

令和 6 年 6 月 27 日現在

機関番号：23101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K04906

研究課題名（和文）強化学習によるメンバーシップ向上に寄与する共創的ナース・スケジューリングシステム

研究課題名（英文）Co-creative nurse scheduling system to improve membership using reinforcement learning

研究代表者

永吉 雅人（Nagayoshi, Masato）

新潟県立看護大学・看護学部・准教授

研究者番号：70426542

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、勤務表作成を通じたメンバーシップ向上に寄与するナース・スケジューリングシステムの開発を目的として、まず、構築型ナース・スケジューリングシステムにおける強化学習を用いた勤務修正法の提案を行った。次に、欠勤発生などによる勤務表の修正を可能とする動的ナース・スケジューリングに拡張した。さらに、勤務パターンの評価の異なる看護師がいる場合においても、適切な勤務表作成が可能であることを確認した。以上により、強化学習と看護師長とのインタラクションが可能な、メンバーシップ向上に寄与するナース・スケジューリングシステムの一例を示すことができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、強化学習と看護師長のインタラクションが可能なナース・スケジューリングを開発した点である。

本研究の社会的意義は、ナース・スケジューリングに限らず、工場やコンビニエンスストアなどでのスタッフ・スケジューリングや製品生産スケジューリングにも適用可能であり、広範なスケジューリング分野に貢献できる点である。さらに、ナースの個性やライフステージに応じた勤務形態の価値を考慮することができるため、今後の人材採用計画の基礎資料となる可能性がある。このように、医療施設だけでなく、多様な企業や社会全体に対しても大きな波及効果が期待される。

研究成果の概要（英文）：This study aims to develop a nurse scheduling system that contributes to improving membership through work schedule creation. First, I have proposed a work modification method using reinforcement learning in a constructive nurse scheduling system. Next, I have extended the system to dynamic nurse scheduling, which enables modification of the work schedule due to the occurrence of absences and other factors. Furthermore, I have confirmed that it is possible to create appropriate work schedules even when there are nurses with different evaluations of work patterns. Consequently, I have shown an example of a nurse scheduling system that can interact with reinforcement learning and the head nurse to improve membership.

研究分野：知能情報学

キーワード：強化学習 ナース・スケジューリングシステム 動的スケジューリング 看護の質 メンバーシップ
共創 ライフステージ インタラクション

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

学術的背景として国内外において、ナース・スケジューリングはスケジューリング問題の一つとして扱われており、多くは勤務表の縦方向であるシフト制約(日・時間ごとの看護師の配置)に重きを置いた、いわば労務管理視点から全ての条件を満たすことが難しい最適化問題として捉えた研究である。唯一、池上敦子らは、勤務表の横方向であるナース制約(スタッフナースごとの勤務スケジュール)を中心としたスケジューリング法を提案している。しかしながら、看護師長が様々な病棟の人材状況を考慮した上で勤務表を作成しており、看護師長が潜在的に持っている勤務表作成ルール(例えば、スタッフナース間の相性など)があることに起因して、看護師長ごとに望むベストな勤務表は異なることを考慮するには至っていない。さらに、看護師長を内包するナース・スケジューリングは見当たらない。

2. 研究の目的

本研究では、勤務表作成を通じたメンバーシップ向上に寄与するナース・スケジューリングシステムの開発を目的とする。

3. 研究の方法

看護師長とのインタラクションを前提とした構築型ナース・スケジューリングシステムに着目し、以下のように段階的に、ナース・スケジューリング問題の一例を用いた計算例により有効性を評価する。

1. 構築型ナース・スケジューリングシステムにおける強化学習を用いた勤務修正法の提案、
2. 欠勤発生などによる勤務表の修正を可能とする動的ナース・スケジューリングへの拡張、
3. 勤務パターン評価の異なる看護師がいる場合における、適切な勤務表の作成。

4. 研究成果

(1) 構築型ナース・スケジューリングシステムにおける強化学習を用いた勤務修正法

強化学習と看護師長とのインタラクションが可能で、勤務表全体に対する評価値を用いない構築型のナース・スケジューリングシステムに着目し、そのシステムが作成した勤務計画表に対して、強化学習を用いた勤務修正法を提案した。さらに、ナース・スケジューリング問題の一例を用いた計算例に適用した。その結果を図1、図2に示す。

これにより、勤務表全体に対する評価値を用いないで、制約条件の違反数を小さくできる、つまり勤務表の質を向上できる可能性を確認した。

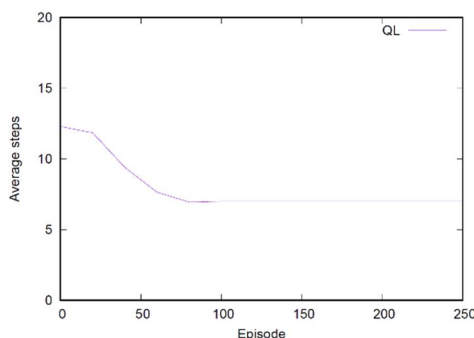


図1 目標状態に達成するのに要したステップ数

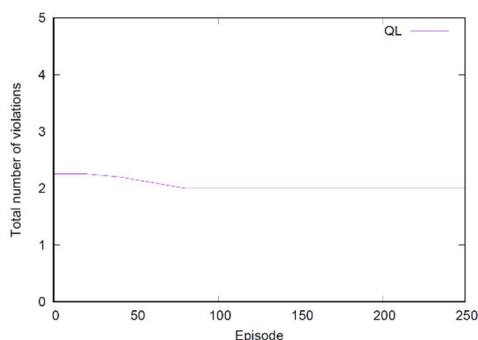


図2 目標状態に到達した際の違反数の合計

(2) 欠勤発生などによる勤務表の修正を可能とする動的ナース・スケジューリングへの拡張
 欠勤発生などによる勤務表の修正あるいは再スケジューリングを動的ナース・スケジューリングとよび、提案手法を動的ナース・スケジューリングに拡張・提案を行った。さらに、ナース・スケジューリング問題の一例において、様々な勤務において急な欠勤が発生した場合における計算例に適用した。その結果を図3、図4に示す。Day は日勤の欠勤、Evening は準夜勤の欠勤、Late night は深夜勤の欠勤が、それぞれ発生した結果を示している。

これにより、拡張手法によって、実行可能な修正勤務表を作成可能であることが確認できた。

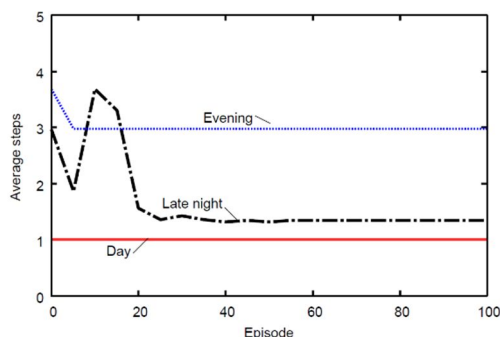


図3 目標状態に到達するのに要したステップ数

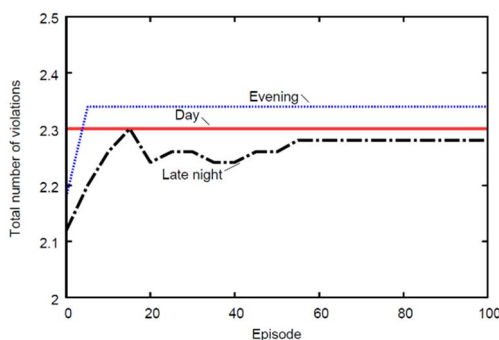


図4 目標状態に到達した際の違反数の合計

(3) 勤務パターン評価の異なる看護師がいる場合における、適切な勤務表の作成可能性の評価
 提案システムにおいて勤務パターン評価の異なる看護師がいる場合においても実行可能な修正勤務表を作成することが可能か、つまり、各看護師のライフステージを考慮した修正勤務表を作成することが可能か検討した。勤務パターン評価の異なる看護師がいる状況において、具体的には準夜勤から深夜勤を可能とする看護師が1人いる状況および2人いる状況において、提案システムを適用した。その結果を図5、図6に示した。Situation1は、勤務パターン評価の異なる看護師がいない状況を、Situation2は準夜勤から深夜勤を可能とする看護師が1人いる状況を、Situation3は準夜勤から深夜勤を可能とする看護師が2人いる状況を示している。

これにより、一例ではあるが勤務パターン評価の異なる看護師がいる状況においても、実行可能な修正勤務表を作成可能であることを確認した。つまり、ナースの個性やライフステージやワークライフバランスを考慮可能なナース・スケジューリングシステムの実現可能性を高いものとした。

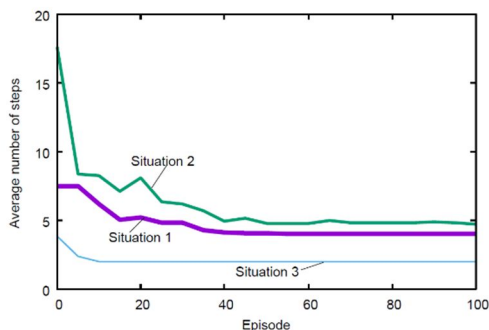


図5 目標状態に到達するのに要したステップ数

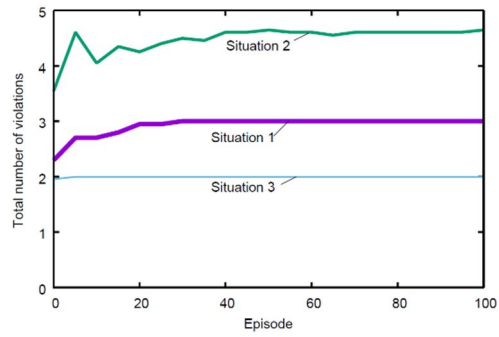


図 6 目標状態に到達した際の違反数の合計

以上により、強化学習と看護師長とのインタラクションが可能な、メンバーシップ向上に寄与するナース・スケジューリングシステムとなりうることを示すことができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Masato Nagayoshi and Hisashi Tamaki	4. 巻 3(3)
2. 論文標題 A Dynamic Nurse Scheduling Approach Using Reinforcement Learning to Address Sudden Absences of an Unknown Nurse	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Advances in Artificial Life Robotics	6. 最初と最後の頁 174-178
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.57417/jaalr.3.3_174	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Masato Nagayoshi, Hisashi Tamak	4. 巻 9(2)
2. 論文標題 An Approach of Exchanging Work Shifts Using Reinforcement Learning on a Constructive Nurse Scheduling System	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Robotics, Networking and Artificial Life	6. 最初と最後の頁 154-158
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.57417/jrnal.9.2_154	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 安達 寛人、中村 幸恵、永吉 雅人、岡村 典子	4. 巻 30(1)
2. 論文標題 医療観察法病棟管理者の勤務計画表作成における所要時間と支援の認識に関する実態調査	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本精神保健看護学会誌	6. 最初と最後の頁 59～65
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20719/japmhn.30.20-011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Nagayoshi Masato, Elderton Simon J. H., Tamaki Hisashi	4. 巻 8(1)
2. 論文標題 A Multi-agent Reinforcement Learning Method for Role Differentiation Using State Space Filters with Fluctuation Parameters	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Robotics, Networking and Artificial Life	6. 最初と最後の頁 6～9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2991/jrnal.k.210521.002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Nagayoshi Masato, Simon J. H. Elderton and Hisashi Tamaki	4. 巻 6(4)
2. 論文標題 A Promoting Method of Role Differentiation using a Learning Rate that has a Periodically Negative Value in Multi-agent Reinforcement Learning	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Robotics, Networking and Artificial Life	6. 最初と最後の頁 221-224
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2991/jrnal.k.200222.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計17件(うち招待講演 0件/うち国際学会 5件)

1. 発表者名 永吉雅人, 玉置久
2. 発表標題 勤務パターンの評価の異なる看護師を考慮した強化学習を用いた構築型ナーススケジューリング.
3. 学会等名 2023年電気学会電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Masato Nagayoshi and Hisashi Tamaki
2. 発表標題 Constructive Nurse Scheduling Using Reinforcement Learning Considering Variations in Nurse Work Patterns
3. 学会等名 The 2024 International Conference on Artificial Life and Robotics (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Masato Nagayoshi and Hisashi Tamaki
2. 発表標題 A dynamic nurse scheduling using reinforcement learning: Dealing with various sudden absences of a nurse
3. 学会等名 The 2023 International Conference on Artificial Life and Robotics (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 永吉雅人, 玉置久
2. 発表標題 強化学習を用いた動的ナース・スケジューリング: さまざまな急な欠勤への対応
3. 学会等名 電気学会 システム・制御合同研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 永吉雅人, 玉置久
2. 発表標題 急な欠勤への対応を考慮した強化学習による動的ナース・スケジューリング
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 永吉雅人, 玉置久
2. 発表標題 強化学習を用いた急な欠勤発生に伴う動的ナース・スケジューリングの試み
3. 学会等名 2022年電気学会電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masato Nagayoshi and Hisashi Tamaki
2. 発表標題 A basic study of how to exchange work shifts using reinforcement learning on a constructive nurse scheduling system
3. 学会等名 International Conference on Artificial Life and Robotics 2022 (ICAROB ' 22) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 永吉雅人, 玉置久
2. 発表標題 構築型ナーススケジューリングシステムにおける強化学習を用いた勤務修正法：報酬設定に関する基礎的検討
3. 学会等名 電気学会システム・制御合同研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永吉雅人, 玉置久
2. 発表標題 構築型ナーススケジューリングシステムにおける強化学習を用いた勤務修正法
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会(SS12021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永吉雅人, 玉置久
2. 発表標題 強化学習を用いた構築型ナーススケジューリングシステムの試み
3. 学会等名 2021年電気学会電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永吉雅人, エルダトン・サイモン, 玉置久
2. 発表標題 マルチエージェント強化学習における揺らぎパラメータつき状態フィルタを利用した役割分化
3. 学会等名 電気学会システム・制御合同研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masato Nagayoshi, Simon Elderton, Hisashi Tamaki
2. 発表標題 A Method of Role Differentiation Using a State Space Filter with a Waveform Changing Parameter in Multi-agent Reinforcement Learning
3. 学会等名 International Conference on Artificial Life and Robotics 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masato Nagayoshi, Simon Elderton, and Hisashi Tamaki
2. 発表標題 A Promoting Method of Role Differentiation Using a Learning Rate that Has a Periodically Negative Value in Multi-agent Reinforcement Learning
3. 学会等名 International Conference on Artificial Life and Robotics 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安達寛人, 中村幸恵, 永吉雅人, 岡村典子
2. 発表標題 医療観察法病棟における勤務計画表作成に関する実態調査
3. 学会等名 日本精神看護保健学会 第29回学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 永吉雅人, エルダトン・サイモン, 玉置久
2. 発表標題 強化学習における「認知の歪み」を利用した役割分化の促進: 周期的に負の値をとる学習率に関する基礎的検討
3. 学会等名 2019年電気学会電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 永吉雅人, エルダトン・サイモン, 玉置久
2. 発表標題 マルチエージェント強化学習における周期的に負の値をとる学習率に関する基礎的検討
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会 (SSI2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 永吉雅人, エルダトン・サイモン, 玉置久
2. 発表標題 マルチエージェント強化学習における周期的に 1 以上の値をとる割引率に関する基礎的検討
3. 学会等名 電気学会 システム・制御合同研究会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>ホームページ http://members.niigata-cn.ac.jp/nagayosi/work-list-top.html</p>
--

6. 研究組織		
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------