

SCIENTIFIC DATA

Mở Bộ mô tả dữ liệu: HAM10000 tập dữ liệu, một bộ sưu tập lớn các hình ảnh soi da đa nguồn về các tổn thương sắc tố da phổ biến

Đã nhận: 25 Tháng tư 2018 Đã

được chấp nhận: 26 Tháng sáu 2018

Được phát hành: 14 Tháng tám 2018

Philipp Tschandl¹, Václav Rosendahl² & Harald Kittler¹

Việc đào tạo mạng lưới thần kinh để chẩn đoán tự động các tổn thương sắc tố da bị cản trở do kích thước nhỏ và thiếu đa dạng của các bộ dữ liệu có sẵn của hình ảnh soi da. Chúng tôi giải quyết vấn đề này bằng cách phát hành HAM10000 ("Con người chống lại máy móc" với 10000 tập dữ liệu hình ảnh huấn luyện). Chúng tôi đã thu thập hình ảnh soi da từ các quần thể khác nhau được thu thập và lưu trữ bằng các phương thức khác nhau. Với sự đa dạng này, chúng tôi phải áp dụng các phương pháp thu thập và làm sạch khác nhau, đồng thời phát triển quy trình làm việc bán tự động bằng cách sử dụng các mạng thần kinh được đào tạo cụ thể. Bộ dữ liệu cuối cùng bao gồm 10015 hình ảnh soi da được phát hành dưới dạng bộ đào tạo cho mục đích học máy và được cung cấp công khai thông qua kho lưu trữ ISIC. Tập dữ liệu chuẩn này có thể được sử dụng để học máy và so sánh với các chuyên gia con người. Các trường hợp bao gồm một bộ sưu tập đại diện của tất cả các loại chẩn đoán quan trọng trong lĩnh vực tổn thương sắc tố. Hơn 50% số tổn thương đã được xác nhận bằng bệnh lý, trong khi sự thật cơ bản của các trường hợp còn lại là theo dõi, sự đồng thuận của chuyên gia hoặc xác nhận bằng kính hiển vi đồng tiêu in-vivo.

(Các) loại thiết kế	mục tiêu tạo cơ sở dữ liệu • mục tiêu tích hợp dữ liệu • mục tiêu chuyển đổi định dạng hình ảnh
(Các) Loại đo lường	tổn thương da
(Các) Loại công nghệ	giám tuyến kỹ thuật số
(Các) loại yếu tố	chẩn đoán • Quy trình chẩn đoán • tuổi • giới tính sinh học • bộ phận cơ thể động vật
(Các) đặc điểm mẫu	Người thông minh • đa cơ thể

¹Nhóm ViDIR, Khoa Da liễu, Đại học Y Vienna, Vienna 1090, Áo; ²Khoa Y, Đại học Queensland, Herston 4006, Áo. Thư từ và yêu cầu cung cấp tài liệu phải được gửi đến PT (email: philipp.tschandl@meduniwien.ac.at).

Bối cảnh & Tóm tắt

Nội soi da là một kỹ thuật chẩn đoán được sử dụng rộng rãi nhằm cải thiện việc chẩn đoán các tổn thương sắc tố da lành tính và ác tính so với việc kiểm tra bằng mắt thường.¹. Hình ảnh soi da cũng là nguồn thích hợp để huấn luyện mạng lưới thần kinh nhân tạo nhằm chẩn đoán các tổn thương sắc tố da một cách tự động. Năm 1994, Binderet al.² đã sử dụng thành công hình ảnh soi da để huấn luyện mạng lưới thần kinh nhân tạo nhằm phân biệt khối u ác tính, loại ung thư da nguy hiểm nhất, với nevi hắc tố. Mặc dù kết quả rất hứa hẹn, nhưng nghiên cứu này, giống như hầu hết các nghiên cứu trước đó, có quy mô mẫu nhỏ và thiếu hình ảnh soi da ngoài u ác tính hoặc nevi. Những tiến bộ gần đây về khả năng của card đồ họa và kỹ thuật học máy đã đặt ra các tiêu chuẩn mới liên quan đến độ phức tạp của mạng lưới thần kinh và làm tăng kỳ vọng rằng các hệ thống chẩn đoán tự động sẽ sớm có sẵn để chẩn đoán tất cả các loại tổn thương sắc tố da mà không cần đến chuyên môn của con người.³.

Việc đào tạo các thuật toán chẩn đoán dựa trên mạng thần kinh yêu cầu một số lượng lớn hình ảnh có chú thích⁴ nhưng số lượng hình ảnh soi da chất lượng cao với chẩn đoán đáng tin cậy bị hạn chế hoặc chỉ giới hạn ở một số nhóm bệnh.

Năm 2013 Mendonça và cộng sự⁵ đã cung cấp 200 hình ảnh soi da dưới dạng bộ dữ liệu PH2 bao gồm 160 nốt ruồi và 40 khối u ác tính. Bệnh lý học là nền tảng cho các khối u ác tính nhưng không có sẵn cho hầu hết các nevi. Bởi vì bộ này được cung cấp công khai (<http://www.fc.up.pt/addi/>) và bao gồm siêu dữ liệu toàn diện nên nó được dùng làm tập dữ liệu chuẩn cho các nghiên cứu về chẩn đoán khối u ác tính trên máy tính cho đến nay.

Kèm theo sách Interactive Atlas of Dermoscopy⁶ một đĩa CD-ROM có sẵn trên thị trường với phiên bản kỹ thuật số của 1044 hình ảnh soi da bao gồm 167 hình ảnh tổn thương không hắc tố và 20 hình ảnh chẩn đoán không có trong bộ dữ liệu HAM10000. Mặc dù đây là một trong những bộ dữ liệu đa dạng nhất hiện có liên quan đến các chẩn đoán được đề cập nhưng việc sử dụng nó có thể bị hạn chế do khả năng tiếp cận hạn chế.

Kho lưu trữ ISIC (<https://isic-archive.com/>) là tập hợp nhiều cơ sở dữ liệu và hiện bao gồm 13786 hình ảnh soi da (tính đến ngày 12 tháng 2 năm 2018). Do được cấp phép cho phép (CC-0), tính khả dụng có cấu trúc tốt và kích thước lớn nên nó hiện là nguồn tiêu chuẩn cho nghiên cứu phân tích hình ảnh qua soi da. Tuy nhiên, nó thiên về các tổn thương tế bào hắc tố (12893 trên 13786 hình ảnh là nevi hoặc khối u ác tính). Vì cổng thông tin này là nguồn tài nguyên toàn diện, tiên tiến về mặt kỹ thuật và dễ tiếp cận nhất dành cho nội soi da kỹ thuật số nên chúng tôi sẽ cung cấp tập dữ liệu của mình thông qua kho lưu trữ ISIC.

Do những hạn chế của các bộ dữ liệu sẵn có, nghiên cứu trước đây tập trung vào các tổn thương tế bào hắc tố (tức là sự phân biệt giữa khối u ác tính và nốt ruồi) và bỏ qua các tổn thương sắc tố không phải tế bào hắc tố mặc dù chúng phổ biến trong thực tế. Sự không phù hợp giữa sự đa dạng nhỏ của dữ liệu đào tạo có sẵn và sự đa dạng của dữ liệu thực tế đã dẫn đến hiệu suất vừa phải của hệ thống chẩn đoán tự động trong môi trường lâm sàng mặc dù hiệu suất xuất sắc trong môi trường thử nghiệm^{3,5,7,8}. Xây dựng bộ phân loại cho nhiều bệnh khó khăn hơn so với phân loại nhị phân⁹. Hiện tại, các dự đoán đa lớp đáng tin cậy chỉ có sẵn cho hình ảnh lâm sàng của các bệnh ngoài da chứ không có cho hình ảnh soi da.^{10,11}.

Để thúc đẩy nghiên cứu về chẩn đoán tự động bằng hình ảnh soi da, chúng tôi đã phát hành HAM10000 ("Bộ dữ liệu Human Against Machine với 10000 hình ảnh huấn luyện"). Bộ dữ liệu sẽ được cung cấp cho những người tham gia thử thách phân loại ISIC 2018 do hội nghị MICCAI thường niên tổ chức tại Granada, Tây Ban Nha, nhưng cũng sẽ có sẵn cho các nhóm nghiên cứu không tham gia thử thách. Vì chúng tôi cũng sẽ sử dụng tập dữ liệu này để thu thập và cung cấp thông tin về hiệu suất chẩn đoán của chuyên gia về con người, nên nó có thể đóng vai trò là bộ tiêu chuẩn để so sánh giữa con người và máy móc trong tương lai. Để cung cấp thêm thông tin cho các nhóm nghiên cứu máy học có ý định sử dụng bộ đào tạo HAM10000 cho nghiên cứu, chúng tôi mô tả chi tiết quá trình phát triển và các chi tiết cụ thể của tập dữ liệu (Hình 1).

phương pháp

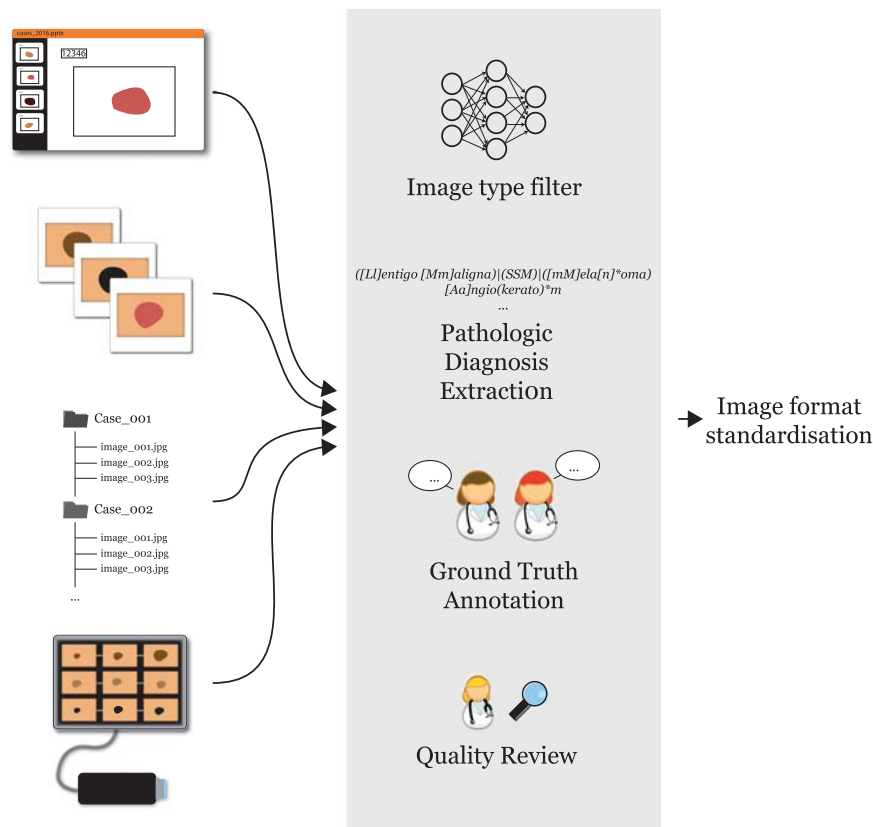
10015 hình ảnh soi da của bộ đào tạo HAM10000 được thu thập trong khoảng thời gian 20 năm từ hai địa điểm khác nhau, Khoa Da liễu tại Đại học Y khoa Vienna, Áo và phòng khám ung thư da của Cliff Rosendahl ở Queensland, Australia. Trang web của Úc đã lưu trữ hình ảnh và siêu dữ liệu trong các tệp PowerPoint và cơ sở dữ liệu Excel. Trang web của Áo bắt đầu thu thập hình ảnh trước thời đại của máy ảnh kỹ thuật số và lưu trữ hình ảnh cũng như siêu dữ liệu ở các định dạng khác nhau trong các khoảng thời gian khác nhau.

Trích xuất hình ảnh và siêu dữ liệu từ tệp PowerPoint

Mỗi tệp PowerPoint chứa các hình ảnh lâm sàng và nội soi da liên tiếp trong một tháng theo lịch làm việc lâm sàng, trong đó mỗi trang trình bày chứa một hình ảnh duy nhất và một trường văn bản có mã nhận dạng tổn thương duy nhất. Do lượng dữ liệu lớn nên chúng tôi đã áp dụng phương pháp tự động để trích xuất và sắp xếp những hình ảnh đó. Chúng tôi đã sử dụng gói Python `python-pptx` để truy cập các tệp PowerPoint và lấy nội dung. Chúng tôi lặp lại qua từng trang trình bày và tự động trích xuất cũng như lưu trữ hình ảnh nguồn, mã nhận dạng tương ứng và năm của tài liệu, là một phần của tên tệp.

Số hóa bệnh nhân tiểu đường

Trước khi máy ảnh kỹ thuật số ra đời, hình ảnh soi da tại Khoa Da liễu ở Vienna, Áo được lưu trữ dưới dạng mẫu dương tính. Chúng tôi đã số hóa các tế bào dương tính bằng máy quét Nikon Coolscan 5000 ED với chế độ quét hai lần bằng Digital ICE và các tệp được lưu trữ dưới dạng Hình ảnh JPEG (độ sâu màu 8 bit) ở



Hình 1. Sơ đồ các phương pháp làm việc với tập dữ liệu. Nội dung hình ảnh và dữ liệu từ các nguồn khác nhau được nhập vào một hệ thống để sắp xếp và làm sạch dữ liệu, hình ảnh cuối cùng được chuẩn hóa và lưu trữ ở định dạng chung.



Hình 2. Chỉnh sửa thủ công một bệnh nhân được quét. Ảnh scan gốc (Một) với viền đen còn lại ở phía dưới bên trái, tổn thương lệch tâm, màu vàng và độ sáng giảm. Phía bên phải (b), hình ảnh cuối cùng sau khi xem xét chất lượng thủ công.

chất lượng cao nhất (300DPI; 15 × 10 cm). Chúng tôi đã cắt xén các hình ảnh được quét theo cách thủ công với tổn thương được căn giữa ở mức 800x600px ở 72DPI và áp dụng hiệu chỉnh biểu đồ thủ công để tăng cường độ tương phản hình ảnh và tái tạo màu sắc (Hình 2).

Trích xuất dữ liệu từ hệ thống soi da kỹ thuật số

Khoa Da liễu của Đại học Vienna được trang bị hệ thống máy soi da kỹ thuật số MoleMax HD (Derma Medical Systems, Vienna, Austria). Chúng tôi đã trích xuất các trường hợp từ hệ thống này bằng cách lọc các bảng SQL bằng công cụ độc quyền do nhà sản xuất cung cấp. Chúng tôi chỉ chọn các tổn thương không phải hắc tố có chẩn đoán lành tính đồng thuận, nevi với >1,5 năm theo dõi bằng soi da kỹ thuật số và các tổn thương được cắt bỏ có báo cáo mô bệnh học. Các báo cáo mô bệnh học được đối chiếu thủ công với các tổn thương cụ thể. Từ một loạt các hình ảnh liên tiếp của cùng một nốt ruồi, chúng tôi chỉ trích xuất được hình ảnh gần đây nhất. Một số khối u ác tính trong bộ này cũng được chụp bằng DermLiteTM

Máy ảnh FOTO (3Gen™). Những hình ảnh bổ sung này cũng trở thành một phần của loạt hình ảnh ViDIR, trong đó các hình ảnh khác nhau của cùng một tổn thương được gắn nhãn bằng một chuỗi nhận dạng chung. Hình ảnh gốc của hệ thống MoleMax HD có độ phân giải 1872x1053px (MoleMax HD) với các pixel không bậc hai. Chúng tôi đã cắt thủ công tất cả hình ảnh MoleMax HD thành 800x600px (72DPI), căn giữa tổn thương nếu cần và hoàn nguyên định dạng về pixel bậc hai.

Lọc hình ảnh da liễu

Bộ sưu tập hình ảnh nguồn của cả hai trang web không chỉ chứa các hình ảnh da liễu mà còn cả các ảnh cận cảnh và tổng quan về lâm sàng. Vì không có chú thích đáng tin cậy về loại hình ảnh nên chúng tôi phải tách các hình ảnh soi da ra khỏi các hình ảnh khác. Để xử lý lượng lớn dữ liệu một cách hiệu quả, chúng tôi đã phát triển một phương pháp tự động để sàng lọc và phân loại >30000 hình ảnh, tương tự như Hanet al¹²: Chúng tôi đã dán nhãn thủ công 1501 tập hình ảnh của bộ sưu tập Úc vào các danh mục "tổng quan", "cận cảnh" và "soi da". Sử dụng các hình ảnh được gắn nhãn thủ công làm tập huấn luyện, chúng tôi đã tinh chỉnh kiến trúc InceptionV3-¹³(cần được đào tạo trước trên ImageNet⁴data) để phân loại hình ảnh theo loại hình ảnh. Sau khi đào tạo trong 20 kỷ nguyên với Stochastic gradient Descent, với tốc độ học tập được khởi tạo ở mức 0,0003, giảm dần (Gamma 0,1) ở kỷ nguyên 7 và 13 và cỡ lô là 64, chúng tôi đã đạt được độ chính xác top 1 là 98,68% trên bộ thử nghiệm giữ lại của chúng tôi. Độ chính xác này đủ để đẩy nhanh quá trình lựa chọn hình ảnh da liễu. Một số ảnh cận cảnh và tổng quan bị phân loại sai còn lại đã được xóa bằng tay trong bản sửa đổi thứ hai.

Thống nhất chẩn đoán bệnh lý

Chẩn đoán mô bệnh học cho thấy sự khác biệt cao trong và giữa các vị trí bao gồm lỗi chính tả, thuật ngữ bệnh lý da liễu khác nhau, nhiều chẩn đoán cho mỗi tổn thương hoặc chẩn đoán không chắc chắn. Các trường hợp có chẩn đoán và va chạm không chắc chắn đã được loại trừ ngoại trừ khối u ác tính liên quan đến nevus.

Chúng tôi đã thống nhất các chẩn đoán và hình thành bảy loại chung và đặc biệt tránh các phân loại mơ hồ. Ví dụ: biểu hiện mô bệnh học "khối u ác tính lan rộng bề ngoài tại chỗ, phát sinh từ một nốt ruồi ở da đã có từ trước", chỉ nên được phân bổ vào lớp "khối u ác tính" chứ không phải lớp nốt ruồi. Bảy loại chung được chọn vì tính đơn giản và mục đích sử dụng làm tập dữ liệu chuẩn để chẩn đoán các tổn thương sắc tố bởi con người và máy móc. Bảy lớp bao phủ hơn 95% tất cả các tổn thương sắc tố được kiểm tra trong thực hành lâm sàng hàng ngày tại hai địa điểm nghiên cứu. Mô tả chi tiết hơn về các loại bệnh được đưa ra trong phần ghi chú sử dụng bên dưới.

Đánh giá chất lượng thủ công

Vòng sàng lọc và xác thực thủ công cuối cùng đã được thực hiện trên tất cả các hình ảnh để loại trừ các trường hợp có các thuộc tính sau:

Kiểu:Hình ảnh cận cảnh và tổng quan không bị xóa bằng tính năng lọc tự động Nhận dạng:Hình ảnh có nội dung có thể nhận dạng được như quần áo, trang sức hoặc hình xăm Chất lượng:Hình ảnh bị mất nét hoặc có hiện tượng gây khó chịu như bong bóng gel bị che khuất. Chúng tôi đặc biệt chấp nhận sự hiện diện của những sợi lông cuối cùng.

Nội dung:Các tổn thương hoàn toàn không có sắc tố và các tổn thương ở mắt, dưới móng hoặc niêm mạc. Các trường hợp còn lại được xem xét để tái tạo màu sắc và độ chói thích hợp, và nếu cần, sẽ điều chỉnh thông qua hiệu chỉnh biểu đồ thủ công.

Tính khả dụng của mã

Mã được tạo tùy chỉnh cho các phương pháp được mô tả có sẵn tại https://github.com/ptschandl/HAM10000_dataset.

Bản ghi dữ liệu

Tất cả các bản ghi dữ liệu của bộ dữ liệu HAM10000 được gửi tại Harvard Dataverse (Trích dẫn dữ liệu 1). Bảng 1 hiển thị bản tóm tắt về số lượng hình ảnh trong tập huấn luyện HAM10000 theo chẩn đoán so với cơ sở dữ liệu hiện có.

Hình ảnh và siêu dữ liệu cũng có thể truy cập được tại kho lưu trữ ISIC cộng đồng thông qua thư viện lưu trữ cũng như thông qua các lệnh gọi API được tiêu chuẩn hóa (<https://isic-archive.com/api/v1>).

Bộ ảnh Rosendahl (Úc)

Các tổn thương của phần này của bộ dữ liệu HAM10000 bắt nguồn từ văn phòng thực hành ung thư da của Cliff Rosendahl (CR, Trưởng Y, Đại học Queensland). Chúng tôi đã trích xuất dữ liệu từ cơ sở dữ liệu của anh ấy sau khi được hội đồng đạo đức tổ chức phê duyệt (Đại học Queensland, Nghị định thư số 2017001223). Hình ảnh chỉ được tác giả CR chụp bằng DermLite Fluid (không phân cực) hoặc DermLite DL3 (3Gen, San Juan Capistrano, CA, USA) với dung dịch ngâm (gel rửa tay 70% ethanol hoặc gel siêu âm). Hình ảnh kỹ thuật số được lưu trữ trong PowerPoint[™]bài thuyết trình. Mỗi slide chứa một hình ảnh soi da và một trường văn bản có ID tổn thương duy nhất liên tiếp liên kết hình ảnh với cơ sở dữ liệu Excel riêng biệt với siêu dữ liệu lâm sàng và chẩn đoán mô bệnh học. Các hình ảnh được ghi lại theo cách này liên tục bắt đầu từ năm 2008 cho đến tháng 5 năm 2017. Chuỗi Rosendahl bao gồm 34,2GB các slide kỹ thuật số (122 PowerPoint[™]-files) từ đó chúng tôi trích xuất 36802 hình ảnh có báo cáo mô bệnh học phù hợp như mô tả ở trên. Sau khi loại bỏ các tổn thương không có sắc tố, tổng quan, cận cảnh không có

Tập dữ liệu	Giấy phép	Tổng số hình ảnh	Xác minh bệnh lý (%)	akiec	bcc	bkl	df	mel	nv	vasc
PH2	Nghiên cứu & Giáo dục ¹⁰	200	20,5%	-	-	-	-	40	160	-
bản đồ	không có giấy phép	1024	không xác định	5	42	70	20	275	582	30
ISIC 2017 ⁶	CC-0	13786	26,3%	2	33	575	7	1019	11861	15
Rosendahl	CC BY-NC 4.0	2259	100%	295	296	490	30	342	803	3
Di sản ViDIR	CC BY-NC 4.0	439	100%	0	5	10	4	67	350	3
ViDIR hiện tại	CC BY-NC 4.0	3363	77,1%	32	211	475	51	680	1832	82
ViDIR MoleMax	CC BY-NC 4.0	3954	1,2%	0	2	124	30	24	3720	54
HAM10000	CC BY-NC 4.0	10015	53,3%	327	514	1099	115	1113	6705	142

Bảng 1. Tóm tắt các bộ dữ liệu hình ảnh da liễu có sẵn công khai so với HAM10000.

¹⁰Không được nêu cụ thể trên trang web cung cấp, chúng tôi suy ra rằng các điều khoản sử dụng nhất định của họ phần lớn phản ánh CC BY-NC-ND 3.0.⁶Tám bộ dữ liệu khác nhau có giấy phép CC-0 được kết hợp vào ngày 12 tháng 2 năm 2018.

nội soi da và các trường hợp không có hoặc có chẩn đoán không phù hợp không thuộc một trong các nhóm chung được xác định trước, chúng tôi đã đi đến tập dữ liệu cuối cùng được mô tả trong Bảng 1.

Bộ ảnh ViDIR (Áo)

Từ các nguồn dữ liệu của Nhóm ViDIR (Khoa Da liễu tại Đại học Y khoa Vienna, Áo) từ các thời điểm khác nhau đã có sẵn và được xử lý sau khi được ủy ban đạo đức tại Đại học Y khoa Vienna phê duyệt (Giao thức số 1804/2017).

Diapos di sản.Nguồn hình ảnh lâu đời nhất của nhóm ViDIR có từ thời kỳ trước khi có máy ảnh kỹ thuật số khi hình ảnh soi da được chụp bằng máy ảnh analog và được lưu trữ dưới dạng dương tính. Ban đầu chúng được chụp ảnh bằng hệ thống Heine Dermaphot sử dụng chất lỏng ngâm và được sản xuất cho mục đích giáo dục và lưu trữ bằng phương pháp E-6¹⁴.

Cơ sở dữ liệu hiện tại.Từ năm 2005, chúng tôi đã ghi lại các hình ảnh soi da kỹ thuật số bằng hệ thống DermLiteTM FOTO (3GenTM) (các trường hợp riêng lẻ cũng với Heine Delta 20) và lưu trữ hình ảnh cũng như siêu dữ liệu trong cơ sở dữ liệu trung tâm. Bộ dữ liệu này bao gồm các bộ ba từ cùng một tổn thương được chụp với độ phóng đại khác nhau để cho phép hiển thị các đặc điểm cục bộ và các mẫu chung.

Dòng MoleMax.Khoa Da liễu ở Vienna cung cấp dịch vụ theo dõi bằng soi da kỹ thuật số cho những bệnh nhân có nguy cơ cao để tăng số lần cắt bỏ khối u ác tính sớm đồng thời giảm việc cắt bỏ nốt ruồi không cần thiết.¹⁵ Khoảng thời gian giữa các lần tái khám thường dao động từ 6-12 tháng. Rinneret al.¹⁶ gần đây đã xuất bản một mô tả chi tiết về chương trình tiếp theo này. Kể từ năm 2015, Hệ thống MoleMax HD (Derma Medical Systems, Vienna, Áo) được sử dụng để thu nhận và lưu trữ hình ảnh soi da. Hầu hết bệnh nhân trong chương trình theo dõi đều có nhiều nevi. Các bác sĩ da liễu của Khoa Da liễu ở Vienna thường theo dõi các nốt ruồi "không điển hình" nhưng cũng theo dõi một số lượng nhỏ các nốt ruồi không rõ ràng được chọn ngẫu nhiên, thường không được trình bày rõ ràng trong các bộ dữ liệu được sử dụng cho máy học.

Xác nhận kỹ thuật

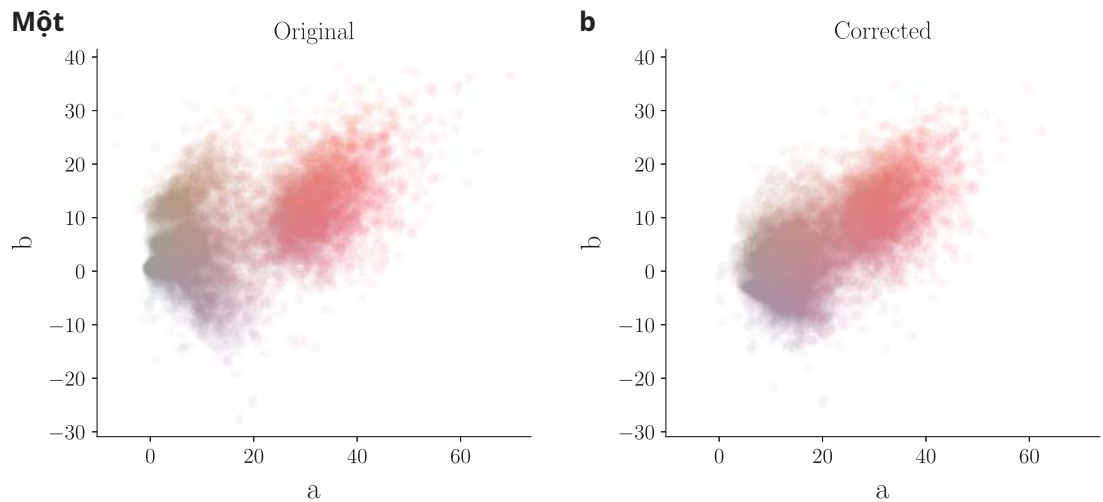
Nếu cần thiết, một chuyên gia da liễu đã thực hiện chỉnh sửa biểu đồ thủ công để điều chỉnh hình ảnh để người đọc có thể kiểm tra trực quan. Chúng tôi đã hạn chế chỉnh sửa đối với những hình ảnh thiếu sáng và những hình ảnh có màu vàng hoặc xanh lục để nhìn thấy và không thực hiện các điều chỉnh nào khác. Để minh họa những thay đổi, chúng tôi đã tiến hành ước tính độ sáng màu sau khi hiệu chỉnh theo giả định về thể giới xám¹⁷ như được hiển thị trong Hình 3. Như mong muốn, các hiệu chỉnh đã chuyển ánh sáng màu vàng và xanh lục sang màu xanh lam và đỏ. Chúng tôi đã xác định bốn loại sự thật cơ bản khác nhau:

Mô bệnh học

Chẩn đoán mô bệnh học của các tổn thương đã cắt bỏ đã được thực hiện bởi các bác sĩ da liễu chuyên khoa. Chúng tôi đã quét tất cả các slide mô bệnh học có sẵn của bộ hình ảnh ViDIR hiện tại để xem xét sau. Chúng tôi đã xem xét thủ công tất cả các hình ảnh có chẩn đoán mô bệnh học tương ứng và kiểm tra tính hợp lý. Nếu chẩn đoán mô bệnh học là không hợp lý, chúng tôi đã kiểm tra mẫu không khớp và xem xét báo cáo cũng như kiểm tra lại slide nếu cần thiết. Chúng tôi đã loại trừ các trường hợp có chẩn đoán mô bệnh học không rõ ràng (ví dụ: "có ưu thế về nốt ruồi nhưng không thể loại trừ khối u ác tính đang đang tiến triển tại chỗ").

Đồng tiêu

Kính hiển vi đồng tiêu phản xạ là một kỹ thuật hình ảnh in-vivo với độ phân giải ở mức độ gần tế bào¹⁸ và một số chứng dày sừng lành tính ở mặt đã được xác minh bằng phương pháp này. Hầu hết các trường hợp đều được đưa vào một nghiên cứu đồng tiêu tương lai được thực hiện tại Khoa Da liễu thuộc Đại học Y Vienna, cũng bao gồm việc theo dõi trong một năm.¹⁹



Hình 3. Ước tính màu sắc của tập dữ liệu. Các giá trị được ước tính với giả định trong thế giới xám của tất cả các hình ảnh trong tập huấn luyện trong không gian màu Lab trước (trái) và sau (phải) các thay đổi biểu đồ thủ công.

Theo sát

Nếu nevi được theo dõi bằng máy soi da kỹ thuật số không cho thấy bất kỳ thay đổi nào trong 3 lần tái khám hoặc 1,5 năm thì chúng tôi chấp nhận đây là bằng chứng lành tính về mặt sinh học. Chỉ nevi, nhưng không có chẩn đoán lành tính nào khác được coi là sự thật cơ bản này vì các bác sĩ da liễu thường không theo dõi u xơ da, dày sừng tiết bã hoặc tổn thương mạch máu. Sự hiện diện của sự thay đổi được đánh giá bởi tác giả HK, người có hơn 20 năm kinh nghiệm theo dõi bằng kính soi da kỹ thuật số.

Đoàn kết. Đối với các trường hợp lành tính điển hình không có mô bệnh học hoặc theo dõi, chúng tôi cung cấp đánh giá đồng thuận chuyên môn của các tác giả PT và HK. Chúng tôi chỉ áp dụng nhãn đồng thuận nếu cả hai tác giả đều đưa ra chẩn đoán lành tính rõ ràng giống nhau một cách độc lập. Các tổn thương thuộc loại sự thật cơ bản này thường được chụp ảnh vì lý do giáo dục và không cần theo dõi hoặc sinh thiết thêm để xác nhận.

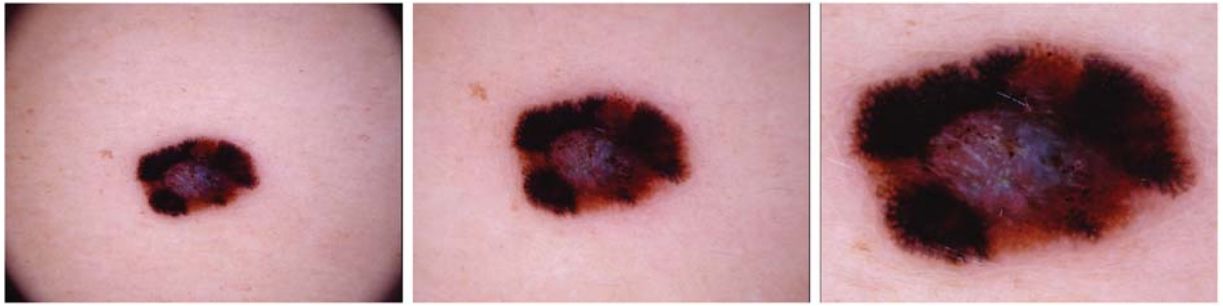
Ghi chú sử dụng

Bộ huấn luyện HAM10000 bao gồm các tổn thương sắc tố từ các quần thể khác nhau. Bộ hình ảnh của Áo bao gồm các tổn thương của bệnh nhân được chuyển đến một trung tâm giới thiệu cấp ba ở Châu Âu chuyên phát hiện sớm khối u ác tính ở các nhóm có nguy cơ cao. Nhóm bệnh nhân này thường có số lượng nevi cao và có tiền sử cá nhân hoặc gia đình mắc bệnh u ác tính. Bộ hình ảnh của Úc bao gồm các tổn thương của bệnh nhân tại cơ sở chăm sóc chính ở khu vực có tỷ lệ mắc ung thư da cao. Bệnh nhân người Úc thường bị tổn thương mãn tính nghiêm trọng do ánh nắng mặt trời. Da bị tổn thương mãn tính do ánh nắng mặt trời có đặc điểm là có nhiều vết nám và giãn mạch, thường xuất hiện ở ngoại vi của tổn thương mục tiêu. Rất hiếm khi các u mạch nhỏ và dày sừng tiết bã có thể va chạm với tổn thương mục tiêu. Chúng tôi đã không loại bỏ "tiếng ồn" này và chúng tôi cũng không loại bỏ những sợi lông cuối cùng vì nó phản ánh tình hình thực tế lâm sàng. Trong hầu hết các trường hợp, mặc dù không phải lúc nào cũng vậy, tổn thương mục tiêu nằm ở trung tâm của hình ảnh. Hình ảnh soi da của cả hai địa điểm nghiên cứu được chụp bằng các thiết bị khác nhau sử dụng phương pháp soi da phân cực và không phân cực. Bộ này bao gồm các ví dụ đại diện về các tổn thương sắc tố da có liên quan thực tế. Hơn 95% tất cả các tổn thương gặp phải trong quá trình thực hành lâm sàng sẽ thuộc một trong bảy loại chẩn đoán. Trong thực tế, nhiệm vụ của bác sĩ lâm sàng là phân biệt giữa các tổn thương ác tính và lành tính, đồng thời đưa ra các chẩn đoán cụ thể vì các tổn thương ác tính khác nhau, ví dụ như khối u ác tính và ung thư biểu mô tế bào đáy, có thể được điều trị theo cách và khung thời gian khác nhau. Ngoại trừ các tổn thương mạch máu, được tạo sắc tố bởi huyết sắc tố chứ không phải bởi melanin, tất cả các tổn thương đều có các biến thể hoàn toàn không có sắc tố (ví dụ như khối u ác tính amelanotic). Các tổn thương không có sắc tố, đa dạng hơn và có nhiều chẩn đoán phân biệt hơn, không nằm trong bộ này.

Mô tả sau đây về các danh mục chẩn đoán dành cho các nhà khoa học máy tính không quen thuộc với tài liệu về da liễu:

akiec

Keratosis tím (keratosis năng lượng mặt trời) và ung thư biểu mô nội mô (bệnh Bowen) là những biến thể không xâm lấn phổ biến của ung thư biểu mô tế bào vảy có thể được điều trị tại chỗ mà không cần phẫu thuật. Một số tác giả coi chúng là tiền thân của ung thư biểu mô tế bào vảy chứ không phải là ung thư biểu mô thực tế. Tuy nhiên, có sự đồng ý rằng những tổn thương này có thể tiến triển thành ung thư biểu mô tế bào vảy xâm lấn – thường không có sắc tố. Cả hai khối u thường biểu hiện vảy trên bề mặt và thường không có sắc tố.



Hình 4. Ví dụ ba của cùng một tổn thương. Thay vì cắt xén theo các kích thước khác nhau của một hình ảnh nguồn lớn, những hình ảnh này ban đầu được chụp ở các độ phóng đại và góc khác nhau.

Chứng dày sừng quang hóa phổ biến hơn ở mặt và bệnh Bowen phổ biến hơn ở các vị trí khác trên cơ thể. Bởi vì cả hai loại đều được gây ra bởi tia UV nên vùng da xung quanh thường được đặc trưng bởi tổn thương nghiêm trọng do ánh nắng mặt trời ngoại trừ trường hợp bệnh Bowen do nhiễm vi rút u nhú ở người chứ không phải do tia cực tím. Các biến thể sắc tố tồn tại đối với bệnh Bowen²⁰ và đối với bệnh dày sừng quang hóa²¹, và cả hai đều được bao gồm trong bộ này.

Tiêu chuẩn soi da của bệnh dày sừng quang hóa sắc tố và bệnh Bowen được Zalaudek mô tả chi tiết^{et al.}^{22,23} và bởi Cameron^{et al.}²⁰.

bcc

Ung thư biểu mô tế bào đáy là một biến thể phổ biến của ung thư da biểu mô, hiếm khi di căn nhưng phát triển mạnh nếu không được điều trị. Nó xuất hiện dưới nhiều dạng hình thái khác nhau (phẳng, nốt sần, sắc tố, nang), được Lallas mô tả chi tiết hơn.^{et al.}²⁴

bkl

"Dày sừng lành tính" là một loại bệnh chung bao gồm dày sừng tiết bã nhờn ("mụn cóc già"), mụn cóc do nắng - có thể được coi là một biến thể phẳng của dày sừng tiết bã - và dày sừng lichen-planus như dày sừng (LPLK), tương ứng với dày sừng tiết bã hoặc dày sừng tiết bã. một nốt ruồi nắng lượng mặt trời với tình trạng viêm và hồi quy²⁵. Ba nhóm nhỏ có thể trông khác nhau về mặt soi da, nhưng chúng tôi nhóm chúng lại với nhau vì chúng giống nhau về mặt sinh học và thường được báo cáo dưới cùng một thuật ngữ chung về mặt mô bệnh học. Từ góc nhìn soi da, chứng dày sừng giống lichen planus đặc biệt khó khăn vì chúng có thể biểu hiện các đặc điểm hình thái bất thường khối u ác tính.²⁶ và thường được sinh thiết hoặc cắt bỏ

vì lý do chẩn đoán. Hình ảnh soi da của dày sừng tiết bã thay đổi tùy theo vị trí và loại giải phẫu²⁷.

df

Dermatofibroma là một tổn thương da lành tính được coi là sự tăng sinh lành tính hoặc phản ứng viêm đối với chấn thương tối thiểu. Biểu hiện phổ biến nhất qua soi da là các đường lưới ở ngoại vi với một mảng trắng ở trung tâm biểu thị tình trạng xơ hóa.²⁸

nv

Nevi hắc tố là những khối u lành tính của tế bào hắc tố và xuất hiện với vô số biến thể, tất cả đều có trong loạt bài của chúng tôi. Các biến thể có thể khác biệt đáng kể từ quan điểm da liễu. Ngược lại với khối u ác tính, chúng thường đối xứng về sự phân bố màu sắc và cấu trúc.²⁹

mel

Khối u ác tính là một khối u ác tính có nguồn gốc từ các tế bào hắc tố có thể xuất hiện dưới nhiều biến thể khác nhau. Nếu được cắt bỏ ở giai đoạn đầu, bệnh có thể được chữa khỏi bằng phẫu thuật cắt bỏ đơn giản. Khối u ác tính có thể xâm lấn hoặc không xâm lấn (tại chỗ). Chúng tôi bao gồm tất cả các biến thể của khối u ác tính bao gồm khối u ác tính tại chỗ, nhưng đã loại trừ khối u ác tính không sắc tố, dưới lưới, mắt hoặc niêm mạc.

Các khối u ác tính thường, mặc dù không phải lúc nào cũng hỗn loạn, và một số tiêu chí cụ thể của khối u ác tính phụ thuộc vào vị trí giải phẫu^{23,30}.

vasc

Các tổn thương mạch máu trên da trong phạm vi tập dữ liệu từ u mạch anh đào đến u mạch máu³¹ và u hạt sinh mủ³². Xuất huyết cũng được bao gồm trong loại này.

U mạch có đặc điểm qua nội soi da là có màu đỏ hoặc tím và các cấu trúc rắn chắc, có giới hạn rõ được gọi là cục đỏ hoặc lỗ khuyết.

Số lượng hình ảnh trong bộ dữ liệu không tương ứng với số lượng tổn thương duy nhất, bởi vì chúng tôi cũng cung cấp hình ảnh của cùng một tổn thương được chụp ở các độ phóng đại hoặc góc khác nhau (Hình 4) hoặc bằng

máy ảnh khác nhau. Điều này sẽ đóng vai trò như một công cụ tăng cường dữ liệu tự nhiên vì nó hiển thị các phép biến đổi ngẫu nhiên và trực quan hóa cả các tính năng chung và cục bộ.

Hình ảnh trong tập dữ liệu có thể khác với những hình ảnh mà người dùng cuối, đặc biệt là người bình thường, sẽ cung cấp trong kịch bản thế giới thực. Ví dụ: hình ảnh phóng to không đủ của các tổn thương nhỏ hoặc hình ảnh mất nét đã bị xóa.

Chúng tôi đã sử dụng tính năng sàng lọc tự động bằng mạng thần kinh, nhiều lần đánh giá thủ công và xóa dữ liệu EXIF của hình ảnh để xóa mọi thông tin có thể nhận dạng được. Do đó, dữ liệu có thể được coi là ẩn danh theo hiểu biết tốt nhất của chúng tôi và việc thu thập dữ liệu đã được phê duyệt bởi ủy ban đánh giá đạo đức tại Đại học Y khoa Vienna và Đại học Queensland.

Người giới thiệu

- Rosendahl, C., Tschandl, P., Cameron, A. & Kittler, H. Độ chính xác chẩn đoán của nội soi da đối với các tổn thương sắc tố hắc tố và không hắc tố. *J Am Acad Dermatol* 64, 1068–1073 (2011).
- Chất kết dính, M. et al. Ứng dụng mạng lưới thần kinh nhân tạo trong phân tích mô hình kính hiển vi phát quang của các tổn thương sắc tố da: một nghiên cứu thí điểm. *Br J Dermatol* 130, 460–465 (1994).
- Codella, NCF et al. Phân tích tổn thương da nhằm phát hiện khối u ác tính: Một thách thức tại Hội nghị chuyên đề quốc tế về hình ảnh y sinh (ISBI) năm 2017, do Tổ chức hợp tác hình ảnh da quốc tế (ISIC) tổ chức. Bản in trước tại <https://arxiv.org/abs/1710.05006> (2017).
- Đặng, J. et al. ImageNet: Cơ sở dữ liệu hình ảnh phân cấp quy mô lớn, Hội nghị IEEE 2009 về Thị giác máy tính và Nhận dạng mẫu, Miami, FL, 2009, trang 248–255 (2009).
- Mendonça, T., Ferreira, PM, Marques, JS, Marcal, ARS & Rozeira, J. PH2- Cơ sở dữ liệu hình ảnh hiển vi để nghiên cứu và đo điểm chuẩn, Hội nghị quốc tế thường niên lần thứ 35 năm 2013 của Hiệp hội Kỹ thuật Y học và Sinh học IEEE (EMBC), Osaka, 2013, trang 5437–5440 (2013).
- Argentina, G. et al. Atlas tương tác của nội soi da (Nhà xuất bản Y tế Edra và Phương tiện Truyền thông Mới: Milan, 2000).
- Dreiseitl, S., Binder, M., Hable, K. & Kittler, H. Chẩn đoán khối u ác tính trên máy tính so với con người: đánh giá tính khả thi của hệ thống chẩn đoán tự động trong một thử nghiệm lâm sàng tương lai. *Res khối u ác tính* 19, 180–184 (2009).
- Kharazmi, P., Kalia, S., Lui, H., Wang, ZJ & Lee, TK Một hệ thống tổng hợp tính năng để phát hiện ung thư biểu mô tế bào đáy thông qua việc học tính năng dựa trên dữ liệu và hồ sơ bệnh nhân. *Công nghệ Skin Res* 24, 256–264 (2017).
- Sinz, C. et al. Độ chính xác của nội soi da trong chẩn đoán ung thư da không sắc tố. *J Am Acad Dermatol* 77, 1100–1109 (2017).
- Esteve, A. et al. Phân loại ung thư da ở cấp độ bác sĩ da liễu với mạng lưới thần kinh sâu. *Thiên nhiên* 542, 115–118 (2017).
- Hàn, SSet et al. Phân loại hình ảnh lâm sàng cho các khối u ở da lành tính và ác tính bằng thuật toán học sâu. *J Invest Dermatol*, Bản in trước tại <https://doi.org/10.1016/j.jid.2018.01.028> (2018).
- Hàn, SSet et al. Mạng lưới thần kinh sâu cho thấy hiệu suất tương đương và thường vượt trội so với các bác sĩ da liễu trong chẩn đoán bệnh nấm móng: Tự động xây dựng các bộ dữ liệu về bệnh nấm móng bằng mạng lưới thần kinh sâu tích chập theo vùng. *XIN MỘT* 13, 1–14 (2018).
- Szegedy, C., Vanhoucke, V., Ioffe, S., Shlens, J. & Wojna, Z. Xem xét lại Kiến trúc khởi đầu cho Thị giác Máy tính. Bản in trước tại <https://arxiv.org/abs/1512.00567> (2015).
- Hóa chất chuyên nghiệp Kodak, Quy trình E-6 và Quy trình E-6AR https://125px.com/docs/techpubs/kodak/j83-2005_11.pdf (2005).
- Salerni, G. et al. Phân tích tổng hợp về theo dõi nội soi da kỹ thuật số đối với các tổn thương da hắc tố: một nghiên cứu thay mặt cho Hiệp hội nội soi da quốc tế. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 27, 805–814 (2013).
- Rinner, C., Tschandl, P., Sinz, C. & Kittler, H. Đánh giá dài hạn về hiệu quả của việc theo dõi nội soi da kỹ thuật số tại một trung tâm giới thiệu cấp ba. *J Dtsch Dermatol Ges* 15, 517–522 (2017).
- Van de Weijer, J., Gevers, T. & Gijsenij, A. Hằng số màu dựa trên cạnh. Xử lý hình ảnh chuyển đổi của IEEE 16, 2207–2214 (2007).
- Stevenson, AD, Mickan, S., Mallett, S. & Ayya, M. Đánh giá có hệ thống về độ chính xác chẩn đoán của kính hiển vi đồng tiêu phản xạ để chẩn đoán khối u ác tính ở bệnh nhân tổn thương da không rõ ràng trên lâm sàng. *Khái niệm thực hành Dermatol* 3, 19–27 (2013).
- Wurm, E. et al. Giá trị của kính hiển vi đồng tiêu phản xạ trong chẩn đoán các tổn thương sắc tố phẳng trên khuôn mặt: một nghiên cứu tiền cứu. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 31, 1349–1354 (2017).
- Cameron, A., Rosendahl, C., Tschandl, P., Riedl, E. & Kittler, H. Nội soi da về bệnh sắc tố Bowen. *J Am Acad Dermatol* 62, 597–604 (2010).
- Akay, BN, Kocyigit, P., Heper, AO & Erdem, C. Nội soi da các tổn thương sắc tố phẳng trên khuôn mặt: thách thức chẩn đoán giữa bệnh dày sừng quang hóa sắc tố và bệnh lentigo maligna. *Br J Dermatol* 163, 1212–1217 (2010).
- Zalaudek, I. et al. Nội soi da của bệnh dày sừng quang hóa ở mặt, ung thư biểu mô trong biểu bì và ung thư biểu mô tế bào vảy xâm lấn: một mô hình tiến triển. *Mút. Học viện. Dermatol* 66, 589–597 (2012).
- Tschandl, P., Rosendahl, C. & Kittler, H. Nội soi da các tổn thương sắc tố phẳng trên khuôn mặt. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 29, 120–127 (2015).
- Lallas, A. et al. Vũ trụ soi da của ung thư biểu mô tế bào đáy. *Khái niệm thực hành Dermatol* 4, 11–24 (2014).
- Zaballos, P. et al. Nghiên cứu sự hồi quy của chứng dày sừng tiết bã trong bệnh dày sừng lichen bằng hình ảnh soi da tuần tự. *Da liễu* 220, 103–109 (2010).
- Moscarella, E. et al. Khối u ác tính giống như keratosis lichen. *J Am Acad Dermatol* 65, e85, Văn Đề (2011).
- Braun, RP et al. Nội soi da dày sừng tiết bã sắc tố: một nghiên cứu hình thái học. *Vòm Dermatol* 138, 1556–1560 (2002).
- Zaballos, P., Puig, S., Llambrich, A. & Malvehy, J. Nội soi da liễu của u xơ da: một nghiên cứu hình thái học tiền cứu trên 412 trường hợp. *Vòm Dermatol* 144, 75–83 (2008).
- Rosendahl, C., Cameron, A., McColl, I. & Wilkinson, D. Nội soi da trong thực hành thông thường - 'hỗn loạn và mạnh mẽ'. *Bác sĩ gia đình Aust Fam* 41, 482–487 (2012).
- Schiffner, R. et al. Cải thiện khả năng nhận biết sớm bệnh lentigo ác tính bằng phương pháp soi da. *Mút. Học viện. Dermatol* 42, 25–32 (2000).
- Zaballos, P. et al. Nội soi da của u mạch máu đơn độc: một nghiên cứu hình thái học. *Vòm Dermatol* 143, 318–325 (2007).
- Zaballos, P. et al. Nội soi da của u hạt sinh mủ: một nghiên cứu hình thái. *Br J Dermatol* 163, 1229–1237 (2010).

Trích dẫn dữ liệu

- Tschandl, P. Dữ liệu Harvard <https://doi.org/10.7910/DVN/DBW86T> (2018).

Sự nhìn nhận

Chúng tôi muốn cảm ơn Andreas Ebner (nhiếp ảnh gia tại Khoa Da liễu, Đại học Y Vienna) vì đã lưu trữ và thu thập hầu hết các hình ảnh trong bộ dữ liệu ViDIR. Chúng tôi xin cảm ơn Giuliana nhiều hơn nữa

Petronio đã quét các bệnh nhân dương tính và Christoph Sinz, MD đã giúp đỡ vô giá trong việc liên tục quản lý cơ sở dữ liệu ViDIR. Chúng tôi rất biết ơn các cộng tác viên của thử thách ISIC-Archive và ISIC 2018: M. Emre Celebi Ph.D. (Đại học Central Arkansas, Arkansas, Mỹ), Noel CF Codella Ph. D. (IBM Research, New York, USA), Kristin Dana Ph.D. (Đại học Rutgers, New Jersey, Hoa Kỳ), David Gutman MD (Đại học Emory, Georgia, Hoa Kỳ), Allan Halpern MD (Trung tâm Ung thư Memorial Sloan Kettering, New York, Hoa Kỳ) và Brian Helba (Kitware, New York, Hoa Kỳ). Họ đã tạo điều kiện cho việc lưu trữ và áp dụng ngay tập dữ liệu, đồng thời cung cấp thông tin đầu vào có giá trị trong quá trình xử lý dữ liệu.

Sự đóng góp của tác giả

PT đã viết Bộ mô tả dữ liệu và thực hiện xử lý dữ liệu, xử lý và phân tích hình ảnh, chú thích của chuyên gia và đánh giá chất lượng. CR đã viết Bộ mô tả dữ liệu và thu thập tất cả các trường hợp từ Chuỗi Rosendahl. HK đã viết Bộ mô tả dữ liệu và thực hiện chú thích hình ảnh, trích xuất Dòng MoleMax và đánh giá chất lượng của tất cả các hình ảnh.

thông tin thêm

Lợi ích cạnh tranh: Các tác giả tuyên bố không có lợi ích cạnh tranh.

Cách trích dẫn bài viết này: Tschandl, P. et al. Bộ dữ liệu HAM10000, một bộ sưu tập lớn các hình ảnh soi da đa nguồn về các tổn thương sắc tố da phổ biến. Khoa học. Dữ liệu 5:180161 doi: 10.1038/sdata.2018.161 (2018).

Ghi chú của nhà xuất bản: Springer Nature vẫn trung lập đối với các yêu cầu về quyền tài sản trong các bản đồ được xuất bản và các tổ chức liên kết.



Truy cập mở Bài viết này được cấp phép theo Giấy phép Quốc tế Creative Commons Ghi công 4.0, cho phép sử dụng, chia sẻ, chuyển thể, phân phối và sao chép dưới bất kỳ hình thức nào.

phương tiện hoặc định dạng, miễn là bạn ghi công phù hợp cho (các) tác giả gốc và nguồn, cung cấp liên kết tới giấy phép Creative Commons và cho biết liệu các thay đổi đã được thực hiện hay chưa. Các hình ảnh hoặc tài liệu của bên thứ ba khác trong bài viết này được bao gồm trong giấy phép Creative Commons của bài viết, trừ khi có quy định khác trong hạn mức tín dụng cho tài liệu. Nếu tài liệu không có trong giấy phép Creative Commons của bài viết và mục đích sử dụng dự định của bạn không được quy định pháp luật cho phép hoặc vượt quá mức sử dụng được phép, bạn sẽ cần phải xin phép trực tiếp từ người giữ bản quyền. Để xem bản sao của giấy phép này, hãy truy cập <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Việc miễn trừ dành cho miền công cộng Creative Commons <http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/> áp dụng cho các tệp siêu dữ liệu có sẵn trong bài viết này.

© (Các) tác giả 2018