

非組織符号化と対話型進化計算を用いたQRコードの装飾

神菌 誠 下村 輝剛 田尻 昌之 小野 智司

概要: QRコードは物理媒体からネットワーク上の情報へのショートカットとして広く利用されている。しかし、QRコードに埋め込まれた情報が事前にわからないことや、視覚的誘因性が低い点が問題とされている。このため、非組織符号化を用いてモジュールパターンを目標画像に類似するよう制御する方式が提案されている。しかし、QRコードの個々のモジュールを2値の画素として用いるため、標本化や量子化の誤差が大きく、パターンを形成する位置や大きさ、QRコードの型番などを手動で調整する必要がある。本研究では、ユーザシステム協調型進化計算を用いて、目標画像に類似するモジュールパターンを持つQRコードを生成する手法を提案する。ユーザシステム協調型進化計算では、ユーザは任意のタイミングで探索の役割を切り替え、ユーザの負担を最小限に抑えつつユーザの嗜好を反映させることができる。

1. はじめに

埋め草コード語を操作することでQRコードの誤り訂正能力に頼らずにデザイン性を持たせる方式が提案されている [1]。この方式は、QRコードの中央部以外は画像の表現に用いることができないが、非組織符号化を用いて画像を埋め込む領域を拡大し、広範囲に視覚的誘因性を持たせる方式も提案されている [2]。しかし、QRコードの個々のモジュールを2値の画素として用いるため、標本化や量子化の誤差が大きく、パターンを形成する位置や大きさ、QRコードの型番などを手動で調整する必要がある。

本研究では、ユーザシステム協調型進化計算を用いて、目標画像に類似するモジュールパターンを持つQRコードの生成手法を提案する。ユーザシステム協調型進化計算では、ユーザは任意のタイミングで探索の役割を切り替え、ユーザの負担を最小限に抑えつつユーザの嗜好を反映させることができる。

2. 提案する方式

2.1 概要

QRコードの装飾を目的とした本研究では、非組織符号化及びユーザシステム協調型進化計算を用いた方式を提案する。

ユーザシステム協調型進化計算 (CEUS) は、質的、量的な目的関数を同時に最適化する問題を対象とし、任意のタイミングで探索の役割 (解候補の生成や評価など) を変更

することができる。CEUSでは、解候補の生成及び評価をすべてシステムに割り当てることで非対話型の探索を行うことができ、任意のタイミングでいずれかの操作をユーザが担当することで対話型の探索を行うことができる。

2.2 個体表現

本研究では、目標画像に類似するモジュールパターンを持つQRコードを生成する問題を、 $(4 \times N_i)$ 次元の設計変数を含む最適化問題として扱う。 N_i は埋め込むイラストの数を表し、イラスト毎に位置 x_i, y_i 、大きさ s_i 、回転量 θ_i の4つの変数を用意する。 x_i, y_i はQRコード全体に対するイラストの中心の相対的な位置を示す変数である。 s_i はQRコード一辺に対するイラストの長辺の相対的な大きさを示す変数である。また、 x_i, y_i, s_i は $[0, 1]$ の実数値、 θ_i は $[0, 360]$ の実数値とする。

2.3 適応度

本研究で用いられるCEUSでの解候補の適応度 $F(C)$ は、目標画像とQRコードの一致度 $C(C)$ 、イラストの配置の品質 (装飾性) $Q(C)$ 、ユーザの嗜好度 $P(C)$ の3つの観点から算出する。これらの関数の間には深刻なトレードオフは無いと考え、多目的最適化ではなく、単目的最適化として適応度を定義する。

$$F(C) = (1 - w^{(p)}) \times C(C) \times Q(C) + w^{(p)} \times P(C) \quad (1)$$

ここで、 $F(C)$ 、 $C(C)$ 、 $Q(C)$ 、および $P(C)$ は $[0, 1]$ の実数値である。 $w^{(p)}$ はユーザの嗜好度を重視する度合を表

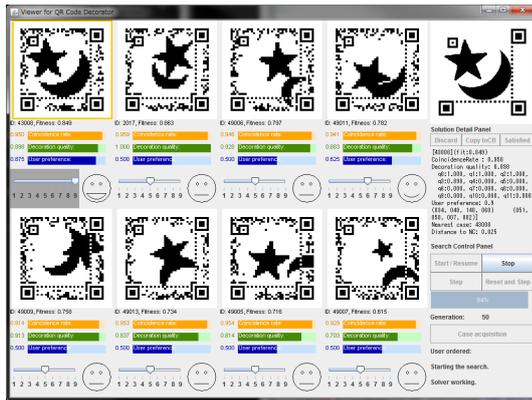


図 1 提案手法のユーザインターフェース
 Fig. 1 User interface of the proposed method.

す重みであり $[0, 1]$ の実数値である。目標画像と QR コードの一致度 $C(C)$ は、1 から目標画像と QR コードのハミング距離を正規化した数値を引くことで算出する。イラストの配置の品質 $Q(C)$ は、[3] と同様に算出される。ユーザの嗜好度 $P(C)$ は、事例ベース推論 (CBR) を用いて算出される。CBR は、モデルの再構築なしでユーザの数少ない操作からユーザの嗜好度を推測する。ユーザは個体を評価、直接操作することができ、その個体は事例として事例ベースに蓄えられる。また、ユーザは個体をいつでも再評価できるので、ユーザの好みの変化に対応することが可能である。

2.4 ユーザインターフェース

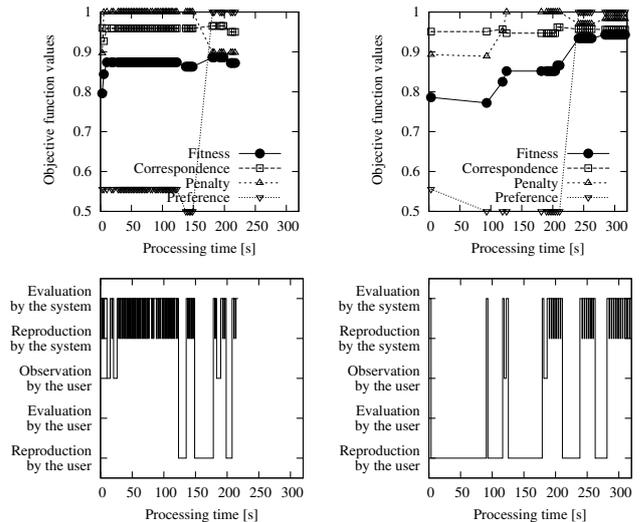
本研究で用いたユーザインターフェースのスクリーンショットを図 1 に示す。ユーザが主に行う操作は、非対話型の探索の再開や停止、気に入った個体の選択、個体の直接操作である。

3. 評価実験

CEUS を用いることの有効性を評価するため、従来の対話型進化計算である IEC との比較を行った。本実験では、一致度や装飾性を保ちつつ、被験者の美的感覚を満たすように QR コード上にイラストを配置する。

被験者 S_1 , S_2 による提案手法での最良個体の適応度の推移と、探索の役割の推移を図 2 に示す。実験結果より、CEUS での探索の役割の推移は被験者によって異なることが分かる。被験者 S_1 は、基本的に非対話型の探索を行っている。前半の探索の解候補を見ることでインスピレーションを得て、後半では個体の直接操作を行っている。一方、被験者 S_2 は、探索の序盤から個体の直接操作を行い、システム側の探索をすることでインスピレーションを得ている。

また、事後アンケートにより、CEUS を用いた提案手法は IEC を用いた手法に比べ、効率的に QR コードを装飾できる手法であることが示唆された。さらに、CEUS の手



(a) Proposed with S_1 (b) Proposed with S_2

図 2 適応度関数と探索の役割の推移

Fig. 2 Transitions on objective function values and search roll allocation.



図 3 提案手法を用いて装飾された QR コードの例

Fig. 3 Example QR codes designed with the proposed method.

法において先行研究 [3] に比べ予想外の解候補が提示されやすいことが示唆された。

本手法を用いて作成した QR コードの例を図 3 に示す。

4. おわりに

本研究では、CEUS を用いてイラストの配置を調整し、QR コードを装飾する手法を提案した。CEUS を用いることでユーザの負担を最小限に抑え、ユーザの嗜好を反映させることができた。

参考文献

- [1] Hagiwara, M.: QR-JAM, (online), available from (https://www.risec.aist.go.jp/project/qrjam/qr_sample.html) (accessed 2015-02-08).
- [2] 藤田和謙, 栗林稔 and 森井昌克: QR コードへの画像埋め込みに関する検討と提案, 信学技報, *LOIS2010-51*, Vol. 110, No. 374, pp. 39-44 (2011).
- [3] Ono, S. and Nakayama, S.: Fusion of interactive and non-interactive evolutionary computation for two-dimensional barcode decoration, *Evolutionary Computation (CEC), 2010 IEEE Congress on, IEEE*, pp. 1-8 (2010).