

科目間の関係性に着目したシラバス可視化の提案

竹内 秀幸[†] 苅米志帆乃[†] 吉田 光男^{††}

[†] 長野工業高等専門学校 電気電子工学科 〒381-8550 長野県長野市徳間 716

^{††} 豊橋技術科学大学 情報・知能工学系 〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1

E-mail: [†]12221@g.nagano-nct.ac.jp, ^{††}s_karikome@nagano-nct.ac.jp, ^{†††}yoshida@cs.tut.ac.jp

あらまし 授業内容や学習計画等を記述した「シラバス」が学校ごとに公開されている。学生はシラバスを読むことで授業内容を理解し、さらに「科目間の関係」を把握しておくことでより効率的に学習できる。しかし、シラバスの性質上、最低限の関係性しか記述されていない。すべての関係を人手で調査することは困難である。そこで本研究では、シラバスを用いて類似度計算を行い、科目間の関係を解析する手法を提案する。また、それらを可視化するシステムの提案および構築を行う。提案手法によりシラバスに記載されていない関係が特定でき、評価実験を行うことで有効性を検証した。

キーワード シラバス, 可視化, 情報抽出, 関係解析

1. はじめに

学生が授業のカリキュラムを把握することは、授業内容を理解する上で重要である。カリキュラムを把握する手段として、授業内容や学習計画等を記述した「シラバス」が学校ごとに公開されている。学生はシラバスを読むことで、履修前に授業内容を知ることができる。

長野高専のシラバス [1] では「先修科目」と「後修科目」が記載されている。「微分積分 2A」の例を以下に示す。

- 先修科目: 微分積分 1, 線形代数 1
- 後修科目: ベクトル解析, フーリエ解析, 複素関数論, 確率統計 2

これより、「微分積分 2A」を履修する前に「微分積分 1」と「線形代数 1」が基礎として必要であり、習得した内容は「ベクトル解析」「フーリエ解析」「複素関数論」「確率統計 2」へ応用できることが分かる。

このように「科目間の関係」を把握することで、これから履修する科目で必要となる前提知識は何か、またどのような応用があるのかが分かり、より効率的に学習できる。しかし、シラバスの性質上、最低限の関係性しか記述されていない。「微分積分 2A」と「微分積分 2B」のように、科目名の部分一致からある程度関係を把握することはできるが、同じく関係科目である「微分積分 2A」と「電気回路 3」では、科目名からは推測できないためシラバスを読む必要がある。そのため、すべての関係をシラバスを作成する教員もしくはこれから履修する学生が人手で調査することは困難である。さらに、関係をどのように提示するかが重要である。多くの関係を把握できるようにするためには、可視化が必要である。

東京大学では科目間の関係を構造的に見ることができる「MI-MA Search」[2] がある。また刈谷ら [3] は、シラバスから必要な情報を抽出し、体系的に記述するシステムを提案した。

本研究では、シラバスを用いて類似度計算を行い、科目間の関係を解析する。また、それらを可視化するシステムの提案お

よび構築を目的とする。

2. 科目間の関係解析手法

シラバスを用いて科目間の関係解析を行う。具体的には学習内容の共通項目に着目し、シラバス同士の類似度計算を行う。以下に手順を示す。

1) 語(名詞)の抽出

形態素解析器 MeCab を用いて、各シラバスから「名詞」を抽出する。例では、4 つの語を抽出する。

例「数列/の/極限/を/求める/こと/が/できる。」

2) 語の重み付け

各科目を特徴付ける語に高い重みを与える。語の重み付けには TF-IDF 法を用いる。TF は出現回数を考慮した指標で、 $TF(t, d)$ は語 t が科目 d に出現する回数を示す。IDF は少数の科目にしか使用されない語を重視する指標である。IDF(t) の計算を式 (1) に示す。

$$IDF(t) = \log \frac{N}{df(t)} + 1 \quad (1)$$

N は科目の総数、 $df(t)$ は語 t を含む科目数である。語の重みは式 (2) に示すように TF と IDF の積で計算する。

$$w(t, d) = TF(t, d) \times IDF(t) \quad (2)$$

求めた語の重みを要素とする科目ベクトルを作成する。

3) 類似度を計算

2) で作成したベクトルを用いて、科目ベクトルの内積を計算する。内積の値を類似度とし、順位付けを行う。

3. 評価実験

3.1 評価指標

関係解析手法について評価実験を行った。関係する科目である「先修科目」と「後修科目」合わせて 159 を正解データとし、再現率と適合率で評価した。再現率を式 (3)、適合率を式 (4) に示す。

表 1 シラバスの項目

(a) 科目区分・分類	(j) 後修科目
(b) 対象学科名・学年	(k) 備考
(c) 科目コード	(l) 授業項目
(d) 科目名	(m) 時間
(e) 担当教員	(n) 内容
(f) 単位数(時間数)	(o) 身に付けるべき内容
(g) 学習・教育目標との対応	(p) 成績評価
(h) 授業の目的と概要	(q) 教材
(i) 先修科目	(r) オフィスアワー

$$\text{再現率} = \frac{\text{上位 } x \text{ 件に含まれる正解数}}{\text{正解データ数}} \quad (3)$$

$$\text{適合率} = \frac{\text{上位 } x \text{ 件に含まれる正解数}}{x} \quad (4)$$

3.2 評価対象

平成 27 年度長野高専電気電子工学科が履修する科目のシラバスのうち、英語で記述されたシラバスを除外した 110 科目を対象とした。シラバスは表 1 に示す 18 項目ある。

3.3 実験結果

全 18 項目を用いて関係解析を行った。また、正解データである (i) 先修科目と (j) 後修科目を除いた 16 項目のみを用いて関係解析を行った。再現率と適合率を表 2 に示す。上位 20 件をみると、全項目を用いた場合は再現率が 90%であった。正解データを除いた 16 項目では、全項目を用いた場合と比較して再現率をあまり落とさずに関係を特定できた。精度の違いはほとんど違いは見られなかった。

表 2 先修科目、後修科目の割合(再現率, 精度)

上位件数	再現率		精度	
	全項目	16 項目	全項目	16 項目
10 位	74.8	73.0	10.8	10.6
20 位	89.9	85.5	6.50	6.18
30 位	96.2	91.2	4.64	4.39
40 位	98.7	95.6	3.57	3.45
50 位	98.7	97.5	2.85	2.82
60 位	100	98.1	2.41	2.36
70 位	100	99.4	2.06	2.05
80 位	100	99.4	1.81	1.80
90 位	100	100	1.61	1.61
100 位	100	100	1.45	1.45
109 位	100	100	1.31	1.31

3.4 各項目の重要度

各項目の重要度を調査するため、2 種類の評価実験を行った。はじめに、(a)~(r) について 1 つの項目のみを用いて関係解析を行った。再現率を表 3、適合率を表 4 に示す。上位 20 位をみると、

- 70%以上: (h),(n)
- 60%以上: (d),(o)

が再現率が高い。これらの項目のみで 6 割以上の関係解析が可能である。(d) は科目名、(h)(n)(o) は授業内容に関する項目で

あり、これらの重要度が高いことが分かった。適合率は、どの項目の場合も大きな違いは見られなかった。

次に全項目から 1 つの項目を除外した 17 項目を用いて関係解析を行った。評価実験の結果について、再現率を表 5、適合率を表 6 に示す。表 5 の再現率について、除いたことで再現率が全体的に低下した項目は (c) 科目コード、(p) 成績評価であった。一方で影響がなかった項目は、(h) 授業の目的と概要、(o) 身に付けるべき内容である。どちらも単体での重要度は高いが、記述内容が他の項目と重複部分があるため除いても影響が見られなかった。

「微分積分 2A」を例に、「授業の目的と概要」と「身に付けるべき内容」の項目を以下に示す。

(h) 授業の目的と概要

「微分積分の応用、微分方程式、複素数の各分野の系統的な理解や基礎的概念の理解を通して、知識の習得と技能の習熟を図る。また、数学的論理を通して思考力・表現力・創造力を養い、現象を数学的に考察し処理する能力を伸ばす。」

(o) 達成するために身に付けるべき内容

「微分積分 2A における基本的事項と標準的な計算方法についての概要を理解できることを目標とする。授業内容を 60%以上理解し計算できることで、学習・教育目標の (C-1) の達成とする。」

表 6 の適合率を見ると、どのパターンも上位 10 件までで 10%程度という結果になった。上位件数に従って適合率が低下する数値についてもパターンごとの差はほとんど見られなかった。

3.5 考察

上位に順位付けされた科目について調査した。例として「微分積分 2A」の上位 12 件を表 7 に示す。

上位 12 件のうち、下線が引かれている 5 件は、「微分積分 2A」の先修・後修科目である。さらにその 5 件の先修・後修科目から間接的に関係する科目も上位に含まれる。以下に該当科目と関係性を示す。

- 基礎数学演習: 「微分積分 1」「線形代数 1」の後修科目
- 基礎数学 B: 「微分積分 1」「線形代数 1」の先修科目
- 微分積分 2B: 「微分積分 1」「線形代数 1」の先修科目、
「ベクトル解析」「フーリエ解析」「複素関数論」の後修科目
- 基礎数学 A: 「微分積分 1」「線形代数 1」の先修科目
- 線形代数 2: 「線形代数 1」の後修科目

例えば「基礎数学演習」は、「微分積分 2A」の先修科目である「微分積分 1」と「線形代数 1」の後修科目である。

一方で、11 位と 12 位に順位付けされた「電気回路 3」と「応用物理 1」は、先修・後修科目ではなくシラバスに「微分積分 2A」との関係性が記載されていない。間接的にも関係性は記載がない。しかし、2 件のシラバスを見ると、「微分積分 2A」で学ぶ「2 階微分方程式」が前提知識として必要であり、関係があることが分かった。このようにシラバスに記載されていない関係を特定することができた。

表 7 「微分積分 2A」の実験結果

順位	科目名
1	基礎数学演習
2	基礎数学 B
3	微分積分 1
4	微分積分 2B
5	線形代数 1
6	ベクトル解析
7	フーリエ解析
8	複素関数論
9	基礎数学 A
10	線形代数 2
11	電気回路 3
12	応用物理 1

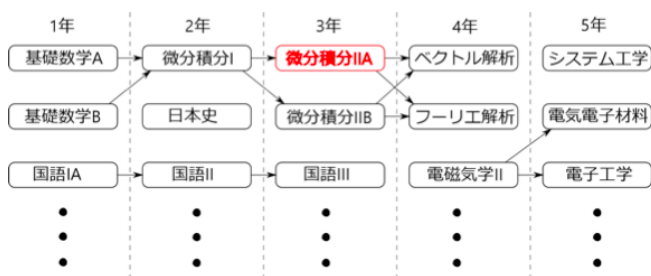


図 1 全科目の可視化

4. 可視化システム

本研究では 2 種類の可視化手法を提案する。1 つ目は、全科目について履修の流れを可視化する。例として長野高専のシラバスを可視化した一部を図 1 に示す。

2 つ目は、単一科目に着目した可視化である。1 つ目の可視化と異なり、先修・後修以外の関係科目も表示され、より詳細な情報を得ることができる。「微分積分 2A」の例を図 2 に示す。

図 2 で「微分積分 2A」とエッジでつながっている科目は類似度が高い上位 8 件が上から順に並んでいる。現在はデモ画面の都合上、類似度が高い上位 8 件のみ表示している。8 件のうち、シラバスの先修・後修科目に記載されていない科目である「基礎数学演習」、「基礎数学 B」、「微分積分 2B」の関係を知ることができる。

表示された科目を選択すると、同様にその科目と類似度が高い上位 8 件を見ることができる。「基礎数学演習」を選択した場合の結果を図 3 に示す。

5. おわりに

本研究では、シラバスを用いて類似度計算を行い、科目間の関係を解析する手法を提案した。また、それらを可視化するシステムの提案および構築を行った。提案手法によりシラバスに記載されていない関係が特定でき、評価実験を行うことで有効性を検証した。

今後は、関係解析の際にシラバスのどの項目が影響するかをさらに調査する。また、被験者を用いて順位に関する正解デー



図 2 単一科目の可視化

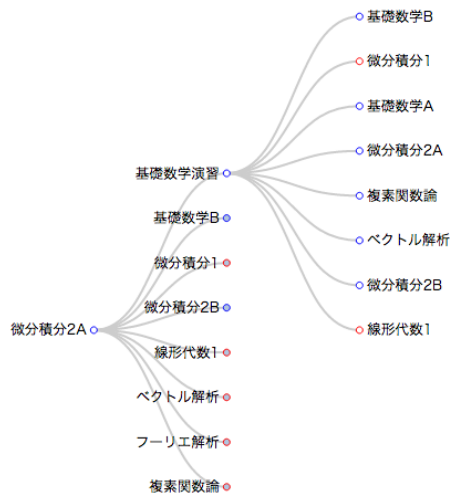


図 3 図 2 で「基礎数学演習」を選択した場合

タを作成および評価を検討している。

謝辞 本研究は、豊橋技術科学大学、平成 27 年度高専連携教育研究プロジェクトの支援で行われました。

文 献

- [1] 長野工業高等専門学校 平成 27 年度シラバス, <http://syllabus.nagano-nct.ac.jp/h27syllabus/index.html>, 2016 年 2 月 7 日参照.
- [2] MIMASearch シラバス構造化システム, <http://mimasearch.t.u-tokyo.ac.jp/manual/mima/index.html>.
- [3] 刈谷悠, 妻鳥貴彦, シラバス可視化のためのシラバス情報抽出支援システム, 平成 18 年度プロジェクト研究報告書, 2006.