

## インターネット自動車システムにおける ユーザ支援型アプリケーションの設計と実装

日野哲志<sup>†1</sup> 佐藤雅明<sup>†2</sup>  
植原啓介<sup>†3</sup> 村井純<sup>†4</sup>

現在、多くの自動車情報化の研究においては、自動車の持つ多様な情報の共有・相互利用が行なわれていない。インターネット自動車システムでは、自動車情報化の通信基盤として、インターネットを利用することにより、自動車の持つ情報の共有・相互利用を実現することを目的とする。

本稿では、インターネット自動車システム上で動作する音楽配信アプリケーションの設計・実装について述べる。本アプリケーションでは、周辺環境の変化を判断する基準および、それに伴うアプリケーションの動作変更をユーザが自由に定義できる。これによって、これまでにないダイナミックな周辺環境の変化に柔軟に対応可能なユーザ支援型アプリケーションを提示することができた。

### Design and implementation of Music broadcasting system for Internet connected Automobiles

TETSUJI HINO,<sup>†1</sup> MASA AKI SATOU,<sup>†2</sup> KEISUKE UEHARA<sup>†3</sup>  
and JUN MURAI<sup>†4</sup>

On most of today's car computerization research, various information which a car possesses are not shared. In InternetCAR system, the internet is used as communication platform for car computerization. The goal of this research is to share the information which a car possesses using the InternetCAR system.

In this paper, the design and implementation of music distributing application which operates on InternetCAR system is discussed. This application enables users to freely adjust the criterias of surrounding environment and the behavior of the application accordingly. User supporting applicatin which reciprocates flexibly to changes in surrounding environment is presented.

#### 1. はじめに

現在、高度道路交通システム (ITS: Intelligent Transport Systems) という枠組のなかで、自動車の情報化に関する研究が進められている。しかし、いわゆる ITS の枠組のなかで行なわれている自動車の情報化の目的は、道路交通問題の解決である。自動車の動作を把握し、個々の自動車に適切な交通情報を与えることにより、交通流を制御する手法である。この手法

では、自動車を交通流を形成する一要素としか捉えておらず、自動車単体が持つ情報に目を向けることはしない。このため、特定のサービスごとの情報を収集、および提供するシステムが構築されている。このようなシステムが構築されると、新規のサービスを構築する際に、既存システムで利用されていた情報の流用が困難であり、コストが高くなる。サービスごとに情報通信システムを構築する手法は効率的ではない。

自動車には数多くのセンサが取り付けられている。ワイパーやライトの動作情報、地理位置情報などである。これらの情報は個々の自動車ごとに分析しても、価値をなさない場合がある。しかし、多数の自動車からこれらの情報を共有・相互利用することにより、有効なサービスを提供することも可能である。

インターネット自動車プロジェクト<sup>1)</sup>では、このような問題を解決するため、インターネット自動車システム<sup>2)</sup>を提案している。インターネット自動車システ

<sup>†1</sup> 慶應義塾大学 総合政策学部  
Faculty of Policy Management, Keio University  
<sup>†2</sup> 慶應義塾大学 政策・メディア研究科  
Graduate School of Media and Governance, Keio University  
<sup>†3</sup> 慶應義塾大学 SFC 研究所  
Keio Reserch Institute at SFC  
<sup>†4</sup> 慶應義塾大学 環境情報学部  
Faculty of Enviromental Information, Keio University

ムでは、自動車をインターネット上の一つのノードとして捉えられる。情報通信の基盤としてインターネットを利用することで、通信部分を基盤技術として個別のサービスから独立して構築することができる。これにより、サービスごとに情報通信機構を構築する必要がなくなる。全てのサービスで共通の情報基盤を持つことにより、自動車情報の取得や自動車への情報の提供が、透過的に行なうことができる。つまり、自動車を持つ情報をインターネットを通して共有することができる。

これまでのインターネット自動車プロジェクトの研究により以下のような成果が挙げられている。

- 車載用計算機 SIC2000 の開発<sup>3)</sup>
- 無線 LAN および携帯電話を利用したネットワーク到達性の確保
- GLI による地理位置情報の管理<sup>4)</sup>
- インターネットを用いた GNSS<sup>\*</sup>補正情報配信システム<sup>5)</sup>

などである。特に、車とインターネットの間のコネクティビティに関するネットワーク部分の研究は進んでいる。すでに、自動車とインターネット間の通信部分は安定しており、接続性は確保されている。

本稿では、インターネット自動車システムを利用するユーザにとって、快適な車内環境を提供するユーザ支援型のアプリケーションの開発について述べる。ITS で研究されている多くのサービスは、自動車の情報を収集し、そこから価値ある情報を生成するものである。しかし、それらのサービスの多くは自動車や、その周辺の情報を取得するという方向からのみ考えられている。インターネット自動車システムにおいては、透過的な情報のやりとりが可能である。本研究で開発するアプリケーションは、自動車からの情報を収集し、また自動車内にも情報を提供する双方向性を持つアプリケーションである。

## 2. インターネット自動車システムにおけるアプリケーション

本章ではまず、インターネット自動車システムの背景について述べる。そして、インターネット自動車システムにおけるアプリケーションを開発する上で、どのような考察が必要となるかを述べる。

### 2.1 背景

自動車を取り巻く環境は、他の計算機環境と比較し

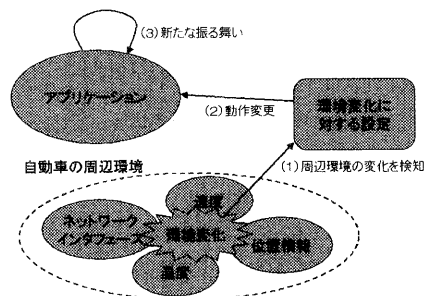


図1 環境変化に応じたアプリケーションの動作変更  
Fig.1 Changing behavior according to enviromental change

て非常に流動的であり、特殊である。そして、自動車を取り巻く環境は、ネットワーク環境と自動車周辺環境に大別できる。

インターネット自動車システムで主に想定されている通信機器は無線通信機器である。しかし、このような無線通信機器の多くは使用可能な範囲が限定されている。自動車は移動することを前提とする。自動車の移動に従って、特定の無線通信機器が利用できない地域に入ることも考えられる。また、場所によって無線電波の強弱も変わる。

また、自動車の移動に従って、自動車を取り巻く環境は常に変化していく。道路の混雑状況や天候などは状況によって変化する。地理的な位置は、移動する限り確実に変化していく。しかし、これらの周辺環境の変化に伴い、ユーザのアプリケーションへの要求は変化する可能性がある。

自動車内部の環境も非常に特殊である。アプリケーションを利用するユーザが運転中であり、アプリケーションに対して十分な操作を行なうことができない可能性がある。また、ユーザインターフェイスにも制限がある。

### 2.2 ユーザ支援型アプリケーション

インターネット自動車は様々なセンサから自動車に関する情報を取得している。これらの情報をインターネットを基盤として、共有・相互利用することで、より柔軟にユーザの嗜好に合致したサービスを提供することができる。このようなアプリケーションをユーザ支援型アプリケーションと呼ぶ。

前節で述べたように、インターネット自動車を取り巻く環境は非常に動的である。このためユーザが、アプリケーションに要求する動作も、環境により左右される。図1はインターネット自動車システムにおける

<sup>\*</sup> Global Navigation Satellite System(全地球型衛星航法システム)

ユーザ支援型アプリケーションの概要を示している。アプリケーションは刻一刻と変化する自動車を取り巻く環境の情報を取得する。そしてその情報を設定内容に基づいて判断し、動作を変更する。

インターネット自動車システムにおけるユーザ支援型アプリケーションは、動的に変化する周辺環境に応じて、自らも動的に動作を変更することにより、ユーザに快適な車内環境を提供する。ユーザに対して快適な車内環境を提供するアプリケーションも多数考えることができる。今回はエンターテインメントを目的としたアプリケーションを開発した。そのなかでも車内におけるニーズの高い、音楽配信アプリケーションを開発した。現在の ITS などの研究でも、エンターテインメントに関する研究は少ない。しかし、自動車という環境において、音楽によるエンターテインメントは非常に重要な位置を占めている。本稿では、インターネット自動車システム上での、ユーザへの新しい音楽配信アプリケーションを開発する。

### 2.3 現状の問題点

自動車を取り巻く動的な環境に、現在の音楽メディアは対応しておらず、ユーザに対して必ずしも快適な環境を提供できていない。既存の CD や MD などのメディアは、ユーザ自身の操作により、ある程度周辺環境に対応させることも可能である。しかし、聞くことが可能な曲目は制限されている。また運転中に操作を行わなければならない、快適とは言えない。

インターネットを情報通信の基盤としなくても、自動車の動的な環境に対応した音楽配信システムは構築できる。しかし、そのためには音楽配信のための情報通信システムを構築しなくてはならない。

また、自動車周辺の情報を取得する機構も、その対象となる自動車の情報しか、取得することはできない。自動車一台にも非常に多くのセンサが取り付けられており、情報を取得することは可能である。しかし、一台のワイパーやライトの動作情報から判断できる自動車周辺環境の有効度は低い。

音楽配信アプリケーション以外のアプリケーションやシステムが、音楽配信システムで利用していた情報を利用することも困難である。その際にはまた、新規に情報の収集システムや通信基盤を構築しなければならない。非常に効率の悪いシステムとなる。

### 3. インターネットカーラジオ

前章で述べた、自動車を取り巻く環境のため、ユーザの嗜好に合致したサービスを提供することは困難である。しかし、インターネット自動車システム上で開

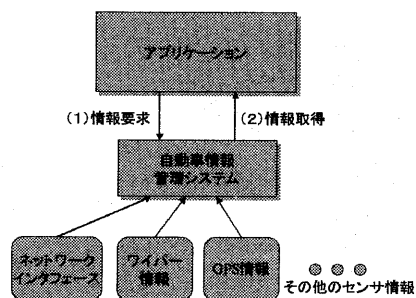


図2 自動車を取り巻く情報の収集  
Fig.2 Correcting information around car

発したアプリケーションを利用することにより、ユーザの要求に柔軟に対応し、また拡張性も高い音楽配信アプリケーションを設計することができる。以下、この音楽配信アプリケーションをインターネットカーラジオと呼ぶ。

インターネットカーラジオでは、通信機器情報、自動車周辺情報、地理位置情報の3つを、主要な自動車を取り巻く環境情報として取り上げる。インターネットカーラジオは、これらの情報に従って、ユーザの要求に合致する動作をする。

ユーザの嗜好に合致するアプリケーションとはどういうものを考察する。ユーザの嗜好は常に一定ではない。周辺の環境や状況に応じて変化する。また、その変化の仕方も個人によって差がある。このため、周辺環境の変化が、どのようにユーザに影響するかを考慮しなければならない。しかし、そのような設定をシステム側で用意することは困難である。そこで、インターネットカーラジオでは、ユーザが自分の要求事項をアプリケーションに通知する機能を用意する。

アプリケーションが参照できる情報は、自動車を持つ情報だけである。情報は図2のように参照できる。情報は一時的に情報管理システム<sup>6)</sup>に保持される。アプリケーションは情報取得インターフェイスを通して、情報管理システムから情報を取得できる。この情報取得に関しては、本稿では取り扱わない。アプリケーションは、この情報からある判断基準に従い、自動車を取り巻くさまざまな環境を判断する必要がある。その判断基準をユーザ自身が前もって設定する。

### 4. 問題解決へのアプローチ

本章では、通信機器の状態と、自動車周辺の状態という自動車を取り巻く主な環境を、自動車からの情報により、どのように判断するのかについて述べる。

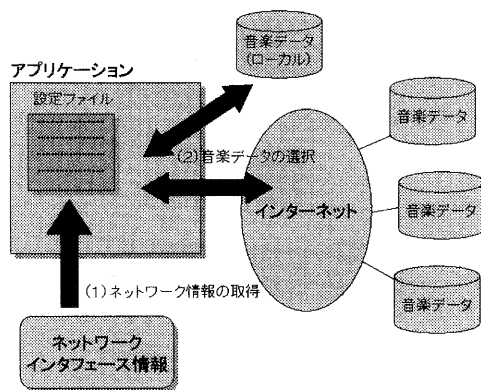


図3 通信インターフェイスの状態による音楽データソースの切替え  
 Fig. 3 Switching Music data source according to state of Network Interface

#### 4.1 通信機器の状態から環境の判断へのアプローチ

図3が通信インターフェイスによる音楽データソースの切替えの概要である。既述の通り、自動車をはじめとする移動体において、無線通信機器を利用する時には、その無線通信機器の電波不感地帯に移動体が入る可能性がある。このような事態に対処する方法について考察する。

無線通信機器にはそれぞれ特徴がある。機器により、帯域や使用可能な範囲に差がある。無線機器の採用に当たっては、帯域、範囲といった一次元的な要素から判断することも出来る。しかし、そのような選択を行なった場合、常に快適な音楽配信を行なうことはできない。

インターネット自動車プロジェクトでは、このような状況を想定して、複数の通信機器の使用をサポートしている。現在通信中の通信機器の情報を取得し、その通信機器が利用不可能になっても、代替の通信機器を利用して通信を行なう。しかし、この切替えにより、ネットワークの帯域幅などが変化することがある。

この機能を利用し、インターネットカーラジオでは、再生する音楽データのソースを、通信インターフェイスに応じて切替える機構を持つ。インターネットカーラジオでは、インターネット上に遍在する様々な音楽データストリームをリアルタイム再生する機能と、車内にある音楽メディアを利用して再生する機能を兼ね備える。無線通信が出来なくなった場合には、ストリーミングの再生を中止し、車内メディアを利用した音楽の再生を開始する機構を持つ。帯域幅が狭くなった際には、より低音質の音楽データを再生するなどの機能も考えられる。

このような機構により、インターフェイスの状況が変化しても、安定した音楽配信を実現できるようにする。

#### 4.2 自動車周辺情報から環境判断のアプローチ

自動車周辺環境の変化に伴う、ユーザの嗜好の変化に対応する方法もいくつか考えられる。まず、環境の変化をユーザ自身が判断して、アプリケーションになんらかの操作を加える方法である。しかし、この方法は運転中のユーザによる操作を必要としており、その操作の多寡に関わらず、本アプリケーションにおいては最適であるとは言えない。ユーザの操作なしに自動的に環境を判断し動作を変更する機構が必要である。

ここで、センサ情報から環境を判断する機構を考察する。自動車の持つ断片的な情報から自動車周辺の環境を判断することは容易ではない。しかし、いくつかの情報の組合せから、ある程度の推測を行なうことは可能である。ある時間内での平均速度が非常に遅く、地理位置情報からその車の位置がほとんど移動していないことがわかれば、今自動車は渋滞の中にいるのだろうという推測が可能である。また、自らの自動車から得られる断片的な情報からだけでなく、周辺を走行する他の自動車の情報も取得することにより、より正確な判断を行なうことも可能である。自分の自動車のみならず、周囲の自動車も低速走行していれば、より確実に渋滞の中にいることがわかる。このような、自動車周辺の情報から周辺環境を判断するための情報はいくつか挙げられる。ワイパーやライトの動作状況、そして記述した平均速度や地理位置情報などである。

#### 4.3 コンフィグレーションファイルによる設定の管理方法

上記のような機能の動作を前もって設定しておくために、インターネットカーラジオではコンフィグレーションファイルを用意する。このファイルには、自動車から取得できる環境情報と、その情報に関する判断基準となる情報が記述されている。例として地理位置情報について述べる。コンフィグレーションファイルには、ユーザの要求が変化する地理的な範囲が緯度経度によって、指定されている。そして、その範囲内での動作内容が記述されている。コンフィグレーションファイルにはこのような記述がされる。このコンフィグレーションファイルにより、個人の嗜好を反映させることができる。

### 5. インターネットカーラジオの設計

#### 5.1 インターネットカーラジオの構成

図4がインターネットカーラジオのシステム概要で

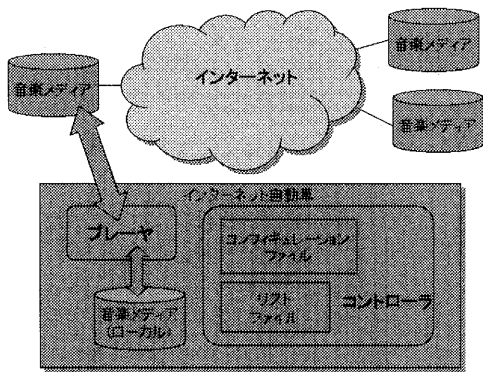


図4 インターネットカーラジオ・システム概要  
Fig.4 InternetCAR radio system

ある。以下にモジュール構成について述べる。

**コントローラ** インターネットカーラジオの中心部分がコントローラである。コントローラはリストファイルとコンフィグレーションファイルを持つ。コントローラは自動車の持つ情報を取得し、コンフィグレーションファイルに基づいて動作の変更を行なう。リストファイルには演奏可能な音楽の情報が含まれている。

**リスト** インターネットカーラジオは、起動時にアクセス可能な音楽メディアにリクエストを出し、演奏することの出来る音楽のリストを作成する。自動車を取り巻く環境が変化し、演奏する音楽のソースや、曲目を切替える際にはこのリストから最適なものを選択する。

**音楽メディア** 一般的な音楽メディアは非常に多様である。インターネットカーラジオでは音楽メディアを2つに大別する。ローカルメディアとリモートメディアである。ローカルメディアにはCDやMD、車内に保存されている音楽データなどが含まれる。リモートメディアにはラジオ放送や、インターネット上の音楽データなどが含まれる。リモートメディアは車外に複数存在することができる。

**プレーヤ** インターネットカーラジオは、アプリケーション内に音楽のプレーヤ機能も持つ。このプレーヤは、音楽メディアに適したプレーヤが選択される。メディアがラジオ放送ならばラジオ受信機であり、圧縮された音楽データならばそのデータをデコードできるプレーヤである。

## 5.2 設 計

図5がインターネットカーラジオでの情報の流れを

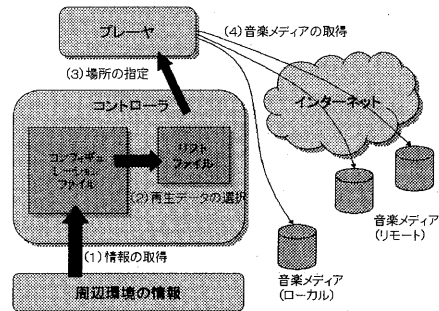


図5 インターネットカーラジオでの通信  
Fig.5 Networking in Internet CAR radio

示している。コントローラは起動時に、通信可能なリモートメディアとローカルメディアにリクエストを出す。そして、両メディアで提供されている音楽メディアの情報をリスト化し、リストファイルに保存する。

このリストファイルには、曲目やその曲に関する情報のデータ構造が含まれている。データ構造には主に以下の情報が含まれる。

- 音楽名
- 音楽データの場所
- 演奏者名
- データのサイズ
- リアルタイム再生に必要な帯域幅

などである。

コントローラは図5の(1)で、自動車の持つ環境情報を取得する。その情報と、コンフィグレーションファイルに記述されている設定から、周辺環境の変化を察知し、次に再生する音楽データの情報を得る。(2)では、その情報をもとにリストから最適な音楽データを選択する。音楽データ構造内の音楽データの場所がリモートとなっているデータ、といった選択条件である。そして、(3)で、コントローラはプレーヤに、音楽データの保存場所を示す識別子を送信する。(4)でプレーヤは、その保存場所から音楽データを再生する。

(3)の動作において、本稿の設計ではプレーヤに、データの場所を送信している。この場合、プレーヤがネットワーク上に置かれた音楽データを再生する機能を持つ必要がある。しかし、そうではなくコントローラ自身が音楽データを読み出し、読んだデータをプレーヤに送信する設計も考えられる。この設計の有利な点は、プレーヤにネットワーク再生の機能を必要としない点である。

しかし、現在用いられている多くの音楽データ再生アプリケーションは、ネットワーク再生の機能をす

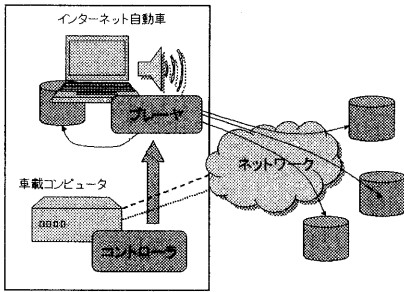


図 6 実装環境

Fig. 6 Environment of Implementation

に備えている。また、CD やラジオ放送などのメディアを利用することを考慮すると、コントローラが CD の読みとり機能や、ラジオの受信機能を備えなければならない。本稿の設計の場合、コントローラから CD やラジオの操作を行なう手法が開発されれば、コントローラに特別な機能を備える必要がなくなる。より、音楽メディアへの依存度を低下させることができる。

## 6. インターネットカーラジオの実装

本章では設計したインターネットカーラジオの実装について述べる。今回は通信インターフェイスの状況による音楽データソースの切替え機能の実装を行なった。

### 6.1 実装環境

実装には C 言語を用い、開発は FreeBSD4.0、i386 アーキテクチャ上で行なった。インターネット自動車プロジェクトでは、車載用計算機 SIC2000 を独自に開発している。SIC2000 では、NetBSD1.4.1 が MIPS アーキテクチャの CPU 上で動作している。

このため、SIC2000 で動作確認を行なうにはクロスコンパイルを行わなければならない。このクロスコンパイラもインターネット自動車プロジェクトで開発された。

実装は図 6 の環境で行なった。SIC2000 には現在の段階では音声デバイスを備えていない。そのため、SIC2000 上で動作するアプリケーションが車内ネットワークでイーサネットを通して接続されているラップトップマシンにデータを転送し、そのラップトップマシンでデータを演奏する。ラップトップマシンは i386 アーキテクチャの FreeBSD4.0 である。

また、SIC2000 には、振動に弱いディスク型記憶装置が設置されておらず、音楽データを保存することができない。このため、車内に保持する音楽データは、

表 1 MP3 データの詳細

Table 1 MP3data

サンプリングレート	16bit/44.1kHz/stereo
データサイズ (MB/min)	約 1MB
ストリーミング再生可能な最低帯域幅	128kbps

車内ネットワークで接続されているラップトップマシンに保存した。今回の実装ではこのマシンはスピーカマシンと同一であるが、車内ネットワーク内であれば、別の方法で保存しても問題はない。今回は利便性からこのような形にした。

通信デバイスには、無線 LAN と携帯電話を併用した。無線 LAN はの BreezeCOM<sup>7)</sup> を用いた。現在インターネット自動車プロジェクトで実装されているインターフェイス切替え機構<sup>8)9)</sup> では、無線 LAN が利用可能な範囲では最大限無線 LAN を利用し、無線 LAN の電波状況が悪くなれば、通信路を携帯電話に切替える。

### 6.2 プレーヤ

実装では、音楽メディアとして CD や MD、ラジオ放送などは除外した。今回は音楽データのフォーマットとして、Mpeg1Layer3(mp3) 形式<sup>10)</sup> を採用した。mp3 フォーマットはネットワーク上で使われる圧縮形式である。圧縮に優れた形式であるので採用した。今回は CD 程度のクオリティで、サンプリングレートは 16bit/44.1kHz/stereo で圧縮されたデータを用いた。4~5 分程度の音楽であれば、3~5 メガバイト程度に圧縮される。このサイズのデータであれば、128kbps 以上の通信環境において、データストリーミングのリアルタイム再生が可能である。また、mp3 データの再生アプリケーションには mpg123<sup>11)</sup> というフリーソフトウェアを利用した。バージョンは 0.59r である。インターネットカーラジオのコントロール部分は mp3 の再生時には、mp3 データの URI や場所を引数として、mpg123 を起動させる。コントロール部分と、mpg123 は独立したプロセスとして動作する。つまり、インターネットカーラジオは特定の音楽データフォーマットやプレーヤに依存せずに実装される。このため、mp3 や mpg123 の代替として、他のフォーマットやプレーヤを利用することが可能である。

### 6.3 通信インターフェイスの状態による音楽データソース切替えの実装

通信路の状況に応じた音楽データソースの切替えの実装について説明する。図 7 がその動作についてである。サーバおよび、ローカルの音楽データサーバには、それぞれが持つ音楽データのリストが作成されている。

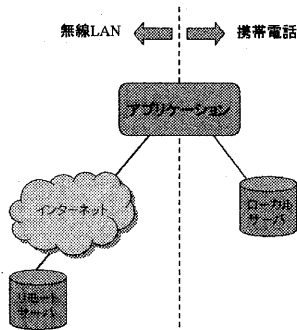


図7 通信機器の状態による音楽データソースの切替え実装図  
Fig. 7 Implementation of swiching music data source

コントローラはそのリストを再生開始前に取得し、演奏可能なデータのリストをサーバリスト、ローカルリストという形で持つ。通信インターフェイスが切り替わった際には、読み出すリストを変更し、プレーヤに送信する音楽データの場所を変更することにより、音楽データソースの切替えを実現する。図7では左側に書かれているデータの流れが無線LANでの通信中で、右側が無線LANでの通信中のデータの流れを示している。

このアプリケーションはユーザに快適な車内環境を提供することを目的としている。実装の前提として以下のようにポリシーを設定する。

- (1) 様々な音楽データを演奏するため、出来る限りストリーミング再生を行なう。
- (2) 出来る限り、1つの曲は最後まで聞きたい。
- (3) 音質が悪くなるのであれば、曲の演奏途中で曲が切り替わっても良い。

アプリケーションの動作中は常に一定の間隔で通信インターフェイスの状態を参照している。今回使用した、携帯電話による通信の帯域幅は9600bpsである。このため携帯電話による通信中にはmp3データのストリーミング再生を行なうことは不可能である。今回の実装では、無線LANで通信可能な状況下では、リモートサーバからのストリーミング再生を行ない、携帯電話で通信中にはローカルのデータを演奏する。携帯電話から無線LANに切り替わる際は、ローカルデータの再生が不可能になるわけではない。このため(2)のポリシーから、通信インターフェイスが無線LANに切り替わっても再生中のデータが終了するまではソースの切替えを行なわない。しかし、無線LANから携帯電話に切り替わる際には、ストリーミング再生が不可能となる。このため、(3)のポリシーから無線LANから携帯電話に切り替わる際には、切り替わった時点

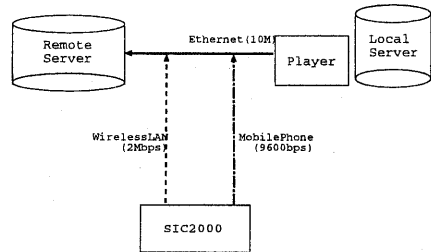


図8 実験時のネットワーク構成  
Fig. 8 Network enviroment for the experiment

でデータの再生途中であっても、ローカルデータに切替えるという実装を行なった。

## 7. 評価と今後の課題

本研究により、自動車内のユーザに対して有益な音楽配信を行なうアプリケーションを設計した。また、通信機器の状態の変化に応じて再生する音楽データのソースを、車内および車外ネットワーク上で切替える機構の実装が終了した。

### 7.1 評価

今回、設計・実装したアプリケーションの評価を行なうため、実験を行なった。実験環境は図8の構成である。評価項目は、実装した機能が正常に動作するかどうかである。

プレーヤマシン、リモートミュージックサーバは、同一セグメント上にある。SIC2000は無線LANと携帯電話を並列して利用して、そのセグメントにアクセスをする。プレーヤマシンとリモートサーバは、セグメントに10BASE-Tで接続されている。またSIC2000の利用する無線LANは2Mbps、携帯電話は9600bpsである。

実験環境では故意に、無線LANの電波状況を悪化させることによって、通信インターフェイスの切替えの実験を行なった。また、リモートから再生する曲目と、ローカルで再生する曲目を変えることにより、音楽データソースが切り替わったことを確認した。

この実験により、通信環境の悪化により、インターフェイスが切り替わった際に、再生する音楽データのソースを切替える機能が動作していることを確認した。

### 7.2 今後の課題

今回の実装では、設計したインターネットカーラジオの一部分しか実装が終了していない。今後の課題としてはまず、設計したシステムを全て実装し終えることである。現在のインターネット自動車システムにおいては、すでに地理位置情報を取得することが可能で

ある。地理位置情報による曲目の切替えは実装することが可能になっている。

また、今回使用した無線 LAN よりも、低帯域な通信デバイス下では、音楽データのサイズを縮小するため、音質を下げることも考えられる。しかし、実際にこのアプリケーションを動作させた環境では、通信デバイスは無線 LAN と携帯電話しか利用できなかった。そのため、音楽データのサイズをどの程度縮小すれば、低帯域の通信デバイス下で快適に聞けるかは測定していない。これから、行なっていかなければならない。

インターネット自動車システムにおけるアプリケーションは拡張性が高いことが特徴である。新たに取得可能になった情報を、容易にアプリケーションで利用できるようなインターフェイスを設計することも重要である。

今回実装したインターネットカーラジオは、インターネット自動車上で動作するアプリケーションの一例である。インターネット自動車システムでは、多種多様なアプリケーションが開発可能である。また、インターネット自動車システムにおいてどのようなアプリケーションが有効なのかを示すモデルを定義することも必要である。

謝辞 本研究を行なうにあたり、御指導をいただいたインターネット自動車プロジェクトの皆様へ感謝します。特に、貴重なアドバイスをいただいた慶應義塾大学の杉本信太氏、川喜田佑介氏、三屋光史朗氏に深い感謝の意を表します。

慶應義塾大学 徳田・村井・楠本・中村研究室の諸氏に感謝します。

## 参 考 文 献

- 1) インターネット自動車プロジェクト  
<http://www.sfc.wide.ad.jp/InternetCAR/>,  
Nov 2000.
- 2) K.Uehara, Y.Watanabe, H.Sunahara,  
O.Nakamura, J.Murai: InternetCAR  
-Internet Connected Automobiles-,  
Proc. of INET'98, Jul 1998.
- 3) 杉本信太, 植原啓介, 三屋光史朗, 村井純: 車載コンピュータへの BSD の応用,  
第 3 回プログラミングおよび応用のシステムに関するワークショップ (SPA2000),  
Mar 2000.
- 4) 渡辺恭人, 大西孝義, 佐藤雅明, 植原啓介, 村井純: GLI システムの改良と実証実験,  
第 3 回プログラミングおよび応用のシステムに関するワークショップ (SPA2000),  
Mar 2000.
- 5) Y.Kawakita, H.Hada, K.Uehara, I.Petrovski,  
S.Kawaguchi, H.Torimoto, S.Yamaguchi,  
J.Murai: Design of Internet Based Augmentation Network,  
Proc. of GNSS2000, May 2000.
- 6) 佐藤雅明, 植原啓介, 村井純: インターネット自動車システムにおける情報取得 API の設計と実装,  
情報処理学会 モバイルコンピューティングとワイヤレス通信研究会/高度交通システム研究会,  
Nov 2000.
- 7) BreezeCOM HomePage  
<http://www.breezecom.com/>, Oct 2000.
- 8) 湧川隆次, 植原啓介, 田村陽介, 徳田英幸:  
ネットワークエンティティの状態変化に対応する管理機構の設計と実装,  
情報処理学会 全国大会 論文誌, Sep 1998.
- 9) 砂原秀樹, 比良木貴志, 植原啓介, 尾家祐二: 移動体端末装置における通信インターフェイスの自動選択機能の実現, DiCoMo 1997.
- 10) MpegHomePage  
<http://www.csel.it/mpeg/>, Jun 2000.
- 11) MPG123HomePage  
<http://www-ti.informatik.uni-tuebingen.de/hippm/mpg123.html>, Aug 2000.