

遺伝的アルゴリズムを用いた

伝送線路の信号伝送特性の改善

Improvement of Signal Transmission Characteristic of Transmission Lines using Genetic Algorithm

孟 東緒

指導教員 高橋 丈博, 浪岡 美予子

拓殖大学大学院 工学研究科 情報・デザイン工学専攻 高橋研究室

キーワード：遺伝的アルゴリズム・伝送特性・波形品質・特性インピーダンス

1. はじめに

プリント配線板における信号線路の伝送特性は、線路に接続される素子や配線の曲がり、ビアなどによって低下し、伝送信号にひずみが生じる。伝送信号のひずみは回路の誤動作や放射ノイズの増加などの原因となるため、改善の必要がある。

改善方法の1つとして、セグメント分割伝送線路を使った手法[1]が提案されており、注目を集めている。

この手法では、配線を短くセグメントに分割して、各セグメントの特性インピーダンスを変化させ、多重反射を生じつつも最終的に伝送される波形は規定値を満たすようにする。

本研究では、この手法の有効性を確かめ、様々な配線の伝送特性の改善や、放射ノイズの低減などをおこなってゆく。

2. セグメント分割伝送線の特性改善

伝送線を等長の複数のセグメントで分割し、異なった特性インピーダンスを与える。すると、各セグメントの特性インピーダンス不整合により、反射波が発生する。そこで、各セグメントの特性インピーダンスを調整し、歪んだ波を整形し理想的な“教師”波形を実現することが目標である。

特性インピーダンスの調整だが、セグメント数が16で、各セグメントの特性インピーダンスが100通りとすると、組み合わせは 100^{16} となり、

全件検索が不可能だと思われる。そこで、セグメント分割された伝送線路による特性インピーダンスの組み合わせを、組み合わせ最適化問題としてとらえ、遺伝的アルゴリズムを使って解く。

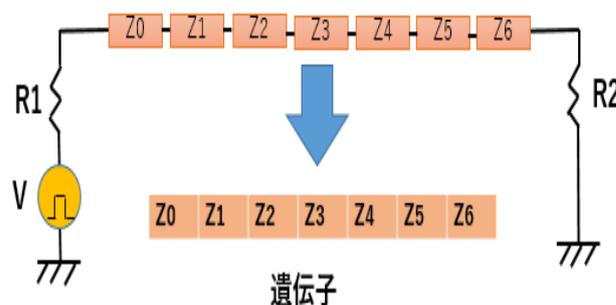


図1 遺伝子へマッピング

遺伝的アルゴリズムとは遺伝子の集団に対し、淘汰、交差、突然変異、を繰り返して、一番良い遺伝子あるいは理想的結果に近い遺伝子を探すアルゴリズムである。

本研究では、図1のように、セグメント分割伝送を遺伝子へマッピングする。

3. プログラム

図2に、プログラムのフローを示す。まずランダムで100個遺伝子を生成して、各遺伝子の受信端と信号源インピーダンスを 30Ω と $10k\Omega$ に固定する。次に、TDR手法で各遺伝子の波形を計算し

て、理想波形との差を評価値とし、並び変える。遺伝子の1%を淘汰する。つまり、良い遺伝子で悪い遺伝子を置換する。また、1%の遺伝子を交差、突然変異する。一番良い遺伝子の適合度が目標値を超えた場合はプログラムを終わる。目標値を超えない場合は繰り返して、もう一度、回数の上限になるまであるいは目標値になるまで計算する。

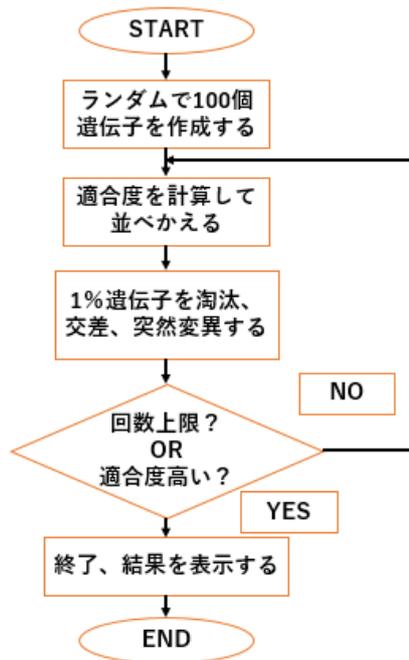


図2 プログラムのフローチャート

4. 計算結果

前述の説明にある数値で計算を行った結果について述べる。

4.1 遺伝子の変化

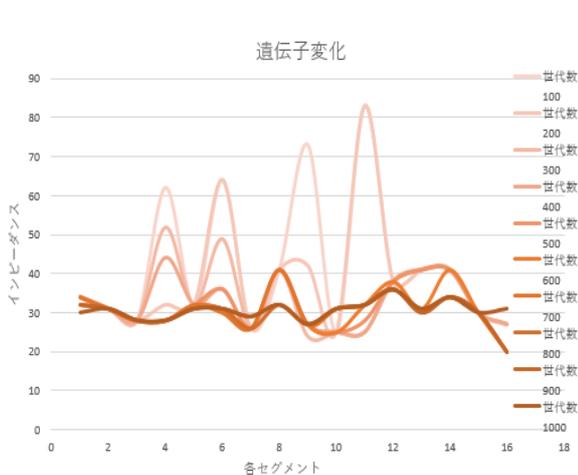


図3 遺伝子の変化

図3の横軸は各セグメントを表している。縦軸は各セグメントのインピーダンスである。グラフは世代数100回の遺伝子から世代数1000回までの遺伝子を100回おきに表示する。理想的には各セグメントのインピーダンスが全部30Ωになる。グラフを見ると、世代数を増加すると、各セグメントのインピーダンスが30Ωの近くになった。

4.2 適合度について

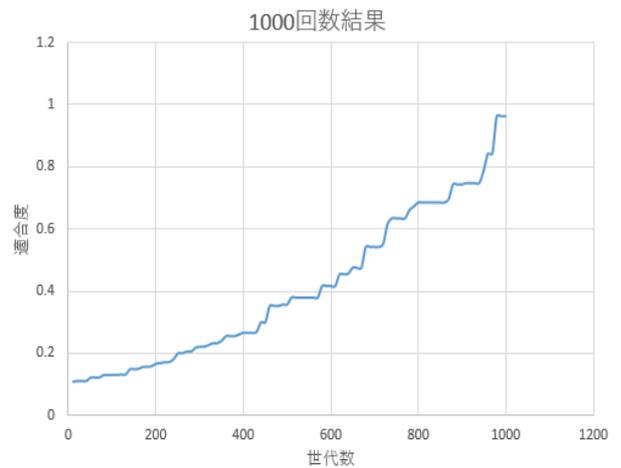


図4 適合度の変化

図4に、各世代での最も高い適合度の変化を示す。理想的適合度は1である。世代数が増加すると、適合度が高く変化した、1に近づいていることがわかる

5. 今後の課題

(1). セグメントの途中に固定したインピーダンスを置き、ピアなどを表すようにする。そして、遺伝子がどのような状態になるかを確認する。

(2). 波形の改善を行い、実験によりその効果を検証する。また、応用として、放射ノイズの抑制などへも適用する方法を検討する。

参考文献

- 「1」 安永 守利：機械学習を用いたシグナルインテグリティ向上設計手法，第31回エレクトロニクス実装学会春季講演大会論文集，8A3-1，pp. 283-268（2017年）