

## Os efeitos de usar estimativas de conhecimento do aluno em programação de computadores em modelos livres de sensores de detecção da emoção confusão

Tiago R. Kautzmann<sup>1</sup>, Gabriel de O. Ramos<sup>1</sup> (coorientador),  
Patrícia A. Jaques<sup>2</sup> (orientadora)

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada (PPGCA)  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) – São Leopoldo – RS – Brasil

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGInf)  
Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Curitiba – PR – Brasil

tkautzmann@gmail.com, gdoramos@unisinisinos.br, patricia@inf.ufpr.br

Pesquisadores têm buscado formas de melhorar o desempenho de modelos de detecção da confusão de alunos em ambientes computacionais de aprendizagem [Felipe et al. 2012, Lee et al. 2011, Veá and Rodrigo 2017, Tiam-Lee and Sumi 2019, Tiam-Lee and Sumi 2018, Bosch et al. 2014, Grafsgaard et al. 2011]. Ao detectar a confusão do aluno, o ambiente pode auxiliar o estudante a regular sua confusão e a se beneficiar dela. A pesquisa da Tese levantou a hipótese de que utilizar atributos de dados sobre estimativas de conhecimento do aluno pode melhorar o desempenho dos modelos de detecção de confusão livres de sensores, no contexto de aprendizagem de programação de computadores. A hipótese é justificada em estudos que descrevem uma relação causal entre o conhecimento do aluno e a emoção confusão [Silvia 2010, D’Mello and Graesser 2014, Scherer 2005]. Os trabalhos relacionados [Felipe et al. 2012, Lee et al. 2011, Veá and Rodrigo 2017] treinaram modelos utilizando dados sobre a interação do aluno com o ambiente de programação (*mouse*, teclado, entre outros). Para verificar a hipótese, a pesquisa da Tese gerou diversos modelos que representam a abordagem da hipótese e a abordagem *baseline* (trabalhos relacionados), para diferentes janelas de observação do comportamento do aluno (5, 10, 20, 40 segundos, entre outros) e diferentes algoritmos de aprendizado de máquina supervisionada. As amostras de dados foram coletadas de 62 alunos, enquanto resolviam exercícios de programação. Os modelos de ambas abordagens (Tese e *baseline*) foram treinados com atributos de dados sobre a interação do aluno com o ambiente. A diferença é que nos modelos da Tese foram adicionados atributos sobre estimativas de conhecimento do aluno. Os resultados de testes estatísticos mostraram que os melhores modelos da Tese apresentaram acurácia superior e significativa em relação aos modelos *baseline*, em todas as janelas de observação. Diversos atributos sobre estimativas de conhecimento foram relevantes para os melhores modelos. Sobre o poder de generalização para alunos com características heterogêneas, os modelos da Tese apresentaram desempenho superior em janelas de 5, 10 e 20 segundos. Além dos resultados que suportam a hipótese, a pesquisa também apresentou outras contribuições: um protocolo de anotações de emoções; um modelo de conhecimento do aluno em programação; um ambiente de aprendizagem de programação; um método para geração de amostras; e um modelo de identificação automática de componentes de conhecimento. Um artigo publicado no Simpósio Brasileiro de Informática na Educação [Kautzmann et al. 2022] descreve uma das etapas da pesquisa e seus resultados.

## Referências

- Bosch, N., Chen, Y., and D’Mello, S. (2014). It’s written on your face: Detecting affective states from facial expressions while learning computer programming. In Trausan-Matu, S., Boyer, K. E., Crosby, M., and Panourgia, K., editors, *Intelligent Tutoring Systems*, pages 39–44, Cham. Springer International Publishing.
- D’Mello, S. K. and Graesser, A. C. (2014). Confusion. In *International handbook of emotions in education*, pages 299–320. Routledge.
- Felipe, D. A. M., Gutierrez, K. I. N., Quiros, E. C. M., and Vea, L. A. (2012). Towards the development of intelligent agent for novice c/c++ programmers through affective analysis of event logs. In *Proc. Int. MultiConference Eng. Comput. Sci*, volume 1, page 2012. Citeseer.
- Grafsgaard, J. F., Boyer, K. E., and Lester, J. C. (2011). Predicting facial indicators of confusion with hidden markov models. In D’Mello, S., Graesser, A., Schuller, B., and Martin, J.-C., editors, *Affective Computing and Intelligent Interaction*, pages 97–106, Berlin, Heidelberg. Springer Berlin Heidelberg.
- Kautzmann, T. R., de Oliveira Ramos, G., and Jaques, P. (2022). O uso de estimativas de conhecimento do aluno em programação de computadores em modelos de detecção da emoção confusão livres de sensores. In *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Lee, D. M. C., Rodrigo, M. M. T., d Baker, R. S., Sugay, J. O., and Coronel, A. (2011). Exploring the relationship between novice programmer confusion and achievement. In *International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction*, pages 175–184. Springer.
- Scherer, K. R. (2005). What are emotions? and how can they be measured? *Social science information*, 44(4):695–729.
- Silvia, P. J. (2010). Confusion and interest: The role of knowledge emotions in aesthetic experience. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 4:75–80.
- Tiam-Lee, T. J. and Sumi, K. (2018). Adaptive feedback based on student emotion in a system for programming practice. In Nkambou, R., Azevedo, R., and Vassileva, J., editors, *Intelligent Tutoring Systems*, pages 243–255, Cham. Springer International Publishing.
- Tiam-Lee, T. J. and Sumi, K. (2019). Analysis and prediction of student emotions while doing programming exercises. In *International conference on intelligent tutoring systems*, pages 24–33. Springer.
- Veá, L. and Rodrigo, M. M. (2017). Modeling negative affect detector of novice programming students using keyboard dynamics and mouse behavior. In Numao, M., Theeramunkong, T., Supnithi, T., Ketcham, M., Hnoohom, N., and Pramkeaw, P., editors, *Trends in Artificial Intelligence: PRICAI 2016 Workshops*, pages 127–138, Cham. Springer International Publishing.