

バケーションを伴うサーバー能力成長型 VCHS 待ち行列モデルの性能評価 -学び方の支援のために-

田中 秀明[†]宇都宮 陽一[†]奥田 隆史[‡]愛知県立大学 大学院 情報科学研究科[†]愛知県立大学 情報科学部 情報科学科[‡]

1 はじめに

近年、知識・スキルだけでなく人間の全体的な能力を定義し、それをもとに育成すべき人間像を設定して教育の諸政策を進めていく動きが、世界的な広がりを見せている [1]. 例えば「21 世紀スキル」である. これは国際的ハイテク企業を中心とした国際団体「ATC21S」が定めたもので、批判的、創造的に思考し、協力的に働き、ビジネスと社会における技術利用の進化に適應する能力のことである. 「21 世紀スキル」には、具体的項目として学び方の学習、メタ認知があげられている [2].

一般的に、学び方の学習とメタ認知について学習者が理解しているかどうかを確かめるには、学習者と測定者とが一對一となり、学習者が測定者に理解内容を話していくという発話プロトコルを実施する必要がある. したがって、学び方の学習について、大規模な評価や大人数を対象とした教育支援をおこなうためには、新しい測定手法が必要になる.

このような問題を解決するために、我々の研究グループは、大学生を対象に、自らの学習・学修行動を内省し改善させるきっかけ(学び方の支援)として、待ち行列モデルの性能評価結果を利用することの有効性を示した [3]. 当該モデルでは、学生の講義課題処理過程に着目し、教員から学生に課される課題をジョブ、その課題をこなす学生がとる学修行動をサービスシステムと捉えることにより、1人の学生の講義課題処理過程をサーバー能力成長型 VCHS (Various Customers, Heterogeneous Servers) 待ち行列モデルとして表現した. しかし、当該モデルには、学生に到着するジョブについて検討の余地があった.

本稿では、当該モデルにおける到着ジョブに課題以外の要素を取り入れるために、ジョブの有無に拘らず、サーバーにてサービスがおこなわれない期間 (=バケーション [4]) を追加する. このとき、バケーションの有無が特性量にどのような影響を与えるのかをシミュレーションにより検証する. その結果をもとに、学生に合ったより良い学修方法について議論する. 以下、第2節では、1人の学生の講義課題処理過程について述べる. 第3節では、学生の講義課題処理過程の評価モデルとして、サーバー能力成長型 VCHS 待ち行列モデルについて述べる. 第4節では、学生の学修行動において、バケーションの有無が学生のこなす課題の特性量にどのような影響を与えるのかをシミュレーションにより検証する. 最後に第5節で、まとめと今後の課題について述べる.

2 学生の講義課題処理過程

本稿では、1人の学生が複数の教員から課せられる課題をこなす過程を学生の講義課題処理過程として考える. 学生の講義課題処理過程において、学生は複数の講義を受講する. それらの講義において、教員は学生に対して様々な種類の課題 (Various Customers) を出題す

る. そして、学生は教員から課された課題をどのような順序で取り組むかを考え、課題をこなすための学修方法 (Heterogeneous Servers) を選択し、課題に取り掛かる. また、学生は課題の有無に拘らず、課題に取り掛からない期間 (=バケーション) を自身に追加する. 現実世界において、バケーションは、(1) 学生が課題をこなす以外にすること (遊び、アルバイト、... など) の時間 (2) 学生が課題処理をおこなう準備と課題処理を終えた後の処理の時間 (3) 学生が抱える課題がゼロ個である期間というような要素として捉える.

ここで、学生に課せられる課題には締切があり、学生は締切が過ぎた課題を破棄するものとする. また、学生は経験に応じて成長するものとする. このような学生の講義課題処理過程について、教員から学生に課せられる課題をジョブ、その課題をこなす学生がとる学修行動をサービスシステムと捉えることにより、1人の学生の講義課題処理過程をサーバー能力成長型 VCHS 待ち行列モデルを用いて表現する.

3 学生の講義課題処理過程の評価モデル

本稿で用いるサーバー能力成長型 VCHS 待ち行列モデルを図1に示す. このモデルは、サービスシステムにジョブが到着する「到着課題」とサービスシステムでジョブが処理を受ける「学生の学修行動」から成る.

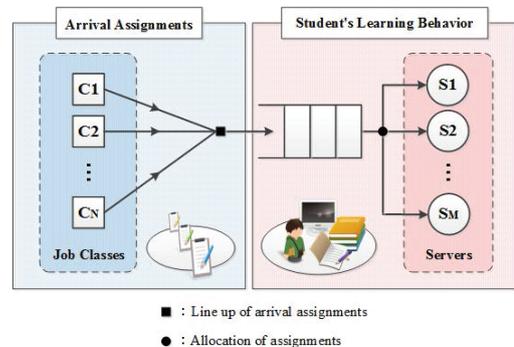


図1: サーバー能力成長型 VCHS 待ち行列モデル

到着課題

到着課題は、その課題の持つ属性からいくつかの出題形式に分類することができるものとする. 学生が受講する各講義において、課題の出題形式には、到着間隔、締切、出題数の3つの属性があるものとする. このとき、各講義で教員から学生に課される課題には様々な種類があるため、ジョブクラス $C_n (n = 1, 2, \dots, N)$ があるものとする. また、課題には様々な分量があるため各課題の処理に要する平均処理時間は異なるものとする.

学生の学修行動

学生の学修行動は、「課された課題への取り組み順序の選択」と「課題をこなすための学修方法の選択」の2つの選択から成るものとする.

課された課題への取り組み順序として、本稿では、8つのサービス規律: ① FCFS(first come first served), ② SSTF(shortest service time first), ③ LSTF(longest service time first), ④ NDFS(nearest deadline first served), ⑤ RND_ROB(round robin), ⑥ RND_SSTF(round robin

Performance Evaluation of Smarter Servers VCHS Queuing Models with Vacations

[†]Hideaki TANAKA, Yoichi UTSUNOMIYA

[‡]Takashi OKUDA

[†]Graduate School of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University

[‡]Department of Information Science and Technology, Faculty of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University

with SSTF), ⑦ RND_LSTF(round robin with LSTF), ⑧ RND_NDFS(round robin with NDFS) の場合を考える.

また, 学生は自身が抱える課題が無くなったときに一定時間のバケーション v [時間] をとるものとする.

課題をこなすための学修方法には様々な種類があるため, サーバー $S_m (m = 1, 2, \dots, M)$ があるものとする. ジョブクラス C_n は全てのサーバー S_m で処理することができる. 学生は到着課題のジョブクラス C_n に応じて, 学修方法のサーバー S_m に課題を振り分ける. 課題のジョブクラス C_n によって, 課題をこなすための最も効率の良い学修方法のサーバー S_m は異なる. そのため, サーバー S_m において, 学生はジョブクラス C_n に対応した平均課題処理率 μ_{mn} の指数分布に従って課題を処理するものとする. サーバー S_m の平均課題処理率は学生の成功経験の積み重ねから生じる自己効力感 [5] を考慮するために学生がこなした完了課題数に応じて変動するものとする. このとき, 学生がある時点でこなした完了課題数を x [個] とし, x 個目の課題のジョブクラスを $C_k (k = 1, 2, \dots, N)$ とする. サーバー S_m でジョブクラス C_n をこなしたときの平均課題処理率は,

$$\mu_{mn}(x) = \mu_{mn}(x-1) + \omega_{mk} \Delta \mu_{mk}(x) \quad (1)$$

となる. ここで, ω_{mk} はサーバー S_m 全体の成長を表現するための重みとし, $k = n$ のとき $\omega_{mk} = \alpha$, $k \neq n$ のとき $\omega_{mk} = \beta$ とする. また, $\Delta \mu_{mk}(x)$ は学生の学修行動による処理率の変動を表現するための関数である.

本稿では, $\Delta \mu_{mk}(x)$ の変動について次の (a)~(c) の場合を考える. 課題処理時間 t , 上限課題処理時間 t_l としたとき, (a) $t \leq t_l$ の場合正, (b) $t_l < t$ の場合 0, (c) 課題の締切によって課題が破棄された場合負の値をとる.

4 数値例

課題の出題形式として, 表 1 を考える. 課題の各出題形式にしたがう講義の受講数をそれぞれ, (A) $\times 4$, (B) $\times 4$, (C) $\times 2$ とし, 表 2 に示す大学 1 年生前期の時間割を想定する. このとき, 各講義で課される課題の種類 $N = 3$ とする. また, 学生はバケーション $v = 6$ をとるものとする

表 1: 課題の出題形式

出題形式	到着間隔 (h)	締切 (h)	出題数
(A) 各週	168	168	15
(B) 中間	1176	336	2
(C) 期末	2520	504	1

表 2: 大学 1 年生前期の時間割

時間	月	火	水	木	金
1			(C)	(C)	(B)
2	(A)	(B)			(A)
3	(B)	(A)			(A)
4		(B)			

また, 学生がとる学修方法は認知心理学の分野における学習スタイルの観点から, 浅い, 精緻, 深いの 3 つの次元で示すことができる [6]. したがって, 学修方法の種類 $M = 3$ とする. ジョブクラス C_n に対応した, サーバー S_m の初期課題処理率 $\mu_{mn}(0)$ [課題数/時間] を $\mu_{11}(0) = 1/12$, $\mu_{22}(0) = 1/24$, $\mu_{33}(0) = 1/36$, $\mu_{12}(0) = \mu_{13}(0) = \mu_{21}(0) = \mu_{23}(0) = \mu_{31}(0) = \mu_{32}(0) = 1/48$ とする. また, その他の各種パラメータの値は $\alpha = 1.0$, $\beta = 0.5$, $K = 20$, $p = 30$, $q = 1.5$, $r = 0.015$, $d = 0.01$, $t_l = 120$ とする.

このとき, 学生がとる学修行動の選択における到着課題の振り分けとして, 振り分け方法 X: 学生が課題を全て学修方法のサーバー S_3 に振り分ける場合, 振り分け方法 Y: 学生が課題をランダムに学修方法のサーバー S_j に振り分ける場合, 振り分け方法 Z: 学生が課題のジョブクラス C_n に応じて, 処理時間の短い学修方法のサーバー S_m に課題を振り分ける場合, の三つの振り分け方法について考える. 課題への取り組み順序 (サービス規律①~⑧) の選択が学生が抱え込む課題数と課題をこなすのに要する課題の処理時間にどのような影響を与えるのかをシミュレーションにより検証する. 以下に, 振り分け方法の各場合について, 学生がバケーシ

ョンを追加した場合の平均システム内課題数の推移と課題の処理時間分布を図 2 に示す. シミュレーション結果はいずれも 50 回のシミュレーションの平均値である.

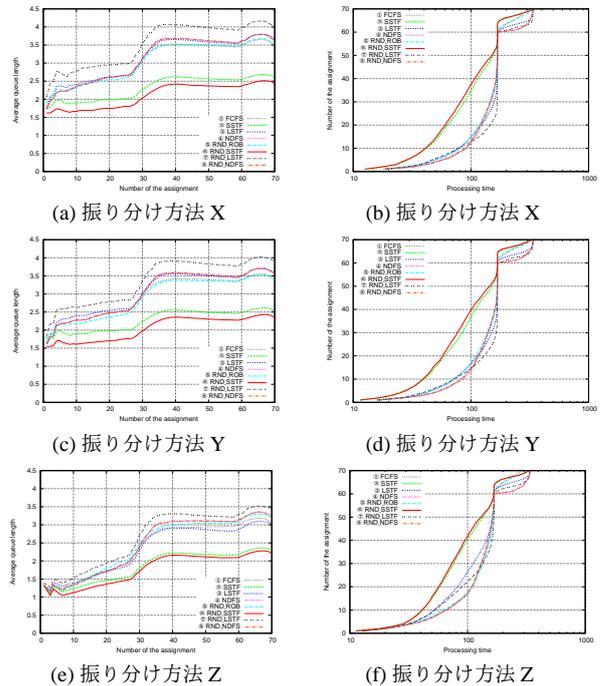


図 2: 平均システム内課題数の推移と課題の処理時間分布

以上の結果から, バケーションを追加することにより, 文献 [3] における追加前の結果に比べ, 学生が抱え込む課題数は増加し, 課題の処理時間も全体的に長くなるのがわかる. したがって, バケーションの追加量はできる限り少なくした方がよいということがいえる. 課題への取組み順序ごとに比較すると, 最良の課題への取組み順序の選択は「⑧RND_SSTF」であるということがいえる. また, 振り分け方法ごとに比較すると, 最良の課題の振り分け方法は「振り分け方法 Z」であるといえる. さらに, 平均システム内課題数の推移と課題の処理時間分布のどちらのグラフにおいても, 「②SSTF, ⑥RND_SSTF」と「その他の取組み順序」で二極分化傾向がみられる. このことから, 学生がバケーションをとることを前提とするならば, 「課題をこなすための学修方法の選択」よりも「課された課題への取組み順序の選択」に焦点を当て, 学修行動の改善を図ることが効果的であるということを示唆しているといえる.

5 おわりに

本稿では, 1 人の学生の講義課題処理過程をモデル化し, バケーションの有無が特性量にどのような影響を与えるかをシミュレーションにより検証し, 考察した.

今後の課題として, 各学生の課題処理能力成長や, 各学生が実際におこなっている学修行動等をシミュレーション条件に反映し, 個々の学生に対応したシミュレーションをおこなうことなどがあげられる.

参考文献

- [1] 松下佳代, 『「新しい能力」は教育を変えるか: 学力・リテラシー・コンピテンシー』, ミネルヴァ書房, 2010.
- [2] 松尾知明, 『21 世紀型スキルとは何か-コンピテンシーに基づく教育改革の国際比較』, 明石書店, 2015.
- [3] 田中秀明, 宇都宮陽一, 奥田隆史, “アカデミックスキル教育支援に向けたサーバー能力成長型 VCHS 待ち行列モデルの性能評価”, 電気学会論文誌 C (電子・情報・システム部門誌), Vol.135, No.12, pp.1453-1462, 2015.
- [4] 山下英明, “待ち行列のバケーションモデルの確率的分解定理”, オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, Vol.52, No.9, pp.582-585, 2007.
- [5] 佐伯胖, 渡部信一, 『「学び」の認知科学辞典』, 大修館書店, 2010.
- [6] 辰野千寿, 『学習方略の心理学 - 賢い学習者の育て方 -』, 図書文化社, 1997.