

**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**



**PBL2: DỰ ÁN CƠ SỞ LẬP TRÌNH
ĐỀ TÀI: TÁN GÁI ĐẠI CƯƠNG**

SINH VIÊN THỰC HIỆN:

Nguyễn Vũ Khánh Uy LỚP: 21TCLC_DT3 NHÓM: 21.14A

Nguyễn Nhật Minh LỚP: 21TCLC_DT4 NHÓM: 21.14A

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN: Nguyễn Thị Minh Hỷ

Đà Nẵng 12-2021

LỜI MỞ ĐẦU

Hiện nay, tình trạng mất cân bằng giới tính đang diễn ra đáng báo động và dẫn đến việc thiếu hụt phụ nữ và ‘dư thừa’ đàn ông[1]. Điều đó sẽ dẫn đến sự cạnh tranh lớn trong việc tìm kiếm bạn đời của người đàn ông, dĩ nhiên nếu người đàn ông thành công, tốt tính hơn tìm được người phụ nữ thì không có gì để nói. Nhưng các cụ có câu: ‘Phụ nữ yêu bằng tai’, thật vậy phụ nữ thường lại thích những anh chàng dẻo miệng, có nhiều kinh nghiệm cưa cẩm hơn là những anh chàng hiền lành, ổn định. Nếu lướt trên những diễn đàn mạng xã hội như sinh viên đà nẵng confession.. ta thấy không thiếu những bài viết nói trai Bách Khoa nói chuyện nhạt nhẽo, trai IT chỉ biết hỏi ‘em ăn cơm chưa’, trai Bách Khoa chỉ biết chạy deadline, không sành điệu.. Nhưng chắc hẳn thầy cô dạy Bách Khoa cũng biết sinh viên Bách Khoa những người nhạt nhẽo, không quá sành điệu vậy thường là những người rất tốt tính và ra xã hội thường thành công. Những người như vậy nếu chỉ vì tập trung sự nghiệp, học tập mà không tìm được bạn đời thì sẽ tạo nên trào lưu xấu ngược lại không quan tâm tới sự nghiệp mà lo tìm vợ trước, như vậy thì làm sao Việt Nam ta có thể phát triển, sánh ngang với các cường quốc năm châu như lời Bác Hồ đã dạy. Vì vậy, sự ra đời của ứng dụng hướng dẫn tán gái là vô cùng cần thiết.

Thực ra cũng đã có những sản phẩm đi trước, trên thị trường cũng có một số ứng dụng hướng dẫn tán gái, ngoài vấn đề chung là việc tán gái không đơn giản chỉ đọc một lý thuyết là có thể làm được thì những app trên đa số đều dạy tán gái bằng hình thức đưa ra bài học và hiệu quả của việc đọc đơn thuần là không cao, dễ khiến người dùng bị cuốn theo việc đọc quá nhiều lý thuyết mà không thực hành. Vì vậy nhóm em đã cho ra đời ứng dụng ‘**Tán gái đại cương**’, không chỉ có những bài viết để hướng dẫn những lý thuyết tán gái cơ bản mà khi những bạn trai thực hành tán gái thử ngoài đời nếu con gái nói những câu nói khó hiểu(và điều này thường diễn ra rất thường xuyên), các bạn nam có thể sử dụng một tính năng đột phá của ứng dụng so với sản phẩm khác là từ điển tiếng em, chứa một kho từ điển lớn về các câu nói khó hiểu của phụ nữ và có thể kèm theo cách xử lý tình huống. Ngoài ra kỹ thuật tán gái luôn tiến triển theo thời gian, ứng dụng còn cho phép người dùng ghi chú lại những kỹ thuật mới vừa phát hiện hoặc những sai lầm mắc phải trên con đường tán gái.

MỤC LỤC

.....	1
LỜI MỞ ĐẦU	2
MỤC LỤC	3
DANH MỤC HÌNH VẼ	4
GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI	5
1. PHÂN TÍCH CHỨC NĂNG HỆ THỐNG.....	5
1.1. Đọc lý thuyết tán gái.....	5
1.2. Từ điển tiếng em	5
1.3. Thêm ghi chú	6
2. THIẾT KẾ CẤU TRÚC DỮ LIỆU	6
2.1. Phát biểu bài toán.....	6
2.2. Phân tích và ứng dụng cấu trúc dữ liệu trong hệ thống	7
2.2.1. Cách giải bài toán đơn giản	7
2.2.2. Cải tiến thuật toán bằng cấu trúc dữ liệu Trie	8
2.2.3. Cải tiến bộ nhớ cho Trie bằng cây đồ đen.....	9
3. PHÂN TÍCH HƯỚNG ĐỐI TƯỢNG VÀ TRIỂN KHAI HỆ THỐNG	10
3.1. Cấu trúc hệ thống hướng đối tượng	10
3.2. Kết quả	11
3.2.1. Giao diện chính của chương trình	11
3.2.2. Kết quả thực thi của chương trình	11
3.2.3. Nhận xét.....	16
KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN	16
a. Kết luận	16
b. Hướng phát triển	16
TÀI LIỆU THAM KHẢO	17

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1 Các tài liệu tán gái sử dụng để ghi vào phần bài học tán gái.....	5
Hình 2 Tài liệu từ điển tiếng em	6
Hình 3 Ví dụ về cây tiền tố (Trie).....	8
Hình 4 Ví dụ về cây đồ đen (RBT).....	9
Hình 5 Sơ đồ đối tượng của hệ thống	10
Hình 6 Các ảnh giao diện của chương trình	11
Hình 7 Trang chính khi vừa khởi động chương trình	12
Hình 8 Tính năng gợi ý từ điển tiếng em.....	12
Hình 9 Xem ý nghĩa các câu nói trong từ điển tiếng em	13
Hình 10 Các bài học hướng dẫn tán gái.....	13
Hình 11 Nội dung một bài học hướng dẫn tán gái.....	14
Hình 12 Video hướng dẫn tán gái.....	14
Hình 13 Thêm ý nghĩa của một từ (câu) mới.....	15
Hình 14 Thêm một lý thuyết tán gái mới.....	15

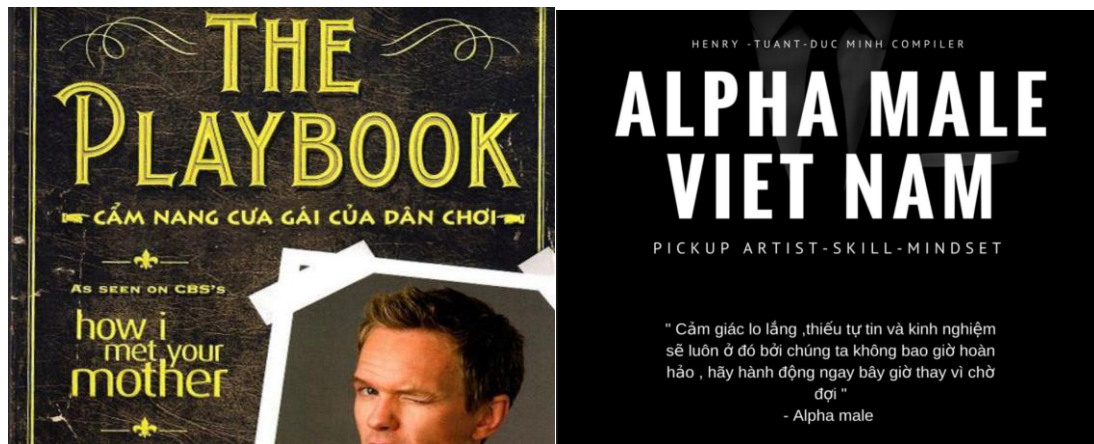
GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI

Đề tài là một ứng dụng hướng dẫn tán gái thông qua các bài học (có thể đi kèm video) và từ điển với giao diện tương tác trực quan dễ dùng. Ứng dụng chạy được trên hệ điều hành window và chạy tốt trên máy có ram $\geq 2\text{GB}$ và ổ cứng còn trống $\geq 1\text{GB}$. Ứng dụng được viết bằng C# và Windows Forms.

1. PHÂN TÍCH CHỨC NĂNG HỆ THỐNG

1.1. Đọc lý thuyết tán gái

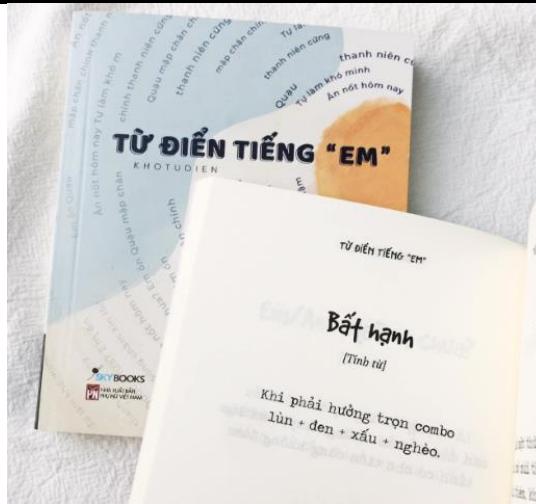
Khi người dùng cần đọc lý thuyết tán gái, họ có thể vào tính năng này. Ứng dụng sẽ hiển thị các lý thuyết tán gái theo tiêu đề, người dùng có thể chọn một chủ đề muốn học để học, mỗi bài học là một bài viết và có thể có kèm video hướng dẫn ở cuối bài. Các bài học tán gái được tổng hợp từ nhiều nguồn sách uy tín từ Âu sang Á trong bộ môn tán gái như: The PlayBook (Barney Stinson)[2], Alpha Male VietNam(Cộng đồng PUA VN)[3]..



Hình 1 Các tài liệu tán gái sử dụng để ghi vào phần bài học tán gái

1.2. Từ điển tiếng em

Khi người dùng cần tra một cụm từ, câu nói khó hiểu của phụ nữ, họ có thể vào tính năng này. Ứng dụng sẽ hiện ra một thanh tìm kiếm và người dùng gõ vào nó sẽ gợi ý các từ(câu) bắt đầu bằng từ người dùng nhập, khi người dùng nhìn thấy từ(câu) tương tự điều họ muốn tìm kiếm, người dùng có thể chọn xem ý nghĩa và cách xử lý khi gặp trường hợp đó dưới dạng bài viết. Các từ(câu) được tổng hợp từ bộ từ điển tiếng em[4] và nhiều từ do tác giả tự thu thập..



Hình 2 Tài liệu từ điển tiếng em

1.3. Thêm ghi chú

Khi người dùng cần thêm một ghi chú, họ có thể vào tính năng này. Ứng dụng sẽ hiển thị một màn hình cho người dùng ghi chú gồm 3 phần cơ bản là tiêu đề, nội dung, loại ghi chú. Nếu ghi chú là lý thuyết tán gái thì người dùng có thể chọn một file video trong máy để lưu kèm ghi chú, nếu là từ điển tiếng em thì người dùng có thể thêm cách xử lý. Ở đây ứng dụng có tính năng thêm mà không có tính năng xóa hay sửa, đối với mặc lập trình thì chỉ cần thêm vài chục dòng lệnh nhưng tác giả muốn dạy cho người dùng bài học rằng mọi thứ đã làm thì hậu quả để lại mãi mãi, đó là một trong những bài học quan trọng nhất trong bộ môn tán gái đại cương.

2. THIẾT KẾ CẤU TRÚC DỮ LIỆU

2.1. Phát biểu bài toán

Bài toán chính ở đây là tìm kiếm từ(câu) phù hợp trong từ điển tiếng em, đây là một bài toán phức tạp vì mỗi khi người dùng nhập 1 kí tự ta phải trả lời lại các từ(câu) phù hợp trong tập dữ liệu có sẵn rất lớn đủ nhanh (mỗi giây trung bình người dùng có thể gõ được 2 3 kí tự). Việc tìm kiếm phải chính xác, không thể sử dụng các thuật toán mang tính xác suất, nó cũng phải tương đối tiết kiệm bộ nhớ để chạy được trên hầu hết các máy tính cá nhân hiện nay.

Input: Cho một chuỗi độ dài L (đây là từ người dùng cần tìm kiếm trong từ điển tiếng em) và một tập s gồm N chuỗi (đây là tập các từ đã được giải thích nghĩa đã được lưu trong chương trình).

Output: Hãy tìm ra nhiều nhất 10 chuỗi con bắt đầu bằng L kí tự đã cho trong tập s (các chuỗi in ra là chuỗi gợi ý từ người dùng đang tìm kiếm, nếu người dùng muốn hiển thị hết thì có một nút giúp làm điều đó nhưng bài toán đó không đáng để đề cập vì nó đơn giản là duyệt hết các chuỗi phù hợp trong tập s).

Giới hạn:

- $0 < L < 66$ (người dùng thường sẽ không nhập nhiều và thực ra giới hạn của các từ câu được hỗ trợ là 66 kí tự)
- $0 < N < 1000000$ (1 triệu tuy là một con số khổng lồ trong dữ liệu nhưng nếu so với độ phức tạp của các câu nói phụ nữ thì nó chưa chắc đã chứa đủ nhiều)
- Độ dài của một chuỗi con trong tập dữ liệu không quá 66 kí tự.

Yêu cầu:

- Thời gian chạy: $< 0.3s$ (vì như đã đề cập ở trên mỗi giây người dùng có thể nhập tầm 3 kí tự mới nên ta có thể phải giải bài toán này 3 lần trong một giây)
- Bộ nhớ sử dụng tối đa: 2GB (vì muốn hướng tới việc chạy được trên mọi máy cá nhân hiện nay nên ứng dụng không được sử dụng quá nhiều tài nguyên)

Ví dụ:

$N = 5$, $s = \{\text{Em chỉ xem anh là bạn, Em yêu anh, Em cảm thấy mình không còn hợp nhau, em đang bận, mình chia tay đi}\}$, chuỗi người dùng nhập: Em $\Rightarrow \{\text{Em chỉ xem anh là bạn, Em yêu anh, , Em cảm thấy mình không còn hợp nhau}\}$

2.2. Phân tích và ứng dụng cấu trúc dữ liệu trong hệ thống

Nhắc lại một chút về kiến thức cấu trúc máy tính vì xử lí và nguyên lí hệ điều hành: Trong 1s máy tính hiện đại có thể tính toán khoảng 10^8 phép tính, vì vậy để đảm bảo yêu cầu của bài toán đặt ra số lượng phép tính của **thuật toán của chúng ta chỉ được dùng khoảng 10^7 phép tính** (vì việc hiển thị dữ liệu lên winform cũng tốn thời gian xử lí đồ họa, giao tiếp giữa các tiến trình..). Bộ nhớ cho 2GB mà để lưu trữ ta đã phải sử dụng $16 * 10^6 * 66 \text{ bit} \sim 1\text{GB}$ để lưu tập dữ liệu, vậy **thuật toán của ta phải có độ phức tạp bộ nhớ thêm tuyến tính** để không sinh thêm quá nhiều bộ nhớ. Một vấn đề nhỏ là nếu mỗi lần người dùng sử dụng chức năng từ điển ta phải nạp lại dữ liệu thì sẽ gây ra hiện tượng giật lag đáng kể vì phải load lại tới 1GB dữ liệu, vì vậy ta lợi dụng một tính chất của các ứng dụng winform là các form sau form đầu tiên được gọi ra chỉ là tiến trình con của form đó và ta có thể nạp dữ liệu lên form chính trước sau đó mỗi lần gọi form từ điển ta chỉ cần trao đổi dữ liệu với form chính.

2.2.1. Cách giải bài toán đơn giản

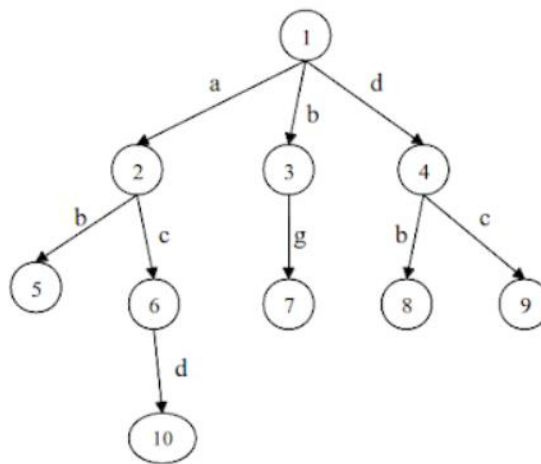
Để giải bài toán trên cách đơn giản nhất là ta duyệt qua hết tập dữ liệu xem từ nào có phần đầu giống với phần người dùng đang gõ thì ta hiển thị, đến khi đủ 10 từ hoặc quét hết tập dữ liệu thì dừng, dễ dàng thấy được độ phức tạp trường hợp xấu nhất của thuật toán trên là $O(N*L)$ vì phải duyệt qua N chuỗi trong tập dữ liệu và với mỗi chuỗi phải kiểm tra L kí tự đầu và có độ phức tạp bộ nhớ thêm là $O(1)$ vì nó tính trực tiếp trên dữ liệu có sẵn. Với giới hạn của bài toán ta có thể thấy thuật toán chạy quá giới

hạn thời gian vì nó có thể phải tính $10^6 * 66$ phép tính $> 10^7$, đương nhiên thời gian chạy thực tế của thuật toán này sẽ nhanh hơn như vậy vì ta có thể tìm được 10 từ trong vị trí sớm hơn và khi một từ sai thì có thể nó sai ở vài ký tự đầu, dù vậy đó chỉ là độ phức tạp của việc xử lý còn hiển thị ra giao diện trên ứng dụng winform cũng sẽ tốn thêm một phần thời gian nữa. Nói chung đây là thuật toán không đạt yêu cầu vì thời gian chạy không ổn định và có thể cực kì chậm đối với tập dữ liệu và truy vấn của người dùng xấu.

2.2.2. Cải tiến thuật toán bằng cấu trúc dữ liệu Trie

Để cải tiến thuật toán ta có thể sử dụng cấu trúc dữ liệu Trie (cây tiền tố) để lưu và quản lý các chuỗi. Trie cho phép thêm, xóa, tìm một chuỗi trong nó với độ phức tạp là $O(L)$. Đây là cấu trúc dữ liệu không mới trong các bài toán tìm kiếm chuỗi từ trong tập dữ liệu lớn.

Trie gồm một gốc không chứa thông tin, trên mỗi cạnh lưu một ký tự, mỗi nút và đường đi từ gốc đến nút đó thể hiện 1 xâu, gồm các ký tự là các ký tự thuộc cạnh trên đường đi đó.



Hình 3 Ví dụ về cây tiền tố (Trie)

Trong hình vẽ trên, nút 1 là nút gốc, nút 7 thể hiện có 1 xâu là 'bg', nút 8 thể hiện có 1 xâu là 'db', nút 9 thể hiện có 1 xâu là 'dc', nút 10 thể hiện có 1 xâu là 'acd', nút 5 thể hiện là có 1 xâu là 'ab'.

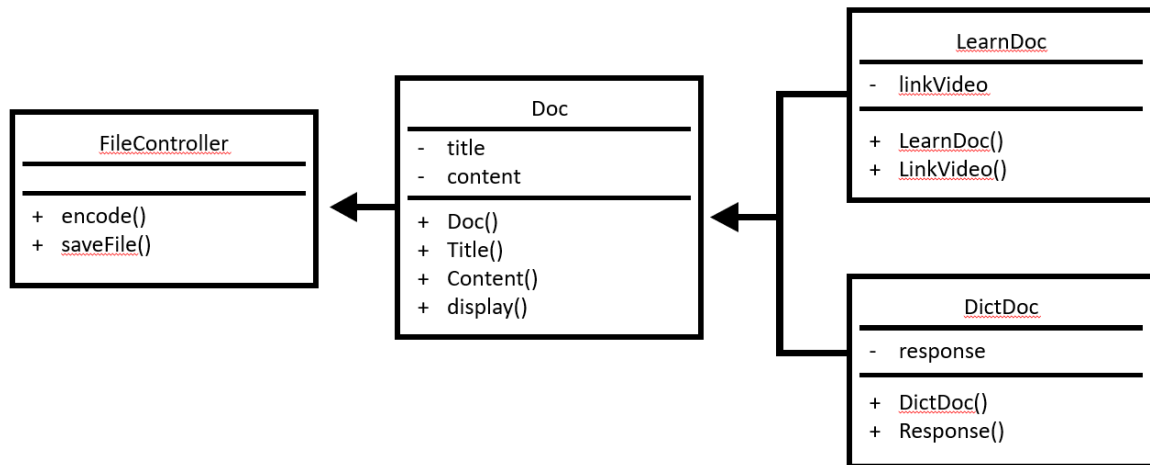
Tuy nhiên, như các bạn có thể thấy, đối với một số nút, chẳng hạn nút 4, ta không biết nó là thể hiện kết thúc 1 xâu hay chỉ là 1 phần của đường đi từ nút 1 đến nút 9. Vì vậy, khi cài đặt, thông thường, tại nút U ta cần lưu thêm thông tin nút U có là kết thúc của 1 xâu hay không, hoặc nút U là kết thúc của bao nhiêu xâu, tùy theo yêu cầu bài toán.

2.2.3. Cải tiến bộ nhớ cho Trie bằng cây đồ đen

Nguyễn Vũ Khánh Uy – Nguyễn Nhật Minh

3. PHÂN TÍCH HƯỚNG ĐỐI TƯỢNG VÀ TRIỂN KHAI HỆ THỐNG

3.1. Cấu trúc hệ thống hướng đối tượng



Hình 5 Sơ đồ đối tượng của hệ thống

Interface FileController cung cấp một khuôn mẫu chung cho các thao tác với file, lớp Doc là thể hiện cơ bản của một bài viết, lớp LearnDoc là thể hiện của các bài viết về lý thuyết tán gái, lớp DictDoc là thể hiện của các bài viết về giải thích ý nghĩa các từ(câu) của phụ nữ.

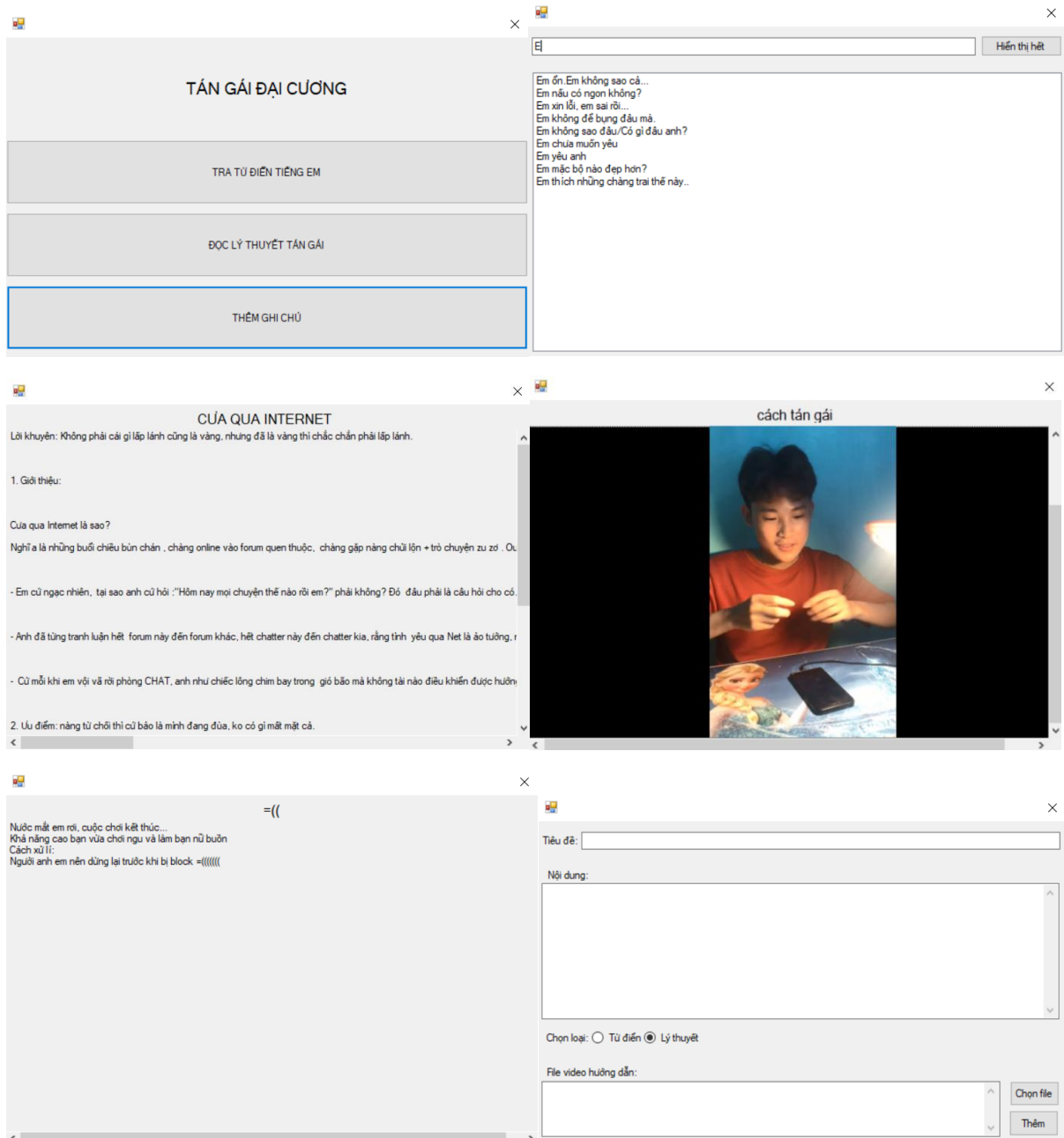
Các tính chất của lập trình hướng đối tượng được áp dụng trong đề tài:

- Tính đóng gói: Các thuộc tính title, content của lớp Doc, linkVideo của LearnDoc, response của DictDoc được để quyền truy cập là private và chỉ được get/set thông qua các hàm được cung cấp Title(), Content().. giúp đảm bảo tính nhất quán và bảo mật trong dữ liệu.
- Tính kế thừa: Lớp Doc kế thừa từ interface FileController, 2 lớp LearnDoc và DictDoc kế thừa từ lớp Doc giúp hạn chế việc lặp lại mã nguồn do các thuộc tính trùng lặp, giúp dễ quản lý và tăng tính mở rộng mã nguồn nếu muốn phát triển về sau.
- Tính đa hình: 2 lớp LearnDoc và DictDoc được kế thừa thừa hưởng và Overriding các hàm display(), saveFile().. từ lớp cha. Khi hiển thị trong chương trình ta chỉ cần tạo đối tượng Doc, nó sẽ hiển thị title và content và tùy theo Doc là LearnDoc hay DictDoc sẽ hiển thị khác nhau, vd DictDoc sẽ hiển thị thêm một khung chứa văn bản response(cách xử lý đối với câu nói của con gái) còn LearnDoc sẽ hiển thị khung video nếu linkVideo hợp lệ. Khi lưu file cũng tương tự, đối tượng Doc ngoài việc lưu title, content thì nếu Doc là LearnDoc nó sẽ lưu thêm linkVideo nếu hợp lệ còn nếu là DictDoc sẽ lưu thêm response. Nhờ vậy việc xử lý code đơn giản ít cần phải if else và tăng tính mở rộng của chương trình.

- Tính trừu tượng: Interface FileController cung cấp một khuôn mẫu riêng về các thao tác tương tác với file cho lớp Doc, giúp code dễ quản lí và đỡ thiếu sót khi mở rộng.

3.2. Kết quả

3.2.1. Giao diện chính của chương trình



Hình 6 Các ảnh giao diện của chương trình

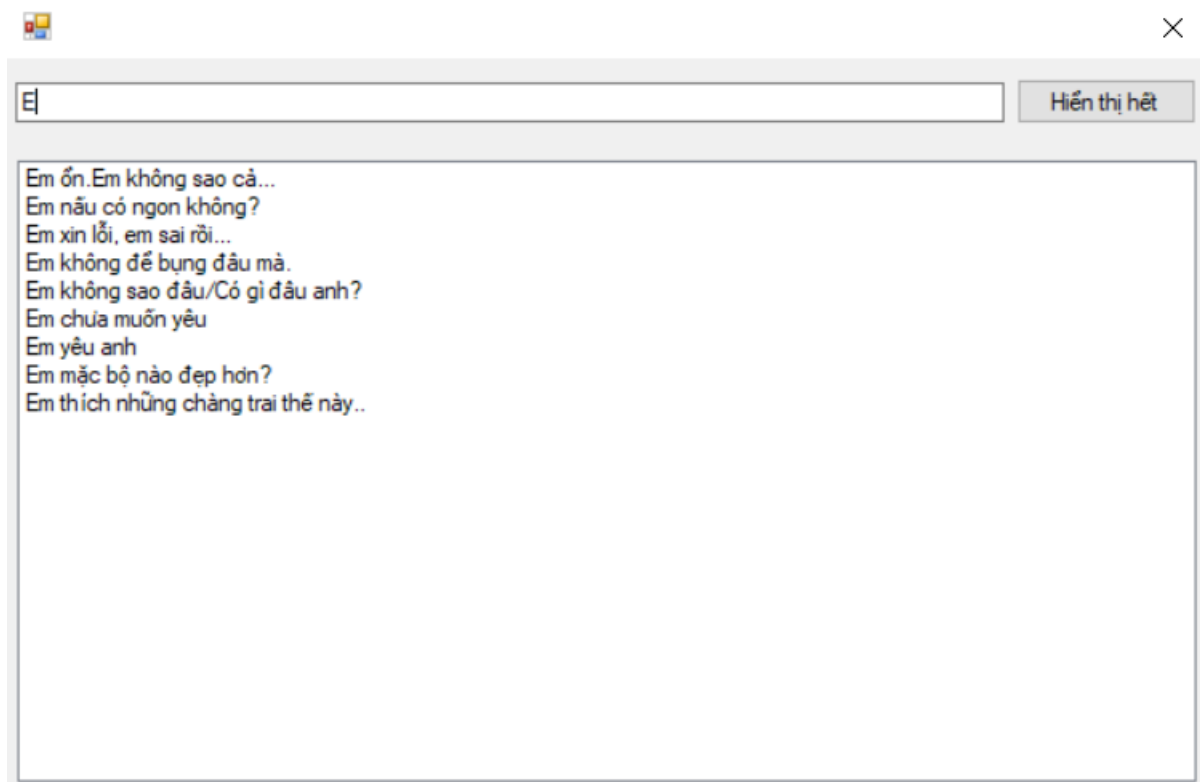
3.2.2. Kết quả thực thi của chương trình

Ở trang chính chương trình sẽ có 3 nút để người dùng chọn chuyển sang dùng 1 trong 3 tính năng.



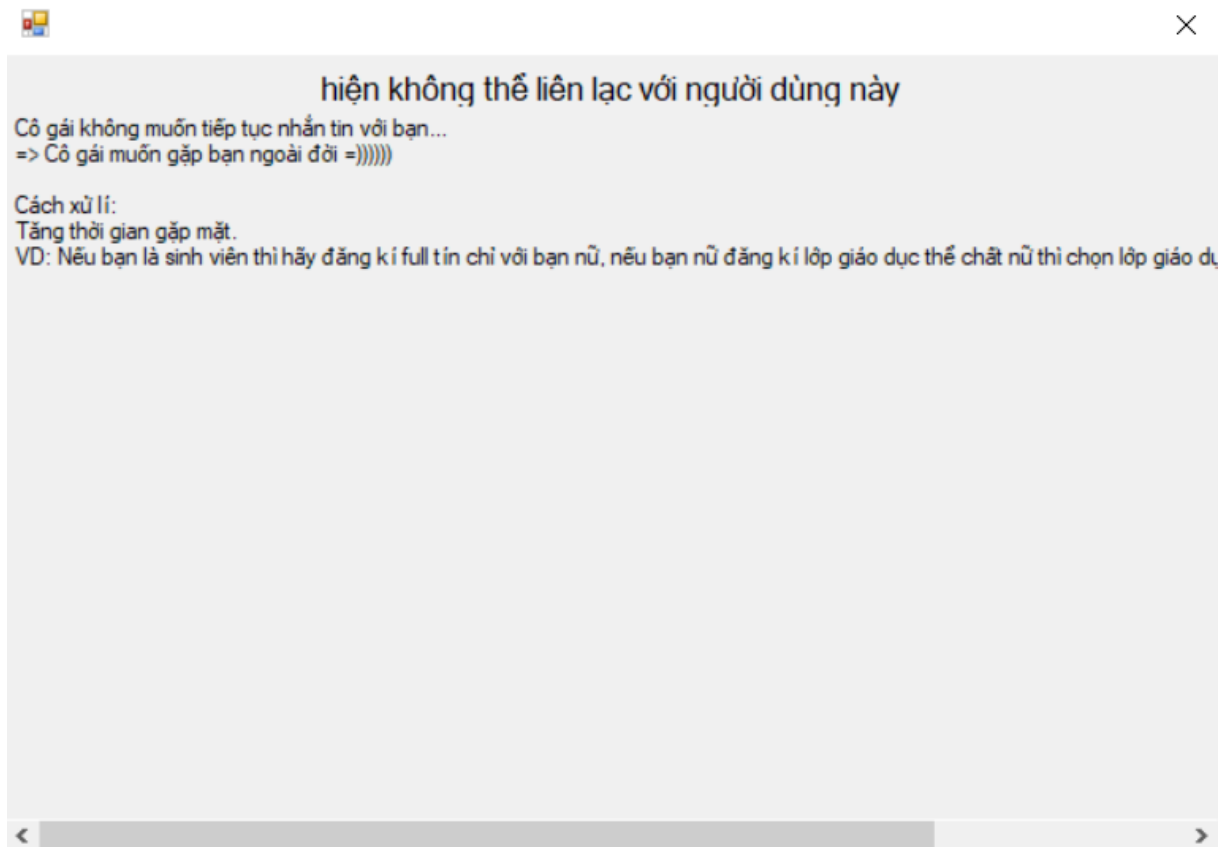
Hình 7 Trang chính khi vừa khởi động chương trình

Khi người dùng chọn vào tính năng từ điển tiếng em sẽ được chuyển đến một trang cho phép người dùng nhập từ(câu) muốn tìm kiếm, ứng dụng sẽ gợi ý từ đó và muốn hiển thị hết các từ bắt đầu bằng chuỗi muốn tìm kiếm có thể bấm hiển thị hết.



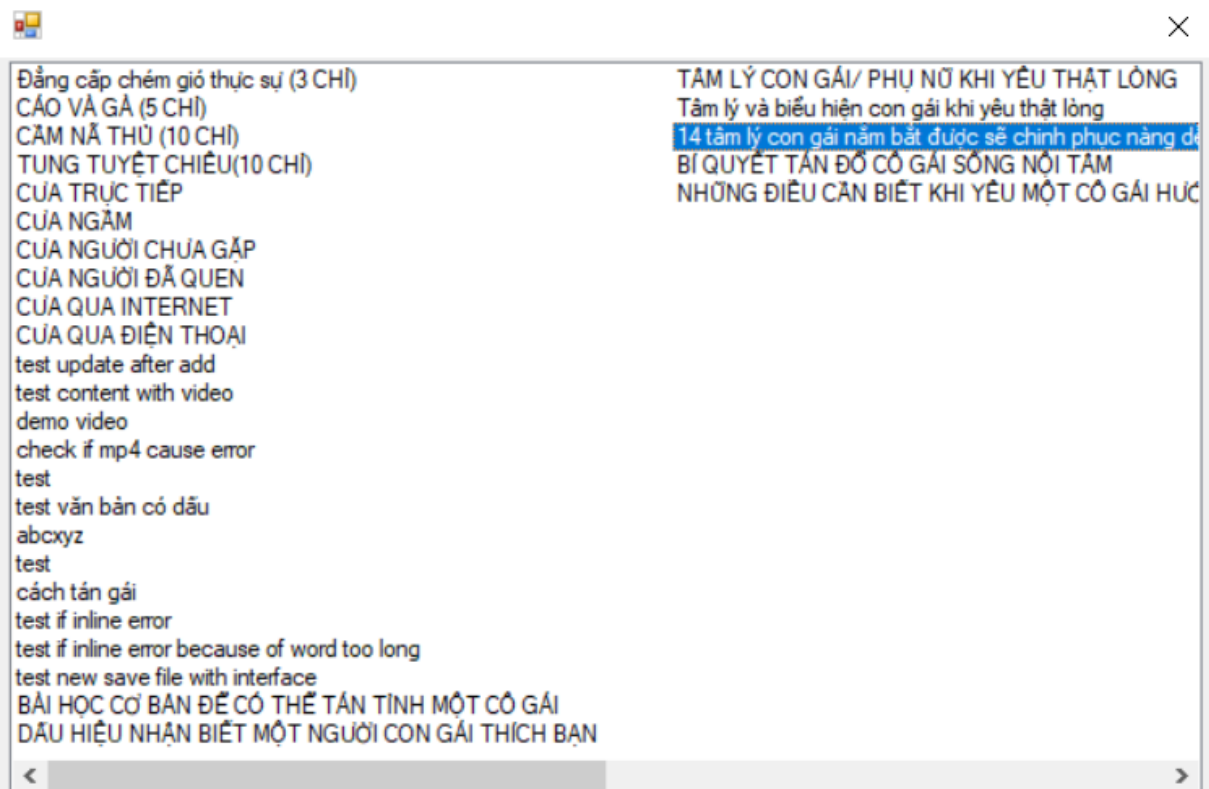
Hình 8 Tính năng gợi ý từ điển tiếng em

Chọn vào một từ (câu) có thể xem ý nghĩa của từ (câu) đó.



Hình 9 Xem ý nghĩa các câu nói trong từ điển tiếng em

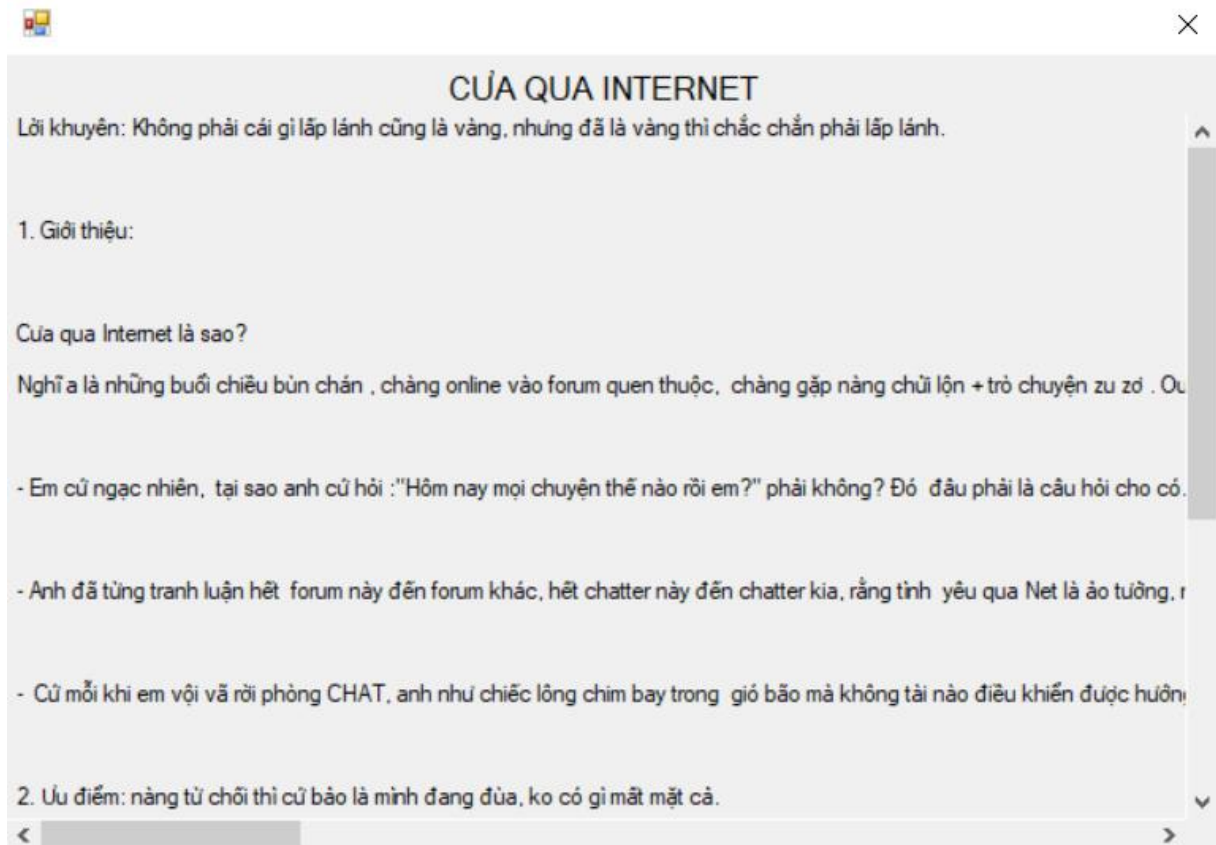
Khi người dùng chọn vào tính năng xem lý thuyết tán gái thì sẽ hiển thị một list các bài học để người dùng có thể chọn.



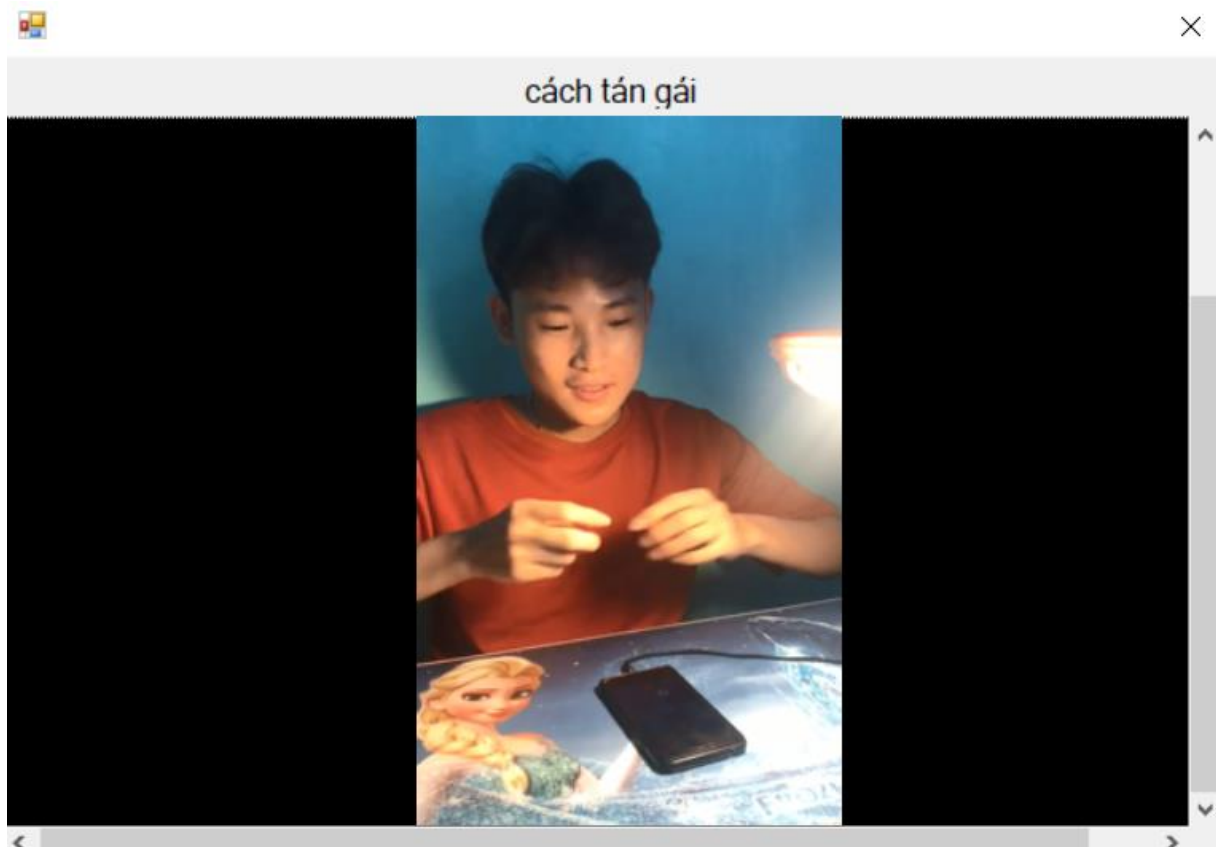
Hình 10 Các bài học hướng dẫn tán gái

PBL2: DỰ ÁN CƠ SỞ LẬP TRÌNH

Khi người học chọn vào một bài học sẽ hiển thị ra bài viết có thể kèm video hướng dẫn tán gái.



Hình 11 Nội dung một bài học hướng dẫn tán gái



Hình 12 Video hướng dẫn tán gái

PBL2: DỰ ÁN CƠ SỞ LẬP TRÌNH

Ngoài ra khi người dùng cũng có thể thêm ghi chú (thêm một từ mới hoặc một bài học tán gái mới), lưu ý ở đây thêm nhưng không có xóa hoặc sửa, đó cũng là một bài học quan trọng trong bộ môn tán gái tác giả muốn gửi đến người dùng, cái gì sai thì hậu quả sẽ để lại mãi mãi.



The screenshot shows a web form with a title bar containing a small icon and a close button (X). The form has the following fields and controls:

- Tiêu đề:** A text input field.
- Nội dung:** A large text area with a vertical scrollbar.
- Chọn loại:** Two radio buttons: ☒ Từ điển and ☐ Lý thuyết.
- Cách xử lý:** A text input field.
- Thêm:** A button located at the bottom right of the form.

Hình 13 Thêm ý nghĩa của một từ (câu) mới



The screenshot shows a web form with a title bar containing a small icon and a close button (X). The form has the following fields and controls:

- Tiêu đề:** A text input field.
- Nội dung:** A large text area with a vertical scrollbar.
- Chọn loại:** Two radio buttons: ☐ Từ điển and ☒ Lý thuyết.
- File video hướng dẫn:** A text input field.
- Chọn file:** A button located to the right of the "File video hướng dẫn" field.
- Thêm:** A button located at the bottom right of the form.

Hình 14 Thêm một lý thuyết tán gái mới

3.2.3. Nhận xét

Do thời gian và nguồn tài liệu hạn chế nên ứng dụng vẫn còn sơ sài và bộ dữ liệu vẫn chủ yếu là sinh random để kiểm tra tốc độ. Tuy vậy, ứng dụng được xây dựng vẫn khá thành công, giao diện đơn giản dễ dùng, các tính năng mượt mà, ít tốn tài nguyên, không xuất hiện lỗi và có thể đáp ứng tương đối được nhu cầu nghiên cứu bộ môn tán gái đại cương cho người mới.

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

a. Kết luận

Ứng dụng được xây dựng khá thành công, các tính năng cơ bản đã hoàn thành, ứng dụng chạy mượt mà và ít tốn tài nguyên, phù hợp với hầu hết máy tính cá nhân chạy window, giao diện đơn giản dễ dùng, tuy vậy các tính năng tìm kiếm từ(câu) vẫn còn nhiều hạn chế vì còn khó tìm, bộ dữ liệu vẫn còn ít và cần bổ sung nhiều. Qua việc xây dựng ứng dụng ‘Tán gái đại cương’ đã giúp nhóm em ôn tập và nắm chắc kiến thức của môn cấu trúc dữ liệu và lập trình hướng đối tượng, nó còn giúp nhóm em hiểu được cách ước lượng thời gian chạy của thuật toán và có sự chuẩn bị tốt cho môn lập trình .Net kì sau.

b. Hướng phát triển

Cải tiến giao diện và bổ sung thêm bộ dữ liệu và tính năng hỗ trợ. Phát triển ứng dụng có thể chạy trên các hệ điều hành các như Android, IOS..

Phần từ điển tiếng em hiện nay tìm kiếm vẫn khó khăn 1 phần là do bộ dữ liệu còn ít, 1 phần là cách thức diễn đạt từ ngữ khá đa dạng, hướng phát triển là ứng dụng trí tuệ nhân tạo để phân tích ý nghĩa câu nói để tăng khả năng tìm được từ(câu) nói phù hợp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] vnexpress.net, Hơn 2 triệu đàn ông Việt sẽ không tìm được vợ trong tương lai, <https://vnexpress.net/hon-2-trieu-dan-ong-viet-se-khong-tim-duoc-vo-trong-tuong-lai-3297518.html>, 25/10/2022
- [2] Barney Stinson, The PlayBook, Ngân Trang, 2015
- [3] Henry – TUANT – DUC MINH, Alpha Male VietNam, DAN ONG ALPHA
- [4] Khotudien, Từ điển tiếng em, Nhà xuất bản phụ nữ Việt Nam, 2020
- [5] Nguyễn RR Thành Trung, Trie, <https://vnoi.info/wiki/algo/data-structures/trie.md>, 25/10/2022
- [6] Nguyễn Tấn Phát, Cây đỏ đen(Red - Black Tree), <https://blog.luyencode.net/tag/cay-do-den/>, 25/10/2022
- [7] Howkteam, Lập trình C# Winform, <https://howkteam.vn/course/lap-trinh-winform-co-ban-27>, 25/10/2022