

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE TECLADOS PARA UM SISTEMA CAA

D. T. G. Mariano*, A. N. Silva*, P. Pino**, E. L. M. Naves*

*Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil

** Université de Lorraine, Metz, França

e-mail: dtgmario@gmail.com

Resumo: Um dos fatores que afetam a eficiência de teclados virtuais por varredura é a sua taxa de comunicação. Tal variável é afetada pelo tempo de escaneamento consumido para que o usuário selecione a opção desejada. Estratégias para otimizar a performance são essenciais para que um sistema de comunicação alternativo funcione com uma velocidade satisfatória. O esforço gasto para execução de uma tarefa de escrita pode ser quantificada por análise matricial, de acordo com a localização dos caracteres em uma dada configuração de teclado. Este trabalho tem como objetivo propor uma métrica para quantificar a eficiência de diferentes configuração de teclados para a escrita de palavras de um dicionário de língua portuguesa.

Palavras-chave: CAA, Sistema de escaneamento, Teclado virtual.

Abstract: *One of the factors that influences the performance of virtual keyboards by scanning is the baud rate. This variable is affected by the scanning time consumed for the user to select the desired option. Strategies for optimizing performance are essential for an alternative system of communication to work with a satisfactory speed. The effort expended to perform a writing task can be quantified by matrix analysis, according to the location of characters in a given keyboard layout. This work aims to propose a metric to quantify the efficiency of different configuration keyboards for writing words from a dictionary of the portuguese language.*

Keywords: AAC, Scanning System, Virtual Keyboard.

Introdução

Pessoas com disfunção motora severa possuem restrição (parcial ou total) para estabelecer comunicação verbal ou gestual, embora tenham capacidade intelectual e nível de consciência preservadas. Diante da capacidade cognitiva desses indivíduos, recursos tecnológicos podem ser empregados para reforçar suas capacidades residuais preservadas, melhorando o desempenho funcional de cada indivíduo [1].

Na área da Comunicação Aumentativa e Alternativa, pesquisadores e profissionais estão preocupados com o acesso à comunicação no que se refere às interfaces de dispositivos, sistemas físicos, fatores cognitivos, fatores linguísticos e interação social [2].

Indivíduos com necessidades de comunicação complexas demonstram uma grande variabilidade nas suas capacidades físicas, especialmente no que diz respeito a movimentos motores finos e brutos, postura, tônus muscular, movimentos oculares voluntários e fatores sensoriais [3]. Diante disso existe a necessidade de se construir sistemas adequados às necessidades de cada indivíduo, possibilitando a integração de diversas soluções em sistemas de CAA.

Uma topologia em sistemas de Comunicação Alternativa e Aumentada são os teclados virtuais por escaneamento controlados por um único canal de entrada. Essa estratégia possibilita à pessoas com distúrbio da fala uma forma alternativa de comunicação

O método de escaneamento possui dois fatores que prejudicam sua performance: a velocidade do processo de comunicação que tende a ser excessivamente lento, uma vez que é necessário realizar a varredura de diversas opções disponíveis até selecionar a desejada; é necessário que o usuário efetue um grande número de ações para efetuar uma tarefa simples. Ao longo dos anos, diversas soluções foram exploradas para solucionar estes problemas. Uma técnica eficiente para aumentar a velocidade de comunicação de um sistema CAA é a otimização do atraso de escaneamento através de taxas de varredura adaptativas [4].

O objetivo deste trabalho é avaliar o esforço de varredura entre diferentes layouts matriciais de um teclado virtual para escrever palavras de um dicionário de língua portuguesa com ranking de frequência de suas palavras. Dessa forma é possível propor uma configuração que incremente a velocidade de comunicação do sistema de CAA.

Materiais e métodos

O layout matricial de um teclado virtual é um parâmetro que influencia no esforço de varredura necessário para seleção de uma determinada tecla.

Uma tarefa de seleção de um conjunto de teclas, representadas pelo vetor $A = [a_0, a_1, a_2, \dots, a_n]$, em uma teclado bidimensional B com n_c colunas e n_L linhas (Figura 1), pode ser calculada pela equação (1), onde B_L e B_C são as posições de linha e coluna em que o item a_i ocupa na matriz B .

$$E(A) = \sum_{i=0}^n (B_L(a_i) + B_C(a_i)) \quad (1)$$

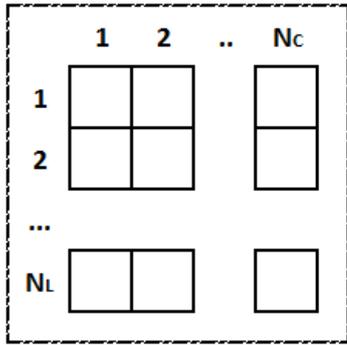


Figura 1: Matriz bidimensional de $[1:N_L] \times [1:N_C]$ elementos.

Para um teclado de varredura, com deslocamento primário por coluna (da esquerda para a direita) e deslocamento secundário por linha (de cima para baixo) o aumento de esforço de varredura varia diagonalmente conforme na Figura 2.

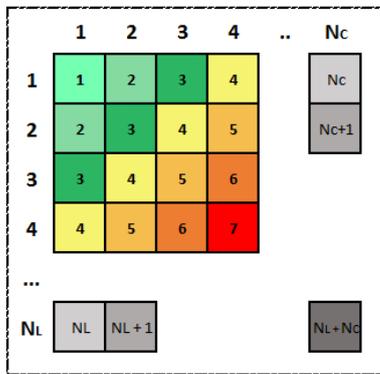


Figura 2: Esforço de varredura para cada elemento de uma Matriz bidimensional.

Com base nessa característica observa-se que em um espaço amostral de n -teclas a serem distribuídas em uma matriz, deve-se selecionar as teclas com maior probabilidade de serem selecionadas nas posições com menor esforço de varredura. Teclados virtuais que adotam distribuição de caracteres baseado na sequência alfabética ou em modelos tradicionais como o QWERT não levam em consideração essa distribuição probabilística que cada caractere possui o que pode resultar em uma performance insatisfatória.

Para o caso de estudo, foi escolhido um dicionário de língua portuguesa contendo as 5000 palavras mais frequentes do idioma [5].

Considerando a limitação de comunicação que os usuários desses sistemas possuem, acredita-se que o dicionário atenda à exigências de comunicação para elaborar frases comuns.

O espaço amostral U que representa o dicionário em questão é demonstrado em (2).

$$U = [u_1, u_2, \dots, u_{i-1}, u_i] \quad (2)$$

onde:

u_i : i -ésima palavra do dicionário.

Foi desenvolvido uma aplicação computacional para simular a performance de diferentes configurações de teclado para o dicionário escolhido. A aplicação possui um recurso de auto completar que retorna uma lista de sugestões composta por um número n de palavras para cada caractere inserido. As palavras sugeridas pelo recurso são aquelas que começam com os mesmos caracteres que foram inseridos ao longo da escrita, tendo como prioridade as palavras com maior frequência.

Dessa ferramenta foi extraída uma lista (Tabela 1) contendo as entradas de caracteres necessárias para que cada palavra do dicionário esteja na lista de sugestões do recurso auto completar, representadas pela equação (2).

$$U' = [u'_1, u'_2, \dots, u'_{i-1}, u'_i] \quad (2)$$

onde:

u'_i : caracteres necessários para que a palavra u_i esteja entre as n -palavras da lista de sugestões.

Tabela 1: Exemplos de palavras do dicionário, sua entrada necessária e sua classificação por frequência.

Palavra (u_i)	Entrada necessária (u'_i)	Classificação por frequência
de	d	2 ^a
que	q	5 ^a
escola	esc	273 ^a
respeito	res	377 ^a

O esforço realizado por uma configuração de teclado para escrever as palavras de um dicionário de frequência é calculado pela equação (3).

$$S(k_j) = \frac{\sum_{i=1}^{5000} (E(u_i) / f_{u_i})}{np} \quad (3)$$

onde:

$E(u'_i)$: esforço de varredura para a escrita de u'_i ;

k_j : Configuração de teclado;

f_{u_i} : valor de frequência de uma palavra u_i ;

np : número de palavras do dicionário.

De acordo com as equações 1 e 3, percebe-se que $S(k_j)$ é diretamente proporcional ao tamanho de u'_i . Quanto maior for o tamanho (N) da janela de sugestões, espera-se que a entrada necessária para escrever uma palavra qualquer seja menor. Ou seja, um valor grande de N implicará em entradas u'_i menores.

O tamanho da lista foi limitada em $N = 4$ com o intuito de restringir o número de sugestões, uma vez que listas demasiadamente longas a serem varridas implicam em aumento no tempo de varredura.

Utilizar a variável f_{u_i} no cálculo de performance de um layout possibilita uma análise que considera a probabilidade de seleção dos caracteres das palavras com maior frequência em relação as de menor frequência.

Foram estipulados 9 tipos de layouts para serem analisados e estabelecidas 5 sequencias de caracteres: ordem alfabética, sequência QWERT, sequência decrescente da ocorrência de cada carácter no dicionário U e duas sequências geradas de forma aleatória. As sequências de caracteres foram organizadas em matrizes

6x5 e 3x10, com excessão da sequencia QWERT que foi testada apenas na forma 3x10. (Tabela 2).

Tabela 2: Layouts de teclado estipulados para análise de performance.

Configurações de teclado	Dimensões do teclado	Sequência de caracteres
L1	6 x 5	[earoic...]
L2	3 x 10	[earoic...]
L3	6 x 5	[abcde...]
L4	3 x 10	[abcde...]
L5	3 x 10	[qwert...]
L6	3 x 10	aleatório a
L7	3 x 10	aleatório b
L8	6 x 5	aleatório a
L9	6 x 5	aleatório b

Resultados

A figura 3 mostra os valores de $S(k_j)$ calculados para as diferentes configurações propostas no estudo.

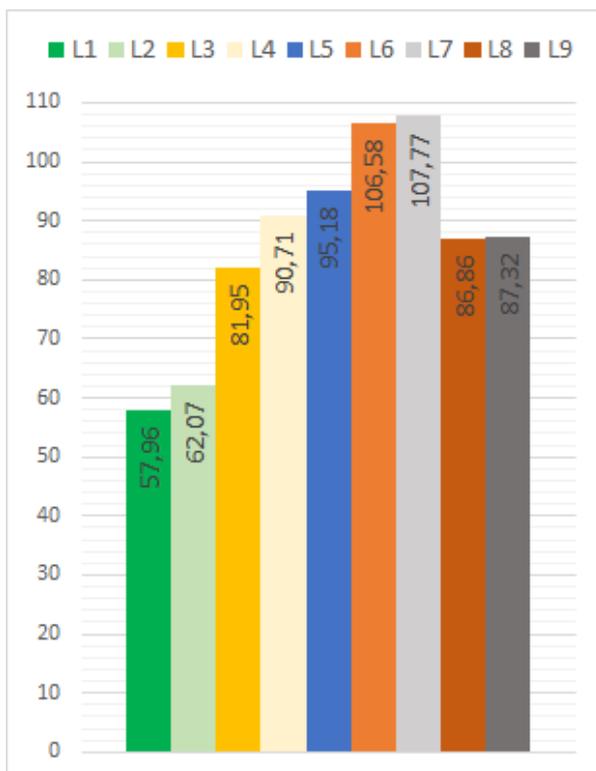


Figura 3: Cálculo de $S(k_j)$ para as configurações de teclado analisadas.

A figura 4, mostra a comparação dos valores de $S(k_j)$, média e variância para a escrita do dicionário de frequência entre as configurações L1, L3 e L5.

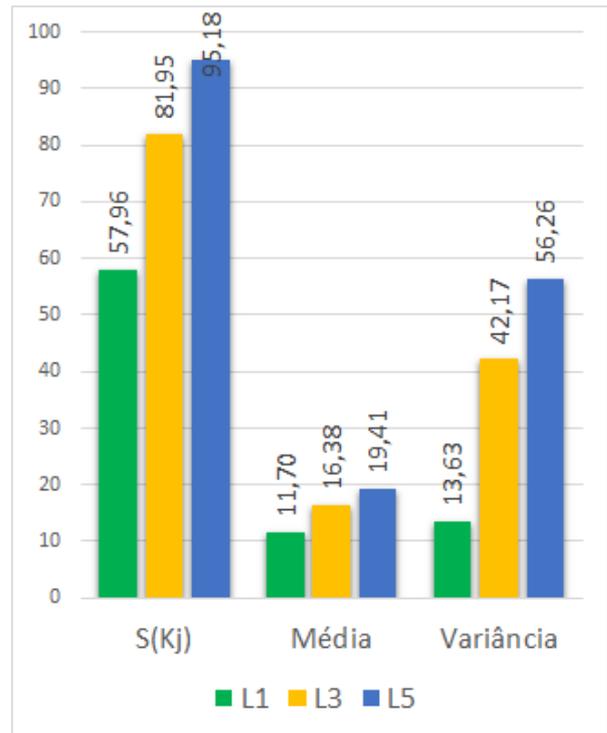


Figura 4: Comparação dos valores de $S(k_j)$, média e variância para a escrita do dicionário entre as configurações L1, L3 e L5.

Discussão e Conclusão

Considerar a variabilidade de uso das palavras de um dicionário no cálculo de $S(k_j)$ possibilitou identificar as configurações que melhor se adequam para a escrita daquelas mais frequentes.

Para os teclados com melhor performance pode-se observar que os valores de esforço de varredura para as palavras de maior frequência foram menores, como é o caso do layout L1 em relação aos de L3 e L5.

Teclados com distribuições matriciais quadradas possuem melhor performance em relação aos com distribuição retangulares. Tal observação pode ser verificado nas comparações entre L1 e L2, L3 e L4, L6 e L8, L7 e L9 ilustrados na figura 3.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer às agências de fomento CNPq, CAPES e FAPEMIG pelo apoio financeiro assim como os programas de pós-graduação PPGEL e PPGEb da Universidade Federal de Uberlândia pelo apoio incondicional aos autores.

Referências

- [1] M. Danelon. As Interações Sociais de Alunos com Dificuldade de Comunicação Oral a Partir da Inserção de Recursos da Comunicação Alternativa e Ampliada Associada aos Procedimentos do Ensino Naturalístico. Ph.D. thesis, EDU, UERJ, Rio de Janeiro, RJ, 2009.
- [2] Cook, A., & Hussey, S. Assistive technologies: principles and practice(2nd ed.). New York: Mosby. 2001.
- [3] Treviranus, J., & Roberts, V. Supporting competent motor control of AAC systems. In J. Light, D. Beukelman, & J. Reichle (Eds), Communicative competence in individuals who use AAC (pp. 199 – 240). Baltimore, MD: Paul H. Brookes. 2003.
- [4] S. Ghedira, P. Pino, G. Bourhis. Conception and Experimentation of a Communication Device with Adaptive Scanning”. ACM Transactions on Accessible Computing, Fev 2009.
- [5] M Davies, A. Preto-Bay. A frequency dictionary of portuguese. 2008.
- [6] D. J. Higginbotham. Access to AAC: Present, Past, and Future. Augmentative and Alternative Communication, Vol 23. Set 2009.
- [7] J. M. Borrás – “Text Entry in the E-Commerce Age: Two Proposals for the severely handicapped
- [8] C. Pinheiro Jr et al. Alternative communication systems for people with severe motor disabilities: a survey. Biomedical Engineering Online 2011 10:31.
- [9] L. Rocha et al. Interface Multimodal Aplicada à Comunicação Alternativa para Pessoas com Deficiências Motoras Graves. M.S. thesis, FEELT, UFU, Uberlândia, MG, 2013.
- [10] G. Bourhis, P. Pino, A. Leal-Olmedo. Communication devices for Persons with Motor Disabilities: Human-Machine Interaction Modeling. 2002.
- [11] Mariano D. T. G. et al. An accelerometer-based human computer interface driving an alternative communication system. IEEE Biosignals and Biorobotics Conference, 2014.