ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

NGUYỄN TIẾN HUY

THUẬT TOÁN CHẤP NHẬN TRÌ HOÃN VÀ THIẾT KẾ THỊ TRƯỜNG

LUẬN VĂN THẠC SĨ TOÁN HỌC

Thái Nguyên, năm 2014

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

NGUYỄN TIẾN HUY

THUẬT TOÁN CHẤP NHẬN TRÌ HOÃN VÀ THIẾT KẾ THỊ TRƯỜNG

Chuyên ngành: Toán ứng dụng
Mã số: 60.46.01.12

LUẬN VĂN THẠC SĨ TOÁN HỌC

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:
GS. TSKH. HÀ HUY KHOÁI

Thái Nguyên, năm 2014

Mục lục

Lời cảm ơn **3**

Lời mở đầu **4**

Chương 1. Thuật toán chấp nhận trì hoãn **7**

1.1 Tuyển sinh đại học và hôn nhân bền vững 7

1.1.1 Giới thiệu 7

1.1.2 Các tiêu chí về phân bổ 8

1.1.3 Hôn nhân bền vững 10

1.2 Thuật toán chấp nhận trì hoãn 11

1.2.1 Định lý về sự tồn tại phân bổ ổn định với vấn đề hôn nhân 11

1.2.2 Phân bổ ổn định với vấn đề tuyển sinh 14

1.2.3 Phân bổ ổn định tối ưu 15

Chương 2. Thiết kế thị trường **16**

2.1 Sự minh bạch: Những Thị trường bác sĩ 16

2.1.1 Thị trường cho những bác sĩ mới ở Mỹ 17

2.1.2 Thị trường y tế địa phương tại Vương quốc Anh . . 18

2.1.3 Bằng chứng thử nghiệm 20
2.2 Thiết kế thị trường 21
2.2.1 Thiết kế lại thị trường bác sĩ 21
2.2.2 Tuyển sinh đại học 23
2.2.3 Trao đổi thận 25

Kết luận **28**

Tài liệu tham khảo **29**

Lời cảm ơn

Trước khi trình bày nội dung chính của luận văn, tôi xin được bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới GS. TSKH. Hà Huy Khoái, người đã tận tình hướng dẫn, giúp đỡ, động viên tôi hoàn thành được luận văn này.

Tôi cũng xin gửi lời cảm ơn chân thành tới các thầy cô giáo thuộc Khoa Toán - Tin, Trường Đại học Khoa học, Đại học Thái Nguyên, bạn bè, đồng nghiệp, người thân đã tạo điều kiện, động viên, giúp đỡ tôi trong suốt quá trình học tập và thực hiện luận văn.

Lời mở đầu

Khi nghiên cứu về sự tắc nghẽn của việc phân bổ lao động của một số thị trường tại Mỹ, Alvin Roth đã nhận thấy sự tương đồng của những thị trường này với mô hình toán học đã được Lloyd Shapley nghiên cứu từ cách đây 50 năm. Sau đó, ông đã nghiên cứu và thiết kế lại những thị trường này dựa trên thuật toán chấp nhận trì hoãn được đưa ra bởi D. Gale và Lloyd Shapley năm 1962. Những đóng góp to lớn của Roth đã được ghi nhận, tháng 10 năm 2012 Alvin Roth và Lloyd Shapley vinh dự nhận Giải Nobel Kinh tế về Lý thuyết phân bổ ổn định và thiết kế thị trường.

Câu chuyện bắt đầu vào năm 1962, David Gale (người đã qua đời năm 2008) và Shapley, hiện 89 tuổi, đã cho công bố bài báo mang tên "Tuyển sinh đại học và Sự ổn định của hôn nhân" (College Admissions and the Stability of Marriage). Hai ông cho rằng sự tương đồng giữa tuyển sinh đại học, trong đó sinh viên và trường đại học đang tạo thành cặp đôi với sự cố gắng làm cả hai bên hài lòng, và thị trường hôn nhân, trong đó một số cố định nam giới và nữ giới đang cố gắng tìm kiếm hôn nhân.

Trong các vở kịch lãng mạn, từng người đàn ông và đàn bà đều kết hôn với tình yêu đích thực của mình. Trong cuộc sống thực tế, một số người miễn cưỡng chấp nhận "nhân vật hạng hai" một việc làm có thể dẫn đến rất nhiều rắc rối. Nếu John và Mary yêu nhau nhưng đã kết hôn với những người khác, rất có thể họ sẽ bỏ người bạn đời hiện tại và cưới nhau. Nhưng nếu John yêu Mary, trong khi Mary yêu chồng cô hơn John, cả hai sẽ không có thay đổi nào trong cuộc hôn nhân của họ.

Gale và Shapley nghĩ ra một thuật toán để ghép một số lượng bằng nhau nam giới và nữ giới. Từng nam giới và nữ giới sẽ xếp hạng đối tác yêu thích của họ. Từng nam giới cầu hôn người phụ nữ được anh ta xếp hạng cao nhất. Mỗi người nữ giới từ chối toàn bộ những lời cầu hôn chị ta nhận được ngoại

trừ người được xếp hạng cao nhất. Nhưng người phụ nữ này không chấp nhận lời cầu hôn, nếu người đàn ông chị ta yêu thích thậm chí lại cầu hôn vào lần tới. Thuật toán này được lặp lại cho đến khi toàn bộ số phụ nữ có được lời cầu hôn vừa ý.

Trên thực tế thì lý thuyết ổn định và thuật toán chấp nhận trì hoãn không có cơ hội để biến đổi thị trường hôn nhân. Nhưng Roth đã đưa ứng dụng thực tiễn của thuật toán vào những lĩnh vực khác. Trong những năm 1940, cuộc cạnh tranh giành bác sĩ đôi khi đã chứng kiến việc các bệnh viện thậm chí "chào mời" sinh viên nhiều năm trước khi họ tốt nghiệp, trước khi biết rõ bằng cấp và khả năng chuyên môn của họ. Chương trình quốc gia về lựa chọn bác sĩ phù hợp (The National Resident Matching Programme) được đưa ra nhằm lựa chọn bác sĩ phù hợp cho các bệnh viện theo phương thức tối đa hóa sự hài lòng của cả 2 bên. Chương trình này Roth đã viết trong một tài liệu năm 1984, là ví dụ đời thực về thuật toán "chấp nhận trì hoãn" (deferred-acceptance) của 2 ông Gale và Shapley.

Những hệ thống khác hoạt động ít hiệu quả hơn. Cả hệ thống trường công New York và Boston được sử dụng để chỉ định sinh viên theo sự lựa chọn yêu thích của họ, nhưng sinh viên thường phải quyết định trước khi biết toàn bộ quyền lựa chọn của họ. Hàng nghìn người học xong phổ thông mà không bày tỏ sự yêu thích nào. Ông Roth giúp thiết kế thuật toán cho cả 2 trường trên và giúp giảm đáng kể những lựa chọn sai lầm.

Roth cũng áp dụng kiến thức của mình vào hoạt động hiến nội tạng. Một người sẽ không hiến thận trong nhiều tình huống và hoàn cảnh, nhưng lại có thể hiến thận nếu vợ anh ta cần. Nếu nhóm máu của họ không phù hợp, họ có thể được ghép đôi với những cặp đôi khác tương tự. Chương trình Trao đổi Thận của New England, được sáng lập một phần nhờ ông Roth, tích hợp nhiều chuỗi những người hiến tặng và người tiếp nhận và tăng nguồn cung cấp thận bằng cách làm cho người hiến tặng tự tin hơn rằng người yêu dấu của họ cũng sẽ tìm được một quả thận phù hợp.

Ngày nay internet có thể giúp hệ thống đối xứng phù hợp trở nên khả thi. Tuy nhiên, không phải lúc nào cũng có thể cải tiến những hệ thống hiện có. Utku Ünver tại Đại học Boston, người đã cùng ông Roth phát triển chương trình trao đổi thận, chỉ rõ việc sắp xếp sinh viên luật vào vị trí thư ký cho thẩm phán liên bang. Các thẩm phán có quyền kiểm soát toàn bộ đối với

những người họ thuê làm, và những sinh viên mà họ chọn, do vậy, hệ thống lựa chọn phù hợp mang lại ít lợi ích hơn.

Khi các khoa kinh tế học thuê mới tiến sĩ đến làm việc, hệ thống lựa chọn phù hợp sẽ giúp các giao dịch trở nên thuận lợi hơn vì rất khó để gian lận trong hệ thống này. Ông Utku Ünver cùng cộng sự đang phát triển phương thức giới thiệu những đứa trẻ phù hợp đến các giai đình muốn nhận con nuôi ở Pennsylvania, tuy vậy, quyết định cuối cùng lại tùy thuộc vào nhân viên xã hội và các gia đình.

Trong bài viết năm 1962, Gale và Shaply lưu ý rằng thuật toán của họ không quá phức tạp, minh họa một quan điểm về nguyên tắc của họ: "bất kỳ tranh luận nào được tiến hành với độ chính xác đầy đủ đều mang tính toán học". Sự công nhận công trình của ông Shapley và ông Roth cũng là sự khẳng định rằng đối với những tin tức xấu mà kinh tế học nhận được từ cuộc khủng hoảng, nguyên tắc trên vẫn đủ hiệu quả để giúp giải quyết những vấn đề đời thực.

Trong luận văn này, tôi xin trình bày về thuật toán chấp nhận trì hoãn cũng như những đóng góp của Giáo sư Roth trong việc ứng dụng thuật toán trên vào việc thiết kế thị trường.

Bố cục của luận văn bao gồm 2 chương:

Chương 1 trình bày về thuật toán Gale-Shapley (thuật toán chấp nhận trì hoãn) và những lý thuyết về phân bổ ổn định.

Chương 2 luận văn xin được đưa ra ứng dụng của thuật toán chấp nhận trì hoãn vào thiết kế thị trường cũng như những đóng góp của Giáo sư Roth.

Do thời gian nghiên cứu có hạn, luận văn không tránh khỏi những thiếu sót, tác giả rất mong nhận được những ý kiến đóng góp của các thầy và các bạn để luận văn được hoàn thiện hơn.

Xin chân thành cảm ơn!

Thái Nguyên, tháng 5 năm 2014

Người thực hiện

Nguyễn Tiến Huy

Chương 1

Thuật toán chấp nhận trì hoãn

1.1 Tuyển sinh đại học và hôn nhân bền vững

1.1.1 Giới thiệu

Bài toán mà chúng ta quan tâm liên quan tới tình huống điển hình sau: Một trường đại học đang xem xét một tập n thí sinh (đơn xin nhập học) trong đó chỉ có nhận q chỉ tiêu. Qua việc đánh giá khả năng trình độ của họ, phòng tuyển sinh phải quyết định những thí sinh nào được nhận. Phương thức tuyển sinh chỉ $q-$ thí sinh đủ năng lực trình độ sẽ không được thỏa đáng, không thể giả định rằng tất cả những người được nhập học sẽ chấp nhận. Theo đó, để trường đại học nhận đủ $q-$ chấp thuận, trường đó thường phải đưa ra chấp nhận nhiều hơn $q-$ thí sinh. Bài toán xét xem có bao nhiêu người và những người nào trong số họ đồng ý cần thiết hơn là sự phỏng đoán. Có thể không biết được liệu một thí sinh ở trên cũng nộp đơn ở những trường khác hay không; nếu biết được điều này thì cũng có thể không thể biết được thí sinh đó xếp hạng những trường đại học thí sinh đó đã nộp đơn như thế nào; thậm chí nếu điều này được biết thì cũng sẽ không biết được có những trường khác chấp nhận nhập học cho anh ta. Kết quả của những điều không chắc chắn này là những trường đó chỉ có thể trông đợi ở những lớp nhập học với số sinh viên hợp lý gần đạt đến chỉ tiêu mong muốn, và chất lượng tốt nhất có thể đạt được.

Một vấn đề khó khăn đó là việc đưa ra "danh sách đợi", theo đó một thí

sinh không được nhận nhưng có thể được nhận sau đó nếu trường đó vẫn chưa tuyển đủ. Việc này nảy sinh thêm vấn đề mới, giả sử một thí sinh được nhận vào một trường và có tên trong danh sách đợi của một trường khác mà anh ta thích hơn. Anh ta có nên lựa chọn an toàn bằng việc chấp nhận vào học trường đã nhận mình hay chờ đợi một cơ hội rằng trường anh ta thích hơn sẽ nhận anh ta?

Chúng ta nên cố gắng để những vấn đề khó khăn được nêu ra ở trên đây có thể tránh được. Chúng ta sẽ mô tả một phương thức gán một thí sinh với một trường đại học mà có thể thỏa mãn cả đôi bên trong đó chúng ta loại bỏ hết sự không chắc chắc trong các trường hợp và giả sử rằng có đủ thí sinh vào mỗi trường theo đủ chỉ tiêu.

1.1.2 Các tiêu chí về phân bổ

Một tập n thí sinh được phân giữa m trường đại học, với q_i là chỉ tiêu của trường thứ i. Mỗi thí sinh xếp hạng trường theo thứ tự ưu tiên của người đó, chỉ bỏ sót những trường mà người đó không bao giờ chấp nhận vào học dưới mọi trường hợp. Để thuận tiện hơn, chúng ta giả sử giữa thí sinh và trường không có quan hệ nào, theo đó một thí sinh vô tư giữa hai hay nhiều trường mà người đó không cần thiết sắp xếp theo trật tự nào đó. Mỗi trường đại học tương tự cũng xếp hạng thí sinh đã nộp đơn theo tiêu chí của mình, loại những thí sinh mà không đáp ứng yêu cầu dưới mọi trường hợp, thậm chí kể cả không tuyển đủ chỉ tiêu. Từ những dữ kiện trên, bao gồm cả chỉ tiêu tuyển sinh của các trường và hai tập hợp sắp xếp đó, chúng ta muốn xác định một sự phân bổ của thí sinh vào các trường dựa vào sự thỏa thuận dựa trên tiêu chí công bằng nhất.

Phát biểu như cách ở trên nghe có vẻ không sâu sắc, lời giải có thể sẽ rõ ràng. Việc này đơn thuần tạo nên sự phân bổ theo những tiêu chí đã được đưa ra. Nhưng chỉ một vài sự việc đối ngược nảy sinh cũng làm cho việc phân bổ trở lên khó khăn. Một ví dụ trong trường hợp đơn giản giữa 2 trường A và B, và hai thí sinh α và β trong đó α thích trường A hơn và β thích trường B hơn, nhưng trường A thích thí sinh β hơn và trường B thích thí sinh α hơn. Và ở đây không có sự phân bố nào có thể thỏa mãn tất cả tiêu chí trên. Phải quyết định làm thế nào đó trong trường hợp như thế này. Theo triết