

サーバー能力成長型 VCHS 待ち行列モデルの定量的評価に関する研究 -大学生のアカデミックスキル教育のために-

情報科学科 情報システムコース 田中 秀明

指導教員：奥田 隆史

1 はじめに

大学生は主体的な学修スタイルを基本とする「大学生として学ぶ（学修する）ための技術＝アカデミックスキル」を身につけることが必要である [1]。アカデミックスキルを身に付けるためには、大学初年次に学生自身がそれを身につけようとする意識することが重要である。また、教員も知識や技能を伝える以前に、学生に自らの学習・学修行動を内省し改善させるきっかけを与えることが重要である。

我々の研究グループでは、学生にきっかけを与えるために、学生の学習・学修行動によって、教員から課せられる課題がどの程度溜まるのかを可視化し、学生に提示した。そして、学生に自らの学習・学修行動を内省し改善させるきっかけとして、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 [2]。

本研究では、当該モデルをより現実的なものに拡張したサーバー能力成長型 VCHS 待ち行列モデルの性能評価結果を示す。そして、その性能評価結果から得られる知見やグラフを学生に提示し、学生に自らの学習・学修行動を内省し改善させるきっかけを与えることとする。

2 学生の講義課題処理過程

学生は選択科目を履修し、複数の講義を受講する。その大抵の講義において、教員は学生に対して様々な種類や分量の課題 (Various Customers) を出題する。そして、学生は課された課題に応じて、処理することができる学修方法 (Heterogeneous Servers) を選択し、課題をこなす。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、講義課題処理過程において、学生は経験に応じて成長するものとする。

本研究では、このような学生の講義課題処理過程について、サーバー能力成長型 VCHS (Various Customers, Heterogeneous Servers) 待ち行列モデルを用いて検討する。このサーバー能力成長型 VCHS 待ち行列モデルの概念図を図 1 に示す。

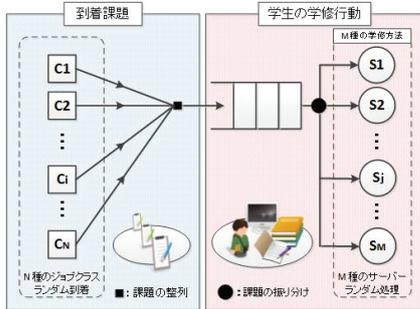


図 1 サーバー能力成長型 VCHS 待ち行列モデル

到着課題: 学生は独立した複数の講義を受講するため、学生に課される課題は平均到着率 λ のポアソン分布に従って到着するものとする。また、講義で課される各課題には様々な種類があるためジョブクラス $C_i (i = 1, 2, \dots, N)$ があるものとする。ジョブクラス C_i によって、処理することができるサーバーは限定される。さらに、各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: 課題の種類や分量が異なるため、学生は学修方法 $S_j (j = 1, 2, \dots, M)$ を持つと考える。学生は到着課題のジョブクラス C_i に応じて、処理することができる学修方法 S_j に課題を振り分ける。学生がある時点でこなした完了課題数を m とし、 m 個目の課題を処理したサーバーを k とする。ここで、サーバー j において、学生は平均課題処理率 μ_j の指数分布に従って課題を処理するものとする。また、サーバー j の平均課題処理率は学生の熟練度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。また、一般的に、ある能力が向上すれば、他の関連する能力も向上ことから、サーバー j において、サーバー kj 間には課題処理率の相互成長関係があるものとする。このとき、サーバー j の平均課題処理率は、

$$\mu_j(m) = \mu_j(m-1) + \omega_{kj} \Delta \mu_{km_k} \quad (1)$$

となる。ここで、 $\mu_j(0)$ はサーバー j の初期課題処理率、 m_k はサーバー k で処理された完了課題数であり、 $\sum_{k=1}^M m_k = m$

、 $(m \geq 1)$ である。また、 ω_{kj} はサーバー kj 間の相互成長を表現するための重みとし、 $\Delta \mu_{km_k}$ は課題処理率の変動を表現するための変数である。本研究では、 $\Delta \mu_{km_k}$ の変動について次の (a)~(d) の場合を考える。(a) S 字状成長曲線 (ゴンベルツ曲線) に従って増加する、(b) 停滞する、(c) 減衰率 d で減少する。また、図 1 におけるサービス規律を課題への取り組み方として捉え、①FCFS (first come first served)、②SSTF (shortest service time first)、③LSTF (longest service time first)、④NDFS (nearest deadline first served)、⑤RND_ROB (round robin)、⑥RND_SSTF (round robin with SSTF)、⑦RND_LSTF (round robin with LSTF)、⑧RND_NDFS (round robin with NDFS) の場合を考える。

3 数値例

総課題出題数 $T = 500$ 、到着課題の種類 $N = 3$ 、課題の平均到着率 $\lambda = 1/48$ とし、学生には、 C_1, C_2, C_3 の課題が 1:1:1 の割合で到着するものとする。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 [3] より、浅い、精緻、深い 3 つの次元で示すことができることから、 $M = 3$ とする。このとき、課題のジョブクラス C_1 は全てのサーバー、 C_2 はサーバー S_2 と S_3 、 C_3 はサーバー S_3 のみで処理できるものとする。また、 $\omega_{13} = \omega_{31} = 0.2$ 、 $\omega_{21} = \omega_{23} = 0.5$ 、 $\omega_{12} = \omega_{32} = 0.8$ 、 $\omega_{11} = \omega_{22} = \omega_{33} = 1.0$ とする。ここで、学生にかかる初期負荷は $\rho = \lambda / \mu_{ave}(0)$ であり、 $\mu_{ave}(0)$ は各サーバーの初期課題処理率の平均である。学生が課題のジョブクラス C_i に応じて、処理することができる最も処理率の高いサーバーに課題を振り分けた場合において、 $\rho = 0.5$ のとき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 と図 3 に示す。

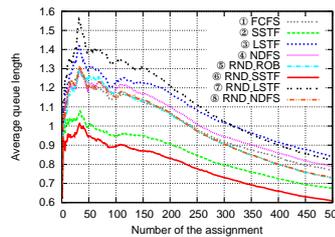


図 2 平均システム内課題数

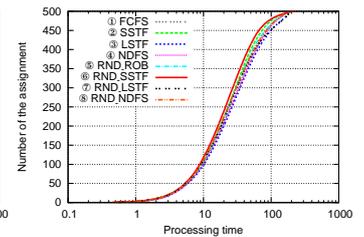


図 3 課題の処理時間分布

図 2 より、①~④のサービス規律の中で平均システム内課題数に最も差がある②SSTFと③LSTFでは、こなした課題数が 500 個の時点で約 1.25 倍の違いが生じ、図 3 より、①~④のサービス規律の中で 1 つの課題の処理に 100 時間以上かけてしまう課題数で最も差がある②SSTFと③LSTFでは、約 2 倍の違いが生じることがわかった。

また、学生にかかる初期負荷が大きいとき、⑥RND_SSTFの場合に、学生は課題を溜め込まずに処理できていることがわかった。このことから、ラウンドロビン方式を取り入れ処理対象を途中で切り替えるという工夫を施すことが学生の抱え込む課題を減らし、多くの課題をこなすことができるという面 (量的な面) で効果的であるといえる。また、同時に、このような工夫は学生がこなすことができなかった課題の中でも、手をつけることなく破棄されてしまう課題数を減らせることができ、課題をこなすことができずとも多くの課題に対して取り掛かることができるという面 (質的な面) でも効果的であることがわかった。

4 おわりに

本研究では、1 人の学生の講義課題処理過程をモデル化し、シミュレーションによりサーバー能力成長型 VCHS 待ち行列モデルの性能評価をおこなった。モデルの性能評価によって得られた知見やグラフを本大学の学生 77 名に提示し、「大学における学び (学修)」に対する認識の調査をおこなった。その結果、約 65% の学生に自らの学習・学修行動を内省し改善させるきっかけを与えることができた。今後の課題として、課題以外のジョブ (自習, アルバイト, 遊び, ...) を考慮し、ジョブの到着をより具体的にすることなどが挙げられる。

参考文献

- [1] 初年次教育学会 (編集), 『初年次教育の現状と未来』, 世界思想社, 2013.
- [2] 田中 他, “サーバー能力成長型待ち行列モデルの性能評価-アカデミックスキル教育のために-”, 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, M2-4, 2014.
- [3] 辰野, 『学習方略の心理学-賢い学習者の育て方-』, 図書文化社, 1997.