

Title	アドホックPANにおける個人情報環境に関する研究
Author(s)	田中, 洋
Citation	
Issue Date	2002-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1574
Rights	
Description	Supervisor:篠田 陽一, 情報科学研究科, 修士

修 士 論 文

**アドホックPANにおける
個人情報環境に関する研究**

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科

田中 洋

2002 年 3 月

修 士 論 文

アドホックPANにおける 個人情報環境に関する研究

指導教官 篠田陽一 教授

審査委員主査 篠田陽一 教授

審査委員 丹康雄 助教授

審査委員 日比野靖 教授

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科

910067 田中 洋

提出年月: 2002 年 2 月

概要

半導体技術の進歩により情報機器の小型化、軽量化が進み多種多様な情報機器が携帯可能となった。加えて、携帯機器に搭載される CPU の高速化、メモリの大容量化などにより、一台の情報機器が有する機能も多数となった。このような背景があり、個人が多くの情報機器を携帯するようになった。このように個人が多種多様な情報機器に囲まれていることが一般的となるにつれ、個人の周辺に存在する情報機器から構成されるネットワークとしてパーソナル・エリア・ネットワークという概念が登場した。

本稿では、既存の個人情報環境についての調査を行った。さらに、調査した結果をふまえてアドホックに構成されるパーソナル・エリア・ネットワーク上での個人情報環境について考察を行った。加えて、PAN において、情報の共有と任意の機能の組合わせを可能にすることで複雑かつ新たな機能を実現する TPAN を提案した。そして、TPAN を実現するためのする TPAN モデルを提案し、その一設計例を示した。最後に設計例を実装するために必要な技術的要件を検討した。今後の課題として、検討した結果を用いて実装を進めたい。

目次

第1章	はじめに	1
第2章	背景と目的	2
2.1	背景	2
2.1.1	個人の利用する情報機器の増加と高機能化	2
2.1.2	PAN	4
2.2	目的	7
第3章	既存の個人情報環境	8
3.1	Netscape Roaming	8
3.2	Microsoft .NET My Services	8
第4章	TPAN の提案	12
4.1	概要	12
4.2	TPAN の実現する世界	13
4.3	要求事項	15
4.3.1	メンバ管理	15
4.3.2	情報管理	16
4.3.3	機能管理	16
4.3.4	UI 情報の共有	17
4.3.5	機能連携の支援	17
4.4	TPAN モデル	17
4.4.1	情報管理モデル	17
4.4.2	機能管理モデル	19
4.4.3	機能連携モデル	21
第5章	TPAN の設計	23
5.1	概要	23
5.2	設計	25
5.2.1	情報リスト	25
5.2.2	機能リスト	25

5.2.3	情報リストデータベース	26
5.2.4	機能リストデータベース	27
5.2.5	デバイスリスト	28
5.2.6	TPAN Management System	28
第 6 章	TPAN の適用例	33
6.1	シナリオ	33
6.2	詳細	33
6.2.1	前提条件	33
6.2.2	各機能の設定	36
6.2.3	プレゼンテーションの実行	37
第 7 章	TPAN の実装方法について	38
第 8 章	まとめ	40

目 次

2.1	Personal Area Network	4
3.1	Netscape Roaming の構成	9
3.2	.NET の概要	9
3.3	.NET My Services の概要	10
4.1	現在のプレゼンテーション実行環境	13
4.2	TPAN のプレゼンテーション実行環境	14
4.3	集中管理方式	15
4.4	分散管理方式	15
4.5	TPAN の情報モデル	18
4.6	TPAN の情報モデル (複数の情報から構成される場合)	19
4.7	テキストエディタの例	19
4.8	機能の 3 つの型	20
4.9	TPAN の機能モデル	21
4.10	機能連携モデル	21
4.11	機能連携の例 (テキストエディタ)	22
4.12	機能連携モデル (拡張)	22
5.1	TPAN の構成	23
5.2	情報リストの構造	25
5.3	機能リストの構造	26
5.4	情報リストデータベースの構造	27
5.5	機能リストデータベースの構造	27
5.6	デバイスリストの構造	28
5.7	5 層モデルにおける TMS の位置	29
5.8	TMS の動作 (情報の参照)	30
5.9	TMS の動作 (機能の呼出し)	31

表 目 次

2.1	情報機器の種類と利用目的	2
2.2	Bluetooth のプロモーター企業	4
2.3	Bluetooth のプロファイル一覧	6
4.1	機能の分類の具体例	20
6.1	各情報機器の保有する情報	34
6.2	各情報機器の機能	34
6.3	携帯電話の各機能が必要とする情報と機能	35
6.4	ノートパソコンの各機能が必要とする情報と機能	35
6.5	プロジェクタの各機能が必要とする情報と機能	35
6.6	音響装置の各機能が必要とする情報と機能	36
7.1	Java の 3 つの Edition	39

第1章 はじめに

個人が利用する情報機器は多様化しており、複数の機器を持ち歩くという状況が増えている。また、近距離無線通信技術の発達により、個人の携帯する情報機器から構成される PAN(Personal Area Network) を実現することが可能になりはじめた。このような状況では、任意の情報機器から他の情報機器上の情報を利用したいという要求が自然に発生する。PAN の登場により、個人は各情報機器の機能や情報を共有する際に明示的に行っていた接続作業から解放された。しかし、任意の情報機器を端末として、他の情報機器上の機能や情報を個人が自由に組み合わせて利用することは実現されているとはいいがたい。なぜならば、PAN 上の各情報機器はそれぞれのもつ機能や情報を共有し、さらにそれを有効に利用するためには、個人が各情報機器もっている情報や機能について把握していなければいけないからである。

本研究では、PAN を構成する任意の情報機器間において情報の交換や機能の呼出しを実現する TPAN モデルを提案する。そして、TPAN モデルをもとにした設計を行い PAN を構成する任意の情報機器の機能や情報を一台の端末から明示的な接続作業と操作なしに利用することを実現してゆく。

本論文は 7 章から構成される。具体的な内容は以下の通りである。

- 2 章では研究の背景として、個人が携帯する情報機器の増加により問題化してきた点と PAN について述べる。
- 3 章では既存の個人情報環境の例として次の 2 つを述べる。
 - － Netscape Communicator が実現した個人環境のローンミング
 - － Microsoft .Net My Services
- 3 章では PAN を拡張する TPAN の構想について述べる。そして、TPAN に要求される事項を整理し、要求を満たす TPAN モデルを提案する。
- 4 章では、提案した TPAN モデルを用いて、TPAN を実現するために必要な要素について述べたあと、それぞれの設計を行う。
- 5 章では、設計した TPAN システムを特定のシナリオに関して適用し、設計が要求を満たしていることを確認する。
- 6 章では、本論文で提案した TPAN モデルについてまとめたのち、実装へ向けての展望を述べる。

第2章 背景と目的

2.1 背景

本節では、個人が携帯する情報機器の増加により、顕在化してきた情報の共有と機能の共有への要求について述べる。そして、これを実現するために提案されている PAN について述べる。

2.1.1 個人の利用する情報機器の増加と高機能化

半導体技術の進歩により情報機器の小型化、軽量化が進み、種々多様な情報機器が携帯可能になり始めた。加えて、携帯機器に搭載される CPU の高速化、メモリの大容量化などにより、一台の情報機器が保有する機能も多数となり始めた。このような背景があり、個人が所有し携帯する情報機器も多数になり始めた。ここで、個人がよく利用する情報機器の一例を表 2.1 に示した。表 2.1 に示した機器は、下の行になるほど高機能である。

表 2.1: 情報機器の種類と利用目的

機器の種類	想定される用途
携帯電話	電話通話、メール送受信、Web 閲覧
PDA	スケジュールの確認、メモの作成、メール送受信
ノートパソコン	Web 閲覧、メール送受信、スケジュールの入力

表 2.1 において、「想定される用途」の列に注目すると共通な項目が存在することに気が付く。たとえば、「メール送受信」は携帯電話、PDA、ノートパソコンの全ての想定される用途に含まれる。

メールを送るときには、よくメールを送信する相手のメールアドレスを記述した、アドレス帳を用いる。当然、アドレス帳は個人にとってひとつだけ存在していれば良いものである。もし、複数のアドレス帳が存在している場合、どのアドレス帳の内容が最新の状態であるのかということがわからなくなってしまう。そして、全てのアドレス帳を最新の状態に維持しようとする、個人はアドレス帳を利用する際、毎回アドレス帳の内容を比較、修正する必要がある大変な労力を強いられることとなる。

ところが、現在は上述のような状況である。携帯電話においてメールを送受信するとき使用するアドレス帳と、PDAでメールを送受信するとき使用するアドレス帳は、独立したアドレス帳である。つまり、個人がアドレス帳に対して、携帯電話から加えた変更をPDAにおいてメールを作成する際に利用できない。さらに、ノートパソコンからアドレス帳を印刷すると、先ほど変更を加えたアドレス帳とは別のアドレス帳が印刷されてしまう。

個人にとって必要なアドレス帳はひとつである。しかしながら、携帯電話に存在するアドレス帳と、PDAに存在するアドレス帳、ノートパソコンに存在するアドレス帳は全く別のアドレス帳である。

この問題を解決するためには、個人の唯一のアドレス帳が各情報機器で共有され、どの情報機器からでも利用可能となる必要がある。具体的には、次のことが可能でなければならない。

- アドレス帳は各情報機器において共有されている
 - － 各情報機器はアドレス帳を共有しており、携帯電話で加えた変更は後にノートパソコンから知ることが可能である。
- 各情報機器は共有しているアドレス帳を操作可能である
 - － 各情報機器は共有しているアドレス帳を理解することが可能である。さらに、アドレス帳に変更を加えたり、項目を追加したりすることが可能である。

現在、これらを実現するためには、一般的に次に挙げる方法を用いている。

1. ノートパソコンに携帯電話のメモリ編集ソフトを導入する
2. 携帯電話とノートパソコンをケーブル接続する
3. 携帯電話からノートパソコンへ電話帳を転送する
4. メモリ編集ソフトを用いて電話帳を編集する
5. ノートパソコンから携帯電話へ編集した電話帳を転送する

この方法では、個人は複数の情報機器を接続した後、作業を行うために複数の情報機器の間を移動しなければならない。しかし、今後も個人が利用する情報機器は増加する傾向にある。そのため、上述のような方法を用いていたのでは次のようなことが起こったときに問題となる。

- 接続する情報機器数の増加
- 接続する情報機器の組合わせの増加

半導体技術の進歩やバッテリー技術の進歩などによりこれまで携帯不可能だった情報機器が携帯可能になったとき、それらの情報機器を連携させて利用したいと思う度に手動で接続し、情報形式の変換などを個人が行っていたのでは到底、各情報機器間のスムーズな連携は不可能となる。

2.1.2 PAN

技術の進歩により、個人が携帯する情報機器やその周辺に存在する情報機器は多数に上る。このような、個人の周辺に存在する情報機器を互いに無線で接続してネットワークを形成しようという考えがある。このようなネットワークは、Personal Area Network(PAN)とよばれており、図 2.1 に示すように個人の周辺 (10m 程度) に存在する情報機器を近距離無線通信技術を用いて接続したネットワークである。PAN は IEEE802.15 ワーキング

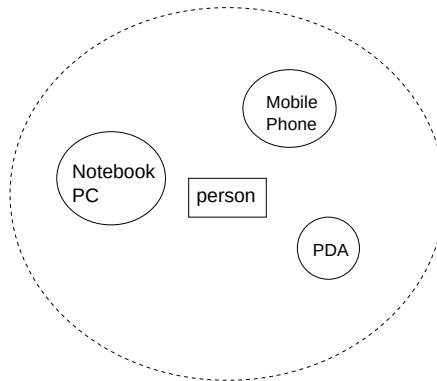


図 2.1: Personal Area Network

グループ [1] で議論が進められている。IEEE は PAN を構成するための標準技術として Bluetooth を推薦している。Bluetooth に関する議論は、表 2.2 に示す 9 社のプロモーターとよばれる企業を中心として、2000 社以上の企業から構成される Bluetooth SIG (Special Interest Group) [2] により進められている。Bluetooth SIG ではその仕様などを公開している。

表 2.2: Bluetooth のプロモーター企業

3Com
Agere
Ericsson
IBM
Intel
Microsoft
Motorola
Nokia
Toshiba

Bluetooth は次のような特徴をもっている。

- モバイル端末搭載に最適化

- Bluetoothはモバイル端末に搭載されることを前提に設計されている。モバイル端末においてバッテリーの持ち時間は重要な項目である。そのためにBluetoothは消費電力を動的に変化させることが可能であり、その通信圏内をおよそ1mから100mまで変化させることが可能である。

- 短距離型で廉価なワイヤレス

- Bluetoothは通信圏内を近距離としているため、受信機に求められる感度は携帯電話のそれに比べて非常に低いものでよい。そのために、Bluetoothチップは高機能で高価な部品を使用して構成する必要がなく、結果として廉価に供給可能である。

- 一対多接続のアドホックネットワーク

- Bluetoothは一対多接続が可能なワイヤレスネットワーク技術である。複数の端末が秩序を維持した通信を行うためにはこれを制御する必要がある。Bluetoothは各端末が随時この制御を行いアドホックネットワークを構成する。

- 接続認証と暗号化のセキュリティ

- Bluetoothは物理層に電波を利用する。電波を利用した通信は周辺の端末へも通信内容が届いてしまい、通信内容の盗聴やなりすましが容易に可能である。この問題に対処するためにBluetoothでは、128bitのリンクキーとよばれる128bitの秘密鍵を用いて誤接続防止と盗聴防止を実現する。

Bluetoothはある機器を中心として、その周囲10m程度を結ぶ近距離無線通信技術である。また、Bluetoothは様々な機能をもつ情報機器が、互いに機能を連携し合えるように様々なプロファイルを定義している。Bluetooth SIGは表2.3に示すようなプロファイル [3] を定義している。

プロファイルとは、Bluetooth機器が実装される際の仕様である。例えば、ヘッドセットと携帯電話の両方にヘッドセットプロファイルが実装されている場合、ヘッドセットから電話をかける事が可能になる。

表 2.3: Bluetooth のプロファイル一覧

Generic Access Profile
Service Discovery Application Profile
Cordless Telephony Profile
Intercomm Profile
Serial Port Profile
Headset Profile
Dial-up Networking Profile
Fax Profile
Lan Access Profile
Generic Object Exchange Profile
Object Push Profile
File Transfer Profile
Synchronization Profile
Extended Service Discovery Profile
Personal Area Network Profile
Basic Printing Profile
Hands Free Profile
Basic Imaging Profile
Hardcopy Cable Replacement Profile

2.2 目的

現在、個人は複数の情報機器を携帯することがある。例えば、携帯電話、PDA、ノートパソコンなどである。これらの情報機器はモバイル環境での利用を主目的とするために年々小型軽量化が進んでおり、今後ともその数や種類は増加する傾向にある。

モバイル環境においては、ある情報機器が持つ機能や情報を他の情報機器から利用したいという要求が頻繁に発生する。例えば、

- PDA からノートパソコンの中にある文書を編集しその結果を携帯電話を使って相手に送り届けたい
- 携帯電話から PDA のスケジュールに会議を追加しその内容をノートパソコンのスケジュールにも反映させたい
- ノートパソコンから携帯電話のなかにあるメールをチェックしたい
- PDA から携帯電話の GPS 機能により得られる位置情報を用いてノートパソコンにある地図情報を検索した結果を確認したい

などの要求である。

現在、これらの要求に答えるためには、個人が自らそれぞれの情報機器を接続し、さらに、各機器で個別の機能を実行する必要がある。しかも、各機器が共通のインターフェースを持っていない場合や各機器の情報の表現形式が異なる場合は、個人が適切な変換を行わなければならないなど非常に多くの労力を要する。現在、個人が行っているこれらの作業の負担を軽減することにより、個人はより多くの機器を気軽に接続し、その機能を連携させる事が可能になる。そして、数多くの情報機器が連携することにより、相乗効果が生まれより多くの機能、より複雑な機能を実現することが可能となる。

本研究では、次の2つを目的とする。

- PAN において任意の情報機器間での情報交換を可能とすること
- PAN において任意の情報機器間での機能の呼出しを可能とすること

これにより、現在、利用者による複数の情報機器の接続と操作によって実現している機能の組み合わせを、一台の端末から明示的な接続作業と操作なしに利用することが可能である。

第3章 既存の個人情報環境

本章では、任意の情報端末から Web アクセスを行う際に、端末によらず常に同じブラウザ環境を個人に提供することを実現している Netscape Communicator に搭載されている Roaming 機能について説明する。また、インターネット上で提供される Web サービス間の連携と Web サービス間での個人情報の共有を実現する .Net My Services について、そのサービス共有手法と情報共有手法について述べる。

3.1 Netscape Roaming

個人は様々な端末から Web ブラウザを用いて Web にアクセスすることが可能になった。しかし、Web アクセスを行う端末を変更することで問題となることがある。それは、bookmarks やブラウザの言語設定、文字の大きさなどの設定情報が端末を移動するごとに異なってしまうことである。

Netscape Communicator に搭載されるローミング機能は、Communicator ユーザーが異なった端末からインターネットにアクセスしても常に同じ環境を提供する。ローミング機能は図 3.1 に示すような構成で実現される。主な構成要素は、Roaming 情報を保存するための Roaming Server、そして、クライアントである Netscape Communicator である。Roaming Server には http サーバ、もしくは LDAP ディレクトリサーバが利用可能である。インターネット上に存在するローミングサーバは、Communicator ユーザのブックマークやブラウザ設定などを保存している。Communicator ユーザはインターネットに接続する端末を移動するとローミングサーバに対してアクセスを行い個人情報を端末にロードする。そして、

この手法は複数の端末間で共有したい情報のある特定のサーバに格納しておき、

3.2 Microsoft .NET My Services

Microsoft .NET My Services(開発コード名:Hailstorm) [4] は各種の情報機器からインターネット上のサービスへのアクセスを実現する技術である。.NET My Services は.NET [5] フレームワークを基盤としている。.NET の概要を図 3.2 に示す。

.NET は、公開されているすべての Web サービスを自由に連携させることを可能とするフレームワークである。その主要な技術としては以下に挙げる技術を採用している。

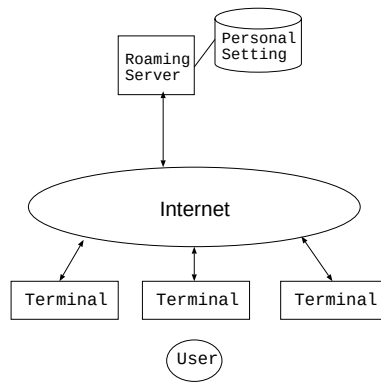


図 3.1: Netscape Roaming の構成

- 共通なデータ形式として XML [6] を採用
- Web サービス間の連携のために SOAP [7] を採用
- Web サービスの発見のために UDDI [8] を採用

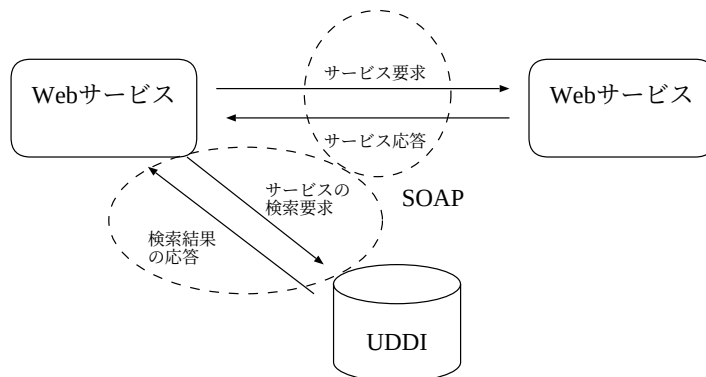


図 3.2: .NET の概要

図 3.3 は .Net My Services の概要を示している。主要な構成要素は、個人を認証するための Passport サービス、Web サービスを検索するための UDDI、各種事業者が提供する Web サービス、そして、個人の利用する端末である。

- Passport サービス
 - .Net My Services において、個人は自分に関する情報を Web Services に提供するかどうかを制御することが可能である。このためには、その個人を認証する必要がある。また、その個人に関する情報を要求した Web Services に対して、要求された情報を提供するかどうかを承認しなければならない。この二つの役

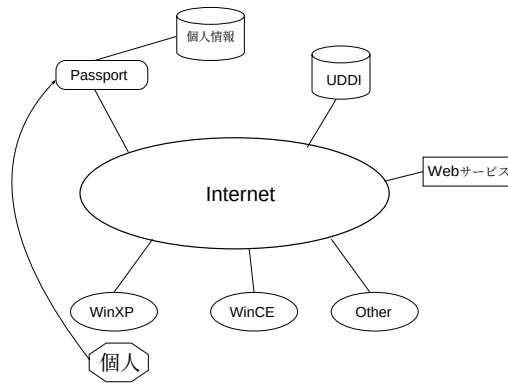


図 3.3: .NET My Services の概要

割、認証と承認を行うのが Passport サービスである。パスポートサービスは個人に関する DB を保持している。この DB は、個人の情報や、あらかじめ個人によって設定されたポリシーを保持している。Web Services は Passport サービスにアクセスすることにより個人に関する情報を取り出すことが可能である。

- UDDI

- UDDI は公開されている Web サービスの所在を保持している。事業者は、公開したいサービスを UDDI に登録する。UDDI は世界で一つであり、管理は各地域の組織が行っている。

- Web サービス

- 各事業者が公開している Web サービスである。例えば、航空会社が提供している航空機の座席予約サービスや旅行会社が提供している路線検索サービス、出版社が提供している地図情報サービスなどである。

- 個人の利用する端末

- 個人がインターネットにアクセスする時に利用する、ノートパソコン、PDA、携帯電話、デスクトップパソコン、セットトップボックスなどである。

個人は任意の端末から、インターネットを介して Passport にアクセスし、認証を通過することで、NET My Services を利用することが可能となる。.NET My Services には以下のようなサービス [9] が用意される予定である。

.NET Profile ユーザの名前やメールアドレスなど個人情報を格納する。

.NET Contacts ユーザーの住所、氏名、などの情報や他のユーザーへの連絡先の情報を提供するアドレス帳である。

- .NET Location ユーザーとのコンタクトが可能なエンドポイントのリストを保持する。
通知を送信するアプリケーションは、このサービスを利用してメッセージをユーザーの端末までルーティングする。
- .NET Alerts あるサービスから、特定の.NET My Services ユーザーの利用するサービスに対して、ユーザの位置や状態に関係なくメッセージの通知を可能にする。例えば、ユーザは参加しているオークションにおいて他者が自身より高い価格を提示したときに、オークションから「他者が高額を提示しました」という内容のメッセージを受けることが可能である。
- .NET Inbox ユーザーの電子メールへのアクセスを提供する。下位のメールストアは、Hotmail やプロバイダの提供するメールストアなどであってもかまわない。
- .NET Calender ユーザーのカレンダーを保持する。
- .NET Documents ユーザーのドキュメントへのインターネット経由でのアクセスが可能なストレージを提供する。
- .NET ApplicationSettings ユーザーのアプリケーション設定に関する情報を保持する。
これにより、ユーザーはどの.NET My Services 対応の端末からでも同じアプリケーション環境を利用することが可能である。
- .NET Wallet ユーザーのクレジットカード番号などの支払い情報を保持する。Web サイトはユーザーにクレジットカード番号を入力させる代わりにこの情報にアクセスしてユーザーの請求情報を取得することが可能である。
- .NET Devices ユーザーのデバイスとデバイス特性のリストを保持する。アプリケーションはこの情報を使って特定のデバイスが例えばビデオ会議に適していないことを判断する。

第4章 TPANの提案

4.1 概要

個人は自分の周辺に存在する情報機器を利用する。この個人が利用可能な情報機器の存在する領域を示す POS(Personal Operating Space) [10] という言葉がある。これは、個人を中心としたその周囲 10 メートル程度の領域を指す言葉である。PAN はこの POS の領域内にある情報機器をネットワーク化するものである。個人はデスクで調べ事をしたり、街へ買い物に出かけたりと様々な場所を移動する。当然、POS も個人の移動にしたがって移動を行い、結果として PAN を構成するメンバとなる情報機器も、その場所に応じて随時変化する。

PAN のメンバである情報機器が変化することは細分化すると次のような事象が頻繁に発生する可能性があるということである。

- 新たな情報機器が PAN に参加する
- 既存の情報機器が PAN から離脱する

現在、このような状況において個人が PAN の変化を把握するために PAN を構成する情報端末の一覧を表示する手法が用いられている。この手法は、次のような場合においては有効である。

- ネットワークを構成する要素の変化が少ない
- ネットワークを構成する要素が既知のものである

これには次のような前提が存在するからである。

- 個人は各要素の持つ情報を全て把握している
- 個人はネットワークを構成する要素のもつ機能を全て把握している

しかし、上述のように PAN を構成する情報機器は随時変化する。このような状況では、従来のようにネットワークを構成する情報機器の一覧を提示する方式では、次のような理由により個人が PAN の全体像を把握することが困難となる。

- 個人は各要素の持つ情報を全て把握することが困難

- 個人はネットワークを構成する要素のもつ機能を全て把握することが困難

もう一つの問題点として、個人はPANを構成する各機器の機能を利用するためにその機能を搭載している端末に移動しなければならないことが挙げられる。これは、次に挙げることが原因である。

- ある情報機器の機能はその情報機器がもつユーザインターフェースに依存していること

これらの問題を解決するためには既存のPANに対して何らかの拡張を行う必要がある。次の節では、これらの問題を解決するためにPANを拡張したTPANについて述べる。

4.2 TPANの実現する世界

TPANでは、個人は次のようなことを行えるような世界を実現する。

- 各情報機器に存在する情報を全ての情報機器から共有可能
- 各情報機器に存在する機能を全ての情報機器から共有可能
- 任意の情報機器を端末としてそれぞれ情報機器が持つ機能を自由に組み合わせ可能

上記のことを詳しく説明するために、図 4.1 の例を使って説明する。現在プレゼンター

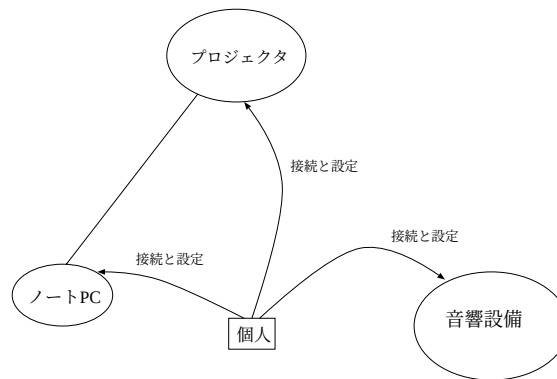


図 4.1: 現在のプレゼンテーション実行環境

ションを行うときには、一般的に次に挙げるような機器を用いている。

- プレゼンテーションを実行するためのノートパソコン
- プレゼンテーションを投影するためのプロジェクタ
- 発表者の発表内容を拡声するための音響装置

プレゼンテーションを行うにあたり、まず、個人は、ノートパソコンの映像出力端子とプロジェクタの映像入力端子をケーブルを用いて接続しなければならない。つぎに、ノートパソコンのところへやってきて、キーボードを操作して、ノートパソコンの画面出力をプロジェクタへと切り替えなければならない。このとき、もし、ノートパソコンの画面解像度がプロジェクタの表示可能な画面解像度を越えている場合、個人はノートパソコンの解像度を低くする操作を行わなければならない。

プレゼンテーションを開始したあとも、プレゼンテーションを次に進める必要がある度に、個人はノートパソコンの側まで近寄って行きキーボードから入力を加えるなどの操作をおこなう必要がある。個人は、何らかの操作を行う必要が生じる度に操作対象となる機能をもつ情報機器のところまで移動しなければならない。

これは、現在の情報機器間の連携には次のような制限が存在しているからである。

- 情報機器間の接続は物理的な接続
- ある情報機器の操作はその情報機器でのみ実行

PAN は物理媒体として無線を利用しているため、PAN を構成することにより任意の情報機器間の接続は無線接続が可能となる。しかし、情報機器の操作は依然として操作対象の情報機器でのみしか行うことができない。

TPAN は、これを図 4.2 のように変化させる。個人は、携帯電話からノートパソコンと

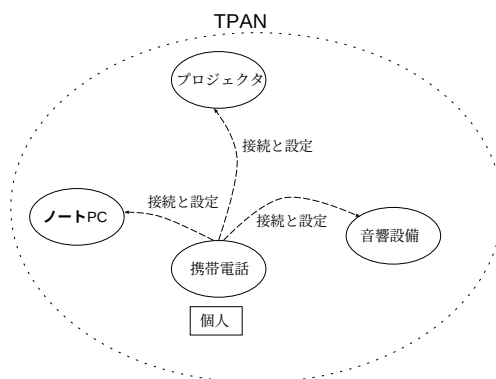


図 4.2: TPAN のプレゼンテーション実行環境

プロジェクタの接続を指示し、ページ送りは携帯電話から行うことが可能である。また、マイクの音量は携帯電話から音響装置を操作して調整することが可能である。個人は、プレゼンテーションを行うための接続も、プレゼンテーションを進めるための各機器の操作も一台の端末から行うことが可能になるのである。

4.3 要求事項

4.3.1 メンバ管理

TPAN は複数の情報機器から構成されるネットワークである。TPAN は個人の移動に伴って移動するため、そのメンバとなる情報機器も変化する。そのため、ある時点で個人の TPAN はどの情報機器から構成されているのかということを各機器が知るためにメンバを管理する必要がある。

グループのメンバを管理する手法は次の 2 つが考えられる。図 4.3 に示すような一台の情報機器が一元的に TPAN 全体の情報を管理する集中管理方式と、図 4.4 に示すような TPAN を構成する各情報機器がそれぞれ独立に TPAN についての情報を管理する分散管理方式である。集中管理方式の特徴は以下のような点である。

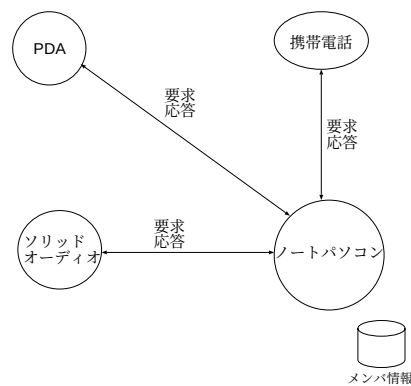


図 4.3: 集中管理方式

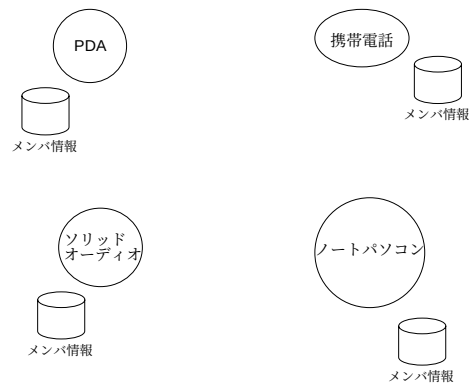


図 4.4: 分散管理方式

- 管理を行っている機器が故障すると全ての機能が失われてしまう

- 各機器は管理を行う機器とのみ情報を交換するだけでよい
- 管理を行う機器のみに処理をおこなわせればよく、他の機器は管理機器との通信など簡単な機能を持たせるだけで良い。

分散管理方式の特徴は以下のような点である。

- 各機器がネットワークのメンバを知っているためいくつかの機器が故障しても機能を維持可能であり、障害に対して堅牢である。
- 各機器はすべての機器と情報を交換しなければならない
- 各機器が独自にメンバ管理を行うため、それぞれの機器において複雑な処理を実行しなければならない。

TPAN のように各情報機器が次々と入れ替わるような環境では、集中管理の手法は適さない。なぜなら、集中管理方式は一台の情報機器が TPAN に関する情報を全て管理する方式であり、集中的に管理を行っている情報機器ですら、TPAN のメンバではなくなってしまう場合が存在するからである。故に、TPAN ではメンバ管理はそれぞれの情報機器が行う分散管理の手法を採用する。

4.3.2 情報管理

TPAN 全体での情報を把握するためには、TPAN を構成する各情報機器がどんな情報を持っているのかということを知る必要がある。どんな情報を持っているのかということを知るためには、その情報が「何を意味しているものなのか」ということが明らかでなければならない。即ち、TPAN を管理する機構は TPAN に存在する個々の情報について個人に説明を提示可能である必要がある。

個人の移動に伴って、TPAN を構成する情報機器は次々と変化する。これは、PAN 全体で利用可能な機能と情報の集合が変化するということである。情報や機能の追加、削除といった変化の単位は情報機器ごとである。つまり、情報機器単位でそれぞれの機器がどのような情報や機能を持っているのかということを知っている必要がある。

4.3.3 機能管理

複数の情報機器から構成される TPAN がもっている機能を任意の情報機器から利用可能とするためには、各情報機器のもつ機能を把握している必要がある。どんな機能を持っているのかということを知るためには、その機能が「何を意味しているものなのか」ということが明らかでなければならない。即ち、TPAN を管理する機構は TPAN に存在する個々の機能について個人に説明を提示可能である必要がある。それには、各機器ごとにもっている機能に関する情報を交換し合って、さらに、その全ての情報を統合することで TPAN 全体の機能に関する情報を各機器もつ必要がある。

4.3.4 UI 情報の共有

任意の情報機器から他の情報機器の機能进行操作するためには、TPAN を構成している全ての情報機器の UI に関する情報は、すべての情報機器で共有されていなければならない。そのためには、各情報機器は自身の所有する UI に関する情報を他の情報機器に対して伝えなければならない。これを実現するには、各情報機器が自身の所有する UI に関するレポートを TPAN 内の他の情報機器との間で交換し合う必要がある。

4.3.5 機能連携の支援

機能の連携を行うためには、どの機能同士を連携させるのかということを決定しなければならない。この決定は、個人が行うものであるが、組み合わせによっては連携不可能な場合もあるため、あらかじめ、どの機能の組み合わせが可能かということはシステムが解決しておかなければならない。TPAN を構成する情報機器が増加した場合や個々の情報機器が多数の機能を持っている場合、個人が多くの機能の組み合わせの中から、目的とする機能の組み合わせを探し出すことは現実的ではない。故に、個人は組み合わせ可能な機能の一覧からそれを選ぶという方式が望ましい。

機能間の組み合わせが可能かどうかという問題を解決するためには、ある機能の要求する入力や出力が別の機能の要求する入力や出力と対応するかどうかで判断することが可能である。たとえば、テキストエディタは何らかの入力インターフェースからの入力を受け取りそれを何らかの出力インターフェースへ出力することが可能である。例えば、入力インターフェースにキーボードを、出力インターフェースにディスプレイを指定することは適切である。しかし、出力インターフェースにスピーカーを指定するのは適切ではない。このような、判断を行うためにはそれぞれの機能がもつ入力や出力をあらかじめいくつかのタイプに分類しておかなければならない。そして、機能間での組み合わせを行う際には、要求されている入力や出力のタイプが一致しているかどうかの判断を行わなければならない。

4.4 TPAN モデル

4.4.1 情報管理モデル

多くの情報の中から目的とする情報を探し出すことはとても重要である。探索対象となる情報の集合が大きくなる場合には何らかの工夫が求められる。現在、インターネット上で目的とする情報を探し出すためには、何らかの検索サービスを利用している。検索サービスには、Google [11] の様なロボット型サービスや、Yahoo [12] のようカテゴリ型サービスが存在する。以下では、ロボット型検索サービスの代表例として Google、カテゴリ型検索サービスの代表例として Yahoo をそれぞれの特徴について論じる。

- ロボット型サービス

- Google は数多くの情報をキーワードの出現頻度などを元に分類したデータベースを保持している。Google は、そのデータベースからキーワードに応じた情報を抽出する検索サービスであり、目的とする情報を見つけ出すためには、適切なキーワードを設定する必要がある。キーワードが適切でない場合、意図しない情報が発見されてしまう。

- カテゴリ型サービス

- Yahoo は、あらかじめ情報が人手により階層的にカテゴリ化されており、目的とする情報を見つけ出すためには、階層化されたカテゴリを適切に辿る必要がある。カテゴリを適切に辿っていけば最終的に目的とする情報を発見することが可能である。ただし、カテゴリについてどの情報はどのカテゴリに分類されるのかというカテゴリに関する知識が事前に無い場合、どのカテゴリから辿り始めたら良いのかということが全くわからず目的の情報を発見することが困難になる。

TPAN は個人の所有する情報機器から構成される PAN であり、そこに含まれる情報は個人に関する情報である。そのため、個人はその情報の全てについて知っていたはずであるが、人間の記憶力は有限のものであり、時間の経過とともに、新しい知識の習得などの原因により古い記憶が忘れ去られるられてしまい、以前の記憶である情報がどこにあったのかという記憶は失われてしまう。故に、個人がある種類の情報を利用したいと思ったときに、その種類の情報がどこに、どのような形で格納されているのかといった事を検索する必要が発生する。そこで、TPAN において情報はその情報が作成されたときに、その情報に関する説明を加えるておき、その説明を利用して情報の検索を行う。この様子を図 4.5 に示す。TPAN では、情報は情報に関する説明を目的とした**情報ヘッダ**部分と、**情**

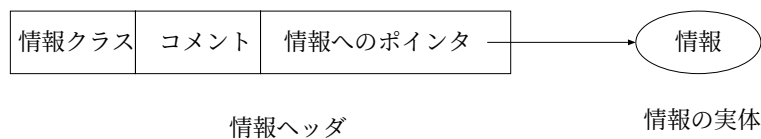


図 4.5: TPAN の情報モデル

報の実体の部分により構成される。情報ヘッダ部分は、**情報クラス**部分と**コメント**部分、そして、**情報へのポインタ**部分により構成される。情報の実体部分はそこに情報が格納される。また、ある情報が複数の情報から構成される場合には図 4.6 に示すように情報の実体部分は複数の別の情報の情報ヘッダ部分へのポインタで構成される。

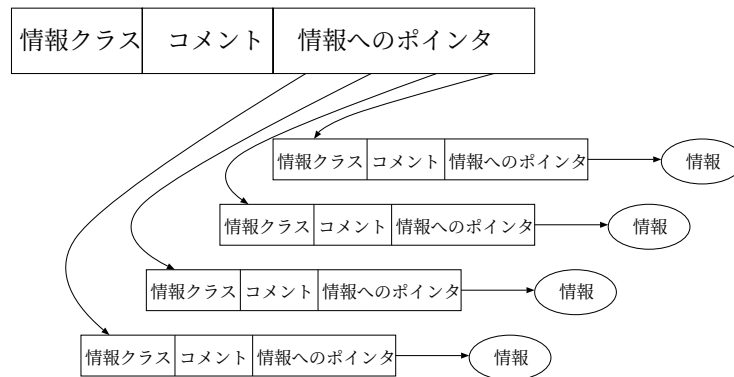


図 4.6: TPAN の情報モデル (複数の情報から構成される場合)

4.4.2 機能管理モデル

現在、我々が用いているアプリケーションは様々なインターフェースと情報を必要としている。たとえば、図 4.7 に示すようにテキストエディタを例に挙げると、文字を入力す

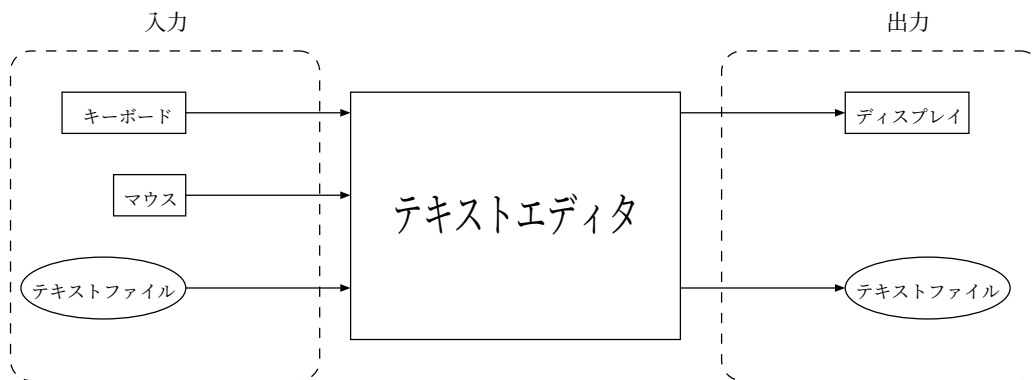


図 4.7: テキストエディタの例

るために必要なキーボード、編集の様子を確認するためのディスプレイ、編集中の文字列を選択するマウスなどのインターフェースを必要としている。また、テキストエディタはあらかじめ保存しておいたファイルを入力することが可能であるし、編集したファイルを名前をつけて保存することも可能である。ここで、キーボードは文字入力をアプリケーションに伝える機能をもっており、マウスはマウスポインタにより指定された座標をアプリケーションに伝える機能をもっている。TPANでは、このような機能を**入力型の機能**と定義する。また、ディスプレイはアプリケーションの出力を映像化する機能をもっている。TPANでは、このような機能を**出力型の機能**と定義する。また、テキストエディタの様な複数の入力型の機能と情報を読み込んでそれを加工し、出力型の機能や新たな情報として書き出すアプリケーションを**加工型の機能**と定義する。この様子を図 4.8 に示す。そ

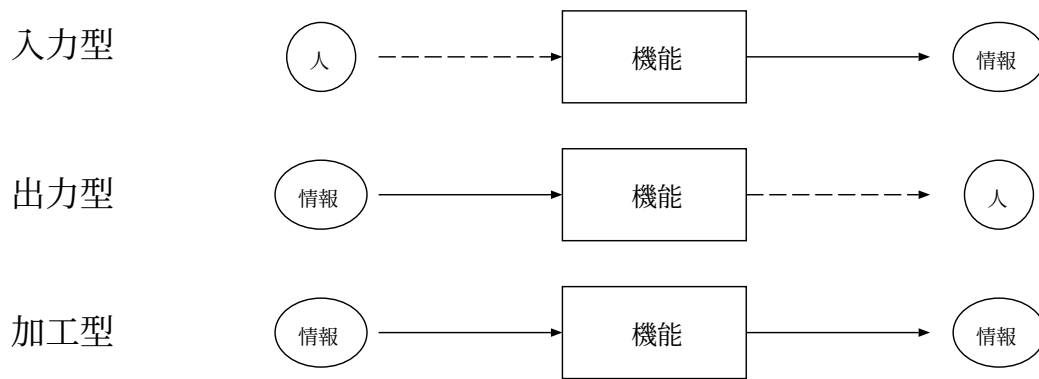


図 4.8: 機能の 3 つの型

それぞれの分類の具体例は表 4.1 に示す。入力型の機能には、マイクやキーボードのような

表 4.1: 機能の分類の具体例

機能の型		
入力	出力	加工
マウス	ディスプレイ	テキストエディタ
キーボード	プリンタ	ワープロ
CD ドライブ	スピーカ	CD プレーヤ
マイク	イヤホン	レコーダ
リモコン	プロジェクタ	プレゼンテーション
ジョイパッド	プロッタ	ブラウザ

主に入力デバイスが含まれる。出力型の機能には、スピーカ、ディスプレイのような主に出力デバイスが含まれる。加工型の機能には、テキストエディタ、プレゼンテーションソフトウェアのようなアプリケーション一般が含まれる。

TPAN における機能管理は図 4.9 に示すような構造である。TPAN を構成するそれぞれの機器がもつ機能ごとに**機能ヘッダ**と呼ばれるその機能に関する説明が付与される。機能ヘッダは、**機能クラス**、**コメント**、**必要とする機能**、**必要とする情報**、そして、**機能へのポインタ**から構成される。機能クラスは、その機能が入力型、出力型、加工型のどの型に属しているのかという情報を示している。コメントは、その機能に関する説明であり、個人はこの説明を見て機能の選択を行うためのものである。必要とする機能は、その機能が動作するときに連携する必要がある機能に関する情報が記述されている。必要とする情報は、その機能が動作するときに必要とする情報に関する情報が記述されている。機能へのポインタは、その機能の実体へのポインタである。機能ヘッダは機能を説明するだけであるため、実際に機能にアクセスするためには機能の実体へのポインタが必要である。

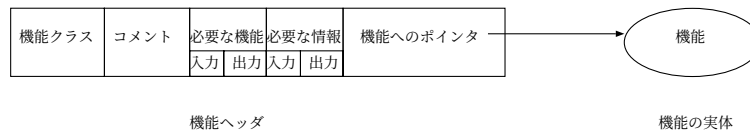


図 4.9: TPAN の機能モデル

4.4.3 機能連携モデル

TPAN における機能の連携は、次のように行う。

1. 加工型の機能を選択
2. 入力型の機能を選択
3. 出力型の機能を選択
4. 必要な情報の選択

これは、最もシンプルな例であり、ひとつの加工型の機能とそれに必要な入力型の機能と出力型の機能、そして、加工型の機能に必要な情報を決定するプロセスである。この様子を図 4.10 に示す。

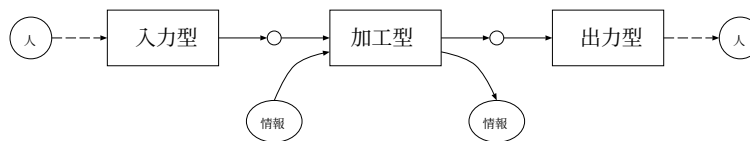


図 4.10: 機能連携モデル

これをわかりやすく説明するために、先ほどのテキストエディタの例を用いて説明する。はじめに加工型の機能を選択する必要があるため、テキストエディタを選択する。次に、テキストエディタは入力型の機能を選択することが可能であるため、入力型の機能として、キーボードとマウスを選択する。さらに、テキストエディタは出力型の機能を選択することが可能であるため、出力型の機能として、ディスプレイを指定する。加えて、テキストエディタは入力に情報を選択することが可能であるため、なんらかのテキストファイルを指定する。また、出力にもなんらかのテキストファイルを指定することが可能であるため、なんらかのテキストファイルを指定する。この様子を図 4.11 に示す。

複数の加工型の機能を連携させる場合は、基本的に先に挙げた例と同じプロセスを連携させたい加工型の機能の数だけ繰り返せばよい。具体的には図 4.12 に示す。

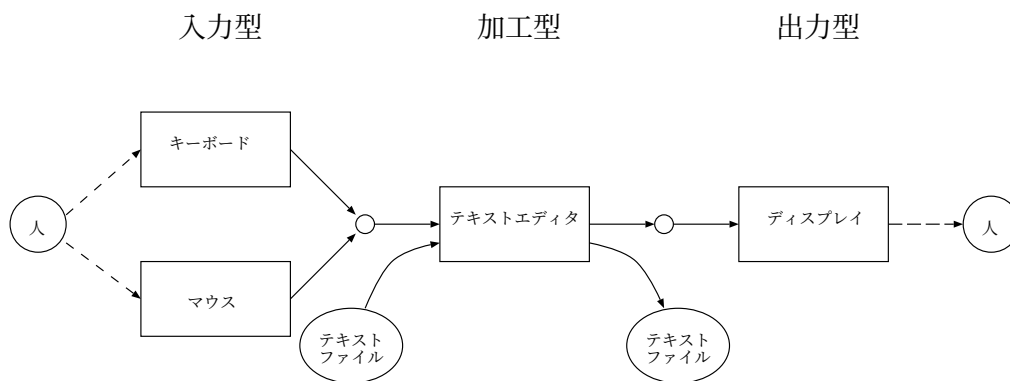


図 4.11: 機能連携の例 (テキストエディタ)

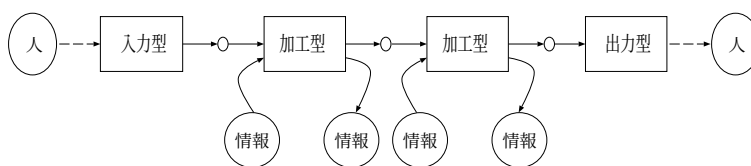


図 4.12: 機能連携モデル (拡張)

第5章 TPANの設計

5.1 概要

TPAN 設計にあたり次のことを前提条件とする。

- TPAN 層の下には適切なトランスポート層が存在している
- 各情報機器の保持している情報に重複はない

TPAN では情報機器間の通信に無線を使用するが、その無線通信路には適切なデータリンク層、ネットワーク層、トランスポート層が存在しており、TPAN からはそれを意識する必要はない。また、各情報機器にはあらかじめ一意な情報が存在しており、あるひとつの情報のインスタンスが複数存在することはない。

TPAN では、図 5.1 に示すように、そのメンバである情報機器ごとに**情報リスト**、**機能リスト**、**デバイスリスト**、**情報リストデータベース**、**機能リストデータベース**をもち、さらに、それらのリストを作成、管理するTpan Management System(TMS) から構成される。以下にそれぞれの役割について概要を述べる。

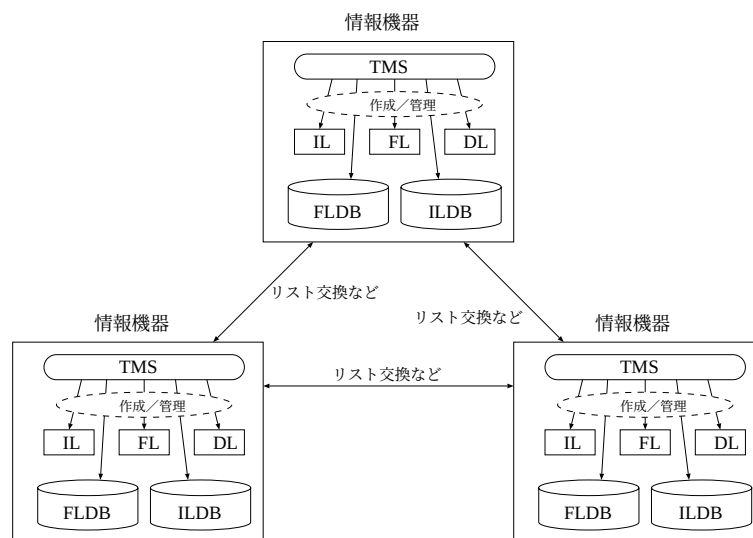


図 5.1: TPAN の構成

- 情報リスト (IL)
 - － TPAN のメンバであるそれぞれの情報機器は、その情報機器の保有している情報を管理するための情報リストを保持している。情報リストにはその情報機器がもっている全ての情報が記載されている。
- 機能リスト (FL)
 - － TPAN のメンバであるそれぞれの情報機器は、その情報機器の保有している機能を管理するための機能リストを保持している。機能リストにはその情報機器がもっている機能の全てが記載されている。
- デバイスリスト (DL)
 - － TPAN のメンバであるそれぞれの情報機器は、その情報機器の所属している TPAN のメンバに関する完全なデバイスリストを保持している。デバイスリストは TPAN に所属する情報機器間で通信を行う際に通信相手を探索するために用いられる。
- 情報リストデータベース (ILDB)
 - － TPAN のメンバであるそれぞれの情報機器は、そのメンバである全ての情報機器の保持している情報を共有するための情報リストデータベースを保持している。情報リストデータベースは TPAN のメンバである情報機器間で IL が交換、統合されることにより作成される。
- 機能リストデータベース (FLDB)
 - － TPAN のメンバであるそれぞれの情報機器は、そのメンバである全ての情報機器の保持している機能を共有するための機能リストデータベースを保持している。機能リストデータベースは TPAN のメンバである情報機器間で FL が交換、統合されることにより作成される。
- Tpan Management System(TMS)
 - － TPAN のメンバであるそれぞれの情報機器では TMS が動作している。TMS の役割は、それぞれの情報機器が保有している情報リスト、機能リスト、デバイスリストの作成と管理、他の TPAN のメンバである情報機器との情報リスト、機能リスト、デバイスリストの交換、交換した情報リスト、機能リストからの情報リストデータベース、機能リストデータベースの作成、機能連携や情報共有を行うときの補助など多くの役割をもつ。

5.2 設計

本節では TPAN を構成するそれぞれの要素について、その詳細を述べる。

5.2.1 情報リスト

情報機器には様々な目的の情報が存在している。例えば、電話帳、アドレス帳、日記、プレゼンテーション、地図、メモなどである。これらの情報へのアプリケーションからの迅速なアクセスを実現するためには、どのような情報がどの情報機器に存在するかということをおらかじめ知っておく必要がある。情報リストは、ある情報機器内にどのような情報が存在しているのかということを知るために用いられるリストである。故に、情報リストは、TPAN を構成するそれぞれ情報機器に存在する。情報管理モデルの節で述べたように、TPAN を構成する情報機器が保有する全ての情報には情報ヘッダが付与されている。この情報ヘッダには、その情報クラスやコメントが付与されているため、個人やアプリケーションは情報クラスやコメントを見ることでその情報がどんな意味をもった情報なのかを適宜知ることができる。また、情報ヘッダには情報の実体へのポインタが格納されているため、個人やアプリケーションはそのポインタを辿ることで目的の情報へアクセスすることが可能である。情報リストの構造を図 5.2 に示す。情報リストの項目は情報機器に存在する情報に付与された情報ヘッダである。

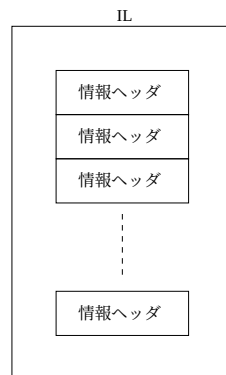


図 5.2: 情報リストの構造

5.2.2 機能リスト

TPAN は様々な機能をもった情報機器から構成される。個人が目的とする機能を、これらの情報機器がもつ多くの機能の集合から迅速に選択しなければならない。そのためには、TPAN を構成する各情報機器が保有している機能についての情報を管理していなければならない。TPAN 全体の機能を管理するためには、各情報機器のもつ機能に関する情

報が必須である。機能リストはこの役割を果たすリストであり、TPAN を構成する各情報機器に存在する。機能リストの構造を図 5.3 に示した。機能リストは、ある情報機器の機能に関する機能ヘッダの集合である。機能ヘッダは、機能クラス、コメント、必要とする機能、必要とする情報、そして、機能へのポインタから構成される。機能クラスは、その機能が入力型、出力型、加工型のどの型に属しているのかという機能の型を示しており、個人は目的の機能を検索するとき、検索対象の機能集合を絞り込むためにこの項目を利用する。コメントは、その機能に関する説明であり、個人はこの説明を見て機能の選択を行う。必要とする機能は、その機能が動作するときに連携する必要がある機能に関する情報が記述されている。必要とする情報は、その機能が動作するときに必要とする情報に関する情報が記述されている。機能へのポインタは、その機能の実体へのポインタである。

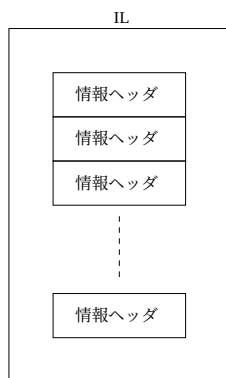


図 5.3: 機能リストの構造

5.2.3 情報リストデータベース

情報リストデータベースは TPAN を構成する各情報機器に分散して存在する情報を管理するためのデータベースである。そのため、情報リストデータベースを作成するためには TPAN を構成する全ての情報機器の情報リストが必要である。TPAN を構成する各情報機器は、全ての情報リストを揃えるために全ての情報機器間で情報リストを交換し合う。そして、揃えられた、全ての情報リストは、TMS によって情報リストデータベースに整理される。図 5.4 に情報リストデータベースの構造を示す。情報リストデータベースは情報リストを統合し、情報を検索するときに目的の情報が迅速に発見できるよう情報クラス毎にまとめ直したデータベースである。さらに、情報へのポインタの部分はそのままでは、情報をもつそれぞれの情報機器へたどり着けないため、新たに情報機器名を含んだ形になるように拡張されている。

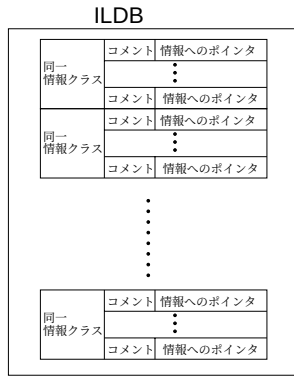


図 5.4: 情報リストデータベースの構造

5.2.4 機能リストデータベース

機能リストデータベースはTPANを構成する各情報機器に分散して存在する機能进行管理するためのデータベースである。そのため、機能リストデータベースを作成するためにはTPANを構成する全ての情報機器の機能リストが必要である。TPANを構成する各情報機器は、全ての機能リストを揃えるために全ての情報機器間で機能リストを交換し合う。そして、揃えられた、全ての機能リストは、TMSによって機能リストデータベースに整理される。図5.5に機能リストデータベースの構造を示す。機能リストデータベースは機能リストを統合し、機能を検索するときに目的の機能が迅速に発見できるよう機能クラス毎にまとめ直したデータベースである。さらに、機能へのポインタの部分はそのままでは、機能をもつそれぞれの情報機器へたどり着けないため、新たに情報機器名を含んだ形になるように拡張されている。

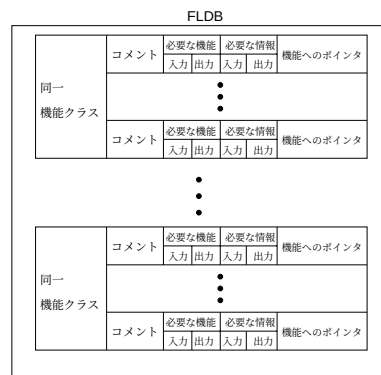


図 5.5: 機能リストデータベースの構造

5.2.5 デバイスリスト

TPAN は複数の情報機器から構成されるネットワークである。このようなネットワークにおいて、ある情報機器が他の情報機器と通信を行いたいとき、「どの情報機器がネットワークのメンバであるのか」ということが問題となる。このため、TPAN を構成する各情報機器は現在のメンバである情報機器の情報を保有する必要がある。この情報を保有するためのリストがデバイスリストである。デバイスリストの構成については図 5.6 に示す。デバイスリストは TPAN を構成する情報機器を管理するために TPAN を構成する各情報機器についての情報を保有している。デバイスリストの項目は TPAN を構成する情報機器の名前、そして、そのネットワークアドレスが記載されている。

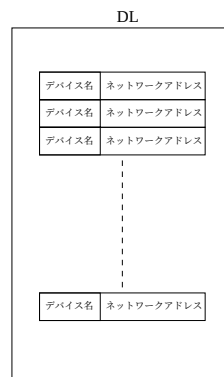


図 5.6: デバイスリストの構造

5.2.6 TPAN Management System

TPAN Management System(TMS) は TPAN において、情報リスト、機能リスト、デバイスリスト、情報リストデータベース、機能リストデータベースの作成、更新などの管理を行うシステムである。また、ある情報機器から別の情報機器に存在する機能の呼出しや情報の参照も TMS を通じて行う。図 5.7 はタネンバウムが提案したネットワークの 5 層モデル [13] を用いて TMS の動作する位置を示したものである。

TMS は TPAN を構成する個々の情報機器において動作している。そのため、TPAN を構成する一部の情報機器が故障などの原因により急に TPAN から離脱しても、TPAN は何の影響もなく動作することが可能である。以下では、TMS の役割について個別に論じる。

- 情報リストの作成

- ある情報機器に存在する情報を把握するためには、まず、その情報機器にどのような情報が存在しているのかということを知る必要がある。TPAN では、全ての情報機器に存在する情報にはその情報に関する情報ヘッダが付与されてい

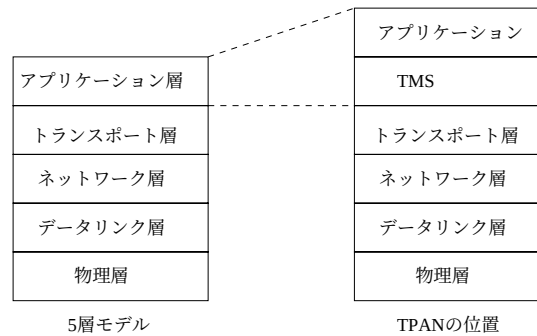


図 5.7: 5 層モデルにおける TMS の位置

るため、TMS はその情報ヘッダを収集する。そして、収集した情報ヘッダから情報リストを作成する。

- 機能リストの作成

- － ある情報機器に存在する機能を把握するためには、まず、その情報機器にどのような機能が存在しているのかということを知る必要がある。TPAN では、全ての情報機器に存在する機能にはその機能に関する機能ヘッダが付与されているため、TMS はその機能ヘッダを収集する。そして、収集した機能ヘッダから機能リストを作成する。

- デバイスリストの作成

- － 情報機器は、TPAN に存在する他の情報機器と通信を行うために TPAN の構成メンバを知らなければならない。TMS は TPAN に存在する情報機器を把握するためにデバイスリストを作成する。デバイスリストは、TPAN に対して新しい情報機器が参加、離脱するたびに TMS により更新される。

- リストの交換

- － TMS は、リスト交換や機能や情報の共有を行うために TPAN を構成する他の情報機器との間で通信を行う。リストの交換は次のようなイベントが発生したときに行われる。

- * 新しい情報機器が TPAN に参加
 - * 既に TPAN を構成する情報機器がもつリストが変化

- 情報リストデータベースの作成

- TMS は情報機器間で交換した情報リストから情報リストデータベースを作成する。そのとき、情報ヘッダの情報へのポインタの部分拡張する。具体的には、情報へのポインタの部分にその情報をもつ情報機器に関する情報を加える。
- 機能リストデータベースの作成
 - TMS は情報機器間で交換した機能リストから機能リストデータベースを作成する。そのとき、機能ヘッダの機能へのポインタの部分拡張する。具体的には、機能へのポインタの部分にその機能をもつ情報機器に関する情報を加える。
- 情報の参照
 - TPAN が共有する全ての情報は ILDB にまとめられている。ILDB は情報ヘッダの集合であり、情報ヘッダの項目のひとつとしてコメントがある。個人は TPAN が共有する情報を利用したい時、それぞれの情報に関するコメントを見ながら目的の情報を検索する。個人は目的の情報を発見し、その情報を利用したいと TMS に伝える。TMS は、個人によって指定された情報の情報ヘッダから情報へのポインタを読み出し、その情報の実体へのアクセスを行う。図 5.8 は個人が情報の参照を行ったときの TMS の動作を示したものである。

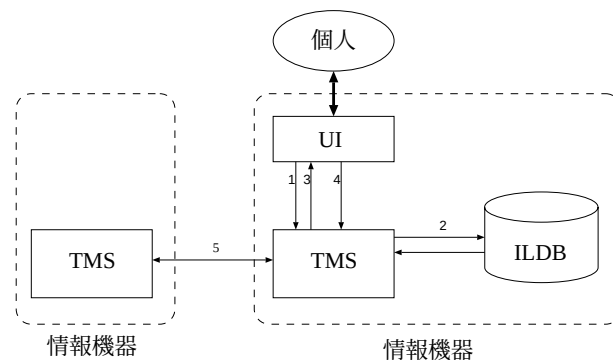


図 5.8: TMS の動作 (情報の参照)

図 5.8 に示した番号は以下の説明に対応している。

1. 個人は利用したい情報の情報クラスを UI を通じて TMS に伝える
2. TMS は ILDB から個人が利用したいと思っている情報の情報クラスに該当する情報の一覧を検索する
3. TMS は個人が要求した情報クラスに該当する情報の一覧を UI を通じて個人に提示する
4. 個人は提示された情報の一覧から利用したい情報を UI を通じて TMS に伝える
5. TMS は個人から伝えられた情報の実体をアクセスする

- 機能の呼出し

- TPAN が共有する全ての機能は FLDB にまとめられている。FLDB は機能ヘッダの集合であり、機能ヘッダの項目のひとつとしてコメントをもつ。個人は TPAN が共有する機能を利用したい時、それぞれの機能に関するコメントを見ながら目的の機能を検索する。個人は目的の機能を発見し、その機能を利用したいと TMS に指定する。TMS は、指定された機能の機能ヘッダに存在する必要な機能に関する項目を読み出し、その条件に従った機能の一覧を FLDB から選びだし、個人に対して選択を求める。さらに、必要な情報についての項目が存在する場合には、その条件に応じた情報を ILDB から選択し、個人に対して選択を求める。そして、TMS は、個人によって指定された機能の機能ヘッダから機能へのポインタを読み出し、その機能の実体へのアクセスを行う。このとき、選択した必要な機能や情報に関する情報も同時に指定された機能へ渡す。図 5.9 は個人が機能の呼出しを行ったときの TMS の動作を示したものである。

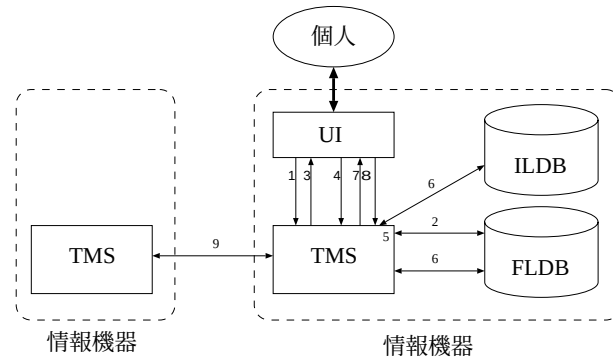


図 5.9: TMS の動作 (機能の呼出し)

図 5.9 に示した番号は以下の説明に対応している。

1. 個人は利用したい機能の機能クラスを UI を通じて TMS に伝える
2. TMS は FLDB から個人が利用したいと思っている機能の機能クラスに該当する機能を検索する
3. TMS は個人が要求した機能クラスに該当する機能の一覧を UI を通じて個人に提示する
4. 個人は提示された機能の一覧から利用したい機能を UI を通じて TMS に伝える
5. TMS は個人が要求した機能が必要な機能や情報を必要としているかどうかを判断する。
6. 必要とする機能や情報があれば、その機能や情報の機能クラス、情報クラスに応じた機能や情報を FLDB、ILDB から検索する

7. PMS は検索結果の一覧を UI を通じて個人に提示する
8. 個人は提示された機能や情報の一覧から適切な機能や情報を UI を通じて TMS に伝える
9. TMS は個人から伝えられた機能や情報の実体をアクセスする

第6章 TPANの適用例

本章では、設計した TPAN に対して次節で述べるシナリオを適用して説明する。

6.1 シナリオ

個人 A はこれからプレゼンテーションを行おうとしており、A の周囲には TPAN 対応の情報機器が 4 つ存在している。それは、次の通りである。

- A の携帯電話
- A のノートパソコン
- 会場に用意されているプロジェクタ
- 会場に用意されている音響設備

これから、A は自身の携帯電話を端末として、ノートパソコン、プロジェクタ、音響設備を操作しながらプレゼンテーションを進める。

6.2 詳細

6.2.1 前提条件

A の周囲には 4 つの情報機器が存在している。各情報機器がもっている情報を表 6.1 に示した。ノートパソコンには、A がこれから行うプレゼンテーションとプレゼンテーションの進行に関するメモが入っている。他の情報機器には何も情報は存在しない。また、各情報機器がもっている機能を表 6.2 に示した。携帯電話は入力型と出力型の機能をそれぞれ 2 つ搭載している。入力型の機能はマイクと 10 キーであり、出力型の機能はスピーカと液晶モニターである。ノートパソコンは全て型の機能をそれぞれ 2 つ搭載している。入力型の機能はキーボードとマウスであり、出力型の機能はスピーカとモニタ、そして、加工型の機能はプレゼンテーションを行うアプリケーションとテキストを表示可能なテキストビューアである。プロジェクタは入力型と出力型の機能をそれぞれ 1 つ搭載している。入力型の機能は投影するための映像を入力する映像入力であり、出力型の機能は入力された信号を表示する投影装置である。音響装置は、全ての型の機能をそれぞれ 1 つ搭載

表 6.1: 各情報機器の保有する情報

情報機器名	情報クラス	
	プレゼンテーション	メモ
携帯電話	なし	なし
ノートパソコン	A のプレゼンテーション	プレゼンテーションのメモ
プロジェクタ	なし	なし
音響装置	なし	なし

表 6.2: 各情報機器の機能

情報機器名	機能クラス		
	入力	出力	加工
携帯電話	マイク	スピーカー	なし
	10 キー	液晶モニター	なし
ノートパソコン	キーボード	スピーカー	プレゼンテーション
	マウス	液晶モニター	テキストビューア
プロジェクタ	映像入力	投影装置	なし
音響装置	マイク	スピーカー	ボリューム

している。入力型の機能はマイク、出力型の機能はスピーカー、加工型の機能は音量調節を行うボリュームである。

表 6.2 に示した各機器のもつ機能の中には、それが動作するために他の機能や情報が必要なものがある。この、各情報機器が必要とする機能や情報を表 6.3 から表 6.6 に示した。

表 6.3: 携帯電話の各機能が必要とする情報と機能

機能クラス	機能名	必要とする機能クラス			必要とする情報クラス
		入力	出力	加工	
入力	マイク	なし	1	1	なし
	10 キー	なし	なし	1	なし
出力	スピーカ	1	なし	1	なし
	液晶モニター	1	なし	1	なし

表 6.4: ノートパソコンの各機能が必要とする情報と機能

機能クラス	機能名	必要とする機能クラス			必要とする情報クラス
		入力	出力	加工	
入力	キーボード	なし	1	1	なし
	マウス	なし	なし	1	なし
出力	スピーカ	1	なし	1	なし
	液晶モニター	1	なし	1	なし
加工	プレゼンテーション	1	1	なし	プレゼンテーション
	テキストビューア	1	1	なし	テキスト

表 6.5: プロジェクタの各機能が必要とする情報と機能

機能クラス	機能名	必要とする機能クラス			必要とする情報クラス
		入力	出力	加工	
入力	映像入力	なし	1	1	なし
出力	投影装置	1	なし	1	なし

既に、A の所有する携帯電話、ノートパソコン、そして、会場に存在するプロジェクタ、音響設備の各情報機器間に TPAN は存在していると仮定する。

表 6.6: 音響装置の各機能が必要とする情報と機能

機能クラス	機能名	必要とする機能クラス			必要とする情報クラス
		入力	出力	加工	
入力	マイク	なし	1	1	なし
出力	スピーカ	1	なし	1	なし
加工	ボリューム	1	1	なし	なし

6.2.2 各機能の設定

TPAN では各機能を実行する以前に、それぞれの機能の UI をどの機能に割り当てるのか、どの情報を利用するのかということを設定しなければいけない。以下にこの設定の部分について述べる。

プレゼンテーション機能の設定 A はポケットから携帯電話を取りだし、携帯電話の UI のメニューにある「現在利用可能な機能の表示」を選択する。携帯電話の TMS は UI から伝えられた A の要求に応答するために、携帯電話の FLDB から現在利用可能な機能を検索し、その検索結果を UI に伝える。携帯電話の UI には「プレゼンテーションを行う」、「テキストを確認する」「マイクの音量を調節する」という 3 つの項目が表示される。A が「プレゼンテーションを行う」を選択すると、選択結果は TMS へ伝えられる。TMS はプレゼンテーション機能の機能ヘッダを参照し、プレゼンテーション機能は入力型と出力型の機能を、それぞれ 1 つ必要とすることを知る。TMS は FLDB から入力型の機能と出力型の機能を検索し、検索結果を UI に表示する。A は入力機能に携帯電話の 10 キー、出力機能にプロジェクタの投影装置を選択する。

テキストビューア機能の設定 A は携帯電話の UI のメニューにある「現在利用可能な機能の表示」を選択する。携帯電話の TMS は UI から伝えられた A の要求に応答するために、携帯電話の FLDB から現在利用可能な機能を検索し、その検索結果を UI に伝える。携帯電話の UI には「プレゼンテーションを行う」、「テキストを確認する」「マイクの音量を調節する」という 3 つの項目が表示される。A が「テキストを確認する」を選択すると、選択結果は TMS へ伝えられる。TMS はテキストビューア機能の機能ヘッダを参照し、テキストビューア機能は入力型と出力型の機能を、それぞれ 1 つ必要とすることを知る。TMS は FLDB から入力型の機能と出力型の機能を検索し、検索結果を UI に表示する。A は入力機能に携帯電話の 10 キー、出力機能にノートパソコンの液晶モニターを選択する。

ボリューム機能の設定 A は携帯電話の UI のメニューにある「現在利用可能な機能の表示」を選択する。携帯電話の TMS は UI から伝えられた A の要求に応答するために、

携帯電話の FLDB から現在利用可能な機能を検索し、その検索結果を UI に伝える。携帯電話の UI には「プレゼンテーションを行う」、「テキストを確認する」「マイクの音量を調節する」という 3 つの項目が表示される。A が「マイクの音量を調節する」を選択すると、選択結果は TMS へ伝えられる。TMS はボリューム機能の機能ヘッダを参照し、ボリューム機能は入力型と出力型の機能を、それぞれ 1 つ必要とすることを知る。TMS は FLDB から入力型の機能と出力型の機能を検索し、検索結果を UI に表示する。A は入力機能に携帯電話の 10 キーを選択する。

これで、A が連携させたいと思っていた機能に関する設定の終了である。

6.2.3 プレゼンテーションの実行

TPAN では、個人が連携させたいと思うそれぞれの機能が必要とする機能や必要とする情報についての設定を終えたあと、それらの機能の実行を開始する。これにより、各機能は連携した動作を開始し、個人は各機能を連携させて利用可能となる。

さきほど、携帯電話の入力機能クラスであるテンキーをプレゼンテーション機能の入力に割り当てたので、A は携帯電の UI からプレゼンテーション機能と呼出し、そして、プレゼンテーション機能进行操作してページ送りを行うことが可能である。また、マイクの音量が小さければ、携帯電話から音響設備のボリューム調整機能と呼出しマイクの音量を調整可能である。

第7章 TPANの実装方法について

本章では、設計した TPAN を実装していくにあたり技術的に要求される点について述べる。TPAN を実装するためにはいくつかの要件を満たさなくてはならない。その要件は以下の通りである。

データ構造はリンクを表現可能 TPAN では、それを構成する情報機器に存在する情報や機能に対してヘッダを付与する。ヘッダはそれぞれの情報や機能についての説明にすぎず、それぞれの情報や機能を利用する際にはヘッダの持つ実体へのポインタをたどる必要がある。このため情報ヘッダや機能ヘッダはリンク構造を記述可能である必要がある。さらに、TMS はそれらを解釈し追跡可能でなければならない。

情報構造は自由に拡張可能 各情報機器に存在する情報は、それ自身が他の多くの情報から構成される場合がある。例えば、アドレス帳という一つの情報は、氏名、電話番号、FAX 番号、メールアドレス、住所など様々な情報の集合と考えられる。このような情報の構造を表現するためには、情報ヘッダが任意の構造の情報を表現可能である必要がある。また、TMS はその情報ヘッダをきちんと解釈できなければならない。

TMS はプラットフォーム独立 TPAN は個人の周辺に存在する多くの情報機器から構成される。これらの情報機器はそれぞれを構成しているアーキテクチャが異なる可能性があり、それにより動作する OS も異なっている可能性がある。しかし、TPAN を構成する各情報機器上では TMS が動作しなければならない。故に、TMS には多くの情報機器上で動作することが望まれる。このため、TMS の実装言語はプラットフォームから独立していることが望ましい。

リンク構造を表現可能で、かつ、文書の内部構造を自由に定義可能な文書として XML 文書が存在する。XML 文書は DTD とよばれるスキーマ記述言語によりその構造を定義される。XML 文書に記された情報はそれぞれタグ付けされており、アプリケーションプログラムは DTD にしたがって XML 文書をパースすることでタグ付けされた情報についてその意味を解釈することが可能である。

プラットフォーム独立なプログラム言語としては Java が挙げられる。Java は多くの情報機器で動作するように様々な機器で動作する VM が開発されている。また、情報機器の CPU 速度やメモリ容量など、それぞれの機器のリソースに応じて選択可能な 3 つの Edition が用意されている。用意されている Edition を表 7.1 に挙げた。また、Java は XML をパーサー

表 7.1: Java の 3 つの Edition

Edition	対象とされる情報機器
Enterprise Edition	サーバなど
Standard Edition	一般的な PC など
Micro Edition	携帯電話、PDA など

を備えており、アプリケーションプログラムから XML パーサを利用するための API [14] も用意されている。このため、Java 言語を用いることにより、アプリケーションプログラムが XML 文書から構成要素を取り出すことが容易に実現可能である。

上述のような理由から、情報ヘッダや機能ヘッダ、そして各種リストの記述言語は XML を、また TMS の実装言語としては Java をそれぞれ採用する。

第8章 まとめ

本論文では、PAN 内の各情報機器の機能や情報を共有することにより多くの機能の組合わせが可能となることを指摘した。また、各情報機器が保有する機能や情報の表現方法について検討を行い、PAN における情報の管理、機能の管理に関する手法について検討を行った。そして、多数の情報機器からアドホックに構成される PAN 上において、個人がある情報機器を端末として他の情報機器にある機能を利用可能にするためのフレームワークである TPAN モデルを提案した。提案した TPAN モデルを元に情報リスト、機能リスト、デバイスリスト、情報リストデータベース、機能リストデータベース、TMS のそれぞれについて設計を行った。さらに、設計した TPAN を実際のシナリオに適用し、設計が要求を満たす事を確認した。最後に実装についての考察を行い、技術的に必要な要素について議論した上でリスト記述言語と実装言語を決定した。今後は、検討したこれらの結果を用いて実装を進めたい。

謝辞

本研究を進めるにあたり指導教官である篠田陽一教授には、機をみて適切なお助言を頂いた。また、井澤充志、宇夫陽次郎、宇多仁の先輩方をはじめとした篠田研究室の方々には有益な情報を数多く教えて頂いた。最後に、私の研究を支えてくださった全ての方々に感謝したい。

関連図書

- [1] IEEE 802.15 Working Group for Wireless Personal Area Networks.
“<http://grouper.ieee.org/groups/802/15/>”.
- [2] Bluetooth SIG. “<http://www.bluetooth.com/>”.
- [3] 「Specification Volume 2, Specification of the Bluetooth System Profiles」.
‘http://www.bluetooth.com/pdf/Bluetooth_11_Profiles_Book.pdf’.
- [4] 「ユーザー中心型の体験の構築」.
“<http://www.microsoft.com/japan/myservices/services/userexperiences.asp>”
- [5] 「.NET の定義」.
“<http://www.microsoft.com/japan/net/whatis.asp>”.
- [6] Extensible Markup Language.
“<http://www.w3c.org/XML/>”.
- [7] Simple Object Access Protocol.
“<http://www.w3c.org/2002/ws/>”.
- [8] Universal Description, Discovery and Integration. “<http://www.uddi.org>”.
- [9] David Chappell, Chappell and Associates.
「.NET My Services の考察」.
“<http://www.microsoft.com/japan/myservices/services/exploring.asp>”.
- [10] Personal Operating Space.
“<http://www.ieee802.org/15/pub/TG1.html>”
- [11] “<http://www.google.co.jp/>”.
- [12] “<http://www.yahoo.co.jp/>”.

- [13] A.S. タネンバウム.
「コンピュータネットワーク」.
ピアソンエデュケーション.
- [14] Java Api for XML Processing. “<http://www.sun.co.jp/>”.