

## 片麻痺患者のタイピング支援に向けた

## 立体的なキー配置による運指距離の低減

## Reduction of Fingering Distance by Three-Dimensional Key Arrangement

## toward Typing Support for Hemiplegic Patients

○ 鈴木智裕 (早大) 三浦智 (早大) 小林洋 (早大) 藤江正克 (早大)

Tomohiro SUZUKI, Waseda University

Satoshi MIURA, Waseda University

Yo KOBAYASHI, Waseda University

Masakatsu G. FUJIE, Waseda University

**Abstract:** Keyboard typing speed of hemiplegic patients decreases due to paralysis of fingers. In this study, we develop a device that enables the typing speed of hemiplegic patients faster. We hypothesized that typing speed of hemiplegic patients will be faster with the use of three-dimensional keys that can reduce fingering distance to the keys. The objective of this paper is verification of the fingering distance reduction by the three-dimensional keys. We analyzed the three-dimensional finger motion during typing a flat keyboard. From the motion analysis, we developed a typing support device having three-dimensional key arrangement that can reduce fingering distance maximally. As a result of measuring the three-dimensional finger motion during typing the three-dimensional keys, fingering distance was reduced by 74% as compared to the flat keyboard. After typing characters 20 times with the three-dimensional keys, typing speed was increased to 58[cpm] and input error rate was reduced to 18%.

**Key Words:** Hemiplegic, Keyboard, Finger, Motion Analysis

## 1. 緒言

2008年度における国内の脳卒中患者数は約134万人に上る<sup>(1)</sup>。脳卒中の主たる後遺症は片麻痺であり、慢性期片麻痺患者の約8割に手指の麻痺が残存する<sup>(2)</sup>。片麻痺患者は手指の麻痺によりキーボードタイピング速度が低下し、生活の質の低下や社会復帰の困難が問題となる。そこで、慢性期片麻痺患者にとって入力容易なタイピング装置が必要かつ有用である。本研究では片麻痺患者のタイピング速度の向上を目指した支援装置を開発する。本装置の開発にあたり、手指の動作速度の低下した片麻痺患者は、通常の平面的なキーボードよりも立体的なキーボードを使用することで運指距離は低減し、タイピング速度は向上すると仮説を立てた。本研究ではこの仮説に基づき、通常のキーボード入力時の指軌道に沿った立体的なキー配置を提案し、立体的なキー配置による運指距離の低減の検証を目的とする。

## 2. タイピング動作解析実験

## 2-1 実験目的

本実験では、立体的なキー配置を決定するため、通常のキーボード使用時の指軌道を解析し、運指時に最も早く動き始める指の部位の特定を目的とする。片麻痺の指は屈曲動作より伸展動作が困難となるという性質を有する<sup>(2)</sup>。指の伸展動作を不要とした入力を可能とするため、運指時に指の屈曲方向へ最も早く動き始める指の部位に立体的なキーを配置する。

## 2-2 実験方法

磁気式3次元位置計測システム AURORA<sup>®</sup>を用いて、キー入力時の指先、DIP関節、PIP関節、MP関節の変位を計測する。実験タスクは、右手の示指、中指、環指、小指が担当する上、中、下段の文字キー「UJMIK.OL.P;/」の5回

ずつの打鍵である。「JKL;」をホームポジションとして、一打鍵毎にホームポジションに戻るようにした。被験者は健常者5名である。被験者に対してインフォームドコンセントを得た上で実験を行った。

## 2-3 実験結果

ホームポジション上での指の初期位置を原点とし、被験者5名の上・中・下段キー入力時の各指関節のy軸、z軸方向の変位データを加算平均したグラフをFig. 1に示す。指の屈曲方向の変位であるy軸とz軸の負方向の変位を見ると、上段キー入力時は、PIP関節のz軸負方向への変位開始が最も早かった。中段キー入力時は、指先・DIP関節・PIP関節のz軸負方向への変位は同等であった。下段キー入力時は、指先のy軸負方向への変位開始が最も早かった。

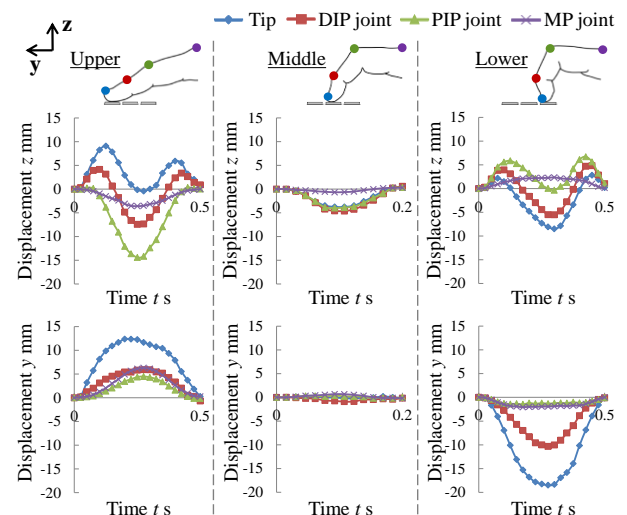


Fig. 1 Displacement of finger joints when typing each key

## 2-4 考察

実験結果から、運指の初期微動を最も早く感知可能な立体的なキー配置を以下のように決定した。

- ① 上段キー用：基節のPIP関節寄りの鉛直下方向
- ② 中段キー用：指先の鉛直下方向
- ③ 下段キー用：指先の指屈曲方向

## 3. タイピング支援装置の開発

タイピング動作解析より決定した立体的なキー配置をFig. 2に示す。開発したタイピング支援装置の外観をFig. 3に示す。立体的なキーは指の形状に合わせて位置と角度を調節可能な機構とした。装置はFig. 4に示すように麻痺手が担当する12個のキーの入力を支援する。

指に密着するキー配置では、入力時に指が連動して複数のキーに指が触れる。そこで、意図した入力時の接触力と指の連動による接触力を判別するため、キーには力センサを内蔵する。キーに加わる接触力を計測したところ、接触力の大きさには個人差があることと、指の連動による接触力は意図した入力時の接触力より小さいことが分かった。そこで、装置使用時は個人ごとにキャリブレーションを行い、指の連動による接触力以上の力が加わった時に文字入力が実行されるように接触力の閾値を設定するものとした。

## 4. タイピング支援装置の検証実験

### 4-1 運指距離低減検証実験

#### 4-1-1 実験目的

本実験の目的は、通常のキーボードと提案装置入力時の指軌道の計測から、提案装置による運指距離の低減の検証を行うことである。

#### 4-1-2 実験方法

本実験では、文字の入力に要する運指距離を算出するため、通常のキーボードと提案装置使用時の指軌道を計測する。使用機器、実験タスクは、2章で行ったタイピング動作解析実験と同様である。試行回数は1文字キーあたり10回とした。被験者は健常者3名である。被験者に対してインフォームドコンセントを得た上で実験を行った。

#### 4-1-3 実験結果・考察

運指距離はキー入力時の各指関節の移動距離の合計値として算出した。各文字キー入力時の運指距離をFig. 5に示す。提案装置の運指距離は通常のキーボードと比較し、上段キーは平均76%、中段キーは平均58%、下段キーは平均89%低減した。全キーの低減率の平均は74%であった。

## 4-2 文字入力評価実験

### 4-2-1 実験目的

本実験の目的は、提案装置初使用者における、入力速度と誤入力率の評価である。

### 4-2-2 実験方法

本実験では、通常のキーボードと提案装置使用時の入力速度と誤入力率を計測する。実験タスクはランダムに配列された30個の文字キーの入力である。試行回数は20回とし、通常のキーボードと提案装置の入力を交互に行った。被験者は健常者5名である。なお、本実験は早稲田大学の「人を対象とする研究に関する倫理委員会」にて承認を受けた(承認番号：2014-018)。

### 4-2-3 実験結果

全被験者の入力速度と誤入力率をFig. 6に示す。提案装置の結果を箱髴図に、通常のキーボードの結果の平均値を破線に示す。提案装置における入力速度は平均58[cpm]まで向上し、誤入力率は平均18%まで低下した。

## 4-2-4 考察

提案装置の入力速度と誤入力率は向上傾向を示したが、試行回数20回では通常のキーボードの入力速度と誤入力率までには到達しなかった。今回の実験では、健常者を対象として、ランダムな文字配列の入力を計測したため、今後は、片麻痺患者を対象として、文章を入力した際の入力速度と誤入力率の到達値を検証する必要がある。

## 5. 結言

本研究では、タイピング速度が低下した片麻痺患者は立体的なキーボードを使用することで運指距離は低減し、タイピング速度は向上すると考え、その仮説検証を目的とした。通常のキーボード入力時における指軌道の3次元位置を解析し、運指距離を最大限低減する立体的なキー配置を有するタイピング支援装置を開発した。本装置使用時の指軌道の3次元位置を計測した結果、運指距離は平面的なキーボードと比較し平均74%低減した。また、文字列入力を20回計測した結果、入力速度は平均58[cpm]まで向上し、誤入力率は平均18%まで低下した。今後は、片麻痺患者を対象とした文章の入力の検証を行う。

## 参考文献

- (1) 日本生活習慣病予防協会, 脳血管疾患の総患者数, [http://mhlab.jp/malab\\_calendar/2009/12/006721.php](http://mhlab.jp/malab_calendar/2009/12/006721.php), 2014年6月8日参照.
- (2) 上田敏, 脳卒中のリハビリテーション, 有斐閣, 1990.

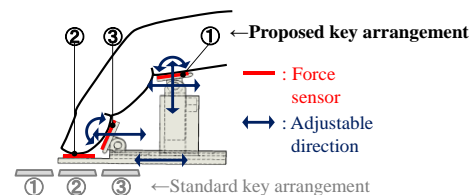


Fig. 2 Proposed key arrangement

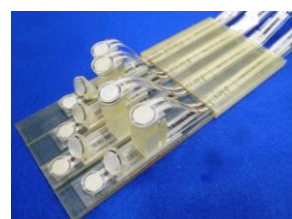


Fig. 3 Typing support device

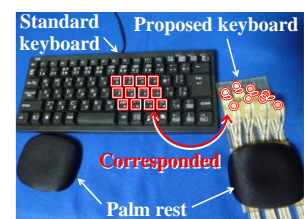


Fig. 4 Layout of typing support device

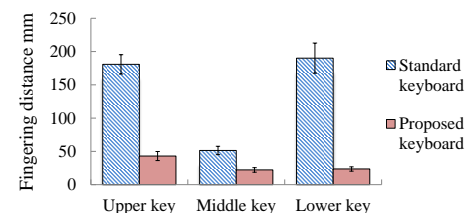


Fig. 5 Fingering distance when typing each key

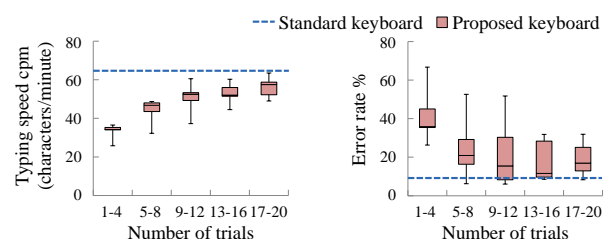


Fig. 6 Typing speed and error rate