

DA 02461
2000
(HG)

ビジュアルシステム生成系への
レイアウト制約の導入

工学研究科

筑波大学

2000年7月

寄	贈
丁	平成
錫	年
泰	月
氏	日

丁 錫泰

01003383

要旨

本論文では、ビジュアルシステム生成系にレイアウト制約を導入したビジュアルシステム生成系の研究について述べる。本システムでは、ビジュアルシステムの文法の仕様を与えることにより、図形を解釈しながらインタラクティブに図形をバランスよくレイアウトすることができるビジュアルシステムを生成する。また、本システムでは、図形のレイアウトの指定にレイアウト制約を使用する。

我々は、レイアウト制約として軟かいレイアウト制約と硬いレイアウト制約の二種類を提案した。軟かいレイアウト制約は、図形の全体を自動描画アルゴリズムに従って分りやすくレイアウトする制約である。軟かいレイアウト制約として、スプリングモデル制約、マグネティックスプリングモデル制約、木構造制約などを導入した。ここで、スプリングモデル制約は無向グラフのレイアウトを行う場合に用いる。マグネティックスプリングモデル制約は、エッジの方向を考えて有向グラフのレイアウトを行いたいときに用いる。また、木構造制約は、グラフを木構造にレイアウトする場合に用いる。硬いレイアウト制約は、特定の図形の座標や図形間の距離などを具体的に与える場合に用いる制約である。

本論文の新規性は、軟かいレイアウト制約を CMG (Constraint Multiset Grammars) の生成規則として扱うことにより、図形をグローバルにレイアウトすることが可能になった点である。また、軟かいレイアウト制約と硬いレイアウト制約を融合することにより、適用できるビジュアルシステムの応用範囲を広げることができた。さらに、ビジュアルシステム生成系にレイアウト制約を追加することにより、図形のパーシング中に自動描画することで、図形をよりインタラクティブに処理することができた点である。

我々は、レイアウト制約を導入したビジュアルシステム生成系「Rainbow」を開発した。「Rainbow」によるビジュアルシステム作成の例として、データベース分野で実世界のデータ構造を記述するのに用いられる「E-R ダイアグラム」、オブジェクト指向に基づくソフトウェア設計に用いられる「オブジェクト図」、会社などの仕組みを表すのに用いられる「組織図」、親族の関係を表すのに用いられる「家系図」などを示した。

目次

要旨	1
1 序論	6
1.1 研究の背景	6
1.2 研究の動機	7
1.3 研究の目的	8
2 レイアウト制約	9
2.1 軟かいレイアウト制約	9
2.1.1 CMG	9
2.1.2 グラフ描画アルゴリズム	12
2.1.3 軟かいレイアウト制約とは	13
2.1.4 軟かいレイアウト制約の種類	14
2.1.5 軟かいレイアウト制約の扱い方	14
2.2 硬いレイアウト制約	19
2.2.1 硬いレイアウト制約の種類	19
2.2.2 硬いレイアウト制約の扱い方	20
2.2.3 通常の制約と硬いレイアウト制約の違い	21
2.2.4 空間パーサとレイアウト制約との関係	22
3 システム「Rainbow」	24
3.1 「Rainbow」の概要	24
3.2 「Rainbow」の構造	29
3.3 「Rainbow」の解釈アルゴリズム	31

3.4	レイアウト制約モジュール	33
3.4.1	軟らかいレイアウト制約モジュール	33
3.4.2	硬いレイアウト制約モジュール	33
3.4.3	「Rainbow」と恵比寿の比較	34
4	「Rainbow」の適用例	35
4.1	スプリングモデル制約	35
4.1.1	スプリングモデル	35
4.1.2	スプリングモデル制約の例	36
4.2	マグネティックスプリングモデル制約	38
4.2.1	マグネティックスプリングモデル	38
4.2.2	マグネティックスプリングモデル制約の例	39
4.3	木構造制約	42
4.3.1	木構造	42
4.3.2	木構造制約の例	44
4.3.3	木構造制約と硬いレイアウト制約を混ぜた例	47
5	「Rainbow」の評価実験	52
5.1	実験環境	52
5.2	評価実験 1	53
5.3	評価実験 2	56
6	関連研究	58
6.1	空間パーサ生成系の関連研究	58
6.2	レイアウトシステムの関連研究	59
7	結論	60
	参考文献	62
	謝辞	66

図一覧

2.1	リスト構造	10
2.2	硬いレイアウト制約の例	21
3.1	「Rainbow」の図形エディタ	25
3.2	「Rainbow」のCMG入力ウィンドウ (1)	26
3.3	「Rainbow」のCMG入力ウィンドウ (2)	27
3.4	レイアウト前後のリスト構造	28
3.5	リストの軟かいレイアウトCMG入力ウィンドウ (1)	29
3.6	リストの軟かいレイアウトCMG入力ウィンドウ (2)	29
3.7	「Rainbow」の構成図	30
3.8	生成規則の内部表現	30
3.9	解析アルゴリズム	32
4.1	スプリングモデルによるグラフのレイアウト	36
4.2	レイアウト前のE-Rダイアグラム	37
4.3	レイアウト後のE-Rダイアグラム	38
4.4	マグネティックスプリングモデルによるグラフのレイアウト	38
4.5	オブジェクト図の構成要素	40
4.6	レイアウト前のオブジェクト図	40
4.7	レイアウト後のオブジェクト図	41
4.8	木構造のレイアウト規則モジュールの内部表現	43
4.9	「Rainbow」の図形エディタ	44
4.10	ノードのCMG入力ウィンドウ (1)	45
4.11	ノードのCMG入力ウィンドウ (2)	46

4.12 エッジの CMG 入力ウィンドウ	47
4.13 レイアウト前の組織図	48
4.14 組織図の軟かいレイアウト CMG 入力ウィンドウ (1)	49
4.15 組織図の軟かいレイアウト CMG 入力ウィンドウ (2)	49
4.16 レイアウト後の組織図	50
4.17 レイアウト前の家系図	50
4.18 レイアウト後の家系図	51
5.1 E-R ダイアグラム	53
5.2 家系図	54
5.3 E-R ダイアグラムの実行結果	56
5.4 家系図の実行結果	57