

美観と頑健性を両立させた複合現実感用
 半人為的幾何位置合わせマーカの研究 (第7報)
 ~TT方式におけるID符号化方式の検討~

Visually Elegant and Robust Semi-Fiducials for Geometric Registration in Mixed Reality (7)
 --- An ID Assignment Method for SFINCS-TT Markers ---

茂地 顕一郎
 Kenichiro Moji

天目 隆平
 Ryuhei Tenmoku

柴田 史久
 Fumihisa Shibata

木村 朝子
 Asako Kimura

田村 秀行
 Hideyuki Tamura

立命館大学 情報理工学部
 College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

1. はじめに

複合現実感における位置合わせ手法としては、利用の簡便性から白黒の目立つマーカを用いる手法が一般的だが、我々は美観の見地から SFINCS (Semi-Fiducial INvisibly Coded Symbols) という概念を提唱し、対象領域と同系色の小型マーカ (マーカ・エレメント) の組で 1 つのマーカ (マーカ・ユニット) を構成する SFINCS-TT 方式を提案した[1]。本稿では、TT 方式におけるマーカ・エレメントのある種のシンボルと捉え、その組合せによってマーカ・ユニットの識別用 ID を符号化する体系について報告する。

2. マーカ ID 体系

2.1 マーカ・エレメントの分類

TT 方式で利用するマーカ・エレメントを図 1 に示す。エレメントは、四隅に配置する「角エレメント」と角エレメントの間に配置する「辺エレメント」に分類される。IR 型、IL 型はどちらにも利用できる共通の形状とする。

2.2 マーカ ID 体系の検討

マーカ・エレメントのある種のシンボルの集合 S と捉え、ID を数字列で表現したとすると、マーカ・ユニットに ID を付与することは、S に含まれるシンボルの固定長列から数字列への写像を決定することである。本研究では、ユニットを構成する全てのエレメントにより ID を付与する単体マーカ・ユニット体系と、1 つのユニット中に、構成するエレメントの数が少ないユニットを内包する複合マーカ・ユニット体系の 2 体系を検討した。本稿では 4 つの角エレメントと 2 つの辺エレメントから構成される六つ組ユニットについて述べる。図 2 に各体系の構成例を示す。

2.2.1 単体六つ組ユニット体系

マーカ・ユニットを構成する場合に重要なのは、ユニットの回転を識別可能なエレメントの配置である。単体六つ組ユニット中の 2 つの辺エレメントが同一形状の場合、角エレメントの配置を元にマーカ・ユニットの回転を識別する。この場合、角エレメントが点対称とならない配置に対

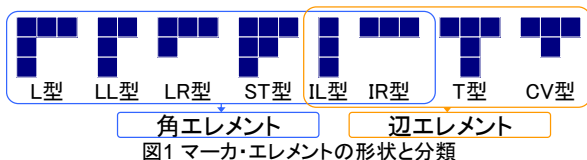


図1 マーカ・エレメントの形状と分類

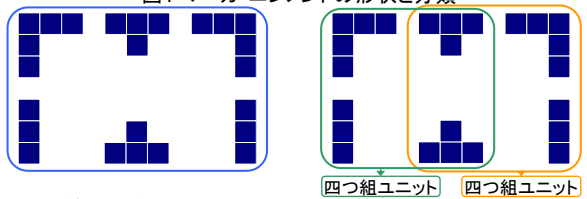


図2 マーカID体系の構成例

し辺エレメントを垂直と水平に配置する 2 つの組合せが考えられ、これらと辺エレメントの種類数との積が ID 数となる。一方、辺エレメントが異なる形状の組合せの場合、辺エレメントによって一意にマーカ・ユニットの回転を識別できるため、角エレメントの組合せの総数と辺エレメントの組合せの総数の積が ID 数となる。本体系の ID 数とマーカ・エレメントの種類との関係は式(1)のように表現できる。

$$ID数 = 2 \times m \times \frac{n^4 - (n+m)C_2 \times 2}{4} + m C_2 \times n^4 \quad (1)$$

(エレメントの種類数: $n=角$, $m=辺$)

2.2.2 複合六つ組ユニット体系

複合六つ組ユニットは 2 つの四つ組ユニットを組合せて 1 つの六つ組ユニットを構成する体系である。同一の四つ組ユニットを重複利用しないことで、四つ組ユニットからこれを含む複合六つ組ユニットを一意に特定可能となる。四つ組ユニットは、角エレメント 2 つと辺エレメント 2 つで構成され、辺エレメントは 2 つの四つ組ユニット間で共有される。この辺エレメントの組合せごとに、ID 数と同時に利用可能な六つ組ユニット数が異なるため、5 つに場合分けを行い計算する。この計算式の一覧を表 1 に示す。このうち条件(D)の一部と条件(E)は、四つ組ユニットとして構成した際に各エレメントの頂点で長方形を構成できないため除外している。

3. むすび

本稿では SFINCS-TT 方式において、マーカ・エレメントの組合せによってマーカ・ユニットの識別用 ID を符号化する体系について述べた。今後はマーカ・ユニットに冗長性を付加することで、マーカ・ユニットの一部を欠損もしくは誤認識した場合に復号が可能な体系の構築を目指す。

参考文献

[1] 吉田他: 美観と頑健性を両立させた複合現実感用半人為的幾何位置合わせマーカの研究 (第 1 報), 信学技報 Vol. 106, No. 470, PRMU2006-195, pp. 7-12, 2007.

表 1 複合六つ組みユニットの ID 数と同時に利用可能なユニット数

	条件	ID 数	同時に利用可能な六つ組ユニット数
(A)	2 つの辺エレメント 共通の形状でない場合	$n^2 C_2 \times (m-l)$	$\frac{n^2}{2} \times (m-l)$
(B)	トが同一形状かつ	$n^{2-1} C_2 + n^{2-2n} C_2$	$\frac{n^2-1}{2} + \frac{n^2-2n}{2}$
(C)	2 つの辺エレメント 共通の形状が含まれない場合	$n^4 \times_{m-1} C_2$	$n^2 \times_{m-1} C_2$
(D)	トが異なる形状かつ 1 つ含まれる場合	$(n^2 - \frac{n}{2})^2 \times (m-l)$	$(n^2 - \frac{n}{2}) \times (m-l)$
(E)	2 つとも共通の形状の場合		

(エレメントの種類数: $n=角$, $m=辺$, $l=共通の形状$)