

プロダクションルールを用いた通信サービス仕様の詳細化

6M-4

世良 孝文 田倉 昭

ATR 通信システム研究所

1 まえがき

通信サービス仕様から、各々のアーキテクチャに適合した通信ソフトウェアを生成する方法として段階的詳細化手法がある。従来のこの方法は、各々のアーキテクチャや内部プロトコル固有の方法が用いられており、また、その詳細化の過程でネットワーク内部の知識を必要とすることから人手による手法がとられてきた。これに対して、通信サービスの複雑化、高度化が進んでも効率良く正確な通信ソフトウェアを供給するために、通信ソフトウェアの自動生成は有効な手法である。

本論文では、ネットワークの外部から認識可能な端末の状態遷移として定義された通信サービス仕様から、ネットワークの機能配置定義を与えることによって自動的に詳細化する手法を提案する。この方法により、機能の異なる複数のノードにおける通信ソフトウェアを自動的に生成することができる。

2 通信サービス仕様記述

通信サービスは状態遷移機械としてモデル化することができる。このとき通信サービス仕様は、サービス進行に伴うサービス状態遷移を規定するプロダクション規則として定義することができる。我々は、通信サービス仕様をネットワーク外部から認識可能な端末の状態遷移を規定するプロダクション規則の集合として定義する STR 言語を提案している [1]。STR では、端末で生じたイベントに対する端末の状態変化を規則として表現し、1つの規則は現状態、イベント、次状態の組で表す。端末のサービス状態を表す基本となる要素を状態記述要素とよび、現状態、次状態はその組合せで表現する。通信サービス仕様を記述するとき、同じ意味を持つ状態記述要素とイベントは唯一の表現をとり、異なった意味を持つものが同一の表現をもつことはない。

3 機能分散モデル

通信サービス仕様を段階的に詳細化して、ネットワーク内部の分散した物理ノードの動作仕様に変換

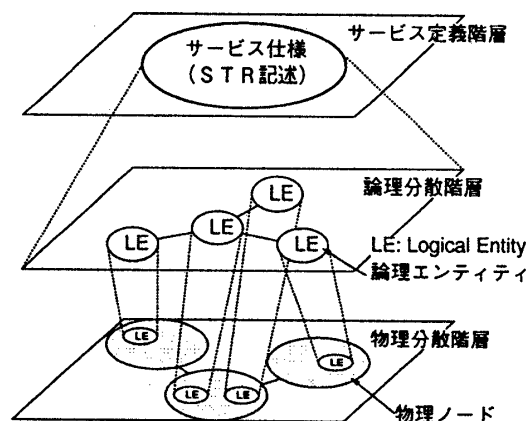


図 1: 通信サービス機能分散モデル

するためのサービス実行モデルとして、我々は通信サービス機能分散モデル (DFM) を提案してきた。DFM は、3つの階層を持つ (図 1)。サービス定義階層では、ネットワーク内部を不可視としたブラックボックスとみなし、ネットワーク外部から認識できる端末の状態遷移で通信サービス状態遷移を規定するプロダクション規則として定義する。論理分散階層では、ネットワーク内部の物理分散に依存しない論理的な機能種別で分類した論理エンティティの状態遷移によってネットワーク全体のサービス状態が遷移するとみなす。サービス定義階層のサービス仕様は、論理エンティティのサービス動作に詳細化する。物理分散階層は、ネットワーク内のノードの分散や機能配置によって差異が発生する機能を反映させる階層である。ネットワーク毎に異なるアーキテクチャの特徴はこの階層への詳細化で明確にされる。

4 状態記述要素と論理エンティティの対応

通信ネットワークの通信サービス状態は、ネットワークへのアクセスポイントである端末のサービス状態の組合せにより構成される。STR 言語で定義したサービス仕様では、各端末のサービス状態遷移は状態記述要素の組合せとして表現され、サービスの進行に伴う、イベントをトリガーとする状態記述要素の増減変化とみなされる。機能分散モデルの論理分散階層では、各々の状態記述要素を論理エンティティのサービス状態に対応させる。状態記述要素はサービスにおける一意の状態を示すので、1つの状態記述要素は、論

理エンティティのサービス状態と一意に対応関係をとることができる。

なお1つの状態記述要素が、同時に複数の論理エンティティのサービス状態に対応する場合は、各々の論理エンティティのサービス状態毎に状態記述要素を分割することにより1対1の対応関係に正規化することができる。このため本論文では、状態記述要素と論理エンティティのサービス状態との対応関係を1対1であると仮定する。

## 5 物理配置定義

ネットワークのアーキテクチャによって、論理エンティティの物理配置が異なるので、論理エンティティに対応する状態記述要素のノードへの配置を明確にすることによって各々のサービス機能の物理配置が定義できる。各々の論理エンティティのサービス状態に対して、サービス機能を実行するノードを定義する。また、イベントはサービス状態遷移のトリガとなるので、各々のイベントが生起するノードを定義する。これらの定義はサービス定義とは独立して与えることができる。

## 6 STR 仕様記述の詳細化手法

STR 規則をラベル付有向グラフの置き換え規則とみなし、グラフの同形判定問題として解くことによりプロトコル仕様を生成することができる [2]。すなわち、ネットワーク全体を広域状態とする通信サービス仕様から、端末ローカル状態のみからなる状態遷移規則が求められる。同時に、ネットワーク内部でやりとりされる端末状態間の通信の送受信の動作仕様が求められる。このとき生成されるプロトコル仕様における通信信号の受信は、端末状態変化のイベントの生起とみなすことができる。また信号の送信は端末の状態遷移の際に実行される手続きとみなすことができる。したがってネットワークのアクセスポイントである端末への入力イベントによって端末状態がどのように変化するかを端末ローカル状態に対するサービス状態遷移規則で表現したサービス仕様に交換することができる。また同時にその状態遷移の際の信号送信する手続きも導出することができる。

STR で定義されたサービス仕様から、アクセスポイント対応に1つのプログラムを割り当てるサービス制御プログラムを自動生成することができる [2]。以下の詳細化手順で求められる機能配置の異なる各ノード毎に求められたサービス仕様は、ノード毎の機能を実行する制御プログラムを自動生成することができる。

手順1：ネットワーク全体を広域状態とし端末を変数とする STR 規則から、端末状態を広域状態とす

る STR 規則と規則適用時に実行する信号送信手続きを求めらる。

手順2：端末状態を広域状態とする STR 規則を、物理配置定義に指定されたそれぞれの状態記述要素が収容されるノードに変数を置き換える。また、規則適用時に実行する信号送信手続きも含め、イベントに対するノード指定に従って置き換える。

手順3：手順2で求めた STR 規則を、端末状態を広域状態とし、端末状態を構成するノードを変数とする STR 状態遷移規則とみなし、ノード毎に1つのプログラムを割り当てるサービス制御プログラムを合成する。

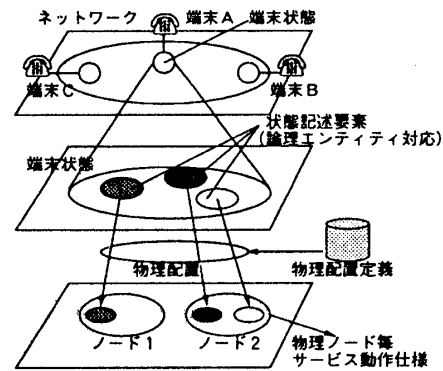


図2: サービス仕様の詳細化

## 7 まとめ

本方式による詳細化では、ネットワーク外部から認識できる端末状態遷移で定義した通信サービス仕様から内部の通信プロトコルを生成し、各々のノードのサービス制御プログラムを自動生成することができる。当研究所では通信システムにおける状態記述要素を一意に定義させる通信サービス仕様記述の研究も行っており、STR で新たなサービス仕様記述で新しい状態記述要素が追加された場合に必要となる論理エンティティやノード配置定義の追加への対応を予定している。

## 参考文献

- [1] Y. Hirakawa and T. Takenaka. Telecommunication service description using state transition rules. *Int. Workshop on Software Specification and Design*, pp. 140-147, October 1991.
- [2] 田倉昭, 世良孝文, 太田理. グラフ変換を用いたプロトコル合成. 電子情報通信学会 コンピューテーション研究会 COMP94-105, pp. 33-40, March 1995.