

6T-01 マクロ化された制約を用いた2次元図形描画支援

酒井 健作 大政 崇 福井 幸男 西原 清一
筑波大学 電子・情報工学系

1 はじめに

これまでに幾何制約を用いた図形描画の研究が広く行われてきた。描画に制約を用いる場合、制約付与後の図形要素の編集作業が容易になるという利点があるが、ユーザは必要な制約を過不足なく正確に指定しなければならない。そこで近年では、図形を構成する要素間に存在する制約群を自動的に抽出する研究[1][2]等が進められており、作業の効率化も示されているが、抽出された制約の選択をユーザが行う必要がある。

本報告では、ユーザが付加した制約群を必要に応じてマクロ化し、再利用可能にすることで、制約管理を容易にする機能を提案する。図形描画におけるマクロ化には、予測/例示インタフェース[3]でのマクロ化が挙げられるが、これはユーザの図形要素に対する操作履歴をマクロ化するものである。本機能では、図形要素群とそれらに付与される制約群をまとめてマクロ化する。

2 マクロ制約

2.1 必要性和有効性

幾何制約図形描画システムに用意されている制約は、parallel や connect 等の基本的なもの(基本制約)が多い。そのため図1に示す図形内の四角形{L1,L2,L3,L4}に“長方形”という幾何学的特徴を保持させるには、図中の7つの基本制約を過不足なく正確に指定する必要がある。この作業は、制約を用いる図形描画作業を煩雑かつ複雑なものとしている。

そこで、特徴的な図形に付与される基本制約群を、ユーザが必要に応じて、1つのマクロ制約として定義する機能を提供する。図1では“長方形”に必要な7つの基本制約をまとめてマクロ制約 rect(L1,L2,L3,L4)を定義している。一度マクロ制約を定義すると、以降は必要に応じてそれを再利用すればよく、同じ制約付与作業を繰り返す必要はない。

この機能により、(1)制約付与作業を軽減でき、(2)適切なマクロ制約を用意することで、描画経験の浅いユーザでも制約付与を正確に行える。また、(3)描画対象に応じてシステムをカスタマイズできる。

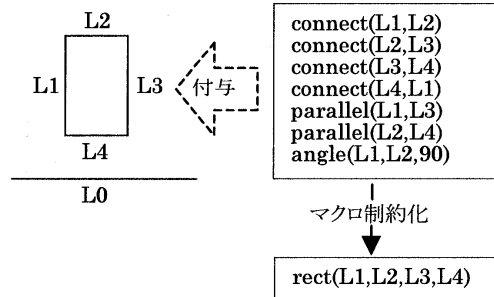


図1 “長方形”に必要な制約群とマクロ制約化

2.2 データ構造

マクロ制約は以下の4つのデータを保持する。

- (1) マクロ制約が付与される図形要素タイプと個数
- (2) 内部制約: マクロ制約が付与される図形要素間に付与されている制約群。マクロ定義本体部。
- (3) 外部制約: マクロ制約が付与される図形要素群と他の図形要素間に付与されている制約群
- (4) マクロ制約の対象図形のデフォルトデータ: マクロ制約適用時に図形要素の具体例として使用。

図2に示す定義例では、外部制約は空値とするが、例えば、“ある直線分に対して1辺が平行な長方形”(図1の例では、直線分 L0 に対して辺 L4 が平行)というマクロ制約を定義する場合、外部制約を、

parallel(L4,X)

とし、辺 L4 と平行となる図形要素 X はマクロ制約の再利用時にユーザが指定する。

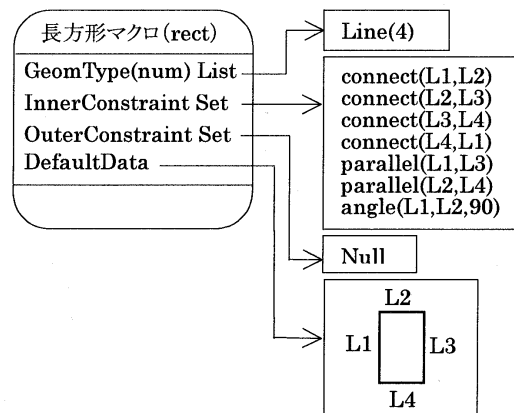


図2 “長方形”のマクロ制約(rect)定義例

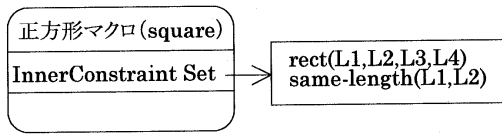


図3 “正方形”のマクロ制約 (square) 定義例
(内部制約 (InnerConstraint) 以外は省略)

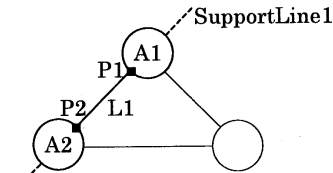


図4 マクロ制約の適用対象例

マクロ制約は、基本制約と区別なく、再帰的に参照することができる。図3は、定義済みのマクロ制約 rect を参照して新しいマクロ制約 square を定義する例である。制約充足時は、含まれる全ての制約を基本制約の集合に展開したのち、AND 結合することで充足処理を行う。

2.3 マクロ制約の適用対象

図1に示す例の他には、グラフやブロック図等の描画にマクロ制約を用いることができる。例えば図4のグラフの図では、ノード間を結ぶエッジを描くのが困難であるが、ノードを示す円弧 A1, A2 の中心を通る補助的な直線 SupportLine1 上にエッジの直線分 L1 が存在し、かつ円弧上に直線分端点 P1 および P2 が存在することを示す制約群をマクロ化しておくことにより、以降の追加作業が容易になる。

3 マクロ制約の定義および再利用方法

マクロ制約の定義では、既存の描画ツールと同様な操作(グループ化)で行えるよう配慮した(図5)。まず、描画面上でマクロ制約化する対象図形要素群をユーザが選択する(Step1)。システム側は選択された対象図形要素群に付与されている内部/外部制約リストを表示し、ユーザが選択を行う(Step2)。最後に、新規マクロ制約の識別名を入力する(Step3)。

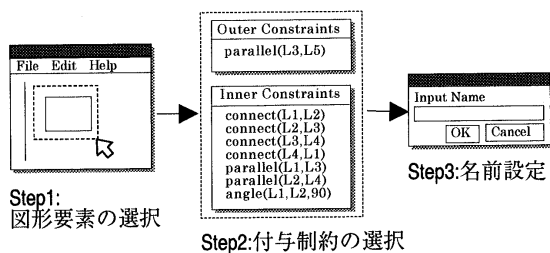


図5 マクロ制約の定義

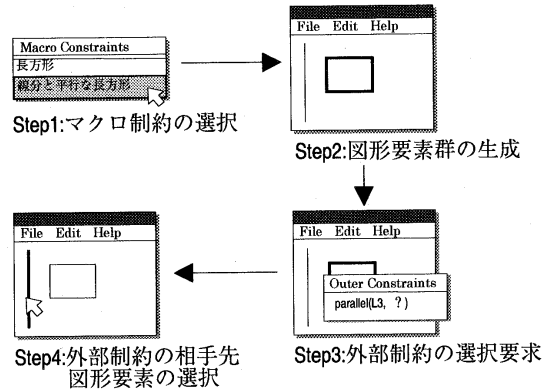


図6 マクロ制約の適用

マクロ制約の適用には2つの方法が挙げられる。

- (1) 描画済みの図形要素群を指示したのち、定義済みのマクロ制約を付与する。
- (2) マクロ制約が付与された新規図形要素群を自動生成し、描画面上に配置する。

(1)の方法では、マクロ制約の引数と図形要素の対応付けに工夫が必要である。

(2)の方法は、図6に示すように、まずユーザが追加するマクロ制約を選択し(Step1)、システム側がマクロ制約のデフォルトデータに基づいて図形要素群を生成する(Step2)。続いて外部制約がある場合は、外部制約の参照先図形要素の選択を促し(Step3)、ユーザが参照先図形要素を選択する(Step4)。

4 まとめ

本報告ではマクロ制約の定義/再利用機能について提案した。現在 Java™ を用いて本機能を含む2次元図形描画システムの実装を行っている。

今後は、マクロ制約再利用時の制約自動割当方法について検討し、本機能の実装/評価実験を行う。また、基本的なマクロ制約群および機械製図等に用いられる三面図描画用に適したマクロ制約ライブラリの試作を検討している。

参考文献

- [1] Latham,R.S.,Middleditch,A.E.:Connectivity analysis: a tool for processing geometric constraints, Computer-Aided Design, Vol.28, No.11 (1996).
- [2] 五十嵐健夫,松岡聡,河内谷幸子,田中英彦:対話的整形による幾何学的図形の高速描画,情処論,Vol.39, No.5 (1998).
- [3] Kurlander,D. : Chimera:Example-Based Graphical Editing, chapter 12,pp.270-290. In Cypher,A.(ed.) : Watch What I Do - Programming by Demonstration, The MIT Press, Cambridge, MA 02142(1993).