

不確実性を考慮した 対話型ファジィクリティカルパスによる 学習支援システムの開発

**Development of a Learning Support System Using
an Interactive Fuzzy-Critical Path Considering Uncertainty**

島崎 圭介 (Keisuke Shimazaki)
u120020@st.pu-toyama.ac.jp

富山県立大学 工学部 情報システム工学科 情報基盤工学講座

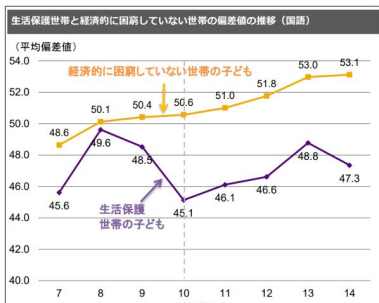
**11:40-11:55, Monday, February 10, 2025
N210, Toyama Prefectural University**

- 1. はじめに
- 2 教材の提供と科目推薦
- 3 科目推薦・教材の最適化
- 4 提案手法
- 5 数値実験並びに考察
- 6 終わりに

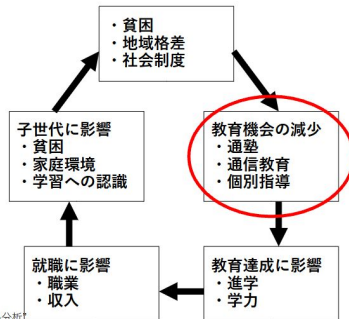
1.1 研究の背景

2/16

- 現在、人口減少により働き手の減少が深刻化している。
- 学力格差は個々の学生や学校の教育水準に差が生じる現象であり、複数の原因が影響する。
- 社会に与える影響も大きく、不平等や経済的格差などの問題が浮き彫りにされる。



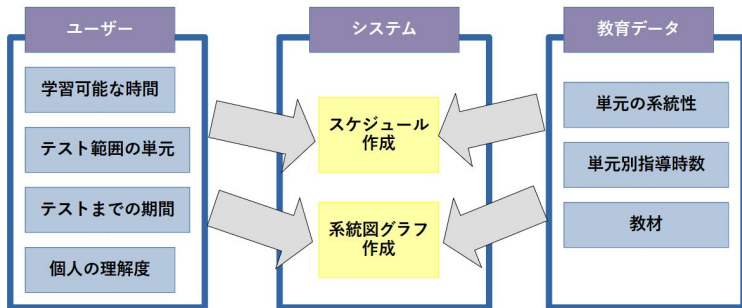
公益財団法人 日本財団, “家庭の経済格差と子どもの認知・非認知能力格差の関係分析”
https://www.nippon-foundation.or.jp/app/uploads/2019/01/wha_pro_end_06.pdf, 閲覧日2024.2.8



1.2 研究の目的

3/16

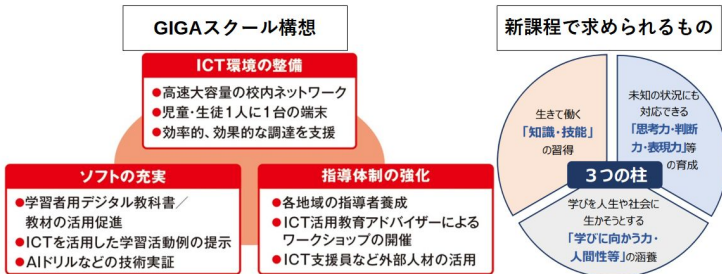
- 小中高生に向けた、自主学習のスケジュールの作成を行い、各単位における教材を提供することで学習を支援するシステムの開発。
- 学習者の理解と学習範囲における優先すべき単元の強調を含む単元の系統性を表すグラフの作成。



2.1 eラーニング教材と自発的能動学修の涵養

4/16

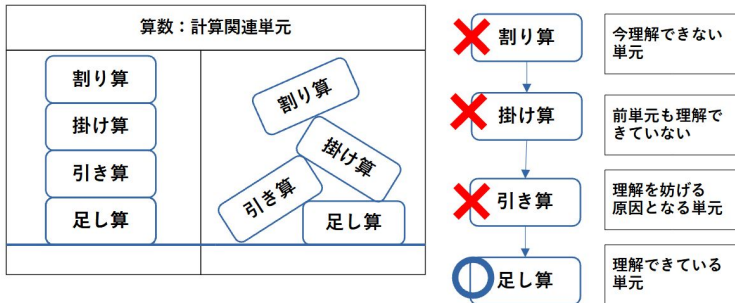
- GIGA スクール構想によって、子供1人に1台のタブレット端末が与えられており、全員が平等にEラーニングを受けられる時代になっている。
- 急激な時代の変化に適応するために知識を自ら学ぶ力が必要になり、学習習慣の重要性は高まる。



2.2 遡り学習と積み上げ式学習

5/16

- 算数などの積み上げ型教科の単元は積み重ねが重要であり、基礎を完璧に理解しなければ次の単元に影響が出てしまう。
- 現在わからない単元があるときには単元の類似性、系統性から遡って理解が足りていない場所を特定し、原因を見つけることができる。これを遡り学習とよぶ。



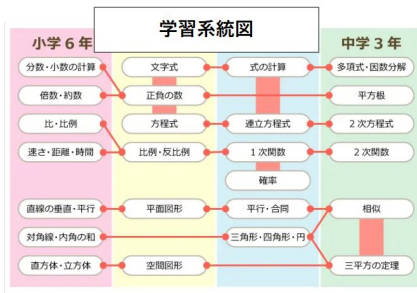
2.3 内容系統を考慮した学習進度管理

6/16

- 現在の教育現場では、系統学習を主軸とした年間指導計画を立て、各単元に時数を割り当てている。
- 教科書会社や塾が出している学習系統図は単元の系統性を示し、廻り学習の際にも使用される。

年間指導計画						
2学期制	学期制	回数	科目	題材名	頁	
前期 (26時間)	1学期 (20時間)	2	オ	ためす 見つける	5	
		2	絵	かいて見つけるわたしのすきなもの	6-7	
		2	絵	絵のぐ+水+ふで=いいかんじ!	10-11	
		4	工	うごいて楽しいわりピンワールド	12-13	
		2	進	ここがすみか	32-33	
		2	絵	ことばから思いうかべて	38-39	
		2	立	ねん土マイタウン	50-51	
		4	絵	立ち上がった絵のせかい	16-17	
		2	選	選択 土をかんじて	25-26	
		2	選	選択 お気に入りの葉	27-28	
		4	絵	あの日あの時の気もち	20-21	

日本文教出版。
“学び!と美術”, <https://www.nichibun-g.co.jp/data/web-magazine/manabito/art/art133/>, 閲覧日2024.2.8



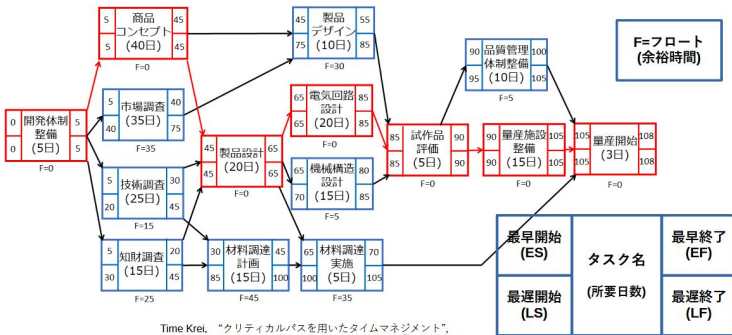
家庭教師のあすなろ, “苦手教科克服法”,
<https://www.seisekiup.net/course/junior/weakness/>, 閲覧日2024.2.8

1. はじめに
- 2 教材の提供と科目推薦
- 3 科目推薦・教材の最適化
- 4 提案手法
- 5 数値実験並びに考察
- 6 終わりに

3.1 自主学習の予定作成におけるフロート

7/16

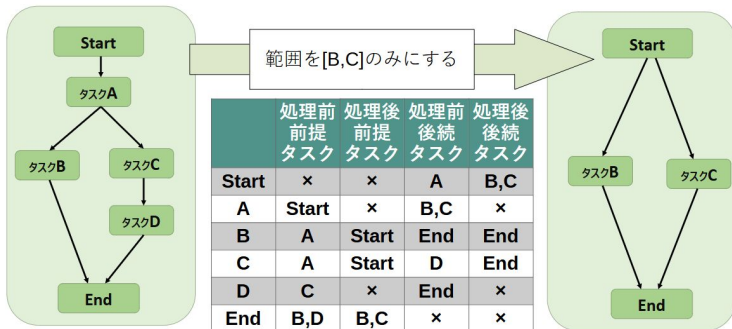
- スケジュールを構築する際にはどの単元を優先して行うかを考えることで、学習範囲の見逃しが無い安定した学習を行える。
- 単元の系統性をネットワーク図に当てはめることで Critical Path Method(CPM) を利用できる。



3.2 CPM による履歴データからの学習計画

8/16

- 学習範囲全体の優先度として CPM を求めても、テスト期間など定められた期間の学習には向いておらず、使用に意味がない。
- 単元の系統性を残しつつ、前提や後続を学習範囲内の単元のみで構築することで範囲を絞ることができる。



3.3 教材推薦における学習履歴活用

9/16

- 教材に対してユーザーがレビューをし、それに応じて有用な教材をピックアップしたい。
- サクラを含まないレビューの信頼度指標として、類似性、集中性、情報性を使用する。

類似性

複製されたレビューの可能性がある

要素集合 X_{l_i} は *bigram* でレビュー l_i を分割したもの

$$\text{レビュー } l_i \text{ と } l_j \text{ の類似度 } \text{sim}(l_i, l_j) = \frac{|X_{l_i} \cap X_{l_j}|}{|X_{l_i} \cup X_{l_j}|}$$

$$\text{類似性スコア } S_score(l_i) = \max_{l_j} (\text{sim}(l_i, l_j) | j \neq i, j = 1, 2, \dots, n)$$

$$0 \text{ から } 5 \text{ で正規化し, } S_score_{norm}(l_i) = 5 \cdot S_score(l_i)$$

集中性

サクラレビューは時間的に集中する

投稿時間間隔 x が連続して短い

レビュー集合 $g_b \in B_{l_i}$ を

連続型バースト検知手法を用いて特定

g_b のレビューの数 $size(g_b)$

集中性スコア $T_score(l_i) = In(size(g_b))$

0 から 5 まですべてで正規化し,

$$T_score_{norm}(l_i) = \frac{5 \cdot T_score(l_i)}{\max(T_score(l_j) | j=1, 2, \dots, N)}$$

情報性

特徴的な名詞が多いほどサクラの可能性が下がる

レビュー l_i と同じジャンルに属するレビューの数を o

また, l_i に出現する名詞集合を K_i とし, $term_j \in K_i$

$df(term_j)$ は l_i と同ジャンルにおいて $term_j$ を含んだレビューの数

$$\text{情報製スコア } L_score(l_i) = \ln \left(1 + \sum_{j=1}^{|K_i|} \ln \left(\frac{o}{df(term_j)} \right) \right)$$

$$L_score_{norm}(l_i) = 5 \cdot \left(1 - \frac{L_score(l_i)}{\max(L_score(l_j) | j=1, 2, \dots, o)} \right)$$

4.1 予定作成の最適化としての定式化

10/16

- 年間指導計画から指導時数、学習系統図から単元の系統性を抽出し、ネットワーク図を作るためのデータを作成する。
- LS によって単元のソートを行い、スケジュール作成日から制限日までの勉強時間に対して学習範囲の単元を当てはめる。

年間指導計画

学習系統図

単元 a_n の指導時数を理想学習時間として扱い、 $\text{Hours}(a_n)$ とする。

科目	学校	学年	単元番号	単元名	指導時数	前単元
数学	E	1	14	くらべかた	9	
数学	E	1	15	大きなかず	11	8,13
数学	E	1	16	なんじなんぶん	3	3

学習すべき単元

$\text{study_list}[a_1, a_2, a_3, \dots, a_n]$

理想学習時間合計

$$\text{Ideal_Study_Time} = \sum_{i=1}^n \text{Hours}(a_i)$$

曜日ごとの学習時間を $\text{study}(\text{Mon, Thu}, \dots)$ 。

目標日までの日数を x 、今日の曜日を today とする

$$\text{合計学習時間 Total_Study_Time} = \sum_{i=0}^{x-1} \text{study}(\text{today} + i \bmod 7)$$



スケジュールを圧縮するため、

無理のあるスケジュールになってしまう可能性がある。

$$\text{圧縮率 } Press = \frac{\text{Ideal_Study_Time}}{\text{Total_Study_Hours}}$$

1. はじめに
2. 教材の提供と科目推薦
3. 科目推薦・教材の最適化
4. 提案手法
5. 数値実験並びに考察
6. 終わりに

4.2 教材管理と学習進捗管理の手法

11/16

- Web ページと Youtube 動画からスクレイピングを行い、教材として扱う。
- ユーザーのレビューから信頼度スコアを求め、教材のランキング化を行い、上位 3 件を表示する。

サクラ性スコア $F_score(l_i) =$

$$\frac{C_score_{norm}(l_i) + T_score_{norm}(l_i) + I_score_{norm}(l_i)}{3}$$

全体の評価値スコアの平均

$R_score(i)$ とする

信頼性スコア

$$K_score(i) = \frac{R_score(i)}{F_score(i)}$$

いくつかの

ホームページ教材

No.	HPname	評価スコア	レビュー本文	評価ボタン	信頼性スコア
1	たしさん・ひまさんの授業	<input type="text" value="評価してください"/>	<input type="text" value="レビュー"/>	<input type="button" value="評価する"/>	2.1
2	船機 表やグラフ	<input type="text" value="評価してください"/>	<input type="text" value="レビュー"/>	<input type="button" value="評価する"/>	1.2
3	学習指導要領 小学算数 19/28	<input type="text" value="評価してください"/>	<input type="text" value="レビュー"/>	<input type="button" value="評価する"/>	nan

★前★

No.	YouTube title	評価スコア	レビュー本文	評価ボタン	信頼性スコア
1	 ビンキッ 1はあいてつかぬ？！ 数字のついで、1から20まで書き あふふ！、数字歌！、数字歌！、1はあいてつかぬ？！ (バージョン2)	<input type="text" value="評価してください"/>	<input type="text" value="レビュー"/>	<input type="button" value="評価する"/>	2.1

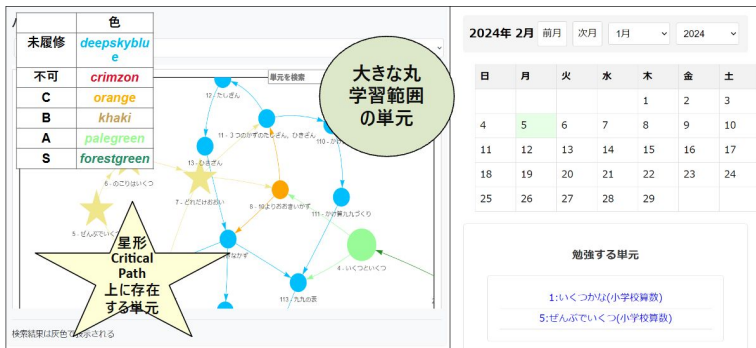
1. はじめに
2. 教材の提供と科目推薦
3. 科目推薦・教材の最適化
4. 提案手法
5. 数値実験並びに考察
6. 終わりに

4.3 内容系統を考慮した 目標逆算型学習支援システム

12/16

- 表示されたカレンダーの日付をクリックすることでその日の学習単位が表示され、教材画面に遷移できる。
- pyvis によってノードを動かせる 2D グラフを作成し、ノードをクリックすることによっても教材画面に遷移できる。

1. はじめに
- 2 教材の提供と科目推薦
- 3 科目推薦・教材の最適化
- 4 提案手法
- 5 数値実験並びに考察
- 6 終わりに



5.1 実験の概要

13/16

動画でシステムの全体を示す.

1. はじめに
- 2 教材の提供と科目推薦
- 3 科目推薦・教材の最適化
- 4 提案手法
- 5 数値実験並びに考察**
- 6 終わりに

5.1 実験の概要

14/16

- システムの有用性として、5段階のリッカート尺度のアンケートの実施を行った。
- 研究室の B3 4 名、B4 4 名、M1 2 名、外部学生 1 名に実際にシステムを使用し、アンケートに回答してもらった。

Table 1: システムの評価基準

Q1	システムの操作性はわかりやすいか
Q2	システムの機能は理解しやすいか
Q3	レイアウトは親切か
Q4	デザインは見やすいか
Q5	利用にストレスを感じたか
Q6	学習の効率アップに使えるか
Q7	教材は学習に適しているものか
Q7	視覚化が学習進捗把握に役立つか
Q9	学習の効率が上がるか
Q10	学習のモチベーションが上がるか

5.2 実験結果と考察

15/16

- 合計すると、肯定的な評価が 92 件、否定的な評価が 8 件となり、システムとして機能しているといえる。
- 一方で、Q2 と Q5 に対して、否定的な評価が目立つ結果になり、改善の必要がある。

Table 2: アンケート結果

質問内容	とてもそう思う	そう思う	どちらでもない	そう思わない	とてもそう思わない
Q1	3	6	2	0	0
Q2	2	3	3	2	1
Q3	5	5	1	0	0
Q4	7	4	0	0	0
Q5	0	3	3	3	2
Q6	5	6	0	0	0
Q7	8	1	1	1	0
Q8	6	5	0	0	0
Q9	6	5	0	0	0
Q10	8	2	0	1	0

まとめ

本研究では、

- 小中高生に向けた、自主学習のスケジュールの作成を行い、各单元における教材を提供することで学習を支援するシステムの開発
- 学習者の理解と学習範囲における優先すべき単元の強調を含む単元の系統性を表すグラフの作成

この2つを行い、一つのシステム内で完結させた。

実際に使用してもらい、アンケート調査でシステムの有用性を示した。

今後の課題

- アンケートの自由記入のコメントにも見られたが、システムの流れがUIのみで完結しておらず、本来対象とするユーザーには分かりづらいところがある。
- 現在サーバー上で動くプログラムではないため、Eラーニングとしての活用ができていない。