

制約に基づく対話型室内レイアウトシステム

6C-5

脇田 有紀子 西森 雄一 狩野 均 西原 清一

筑波大学 電子・情報工学系

1 はじめに

室内の機器のレイアウト問題を制約充足問題として捉え、レイアウトに必要な知識を制約で表現し、探索により解を得るシステムを開発した。レイアウト問題は物理的な強い制約だけでなく利用者の作業のしやすさや見栄えなどに関するあいまいな弱い制約を扱う必要があり、それらを全てシステムに取り入れることは難しい。また、その探索空間は膨大である。そこで、制約違反の情報を示し、システムとユーザが協調してレイアウトを作成するシステムを開発した。

2 問題点と対策

2.1 レイアウト問題における問題点

レイアウト問題における制約の例を表1に示す。

表1：レイアウト問題における制約

記号	レイアウト問題に含まれる制約	違反点数
c ₁	機器同士が配置図上で重複してはならない。	10
c ₂	機器の機能を妨げないように配置する。	10
c ₃	類似、関連する機器は近くに配置する。	5
c ₄	前面線を揃えて配置する。	2

一般に、レイアウトに必要な知識は多種多様であり、その表現は困難である。従来これらをルールで表現したシステムが提案されていた[1]が、ルール数が多くなるという問題があった。これに対して表1の制約は機器全体にかかるものであり、ルールのように機器個別に対して書く必要はない。

また、このレイアウト問題は探索空間が膨大であり探索に時間がかかるという問題点もある。

Constraint-Based Interactive Layout System
 Yukiko WAKITA, Yuuichi NISHIMORI, Hitoshi KANO, Seiichi NISHIHARA
 Institute of Information Sciences and Electronics,
 University of Tsukuba

2.2 基本方針

上記の問題点に対して、本システムでは以下の方針をとることにした。

- ①レイアウトに必要な知識を制約で表現する。
- ②表現が困難な知識をシステムで取り入れるため、ユーザと協調して探索を進める対話型システムとする。
- ③制約違反点数最少化戦略による山登り法[2]を用いることにより、最適な配置を決定する。

3 制約に基づくレイアウト手法

3.1 データ構造

制約をシステムに取り入れるためまず機器の属性と配置配列を以下のように定義した。

(1)機器の属性

name : 機器名, id : 機器番号
 group_id: グループ番号, x,y : 配置座標
 dir : 向き (上、下、右、左)
 conf[] : 制約違反点数

(2)配置配列

配置配列は機器番号を配置するマスに対応する配列に格納するものである(図1)。

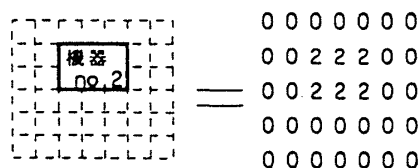


図1：配置図と配置配列

3.2 制約の表現

上記のデータ構造を用いて表1の制約c₁, c₃, c₄は次のように簡潔に表現できる。

- (1)機器同士は配置図上で重複してはならない(c₁)。

表 2 : 重複配列

重複番号	重複する機器番号
1	1、2
2	5、1、3

配置図上で機器の重複が起こった場合、表 2 に示す重複配列に記録される。このとき配置配列の重複するマスには、表 2 の重複番号が格納される。重複配列内にある機器番号の機器は、制約違反とする。

(2)類似、関連する機器同士は近くに配置する (c₃)。

"group_id" が等しい機器において違反点数を、

$$Gconf_k = \begin{cases} 0 & (r \leq s1) \\ (r/s2) \times 5 & (s1 < r \leq s2) \\ 5 & (r > s2) \end{cases}$$

(k : 機器, r : 機器間の距離, s1, s2 : 定数 (s1 < s2)) と定義する。

(3)前面線を揃えて配置する (c₄)。

配置配列より隣合う機器同士を検出しお互いの "dir" が等しく、さらに前面線位置が等しくないならば制約違反とする。

3. 3 制約違反点数最少化戦略

それぞれの機器について各制約の違反点数の合計を機器の違反点数とする。

制約違反のある機器を選択し、その機器を制約違反点数が最少になる位置に変更することで違反点数の合計が少なくなる方向に探索を進めるものである。

3. 4 レイアウト手順

レイアウト手順を図 2 に示す。

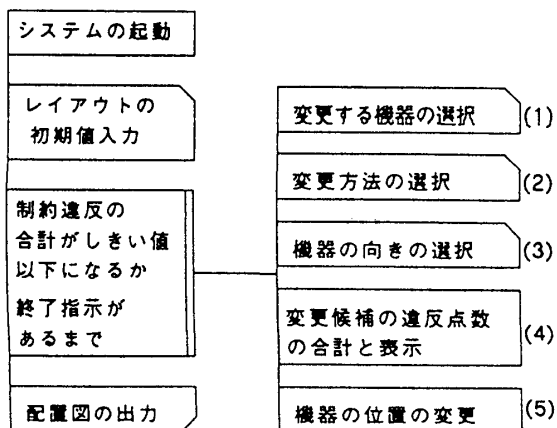


図 2 : レイアウト手順 (PAD)

(1)システムが各機器の違反点数を表示し、ユーザが変更する機器を選択する。

(2)ユーザが以下の 3 つの中から配置の変更方法を選択する。

- ・ 搬入 : 機器テーブルより選択した機器を配置図に配置する。
- ・ 搬出 : 選択した機器を配置図から機器テーブルへ戻す。
- ・ 移動 : 選択した機器を違反点数が最少になる別のマスへ配置し直す。

(3)システムが上下左右 4 方向について配置候補マスを表示し、ユーザが選択する。

(4)選択された方向の配置候補マスの違反点数の合計を色で表示する。

(5)ユーザが配置候補マスを選択し、機器の配置を変更する。

4 実行例

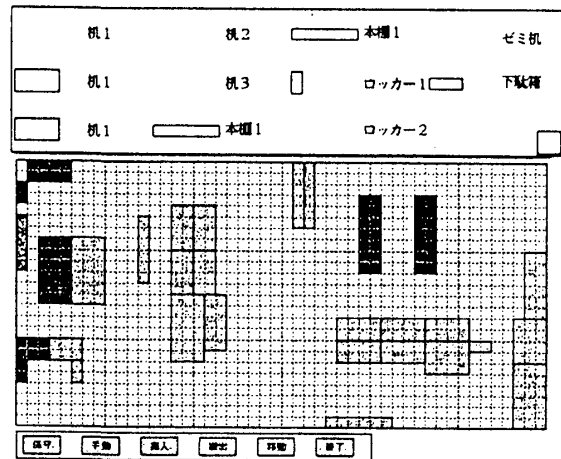


図 3 : 実行例

5 終わりに

制約に基づく室内レイアウト手法を提案した。また、この手法によるレイアウトシステムを開発し、その有効性を確認した。今後は、複数個の機器を一括してレイアウトする機能を加え、より実用性の高いシステムに改良する予定である。

参考文献

[1] 安信, 渡辺, 山中: 計算機室機器レイアウトシステムの開発, 人工知能学会誌 Vol. 3, No. 1, pp. 32-39 (1988).
 [2] S. Minton, M. D. Johnston, A. B. Philips, and P. Laird: Minimizing conflicts: a heuristic repair method for constraint satisfaction and scheduling problems, *Artificial Intelligence*, Vol. 58, pp. 161-205 (1992).