

Method for Text Input with Google Cardboard: An Approach Using Smartwatches and Continuous Gesture Recognition

1st Thamer Horbylon Nascimento*[†], 2nd Fabrizzio Alphonsus A. M. Nunes Soares*, 3rd Danilo Vieira Oliveira*, 4th Rogerio Lopes Salvini*, 5th Ronaldo Martins da Costa* and 6th Cristhiane Gonçalves*

**Instituto de Informática*

Universidade Federal de Goiás – UFG

Goiânia, Brasil

[†]*Departamento de Informática – Campus Iporá*

Instituto Federal Goiano – IFGoiano

Iporá, Brasil

thamer.nascimento@ifgoiano.edu.br, fabrizzio@inf.ufg.br, danilo_oliveira@ufg.br,
rogeriosalvini@inf.ufg.br, ronaldocosta@inf.ufg.br and cristhiane.goncalves@ufg.br

Abstract—This work proposes a method that allows the entry of text using the Google Cardboard, for this, uses gestures based on geometric forms and smartwatches. Thus, it is proposed the development of a prototype with the purpose of inserting a letter with no more than two user interactions. Gesture recognition is performed using the incremental recognition algorithm. After recognizing the gestures, they are sent to a classifier Naïve Bayes which is responsible for predicting the letter that will be inserted. The Naïve Bayes classifier was trained with a user gesture base that drew all the letters of the alphabet using only the gestures available in the set presented to them. Using the gesture base and the Naïve Bayes classifier a prototype for smartwatches was developed that works in conjunction with the Google Cardboard. The user performs the interactions on smartwatch and views them on Google Cardboard. This prototype automatically suggests the most likely letters to be entered and allows the user to enter text without having to look at smartwatch thus allowing the user to continue performing his other tasks.

Index Terms—Smartwatch; Google Cardboard; Text Entry; Gesture Recognition; Machine Learning; Continuous Gesture Recognition.

I. INTRODUÇÃO

O *smartwatch* é um dispositivo móvel inteligente no formato de um relógio, o qual, pode trabalhar em conjunto com um *smartphone*, facilita o cotidiano das pessoas, pois tudo fica disponível em uma pequena tela presa ao pulso do usuário. Ainda que haja diversas pesquisas em entrada de texto para os *smartwatches*, por serem pequenos, acabam por dificultar essa tarefa [1]–[4].

Nesse sentido, a interação com esses dispositivos mostra-se, ainda, um desafio, posto que a intenção deles fosse a de facilitar a vida do usuário. Portanto, seria necessário serem criadas maneiras de interação rápidas e eficientes, dentre elas, as técnicas de entrada de texto [5]–[7].

Tendo em vista esse problema, este trabalho propõe o desenvolvimento de um método para entrada de texto baseado em gestos para *smartwatches*, de forma que seja possível

inserir uma letra sem que o usuário tenha que desenhá-la por completo e que o usuário não precise olhar diretamente para o *smartwatch*.

Para tanto, será necessário, especificamente: reconhecer gestos, prever a inserção de uma letra à partir de um gesto do usuário, permitir a entrada de texto com até duas interações e criar uma interface de comunicação entre o *smartwatch* e um óculos de realidade virtual.

Desta forma, apresenta-se neste artigo os preliminares de um método para entrada de texto em *smartwatch* utilizando reconhecimento incremental de gestos e uma interface com o *Google Cardboard*, permitindo assim, a entrada de texto com até duas interações do usuário e possibilitando que o usuário insira o texto sem precisar olhar para o *smartwatch*.

As próximas seções apresentam conteúdos que são relevantes para o entendimento dos resultados parciais obtidos. A próxima seção discorre sobre os trabalhos relacionados. Em sequência será abordado os materiais e métodos. Logo após serão abordados os resultados parciais e por fim, as considerações finais.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Os dispositivos que não possuem teclados físicos têm apresentado maior índice de dificuldade de aprendizagem entre os usuários, já que, em vez dos teclados físicos, há aplicativos responsáveis por esta função [8], [9].

O teclado Fleksy pode se utilizado em aparelhos de todos os tamanhos. Analisa o padrão de escrita e as tecladas próximas para identificar a palavra.

No caso do Zoomboard, verifica-se um método em pode ser tocado na área da letra desejada e uma ampliação desta é apresentada ao usuário [7].

O Google Gesture Search permite uma busca com desenho letras e números, enquanto o Google Handwriter Input, permite a inserção de texto utilizando letras cursivas.

Já Analog Keyboard há uma área na qual é possível desenhar uma letra e possui previsão de palavras.

No caso do Minuum, ele é um aplicativo que coloca todas as letras em uma única fileira e, para escrever, o usuário deve tocá-las, o que realiza a previsão de texto.

Já o WearWrite, é um aplicativo que permite a escrita de artigos de forma colaborativa, na qual o usuário pode enviar ou aceitar notificações diretamente do seu *smartwatch* [4].

Em nossos trabalhos anteriores, foi proposto um protótipo para uma método de entrada de texto em *smartwatches* baseada em formas geométricas. Este protótipo possui como objetivo permitir que o usuário insira uma letra com até duas interações utilizando formas geométricas [10], [11].

Todos trabalhos objetivam facilitar a entrada de texto em dispositivos móveis em *smartwatches*. Tendo em vista as possibilidades desses aplicativos para a entrada de texto, o propósito deste trabalho é propor um método que permita a entrada de texto em *smartwatches* com no máximo duas interações sem que o usuário precise olhar para ele.

Para isto, utiliza o *Google Cardboard* como ferramenta de realidade virtual. Os trabalhos abaixo demonstram algumas das inúmeras aplicações que podem ser desenvolvidas utilizando o *Google Cardboard*:

O *Google Cardboard* é uma plataforma de realidade virtual de baixo custo que utiliza um *smartphone* inserido em um visualizador de papelão ou impresso em uma impressora 3D.

Há diversas aplicações para o *Google Cardboard* como aplicações móveis e interações com sistema da Web. É utilizado como ferramenta de visualização de DNA [12].

É utilizado também para fornecer uma experiência imersiva em um ambiente virtual que simula locais históricos [13].

O *Google Cardboard* também é utilizado como ferramenta de apoio ao ensino-aprendizagem [14].

III. MATERIAIS E MÉTODOS

A. Método de Entrada de Texto Baseada em Gestos Utilizando Formas Geométricas

Em nossos trabalhos anteriores, desenvolvemos um método que permite a entrada de texto em *smartwatches* utilizando no máximo duas interações [10], [11].

A técnica desenvolvida nestes trabalhos permite a entrada de texto em *smartwatches* utilizando formas geométricas sem que o usuário precise desenhar toda a letra. A entrada de texto deve ser realizada utilizando um gesto do conjunto de gestos pré-definidos. Este conjunto é composto por retas e curvas e pode ser visto na Figura 1.

Os círculos presentes em cada gesto, representam seu início, contudo, foram criados gestos para começar nas duas extremidades, sendo que o classificador foi treinado para identificar o gesto iniciando pelas duas extremidades como o mesmo.

As retas foram geradas a partir da equação reduzida da reta, representada na Equação 1. Onde x e y são os pontos pertencente à reta e c o coeficiente linear.

$$y = mx + c \quad (1)$$

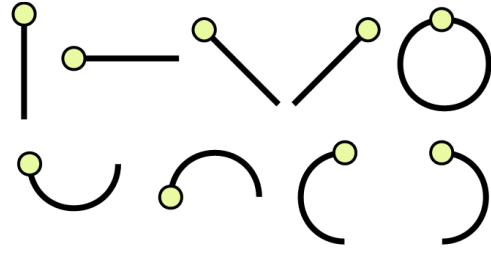


Figura 1. Conjunto de gestos criado para inserção de letras.

Considerando centro na origem, definindo um raio e incrementando o eixo X , o eixo Y pode ser obtido pela Equação reduzida da circunferência, representada na Equação 2.

$$x^2 + y^2 = r^2 \quad (2)$$

É possível que ao realizar um gesto, ele seja reconhecido antes mesmo de ser finalizado, pois, a técnica utiliza o algoritmo de reconhecimento incremental de gestos, desenvolvido por Kristensson e Denby [6]. Este algoritmo trabalha com o reconhecimento contínuo de gestos e é capaz de prevê-los com alta precisão em vários conjuntos de dados diferentes.

Por ser capaz de prever gestos parciais, o algoritmo consegue reconhecer um gesto antes de estar completo, desta forma, é possível ter um *feedback* contínuo.

1) *Classificador Naïve Bayes*: Foram realizados experimentos para identificar os padrões de desenho das letras utilizando o conjunto de gestos exposto na Figura 1.

Após o reconhecimento dos gestos um classificador *Naïve Bayes* é utilizado para identificar a letra que o usuário deseja inserir.

O classificador *Naïve Bayes* considera os atributos condicionalmente independentes. Apesar disso, é bastante utilizado, possui bons resultados e requer pequena quantidade de dados para treinamento [15], [16]. Seu funcionamento é baseado em classes e para a classificação utiliza probabilidade condicional e o Teorema de Bayes [15], [17].

Assim, baseado nas características de cada elemento, o classificador calcula a probabilidade deste elemento pertencer a uma determinada classe de seu conjunto de treinamento [15]. O cálculo das probabilidades é realizado utilizando o teorema de Bayes, representado na Equação 3:

$$P(C_k|x) = \frac{P(C_k)p(x|C_k)}{P(x)} \quad (3)$$

Para cada gesto realizado, calculada-se a probabilidade de todas as letras e, caso o usuário insira um novo gesto, é realizado um novo cálculo. Esses passos podem ser visualizados na Figura 2.

Utilizando os conceitos de probabilidade e o teorema de Bayes aplicado ao *Naïve Bayes*, pode-se calcular a probabilidade da inserção de uma letra pela fórmula da Equação 4.

$$P(C_k|g_1, g_2, \dots, g_n) = P(C_k) \prod_{i=1}^n P(g_i|C_k) \quad (4)$$

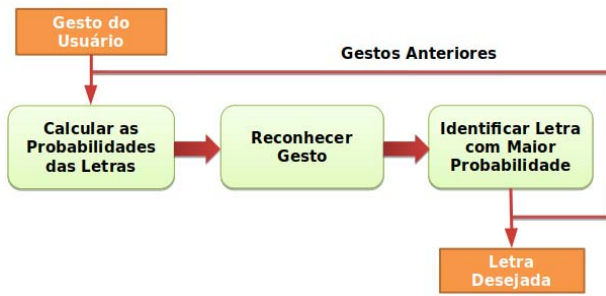


Figura 2. Passos para reconhecimento das letras utilizando os gestos realizados.

Onde n representa a quantidade de gestos que o usuário realizou.

O classificador *Naïve Bayes* trabalha com a probabilidade a priori de um elemento. A probabilidade a priori de uma letra $P(C_k)$ é calculada utilizando a frequência de uso em um determinado idioma. Em nossos trabalhos anteriores foram calculadas as probabilidades a priori das letras nas línguas portuguesa e inglesa [10], [11].

A probabilidade de cada gesto para uma letra é calculada utilizando a Equação 5.

$$P(g|C_k) = \frac{P(g)P(C_k|g)}{P(C_k)} \quad (5)$$

Após a realização dos gestos, presume-se que a letra com maior probabilidade é a desejada pelo usuário.

2) *Protótipo para Entrada de Texto Baseada em Gestos Utilizando Formas Geométricas*: Foi desenvolvido um protótipo que trabalha seguindo os passos apresentados na Figura 2 e sua interface pode ser visualizada na Figura 3, que apresenta a interface do aplicativo e os passos para a inserção da palavra SVR.

Este protótipo utiliza o algoritmo de reconhecimento incremental para reconhecer os gestos e posteriormente utiliza o classificador *Naïve Bayes* para identificar a possível letra a ser inserida.

Para cada gesto realizado, é calculada a probabilidade de todas as letras, neste momento, o sistema insere automaticamente a letra de maior probabilidade e são exibidas as cinco letras com maior probabilidade. O usuário pode selecionar outra letra nas opções apresentadas, realizar um novo gesto ou aguardar 2 segundos para confirmar a inserção da letra inserida automaticamente pelo protótipo.

Nesse contexto, é possível que com no máximo duas interações o usuário a possa inserir uma letra, sejam estas interações realização de um gesto ou escolha de uma letra.

B. Google Cardboard

O *Google Cardboard* é uma plataforma de Realidade Virtual de baixo custo que utiliza um *smartphone* e um suporte normalmente o material utilizado é o papelão, mas, há como desenvolver um modelo do mesmo utilizando uma impressora 3D [12], [18].

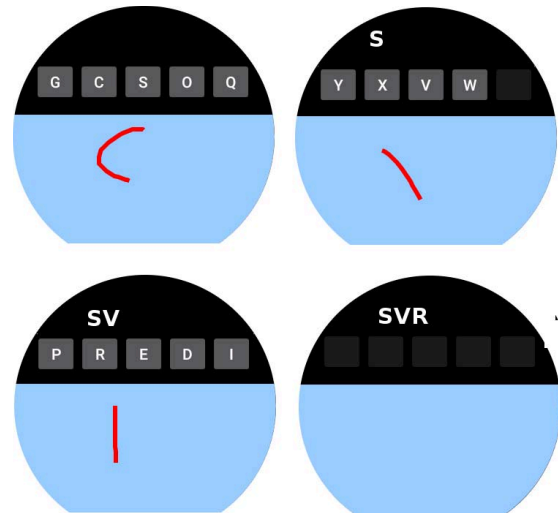


Figura 3. Passos para inserção da palavra SVR no protótipo desenvolvido.

Os aplicativos desenvolvidos para o *Google Cardboard* podem se comunicar com dispositivos móveis ou com a Web [13], [18].

A ferramenta *Google Cardboard* é utilizada como óculos de realidade virtual neste trabalho, entretanto, a técnica pode ser aplicada em modelos de óculos.

O *Google Cardboard* é utilizado neste trabalho como interface de interação para a entrada de texto em *smartwatches*. Ele proporciona uma interface que permita ao usuário visualizar em tempo real o gesto que está executando no *smartwatch*. Permite também que o usuário visualize os gestos que já realizou, mostra as letras de maior probabilidades e as letras já inseridas.

IV. RESULTADOS PRELIMINARES

Utilizando o protótipo que permite a entrada de texto em *smartwatches* desenvolveu-se um protótipo que permite a entrada de texto utilizando *smartwatches* e o *Google Cardboard*. O reconhecimento das letras é realizado utilizando dos passos da Figura 2.

Neste protótipo, ao realizar um gesto no *smartwatch* o usuário não precisa olhar para ele para que possa visualizar o gesto que realizou e se a letra que ela deseja foi identificada. A visualização dos gestos, bem como das possíveis letras a serem inseridas são exibidas no *Google Cardboard*.

Foram utilizados o *smartwatch* Motorola Moto 360 e o *smartphone* Motorola Moto G 3ª Geração para o desenvolvimento destes protótipos.

Assim, ao realizar um gesto no *smartwatch* ele é exibido em tempo real no *Google Cardboard*, da mesma forma, as possíveis letras a serem inseridas também são exibidas neste protótipo. A Figura 4 mostra a interface do aplicativo desenvolvido para a plataforma do *Google Cardboard*.

Como foi exposto acima, ao realizar um gesto a letra de maior probabilidade é inserida, mas, caso seja necessário



Figura 4. Interface do protótipo executando no *Google Cardboard*.

selecionar uma letra nas opções apresentadas pelo protótipo, ao deslizar o dedo na parte superior do *smartwatch*, as letras serão destacadas individualmente no *Google Cardboard* e ao retirar o dedo do *smartwatch* a letra destacada será inserida.

Este protótipo será utilizado para a realização de testes de experiência e usabilidade com usuários.

Nesse contexto, espera-se que com no máximo duas interações o usuário possa inserir uma letra sem que seja necessário ele olhar para o *smartwatch*.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um método para entrada de texto utilizando *smartwatches* e o *Google Cardboard* de forma que seja possível inserir uma letra sem que o usuário tenha que desenhá-la por completo e que o usuário não precise olhar diretamente para o *smartwatch*.

Foram apresentados neste artigo os primeiros protótipos e resultados da pesquisa para entrada de texto utilizando *smartwatches* e *Google Cardboard* com reconhecimento de gestos contínuo.

Os resultados preliminares mostram que o método possui potencial para ser eficiente e eficaz.

Desenvolveu-se um protótipo que permite a entrada de texto em *smartwatches* utilizando o *Google Cardboard* e espera-se que seja possível inserir uma letra com no máximo duas interações sem que o usuário precise estar olhando para o *smartwatch*.

O próximo passo da pesquisa será realizar um teste de usabilidade e experiência com a técnica apresentada.

Será incorporado na técnica a previsão de palavras e sentenças no protótipo levando em consideração o perfil de cada usuário, permitindo assim, que a entrada de texto seja mais ágil, eficiente e personalizada.

Outro passo da pesquisa será desenvolver um método que permita a entrada de texto utilizando o movimento de pulso do usuário, desta forma, o usuário poderá inserir texto sem tocar na tela e poderá realizar a entrada de texto apenas movimento o braço ou pulso e visualizando tudo com o *Google Cardboard*.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos membros do PixelLab do Instituto de Informática – UFG e ao Instituto Federal Goiano – Campus Iporá.

REFERÊNCIAS

- [1] Y. Bernaerts, M. Druwé, S. Steensels, J. Vermeulen, and J. Schöning, "The office smartwatch: Development and design of a smartwatch app to digitally augment interactions in an office environment," in *Proceedings of the 2014 Companion Publication on Designing Interactive Systems*, ser. DIS Companion '14, 2014, pp. 41–44.
- [2] M. D. Dunlop, A. Kominos, and N. Durga, "Towards high quality text entry on smartwatches," in *CHI '14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, ser. CHI EA '14, 2014, pp. 2365–2370.
- [3] I. Oakley and D. Lee, "Interaction on the edge: Offset sensing for small devices," in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ser. CHI '14. New York, NY, USA: ACM, 2014, pp. 169–178.
- [4] M. Nebeling, A. To, A. Guo, A. A. de Freitas, J. Teevan, S. P. Dow, and J. P. Bigham, "Wearwrite: Crowd-assisted writing from smartwatches," in *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ser. CHI '16, 2016, pp. 3834–3846.
- [5] M. Dunlop and J. Levine, "Multidimensional pareto optimization of touchscreen keyboards for speed, familiarity and improved spell checking," in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ser. CHI '12, 2012, pp. 2669–2678.
- [6] P. Kristensson and L. Denby, "Continuous recognition and visualization of pen strokes and touch-screen gestures," *EUROGRAPHICS Symposium on Sketch-Based Interfaces and Modeling*, 2011.
- [7] S. Oney, C. Harrison, A. Ogan, and J. Wiese, "Zoomboard: A diminutive qwerty soft keyboard using iterative zooming for ultra-small devices," in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ser. CHI '13. New York, NY, USA: ACM, 2013, pp. 2799–2802.
- [8] M. D. Dunlop and M. Montgomery Masters, "Investigating five key predictive text entry with combined distance and keystroke modelling," *Personal Ubiquitous Comput.*, vol. 12, no. 8, pp. 589–598, Nov. 2008.
- [9] D. Gelormini and B. Bishop, "Optimizing the android virtual keyboard: A study of user experience," in *Multimedia and Expo Workshops (ICMEW), 2013 IEEE International Conference on*, July 2013, pp. 1–4.
- [10] T. H. Nascimento, F. A. A. M. N. Soares, C. B. R. Ferreira, L. L. G. Oliveira, A. S. Soares, P. P. Irani, and M. A. Viera, "Text input in smartwatches based gestures using geometric shape," in *Proceedings of the 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computer Systems*, ser. IHC '16, 2016, pp. 42:1–42:4.
- [11] T. H. Nascimento, F. A. A. M. N. Soares, P. P. Irani, L. L. G. Oliveira, and A. S. Soares, "Method for text entry in smartwatches using continuous gesture recognition," in *2017 IEEE 41th Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)*, 2017.
- [12] K. Patterson, "Genome gazing: A 360 x00b0; stereoscopic animation for google cardboard," in *2017 IEEE Virtual Reality (VR)*, 2017, pp. 439–439.
- [13] A. Fabola, A. Miller, and R. Fawcett, "Exploring the past with google cardboard," in *2015 Digital Heritage*, vol. 1, 2015, pp. 277–284.
- [14] A. B. Ray and S. Deb, "Smartphone based virtual reality systems in classroom teaching x2014; a study on the effects of learning outcome," in *2016 IEEE Eighth International Conference on Technology for Education (T4E)*, 2016, pp. 68–71.
- [15] L. Chen and S. Wang, "Automated feature weighting in naive bayes for high-dimensional data classification," in *Proceedings of the 21st ACM International Conference on Information and Knowledge Management*, ser. CIKM '12. New York, NY, USA: ACM, 2012, pp. 1243–1252.
- [16] N. A. Zaidi, J. Cerquides, M. J. Carman, and G. I. Webb, "Alleviating naive bayes attribute independence assumption by attribute weighting," *J. Mach. Learn. Res.*, vol. 14, no. 1, pp. 1947–1988, Jan. 2013.
- [17] S. Taheri, M. Mammadov, and A. M. Bagirov, "Improving naive bayes classifier using conditional probabilities," in *Proceedings of the Ninth Australasian Data Mining Conference - Volume 121*, ser. AusDM '11. Darlinghurst, Australia, Australia: Australian Computer Society, Inc., 2011, pp. 63–68.
- [18] S. Yoo and C. Parker, "Controller-less interaction methods for google cardboard," in *Proceedings of the 3rd ACM Symposium on Spatial User Interaction*, ser. SUI '15, 2015, pp. 127–127.