

卒業論文

ベイズVARを適用したマクロ経済情報の 波及分析による伝播予測

Curriculum Standardization and Learning Analytics for
WebBT in Teaching IR

富山県立大学 工学部 情報システム工学科

2020010 蒲田 涼馬

指導教員 奥原 浩之 教授

提出年月: 令和6年(2024年)2月

目次

図一覧	ii
表一覧	iii
記号一覧	iv
第1章 はじめに	1
§ 1.1 本研究の背景	1
§ 1.2 本研究の目的	2
§ 1.3 本論文の概要	2
第2章 市場間分析を活用した最適なストラテジー構築	3
§ 2.1 市場間の因果性分析	3
§ 2.2 経済情報の波及メカニズムとデータ取得	4
第3章 *****	5
§ 3.1 変数選択とグラフィカル表現	5
§ 3.2 確率的なふるまいのとらえ方, 再現	6
§ 3.3 上がり下がりの判断についての手法	7
第4章 提案手法	8
§ 4.1 経済要因波及と変数選択のシステム開発	8
§ 4.2 各時系列の予測可能性の判定システム開発	13
§ 4.3 提案手法 (予測) のアルゴリズム	16
第5章 数値実験ならびに考察	20
§ 5.1 数値実験の概要	20
§ 5.2 実験結果と考察	23
第6章 おわりに	27
謝辞	28
参考文献	29

図一覧

3.1	レビューとCVRの相関性 [?]	6
3.2	レビュー評価と購買意欲の相関性 [?]	6
3.3	Amazonにおけるレビュー例	7
3.4	サクラチェッカー	7
4.1	全15回書かれたシラバスの例	9
4.2	授業計画不足シラバス例	9
4.3	シラバス標準化イメージ	12
4.4	教材作成のイメージ	12
4.5	富山県立大学の卒業要件単位	14
4.6	単位区分例	14
4.7	システムのページ遷移	15
4.8	教材更新の流れ	15
4.9	提案システム全体の流れ	17
4.10	蓄積するデータイメージ	18
4.11	新規登録の流れ	18
5.1	新規登録結果	22
5.2	成績入力結果	22
5.3	レビュー時のデータ	23
5.4	もとのシラバス	26
5.5	改善したシラバス	26

表一覧

5.1	アンケート項目一覧	21
5.2	アンケート結果	24
5.3	Precision@10	25
5.4	Catalogue Coverage	25
5.5	アンケート結果	27

記号一覧

以下に本論文において用いられる用語と記号の対応表を示す.

用語	記号	用語	記号
特定のユーザー	x	g_c のユーザー数	$size(g_c)$
特定のアイテム	y	g_c の支持度数	$support(g_c)$
利用者数	n	g_c における協調度	$collaborate(g_c)$
アイテム数	m	u_{l_i} が属する頻出投稿者グループ	$G_{u_{l_i}}$
利用者集合 $\{1, \dots, n\}$	\mathcal{X}	投稿時間間隔が短いレビュー集合	g_b
アイテム集合 $\{1, \dots, m\}$	\mathcal{Y}	レビュー l_i の集中性スコア	$T_score(l_i)$
アイテム y を評価した利用者集合	\mathcal{X}_y	g_b のレビュー数	$size(g_b)$
ユーザー x が評価したアイテム集合	\mathcal{Y}_x	レビュー l_i と同じジャンルに属するレビュー数	o
対象ユーザー	a	レビュー l_i に出現する名詞集合	K_i
ユーザー x のアイテム y への評価値	r_{xy}	K_i の要素	$term_j$
ユーザー x による評価値の平均	\bar{r}_x	l_i と同じジャンルのレビュー集合において $term_j$ を含むレビューの数	$df(term_j)$
アイテム y への評価値の平均	\bar{r}_y	レビュー l_i の情報性スコア	$I_score(l_i)$
推薦されたアイテムの数	f	レビュー l_i の類似性スコア	$S_score(l_i)$
レコメンドで推薦されたアイテム集合	$ S_r $	レビュー l_i のサクラ性スコア	$F_score(l_i)$
推薦可能なアイテム集合	$ S_a $	教材 i における信頼性スコア	$K_score(i)$
教材 i につけられたレビュー文章	l_i	教材 i におけるスパムスコアの平均	$\bar{F_score}(i)$
レビュー文章 l_i を <i>bigram</i> によって区切った要素集合	X_{l_i}	教材 i のレビューの評価点の平均	\bar{l}_i
頻出投稿者グループ	g_c	レビュー l_i の協調性スコア	$C_score(l_i)$
Precision で考慮する上位ランキングの数	N	Precision で考慮する人数	H

はじめに

§ 1.1 本研究の背景

1996 年の外国為替証拠金取引 (Foreign Exchanger: FX) の完全自由化により FX 取引が誕生してから、年々金融市場の規模は拡大している。通信情報技術の発達と金融工学の進歩は、取引単位の小口化と取引手数料の低下により金融市場への参加者を増やし、取引の簡易化と高速化により金融市場全体の流動性を高めた。この 2 点は本来の資産クラスを超えた取引も容易にした。このことは外国為替市場においてもさらなる流動性と市場への参加者をもたらし、元々巨大であった外国為替市場はより一層巨大な市場へと変貌した [1]。通信情報技術の発達がもたらしたのは外国為替市場の規模拡大だけでなくトレーダーにも変化をもたらし、コンピュータが誕生する前や、今ほど性能がない時代はトレーダーの経験や勘といった自身の判断で取引を行う裁量トレードといった取引手法が主であった。コンピュータの性能向上によりそれらを駆使することで自動的にルールに従いトレードを行うといったようなシステムトレードといった物も行われるようになった。また昨今では人口知能を導入することで価格の予測、戦略を獲得するという研究もおこなわれている [2]。市場の予測を身近で行う例として投資があげられる。従来の投資の判断基準として用いられているのが金融市場の要因のみによって得られた分析結果である。そこで用いられる分析は、過去の市場の動きから指標を算出して未来の市場の動向を予測するようなものである。予測に用いられる指標は、直近の市場のデータから一定の値を導出し、その値をもとに今後の市場の値動きを予測することを目的としている。また、指標を単独でもちいて予測を行うことももちろんできるが、それらを複数組み合わせることでより正確な予測を行うことも進められている。また投資を行う上で、このような金融市場のメカニズムを利用して判断することが一般的である。従来の投資の判断基準として用いられているのが金融市場の要因のみによって得られた分析結果である。そこで用いられる分析は、過去の市場の動きから指標を算出して未来の市場の動向を予測するようなものである。市場内の要因を分析するだけでなく他市場からの影響と市場の変動との関連を分析する研究も出てきているように様々な手法を用いて市場の予測を行おうとする研究が行われている。各企業が出している四季報や政治情勢などの市場外的要因も考慮して予測を行う研究もある。市場の変動要因は何であるかについて検証することで市場の変動要因間の相互関係を明らかにするといったような研究も行われている [4]。実際に FX の歴史を振り返ってみると 1985 年のプラザ合意以降に発生した急激な円高進行の局面では、ほぼ並行して原油価格の大幅な低下が進行していた。これらは原油価格低下の影響による好ましくない円高という側面を持つことが知られている [5]。為替リスクとは外国為替相場の変動によって被る損失のこ

とである。一般に、外貨建て資産・負債についてネットベースで資産超ポジションが造成されていた場合、外貨建の取引が予定されていた場合に、為替の価格が当初予定されていた価格と相違することによって損失が発生するリスクと定義される。たとえば貿易業者が輸出をする場合、契約成立から代金回収までには時間がかかるので、この間に為替相場が変動し、為替リスクが生まれる。外為取引を理解する上で大事な部分とは「為替リスク」である。少し具体的に説明する。例えば、日本の企業がもつアメリカの工場がプラント建設をドイツの企業に委託する。このプラント建設は大規模なもので、完成するまで長い時間がかかってしまう。したがって支払いも長期になるケースがある。(コピペ)

§ 1.2 本研究の目的

近年、国際化が進み、企業が現地通貨での取引を増やしている。そして取引を行う際に、為替相場が変動し、企業が損失を被ることがある。これを為替リスクという。為替リスクの対策として国内の企業では先物為替予約などの対策がとられている。先物為替予約は98.2%を回避するための方法として使われている [1]。しかし、先物為替予約にもデメリットがある。デメリットとして、為替差益の放棄、違約金やキャンセル料の発生がよく挙げられる(図1参照)。他の為替リスク回避手段として為替の変動を予測するものもある。為替の変動を予測する手法は、1996年に外国為替取引の自由化により、FX取引が誕生してから注目され続けているが、それを為替リスクの回避に用いる研究も少ない。従来研究ではグレンジャー因果性を用いて為替変動を予測する研究などがある [2]。そこで本研究ではベイジアン VAR を用いた経済波及メカニズムの分析による因果性の可視化を行い、その有効性を示すために因果性によるルールを作成、そこからバックテストを用いてルールの正当性を検証する。

§ 1.3 本論文の概要

本論文は次のように構成される。

第1章 本研究の背景と目的について説明する。背景では為替リスクについて、目的は確率的な予測および3Dグラフによる可視化を行い、課題に挑むことについて述べる

第2章 金融時系列予測の概要やその利活用について述べる(仮)

第3章 本研究で用いる因果ベイズネットについて述べる(仮)

第4章 本研究の提案手法について述べる。グラフィカル表現や(仮)

第5章 数値実験とその結果、考察についてここでは述べる(仮)

第6章 未定

市場間分析を活用した最適なストラテジー構築

§ 2.1 市場間の因果性分析

使用するデータに対して必要な処理を行った上でグレンジャー因果性検定を行う。グレンジャー因果性検定は時系列データだけから因果性の有無を判断できる概念があれば便利である、そのような考えをもとに1969年に、何の理論にも基づかない予測を基準とする因果性が提案された。

購買行動分析では、より効率的に利益を上げるためにどの商品の販促行動をすればよいか、また各ブランドの行うべきプロモーション活動が何であるかを消費者別に判定することを主な問題としている。そのために消費者別に各商品の購買行動の時系列変化を記録したデータであるスキャンパネルデータの解析をグレンジャー因果性検定を用いて行うことで、適切な商品プロモーション活動を推測することが可能となり、また当期のプロモーション等のマーケティング変数の影響を除去し、また選好の時間的推移やロイヤリティーを理解することを可能とするといったような従来研究が存在する。[?] グレンジャー因果性検定は経済学で頻繁に用いられるが、このように他の分野においても複数時系列間の因果関係を同定する手法として用いられる。グレンジャー因果性検定は以下のように定義されている [?].

グレンジャー因果性検定

現在と過去の x の値だけに基づいた将来の x の予測と、現在と過去の x と y に基づいた将来の x の値を予測して比較して、後者の平均二乗誤差 (Mean Squared Error: MSE) の方が小さくなる場合、 y_t から x_t へのグレンジャー因果性が存在するといわれる。

グレンジャー因果性検定は、時系列モデルにおいてある変数 x が他の変数 y に影響を及ぼすということを示したものである。より具体的には他の条件を一定として y の過去の値が x の変動について説明力を持つということであり、論理的な意味での因果性とは意味が異なる。またグレンジャー因果性検定は複数の変数が存在する一般的な場合にも簡単に拡張できる。

一般的なグレンジャー因果性検定

x_t と y_t をベクトル過程とする。また t における利用可能な情報の集合を Ω_t とし Ω_t から現在と過去の y を取り除いたものを $\tilde{\Omega}$ とする。この時、 $\tilde{\Omega}_t$ に基づいた将来の x の予測と、 Ω_t に基づいた将来の x を比較して、後者の MSE の方が小さくなる場合、 y_t から x_t へのグレ

ンジャー因果性が存在するといわれている。ここで、MSE の代償は行列の意味での大小であることに注意されたい。

§ 2.2 経済情報の波及メカニズムとデータ取得

経済情報の波及メカニズム

金融政策が物価に影響を及ぼすメカニズムのことを金融政策の波及メカニズムという。ここでは例としていくつか挙げる。金利と経済の関係を挙げる。日本銀行は金利を上げ下げすることで、経済に影響を与えることで、経済に影響を与えている。もう一つの例として、経済と物価の関係がある。物価は経済全体の財やサービスの需要、供給の均衡、需要ギャップによって決められると考えられている。経済が活発化し、需要が高まることで物価上昇率もまた高まるというものである。その他にも為替経路や金利経路など様々なものがあり、本研究ではそれらすべてをひっくるめて経済情報の波及メカニズムという。

データ収集 市場間データの収集、スクレイピングについて従来研究とともに手法を述べる。木下さんの卒論第2章のまとめ+スクレイピングについての関連研究 従来研究では MetaTrader5 から市場間データの収集を行っていた。

§ 3.1 変数選択とグラフィカル表現

変数選択手法について

変数選択手法と関連研究について述べる

ユーザーベース協調フィルタリング

$$\rho_{ax} = \frac{\sum_{y \in \mathcal{Y}_{ax}} (r_{ay} - \bar{r}_a')(r_{xy} - \bar{r}_x')}{\sqrt{\sum_{y \in \mathcal{Y}_{ax}} (r_{ay} - \bar{r}_a')^2} \sqrt{\sum_{y \in \mathcal{Y}_{ax}} (r_{xy} - \bar{r}_x')^2}} \quad (3.1)$$

$$\hat{r}_{ay} = \bar{r}_a + \frac{\sum_{x \in \mathcal{X}_y} \rho_{ax} (r_{xy} - \bar{r}_x')}{\sum_{x \in \mathcal{X}_y} |\rho_{ax}|} \quad (3.2)$$

$$\bar{r}'_2 = \frac{\sum_{y=2,3} r_{3,y}}{2} = \frac{1+3}{2} = 2 \quad (3.3)$$

$$\bar{r}'_3 = \frac{\sum_{y=2,3} r_{3,y}}{2} = \frac{1+3}{2} = 2 \quad (3.4)$$

そして、相関係数は式 (3.5) で計算される.

$$\begin{aligned} \rho_{2,3} &= \frac{\sum_{y=2,3} (r_{2,y} - \bar{r}'_2)(r_{3,y} - \bar{r}'_3)}{\sqrt{\sum_{y=2,3} (r_{2,y} - \bar{r}'_2)^2} \sqrt{\sum_{y=2,3} (r_{3,y} - \bar{r}'_3)^2}} \\ &= \frac{(1-2)(1-2) + (3-2)(3-2)}{\sqrt{(1-2)^2 + (3-2)^2} \sqrt{(1-2)^2 + (3-2)^2}} \\ &= 1 \end{aligned} \quad (3.5)$$

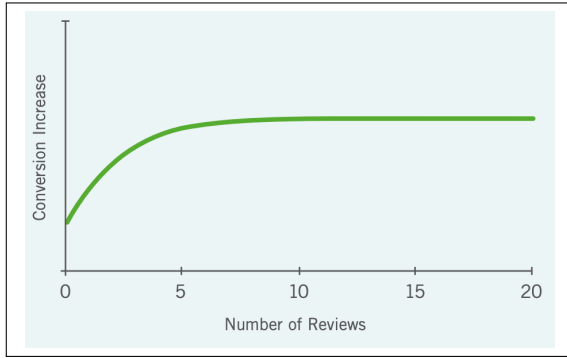


図 3.1: レビューと CVR の相関性 [?]

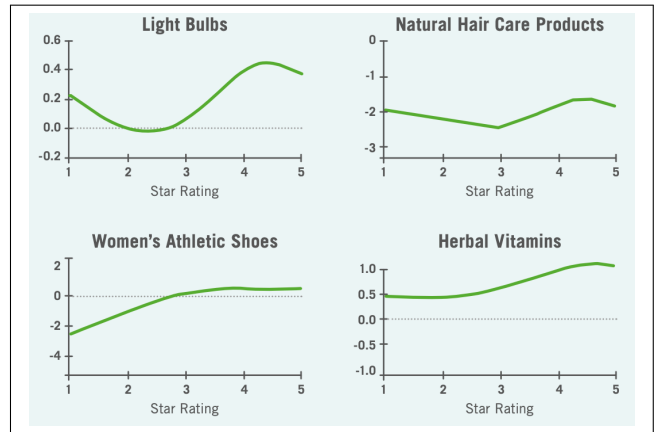


図 3.2: レビュー評価と購買意欲の相関性 [?]

同様にユーザー B とユーザー D の相関は $\rho_{2,y} = -1$ となる．次に，予測評価値を計算する．まず，ユーザー B の全ての履修済みの科目の平均評価値を式 (3.6) で計算する．

$$\bar{r}_2 = \left(\sum_{y=2,3} r_{2,y} \right) / 2 = (1 + 3) / 2 = 2 \quad (3.6)$$

最後にこれまでに計算した値を式 (3.2) に代入し，式 (3.7) でユーザー B の国語に対する予測評価値を求める．

$$\begin{aligned} \hat{r}_{2,1} &= \bar{r}_2 + \frac{\sum_{x=1,3,4} \rho_{2,x}(r_{x,1} - \bar{r}'_x)}{\sum_{x=1,3,4} |\rho_{2,x}|} \\ &= 2 + \frac{0(1 - 3) + 1(2 - 2) + (-1)(1 - 5/2)}{|0| + |1| + |-1|} \\ &= 2.75 \end{aligned} \quad (3.7)$$

§ 3.2 確率的なふるまいのとらえ方, 再現

スパムレビュー

スパムレビューとは，対象商品を広告するために意図的に肯定的な評価を与えるレビュー，もしくは対象商品を批判するために不公平または悪意のある否定的な評価を与えるレビューのことである．

フェイクレビュー

フェイクレビューとは，商品を販売している企業が，物品や金銭などを見返りとして，肯定的なレビューを掲載してもらうキャンペーンを持ったレビューである．そのため，フェイクレビューはステルスマーケティングの 1 種であり，ステルスマーケティングをおこなうためにフェイクレビューグループが存在する．

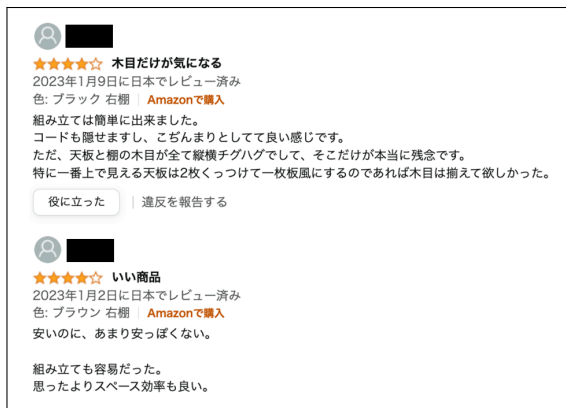


図 3.4: サクラチェッカー

図 3.3: Amazon におけるレビュー例

§ 3.3 上がり下がりの判断についての手法

BayesianVAR, 条件付確率の求め方について述べる

類似性

協調性

集中性

情報性

提案手法

§ 4.1 経済要因波及と変数選択のシステム開発

本研究では、e ラーニング教材の作成において富山県立大学の Web シラバスを用いて教材を作成する。Web シラバスから情報を抽出し、Web シラバスから得られた情報（授業計画やキーワード）を用いてスクレイピングを行うことで Web 教材を作成する。そして、その Web 教材を学生に提示することで学習支援を行う。

富山県立大学のシラバスには授業科目名、単位数、授業の目標・授業概要、学生の到達目標、授業計画、キーワード等のその授業を履修する際に参考になる情報が多く含まれている（図 4.1 参照）。特に、授業概要や授業計画、キーワードには学生が事前学習する際に必要な情報が含まれており、学生はそれらを参考に学習をする。

しかし、富山県立大学の Web シラバスには、授業計画について情報が不足していたり、全 15 回の授業回数分の量の授業計画が記載されていない科目が多数ある（図 4.2 参照）。また、富山県立大学のシラバスは授業や担当している教員に応じて、さまざまな書き方でシラバスが書かれている。特に授業計画の部分が顕著であり、全 15 回の授業計画を第 1 回、第 2 回と区切るものもあれば、1., 2. という風に区切るものもある。

シラバスとは、「各授業科目の詳細の授業計画。一般に、大学の授業名、担当教員名、講義目的、各回ごとの授業内容、成績評価方法・基準、準備学修等についての具体的な指示、教科書・参考文献、履修条件等が記されており、学生が各授業科目の準備学修等を進めるための基本となるもの。また、学生が講義の履修を決める際の資料になるとともに、教員相互授業内容の調整、学生による授業評価等にも使われる。」として中央教育審議会「学士課程教育構築に向けて」にて定義されている。

つまり、シラバスには授業選択ガイドとしての機能や、学習効果を高める文書、授業の雰囲気伝える文書、授業全体をデザインする文章として役割があると考えられる。そのため、シラバスは学生が授業を理解し、学習するために欠かせないものである。また、シラバスは学生側だけでなく、教員側にとっても重要な役割を持っている。シラバスを作成することで、教員は授業を計画し、授業内容を整理し、学生に適した授業を提供することができるようになる。

そして、シラバスの書き方を統一することも教育機関全体での一貫性を保ち、授業の質を向上させるための重要になってくる。また、書き方を統一することで、学生がこの授業はどういった流れで進んでいくかや、この授業を履修することで何を学べるかといったことが容易に理解しやすくなる。

つまり、シラバスを統一、充実させることは学生に対して、自分の授業を履修したら何

授業科目名	統計学
授業科目名 (英語)	Stochastic System
科目区分	専門
配当学年	工学部 1年
担当教員	
職種	氏名
教授	〇 奥島 浩之
	情報システム工学科
開講学期	前期
単位数	2
単位区分	選択
関連する学習・教育目標	情報システム工学科：B-1, C-2, D-1
授業の目標・授業概要	確率論を学ぶ目的は、偶然を数値化して、偶然に関する「情報」を取り出すことであり、それを私たちが不確実な現象に与える判断の助け、手助けとするものである。授業の基本的な概念や確率論的な考え方を理解できるように配課し、工学（電子、情報、通信、機械）に関わる確率・統計の基礎的事項について学ぶ。
学生の到達目標	①確率、他の確率に関する事象の意味を説明できる。 ②確率に関する事象の確率の意味を説明できる。 ③確率分布「二項分布・ポアソン分布」の計算、応用ができる。
授業計画	①確率・統計学の概要 ②確率と事象の理解 ③いくつかの有用な関数 ④確率分布 ⑤確率分布 ⑥確率分布から導出される分布 ⑦確率分布 ⑧確率分布による確率計算 ⑨代数的な確率計算 ⑩確率の応用と応用 ⑪確率と確率計算、確率計算 ⑫確率計算、確率計算 ⑬確率計算、確率計算
キーワード	確率分布、分布関数、統計学、応用計算
成績評価基準	授業態度 (30%)、レポート・試験 (40%)、小テスト・プレゼンテーション実演 (30%) との結果を総合して、「S (A・B・C・D)」または「優・良・可・不」で評価する。授業態度 (学習・出席・授業態度) は、レポート、試験の結果によって総合的に評価する。ただし、授業態度に関するレポートを課す場合は、原則として単位を認定しない。再試験は行わない。
教科書・教材参考書等	プリント (講義、演習、Webページ、演習問題) などを配布する。 参考文献等「経済・経済学を学ぶための基礎数学」(東田、奥島、共立出版、2012)。
関連科目・履修条件等	関連科目：2年後期「データベースとデータ分析」
履修上の注意事項や学習上の留意点	授業にはノートPC必須。講義、試験、実演、演習を併用する。
学生からの質問への対応方法	質問は授業中、授業終了後に受け付けるほか、電子メール (http://pcwww.psc.toyama.ac.jp/mail/taikan@pcwww.psc.toyama.ac.jp) へも受け付けます。また、授業も随時受け付けますが、事前に電子メールで相談内容を連絡して予約してください。

図 4.1: 全 15 回書かれたシラバスの例

授業科目名	フーリエ解析学
授業科目名 (英語)	Fourier Analysis
科目区分	専門
配当学年	工学部 2年
担当教員	
職種	氏名
講師	〇 森島 信
	情報システム工学科
開講学期	前期
単位数	2
単位区分	選択
関連する学習・教育目標	情報システム工学科 (四)-1
授業の目標・授業概要	本講義では、フーリエ級数展開、フーリエ変換、逆変換に関する理論を学び、併せて演習も実施することにより、フーリエ解析の知識を身に付け、深く理解することを目標とする。
学生の到達目標	①周期関数のフーリエ級数を求め、その関数をフーリエ級数に展開すること。 ②与えられた関数のフーリエ変換ができること。 ③フーリエ級数等の知識を用いて、基本的な偏微分方程式が解けること。 ④コンピュータを用いたフーリエ変換の演習内容を理解できること。
授業計画	指定教科書に従い、下記の流れで講義を進める。全15回実施する。 ガイダンス ・三角関数の基礎 ・フーリエ級数 ・フーリエ変換 ・偏微分方程式 ・ラプラス変換 ・エクセルを用いた演習 ・フーリエ解析の応用事例 ・まとめ (15回目)
キーワード	三角関数、フーリエ級数、フーリエ変換、偏微分方程式、ラプラス変換 など
成績評価基準	平常点 (レポートなど) と、期末試験または期末レポートの成績で総合的に評価する。
教科書・教材参考書等	理工系の数学入門コース 新装版 フーリエ解析 大石 進一 (有)
関連科目・履修条件等	他の数学科目を履修し、基礎的な微分計算を容易にできることが望ましい。
履修上の注意事項や学習上の留意点	連絡事項がある場合は講義中に行うので注意すること。 学生の皆さんは授業を受けるにあたっては、学習・復習を怠らないように努めてください。
学生からの質問への対応方法	電子メールやその他の方法で事前に相談内容を連絡すること。

図 4.2: 授業計画不足シラバス例

を学べるかやどういう流れで授業が進んでいくか、また、どのようなことを予習、復習するのかといったことを鮮明に伝えることができる。

そこで、本研究ではシラバスの書き方を統一、充実させるための標準として使用することができる Web シラバスのフォーマットを作成する。図 4.1 を見てわかる通り、富山県立大学のシラバスには 20 個の項目が書かれている。この 20 個の項目にはシラバスを作成した人に応じて違う内容で書かれている。また、英語や中国語、ドイツ語といった同じ科目名で複数の教師が存在する科目についても、内容が統一されていない場合がある。そのため、作成する標準化シラバスのフォーマットには、この 20 個の項目を自由に記入できるようにし、全ての項目を埋めてもらうことで、内容を充実させる。

ただし、授業計画の部分は図 4.2 のように全 15 回分の授業計画が書かれていない場合もある。そのため、授業計画の部分は全 15 回分の記入欄を設けておき、15 回分の授業計画を書けるようにしておく。また、キーワードも 15 個分の記入欄を設けているが、キーワードの方は 15 回全て記入しなくても大丈夫なようにしておく。そして、確認ページで実際のシラバスに埋め込まれた状態の HTML を表示し、大丈夫であれば、その HTML をサーバー上に保存するようにする。そして、もともとあったシラバスの情報をまとめてある csv ファイルの該当教科の部分を上書きするようにする。

また、確認画面で HTML ファイルをダウンロードできるようにしてあるが、HTML ファイルのみだと css や js、埋め込まれている画像が適用されていない。そのため、ダウンロードされるのは HTML ファイルや css ファイル、js ファイル、画像フォルダをまとめて zip ファイルにしたものをダウンロードできるようにする。

図 4.3 は、実際のシラバス作成の流れである。まず、教員側に自分の名前を選択してもらう。今回は、情報システム工学科を対象に作成したため、選択できる名前には、情報システム工学科の教員のみ選択できるようになっている。名前を選択し、次のページに移動したら、そのページでその教員が担当している授業を選択してもらい、それ以外の項目には

選択した科目に応じたシラバスを記入してもらうようにしてある。その際に、教員名とそれに応じた科目名が書かれている csv ファイルが必要になってくるため、事前に用意しておく。

図 4.3 の中央部分を見てもらうとわかる通り、全 20 回分の項目があるが全ての項目が自由に記入できるわけではない。一部の項目に関しては選択式で選択できるようにしてある。例えば「所属」の部分選択すると教養教育センター、機会システム工学科、知能ロボット工学科、電気電子工学科、情報システム工学科、環境・社会基盤工学科、生物工学科、医薬品工学科の 8 種類が表示され、その中から 1 つ選択してもらうようにしてある。他にも科目区分や単位数、単位区分などは選択式で選択できるようにしておく。

全ての項目を記入してもらい、一番下にある登録ボタンをクリックすると、確認画面に移動し記入した項目が適用されたシラバスが表示される。確認画面には、ダウンロードボタンと登録ボタンがあり、ダウンロードボタンをクリックした場合、前ページで記入してもらった項目が適用されたシラバスを HTML ファイルと css ファイル、javascript ファイル、画像フォルダをまとめた zip ファイルがダウンロードされるようになっている。

また、登録ボタンの場合は記入した項目が適用された HTML ファイルをサーバー上に保存しつつ、最初の名前選択画面に戻るようになっている。また、同時に教材作成時に用いたシラバス情報をまとめてある csv ファイルの該当科目部分を記入してもらった内容で上書きするようにする。このとき、授業計画部分はシラバス表示しやすいように各回の区切りに \yen を追加し改行できるようにし、キーワードの方は 15 回分の記入欄中に間を空けて記入したとしても空白を無くす処理を施しておく。以下ではシラバス標準化のアルゴリズムについて説明する。

Step 1: 教員名の選択

一番始めに表示されるページは教員選択画面である。ここには、情報システム工学科に所属している教員の名前を選択できるようにしてある。この際に教員とその教員の担当科目の科目名が対応している csv ファイルを読み込み、教員名部分のみ抽出し表示する。

Step 2: 科目の選択とシラバス記入

教員は自分の名前を選択すると、次にシラバスを記入してもらうページに遷移する。ここでは、自分の担当している科目を選択式で選択できるようにしてあり、Step 1 でも使用した csv ファイルから科目部分を抽出し選択できるようにしておく。科目を選択してもらい、その他の項目も記入してもらう。その他の項目は全部で 19 種類あり、「授業科目名（英語名）、科目区分、配当学年、職種、所属、開講学期、単位数、単位区分、関連する学習・教育目標、授業の目標/授業概要、学生の到達目標、授業計画（全 15 回分）、キーワード（複数個分）、成績評価基準、教科書・教材参考書等、関連科目・履修条件等、履修上の注意事項や学習上の助言、学生からの質問への対応方法」である。これらの項目は全て富山県立大学の Web シラバスをもとに作成する。

Step 3: シラバス確認と登録

Step 2 でシラバスの内容を全て記入し登録ボタンを選択すると、次に記入した内容が適用されたシラバスが表示される。このページで実際にどのようなシラバスになったかを確認

してもらう。そして、確認出来次第登録ボタンを選択するか、ダウンロードボタンを選択してもらう。

ダウンロードボタンを選択すると、記入した内容を適用した HTML ファイルがダウンロードできる。また、HTML ファイルだけだと css などが適用されていないため、不恰好な状態のままである。そこで、ダウンロードするときにシラバス表示に必要な css ファイルや javascript ファイル、シラバスに埋め込まれている画像フォルダなどと HTML ファイルをまとめて zip ファイルにし、この zip ファイルをダウンロードできるようにする。

登録ボタンを選択すると、記入した内容を適用した HTML ファイルをサーバー上に保存する。それと同時に、もともと Web シラバスをスクレイピングして情報を保存してある csv ファイルの対象科目の部分を記入した内容に書き換える。それらが終了すると、最初の教員名選択の画面に移動する。

Step 4: 記入されたシラバス情報を用いてスクレイピング

Step 3 でシラバスを確認、登録を行うと同時に記入された授業計画を用いて Web ページのスクレイピングを行う。現在のシラバスは、授業全 15 回分の授業計画が書かれていない科目が存在する。そのため、それらの科目は授業計画が 15 回分書かれた科目と比べて教材が少なくなる。シラバス標準化では授業計画を 15 回分記入してもらうため、どの科目も 15 回分の教材が作成でき、この教材は学生用のシステムの教材提供部分で使用する。

ただし、YouTube 動画に関してはスクレイピングを行わない。理由としては YouTube のスクレイピングには API キーが必要となり、この API キーは Google アカウントに対して生成されるものである。本システムは研究室のサーバー上で稼働しているため、自分自身のアカウントに対して生成される API キーを使用した場合、なにかの機会にアカウントを削除した場合 API キーも同時に削除されるため、YouTube のスクレイピングができなくなってしまうからである。

以上の 4 ステップがシラバス標準化の流れである。

次に、教材作成について説明する。上で述べたように、教材を作成する際には Web シラバスから情報を抽出し、そこで得られた情報を用いて、Web 上から教材をスクレイピングする。教材作成のイメージを図 4.4 に示す。

図 4.4 にある通り、まず Web シラバスから各授業の「授業計画」についてスクレイピングを行う。この時、授業計画に 15 回分の計画が書かれていない場合や、15 回分書かれていたとしても同じタイトルで複数回書かれている授業に関しては「キーワード」の方をスクレイピングするようにし、両方とも書かれていない場合は「授業タイトル」をスクレイピングするようにしている。

また、15 回の授業計画が書かれていたとしても、書き方が第 1 回や 1. や①といったような区切り方がバラバラな場合が多いので、その部分は全て取り除き純粋な計画の部分のみ（テキストのみ）取得するようにする。そして、スクレイピングしてきた情報を csv ファイルに出力し、保存する。

次に、保存した csv ファイルを読み込み、全 15 回の授業計画およびキーワードを 1 個ずつ Google Chrome の検索ボックスに入力し、検索結果の上位数件かをスクレイピングする。このときに使用するのが Python のライブラリである BeautifulSoup4 と Selenium である。

BeautifulSoup4 とは、Python 上で実装できるスクレイピング用ライブラリの 1 つである。BeautifulSoup4 に HTML や XML 渡すと、それらのドキュメントをパースし、要素を検索、

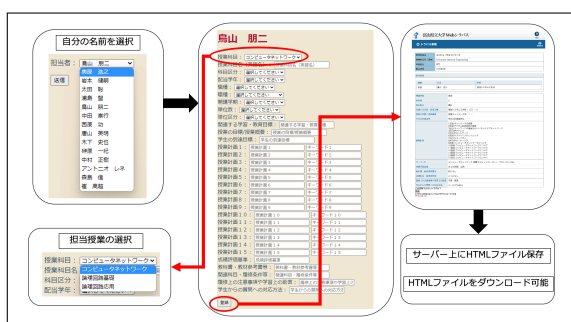


図 4.3: シラバス標準化イメージ

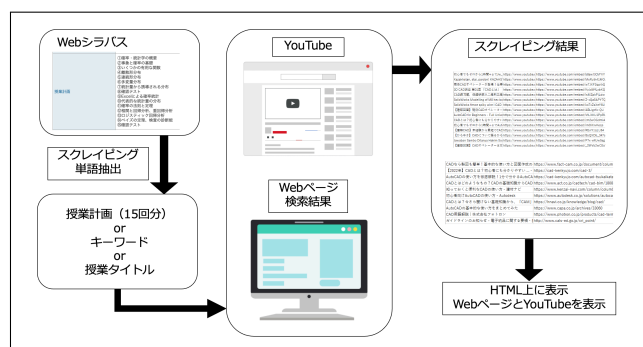


図 4.4: 教材作成のイメージ

操作，抽出することができる．タグ指定やテキスト指定で自分が必要とする情報を取得できる．

Selenium は，Web ブラウザーの自動化を行うためのツールである．複数のプログラミング言語に対応しており，本研究では Python で使用する．Selenium を使用するには Python から WebDriver を使用する必要があり，今回は Google Chrome を使用するため chrome driver を使用する．

BeautifulSopu4 と Selenium は両方とも Google Chrome を用いてスクレイピングを行う．しかし，Google Chrome は bot などによる悪質なアクセスから Web サイトを守る「reCAPTCHA」という機能が存在する．「私はロボットではありません」や「自動車に該当する画像を選択してください」といったものが reCAPTCHA であり，複数回スクレイピングをするとこの reCAPTCHA が表示されてしまう．この reCAPTCHA は Python で自動で突破することは困難であり，有料サービスを使用するといった解決手段があるが今回はそれを利用することができないため，reCAPTCHA に遭遇したら一定時間空けて再度スクレイピングする．

そして，各回のスクレイピングが終了すると，各回ごとの関連した Web ページのタイトルと URL が出力されるので，それを教材とし csv ファイルに保存する．本研究では教材として用いるのは，Web ページだけではなく，動画も教材としてユーザーの提供する．そのため，Web ページだけでなく YouTube から同様な処理を行い，動画情報についてスクレイピングする．ただし，YouTube からのスクレイピングは特定の場合を除いて禁止されており，勝手にスクレイピングすることはグレーゾーンである可能性がある．

そこで本研究では YouTube Data API v3 を使用してスクレイピングする．この YouTube Data API v3 は，YouTube が提供しており，開発者が YouTube のデータや機能にアクセスできる API である．しかし，無料で取得することができるデータ総数は 1 日ごとに上限が設定されているため，動画に関する情報が複数日かけて取得する．

YouTube Data API v3 にはさまざまな機能があり，YouTube の動画再生数やグッドボタンの数，メタタグ，チャンネル登録者数，コメントの取得が可能である．本研究では，そのさまざまな機能の中でも動画タイトル，動画 URL，HTML 上に動画を埋め込む際に必要な HTML コードの 3 つの情報をスクレイピングで取得する．

YouTube でのスクレイピングも Web ページと同様に上位数件を取得するが，YouTube にはスクレイピングによって取得できない動画が存在する．これは，動画の作成者側が他の

HTMLに動画の埋め込みをされたくないといったことが理由であり、これを無理に取得しようとした場合は、著作権の侵害になるので取得をしない。そのため、上位数件をスクレイピングするとあるが、場合によってはこのような動画を除いた上位数件をスクレイピングする。

§ 4.2 各時系列の予測可能性の判定システム開発

本研究ではユーザーベース協調フィルタリングを用いてシステムを利用するユーザーの対して科目推薦を行う。協調フィルタリングの結果を全て使用して推薦すると、予測評価値の低いデータも適用されてしまい、ユーザーにとって興味のない科目まで推薦してしまう可能性がある。そのため、予測評価値が高い科目を優先して学生に推薦するようにする。

また、大学には卒業要件単位や必修単位、選択必修単位が存在する。いくら多くの単位を取得していたとしても、卒業要件単位を満たさなかったり、必修科目を履修し単位を取得できていなかったら卒業はできなくなってしまう。富山県立大学の卒業要件単位は図 4.5 に示すとおりである。図 4.5 は卒業の条件単位数であるが、これ以外にも卒業研究を履修するために必要な単位条件や、3 年に上がる際に必要な単位数も存在する。

選択必修科目だからといって履修しなかったら、アウトな場合が存在する。選択必修科目は必ず履修する必要はないが、決められた科目のグループの中から必ず取得しなければいけない単位であり、これを選択必修単位と呼ぶ。図 4.6 を用いて説明する。図 4.6 では電子・情報工学概論と計測工学は必修単位であり、卒業までにおいて必ず取得しておかないといけない単位である。それ以外の線形代数、工業数学 1、工業数学 2、工業数学 3、工業数学 4、確率システム、情報数学は選択必修単位であり、右に書かれている通りこの 7 科目合計 14 単位の中から 10 単位分以上の科目を履修し、単位を取得しなければ卒業ができなくなってしまう。

このように富山県立大学において、卒業するためには卒業要件単位という大きな制約のなかで、必修単位と選択必修単位という制約を満たす必要がある。本研究では協調フィルタリングで算出された予測評価値の高い科目を優先的に推薦する。しかし、上記で述べているように卒業要件単位や必修単位、選択必修単位を満たさなかった場合、推薦したとしても無意味になってしまう。そこで、これらの要素を考慮しつつ予測評価値が高い科目を優先的に推薦するようにする。

図 4.7 に実際に表示される HTML のページ遷移を示す。まず、使用ユーザー自身の履修状況とそれに応じた推薦科目を表示する。この推薦科目の部分は、上記で述べたように卒業要件単位、必修単位、選択必修単位、予測評価値の高い科目を考慮してソートした状態で表示される。

推薦科目の部分を説明する。ユーザーの履修している科目の成績 (S,A,B,C) と教育ビッグデータ (過去の学生データ, デモデータ) を用いて予測評価値が高い科目を算出する。このとき、単純に予測評価値の高い科目から推薦するのではなく、必修単位を優先して推薦する。このとき、必修単位で予測評価値が低い科目があっても、必修単位を取得しなければ卒業できないため、どんなに予測評価値が低くても上位で推薦するようにする。

その次に選択必修単位を満たすように予測評価値の高い科目順にソートする。それ以降の推薦科目は、すでに必修単位と選択必修単位を考慮している状態のため卒業要件単位を

区分		卒業要件単位	
総合科目	人間	2単位以上	教養小計 44単位
	社会・環境	6単位以上	
	言語・文化	4単位以上	
	精神・身体	3単位以上	
	総合科目計	19単位以上	
基礎科目		13単位	専門小計 79単位
外国語科目	英語	10単位	
	第2外国語	2単位	
キャリア形成科目		7単位	専門小計 79単位
専門基礎科目	卒業研究2以外	71単位	
専門共通科目	卒業研究2	8単位	
専門科目	卒業研究2	8単位	
合 計		130単位	

図 4.5: 富山県立大学の卒業要件単位

専 門 基 礎 科 目	線形代数	◇						半	2	10単位以上(※) 修得すること
	工業数学 1	◇						半	2	
	工業数学 2	◇						半	2	
	工業数学 3		◇					半	2	
	工業数学 4		◇					半	2	
	○確率システム	◇						半	2	
	○情報数学	◇						半	2	
	○電子・情報工学概論	◎						半	※2	
	○計測工学		◎					半	2	

図 4.6: 単位区分例

満たすように予測評価値の高い科目を推薦する。また、その中でも1年、2年、3年、4年といった順番でその学年で履修することができる科目を優先して推薦する。

そして、ユーザーが推薦科目のどれかを選択すると、シラバスと授業計画をキーワードとした教材へのリンクを表示する。このシラバスは富山県立大学の Web シラバスを埋め込んでおり、そのシラバスに表示されている授業計画、キーワードを教材とし、それらへの教材提供ページへのリンクを右側に表示する。

教材へのリンクを選択すると、Web ページと YouTube の教材を提示するページへ移動する。このページには教材である Web ページと YouTube へのリンクが埋め込まれており、リンクをクリックするとそれらのページへ移動し、ユーザーはそのページをもとに学習するといった流れになっている。また、YouTube の場合はリンクのみだけでなく、YouTube の動画も埋め込んであるためこのページ上で動画を見ることができる。

これらの教材が表示される順番は誰もレビューを投稿していなかったり、システムが利用されていない状態だとスクレイピングしてきた順番で昇順に表示される。そしてユーザーがレビューを投稿すると、そのレビューに応じて教材の表示される順番が変化する。

以上が本研究で使用するシステムの科目推薦部分の流れである。次に、教材更新について説明する。

上記で説明した通り、教材の表示の順番はスクレイピングしてきた順番で表示される。そのため、教材として適していない Web ページや YouTube の動画が最初から一番上に表示されていたら、そのままその教材が表示され続けてしまい、学生の教材として学習に使えない状態になってしまう。

そこで、教材へのレビュー機能を追加し、学生がレビューを投稿した際にそのレビューをもとに評価が高い教材を表示頻度を高め、逆に評価が低い教材は表示頻度を下げることによって、学生が教材として利用、学習しやすい教材を優先的に表示するように教材の更新を行う。

レビューにはサクラレビューといわれる故意に評価の上げ下げをするレビューが存在する。そこで教材の更新には、レビューの信頼性の指標を用いて、サクラ性のあるレビューを考慮し教材の更新を行う。

レビューの信頼性の指標には「類似性」「協調性」「集中性」「情報性」の4種類が存在する。その4種類の中でも、協調性に関しては本研究では考慮しないものとする。理由としては、本システムを利用するユーザーは学生を想定しているため、学生がこのシステムに



図 4.7: システムのページ遷移



図 4.8: 教材更新の流れ

において複数人で協調してサクレビューを投稿することは考えにくいといった理由である。そのため、類似性、集中性、情報性の3つの指標を用いることにする。

それぞれの指標の求め方について説明する。類似性は、レビュー文章を2文字単位で区切る。このようにレビューの文章ごとに2文字ずつに区切った文字列集合を作成し、その文字列集合の要素がどれだけ他の文字列集合の中に含まれているかを式(??)で各集合の類似度を、式(??)で類似性スコアを求め、式(??)で正規化し類似度を求める。

集中性はレビューの5段階評価において1または5が極端に増加したタイミング(バースト)を求める。本研究ではMACDを用いてバーストを検知する。MACDにおけるパラメーター $f, s, t(f < s)$ はそれぞれ4,8,5でMACDの計算を行う。MACDでは、1日を1つのまとまり(日足)として、MACDヒストグラムを求める。そして全期間のヒストグラムの標準偏差を σ としたとき、ヒストグラムの値が平均値 $+3\sigma$ 以上となる日をバーストした日とする。次にバーストした日について15分足でMACDヒストグラムを求め、ヒストグラムの値が平均値 $+3\sigma$ 以上となる期間を求め、その時間にバーストしたと判断する。バーストした期間に投稿されたレビューの数を求めて、式(??)で集中性スコアを求め、式(??)で正規化し集中度を求める。

情報性は、まず各レビューに対して形態素解析を行う。形態素解析を行うことでレビュー文章を品詞分けを行い、名詞として判断された単語を抽出する。それらの名詞が他のレビューにおいてどれくらい使用されていないかを表す情報性スコアを式(??)で求め、式(??)で正規化し情報度を求める。

以上の方法でそれぞれの指標スコアを求める。そして、それぞれを足して3で割ったスコアをサクラ性スコア($=F_score(l_i)$)とする。サクラ性スコアは高ければ高いほどサクラレビューとして疑われるものであり、逆にサクラ性スコアが低いとサクラレビューである可能性は低くなる。そしてサクラ性スコアをその教材に対して投稿されたレビュー評価値(5段階評価)の平均で割った数値をその教材の最終的なスコアとし、信頼性スコア($=K_score(i)$)と呼ぶ。

そしてこの信頼性スコアを用いて、このスコアが高い順番で教材の順番を更新し、上位3件の教材を表示する。この教材の順番はユーザーがレビューを投稿するたびに更新されるため、常に最新のスコアが反映された状態でユーザーに表示することができる(図4.8参照)。

以上で説明したのが、科目推薦と教材更新のやり方である。開発したシステムをHTML

上に適用し、システムの作成といったサーバーサイドの部分を「Flask」といわれる Python の Web アプリケーションフレームワークを使用する。

なぜ Flask を使用するかについて説明する。Flask にはあらかじめ実装されている機能が少ないため、自由度が高く動作が軽い。また、柔軟性や拡張性も高く、必要な機能をカスタマイズしたり、別のフレームワークと結合することもできる。他にも、機能が少なく身軽なため、処理速度が高速であり、スムーズな動作を実現できる。

また、最大のメリットとして Python を基盤として作成できる点がある。Python には豊富なライブラリが存在する。(例:Pandas:データ解析ライブラリ, Scipy:数値解析ライブラリ など) 本研究ではスクレイピングを含め、データを処理するさいには Python を用いて処理を行うため、Flask を利用することで HTML から入力されたデータを取得したり、それらのデータを分析し HTML に反映させるといったことが容易に実現できる。

§ 4.3 提案手法 (予測) のアルゴリズム

システム全体の流れを図 4.9 に示す。提案システムのアルゴリズムについて説明する。

Step 1: 教育ビッグデータと教材データの蓄積

ユーザーがシステムを使用する前に、学生 × 科目の行列を複数年分作成しておく。このデータには、富山県立大学を卒業した学生した成績データが入っている。成績データはそれぞれの取得した単位の評価であり、富山県立大学では S, A, B, C, 不可という表し方をしているが、このデータにはデータ処理を行いやすいようにそれぞれの評価を 4, 3, 2, 1, 空白に置き換えたデータが入っている。

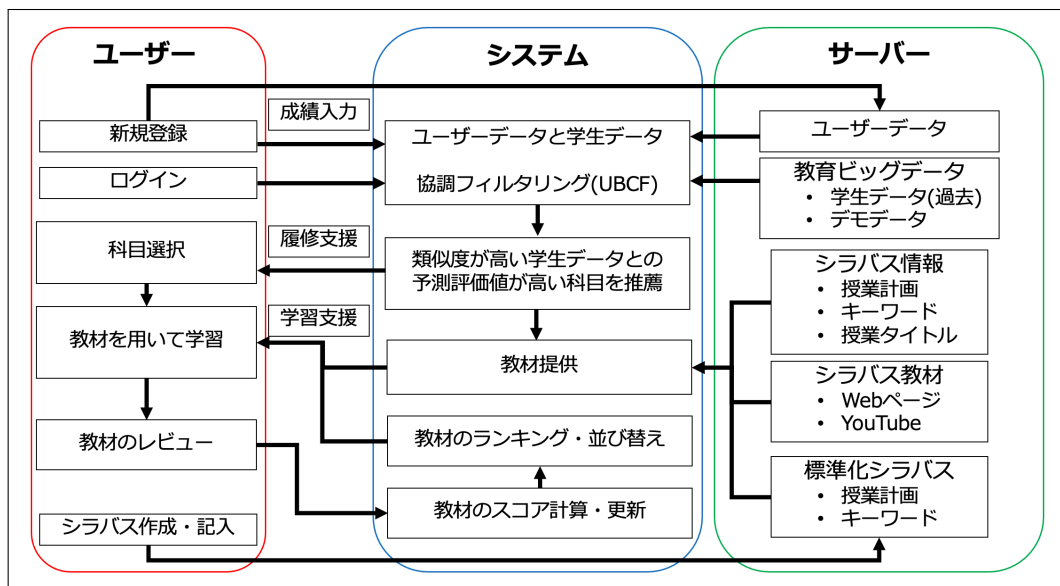
データの中身について図 4.10 を用いて説明する。csv ファイルの 1 行目に科目名を入れてある。今回は富山県立大学の履修の手引きを参考に教養科目、キャリア形成科目、情報システム工学科の専門科目で作成してある。2 行目には必修科目か選択必修科目かどうかを 1 と 0 の 2 値が入っている。3 行目にはどの学期で履修できるのかを表した数が入っている。これは、1 年前期を 10, 1 年後期を 11, 2 年前期を 20, 2 年後期を 21, 3 年前期を 30, 3 年後期を 31, 4 年前期を 40, 4 年後期を 41 といったように表している。4 行目には単位数についての情報が入っている。また、1 列目にはそれぞれの情報名と 1 列 4 行目以降には学籍番号が入っている。そして最後の列に就職先データ (業種) を追加する。

このようなデータを蓄積し、これらを教育ビッグデータとして扱い、サーバー上に保存する。これらのデータは学籍番号や成績といった個人情報が含まれている。本システムの想定しているユーザーは学内の人間であるため、それらの人にとってこのデータは個人を特定できてしまう恐れがある。そこで、本研究では実際の学生データではなくデモデータを作成し、デモデータを用いて協調フィルタリングを行う。

また、学生に提示する教材は科目ごと、授業計画ごとにフォルダを作成し、それぞれそのフォルダに csv ファイルの形で保存しておく。

Step 2: ユーザーの新規登録と成績入力

初めて本システムを利用する場合、新規登録をとして学籍番号とパスワードを登録してもらう。このとき登録されたパスワードはそのまま保存すると、個人情報の流出の恐れがあ



るため、ハッシュ関数を用いてパスワードをハッシュ化しパスワードを不規則な文字列に変換する。そして学籍番号とパスワードをサーバー上の csv ファイルに保存する。この csv ファイルには新規登録されるたびに、学籍番号とハッシュ化したパスワードを新しい行に追加していく。

そして、学籍番号とパスワードを登録し終わったら、次にユーザーの成績を入力してもらう。ここでは情報システム工学科が履修する科目（履修の手引き参照）の成績を入力してもらう。また、成績と同時に希望業種も選択できるようにする。この希望業種の種類は富山県立大学の進路状況のページを参考に製造業、情報通信業、サービス業、建築業、学術研究・専門・技術サービス業、電気・ガス・熱供給・水道業、運輸業・郵便業、金融業・保険業の8種類+希望なしの合計9種類の中から選択できる。

動作としては図 4.11 のような流れで行ってもらう。まずスタート画面として左上の画面が表示される。初めて利用するユーザーは「新規登録はこちら」を選択してもらうと、左下の新規登録用のページに移動する。そこで学籍番号とパスワードを入力し、新規登録ボタンを選択すると、右の成績入力ページに移動する。以上がシステムを初めて利用する場合の一連の流れである。そして、成績登録をすると Step 1 で説明した保存先とは別のユーザー成績専用の csv ファイルに保存する。

Step 3: 協調フィルタリングによる予測評価値の算出

ユーザーにはログイン画面から学籍番号とパスワードを入力してもらいログインするか、新規登録で成績入力を完了したら、履修状況と推薦科目が表示されているページに移動する。ここでは、ユーザーの成績を登録した csv ファイル (Step 2 で作成した) から入力された学籍番号に対応した成績データと希望業種データを抽出し、そのデータと Step 1 で説明したデモデータを用いて協調フィルタリングを行う。

その際、ユーザーの成績データとデモデータには就職に関するデータ（業種データ、希望業種データ）があり、ユーザーの希望業種とマッチしているデモデータの学生を結合す

学籍番号	教養ゼミ I	教養ゼミ II	経済学 I	業種
必修別	1	1	0	
配当開始学年	10	11	10	
単位数	1	1	2	
1715001	3	2	3	2
1715002	3	2	2	2
1715003	2	2	1	4
1715004	4	2		2
1715005	3	2		1

図 4.10: 蓄積するデータイメージ

図 4.11: 新規登録の流れ

る．そして，Pearson 関数を用いてユーザーとデモデータの学生の類似度を計算する．類似度が高い順にソートを行い，ユーザーと類似度の高い上位 10 名の過去の学生のデータを抽出する．抽出した 10 名との成績データとユーザーの成績データの加重平均を求めることでそれぞれの科目における予測成績（予測評価値）を導出する．

Step 4: 科目の推薦

Step 3 で求めた予測評価値を用いて使用しているユーザーに対しての科目の推薦を行う．このとき推薦する順番としては，必修単位，選択必修単位，卒業要件単位を満たすように予測評価値の高い科目をユーザーに推薦する．また，その中でも 1 年時科目から優先し 2 年，3 年，4 年時の科目順で推薦する．具体的には 1 年時の必修科目である環境論 1 と選択必修科目である社会学 1 を推薦する場合．必ず上に表示するのは環境論 1 のほうであり，社会学 1 などの選択必修科目に関しては，必修科目の後ろになるようにしてある．

そして，推薦結果とユーザーの履修状況を画面に表示する（図 4.7 の左上参照）．その際に予測評価値の高い科目から上に表示し，予測評価値の低い科目を下に表示する．この科目の推薦は必ず取得する必要はなく，あくまでも履修する際の参考にする程度にしてもらい，ユーザーの履修選択の際の履修支援といったものにする．

Step 5: 教材提供

Step 4 で推薦した科目に関する教材を提供する．教材は Web ページと Youtube の動画の 2 種類である．図 4.7 を用いて説明する．まず表示されている推薦科目のどれかを選択し，次のページに移動するとその科目のシラバスと授業計画，キーワードを教材へのリンクとして表示する．そのリンクを選択することで教材提示ページへ移動する．

そのページでは Step 1 で作成した Web ページ，YouTube 動画の教材が保存された csv ファイルを読み込み，表示する．教材提供ページでは上から評価済み Web ページ，未評価 Web ページ，評価済み YouTube 動画，未評価 YouTube 動画の順で教材が表示される．評価済み Web ページと評価済み YouTube 動画に関してはそれぞれ評価点の上位 3 件ずつ表示する．また，評価済みのものとは別に未評価 Web ページと未評価 YouTube 動画も 3 件ずつ表示する．

Step 6: 教材へのレビュー

ユーザーは提供された教材を用いて学習を行い，その教材に対してレビューを投稿できる．このとき，評価スコアとレビュー本文の 2 種類を投稿できるようにする．評価スコアに関

しては5段階評価をできるようにしてあり、非常に悪いを1、悪いを2、普通を3、良いを4、非常に良いを5としてある。レビュー本文には自由にテキストを入力でき、500文字までの文字数制限を設ける。ユーザーはその教材を用いて学習したあとに2種類のレビューを入力し、評価ボタンを選択することでレビューを投稿できる。

このとき、2種類のレビューの内どちらか1つでもレビューをされていないと、エラーを返すようにする。これはどちらのレビューも信頼性スコアを算出する際に必須であるためである。また、レビュー本文の方は1文字以下で投稿された場合にもエラーを返すようにしてある。

ユーザーがレビューを投稿すると、HTMLから評価スコアとレビュー本文の情報をPythonで受け取り、それをCSVファイルに書き込む。レビューをCSVファイルに書き込む際に、レビュー評価点とレビュー本文に加え、ユーザーの学籍番号、投稿したWebページ、動画名、投稿したWebページのURL、動画URL、投稿された日時がログとして記録される。

Step 7: 教材の更新

ユーザーのレビューが投稿されると同時に投稿されたレビューを反映した教材の評価点の更新を行う。教材の評価点の更新は、投稿されたレビューの類似性スコア、集中性スコア、情報性スコアの3つのスコアを求め、それら3種類のスコアを用いてサクラ性スコアを求める。

そして、過去に投稿されたレビューのサクラ性スコアと新しく投稿されたレビューのサクラ性スコアを用いて、その教材のサクラ性スコアを更新する。このサクラ性スコアは高ければ高いほどサクラとして疑われるレビューであるため、評価スコアの平均が高くてサクラ性スコアが高いと最終的な教材のスコアは低くなる。逆に、評価スコアの平均が低くてもサクラ性スコアが低ければ最終的な教材のスコアは高くなる。

また、評価点の方もサクラ性スコアと同様に過去のレビュー評価点と新しく投稿された評価点を用いて平均の評価点を求める。そして、サクラ性スコアと評価点を用いて最終的な教材の信頼性スコアを求める。この信頼性スコアを用いて教材の更新、並び替えを行う。

教材の更新、並び替えは信頼性スコアの高い順に並び替えられる。信頼性スコアについても評価スコア、レビュー本文と同様にログとして記録される。ログを確認することでどの学籍番号のユーザーがどのタイミングでどのようなレビューを投稿しているかを確認することができる。

教材へのレビューを投稿すると、以上の流れでスコアが計算される。そして、スコアが反映された教材をページの再読み込みの形でユーザーの提示する(図4.8参照)。このときStep 6で説明したようにスコアが高い上位3件の教材を評価済みWebページ、YouTube動画に表示し、まだスコアが算出されていない(レビューが投稿されていない)教材を未評価Webページ、YouTube動画に表示する。この教材の更新の一連の流れはユーザーがレビューを投稿されるたびに行われる。そのため、ユーザーに対して常に最新のスコアが反映された教材を提供することが可能である。

以上の7ステップが学生が使用するシステムのアルゴリズムである。

数値実験ならびに考察

§ 5.1 数値実験の概要

本研究の数値実験としてシステムの有用性，科目推薦の有効性の検証，作成したシラバスの評価を行う。

システムの有用性の検証では実際にシステムを使用してもらい，アンケートに答えてもらう。アンケートの項目は全部で10個あり，その10個には必ず答えてもらう。また，アンケートと同時にコメントを記入できる欄を設けておき，自由にコメントをできるようにする。このアンケートを持って本システムの有用性の検証を行う。アンケート項目は表5.1に示す。以上のアンケートを5段階のリッカート尺度で評価してもらう。

リッカート尺度とは，あるトピックに対して，多段階の選択肢を用いたアンケートを取り，回答者がどの程度同意するか測定する手法である。今回のアンケートでは5段階のうち，1を全く満足していない，2をあまり満足していない，3をどちらでもない，4をやや満足している，5を非常に満足しているといったようにアンケートに答えてもらう。

表5.1を見てわかる通り，アンケート項目全体を通して，基本的にはシステムの使用感に関する質問を多くしてある。本来なら本システムを使用し，成績が向上するのを確認することでシステムの有効性を検証するべきだが，成績向上を確認するには開発したシステムを最低でも半期使用してもらわないと成績が向上したかを確認することができない。そのため，本研究ではアンケート調査を用いてシステムの有効性を示す。

調査の対象は同研究室の修士1年，学部4年，3年生の合計11人に実際に開発したシステムを使用してもらい，アンケートを答えてもらった。実際に使用してもらうにあたり，システムの使用手順について説明を行い，実際に使用してもらう。手順は以下に記してある通り，新規登録から推薦科目の選択，教材のレビュー，ログアウトまでの一連の流れを以下のように説明した。

1. 新規登録のページへ移動し，自分の学籍番号とパスワードを入力し，新規登録してください。
2. 成績登録ページに移動するので，そこで自分の成績を入力してください。
3. 成績を登録し終えたら，自分の成績と推薦科目が表示される画面に移動します。
4. 推薦科目に移動すると，シラバスとそれに応じたキーワードが表示される画面に移動します。
5. 授業計画，キーワードのページに移動すると教材提供画面が表示されるので，レビューを行ってください。
6. レビュー等を行ったら，上にある「キーワード選択画面に戻る」，「科目選択画面に戻る」を押してもらい自分の成績と推薦科目が表示されている画面に移動し，上にある

表 5.1: アンケート項目一覧

システムの操作性はわかりやすいか	システムにレイアウトは親切か
デザインは見やすいか	システムの機能はすぐに理解できたか
システムを使用するのにストレスを感じないか	推薦結果は理解しやすいか
表示されている教材は教材として適しているか	教材は学習に役立ちそうか
このシステムで効率よく学習できそうか	このシステムで学習すると効果が上がると思うか

「ログアウトする」を押して、ログアウトしてください。

7. ログイン画面に移動するので、新規登録で登録した学籍番号とパスワードを入力して、ログインできるかを確認してください

以上の流れの1と2を実行してもらえると、図5.1、図5.2のようなデータが取得できる。図5.1は新規登録後に作成されるcsvファイルであり、1列目に学籍番号で2列目にハッシュ化したパスワードが追加されていく。ログインする際には、登録してもらった学籍番号とパスワードを入力してもらう。このとき、新規登録で作成されるcsvファイルに、入力した学籍番号とハッシュ化したパスワードが一致した場合に成績と推薦科目が表示される画面に移動する。

図5.2は成績入力したあとに作成されるcsvファイルであり、このcsvファイルには1列目に学籍番号で2列目以降には各科目の成績（GPA）が追加されていく。このcsvファイルと過去学生データを用いて推薦科目を選出する。また、成績と推薦科目を表示する画面においてもこのcsvファイルを使用して表示する。

また、教材のレビューを行なってもらう（流れの5）と図5.3に示してある処理を実行する。図5.3に左側は教材提供ページで読み込むcsvファイルであり、このcsvファイルには1列目にWebページのタイトル、2列目にWebページのURL、3列目にWebページを識別するための番号、4列目に信頼性スコアが格納されている。レビューが投稿されると、図5.3の右側のようなcsvファイルにレビュー内容が書き込まれる。このcsvファイルは1列目にWebページのタイトル、2列目にWebページのURL、3列目にWebページを識別するための番号、4列目に投稿したユーザー（学籍番号）、5列目に評価スコア（5段階評価）、6列目にレビューの文章、7列目に投稿された日時、8列目に信頼性スコア、9列目にその教材の評価スコアの平均が格納される。

同じ教材に対してレビューが投稿されると一番下の行に追加されていき、8列目の信頼性スコアと9列目の評価スコアの平均は下の行にいくにつれて更新されていく。そして、更新された信頼性スコアで図5.3の左側のcsvファイルに更新していき、この信頼性スコアによって並び替えを行う。

次に科目推薦の有効性の検証を行う。この検証では科目推薦で推薦された科目がユーザーにとって気になる科目かどうかを検証する指標としてPrecision（適合率）を用いる。また、推薦科目に偏りがなく幅広く推薦できているかを測る指標としてCatalogue Coverage（カタログカバレッジ）を用いる。

Precision

Precision は、レコメンドリストにあるアイテムのうちユーザーが嗜好したアイテム

2155016	255b6e5d33edec2fc
2155017	b47fe49567891cda1
2155018	02b6e8796b892817
2155020	39875d0744a5f839c
2020025	9f54ec2ded21559c1

図 5.1: 新規登録結果

2155016	2	3	3
2155017	3	-1	-1
2155018	2	-1	-1
2155020	3	-1	1
1915026	4	4	-1
1915005	1	2	2

図 5.2: 成績入力結果

の割合のことであり、式 (5.1) で求めることができる。これは 1 に近づくほど推薦したアイテムがユーザーの嗜好にマッチしていることになる。

$$Precision@N = \frac{a \cap p_N}{N} \quad (5.1)$$

このとき N は考慮する上位ランキングの数を表しており、今回は $N = 10$ で設定して行う。つまり本研究では、推薦科目の上位 10 件のうち、ユーザーが気に入ったものが何件あるかを測る。これを人数分行うため式 (5.2) で Precision の全体の平均を求める。このとき $H = 11$ である。

$$Ave_{precision} = \frac{1}{H} \sum_{i=1}^H Precision@10_i \quad (5.2)$$

Catalogue Coverage

Catalogue Coverage は、利用可能なアイテムのうち、1 回のレコメンドでどのくらい多くのアイテムをレコメンドできたかを示す指標である。レコメンドのアイテム方向への広がりやカバー率を表し、この値が大きいほど多種多様なアイテムをレコメンドできたことを示し、式 (5.3) で求めることができる。これを求めることで、推薦科目の偏りなくユーザーに推薦できていることを確認する。

$$CatalogueCoverage = \frac{|S_r|}{|S_a|} \quad (5.3)$$

最後に、作成したシラバスフォーマットで作成したシラバスの評価を行う。シラバスの評価では、15 回の授業計画を含む全ての項目を埋めて作成したシラバスと授業計画に欠損や内容の重複があるシラバスの比較を行う。そのため、まずはシラバスを作成する。今回は授業計画で比較できるように、授業計画が欠損もしくは重複している科目を対象にシラバスを作成する。

そして、どちらのシラバスの方が参考になるかやこういった部分が参考になったかといったアンケートを学生に回答してもらい、アンケート結果をもとに評価・考察を行う。アンケートは、「改善したシラバスの方が学習に役立ちそうか?」、「授業計画が充実している方が、シラバスとして機能するか?」、「作成したシラバスには必要な情報が記載されているか?」の 3 個の項目を「はい」か「いいえ」の 2 値で回答してもらう。

表 5.2: アンケート結果

質問内容	全く満足していない	あまり満足していない	どちらでもない	やや満足している	非常に満足している
システムの操作方法は分かりやすいか?	0	1	1	6	3
システムのレイアウトは親切か?	0	0	1	5	5
デザインは見やすいか?	0	1	3	5	2
システムの機能がすぐに理解できたか?	0	2	3	5	1
システムを使用するのにストレスを感じないか?	0	1	3	5	2
推薦結果は理解しやすいか?	0	2	2	4	3
表示されている教材は教材として適しているか?	0	0	7	4	0
教材は学習に役立ちそうか?	0	2	0	8	1
このシステムで効率よく学習できそうか?	0	1	1	8	1
このシステムで学習すると効果が上がると思うか?	1	0	0	6	4

操作を行えばいいのかなどの記載がないのが原因だと考えられる。

6 個目は「推薦結果は理解しやすいか?」といった質問を行った。結果としてやや満足しているが 4 件、非常に満足しているが 3 件ある。この結果から開発したシステムが推薦する科目はユーザーから納得されやすいことが考えられる。しかし、あまり満足していないとどちらでもないがそれぞれ 2 件ずつあり、一部のユーザーの興味を満たす推薦ができていないことが考えられる。これは、成績と希望業種の 2 種類を考慮しただけでは少ないことが原因である。そのため、実際にユーザーがどのようなジャンルに興味があるのかといった要素を推薦に組み込む必要がある。

7 個目は「表示されている教材は教材として適しているか?」といった質問を行った。結果としてやや満足しているが 4 件、どちらでもないが 7 件となった。本システムは Web ページと YouTube から授業計画をもとに上位複数件を教材として使用している。そのため、スクレイピングしてきた中に授業計画と関係のない Web ページや動画を取得してしまっているのが原因だと考えられる。そのため、授業計画だけではなく授業概要やキーワードを用いたスクレイピングやスクレイピングを行う際に制限を設け、より教材として適しているものを取得する必要があると考えられる。また、教材に対してのレビューデータを蓄積できれば、そのような不適切な教材に対してのスコアが低くなり、表示される頻度が下がるため、より多数の人に使用してもらうことで改善されると考えられる。

8 個目は「教材は学習に役立ちそうか?」といった質問を行った。結果としてやや満足しているが 8 件、非常に満足しているが 1 件となった。この結果から本システムが提示する教材は学習に活用することができる。しかし、あまり満足していないが 2 件ある。これは質問 7 で述べたように、スクレイピングの結果により教材として適していないものがユーザーに提示されたのが原因だと考えられる。これも質問 7 と同様にスクレイピング自体を改善することで解消できると考えられる。

9 個目は「このシステムで効率よく学習できそうか?」といった質問を行った。結果としてやや満足しているが 8 件、非常に満足しているが 1 件となった。この結果から本システムを使用することで効率よく学習ができると捉えることができる。これは、科目推薦のみや教材提供のみではなく、科目推薦と同時に教材を提供することによって得られた結果だ

表 5.3: Precision@10

	該当件数	Precision@10
ユーザー 1	6	0.6
ユーザー 2	7	0.7
ユーザー 3	7	0.7
ユーザー 4	8	0.8
ユーザー 5	5	0.5
ユーザー 6	8	0.8
ユーザー 7	8	0.8
ユーザー 8	4	0.4
ユーザー 9	3	0.3
ユーザー 10	6	0.6
ユーザー 11	8	0.8

表 5.4: Catalogue Coverage

	Catalogue Coverage
ユーザー 1	0.8877551
ユーザー 2	0.85714286
ユーザー 3	0.86170213
ユーザー 4	0.75824176
ユーザー 5	0.75
ユーザー 6	0.69565217
ユーザー 7	0.82105263
ユーザー 8	0.79569892
ユーザー 9	0.7752809
ユーザー 10	0.86021505
ユーザー 11	0.87777778

と考える。しかし、あまり満足していないとどちらでもないがそれぞれ1件ずつあることから、他の要素を組み込む必要があると考える。

10 個目は「このシステムで学習すると効果が上がると思うか?」といった質問を行った。結果としてやや満足しているが6件、非常に満足しているが4件となった。この結果から質問9と同様に本システムを学習に活用することは学習において有用であると考えられる。

また、自由記入であるコメントにおいて「意外な科目が推薦されたが、シラバスやキーワードを確認すると、自身の興味がある内容が含まれていた。」や「しっかりと的確なキーワードが抽出されており、表示される教材も分かりやすいものだった。」、「学校で提供される教科書よりも文章が簡潔かつわかりやすく勉強がはかどりそうだと思います。」などのポジティブな意見が得られた。

以上のアンケート結果の総括として、本システムはユーザーにとって十分有用であることを示せた。しかし、成績と業種以外の要素の組み込みやシステムデザインなどの改善すべき点がアンケートから確認できた。

次に、Precision についての結果を表 5.3 に示す。この実験では開発システムが提示する推薦科目の上位 10 件のうちユーザーが何件に興味を持ったかについて調べる。そこで実際に推薦科目画面を確認してもらい、10 件中何件に興味を持ったかを質問した。表 5.3 から $Ave_{precision}$ が 0.6363 となる。このことから、開発したシステムはユーザーに対して上位 10 件のうち、6 件の割合でユーザーの興味を満たす科目を推薦できていることを示す。アンケートの 6 個目の質問と同様にこれは今回は推薦の際に考慮する要素が成績と希望業種の 2 種類であったため、この要素とは別に他に考慮する要素を増やすことで Precision の値をよりよい値にできると考えている。開発システムが推薦する科目は絶対取得しなければいけないというわけではなく、参考程度に捉えてもらうものである。そのため、この 0.6363 という値から本システムは推薦システムとして機能していると捉えることができる。

Catalogue Coverage についての結果を表 5.4 に示す。この実験では、開発したシステムが推薦する科目に偏りが無いについて調べる。結果として平均は 0.81277448 となった。つまり、80% 以上の割合で多くの科目を推薦できたことを示している。Catalogue Coverage は使用目的によって値はさまざまであるが、一般的には 70% 以上あれば良いと言われているため、80% という値は十分に機能しているといえる数値である。これは本システムが推

履修科目名	心理学Ⅰ 後編	
履修科目名(英語)	PsychologyⅠ	
科目区分	教養	
配当学年	工学部 1年	
担当教員		
職階	氏名	所属
講師	井戸 啓介	教養教育センター
開講学期	後期	
単位数	2	
単位区分	選択	
関連する学習・教育目標	情報システム工学科：(C)-1 知能ロボット工学科：(A)-1、(A)-3 情報システム工学科：(A)-1、(A)-2、(A)-3、(A)-4 電気電子工学科：(A)-1、(A)-2、(A)-3、(A)-4 機械・社会基盤工学科：(A)-1、(A)-2、(A)-3 生物工学科：(A)-1、(A)-2 医薬品工学科：(A)-1、(A)-2	
授業の目標・授業概要	心理学とは行動や心のほたらきを科学的に説明する学問である。この講義では、科学的な考え方から始め、人間が情報を受け入れ、認識する過程の基礎を解説する。脳科学からの知見も取り上げる。	
学生の到達目標	①人間の心理や行動に対する科学的な研究方法を理解し、考察できること ②人間が外界を認識し行動する際の基礎的な特性について理解を深めること	
授業計画	①心理学とは何か ②心理学の領域と研究方法 ③科学的な考え方 ④人間の知覚と注意(1) ⑤人間の知覚と注意(2) ⑥脳神経科学と心理学(1) ⑦脳神経科学と心理学(2) ⑧感覚・知覚(1) ⑨感覚・知覚(2) ⑩認知・記憶(1) ⑪認知・記憶(2) ⑫認知・記憶(3) ⑬まとめ	
キーワード	科学的方法論、脳神経科学、感覚、知覚、認知、思考、記憶、意識	
成績評価基準	期末試験の成績により評価する。 なお、出席率が2/3未満の場合は、原則として単位を認定しない。	
教科書・教材参考書等	教科書：使用しない。 参考書：黒川隆『心理学』（有斐閣）ISBN：4641053693	
関連科目・履修条件等	心理学Ⅰを併せて履修すると理解が深まる。	
履修上の注意事項や学習上の助言	学生の皆さんは授業を受けるに当たっては、予習・復習を怠らないように願っています。	
学生からの質問への対応方法	授業の際、あるいは教員室で受け付ける。オフィスアワーは授業開始に通知する。 来室は随時受け付けますが、電子メールなどで予約してもらえば確実です。（メールアドレス：ido@pu-toyama.ac.jp）	

図 5.4: もとのシラバス

授業科目名	心理学 I	
授業科目名 (英語)	Psychology I	
科目区分	教養	
配当学年	工学部1年	
担当教員		
職階	氏名	所属
教授	清水愛士	情報システム工学科
開講学期	後期	
単位数	2	
単位区分	選択	
関連する学習・教育目標	情報システム工学科：(A)-1、(A)-2、(A)-3、(A)-4	
授業の目標・授業概要	心理学とは行動や心のほたらきを科学的に説明する学問である。この講義では、科学的な考え方から始め、人間が情報を受け入れ、認識する過程の基礎を概説する。脳科学からの知見も取り上げる。	
学生の到達目標	①心理学に関する基本的な理論・方法について理解し、わかりやすく説明することが出来る。 ②心理学の基礎知識を習得したうえで、自ら考え、人間理解や社会での応用実践の方法を探る視点を持つことが出来る。	
授業計画	1回目：心理学とは 2回目：感覚器官、図と地、反転図形 3回目：記憶、実行意知覚 4回目：古典的学習、オペラント学習、社会的学習 5回目：感覚記憶、短期記憶、長期記憶 6回目：感情、帰属、欲求 7回目：ピアジェの理論、認知発達、分離不安 8回目：フロイトとユングの理論、心理療法 9回目：性格・パーソナリティ(1) 10回目：性格・パーソナリティ(2) 11回目：社会問題と人間行動 12回目：社会的認知、対人魅力、対人関係 13回目：コミュニケーション、社会的スキル 14回目：集団の特性、社会的影響過程 15回目：応用の心理学と最新の心理学動向	
キーワード	感覚 知覚 認知 思考 記憶 意識 脳神経科学	
成績評価基準	期末試験の成績により評価する。	
教科書・教材参考書等	教科書：使用しない	
関連科目・履修条件等	心理学Ⅱを併せて履修すると理解が深まる	
履修上の注意事項や学習上の助言	予習・復習を怠らないように努めて下さい	
学生からの質問への対応方法	授業の際、あるいは教員室で受け付ける	

図 5.5: 改善したシラバス

薦するシステムはただ単に予測評価値の高い科目のみを推薦している訳ではなく、必修科目、選択必修科目、卒業要件単位をしっかりと考慮できていることを示す。

最後に、作成した Web シラバスのフォーマットを用いて作成したシラバスともとのシラバスの比較を行う。図 5.4 は授業計画の内容が複数重複しているシラバスで、図??は授業計画を 15 回全て書き換えて作成したシラバスである。書き換え部分としては授業計画の部分であり、図 5.4 の方では 15 回分書かれているが、内容が脳神経科学と心理学(1)、脳神経科学と心理学(2)といったように重複している部分がある。その部分を重複させずに全て違う内容で書き換えたのが図 5.5 である。

これらを学生に対して提示し、シラバスの比較を行なってもらいアンケートへの回答およびコメントをしてもらった。アンケート結果を表 5.5 に示す。アンケート結果から改善したシラバスの方が授業計画が重複しているシラバスよりも学生にとって有用であることが考えられる。今回は改善したシラバスの情報を打ち込んだのは自分であるため、「必要な情報が記載されているか？」で「いいえ」が他の質問項目より多くなってしまった。しかし、この部分は教員側が書くことで改善できると考えている。アンケート結果の総括として、授業計画の充実度によって学生のシラバスへの満足度が高くなることがわかった。

図 5.4 のように重複している科目もあれば、教科書の Unit 1 や Unit 2 を授業計画に記入している科目もあり、この場合教科書を所有していないとどのような内容の授業かが不明であり、学生にとって参考にならないシラバスとなってしまう。また、図 4.2 のように授業計画の部分に 15 回書かれていない科目もあるため、このような科目についても作成したフォーマットを使用してもらうことで、学生にとって参考になるシラバスを作成することが可能になる。以上のことから、作成したフォーマットを使用することで学生にとって有益なシラバスを作成することが可能になると考えられる。

表 5.5: アンケート結果

質問項目	はい	いいえ
改善したシラバスの方が学習に役立ちそうか？	9	2
授業計画が充実している方がシラバスとして機能するか？	11	0
改善したシラバスには必要な情報が記載されているか？	8	3

おわりに

本研究では学生の成績データを用いてユーザーベース協調フィルタリングを行い、ユーザーへの科目の推薦による科目選択の支援、各科目における教材をユーザーに提示することで学習の支援を行うシステムの開発。また、ラーニングアナリティクスに向けたシラバス標準化のためのシラバスフォーマットの作成を行った。

ユーザーに履修した科目と希望業種のデータを入力してもらい、入力されたデータと過去学生データを協調フィルタリングを用いて予測評価値を算出し、そこから必修単位等の条件を満たし、履修可能科目の中から科目の推薦を行った。また、教材の作成では富山県立大学の Web シラバスから授業計画、キーワードを用いて Web ページと YouTube 動画をスクレイピングしユーザーに提示する。

教材に関してもただ提示するのではなくレビュー機能を追加し、各レビューに対してスコアを算出しそのスコアをもとに教材間でランキングを行い、学生に最適な教材を提示できるようになっている。また、シラバス標準化のためのフォーマットを作成した。これは富山県立大学の Web シラバスを参考に作成し、授業計画や授業概要といった全 20 項目を記入してもらい、学生にとって有用な情報を提供できるシラバスにする。また、記入してもらった授業計画を学生用システムの教材作成に活かす。

数値実験では実際に学生用システムを複数人に使用してもらいシステムの使用感に関するアンケートに答えてもらった。その結果、アンケート全項目を通して非常に満足している、やや満足しているが多く、このことから開発したシステムの有用性を示した。しかし、教材に不適切な教材が混ざっていることや、推薦結果の理解の部分でネガティブな意見を確認した。これは授業計画のみのスクレイピングや成績データと希望業種の 2 種類のみしか考慮していない点が原因だと考えられる。また、Precision 値と Catalogue Coverage 値を求めた。Precision の値から本システムではユーザーの興味を満たす科目を 6 割を推薦できていることを確認した。また、Catalogue Coverage の値から推薦可能科目の中から 80% 以上の割合で幅広い科目を推薦できていることを確認した。また、作成したフォーマットをもとにシラバスを作成し、もとのシラバスと比較した。その結果、フォーマットを通して作成したシラバスの方が学生にとってより有益な情報を提供できることを確認した。

今回はアンケートを用いてシステムの有用性を確認したが、実際にシステムを半期以上使用してもらうことでどのような学習効果があるのかを確認し、有用性を示す必要がある。それと同時に、過去学生のデモデータ部分を実際のデータで行う必要もある。そしてシステム全体のデザインや教材作成におけるスクレイピングの見直し、成績と希望業種以外に考慮する要素の増加が今後の課題として挙げられる。

謝辞

本研究を遂行するにあたり，多大なご指導と終始懇切丁寧なご鞭撻を賜った富山県立大学電子・情報工学科情報基盤工学講座の奥原浩之教授，António Oliveira Nzinga Renè 講師に深甚な謝意を表します．最後になりましたが，多大な協力をして頂いた，奥原研究室の同輩諸氏に感謝致します．

2023 年 2 月

清水 豪士

参考文献

- [1] 財務省, “ファイナンス 2022 ねん 6 月号 No679”, 2022
- [2] 木下大輔, “市場間データを活用した高頻度データに対するパラメータ選択と最適なストラテジー構築”, 富山県立大学学位論文, 2022
- [3] 平林 明憲, “, 遺伝的アルゴリズムによる外国為替取引手法の最適化”, 人口知能学会全国大会論文集 第 22 回