

2003年6月25日

人間科学研究科委員長 殿

高尾秀伸氏 博士学位申請論文審査報告書(案)

高尾秀伸氏の学位申請論文を下記の審査委員会は、人間科学研究科の委嘱をうけ審査をしてきましたが、2003年6月24日に審査を終了しましたので、ここにその結果をご報告します。

記

1. 申請者氏名 高尾秀伸
2. 論文題名 車載情報機器における空間的な聴覚ユーザインタフェースのユーザビリティ
3. 本文

**本研究の特徴**

近年発達が進むカーナビなど車載情報機器は外部ネットワークへの接続が可能となり、自動車空間の高度情報化が進んでいる。その一方でこれらの呈示する情報が視覚情報であることから、視覚偏重によって運転に負の影響があることが指摘されている。

解決の方法としては本来人間のもつ複数の感覚チャネルをできるだけ動員して効果的に情報獲得を行わせることで、より自然な形で情報獲得が実現できると考えられる。そこで、本研究の特徴は、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き、視覚に次いで多くの情報量を扱うことができ、注意喚起機能に加えて情報の時系列的、逐次的な呈示・処理に優れたモジュールとして聴覚を利用したユーザインタフェース(以下UIと略称)を構築することでユーザビリティの向上を図った点にある。

本研究を進めるに当たり、聴覚UIを効果的に利用するための手法を開発し、効果を検証することを目指した。これは、従来、手法の開発が、圧倒的に視覚に適応されることを前提としたことからいって、画期的なことと考えられる。

手法開発の目的は大きく3つに分けられた。具体的には、(1)認知モデルに基づく空間的な聴覚UIの構築、(2)車載聴覚UIのユーザビリティ確保、ならびに(3)車載聴覚UIによるユーザビリティ向上であった。

本研究で提案した空間的な位置情報を聴覚情報に付加して呈示を行う手法は、この3つの目的について車載情報環境を想定した限定条件下での実験であったが、その有効性が示唆された。すなわち、この手法の開発に基づき、人間工学的評価指標を用いてさまざまな角度からの検討を行った結果、(1)については適切な条件を設定すると、空間的な位置情報を付加した音響情報を呈示するUIは、従来の1次元音響を呈示するUIに比べてより多くの情報獲得を正しく、かつ高くない認知的負担で行わせる

ことができることがわかった。(2)については(1)の技術を適用した場合、従来の音声対話環境において観察された問題をクリアすることでユーザビリティ確保に貢献することがわかった。そして(3)については今後主流となると予想される、複数ITS情報の優先度管理において、(1)の技術を適用すると、条件によってはユーザビリティが大きく向上することがわかったのである。

## 本論文の各章の内容

まず、第1章において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づけと新規性を明確化した。

第2章においては認知心理学の分野で用いられる認知モデルの概念を用いて、空間的な聴覚情報を呈示するための仮説モデルを示した。次に、仮説モデルをもとに仮想現実の技術を用いて評価用UIを作成し、限定条件下でその効果について評価を行った。その結果、音源数のある程度増やすことで記憶成績が向上したため、仮説の妥当性が確かめられた。同時に、音源の数を増やしても記憶できる容量には限界が存在することが示唆された。

第3章では、市販音声対話型カーナビにおけるユーザビリティの問題点を抽出するため、事例研究を行った。具体的には観察法の一つとしてストーリーボード評価システムを構築し、実車環境においてユーザビリティテストを行った。その結果、4種類のエラーが認められた。さらに、そのなかでも誤認識エラーがトリガとなって、エラーのループがユーザビリティに深刻な影響を与えていることが判明した。

第4章では第3章で明らかになったエラーのループ問題を解決するために音声認識候補を空間的な位置情報を付加したメニューを用いて呈示する手法を提案し、その効果を従来型のUIと比較・検討した。実験はドライビングシミュレータを用いてDual Task環境で行った。評価指標はタスク達成率、運転不安定度などを用いた。実験の結果、提案手法の達成率は100%、運転不安定度が従来群と同等であるなど、空間メニューを用いることが現在階層の理解に対して有利であり、かつ運転に対する影響が大きくなるということが明らかとなった。

第5章では運転中に2段階の遠近情報を情報の優先度に対応させて呈示する手法を提案した。シミュレータ環境において効果の検証を行った結果、従来の平面的な呈示に比して、視認頻度を顕著に低下させ、短期記憶庫に保持できる情報量を顕著に増加させる効果が認められた。また内省報告から、聴覚中心の情報獲得をしていることが示唆された。

## 本論文で得られた知見の概要

- 1) 空間的に意味づけをした聴覚情報を呈示する場合、音源数のある程度増やすことで記憶成績が向上する。ただし、音源数には認知容量における限界が示唆される。
- 2) 市販音声対話型カーナビとの対話作業中には4種類のエラーが考えられる。
- 3) 市販音声対話型カーナビとの対話作業中に誤認識エラーが起きると、ユーザの意図しない操作系に

現在階層が移動した結果、誤認識エラーのループが起きる。

- 4) 音声認識候補を空間的な位置情報を付加したメニューを用いて呈示すると、ユーザは情報を再認することができるため、エラーのループを大幅に減少させることができる。
- 5) 2段階の空間的な遠近情報を情報の優先度に対応させて呈示する手法を用いて聴覚呈示を行うと、従来の平面的な呈示に比して、視認頻度を顕著に低下させ、短期記憶庫に保持できる情報量を顕著に増加させる効果が認められる。
- 6) 空間的な遠近情報を用いることによって、2段階の優先度情報のみ呈示される状況下では、ユーザの情報獲得が聴覚中心となる可能性がある。

## 審査の結果

現代の社会において、人が関わる情報の殆どが視覚に依存しているといわれている。このことは、人の感覚受容機能として、他にも聴覚その他があるにもかかわらず、それらが使われず、一つの感覚機能に集中していることで、現代のように情報の量的増加の状況において、人間の情報処理上、不都合を生じかねない。研究面においても、こういった実状を反映して、視覚を前提とした研究が、大半を占めている。聴覚から他の感覚への機能移行ということは、長年言われながら、それが実現していないことは、聴覚に関わる実験機器や研究手法の点での難しさにあるといってよい。例えば、視覚ディスプレイの実験では、デスクトップ・コンピュータがあれば、とりあえず可能である。聴覚実験では、刺激音源の制作・収録、実験室の音響特性、実験結果の記録法等々、基礎から組み立てていくこと、多くの要素への配慮が必要である。本論文の内容は、基礎研究と実用研究の中間に位置するものである。当該の基礎研究は、音響の分野等で行われているし、反面、実用化については、必ずしも、基礎研究の諸知見との連携が顕著でないものが多いのが、この分野である。この点から言って、本論文は、もっとも欠落した部分を補完するものといってよい。本研究の社会的な反響として、本論文の成果の一部は、財団法人 C&C 振興財団からの助成をうけてディスプレイの人間工学に関する国際会議 (WWDU 2002, ドイツ) にて発表を行ったこと。また、2002 年リハビリテーション工学カンファレンスで発表した「三次元音響を用いた視覚障害者向けメーラのヒューマンインタフェース」は、今回の学位論文研究で開発した技術を福祉分野に応用した内容となっているが、2003 年度に発行される予定の学協会誌「リハビリテーション・エンジニアリング」の特集論文誌に座長推薦論文としてセレクトされた旨の通知をうけている。

以上、本論文は、その社会的意義・必要性・研究実験内容からみて、博士学位授与に値するものであると結論する。

## 4. 高尾秀伸氏 博士学位申請論文審査委員会

主任審査員 早稲田大学 教授 工学博士(慶應義塾大学) 野呂影勇

審査委員 早稲田大学 教授 工学博士(東北大学) 比企静雄

審査委員 神奈川工科大学 教授 工学博士(東京工業大学) 石井博章

審査委員 早稲田大学 助教授 博士(工学) (早稲田大学) 藤本浩志

以上