

システム開発

14 - F - 3

車載システムにおけるネットワーク型
音声利用システムの基盤整備に関する
フィージビリティスタディ
報告書

- 要旨 -

平成 15 年 3 月

財団法人 機械システム振興協会
委託先 (財)自動車走行電子技術協会



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

序

わが国経済の安定成長への推進にあたり、機械情報産業をめぐる経済的、社会的諸条件は急速な変化を見せており、社会生活における環境、都市、防災、住宅、福祉、教育等、直面する問題の解決を図るためには技術開発力の強化に加えて、多様化、高度化する社会的ニーズに適応する機械情報システムの研究開発が必要であります。

このような社会情勢の変化に対応するため、財団法人機械システム振興協会では、日本自転車振興会から機械工業振興資金の交付を受けて、経済産業省のご指導のもとにシステム技術開発調査研究事業、システム開発事業、新機械システム普及促進事業等を実施しております。

このうち、システム技術開発調査研究事業およびシステム開発事業については、当協会に総合システム調査開発委員会（委員長：放送大学教授 中島 尚正氏）を設置し、同委員会のご指導のもとに推進しております。

本「車載システムにおけるネットワーク型音声利用システムの基盤整備に関するフィージビリティスタディ」の実施に際しましては、上記委員会のもとに専門知識を有する学識経験者等によって構成されるネットワーク対応車載システム分科会（委員長：防衛大学校教授 吉本堅一氏）を設置し、実施計画の審議、実施過程で生じる諸問題の検討、実証実験結果に基づく成果の確認等に係る同分科会への諮問を経て本スタディを進めてまいりました。

この報告書は、システム開発事業の一環として、当協会が本スタディを財団法人自動車走行電子技術協会に委託し、実施した成果をまとめたもので、関係諸分野の皆様方のお役に立てれば幸いです。

平成 15 年 3 月

財団法人 機械システム振興協会

はじめに

ネットワーク社会は、生活や産業活動を情報豊かなものにするとともに、今後もさらにその多様さと情報量を増やしていくことになるだろう。自動車も、こうした流れを避けて通るわけにはいかない。ドライバが、必要とする様々な情報をタイムリーに、かつ運転に支障なく、得られるようにするためには、ドライバの状況をわきまえながら会話形式で対応してくれる、いわば、“声のドライブパートナー”が必要になる。

この“声のドライブパートナー”は、音声利用ということで、ハンズフリー、アイズフリーを実現するが、マインドフリー(運転に十分気を使える状態)については十分な検討が必要になる。

また、“声のドライブパートナー”実現には、車載システム、音声認識/合成、ネットワーク、HMI(Human Machine Interface)各々の高度な技術を融合させる必要がある。これらの実現により、運転の安全性を確保しつつ、ドライバは多様な ITS (Intelligent Transport Systems) サービスを得られることになる。

平成 12 年度から始まった本研究では、車向けネットワーク型音声利用システム共通基盤(プラットフォーム)の最適機能構成の明確化、アクセス記述方式・言語 (Voice XML 等) の標準化への要求案の作成、およびアクセス記述方式・言語 (Voice XML 等) の標準化要求案の有効性確認を行ってきた。今年度は、これらの成果を踏まえ、フィージビリティスタディ (以下スタディという。) として音声による HMI の安全性確保 (音声によるドライバ・ディストラクション回避) を目指した車向けネットワーク型音声利用システムの標準化への要求案作成、車向けネットワーク型音声利用システムの共通基盤の整備、および試作した音声利用システムによる標準化要求案の有効性確認実験を行った。

本スタディにあたっては、ネットワーク型音声利用技術研究委員会 (委員長：小林 哲則 早稲田大学 教授) を設置し、学識経験者、自動車・車両部品メーカー、情報通信機器メーカー、および通信キャリア等の委員との議論をもとに検討を行った。この場を借りて、多数の関係者のご指導とご協力に心より感謝を申し上げます次第である。

平成 15 年 3 月

財団法人 自動車走行電子技術協会

目 次

1	スタディの目的	1
2	スタディの実施体制	3
3	スタディの内容	8
第 1 章	車向けネットワーク型音声利用システムの標準化への要求案作成	12
1.1	標準的な音声コマンドの検討	12
1.2	標準的な効果音の検討	13
1.3	緊急性や優先度に依存する標準的な HMI 対話の検討	13
1.4	音声インタフェースのためのスタイルガイド試案	14
第 2 章	車向けネットワーク型音声利用システムの共通基盤(プラットフォーム)の整備	18
2.1	車載機器、センタ機器、ASP の試作	18
2.1.1	アプリケーションコンテンツの拡充	18
(1)	駐車場情報サービスのシナリオ	20
(2)	レストラン情報サービスのシナリオ	22
(3)	対話の基本的な流れ的	22
2.1.2	機能拡充	23
(1)	車向けネットワーク型音声利用システムの基本構成	23
(2)	HMI サーバ内主要部システム概要	28
(3)	対話制御時の動作	29
2.2	動作実験による、その有効性確認	30
2.2.1	動作実験概要	30
(1)	実験の目的	30
(2)	運転走行中の問題と解決策	30
(3)	運転走行中のドライバへの作業負荷	32
(4)	実験システムの構成	33
(5)	動作実験日程	35
(6)	実験手順	37
(7)	対話の制御パターン	38
2.2.2	動作実験アンケート結果	40
(1)	アンケート実施方法	40
(2)	安全性と利便性の評価	40
(3)	対話の中断の評価	41
(4)	対話の再開の評価	42

第3章 結果の考察	43
3.1 有効性確認結果	43
3.2 得られた知見	47
3.3 今後の課題	47
第4章 外部状況	48
4.1 ITS 情報タグビジネスチーム	49
4.2 ITS 情報通信システム推進会議 プラットフォーム専門委員会 HMI-WG	51
4.3 海外調査	52
4.3.1 ITS-WC 調査	52
4.4 国際標準化の動向	56
第5章 まとめ	57
5.1 スタディのまとめ	57
5.2 今後の課題	58

1 スタディの目的

自動車に搭載される車載情報システムは、ITSサービスを実現する上で大変重要な役割を果たしている。ITSの進展に伴い、その操作頻度は益々増大する傾向にあり、運転の安全性を確保する上でも操作の簡便性は最重要課題となっている。

こうした中、車載情報システムがインターネット等にアクセスする場合、ドライバのシステム操作負荷を軽減するために、音声によるHMI（ヒューマン・マシン・インタフェース）が有効とされている。これを早期に実現させるためには、車載側とネットワーク側を連携させ、それぞれの機能分担の最適化を図ることが当面の現実的な方法である（図1）。

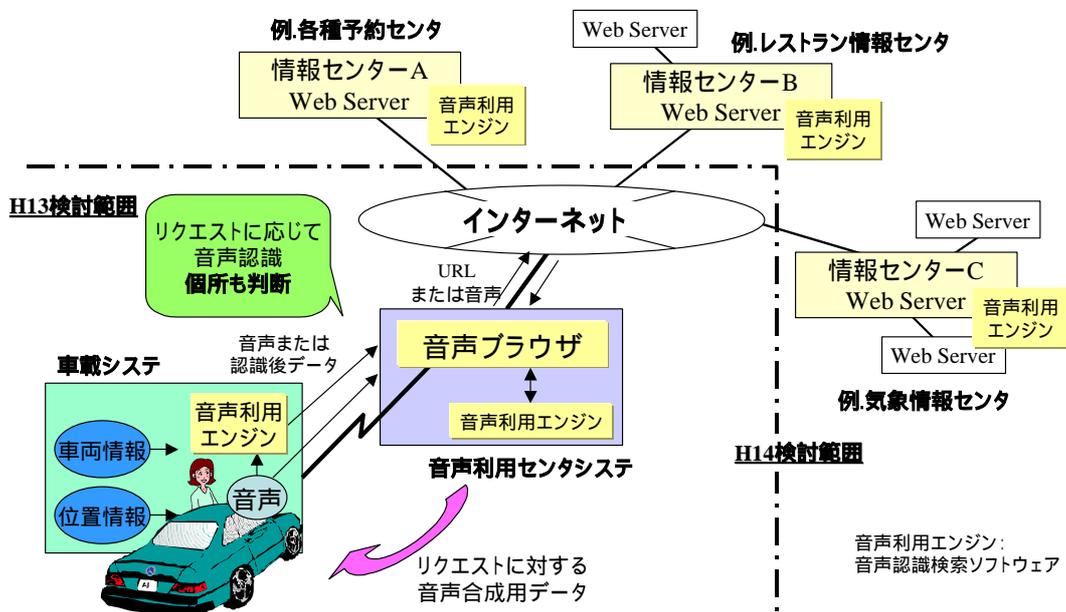


図1 ネットワーク型音声利用システムの概念図

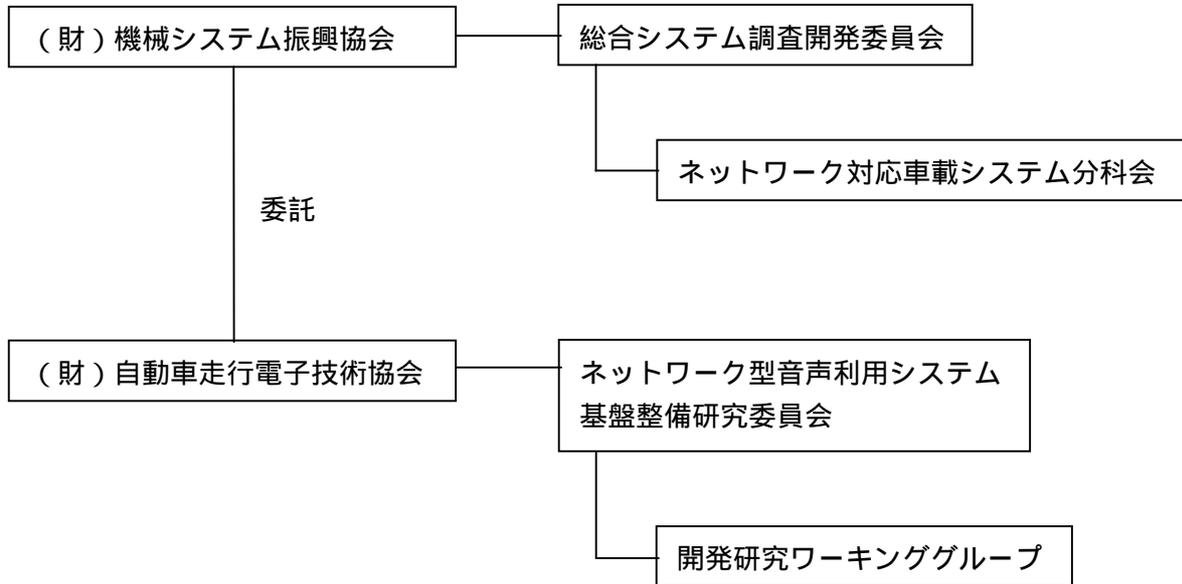
今後、情報提供システムや自動決済システム、あるいは各種予約システム等、多様なサービスの提供により、更なる高度情報化が予想されるが、限られた車内空間において、このような状況に対処するためには、多様なサービスに対応可能な車載情報システムの汎用的なソフトウェア共通基盤が不可欠となる。

また、昨年度までの調査研究において、音声利用と安全性に関しては、ドライバ・ディストラクション（運転操作から気をそらすこと）の課題が提起され、この点に関して検討を行っている。今後、音声利用の安全面の評価指標として、ハンズフリー、アイズフリーだけでなく、運転から気をそらさない、運転に集中することの考慮も含めて検討していく必要がある。

平成 13 年度実施の「車載システムにおけるネットワーク型音声利用システムの基盤整備に関する調査研究」における成果（アクセス記述方式・言語（Voice XML 等）標準化への要求案、最適機能構成案）を踏まえ、平成 14 年度は、将来のガイドライン作りに資するため、ネットワーク型音声利用の観点から車における安全性評価（ドライバ・ディストラクション）を考慮した HMI の標準化への要求案を作成するとともに、要求案の有効性確認の動作実験を行うものである。

2 スタディの実施体制

(財)機械システム振興協会から委託を受けたスタディを進めるにあたって、以下に示す実施体制で推進した。



総合システム調査開発委員会
委員名簿

(順不同・敬称略)

委員長	放送大学 教養学部 教授	中 島 尚 正
委 員	政策研究大学院大学 政策研究科 教授	藤 正 巖
委 員	東京工業大学 大学院総合理工学研究科 知能システム科学専攻 教授	廣 田 薫
委 員	東京大学大学院 工学系研究科 助教授	藤 岡 健 彦
委 員	独立行政法人産業技術総合研究所 つくば東事業所 管理監	野 崎 武 敏
委 員	独立行政法人産業技術総合研究所 つくば中央第2事業所 管理監	太 田 公 廣

ネットワーク対応車載システム分科会 委員名簿

(順不同・敬称略)

委員長	吉本 堅一	防衛大学校 システム工学群機械工学科 教授
委員	赤松 幹之	独立行政法人産業技術総合研究所 人間福祉医工学研究部門 行動モデリンググループ 研究グループ長
委員	板橋 秀一	筑波大学 電子情報工学系 教授
委員	佐藤 春樹	慶応義塾大学 理工学部 システムデザイン工学科 教授
委員	津川 定之	独立行政法人産業技術総合研究所 知能システム研究部門 ITS 研究グループ 研究グループ長
委員	寺田 一薫	東京商船大学 商船学部 教授
委員	森川 博之	東京大学 新領域創成科学研究科 助教授

ネットワーク型音声利用システム基盤整備研究委員会 委員名簿

(順不同・敬称略)

委員長 小林 哲則	早稲田大学 理工学部 電機電子情報工学科 教授
委員 大野 澄雄	東京工科大学 工学部 情報通信工学科 助教授
委員 西本 卓也	東京大学大学院 工学部 情報理工学系研究科 助手
委員 森島 昌俊	(株)NTT データ 開発本部 技術開発部 インフォメーションデザイングループ
委員 坪井 正志	沖電気工業(株) マルチメディアメッセージングカンパニー プレゼント
委員 石田 勉	オムロン(株) 技術本部 IT 研究所 音声対話研究室 室長
委員 重吉 英二	カルソニックカンセイ(株) 先行技術開発部 車両技術情報システム開発グループ
委員 皆川 浩司	(株)ザナヴィインフォマティクス 商品開発本部 システム&ソフト開発センター マネージャ -
委員 杉山 誠	(株)ザナヴィインフォマティクス 商品開発本部 音声グループ
委員 清水 修	住友電気工業(株) 自動車技術研究所 主幹
委員 赤堀 一郎	(株)デンソー ITS 技術2部 第2技術室 主幹
委員 神田 雅江	(株)東芝 ITS・自動車事業統括部 テレマティクス・ソリューション事業推進担当 主務
委員 松永 幸博	日産自動車(株) IT 開発部 テレマティクス開発グループ 主査
委員 尾田 至	(株)日立製作所 システム事業部 ITS 推進センター センター長
委員 塩谷 真	(株)日立製作所 システム開発研究所 情報サービス研究センター第1部 部長付
委員 越野 長明	富士通(株) ITS 事業推進本部 担当部長
委員 渡辺 賢	(株)富士通総研 M&M コンサルティング 事業部 コンサルタント
委員 蓑輪 利光	松下電器産業(株) ネットワークソリューション開発センター 音響処理開発グループ 音響処理第 二チームリーダー
委員 森廣 義晴	三菱電機(株) 自動車機器開発センター 情報制御開発部
委員 吉川 憲昭	(株)サイバー創研 第一技術部 部長
委員 佐藤 大和	NTT アドバンステクノロジー(株) 音声音響技術センター センター長
委員 疋田 尚之	マツダ(株) 技術研究所

開発研究ワーキンググループ 委員名簿

(順不同・敬称略)

主 査	塩谷 真	(株)日立製作所 システム開発研究所 情報サービス研究センター 第1部 部長付
委 員	西本 卓也	東京大学大学院 情報理工学系研究科 助手
委 員	平井 和子	沖電気工業(株) マルチメディアイメージング カパニ- CTI&IP リューション部 SE 第2チーム サブリーダー
委 員	神田 雅江	(株)東芝 ITS・自動車事業統括部 テレマティクス・リューション事業推進担当 主務
委 員	越野 長明	富士通(株) ITS 事業推進本部 担当部長
委 員	渡辺 賢	(株)富士通総研 M&M コンサルティング 事業部 コンサルタント
委 員	菟輪 利光	松下電器産業(株) ネットワークリューション開発センター 音響処理開発グループ 音響処理第二チームリーダー
委 員	森廣 義晴	三菱電機(株) 自動車機器開発センター 情報制御開発部
委 員	吉川 憲昭	(株)サイバー創研 第一技術部 部長
委 員	佐藤 大和	NTT アドバンステクノロジー(株) 音声音響技術センター センター長
オガザ	畑岡 信夫	(株)日立製作所 中央研究所 マルチメディアシステム研究部 主管研究員

3 スタディの内容

車載情報システムがインターネットに接続された環境を想定し、標準化や安全性を加味したシステム共通基盤として、ドライバ・ディストラクションを考慮した、車向けネットワーク型音声利用システムの標準化への要求案作成、車向けネットワーク型音声利用システムの共通基盤（プラットフォーム）の整備を行う。

本スタディを進めるために、標準化に関連する団体（VoiceXML 部会など）との連携を必要に応じて図る。

（1）車向けネットワーク型音声利用システムの標準化への要求案作成

ドライバ・ディストラクションが起きにくく、かつ、高い利便性を得るために、種々の状況・場面で、「道具」としての記述言語をどのように利用するか標準的な「使い方」に関する要求案を作成する。

1) 要求案の作成

音声による HMI の安全性（ドライバ・ディストラクション問題）確保を目指し、下記の要求案作成を行う。

a) 標準的な音声コマンドの決定

車で利用する標準的な音声コマンドを定め、どの車に乗っても同様な音声利用可能とする。

b) 標準的な効果音の決定

ドライバがサービス依頼処理の進行状況を把握しやすい音声処理の状況に対応する標準的な効果音を定める。

c) 提示方法の決定

分かりにくいコンテンツの場合は、音声以外に単純な画面表示（簡略図、絵文字）等を併用する。

d) 提示タイミングの決定

状況に応じた提示タイミングを定める。

e) 標準的な HMI 対話方法の決定

緊急性や優先度を考慮して標準的な HMI 対話方式を定める。

2) 項目の決定

a) 標準化重点項目の検討

標準化項目のどれを重点にするのかを検討する。

b) 重点化項目に関する標準的な要求案の検討・提案

重点化項目に関し、標準的な枠組み・仕掛け・使い方における要求案の検討・提案を行う。

c) 関連分野と連携した検討の実施

関連分野（自動車技術会、音声記述言語標準化団体、ITS 情報通信システム推進プラットフォーム専門委員会等）と連携し、検討を進める。

(2) 車向けネットワーク型音声利用システムの共通基盤（プラットフォーム）の整備

昨年度試作したシステムをベースにソフトウェアの拡充を図り、このシステムを用いて動作試験を行うことで要求案に関する有効性を確認する。

1) 車載機器、センタ機器、ASP（アプリケーション・サービス・プロバイダ）機器の試作（図2）

a) アプリケーションコンテンツの充実

レストラン、交通情報、天気予報、満空情報、予約などメニューの拡充を行い、現在地付近のマクロな情報はプッシュ型提供、その中から欲しい情報はプル型で配信する。

b) 機能拡充

アプリケーションや状況に応じたダイナミックな機能分担を行う。
実際の走行状態や対話の状態の影響を受けるドライバ・ディストラクションの状況に促したダイナミックな対話管理制御を行う。

昨年度試作したシステム：

<車載システム>

ノート PC をベースに、携帯電話、通信カード、マイク、スピーカで構成し、音声認識エンジン（SR）、音声合成エンジン（TTS）、VXML インタプリタ、HTML ブラウザ等、要求案の実現に必要な機能を実装し、さらに、位置情報や車速情報等のセンサ情報の入力をシミュレートする機能を設けたもの。

<音声利用センタシステム>

PC サーバをベースに、音声処理ボード、アクセスルータで構成し、音声認識エンジン（SR）、音声合成エンジン（TTS）、VXML インタプリタ、HMI サーバ、サービスエンジン等の機能を実装したもの。

2) システム動作試験の有効性確認（図3、図4）

前項1)で試作したシステムを用いて動作試験を行い、要求案に関してシステムの有効性確認を行う。

a) 状況に応じた出力の確認

長めのコンテンツを表現するにあたり、加工の仕方を変える。

b) ダイナミックな対話管理制御確認

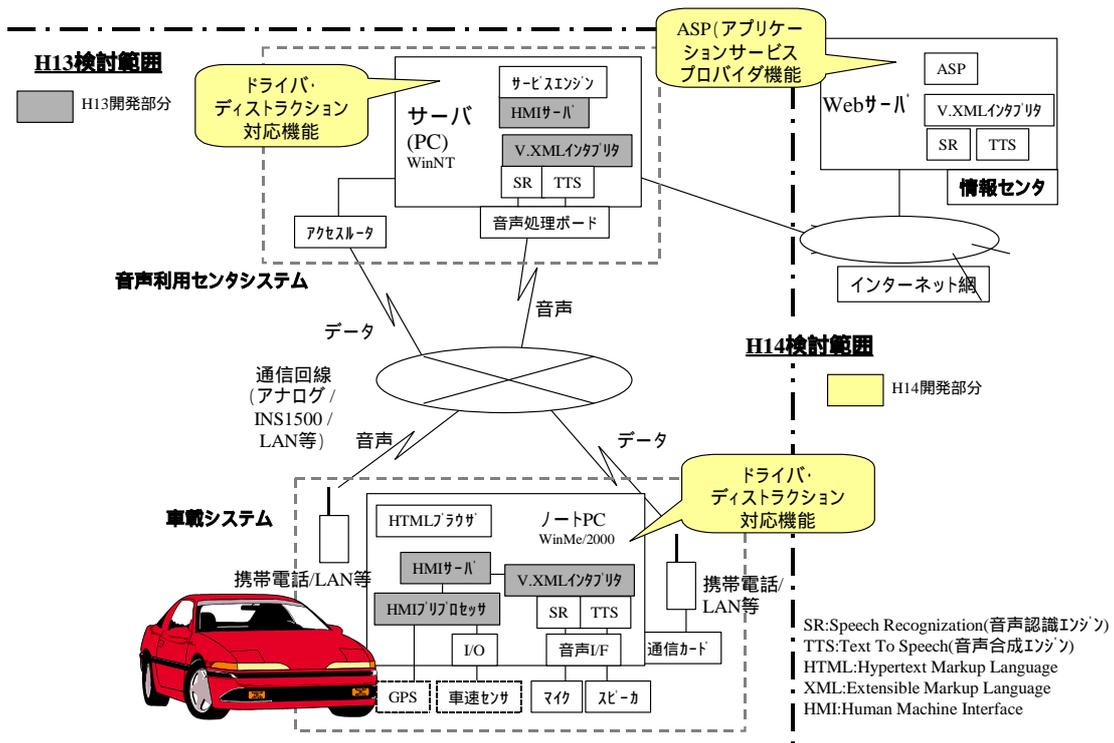


図2 ネットワーク型音声利用システムの基盤整備実験システム構成

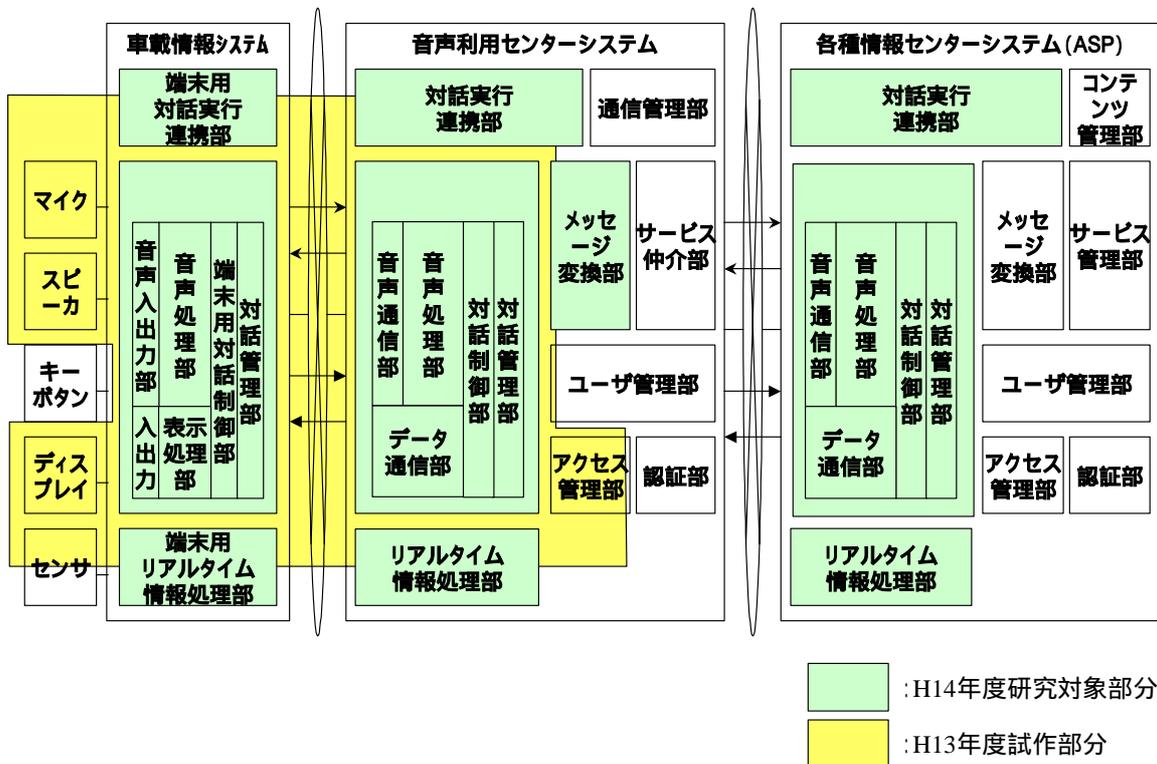


図3 ネットワーク型音声利用システム動作試験システム構成

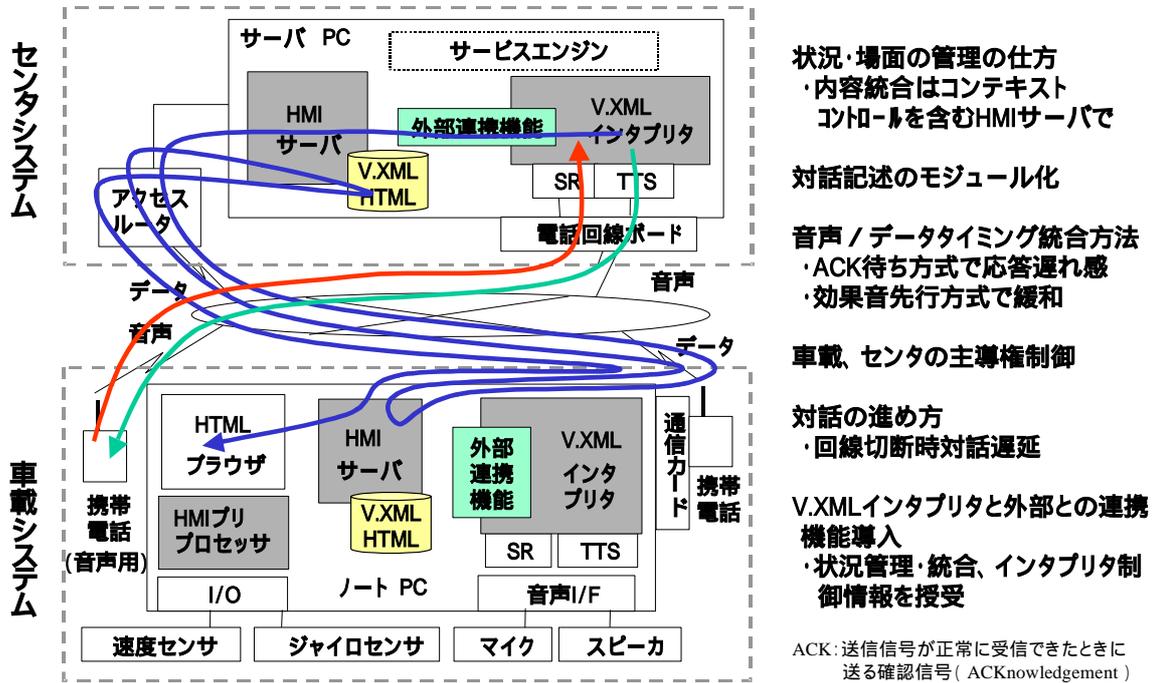


図4 試作システムにおける基本フロー・考え方
(サービスコンテンツダウンロード)

第1章 車向けネットワーク型音声利用システムの標準化への要求案作成

システムの標準化への要求案に関しては、

- 標準的なコマンド
- 標準的な効果音
- 緊急性や優先度に依存する標準的なHMI対話

について作成した。

1.1 標準的な音声コマンドの検討

副タスク（サービス授受）は主タスク（運転）遂行を妨げない範囲で実行することを念頭に置き

- ・対話の進行をドライバの意思で制御するコマンド機能
- ・対話の進行制御の程度を調節するコマンド機能

について共通化すべき音声コマンドの要求案を作成した（表 1.1-1）。

表1.1-1 標準的な音声コマンドの検討

副タスク(サービス授受)は主タスク(運転)遂行を妨げない範囲で実行する

- A：対話の進行をドライバの意思で制御するコマンド機能**
 - ・「始めて（開始）」
 - ・「待って（中断）」、「続けて（再開）」
 - ・「先に進んで」： サービス進行の将来に飛ぶ
 - ・「元に戻って」： 履歴の過去に戻る
 - ・「遅く」、「速く」： プロンプトを遅く（速く）言って
 - ・「やめて（終了）」
- B：対話の進行制御の程度を調節するコマンド機能**
 - ・「たくさん」、「すこし」、「もっと」； 「逆」
対話中断後の再開時に、再開位置を素早く決めるため
「戻って」、「進んで」などと併用
 - 対話の進行速度を調節するとき使用
「待って」、「遅く」、「速く」などと併用

1.2 標準的な効果音の検討

副タスク（サービス授受）ではドライバに余計な気を使わせないための対話の状況（モード）を伝える効果音・音楽・間が必要であることを念頭に置き

- ・システム動作状況を知らせる効果音
- ・ドライバがどのような行動を取るべきか知らせる効果音

について共通化すべき効果音の要求案を作成した（表 1.2-1）。

表1.2-1 標準的な効果音の検討

副タスク（サービス授受）ではドライバに余計な気を使わせない 対話の状況（モード）を伝える効果音・音楽・間が必要

A：システムの状態を知らせて安心させる

- ・発話受付済：システムは発話を受け付けた
- ・処理中：システムはサービス（検索、等）処理中
 - ・待ちなし：すぐにサービス結果を伝えられる
 - ・待ちあり：しばらく時間がかかる（待っていれば次のステップに進む）

B：ドライバが何かすることを要求されている（および、その理由）

1.3 緊急性や優先度に依存する標準的な HMI 対話の検討

緊急性や優先度を次の 4 種類、

- ・危険な状態になる前に対話を制御する場合
- ・危険な状態になった場合
- ・交通規制情報等で自車にとって高優先度の情報を外部から受けた場合
- ・走行安全システムからの危険警告があった場合

に分類し、それぞれにおいて望ましい標準的な HMI 対話について要求案を作成した（表 1.3-1）。これらのうち、一番緊急性が高いのは、

D：「走行安全システムからの危険警告があった場合」
であり、どのような対話状況にあっても、安全第一と考え、これを最優先させる。

表1.3-1 緊急性や優先度に依存する標準的なHMI対話の検討

<p>A:危険な状態になる前に対話を制御する場合</p> <ul style="list-style-type: none">・対話中断・効果音挿入(中断があることを示す)・アナウンス挿入(中断理由を示す) 右左折など、ウインカを出した時点で余裕をもって対話制御できる場合等には、丁寧に知らせる(ディストラクション予防の考え) <p>B:危険な状態になった場合</p> <ul style="list-style-type: none">・速やかな対話中断のみ 急減速など、ドライバが急な場面に直面している時のんびりしたアナウンスや効果音はかえって余計なお世話と感じさせる可能性がある <p>C:交通規制情報等で自車にとって高優先度の情報を外部から受けた場合</p> <ul style="list-style-type: none">・進行中の対話を中断し、外部情報に基づく対話に移行する 右折先が通行止めであれば、右折前に知らせる <p>D:走行安全システムからの危険警告があった場合</p> <ul style="list-style-type: none">・速やかに対話を中断し、危険警告を優先させる 衝突警報システムなど(独立・非独立)の警告動作は最優先させる
--

1.4 音声インターフェースのためのスタイルガイド試案

前節までに、標準的なコマンド、標準的な効果音、緊急性や優先度に依存する標準的なHMI対話、についての検討結果を述べた。しかし、使いやすい音声対話システムを作るには、ノウハウやガイドラインが必要で、誰にでも簡単にできるわけではない。

また、自由発話認識と言語処理の技術は未成熟、車内騒音下では認識率が低下するなどのため、認識・理解できる音声に制約が生じている。そこで、音声コマンドを標準化したり、認識率が上がるように発話を促すなどの手段が必要となっている。

本節では、対話パターンを標準化することで認識率も高く使いやすい音声対話システムを構築するための試案について述べる。なお、詳細は、参考資料1：「音声インターフェースのためのスタイルガイド試案」を参照。

その狙いは、最短時間で最大の情報が得られること、ユーザが何を発話すればいいか明確であること、である(表1.4-1)。この表において、(P)(HP)(HU)はそれぞれ、通常のプロンプト、システム主導のヘルプ、ユーザの要求に応じて用いるヘルプ、であり、対話の使いやすさに大きく影響する(表1.4-2)

表1.4-1 プロンプトの役割

- (P) 通常のプロンプト
 - 選択肢の数と名前を、簡潔に提示する
- (HP) システム主導のヘルプ
 - (P) で挙げた候補や選択肢について、詳細な情報を提示する
- (HU) ユーザの要求に応じて用いるヘルプ
 - 現在の状態と、操作を行った場合に次にどうなるのか予告する

対話パターン、およびプロンプトのガイドライン案を表 1.4-2、表 1.4-3、表 1.4-4 に示す。

表1.4-2 対話パターンのガイドライン案

- ユーザ発話がどのように受理されたかの表明は最優先で行う
- 選択肢の数は4個までを目安とする
- 話題を変えたい場合はユーザの許可を得る
- 質問はできるだけYes/No形式で行う
 - 入力がない場合は、適切なデフォルトを提示し、(Y / N) で確認を行う
 - 「コマンド入力またはデータ入力」の質問を避ける
 - Yes/No質問にて同時に複数のことを確認しない

表1.4-3 プロンプトのガイドライン案(1)

- ・ Yes/No質問のプロンプトは簡潔な疑問文を使う
 - 悪い: よろしければ「はい」とおっしゃってください
 - 良い: 「びいどろ」を予約しますか?
「はい、または、いいえ、どうぞ」
- ・ 選択肢のためのプロンプトには命令文を使う
 - 悪い: どのサービスにしますか
 - 良い: サービスを「レストラン情報」「駐車場情報」から選んでください
 - 良い: 予算を「高い」または「安い」から選んでください

表1.4-4 プロンプトのガイドライン案(2)

- ・ 値入力のためのプロンプトには命令文を使う
 - 悪い: 口座番号が必要です
 - 良い: 口座番号を音声でどうぞ
- ・ システム出力の冒頭を「ランドマーク」にする
 - 悪い: 次の中から選んでください……
 - 良い: メインメニューです
XXまたはXXを選んでください
- ・ 末尾の言い回しに一貫性を持たせる

上述の音声インターフェースのガイドライン試案は、運転など他の作業をしながら使う音声システムや音声認識性能に制約がある状況下で有効と考えられる。

今後の課題としては、

- ・ 実験的な評価
- ・ 既存の製品や規格との整合性
- ・ 音声合成品質や音声認識性能との関連の検討
- ・ 標準化に向けての活動
- ・ 他の分野（PDA など）への応用

がある。

第2章 車向けネットワーク型音声利用システムの共通基盤(プラットフォーム)の整備

2.1 車載機器、センタ機器、ASPの試作

共通基盤(プラットフォーム)の整備としては、車載機器、センタ機器、ASPの試作を以下のとおり行った。

a) アプリケーションコンテンツの拡充

- ・ 駐車場検索・予約アプリケーションを追加した。
- ・ ドライバにとって優先度の高い緊急情報を、音声対話中に割り込み型で優先提供するアプリケーションを追加した。

b) 機能拡充

- ・ 緊急性、優先度によるHMI対話制御機能を追加した。
- ・ 緊急性、優先度によるHMI対話制御実現時にあたり、状況依存のダイナミックな機能分担を追加した。

2.1.1 アプリケーションコンテンツの拡充

駐車場検索・予約アプリケーションは、車の近くにある駐車場をいくつか探してもらい、満空情報を知らせてもらうとともに、ドライバの条件に合えば予約し、利用直後に決済方法まで選択する機能を有する。もしドライバが希望の駐車場の具体名を始めから知っている場合は、直接、満空情報の問い合わせのステップから入ることもできる。

検索・予約の過程において、駐車場の詳細な情報や周辺の関連情報の提供サービスをうけることもできる。ただし、詳細情報は後述するように、安全性の観点から走行中などでは提供を制限する場合がある。

レストラン検索アプリケーションにも予約機能を追加し、駐車場検索・予約アプリケーションとほぼ同様に利用できる。

実験に用いた上記アプリケーションの概要を表2.2-1に示す。

表2.1-1 実験アプリケーションの概要
(駐車場予約&レストラン情報検索)

駐車場予約

- ・サービスメニューから「駐車場予約」を選択
- ・目的地周辺の駐車場を2、3候補、満空情報付で検索
- ・検索された駐車場の特徴を提示させる
 値段、駐車場へのアクセス方法、駐車場から目的地へのアクセス方法、等
- ・駐車場を選択&予約申し込み
- ・決済方法の選択プロンプト
- ・決済方法を選択
- ・予約受け付けの確認

レストラン情報検索

- ・サービスメニューから「レストラン検索」を選択
- ・選択されたレストランの詳細情報(食事メニュー)をセンタからダウンロード
- ・対話に合わせて、車載ノートPC画面上に表示

(1) 駐車場情報サービスのシナリオ

駐車場情報サービスの詳細なシナリオを

図 2.1-1 : 駐車場検索シナリオ

図 2.1-2 : 同、走行状態

図 2.1-3 : 同、停車状態

に示す。

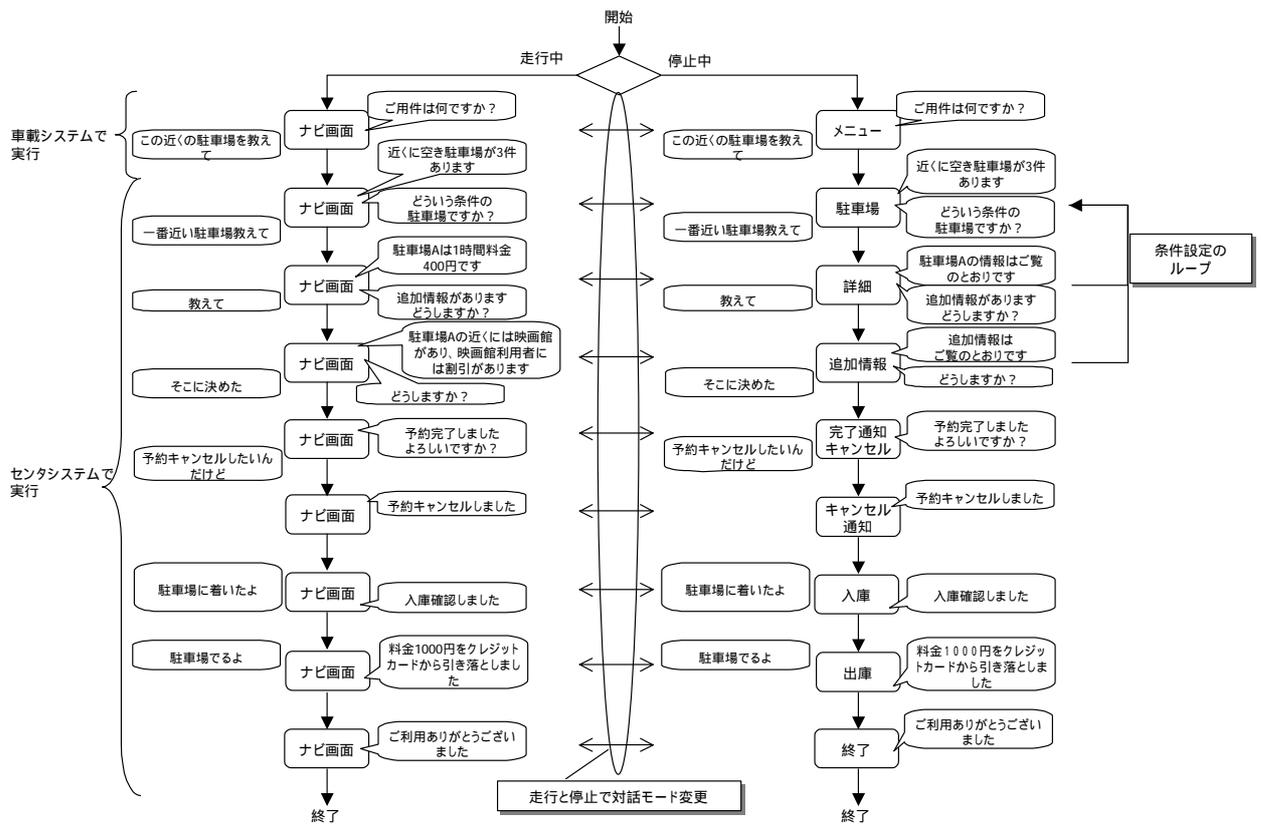


図2.1-1 駐車場検索シナリオ

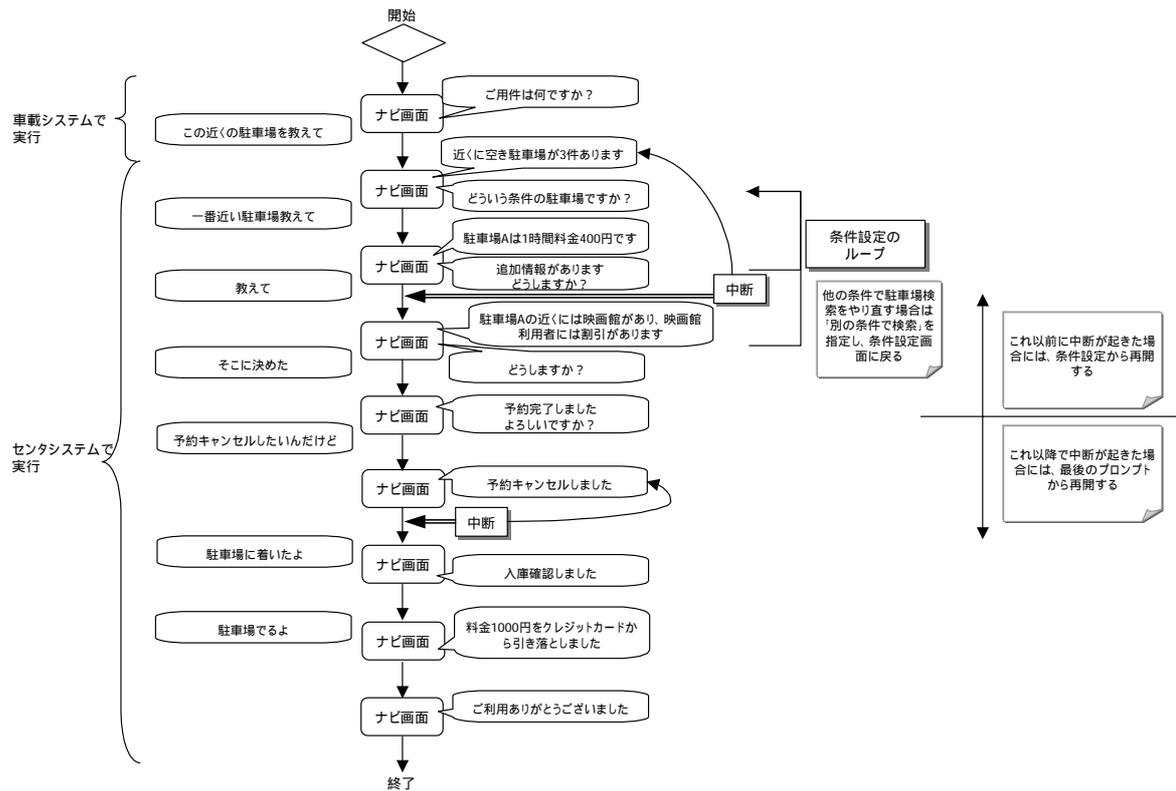


図2.1-2 駐車場検索シナリオ(走行状態)

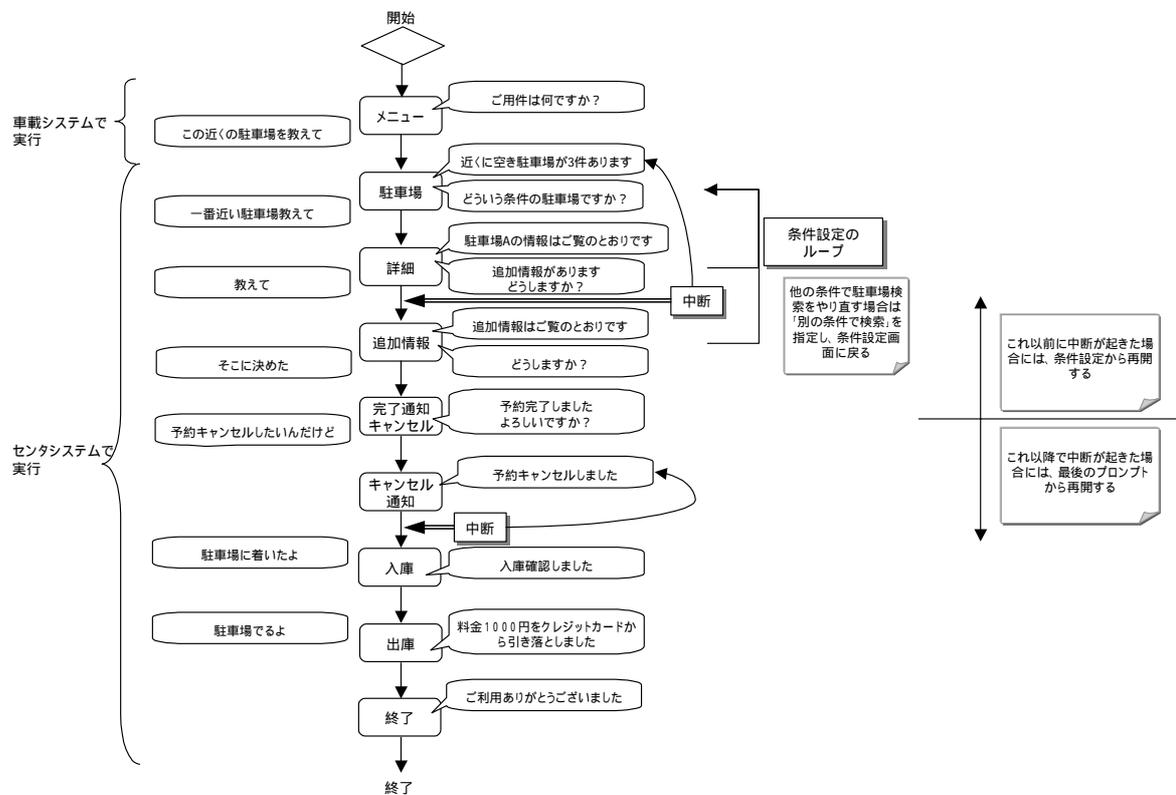


図2.1-3 駐車場検索シナリオ(停止状態)

(2) レストラン情報サービスのシナリオ

レストラン情報サービスの詳細なシナリオを図 2.1-4 に示す。

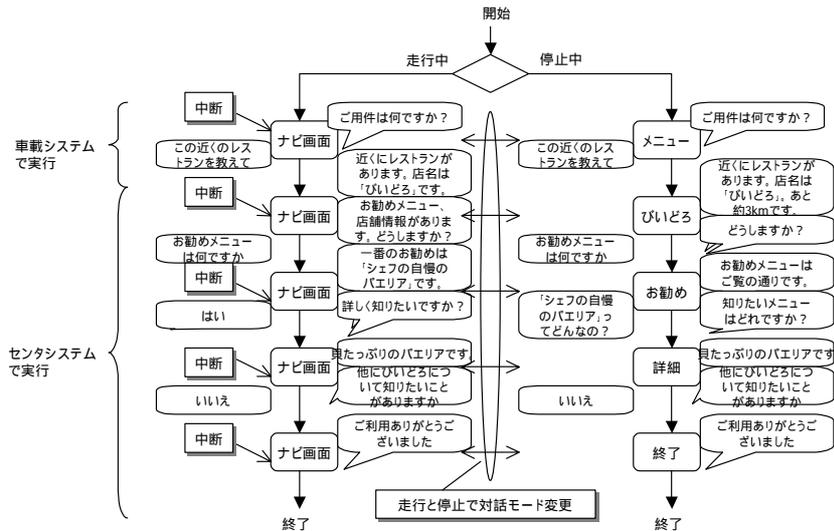


図2.1-4 レストラン情報検索シナリオ

(3) 対話の基本的な流れ

今回の共通基盤整備においては、ドライバ・ディストラクション(とくに、マインドディストラクション)発生の可能性を低減し易くするために、対話を状況に依存させて制御することが大きな課題になっている。そのため、対話を基本的には一問一答形式の小さなサブ対話に分割する方式を採用してある。そして、それらのサブ対話を組合わせて一つのサービス授受の対話を構成する。すなわち、

サービスを受けるための対話は複数のサブ対話から構成される。

一つのサブ対話は基本的には、

システムからの問いかけ(プロンプト)、および

問いかけへの応答発話

から成る。

状況の変化に対しては、このサブ対話の組合せを即時に変化させることで柔軟に対応する方式とした。

何らかの理由で対話がうまくいかない場合を想定し、その状態から抜け出す手段を含め、システム主導で必要なサブ対話を呼び出して対応する。

たとえば、

プロンプトに対し、
発話応答がない、もしくは
システムが理解できない応答があった
場合などは、サブ対話を次の順番で組み合わせ実行する。

- (a) プロンプトを繰り返す。
- (b) 「ヘルプ」コマンドに対応する説明をする。
- (c) 始めと同じプロンプトを繰り返す。
- (d) お勧め応答発話を提示し、それで良いか確認を求める。
- (e) 「使い方」コマンドに対応する説明をする。
- (f) 「終了」コマンドと同じくサブ対話を終了し、メインメニューに戻る。

それぞれのプロンプト等の繰り返し回数は調整可能としてある。

こうすることにより、VoiceXML で記述した部品としての種々のサブ対話群、および各種の状況に対応した対話遷移表を準備することで、状況依存の対話制御を容易に実現可能にしてある。

2.1.2 機能拡充

(1) 車向けネットワーク型音声利用システムの基本構成

状況に応じてダイナミックにHMI対話を制御するためのシステムの基本構成を図2.1.5に示す。システムへの入力としては、車の走行状態、ドライバがしようとする走行、車の周囲状況、ドライバの状態、それに、外部から入手する情報の種別・属性を示すタグ(第4.1節で述べる)がある。これらが音声対話主体のHMIを制御する条件を形成する。システムはこれらの入力と対話の内容とから、安全性と情報の価値に着目して対話の優先制御を行う。

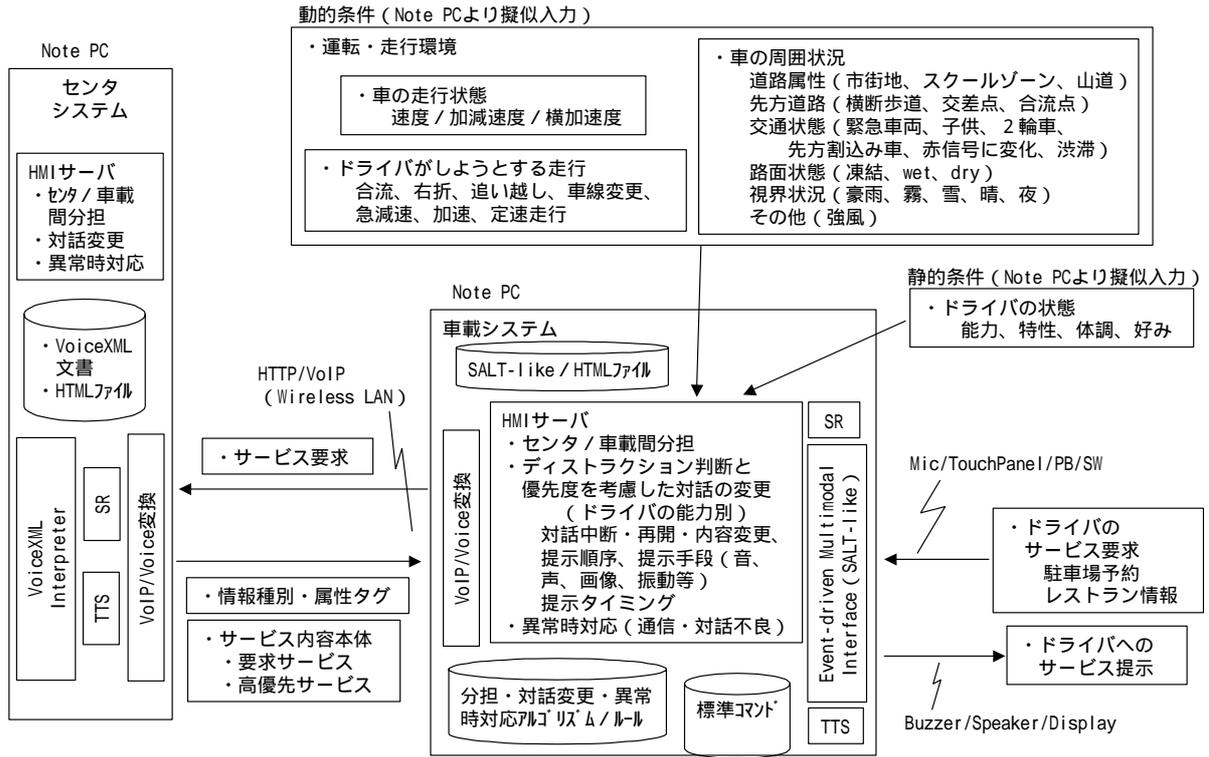


図2.1-5 車向けネットワーク型音声利用システムの基本構成

具体的には、音声対話とマインドディストラクションの関係、および、ITS 情報タグによる優先度を考慮し、緊急性、安全性、好みを考慮して音声対話による情報サービス提供の仕方を優先度に基づき制御する(表 2.1-2)。

表2.1-2 運転・走行環境、ドライバの状態による対話の制御

車の走行状態、ドライバがしようとする走行、車の周囲状況等の動的条件、ドライバの特性等の静的条件から、ディストラクションの起きやすさを判断する

ディストラクションの起きやすさに加え、ドライバが要求しているサービス、および外部からプッシュ型で送信されてくる情報の優先度等を考慮し、進行中の対話を制御・変更する

制御・変更は、対話中断、再開、内容変更、提示順序、提示タイミング、提示手段(音、声、画像、等)の組合せで行う

基本的な提示手段は、以下のようにする

- ・車両停止時：画面主体のマルチモーダルインターフェース
(写真、テキスト、音声、効果音)
- ・通常の運転負荷時：音声主体のマルチモーダルインターフェース
(ナビ地図画面、音声、効果音)
- ・高運転負荷時：対話を中断、終われば再開
(効果音)

制御・変更の程度はドライバの能力別に行う

ディストラクションの起きやすさ、および優先度の考え方の例を、表 2.1-3 に示す。運転に注意を要するものほどドライバの運転負荷(一次負荷)が高い状態なので、ドライバの余裕度が減り、ディストラクションが起きやすいと考える。また、通行止めなどの交通規制は単なる事故発生情報よりは具体的であり、優先度が高いとみなす。

表2.1-3 ディストラクションの起きやすさ、および優先度に関して

車の走行状態、ドライバがしようとする走行、車の周囲状況等の動的条件、ドライバの特性等の静的条件のそれぞれで運転に注意を要するものほど、ディストラクションの起きやすさが高いとする

ディストラクションの起きやすさが高いものの組合せは更にディストラクションが起きやすいとする

ドライバが要求しているサービスの優先度は、予約や決済が入ると、その順番で優先度が高くなるとみなす

外部からプッシュ型で送信されてくる情報の優先度については、通行止め等は交通規制であり、事故発生情報より優先度が高いとみなす

通行止めなどの交通規制情報は予約や決済よりも優先度が高く、事故発生情報は優先度が低いとみなす

対話の制御では、情報をどのような提示手段で行うかも状況に応じて制御する。具体的な提示手段は、

- ・ 車両停止時 : 画面主体のマルチモーダルインタフェース
(写真、テキスト、音声、効果音)
- ・ 通常の運転負荷時 : 音声主体のマルチモーダルインタフェース
(ナビ地図画面、音声、効果音)
- ・ 高運転負荷時 : 対話を中断、終われば再開
(効果音)

とする。どのような音声によるアナウンスとか効果音を準備したかについては、第 2.2 節で述べる。

制御・変更の程度はドライバの能力別にも可能である。

それとは別に、ドライバの意思で対話を制御可能なように、タッチパネルに触れることにより、システムからのプロンプトを中断し、ドライバの意思を音声で伝えられるバージイン（対話割込み：この場合は、タッチツウバージイン）機能を設けた。

動的条件の変化をキャッチするか外部からプッシュ型で情報が入ってくると、HMIサーバは対話の制御に入る。対話の制御としてどういうものをどの程度行うかという制御のパラメータの例を表 2.1-4 に示す。

例えば、対話を中断するにしても、直ちに行くか言いかけの文の終わりまで言ってから中断するかがあるし、再開する場合にも、無条件に再開して良いのか、良い場合には少し前まで戻って再開するかどうか、など好みやその人の能力・置かれた状況によっても異なる。

今回の共通基盤では、それらの違いに対応しやすい構成を採用しており、具体的に対応するパラメータが指定されればそれを実現できる。また、リアルタイムにパラメータを指定したい場合に利用できるコマンドも用意した。たとえば、対話における位置決め用コマンド「戻る」の程度を修飾するコマンド「たくさん」を標準コマンドとして用意した。その他、どのような音声コマンドを準備したかについては、第 2.2 節で述べる。

表2.1-4 対話制御とそのパラメータに関して

Event-driven Multimodal Interfaceが動的条件の変化をキャッチするか、外部からプッシュ型で情報が入ってくるとHMIサーバは対話制御に入る
中断で別の対話にジャンプし、その後再開することもあるため、音声エンジンはそこまでの経緯を保持、再開時に指定場所から再開可能

対話制御

- ・対話中断： 直ちに行く、その文の終わりまで言ってから中断する
- ・再開： 再開して良いか確認(良い、延期、再開キャンセル)、中断前の認識ないしは合成が完結した直後から再開、区切りの良いプロンプトまで戻って再開、先頭開始まで戻って再開
- ・内容変更： 高優先度のサービスの対話に置き換える、先方にジャンプする
- ・提示順序、提示タイミング、提示手段： 音、声、画像、等につき、順序と時間間隔を変える

標準コマンド： 「たくさん」「すこし」「もっと」「逆」など、位置決め用コマンド「戻る」「進む」「待って」などの修飾子

音声認識エンジンは車載サーバシステムとセンタサーバシステム、ASP にあり、サービス内容に応じて機能を分担する。具体的には、

- ・ 静的、固定情報に関する対話は車載システムで実施
- ・ 動的、変動する情報に関する対話はセンタシステム、ASP で実施
- ・ ローカル情報、詳細情報に関する対話はセンタシステム、ASP で実施

のように分担する。

動作実験の例では、

- ・ 車載システムで実施するのは、
 - ・ メインメニュー（依頼するサービス種類の選択）
 - ・ レストラン・駐車場検索
- ・ センタシステムで実施するのは、
 - ・ レストランの詳細
 - ・ レストランの予約
- ・ ASP で実施するのは、
 - ・ 駐車場の詳細
 - ・ 駐車場の予約

である。

(2) HMI サーバ内主要部システム概要

HMI 対話制御をつかさどる HMI サーバ内の主要部のシステム概要について述べる。そのシステム構成を図 2.1-6 に示す。

システムは、状態管理部、プロセス管理部、シナリオ管理部からなり、状況に応じて優先順位が決められた対話要素（シナリオ）をプロセス管理部内にある WaitingList で優先順に待機管理する。

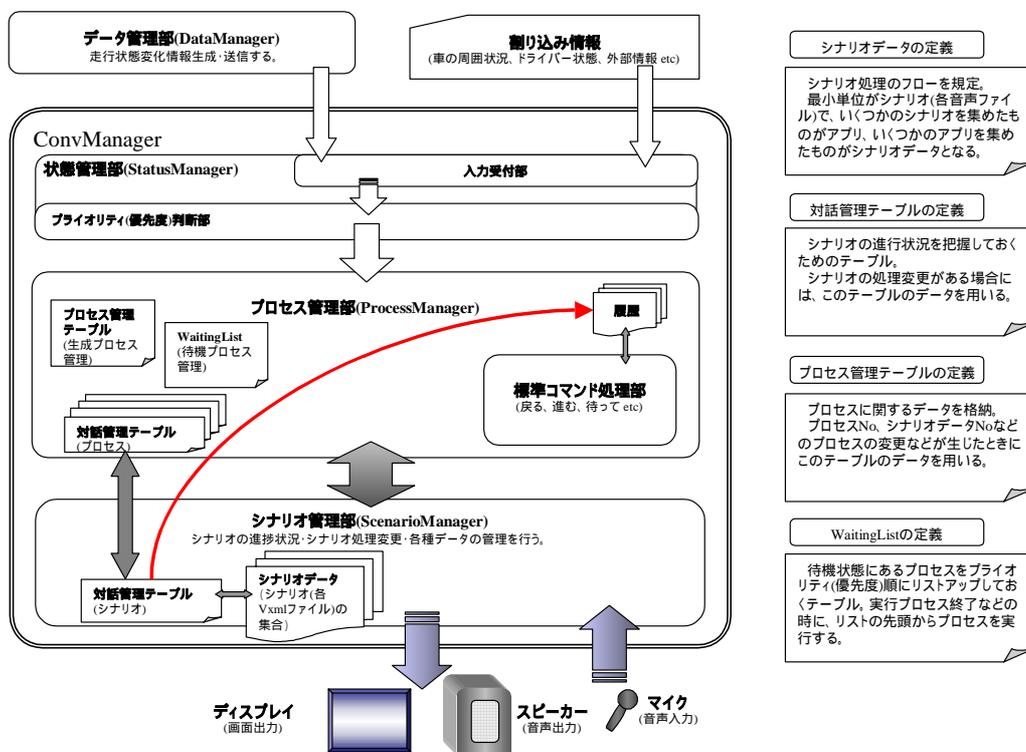


図2.1-6 HMIサーバ内主要部システム概要

(3) 対話制御時の動作

対話制御の動作は、まず、割り込み情報が状態管理部で受け付けられ、状況の変化を検知すると、プライオリティ判断部は走行状態も考慮して優先度を判断し、プロセス管理部にある Waiting List のプロセスの並び順を優先度順にならび替える。

次にプロセス管理部は Waiting List に従って対話の中断、再開、等を行うプロセスを動作させる。

その時、シナリオ管理部はユーザとの対話にマッチするシナリオを管理し、対話管理テーブル経由でプロセス管理部に実行させる。

また、対話の中断では別の対話シナリオに行ったあと戻って再開する場合に備え、対話履歴をプロセス管理部に持つ。

再開時にはどこまで対話を遡るかの位置決め用の標準コマンド(「たくさん」「すこし」「もっと」「逆」など、「戻る」「進む」「待って」などの修飾子)を処理する機能をプロセス管理部に持つ。

2.2 動作実験による、その有効性確認

車向けネットワーク型音声利用システムの標準化への要求案、アプリケーションコンテンツの充実、機能拡充を踏まえ、動作実験を実施した。

2.2.1 動作実験概要

本実験では、ドライバによる音声操作サービスとして、「レストラン情報検索・予約サービス」、「駐車場情報検索・予約サービス」の利用を想定して実施した。それぞれのサービス中に、本研究委員会にて検討した下記の要素を実験システムに付加して実験を行った。

- ・音声サービスにおける機能分担の最適化

車載機器の負荷を軽減することを考えて、車載側とネットワーク側のそれぞれに音声利用エンジン機能を持たせ、それを連結し、それぞれの機能分担を最適に行う。

- ・ドライバ・ディストラクションを考慮したインタフェースの実現

ドライバが音声利用システムを使いやすくするために、音声対話における共通インタフェースを考慮した、「対話の基本機能に関する標準コマンド」、「システム状態をドライバが把握するための標準効果音」を設定した。

ドライバにとって、通常運転時より、運転負荷が高くなるときに音声対話中断した。

- ・優先度を考慮した情報提供の実現

災害、事故、交通規制等、ドライバにとって優先度の高いと思われる情報をネットワーク側から車載側へ割り込みで通報した。これは、自動車技術会にて検討されている、ITS 情報タグの検討に基づき設定した。

(1) 実験の目的

本実験では、被験者に対し、上記概要のネットワーク型利用システムを搭載した、車両を運転させ、運転走行中の音声対話サービスの有効性検証にあたり、対話の仕方を適切に制御することで、様々な運転状況において、サービス継続性の確保可能性を確認するものである。また、被験者にはサービス実施後にアンケート調査を行い、その結果を基に考察した。結果については 2.2.2 に述べる。

(2) 運転走行中の問題と解決策

通常、ドライバは、定常運転（直線道路走行中）に比べ、右左折、追い越し、合流等では、明らかに運転負荷が高くなる（ここでは、これを一次負荷と呼ぶ）。また、運転中において、車載システム等を画面等を用いて操作することは、極めて大きな負荷が予想される。本研究では、画面等を用いて操作することよりも、支障が少ないとされる音

声操作を利用することを検討しているが、音声利用においても、目や手は拘束されないが、認知の負荷が予想される（ここでは、これを二次負荷と呼ぶ）。これらの、一次負荷、二次負荷が高い状態では、運転の安全性確保の面では、極めて危険度が高まる。このような問題を回避するために、走行状態を自動的に検知し、それに基づいて音声対話を制御することを検討した。この検討を有効性確認実験システムに反映させるシステムを構築した。

(3) 運転走行中のドライバーへの作業負荷

本研究では、一次負荷として「右折時」、「左折時」、「追い越し時」、「合流時」に関して、定常運転時に比べ、作業負荷が高いと検討を進めてきた。また、先にも述べたように、二次負荷として、「レストラン情報検索・予約サービス」、「駐車場情報検索・予約サービス」を検討した。一次負荷、二次負荷、運転能力、運転余裕度に関して検討した結果を図 2.2-1 に示す。図 2.2-1 に表現されているものは、先に述べている一次負荷に二次負荷が加わると、負荷のレベルが上がる。当然、個々の運転能力により、運転余裕度は変動するが、負荷が運転能力以上となると、事故の要因が増える。一次負荷が高い時に、二次負荷を軽減させる方法を検討する必要がある。

また、今回の有効性確認動作実験では、一次負荷を「右折時」、「左折時」、二次負荷を「レストラン情報検索・予約サービス」、「駐車場情報検索・予約サービス」に限定して実施した。

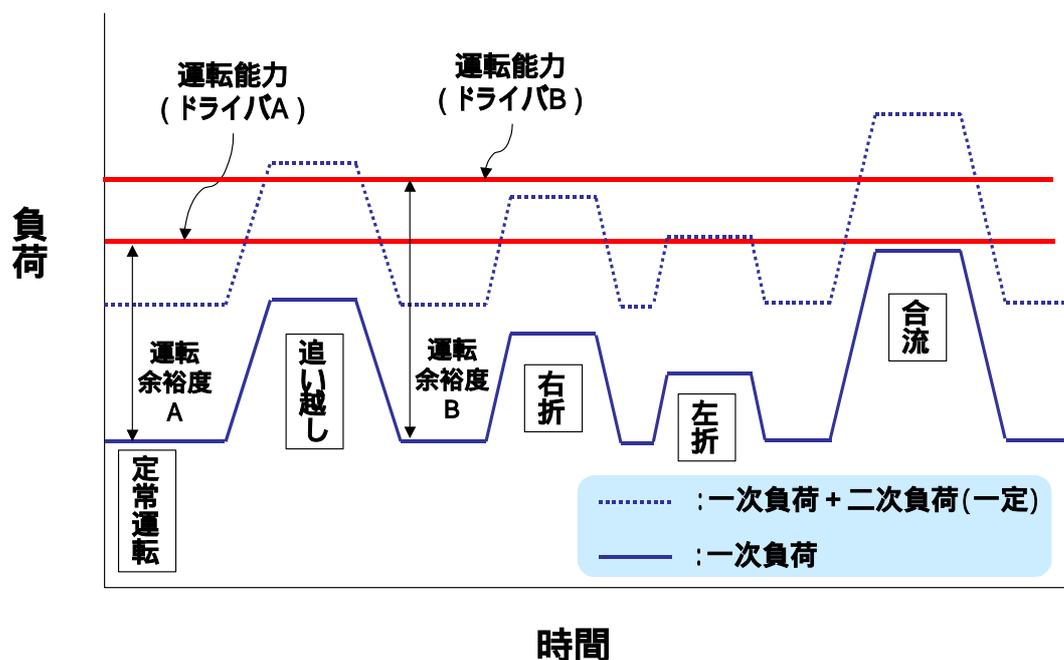


図 2.2-1 一次負荷、二次負荷、運転能力、運転余裕度の関係

(4) 実験システムの構成

本実験システムは、車載情報システム側と音声利用センタシステム/情報センタ(ASP)で構成される。

車載情報システム側は、ドライバ向け情報提供として、「液晶ディスプレイ」、「スピーカ」、「ドライバによるサービス要求として、「マイク」、「タッチパネル(液晶ディスプレイに装備)」、音声認識・合成、音声/VoIP 変換ゲートウェイとして「ノート PC」で構成した。

音声利用センタシステム/情報センタ(ASP)は、音声認識・合成、個別アプリケーションサーバ、音声/VoIP 変換ゲートウェイとして「ノート PC」で構成した。

車載側とセンタ側を無線 LAN によって接続した。携帯電話では、広域に通信可能だが、情報伝達に時間がかかり、リアルタイム性にかける。今後の通信技術の発展を考え、現状のレベルでは近接であるが、高速通信が可能な無線 LAN を選択した。そのため、車両 2 台を用意し、それぞれを車載システム車、センタ車とした。実験システム構成図を図 2.2-2 に示す。また、実験システム概略仕様を表 2.2-1 に示す。

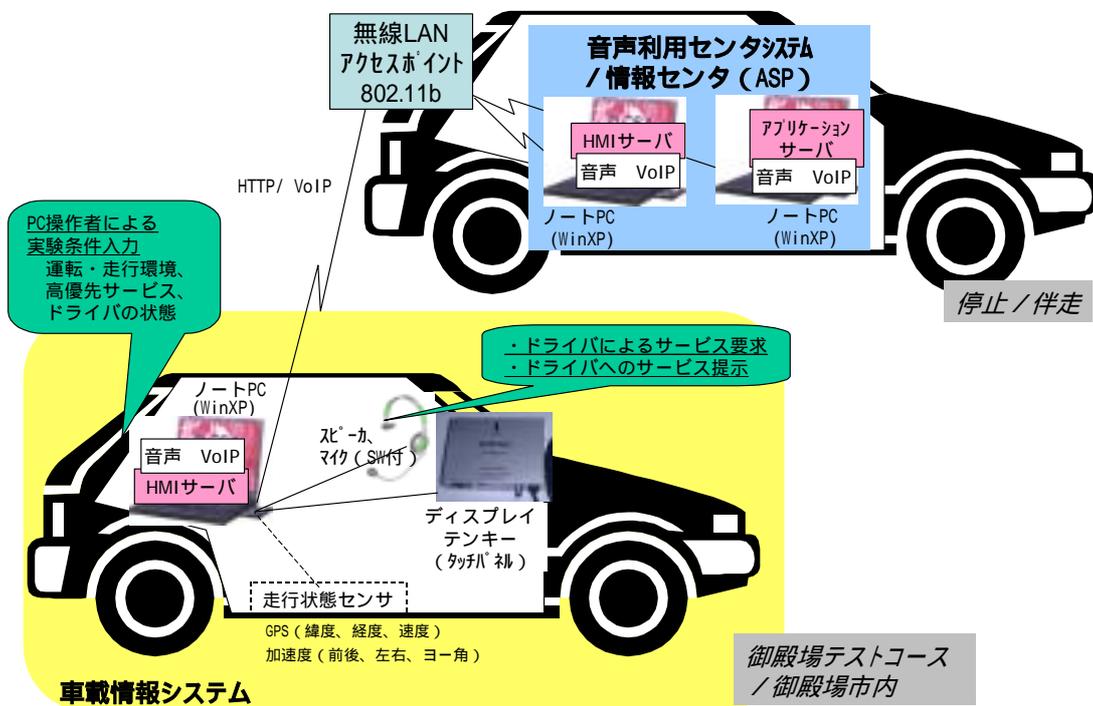


図 2.2-2 実験システム構成図

表 2.2-1 実験システム概略仕様

システム	構成要素	機能・備考
車載情報システム (実験車)	ディスプレイ、スピーカ	ドライバへのサービス提示
	マイク(SW 付)、タッチパネル	ドライバによるサービス要求
	ノート PC : HMI サーバ、音声認識・合成、 車内アプリサーバ	センタ / 車載間分担、対話の変更 PC 操作者による実験条件入力
	ノート PC : 音声 / VoIP 変換ゲートウェイ	音声 VoIP 相互変換
	無線 LAN (802.11b)	音声利用・情報センタとの通信
音声利用センタシステム (伴走車)	ノート PC : HMI サーバ、音声認識・合成、 センタアプリサーバ	センタ / 車載間分担、対話の変更 レストラン検索・駐車場アプリ
	ノート PC : 音声 / VoIP 変換ゲートウェイ	音声 VoIP 相互変換
	無線 LAN (802.11b) 無線 LAN アクセスポイント (ルータ)	車載情報システムおよび情報センタ との通信
情報センタ (ASP) (伴走車)	ノート PC : 個別アプリサーバ	駐車場アプリ
	ノート PC : 音声 / VoIP 変換ゲートウェイ	音声 VoIP 相互変換
	無線 LAN (802.11b)	音声利用センタおよび車載情報システムとの通信

(5) 動作実験日程

2003年2月3日～2月7日

2003年2月17日～2月18日

なお、2月6日～7日、2月17日は、ネットワーク型音声利用システム基盤整備研究委員会および研究開発ワーキンググループメンバーを被験者として、有効性確認実験を実施した。2月17日午後からは、経済産業省、(財)機械システム振興協会を対象として、有効性確認実験デモを実施した。

実験場所として、(財)機械システム振興協会所有の御殿場総合システム実験場(図2.2-3)および御殿場市街地(図2.2-4)を使用した。

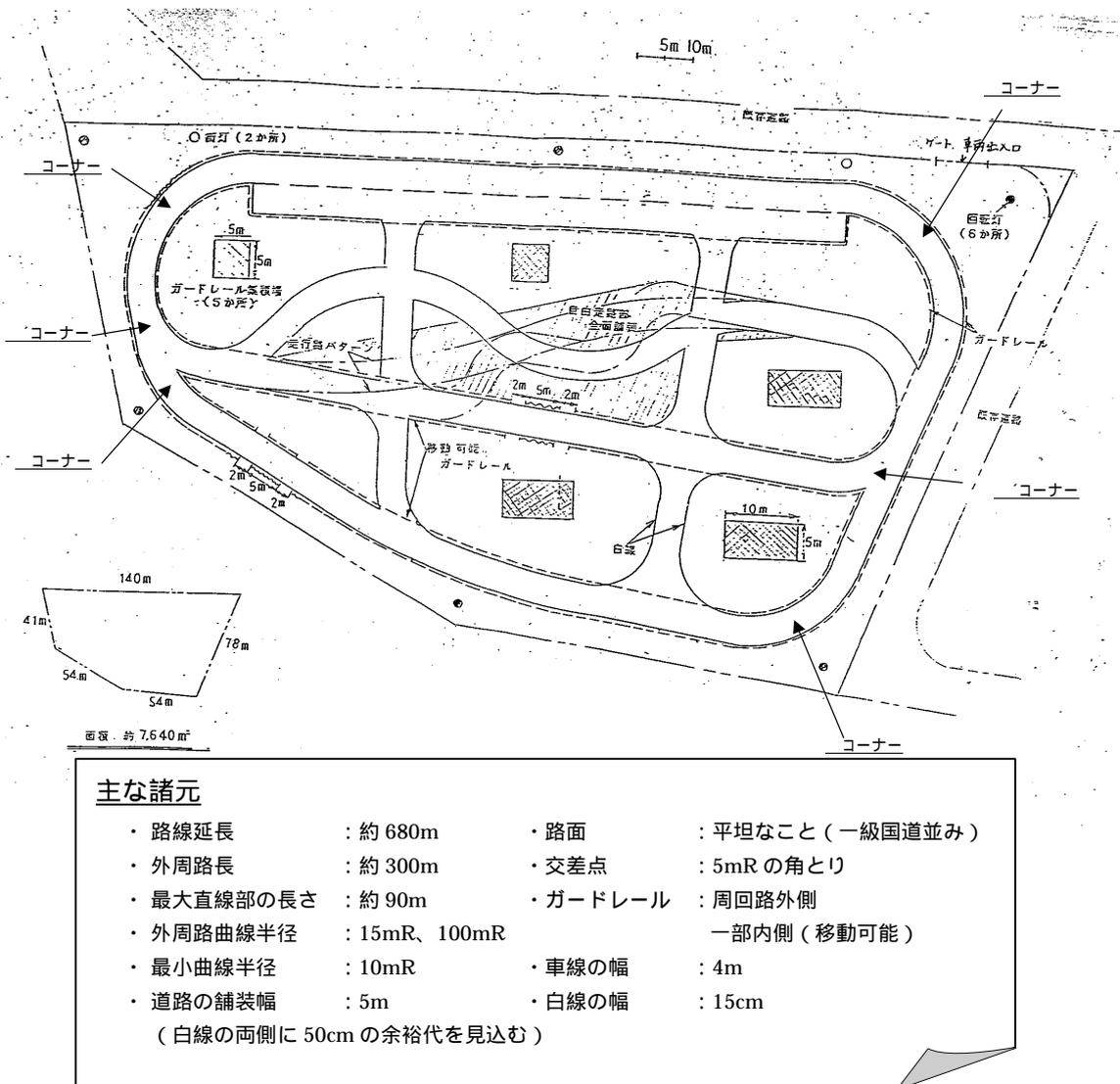


図 2.2-3 御殿場総合システム実験場平面図



図 2.2-4 御殿場市街地走行路

(6) 実験手順

御殿場総合システム実験場

御殿場総合システム実験場にて動作確認実験を実施した。また、同所にて本システムを運用して通常運転を実施した際、危険が生じないか確認するための走行テストを実施した。以上の確認により、安全確保が得られたので、御殿場市街地での実施をした。

御殿場市街地

御殿場市街の一般道路にて実施した。コースは、右左折を含む約 20 分程度の走行時間で設定した。被験者による有効性確認実験も御殿場市街地にて実施した。

被験者には、実験の予備知識として、事前に今回の実験で利用できるサービス、基本的な標準コマンド、システム状態を通知する標準効果音、緊急情報の割り込み通知について説明した後、実車にて音声利用サービスを実施してもらった。実験実施後にアンケート調査を実施した。

実験の様子を写真 2.2-1 に示す。



(7) 対話の制御パターン

本実験では、音声操作を利用した場合のドライバ・ディストラクションを軽減する対話制御を実施した。具体的に対話制御とは、ドライバの運転負荷が高い場合に対話を中断し、運転負荷が低くなった場合に対話を再開させることを行った。今回の実験では、「右折時」、「左折時」を運転負荷が高い時と設定し、ウインカの ON、OFF により、「中断」、「再開」の判断を行った。再開に関しては、ウインカ ON の場合でも停車中であれば、再開コマンドを利用して、再開できるようにした(例えば、右折時の信号待ち等)。

また、ドライバの判断で対話の中断、再開ができるように、中断、再開のコマンドも用意した。更に、優先度の高い緊急情報等がある場合は、通常のサービスにおける対話を中断し、割り込みにて緊急情報を通知し、終了後に再開を行った。

上記を表 2.2-2 にまとめる。また、右折時の対話制御の例を図 2.2-5 に示す。

表 2.2-2 対話の制御パターン

	中断			再開			システム 状態	高優先度 情報
	強制	ウインカ ON	コマンド	強制	ウインカ ON V=0(停車)	ウインカ ON OFF	示す	
				再開	再開コマ ンド有	再開		
1								
2								
3								
4								
5								

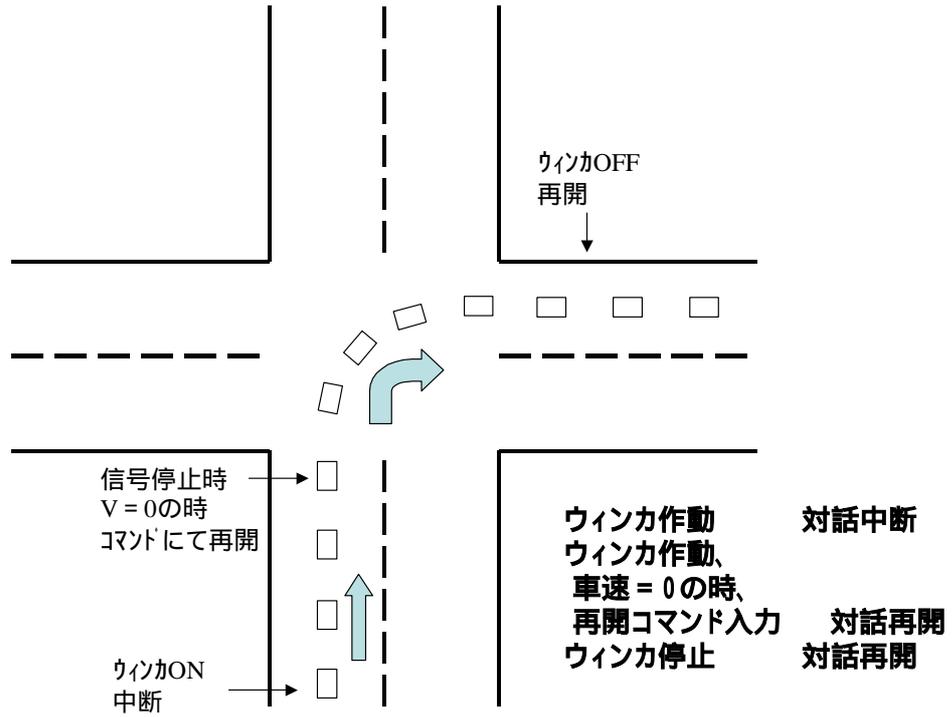


図2.2-5 対話制御(右折時の例)

2.2.2 動作実験アンケート結果

(1) アンケート実施方法

被験者に実験車両を運転させ、運転中に「駐車場情報サービス」、「レストラン情報サービス」の2つのサービスを音声対話にて実施させた。予め用意しておいた、基本的なコマンド、システム状態を知らせる基本的な効果音、ランダムで割り込む緊急情報を盛り込んだ実験を実施し、その後アンケートによる調査を実施した。対話のシーケンスを2バージョン用意した。それぞれのアンケート結果については以下のとおりである。

(2) 安全性と利便性の評価

安全性と利便性に関するアンケート結果を図2.2-6にまとめる。安全性が高くなると全員が評価した。

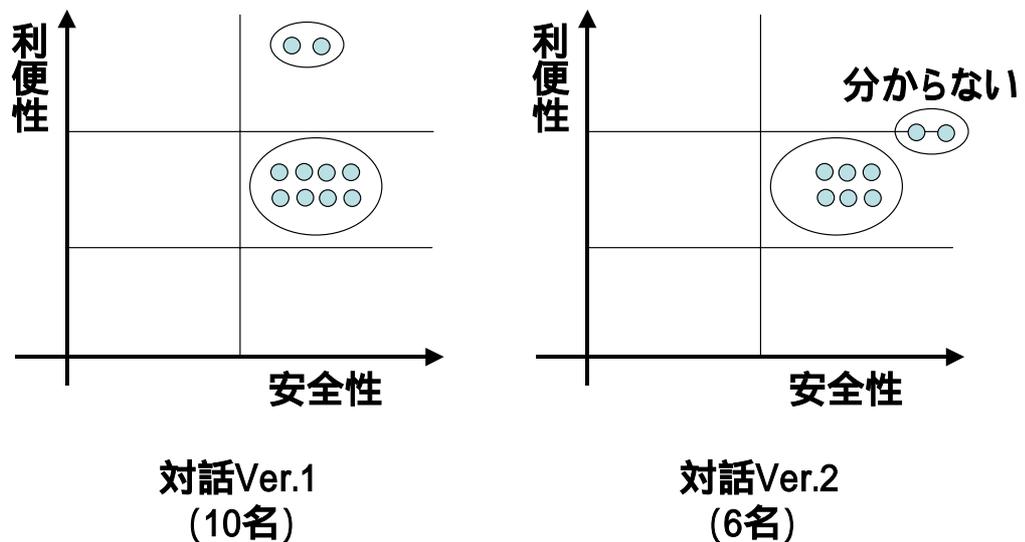


図2.2-6 安全性(運転余裕度 / 安心感)と利便性(サービスの継続性)の評価

(3) 対話の中断の評価

対話の中断に関するアンケート結果を表 2.2-3 に示す。結果はほとんどの項目がばらつく中で、効果音とアナウンスの必要だということは評価が一致している。

表2.2-3 対話の中断に関する評価

運転に集中できましたか / 安心して運転できましたか (安全性)	
対話Ver.1	YES60% NO30% どちらでもない10%
対話Ver.2	YES33% NO17% わからない 50%
対話の進行状況を把握できましたか (安全性)	
対話Ver.1	YES60% NO30% どちらでもない10%
対話Ver.2	YES33% NO50% わからない 17%
中断のタイミングは良かったですか (安全性)	
対話Ver.1	早い30% 丁度良い30% 遅い20% 一定しない20%
対話Ver.2	丁度良い50% 一定しない17% わからない 33%
中断時の効果音とアナウンスの必要性 (安全性、利便性)	
対話Ver.1	効果音要100% アナウンス要90% 不要10%
対話Ver.2	効果音要100% アナウンス要100%

(4) 対話の再開の評価

対話の再開に関するアンケート結果を表 2.2-4 に示す。結果は各項目ともばらついて
いる。

表2.2-4 対話の再開に関する評価

再開のタイミングは良かったですか (利便性)			
対話Ver.1	早い10%	丁度良い30%	遅い150% 無回答10%
対話Ver.2	早い16%	丁度良い33%	遅い16% その他35%
再開の戻り位置をすぐ認識できましたか (利便性)			
対話Ver.1	YES40%	NO50%	どちらでもない10%
対話Ver.2	YES17%	NO66%	どちらでもない17%
対話の戻り位置は良かったですか (利便性)			
対話Ver.1	YES80%	NO20%	
対話Ver.2	YES17%	NO66%	どちらでもない17%

第3章 結果の考察

本章では、本年度試作したシステムにおける有効性確認実験の被験者からのアンケート結果を基に、有効性確認結果と得られた知見、および今後の課題の観点から考察する。

3.1 有効性確認結果

今回の有効性確認実験で用いたサービスアプリケーションは、表 3.1-1 に示すように、レストラン情報検索・予約と駐車場情報検索・予約の2種類である。この2種類のサービスアプリケーションに、音声サービスにおける機能分担の最適化、ドライバ・ディストラクションを考慮したインターフェースの実現、および優先度を考慮した情報提供の実現の3つの要素を盛り込み実施した。

音声サービスにおける機能分担の最適化とは、車載側とネットワーク側の双方の音声認識エンジンを連結し、それぞれの機能分担を最適にすることである。今回の機能分担は、表 3.1-2 に示す。

ドライバ・ディストラクションを考慮したインターフェースの実現とは、音声対話における共通インターフェースを考慮した、「対話の基本機能に関する標準コマンド」、「システム状態を把握するための標準効果音、アナウンス」の設定、および運転負荷が高い時の音声対話の中断である。今回、設定したコマンドを表 3.1-3、効果音、アナウンスを表 3.1-4 に示す。

優先度を考慮した情報提供の実現とは、災害・事故・交通規制等優先度の高いと思われる情報を通常の音声対話より優先して、ネットワーク側から車載側へ割り込みでドライバに通報することである。

表 3.1-1 実験アプリケーション(レストラン情報&駐車場情報)

レストラン情報検索 予約	<ul style="list-style-type: none">・メインメニューから「レストラン情報サービス」を選択(車載)・「レストラン検索」又は「レストラン予約」を選択(車載)・検索の場合、レストランの詳細情報をダウンロード(ネットワーク) 詳細情報： <メニューの特徴> <行き方と地図> <空席状況>・予約の場合、選択したレストランの予約を実施(ネットワーク)
-----------------	---

<p>駐車場情報検索 予約</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・メインメニューから「駐車場情報サービス」を選択（車載） ・「駐車場検索」又は「駐車場予約」を選択（車載） ・検索の場合、駐車場の詳細情報をダウンロード（ネットワーク） 詳細情報： < その他のサービス > < 行き方と地図 > < 空き状況 > ・予約の場合、選択した駐車場の予約を実施（ネットワーク）
-----------------------	---

表 3.1-2 実験における機能分担の最適化

<p>車載側</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・メインメニューにてサービスの選択 < レストラン情報サービス > < 駐車場情報サービス > ・レストラン検索、および選択 < 種類（洋食、和食、中華） > < 値段 > ・駐車場の検索、および選択 < 種類（駐車場名） >
<p>ネットワーク側</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・レストランの詳細 < メニューの特徴 > < 行き方と地図 > < 空席状況 > ・駐車場の詳細 < その他のサービス > < 行き方と地図 > < 空き状況 > ・レストランの予約 ・駐車場の予約

表 3.1-3 実験で使用可能とした標準コマンド

コマンド	意味
「使い方」	利用可能コマンドの使い方を教える
「ヘルプ」	現在の対話は何のサービスなのか、またここで何を発話したら良いかを教える
「終了」	現在の対話を終了する
「もう一度」	現在の対話モードをやり直す
「戻る」	一つ前の対話モードに戻る
「たくさん戻る」	三つ前の対話モードに戻る
「中断」	現在の対話を中断する
「再開」	中断中の対話を再開する

表 3.1-4 実験で使用した標準効果音、およびアナウンス

効果音	アナウンス	意味
『ポン』	なし	発話待ち
『ピンポン』	なし	発話受付
『ピンポン、ピンポン』	「緊急情報をお知らせします。」	優先度の高い情報の割り込み
『チャチャツ』	「対話を中断します。」 「対話を再開します。」	音声対話の中断 音声対話の再開

音声対話の制御

今回の実験では、ドライバーが音声利用サービスを運転中に受けることに関して、安全性を考慮した音声対話の制御（中断）を実施した。具体的には、動作実験の概要でも示したように、運転負荷が高いと思われる右左折時に、音声対話を中断させる。というものである。一方、このような制御を行うことで、サービスの利便性が低下することは、避けられない。

今回の実験を通して、被験者からの意見をまとめると以下のとおりとなった。

- ・ 運転負荷が高い時に音声対話を中断することで、安心して運転が可能である。
- ・ 音声対話を中断することで、利便性は低下するが、やむを得ない。

上記結果から、安全性を考慮して、運転負荷が高い時に音声対話を中断させることは、多少、利便性の低下につながる部分はあるが、必要なことであり、安全性を確保する上での一手段として考えることができる。

コマンドの必要性

本実験システムでは、運転中の音声対話の安全性、利便性の両面を考慮して、表 3.1-3 に示したコマンドを標準として検討し、動作実験にて実施した。

今回の実験を通して、被験者からの意見をまとめると以下のとおりとなった。

- ・音声利用システムにおいて、基本的なコマンドは必要不可欠である。
- ・必要性は十分にあるが、標準化することが必要である。
- ・今回、使用したコマンドで十分とは、言いきれない。今後の更なる検討が必要である。

効果音、およびアナウンスの必要性

車載の音声利用システムにおいて、ハンズフリー、アイズフリーも重要だが、マインドフリーは、更に重要であることが、本研究を通じて明らかとなってきた。本研究では、マインドフリーを実現するために、システムの状態を知らせる効果音、アナウンス(表 3.1-4 参照)を検討し、動作実験にて実施した。

今回の実験を通して、被験者からの意見をまとめると以下のとおりとなった。

- ・ドライバが、システムの状態を把握する手段として、効果音、アナウンスは共に有効なものであり必要である。
- ・必要性はあるという結果を得たが、それぞれのシステムにおいて効果音の標準化は進める必要がある。

要検討事項

本実験を通して、音声利用システムの対話制御、コマンド、効果音等複数の要素について最適な設定について、システムの習熟度の差なのか、個人差なのか等、要検討が必要であることが明らかになった。被験者からのアンケートを基に検討事項を示す。

- ・音声対話の中断、再開のタイミング、位置、知らせ方の検討が必要
 - 「中断ないしは、中断の報知が気になることがある。」
 - 「発話受け報知、YES/NO の単純回答は中断したくない。」
 - 「長い中断後は再開位置を把握しにくい、思考が中断する。」等の意見から。
- ・基本的コマンド、効果音、アナウンスの検討が必要である。
 - 「認識できたか否かを知らせて欲しい。」
 - 「選択肢に番号、順番を示す言葉(始めの、真中の、最後の)を組み合わせた。」
 - 「対話の戻り位置はそこで使用されるキーワードでも指定したい。」等の意見から。

3.2 得られた知見

以上のことから、

- ・ドライバに必要な情報の価値とそれを知らせるタイミングのバランスが重要である。
- ・音声、効果音だけでなく、わかりやすい図形や直感的な色表示などを組み合わせた、マルチモーダル的な情報伝達手段の検討も必要である。
- ・ドライバの習熟度によっても異なり、システムの応答をこれに適応して変化させ得る機能も必要である。

なる知見が得られた。

3.3 今後の課題

本スタディにおける動作実験を通じて、ドライバの負荷が高くなる時に音声対話の制御がマインドディストラクションに対して有効であることが分かった。また、標準的なコマンドや対話のパターンが使いやすくしていることも分かった。しかし、制御内容については、ほとんどの被験者が賛同したものと、習熟度、個人差によるものかは判断できないが評価がばらついたものとはっきりに分かれた。

マインドディストラクションに関する研究はまだ始まったばかりである。本スタディにおいても、このような考え方による実験が重要であることを示す第一歩を踏み出したに過ぎない。実験結果については定性的に多くの人が安全と考える制御が存在することを示しただけであり、その境界はどこにあるかという定量的な知見を与えるものではない。評価がばらついた項目に関してはその類型化もできるかもしれない、のレベルの知見を得たに過ぎない。

今後の課題は、定量的な知見を得る実験を進めることである。最適な基準を作成できるまでの定量的な知見が得られるところまで進めるには、カーメーカ、通信キャリア、車載端末メーカ、ユーザが協力して実験・研究を推し進めていく必要がある。そうすることによって初めて、音声対話を主とした HMI の標準化を進めることができる。その結果、どの車に乗ってもユーザから見て思想が統一されていて迷うことなく使えるようになり、安全性の観点からも、分かりやすさ、利便性の観点からも社会的に受け入れられるものとなる。

第4章 外部状況

本スタディに関連した課題を取り上げている二つの団体の活動につき述べ、次に海外調査内容、国際標準化動向について述べる。

そのうちの一つの団体は、昨年度から本研究活動と連携している、ITS 情報通信システム推進会議プラットフォーム専門委員会 HMI 情報通信プラットフォーム WG (HMI-WG) である。そこでは、図 4-1 に示すように、ITS 端末機器の HMI ガイドライン化を進めている。そこではドライバ毎の情報処理能力の余裕量と車が置かれた状況の関連において、マインドディストラクションを起こさないようにするための HMI のあり方を考え、最終的にはそれに必要な情報通信システムのガイドラインを提言しようとしている。

もう一つの団体は、今年度に活動した日本自動車技術会 (JSAE) の ITS 情報タグビジネスチーム (ITAG-BT) である。そこでは、図 4-1 に示すように、ドライバ・ディストラクションの観点から、ドライバに提供される情報にタグを付与し、情報の種類、緊急性を識別可能にしようとする活動を行った。これにより、運転中に表示すべきでない情報とか、緊急度に応じた表示の優先順位付けを車載機で判断させる。

本スタディによるネットワーク型音声利用システムは、図 4-1 に示すように、上記両団体と連携しそれぞれの想定する状況を考慮し、その時々情報の価値と安全性を、状況や個人のプロフィールに基づき計った上で情報サービス提供の優先度を判断し、それに則した音声対話を主とする HMI の制御、および視覚、聴覚、触覚の適切利用を図ることにより、安全で利便性の高い情報システムと提供するものである。

車でドライバーが使えるITS機器への制限

ITS端末機器のHMIガイドライン化の動き
(「安全性」と「分かりやすさ」の観点から)
・「ドライバーの負荷 余裕量」の関係
・「認知・判断しやすい、慣れやすい、
使い勝手がよい、勘違いを防ぐ」

ガイドライン項目候補

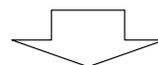
- ・HMIランクの設定:
 - ・各ユーザ層(高齢者、若者など)の
情報処理力、適応力のレベルに対応
- ・HMIランクの選択
 - ・シチュエーション(状況)、プロフィール
(好みなど)、に依存した選択
- ・HMIの程度変更・適応・制御
 - ・シチュエーション、プロフィール、
対話内容に応じて対話を制御
(危険度、緊急度が高い時など)

車へ送り込めるITS情報への制限

ITS情報タグ付けの動き
(ドライバー・ディストラクションの観点から)

車載装置が情報の種類・緊急度を
識別可能とする仕組みの一環として、
ITS情報にタグを付与

- ・運転中に表示すべきでない情報
- ・緊急度に応じた表示の優先順位付け



対応(研究開発の目的)

状況(優先順、緊急性、好み)を
考慮したネットワーク型音声利用
システムの構築

- ・情報の優先順を考慮
- ・緊急性、優先順に依存した
視覚、聴覚、触覚、の適切利用



図4-1 本スタディとHMIガイドライン、ITS情報タグとの関係

4.1 ITS 情報タグの提案活動(JSAE 情報タグビジネスチーム報告書より骨子抜粋)

(1) 概要

インターネット等の汎用手段を用いて自動車運転中の運転者に情報を提供する場合、道路交通法で定める「交通情報の提供に関する指針」(平成14年国家公安委員会告示第12号)および「道路情報の提供に関する指針」(平成14年5月31日付け国土交通省道路局長通達)(以下これらを合わせて「指針」という。)の規定、精神の遵守が求められる。この場合、提供される情報がどのような種類のものであるか識別できる共通の枠組みを整備するために、産官学からなるビジネスチームを編成し、その情報の種別を容易に識別できるよう「情報タグ」の標準化を提案した。

「情報タグ」は上述の「指針」と整合が取れるよう、

「災害等に伴う道路の通行の禁止その他の交通規制に関する情報」

「交通事故の発生、故障車、落下物などに関する情報」

「渋滞情報、旅行時間情報等」

「上記以外の自動車の運転に必要な情報」

「自動車の運転に必要なでない情報」

の5つの「基本種別」を設け、必要に応じて「補助種別」も設ける。また、発生事象が、特定の方向に走行する特定の車両に必要な否か等の判別可能なように情報の「属性」を付与する。

一方、どの情報がどの種別に分類されるかは交通安全の観点から議論されるべきとし、標準化提案には含めていない。

表4-1 ITS情報タグ案(種別)

目的: 車を運転中の運転者へ提供すべきか否か、情報内容を解析せずとも判断可能にする

道路交通法による優先順位(参考)	基本種別 (必須項目)		補助種別 (選択項目)	
		種別記号		補助種別記号
1	災害等に伴う道路の通行の禁止その他の交通規制に関する情報	A	/	
2	交通事故の発生、故障車、落下物等に関する情報	B	/	
3	渋滞情報、旅行時間情報等	C	渋滞情報	j
			旅行時間情報	k
			経路誘導情報	m
			その他	n
4	上記以外の自動車の運転に必要な情報	D	気象情報(路面状態の情報を含む)	j
			イベント情報	k
			案内情報(場所情報)	m
			その他	n
走行中提供禁止	自動車の運転に必要なでない情報	E	/	

出典: ITS情報タグビジネスチーム資料

表4-2 ITS情報タグ案(属性)

目的: 自車に必要な情報が否か、及び、情報提供の優先順位を判別する

種別			属性							
道路交通法による優先順位(参考)	基本種別	補助種別	位置	区間	地域	車線方向	発生時間	消滅時間	更新時間	対象車種
1	A	/	選択注1	選択注1	選択注1	必須	必須	選択	必須	選択
2	B	/	必須	選択	/	必須	必須	選択	必須	/
3	C	j	/	必須	/	必須	必須	選択	必須	/
		k	/	必須	/	必須	必須	選択	必須	選択
		m	/	必須	/	必須	/	/	必須	選択
		n	選択	選択	選択	選択	選択	選択	必須	選択
4	D	j	選択	選択	必須	選択	必須	選択	必須	/
		k	必須	選択	選択	選択	必須	選択	必須	選択
		m	必須	選択	選択	選択	選択	選択	必須	選択
		n	選択	選択	選択	選択	選択	選択	必須	選択
走行中提供禁止	E	/	選択	選択	選択	選択	選択	選択	必須	選択

注1: '位置'、'区間'、'地域'の中からどれか一つは必ず付与しなければならないが、どれを付与するかは選択可能とする。

出典: ITS情報タグビジネスチーム資料

4.2 ITS 情報通信システム推進会議プラットフォーム専門委員会 HMI-WG

HMI-WG については、昨年度の本研究の報告書に詳しく説明した。今年度の活動状況を簡単に紹介する。

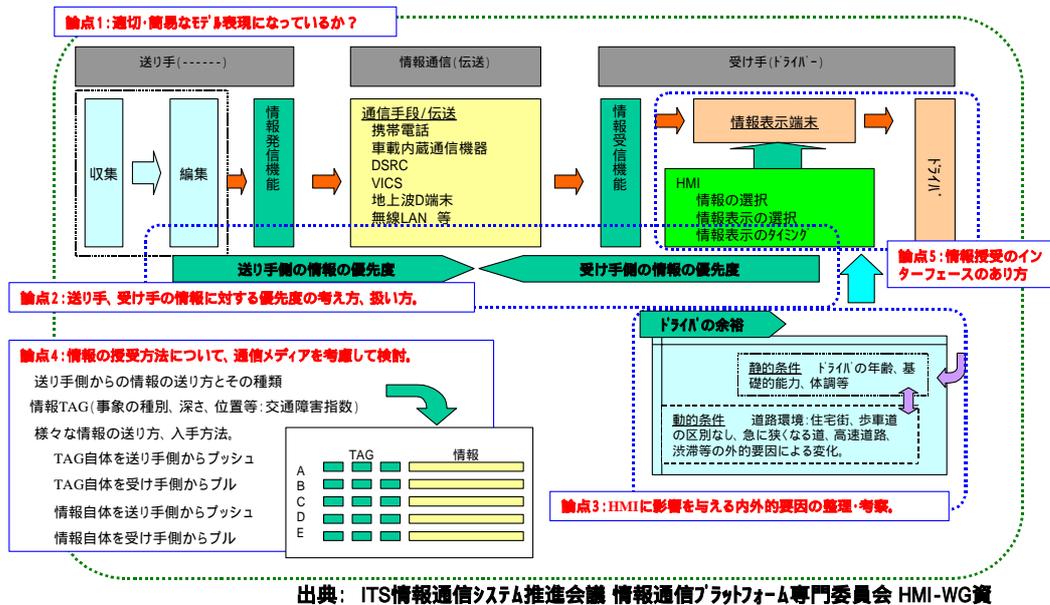


図4-2 ITS端末機器のHMIガイドライン化の状況

4.3 海外調査

4.3.1 ITS-WC 調査

第9回 ITS-World Congress 調査 (2002年10月、Chicago)

(詳細は、参考資料5：海外調査報告(1) ITS-World Congress-#9)

この WC では、ドライバ・ディストラクション、ヒューマンマシンインタフェース (HMI)、音声利用の観点から調査した。以下では、欧米の状況を中心に報告する。

全般的印象

ドライバ・ディストラクション、HMI 関係は、従来も多くのガイドライン等があったものの、それらはほとんど定性的でばらばらだったため、現在はガイドラインとして皆が共通に使えるようにそれらを定量化する動きが欧米で動き始めている印象を受けた。また、ディストラクションとの関係では、その影響を間接的な指標ではなく、直接的なドライビングパフォーマンスで測ろうという方向に向きつつあると感じた (表 4.3-1)。

表4.3-1 ドライバ・ディストラクション・HMI・音声利用関連

<p>全般的印象</p> <ul style="list-style-type: none">・ドライバ・ディストラクション、HMI関係の多くのガイドライン等 ほとんど定性的でばらばら ガイドラインとして皆が共通に使えるように定量化の動き・ディストラクションの影響 間接的な指標で測る 直接的なドライビングパフォーマンスで測る方向

表4.3-2 デISTRAクションとドライバーの作業負荷に着目

- ・HASTE Project: 英国 (ITS)
 - どの程度のデISTRAクションが問題になるか
 - デISTRAクションとドライビングパフォーマンス軸上へのシステムの位置付け方法
 - 目標: 車載情報システムのパフォーマンステストプロトタイプ
 - (言わばHMI向けのEuro-NCAP基準)

- ・米国 (UMTRI)
 - どの程度安全なら良いのか(怪我しなければ良い)
 - どの程度使い勝手が良ければ良いのか(訓練して使えればよい)
 - ・SAE J2364(ナビ機能は停車中でもTTTが15secより小さいこと)
 - ・AAMガイドライン(SGTは2sec以下、TTGTは20sec以下)
 - ・BMW/DaimlerChryslerのオクルージョン関連研究結果への期待
 - ・作業負荷と測定手順に関する種々研究結果への期待

表4.3-3 デISTRAクションに関連した
ドライバの運転の実情の研究と知見(1)

- ・プロジェクト「The Role of Driver Distraction in Traffic Crashes」: 米国
 - ・衝突データ分析: 8.3%がデISTRAクション状態、48%は注意して運転
 - ・デISTRAクション原因: 29.4%脇見、11.4%オーディオ機器、10.9%同乗者

- ・ADAM(Advanced Driver Attention Metrics) プロジェクト
 - ・DaimlerChrysler、BMW、他研究機関
 - ・車載情報通信システム(HMI)の効果的で速い定量評価手順の開発
とりわけドライバ・デISTRAクションの影響の直接的測定にフォーカス
 - ・Driving Simulatorで12タスクのドライビングパフォーマンスへの影響評価
 - ・レーン変更タスクが最もデISTRAクションクライテリアと相関高
 - ・パフォーマンスメジャーはTTT、TGTなどのメジャーよりずっと良い
 - ・有効性確認の基礎実験(30被験者、10タスク、700GBデータ)
 - ・データ分析を含めあと2ヶ月かかる

表4.3-4 デイストラクションに関連した
ドライバの運転の実情の研究と知見(2)

- ・JAMA: 日本
 - ・TGTは測定が大変 種々の評価インデックスを比較中
 - ・TGTの上限は不安感と横方向変位の観点から、8sec程度
 - ・オクルージョンによるTSOT 7secは注視・操作繰返しの過多を抽出
- ・AAM: 米国
 - ・走行中は、一回の注視は2秒を超えないこと
 - ・タスクを終えるためのTGTは20秒より以上にならないこと
 - ・音声インタフェースも検討されるべき

表4.3-5 Technical Sessions

- ・EUCARコンソーシアム: Roadsense
 - ・目標: EUの死者40,000人(2001年) 50%減(2010年)
 - ・ジャガー、ボルシェ、ルノー、クランフィールド大学、他
 - ・ゴール: 標準的なHF方法論の開発
 - ・D-BITE(Drive Behavior Interface Test Equipment)仕様fix
- ・OPTIMISEプロジェクト: 英国(TRL)
 - ・車載情報システム設計最適化: 作業負荷とデイストラクションを減らす、二次タスク複雑さの観点
- ・The EUCLIDE PROJECT
 - ・ECの5th Framework Programme
 - ・Fiat, Bosch, Stuttgart大学、他
 - ・ドライブ支援システムのためのユーザ中心のHMIを検討
- ・Development Of Human Factors Guidelines For In-Vehicle Information Systems: 英国(TRL)
 - ・英国運輸省(UK-DfT)の3つのプロジェクト
 - ・HMI安全チェックリスト(1999/12)
 - ・詳細HF(エルゴノミック)ガイドライン
 - ・上記HMI安全チェックリストを用いた英国内でのアセスメントに関する現状知識
 - ・車載情報システム向けのHFのガイドラインを作成した

表4.3-6 Car Companion展示
(Daimler Chrysler Services Mobility)

- ・インパネ組込みディスプレイ + 持込みPDAによる音声インターフェース
 - ・マイク：ヘッドセット型
 - ・インパネディスプレイ：Turn by Turn方式の経路誘導
 - ・PDA：音声インターフェース付、車載持ち込み時は地図表示
 - ・デモ：レストラン検索、駐車場検索
 - ・車側からはテキスト表示 + 音声合成、
 - ・ドライバの回答はPush to Talk方式
 - ・来年、PDAタイプを発売予定

- ・音声によるディストラクション問題も重要と考えるが
具体的にはまだ良く考えていないとのこと

4.4 国際標準化の動向

ドライバ・ディストラクションの低減を目的とした標準化活動は、視覚情報提供時あるいは視覚を利用した操作時に発生するビジュアルディストラクションに関しては、国内および欧米で行われている。そして、国際的な合意には至っていないものの、それぞれが評価基準を作り始めている。このことは、第 4.3 節の海外調査のところでも述べた。しかし、認知、判断過程における意識の脇見と言われるマインドディストラクションに関しては、まだ基礎研究が始まった段階であり、具体的な標準化の動きはまだない。

本スタディもまだ基礎段階であるが、マインドディストラクションを直接の対象として初歩的な実験まで進めたことは評価に値すると思われる。今後さらに検討を進め、ITS 関連のヒューマンファクターの国際的標準化活動を行っている ISO へ標準化ガイドラインを提案するのは意味あることである。

第5章 まとめ

5.1 スタディのまとめ

本スタディは、標準化への要求案作成、共通基盤（プラットフォーム）の整備に関して実施した。それぞれについては、以下のとおりである。

(1)車向けネットワーク型音声利用システムの標準化への要求案作成

検討を進めた結果、次の音声コマンド、効果音、HMI 対話について標準化への要求案作成に関する概要を作成した。

標準的な音声コマンド

- ・対話の進行をドライバの意思で制御するコマンド機能
- ・対話の進行制御の程度を調整するコマンド機能

標準的な効果音

- ・システムの動作状況を知らせる効果音
- ・ドライバがどのような行動を取るべきか知らせる効果音

緊急性や優先度による HMI 対話

- ・危険な状態になる前に対話を制御する場合
- ・危険な状態になった場合
- ・交通規制情報等自車にとって高優先度な情報を外部から受けた場合
- ・走行安全システムからの危険警告があった場合

(2)車向けネットワーク型音声利用システムの共通基盤(プラットフォーム)の整備

車載機器、センタ機器、ASP の試作に関しては以下の通り実施した。

a)アプリケーションコンテンツの拡充として

駐車場における検索・予約および緊急通報のアプリケーションを追加した。

b)機能拡充として

緊急性、優先度による HMI 対話制御を追加した。

動作実験による、その有効性確認に関して以下の通り実施した。

動作実験は、運転走行中の音声対話サービスの有効性検証にあたり、対話の仕方を適切に制御することで様々な運転状況において、サービス継続性の確保可能性を確認した。

5.2 今後の課題

本スタディでは、車載システム音声操作の有効性及び、その標準化の方向に関して有益な知見が得られた。今後、インターネットを利用した音声操作に関する車載システムの国内外の標準化を具体化するために、以下に示す検討が必要となる。

- ・車載システムにおける音声利用で共通化しておくべき内容の明確化
 音声コマンド、効果音、緊急性や優先度を考慮したHMI対話制御
- ・音声利用システム標準化ガイドラインの作成
- ・これらを現実に即したものにするための定量的実験