語で解析を行った。また、この作業と並行して、最終発表の準備を行った。最終発表のためのポスターの作成、スライド作成をそれぞれメンバーで分担して作業を行った。ポスター、スライドについては完成後に先生に見てもらい、アドバイスをいただいた。また、最終発表の練習についても先生に見てもらい、最終発表に臨んだ。システムが完成したが、3 つの課題が残った。まず、一つ目の課題はデータ量が少なかったということである。今回は 50 人分のデータしか集めることができなかったが、より多くのデータがあった方がシステムとしてより精度の高いシステムに仕上がったと思う。二つ目の課題は解析方法の検討である。今回解析には肘の角度、膝の角度、わきの開き具合の 3 点を利用したが、シュートを打つ時の手のスピードなども解析に取り入れるべきであった。最後の三つ目の課題はユーザーレビューを行わなかったという点である。システムを実際に使ってその評価を聞くべきであった。

(文責: 山田快)

3.2.5 佐藤綾香

- 5月 意思決定支援システムの対象を決定する為にアイデアを出した。その中から斬新かつ実現可能という面でいくつかのアイデアに絞り、最終的に文章でのシステムの作成と動作でのシステム作成の二つを行うことに決定した。私は動作解析班であるグループ A に所属し、その中で特にデータ収集に取り組むことになった。
- 6月 動作解析班は解析の第一歩として画像解析に取り組むことになった。それに伴い私たちは R 言語で画像を取り扱う方法を習得した。その後、犬と猫などの二種類の動物の写真を用いて判別器を作成し、新しい写真を判別器にかけた際に、犬か猫か判断してくれるシステムを作成した。次のステップとして、手書きのイラストをデータ化し同様の手法で判別する試みが計画された。その為に私たちは一つのイラストにつき 15 人の学生に絵を描いてもらった。10 種類の動物のイラストを収集した後にデータ化し、同じ大きさに成形する作業を行った。しかしながらそのデータを用いた判別をまだ行っていないため、今後なんらかの必要性が出てきたときにこのデータを使用したいと思う。同月下旬に中間発表の為に新たに班を作成することになった。私はポスター班としてポスター製作に従事することになった。
- 7月 本プロジェクトではデザインコースの学生が居ないため、全員が初めて Illustrator を用いてポスター製作をおこなうことになった。私はメインポスターを作成するために、ポスターのレイアウトと Illustrator の基本的な操作方法について学習した。ポスターの内容については、双方のグループの活動内容への理解を深め、機械学習についてなじみの無い学生と確立や統計など機械学習に関わる分野を得意とする先生方のどちらが見ても納得のいく内容を心がけた。デザインの教養を持つ人や、プロジェクト担当の教員の方々からアドバイスを頂きながらポスターを完成させた。
- 9・10月 私たちのグループは動作を解析とするグループとして活動を行ってきた。動作解析に優れている Kinect を用いてシステムの開発を行うことに決定し、手話などのジェスチャーを扱うシステムの作成を目標として計画を立てた。まず、Kinect で人間の身体の解析を行うために、関連するソフトウェアをインストールした。また、Kinect のプログラミングには C# を用いるため、VisualStudio をインストールし、人間の骨格の座標を csv 形式でコンピュータに読み込むプログラムの作成を行った。Kinect にはもともと人間の特定箇所の骨格を認識し赤い丸で表示する機能が付いているため、その点の座標データを抽出する試みを行った。また、C# の他にも、Unity や C++ を用いて座標をコンピュータに取り込むことを試みた。しかし、現在の Kinect の骨格の認識の精度では、おおまかな人間の動きを把握することは出来ても、人間の指先などの細かいところを認識する、というのは難しかったため、指先が細かく動く手話などの解析を行うことは不可能だと考えた。そのため、システムの方針を再度考え直すことになった。グループメンバーで Kinect を用いて出来るシステムを幾つか提案し、その中から今までの技術が活用でき、社会的に役に立つもの、現実的にシステム制作が可能なものと考えた結果、バスケットボールのフリースローのフォーム解析を行うことに決定した。このシステムは、ユーザが Kinect の前でシュートを行うとそのフォームからシュートの改善点を導き出してくれるというものである。テーマの再決定と同時に今後のスケジュールの再調整をし、それに伴い役割を再度決めた。
- 11月 テーマ決定後、C# を用いて Kinect で人間の骨格の座標を取り込む班と R 言語を用いてデータを解析する班に分かれ、私は R 言語による解析班として R による改善点を発見するシステムの作成と、Shiny によるユーザが見る結果の出力画面の作成を試みた。Kinect 班

のシステムが完成した後、シュートフォーム改善システムを作成するための教師データの収集を行った。データの対象は本学の学生 50 人。それぞれに 30 本ずつフリースローを打ってもらい、シュート決定率を計算。最後の一つのフォームを解析し、これを教師データとして取り込んだ。R 解析班として、これらのデータを解析して決定率とシュートフォームの関係性を見出した。シュートフォームを解析する要素として、個人個人の差がわかりやすい、腕の開き具合、両肘の角度、両膝の角度を選んだ。また、11 月中旬ごろから最終発表に向けてポスター制作班として、メインポスターの制作を開始した。

- 12 月 Kinect の前でユーザがシュートフォームを行うとシュートが成功する確率を出力し、シュートフォームに関するアドバイスや改善点について表示するシステムが作成できた。また、最終発表に向けてメインポスターの制作を行った。2 つのグループをまとめるポスターのため、両グループについて一年間の活動内容を理解する必要があった。また、各グループ毎のポスターも制作するため、あまり深く書かずに一枚で全体像が分かるように、簡潔にまとめることに注意ながら作成した。その後、12 日の発表を終え、報告書の作成を行った。活動の反省点として、出力された確率が正しいかどうかの検証が行えなかったため、今後は出力された確率の正当性を確かめる必要がある。

(文責: 佐藤綾香)

3.2.6 岩淵悠太

- 5 月 本プロジェクト学習が本格的に始まり、まずこのプロジェクトで何をするかテーマを決めるためにブレインストーミングを行い、二つのテーマに決まった。テーマごとにグループを作った。グループは文章解析と手話解析の 2 つである。私はそのとき手話解析のグループに参加した。ビックデータの解析方法、意思決定についての知識が私たちには不足していたので先生方の講習によりビックデータの解析方法、R 言語の知識を深めた。
- 6 月 知識が深まり、手話解析の前にまず R 言語を使って適当な絵を描いてもらいそれが何を表現しているか出力してみるという課題に取り組んでみることにし、データ班、実装班にわかれた。データ班とは適当な人にこちらから指定した絵を描いてもらいそのデータを収集することを役割としている。実装班とはデータ班が収集してきたデータを使い、入力されたデータを収集してきたデータと比べ、入力されたデータの情報を出力するシステム開発が役割である。私はデータ班に所属し、大学内で絵のサンプルを合計 60 枚ほど収集した。残った時間で実装班の作っているシステムの知識を共有した。その後手話解析に移行するということで手話を解析するデバイスを Kinect と定めた。Kinect を使用するにあたり Kinect の機能の知識グループメンバーで共有した。
- 7 月 中間発表に向けて作業分担が始まり私は Kinect の実装を行い、Kinect からの距離を測るプログラムを書いた。そしてグループ全体の作業として、スライドの編集、修正を行った。
- 9・10 月 夏休みが終わり前期と同じテーマに向かい活動した。内容としては手話を Kinect で解析するために人の骨格表示や、表情認識など Kinect の機能を試し実装使用とした。また現代ある手話翻訳のシステムと差別化するために出力を音声に変えて、使用するデバイスを 2 つ使用することになった。しようするデバイスとして Kinect と LeapMotion をグループで話し合い決定した。Kinect を使うにあたり、人の骨格などを表示するのは簡単であったが表情認識は難易度が高かった。そして Kinect の実装するにおいて C を使うので前期で学んだ続きを学習した。Kinect の実装で、表情認識のシステムを作るにあたりまず自分が

得意な Java を使い顔認証システムを作ってみた。しかし C # の Kinect と使用が違った。Kinect は顔にポイントが表示され立体的に抽出する方法だったため、Java で作ったシステムは意味のないものとなってしまう、C # での表情認識プログラミングを 1 から学びなおした。LeapMotion は前期ではまったく触れていなかったもので用途を調べた。LeapMotion とは手、指先をセンサーで感知することができるデバイスである。指を使いコンピュータを操作することが出来る。しかし使う予定だった LeapMotion についてはあまり開発が進まなかった。

11 月 11 月に大きなテーマ変えがあった。テーマが、手話解析からバスケットボールのフリースロー解析に変わった。ユーザにフリースローを行ってもらい Kinect で撮影する。そして数値化したデータを R 言語を使い解析して出力するというシステムを開発することになった。事前に訓練データとして何人もの人にフリースローをうってもらいそれを保存して、そのシュートフォームとその場で撮影したシュートフォームを比べて何パーセント入るかを出力する。解析する基準として肘の角度、肩の角度、膝の角度を判定するという事になった。私はデータ班ということで Kinect の実装を担当した。今まで学んできた C # の知識でフリースローをうっている人の座標抽出を行った。データ収集のとき気をつけたことは、しっかりと訓練データとしてバスケットボール部のデータを入れるということだった。そしてさまざまな人のフリースローのシュートフォームを取得できた。しかしフリースローの撮影をしているときに Kinect で人の骨格を抽出することが出来ないときがあった。なぜこのようなバグが出るのかを検証した。

12 月 フリースローの訓練データとしてたくさんの人のフリースローを撮影してデータを集めた。時間外の時、バスケットボール部に協力してもらい質の高いデータを取った。収集したデータとして 50 人ぶんのデータを集めた。システムの完成に向けて解析方法の肘、膝、肩の角度抽出をするシステムを作った。さらに撮影した映像をモデリングしてユーザーのフリースローフォームを見れるようにした。3 D モデリングに挑戦したがスライドに表示するときに見づらいなどの意見があったため 2 D のモデリングに設定した。そして最終発表に向けてスライドの作成を行い原稿の考案などを行った。発表の 2 週間前から時間外まで残りシステムのバグ直しやデータの確認作業を行った。反省点としては、データ収集の数が少なかったということ。また膝、肘、肩の角度だけでなく解析方法に追加したかった体の軸の判別が出来なかった。

(文責: 岩渕悠太)

3.2.7 相馬瞳

5 月 私は本プロジェクト内で、手話通訳システムを的に絞った、動作解析班のメンバーとして活動した。動作解析班ではさらにこのグループを、システム実装班とデータ収集班に分類、私はデータ収集班のメンバーとして活動を進めた。初めにプロジェクト全体で確率統計分野の学習を行い、ベイズの定理や最尤推定、MAP 推定等の知識を得た。教授による R 言語の初歩的な演習も行い、天気についての機械学習も行った。

6 月 私は本プロジェクト内で、手話通訳システムを的に絞った、動作解析班のメンバーとして活動した。動作解析班ではさらにこのグループを、システム実装班とデータ収集班に分類、私はデータ収集班のメンバーとして活動を進めた。初めにプロジェクト全体で確率統計分野の学習を行い、ベイズの定理や最尤推定、MAP 推定等の知識を得た。教授による R 言語の初

歩的な演習も行い、天気についての機械学習も行った。

- 7 月** 中間発表に向けてポスター制作班のメンバーとして活動を行った。メインポスターと各グループポスターの計 3 枚の作成であり、私は動作解析班のグループポスターを担当した。ポスター製作にあたり、Illustrator を初めて使用しながらの作業であったが、ポスターのデザインやレイアウト、グループの活動内容について、他のポスター制作班のメンバーと意見を出し合いながら進めた。また、出来上がったポスターを教授に確認、修正してもらい、図やイラストの挿入、文章をまとめ、改善するのに苦労した。現在の活動としては、動作を読み取るデバイスとして Kinect を用い、動作解析システムの実装を目標とし、作業環境を調べ試みようと考えている。
- 9・10 月** Kinect を用いた意思決定支援システムを作成するにあたり、最終発表に向けて、再度テーマの熟考を行い、最終的にスポーツにおけるシュートフォーム改善システムの作成にテーマを決定した。ここでは、スポーツをバスケットボールに、シュートフォームをフリースローに設定し、今後の活動計画やメンバーの役割分担を行い作業を開始した。作業内容としては、まず始めに、Kinect の開発環境を整えなければならないため、Visual C # Studio や Kinect for Windows SDK、Kinect for Windows Developer Toolkit をインストールし構築した。次に、Kinect を使用した人体の骨格情報の取得を行った。Kinect で取得できる骨格の位置情報を数値化し、X 座標・Y 座標・Z 座標の 3 次元で表示し、CSV ファイルに保存するシステムを作成した。どの部分の骨格を取得したかについて、Kinect で取得できる人体の骨格情報は全部で 20 点あるが、今後解析していく上で必要な 15 点に絞った。また、人体だけではなく、表情認識やポーズ認識のシステム開発も試み、表情認識については、顔の骨格情報の取得が可能となった。
- 11 月** 骨格情報の取得方法を用いて、データ収集に取り掛かる。50 人の学生にそれぞれ 1 人 30 本ずつフリースローを行ってもらい、その時の骨格情報とシュートの成功率を収集した。収集したデータから、フリースローのシュート成功率に特に差の出た脇の開き具合、両肘の角度、両膝の角度の 3 点を重点的に解析を行った。解析では、R 言語を使用し、Support Vector Machine(SVM) で解析した。SVM とは教師あり学習を用いたパターン認識モデルの一つであり、高い精度で識別器を作成することが可能なため今回使用した。また、最終発表に向けてポスターの制作に取り掛かった。そのため、それまでの活動内容を整理し文章をまとめた。
- 12 月** 最終発表に向けて、ポスターの制作作業を重点的に行った。グループ A のシュートフォーム改善システムのポスターを担当し、メインポスターやグループ B のメンバーと協力して、レイアウトや文章の確認、進捗状況等、お互いに共有しながら作業を行った。ポスター制作にあたって、システムの開発と同時進行での作業だったため、開発メンバーとも進捗報告を行いつつ取り掛かり、プロジェクトの時間以外にも積極的に作業を行った。概要や活動内容・開発結果等、見やすさ、分かりやすさを重視し、発表までに余裕を持って準備することができた。最終発表終了後は報告書の作成に取り組んだ。

(文責: 相馬瞳)

3.2.8 相馬康人

- 5 月** まず最初に今後どんなテーマで活動していくのかを決めるためにブレインストーミングを行ったその結果動作解析と文章解析の 2 つのテーマに決まったため 2 つのグループを作っ

た私は動作解析のグループに所属したその後データ解析意思決定とはどんなものなのかまたそれについての基礎知識を先生方に講義していただいた解析に使用するプログラミング言語として R 言語の学習をした

6 月 動作を解析する練習としてまず R 言語を用いて静止画を解析することにした未来大生に協力してもらい動物のイラストを描いてもらいその絵がどの動物のイラストなのか判別するという課題を設定したそのためまずデータ収集班と実装班に分かれて作業を分担したデータ収集班とは適当な学生に動物のイラストを描いてもらいそれを収集データ化することを役割とした実装班はデータ収集班が集めてきたデータから判別器を開発し入力されたデータがどの動物を描いたものなのか判別するシステムを開発することを役割とした私はデータ収集班に所属しイラストを 2 種類各 30 枚ずつ収集したその後実装班が用いているシステムの知識を共有した今後の活動を見越して手話解析に用いるデバイスを Kinect に決定し Kinect を使用する準備と知識の習得を行った

7 月 中間発表に向けて私はスライドの作成と中間発表の発表者を担当した

9・10 月 前期に決めた手話の解析というテーマのもと、後期の活動を開始した。まず Kinect を使ったプログラミングを行うために、C #というプログラミング言語の学習から入った。C #はまったく使ったことがなかったため、最初はネットに上がっているサンプルコードを読みながら理解を深めていった。C #の学習を進めながら同時進行で、Kinect を扱うためのパソコンの開発環境を整えた。初めは慣れない C #のサンプルコードを読み、理解するのに手間取っていたが、徐々に理解が出来るようになっていった。初めは Kinect のカメラから取得した画像データを表示させるプログラムを、サンプルコードなどを参考にして書き、その後人の骨格表示を行うプログラムを書いた。Kinect の骨格表示はサンプルコードが豊富だったため、比較的容易だった。しかし、表示した骨格の座標の取得は、データの型が複雑で中々上手くいかなかった。そのため、取得した座標データを成型する関数の作成をした。その後成型した座標データをテキストに保存しようとしたがそれが上手くいかずかなり手間取った。

11 月 11 月に入り、テーマを大きく変更した。手話解析からお辞儀の解析に変更した。Kinect は身体全体の動きを解析するのが得意なデバイスなのだが、指先などの細かい動きは認識出来ない。別のデバイスと併用したり、2 台の Kinect を使うことも検討したが、どうにも上手くいかなかったため、身体全体の動きを解析することになりお辞儀の姿勢を解析することになった。その後、お辞儀の解析からも変更があり、最終的にバスケットボールのフリースローフォームの解析というテーマに落ち着いた。まず、フリースローを実際に投げてもらい、それを Kinect で撮影する。その撮影データを数値化し R 言語を使って解析して、ユーザーにアドバイスを出力するシステムを開発することになった。私は C #で Kinect プログラミングを行い、骨格の座標を保存させた。

12 月 システム作成のための訓練データとして、多くの人に協力してもらいフリースローのフォームの撮影を行った。自分たちもフリースローをしてそのフォームを撮影した。その後最終発表に向けての準備を開始した。私は主に発表時に使うスライドの作成と発表の際に読む原稿の原案を作成した。スライド作成は、なるべく文章を少なくして図やイラストを多く配置して、視覚的にわかりやすいように意識して作成した。機械学習のことをよく知らない人を対象として、専門的な用語などわかりにくいワードを極力使わないよう配慮した。原稿の作成については、スライドが図やイラストをメインにしているため、それらについての説明を主として、内容が難解にならないよう気を付けながら作成した。内容を簡単かつ伝えるべきこ

とを伝えるのは、中々に難しかった。簡単にし過ぎると内容が薄くなり、内容を重視するとどうしても難しい単語が出てきてしまい、折り合いをつけるのが非常に難しかった。

(文責: 相馬康人)

第 4 章 結果

4.1 プロジェクト活動の振り返り

4.1.1 前期

前期の活動内容である個人の学習において、各メンバーのスキルや知識量に差があり、そのままの状態では学習を始めてしまい、全メンバーが機械学習とはどういったものであり、本グループの目標をどのように定めるべきであり、設定した目標に対し、何を学習する必要があるのかを全員で共有することができていなかったため、各メンバー間で、方向性のずれが発生することがあり、結果としてメンバー毎のタスクの量に差ができてしまい、予定通りに計画を進めることができなかった。この課題を解決するためには、リーダーが各メンバーの現状の理解度を確認しながら、学習を行う必要があった。学習の方法として、気象データからその日の天気を推測するシステムの作成と、機会学習についての講義のあと、すぐに画像解析に取り組んでしまったが、ほかのシステムの例をいくつか練習していれば、メンバーの機械学習や R 言語の知識を増やすことができると考えた。

テーマの設定においても、メンバーの知識が不足していたため、自分たちで実装できることと、できないことの区別をつけることができず、研究テーマの詳細設計があいまいなまま前期の活動を終了することになった。これが後期になってからの、大幅なテーマの変更に繋がってしまい、結果として大幅な時間を消費することになってしまった。テーマの詳細設計を明確にしておくことで、前期で何を学習する必要があるのか、またデータを収集する方法などを早期に検討することができるので、早い段階で作業に取り掛かることができるという反省点があげられた。

(文責: 佐藤綾香)

4.1.2 後期

後期では、テーマの詳細設計があいまいだったため、テーマの再検討を行った。前期では手話通訳システムをテーマとして考えていたが、Kinect が指先などの細かい動きについては検知することができず、手話を解析するためには、他のデバイスを併用する必要があり、2 種類以上の言語をリアルタイムで同期させる必要があり、期限内に成果を挙げることを目標にしていたため、他のテーマの検討を行った。このテーマの変更が、大きな時間の消費につながった。テーマをフリースローのフォーム解析システムに変更してからは、データの取得の方法や、データの形式、具体的な入出力の計画を、実装に取り掛かる前に立てることができた。

前期で行った学習を活かし、システムの実装に取り掛かったが、前期の反省点でもあるように、メンバーごとの知識量に差があり、タスクの量にばらつきが生じてしまい、人数が多いというメリットを活かすことができなかった。システムは完成したものの、期限の寸前で完成したため、ユーザレビューと、システムの有効性の評価ができなかった。

(文責: 岩渕悠太)

4.2 発表評価シートによる反省

最終成果発表の際の評価シートに書かれていた内容をもとに、反省を行う。

(文責: 佐藤綾香)

4.3 発表態度について

発表態度について以下のような意見が挙がった。

- 早口で声量が足りない
- 前を向いて発表してほしい
- デモが見たかった
- スライドが見やすい
- 理解しにくく、わからない言葉があった
- スライドデザインにもう少し工夫があるとよ

早口で声量が足りないという意見は、前期の中間発表の際にも挙がっていた意見なので、発表の前にも気をつけてはいたが、後期でも指摘として挙がってしまった。早口になってしまう原因として、緊張のほかに発表内容を暗記しているという点が挙げられるので、発表者が原稿を思い出すのではなく、聞き手に伝えるということを意識しながら発表を行うと改善されると考えた。

聞き手の方を向いて発表するためには、発表者がスライドの流れを頭で理解し、スライドの文字を読まなくても発表できるための工夫をする必要があると感じた。そのためにスライドの中の文章をできるだけ減らし、聞き手も発表者も直感的にわかりやすいスライドの作成について学ぶ必要がある。

デモが見せることができなかった理由は、発表の時間が短意という理由と、撮影環境の理由がある。Kinect は明るい場所 (室内) での撮影が理想であり、発表場所で検証を行った結果、撮影が正常に行われない場合が確認されたので、デモを中止した。また撮影する際に、被験者以外の人間を認識してしまうため、大人数がいる場所では撮影することができないということが原因である。

理解しにくい言葉があるというのは、スライド作成の時点で問題として挙がっており、前期で担当教員からも指摘を受けていた。スライドを作成する際に、聞き手が理解できるように発表を行う努力をしたが、一部、聞き手に知識があるという前提で難しい言葉を用いて発表を行ってしまった。

スライドのデザインについては、メンバーの中に情報デザインコースに所属しているメンバーがおらず、またスライドの作成に深く携わったメンバーもいなかったため、できるだけシンプルなスライドを作成することを目標にした。その結果、面白味の無いスライドとなってしまう、工夫が欲しいという意見に繋がった。解決策はスライド作成の際に、多くの人にチェックしてもらい改善を繰り返すという方法が考えられた。

(文責: 佐藤綾香)

4.4 発表内容について

発表内容について以下のような意見が挙がった。

- シュートフォームが実際に改善できたかがわからない
- 手首や目線も重要なのでは
- 使って効果があるというところまでやってほしかった
- ターゲットがわかりにくい
- フォームがよい→シュート成功確率が高いとは思えない、その説明が欲しい
- フリースローのデータ量はそれで十分なのか？
- 結果から何をどう修正していくのか？
- 理想の 100 %シュートが入るフォームが想像できない
- 解析方法の詳細の説明が少しあるとよい

実際に改善できたかわからないという点に関しては、ユーザレビューを行っていないため、システムの効果があるかどうかを確認できていないため、今後の課題とする。手首や目線も重要な要素ではあるが、手首などの速い動きを捉えるためには Kinect 本体の fps では間に合わないので、今回は大きな動作に注目した。他のデバイスを使うなどの改善を行う必要があると感じた。

目線を Kinect で検出するためには、顔の画像を大きく写し出す必要があり、これも同様に他のデバイスを組み合わせることが必要となると考えた。ターゲットはバスケットボールを始めたばかりの人を対象として、練習方法がわからない場合のアドバイスなどを目標とした。

人により適したフォームが存在するため、基準を統一するために訓練データとしてシュートの成功率が高かったフォームを最適として解析を行った。このシステムは初心者のためのものなので、フリースローのコツをつかんだ後は、自分に合った最適のフォームを各自で研究するというものである。

データ数は現状では、正確な解析を行うためには十分な数ではないので、今後収集するというのも今後の課題である。

結果からユーザが自分のフォームを客観的に見つめなおし、指摘されたところを意識することで、ユーザのフォームが改善され则认为した。そのためにも、もっと細かくアドバイスを出すことができると、ユーザが初心者の場合でも、わかりやすくなると考えた。

今回のデータ収集の結果、被験者の中で 30 本全てのフリースローを成功させた被験者がいなかったため、システムの採点の出力の最高得点は 77 点となった。

解析の具体的な方法については、最終発表の中で、細かく説明すると時間がかかりすぎてしまうため、省略した。

(文責: 相馬瞳)

第 5 章 今後の課題と展望

作成したフォーム改善システムと、座標データ取得システムの課題は以下のものが挙げられる。

1. データ数不足
2. 解析の要素の検討
3. 出力のバリエーションの増加
4. ユーザレビュー
5. Kinect の解析精度の向上
6. システム動作の軽量化

(文責: 永山凌)

5.1 データ数不足

今回 50 人分のデータを収集したが、高い精度の解析を行うために、データ数を増やす必要があると考えた。データ数を増やす際に気をつけるべきことは、過学習を防ぐために、偏った特徴を持つデータを解析に多く使用し過ぎないことである。また何人分のデータを収集することで、解析の精度の向上を行えるかを検討する必要がある。

(文責: 永山凌)

5.2 解析の要素の検討

解析の要素に、肘の角度、膝の角度、肩の開き方の 3 点を主に使用したが、これは 50 人分のデータを解析した結果、有意な差を得ることができた点を使用した結果である。しかしデータ数を増やしたり、解析要素の検討を重ねることで、上の 3 点とは異なる点で解析を行うことで解析の精度の向上に繋がることが考えられるので、他の要素についての検討にもう少し時間を割く必要があったと考える。

(文責: 永山凌)

5.3 出力のバリエーション

出力のバリエーションが少ないという課題については、グループメンバーのバスケットや身体の仕組みなどに関する知識が少なかったことに依存していると考えるので、バスケットのフォームに関して深く調査する担当を設定することで解決することができると考える。またシステムの作成を担当しているものの、R 言語に関する知識が十分な量に足していなかったため、実装の際に解析までたどり着けずに、出力の候補から削除されたものが多々あるので、技術の向上によって、バリエーションを増やすことができると考える。

5.4 ユーザレビュー

システムが期限の寸前に完成したため、ユーザレビューを行うことができなかった。評価をグループのメンバーのみが行ったため、多角的な視点を持って評価を行うことができなく、結果的にユーザにとって有益なシステムを作成できたかを調査することができなかった。したがって、ユーザレビューを行い、改善、修正を重ねる必要がある。

(文責: 杉澤智己)

5.5 Kinect の解析精度の向上

Kinect でデータ取得を行う際に、様々な問題点が発見され、その度に解決を試み、改善を繰り返し、結果的に精度は最初と比べると高くなったが、時折データが上手く取れていない場合があり、被験者に撮影のやり直しを要求することがあった。これは実際にユーザが使用する場面を想定すると、大きなストレスになりかねるので解決しなければならない課題の一つである。解決方法として、自分たちが Kinect の仕組みについて熟知し、撮影環境などを見直す必要があると考えた。

(文責: 相馬康人)

5.6 システム動作の軽量化

システムの動作が、使用するデータ数が増加すると、それに比例するように重くなってしまうので、データ数を減らす以外の方法で、改善策を考える必要がある。具体的にはプログラム中で動作が重くっている部分を確認して、異なる手法で同じ動作ができるように書き換えることや、高性能の PC を解析する際に使用するという方法がある。

(文責: 相馬康人)

参考文献

- [1] 村薫, 新里祐教, 鷺尾友人. OpenNI 3D センサープログラミング. 秀和システム. 2013.
- [2] icrosoft. Kinect forWindows. <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/>.
- [3] 島久嗣. 講義用のスライド. http://www.geocities.jp/kashi_pong/1-1.pdf.
- [4] 山将. イラストで学ぶ機械学習. 講談社. 2013.
- [5] 川 正宣. 統計的機械学習入門. <http://www.r.dl.itc.u-tokyo.ac.jp/node/48/>