

# リスク工学専攻における履修支援のための推薦システムについて

リスク工学グループ演習6班

安達修平 石田紗知子 仲井智也 王智平

アドバイザー教員 遠藤靖典

## 1 はじめに

### 1.1 背景

近年のインターネットの急速な普及に伴い、日々発信される膨大な Web 情報の中から、ユーザが自分にとって必要な情報を素早く取捨選択することは非常に困難となっている [1]。こうした状況を解決するために、近年ユーザの嗜好に応じた「推薦サービス」が注目を集めている。中でも、本や CD、家電機器などを中心に幅広い商品を取り扱っている世界最大のオンラインショップ“Amazon”[2]の影響は非常に大きいと言える。Amazon では、過去の購入履歴や閲覧履歴、商品評価などのデータを用いて、ユーザに対して興味があると思われる商品を「おすすめ商品」として推薦する。また、Amazon だけではなく、あらゆる分野において、ユーザに対する推薦サービスは発達している。例えば、飲食店の情報を中心に取り扱っている“食べログ”[3]やユーザの好みに応じて楽曲の購入を行うことができる“iTunes”[4]などでも同様な機能を有したシステムが用いられている。また、観光地推薦 [5]、[6] や健康管理に有効な身体活動推薦 [7] などの分野では、推薦機能を組み込んだシステムの開発に向けて研究が進んでいる。推薦サービスへの注目度は年々増加しており、今後も多方面にわたり応用されることが期待できる。例えば、近年大学において、学生の履修することができる科目数が増加しており、どの科目を選択すべきか悩む学生が非常に多いといった現状がある。そこで、そのような問題を解決するためには、推薦システムが有効に働くと考えられるが、関連する研究はあまりなされておらず、システムの確立には至っていない。

### 1.2 目的

現在大学において、授業の履修申請を行う際、学生は自らシラバス等を用いて様々な科目について調べる必要がある。また、近年は開設科目の多様化が進み、学生自身の趣向・嗜好に合わせた受講が可能になってきており、科目選択の自由度が極めて高くなっている。そのため、履修科目を選択する際に、学生はシラバスを何度も参照し、膨大な量の情報収集を行い、自分にとって適切な科目を選択するのに多くの時間を割かなければならない。さらに、このような教育機関においては、学生の目的に応じて効率的な授業の履修選択ができていないのが現状である [8]。以上より、多くの学生にとって、履修科目選択の助けとなるようなシステムの開発が必要となっている。そこで、本グループでは、ユーザに応じた効率的な履修科目選択を実現する手法及びシステムを提案する。今回は、本学のリスク工学専攻に特化したシステム開発を目的としており、ポイント制の考慮も必要となるため、そうした制約条件下での適切な科目推薦が求められる。本システムの開発が実現すれば、リスク工学専攻の学生が従来よりもスムーズに自分の履修すべき科目の選択を行えることが期待できる。そこで、本グループが提案するシステムを実際のユーザに提供することにより、効率的に履修科目を推薦できるかどうかの検証を行う。

### 1.3 構成

本稿では、本システムの提案手法、及び実証実験を行った結果について述べる。以下、2章では、従来の推薦システムの概要とそこで用いられている推薦手法の特徴について述べる。3章では、本システムを開発する際に参照した履修科目の推薦に関する先行研究を示すことで、本研究の位置づ

けを明確化する。4章では、本システムに用いた手法の流れとその実証・実験結果などについてまとめる。5章では、本演習のまとめと今後の課題について述べる。

## 2 推薦システム

### 2.1 推薦システムの概要

推薦システム（レコメンドシステム）とは1章でも述べたように膨大な情報の中からユーザの興味のあるモノやサービスを適切に推薦するシステムのことである [9]。

推薦システムには様々なものがあり、以下で代表的な推薦システムである協調フィルタリングと内容（コンテンツ）ベースフィルタリングについて説明する。

### 2.2 協調フィルタリング

協調フィルタリングとは多くのユーザの嗜好情報を蓄積し、あるユーザと嗜好の類似した他のユーザの情報を用いて自動的に推論を行う方法である [10]。

個人の嗜好を数値化したもの（履歴）を入力し、類似度を基に周りの値から予測された数値を出力する。表1ではAさんとCさんの嗜好が近いことからCさんのアイテムEへの評価は高いと予想されCさんにはアイテムEが推薦される。

このように予測された数値が高いものを推薦す

表 1: 協調フィルタリングを基にした数値の予測

	Aさん	Bさん	Cさん
アイテムA	4	2	4
アイテムB	3	3	2
アイテムC	4	2	5
アイテムD	2	5	3
アイテムE	1	2	?

ることでユーザは嗜好にあったものを得ることが出来る。

協調フィルタリングは、Amazonなどのネットショッピングサイトで用いられていることが多い。これらから協調フィルタリングは利用者の履歴さえあれば自動で推薦を行うことができるという長

所がある一方で、膨大な履歴データが必要となるという特徴がある。

### 2.3 内容ベースフィルタリング

内容ベースフィルタリング（コンテンツベースフィルタリング）とは、あらかじめ商品やサービス、コンテンツを属性に応じてグループ化しておくことで利用者の選択と類似したものを薦めることができる [11]。タグとして主に用いられるものは製作者、ジャンル、年代、地域などである。

次にユーザの趣向を表すプロファイルベクトルを用意し、ユーザのベクトルと各コンテンツの属性・タグのベクトルの類似度を計算し、類似性の高いコンテンツを推薦し出力する。この類似度の計算にはコサイン類似度等の指標が用いられることが多い。

表2では、あらかじめ3属性A, B, Cについて

表 2: コンテンツのグループ化の例

	属性A	属性B	属性C
アイテムF	4	2	1
アイテムG	1	3	3
アイテムH	4	2	4
アイテムI	2	5	3
アイテムJ	3	3	3

利用者嗜好	5	1	5
-------	---	---	---

グループ・評価分けをされたアイテムF, G, H, I, Jとユーザの嗜好がある。このとき利用者の嗜好と最も類似度が高いのはアイテムHと予測される（実際には類似度計算を行い決定する）ためユーザにはアイテムHが推薦される。

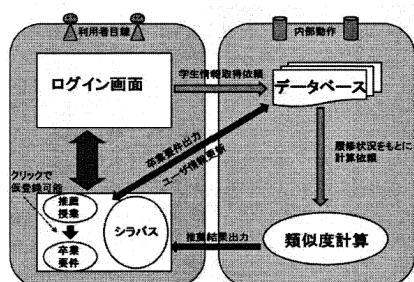
内容ベースフィルタリングはYouTubeなどの動画サイトで多く見ることが出来る。内容ベースフィルタリングは協調フィルタリングが必要とする膨大な履歴データを必要としないという長所がある一方、コンテンツの属性・グループ分けを行う必要があるという特徴がある。

### 3 関連研究

履修科目の推薦に関する研究は、あまり多くなされていない。本章では、その中でも代表的な3つの文献について、その概要を述べる。

#### 3.1 協調フィルタリングに基づく授業推薦システム

蔣らは、文献 [12] で、学生の履修データをもとに授業選びの効率化と履修漏れの回避、そして存在を知らなかった「興味がある授業」との出会いの可能性の拡大を目的として、授業推薦システムの開発を行っている。そのシステム処理の流れは、下に示す1の通り、ログイン時に取得した学生の情報と一つ上の同じ学科の先輩の全履修データから、ユーザ間の類似度計算を行い、類似度の高いユーザに共通する科目を卒業要件などに基づき推薦する。また、客観的・主観的な実験による評価から、ある程度の発見性とシステム性能が確認されている。



(文献 [12] より引用)

図 1: システム処理の流れ

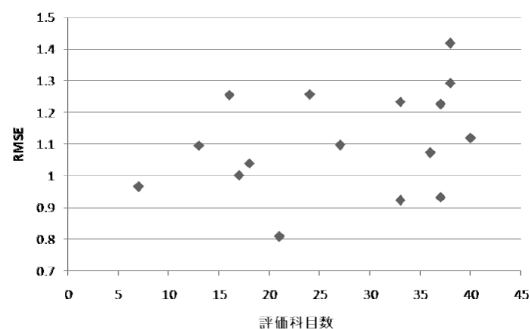
#### 3.2 履修授業推薦システムの設計と実装

鴻野らは、文献 [8] で、授業の性質と学生の趣向や嗜好を考慮した推薦システムを設計・実装している。ユーザの履修履歴ファイルをシステム上にアップロードし、履修済の各科目に対して以下の必要事項を入力する。

1. 科目に対する5段階評価（ユーザの満足度）
2. 科目の特徴（実習や試験などの授業形態）

これらの入力情報を基に、未履修科目の評価予測値を算出し、その値が高い科目からユーザに対

して推薦を行う。実装したシステムの評価結果としては、図2に示す通り、評価済み（履修済み）の科目数に関わらず、推薦の精度が一定していることが確認できる。



(文献 [8] より引用)

図 2: 評価済み科目数と RMSE

#### 3.3 履修履歴を用いた科目推薦システム

西森らは、文献 [13] で、学生の履修履歴から得意・不得意分野を推定し、履修可能な科目群から得意な科目・不得意な科目を推薦するシステムを提案、開発している。大学のWEB上で公開されているシラバスから、対象学科や年次などの授業に関連した情報を抽出することで、各科目間の類似度を算出し、学生の履修履歴から、これまでの成績(GPA)を取得する。これらの情報から、未履修科目の成績の推定値を算出し、表3に示すように、学生の得意・不得意を明確に示した科目推薦を行うことが可能となる。また、システムの評価実験の結果としては、成績推定の平均絶対誤差を約1.0程度にできることが確認されている。

表 3: 成績推定の例

得意科目	信頼性数理 ソフトウェア工学 知識工学基礎
不得意科目	情報通信システム 計算機ネットワーク 電波・光工学

(文献 [13] より引用)

### 3.4 本演習の位置づけ

これらの研究を参考にした上で、学生の嗜好と成績の両面を組み込んだ科目推薦システムを提案する。リスク工学専攻に特化したシステムの開発を目的としているため、ポイントの制約条件を考慮に入れて推薦していくことも検討する。

## 4 提案する科目推薦システム

ここでは、本グループで提案している履修科目推薦システムのアルゴリズムとそれに用いた手法について述べる。

### 4.1 システムに用いる推薦手法の決定

推薦システムについて、いくつかの方法が存在するが、我々は履修科目の推薦システムを構築する上で過去の履修履歴データを得ることが困難であったため沢山の履修履歴データが必要となる協調フィルタリングではなく、履修科目の属性・グループ分けを行うことで利用可能な内容ベースフィルタリングを用いて授業履修の推薦システムを構築する。また、類似度の計算には、計算量が小さいという利点からユークリッド距離を用いる。

### 4.2 内容ベースフィルタリング手法による推薦科目の決定

提案手法では、ユーザの履修済み科目およびこれらの成績を取得することで、授業形態や成績評価方法といったユーザの嗜好をデータ化し、推薦科目を決定する。本システムは、本学のリスク工学専攻に特化したシステム開発を目的としているため、各授業を履修することで得られたポイントを計算し、卒業までに残り必要なポイントの表示も行う。

#### アルゴリズム 1 (科目推薦システム)

##### Step 1: 所属分野選択 (TR, CR, UR, ER)

ユーザが自身の所属する分野を選択すると、その分野に対応したユーザーインターフェースが表示される。

##### Step 2: 履修済み科目の選択及びその科目の成績選択 (A~C)

リスク工学専攻達成度評価と同様の計算方法で、履修済み科目・成績からユーザの取得済みポイントの算出する。また、基準ポイントを満たすために残り必要なポイントを表示する。

##### Step 3: ユーザの履修履歴・成績から好みの授業形態・成績評価方法を推測

各科目に対して授業形態・成績評価方法という2つの観点で授業の属性を数値化する。授業形態、成績評価方法の内訳はそれぞれ、[座学, 輪読・発表, グループワーク], [出席, テスト, レポート・発表]となっており、それぞれの内訳の合計が1になるように数値を割り振る。

例) ソフトコンピューティング基礎論 I の属性データ  $x$

授業形態 [1, 0, 0] 成績評価方法 [0, 0.8, 0.2]

$$\therefore x = [1, 0, 0, 0, 0.8, 0.2]$$

##### Step 4: ユーザの嗜好をデータ化

[座学, 輪読・発表, グループワーク, テスト, 出席, レポート・発表]という属性で、ユーザの好みの授業形態や成績評価方法を数値化し、数値化したデータのノルムが1になるように正規化する。

例) ユーザ A の嗜好のデータ  $y$

[座学, 輪読・発表, グループワーク, テスト, 出席, レポート・発表]

$$= [0.2, 0, 0.1, 0.5, 0.1, 0.1]$$

$$\therefore y = [0.2, 0, 0.1, 0.5, 0.1, 0.1]$$

##### Step 5: 内容ベースフィルタリング手法で推薦科目の決定

正規化されたユーザの嗜好に関するリストと各科目の属性のリストのユークリッド距離  $d$  を計算する。ユークリッド距離  $d$  は以下のように計算する。その結果、 $d$  が小さい科目がよりユーザの嗜好に近い

とし、それらを推薦科目として表示する。

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_k - y_k)^2} \quad (1)$$

n : 科目数

### 4.3 提案システムの実行結果

実際に、トータルリスク分野の学生がユーザとして利用した例を示す。

まず初めに、自分の専門分野を選択することで図3が表示され、履修済みの科目とその成績をチェックする。

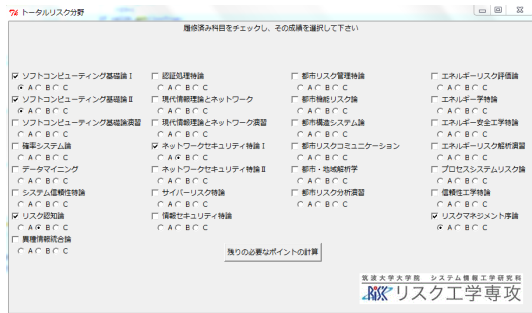


図 3: ユーザーインターフェース (トータル分野)

次に、“残り必要なポイントの計算”を押すと、図4が表示され、ユーザが卒業までに残り必要な単位数(必修科目を除く)・ポイント数とユーザの嗜好を考慮することで決定した、お薦めの授業形態と成績評価方法を表示する。

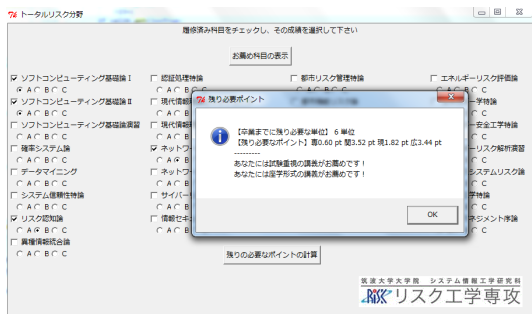


図 4: 残り必要ポイントおよびお薦めの授業形態の表示

最後に、“お薦め科目の表示”をクリックすると、

ユーザの嗜好を考慮したお薦めの上位5科目が図5のように表示される。

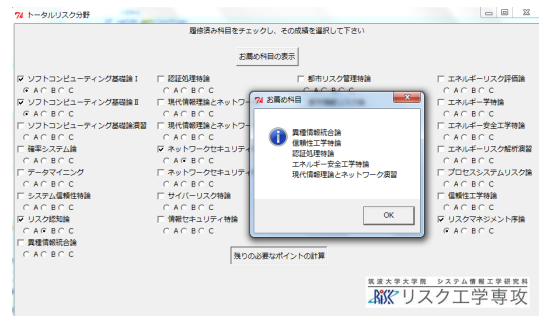


図 5: ユーザの嗜好を考慮し求めた推薦科目上位5科目

### 4.4 達成度評価ポイントの反映について

提案システムでは、学生の履修済み科目やそれらの成績を考慮して、ユーザの好みの授業形態と卒業までに残り必要なポイント数の表示を行った。そして、それらを踏まえ、単にユーザの嗜好に近い上位5科目を推薦した。提案システムの改善点としては、ユーザの嗜好に近い上位5科目を単に推薦するのではなく、達成度評価ポイントを反映し、不足しているポイント数を充足するような組み合わせで科目を推薦していくということやスケジュールを考慮するといったことが挙げられる。具体的にその方法としては、以下を検討している。

#### 線形計画法による推薦科目の組み合わせ

ユーザの履修済み科目の成績から、卒業までに残り必要なポイントを算出し、ポイントを満たすように推薦科目を組み合わせる。ポイントの組み合わせ方としては、単に履修すべき科目が最小になるように条件設定をする。もしくは、ユーザの好みの授業形態にあった科目を組み合わせることで推薦科目を決定するという2種類の方法が考えられる。

#### スケジュールリング問題

授業時間や曜日といったスケジュールを考慮し、科目を推薦する。また、これらの時間割といったスケジュールだけでなく、ユーザ個人の希望(例.

開講される時限など)も反映することで,よりユーザの希望に沿った科目推薦を行うことが出来る.

## 5 おわりに

本演習では,リスク工学専攻の学生の効率的な履修科目選択を可能とすることを目的として,推薦機能を用いた履修支援システムを提案した.システムの構築に利用した推薦手法として,膨大な履歴データを必要とせず,コンテンツを属性に応じてグループ化することで,ユーザの選択と類似したものを推薦するといった内容ベースフィルタリングを用いた.また,システムの実証実験では,ユーザが自身の所属する分野を選択したうえで,履修済み科目およびそれらの成績を入力することで,卒業までに必要な残りポイント数の表示と授業形態・成績評価方法といったユーザの嗜好を考慮した履修科目推薦が行えることを確認することができた.

今後の課題として,本システムの全学への応用とポイントの制約条件を考慮した科目推薦の方法が挙げられる.リスク工学専攻のみならず全学の学生を対象としてシステムを構築していくためには,ユーザインターフェース上に表示される科目数を増やすことやそれぞれの授業の特徴を示す属性パラメータを見直す等の方策が有効であると考えられる.また,ポイント制を考慮した科目推薦の方法については,単にユーザの嗜好に近い上位5科目を推薦するのではなく,今後は4章に示した推薦方法の改善策をシステムに組み込んでいく必要がある.そうすることで,卒業までに必要な残りポイント数を満たす授業の組み合わせの提示やそれぞれの授業が開講される曜日・時限などを考慮した科目推薦が可能となり,本システムのユーザに対するサービスの質がより向上することが期待できる.

## 参考文献

- [1] 株式会社 NTT データ数理システム, <http://www.msi.co.jp/solutions/recommendation.html>,(2015.10.07. 確認).
- [2] Amazon, <http://www.amazon.co.jp/>, (2015.10.07. 確認).
- [3] 食べログ, <http://tabelog.com/>, (2015.10.07. 確認).
- [4] iTunes, <http://www.apple.com/jp/itunes/>, (2015.10.07. 確認).
- [5] 上原尚, 島田和孝, 遠藤勉, “Web 上に混在する観光情報を活用した観光地推薦システム”, 電子情報通信学会研究報告(言語理解とコミュニケーション), vol.112, No.367, pp.13-18, 2012.
- [6] 樽井勇之, “協調フィルタリングとコンテンツ分析を利用した観光地推薦手法の検討”, 上武大学経営情報学部紀要 2011, 第 36 号, pp.1-14, 2011.
- [7] 洞淵彩未, 高田雅美, 梅田智広, 城和貴, “スマートヘルスケアのための身体活動レコメンドシステム”, 人工知能学会研究会資料, SIG-SWO-A1303-02, pp.1-8, 2014.
- [8] 鴻野弘明, 山本知典, 上原雄貴, 武田圭史, 村井純, “コンテンツベース協調フィルタリングを用いた履修授業レコメンドシステムの設計と実装”, 全国大会講演論文集, p.645-647, 2012.
- [9] 推薦システムについて, <http://k-tai.impress.co.jp/cda/article/keyword/36528.html>, (2015.10.07. 確認).
- [10] 人工知能:協調フィルタリング, 人工知能学会, <https://www.ai-gakkai.or.jp/whatsai/AItopics2.html>.
- [11] 内容ベースフィルタリング, 技術評論社, <http://gihyo.jp/dev/serial/01/information-recommendation-system/0004>.
- [12] 蔣再興, 江村裕介, 檜垣泰彦, “協調フィルタリングに基づく授業推薦システム(Web と教育支援, ライフログ活用技術, オフィスインフォメーションシステム, ライフインテリジェンス, 一般)”, 一般社団法人電子情報通信学会, pp.173-178, 2011.
- [13] 西森友省, 堀幸雄, 今井慈郎, “履修科目を用いた科目推薦システム”, 情報処理学会第 75 回全国大会講演論文集 4, pp.645-646, 2013.