

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 加賀 大嗣
学位 博士 (工学)
学位記番号 新大院博 (工) 第 490 号
学位授与の日付 平成 31 年 3 月 25 日
学位授与の要件 学位規則第 4 条第 1 項該当
博士論文名 触知探索における最適な区画数に関する研究

論文審査委員 主査 教授・堀 潤一
副査 教授・前田 義信
副査 教授・三村 宣治
副査 准教授・渡辺 哲也

博士論文の要旨

触地図は視覚障害者が 2 次元的な空間情報を獲得するための有効なツールである。しかし視覚を通じて全体を一望できる晴眼者用の地図と異なり、手指を動かして部分を連続的に触察する必要のある触地図では、全体の構成を把握し、目標物を探索・発見するのに時間がかかる。そのため、視覚障害者が触地図を利用する際、探索を効率的にする方法が必要である。そのような方法の一つとして、触地図の周囲に目盛りを付与し、触地図全体を区画に分割する手法がある。区画に分割し、実際に探索すべき面積を減少させることで探索時間を短くするという発想である。従来の研究では、この方法により実際に探索時間が短くなることが示されているが、探索時間を最も短くする最適な区画数までは求められていなかった。

そこで本研究では、触地図の区画数と探索時間の関係について、晴眼者と視覚障害者の両方を対象とした実験により検証した。実験用に、面積が A4 サイズ一定で、区画数が異なる 5 種類の触地図 (分割なし、縦 2×横 3、縦 3×横 4、縦 4×横 5、縦 5×横 6) を用意した。実験参加者にはこの触地図内に配置した標的 (触知記号) を探索させ、標的の発見までに要する時間を計測し、探索動作をビデオで撮影した。

第 1 の実験には晴眼者に参加してもらった。触覚のみで探索をするため、参加者にはアイマスクを着用してもらった。すべての参加者がすべての区画数条件で探索をおこなった。実験の結果、縦 3×横 4 に分割した触地図において探索時間が最も短くなった。そのときの探索時間は平均 7.5 秒程度であり、最も長い分割なし条件における探索時間 13 秒程度の半分にまで縮まった。

区画数が増えるほど参加者が探索すべき面積は狭くなるので、探索時間は単調に減少すると予測していたが、その効果には上限があることが分かった。その理由を探るため、ビデオ撮影した探索動作を分析した。参加者の全体の探索動作は、触地図周囲の目盛りを数えて、標的がある区画まで手を動かす動作と、その区画を手指でなぞって触知をする動作とに分かれた。このうち目盛りの計数時間が目盛り数の増加に従って増えており、これと区画数の増加に伴い触知記号を探索する時間が減少する現象が重なり合うことで、5 種類の条件の中間に全探索時間が最小となる条件が生じたのだった。

第 2 の実験には視覚障害者に参加してもらい、同じ課題に取り組んでもらったところ、縦 4×横 5 に分割した触地図において探索時間は最も短くなった。探索動作を分析したところ、晴眼者とは違って目盛り数の増加に伴う目盛り計数時間の増加はわずかであった。一方で、触知により標的を探索する時間は、中央値で見れば分割なし条件に比べて分割された 4 種類の条件では半分近くまで短くなった。

晴眼者と視覚障害者の全探索時間を比べると、晴眼者が最も短い縦 3×横 4 分割条件で平均 7.5 秒程度、最も長い分割なし条件で 13 秒程度であったのに対して、視覚障害者では最も短い縦 4×横 5 分割条件で平均 4 秒程度、最も長い分割なし条件で 7.5 秒程度と半分程度となった。これは、普段から触覚を使っている視覚障害者の触知探索における優位性を明らかに示している。

以上のように、視覚障害者と晴眼者の両方において、標的探索時間を最も短くできる条件を見つけ、かつそのようになる原因を動作解析から明らかにした。更に、視覚障害者と晴眼者の探索時間を比較したところ、視覚障害者は晴眼者の約半分の時間で探索ができることを見出した。探索時間を最も短くする区画数という知見は、触地図を自動で作成する Web アプリケーションに直接的に活用することができる。

審査結果の要旨

本論文では、触地図から標的（触知記号）を探索する時間を最も短くできる区画分割条件を求めるためにおこなった実験とその結果について述べられている。

実験は、心理物理実験の一般的な手法に則っておこなわれた。このような実験では被験者間の戦略の違いの影響が大きいため、被験者内要因として、その影響を抑えている。晴眼者を対象とした第 1 の実験からは、区画数の増加が探索時間の減少をもたらすという予測を確認するとともに、触地図周囲の目盛りの計数時間の増加のため、全体の探索時間減少効果が抑えられるという新しい知見が得られた。縦 3×横 4 に分割した触地図において探索時間が最も短くなった。

視覚障害者を対象とした第 2 の実験からは、縦 4×横 5 に分割した触地図において探索時間が最も短くなるという結果が得られた。同時に、目盛り計数時間、触知覚による標的探索時間いずれも晴眼者の約半分になることが分かった。これは、障害者へ適用する研究には必ず障害者に参加してもらう必要があることを示している。今回の実験では視覚障害者 16 人に参加してもらっており、結果の信頼性は高い。

本研究は、触地図から標的（触知記号）を探索する時間を最も短くできる区画分割条件を定量的に明らかにした。この研究成果は、触地図を自動で作成する Web アプリケーションに直接的に活用することができる実用的な研究成果である。

本論文の第 1 の実験については日本心理学会の英文学術誌に掲載され、その新規性・信頼性・有効性が認められている。第 2 の実験は国際会議 AsiaHaptics に採択され、そのデモンストレーション会場では実験結果を紹介するとともに触地図自動作成システムを海外の研究者たちにアピールすることができた。

以上のように学術的・社会的貢献が認められるため、本論文は博士（工学）の博士論文として十分値すると認定した。