

## 16 次格子モデルによる不均一型矩形分割の層の挿入操作

## Layer Insertion in the Heterogeneous Tabular Forms with a Hexadecimal Grid Graph Model

穴田 浩一<sup>†</sup> 久保田 彬仁<sup>‡</sup> 高加 晋司<sup>‡</sup> 夜久 竹夫<sup>‡</sup>  
 Koichi Anada Akihito Kubota Shinji Koka Takeo Yaku

## 1. はじめに

従来の研究では、単層表形式のためのいくつかのデータ構造が知られている。R. A. Finkel と J. L. Bentley は、矩形分割の表現と探索のために 4 分木を導入した(1975)。K. Kozminski と E. Kinnen は、矩形双対グラフの性質を導入した(1985)。

[4]では、Kirishima 等が 8 次格子グラフの一種である octgrid と呼ばれるデータ構造について議論した。octgrid モデルは罫線を維持する変形問題に関して、矩形双対グラフのようなよく知られた構造を使うよりも計算時間が速いアルゴリズムを与える。

[5]では、Nomaki 等が octgrid の一般化として複数ページのスプレッドシート(例えば[1])のような多層表形式のためのデータ構造を提案した。それは hexadeci-grid と呼ばれる。hexadeci-grid モデルは octgrid の利点を継承するため、同様に計算時間が速い。[6]では表形式の編集のための hexadeci-grid モデルに基づいた(下への)層追加アルゴリズムを導入した。この論文では、[6]の層追加アルゴリズムを紹介し、さらに(上への)層挿入アルゴリズムとそれらの応用について述べる。

3 節では、(下への)層追加アルゴリズム[6]を紹介し、加えて(上への)層挿入アルゴリズムを導入する。4 節では、複数層の表形式へのいくつかの応用例を示す。

## 2. 準備

## 2.1 8 次格子モデル

[3] と [4]では、octgrid と呼ばれる 8 次格子グラフに基づいた不均一型矩形分割のためのデータ構造を導入した。また、いくつかの変形操作で、octgrid モデルが矩形双対グラフのようなよく知られているデータ構造より計算時間が速いアルゴリズムを与えることができる。

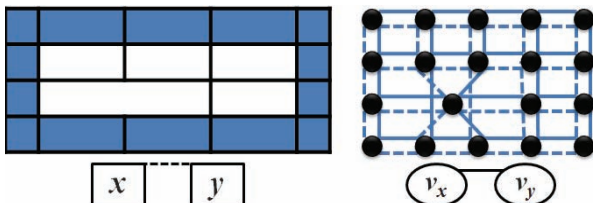


図 1. 不均一型矩形分割 (左) と対応する octgrid (右)。

## 2.2 16 次格子モデル

[5]で、Nomaki 等は、hexadeci-grid と呼ばれる、多層表形式のための立体型 16 次格子グラフ(超格子グラフ)に基づいたデータ構造を提案した。

このモデルは octgrid モデルを一般化したもので、罫線を維持する変形アルゴリズムに適している。

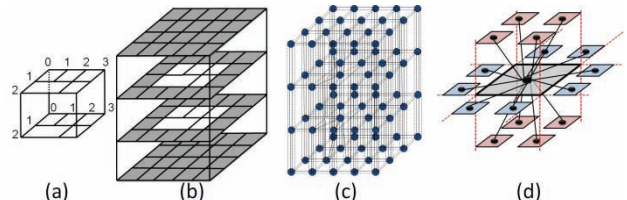


図 2 (a) 対象の矩形分割. (b) 対応する多層表形式. (c) (b)に対応する hexadeci-grid. (d) 内部ノードの周囲のリンク.

hexadeci-grid は以下のように定義される[5].

定義 2.1

$D$  を多層矩形分割とする。

$D$  に対する hexadeci-grid は多重無向グラフ  $G_D=(V_D, L, E_D, A_D, \alpha_D)$  である。

ここで、 $V_D, L, E_D, A_D, \alpha_D$  は以下のとおりである。

$V_D$ : 多層の矩形分割  $D$  に対応するノードの集合。

$L = \{\text{north wall edge, south wall edge, east wall edge, west wall edge, northeastern corner edge, northwestern corner edge, southeastern corner edge, southwestern corner edge}\}$ 。

$E_D$ : 規則[5]に基づいたエッジの集合。

$A_D, \alpha_D$ :  $V_D$  のすべてのノードの属性の集合と属性関数。

## 3. 変形アルゴリズム

この節では、hexadeci-grid で(下へ)層を追加するための新しいアルゴリズムを紹介する[6]。hexadeci-grid では、あるノードの 4 つのコーナーが、異なる層にある別のノードの対応するコーナーと共通の時、その 2 つのノードがリンクしている。このアルゴリズムは、その hexadeci-grid の構造を効果的に利用している。

ALGORITHM LayerAddition16( $G_D, v_x, G_E$ ) [6]

入力:  $k$ -層の多層型矩形分割  $D$  に対応する hexadeci-grid

$G_D=(V_D, L, E_D, A_D, \alpha_D)$  と  $v_x \in V_D$

出力:  $(k+1)$ -層の多層型矩形分割  $E$  に対応する hexadeci-grid

$G_E=(V_E, L, E_E, A_E, \alpha_E)$ :  $v_x$  を含む層の下に一層追加。

方法:

1.  $v_x$  の下に新しいノード  $v$  を加える。  $v$  の下方向のリンクの行先を  $v_x$  の下方向のリンクの行先と同じとする。  $v_x$  から下方向へのリンクを削除する。 さらに  $v$  から  $v_x$  に向かって上方向のリンク 4 本をつなぐ。

<sup>†</sup> 早稲田大学高等学院 Waseda University Senior High School

<sup>‡</sup> 日本大学 Nihon University

2. 新しい層にすべてのノードを加えるためにステップ 1 を繰り返す.
3. ノード  $v$  を含む新しい層の水平方向のリンクをつなげる.

次に新たに (上への) 層の挿入アルゴリズムを以下のように導入する。

**ALGORITHM** *LayerInsertion16*( $G_D, v_x, G_E$ )

入力・出力: *LayerAddition16* と同様.

方法: *LayerAddition16* とは反対側に,  $v_x$  の上に新しい層を挿入する.

これらのアルゴリズムは, 矩形双対グラフのようなよく知られた構造よりも計算時間が速いアルゴリズムを与える octgrid モデルの利点を利用している. そのため, これらのアルゴリズムは表形式の層の挿入/追加操作に適していると考えられる.

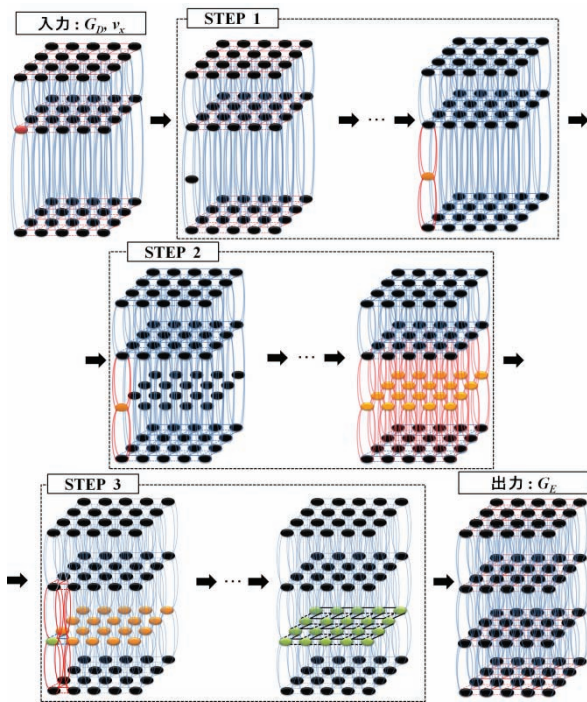


図 3. アルゴリズム *LayerAddition16* による層の追加

**4. 応用**

この節では, hexadeci-grid モデルの応用のための概念を示す.

複数ページのスプレッドシートの中の操作として以下の操作が考えられる.

- 列の削除/挿入
- セルの結合/分割
- 層の挿入/削除

以上の操作を行う場合, hexadeci-grid を用いると少ない計算時間でほかのシートに結果を同期させることができる.

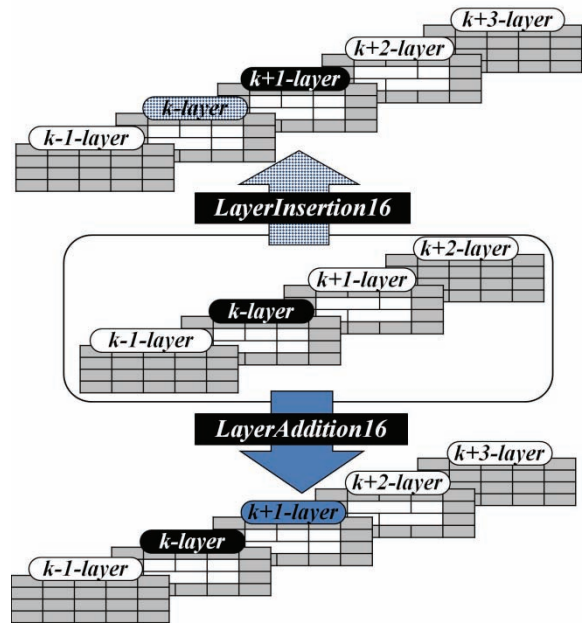


図 4. *LayerInsertion16* と *LayerAddition16*[6]の応用

**5. おわりに**

多層型矩形分割に有効な hexadeci-grid モデルによって, 効果的に多層表形式の編集を行うための(下への)層追加アルゴリズム[6]を紹介し, 加えて(上への)層挿入アルゴリズムとそれらの応用について述べた.

今後の課題として, 他の編集アルゴリズムを開発することや, hexadeci-grid のグラフ文法による定式化を考えることなどがあげられる.

**謝辞**

貴重なコメントを頂いた東洋大学の土田賢省先生, 日本大学の野牧賢志氏に深く感謝いたします.

**参考文献**

- [1] M.M. Burnett, A. Sheretov, and G. Rothermel, "Scaling up a "What You See Is What You Test" Methodology to Spreadsheet Grids", *Proc. VL*, 1999, pp.30-37.
- [2] Y. Adachi, S. Kobayashi, K. Tsuchida, and T. Yaku, "An NCE Context-Sensitive Graph Grammar for Visual Design Languages", *Proc. VL*, 1999, pp.228-235.
- [3] T. Yaku, "Representation of Heterogeneous Tessellation Structures by Graphs", *Memoir of WAAP Meetings* 108, 6p, Dec. 2001. URL: [http://www.waap.gr.jp/waap-memoir/waap108/waap108\\_02-yaku/011201waap108table-rep-doc.pdf](http://www.waap.gr.jp/waap-memoir/waap108/waap108_02-yaku/011201waap108table-rep-doc.pdf)
- [4] T. Kirishima, T. Motohashi, K. Tsuchida, and T. Yaku, "Table Processing based on Attribute Graphs", *Proc. 6th IASTED Internat. Conf. Software Engin. & Appli*, 2002, pp.317-322.
- [5] K. Nomaki, T. Arita, S. Koka, K. Tsuchida, and T. Yaku, "A Hexadecimal Grid Graph Model for the Multiply Layered Tabular Forms", *Proc. 2010 Internat. Conf. Computer & Software Modeling*, 2010, pp.40-44.
- [6] S. Koka, K. Anada, K. Nomaki, and T. Yaku, "Tabular Form Editing with a Hexadecimal Grid Graph Model", *Proc. VL/HCC*, 2011, pp. 253-254.