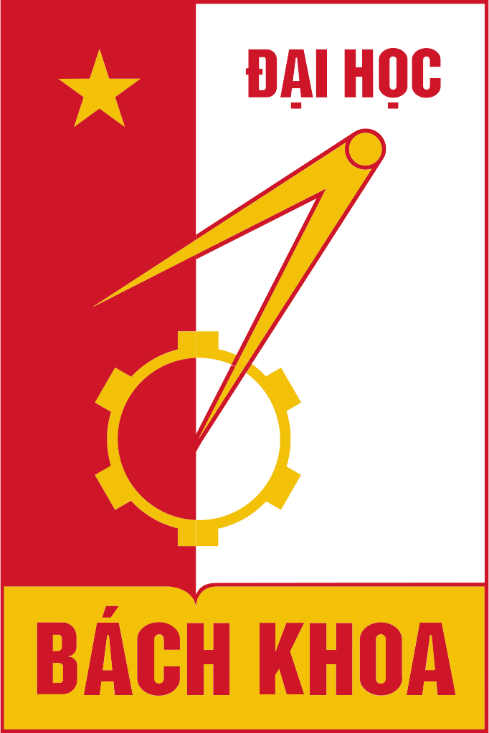
**ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**

**KHOA TOÁN TIN**



**BÀI TẬP LỚN**

**Kỹ thuật lập trình**

**Giáo viên hướng dẫn: Nguyễn Thị Thanh Huyền**

**Sinh viên thực hiện: Trần Ngọc Bảo 20227086**

***Hà Nội, ngày 24 tháng 6 năm 2024***

Lời mở đầu

Thông thường muốn tính tích phân xác định của một hàm số trên đoạn [a, b], ta tìm nguyên hàm của hàm đó và thay cận từ a đến b. Tuy nhiên trong khoa học và kỹ thuật không phải lúc nào ta cũng tìm được nguyên hàm của một hàm cho trước, tức là đôi khi tồn tại nguyên hàm của một hàm nhưng chúng ta không thể biểu diễn nguyên hàm ấy dưới dạng các hàm sơ cấp. Chính vì vậy mà sẽ có một số giải pháp để tính tính phân những hàm như thế. Thêm vào đó với sự phát triển của công nghệ thông tin, thì sự hỗ trợ của máy tính là rất tuyệt vời, tuy nhiên để máy tính có thể hiểu được thì chúng ta phải có một thuật toán. Từ đó chúng ta sẽ thiết lập các phương pháp tính xấp xỉ mà nếu với sự hỗ trợ của máy tính ta sẽ có những kết quả xấp xỉ hoàn toàn chấp nhận được.

Trong báo cáo bài tập lớn này sẽ trình bày về việc thiết kế một chương trình cơ bản để tính tích phân của hàm một biến y = f(x) trên một đoạn [a, b] và các phương pháp số được dùng là phương pháp dựa trên công thức hình thang và công thức Simpson.

1. Xây dựng module chương trình

Nếu muốn máy tính thực hiện một ý tưởng của con người, trước tiên ta phải xác định rõ thực tế con người chúng ta cần làm gì, đôi khi những việc chúng ta lờ đi tưởng chừng là đơn giản nhưng để khiến một cỗ máy vật lý có thể làm là một điều khó khăn.

Ở bài toán của chúng ta, ta cần xây dựng một chuỗi các bước để giúp một chương trình làm theo các bước đó. Theo hướng tư duy ngược ta có thể xác định được ta cần các bước nhập liệu và tính toán. Tuy nhiên để một chương trình có tính mở rộng và bảo trì cao hơn, việc thiết kế một menu lựa chọn và thuật toán đi kèm việc thao tác menu là không thể thiếu.

1.1. Menu

Trong phạm vi một báo cáo môn học, việc tạo một menu cầu kì là không cần thiết nên trong báo cáo này, menu và các thao tác trên menu sẽ thực hiện ở trên Console, thứ đã quá quen thuộc với các lập trình viên. Như đã trình bày ở trên, chúng ta hướng tới một chương trình có tính mở rộng và bảo trì cao và không nên “lờ đi” các việc tưởng chừng đơn giản. Các việc đơn giản ở đây chính là “*Nhập chuỗi từ bàn phím”* và *“Nhập số thực từ bàn phím”, “In ra menu chính”*(bản chất của việc này là in ra màn hình các tên lựa chọn). Ngoài menu chính ra chúng ta có và có thể sẽ có thêm các menu khác nữa nếu chúng ta muốn,ở trong báo cáo này, menu phụ dùng để chọn phương pháp hình thang hoặc Simpson*.* Và các việc không đơn giản lắm sẽ là *“Thao tác với các lựa chọn”* việc thao tác với các lựa chọn bản chất là gọi tới các hàm thực hiện các “lựa chọn” đó.

1.2. Tính giá trị f(x) tại một điểm cho trước

Sau khi đã tạo được menu, chúng ta sẽ tới phần chính của chương trình của chúng ta - Tính tích phân hay chính xác hơn là tính gần đúng tích phân. Trước khi tính tích phân ta phải xác định được công thức của phương pháp ta cần thực hiện.

* Đối với công thức hình thang

với

* Đối với công thức Simpson

với

Như đã thấy ở công thức, chúng ta lại cần làm một việc “đơn giản” nữa, đó chính là tính f(x) tại một điểm trên đoạn [a, b]. Rõ ràng việc tính toán với chúng ta là quá đơn giản nhưng với máy tính là việc khác. Ta cần phải cho máy tính biết cách tính như thế nào. Đôi khi để ra cùng một kết quả thì các thao tác trong thực tế con người làm và thao tác trong máy tính là khác nhau. Việc tính f(x) tại một điểm ở trong báo cáo này là một ví dụ cho sự khác nhau đó. Thay vì thực hiện đơn thuần từ trái phải, chúng ta sẽ thực hiện theo thứ tự các toán tử giữa các biểu thức. Như vậy, các công việc của chúng ta khi muốn tính f(x) tại một điểm sẽ được chia thành các việc nhỏ như sau:

* Phân tích và tính toán các biểu thức có các toán tử cộng (+) và trừ (-).
* Phân tích và tính toán các biểu thức có các toán tử nhân (\*) và chia (/).
* Phân tích và tính toán các biểu thức có toán tử lũy thừa (^).
* Phân tích và tính toán các đơn vị cơ bản trong biểu thức như số, biến và hàm.
* Tính toán giá trị của các hàm cơ bản như hàm lượng giác, logarit,..
* Tính toán giá trị của biến ẩn

Lưu ý: Vì việc kiểm tra tính đúng đắn của biểu thức f(x) của một biểu thức trong máy tính là một điều khó hơn với thực tế ta làm bằng tay, nên trong báo cáo này ta giả định f(x) luôn đúng đắn và cũng đảm bảo xác định, liên tục trên [a, b].

1.3. Tính tích phân

Ta có thể nhận thấy rằng sau khi tính được giá trị của f(x) tại một điểm bất kì trên [a, b], ta có thể tính được tích phân dựa theo công thức (1) hoặc (2) kể trên. Vấn đề còn lại chỉ là áp dụng công thức, tuy nhiên nếu chúng ta muốn có kết quả tính tốt hơn ta sẽ thực hiện đi thực hiện lại công thực (1) hoặc (2) với sau mỗi lần thực hiện ta sẽ tăng n lên 2 lần đến khi nào sai số giữa các kết quả tính không quá một hằng số epsilon nào đó. Ý tưởng của việc này là ta lặp đi lặp lại cách tính với n tăng 2 lần sau mỗi lần tính, ta sẽ được kết quả tốt hơn kết quả đã tính trước đó(một cách lý giải khác là sai số của phương pháp này sẽ giảm nếu số bước h giảm hay số n tăng lên).

Như vậy, việc tính tích phân của chúng ta nhìn chung sẽ được chia thành 2 công việc sau:

* Tính tích phân theo bộ điểm (x, y) cho trước
* Tính tích phân sao cho giá trị tích phân có sai số không vượt quá epsilon

1.4. Lưu ý khi đọc báo cáo

Các biến sau là biến toàn cục:

+ function: chuỗi biểu diễn f(x)

+ x: số thực x

+ a, b, e: 2 đầu mút a, b và sai số epsilon

+ precision: số chữ số sau dấu phẩy mong muốn

+ res\_tichphan: kết quả tính tích phân

+ flag2: biến cờ cho biết việc đã tính toán giá trị f(x) tại một điểm hay chưa

+ flag3: biến cờ cho biết việc đã tính toán tích phân hay chưa

+ biến var: biến biểu diễn cấu trúc biến ẩn x trong hàm f(x), cấu trúc gồm tên biến và địa chỉ của biến

1. Thiết kế menu

Như đã nói ở phần trước, menu trong chương trình của chúng ta được “làm” trên console. Ở trong báo cáo này, với mục tiêu chương trình có thể thực hiện trên đa số hệ thống, các thao tác trên console sẽ sử dụng thư viện ncurses.

Đôi chút về ncurses:  
Thư viện lập trình ncurses (new curses) cung cấp một giao diện lập trình ứng dụng (API) cho phép lập trình viên viết các giao diện người dùng dựa trên văn bản (TUI) một cách không phụ thuộc vào terminal. Đây là một bộ công cụ để phát triển phần mềm ứng dụng "giống GUI" chạy dưới một trình giả lập terminal. Nó cũng tối ưu hóa các thay đổi trên màn hình, nhằm giảm độ trễ khi sử dụng các shell từ xa.

Nhìn chung, các thao tác khi ta sử dụng thư viện trên chính là:

1. Khởi tạo ncurses: initscr(). Bước này khởi tạo thư viện ncurses, thiết lập các giá trị mặc định và phân bổ bộ nhớ cho các cấu trúc dữ liệu cần thiết. Nếu không thực hiện bước này, các hàm ncurses khác sẽ không hoạt động đúng.
2. Điều chỉnh chế độ nhập: noecho(), cbreak(). noecho() tắt chế độ echo, nghĩa là ký tự nhập vào không được in ra màn hình. cbreak() tắt buffering dòng, nghĩa là tất cả các ký tự nhập vào được truyền đi ngay lập tức, không chờ đến khi có dấu xuống dòng. Cả hai bước này giúp kiểm soát cách nhập liệu từ người dùng.
3. Xóa màn hình: clear(). Bước này xóa màn hình, chuẩn bị cho việc in ra nội dung mới.
4. In ra nội dung: printw(), mvprintw(), v.v. Các hàm này in ra nội dung lên màn hình. Bạn có thể điều chỉnh vị trí in bằng cách sử dụng các hàm như mvprintw().
5. Cập nhật màn hình: refresh(). Bước này cập nhật màn hình, hiển thị tất cả các thay đổi từ lần cập nhật cuối cùng. Nếu không thực hiện bước này, các thay đổi sẽ không được hiển thị.
6. Kết thúc ncurses: endwin(). Bước này giải phóng bộ nhớ đã phân bổ cho ncurses và trả lại điều khiển cho terminal. Nếu không thực hiện bước này, terminal có thể không hoạt động đúng sau khi chương trình kết thúc.

Và đó là đôi nét về thư viện chúng ta sẽ sử dụng trong báo cáo này để tạo menu, tiếp theo chúng ta sẽ làm rõ các module trong việc thiết kế menu

2.1. In ra menu

Ở trong báo cáo này, menu chính sẽ được triển khai ở dạng “2 chiều”. Cột đầu tiên lần lượt sẽ biểu hiện cho các chức năng như sau “Nhập f(x) từ bàn phím”, “Tính f(x) tại một điểm”, “Tính gần đúng tích phân”, “Làm sạch”, “Thoát chương trình”. Cột thứ 2 chỉ có “Nhập hàm f(x) từ một file txt”.

Ý nghĩa của các chức năng khá rõ ràng. Nếu muốn tính được tích phân f(x) là gì ta cần phải cho chương trình biết được f(x) là gì trước đã, vậy nên ta cần phải nhập f(x), nếu f(x) là hàm phức tạp việc nhập sẵn ở file là cần thiết. Nếu muốn kiểm tra nghi ngờ gì ở việc tính tích phân có đúng hay f(x) có xác định trên đoạn [a, b] hay không, thì ta cần tính f(x) tại điểm mà ta nghi ngờ. Nếu chúng ta muốn tiếp tục việc thao tác tính toán, việc làm sạch là cần thiết, làm sạch ở đây có nghĩa như một công việc reset lại chương trình. Và một chương trình cũng phải có kết thúc - một điều hiển nhiên. Cuối cùng, việc tính tích phân là phần chính nên chắc chắn phải có nó.

Để có tính linh hoạt cho menu, việc in ra menu sau khi thao tác điều hướng là thật sự cần thiết nên chúng ta sẽ triển khai hàm print\_menu như sau:

Đầu vào: 2 số nguyên, mảng hai chiều menu

Ý tưởng: In ra menu và hightlight thao tác đã điều hướng tới

1. Tính số lượng lựa chọn là kích thức của mảng menu chia cho kích thước của một phần tử trong mảng
2. Khởi tạo ncurses
3. Xóa màn hình
4. Tắt echo
5. Tắt buffering dòng, truyền tất cả
6. Duyệt qua tất cả các lựa chọn trong menu:

6.1. Duyệt qua tất cả các cột trong mỗi lựa chọn:

Nếu hàng và cột hiện tại là hàng và cột được highlight:

1. Bật chế độ đảo ngược màu sắc

2. In lựa chọn hiện tại với độ rộng 30 ký tự

3. Tắt chế độ đảo ngược màu sắc

Ngược lại:

In lựa chọn hiện tại với độ rộng 30 ký tự

6.2. In một dòng mới

1. Cập nhật màn hình

Lưu ý:

* Việc tắt echo ở đây có ý nghĩa như đã giải thích khi ta đã nói qua về ncurses. Nó ngăn cho ký tự nhập không được in ra màn hình. Có thể chúng ta sẽ nghĩ là chúng ta không gọi tới hàm nào yêu cầu nhập từ bàn phím thì sao lại có thao tác này???. Lý giải cho việc này là console không hoạt động theo chúng ta nghĩ. Việc chúng ta nhận một phím bất kì cũng hiển thị ra các ký tự tương ứng, kể cả các phím “không biểu diễn cho một chữ cái hay số”.
* Chúng ta có thể áp dụng

2.2. Nhập một chuỗi từ bàn phím

Như đã nói trước đó, chúng ta đang làm việc với ncurses và đang thiết kế chương trình định hướng cho người sử dụng biết làm gì sau các thao tác chọn. Việc nhắc nhở đang “làm gì” trước khi thực sự “làm gì” là cần thiết, sau đây chính là hàm nhập từ bàn phím(get\_input\_string)

Đầu vào: chuỗi nhắc (prompt), con trỏ chuỗi buffer, số nguyên biểu diễn cỡ tối đa của buffer(buffer\_size)

Ý tưởng: In ra prompt yêu cầu người dùng nhập chuỗi buffer, bật tắt echo trước và sau khi thực hiện nhập chuỗi

1. In ra chuỗi prompt
2. Bật chế độ echo
3. Nhận chuỗi đầu vào từ người dùng, chuỗi này sẽ được lưu vào buffer, (buffer\_size - 1) sẽ là số ký tự tối đa sẽ nhận(điều này đảm bảo dành chỗ cho ký tự NULL kết thúc chuỗi)
4. Tắt echo

2.3. Nhập một số thực từ bàn phím

Tương tự với get\_input\_string, ta có hàm get\_input\_float.

Đầu ra: Chuỗi nhắc prompt

Đầu ra: Giá trị đã nhập

Ý tưởng: Để tiện cho việc tương thích với thư viện ncurses, thay vì gọi trực tiếp các hàm nhập scanf hay fscanf ta sẽ dùng cách khác là chuyển chuỗi đã nhập từ bàn phím thành số(hiển nhiên chuỗi này chính là số), các thao tác như in ra prompt và bật tắt echo tương tự như get\_input\_string

1. Khởi tạo một mảng ký tự buffer có kích cỡ 50(con số có thể thay đổi nếu muốn)
2. Bật echo
3. Nhận chuỗi đầu vào từ người dùng, lưu vào buffer, (50-1) là ký tự tối đa sẽ nhận
4. Tắt echo
5. Chuyển đổi chuỗi trong buffer thành số thực, lưu vào một biến tên là value được khai báo trước đó
6. Trẻ về value

Lý giải kĩ hơn cho việc “đi đường vòng” phải chuyển chuỗi thành số là:

Thư viện ncurses trong C được thiết kế cho màn hình ký tự và không cung cấp một hàm trực tiếp để nhập dữ liệu kiểu float hoặc bất kỳ kiểu dữ liệu nào không phải là chuỗi.

Nếu ta muốn đọc một số float trực tiếp, ta thường sẽ sử dụng một hàm như scanf trong C. Tuy nhiên, scanf không hoạt động tốt với ncurses vì ncurses yêu cầu kiểm soát đầu vào và đầu ra của terminal để hoạt động đúng, trong khi scanf lại bỏ qua sự kiểm soát này.

Vì vậy, mặc dù có thể về mặt kỹ thuật sử dụng scanf hoặc các hàm tương tự khi ncurses đang hoạt động, nhưng điều này thường không được khuyến nghị vì có thể dẫn đến hành vi không mong muốn. Thực hành tốt nhất khi sử dụng ncurses là đọc đầu vào dưới dạng chuỗi bằng cách sử dụng các hàm của ncurses như getnstr, và sau đó chuyển đổi sang kiểu dữ liệu mong muốn khi cần.

2.4. Thao tác với các lựa chọn

Vì chương trình của chúng ta mong muốn thiết kế cho việc thuận tiện để bảo trì và mở rộng, nên ở đây chúng ta thay vì tạo một switch case đơn giản để cho chương trình chính thực hiện các thao tác gọi tới, chúng ta sẽ làm một cách trông linh hoạt hơn một chút. Đó là tạo một mảng con trỏ hàm trỏ tới các hàm thực hiện ứng với các lựa chọn. Việc này khá hữu ích khi chúng ta muốn sửa các hàm thực hiện hành động và nếu muốn dùng tới chỉ cần truy vấn tới một phần tử của mảng hành động đó.

Vì việc thực hiện các thao tác lựa chọn kia không phải là một hàm nên chúng ta không có các bước xác định đầu ra vào hay thuật toán như các phần trước.

2.5. Các hàm thực hiện ứng với các lựa chọn

Lưu ý:

* Các việc tạm dừng chương trình ở trong mục này có mục đích làm cho chương trình “động” hơn.

2.5.1. Nhập f(x) từ bàn phím

Function handle\_option\_1

1. Gọi tới hàm get\_input\_string với đầu vào là chuỗi biểu diễn f(x) và kích cỡ tối đã mà ta định trước của chuỗi f(x)
2. Tạm dừng thực thi trong khoảng 1s

2.5.2. Tính giá trị của f(x) tại một điểm

Function handle\_option\_2

1. Loại bỏ ký tự xuống dòng (nếu có) khỏi cuối chuỗi function bằng cách tìm vị trí của ký tự xuống dòng và thay thế nó bằng ký tự kết thúc chuỗi (\0).
2. Kiểm tra xem chuỗi function có rỗng không (tức là không chỉ chứa ký tự kết thúc chuỗi). Nếu function không rỗng:

2.1. Yêu cầu người dùng nhập vào một số thực, được lưu vào biến x, thông qua hàm get\_input\_float với thông điệp "Nhap diem can tinh: ".

2.2. Sử dụng biến expression để lưu trữ địa chỉ của chuỗi function.

2.3. Tính toán kết quả của biểu thức lưu trong function tại điểm x bằng hàm parse\_expression, và lưu kết quả vào biến result.

2.4. In kết quả ra màn hình, hiển thị biểu thức và giá trị của nó tại điểm x.

2.5. Gọi hàm refresh để cập nhật màn hình với thông tin mới in ra.

2.5. Tạm dừng thực thi chương trình trong 1 giây bằng hàm sleep(1).

2.6. Đặt giá trị của biến toàn cục flag2 thành 1, có thể để theo dõi rằng một phép tính đã được thực hiện thành công.

1. Nếu chuỗi function rỗng (tức là chưa có biểu thức nào được nhập vào):

3.1. In ra màn hình thông điệp "Ban chua nhap ham so" để thông báo cho người dùng biết rằng họ cần nhập một biểu thức trước khi thực hiện tính toán.

3.2. Gọi hàm refresh để cập nhật màn hình với thông điệp mới.

3.3. Tạm dừng thực thi chương trình trong 1 giây bằng hàm sleep(1)

2.5.3. Tính tích phân với sai số cho trước

Function handle\_option\_3

1. Kiểm tra xem chuỗi function (được giả định là biểu thức hàm số) có rỗng không. Nếu không rỗng, thực hiện các bước tiếp theo; nếu rỗng, hiển thị thông điệp "Ban chua nhap ham so" và tạm dừng chương trình trong 1 giây.
2. Yêu cầu người dùng nhập vào các giá trị a, b (giới hạn dưới và giới hạn trên của khoảng tích phân), e (sai số cho phép), và precision (số chữ số thập phân độ chính xác) thông qua hàm get\_input\_float.
3. Khởi tạo biến expression để lưu trữ địa chỉ của chuỗi function.
4. Hiển thị submenu cho người dùng và cho phép họ chọn giữa các tùy chọn bằng cách sử dụng phím mũi tên lên và xuống. Người dùng xác nhận lựa chọn của mình bằng cách nhấn phím Enter (\n).
5. Dựa trên lựa chọn của người dùng (sub\_choice), thiết lập giá trị cho biến flag3 (1 hoặc 2) và gọi hàm integrate với các tham số tương ứng để tính toán kết quả tích phân. Kết quả được lưu vào biến result và res\_tichphan.
6. Thoát khỏi vòng lặp khi người dùng nhấn Enter, tức là đã chọn xong tùy chọn và tính toán đã được thực hiện.
7. Hiển thị kết quả tích phân của hàm số trên khoảng [a, b].
8. Cập nhật màn hình với thông tin mới và tạm dừng chương trình trong 1 giây

Lưu ý, việc in ra submenu tương tự như in ra menu chính và sẽ đề cập ở mục 2.6

2.5.4. Thoát chương trình

1. Kết thúc chế độ ncurses(điều này tương đương với việc trả lại terminal cho hệ điều hành)
2. Gọi tới hàm kết thúc chương trình

2.5.5. Reset chương trình

1. Gọi tới hàm xóa màn hình
2. Đặt lại function thành chuỗi rỗng
3. Đặt lại biến flag2, flag3 bằng 0
4. Gọi hàm cập nhật màn hình

2.5.6. Nhập f(x) từ một file

1. Khai báo một mảng ký tự filename với kích thước 100 để lưu tên đầy đủ của file.
2. Gọi hàm get\_input\_string với thông điệp "Nhap ten file: ", mảng filename và kích thước của mảng này làm tham số. Hàm này yêu cầu người dùng nhập tên file và lưu vào mảng filename.
3. Mở file với tên được lưu trong filename ở chế độ đọc. Sử dụng hàm fopen và lưu đối tượng file trả về vào biến con trỏ file.
4. Kiểm tra xem file có mở thành công không bằng cách kiểm tra giá trị của file. Nếu file là NULL, tức là không thể mở file, thực hiện các bước sau:

4.1. Hiển thị thông điệp "Khong the mo file\n" sử dụng hàm printw.

4.2. Cập nhật màn hình với hàm refresh.

4.3. Tạm dừng chương trình trong 1 giây sử dụng hàm sleep.

4.4. Kết thúc hàm sớm bằng từ khóa return.

1. Nếu file mở thành công, đọc dữ liệu từ file vào biến function sử dụng hàm fgets. Hàm này đọc một dòng từ file và lưu vào function, với kích thước tối đa được xác định bởi sizeof(function).
2. Đóng file.

2.6. In ra menu con cho việc lựa chọn cách tính tích phân

Để đơn giản cho việc thiết lập chúng ta sẽ lựa chọn cách tạo menu này theo một chiều đơn giản

Đầu vào: số tự nhiên highlight

1. Tạo biến cục bộ menu là mảng chứa hai xâu "Phuong phap hinh thang", "Phuong phap Simpson"
2. Khởi tạo biến num\_choices bằng số lựa chọn (ở đây là 2)
3. Khởi tạo môi trường ncurses
4. Xóa màn hình
5. Tắt echo
6. Tắt buffer dòng
7. Duyệt qua các phần tử của menu với chỉ số chạy i: 0->num\_choices-1

7.1. Nếu hightlight = i+1:

7.1.1. Bật đảo ngược màu

7.1.2. In ra phần tử thứ menu[i]

7.1.3. Tắt đảo ngược màu

7.2. ngược lại:

7.2.1 In ra menu[i]

1. Cập nhật màn hình

3. Tính giá trị f(x) tại một điểm

Lưu ý:

* Tư tưởng của việc thực hiện tính giá trị f(x) tại một điểm của chúng ta trong báo cáo này là việc tính lần lượt các biểu thực theo thứ tự ưu tiên: phép lấy mũ, phép nhân chia, phép cộng trừ. Tức là điều đầu tiên chúng ta sẽ gọi tới hàm tính cộng trừ, và trong hàm tính cộng trừ ấy chúng ta sẽ tính nhân chia, và cứ thế… Như chúng ta thấy, bản chất đây là đệ quy.
* Các hàm của chúng ta sẽ và ý tưởng của các hàm sẽ là:
* parse\_expression: Hàm này phân tích cú pháp một biểu thức toán học, xử lý các phép cộng (+) và trừ (-). Nó đệ quy gọi parse\_term để xử lý các phần của biểu thức và kết hợp kết quả.
* parse\_term: Hàm này phân tích cú pháp các "term" trong biểu thức, xử lý các phép nhân (\*) và chia (/). Nó đệ quy gọi parse\_factor để xử lý các yếu tố cấu thành term và kết hợp kết quả.
* parse\_factor: Hàm này phân tích cú pháp các "factor" (yếu tố), xử lý phép lũy thừa (^). Nó đệ quy gọi parse\_primary để xử lý các yếu tố cơ bản và áp dụng phép lũy thừa nếu cần.
* parse\_primary: Hàm này phân tích cú pháp các yếu tố cơ bản của biểu thức, bao gồm số, biến, hàm, và biểu thức con trong dấu ngoặc. Nó có thể gọi parse\_expression để xử lý biểu thức con, evaluate\_function để tính toán giá trị của một hàm, hoặc evaluate\_variable để lấy giá trị của một biến.
* evaluate\_function: Hàm này tính toán giá trị của một hàm toán học (ví dụ: sin, cos, log, v.v.) dựa trên tên và đối số của hàm đó.
* evaluate\_variable: Hàm này tìm và trả về giá trị của một biến dựa trên tên của biến đó. Nó tìm kiếm trong một mảng các biến được truyền vào hàm.
* Vẫn với ý định là chương trình sẽ có tính mở rộng, thay vì chúng ta chỉ làm một hàm tính toán với một biến x, chúng ta sẽ thiết kế các hàm tính toán với nhiều biến. Tuy nhiên với quy mô một báo cáo như thế này, ta sẽ không làm hẳn một chương trình tính tích phân của hàm nhiều biến.

3.1. Phân tích biểu thức và tính cộng trừ

Function parse\_expression  
Đầu vào: con trỏ hằng trỏ tới con trỏ trỏ tới chuỗi biểu thức f(x), biến x đã thay số, số nguyên biểu diễn số biến của hàm f(x)

*Một lẽ thông thường khi tính toán f(x) tại một điểm ta chỉ cần hàm f(x) và giá trị của x tại một điểm cần tính, với lý do vừa kể trên, ta sẽ cần tới một biến là số các biến trong f(x).*

Đầu ra: kết quả của f(x) tại điểm x

*Như đã bàn luận ở lưu ý trên, bản chất của chúng ta là đệ quy và đầu ra của việc này chính là điều cần tìm nên không bất ngờ gì về việc một hàm tính cộng trừ nhưng lại có ngay kết quả cuối cùng.*

Ý tưởng: Nó phân tích cú pháp một biểu thức toán học, xử lý các phép cộng (+) và trừ (-). Nó đệ quy gọi parse\_term(hàm tính toán phép nhân chia) để xử lý các phần của biểu thức và kết hợp kết quả.

1. Khởi tạo giá trị kết quả: Đầu tiên, hàm tính giá trị của một "term" (đơn vị cơ bản của biểu thức, có thể là một số, biến, hoặc một biểu thức con) bằng cách gọi hàm parse\_term với các tham số là biểu thức, mảng các biến và số lượng biến. Giá trị này được lưu trữ trong biến result.
2. Lặp qua biểu thức: Hàm tiếp tục kiểm tra từng ký tự trong biểu thức. Nếu gặp ký tự '+' hoặc '-', hàm sẽ thực hiện các bước tiếp theo. Nếu không, vòng lặp kết thúc và hàm trả về giá trị result.
3. Xác định phép toán: Khi gặp ký tự '+' hoặc '-', hàm lưu trữ ký tự đó vào biến op và sau đó dịch chuyển con trỏ biểu diễn f(x) để bỏ qua ký tự phép toán.
4. Tính giá trị term tiếp theo: Hàm gọi lại hàm parse\_term để tính giá trị của term tiếp theo trong biểu thức.
5. Thực hiện phép toán: Dựa vào giá trị của op (phép toán là '+' hoặc '-'), hàm cộng hoặc trừ giá trị của term mới với giá trị result hiện tại.
6. Trả về kết quả: Sau khi đã xử lý hết các phép toán cộng và trừ trong biểu thức, hàm trả về giá trị cuối cùng của result.

3.2. Phân tích và tính toán các phép nhân chia

Function parse\_term

Đầu vào và đầu ra tương tự với parse\_expression

Ý tưởng: Phân tích cú pháp các "term" trong biểu thức, xử lý các phép nhân (\*) và chia (/). Đệ quy gọi parse\_factor để xử lý các yếu tố cấu thành term và kết hợp kết quả.

1. Khởi tạo giá trị kết quả: Hàm bắt đầu bằng cách tính giá trị của một "factor" (yếu tố cơ bản của term, có thể là một số, biến, hàm, hoặc một biểu thức con) bằng cách gọi hàm parse\_factor với các tham số là biểu thức, mảng các biến và số lượng biến. Giá trị này được lưu trữ trong biến result.
2. Lặp qua biểu thức: Hàm tiếp tục kiểm tra từng ký tự trong biểu thức. Nếu gặp ký tự '\*' (nhân) hoặc '/' (chia), hàm sẽ thực hiện các bước tiếp theo. Nếu không, vòng lặp kết thúc và hàm trả về giá trị result.
3. Xác định phép toán: Khi gặp ký tự '\*' hoặc '/', hàm lưu trữ ký tự đó vào biến op và sau đó dịch chuyển con trỏ trỏ tới chuỗi f(x) để bỏ qua ký tự phép toán.
4. Tính giá trị factor tiếp theo: Hàm gọi lại parse\_factor để tính giá trị của factor tiếp theo trong biểu thức.
5. Thực hiện phép toán: Dựa vào giá trị của op (phép toán là '\*' hoặc '/'), hàm nhân hoặc chia giá trị của factor mới với giá trị result hiện tại.
6. Trả về kết quả: Sau khi đã xử lý hết các phép toán nhân và chia trong biểu thức, hàm trả về giá trị cuối cùng của result.

3.3. Phân tích và tính toán các phép lấy lũy thừa

Đầu vào và đầu ra tương tự với parse\_expression

Ý tưởng: Phân tích cú pháp các "factor" (yếu tố), xử lý phép lũy thừa (^). Đệ quy gọi parse\_primary để xử lý các yếu tố cơ bản và áp dụng phép lũy thừa nếu cần.

1. Khởi tạo giá trị kết quả: Hàm bắt đầu bằng cách tính giá trị của một "primary" (yếu tố cơ bản nhất của factor, có thể là một số, biến, hàm, hoặc một biểu thức con trong dấu ngoặc) bằng cách gọi hàm parse\_primary với các tham số là biểu thức, mảng các biến và số lượng biến. Giá trị này được lưu trữ trong biến result.
2. Lặp qua biểu thức: Hàm tiếp tục kiểm tra từng ký tự trong biểu thức. Nếu gặp ký tự '^' (phép lũy thừa), hàm sẽ thực hiện các bước tiếp theo. Nếu không, vòng lặp kết thúc và hàm trả về giá trị result.
3. Xử lý phép lũy thừa: Khi gặp ký tự '^', hàm dịch chuyển con trỏ trỏ tới chuỗi f(x) để bỏ qua ký tự phép lũy thừa.
4. Tính giá trị của số mũ: Hàm gọi lại parse\_primary để tính giá trị của số mũ trong phép lũy thừa.
5. Thực hiện phép lũy thừa: Tính lũy thừa của result với số mũ vừa tính được, sau đó cập nhật lại giá trị của result với kết quả mới.
6. Trả về kết quả: Sau khi đã xử lý hết các phép lũy thừa trong biểu thức, hàm trả về giá trị cuối cùng của result.

3.4. Phân tích biểu thức và tính toán các đơn vị cơ bản trong biểu thức

Function parse\_primary

Đầu vào, đầu ra tương tự hàm parse\_expression

Ý tưởng: Phân tích cú pháp các yếu tố cơ bản của biểu thức, bao gồm số, biến, hàm, và biểu thức con trong dấu ngoặc. Có thể gọi parse\_expression để xử lý biểu thức con, evaluate\_function để tính toán giá trị của một hàm, hoặc evaluate\_variable để lấy giá trị của một biến.

1. Xử lý biểu thức trong dấu ngoặc đơn: Nếu ký tự đầu tiên của biểu thức là một dấu ngoặc mở '(', hàm sẽ tăng con trỏ biểu thức để bỏ qua dấu ngoặc này và gọi parse\_expression để tính giá trị của biểu thức bên trong dấu ngoặc. Sau khi biểu thức bên trong được xử lý, nếu gặp dấu ngoặc đóng ')', con trỏ biểu thức sẽ được tăng lên để bỏ qua dấu ngoặc đóng.
2. Xử lý biến hoặc hàm: Nếu ký tự đầu tiên là một chữ cái, hàm sẽ xác định đây là tên của một biến hoặc một hàm. Hàm tiếp tục đọc các ký tự tiếp theo cho đến khi gặp một ký tự không phải là chữ cái hoặc số, sau đó lưu tên này vào một biến tạm thời.

2.1. Nếu tên này theo sau là dấu ngoặc mở '(': Điều này chỉ ra rằng đây là một hàm. Hàm sẽ tăng con trỏ biểu thức để bỏ qua dấu ngoặc mở, sau đó gọi parse\_expression để tính giá trị của đối số truyền vào hàm. Nếu gặp dấu ngoặc đóng ')', con trỏ biểu thức sẽ được tăng lên để bỏ qua nó. Cuối cùng, hàm evaluate\_function được gọi để tính giá trị của hàm với đối số đã cho.

2.2. Nếu không gặp dấu ngoặc mở sau tên: Điều này chỉ ra rằng đây là một biến. Hàm evaluate\_variable được gọi để lấy giá trị của biến.

1. Xử lý số: Nếu ký tự đầu tiên không phải là dấu ngoặc mở và không phải là chữ cái, hàm giả định rằng đây là một số. Hàm strtod được sử dụng để chuyển đổi chuỗi ký tự thành một số thực và cập nhật con trỏ biểu thức để bỏ qua phần đã được chuyển đổi.
2. Trả về kết quả: Hàm trả về giá trị đã được tính toán, dựa trên loại phần tử cơ bản được xử lý: biểu thức trong dấu ngoặc, biến, hàm, hoặc số.

3.5. Tính toán giá trị của các hàm cơ bản như hàm lượng giác, logarit,..

Function evaluate\_function

Đầu vào: con trỏ hằng trỏ tới tên của chuỗi tên các hàm(name), số thực arg

Đầu ra: Trả về giá trị của hàm muốn tính với tham số arg

1. Kiểm tra tên hàm: Hàm bắt đầu bằng việc so sánh tên hàm được truyền vào (qua tham số name) với các tên hàm toán học đã biết như "sin", "cos", "tan", "log", "exp", và "sqrt"
2. Tính toán và trả về kết quả:
   1. Nếu tên hàm khớp với "sin", hàm trả về giá trị của hàm sin của đối số arg sử dụng hàm sin.
   2. Nếu tên hàm khớp với "cos", hàm trả về giá trị của hàm cos của đối số arg sử dụng hàm cos.
   3. Nếu tên hàm khớp với "tan", hàm trả về giá trị của hàm tan của đối số arg sử dụng hàm tan.
   4. Nếu tên hàm khớp với "log", hàm trả về giá trị của hàm logarit tự nhiên của đối số arg sử dụng hàm log.
   5. Nếu tên hàm khớp với "exp", hàm trả về giá trị của hàm lũy thừa e mũ arg sử dụng hàm exp.
   6. Nếu tên hàm khớp với "sqrt", hàm trả về giá trị của hàm căn bậc hai của đối số arg sử dụng hàm sqrt.
3. Trả về 0.0 cho các hàm không xác định: Nếu tên hàm không khớp với bất kỳ tên hàm toán học nào đã biết, hàm trả về giá trị 0.0, biểu thị cho việc hàm không được xác định hoặc không tồn tại.

Lưu ý: Bước 4 trả về 0.0 để thuận tiện cho các ngôn ngữ như C, yêu cầu định nghĩa rõ kiểu giá trị hàm trả về. Nhược điểm của điều này là không tính được chính xác nếu hàm số có vấn đề. Tuy nhiên như đã đề cập trước đó, chúng ta mặc định hàm f(x) là xác định trên khoảng cần tính nên việc trả về 0.0 có ý nghĩa kiểm tra để phục vụ việc sự nghi ngờ đã đề cập từ trước(ý nghĩa của việc tính f(x) tại một điểm ngoài phục vụ tính tích phân)

3.6. Tính toán giá trị của biến ẩn

Function evaluate\_variable

Đầu vào: con trỏ trỏ tới chuỗi tên biến ẩn, biến ẩn, số lượng biến ẩn

Đầu ra: giá trị của biến ẩn

Ý tưởng: Hàm này tìm và trả về giá trị của một biến dựa trên tên của biến đó. Nó tìm kiếm trong một mảng các biến được truyền vào hàm.

1. Duyệt qua danh sách các biến: Hàm bắt đầu bằng việc lặp qua mỗi biến trong mảng vars, với var\_count là số lượng biến trong mảng.
2. So sánh tên biến: Trong mỗi lần lặp, hàm so sánh tên của biến hiện tại (được truy cập thông qua vars[i].name) với tên biến được truyền vào hàm (name) sử dụng hàm strcmp.
3. Trả về giá trị của biến nếu tên khớp: Nếu tên biến khớp (tức là strcmp trả về 0), hàm sẽ trả về giá trị của biến đó. Giá trị này được truy cập thông qua con trỏ vars[i].address và trả về giá trị mà con trỏ này trỏ tới.
4. Trả về 0.0 nếu không tìm thấy biến: Nếu hàm kết thúc vòng lặp mà không tìm thấy biến nào có tên khớp với name, hàm sẽ trả về giá trị 0.0, biểu thị rằng biến không được xác định hoặc không tồn tại trong danh sách.

Lưu ý:

* Như đã đề cập ở trước đó, chúng ta đang thiết kế một chương trình “nửa vời” khi đáng lẽ có thể tính toán giá trị của hàm f theo nhiều biến nhưng chúng ta chỉ tính theo một biến để làm đơn giản chương trình.
* Việc trả về 0.0 có ý nghĩa tương tự như hàm evaluate\_function, mặc định chương trình của chúng ta sẽ không chạy tới lệnh đó.

4. Tính tích phân

Như đã xác định rõ ở mục lớn 1, chúng ta sẽ có các hàm và ý nghĩa của chúng như sau:

1. trapezoidal\_rule: Hàm này thực hiện tính toán tích phân của một hàm số dựa trên công thức hình thang dựa trên bộ điểm cho trước.
2. simpson\_rule: Hàm này thực hiện tính toán tích phân của một hàm số dựa trên công thức Simpson dựa trên bộ điểm cho trước.
3. integrate\_trap: Hàm này sử dụng hàm trapezoidal\_rule để tính tích phân của một hàm số cho trước trong một khoảng xác định từ a đến b với một sai số chấp nhận được epsilon. Hàm này điều chỉnh số lượng điểm được sử dụng để tính toán tích phân cho đến khi sai số giữa hai lần tính toán liên tiếp nhỏ hơn epsilon.
4. integrate\_simp: Tương tự như integrate\_trap, nhưng hàm này sử dụng hàm simpson\_rule để tính tích phân. Nó điều chỉnh số lượng điểm được sử dụng và tính toán lại tích phân cho đến khi đạt được độ chính xác mong muốn (epsilon).

4.1. Tính tích phân dùng công thức hình thang với bộ điểm cho trước

Function trapezoidal\_rule

Đầu vào: số thực a, b, con trỏ trỏ tới mảng giá trị của bộ x(x\_values), con trỏ trỏ tới mảng giá trị của bộ y(y\_values), số mốc n

Đầu ra: kết quả tích phân

Ý tưởng: theo ý tưởng của việc tính tích phân theo công thức hình thang đã đề cập trước đó

1. Tính kích thước bước (h): Đầu tiên, hàm tính kích thước bước h bằng cách lấy khoảng cách giữa a và b (điểm đầu và điểm cuối của khoảng tích phân) và chia cho n, số lượng phân đoạn mà khoảng này được chia thành.
2. Khởi tạo tổng (s): Tổng s được khởi tạo bằng tổng giá trị của hàm tại điểm đầu tiên (y\_values[0]) và điểm cuối cùng (y\_values[n]).
3. Tính tổng các giá trị hàm ở các điểm trung gian: Hàm sau đó lặp qua mỗi điểm trung gian (từ i = 1 đến i = n-1) và cộng dồn vào s gấp đôi giá trị của hàm tại mỗi điểm đó (2 \* y\_values[i]).
4. Tính và trả về kết quả: Cuối cùng, hàm nhân tổng s với h/2 để tính diện tích tổng cộng dưới đồ thị của hàm số, theo quy tắc hình thang, và trả về giá trị này.

4.2. Tính tích phân dùng công thức Simpson với bộ điểm cho trước

Function simpson\_rule

Đầu vào, đầu ra như hàm trapezoidal\_rule

Ý tưởng: theo ý tưởng của việc tính tích phân theo công thức simpson 1/3 đã đề cập trước đó

1. Tính kích thước bước (h): Đầu tiên, hàm tính kích thước bước h bằng cách lấy khoảng cách giữa a và b (điểm đầu và điểm cuối của khoảng tích phân) và chia cho n, số lượng phân đoạn mà khoảng này được chia thành.
2. Khởi tạo tổng (s): Tổng s được khởi tạo bằng tổng giá trị của hàm tại điểm đầu tiên (y\_values[0]) và điểm cuối cùng (y\_values[n]). Điều này tương ứng với việc lấy giá trị của hàm tại hai đầu mút của khoảng tích phân.
3. Tính tổng các giá trị hàm ở các điểm trung gian: Hàm sau đó lặp qua mỗi điểm trung gian (từ i = 1 đến i = n-1) và cộng dồn vào s giá trị của hàm tại mỗi điểm đó, nhưng với một quy tắc đặc biệt: nếu i là số chẵn, giá trị của hàm tại điểm đó được nhân với 2; nếu i là số lẻ, giá trị của hàm tại điểm đó được nhân với 4.
4. Tính và trả về kết quả: Cuối cùng, hàm nhân tổng s với h/3 để tính diện tích tổng cộng dưới đồ thị của hàm số, theo quy tắc Simpson, và trả về giá trị này.
5. Tính kích thước bước (h): Đầu tiên, hàm tính kích thước bước h bằng cách lấy khoảng cách giữa a và b (điểm đầu và điểm cuối của khoảng tích phân) và chia cho n, số lượng phân đoạn mà khoảng này được chia thành.
6. Khởi tạo tổng (s): Tổng s được khởi tạo bằng tổng giá trị của hàm tại điểm đầu tiên (y\_values[0]) và điểm cuối cùng (y\_values[n]).
7. Tính tổng các giá trị hàm ở các điểm trung gian: Hàm sau đó lặp qua mỗi điểm trung gian (từ i = 1 đến i = n-1) và cộng dồn vào s giá trị của hàm tại mỗi điểm đó, nhưng với một quy tắc đặc biệt: nếu i là số chẵn, giá trị của hàm tại điểm đó được nhân với 2; nếu i là số lẻ, giá trị của hàm tại điểm đó được nhân với 4.
8. Tính và trả về kết quả: Cuối cùng, hàm nhân tổng s với h/3 để tính diện tích tổng cộng dưới đồ thị của hàm số, theo quy tắc Simpson, và trả về giá trị này

4.3. Tính tích phân theo phương pháp

Đầu vào: ba số thực a, b, epsilon, con trỏ trỏ tới chuỗi hàm f(x), biến cờ flag

Đầu ra: Giá trị tích phân mong muốn(số thực)

1. Khởi tạo:
   1. Bắt đầu với một số lượng điểm nhất định (num\_points = 3).
   2. Cấp phát bộ nhớ cho mảng x\_values và y\_values để lưu trữ các giá trị x và y tương ứng.
   3. Tính kích thước bước (step) dựa trên khoảng cách giữa a và b chia cho số lượng điểm trừ 1.
2. Tính giá trị mảng giá trị x\_values và y\_values:
   1. Lặp qua mỗi điểm từ 0 đến num\_points - 1, tính giá trị x tại mỗi điểm dựa trên a, i, và step.
   2. Sử dụng giá trị x này để tính giá trị y tương ứng thông qua việc phân tích biểu thức hàm (func) đã cho.
3. Tính tích phân:
   1. Tính gần đúng giá trị tích phân sử dụng phương pháp hình thang hoặc Simpson 1/3 dựa trên giá trị của flag.
   2. Lặp lại với số điểm tăng gấp đôi:
      1. Lưu giá trị tích phân hiện tại vào old\_result.
      2. Tăng số lượng điểm (num\_points) lên gấp đôi và cấp phát lại bộ nhớ cho x\_values và y\_values.
      3. Tính lại step và lặp lại quá trình tính giá trị x, y, và tích phân với số lượng điểm mới.
      4. Tiếp tục lặp lại quá trình này cho đến khi sự khác biệt giữa kết quả tích phân hiện tại và trước đó nhỏ hơn một ngưỡng nhất định (epsilon).
4. Kết thúc:
   1. Giải phóng bộ nhớ đã cấp phát cho x\_values và y\_values.
   2. Trả về kết quả tích phân cuối cùng.

5. Chương trình chính

1. Khởi tạo các biến row và col để theo dõi vị trí hiện tại của mục menu được nổi bật.
2. Khởi tạo môi trường ncurses bằng cách sử dụng các hàm initscr(), clear(), noecho(), cbreak(), và keypad(stdscr, TRUE) để thiết lập môi trường cho việc hiển thị và điều khiển giao diện người dùng trong terminal.
3. Hiển thị menu ban đầu bằng cách gọi hàm print\_menu(row, col) và sau đó làm mới màn hình với refresh().
4. Vào một vòng lặp vô tận để xử lý nhập liệu từ người dùng:
   1. Sử dụng getch() để lấy ký tự nhập từ bàn phím.
   2. Dùng câu lệnh switch để xác định phím được nhấn và thực hiện các hành động tương ứng:
      1. KEY\_UP: Di chuyển lựa chọn lên trên. Nếu đang ở mục đầu tiên, chuyển đến mục cuối cùng.
      2. KEY\_DOWN: Di chuyển lựa chọn xuống dưới. Nếu đang ở mục cuối cùng, chuyển đến mục đầu tiên. Có điều kiện đặc biệt khi row là 0 và col là 1.
      3. KEY\_LEFT: Di chuyển lựa chọn sang trái nếu col là 1.
      4. KEY\_RIGHT: Di chuyển lựa chọn sang phải nếu col là 0 và row không phải là 1, 2, hoặc 4.
      5. '\n': Kiểm tra và gọi hàm xử lý (handler) cho lựa chọn hiện tại nếu tồn tại.
   3. Gọi lại print\_menu(row, col) để cập nhật và hiển thị menu với lựa chọn mới được nổi bật.
   4. Kiểm tra và hiển thị thông tin thêm nếu có, bao gồm:
      1. In ra hàm số nếu biến function không rỗng.
      2. Nếu flag2 là 1, tính toán và hiển thị giá trị của hàm số tại điểm x sử dụng biểu thức trong function.
      3. Nếu flag3 không bằng 0, hiển thị kết quả tích phân của hàm số trên một khoảng nhất định, sử dụng phương pháp hình thang hoặc Simpson tùy thuộc vào giá trị của flag3.
5. Lặp lại vòng lặp vô tận cho đến khi người dùng chọn thoát khỏi chương trình