部　　門	競　技　部　門	No.1 登録番号	30019

No.2

1) 予定開発期間：7ヶ月
2) 予定開発人数：6人

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
問題分析	←	―	―	―	―	―	
設計	←	―	―	―	―	―	―
実装	←	―	―	―	―	―	―
試用・トレーニング		←	―	―	―	―	―

No.3

実現方法

1) フィールド上のペアを多く作るアルゴリズム

図1のように左上から縦または横に順番にペアを作り、残りの領域でも同じ操作を繰り返して沢山のペアを作る(図中の数字は実際のエンティティの値ではない)。1つのペアのなかでは、上または左のマスに先に目的の値のエンティティを移動させる。導きによるエンティティの移動をグラフとして表現し、幅優先探索を行うことで、共通部分を持つ2x2の正方形領域間で任意のエンティティを任意のマスに移動させる手順を求めることができる。このとき、作ったペアがある領域は導きの範囲に入れないようにすると、各行・列内の最後のペア以外のペアを作ることができる。領域3などの行・列内の最後のペアは図2のようにペアを作ったうえでサイズ2の園で導きを行うことで成立させることができる。以上の手順で右下の4マス(図1の灰色のマス)以外の全てのマスにペアを作ることができる。残りの4マスにペアができていない場合、(2, 1)にサイズ2の園で導きを行い(図3)、(0, 1)にサイズ3の園で導きを行う(図4)ことで任意の盤面で全てのペアを成立させる(図5)ことができる。

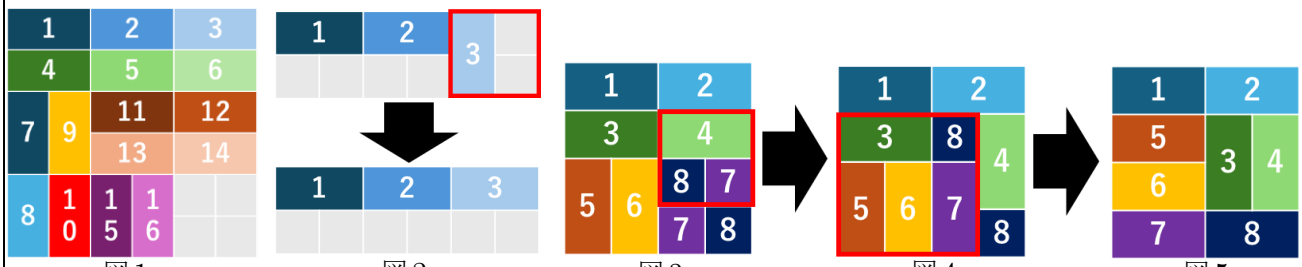

図1

図2

図3

図4

図5

2) 導きの手数を少なくする工夫

最小手数で全てのペアを成立させることを考える。全てのペアが成立している状態を列挙し、これを始点として幅優先探索を行うと、フィールドの状態数をN、導きのパターン数をM、フィールドのサイズをSとしてO(S²NM)の計算量で、最小手数で全てのペアを成立させる手順を任意の盤面について求めることができる。なお、全てのペアが成立することは(1)で示している。ペアとなるエンティティの位置関係のみを考えると、N＝(S²-1)!!である。S=4のとき、N＝2027025であり、各状態におけるペアを作るために有効な導きは2x2の園で9通り、3x3の園で4通り存在するので、M=13である。この場合、このアルゴリズムは十分高速である。

フィールドサイズが6以上のとき、外側のマスから渦巻き状にペアを成立させていき、最後の4x4の領域には上記の方法で求めた厳密解を適用する。外側のマスから渦巻き状にペアを成立させる部分は、(1)で述べた方法からペアを作る場所と順番を変更するだけで実現できる。また、このフェーズをビームサーチにすることにより、さらに手数を削減することができる。外側のマスからペアを成立させることでより多くのパターンの導きが可能な状態が保たれ、手数の削減につながる。

3) その他（独創的なところ）

効率的に考察と開発を進めるため、Pahcer (https://github.com/terry-u16/pahcer)を導入する。これは複数のテストケースをソルバーで解き、そのソルバーの良さを他のソルバーと比較して評価する作業を自動化するツールである。AtCoder Heuristic Contestのローカルテストで使用できるように設計されているため、今回の問題で使用できるように専用のジャッジプログラムを作成した。これにより、コマンド1つでソルバーの性能を正確に評価でき、開発を効率化することができる。

No.4

開発環境
OS: Windows, macOS, Linux
エディタ: VSCode, Vim
言語: C++, Rust