* 1. Bài toán Bữa tối của những người man rợ

1.1 Phát biểu: Một nhóm người man rợ dùng chung bữa tối từ một cái nồi lớn có thể phục vụ M suất thịt hầm. Mỗi khi có ai đó muốn ăn, hắn ta sẽ tự múc lấy, trừ khi trong nồi đã hết. Nếu nồi hết thịt, tên man rợ đó sẽ đánh thức đầu bếp và chờ cho đến khi đầu bếp làm nồi thịt đầy lại. Mỗi luồng man rợ nào cũng chạy đoạn code sau:

1 while True:  
2 getServingFromPot()  
3 eat()

Và luồng đầu bếp chạy đoạn code:

1 while True:  
2 putServingsInPot(M)

Ràng buộc đồng bộ hóa ở đây là:

* Những kẻ man rợ không thể gọi đến getServingFromPot nếu nồi trống không.
* Đầu bếp chỉ có thể gọi đến putServingInPot nếu nồi trống không.

Vấn đề đặt ra: Thêm code cho những tên man rợ và đầu bếp để thỏa mãn ràng buộc đồng bộ hóa.

1.2 Gợi ý

Ta có thể sử dụng semaphore để theo dõi số lượt tự phục vụ như trong bài toán Người sản xuất - người tiêu thụ. Nhưng để ra hiệu cho đầu bếp mỗi khi trong nồi trống không, luồng phải biết trước khi giảm semaphore dù nó vẫn phải đợi, ta không thể làm thế được.

Một cách khác là sử dụng bảng điểm để theo dõi số lượt tự phục vụ. Nếu tên man thấy số 0, hắn ta sẽ đánh thức đầu bếp và chờ tín hiệu báo rằng nồi đã đầy lại.

Các biến được sử dụng:

1 servings = 0  
2 mutex = Semaphore(1)  
3 emptyPot = Semaphore(0)  
4 fullPot = Semaphore(0)

Trong đó, emptyPot chỉ trường hợp nồi trống, và fullPot chỉ trường hợp nồi đầy.

1.3 Lời giải

Lời giải là sự tổ hợp của phương pháp dùng bảng điểm (scoreboard) và điểm hẹn (rendezvous). Dưới đây là đoạn code cho đầu bếp:

1 while True:  
2 emptyPot.wait()  
3 putServingsInPot(M)  
4 fullPot.signal()

Đoạn code cho những tên man rợ có chút phức tạp hơn. Mỗi khi tên man rợ chạy qua một mutex, hắn ta sẽ kiểm tra cái nồi. Nếu nồi trống không, hắn sẽ báo cho đầu bếp và bắt đầu đợi. Ngược lại, hắn giảm số lượt phục vụ xuống và dùng nó.

1 while True:  
2 mutex.wait()  
3 if servings == 0:  
4 emptyPot.signal()  
5 fullPot.wait()  
6 servings = M  
7 servings -= 1  
8 getServingFromPot()  
9 mutex.signal()  
10  
11 eat()

Có lẽ hơi kì lạ khi mà tên man rợ, chứ không phải đầu bếp, lại đặt servings = M

Điều này không thực sự cần thiết bởi khi đầu bếp chạy putServingsInPot ta biết rằng tên man rợ mà giữ mutex đang phải đợi báo hiệu fullPot. Do đó đầu bếp có thể truy cập servings một cách an toàn. Nhưng trong trường hợp này, lời giải quyết định cho tên man rợ làm điều đó để làm cho code trông rõ ràng hơn khi tất cả các tiến trình tới servings đều nằm trong mutex.

Lời giải này là không có khóa chết. Trường hợp duy nhất mà khóa chết có thể xảy ra là khi tên man rợ dữ mutex phải chờ fullPot. Khi hắn ta đang chờ, những tên man rợ khác cũng phải xếp hàng đợi trên mutex. Nhưng ngay cả khi đầu bếp chạy và ra hiệu rằng fullPot thì cũng cho phép tên man rợ đang chờ có thể tiếp tục hay thoát khỏi mutex.

Liệu lời giải này giả định rằng cái nồi là một luồng an toàn hay nó đảm bảo rằng putServingsInPot và getServingFromPot được thực hiện một cách độc lập?

5.4 Bài toán Ông già Noel

Bài toán này nằm trong William Stallings’s Operating Systems nhưng ông đã trao nó cho John Trono của đại học St. Michael’s ở Vermont.

* 1. Phát biểu

Ông già Noel ngủ trong cửa hàng của ông ấy ở Bắc Cực và chỉ có thể bị đánh thức bởi đồng thời 9 chú tuần lộc đang trở về từ kì nghỉ của chúng ở phía nam Thái Bình Dương hoặc các gia tinh gặp khó khăn trong việc chế tạo đồ chơi. Để ông già Noel có thể nghỉ ngơi, các gia tinh chỉ có thể đánh thức ông ấy khi có 3 trong số chúng gặp vấn đề. Khi 3 gia tinh đang được ông giúp đỡ giải quyết vấn đề, những gia tinh khác muốn được giúp đỡ đều phải chờ đợi đến khi nhóm kia trở lại. Nếu ông già Noel thức dậy và thấy có 3 gia tinh đang chờ giúp đỡ, cùng với đó là chú tuần lộc cuối cùng đã trở về từ vùng nhiệt đới, ông ấy sẽ quyết định rằng các gia tinh có thể chờ đến sau giáng sinh bởi việc chuẩn bị cho xe trượt tuyết sẵn sàng là quan trọng hơn. (Giả định rằng các chú tuần lộc không muốn rời khỏi miền nhiệt đới, nên chúng sẽ ở đấy đến lâu nhất có thể.) Con tuần lộc cuối cùng trở về sẽ phải báo với ông già Noel trong khi số còn lại đã chờ sẵn trong căn phòng ấm áp chuẩn bị cho chuyến kéo xe trượt tuyết.

Dưới đây là một vài chi tiết thêm vào:

* Sau khi chú tuần lộc thứ 9 trở về, ông già Noel phải gọi đến prepareSleigh, và sau đó cả 9 chú tuần lộc phải gọi đến getHitched.
* Sau khi con gia tinh thứ 3 tới, ông già Noel phải gọi đến helpElves. Đồng thời, cả 3 con gia tinh nên gọi đến getHelp.
* Cả 3 con gia tinh phải gọi đến getHelp trước khi các con gia tinh khác vào (tăng số đếm gia tinh)

Ông già Noel sẽ chạy vòng lặp để ông có thể giúp được nhiều nhóm gia tinh. Ta có thể giả định rằng có đúng 9 chú tuần lộc nhưng số lượng gia tinh là không biết trước.

* 1. Gợi ý

1 elves = 0  
2 reindeer = 0  
3 santaSem = Semaphore(0)  
4 reindeerSem = Semaphore(0)  
5 elfTex = Semaphore(1)  
6 mutex = Semaphore(1)

Những con gia tinh và tuần lộc đều được đếm và được bảo vệ bởi mutex. Ông già Noel dựa vào đó để kiểm tra. Ông sẽ chờ ở santaSem cho đến khi được một con gia tinh hoặc tuần lộc báo hiệu. Những chú tuần lộ chờ ở reindeerSem cho đến khi ông già Noel ra hiệu cho chúng vào khóa móc và buộc vào. Những con gia tinh sử dụng elfTex để ngăn chặn những con gia tinh khác được thêm vào khi chúng đang nhận sự giúp đỡ.

* 1. Lời giải

Code của ông già Noel khá là đơn giản, nhưng nhớ là nó được chạy trong vòng lặp.

1 santaSem.wait()  
2 mutex.wait()  
3 if reindeer == 9:  
4 prepareSleigh()  
5 reindeerSem.signal(9)  
6 else if elves == 3:  
7 helpElves()  
8 mutex.signal()

Khi ông già Noel thức dậy, ông kiểm tra xem điều kiện nào trong hai điều kiện được thỏa mãn, hoặc là giao dịch với con tuần lộc hoặc những gia tinh đang chờ đợi. Nếu có chín con tuần lộc đang đợi, ông sẽ gọi đến prepareSleigh, sau đó ra hiệu reindeerSem 9 lần, cho phép những con tuần lộc gọi đến getHitched. Nếu như những con gia tinh đang chờ, ông ấy sẽ chỉ việc gọi đến helpElves. Những con gia tinh không cần phải đợi ông già Noel, một khi chúng ra hiệu santaSem, chúng có thể gọi đến getHelp ngay lập tức.

Đây là code cho tuần lộc:

1 mutex.wait()  
2 reindeer += 1  
3 if reindeer == 9:  
4 santaSem.signal()  
5 mutex.signal()  
6 7  
reindeerSem.wait()  
8 getHitched()

Chú tuần lộc thứ 9 sau khi báo hiệu cho ông già Noel thì sẽ nhập hội với những con còn lại ở reindeerSem. Khi được ông già Noel ra hiệu, chúng sẽ cùng thực thi getHitched.

Code của gia tinh cũng tương tự như thế, ngoại trừ việc khi con gia tinh chứ 3 tới, nó phải ngăn chặn những con gia tinh đến nơi sau nó tiếp tục vào cho đến khi 3 con đầu tiên này thực thi getHelp.

1 elfTex.wait()  
2 mutex.wait()  
3 elves += 1  
4 if elves == 3:  
5 santaSem.signal()  
6 else  
7 elfTex.signal()  
8 mutex.signal()  
9  
10 getHelp()  
11  
12 mutex.wait()  
13 elves -= 1  
14 if elves == 0:  
15 elfTex.signal()  
16 mutex.signal()

Con gia tinh cuối cùng rời đi sẽ giải phóng elfTex, cho phép nhóm 3 con gia tinh tiếp theo được vào.