|  |  |
| --- | --- |
| **khcnlogovnright** | **BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**  **TRƯỜNG ĐẠI HỌC HOA SEN**  **KHOA KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ** |

**XÂY DỰNG KIẾN TRÚC**

**CỔNG THÔNG TIN TÌM VIỆC**

Giảng viên hướng dẫn : TS. Trần Vũ Bình

Nhóm sinh viên thực hiện : Lê Trung Hiếu (09015L)

Phùng Chí Nguyên (09023L)

Lê Dương Công Phúc (09025L)

Lớp : QL092L

**Tháng 12 năm 2011**

< Phiếu giao đề tài >

TRÍCH YẾU

Hiện tại, cùng với sự phát triển bùng nổ Internet trên thế giới cũng như tại Việt Nam, Internet đã cung cấp cho chúng ta khối lượng thông tin và dịch vụ khổng lồ. Bên cạnh đó, khối lượng thông tin ngày càng lớn phát sinh nhu cầu so khớp thông tin ngày càng nhiều nhưng vẫn phải đảm bảo hiệu năng và độ tin cậy của hệ thống. Các website so khớp thông tin trên Internet hiện nay có thể nói rất nhiều nhưng hầu như chưa có một kiến trúc chung, cùng với thực trạng các kiến trúc phần mềm giải quyết bài toán nghiệp vụ hiện nay cũng ít được phổ biến. Với mục tiêu xây dựng một kiến trúc phần mềm để giải quyết nhu cầu nói trên, nhóm chúng tôi đã chọn và tham gia thực hiện khoá luận lần này.

Nhóm chúng tôi đã xây dựng thành công nền tảng kiến trúc nghiệp vụ tổ chức và so khớp thông tin một cách hiệu quả, đồng thời áp dụng vào lĩnh vực cụ thể đang rất được quan tâm hiện nay đó là tìm việc trực tuyến. Đây là cơ hội tốt để nhóm có thể vận dụng những kiến thức đã được học áp dụng vào thực tế, Và quan trọng hơn, với những kiến thức đã được học ở trường cũng như tích lũy trong quá trình thực hiện đề tài, kèm theo đó là sự nỗ lực của các thành viên trong nhóm, chúng tôi đã hoàn thành đề tài đúng thời hạn và đúng yêu cầu ban đầu đề ra. Chúng tôi hy vọng kiến trúc này sẽ được tiếp tục phát triển hơn nữa và được ứng dụng, triển khai rộng rãi trên các hệ thống cần tổ chức và so khớp thông tin.

LỜI CẢM ƠN

Trước tiên, nhóm chúng tôi xin chân thành cảm ơn TS. Trần Vũ Bình đã tận tình hướng dẫn, góp ý và định hướng nhóm chúng tôi trong quá trình thực hiện khoá luận tốt nghiệp này. Khoá luận đã được hoàn thành cũng chính là nhờ sự nhắc nhở, đôn đốc và sự giúp đỡ nhiệt tình của thầy.

Xin chân thành cảm ơn các thầy cô Khoa Khoa Học & Công Nghệ đã nhiệt tình giúp đỡ nhóm trong suốt thời gian học tập tại trường. Chính thầy cô đã xây dựng cho chúng tôi kiến thức nền tảng và những kiến thức chuyên môn để nhóm hoàn thành khoá luận này và công việc sau này.

Nhóm chúng tôi cũng xin cảm ơn gia đình và bạn bè đã luôn bên cạnh, cổ vũ và động viên chúng tôi những lúc khó khăn để có thể hoàn thành tốt khoá luận này.

Trân trọng.

Nhóm thực hiện khoá luận.

MỤC LỤC

[TRÍCH YẾU i](#_Toc311896506)

[LỜI CẢM ƠN ii](#_Toc311896507)

[MỤC LỤC iii](#_Toc311896508)

[DANH MỤC HÌNH ẢNH vii](#_Toc311896509)

[DANH MỤC BẢNG ix](#_Toc311896510)

[DANH MỤC BIỂU ĐỒ x](#_Toc311896511)

[THUẬT NGỮ xi](#_Toc311896512)

[NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN xii](#_Toc311896513)

[1 Nhập đề 1](#_Toc311896514)

[2 Giới thiệu bài toán kiến trúc 2](#_Toc311896515)

[2.1 Bài toán 1: Tổ chức thông tin và sự linh hoạt của hệ thống so khớp 3](#_Toc311896516)

[2.2 Bài toán 2: Mức độ tương quan giữa những thẻ thông tin bất kỳ 4](#_Toc311896517)

[2.3 Bài toán 3: Phương pháp kết hợp việc so khớp và mức độ tương quan giữa các tag 5](#_Toc311896518)

[2.4 Kết quả mong muốn 5](#_Toc311896519)

[3 Cơ sở và nền tảng xây dựng kiến trúc 6](#_Toc311896520)

[3.1 Xu hướng lưu trữ và tìm kiếm thông tin 6](#_Toc311896521)

[3.2 Nhu cầu so khớp thông tin ngày càng nhiều 8](#_Toc311896522)

[3.3 Lưu trữ thông tin dưới dạng cây là tiền đề cho việc lưu trữ thông tin của kiến trúc 9](#_Toc311896523)

[3.4 Khi nào thông tin có thể so khớp được với nhau 10](#_Toc311896524)

[3.5 Tính khả thi của một kiến trúc chung cho việc lưu trữ và so khớp thông tin 10](#_Toc311896525)

[3.6 Các vấn đề cần giải quyết khi thực hiện kiến trúc lưu trữ và so khớp thông tin 12](#_Toc311896526)

[3.6.1 Nắm bắt được xu hướng lưu trữ thông tin 12](#_Toc311896527)

[3.7 Lý thuyết và phương pháp xây dựng kiến trúc lưu trữ và so khớp thông tin 12](#_Toc311896528)

[3.7.1 Tag 13](#_Toc311896529)

[3.7.2 Taxonomy 14](#_Toc311896530)

[3.7.3 Độ tương quan giữa các tag 18](#_Toc311896531)

[3.7.4 Kết hợp so khớp tag và độ tương quan giữa các tag 19](#_Toc311896532)

[3.7.5 Cây quyết định 19](#_Toc311896533)

[3.7.6 Một số lý thuyết cơ bản OOP Design 38](#_Toc311896534)

[3.7.7 4+1 Architecture View Model 38](#_Toc311896535)

[3.7.8 *Related Artifacts:* Implementation model, components Framework Design Guidelines 40](#_Toc311896536)

[3.7.9 Design Patterns 40](#_Toc311896537)

[4 Giải quyết bài toán kiến trúc 43](#_Toc311896538)

[4.1 Tổ chức thông tin có cấu trúc linh hoạt 43](#_Toc311896539)

[4.2 So khớp kết hợp mức độ tương quan giữa các tag 45](#_Toc311896540)

[4.3 Áp dụng cây quyết định vào bài toán 46](#_Toc311896541)

[4.3.1 Mircosoft Analysis Services 46](#_Toc311896542)

[4.3.2 Các bước triển khai xây dựng cây quyết định 49](#_Toc311896543)

[4.3.3 Cấu trúc dữ liệu cho người dùng 54](#_Toc311896544)

[4.4 Áp dụng kiến trúc phần mềm vào bài toán 54](#_Toc311896545)

[4.5 Đánh giá kiến trúc 54](#_Toc311896546)

[5 Áp dụng giải pháp vào bài toán Job Zoom 55](#_Toc311896547)

[5.1 Thực trạng các website tuyển dụng hiện nay 55](#_Toc311896548)

[5.2 Những vấn đề Job Zoom cần giải quyết 55](#_Toc311896549)

[5.2.1 Vấn đề 1: Hỗ trợ người dùng viết CV theo ngành nghề. 55](#_Toc311896550)

[5.2.2 Vấn đề 2: Hỗ trợ nhà tuyển dụng trong việc đăng tải yêu cầu công việc một cách chi tiết và có trọng số theo ngành nghề. 56](#_Toc311896551)

[5.2.3 Vấn đề 3: So khớp hồ sơ ứng viên với yêu cầu tuyển dụng 56](#_Toc311896552)

[5.3 Kết quả mong muốn 56](#_Toc311896553)

[6 Giải quyết những vấn đề trong Job Zoom 57](#_Toc311896554)

[6.1 Khái quát phương pháp giải quyết vấn đề 57](#_Toc311896555)

[6.2 Ứng dụng lưu trữ dưới dạng tag kết hợp taxonomy 57](#_Toc311896556)

[6.3 Ứng dụng hệ thống so khớp kết hợp mức độ tương quan 57](#_Toc311896557)

[6.4 Ứng dụng cây quyết định 58](#_Toc311896558)

[7 Kiến trúc cổng thông tin tìm việc JobZoom 59](#_Toc311896559)

[7.1 Điều kiện ra đời 59](#_Toc311896560)

[7.2 Kiến trúc JobZoom framework 60](#_Toc311896561)

[7.2.1 Kiến trúc tổng quan framework 60](#_Toc311896562)

[7.2.2 Kiến trúc thông tin linh hoạt 65](#_Toc311896563)

[7.2.3 Taxonomy 65](#_Toc311896564)

[7.2.4 Hệ thống so khớp (Matching tool) kết hợp độ tương quan giữa các tag 65](#_Toc311896565)

[7.2.5 Data mining 65](#_Toc311896566)

[7.3 So sánh Job Zoom với các website tìm việc hiện tại 65](#_Toc311896567)

[8 Đánh giá và hướng phát triển 66](#_Toc311896568)

[8.1 Những điểm làm được 66](#_Toc311896569)

[8.2 Những điểm hạn chế 67](#_Toc311896570)

[8.3 Hướng phát triển 68](#_Toc311896571)

[8.3.1 Xác thực độ tin cậy của CV và yêu cầu tuyển dụng 68](#_Toc311896572)

[8.3.2 Phát triển Semantic web 68](#_Toc311896573)

[8.3.3 Đánh trọng số cho các thuộc tính dựa vào độ sâu của taxonomy 68](#_Toc311896574)

[8.3.4 Phân tán dữ liệu 68](#_Toc311896575)

[8.3.5 Công cụ hỗ trợ lựa chọn ứng viên 69](#_Toc311896576)

[8.3.6 Thu thập thông tin việc làm tự động 69](#_Toc311896577)

[8.3.7 Áp dụng quy trình tuyển dụng vào hệ thống 69](#_Toc311896578)

[TÀI LIỆU THAM KHẢO 70](#_Toc311896579)

DANH MỤC HÌNH ẢNH

[Hình 1. AAA 10](#_Toc311894435)

[Hình 2. Ví dụ về một taxonomy có cấu trúc đơn giản 14](#_Toc311894436)

[Hình 3. Ví dụ về flat taxonomy 15](#_Toc311894437)

[Hình 4. Ví dụ về hierarchical taxonomy 16](#_Toc311894438)

[Hình 5. Ví dụ về faceted taxonomy 16](#_Toc311894439)

[Hình 6. Ví dụ về network taxonomy 17](#_Toc311894440)

[Hình 7. Ví dụ về cây quyết định 19](#_Toc311894441)

[Hình 8. Phân chia bảng D thành những tập con Si 25](#_Toc311894442)

[Hình 9. Phân chia Si dựa vào phân lớp 26](#_Toc311894443)

[Hình 10. Độ lợi thông tin thuộc tính Travel cost/Km 27](#_Toc311894444)

[Hình 11. Độ lợi thông tin các thuộc tính còn lại trong Bảng 1 29](#_Toc311894445)

[Hình 12. Node gốc của cây quyết định sau lần lặp đầu tiên 30](#_Toc311894446)

[Hình 13. Bảng D được phân chia sau lần lặp đầu tiên 31](#_Toc311894447)

[Hình 14. Cây quyết định sau lần lặp đầu tiên 31](#_Toc311894448)

[Hình 15. Dữ liệu cho lần phân lớp thứ 2 32](#_Toc311894449)

[Hình 16. Tính Impurity degree cho lần phân lớp thứ 2 32](#_Toc311894450)

[Hình 17. Tính Impurity degree các thuộc tính cho lần phân lớp thứ 2 33](#_Toc311894451)

[Hình 18. Bảng dữ liệu sau khi chia theo phân lớp Gender 33](#_Toc311894452)

[Hình 19. Cây quyết định sau lần phân lớp thứ 2 34](#_Toc311894453)

[Hình 20. Cây quyết định đầy đủ sau 3 lần phân lớp 35](#_Toc311894454)

[Hình 21. 4+1 Architecture View Model 37](#_Toc311894455)

[Hình 22. Mô hình tổ chức thông tin theo tag kết hợp taxonomy 43](#_Toc311894456)

[Hình 23. Ví dụ tổ chức thông tin theo tag kết hợp taxonomy 43](#_Toc311894457)

[Hình 24. Cấu trúc bảng mức độ tương quan SimilarityTerm 44](#_Toc311894458)

[Hình 25. Cấu trúc cây quyết định khi sử dụng MS Analysis Services API 45](#_Toc311894459)

[Hình 26. Dữ liệu nhập xuất khi sử dụng MS Analysis Services API 46](#_Toc311894460)

[Hình 27. Dữ liệu đầu vào và đầu ra của Decision Tree Engine 48](#_Toc311894461)

[Hình 28. Tiến trình xây dựng cây quyết định của kiến trúc 49](#_Toc311894462)

[Hình 29. Cấu trúc bảng DecisionTreeNode và DecisionTreeNodeDistribution 49](#_Toc311894463)

DANH MỤC BẢNG

[Bảng 1. Ví dụ bảng dữ liệu lựa chọn phương tiện di chuyển 13](#_Toc311802026)

[Bảng 2. Ví dụ về bảng dữ liệu cần dự đoán phương tiện di chuyển 14](#_Toc311802027)

[Bảng 3. Bảng dữ liệu kết quả dự đoán phương tiện di chuyển 15](#_Toc311802028)

[Bảng 4. Lợi ích khi chia bảng D theo thuộc tính “Travel cost/km” 22](#_Toc311802029)

[Bảng 5. Kết quả độ lợi thông tin sau khi phân chia bảng D theo từng thuộc tính 24](#_Toc311802030)

[Bảng 6. Bảng dữ liệu cho lần phân lớp thứ 3 28](#_Toc311802031)

[Bảng 7. Bảng mô tả dữ liệu đầu vào khi sử dụng MS Analysis Services 37](#_Toc311802032)

[Bảng 8. Bảng mô tả dữ liệu đầu ra khi sử dụng MS Analysis Services 39](#_Toc311802033)

[Bảng 9. Dữ liệu ví dụ trước khi xử lý bằng kỹ thuật Pivot Transformation 42](#_Toc311802034)

[Bảng 10. Dữ liệu bảng 9 sau khi xử lý bằng kỹ thuật Pivot Transformation 42](#_Toc311802035)

[Bảng 11. Bảng dữ liệu các thông tin tuyển dụng trước khi Pivot trên cột Tag 50](#_Toc311802036)

[Bảng 12. Bảng kết quả sau khi Pivot Transformation 50](#_Toc311802037)

[Bảng 13. So sánh JobZoom framework với các website hiện tại 57](#_Toc311802038)

DANH MỤC BIỂU ĐỒ

[Biểu đồ 1. Mối liên hệ giữa giá trị Entropy cực đại và số lượng phân lớp 17](#_Toc311738096)

[Biểu đồ 2. Mối liên hệ giữa giá trị Gini index cực đại và số lượng phân lớp 18](#_Toc311738097)

THUẬT NGỮ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| STT | Thuật ngữ | Giải thích |
|  | Actor | Đối tượng sử dụng hệ thống |
|  | Attribute | Thuộc tính |
|  | Blog | Tương tự một tập san cá nhân trực tuyến, một quyển nhật ký dựa trên nền web hay một bản tin trực tuyến nhằm thông báo những sự kiện xảy ra hàng ngày về một vấn đề gì đó. |
|  | Class | Lớp đối tượng trong lập trình |
|  | CV | Hay còn gọi là Resume, tương tự sơ yếu lý lịch |
|  | Database | Cơ sở dữ liệu |
|  | Email | Thư điện tử |
|  | Forum | Diễn đàn |
|  | Framework | Kiến trúc |
|  | Kiểu dữ liệu Binary | Kiểu dữ liệu có giá trị 0 hoặc 1 |
|  | Kiểu dữ liệu Continuos | Kiểu dữ liệu có giá trị liên tục |
|  | Kiểu dữ liệu Nominal (biến tên) | Một giá trí thuộc kiểu dữ liệu này sẽ xác định một thực thể từ một thực thể khác, những giá trị này được phân loại để tạo thành các nhóm giá trị |
|  | Kiểu dữ liệu Ordinal (biến thứ tự) | Một giá trị thuộc kiểu dữ liệu này xác định vị trí của một thực thể so với các thực thể khác như thực thể được đặt ở vị trí thứ nhất, thứ hai hay thứ ba … |
|  | Pivot table | Là bảng tổng hợp, phân tích và xử lý dữ liệu từ một danh sách hay một bảng |
|  | Prefix | Tiền tố |
|  | Resume | Sơ yếu lý lịch |
|  | Semantic web | Web ngữ nghĩa |
|  | Series of rules | Tập các luật |
|  | Server | Máy chủ |
|  | Social Network | Mạng xã hội |
|  | Tag | Thẻ |
|  | Taxonomy | Hình thái tổ chức, lưu trữ thông tin |
|  | Training set | Tập dữ liệu đào tạo |

NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

*TP. Hồ Chí Minh, ngày tháng 12 năm 2011*

**GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN**

**Trần Vũ Bình**

# Nhập đề

Các kiến trúc phần mềm ứng dụng hiện nay đều đi nhiều về giao diện, giao tiếp - communication - giữa người dùng, những kiến trúc dành riêng giải quyết bài toán nghiệp vụ ít được phổ biến. Bên cạnh đó, hệ thống kiến trúc hiện tại đều rời rạc và không thống nhất, những ứng dụng tìm việc, tìm bạn, tìm mặt hàng, … có chức năng tương đối giống nhau - người dùng đăng thông tin, tìm kiếm và so khớp - nhưng những ứng dụng này chưa có kiến trúc chung. Từ nhu cầu thông tin nhiều, đa dạng, cần so khớp nhiều và nhanh, nhóm chúng tôi muốn xây dựng một kiến trúc phần mềm giúp người dùng đăng tải và so khớp thông tin một cách dễ dàng, nhanh chóng và hiệu quả hơn.

Trong khuôn khổ thực hiện đề tài, chúng tôi muốn cung cấp những giải pháp nhằm xây dựng kiến trúc nói trên, đồng thời áp dụng giải pháp kiến trúc này vào lĩnh vực tuyển dụng. Chúng tôi tạm gọi kiến trúc được áp dụng vào lĩnh vực tuyển dụng này là Job Zoom framework. Từ việc áp dụng vào một lĩnh vực cụ thể đó, chúng tôi sẽ tiến hành đánh giá giải pháp của chúng tôi đưa ra liệu có hợp lý và giải quyết hiệu quả các vấn đề đưa ra hay không.

Phương pháp thực hiện của chúng tôi là phân tích nhu cầu người dùng, các hệ thống website có sự so khớp thông tin, đặc biệt các trang tìm việc làm trong và ngoài nước, cùng với việc thu thập sưu liệu các thông tin hiện có trên internet, các mẫu thiết kế và kiến trúc cơ bản, lý thuyết khai thác dữ liệu và phương pháp phân loại động (cụ thể là cây quyết định và taxonomy) để đánh giá điểm mạnh, điểm yếu của các hệ thống hiện có, từ đó đưa ra những đưa ra những giải pháp có tính hiệu quả cao cho đề tài.

Mục tiêu của nhóm chúng tôi khi thực hiện đề tài “**xây dựng kiến trúc hệ thống cổng thông tin tìm việc”** là cung cấp giải pháp kiến trúc nghiệp vụ linh hoạt giúp người dùng đăng tải thông tin và so khớp, cung cấp một framework đảm bảo tính linh hoạt khi áp dụng trong nhiều hệ thống ngành nghề khác nhau, hỗ trợ người tìm việc hoàn thiện CV tìm việc của mình và hỗ trợ nhà tuyển dụng trong việc đánh giá ứng viên. Đồng thời, doanh nghiệp cung cấp website tìm việc có thể dễ dàng xây dựng hoặc hoàn thiện website của mình dựa trên Job Zoom framework.

Với những ưu điểm của kiến trúc nghiệp vụ đăng thông tin và so khớp nói chung và Job Zoom framework nói riêng, chúng tôi hy vọng đề tài sẽ được ứng dụng và triển khai rộng rãi trong các website so khớp, đánh giá cũng như các website tìm việc trực tuyến, góp phần nâng cao hiệu quả và tiện ích cho người dùng đưa ra những quyết định hiệu quả và kịp thời.

# Giới thiệu bài toán kiến trúc lưu trữ và so khớp thông tin

Ngày nay, Internet mang lại rất nhiều tiện ích hữu dụng cho người sử dụng, một trong các tiện ích phổ thông của Internet là hệ thống thư điện tử (email), trò chuyện trực tuyến (chat), máy truy tìm dữ liệu (search engine) và nhiều dịch vụ tiện ích khác. Những hệ thống này cung cấp một khối lượng thông tin và dịch vụ khổng lồ trên Internet. Đã 29 năm trôi qua kể từ ngày 30/8/1982[[1]](#footnote-1), ngày hệ thống liên lạc bằng thư điện tử (email) được cấp bản quyền, có thể nói đây là một phương tiện thông tin rất nhanh, vận tốc truyền thư điện tử chỉ vài giây đến vài phút và chi phí rất nhỏ không đáng kể so với gửi qua đường bưu điện. Việc gửi email cho một nhóm thật sự trở nên khó khăn khi phải nhập danh sách người nhận gây mất thời gian, việc email bị nhận nhầm là thư rác sẽ cao. Để giải quyết vấn đề này, hộp thư nhóm (group) đã ra đời nhằm giải quyết được khuyết điểm của email, việc gửi email cho một nhóm trở nên dễ dàng hơn, kỹ thuật “email grouping” cũng giúp cho việc phân loại thư một cách dễ dàng hơn. Chưa dừng lại ở đó, diễn đàn (forum) ra đời nhằm bổ sung những thiếu sót của group – việc trao đổi thông tin giữa một nhóm người được thực hiện một cách dễ dàng và nhanh chóng hơn, những bài viết cũng được phân chia thành từng chủ đề cụ thể và rõ ràng hơn. Tuy nhiên, việc phân loại bài viết trên forum cũng không phải là vấn đề đơn giản, một bài viết trong forum chỉ thuộc về duy nhất một chủ đề, do đó, khi một bài viết thuộc về nhiều chủ đề khác nhau, khi chúng ta đăng bài viết trong chủ đề này, thì khi vào chủ đề kia lại không thấy và ngược lại. Để giải quyết vấn đề này, thẻ (tag) đã ra đời. Việc ra đời của tag cùng với blog và mạng xã hội đã đánh dấu bước ngoặc phát triển mới của internet. Một bài viết sẽ được tag những tag liên quan, sự liên kết các tag này góp phần giải quyết cho việc phân loại bài viết trở nên dễ dàng hơn. Tag gợi ý cho chúng tôi thực hiện một hệ thống, mà trên đó *các thực thể khác nhau được định nghĩa thông qua tag, những tag được liên kết với nhau tạo thành một cây yêu cầu hay cây thông tin giúp dễ dàng phân loại và đánh giá đối tượng trở nên dễ dàng hơn*. Chẳng hạn khi bạn muốn mua một cái áo, bạn sẽ miêu tả những chi tiết mà bạn cần chẳng hạn như: sơ mi, tay dài, có khuyu, màu xanh,… bên cạnh đó, các công ty dệt may cũng sẽ mô tả sản phẩm của mình dưới dạng tag, việc so sánh giữa cây yêu cầu của người tiêu dùng và cây thông tin về sản phẩm của công ty dệt may sẽ gợi ý cho người tiêu dùng mua sản phẩm mình yêu thích và nhà sản xuất bán được sản phẩm.

Các kiến trúc phần mềm ứng dụng hiện nay đều đi nhiều về giao diện, giao tiếp (communication) giữa người dùng, những kiến trúc dành riêng giải quyết bài toán nghiệp vụ ít được phổ biến. Bên cạnh đó, hệ thống kiến trúc rời rạc và không thống nhất, những ứng dụng tìm việc, tìm bạn, tìm mặt hàng, … có chức năng tương đối giống nhau - người dùng đăng thông tin, tìm kiếm và so khớp - nhưng những ứng dụng này chưa có kiến trúc chung. Từ ***nhu cầu thông tin nhiều, đa dạng, cần so khớp nhiều và nhanh***, chúng tôi nghĩ về một kiến trúc phần mềm giúp người dùng đăng tải và so khớp thông tin một cách dễ dàng, nhanh chóng và hiệu quả. Kiến trúc này phải giải quyết được những bài toán sau:

## Bài toán 1: Tổ chức thông tin và sự linh hoạt của hệ thống so khớp

Bạn cần tìm kiếm một sản phẩm để mua - nhà sản xuất cần tìm khách hàng để bán sản phẩm, làm sao để bạn có thể tìm kiếm những sản phẩm thoả mãn nhu cầu và doanh nghiệp cũng đạt được lợi nhuận cao nhất từ việc bán hàng? Bạn cần tìm kiếm một người bạn đã lâu không còn liên lạc – người bạn của bạn đã tham gia một mạng xã hội, làm sao để bạn và người bạn ấy có thể tìm ra nhau? Bạn cần tìm một công việc phù hợp với kỹ năng và trình độ của bạn thân – doanh nghiệp cần tìm những ứng viên đáp ứng đầy đủ các yêu cầu tuyển dụng?… Đây có thể là những câu hỏi rất thường gặp trong thực tế. Internet là một kho thông tin vô tận, được cung cấp từ hàng triệu website trên khắp thế giới, do có quá nhiều thông tin nên việc tìm kiếm được đúng thông tin cần thiết cũng không đơn giản. Bên cạnh đó, thông tin về một đối tượng thường được thể hiện thông qua những thuộc tính cứng được định nghĩa sẵn về số lượng và kiểu dữ liệu, giá trị của những thuộc tính này được lưu trữ thông qua các records trong cơ sở dữ liệu, cách tổ chức dữ liệu này không linh hoạt và khó khăn trong việc so khớp dữ liệu, phương pháp tìm kiếm thường dùng trong cách lưu trữ này là phương pháp vét cạn nên mất nhiều thời gian và hiệu suất không cao. Chính vì lý do trên, việc tổ chức và phân loại đòi hỏi phải linh động, không quá cứng nhắc để có thể so khớp giữa yêu cầu và “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” một cách dễ dàng và sự linh động này giúp cho hệ thống so khớp đánh giá chính xác hơn mức độ so khớp giữa yêu cầu và “sản phẩm đáp ứng yêu cầu”. ***Bài toán cần phải đạt được là tổ chức thông tin một cách linh hoạt, có thể dễ dàng tìm kiếm, so sánh thông tin nội tại mà vẫn đảm bảo được khả năng so khớp giữa các cây thông tin với nhau***

## Bài toán 2: Mức độ tương quan giữa những thẻ thông tin bất kỳ

Năm 2006, Google đã công bố một bước tiến quan trọng trong quá trình xử lý kết quả tìm kiếm bằng việc thêm vào những từ đồng nghĩa với một số từ thường gặp. Google hướng tới mục tiêu là đưa ra những kết quả tra cứu tốt nhất. Vì thế, việc hệ thống thuật toán của Google hiểu được những từ ngữ được sử dụng trên thanh tra cứu là rất quan trọng. Một phần trong việc hiểu từ ngữ là hiểu được các từ đồng nghĩa. Từ đồng nghĩa là những từ nói về cùng một vật, việc nào đó, chẳng hạn như "picture" và "photos". Những người tra cứu cụm từ "sunset pictures" (ảnh hoàng hôn) thường cũng sẽ click vào những web có chứa cụm từ "sunset photos". Một vấn đề nảy sinh là những từ đó có thể có nhiều nghĩa khác nhau. Ví dụ như, từ "case" có thể mang nghĩa "trường hợp", "tình huống" hoặc "thí dụ". Nó cũng có nghĩa là "hộp" hoặc "container - thùng chứa". Cụm từ "guitar box" đồng nghĩa với cụm từ "guitar case" – hộp đàn. Nhưng "O.J Simpson box" lại không phải đồng nghĩa với "O.J Simpson case". Các tính toán của Google chỉ ra rằng từ đồng nghĩa ảnh hưởng đến 70% số người tra cứu trên hơn 100 ngôn ngữ hỗ trợ trên Google. Bên cạnh đó, còn có một số cụm tự có mức độ tương quan về nghĩa, chẳng hạn giữa “côn trùng – cào cào”, chúng ta thấy cào cào và côn trùng có một mức độ tương quan với nhau – cào cào thuộc lớp côn trùng. Nếu chỉ so sánh các thẻ với nhau mà bỏ qua mức độ tương quan, kết quả so khớp không có độ chính xác cao. Chẳng hạn, việc so khớp giữa thuộc tính “áo thun” và thuộc tính “áo thun cổ cao”, nếu chỉ so sánh thuộc tính này phải khớp từng chữ với thuộc tính kia, thì rõ ràng hai thuộc tính này hoàn toàn không khớp với nhau, “áo thun” và “áo thun cổ cao” có liên quan với nhau, cả hai thuộc tính này đều là áo thun nên sẽ xem xét là hai thuộc tính có mức độ tương quan, giúp cho việc so khớp trở nên linh hoạt và hiệu quả hơn. Cụ thể, khi tác nhân truyền vào hai thuộc tính bất kỳ, hệ thống sẽ trả về độ tương quan giữa hai thuộc tính này. ***Người dùng được tự do trong việc lựa chọn các thuộc tính để miêu tả cho nhu cầu hay “sản phẩm đáp ứng nhu cầu”, chính vì vậy chúng ta có thể thấy được việc đánh giá mức độ tương quan giữa các tag là cần thiết để hỗ trợ cho hệ thống so khớp. Bài toán kiến trúc phần mềm phải hỗ trợ cho việc kết nối và lấy giá trị mức độ tương quan của hai tag bất kỳ để cung cấp cho hệ thống so khớp.***

## Bài toán 3: Phương pháp kết hợp việc so khớp và mức độ tương quan giữa các tag

Một khi nhu cầu (NC) và “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” (SPDUNC) được tổ chức lưu trữ dưới dạng cây các tag, thì bài toán tiếp theo là so khớp giữa cây nhu cầu và cây “sản phẩm đáp ứng yêu cầu”. NC và SPDUNC được thể hiện bằng dạng cây thông tin, người dùng được tự do định nghĩa thuộc tính cho riêng mình nên việc so khớp giữa NC và SPDUNC đòi hỏi phải kết hợp mức độ tương qua giữa các thuộc tính (hay các tag) để đánh giá mức độ so khớp một cách khách quan và linh hoạt hơn. Việc so khớp kết hợp mức độ tương quan sẽ đánh giá được SPDUNC đáp ứng được bao nhiêu phần trăm NC và SPDUNC cần cải thiện điều gì để có thể đáp ứng cao nhất NC. Mức độ so khớp giữa NC và SPDUNC sẽ được thể hiện bằng một con số phần trăm, giúp người dùng có thể dễ dàng tiếp cận thông tin và đưa ra quyết định.

Phúc comment:

* Ở đây mình mới chỉ nói đến sự tương quan giữa các Tag <-> Tag với nhau
* Chưa nói đến Problem: bài toán 2 quyết định lựa chọn giải pháp dùng Hierarchy để tổ chức thông tin (cụ thể sẽ tổ chức thông tin thành nhiều cây phân cấp) -> Bài toán 3:
* Bài toán 3: sự tương quan trong việc tổ chức theo cây phân cấp gồm 2 bài toán con:
  + Sự tương quan giữa các cây với nhau, làm sao tổ chức thông tin để các cây có thể so khớp với nhau
  + Khi 2 cây có môi tương quan, có thể so khớp với nhau thì -> so khớp giữa các Tag với nhau

## Kết quả mong muốn

* Kiến trúc dễ dàng mở rộng, đảm bảo hiệu năng và dễ sử dụng.
* Tổ chức thông tin về nhu cầu và “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” một cách linh hoạt, có mức độ tương quan với nhau để dễ dàng so khớp.
* Định nghĩa được mức độ tương quan giữa các tag. Trong phần này, chúng tôi không đề cập đến việc làm sao để xác định chính xác độ tương quan giữa hai tag bất kỳ, chúng tôi chỉ cung cấp kiến trúc về độ tương quan, từ đó có thể mở rộng và triển khai semantic web, việc triển khai mở rộng này sẽ giúp xác định độ tương quan giữa hai tag bất kỳ một cách chính xác và khách quan hơn.
* So khớp nhu cầu và “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” kết hợp mức độ tương quan giữa các thuộc tính, thể hiện mức độ so khớp bằng số điểm cụ thể. Dựa vào việc so khớp, kiến trúc sẽ gợi ý cải thiện “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” đối với một nhu cầu cụ thể.
* Kết hợp khai thác dữ liệu bằng cây quyết định (decision tree), áp dụng vào việc gợi ý cải thiện “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” cho toàn bộ những nhu cầu trong lĩnh vực cụ thể và có liên quan với “sản phẩm đáp ứng nhu cầu”. Việc chạy cây quyết định khi số lượng dữ liệu lớn mà vẫn phải đảm bảo hiệu năng hệ thống.

# Cơ sở và nền tảng xây dựng kiến trúc

## Xu hướng lưu trữ và tìm kiếm thông tin

Trong khoa học máy tính, cấu trúc dữ liệu là một cách lưu dữ liệu trong máy tính sao cho nó có thể được sử dụng một cách hiệu quả. Sau khi internet bắt đầu bùng nổ năm 1990, thế giới của các website đã liên tục phát triển và có bước thay đổi chóng mặt. Một trong những thay đổi không thể không nhắc đến đó là cách lưu trữ thông tin. Những website đầu tiên hầu như chỉ là những đoạn văn bản không có cấu trúc, một email giải quyết nhu cầu trao đổi thư điện tử cá nhân cũng chỉ đơn thuần là văn bản. Do nhu cầu người dùng ngày càng cao và đa dạng hơn, lần lượt mail group đã được ra đời để giải quyết nhu cầu gửi thông tin bằng dạng văn bản cho nhiều đối tượng tránh hiểu nhầm thư được gửi là thư rác, kỹ thuật mail grouping giải quyết phân loại email cho từng người dùng ở một mức độ đơn giản. Mặc dù mail group có thể đáp ứng được như cầu truyền tải thông tin cho một nhóm người dùng nhanh chóng hơn nhiều so với email, nhưng các thông tin này hoàn toàn chưa có một cấu trúc chung, hay nói khác hơn là chưa phân loại một cách cụ thể để người dùng dễ dàng phân biệt. Sau đó, Forum ra đời đã giải quyết được bài toán phân loại bài viết cho một nhóm người dùng, thông tin từ dạng không được chia theo nội dung, được lưu trữ theo từng chủ đề hay đề mục cụ thể tương ứng với nội dung của thông tin.Tuy nhiên, khi forum xuất hiện khuyết điểm của mình: một bài viết nếu cùng thuộc về nhiều chủ đề thì việc phân loại thật sự bộc lộ khuyết điểm của nó (ví dụ bài viết về nghiên cứu hoá sinh thực phẩm, nếu để trong chủ đề “Hoá học” thì khi người dùng vào chủ đề “Sinh học” lại không có và ngược lại), mặc dù có thể giải quyết bằng cách đăng tải bài viết vào tất cả những chủ đề liên quan, nhưng mỗi bài này đều khác nhau, việc phản hồi thông tin trong bài viết trong từng chủ đề cũng không có mối quan hệ với nhau. Vì vậy, kỹ thuật tag ra đời cùng với blog, một cách phân loại bài viết hoàn toàn mới, một bài viết có thể được tag những từ khóa liên quan. Việc phân loại thực sự trở nên dễ dàng và linh động hơn: bài viết về nghiên cứu hoá sinh thực phẩm, sẽ được tag “Hoá học” và “Sinh học”, khi vào chủ đề “Hoá học” hay “Sinh học” thì bài viết “Nghiên cứu hoá sinh thực phẩm” đều được hiển thị, điểm quan trọng ở đây, là bài viết trong cả hai chủ đề này đều dẫn đến một bài viết duy nhất đó là “Nghiên cứu hoá sinh thực phẩm”. Tuy nhiên, các tổ chức thông tin này cũng có khuyết điểm, các tag được người dùng định nghĩa tự do hoàn toàn không có cấu trúc, làm sao biết được mối quan hệ giữa các tag, tag này có mức độ tương quan như thế nào với tag kia. Một ví dụ đơn giản, bài viết giới thiệu về cách nấu món bò nấu đậu, người dùng A có thể tag thông tin “đậu, bò, …”, người dùng B có thể tag thông tin “beans, beef, …”, “beans và đậu” hay “beef và bò” có một độ tương quan nhất định với nhau. Xuất hiện trong vài năm gần đây nhưng thật sự đã trở thành một cơn sốt, đó chính là mạng xã hội, mạng xã hội đã ra đời khắc phục cách tổ chức thông tin theo dạng tag của blog. Để khắc phục được nhược điểm này, mạng xã hội lưu trữ thông tin dưới dạng tag có cấu trúc, việc lưu trữ này thể hiện ở việc lưu thông tin của người dùng dưới dạng tag, có mức độ tương đồng giữa các thuộc tính giúp cho việc so sánh hay cụ thể là tìm bạn trên mạng xã hội trở nên dễ dàng hơn.

Điểm chung dễ nhận thấy ở đây là cách lưu trữ thông tin, ban đầu thông tin chỉ là những đoạn văn bản thô hoàn toàn không có cấu trúc, dần dần thông tin này được lưu trữ dưới dạng có cấu trúc ở mức đơn giản nhưng cũng bộc lộ nhiều khuyết điểm trong quá trình phân loại. Để khắc phục điều này, thông tin lại được tổ chức dưới dạng không có cấu trúc đó chính là tag. Tuy nhiên một nhu cầu lại đặt ra là giữa các tag người dùng được tự do định nghĩa ấy, thì tag nào giống nhau hay có mức độ tương quan với nhau, “tag lưu trữ theo dạng có cấu trúc” đã giải quyết được bài toán ấy.

Không chỉ trong khoa học máy tính, mà chính trong quá trình phát triển của xã hội loải người cũng thể hiện điều đó, từ khi con người xuất hiện và sống trong môi trường tự nhiên hoàn toàn không có sự phân chia giai cấp, khi xã hội bước sang giai đoạn chiếm hữu nô lệ giữa người và người lại có sự phân chia giữa chủ tớ và nô lệ. Một khi sự phân chia này không còn phù hợp và bộc lộ nhiều khuyết điểm, con người lại đấu tranh đòi hỏi có sự phân chia công bằng, bình đẳng hơn.

*Tóm lại, xu hướng lưu trữ thông tin được lưu trữ dưới* ***dạng phi cấu trúc*** *- dữ liệu thô và không có sự phân loại sẽ dần dần chuyển sang* ***dạng có cấu trúc****, có sự phân loại rõ ràng. Từ* ***dạng có cấu trúc*** *này thông tin lại được trở về* ***dạng phi cấu trúc*** *tuy nhiên ở một mức độ cao hơn, có sự phân loại bằng tag nhưng chưa thể hiện mức độ tương quan giữa các tag ấy và lưu trữ thông tin dưới* ***dạng có cấu trúc cây*** *đã giúp giải quyết các khuyết điểm trên, giúp cho việc lưu trữ thông tin trở nên linh hoạt cùng như giúp cho việc phân loại và so khớp giữa các đối tượng trở nên dễ dàng hơn. Việc thay đổi trong cách lưu trữ thông tin cũng giải quyết được nhu cầu tìm kiếm nhanh và nhiều của người dùng.*

## Nhu cầu so khớp thông tin ngày càng nhiều

Theo số liệu thống kê của tổ chức Internet Usage World Stats[[2]](#footnote-2), tính đến nay có hơn 2,1 tỉ người trên thế giới sử dụng Internet - chiếm hơn 30% dân số thế giới, chỉ tính riêng mạng xã hội facebook số lượng người sử dụng đã lên đến 710 triệu người chiếm gần 34% số lượng người sử dụng internet, tốc độ tăng trưởng mỗi năm khoảng 10,3%. Số liệu trên cho thấy nhu cầu tìm bạn và chia sẻ trên mạng xã hội ngày càng tăng. Làm sao mạng xã hội có thể gợi ý cho người dùng những bạn bè của họ, những quảng cáo trên mạng xã hội facebook cũng được hiển thị dựa theo sở thích và sự quan tâm của người dùng đối với một lĩnh vực cụ thể mà người dùng khai báo trong chương trình. Để làm được điều này, mạng xã hội đã tiến hành so khớp giữa thông tin giữa người dùng với nhau và so khớp giữa nhu cầu quảng cáo và các lĩnh vực người dùng đang quan tâm.

Bên cạnh đó, nhu cầu mua sắm trực tuyến và sự bùng nổ của các website thương mại điện tử trên thế giới đã phát sinh nhu cầu tìm kiếm và so khớp thông tin về sản phẩm và tìm kiếm thị trường ngày càng tăng, khách hàng cần tìm sản phẩm ưng ý để mua và nhà sản xuất cũng cần tìm khách hàng để bán sản phẩm của mình.

Các website việc làm cũng ngày càng phát triển, 30% số người dùng Internet đã tham khảo các website tuyển dụng trực tuyến để tìm kiếm thông tin về việc làm cho mình. Việc đăng tải thông tin việc làm và thông tin ứng viên hiện đang được các website này lưu trữ dưới dạng văn bản, cấu trúc không linh hoạt. Cách tổ chức thông tin này bộc lộ nhiều khuyết điểm trong quá trình so khớp thông tin giữa hồ sơ xin việc và yêu cầu tuyển dụng. Hiện tại các website này chỉ dừng lại ở mức độ đăng thông tin và tìm kiếm việc làm ở mức đơn giản, chưa đưa ra mức độ so khớp giữa CV người xin việc và yêu cầu công việc trong khi nhu cầu so khớp ở các website này là rất nhiều: doanh nghiệp cần được hỗ trợ đánh giá ứng viên, thông tin ứng viên cung cấp thoả mãn bao nhiêu phần trăm nhu cầu tuyển dụng của họ, hay ứng viên cần so khớp thông tin để viết CV được tốt và tạo được ấn tượng với nhà tuyển dụng hơn…

Tìm bạn, tìm sản phẩm, tìm việc,… là những vấn đề mỗi chúng ta rất thường gặp trong thực tế cũng như trong môi trường toàn cầu hoá thông tin như hiện nay. Nhu cầu so sánh và đánh giá mức độ so khớp giữa “nhu cầu” và “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” đang rất bức thiết và thực sự đang rất cần một kiến trúc nghiệp vụ để hỗ trợ tổ chức và so khớp thông tin.

## Lưu trữ thông tin dưới dạng cây là tiền đề xây dựng kiến trúc

Có nhiều cách lưu trữ thông tin khác nhau: lưu trữ thông tin dạng quan hệ (danh sách liên kết), ngang hàng (dạng mảng), lưu trữ dạng cây và đồ thị.

Cây là một cấu trúc dữ liệu có vai trò quan trọng trong việc phân tích và thiết kế các thuật toán. Lưu trữ và biểu diễn dữ liệu kiểu cấu trúc cây có thể thấy trong rất nhiều lĩnh vực của cuộc sống. Ví dụ: một cuốn gia phả lưu trữ thông tin về các thành viên trong một dòng họ, trong đó các thành viên thức bậc khác nhau được phân thành các cấp khác nhau trong biểu diễn hình cây của gia phả. Sơ đồ tổ chức của một đơn vị cũng thường được tổ chức thông qua cấu trúc cây. Các đơn vị con nằm ở cấp dưới đơn vị trực tiếp quản lý, các đơn vị ngang hàng nằm cùng cấp. Trong lĩnh vực khoa học máy tính, cách lưu trữ dữ liệu của hệ điều hành cũng áp dụng kiểu lưu trữ cây, các tập tin được lưu trữ trong các cây thư mục, trong đó các thư mục con nằm trong các thư mục cha. Việc lưu trữ thông tin dưới dạng cây cũng có thể dễ dàng phát triển thành mạng thông tin (lưu trữ dạng network), chỉ cần đưa bất kỳ một node của cây thành node gốc, có sự đánh giá mức độ tương quan giữa các tag thông tin với nhau, vô tình cây thông tin ban đầu đã được chuyển sang dạng lưu trữ theo mạng thông tin, làm cho kiến trúc có khả năng phát triển linh hoạt.

Lưu trữ thông tin dạng cây trong lĩnh vực tìm kiếm và so khớp thông tin cũng có nhiều ưu điểm hơn so với các dạng lưu trữ thông tin khác: lưu trữ dạng ngang hàng và danh sách liên kết rất khó khăn trong việc so khớp dữ liệu, việc tìm kiếm khi lưu trữ theo dạng ngang hàng và danh sách liên kết đều phải dùng phương pháp vét cạn để duyệt gây hao tốn tài nguyên hệ thống, bên cạnh đó, thông tin ban đầu được xây dựng không đủ lớn để có thể tổ chức dưới dạng network. Việc lưu trữ thông tin dưới dạng cấu trúc cây là phù hợp nhất để phát triển hệ thống tìm kiếm và so khớp từ ban đầu. *Tổ chức thông tin theo dạng cây là cách tổ chức thông tin khá đơn giản, đem lại nhiều tiện ích cho việc tra cứu và so khớp thông tin, làm tiền đề cho việc lưu trữ thông tin của kiến trúc.*

## Khi nào thông tin có thể so khớp được với nhau

Để so khớp thông tin với nhau đòi hỏi giữa các cây thông tin phải có một cấu trúc tương tự nhau hay giữa các node bất kỳ, có thể xác định được mức độ tương quan giữa chúng. Thông tin ban đầu được chuyển về lưu trữ dạng tag, sau đó, công việc tiếp theo là phải chuyển thông tin về dạng cây - các tag được xây dựng thành cây, được phân loại theo các chủ đề có sẵn để dễ dàng hơn trong việc so khớp.



Hình 1. Tổ chức thông tin dạng cấu trúc tương tự nhau có thể so khớp

“Tree 1” và “Tree 2” lưu trữ thông tin về hai đối tượng, cả hai cây này đề có cấu trúc phân loại là “Class A”, “Class B” và “Class C”.

Việc so sánh node node A1 của “Tree 1” và “Tree 2” có thể được thực hiện dễ dàng, vì giá trị của hai node này hoàn toàn giống nhau.

Xét node A2, ở “Tree 1” node A2 là con của phân lớp “Class A” còn ở “Tree 2”, node A2 là con của A3, A3 là con của phân lớp “Class A”, giữa hai node này cũng có thể được so sánh với nhau thông qua mối quan hệ với phân lớp “Class A”

Xét node C1 và C1’, node A2 và node A3, giữa các cặp node này có mức độ tương quan nhất định với nhau nên có thể so khớp được với nhau.

## Tính khả thi của một kiến trúc chung cho việc lưu trữ và so khớp thông tin

Internet chứa hầu như tất cả những thông tin liên quan tới mọi lĩnh vực trong cuộc sống. Nhưng nó rất rộng, rộng đến mức gần như không ai có thể kiểm soát được. Diện mạo của Internet lại thay đổi quá nhanh chóng và mạnh mẽ. Hạt nhân của Internet là Word Wide Web, với số lượng lên tới hàng chục tỉ trang, được lưu trữ trong hàng triệu máy chủ đặt khắp nơi trên toàn thế giới. Có thể ví Internet như một biển dữ liệu khổng lồ, với muôn vàn những viên ngọc quý nằm giữa các hạt sạn. Trong đời sống hàng ngày, *nhu cầu tìm kiếm và so khớp thông tin đóng vai trò vô cùng to lớn, và một trong những vấn đề bức thiết nhất của công nghệ hiện nay là làm sao "đãi cát tìm vàng", khai thác nguồn tài nguyên này một cách hợp lí, đem lại lợi ích tốt nhất cho con người.* Nói khác hơn, thông tin cần được tổ chức một cách hơn lý và hệ thống so khớp làm việc hiệu quả, hỗ trợ cho việc khai thác ngườn tài nguyên to lớn ấy.

Tìm kiếm và so khớp thông tin trên mạng Internet quả thật là một thách thức lớn lao. Nó không giống như việc bới các hạt đỗ đen nằm lẫn lộn trong thùng gạo, bởi dữ liệu trên mạng Internet do con người đưa vào, chúng cũng có cấu trúc và tổ chức xác định (mặc dù thiếu tính nhất quán), trong khi đó thì các hạt đỗ đen lại nằm rải rác và lộn xộn, không có một vị trí hay quy luật nào. Tuy nhiên, bài toán tìm kiếm và so khớp khó hơn bài toán nhặt đỗ đen rất nhiều. Muốn tìm tất cả các hạt đỗ đen, bạn đơn giản chỉ cần thiết kế một cái sàng hình cầu đủ lớn để có thể đổ cả thùng gạo vào đó, với những chiếc lỗ có kích thước phù hợp sao cho hạt gạo chui lọt còn hạt đỗ đen thì không, và quay đủ số vòng để tất cả các hạt gạo đều có cơ hội bay ra ngoài. Việc tìm kiếm và so khớp thông tin trên internet đòi hỏi thông tin cần được lưu trữ một cách linh hoạ, có cấu trúc giúp cho việc tìm kiếm và so khớp thông tin hiệu quả hơn.

Có tới hàng chục tỉ trang web tràn ngập trên mạng Internet (gấp nhiều lần số hạt gạo trong thùng), rất nhiều “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” có thể thoả mãn nhu cầu của người dùng, và vấn đề là làm sao đưa ra những gì ta muốn thu thập sao cho đồng thời thỏa mãn hai tiêu chí: Chính xác và nhanh chóng. Hơn thế nữa, người dùng cũng không đủ kiên nhẫn để ngồi duyệt qua tất cả các trang chứa thông tin cần tìm (anh ta cũng không nhất thiết phải đếm từng hạt đỗ đen, tuy nhiên nếu xét trên tiêu chí dinh dưỡng thì đa phần những hạt đỗ đen đều giống nhau, do đó hạt nào cho vào nồi trước cũng không quan trọng). Trên thực tế, người dùng hiếm khi vào xem quá mười thông tin kết quả, và vì thế, một yêu cầu khó khăn nữa cần giải quyết, đó là: những gì phù hợp nhất phải được đặt lên hàng đầu, nên *hệ thống so khớp cũng đóng vai trò rất quan trọng trong quá trình tìm kiếm thông tin*

Bên cạnh đó, xu hướng lữu trữ, tìm kiếm và so khớp thông tin ngày càng nhiều nhưng chưa có kiến trúc nghiệp vụ nào giải quyết bài toán này (các kiến trúc hiện nay đi nhiều và giao diện và giao tiếp, kiến trúc giải quyết bài toán nghiệp vụ còn ít). Thông tin có xu hướng lưu trữ dưới *dạng phi cấu trúc* - dữ liệu thô và chưa có sự phân loại chuyển sang *dạng có cấu trúc*, có sự phân loại rõ ràng, từ *dạng có cấu trúc* này thông tin lại được trở về dạng phi cấu trúc tuy nhiên ở một mức độ cao hơn, có sự phân loại bằng tag nhưng chưa thể hiện mức độ tương quan giữa các tag ấy và đã được khắc phục bằng việc lưu trữ thông tin dưới *dạng có cấu trúc cây*. *Nhu cầu so khớp thông tin cũng ngày càng gia tăng*: tìm việc, tìm bạn, tìm sản phẩm, … Từ những luận điểm trên, chúng tôi nhận thấy cần có một kiến trúc chung cho việc lưu trữ và so khớp thông tin và kiến trúc này hoàn toàn có tính khả thi.

## Các vấn đề cần giải quyết khi thực hiện kiến trúc lưu trữ và so khớp thông tin

### Nắm bắt xu hướng lưu trữ thông tin

#### Thông tin được lưu trữ dựa trên dạng tag

Tag là một từ khóa không có thứ tự hay một thuật ngữ nhằm chỉ một mẫu thông tin. Loại dữ liệu biến đổi này giúp miêu tả một mục tin và cho phép người sử dụng tìm lại mục đó bằng cách trình duyệt hay dò tìm. Lưu trữ thông tin dưới dạng tag, giúp chúng tôi có thể dễ dàng phân loại các tag với nhau.

*Công việc khó khăn mà kiến trúc phải thực hiện được đó là: từ khối dữ liệu lớn của người dùng, làm sao chuyển các cấu trúc này về dạng tag, nói khác đi, đó chính là việc mapping dữ liệu người dùng, sau đó lưu trữ các thông tin này dưới dạng tag để xử lý ở các giai đoạn tiếp theo*.

#### Chuyển dạng phi cấu trúc tag về dạng có cấu trúc

Tìm kiếm là một thao tác rất quan trọng đối với nhiều ứng dụng tin học. Tìm kiếm nói khác đi là việc thu thập một số thông tin nào đó từ một khối lượng thông tin lớn đã được lưu trữ trước đó. *Sau khi thông tin được phân rã thành tag, các tag này sẽ được phân loại có cấu trúc theo dạng cây để dễ dàng trong việc tìm kiếm và so khớp thông tin*. Mặc dù, việc lưu trữ thông tin dưới dạng tag giúp dễ dàng trong việc phân loại dữ liệu, tuy nhiên, để cải thiện được tốc độ của việc tìm kiếm và so khớp, thì các tag thông tin này phải được tổ chức theo dạng cấu trúc - lưu trữ và phân loại các tag có mối quan hệ với nhau theo cấu trúc cây, hiệu quả hơn trong việc tìm kiếm và đặc biệt hơn là việc so khớp thông tin.

### Độ tương quan giữa các tag

Nếu so sánh với các phương pháp phân loại dữ liệu trước đây (categories/ folder), tag là cách đơn giản, linh hoạt và là một công cụ phân loại mạnh mẽ. Tuy nhiên, *tag có một số khuyết điểm đáng kể đó là chúng không thể cung cấp thông tin về ngữ nghĩa của chúng*, ngữ nghĩa của các tag có thể được bao gồm: Tính nhiều nghĩa (cùng một từ có thể tham khảo các khái niệm khác nhau), tính đồng nghĩa (khái niệm tương tự có thể được chỉ ra bằng cách sử dụng từ ngữ khác nhau), các hình thức từ vựng khác nhau (hình thức danh từ khác nhau, chia động từ khác nhau, từ viết tắt, ngôn ngữ khác nhau), lỗi chính tả là một số vấn đề mà phát sinh khi sử dụng các tag. Ví dụ, tag ‘orange’ có thể liên quan đến trái cây hay màu sắc, và tag ‘movie’ và ‘film’ thường được mô tả cùng một khái niệm. Thiếu sự phân biệt ngữ nghĩa này dẫn đến các kết nối không phù hợp giữa các mục, làm cho chúng khó tìm kiếm và duyệt.

*Như vậy, giữa hai tag khác nhau sẽ tồn tại một mối quan hệ nhất định. Đó là một con số thể hiện mức độ tương quan giữa tag A và tag B, thường có giá trị từ -1 đến 1, hoặc giữa 0 và 1, trong đó giá trị 1 biểu hiện tính tương đồng rất cao, và giá trị 0 có nghĩa ít hoặc không có sự liên hệ nào.*

### Hệ thống so khớp linh hoạt

Một khi thông tin đã được lưu trữ theo dạng taxonomy, hệ thống có thể dễ dàng so khớp thông tin giữa các đối tượng bất kỳ với nhau. Tuy nhiên, để tăng sự linh hoạt của việc so khớp và khắc phục tình trạng các tag có độ tương quan nhưng không thể khớp với nhau, đó chính là vấn đề tiếp theo mà kiến trúc cần giải quyết. Chính việc kết hợp giữa hệ thống so khớp cùng với độ tương quan giữa các tag đã góp phần làm cho hệ thống so khớp được linh hoạt và uyển chuyển hơn, đem lại kết quả tốt hơn khi so khớp thông tin.

### Gợi ý người sử dụng đăng thông tin nhu cầu và “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” bằng hệ thống so khớp

Việc so khớp không chỉ dừng lại ở việc cung cấp mức độ so khớp giữa các đối tượng với nhau mà còn giúp cho việc gợi ý cải thiện “nhu cầu” và “sản phẩm đáp ứng nhu cầu.

*Vấn đề này có thể giải quyết được việc này bằng hệ thống so khớp?*

Khi so khớp giữa nhu cầu và “sản phẩm đáp ứng nhu cầu cụ thể”, hệ thống so khớp sẽ cung cấp mức độ so khớp: thuộc tính nào trong “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” thoả mãn nhu cầu được đặt ra và thoả mãn bao nhiêu phần trăm, hệ thống so khớp còn đưa ra những thuộc tính nào chưa được thoả mãn. Từ tập các thuộc tính chưa được thoả mãn này, kiến trúc có thể đưa ra các thuộc tính gợi ý cho người dùng cải thiện “sản phẩm” của mình, đáp ứng tốt hơn nhu cầu của khách hàng hay đối tượng phát sinh nhu cầu.

### Gợi ý người sử dụng đăng thông tin nhu cầu và “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” bằng cây quyết định

Không chỉ dừng lại ở vấn đề gợi ý cải thiện “sản phẩm đáp ứng nhu cầu”, việc ứng dụng cây quyết định vào kiến trúc sẽ giúp gợi ý cải thiện “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” đối với loại nhu cầu có liên quan đến sản phẩm đó. Ví dụ: Nhu cầu của bạn muốn mua một bộ ghế salon, bạn không quan tâm đến việc mình sẽ lựa chọn một nhãn hiệu cụ thể nào đó, công việc của kiến trúc là gợi ý cho bạn, làm sao đăng tải thông tin tìm được một bộ ghế salon vừa ý bạn nhất.

Bên cạnh đó, kiến trúc phải gợi ý cho nhà sản xuất đăng thông tin cho “sản phẩm đáp ứng nhu cầu của họ”, làm sao đăng thông tin một cách nhất quán, làm sao bán được sản phẩm của họ. Ví dụ: khi bạn muốn đăng bán một bộ loa, kiến trúc sẽ xem xét tất cả những nhu cầu mua những bộ loa trên thị trường, từ đó phân tích các thuộc tính, gợi ý cho bạn những thuộc tính phù hợp, giúp bạn bán đi sản phẩm của mình.

Để giải quyết các vấn đề nói trên, việc áp dụng cây quyết định là phương pháp tối ưu để xác định mức độ phụ thuộc, liên quan giữa các thuộc tính với nhau. Cây quyết định còn giúp cho việc xây dựng kiến trúc taxonomy.

### Kiến trúc dễ dàng triển khai, mở rộng

Thông tin về nhu cầu và sản phẩm đáp ứng nhu cầu được lưu trữ dưới dạng tag, từ các tag sẽ được xây dựng thành hệ thống taxonomy. Chúng tôi cung cấp một phương pháp xây dựng và phân lớp các tag theo việc phân chia các tag này theo từng chủ đề cụ thể, các tag có liên quan sẽ thuộc về từng chủ đề tương ứng. Việc xây dựng cây quyết định hay hệ thống so khớp cũng khá hoàn thiện, tuy nhiên trong vấn đề xây dựng kiến trúc, chúng tôi phải xem xét các yếu tố sau:

* Làm sao kiến trúc nghiệp vụ được xây dựng ra có thể dễ dàng áp dụng được khi các lập trình viên có nhu cầu sử dụng.
* Làm sao có thể mở rộng, tối ưu việc xây dựng cây, thuật toán khai thác dữ liệu, cách hoạt động của việc so khớp? Kiến trúc phải hỗ trợ lập trình viên trong việc mở rộng kiến trúc,kế thừa các interface, class của kiến trúc để định nghĩa cho hệ thống nghiệp vụ của mình có những đặc thù riêng: có thể sử lại cách tính điểm của hệ thống so khớp, cách xây dựng cây, thuật toán khai thác dữ liệu…

### Kiến trúc đảm bảo hiệu năng khi áp dụng cây quyết định và hệ thống so khớp

Hệ thống so khớp và cây quyết định làm việc rất tốn nhiều thời gian và chi phí tính toán, làm sao đảm bảo hiệu năng khi xây dựng cây quyết định và hệ thống so khớp. Đây cũng là một trong những vấn đề trọng tâm chúng tôi cần giải quyết khi xây dựng kiến trúc này

## Lý thuyết và phương pháp xây dựng kiến trúc lưu trữ và so khớp thông tin

*Chúng tôi xin tóm tắt những vấn đề đã được đề cập ở trên:*

* Về việc tổ chức thông tin về nhu cầu và “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” một cách linh hoạt, chúng tôi đã sử dụng ***Tag*** trong việc lưu trữ các thuộc tính của nhu cầu và sản phẩm đáp ứng nhu cầu, tuy nhiên, cần có sự phân cấp giữa các thuộc tính với nhau, nên chúng tôi đã kết hợp ***Tag*** và ***Taxonomy*** để lưu trữ thuộc tính dưới dạng cấu trúc cây.
* Bên cạnh đó, để giải quyết vấn đề cây có cấu trúc và có mức độ tương quan, giống nhau giữa các thuộc tính, chúng tôi đã áp dụng “***Độ tương quan giữa các tag***” một cách đơn giản là khi truyền hai từ khoá bất kỳ vào hệ thống, hệ thống sẽ trả về mức độ tương quan của hai thuộc tính đã truyền vào.
* Về vấn đề so khớp giữa nhu cầu và “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” chúng tôi sẽ đề cập trong phần “***Kết hợp so khớp tag và độ tương quan giữa các tag***”. Hệ thống so khớp sẽ giúp cải thiện “sản phẩm đáp ứng nhu cầu”, đặc biệt giúp cho việc đánh giá mức độ so khớp giữa các thuộc tính trong nhu cầu với “sản phẩm đáp ứng nhu cầu cụ thể”.
* Lý thuyết về “***Cây quyết định*”** được chúng tôi áp dụng trong việc gợi ý cải thiện “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” cho toàn bộ những nhu cầu trong lĩnh vực cụ thể và có liên quan với “sản phẩm đáp ứng nhu cầu”.

### Tag

Việc phân lớp phân cấp dữ liệu nhằm tổ chức thông tin trong hệ thống có thể được thực hiện bằng nhiều phương pháp khác nhau, một số phương pháp cụ thể như phân chia nội dung theo loại thông tin, theo cấu trúc cây (như các bài viết trong forum được đặt vào một mục cụ thể của cây danh mục). Một phương pháp khá phổ biến để tổ chức, phân loại và chia sẻ một lượng dữ liệu lớn trong cộng đồng mạng xã hội hiện nay là kỹ thuật **Tagging**, nó là *một cách đơn giản và trực quan để tổ chức nguồn thông tin, cho phép người dùng gắn các từ khóa hoặc tag (thẻ) vào thông tin hoặc đối tượng dữ liệu*; còn được biết đến với thuật ngữ social tagging, collaborative tagging, social classification, và social indexing.

“**Tag** là một từ khóa không có thứ tự hay một thuật ngữ nhằm chỉ một mẫu thông tin (như một bookmark trên internet, hình ảnh kỹ thuật số, hoặc một tập tin máy tính). Loại dữ liệu biến đổi này giúp miêu tả một mục tin và cho phép người sử dụng tìm lại mục đó bằng cách duyệt hay dò tìm.”[[3]](#footnote-3)

Có 2 loại tagging phổ biến đó là Author-based tagging và User-based tagging. Author-based tagging được thực hiện bởi người tạo nội dung, được xem là phương pháp phân lớp theo hướng top-down. User-based tagging cho phép người dùng tự quyết định việc phân lớp nội dung mà họ quan tâm, kỹ thuật này là phương pháp phân lớp theo hướng bottom-up. Một số hệ thống có ứng dụng tagging tiêu biểu là Delicious (http://del.icio.us), Flickr (http://www.flickr.com) và các trang mạng xã hội như Facebook, Google plus…

Theo xu hướng của việc tổ chức và lưu trữ thông tin, thì sự ra đời của tag đã giải quyết được vấn đề làm sao lưu trữ thông tin một cách đơn giản và linh hoạt, qua đó giúp cho việc tìm kiếm và so khớp thông tin dễ dàng hơn.

Kỹ thuật mapping thông tin của nhu cầu và “sản phẩm nhu cầu về dạng tag, chúng tôi sẽ đề cập trong phần kiến trúc của hệ thống.

### Taxonomy

#### Tại sao sử dụng taxonomy

Như đã nói ở những phần trên, lưu trữ thông tin dưới dạng tag giúp dễ dàng trong việc phân loại dữ liệu nhưng để cải thiện được tốc độ của việc tìm kiếm và so khớp, thì các tag thông tin này phải được tổ chức theo dạng cây, lưu trữ và phân các tag, hiệu quả hơn trong việc tìm kiếm và và đặc biệt hơn là việc so khớp. Chính taxonomy sẽ giúp chúng tôi giải quyết bài toán chuyển thông tin từ dạng phi cấu trúc – dạng tag – về dạng có cấu trúc.

#### Tổng quan về taxonomy

Vào những năm 90 của thế kỷ XX, khái niệm taxonomy được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau như khoa học xã hội, tâm lý học và công nghệ thông tin… để thiết lập sử trùng hợp giữa thuật ngữ của người sử dụng và thuật ngữ của hệ thống. Các chuyên gia đầu tiên phát triển cấu trúc hệ thống web đã dùng thuật ngữ taxonomy để nói đến việc tổ chức nội dung các trang web. Kể từ đó, khái niệm taxonomy được sử dụng rộng rãi với mục đích này. Do được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau, nên cũng có nhiều định nghĩ về taxonomy. Từ năm 2000 đến 2005 có hơn 36 định nghĩa khác nhau, dựa theo tài liệu của Hypertext[[4]](#footnote-4) chúng tôi định nghĩa taxonomy như sau:

***Taxonomy là sự phân loại toàn bộ thông tin trong một hế thống có phân cấp, sự phân loại này theo một mối quan hệ có trước của các thực thể trong thế giới thực mà nó biểu diễn.***

Một taxonomy thường được mô tả với gốc ở trên cùng, mỗi nút của taxonomy – bao gồm cả gốc – là một thực thể thông tin đại diện cho một thực thể trong thế giới thực. Giữa các nút trong taxonomy có một mối quan hệ đặc biệt gọi là ***is subclassification of*** nếu hướng liên kết từ nút con lên nút cha hoặc là ***is superclassification of*** nếu hướng liên kết từ nút cha xuống nút con. Đôi khi những quan hệ này được xác định một cách chặt chẽ hơn là ***is subclass of*** hoặc ***is superclass of***, nếu thực thể thông tin là một lớp đối tượng.

Ví dụ sau đây mô tả một taxonomy đơn giản gồm lớp Person, lớp con của nó là Employee, Manager; Lớp cha của Person là Agent. Khi đi lên từ gốc của taxonomy, các thực thể khái quát hơn. Khi đi xuống những lá ở cuối, thực thể xác định rõ ràng hơn. Ví dụ, Agent chung chung hơn Person, Employee cụ thể hơn Person.



Hình 2. Ví dụ về một taxonomy có cấu trúc đơn giản

Taxonomy thể hiện ưu điểm trong việc phân lớp thực thể thông tin theo ngữ nghĩa, chúng thiết lập một quan hệ ngữ nghĩa đơn giản để phân biệt giữa các đối tượng trong một miền thông tin.

Taxonomy đóng vai trò rất quan trọng trong việc tổ chức thông tin và tổ chức tri thức. Nó được sử dụng chủ yếu để giúp cho việc tìm kiếm và duyệt thông tin thuận lợi và nhanh chóng hơn, đặc biệt khi chúng ta chỉ có những thông tin chung chung về vấn đề cần tìm kiếm. Khi tìm kiếm trên Internet, nếu sử dụng từ khoá để tìm kiếm thông tin, kết quả trả về có thể từ vài nghìn đến vài chục nghìn tài liệu về các chủ đề khác nhau. Sử dụng taxonomy để tìm kiếm và duyệt thông tin sẽ tiết kiệm được rất nhiều thời gian cho người dùng để tìm được thông tin cần thiết. Đồng thời, taxonomy cho phép các máy tìm kiếm và các ứng dụng có thể dễ dàng tìm được các thực thể thông tin nhanh và chính xác hơn nhiều.

Taxonomy đã được áp dụng trong nhiều bài toán khác nhau: OU Shi-yan, KHOO Christopher S.G, GOH Dion H[[5]](#footnote-5). xây dựng taxonomy hỗ trợ việc tóm tắt tự động văn bản; H.T.Kung và C.H.Wu xây dựng taxonomy cho mạng nội dung[[6]](#footnote-6), Wollersheim và Rahayu[[7]](#footnote-7) xây dựng một taxonomy hỗ trợ việc duyệt cơ sở dữ liệu về y tế.

#### Phân loại taxonomy

Có 04 loại taxonomy:

* Loại 1: Flat (phân lớp phẳng)
* Loại 2: Hierarchical (cấu trúc dạng cây)
* Loại 3: Faceted
* Loại 4: Network

##### Flat taxonomy

Flat taxonomy gom nhóm thông tin vào một tập hợp danh mục sẵn có, không có quan hệ thuộc về giữa các mục, chúng ngang hàng với nhau. Flat taxonomy thường được ứng dụng trong việc phân nhóm sản phẩm theo alphabe.



Hình 3. Ví dụ về flat taxonomy

##### Hierarchical taxonomy

Hierarchical taxonomy được thể hiện dưới dạng cấu trúc cây, mỗi node chỉ có một node cha và không giới hạn số node con. Ứng dụng tiêu biểu của Hierarchical taxonomy là cây phân cấp các chủ đề trong forum.



Hình 4. Ví dụ về hierarchical taxonomy

*Như đã nói ở trên, chúng tôi lựa chọn tổ chức thông tin theo dạng cấu trúc cây làm tiền đề cho việc phát triển kiến trúc của nhóm, việc bắt đầu từ việc lưu trữ theo cấu trúc cây giúp cho ứng dụng có thể dễ dàng phát triển hơn trong tương lai.*

##### Faceted taxonomy

Faceted taxonomy thể hiện sự phân lớp theo cấu trúc dữ liệu ngôi sao. Mỗi node trong cấu trúc này là một điểm trung tâm, có thể liên kết đến những node khác trong cấu trúc ngôi sao khác. Cũng giống như flat taxonomy, không có quan hệ thuộc về, hay quan hệ cha con giữa các mục trong faceted taxonomy. Tất cả các mục trong faceted taxonomy liên kết đến một đối tượng duy nhất – mỗi node mô tả thuộc tính hoặc giá trị hay một khía cạnh của vấn đề. Ví dụ như sách điện tử, mỗi node mô tả một khía cạnh về cuốn sách – tác giả, tên sách, ngày xuất bản…



Hình 5. Ví dụ về faceted taxonomy

##### Network taxonomy

Network taxonomy là một cấu trúc mạng, mỗi node có thể có nhiều node cha. Mỗi node trong network taxonomy có thể liên kết đến một node bất kỳ. Với network taxonomy thông tin được tổ chức theo cả hai dạng cấu trúc cây và dạng liên kết, các quan hệ giữa các node có nhiều ý nghĩa khác nhau. Network taxonomy có thể ứng dụng trong hệ thống quản lý kiến thức như công cụ gợi ý, semantic network (mạng ngữ nghĩa).



Hình 6. Ví dụ về network taxonomy

### Phương pháp kết hợp so khớp tag và độ tương quan giữa các tag

Một khi thông tin về nhu cầu (NC) và “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” (SPDUNC) đã được tổ chức linh hoạt, thì công việc tiếp theo là xác định mối liên hệ giữa nhu cầu và “sản phẩm đáp ứng nhu cầu”. Kết hợp **so khớp** và **độ tương quan giữa các tag** nhằm đảm bảo kết quả so khớp được chính xác và khách quan hơn. Nếu chỉ so sánh văn bản hay các giá trị thuộc tính theo kiểu so sánh object (so sánh A phải khớp hoàn toàn với B) thì việc so khớp sẽ có nhiều thiếu thiếu sót trong việc so sánh giữa NC và SPDUNC. Thiếu sót này thể hiện ở việc so sánh các tag có mức độ tương quan như đã được đề cập ở phần “***Độ tương quan giữa các tag***”.

Kết hợp **so khớp** và **độ tương quan giữa các tag** còn giúp cho việc gợi ý cải thiện SPDUNC (sẽ được đề cập trong phần tiếp theo của báo cáo)

### Cây quyết định

#### Giới thiệu về cây quyết định

* Cây quyết định là một cây phân cấp có cấu trúc.
* Dùng để phân lớp đối tượng dựa vào dãy các luật (series of rules), các luật này được sinh ra từ tập dữ liệu (training set).
* Các thuộc tính phân lớp thường có kiểu dữ liệu là binary, nominal, ordinal, continuos.
* Ví dụ “Phương tiện di chuyển”: Cho tập dữ liệu (training set) như sau:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Thuộc tính (Attribute) | | | | Thuộc tính phân lớp (Class) |
| Gender | Car ownership | Travel cost ($/km) | Income level | Transportation mode |
| Male | 0 | Cheap | Low | Bus |
| Male | 1 | Cheap | Medium | Bus |
| Female | 1 | Cheap | Medium | Train |
| Female | 0 | Cheap | Low | Bus |
| Male | 1 | Cheap | Medium | Bus |
| Male | 0 | Standard | Medium | Train |
| Female | 1 | Standard | Medium | Train |
| Female | 1 | Expensive | High | Car |
| Male | 2 | Expensive | Medium | Car |
| Female | 2 | Expensive | High | Car |

Bảng 1. Ví dụ bảng dữ liệu lựa chọn phương tiện di chuyển

* Tập dữ liệu trên mô tả 10 đối tượng, mỗi đối tượng được miêu tả bằng 4 thuộc tính là “Gender” (kiểu dữ liệu binary), “Car ownership” (quantitative interger), “Travel cost/km” (ordinal), “Income level” (ordinal) và thuộc tính phân loại – category attribute – “Transportation mode” (ordinal).
* Từ tập dữ liệu trên, chúng ta có thể tạo ra cây quyết định như sau:



Hình 7. Ví dụ về cây quyết định

* Trong cây quyết định trên, thuộc tính “Income level” không xuất hiện trong cây; vì dựa vào Bảng 1 (trang 8), thuộc tính “Travel cost/Km” sẽ sinh ra cây quyết định dùng để phân lớp tốt hơn “Income level”

#### Sử dụng cây quyết định để dự đoán lớp các dữ liệu chưa biết

* Mục đích chính của cây quyết định là dùng để xác định lớp hay nói khác đi là dự đoán lớp của các dữ liệu chưa biết dựa vào cây quyết định được sinh ra từ tập dữ liệu đào tạo (training data)
* Ví dụ: dựa vào ví dụ ở phần 3.1.1 Giới thiệu về cây quyết định (trang 8). Cho tập dữ liệu cần dự đoán sau đây:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Name | Gender | Car ownership | Travel cost ($/km) | Income level | Transportation mode |
| Ngoc | Female | 1 | Cheap | High | ? |
| Hieu | Male | 0 | Standard | High | ? |
| Phuc | Male | 1 | Cheap | Medium | ? |
| Nguyen | Male | 2 | Expensive | High | ? |

Bảng 2. Ví dụ về bảng dữ liệu cần dự đoán phương tiện di chuyển

* Dựa vào cây quyết định (Hình 1, trang 9), cây quyết định sẽ được duyệt từ nút gốc “Travel cost/km”, dãy các luật sau sẽ được sinh ra:
* Nếu “Travel cost/Km” là **Expensive** thì người đó sẽ chọn phương tiện di chuyển là **car**.
* Nếu “Travel cost/Km” là **Standard** thì người đó sẽ chọn phương tiện di chuyển là **train**
* Nếu “Travel cost/Km” là **Cheap**, chúng ta sẽ xem xét thuộc tính “Gender”:
  + Nếu “Gender” là **Male**, người đó sẽ chọn phương tiện là **bus**
  + Nếu “Gender là **Female**, thì xem người đó sở hữu bao nhiêu xe hơi (thuộc tính “Car ownership”). Nếu số xe sở hữu là **0**, thì người đó sẽ chọn phương tiện di chuyển là **bus**; ngược lại, nếu số xe sở hữu lớn hơn hay bằng **1**, thì người đó sẽ chọn phương tiện di chuyển là **train**.
* Bảng 2 sẽ được dự đoán như sau:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Name | Gender | Car ownership | Travel cost ($/km) | Income level | Transportation mode |
| Ngoc | Female | 1 | Cheap | High | Train |
| Hieu | Male | 0 | Standard | High | Train |
| Phuc | Male | 1 | Cheap | Medium | Bus |
| Nguyen | Male | 2 | Expensive | High | Car |

Bảng 3. Bảng dữ liệu kết quả dự đoán phương tiện di chuyển

* **Một số chú ý khi sử dụng cây quyết định:**
* Phụ thuộc rất nhiều vào training data, tập dữ liệu training data càng lớn thì cây quyết định sẽ đáng tin cậy hơn.
* Không thể nói cây quyết định được sinh ra từ cây quyết định trên là tập luật tốt nhất
* Có nhiều thuật toán phân lớp: ID3, J48, C4.5, C5, CART (Classification and Regression Tree), … Việc lựa chọn thuật toán phụ thuốc vào rất nhiều yếu tố, trong đó yếu tố cấu trúc dữ liệu ảnh hưởng rất nhiều đến kết quả của thuật toán. Chẳn hạn, thuật toán ID3 và CART hiệu quả cho việc phân lớp đối với các dữ liệu số (quantitative value), trong khi đó, thuật toán J48, C4.5 có hiệu quả hơn đối với dữ liệu Qualititive value (ordinal, binary, nominal)

#### Một số độ đo thông dụng

* Cho bảng dữ liệu bao gồm các thuộc tính và thuộc tính phân lớp, chúng ta có thể đo được tính đồng nhất hay không đồng nhất thông qua thuộc tính phân lớp. Bảng dữ liệu có tính đồng nhất nếu nó có duy nhất một phân lớp. Ngược lại, nếu nó có nhiều phân lớp khác nhau, thì bảng dữ liệu có tính không đồng nhất hay tính pha trộn. Chúng ta có thể đo được mức độ pha trộn (Impurity Degree); Entropy, độ đo Gini và classification error là những cách tính mức độ pha trộn thông dụng nhất.

*Pj: xác suất xảy ra phân lớp j*

* Ví dụ: Chúng ta cùng nhìn lại Bảng 1. Ví dụ bảng dữ liệu lựa chọn phương tiện di chuyển. “Transportation mode” có 3 nhóm Bus, Car và Train. Bảng 1 có 10 dòng dữ liệu, trong đó “Transportation mode” có 4 buses, 3 cars, 3 trains (4B, 3C, 3T).
* Xác suất để xảy ra cho từng phân lớp là:

##### Entropy

Khi bảng dữ liệu có duy nhất 1 phân lớp thì Entropy sẽ bằng 0 vì xác suất là 1 và . Entropy sẽ đạt giá trị cực đại khi tất cả thuộc tính phân lớp có xác suất xảy ra bằng nhau. Biểu đồ dưới đây thể hiện giá trị cực đại của Entropy sẽ thay đổi phụ thuộc vào số lượng thuộc tính phân lớp n, trong trường hợp xác xuất tất cả thuộc tính phân lớp thì . Giá trị của Entropy sẽ lớn hơn 1 khi số lượng thuộc tính phân lớp nhiều hơn 2



Biểu đồ 1. Mối liên hệ giữa giá trị Entropy cực đại và số lượng phân lớp

##### Gini index

* Một cách khác để tính “Impurity degree”.
* Chúng ta cùng quay lại ví dụ ở trên
* Khi bảng dữ liệu có duy nhất 1 phân lớp thì Gini index sẽ bằng 0 vì xác suất bằng 1 và . Cũng giống như Entropy, Gini index sẽ đạt giá trí cực đại khi tất cả thuộc tính phân lớp có xác suất xảy ra bằng nhau. Biểu đồ dưới đây thể hiển giá trị cực đại của Gini index sẽ khác nhau phụ thuộc vào số lượng phân lớp n, khi xác xuất tất cả thuộc tính phân lớp



Biểu đồ 2. Mối liên hệ giữa giá trị Gini index cực đại và số lượng phân lớp

##### Classification error

* Trong ví dụ trên
* Cũng giống như Entropy và Gini index, Classification error sẽ bằng 0 khi bảng dữ liệu có duy nhất 1 phân lớp vì xác suất bằng 1 và .

#### Nguyên tắc hoạt động của một số thuật toán xây dựng cây quyết định thường dùng

* Các thuật toán xây dựng cây quyết định thường được sử dụng nhất là ID3, C4.5 và CART (classification and regression trees).
* Nhìn chung, các thuật toán xây dựng cây quyết định đều được xây dựng trên quy tắc đệ quy. Ví dụ, Hunt là thuật toán dựng cây quyết định, đệ quy theo nút của cây, bắt đầu từ nút gốc. Mặc dù kết quả đạt được từ thuật toán Hunt không được tối ưu, nhưng đây là một trong những một trong những thuật toán dùng để xây dựng cây quyết định sớm nhất.

##### Lần lặp đầu tiên

* Giả sử, chúng ta có một bảng dữ liệu chứa các thuộc tính và thuộc tính phân lớp, tạm gọi bảng này là D. Từ bảng D, chúng ta sẽ lấy ra từng cột thuộc tính trong bảng để đối chiếu với các giá trị của thuộc tính phân lớp. Nếu chúng ta có p cột dữ liệu, và lấy từng phần tử p là tập con của D, tạm gọi từng tập hợp này là Si. Bảng D là tập hợp những Si và thuộc tính phân lớp.



Hình 8. Phân chia bảng D thành những tập con Si

* Sau khi phân chia bảng dữ liệu D như trên, chúng ta sẽ tính mức độ pha trộn (tham khảo cách tính tại phần 3.1.3 Một số độ đo thông dụng)
* Ví dụ, dựa vào Bảng 1. Ví dụ bảng dữ liệu lựa chọn phương tiện di chuyển. chúng ta có thể tính “Impurity degree” dựa vào thuộc tính phân lớp “Transportation mode”. “Transportation mode” có 4 busses, 3 cars và 3 trains (4B, 3C, 3T)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Thuộc tính (Attribute) | | | | Thuộc tính phân lớp (Class) |
| Gender | Car ownership | Travel cost ($/km) | Income level | Transportation mode |
| Male | 0 | Cheap | Low | Bus |
| Male | 1 | Cheap | Medium | Bus |
| Female | 1 | Cheap | Medium | Train |
| Female | 0 | Cheap | Low | Bus |
| Male | 1 | Cheap | Medium | Bus |
| Male | 0 | Standard | Medium | Train |
| Female | 1 | Standard | Medium | Train |
| Female | 1 | Expensive | High | Car |
| Male | 2 | Expensive | Medium | Car |
| Female | 2 | Expensive | High | Car |

4B, 3C, 3T

Entropy 1.571

Gini index 0.660

Classification index 0.600

* Sau khi phân chia bảng D thành từng tập con Si, chúng ta tiếp tục phân chia Si để tính “Impurity degree” cho từng giá trị thuộc tính trong từng tập Si



Hình 9. Phân chia Si dựa vào phân lớp

* Tiếp tục ví dụ trên, thuộc tính “Travel cost/km” có 3 giá trị, đó là “Cheap”, “Standard” và “Expensive”.



Hình 10. Độ lợi thông tin thuộc tính Travel cost/Km

* **Độ lợi thông tin (Information Gain):**
  + Có sự khác nhau giữa các cách tính mức độ pha trộn “Impurity degree” giữa bảng D và các tập con Si, chúng ta sẽ tiến hành so sánh “Impurity degree” trước và sau khi phân chia bảng thành những tập con (ví dụ như phân chia D thành từng tập con Si). Information gain là một phương pháp để đo lường sự khác nhau này. Chúng ta sẽ so sánh lợi ích khi chia bảng dữ liệu theo các giá trị của thuộc tính, từ đó chọn ra thuộc tính tối ưu để phân chia
* Xét ví dụ trên, bảng D có 3 phân lớp 4B, 3C và 3T và có Entropy là 1.571. Bây giờ chúng ta sẽ sử dụng thuộc tính “Travel cost/km” để chia bảng thành 3 phần:
* “Travel cost/km” có giá trị là Cheap, thuộc tính phân lớp có 4B và 1T

* “Travel cost/km” có giá trị là Standard, thuộc tính phân lớp có 2T, vì lúc này chỉ có duy nhất 1 thuộc tính phân lớp)
* “Travel cost/km” có giá trị là Expensive, thuộc tính phân lớp có 3C, vì lúc này chỉ có duy nhất 1 thuộc tính phân lớp)
* Tương tự chúng ta sẽ tính được độ đo Gini index và Classification error:

|  |  |
| --- | --- |
| **Lợi ích khi chia theo thuộc tính “Travel cost/km” dựa vào** | |
| Entropy | 1.210 |
| Gini index | 0.500 |
| Classification error | 0.500 |

Bảng 4. Lợi ích khi chia bảng D theo thuộc tính “Travel cost/km”

* Chúng ta thực hiện lần lượt cho các thuộc tính còn lại của bảng D: “Gender”, “Car ownership” và “Income level”



Hình 11. Độ lợi thông tin các thuộc tính còn lại trong Bảng 1

* Bảng dưới đây sẽ cho chúng ta thấy độ lợi thông tin cho tất cả 4 thuộc tính trong bảng D. Chúng ta không cần tính “Impurity degree” dựa trên cả 3 độ đo Entropy, Gini index và Classification error, chỉ cần chọn lựa 1 trong 3 độ đo trên.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kết quả của lần lặp đầu tiên** | | | | |
| Độ lợi | Gender | Car ownership | Travel cost/Km | Income level |
| Entropy | 0.125 | 0.534 | **1.210** | 0.695 |
| Gini index | 0.060 | 0.207 | **0.500** | 0.293 |
| Classification error | 0.100 | 0.200 | **0.500** | 0.300 |

Bảng 5. Kết quả độ lợi thông tin sau khi phân chia bảng D theo từng thuộc tính

* Sau khi tính được độ lợi thông tin cho từng thuộc tính, chúng ta sẽ lựa chọn thuộc tính có độ lợi thông tin cao nhất để làm node gốc cho cây quyết định. Bảng trên cho thấy, độ lợi thông tin khi phân lớp theo thuộc tính “Travel cost/km” là cao nhất nên chúng ta sẽ chọn “Travel cost/km” là node gốc của cây.



Hình 12. Node gốc của cây quyết định sau lần lặp đầu tiên

* Bảng D sẽ được phân chia theo thuộc tính “Travel cost/km” như sau:



Hình 13. Bảng D được phân chia sau lần lặp đầu tiên



Hình 14. Cây quyết định sau lần lặp đầu tiên

##### Những lần phân lớp tiếp theo

Trong phần này sẽ sử dụng lại ví dụ ở phần 3.1.4.1

###### Lần phân lớp thứ 2

* Sau lần lặp đầu tiên, chúng ta cần cập nhật lại bảng dữ liệu. Khi chúng ta phân chia bảng D theo node gốc “Travel cost/km”, những dòng dữ liệu có giá trị thuộc tính “Travel cost/km” là Expensive và Standard đã là phân lớp thuần khiết, chúng ta không cần sử dụng lại những dòng dữ liệu này để phân lớp. Trong lần lặp này, “Travel cost/km” chỉ còn lại giá trị Cheap, chúng ta sẽ loại bỏ thuộc tính này



Hình 15. Dữ liệu cho lần phân lớp thứ 2

* Tính “Impurity degree” cho bảng chính



Hình 16. Tính Impurity degree cho lần phân lớp thứ 2

* Tính “Impurity degree” cho các thuộc tính của bảng chính



Hình 17. Tính Impurity degree các thuộc tính cho lần phân lớp thứ 2

* Độ lợi thông tin khi phân lớp theo thuộc tính “Gender” lớn nhất. Chúng ta sẽ phân chia bảng dữ liệu như sau:



Hình 18. Bảng dữ liệu sau khi chia theo phân lớp Gender

* Cây quyết định sau lần phân lớp thứ 2:



Hình 19. Cây quyết định sau lần phân lớp thứ 2

###### Lần phân lớp thứ 3

Tương tự sau lần phân lớp thứ 2, bảng dữ liệu cho lần phân lớp thứ 3 như sau:



Bảng 6. Bảng dữ liệu cho lần phân lớp thứ 3

Nếu chia bảng trên theo “Car ownership” hay “Income level” thì bảng dữ liệu được chia đều có duy nhất 1 phân lớp. Chúng ta có thể chia bảng dữ liệu theo 1 trong 2 thuộc tính này.



Hình 20. Cây quyết định đầy đủ sau 3 lần phân lớp

#### Đánh giá cây quyết định trong lĩnh vực khai thác dữ liệu

##### Điểm mạnh

* **Cây quyết định sinh ra các quy tắc hiểu được**

Cây quyết định có thể sinh ra các quy tắc được chuyển đổi sang tiếng Anh hay câu lệnh SQL. Thậm chí đối với những tập dữ liệu lớn làm cho hình dáng cây quyết định lớn và phức tạp, việc duyệt cây cũng rất dễ dàng. Bất cứ một sự phân lớp hay dự đoán nào đều tương đối minh bạch. Đây là ưu điểm nổi bật của cây quyết định.

* **Cây quyết định có thể thực thi trong những lĩnh vực hướng quy tắc**

Cây quyết định là sự lựa chọn hoàn hảo cho những lĩnh vực có quy tắc, từ lĩnh vực di truyền đến các những quá trình công nghiệp chứa các quy tắc ẩn, không rõ ràng (underlying rules), dữ liệu lỗi chưa được tiền xử lý khá phức tạp và tối nghĩa. Cây quyết định là một lựa chọn tối ưu khi cần tìm ra những quy tắc ẩn, không rõ ràng trong kho dữ liệu (data warehouse)

* **Dễ dàng tính toán trong khi phân lớp**

Những thuật toán xây dựng cây quyết định thường tạo ra cây với số phân nhánh thấp và kiểm tra đơn giản tại từng node. Những thuật toán này thường kiểm tra bằng cách so sánh số, xem xét phần tử của một tập hợp hay các phép nối đơn giản, những thao tác này sẽ được chuyển thành các toán hàm logic và số nguyên, đây là những toán hạng thực thi nhanh và chi phí tối ưu. Trong môi trường thương mại, các mô hình dự đoán này được sử dụng để phân lớp hàng triệu, thậm chí hàng tỷ bản ghi, bởi vậy có thể nói đây là một ưu điểm quan trọng của cây quyết định.

* **Cây quyết định xử lý với cả thuộc tính liên tục và thuộc tính rời rạc**

Các thuộc tính liên tục hay rời rạc đều có thể xử lý bằng cây quyết định. Tuy nhiên, thuộc tính liên tục cần nhiều tài nguyên tính toán hơn, được phân chia bằng việc chọn ra một ngưỡng trong tập các giá trị đã được sắp xếp của thuộc tính đó.

* **Thể hiện rõ ràng những thuộc tính quan trọng nhất cho việc dự đoán phân lớp**

Các thuật toán xây dựng cây quyết định chỉ ra những thuộc tính dùng để phân chia tốt nhất tập dữ liệu đào tạo bắt đầu từ node gốc của cây. Chính vì vậy, chúng ta có thể thấy được thuộc tính nào là quan trọng, có mức độ phụ thuộc lớn cho việc dự đoán hay phân lớp

##### Điểm yếu

Mặc dù có những điểm mạnh nổi bật trên, cây quyết định vẫn không tránh khỏi những điểm yếu. Cây quyết định không thích hợp lắm với những bài toán mục tiêu, như là dự đoán giá trị của thuộc tính liên tục: thu nhập, huyết áp, lãi suất ngân hàng… Bên cạnh đó, cây quyết định cũng khó giải quyết với những dữ liệu thời gian liên tục.

* **Cây quyết định dễ xảy ra lỗi khi có nhiều phân lớp**

Một số thuật toán chỉ tao tác với những lớp giá trị nhị phân dạng “có/không” hay “đồng ý/từ chối”. Số khác có thể chỉ định các bản ghi vào một số lớp bất kỳ nhưng dễ xảy ra lỗi khi ứng với một phân lớp có số lượng dữ liệu đào tạo nhỏ.

* **Chi phí tính toán để đào tạo cao**

Điểm này nghe có vẻ mâu thuẩn với điểm mạnh phía trên. Quá trình xây dựng cây quyết định khác đắt về mặt tính toán. Điều này cũng dễ hiểu vì *cây quyết định có nhiều node trong trước khi đi đến node lá cuối cùng*, ứng với từng node, chúng ta cần tính một độ đo (hay tiêu chuẩn phân chia) trên từng thuộc tính. Bên cạnh đó, đối với thuộc tính liên tục, chúng ta còn phải thêm thao tác sắp xếp lại dữ liệu theo thứ tự giá trị của thuộc tính đó. Quá trình này chọn ra những thuộc tính để phân lớp tốt nhất. Một số thuật toán còn sử dụng tổ hợp các thuộc tính kết hợp với nhau có trọng số để phát triển cây. Quá trình cắt tỉa cây chi phí cũng khá cao vì trong quá trình cắt tỉa, nhiều cây con sẽ được tạo ra và so sánh.

### Một số lý thuyết cơ bản OOP Design

Có 3 loại mối quan hệ (Relationship) chính giữa các Object: association, aggregation, composition. Việc sử dụng đúng relationship rất quan trọng trong việc thiết kế kiến trúc của một hệ thống phần mềm.

#### Association relationship

**Week association**

*Ví dụ*: Class A được liên kết với Class B thông qua phương thức trong Class A có include parameter đầu vào là một instance của Class B



Hình 21. Week association

**Strong association**



Hình 22. Strong association

#### Aggregation relationship



Hình 23. Aggregation relationship

#### Composition relationship



Hình 24. Composition relationship

#### Inheritance

#### Polymorphism

### Design Patterns

Design Pattern là những thiết kế đã được sử dụng và được đánh giá tốt giúp giải quyết những vấn đề thiết kế thường gặp, Design pattern chú trọng việc giúp cho bản thiết kế có tính uyển chuyển, dễ nâng cấp, thay đổi.

#### Vai trò của design pattern:

* Cung cấp phương pháp giải quyết những vấn đề thường gặp trong thực tế đã được đánh giá, kiểm nghiệm.
* Là biện pháp tái sử dụng tri thức các chuyên gia phần mềm.
* Hình thành kho tri thức, ngữ vựng trong giao tiếp giữa những người làm phần mềm
* Giúp người tìm hiểu về design pattern nắm vững hơn đặc điểm của ngôn ngữ lập trình, nhất là lập trình hướng đối tượng.

#### Khả năng ứng dụng của design pattern

* Tìm kiếm đối tượng: Chúng ta thường gặp khó khăn trong việc phân chia hệ thống thành một tập hợp các đối tượng hoạt động hiệu quả, việc sử dụng các mẫu thiết kế giúp đưa ra những đối tượng thường gặp trong những trường hợp thiết kế tương tự đã gặp trước đây.
* Xác định số lượng và kích thước đối tượng: trong trường hợp hệ thống cần ràng buộc số lượng xác định đối tượng đang hoạt động hoặc người thiết kế đang băn khăn về việc nên tập trung một số chức năng nào đó vào trong một đối tượng hay tách ra thành nhiều đối tượng.
* Xác định interface và hiện thực (implement) của đối tượng. “Program to an interface, not an implementation”: lập trình bắt đầu từ interface sau đó hiện thực chúng.
* Giúp thiết kế theo hướng tái sử dụng và linh động bằng cách sử dụng mối quan hệ giữa các đối tượng (tính bao đóng, tính thừa kế…) một cách phù hợp và thiết kế theo hướng tiên đoán trước các thay đổi trong tương lai

#### Phân loại Object Oriented Design Patterns

* Mỗi nhóm design pattern có các pattern về lớp (class patterns) và pattern về đối tượng (object patterns)
* **Class patterns** dựa trên mối quan hệ thừa kế giữa các lớp, mối quan hệ này là tĩnh (xác định tại thời điểm dịch), do đó class patterns thích hợp cho hệ thống không cần thay đổi động trong thời gian chạy
* **Object patterns** dựa trên mối quan hệ giữa các đối tượng, do đó có thể thay đổi ở thời điểm chạy

#### Design patterns có ba nhóm chính:

* **Structural**: Cung cấp cơ chế xử lý những lớp không thể thay đổi (lớp thư viện của third party…), ràng buộc muộn (lower coupling) và cung cấp các cơ chế khác để kế thừa
* **Creational**: Khắc phục các vấn đề khởi tạo đối tượng, hạn chế sự phụ thuộc vào nền tảng (platform).
* **Behavioral**: Che dấu hiện thực của đối tượng, che dấu giải thuật, hỗ trợ việc thay đổi cấu hình đối tượng một cách linh động.

#### Nhóm Structural patterns

* Nhóm này tập trung giải quyết các vấn đề về kết hợp các lớp, các đối tượng thành một kiến trúc lớn hơn
* Các mẫu cấu trúc lớp (structural class patterns) sử dụng kế thừa nhằm kết hợp các class hay các interface với nhau. Tương tự quá trình đa thừa kế, một lớp thừa kế từ nhiều lớp cha hay interface sẽ mang đặc điểm của tất cả các lớp cha hay interface gộp lại.
* Các mẫu cấu trúc đối tượng (structural object patterns) tập trung vào việc kết hợp các đối tượng để thực hiện một chức năng cụ thể
* Structural patterns bao gồm: Adapter, composite, proxy, decorator, facade và flyweight

#### Nhóm Creational patterns

* Creational design patterns giúp xây dựng hệ thống linh động về mặt khởi tạo, quản lý và sử dụng các đối tượng. Chúng cho phép hệ thống chủ động trong việc xác định đối tượng nào được tạo ra, ai tạo ra đối tượng, cách thức và thời điểm khởi tạo.
* Đặc điểm nổi bật trong creationnal patterns là chương trình cần sử dụng đối tượng không trực tiếp sinh ra đối tượng mà nhờ các phần tử trung gia để tăng độ linh động
* Class creational patterns sử dụng đặc điểm thừa kế để thay đổi class sẽ được sử dụng để sinh ra đối tượng.
* Object creational patterns truyền quá trình khởi tạo đối tượng cho một đối tượng khác.
* Creational patterns bao gồm Abstract Factory, Factory Method, Prototype, Singleton và Builder.

#### Nhóm Behavioral patterns

* Nhóm behavioral tập trung vào giải thuật và sự phân bố công việc giữa các object.
* Behavioral class patterns sử dụng kế thừa để chuyển giao công việc giữa các class.
* Object patterns sử dụng tính đa hình và bao đóng để truyền công việc từ đối tượng này sang đối tượng khác.
* Behavioral patterns bao gồm Chain of Responsibility, Template method, Strategy, Command, State, Observer

### 4+1 Architecture View Model

Trong bài toán về xây dựng kiến trúc của một hệ thống phần mềm: đòi hỏi nhà kiến trúc sư phần mềm (software architect) phải làm việc độc với các bên liên quan (stackholder) bao gồm: người sử dụng đầu cuối (end-user), lập trình viên (developer), kỹ sư hệ thốn (system engineer), quản trị dự án phần mềm (project manager), v.v… để giải quyết những những gốc độ khác nhau của kiến trúc hệ thống (tạm gọi Views): chức năng hệ người dùng đầu cuối, giải pháp cho người phát triển, giải pháp tích hợp, triển khai hệ thống, giải pháp hiệu năng…

4+1 Architecture View được thiết kế bởi Philippe Kruchten. Mô hình cho phép mô tả các gốc độ khác nhau của bài toán kiến trúc phần mềm qua các Views khác nhau:



* **Scenarios (Use Case view):** thể hiện các vấn đề và các giải pháp liên quan đến chức năng tổng quát của hệ thống.

*Đối tượng*: tất cả các stakeholders của hệ thống, bao gồm cả người dùng cuối.

*Mô tả*: diễn tả các chức năng quan trọng, trung tâm của hệ thống. Mô tả những actors và các user cases của hệ thống.

* **Logical view:** thể hiện các vấn đề liên quan đến cấu trúc thiết kế của hệ thống, mô tả thiết kế tổ chức của hệ thống thành các hệ thống con, thành phần, lớp, giao diện, và làm thế nào mà các yếu tố này kết hợp với nhau để tạo ra các chức năng đã miêu tả trong phần Use-Case View. Ngoài ra, Logical View cũng rất quan tâm đến những chức năng mà hệ thống cung cấp cho người dùng, thể hiện qua lược đồ Class, lược đồ tuần tự.

*Đối tượng:* Designers.

*Mô tả:* miêu tả phương thức mà các chức năng của hệ thống sẽ được cung cấp. Ngược lại với use case view, Logical view nhìn vào phía bên trong hệ thống; miêu tả các lớp,các đối tượng, quan hệ.

* **Process view:** thể hiện các vấn đề liên quan đến việc xử lý giao tiếp và đồng bộ trong hệ thống. Process View quan tâm đến khía cạnh động của hệ thống, giải thích về các quy trình hoạt động của hệ thống và cách mà các thành phần giao tiếp với nhau, tập trung vào các hành vi của hệ thống vào thời điểm hoạt động. Nó minh họa quá trình phân hủy hệ thống chính thành biểu đồ của các lớp và các hệ thống con bởi một luồng thực thi tác vụ, một tiến trình hoạt động của chức năng hệ thống. Process View được thể hiện chi tiết ở lược đồ hoạt động

*Đối tượng*: Integrators.

*Mô tả*: chia hệ thống thành các tiến trình (process) có thể được thực thi song song, hướng nhìn này cũng phải quan tâm đến vấn đề giao tiếp và đồng bộ hóa các tiến trình đó.

* **Deployment view**: thể hiện các vấn đề liên quan đến việc triển khai hệ thống. Deployment View mô tả cách mà các tiến trình thực thi tác vụ được cấp phát cho phần cứng bên dưới hệ thống, môi trường thực thi, và nó còn thể hiện con đường truyền thông giao tiếp giữa các phần cứng với nhau.

*Đối tượng*: Deployment managers.

*Mô tả*: khai chỉ cho chúng ta sơ đồ triển khai về mặt vật lý của hệ thống, ví dụ như các máy tính cũng như các máy móc và sự liên kết giữa chúng với nhau. Hướng nhìn này cũng bao gồm sự ánh xạ các thành phần của hệ thống vào cấu trúc vật lý.

* **Implementation view**: thể hiện các vấn đề liên quan đến việc tổ chức các thành phần trong hệ thống. Implementation view mô tả các thành phần của hệ thống đã được ta nhận ra bởi quan điểm Logical View, thể hiện sự phụ thuộc giữa các thành phần này bên trong hệ thống.

*Đối tượng*: Programmers.

*Mô tả*: chỉ ra khía cạnh tổ chức của các thành phần code, mô tả các lớp và các hệ thống con của ứng dụng.

# Giải quyết bài toán kiến trúc

Lý thuyết và phương pháp ở trên đã được chúng tôi áp dụng vào việc giải quyết bài toán kiến trúc được đề cập ở phần “***2. Giới thiệu bài toán kiến trúc***”.

Tổ chức thông tin và sự linh hoạt của hệ thống so khớp được giải quyết bằng việc lưu trữ thông tin về nhu cầu và “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” dưới dạng **tag** kết hợp **taxonomy**. Đồng thời, **taxonomy** và **cây quyết định** sẽ gợi ý cho actor xây dựng cây thông tin nhu cầu và “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” một cách nhanh chóng và hiệu quả. Bài toán 2 được giải quyết bằng việc lưu trữ “độ tương quan giữa các tag” thông qua bảng **SimilarityTerm**. So khớp kết hợp mức độ tương quan giữa các tag nhằm giải quyết bài toán kiến trúc còn lại.

## Tổ chức thông tin có cấu trúc linh hoạt

Theo xu hướng lưu trữ và tìm kiếm thông tin, từ sự tổ chức thông tin có cấu trúc nhưng thiếu tính linh động đến việc phá vỡ cấu trúc đó để lưu trữ thông tin dễ dàng và hợp lý hơn dưới dạng phi cấu trúc ớ mức cao, cụ thể là Tag. Tuy nhiên do khuyết điểm của Tag là không thể hiện ngữ nghĩa của các tag, nhưng giữa các tag ấy tồn tại một mức độ tương quan nhất định. Vì vậy nhóm quyết định giải quyết *Bài toán 1: Tổ chức thông tin và sự linh hoạt của hệ thống so khớp* bằng việc lưu trữ thông tin tag kết hợp cấu trúc hierarchy taxonomy để xây dựng kiến trúc linh hoạt trong việc tổ chức, lưu trữ thông tin tạo khả năng tìm kiếm và so khớp thông tin đa dạng trong các lĩnh vực khác nhau.



Hình 25. Mô hình tổ chức thông tin theo tag kết hợp taxonomy

Đầu tiên, ta có một bảng **Object** lưu các thông tin của đối tượng, ví dụ một sản phẩm với các thông tin cơ bản như tên sản phẩm và mô tả. Và kiến trúc hỗ trợ actor gắn các từ khóa (TagName) vào đối tượng, và các tập dữ liệu này được lưu vào bảng **TagAttribute** liên kết với đối tượng thông tin qua thuộc tính “ObjectId”. Đồng thời chính TagAttribute cũng phân nhóm dữ liệu theo cấu trúc cây với thuộc tính ParentId – TagId, tức là mỗi Tag có thể thuộc về một Tag gốc đã được định nghĩa sẵn. Ví dụ sản phẩm A được gán tag “Red” và tag cha là “Color”, hay tag “Điện gia dụng” thuộc tag “Loại sản phẩm”. Vậy như ta thấy kiến trúc đảm bảo tính linh hoạt , cho phép actor thực hiện tagging dễ dàng, mà vẫn có thể quản lý được tập thuộc tính của đối tượng.



Hình 26. Ví dụ tổ chức thông tin theo tag kết hợp taxonomy

Kiến trúc còn hỗ trợ actor quy định trọng số (Weight) cho mỗi tag nhằm thể hiện mức độ quan trọng giữa các tiêu chí yêu cầu khi thực hiện so khớp với đối tượng “sản phẩm đáp ứng nhu cầu”. Thuộc tính “Required” cho phép actor quy định tag này có phải là yêu cầu bắt buộc hay không. Và thông qua thuộc tính “TableReference” hệ thống có thể phân biệt các tag thuộc những loại đối tượng riêng biệt như yêu cầu tuyển dụng và hồ sơ ứng viên. Tuy nhiên có một số trường hợp chỉ gán một từ khóa cho đối tượng thì vẫn chưa đủ, ví dụ giá bán của sản phẩm nếu chỉ gán từ khóa “Price” thì không có ý nghĩa, vì vậy thuộc tính “TagValue” sẽ định nghĩa giá trị cho “TagName”, trong trường hợp này sẽ là một con số cụ thể cho giá sản phầm.

Với kiến trúc tổ chức thông tin như trên, đảm bảo tính mở rộng của kiến trúc, khả năng tích hợp vào một hệ thống khác dễ dàng và việc so khớp thông tin giữa các đối tượng khác nhau được thực thi hiệu quả hơn so với mô hình kiến trúc nghiệp vụ thông thường.

## So khớp kết hợp mức độ tương quan giữa các tag

Trong quá trình thực hiện đề tài, khi nghiên cứu phương pháp so khớp thông tin dựa trên các tập thuộc tính Tag của đối tượng, chúng tôi nhận thấy vấn đề độ tương quan ngữ nghĩa giữa các từ khóa, như đã được đề cập ở phần trên, nhưng do phạm vi đề tài và thời gian hạn chế nên chúng tôi quyết định không nghiên cứu phương pháp tính độ tương quan ngữ nghĩa của hai từ khóa. Thay vào đó chúng tôi tích hợp kết quả tính toán độ tương quan vào kiến trúc, sau đó xây dựng phương pháp so khớp thông tin có ngữ nghĩa. Nhờ vậy kiến trúc đảm bảo khả năng mở rộng và phát triển Semantic web nhằm xây dựng hệ thống so khớp hoàn thiện hơn.



Hình 27. Class diagram mức độ tương quan giữa các tag theo góc nhìn

* ***So khớp linh hoạt theo góc nhìn:***

- Đứng dưới mỗi góc nhìn khác nhau, mức độ tương quan giữa các tag cũng khác nhau. Ví dụ: xét mức độ tương quan giữa tôi và thầy hướng dẫn, đứng dưới góc nhìn là quan hệ gia đình, thì rõ ràng tôi và thầy không có mối quan hệ gì với nhau, nói cụ thể hơn là mức độ tương quan giữa tôi và thầy là bằng không, nhưng dưới góc nhìn là quan hệ thầy trò, thì thầy là người đã tận tình chỉ dạy và hướng dẫn chúng tôi từ lúc bắt đầu khoá luận này. Như vậy, khi nhu cầu và “sản phẩm đáp ứng nhu cầu”cụ thể được mô tả thông qua các thuộc tính, dưới một góc nhìn về một lĩnh vực cụ thể nào đó thì thuộc tính A có thể có mức độ tương quan với thuộc tính B, tuy nhiên, khi xét dưới góc nhìn khác, thì mức độ tương quan này sẽ không còn phù hợp nữa, việc này đòi hỏi giữa các góc nhìn khác nhau, các thuộc tính sẽ có mức độ tương quan thay đổi phù hợp với chính góc nhìn đó. Một ví dụ cụ thể, chúng ta có thuộc tính A lưu trữ giá trị là “quả cam xanh” và thuộc tính B lưu trữ giá trị là “quả cam màu cam”, đứng dưới góc nhìn của một người nội trợ, hai thuộc tính này có mức độ tương quan với nhau, quả cam xanh hay quả cam màu cam đều có thể chế biến món ăn được, tuy nhiên, nếu xét dưới góc nhìn của một người hoạ sĩ thì lại khác, việc vẽ “quả cam xanh” hay “quả cam màu cam” đòi hỏi người hoạ sĩ phải dùng những màu khác nhau để vẽ, mức độ tương quan giữa hai thuộc tính này gần như không có.

Như hình trên, SimilarityTerm và View (góc nhìn) có quan hệ phụ thuộc với nhau, ứng với mỗi góc nhìn khác nhau thì mức độ tương quan giữa các tag sẽ khác nhau.

* ***So khớp linh hoạt theo thời gian:***

Mức độ tương quan giữa các tag có thể thay đổi theo thời gian. Nhu cầu và “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” được so khớp với nhau, từ đó hệ thống sẽ đưa ra mức độ so khớp giữa hai đối tượng này nhằm mục đích gợi ý cho người dùng lựa chọn. Tuy nhiên, “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” có được người sử dụng lựa chọn hay không chỉ dựa vào một phần của sự so khớp này. Khi hệ thống có cái nhìn khách quan từ người dùng, các tập dữ liệu training sẽ được thay đổi nhằm cập nhật kịp thời mức độ tương quan giữa các tag, xu hướng người phát sinh nhu cầu lựa chọn cho mình những “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” nào, sự so khớp thể hiện ở đâu, những thuộc tính nào có mức độ tương quan với nhau. Khi áp dụng phương pháp khai thác dữ liệu, mức độ tương quan này sẽ được cập nhật theo thời gian, giúp cho hệ thống so khớp hoạt động khách quan hơn từ ý kiến của người sử dụng. Do thời gian có giới hạn, chúng tôi chỉ cung cấp giải pháp mức độ tương quan giữa các tag thông qua class SimilarityTerm, class này lưu trữ thông tin sau khi phân tích mức độ tương quan giữa các tag, giúp cho việc truy xuất mức độ tương quan nhanh chóng và kịp thời hơn, người dùng chỉ cần cho biết hai từ khoá cần so sánh mức độ tương quan và việc so sánh đứng dưới góc nhìn cụ thể nào, class SimilarityTerm sẽ trả lời cho người dùng biết mức độ tương quan giữa chúng. Thông qua điểm mạnh dễ mỡ rộng của kiến trúc, hệ thống tính mức độ tương quan có thể được lập trình viên triển khai và tích hợp vào kiến trúc một cách dễ dàng.

Về phương pháp so khớp, nhóm thực hiện bằng cách duyệt và so sánh từng thuộc tính trong hai cây thuộc tính của hai đối tượng khác nhau. Nếu hai từ khóa so sánh không khớp hoàn toàn với nhau, sẽ tìm từ khóa tương quan trong SimilarityTerm, sau đó sử dụng từ khóa thực hiện so sánh lần nữa. Kết quả so sánh của hai đối tượng là số phần trăm khớp với nhau. Tuy nhiên, đối với các lĩnh vực nghiệp vụ khác nhau thì cách so khớp có một vài điểm khác biệt cho nên kiến trúc phải cho phép lập trình viên viết lại giải thuật so khớp cho phù hợp với nghiệp vụ của họ.

*Việc mức độ tương quan có giá trị thay đổi theo góc nhìn và thời gian nói trên đã góp phần tạo được sự linh hoạt cho hệ thống xác định mức độ tương quan và hệ thống so khớp.*

## Áp dụng cây quyết định vào bài toán

### Mircosoft Analysis Services

Microsoft SQL Server Denali cung cấp một môi trường làm việc với các mô hình khai thác dữ liệu được gọi là “Business Intelligence Development Studio”. Môi trường này bao gồm các thuận toán khai thác dữ liệu và các công cụ xây dựng giải pháp toàn diện cho các dự án khác nhau dễ hơn. Microsoft SQL Server Analysis Services là một thành phần của Microsoft SQL Server Denali chạy trên nền tảng của Microsoft Visual Studio cung cấp nhiều giải pháp, ứng với từng giải pháp là Microsoft tập hợp nhiều thuật toán có thể sử dụng trong khai thác dữ liệu. Sau khi tiến hành sử dụng và đánh giá một số công cụ hỗ trợ tạo cây quyết định hiện có như Weka, Mircosoft Analysis Services API,… chúng tôi quyết định lựa chọn Mircosoft Analysis Services API để ứng dụng giải quyết bài toán của nhóm. Việc sử dụng Mircosoft Analysis Services API giúp chúng tôi có thể dễ dàng xây dựng cây quyết định một cách độc lập, không phụ thuộc vào “Business Intelligence Development Studio”.



Hình 28. Cấu trúc cây quyết định khi sử dụng MS Analysis Services API[[8]](#footnote-8)



Hình 29. Dữ liệu nhập xuất khi sử dụng MS Analysis Services API

|  |  |
| --- | --- |
| Dữ liệu đầu vào | Mô tả |
| Data source | Khai báo database chứa các bảng dữ liệu |
| Data source view | Ứng với Data source, lựa chọn các table hay view dùng để khai thác với các phương pháp khai thác dữ liệu được cung cấp sẵn trên MS Analysis Services |
| Mining structure | Cấu trúc của dữ liệu khai thác (liên kết với Data Source View) |
| Mining model | Khai báo một model từ Mining Structure để tiến hành khai thác dữ liệu |
| Algorithm name and Parametter | Tên thuật toán và các tham số cần cung cấp cho thuật toán. Khai báo kèm theo Mining model |

Bảng 7. Bảng mô tả dữ liệu đầu vào khi sử dụng MS Analysis Services

|  |  |
| --- | --- |
| Model content | Mô tả |
| MODEL\_CATALOG | Tên database chứa model |
| MODEL\_NAME | Tên model |
| ATTRIBUTE\_NAME | Tên thuộc tính dự đoán (phân lớp) |
| NODE\_NAME  (NODE\_UNIQUE\_NAME) | Mã node |
| NODE\_TYPE | Kiểu node.  *Kiểu 1 - Model*: node gốc của model  *Kiểu 2 - Tree*: node gốc của cây, có NODE\_CAPTION là “All”  *Kiểu 3 - Interior*: node có node con  *Kiểu 4 - Distribution*: node lá  *Kiểu 5 - Regression tree*: node gốc của cây đệ quy, có NODE\_CAPTION là “All” |
| NODE\_CAPTION | Tên đầu đề của node  Ví dụ: “.NET = True”: các node con của node này bao gồm chính nó đều có các dòng dữ liệu chứa thuộc tính .NET |
| CHILDREN\_CARDINALITY | Số lượng node con cấp 1  Node lá luôn có giá trị bằng 0 (KHÔNG) |
| PARENT\_UNIQUE\_NAME | Node cha |
| NODE\_DESCRIPTION | Tập hợp các NODE\_CAPTION để dẫn đến node hiện tại, phụ thuộc vào độ sâu của cây.  Ví dụ: Java = False and C# = True, để đến node này, các dòng record phải không chứa Java và có chứa C#, node có đầu đề là “Java = False” sẽ là node cha của node “C# = True” |
| NODE\_RULE | Mô tả NODE\_DESCRIPTION bằng XML |
| MARGINAL\_RULE | Mô tả NODE\_CAPTION bằng XML |
| NODE\_PROBABILITY | Xác suất xảy ra node |
| MARGINAL\_PROBABILITY | Xác suất xảy ra node khi xảy ra node cha |
| NODE\_DISTRIBUTION | Sự phân bố giá trị phân lớp của node  NODE\_DISTRIBUTION là bảng lồng, được lưu trữ trong Mining model. Bảng NODE\_DISTRIBUTION bao gồm các thuộc tính sau:  ATTRIBUTE\_NAME: tên thuộc tính phân lớp  ATTRIBUTE\_VALUE: các giá trị có thể xảy ra của thuộc tính phân lớp  SUPPORT: số lượng trường hợp có thuộc tính phân lớp mang giá trị bằng ATTRIBUTE\_VALUE ứng với NODE\_SUPPORT.  PROBABILITY: bằng tỷ số giữa SUPPORT và NODE\_SUPPORT  VARIANCE: Phương sai. Đối với các giá trị rời rạc, phương sai sẽ bằng 0 (KHÔNG)  VALUETYPE: kiểu giá trị (Missing hoặc Discrete) |
| NODE\_SUPPORT | Số lượng dòng dữ liệu tương ứng với node (số trường hợp xảy ra) |
| MSOLAP\_MODEL\_COLUMN | Chỉ ra các cột có thể dùng để dự đoán |
| MSOLAP\_NODE\_SCORE | Hiển thị đến số điểm tương ứng với node |
| MSOLAP\_NODE\_SHORT\_CAPTION | Phục vụ cho mục đích hiển thị |

Bảng 8. Bảng mô tả dữ liệu đầu ra khi sử dụng MS Analysis Services

### Các bước triển khai xây dựng cây quyết định



Hình 30. Dữ liệu đầu vào và đầu ra của Decision Tree Engine



Hình 31. Tiến trình xây dựng cây quyết định của kiến trúc



Hình 32. Cấu trúc bảng DecisionTreeNode và DecisionTreeNodeDistribution

#### Tiền xử lý dữ liệu

Dữ liệu đầu vào, cụ thể là taxonomy sẽ được Decision Tree Engine tiền xử lý để cho kết quả tối ưu nhất.

* *Hệ thống sẽ tạo ra các view tương ứng đối với từng loại đối tượng trong taxonomy. L*ọc các dòng dữ liệu lưu trữ “nhu cầu” hay “sản phẩm đáp ứng nhu cầu”, các “nhu cầu” hay “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” này được phân nhóm theo tên và có một tiền tố (prefix) tương ứng (ví dụ “nhu cầu” có tiền tố là “NC” trước mỗi tên view).
* *Dữ liệu lưu trữ dưới dạng taxonomy phải thông qua kỹ thuật Pivot Transformation của SQL Server* nhằm giúp cho việc khai thác dữ liệu bằng cây quyết định thực hiện dễ dàng hơn. V*í dụ, chúng ta có dữ liệu như sau:*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Actor | Tên sản phẩm đáp ứng nhu cầu | Tên tag |
| A | Áo thun nam | Tay dài |
| A | Áo thun nam | Sọc caro |
| B | Áo thun nam | Tay dài |
| C | Áo thun nam | Cổ cao |
| C | Áo thun nữ | Tay dài |
| D | Áo thun nữ | Có túi |
| D | Áo thun nữ | Không cổ |
| … | … | … |

Bảng 9. Dữ liệu ví dụ trước khi xử lý bằng kỹ thuật Pivot Transformation

Sau khi xử lý bằng kỹ thuật *Pivot Transformation*, dòng sẽ được hoán đổi thành cột, giúp xây dựng cây quyết định dễ dàng hơn.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Actor | SPDUNC | Tay dài | Sọc caro | Cổ cao | Có túi | Không cổ | … |
| A | Áo thun nam | **True** | **True** | False | False | False | … |
| B | Áo thun nam | **True** | False | False | False | False | … |
| C | Áo thun nam | False | False | **True** | False | False | … |
| C | Áo thun nữ | **True** | False | False | False | False | … |
| D | Áo thun nữ | False | False | False | **True** | **True** | … |

Bảng 10. Dữ liệu bảng 9 sau khi xử lý bằng kỹ thuật Pivot Transformation

* *Lọc các ký tự đặc biệt mà MS Analysis Services không thể xử lý bao gồm “.,;'`:/\\*|?"&%$!+=()[]{}<>” để đảm bảo giữ nguyên tên thuộc tính cho “nhu cầu” và “sản phẩm đáp ứng nhu cầu”.* Việc mã hoá các ký tự đặc biệt khắc phục được khuyến điểm của Microsoft Analysis Services cũng như của “Business Intelligence Development Studio (BIDS)” (trong BIDS các ký tự đặc biệt không được giữ lại, tên các thuộc tính có ký tự đặc biệt sẽ bị BIDS lược bỏ)

**Đầu vào**: taxonomy

**Đầu ra**: các view lưu trữ cho từng “nhu cầu” và từng “sản phẩm đáp ứng nhu cầu”, có tiền tố để phân biệt giữa view lưu trữ “nhu cầu” và view lưu trữ “sản phẩm đáp ứng nhu cầu”. Các view được xử lý bằng kỹ thuật Pivot Transformation và được mã hoá các ký tự đặc biệt

#### Tạo Data source

Tạo data source dựa vào thông số kết nối đến Database Engine lưu trữ taxonomy.

**Đầu vào**: Thông số kết nối đến Database Engine lưu trữ taxonomy

**Đầu ra**: Data source object

#### Tạo Data source view

Dựa vào Data Source, tự động dựa vào các tiền tố được tạo ra ở bước tiền xử lý dữ liệu, từ đó tạo ra các Data source view. Các view có tiền tố phù hợp sẽ được tạo view hỗ trợ tạo Mining Structure.

**Đầu vào**: Data source object, prefix được định nghĩa ở bước tiền xử lý dữ liệu

**Đầu ra**: Data source view object

#### Định nghĩa các tham số thuật toán

Lựa chọn thuật toán xây dựng cây quyết định và các tham số tương ứng.

*Các tham số thuật toán bao gồm:*

* HoldoutMaxPercent: số lượng dữ liệu dùng để kiểm tra (đơn vị tính: %)
* SCORE\_METHOD: Tên thuật toán dùng để xây dựng cây quyết định (Entropy, Bayesian with K2 Prior, hay Bayesian Dirichlet Equivalent (BDE) Prior)
* COMPLEXITY\_PENALTY:
* SPLIT\_METHOD:
* MAXIMUM\_INPUT\_ATTRIBUTES:
* MAXIMUM\_OUTPUT\_ATTRIBUTES:
* MINIMUM\_SUPPORT:

**Đầu vào:** KHÔNG

**Đầu ra:** các tham số tham gia vào quá trình xây dựng cây quyết định

#### Tạo Mining Structures và Mining Models

Các tham số thuật toán được tạo ở giai đoạn trên sẽ được sử dụng để tạo ra Mining Structure và Mining Model. Data source và Data source view cùng với prefix sẽ xác định các model cần tiến hành xây dựng cây quyết định, các view có trong Data source view có prefix tương ứng sẽ được tiến hành xây dựng cây ở bước tiếp theo nhằm tránh sự lãng phí tài nguyên hệ thống.

**Đầu vào**: Data source, Data source view, tham số thuật toán, prefix được định nghĩa bước tiền xử lý dữ liệu

**Đầu ra**: Mining Structures và Mining Models được tạo

#### Tiến hành khai thác dữ liệu

Sau khi các Mining Structures và Mining Models được tạo ra, dữ liệu sẽ được nạp và xử lý, quá trình xử lý có thể kéo dài hàng giờ, hàng tuần hay hàng tháng phụ thuộc vào số lượng dữ liệu. Việc tiến hành khai thác dữ liệu trên một server độc lập với server chính sẽ góp phần đảm bảo hiệu năng của hệ thống khi xây dựng cây quyết định.

**Đầu vào**: Mining Structures và Mining Models được tạo

**Đầu ra**: Mining Models đã được xử lý

#### Xuất dữ liệu đã khai thác vào Database Engine

Sau khi dữ liệu đã được phân tích xong sẽ được lưu trữ về Server chính để dễ dàng truy xuất. Các ký tự đặc biệt được mã hoá ở giai đoạn tiền xử lý dữ liệu sẽ được giải mã ở giai đoạn này.

Một “Linked Server” được tạo ra trên Database Engine nhằm kết nối, lấy dữ liệu từ Analysis Services thông qua ngôn ngữ truy vấn MDX và ngôn ngữ truy vấn SQL. “Linked Server” là kỹ thuật liên kết các Server lại với nhau, giúp truy vấn dữ liệu từ một database đặt tại server khác (hoặc một instance khác của SQL Server).

Trong quá trình xuất dữ liệu, ***các Mining Model sẽ được liên kết với nhau thông qua node gốc của model*** (NODE\_NAME = “0”, NODE\_TYPE = 1), các node gốc của cây (NODE\_CAPTION = “All”, NODE\_TYPE = 2) sẽ được chuyển thành tên của “nhu cầu” hay “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” để dễ dàng truy vấn.

**Đầu vào**: Mining Models đã được xử lý

**Đầu ra**: DecisionTreeNode và DecisionTreeNodeDistribution chứa kết quả khai thác (các cây quyết định đã được liên kết với nhau)

#### Dọn dẹp và đóng các kết nối

Sau khi cây quyết định được hoàn thành và lưu trữ trở về database chính, cần dọn dẹp các bảng dữ liệu tạm và đóng các kết nối sử dụng trong quá trình tạo cây.

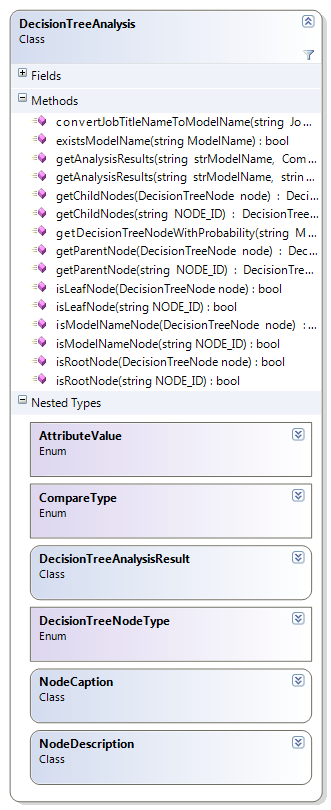
**Đầu vào**: Kết quả của quá trình xây dựng cây quyết định.

**Đầu ra**: Dọn dẹp dữ liệu và đóng các kết nối.

### Cấu trúc dữ liệu cho người dùng



Hình 33. Cấu trúc dữ liệu cây quyết định #1



Hình 34. Cấu trúc dữ liệu cây quyết định #2

## Áp dụng kiến trúc phần mềm vào bài toán

Tổng hợp các lý thuyết trên

# Áp dụng giải pháp vào bài toán Job Zoom

## Thực trạng các website tuyển dụng hiện nay

***Về phía người tìm việc:***

* Đăng tải thông tin CV theo khuôn mẫu nhất định
* Hạn chế trong việc hỗ trợ người tìm việc mô tả, minh chứng cho những kinh nghiệm hay kỹ năng của họ
* Không hỗ trợ ứng viên viết CV, không thể hiện kiến thức, kỹ năng nào có mức độ quan trọng đối với công việc hiện tại mà họ muốn apply, không thể hiện cho ứng viên biết kỹ năng nào ứng viên còn thiếu sót cần học tập, trau dồi thêm. Các website hiện tại, chức năng gợi ý cho ứng viên bổ sung thông tin hồ sơ còn đơn giản (chỉ gợi ý ứng viên nên cập nhật các thông tin quan trọng như kinh nghiệm làm việc, học vấn), không có hướng đến một vị trí làm việc hay ngành nghề mà ứng viên muốn làm việc, không gợi ý những thông tin có thể quyết định cơ hội việc làm cho ứng viên.

***Về phía nhà tuyển dụng***

* Đăng tải thông tin việc làm theo dạng văn bản theo khuôn mẫu nhất định.
* Chưa hỗ trợ nhà tuyển dụng đăng tải thông tin về công việc
* Hỗ trợ tốt việc tìm kiếm công việc, hồ sơ ứng viên nhưng chưa thấy được sự so khớp giữa yêu cầu tuyển dụng và hồ sơ của ứng viên.

## Những vấn đề Job Zoom cần giải quyết

### Vấn đề 1: Hỗ trợ người dùng viết CV theo ngành nghề.

**Bạn là người tìm việc?** Có thể bạn đã từng gặp khó khăn trong việc viết sơ yếu lý lịch (CV hay còn gọi là resume) để tạo ấn tượng cho nhà tuyển dụng, tiếp thị cho bản thân mình. Bên cạnh đó, mẫu CV sẽ khác nhau đối với từng ngành nghề khác nhau. Để lọt vào danh sách ứng viên hàng đầu của nhà tuyển dụng, bạn cần phải có một sơ yếu lý lịch ngắn gọn, súc tích nhưng cần đầy đủ và rõ ràng về quá trình làm việc, trình độ chuyên môn, học vấn và các kỹ năng mềm khác, việc viết CV này thật sự trở nên khó khăn khi bạn vẫn loay hoay chưa biết phải trình bày hay liệt kê những thông tin như thế nào. Những ứng dụng tìm việc hiện tại không thể gợi ý cho bạn tạo một CV chuẩn cho một ngành nghề cụ thể hay nói khác đi là không hỗ trợ người dùng tạo CV tìm việc đầy đủ và rõ ràng đối với ngành nghề mà người tìm việc muốn ứng tuyển.

Khi người tìm việc muốn tìm một công việc nào đó, bên cạnh những thông tin cá nhân, ứng dụng sẽ gợi ý một CV chuẩn về ngành nghề, người dùng sẽ tạo ra sơ yếu lý lịch cho mình dựa vào các thuộc tính chương trình gợi ý. Ngoài ra, khi cần ứng tuyển vào một ví trí của một nhà tuyển dụng nào, ứng dụng sẽ gợi ý người dùng những thông tin cần bổ sung cho vị trí tìm việc.

### Vấn đề 2: Hỗ trợ nhà tuyển dụng trong việc đăng tải yêu cầu công việc một cách chi tiết và có trọng số theo ngành nghề.

**Bạn là nhà tuyển dụng?** Các website tìm việc hiện nay, đều cho nhà tuyển dụng đăng thông tin dưới dạng văn bản thô, không đưa ra gợi ý cho bạn về các ứng viên có khả năng đáp ứng yêu cầu công việc dựa vào các trọng số các yêu cầu của bạn đưa ra. Khi nhà tuyển dụng muốn đăng thông tin tuyển dụng, các website tìm việc hiện tại không thể đánh giá mức độ đáp ứng của những ứng viên dựa vào những thông tin nhà tuyển dụng cung cấp, không thể biết ứng viên đáp ứng được bao nhiêu phần trăm những yêu cầu này, nhà tuyển dụng phải tự đánh giá bằng việc đọc những CV của ứng viên sau đó lựa chọn, việc này gây mất nhiều thời gian và chi phí.

Với Job Zoom framework, ứng dụng hỗ trợ nhà tuyển dụng đăng tải thông tin tuyển dụng linh động hơn và có thể đặt trọng số cho từng yêu cầu của công việc. Ứng dụng đánh giá mức độ phù hợp của ứng viên và liệt kê những ứng viên tiềm năng dựa vào thông tin của nhà tuyển dụng cung cấp.

### Vấn đề 3: So khớp hồ sơ ứng viên với yêu cầu tuyển dụng

Sau quá trình phân tích nghiệp vụ tuyển dụng, nhóm thấy được cấu trúc thông tin của yêu cầu tuyển dụng và hồ sơ ứng viên có một cấu trúc tương tự với nhau. Vì vậy ta có thể thực hiện so khớp thông tin của chúng với nhau.

Đối với người tìm việc: Hệ thồng so khớp gợi ý người dùng hoàn thiện, bổ sung những thiếu sót của CV, tăng cơ hội ứng tuyển vào một vị trí tại một công ty cụ thể.

Đối với nhà tuyển dụng: Hệ thồng so khớp đánh giá ứng viên xin ứng tuyển vào công việc, hỗ trợ cho nhà tuyển dụng trong việc đánh giá ứng viên

## Kết quả mong muốn

Áp dụng “***Giải quyết bài toán kiến trúc***” vào giải quyết các vấn đề trên.

* Xây dựng JobZoom framework đảm bảo thông tin về CV và yêu cầu công việc được lưu trữ linh hoạt, dễ dàng so khớp.
* Áp dụng so khớp kết hợp độ tương quan giữa các tag, hỗ trợ nhà tuyển dụng đánh giá ứng viên và giúp ứng viên nhận ra khuyết điểm của mình, hoàn thiện CV.
* Kết hợp phương pháp khai thác dữ liệu bằng cây quyết định tạo nền tảng cải thiện khả năng thích ứng của hệ thống với từng loại ngành nghề, gợi ý ứng viên viết CV và nhà tuyển dụng đăng yêu cầu công việc một cách nhanh chóng và hiệu quả
* Xây dựng được kiến trúc phần mềm đảm bảo hiệu năng của hệ thống với số lượng người sử dụng lớn khi triển khai cây quyết định và hệ thống so khớp.
* JobZoom framework dễ dàng mở rộng, triển khai.

# Giải quyết những vấn đề trong Job Zoom

Trong phần này, chúng tôi sẽ giới thiệu các lý thuyết và phương pháp chúng tôi áp dụng được từ giải pháp kiến trúc mà chúng tôi xây dựng ở trên: “kiến trúc lưu trữ và so khớp thông tin”, sau đó sẽ giới thiệu kiến trúc một cách chi tiết hơn ở phần “Giải pháp kiến trúc cổng thông tin tìm việc JobZoom.

## Khái quát phương pháp giải quyết vấn đề

Những vấn đề của JobZoom framework xoay quanh bài toán kiến trúc của chúng tôi. Những phương pháp để ra để thực hiện “kiến trúc lưu trữ và so khớp thông tin” đã được chúng tôi hiện thực hoá, áp dụng vào lĩnh vực cụ thể đó là lĩnh vực tìm kiếm việc làm và tuyển dụng trực tuyến. Nhằm hỗ trợ so khớp giữa các hồ sơ của ứng viên và yêu cầu tuyển dụng, đòi hỏi thông tin về hồ sơ ứng viên cũng như yêu cầu tuyển dụng cần phải đạt mức độ linh hoạt, có mối quan hệ tương đồng trong quá trình phân loại, lưu trữ thông tin sao cho có thể dễ dàng so khớp.

JobZoom framework còn ứng dụng cây quyết định và hệ thống so khớp sẽ giúp nhà tuyển dụng dễ dàng hơn trong việc đăng tải yêu cầu công việ, giúp cho người tìm việc dễ dàng viết một hồ sơ xin việc một cách chi tiết, rõ ràng hơn.

Bên cạnh đó, giải pháp đảm bảo hiệu năng và kiến trúc dễ dàng triển khai mở rộng, cũng được chúng tôi chứng minh và hiện thực thông qua JobZoom framework.

## Ứng dụng lưu trữ dưới dạng tag kết hợp taxonomy

Khi vào các website tuyển dụng hiện nay, bạn có thể thấy thông tin ứng viên được khai báo theo những cụm thuộc tính đã được liệt kê sẵn, hoàn toàn không có sự linh động. Đồng thời, thông tin về yêu cầu về tuyển dụng cũng được lưu trữ dưới dạng văn bản, gây khó khăn trong việc so khớp giữa hồ sơ xin việc và yêu cầu tuyển dụng của doanh nghiệp. Chúng tôi nhận thấy kiến trúc chúng tôi tạo ra khi áp dụng vào lĩnh vực tuyển dụng rất hiệu quả. Các website tuyển dụng cần có một tổ chức thông tin linh hoạt và so khớp nhanh nhưng hiệu quả.

Khi ứng dụng lưu trữ dưới dạng tag kết hợp taxonomy, CV của người tìm việc và yêu cầu tuyển dụng của doanh nghiệp được mô tả rất linh hoạt. Thông tin được lưu trữ dưới dạng cấu trúc cây phân cấp, có mức độ tương đồng giữa cây thông tin về CV và yêu cầu tuyển dụng nên việc so khớp có thể được thực hiện.

## Ứng dụng hệ thống so khớp kết hợp mức độ tương quan

Áp dụng vào đâu, áp dụng dc ko, có hiệu quả ko

Phúc: để so khớp giữa các Tag với nhau thì dựa vào tiêu chí gì; độ tương quan gì? Mình chưa làm rõ các vấn đề này

Thông tin yêu cầu tuyển dụng và hồ sơ ứng viên được tổ chức linh hoạt bằng tag và được phân loại bằng hierarchy taxonomy nhằm tạo ra một cấu trúc chung giữa yêu cầu tuyển dụng và hồ sơ của ứng viên, nói cách khác là tạo ra cơ sở để thực hiện việc so khớp. Hệ thống so khớp của kiến trúc được áp dụng vào việc so khớp yêu cầu tuyển dụng và hồ sơ ứng viên, tìm kiếm điểm tương đồng giữa chúng.

Vấn đề đặt ra là thông tin của một yêu cầu công việc và một hồ sơ của ứng viên bất kỳ không có khớp hoàn toàn với nhau, do các từ khóa được người dùng tự do gắn kết vào thông tin (nhà tuyển dụng và người xin việc có thể sử dụng những thuật ngữ để mô tả thông tin khác nhau) nhưng các từ khóa này sẽ có một mối tương quan nào đó. Vậy làm sao hệ thống có thể so khớp hai cây thông tin này để đưa ra mức độ khớp của chúng ?

Nhóm đưa ra giải pháp là duyệt kết hợp với tìm kiếm trong cấu trúc cây, cụ thể ta sẽ duyệt cây thông tin yêu cầu tuyển dụng, ứng với mỗi tiêu chí thuộc một phân lớp cụ thể (như kỹ năng, học vấn, kinh nghiệm) của một vị trí tuyển dụng sẽ thực hiện tìm kiếm trong cây thông tin hồ sơ ứng viên với phân lớp giống nhau. Nếu không khớp nhau, ta thay thế tiêu chí cần tìm này bằng các từ khóa có độ tương quan cao nhất với nó (bảng SimilarityTerm), sau đó lặp lại quy trình tìm kiếm trong cây thông tin hồ sơ ứng viên. Kết quả ta được danh sách kỹ năng, học vấn và kinh nghiệm của ứng viên phù hợp với các tiêu chí mà nhà tuyển dụng đưa ra. Hơn nữa, hệ thống hỗ trợ nhà tuyển dụng đặt trọng số (weight) và trình độ yêu cầu (level) cho các tiêu chí của một yêu cầu tuyển dụng, tương tự các kỹ năng hoặc kinh nghiệm của ứng viên cũng có một trình độ hay mức độ hiểu biết (level) về lĩnh vực đó, vì vậy kết quả của quá trinh so khớp, ta còn có được tỉ lệ phần trăm so khớp là số điểm mà ứng viên đạt được trên tổng điểm yêu cầu của nhà tuyển dụng như sau:

* : trọng số của tiêu chí yêu cầu
* : trình độ yêu cầu của tiêu chí
* : trình độ về tiêu chí của ứng viên

## Ứng dụng cây quyết định

Không chỉ dừng lại ở vấn đề gợi ý cho ứng viên viết CV gây ấn tượng tốt, có được cơ hội việc làm cao nhất, việc ứng dụng cây quyết định vào JobZoom framework còn giúp gợi ý nhà tuyển dụng đăng thông tin tuyển dụng của mình, các thuộc tính nào doanh nghiệp cần và những thuộc tính đó thường được ứng viên miêu tả ra sao đối với vị trí tuyển dụng của họ đang cần đăng tuyển.

Thuộc tính phân lớp “Is Approve” (thuộc tính xác định ứng viên có được nhà tuyển dụng nhận hay không sau khi apply) đóng vai trò là thuộc tính phân lớp. Như vậy, khi khai thác dữ liệu, hệ thống sẽ sinh ra rất nhiều cây quyết định theo từng vị trí làm việc, những cây này sẽ được gom lại giúp việc truy vấn kết quả trở nên dễ dàng hơn.

Kết quả khi tạo cây quyết định thể hiện chúng ta có thể thấy mức độ phụ thuộc, tầm quan trọng của các thuộc tính trong việc lựa chọn ứng viên vào một ví trí cụ thể. Những thuộc tính này gợi ý cho người dùng những kỹ năng, kiến thức người tìm việc nên có đối với vị trí làm việc mà họ đang tìm. Như vậy, khi người dùng sử dụng chương trình, chương trình sẽ đặt câu hỏi và liệt kê các thuộc tính (kỹ năng, kinh nghiệm) có mức độ phụ thuộc cao vào xác suất ứng viên được nhận, ứng viên có thể thay đổi CV cho phù hợp với vị trí mình đang cần ứng tuyển. Nếu một trong những thuộc tính mà Job Zoom gợi ý người tìm việc không thể đáp ứng được, thì Job Zoom có thể gợi ý cho ứng viên những thuộc tính khác hoặc ứng viên có thể học tập, rèn luyện để bổ sung kịp thời những thuộc tính đó nhằm tăng xác suất và tính cạnh tranh của họ khi apply vào công việc. Bên cạnh đó, khi áp dụng kiến trúc trên, JobZoom framework còn đưa ra danh sách các tập thuộc tính mô tả công việc thường dùng đối với vị trí mà doanh nghiệp đang cần tuyển dụng, giúp cho doanh nghiệp thực hiện đăng tải yêu cầu công việc một cách hiệu quả hơn.

Thông qua cây quyết định và việc gom nhóm cây, vấn đề 1 của JobZoom framework đã được giải quyết. Tuy nhiên, mức độ giải quyết này đáp ứng cho những ứng viên muốn ứng tuyển vào một vị trí công việc bất kỳ, xác suất của ứng viên được nhận cao khi ứng viên apply vào nhiều công ty tuyển dụng tương ứng với vị trí đó. Nhưng chính việc ứng dụng taxonomy được đề cập ở trên đã giải quyết phần còn lại của vấn đề 1, khi ứng viên apply vào vị trí công việc tại một công ty cụ thể, thì những thuộc tính nào giúp ứng viên apply vào vị trí đó có xác suất được nhận cao nhất.

* **Pivot transformation:**

Trong quá trình xây dựng cây quyết định thông qua giải pháp kiến trúc lưu trữ và so khớp thông tin, kỹ thuật Pivot transformation được chúng tôi ứng dụng như sau:

* Thông tin cho từng vị trí làm việc được lưu trữ theo dạng Tagging (Taxonomy) bằng kỹ thuật Pivot Transformation trong SQL Server.

Ví dụ dữ liệu của thông tin tuyển dụng gồm vị trí đăng tuyển (Job Title), tên công ty (Company), và một tập hợp các yêu cầu/ tiêu chí, với mỗi hàng là một tiêu chí cụ thể.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Usage** | **SetKey** | **PivotKey** |
| **Column Name** | **Job Title** | **Tag** |
| **Data**  **Records** | Developer | OOP |
| Developer | Software design |
| Developer | DBMS |
| Developer | .Net Framework |
| Tester | Testing Technique |
| Tester | .Net Framework |
| Tester | Automation Testing |
| Tester | DBMS |

Bảng 11. Bảng dữ liệu các thông tin tuyển dụng trước khi Pivot trên cột Tag

Bảng sau thể hiện kết quả sau khi Pivot Transformation

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Column Name** | **Job Title** | **OOP** | **Software design** | **DBMS** | **.Net Framework** | **Testing Technique** | **Automation Testing** |
| Data  Records | Developer | True | True | True | True | False | False |
| Tester | False | False | True | True | True | True |

Bảng 12. Bảng kết quả sau khi Pivot Transformation



Hình 35. Dữ liệu đầu vào và đầu ra Decision Tree Engine của JobZoom framework



Hình 36. Các bước xây dựng cây quyết định trên JobZoom frameowork



Hình 37. Cấu trúc bảng DecisionTreeNode và DecisionTreeNodeDistribution

Dữ liệu đầu vào và đầu ra, các bước xây dựng cây quyết định và hai bảng lưu trữ dữ liệu đã khai thác của JobZoom framework hoàn toàn giống với giải pháp kiến trúc lưu trữ và so khớp của chúng tôi đưa ra. Việc tiến hành xây dựng cây quyết định của JobZoom cũng trải qua các giai đoạn theo thứ tự như sau:

* Tiền xử lý dữ liệu
* Tạo Data source
* Tạo Data source view
* Định nghĩa và truyền giá trí tham số thuật toán
* Tạo Mining Structures và Mining Models
* Tiến hành khai thác dữ liệu
* Xuất dữ liệu đã khai thác vào database engine
* Dọn dẹp và đóng các kết nối.

Vận dụng giải pháp xây dựng cây quyết định để xác định được cung cấp bởi “nền tảng kiến trúc lưu trữ và so khớp thông tin” nói trên, chúng tôi nhận thấy giải pháp này rất khả thi trong vấn đề gợi ý cho người dùng viết CV, cải thiện những điểm yếu của bản thân và giúp doanh nghiệp đăng tuyển yêu cầu công việc một cách dễ dàng hơn so với các website tìm việc hiện nay.

## Ứng dụng kiến trúc dễ dàng triển khai và mở rộng

Áp dụng “kiến trúc lưu trữ và so khớp thông tin” nói trên giúp JobZoom framework có thể dễ dàng triển khai và mở rộng:

* Kiến trúc nghiệp vụ được xây dựng ra có thể dễ dàng áp dụng được khi các lập trình viên có nhu cầu sử dụng.
* Có thể mở rộng, tối ưu việc xây dựng cây, thuật toán khai thác dữ liệu, cách hoạt động của việc so khớp. Kiến trúc hỗ trợ lập trình viên trong việc mở rộng kiến trúc,kế thừa các interface, class của kiến trúc để định nghĩa cho hệ thống nghiệp vụ của mình có những đặc thù riêng: có thể sử lại cách tính điểm của hệ thống so khớp, cách xây dựng cây, thuật toán khai thác dữ liệu…

## Ứng dụng kiến trúc đảm bảo hiệu năng khi áp dụng cây quyết định và hệ thống so khớp

Hệ thống so khớp và cây quyết định làm việc rất tốn nhiều thời gian và chi phí tính toán, JobZoom framework giải quyết vấn đề đảm bảo hiệu năng khi xây dựng cây quyết định và hệ thống so khớp cụ thể như sau:

* Những công việc và profile cụ thể được lựa chọn và sử dụng kỹ thuật Pivot Transformation để tạo các view. Các view này được lưu trữ trên hệ thống server hỗ trợ xây dựng cây quyết định. Analysis Services được kết nối đến hệ thống lưu trữ dữ liệu này lấy dữ liệu xử lý và tiến hành khai thác dữ liệu. Hệ thống này có thể chạy mất hàng tuần thậm chí kéo dài hàng tháng, tuy nhiên nó hoạt động độc lập so với hệ thống máy chủ vận hành website nên không làm ảnh hưởng đến hiệu năng của hệ thống. Sau khi kết quả được khai thác xong sẽ được chuyển về hệ thống server chính để truy vấn sử dụng. Nhờ khai thác dữ liệu trên hệ thống máy chủ độc lập với hệ thống chính và lưu trữ dữ liệu đã khai thác vào database của hệ thống server chính giúp cho việc sử dụng và truy vấn nhanh chóng và dễ dàng hơn.
* Dữ liệu về độ tương quan được lưu trữ sẵn, chỉ cần truyển vào hai tag cần so sánh mức độ tương quan, JobZoom framework truy vấn nhanh chóng kết quả mức độ tương quan giữa hai tag này thông qua bảng SimilarityTerm giúp cho hệ thống so khớp hoạt động hiệu quả mà vẫn đảm bảo hiệu năng.
* Hệ thống so khớp làm việc bằng cây có cấu trúc nên so khớp trên cây cũng đã cải thiện một phần hiệu năng của hệ thống này.

# Giải pháp kiến trúc cổng thông tin tìm việc JobZoom

## Điều kiện ra đời

Ngày nay, internet đã dần chiếm hữu cuộc sống hiện tại, hết thảy mọi việc đều được “số hoá” cũng là lúc tuyển dụng và người tìm việc đều chọn các website tìm việc làm cầu nối cho mình.

Theo số liệu thống kê của tổ chức Internet Usage World Stats[[9]](#footnote-9), tính đến nay có hơn 2,1 tỉ người trên thế giới sử dụng Internet. Bên cạnh đó, nghiên cứu về người tiêu dùng do Mintel International Group Ltd. (tổ chức quốc tế chuyên nghiên cứu về thị trường và người tiêu dùng) tiến hành cho thấy có đến 30% số người dùng Internet đã tham khảo các website tuyển dụng trực tuyến để tìm kiếm thông tin về việc làm. Chúng ta có thể thấy xu hướng tìm việc trực tuyến đang ngày càng phát triển với tốc độc rất nhanh.

Việt Nam là quốc gia đang phát triển với dân số trên 90 triệu người với trên 28,6 triệu người sử dụng internet chiếm khoảng 31,6% dân số (2011)[[10]](#footnote-10). Các trang web về lao động việc làm ra đời đã ngày càng đem lại nhiều thông tin tổng hợp, đa dạng về công việc, mở ra những cơ hội lớn hơn cho người tìm việc, đồng thời giúp doanh nghiệp giải quyết nhu cầu nhân sự nhanh chóng và hiệu quả hơn. Tuy nhiên, thực trạng chung của các website tìm việc hiện nay chưa ứng dụng triệt để khai thác dữ liệu trong việc việc gợi ý người dùng viết CV hay hỗ trợ doanh nghiệp trong việc đánh giá ứng viên thông qua thông tin ứng viên cung cấp. Để góp phần đáp ứng những yêu cầu thực tiễn này, đề tài “**xây dựng kiến trúc hệ thống cổng thông tin tìm việc**” được ra đời.

JobZoom framework được phát triển dựa theo phần 4 - Giải quyết bài toán kiến trúc.

## Kiến trúc JobZoom framework

### Kiến trúc tổng quan framework

#### Senarios (Use Case); các trường hợp sử dụng cơ bản của JobZoom framework và trong ứng dụng vào thực tiễn.



|  |  |
| --- | --- |
| Actor | Mô tả |
| <Actor> | Actor tổng quát của Framework, mô tả người sử dụng Framework này vào nhiều mục đích khác nhau. Ở mỗi mục đích, Actor đó có một thể hiện riêng cụ thể: Người tìm kiếm việc (JobSeeker), Doanh nghiệp tuyển việc (Employer), Lập trình viên phát triển ứng dụng dựa trên Framework này (Developer) |
| JobSeeker | Ứng viên tìm việc sử dụng hệ thống (ứng dụng JobZoom Framework) |
| Employer | Nhà tuyển dụng sử dụng hệ thống (ứng dụng JobZoom Framework) |
| Developer | Lập trình viên phát triển hệ thống tìm việc (ứng dụng JobZoom Framework) |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ID | Tên Use Case | Actor | Description |
| UC01 | Manage Flexible Attribute | Actor |  |
| UC02 | Manage Taxonomy Engine | Actor |  |
| UC02 | Manage Data Mining Engine | Actor |  |
| UC03 | Manage Framework Engine | Actor |  |
| UC04 | Support Search Engine | Emloyer, JobSeeker |  |
| UC05 | Support Resume Zoomming | JobSeeker |  |
| UC06 | Support Employer’s Decision | Employer |  |
| UC07 | Support JobSeeker Resume Finalization | JobSeeker |  |

#### Logical View; Các mức khái niệm và kiến trúc mức Layer của hệ thống JobZoom framework



#### Development View; kiến trúc phần mềm dưới gốc độ lập trình viên

#### Process view; các quy trình, các bước hoạt động của JobZoom framework



#### Physical view; kiến trúc dưới gốc độ triển khai hệ thống vật lý.



### Giải pháp tổ chức và lưu trữ thông tin linh hoạt ứng dụng trong JobZoom framework

#### Tổ chức và lưu trữ thông tin linh động (tập các attribute) theo dạng Tag



Vấn đề: về tổ chức thông tin có cấu trúc phức tạp của các Business Entity trong hệ thống tìm việc

Trong các hệ thống tìm việc 2 khái niệm cơ bản nhất (Business Entity) là : Thông tin hồ sơ ứng viên & Thông tin yêu cầu của một công việc cụ thể.

Trong mỗi hồ sơ này có rất nhiều loại thông tin khác nhau, tùy theo đặc điểm của mỗi hệ thống tìm việc người ta tổ chức thông tin cho các Business Entity này cũng hoàn toàn khác nhau.

Ví dụ 1: Về cách tổ chức thông tin về “Hồ sơ thông tin của người tìm việc” bao gồm tập hợp các loại: thông tin cơ bản, quá trình học vấn, quá trình công tác..

Ví dụ 2: Về cách tổ chức thông tin về “Thông tin yêu cầu của một công việc” bao gồm tập hợp các loại: thông tin cơ bản về công việc, các yêu cầu về bằng cấp, các yêu cầu về kỹ năng…



Phân tích 2 ví dụ trên, ta rút kết luận rằng việc tổ chức thông tin các Business Entity trong một hệ thống là có cấu trúc phức tạp. Khi các business entity đó được tổ chức thông tin có cấu trúc phức tạp thì vấn đề tạo mối tương quan giữa các business entity càng phức tạp hơn.

Trong phần 6.2 đã trình bày vấn đề khó khăn về tổ chức thông tin phức tạp trong các hệ thống tìm kiếm việc làm & phương pháp giải quyết bằng cách đơn giản và tổ chức lại thông tin cần thiết (các tập attribute) theo dạng Tag.

Giải pháp:

* Biểu diễn mối quan hệ tập hợp: tập hợp các thông tin giống nhau lại thành một cụm thông tin và phân biệt với cụm khác thông qua ObjectId.
* Biểu diễn mối quan hệ cha con giữa các thông tin trong tập hợp.
* Biểu diễn mối quan hệ phân hoạch lớp của thông tin để phục vụ việc tạo mối tương quan giữa các thông tin với nhau.
* Ví dụ & Giải thích



|  |  |
| --- | --- |
| TagId |  |
| TagName |  |
| TagValue |  |
| TableReference |  |
| ObjectId |  |
| Parent |  |
|  |  |
|  |  |

#### Mapping; Giải pháp mô hình hóa thông tin cấu trúc của người dùng thành tập các attribute dạng Tag

Vấn đề:

Trong phần 7.2.2.1 đã trình bày vấn đề về các website tìm kiếm việc phải tổ chức thông tin có cấu trúc phức tạp và phương pháp giải quyết là tổ chức lại thông tin dạng Tag. Vấn đề đặt ra framework hỗ trợ việc chuyển đổi thông tin cấu trúc thành dạng Tag thế nào?

Dưới gốc độ thiết kế kiến trúc hệ thống nói chung và gốc độ lập trình viên thì thông tin của một ứng dụng phần mềm nói chung thường được thể hiện dưới 2 hình thức; tổ chức thông tin các Business entity và tổ chức thông tin Cơ sở dữ liệu. Cả 2 có mối quan hệ chặc chẽ với nhau. Các Business Entity được định nghĩa trong các Class; mỗi instance của Class này chính là thông tin dữ liệu do người dùng khởi tạo. Sau đó các objects được hệ thống xử lý và lưu trữ xuống xuống các table cơ sở dữ liệu, ở đây cụ thể sẽ được lưu trữ xuống table TagAttribute (tổ chức thông tin lưu trữ dưới dạng Tag)



Vì vậy giải pháp mapping giúp mô hình hóa tổ chứ thông tin có cấu trúc (các business entity) sẽ được thực hiện thông qua các Classes định nghĩa các busines entity này (Business entity classes)

Giải pháp mapping cụ thể mà framework dùng kỹ thuật khai báo (declaration) trong 1 business entity class thì các Property nào sẽ được chuyển đổi (mapping) thành thông tin dưới dạng Tag. Mỗi property của các business entity object sẽ được mapping thành một record của bảng TagAttribute.



### Taxonomy; giải pháp ứng dụng cấu trúc phân loại và lưu trữ thông tin ứng dụng vào JobZoom framework

#### Tổ chức thông tin theo theo cây phân cấp

Vấn đề: Làm thế nào để tổ chức thông tin theo cây phân cấp hiệu quả nhất

Theo hướng giải quyết 6.2 (lưu trữ dưới dạng tag kết hợp tổ chức thông tin theo taxonomy) và trong kiến trúc tổng quan của JobZoom Framework trình bày các Use case của một hệ thống thông tin tìm việc hướng đến 2 đối tượng cụ thể (người dùng đầu cuối): người tìm kiếm việc (Job Seeker) và Doanh nghiệp tuyển dụng (Employer).

Vì vậy thông tin tổ chức, lưu trữ tập trung mô tả 2 nguồn thông tin chính: Job Seeker và Employer.

Trình bày vấn đề khó khăn khi tổ chức thông tin đa cấp 🡪 suy ra 3 cấp là hiệu quả nhất

Giải pháp: tổ chức thông tin phân cấp hierachy theo 3 cấp bao gồm: Root node (level 1), các Node phân lớp - Classification nodes (level 2), node lá (level 3) kết hợp giải pháp tạo mối tương quan giữa các node lá (similar term).



Profile chứa nhiều thông tin con: thông tin cơ bản (Basic), quá trình học hành (Education), Kỹ năng (Skill)…



Tại sao phải sử dụng giải pháp này

Giải pháp này có thuận lợi, bất lợi gì sau này

#### Giải pháp tạo mối tương quan giữa các cây phân cấp

Vấn đề: làm sao tạo mối ràng buộc giúp Client Actor tạo sự tương đồng giữa các cây phân cấp với nhau?

Giải pháp: Framework làm sao tạo được sự ràng buộc trong quá trình tạo cây



#### Giải pháp dịch vụ hỗ trợ xây dựng tổ chức thông tin theo cây phân cấp

Vấn đề: Sự không đồng bộ giữa xử lý Core và Client, vấn đề Performance của hệ thống khi phải cập nhật liên tục cấu trúc thông tin các cây phân cấp với nhau

Giải pháp:

### Matching tool; Giải pháp độ tương quan giữa các Tag

Vấn đề:

Giải pháp:

### Data Mining engine; giải pháp ứng dụng Decision Tree vào kiến trúc JobZoom framework

+ Decision tree

+ Đảm bảo hiệu năng hệ thống.

Hệ thống tự động tạo view, khai thác dữ liệu và lưu dữ liệu vào kho để truy xuất nhanh chóng và dễ dàng. Quá trình này được thực hiện độc lập trên một máy chủ khác …

#### Giải pháp hỗ trợ tổ chức thông tin hỗ trợ xây dựng cây quyết định

#### Giải pháp ứng dụng giải pháp Business Intelligence của Microsoft SQL Server 2008 trong việc xây dựng cây quyết định

#### Giải pháp xây dựng dịch vụ hỗ trợ xây dựng cây quyết định

## So sánh Job Zoom với các website tìm việc hiện tại

Mô hình kiến trúc khắc phục những điểm yếu của các website tìm việc hiện có:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| STT | Các website tìm việc hiện tại | JobZoom framework |
| 1 | Đăng thông tin ứng viên và thông tin về việc làm dưới dạng văn bản | Đăng thông tin ứng viên và yêu cầu tuyển dụng dưới dạng tag, đạt được sự linh hoạt và dễ dàng so khớp hơn. |
| 2 | CV theo khuôn mẫu, hạn chế trong việc hỗ trợ người tìm việc mô tả minh chứng cho những kinh nghiệm hay kỹ năng của họ |
| 3 | Chức năng gợi ý ứng viên bổ sung thông tin hồ sơ còn đơn giản (chỉ gợi ý ứng viên nên cập nhật các thông tin quan trọng như kinh nghiệm làm việc, học vấn), không có hướng đến một vị trí làm việc hay ngành nghề mà ứng viên muốn làm việc, không gợi ý những thông tin có thể quyết định cơ hội việc làm cho ứng viên. | Hỗ trợ ứng viên viết CV: JobZoom gợi ý những thuộc tính quan trọng giúp ứng viên tạo ấn tượng với CV của mình, đồng thời, những kỹ năng mà JobZoom gợi ý ứng viên chưa có để ứng viên kịp thời bổ sung kiến thức hay kinh nghiệm cho bản thân. |
| 4 | Hỗ trợ tốt việc tìm kiếm công việc, hồ sơ ứng viên nhưng chưa thấy được sự so khớp giữa yêu cầu tuyển dụng và hồ sơ của ứng viên. | Có thể so khớp giữa yêu cầu tuyển dụng và hồ sơ của ứng viên |
| 5 | Không hỗ trợ nhà tuyển dụng đăng thông tin tuyển dụng | JobZoom hỗ trợ nhà tuyển dụng đăng thông tin tuyển dụng bằng phương pháp khai thác dữ liệu |

Bảng 13. So sánh JobZoom framework với các website hiện tại

# Đánh giá và hướng phát triển

## Những điểm làm được

* Kiến trúc giải quyết được nhu cầu lưu trữ thông tin nhiều, đa dạng, dễ dàng trong việc tìm kiếm và so khớp
* Tổ chức thông tin linh động dưới dạng tag kết hợp taxonomy. Thông tin được lưu trữ dưới dạng cây đa cấp và có mức độ tương quan giữa các tag.
* Hệ thống so khớp linh hoạt, kết hợp mức độ tương quan giữa các tag giải quyết được khuyết điểm của việc so sánh object (A phải khớp hoàn toàn với B).
* Kiến trúc dễ dàng triển khai, mở rộng, đồng thời hiệu năng của hệ thống vẫn được đảm bảo khi áp dụng cây quyết định và hệ thống so khớp để gợi ý cho actor xây dựng cây thông tin nhu cầu và “sản phẩm đáp ứng nhu cầu” một cách nhanh chóng và hiệu quả.
* Khắc phục hạn chế của “Microsoft Analysis Services[[11]](#footnote-11)”: không hỗ trợ xử lý ký tự đặc biệt. Hoàn toàn không phụ thuộc vào công cụ “SQL Server Business Intelligence Development Studio[[12]](#footnote-12)”
* Ứng dụng kiến trúc vào bài toán JobZoom nhằm đánh giá khả năng tổ chức thông tin linh hoạt, hiệu quả của hệ thống so khớp, đồng thời đánh giá tính mở rộng, dễ dàng triển khai và tái sử dụng của kiến trúc khi áp dụng trong các lĩnh vực cần lưu trữ và so khớp thông tin.
* Nhóm đã xây dựng và phát triển JobZoom framework ứng dụng những điểm mạnh của bài toán kiến trúc:
* Người tìm việc tìm kiếm công việc phù hợp nhanh chóng, viết CV dễ dàng hơn dựa vào gợi ý từ kết quả khai thác dữ liệu và hệ thống so khớp
* Nhà tuyển dụng dễ dàng đăng tuyển yêu cầu công việc một cách chi tiết và lựa chọn ứng viên phù hợp với vị trí làm việc thông qua hệ thống so khớp và cây quyết định. Hệ thống so khớp giúp đánh giá ứng viên cho kết quả cụ thể (yêu cầu nào đạt hay không đạt và số điểm ứng viên đạt được)
* JobZoom Framework dễ dàng triển khai, mở rộng, kết hợp được với phương pháp khai thác dữ liệu “cây quyết định” tạo nền tảng cải thiện khả năng thích ứng của hệ thống với từng loại ngành nghề.

## Những điểm hạn chế

Tuy có những ưu điểm như trên nhưng do kinh nghiệm, thời gian hạn chế nên kiến trúc hệ thống của nhóm chúng tôi cũng còn một số hạn chế cần khắc phục:

* Cây đa cấp còn ở mức trừu tượng thông qua bảng SimilarityTerm để thể hiện mức độ tương quan giữa các tag, việc xác định độ tương quan giữa các tag sẽ được triển khai dễ dàng dựa vào tính dễ dàng mở rộng của kiến trúc.
* Chưa được áp dụng vào thực tế nên bài toán kiến trúc vẫn còn ở mức trừu tượng, cần điều chỉnh để đảm bảo tính khách quan và linh hoạt của hệ thống so khớp. Dữ liệu kiểm tra vẫn chưa nhiều chưa chứng minh được hiệu quả của kiến trúc khi áp dụng vào hệ thống nhiều ngành nghề.
* Chưa triển khai được kiến trúc JobZoom framework trong thực tế nên khó kiểm tra tính khả thi và tốc độ tính toán, so khớp và xây dựng cây quyết định do nhóm phát triển khi triển khai với số lượng người dùng lớn. Tuy nhiên, hiệu năng của hệ thống được cải thiện thông qua việc xây dựng cây quyết định trên một hệ thống độc lập sau đó lưu trữ kết quả về database chính để truy vấn nhanh chóng, duyệt thông tin được lưu trữ dưới dạng cây nhanh hơn lưu trữ dưới dạng văn bản.

## Hướng phát triển

### Xác thực độ tin cậy của CV và yêu cầu tuyển dụng

Các đối tượng tham gia vào những cộng đồng trực tuyến thường là các đối tượng “ảo” và thường không được xác định tính chính xác, tính xác thực của các thông tin đăng tải. Việc xác thực độ tin cậy của CV và yêu cầu tuyển dụng sẽ giúp hệ thống vận hành tốt hơn, tránh rủi ro và tạo uy tín với người sử dụng. Với kiến trúc linh hoạt của hệ thống ta có thể dễ dàng tích hợp công cụ xác định độ tin cậy của người dùng từ đó xác thực thông tin của họ.

### Phát triển Semantic web

Với hệ thống hiện tại của chúng tôi chỉ mô hình lại kết quả phân tích về tương quan ngữ nghĩa (Semantic similarity) giữa các tag và tích hợp vào hệ thống bằng một interface cơ bản. Việc xây dựng và triển khai hệ thống Semantic web sẽ hỗ trợ người dùng tìm kiến thông tin nhanh chóng, chuẩn xác, thông minh và trả ra kết quả so khớp chính xác hơn.

### Đánh trọng số cho các thuộc tính dựa vào độ sâu của taxonomy

Phát triển cây đa cấp dựa vào semantic web, những tag có liên quan với những tag khác, khi matching sẽ được một số điểm tương ứng, số điểm này được dựa vào độ sâu của tag.

### Phân tán dữ liệu

Ứng dụng những điểm mạnh của cơ sở dữ liệu phân tán nhằm tăng hiệu năng cho hệ thống.

### Công cụ hỗ trợ lựa chọn ứng viên

Công cụ hỗ trợ lựa chọn ứng viên: phỏng vấn trực tuyến, thuyết trình qua internet… có thể được phát triển để hỗ trợ nhà tuyển dụng và ứng viên.

### Thu thập thông tin việc làm tự động

Giúp thu thập thông tin việc làm từ các cổng thông tin tìm việc hiện tại.

### Áp dụng quy trình tuyển dụng vào hệ thống

Kiến trúc đưa ra các ứng viên có số điểm cao cho nhà tuyển dụng quyết định, đây chỉ là một khâu trong quy trình tuyển dụng ứng viên. Hệ thống nên có thêm quy trình tuyển dụng, quản lý quy trình từ lúc ứng viên nộp hồ sơ đến khi ứng viên trở thành nhân viên của công ty, giúp nhà tuyển dụng dễ dàng trong việc quản lý quy trình tuyển dụng của mình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Lior Rokach & Oded Maimon, Data Mining with Decision Trees: Theory and Applications, 2008.

[2]Jamie MacLennan, ZhaoHui Tang & Bogdan Crivat, *Data Mining with Microsoft SQL Server 2008*, Wiley Publishing Inc., 2008

[3] Lan H. Witten, Eibe Frank and Mark A. Hall, *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques - Third Edition*, Elsevier, 2011

[4] Rafael Olivas, *Decision Trees - A Primer forDecision-making Professionals,* 2007

[5] Scott A. Golder & Bernardo A. Huberman, *The Structure of Collaborative Tagging Systems*

[6] Adam Freeman & Steven Sanderson, *Pro ASP.NET MVC 3 Framework – Third Edition*, Apress

[7] Tomislav Piasevoli, *MDX with Microsoft SQL Server 2008 R2 Analysis Services: Cookbook,* Packt Publishing, 2011

[8] Arttennick, *Practical MDX Queries for Microsoft SQL Server Analysis Serivces 2008*, McGraw-Hill Companies

[9] http://bis.net.vn/forums/p/378/661.aspx

[10] Nguyễn Thị Thùy Linh, *Thuật toán phân lớp cây quyết định*, Khóa luận tốt nghiệp đại học, Trường Đại học Công nghệ, 2005.

[11] K. Cwalina, B. Abrams, *Framework Design Guidelines: Conventions, Idiom, and Patterns for Reusable .NET libraries Second Edition*, Addison Wesley, October 2008

[12] Kruchten, Philippe (1995, November). *Architectural Blueprints — The “4+1” View Model of Software Architecture*

[13] H.T.Kung, C.H.Wu *Content Networks: Taxonomy and New Approaches The Internet as a Large-Scale Complex System*, Kihong Park and Walter Willinger (Editors), published by Oxford University Press as part of Sante Fe Institute series, 2002.

[14] D.Wollersheim, W.J.Rahayu *Using Medical Test Collection Relevance Judgement to Identify Ontological Relationships Useful for Query Expansion* 21st International Conference on Data Engineering 2005.

[15] OU Shi-yan, KHOO Christopher S.G, GOH Dion H. Division of Information Studies, *Constructing a taxonomy to support multi-document summarization of dissertation abstracts*. Proceedings Issue of the 1st International Conference on Universal Digital Library (ICUDL 2005).

[16] E. Gamma, R. Helm, R. Johnson & J. Vlissides, *Design Patterns*, Addison-Wesley, 1998

[17] G. Booch, *Object-Oriented Analysis and Design with Applications*, The Benjamin Cummings Publishing Company, 1994

[18] I. Jacabso Grady Booch, J. Rumbaugh, *The unified software development process*, Addison-Wesley, 1999

1. Nguồn: http://www.pcworld.com.vn/articles/tieu-dung/song-cong-nghe/2011/08/1227918/email-hanh-trinh-29-nam-lich-su/ [↑](#footnote-ref-1)
2. http://www.internetworldstats.com/stats.htm [↑](#footnote-ref-2)
3. Nguồn: http://vi.wikipedia.org/wiki/Tag [↑](#footnote-ref-3)
4. Tham khảo: http://www.hipertext.net/english/pag1011.htm#origenNota2 [↑](#footnote-ref-4)
5. Tài liệu tham khảo [15] [↑](#footnote-ref-5)
6. Tài liệu tham khảo [13] [↑](#footnote-ref-6)
7. Tài liệu tham khảo [14] [↑](#footnote-ref-7)
8. Nguồn: http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc645758.aspx [↑](#footnote-ref-8)
9. http://www.internetworldstats.com/stats.htm [↑](#footnote-ref-9)
10. http://www.internetworldstats.com/asia.htm#vn [↑](#footnote-ref-10)
11. Microsoft Analysis Services: Thành phần của Microsoft SQL Server, dùng để khai thác dữ liệu [↑](#footnote-ref-11)
12. SQL Server Business Intelligence Development Studio: Công cụ hỗ trợ khai thác dữ liệu của Microsoft SQL Server [↑](#footnote-ref-12)