

宅内行動シミュレーションを用いた QoL 向上のための 意思決定支援システムの検討

Decision Support System for QoL Improvement Using Daily Living Activity Simulation

大西 晃正[†] 諏訪 博彦[†] 安本 慶一[†]

Kosei Onishi Hirohiko Suwa Keiichi Yasumoto

1. はじめに

近年の長時間の就労やストレスの増加による影響が人々の身体的、精神的、社会的活動を行う能力を低下させており、この問題の解決に世界的な関心が高まっている。特に、オフィスや学校においては、働き方改革や引きこもり対策の名のもとに、個人のメンタル状態を測定し、労務改善や学習環境改善などの QoL 向上の取り組みが組織的に行われている。このように、オフィスや学校など家の外の環境における QoL 向上については様々な取り組みが行われているが、宅内における QoL 向上については、温湿度や照明などの物理的環境面に着目した研究はあるものの、家事を含めた宅内行動（宅内タスク）に基づくストレスなどの精神的環境を含めた研究は見当たらない。仕事や学業で疲れている場合でも家事はしなければならず、家事に対する QoL の低下は、仕事や学業に対する QoL 低下につながると考える。オフィスや学校などの宅外の行動だけでなく、宅内での行動に基づく QoL 向上に取り組む必要がある。

宅内での行動は、パーソナルスペースでの行動になるため、他者から観測されない。そのため、QoL に悪影響を及ぼしている事象があっても、他者からアドバイスを受けることはできない。宅内における QoL を向上させるためには、自分自身で取り組む必要がある。しかしながら、日常的に行っている自分自身の行動を客観的に把握し、改善することは難しい。そのため、宅内における行動（タスク）を客観的に把握し、フィードバックすることが必要と考える。

宅内における洗濯や掃除のような家事タスクは、日々行われるものであり、取り組み方は人によって様々である。特に一人暮らしの場合、仕事や学業の時間が多いことや家事を全て自分で行わなければならないことから、家事タスクの消化が疎かになる傾向がある [1]。また、精神的要因によっても家事タスクの消化が疎かになることが考えられる。例えば、洗濯や掃除をする予定であったが、その煩わしさから取り組むことができない状態から抜け出せずに家事タスクを消化出来ないまま時間だけが過ぎてしまう状況である。家事タスクが消化できないこ

とで、生活環境の衛生面の悪化や睡眠時間の減少などによって QoL の低下に繋がることが懸念される。そこで、こういった問題を解消するために、ユーザが家事タスクに取り組みやすくなるための意思決定支援システムの構築が必要であると考えられる。

意思決定支援を行うためのアプローチとして、家事タスクに取りかかる前に生じる精神的負荷について考える。家事タスクの大変さや面倒さ、時間の制約から生じる精神的負荷は、ユーザが家事タスクに取り組むことの妨げになっていると考える。家事タスクを行う上で、精神的負荷と家事タスクにかかる労力や時間の間でのトレードオフを考慮しながら、どの家事タスクを優先して行うべきか意思決定できるシステムが必要であると考えられる。

そこで、各家事タスクの労力・時間について考える。家事のために割くことができる時間は限られており、溜まった家事タスクを全て終えることはできないかも知れない。また、仕事での疲労のため、家事タスクによってはそれを行うことでより疲労が蓄積し、翌日の仕事に支障をきたすことも考えられる。ただし、家事タスクを完了することで、それをやっていないことの精神的負荷や肉体的疲労を解消することができる。

また、TV やゲームなどの余暇の時間、休憩などのレクリエーションがユーザのタスクの取り組みに与える影響について考える。TV やゲームなどにより精神的疲労は改善されるだろう。同様に、食事や休憩、入浴などは身体的疲労の改善につながると考える。これらのレクリエーションによっても、精神的負荷や肉体的疲労を解消することができる。レクリエーションを含めた家事タスクの選択は、宅内における QoL の向上/低下に影響を与える。

よって、宅内での限られた時間において、精神的負荷、疲労の蓄積の間のトレードオフを考慮し、レクリエーションを含めた実施すべき家事タスク選択の意思決定を支援できれば、QoL の向上に役立つと考えられる。そこで本稿では、宅内における家事タスクとユーザの身体的負荷の関係のシミュレーションに基づいた QoL 向上のための意思決定支援システムの検討を行うことを目的とする。

[†] 奈良先端科学技術大学院大学, Nara Institute of Science and Technology

2. 関連研究

本研究目的に関連する研究として、宅内行動に関する研究、QoLに関する研究、意思決定支援に関する研究について述べる。

家事や生活行動を対象とした研究として、行動認識 [2][3][4] や行動予測 [5][6][7] に関する研究が多数行われている。中川らは、居住者の位置情報と家電の消費電力データに基づいて居住者の宅内行動を推定する手法を提案している。結果として、約8割の精度で行動を推定できることを明らかにしている。また、佐々木らは、行動が発生するまでの経過時間帯を幾つか設定し、行動生起タイミングを学習することで時間内行動生起を予測する行動予測手法を提案している [5]。これら研究では、宅内の行動を推定/予測することで、居住者の行動に合わせて/先立って、家電を自動制御するなどの行動支援を行うことを目的としている。各行動を実施した場合の精神的負荷や疲労度を推定/予測するものではなく、本研究の目的とは異なる。

QoL [8] に関する研究は、もともとは医療における治療後の生活の質を議論する概念として始まっている。現在では医療分野に限らず、ワークライフバランスや幸福度などの一般生活の質などに関する概念としても用いられている。ワークライフバランスは仕事と家庭生活の調和を意味し、仕事による精神的負荷や肉体的な疲労による鬱などを引き起こさないように、家族や友人などと過ごす家庭生活とのバランスをとることでQoLを向上/改善させようとする考え方である。我々は、家事の遂行においても同様に考えられると考え、家事による精神的負荷や疲労の蓄積、入浴、休憩などのレクリエーションが宅内生活におけるQoLに影響を及ぼしていると考え。

QoLについて議論する場合、その計測方法が問題となる。QoLの計測は、主にアンケートにより行われており、日々計測することが難しいという課題があった。この課題に対し、スマートフォンやウェアラブルデバイスの計測データを用いて測定する研究が始まっている。Amenomoriらは、スマートフォンとスマートウォッチから得られる移動情報や生体情報などを用いてHRQoLを継続的に測定する手法を提案している [9]。その結果、少数のアンケートとスマートデバイスからの情報によりQoLが推定できることを明らかにしている。そこで、本研究では、日常的にQoLが計測できると想定し、家事の遂行の有無や遂行順序によるQoL向上について検討することとする。

医療や仕事におけるQoL向上においては、医師や臨床心理士などが介入し環境改善を図ることになるが、宅内場合は他者の介入はほとんど見込めない。そのため、自分自身で自分の行動を意思決定しなおすことで改善を

図る必要がある。サイモンは、問題解決の意思決定モデルにおいて、人は複数の選択肢を用意し、それぞれの選択肢から得られる効用を推定することで、その効用が高くなる選択肢を選ぶこととしている。このモデルに基づけば、複数の選択肢を提示し、各選択肢における精神的負荷や疲労の蓄積を示すことで、家事タスク選択の意思決定支援が可能になると考える。

3. 問題設定

本章では、家事タスク選択時における精神的負荷と疲労の蓄積のトレードオフを考慮しつつ宅内におけるQoLを向上させる意思決定支援問題を定義する。

3.1 家事タスクにおける精神的負荷と疲労の蓄積

まず、ユーザにタスクとしてレポート課題が1つあるケースを考える。図1にレポート課題がある例を示す。このとき、ユーザがレポートに取り組みなければ、疲労は蓄積されないが精神的負荷が残る。逆にレポートに取り組むと、レポートを終わらせることで精神負荷はなくなるが、疲労が蓄積される。このように、タスクの消化には精神的負荷と疲労の蓄積のトレードオフが存在する。

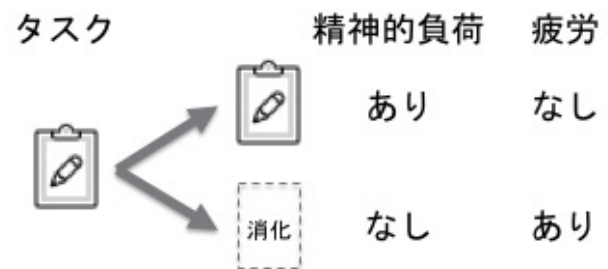


図1: レポート課題がある例

次に、タスクが複数存在するケースを考える。しなければならぬタスクの集合を $T = T_1, T_2, T_3, T_4$ とする。仮に、疲労の大きさに関して、 $T_1 > T_2 > T_3 > T_4$ であり、精神的負荷の大きさに関して、 $T_1 < T_2 < T_3 < T_4$ とする。このとき、ユーザが精神的負荷の軽減を疲労の蓄積より重要視するならば、 $T_4 \rightarrow T_3 \rightarrow T_2 \rightarrow T_1$ の順で実行すべきである。一方、疲労度が高い状態でのタスクの実行を避けることを重視する場合は、より疲労蓄積が遅い $T_4 \rightarrow T_3 \rightarrow T_2 \rightarrow T_1$ の順でタスクを実行すべきである。このことを考慮するために、タスクの実施順序が与える影響を考えることが必要となる。

さらに、休憩やテレビ、スマホなどのレクリエーションが、ユーザに与える影響について考える。例えば、家事を消化した後にレクリエーションがあるから家事に取り組む人や家事の合間に休憩しつつ取り組む人がいる。レクリエーションをすることで家事に割くことができる

時間は減少するが、次の家事に取り組むことへの意欲や疲労の回復に繋がることからタスクスケジューリングにレクリエーションを差し挟むことも考える必要がある。

タスクスケジューリングする上で、考慮すべき項目として、ユーザの性別や性格、体調、予定といった情報が必要となる。ユーザ毎に思考が異なり、タスクの取り組み方に違いがあることやその日の体調や予定によってユーザのタスクへのモチベーションが変化するためである。これを考慮するため、ユーザのタイプを導入する。

3.2 変数の定義

タスクスケジューリングを行う上で必要な変数を定義する。レクリエーションを含む家事タスクの集合を T 、各タスクを $t \in T$ 、人のタイプの集合を H 、ユーザのタイプを $h \in H$ とする。

3.2.1 精神的負荷度

あるタスクをしなければならないというユーザにかかる精神的な負荷の度合いを精神的負荷度 $Burden(t, h)$ とする。 $0 \leq Burden(t, h) \leq 1$ として、値が大きいほどタスク t を行わないことに対するユーザの精神的負荷が大きいものとする。ユーザには、精神的負荷度の合計 $SUM_B = \sum_{t \in T} Burden(t, h)$ がかかると考える。また、タスクが完了することで SUM_B からそのタスクの精神的負荷度 $Burden(t, h)$ を減算する。

3.2.2 疲労度

あるタスクを行うことによる疲労をユーザにかかる疲労度 $Fatigue(t, h)$ とする。 $-1 \leq Fatigue(t, h) \leq 1$ として、値が大きいほどユーザの疲労が大きく、マイナスの値は疲労の回復を意味するものとする。タスクを行うことで、そのタスクの疲労度が疲労度の合計 SUM_F に加算される。全てのタスクを完了するとユーザには、疲労度 $SUM_F = \sum_{t \in T} Fatigue(t, h)$ がかかると考える。

3.2.3 時間

タスク t の実行にかかる所要時間を $Time(t)[min]$ とする。また、タスクスケジューリングが行われる全体の時間を対象時間 D とする。例えば、21時に帰宅から就寝時刻25時までをスケジューリングの対象とする場合、 $D = 4h = 240min$ となる。

3.3 ケーススタディ

本研究が活用できるケーススタディを挙げる。仕事で20時に帰宅し、次の日も6時に起床して7時には出勤のために家を出る一人暮らしのサラリーマンAについて考える。Aは仕事で疲れている(帰宅時の疲労度3)ので、ゆっくり休みたいと思っているが、部屋掃除や洗濯などの家事タスクをやらずに先送りにしてしまうのはどうなのかと思っている。この時、Aは仕事による疲労と

未消化の家事タスクがあることによる精神的負荷を抱えている。家事タスクを行おうとするが、それによって疲労がより溜まった状態で翌日の仕事に出かけることになることを考えると、どのようにタスクスケジュールを組みすべきか悩む状況である。

ここで、タスクスケジューリングを行うことを考える。翌日会社に行くために家を出るまでに、タスクの集合を $T = \{ \text{部屋掃除, 洗濯, 入浴, 睡眠, 外出の準備, 料理, 洗い物, TV, スマホ} \}$ として、タスク毎の所要時間、精神的負荷度、疲労度は表1とする。睡眠は60分取った場合の疲労度が-0.3とする。

表 1: タスク一覧

タスク	所要時間 (分)	精神的負 荷度	疲労度
T_1 :部屋掃除	60	0.3	0.3
T_2 :洗濯	60	0.5	0.3
T_3 :入浴	30	0.7	-0.2
T_4 :睡眠	270 ~ 480	1	-1.35 ~ - 2.4
T_5 :外出の準備	30	0.8	0.2
T_6 :料理	30	0.5	0.1
T_7 :洗い物	30	0.6	0.2
T_8 :TV	60	0	-0.2
T_9 :スマホ	30	0	-0.2

対象時間 D は、睡眠時間の決め方によって変わる。タスク集合 T からタスクの総所要時間の合計が対象時間 D 以下になるようにタスクの組み合わせを考えると、タスクスケジューリングを列挙する。列挙したタスクスケジューリングの精神的負荷度と疲労度を算出し、比較する。精神的負荷度または疲労度が最小になるパターンや精神的負荷度と疲労度が幾つかの割合で増えているパターンを選び、ユーザにタスクスケジューリング候補として提示する。

(1) 精神的負荷度が最小になる場合 (ケース a): $T_a = T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6, T_7, T_8, T_9$ としたときに $SUM_B = 0$ となる。タスクを行う時間を考慮すると睡眠時間は270分となるので $SUM_F = 2.15$ となる。

(2) 疲労度が最小になる場合 (ケース b): $T_b = T_3, T_4, T_8, T_9$ としたときに、 $SUM_B = 2.7$ となる。睡眠時間は540分となるので $SUM_F = 0$ となる。

(3) 精神的負荷度と疲労度のバランスが取れた例 (ケース c): $T_c = T_1, T_3, T_4, T_5, T_6, T_7, T_9$ としたときに、 $SUM_B = 0.5$ となる。睡眠時間は390分となり、 $SUM_F = 1.45$

となる。

以上3つのパターンが候補として挙げられたとき、ユーザAはこの中から1つを選択してタスクスケジュールを決定し遂行することができる。例えば、翌日の会社のために疲労度を軽減することに重点をおく場合は、(2)のパターンを選択することで、疲労度が少ないスケジュールを組むことができる。このように、ユーザの家事タスクにおける意思決定を支援する。

4. 提案手法

意思決定支援システム構築のために必要な要件を以下に示す。

シミュレーション

タスクスケジュールを提案するために、様々なタスクスケジュールをユーザとタスクの情報を用いてシミュレーションする必要がある。各タスク $t \in T$ 、各人のタイプ $h \in H$ に対して、タスクスケジューリングを行い、各スケジュールの精神的負荷度と疲労度の合計を算出して、ユーザに比較検討できるようにスケジュール候補リストとして出力することが必要である。

ユーザのモデル

シミュレーションをするにあたり、ユーザの嗜好や行動パターンを反映した上で、各タスクによる疲労度や精神的負荷を算出するために、ユーザのモデル構築が必要となる。アンケート等を通して、その人の性格や体調、予定を考慮したユーザのタイプ h を決定する必要がある。

ユーザへの提示

ユーザが候補スケジュールの違いや現在の自分に適した選択肢が直観的にわかるようなユーザインタフェースが必要である。

図2に上記の要件を満たす提案システムの構成を示す。

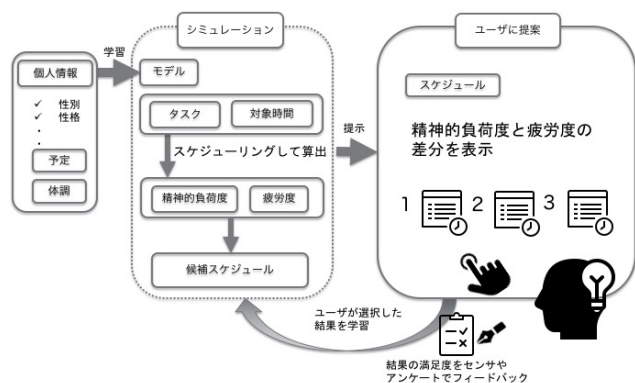


図2: 提案システム

システムの流れとしては、性別や性格などの情報、ユーザの予定や体調を入力としてユーザのモデルを作成し、そのモデルとタスク、対象時間からスケジューリングを行い、精神的負荷度と疲労度を算出して、ユーザに適したスケジュール候補をユーザに提示することでユーザの意思決定を支援する。ユーザへの提示方法としては、スケジュールを表示するだけでなく、スケジュール毎の精神的負荷度と疲労度の差分を表示することで、ユーザがスケジュール候補から今の自分に適したスケジュールを選択しやすくなると考える。ユーザが選択したスケジュールとスケジュールを実行した後にセンサやアンケートを用いてQoLを評価し、その結果をシミュレーションに反映させることで精度の向上が見込める。

5. まとめ

本稿では、家事タスクを行う前後にユーザにかかる精神的かつ身体的負担を精神的負荷と疲労度として定義して、家事タスクの複数のスケジューリングに対し、それらの変化をシミュレーションして示すことで、宅内におけるユーザの意思決定を支援するシステムの提案を行った。今後の課題として、人のタイプごとのモデル構築や構築したモデルを基とした家事スケジュールのシミュレーション、ユーザに提示するスケジュールの効果的な抽出方法、ユーザのスケジュール選択結果のフィードバック方法を詳細化していくことが挙げられる。

参考文献

- [1] オウチーノ. 一人暮らし社会人の「家事」実態調査. https://corporate.o-uccino.jp/wordpress2/wp-content/uploads/2013/11/pr20131128_shakaijinkaji.pdf, 2013.
- [2] Eri Nakagawa, Kazuki Moriya, Hirohiko Suwa, Manato Fujimoto, Yutaka Arakawa, and Keiichi Yasumoto. Toward real-time in-home activity recognition using indoor positioning sensor and power meters. In *Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)*, 2017 IEEE International Conference on, pp. 539–544. IEEE, 2017.
- [3] Kazuki Moriya, Eri Nakagawa, Manato Fujimoto, Hirohiko Suwa, Yutaka Arakawa, Aki Kimura, Satoko Miki, and Keiichi Yasumoto. Daily living activity recognition with echonet lite appliances and motion sensors. In *Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)*, 2017 IEEE International Conference on, pp. 437–442. IEEE, 2017.

- [4] 上田健揮, 玉井森彦, 荒川豊, 諏訪博彦, 安本慶一. ユーザ位置情報と家電消費電力に基づいた宅内生活行動認識システム. 情報処理学会論文誌, Vol. 57, No. 2, pp. 416–425, 2016.
- [5] 佐々木渉, 藤原聖司, 藤本まなと, 諏訪博彦, 荒川豊, 安本慶一. スマートホームデータの時系列分析に基づく宅内行動生起タイミングの予測. マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2018) シンポジウム論文集, pp. 1220–1226, 2018.
- [6] Zong-Hong Wu, Alan Liu, Pei-Chuan Zhou, and Yen Feng Su. A bayesian network based method for activity prediction in a smart home system. In *Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2016 IEEE International Conference on*, pp. 001496–001501. IEEE, 2016.
- [7] Younggi Kim, Jihoon An, Minseok Lee, and Younghee Lee. An activity-embedding approach for next-activity prediction in a multi-user smart space. In *Smart Computing (SMARTCOMP), 2017 IEEE International Conference on*, pp. 1–6. IEEE, 2017.
- [8] The WHOQOL Group. The development of the world health organization quality of life assessment instrument (the whoqol). In *Quality of life assessment: International perspectives*, pp. 41–57, 1994.
- [9] Chishu Amenomori, Teruhiro Mizumoto, Hirohiko Suwa, Yutaka Arakawa, and Keiichi Yasumoto. A method for simplified hrqol measurement by smart devices. In *7th EAI International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare*, 2017.