

2M-7

ニューラルネットワークを用いた 訪問看護スケジューリングシステム

青山功, 佐藤裕幸, 中島克人

三菱電機（株）情報技術総合研究所

1 はじめに

在宅治療患者看護を行うための施設である訪問看護ステーションにおける訪問スケジュールの立案は、ほとんどの場合管理者が人手で行っているのが現状である。しかし、ナースや患者の都合で訪問スケジュールの見直しが行われることも多く、訪問スケジュールの立案作業は管理者にとって大きな負担となっており、スケジュール立案の自動化が望まれている。

このような訪問スケジュールの立案は組合せ最適化問題の一種であり、全解探索により最適解を求めることができるが、大規模問題では最適解を得るまでに長時間を要する。ナース 10 名程度のステーションの 1 ヶ月の延べ訪問回数は数百回である。この場合の各訪問の担当ナースと訪問日時の組み合わせは膨大なものとなり、全解探索によるスケジュール立案は実用に耐えられない可能性が高い。一方、ニューラルネットワークアルゴリズムは必ずしも最適解が求まるという保証はないが、全解探索のアルゴリズムに比べて高速に準最適解を求めることができる。そこで、筆者らはニューラルネットワークアルゴリズムを適用し、訪問スケジュールの自動立案システムの試作を行った。

2 訪問看護スケジューリングシステム

本試作システムの特長は、

- ナースの勤務条件、患者の訪問希望を制約条件とし、「患者の希望ナースの割当」、「ナースの移動時間の最小化」を考慮する。
- マウス操作で立案結果の修正を行う対話修正機能、修正後の再立案機能、制約条件間の優先度調整レバーを備えている。

という点である。ナースの勤務条件には、勤務可能日時、訪問希望エリア、保有資格、移動手段（車、電車等）、勤務形態（常勤、パート）などがあり、患者の訪問希望には、訪問希望日時、訪問希望ナース（複数名指定可）、看護内容、看護時間などがある。

3 モデル化

組合せ最適化問題を解くための代表的なニューラルネットワークモデルとして完全相互結合型の

A Visiting Nurse Scheduling System Using
Neural Networks
Isao Aoyama, Hiroyuki Sato, Katsuto Nakajima
Mitsubishi Electric Corp.
5-1-1 Ofuna, Kamakura, Kanagawa 247, Japan

Hopfield モデル[1]があるが、実用規模の問題に対してはネットワークの結合数が大きすぎて収束に時間がかかり実用的でない。そこで筆者らは、実用規模の問題でも短時間に収束するように、自己組織化マップ[2]と winner-take-all のアルゴリズムを応用したアルゴリズムを提案する。

まず対象問題のモデル化について説明する。1 つの訪問希望に対して、担当候補ナース、訪問候補日はそれぞれ複数あるので、横方向を日時、縦方向をナースとした訪問の 2 次元配置問題と考え、配置候補箇所全てに訪問を仮配置する（それぞれをダミー訪問と呼ぶ）。例えば、患者 Z が 12 月 2 日または 12 月 3 日の 9 時～11 時の間にナース A、ナース B、ナース C のいずれか 1 人の訪問を希望している場合、この訪問を Z1 とすると、Z1 のダミー訪問を 6 つ生成し (Z1A1, Z1A2, Z1B1, Z1B2, Z1C1, Z1C2)、図 1 に示すようにナース A, B, C の 12 月 2 日と 12 月 3 日の欄に割り当てる。同様にして全ての患者の全ての訪問希望に対してダミー訪問を生成する。

	12月2日	12月3日
ナース A	Z1A1 Y1A	Z1A2
ナース B	Z1B1 Y1B	Z1B2 X1B
ナース C	Z1C1 W1C1	Z1C2 W1C2 X1C

図1 ダミー訪問の例

これらのダミー訪問をそれぞれ独立した一つの訪問として扱い、それぞれのダミー訪問の訪問時刻と制約条件の充足度を求める。制約充足度は、制約を満たしているほど大きな値となる。最も制約充足度の大きいダミー訪問を実際の訪問（以降、正訪問と呼ぶ）とし、その正訪問の訪問日時と、正訪問訪問が割り当てられているナースをそれぞれ実際の訪問日時、担当ナースとする。

このダミー訪問の訪問時刻の決定と、正訪問の決定を、それぞれ、訪問時刻 NN, ダミー選択 NN という 2 種類のニューラルネットワークを用いて行う。ただし、訪問日時と担当ナースは一度に決めてしまうのではなく、訪問時刻 NN とダミー選択 NN を交互に繰り返し状

態更新させ、訪問時刻と正訪問の決定/変更を何度も繰り返しながらスケジュールの立案を進めていく。この時、ダミー訪問の訪問時刻の決定において、正訪問同士は重複しないように、それ以外のダミー訪問は重複を許して訪問時刻を求める。

4 ニューラルネットワークのダイナミクス

訪問時刻 NN とダミー選択 NN は、それぞれ複数の小規模なニューラルネットワークで構成され、それらを独立に状態更新させることで短時間で収束することを特徴とする。1つのダミー訪問に対して、訪問時刻 NN とダミー選択 NN のニューロンは1つずつ対応している。

図1における訪問時刻 NN を図2に示す。訪問時刻 NN のダイナミクスの概略は以下の通りである。

- ある日のあるナースのスケジュールにおいて、各ニューロンは、対応するダミー訪問がその日の仮決定された正訪問の次に配置されるとした場合の制約充足度を出力し、ある値以上の充足度を出力したニューロンと対応しているダミー訪問の訪問時刻を、正訪問の次に配置されるように更新する。同じ日同じナースに複数の正訪問が配置されている場合は、訪問時刻の早い正訪問から順に上記処理を繰り返し行う。

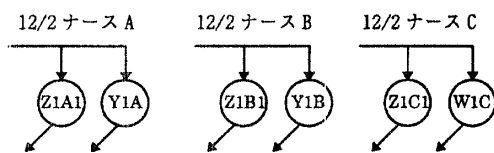


図2 図1での訪問時刻 NN の構成 (一部分)

図1におけるダミー選択 NN を図3に示す。ダミー選択 NN のダイナミクスの概略は以下の通りである。

- 各ニューロンは、対応するダミー訪問が訪問時刻 NN で与えられる訪問時刻に訪問を行うとした場合の制約充足度を求める。次に、同じ訪問希望から生成されたダミー訪問の中で最も制約充足度が大きいものに対応するニューロンの出力を増加し、他のニューロンの出力を減少させるように状態更新を行う。最後に、各訪問希望毎に、対応するニューロンの出力が最大のダミー訪問を正訪問として仮決定する。

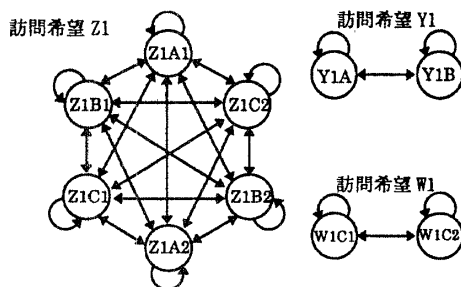


図3 図1でのダミー選択 NN の構成(一部分)

5 試作システムの評価

試作システムの評価は、MITUBISHI ME/R7150-100(動作周波数 100MHz) 上で行った。評価用データは、ナース 10 名、患者 55 名、スケジュール期間 1 ヶ月、延べ訪問数 435 である。各患者の希望ナースは第 3 希望まで指定し、ナースの移動時間は、同一エリア内は 30 分、異なるエリア間は 1 時間とした。評価内容は、スケジュール立案時間、ナースの平均移動時間、第 1、第 2、第 3 希望ナースがそれぞれ担当となった訪問希望の割合、割り当てができなかった訪問(保留訪問)の割合の 6 項目である。これらの項目を、ナースの移動時間の制約を最優先した場合と、患者の希望ナースの制約を最優先した場合について評価を行った。評価結果は表 1 の通り。

表1 評価結果

	ナース移動 時間優先	患者希望 ナース優先
立案時間	45 秒	43 秒
平均移動時間	0.54 時間	0.71 時間
第 1 希望ナース	52%	72%
第 2 希望ナース	22%	13%
第 3 希望ナース	22%	10%
保留訪問	4%	5%

このように、試作システムは実用規模の訪問スケジュールを 45 秒程度と非常に短時間で立案できる。更に、対話修正機能、再立案機能、制約条件間の優先度の調整レバーにより、保留された訪問への対処や、ナース、患者の都合によるスケジュールの見直しも、容易にかつ短時間で行える。

6 まとめ

ニューラルネットワークアルゴリズムを適用した訪問看護ステーションにおける訪問スケジュールの自動立案システムの試作および評価を行った。1 ヶ月 435 訪問のスケジュールを 45 秒と短時間で立案し、さらに対話修正機能、再立案機能等を備えることで、スケジュールの見直しが容易に行えるシステムを実現できた。今後は、OR 的手法、GA 等の手法との比較評価を行うこと、組み込む制約条件を増やし、汎用性を高めることを考えている。

参考文献

[1] 武田光夫：“神経回路と組合せ最適化問題”，数理科学，No.289，July，pp.14-22(1987)
 [2] 中野肇：“トポロジカルマッピング”，ニューロコンピュータの基礎，pp.97-108(1990)