

ウイルス進化型遺伝的アルゴリズムの道路橋維持管理計画支援システムへの適用

関西大学大学院 学生員○築山 勲*

関西大学総合情報学部 正会員 古田 均**

関西大学工学部

正会員 堂垣正博*

1. まえがき

社会基盤整備における維持管理業務の増大とともに、社会基盤施設を今後どのように供用し続けるかが問われている。著者らは、増え続ける道路橋の維持管理業務を円滑に実施するため、道路網上に点在する多数の橋梁を対象に、その RC 床版を最適に維持管理するための支援システムを開発してきた¹⁾。その際、最適な維持管理計画案を組合せ最適化問題の解として求めたため、その最適化手法に遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm: GA) を適用した。しかし、GA による最適解の探索には多くの時間を要し、その効率の悪さの解消が課題であった。ここでは、より効率的に最適解を探索するため、共進化アルゴリズムの一種で、GA にウイルス進化の概念が導入されたウイルス進化型遺伝的アルゴリズム (Virus Evolutionary - Genetic Algorithm: VE-GA)²⁾を適用したので、その概要について報告する。

2. 道路橋の最適維持管理支援システムの概要

道路橋の維持管理支援システムは、道路網上の橋梁群を経済的かつ効率的に維持管理するための補修計画が立案できるシステムである。ここでは補修費、補修工法の効果、工事による道路利用者や周辺住民への影響を補修案の評価項目とする。評価関数には LCC 分析の一手法である Cost Effectiveness を適用し、上記 3 条件を満たす案を多目的組合せ最適化問題の最適解とする¹⁾。

図-1 にシステムの流れ図を示す。まず、対象とするすべての橋梁と道路交通の諸データを入力する。つぎに、道路網における交通量を分割配分法で算出する。そして、遷移確率マトリックスで表現した個々の橋梁における損傷状態から橋梁の劣化を予測する。その結果、“When, Which, How”の組合せ問題とした、複数年にわたる最適な維持管理計画案が GA なる最適化手法で探索される。

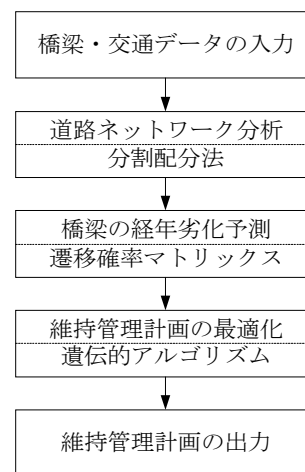


図-1 システムの流れ図

3. ウイルス進化型遺伝的アルゴリズム (VE-GA)²⁾

GA は、ダーウィンの進化論に基づき、生物の進化過程を交叉、突然変異、淘汰などの遺伝操作で定式化したものである。一方、VE-GA は、GA に用いられる遺伝操作のほかにウイルス進化論に基づいたウイルス感染操作を加えたものである。図-2 に VE-GA の流れ図を示す。ウイルス進化論は、ウイルス感染による生物個体間の遺伝子の水平伝播と、その子孫への遺伝子の垂直伝播によって個体が進化するという考えに立脚している。VE-GA でなされるウイルス感染操作は、宿主個体間の遺

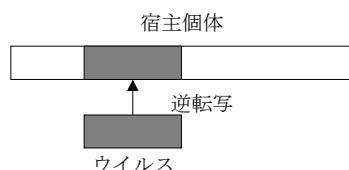


図-3 逆転写操作

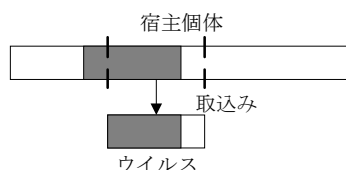


図-4 取込み操作

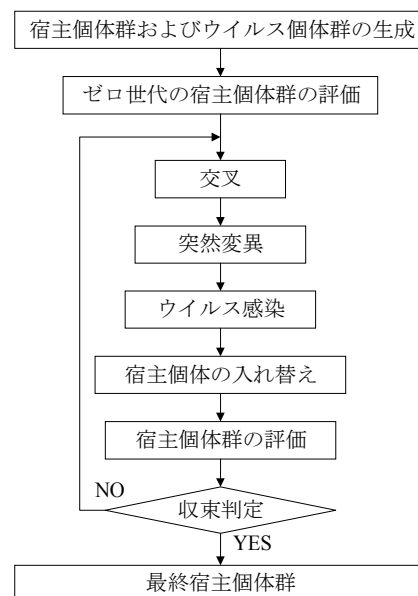


図-2 VE-GA の流れ図

Keywords : 維持管理支援システム, ウイルス進化型遺伝的アルゴリズム, 道路ネットワーク

連絡先 : * 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35

TEL/FAX : 06-6368-0882

** 〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町 2-1-1

TEL/FAX : 0726-90-2488

伝子の水平移動を可能とするための図-3と4に示すような逆転写操作と取込み操作の2操作のことで、その役割をウイルス個体が担う。また、ウイルス i は、逆転写による改善度を表した適応度 $fitvirus_i$ 、その感染率 $infrate_i$ 、感染率を調整するパラメータ α 、ウイルスの寿命を表す生命力 $life_i$ 、その生命力の減衰率 r なるパラメータを有する。

4. 数値解析結果とその考察

VE-GA を組み込んだシステムの有効性を検討するため、図-5に示すような維持管理計画域（大阪市北東部の道路網をモデル化したもの）を設定した。道路網に点在する20橋の中からRC床版の補修が必要な橋梁、その補修工法、その時期からなる維持管理計画案を立案する。1年間の維持管理費を1億円とし、5年間にわたった計画案を探索した結果、表-1を得た。また、同一条件のもとに、一般GAによるシステムで補修計画案を探索した。VE-GAと一般GAの収束状況を表せば、図-6が得られる。図から明らかなように、VE-GAの方が一般GAよりも適応度のよい維持管理計画案を早く探索できる。

5. あとがき

筆者らが従来のシステム¹⁾で採用した一般GAの代わりにVE-GAを新しいシステムに導入した。その結果、より早く適応度の高い維持管理計画案を得ることができた。しかしながら、VE-GAには一般GAより多くの制御パラメータがあり、実用化の際には、十分な注意が必要である。

参考文献 1)たとえば、能勢・古田・堂垣：道路橋の維持管理計画のライフサイクルコストモデル，土木学会第55回年次学術講演会講演概要集，I-A323，2000-9。 2)久保田・福田：ウイルス進化とファジィ理論，日本ファジィ学会誌，Vol.10，No.4，pp.626-636，1998。

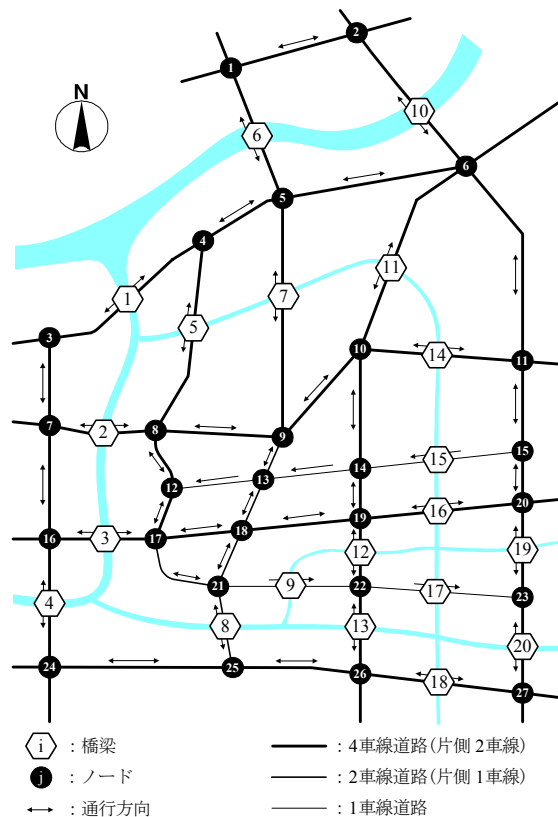


図-5 維持管理計画策定エリア

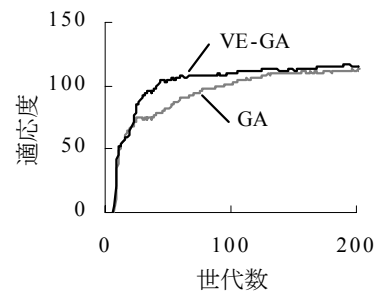


図-6 VE-GAとGAの収束状況

表-1 道路橋RC床版の維持管理計画案

橋梁番号	橋長(m)	損傷面積(m ²)	主な損傷状態	健全度ランク	補修年度	補修工法
1	150	1440	2方向のひび割れ	II	—	—
2	145	754	漏水，錆の流出，剥離	IV	—	—
3	188	882	2方向のひび割れ	II	—	—
4	155	543	亀甲状のひび割れ，空洞，部分的損傷	III	1年後	鋼板接着
5	42.5	531	床版の陥没，部分的損傷	V	計画年	部分打ち替え
6	478.8	2060	2方向のひび割れ，豆板	II	—	—
7	42.12	82.6	1方向のひび割れ	I	—	—
8	35.9	106	亀甲状のひび割れ	III	計画年	床版増厚＋ひび割れ注入
9	65.8	300	遊離石灰，漏水，錆の流出	V	計画年	FRP接着
10	561.4	2190	亀甲状のひび割れ	III	—	—
11	43.2	104	1方向ひび割れ	II	1年後	鋼板接着＋ひび割れ注入
12	56.3	124	漏水，錆の流出，部分的損傷	V	計画年	部分打ち替え
13	48.2	224	2方向のひび割れ，剥離	II	4年後	FRP接着＋断面修復
14	41.6	94.1	遊離石灰	V	計画年	部分打ち替え
15	36.1	39.7	2方向のひび割れ	II	—	—
16	42.0	242	鉄筋の露出，角落ち	IV	1年後	縦桁増設
17	36.2	35.3	1方向のひび割れ	I	—	—
18	42.3	233	亀甲状のひび割れ，空洞，部分的損傷	III	計画年	部分打ち替え
19	55.6	153	2方向のひび割れ	II	1年後	鋼板接着
20	48	212	亀甲状のひび割れ	III	—	—