

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA KHOA HỌC - KỸ THUẬT MÁY TÍNH



MÔ HÌNH HÓA TOÁN HỌC (CO2011)

Đề bài tập lớn

"Đặc tả Smart Contract bằng Linear Logic"

GVHD: Nguyễn An Khương
Huỳnh Tường Nguyên
Trần Văn Hoài
Lê Hồng Trang
Trần Tuấn Anh

| | | |
|---------------|-------------------|---------|
| SV thực hiện: | Nguyễn Lê Chí Bảo | 1610179 |
| | Nguyễn Đức Duy | 1610468 |
| | Nguyễn Ngọc Hoàng | 1611160 |
| | Đường Quang Huy | 1611244 |
| | Bùi Anh Nhật | 1612377 |



Mục lục

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Bài toán 1 | 2 |
| 1.1 | Lịch sử của hợp đồng thông minh (smart contracts) | 2 |
| 1.2 | Ứng dụng của hợp đồng thông minh | 2 |
| 1.2.1 | Ứng dụng vào bảo hiểm | 2 |
| 1.2.2 | Ứng dụng trong chuỗi cung ứng(logistic) | 2 |
| 1.2.3 | Ứng dụng trong việc vay thế chấp | 3 |
| 1.2.4 | Ứng dụng trong hợp đồng việc làm | 3 |
| 1.2.5 | Ứng dụng trong bảo vệ nội dung bản quyền | 3 |
| 1.2.6 | Ứng dụng trong bầu cử | 3 |
| 1.2.7 | Ứng dụng trong lĩnh vực tài chính thương mại | 3 |
| 1.2.8 | Ứng dụng trong lĩnh vực y tế, chăm sóc sức khỏe | 3 |
| 1.2.9 | Ứng dụng trong bất động sản | 4 |
| 1.2.10 | Hợp đồng thông minh trong thời đại IoT | 4 |
| 1.3 | Lịch sử của "Linear Logic" | 4 |
| 1.4 | Ứng dụng của "Linear Logic" | 4 |
| 1.5 | Chi tiết và ví dụ hàm tuyến tính | 5 |
| 1.6 | Chi tiết và ví dụ về phép hội tuyến tính - nhân (linear conjunction - times) | 5 |
| 1.7 | Chi tiết và ví dụ về phép hội tuyến tính ("additive conjunction" hoặc "with") | 5 |
| 1.8 | Chi tiết và ví dụ về phép tuyển tuyến tính - cộng (linear disjunction - plus) | 6 |
| 1.9 | Chi tiết và ví dụ về phép tuyển tuyến tính ("par") | 6 |
| 1.10 | Chi tiết và ví dụ về phép toán \perp | 6 |
| 1.11 | Chi tiết và ví dụ về phép toán \top | 6 |
| 1.12 | Chi tiết và ví dụ về phép toán $!$ | 7 |
| 1.13 | Chi tiết và ví dụ về phép toán $?$ | 7 |
| 2 | Bài toán 2 | 7 |
| 2.1 | Mô tả ngữ cảnh bằng lời | 7 |
| 2.2 | Các điều khoản với ngữ cảnh được mô tả | 8 |
| 3 | Bài toán 3: Sử dụng các kiến thức về linear logic để đặc tả ngữ cảnh trong Bài tập 2 | 9 |
| 4 | Bài toán 4: Sử dụng mã giả để lập trình smart contract minh họa cho ngữ cảnh được đưa ra trong Bài tập 2 | 10 |
| 5 | Bài toán 5: Sử dụng Solidity hoặc Go để lập trình smart contract minh họa cho ngữ cảnh trong Bài tập 2 | 11 |
| | Tài liệu | 22 |

1 Bài toán 1

1.1 Lịch sử của hợp đồng thông minh (smart contracts)

Cụm từ "smart contracts" (hợp đồng thông minh) được đặt ra bởi nhà khoa học máy tính và mật mã học Nick Szabo năm 1994 và đã được nghiên cứu qua nhiều năm. Nguyên lý hoạt động của nó được Szabo mô tả năm 1996 trong bài báo có tiêu đề "Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets" trên tạp chí Extropy [Sza96], rất lâu trước khi công nghệ blockchain ra đời. Theo ý tưởng của Szabo, smart contracts là những giao thức kỹ thuật số cho việc chuyển dịch thông tin, sử dụng các giải thuật toán học để thực thi các giao dịch một cách tự động một khi các điều khoản được thỏa và dùng để kiểm soát hoàn toàn quá trình này. Định nghĩa đã đi trước thời đại đến hơn 10 năm này vẫn còn đúng cho đến ngày nay. Tuy nhiên vào năm 1996, ý tưởng này vẫn chưa được đón nhận vì các công nghệ cần thiết để vận hành chưa ra đời, cụ thể là sổ cái phân tán (distributed ledger).

Vào năm 2008, Bitcoin, đồng tiền kỹ thuật số hoàn chỉnh đầu tiên, đã được tạo ra dựa trên cơ sở của công nghệ blockchain. Blockchain của Bitcoin không cho phép các điều kiện, để kết thúc 1 giao dịch, được quy định trên một khối (block) mới vì nó chỉ chứa các thông tin giao dịch. Dù sao đi nữa, sự xuất hiện của blockchain đã trở thành nguồn động lực để phát triển smart contracts. Năm 2013, nền tảng blockchain Ethereum đã giúp cho việc đưa smart contracts vào thực tế. Ngày nay, mặc dù thị trường đã cung cấp nhiều nền tảng cho phép sử dụng smart contracts nhưng Ethereum vẫn được sử dụng nhiều nhất.

1.2 Ứng dụng của hợp đồng thông minh

Đây chỉ là một số trong số rất nhiều ứng dụng của hợp đồng thông minh.

1.2.1 Ứng dụng vào bảo hiểm

Smart contract giúp cải thiện trải nghiệm của người dùng cũng như giảm thiểu những sai sót và chi phí trong quá trình giao dịch bảo hiểm. Blockchain cũng như Smart contract tăng tốc quá trình xử lý yêu cầu/ trao trả bảo hiểm, tránh được những lỗi sai sót so với làm bằng tay. Smart contract cũng giúp tự động hóa việc chuyển tiền đến người sử dụng bảo hiểm và cũng đảm bảo được hợp đồng là hợp lệ. Ví dụ như một người sửa xe của anh ấy chỉ nhận được tiền bảo hiểm nếu anh ta sửa xe tại cửa hàng được chứng nhận và phải có sự xác nhận bởi người thợ sửa xe đó. Một ví dụ khác, smart contract có thể ghi lại các thông tin về thời tiết lên blockchain, sau đó nó đọc thông tin này và trả tiền bồi thường cho chuyến bay của những hành khách mà bị hủy hay bị hoãn do thời tiết xấu. Nó cũng có thể kết hợp với công nghệ IoT và các cảm biến để theo dõi sự hư tổn của các thiết bị trong nhà để có thể tự động đền bù hoặc hỗ trợ chủ nhân ngôi nhà gọi người sửa chữa đến.

1.2.2 Ứng dụng trong chuỗi cung ứng(logistic)

Smart contract giúp giảm chi phí lưu trữ đồng thời cải thiện việc quản lý chuỗi cung ứng tốt hơn, cho phép lưu lại mọi thông tin, thao tác dù là rất nhỏ theo chiều đi của sản phẩm. Nó giúp tăng tính bảo mật, an toàn và rõ ràng trong chuỗi cung ứng. Một khi dữ liệu đã được xác thực và lưu lại thì không thể thay đổi hay đánh cắp nhờ các kết nối thông minh và một số điều kiện mã hóa kèm theo để xác nhận giao dịch là hợp lệ. Doanh nghiệp sẽ nhận được nhiều hơn sự tin tưởng của khách hàng khi họ theo dõi quá trình giao dịch, từ đó tăng thêm lợi thế cạnh

tranh cho công ty của mình. Bên cạnh đó, smart contract giúp người quản lý dễ dàng theo dõi và khắc phục lỗi do có sự lưu trữ dữ liệu theo phân cấp thời gian.

1.2.3 Ứng dụng trong việc vay thế chấp

Smart contract giúp tăng thêm tính bảo mật cho người sử dụng để vay mượn tiền, cung cấp chức năng cho phép người cho vay đặt ra các yêu cầu với người vay tiền như là thời gian vay mượn, số tiền cho vay, lãi suất bao nhiêu phần trăm, v.v. Hợp đồng thông minh này có thể tự động và đảm bảo người mượn phải trả đúng thời hạn, nếu không hệ thống sẽ tự động lấy tài sản mà người vay đã thế chấp để bù vào những phần bị trễ hạn cho người cho vay.

1.2.4 Ứng dụng trong hợp đồng việc làm

Loại hình hợp đồng thông minh này giúp cho doanh nghiệp có thể giảm sai sót, chi phí cũng như thời gian trong việc phát lương cho người lao động. Nó cũng đảm bảo người lao động chấp hành tất cả những điều khoản đã đề ra trong hợp đồng, bởi vì hợp đồng thông minh này sử dụng công nghệ Blockchain, không thể bị chỉnh sửa hay lấy cắp. Đồng thời, smart contract cũng sẽ bảo vệ quyền lợi của người lao động, tránh tình trạng bị thiếu lương, mất lương.

1.2.5 Ứng dụng trong bảo vệ nội dung bản quyền

Smart contract ghi lại hoạt động có liên quan đến bản quyền sản phẩm, theo dõi các hoạt động của sản phẩm của mình trên internet, từ đó có thể giúp cho tác giả hay người tạo ra sản phẩm biết được những hành vi vi phạm bản quyền.

1.2.6 Ứng dụng trong bầu cử

Sử dụng hợp đồng thông minh giúp việc bầu cử trở nên công khai nhưng vô cùng bảo mật, an toàn, tránh được sự can thiệp vào kết quả bầu cử. Người bầu cử có thể sử dụng internet để bầu mà không cần phải xếp hàng dài chờ đợi ở các địa điểm bầu cử nhưng vẫn bảo đảm được tính đúng đắn của lá phiếu cũng như tính riêng tư với lựa chọn của họ. Điều này khuyến khích người dân tham gia vào các quyết định có ảnh hưởng đến sự phát triển của xã hội, làm tăng sự tin tưởng của người dân với chính quyền.

1.2.7 Ứng dụng trong lĩnh vực tài chính thương mại

Hợp đồng thông minh có thể cho phép việc chuyển giao hàng hóa quốc tế thông qua thư tín dụng nhanh và thanh toán thương mại, đồng thời cho phép thanh khoản tài sản tài chính lớn hơn. Nó cũng có thể cải thiện hiệu quả tài chính cho người mua, nhà cung cấp và tổ chức.

1.2.8 Ứng dụng trong lĩnh vực y tế, chăm sóc sức khỏe

Trong tương lai, có thể hồ sơ y tế cá nhân sẽ được mã hóa và được lưu trữ trên blockchain với quyền truy cập duy nhất cho một cá nhân cụ thể. Các biên lai cho việc chi trả viện phí, dịch vụ chăm sóc sức khỏe, thuốc thang cũng sẽ được lưu trữ trên blockchain mà từ đó các hợp đồng thông minh có thể tự động kiểm tra và thực hiện việc hoàn phí theo các quy định của bảo hiểm y tế, tai nạn. Nó cũng có thể giúp tự động thực hiện các hỗ trợ tài chính đối với các cá nhân hiến máu, hiến tạng, hay tình nguyện làm các đối tượng nghiên cứu, tham gia các thử nghiệm y học.

1.2.9 Ứng dụng trong bất động sản

Với hợp đồng thông minh, chúng ta sẽ không phải mất phí cho các bên trung gian (môi giới) khi muốn thuê/cho thuê, bán/mua nhà, căn hộ,... Nó sẽ bắt các bên tham gia phải thực hiện đúng các yêu cầu trước thời hạn để thực hiện giao dịch (người thuê phải trả tiền, người cho thuê phải giao mã khóa vào nhà; tiền và khóa được hợp đồng giữ lại chờ khi đến hạn sẽ thực hiện giao dịch). Nếu một trong hai không thực hiện yêu cầu thì hợp đồng bị hủy và những gì hợp đồng đang giữ sẽ được trả cho người gửi tương ứng. Nó cũng giúp người cho thuê tự động quản lý vấn đề tiền thuê nhà (nếu quá hạn mà hợp đồng chưa nhận được tiền thuê, mã khóa nhà sẽ bị thay đổi).

1.2.10 Hợp đồng thông minh trong thời đại IoT

Mạng lưới "vật kết nối Internet" sẽ mang lại cho mọi thiết bị trong cuộc sống hàng ngày khả năng kết nối với Internet, và do đó là khả năng kết nối đến hệ thống blockchain. Từ đó áp dụng hợp đồng thông minh vào blockchain, chúng ta sẽ biến gần như mọi giao dịch, trao đổi hàng ngày thành hoàn toàn tự động nhưng vẫn đảm bảo được tính chính xác của các giao dịch. Các cảm biến ở mọi nơi, hệ thống định vị vị trí,... giúp hợp đồng thông minh dễ dàng xác định được vị trí của gói hàng, kiểm tra được gói hàng đã đến vị trí của người nhận hay chưa, từ đó tự thực hiện các giao dịch hợp lý.

1.3 Lịch sử của "Linear Logic"

Linear logic (LL) (tạm dịch: logic tuyến tính) được giới thiệu bởi Jean-Yves Girard (1947 -) năm 1987. Linear logic (LL) có liên quan chặt chẽ với nhiều logic được xây dựng trước nó. Giáo sư Toán học Joachim Lambek (12/5/1922 – 6/23/2014) đã phát triển nên phép tính Lambek (Lambek calculus), một logic phi giao hoán (noncommutative logic) nhằm để phân tích cấu trúc câu của ngôn ngữ tự nhiên, vài thập kỷ trước khi Girard xây dựng nên LL. Relevance logic và direct logic, đều xuất hiện trước LL tương đối lâu, cũng đã được nghiên cứu khá nhiều khi LL xuất hiện. Một cách đơn giản, có thể nói LL đứng dưới relevance và direct logic, đứng trên Lambek calculus, dựa trên sự bao gồm hay loại trừ một số "quy tắc cấu trúc" ("structural rules") được gọi là làm suy yếu (weakening), làm gọn lại (contraction), và trao đổi (exchange). Direct logic liên quan chặt chẽ với Affine logic (cũng do Girard giới thiệu), là một LL có thêm quy tắc trao đổi không hạn chế (unrestricted exchange rule).

LL phát sinh từ việc nghiên cứu ngữ nghĩa của phép kéo theo (implication) trong intuitionistic logic (tạm dịch: logic trực giác). Girard đã đưa ra hai ngữ nghĩa riêng biệt trong bài viết giới thiệu LL của ông, và việc khám phá các ngữ nghĩa căn bản cho LL vẫn tiếp tục. Lý thuyết chứng minh LL (LL proof) cũng được đưa ra bởi Girard với sự giới thiệu một chuỗi phép tính (sequent calculus) cho LL, và một ký hiệu thay thế dành cho các chứng minh LL được gọi là lưới chứng minh (proof net). Nhiều vấn đề liên quan đến lưới chứng minh hiện nay vẫn đang được nghiên cứu.

1.4 Ứng dụng của "Linear Logic"

Linear Logic có khá nhiều ứng dụng và liên quan mật thiết đến một số vấn đề trong tính toán như lập trình hàm, lập trình logic, lập trình tương tranh, lập trình hướng đối tượng cũng như các vấn đề về logic không đơn điệu trong lập kế hoạch AI và nhiều ứng dụng khác.

Một trong các mảng ứng dụng được phát triển mạnh mẽ chính là lập trình hàm (Functional programming). Curry-Howard isomorphism (tính đẳng cấu) nêu rằng có sự tương đồng giữa những chứng minh (proof) của logic học chủ nghĩa trực quan (intuitionistic logic) và sự tính toán trong ngôn ngữ lập trình hàm. Một chứng minh có thể trở thành một hàm hiệu quả khi có đầy đủ giả thiết và đưa ra được kết luận. Đây chính là ứng dụng được phát triển mạnh mẽ của linear logic và lập trình hàm.

Linear logic cho phép kiểm soát hiệu quả hơn ngữ cảnh và có thể tạo được cả mô hình dữ liệu production lẫn consumption. Điều này mở ra rất nhiều khả năng trong các ứng dụng như lập trình hướng đối tượng (OOP), cơ sở dữ liệu, xử lý ngôn ngữ tự nhiên.

Ngoài ra, linear logic còn được ứng dụng trong nhiều mảng khác nhau như trong Petri Nets, State-Oriented Programming, Chemical Abstract Machine, v.v.

1.5 Chi tiết và ví dụ hàm tuyến tính

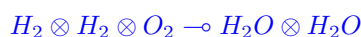
Trong logic cổ điển và logic trực quan, nếu có A và $A \rightarrow B$ thì có B nhưng A vẫn còn. Điều này chỉ đúng trong toán học nhưng không đúng trong thực tế. Vì thế ta cần một phép implication khác phù hợp hơn. Linear logic đã đưa ra phép linear implication \multimap . Biểu thức $A \multimap B$ được hiểu là "chi tiêu A để được B", khi đó biểu thức $A \rightarrow B = (!A) \multimap B$.

Ví dụ 1.5.1: Cho A là "tiêu 5000 đồng" và B là "có 1 chai nước suối" thì $A \multimap B$ biểu diễn cho "nếu ta tiêu 5000 đồng thì ta sẽ có 1 chai nước suối nhưng đồng thời ta cũng mất 5000 đồng".

1.6 Chi tiết và ví dụ về phép hội tuyến tính - nhân (linear conjunction - times)

Trong linear logic phép hội tuyến tính được kí hiệu là \otimes . Giống với phép \wedge , phép \otimes có nghĩa là có cả 2.

Ví dụ 1.6.1: Ta có phương trình hóa học quen thuộc $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ thì trong linear logic phương trình được biểu diễn là:



Có 2 H_2 và 1 O_2 thì ra có 2 H_2O nhưng sẽ không còn nhưng chất trước phản ứng nữa.

1.7 Chi tiết và ví dụ về phép hội tuyến tính ("additive conjunction" hoặc "with")

Phép hội tuyến tính "with" là một phép có trong linear logic nhưng không có trong logic cổ điển và được kí hiệu là $\&$. Khác với phép \wedge và phép \otimes , phép $\&$ có nghĩa là chọn 1 trong 2 và cho phép chọn là cái này hoặc cái kia.

Ví dụ 1.7.1: Cho A là "có 5000 đồng", B là "có 1 chai nước suối" và C là "có 1 cây bút bi". Ta sẽ có biểu thức $A \multimap B \& C$ nghĩa là "với 5000 đồng ta có thể có 1 chai nước hoặc 1 cây bút bi, nhưng chỉ 1 trong hai, chai nước hoặc cây bút bi và ta có quyền được chọn".

1.8 Chi tiết và ví dụ về phép tuyển tuyến tính - cộng (linear disjunction - plus)

Trong linear logic, phép đối ngẫu của phép $\&$ là phép tuyển tuyến tính - cộng được kí hiệu là \oplus . Giống với phép \vee trong logic cổ điển, phép \oplus có nghĩa là hoặc cái này hoặc cái kia.

Ví dụ 1.8.1: Trong 1 cuộc thi bốc thăm trúng thưởng thì chắc chắn được 1 trong 2 loại phiếu thăm và phần thưởng tương ứng khi bốc được là "1 chai nước" hay "1 cây bút bi". Cho A là "hành động rút thăm", B là "trúng 1 chai nước suối" và C là "trúng 1 cây bút bi". Khi đó, thì biểu thức $A \multimap B \oplus C$ nghĩa là "khi bốc thăm thì sẽ trúng 1 chai nước hoặc 1 cây bút bi nhưng không biết là cái nào".

1.9 Chi tiết và ví dụ về phép tuyển tuyến tính ("par")

Đối ngẫu với phép \otimes là phép tuyển tuyến tính \wp . Phép \wp tương đối khó hiểu. Biểu thức $A \wp B$ có thể được biểu diễn dưới dạng khác là $A^\perp \multimap B$ hay $B^\perp \multimap A$. Nó có nghĩa là "phải lựa chọn giữa A và B, không được chọn cả 2".

Ví dụ 1.9.1: Ta xét biểu sau:

$$\text{bullet} \otimes \text{ShootAt}(\text{bullet}, \text{target}) \multimap \text{HIT}(\text{bullet}, \text{target}) \wp \text{MISS}(\text{bullet}, \text{target})$$

Theo như ngữ cảnh, khi có 1 viên đạn và bắn viên đạn đó thì viên đạn chỉ có thể trúng hoặc không trúng mục tiêu, không thể có chuyện vừa dính vừa không mục tiêu.

1.10 Chi tiết và ví dụ về phép toán \perp

Trong linear logic, phép phủ định tuyến tính \perp giống như trong logic cổ điển. A^\perp là phủ định tuyến tính của A, tương tự như phép negation \neg trong logic cổ điển.

Ví dụ 1.10.1: Ta xét các biểu thức sau:

$$\begin{aligned} (\text{pen})^\perp & \quad (1) \\ (!\text{bottle})^\perp & \quad (2) \end{aligned}$$

Biểu thức (1) nghĩa là "không có cây bút" và biểu thức 2 nghĩa là "không có vô hạn chai nước". Biểu thức (2) cũng có thể hiểu là có một vài chai nước và có thể được biểu diễn là $?\text{bottle}$.

1.11 Chi tiết và ví dụ về phép toán \top

Phép toán \top trong linear logic là một hằng. \top có thể được dẫn ra từ bất cứ gì ($A \vdash \top$, $B \vdash \top$, v.v).

Ví dụ 1.11.1: Ta xét các biểu thức sau với A' là "có 10000 đồng", B là "có 1 chai nước suối" và C là "có 1 cây bút bi". Xét biểu thức:

$$A' \multimap (B \otimes C)$$

Biểu thức trên có nghĩa là nếu có 10000 đồng và ta tiêu nó thì ta có thể có được cả 1 chai nước và 1 cây bút bi. Nhưng nếu ta chỉ muốn mua 1 chai nước suối mà không mua cây bút bi thì ta có thể biểu diễn bằng cách:

$$A' \multimap (B \otimes \top)$$

Phép \top ở đây được sử dụng để loại bỏ đi lựa chọn mà ta không mong muốn.

1.12 Chi tiết và ví dụ về phép toán !

Phép $!$ có tên gọi trong tiếng anh là "of course" hay "bang". Nó được sử dụng để mã hóa mệnh đề đúng, biểu thức $!A$ có nghĩa là lặp lại A vô hạn lần. Khi đó biểu thức $!A \multimap B$ sẽ giống với biểu thức $A \Rightarrow B$ trong logic cổ điển vì bây giờ A tuy bị chi tiêu mất đi thì vẫn còn A .

Ví dụ 1.12.1: Cho A là "có 1 tờ tiền 5000 đồng" thì $!A$ sẽ là "có vô hạn tờ tiền 5000 đồng". Ta cũng sẽ có biểu thức $!A \multimap B$ (có vô hạn tờ 5000 đồng sẽ mua được vô hạn chai nước suối).

1.13 Chi tiết và ví dụ về phép toán ?

Trong linear logic cổ điển (với tính đối ngẫu de Morgan), ký tự đối ngẫu de Morgan của $!$ được biểu diễn là $?$ và được gọi là phép toán "why not". Gần giống với lượng từ "tồn tại \exists " và phép $!$ giống với "với mọi \forall trong logic vị từ. Nếu $!$ là có vô hạn thì $?$ sẽ chỉ là có thể có. Biểu thức $?A$ có nghĩa là có thể có A .

Ví dụ 1.13.1: Tiếp tục ví dụ 1.12.1 nhưng lần này ta xét biểu thức $?A \multimap B$. Biểu thức sẽ có nghĩa là "ta có 1 số tờ tiền 5000 đồng nhất định và ta có thể dùng nó để mua nước."

2 Bài toán 2

2.1 Mô tả ngữ cảnh bằng lời

Hiện nay, Game online đang trở thành thể loại game được mọi người yêu thích. Vì vậy, các tựa game luôn phát triển các tính năng sao cho phù hợp với thị hiếu của người chơi. Phần lớn các tựa game online, người chơi sẽ thường sở hữu các vật phẩm (item) có giá trị, được nhận trong quá trình chơi game. Nhưng có một số vật phẩm đó người chơi không sử dụng, và muốn bán lại cho những người chơi khác cần nó. Và kết quả thu được từ việc bán đó chính là tiền ảo trong game, tiền này giúp cho người chơi có thể mua các vật phẩm cần thiết cho bản thân. Tiền ảo này có thể được nạp từ tiền thật... Tuy nhiên, với đại đa số tâm lý người chơi, luôn muốn bán vật phẩm mình với giá cao nhất có thể. Vì vậy đã dẫn đến sự xuất hiện của hệ thống đấu giá sử dụng smart contract để đảm bảo giữa hai người chơi không tin tưởng lẫn nhau có thể giao dịch thành công.

Hệ thống đấu giá sẽ được mô tả như sau: Mỗi vật phẩm (item) thì sẽ có một mã định danh riêng biệt trên toàn server game (chỉ hệ thống mới biết được mã vật phẩm), được cấu tạo là một đoạn mã như sau: Mã vật phẩm + Mã ID người sở hữu. Khi người chơi đem vật phẩm của mình lên đấu giá, đầu tiên, hệ thống sẽ lấy vật phẩm của người chơi và lập tức thay đổi mã sản phẩm (xóa đi đoạn mã ID sở hữu). Lúc đó, vật phẩm sẽ trở thành vật phẩm không có người sở hữu, và được quyền đấu giá.

Khi vật phẩm được đấu giá, người đem vật phẩm đi đấu giá sẽ quy định giá khởi điểm của nó. Thời gian đấu giá sản phẩm sẽ do người đem vật phẩm đi đấu giá quy định, thường là theo số giờ (1 giờ, 2 giờ. . .) và được hủy việc đấu giá trong thời gian đấu giá. Lúc này, vật phẩm sẽ được đăng lên mục đấu giá để cho các người chơi đấu giá.

Hình thức đấu giá như sau, các người chơi sẽ tiến hành đấu giá sản phẩm với mức giá cao hơn so với người đấu giá cao nhất hiện tại (nếu trường hợp chưa có mức giá của người đấu giá cao nhất hiện tại, thì mặc định sẽ lấy giá khởi điểm mà chủ vật phẩm quy định). Khi người chơi đấu giá vật phẩm, thì số tiền người chơi sẽ mất đi một lượng bằng đúng với số tiền người đó đấu giá (số tiền người chơi đấu giá phải nhỏ hơn hoặc bằng số tiền mà người chơi đó có).

Khi có người đấu giá cao hơn người đấu giá cao nhất, hệ thống sẽ lập tức hoàn trả lại số tiền cho người đấu giá thấp hơn và cập nhật người đấu giá cao nhất, cứ như vậy cho đến khi hết thời gian đấu giá.

Khi hết thời gian đấu giá, có hai trường hợp xảy ra:

- Trường hợp 1: nếu vật phẩm không được ai đấu giá, thì lập tức hệ thống sẽ trả lại vật phẩm cho người sở hữu.
- Trường hợp 2: nếu có người đấu giá thành công, vật phẩm sẽ được hệ thống xử lý mã vật phẩm bằng cách thêm ID người đấu giá thành công vào vật phẩm và gửi về túi đồ của người đấu giá cao nhất, đồng thời người đem vật phẩm đi đấu giá sẽ nhận được tiền ngay lập tức.

2.2 Các điều khoản với ngữ cảnh được mô tả

Tham gia vào các điều khoản có các chủ thể sau:

- A: Người đem vật phẩm đi đấu giá
- B: Người tham gia đấu giá
- C: Người đấu giá cao nhất hiện tại

Article 1: Bên A đưa vật phẩm lên phòng đấu giá và đặt thời gian đấu giá t , với giá khởi điểm là x . Vật phẩm sẽ được smart contract giữ lại trong khoảng thời gian t .

Article 2: Trong khoảng thời gian đấu giá, bên A có quyền hủy việc đấu giá. Smart contract sẽ trả lại vật phẩm cho A. Nếu đã có C, thì sẽ hoàn tiền lại cho C.

Article 3: Bên B sẽ tiến hành đấu giá với giá là y , số tiền đấu giá sẽ được smart contract giữ lại.

Article 4: Khi B đấu giá thành công, thì smart contract sẽ hoàn tiền cho C, và B trở thành C.

Article 5: Số tiền đấu giá của B phải lớn hơn số tiền đấu giá của C tại thời điểm đó hoặc lớn hơn giá khởi điểm x (nếu chưa có ai đấu giá) mà smart contract thông báo.

Article 6: Số tiền đấu giá y không vượt quá số tiền hiện có của bên B.

Article 7: Hết thời gian t , vật phẩm không ai đấu giá, smart contract sẽ hoàn trả vật phẩm cho bên A.

Article 8: Hết thời gian t , nếu vật phẩm có người đấu giá, smart contract sẽ chuyển vật phẩm cho bên C, và chuyển tiền cho bên A.

3 Bài toán 3: Sử dụng các kiến thức về linear logic để đặc tả ngữ cảnh trong Bài tập 2

Các điều khoản được nêu ra ở mục 2.2 như sau:

- B phải đặt số tiền y không vượt quá số tiền hiện có để tham gia đấu giá vật phẩm

$$y \otimes \text{Check}(y, B) \multimap \text{bidder}$$

- Khi B tham gia đấu giá đầu tiên (Số tiền đấu giá của B là y , phải lớn hơn số tiền ban đầu là x), smart contract sẽ cập nhật B thành C

$$B \otimes \text{Higher}(y, x) \multimap \text{Convert}(B, C)$$

- Khi B tham gia đấu giá (Giá tiền đấu giá của B là y_B phải lớn hơn giá tiền đấu giá của C là y_C), smart contract tiến hành hoàn tiền cho C, và sau đó chuyển B thành C

$$B \otimes C \otimes \text{Higher}(y_B, y_C) \multimap (\text{Wallet}_C + y_C) \otimes \text{Convert}(B, C)$$

- Smart contract sẽ gửi vật phẩm cho C trong trường hợp đấu giá thành công

$$C \otimes \text{Item} \multimap \text{Send}(\text{Item}, C)$$

- Trường hợp việc đem vật phẩm đi đấu giá không thành công, smart contract sẽ trả vật phẩm lại cho A

$$A \otimes \text{Item} \multimap \text{Return}(\text{Item}, A)$$

- Nếu vật phẩm được đấu giá thành công thì smart contract sẽ tự động chuyển tiền cho A

$$(\text{Wallet}_A + y_C) \wp (C \otimes (\text{Wallet}_C + y_C))$$

- Trong khi chưa hết thời gian đấu giá times, bên A có quyền hủy hợp đồng. Nếu chưa có người đấu giá C, thì smart contract sẽ hoàn lại vật phẩm cho A

$$\text{Times}^\perp \otimes \text{Item} \otimes C^\perp \multimap \text{Return}(\text{Item}, A)$$

- Trong khi chưa hết thời gian đấu giá times, bên A có quyền hủy việc đấu giá vật phẩm. Nếu có người đấu giá C, thì smart contract sẽ hoàn lại vật phẩm cho A, đồng thời hoàn tiền lại cho C

$$\text{Times}^\perp \otimes \text{Item} \otimes C \multimap \text{Return}(\text{Item}, A) \otimes (\text{Wallet}_C + y_C)$$

- Hết thời gian đấu giá Times , nếu có người đấu giá thì smart contract sẽ chuyển vật phẩm cho C, và chuyển tiền cho A

$$Times \otimes Item \otimes C \multimap (Wallet_A + y_C) \otimes Send(Item, C)$$

- Hết thời gian đấu giá Times, nếu không có người đấu giá thì smart contract sẽ hoàn lại vật phẩm cho A

$$Times \otimes Item \otimes C^\perp \multimap Return(Item, A)$$

4 Bài toán 4: Sử dụng mã giả để lập trình smart contract minh họa cho ngữ cảnh được đưa ra trong Bài tập 2

Mã giả để lập trình smart contract minh họa cho ngữ cảnh được đưa ra ở mục 2.1. Trong bài tập lớn này, mặc định việc hệ thống xử lý mã item của sản phẩm là có sẵn.

Giải thuật 1 Chọn người trả giá cao hơn và hoàn tiền cho người trả giá cao nhất trước đó

Input: highestBidder, highestBid, player, newBiddingValue, timestamp_contract, ended
textbfOutput:

```
if Converting system time to timestamp <= timestamp_contract and boolean(ended) = false)
then
  if newBiddingValue > highestBid then
    if exists(highestBidder) then
      | transfer money(highestBid) to the highestBidder;
    end
  end
end
end
```

Giải thuật 2 Giao dịch khi phiên đấu giá kết thúc

Input: owner, highestBidder, highestBid, itemKey, timestamp_contract, ended
textbfOutput:

```
if Converting system time to timestamp >= timestamp_contract and boolean(ended) = false)
then
    if exists(highestBidder) then
        Transfer money(highestBid) to owner;
        Transfer code(itemKey) to highestBidder;
        Cancel the possession of the owner to the key;
    end
    else
        Transfer code(itemKey) to owner;
    end
end
else
    Waiting for the auction to end;
end
```

5 Bài toán 5: Sử dụng Solidity hoặc Go để lập trình smart contract minh họa cho ngữ cảnh trong Bài tập 2

AuctionItem.sol

```
1 pragma solidity ^0.4.24;
2
3 import "./DateTime.sol";
4 contract AuctionItem
5 {
6     address public owner; // người đem vật phẩm đi đấu giá
7     uint public auctionEnd; // thời gian kết thúc
8     DateTime dt;
9
10    // Trạng thái hiện tại của quá trình đấu giá
11    address public highestBidder; // người đấu giá cao nhất
12    uint public highestBid; // giá đấu cao nhất
13    uint public defaultBid; // giá đấu khởi điểm
14
15    // Cho phép người đấu giá thấp hơn rút tiền lại
16    mapping(address => uint) pendingReturns;
17    // Ma vật phẩm
18    mapping(address => string) itemKey;
19
20    // Cho phép người đem vật phẩm đi đấu giá hủy bán đấu giá.
21    // Nếu cuộc bán đấu giá không bị hủy thì sẽ được giao giá trị true khi
22    // kết thúc phiên đấu giá nhằm không cho phép sự can thiệp sau thời hạn
23    .
24    bool ended = false;
25
26    // Các sự kiện trong phiên đấu giá
```

```
26  /// Gia dau tang!
27  event HighestBidIncreased(address bidder, uint amount);
28  /// Ket thuc!
29  event AuctionEnded(address winner, uint amount);
30
31  /// Tao mot hop dong dau gia thong minh voi thoi gian dau gia la
32  /// '_biddingTime' giay, muc gia khoi diem la '_defaultBid' Ether
33  /// , vat pham co ma dinh danh '_itemKey'
34  /// nguoi dem vat pham di dau gia co dia chi '_owner'.
35  /// Thoi gian dau gia co the duoc dieu chinh lai.
36  constructor(
37      uint _biddingTime,
38      address _owner,
39      uint _defaultBid,
40      string _itemKey,
41      address addrDatetime
42  ) public {
43      owner = _owner;
44      auctionEnd = now + _biddingTime;
45      highestBid = _defaultBid;
46      defaultBid = _defaultBid;
47      itemKey[owner] = _itemKey;
48      dt = DateTime(addrDatetime);
49  }
50
51  /// Thay doi tinh trang hop dong boi nguoi dem vat pham di dau gia
52  modifier onlyBy(address account) {
53      require(
54          msg.sender == account,
55          "Khong co quyen thuc hien."
56      );
57      _;
58  }
59
60  /// Huy phien dau gia hien tai!
61  function cancel() public onlyBy(owner){
62      ended = true;
63      // Tra tien lai cho nguoi dau gia
64      if (highestBid != defaultBid) {
65          // De nguoi choi tu rut tien
66          pendingReturns[highestBidder] += highestBid;
67          delete highestBidder;
68          highestBid = defaultBid;
69      }
70  }
71
72  /// Kich hoat lai phien dau gia!
73  function activeAgain() public onlyBy(owner) {
74      // Chi duoc kich hoat lai khi con thoi gian dau gia.
75      require(now <= auctionEnd, "Khong the kich hoat lai.");
76      ended = false;
77  }
78
```

```
79  /// Dat thoi gian ket thuc dau gia neu muon thoi gian dau gia keo dai
    hon.
80  function alterAuctionEndTime (
81      uint16 year,
82      uint8 month,
83      uint8 day,
84      uint8 hour,
85      uint8 minute,
86      uint8 second
87  ) public
88      onlyBy(owner)
89  {
90      uint timeStamp =
91          dt.toTimestamp(year, month, day, hour, minute, second);
92  require(
93      timeStamp > auctionEnd
94      , "Thoi han moi khong lon hon thoi han ban dau!"
95  );
96  auctionEnd = timeStamp;
97  }
98
99  /// Dau gia voi so tien di kem giao dich nay.
100  /// Tien chi duoc hoan lai neu ban khong thang.
101  function bid() public payable {
102
103      /// Huy giao dich neu qua han.
104      require(
105          now <= auctionEnd,
106          "Phien dau gia ket thuc!"
107      );
108
109      /// Phien dau gia phai dang trong qua tripragma solidity ^0.4.24;
110
111  import "./DateTime.sol";
112  contract AuctionItem
113  {
114      address public owner; // nguoi dem vat pham di dau gia
115      uint public auctionEnd; // thoi gian ket thuc
116      DateTime dt;
117
118      /// Trang thai hien tai cua qua trinh dau gia
119      address public highestBidder; // nguoi dau gia cao nhat
120      uint public highestBid; // gia dau cao nhat
121      uint public defaultBid; // gia dau khoi diem
122
123      /// Cho phép người đấu giá thấp hơn rút tiền lại
124      mapping(address => uint) pendingReturns;
125      /// Ma vat pham
126      mapping(address => string) itemKey;
127
128      /// Cho phép người đem vật phẩm đi đấu giá hủy bán đấu giá.
129      /// Neu cuoc ban dau gia khong bi huy thi se duoc gan gia tri true khi
```

```
130 // ket thuc phien dau gia namh không cho phép su can thiệp sau thoi han
131 .
132 bool ended = false;
133
134 // Cac su kien trong phien dau gia
135 /// Gia dau tang!
136 event HighestBidIncreased(address bidder, uint amount);
137 /// Ket thuc!
138 event AuctionEnded(address winner, uint amount);
139
140 /// Tao mot hop dong dau gia thong minh voi thoi gian dau gia la
141 /// '_biddingTime' giay, muc gia khoi diem la '_defaultBid' wei
142 /// , vat pham co ma dinh danh '_itemKey'
143 /// nguoi dem vat pham di dau gia co dia chi '_owner'.
144 /// Thoi gian dau gia co the duoc dieu chinh lai.
145 constructor(
146     uint _biddingTime,
147     address _owner,
148     uint _defaultBid,
149     string _itemKey,
150     address addrDatetime
151 ) public {
152     owner = _owner;
153     auctionEnd = now + _biddingTime;
154     highestBid = _defaultBid;
155     defaultBid = _defaultBid;
156     itemKey[owner] = _itemKey;
157     dt = DateTime(addrDatetime);
158 }
159
160 /// Thay doi tinh trang hop dong boi nguoi dem vat pham di dau gia
161 modifier onlyBy(address account) {
162     require(
163         msg.sender == account,
164         "Không có quyền thực hiện."
165     );
166 }
167
168 /// Huy phien dau gia hien tai!
169 function cancel() public onlyBy(owner){
170     ended = true;
171     // Tra tien lai cho nguoi dau gia
172     if (highestBid != defaultBid) {
173         // De nguoi choi tu rut tien
174         pendingReturns[highestBidder] += highestBid;
175         delete highestBidder;
176         highestBid = defaultBid;
177     }
178 }
179
180 /// Kich hoạt lại phien dau gia!
181 function activeAgain() public onlyBy(owner) {
```

```
182         // Chỉ được kích hoạt lại khi còn thời gian đấu giá.
183         require(now <= auctionEnd, "Không thể kích hoạt lại.");
184         ended = false;
185     }
186
187     /// Dát thời gian kết thúc đấu giá nếu muốn thời gian đấu giá kéo dài
188     /// hơn.
189     function alterAuctionEndTime (
190         uint16 year,
191         uint8 month,
192         uint8 day,
193         uint8 hour,
194         uint8 minute,
195         uint8 second
196     ) public
197     onlyBy(owner) {
198         require(
199             !ended, "Phiên đã kết thúc! Không thể thay đổi!"
200         );
201         uint timeStamp =
202             dt.toTimestamp(year, month, day, hour, minute, second);
203         require(
204             timeStamp > auctionEnd,
205             "Thời hạn mới không lớn hơn thời hạn ban đầu!"
206         );
207         auctionEnd = timeStamp;
208     }
209
210     /// Đấu giá với số tiền đi kèm giao dịch này.
211     /// Tiền chỉ được hoàn lại nếu bạn không thắng.
212     function bid() public payable {
213
214         // Huy giao dịch nếu quá hạn.
215         require(
216             now <= auctionEnd,
217             "Phiên đấu giá kết thúc!"
218         );
219
220         // Phiên đấu giá phải đang trong quá trình hoạt động
221         require(
222             !ended,
223             "Vật phẩm đã bị hủy bỏ đấu giá!"
224         );
225
226         // Không chấp nhận mức giá thấp hơn mức giá đấu hiện tại.
227         require(
228             msg.value > highestBid,
229             "Đã có giá đấu cao hơn!!"
230         );
231
232         // Người chơi phải đảm bảo có đủ tiền.
233         require(
234             msg.value <= msg.sender.balance,
```



```
234         "Ban không đủ tiền để tham gia!"
235     );
236
237     if (highestBid != defaultBid) {
238         // Người chơi có giá đầu thấp hơn có thể rút tiền lại
239         pendingReturns[highestBidder] += highestBid;
240     }
241     highestBidder = msg.sender;
242     highestBid = msg.value;
243     emit HighestBidIncreased(msg.sender, msg.value);
244 }
245
246 /// Rút tiền trong trường hợp có người khác trả cao hơn.
247 function withdraw() public returns (bool) {
248     uint amount = pendingReturns[msg.sender];
249     if (amount > 0) {
250         // Đặt lại về 0 để tránh trường hợp gian lận rút nhiều lần.
251         pendingReturns[msg.sender] = 0;
252
253         // Nếu rút tiền không thành công
254         if (!msg.sender.send(amount)) {
255             // Xem như chưa rút.
256             pendingReturns[msg.sender] = amount;
257             return false;
258         }
259     }
260     return true;
261 }
262
263 /// Kết thúc phiên đấu giá, gửi tiền cho người em vật phẩm i đấu
264 /// giá,
265 /// gửi mã vật phẩm cho người thắng cuộc.
266 function auctionEnd() public {
267     // 1. Conditions
268     require(now >= auctionEnd, "Phiên đấu giá chưa kết thúc.");
269     require(!ended, "Phiên đấu giá không hoạt động.");
270
271     // 2. Effects
272     ended = true;
273     emit AuctionEnded(highestBidder, highestBid);
274
275     // 3. Interaction
276     // Nếu có người đầu giá
277     if (highestBid != defaultBid) {
278         owner.transfer(highestBid);
279         itemKey[highestBidder] = itemKey[owner];
280         itemKey[owner] = "";
281     }
282     // else do nothing
283     // Thực tế thì hệ thống sẽ trả lại vật phẩm cho người đem nó đi đấu giá.
284 }
```

File "DateTime.sol" sử dụng lại từ code mẫu trong đề bài tập lớn.

DateTime.sol

```
1 pragma solidity ^0.4.24;
2
3 contract DateTime {
4
5     struct _DateTime {
6         uint16 year;
7         uint8 month;
8         uint8 day;
9         uint8 hour;
10        uint8 minute;
11        uint8 second;
12        uint8 weekday;
13    }
14
15    uint constant DAY_IN_SECONDS = 86400;
16    uint constant YEAR_IN_SECONDS = 31536000;
17    uint constant LEAP_YEAR_IN_SECONDS = 31622400;
18
19    uint constant HOUR_IN_SECONDS = 3600;
20    uint constant MINUTE_IN_SECONDS = 60;
21
22    uint16 constant ORIGIN_YEAR = 1970;
23
24    function isLeapYear(uint16 year) public pure returns (bool) {
25        if (year % 4 != 0) {
26            return false;
27        }
28        if (year % 100 != 0) {
29            return true;
30        }
31        if (year % 400 != 0) {
32            return false;
33        }
34        return true;
35    }
36
37    function leapYearsBefore(uint year) public pure returns (uint) {
38        year -= 1;
39        return year / 4 - year / 100 + year / 400;
40    }
41
42    function getDaysInMonth(uint8 month, uint16 year) public pure returns (
43        uint8) {
44        if (month == 1 || month == 3 || month == 5 || month == 7 || month
45            == 8 || month == 10 || month == 12) {
46            return 31;
47        }
48        else if (month == 4 || month == 6 || month == 9 || month == 11) {
49            return 30;
50        }
51        else if (isLeapYear(year)) {
52            return 29;
53        }
54    }
```

```
51     }
52     else {
53         return 28;
54     }
55 }
56
57 function parseTimestamp(uint timestamp) internal pure returns (
58     _DateTime dt) {
59     uint secondsAccountedFor = 0;
60     uint buf;
61     uint8 i;
62
63     // Year
64     dt.year = getYear(timestamp);
65     buf = leapYearsBefore(dt.year) - leapYearsBefore(ORIGIN_YEAR);
66
67     secondsAccountedFor += LEAP_YEAR_IN_SECONDS * buf;
68     secondsAccountedFor += YEAR_IN_SECONDS * (dt.year - ORIGIN_YEAR -
69     buf);
70
71     // Month
72     uint secondsInMonth;
73     for (i = 1; i <= 12; i++) {
74         secondsInMonth = DAY_IN_SECONDS * getDaysInMonth(i, dt.year);
75         if (secondsInMonth + secondsAccountedFor > timestamp) {
76             dt.month = i;
77             break;
78         }
79         secondsAccountedFor += secondsInMonth;
80     }
81
82     // Day
83     for (i = 1; i <= getDaysInMonth(dt.month, dt.year); i++) {
84         if (DAY_IN_SECONDS + secondsAccountedFor > timestamp) {
85             dt.day = i;
86             break;
87         }
88         secondsAccountedFor += DAY_IN_SECONDS;
89     }
90
91     // Hour
92     dt.hour = getHour(timestamp);
93
94     // Minute
95     dt.minute = getMinute(timestamp);
96
97     // Second
98     dt.second = getSecond(timestamp);
99
100    // Day of week .
101    dt.weekday = getWeekday(timestamp);
102 }
```

```
102     function getYear(uint timestamp) public pure returns (uint16) {
103         uint secondsAccountedFor = 0;
104         uint16 year;
105         uint numLeapYears;
106         // Year
107         year = uint16(ORIGIN_YEAR + timestamp / YEAR_IN_SECONDS);
108         numLeapYears = leapYearsBefore(year) - leapYearsBefore(ORIGIN_YEAR)
109     ;
110         secondsAccountedFor += LEAP_YEAR_IN_SECONDS * numLeapYears;
111         secondsAccountedFor += YEAR_IN_SECONDS * (year - ORIGIN_YEAR -
112         numLeapYears);
113         while (secondsAccountedFor > timestamp) {
114             if (isLeapYear(uint16(year - 1))) {
115                 secondsAccountedFor -= LEAP_YEAR_IN_SECONDS;
116             }
117             else {
118                 secondsAccountedFor -= YEAR_IN_SECONDS;
119             }
120             year -= 1;
121         }
122         return year;
123     }
124
125     function getMonth(uint timestamp) public pure returns (uint8) {
126         return parseTimestamp(timestamp).month;
127     }
128
129     function getDay(uint timestamp) public pure returns (uint8) {
130         return parseTimestamp(timestamp).day;
131     }
132
133     function getHour(uint timestamp) public pure returns (uint8) {
134         return uint8((timestamp / 60 / 60) % 24);
135     }
136
137     function getMinute(uint timestamp) public pure returns (uint8) {
138         return uint8((timestamp / 60) % 60);
139     }
140
141     function getSecond(uint timestamp) public pure returns (uint8) {
142         return uint8(timestamp % 60);
143     }
144
145     function getWeekday(uint timestamp) public pure returns (uint8) {
146         return uint8 ((timestamp / DAY_IN_SECONDS + 4) % 7);
147     }
148
149     function toTimestamp(uint16 year, uint8 month, uint8 day) public pure
150     returns (uint timestamp) {
151         return toTimestamp(year, month, day, 0, 0, 0);
152     }
153
154     function toTimestamp (uint16 year, uint8 month, uint8 day, uint8 hour)
```

```
152 public pure returns (uint timestamp) {
153     return toTimestamp(year, month, day, hour, 0, 0);
154 }
155
156 function toTimestamp(uint16 year, uint8 month, uint8 day, uint8 hour,
157 uint8 minute) public pure returns (uint timestamp) {
158     return toTimestamp(year, month, day, hour, minute, 0);
159 }
160
161 function toTimestamp(uint16 year, uint8 month, uint8 day, uint8 hour,
162 uint8 minute, uint8 second) public pure returns (uint timestamp) {
163     uint16 i;
164
165     // Year
166     for (i = ORIGIN_YEAR; i < year; i++) {
167         if (isLeapYear(i)) {
168             timestamp += LEAP_YEAR_IN_SECONDS;
169         }
170         else {
171             timestamp += YEAR_IN_SECONDS;
172         }
173     }
174     // Month
175     uint8[12] memory monthDayCounts;
176     monthDayCounts[0] = 31;
177     if (isLeapYear(year)) {
178         monthDayCounts[1] = 29;
179     }
180     else {
181         monthDayCounts[1] = 28;
182     }
183     monthDayCounts[2] = 31;
184     monthDayCounts[3] = 30;
185     monthDayCounts[4] = 31;
186     monthDayCounts[5] = 30;
187     monthDayCounts[6] = 31;
188     monthDayCounts[7] = 31;
189     monthDayCounts[8] = 30;
190     monthDayCounts[9] = 31;
191     monthDayCounts[10] = 30;
192     monthDayCounts[11] = 31;
193     for (i = 1; i < month ; i++) {
194         timestamp += DAY_IN_SECONDS * monthDayCounts[i - 1];
195     }
196     // Day
197     timestamp += DAY_IN_SECONDS * (day - 1);
198     // Hour
199     timestamp += HOUR_IN_SECONDS * (hour);
200     // Minute
201     timestamp += MINUTE_IN_SECONDS * (minute);
202     // Second
203     timestamp += second;
204     return timestamp;
205 }
```



202

}

203

}



Tài liệu

- [Alex93] Vladimir Alexiev. *Applications of Linear Logic to Computation: An Overview*, 1993.
- [Ser18] Sergy Nosikov. *What are smart contracts?*
<https://www.cryptoninjas.net/what-are-smart-contracts/>. Truy cập vào 01/6/2018.
- [Sza96] Nick Szabo. *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets..* Trên Extropy #16, 1996.
- [1] *Smart Contracts: The Blockchain Technology That Will Replace Lawyers.*
<https://blockgeeks.com/guides/smart-contracts/>. Truy cập vào 01/6/2018.
- [2] *Smart Contracts: 12 Use Cases For Business And Beyond.*
<https://www.ccn.com/smart-contracts-12-use-cases-for-business-and-beyond/>. Truy cập vào 01/6/2018.
- [3] *5 Applications Of Smart Contracts.*
<https://disruptionhub.com/smart-contract-uses/>. Truy cập vào 01/6/2018.
- [4] *Computational Aspects of Linear Logic.* Nhà xuất bản MIT thuộc Viện Công nghệ Massachusetts (1996), trang 2.