

TISSUE OPTICS 2011

Mô phỏng Monte Carlo về Giao thông vận tải nhẹ trong

Khăn giấy

Bài tập Máy tính

Erik Alerstam

Stefan Andersson-Engels

Khoa Vật lý, Lund

Ngày 21 tháng 3 năm 2011

Tài liệu này bao gồm các hướng dẫn cho bài tập máy tính về mô phỏng Monte Carlo về sự vận chuyển ánh sáng trong môi trường tán xạ. Chúng tôi hoan nghênh các ý kiến có thể cải thiện tài liệu này. Liên lạc với chúng tôi tại:

erik.alerstam@fysik.lth.se

stefan.andersson-engels@fysik.lth.se

Nội dung

1. Giới thiệu	2
2. Lý thuyết	2
2.1 Khái niệm cơ bản về Monte Carlo	2
2.2 MCML & ch. đổi	2
2.3 Huỳnh quang Monte Carlo	2
3. Chuyển nhượng nhà	3
4. Hướng dẫn	3
4.1 MCML & ch. đổi	4
4.1.1 MCML.m	4
4.1.2 phương tiện chuyển đổi và Đa lớp	5
4.1.3 S / N và μ_{eff} khai thác	5
Đèn huỳnh quang Monte Carlo	5
4.2	6
4.2.1 FMC.m & ch. đổi FMC.m	6
5. Phụ lục - Công cụ MatLab	7

1. Giới thiệu

Mục đích của bài tập này là giúp bạn làm quen với mô phỏng Monte Carlo về sự vận chuyển ánh sáng trong môi trường tán xạ. Phương pháp Monte Carlo là một cách tiếp cận được sử dụng để giải quyết các vấn đề mô hình chuyển tiếp trong nhiều lĩnh vực vật lý khác nhau, ví dụ vận chuyển neutron trong vật lý hạt nhân. Ở đây nó được sử dụng để mô phỏng cách các photon được vận chuyển và hấp thụ trong môi trường đục. Ưu điểm của phương pháp Monte Carlo là nó là một mô hình đơn giản hợp lý có thể xử lý các hình học tùy ý và nó có thể cung cấp một giải pháp trực tiếp mà không cần gần đúng với phương trình vận chuyển bức xạ (RTE). Nhược điểm mà bạn sẽ gặp phải trong bài tập này là thời gian mô phỏng cần thiết khiến nó ít phù hợp hơn với các bài toán nghịch đảo (với một vài trường hợp ngoại lệ, hãy hỏi người hướng dẫn của bạn về điều này nếu bạn quan tâm). Phương pháp Monte Carlo cũng bị hạn chế bởi tiếng ồn và thực tế là hình học chính xác hiếm khi được biết đến. Mặc dù có những nhược điểm, phương pháp Monte Carlo được coi là "tiêu chuẩn vàng" trong việc mô hình hóa sự truyền ánh sáng trong lĩnh vực quang học Y sinh.

2 lý thuyết

2.1 Khái niệm cơ bản về Monte Carlo

Monte Carlo, đúng như tên gọi dựa trên việc "ném xúc xắc", theo nghĩa là các gói photon riêng lẻ được truy tìm khi chúng truyền qua một vật liệu đục. Đường đi của mỗi gói photon được xác định bằng cách lấy mẫu các số ngẫu nhiên (giả) và một tập hợp các hàm hoặc phân bố xác suất mô tả khả năng xảy ra, ví dụ như độ dài bước và góc tán xạ. Cách mô phỏng ngẫu nhiên này dựa trên việc mô phỏng một số lượng lớn các gói photon và các giải pháp được cung cấp ít nhiều bị nhiễu tùy thuộc vào số lượng photon được mô phỏng.

2.2 MCML & lượt chuyển đổi

Trong bài tập này, bạn sẽ sử dụng gói mô phỏng Monte Carlo mã nguồn mở do Tiến sĩ Lihong Wang và Giáo sư Steven L. Jacques cung cấp. Phần mềm (cả tệp thực thi và mã nguồn) cùng với sách hướng dẫn kỹ lưỡng có sẵn tại:

<http://omlc.org/software/mc/>

Một số ấn phẩm khoa học mô tả và sử dụng kỹ thuật Monte Carlo cũng có sẵn trên trang web này. Chương trình, được gọi là MCML, đã trở nên rất phổ biến trong cộng đồng quang học Y sinh và ngày nay là *trên thực tế* tiêu chuẩn cho mô phỏng Monte Carlo. Mặc dù các mô phỏng đơn giản của phương tiện phân lớp (dành cho MCML) ít được quan tâm, nhưng mã nguồn của MCML thường được sử dụng làm cơ sở khi phát triển phần mềm Monte Carlo mới và do đó chương trình vẫn mang một số giá trị bất chấp tuổi đời của nó.

Cùng với MCML, một chương trình có tên CONV cũng được cung cấp. Chương trình này cũng sẽ được sử dụng trong bài tập này để chứng minh các kết quả mô phỏng Monte Carlo có sự thay đổi không gian.

2.3 Huỳnh quang Monte Carlo

Ở Lund, chúng tôi đã phát triển các mã Monte Carlo khác nhau để mô phỏng phép đo fl huỳnh quang từ bề mặt mô. Điểm khác biệt với mô phỏng huỳnh quang so với thuật toán Monte Carlo thông thường là khi ánh sáng bị hấp thụ, nó có thể tạo ra một photon huỳnh quang. Do đó, bạn cần phải đi theo con đường của photon đó. Photon này bị dịch chuyển Stoke (dịch chuyển về phía bước sóng dài hơn) so với photon kích thích, có nghĩa là nó có thể trải qua các đặc tính quang học khác trong quá trình vận chuyển qua mô so với photon kích thích. fl huỳnh quang

Mô phỏng Monte Carlo thường có đặc điểm là thời gian mô phỏng rất dài, vì bây giờ người ta cũng phải theo dõi các photon phát ra. Khái niệm với trọng lượng photon, được sử dụng trong MCML để tăng tốc độ mô phỏng một cách mạnh mẽ, trở nên khó hiểu vì khái niệm này cho phép sự hấp thụ trong mỗi tương tác giữa một photon kích thích và mô. Do đó, một photon phát xạ nên được tạo ra trong mỗi tương tác như vậy, được theo sau cho đến khi nó chết. Việc gia tốc này không hữu ích trong Monte Carlo phát huỳnh quang, cùng với thực tế là rất ít photon phát ra sẽ đến được máy dò, làm cho các mô phỏng huỳnh quang Monte Carlo thông thường rất tốn thời gian.

Để tăng tốc loại mô phỏng này, chúng tôi đã phát minh ra một khái niệm mới để thực hiện các mô phỏng như vậy. Khái niệm này sử dụng tính đối xứng của vấn đề được sử dụng trong MCML, tức là mô được phân lớp. Sự đối xứng này làm cho nó thuận lợi để mô phỏng các đường kích thích và phát xạ một cách riêng biệt và sau đó thực hiện một phép tích chập của hai nghiệm. Trong trường hợp chung, điều này sẽ yêu cầu một mô phỏng cho ánh sáng kích thích và một mô phỏng trên mỗi voxel cho ánh sáng phát xạ (nguồn gốc của phát xạ có thể ở bất kỳ đâu trong thể tích). Bằng cách sử dụng tính đối xứng của phương tiện phân lớp, có thể giảm mô phỏng cho ánh sáng phát xạ từ một trên mỗi voxel xuống một trên mỗi độ sâu (vì các mô phỏng về đường phát xạ ánh sáng bắt nguồn từ một voxel ở một độ sâu nhất định sẽ giống hệt nhau độc lập với nó vị trí bên). Điều này sẽ dẫn đến giảm đáng kể thời gian tính toán. Người ta cũng chỉ ra rằng điều này có thể được cải thiện mạnh mẽ hơn nữa, bằng cách xác định rằng xác suất để một photon đi theo đường từ vị trí A đến B giống với xác suất của đường đi ngược lại từ B đến A. Do đó, một photon có thể thay thế tất cả sự phát xạ. mô phỏng với một mô phỏng, bây giờ bắt đầu từ phần phát hiện. Điều này có nghĩa là vấn đề có thể được giải quyết bằng hai mô phỏng và một phép tích chập.

3 Chuyển nhượng nhà

Bài tập máy tính này được giao ở nhà là đọc bài báo khoa học của Prahl *et al.* về những điều cơ bản của mô phỏng Monte Carlo để vận chuyển ánh sáng trong môi trường tán xạ. Bài báo có thể được tìm thấy tại:

<http://omlc.orgi.edu/pubs/pdf/prahl89.pdf>

Sau khi bạn đọc bài báo này, bạn sẽ có thể mô tả chi tiết các nguyên tắc của các phép tính liên quan đến việc mô phỏng một bước của gói photon trong mô phỏng Monte Carlo. Ngoài ra, hãy xem hướng dẫn sử dụng MCML và CONV, các chương trình mà phòng thí nghiệm này dựa trên. Tài liệu này hiện có tại:

http://omlc.orgi.edu/pubs/pdf/man_mcml.pdf

Các trang 1-6 và 99-110 là những trang được quan tâm đối với phòng thí nghiệm này.

Vui lòng đọc hai tài liệu nêu trên cũng như tài liệu này và bạn sẽ chuẩn bị tốt cho bài thực hành.

4 Hướng dẫn

Mọi thứ bạn cần cho bài tập này đều có tại:

<http://www.atomic.physics.lu.se/fileadmin/atomfysik/Biophotonics/Escape/MC.zip>

Zip-le chứa MCML và CONV có thể thực thi cũng như một tập hợp các hàm MATLAB để cung cấp một giao diện để sử dụng cho các chương trình dựa trên DOS cũ.

Vui lòng tạo một thư mục làm việc (thư mục) trên ổ cứng máy tính của bạn (vui lòng tránh sử dụng đĩa mạng của bạn cho tác vụ này), sau đó tải xuống và giải nén các tệp cần thiết vào thư mục đó. Thư mục bây giờ sẽ chứa một bộ sưu tập các tập lệnh MATLAB (.m) và fi les (.exe). Khởi động MATLAB và đặt thư mục mới tạo của bạn thành thư mục hiện tại.

QUAN TRỌNG: Bạn nên viết mã MATLAB của mình trong các tập lệnh thay vì chỉ nhập chúng vào dấu nhắc lệnh. Ví dụ, tạo một kịch bản cho mỗi phần của bài tập, mỗi phần thực hiện tất cả các phép tính và đồ thị cần thiết cho các bài tập hiện tại. Bằng cách này, mã của bạn có thể dễ dàng được sử dụng lại và / hoặc sửa đổi. Nếu bạn không biết cách thực hiện, hãy hỏi người hướng dẫn của bạn.

4.1 MCML & lượt chuyển đổi

Ở đây, chúng tôi sẽ sử dụng phiên bản MCML không chỉnh sửa để tính toán sự phân bố ánh sáng ở trạng thái ổn định trong môi trường đục có các đặc tính khác nhau.

4.1.1 MCML.m

Bản thân MCML giao tiếp với người dùng bằng cách sử dụng ASCII tiêu chuẩn hoặc văn bản được định dạng nhị phân. Đây có thể là một quá trình vất vả vì đầu vào phải được định dạng chính xác theo một khuôn mẫu và đầu ra không dễ diễn giải. Để đơn giản hóa tình huống, hàm MATLAB

MCML.m cung cấp một giao diện cho MCML trong đó các tham số đầu vào được chỉ định làm đối số cho hàm và tất cả các kết quả mô phỏng được tóm tắt trong một cấu trúc MATLAB đơn giản.

Thông tin chi tiết về cách sử dụng MCML.m có sẵn trong Phụ lục. Briefly, để mô phỏng 50000 photon được tiêm vào một điểm trên bề mặt của tấm bán trong suốt (dày 100 cm) có

$\mu_s = 75 \text{ [cm}^{-1}\text{]}, \mu_a = 0,1 \text{ [cm}^{-1}\text{]}, g = 0,8$ và chiết suất $n = 1.4$, chúng tôi sử dụng các lệnh:

```
>> lớp_matrix = [1,4 0,1 75 0,8 100];  
>> s = MCML('bài tập', 50000, lớp_matrix);
```

Nhiệm vụ:

1. Chạy lệnh đã nêu ở trên và khám phá cấu trúc đầu ra (trong trường hợp này được gọi là S) và đảm bảo rằng bạn hiểu cấu trúc trường là gì. Một số trợ giúp có thể được tìm thấy trong Phụ lục. Cũng lưu ý tên của đầu ra MCML được nêu khi mô phỏng được thực hiện. Nhiều khả năng nó sẽ là "works.mco". Cửa sổ DOS-console có thể được đóng lại ngay sau khi mô phỏng được thực hiện xong.
2. Vẽ đồ thị Diff sử dụng Rectance như một hàm của r. Đồng thời hiển thị dưới dạng độ hấp thụ và uence dưới dạng hàm của r và z (sử dụng hình ảnh chỉ huy). Dữ liệu cho bạn biết điều gì? Bạn cũng có thể muốn thử hình ảnh dữ liệu theo thang logarit, bằng cách sử dụng imagesc (nhập ký (...)).
3. Thực hiện thêm một mô phỏng, tương tự như mô phỏng trên, nhưng với một hệ số hấp thụ (hợp lý) khác. Ngoài ra, hãy sử dụng một tên khác cho cấu trúc đầu ra, ví dụ: s2 để tránh ghi đè kết quả trước đó của bạn. Vẽ đồ thị hiệu suất so với r của cả hai mô phỏng để so sánh kết quả. Thời gian tính toán có thay đổi không? Thảo luận và giải thích hình dạng của các đường cong và lý do tại sao thời gian tính toán khác nhau giữa các lần chạy.

4. Thảo luận về những quan sát và câu trả lời của bạn với người hướng dẫn trong phòng thí nghiệm.

4.1.2 phương tiện chuyển đổi và Đa lớp

Các mô phỏng được thực hiện bởi MCML được thực hiện bằng cách sử dụng một chùm photon mỏng bằng bút chì tới trên môi trường. Vì hầu hết các chùm ánh sáng có một số phần mở rộng về không gian, một chương trình chuyển đổi.exe được cung cấp để làm phức tạp phản ứng xung không gian để phù hợp với kết quả mô phỏng cho các dạng hình học nguồn khác, ví dụ. top-hat (flat-field) hoặc phân bố Gaussian. MATLAB-script lượt chuyển đổi sẽ khởi động chương trình CONV và đọc dữ liệu kết quả. Chương trình CONV yêu cầu hướng dẫn thủ công (như bạn đọc trong sách hướng dẫn khi làm bài tập ở nhà). Trợ giúp được cung cấp bằng cách gõ h và / hoặc trong sổ tay MCML và CONV p. 99-110.

Nhiệm vụ:

1. Nhập cs = chuyển đổi () vào cửa sổ giao diện điều khiển MATLAB để bắt đầu chương trình tích chập.
2. Thực hiện theo các hướng dẫn trên màn hình để tải dữ liệu đầu ra MCML từ mô phỏng đầu tiên (rất có thể được lưu trữ trong "works.mco") và tính toán kết quả từ chùm trường 1 Joule flat có đường kính 0,5 cm. Lưu dữ liệu trong bài tập file ".Frz" mặc dù bất kỳ lename nào cũng sẽ hoạt động.
3. Khám phá cấu trúc cs và đảm bảo rằng bạn hiểu kết quả đầu ra.
4. So sánh uence như một hàm của r và z đối với nguồn điểm và trường flat tại trường (được tính bằng cách sử dụng ch.đổi). Đồng thời so sánh độ bền của hai mô phỏng (nguồn điểm) được thực hiện trước đó. Giải thích các differences. Uence cao nhất ở đâu?
5. So sánh các kết quả cho uence và hấp thụ (cả so với r và z) cho mô phỏng đầu tiên. Giải thích bất kỳ sự khác biệt và điểm giống nhau nào.
6. Thực hiện một mô phỏng mới với hai lớp (xem Phụ lục để biết cách thực hiện điều này), lớp thứ nhất dày 1 mm bằng một nửa hệ số hấp thụ của lớp thứ hai. Một lần nữa, so sánh kết quả về độ bền và độ hấp thụ và giải thích kết quả.
7. Thảo luận về những quan sát và câu trả lời của bạn với người hướng dẫn trong phòng thí nghiệm.

4.1.3 S / N và μ_{eff} khai thác

Ở đây chúng tôi sẽ ước tính tỷ lệ Tín hiệu trên nhiễu (S / N) của các mô phỏng Monte Carlo của chúng tôi và khám phá một trong những hạn chế của các giải pháp số (ngẫu nhiên) so với các giải pháp phân tích thuận tiện, như đã trải nghiệm trong phòng máy tính trước đây trên Photon Diffusion. Độ nhiễu của các kết quả mô phỏng của chúng tôi có thể được ước tính bằng cách tính toán độ lệch chuẩn của độ chênh lệch giữa hai mô phỏng với các thông số đầu vào giống hệt nhau. Ngoài ra, chúng ta có thể sử dụng lý thuyết diffusion để trích xuất một giá trị của μ_{eff} từ kết quả mô phỏng. Các biểu thức hữu ích cho nhiệm vụ này là:

$$R(r) \propto \frac{e^{-r/\mu_{eff}}}{r^2} \quad (1)$$

$$\mu_{eff} = 3 \mu_a / (\mu_a + 3 \mu'_s) \quad (2)$$

trong đó Eqn. 1 có giá trị xa nguồn. Để tính S / N, đoạn mã sau có thể hữu ích:

```
>> lớp_matrix = [1,4 0,1 75 0,8 100];  
>> s = MCML('bài tập', 50000, lớp_matrix);
```

Nhiệm vụ:

1. Thực hiện hai mô phỏng, có các tham số giống nhau; một phiên dày 10 cm, 25000 photon, $\mu_s = 75$ [cm⁻¹], $\mu_a = 0,5$ [cm⁻¹], $g = 0,8$ và $n = 1.4$. Hãy nhớ không ghi đè mô phỏng đầu tiên khi thực hiện mô phỏng thứ hai (đơn giản bằng cách lưu trữ các kết quả riêng biệt cấu trúc).
2. Ước lượng khoảng cách từ nguồn đến S / N bằng hai đối với ba trường hợp khác nhau. Để có được kết quả ổn định hơn, hãy tính độ lệch chuẩn trong cửa sổ có chiều rộng 10 kênh. Tính giá trị này cho một cửa sổ chuyển động dưới dạng một hàm của r và cung cấp biểu đồ cho tỷ lệ S / N dưới dạng mức tín hiệu chia cho độ lệch chuẩn. Sử dụng hàm MATLAB std để tính toán độ lệch chuẩn. Đoạn mã sau có thể hữu ích:

cho i = 1: 490
 chỉ số = (0: 9) + i;
 n (i) = std ([s1.refl_r (index) -s2.refl_r (index)]);
 s (i) = mean (s1.refl_r (index));
kết thúc
snr = s. / n;

Ở đây s1 và s2 là cấu trúc đầu ra của hai mô phỏng. Mã giả định nr cho các mô phỏng được đặt thành 500
3. Thực hiện tác vụ trên đối với 100000 và 400000 photon, giữ nguyên tất cả các thông số khác.
4. Từ các liên kết của bạn, hãy ước tính xem bạn sẽ phải mô phỏng bao nhiêu photon để có được S / N = 2 ở cách nguồn 50 mm.
5. Sử dụng các biểu thức phân tích trên từ lý thuyết diffusion để đánh giá μ_{eff} từ 400000 mô phỏng photon ở trên. So sánh kết quả này với các thông số được gửi đến MCML simulation chất bôi trơn. Kết quả có khác không? Giải thích?
6. Thảo luận về những quan sát và câu trả lời của bạn với người hướng dẫn trong phòng thí nghiệm.

4.2 Huỳnh quang Monte Carlo

Như đã đề cập trong Phần 2.3, hai mô phỏng cụ thể Monte Carlo phải được thực hiện để mô hình hóa vấn đề huỳnh quang, một để lập bản đồ sự hấp thụ của bước sóng kích thích và một mô phỏng cho sự truyền ánh sáng của bước sóng huỳnh quang. Kết quả của hai mô phỏng lần lượt được gọi là ma trận kích thích và phát xạ.

4.2.1 FLMC.m & FMC.m chuyển đổi

Ở đây, quá trình phát quang Monte Carlo đã được đơn giản hóa thành một hàm MATLAB duy nhất FLMC.m hoạt động theo cách rất giống với MCML.m. Khi hai mô phỏng được thực hiện, FLMC.m nhận hai ma trận lớp làm đối số đầu vào và trả về hai ma trận (thay vì một cấu trúc):

```
>> [ex_matix, em_matrix] = FLMC ('fl_exercise', 50000, ex_wl_layer, em_wl_layer);
```

Hai đối số đầu tiên giống như đối với MCML.m chức năng. Đối số thứ ba fl_wl_layer là ma trận các lớp cho bước sóng kích thích. Nó được xác định theo cách giống như ma trận lớp được sử dụng bởi MCML.m nhưng với hai cột phụ; một mô tả sản lượng của

fl uorophore trong lớp đó và một cho hệ số hấp thụ của riêng fl uorophore trong mô. Một ma trận ví dụ (và một ma trận sẽ được sử dụng trong bài tập này) được hiển thị bên dưới:

```
>> ex_wl_layer = [1,4 2,0 100 0,8 0,1 0,05 0,1; ...
                  1,4 2,0 100 0,8 0,1 0,75 2,0; ...
                  1,4 2,0 100 0,8 1000 0,05 0,1]
```

Ma trận này mô tả một phương tiện bán trong suốt có tính năng $\mu_s = 100$ [cm⁻¹], $\mu_a = 2,0$ [cm⁻¹], $g = 0,8$ và $n = 1.4$. Hiệu suất phát huỳnh quang tự động trong mô số lượng lớn là 0,05 và sự hấp thụ của fl tế bào sắc tố huỳnh quang là 0,1 [cm⁻¹]. Nằm dưới bề mặt mô 1 mm là một lớp dày 1 mm có cùng tính chất quang học nhưng với nồng độ fl uorophore cao hơn. Năng suất ở lớp này là 0,75 và độ hấp thụ do fl uorophore là 2,0 [cm⁻¹].

Ma trận thứ hai là ma trận lớp chính xác như de fi ned cho MCML.m mô tả các đặc tính quang học và hình học do các photon phát ra từ bờ fl uorophore. Các đặc tính quang học khác nhau khi bước sóng đã bị dịch chuyển theo kiểu Stokes:

```
>> em_wl_layer = [1,4 0,5 50,0 0,84 0,1; ...
                  1,4 0,5 50,0 0,84 0,1; ...
                  1,4 0,5 50,0 0,84 1000];
```

Một hàm MATLAB thứ hai, chuyển_FMC, có sẵn để biến đổi (hoặc trong trường hợp này chỉ cần nhân) ma trận kích thích và phát xạ để kết hợp hai kết quả mô phỏng. Hàm nhận ba đối số, ma trận kích thích và phát xạ (mà trước đó chúng ta gọi là a và r) cũng như tách bộ dò nguồn, d:

```
>> chuyển_FMC(ex_matrix, em_matrix, d);
```

Các đơn vị của d là voxels (khối lượng pixel) có kích thước theo những gì chúng tôi xác định trong quá trình mô phỏng. Chiều dài voxel mặc định là 0,1 mm. Chức năng này sẽ vẽ một bản đồ mặt cắt ngang 2D mô tả nguồn gốc không gian của tín hiệu huỳnh quang được phát hiện khi tách máy dò nguồn d.

Nhiệm vụ:

1. Đảm bảo rằng bạn hiểu hai ma trận được thảo luận ở trên và những gì chúng sẽ mô phỏng. Sau đó, nhập chúng vào MATLAB và chạy FLMC chương trình.
2. Hình ảnh hai ma trận kết quả ở cả hai quy mô tuyến tính và logarit. Giải thích kết quả.
3. Chạy chuyển_đổi_FMC để có khoảng cách 4 mm đầu dò nguồn và đầu ra khỏi nơi phát hiện fl bắt nguồn huỳnh quang. Bản đồ được hiển thị bằng gì chuyển_đổi_FMC đại diện? Phần nào của mẫu đóng góp nhiều nhất vào tín hiệu?
4. Sử dụng chuyển_đổi_FMC để tính toán khoảng cách của bộ dò nguồn mà độ tương phản giữa các fl uores-do đó từ lớp và tự động phát quang là cực đại. Khoảng cách này sẽ thay đổi như thế nào nếu bạn thay đổi độ sâu của lớp huỳnh quang?

5. Thảo luận về những quan sát và câu trả lời của bạn với người hướng dẫn trong phòng thí nghiệm.

Cuối cùng, hãy cân nhắc xem bạn có thể sử dụng các công cụ này cho dự án của mình hay không và trong trường hợp đó bằng cách nào.

5 Phụ lục - Công cụ MatLab

Phụ lục này cung cấp thông tin về cách sử dụng hàm MATLAB được mô tả trong phần trước.

Thực hiện mô phỏng Monte Carlo bằng MCML sử dụng các tùy chọn mặc định (phù hợp với bài tập này).

Cú pháp:

`s = MCML (tên tập tin, số lượng_photons, lớp);`

Tranh luận:

tên tập tin	Tên của đầu vào và đầu ra đến / từ MCML. Nếu tên được lấy MCML.m sẽ thêm một số vào sau chuỗi để tạo tên file duy nhất. Tên phải là một tên biến hợp lệ trong môi trường MATLAB.
number_of_photons lớp	Số lượng photon trong mô phỏng Ma trận lớp. Các hàng trong ma trận này mô tả các lớp của hình học mô phỏng, bắt đầu với lớp gần nguồn nhất. Số lớp trong phương tiện được mô hình hóa được tính bằng số hàng trong ma trận này. Mỗi lớp được mô tả bởi 5 giá trị, được lưu trữ dưới dạng các cột trong ma trận. Các giá trị là chỉ số khúc xạ n , hệ số hấp thụ μ_a [cm ⁻¹], hệ số tán xạ μ_s [cm ⁻¹], yếu tố dị hướng (g) và độ dày lớp t [cm]. Đơn đặt hàng được đưa ra bởi: [n μ_a μ_s g t]

Đầu ra:

S	Một cấu trúc MATLAB chứa tất cả các kết quả mô phỏng cũng như các tham số đầu vào mô phỏng. Một số lĩnh vực quan trọng của cấu trúc này là: s.refl_r - Hiệu suất lại như một hàm của khoảng cách bán kính từ nguồn (r), s.abs_rz - lượng ánh sáng được hấp thụ dưới dạng hàm của khoảng cách, r và độ sâu, z và s.f_rz - uence như một hàm r và z.
---	--

Ví dụ:

Chúng tôi muốn mô phỏng một phiến mô dày 1 cm với độ tán xạ cao ($\mu_s = 100$ [cm⁻¹]) và hấp thụ thấp ($\mu_a = 0,1$ [cm⁻¹]). Chiết suất của mô là $n = 1,4$ và tính dị hướng là $g = 0,8$. Ma trận các lớp tương ứng được xác định bởi (hãy nhớ [n μ_a μ_s g t]):

```
>> lớp_matrix = [1,4 0,1 100 0,8 1];
```

Nếu chúng ta muốn thêm một lớp tán xạ bên dưới dày 1 mm ($\mu_s = 50$ [cm⁻¹]) và hấp thụ cao hơn ($\mu_a = 2,0$ [cm⁻¹]) mô ở trên cùng của tấm phía trên ma trận các lớp bây giờ được xác định bởi:

```
>> lớp_matrix = [1,4 2,0 50 0,8 0,1; 1,4 0,1 100 0,8 1];
```

Mô phỏng (50000 gói photon) được bắt đầu bằng lệnh:

```
>> s = MCML ('ví dụ', 50000, lớp_matrix);
```

Sự hấp thụ kết quả so với r và z có thể được xem bằng cách sử dụng:

```
>> imagesc (s.abs_rz)
```


MCML.m (Phiên bản phức tạp)

Thực hiện mô phỏng Monte Carlo bằng MCML với tùy chọn ghi đè các tham số mặc định (có lẽ cần thiết cho dự án của bạn). Để biết thêm chi tiết về ý nghĩa của các đối số tùy chọn, hãy xem hướng dẫn sử dụng MCML, có tại:

http://omlc.org.edu/pubs/pdf/man_mcml.pdf

Sách hướng dẫn này cũng cung cấp một số thông tin chi tiết về tất cả các kết quả do MCML đưa ra và do đó cấu trúc của đầu ra và tất cả các trường trong cấu trúc MATLAB kết quả.

Cú pháp:

`s = MCML (... , n_above, n_below, dz, dr, number_of_dz, number_of_dr, number_of_da);`

Tranh luận:

tên tập tin	Xem trang trước
number_of_photons	Xem trang trước
lớp	Xem trang trước
n_above	(tùy chọn, giá trị mặc định 1) Chỉ số khúc xạ của môi trường trên. (tùy chọn, giá trị mặc định 1) Chỉ số khúc xạ của môi trường bên dưới. (tùy chọn, giá trị mặc định 0,01 [cm]) Độ phân giải không gian của lưới phát hiện, hướng z [cm].
n_below	(tùy chọn, giá trị mặc định 0,01 [cm]) Độ phân giải không gian của lưới phát hiện, hướng r [cm]
dz	(tùy chọn, giá trị mặc định 200) Số phần tử lưới, hướng z. (tùy chọn, giá trị mặc định 500) Số phần tử lưới, hướng r. (tùy chọn, giá trị mặc định 1) Số phần tử lưới, hướng góc.
dr	
number_of_dz	
number_of_dr	
number_of_da	

Đầu ra:

S	Xem trang trước
---	-----------------

Ví dụ:

Giả sử chúng ta có một ma trận de fi ned các lớp và chúng ta muốn mô phỏng một tấm sàn ngâm trong nước ($n = 1.33$) chúng tôi bắt đầu mô phỏng bằng cách sử dụng:

```
>> s = MCML ('slab_immersed_in_water', 50000, layer_matrix, 1.33,1.33);
```

Giả sử chúng tôi muốn thay đổi số lượng phần tử lưới theo chiều sâu (z) thành 42 cho mô phỏng ở trên, chúng tôi phải cung cấp các giá trị của tất cả các đối số trước đó (trong trường hợp này dr và dz):

```
>> s = MCML ('slab_immersed_in_water', 50000, lớp_matrix, 1,33,1.33,0.01,0.01,42);
```

Khởi động chương trình DOS CONV.exe và sẽ tự động xác định và nhập kết quả. Hướng dẫn chi tiết về CONV.exe có sẵn trên p. 99-110 trong hướng dẫn sử dụng MCML và CONV:

http://omlc.orgi.edu/pubs/pdf/man_mcml.pdf

Cú pháp:

cs = chuyển đổi ();

Đầu ra:

cs	Một cấu trúc chứa các trường r - một vectơ của r, z - một vectơ của z và dữ liệu - một ma trận chứa dữ liệu được đối chiếu được yêu cầu trong CONV.exe chấp hành.
----	---

FLMC.m

Thực hiện mô phỏng huỳnh quang Monte Carlo bao gồm hai mô phỏng thực tế, một cho ánh sáng kích thích và một cho ánh sáng huỳnh quang phát ra.

Cú pháp:

[ex em] = FLMC (tên tập tin, số lượng_photons, ex_layers, em_layers ...);

Tranh luận:

tên tập tin	Giống như MCML.m.
number_of_photons	Giống như MCML.m, được sử dụng cho cả hai mô phỏng.
ex_layers	Phân lớp ma trận cho các photon kích thích. Tương tự như ma trận lớp được sử dụng trong MCML.m với việc bổ sung hai cột mô tả hiệu suất phát huỳnh quang, η_i , và sự hấp thụ chỉ do uorophore, f_{mua} . Ma trận các lớp mở rộng trông giống như: [n mua mus gt η_i f_{mua}]
em_layers	Phân lớp ma trận cho các photon do uorophore phát ra. Hoàn toàn giống với ma trận lớp được sử dụng bởi MCML.m.
...	Các tham số tùy chọn, cũng như các giá trị mặc định của chúng giống như trong MCML.m. Bất kỳ tùy chọn nào được sử dụng đều áp dụng cho cả hai mô phỏng.

Đầu ra:

Ví dụ	Ma trận ánh sáng kích thích được hấp thụ bởi f_l uorophores so với r và z .
em	Ma trận mô tả mật độ photon so với r và z cho bước sóng phát xạ.

Ví dụ:

Một ví dụ về ma trận lớp và việc sử dụng FLMC được đưa ra trong bài tập. Việc sử dụng các tùy chọn được trình bày trên trang trước (trên MCML.m).

Nhân các ma trận thu được từ mô phỏng Huỳnh quang Monte Carlo bằng cách sử dụng bộ o tương ứng với sự tách biệt của máy dò nguồn. Cung cấp bản đồ 2D về nguồn gốc của ánh sáng huỳnh quang được phát hiện.

Cú pháp:

chuyển_đổi (ví dụ: em, d);

Tranh luận:

Ví dụ	Từ FLMC.m. Ma trận ánh sáng kích thích được hấp thụ bởi fluorophores so với r và z.
em	Từ FLMC.m. Ma trận mô tả mật độ photon so với r và z cho bước sóng phát xạ.
d	Sự tách biệt của bộ dò nguồn theo độ dài voxel (điểm ảnh khối lượng) (định hướng).

Đầu ra:

chuyển_đổi_FMC.m sẽ vẽ (sử dụng lệnh MATLAB hình ảnh) một bản đồ mặt cắt ngang 2D mô tả nguồn gốc không gian của tín hiệu huỳnh quang được phát hiện khi tách máy dò nguồn d.