

CS-123 定性プロセス理論によるコンクリートダム景観設計のモデリング

京都大学大学院農学研究科 学生会員 工藤 庸介
 京都大学大学院農学研究科 正会員 長谷川 高士

1. はじめに

近年、公共土木構造物の景観設計に対する需要が高まっている。ところが、景観に対する評価は極めて主観的であるため、一般の技術者が構造設計の段階で景観への配慮をすることには困難があり、景観設計は信頼のおける特定の専門家の手に委ねることとなる。しかしながら、設計にかかる手間を軽減するためには、構造設計と同時に景観設計を行なえることが望ましい。しかも、コンクリートダムのように構造上の自由度が低く、公共性の高い構造物には、景観設計としてできることには制限があり、その制限をうまく利用すれば、計算機上で景観設計を支援するシステムを実現することも可能になると考えられる。

このような支援システムの実現のためには、景観設計の際に要求される事柄を適切に記述することが重要な問題となる。著者らは、ニューラルネットワークを用いることで、景観評価のメカニズムを明示的に記述することなく、計算機に景観評価をさせる方法について研究してきた¹⁾。しかしこの方法では、従来の景観研究を通して獲得されてきた情報を生かすことができない。そこで本研究では、定性推論の考え方を用いて、景観設計に関わる定性的な情報に基づき、景観評価を推論する方法について考察する。

2. 定性プロセス理論

現象を理解するためには、適切な言語による現象の記述、すなわちモデルを作り上げることが必要である。定性推論の研究の中で作られたモデリング言語には、現象に関する定性的で不十分な知識しかなくても、定性シミュレーションによってある程度挙動の予測ができるという利点がある。このような挙動モデリングのための代表的言語として、定性プロセス理論 (Qualitative Process Theory; 以下 QP 理論)²⁾がある。QP 理論は、動的な系の法則や機構を理解する時の人間の思考の論理を記述し、模倣するためのモデルを作るための形式を与える。ここでは、対象世界における変化—対象の生成・消滅や性質の変化—を引き起こす原因としてプロセス (process) という概念を導入し、プロセスを中心に現象を記述する³⁾。

QP 理論では、物理現象のモデル化は次のように行なわれる。

1. 含まれる対象の集合を同定する。
2. 個体ビュー (individual view) によって対象の静的な性質を記述する。
3. プロセスビュー (process view) によって対象の動的な性質を記述する。

3. 景観設計の定性的モデリング

(1) 個体ビュー

まず、景観の“美しさ”および“醜さ”ということを、図1、2の個体ビューで記述する。図1の個体ビューで

```
Individual_view Beautiful
Individuals:
  dam an object, Has-Quantity(dam,Beauty)
Preconditions:
  Photo-Contain-Dam(dam)
Quantity Conditions:
  A[Beauty(dam)]>ZERO
```

図1 美しさを表す個体ビュー

```
Individual_view Ugly
Individuals:
  dam an object, Has-Quantity(dam,Beauty)
Preconditions:
  Photo-Contain-Dam(dam)
Quantity Conditions:
  A[Beauty(dam)]<ZERO
```

図2 醜さを表す個体ビュー

は、ここで関係する対象は Beauty という属性を持つ dam というものであり (Individuals)、Beauty の大き

さ $A[Beauty(dam)]$ が 0 以上である (Quantity Conditions) とき、ある景観に対して“美しさ”を感じるということが記述されている。図 2 はその逆の場合に、“醜さ”が感じられることを示している。またここでは、この個体ビューが存在する前提条件として、評価しようとしている構図 (写真) の中にダム の堤体があることが仮定されている (Preconditions)。これは QP 理論の外部から決まる要因であり、シミュレーション時には参照されない。

(2) プロセスビュー

本研究では、与えられた景観に何らかの問題がある時、その問題を解決するために行なう修景の作業をプロセスビューに記述することにする。修景の方法としては、文献⁴⁾に紹介されているダムの景観設計手法とその効果を参考にした。図 3 は、景観に含まれる色数が多過ぎると感じられる場合に、色数の変更を行なうことで、その景観に対する印象が変化することを表したプロセスビューである。

このプロセスに関係する対象は、ダム (*dam*) とその修景案 (*amend*) であり (Individuals)、景観が美しくないと判断されている (Quantity Conditions) とき、色数の変更というプロセスが行なわれる。そして、色数が少なく (*color-rate* が大きく) なればなるほど、ダムの構造美 (Structural-Beauty) や景観の連続性 (Sequence) を高め、ダム景観の美しさ (Beauty) に寄与する、ということが Influences で記述されている。

このようなプロセスビューを、材質を統一する・視点場を変更する等の景観設計手法に対して用意することで、景観設計の可能性とその効果について推論するためのモデルが構築される。

4. 定性シミュレーション

前節で示したモデルを用いて、QPE⁵⁾というプログラムにより、定性シミュレーション³⁾を行なった。表 1 にその結果を出力したものの一部を示す。これは、元の景観が美しくないと判断されている時、配色の変更を行なったが、美しいと判断されるまでには至らなかったというシナリオを表している。“Ds values”とは各変量の導関数の符号を示すもので、ここではいずれの変量に対しても 0 であったことが示されている。QPE はこのようなシナリオを、可能な全ての状態について推論する。本研究では、1つのプロセスしか準備しなかったため、有意なシナリオを得ることはできなかったが、今後多くのプロセスを用意していくことで、色々な結果が得られることと予想される。

5. おわりに

本研究では、コンクリート重力式ダムに対する景観設計を、QP 理論を用いてモデリングするための基本的な考え方について述べた。ここで示したような個体ビュー・プロセスビューによる記述は階層化が容易であり、モデリングを行なう者が選定した任意の詳細度で記述することが可能である。今後、植栽・形状・材質・視点場などについての、方程式で記述することが困難な情報をモデルに取り込むことで、実際の景観設計を反映したより詳細なモデルの構築が期待される。

参考文献

- 1) 長谷川高士・工藤康介・石井将幸：ニューラルネットワークを用いたコンクリートダム景観の定量的評価，農業土木学会論文集，179，pp.31-37，1995。
- 2) Forbus, K.D., Qualitative process theory, *Artificial Intelligence*, 24, pp.85-168, 1984。
- 3) 西田豊明：定性推論の諸相，朝倉書店，1993。
- 4) 建設省河川局開発課：ダムの景観設計 [重力式コンクリートダム]，財団法人国土開発技術研究センター，1991。
- 5) Forbus, K.D., QPE: Using assumption-based truth maintenance for qualitative simulation, *Artificial Intelligence in Engineering*, 3(4), pp.200-215, 1988。

Process Coloring

Individuals:

dam an object, Has-Quantity(*dam*,Beauty)

amend an object

Preconditions:

Photo-Contain-Dam(*dam*)

Quantity Conditions:

$A[Beauty(dam)] < ZERO$

Relations:

Let *color-rate* be a quantity

$color-rate \propto_{Q+} (N-color(dam) - N-color(amend))$

Influences:

$I^+(Sequence(amend), A[color-rate])$

$I^+(Structural-Beauty(amend), A[color-rate])$

$I^+(Beauty(amend), A[Sequence(dam)])$

$I^+(Beauty(amend), A[Structural-Beauty(dam)])$

図 3 配色の変更を示すプロセスビュー

Sclass S0, 1 situations:

Status = R-COMplete, Duration = INTERVAL

IS: {QPE}

VS: VIO: UGLY(X)

PS: PIO: COLOR(X,Y)

Ds values

Ds[BEAUTIFUL(X)]=0

Ds[COLOR-RATE(PIO)]=0

Ds[N-COLOR(X)]=0

Ds[N-COLOR(Y)]=0

表 1 定性シミュレーション結果