**Chương20:**

**Giới thiệu**

**• Các lớp có nguồn gốc**

**Chức năng Thành viên; Người xây dựng và Người phá hủy**

**• Phân cấp lớp**

**Nhập trường; Chức năng ảo; Trình độ chuyên môn rõ ràng; Kiểm soát Ghi đè; sử dụng các loại bia cơ bản Mem; Loại trả lại Thư giãn**

**• Các lớp trừu tượng**

**• Kiểm soát truy cập**

**thành viên được bảo vệ; Quyền truy cập vào các lớp cơ sở; using-Khai báo và Kiểm soát Truy cập**

**• Con trỏ đến thành viên**

**Con trỏ đến các thành viên chức năng; Con trỏ tới Thành viên Dữ liệu; Thành viên gốc và thành viên có nguồn gốc**

**• Lời khuyên**

**20.1 Giới thiệu**

**Từ Simula, C ++ đã vay mượn ý tưởng của các lớp và cấu trúc phân cấp lớp. Ngoài ra, nó còn vay mượn**

**ý tưởng thiết kế rằng các lớp nên được sử dụng để mô hình hóa các khái niệm trong ứng dụng của lập trình viên và**

**thế giới. C ++ cung cấp các cấu trúc ngôn ngữ hỗ trợ trực tiếp các khái niệm thiết kế này. Ngược lại,**

**sử dụng các tính năng ngôn ngữ hỗ trợ ý tưởng thiết kế giúp phân biệt việc sử dụng C ++ hiệu quả. Sử dụng**

**cấu trúc ngôn ngữ chỉ là đạo cụ ký hiệu cho các kiểu lập trình truyền thống là bỏ sót khóa**

**điểm mạnh của C ++.**

**Một khái niệm (ý tưởng, khái niệm, v.v.) không tồn tại một cách cô lập. Nó cùng tồn tại với các khái niệm liên quan và**

**phần lớn sức mạnh của nó có được từ các mối quan hệ với các khái niệm khác. Ví dụ, cố gắng giải thích những gì**

**một chiếc xe hơi. Bạn sẽ sớm giới thiệu các khái niệm về bánh xe, động cơ, người lái xe, người đi bộ, xe tải,**

**xe cứu thương, đường sá, dầu nhớt, vé chạy quá tốc độ, nhà nghỉ, v.v. Vì chúng tôi sử dụng các lớp để thể hiện các khái niệm vấn đề trở thành cách thể hiện mối quan hệ giữa các khái niệm. Tuy nhiên, chúng tôi không thể diễn đạt các mối quan hệ arbi trary trực tiếp bằng ngôn ngữ lập trình. Ngay cả khi chúng tôi có thể, chúng tôi sẽ không muốn. Đến**

**hữu ích, các lớp của chúng ta nên được định nghĩa hẹp hơn so với các khái niệm hàng ngày của chúng ta - và chính xác hơn.**

**Khái niệm về một lớp dẫn xuất và các cơ chế ngôn ngữ liên quan của nó được cung cấp để diễn đạt**

**quan hệ thứ bậc, nghĩa là, để thể hiện tính chung giữa các lớp. Ví dụ, tiếng ồn của hình tròn và hình tam giác có liên quan với nhau ở chỗ cả hai đều là hình dạng; đó là, họ có khái niệm**

**của một hình dạng chung. Do đó, chúng ta xác định rõ ràng lớp Circle và lớp Triangle để có lớp Hình dạng**

**điểm chung. Trong trường hợp đó, lớp chung, ở đây Hình dạng, được gọi là lớp cơ sở hoặc siêu lớp và các lớp dẫn xuất từ ​​lớp đó, ở đây Hình tròn và Tam giác, được gọi là lớp dẫn xuất hoặc**

**các lớp con. Biểu diễn hình tròn và hình tam giác trong một chương trình mà không liên quan đến khái niệm**

**hình dạng sẽ là bỏ lỡ một cái gì đó cần thiết. Chương này là một khám phá về các tác động của**

**ý tưởng đơn giản này, là cơ sở cho cái thường được gọi là lập trình hướng đối tượng. Các**

**các tính năng ngôn ngữ hỗ trợ xây dựng các lớp mới từ những lớp hiện có:**

**• Kế thừa triển khai: để tiết kiệm nỗ lực thực hiện bằng cách chia sẻ các phương tiện được cung cấp bởi**

**một lớp cơ sở**

**• Kế thừa giao diện: cho phép các lớp dẫn xuất khác nhau được sử dụng thay thế cho nhau thông qua**

**giao diện được cung cấp bởi một lớp cơ sở chung**

**Kế thừa giao diện thường được gọi là đa hình thời gian chạy (hoặc đa hình động). Trong**

**ngược lại, việc sử dụng thống nhất các lớp không liên quan đến tính kế thừa được cung cấp bởi các mẫu (§3.4, Chương**

**23) thường được gọi là đa hình thời gian biên dịch (hoặc đa hình tĩnh).**

**Cuộc thảo luận về phân cấp lớp được tổ chức thành ba chương:**

**• Các lớp bắt nguồn (Chương 20): Chương này giới thiệu các tính năng cơ bản của ngôn ngữ hỗ trợ lập trình hướng đối tượng. Các lớp cơ sở và dẫn xuất, các hàm ảo và quyền truy cập**

**kiểm soát được bao phủ.**

**• Phân cấp lớp (Chương 21): Chương này tập trung vào việc sử dụng các lớp cơ sở và lớp dẫn xuất**

**để tổ chức hiệu quả mã xung quanh khái niệm phân cấp lớp. Hầu hết chương này là**

**dành cho thảo luận về các kỹ thuật lập trình, nhưng các khía cạnh kỹ thuật của nhiều lớp kế thừa (các lớp có nhiều hơn một lớp cơ sở) cũng được đề cập.**

**• Nhận dạng kiểu thời gian chạy (Chương 22): Chương này mô tả các kỹ thuật để điều hướng rõ ràng các cấu trúc phân cấp lớp. Đặc biệt, các hoạt động chuyển đổi loại dynamic\_cast**

**và static\_cast được trình bày, cũng như hoạt động để xác định loại đối tượng đã cho**

**một trong các lớp cơ sở của nó (typeid).**

**Có thể tìm thấy phần giới thiệu ngắn gọn về ý tưởng cơ bản về tổ chức thứ bậc của các loại trong Chương**

**3: các lớp cơ sở và dẫn xuất (§3.2.2) và các hàm ảo (§3.2.3). Các chương này kiểm tra những**

**các tính năng cơ bản và các kỹ thuật thiết kế và lập trình liên quan của chúng một cách chi tiết hơn.**

**20.2 Các lớp có nguồn gốc**

**Cân nhắc xây dựng một chương trình giao dịch với những người được một công ty tuyển dụng. Một chương trình như vậy có thể có**

**một cấu trúc dữ liệu như thế này:**

**struct Nhân viên {**

**string first\_name, family\_name;**

**char middle\_initial;**

**Ngày\_công\_dụng;**

**ngắn depar tment;**

**// ...**

**};**

**Tiếp theo, chúng tôi có thể cố gắng xác định một người quản lý:**

**trình quản lý cấu trúc {**

**Nhân viên trống; // hồ sơ nhân viên của người quản lý**

**danh sách <Nhân viên ∗> nhóm; // người được quản lý**

**mức độ ngắn;**

**// ...**

**};**

**Một nhà quản lý cũng là một nhân viên; dữ liệu Nhân viên được lưu trữ trong thành viên trống của Người quản lý**

**sự vật. Điều này có thể rõ ràng đối với một độc giả con người - đặc biệt là một độc giả cẩn thận - nhưng không có gì**

**điều đó cho trình biên dịch và các công cụ khác biết rằng Người quản lý cũng là Nhân viên. Người quản lý ∗ không phải là**

**Nhân viên ∗, vì vậy người ta không thể đơn giản sử dụng cái này khi cái kia được yêu cầu. Đặc biệt, người ta không thể đặt**

**một Người quản lý vào danh sách Nhân viên mà không cần viết mã đặc biệt. Chúng tôi có thể sử dụng loại rõ ràng**

**chuyển đổi trên Người quản lý ∗ hoặc đưa địa chỉ của thành viên trống vào danh sách nhân viên. Tuy vậy,**

**cả hai giải pháp đều không phù hợp và có thể khá tối nghĩa. Cách tiếp cận đúng là trình bày rõ ràng**

**rằng Người quản lý là Nhân viên, với một số thông tin được thêm vào:**

**struct Manager: public Employee {**

**danh sách <Nhân viên ∗> nhóm;**

**mức độ ngắn;**

**// ...**

**};**

**Trình quản lý có nguồn gốc từ Nhân viên và ngược lại, Nhân viên là một lớp cơ sở cho Trình quản lý. Các**

**Quản lý lớp có các thành viên của lớp Nhân viên (tên\_người đầu tiên, phòng ban, v.v.) ngoài các thành viên của lớp**

**các thành viên riêng (nhóm, cấp độ, v.v.).**

**Khởi tạo thường được biểu diễn bằng đồ thị bởi một con trỏ từ lớp dẫn xuất đến lớp cơ sở của nó**

**chỉ ra rằng lớp dẫn xuất tham chiếu đến cơ sở của nó (thay vì ngược lại):**

**Nhân viên**

**Người quản lý**

**Một lớp dẫn xuất thường được cho là kế thừa các thuộc tính từ cơ sở của nó, vì vậy mối quan hệ còn được gọi là**

**di sản. Một lớp cơ sở đôi khi được gọi là lớp cha và lớp dẫn xuất là lớp con. Tuy nhiên, thuật ngữ này gây nhầm lẫn cho những người quan sát rằng dữ liệu trong một đối tượng lớp dẫn xuất là**

**tập siêu dữ liệu của một đối tượng thuộc lớp cơ sở của nó. Một lớp dẫn xuất thường lớn hơn (và không bao giờ**

**nhỏ hơn) so với lớp cơ sở của nó theo nghĩa là nó chứa nhiều dữ liệu hơn và cung cấp nhiều chức năng hơn**

**Một cách triển khai phổ biến và hiệu quả của khái niệm các lớp dẫn xuất có một đối tượng là**

**lớp dẫn xuất được đại diện như một đối tượng của lớp cơ sở, với thông tin thuộc về**

**vào lớp dẫn xuất được thêm vào cuối. Ví dụ:**

**tên đầu tiên**

**tên gia đình**

**...**

**tên đầu tiên**

**tên gia đình**

**...**

**tập đoàn**

**cấp độ**

**...**

**Nhân viên: Quản lý:**

**Không có chi phí bộ nhớ được ngụ ý bằng cách dẫn xuất một lớp. Không gian cần thiết chỉ là không gian cần thiết**

**bởi các thành viên.**

**Xuất phát từ Người quản lý từ Nhân viên theo cách này làm cho Người quản lý trở thành một loại phụ của Nhân viên, do đó**

**Người quản lý có thể được sử dụng ở bất cứ nơi nào Nhân viên có thể chấp nhận được. Ví dụ: bây giờ chúng ta có thể tạo một danh sách**

**Nhân viên, một số người trong số họ là Quản lý:**

**void f (Người quản lý m1, Nhân viên e1)**

**{**

**list <Employee ∗> elist {& m1, & e1);**

**// ...**

**}**

**Người quản lý (cũng) là một Nhân viên, vì vậy Người quản lý ∗ có thể được sử dụng như một Nhân viên ∗. Tương tự, một Man ager & có thể được sử dụng như một Nhân viên &. Howev er, một Nhân viên không nhất thiết phải là một Người quản lý, vì vậy một**

**Nhân viên ∗ không thể được sử dụng như một Người quản lý ∗. Nói chung, nếu một lớp Derived có một lớp cơ sở công khai**

**(§20.5) Cơ sở, sau đó một Bắt nguồn ∗ có thể được gán cho một biến loại Cơ sở ∗ mà không cần sử dụng**

**chuyển đổi kiểu. Việc chuyển đổi ngược lại, từ Cơ sở ∗ sang Bắt nguồn ∗, phải rõ ràng. Ví dụ:**

**void g (Người quản lý mm, Nhân viên ee)**

**{**

**Nhân viên ∗ pe = & mm; // OK: mọi Người quản lý đều là Nhân viên**

**Người quản lý ∗ pm = & ee; // error: không phải mọi Nhân viên đều là Người quản lý**

**pm−> cấp = 2; // thảm họa: ee doesn’t have a lev el**

**pm = static\_cast <Manager ∗> (pe); // brute force: wor ks do pe point**

**// tới Trình quản lý mm**

**pm−> cấp = 2; // fine: pm trỏ tới Manager mm có cấp độ**

**}**

**Nói cách khác, một đối tượng của lớp dẫn xuất có thể được coi như một đối tượng của lớp cơ sở của nó khi được thao tác thông qua các con trỏ và tham chiếu. Điều ngược lại là không đúng. Việc sử dụng static\_cast và**

**dynamic\_cast được thảo luận trong §22.2**

**Sử dụng một lớp làm cơ sở tương đương với việc xác định một đối tượng (không tên) của lớp đó. Do đó, một lớp phải được xác định để được sử dụng làm cơ sở (§8.2.2):**

**nhân viên lớp học; // chỉ khai báo, không có định nghĩa**

**class Manager: public Employee {// error: Nhân viên không được xác định**

**// ...**

**};**

**20.2.1 Chức năng thành viên**

**Cấu trúc dữ liệu đơn giản, chẳng hạn như Nhân viên và Người quản lý, thực sự không thú vị và thường không**

**đặc biệt hữu ích. Chúng tôi cần cung cấp một loại thích hợp với một nhóm hoạt động phù hợp và chúng tôi cần**

**để làm như vậy mà không bị ràng buộc vào các chi tiết của một đại diện cụ thể. Ví dụ:**

**nhân viên của lớp {**

**công cộng:**

**void print () const;**

**string full\_name () const {return first\_name + '' + middle\_initial + '' + family\_name; }**

**// ...**

**riêng:**

**string first\_name, family\_name;**

**char middle\_initial;**

**// ...**

**};**

**quản lý lớp: nhân viên công cộng {**

**công cộng:**

**void print () const;**

**// ...**

**};**

**Thành viên của một lớp dẫn xuất có thể sử dụng công khai - và được bảo vệ (xem §20.5) - các thành viên của một cơ sở**

**lớp như thể chúng được khai báo trong chính lớp dẫn xuất. Ví dụ:**

**void Manager :: print () const**

**{**

**cout << "name is" << full\_name () << '\ n';**

**// ...**

**}**

**Tuy nhiên, một lớp dẫn xuất không thể truy cập các thành viên riêng của một lớp cơ sở:**

**void Manager :: print () const**

**{**

**cout << "name is" << family\_name << '\ n'; // lỗi!**

**// ...**

**}**

**Phiên bản thứ hai này của Manager :: print () sẽ không biên dịch vì không thể truy cập vào family\_name**

**Trình quản lý :: print ().**

**Điều này gây ngạc nhiên cho một số người, nhưng hãy xem xét phương án thay thế: rằng một chức năng thành viên của một**

**lớp dẫn xuất có thể truy cập các thành viên riêng của lớp cơ sở của nó. Khái niệm về một thành viên riêng**

**sẽ trở nên vô nghĩa nếu cho phép một lập trình viên có quyền truy cập vào phần riêng tư của**

**lớp đơn giản bằng cách dẫn xuất một lớp mới từ nó. Hơn nữa, người ta không còn có thể tìm thấy tất cả các công dụng của một**

**tên riêng bằng cách xem các hàm được khai báo là thành viên và bạn bè của lớp đó. Một người sẽ**

**phải kiểm tra mọi tệp nguồn của chương trình hoàn chỉnh cho các lớp dẫn xuất, sau đó kiểm tra mọi**

**chức năng của các lớp đó, sau đó tìm mọi lớp dẫn xuất từ ​​các lớp đó, v.v. Đây là, tốt nhất,**

**tẻ nhạt và thường không thực tế. Nơi nó được chấp nhận, được bảo vệ - thay vì riêng tư - các thành viên**

**có thể được sử dụng (§20.5).**

**Thông thường, giải pháp sạch nhất là dành cho lớp dẫn xuất chỉ sử dụng các thành viên công khai của**

**lớp cơ sở. Ví dụ:**

**void Manager :: print () const**

**{**

**Nhân viên :: print (); // in thông tin nhân viên**

**cout << cấp; // thông tin cụ thể của print Manager**

**// ...**

**}**

**Lưu ý rằng :: phải được sử dụng vì print () đã được định nghĩa lại trong Trình quản lý. Việc sử dụng lại tên như vậy là typ ical. Người không cẩn thận có thể viết thế này:**

**void Manager :: print () const**

**{**

**in(); // Giáo sư!**

**// thông tin cụ thể của print Manager**

**}**

**Kết quả là một chuỗi các cuộc gọi đệ quy kết thúc bằng một số dạng lỗi chương trình.**

**20.2.2 Cấu tạo và cấu trúc phá hủy**

**Như thường lệ, hàm tạo và hàm hủy là thiết yếu:**

**• Các đối tượng được xây dựng từ dưới lên (cơ sở trước thành viên và thành viên trước**

**dẫn xuất) và hủy từ trên xuống (dẫn xuất trước thành viên và thành viên trước cơ sở);**

**§17.2.3.**

**• Mỗi lớp có thể khởi tạo các thành viên và cơ sở của nó (nhưng không trực tiếp là thành viên hoặc cơ sở của**

**căn cứ); §17.4.1.**

**• Thông thường, các trình hủy trong một hệ thống phân cấp cần phải là ảo; §17.2.5.**

**• Các hàm tạo sao chép của các lớp trong một hệ thống phân cấp nên được sử dụng cẩn thận (nếu có) để tránh bị cắt; §17.5.1.4.**

**• Độ phân giải của một lệnh gọi hàm ảo, một dynamic\_cast, hoặc một typeid () trong một hàm tạo hoặc de structor phản ánh giai đoạn xây dựng và phá hủy (chứ không phải là kiểu của đối tượng chưa được hoàn thành); §22.4.**

**Trong khoa học máy tính, ‘‘ up ’’ và ‘‘ down ’’ có thể rất nhầm lẫn. Trong văn bản nguồn, định nghĩa về bazơ**

**các lớp phải xuất hiện trước các định nghĩa của các lớp dẫn xuất của chúng. Điều này ngụ ý rằng đối với các bài kiểm tra nhỏ, các cơ sở xuất hiện phía trên các lớp dẫn xuất trên một màn hình. Hơn nữa, chúng ta có xu hướng vẽ cây cối**

**với gốc ở trên cùng. Tuy nhiên, khi tôi nói về việc xây dựng các đối tượng từ dưới lên, ý tôi là bắt đầu với những gì cơ bản nhất (ví dụ: các lớp cơ sở) và xây dựng những gì phụ thuộc vào đó (ví dụ:**

**các lớp dẫn xuất) sau này. Chúng tôi xây dựng từ gốc (các lớp cơ sở) về phía lá (các lớp dẫn xuất).**

**20.3 Phân cấp lớp**

**Bản thân một lớp dẫn xuất có thể là một lớp cơ sở. Ví dụ:**

**Nhân viên lớp {/ \* ... \* /};**

**quản lý lớp: public Employee {/ \* ... \* /};**

**class Director: public Manager {/ \* ... \* /};**

**Một tập hợp các lớp liên quan như vậy theo truyền thống được gọi là hệ thống phân cấp lớp. Hệ thống phân cấp như vậy thường**

**một cây, nhưng nó cũng có thể là một cấu trúc đồ thị tổng quát hơn. Ví dụ:**

**lớp Temporar y {/ \* ... \* /};**

**trợ lý lớp: công nhân viên {/ \* ... \* /};**

**class Temp: public Temporar y, public Assistant {/ \* ... \* /};**

**tư vấn lớp: public Temporar y, public Manager {/ \* ... \* /};**

**hoặc bằng đồ thị:**

**Temporar y nhân viên**

**Nhân viên bán thời gian**

**Trợ lý giám đốc**

**Giám đốc Tư vấn**

**Do đó, như được giải thích chi tiết trong §21.3, C ++ có thể biểu diễn một đồ thị xoay chiều có hướng của các lớp.**

**20.3.1 Trường loại**

**Để sử dụng các lớp dẫn xuất không chỉ là một cách viết tắt thuận tiện trong khai báo, chúng ta phải giải quyết vấn đề hạ thấp sau: Cho một con trỏ kiểu Cơ sở ∗, đối tượng được trỏ tới kiểu dẫn xuất nào**

**thực sự thuộc về? Có bốn giải pháp cơ bản:**

**[1] Đảm bảo rằng chỉ các đối tượng của một kiểu duy nhất được trỏ tới (§3.4, Chương 23).**

**[2] Đặt một trường kiểu trong lớp cơ sở để các chức năng kiểm tra.**

**[3] Sử dụng dynamic\_cast (§22.2, §22.6).**

**[4] Sử dụng các hàm ảo (§3.2.3, §20.3.2).**

**Trừ khi bạn đã sử dụng cuối cùng (§20.3.4.2), giải pháp 1 dựa vào kiến ​​thức nhiều hơn về các loại**

**liên quan hơn là có sẵn cho trình biên dịch. Nói chung, không phải là một ý kiến ​​hay nếu bạn cố gắng trở nên thông minh hơn**

**hệ thống loại, nhưng (đặc biệt là kết hợp với việc sử dụng các mẫu) nó có thể được sử dụng để đưa vào các vùng chứa đồng nhất (ví dụ: vectơ thư viện chuẩn và bản đồ) với perfor mance vượt trội. Các giải pháp [2], [3] và [4] có thể được sử dụng để xây dựng danh sách không đồng nhất, nghĩa là danh sách (con trỏ**

**to) các đối tượng thuộc một số loại khác nhau. Giải pháp [3] là một biến thể được hỗ trợ ngôn ngữ của giải pháp [2].**

**CuuDuongThanCong.com**

**ptg10564057**

**Chương 584: Lớp học có nguồn gốc**

**Giải pháp [4] là một biến thể đặc biệt an toàn của giải pháp [2]. Sự kết hợp của các giải pháp [1] và [4]**

**đặc biệt thú vị và mạnh mẽ; trong hầu hết mọi tình huống, chúng mang lại mã rõ ràng hơn**

**giải pháp [2] và [3].**

**Trước tiên, chúng ta hãy kiểm tra giải pháp trường loại đơn giản để xem tại sao nó thường được tránh tốt nhất. Các**

**Ví dụ về người quản lý / nhân viên có thể được định nghĩa lại như thế này:**

**struct Nhân viên {**

**enum Empl\_type {man, empl};**

**Kiểu trống;**

**Nhân viên (): nhập {empl} {}**

**string first\_name, family\_name;**

**char middle\_initial;**

**Ngày\_công\_dụng;**

**ngắn depar tment;**

**// ...**

**};**

**struct Manager: public Employee {**

**Người quản lý () {type = man; }**

**danh sách <Nhân viên ∗> nhóm; // người được quản lý**

**mức độ ngắn;**

**// ...**

**};**

**Với điều này, bây giờ chúng ta có thể viết một hàm in thông tin về mỗi Nhân viên:**

**void print\_employee (const Employee ∗ e)**

**{**

**switch (e−> type) {**

**case Nhân viên :: empl:**

**cout << e−> family\_name << '\ t' << e−> khoa << '\ n';**

**// ...**

**nghỉ;**

**case Employee :: man:**

**{cout << e−> family\_name << '\ t' << e−> khoa << '\ n';**

**// ...**

**const Manager ∗ p = static\_cast <const Manager ∗> (e);**

**cout << "level" << p−> level << '\ n';**

**// ...**

**nghỉ;**

**}**

**}**

**}**

**và sử dụng nó để in danh sách Nhân viên, như sau:**

**void print\_list(const list<Employee∗>& elist)**

**{**

**for (auto x : elist)**

**print\_employee(x);**

**}**

**Điều này hoạt động tốt, đặc biệt là trong một chương trình nhỏ do một người duy trì. Tuy nhiên, nó có một**

**điểm yếu cơ bản ở chỗ nó phụ thuộc vào các kiểu thao tác của lập trình viên theo cách mà trình biên dịch không thể kiểm tra được. Vấn đề này thường trở nên tồi tệ hơn vì các chức năng như**

**print\_employee () thường được tổ chức để tận dụng tính phổ biến của các lớp liên quan:**

**void print\_employee(const Employee∗ e)**

**{**

**cout << e−>family\_name << '\t' << e−>department << '\n';**

**// ...**

**if (e−>type == Employee::man) {**

**const Manager∗ p = static\_cast<const Manager∗>(e);**

**cout << " level " << p−>level << '\n';**

**// ...**

**}**

**}**

**Tìm tất cả các bài kiểm tra như vậy trên trường loại được chôn trong một hàm lớn xử lý nhiều lớp dẫn xuất**

**có thể khó khăn. Ngay cả khi họ đã được tìm thấy, việc hiểu chuyện gì đang xảy ra cũng có thể khó khăn.**

**Hơn nữa, bất kỳ sự bổ sung nào của một loại Nhân viên mới đều liên quan đến sự thay đổi đối với tất cả các chức năng chính trong**

**hệ thống - những cái chứa các bài kiểm tra trên trường loại. Lập trình viên phải xem xét mọi hàm func có thể cần một bài kiểm tra trên trường loại sau khi thay đổi. Điều này có nghĩa là cần phải**

**truy cập mã nguồn quan trọng và kết quả là chi phí cần thiết của việc kiểm tra mã bị ảnh hưởng. Các**

**sử dụng chuyển đổi kiểu rõ ràng là một gợi ý mạnh mẽ rằng có thể cải thiện.**

**Nói cách khác, sử dụng trường kiểu là một kỹ thuật dễ xảy ra lỗi dẫn đến lỗi bảo trì. Các vấn đề gia tăng mức độ nghiêm trọng khi kích thước của chương trình tăng lên do việc sử dụng**

**trường loại gây ra vi phạm các lý tưởng của mô-đun và ẩn dữ liệu. Mỗi chức năng sử dụng một loại**

**trường phải biết về đại diện và các chi tiết khác về việc triển khai mọi lớp**

**bắt nguồn từ trường chứa trường kiểu.**

**Có vẻ như bất kỳ dữ liệu phổ biến nào có thể truy cập được từ mọi lớp dẫn xuất, chẳng hạn như trường kiểu,**

**cám dỗ mọi người thêm nhiều dữ liệu như vậy. Cơ sở chung do đó trở thành kho lưu trữ của tất cả các loại**

**của ‘‘ thông tin hữu ích ’’. Điều này sẽ giúp triển khai các lớp cơ sở và lớp dẫn xuất**

**đan xen theo những cách không mong muốn nhất. Trong một hệ thống phân cấp lớp lớn, có thể truy cập (không riêng tư)**

**dữ liệu trong một lớp cơ sở chung trở thành '' biến toàn cục '' của hệ thống phân cấp. Đối với thiết kế sạch sẽ và**

**bảo trì đơn giản hơn, chúng tôi muốn giữ các vấn đề riêng biệt tách biệt và tránh phụ thuộc lẫn nhau.**

**20.3.2 Chức năng ảo**

**Các hàm ảo khắc phục các vấn đề với giải pháp trường kiểu bằng cách cho phép người lập trình**

**để khai báo các hàm trong một lớp cơ sở có thể được định nghĩa lại trong mỗi lớp dẫn xuất. Trình biên dịch và**

**trình liên kết sẽ đảm bảo sự tương ứng chính xác giữa các đối tượng và các chức năng được áp dụng cho chúng.**

**Ví dụ:**

**class Employee {**

**public:**

**Employee(const string& name, int dept);**

**virtual void print() const;**

**// ...**

**private:**

**string first\_name , family\_name;**

**short depar tment;**

**// ...**

**};**

**Từ khóa virtual chỉ ra rằng print () có thể hoạt động như một giao diện cho hàm print () được định nghĩa trong**

**lớp và các hàm print () được định nghĩa trong các lớp dẫn xuất từ ​​nó. Các hàm print () như vậy ở đâu**

**được định nghĩa trong các lớp dẫn xuất, trình biên dịch đảm bảo rằng print () phù hợp cho đối tượng Employee đã cho là**

**được gọi trong mỗi trường hợp.**

**Để cho phép một khai báo hàm ảo hoạt động như một giao diện cho các hàm được định nghĩa trong**

**các lớp, các kiểu đối số được chỉ định cho một hàm trong lớp dẫn xuất không được khác với các kiểu đối số được khai báo trong cơ sở và chỉ cho phép những thay đổi rất nhỏ đối với kiểu trả về**

**(§20.3.6). Một hàm thành viên ảo đôi khi được gọi là một phương thức.**

**Một hàm ảo phải được định nghĩa cho lớp mà nó được khai báo đầu tiên (trừ khi nó được khai báo**

**là một hàm ảo thuần túy; xem §20.4). Ví dụ:**

**void Employee::print() const**

**{**

**cout << family\_name << '\t' << department << '\n';**

**// ...**

**}**

**Một hàm ảo có thể được sử dụng ngay cả khi không có lớp nào được dẫn xuất từ ​​lớp của nó và một lớp dẫn xuất**

**không cần phiên bản riêng của một chức năng ảo không cần cung cấp một. Khi dẫn xuất một lớp,**

**chỉ cần cung cấp một chức năng thích hợp nếu nó là cần thiết. Ví dụ:**

**class Manager : public Employee {**

**public:**

**Manager(const string& name, int dept, int lvl);**

**void print() const;**

**// ...**

**private:**

**list<Employee∗> group;**

**short level;**

**// ...**

**};**

**void Manager::print() const**

**{**

**Employee::print();**

**cout << "\tlevel " << level << '\n';**

**// ...**

**}**

**Một hàm từ một lớp dẫn xuất có cùng tên và cùng một tập hợp các kiểu đối số như một hàm ảo**

**hàm trong một cơ sở được cho là ghi đè phiên bản lớp cơ sở của hàm ảo. Hơn nữa, nó**

**có thể ghi đè một hàm ảo từ một cơ sở có kiểu trả về dẫn xuất hơn (§20.3.6).**

**Ngoại trừ trường hợp chúng tôi nói rõ ràng phiên bản của một hàm ảo nào được gọi (như trong lệnh gọi**

**Employee :: print ()), hàm ghi đè được chọn là thích hợp nhất cho đối tượng mà**

**nó được gọi là. Không phụ thuộc vào lớp cơ sở (giao diện) nào được sử dụng để truy cập một đối tượng, chúng ta luôn nhận được**

**chức năng tương tự khi chúng ta sử dụng cơ chế gọi hàm ảo.**

**Hàm toàn cục print\_employee () (§20.3.1) hiện không cần thiết vì thành viên print ()**

**các chức năng đã diễn ra. Danh sách Nhân viên có thể được in như sau:**

**void print\_list(const list<Employee∗>& s)**

**{**

**for (auto x : s)**

**x−>print();**

**}**

**Mỗi Nhân viên sẽ được viết ra theo loại của nó. Ví dụ:**

**int main()**

**{**

**Employee e {"Brown",1234};**

**Manager m {"Smith",1234,2};**

**print\_list({&e,&m});**

**}**

**produced:**

**Smith 1234**

**level 2**

**Brown 123**

**Lưu ý rằng điều này sẽ hoạt động ngay cả khi print\_list () được viết và biên dịch trước khi dẫn xuất cụ thể**

**Quản lý lớp thậm chí còn được hình thành! Đây là một khía cạnh quan trọng của các lớp học. Khi được sử dụng đúng cách, nó**

**trở thành nền tảng của các thiết kế hướng đối tượng và cung cấp một mức độ ổn định cho một chương trình phát triển.**

**Nhận hành vi '' đúng '' từ các chức năng của Nhân viên một cách độc lập với chính xác loại**

**Nhân viên thực sự được sử dụng được gọi là đa hình. Một kiểu có các chức năng ảo được gọi là kiểu đa hình hoặc (chính xác hơn) là kiểu đa hình thời gian chạy. Để có được hành vi đa hình thời gian chạy trong C ++, các hàm thành viên được gọi phải là ảo và các đối tượng phải được thao tác thông qua**

**con trỏ hoặc tham chiếu. Khi thao tác trực tiếp một đối tượng (thay vì thông qua con trỏ hoặc tham chiếu), kiểu chính xác của nó được trình biên dịch biết nên không cần đến tính đa hình thời gian chạy.**

**Theo mặc định, một hàm ghi đè lên một hàm ảo sẽ trở thành ảo. Chúng tôi có thể, nhưng không**

**phải lặp lại ảo trong một lớp dẫn xuất. Tôi không khuyên bạn nên lặp lại ảo. Nếu bạn muốn trở thành**

**rõ ràng, sử dụng ghi đè (§20.3.4.1).**

**Rõ ràng, để triển khai tính đa hình, trình biên dịch phải lưu trữ một số loại thông tin kiểu trong**

**mỗi đối tượng của lớp Employee và sử dụng nó để gọi phiên bản phù hợp của hàm ảo print (). Trong một**

**triển khai điển hình, không gian được lấy chỉ đủ để chứa một con trỏ (§3.2.3): kỹ thuật đề cập thông thường là để trình biên dịch chuyển đổi tên của một hàm ảo thành một hàm số một bảng con trỏ đến các hàm. Bảng đó thường được gọi là bảng chức năng ảo hoặc đơn giản là**

**vtbl. Mỗi lớp với các chức năng ảo có vtbl riêng xác định các chức năng ảo của nó. Điều này có thể là**

**được biểu diễn bằng đồ thị như thế này:**

**Các hàm trong vtbl cho phép đối tượng được sử dụng chính xác ngay cả khi kích thước của đối tượng và**

**người gọi không xác định được cách bố trí dữ liệu của nó. Việc thực hiện một người gọi chỉ cần biết**

**vị trí của vtbl trong một Nhân viên và chỉ mục được sử dụng cho mỗi chức năng ảo. Cuộc gọi ảo này**

**cơ chế có thể được thực hiện gần như hiệu quả như cơ chế '' lệnh gọi hàm bình thường '' (trong**

**25%), do đó, mối quan tâm về hiệu quả không nên ngăn cản bất kỳ ai sử dụng một hàm ảo nơi một lệnh gọi hàm nary ordi sẽ hiệu quả ở mức chấp nhận được. Trên đầu không gian của nó là một con trỏ trong mỗi đối tượng của**

**một lớp với các hàm ảo cộng với một vtbl cho mỗi lớp như vậy. Bạn chỉ phải trả chi phí này cho**

**các đối tượng của một lớp có chức năng ảo. Bạn chỉ chọn thanh toán chi phí này nếu bạn cần**

**chức năng bổ sung chức năng ảo cung cấp. Nếu bạn chọn sử dụng solu tion trường loại thay thế, thì sẽ cần một lượng không gian tương đương cho trường loại.**

**Một hàm ảo được gọi từ một hàm tạo hoặc một hàm hủy phản ánh rằng đối tượng là một phần**

**được xây dựng hoặc bị phá hủy một phần (§22.4). Do đó, thường là một ý tưởng tồi nếu gọi một hàm ảo từ một hàm tạo hoặc một hàm hủy.**

**Các hàm trong vtbl cho phép đối tượng được sử dụng chính xác ngay cả khi kích thước của đối tượng và**

**người gọi không xác định được cách bố trí dữ liệu của nó. Việc thực hiện một người gọi chỉ cần biết**

**vị trí của vtbl trong một Nhân viên và chỉ mục được sử dụng cho mỗi chức năng ảo. Cuộc gọi ảo này**

**cơ chế có thể được thực hiện gần như hiệu quả như cơ chế '' lệnh gọi hàm bình thường '' (trong**

**25%), do đó, mối quan tâm về hiệu quả không nên ngăn cản bất kỳ ai sử dụng một hàm ảo nơi một lệnh gọi hàm nary ordi sẽ hiệu quả ở mức chấp nhận được. Trên đầu không gian của nó là một con trỏ trong mỗi đối tượng của**

**một lớp với các hàm ảo cộng với một vtbl cho mỗi lớp như vậy. Bạn chỉ phải trả chi phí này cho**

**các đối tượng của một lớp có chức năng ảo. Bạn chỉ chọn thanh toán chi phí này nếu bạn cần**

**chức năng bổ sung chức năng ảo cung cấp. Nếu bạn chọn sử dụng solu tion trường loại thay thế, thì sẽ cần một lượng không gian tương đương cho trường loại.**

**Một hàm ảo được gọi từ một hàm tạo hoặc một hàm hủy phản ánh rằng đối tượng là một phần:**

**void Manager::print() const**

**{**

**Employee::print(); // not a virtual call**

**cout << "\tlevel " << level << '\n';**

**// ...**

**}Nếu không, Manager :: print () sẽ phải chịu một đệ quy vô hạn. Việc sử dụng một tên đủ điều kiện có**

**một hiệu ứng mong muốn khác. Nghĩa là, nếu một hàm ảo cũng nội tuyến (như không có gì lạ), thì nội tuyến**

**thay thế có thể được sử dụng cho các cuộc gọi được chỉ định bằng cách sử dụng ::. Điều này cung cấp cho lập trình viên một**

**cách xử lý một số trường hợp đặc biệt quan trọng trong đó một hàm ảo gọi một hàm khác cho cùng một**

**sự vật. Hàm Manager :: print () là một ví dụ về điều này. Vì loại đối tượng được xác định trong lệnh gọi Manager :: print (), nó không cần phải được xác định động lại cho kết quả**

**lệnh gọi của Employee :: print ().**

**20.3.4 Kiểm soát ghi đè**

**Nếu bạn khai báo một hàm trong một lớp dẫn xuất có cùng tên và kiểu như một hàm ảo**

**hàm trong lớp cơ sở, sau đó hàm trong lớp dẫn xuất sẽ ghi đè hàm trong lớp cơ sở.**

**Đó là một quy tắc đơn giản và hiệu quả. Tuy nhiên, đối với các cấu trúc phân cấp lớp lớn hơn, có thể khó đảm bảo**

**mà bạn thực sự ghi đè chức năng mà bạn định ghi đè. Xem xét:**

**struct B0 {**

**void f(int) const;**

**virtual void g(double);**

**};**

**struct B1 : B0 { /\* ... \*/ };**

**struct B2 : B1 { /\* ... \*/ };**

**struct B3 : B2 { /\* ... \*/ };**

**struct B4 : B3 { /\* ... \*/ };**

**struct B5 : B4 { /\* ... \*/ };**

**struct D : B5 {**

**void f(int) const; // overr ide f() in base class**

**void g(int); // overr ide g() in base class**

**virtual int h(); // overr ide h() in base class**

**};**

**Điều này minh họa ba lỗi không rõ ràng khi chúng xuất hiện trong hệ thống phân cấp lớp thực**

**trong đó các lớp B0 ... B5 mỗi lớp có nhiều thành viên và nằm rải rác trên nhiều tệp tiêu đề. Ở đây:**

**• B0 :: f () không phải là ảo, vì vậy bạn không thể ghi đè nó, chỉ ẩn nó (§20.3.5).**

**• D :: g () không có cùng loại đối số như B0 :: g (), vì vậy nếu nó ghi đè bất kỳ thứ gì thì nó không phải là**

**hàm ảo B0 :: g (). Rất có thể, D :: g () chỉ ẩn B0 :: g ().**

**• Không có hàm nào được gọi là h () trong B0, nếu D :: h () ghi đè lên bất cứ điều gì, nó không phải là một hàm từ B0.**

**Rất có thể, nó đang giới thiệu một chức năng ảo hoàn toàn mới.**

**Tôi không cho bạn thấy những gì trong B1 ... B5, vì vậy có thể điều gì đó hoàn toàn khác đang diễn ra**

**vì các khai báo trong các lớp đó. Cá nhân tôi không (dư thừa) sử dụng ảo cho một chức năng**

**nghĩa là ghi đè. Đối với các chương trình nhỏ hơn (đặc biệt là với trình biên dịch có cảnh báo phù hợp**

**chống lại những lỗi phổ biến) việc ghi đè được thực hiện đúng cách không khó. Tuy nhiên, đối với hệ thống phân cấp lớn hơn, các điều khiển cụ thể hơn rất hữu ích:**

**• ảo: Chức năng có thể bị ghi đè (§20.3.2).**

**• = 0: Hàm phải ảo và phải được ghi đè (§20.4).**

**• override: Hàm có nghĩa là ghi đè một hàm ảo trong một lớp cơ sở (§20.3.4.1).**

**• cuối cùng: Hàm không có nghĩa là bị ghi đè (§20.3.4.2).**

**Trong trường hợp không có bất kỳ điều khiển nào trong số này, một hàm thành viên không tĩnh là ảo nếu và chỉ khi nó chạy trên một hàm ảo trong một lớp cơ sở (§20.3.2).**

**Một trình biên dịch có thể cảnh báo chống lại việc sử dụng không nhất quán các điều khiển ghi đè rõ ràng. Ví dụ, một lớp học**

**khai báo sử dụng ghi đè cho bảy trong số chín hàm lớp cơ sở ảo có thể gây nhầm lẫn**

**cho những người bảo trì.**

**ghi đè**

**Chúng tôi có thể nói rõ về mong muốn ghi đè của chúng tôi:**

**struct D : B5 {**

**void f(int) const override; // error : B0::f() is not virtual**

**void g(int) override; // error : B0::f() takes a double argument**

**virtual int h() override; // error : no function h() to overr ide**

**};**

**Với định nghĩa này (và giả sử rằng các lớp cơ sở trung gian B1 ... B5 không cung cấp các hàm liên quan), cả ba khai báo đều mắc lỗi.**

**Trong một hệ thống phân cấp lớp lớn hoặc phức tạp với nhiều chức năng ảo, tốt nhất là sử dụng ảo**

**chỉ để giới thiệu một chức năng ảo mới và sử dụng ghi đè trên tất cả các chức năng được dùng làm trình ghi đè.**

**Sử dụng ghi đè hơi dài dòng nhưng làm rõ ý định của lập trình viên.**

**Thông số ghi đè xuất hiện cuối cùng trong một khai báo, sau tất cả các phần khác. Ví dụ:**

**void f(int) const noexcept override; // OK (if there is a suitable f() to overr ide)**

**override void f(int) const noexcept; // syntax error**

**void f(int) override const noexcept; // syntax erro**

**Và vâng, thật phi lý khi ảo là tiền tố và ghi đè là hậu tố. Đây là một phần của cái giá mà chúng tôi phải trả**

**để tương thích và ổn định trong nhiều thập kỷ.**

**Mã định nghĩa ghi đè không phải là một phần của kiểu hàm và không thể lặp lại trong định nghĩa ngoài lớp. Ví dụ:**

**class Derived : public Base {**

**void f() override; // OK if Base has a virtual f()**

**void g() override; // OK if Base has a virtual g()**

**};**

**void Derived::f() override // error : overr ide out of class**

**{**

**// ...**

**}**

**void g() // OK**

**{**

**// ...**

**}**

**Thật kỳ lạ, ghi đè không phải là một từ khóa; nó là những gì được gọi là một từ khóa theo ngữ cảnh. Đó là, ghi đè có một ý nghĩa đặc biệt trong một số ngữ cảnh nhưng có thể được sử dụng làm định danh ở những nơi khác. Ví dụ**

**int override = 7;**

**struct Dx : Base {**

**int override;**

**int f() override**

**{**

**return override + ::override;**

**}**

**};**

**Đừng ham mê sự thông minh như vậy; nó làm phức tạp thêm việc bảo trì. Lý do duy nhất mà ghi đè là**

**từ khóa theo ngữ cảnh, chứ không phải từ khóa thông thường, có tồn tại một lượng đáng kể**

**mã đã được sử dụng ghi đè làm mã định danh thông thường trong nhiều thập kỷ. Từ khóa theo ngữ cảnh khác là**

**cuối cùng (§20.3.4.2)**

**cuối cùng**

**Khi chúng ta khai báo một hàm thành viên, chúng ta có một sự lựa chọn giữa ảo và không ảo (mặc định).**

**Chúng tôi sử dụng ảo cho các hàm mà chúng tôi muốn người viết các lớp dẫn xuất có thể định nghĩa hoặc xác định lại. chúng tôi**

**lựa chọn của chúng tôi dựa trên ý nghĩa (ngữ nghĩa) của lớp của chúng tôi:**

**• Chúng ta có thể hình dung sự cần thiết của các lớp dẫn xuất tiếp theo không?**

**• Người thiết kế lớp dẫn xuất có cần xác định lại hàm để đạt được mục đích hợp lý không?**

**• Ghi đè một hàm dễ xảy ra lỗi (tức là, rất khó để một hàm ghi đè cung cấp**

**ngữ nghĩa mong đợi của một hàm ảo)?**

**Nếu câu trả lời là '' không '' cho cả ba câu hỏi, chúng ta có thể để hàm không ảo để đạt được sự đơn giản**

**của thiết kế và đôi khi một số hiệu suất (chủ yếu là từ nội tuyến). Thư viện tiêu chuẩn đã đầy**

**ví dụ về điều này.**

**Hiếm khi hơn rất nhiều, chúng ta có một hệ thống phân cấp lớp bắt đầu với các hàm ảo, nhưng sau khi xác định định nghĩa một tập hợp các lớp dẫn xuất, một trong những câu trả lời trở thành ‘‘ không ’’. Ví dụ, chúng ta có thể hình dung**

**một cây cú pháp trừu tượng cho một ngôn ngữ trong đó tất cả các cấu trúc ngôn ngữ đã được xác định là cụ thể**

**các lớp nút bắt nguồn từ một vài giao diện. Chúng ta chỉ cần lấy một lớp mới nếu chúng ta thay đổi**

**ngôn ngữ. Trong trường hợp đó, chúng tôi có thể muốn ngăn người dùng ghi đè các chức năng ảo**

**bởi vì điều duy nhất mà những ghi đè như vậy có thể làm là thay đổi ngữ nghĩa của ngôn ngữ của chúng ta.**

**Đó là, chúng tôi có thể muốn đóng thiết kế của mình để sửa đổi từ người dùng. Ví dụ:**

**struct Node { // interface class**

**virtual Type type() = 0;**

**// ...**

**};**

**class If\_statement : public Node {**

**public:**

**Type type() override final; // prevent further overr iding**

**// ...**

**};Trong một hệ thống phân cấp lớp thực tế, sẽ có một số lớp trung gian giữa mặt liên chung (ở đây, Node) và lớp dẫn xuất đại diện cho một cấu trúc ngôn ngữ cụ thể (ở đây, If\_state ment). Tuy nhiên, điểm mấu chốt về ví dụ này là Node :: type () có nghĩa là được ghi đè**

**(đó là lý do tại sao nó được tuyên bố là ảo) và ghi đè If\_statement :: type () không phải (đó là lý do tại sao nó được khai báo**

**cuối cùng). Sau khi sử dụng cuối cùng cho một chức năng thành viên, nó không thể bị ghi đè nữa và một nỗ lực để thực hiện**

**như vậy là một lỗi. Ví dụ:**

**class Modified\_if\_statement : public If\_statement {**

**public:**

**Type type() override; // error : If\_statement::type() is final**

**// ...**

**};**

**Chúng tôi có thể làm cho mọi chức năng thành viên ảo của một lớp cuối cùng; chỉ cần thêm cuối cùng sau tên lớp. Vì**

**thí dụ:**

**class For\_statement final: public Node {**

**công cộng:**

**Gõ kiểu () ghi đè;**

**// ...**

**};**

**class Modified\_for\_statement: public For\_statement {// error: For\_statement là cuối cùng**

**Gõ kiểu () ghi đè;**

**// ...**

**};**

**Đối với tốt và xấu, việc thêm cuối cùng vào lớp không chỉ ngăn chặn việc ghi đè, nó còn ngăn chặn thêm**

**dẫn xuất từ ​​một lớp. Có những người sử dụng cuối cùng để cố gắng đạt được hiệu suất - xét cho cùng, một chức năng không phải ảo nhanh hơn một chức năng ảo (có thể bằng 25% đối với triển khai hiện đại) và cung cấp**

**cơ hội lớn hơn cho nội tuyến (§12.1.5). Tuy nhiên, đừng sử dụng cuối cùng một cách mù quáng như một cách tối ưu hóa**

**sự giúp đỡ; nó ảnh hưởng đến thiết kế phân cấp lớp (thường là tiêu cực) và các cải tiến về hiệu suất là**

**hiếm khi đáng kể. Thực hiện một số phép đo nghiêm túc trước khi yêu cầu cải thiện hiệu quả. Sử dụng**

**cuối cùng, nơi nó phản ánh rõ ràng thiết kế phân cấp lớp mà bạn cho là phù hợp. Đó là, sử dụng cuối cùng để**

**phản ánh một nhu cầu ngữ nghĩa.**

**Mã định nghĩa cuối cùng không phải là một phần của kiểu hàm và không thể được lặp lại trong một hàm không thuộc lớp**

**Định nghĩa. Ví dụ:**

**class Derived: public Base {**

**void f () cuối cùng; // OK nếu Base có f ảo ()**

**void g () cuối cùng; // OK nếu Base có g () ảo**

**// ...**

**};**

**void Derived :: f () final // error: cuối cùng ra khỏi lớp**

**{**

**// ...**

**}**

**void g () final // OK**

**{**

**// ...**

**}**

**Giống như ghi đè (§20.3.4.1), cuối cùng là một từ khóa theo ngữ cảnh. Đó là, cuối cùng có một ý nghĩa đặc biệt trong một số**

**ngữ cảnh nhưng có thể được sử dụng như một định danh thông thường ở những nơi khác. Ví dụ:**

**int cuối cùng = 7;**

**struct Dx: Cơ sở {**

**int cuối cùng;**

**int f () cuối cùng**

**{**

**trả về cuối cùng + :: cuối cùng;**

**}**

**};**

**Đừng ham mê sự thông minh như vậy; nó làm phức tạp thêm việc bảo trì. Lý do duy nhất khiến cuối cùng là một từ khóa văn bản lừa đảo, chứ không phải là một từ khóa thông thường, là có một lượng mã đáng kể**

**đã được sử dụng cuối cùng như một số nhận dạng thông thường trong nhiều thập kỷ. Từ khóa theo ngữ cảnh khác được ghi đè**

**(§20.3.4.1).**

**20.3.5 sử dụng Thành viên cơ sở**

**Các hàm không quá tải trên các phạm vi (§12.3.3). Ví dụ:**

**cơ sở struct {**

**void f (int);**

**};**

**struct Derived: Base {**

**void f (kép);**

**};**

**vô hiệu sử dụng (Bắt nguồn từ d)**

**{**

**d.f (1); // gọi Derived :: f (double)**

**Cơ sở & br = d**

**br.f (1); // gọi Base :: f (int)**

**}**

**Điều này có thể khiến mọi người ngạc nhiên và đôi khi chúng tôi muốn quá tải để đảm bảo rằng**

**chức năng thành viên được sử dụng. Đối với không gian tên, sử dụng khai báo có thể được sử dụng để thêm một hàm vào**

**phạm vi. Ví dụ:**

**struct D2: Cơ sở {**

**sử dụng Base :: f; // đưa tất cả f từ Base vào D2**

**void f (kép);**

**};**

**void use2 (D2 d)**

**{**

**d.f (1); // gọi D2 :: f (int), tức là Base :: f (int)**

**Cơ sở & br = d**

**br.f (1); // gọi Base :: f (int)**

**}**

**Đây là một hệ quả đơn giản của một lớp cũng được coi là một không gian tên (§16.2).**

**Một số khai báo sử dụng có thể mang tên từ nhiều lớp cơ sở. Ví dụ:**

**struct B1 {**

**void f (int);**

**};**

**struct B2 {**

**void f (kép);**

**};**

**struct D: B1, B2 {**

**sử dụng B1 :: f;**

**sử dụng B2 :: f;**

**void f (char);**

**};**

**vô hiệu sử dụng (D d)**

**{**

**d.f (1); // gọi D :: f (int), nghĩa là B1 :: f (int)**

**d.f ('a'); // gọi D :: f (char)**

**d.f (1,0); // gọi D :: f (double), nghĩa là B2 :: f (double)**

**}**

**Chúng ta có thể đưa các hàm tạo vào một phạm vi lớp dẫn xuất; xem §20.3.5.1. Một tên được đưa vào một dẫn xuất**

**phạm vi lớp của một khai báo using có quyền truy cập của nó được xác định bởi vị trí của hàm using-statement; xem §20.5.3. Chúng tôi không thể sử dụng các chỉ thị sử dụng để đưa tất cả các thành viên của một lớp cơ sở vào một**

**Lớp có nguồn gốc.**

**20.3.5.1 Trình tạo kế thừa**

**Giả sử tôi muốn một vectơ giống như vectơ std :: nhưng có kiểm tra phạm vi được đảm bảo. Tôi có thể thử điều này:**

**mẫu <lớp T>**

**struct Vector: std :: vector <T> {**

**T & operator [] (size\_type i) {check (i); return this−> elem (i); }**

**const T & operator [] (size\_type i) const {check (i); return this−> elem (i); }**

**void check (siz e\_type i) {if (this−> size () <i) throw rang e\_error {"Vector :: check () fail"}; }**

**};**

**Thật không may, chúng tôi sẽ sớm phát hiện ra rằng định nghĩa này không đầy đủ. Ví dụ:**

**Vectơ <int> v {1, 2, 3, 5, 8}; // error: không có phương thức khởi tạo danh sách khởi tạo**

**Kiểm tra nhanh sẽ cho thấy rằng Vector không kế thừa bất kỳ hàm tạo nào từ std :: vector.**

**Đó không phải là một quy tắc bất hợp lý: nếu một lớp thêm các thành viên dữ liệu vào một cơ sở hoặc yêu cầu một quy tắc chặt chẽ hơn**

**lớp bất biến, sẽ là một thảm họa nếu kế thừa các hàm tạo. Tuy nhiên, Vector đã không làm gì cả**

**như thế.**

**Chúng tôi giải quyết vấn đề bằng cách đơn giản nói rằng các hàm tạo phải được kế thừa:**

**mẫu <lớp T>**

**struct Vector: std :: vector <T> {**

**sử dụng vector <T> :: vector; // kế thừa các uctors xây dựng**

**T & operator = [] (size\_type i) {check (i); return this−> elem (i); }**

**const T & operator = (size\_type i) const {check (i); return this−> elem (i); }**

**void check (siz e\_type i) {if (this−> size () <i) ném Bad\_index (i); }**

**};**

**Vectơ <int> v {1, 2, 3, 5, 8}; // OK: sử dụng phương thức khởi tạo danh sách khởi tạo từ std :: vector**

**Việc sử dụng này hoàn toàn tương đương với việc sử dụng nó cho các chức năng thông thường (§14.4.5, §20.3.5).**

**Nếu bạn chọn, bạn có thể tự bắn vào chân mình bằng cách kế thừa các hàm tạo trong một lớp dẫn xuất**

**trong đó bạn xác định các biến thành viên mới cần khởi tạo rõ ràng:**

**struct B1 {**

**B1 (int) {}**

**};**

**struct D1: B1 {**

**sử dụng B1 :: B1; // khai báo ngầm D1 (int)**

**dây; // chuỗi có một hàm tạo mặc định**

**int x; // chúng tôi ‘‘ quên ’’ cung cấp cho việc khởi tạo x**

**};**

**kiểm tra void ()**

**{**

**Đ1 d {6}; // oops: d.x không được khởi tạo**

**Đ1 e; // error: D1 không có hàm tạo mặc định**

**}**

**Lý do mà D1 :: s được khởi tạo và D1 :: x không phải là hàm tạo kế thừa tương đương với**

**một phương thức khởi tạo chỉ đơn giản là khởi tạo cơ sở. Trong trường hợp này, chúng tôi có thể viết:**

**struct D1: B1 {**

**D1 (int i): B1 (i) {}**

**dây; // chuỗi có một hàm tạo mặc định**

**int x; // chúng tôi '' quên '' cung cấp để khởi tạo x**

**};**

**Một cách để loại bỏ viên đạn khỏi chân của bạn là thêm một trình khởi tạo thành viên trong lớp (§17.4.4);**

**struct D1: B1 {**

**sử dụng B1 :: B1; // khai báo ngầm D1 (int)**

**int x {0}; // ghi chú: x được khởi tạo**

**};**

**kiểm tra void ()**

**{**

**Đ1 d {6}; // d.x bằng 0**

**}**

**Thông thường, tốt nhất là nên tránh khéo léo và hạn chế việc sử dụng các hàm tạo kế thừa cho các trường hợp sim ple mà không có thành viên dữ liệu nào được thêm vào.**

**20.3.6 Thư giãn loại trả lại**

**Có một quy tắc nới lỏng rằng kiểu của một hàm ghi đè phải giống với kiểu**

**của hàm ảo mà nó ghi đè. Nghĩa là, nếu kiểu trả về ban đầu là B ∗, thì kiểu trả về là**

**hàm ghi đè có thể là D ∗, với điều kiện B là cơ sở công khai của D. Tương tự, kiểu trả về của B &**

**có thể được thoải mái để D &. Điều này đôi khi được gọi là quy tắc trả về hiệp phương sai.**

**Sự thư giãn này chỉ áp dụng cho các loại trả về là con trỏ hoặc tham chiếu và không áp dụng cho ‘‘ thông minh**

**con trỏ '’chẳng hạn như unique\_ptr (§5.2.1). Đặc biệt, không có sự nới lỏng tương tự của các quy tắc đối với**

**loại đối số vì điều đó sẽ dẫn đến vi phạm loại.**

**Hãy xem xét một hệ thống phân cấp lớp đại diện cho các loại biểu thức khác nhau. Ngoài các toán tử opera để thao tác các biểu thức, lớp cơ sở Expr sẽ cung cấp các phương tiện để tạo mới**

**các đối tượng biểu thức của các loại biểu thức khác nhau:**

**lớp Expr {**

**công cộng:**

**Expr (); // nhà xây dựng mặc định**

**Expr (const Expr &); // sao chép cấu trúc uctor**

**Virtual Expr ∗ new\_expr () = 0;**

**ảo Expr ∗ clone () = 0;**

**// ...**

**};**

**Ý tưởng là new\_expr () tạo một đối tượng mặc định của kiểu biểu thức và clone () tạo ra một**

**bản sao của đối tượng. Cả hai sẽ trả về một đối tượng của một số lớp cụ thể có nguồn gốc từ Expr. Họ có thể**

**không bao giờ chỉ trả về một '' Expr đơn giản '' bởi vì Expr đã được khai báo một cách có chủ ý và thích hợp là một**

**lớp trừu tượng.**

**Một lớp dẫn xuất có thể ghi đè new\_expr () và / hoặc clone () để trả về một đối tượng thuộc kiểu riêng của nó:**

**class Cond: public Expr {**

**công cộng:**

**Cond ();**

**Cond (const Cond &);**

**Cond ∗ new\_expr () override {return new Cond (); }**

**Cond ∗ clone () override {return new Cond (∗ this); }**

**// ...**

**};**

**Điều này có nghĩa là với một đối tượng của lớp Expr, người dùng có thể tạo một đối tượng mới của ‘‘ giống nhau**

**gõ. ’’ Ví dụ:**

**void user (Expr ∗ p)**

**{**

**Expr ∗ p2 = p−> new\_expr ();**

**// ...**

**}**

**Con trỏ được gán cho p2 được khai báo là trỏ tới một '' expr thuần túy '', nhưng nó sẽ trỏ đến một đối tượng của**

**loại có nguồn gốc từ Expr, chẳng hạn như Cond.**

**Loại trả về của Cond :: new\_expr () và Cond :: clone () là Cond ∗ chứ không phải Expr ∗. Điều này cho phép một**

**Điều kiện để được nhân bản mà không mất thông tin loại. Tương tự, một phép cộng lớp dẫn xuất sẽ có**

**một bản sao () trả về một Bổ sung ∗. Ví dụ:**

**void user2 (Cond ∗ pc, Addition ∗ pa)**

**{**

**Cond ∗ p1 = pc−> clone ();**

**Phép cộng ∗ p2 = pa−> clone ();**

**// ...**

**}**

**Nếu chúng ta sử dụng clone () cho một Expr, chúng ta chỉ biết rằng kết quả là một Expr ∗:**

**void user3 (Cond ∗ pc, Expr ∗ pe)**

**{**

**Cond ∗ p1 = pc−> clone ();**

**Cond ∗ p2 = pe−> clone (); // error: Expr :: clone () return ns an Expr \***

**// ...**

**}**

**Vì các hàm như new\_expr () và clone () là ảo và chúng (gián tiếp) xây dựng các đối tượng,**

**chúng thường được gọi là các hàm tạo ảo. Mỗi đơn giản chỉ sử dụng một hàm tạo để tạo một**

**sự vật.**

**Để tạo một đối tượng, một phương thức khởi tạo cần loại chính xác của đối tượng mà nó sẽ tạo. Hậu quả là,**

**một phương thức khởi tạo không thể là ảo. Hơn nữa, một hàm tạo không phải là một hàm hoàn toàn bình thường. Nói cách khác, nó tương tác với các quy trình quản lý bộ nhớ theo những cách mà các chức năng thành viên thông thường không làm.**

**Vì vậy, bạn không thể lấy một con trỏ đến một phương thức khởi tạo và chuyển con trỏ đó đến một hàm tạo đối tượng.**

**Cả hai hạn chế này có thể được phá vỡ bằng cách xác định một hàm gọi một phương thức khởi tạo**

**và trả về một đối tượng đã xây dựng. Điều này thật may mắn vì tạo ra một đối tượng mới mà không biết**

**loại chính xác của nó thường hữu ích. Ival\_box\_maker (§21.2.4) là một ví dụ về một lớp được thiết kế**

**cụ thể để làm điều đó.**

**20.4 Các lớp trừu tượng**

**Nhiều lớp giống với lớp Employee ở chỗ chúng hữu ích như chính chúng, làm giao diện cho**

**các lớp dẫn xuất và như một phần của việc triển khai các lớp dẫn xuất. Đối với các lớp như vậy, các kỹ thuật công nghệ được mô tả trong §20.3.2 là đủ. Tuy nhiên, không phải tất cả các lớp đều tuân theo khuôn mẫu đó. Một số lớp học,**

**chẳng hạn như một lớp Shape, đại diện cho các khái niệm trừu tượng mà đối tượng không thể tồn tại. Một hình dạng làm cho chỉ có nghĩa là cơ sở của một số lớp có nguồn gốc từ nó. Điều này có thể được thấy từ thực tế là nó không**

**có thể cung cấp các định nghĩa hợp lý cho các chức năng ảo của nó:**

**Hình dạng lớp {**

**công cộng:**

**ảo void xoay (int) {throw runtime\_error {"Shape :: xoay"}; } // không phù hợp**

**virtual void draw () const {ném runtime\_error {"Shape :: draw"}; }**

**// ...**

**};**

**Cố gắng tạo ra một hình dạng không xác định này là ngớ ngẩn nhưng hợp pháp:**

**Hình dạng; // ngớ ngẩn: ‘‘ hình dạng không định hình ’’**

**Thật là ngớ ngẩn vì mọi thao tác trên s sẽ dẫn đến lỗi.**

**Một giải pháp thay thế tốt hơn là khai báo các hàm ảo của lớp Shape là các hàm ảo thuần túy.**

**Một hàm ảo được ‘‘ tạo thuần túy ’’ bởi ‘‘ bộ khởi tạo giả ’’ = 0:**

**lớp Shape {// lớp trừu tượng**

**công cộng:**

**void quay ảo (int) = 0; // hàm ảo thuần túy**

**ảo void draw () const = 0; // hàm ảo thuần túy**

**bool ảo is\_closed () const = 0; // hàm ảo thuần túy**

**// ...**

**ảo ˜Shape (); // ảo**

**};**

**Một lớp có một hoặc nhiều hàm ảo thuần túy là một lớp trừu tượng và không có đối tượng nào của lớp trừu tượng đó**

**lớp có thể được tạo:**

**Hình dạng; // error: biến của lớp trừu tượng Hình dạng**

**Một lớp trừu tượng được dùng làm giao diện cho các đối tượng được truy cập thông qua con trỏ và tham chiếu (để**

**bảo toàn tập tính đa hình). Do đó, điều quan trọng đối với một lớp trừu tượng là phải có**

**một trình hủy ảo (§3.2.4, §21.2.2). Bởi vì giao diện được cung cấp bởi một lớp trừu tượng không thể**

**được sử dụng để tạo các đối tượng bằng cách sử dụng hàm tạo, các lớp trừu tượng thường không có hàm tạo.**

**Một lớp trừu tượng chỉ có thể được sử dụng làm giao diện cho các lớp khác. Ví dụ:**

**điểm lớp {/ \* ... \* /};**

**class Circle: public Shape {**

**công cộng:**

**ghi đè void xoay (int) {}**

**void draw () const override;**

**bool is\_closed () const override {return true; }**

**Circle (Điểm p, int r);**

**riêng:**

**Tâm điểm;**

**bán kính int;**

**};**

**Một hàm ảo thuần túy không được định nghĩa trong lớp dẫn xuất vẫn là một hàm ảo thuần túy, vì vậy**

**lớp dẫn xuất cũng là một lớp trừu tượng. Điều này cho phép chúng tôi xây dựng các triển khai theo từng giai đoạn:**

**class Polygon: public Shape {// lớp trừu tượng**

**công cộng:**

**bool is\_closed () const override {return true; }**

**// ... vẽ và xoay không đè idden ...**

**};**

**Đa giác b {p1, p2, p3, p4}; // error: khai báo đối tượng của lớp trừu tượng Polygon**

**Đa giác vẫn còn trừu tượng vì chúng tôi đã không ghi đè draw () và xoay (). Chỉ khi điều đó được thực hiện**

**chúng ta có một lớp mà từ đó chúng ta có thể tạo các đối tượng:**

**class Irregular\_polygon: public Polygon {**

**danh sách <Điểm> lp;**

**công cộng:**

**Irregular\_polygon (khởi tạo er\_list <Point>);**

**void draw () const override;**

**ghi đè void quay (int);**

**// ...**

**};**

**Đa giác bất quy tắc {p1, p2, p3, p4}; // giả sử rằng p1 .. p4 là các Điểm được xác định ở đâu đó**

**Một lớp trừu tượng cung cấp một giao diện mà không để lộ chi tiết triển khai. Ví dụ, một**

**hệ điều hành có thể ẩn thông tin chi tiết về trình điều khiển thiết bị của nó đằng sau một lớp trừu tượng:**

**class Character\_device {**

**công cộng:**

**int ảo open (int opt) = 0;**

**int ảo close (int opt) = 0;**

**int ảo read (char ∗ p, int n) = 0;**

**virtual int write (const char ∗ p, int n) = 0;**

**ảo int ioctl (int ...) = 0; // điều khiển I / O thiết bị**

**virtual ˜Character\_device () {} // vir tual hủy uctor**

**};**

**Sau đó, chúng tôi có thể chỉ định trình điều khiển là các lớp bắt nguồn từ Character\_device và thao tác với nhiều loại**

**trình điều khiển thông qua giao diện đó.**

**Phong cách thiết kế được hỗ trợ bởi các lớp trừu tượng được gọi là kế thừa giao diện trái ngược với**

**kế thừa thực thi được hỗ trợ bởi các lớp cơ sở với trạng thái và / hoặc các chức năng thành viên được xác định.**

**Có thể kết hợp hai cách tiếp cận. Đó là, chúng ta có thể xác định và sử dụng các lớp cơ sở với**

**cả trạng thái và chức năng ảo thuần túy. Tuy nhiên, sự kết hợp của các phương pháp tiếp cận như vậy có thể gây nhầm lẫn và**

**yêu cầu chăm sóc thêm.**

**Với sự ra đời của các lớp trừu tượng, chúng ta có các phương tiện cơ bản để viết một chương trình chuyên nghiệp hoàn chỉnh theo kiểu mô-đun sử dụng các lớp làm khối xây dựng.**

**20.5 Kiểm soát truy cập**

**Thành viên của một lớp có thể là riêng tư, được bảo vệ hoặc công khai:**

**• Nếu nó ở chế độ riêng tư, tên của nó chỉ có thể được sử dụng bởi các chức năng thành viên và bạn bè của lớp trong**

**mà nó được khai báo.**

**• Nếu nó được bảo vệ, tên của nó chỉ có thể được sử dụng bởi các chức năng thành viên và bạn bè của lớp trong**

**mà nó được khai báo và bởi các hàm thành viên và bạn bè của các lớp dẫn xuất từ ​​lớp này**

**(xem §19.4).**

**• Nếu nó là công khai, tên của nó có thể được sử dụng bởi bất kỳ chức năng nào.**

**Điều này phản ánh quan điểm rằng có ba loại hàm truy cập vào một lớp: các hàm thực thi trong lớp (bạn bè và thành viên của nó), các hàm triển khai một lớp dẫn xuất (lớp dẫn xuất của**

**bạn bè và thành viên), và các chức năng khác. Điều này có thể được trình bày bằng đồ thị:**

**công cộng:**

**được bảo vệ:**

**riêng:**

**người dùng chung**

**các hàm thành viên và bạn bè của lớp dẫn xuất**

**chức năng thành viên riêng và bạn bè**

**Kiểm soát truy cập được áp dụng thống nhất cho các tên. Những gì một tên đề cập đến không ảnh hưởng đến kiểm soát**

**sử dụng của nó. Điều này có nghĩa là chúng ta có thể có các hàm thành viên riêng, kiểu, hằng số, v.v., cũng như**

**dữ liệu cá nhân thành viên. Ví dụ, một lớp danh sách không ủy quyền hiệu quả thường yêu cầu cấu trúc dữ liệu**

**để theo dõi các phần tử. Một danh sách là không có tác dụng nếu nó không yêu cầu sửa đổi các phần tử của nó**

**(ví dụ: bằng cách yêu cầu các loại phần tử phải có trường liên kết). Cấu trúc thông tin và dữ liệu được sử dụng để**

**tổ chức danh sách có thể được giữ kín:**

**mẫu <lớp T>**

**danh sách lớp học {**

**công cộng:**

**void insert (T);**

**T get ();**

**// ...**

**riêng:**

**struct Liên kết {T val; Liên kết ∗ tiếp theo; };**

**struct Chunk {**

**enum {chunk\_siz e = 15};**

**Liên kết v [chunk\_siz e];**

**Chunk ∗ tiếp theo;**

**};**

**Chunk ∗ được phân bổ;**

**Liên kết ∗ miễn phí;**

**Liên kết ∗ get\_free ();**

**Liên kết ∗ đầu;**

**};**

**Các định nghĩa của các chức năng công cộng khá đơn giản:**

**mẫu <lớp T>**

**Danh sách void <T> :: insert (T val)**

**{**

**Liên kết ∗ lnk = get\_free ();**

**lnk−> val = val;**

**lnk−> tiếp theo = đầu;**

**đầu = lnk;**

**}**

**mẫu <lớp T>**

**Danh sách T <T> :: g et ()**

**{**

**if (head == 0)**

**ném Underflow {}; // Underflow là lớp ngoại lệ của tôi**

**Liên kết ∗ p = đầu;**

**đầu = p−> tiếp theo;**

**p−> next = miễn phí;**

**miễn phí = p;**

**return p−> val;**

**}**

**Như thường lệ, định nghĩa của các hàm hỗ trợ (ở đây, riêng tư) phức tạp hơn một chút:**

**mẫu <lớp T>**

**typename Danh sách <T> :: Liên kết ∗ Danh sách <T> :: get\_free ()**

**{**

**if (miễn phí == 0) {**

**// ... phân bổ một đoạn mới và đặt các Liên kết của nó vào danh sách miễn phí ...**

**}**

**Liên kết ∗ p = miễn phí;**

**miễn phí = free−> tiếp theo;**

**trả lại p;**

**}**

**Phạm vi Danh sách <T> được nhập bằng cách nói Danh sách <T> :: trong định nghĩa hàm thành viên. Tuy nhiên, vì**

**kiểu trả về của get\_free () được đề cập trước khi tên Danh sách <T> :: get\_free () được đề cập, đầy đủ**

**tên Danh sách <T> :: Liên kết phải được sử dụng thay vì viết tắt Liên kết. Cách thay thế là sử dụng hậu tố**

**ký hiệu cho các kiểu trả về (§12.1.4):**

**\ template <lớp T>**

**Danh sách tự động <T> :: get\_free () -> Liên kết ∗**

**{**

**// ...**

**}**

**Các chức năng nonmember (ngoại trừ bạn bè) không có quyền truy cập như vậy:**

**mẫu <typename T>**

**void would\_be\_meddler (Danh sách <T> ∗ p)**

**{**

**Danh sách <T> :: Liên kết ∗ q = 0; // error: Danh sách <T> :: Liên kết là riêng tư**

**// ...**

**q = p−> tự do; // error: List <T> :: free là private**

**// ...**

**if (Danh sách <T> :: Chunk :: chunk\_siz e> 31) {// error: Danh sách <T> :: Chunk :: chunk\_size là riêng tư**

**// ...**

**}**

**}**

**Trong một lớp, các thành viên theo mặc định là riêng tư; trong một cấu trúc, các thành viên theo mặc định là công khai (§16.2.4).**

**Giải pháp thay thế rõ ràng cho việc sử dụng kiểu thành viên là đặt kiểu đó trong không gian tên xung quanh. Ví dụ:**

**mẫu <lớp T>**

**struct Link2 {**

**T val;**

**Link2 ∗ tiếp theo;**

**};**

**mẫu <lớp T>**

**danh sách lớp học {**

**riêng:**

**Link2 <T> ∗ miễn phí;**

**// ...**

**};**

**Liên kết được tham số hóa ngầm định với tham số T. của Danh sách <T>. Đối với Link2, chúng ta phải làm rõ điều đó.**

**Nếu một loại thành viên không phụ thuộc vào tất cả các tham số của lớp mẫu, thì ver sion không phải là phần tử có thể thích hợp hơn; xem §23.4.6.3.**

**Nếu lớp lồng nhau nói chung không hữu ích cho chính nó và lớp bao quanh cần quyền truy cập vào**

**đại diện, tuyên bố lớp thành viên là bạn (§19.4.2) có thể là một ý tưởng hay:**

**template <class T> Danh sách lớp;**

**mẫu <lớp T>**

**liên kết lớp3 {**

**Danh sách bạn bè của lớp <T>; // chỉ Danh sách <T> mới có thể truy cập Liên kết <T>**

**T val;**

**Liên kết3 ∗ tiếp theo;**

**};**

**mẫu <lớp T>**

**danh sách lớp học {**

**riêng:**

**Link3 <T> ∗ miễn phí;**

**// ...**

**};**

**Một trình biên dịch có thể sắp xếp lại thứ tự các phần của một lớp với các chỉ định truy cập riêng biệt (§8.2.6). Ví dụ:**

**lớp S {**

**công cộng:**

**int m1;**

**công cộng:**

**int m2;**

**};**

**Trình biên dịch có thể quyết định m2 đứng trước m1 trong bố cục của một đối tượng S. Sắp xếp lại như vậy có thể**

**gây ngạc nhiên cho lập trình viên và phụ thuộc vào việc triển khai, vì vậy đừng sử dụng nhiều**

**truy cập các chỉ định cho các thành viên dữ liệu mà không có lý do chính đáng.**

**20.5.1 Thành viên được bảo vệ**

**Khi thiết kế hệ thống phân cấp lớp, đôi khi chúng tôi cung cấp các hàm được thiết kế để được sử dụng bởi những người cố vấn của các lớp dẫn xuất nhưng không được sử dụng bởi người dùng chung. Ví dụ: chúng tôi có thể cung cấp một (hiệu quả)**

**chức năng truy cập bỏ chọn cho người triển khai lớp dẫn xuất và quyền truy cập đã kiểm tra (an toàn) cho những người khác.**

**Khai báo phiên bản được bảo vệ không được kiểm tra sẽ đạt được điều đó. Ví dụ:**

**bộ đệm lớp {**

**công cộng:**

**char & operator [] (int i); // quyền truy cập đã kiểm tra**

**// ...**

**được bảo vệ:**

**char & access (int i); // quyền truy cập bỏ chọn**

**// ...**

**};**

**class Circular\_buffer: public Buffer {**

**công cộng:**

**void reallocate (char ∗ p, int s); // thay đổi vị trí và kích thước**

**// ...**

**};**

**void Circular\_buffer :: reallocate (char ∗ p, int s) // thay đổi vị trí và kích thước**

**{**

**// ...**

**for (int i = 0; i! = old\_sz; ++ i)**

**p [i] = access (i); // không kiểm tra dư thừa**

**// ...**

**}**

**void f (Bộ đệm & b)**

**{**

**b [3] = 'b'; // OK (đã chọn)**

**b.access (3) = 'c'; // error: Buffer :: access () được bảo vệ**

**}**

**Ví dụ khác, hãy xem Window\_with\_border trong §21.3.5.2.**

**Một lớp dẫn xuất chỉ có thể truy cập các thành viên được bảo vệ của lớp cơ sở đối với các đối tượng thuộc kiểu riêng của nó:**

**bộ đệm lớp {**

**được bảo vệ:**

**char a [128];**

**// ...**

**};**

**class Linked\_buffer: public Buffer {**

**// ...**

**};**

**class Circular\_buffer: public Buffer {**

**// ...**

**void f (Linked\_buffer ∗ p)**

**{**

**a [0] = 0; // OK: truy cập vào thành viên được bảo vệ của chính Circular\_buffer**

**p−> a [0] = 0; // error: quyền truy cập vào thành viên được bảo vệ thuộc loại khác**

**}**

**};**

**Điều này ngăn ngừa các lỗi nhỏ có thể xảy ra khi một lớp dẫn xuất làm hỏng dữ liệu thuộc về các lớp dẫn xuất khác.**

**20.5.1.1 Sử dụng các Thành viên được bảo vệ**

**Mô hình ẩn dữ liệu riêng tư / công khai đơn giản phục vụ tốt khái niệm về các kiểu cụ thể (§16.3).**

**Tuy nhiên, khi các lớp dẫn xuất được sử dụng, có hai loại người dùng của một lớp: các lớp dẫn xuất và**

**‘‘ Công chúng. ’’ Các thành viên và bạn bè thực hiện các thao tác trên lớp hoạt động**

**trên các đối tượng lớp thay mặt cho những người dùng này. Mô hình private / public cho phép lập trình viên**

**phân biệt rõ ràng giữa những người thực hiện và công chúng, nhưng nó không cung cấp một cách**

**phục vụ cụ thể cho các lớp dẫn xuất.**

**Các thành viên được tuyên bố là được bảo vệ dễ bị lạm dụng hơn nhiều so với các thành viên được tuyên bố là ở chế độ riêng tư. Nói cách khác, việc khai báo các thành viên dữ liệu được bảo vệ thường là một lỗi thiết kế. Đặt một lượng đáng kể**

**dữ liệu trong một lớp chung cho tất cả các lớp dẫn xuất sử dụng khiến dữ liệu đó có thể bị hỏng. Tệ hơn,**

**dữ liệu được bảo vệ, như dữ liệu công khai, không thể dễ dàng được cấu trúc lại vì không có cách nào tốt để tìm thấy trong mỗi lần sử dụng. Do đó, dữ liệu được bảo vệ trở thành một vấn đề bảo trì phần mềm.**

**May mắn thay, bạn không muốn sử dụng dữ liệu được bảo vệ; private là mặc định trong các lớp và thường là**

**sự lựa chọn tốt hơn. Theo kinh nghiệm của tôi, luôn có những lựa chọn thay thế để đặt**

**lượng thông tin trong một lớp cơ sở chung để các lớp dẫn xuất sử dụng trực tiếp.**

**Tuy nhiên, không có phản đối nào trong số này là đáng kể đối với các chức năng của thành viên được bảo vệ; được bảo vệ là một**

**cách tốt để chỉ định các hoạt động để sử dụng trong các lớp dẫn xuất. Ival\_slider trong §21.2.2 là một thử nghiệm về điều này. Nếu lớp triển khai là riêng tư trong ví dụ này, thì việc dẫn xuất thêm sẽ**

**đã không khả thi. Mặt khác, công khai các cơ sở cung cấp chi tiết triển khai**

**mời những sai lầm và sử dụng sai.**

**20.5.2 Quyền truy cập vào các lớp cơ sở**

**Giống như một thành viên, một lớp cơ sở có thể được khai báo là riêng tư, được bảo vệ hoặc công khai. Ví dụ:**

**lớp X: public B {/ \* ... \* /};**

**lớp Y: protected B {/ \* ... \* /};**

**lớp Z: private B {/ \* ... \* /};**

**Các chỉ số truy cập khác nhau phục vụ các nhu cầu thiết kế khác nhau:**

**• công khai dẫn xuất làm cho lớp dẫn xuất trở thành một kiểu con của cơ sở của nó. Ví dụ, X là một loại**

**B. Đây là dạng đạo hàm phổ biến nhất.**

**• các cơ sở riêng hữu ích nhất khi xác định một lớp bằng cách giới hạn giao diện cho một cơ sở để**

**đảm bảo mạnh mẽ hơn có thể được cung cấp. Ví dụ, B là một chi tiết triển khai của Z.**

**Mẫu Vectơ con trỏ bổ sung kiểm tra kiểu cho cơ sở Vectơ <void ∗> của nó từ §25.3**

**là một ví dụ điển hình.**

**• các cơ sở được bảo vệ rất hữu ích trong các cấu trúc phân cấp lớp trong đó dẫn xuất thêm là tiêu chuẩn. Như**

**dẫn xuất riêng, dẫn xuất được bảo vệ được sử dụng để biểu diễn các chi tiết thực hiện. Các**

**Ival\_slider từ §21.2.2 là một ví dụ điển hình.**

**Có thể bỏ qua thông số truy cập cho một lớp cơ sở. Trong trường hợp đó, cơ sở mặc định là cơ sở riêng tư**

**cho một lớp và một cơ sở công khai cho một cấu trúc. Ví dụ:**

**lớp XX: B {/ \* ... \* /}; // B là một cơ sở riêng**

**struct YY: B {/ \* ... \* /}; // B là một cơ sở công cộng**

**Mọi người mong đợi các lớp cơ sở là công khai (nghĩa là thể hiện mối quan hệ kiểu con), do đó, sự vắng mặt của**

**một chỉ định truy cập cho một cơ sở có thể gây ngạc nhiên cho một lớp nhưng không gây ngạc nhiên cho một cấu trúc.**

**Bộ xác định quyền truy cập cho một lớp cơ sở kiểm soát quyền truy cập vào các thành viên của lớp cơ sở và**

**chuyển đổi con trỏ và tham chiếu từ kiểu lớp dẫn xuất sang kiểu lớp cơ sở. Hãy xem xét một**

**lớp D dẫn xuất từ ​​lớp cơ sở B:**

**• Nếu B là cơ sở tư nhân, các thành viên công khai và được bảo vệ của nó chỉ có thể được sử dụng bởi các func thành viên và bạn bè của D. Chỉ bạn bè và thành viên của D mới có thể chuyển đổi D ∗ thành B ∗.**

**• Nếu B là một cơ sở được bảo vệ, các thành viên công khai và được bảo vệ của nó chỉ có thể được sử dụng bởi các chức năng thành viên và bạn bè của D và bởi các chức năng thành viên và bạn bè của các lớp bắt nguồn từ D. Chỉ**

**bạn bè và thành viên của D và bạn bè và thành viên của các lớp bắt nguồn từ D có thể chuyển đổi một**

**D ∗ thành B ∗.**

**• Nếu B là một cơ sở công cộng, các thành viên công cộng của nó có thể được sử dụng cho bất kỳ chức năng nào. Ngoài ra, các thành viên chuyên nghiệp của nó có thể được sử dụng bởi các thành viên và bạn bè của D và các thành viên và bạn bè của**

**các lớp dẫn xuất từ ​​D. Bất kỳ hàm nào cũng có thể chuyển đổi một D ∗ thành một B ∗.**

**Điều này về cơ bản trình bày lại các quy tắc cho quyền truy cập của thành viên (§20.5). Khi thiết kế một lớp học, chúng tôi chọn**

**truy cập vào các căn cứ giống như cách chúng tôi làm đối với các thành viên. Để có ví dụ, hãy xem Ival\_slider trong §21.2.2.**

**20.5.2.1 Kiểm soát nhiều quyền thừa kế và truy cập**

**Nếu tên của một lớp cơ sở có thể được tiếp cận thông qua nhiều đường dẫn trong mạng đa kế thừa**

**(§21.3), nó có thể truy cập được nếu có thể truy cập thông qua bất kỳ con đường nào. Ví dụ:**

**struct B {**

**int m;**

**tĩnh int sm;**

**// ...**

**};**

**lớp D1: public virtual B {/ \* ... \* /};**

**lớp D2: public virtual B {/ \* ... \* /};**

**lớp D12: public D1, private D2 {/ \* ... \* /};**

**D12 ∗ pd = mới D12;**

**B ∗ pb = pd; // OK: có thể truy cập thông qua D1**

**int i1 = pd−> m; // OK: có thể truy cập thông qua D1**

**Nếu một thực thể duy nhất có thể truy cập được thông qua một số đường dẫn, chúng tôi vẫn có thể tham chiếu đến nó mà không bị mơ hồ. Vì**

**thí dụ:**

**lớp X1: public B {/ \* ... \* /};**

**lớp X2: public B {/ \* ... \* /};**

**lớp XX: public X1, public X2 {/ \* ... \* /};**

**XX ∗ pxx = mới XX;**

**int i1 = pxx−> m; // lỗi, không rõ ràng: XX :: X1 :: B :: m hoặc XX :: X2 :: B :: m?**

**int i2 = pxx−> sm; // OK: chỉ có một B :: sm trong XX (sm là thành viên tĩnh)**

**20.5.3 sử dụng-Khai báo và Kiểm soát truy cập**

**Không thể sử dụng khai báo sử dụng (§14.2.2, §20.3.5) để truy cập thông tin bổ sung. Nó là**

**chỉ đơn giản là một cơ chế để làm cho thông tin có thể truy cập được thuận tiện hơn khi sử dụng. Mặt khác,**

**khi có quyền truy cập, nó có thể được cấp cho những người dùng khác. Ví dụ:**

**lớp B {**

**riêng:**

**int a;**

**được bảo vệ:**

**int b;**

**công cộng:**

**int c;**

**};**

**lớp D: công cộng B {**

**công cộng:**

**sử dụng B :: a; // lỗi: B :: a là riêng tư**

**sử dụng B :: b; // làm cho B :: b có sẵn công khai thông qua D**

**Khi một khai báo sử dụng được kết hợp với dẫn xuất riêng tư hoặc được bảo vệ, nó có thể được sử dụng để chỉ định**

**giao diện với một số, nhưng không phải tất cả, của các tiện ích thường được cung cấp bởi một lớp. Ví dụ:**

**lớp BB: private B {// cấp quyền truy cập cho B :: b và B :: c, nhưng không cấp cho B :: a**

**công cộng:**

**sử dụng B :: b;**

**sử dụng B :: c;**

**};**

**Xem thêm §20.3.5.**

**20.6 Trỏ tới thành viên**

**Con trỏ tới thành viên là một cấu trúc giống như bù đắp cho phép lập trình viên tham chiếu gián tiếp đến một**

**thành viên của một lớp học. Các toán tử -> ∗ và. ∗ được cho là C ++ chuyên dụng nhất và ít được sử dụng nhất**

**các toán tử. Sử dụng ->, chúng ta có thể truy cập một thành viên của lớp, m, bằng cách đặt tên cho nó: p−> m. Sử dụng -> ∗, chúng ta có thể**

**truy cập một thành viên (về mặt khái niệm) có tên được lưu trữ trong một con trỏ tới thành viên, ptom: p -> ∗ ptom.**

**Điều này cho phép chúng tôi truy cập các thành viên với tên của họ được chuyển làm đối số. Trong cả hai trường hợp, p phải là**

**con trỏ đến một đối tượng của một lớp thích hợp.**

**Một con trỏ tới thành viên không thể được gán cho void ∗ hoặc bất kỳ con trỏ thông thường nào khác. Một con trỏ null**

**(ví dụ: nullptr) có thể được gán cho một con trỏ tới thành viên và sau đó đại diện cho '' không có thành viên ''.**

**20.6.1 Con trỏ đến các thành viên hàm**

**Nhiều lớp cung cấp các giao diện đơn giản, rất chung chung nhằm mục đích được gọi trong các giao diện khác nhau**

**các cách. Ví dụ: nhiều giao diện người dùng '' hướng đối tượng '' xác định một tập hợp các yêu cầu mà mọi**

**đối tượng hiển thị trên màn hình cần được chuẩn bị để phản hồi. Ngoài ra, những yêu cầu như vậy có thể được**

**được trình bày trực tiếp hoặc gián tiếp từ các chương trình. Hãy xem xét một biến thể đơn giản của ý tưởng này:**

**class Std\_interface {**

**public:**

**virtual void start() = 0;**

**virtual void suspend() = 0;**

**virtual void resume() = 0;**

**virtual void quit() = 0;**

**virtual void full\_size() = 0;**

**virtual void small() = 0;**

**virtual ˜Std\_interface() {}**

**};**

**Ý nghĩa chính xác của mỗi thao tác được xác định bởi đối tượng mà nó được gọi. Thông thường, có**

**một lớp phần mềm giữa người hoặc chương trình đưa ra yêu cầu và đối tượng nhận nó.**

**Lý tưởng nhất là các lớp phần mềm trung gian như vậy không cần phải biết bất cứ điều gì về cá nhân**

**các thao tác như resume () và full\_size (). Nếu họ làm như vậy, các lớp trung gian sẽ phải**

**được cập nhật mỗi khi một hoạt động thay đổi. Do đó, các lớp trung gian như vậy chỉ đơn giản là truyền**

**dữ liệu đại diện cho hoạt động được gọi từ nguồn của yêu cầu đến người nhận của nó.**

**Một cách đơn giản để làm điều đó là gửi một chuỗi đại diện cho hoạt động được gọi. Vì**

**Ví dụ, để gọi Susan (), chúng ta có thể gửi chuỗi "Susan". Howev er, ai đó phải tạo**

**chuỗi đó và ai đó phải giải mã nó để xác định nó tương ứng với hoạt động nào - nếu có.**

**Thông thường, điều đó có vẻ gián tiếp và tẻ nhạt. Thay vào đó, chúng tôi có thể chỉ cần gửi một số nguyên đại diện cho**

**hoạt động. Ví dụ, 2 có thể được sử dụng để có nghĩa là đình chỉ (). Howev er, trong khi một số nguyên có thể là**

**thuận tiện cho máy móc xử lý, nó có thể trở nên khá mù mờ đối với con người. Chúng ta vẫn phải viết**

**mã để xác định rằng 2 có nghĩa là đình chỉ () và để gọi đình chỉ ().**

**Tuy nhiên, chúng ta có thể sử dụng một con trỏ tới thành viên để gián tiếp tham chiếu đến thành viên của một lớp. Xem xét**

**Std\_interface. Nếu tôi muốn gọi hàm tạm dừng () cho một số đối tượng mà không đề cập trực tiếp đến lệnh đình chỉ (),**

**Tôi cần một con trỏ đến thành viên tham chiếu đến Std\_interface :: Susan (). Tôi cũng cần một con trỏ hoặc tài liệu tham khảo**

**đối tượng mà tôi muốn tạm dừng. Hãy xem xét một ví dụ nhỏ:**

**using Pstd\_mem = void (Std\_interface::∗)(); // pointer-to-member type**

**void f(Std\_interface∗ p)**

**{**

**Pstd\_mem s = &Std\_interface::suspend; // pointer to suspend()**

**p−>suspend(); // direct call**

**p−>∗s(); // call through pointer to member**

**}Một con trỏ đến thành viên có thể nhận được bằng cách áp dụng địa chỉ-của nhà điều hành, &, cho một**

**chẳng hạn như tên thành viên lớp & Std\_interface :: tạm ngưng. Một biến kiểu ‘‘ con trỏ tới thành viên**

**của lớp X ’’ được khai báo bằng cách sử dụng bộ khai báo có dạng X :: ∗.**

**Việc sử dụng bí danh để bù đắp cho việc thiếu khả năng đọc của cú pháp bộ khai báo C là typi cal. Tuy nhiên, hãy lưu ý cách bộ khai báo X :: ∗ khớp chính xác với bộ khai báo ∗ truyền thống.**

**Một con trỏ tới thành viên m có thể được sử dụng kết hợp với một đối tượng. Các toán tử -> ∗ và. ∗**

**cho phép người lập trình thể hiện các kết hợp như vậy. Ví dụ, p -> ∗ m liên kết m với đối tượng**

**được trỏ tới bởi p, và obj. ∗ m liên kết m với đối tượng obj. Kết quả có thể được sử dụng phù hợp với**

**kiểu. Không thể lưu trữ kết quả của phép toán a -> ∗ hoặc a. ∗ để sử dụng sau này.**

**Đương nhiên, nếu chúng tôi biết mình muốn gọi thành viên nào, chúng tôi sẽ gọi nó trực tiếp thay vì**

**lộn xộn với các con trỏ đến các thành viên. Cũng giống như các con trỏ thông thường đến các hàm, các con trỏ tới các hàm func thành viên được sử dụng khi chúng ta cần tham chiếu đến một hàm mà không cần biết tên của nó. Tuy nhiên, một**

**con trỏ đến thành viên không phải là một con trỏ tới một phần bộ nhớ như cách một con trỏ tới một biến hoặc một con trỏ**

**cho một chức năng là. Nó giống như một sự bù đắp vào một cấu trúc hoặc một chỉ mục vào một mảng, nhưng tất nhiên**

**việc triển khai có tính đến sự khác biệt giữa các thành viên dữ liệu, các hàm ảo, các hàm không ảo, v.v. Khi một con trỏ tới thành viên được kết hợp với một con trỏ tới một đối tượng của**

**đúng loại, nó mang lại một cái gì đó xác định một thành viên cụ thể của một đối tượng cụ thể.**

**Lời gọi p -> ∗ s () có thể được biểu diễn bằng đồ thị như sau:**

**Bởi vì một con trỏ đến một thành viên ảo (trong ví dụ này) là một loại bù đắp, nó không phụ thuộc vào**

**vị trí của một đối tượng trong bộ nhớ. Do đó, một con trỏ tới một thành viên ảo có thể được truyền giữa các không gian địa chỉ khác nhau miễn là sử dụng cùng một bố cục đối tượng trong cả hai. Giống như con trỏ đến bình thường**

**các hàm, các con trỏ đến các hàm thành viên không phải là ảo không thể được trao đổi giữa các không gian địa chỉ.**

**Lưu ý rằng hàm được gọi thông qua con trỏ tới hàm có thể là ảo. Ví dụ,**

**khi chúng ta gọi hàm Susan () thông qua một con trỏ để hoạt động, chúng ta sẽ nhận được hàm Susan () phù hợp để đối tượng**

**mà con trỏ tới hàm được áp dụng. Đây là một khía cạnh thiết yếu của con trỏ đến các hàm.**

**Khi viết một trình thông dịch, chúng tôi có thể sử dụng con trỏ tới các thành viên để gọi các hàm được trình bày dưới dạng**

**dây:**

**map <string, Std\_interface ∗> biến;**

**thao tác map <string, Pstd\_mem>;**

**void call\_member (string var, string oper)**

**{**

**(biến [var] -> ∗ operation [oper]) (); // var.oper ()**

**}**

**Thành viên tĩnh không được liên kết với một đối tượng cụ thể, vì vậy, một con trỏ đến thành viên tĩnh chỉ đơn giản là**

**một con trỏ bình thường. Ví dụ:**

**Nhiệm vụ lớp {**

**// ...**

**lịch void tĩnh ();**

**};**

**void (∗ p) () = & Task :: Schedule; // VÂNG**

**void (Tác vụ :: ∗ chiều) () = & Tác vụ :: lịch trình; // error: con trỏ ordinar y được chỉ định**

**// tới con trỏ tới thành viên**

**Con trỏ đến các thành viên dữ liệu được mô tả trong §20.6.2.**

**20.6.2 Con trỏ đến các thành viên dữ liệu**

**Đương nhiên, khái niệm con trỏ đến thành viên áp dụng cho các thành viên dữ liệu và cho các chức năng thành viên với**

**đối số và kiểu trả về. Ví dụ:**

**struct C {**

**const char ∗ val;**

**int i;**

**void print (int x) {cout << val << x << '\ n'; }**

**int f1 (int);**

**void f2 ();**

**C (const char ∗ v) {val = v; }**

**};**

**using Pmfi = void (C :: ∗) (int); // con trỏ tới hàm thành viên của C lấy int**

**sử dụng Pm = const char ∗ C :: ∗; // con trỏ tới thành viên dữ liệu char \* của C**

**void f (C & z1, C & z2)**

**{**

**C ∗ p = & z2;**

**Pmfi pf = & C :: print;**

**Chiều pm = & C :: val;**

**z1.print (1);**

**(z1. ∗ pf) (2);**

**z1. ∗ pm = "nv1";**

**p -> ∗ pm = "nv2";**

**z2.print (3);**

**(p -> ∗ pf) (4);**

**pf = & C :: f1; // lỗi: loại trả về n không khớp**

**pf = & C :: f2; // error: kiểu đối số không khớp**

**pm = & C :: i; // error: gõ không khớp**

**pm = pf; // error: gõ không khớp**

**}**

**Loại con trỏ tới hàm được kiểm tra giống như bất kỳ loại nào khác.**

**20.6.3 Các thành viên cơ sở và có nguồn gốc**

**Một lớp dẫn xuất có ít nhất các thành viên mà nó kế thừa từ các lớp cơ sở của nó. Thường thì nó có nhiều hơn.**

**Điều này ngụ ý rằng chúng ta có thể gán một cách an toàn một con trỏ cho một thành viên của lớp cơ sở cho một con trỏ tới một mem ber của một lớp dẫn xuất, nhưng không phải ngược lại. Tính chất này thường được gọi là độ tương phản.**

**Ví dụ:**

**class Text: public Std\_interface {**

**công cộng:**

**void start ();**

**void đình chỉ ();**

**// ...**

**void in ảo ();**

**riêng:**

**vectơ s;**

**};**

**void (Std\_interface :: ∗ pmi) () = & Text :: print; // lỗi**

**void (Văn bản :: ∗ pmt) () = & Std\_interface :: start; // VÂNGvoid f (C & z1, C & z2)**

**{**

**C ∗ p = & z2;**

**Pmfi pf = & C :: print;**

**Chiều pm = & C :: val;**

**z1.print (1);**

**(z1. ∗ pf) (2);**

**z1. ∗ pm = "nv1";**

**p -> ∗ pm = "nv2";**

**z2.print (3);**

**(p -> ∗ pf) (4);**

**pf = & C :: f1; // lỗi: loại trả về n không khớp**

**pf = & C :: f2; // error: kiểu đối số không khớp**

**pm = & C :: i; // error: gõ không khớp**

**pm = pf; // error: gõ không khớp**

**}**

**Loại con trỏ tới hàm được kiểm tra giống như bất kỳ loại nào khác.**

**20.6.3 Các thành viên cơ sở và có nguồn gốc**

**Một lớp dẫn xuất có ít nhất các thành viên mà nó kế thừa từ các lớp cơ sở của nó. Thường thì nó có nhiều hơn.**

**Điều này ngụ ý rằng chúng ta có thể gán một cách an toàn một con trỏ cho một thành viên của lớp cơ sở cho một con trỏ tới một mem ber của một lớp dẫn xuất, nhưng không phải ngược lại. Tính chất này thường được gọi là độ tương phản.**

**Ví dụ:**

**class Text: public Std\_interface {**

**công cộng:**

**void start ();**

**void đình chỉ ();**

**// ...**

**void in ảo ();**

**riêng:**

**vectơ s;**

**};**

**void (Std\_interface :: ∗ pmi) () = & Text :: print; // lỗi**

**void (Văn bản :: ∗ pmt) () = & Std\_interface :: start; // VÂNG**

**Quy tắc tương phản này dường như trái ngược với quy tắc nói rằng chúng ta có thể gán một con trỏ cho một**

**lớp dẫn xuất đến một con trỏ đến lớp cơ sở của nó. Trên thực tế, cả hai quy tắc đều tồn tại để bảo vệ**

**đảm bảo rằng một con trỏ có thể không bao giờ trỏ đến một đối tượng ít nhất không có các thuộc tính**

**con trỏ hứa hẹn. Trong trường hợp này, Std\_interface :: ∗ có thể được áp dụng cho bất kỳ Std\_interface nào và hầu hết**

**các đối tượng như vậy có lẽ không thuộc loại Te xt. Do đó, họ không có thành viên**

**Te xt :: print mà chúng tôi đã cố gắng khởi tạo pmi. Bằng cách từ chối khởi tạo, trình biên dịch giúp chúng ta tiết kiệm**

**khỏi lỗi thời gian chạy.**

**20.7 Lời khuyên**

**[1] Tránh các trường loại; §20.3.1.**

**[2] Truy cập các đối tượng đa hình thông qua con trỏ và tham chiếu; §20.3.2.**

**[3] Sử dụng các lớp trừu tượng để tập trung thiết kế vào việc cung cấp các giao diện sạch; §20.4.**

**[4] Sử dụng tính năng ghi đè để làm cho việc ghi đè trở nên rõ ràng trong các cấu trúc phân cấp lớp lớn; §20.3.4.1.**

**[5] Chỉ sử dụng cuối cùng một cách tiết kiệm; §20.3.4.2.**

**[6] Sử dụng các lớp trừu tượng để chỉ định giao diện; §20.4.**

**[7] Sử dụng các lớp trừu tượng để giữ các chi tiết triển khai nằm ngoài giao diện; §20.4.**

**[8] Một lớp có hàm ảo nên có hàm hủy ảo; §20.4.**

**[9] Một lớp trừu tượng thường không cần hàm tạo; §20.4.**

**[10] Ưu tiên các thành viên tư nhân để biết chi tiết thực hiện; §20.5.**

**[11] Ưu tiên các thành viên công khai cho các giao diện; §20.5.**

**[12] Chỉ sử dụng các thành viên được bảo vệ cẩn thận khi thực sự cần thiết; §20.5.1.1.**

**[13] Không tuyên bố dữ liệu thành viên được bảo vệ; §20.5.1.1.**

**]**

**Chương 21**

**21.1 Giới thiệu**

**Trọng tâm chính của chương này là các kỹ thuật thiết kế, hơn là các tính năng ngôn ngữ. Bài kiểm tra xin được lấy từ thiết kế giao diện người dùng, nhưng tôi tránh chủ đề về lập trình hướng sự kiện như**

**thường được sử dụng cho các hệ thống giao diện người dùng đồ họa (GUI). Thảo luận về cách chính xác của một hành động**

**trên màn hình được chuyển đổi thành một cuộc gọi của một hàm thành viên sẽ thêm ít vào các vấn đề của lớp**

**thiết kế phân cấp và có khả năng gây mất tập trung rất lớn: đây là một chủ đề thú vị và quan trọng trong**

**Quyền riêng của nó. Để hiểu rõ về GUI, hãy xem một trong nhiều thư viện C ++ GUI.**

**21.2 Thiết kế cấu trúc phân cấp lớp**

**Hãy xem xét một vấn đề thiết kế đơn giản: Cung cấp một cách để một chương trình (‘‘ một ứng dụng ’’) nhận được giá trị nguyên mầm từ người dùng. Điều này có thể được thực hiện theo nhiều cách khác nhau. Để cách ly chương trình của chúng tôi**

**từ sự đa dạng này và cũng để có cơ hội khám phá các lựa chọn thiết kế khả thi, chúng ta hãy bắt đầu bằng**

**xác định mô hình chương trình của chúng tôi về thao tác nhập đơn giản này.**

**Ý tưởng là có một lớp Ival\_box (‘‘ hộp nhập giá trị số nguyên ’’) biết phạm vi đầu vào**

**giá trị nó sẽ chấp nhận. Một chương trình có thể hỏi Ival\_box về giá trị của nó và yêu cầu nó nhắc người dùng nếu**

**cần thiết. Ngoài ra, một chương trình có thể hỏi Ival\_box nếu người dùng đã thay đổi giá trị kể từ khi chương trình**

**lần cuối nhìn vào nó:**

**giá trị**

**người sử dụng**

**(thông qua ứng dụng ‘‘ system ’’)**

**Ival\_box:**

**set\_value () get\_value ()**

**Bởi vì có nhiều cách để thực hiện ý tưởng cơ bản này, chúng ta phải giả định rằng sẽ có**

**nhiều loại Ival\_box khác nhau, chẳng hạn như thanh trượt, hộp đơn giản trong đó người dùng có thể nhập một số,**

**quay số và tương tác bằng giọng nói.**

**Cách tiếp cận chung là xây dựng một '' hệ thống giao diện người dùng ảo '' để ứng dụng sử dụng.**

**Hệ thống này cung cấp một số dịch vụ được cung cấp bởi các hệ thống giao diện người dùng hiện có. Nó có thể**

**được thực hiện trên nhiều hệ thống khác nhau để đảm bảo tính di động của mã ứng dụng. Một cách tự nhiên,**

**có những cách khác để cách ly một ứng dụng khỏi hệ thống giao diện người dùng. Tôi đã chọn cái này**

**phương pháp tiếp cận vì nó chung chung, vì nó cho phép tôi chứng minh nhiều kỹ thuật khác nhau và**

**thiết kế cân bằng, bởi vì những kỹ thuật đó cũng là những kỹ thuật được sử dụng để xây dựng hệ thống giao diện người dùng '' thực '' và - quan trọng nhất - bởi vì những kỹ thuật này có thể áp dụng cho các vấn đề vượt xa**

**miền hẹp của các hệ thống giao diện.**

**Ngoài việc bỏ qua chủ đề về cách ánh xạ các hành động (sự kiện) của người dùng với các lệnh gọi thư viện, tôi cũng**

**bỏ qua nhu cầu khóa trong hệ thống GUI đa luồng.**

**21.2.1 Kế thừa triển khai**

**Giải pháp đầu tiên của chúng tôi là phân cấp lớp sử dụng kế thừa triển khai (như thường thấy trong**

**chương trình cũ hơn).**

**Lớp Ival\_box xác định giao diện cơ bản cho tất cả Ival\_box và chỉ định triển khai mặc định**

**mà các loại Ival\_box cụ thể hơn có thể ghi đè bằng các phiên bản của riêng chúng. Ngoài ra, chúng tôi tuyên bố**

**dữ liệu cần thiết để triển khai khái niệm cơ bản:**

**class Ival\_box {**

**protected:**

**int val;**

**int low, high;**

**bool chang ed {false}; // changed by user using set\_value()**

**public:**

**Ival\_box(int ll, int hh) :val{ll}, low{ll}, high{hh} { }**

**virtual int get\_value() { chang ed = false; return val; } // for application**

**virtual void set\_value(int i) { chang ed = true; val = i; } // for user**

**virtual void reset\_value(int i) { chang ed = false; val = i; } // for application**

**virtual void prompt() { }**

**virtual bool was\_chang ed() const { return chang ed; }**

**virtual ˜Ival\_box() {};**

**};**

**Việc triển khai mặc định của các chức năng là khá cẩu thả và được cung cấp ở đây chủ yếu để đánh lừa ngữ nghĩa dự định. Ví dụ, một lớp thực tế sẽ cung cấp một số kiểm tra phạm vi.**

**Một lập trình viên có thể sử dụng '' các lớp ival '' như thế này:**

**void tương tác (Ival\_box ∗ pb)**

**{**

**pb−> prompt (); // cảnh báo t người dùng**

**// ...**

**int i = pb−> get\_value ();**

**if (pb−> was\_chang ed ()) {**

**// ... giá trị mới; làm việc gì đó ...**

**}**

**khác {**

**// ... làm việc gì khác ...**

**}**

**}**

**void some\_fct ()**

**{**

**unique\_ptr <Ival\_box> p1 {new Ival\_slider {0,5}}; // Ival\_slider bắt nguồn từ Ival\_box**

**tương tác (p1.get ());**

**unique\_ptr <Ival\_box> p2 {new Ival\_dial {1,12}};**

**tương tác (p2.get ());**

**}**

**Hầu hết mã ứng dụng được viết dưới dạng (con trỏ tới) Ival\_boxes thuần túy như cách tương tác (). Điều đó**

**theo cách này, ứng dụng không muốn biết về số lượng lớn các biến thể tiềm ẩn của**

**Khái niệm Ival\_box. Kiến thức của các lớp chuyên biệt như vậy bị cô lập trong tương đối ít hàm func tạo ra các đối tượng như vậy. Điều này cách ly người dùng khỏi những thay đổi trong việc triển khai**

**các lớp dẫn xuất. Hầu hết các mã có thể bị lãng quên bởi thực tế là có nhiều loại Ival\_box khác nhau.**

**Tôi sử dụng unique\_ptr (§5.2.1, §34.3.1) để tránh quên xóa ival\_boxes.**

**Để đơn giản hóa cuộc thảo luận, tôi không đề cập đến các vấn đề về cách một chương trình chờ đợi đầu vào. Có thể là**

**chương trình thực sự đợi người dùng trong get\_value () (ví dụ: sử dụng get () trong tương lai; §5.3.5.1), có thể**

**chương trình liên kết Ival\_box với một sự kiện và chuẩn bị trả lời một cuộc gọi lại hoặc có thể**

**chương trình tạo ra một luồng cho Ival\_box và sau đó sẽ hỏi về trạng thái của luồng đó. Như là**

**quyết định là rất quan trọng trong việc thiết kế các hệ thống giao diện người dùng. Tuy nhiên, thảo luận về chúng ở đây trong bất kỳ**

**chi tiết thực tế sẽ chỉ đơn giản là phân tán sự trình bày của các kỹ thuật lập trình và các phương tiện lan guage. Các kỹ thuật thiết kế được mô tả ở đây và các phương tiện ngôn ngữ hỗ trợ chúng**

**không dành riêng cho giao diện người dùng. Chúng áp dụng cho một loạt các vấn đề.**

**Các loại Ival\_box khác nhau được định nghĩa là các lớp bắt nguồn từ Ival\_box. Ví dụ:**

**class Ival\_slider : public Ival\_box {**

**private:**

**// ... graphics stuff to define what the slider looks like, etc. ...**

**public:**

**Ival\_slider(int, int);**

**int get\_value() override; // get value from user and deposit it in val**

**void prompt() override;};**

**Các thành viên dữ liệu của Ival\_box đã được khai báo được bảo vệ để cho phép truy cập từ các lớp dẫn xuất. Vì vậy,**

**Ival\_slider :: g et\_value () có thể gửi một giá trị vào Ival\_box :: val. Thành viên được bảo vệ có thể truy cập từ**

**các thành viên riêng của lớp và từ các thành viên của các lớp dẫn xuất, nhưng không phải cho người dùng chung (xem §20.5).**

**Ngoài Ival\_slider, chúng tôi sẽ xác định các biến thể khác của khái niệm Ival\_box. Những điều này có thể**

**bao gồm Ival\_dial, cho phép bạn chọn một giá trị bằng cách xoay một núm; Flashing\_ival\_slider, nhấp nháy**

**khi bạn yêu cầu nó nhắc (); và Popup\_ival\_slider, phản hồi với prompt () bằng cách xuất hiện trong**

**một số địa điểm nổi bật, do đó khiến người dùng khó có thể bỏ qua.**

**Chúng ta sẽ lấy đồ họa từ đâu? Hầu hết các hệ thống giao diện người dùng cung cấp một lớp**

**xác định các thuộc tính cơ bản của một thực thể trên màn hình. Vì vậy, nếu chúng ta sử dụng hệ thống từ ‘‘ Big**

**Bucks Inc., ’’ chúng tôi sẽ phải làm cho mỗi lớp Ival\_slider, Ival\_dial, v.v. của chúng tôi trở thành một loại BBwid có được. Điều này đơn giản nhất sẽ đạt được bằng cách viết lại Ival\_box của chúng tôi để nó bắt nguồn từ BBwidget.**

**Theo cách đó, tất cả các lớp của chúng ta kế thừa tất cả các thuộc tính của một BBwidget. Ví dụ: mọi Ival\_box đều có thể**

**được đặt trên màn hình, tuân theo các quy tắc kiểu đồ họa, được thay đổi kích thước, được kéo xung quanh, v.v., phù hợp với tiêu chuẩn do hệ thống BBwidget thiết lập. Hệ thống phân cấp lớp của chúng ta sẽ trông như thế này:**

**class Ival\_box: public BBwidget {/ \* ... \* /}; // viết lại itten để sử dụng BBwidget**

**lớp Ival\_slider: public Ival\_box {/ \* ... \* /};**

**lớp Ival\_dial: public Ival\_box {/ \* ... \* /};**

**class Flashing\_ival\_slider: public Ival\_slider {/ \* ... \* /};**

**class Popup\_ival\_slider: public Ival\_slider {/ \* ... \* /};**

**hoặc bằng đồ thị:**

**BBwidget**

**Ival\_box**

**Ival\_slider Ival\_dial**

**Popup\_ival\_slider Flashing\_ival\_slider**

**21.2.1.1 Phê bình**

**Thiết kế này hoạt động tốt theo nhiều cách, và đối với nhiều vấn đề, kiểu phân cấp này là một giải pháp tốt. Tuy nhiên, có một số chi tiết khó xử có thể khiến chúng tôi tìm kiếm các thiết kế thay thế.**

**Chúng tôi đã trang bị thêm BBwidget làm cơ sở của Ival\_box. Điều này không hoàn toàn đúng (ngay cả khi phong cách này là com mon trong hệ thống thế giới thực). Việc sử dụng BBwidget không nằm trong khái niệm cơ bản của chúng tôi về Ival\_box; nó là**

**một chi tiết triển khai. Việc lấy Ival\_box từ BBwidget đã nâng chi tiết triển khai lên một**

**quyết định thiết kế cấp một. Điều đó có thể đúng. Ví dụ: sử dụng môi trường được xác định bởi ‘‘ Big**

**Bucks Inc. ’’ có thể là một quyết định quan trọng dựa trên cách tổ chức của chúng tôi tiến hành hoạt động kinh doanh của mình. Tuy vậy,**

**điều gì sẽ xảy ra nếu chúng tôi cũng muốn triển khai Ival\_boxes của chúng tôi cho các hệ thống từ ‘‘ Imperial**

**Chuối, "" "Phần mềm được giải phóng", và "" Tiếng kêu của trình biên dịch "? Chúng tôi sẽ phải duy trì bốn phiên bản dis tinct của chương trình của mình:**

**class Ival\_box: public BBwidget {/ \* ... \* /}; // Phiên bản BB**

**class Ival\_box: public CWwidget {/ \* ... \* /}; // Phiên bản CW**

**class Ival\_box: public IBwidget {/ \* ... \* /}; // Phiên bản IB**

**class Ival\_box: public LSwindow {/ \* ... \* /}; // Phiên bản LS**

**Có nhiều phiên bản có thể dẫn đến cơn ác mộng kiểm soát phiên bản.**

**Trong thực tế, chúng ta khó có thể tìm thấy một sơ đồ tiền tố hai chữ cái đơn giản, mạch lạc. Nhiều khả năng,**

**thư viện từ các nhà cung cấp khác nhau sẽ ở các không gian tên khác nhau và sử dụng các thuật ngữ khác nhau**

**cho các khái niệm tương tự, chẳng hạn như BigBucks :: Widg et, Wizzies :: control và LS :: window. Nhưng điều đó không**

**ảnh hưởng đến cuộc thảo luận về thiết kế phân cấp lớp của chúng ta, vì vậy để đơn giản hóa, tôi bỏ qua các vấn đề về đặt tên và không gian tên.**

**Một vấn đề khác là mọi lớp dẫn xuất đều chia sẻ dữ liệu cơ bản được khai báo trong Ival\_box. Dữ liệu đó**

**tất nhiên là một chi tiết triển khai cũng len lỏi vào giao diện Ival\_box của chúng tôi. Từ một thực tế**

**quan điểm, nó cũng là dữ liệu sai trong nhiều trường hợp. Ví dụ: Ival\_slider không cần**

**giá trị được lưu trữ cụ thể. Nó có thể dễ dàng được tính toán từ vị trí của thanh trượt khi ai đó**

**thực thi get\_value (). Nói chung, giữ hai bộ dữ liệu có liên quan, nhưng khác nhau, là yêu cầu khó khăn. Không sớm thì muộn ai đó sẽ khiến chúng không đồng bộ. Ngoài ra, kinh nghiệm cho thấy những người lập trình chuyên nghiệp mới làm quen có xu hướng làm rối tung dữ liệu được bảo vệ theo những cách không cần thiết và gây ra các vấn đề về bảo trì. Các thành viên dữ liệu được giữ riêng tư tốt hơn để người viết các lớp dẫn xuất không thể**

**gây rối với họ. Vẫn tốt hơn, dữ liệu nên nằm trong các lớp dẫn xuất, nơi nó có thể được xác định để khớp**

**yêu cầu chính xác và không thể làm phức tạp tuổi thọ của các lớp dẫn xuất không liên quan. Trong hầu hết tất cả**

**trường hợp, một giao diện được bảo vệ chỉ nên chứa các hàm, kiểu và hằng số.**

**Bắt nguồn từ BBwidget mang lại lợi ích là làm cho các tiện ích do BBwidget cung cấp có thể được cung cấp cho người dùng Ival\_box. Thật không may, điều đó cũng có nghĩa là các thay đổi đối với lớp BBwidget có thể buộc**

**người dùng biên dịch lại hoặc thậm chí viết lại mã của họ để khôi phục từ những thay đổi như vậy. Đặc biệt, cách**

**hầu hết các triển khai C ++ đều hoạt động ngụ ý rằng sự thay đổi về kích thước của một lớp cơ sở yêu cầu thí điểm gợi ý của tất cả các lớp dẫn xuất.**

**Cuối cùng, chương trình của chúng tôi có thể phải chạy trong một môi trường hỗn hợp, trong đó các cửa sổ**

**hệ thống giao diện người dùng cùng tồn tại. Điều này có thể xảy ra bởi vì hai hệ thống bằng cách nào đó chia sẻ một**

**màn hình hoặc vì chương trình của chúng tôi cần giao tiếp với người dùng trên các hệ thống khác nhau. Có của chúng tôi**

**hệ thống giao diện người dùng '' có dây '' là cơ sở duy nhất và duy nhất của giao diện Ival\_box một và duy nhất của chúng tôi**

**chỉ là không đủ linh hoạt để xử lý những tình huống đó.**

**21.2.2 Kế thừa giao diện**

**Vì vậy, hãy bắt đầu lại và xây dựng một hệ thống phân cấp lớp mới để giải quyết các vấn đề được trình bày trong tiêu điểm quan trọng của hệ thống phân cấp truyền thống:**

**[1] Hệ thống giao diện người dùng phải là chi tiết triển khai được ẩn khỏi người dùng**

**ai không muốn biết về nó.**

**[2] Lớp Ival\_box không được chứa dữ liệu.**

**[3] Không cần biên dịch lại mã sử dụng nhóm lớp Ival\_box sau**

**thay đổi của hệ thống giao diện người dùng.**

**[4] Ival\_boxes cho các hệ thống giao diện khác nhau sẽ có thể cùng tồn tại trong chương trình của chúng tôi.**

**Một số cách tiếp cận khác có thể được thực hiện để đạt được điều này. Ở đây, tôi trình bày một bản đồ rõ ràng**

**sang ngôn ngữ C ++.**

**Đầu tiên, tôi chỉ định lớp Ival\_box làm giao diện thuần túy:**

**lớp Ival\_box {**

**công cộng:**

**ảo int get\_value () = 0;**

**void set\_value ảo (int i) = 0;**

**void reset\_value ảo (int i) = 0;**

**dấu nhắc void ảo () = 0;**

**bool ảo was\_chang ed () const = 0;**

**ảo ˜Ival\_box () {}**

**};**

**Điều này rõ ràng hơn nhiều so với khai báo ban đầu của Ival\_box. Dữ liệu đã biến mất và việc triển khai các hàm thành viên cũng vậy. Gone cũng là hàm tạo, vì không có**

**dữ liệu để nó khởi tạo. Thay vào đó, tôi đã thêm một trình hủy ảo để đảm bảo xóa sạch dữ liệu phù hợp**

**sẽ được định nghĩa trong các lớp dẫn xuất.**

**Định nghĩa của Ival\_slider có thể giống như sau:**

**lớp Ival\_slider: Ival\_box công khai, BBwidget được bảo vệ {**

**công cộng:**

**Ival\_slider (int, int);**

**Ghi đè ˜Ival\_slider ();**

**int get\_value () ghi đè;**

**ghi đè void set\_value (int i);**

**// ...**

**được bảo vệ:**

**// ... các hàm ghi đè các hàm ảo BBwidget**

**// ví dụ: BBwidget :: draw (), BBwidget :: mouse1hit () ...**

**riêng:**

**// ... dữ liệu cần thiết cho thanh trượt ...**

**};**

**Lớp dẫn xuất Ival\_slider kế thừa từ một lớp trừu tượng (Ival\_box) yêu cầu nó triển khai**

**các hàm ảo thuần túy của lớp cơ sở. Nó cũng kế thừa từ BBwidget cung cấp cho nó**

**phương tiện làm như vậy. Vì Ival\_box cung cấp giao diện cho lớp dẫn xuất, nó được dẫn xuất bằng cách sử dụng**

**công cộng. Vì BBwidget chỉ là một công cụ hỗ trợ triển khai, nó được dẫn xuất bằng cách sử dụng bảo vệ (§20.5.2). Cái này**

**ngụ ý rằng một lập trình viên sử dụng Ival\_slider không thể trực tiếp sử dụng các cơ sở được xác định bởi BBwidget. Các**

**giao diện được cung cấp bởi Ival\_slider là giao diện được kế thừa từ Ival\_box, cộng với những gì Ival\_slider rõ ràng**

**tuyên bố. Tôi đã sử dụng tính năng dẫn xuất được bảo vệ thay vì quyền riêng tư hạn chế hơn (và thường là an toàn hơn)**

**dẫn xuất để làm cho BBwidget có sẵn cho các lớp bắt nguồn từ Ival\_slider. Tôi đã sử dụng ghi đè rõ ràng**

**bởi vì '' phân cấp tiện ích con '' này chính xác là loại phân cấp lớn, phức tạp khi**

**rõ ràng có thể giúp giảm thiểu sự nhầm lẫn.**

**Xuất phát trực tiếp từ nhiều hơn một lớp thường được gọi là đa kế thừa (§21.3). Ghi chú**

**rằng Ival\_slider phải ghi đè các hàm từ cả Ival\_box và BBwidget. Do đó, nó phải được**

**có nguồn gốc trực tiếp hoặc gián tiếp từ cả hai. Như thể hiện trong §21.2.1.1, dẫn xuất Ival\_slider gián tiếp từ**

**BBwidget bằng cách biến BBwidget trở thành cơ sở của Ival\_box là có thể, nhưng làm như vậy có tác dụng phụ không mong muốn các hiệu ứng. Tương tự, đặt BBwidget ‘‘ lớp triển khai ’’ làm thành viên của Ival\_box không phải là**

**giải pháp bởi vì một lớp không thể ghi đè các chức năng ảo của các thành viên của nó. Đại diện cho chiến thắng của thành viên BBwidget ∗ trong Ival\_box dẫn đến một thiết kế hoàn toàn khác với một bộ**

**sự đánh đổi.**

**Đối với một số người, từ '' đa thừa kế '' chỉ ra một cái gì đó phức tạp và đáng sợ.**

**Tuy nhiên, việc sử dụng một lớp cơ sở cho các chi tiết triển khai và một lớp khác cho giao diện (phần tóm tắt**

**class) chung cho tất cả các ngôn ngữ hỗ trợ giao diện được kiểm tra kế thừa và thời gian biên dịch. Trong**

**đặc biệt, việc sử dụng lớp trừu tượng Ival\_box gần giống với việc sử dụng một giao diện trong Java**

**hoặc C #.**

**Điều thú vị là khai báo Ival\_slider này cho phép mã ứng dụng được viết chính xác như**

**trước. Tất cả những gì chúng tôi đã làm là tái cấu trúc các chi tiết triển khai theo hướng hợp lý hơn.**

**Nhiều lớp yêu cầu một số hình thức dọn dẹp cho một đối tượng trước khi nó biến mất. Kể từ khi tóm tắt**

**lớp Ival\_box không thể biết liệu một lớp dẫn xuất có yêu cầu dọn dẹp như vậy hay không, nó phải giả định rằng nó có**

**yêu cầu một số. Chúng tôi đảm bảo dọn dẹp đúng cách bằng cách xác định hàm hủy ảo Ival\_box :: ˜Ival\_box () trong**

**cơ sở và ghi đè nó một cách thích hợp trong các lớp dẫn xuất. Ví dụ:**

**void f (Ival\_box ∗ p)**

**{**

**// ...**

**xóa p;**

**}**

**Toán tử xóa hủy rõ ràng đối tượng được trỏ tới bởi p. Chúng tôi không có cách nào để biết**

**chính xác lớp mà đối tượng mà p trỏ tới thuộc về lớp nào, nhưng nhờ vào bộ hủy ảo của Ival\_box,**

**việc dọn dẹp thích hợp như (tùy chọn) được xác định bởi trình hủy của lớp đó sẽ được thực hiện.**

**Hệ thống phân cấp Ival\_box hiện có thể được định nghĩa như sau:**

**lớp Ival\_box {/ \* ... \* /};**

**lớp Ival\_slider**

**: Ival\_box công khai, BBwidget được bảo vệ {/ \* ... \* /};**

**lớp Ival\_dial**

**: Ival\_box công khai, BBwidget được bảo vệ {/ \* ... \* /};**

**lớp Flashing\_ival\_slider**

**: public Ival\_slider {/ \* ... \* /};**

**lớp Popup\_ival\_slider**

**: public Ival\_slider {/ \* ... \* /};**

**hoặc bằng đồ thị:**

**BBwidget Ival\_box BBwidg et**

**Ival\_slider Ival\_dial**

**Popup\_\_ival\_slider Flashing\_ival\_slider**

**Tôi đã sử dụng một đường đứt nét để biểu thị sự kế thừa được bảo vệ (§20.5.1). Người dùng thông thường không thể truy cập vào**

**các căn cứ được bảo vệ vì chúng được (một cách chính xác) được coi là một phần của việc thực hiện.**

**21.2.3 Triển khai Thay thế**

**Thiết kế này sạch hơn và dễ bảo trì hơn thiết kế truyền thống - và không kém phần hiệu quả.**

**Tuy nhiên, nó vẫn không giải quyết được vấn đề kiểm soát phiên bản:**

**lớp Ival\_box {/ \* ... \* /}; // chung**

**lớp Ival\_slider**

**: Ival\_box công khai, BBwidget được bảo vệ {/ \* ... \* /}; // cho BB**

**lớp Ival\_slider**

**: public Ival\_box, CWwidget được bảo vệ {/ \* ... \* /}; // cho CW**

**// ...**

**Không có cách nào để Ival\_slider cho BBwidgets cùng tồn tại với Ival\_slider cho CWwidgets,**

**vi nếu bản thân hai hệ thống giao diện người dùng có thể cùng tồn tại. Giải pháp rõ ràng là xác định**

**một số lớp Ival\_slider khác nhau với các tên riêng biệt:**

**lớp Ival\_box {/ \* ... \* /};**

**lớp BB\_ival\_slider**

**: Ival\_box công khai, BBwidget được bảo vệ {/ \* ... \* /};**

**lớp CW\_ival\_slider**

**: public Ival\_box, CWwidget được bảo vệ {/ \* ... \* /};**

**// ...**

**hoặc bằng đồ thị:**

**BBwidget CWwidg Ival\_box et**

**BB\_ival\_slider CW\_ival\_slider**

**Để cách ly thêm các lớp Ival\_box hướng ứng dụng của chúng ta khỏi các chi tiết triển khai, chúng ta có thể**

**lấy một lớp Ival\_slider trừu tượng từ Ival\_box và sau đó lấy Ival\_slider dành riêng cho hệ thống từ**

**điều đó:**

**lớp Ival\_box {/ \* ... \* /};**

**lớp Ival\_slider**

**: public Ival\_box {/ \* ... \* /};**

**lớp BB\_ival\_slider**

**: public Ival\_slider, BBwidget được bảo vệ {/ \* ... \* /};**

**lớp CW\_ival\_slider**

**: public Ival\_slider, CWwidget được bảo vệ {/ \* ... \* /};**

**// ...**

**hoặc bằng đồ thị:**

**Ival\_box**

**BBwidget CWwidg Ival\_slider et**

**BB\_ival\_slider CW\_ival\_slider**

**Thông thường, chúng ta có thể làm tốt hơn bằng cách sử dụng các lớp cụ thể hơn trong hệ thống phân cấp triển khai.**

**Ví dụ: nếu hệ thống ‘‘ Big Bucks Inc. ’’ có lớp thanh trượt, chúng tôi có thể lấy trực tiếp Ival\_slider của mình**

**từ BBslider:**

**lớp BB\_ival\_slider**

**: public Ival\_slider, BBslider được bảo vệ {/ \* ... \* /};**

**lớp CW\_ival\_slider**

**: public Ival\_slider, CWslider được bảo vệ {/ \* ... \* /};**

**hoặc bằng đồ thị:**

**Ival\_box**

**BBslider CWslider Ival\_slider**

**BB\_ival\_slider CW\_ival\_slider**

**BBwidget CWwidg et**

**Sự cải tiến này trở nên đáng kể khi - không có gì lạ - những điều trừu tượng của chúng tôi không quá**

**khác với những cái được cung cấp bởi hệ thống được sử dụng để thực hiện. Trong trường hợp đó, việc ghép chương trình được rút gọn thành ánh xạ giữa các khái niệm tương tự. Bắt nguồn từ các lớp cơ sở chung, chẳng hạn như**

**như BBwidget, hiếm khi được thực hiện.**

**Hệ thống phân cấp hoàn chỉnh sẽ bao gồm hệ thống phân cấp khái niệm hướng ứng dụng ban đầu của chúng tôi về**

**các giao diện được thể hiện dưới dạng các lớp dẫn xuất:**

**lớp Ival\_box {/ \* ... \* /};**

**lớp Ival\_slider**

**: public Ival\_box {/ \* ... \* /};**

**lớp Ival\_dial**

**: public Ival\_box {/ \* ... \* /};**

**lớp Flashing\_ival\_slider**

**: public Ival\_slider {/ \* ... \* /};**

**lớp Popup\_ival\_slider**

**: public Ival\_slider {/ \* ... \* /};**

**tiếp theo là việc triển khai hệ thống phân cấp này cho các hệ thống giao diện người dùng đồ họa khác nhau,**

**được thể hiện dưới dạng các lớp dẫn xuất:**

**lớp BB\_ival\_slider**

**: Ival\_slider công khai, BBslider được bảo vệ {/ \* ... \* /};**

**lớp BB\_flashing\_ival\_slider**

**: public Flashing\_ival\_slider, BBwidget\_with\_bells\_and\_whistles được bảo vệ {/ \* ... \* /};**

**lớp BB\_popup\_ival\_slider**

**: public Popup\_ival\_slider, BBslider được bảo vệ {/ \* ... \* /};**

**lớp CW\_ival\_slider**

**: public Ival\_slider, CWslider được bảo vệ {/ \* ... \* /};**

**// ...**

**Sử dụng các chữ viết tắt rõ ràng, hệ thống phân cấp này có thể được biểu diễn bằng đồ thị như thế này**

**21.2.3.1 Phê bình**

**Thiết kế lớp trừu tượng linh hoạt và gần như đơn giản để xử lý như thiết kế tương đương**

**dựa trên một cơ sở chung xác định hệ thống giao diện người dùng. Trong thiết kế thứ hai, lớp cửa sổ**

**là rễ của cây. Trước đây, cấu trúc phân cấp lớp ứng dụng ban đầu dường như không thay đổi vì**

**gốc của các lớp cung cấp các triển khai của nó. Theo quan điểm của ứng dụng, những thiết kế này**

**tương đương với nghĩa mạnh rằng hầu như tất cả các mã hoạt động không thay đổi và theo cùng một cách trong**

**hai trường hợp. Trong cả hai trường hợp, bạn có thể xem dòng Ival\_box của các lớp mà không cần bận tâm đến**

**hầu hết thời gian thực hiện chi tiết liên quan đến cửa sổ. Ví dụ: chúng ta sẽ không cần phải viết lại tương tác () từ §21.2.1 nếu chúng ta chuyển từ cấu trúc phân cấp lớp này sang cấu trúc phân cấp khác.**

**Trong cả hai trường hợp, việc triển khai từng lớp Ival\_box phải được viết lại khi công khai**

**giao diện của hệ thống giao diện người dùng thay đổi. Tuy nhiên, trong thiết kế lớp trừu tượng, hầu như tất cả**

**mã người dùng được bảo vệ chống lại những thay đổi đối với hệ thống phân cấp triển khai và không cần phải sửa lại sau khi thay đổi như vậy. Điều này đặc biệt quan trọng khi nhà cung cấp hệ thống hỗ trợ người triển khai đưa ra bản phát hành '' gần như tương thích '' mới. Ngoài ra, người dùng phân cấp lớp trừu tượng**

**ít có nguy cơ bị khóa vào một triển khai độc quyền hơn so với những người dùng cổ điển**

**hệ thống cấp bậc. Người dùng của hệ thống phân cấp ứng dụng lớp trừu tượng Ival\_box không thể vô tình sử dụng các mối quan hệ facili từ việc triển khai bởi vì chỉ các cơ sở được chỉ định rõ ràng trong hệ thống phân cấp Ival\_box mới được**

**có thể truy cập; không có gì được thừa kế một cách ngầm định từ một lớp cơ sở triển khai cụ thể.**

**Kết luận hợp lý của dòng suy nghĩ này là một hệ thống được đại diện cho người dùng dưới dạng phân cấp của**

**các lớp trừu tượng và được thực hiện bởi một hệ thống phân cấp cổ điển. Nói cách khác:**

**• Sử dụng các lớp trừu tượng để hỗ trợ kế thừa giao diện (§3.2.3, §20.1).**

**• Sử dụng các lớp cơ sở với việc triển khai các hàm ảo để hỗ trợ việc triển khai trong đó (§3.2.3, §20.1)**

**Việc truyền các đối số cho '' virtual constructors '' như vậy là một chút khó khăn. Đặc biệt, chúng tôi không thể ghi đè**

**các hàm lớp cơ sở đại diện cho giao diện với các đối số khác nhau trong các hàm dẫn xuất khác nhau**

**các lớp học. Điều này ngụ ý rằng cần phải có một chút tầm nhìn xa để thiết kế giao diện của lớp nhà máy.**

**21.3 Thừa kế nhiều**

**Như được mô tả trong §20.1, kế thừa nhằm mục đích cung cấp một trong hai lợi ích:**

**• Giao diện dùng chung: dẫn đến ít sao chép mã hơn bằng cách sử dụng các lớp và tạo mã như vậy**

**đồng đều hơn. Điều này thường được gọi là đa hình thời gian chạy hoặc kế thừa giao diện.**

**• Thực hiện chung: dẫn đến ít mã hơn và mã thực hiện thống nhất hơn. Cái này**

**thường được gọi là kế thừa thực thi.**

**Một lớp có thể kết hợp các khía cạnh của hai phong cách này.**

**Tại đây, chúng tôi khám phá các cách sử dụng chung hơn của nhiều lớp cơ sở và kiểm tra các vấn đề kỹ thuật khác**

**liên quan đến việc kết hợp và truy cập các tính năng từ nhiều lớp cơ sở.**

**21.3.1 Nhiều giao diện**

**Một lớp trừu tượng (ví dụ: Ival\_box; §21.2.2) là cách rõ ràng để biểu diễn một giao diện. Cho một**

**lớp trừu tượng không có trạng thái có thể thay đổi, thực sự có rất ít sự khác biệt giữa sử dụng đơn lẻ và sử dụng nhiều lần**

**của một lớp cơ sở trong một hệ thống phân cấp lớp. Việc giải quyết những điểm mơ hồ tiềm ẩn được thảo luận trong §21.3.3,**

**§21.3.4 và §21.3.5. Trên thực tế, bất kỳ lớp nào không có trạng thái có thể thay đổi đều có thể được sử dụng làm giao diện trong mạng đa kế thừa mà không có biến chứng và chi phí đáng kể. Quan sát chính là**

**một lớp không có trạng thái có thể thay đổi có thể được sao chép nếu cần thiết hoặc được chia sẻ nếu điều đó được mong muốn.**

**Việc sử dụng nhiều lớp trừu tượng làm giao diện gần như phổ biến trong các thiết kế hướng đối tượng**

**(bằng bất kỳ ngôn ngữ nào có khái niệm về giao diện).**

**21.3.2 Nhiều lớp triển khai**

**Hãy xem xét một mô phỏng của các thiên thể quay quanh Trái đất, trong đó các vật thể quay quanh đó được biểu diễn như**

**đối tượng của lớp Satellite. Một đối tượng Vệ tinh sẽ chứa quỹ đạo, kích thước, hình dạng, albedo, thông số mật độ, v.v. và cung cấp các hoạt động để tính toán quỹ đạo, sửa đổi thuộc tính, v.v. Ví dụ về**

**vệ tinh sẽ là đá, mảnh vỡ từ các phương tiện vũ trụ cũ, vệ tinh liên lạc và Trạm vũ trụ Interna tional. Các loại vệ tinh này sẽ là đối tượng của các lớp có nguồn gốc từ Vệ tinh.**

**Các lớp dẫn xuất như vậy sẽ thêm các thành viên và chức năng dữ liệu và sẽ ghi đè một số**

**các chức năng ảo để điều chỉnh ý nghĩa của chúng cho phù hợp.**

**Bây giờ, giả sử rằng tôi muốn hiển thị kết quả của những mô phỏng này bằng đồ thị và tôi đã có**

**có sẵn một hệ thống đồ họa đã sử dụng chiến lược (không hiếm gặp) để dẫn xuất các đối tượng được phát từ một lớp cơ sở chung chứa thông tin đồ họa. Lớp đồ họa này sẽ cung cấp các thao tác quay phim để đặt vị trí trên màn hình, chia tỷ lệ, v.v. Để có tính tổng quát, đơn giản và ẩn**

**chi tiết về hệ thống đồ họa thực tế, tôi sẽ đề cập đến lớp cung cấp Hiển thị đầu ra đồ họa (hoặc thực tế là không có đồ họa).**

**Bây giờ chúng ta có thể định nghĩa một lớp vệ tinh truyền thông mô phỏng, lớp Comm\_sat:**

**class Comm\_sat: vệ tinh công cộng, hiển thị công khai {**

**công cộng:**

**// ...**

**};**

**hoặc bằng đồ thị:**

**Hiển thị qua vệ tinh**

**Comm\_sat**

**Ngoài bất kỳ hoạt động nào được định nghĩa cụ thể cho Comm\_sat, sự kết hợp của các hoạt động**

**trên Vệ tinh và Hiển thị có thể được áp dụng. Ví dụ:**

**void f (Comm\_sat & s)**

**{**

**s.draw (); // Hiển thị :: draw ()**

**Pos p = s.center (); // Satellite :: center ()**

**s.transmit (); // Comm\_sat :: transfer ()**

**}**

**Tương tự, một Comm\_sat có thể được chuyển cho một hàm mong đợi một Vệ tinh và một hàm mà**

**mong đợi Hiển thị. Ví dụ:**

**void highlight (Hiển thị ∗);**

**Pos center\_of\_gravity (const Satellite ∗);**

**void g (Comm\_sat ∗ p)**

**{**

**tô sáng (p); // chuyển một con trỏ đến par t được hiển thị của Comm\_sat**

**Pos x = center\_of\_gravity (p); // chuyển một con trỏ đến phần Satellite của Comm\_sat**

**}**

**Việc thực hiện điều này rõ ràng liên quan đến một số kỹ thuật biên dịch (đơn giản) để đảm bảo rằng các chức năng mong đợi một Vệ tinh nhìn thấy một phần khác của Comm\_sat so với các chức năng mong đợi một Dis phát. Các chức năng ảo hoạt động như bình thường. Ví dụ:**

**class Satellite {**

**public:**

**virtual Pos center() const = 0; // center of gravity**

**// ...**

**};**

**class Displayed {**

**public:**

**virtual void draw() = 0;**

**// ...**

**};**

**class Comm\_sat : public Satellite, public Displayed {**

**public:**

**Pos center() const override; // overr ide Satellite::center()**

**void draw() override; // overr ide Displayed::draw()**

**// ...**

**};**

**Điều này đảm bảo rằng Comm\_sat :: center () và Displayed :: draw () sẽ được gọi cho một Comm\_sat được coi là**

**một Comm\_sat và một Hiển thị, tương ứng.**

**Tại sao tôi không giữ các phần Vệ tinh và Hiển thị của Comm\_sat hoàn toàn tách biệt? tôi**

**có thể đã định nghĩa Comm\_sat để có một thành viên Vệ tinh và một thành viên Hiển thị. Ngoài ra, tôi**

**có thể đã định nghĩa Comm\_sat để có một thành viên Vệ tinh và một thành viên Hiển thị ∗ và cho phép người cấu trúc con của nó thiết lập các kết nối thích hợp. Đối với nhiều vấn đề thiết kế, tôi chỉ làm như vậy. Tuy vậy,**

**hệ thống lấy cảm hứng từ ví dụ này được xây dựng dựa trên ý tưởng về một lớp Vệ tinh với các chức năng ảo**

**và một lớp được hiển thị (được thiết kế riêng) với các chức năng ảo. Bạn đã cung cấp vệ tinh của riêng mình**

**và các đối tượng được hiển thị của riêng bạn thông qua dẫn xuất. Đặc biệt, bạn phải ghi đè các chức năng thành viên của Satellite vir tual và các chức năng của thành viên ảo Hiển thị để chỉ định hành vi của riêng bạn**

**các đối tượng. Đó là tình huống mà trong đó khó tránh khỏi tình trạng đa kế thừa của các lớp cơ sở với trạng thái và sự cố vấn imple. Các giải pháp thay thế có thể gây đau đớn và khó duy trì.**

**Việc sử dụng đa kế thừa để '' kết dính '' hai lớp không liên quan với nhau như một phần của**

**việc triển khai lớp thứ ba là thô sơ, hiệu quả và tương đối quan trọng, nhưng không liên quan nhiều lắm. Về cơ bản, nó giúp lập trình viên không phải viết nhiều hàm chuyển tiếp (để so sánh với thực tế là chúng ta chỉ có thể ghi đè các hàm được xác định trong base). Kỹ thuật này không**

**ảnh hưởng đáng kể đến thiết kế tổng thể của một chương trình và đôi khi có thể xung đột với mong muốn giữ**

**chi tiết triển khai ẩn. Tuy nhiên, một kỹ thuật không cần phải khéo léo để trở nên hữu ích.**

**Tôi thường thích có một hệ thống phân cấp triển khai duy nhất và (nếu cần) một số bản tóm tắt**

**các lớp cung cấp giao diện. Điều này thường linh hoạt hơn và dẫn đến các hệ thống dễ dàng hơn**

**ev olve. Tuy nhiên, không phải lúc nào bạn cũng có được điều đó - đặc biệt nếu bạn cần sử dụng các lớp học hiện có mà bạn**

**không muốn sửa đổi (ví dụ: vì chúng là một phần của thư viện của người khác).**

**Lưu ý rằng với kế thừa đơn (chỉ), các lựa chọn của lập trình viên để triển khai các lớp**

**Hiển thị, Vệ tinh và Comm\_sat sẽ bị hạn chế. Comm\_sat có thể là Satellite hoặc Dis đã chơi, nhưng không phải là cả hai (trừ khi Satellite có nguồn gốc từ Displayed hoặc ngược lại). Hoặc thay thế**

**liên quan đến mất tính linh hoạt.**

**Tại sao mọi người lại muốn có một lớp Comm\_sat? Trái ngược với phỏng đoán của một số người, ví dụ về Satel lite là có thật. Thực sự đã có - và có thể vẫn còn - một chương trình được xây dựng cùng với**

**các dòng được sử dụng để mô tả nhiều kế thừa triển khai ở đây. Nó được sử dụng để nghiên cứu thiết kế của**

**hệ thống thông tin liên lạc liên quan đến vệ tinh, trạm mặt đất, v.v. Thực tế, Vệ tinh được bắt nguồn từ**

**một khái niệm ban đầu về một nhiệm vụ đồng thời. Với một mô phỏng như vậy, chúng tôi có thể trả lời các câu hỏi về luồng lưu lượng thông tin liên lạc, xác định các phản hồi thích hợp cho một trạm mặt đất đang bị chặn bởi**

**mưa bão, xem xét sự cân bằng giữa kết nối vệ tinh và kết nối liên kết với Trái đất, v.v.**

**21.3.3 Độ phân giải mơ hồ**

**Các lớp cơ sở Tw o có thể có các hàm thành viên trùng tên. Ví dụ:**

**vệ tinh lớp {**

**công cộng:**

**virtual Debug\_info get\_debug ();**

**// ...**

**};**

**lớp được hiển thị {**

**công cộng:**

**virtual Debug\_info get\_debug ();**

**// ...**

**};**

**Khi một Comm\_sat được sử dụng, các chức năng này phải được phân vùng. Điều này có thể được thực hiện đơn giản bằng cách**

**đủ điều kiện cho một tên thành viên theo tên lớp của nó:**

**void f (Comm\_sat & cs)**

**{**

**Debug\_info di = cs.g et\_debug (); // error: mơ hồ**

**di = cs.Satellite :: get\_debug (); // VÂNG**

**di = cs.Displayed :: g et\_debug (); // VÂNG**

**}**

**Tuy nhiên, việc phân định rõ ràng là lộn xộn, vì vậy cách tốt nhất là giải quyết các vấn đề như vậy bằng cách định nghĩa một hàm mới trong lớp dẫn xuất:**

**class Comm\_sat: vệ tinh công cộng, hiển thị công khai {**

**công cộng:**

**Debug\_info get\_debug () // overr ide Comm\_sat :: get\_debug () và Displayed :: get\_debug ()**

**{**

**Debug\_info di1 = Satellite :: get\_debug ();**

**Debug\_info di2 = Hiển thị :: g et\_debug ();**

**trả về merge\_info (di1, di2);**

**}**

**// ...**

**};**

**Một hàm được khai báo trong lớp dẫn xuất sẽ ghi đè tất cả các hàm có cùng tên và nhập vào cơ sở của nó**

**các lớp học. Thông thường, đó là điều chính xác phải làm vì nói chung là một ý tưởng tồi khi sử dụng**

**cùng tên cho các hoạt động có ngữ nghĩa khác nhau trong một lớp duy nhất. Lý tưởng cho ảo là cho một lệnh gọi để có cùng hiệu ứng độc lập với giao diện nào đã được sử dụng để tìm chức năng**

**(§20.3.2).**

**Trong việc triển khai một hàm ghi đè, thường cần xác định rõ ràng**

**tên để có được phiên bản phù hợp từ một lớp cơ sở. Tên đủ điều kiện, chẳng hạn như Telstar :: draw, có thể đề cập đến**

**một trận hòa được tuyên bố trong Telstar hoặc ở một trong các lớp cơ bản của nó. Ví dụ:**

**lớp Telstar: public Comm\_sat {**

**công cộng:**

**void draw ()**

**{**

**Comm\_sat :: draw (); // tìm thấy Displayed :: draw**

**// ... nội dung riêng ...**

**}**

**// ...**

**};**

**hoặc bằng đồ thị:**

**Hiển thị qua vệ tinh**

**Comm\_sat**

**Telstar**

**Nếu Comm\_sat :: draw không giải quyết được kết quả hòa được khai báo trong Comm\_sat, trình biên dịch sẽ xem xét một cách đệ quy**

**trong các lớp cơ sở của nó; nghĩa là, nó tìm kiếm Satellite :: draw và Displayed :: draw, và nếu cần, hãy tìm**

**các lớp cơ sở của chúng. Nếu chính xác một kết quả phù hợp được tìm thấy, tên đó sẽ được sử dụng. Nếu không thì,**

**Comm\_sat :: draw không được tìm thấy hoặc không rõ ràng.**

**Nếu, trong Telstar :: draw (), tôi đã nói đơn giản là draw (), kết quả sẽ là một đệ quy '' vô hạn ''**

**cuộc gọi của Telstar :: draw ().**

**Tôi có thể đã nói Displayed :: draw (), nhưng bây giờ mã sẽ bị hỏng một cách tinh vi nếu ai đó thêm**

**a Comm\_sat :: draw (); nói chung tốt hơn là tham chiếu đến một lớp cơ sở trực tiếp hơn là một lớp cơ sở gián tiếp.**

**Tôi có thể đã nói Comm\_sat :: Displayed :: draw (), nhưng điều đó sẽ là thừa. Tôi đã nói**

**Satellite :: draw (), kết quả sẽ là một lỗi vì quá trình rút thăm đã kết thúc trên Màn hình hiển thị**

**nhánh của hệ thống phân cấp lớp.**

**Ví dụ get\_debug () về cơ bản giả định rằng ít nhất một số phần của Vệ tinh và Hiển thị**

**đã được thiết kế cùng nhau. Lấy một kết hợp chính xác về tên, loại trả về, loại đối số và**

**ngữ nghĩa tình cờ là cực kỳ khó xảy ra. Có nhiều khả năng là chức năng tương tự được cung cấp theo những cách khác nhau để có thể hợp nhất nó thành một thứ có thể được sử dụng cùng nhau.**

**Ban đầu chúng ta có thể đã được giới thiệu với hai lớp SimObj và Widget mà chúng ta không thể**

**sửa đổi, không cung cấp chính xác những gì chúng tôi cần và nơi họ đã cung cấp những gì chúng tôi cần, đã làm như vậy**

**thông qua các giao diện không tương thích. Trong trường hợp đó, chúng tôi có thể đã thiết kế Vệ tinh và Hiển thị dưới dạng**

**các lớp giao diện, cung cấp '' lớp ánh xạ '' cho các lớp cấp cao hơn của chúng tôi sử dụng:**

**class Satellite : public SimObj {**

**// map SimObj facilities to something easier to use for Satellite simulation**

**public:**

**virtual Debug\_info get\_debug(); // call SimObj::DBinf() and extract infor mation**

**// ...**

**};**

**class Displayed : public Widget {**

**// map Widget facilities to something easier to use to display Satellite simulation results**

**public:**

**virtual Debug\_info get\_debug(); // read Widget data and compose Debug\_info**

**Thật thú vị, đây chính xác là kỹ thuật chúng tôi sẽ sử dụng để phân biệt trong trường hợp không chắc**

**trường hợp hai lớp cơ sở cung cấp các hoạt động có cùng tên, nhưng khác**

**ngữ nghĩa: thêm một lớp giao diện. Hãy xem xét điều cổ điển (nhưng chủ yếu là giả thuyết / lý thuyết)**

**ví dụ về một lớp hàm thành viên draw () trong trò chơi điện tử liên quan đến cao bồi:**

**Cửa sổ lớp học {**

**công cộng:**

**void draw (); // hình ảnh hiển thị**

**// ...**

**};**

**cao bồi lớp {**

**công cộng:**

**void draw (); // rút súng từ bao da**

**// ...**

**};**

**class Cowboy\_window: Cao bồi công cộng, Cửa sổ công cộng {**

**// ...**

**};**

**Làm cách nào để ghi đè Cowboy :: draw () và Window :: draw ()? Hai hàm này có ý nghĩa hoàn toàn khác nhau (ngữ nghĩa) nhưng giống hệt nhau về tên và kiểu; chúng ta cần ghi đè chúng bằng tw**

**các chức năng riêng biệt. Không có giải pháp ngôn ngữ trực tiếp nào cho vấn đề (kỳ lạ) này, nhưng việc thêm các lớp trung gian giữa các lớp sẽ thực hiện:**

**struct WWindow: Cửa sổ {**

**sử dụng Window :: Window; // kế thừa các uctors xây dựng**

**void win\_draw () = 0; // buộc lớp dẫn xuất thành overr Ide**

**void draw () ghi đè final {win\_draw (); } // hình ảnh hiển thị**

**};**

**struct CCowboy: Cao bồi {**

**sử dụng Cowboy :: Cowboy; // kế thừa các uctors xây dựng**

**void cow\_draw () = 0; // buộc lớp dẫn xuất thành overr Ide**

**void draw () ghi đè cuối cùng {cow\_draw (); } // rút súng từ bao da**

**};**

**class Cowboy\_window: CCowboy công cộng, WWindow công cộng {**

**công cộng:**

**ghi đè void cow\_draw ();**

**void win\_draw () ghi đè;**

**// ...**

**};**

**21.3.4 Sử dụng lặp lại một lớp cơ sở**

**Khi mỗi lớp chỉ có một lớp cơ sở trực tiếp, cấu trúc phân cấp lớp sẽ là một cây và một lớp có thể**

**chỉ xảy ra một lần trên cây. Khi một lớp có thể có nhiều lớp cơ sở, một lớp có thể xuất hiện nhiều lần trong hệ thống phân cấp kết quả. Hãy xem xét một lớp cung cấp các phương tiện để lưu trữ trạng thái trong một tệp**

**(ví dụ: để ngắt, gỡ lỗi thông tin hoặc duy trì) và khôi phục nó sau:**

**struct Stocking {// lưu trữ liên tục**

**chuỗi ảo get\_file () = 0;**

**ảo void read () = 0;**

**void ghi () = 0;**

**ảo ˜Storable () {}**

**};**

**Một lớp hữu ích như vậy đương nhiên sẽ được sử dụng ở một số nơi trong hệ thống phân cấp lớp. Ví dụ:**

**Bộ truyền lớp: công khai lưu trữ {**

**công cộng:**

**ghi đè void write ();**

**// ...**

**};**

**Class Receiver: public Stocking {**

**công cộng:**

**ghi đè void write ();**

**// ...**

**};**

**Class Radio: Máy phát công cộng, Máy thu công cộng {**

**công cộng:**

**ghi đè chuỗi get\_file ();**

**void read () ghi đè;**

**ghi đè void write ();**

**// ...**

**};**

**Do đó, chúng ta có thể hình dung hai trường hợp:**

**[1] Một đối tượng Radio có hai subobject của lớp Stocking (một cho Transmitter và một cho**

**Người nhận).**

**[2] Một đối tượng Radio có một đối tượng thuộc lớp Stocking (được chia sẻ bởi Máy phát và Máy thu).**

**Mặc định, được cung cấp cho ví dụ như đã viết, là hai subobject. Trừ khi bạn nói khác,**

**bạn nhận được một bản sao cho mỗi lần bạn đề cập đến một lớp làm cơ sở. Về mặt đồ họa, chúng ta có thể thể hiện rằng**

**như thế này**

**Một hàm ảo của một lớp cơ sở được sao chép có thể bị ghi đè bởi một hàm (đơn) trong một hàm dẫn xuất**

**lớp. Thông thường, một hàm ghi đè gọi các phiên bản lớp cơ sở của nó và sau đó thực hiện công việc cụ thể**

**đến lớp dẫn xuất:**

**void Radio :: write ()**

**{**

**Bộ truyền :: write ();**

**Bộ nhận :: write ();**

**// ... viết thông tin radio cụ thể ...**

**}**

**Truyền từ một lớp cơ sở được sao chép sang một lớp dẫn xuất được thảo luận trong §22.2. Đối với một kỹ thuật cho**

**ghi đè từng hàm write () bằng các hàm riêng biệt từ các lớp dẫn xuất, xem §21.3.3**

**21.3.5 Lớp cơ sở ảo**

**Ví dụ Radio trong tiểu mục trước hoạt động vì lớp Stocking có thể được sao chép một cách an toàn, khéo léo và hiệu quả. Lý do cho điều đó đơn giản là St Lovely là một lớp trừu tượng**

**cung cấp một giao diện thuần túy. Một đối tượng lưu trữ không chứa dữ liệu của riêng nó. Đây là trường hợp đơn giản nhất và**

**giải pháp cung cấp sự tách biệt tốt nhất giữa các mối quan tâm về giao diện và triển khai. Trên thực tế, một lớp**

**không thể không gặp một số khó khăn khi xác định rằng có hai vật thể đáng yêu trên một Đài phát thanh.**

**Điều gì sẽ xảy ra nếu Stollen đã giữ dữ liệu và điều quan trọng là nó không được sao chép? Đối với bài kiểm tra, chúng ta có thể định nghĩa Stocking để giữ tên của tệp được sử dụng để lưu trữ đối tượng:**

**lớp học ổn định {**

**công cộng:**

**Lưu trữ (const string & s); // lưu trữ trong tệp có tên s**

**ảo void read () = 0;**

**void ghi () = 0;**

**ảo ˜Storable ();**

**được bảo vệ:**

**chuỗi tên\_tệp;**

**Stocking (const Stocking &) = xóa;**

**Stocking & operator = (const Stocking &) = delete;**

**};**

**Với sự thay đổi rõ ràng là nhỏ này đối với St Lovely, chúng ta phải thay đổi thiết kế của Radio. Tất cả các phần của**

**một đối tượng phải chia sẻ một bản sao duy nhất của Stocking. Nếu không, chúng tôi có thể nhận được hai phần của một cái gì đó**

**có nguồn gốc từ Lưu trữ nhiều lần bằng cách sử dụng các tệp khác nhau. Chúng tôi tránh sao chép bằng cách khai báo một cơ sở**

**virtual: mọi cơ sở ảo của một lớp dẫn xuất được đại diện bởi cùng một đối tượng (dùng chung). Đối với kỳ thi xin:**

**Class Transmitter: public virtual Stocking {**

**công cộng:**

**ghi đè void write ();**

**// ...**

**};**

**Class Receiver: public virtual Stocking {**

**công cộng:**

**ghi đè void write ();**

**// ...**

**};**

**Class Radio: Máy phát công cộng, Máy thu công cộng {**

**công cộng:**

**ghi đè void write ();**

**// ...**

**};**

**So sánh sơ đồ này với bản vẽ của đối tượng lưu trữ trong §21.3.4 để thấy sự khác biệt**

**giữa kế thừa thông thường và kế thừa ảo. Trong một đồ thị kế thừa, mọi lớp cơ sở của một**

**tên đã cho được chỉ định là ảo sẽ được đại diện bởi một đối tượng duy nhất của lớp đó. Trên**

**mặt khác, mỗi lớp cơ sở không được chỉ định virtual sẽ có subobject riêng đại diện cho nó.**

**Tại sao ai đó muốn sử dụng cơ sở ảo chứa dữ liệu? Tôi có thể nghĩ về ba điều hiển nhiên**

**các cách để hai lớp trong hệ thống phân cấp lớp chia sẻ dữ liệu:**

**[1] Làm cho dữ liệu phi địa phương (bên ngoài lớp dưới dạng biến toàn cục hoặc không gian tên).**

**[2] Đặt dữ liệu trong một lớp cơ sở.**

**[3] Phân bổ một đối tượng ở đâu đó và cấp cho mỗi lớp một con trỏ.**

**Tùy chọn [1], dữ liệu phi địa phương, thường là một lựa chọn kém vì chúng tôi không thể kiểm soát những gì mã truy cập**

**dữ liệu và cách thức. Nó phá vỡ mọi quan niệm về sự đóng gói và cục bộ.**

**Tùy chọn [2], đặt dữ liệu trong một lớp cơ sở, thường là đơn giản nhất. Tuy nhiên, đối với thừa kế đơn lẻ**

**giải pháp đó làm cho dữ liệu hữu ích (và các chức năng) '' nổi lên '' thành một lớp cơ sở chung; thường nó '' bubble bles '' đến tận gốc của cây thừa kế. Điều này có nghĩa là mọi thành viên của nhóm hier lớp đều có quyền truy cập. Điều đó về mặt logic rất giống với việc sử dụng dữ liệu phi địa phương và cũng bị như vậy**

**các vấn đề. Vì vậy, chúng ta cần một cơ sở chung không phải là gốc của cây - tức là một cơ sở ảo.**

**Tùy chọn [3], chia sẻ một đối tượng được truy cập thông qua con trỏ, có ý nghĩa. Tuy nhiên, sau đó (các) trình xây dựng cần dành bộ nhớ cho đối tượng được chia sẻ đó, khởi tạo nó và cung cấp các con trỏ đến**

**đối tượng chia sẻ cho các đối tượng cần truy cập. Đó đại khái là những gì mà các nhà xây dựng làm để triển khai cơ sở tual nguyên chất.**

**Nếu bạn không cần chia sẻ, bạn có thể thực hiện mà không cần cơ sở ảo và mã của bạn thường tốt hơn và**

**thường đơn giản hơn cho nó. Tuy nhiên, nếu bạn thực sự cần chia sẻ trong một hệ thống phân cấp lớp chung, bạn thực sự có sự lựa chọn giữa việc sử dụng cơ sở ảo và chăm chỉ xây dựng các biến thể của riêng bạn**

**Ý tưởng.**

**Chúng ta có thể biểu diễn một đối tượng của một lớp với cơ sở ảo như sau:**

**Các '' con trỏ '' đến đối tượng được chia sẻ đại diện cho cơ sở ảo, St Lovely, sẽ là phần bù và thường**

**một trong những điều đó có thể được tối ưu hóa bằng cách đặt Kho lưu trữ ở một vị trí cố định liên quan đến**

**Bộ thu hoặc đối tượng bộ phát. Mong đợi tổng chi phí lưu trữ là một từ cho mỗi cơ sở ảo.**

**21.3.5.1 Xây dựng cơ sở ảo**

**Sử dụng các đế ảo, bạn có thể tạo các mạng phức tạp. Đương nhiên, chúng tôi muốn giữ các độ trễ đơn giản, nhưng dù phức tạp đến đâu, chúng tôi tạo ra chúng, ngôn ngữ này đảm bảo rằng một hàm tạo của một**

**cơ sở ảo được gọi chính xác một lần. Hơn nữa, hàm tạo của một cơ sở (cho dù ảo hay không)**

**được gọi trước các lớp dẫn xuất của nó. Bất cứ điều gì khác sẽ gây ra hỗn loạn (nghĩa là, một đối tượng có thể**

**được sử dụng trước khi nó được khởi tạo). Để tránh sự hỗn loạn như vậy, hàm tạo của mọi cơ sở ảo là**

**được gọi (ngầm định hoặc rõ ràng) từ phương thức khởi tạo cho đối tượng hoàn chỉnh (phương thức khởi tạo cho**

**lớp dẫn xuất nhất). Đặc biệt, điều này đảm bảo rằng một cơ sở ảo được xây dựng chính xác một lần**

**ev en nếu nó được đề cập ở nhiều nơi trong hệ thống phân cấp lớp. Ví dụ:**

**struct V {**

**V (int i);**

**// ...**

**};**

**cấu trúc A {**

**MỘT(); // nhà xây dựng mặc định**

**// ...**

**};**

**struct B: virtual V, vir tual A {**

**B (): V {1} {/ \* ... \* /}; // nhà xây dựng mặc định ; phải khởi tạo cơ sở V**

**// ...**

**};**

**lớp C: ảo V {**

**công cộng:**

**C (int i): V {i} {/ \* ... \* /}; // phải khởi tạo cơ sở V**

**// ...**

**};**

**lớp D: công cộng ảo B, công cộng ảo C {**

**// ngầm định lấy cơ sở ảo V từ B và C**

**// ngầm nhận cơ sở ảo A từ B**

**công cộng:**

**D () {/ \* ... \* /} // error: không có hàm tạo mặc định cho C hoặc V**

**D (int i): C {i} {/ \* ... \* /}; // error: không có hàm tạo mặc định cho V**

**D (int i, int j): V {i}, C {j} {/ \* ... \* /} // OK**

**// ...**

**};**

**Lưu ý rằng D có thể và phải cung cấp trình khởi tạo cho V. Thực tế là V không được đề cập rõ ràng là**

**một cơ sở của D là không liên quan. Kiến thức về một cơ sở ảo và nghĩa vụ khởi tạo nó '' bong bóng**

**lên '' cho lớp dẫn xuất nhất. Một cơ sở ảo luôn được coi là một cơ sở trực tiếp có nguồn gốc nhiều nhất của nó lớp. Thực tế là cả B và C đều khởi tạo V là không liên quan vì trình biên dịch không có ý tưởng nào**

**trong số hai trình khởi tạo đó để thích. Do đó, chỉ có trình khởi tạo được cung cấp bởi lớp dẫn xuất nhất là**

**đã sử dụng.**

**Hàm tạo cho một cơ sở ảo được gọi trước các hàm tạo cho các lớp dẫn xuất của nó.**

**Trong thực tế, điều này không hoàn toàn được bản địa hóa như chúng tôi mong muốn. Đặc biệt, nếu chúng ta lấy được một**

**lớp, DD, từ D, sau đó DD phải làm công việc để khởi tạo các cơ sở ảo. Trừ khi chúng ta có thể đơn giản**

**kế thừa các hàm tạo của D (§20.3.5.1), điều đó có thể gây phiền toái. Điều đó phải khuyến khích chúng tôi không**

**lạm dụng các lớp cơ sở ảo.**

**Vấn đề logic này với các hàm tạo không tồn tại đối với các hàm hủy. Chúng chỉ đơn giản là được gọi**

**theo thứ tự xây dựng ngược lại (§20.2.2). Đặc biệt, một hàm hủy cho một cơ sở ảo được gọi**

**chính xác một lần.**

**21.3.5.2 Gọi một thành viên lớp học ảo Chỉ một lần**

**Khi xác định các hàm cho một lớp có cơ sở ảo, người lập trình nói chung không thể biết**

**liệu cơ sở có được chia sẻ với các lớp dẫn xuất khác hay không. Đây có thể là một vấn đề khi đề cập đến một dịch vụ yêu cầu một hàm lớp cơ sở được gọi chính xác một lần cho mỗi lần gọi hàm**

**hàm dẫn xuất. Khi cần thiết, người lập trình có thể mô phỏng lược đồ được sử dụng cho các hàm tạo bằng cách**

**chỉ gọi một hàm lớp cơ sở ảo từ lớp dẫn xuất nhất. Ví dụ, giả sử chúng ta**

**có một lớp Window cơ bản biết cách vẽ nội dung của nó:**

**Cửa sổ lớp học {**

**công cộng:**

**// vật liệu cơ bản**

**ảo void draw ();**

**};**

**Ngoài ra, chúng tôi có nhiều cách khác nhau để trang trí cửa sổ và thêm tiện nghi:**

**class Window\_with\_border: public virtual Window {**

**// nội dung đường viền**

**được bảo vệ:**

**void own\_draw (); // hiển thị đường viền**

**công cộng:**

**ghi đè void draw ();**

**};**

**class Window\_with\_menu: public virtual Window {**

**// menu nội dung**

**được bảo vệ:**

**void own\_draw (); // hiển thị menu**

**công cộng:**

**ghi đè void draw ();**

**};**

**Các hàm own\_draw () không cần phải ảo vì chúng được gọi từ bên trong một hàm vir tual draw () để ‘‘ biết ’’ loại đối tượng mà nó được gọi.**

**Từ đó, chúng ta có thể tạo một lớp Đồng hồ hợp lý:**

**class Clock: public Window\_with\_border, public Window\_with\_menu {**

**// nội dung đồng hồ**

**được bảo vệ:**

**void own\_draw (); // hiển thị mặt và kim đồng hồ**

**công cộng:**

**ghi đè void draw ();**

**};**

**hoặc bằng đồ thị:**

**Cửa sổ**

**Window\_with\_border Window\_with\_menu**

**Cái đồng hồ**

**Các hàm draw () bây giờ có thể được định nghĩa bằng cách sử dụng các hàm own\_draw (), để một người gọi bất kỳ**

**draw () được Window :: draw () gọi đúng một lần. Điều này được thực hiện độc lập với loại Cửa sổ**

**mà draw () được gọi:**

**void Window\_with\_border :: draw ()**

**{**

**Cửa sổ :: draw ();**

**own\_draw (); // hiển thị đường viền**

**}**

**void Window\_with\_menu :: draw ()**

**{**

**Cửa sổ :: draw ();**

**own\_draw (); // hiển thị menu**

**}**

**void Clock :: draw ()**

**{**

**Cửa sổ :: draw ();**

**Window\_with\_border :: own\_draw ();**

**Window\_with\_menu :: own\_draw ();**

**own\_draw (); // hiển thị mặt và kim đồng hồ**

**}**

**Lưu ý rằng một cuộc gọi đủ điều kiện, chẳng hạn như Window :: draw (), không sử dụng cơ chế gọi ảo. Thay thế,**

**nó trực tiếp gọi hàm được đặt tên rõ ràng, do đó tránh được đệ quy vô hạn khó chịu.**

**Truyền từ một lớp cơ sở ảo sang một lớp dẫn xuất được thảo luận trong §22.2.**

**21.3.6 Cơ sở sao chép so với Cơ sở ảo**

**Việc sử dụng đa kế thừa để cung cấp các triển khai cho các lớp trừu tượng đại diện cho các mặt thuần túy có ảnh hưởng đến cách một chương trình được thiết kế. Lớp BB\_ival\_slider (§21.2.3) là một ví dụ**

**lớp BB\_ival\_slider**

**: public Ival\_slider, // interface**

**BBslider được bảo vệ // triển khai**

**{**

**// triển khai các chức năng theo yêu cầu của Ival\_slider và BBslider, sử dụng các tiện ích từ BBslider**

**};**

**Trong ví dụ này, hai lớp cơ sở đóng các vai trò khác biệt về mặt logic. Một cơ sở là một bản tóm tắt công khai**

**lớp cung cấp giao diện và lớp kia là lớp cụ thể được bảo vệ cung cấp việc triển khai**

**‘‘ Chi tiết ’’. Những vai trò này được phản ánh trong cả kiểu của các lớp và trong kiểm soát truy cập (§20.5)**

**cung cấp. Việc sử dụng đa kế thừa là điều cần thiết ở đây vì lớp dẫn xuất cần**

**để ghi đè các chức năng ảo từ cả giao diện và quá trình triển khai.**

**Ví dụ, hãy xem xét lại các lớp Ival\_box từ §21.2.1. Cuối cùng (§21.2.2), tôi đã thực hiện tất cả**

**các lớp Ival\_box trừu tượng để phản ánh vai trò của chúng như các giao diện thuần túy. Làm điều đó cho phép tôi đặt**

**tất cả các chi tiết thực hiện trong các lớp thực hiện cụ thể. Ngoài ra, tất cả chia sẻ về việc triển khai**

**chi tiết đã được thực hiện trong hệ thống phân cấp cổ điển của hệ thống cửa sổ được sử dụng để triển khai.**

**Khi sử dụng một lớp trừu tượng (không có bất kỳ dữ liệu được chia sẻ nào) làm giao diện, chúng ta có một lựa chọn:**

**• Sao chép lớp giao diện (một đối tượng cho mỗi đề cập trong hệ thống phân cấp lớp).**

**• Làm cho lớp giao diện ảo để chia sẻ một đối tượng đơn giản giữa tất cả các lớp trong hệ thống phân cấp**

**mà đề cập đến nó.**

**Sử dụng Ival\_slider làm cơ sở ảo cung cấp cho chúng tôi:**

**lớp BB\_ival\_slider**

**: Ival\_slider ảo công khai, BBslider được bảo vệ {/ \* ... \* /};**

**lớp Popup\_ival\_slider**

**: public virtual Ival\_slider {/ \* ... \* /};**

**lớp BB\_popup\_ival\_slider**

**: Popup\_ival\_slider ảo công khai, BB\_ival\_slider được bảo vệ {/ \* ... \* /};**

**Có thể dễ dàng hình dung các giao diện khác bắt nguồn từ Popup\_ival\_slider và triển khai thêm**

**các lớp dẫn xuất từ ​​các lớp đó và BB\_popup\_ival\_slider.**

**Tuy nhiên, chúng tôi cũng có giải pháp thay thế này bằng cách sử dụng các đối tượng Ival\_slider được sao chép:**

**lớp BB\_ival\_slider**

**: public Ival\_slider, BBslider được bảo vệ {/ \* ... \* /};**

**lớp Popup\_ival\_slider**

**: public Ival\_slider {/ \* ... \* /};**

**lớp BB\_popup\_ival\_slider**

**: public Popup\_ival\_slider, BB\_ival\_slider được bảo vệ {/ \* ... \* /}**

**Đáng ngạc nhiên là không có lợi thế cơ bản về thời gian chạy hoặc không gian đối với thiết kế này so với thiết kế khác.**

**Tuy nhiên, có sự khác biệt hợp lý. Trong thiết kế Ival\_slider được nhân rộng, BB\_popup\_ival\_slider**

**không thể được chuyển đổi hoàn toàn thành Ival\_slider (vì điều đó sẽ không rõ ràng):**

**void f (Ival\_slider ∗ p);**

**void g (BB\_popup\_ival\_slider ∗ p)**

**{**

**f (p); // lỗi: Popup\_ival\_slider :: Ival\_slider hay BB\_ival\_slider :: Ival\_slider?**

**}**

**Mặt khác, có thể xây dựng các tình huống hợp lý trong đó việc chia sẻ ngụ ý trong**

**thiết kế cơ sở ảo gây ra sự mơ hồ cho các phôi từ lớp cơ sở (§22.2). Tuy nhiên, những tính cách xung quanh như vậy rất dễ bị đối phó.**

**Làm cách nào để chúng ta chọn giữa các lớp cơ sở ảo và các lớp cơ sở được sao chép cho các giao diện của chúng ta?**

**Tất nhiên, chúng tôi thường không có lựa chọn vì chúng tôi phải tuân theo một thiết kế hiện có.**

**Khi có sự lựa chọn, chúng ta có thể tính đến (đáng ngạc nhiên là) giải pháp cơ sở được nhân rộng**

**có xu hướng dẫn đến các đối tượng nhỏ hơn một chút (vì không cần cấu trúc dữ liệu hỗ trợ**

**chia sẻ) và chúng tôi thường lấy các đối tượng giao diện của mình từ '' virtual constructors '' hoặc '' factory func tions '' (§21.2.4). Ví dụ:**

**Popup\_ival\_slider ∗ popup\_slider\_factory (args)**

**{**

**// ...**

**trả về BB\_popup\_ival\_slider mới (args);**

**// ...**

**}**

**Không cần chuyển đổi rõ ràng để có được từ triển khai (tại đây, BB\_popup\_ival\_slider) thành**

**giao diện trực tiếp (tại đây, Popup\_ival\_slider).**

**21.3.6.1 Ghi đè các hàm cơ sở ảo**

**Một lớp dẫn xuất có thể ghi đè một hàm ảo của lớp cơ sở ảo trực tiếp hoặc gián tiếp của nó. Cụ thể, hai lớp khác nhau có thể ghi đè các chức năng ảo khác nhau từ cơ sở ảo. Trong đó**

**theo cách, các lớp dẫn xuất eral sev có thể đóng góp các triển khai cho giao diện được trình bày bởi một**

**lớp cơ sở. Ví dụ, lớp Window có thể có các hàm set\_color () và prompt (). Trong đó**

**trường hợp, Window\_with\_border có thể ghi đè set\_color () như một phần của việc kiểm soát lược đồ màu và**

**Window\_with\_menu có thể ghi đè lên prompt () như một phần kiểm soát các tương tác của người dùng:**

**Cửa sổ lớp học {**

**// ...**

**void set\_color (Color) = 0; // đặt màu nền**

**dấu nhắc void ảo () = 0;**

**};**

**class Window\_with\_border: public virtual Window {**

**// ...**

**ghi đè void set\_color (Màu); // kiểm soát màu nền**

**};**

**class Window\_with\_menu: public virtual Window {**

**// ...**

**ghi đè void prompt (); // kiểm soát các tương tác của người dùng**

**};**

**class My\_window: public Window\_with\_menu, public Window\_with\_border {**

**// ...**

**};**

**Điều gì sẽ xảy ra nếu các lớp dẫn xuất khác nhau ghi đè cùng một chức năng? Điều này được cho phép nếu và chỉ khi một số**

**lớp ghi đè có nguồn gốc từ mọi lớp khác ghi đè hàm. Đó là, một chức năng**

**phải ghi đè lên tất cả những người khác. Ví dụ: My\_window có thể ghi đè lên prompt () để cải thiện những gì Win dow\_with\_menu cung cấp:**

**class My\_window: public Window\_with\_menu, public Window\_with\_border {**

**// ...**

**ghi đè void prompt (); // không để các tương tác của người dùng đến cơ sở**

**};**

**hoặc bằng đồ thị:**

**Cửa sổ {set\_color (), prompt ()}**

**Window\_with\_border {set\_color ()} Window\_with\_menu {prompt ()}**

**My\_window {prompt ()}**

**Nếu hai lớp ghi đè một hàm của lớp cơ sở, nhưng không ghi đè lên lớp kia, thì cấu trúc phân cấp của lớp là**

**một lỗi. Lý do là không một hàm duy nhất nào có thể được sử dụng để cung cấp một ý nghĩa nhất quán cho tất cả các cuộc gọi**

**độc lập với lớp nào chúng sử dụng làm giao diện. Hoặc, sử dụng thuật ngữ triển khai, không**

**bảng chức năng ảo có thể được xây dựng bởi vì một lệnh gọi đến chức năng đó trên đối tượng hoàn chỉnh**

**sẽ không rõ ràng. Ví dụ, có Radio trong §21.3.5 không được khai báo write (), các khai báo của**

**write () trong Máy thu và Máy phát sẽ gây ra lỗi khi xác định Radio. Như với Radio,**

**xung đột như vậy được giải quyết bằng cách thêm một hàm ghi đè vào lớp dẫn xuất nhất.**

**Một lớp cung cấp một số - nhưng không phải tất cả - việc triển khai cho một lớp cơ sở ảo thường là**

**được gọi là mixin.**

**21.4 Lời khuyên**

**[1] Sử dụng unique\_ptr hoặc shared\_ptr để tránh quên xóa các đối tượng được tạo bằng new; §21.2.1.**

**[2] Tránh các thành viên ngày tháng trong các lớp cơ sở dùng làm giao diện; §21.2.1.1.**

**[3] Sử dụng các lớp trừu tượng để thể hiện các giao diện; §21.2.2.**

**[4] Cung cấp cho một lớp trừu tượng một hàm hủy ảo để đảm bảo việc dọn dẹp thích hợp; §21.2.2.**

**[5] Sử dụng tính năng ghi đè để làm cho việc ghi đè trở nên rõ ràng trong các hệ thống phân cấp lớp lớn; §21.2.2.**

**[6] Sử dụng các lớp trừu tượng để hỗ trợ kế thừa giao diện; §21.2.2.**

**[7] Sử dụng các lớp cơ sở với các thành viên dữ liệu để hỗ trợ kế thừa triển khai; §21.2.2.**

**[8] Sử dụng đa kế thừa thông thường để thể hiện sự kết hợp của các tính năng; §21.3.**

**[9] Sử dụng đa kế thừa để tách việc triển khai khỏi giao diện; §21.3.**

**[10] Sử dụng cơ sở ảo để biểu diễn một cái gì đó chung cho một số, nhưng không phải tất cả, các lớp trong một phân cấp; §21.3.5.**