

Integração Humano-Computador como extensão da Interação: Entendendo seu estado da arte e os próximos desafios

Glívia A. R. Barbosa^{1,2}, Ulisses da S. Fernandes², Natália S. Santos², Raquel O. Prates²

¹Departamento de Computação – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
Belo Horizonte – MG – Brasil

²Departamento de Ciência da Computação – Universidade Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte – MG – Brasil

glivia@cefetmg.br, [ufernandes, nattes]@gmail.com, rprates@dcc.ufmg.br

Resumo. *Este artigo apresenta um panorama do estado da arte, bem como dos desafios da Integração Humano-Computador (HInt) na perspectiva da área de IHC. Assim, este trabalho fornece insights úteis para expandir o conhecimento e direcionar a Comunidade de IHC para os próximos passos da interação com uma lente na integração, no sentido de parceria, entre humanos e tecnologias.*

Palavras-Chave: *Integração Humano-Computador, Paradigmas de IHC, Revisão da Literatura*

1. Introdução

A popularização das tecnologias autônomas (e.g., alarmes inteligentes, veículos semi-autônomos e assistentes virtuais inteligentes) está modificando a relação entre humanos e tecnologias de modo que, a “Era” da interação está se estendendo para a “Era” da integração humano-computador. Diferente da relação de estímulo-resposta que ocorre na tradicional interação de IHC, na “Era” da integração, usuários e tecnologias se integram fisicamente e/ou conceitualmente e se tornam parceiros que estabelecem uma relação simbiótica para atingir objetivos em comum [Farooq and Grudin 2016].

Para acompanhar essa evolução, pesquisadores de IHC definiram e caracterizaram um novo paradigma de interação, a Integração Humano-Computador (HInt) - (do inglês *Human-Computer Integration* também referenciado pela sigla: *HInt*) -, que estende o foco da área de IHC para abranger essa nova relação de parceria entre humanos e tecnologias [Farooq and Grudin 2016, Mueller et al. 2020]. Como a HInt é um tópico emergente, existe a demanda por iniciativas que ajudem a: (1) disseminar o conhecimento sobre esse novo paradigma e seus desafios em aberto para a IHC e (2) direcionar a Comunidade de IHC para os próximos passos em direção a consolidação e evolução da IHC com uma lente na HInt [Barbosa et al. 2021, Barbosa et al. 2023].

Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho é caracterizar como a HInt estende a tradicional interação de IHC e apresentar um panorama do estado atual do conhecimento e das lacunas de pesquisa acerca da HInt no âmbito da IHC. Para alcançar este objetivo, foi conduzida uma revisão sistemática da literatura (do inglês, *Systematic Literature Review (SLR)*) [Kitchenham 2004, Kitchenham et al. 2009], que nos permitiu apresentar: (1) a definição da HInt e sua relação com a IHC, (2) uma caracterização das iniciativas que

têm adotado e explorado esse novo paradigma e (3) uma lista consolidada dos desafios e oportunidades da HInt para profissionais e/ou pesquisadores de IHC.

Assim, este trabalho contribui para o avanço no conhecimento e a evolução da IHC com uma lente na integração e na parceria entre humanos e tecnologias. Os resultados apresentados fornecem *insights* e reflexões que podem ajudar os profissionais e pesquisadores de IHC à: (1) expandir seu conhecimento sobre o estado da arte e os desafios da IHC com uma lente na HInt e (2) situar suas pesquisas e/ou aplicações dentro da agenda de desafios da HInt no âmbito da IHC.

2. Metodologia da Pesquisa

Para atingir o propósito deste trabalho, foi conduzida uma revisão sistemática da literatura (SLR) que nos permitiu investigar a seguinte questão de pesquisa: *(QP) Qual o estado atual de conhecimento e quais são os novos desafios da Integração Humano-Computador (HInt) na perspectiva da área de Interação Humano-Computador (IHC)?*. O escopo da SLR foi delimitado para a seleção e análise de artigos completos ou curtos disponíveis em anais de eventos e em periódicos, além de relatórios técnicos e capítulos de livros internacionais e nacionais, publicados no período entre 2015 e 2021. As buscas foram realizadas nas bibliotecas digitais *ACM Digital Library*, *IEEE Xplore Digital Library*, *Springer* e *Science Direct*, bem como no *Google Scholar* [Barbosa et al. 2023].

A metodologia para execução da SLR consistiu em uma abordagem dividida em 5 etapas: (1) Pesquisa Inicial; (2) Seleção por título e resumo; (3) Seleção por leitura diagonal; (4) Leitura completa para coleta dos dados e (5) Extração dos dados. Na etapa inicial, foram realizadas buscas automáticas nos repositórios *online*, considerando o período da SLR e a seguinte *string* de busca: *“Human-Computer Integration” OR “Human Computer Integration” OR “Integração Humano-Computador” OR “Integração Humano Computador”*. Nas *Etapa 2* e *Etapa 3* foram adotados critérios de inclusão/exclusão (e.g., excluir publicações não aderentes ao escopo da SLR) para selecionar os artigos a partir do resumo e leitura diagonal. Na *Etapa 4*, foi realizada a leitura completa das publicações selecionadas na etapa anterior e cada publicação foi avaliada de acordo com um conjunto de critérios de qualidade. Para avançar para a etapa de extração de dados, a publicação deveria atender, no mínimo, 70% de aprovação nos critérios avaliados [Barbosa et al. 2023].

Sendo assim, 20 publicações que exploram a HInt no âmbito da IHC foram selecionadas para a extração e análise dos dados. Os dados extraídos foram analisados a partir de uma Análise Temática [Braun and Clarke 2006], que nos permitiu gerar uma caracterização do estado atual de conhecimento sobre a HInt, em termos: (1) da sua definição e relação com a área de IHC, (2) das iniciativas que estão abordando esse paradigma emergente e (3) dos desafios e oportunidades que HInt oferece para IHC.

3. Panorama do Estado da Arte e dos Desafios da HInt no âmbito da IHC

Os resultados desta SLR mostraram que, atualmente, HInt é definida como um paradigma emergente que estende a área de IHC e caracteriza a relação entre humanos e tecnologias como uma parceria. Na HInt, usuários e tecnologias tornam-se parceiros codependentes com algum nível de autonomia para cooperar e colaborar entre si para alcançar objetivos comuns ou complementares. Assim, a HInt pode ser caracterizada

em relação ao: (1) Agente no controle da HInt (i.e., Controle majoritariamente humano; Controle igualmente compartilhado ou Controle majoritariamente tecnológico); (2) Nível da HInt (i.e., Social, Individual ou Órgão); (3) Tipo de HInt (Fusão e/ou Simbiose) e (4) Tipo de Acoplamento Físico (i.e., In-Body, On-Body ou Off-Body) [Farooq and Grudin 2016, Mueller et al. 2020, Barbosa et al. 2023].

Por se tratar de um paradigma emergente, a HInt está ganhando visibilidade nos meios científicos de IHC. Os resultados desta SLR indicam que é crescente a quantidade de publicações que apresentam e discutem o conceito e as implicações desse novo paradigma de interação. Para melhor compreender o estado da arte e as lacunas de pesquisa da HInt no âmbito da IHC, as publicações analisadas nesta SLR foram caracterizadas quanto: (1) ao foco/objetivo, (2) os tipos de contribuições e (3) os tipos de desafios da HInt que elas mencionaram. A Figura 1 fornece uma visão geral dessa caracterização.

Publicação	Foco/Objetivo da Publicação			Tipos de Contribuição				Tipos de Desafios da HInt mencionados			
	FGR	FGAQ	FE	RF	AD	EG	EE	IM	DD	DA	DT
[Farooq and Grudin, 2016]	X			X	X				X	X	X
[Fuchsberger, 2019]	X			X	X	X		X	X	X	X
[Mueller et al., 2019]	X			X	X			X	X	X	X
[Stephanidis et al., 2019]	X			X	X			X	X	X	X
[Mueller et al., 2020]	X			X	X			X	X	X	X
[Dengel et al., 2021]	X			X	X	X		X	X	X	X
[Ho, 2018]		X		X	X	X		X	X	X	X
[Ren et al., 2019]		X		X	X	X		X	X	X	X
[Alharbi and Huang, 2020]		X			X	X			X	X	
[Niess and Woźniak, 2020]		X		X	X	X		X	X	X	X
[Leigh et al., 2017]			X	X	X			X	X	X	X
[Britton and Semaan, 2017]			X	X	X		X	X	X	X	X
[Li et al., 2018]			X	X			X		X	X	
[Andres et al., 2018]			X	X	X		X	X	X	X	
[Andres et al., 2019]			X	X	X		X	X			
[Raisamo et al., 2019]			X	X	X		X	X	X	X	X
[Gil et al., 2019]			X		X		X		X	X	
[Andres et al., 2020]			X	X	X		X	X	X	X	X
[Gil et al., 2020]			X		X		X		X	X	
[McKenna, 2020]			X	X	X			X	X	X	
TOTAL	6	4	10	17	19	6	8	15	19	19	13
Legend:	FGR = Foco na HInt a partir de uma perspectiva geral FGAQ = Foco na HInt a partir de uma perspectiva geral com ênfase em um atributo de qualidade FE = Foco na HInt em um domínio ou contexto de uso específico			RF = Reflexões sobre os impactos da HInt no âmbito de IHC AD = Agenda de desafios e pesquisas futuras sobre a HInt no âmbito de IHC EG = Estratégias de <i>design</i> e/ou a avaliação focados na HInt em um contexto geral (i.e., independente do contexto/domínio de uso) EE = Estratégias de <i>design</i> e/ou a avaliação focados na HInt em um contexto/domínio específico (EE)				IM = Impactos da HInt nos Humanos DD = Desafios de <i>Design</i> DA = Desafios de Avaliação DT = Demandas por novas Teorias e/ou Métodos			

Figura 1. Caracterização das publicações que abordam a HInt no âmbito de IHC.

Conforme apresentado na Figura 1, as iniciativas que estão explorando a HInt na perspectiva de IHC se dividem em: (1) Trabalhos que abordam a HInt em uma perspectiva ampla, independente do tipo de integração e/ou domínio/contexto de aplicação e (2) Trabalhos que abordam a HInt a partir de um cenário específico, como: (a) uma tecnologia (e.g., Smart eBike), (b) um domínio (e.g., Smart Cities) ou (c) um contexto de uso (e.g., Aumento Humano) [Barbosa et al. 2023].

As publicações que exploram a HInt em uma abordagem ampla visam contribuir com *insights* e reflexões (e.g., Agenda de desafios e oportunidades) para direcionar as futuras iniciativas relacionadas a HInt no âmbito da IHC. Por sua vez, os estudos que abordam a HInt em um cenário específico fornecem recomendações (e.g., Estratégias de *Design*) para auxiliar no futuro *design* e avaliação de tecnologias parceiras (i.e., tecnologias de HInt) que se aplicam aos contextos/domínios de uso estudados [Barbosa et al. 2023].

Em relação às lacunas de pesquisa, as publicações analisadas nesta SLR menci-

onaram quatro tipos de desafios da HInt para a área de IHC. São eles: (1) Impactos da HInt nos Humanos; (2) Desafios de *Design*; (3) Desafios de Avaliação e (4) Demandas por novas Teorias e/ou Métodos [Barbosa et al. 2023].

As demandas relacionadas aos *Impactos da HInt nos Humanos* correspondem aos desafios em aberto de identificar e explorar os fenômenos e os efeitos da HInt no indivíduo, na sociedade e no ambiente. A partir dessas percepções será possível promover a integração, além da interação, levando em consideração as demandas e preferências dos usuários acerca dessa parceria entre humano e tecnologias. Por sua vez, os *Desafios de Design*, *Desafios de Avaliação* e as *Demandas por novas Teorias e/ou Métodos* referem-se às demandas em aberto de revisar e propor abordagens empíricas e teóricas (e.g., métodos, técnicas e ferramentas) para que o *design* e a avaliação das tecnologias parceiras sejam centrados tanto na interação, quanto na integração humano-computador, considerando os valores humanos, culturais, sociais e éticos dos usuários [Barbosa et al. 2023].

Considerando o exposto, os principais resultados desta SLR: (1) organizam a pesquisa e o conhecimento existentes sobre HInt na perspectiva de IHC e (2) direcionam os próximos passos para a consolidação e evolução da HInt como um paradigma de IHC. Assim, este estudo amplia as contribuições de trabalhos anteriores porque fornece *insights* úteis para que a Comunidade de IHC e outros grupos de interesse possam conhecer e explorar essa nova relação de integração (i.e., parceria) entre humanos e tecnologias.

4. Considerações Finais

Este trabalho caracterizou e apresentou um panorama do paradigma emergente da HInt, em termos da sua definição e implicações para a área de IHC. Por meio de uma SLR foi possível: (1) apresentar a definição de HInt e sua relação com a IHC, (2) mapear as publicações que têm adotado e explorado esse novo paradigma e (3) sumarizar os desafios e as oportunidades que a HInt oferece para a área.

Os resultados apresentados revelam que a HInt é um paradigma de IHC em ascensão, que se tornou um tema de interesse em eventos e fóruns relevantes para a comunidade científica (e.g., ACM CHI). Até o momento, as iniciativas relacionadas a esse novo paradigma se concentram em conceitualizá-la, bem como levantar reflexões e questões (e.g., agenda de desafios) para direcionar futuras iniciativas acerca da HInt no âmbito de IHC. Portanto, ainda há um grande espaço para estudos que contribuam com a evolução e explorem a aplicabilidade e as limitações da IHC com uma lente na HInt.

Assim, esta pesquisa contribui para que os pesquisadores e profissionais de IHC possam avançar no conhecimento sobre a existência e as implicações que o paradigma da HInt oferece para a área de IHC. Além disso, os resultados apresentados fornecem *insights* úteis para que a Comunidade de IHC no Brasil possa identificar oportunidades de pesquisas que resultem em contribuições para a IHC focada na integração e na parceria entre humanos e tecnologias.

Como trabalhos futuros, é indicado que a Comunidade de IHC explore os desafios da HInt tanto na perspectiva da área, quanto em uma perspectiva multidisciplinar. Pode ser interessante promover grupos de discussão e iniciativas colaborativas entre instituições acadêmicas, institutos de pesquisa e a indústria, para que os pesquisadores e profissionais de IHC, bem como outros grupos de interesse, possam contribuir com a evolução e inovação da parceria entre humanos e tecnologias no cenário global.

Referências

- Barbosa, G. A. R., da S. Fernandes, U., Santos, N. S., and Prates, R. O. (2023). Human-computer integration as an extension of interaction: Understanding its state-of-the-art and the next challenges. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 0(0):1–20.
- Barbosa, G. A. R., Prates, R. O., da S. Fernandes, U., and Santos, N. S. (2021). Extending interaction to human-computer integration: What do we already know and what do we need to explore? In *Proceedings of the XX Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, IHC '21*, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Braun, V. and Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2):77–101.
- Farooq, U. and Grudin, J. (2016). Human-computer integration. *Interactions*, 23(6):26–32.
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele Univ.*, 33.
- Kitchenham, B., Pearl Brereton, O., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., and Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering – a systematic literature review. *Information and Software Technology*, 51(1):7–15. Special Section - Most Cited Articles in 2002 and Regular Research Papers.
- Mueller, F. F., Lopes, P., Strohmeier, P., Ju, W., Seim, C., Weigel, M., Nanayakkara, S., Obrist, M., Li, Z., Delfa, J., Nishida, J., Gerber, E. M., Svanaes, D., Grudin, J., Greuter, S., Kunze, K., Erickson, T., Greenspan, S., Inami, M., Marshall, J., Reiterer, H., Wolf, K., Meyer, J., Schiphorst, T., Wang, D., and Maes, P. (2020). Next steps for human-computer integration. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, page 1–15, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.