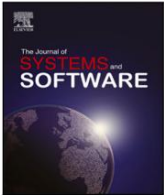




Danh sách nội dung có sẵn tại [ScienceDirect](#)

Tạp chí Hệ thống & Phần mềm

trang chủ tạp chí: www.elsevier.com/locate/jss



Các thuộc tính của một kỹ sư yêu cầu tuyệt vời

Larissa Barbosa và, [Sávio Freire^b](#), Rita SP Maciel và, [Manoel Mendonça](#) và, [Marcos Kalinowski^c](#),
[Zadia Codabux^d](#), [Rodrigo Spínola](#) và,

^a Đại học Liên bang Bahia, Salvador, Bahia, Brazil ^b Viện Liên bang Ceará, Morad
Nova, Ceará, Brazil ^c Đại học Công giáo Giáo hoàng Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil

[†] Đại học Saskatchewan, Saskatoon, Canada và Đại
học Virginia Commonwealth, Richmond, VA, Hoa Kỳ

THÔNG TIN BÀI VIẾT

Từ khóa:
Kỹ thuật yêu cầu
Các thuộc tính của một kỹ sư yêu cầu tuyệt vời
Kỹ năng
Sự khảo sát

TÓM TẮT

Bối cảnh và động lực: Một số nghiên cứu đã điều tra các thuộc tính của những người thực hành phần mềm tuyệt vời. Tuy nhiên, việc điều tra các thuộc tính như vậy vẫn còn thiếu trong Kỹ thuật yêu cầu (RE). Kiến thức hiện tại về các thuộc tính của những người thực hành phần mềm tuyệt vời có thể không dễ dàng được dịch sang bối cảnh của RE vì các hoạt động của nó thường ít mang tính kỹ thuật và tập trung nhiều hơn vào con người so với các hoạt động kỹ thuật phần mềm khác. Câu hỏi/vấn đề: Công trình này nhằm mục đích điều tra các thuộc tính của các kỹ sư yêu cầu tuyệt vời, mối quan hệ giữa chúng và các chiến lược có thể được sử dụng để có được các thuộc tính này. Chúng tôi thực hiện một phương pháp bao gồm một cuộc khảo sát với 18 học viên và các cuộc phỏng vấn tiếp theo với 11 người trong số họ. Ý tưởng/kết quả chính: Khả năng điều tra khi nói chuyện với các bên liên quan, thận trọng và hiểu biết về doanh nghiệp là những thuộc tính được đề cập phổ biến nhất trong số 22 thuộc tính đã xác định, được nhóm thành bốn loại. Chúng tôi cũng tìm thấy 38 chiến lược để cải thiện kỹ năng RE. Ví dụ là đào tạo, nói chuyện với tất cả các bên liên quan và thu thập kiến thức về lĩnh vực. Đóng góp: Các thuộc tính, danh mục và mối quan hệ của chúng được sắp xếp thành một bản đồ. Mối quan hệ giữa các thuộc tính và chiến lược được thể hiện trong sơ đồ Sankey. Các chuyên gia phần mềm có thể sử dụng các phát hiện của chúng tôi để cải thiện sự hiểu biết của họ về vai trò và trách nhiệm của các kỹ sư yêu cầu.

1. Giới thiệu

Một số nghiên cứu đã điều tra các thuộc tính của những người thực hành phần mềm tuyệt vời ([Buckingham, 2005](#); [Hemon và cộng sự, 2020](#); [Rivera-Ibarra và cộng sự, 2010](#); [Li và cộng sự, 2015](#); [Kalliamvakou và cộng sự, 2019](#); [Dias và cộng sự, 2021](#); [Gren và Ralph, 2022](#)). Ví dụ, [Li và cộng sự \(2015\)](#) đã xác định 53 thuộc tính của các kỹ sư phần mềm tuyệt vời, chẳng hạn như khả năng thích ứng, kiến thức về con người và tổ chức, và sự sáng tạo. Các tác giả cũng chia các thuộc tính thành các loại, cho thấy rằng các thuộc tính có thể là nội tại, tức là liên quan đến tính cách của kỹ sư và khả năng đưa ra quyết định hiệu quả, hoặc bên ngoài, tức là liên quan đến tác động mà các kỹ sư tuyệt vời có đối với con người và các sản phẩm phần mềm. Một công trình khác đã điều tra các thuộc tính của những người bảo trì phần mềm tuyệt vời của các dự án nguồn mở, cho thấy rằng sự xuất sắc về mặt kỹ thuật và giao tiếp là những thuộc tính thường gặp nhất ([Dias và cộng sự, 2021](#)). Việc biết những kết quả này là cần thiết để giúp đào tạo ra những kỹ sư phần mềm và người bảo trì phần mềm giỏi hơn trong ngành công nghiệp phần mềm ngày càng khắt khe này.

Tuy nhiên, chúng tôi tin rằng thông tin hiện tại về các thuộc tính của những người thực hành phần mềm giỏi có thể không dễ dàng chuyển dịch sang bối cảnh kỹ thuật yêu cầu (RE). RE là một lĩnh vực đòi hỏi nhiều nhân lực. Trong khi một số hoạt động kỹ thuật phần mềm như phân tích, thiết kế, mã hóa và thử nghiệm có xu hướng sử dụng các quy trình tự động thì các hoạt động liên quan đến RE lại liên quan nhiều hơn đến các tương tác xã hội giữa các bên liên quan tham gia vào quy trình phát triển phần mềm ([Pohl và Rupp, 2015](#)). Kỹ sư yêu cầu là "một người phiên dịch hiểu rõ cả lĩnh vực cũng như ngôn ngữ cụ thể của lĩnh vực đó và cũng sở hữu đủ hiểu biết về CNTT để nhận thức được các vấn đề mà các nhà phát triển phải đối mặt và có thể giao tiếp với họ ở cùng cấp độ" ([Pohl và Rupp, 2015](#)).

Trong cuốn sách Cơ bản về kỹ thuật yêu cầu, [Pohl và Rupp \(2015\)](#) đã đề cập rằng tư duy phân tích, sự đồng cảm, kỹ năng giao tiếp, kỹ năng giải quyết xung đột, kỹ năng điều tiết, sự tự tin và khả năng thuyết phục là những phẩm chất được mong đợi ở một kỹ sư yêu cầu.

Biên tập viên: Giáo sư Neil Ernst.
Tác giả liên hệ.
Địa chỉ email: larissa.leoncio@ufba.br (L. Barbosa), savio.freire@ifce.edu.br (S. Freire), rita.suzana@ufba.br (RSP Maciel), manoel.mendonca@ufba.br (M. Mendonça), kalinowski@inf.puc-rio.br (M. Kalinowski), zadiacodabux@ieee.org (Z. Codabux), spinolaro@vcu.edu (R. Spínola).

<https://doi.org/10.1016/j.jss.2024.112200> Nhận
ngày 8 tháng 9 năm 2023; Nhận dưới dạng đã sửa đổi ngày 17 tháng 8 năm 2024; Chấp nhận ngày 27 tháng 8 năm
2024 Có sẵn trực tuyến ngày 5 tháng 9
năm 2024 0164-1212/© 2024 Xuất bản bởi Elsevier Inc.

Một cuốn sách giáo khoa khác trong lĩnh vực này, Handbook for the Advanced Level Re-quirements Elicitation (Häuß er et al., 2022), mô tả các thuộc tính sau: giao tiếp, lịch sử, linh hoạt, chính trực, kỹ năng giao tiếp giữa các cá nhân, thái độ tích cực, tính chuyên nghiệp, trách nhiệm, làm việc nhóm và đạo đức nghề nghiệp. Những thuộc tính này, bằng cách nào đó, ủng hộ cho phỏng đoán của chúng tôi rằng các thuộc tính của kỹ sư yêu cầu có những đặc thù riêng. Tuy nhiên, trong cả hai cuốn sách giáo khoa, đều thiếu bằng chứng thực nghiệm hỗ trợ cho danh sách các thuộc tính được mô tả. Thật vậy, theo hiểu biết của chúng tôi, không có cuộc điều tra nào về các thuộc tính của một kỹ sư yêu cầu tuyệt vời. Theo hiểu biết của chúng tôi, việc thiếu bằng chứng thực nghiệm cản trở các nhà nghiên cứu lý luận về chúng, các nhà tuyển dụng xác định chúng và các kỹ sư trẻ trở thành chúng.

RE phần mềm là yếu tố quyết định năng suất và chất lượng sản phẩm và bản chất của nó phức tạp do chịu ảnh hưởng từ môi trường khách hàng, khiến kỹ sư yêu cầu trở thành vai trò trung tâm trong các quy trình phát triển phần mềm (Damian và Chisan, 2006; Fernández và cộng sự, 2017). Cần phải hiểu những thuộc tính nào của kỹ sư yêu cầu được coi là có liên quan trong các tổ chức phát triển phần mềm hiện nay và cách theo đuổi chúng. Điều này đặc biệt có liên quan, ví dụ, từ góc nhìn của những người mới tốt nghiệp và các kỹ sư phần mềm mới vào nghề khác đang tìm kiếm và tuyển dụng vào các công việc kỹ thuật yêu cầu.

Hiểu rõ hơn về các thuộc tính mong muốn hiện tại cũng có thể được sử dụng để sửa đổi và cải thiện giáo dục RE. Trong bài báo này, chúng tôi nghiên cứu các thuộc tính của các kỹ sư yêu cầu lớn và mối quan hệ giữa chúng. Để hướng dẫn nghiên cứu của mình, chúng tôi đã thiết kế các câu hỏi nghiên cứu (RQ) sau:

- RQ1: Những thuộc tính của một kỹ sư yêu cầu tuyệt vời là gì? • RQ2: Những thuộc tính này liên quan đến nhau như thế nào? • RQ3: Những chiến lược nào có thể được sử dụng để theo đuổi những thuộc tính này? • RQ4: Những người thực hành nhận thức như thế nào về tầm quan trọng của các chiến lược đã xác định để theo đuổi những thuộc tính của một kỹ sư yêu cầu tuyệt vời?

Chúng tôi sử dụng phương pháp nghiên cứu bao gồm khảo sát và phỏng vấn theo dõi. Thông qua khảo sát, chúng tôi yêu cầu các học viên đưa ra tối đa năm thuộc tính quan trọng nhất đối với các kỹ sư yêu cầu. Sau đó, chúng tôi phỏng vấn một nhóm nhỏ những người đã trả lời khảo sát để thu thập thêm thông tin về các thuộc tính đã đề cập. Cuối cùng, chúng tôi hỏi những người tham gia được phỏng vấn về mức độ quan trọng của các chiến lược đã xác định để theo đuổi các thuộc tính của một kỹ sư yêu cầu tuyệt vời. Mức độ quan trọng liên quan đến mức độ mà một chiến lược có thể hỗ trợ một kỹ sư yêu cầu cải thiện các kỹ năng của mình để tiến gần hơn đến mục tiêu trở thành một kỹ sư yêu cầu tuyệt vời.

Chúng tôi đã khảo sát 18 chuyên gia phần mềm người Brazil và 11 người trong số họ đã chấp nhận lời mời phỏng vấn của chúng tôi. Dựa trên câu trả lời của họ, bài báo này đóng góp (i) danh sách 22 thuộc tính của các kỹ sư yêu cầu tuyệt vời, (ii) bản đồ liên hệ các thuộc tính đó và (iii) một bộ 38 chiến lược có thể được sử dụng để theo đuổi chúng. Các chuyên gia phần mềm có thể sử dụng bản đồ để cải thiện sự hiểu biết của họ về vai trò và trách nhiệm của các kỹ sư yêu cầu. Các chiến lược được xác định hoạt động như các công cụ để cải thiện kỹ năng của họ.

Bên cạnh phần giới thiệu này, bài báo này được tổ chức thành sáu phần khác. Phần 2 trình bày các công trình liên quan. Sau đó, Phần 3 trình bày các quy trình thu thập và phân tích dữ liệu. Phần 4 trình bày kết quả khảo sát và phỏng vấn tiếp theo. Phần 5 thảo luận về các phát hiện chính. Phần 6 trình bày các mối đe dọa đối với tính hợp lệ của nghiên cứu. Cuối cùng, Phần 7 trình bày những nhận xét cuối cùng và các bước tiếp theo của công trình này.

2. Công việc liên quan

Phần lớn kiến thức của chúng ta về các thuộc tính mong muốn của những người hành nghề phần mềm đến từ việc nghiên cứu các vai trò cụ thể như kỹ sư phần mềm, quản lý dự án và quản lý phần mềm. Li et al. (2015) đã nghiên cứu các thuộc tính của các kỹ sư phần mềm giỏi bằng cách phỏng vấn các kỹ sư giàu kinh nghiệm. Họ đã báo cáo 53 thuộc tính của các kỹ sư phần mềm giỏi, được phân loại thành hai loại, nội bộ và bên ngoài. Ví dụ về

Các thuộc tính được xác định là cải thiện, hiểu biết về con người và tổ chức, và sáng tạo.

Trong một nghiên cứu khác, Kalliamvakou và cộng sự (2019) đã thực hiện một nghiên cứu hai giai đoạn để điều tra các thuộc tính của một nhà quản lý kỹ sư phần mềm tuyệt vời. Bằng cách phỏng vấn các học viên phần mềm từ Microsoft, các tác giả đã thu thập nhận thức về các thuộc tính được xác định trước trong tài liệu kỹ thuật hoặc được Microsoft sử dụng. Sau đó, một cuộc khảo sát đã được thực hiện dựa trên kết quả phỏng vấn để xác định tầm quan trọng của các thuộc tính. Các tác giả đã xác định 15 thuộc tính được sắp xếp thành một khuôn khổ khái niệm. Hơn nữa, các thuộc tính được chia thành hai chiều (mức độ tương tác và chức năng của người quản lý kỹ thuật) và các danh mục (nhóm, cá nhân, người quản lý trao đổi trí tuệ kỹ thuật, thúc đẩy các kỹ sư và làm trung gian giao tiếp).

Duy trì môi trường làm việc tích cực, phát triển tài năng và tạo điều kiện cho quyền tự chủ là những phẩm chất quan trọng nhất theo quan điểm của những người tham gia khảo sát.

Gần đây hơn, Dias và cộng sự (2021) đã nghiên cứu các thuộc tính của những người bảo trì phần mềm nguồn mở tuyệt vời. Bằng cách tiến hành một nghiên cứu phỏng vấn với những người bảo trì phần mềm nguồn mở, các tác giả đã xác định được 22 thuộc tính. Sau đó, bằng cách khảo sát những người đóng góp phần mềm nguồn mở, các tác giả đã thu thập thông tin định tính về tầm quan trọng của các thuộc tính này. Giao tiếp, đảm bảo chất lượng và xây dựng cộng đồng được coi là những thuộc tính quan trọng nhất. Các tác giả cũng đã sắp xếp các thuộc tính trong một khuôn khổ khái niệm, cho thấy mối quan hệ giữa chúng.

Cuối cùng, Gren và Ralph (2022) đã khảo sát các chuyên gia về agile để xác định điều gì tạo nên sự lãnh đạo hiệu quả trong các nhóm phần mềm agile. Các tác giả đã xác định mười danh mục (ví dụ, can thiệp nếu cần, xây dựng bản sắc nhóm mạnh mẽ và thích ứng với văn hóa khách hàng) được chia thành ba chủ đề (lãnh đạo nhóm năng động, bản sắc xã hội và văn hóa tổ chức). Các danh mục và chủ đề này được tổ chức theo mô hình lãnh đạo linh hoạt.

Chúng tôi nhận ra những kết quả có giá trị được báo cáo bởi các công trình liên quan. Thật vậy, chúng tôi đã lấy cảm hứng từ họ để xác định phương pháp nghiên cứu của mình dựa trên khảo sát và phỏng vấn theo dõi (xem Phần 3). Tuy nhiên, vẫn còn thiếu việc lập bản đồ các thuộc tính của các kỹ sư yêu cầu tuyệt vời. Đây chính xác là chủ đề chúng tôi tiếp cận trong bài báo này.

Chúng tôi so sánh các công trình liên quan với kết quả của chúng tôi trong Phần 5.2 để tìm hiểu xem phỏng đoán ban đầu của chúng tôi (''Chúng tôi tin rằng thông tin hiện tại về các thuộc tính của những chuyên gia phần mềm giỏi có thể không dễ dàng chuyển sang bối cảnh của kỹ thuật yêu cầu'') có đúng không.

3. Phương pháp nghiên cứu

Chúng tôi đã áp dụng một phương pháp dựa trên công trình của Kalliamvakou và cộng sự (2019) và Dias và cộng sự (2021). Để trả lời các câu hỏi nghiên cứu, chúng tôi đã khảo sát các chuyên gia phần mềm để xác định các thuộc tính của các kỹ sư yêu cầu tuyệt vời (RQ1), phỏng vấn một nhóm nhỏ trong số họ để thu thập thêm thông tin chi tiết về từng thuộc tính (RQ2 và RQ3) và hỏi những người tham gia được phỏng vấn một câu hỏi tiếp theo để xác định mức độ quan trọng của các chiến lược để trở thành một kỹ sư yêu cầu tuyệt vời (RQ4). Các tiểu mục sau đây trình bày các quy trình thu thập và phân tích dữ liệu cho từng bước của phương pháp nghiên cứu.

3.1. Khảo sát về các thuộc tính của kỹ sư yêu cầu lớn

3.1.1. Thiết kế và thu thập dữ liệu

Chúng tôi đã mời các kỹ sư yêu cầu và quản lý dự án từ các đối tác công nghiệp Brazil của chúng tôi. Chúng tôi đã xem xét hai vai trò này để nắm bắt nhiều góc nhìn: những người chịu trách nhiệm thực hiện các hoạt động RE và những người quản lý chúng.

Cuộc khảo sát bao gồm một bộ câu hỏi đặc điểm và một câu hỏi mở cho người tham gia nêu ra tối đa năm thuộc tính quan trọng nhất để thực hiện các hoạt động RE. Chúng tôi chỉ hỏi tối đa năm thuộc tính vì cá nhân thường chú ý nhiều hơn

L. Barbosa và cộng sự.

Bảng 1

Câu hỏi khảo sát.		
--	Mô tả câu hỏi khảo sát (SQ)	Kiểu
SQ1	Tên bạn là gì?	Mở
SQ2	Vui lòng cung cấp cho chúng tôi địa chỉ email của bạn để chúng tôi có thể liên hệ với bạn ở bước tiếp theo của nghiên cứu.	Mở
SQ3	Bạn sẽ mô tả giới tính của mình như thế nào?	Đã đóng
SQ4	Bạn có bao nhiêu năm kinh nghiệm về yêu cầu phần mềm?	Mở
SQ5	Bạn đã làm việc cho bao nhiêu công ty?	Mở
SQ6	Công ty của bạn có quy mô như thế nào (phần mềm và các lĩnh vực khác)?	Đã đóng
SQ7	Bạn được giao vai trò dự án gì ở công ty này?	Đã đóng
SQ8	Bạn đánh giá thế nào về kinh nghiệm của mình trong vai trò này?	Đã đóng
SQ9	Dựa trên kinh nghiệm của bạn, bạn sẽ đánh giá những thuộc tính nào của một kỹ sư yêu cầu phần mềm là những thuộc tính quan trọng nhất để trở thành một kỹ sư yêu cầu tuyệt vời? Vui lòng nhập tối đa năm thuộc tính được sắp xếp theo mức độ quan trọng của chúng, với mức độ quan trọng cao nhất được liệt kê trước.	Mở

Bảng 2

Các danh mục được điều chỉnh từ Dias et al. (2021) .	
Tên	Sự miêu tả
Sự quản lý	Thể loại này đề cập đến các thuộc tính quản lý dự án, theo nghĩa là hiểu được tầm nhìn của dự án, thiết lập và truyền đạt mục tiêu của dự án, đề xuất mốc thời gian, quản lý chất lượng tài liệu, v.v.
Nhân cách	Thể loại này đề cập đến cách các học viên thể hiện suy nghĩ, cảm xúc và hành vi của mình khi tương tác với các thành viên khác trong dự án, liên quan đến khía cạnh tính cách.
Xã hội	Thể loại này nhóm các thuộc tính liên quan đến cách các học viên ứng xử với các thành viên khác trong dự án.
Kỹ thuật	Thể loại này nói về các kỹ năng kỹ thuật được sử dụng để thực hiện các hoạt động kỹ thuật yêu cầu.

vào một vài lựa chọn hàng đầu, giảm bớt tiếng ồn bổ sung trong các xếp hạng thấp hơn ([Ben-Akiva và cộng sự, 1992](#)). Chỉ tập trung vào năm thuộc tính sẽ (i) ngăn người tham gia chạy phản hồi của họ, (ii) yêu cầu họ cung cấp phản hồi tập trung, loại bỏ các thuộc tính ít liên quan hơn và (iii) giảm tải nhận thức khi ghi nhớ những trải nghiệm cụ thể trong quá khứ.

[Bảng 1](#) trình bày các câu hỏi khảo sát và loại câu hỏi (đóng hoặc mở).

3.1.2. Phân tích dữ

liệu Chúng tôi đã thực hiện các quy trình phân tích dữ liệu khác nhau, vì cuộc khảo sát bao gồm các câu hỏi đóng và mở. Đối với các câu hỏi đóng, chúng tôi đã tính toán số lượng người tham gia chọn một tùy chọn. Sau đó, chúng tôi tóm tắt đặc điểm của người tham gia. Đối với các câu hỏi mở, chúng tôi đã phân tích danh sách các thuộc tính do người tham gia báo cáo để tìm điểm tương đồng, tức là hai hoặc nhiều thuộc tính có cùng ý nghĩa. Ví dụ, các thuộc tính hiểu về doanh nghiệp và kiến thức về vấn đề kinh doanh được thống nhất theo thuộc tính hiểu về doanh nghiệp . Tác giả thứ nhất và thứ hai đã phân tích riêng danh sách để chuẩn hóa các thuộc tính. Các điểm khác biệt đã được tác giả cuối cùng giải quyết. Quá trình này là cần thiết vì chúng tôi không cung cấp danh sách các thuộc tính được xác định trước cho những người tham gia.

Chúng tôi cũng nhận thấy rằng các thuộc tính có liên quan với nhau, cho phép chúng tôi nhóm chúng thành các danh mục. Các danh mục dựa trên các danh mục do [Dias và cộng sự \(2021\)](#) định nghĩa (xem [Bảng 2](#)). Ví dụ, chúng tôi sử dụng danh mục xã hội để nhóm các thuộc tính là người lắng nghe tốt, khả năng điều tra khi nói chuyện với các bên liên quan, sự rõ ràng và kiến thức về hành vi của người dùng. Quá trình nhóm được thực hiện bằng cách sử dụng so sánh liên tục ([Strauss và Corbin, 1998](#)) và được thực hiện bởi tác giả đầu tiên và được tác giả cuối cùng xem xét.

Bảng 3

Kịch bản phỏng vấn.	
Phần	Mô tả câu hỏi phỏng vấn (IQ)
Đầu	Chúng tôi trình bày điều khoản đồng ý có thông tin. IQ1. Theo bạn, thế nào là một kỹ sư yêu cầu phần mềm tuyệt vời?
	IQ2. Bạn đã từng làm việc với một kỹ sư yêu cầu phần mềm giỏi chưa?
	IQ3. Tại sao bạn lại coi anh ấy/cô ấy là một kỹ sư yêu cầu tuyệt vời?
Giữa	Trong cuộc khảo sát, bạn đã liệt kê năm thuộc tính mong muốn của một kỹ sư yêu cầu tuyệt vời. Bây giờ, chúng ta hãy giải quyết ba trong số chúng: <<thuộc tính a, b và c>>. IQ4. Bạn sẽ định nghĩa thuộc tính a như thế nào? IQ5. Tại sao thuộc tính lại quan trọng đối với các kỹ sư yêu cầu phần mềm giỏi? IQ6. Các chiến lược để có được thuộc tính a là gì? IQ7. Kỹ sư yêu cầu có thể sử dụng thuộc tính a như thế nào? IQ8-IQ11. Câu hỏi tương tự cho thuộc tính b. IQ12-IQ15. Câu hỏi tương tự cho thuộc tính c.

3.2. Phỏng vấn tiếp theo

3.2.1. Thiết kế và thu thập dữ liệu

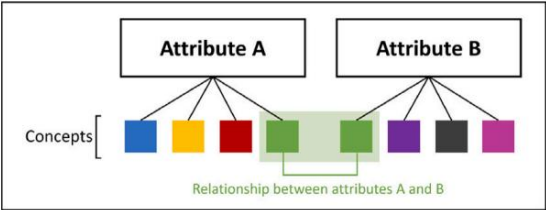
Chúng tôi đã xác định kịch bản phỏng vấn ([Bảng 3](#)) bao gồm hai phần. Trong phần mở đầu, người tham gia đã đưa ra định nghĩa của mình về kỹ sư yêu cầu phần mềm tuyệt vời và mô tả các đặc điểm của một kỹ sư tuyệt vời mà anh ấy/cô ấy đã từng làm việc cùng. Trong phần các thuộc tính của một kỹ sư yêu cầu phần mềm tuyệt vời, người tham gia định nghĩa, giải thích tầm quan trọng, đưa ra các chiến lược để đạt được và minh họa việc sử dụng ba thuộc tính. Mặc dù mỗi người tham gia đã thông báo tới năm thuộc tính trong khảo sát, chúng tôi chọn ba thuộc tính được xếp hạng cao nhất từ danh sách của anh ấy/cô ấy.

Chúng tôi đã thực hiện các cuộc phỏng vấn từ xa. Mỗi cuộc phỏng vấn kéo dài khoảng 30 phút và được ghi âm với sự cho phép của người tham gia.

3.2.2. Phân tích dữ

liệu Chúng tôi đã ghi chép các cuộc phỏng vấn và sắp xếp các câu trả lời theo từng câu hỏi. Sau đó, chúng tôi mã hóa các bản ghi chép để xác định ý chính được trình bày trong mỗi câu trả lời ([Seaman, 1999](#); [Strauss và Corbin, 1998](#)). Ví dụ, người tham gia P1 đã báo cáo câu trả lời sau cho IQ1: ''vấn đề giao tiếp rất quan trọng, vì đó phải là một người biết lắng nghe và can thiệp đúng lúc (kỹ năng mềm), và theo quan điểm kỹ thuật, điều quan trọng hơn là phải biết lĩnh vực chuyên môn.'' Trong ví dụ này, chúng tôi tìm thấy các mã sau: giao tiếp, kỹ năng lắng nghe, can thiệp đúng lúc, kỹ năng giao tiếp giữa các cá nhân và kiến thức chuyên môn. Trong IQ6, người trả lời đã chỉ ra các chiến lược để có được một thuộc tính cụ thể. Ví dụ: ''biết cách lắng nghe, biết cách viết, truyền đạt thông tin mà khách hàng cần cho bất kỳ ai đang phát triển (P7)'' Từ phản hồi này, chúng tôi đã xác định các chiến lược sau: biết cách lắng nghe, cải thiện khả năng viết và chia sẻ nhu cầu của khách hàng với nhóm phát triển. Quá trình mã hóa được thực hiện bởi tác giả thứ nhất và thứ hai. Mỗi người, riêng lẻ, mã hóa một nửa bản ghi chép và sau đó sửa đổi lẫn nhau. Sau đó, họ gặp tác giả cuối cùng để giải quyết các điểm khác biệt.

Các mã được trích xuất từ định nghĩa các thuộc tính do những người tham gia IQ4 báo cáo là các khái niệm. Chúng tôi đã áp dụng ánh xạ khái niệm trên các khái niệm để xác định mối quan hệ giữa các thuộc tính (xem [Hình 1](#)). Ví dụ, chúng tôi xác định rằng khái niệm tiến hành các cuộc họp với khách hàng và người dùng có trong định nghĩa của các thuộc tính chuyển nhu cầu của người dùng thành các yêu cầu phần mềm và kiến thức tốt về các hoạt động kỹ thuật yêu cầu. Do đó, chúng tôi cho rằng các thuộc tính này có liên quan với nhau. Cả hai đều phụ thuộc theo cách nào đó vào các cuộc họp với khách hàng và người dùng. Tác giả thứ nhất và thứ hai đã thực hiện quy trình này và gặp tác giả cuối cùng để xem xét kết quả.



Hình 1. Sơ đồ phân tích.

3.3. Câu hỏi tiếp theo về tầm quan trọng của các chiến lược đã xác định để theo đuổi các thuộc tính của các kỹ sư yêu cầu tuyệt vời

3.3.1. Thiết kế và thu thập dữ liệu

Chúng tôi thực hiện bước này sau khi có được kết quả từ các cuộc phỏng vấn tiếp theo. Để xác định mức độ quan trọng của từng chiến lược mà chúng tôi xác định trong các cuộc phỏng vấn (IQ6), chúng tôi đã đặt một câu hỏi tiếp theo (xem [Bảng 4](#)) cho những người tham gia được phỏng vấn. Đối với mỗi chiến lược, chúng tôi trình bày định nghĩa của chiến lược đó và yêu cầu người tham gia chỉ ra mức độ quan trọng đối với một kỹ sư yêu cầu trong việc cải thiện các kỹ năng của mình để tiến gần hơn đến mục tiêu trở thành một kỹ sư yêu cầu tuyệt vời, xem xét thang điểm Likert 5 điểm (hoàn toàn không đồng ý, không đồng ý, không đồng ý cũng không phản đối, đồng ý và hoàn toàn đồng ý).

3.3.2. Phân tích dữ liệu

Chúng tôi sử dụng thống kê mô tả để phân tích các câu trả lời bằng cách đếm tỷ lệ người tham gia chọn từng phương án có sẵn để xếp hạng các chiến lược.

4. Kết quả

Tổng cộng, chúng tôi đã mời 18 chuyên gia phần mềm người Brazil và họ đã trả lời đầy đủ bản khảo sát, nhưng chỉ có 11 người trong số họ có thể tham gia phỏng vấn và trả lời câu hỏi tiếp theo. Chúng tôi đã sử dụng các câu trả lời từ cuộc khảo sát (18 câu trả lời) để trả lời RQ1, trong khi các câu trả lời phỏng vấn và câu trả lời cho câu hỏi tiếp theo được sử dụng để trả lời RQ2-3 và RQ4.

4.1. Nhân khẩu học

[Bảng 5](#) trình bày đặc điểm của người tham gia, cho biết số năm kinh nghiệm, số lượng tổ chức mà người tham gia đã làm việc, quy mô công ty hiện tại (nhỏ – tối đa 50 nhân viên; vừa – với 51 đến 1000 nhân viên; lớn – hơn 1000 nhân viên) và vai trò. Tất cả người tham gia đều đến từ các tổ chức khác nhau.

Chúng ta có thể nhận thấy rằng hầu hết những người tham gia đều là kỹ sư yêu cầu và hầu hết đều có từ mười một đến 20 năm kinh nghiệm trong vai trò của họ. Hầu hết những người tham gia làm việc tại các công ty vừa và hầu hết đã làm việc tại ít nhất sáu công ty khác nhau trong cuộc đời nghề nghiệp của họ.

Mặc dù mẫu của chúng tôi bao gồm các chuyên gia phần mềm từ ngành công nghiệp phần mềm Brazil, nhưng nó bao gồm một nhóm các chuyên gia đa dạng với nhiều cấp độ kinh nghiệm khác nhau trong vai trò quản lý dự án hoặc kỹ thuật yêu cầu trên khắp các công ty có quy mô khác nhau. Chi tiết về sự đa dạng này có thể được quan sát trong [Bảng 5](#).

4.2. RQ1: Một kỹ sư yêu cầu giỏi cần có những phẩm chất gì?

Chúng tôi đã xác định được 22 thuộc tính của một kỹ sư yêu cầu tuyệt vời. [Bảng 6](#) trình bày năm thuộc tính được trích dẫn nhiều nhất, cùng với tổng số người tham gia trích dẫn một thuộc tính (#CA) và tỷ lệ phần trăm tổng số lần đề cập (%A). Danh sách đầy đủ các thuộc tính có trong [Barbosa et al. \(2023\)](#). Khả năng điều tra khi nói chuyện với các bên liên quan là thuộc tính được đề cập nhiều nhất, tiếp theo là thận trọng, hiểu rõ doanh nghiệp, tốt

Bảng 4:

Phiếu câu hỏi theo dõi.		
Loại câu hỏi	Câu hỏi tiếp theo (FQ) Mô tả	Kiểu
-	Chúng tôi đã xác định 38 chiến lược có thể được sử dụng để nâng cao các thuộc tính của một kỹ sư yêu cầu tuyệt vời. Dưới đây, chúng tôi trình bày các chiến lược này. Đối với mỗi chiến lược, vui lòng chỉ ra tầm quan trọng của việc một kỹ sư yêu cầu trở thành một kỹ sư yêu cầu tuyệt vời.	-
Đã đóng	Tham gia đào tạo Nâng cao kỹ năng của kỹ sư yêu cầu thông qua các khóa học, đọc tài liệu chuyên ngành và tìm hiểu các phương pháp mới.	Đã đóng
Đã đóng		Đã đóng

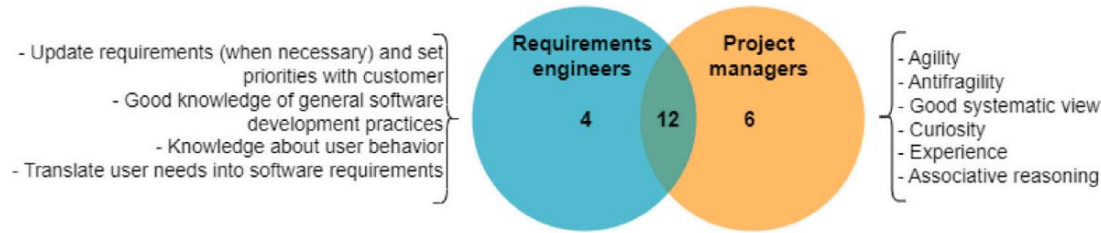
khả năng xác định các yêu cầu còn thiếu và hiểu biết tốt về các hoạt động kỹ thuật yêu cầu. Các thuộc tính này chiếm 55% tần suất của tất cả các thuộc tính đã đề cập.

Từ các cuộc phỏng vấn, chúng tôi đã xác định được định nghĩa của các thuộc tính. Khả năng điều tra khi nói chuyện với các bên liên quan có nghĩa là một kỹ sư yêu cầu phần mềm phải sẵn sàng không giới hạn bản thân trong những gì bên quan tâm đang nói, mà phải cố gắng khơi gợi họ trả lời về các yêu cầu của hệ thống, như người tham gia P3 mô tả ''vì vậy bạn phải chuẩn bị, nghiên cứu, tạo một kịch bản, vì vậy tôi nghĩ rằng khả năng điều tra này đến từ đó...'' Thuộc tính thận trọng đề cập đến khả năng tổ chức tài liệu phần mềm và chú ý đến các chi tiết, ví dụ, P6: ''Là một người rất chú trọng đến chi tiết, anh ấy không chỉ điều tra mà còn trình bày chi tiết thông tin thu được để thông tin trở nên rõ ràng trong tài liệu và để truyền đạt...''

Hiểu thuộc tính kinh doanh có liên quan đến việc hiểu môi trường nơi hệ thống sẽ được sử dụng, như được mô tả bởi P1: ''Đó sẽ là sự hiểu biết về bối cảnh kinh doanh, nơi hệ thống đó sẽ được đưa vào. Không có gì từ quan điểm kỹ thuật, từ chính doanh nghiệp, từ môi trường...'' Khả năng xác định tốt thuộc tính yêu cầu còn thiếu có liên quan đến khả năng đề xuất các giải pháp xem xét bối cảnh người dùng và xác nhận chúng với khách hàng, như được minh họa bởi P5: ''nhà phân tích cần có khả năng hiểu khi có điều gì đó không rõ ràng, khi mọi thứ không diễn ra tốt đẹp. Và sau đó, có khả năng gợi ra điều gì còn thiếu và khả năng xác nhận điều đó với khách hàng.'' Cuối cùng, hiểu biết tốt về thuộc tính thực hành kỹ thuật yêu cầu đề cập đến việc có kiến thức về các thực hành được sử dụng để gợi ra, phân tích và chỉ định các yêu cầu phần mềm. Ví dụ, người tham gia P1 đã báo cáo ''hiểu kỹ thuật đằng sau các yếu tố này mà chúng tôi sử dụng... để liên lạc với người dùng...'' Bằng cách liên tục so sánh các mã ([Strauss và Corbin, 1998](#)), chúng tôi

nhóm chúng thành các loại sau:

- Tính cách: Có bảy thuộc tính để thể hiện cách các kỹ sư yêu cầu suy nghĩ, cảm nhận và hành xử trong tương tác với các bên liên quan. Các thuộc tính này là: sự nhanh nhẹn, lý luận phân tích, khả năng chống mong manh, lý luận liên tưởng, cam kết, sự tò mò và phán đoán. đáng yêu.
- Quản lý: Nhóm các thuộc tính sau để hỗ trợ quản lý một dự án hoặc các yêu cầu: khả năng tốt trong việc xác định các yêu cầu còn thiếu, quan điểm hệ thống tốt, hiểu doanh nghiệp, cập nhật các yêu cầu (khi cần thiết) và thiết lập các ưu tiên với khách hàng.
- Kỹ thuật: Bao gồm bảy thuộc tính liên quan đến các kỹ năng kỹ thuật được sử dụng trong các hoạt động yêu cầu phần mềm. Các thuộc tính này là: khả năng xác thực các yêu cầu đã triển khai, viết tốt (biết cách viết rõ ràng và không mơ hồ), kinh nghiệm, hiểu biết tốt về các hoạt động phát triển phần mềm nói chung, hiểu biết tốt về các hoạt động kỹ thuật yêu cầu, kiến thức trước đó, ngay cả khi cơ bản, về một số ngôn ngữ lập trình và chuyển nhu cầu của người dùng thành các yêu cầu phần mềm.
- Xã hội: Bao gồm các thuộc tính sau liên quan đến cách các kỹ sư yêu cầu xử lý các bên liên quan: rõ ràng, biết lắng nghe, khả năng điều tra khi nói chuyện với các bên liên quan và hiểu biết về hành vi của người dùng.



Hình 2. Biểu đồ Venn so sánh các thuộc tính theo quan điểm của kỹ sư yêu cầu và quản lý dự án.

Bảng 5

Thông tin nhân khẩu học của người tham gia.

ID người tham gia	Nhiều năm kinh nghiệm	#Các công ty đã làm việc	Quy mô công ty	Vai trò	Phỏng vấn tiếp theo (Y/N)
P1	15	4	Lớn	Quản lý dự án	Đúng
P2	2	3	Bé nhỏ	Kỹ sư yêu cầu	Đúng
P3	10	6	Lớn	Kỹ sư yêu cầu	Đúng
P4	25	5	Lớn	Quản lý dự án	Đúng
P5	3	4	Bé nhỏ	Kỹ sư yêu cầu	Đúng
P6	2	3	Kích thước trung bình	Kỹ sư yêu cầu	Đúng
P7	16	7	Lớn	Kỹ sư yêu cầu	Đúng
P8	5	10	Lớn	Quản lý dự án	Đúng
P9	5	8	Kích thước trung bình	Kỹ sư yêu cầu	Đúng
P10	30	11	Lớn	Quản lý dự án	Đúng
P11	10	11	Kích thước trung bình	Quản lý dự án	Đúng
Trung 12	15	5	Lớn	Quản lý dự án	KHÔNG
Trung 13	1,5	1	Kích thước trung bình	Kỹ sư yêu cầu	KHÔNG
P14	15	3	Lớn	Quản lý dự án	KHÔNG
Trung 15	12	5	Lớn	Kỹ sư yêu cầu	KHÔNG
P16	1	1	Kích thước trung bình	Kỹ sư yêu cầu	KHÔNG
P17	20	10	Lớn	Quản lý dự án	KHÔNG
P18	1	4	Kích thước trung bình	Kỹ sư yêu cầu	KHÔNG

Bảng 6

Năm thuộc tính được trích dẫn nhiều nhất.

Thuộc tính	#CA	%MỘT
Khả năng điều tra khi nói chuyện với các bên liên quan	15	18%
Không ngoan	12	14%
Hiểu rõ doanh nghiệp	7	8%
Khả năng tốt trong việc xác định các yêu cầu còn thiếu	7	8%
Kiến thức tốt về các hoạt động kỹ thuật yêu cầu	5	6%

Đầu đề:
#CA: Số lần đề cập đến một thuộc tính.
%A: Tỷ lệ phần trăm #CA so với tổng số tất cả các thuộc tính đã đề cập (83).

Bảng 7

Các loại thuộc tính.

Loại	#MỘT	#CA	%MỘT
Nhân cách	7	25	30%
Xã hội	4	24	29%
Sự quản lý	5	18	22%
Kỹ thuật	6	16	19%

Đầu đề:
#A: Số lượng thuộc tính duy nhất được đề cập.
#CA: Số lần đề cập đến một thuộc tính.
%A: Tỷ lệ phần trăm #CA so với tổng số tất cả các thuộc tính đã đề cập (83).

Bảng 7 trình bày các loại thuộc tính, báo cáo các loại tên, số lượng thuộc tính duy nhất được đề cập (#A) và tổng số số lượng (tức là số lượng) người tham gia trích dẫn các thuộc tính trong mỗi danh mục (#CA). Cuối cùng, cột %A tương ứng với phần trăm của #CA liên quan đến tất cả các thuộc tính đã đề cập. Các loại tính cách và xã hội được nhắc đến nhiều nhất, làm nổi bật các kỹ năng cốt lõi của một kỹ sư yêu cầu.

4.2.1. Sự khác biệt trong nhận thức về các thuộc tính giữa các kỹ sư yêu cầu và các nhà quản lý dự án

Vì dân số của chúng tôi bao gồm các kỹ sư yêu cầu và các nhà quản lý dự án, chúng tôi đã điều tra xem liệu họ có sự khác biệt trong nhận thức của họ về các thuộc tính của một yêu cầu phần mềm tuyệt vời kỹ sư. **Hình 2** cho thấy sơ đồ Venn biểu diễn kết quả của sự so sánh. Chúng tôi đã xác định sáu thuộc tính chỉ được báo cáo bởi dự án quản lý. Những thuộc tính này liên quan đến các kỹ năng mềm giúp tăng khả năng thực hiện các hoạt động của kỹ sư yêu cầu. Chúng tôi cũng nhận ra bốn thuộc tính chỉ được báo cáo bởi các kỹ sư yêu cầu. Những các thuộc tính được liên kết với các kỹ năng cứng cần thiết để thực hiện phần mềm yêu cầu hoạt động. Cuối cùng, mười hai thuộc tính đã được báo cáo bởi cả hai.

4.3. Câu hỏi 2: Các thuộc tính này liên quan với nhau như thế nào?

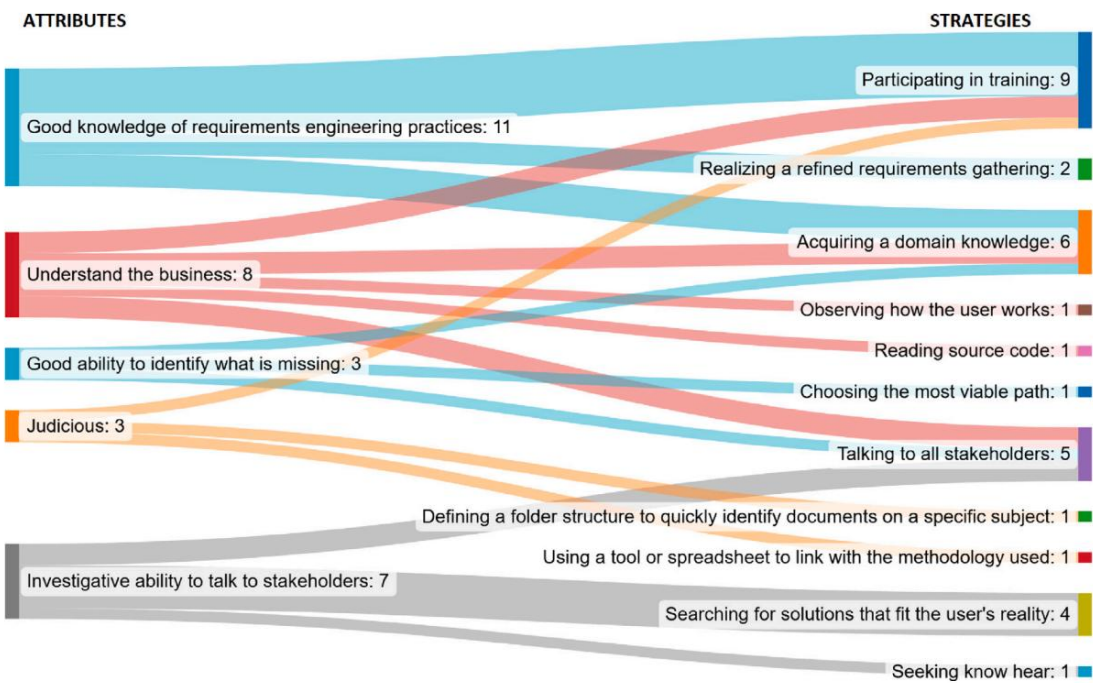
Tổng cộng, chúng tôi đã xác định được 13 mối quan hệ giữa các thuộc tính. **Bảng 8** hiển thị những mối quan hệ này cùng với các thuộc tính, khái niệm và Các loại. Một khái niệm là phần định nghĩa được chia sẻ bởi hai hoặc nhiều thuộc tính. Ví dụ, khái niệm điều tra để xác định và liên kết các vấn đề là một phần của định nghĩa các thuộc tính sau

lý luận phân tích, lý luận liên tưởng và sáng suốt, như chúng ta có thể thấy trong ''P8: Đó là khả năng bạn có để nhìn thấy một vấn đề. Và có thể tìm ra các yêu cầu để xác định vấn đề đó, ''P8: Bạn có thể để liên kết một vấn đề bạn đang gặp phải ngày hôm nay và những vấn đề bạn đã gặp phải trong quá khứ,'' và ''P6: Là một người rất chú ý đến chi tiết, anh ấy không chỉ điều tra nhưng cũng trình bày chi tiết thông tin thu được để nó trở thành rõ ràng,'' tương ứng. Trong **Bảng 8**, chúng tôi chỉ hiển thị các thuộc tính có ít nhất một mối quan hệ với thuộc tính khác.

Chúng tôi đã sắp xếp các khái niệm này và các mối quan hệ trong một bản đồ (**Hình 6**) được thảo luận thêm ở Phần 5.1.

4.4. RQ3: Có thể sử dụng những chiến lược nào để có được những thuộc tính này?

Từ các cuộc phỏng vấn, chúng tôi đã xác định được 38 chiến lược để có được các thuộc tính của một kỹ sư yêu cầu tuyệt vời. **Bảng 9** trình bày năm các chiến lược được trích dẫn, cùng với tổng số (tức là số lượng) người tham gia



Hình 3. Biểu đồ Sankey cho các thuộc tính được đề cập nhiều nhất và ba chiến lược hàng đầu để có được chúng.

Bảng 8
Mối quan hệ giữa các thuộc tính.

Loại	Mối quan hệ thuộc tính		Ý tưởng
Sự quản lý	Khả năng xác định các yêu cầu còn thiếu tốt	Hiểu rõ doanh nghiệp	Khả năng hiểu được luồng thông tin
	Khả năng xác định các yêu cầu còn thiếu tốt	Hiểu rõ doanh nghiệp	Khả năng hiểu được quy định của người dùng
	Khả năng xác định các yêu cầu còn thiếu tốt	Hiểu rõ doanh nghiệp	Khả năng hiểu khái niệm kinh doanh
Nhân cách	Suy luận liên tưởng	Sự nhanh nhẹn	Giải quyết vấn đề nhanh chóng
	Nhanh nhẹn	Thận trọng	Giữ thông tin được cập nhật bằng cách hiểu rõ doanh nghiệp
	Lý luận phân tích	Lý luận liên tưởng	Thận trọng
Xã hội	Sự rõ ràng	Khả năng điều tra khi nói chuyện với các bên liên quan	Lọc thông tin đã thu thập
	Rõ ràng	Kiến thức về hành vi của người dùng	Lọc thông tin đã thu thập
	Người biết lắng nghe	Khả năng điều tra khi nói chuyện với các bên liên quan	Không can thiệp vào lời nói của khách hàng
	Người biết lắng nghe	Khả năng điều tra khi nói chuyện với các bên liên quan	Đừng nghĩ rằng bạn biết tất cả mọi thứ
	Người biết lắng nghe	Khả năng điều tra khi nói chuyện với các bên liên quan	Lắng nghe để trích xuất thông tin nhiều nhất
Kỹ thuật	Biên dịch nhu cầu của người dùng thành yêu cầu phần mềm	Kiến thức tốt về thực hành kỹ thuật yêu cầu	Tiến hành họp với khách hàng và người dùng
	Biên dịch nhu cầu của người dùng thành yêu cầu phần mềm	Kiến thức tốt về thực hành kỹ thuật yêu cầu	Áp dụng các kỹ thuật thu thập yêu cầu để hiểu
	Biên dịch nhu cầu của người dùng thành yêu cầu phần mềm	Kiến thức tốt về thực hành kỹ thuật yêu cầu	Áp dụng các kỹ thuật thu thập yêu cầu để hiểu
	Kiến thức tốt về các hoạt động phát triển phần mềm chung	Kinh nghiệm	Biết các lĩnh vực của RE

trích dẫn một chiến lược (#CS) và tỷ lệ phần trăm tổng số lần đề cập (%S). Danh sách đầy đủ các chiến lược có sẵn trong Barbosa et al. (2023). Chiến lược được nhắc đến nhiều nhất là màu xanhTham gia đào tạo, tiếp theo là thu thập kiến thức chuyên môn, nói chuyện với tất cả các bên quan tâm, tìm kiếm các giải pháp phù hợp với thực tế của người dùng và thu thập kiến thức về các bài kiểm tra.

Tham gia đào tạo có nghĩa là nâng cao kỹ năng của kỹ sư yêu cầu thông qua các khóa học, đọc tài liệu chuyên ngành và tìm hiểu các phương pháp mới. Ví dụ, ''P1: Kiến thức lý thuyết, dạy cách áp dụng các kỹ thuật, những gì có liên quan,

nhà phân tích phải có thái độ như thế nào, phải chuẩn bị như thế nào, điểm chú ý mà anh ta phải có.'' Việc thu thập kiến thức về lĩnh vực này liên quan đến để biết về một lĩnh vực mà hệ thống đang chưa được phát triển, như được mô tả trong ''P1: nghiên cứu khu vực mà hệ thống được đưa vào'' và ''P5: biết miền (hệ thống) của bạn.''

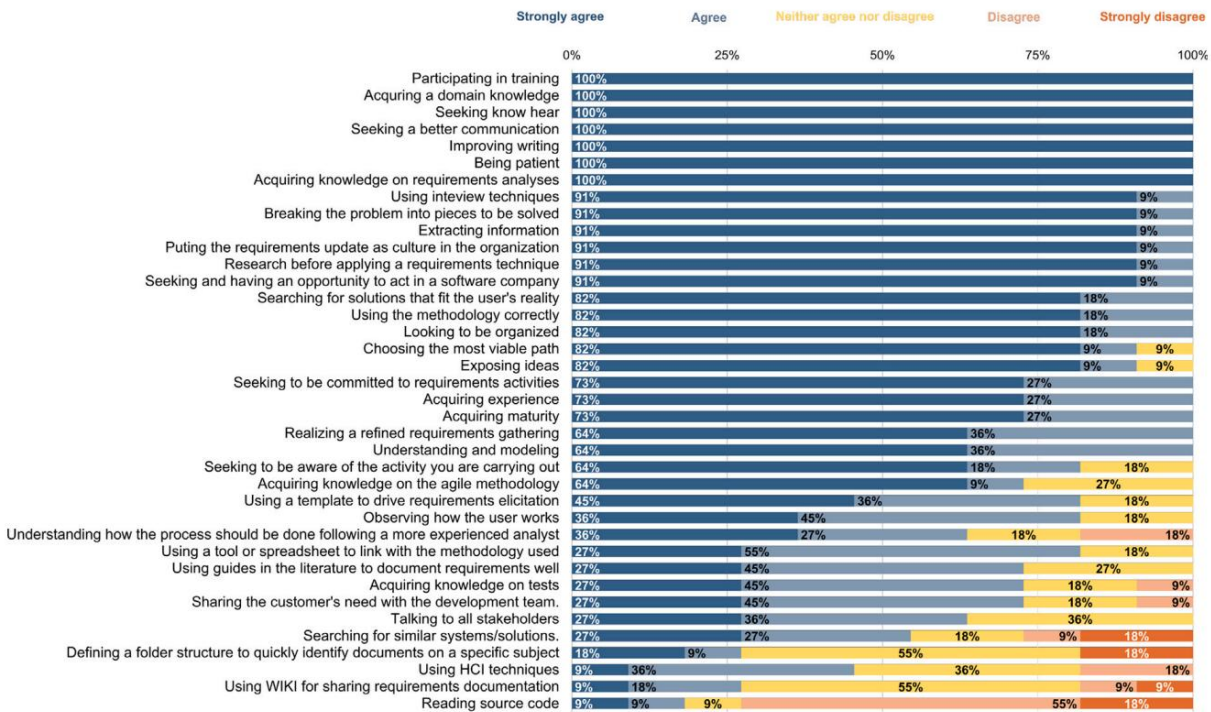
Nói chuyện với tất cả các bên liên quan chiến lược có liên quan đến việc giữ liên lạc với khách hàng, người dùng và nhóm phần mềm để hiểu và giải thích yêu cầu, chẳng hạn như ''P7: Nói chuyện, trình bày ý tưởng của họ, nói chuyện với cả khách hàng và nhà phát triển phần mềm, lắng nghe,

Bảng 9
Năm chiến lược được trích dẫn nhiều nhất.

Chiến lược	#CS	%S
Tham gia đào tạo	17	19%
Thu thập kiến thức về lĩnh vực	9	10%
Nói chuyện với tất cả các bên liên quan	7	8%
Tìm kiếm các giải pháp phù hợp với thực tế của người dùng	4	4%
Việc tiếp thu kiến thức về các bài kiểm tra	4	4%

Đầu đề:
#CS: Số lần đề cập đến một chiến lược.
%S: Tỷ lệ %CS so với tổng số tất cả các chiến lược đã đề cập (91).

trao đổi thông tin.'' Việc tìm kiếm các giải pháp phù hợp với chiến lược thực tế của người dùng có liên quan đến việc xác định giải pháp có tính đến người dùng nhu cầu và hạn chế, như minh họa trong ''P9: cần phải tìm kiếm một giải pháp sáng tạo, chi phí thấp được phát triển trong thời gian ngắn nhất có thể thời gian.'' Cuối cùng, việc có được kiến thức về các bài kiểm tra có nghĩa là khả năng xác định các trường hợp thử nghiệm để xác minh hệ thống liên quan đến các yêu cầu của nó, đối với



Hình 4. Quan điểm của người được phỏng vấn về tầm quan trọng của các chiến lược đã xác định.

Ví dụ, người tham gia P11 đã báo cáo ''... tạo mục tiêu kiểm tra, tạo phần kiểm tra..., biết các kỹ thuật kiểm tra.'' Chúng tôi cũng đã nghiên cứu mối quan hệ giữa các chiến lược và thuộc tính, sắp xếp chúng trong sơ đồ Sankey (Lupton và Allwood, 2017). Sơ đồ này bao gồm các thanh, biểu diễn các nguồn và đích của thông tin, và các liên kết, cho thấy quy mô của luồng giữa các thanh đó. Hình 3 cho thấy sơ đồ cho năm thuộc tính được đề cập nhiều nhất và ba chiến lược được đề cập nhiều nhất để có được chúng. Phiên bản đầy đủ có sẵn trong Barbosa et al. (2023). Luồng bắt đầu bằng các thuộc tính liên quan đến các chiến lược. Các giá trị số xuất hiện với mỗi phần tử (thuộc tính và chiến lược) cho biết tổng số lần xảy ra mối quan hệ. Độ dày của mỗi liên kết thay đổi tùy theo giá trị của mối quan hệ. Ví dụ, có thể sử dụng chiến lược tham gia đào tạo để có được các thuộc tính hiểu biết về doanh nghiệp, hiểu biết tốt về các hoạt động kỹ thuật yêu cầu và thận trọng.

4.5. RQ4: Các học viên nhận thức như thế nào về tầm quan trọng của các chiến lược đã xác định để theo đuổi các thuộc tính của kỹ sư yêu cầu tuyệt vời?

Hình 4 trình bày kết quả từ câu hỏi tiếp theo được trả lời bởi tất cả những người được phỏng vấn. Nhìn chung, các chiến lược được đánh giá tốt. Tham gia đào tạo, thu thập kiến thức chuyên ngành, tìm hiểu biết, tìm kiếm giao tiếp tốt hơn, cải thiện khả năng viết, kiên nhẫn và thu thập kiến thức về phân tích yêu cầu được coi là các chiến lược chính để cải thiện khả năng của các kỹ sư yêu cầu. Mặt khác, tìm kiếm các hệ thống/giải pháp tương tự, xác định cấu trúc thư mục để nhanh chóng xác định các tài liệu về một chủ đề cụ thể, sử dụng các kỹ thuật HCI, sử dụng WIKI để chia sẻ tài liệu yêu cầu và đọc mã nguồn chỉ được một số người tham gia đề cập.

5. Thảo luận

Phần này trình bày bản đồ tổ chức các thuộc tính và khái niệm cũng như mối quan hệ của chúng. Ngoài ra, nó so sánh các phát hiện của chúng tôi với các công trình liên quan và thảo luận về ý nghĩa của kết quả của chúng tôi đối với các nhà nghiên cứu, nhà quản lý, kỹ sư yêu cầu mới vào nghề và nhà giáo dục.



Hình 5. Các thành phần của bản đồ.

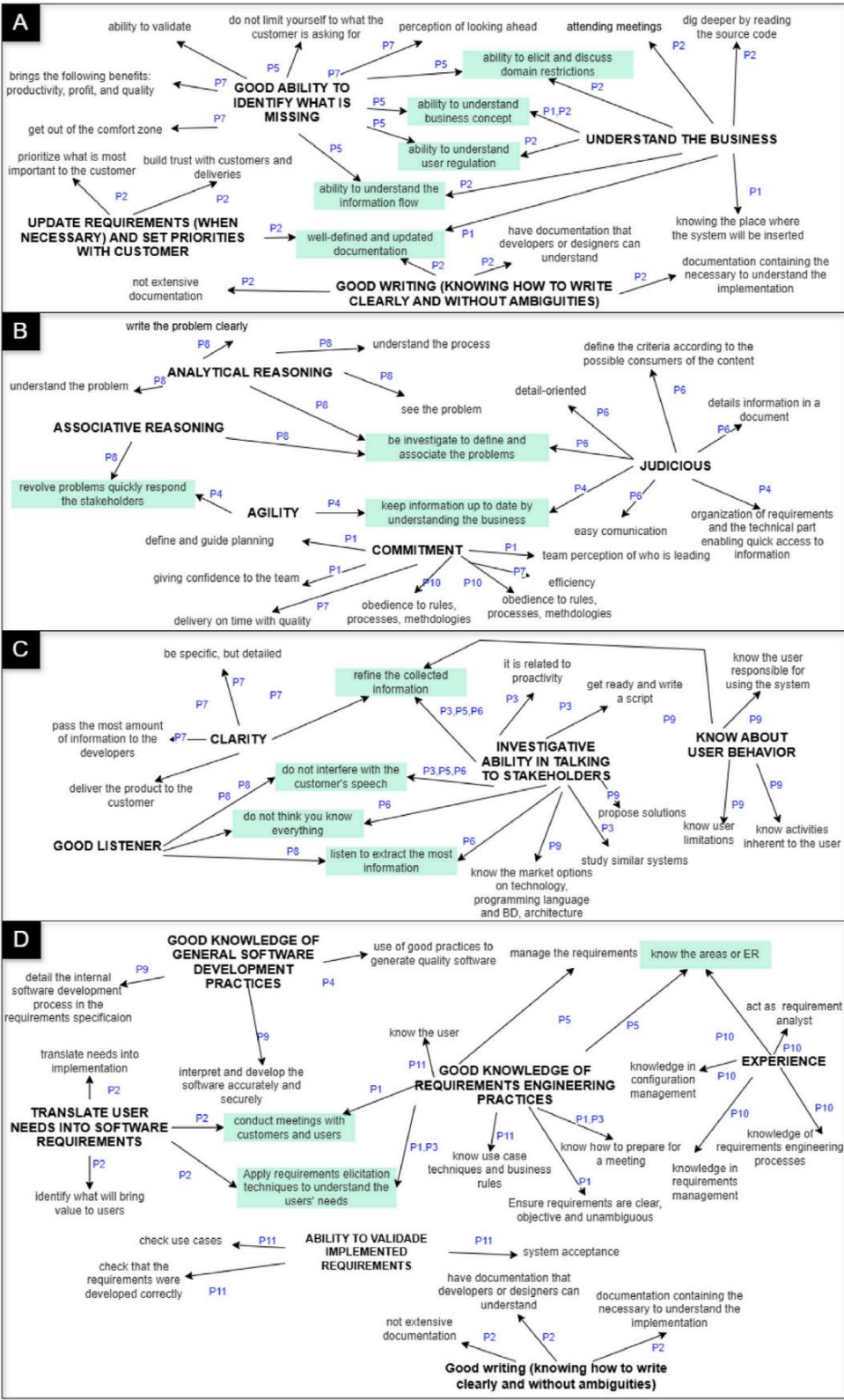
5.1. Bản đồ các kỹ sư yêu cầu lớn

Chúng tôi đã sắp xếp tập hợp các khái niệm liên quan đến từng thuộc tính và mối quan hệ của chúng trong một bản đồ. Lấy cảm hứng từ cấu trúc khung do Dias và cộng sự đề xuất (2021), các thuộc tính được thể hiện bằng văn bản in hoa đậm, trong khi các khái niệm được thể hiện bằng văn bản in thường nhỏ hơn. Một thuộc tính có một tập hợp các khái niệm mô tả nó. Một mũi tên liên quan đến một thuộc tính và các khái niệm của nó, và có một văn bản màu xanh để chỉ ra người tham gia đã đề cập đến các khái niệm. Hình 5 minh họa cách bản đồ của chúng tôi được cấu trúc.

Hình 6 trình bày bốn bản đồ. Chúng tôi định nghĩa một bản đồ cho mỗi loại thuộc tính. Chúng tôi có thể nhận thấy rằng tất cả các thuộc tính từ loại quản lý (A) đều liên quan đến ít nhất một thuộc tính khác. Từ các loại tính cách (B) và kỹ thuật (D), chúng tôi tìm thấy mối quan hệ cho hầu hết các thuộc tính, ngoại trừ các thuộc tính về cam kết và hiểu biết tốt về các hoạt động phát triển phần mềm nói chung. Trong loại xã hội (C), các thuộc tính về sự rõ ràng, khả năng điều tra khi nói chuyện với các bên liên quan và hiểu biết về hành vi của người dùng có liên quan với nhau. Cuối cùng, các bản đồ không thể hiện tính chống mong manh, quan điểm hệ thống tốt, kiến thức trước đó, ngay cả khi cơ bản, trong một số ngôn ngữ lập trình và các thuộc tính về sự tò mò, vì chúng không được đề cập trong các cuộc phỏng vấn.

Chúng tôi cũng tìm thấy các khái niệm cốt lõi (được tô sáng màu xanh lá cây), tức là một khái niệm liên quan đến hai hoặc nhiều thuộc tính. Ví dụ, tài liệu được xác định rõ ràng và cập nhật (từ danh mục Quản lý) là một khái niệm liên quan đến hai thuộc tính cập nhật yêu cầu (khi cần thiết) và đặt ra các ưu tiên với khách hàng và hiểu doanh nghiệp.

Các chuyên gia phần mềm có thể sử dụng bản đồ để bắt đầu hoặc cải thiện các sáng kiến của họ nhằm giải quyết các thuộc tính này. Để tham khảo, các chuyên gia phần mềm có thể hiểu cách các thuộc tính được định nghĩa và tìm kiếm các chiến lược hoặc



Hình 6. Bản đồ cho các loại (A) quản lý, (B) tính cách, (C) xã hội và (D) kỹ thuật.

những cái tiến để đạt được hoặc cải thiện những thuộc tính này trong các dự án của họ. Là một hướng dẫn khái niệm, bản đồ có thể được sử dụng để thông báo các hành động đáp ứng các thuộc tính được nhận thức và như một hướng dẫn toàn diện

để đánh giá các chiến lược hoặc cải tiến có thể đạt được để các thuộc tính này ngày càng hiện diện trong nhóm của chúng tôi. Nó tạo điều kiện thuận lợi cho việc xác định và nhận dạng các thuộc tính (được thể hiện bằng chữ in hoa đậm

L. Barbosa và cộng sự.

Tạp chí Hệ thống & Phần mềm 219 (2025) 112200

vấn bản) và các khái niệm liên quan đến từng thuộc tính (được thể hiện bằng chữ thường, nhỏ hơn).

5.2. So sánh với công trình liên quan

Bảng 10 trình bày sự so sánh giữa kết quả của chúng tôi, sách giáo khoa (các cột màu xám) và công trình liên quan (các cột màu xanh lam). Xem xét các thuộc tính được mô tả trong sách giáo khoa (Pohl và Rupp, 2015; Häuß er et al., 2022), chúng ta có thể thấy rằng các thuộc tính chung có liên quan nhiều hơn đến các khía cạnh của con người, chẳng hạn như tư duy phân tích, trách nhiệm, giao tiếp và khả năng thuyết phục. Các thuộc tính khác được tìm thấy trong nghiên cứu của chúng tôi cho thấy các khả năng khác mà các kỹ sư yêu cầu phải theo đuổi để phát triển các hoạt động của họ.

Liên quan đến công việc liên quan (các cột màu xanh lam), các thuộc tính chung giữa một kỹ sư yêu cầu tuyệt vời và một kỹ sư phần mềm tuyệt vời (Li et al., 2015) liên quan đến các kỹ năng mềm (nhanh nhẹn, tận tụy, tò mò, quan điểm hệ thống tốt và thận trọng) và kiến thức về quy trình, thực hành và lĩnh vực (kiến thức tốt về các thực hành phát triển phần mềm chung, kiến thức tốt về các thực hành kỹ thuật yêu cầu và hiểu biết về doanh nghiệp). Các thuộc tính khác chỉ có ở các kỹ sư yêu cầu có liên quan đến các hoạt động yêu cầu cụ thể như lắng nghe tốt, viết tốt (biết cách viết rõ ràng và không mơ hồ) và chuyển nhu cầu của người dùng thành các yêu cầu phần mềm.

Chúng tôi cũng tìm thấy một số đặc điểm chung với những người bảo trì phần mềm nguồn mở, quản lý kỹ sư phần mềm và lãnh đạo trong các nhóm phần mềm linh hoạt.

Tóm lại, kết quả đã xác nhận phỏng đoán ban đầu của chúng tôi rằng các thuộc tính của những người thực hành phần mềm giỏi có thể không dễ dàng được dịch sang ngữ cảnh của kỹ thuật yêu cầu. Kết quả của chúng tôi bổ sung cho tập thông tin đã được báo cáo trong tài liệu kỹ thuật, cung cấp các thuộc tính cụ thể cho các kỹ sư yêu cầu.

5.3. Ý nghĩa

Các thuộc tính mà chúng tôi đã xác định và mô tả có thể có ý nghĩa rộng rãi đối với các nhà nghiên cứu, nhà quản lý, kỹ sư yêu cầu mới vào nghề và nhà giáo dục. Trong phần còn lại của phần này, chúng tôi thảo luận về ý nghĩa và cơ hội để xây dựng dựa trên kết quả của chúng tôi.

5.3.1. Đối với các nhà nghiên cứu

Các nhà nghiên cứu có thể xem xét các thuộc tính đã xác định trong quá trình phát triển các phương pháp, chiến lược và công cụ mới giúp các kỹ sư yêu cầu thực hiện các hoạt động của họ và bằng cách sử dụng chúng, đạt được các thuộc tính mong muốn của một kỹ sư yêu cầu giỏi.

Các nhà nghiên cứu cũng có thể tìm hiểu các biện pháp can thiệp giúp đạt được các thuộc tính một cách nhanh chóng và hiệu quả.

5.3.2. Đối với người quản

Lý Bản đồ có thể được sử dụng để hỗ trợ người quản lý truyền đạt hiệu quả hơn các thuộc tính của một kỹ sư yêu cầu tuyệt vời. Là một hướng dẫn khái niệm, bản đồ được đề xuất cùng với sơ đồ Sankey tạo điều kiện cho việc xác định, thừa nhận và mối quan hệ hiệu quả hơn giữa các thuộc tính của các kỹ sư yêu cầu tuyệt vời. Các chuyên gia phần mềm cũng có thể sử dụng chúng để trở thành các kỹ sư yêu cầu giỏi hơn. Ví dụ, người quản lý có thể xác định điểm yếu trong nhóm của họ và xác định các chiến lược để giảm hoặc thậm chí loại bỏ các điểm yếu đó. Nếu người quản lý xác định rằng thuộc tính hiểu biết tốt về các hoạt động kỹ thuật yêu cầu không lý tưởng trong nhóm của mình, khi phân tích các mối quan hệ của thuộc tính này, người đó có thể nhận ra rằng bằng cách theo đuổi các khái niệm quản lý các yêu cầu và hiểu biết về các lĩnh vực kỹ thuật yêu cầu, người đó sẽ có thể cải thiện các kỹ năng của nhóm mình.

5.3.3. Đối với các kỹ sư yêu cầu mới vào nghề Một

vấn đề thường gặp là các kỹ sư yêu cầu mới không chắc chắn về cách trở thành kỹ sư yêu cầu tuyệt vời. Các kết quả được báo cáo trong công trình này liệt kê một loạt các thuộc tính mà họ có thể theo đuổi. Hơn nữa, kết quả của chúng tôi cung cấp một bộ chiến lược có thể được sử dụng cho mục đích này.

Ví dụ, sự cải thiện có thể đến từ việc tham gia đào tạo, tiếp thu kiến thức chuyên môn hoặc trao đổi với tất cả các bên liên quan.

Những phát hiện của chúng tôi cũng có thể giúp các kỹ sư yêu cầu mới thể hiện bản thân tốt hơn trong quá trình tìm kiếm việc làm. Các kỹ sư mới vào nghề có thể cân nhắc chứng minh với nhà tuyển dụng rằng họ có hoặc có thể phát triển những thuộc tính này.

5.3.4. Đối với các nhà

giáo dục Kết quả của chúng tôi đặt ra câu hỏi về các lựa chọn chương trình giảng dạy, phương pháp giảng dạy và mục tiêu học tập trong giáo dục kỹ thuật phần mềm. Các nhà giáo dục có thể cân nhắc thêm các khóa học về các chủ đề không có trong chương trình giảng dạy hiện tại của họ. Ví dụ, một khóa học cụ thể về kỹ thuật yêu cầu có thể cần thiết để có thể giảng dạy các hoạt động kỹ thuật yêu cầu.

Các nhà giáo dục về kỹ thuật phần mềm cũng có thể sử dụng kết quả của chúng tôi để xem xét phương pháp giảng dạy của họ. Nhiều thuộc tính của các kỹ sư yêu cầu tuyệt vời là kỹ năng mềm. Các phương pháp giảng dạy dựa trên thực hành học tập trải nghiệm có thể hữu ích để cải thiện kỹ năng mềm của sinh viên (O'Brien và cộng sự, 2021). Trong học tập trải nghiệm, sinh viên tích cực tham gia vào các nhiệm vụ phức tạp phản ánh các vấn đề mà họ có thể gặp phải tại nơi làm việc.

Để kết nối các kỹ năng và kiến thức học thuật và việc làm mà họ đang phát triển thông qua các nhiệm vụ này, học sinh tham gia vào các hoạt động phản ánh giúp họ diễn đạt sự liên quan và ý nghĩa của trải nghiệm đối với việc học tập suốt đời (O'Brien và cộng sự, 2021).

Cuối cùng, các nhà giáo dục cũng có thể thảo luận rõ ràng về những gì học sinh sẽ không học được ở trường, cho phép họ nhận thức được những khoảng trống kiến thức tiềm ẩn, chuẩn bị cho họ tìm kiếm các cơ hội bên ngoài môi trường học thuật (ví dụ như thực tập). Ví dụ, các thuộc tính như khả năng điều tra khi nói chuyện với các bên liên quan có thể không hợp lý để giảng dạy trong môi trường học thuật.

6. Mối đe dọa đến tính hợp lệ

Như với bất kỳ nghiên cứu thực nghiệm nào, phương pháp và phát hiện của chúng tôi có thể có những mối đe dọa và/hoặc hạn chế (Wohlin và cộng sự, 2012).

Tính hợp lệ bên ngoài: Phân tích của chúng tôi hoàn toàn xuất phát từ 18 chuyên gia phần mềm trong ngành phát triển phần mềm từ một quốc gia (Brazil). Điều này khiến kết quả của chúng tôi không thể đại diện cho quan điểm của các nhà quản lý phần mềm và kỹ sư yêu cầu nói chung.

Để giảm thiểu mối đe dọa này, chúng tôi đã xem xét nhiều người tham gia khác nhau về số năm kinh nghiệm, quy mô công ty và số lượng công ty đã làm việc. Bên cạnh đó, Brazil là một quốc gia có quy mô lục địa, lớn nhất ở Nam Mỹ, có cảnh quan, kinh tế và văn hóa đa dạng to lớn. Tuy nhiên, có thể lập luận rằng tính hợp lệ sinh thái (Andrade, 2018) của công trình (tức là mức độ mà những phát hiện này gần đúng với các kịch bản thực tế khác) là có. Một mối đe dọa khác có thể ảnh hưởng đến tính hợp lệ bên ngoài có thể liên quan đến việc có bao nhiêu cá nhân trong số này đã tiếp xúc với các kỹ sư phần mềm thực sự tuyệt vời, thay vì một số người có năng lực ít nhiều. Để giảm thiểu mối đe dọa này, những người tham gia nên giải thích lý do tại sao họ coi các kỹ sư phần mềm là một kỹ sư phần mềm tuyệt vời dựa trên các thuộc tính mà họ xác định.

Ngoài ra, chúng ta có thể có thực tế là lĩnh vực của chúng ta đang quay trở lại lĩnh vực hệ thống thông tin. Và để giảm thiểu mối đe dọa này, chúng ta xem xét các lĩnh vực khác nhau (như thương mại và tài chính).

Tính hợp lệ nội tại: Các mối đe dọa ảnh hưởng đến tính hợp lệ nội tại có thể phát sinh từ bảng câu hỏi. Vì được áp dụng từ xa nên người tham gia có thể hiểu sai các câu hỏi. Để giảm thiểu mối đe dọa này, bảng câu hỏi đã được gửi đến hai lần xác thực nội bộ và một lần xác thực bên ngoài và một nghiên cứu thí điểm. Một mối đe dọa khác liên quan đến thuật ngữ kỹ sư yêu cầu lớn được sử dụng trong các câu hỏi. Vì người tham gia có thể hiểu sai thuật ngữ này nên họ có thể đưa ra câu trả lời không hợp lệ. Để giảm thiểu mối đe dọa này, chúng tôi

Bảng 10
So sánh với công trình liên quan.

Thuộc tính cho một						
Kỹ sư yêu cầu tuyệt vời (của chúng tôi học)	Yêu cầu kỹ sư (Pohl và Rup, 2015)	Yêu cầu kỹ sư (Häuß er và cộng sự, 2022)	Phần mềm tuyệt vời kỹ sư (Li et al., 2015)	Người quản lý tuyệt vời của kỹ sư phần mềm (Kalliamvakou và cộng sự, 2019)	Nguồn mở tuyệt vời với người bảo trì phần mềm (Dias và cộng sự, 2021)	Sự lãnh đạo tuyệt vời trong nhóm phần mềm nhanh nhẹn (Gren và Ralph, 2022)
Khả năng xác thực được thực hiện yêu cầu	-	-	-	-	-	-
<small>Sự nhanh nhẹn</small>	-	-	Sản xuất	-	-	-
Lý luận phân tích	Tư duy phân tích	-	-	-	-	-
Tính chống mong manh (là một khái niệm mà nhân mạnh khả năng tiến hóa trước những tình huống bất lợi)	-	-	-	-	Siêng năng	-
Lý luận liên tưởng	-	-	-	-	-	-
<small>Dù trong suốt</small>	-	-	-	-	-	-
Sự cam kết	-	Trách nhiệm	chăm chỉ	-	Trách nhiệm	Bước vào nếu cần thiết
Sự tò mò	-	-	Tò mò	-	-	-
Kinh nghiệm	-	-	-	-	-	-
Khả năng tốt để xác định những gì là mất tích	-	-	-	-	-	-
Kiến thức tốt về chung thực hành phát triển phần mềm	-	-	Có hiểu biết về quy trình kỹ thuật	Là kỹ thuật	-	-
Có kiến thức tốt về các yêu cầu thực hành kỹ thuật	-	-	Có hiểu biết về kỹ thuật của họ lãnh địa	-	Sự xuất sắc về mặt kỹ thuật	-
Người nghe tốt	Giao tiếp kỹ năng	Giao tiếp	-	-	-	-
Quan điểm hệ thống tốt	-	-	Có hệ thống	-	-	-
Viết tốt (biết cách viết rõ ràng và không có sự mơ hồ)	Giao tiếp kỹ năng	Giao tiếp	-	-	-	-
Khả năng điều tra khi nói chuyện với các bên liên quan	Sự thuyết phục	-	-	-	Giao tiếp	-
Khôn ngoan	-	-	Chú ý đến chi tiết	-	Kỷ luật	-
Kiến thức về hành vi của người dùng	-	-	-	-	-	-
Kiến thức trước đó, ngay cả khi cơ bản, trong một số ngôn ngữ lập trình	-	-	-	-	-	-
Biên dịch nhu cầu của người dùng thành yêu cầu phần mềm	-	-	-	-	-	-
Hiểu rõ doanh nghiệp	-	-	Có hiểu biết về khách hàng và việc kinh doanh	-	Trải nghiệm miễn	Hiểu biết về hệ sinh thái công ty
Yêu cầu cập nhật (khi cần thiết) và thiết lập các ưu tiên với khách hàng	-	-	-	-	-	-

phân tích tất cả các câu trả lời cho SQ9 và kết luận rằng không có câu trả lời nào không hợp lệ đã được báo cáo.

Tính hợp lệ của kết luận: Một mối đe dọa phát sinh từ các phân tích định tính chúng tôi thực hiện vì chúng là nhiệm vụ chủ quan. Để giảm thiểu điều này mối đe dọa, các phân tích được thực hiện riêng biệt bởi hai nhà nghiên cứu và sự đồng thuận được thực hiện bởi một nhà nghiên cứu có kinh nghiệm. Chúng tôi cũng sử dụng kỹ thuật so sánh liên tục khi mã hóa cuộc phỏng vấn bản ghi chép, so sánh những phát hiện của chúng tôi với những phát hiện trước đó khi chúng xuất hiện từ phân tích dữ liệu. Một mối đe dọa khác ảnh hưởng đến tính hợp lệ của kết luận có liên quan đến vai trò của người tham gia dự án. Mặc dù chúng tôi nhận ra tầm quan trọng của các kỹ sư yêu cầu trong bối cảnh của công việc này, chúng tôi không chỉ khảo sát những người thực hiện nhiệm vụ theo yêu cầu. Việc có một nhóm người tham gia bao gồm các nhiệm vụ quản lý cũng là cần thiết vì chúng ta có thể hiểu thêm các thuộc tính của một kỹ sư yêu cầu, như được trình bày trong Phần 4.2.1.

7. Lời kết

Trong bài báo này, chúng tôi nghiên cứu các thuộc tính của một yêu cầu lớn kỹ sư. Chúng tôi sắp xếp các thuộc tính này thành một bản đồ có thể hỗ trợ các chuyên gia phần mềm trong việc tìm kiếm các chiến lược để trở thành kỹ sư yêu cầu tốt hơn. Ngoài ra, bản đồ có thể hướng dẫn các nỗ lực nghiên cứu mới trong cách giải quyết vấn đề. Kết quả của chúng tôi cũng mở ra nhiều cơ hội cho công việc trong tương lai. Ví dụ của những khoảng trống nghiên cứu, ý nghĩa của kết quả đối với các yêu cầu hỗ trợ kỹ sư, nhà quản lý và nhà giáo dục được thảo luận trong Phần 5.3. Đặc biệt, như các bước tiếp theo của nghiên cứu này, chúng tôi dự định (i) tiến hành một cuộc khảo sát đánh giá với các kỹ sư yêu cầu và quản lý dự án nhằm mục đích hiểu cách họ ưu tiên các thuộc tính đã xác định, (ii) điều tra các thuộc tính không mong muốn của một kỹ sư yêu cầu, và (iii) nghiên cứu các chiến lược giảng dạy phù hợp để giáo dục những người mới yêu cầu kỹ sư xem xét cả kỹ năng kỹ thuật và kỹ năng mềm.

Tuyên bố đóng góp tác giả CRediT

Larissa Barbosa: Viết – đánh giá và biên tập, Viết – bản thảo gốc, Xác thực, Phương pháp luận, Quản lý dữ liệu, Khái niệm hóa. Sávio Freire: Viết – bản thảo gốc, Phương pháp luận, Điều tra, Phân tích chính thức, Quản lý dữ liệu. Rita SP Maciel: Viết – đánh giá & biên tập, Viết – bản thảo gốc, Xác thực, Giám sát, Phương pháp luận. Ma-noel Mendonça: Viết – bản thảo gốc, Giám sát, Phương pháp luận. Marcos Kalinowski: Viết – bản thảo gốc, Xác thực, Khái niệm hóa. Zadia Codabux: Viết – bản thảo gốc, Xác thực, Phương pháp luận, Khái niệm hóa. Rodrigo Spinola: Viết – đánh giá & biên tập, Viết – bản thảo gốc, Xác thực, Phương pháp, Điều tra, Chính thức phân tích, khái niệm hóa.

Tuyên bố về lợi ích cạnh tranh

Các tác giả tuyên bố những lợi ích tài chính/mối quan hệ cá nhân sau đây có thể được coi là những lợi ích cạnh tranh tiềm tàng: Savio Freire báo cáo hỗ trợ tài chính được cung cấp bởi Coordination của Cải thiện Nhân sự Giáo dục Đại học. Larissa Barbosa báo cáo hỗ trợ tài chính được cung cấp bởi Điều phối Giáo dục Đại học Cải thiện nhân sự. Manoel Mendonca báo cáo hỗ trợ tài chính được cung cấp bởi Hội đồng Khoa học và Công nghệ Quốc gia Phát triển.

Tính khả dụng của dữ liệu

Dữ liệu sẽ được cung cấp theo yêu cầu.

L. Barbosa và cộng sự.

Tạp chí Hệ thống & Phần mềm 219 (2025) 112200

Lời cảm ơn

Các tác giả xin gửi lời cảm ơn tới tất cả những người thực hành phần mềm đã tham gia vào các nghiên cứu thử nghiệm. Nghiên cứu này được tài trợ một phần bởi Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Mã tài chính 001 và Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Tài liệu tham khảo

Andrade, C., 2018. Tính hợp lệ nội tại, bên ngoài và sinh thái trong thiết kế, tiến hành và đánh giá nghiên cứu. *Indian J. Psychol. Med.* 40 (5), 498-499. http://dx.doi.org/10.4103/IJPSYM.IJPSYM_334_18, Mã số PM: 30275631.

Barbosa, L., Freire, S., Maciel, RSP, Mendonça, M., Kalinowski, M., Codabux, Z., Spínola, R., 2023. Tài liệu bổ sung. [Trực tuyến]. Có sẵn: <https://zenodo.org/handle/13336394>.

Ben-Akiva, M., Morikawa, T., Shiroishi, F., 1992. Phân tích độ tin cậy của dữ liệu xếp hạng sở thích. *J. Bus. Res.* 24 (2), 149-164, [Trực tuyến]. Có sẵn: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/014829639290058J>.

Buckingham, M., 2005. Những nhà quản lý vĩ đại làm gì. *IEEE Eng. Manag. Rev.* 33 (2), 3.

Damian, D., Chisan, J., 2006. Một nghiên cứu thực nghiệm về mối quan hệ phức tạp giữa các quy trình kỹ thuật yêu cầu và các quy trình khác dẫn đến lợi nhuận trong năng suất, chất lượng và quản lý rủi ro. *IEEE Trans. Softw. Eng.* 32 (7), 433-453.

Dias, E., Meirelles, P., Castor, F., Steinmacher, I., Wiese, I., Pinto, G., 2021. Điều gì tạo nên một người bảo trì tuyệt vời cho các dự án nguồn mở? Trong: *Hội nghị quốc tế lần thứ 43 về Kỹ thuật phần mềm IEEE/ACM năm 2021*. ICSE, trang 982-994.

Fernández, DM, Wagner, S., Kalinowski, M., Felderer, M., Mafrá, P., Vetrò, A., Conte, T., Christiansson, M.-T., Greer, D., Lassenius, C., Männistö, T., Nayabi, M., Oivo, M., Penzenstadler, B., Pfahl, D., Prikladnicki, R., Ruhe, G., Scheckelmann, A., Sen, S., Spínola, R., Tuzcu, A., de la Vara, JL, Wieringa, R., 2017. Đặt tên cho nỗi đau trong kỹ thuật yêu cầu. Để chế. *Phần mềm. Anh.* 22 (5), 2298-2338. <http://dx.doi.org/10.1007/s10664-016-9451-7>.

Gren, L., Ralph, P., 2022. Điều gì tạo nên sự lãnh đạo hiệu quả trong các nhóm phát triển phần mềm linh hoạt? Trong: *Biên bản báo cáo Hội nghị quốc tế lần thứ 44 về Kỹ thuật phần mềm*. ICSE '22, Hiệp hội máy tính, New York, NY, Hoa Kỳ, trang 2402-2414. <http://dx.doi.org/10.1145/3510003.3510100>.

Häusser, D., Lauenroth, K., van Loenhoud, H., Schwarz, A., Steiger, P., 2022. Sổ tay hướng dẫn thu thập yêu cầu cấp độ năng cao. *Ban kỹ thuật yêu cầu quốc tế*.

Hemon, A., Lyonnet, B., Rowe, F., Fitzgerald, B., 2020. Từ agile đến DevOps: Kỹ năng thông minh và sự hợp tác. *Inform. Syst. Front.* 22 (4), 927-945. <http://dx.doi.org/10.1007/s10796-019-09905-1>.

Kalliamvakou, E., Bird, C., Zimmermann, T., Begel, A., DeLine, R., German, DM, 2019. Điều gì tạo nên một nhà quản lý kỹ sư phần mềm tuyệt vời? *IEEE Trans. Softw. Eng.* 45 (1), 87-106.

Li, PL, Ko, AJ, Zhu, J., 2015. Điều gì tạo nên một kỹ sư phần mềm tuyệt vời? Trong: *Hội nghị quốc tế IEEE/ACM lần thứ 37 về Kỹ thuật phần mềm của IEEE năm 2015*, tập 1, trang 700-710.

Lupton, R., Allwood, J., 2017. Sơ đồ sankey lai: Phân tích trực quan dữ liệu đa chiều để hiểu cách sử dụng tài nguyên. *Resour. Conserv. Recycl.* 124, 141-151, [Trực tuyến]. Có sẵn: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917301167>.

O'Brien, W., Doré, N., Campbell-Templeman, K., Lowcay, D., Derakhti, M., 2021. Phòng thí nghiệm sống như một cơ hội để học tập trải nghiệm trong giáo dục kỹ thuật xây dựng. *Adv. Eng. Inform.* 50, 101440, [Trực tuyến]. Có sẵn: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S15474034621001920>.

Pohl, K., Rupp, C., 2015. Cơ sở kỹ thuật yêu cầu: Hướng dẫn học tập cho Chuyên gia được chứng nhận về kỹ thi kỹ thuật yêu cầu, cấp độ cơ bản, tuần thứ IREB. *Rocky Nook*.

Rivera-Ibarra, JG, Rodríguez-Jacobo, J., Fernández-Zepeda, JA, Serrano-Vargas, MA, 2010. Khung năng lực dành cho kỹ sư phần mềm. Tại: *Hội nghị IEEE lần thứ 23 về Giáo dục và Đào tạo Kỹ thuật Phần mềm năm 2010*. trang 33-40.

Seaman, C., 1999. Phương pháp định tính trong nghiên cứu thực nghiệm về kỹ thuật phần mềm. *IEEE Trans. Phần mềm. Anh.* 25 (4), 557-572.

Strauss, AL, Corbin, JM, 1998. Cơ sở nghiên cứu định tính: Kỹ thuật và thủ tục phát triển lý thuyết cơ bản. Sage Publications, Thousand Oaks, Calif, XIII, 312 s.

Wohlin, C., Runeson, P., Hst, M., Ohlsson, MC, Regnell, B., Wessln, A., 2012. Thử nghiệm trong Kỹ thuật phần mềm. Springer Publishing Company, Incorporated.



Larissa Barbosa là nghiên cứu sinh tiến sĩ tại Đại học Liên bang Bahia. Lĩnh vực nghiên cứu của cô bao gồm kỹ thuật yêu cầu và nợ kỹ thuật. Liên hệ với cô qua larissa_barbosa1@gmail.com.



Sávio Freire là Trợ lý Giáo sư tại Viện Liên bang của Ceará, Morada Nova, Ceará, 62.940-000, Brazil. Ông là nhà nghiên cứu tại Nhóm nghiên cứu nợ kỹ thuật (<http://www.tdresearchteam.com>) tại Đại học Salvador. Lĩnh vực nghiên cứu của ông bao gồm nợ kỹ thuật và kỹ thuật phần mềm thực nghiệm. Liên hệ với ông tại savio.freire@ufce.edu.br.



Rita Suzana (rita.suzana@ufba.br) là Phó Giáo sư khoa học máy tính tại Đại học Liên bang Bahia (UFBA). Các lĩnh vực nghiên cứu của cô bao gồm Kỹ thuật phần mềm, Hệ thống thông tin, Hệ thống cộng tác và Công nghệ thông tin trong giáo dục.



Manoel Mendonça (manoel.mendonca@ufba.br) là Phó Giáo sư khoa học máy tính tại Đại học Liên bang Bahia (UFBA). Ông là Giám đốc sáng lập của Trung tâm Fraunhofer về Kỹ thuật phần mềm và hệ thống tại UFBA.



Marcos Kalinowski (kalinowski@inf.puc-rio.br) là Giáo sư thỉnh giảng tại Khoa Tin học của Đại học Công giáo Giáo hoàng Rio de Janeiro (PUC-Rio). Đồng sáng lập và điều phối viên của sáng kiến EXACTA giúp các công ty đổi tác trong quá trình chuyển đổi kỹ thuật số của họ. Có thể tìm thấy thêm tại <http://www.inf.puc-rio.br/~kalinowski>.



Zadia Codabux (zadiacodabux@ieee.org) là Trợ lý Giáo sư tại Khoa Khoa học Máy tính tại Đại học Saskatchewan, Canada. Các mối quan tâm nghiên cứu của cô bao gồm nợ kỹ thuật, kỹ thuật phần mềm thực nghiệm và bảo mật phần mềm. Cô đã hoàn thành bằng Tiến sĩ Khoa học Máy tính tại Đại học Mississippi State, Hoa Kỳ và bằng Thạc sĩ Khoa học Máy tính tại Đại học Mauritius.



Rodrigo Spínola là Phó Giáo sư tại Đại học Cộng đồng Virginia, Richmond, Virginia, 23284, Hoa Kỳ, nơi ông lãnh đạo Nhóm nghiên cứu nợ kỹ thuật (<http://www.tdresearchteam.com>). Các lĩnh vực nghiên cứu của ông bao gồm nợ kỹ thuật và kỹ thuật phần mềm thực nghiệm.

Ông có bằng Tiến sĩ và Thạc sĩ Khoa học Máy tính và Kỹ thuật Hệ thống từ Đại học Liên bang Rio de Janeiro. Có thể tìm hiểu thêm tại <http://www.rodrigospinola.com>. Liên hệ với anh ấy qua email spinolaro@vcu.edu.