

1. 序論

1.1 ITS の発達と自動車運転環境における情報機器の導入

2002年10月末現在，日本国内におけるカーナビゲーション・システム（以下，カーナビ）の出荷台数は1,038万台を突破した（国土交通省調べ）．近年このようなITS（Intelligent Transport System）技術の発達は目覚ましいものがある（図1.1）．なかでも，ナビゲーションの高度化，および安全運転の支援においては，運転者に対してこれまでは呈示されることがなかった詳細な道路状況や，緊急車両の接近などの情報が運転中に呈示されることになり，自動車運転空間の高度情報化が進んでいる．

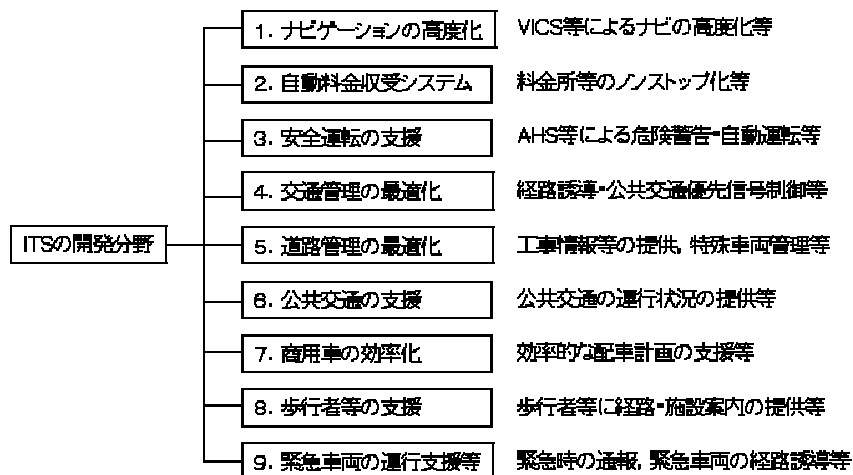


図 1.1 ITS における 9 つの開発分野
(国土交通省ホームページより)

また ITS の発達にともない，関連企業による車内の高度情報化を目指した商品開発の動きも進んでいる．例えば，映像によるサポート付きの詳細な地図や，走行中の地域の話題のスポットに関する情報を提供するナビゲーション・システムなどがあげられる．これらすべてのコンテンツは，第3世代（3G）携帯電話技術を用いて最高128Kbpsで車に送信される．国内でも同様な技術を用いたサービスが既に開始されている（図1.2）．図1.2であげた例では，メールの作成・送受信が可能となっている．機種によってはメールが音声合成技術を用いたTTS（Text To Speech）プログラムを用いて読み上げられ

る。また、インターネットブラウザによって専用のポータルサイトにアクセスすることで、ドライブに必要な情報や生活情報などがリアルタイムで手に入れることができる（図 1.3）。



図 1.2 車内におけるメールの送受信画面(左) 閲覧画面(右)
(提供: パイオニア(株), 日産自動車(株))



図 1.3 車内におけるインターネットの閲覧画面
(提供: パイオニア(株))

1.2 自動車運転環境のデュアルタスク化と問題点

自動車運転環境の高度な情報化によって従来の運転だけに専念する環境から、運転と同時に車載情報機器を人間が操作する環境に変化してきたといえる。これは一度に2つの作業を遂行しなければならない環境であり、一種のデュアルタスク(二重課題)のヒューマン・マシンインタフェース(以下、HMI)環境である(図 1.4)。

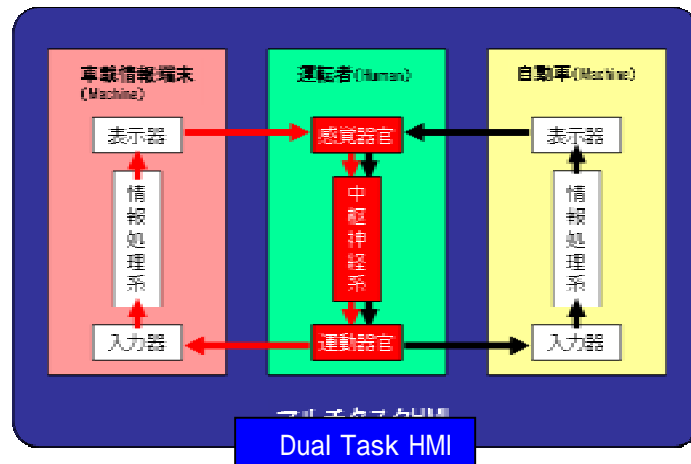


図 1.4 デュアルタスク化した車内情報環境

人間の情報処理資源の容量を一定とすると、図 1.5 に示すように、デュアルタスク環境ではあるタスクを行うことにより負荷に応じた処理資源が消費されるため、残された余裕容量が減ることになる[1-1]。ここで二種類のタスクを同時に実施するデュアルタスク環境を想定すると、一方のタスクにより余裕容量が減るため、他方のタスクに割り当てることができる処理資源が減少し、結果として遂行成績は低下すると予想される。運転中の注意分散とは、ドライバが運転とは直接関係ない事物へ注意を向けたために余裕容量が減じた状態であり、残された余裕容量の大きさに応じて運転行動に影響が生じる[1-2]。

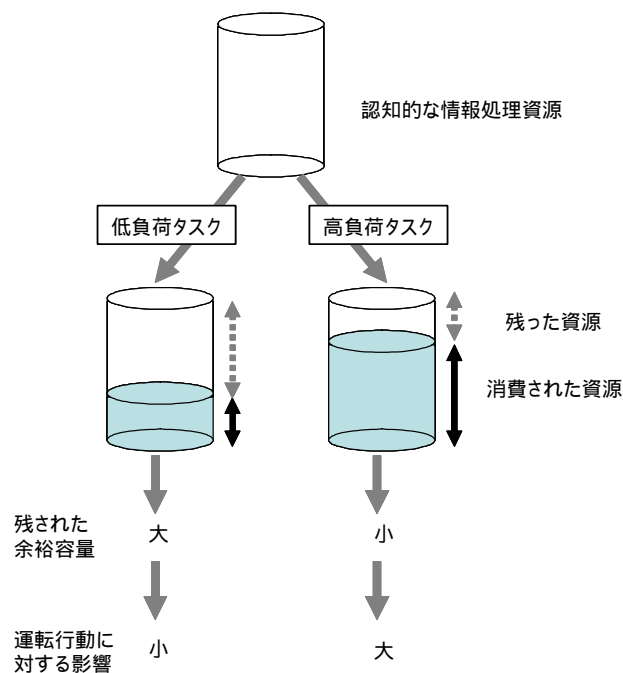


図 1.5 タスク請求に伴う運転余裕容量の変化

このように、情報機器操作によって運転環境が複雑化することが運転への負の影響を与えることが問題になっている[1-3]。最も大きな問題は、情報機器との対話において視覚情報を使用することである。人間は自動車運転時の外界情報獲得において視覚の占める割合が90%以上であるといわれる[1-4]。したがって、運転作業においては100%近い割合で視覚を割り当てなければならない[1-5]。しかし、現在実用化されているカーナビなどの車載情報機器は例外なく視覚モニタを装備しており、これを運転中に利用すること自体が運転に大きな影響を与えるという報告[1-6]がある。それによると、運転しながらナビゲーション注視前後の注意の働き方に関する実験より、たとえ視線を前方に向けていても、ナビゲーションの注視前から前方の交通状況に対する不注意は開始され、ナビゲーションの注視開始後5秒程度まで不注意が続くという。すなわち、運転と関係ない車載情報機器操作における視覚の使用は本来的に低減する必要があるといえるだろう。

1.3 聴覚・音声メディアの特徴

例えば自宅のパソコン(以下、PC)に向かって作業をするような、シングルタスクの作業環境では、あくまで視覚を中心としたユーザインタフェース(以下、UI)の構築が重要であることはいうまでもない。しかし、前述のように運転作業に視覚のほとんどを用いるべきということを考えると、視覚情報処理のリソースはできるだけ運転のために確保しておくべきである。それでは、視覚以外に活用できるメディアは何が考えられるだろうか。人間の五感のうち、視覚に次いで多い1.51MBit/sの情報量を扱うことができ[1-7]、注意喚起機能に加えて情報の時系列的、逐次的な呈示・処理に優れた聴覚があげられる[1-8]。また、聴覚は非視覚メディアであるから、原理的に視覚を使用しなくてよいという特徴がある。

その他の聴覚・音声メディアの特徴をまとめたもの[1-9]を表1.1に示す。これによると、長所としては、視覚を拘束せず他の動作との併用が可能であること、特に新たな道具、媒体を準備しなくても良いことや、視覚モニタのように大画面化を必要とせず入出力部の小型化が図れることなどがあげられる。以上のような聴覚・音声メディアの特徴を生かした車載情報機器のUIを適用すれば、視覚への依存を低減することができるのではないかと考えられる。

一方、短所としては、1次元的に情報享受を行わなければならないために視覚のような情報の一覧性が困難なことや、聞き逃しの問題があることなどがあげられる。聴覚・音声UIを有効に活用していくうえで、これらの問題を低減することが必要になってくると考えられる。

表 1.1 聴覚・音声メディアの特徴

	話し手（送話者）	伝送路・媒体	受け手（受話者）
長所	<ul style="list-style-type: none"> ・特別な装置を必要としない（エネルギー源は呼気） ・情報の生成が極めて容易（送信の負担が小さい） ・手足・目などが拘束されず，他の動作との併用が可能である 	<ul style="list-style-type: none"> ・通常は空気を媒体（新たな道具，媒体が不要） ・伝搬に制約が少ない（位置，姿勢，視線など） ・一度に不特定多数の人への伝達が可能 ・紙などの資源を必要としない ・モニタを必要としない ・離れた場所へも伝えられる ・暗闇の中でも伝達が可能 ・情報伝達の速度が速い ・電話網・電話機の利用が可能 ・無線で場所の制約を回避 ・蓄積，再生処理で時間の制約を回避 ・入出力部の小型化 	<ul style="list-style-type: none"> ・特別な装置を必要としない（受信は耳と聴覚系） ・情報の受信が極めて容易（受信の負担が小さい） ・手足，目などが拘束されず，他の動作との併用が可能である
短所	<ul style="list-style-type: none"> ・情報の呈示が直列的 ・通常記録が残らない 	<ul style="list-style-type: none"> ・周囲騒音や伝送路の雑音に弱い ・一覧性が困難（ランダムアクセスが困難） ・一度に不特定多数の人への伝達が可能（守秘性の観点から） 	<ul style="list-style-type: none"> ・情報の享受が直列的 ・聞き漏らした場合には再度正しい情報が得にくい

1.4 立体音響

本研究では，前述の聴覚・音声メディアの問題を低減し，より有効活用を図るため，立体音響に着目した．立体音響とは我々を取り巻く実音響空間と同様に全方位的に音を聴取することができる音響的な仮想現実のことであり，人間が立体的に音を聴取するために必要な頭部伝達関数(HRTF)を人工的に再現することができる[1-10]．図 1.6 では HRTF のゲイン特性を表している．これはある人間の右耳外耳道入り口における HRTF を測定したもので x 軸が周波数 (Hz), y 軸が音圧レベル (dB), z 軸が方位角 (度) を表している．この図における方位角は水平面上正面 (0°) から真後ろ (180°) の範囲となっている．立体音響は HRTF を再現することで左右の音圧レベル差と時間差によって左右方向の広がりのみを再現した従来のステレオ音響に比べて，高い空間再現性をもっている[1-11]．図 1.7 に立体音響（図中左側）とステレオ音響（図中右側）の概念的な音場感の違い[1-12]を示す．

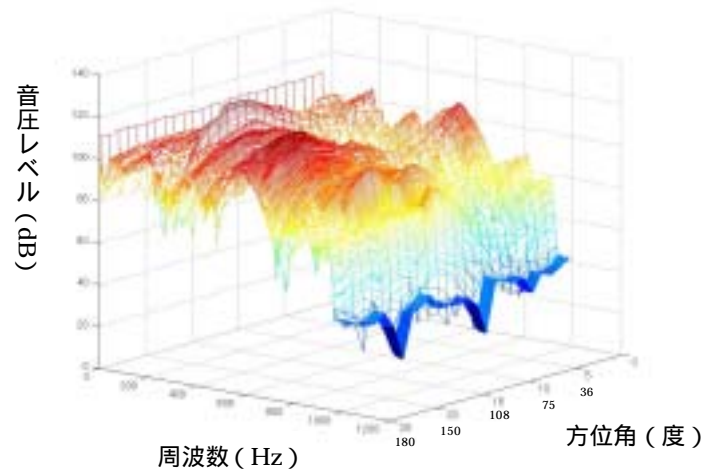


図 1.6 伝達関数のゲイン特性

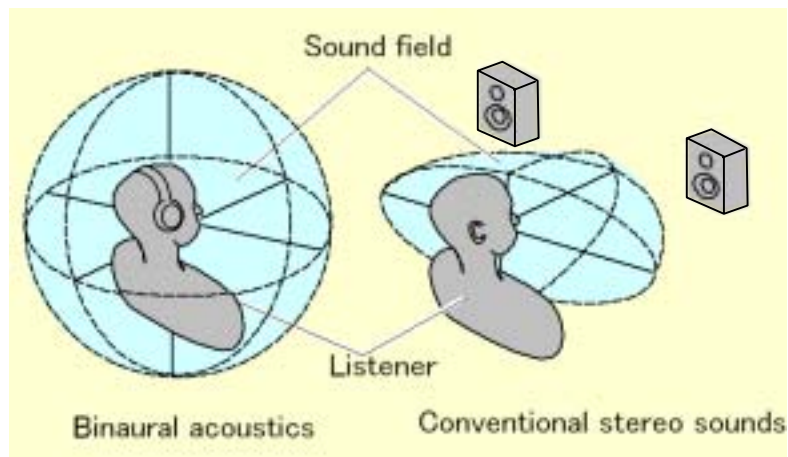


図 1.7 立体音響とステレオ音響の音場感の違い(概念図)

1.5 本研究の目的

本研究では、聴覚・音声情報に立体音響による空間的な意味づけを行い、これを車載情報機器から呈示する手法を提案する。そして、自動車運転を行うと同時に情報機器からさまざまな情報を受け取り、操作を行う状況において、従来の単一音源から情報呈示を行う方式に比べてドライバが情報を効果的に獲得できる UI の検討を行うことを目的とする。

1.6 立体音響を用いた UI の先行研究

1.6.1 空間的な位置情報を聴覚・音声情報に付加した UI の先行研究

(1) 車載情報機器関連

空間的な聴覚 UI に関する研究は車載情報機器分野ではこれまであまり行われていない。数少ない例のひとつとして星野ら（1999）による、方向定位警報音がドライバの注意誘導に及ぼす効果に関する検討があげられる[1-13]。これは、先行車両を模したいくつかの LED のうち、任意の LED 方向に定位させた音響（方向定位音）を呈示した場合と、同様にモノラル音で呈示した場合、そして音声呈示をしない場合（音なし）の3つの条件下での、LED に対する視線の移動時間とどの LED だったかを選択するボタンを選ぶまでの選択反応時間を調べた実験であった。この実験から得られた知見としては視対象への視線の移動時間、選択反応時間ともに方向定位音、モノラル音、音なしの順に短く、方向定位音はドライバの反応時間を早め、反応遅れを減少させる効果があることが示唆された。一方、モノラル音の場合は呈示された音と視覚の非整合性が生ずる場合、判断に負の影響を与える可能性があることが示唆された。

また海外では、Wallace ら（1998）が、水平面上 360° に6個の等間隔配置されたスピーカを用いた、実験室における基礎実験[1-14]では、聞こえた音の方向に対応したボタンを押すことで、正確性と選択反応時間について検討を行っている。そこで得られた知見としては、1) 正確性、選択反応時間ともに呈示する内容に依存する、2) 正中面上前後の音源に対して反応時間が短い、3) 前後の音源の取り違えが多い、4) 多くの情報を一度に呈示するとパフォーマンスが低下する、であった。

(2) 交通分野全般

車載情報機器以外の交通分野に範囲を広げると、いくつかの研究が行われている。まず、Begault ら（1993）アメリカ空軍による研究があげられる[1-15]。この研究では、航空機操縦環境において衝突防止警告システム TCAS(Traffic Collision Avoidance System)から呈示する情報メディアとしては、視覚情報、視覚情報+平面音響よりも視覚情報+立体音響条件は顕著に探索時間が短くなることを示している。

また、Todd ら（1998）によると攻撃型ヘリコプタ操縦士用に開発したヘルメット型のディスプレイにおいて、レーダによって同定された敵の位置を空間的な音声によって与えた場合、非空間的な音声に比べて索敵に要する反応時間が顕著に短縮され、さらに余計な視線移動をしなかったという知見を報告している[1-16]。

別の観点では、Haas ら（1997）アメリカ陸軍では、対戦車ヘリコプタ操縦士の無線通信に立体音響を用いて、diotic 受聴した場合や dichotic 受聴する場合に比べて、顕著に聞き取り易さが高いことを報告している[1-17]。

1.6.2 本研究の位置づけ

先行研究の動向をまとめると、人間-機械間における視覚情報獲得支援のための音声呈示法に関するもの、人間-人間間の音声対話における方式間の検討、ならびに立体音響方式内における人間特性に関するものに分けられる。このうち比較的検討が行われているについては、聴覚 UI において音の到来方向という新たな情報を利用することで、聴覚・音声情報の獲得特性が向上するということが知見としてあがっている。つまり、空間的な定位情報は、それ自体が聴覚・音声情報に地理的な位置情報を与えるため、聴取者に空間的な意味づけをもって音に対する注意を向けさせることができる。これに対して、空間的な位置情報をもたない音信号は、それ自身で注意を向けるべき空間的な方向を聴取者に描かせることができない。この違いが視対象を選択するための判断に要する時間や正確性に影響を与えていると考えられる[1-18]。

一方、本研究では、空間的な定位情報を用いた地理的な位置情報を音声に与えることに変わりはないが、視覚情報の獲得支援ではなく、音声情報の獲得を効果的に行う聴覚・音声呈示法について検討を行う点が異なる。さらに本研究では、人間の心理的な「カクテルパーティ効果」[1-19]に着目した。これは、本来、聴覚系が同時に処理することができる音源の数は2個程度までであり、この処理限界は、音声の周波数的・時間的・空間的な重なり具合を操作してもほとんど影響されないが[1-20]、注目する対象音を次々と移動させることによって、全体としては3つ以上の楽器や話し声の流れを聞き取ることができる効果のことである。ここで、注目すべき対象音を区別するためには、誰の声か、何の音かといった音色情報を手がかりにしていると考えられる。本研究ではこれに加えて、音源の空間的な位置情報があれば、さらに手がかりが増えることになるため情報の理解はより容易になると考えた。このことから、音色情報に加えて空間的な位置情報を手がかりにして能動的にトピックスを選択聴取できる UI は、従来の平面的な呈示法に比して理解の促進が期待されると考えた。

そこで、本研究では立体音響を用いて仮想音源に空間的な位置情報をもたせることで、そこから呈示される音声情報の内容やカテゴリを理解できる手がかりとして与える UI を提案した[1-21] (図 1.8)。

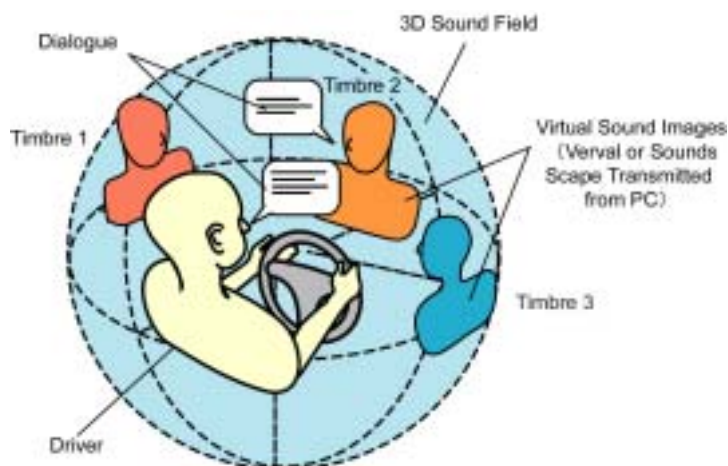


図 1.8 Concepts of Acoustic User Interface (AUI) for In-car Information Tools

図 1.8 では例としてドライバの前方に 3 つの仮想音像が空間的に定位している。また、仮想音像はそれぞれ異なる音色を持っている。音像の種類は人間である場合もあれば、比喩的な音、例えば緊急時はサイレンの音であったり、ドアが開く音であったりと、日常生活音が呈示される。図の場合は仮想の人間と対話をしている設定なので、3 人の別々の人間がドライバの前方にいることになる。音像は、音情報が到来する方向と音色の種類によって、ドライバに呈示される情報のカテゴリが割り当てられている。これにより、ドライバにはどこから、誰がしゃべっているか、または何が鳴っているかによって、どのようなカテゴリの話なのかについて理解が促進されるのではないかと考えた。

1.7 音声操作型車載情報機器

1.7.1 運転環境における音声操作型車載情報機器の概要

自動車運転時の情報機器操作における視覚情報の使用を低減するために近年導入が進められているのが、音声操作を行う方式である。この方式は、先行研究[1-22]において、複合作業化の UI 設計について、どのような入力方式が好まれるのかについてカーナビの操作を例に模擬実験をした結果、操作に専念できる環境ではタッチパネルによる入力手段が好まれる傾向にあり、また、運転中の時には、視線移動の少ない音声による操作が好まれることが報告されていることから、運転者にとって自然な作業方式であるといえる。

ここで、人間と機械の対話は情報の入出力の連続と考えると、人間 機械系は入力系と出力系にそれぞれ分けて考えることができる(図 1.9)。

入力系は、音声認識システムに音声入力するためのマイクロホン(以下、マイク)、および、発話許可ボタンである。マイクから入力された音声を認識する音声認識システ

ムは電話応答システムのUI[1-23]や市販のカーナビの音声対話型システムUIに採用されているコマンド入力による逐次音声操作型の音声入力方式や、自然言語を使用した入力方式などがある[1-24][1-25]。本来人間同士は自然言語を用いて対話を行っているので、自然言語処理を用いることが望ましい。しかし、現時点では実用化の段階には至っていない。そこで、本研究では実用段階で使用されている逐次音声操作方式を対象として検討を行った。

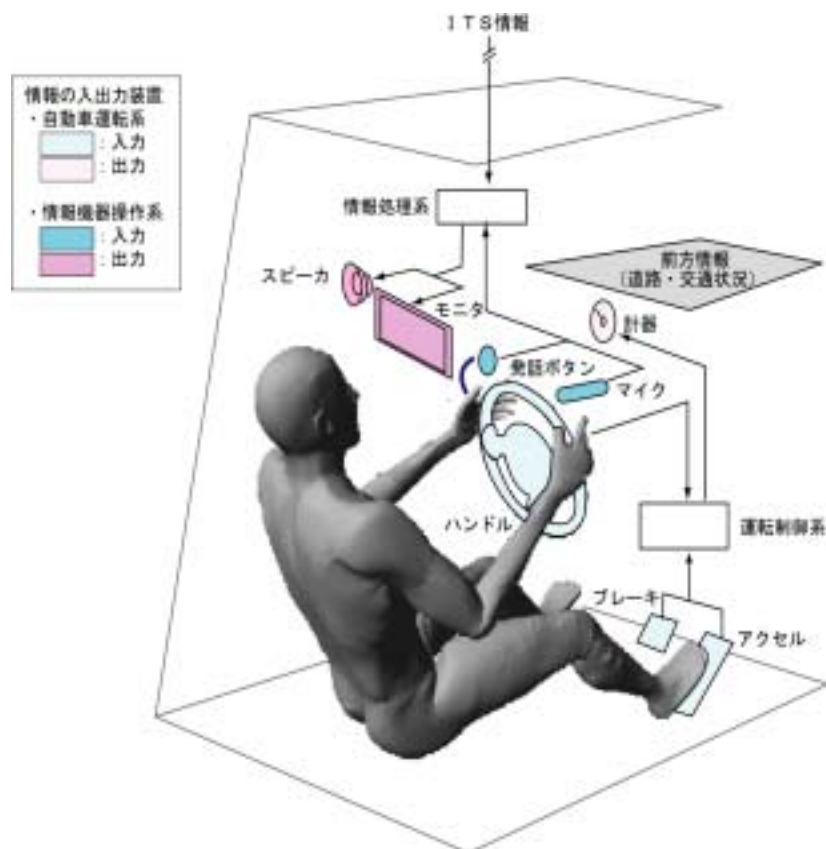


図 1.9 自動車運転と車載情報機器操作を行うデュアルタスク環境

一方、出力系は、設定用音声ガイダンス、フィードバックや経路案内情報呈示用のスピーカーと、地図情報、ITS 情報や操作に必要なメニューなどが表示されるビジュアルモニターである。通常、スピーカーは1個~2個で、モノラル音声によって1次元的に呈示される。

1.7.2 逐次音声操作型システム

車載情報機器のなかでもカーナビの場合、UIには経路案内情報など一方的に呈示されるモードと、行き先設定や周辺情報探索などを設定するための、人間からの入力が発

生するモードが存在する。設定を行う際、特に音声入力を行う場合は、多くのシステムが本研究で対象とする逐次音声操作型システムを採用している。この対話方式は、まずシステムよりガイダンスがあり、それに応じて、ユーザは発話許可ボタンを押した後、比較的短い音声コマンドを発話する。そして入力されたコマンドは音声認識され、その結果を元に次のステップのガイダンスを呈示する、というながれに定義できる(図1.10)。本研究では車載情報機器の操作UIとして、この逐次音声操作型システムを対象とした。

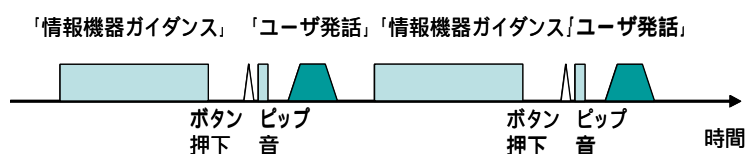


図 1.10 逐次音声対話型システムにおける人間と機械の対話

1.8 立体音響の実現技術

1.8.1 立体音響技術

立体音響技術は、仮想現実(バーチャルリアリティ、以下、VR)の技術のひとつである。VRの特徴としては、通常の世界と同様な仮想世界を作り出すことで、UIにおいて人間とシステムとの情報のやりとりが自然な形で行えることである[1-26]。人間の耳は絶えず外界からの聴覚情報を受け入れており、絶えず情報の変化を監視したり、視覚的認知を行うことができない場合に情報を呈示することができる。このようにVR空間における情報伝達手段としての音、特に3次元空間情報が重要である[1-27]。

立体音響技術は、受聴者の両耳入力を再生するという「両耳音場創成技術」と、音場全体を空間内に再生する「空間音場創成技術」とに二分することができる。いずれも信号処理をコンピュータに行わせた後に既存のアンプ、スピーカなどを使用して音声情報の呈示が可能である。したがって、特に新しい道具を準備する必要がないので他のVR技術と比べて比較の実用化しやすいといえる。

(1) 空間音場創成技術

空間音場創成技術のうち、自動車環境に関連があるもののひとつとしてあげられるのが、サラウンド音響技術である。これはチャンネル間のレベル差、位相差などを利用して空間的な音場を作り出す技術である。例としてDolby Digital AC-3というアメリカのDolby Laboratoriesが開発した音声符号化方式があげられる。一般には「ドルビーサウンド」の名称で知られる。独立した5チャンネルのサウンド(フロント左右、セン

ター，リア左右)に加え，低音再生用のウーファ 1 チャンネルで構成されるため，5.1 チャンネルサラウンドとも呼ばれる．映画館や LD，DVD に採用されており，DVD では 384KBit/sec のデータとして表現される．図 1.11 は乗用車内に 5.1ch サラウンドシステムを再生するためのスピーカの配置例を示した例である．5.1ch サラウンドの場合，合計 6 個のスピーカを準備することになる．

これらの音響機器が今後さらに高度なものになっていくことを想定すると，音声・聴覚情報を中心とした UI の開発は，運転への低影響化，ユーザフレンドリ化を促進するための基盤技術となりうる可能性をもっている．

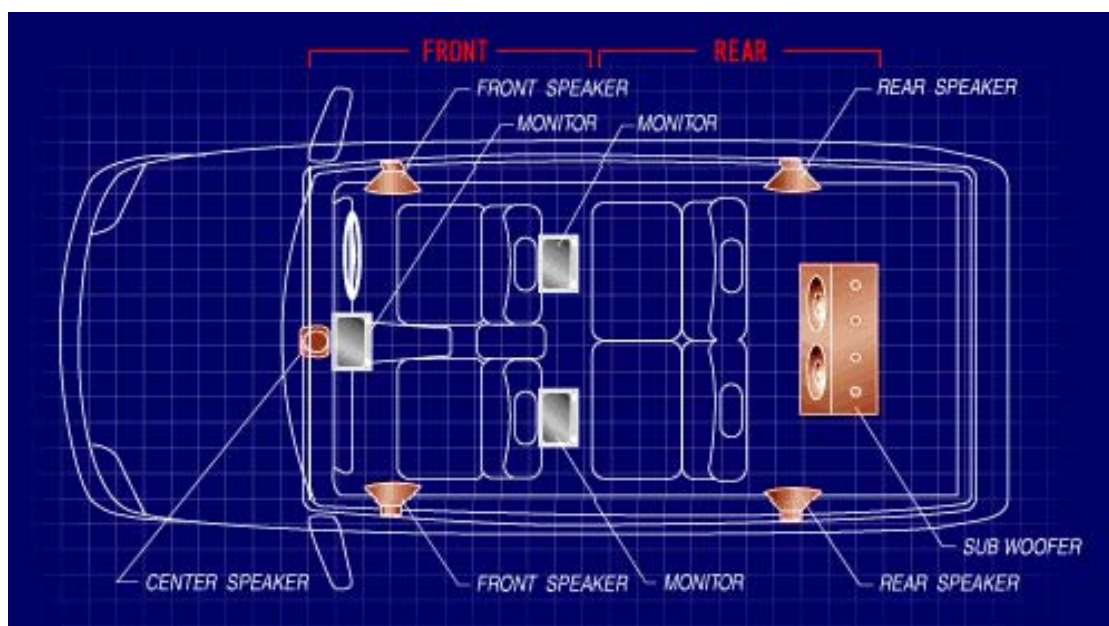


図 1.11 5.1ch サラウンドシステムにおけるスピーカ配置例
(提供:パイオニア(株))

(2) 両耳音場創成技術

両耳音場創成技術は大きく【1】収音・音創成プロセスと【2】再生プロセスに分けることができる．

【1】収音・音創成プロセス

収音・音創成プロセスは次の 2 つの方法に分けることができる．ダミーヘッドマイクロホンを用いた原音場での収音（以下ダミーヘッド録音），音響伝達関数を用いて電氣的に両耳信号を合成してソース音を作成する，というものである．

ダミーヘッドによるバイノーラル録音

ダミーヘッド録音は、人間の頭の形状を模したモデル(ダミーヘッドマイク)を用いて行われる。ダミーヘッドマイクは頭部と外耳部から構成され、外耳部は人間のものと同一形状の耳介と、外耳道に埋め込まれた無指向性モノラルマイクロホンから構成される(図 1.12)。ダミーヘッドによるバイノーラル録音では、耳介のフィルタ効果を再現しているために、単なるステレオ録音に比べて、より高い臨場感を得ることができる。音の反射や回り込みなどをより正確に模擬するため、胴体をつけた HATS (Head And Torso Simulator)もある。



図 1.12 ダミーヘッドマイク

音響伝達関数を用いた空間音響定位システム

もしも、音源と耳介との相対位置関係に対応した、音響伝達関数を時々刻々と準備することができれば、鼓膜直前の音波形をシミュレートすることが可能なはずである。この原理に基づいたシステムが開発されている。そのシステムの構成を図 1.13 に示す。

まず、空間位置センサからの情報を用いて、音源と頭部との相対位置関係を計算し、方位角 と仰角 を求める。その情報をもとに、あらかじめ測定してある音響伝達関数のサンプル値を内挿して、正確な伝達関数を求める。そして、音源の波形に対して、たたみこみ積分を行うことによって、左右鼓膜直前の音波形を求める。そして、2つの音信号はヘッドホンにて再生される。この方式は Convolver に知られるように、計算機を用いて音場を生成することによってデータのシミュレーションが自由に行え、対話型システムの構成には非常に有効であるといえる[1-28]。

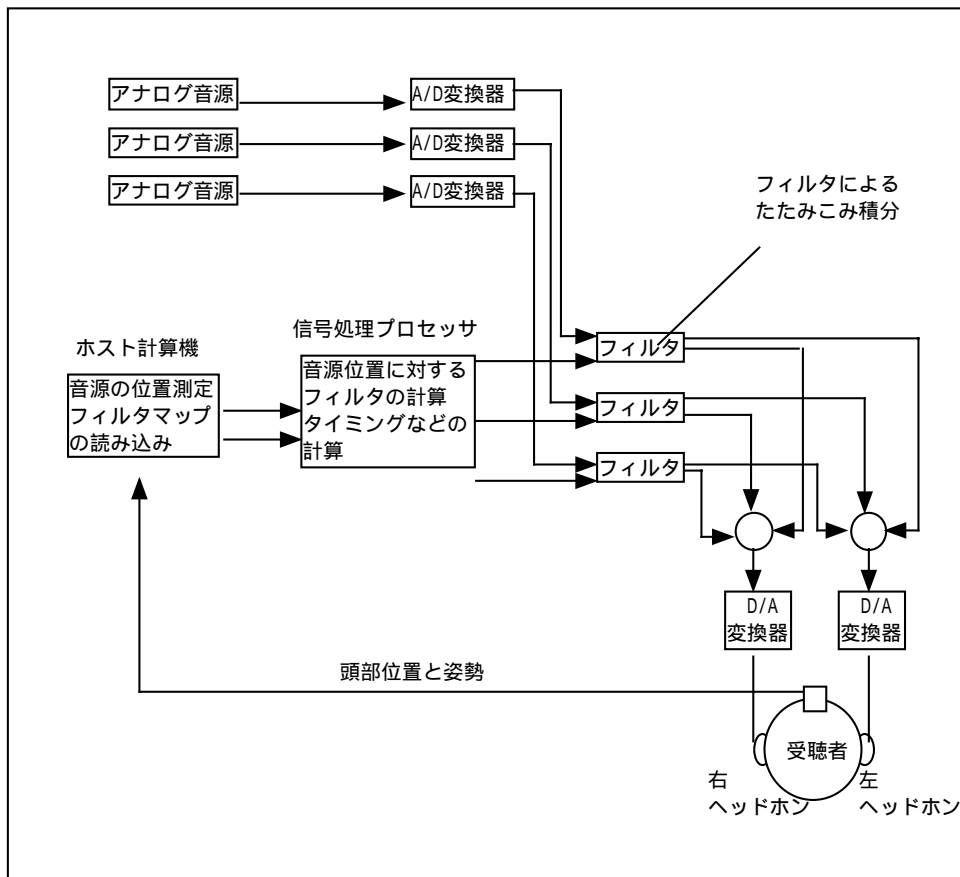


図 1.13 音響伝達関数を用いた空間音源定位システムの原理

【2】再生プロセス

再生プロセスは次の2つの方法に分けることができる。ヘッドホンを用いた音場の再生（以下ヘッドホン再生）、ラウドスピーカを用いた音場の再生（以下トランスオーラル再生）である。

ヘッドホン再生

ヘッドホン再生は、両耳音場創成技術において、もっとも一般的な再生方式である。ダミーヘッド録音した音を、煩わしい信号処理を行うことなく、再生できるという点で優れた再生方式といえる。また、ヘッドホンという日常的なハードウェアがそのまま利用できるという利点を持った再生方式といえる。

トランスオーラル再生

トランスオーラル再生は、原音場においての受聴者の両耳に達する音響信号と等価な信号を、再生音場内のスピーカにより受聴者の両耳に生成する方式である（図 1.14）。つまり、原音場での右耳（右チャンネル入力）の信号は再生音場での右耳にのみ、左チャンネルの信号は左耳にのみ正確に到達することを理想とする。しかしスピーカを用いる

ことによって、片側の信号が逆の耳に到達してしまうという現象(クロストーク)が生じてしまう。したがって、精度のよい再生のためにはクロストークを打ち消す、何らかの信号処理技術が必要であるという点がヘッドホン再生とは異なる。ヘッドホン装着時の違和感が無いという事がこの再生方式の利点である。

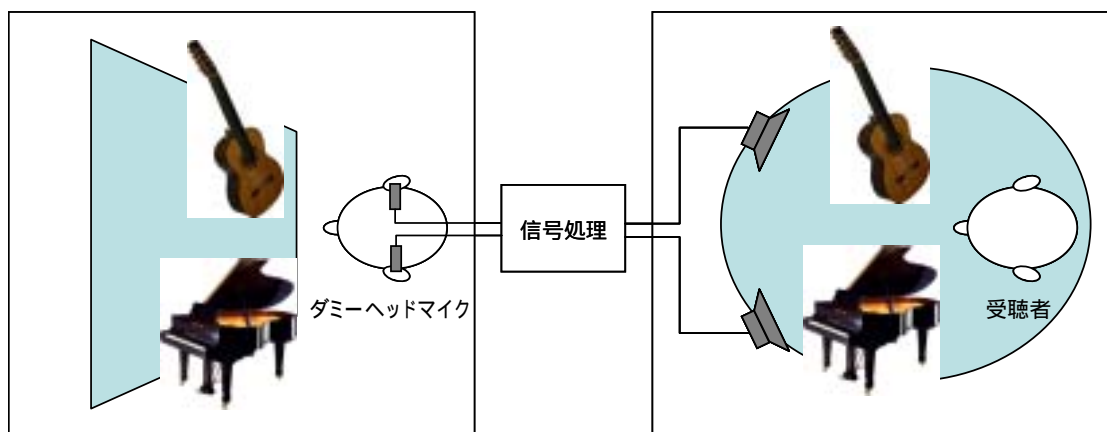


図 1.14 トランスオーラル系再生システム概念

1.8.2 本研究における立体音響技術

計算機シミュレーションにおいて現実感を高めようとする、準備するデータ量も当然多くなる。この点については、データを補間するための頭部伝達関数の内挿表現に関する研究[1-29]などが行われているが、途上である。また、本研究では頭部近傍付近に音源を配置する試みを行っているが、この点について計算機を用いて頭部近傍に音場を生成する場合は、従来の計算に比してより詳細な音響情報を収集することが必要であることが指摘されている[1-30]。したがって頭部から近距離の音場を生成したい場合、計算によって求めるよりもがダミーヘッドマイクを利用する方が、簡便な割に高い臨場感を得られると考えられる。そこで、本研究では、前項における【1】收音・音創成プロセスはダミーヘッドマイクによるバイノーラル録音を使用し、【2】再生プロセスにおいてはヘッドホン再生を用いた。

1.9 本研究の章構成

本論文における章構成は以下のとおりである。

1. 序論

総論的に先行研究と比較することで本研究の立脚する場所の位置付けと新規性を明

確化した。具体的には、まず、運転中に車載情報機器から視覚情報を獲得することの問題点を述べ、聴覚を利用した UI の必要性を述べた。つぎに、聴覚利用の問題点について述べ、空間的な位置情報を聴覚・音声情報に付加して意味づけを行うことで、運転者が情報を効果的に獲得できるのではないかという仮説を立てた。そして、立体音響を利用した UI 研究の多くが視覚情報への注意喚起を目的としていることを指摘したうえで、本研究が聴覚・音声を積極的に利用するための研究であることを位置づけた。最後に、本研究で用いた立体音響技術について述べた。

2. 音源数と音色数が記憶に与える影響の検討

空間的に配置した音源数の増加が従来手法である単一音源からの提示に対して有効であるかについて、音源数と音色数を要因とする実験を行った。評価指標は自由再生による単語記憶数と主観的な精神的作業負担を用いた。

3. ユーザテストによるエラーの検討

逐次音声操作型 UI におけるユーザビリティ評価を行うための新しい手法を開発し、効果の検討を行った。まず、ストーリーボード法と行動観察法を組み合わせたユーザテスト手法を開発した。つぎにこれを用いて、市販の音声対話型カーナビ 3 種類を対象に実車環境におけるユーザテストを行った。

4. 立体音メニューを用いた音声提示の検討

第 3 章で明らかとなった復唱音声の問題を解決するために、複数の音声認識候補を音声提示して運転者に選択させるメニュー方式と、音声情報の内容を空間的な位置情報として意味づける立体音方式の 2 種類の手法を提案し、効果の検証を行った。本研究では速度制御機能をもったドライビングシミュレータと音声認識性能を統制した逐次音声操作シミュレータを作成し、これらを同時に操作するデュアルタスク環境において実験を行った。評価指標は、復唱音声の理解度をみるためにタスクの達成率を使用し、運転に対する影響および各条件における人間の情報処理資源の消費を見るために運転中の速度不安定度を用いた。

5. 音源の遠近による ITS 情報の優先度表現

ITS 情報の優先度管理手法に基づき、情報の優先度と音源の空間的な位置情報とを意味づけて提示する手法の提案と実験的検討を行った。まず、運転者からみて水平面上前方 30° 距離 80cm の位置において低優先度情報である経路案内系情報を提示中に、割り込む形で高優先度情報である警報系情報を頭部近傍に提示する手法を提案した。そして、水平面上前方 30° 距離 80cm の位置において提示される低優先度情報と同一位置において高優先度情報が割り込み提示を行う、単一音源を用いた従来手法と比較を行った。実

験は視聴覚情報が同時呈示される状況を想定したシミュレータ環境において行った。評価指標は高優先度情報獲得の迅速性を見るために反応時間を、正確性を見るために記憶成績を、そして運転に対する影響を見るために高優先度情報呈示時の視覚モニタに対する視認頻度および視認時間を用いた。

6. 考察

本研究で行った評価実験の概要をまとめ、知見を総合して概念的なモデル化を行った。さらに今後の今後の課題について述べた。

7. 結論

本研究全体の結論を述べた。