

在宅介護における効果的な能力別介護者割当メカニズム

伊達 浩†

†山形大学工学部

松尾 徳朗‡

‡山形大学理工学研究科

1 はじめに

近年、日本では少子高齢化が進んでおり、医療や再就職等が注目を集めている。近年の人口推移から読み取れるように、日本の出生率は年々減少しているが、医療や福祉の発達から平均寿命は高まっている。このことから、人口に占める高齢者の比率は、急速に高まって行くことが見込まれている。このような傾向は年々加速しており、日本の社会は急速に少子高齢化社会に向かいつつある。

少子高齢化が進んでいると同時に高齢者単独の世帯数の増加も進んでおり、高齢者との同居率も低下する傾向にある。高齢者単独の世帯が増加すると、介護が必要である高齢者の側に介護してくれる人がいないという事態が発生してくる事は想像するに難しくない。また、厚生労働省が行っている国民生活基礎調査によると、要介護者と同居している主な介護者の年齢が高齢者が多い事から、介護をする人間の半分以上が高齢層に集中している事が分かる。これらの事から、今後日本では介護が必要な人々は増加する事になり、より多くの介護者が必要になると容易に考えがつく。

このような社会状況から、在宅介護の重要性は今後ますます高まっていくと考えられる。実際に日本においては、医療の分野において、高齢者を在宅でケアする取り組みが盛んになりつつあり、効率的な人的資源の確保が重要な問題として扱われている。世論を反映するように、ケアをする人材を派遣する事業は近年発達している分野であり、派遣のスケジューリング等は事業管理者にとって考慮すべき事項である。ケアする人材は一般にヘルパーと呼ばれ、高齢者を中心に生活の手助けを求める顧客にサービスを提供する。ヘルパーがどの老人を担当し、サービスを提供するかが管理者にとって重要な問題になっている。

本論文では、このスケジューリングをタスク割当としての視点で問題解決する。割当は、ヘルパーの人数、サービスの種類、タイムテーブル、および高齢者の人数に応じて指数関数的に増加する。本論文で提案するアルゴリズムは制約充足問題に基づき、要素を制約と捉え、解空間を縮小する事によって最適解を導き出す。

本研究では高齢者の在宅介護に着目し、介護を受ける人々の趣向に沿った在宅介護のメカニズム、また、介護側のスケジューリング支援メカニズムを提案する。以下、2章では関連研究について述べる。3章では定義について説明し、4章で組み合わせアルゴリズムについて例を用いて説明し、5章で議論として本論文で提案した手法の妥当性と拡張性について述べる。6章で本論文についてまとめ、今後の展望を示す。

2 関連研究

2.1 制約充足問題

制約充足問題 (CSP) とは、各変数に対応する離散値の有限集合のドメインから値を選択し、すべての制約を満たすように各変数に対して値を割り当てる問題である。制約とは適用

対象の構成要素およびその属性間で成立する関係を方向性を与えない形で記述したものである。一般に、制約を充足する事は、すべての制約が満足されるようにネットワーク中のすべての変数に対して値を求めることに相当し、単解または全解を求めることを意味する [1]。

2.2 ナーススケジューリング問題

介護における多属性効用問題の例としてナーススケジューリングが挙げられる。ナーススケジューリングとは、複数の看護師に、一定期間のワーキングシフトを割り当てる問題である。法的規則、組織のルール、最小人員配置、看護師の休暇、看護師の希望等の制約を設け、これらを満たすように、ワーキングシフトを割り当てる。実際の条件は、必要人数の確保、技術レベルの考慮、夜勤/日勤等の勤務回数の規定、休みの希望、特定の勤務パターンの禁止等が挙げられるが、これらの条件を全て満たす事は困難であり、解が存在しない過制約な問題になる。山口らは、この問題に対して条件ごとに異なる重要度を設定し、重要度が最も高い値を可能な限り求めている [2]。

本研究は、在宅介護のメカニズムについて考える。在宅介護はナーススケジューリングとは異なり、介護者が被介護者宅に出向き介護を行う形式であるため、移動時間が問題になってくる。この事がナーススケジューリングとの最大の差である。また、ナーススケジューリングでは、病院における看護師のスケジュール管理を目的としているために、被介護者側から看護師の選択はできない。本研究ではこの点を考慮し、被介護者が介護を申し込む時にある程度自分の要求にあったような看護師を指定できるようなメカニズムを考案する。

3 組み合わせメカニズム

以下の手順で老人とヘルパーの組み合わせを行う。

Step1 老人の要求を基に、それぞれのヘルパーが担当できる老人を抽出しリストにする。具体的には、老人の予算とヘルパーの料金を比較し、金銭的に雇用可能な集合を抽出し、リストにする。また、老人が介護に求める技術力とヘルパーの技術力を比較して技術的に雇用可能な集合を抽出してリストにする。

Step2 Step1 で作成された 2 つのリストを両方満たすような組み合わせを抽出し、老人が総合的に雇用できるリストを作成する (List1)。金銭的かつ技術的に満たされるヘルパーの集合が空集合の場合、金銭的に雇用可能なヘルパーのリストを用いる。

Step3 List1 を探索し、雇用可能なヘルパーの少ない老人の順に組み合わせを行う。ヘルパーは、賃金の高い順に候補を選び、労働時間 ≤ 8 を満たすヘルパーを最終的に担当とする。

本論文で提案する手法は、制約に基づき、解空間を絞り込んだ後、探索を行う。これによって、全探索よりも短い時間で妥当性を持った最適解が発見できる。

Effective Allocation Mechanism for at-home Nursing According to Ability of Helper

†Hiroshi Date ‡Tokuro Matsuo

†Graduate School of Information Science, Yamagata University

‡Faculty of Engineering, Yamagata University

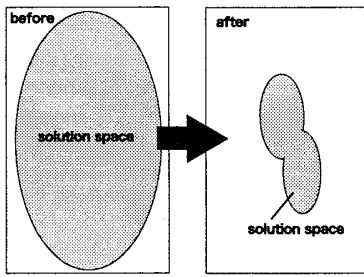


図 1: 解空間の絞り込み

4 実験

全探索に比べて、本手法が有効である事を示す為に、シミュレーションを行った。ヘルパー5人に対して、老人10, 20, 30, 40, 50人を組み合わせた。老人の望む技術と予算、ヘルパーの料金と技術の値を、確率に基づいてランダムに値を与え、組み合わせを行う間のCPU時間を計測した。この過程を1000回繰り返して、平均をとった値を実験値とした。同条件で全探索と本手法による組み合わせを行い、その時間を比較した。今回の実験はC言語で記述し、MacOSX10.4.11が動作しているMacmini (CPU Intel Core Duo1.84GHz・メモリ1GByte)にて実験を行った。

実験結果は以下ようになった。どちらの手法においても

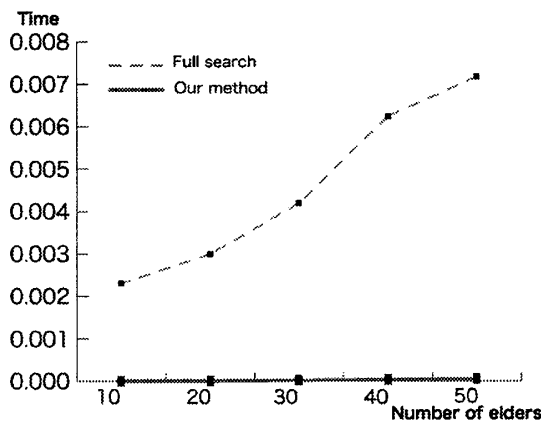


図 2: 実験結果

老人の数、ヘルパーの数が増えると計算時間は増大した。一方で、どの設定においても全探索よりも本手法の方が計算時間が速い結果となった。この事から、本手法は全探索に比べて最適解を探索する計算時間的に優れているといえる。

上記の実験以上のヘルパーの人数を考えた場合、全探索手法では最適解は対応できない可能性があると考えられる。現実では例以上のヘルパー、老人が存在するケースが多いため、全探索手法ではこのような在宅介護問題に対応できない。上記の実験では、時間、金銭、技術の3つの制約を用いて、1つの仕事に対してヘルパーと老人の組み合わせを行った。現実的な状況を適用した場合、更に多くの制約、人数の増加等の要因が考えられる。しかし、制約が多くなっても、解空間を絞った後に探索を施すという本論文で提案する手法は有効であると考えられる。

5 議論

本章では本論文で提案したメカニズムの妥当性と有用性について議論する。

探索を行う前に削除した組み合わせについては制約の条件上、最適解になり得ない組み合わせである。よって、これらの組み合わせの中には最適解は含まれていないので、削除した組み合わせに関しては探索を行わなくても妥当性は保証される。この操作の後、残った組み合わせから最適解を求めるので最適解の可能性のある空間は全探索を行っている事になるため、本手法の妥当性は十分に確保されていると言える。

本論文で提案した手法において、制約は金銭面、介護の質、ヘルパーの労働時間の3つであり、時間間隔は1日で考察した。制約等を考慮した場合、老人が何時に介護を希望するというような時間の制約、ヘルパーの休暇等も制約に加えないと考へられない。また、現実の世界ではヘルパーが急用で働けなくなる可能性がある。このような時には改めて組み合わせをもう一度行い、高速に新しい組み合わせを求めなければならない。このように制約の増加や高速計算の必要性も考慮しなければならないが制約を突き合わせ解空間を絞り、その後に探索を行うという手法は変わらずに適用できる。

制約の増加、高速計算はそれぞれの母数が増加した場合、人間が手計算しては膨大な時間がかかってしまう。限られた時間内で計算を終えなければならない為に、このような環境下においても本メカニズムは十分有用であり、現実問題にも拡張できると考へられる。

6 まとめ

本論文では、多くの制約が存在する中で最適化を発見する手法について提案した。本論文で提案する手法を用いる事によって仲介業者が効率的に教師を割り当てる事ができるため、今まで割り当てに使っていた時間を他の業務に使う事ができ、本手法を用いる事で仲介業者の収入を最大化できる。これによって、仲介業者は各生徒の分析、教師の教育により時間、経費をかける事ができるようになる。そのため、生徒はより良いサービス、より適切な授業を受ける事ができると考へられる。このような利点のため、本論文で提案する手法は家庭教師派遣業のような制約が多数存在するような組み合わせに対して有効である。

本研究の今後の課題は、制約に時間の概念を取り入れる事である。老人授業をして欲しい時間はまちまちであり、休日、休暇中など、生徒が求めるカリキュラムが変わる事も十分に考へられる。更に、各生徒の自宅までかかる時間は一定ではなく、様々な移動距離を考慮しなくてはならない。そのため、時間の概念に関して取り入れる必要がある。

また、Multi-issue Negotiationはこのような制約が存在する場合の交渉に適している。Multi-issue Negotiationとは、2つ以上の交渉が同時に行われている場合に、各エージェントが個人効用の最大化を試み、また、社会的にも効用が高くなるような合意案を導き出す事を目標とした問題である。この手法を取り入れる事によって生徒、教師、派遣業者にとって更により良い組み合わせが行える可能性がある [3]。

参考文献

- [1] 狩野均. 制約充足問題の近似解法. 人工知能学会誌 vol12 No3, pages 359-365, 1997.
- [2] 山口 翁央, 小園 忠親, 伊藤 孝行, and 新谷 虎松. 重み付き制約充足問題に置ける局所最適解を利用した探索手法によるナーススケジューリングシステムの実装. 日本ソフトウェア科学会第22回全国大会論文集, 2005.
- [3] Takayuki Ito, Hiromitsu Hattori, and Mark Klein. Multi-issue Negotiation Protocol for Agents: Exploring Nonlinear Utility Spaces. In the Twentieth International Joint Conference on Artificial Intelligence, pages 1347-1352, 2007.