

Một giao thức tiêu chuẩn để mô tả mô hình IBM và ABM

Giới thiệu

- Những mô hình IBM được sử dụng rộng rãi ngoài sinh thái học, giúp người mô hình khám phá nhiều khía cạnh mà hay bị bỏ quên trong mô hình analytic?
 - tương tác nhỏ
 - vòng đời hoàn chỉnh
 - hành vi của một cá thể thay đổi để tương thích với môi trường và nội tại
- Lợi ích của IBM đến với cái giá:
 - Mô hình phức tạp
 - Phải cài đặt trên máy tính
 - Đặc biệt là vấn đề giao tiếp
- Mô tả của những mô hình analytic thường đơn giản, hoàn tất, còn IBM thì ngược lại:
 - Những kết quả nghiên cứu từ IBM thường khó tái lập
 - Khoa học dựa trên những quan sát tái hiện được
 - Cần giải quyết vấn đề này để tăng tính xác thực của IBM
- Vấn đề trong mô tả IBM:
 1. Không có giao thức chung để mô tả IBM
 2. IBM thường được mô tả bằng lời mà không dùng các phương trình toán
- Quy trình tiêu chuẩn giúp:
 - Người đọc dễ tiếp thu hơn
 - Dễ cài đặt hơn (từ lời nói \rightarrow phương trình toán)
- Những mô hình sử dụng phương trình để mô tả quá trình có nhiều nghiên cứu tiếp nối hoặc tái hiện hơn (ví dụ: Botkin et al. (1972) and Shugart (1984); Huth and Wissel (1992, 1994))
- Cần thiết có:
 - Giao thức chung mô tả
 - Ngôn ngữ toán học để mô tả
- Bài báo đưa ra một giao thức chung, được thiết kế cho nhiều loại lý thuyết thay vì chỉ sinh thái
- Giao thức được refine từ giao thức “PSPC+3” bởi Grimm và Railsback (2005).

Giao thức ODD

- Mục đích của ODD là cấu trúc lại mô tả của một mô hình theo bảng
- Logic tổng quan:
 - Ngữ cảnh và thông tin chung được đưa ra trước
 - Những quyết định chiến lược được đưa ra

- Những thông tin mang tính kỹ thuật (chi tiết)

parts	section
Tổng quan (Overview)	Mục đích
-	Biến trạng thái và mức độ
-	Quá trình và lập lịch
Thiết kế ý niệm (Design concepts)	Thiết kế ý niệm
Chi tiết (Details)	Khởi tạo
-	Đầu vào
-	Mô hình con

- Phần overview:
 - Giúp người đọc dễ dàng nhận biết: ý tưởng, tập trung, độ phân giải và độ phức tạp của mô hình.
 - Sau khi đọc tổng quan, có thể cài đặt khung đơn giản của mô hình IBM được mô tả ở mức các interface.
- Phần design concept:
 - Những khái niệm cơ bản được mô tả dưới góc độ của mô hình (không phải những khái niệm bên trong mô hình)
 - Câu hỏi về đột sinh, các loại tương tác...
 - Bằng cách này, IBM được tích hợp vào hệ thống khung chung của Complex Adaptive System.
- Phần details:
 - Bao gồm các thông tin được lược bỏ ở overview
 - Những quá trình con được mô tả kĩ càng

Mục đích

- Phải là phần được nói trước
- Không có nó, người đọc không hiểu được:
 - Tại sao một số mặt của thực tế được cân nhắc
 - Tại sao một số mặt của thực tế bị bỏ qua

Biến trạng thái và scales

- Cấu trúc của hệ thống?
- Có những loài nào?
- Có hệ thống phân cấp không?
- Độ phân giải về thời không gian của mô hình?
- Mô tả đầy đủ các biến trạng thái:
 - Những biến đặc trưng ở mức độ thấp của cá thể hoặc đơn vị sinh sống
 - Không gồm những biến suy luận được từ các trạng thái (như kích cỡ quần thể)

- Những thực thể cấp cao hơn cũng nên được mô tả (một nhóm nhỏ những đơn vị sinh sống)
- Mô tả thang đo thời gian, không gian:
 - tại sao những thang đo này được lựa chọn
 - nên có đơn vị và đơn vị được áp dụng cho mọi tham số và biến trạng thái
 - Với những mô hình sử dụng không gian rõ ràng, có thể kèm một hình vẽ thể hiện không gian trong mô hình

Tổng quan quá trình và lập lịch

- Để hiểu IBM, cần biết mỗi cá thể có những quá trình gì
- Mô tả qua bằng lời những quá trình trong mô hình
- Nếu mô hình có nhiều quá trình, viết một liệt kê danh sách những quá trình
- Lập lịch mô tả thứ tự mà quá trình diễn ra, cách chúng thay đổi biến trạng thái
- Câu hỏi chi tiết:
 - Thời gian rời rạc hay liên tục
 - Việc lập lịch động có được dùng cho những quá trình ngắn (so với bước thời gian) hay không?
 - Việc lập lịch động có phụ thuộc nhiều vào thứ tự thực hiện hay không?
 - Những quá trình nào được nhóm vào nhau để thực hiện cùng một lúc?
 - Những quá trình có update biến trạng thái một cách bất đồng bộ không?
 - Những quá trình nào được thực hiện theo thứ tự cố định?
 - Lý do đưa ra những lựa chọn về việc lập lịch
- Có thể đưa ra trực quan hóa của lập lịch dùng biểu đồ luồng

Ý niệm thiết kế

- Ý niệm là khung chung để thiết kế và giao tiếp các IBM
- Đột sinh:
 - Hiện tượng nào nảy sinh từ các đặc trưng cá thể
 - Hiện tượng nào được áp đặt
- Thích ứng
 - Những cá thể trong mô hình có hình thức nào để tăng cường độ phù hợp khi hồi đáp lại những thay đổi trong bản thân hoặc môi trường nó
- Fitness (phù hợp):
 - Việc tìm kiếm sự phù hợp có được mô phỏng một cách hữu hình hay ẩn đi
 - Nếu hiện: các cá thể tính độ phù hợp bằng cách nào
 - Nếu mô hình không phải thực/động vật, những thông số khác ngoài fitness nên được mô tả ở đây (lợi nhuận, độ kiểm soát...)

- Dự đoán:
 - trong việc dự đoán những kết quả của lựa chọn của chúng, các cá thể có dự đoán tình huống tương lai mà chúng sẽ trải qua không?
- Cảm nhận:
 - Cá thể có thể biết những biến trạng thái (của cá thể và môi trường) khi đưa ra quyết định?
- Tương tác:
 - Có loại tương tác gì giữa các cá thể
- Ngẫu nhiên:
 - Ngẫu nhiên có phải một phần của mô hình không?
 - Tại sao lại ngẫu nhiên
- Phân nhóm:
 - Các cá thể có gộp vào một nhóm không (e.g. lớp người quen)?
- Quan sát:
 - Dữ liệu được thu thập từ IBM như thế nào?

Khởi tạo

- Môi trường và cá thể được tạo ra như thế nào khi mô phỏng bắt đầu
- Giá trị khởi tạo của các biến trạng thái
- Biến trạng thái ban đầu có giữ nguyên không, hay biến đổi giữa các lần mô phỏng
- Biến ban đầu được chọn ngẫu nhiên hay được rút ra từ dữ liệu, nên có trích dẫn tới giữ liệu
- Mô tả IBM được khởi tạo như thế nào quan trọng trong việc tái lập lại mô phỏng trong nghiên cứu

Đầu vào

- IBM có thể phụ thuộc vào những điều kiện môi trường mà thay đổi theo không/thời gian
 - Ví dụ: sự kết tủa, mùa thu hoạch
- Những điều kiện này là “input”, tính động có quy luật được áp đặt lên những biến trạng thái
- Cần có cách input được tạo ra hoặc được lấy từ đâu
- Để đảm bảo tính tái lập, cần đưa ra những file input, hoặc seed của random number generator

Mô hình con

- Những mô hình con biểu diễn những quá trình được liệt kê trong phần trước
- Mô hình con được trình bày và giải thích cặn kẽ
- Báo có giới hạn format -> cần biểu diễn tùy thuộc vào độ phụ thuộc vào độ phức tạp của mô hình
- Có hai phiên bản của mô tả chi tiết có thể được viết ra:
 - Khung xương toán học của mô hình:

- * phương trình toán học
- * quy luật
- * bảng tham số và đơn vị
- * hạn chế lời nói
- * nếu danh sách này quá dài, có thể đưa nó ra trong một appendix
- Mô tả đầy đủ:
 - * Cấu trúc tương tự như phần “khung xương”
 - * Các phương trình và quy luật được mô tả kĩ bằng lời và trả lời các câu hỏi
 - * Những giả định nào tạo nên phương trình/luật trên?
 - * Tham số được chọn như thế nào?
 - * Phương trình/luật được kiểm tra và cân chỉnh như thế nào?
 - * Có thể cả hai mô tả cùng nằm trong một tài liệu, phiên bản đầu chứa khung xương và phiên bản hai chứa đầy đủ
- Với IBM, hầu hết các mô hình quá dài để có thể đưa vào một bài journal, cách giải quyết
 - Đăng trên lưu trữ online của journal.
 - Đăng mô tả đầy đủ lên một paper phụ hoặc một báo cáo kĩ thuật mà có thể được truy cập trên internet.

Ứng dụng mẫu giao thức ODD

- Một ví dụ ứng dụng ODD vào một mô hình quần thể của loài Marmota.
- Mô hình tương đối đơn giản, sử dụng xác suất để mô tả các quá trình
- Trong appendix có những ví dụ phức tạp hơn

Mục đích

- Mục đích của mô hình là hiểu về ảnh hưởng của những hành vi cộng đồng của marmots (với tư cách một nhóm) lên rủi ro tuyệt chủng nếu số lượng nhỏ:
 - phân chia lãnh thổ
 - ức chế sinh sản
 - ngủ đông

Biến trạng thái và scales

- Mô hình gồm bốn cấp phân cấp:
 - cá thể
 - lãnh thổ
 - quần thể/siêu quần thể (meta/population)
 - môi trường
- Cá thể đặc trưng bởi:
 - số ID
 - tuổi

- giới tính
 - danh tính quần thể nơi cá thể sống
 - cấp xã hội
- Cá thể con có thêm biến trạng thái:
 - Weaning weight: cân nặng cai sữa, ảnh hưởng tới tỉ lệ chết
- Phân loại cá thể:
 - Chưa trải qua kì đông đầu tiên: con con
 - một tuổi: yearlings
 - còn lại: trưởng thành
- Cá thể trưởng thành được phân biệt bởi những cấp bậc xã hội (xem bảng)

Table 1 – Overview of processes, parameters and default values of parameters of the marmot model

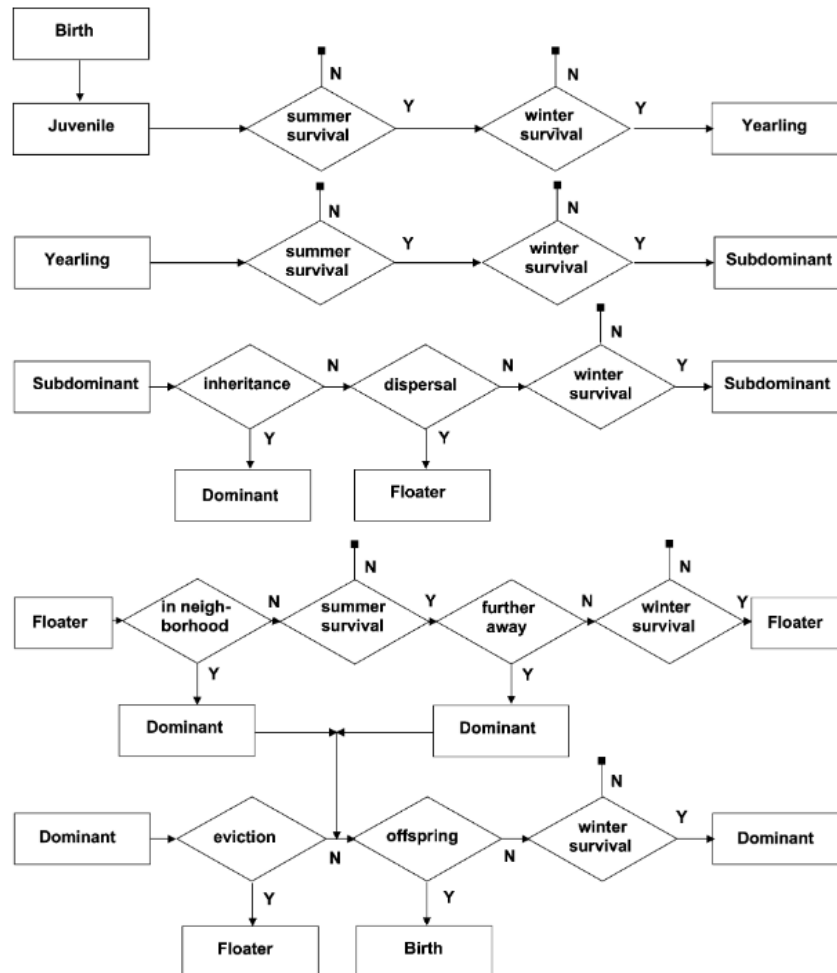
Parameter	Value
Number of territories	22
Age of sexual maturity (years)	2
Winter mortality	
Mean of the winter strength distribution (days)	117
Standard deviation of the winter strength distribution (days)	10.2
Mean of the territory quality distribution (days)	0
Standard deviation of territory quality distribution (days)	8.4
Mean of the weaning date distribution (days)	185.5
Standard deviation of the weaning date distribution (days)	6.6
Winter mortality of floaters	0.9
Recolonization	
Dispersal probability at age 2	0.2
Dispersal probability at age 3	0.7
Dispersal probability at age 4	0.5
Dispersal probability at age 5	1
Probability to inherit a vacant dominant position at home	0.2
Probability to occupy a vacant dominant position in the neighbourhood	0.3
Probability to occupy a vacant dominant position further away than 500 m	0.5
Eviction	
Eviction probability of dominant animal	0.15
Reproduction	
Reproduction probability of a dominant female	0.64
Mean of the litter size distribution	3.3
Standard deviation of the litter size distribution	1.43
Sex ratio in a litter	0.58
Summer mortality	
Summer survival of juveniles	0.9
Summer survival of yearlings	0.94

If not otherwise specified, these default values are used (from Grimm et al., 2003, after Dorndorf, 1999). Dimensionless parameters are either numbers or probabilities; for parameter tables with a stronger focus on the dimensions of the parameters, see examples in the [Online Appendix](#).

- Một lãnh thổ có thể bao gồm một nhóm và buồng ngủ đông, đặc trưng bởi các biến trạng thái:
 - ID (identity number)
 - Số lượng và danh sách cá thể hiện tại
 - Chất lượng
- Nếu số lượng = 0, lãnh thổ coi là trống (tiệt chủng)
- Lãnh thổ có thể bị tái chiếm
- ‘Chất lượng’ là một thuộc tính:
 - đặc trưng cho sự đồng nhất của môi trường sống đối với sự khắc nghiệt mùa đông
 - được biểu thị bằng ngày vào mùa xuân khi một vùng lãnh thổ hết tuyết
- Một quần thể gồm nhiều lãnh thổ và nhóm
- Quần thể đặc trưng bởi:
 - Số nhóm
 - Số lãnh thổ
 - Kích cỡ
- Luôn có một “floater pool” để theo dõi những con subdominant mà rời đi hoặc những con dominant nhưng bị trục xuất.
- Cấu trúc không gian được xét tới bằng việc xét các liên kết giữa các lãnh thổ kề nhau (<500m), số lượng liên kết từ 0 tới 6.
- Nhiều lãnh thổ liên kết nhau tạo thành cấu trúc siêu quần thể của loài.
- Nếu khoảng cách lớn hơn 500m, chỉ những con subdominant mới di chuyển qua lại, mô hình không biểu hiện tường minh mặt không gian ở mức này, nhưng con nào đi lại thì có thể di chuyển tự do giữa các cụm trong mô hình.
- Cấp độ cao nhất trong mô hình là môi trường phi sinh học và những thay đổi của nó, thể hiện bởi việc khi nào lãnh thổ hết tuyết (mặt qua ntrọng nhất với loài marmota)
- Môi trường được đặt trưng bởi thời điểm này, thời điểm khi lãnh thổ hết tuyết gọi là winter strength, nó được rút ra từ phân phối chuẩn và điều chế bởi chết lượng lãnh thổ.

Tổng quan quá trình và lập lịch

- Mô hình có bước thời gian theo năm, trong mỗi năm, có bảy gia đoạn:
 1. chết đông
 2. trục xuất (eviction)?
 3. inheritance (kế thừa)
 4. phân tán (dispersal)
 5. những vị trí cai trị còn trống tái thuộc địa hoá
 6. sinh sản
 7. chết hè
- trong mỗi module, cá thể và các lãnh thổ được xử lý ngẫu nhiên
- vòng đời cá thể mô tả như trong figure:



Thiết kế ý niệm

Đột sinh:

- Tính động quần thể đột sinh từ hành vi của cá thể
- Vòng đời và hành vi cá thể thể hiện bởi những quy luật dựa trên xác suất
- Adaption và fitness không được mô hình tường minh, nhưng được thể hiện trong luật

Sensing

- Cá thể được giả định rằng có tri thức về giới tính, tuổi, bậc xã hội để có thể áp dụng các xác suất tương ứng

Tương tác

- Ba loại tương tác được mô hình không tương minh:
 - Chết đông giảm với cỡ nhóm
 - Cá thể alpha giảm sự sinh sản của loài subdominants
 - Sau khi thay đổi vị trí của cá thể alpha nam trong năm, cá thể alpha nữ không sinh sản
- Một tương tác được mô hình tương minh:
 - Subdominant và cá thể từ floater pool có thể cố trục xuất những cá thể alpha

Ngẫu nhiên

- Những các tham số hành vi và nhân khẩu học (demographic) được hiểu như xác suất, hoặc được rút ra từ các phân phối xác suất
- Việc này vì:
 - muốn đưa vào nhiều nhân khẩu học
 - mô hình tập trung vào hiện tượng ở mức quần thể
- winter strength:
 - phân phối chuẩn được truncate
 - tăng nhiều môi trường (phương sai của phân tử lệ tăng trưởng bị ảnh hưởng bởi những điều kiện phi sinh thái)
- habitat quality:
 - phân phối chuẩn
 - để tạo sự đồng nhất về mặt không gian

quan sát

- Khi test mô hình, phân phối không gian của mỗi cá thể được quan sát theo từng quá trình
- Khi phân tích mô hình, chỉ những biến ở mức quần thể được quan tâm (phân phối kích cỡ nhóm, kích cỡ quần thể theo thời gian, thời gian tuyết phủ, dùng đồ thị $\ln(1 - P_0)$ của) Grimm 2004

Khởi tạo

- Mỗi lãnh thổ được khởi tạo bởi một cặp 5 tuổi cai trị, một đực và cái subdominant 1 tuổi.
- Mô phỏng bắt đầu vào năm đầu tiên, khi số lượng cá thể trưởng thành trong mô hình bằng với số lượng quan sát được trong năm đầu thực tế

Đầu vào

- Mỗi winter strength được lấy từ phân phối chuẩn với mean 117 ngày và phương sai 10.2 ngày
- winter strength được điều chỉnh bởi sự khác biệt điều kiện overwintering ở mỗi lãnh thổ (ví dụ: từ một phân phối chuẩn $\mathcal{N}(0, 8.4^2)$)
- Điều này có nghĩa:
 - lãnh thổ có chất lượng cao hơn trung bình sẽ trở nên hết tuyết sớm hơn vài ngày so với winter strength quy định

– còn lãnh thổ chất lượng kém hơn sẽ hết chậm hơn

Mô hình con

Chết đông

- Với marmot thống trị, chết đông được thông dịch với xác suất chết trong một mùa đông nào đó, được xác định bởi dữ liệu dài hạn đưa ra bởi hồi quy logistic:

$$\Pr_{\text{ter}} = [1 + \exp(6.82 - 0.286A - 0.028WS + 0.395SUBY)]^{-1}$$

- trong đó:
 - A là tuổi
 - WS là Winter Strength
 - SUBY là số lượng subdominants (gồm những con 1 tuổi yearlings) trong một nhóm
- tương tự, cho subdominants (gồm yearlings)

$$\Pr_{\text{sub}} = [1 + \exp(7.545 - 0.038)]^{-1}$$

- cho những con non, đưa thêm ảnh hưởng của mùa đông vào:

$$\Pr_{\text{new}} = [1 + \exp(-1.014 - 0.024WS + 0.008WW + 0.613SUB)]^{-1}$$

- trong đó:
 - WW là trọng lượng sinh
 - SUB là số subdominants (không gồm yearlings)
- Có hai luật được đưa vào ảnh hưởng tới tỉ lệ chết
- Luật một:
 - Trong những nhóm không có subdominants và con 1 tuổi, các cặp dominant có tỉ lệ chết cao hơn phương trình \Pr_{ter} .
 - Việc con marmot dominant đầu tiên chết hay sống tùy vào xác suất giống trong ptring.
 - Nếu con đầu tiên chết, con bạn đời có thể lệ chết tăng lên bằng $\Pr' = 0.66$.
 - Nếu cả con này cũng chết thì con con cũng chết theo.
 - Để tránh đưa ra tỉ lệ chết quá cao, trong trường hợp con đầu tiên sống, tỉ lệ chết của con thứ hai cũng phải được thay đổi (xem Online Appendix)
- Luật hai:
 - Đưa thêm xác suất P_C , xét trường hợp truyệi chủng cả một nhóm nhỏ trong trường hợp có thảm họa cục bộ.
 - Giá trị $P_C = 0.004$
- Cuối cùng, ta có tỉ lệ chết của floaters mà không chiếm được lãnh thổ trong hè:

$$\Pr_{\text{floater}} = 0.9$$

Trục xuất

- Vị trí dominant có thể bị trống không chỉ bởi chết đông mà còn có thể vì con hiện tại bị trục xuất bởi subdominant hoặc floater
- Dominant bị trục xuất với $Pr_{EV} = 0.15$
- Sau khi bị trục xuất nó vào bầy lang thang (floater)
- Những module dưới đây giải thích việc lấp đầy vị trí dominant

Kế thừa

- Con subdominant già nhất có xác suất chiếm dominant là $P_{IN} = 0.22$
- Nếu con này fail, vị trí được chiếm bởi một con lang thang

Phân tán

- Đa phần subdominant sẽ rời bỏ lãnh thổ vào xuân, xác suất dựa vào tham số
- Những con bỏ đi được gom vào nhóm lang thang
- Danh sách này được đưa vào để assign vào những vị trí dominant trống
- Danh sách lang thang bao gồm cả những con lang thang thật (đi quá 500m so với lãnh thổ) và chịu xác suất chết hèn, và những con chỉ đi loang quanh chiếm dominant ở gần

Tái chiếm

- Tái chiếm gồm ba luật
- Luật một:
 - xác suất 0.5 rằng vị trí trống được chiếm bởi một con marmot từ lân cận
 - danh sách lang thang được tìm để tìm con này
 - nếu không có con nào hợp lệ thì vị trí đó tiếp tục trống
 - Sau khi lấp lại thủ tục cho mọi vị trí trống, những con còn lại trong danh sách lang thang được coi như lang thang thực sự và có tỉ lệ chết do lang thang 0.3 (khoảng 30% những con lang thang thực sự chết trước khi có luật tiếp theo của mô hình được áp dụng)
- Luật hai:
 - Tương tự như luật một
 - Mỗi lần một con lang thang thực sự được vào vị trí dominant với xác suất 0.5
- Luật ba:
 - Kiểm tra lãnh thổ mà vị trí dominant trống
 - Nếu có, con subdominant già nhất chiếm vị trí dominant

Sinh sản

- Chỉ khi một dominant cái và đực trong cùng lãnh thổ thì mới có thể sinh sản
- Tỉ lệ có con con là 0.64 (trích dẫn)
- Kích thước ổ để có pp chuẩn $\mu = 3.3, \sigma = 1.43$.

- WW pp chuẩn $\mu = 536\text{g}$, $\sigma = 126.3\text{g}$, nhưng giảm với cỡ ổ dễ, do đó có mô hình hồi quy để đánh giá khối lượng sinh tùy theo cỡ ổ dễ L :

$$\mu = 680.33 - 35.24L, \quad R^2 = 0.143, \quad P < 0.001$$

- Giới tính con con được bias với 58% là đực.
- Không có sinh sản nếu vị trí dominant được thay đổi trong năm

Chết hê

- Tỷ lệ chết hê có số liệu trên thực tế cho con non và con 1 tuổi (0.11 và 0.07)
- Với con trưởng thành, nó thấp nhưng khó định lượng, do đó được mô hình ẩn qua tỷ lệ trực xuất và chết khi phân tán

Gợi ý thực dụng trong sử dụng ODD

- Trong khi thử nghiệm giao thức, có một số câu hỏi được đặt ra những không được trả lời bởi giao thức
- Đây là một số câu hỏi thường gặp, có thể được đưa lên một trang web để tổng hợp
- Những câu hỏi này có thể được dùng trong cái phiên bản sau của ODD

Hoàn cảnh, thí nghiệm, phân tích độ nhạy có nằm trong mô hình không?

- Không
- Những thứ này nên nằm trong phần “Materials” (Lý thuyết) của bài báo
- Nên đưa một phần “thí nghiệm mô phỏng” tương ứng với phần “phương pháp” của mô hình cổ điển
- Mô hình mô phỏng = thử nghiệm mô phỏng được thiết kế để thử nghiệm một số giả thiết
- Nên đưa ra rõ ràng giả thiết và mục đích của thí nghiệm

Các phần tử của ODD có nên được trình bày theo trình tự trên không?

- Có
- Mục đích:
 - tổng quan dễ hiểu
 - lý giải thiết kế sau mô hình
 - chi tiết cần để hiểu tất cả và cài lại mô hình
- Thứ tự của ý niệm thiết kế có thể được thay đổi nếu cần

Mô tả việc tham số hóa và kiểm định mô hình con ở đâu

- Nếu tham số hoá không quá phức tạp, có thể đưa vào bảng tham số
- Nếu tham số hoá phức tạp, có thể giới thiệu qua và mô tả kỹ trong một phụ lục online
- Luật tương tự cho kiểm định

Mã nguồn và chương trình

- Mã nguồn nên được đăng trên một kho lưu trữ online
- Điều này ít có vì:
 - Tác giả muốn giữ code cho cá nhân
 - Có quá nhiều ngôn ngữ lập trình, nền tảng phần mềm, nhưng chỉ một số nhỏ người đọc có thể đọc hiểu hay thậm chí chạy trên máy họ
- Nên đưa ra một phiên bản thực thi được của chương trình:
 - Gồm những thí nghiệm trong bài báo
 - Khởi tạo, input, và những file cần dùng để chạy chương trình nên được đưa cùng

Tại sao không dùng UML

- UML phức tạp
- ODD mục đích để đơn giản và có thể hiểu được bởi nhà sinh thái học, không phải lập trình viên

Các mẫu báo nghiên cứu khác nhau

- Các mẫu báo có format khác nhau về tiêu đề, mức đề mục
- Nên dùng tên những thành phần như tiêu đề (Mục đích, Biến trạng thái và chia cấp)
- Nếu tạp chí yêu cầu khắt khe về tiêu đề, đánh dấu tên thành phần thành cách khác

Mô tả trí nhớ và chiến lược

- Bất kì thứ gì để phân biệt cá thể -> biến trạng thái
- Trí nhớ -> biến trạng thái
- Chiến lược:
 - Nếu các cá thể cùng chiến lược -> không phải biến trạng thái
 - Nếu cá thể dùng một số chiến lược khác nhau -> có biến chỉ chiến lược, các chiến lược là mô hình con
 - Nếu chiến lược thay đổi theo từng cá thể -> tham số của chiến lược là biến trạng thái của cá thể

Khó khăn trong mô tả lập lịch

- Lập lịch thường bị mô tả thiếu sót
- Dùng lời nói khó có thể mô tả sự sắp xếp quá trình
- Lưu đồ dễ hiểu với những luồng tuyến tính
- Với những luồng xử lý phi tuyến, nên dùng mã giả tương ứng với mã nguồn mô phỏng

Bàn luận thêm

- Tình hình hiện tại:

- Mô hình được phát triển độc lập (không dựng trên nền tảng)
- Không có tái lập kết quả
- Cần có sự tái lập một cách độc lập
- ODD được thiết kế để giao tiếp và tái lập IBM/ABM, bước đệm để thiết lập format chung cho IBM và ABM
- ODD không giải quyết hết tất cả các vấn đề
- Vẫn có thể có sự khác biệt về phong cách trình bày
 - Giao thức được thiết kế ứng dụng tổng quát
 - Do đó chưa có ngôn ngữ chặt chẽ chung như toán học
- Nên tập cách tách ra động lực, giải thích khỏi mô tả mô hình: quy luật, phương trình và giải thích dài dòng
- Một số lợi ích của ODD
 - Mô tả mô hình trở nên dễ viết hơn, không cần tốn thời gian nghĩ cách tổ chức
 - Mô tả hoàn chỉnh hơn vì có giao thức để đưa ra thông tin cần thiết
 - Mô tả trở nên dễ đọc hiểu hơn
 - Mô tả không chỉ cho IBM/ABM mà tất cả các loại mô hình “từ dưới lên”
- Một khi ODD có nhiều người sử dụng, có thể thiết kế format cụ thể cho những thành phần trong giao thức:
 - Biểu đồ cho cách quá trình và biến trạng thái
 - Mã giả cho lập lịch
- Mong muốn ODD trở thành một ngôn ngữ mà:
 - được hiểu một cách trực quan
 - dùng rộng rãi trong sinh thái học
 - cung cấp những quy ước để giảm thiểu công sức mô tả IBM
 - có thể được chuyển thành một chương trình mà không có lỗi lập trình
 - sau khi có chương trình thực thi, người dùng có thể gắn vào những công cụ thử nghiệm
- Trang web ODD được bảo trì <http://www.ufz.de/oesatools/odd> (Dead link)