SISTEMA AUTOMATIZADO PARA PREVISÃO DE PALAVRAS PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA MOTORA

Lucas Garcia de Souza, Christiano Lima Santos, Emerson Santana Matos e Thiago José Sandes Melo

E-mail: lucasgarcia2706@gmail.com, christianolimasantos@yahoo.com.br, emerson.only@outlook.com, thiagoos17@hotmail.com

RESUMO: Na contemporaneidade as tecnologias são altamente valorizadas, mas nem todos conseguem usufruir dos benefícios trazidos pelas mesmas. Muitos indivíduos sofrem preconceitos e exclusão social devido a algum tipo de deficiência. Assim, nos últimos anos ações isoladas de pais e educadores têm promovido a inclusão de crianças em escolas com algum tipo deficiência de física ou de outra natureza. Entretanto, com o avanço das tecnologias é notório que muitas pessoas também são excluídas do mundo digital, devido a limitações específicas de suas capacidades motoras. Com o intuito de dirimir tal problema, *softwares* podem ser implementados com o intuito de oferecer a pessoas com deficiência motora crônica uma interface mais ergonômica e acessível aos recursos do computador. Este trabalho propôs e desenvolveu uma ferramenta chamada *Fast Writer* que implementa o modelo de *Markov* em um sistema automatizado para previsão de palavras para facilitar a digitação de textos para pessoas com dificuldades motoras.
Palavras–chave: *cadeia de markov , fast writer, pos tagging, previsão de palavras, teclado virtual*

AUTOMATED SYSTEM FOR WORD PREDICTION FOR HANDICAPPED PEOPLE

ABSTRACT: In contemporaneity, technologies are highly valued, but not everyone can enjoy the benefits brought by them. Many individuals suffer prejudice and social exclusion due to some disability. Thus, in recent years isolated actions of parents and educators have promoted inclusion of children in schools with some kind of physical disability or otherwise. However, with the advancement of technology it is clear that many people are also excluded from the digital world, due to specific constraints of their motor skills. In order to resolve this problem, software can be implemented in order to offer people with chronic physical disabilities more ergonomic and accessible interface to computer resources. This work proposed and developed a tool called Fast Writer implementing the Markov model in an automated system for word prediction for easy typing of texts for handicapped people.
KEYWORDS: *fast writer, markov chain, pos tagging, virtual keyboard, word prediction*

INTRODUÇÃO

Segundo o Decreto nº 5.296, de 05 de dezembro de 2004, uma deficiência física trata-se de "alteração completa ou parcial de um ou mais segmentos do corpo humano, acarretando o cumprimento da função física, apresentando-se sob a forma de paraplegia, paraparesia, monoplegia, monoparesia, tetraplegia, tetraparesia, triplegia, triparesia, hemiplegia, hemiparesia, ostomia, amputação ou ausência de membro, paralisia cerebral, nanismo, membros com deformidade congênita ou adquirida, exceto as deformidades estéticas e as que não produzam dificuldades para o desempenho das funções" (Decreto nº 5.296 apud FERRADA, 2009). Assim, este trabalho considera deficiência motora aquela em indivíduos que apresentam dificuldades físicas seja na locomoção ou na fala.

Os portadores de necessidades especiais que apresentam dificuldades motoras muitas vezes não têm o suporte necessário para o acesso a um computador e consequentemente

comunicar-se com outras pessoas. Tal limitação evidenciada é causada pelo fato de que muitos conseguem apenas controlar o movimento dos olhos ou executar determinado movimento bastante limitado. Tais dificuldades na comunicação acarretam outros problemas graves como exclusão social, educacional e digital. Tanto a exclusão digital quanto a exclusão social se dão pelo fato de que o indivíduo não tem acesso a determinadas tecnologias fazendo com que sua comunicação e capacidade de acesso à informação fiquem bastante restritas, sendo que o maior empecilho não é o acesso à tecnologia em si, mas o uso dos dispositivos físicos em si, como o mouse e o teclado.

Com o objetivo da inclusão social, educacional e digital desses indivíduos vários softwares vêm sendo aprimorados, os quais compõem as tecnologias assistivas. Segundo a ISO (International Organization for Standardization), tecnologia assistiva trata-se de "qualquer produto, instrumento, equipamento ou sistema técnico usado por um deficiente, especialmente produzido ou disponível que previne, compensa, atenua ou neutraliza a capacidade" (FERRADA, 2009). Segundo a ADA (*American with Disabilities Act*), as tecnologias assistivas podem ser classificadas em dez categorias, sendo uma delas sistema de comunicação aumentada, que por sua vez trata de sistemas de componentes desenvolvidos para a comunicação, seja esta assistida ou não por computador (FERRADA, 2009).

Com o intuito de minimizar as dificuldades encontradas por pessoas com deficiência motora no uso do computador e tornar este mais acessível, faz-se necessário o desenvolvimento de novas tecnologias que sejam capazes de facilitar a comunicação de indivíduos com deficiência motora introduzindo uma maneira ergonômica de ter acesso ao mundo digital. Este trabalho propõe uma ferramenta chamada *Fast Writer* que implementa um modelo de Markov e *POS tagging* como um sistema automatizado para previsão de palavras.

O programa implementado visa à inserção de pessoas com deficiência motora no mundo digital. A principal funcionalidade do software é a possibilidade de deduzir qual palavra o usuário poderá digitar a partir de análise de probabilidade de ocorrência de palavras presente em um *corpus* e da conversação desenvolvida pelo usuário. Além disso, com o objetivo de oferecer subsídios aos testes durante seu desenvolvimento, a ferramenta também exibe a probabilidade de cada palavra em lista ser a mais adequada naquele momento.

Este artigo encontra-se organizado da seguinte forma: na seção "material e métodos" serão apresentados ferramentas e métodos adotados no desenvolvimento do *software Fast Writer*. Em "resultados e discussão" serão expostos e comentados os resultados do levantamento bibliográfico e do desenvolvimento e testes do *software* proposto. Por fim, na seção "conclusões" serão apresentadas as considerações finais acerca do trabalho desenvolvido bem como futuras extensões.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada de caráter descritivo e exploratório, onde se busca compreender como as tecnologias assistivas para digitação podem apoiar pessoas com deficiência motora no acesso ao computador. Para tal, empregaram-se como procedimentos técnicos a revisão bibliográfica, em torno das tecnologias assistivas para digitação, e a construção de um *software*, desenvolvido por meio da ferramenta de autoria *Adobe Flash CS3 Professional* implementando cadeia de Markov como mecanismo preditor das palavras durante a digitação.

Na literatura bem como na Internet podem ser encontrados alguns trabalhos e aplicações concentrados na automação da previsão de palavras. Um exemplo é o *virtual keyboard*, consiste em um teclado virtual capaz de prever novas palavras de acordo com o quê o usuário previamente tenha teclado, pode ser utilizado por meio de qualquer dispositivo capaz de mover o cursor na tela do computador seja pelo tradicional *mouse* ou pelo *headmouse*, que permite a pessoas com deficiência motora mover o cursor do *mouse* por meio de movimentos

com a cabeça (TECNOLOGIAS ACCESIBLES, 2015a; TECNOLOGIAS ACCESIBLES, 2015b).

Sendo assim, o software *Fast Writer* proposto neste trabalho, como sendo um sistema de comunicação aumentada, tem a finalidade de propor um ambiente que facilite a comunicação entre pessoas com deficiência motora. Com esse intuito foi estudado e implementado um algoritmo de previsão de palavras.

Nos últimos 30 anos, o emprego de técnicas de previsão de palavras trouxe grandes contribuições à área de comunicação aumentada (LESHER, 1999). Diversos fatores envolvidos no processo de previsão de palavras podem impactar positivamente ou negativamente. Assim, para chegar ao objetivo desejado faz-se necessário conhecer os fatores que podem maximizar as chances de êxito.

Tomando como medida a redução percentual de teclas pressionadas por meio do emprego de alguma técnica de previsão como forma de mensurar o desempenho preditivo da mesma, LESHER *et al.* (1999) apontam dois fatores como sendo fundamentais para o sucesso de um algoritmo na previsão de palavras: a adoção de técnicas de mais alta ordem (referindo-se aqui ao emprego de bigram e trigram, em detrimento ao unigram) bem como o uso de um *corpus* grande o suficiente.

Em sua pesquisa, enquanto a adoção de unigrams representava uma economia de 42,5% de teclas pressionadas, o emprego de bigrams caracterizou uma economia de 45,5%. A adoção de trigrams também oferece alguma melhoria na redução do esforço, porém não muito grande em relação ao uso de bigrams, principalmente quando empregando corpus com menor volume de palavras (100 mil palavras).

Entretanto, quando avaliando o uso de corpus com 3 milhões de palavras, houve uma melhoria mais expressiva quanto à redução do esforço necessário, sendo de 47% para unigrams, 53,5% para bigrams e 54,5% para trigrams.

Um modelo de Markov trata-se de uma máquina de estados finitos, um método estocástico que permite a geração de valores segundo informações temporais. Pode-se considerar um modelo de Markov como sendo $\mu = (A, \pi)$, onde A é a matriz de transição, que informa a probabilidade de ocorrência de cada símbolo s_j logo após um símbolo s_i, e π é a matriz de probabilidade inicial, que informa a probabilidade de ocorrência de um símbolo s_i.

Dessa forma, a probabilidade de ocorrência de um símbolo s_j ocorrer pode ser expressa como (RUSSELL, 2004):

$$P(s_j) = \sum_{i=1}^{n} \pi_i * A(s_j \mid s_i)$$

Sendo assim, em um problema de previsão em que se conhece um símbolo s_i, pode-se determinar o próximo símbolo mais provável como sendo aquele com maior probabilidade, isto é:

$$s' = \arg\max_{s_j} \pi_i * A(s_j \mid s_i)$$

Que, para o propósito deste trabalho, pode ser melhor expressado como:

$$s' = \arg\max_{s_j} P(s_i) * P(s_j \mid s_i)$$

Em Linguística, *part-of-speech tagging* (*POS tagging* ou POST) é o processo de associar uma palavra presente em um texto (*corpus*) a uma *tag*, seja esta uma representação de uma classe gramatical ou uma classificação derivada desta (WIKIPEDIA, 2015). A gramática que rege cada língua determina quais *tags* podem ou não suceder outra *tag*, criando assim regras que permitem filtrar quais palavras podem aparecer após outras. Dessa forma, algoritmos de previsão de palavras podem beneficiar-se com o uso de *POS tagging* desde que

dois requisitos sejam satisfeitos: deve-se conhecer a *POS tag* para cada palavra bem como as regras que definem quais *tags* podem ou não ser utilizadas após uma sequência de *tags*.

Diversas técnicas podem ser empregadas na construção das regras que relacionam as tags, sendo algumas delas os Modelos Ocultos de Markov (*Hidden Markov Models* – HMM), programação dinâmica, redes neurais artificiais, *support vector machines,* algoritmos de vizinho mais próximo e regras implementadas estaticamente.

Como mencionado anteriormente, decidiu-se pelo uso de *POS Tagging* na validação de sequências de palavras e de um modelo de Markov de n-ésima ordem, sendo o valor de n facilmente configurável, na determinação de quais palavras possuem maior probabilidade de ocorrerem após dada sequência de palavras.

A aplicação inicialmente carrega as definições de *POS tags* para um conjunto de palavras e, na sequência, carrega o *corpus* a partir do qual aprenderá a probabilidade de ocorrência de cada sequência de palavras. O *corpus* é, então, segmentado em frases e cada frase é segmentada em palavras e a quantidade de ocorrências de cada subsequência (C(x)) é armazenada. Assim, é no processo de aprendizado de cada frase (que no *software Fast Writer* ocorre no método *learnPhrase*) que se encontra o treinamento do modelo de Markov adotado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se então resumir a arquitetura de *Fast Writer* como sendo composta de duas fases: treinamento, onde informações são carregadas, mensuradas e armazenadas, e classificação, em que, para uma dada sequência de palavras, o programa determina quais as palavras com maior probabilidade de ocorrência. A figura abaixo (figura 1) ilustra o processo:

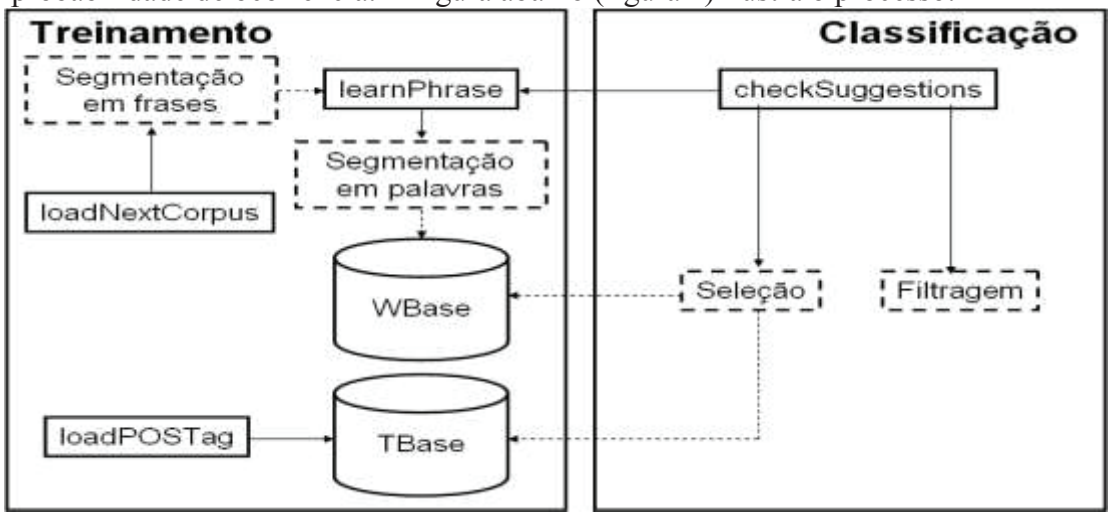

Figura 1. Arquitetura de Fast Writer

Já que o algoritmo pode requerer muito processamento, a opção mais viável foi uma arquitetura cliente-servidor, onde o servidor somente envia os dados (*corpus* e listas de *POS tags*) e o cliente fica responsável pelo processamento de informações no momento da escrita dos textos.

A figura abaixo (figura 2) apresenta a atual versão da interface de Fast Writer:

Figura 2. Tela de Fast Writer

Os resultados dos testes com o *Fast Writer* corroboram a afirmação de Lesher *et al.* (1999) quanto à influência da ordem e do tamanho do *corpus* sobre os resultados obtidos. Em contrapartida, alguns testes foram realizados a fim de verificar a eficácia do uso de um conjunto de regras proibitivas quanto às *POS tags*, entretanto os resultados não apontaram variação significativa na redução de toques, indicando que somente o uso de um pequeno conjunto de regras proibitivas e um volume muito pequeno de palavras com *tags* identificadas (somente 30% do *corpus* total) não contribuem positivamente com o objetivo deste trabalho, sendo necessário, portanto, uma expansão da quantidade de palavras com *tags* identificadas bem como a adoção de mais regras ou mesmo de outro mecanismo para definição das mesmas de forma automatizada.

CONCLUSÕES

O artigo comprova a importância do desenvolvimento de novas tecnologias assistivas que visem à inserção de pessoas com deficiência motora transpondo as barreiras encontradas pelas mesmas no acesso à comunicação mediada pelas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

Os modelos de *Markov* utilizados foram bastante satisfatórios no que diz respeito aos seus primeiros resultados, o que motivou a continuação desta pesquisa. Como futura extensão deste trabalho, pretende-se adaptar e integrar o *Fast Writer* com *hardware* específico para a captura dos movimentos de uma pessoa e assim validar o seu uso em um estudo de caso real. Além disso, pode-se adaptar o *Fast Writer* para memorização de sentenças mais empregadas pelo usuário, tornando ainda mais ergonômico o seu uso, bem como utilizar-se de tecnologia *text to speech* para a geração de voz sintética a partir de textos digitados permitindo assim uma nova forma de comunicação do indivíduo com outras pessoas: por meio da voz.

Outra possibilidade ainda é a adoção de um volume maior de palavras com as suas devidas *POS tags* e o uso de modelos ocultos de Markov na definição das regras, permitindo assim apresentar resultados mais significativos para os usuários finais.

REFERÊNCIAS

FERRADA, ROMY B. H. Inclusão digital de sujeitos com deficiência física através do uso da Tecnologia Assistiva. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. Disponível em: http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/18387/000729561.pdf?sequence=1 . Acesso em 24/06/2015.

LESHER, G. MOULTON, B. HIGGINBOTHAM, D. Effects of ngram order and training text size on word prediction. Proceedings of the RESNA '99 Annual Conference, 52-54, Arlington, 1999.

RUSSEL, Stuart, NORVIG, Peter. Inteligência Artificial. Editora Campus. Tradução da 2ª edição. 2005.

TECNOLOGIAS ACCESIBLES. VirtualKeyboard. 2015a. Disponível em: http://www.tecnologiasaccesibles.com/pt/virtual_keyboard.htm . Acesso em 15/06/2015.

TECNOLOGIAS ACCESIBLES. HeadMouse. 2015b. Disponível em: http://www.tecnologiasaccesibles.com/pt/headmouse.htm . Acesso em 15/06/2012.

WIKIPEDIA. Part-of-speech tagging. 2015. Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/Part-of-speech_tagging . Acesso em 24/06/2015.