

事例ベース推論と制約充足に基づくインテリアコーディネート

小野 智司 泉 龍樹 藤山 綾子 中山 茂
鹿兒島大学 工学部 情報工学科

1 はじめに

戸建住宅やマンションなどの個人の住環境におけるインテリアコーディネートは、家具や内装仕上材などの構成材の選択・配置を行うタスクである。ユーザ（住人）の年代、生活スタイルや嗜好に基づいて、機能的かつ快適な空間を構築するためには、高度な企画・創造のセンス、知識、技術が要求され、専門家を認定する資格制度も存在する。しかし、専門家によるコンサルティングは金銭的・時間的なコストが高いため、より安価なサービスの需要が高まっている。

本研究では、家具・内装材メーカーや販売店の提案するモデルルームをもとに、部屋の概要、予算、住人の嗜好などに適合するインテリアを提案するシステムを開発する。本稿では特に、家具の選定・配置に着眼し、事例ベース推論 [1] と制約充足パラダイム [4] の利用による家具配置方式を提案する。

家具配置問題は、人工知能の応用課題として、制約充足問題、遺伝的アルゴリズムなどによる解法が提案されている [3]。これらの方式は、複雑な構造を持つ家具配置問題を定式化し、探索によって解を求めることができるが、既存のインテリアを参照・利用することが難しい。また、事例ベース推論に基づいたオフィスの機器配置も提案されている [5] が、事例ベース推論単体では個人の住環境における多様なユーザの要求に応えることが難しい。本研究で提案する方式は、事例ベース推論によって得られる、ユーザの要望に最も近いモデルルームをもとに探索を行うことにより、質の高い家具配置を効率的に構築することができる。

2 制約充足問題と事例ベース推論

2.1 制約充足問題

制約充足に基づく問題解決は、現実の問題をまず制約充足問題 (Constraint Satisfaction Problem: CSP) として定義し、続いてその等価 CSP を汎用制約ソルバで解くことで現実問題の解を得る。スケジューリングやレイアウトなどの組合せ探索問題は CSP に容易に定式化することができ、山登り法、焼き鈍し法、遺伝的アルゴリズムなどによって解を得ることができる。しかし、領域知識や制約モデルが不完全な問題や、ヒューリスティクスが不十分な問題においては、探索による効率的な問題解決が困難である、過去の問題解決結果を再利用することが難しいなどの問題点を持つ。

2.2 事例ベース推論

事例ベース推論 (Case-Based Reasoning: CBR) は、与えられた問題に類似する過去の事例を利用して解を導く方式であり、知識の獲得が容易である、推論や探索の中間過程を節約できるなどの特徴を持つ。しかしながら、CBR は単体では解空間全体をカバーすることが難しい、事例適合の一般的なモデルが確立されていないなどの問題点を持つ。

2.3 制約充足問題と事例ベース推論の併用

組合せ最適化または制約充足問題と事例ベース推論の統合に関する研究も行われている [2]。CSP の観点からみると、問題解決の高速化、領域知識または制約が不完全な問題への対応能力の向上、過去の解の再利用が可能などの利点がある。また、CBR の観点からは、事例適合処理の一般化、問題構造を考慮した事例検索の実現、事例表現の一般化、複雑な問題における問題解決能力の向上などの利点がある。

3 提案する方式

3.1 方針および特徴

本研究では、CBR と CSP を併用して家具配置を行う方式を提案する。提案する家具配置方式は、以下の方針を持つ。

方針 1: 家具メーカーや販売店が提案するモデルルームを事例として事例ベースに登録する。これにより、メーカー・販売店が推奨する家具の組合せ・配置を利用できる。
方針 2: CBR によって検索されたモデルルームの家具配置を初期解とし、反復改良を行う。これにより、ユーザの希望条件に合致した質の高い家具配置を高速に求めることができる。

3.2 構成と処理手順

提案する方式の構成および処理手順を図 1 に示す。

まず、ユーザによって入力された、部屋のサイズ、窓、扉などの建具の位置、床、壁、天井などの内装仕上材、予算などの情報から、もっとも条件に合致するモデルルームを事例ベース推論によって検索する。次に、検索されたモデルルームの家具配置を初期解として、反復改良を行うことによりユーザの部屋に適合した家具配置を求め、インタフェースを通じてユーザに提示する。各種データは xml で記述される。

3.3 定式化

CSP は変数、値、制約の三つ組によって問題を表現する。家具配置問題における変数は、配置する家具の型番、位置、方向となる。変数の総数は N 個に固定し、

Interior Coordinate Based-on Case-Based Reasoning and Constraint Satisfaction
Ono, S., Izumi, T., Fujiyama, A., Nakayama, S.
Department of Information and Computer Science,
Faculty of Engineering, Kagoshima University

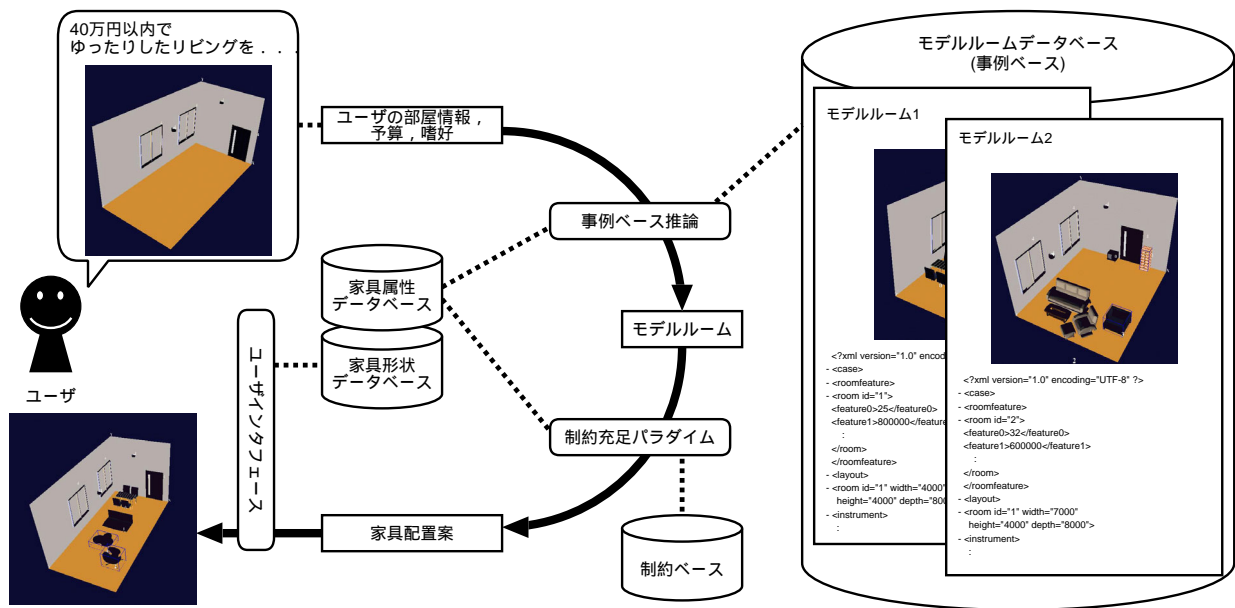


図 1: 構成と処理手順

家具 ID	型番	位置	方向
F ₁	Sofa_KMA001	(2000, 0, 1200)	North
F ₂	Table_KM13	(2000, 0, 1200)	North
⋮	⋮	⋮	⋮
F _N	φ	—	—

図 2: 変数と値の例

表 1: 制約の例

ID	制約	種類
C ₁	出入口の前に家具を配置しない。	単項
C ₂	出入口から家具の機能面に至る動線を確保する。	単項
C ₃	家具の機能面の前に他の家具を配置しない。	二項

家具の型番を示す変数に、どの家具も配置しないことを示す値 φ を割り当てることで、配置する家具の個数を調整する (図 2)。本方式で利用する制約の例を表 1 に示す。

3.4 事例検索による初期解生成

本方式における事例はモデルルームとその属性からなる。モデルルームの属性は、建具、内装仕上材、費用、コンセプトなどユーザによる入力と対応し、モデルルームの属性とユーザの入力の合致度が、問題と事例の類似度となる。ユーザによる入力と全モデルルームの類似度を計算し、最も類似度が高いモデルルームを選出する。

3.5 反復改良

検索されたモデルルームの家具配置をユーザの部屋に適合させるため、制約違反数最少化戦略に基づいて初期解の反復改良を行う。初期解における適切な部分解を損ねないように探索を行う必要があるため、独自の値割り当てオペレータや遺伝的アルゴリズム、遺伝的プログ

ラムングによる探索についても検討を行っている。

4 おわりに

インテリアコーディネートにおける家具配置問題を制約充足問題として定式化し、モデルルームを参照することによって効率的に家具配置を構築する方式を提案した。個人の住環境におけるインテリアは、オフィスや店舗におけるインテリアと比較して、ユーザの嗜好がより多様であるため、様々なモデルルームをもとにコーディネートを行う本方式が有効であると考えられる。

今後、汎用の解探索ソルバを用いて得られる解の品質の評価、ユーザの嗜好、生活スタイルとの適合度を示す評価関数の導入を行う。

謝辞

家具の形状データをご試供頂いたメガソフト株式会社殿、TIS 株式会社殿に感謝いたします。

参考文献

- [1] Bartsch-Sporl, B., Lenz, M., and Hübner, A.: Case-based reasoning: Survey and future directions. Lecture Notes in Computer Science 1570: 67–89. Springer, 1999.
- [2] Sqalli, M.H., Purvis, L., and Freuder, E.C.: Survey of applications integrating constraint satisfaction and case-based reasoning. The First International Conference and Exhibition on the Practical Application of Constraint Technologies and Logic Programming, 1999.
- [3] 是永, 萩原: 対話型進化計算法によるインテリアレイアウト支援システム. 情報処理学会論文誌, 41(11):3152–3160, 2000.
- [4] 西原: 制約充足問題の基礎と展望. 人工知能学会誌, 12(3):351–358, 1997.
- [5] 則竹, 古橋, 加藤, 内川: オフィスのフロアプラン作成支援システムの構築. 第 10 回ファジィシステムシンポジウム:85–88, 1994.