手首装着型運動センサを用いたタイピング操作安定度の評価

菅野谷知佳† 松下宗一郎†

概要：文字入力においてキーボードが広く普及していることで,様々なタイピングの方法が存在している.しかしながら,操作者にとって負荷のかかるキーボード操作を行うことにより負傷する事例が存在する.このことから，打鍵操作のバラつきを評価し,負傷に繋がる特徴を特定する必要があるものと考えられる.そこで本研究では手首装着型の運動センサにて,タイピング時における手首の回転角度と実効加速度を用いて評価することでキーボード操作の個人的な特徴を客観的に評価する手法の検討を行った.

Stability Evaluation System for Keyboard Typing Using a Wrist-worn Motion Tracking Device

CHIKA SUGANOYA† SOICHIRO MATSUSHITA†

Abstract: A computer keyboard is an inevitable device for programming. Accordingly, there are many ways of computer typing. However, it is said that continuing inappropriate typing ways cause some injuries. In this study, the authors have investigated a wrist-worn motion-tracking device to evaluate motion of keyboard typing. To evaluate the individual features in keyboard typing, the authors have used a combination of the attitude roll angle and effective linear acceleration signals of the subjects' wrist

1. はじめに

デジタル化が進んだ現代生活において,コンピュータを用いた文字入力動作は必須となっている.そこで,知的情報を入力することのできるキーボードは必要不可欠なものとなっている.また,文部科学省が掲げる小学校及び中学校の情報教育案[1]においては小学校 6 年間で 10 分間に 200 文字以上の文章が入力できるようにするといった教育目標も存在する.このことからキーボード操作は今後も生活において必要であることを示唆していると考えられる.しかしながら,文字入力数において触れられる一方でタイピング操作の方法については触れられていない.コンピュータに初めて触れる機会の多い児童にとって正しい手法が教育されない場合,非効率的なタイピング方法や手指のケガにつながるタイピング方法を習得してしまう可能性があると考えられる.また日常的にキーボードを操作する人達においても,キーボードの操作者全て同じ操作方法が行われてはおらず中には,繰り返し負荷のかかる操作を続けることで腱鞘炎や CTS(Carpal Tunnel Syndrome)等の負傷を起こす人がいることが知られている.このことから,現代のキーボード操作者の行うタイピング操作がいかに異なっているかを評価し,負傷に繋がる可能性のある操作方法を特定するため,キーボード操作における身体運動を評価する必要があると考えられる.

キーボード操作においては,高精度な角速度センサ手首に装着し,タイピング操作において激しい運動を行っているか観測できることが報告されている[2].しかしながら,手首にかかった加速度については評価されていない.そこで本研究では,タイピング操作中の手首運動を解析し,日常的にタイピングを行っている人においてどのような特徴差があるのか調査した.また,特徴差の解析において加速度の大部分を占める重力加速度を除いた実効加速度と,重力方向を特定できるパラメータを用いることとした.

2. タイピング操作を評価するデバイス

タイピング操作を行うにあたり,手首運動に個人によって差が生じるものとして,手首の基本姿勢角度や手首の回転運動の揺らぎの大きさ,更には生じた加速度が考えられる.そこで,タイピング運動を評価するにあたり,タイピングは体が静止した状態で行われていることから,僅かな個人差について直感的に評価を行うため,加速度についてより詳細に計測する必要があると考えらえる.

図 1 は,本研究にて解析を行った際に使用した腕時計型デバイスを右手側に装着した様子である.ここで,手首に装着したデバイスは約 50g でありタイピング操作において大きく影響はしないものと考えられる.被験者の肘から人差し指へ向かう方向を X 軸とし,加速度 3 軸,角速度 3 軸の計 6 軸での運動信号を計測するデバイスが搭載されている.また,デバイス内部では重力に対する姿勢角をそれぞれの軸において出力している.これらの出力値は,時間積算を用いて計算されているためキーボード打鍵時に生じる瞬間的な衝撃からほとんど影響を受けないことから,タイピング操作における手首運動を評価できると考えた.

† 東京工科大学大学院コンピュータサイエンス専攻
Graduate School of Computer Science, Tokyo University of Technology

© 2018 Information Processing Society of Japan

実験では,日常的なタイピング状況を再現するため自然な姿勢にてタイピングを行った.被験者 14 名(男性:10 名,女性:4 名,20 歳~53 歳)は両手首に腕時計型運動センサを軽く密着させた状態にて装着し簡単な C 言語のソースコード入力(Hello, world)を 3 回繰り返し行った.また,評価においては手首の回転角度と使用した力が重要であると考えたため,それらを中心に解析を行った.

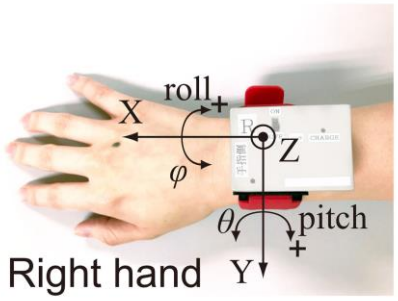

図 1　手首装着型センサの座標定義
Figure 1　Definition of motion axes

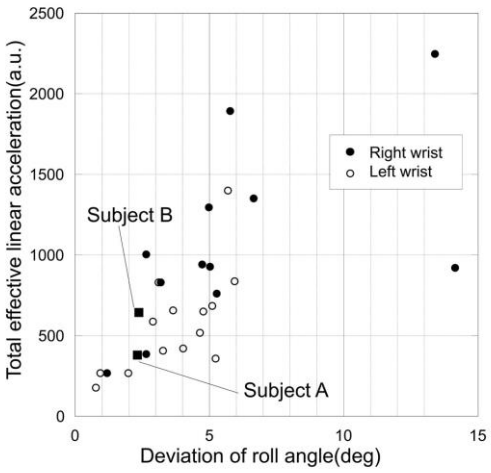

図 2　ロール角標準偏差と実効加速度総合値の散布図
Figure 2　Scatter plot of deviation roll angle and total effective linear acceleration

3. タイピング運動評価手法の検討

得られた結果から,手首の回転運動を示すロール角及びピッチ角と実行加速度において相関関係が見られた.しかしながら被験者 14 名中 12 名がロール角を中心とする横払い方向の運動を中心にタイピングを行っていたことが分かったためロール角に着目して解析を行った.ここで,タイピング操作において重要であると予想した平均姿勢ロール角においては,タイピング中に使用された実効加速度総合値との相関関係が非常に低かった.このことからタイピング時に発生した実効加速度総合値において手首の平均姿勢ロール角は影響しないことが分かった.一方,ロール角の標準偏差においては 0.66 となっており相関があると考えられる.しかしながら,図 3 に取り上げた被験者 A と B については,図 2 においてロール角の標準偏差がほとんど同じだがタスク後の実効加速度の総合値が約 1.7 倍も差があることが分かる.この結果から実効加速度の標準偏差にも注目したところ,被験者 A が被験者 B よりも小さい範囲で運動していたことがわかった.このことからタイピング操作における運動を評価するにあたって,手首のロール角の標準偏差と実効加速度の標準偏差が重要である可能性があると考えられる.

また,プログラミングには複雑なタイピング操作が必要であるにも関わらず,単位時間あたりの実効加速度はほとんど一定であることから,短時間のタスクにてタイピング運動の特徴解析が可能であると考えられる.

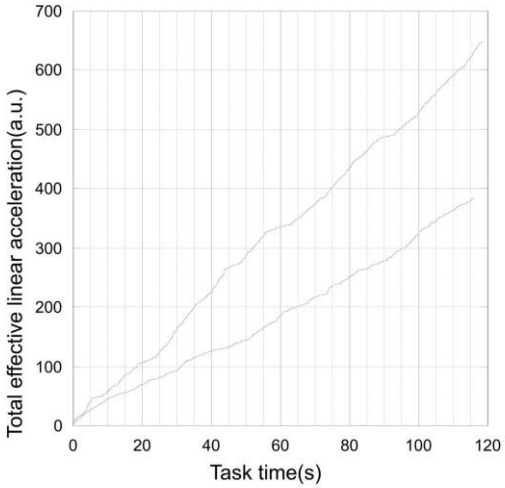

図 3　打鍵操作における被験者 2 名の実効加速度推移
Figure 3 Change in effective linear acceleration of two subjects

4. まとめと今後の展望

本研究では,利用者の手首に小型軽量なワイヤレス運動センサを装着することで，日常のキーボード操作における手首運動の特徴量を客観的に計測する可能性を見いだした.今後は更に詳細な分析を進めていくことで，個人によって適切なタイピング方法を的確に教示するシステムを目指して行きたいと考えている.

参考文献

[1] “文部科学省「教育の情報化に関する手引き」(案) 第四章 情報教育”(2009).
[2] 菅野谷知佳，松下宗一郎: 手首装着型センサによるキーボード打鍵運動の評価~疲れないタイピングを目指して~, インタラクション 2017 第 20 回一般社団法人情報処理学会シンポジウム，発表番号 1-404-50 (東京)

© 2018 Information Processing Society of Japan