

家族の協調による TODO タスク達成管理

味方さやか[†] 小林 一郎^{††}

[†] お茶の水女子大学 理学部 情報科学科 小林研究室 〒112-8610 東京都文京区大塚 2-1-1

^{††} お茶の水女子大学 大学院 人間文化創成科学研究科 理学専攻 〒112-8610 東京都文京区大塚 2-1-1

E-mail: [†]{ajikata.sayaka,koba}@is.ocha.ac.jp

あらまし 家族のような生活共同体における集団生活では、共通の TODO タスクが発生する。それらの TODO タスクは家族の誰かが達成しなければならないものであり、共同体構成員に負担をかけずに達成されることが望ましい。このことより、本研究では、家族の構成員の個々の能力やスケジュールを考慮して、互いが協調することにより負担を軽減し、効率よくタスクを達成できるように振り分けがなされたスケジュールの作成方法を提案する。スケジュールの作成には、個々のタスクが持つ複数の特徴を制約条件とし、多目的遺伝的アルゴリズムを利用する。

キーワード TODO 達成支援, 家族による協調, スケジュール, 多目的遺伝的アルゴリズム

TODO Task Management Based on Family Cooperation

Sayaka AJIKATA[†] and Ichiro KOBAYASHI^{††}

[†] Dept. of Information Science, Faculty of Sciences, Ochanomizu University 2-1-1 Ohtsuka, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8610 Japan

^{††} Graduate School of Humanities and Sciences, Advanced Sciences, Ochanomizu University 2-1-1 Ohtsuka, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8610 Japan

E-mail: [†]{ajikata.sayaka,koba}@is.ocha.ac.jp

Abstract In the small community like a family, TODO tasks to be performed by the members for making the community life easier. The TODO tasks have to be performed by someone in the community, therefore, it is preferable that the tasks should be performed without big efforts by the members. In this context, we focus on TODO task management in a family, and propose a method to make a schedule in which the family members cooperate each other to achieve TODO tasks by taking each member's ability and schedule into account. In order to make such a schedule, we use the Multi-Objective Genetic Algorithm under the constraints from the plural properties of each TODO task.

Key words TODO Task Management, Family Cooperation, Schedule, Multi-Objective Genetic Algorithm

1. はじめに

近年、コンピュータの普及により、個人の TODO タスク管理やグループ活動におけるスケジュール共有のためのツールは多数存在するようになった。これらの多くは個人の活動を想定したものや、ビジネスシーンにおける情報共有を目的としたものであり、それぞれの個人が持っている情報の整理をしやすくすることを目的としているものがほとんどである。一方、私たちは日常生活において、多くの場合、共同体の一員として生活をしている。特に、多くの人が属している共同体として家族が挙げられる。家族は、個人の TODO タスクをこなしつつも、家

庭内では家族共通の TODO タスクが発生しているため、共通の TODO タスクの分担や、委託は日常的に行われている。この家族共通の TODO タスクは家族の誰かが達成しなければならないものであり、また、達成する人が誰であってもお互いの負担にならないよう、各個人の能力や予定を考慮したタスク分担が行われることが望ましい。そこで、本研究では個々のタスクの性質や家族のメンバーの能力を考慮し、家族が協調することにより負荷を最小限にとどめながら TODO タスクを達成する多目的遺伝的アルゴリズムを用いたタスク分担手法を提案する。

2. 関連研究

現在、家庭内でのコンピュータやインターネットの普及により、Web カレンダーや TODO 管理ツールは多数存在する。また、企業や組織内での利用を目的としたグループウェアも多数存在し、広く普及している。しかし、これらの多くは主に情報整理や情報共有を目的としたものであり、効率的なスケジュールの作成を目的としたものではない。一方、生活の支援をする目的で家族を対象としたグループウェア [1] [2] の開発も報告されているが、これらは互いの予定を明確にすることを目的としたものや、コミュニケーション支援を中心としたものが多く、家族の協調による TODO タスク達成は考慮されていない。

複数人が協調するスケジュール作成の問題においては、従来からナーススケジューリング問題が代表的な問題となっている。山口ら [3] は複数の制約条件の下、可能な限り、与えられた制約を満たすような解を見つけるために、各制約の重み付き総和を評価関数とし、ナーススケジューリング問題を制約充足問題として確率的山登り法を用いて解を探索している。また、大谷ら [10] は、看護師の多様な要求に応えるべく、目的関数を複数設定することによって生じる評価関数の重み付けパラメータの設定問題を回避する、遺伝的アルゴリズムを用いたナーススケジューリング問題の解法を提案している。組合せ最適解を求める際に、広い解空間の中から最適に近い解を実時間で探索する手法として、遺伝的アルゴリズムが用いられている。

ユーザの好みを反映したスケジュール管理システム [7] や、グループ内での協調的なタスク管理を行うためのシステム [8] などの開発が進められているが、これらはそれぞれ単一の目的関数によってスケジュールの良さを評価している。家族が協調して TODO タスクを効率良く達成するスケジュールは、家族の一人ひとりの特性や各々の予定を考慮するなど、複数の観点から評価され作成される必要がある。よって、本研究ではこれらを複数の目的関数によって評価を行う多目的最適化問題と考え、多目的遺伝的アルゴリズムを用い、家族が互いの特性や予定を考慮し、互いに協力し合い、より効率よくタスクをこなせるようなスケジュールの作成の支援を行う。

3. 家族における TODO タスク管理

家族は、構成員の一人ひとりが各々のスケジュールを持っている。これらのスケジュールは本人がこなさなければならないものであり、本人が属する家族には直接関係のないコミュニティで発生するタスクである。一方で、家族のように生活共同体として一緒に生活をしている場合、共同体の生活を維持するために必要となるタスクは日常的に発生する。これらの多くが家族の一員であれば誰がこなしてもよいものであり、タスクの依頼や分担は日常的に行われている。この際、タスクの分担において、個々の家族員のスケジュールや能力などが考慮されなければ、家族の負荷を軽減した効率的なタスク達成は実現できないので、タスクの特徴や家族員のプロフィール情報などに基づいたタスク達成のためのスケジュール作成が望まれる。図 1

にイメージ図を示す。

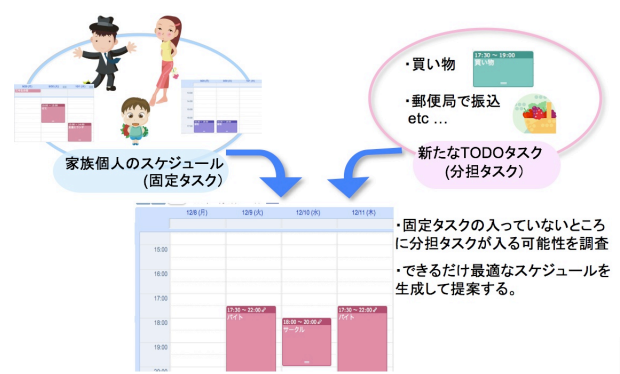


図 1 スケジュール作成のイメージ

3.1 TODO タスクの特徴成分

TODO タスクはタスクを特定するための基本情報として、いくつかの特徴成分を持っていると考えられる。そこで本研究では TODO タスクの特徴成分として、(1) タスクを行う日付 (2) タスクのカテゴリ (3) タスクを達成するための場所 (4) タスクの期限 (5) タスク達成に必要な時間、の以上 5 つの要素が含まれているとする。

3.2 TODO タスクの達成条件

TODO タスクを達成するためには特徴成分に合った条件の下、タスクが達成される必要がある。その条件は以下の 3 つであるとする。(i) タスクは期限内に達成される (ii) 条件に合った場所でタスクが達成される (iii) タスクに合った能力の家族員によってタスクが達成される。

3.3 固定タスクと分担タスク

本研究では家族の共通のタスクを分担するにあたって、元々各個人が持っているスケジュールは変更せず、予定の入っていない時間にタスクを振り分けることとする。そこで、スケジュールにあらかじめ入力されている個人の予定で、本人が達成しなければならないタスクを「固定タスク」、制約条件を満たせば誰が達成してもよいタスクを「分担タスク」と呼ぶこととする。

3.4 スケジュールの作成

新たに作成するタスク分担がなされたスケジュールは、家族員のスケジュールの空き時間に分担タスクを挿入する組み合わせの数だけ存在する。また、スケジュールの組み合わせを見つける際に、TODO タスクの達成条件や、TODO タスクの特徴成分を考慮しなければならない。組み合わせ最適化問題を解く方法として、いくつかの手法が考えられるが、本研究では組み合わせの対象となる計算空間が大きくなることから遺伝的アルゴリズムを用いて対象となる問題の解を発見する。

3.5 多目的遺伝的アルゴリズム

本研究では、スケジュールの作成に伴い、適応度関数を複数

持つため、遺伝的アルゴリズムを多目的最適化に拡張した多目的遺伝的アルゴリズムを利用する。多目的遺伝的アルゴリズムは、適応度関数が複数ある場合の最適化計算を行う解法である。一般に、複数の適応度関数は競合し合うため最適解が一つとは限らず複数の解候補（パレート最適解）が得られ、どれが最適な解か優劣を付け難い。本研究においては、得られたパレート最適解に対して、複数の適応度関数から成る最終評価関数を導入し、一意の解を求めている。

3.6 TODO タスク管理のためのコーディング

分担タスクを家族員それぞれのスケジュールの空いているところに挿入し、家族全員の負荷を最小限にとどめながら、発生した TODO タスクを達成するスケジュールを多目的遺伝的アルゴリズムを利用することにより作成する。以下に、具体的なコーディング方法、制約条件の設定について説明する。

3.6.1 各タスクの遺伝子モデル

タスクがスケジュールに入っている状態から、カレンダーを一定時間ごとに分割し、その時間をタスク振り分けの最小単位時間とする。本研究では、組み合わせ最適化にかかる計算時間を考慮して今回は最小単位時間を 1 時間と設定した。その最小単位時間を 1 時間とした。この最小単位時間は遺伝的アルゴリズムのモデルにおいて一つの遺伝子座に相当し、実際の時間が短ければ短いほど詳細なスケジュールの作成が可能になる。1 時間ごとに区切られたカレンダーの中にタスクが入力されていれば、タスクが持つそれぞれの特徴成分を、それを示す特定のラベルまたは数値に変換し、遺伝子座に入力することによりコーディングを行う。各タスクは、特徴成分として 3.1 に示した (1) から (5) の特徴を持つ。(1) タスクを行う日時 (E_{date}) (2) タスクのカテゴリ ($E_{category}$) (3) タスク達成のための場所 (E_{place}) (4) タスクの期限 (E_{limit}) (5) タスク達成に必要な時間 (E_{time}) また、遺伝的アルゴリズムの処理を行う観点から、便宜的に 6 番目の特徴成分として、以下の特徴を付与する。(6) タスク番号 (E_{number}) タスクが入っていない場合はタスクの情報がないと考え、0 を入力する。

3.6.2 家族のスケジュール遺伝子モデル

各タスクを上記のようにモデル化すると、各個人のスケジュール全体は直方体の集合で表現できる。また、家族全員のスケジュールは家族の構成員のスケジュールの集合として考えることができ、図 2 に示すようなモデルとなる。

3.6.3 交叉方法と突然変異

交叉方法にはさまざまな種類のものが存在するが、本研究で取り扱っている問題は、スケジュールの中の個人に特化した固定タスクは他の家族員のスケジュールと交換することができないため、ナップサック問題のように遺伝子の一部を交叉により丸ごと変更することができない。そのため、交叉方法には、巡回セールスマン問題を解く際に一般的に利用される Partially Matched Crossover(PMX) を利用し、突然変異には

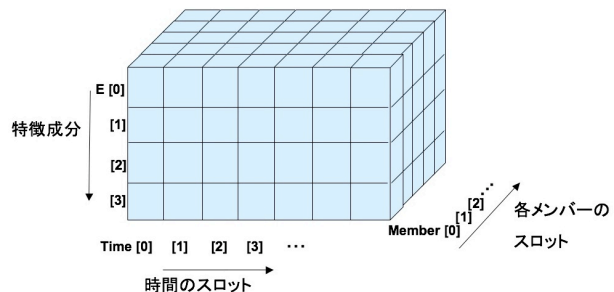


図 2 家族のスケジュールの遺伝子モデル

The Exchange Mutation Operator(EM) を利用する。

3.6.4 制約条件

スケジュール作成の際、同一日時にタスクを 2 個以上挿入することはできないので、ダブルブッキングが起らないよう制約条件を設定する。本研究では固定タスクの入っていないところに分担タスクを振り分け、スケジュールを作成するため、固定タスクは交叉・突然変異を起こさないようにする。また、各タスクはタスク達成のための期限を持っているので、期限内にタスクが達成されるよう振り分ける。期限がない場合は特にこれは考えない。

3.6.5 適応度関数

スケジュールは、家族の負担を軽減するような複数の目標の下に作成されるため、目標の数と同数の適応度関数が設定される。以下に各適応度関数について説明する。

・移動コストの評価

各タスクは達成条件の一つとして場所が限定されている場合がある。振り分けられるタスクをこなす際に、タスクが挿入される時間帯の前後の予定を考慮し、場所移動が少ない方がタスク達成の負担が少ないと考えられる。そこで、生活の拠点を中心として E_{place} の値を 0 とし、そこから離れるごとに E_{place} の値を大きくなるように設定する。すると、タスクごとの E_{place} の値の差が大きい程移動距離が長くなり、小さい程移動距離が短いと言える。このように移動コストについての適応度はタスクごとの E_{place} の差の和で評価する。

・タスクのカテゴリに対する負荷の評価

各タスクは特徴成分としてタスクのカテゴリが入力されている。また、家族のプロファイル情報として、スケジュールと共に家族それぞれが得意とするタスクのカテゴリを順位付けし、点数化した情報を用意しておく。タスクが持っている $E_{category}$ の値からタスクのカテゴリを判別し、カテゴリと家族のプロファイル情報から、そのタスクを達成するのに適している人物かどうかを評価する。これにより、タスクのカテゴリに対する家族の負担を評価する。図 3 にそのイメージ図を示す。

・タスクの連続による負荷の評価



図3 タスクのカテゴリによる負荷の判定

人が活動することのできる時間の中で、予定が入っている時間が多いと、人はタスクを負担に感じる。そこで、新たな分担タスクを振り分けるときに、仕事の連続数によってタスクの負荷を評価する (図4 参照)。

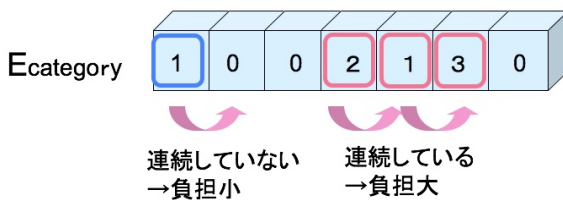


図4 タスクの連続による負荷の判定

・スケジュールの最終評価

上記に説明した複数の適応度関数の値に基づき、最終的に適応度関数の値の総和の大きいものを最適なスケジュールとし、Google カレンダーに出力する。

4. 実 験

スケジュールの出力には Google カレンダーを利用した。4 人家族を想定し、スケジュールの割り振りが行われるのは、午前 8 時から午後 10 時までとした。また、今回は一週間分のスケジュールを作成することとした。

下記の 2 つのケースについて、スケジュール作成結果を比較した。(1) どの家族員も等しいプロフィール情報を持つ場合 (2) 各家族員がそれぞれに特化したプロフィール情報を持つ場合

また、図5に示すプロフィール情報を与えた。プロフィール情報はカテゴリ別に 10 点満点で、点数を付け、点数が高いものが得意と判断する。

(1), (2) それぞれの出力結果を図6, 7のように示す。カレンダーは家族員ごとに色分けしており、青は A さん、赤は B さん、黄は C さん、緑は D さんのカレンダーである。また、図6, 7 は一週間分の家族全員のスケジュールである。

図6に示されるプロフィール情報を与えなかった出力結果では、1 日目の A さんのスケジュールが連続していることがわかる。また、4 日目、5 日目の午前中には誰のスケジュールにもタ

タスクのカテゴリ	Aさん	Bさん	Cさん	Dさん
1 家事	1	10	2	8
2 料理	5	8	3	6
3 買い物	7	7	5	4
4 力仕事	10	2	7	2
5 車の運転	10	10	0	0
6 ペットの世話	2	6	7	10

図5 プロファイル情報

スクが入っていないため、家族員の誰かにタスクを割り振ることが可能であると考え。また、1 日目の A さんのスケジュールに家事が割り振られている。この様に図6に示される出力結果はプロフィール情報を持たないため、個々に割り振られるタスクのカテゴリには統一性がない。また、交叉を行う際に、適応度関数に変化が起きにくいため、早い段階で収束することが予想される。

一方、プロフィール情報を与えた出力結果、図7では1日目の A さんのタスクの数が減り、他の家族員にタスクが割り振られていることがわかる。また、図6では空いていた、4 日目、5 日目のスケジュールにも新たにタスクが割り振られていることがわかる。また、家事が得意というプロフィール情報を持つ D さんに家事というタスクが割り振られている。個々に割り振られたタスクのカテゴリは、ある程度はプロフィール情報が考慮されていると考えられる。しかし、適応度の評価には複数の適応度関数が関係するため、プロフィール情報を与えたからと言って、全ての分担タスクにおいて、プロフィール情報が考慮されるとは限らない。プロフィール情報を与えると、交叉が起る度に、ある程度、適応度関数が変動するため、プロフィール情報を与えなかった場合に比べ、収束する世代数は増えた。

同様に移動距離についても実験を行ったところ、タスク達成のための場所と、タスクの割り振りには相関関係があった。

本研究では、3 つの適応度関数を導入し、最終評価をする際はそれらの関数を線形式として表現している。現段階において、それぞれの適応度関数については、重要度に基づく重みづけは行っていない。各適応度関数の評価については、重要度の捉え方に個人差があると考えため、ユーザーに合った適応度関数の検討が必要であると考え。

5. 考 察

本研究においては、家族が協調し、発生した TODO タスクをこなす効率の良いスケジュールを作成するために、複数の制約の下において組合せ最適化を行う、多目的遺伝的アルゴリズムを用いた問題解決方法を示した。遺伝子モデルのコーディングには、遺伝子の一つのセルをタスク振分けの最小時間単位とし、さらにタスクの特徴成分を考慮した適合度関数を採用するために、一人の家族員のスケジュールを 2 次元配列で表現した。さらに家族全員のスケジュールの最適化を行うことから、家族全員のスケジュールの遺伝子モデルを 3 次元配列で表現した。また、TODO タスクを割り振った最適な家族のスケジュールを作成するために、TODO タスクが持つ特徴成分に基づき、ダ

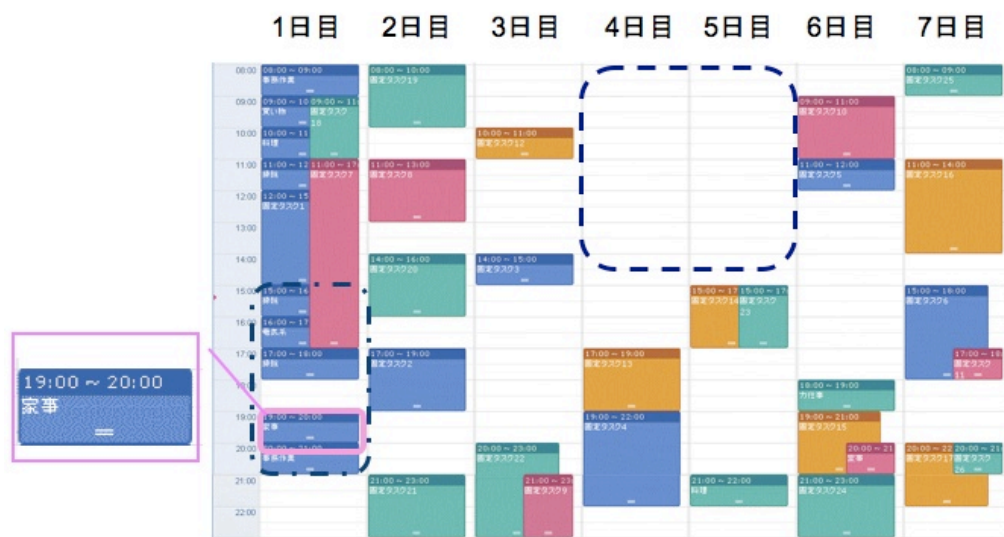


図 6 プロファイル情報を与えなかった場合のスケジュール

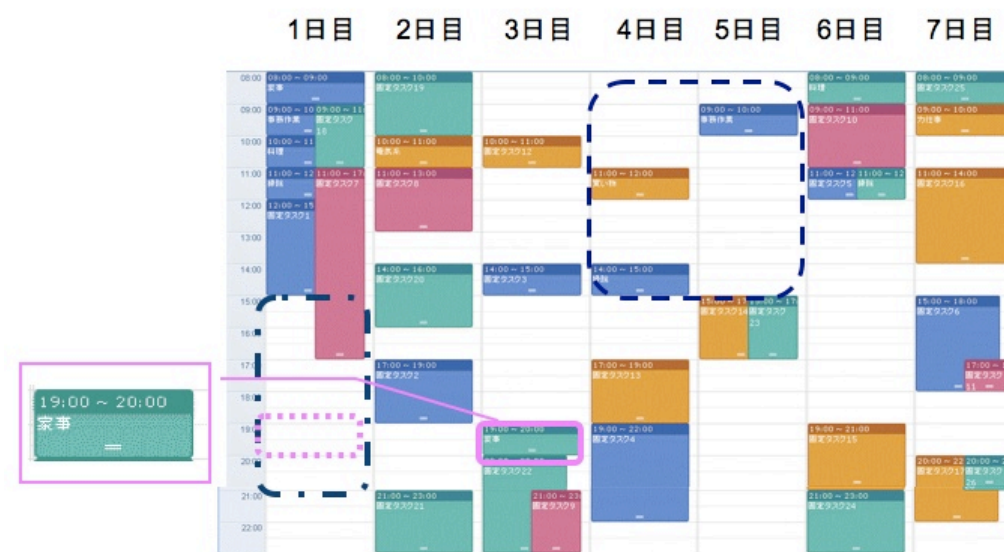


図 7 プロファイル情報を与えた場合のスケジュール

ブルッキングの禁止，タスクの期限内達成，固定タスクの交叉・突然変異の禁止，のような複数の制約の設定，および場所移動，専門性，タスク連続性による負荷のような適応度関数を設定した．

6. おわりに

家族の能力や予定を考慮し，互いが協調することで効率よくタスクを達成することの出来るようなスケジュール作成手法を多目的遺伝的アルゴリズムを用いて提案した．また，本研究では，長期スケジュールではなく，一週間といった短期スケジュールの作成を目的とし，タスク振分けの最小時間単位を 1 時間として考えたが，計算量が多少多くはなるが，長期スケジュール

を作成することや最小時間単位をより短くすることも可能である．また，本研究は家族を対象としたが，プロフィール情報を保持していれば家族以外にも適応可能である．一方，今回は，タスク分担をするにあたって，各個人が元々保持しているタスクの組み替えは行っていない．つまり，誰の空き時間にどの仕事を入れたらよいかという組み合わせを調べ，スケジュールを作成したため，固定タスクを組み替えた方が効率の良いスケジュールができる可能性については検討していない．また，タスクの特徴成分であるタスク達成のための場所や時間についてはユーザの感覚に頼っており，正確な地図上での移動距離や移動時間に対する取り扱いについて現在是对処していない．今後の課題として，これらのことを改善し，より実際の日常生活の中で利用可能な TODO タスク管理支援を実現するつもりであ

る.

文 献

- [1] Kathryn Elliot, Carman Neustaedter, Saul Greenberg: Sticky Spots: using location to embed technology in the social practices of the home, Proc. of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction, pp. 79-86, 2007.
- [2] Carman Neustaedter, A.J.Bernheim Brush: “LING-ing” the Family: The Participatory Design of an Inkable Family Calendar, CHI2006, ACM Press, pp.141-150, 2006.
- [3] 山口翁央, 大園忠親, 伊藤孝行, 新谷虎松, “制約充足問題によるチームを考慮したナーススケジューリングシステムの実装”, 第19回人工知能学会全国大会論文集 (CD-ROM), June 2005
- [4] 丸山敦史, 柴田直樹, 村田佳洋, 安本慶一, 伊藤実, “観光スケジュール作成支援とスケジュールに沿った経路案内を行うパーソナルナビゲーションシステム”, 情報処理学会論文誌, Vol.45, No.12, pp.2678-2687, 2004
- [5] 玄 光男, 林 林, ネットワークモデルと多目的 GA, 共立出版, 2008
- [6] 森直樹, Java で学ぶ遺伝的アルゴリズム, 共立出版, 2007
- [7] 伊藤孝行, 新谷虎松, “好みに基づく分散 ATMS を用いたグループスケジュール管理システムについて”, 第34回人工知能基礎論研究会, 人工知能学会, pp.75-80, 1998.
- [8] 大向一輝, 武田英明, “人間関係ネットワークに基づく情報フィルタリングを用いた協調的タスクスケジューラ”, 電子情報通信学会論文誌, D-I, 情報・システム, I-情報処理, Vol.J87-D-I, No.11, pp.1020-1029, 2004
- [9] (財) 鉄道総合技術研究所 運転システム研究室, 鉄道のスケジューリングアルゴリズム コンピュータで運行計画をつくる, NTS, 2005
- [10] 大谷慎, 長谷山美紀, 北島秀夫, “ナーススケジューリング問題のGAによる解法に関する考察”, 電子情報通信学会技術研究報告.ITS, vol.101.No.625, pp.125-130, 2002