

CAC は、部品供給部に割り当てられた部品の吸着可能ノズルの並びが、ヘッドノズルの並びに近くなる部品割当を構築するアルゴリズムとなっている。

吸着順序の構築には Greedy 法[1]を用いる。吸着順序の構築における Greedy 法は各サイクルにおいて最も多くの部品を同時吸着できる位置でまず部品を吸着する。その後、吸着をしていないノズル部分だけで最も多くの部品を同時吸着できる位置を探し、同時吸着する動作を繰り返す。全てのノズルに部品を吸着したら次のサイクルに処理を移し、同様の処理を繰り返す。

- ```

① 参照ヘッドノズルのサイクルで1回の吸着で最も
 多くの部品を吸着できる位置を探索 → 吸着動作
② if(部品未吸着ノズルが存在)
 部品未吸着ノズルを参照ヘッドノズルとして
 ①に戻る
 else if(全ノズル位置に部品を吸着){
 if(全ノズル位置の吸着リソースが0)
 ヘッドノズルを切り替えて①に戻る
 else 参照ヘッドノズルをそのままにして
 次のサイクル以降 → ①に戻る
 }
③ 全部品を吸着できるなら終了

```

図 3. 吸着順序における Greedy 法の流れ

これら 2 つの手法を用いて初期解を構築する。近傍は 2swap と 3swap を定義する。部品供給部における部品割当において 2swap は部品の 2 箇所入れ替え、3swap は 3 箇所入れ替えである。適用する局所探索法は次の流れで探索を行う。

- ```

① CAC により部品割当を構築
② Greedy により吸着順序を構築
    これにより、吸着回数を計算
③ 2swap or 3swap
④ Greedy により吸着順序の再構築→解の構築
    if(前の解よりも吸着回数が改善)
        現在の解として選択→③へ戻る
    else if(前の解よりも吸着回数が改悪 and
        近傍内に未探索部分が存在)
        前の解を現在の解として③へ戻る
    else(近傍内を全探索して改善解がない)
        処理の終了
    
```

図 4. 局所探索法の流れ

本問題で定義した 2swap と 3swap は部品割当に対して適用するものである。それらにより部品割当の変化をさせると吸着順序が崩れるため、吸着順序の再構築が必要である。よって、近傍内探索において割当を変化させるたびに、Greedy 法によって吸着順序を構築しなおして評価値となる吸着回数を計算する。

4. 数値実験

本問題に対して提案したアルゴリズムの性能を評価するため複数の問題例に対して計算実験を行い、最適解との比較を行った。なお、最適解算出には CPLEX 7.1 を用いた。計算機環境は CPU が Pentium4 1.80 GHz、メモリが 1 GB である。結果の表中に示している使用データ No については、 $P - (\text{各部品種類の部品数}) - (\text{ノズル種類数}) - (\text{部品種類数})$ である。なお、表 1 に示しているデータは一部であり、全部で 60 問のデータにより実験を行った。計算時間は全データについて 0.2 秒以内に収まった。

表 1. 実験結果

データ No	最適解	2swap 近傍	3swap 近傍
P-3-3-8	10	10	10
P-3-4-9	7	7	7
P-3-5-11	7	7	7
P-4-3-10	8	9	9
P-4-4-9	9	11	10
P-4-5-10	9	10	10
P-5-3-11	10	12	11
P-5-4-12	10	14	12
P-5-5-11	10	10	10

なお、この 60 問の基板データは非常に小さい基板データである。通常の基板サイズは、部品数 1~40、ノズル種類数 5~8、部品種類数は 30~40 である。大きいサイズの基板データに対する実験は、当日の発表で詳細を報告する予定である。

5. まとめ

部品装着機における部品割当問題、および部品吸着順序問題に対する解法を提案した。本研究では、小規模なデータに対して最適解との比較実験を行い、吸着回数が低い解を求めることができた。だが、吸着順序の問題に対しては Greedy 法のみでの結果であり、吸着順序に対しての近傍探索を行うことにより更なる改善結果が得られると期待される。また、今後の課題として部品装着順序問題に対しての最適化も考慮する必要がある。

参考文献

- [1] Dong-Seok Sun, Tae-Eog Lee, Kyung-Hoon Kim, "Component Allocation and feeder arrangement for a dual-gantry multi-head surface mounting placement tool," International Journal of Production Economics, to appear.