

テレコミュニケーションサービス高度化の分析と、 分散協調モデル DIANA の提案

寺島 美昭[†]、清水 桂一[†]、伊藤 修治[†]、水野忠則[‡]

三菱電機 (株) 通信システム研究所[†]、静岡大学工学部[‡]

あらまし

現在、ITU-T IN(Intelligent Network)を始め、柔軟なサービスの実現を目的とするアーキテクチャの研究が盛んである。この議論の中ではサービス定義者へ馴染み易いサービス動作ビューを提供するために、オブジェクト指向の環境が広く議論されている。本稿ではオブジェクト指向を適用する事によって得られる効果を整理するとともに、従来の技術では動作の非決定性、及び定義者の持つ権限を反映した動きには限界がある事を述べる。さらに、この限界に対して、分散協調型オブジェクトモデル DIANA (Distributed cooperative processing oriented Information And Network Architecture) による解決を提案する。

Current and Future of Advanced Telecommunication Services and Distributed Cooperative Model DIANA

Yoshiaki Terashima[†]、Keiichi Shimizu[†]、Shuji Ito[†] and Tadanori Mizuno[‡]

Communication Systems Laboratory , Mitsubishi Electric Corporation[†],
Faculty of Engineering, Shizuoka University[‡]

Abstract

In recent years, the study of telecommunication architecture such as ITU-T IN (Intelligent Network) has been very active. It aims at ability of development service software flexibility. To provide service customers with friendly service development environments, we must define a suitable service action models. In this paper, first we analyze effects and limits of the models based upon object oriented approaches, and discuss technical issues that service software can't be described as scenarios reflecting non-deterministic aspects and authorities of customer's actions sufficiently. Next we propose Distributed Cooperative Model DIANA (Distributed cooperative processing oriented Information And Network Architecture) as one solution of those issues.

1 まえがき

現在、テレコム分野ではサービス高度化や構築性向上を目指す研究が盛んである。このベース技術として注目されているのは、ネットワークと高度サービスと呼ばれるオペレーションを明確に分離したITU-T IN (Intelligent Network) などの研究である。これらは従来の情報伝達を目的としたネットワーク条件の解決に加え、サービス定義者からのトップダウン的な要求を満足するアーキテクチャ構築を目的とする検討である。特に如何にネットワークを制御し、高度サービスとして実現するか視点に重点がおかれ、機能構造を整理する議論が続けられている。この構造とオブジェクト指向モデルの適用により、従来は厳しいネットワーク条件により制約されていたサービス動作モデルの自由度を高める事が可能である。この結果、サービス定義者にとって親和性のある開発環境の選択の幅が広がるため、サービス生産性の向上へ寄与できる。IN 勧告は第一弾として1992年に能力セット1と呼ばれるモデルが提案されており、今後は高度ネットワークの展開が促進されると期待される。

今後のアーキテクチャの有効な活用において、サービス定義者にとって最適なサービス動作モデルの定義が重要である。例えば近年、活発化している『やわらかい通信』、『フレキシブルネットワーク』などの研究では、従来の硬い通信サービスから柔軟なサービスへの発展を目的に、分散処理、協調処理、オブジェクト指向などを利用したアーキテクチャを様々な立場から検討している。ここでは情報処理とテレコムサービスの融合によるサービス高度化が有効であり、コンピュータ種別、通信機器種別などの資源を意識する事なくサービスの動作を定義できるプラットフォームの必要性が指摘されている [1][2]。例えば超分散ネットワークと呼ばれる資源間の透過性を実現するモデル [3] や、ニューラルネットを利用した自律的なプロセス構成によるサービス定義 [4] などの提案がある。

この環境で期待されているのは、マルチベンダのサービス開発者や実際にシステムを利用する一般ユーザなど、様々な立場のサービス定義者が、彼らが許された範囲内(権限内)で自由にサービスの生成やチューニングができる事である。しかし相互に関係を持たない定義者により自由に構築されるサービス間では、共通のリソースへの複雑な制御が行われる事も多く、サービス競争の発生する危険が高まる。このため環境提供者としては自由度を提供する一方、安全性を保障する事が不可欠である。

既に我々は高いサービスの柔軟性が要求されるプライベート網を対象に、分散処理による情報通信サービ

スの効率的な実現を目的とする実験的なシステムを報告している [5][6]。本稿ではサービスが動作するモデルに焦点を当て、オブジェクト指向モデル適用による有効性と限界を分析する。またサービスを構成する要素動作の非決定性、及び想定されるサービス定義者が持つ権限を反映したサービス表現には限界がある事を説明する。さらにこれらの限界を克服するために協調モデルの適用を試み、分散協調型オブジェクトモデル DI-ANA (Distributed cooperative processing oriented Information And Network Architecture) による解決を提案する。

2 システムのモデル化と技術課題

2.1 情報通信サービスプラットフォーム

図1に我々が目的とする情報通信サービスシステムを示す。ここではコンピュータ、通信機器などが持つ、それぞれの資源を制御する機能を仮想化する事により、資源透過な共通のオブジェクトモデル上でサービスが動作する環境の実現を目指している。

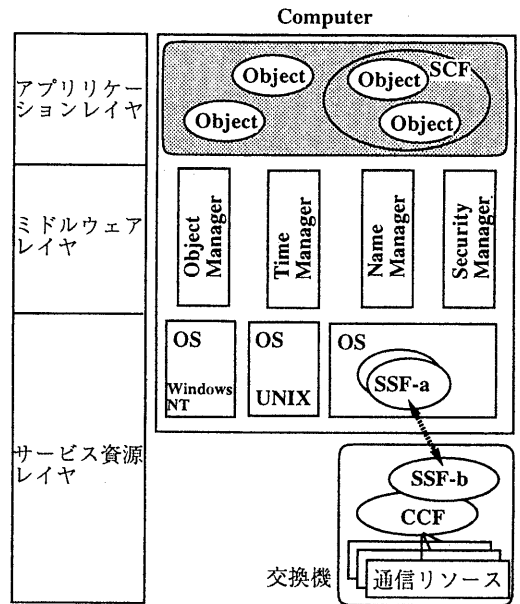


図1: 情報通信サービスシステム

従来は個別に提供されていた情報処理サービスとテレコムサービスを分散環境上で融合する事は、例えばマルチメディア、グループウェアなど閉じたネットワーク内のサービスを、さらに広域に展開するというニー

ズの高まりを反映したものである [7]。またテレコムサービス実現のために、通信リソースの特殊な状態など独自の条件を隠蔽する事で、制御のインタフェースを仮想化する IN 技術などシーズの充実がある。この動きは活発化しており、例えば Novell 社の Telephony システムは、情報処理系、テレコム系サービスを NetWare 上に融合するシステムとして実用化されつつある。しかしマルチカスタマ環境などの運用形態を想定したのではなく、この視点よりサービス間の関係などを考察した研究は少ない。

このためサービス構築にとって最適な環境はどのような条件を備えるかの検証を一つの目的に、アプリケーション、ミドルウェア、サービス資源の 3 レイヤ構成をとる事により、自由度の高いアーキテクチャを定義した。サービス資源レイヤは様々な資源をドライバとして仮想化し、マネージャ構成を持つミドルウェアレイヤがこれらの違いを隠蔽する。この結果、アプリケーションレイヤでは各資源が持つ条件を意識する事無く、単一のオブジェクトモデルの動作としてサービスを捉える事が可能となる。

以降では、アプリケーションレイヤをサービス動作のプラットフォームに位置付け、分散オブジェクトモデルによる実現を検討する。本報告では特に異なる権限を持つサービス定義者により開発されるサービス間の競合の問題に焦点を当て課題を分析する。

2.2 オブジェクト指向によるサービスのモデル化と効果

(1) サービスのオブジェクト設計

テレコムの目的である情報伝達系サービスは、基本的には各種通信リソース間でネゴシエーションをとり、必要に応じてこれらに通信路を設定する制御のスケジュールとして定義される。ところが通信リソースの動作の多様さや複雑さが、ネゴシエーションの組合せを膨大なものとするため、サービス構築を図る上で自由度を妨げる大きな要因となっている。この問題に対しオブジェクト指向モデルを適用する事により、次の有効な効果を得る事ができる。

- 効果 1：カプセル化の概念により、資源の状態など固有の詳細情報をオブジェクト内に隠蔽できる。
- 効果 2：抽象データ能力により、制御から見た通信リソースの詳細な情報を仮想化できる。
- 効果 3：動作を判断するための情報がネットワーク上に分散し疎結合に存在しているため、情報隠蔽の能力を持つオブジェクトによるモデリングとは親和性が高い。

効果 1、2 は制御を簡潔に記述する事に対して、効果 3 は現実の分散システムの自然な記述に対して有効である。このため図 2 に示すように、サービスを様々な立場にあるサービス定義者が、異なる目的から通信リソースオブジェクトへ制御を加える事により実現される機能としてモデル化した。

(2) サービス間の関係分析

このモデルにおいてサービス定義の差は、異なる視点から通信リソースオブジェクトへ与える制御の違いであるため、競合エラーはサービス定義者間の関係により発生する可能性がある。

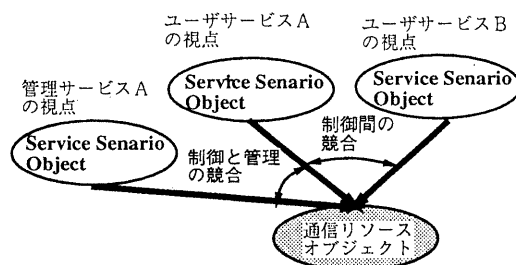


図 2: サービス定義間の競合

このような資源共有の問題に対して、サービス定義者の権限、あるいは負荷状態に対応した優先条件を予め想定し、固定的な動作により矛盾を回避する方法が行なわれている。しかし異なる権限を持つサービス定義者、管理者が、同一の環境上で独立にサービスを定義する場合には問題がある。第 1 にサービス間の関係はネットワークベンダ、サービスベンダなどの他に、会社、部、課、個人などの組織構造、あるいはシステムの管理体制など、システムを適用する対象の形態、変化に依存する。このためサービス間の優先順位に基づく動作を決定するために参照する情報構成は、複雑、かつ動的に変化する。第 2 に単純なオブジェクト間の排他処理では解決できない複雑な状態の存在である。例えば同一の通信リソースオブジェクトに対して、複数のサービスシナリオオブジェクトが干渉する場合、一つのシナリオオブジェクトが制御対象とするリソースオブジェクトへ変化を加えつつ、他方のシナリオオブジェクトが情報を参照するという複雑な形態をとる可能性がある。このような処理は非同期的に発生し、かつ変化/参照の関係が状況により動的に変化する。

2.3 サービスの非決定性、競合に関する課題

現在、従来のデータ中心の考えに基づくオブジェクトモデルの自律的な動作に対する限界が注目されてい

る。上記のサービス間の関係によって発生する2つの問題も、この視点より次のように分析できる。

- 課題1：動作を決定するために必要な情報がオブジェクト内に隠蔽される事により、様々なオブジェクト間での情報交換の規模が大きくなる可能性がある。これは動作決定のための機構を複雑にするという副作用を生み出し柔軟性を阻害する。
- 課題2：異なる資源に対する制御機能間の関係として構成されるサービスでは、各々の詳細な動作が隠蔽されているため、相互作用により発生する行動を予測する事が難しい。このため受動的な動作を定義するオブジェクトでは表現能力に限界がある。
- 課題3：サービス動作は状況と、その時の定義者間の関係が動作を決定する大きな要因である。しかし相互の関係の知識を持たないサービス定義者が、受動的なオブジェクト動作として、相互の関係分析を含めた手続きを定義する事は不可能であり、関係の動的な変化に追従する事も難しい。

課題1,2,3はいずれも、資源へ指示する制御スケジュールが非決定的である事を表わしており、さらに課題3はサービス定義者には意識されない権限が、動作の決定に大きく影響する事を意味している。以降では、これらの課題を解決するモデルとして、分散協調オブジェクトモデル DIANA を説明する。これは自律的な機能を拡張したオブジェクトモデルであり、協調により非決定的な動作に対処すると同時に、定義者の権限情報を反映したネゴシエーション機能を備えている。

3 DIANA オブジェクトモデルの提案

3.1 問題解決モデル

分散協調の基本的な考えは、従来のように与えられた問題解決のために要素機能へ指示する制御の手順を、プログラムとして予め定義しておくのではなく、状況に応じた動作の総合的な結果として解を組み立てようとする試みである。この方法により問題を解決する手順、つまりサービス動作の手順を図3に示すようにモデル化した。

このモデルでは一つの問題に対して異なる解決を持つオブジェクトが競合する場合(調停関係)、及び一つの問題に対して同一の解決を持つオブジェクトが競合する場合(調和関係)に、それぞれ最適な関係へ移行する動作の実現を目的としている。オブジェクト間では最適な問題解決のための関係形成の過程で、安定状態の対等関係から問題解決に最適なクライアント/サーバ関係、マスター/スレーブ関係などへ変化する事によ

りサービスを実現する。このように部分的な解決状況の結果に基づき、次の動作が決定される段階的な判断を用いる事により、非決定的な動作の実現を可能としている。

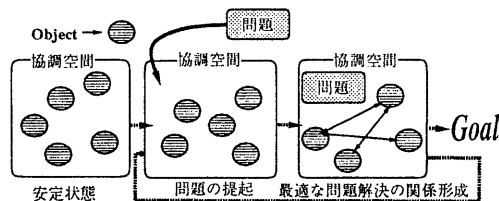


図 3: 協調による問題解決モデル

3.2 DIANA における権限の位置付け

自律的な能力を持つオブジェクトが行動の基準とする情報(行動ポリシーと呼ぶ)は、それぞれが持つ問題に対する解決能力の定義である。オブジェクトは行動ポリシーと協調通信能力により構成される単位であり、これらの機能によりネゴシエーションを実現する。現在、様々な適用分野に対して、適切なフィールドや協調通信などの能力により協調動作を説明する研究が活発に行なわれている [8]。

DIANA モデルは Object-Field モデル [9] と同様に、フィールドをオブジェクトグループとして実現している。Core Class と呼ばれる全てのオブジェクトが継承するベースクラスがあり、Field Class がメンバリストを保持し、メソッドとしてグループに関する登録/削除などの機能を持つ。またフィールド間の階層、及びオブジェクトが複数のフィールドに属する重複の関係性を許し、さらにオブジェクト間には一対一通信、及びフィールドオブジェクトが持つタプルスペースを介した不特定通信という、多彩なメッセージ通信機能を有する事により、情報通信サービスの複雑な状況の自然な表現を目指している。

この DIANA は行動ポリシーとして問題解決能力に加え、オブジェクト間の権限を評価する権限判断機能を持つ事の特徴としている。これはサービス定義者間の権限の問題に対して、判断機能をネゴシエーションへ反映させる事により解決する機能である。権限を協調動作に反映させる方法は、表1に示す3つの方法を比較した結果、対象とするサービス表現に最も親和性があると判断された案3を採用する事とした。この方法はオブジェクトが与える影響範囲の規定としてフィールドを位置付け、この範囲における権利として定義するものである。また権限の判断を問題解決を直接妨げる事の無いように、オブジェクト間のメッセージ通信におけるアクセス制御として実現する事とした。

案	概要	評価
案1： オブジェクト間の ネゴシエーションにより行な 判断する方法	問題解決のための 最適解に加え権限 の判断をネゴシエ ーションにより行な う。	例えば問題提起フェーズでは関 係するオブジェクト間の一対一 の権限の関係を全て評価する必 要が出てくる。この動作をオブ ジェクトが意識するのは協調 のパフォーマンス劣化させると 同時に、システムの動的な変化 に追従できない。
案2： 権限情報 を意味する 範囲を 定義する 方法	権限情報を管理す る権限フィールド を定義する。権限 と問題のためのフ ィールドの2種類が存在する。	この方法はモデルを複雑にする ばかりではなく、案1と同様に オブジェクトが複数の種類の環 境を意識した動作を行なう必要 があり、直接問題解決自身とは 関係のない負担が増えるため効 率が悪い。
案3： フィールドの範囲 として権 限情報を 定義する 方法	問題提起が影響を 及ぼす範囲をフ ィールド内のオブ ジェクトとして定義 する。	この方法はオブジェクトの動作 環境として権限を捉える事がで き、システムを単純化できるた め、案1、2の欠点であるオブ ジェクトの負担の問題を解決で きる。

表 1: 権限導入案の比較

3.3 権限判断機能の定義

図4に、DIANA オブジェクトにおける権限判断機能の位置付けを示す。このモデルでは権限をオブジェクト属性として定義しており、これらの間の関係判断をメッセージ通信時に行なう。オブジェクトは制御の依頼、あるいはネゴシエーションを目的に、メッセージを送る事ができる範囲をフィールドオブジェクトにより限定できる。また表2に示すように Core Class、Field Class のメソッドとして、権限を動的に操作する機能を用意する事により、権限を行使する範囲を自律的に調整する事が可能である。

権限は基本的にオブジェクトへ影響を与える権利であるが、DIANA では対象とするサービスの多様さに対応するために、オブジェクトの権限を調査、及び変更する機能を加えている。つまり、権限をオブジェクトへ処理を依頼できるかに関する権利(実行権)、特定のオブジェクトが問題解決へ参画が許されるかどうかを調査する権利(参照権)、及び権限を変更する権利(変更権)の3種類の権利により構成する。これらの権利をオブジェクト動作に対して、次のようにマッピングする。

- 参照権：オブジェクト属性を参照する権利
- 変更権：オブジェクト属性を変更する権利
- 実行権：オブジェクトへのアクセス制御の権利

この権限判断機能と、フィールドの階層化、及び重複の機能により、複雑な状況に応じたきめ細かいオブジェクト間の関係を表現できる。また協調動作においても権限情報を加える事により、動作の不必要な発散を制限し解へ向けての収束へ力を発揮する。

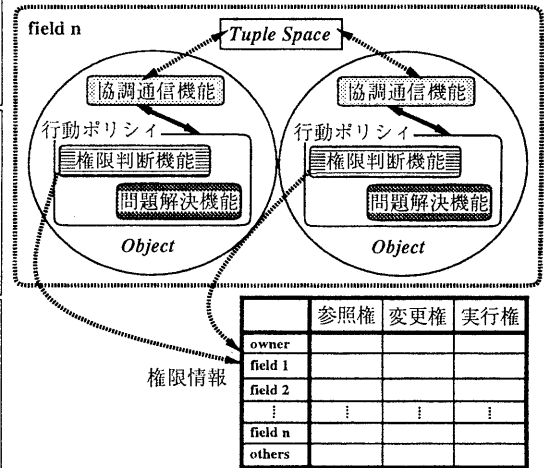


図 4: ポリシーを拡張したオブジェクトモデル

メソッド	クラス	意味
new(Class, Initial.Permission)	Core	オブジェクト生成と初期権限の設定
chmod(Object_ID, Permission)	Core	権限の変更
get_perm(Object_ID)	Core	権限情報の参照
gen_field()	Field	フィールドの生成
addmember(Object_ID, Field_ID, Initial.Permission)	Field	フィールドへメンバオブジェクトを追加
deltmember(Object_ID, Field_ID)	Field	フィールドからメンバオブジェクトを削除
del_field(Field_ID)	Field	フィールドの削除

表 2: 権限に関する命令

3.4 権限判断機能の実現

実行権により判断された権限判断の結果は、オブジェクトに対するメッセージのアクセス制御として動作へ反映する。この機能はミドルウェアレイヤにおいて、オブジェクトのメッセージ通信管理やメソッド管理など中心的な役割を果たすオブジェクトマネージャ、及び権限判断を行なうセキュリティマネージャにより実現する。

図5では、権限によりメッセージパッシングが許可される場合を(a)に、拒否される場合を(b)に示して

る。例えばオブジェクト A がオブジェクト B へメッセージ送信を行なう場合、この要求を受けたオブジェクトマネージャは、セキュリティマネージャへ権限の可否を問い合わせる。この結果により実際にオブジェクト B へメッセージが届くかどうか決定される。拒否の場合にはオブジェクト B へ影響を与える事なく、オブジェクト A へ権限エラーが返される。メッセージパッシングにおいて権限判断を行なう事で、一対一通信、タプルスペースを使う不特定多数への通信の双方に対して、権限判断の結果を行使する事ができる。

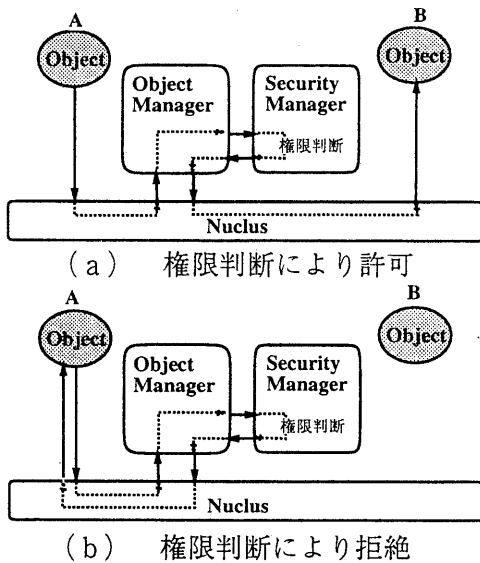


図 5: 権限を判断する処理

4 考察

例として、ユーザサービスと管理サービスという異なる立場から定義されたサービス間の競合を想定した動作を説明する。例えば障害、保守などの目的で管理サービスが通信リソースオブジェクトへ閉塞を要求する場合、実行中のサービスを中断する強制的な閉塞、あるいは実行中のサービスが終了してから閉塞する予閉塞の判断を緊急度に応じて行なう必要がある。さらに予閉塞の場合、緊急通信など優先的なユーザサービスが発生した場合の判断を想定すると条件の数は急激に増加する。これに対して予閉塞中は、実行中サービスに関係するオブジェクト群のグループを動的に設定する事により、他のユーザサービスなどからのアクセスを拒否できる。また予め緊急グループを構成し通信リソースオブジェクトへ制御権を設定しておく事により、適切な緊急通信を実現するユーザサービスからの

要求のみを受理する事ができる。このようにサービス間の関係として、権限を反映した表現を行なう事が可能であり、生産性を制限する事なく競合エラーによる障害を回避する事ができる。

以上、従来のオブジェクトモデルの効果を損なう事なく、権限判断機能を行動ポリシーとして利用する協調により、開発者の権限を反映したサービスを定義する事ができた。この結果、サービス定義者はシステムの安全に対する考慮を最低限に押える事ができ、このための負担を減らす事に効果がある。

5 むすび

情報通信サービスの高度化、構築性向上、ITU-T IN、オブジェクト指向などは、次世代通信のアーキテクチャ実現のためのキーワードとして期待されているが、その具体的な効力については漠然としている。このような動向を踏まえ、期待されているサービスに対する一つの分析を示し、これを実現するためにテレコムサービス提供の立場より解決しなければならない技術課題の提案、及び解決のために分散協調型オブジェクト指向モデル DIANA の定義を行なった。今後、シミュレーションを通し、モデルの充実を図る予定である。

参考文献

- [1] TINA '93 Workshop Proc..L'aquila", Italy (Sept. 1993)
- [2] 野口: "高度情報ネットワーク構築の基本問題", 信学会研究報告, CS93-6(1993.4)
- [3] 岸本, 他: "分散協調マルチエージェント型知的通信網モデル", 信学会論文誌, Vol.J74-B-1 No.11 p/919-930(Nov 1991)
- [4] 服部, 他: "連想記憶型ニューラルネットワークによる通信網のユーザプログラマビリティ", 信学会論文誌, Vol.J74-B-1 No.11 p/931-940(Nov 1991)
- [5] 寺島, 他: "IN をベースとした呼処理アーキテクチャ", 信学会研究報告, AI92-61(1992.9)
- [6] 寺島, 他: "分散協調を目的とする IN アーキテクチャ拡張の検討", 信学会研究報告, Vol.93, No.21, p/49-56 (Apr 1993)
- [7] Harvey Rubin and N. Natarajan: "A Distributed Software Architecture for Telecommunication Networks", IEEE Network January/February 1994
- [8] Sudhir Ahuja, Nicholas Carriero, David Gelernter: "Linda and Friends", IEEE Computer, Vol.19, No.8, Aug. 1986
- [9] 西尾, 他: "オブジェクトと場に基づいた協調的プログラム言語", 情処論文誌, Vol.34 No.12 p/2499-2508 (Dec 1993)