

入力中の文章に含まれる数値および演算子に基づいて 計算結果を挿入可能なソフトウェアキーボードの開発

岡村 和典 ^{†1} 安藤 宗孝 ^{†2} 志築 文太郎 ^{†3}

^{†1} 筑波大学 情報学群 情報メディア創成学類

^{†2} 筑波大学大学院 システム情報工学研究科 コンピュータサイエンス専攻 ^{†3} 筑波大学 システム情報系

1 はじめに

メールやメモアプリケーションにおいて、ユーザが計算を要する文章の入力が必要となることがある。このような場合、ユーザは一旦文章入力を中断し、電卓アプリケーションに切り替えて計算を行う必要がある。しかし、この切り替え操作は、手間や精神的負担を生む。

本研究にて、入力中の文章に含まれる数値および演算子に基づいて計算結果を文章に挿入可能なソフトウェアキーボード CalKeyboard を示す。CalKeyboard はユーザが入力した数式の計算結果を挿入する。また、計算結果の挿入後、続けてユーザが数式を入力することにより、新たに入力された数式の計算結果を挿入する。加えて、入力中の文章から数式のみを認識し、その計算結果を挿入する機能も有する。これによりユーザは、文章入力を中断し電卓アプリケーションを開くことなく、計算を要する文章の入力が可能になる。

2 関連研究

入力済みの文章を編集するための機能はこれまでも多く考案されている。例えば、CommandBoard [1] はユーザがジェスチャキーボード上にて文字入力後にジェスチャを行うことにより、文字のフォントや色の変更を可能にした。Gestures and Widgets [2] はユーザがソフトウェアキーボード上にてジェスチャを行うことにより文章の移動やコピーを可能にした。これらはユーザが入力した文字や文章に着目し、これをユーザのジェスチャ操作によって編集する。一方、本研究はユーザが入力した数式のみに着目し、これを編集する。

また、本研究と似た機能を持つソフトウェアとして Google 日本語入力 [3] がある。例えばユーザが「 $2+3=$ 」と入力すると、予測変換候補に「5」が表示される。一方、CalKeyboard は計算結果の挿入後、続けてユーザが数式を入力することにより、新たに入力された数式の計算結果を挿入する。加えて、入力中の文章から数式のみを認識し、その計算結果を挿入する機能も有する。

3 CalKeyboard

我々は iOS アプリケーションとして CalKeyboard を実装した (図 1)。CalKeyboard には Input モード、Cal モード、Allcal モードという 3 状態がある。

Input モードは CalKeyboard の初期状態である。Input モードにおいてユーザが数式を入力し、任意のタイミングにて「Input」キーを押下することにより Cal モードへ、「Input」キーを任意の方向へスワイプすることにより Allcal モードへ遷移する。

Cal モードは、入力済みの数式の計算結果を挿入するためのモードである。Cal モードにおいても Input モードと同様にユーザは数式を入力できる。ただし、Cal モードにおいては「 $=$ 」キーの押下により、CalKeyboard は数式の計算結果を挿入する (図 1)。挿入後、続けてユーザが数式を入力することにより、新たに入力された数式の計算結果を挿入する。例えば、まずユーザが「 $100+200=$ 」と入力した際 CalKeyboard は「300」を挿入する。続けてユーザが「 $-150=$ 」と入力すると、CalKeyboard は「150」を挿入する。また、数式を残したい場面では、「 $=$ 」キーを任意の方向へスワイプすることにより、CalKeyboard は数式を残したまま計算結果を挿入する。

Allcal モードは文章中に文字と数式が混合している場合に用いられるモードである (図 2)。Allcal モードにおいて CalKeyboard は文章中から数字、演算子、カッコ、小数点のみを数式として認識する。「 $=$ 」キーの押下により、CalKeyboard は認識した数式の計算結果を挿入する。

4 実験および結果

計算を要する文章入力中において、CalKeyboard を用いた場合と従来のソフトウェアキーボードと電卓アプリケーションを組み合わせた場合の入力時間および精神的作業負荷を比較するため評価実験を行なった。実験協力者は 10 名 (男性 5 名, 女性 5 名, 19–22 歳) であった。実験協力者 (P1–P10) には表 1 に示す 7 つの文章を正確に入力するよう指示し、その入力時間を計測した。正しく文章を入力し終えるまで計測は続くため、実験協力者は入力した文章に誤りがあった場合

Development of a software keyboard where the user can also insert the calculated result based on numerical values and operators included in a sentence being entered

^{†1} Kazunori Okamura ^{†2} Toshiyuki Ando ^{†3} Buntarou Shizuki

^{†1} Collage of Media, Arts, Science and Technology, University of Tsukuba

^{†2} Department of Computer Science, University of Tsukuba

^{†3} Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

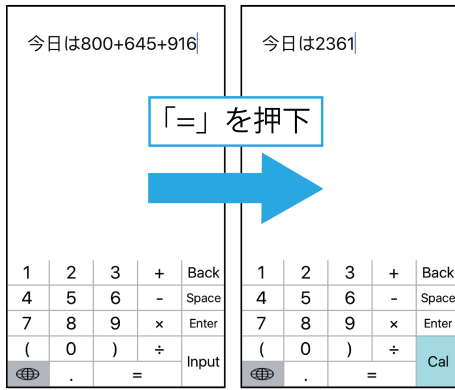


図 1: CalKeyboard を用いた計算結果の挿入

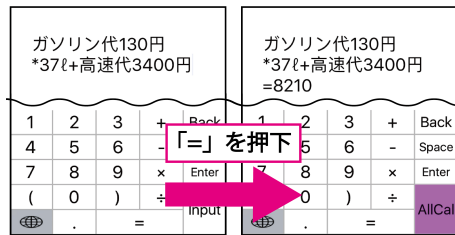


図 2: Allcal モードにおける計算結果の挿入

は訂正する必要があった。文章中には計算式が書かれており、その部分には計算結果を入力した。計算結果を求め、入力する手法として CalKeyboard を用いる手法 (手法 1) および電卓アプリケーションを用いる手法 (手法 2) を採用した。

順序効果を除くために、10 名を 2 つのグループ (グループ A, B) に分け、グループ A は手法 1 にて、グループ B は手法 2 にて 7 つの文章を入力した。その後もう一方の手法にて 7 つの文章を入力した。各手法ごとに 7 つの文章を入力後 NASA-TLX に回答するよう指示した。今回は実験協力者の母語が日本語であったため日本語に翻訳された NASA-TLX を用いた [4]。

各手法における入力時間の合計を表 2 に示す。実験協力者ごとの各文章の入力時間に関して、実験協力者が入力した文章の誤りを見つけられず入力時間が異常に長くなる場合があった。このデータを外れ値として取り除いた。なおここでは外れ値を、実験協力者 10 名

表 1: 入力時間の計測に用いた文章

(1)	テストの合計得点は [74+97+66+32+87] 点でした。平均合計得点は [75+80+77+64+79] 点でした。
(2)	3 人の平均身長は [(177.8+165.4+180.3)/3]cm です。
(3)	[2544+7875+900*3] 円服を買い、ご飯を [1150+648+216] 円食べた。そのため、今日は [合計] 円使った。
(4)	ガソリン代は [134*77] 円で高速代は [1680+250+8190] 円でした。合わせて [合計] 円でした。
(5)	ライブの総動員数は [65832+33958+71023+28993] 人でした。
(6)	アメリカと日本の人口の合計は [308745538+127094745] 人です。
(7)	売り上げはラーメンが [648*887+756*1154] 円、餃子が [280*166] 円、唐揚げが [330*224] 円でした。合わせて [合計] 円です。

表 2: 入力時間の合計

実験協力者	外れ値の組数	手法 1 (秒)	手法 2 (秒)
P1	0	420.02	742.04
P2	1	341.03	492.03
P3	0	363.04	512.03
P4	3	333.02	319.03
P5	1	406.03	712.02
P6	1	423.03	496.03
P7	0	334.04	579.04
P8	0	405.03	563.02
P9	2	288.02	512.03
P10	1	339.04	417.02

表 3: NASA-TLX の全体負担度 (0 - 100)

実験協力者	手法 1	手法 2
P1	44.47	70.00
P2	48.80	55.40
P3	34.27	57.07
P4	80.13	98.80
P5	22.73	87.73
P6	10.27	29.73
P7	28.40	87.40
P8	54.93	50.73
P9	35.53	71.80
P10	50.53	74.13
平均	41.01	68.28

による同手法、同文章の入力時間のデータ 10 個に対しそれらの平均を \bar{x} 、標準偏差を s として $\bar{x} + 2s$ よりも入力時間が長いデータとした。また、実験協力者ごとの手法間における入力した文章数をそろえるため、実験協力者ごとに外れ値と同じ文章かつ他手法における入力時間を外れ値の対として取り除いた。結果として、外れ値および外れ値の対の組は 9 組であった。実験協力者ごとの手法間における入力時間の比較を行うため Wilcoxon の符号順位検定を用いた。その結果、手法 1 の方が入力時間が有意に短かった ($p < .01$)。

NASA-TLX の全体負担度を表 3 に示す。実験協力者の全体負担度の平均は手法 1 が 41.01 ($SD = 18.44$)、手法 2 が 68.28 ($SD = 19.52$) であった。また t 検定を行った結果、手法 1 の方が精神的作業負荷が有意に低かった ($p < .01$)。以上の結果より、計算を要する文章を入力する際、手法 1 を用いた方が手法 2 よりも速く入力でき、精神的作業負荷も低いと言える。

5 まとめと今後の展望

本研究ではユーザが計算を要する文章入力中にアプリケーションを切り替えることなく、計算結果を挿入可能なソフトウェアキーボード CalKeyboard を開発した。評価実験の結果、計算を要する文章入力中において、ユーザは文章入力中に電卓アプリケーションに切り替え計算し、その結果を入力するよりも、CalKeyboard を用いる方が、入力時間の短縮および精神的作業負荷の軽減ができることが示された。今後は CalKeyboard のキーの配列や大きさ、機能を改善し、さらなる入力速度の向上および精神的作業負荷の軽減を試みる。

参考文献

- [1] J. Alvina, C. F. Griggio, X. Bi, and W. E. Mackay. CommandBoard: Creating a general-purpose command gesture input space for soft keyboard. UIST '17, pp. 17–28.
- [2] V. Fucella, P. Isokoski, and B. Martin. Gestures and Widgets: Performance in text editing on multi-touch capable mobile devices. CHI '13, pp. 2785–2794.
- [3] Google. Google 日本語入力, (2018.1.12 閲覧). <https://www.google.co.jp/ime/>.
- [4] 三宅晋司, 神代雅晴. メンタルワークロードの主観的評価法. 人間工学, 29(6):399–408, 1993.