

山本真司 浜田佳延 小野智司 高木喜次 水野一徳 福井幸男 西原清一

筑波大学 電子・情報工学系

1 はじめに

近年、計算機を用いて効率的に室内の機器レイアウトを作成するシステムが多く開発されている[1]。しかし、実際に現在のレイアウトから新たなレイアウトへ変更する作業は無計画に行われ、作業が多いにも関わらず効率的に作業できない、あるいは、機器の移動する順序を考慮しなかったために遅滞が生じることがある。

本研究では、室内レイアウト変更計画問題を制約充足問題(CSP) [2][3]として定式化し、ユーザとシステムが協調して探索を行うことにより、効率的な計画を立案するシステムの開発を行う。

2 室内レイアウト変更計画問題

室内レイアウト変更計画問題は、現在の機器配置レイアウト(旧レイアウト)を目標となるレイアウト(新レイアウト)に変更するための作業計画、すなわち各機器の移動経路、移動作業担当者および移動タイミングを求める問題である。本問題は、作業数によって最適な機器移動経路が異なる。このため、最適解を求めるには、機器移動経路のプランニングと移動作業のスケジューリングを個別に扱うのではなく、同時に行う必要がある。

3 提案するシステム

本研究では、ユーザと協調して室内レイアウト変更計画を立案するシステムの開発を行う。以下では提案するシステムの詳細について述べる。

3.1 方針と特徴

本システムでは、室内レイアウト変更計画問題をCSPとして定式化する。本問題は、プランニングとスケジューリングの双方を同時に行う必要があり、有効な解法が不明である。しかし、問題を定義すること、すなわち制約の列挙は容易であるため、CSPとして定式化することにより、汎用解法を用いて解を求めることができる。

また、ユーザと対話を行うことで、ユーザの意図・知識を取り入れて探索を行う。これにより、ユーザが望む解を高速に求めることができる。

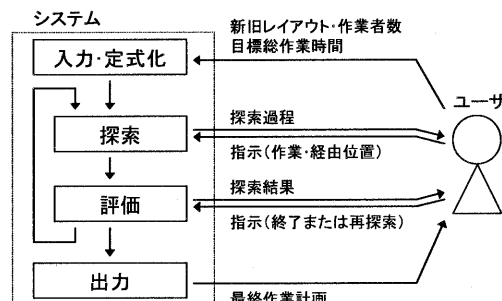


図1 処理の流れ

表1 レイアウト変更計画問題における制約の例

No.	制約
C1	目標作業時間内に新レイアウトに到達する
C3	作業に必要な数の作業者を割り当てる
C4	機器が壁や他の機器に衝突しない

表2 値の重みの例

作業の種類	重み
機器を目標状態に向かわせる作業	15
他の機器を避ける作業	6
前ターンと同じ機器に対する作業	2

3.2 処理の流れ

本システムにおける処理の流れを図1に示す。

はじめに、ユーザが新旧レイアウト、作業数および目標総作業時間をシステムに入力する。システムは入力された問題をCSPとして定式化する。

次に、システムが探索を行う。ユーザは探索の経過を見ながら、任意の作業の指示または、機器の経路位置の指示により、探索の方向付けを行う。

すべての制約を満たす計画が得られるとシステムは、その計画をユーザに提示する。ユーザはその計画を評価し、不満がある場合にはシステムに再探索を要求する。

3.3 問題の定式化と探索

本研究では、1作業者の1単位時間における作業を変数、作業対象機器および作業種の組を値、解としての条件を制約(表1)とすることで、室内レイアウト変更計画問題をCSPとして定式化する。この定式化により、プランニングとスケジューリングを同時に扱うことができる。ここで、機器の移動範囲は2次元平面とし、作業種は、機器の上下左右方向への移動、90度単位の左右方向への回転および待機の7種類とする。また、機器の斜め方向への移動、作業者の大きさ、作業者の移動時間等は考慮しない。

本システムは、木探索法を用いて探索を行う。また、値に重み付けを行い(表2)、重みが大きい値を優先的に選ぶことにより探索を効率的に行う。

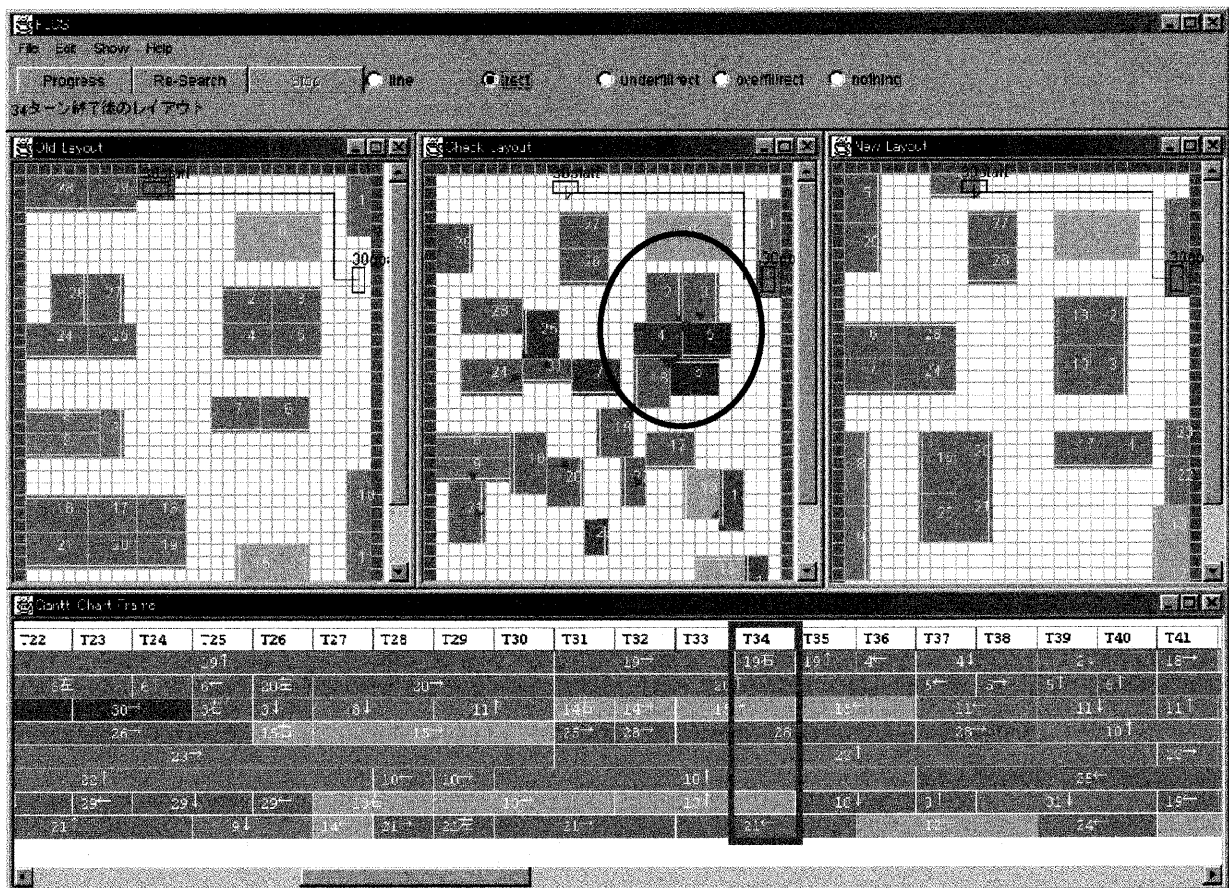


図2 実行画面

3.4 ユーザとシステムの対話

ユーザは、システムが探索中に提示する探索過程を見て、以下の2種類の指示をシステムに与えることができる。ユーザからの指示があった場合、システムはユーザの指示に従って再び探索を行う。

- (1) 任意の作業・時間に任意の作業対象機器・作業種を割り当てる。これにより、ユーザが直接計画を修正でき、探索の方向付けを行うことが可能となる。
- (2) 任意の機器に対して経路すべき位置、到着時間や滞在時間等の情報を与える。これにより、ユーザは直感的に改善方法を指示することができる。

ユーザが容易に指示を行うことができるように、本システムは、探索の過程および結果を、以下のような形式で提示する。

- ガントチャートによる作業の割り当て状況
- アニメーションによる機器の移動の様子
- 任意の機器の移動経路、経路位置等の情報

4 実行例

図2に本システムの実行画面の例を示す。中段の3つのウィンドウは、左から旧レイアウト、指定された時刻におけるレイアウト、新レイアウトを示している。下段のウィンドウは、立案された計画を示している。

また、機器の目標方向を矢印で、目標位置までの距離を色の濃さで表現することによって、ユーザは作業効率悪化の原因となっている機器を容易に発見することができる。図2では、楕円で囲まれた機器2~6,18が互いに進行方向を妨害していることが確認でき、ユーザが修正を行う必要があると判断できる。

5 おわりに

室内レイアウト変更計画問題をCSPとして定式化し、ユーザと協調して解を求めるシステムを提案した。本システムは、ユーザの望む計画を効率的に立案することができる。また、本システムは、建材管理問題、倉庫問題等の様々な現実問題に応用可能である。

今後、問題解決の高性能化およびユーザの負担軽減のために、ユーザの修正を事例として獲得し、以後の探索に利用する枠組み[4]を導入する。

参考文献

- [1] 脇田有紀子, 西森雄一, 狩野均, 西原清一: 制約に基づく対話型室内レイアウトシステム, 情報処理学会第52回全国大会, 6C-5 (1996).
- [2] 西原清一: 制約充足問題の基礎と展望, 人工知能学会誌, Vol. 12, No. 3, pp. 351-358 (1997).
- [3] 吉川昌澄: 制約最適化技術のスケジューリング問題への応用, 人工知能学会誌, Vol. 13, No. 3, pp. 379-386 (1998).
- [4] P. Avesani, A. Perini and F. Ricci: Combining CBR and Constraint Reasoning in Planning Forest Fire Fighting, In Proceedings of the 1st European Workshop on Case-Based Reasoning, Kaiserslautern (1993).