

論文内容の要旨

博士論文題目 初等中等教育における ICT を活用した実習を行うための
画面操作作用インタフェースに関する研究

氏 名 狭間 浩史

(論文内容の要旨)

初等中等教育の ICT を活用した実習では、教員はコンピュータ等の操作に集中しなければならぬ一方で、生徒の席に移動することが難しい。その結果、従来の実習より生徒との、コミュニケーションを行う機会が減少し、双方向で意見、質問が交わされる実習ができなくなる問題が生じる。結果として、教員は実習中の生徒の様子や実習の理解度の把握が困難になり、実習の進行に支障をきたすことになる。また、実習では危険を伴う作業もあり、実習を行う際、またはその実習の説明をする時には、両手を使用して行うことが基本とされる。しかし、実習中において、コンピュータを使った電子資料による実習内容の説明から実物を使った実習の説明に切り替わる際、両手を自由に使えるようにするために、手に持っているインタフェース機器を一旦どこかに置く必要がある。加えて、インタフェース機器の置き忘れが生じることもあり、実習の進行に支障をきたすケースが多い。

以上の問題を受けて、手首に装着可能な「画面操作作用インタフェース (第1世代)」を提案し、設計及び実装を行い、実際の実習での使用を試みた。その結果、従来の実習よりも教員と生徒間でコミュニケーションを行うことが増えて、実習の進行に効果があり、有効性があることを示した。しかし、実習では説明時間が長くなることが多く、常にインタフェース機器を意識することになり、肉体的、精神的においても疲労感を伴う。これら問題に対して、片手に装着可能な「ナチュラルアームアルゴリズム」を用いた「画面操作作用インタフェース (第2世代)」を設計及び実装した。

さらに、「画面操作作用インタフェース (第1世代)」、「画面操作作用インタフェース (第2世代)」と指輪マウスを用いて、現場の教員による模擬実習を実際に行い、模擬実習終了後の教員によるアンケートの評価結果を基に、「画面操作作用インタフェース (第2世代)」と指輪マウスが与える実習への効果やその有効性について検証を行った。その結果、ロボット制御、ロボット製作およびロボットプログラミング演習などの実習内容において、長時間使用した際も、「画面操作作用インタフェース」は、他のインタフェースより、疲労感を軽減できる可能性が高いことがわかった。

また、長時間使用した際にも、他のインタフェースより実習において、疲労感を軽減できる可能性が高いことがわかっている。しかし、感覚のずれによる違和感から、疲労感を覚えることがあるため、「ナチュラルアームアルゴリズム」を用いたプログラム等の改善により、「画面操作作用インタフェース (第3世代)」を設計及び実装した。さらに、現場の教員による模擬実習を実際に行い、模擬実習終了後の教員によるアンケートを行った。これらの評価結果から、「画面操作作用インタフェース」は、従来のインタフェース装置よりも疲労感が軽減し、実習における有効性が高いことを示した。

(論文審査結果の要旨)

本研究は、情報教育が直面する ICT の活用において、身近な課題の解決を研究動機とし、初等中等教育における ICT を活用した実習を行うための次世代インタフェースの確立を目指し、「画面操作インタフェース」を提案している。その中で ICT を活用した実習は、一般的な授業と比較し、長時間行われるため、コンピュータの画面操作による疲労感を伴うことをつきとめ、疲労感を軽減する「ナチュラルアームアルゴリズム」を提案し、現場の教員による試用により、その効果を確認している。さらに、現場の教員による意見及び助言に基づき、「ナチュラルアームアルゴリズム」の操作性の違和感を改善し、現場の教員による試用により、その効果を確認している。本論文の主な成果は、以下に要約される。

1. ユーザインタフェース技術を考える上で、ユーザビリティの認知性及び操作性が重要視される傾向がある中で、ユーザビリティの快適性を重要視したことは提案性がある。また、これからの授業は実習形式が重要になってゆくことを見据えて、一般的な授業と比較し、長時間行われる実習にフォーカスし、疲労感の軽減をアルゴリズム化し、インタフェースに実装して実体化に取り組んでいる。
2. ICT の活用を考える上で、e-learning などシステムを導入する際、コストパフォーマンスが原因で、初等中等教育においては ICT の活用が推進しない傾向にある。その中で、既存のシステムにおいて、ICT の活用を推進することが可能な「画面操作インタフェース」を考案した点は提案性がある。また、実習室の生徒側からコンピュータの画面操作を行う点には独創性がある。さらに、教員と生徒間のコミュニケーションの円滑化及び疲労感の軽減に関して、現場の教員による試用により効果を確認していることから、有用性がある。
3. 自然な腕の状態において、疲労感が軽減される可能性を見出した「ナチュラルアームアルゴリズム」は独創的である。また、自然な腕の状態をアルゴリズム化し、例示したことには提案性がある。さらに、現場の教員による試用により、従来の手法との比較を実施していることで、有用性が確認できる。

以上のように、本論文は初等中等教育における ICT を活用した実習を行うための画面操作の課題を解決するとともに、ICT 教育において世界中で模索が続けられている次世代インタフェース技術のための画面操作におけるユーザインタフェースの進歩に貢献している。よって本論文は、博士(工学)の学位論文としての価値があるものと認める。