

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月 1日現在

機関番号：33903

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500897

研究課題名（和文） 適応的学習を応用した学習支援システムの実用化にむけた総合的研究

研究課題名（英文） Study of educational support system by application of adaptive learning theory

研究代表者

中川 暉夫（NAKAGAWA TOSHIO）

愛知工業大学・経営学部・教授

研究者番号：60076544

研究成果の概要（和文）：

e-learning システムにおいて、学生への適切な対面指導を行わないと履修科目から学生がドロップアウトしてしまう可能性が指摘されている。学生への適切な対面指導について、長年研究してきた保全性と信頼性理論に基づき、最適な学生への対面指導のあり方への対面指導システムの構築の研究に取り組んだ。本研究では、e-learning システムから入手できる詳細な履修履歴に適応的学習（adaptive learning）を応用し、最適な対面指導の時期、回数を Optimal study number of stochastic e-learning system として Int. J. Knowledge and Web Intelligence, Vol. 4, No. 1, 70-79, に発表した。

研究成果の概要（英文）：

In e-learning system, the possibility of dropout passes is pointed out a student by a study subject. In the appropriate meeting guidance to a student, an effective and an efficient education is pointed out one of the education accountability and the accountability for the society. We took it based on maintenance and reliability theory that we have studied for many years, and we have studied the method of the face to face study support to e-learning system. In this study, we apply the adaptive learning method to an understanding process of student by a detailed study history which was available from e-learning system and drive an optimal time of face to face study support by the machine learning system. We published titel of "Optimal study number of stochastic e-learning system" in Int. J. Knowledge and Web Intelligence.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	2,000,000	600,000	2,600,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：教授学習支援システム

1. 研究開始当初の背景

学生が e-learning システムにより履修テ

ストを試行することで履修の到達度合いを測定していた。適応的学習の考え方を導入す

ることで、履修者は e-learning システムを履修していく過程で知識を習得すると捉えている。このため、将来の履修曲線を逐次予測し、対面による最適な履修支援時期・回数表を作成し、e-learning システム履修者を目標まで到達させる。したがって、e-learning システムの履歴からの観測データを用いて履修曲線を逐次予測するモデルのパラメータを毎回変更し最適な履修支援時期・回数の定量化が重要な課題である。強化学習 (Reinforcement learning) を適用したシステムには、エージェントシステムも内在した関連する内外の多くの先行研究、木村元[1996]、宮崎和光[1999]、三上貞芳[1997]、Littman, M.[1994]、Kaelbling, L. P., Littman, M. L. and Moore, A. W. [1996]等がある。特に、学習過程にマルコフ過程を適用している植野真臣[2007]なども考えられている。また、木村元、宮崎和光、小林重信[1999]では、強化学習が状態遷移に不確実性を含み、全体の性能を最大化する問題において強力な手法であることを示している。しかし、本研究は、e-learning システムのアクセス履歴(LOG)から学習行動を詳細な分析によって、適応的学習を仮定した知識習得曲線を信頼性理論からの統計的アプローチ、確率過程を適用し逐次予測するモデルとシステムを構築した。

2. 研究の目的

従来の e-learning システム履修学生のテスト結果の得点を基に、その履修者が完全に課題を理解したかどうかの判断を行っている仮説を見直している。履修者のこれまでの e-learning システムの履歴(log)から課題の理解をどのように修得してきたか捉え直したものである。このような適応的学習を導入することにより、学習支援における指導分析では、与えられた課題のどのポイントの理解がなされれば、履修者を最終目標まで到達させることができるかを、適応的学習の導入による最適な学習支援方策を立案し最適方策を解析的に求める。例えば、適応的学習では、e-learning システムより与えられた数多くの問題を解くことにより経験的に学習し、知識を体系化していくことが想定される。したがって、ある課題を解けることによって新しい課題も解くことができるようになる。このことにより知識が体系化され修得できたと捉えることができる。本研究では、履修者の e-learning システムの履歴(log)により、履修者が取り組んだ課題と e-learning システムへのアクセス回数を基に、履修履歴の履修関数を想定し関数を調査する、さらに信頼性モデルの解析の手法である確率過程モデルを適用して最適履修学生支援方策、最適履修学生支援時期・回数を解析的に導出する。

3. 研究の方法

本研究は、この e-learning システムへのアクセスが知識修得変動に与える影響をインパクトと考え、この e-learning システムのアクセス発生をどのように確率モデルである累積損傷モデルとして構築し、これらが教育機関の SSS システムとして利用可能な理論モデルであるかを構想する。このため、理論部分の確率モデルの適用については、国内外において調査を行う。Study support System システムの設計、開発においては、理論と教育現場での利用における数値の差違を少なくすることから、教育機関の担当者の意見を聞くことが極めて重要である。そこで、国内外の SSS システムを参考にし、教育機関の協力をえて、システムを設計する。また、本システムは、教育機関で使用することを前提にしていることから、教育機関のエンドユーザにわかりやすく、操作が容易にできるような方法を多用するシステムを設計する。

4. 研究成果

適応的学習における e-learning システムの履歴(log)の解析的アプローチとしては、履修者の履修曲線が指数関数型とした生存確率を表現したハザードレートモデル (Schwarz&Torous[1989])がある。方程式を満たす確率過程のクラスとして、本研究では、履修者の e-learning システム上での知識変動過程は他人からの影響されない確率事象と捉え、履修者の e-learning システム上での知識修得変動過程に与える影響をインパクトとして解析的に取り扱う研究として解析的なモデルを構築した。しかし、本研究は、履修者の知識修得変動過程がより実際の知識習得に近似させるために、累積損傷モデル (Cox. D. R. [1962])を適用し、知識修得変動における対面学習支援の回数をモデル化した。本研究では、学習支援が知識修得変動過程に与える影響において、累積損傷モデルの衝撃を学習支援の発生、損傷を学習支援の総額、破壊を履修者の e-learning システムの放棄 (ドロップアウト) による損失と考え、履修者の e-learning システムからの放棄を起さずに履修目標に到達させる、最適履修支援方策を研究した。これらの結果を Optimal study number of stochastic e-learning system Int. J. Knowledge and Web Intelligence, Vol. 4, No. 1, 2013 として学術雑誌に発表した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 11 件)

(1) "Optimal policies for cumulative damage

models with maintenance last and first". X. Zhao, C. Qian, T. Nakagawa, Reliability Engineering & System Safety, Vol.110,50-59,2013. (査読有)

(2) "Optimal scheduling of random works with reliability application". M.Chen, T. Nakagawa, Asia-Pacific Journal of Operational Research, Vol.29,2012. (査読有)

(3) "Optimal tenuring and major collection times for a generational garbage collector". X. Zhao, S. Nakamura, T. Nakagawa, Asia-Pacific Journal of Operational Research, Vol.29,2012. (査読有)

(4) "Optimization problems of replacement first or last in reliability theory". X. Zhao, T.Nakagawa, European Journal of Operational Research, Vol. 223, 141-149, 2012. (査読有)

(5) "Replacement models for combining additive independent damages". X. Zhao, H. Zhang, C. Qian, T. Nakagawa, S. Nakamura, International Journal of Performability Engineering, Vol.8, 91-100,2012. (査読有)

(6) T. Nakagawa, X. Zhao , "Optimization problems of a parallel system with a random number of units" IEEE Transactions on Reliability, Vol.61, 543-548, 2012. (査読有)

(7) X. Zhao, S. Nakamura, T. Nakagawa, "Two Generational garbage collection models with major collection time". IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol.E94-A, 1558-1566, 2011. (査読有)

(8) T. Nakagawa, X. Zhao, W. Yun, "Optimal age replacement and inspection policies with random failure and replacement times". International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering, Vol.18, 405-416,2011. (査読有)

(9) T. Nakagawa, W. Yun, "Note on MTTF of

a parallel system". International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering, Vol.18, 1-8,2011. (査読有)

(10) Xufeng Zhao, Syouji Nakamura, Toshio Nakagawa, Two generation garbage collection models with major collection time, IEICE Transactions Fundamentals, 査読有, Vol. E94-A, No. 7, 2011, pp.1558-1566.

(11) Syouji NAKAMURA, Keiko NAKAYAMA, Toshio NAKAGAWA, Application of Stochastic Modeling to Study Support Policy in e-learning,教育工学会研究報告集 JSET09-2, ,査読無, 2009,pp.65-68.

[学会発表] (計 21 件)

(1) 趙旭峰、中村正治、中川覃夫、"A note on replacement overtime", 2012 日本 OR 学会 (2012. 3.27), 東京

(2) 水谷聡志、中川覃夫、"運用費用と偶発故障期間の導入を考慮した二重系期間をもつシステムの最適保全方策",日本OR学会(2012. 3.27), 東京

(3) 木村充位、今泉充啓、中川覃夫、"デイザスリカバリシステムにおける中継バッファ方式のモデル化",日本OR学会, (2012. 3.27), 東京

(4) 趙旭峰、中村正治、中川覃夫、"信頼性理論における Replacement Last のモデル化と最適化", 電子情報通信学会, (2011. 10.21)九州大

(5) 中川覃夫、趙旭峰、"Optimization problems of a parallel system with random number of units",日本OR学会, (2011. 9. 15), 甲南大

(6) 趙旭峰、中村正治、中川覃夫、"2"Optimal replacement policies for continuous models", 2011 日本 OR 学会, (2011. 9.15), 甲南大

(7) 水谷聡志、中川覃夫、"二重系運用期間をもつ最適取替方策の拡張モデル", 日本 OR

学会, (2011. 9.15), 甲南大

(8) Syouji Nakamura, Keiko Nakayama, Toshio Nakagawa, "Optimal major garbage collection interval with incremental garbage collection", ISSAT International Conference on Reliability and Quality in Design, (2011. 8.4), Vancouver, Canada,

(9) Xufeng Zhao, Toshio Nakagawa, "Optimal age replacement and inspection policies with random failure and replacement times", 17th ISSAT International Conference on Reliability and Quality in Design, (2011. 8. 4), Vancouver, Canada,

(10) Xufeng Zhao, Syouji Nakamura, Toshio Nakagawa, "Two generation garbage collection models with major collection time", 電子情報通信学会, (2011. 7.29)

(11) 中村正治、趙旭峰、中川覃夫、"インクリメンタルガーベジコレクションの最適方策"、電子情報通信学会, (2011. 7.29)

(12) Kodo Ito, Toshio Nakagawa, "Optimal maintenance of aircraft", The 7th International Conferences on "Mathematical Methods in Reliability ": Theory, Methods, Applications (MMR2011), (2011. 6,7) Beijing, China,

(13) Mitsutaka Kimura, Mitsuhiro Imaizumi, Toshio Nakagawa, "Reliability consideration of a replication with limited number of journaling files", The 7th International Conferences on "Mathematical Methods in Reliability": Theory, Methods, Applications (MMR 2011), (2011. 6,7), Beijing, China,

(14) X. Zhao, T. Nakagawa, S. Nakamura. Studies on optimal collection time for a generational garbagecollector. 4th Asia-Pacific International Symposium,Advanced Reliability Modeling IV, (2010,12.2),Wellington, New Zealand,

(15) X. Zhao, T. Nakagawa, K. Iwata. Optimal maintenance policies for cumulative damage models with random working times. 4th Asia-Pacific International Symposium, Advanced Reliability Modeling IV, (2010,12.2).Wellington, New Zealand,

(16) X. Zhao, T. Nakagawa, S. Nakamura. Optimal replacement policies for damage models with the limit number of shocks. 日本 OR 学会, (2010, 9.16).福島,

(17) X. Zhao, S. Nakamura, T. Nakagawa. Two generational garbage collection models with major collection time. 電子情報通信学会, (2010,10.29),鹿児島,

(18) X. Zhao, S. Nakamura,T. Nakagawa. Stochastic models for optimal garbage collections policies. 電子情報通信学会,(2010, 7.23), 山形

(19) X. Zhao, S. Nakamura, T. Nakagawa. Optimal policies for random and periodic garbage collections with tenuring threshold. The Second International Conference on Advanced Computer Science and Information Technology, Communications in Computer and Information Science, (2010, 6.23), Miyazaki, Japan,

(20) X. Zhao, S. Nakamura, C. Qian. Optimal policies for a generational garbage collector with tenuring threshold. The Ninth International Symposium on Operations Research and Its Applications, (2010,6,17), Chengdu, China,

(21) X. Zhao, M. Chen, T. Nakagawa. Three kinds of replacement models combined with additive and independent damages. The Ninth International Symposium on Operations Research and Its Applications, (2010,6,17), Chengdu, China,

〔図書〕（計 2 件）

1. “Stochastic Processes with Application to Reliability Theory”. T. Nakagawa, p. 261

Springer-Verlag, London, 2011.

2. 経済学周辺の確率過程と教育, 中山恵子, 中川覃夫, 中村 正治, 児島完二, 勁草書房, P.3-67,107-126, 2010.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中川 覃夫 (NAKAGAWA TOSHIO)

愛知工業大学・経営学部・教授

研究者番号：6 0 0 7 6 5 4 4

(2) 研究分担者

中村 正治 (NAKAMURA SYOUJI)

金城学院大学・生活環境学部・教授

研究者番号：3 0 3 5 0 9 5 3

水谷 聡志 (MIZUTANI SATOSHI)

愛知工科大学・工学部・助教

研究者番号：4 0 4 6 9 0 6 0