モバイル機器の歩行中操作と環境制約に関する検討

—携帯電話の操作を例として—

○山際 孝幸¹⁾, 吉村 勲²⁾

¹⁾シャープ株式会社, ²⁾関西大学工学部

Study on the relation between walking operation and physical / mental limitation

- Example of the cellular phone -

Takayuki YAMAGIWA¹⁾, Isao YOSHIMURA²⁾

¹⁾Sharp Corp., ²⁾Faculty of Eng., Kansai Univ.

1. はじめに

近年急速に普及してきたモバイル機器の使用環境は、歩行動作中などの動的な状況で使用されることが多い。このような動的な使用環境においては、そこでの環境制約（操作時間制約、身体動作制約、歩行動作障害など）がモバイル機器の正確な操作に影響するものと考えられる。そこで本研究は、携帯電話の歩行動作中操作（メール文入力）を対象として、操作時の環境条件が操作に与える影響（操作回数、操作時間、前方確認回数、エラー分析）について検討することで、モバイル機器の歩行動作中操作への環境制約に関する検討を行った。

本報では各試行条件（12 条件）におけるエラー率[=エラー回数／操作回数]、操作時間、前方確認回数について測定した結果について報告する。

2. 実験

被験者としては健康な男子 50 名 (20 代) を採用した。被験者には実験目的や試行回数等の詳細は伝えず実験当日は入力装置の操作方法と試行手順および注意事項を確認の後、一度の練習試行を経て本試行・測定過程へと移った。この際、被験者にはできる限り普段と同様の操作および動作を行い、リラックスして臨むように指示した。なお実験前日の被験者には実験手順書を予め手渡し実験の手順について概ね理解させた。

実験空間は測定空間と制御・観察空間からなりパーティションにより区画されている。測定空間の中央には被験者がトレッドミル上に立ち、後述する試行を歩行動作と共に実施する。被験者の前方にはスクリーンとスピーカーが、後方にはプロジェクターが設置され、事前準備した映像および外界環境音を VCR1+モニター1 より送信することによって街頭歩行環境を再現する。またトレッドミルは後方のコントロールパネルより速度制御される。被験者が試行結果を入力

する入力装置はディスプレイ部と文字入力部からなり、被験者の上肢動作を妨げないよう遊動可能な状態で操作手に把持されている。この入力装置は入力された結果を解析するための解析用 PC とディスプレイ部映像の記録・観察を行う VCR2+モニター2 にスキャンコンバータを介して接続されており以下に示す測定項目（操作回数、エラー回数、確認回数など）を測定・記録する。なお、入力装置の外形・重量および機能は一般的なモバイル機器であるケータイ端末とほぼ同様となるように設計してある。カメラ 1~3 は実験中の被験者の状態を観測する。camera1, 2 は試行中の被験者の前方確認動作における視線移動を観察すると共に頭部動作および上肢動作を 3 次元動作解析するためのシステムを構成する。またカメラ 3 は操作手指の動きを詳細観察することを主目的とする。なおカメラ 1~3 の設置高さは可変であり各被験者に対して適切な高さに調整する。その他、被験者に影響を与えようと考えられる要素（照明光量、騒音、指示音声など）はできる限り管理した。

試行はトレッドミル上で歩行動作中（4.0km/h）の被験者にメール入力課題（約 40 文字）を与え、その時の操作回数、操作時間、前方確認回数、エラー分析などを測定・抽出する。なお、歩行動作中の被験者には制約条件として下表の実験制御因子の組み合わせ（12 条件）からランダム化され与えられる。また、被験者の疲労回復および集中力維持のため試行間に約 2 分間の休憩を与えた。

表 実験制御因子

制御因子	1	2	3
時間制約	なし	あり	
身体制約	なし	あり	
混雑度	I	II	III

図 試行別のエラー率、操作時間、確認回数

3. 結果

図は試行別のエラー率、操作時間、確認回数について集約し示したものである。なお、エラー率とは試行毎の操作回数とエラー回数より算出した測度[エラー率=エラー回数/操作回数]である。

この結果、混雑度条件の影響は操作時間および前方確認回数に顕著に現れ、両者とも混雑度条件Ⅱ*の場合に高い値を示した。混雑度Ⅱとは、逆方向進行者が多い場合であり、交通状態が操作に与える影響について示唆された。次に時間制約条件の影響について、エラー率は時間制約ありの場合に高い値を示し、前方確認回数は時間制約なしの場合に高い値を示した。これらのことから、時間的制約がある場合の歩行中操作は、誤操作が多くなることに加えて、前方確認回数が減少することから歩行安全性に対して問題が発生することが確認された。

4. 結論

本報では、携帯電話の歩行動作中操作（メール文入力）を対象として、操作時の環境条件（身体制約、時間制約、混雑度）が操作に与える影響についてエラー率、操作時間、前方確認回数から検討した。この結果、時間制約と混雑度の影響が高く、身体制約の影響は低いことが推測された。

5. 今後の課題

本報では機器操作性の測度にエラー率を採用した。この入力エラーの内訳は入力装置のキー配列などに関係するものと考えられる。よってエラーの内訳については別途詳細に分析し、検討・解明されることが望まれる。

*混雑度Ⅰ：同方向進行者が多い場合（0.56人/㎡）
 混雑度Ⅱ：逆方向進行者が多い場合（0.43人/㎡）
 混雑度Ⅲ：混雑度が低い場合（0.06人/㎡）