

# 5G-5 センサベース・ネットワークシステム等の設計過程と論理構造の構造関数

高原利生, 新谷洋人, 鈴木かおり

富士通ネットワークエンジニアリング(株)

## 1. はじめに

筆者は、情報ネットワークシステムの構造把握を試み〔1〕〔2〕、通過程を、通信内容の確定に至るまでのダイナミックな並列過程である「論理層」の動きと、通信が実現される「物理層」の動きとして扱ってきた〔3〕～〔7〕。また、この論理層の動きはヒューマンコミュニケーションの場合には、通信毎にその都度人間によって実現され、自然を送受端とするセンサベースネットワークシステム等における通信の場合には、その事前の設計時に人間によって遂行されており、両者は等価な内容を有することを指摘してきた〔4〕〔7〕。

本稿は、このコンテキストのもとでセンサベース・ネットワークシステム等の設計過程を検討するものである。

## 2. センサベース・ネットワークシステム

自然界の水を管理するシステム〔8〕～〔10〕の如きセンサベースネットワークシステムは、公共的性格を有するために信頼度上の要件も大きい。本システムは、通常、①計測、制御、②演算処理、③記憶、④通信、⑤表示、記録を任意に組み合わせて個々の機能が実現されるが、全体の機能は、  
 (a) リアルタイムの実運用・管理機能  
 (b) リアルタイムの通信ネットワーク機能  
 (c) リアルタイムの時系列データファイル機能と、バッチ的な解析機能に大別され、これら機能毎に、論理的な構成も異なり、従って信頼度等の性能も異なる。

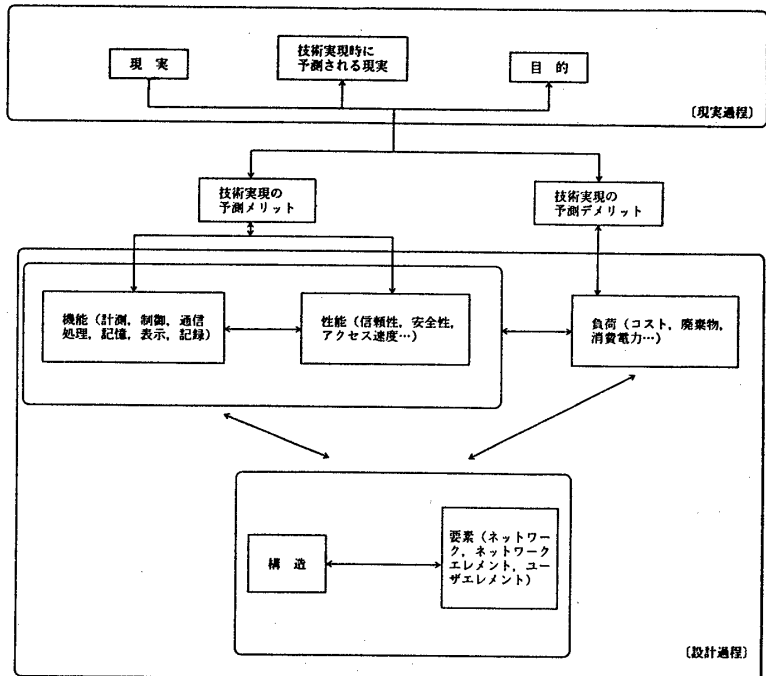


図-1 設計過程

## 3. 設計過程

### 3.1 設計過程

設計は、現実、目的、技術実現時に予測される現実の変化から規定を受け、これに反作用を与えつつ、機能・性能と負荷と構造・要素の3者が、相互作用しながら内容の確定していくダイナミックな並列過程である(図-1)。

### 3.2 機能毎の信頼性グラフと構造関数、信頼度関数〔11〕〔12〕

当該各機能、この機能を実現する要素・論理構成、この機能の信頼度の相互関連を把握する手段として、信頼性グラフとこれから作成される構造関数が有用である。

リニアグラフ  $R(N, B)$  は次の条件を満たす時、当該機能についての論理システム  $C$  の信頼性グラフとよばれる。

- $N(n_1, \dots, n_m)$   $n_i$  は点
- $B(b_1, \dots, b_n)$   $b_i$  は枝
- $C(c_1, \dots, c_a)$   $c_i$  はシステム  $C$  の要素

一つ以上の  $n_i$  が始点 (情報の発生点に対応) として指定され、一つ以上の  $n_j$  ( $j \neq i$ ) が終点 (情報の利用点に対応) と指定されている。

$R(N, B)$  は閉路枝を持たない有向グラフとし、当該機能についての情報の流れを向きで表す。

$b_i$  は  $c_i$  に対応し、 $b_i$  は、2進値  $X_i$  を係数として有する。

ここに  $X_i = 0$  は  $c_i$  の異常状態を表し、 $X_i = 1$  は  $c_i$  の正常状態を表す。

$X(X_1, \dots, X_n)$  の関数  $\phi(X)$  は、 $\phi(X) = 0$  が、システム C の異常状態を表し、 $\phi(X) = 1$  が、システム C の正常状態を表す時、システム C の構造関数と呼ばれる。

システム C が各要素の直列結合、並列結合の組み合わせから構成されていれば、構造関数は容易に求められるが、一般的な場合の構造関数は、次のように求める。

コヒーレント構造を有するシステム C の最小リンクを列挙し、 $L_j$  ( $j = 1, \dots, l$ ) とする。

$L_j$  の構造関数は  $\lambda_j = \prod_{C_i \in L_j} X_i$  で表され、全体の構造関数  $\phi(X)$  は、次のようになる。

$$\phi(X) = \prod_{j=1}^l \lambda_j = \prod_{j=1}^l \left( \prod_{C_i \in L_j} X_i \right) \equiv 1 - \prod_{j=1}^l (1 - \prod_{C_i \in L_j} X_i)$$

又は、同様にシステム C の最小カットを列挙し、 $K_j$  ( $j = 1, \dots, k$ ) とする。

$K_j$  の構造関数は  $\kappa_j = \prod_{C_i \in K_j} X_i \equiv 1 - \prod_{C_i \in K_j} (1 - X_i)$  と表され、全体の構造関数  $\phi(X)$  は次のようになる。

$$\phi(X) = \prod_{j=1}^k \kappa_j = \prod_{j=1}^k \left( \prod_{C_i \in K_j} X_i \right) \equiv \prod_{j=1}^k (1 - \prod_{C_i \in K_j} (1 - X_i))$$

なお、構造関数の計算においては、 $X \cdot X = X$  とする。

こうして各機能毎に信頼性グラフと構造関数が求められ、 $\phi(X)$  において各  $X_i$  を  $C_i$  の信頼度  $R_i(t)$  におきかえれば、当該機能の信頼度関数  $R(t)$  が得られる。

信頼性グラフと構造関数の例を図-2 に示す。

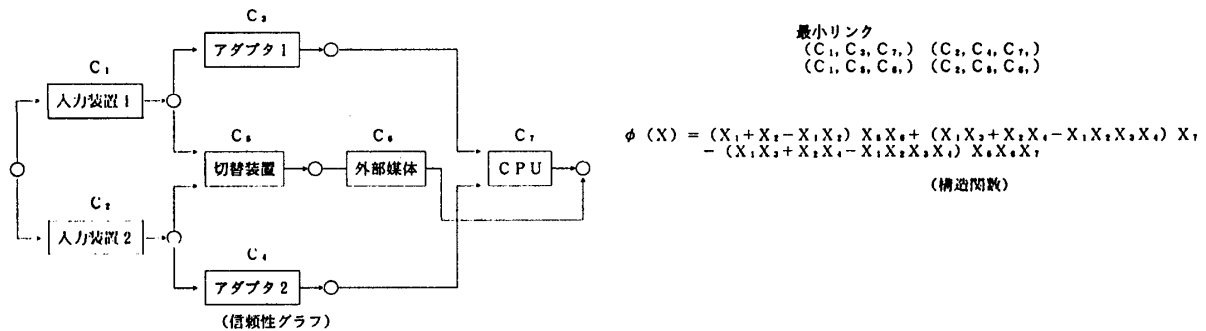


図-2 九頭竜川ダム統管システムの時系列データファイル機能についての信頼性グラフと構造関数

#### 4. おわりに

システムの設計におけるダイナミックな並列過程について述べた。センサベースネットワークシステムの如く、機能毎に論理的な構成が大きく異なるシステムの設計においては、本稿のように、機能、この機能に対応する論理構成、これに対応する信頼性グラフ、構造関数、信頼度関数の相互関係を明らかにすることが、この並列過程の可視化のために有用である。この並列過程全体の可視化機構の構築は、今後の課題である。

最後に、常日頃、御指導、御協力いただく第一開発部、第二開発部、大阪事業所諸兄姉及び朝倉美貴さんに深謝申し上げる。

#### 参考文献

[1] 高原, 龍: 「理想技術論と情報ネットワークシステム」 応用科学学会誌 Vol. 4 No. 1 1990. 6  
 [2] 高原: 「通信サービスへの構造的アプローチ」 電子情報通信学会第 2 回通信サービスシンポジウム 1988. 5. 20  
 [3] 高原, 関口: 「送信過程のモデル化とその技術実現の課題」 1990年電子情報通信学会秋季全大 A-143 1990. 10  
 [4] 高原, 龍: 「送信の論理過程について」 平成 2 年度電気関係学会九州支部連大 904 1990. 10  
 [5] 高原: 「送信内容について」 平成 2 年度電気関係学会四国支部連大 4-4 1990. 10  
 [6] 高原: 「通信起動と送受対応について」 平成 2 年度電気関係学会中国支部連大 072208 1990. 10  
 [7] 高原: 「通信過程の論理構造について」 第 13 回情報理論とその応用シンポジウム (SITA' 90) 1991. 1. 23-26  
 [8] 鯉淵, 小倉, 高原: 「ダムゲート自動制御システム」 FUJITSU Vol. 25 No. 1 1974  
 [9] 鯉淵, 小倉, 高原他: 「FATEC 河川管理システム」 FUJITSU Vol. 27 No. 2 1976  
 [10] 小倉, 高原, 紺家: 「波浪データ収集処理システム」 FUJITSU Vol. 32 No. 7 1981  
 [11] 富士通 (高原): 『高瀬堰自動制御設備更新検討業務報告書』 第 3 章 「システム構成分析」 第 4 章 「機能モデル」 第 5 章 「信頼度解析」 及び付 1 1982. 3  
 [12] 吉川: 『信頼性工学』 コロナ社 1979