

ホームネットワークにおける障害検知・回復を考慮したサービス提供モデル

今 井 智 大^{†1} 岡 田 崇^{†1}
中 田 潤 也^{†2} 丹 康 雄^{†1}

ホームネットワークの普及のためには、情報家電で構成されるホームネットワークに対してインターネットを通じてリモート管理を行なうサービスが重要である。このようなサービスでは、アーキテクチャ上でなんらかの障害が発生した際にこれを検知・回復するための仕組みが必要となる。このような課題に対し、まず将来どのようなホームネットワーク向けサービスのアーキテクチャが利用されるかを想定し、アーキテクチャの定義、モデル化を行なった。その後、そのモデル上でどのような障害が起こり得るかを網羅し、これらの障害をどのような順序で検知・回復可能かを調査する。また、作成した障害パターンおよび障害検知・回復パターンが現在行なわれているサービスの障害対策にどの程度適応可能かの検証・評価を行ない、提案モデルと同様のサービスアーキテクチャに対してパターンが適応可能であることが判明した。

A Service Providing Model for Fault Detection and Recovery in Home Networks

TOMOHARU IMAI,^{†1} TAKASHI OKADA,^{†1} JUNYA NAKATA^{†2}
and YASUO TAN^{†1}

We propose fault detection and recovery model for services in home networks. First, We define homenet service model, components and functions for each entities. Next, We create fault detection and recovery sequence of all fault and failure on service model. We apply this sequence to real service model. And We also examine the capability of this model for similar proposal model.

1. はじめに

近年の情報技術の発展により、ネットワークに接続することが可能な“情報家電”が家庭内に普及してきている。情報家電は家庭に存在するHNを通じて相互に通信することが可能であり、この機能を利用して各々の機器が他の機能のサービスをも利用してより便利なサービスをユーザに対して提供することができる。¹⁾

現在のHNは、このように家庭内の情報家電間のみを繋ぐことを主な目的としている。家庭内には様々な機器が存在しており、機器はそれぞれに独自のインタフェースを備えている。またユーザも一定ではなく、老若男女がそれらの機器を異なる環境で利用している。このような状況に対して、機器が持つインタフェースを統一して扱う方法²⁾や機器の状態とともにユーザの回りの環境を考慮した家電の異常状態の分類³⁾などが

研究されてきた。しかし、近い将来にはこのHNに対して家庭の外部からさまざまな会社がリモート管理などのサービスを提供することが考えられる。

このようなサービスを行なう際、HN中に存在する機器は常に正常に動作しているとは限らず、停電やユーザによる停止または機器の内部のモジュールなどの故障によって異常な動作や停止動作を引き起こしてしまう。しかし、HN向けサービスにおける障害ではユーザが適切な処置や操作を行なえるとは限らない。複数のサービスや機器が連携して動作するため、障害が起きた際でもユーザから障害が発生しているように見える機器が直接の原因とは限らないからである。そのため本研究では、まず将来利用されると想定されるHN向けサービスのモデル化を行ないそこで発生する可能性のある故障・障害を網羅してまとめる。その後これらの故障・障害に対する障害対応シーケンスを作成する。このシーケンスを現在行なわれているHN向けサービスに適応することでどのような障害が起こり得るかを調査可能となる。また、今後新たなHN向けサービスを作成する際にこの障害検知・回復モデルを利用することにより、起り得る障害やそれに対応するためにはどのような機能・情報が必要になるのか、

^{†1} 北陸先端科学技術大学院大学

Japan Advance Institute of Science and Technology

^{†2} 独立行政法人 情報通信研究機構

National Institute of Information and Communications Technology

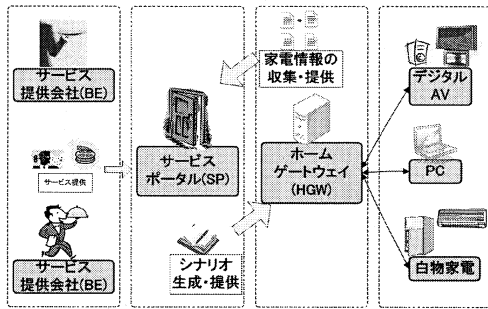


図 1 提案モデルのアーキテクチャ図
Fig.1 Proposal Model Architecture

ということとを診断することが可能となる。本研究では、HN 中に起り得る障害を網羅した表とそれに対応するのシーケンスを検討し、実際の HN 向けサービスで構成要素を持つ必要のある機能・情報を診断する仕組みを提供する。

以下、2 章において提案モデルおよび各要素が持つ機能について述べ 3 章において提案モデル上で発生しうる故障・障害について述べる。そして 4 章に故障・障害の検知・回復について述べ、5 章にて主要サービスに対してシーケンスを適応した結果を検討し 6 章にてまとめを述べる。

2. 提案モデル

本研究で利用する提案モデルのアーキテクチャを 1 のように定義した。

提案モデル上では以下の 4 要素が存在する。

- バックエンドサービス提供者 (BE)
- サービスポータル (SP)
- ホームゲートウェイ (HGW)
- 家電

2.1 バックエンドサービス提供者 (BE)

バックエンドサービス提供者 (以下 BE) は、HN に対してサービスを提供する役割を持つ。サービスは、実際にはプログラムとしてバイナリの形やスクリプト、自然言語、データベースなどの形で BE から提供される。BE はモデル上で 1 つに限定されず複数存在し、複数のサービスポータルと接続される。

具体的なサービスとしては、動画配信に利用可能な映画などの動画データの提供や特定のキーワードに対してその詳細や関連キーワードを提供するデータベース、単純な Web ページ検索、家庭内の家電のリモート管理などが考えられる。

2.2 サービスポータル (SP)

サービスポータル (以下 SP) は、BE から提供されるサービスを利用しホームゲートウェイに接続された HN で実行されるシナリオを提供する役割を持つ。

ホームゲートウェイからリクエストされたコマンドを解釈し、必要なデータやプログラムなどを BE から提供を受け、それをシナリオという形でホームゲートウェイに送信を行なう。SP はモデル上で 1 つに限定されず複数存在し、それらが複数の BE、ホームゲートウェイと接続される。

SP が存在する利点としては、複数の BE から提供されるサービスを組み合わせることでより快適・便利なることを可能にする、というものが上げられる。具体的には、映画を鑑賞しようとした際に、インターネット上に存在する映画配信サービスから動画データを提供するとともに、別の映画データベースサーバから主演俳優の詳細な経歴などを提供する、といったことが可能となる。複数のサービスを組み合わせることによりユーザがより快適にサービスを受けられる。

2.3 ホームゲートウェイ (HGW)

HGW は、SP から提供されたシナリオを解釈し HN 中に存在する実際の機器 (情報家電) に対して命令文などを送信する役割と HN 中に存在する機器の管理を行なう役割を持つ。シナリオには直接送信すべきコマンドが記述されているため、それを抽出し実際の機器群に対して送信を行なう。また HN 中に存在する機器の管理を行ない、そのステータス情報を SP に対して定期的に送信する。HGW は必ず 1 つの SP とのみ接続され、HN 中の複数の機器と接続される。

HGW は HN 中に存在する異なる通信スタックを持った複数の家電の管理を行なう必要がある。そのため複数の通信スタックをサポートできるような仕組みを持つ必要がある。またシナリオ生成のため、HN 中に機器の情報を取得し定期的に SP に送信する必要がある。その際全ての機器の情報を逐次 SP に送信したのでは効率が悪いので、HGW 側で定期的な情報の取得を行ない、SP 側へは初回起動時や構成などに変更があった場合にのみ送信を行なうことにより効率の良い通信を行なうことが可能となる。

2.4 家電

家電は、HGW から HN を通じてコマンドを受信し実行を行なう役割と HGW と通信し自身の機器情報をステータスとして送信する役割を持つ。ここでの家電とは HN 中に存在する情報家電やネットワークへの直接の接続端子を持たない機器がゲートウェイなどと呼ばれる仲介機器を通して接続されたものを指す。家電は 1 つの HGW と接続される。

2.5 各要素が持つ機能モデル

提案モデル上の各要素が持つ機能をモデル化したものを図 2 に示す。

提案モデル上各要素に必要な機能を以下の 3 つの層および 1 つのプレーンに分類した。

- サービス層 - サービスアプリケーションが動作
- コマンド&ステータス層 - 通信ミドルウェア群が動作

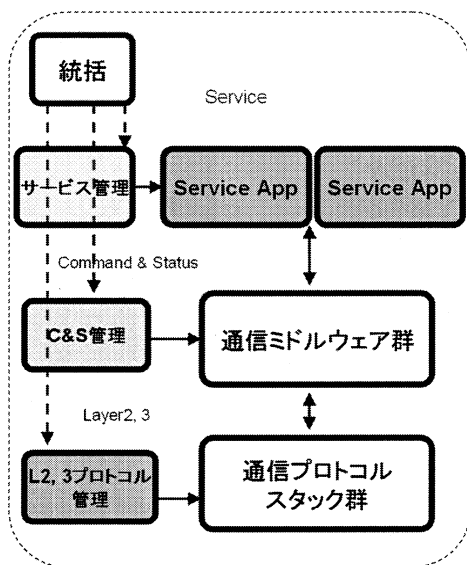


図2 各要素が持つ機能モデル図
Fig. 2 Entity's Function Model

- L2, L3 プロトコル層 - 通信プロトコルスタック群が動作
- 管理マネージャプレーン - 各層の管理マネージャ群が動作

サービス層では、家電に関連する種々のアプリケーションが動作する。BE では検索サービスや温度データベースなどのサービスアプリケーション、SP では個々の HN 向けにシナリオを作成し、BE から提供されたサービスを利用してシナリオを HGW に対して送信するサービスアプリケーション、HGW では受信したシナリオを実際の家電向けに送信するためのサービスアプリケーションなどが想定される。

コマンド&ステータス層では、上位のサービス層で動作するアプリケーションが利用する通信ミドルウェア群が動作する。BE では、OSGi、SP では、OSGi、HGW では、OSGi や UPnP、DLNA、ECHONET などが想定される。

Layer2, Layer3 プロトコル層では、上位のサービス層、コマンド&ステータス層で動作するアプリケーションや通信ミドルウェア群が利用する通信ネットワークスタック群が動作する。通信ネットワークスタック群は L2, L3 を共に含む。BE では、主に TCP/IP、SP では、主に TCP/IP、HGW では、TCP/IP や LLTP、Ethernet、Bluetooth などが想定される。

管理マネージャプレーンでは、各要素の各層で動作するアプリケーション、プロセスを適切な状態に管理するための管理マネージャ群が動作する。各層で動作するアプリケーション、プロセスは常に適切な状態で

	BE	SP	HGW	家電
サービス	●プログラムのバグ ●設定のミス	●プログラムのバグ ●設定のミス	●プログラムのバグ ●設定のミス	●プログラムのバグ ●設定のミス ●ユーザによる機器の強制停止 ●機器利用の競合
C&S	●プログラムのバグ ●設定のミス	●プログラムのバグ ●設定のミス	●プログラムのバグ ●設定のミス	●プログラムのバグ ●設定のミス
L2, L3	●プログラムのバグ ●設定のミス ●ネットワークの新規 ●ネットワークの転移	●プログラムのバグ ●設定のミス ●ネットワークの新規 ●ネットワークの転移	●プログラムのバグ ●設定のミス ●ネットワークの新規 ●ネットワークの転移	●プログラムのバグ ●設定のミス ●ネットワークの新規 ●ネットワークの転移

図3 提案モデル上の各要素で発生しうる故障
Fig. 3 Fault Matrix of Proposal Model

動作しているとは限らない。バグや設定ミスなどの要因により処理の停止が発生する。管理マネージャではこれらを監視し、適切な状態で動作させるための管理を行なう役割を持つ。管理マネージャでは各層で動作するアプリケーション、プロセスに応じて利用するプロトコルを選択する。BE や SP ではプロセス間通信、L2, L3 では LLTD、SNMP などが想定される。また管理マネージャと統括マネージャの通信ではプロセス間通信を想定する。

3. 提案モデル上で発生しうる故障・障害

提案モデルのある一箇所が発生しうる故障およびその故障を原因として発生するモデル上での障害について述べる。前提として、故障はモデル上のある要素のある箇所 1 つにのみ単独で発生する単一故障を想定する。

3.1 提案モデル上で発生しうる故障

提案モデルで発生しうる故障は、アーキテクチャ上の個々の要素に含まれるモジュール群で発生する。それぞれのモジュールは内部・外部の原因によって故障する。発生しうる故障を網羅したものを図3に示す。以下にそれぞれの故障の詳細を述べる。

3.1.1 サービス層での故障

サービス層のモジュールでは、コマンド&ステータス層のモジュールを利用して HN 内の機器や提案モデル上の隣接する要素に対してサービスを提供する機能が動作している。ここでモジュールは、OS におけるプロセスの形で動作していると想定する。このモジュールの故障の原因として考えられるものを以下に述べる。

- プログラムのバグ
- 設定のミス
- ユーザによる機器の強制停止
- 機器利用の競合

故障の内的な要因として上げられるのは、プログラムのバグと設定ミスである。故障の外的な要因として上げられるのは、ユーザによる機器の強制停止と機器利用の競合である。これらの要因よりモジュールは故障してしまい、モジュールは動作を停止してしまうか、

処理を受け付けられない状態に陥るものとする。

3.1.2 コマンド&ステータス層での故障

コマンド&ステータス層のモジュールでは、L2, L3 プロトコル層で動作する通信スタックを利用して、サービス層で利用されるモジュールに対してネットワークの抽象化サービスを提供している。ここでモジュールは、OS におけるプロセスの形で動作していると想定する。このモジュールの故障の原因として考えられるものを以下に述べる。

- プログラムのバグ
- 設定ミス

故障の内的な要因として上げられるのは、プログラムのバグと設定ミスである。これによりモジュールは動作を停止してしまうか、処理を受け付けられない状態に陥るものとする。

3.1.3 L2, L3 プロトコル層での故障

L2, L3 プロトコル層のモジュールでは、コマンド&ステータス層で利用されるモジュールに対してネットワークの抽象化サービスを提供している。ここでモジュールは、通信スタックとして OS におけるカーネルの一部の機能として動作していると想定する。このモジュールの故障の原因として考えられるものを以下に述べる。

- プログラムのバグ
- 設定のミス
- ネットワークの断線
- ネットワークの輻輳

故障の内的な要因として上げられるのは、プログラムのバグと設定ミスである。この要因よりモジュールは故障してしまい、モジュールは動作を停止してしまうか、処理を受け付けられない状態に陥るものとする。

故障の外的な要因として上げられるのは、ネットワークの断線と輻輳である。これらの要因により、モジュールは動作を停止してしまうか、処理を受け付けられない状態に陥るものとする。ネットワークの断線による故障の場合、モジュールは上位層から期待されるサービスを行えなくなるが、モジュール自体は適切な動作をしている。一方ネットワークの輻輳による故障の場合、モジュールは動作を停止してしまうか、処理が遅延してしまう状態に陥るものとする。

3.2 提案モデルで発生しうる障害

提案モデルで発生しうる障害は、上で述べた各々のモジュールの故障により引き起こされる。そのため、障害はその原因となる故障が起きた箇所により異なる状態を引き起こす。障害の原因は大きく分けて以下の3つに分類可能である。

- サービス層でのサービスアプリケーションの故障
 - コマンド&ステータス層での通信ミドルウェアの故障
 - L2, L3 プロトコル層での通信スタックの故障
- これらの故障によって提案モデル上で障害がどの部

	BE	SP	HGW	家電
サービス	●コンテンツの送信失敗 ●BEサービスのリクエスト未受信 ●HNからのステータス通知の未受信	●コンテンツの未受信 ●BEサービスのリクエスト失敗 ●シナリオの作成失敗・未生成 ●HNからのステータス通知の失敗 ●不適切なシナリオの生成 ●HNサービスのリクエスト未受信 ●シナリオ・コンテンツの送信失敗	●HNサービスのリクエスト失敗 ●シナリオ・コンテンツの未受信 ●HNからのステータス通知の失敗 ●シナリオ実行の失敗 ●コンテンツの送信失敗	●HNサービスの未実行 ●ステータス通知の失敗
C&S	●データ送受信の失敗	●データ送受信の失敗	●データ送受信の失敗	●データ送受信の失敗
L2, L3	●パケット・フレーム送受信の失敗	●パケット・フレーム送受信の失敗	●パケット・フレーム送受信の失敗	●パケット・フレーム送受信の失敗

図 4 提案モデル上で発生しうる全ての障害

Fig. 4 Failure Matrix of Proposal Model

分に発生するかの検討が必要である。故障箇所によって、提案モデル上で発生する障害は異なるからである。以下にサービス層、C&S 層、L2, L3 プロトコル層それぞれで発生する障害について述べる。またこれらの障害が提案モデル上のどの部分で発生するかをまとめたものを図 4 に示す。この表は起こり得る全ての障害を分類せずにまとめたものである。故障箇所によって異なる障害パターンを網羅した表は付録にて示す。

3.2.1 サービス層での障害

サービス層でのサービスアプリケーションの故障では、提案モデル上で隣接する要素の中の同じ部分に位置するサービスアプリケーションでも同時になんらかのエラーが発生する。この場合の隣接要素におけるエラーは、故障が発生したサービスアプリケーションにおいて相手との正常な通信ができなくなったことによるものである。結果、提案モデル上で障害が発生する。

サービス層上で発生する障害には以下のようなものが存在する。障害の発生箇所については図 4 も参照されたし。

- ステータス通知の失敗
- HN からのステータス通知の失敗、未受信
- シナリオの未生成、作成失敗、未受信、送信失敗、実行失敗
- 不適切シナリオの生成
- コンテンツの未受信、送信失敗
- BE サービスのリクエスト失敗、未受信
- HN サービスのリクエスト失敗、未受信
- HN サービスの未実行

3.2.2 コマンド&ステータス層での障害

コマンド&ステータス層での通信ミドルウェアの故障では、提案モデル上で隣接する要素の中の同じ部分に位置する通信ミドルウェアでも同時になんらかのエラーが発生する。この場合の隣接要素におけるエラーは、通信ミドルウェア間で正常な通信が不可能になったことによるものである。結果、提案モデル上では通信ミドルウェア間での通信が不可能になり、さらにこの層の上位に位置するサービスアプリケーションでも通信不能になる、という障害が発生する。

コマンド&ステータス層で発生する障害には以下の

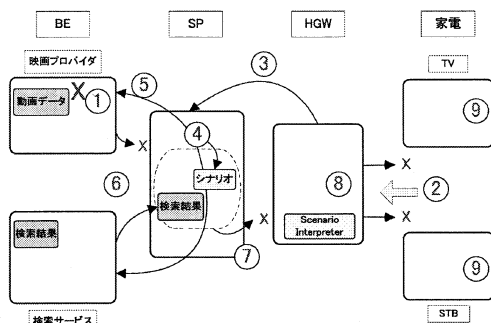


図 5 動画鑑賞サービスでの BE サービス層モジュール故障時におけるサービス実行手順

Fig.5 Movie Theater Failure

ようなものが存在する。この障害はどの要素のモジュールでも発生する。

● データ送受信の失敗

3.2.3 L2, L3 プロトコル層での障害

L2, L3 プロトコル層での通信スタックの故障では、提案モデル上で隣接する要素の中の同じ部分に位置する通信スタックでも同時になんらかのエラーが発生する。この場合の隣接要素におけるエラーは、通信スタック間で正常な通信が不可能になったことによるものである。結果、提案モデル上では L2, L3 プロトコル層レベルでの相手との疎通が不能となり、この層の上位に位置する通信ミドルウェア、サービスアプリケーションでも通信不能になる、という障害が発生する。

L2, L3 プロトコル層で発生する障害には以下のようなものが存在する。この障害はどの要素のモジュールでも発生する。

● パケット・フレーム送受信の失敗

3.3 提案モデル上で発生する障害の具体例

提案モデル上で発生する障害の具体例として動画鑑賞サービスにおいて BE の映画プロバイダでサービス層モジュールが故障した場合を想定し、どのような障害が発生するかについて述べる。

動画鑑賞サービスでは映画プロバイダより動画データの提供を受けることによりサービスシナリオが実行される。しかし、これがサービス層モジュールの故障により動画データが提供されなくなった場合以下のような順序で提案モデル上で障害が発生する。また以下の手順を図にしたものを図 5 に示す。

- (1) BE の動画プロバイダのサービス層のモジュールにおいて故障発生
- (2) HGW に対してユーザが「動画鑑賞」リクエストを行なう
- (3) HGW は SP にリクエストを転送
- (4) SP がリクエストを受信し、シナリオを生成
- (5) シナリオ実行に必要なコンテンツを BE にリクエスト

- (6) BE の検索サービスのみ SP へコンテンツ送信 (動画プロバイダは故障のため未送信)
- (7) SP はコンテンツが揃わないためコンテンツとシナリオを HGW に送信不可能
- (8) HGW はコンテンツとシナリオが受信しないため未動作
- (9) ユーザは動画鑑賞サービスを受けられず、障害と認識

ユーザからの動画鑑賞リクエストは SP に送信され、SP から各 BE に対してサービスリクエストが行なわれる。しかし、動画配信アプリケーションの故障のため動画データを提供することができない。そのため SP ではサービスシナリオに必要なコンテンツが集まらずシナリオとコンテンツを HGW に送信することができない。HGW は実行すべきサービスシナリオがいつまでも届かず動画鑑賞サービスを実行することができない。家電は動画鑑賞サービスに必要な命令を受け取らず動作しない。ユーザは結果自身がリクエストした動画鑑賞サービスが実行されないため、障害が発生したと認識する。

4. 故障・障害の検知・回復

本節では、提案モデル上での故障および障害の検知・回復手法について述べる。

4.1 各層での故障の検知

L2, L3 プロトコル層に位置する通信スタックでの故障、つまり Layer2, Layer3 における故障の検知は以下のような手法を用いることで可能である。

- Link Layer Topology Discovery (以下 LLTD) による監視
- Simple Network Management Protocol (以下 SNMP) による監視

LLTD は Layer2 でネットワーク上の機器の探索を行なうことが可能なプロトコルである。SNMP は UDP/IP パケットを利用してネットワーク上の機器の管理を行なうことが可能なプロトコルである。IP を前提としているため Layer3 以上で疎通可能な状態で対象機器の管理・監視が可能となる。これらを利用することによりネットワーク上に存在する機器の発見・監視や詳細情報の取得をすることが可能となる。

コマンド&ステータス層に位置する通信ミドルウェアでの故障およびサービス層に位置するサービスアプリケーションでの故障の検知は以下のような手法を用いることで可能である。

- アプリケーションまたはプロセスの死活監視
- アプリケーションまたはプロセスの状態取得による監視

対象となる層で動作しているアプリケーションまたはプロセスを対象としてこれらの手法を適応すること

により故障の検知を行なうことが可能となる。

4.2 障害の検知手法

提案モデル上での障害の検知には、提案モデル上の各要素で発生した故障を検知し、場合によっては隣接要素などの他の要素で発生した故障を検知することによって提案モデル上で発生した障害を推測する必要がある。以下でその手法についてその詳細を述べる。

障害の検知を行なう際には図2で示した管理機能を利用する。管理機能では、統括マネージャがサービス・コマンド&ステータス・ネットワーク各層のマネージャから各層で動作するプロセスや通信ミドルウェア、通信スタックの状態を取得し障害の推定・検知を行なう。

障害の推定には、付録の提案モデル上で発生しうる全ての障害パターンを網羅した障害表を利用する。この障害表は、各要素の各層に位置するプロセスなどで故障が発生した場合にどのような障害が提案モデル上に発生したかを網羅したものである。この表を利用することにより、どの故障が発生した場合に各要素にどのような影響を与えるかということを知ることが可能となる。ゆえに、統括マネージャが各層のマネージャから収集した情報とこの障害表に示された情報を比較することにより、提案モデル上でのどのような障害が発生しているかを推定することが可能となる。

4.3 故障・障害の回復シーケンス

提案モデル上で発生する故障および障害について上記で述べてきた。ここでは、この故障および障害を回復するための手法について述べる。

提案モデル上で想定される処理は、大きくシステムの初期化およびサービスシナリオ実行の2つに分類することができる。システムの初期化時とサービスシナリオ実行時の故障・障害の回復の仕方は異なるためそれぞれについて異なる処理を行なう必要がある。

故障・障害の回復は大きく以下の順番で処理が進むことによって行なわれる。

- (1) 故障・障害発生
- (2) 故障検知
- (3) 回復処理

この回復処理シーケンスをシステム初期化時とサービスシナリオ実行時についてそれぞれ検討する。検討時には、すべての故障およびそれによって発生する障害に対してどのような順番で故障・検知・回復のシーケンスが進むのかを網羅する。これにより、この提案モデル上で発生する故障・障害は全て検知・回復することが可能であることを示すことができる。提案モデル上で想定する処理であるシステム初期化時およびサービスシナリオ実行時それぞれの場合におけるシーケンスの詳細を以下に示す。

4.3.1 システム初期化時

システム初期化時には、提案モデル上で全ての要素が起動しているとは限らない。そのため単独もしくは隣接する要素のどちらか一方のみが動作している状況

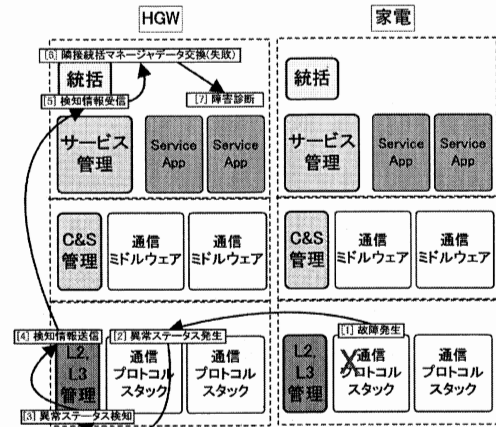


図6 提案モデル起動時における他要素での故障検知シーケンス例
Fig.6 Recovery Sequence of Service Initiation on HGW

を想定して、回復シーケンスの作成を行なった。

システム初期化時における回復シーケンスの作成時には以下の条件を考慮して全てを網羅可能なようにする必要がある。

- 各要素が単独で起動しているか複数で起動しているか
- 統括マネージャが通信可能かどうか

これらの条件によって回復シーケンスは異なるためこれを考慮して回復シーケンスの作成を行なう必要がある。システム初期化時における回復シーケンスの一例を図6に示す。このような図を全ての故障に対して考慮・作成し、どのような検知・回復を行なうかという手順を網羅した。これにより全ての故障に対してその故障自体および故障によって発生したエラーの回復を行なうことが可能となる。全ての故障に対するシーケンスは付録に示す。

4.3.2 サービスシナリオ実行時

サービスシナリオ実行時には、提案モデル上の全ての要素が起動している。ゆえに、この中の1つの要素のなかの1つの層に位置するプロセスなどが単独で故障した状況を想定して、回復シーケンスの作成を行なった。

サービスシナリオ実行時における回復シーケンスの作成時には、統括マネージャが他の要素に存在する統括マネージャと通信可能かどうかを考慮する必要がある。回復シーケンスはこの条件によって異なるものになるためこれを考慮して回復シーケンスの作成を行なう必要がある。サービスシナリオ実行時における回復シーケンスの一例を図7、図8に示す。このような図を全ての故障に対して考慮・作成し、どのように検知・回復を行なうかという手順を網羅した。これにより全ての故障に対してその故障自体および故障によって発生したエラーの回復を行なうことが可能となる。

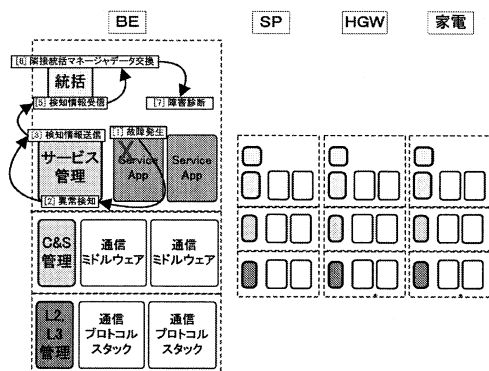


図 7 サービスシナリオ実行時における自要素での故障検知シーケンス例

Fig. 7 Fault Detection Sequence of Service Execution

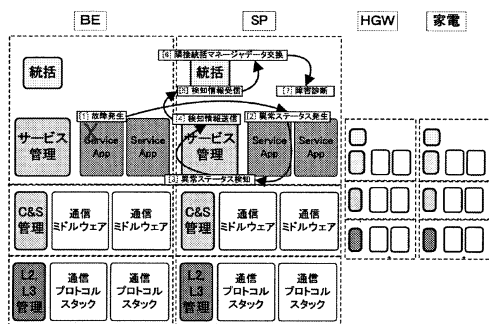


図 8 サービスシナリオ実行時における隣接要素での故障検知シーケンス例

Fig. 8 Fault Detection Sequence of Service Execution

5. 主要サービスへの適応

5.1 サービスのモデル化

現在行なわれる HN 向けサービスのシステムのモデル化を行ない、本稿で提案するモデルと現在行なわれる HN 向けサービスとの比較を行なう。そして、モデル化して現行 HN 向けサービスに対して今回作成した故障・障害の検知・回復シーケンスをどの程度適応可能かについて検討を行なう。

現在実際にサービスが行なわれている、もしくは製品として存在している HN 向けサービスのモデル化を行なう。今回モデル化の対象とするサービスは OSGi、フェミニティ倶楽部、アクトラピラである。

これらのサービスを元に以下の 3 つのサービスモデルの作成を行なった。

- アプリケーション配布モデル
- サービスコマンド提供モデル
- コンテンツ配信モデル

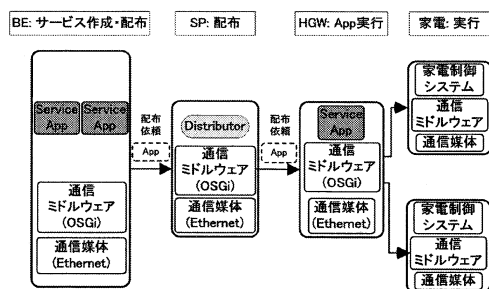


図 9 アプリケーション配布モデル

Fig. 9 Model of Application Providing

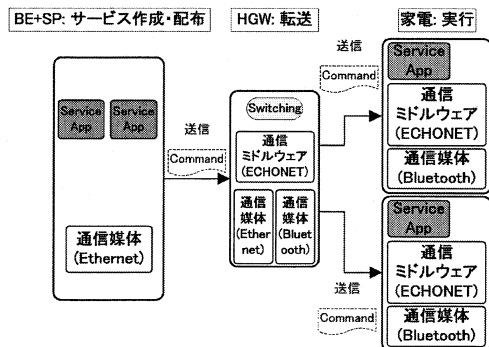


図 10 サービスコマンド提供モデル

Fig. 10 Model of Service Command Providing

サービスモデルに対してそれぞれで必要な故障ならびに障害表の作成を行ない作成した故障・障害の検知・回復が可能を検討した。

アプリケーション配布モデルに対しては、モデル上にアプリケーションを作成・提供する BE、アプリケーションを共通フレームワークを持つ各機器に配布する SP、アプリケーションを実行する機器である HGW の 3 つの要素が存在すると定義した。このモデルを図 9 に示す。

サービスコマンド提供モデルに対しては、モデル上にサービス (コンテンツ) を作成・提供する BE、サービス対応機器に対してコンテンツの送信を行なう SP およびサービス対応機器である家電の 3 つの要素が存在する、と定義した。このモデルを図 10 に示す。

コンテンツ配信モデルに対しては、モデル上にコンテンツを作成・提供する BE、サービス対応機器に対してコンテンツの配布を行なう SP およびサービス対応機器 (テレビ、STB) である家電の 3 つの要素が存在する、と定義した。このモデルを図 11 に示す。

5.2 主要サービスへの検知・回復シーケンスの適応

まず、提案モデルとよく似たアーキテクチャを持つ

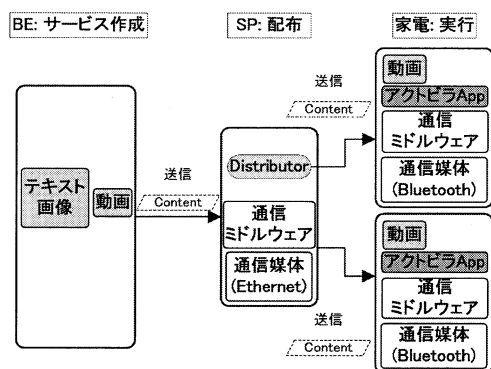


図 11 コンテンツ配信モデル
Fig.11 Model of Contents Providing

アプリケーション配布モデルでは作成したシーケンスを利用することにより、どこで故障・障害が発生してもそれを隣接する要素お互いに検知・回復・通知することで提案モデル全体の障害を回復することが可能であることがわかった。

提案モデルの BE と SP が 1 つの要素として定義されたアーキテクチャを持つサービスコマンド提供モデルでは、BE、SP のそれぞれのサービスを行なうアプリケーションが下位層のコマンド&ステータス層、L2、L3 プロトコル層の共通のモジュールを利用するため、提案モデルでの故障・検知・回復シーケンスをそのままでは適応できないとわかった。一方で HGW-家電間に対する検知・回復・通知シーケンスの適応は可能であることがわかった。

コンテンツ配信モデルでは、故障・障害の検知・回復という処理を行なうべき要素が SP と家電しか存在しないため、隣接要素と通信を行なう管理機能は必要ないことがわかる。このモデルの場合には、それぞれの要素で自己のモジュールの故障を検査することにより、障害対策になることがわかった。

6. ま と め

本稿では、ホームネットワークにおける障害検知・回復モデルの提案を行なった。

今後ホームネットワーク向けサービスにおいて利用が進むと予想されるアーキテクチャの定義およびモデル化を行なった。モデル化ではまず単純に必要な機能のみをモデル化したものを作成し、その後必要な機能を維持するために必要な管理機能を付加したモデルの作成を行なった。提案したモデル中における要素の役割および必要となる機能の定義を行ない、どのようなサービスがこのモデル上で実行されるかを検討した。

定義を行なった提案モデルにおいて、どのような故障が起り得るのかについて故障原因の網羅を行なった。

また網羅した故障からどのような障害が提案モデル上に発生するかを検討した。本稿ではまず、提案モデル上で単独で故障が発生する単独故障の場合を想定して障害パターンの定義を行なった。

提案モデルでは、定義を行なった故障・障害を検知するための手法の検討を行なった。故障・障害が発生する場所によって検知手法を変更する必要があった。障害の検知では提案モデルに備わっている管理機能を利用して提案モデル上で起こった障害の検知を行なうよう設計を行なった。提案モデル上での故障・障害の推定を行なうために作成した故障表および障害表を利用し、故障・障害の状態を表と比較することにより推定を行なう仕組みを検討した。また、全ての故障・障害パターンを列挙しそれに対してどのような検知・回復シーケンスが適応できるかを検討し、障害回復シーケンスの作成を行なった。

評価については、現行のホームネットワーク向けサービスのシステムをモデル化し、そこでどのようなサービスが行なわれているかを検討した。そして、モデル化した現行サービスに今回作成した故障・障害の検知と回復を行なう仕組みがどの程度適応可能かについて検討を行なった。

今後様々なホームネットワーク向けサービスが提供される際、本研究で作成した故障・障害表および検知・回復シーケンスを利用することにより、家庭内の機器のリモートマネジメントを行なう際に必要な仕様をチェックすることが可能となる。サービスを行なうシステムの上でどのような故障や障害が起り得るのか、それらに対処するためにどのような情報が必要となり、どのような場合には対応が不可能になるのかを網羅的に調査・検討することが可能となる。

参 考 文 献

- 1) 丹康雄監修, 宅内情報通信・放送高度化フォーラム編, ホームネットワークと情報家電, オーム社, 2004
- 2) 中村太一, ホームネットワークにおける UI(ユーザインタフェース)の統一的な API 提供に向けた UI 要素の分類, 電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, 2006, p.362
- 3) 増田耕一, 牧野義樹, 中田潤也, 丹康雄, 家電製品使用における異常状態のモデル化とその検知手法の提案, 情報処理学会研究報告 UBI-11, 2006.5
- 4) 相川恵, ホームネットワークの障害診断に関する研究, 電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, 2006, p.146
- 5) 一色正男, 平原茂利夫, 岸本卓也, ネットワーク家電“FEMINITY シリーズ”のシステム概要, http://www.toshiba.co.jp/tech/review/2002/10/57_10pdf/a03.pdf