

Tactile Displays for Orientation, Navigation and Communication in Air, Sea and Land Environments

(RTO-TR-HFM-122)

Executive Summary

Tactile displays such as vibrating mobile phones present information via the user's skin. Tactile displays may reduce the risks of sensory and cognitive overload and can increase the operational effectiveness of military personnel. This report aims to disseminate basic knowledge on tactile displays, to share the lessons learned from previous research, and to provide future research directions. It is intended to be useful for both designers and end users.

Many issues must be considered in the design and application of tactile displays. The psychophysics of tactile cues are described in Chapter 2 and must be examined to ensure the success of any new tactile display. Sensation thresholds, spatial and temporal summation, adaptation, and tactile illusions are major design considerations and affect the perception of tactile cues. Primary perceptual issues for tactile applications include the spatial acuity of the torso (or other applicable body part), the ability to localize the stimulus, and the perception of the stimulus external direction based on that stimulus localization. Human factors concerning these perceptual issues are discussed in Chapter 3. Other human factors, including coding principles, cognitive issues, and multi-sensory integration, are also introduced. When presenting new displays, there is always the danger of both sensory and cognitive overload. It is therefore important to provide intuitive display information whenever possible, and to avoid tactile clutter. Because it is anticipated that tactile displays will be combined with other display modalities, it is essential to determine how tactile signals can best augment visual and/or auditory signals. Familiarization with the cueing principles discussed in Chapter 3 should provide guidance on how to program multi-sensory and/or multifunction displays.

The type of hardware utilized depends on the specific application for the display – hardware issues are discussed in Chapter 4. Electrical tactors can be very small and lightweight, but are extremely dependent on skin condition (e.g., dry versus wet) and tactor contact. Rotary-inertial tactors are very cost effective, robust, and do not require much power, while linear actuators yield high force and displacement. Pneumatic tactors may be the best choice when there is a ready supply of compressed air, such as in a fighter jet. Finally, future developments in electro-active polymers and micro-electro-mechanical systems (MEMS) may result in other attractive options for display designers.

The tactor system chosen must operate in a wide variety of environments and integrate well with the current life support ensemble of the user. Chapter 5 describes the different types of environments which may affect tactile displays, including temperature extremes, underwater immersion, whole body vibration, high sustained acceleration, and microgravity. Integration issues such as skin-tactor contact, the weight and power requirements of the entire system, compatibility with emergency egress and ditching, and of course comfort are also discussed in the chapter.

The multitude of issues may seem rather large to those just beginning research in the area of tactile displays. Although factors such as stimulus intensity, environmental stressors, tactor type, and perceptual characteristics must be considered, one must remember that a simple suprathreshold tactile stimulus can

easily serve an alerting function, and that the location of that stimulation is intuitively obvious. The successes of various tactile displays discussed in Chapter 6 are all built upon this basic premise. We conclude with the statement that that data described in this report are important evidence that using the tactile modality in military environments can improve performance and lessen workload, thereby improving the quality and safety of the man-machine-interface and the operational effectiveness of military personnel.

Les systèmes d'affichage tactiles pour l'orientation, la navigation et la communication dans les environnements aérien, maritime et terrestre

(RTO-TR-HFM-122)

Synthèse

Les systèmes d'affichage tactiles, tels que les téléphones portables vibrants, présentent les informations à l'utilisateur par voie cutanée. Les systèmes d'affichage tactiles peuvent réduire les risques de surcharge sensorielle et cognitive et améliorer l'efficacité opérationnelle du personnel militaire. Ce rapport a pour but de dispenser des connaissances de base sur les systèmes d'affichage tactiles, de partager les leçons tirées des précédentes recherches et de fournir des instructions pour les recherches futures. Il est destiné à servir à la fois aux concepteurs et aux utilisateurs finaux.

De nombreuses questions doivent être examinées lors de la conception et de l'application de systèmes d'affichage tactiles. La psychophysique des repères tactiles est décrite dans le Chapitre 2 et doit être étudiée pour assurer le succès de tout nouveau système d'affichage tactile. Les seuils de sensation, la sommation spatiale et temporelle, l'adaptation et les illusions tactiles sont des considérations majeures de conception et affectent la perception des repères tactiles. Les principaux problèmes de perception relatifs aux applications tactiles concernent notamment l'acuité spatiale du torse (ou de toute autre partie du corps applicable), la capacité à localiser le stimulus, et la perception de la direction externe du stimulus basée sur la localisation de ce stimulus. Les facteurs humains concernant ces problèmes de perception sont exposés dans le Chapitre 3. Les autres facteurs humains, notamment les principes de codage, les questions cognitives et l'intégration multisensorielle, sont également présentés. Lors de l'introduction de nouveaux systèmes d'affichage, il existe toujours le risque d'une surcharge à la fois sensorielle et cognitive. Il est donc important de fournir des informations intuitives sur le système d'affichage à chaque fois que cela est possible, et d'éviter les signaux tactiles parasites. Dans la mesure où il est prévu que les systèmes d'affichage tactiles seront combinés à d'autres modalités d'affichage, il est essentiel de déterminer la manière dont les signaux tactiles pourront augmenter de façon optimale les signaux visuels et/ou auditifs. La familiarisation avec les principes de repérage évoqués dans le Chapitre 3 devrait fournir des indications sur la programmation des systèmes d'affichage multisensoriels et/ou multifonctions.

Le type de matériel utilisé dépend de l'application spécifique du système d'affichage – les questions de matériel sont abordées dans le Chapitre 4. Les tactionneurs électriques peuvent être légers et de très petite taille, mais sont extrêmement dépendants de l'état de l'épiderme (sec ou humide, par exemple) et du contact du tactionneur. Les tactionneurs à inertie rotative sont très rentables, robustes et consomment peu d'énergie, alors que les actionneurs linéaires ont une grande force de déplacement. Les tactionneurs pneumatiques peuvent s'avérer le meilleur choix lorsque l'on dispose d'une réserve d'air comprimé, comme dans un avion de chasse. Pour finir, les développements futurs des polymères électroactifs et des systèmes micro-électro-mécaniques (MEMS) pourraient fournir d'autres options intéressantes aux concepteurs de systèmes d'affichage.

Le système de tactionneur choisi doit pouvoir fonctionner dans de nombreux environnements et s'intégrer à l'ensemble de l'équipement de vie actuel de l'utilisateur. Le Chapitre 5 décrit les différents types d'environnements pouvant affecter les systèmes d'affichage tactiles, notamment les températures extrêmes, l'immersion sous-marine, la vibration globale du corps, une forte accélération soutenue et la

microgravité. Les questions d'intégration, telles que le contact épiderme-tacteur, les exigences de poids et d'alimentation de l'ensemble du système, la compatibilité avec les évacuations d'urgence et les amerrissages forcés, et bien sûr le confort, sont également abordées dans ce chapitre.

La multitude de sujets peut sembler relativement impressionnante à ceux qui entament à peine des recherches dans le domaine des systèmes d'affichage tactiles. Bien que des facteurs tels que l'intensité du stimulus, les facteurs de stress environnementaux, le type de tacteur et les caractéristiques de la perception doivent être pris en considération, il faut garder en mémoire qu'un simple stimulus tactile supraliminaire suffit à alerter, et que la localisation de cette stimulation est intuitivement évidente. Le succès de divers systèmes d'affichage tactiles étudiés dans le Chapitre 6 s'est toujours fondé sur ce principe de base. En conclusion, nous déclarons que les données décrites dans ce rapport prouvent largement que le recours à la modalité tactile dans les environnements militaires peut augmenter la performance et réduire la charge de travail, améliorant ainsi la qualité et la sécurité de l'interface homme-machine et l'efficacité opérationnelle du personnel militaire.