

6K-1

段階的な設計のための対象記述に関する考察

西野 篤夫 松田 元男

鹿島建設株式会社

1. はじめに

土木・建築構造物の設計では、対象が大規模で部品点数が多いために、設計が上位の抽象的な段階から下位の具体的な段階まで明確に分かれている。単一の段階の中では、設計対象と知識の記述にはオブジェクト指向の概念が有効である。[1] また手順が確立されていなくとも比較的小さな配置計画問題にはATMSによる仮説生成・検証が効果的である。[3] しかし、上位の設計段階における自由度の高い大きな計画問題に関する知識を表現するには、下位の段階を見通すことが重要なので、異なる段階をまたがる統一的な対象の記述方法が必要である。

機能設計という目的では、この多段階の設計対象の記述方法として既に多階層モデル[2]や階層的な定性推論[4]などが提案されている。これらは機能概念の抽象化を記号処理的な論理関係に結び付けるものだが、幾何学的な形状設計が中心である土木・建築分野では、それらを適用するに更に工夫を要する。本稿では、最上位段階の計画問題进行处理するという応用の立場で、段階的な形状設計を一貫して扱うための設計対象の記述方法について考察を加える。

2. 段階的な形状設計問題

土木・建築構造物は形状自身が機能を持つことが特徴であり、設計の段階分けは形状に関する抽象度の違いと言ってもよい。いわゆるオブジェクト指向のis-a, part-of関係だけでは幾何学的な抽象度の変化を一般的に表しにくい。また人手による形状設計では、問題を制約条件下の論理的な解探索として解決するよりも、実数的な連続性をもつ制約条件の範囲内で整合するように決定することが多い。

ここでは段階的な設計問題を図-1のようにとらえ、異なる段階をわたるために抽象度を変化させる関係として集約・分解、単純化・詳細化、及び仮説の生成と整合を提案する。以下説明のための例題として、道路や鉄道などの路線設計問題を取り上げる。

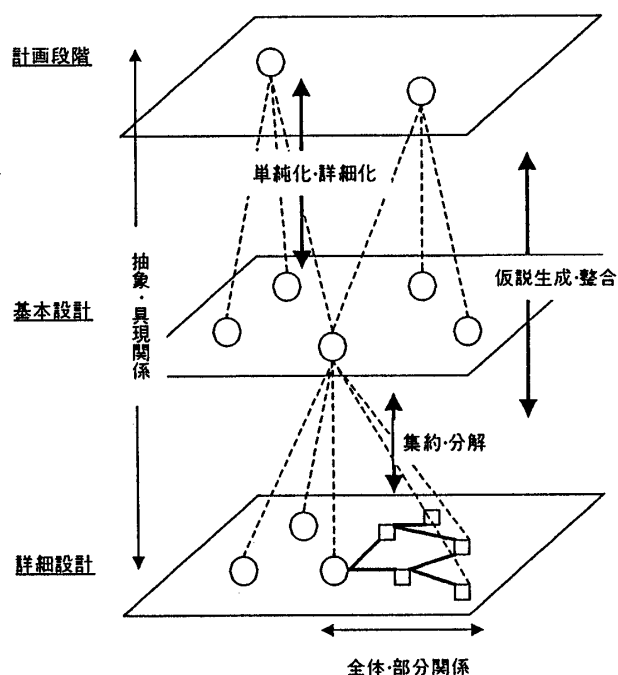


図-1 段階的な設計における対象概念

3. 抽象度の変化を表す関係

路線設計問題は、ある敷地の中で始点・終点、分岐、走行性能、設置構造物などから発生する様々な条件を満たす路線形状を決定することである。この問題进行处理する人間の設計知識をなるべく自然に表現するという観点から、対象の抽象度の変化を表す具体的な方法を考察する。

3.1 位置領域的な集約と分解

問題を部分問題に分割し、各々を独立に解く方法は一般的である。幾何学的な形状が問題となる場合には、論理的な全体・部分関係だけでなく、次のような位置領域的な概念を基本的な関係として付加しておく知識が記述しやすい。



図-2 単純化・詳細化の例

- 1) 部品分解とともに、2次元ならば平面的な、3次元ならば空間的な位置領域分割を行い、領域の形、位置に関する情報や操作をオブジェクトの基本属性として具備する。
- 2) 隣接する領域間の接続条件は1)に付随するメソッドで、設計の段階に応じた広さの解区間(許容範囲)を持つ制約式として記述する。

3.2 幾何学的な単純化と詳細化

is-a関係に、幾何学的な単純化・詳細化の概念を付加する。ここに単純化とは、いわゆる直線、2次曲線などの初等幾何的な要素に帰着させることであり、最終的な形状との位置的な誤差評価を行ってその情報を伴わせる。(図-2)

コンピュータによる幾何学的な情報処理では、数値処理の能力が高いためにややもすると計画段階でも詳細な幾何計算を行いがちである。しかし単純化を適切に行うことで、対象の構造が人間の「見通し」的な浅い知識となじみやすく、また代数的な制約の充足処理も可能となる。

3.3 仮説の生成と整合

一般に設計の上位の段階であるほど陽に示される制約は少なく、そのままでは形状を計画しにくい。前項の単純化によって抽象化された形状オブジェクトは相対的に大きな解区間を持つが、人間の設計者の抱くスケルトンは案外漠然としたものではなく、明解な形を持っている。これら进行分析すると、上位から下位へ詳細化したり分解したりする際には、相当に大胆な仮説の生成が行われていると考えられる。それはいわゆるパタン設計にあたるが、単にヒナ形をパラメータ変更するだけでなく、パラメータ間の依存関係や許容範囲を制約式の変形という形で伝播する。

4. 今後の課題

具体的な問題に沿って対象の抽象度を統一的に変化させる方法を考察したが、以下の点が研究課題として残されている。

- 1) 対象の記述形式に沿って表現される設計知識(設計手法)の記述形式。
- 2) 設計の各段階を貫いて存在すると予想される「設計方針」の表現方法。
- 3) 対象、知識、方針の総合化。

5. おわりに

形状を重視する段階的な設計について、対象の抽象度を変化させながら各段階を一貫して記述する方法について報告した。簡単な例題に対して提案した方法は妥当であり、特に上位の計画問題を扱うエキスパートシステム開発に有効である。

最後に本研究にあたって有用な助言を頂いた鹿島建設株式会社 五味、南の両氏に感謝いたします。

6. 参考文献

- [1] 西野、松田、「設計基準の知識表現に関する考察」、情報処理学会34回(昭和62年前期)全国大会講演論文集、6L-9、1987。
- [2] 久野、諏訪、「多階層モデルにおける対象記述の合成」、情報処理学会37回(昭和63年後期)全国大会講演論文集、2J-6、1988。
- [3] 渡辺、「山留め計画エキスパートシステム」、情報処理学会38回(平成元年前期)全国大会講演論文集、6G-5、1989。
- [4] 吉田、元田、「階層的定性推論のための浅い知識の合成法」、人工知能学会誌、vol.4 no.4、1989。