

芸術的タイルの作り方

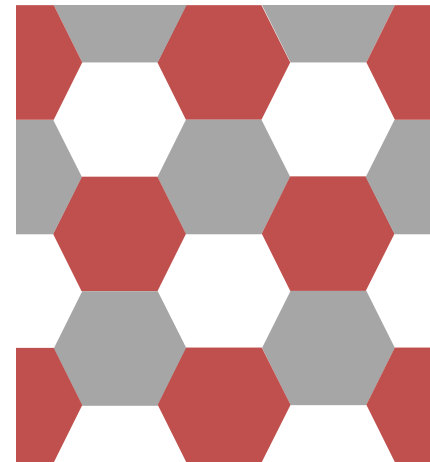
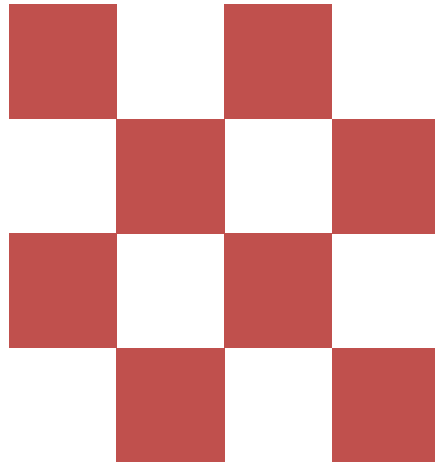
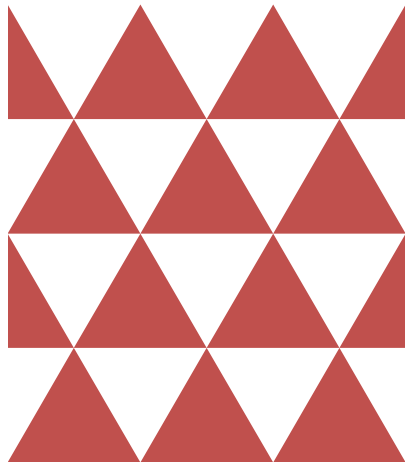
酒井 翔平, 今堀 慎治 | 名古屋大学

タイルとは？

タイル

平面を隙間・重なりなく敷き詰める図形

1種類のタイルによる 周期的タイリング

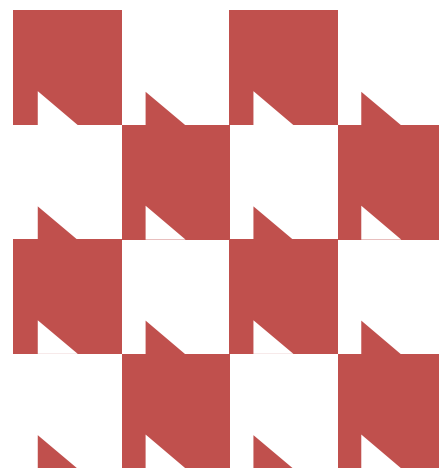
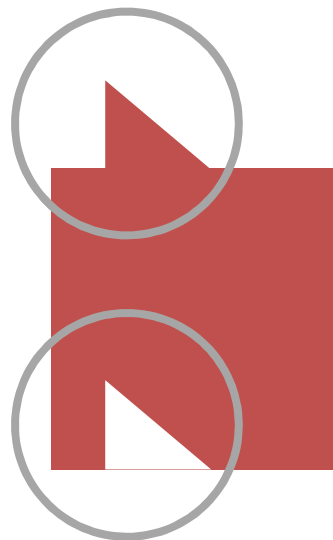
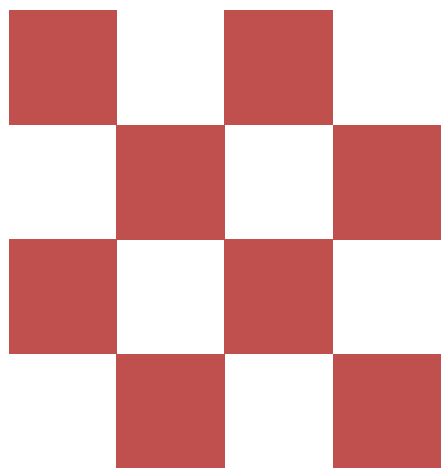


芸術的タイル？

基本タイル

17種類の等長変換群

93種類のタイリングタイプ



芸術的タイル | エッシャー化問題 [Kaplan, Salesin 2000]

芸術的タイル

“タイル” という枠組みの中で
表現したい 形 (入力図形 W) がある

エッシャー化問題

入力図形 W 出力図形 T

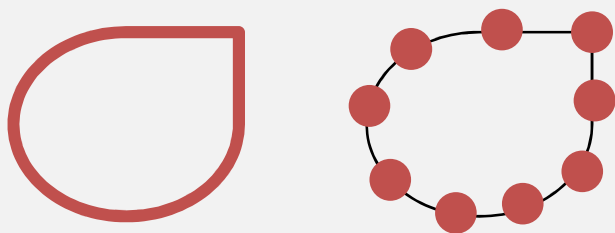
最小化 W と T の距離

制約条件 T はタイリング可能

小泉と杉原の方法 [Koizumi, Sugihara 2011]

図形の表現法

図形を点画で表現



目的 | 図形の距離

プロクラステス距離

回転, 伸縮, 平行移動を
適切に施した状態での
“ずれの二乗”の総和

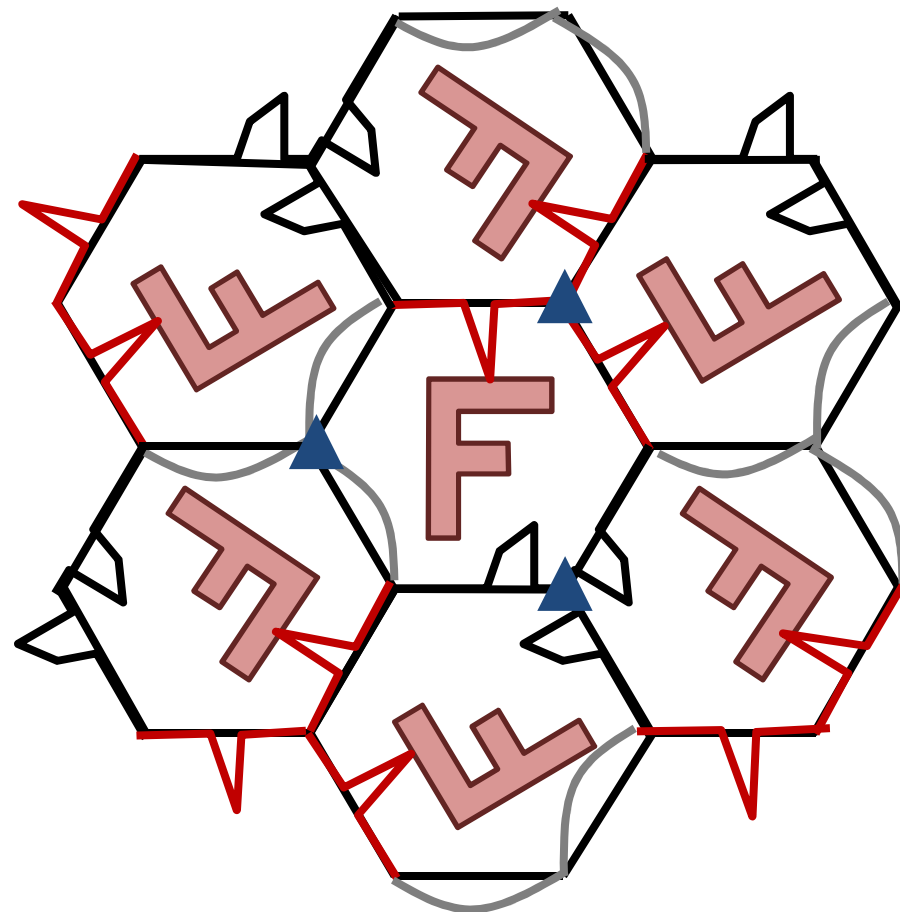
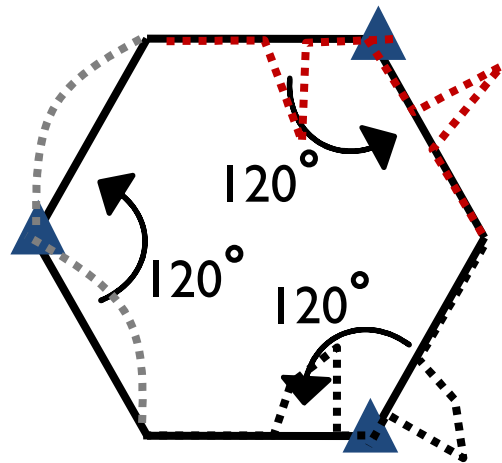
制約 | タイリング可能

次のスライドで！

得られる結果

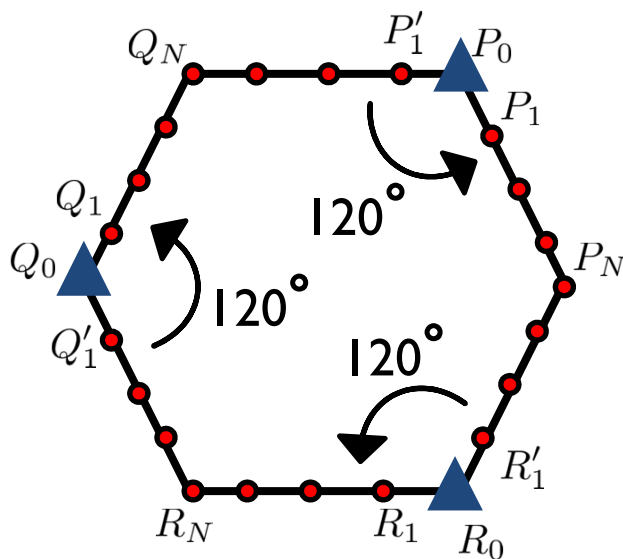
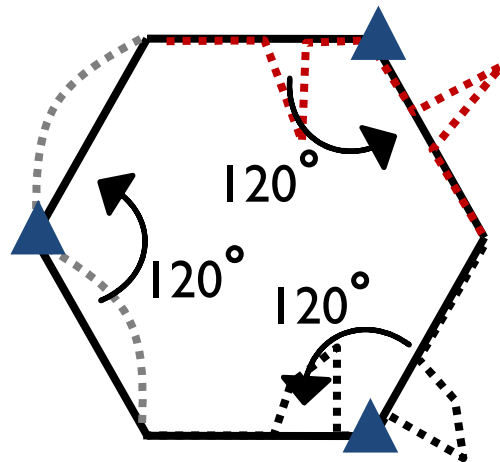
制約条件 | タイリング可能性

タイリングタイプ IH07



制約条件 | タイリング可能性

タイリングタイプ IH07



$$\begin{cases} S(P'_k - P_0) = P_k - P_0 (k = 1, \dots, N-1) \\ S(Q'_k - Q_0) = Q_k - Q_0 (k = 1, \dots, N-1) \\ S(R'_k - R_0) = R_k - R_0 (k = 1, \dots, N-1) \end{cases}$$

S 120°回転行列, $N = n/6$

$$Au = 0$$

A IH07固有の行列

u 出力図形 T

$$u = B\xi$$

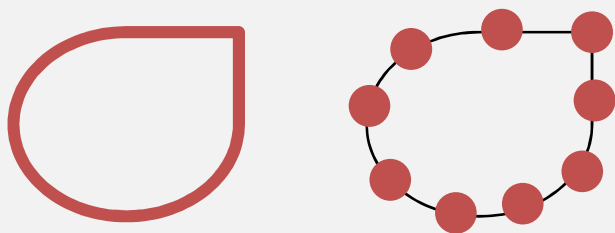
B Ker A の正規直交基底を並べた行列

ξ 任意のベクトル

小泉と杉原の方法 [Koizumi, Sugihara 2011]

図形の表現法

図形を点画で表現



目的 | 図形の距離

プロクラステス距離

回転, 伸縮, 平行移動を適切に施した状態での“ずれの二乗”の総和

制約 | タイリング可能

$$u = B\xi$$

得られる結果 | 最適解

タイリング図形 T $BB^T w$

プロクラステス距離 $\frac{\|B^T w\|^2}{\|w\|^2}$

w 入力図形 W

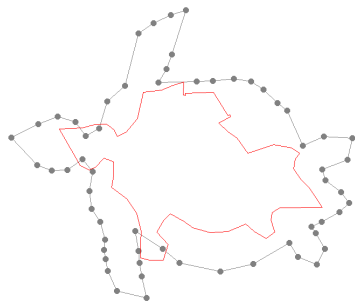
小泉杉原法の成果と課題

成果

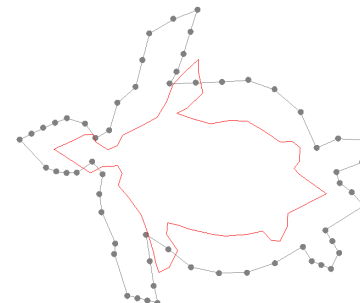
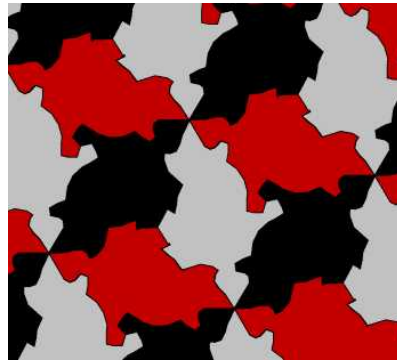
入力図形（点画）に対して“最適な”出力図形
しばしば入力図形に近いタイルが得られる

課題

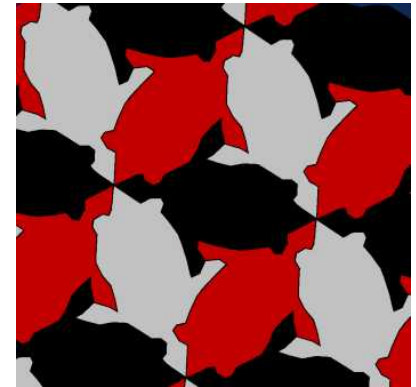
しばしば入力図形にほど遠いタイルが得られる



● 入力 — 出力

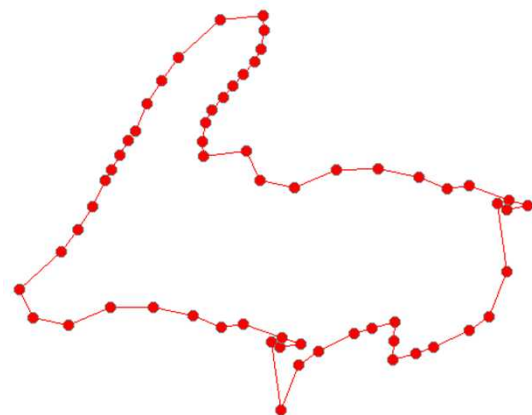
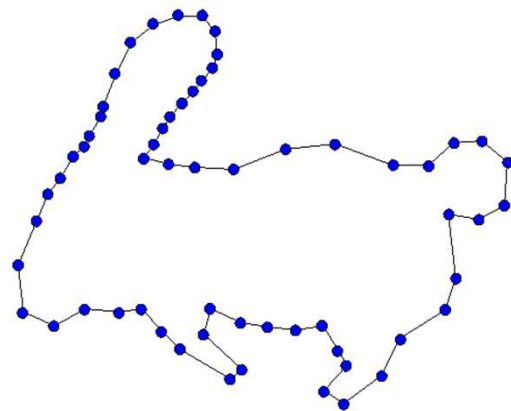
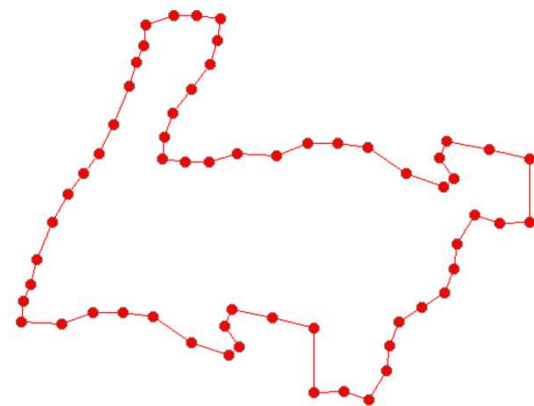
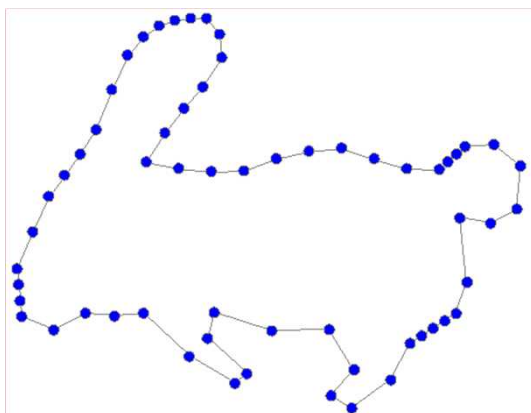
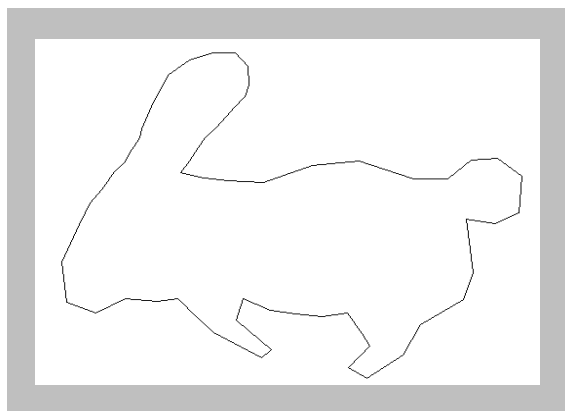


● 入力 — 出力



芸術的タイルにつながる点画

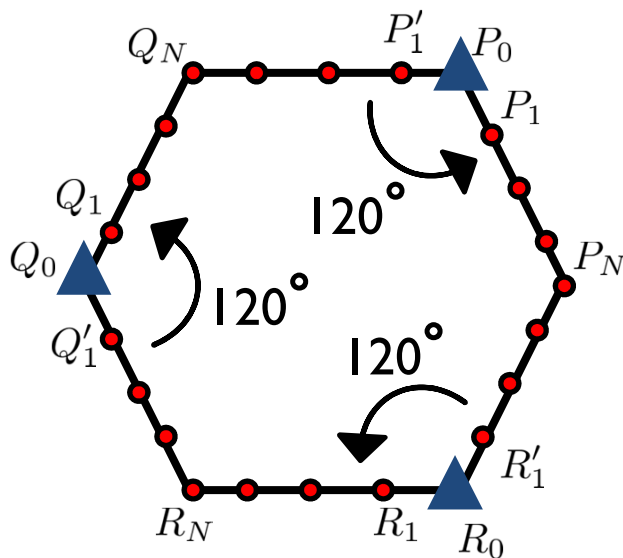
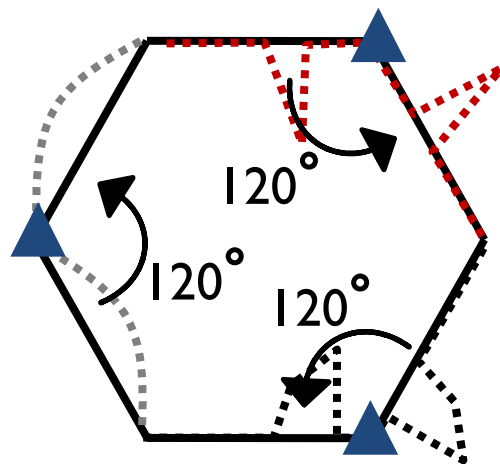
入力図形



点の打ち方の決定

図形の特徴を変えなければ何をやっても良い
局所探索を用いていろいろ試してみる

制約条件再考



$$\begin{cases} S(P'_k - P_0) = P_k - P_0 (k = 1, \dots, N-1) \\ S(Q'_k - Q_0) = Q_k - Q_0 (k = 1, \dots, N-1) \\ S(R'_k - R_0) = R_k - R_0 (k = 1, \dots, N-1) \end{cases}$$

S 120°回転行列, $N = n/6$

$$Au = 0$$

A IH07固有の行列

u 出力図形 T

$$u = B\xi$$

B Ker A の正規直交基底を並べた行列

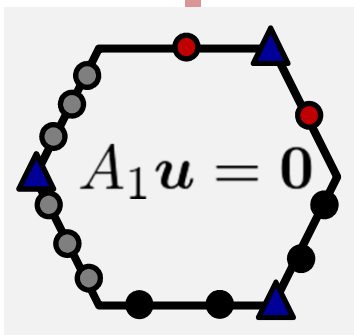
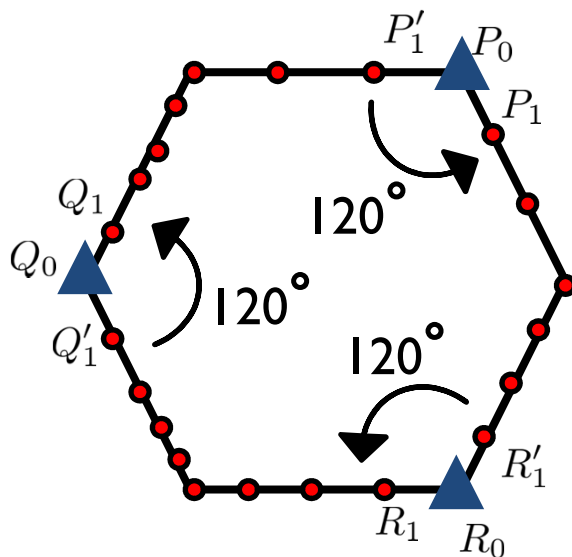
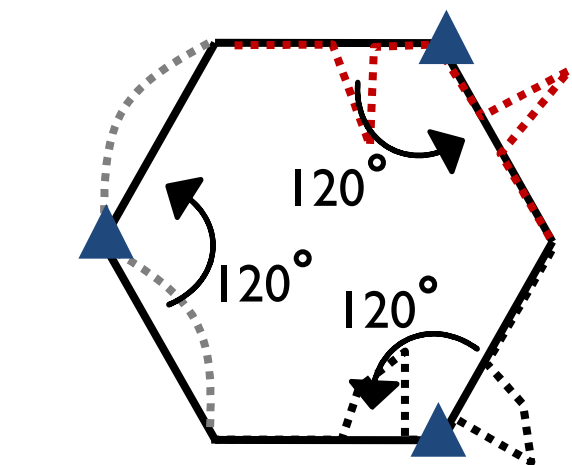
ξ 任意のベクトル

制約条件再考

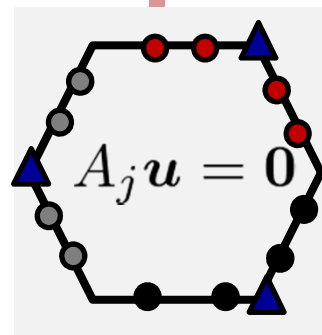
制約条件の緩和

影響のないところには自由度を
 $F \mid P, Q, R$ の組合せの数

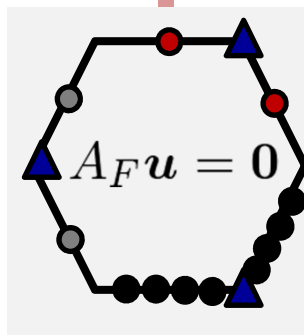
$$\begin{cases} S(P'_p - P_0) = P_p - P_0 & (p = 1, \dots, P) \\ S(Q'_q - Q_0) = Q_q - Q_0 & (q = 1, \dots, Q) \\ S(R'_r - R_0) = R_r - R_0 & (r = 1, \dots, R) \end{cases}$$



$$u = B_1 \xi$$



$$u = B_j \xi$$



$$u = B_F \xi$$

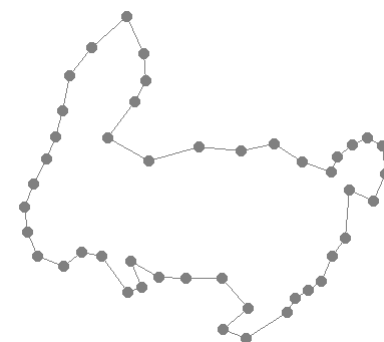
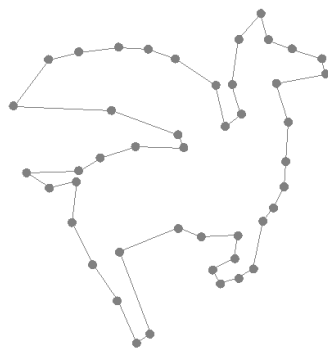
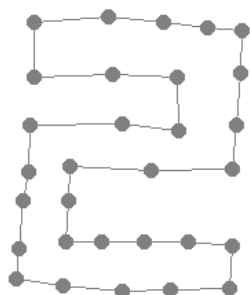
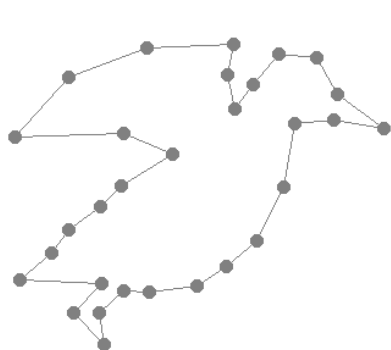
数値実験

実験内容

小泉杉原法と提案法の比較

入力図形

$n = 30$ Bird, 30 Two, 45 Pegasus, 45 Rabbit



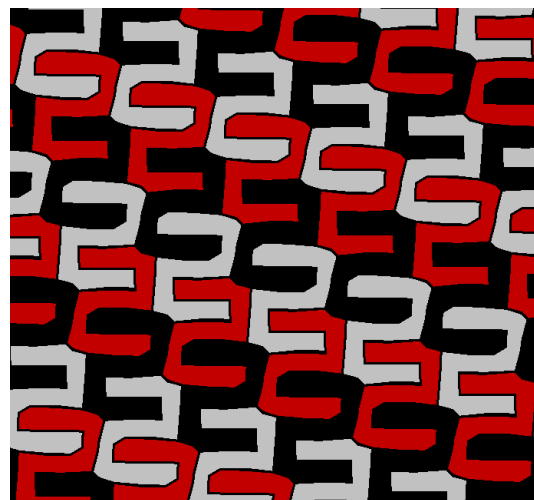
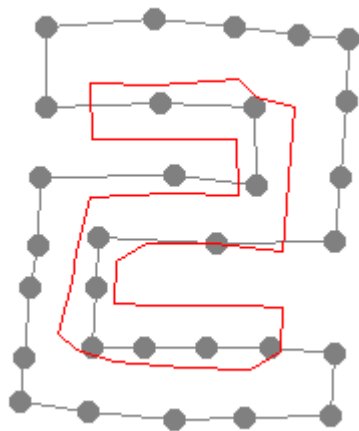
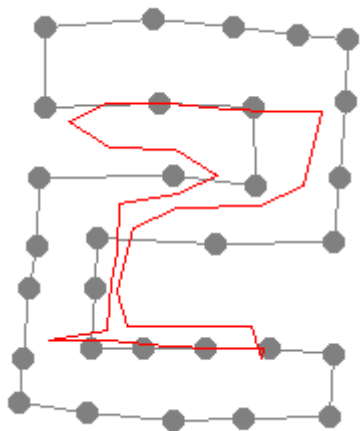
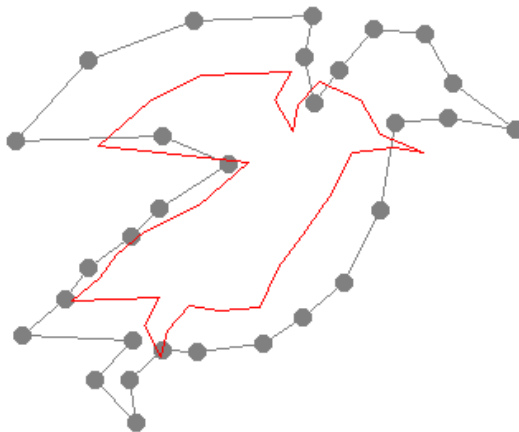
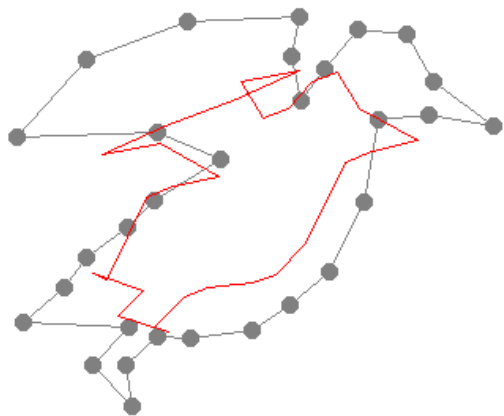
CPU	Intel Core i5-2400 (3.1GHz)
メモリ	8 GB
OS	Windows 7 Professional
言語	Java

数値実験の結果

小泉杉原法

提案法

- 入力
- 出力

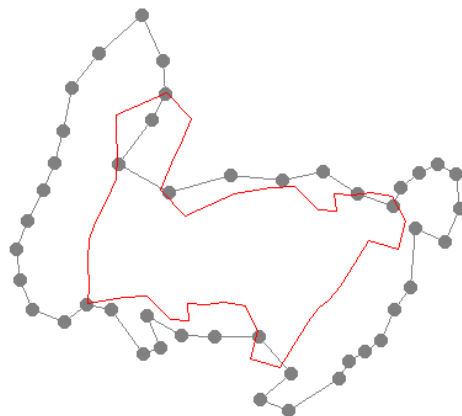
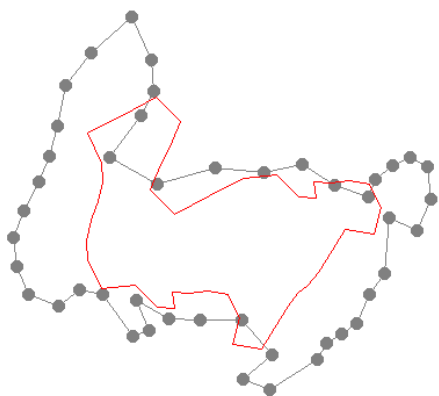
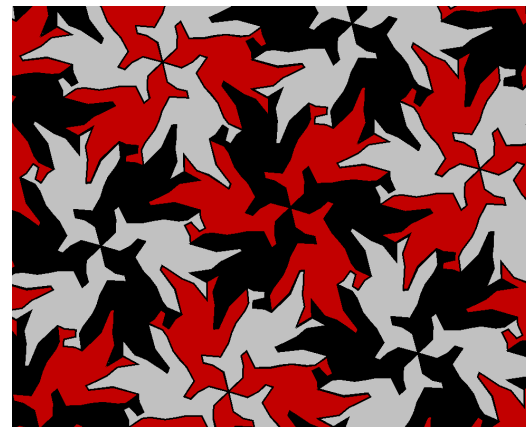
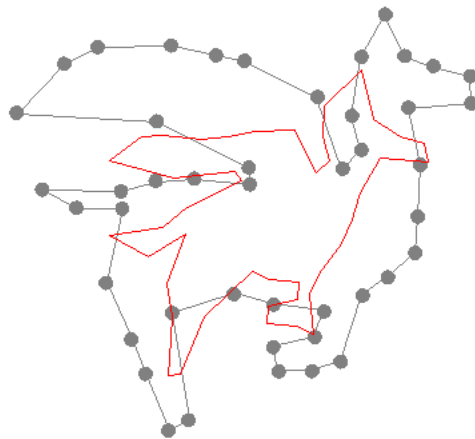
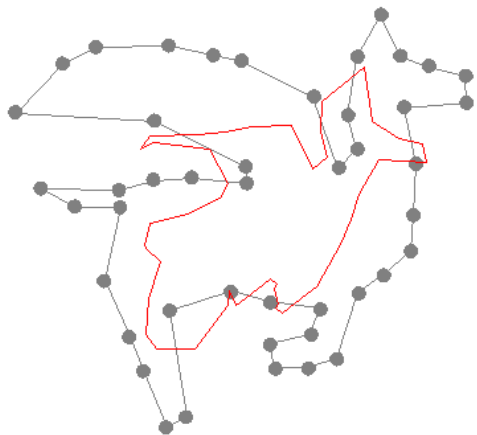


数値実験の結果

小泉杉原法

提案法

- 入力
- 出力



まとめと課題

まとめ

芸術的なタイル作成（支援）システム
小泉と杉原の方法の発展を探っています

課題

計算時間の改善 ⇒ カーネルの計算手法の改善
カーネル計算回数の削減

計算時間	Bird	Two	Pegasus	Rabbit
小泉杉原法	0.003[sec]	0.001[sec]	0.004[sec]	0.001[sec]
提案法	29.4[sec]	29.5[sec]	9.64[sec]	211[sec]