arXiv:2301.06160v1 [cs.DL] 15 Jan 2023

TextileNet：基于材料分类体系的时尚纺织品数据集

Shu Zhong[1]，**Miriam Ribul**[2]，**Youngjun Cho**[1]，**和 Marianna Obrist** [1]

[1]伦敦大学学院计算机科学系[2]皇家艺术学院材料科学研究中心

摘要

机器学习（ML）的兴起正逐步推动时尚产业数字化并重塑这一行业。近年来，时尚领域涌现出许多人工智能应用，例如虚拟试穿。纺织材料识别与分类在时尚纺织领域中发挥着至关重要的作用，涵盖时装设计、零售业和回收。与此同时，净零排放是全球目标，时尚产业正经历重大变革，以便以可持续的方式重复利用、修复和回收纺织材料。目前，自动识别服装所用纺织材料仍面临挑战，因为我们缺乏低成本且有效的识别技术。鉴于此，我们基于纺织材料分类体系，构建了首个时尚纺织品数据集 TextileNet；该分类体系包括与材料科学家合作制定的纤维分类体系和织物分类体系。TextileNet 可用于训练和评估最先进的纺织材料深度学习模型。我们希望借助分类体系推动纺织品相关数据集的标准化。TextileNet 包含 33 个纤维标签和 27 个织物标签，共有 760,949 张图像。我们采用标准的卷积神经网络（CNN）和视觉 Transformer（ViT）为该数据集建立基线。该数据集未来的应用范围涵盖纺织品分类、纺织品供应链优化以及面向消费者的交互式设计。我们认为，这将有助于开发新型人工智能时尚平台。

1 引言

服装和纺织品在我们的日常生活中无处不在。在线购物将个人的购物体验提升到了一个新高度——人们可以从全球市场中海量的选择里定制购物，享受简便的结账流程、便捷的配送与退货服务。据市场估算，全球时尚电商市场在 2020 [9] 的价值达 7525 亿美元。这一庞大的经济价值表明，个人对电子商务服务的需求不断增长。时尚产业需求的持续上升，推动了机器学习（ML）技术的应用，以促进低层次的像素识别、中层次的时尚理解以及高层次的时尚应用 [61]。

穿搭推荐和虚拟试穿等高层次应用 [23], 由较低层次的时尚任务提供支持，例如 解析（分割） [18, 32], 关键点检测 [43], 等。 随后，许多研究针对各个层次的时尚任务开发了服装相关数据集，包括关键点标注 [43, 32, 18],类别分类 [21, 73, 67], 属性标注 [32, 26], 基于识别的检索 [31, 23, 22], 等。

尽管时尚产业的机器学习技术不断发展，纺织业在追求更可持续的模式、减少大量纺织废弃物并实现全球净零排放目标方面，仍面临诸多挑战 [16, 4]。纺织材料在服装中发挥着关键作用，因为材料的选择取决于其特定属性，包括所提供的舒适度以及可回收程度，等等。 [40]。每年有数百万吨服装最终被送往垃圾填埋场 [48]。作为循环经济的一种新型概念模式，纺织品循环利用为时尚产业提供了一种选择，有助于减少碳足迹和成本、延长纺织品的使用寿命并最大限度地减少废弃物。纺织品可以

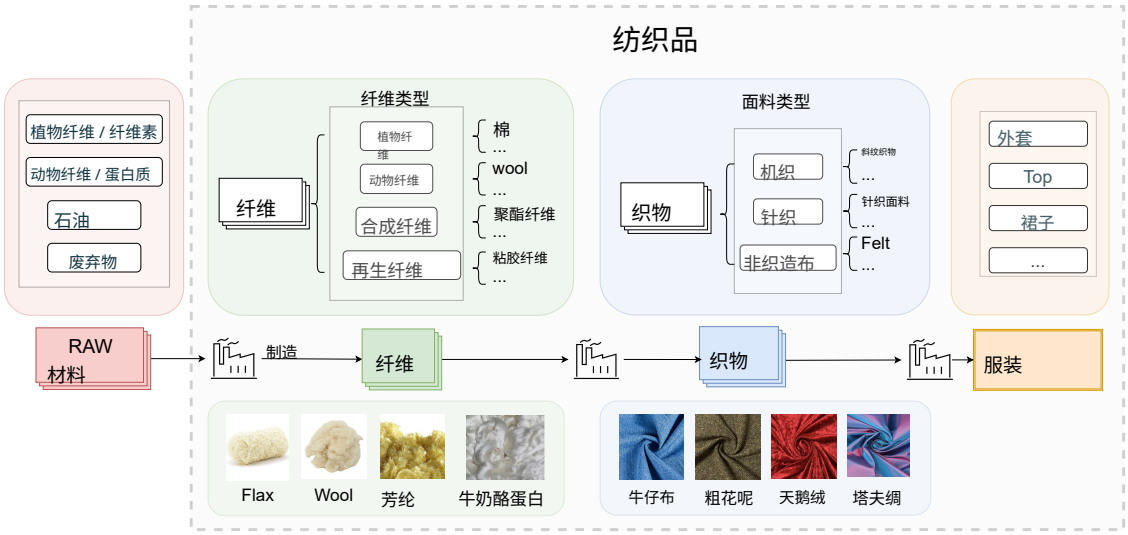

图 1：纺织品的一般生产流程。纺织品 是一个统称，涵盖原材料、纤维、织物和服装等 （以虚线框标示）。数据集标签根据两种纺织材料分类体系生成：纤维分类体系（图 2）和织物分类体系（见补充材料）。纤维分为四种宏观类型，图中展示了若干纤维示例（亚麻、羊毛、芳纶和牛奶酪蛋白）。织物的生产方法分为三种宏观类型，图中也展示了若干织物示例（牛仔布、粗花呢、天鹅绒和塔夫绸）。

在多个层面上重复利用，例如再生为新的纤维，或将纺织废弃物用作能源燃料等等。，从而减少碳足迹 [45]。建议确保纺织品可追溯至其原始来源，以保证回收流程得以落实。

然而，如今纺织品大多仍依靠人工分拣 [51], ，尽管近期研究提出利用近红外光谱（近红外光谱）识别纺织品，以实现服装自动分拣 [10]。**目前仍缺少一种低成本、高效率的技术，用于自动识别服装中的纺织材料**，以便数字化时尚产业能够获取服装所用的材料信息。这有助于减少大量纺织废弃物和碳排放 [15]。

鉴于纺织材料识别在服装中的重要性，值得注意的是，这一识别过程可能较为复杂，因为纤维和织物指的是不同的纺织材料。纤维是制造织物的材料，然而，现有的大多数机器学习时尚数据集却将二者混在同一类别中。目前还没有数据集包含经过整理的纺织材料标签；它们无法系统地呈现材料相关标签[43, 21]。这些数据集只包含部分纺织材料属性；其标注方案缺乏合理依据，也未经材料科学家系统审查。

本文提出 TextileNet，这是一种基于材料分类体系的时尚纺织品数据集，旨在弥补当前服装纺织材料识别研究中的不足。我们基于纤维和织物标签构建了 TextileNet 数据集（如图 1 所示，详细示意图见图 2）。为此，我们与材料领域专家密切合作，精心设计了两套分类体系，分别用于纤维和织物。我们将在第 2.3 节讨论具体的设计细节。
该 TextileNet 数据集旨在促进时尚产业中的纺织材料识别和基于图像的纺织材料检索，同时，**规范数字化纺织材料标注**。TextileNet 可应用于多个领域，包括材料科学、时装设计、零售业和纺织品供应链等。我们的贡献如下：

- 我们介绍了与材料领域专家合作创建的纤维分类体系和织物分类体系；这些分类体系涵盖纺织品的宏观类型，并可扩展以纳入未来新增的纤维/织物类型；

- 我们利用这些分类体系中的标签，收集并构建了基于材料分类体系的纤维和织物时尚数据集。构建的数据集名为 TextileNet，其中 TextileNet-fibre 包含 33 个纤维标签，TextileNet-fabric 包含 27 个织物标签，共有 760,949 张图像；

- 我们介绍并报告了两种用于纤维和织物分类的基线模型（卷积神经网络和视觉 Transformer），两种模型在我们的数据集上均达到 $> 80\%$ 的 Top-5准确率。

2 相关工作

2.1 为什么我们关注纤维、织物和纺织品?

时尚产业的一般生产流程包含以下中间阶段：原材料、纤维、织物 和服装 （如图 1 所示）。纺织品通常是一个统称，用来描述任何纺织相关产品；而纤维通常指用于制造织物的原始元素或材料。换言之，织物是由纤维制成的成品，其定义取决于制造工艺，而非其构成材料（纤维）。例如，天鹅绒是一种机织起绒织物，具有均匀分布的割绒和短绒面，可由丝绸、人造丝、聚酯纤维等制成。我们在第 3 节中详细定义纤维、织物和纺织品，以阐明这些概念之间的区别。这里，我们首先从循环经济这一更广泛的背景出发，阐述本研究的重要性。

近年来，包括品牌和零售商在内的时尚产业认识到，有必要打造更可持续的时尚。Stella McCartney、Nike、Doodlage等 品牌已在其产品中使用再生材料，并为顾客推出回收计划 [35]。研究人员开发了适用于现有纺织品的生物降解技术，并创造了新型可持续纤维 [55]。从材料科学、供应链到消费者体验，多个科学领域都在为可持续纺织品未来的循环经济作出贡献。

提升时尚产业的可持续性，需要全面了解服装所用的纤维和织物。如果我们能够追踪服装所用原材料的来源，就能为其建立更准确的碳足迹模型 [45] ，材料专家也可以开始研究并设计新的服装回收工艺 [40]。在循环模式中，所有纺织材料都被视为资源，因此不存在废弃物 [14]。我们的 TextileNet 数据集可视为自动追溯服装所用纤维和织物来源这一流程的第一步，并将纺织品生产流程的各个环节联系起来。

2.2 纺织品分类

材料科学中的传统材料分类通常涉及物理、化学或生物测试。 分类任务通常针对纤维，而与织物相关的任务则通常侧重于缺陷检测。

纤维 研究人员利用红外光谱数据识别和分类纺织纤维。Peets 等 [52]采用主成分分析（PCA）分析化学计量学方法中的光谱数据，但只能部分区分丝绸和羊毛。在纺织纤维识别任务中，所有研究都受样本量限制（仅数百个样本）。Liu 等 [42] 通过对近红外光谱（NIR）中的 263 个样本进行测试，证明卷积神经网络（CNN）的表现优于支持向量机（SVM）和多层感知机（MLP）算法；而 Riba 等 [54]将衰减全反射-傅里叶变换红外光谱（ATR-FTIR）与机器学习模型结合，对 7 种纤维的 350 个样本（均纳入我们的纤维分类体系）进行了测试，准确率达到 100%。在识别羊绒和羊毛纤维方面，显微图像结合机器学习方法已被证明是有效的 [68, 72]。 我们还在补充材料中进一步比较了这些方法。

织物形态学分析广泛应用于织物分类和缺陷检测 [70, 30]。Longhini等人 [44] 研究了如何利用机器人动作（例如拉伸和扭转纺织品）对由羊毛、棉或聚酯纤维制成、但生产方法不同（机织或针织）的织物进行分类。他们还总结了一种基于生产方法的分类体系，其中包含 7 种纤维（他们的分析仅使用了 3 种）和 11 种织物（使用了 2 种元类型）。这与 Sinclair等人 [58]在《纺织品与时尚材料、设计与技术》中提出的分类体系相似。该分类体系规模较小且不完整，而我们提出的分类体系涵盖更多纤维和织物类型，并基于其来源及生产方法。*Sun*等人 [63] 对纺织面料采用了基于光谱的模式识别。第 2.3 节讨论了利用图像分析进行织物缺陷检测与分类；这些示例图像仅聚焦于织物片段。

我们提出的 TextileNet 数据集从截然不同的角度研究纺织品检索和分类问题，所采集的数据是简单且随处可见的 RGB 图像。在自然环境中获取此类数据只需使用基于相机的系统，无需任何专用设备（例如光谱分析设备）。

2.3 纺织品数据集

本文回顾了时尚领域和材料领域中现有的基于图像的纺织品数据集。时尚数据集包含时尚商品（例如服装），而材料领域的数据集则侧重于纺织材料的片段（例如织物样本）。

时尚数据集 时尚相关数据集旨在满足不同用途，包括时尚推荐、 [62, 50],分类[43, 18, 73, 21], 3建模等 [2, 46, 37], 。大规模数据集通常通过大规模抓取在线时尚零售商店的数据构建，因此大多数此类研究会采用出现频率最高的元数据进行图像标注 [43]。换言之，这些数据集根据在线时尚网站所展示的信息创建并使用标签。由于这些数据集标签源自收集图像的时尚网站，因此标签可能受到数据来源和时尚潮流的影响 [28]。

尽管这些时尚数据集属于多任务数据集，但其中相当一部分图像缺少材料标注。DeepFashion 是最受欢迎的时尚数据集，拥有规模最大、最全面的标签（1000 个），这些标签由抓取的在线信息生成 [43]。在这 1000 个标签中，有 218 个属于“织物”类别。然而，其中许多标签要么重复，要么指代纤维，甚至可能根本不属于纺织材料。以列出的前 10 个织物标签为例：“酸、酸洗、贴花、珠饰、有珠饰、有珠饰雪纺、有珠饰薄纱、镶珠宝、漂白、漂白过”。其中，酸是一种纤维，珠子是一种圆形塑料制品，而酸洗和漂白既不是纤维也不是织物，而是纺织品制造工艺。此外，一些重要的时尚组成部分也未被涵盖，例如在动物纤维中市场份额最大的羊毛 [15], 。
一些时尚数据集包含与纺织材料相关的标签，但这些标签是如何构建的尚不明确；纺织材料被标注在织物 [43, 18] 或材料 [21, 73]类别中。织物和纤维被归入同一个名为“织物”的类别，这些标签无助于识别服装的具体原材料，因此难以区分纤维和织物，也难以追踪其来源以进行回收。例如，若考察 iMaterialist时尚属性数据集 [21], ——首个百万级时尚数据集，58.4% 的数据集包含材料／纺织品信息；然而，部分图像被标注了多个“材料”标签，却没有明确说明这些标签指的是纤维、织物，还是原材料。另一个例子是 FashionAI [73], ，论文中提到该数据集含有材料标签，例如棉和牛仔布，它们都属于材料类别；然而，牛仔布是一种由棉纤维制成的织物。遗憾的是，该数据集并未向公众完全开放，因此我们无法进一步讨论。

材料数据集 除了时尚相关数据集外，材料科学家还创建了若干特定领域的数据集。 值得一提的是，本研究的数据集以时尚纺织品为目标，因此未纳入对室内及野外表面纹理的相关研究，例如 Materials in Context Database（MINC） [1],, 不再进一步讨论。 现有的时尚纺织材料数据集规模较小，且仅关注纤维或织物层面，未能呈现时尚单品的完整面貌：Kampouris 等人 开发了织物数据集（Fabrics Dataset），其中包含具有微观几何特征的细粒度织物表面 [34]；Chetverikov 等人 [7] 和 Bissi 等人[3] 使用纺织品纹理数据库（TILDA） [20] 进行纺织品质量检测。FabricID [64] 和 Fabric 1.0 [57] 采用深度学习方法对织物图像进行识别，但两者在数据集中使用的都是自行编码的名称，而非织物的实际名称。

表1总结了时尚与材料领域的现有数据集，并纳入了我们提出的 TextileNet 数据集。TextileNet 包含大量图像（表1中仅有另外4个数据集的图像数量超过50万张），并提供了详细的纤维和织物标签（合计超过50个），这些标签是在与材料科学领域的专家密切合作下设计的。

我们的数据集的独特之处在于，所有标签均来自我们所构建的纺织品分类体系，并纳入了关于材料来源（纤维）的信息，以及将纤维与作为时装设计基础、供消费者选择的织物相联系的信息。在本文中，我们将展示该数据集和现有机器学习模型如何识别用户服装的材料来源。**TextileNet 将生产流程中的各个要素连接起来，从而帮助时尚产业识别材料、减少时尚废弃物，并促进更可持续的时尚发展**。

表1：TextileNet 与现有带有材料标签的数据集的比较。材料标签*表示数据集中的标签与我们构建的材料分类体系（纤维分类体系或织物分类体系）相对应的数量；其余标签则不属于任何分类体系。TextileNet 包含丰富的纤维和织物信息，并由材料科学家参与设计。

数据集	图像	材料相关标签*			分类体系
		纤维	织物	其他	基于
DeepFashion [43]	800K	2	16	200	✗
FashionAI [73]	357K	数据集未完全公开			✗
iMaterialist [21]	1M	11	21	2	✗
CLOTH3D [46]	11.3K	2	2	-	✗
FabricID [64]	∼20k	-	编码名称	-	✗
织物 1.0 [57]	∼46k	-	未公开	-	✗
TILDA [7]	3.2K	-	8	-	✗
TextileNet（本文）	761k	33	27	-	✓

3 基于分类体系的纺织品分类方法

最初，“纺织品”一词指的是机织或针织产品；然而，如今纺织品已成为一个涵盖性术语，用于描述纺织相关产品，包括材料、纤维、织物、等 [33, 8, 19]。通常，纤维被定义为一种细小的线状结构，可以是长丝或短纤维 [59, 15], 纤维是所有纺织产品的基础 [58, 70]。织物是通过针织、机织或非织造黏合（例如毡化）纤维制成的布料 [70, 58]。我们为 TextileNet 数据集构建的纺织品分类体系分为纤维分类体系和织物分类体系。纤维与织物分类体系采用了图 1 所示的纺织品分类。

3.1 纤维分类体系

纤维分为天然或人造／合成 [27, 19, 6]。天然纤维源自自然栖息地，以原始形态存在，例如来自棉花植株的棉纤维，或来自动物的羊毛 [38, 39, 56, 58]。人造纤维或合成纤维通过工业方法制成 [19, 29]。

图 2 展示了纤维分类体系，其中纤维分为以下四种主要类别（宏观类型）：

- 植物纤维是由纤维素构成的天然纤维，以天然纤维形态使用，例如棉和亚麻 [59]。
- 动物纤维与植物纤维类似，属于天然纤维。毛皮、皮革和绒面革是特殊情况，它们在此类别中被归为天然纤维，但不符合纤维的一般定义[13, 59, 58]。我们在补充材料中对此作了进一步讨论。
- 合成纤维由石油制成，同时也可以来源于废弃物（废弃的PET瓶） [47]。聚酯纤维、腈纶、聚酰胺（尼龙、芳纶）、聚烯烃和氨纶都是纺织业中合成纤维的例子 [47, 58]。
- 再生纤维可由多种原材料制得，包括植物（木浆、竹、大豆）、牛奶、鸡蛋和废弃物（废弃的棉质衣物）等。 [25, 53]。再生纤维与天然纤维的区别在于，再生纤维是由上述原材料重新构成并加工成新的纤维，而非以原始形态使用 [60, 66]。根据原材料来源，它们分别称为再生纤维素纤维和再生蛋白质纤维。我们也在补充材料中纳入了这些信息。

采用这四种宏观类型设计的分类体系，便于其他研究人员和 TextileNet 数据集的用户在未来扩展分类体系并纳入新的纤维类别。

3.2 织物分类体系

关于织物分类体系，我们与材料科学领域的专家密切合作，并参考了潜在的原材料来源（纤维） [6, 56, 47, 38, 39, 27, 8, 5] ，以选出纳入分类体系的织物。由于织物由纤维制成，我们可以扩展图 2 所示的分类体系。受篇幅

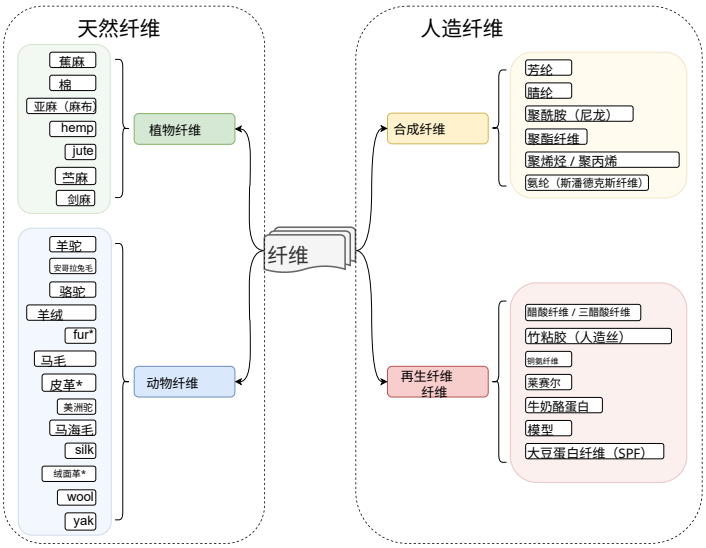

图 2：纤维分类体系按纤维类别（四种宏观类型）对纤维进行分类：天然纤维（动物纤维和植物纤维）、人造纤维（合成纤维和再生纤维）。该分类体系展示了每种纤维如何归入这四种不同的宏观类型。* 表示“非纺织品”。

限制，我们在附录中展示了完整的织物分类体系。值得注意的是，一种织物可能由多种纤维制成，我们在织物分类体系中对这种复杂关系进行了描述。织物分类体系还包含三种元类型，分别是机织、针织和非织造布 [29]。

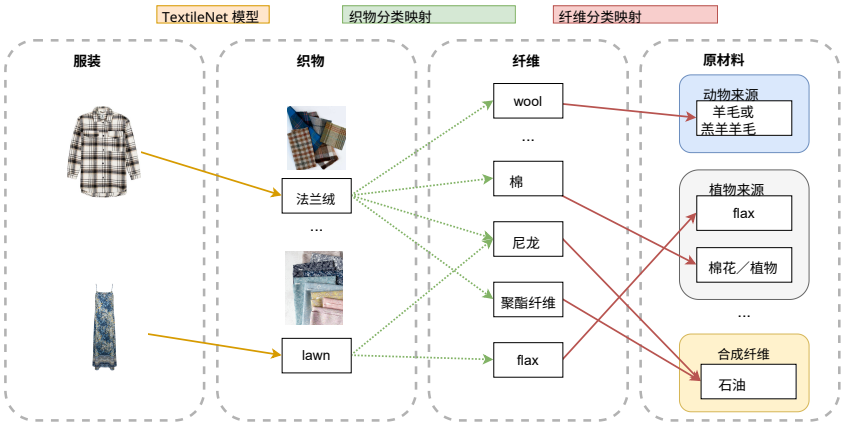

图3：我们展示了 TextileNet-fabric 中两个用于预测织物标签（法兰绒 和 细棉布）的服装示例，并说明如何利用我们的分类体系建立织物与不同纤维及原材料之间的关联。例如，对于细棉布，我们可以将其与尼龙和亚麻关联，进而将其与原材料领域中的亚麻 和石油关联。

借助设计好的纤维与织物分类体系，我们现在可以追溯特定织物的来源和生产流程。为了进一步说明织物分类体系与 TextileNet-fabric 如何与纤维分类体系协同运作，图3展示了第一个使用模型：预测由法兰绒 和 细棉布制成的服装所用的织物，并说明如何利用分类体系中的关系信息来构建其制造流程（织物分类映射以绿色虚线表示，纤维分类体系以红线表示）。例如，对于细棉布，我们可以将其与尼龙 和亚麻关联起来，继而进一步连接到包含亚麻 和石油的原材料空间。值得注意的是，这一溯源过程不仅描述了制造流程，还能识别原材料类别（动物来源或合成纤维）。从生产角度来看，这些分类体系有望帮助研究人员或设计师估算生命周期分析，研究人员随后可以为服装分配 [45] 。例如，我们可以为细棉布 $\rightarrow$ 亚麻 和细棉布 $\rightarrow$ 尼龙 指定特定的碳排放数值，以模拟从纤维到织物的转变。碳足迹

也可以根据图3右侧的这些原材料进行估算。这些分类体系有助于将材料科学中讨论的构建纺织循环经济这一理念付诸实践 [40, 45]。

4 TextileNet 数据集

TextileNet 数据集由两部分组成：TextileNet-fiber 和 TextileNet-fabric，它们分别基于纤维分类体系和织物分类体系构建。未来用户也可以扩展织物或纤维分类体系，以适用于更广泛的应用。例如，面向顾客的交互式设计有助于他们了解服装由什么制成；随着碳足迹计算的发展，顾客也能提高对可持续时尚的认识。

分类体系指导的图像采集 我们将 Google 图片（41.65%）与现有时尚数据集（58.35%）相结合来构建数据集，这些现有数据集包含我们分类体系中的标签。我们首先定义基于分类体系的标签，再使用由分类体系导出的查询短语收集图像；这与以往的时尚数据集不同，后者会抓取元数据并探索收集到的元数据信息，以此设计标签。



图 4：纤维数据集（左）和织物数据集（右）的样本。这是一种用于展示 TextileNet 中所含数据的可视化，其中展示的是从 TextileNet 中抽取的真实图像。

Google 图片 我们从 Google 图片搜索中收集图像。实际上，我们发现，仅搜索织物或纤维名称无法获得有意义的结果。为此，我们将搜索范围限定为服装，而非纺织品。我们使用织物/纤维分类体系中的标签作为关键词，并将其与服装类别组合，构建图像搜索查询，即 “纤维标签 ＋ 类别”。例如，对于“开襟毛衣”这类服装类别，我们可以将其与织物/时尚标签关键词组合，构成搜索词组“羊毛开襟毛衣”。我们采用 Zheng 等人定义的时尚服装类别标签，因为这些标签在时尚数据集中得到了广泛应用 [71]。

重构时尚数据集 由于现有数据集包含部分材料标签，我们基于分类体系进行标签标注，重构了两个带有材料标签的时尚数据集，使其适用于我们的数据集，即，iMaterialist [21] 和亚马逊评论数据 [50] 。我们移除了包含多张人脸的图像，并对包含人脸的图像进行裁剪，以确保我们构建的数据集中不包含人脸或可识别信息。图 4 展示了纤维数据集和织物数据集中的样本。最终的纤维数据集和织物数据集分别包含 33 个和 27 个类别。

5 数据集验证与基线

本节将进行定量评估。第 5 节介绍我们的评估设置，第 5 节报告在我们的数据集上应用卷积神经网络和 ViT 模型的准确率。

实验设置 我们使用流行的深度学习模型验证了数据集，以建立基线对比。我们考虑了以下两种模型：

- *ResNet50* [26]：ResNet 系列网络利用残差连接，我们使用 ResNet50 结构作为卷积神经网络的代表。
- 视觉 *Transformer (ViT)* [12]：目前，Transformer 模型正逐渐成为各种任务领域事实上的标准架构。我们将 ViT 作为基线模型，用于评估我们提出的 TextileNet 数据集。

对于 ResNet50 和 ViT（tiny）模型，我们均采用其标准架构设置，在 TextileNet 中的 TextileNet-fibre 和 TextileNet-fabric 数据集上进行训练。

我们使用 ADAM优化器 [36] 训练这些数据集，并将学习率设为 $5e^{-4}$ 、批量大小设为 256。我们在这些数据集上训练 70 个训练轮次。我们将数据按 0.7、0.1 和 0.2 的比例划分为训练集、验证集和测试集。验证图像是从论文中先前采用 0.8 和 0.2 的训练集与测试集划分方案所得的训练集中随机抽取的。在补充材料中，我们提供了图像处理流程、详细的超参数，以及采用 80% 数据进行训练、20% 数据进行测试时的更多结果。我们使用不同的随机种子分别进行 3 次训练，并报告最终测试准确率的均值和标准差。所有实验在配备四块 NVIDIA GeForce GTX 1080 Ti 的系统上共耗时 < 14 GPU 天；该系统搭载 Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2620 v4 处理器，主频为 2.10 GHz。

表2：使用验证集时，TextileNet-fibre 和 TextileNet-fabric 的前1名、前3名和前5名准确率。

	TextileNet-fibre			TextileNet-fabric		
指标	前1名	前3名	前5名	前1名	前3名	前5名
ResNet50	49.74±0.27	76.04±0.13	87.32±0.14	65.28±0.67	85.06±0.43	90.36±0.31
ViTs	47.04±0.33	64.86±0.10	80.04±0.07	61.62±0.09	78.78±0.11	89.20±0.17

结果 表2总结了不同机器学习模型在 TextileNet 不同分区上的分类性能。可以观察到，织物上的准确率通常高于纤维上的准确率。仅考察 Top-5准确率时，两种机器学习模型的表现都相对较好（高于 80%）。

表1中的结果也表明，识别纤维比识别织物更具挑战性。表1显示，使用 ResNet50 模型时，纤维分类的前1名准确率比织物模型低约 15%；在 ViT 模型上也能观察到相同趋势（前1名准确率相差约 14%）。直观而言，纤维分类本应更难，因为与织物相比，纤维在供应链中处于更靠前的环节，如图 1 所示。因此，纤维识别比织物识别困难得多。不同模型的结果也有所差异。我们推测，卷积可能更擅长发现纹理相关属性，而注意力机制在这方面可能效果较弱，因为它们关注的是分块序列。

我们将这些预训练模型与数据集一并发布，以便未来的用户能够直接使用我们的基线机器学习模型。

6 讨论、更广泛的影响与未来工作

在这里，我们讨论基于该数据集可以开展的未来工作，以及该数据集的局限性。

通过分类体系规范数据集中的纺织材料标签标注在蓬勃发展的纺织业中，人们始终致力于发现新的纤维和织物，它们或许成本更低，或更加环保。人们也始终担心，如今发布的时尚数据集很快就会过时，因为时尚商品更新换代迅速。

我们为解决这一问题提出的方案是构建 TextileNet，这是一个基于纤维与织物分类体系的数据集。这些分类体系由材料科学家协作设计，将生产流程中的不同环节联系起来，并从源材料开始追溯。借助基于分类体系的图像式纺织材料检索方法，这些分类体系还支持未来扩展，纳入新的纤维和织物类型。

更广泛的影响如第2.1节所述，时尚产业正积极思考如何转型，以实现更可持续的发展。在全球推动净零排放的背景下， [16], 如今，确保服装所用纺织材料能够追溯至其原始来源已成为一项推荐做法，从而能够更周密地设计回收流程，并更准确地估算其碳排放。本文介绍的数据集展现了其潜在的社会和环境影响：它为研究人员和行业提供大规模数据集，助力他们取得进展。

我们的数据集也是首个提供专家设计分类体系用于图像标注的数据集。对于机器学习领域，我们弥合了时尚产业纺织材料研究与机器学习研究之间的知识鸿沟，使新的和现有的机器学习技术能够在我们的数据集上实现和评估，从而支持或优化各种时尚应用。从材料科学的角度来看，我们确保所设计的分类体系具有可扩展性，并可作为新型纤维和织物的基础分类体系。

局限性与未来工作机会尽管与其他现有时尚数据集相比，我们的纤维标签数量最多，但数据收集方法仍存在若干局限：

- 查询短语　　时尚商品搜索受到类别类型的限制，并未涵盖所有时尚商品　　d;

- 不同标签的样本数量存在不平衡，这是因为某些纤维或面料类型不太受欢迎。大豆纤维和牛奶酪蛋白等新型纤维类型的图像数量少于棉、羊毛等常见纤维。，因为它们尚未得到广泛应用；

- 由于缺乏可靠的混纺纤维元数据，我们没有将混纺纤维纳入分类体系或数据集。混纺纤维是将两种或更多种纤维合并成单根纤维束或纱线。开发混纺纤维通常是为了达到特定的舒适度，或降低纤维成本 [55]。混纺纤维种类繁多，例如用于针织服装的羊毛-腈纶混纺，或用于不同类型服装的棉-聚酯纤维混纺 [11]。目前，识别和回收这些混纺纤维颇具挑战 [24]。未来的工作可以将混纺纤维纳入纤维分类体系。

- 由在线查询和众包生成的大规模数据集不可避免地存在标签噪声 [65]„，我们在此实施的数据集也不例外。这是我们工作的另一项局限。由于分类体系中没有混纺纤维，某些标注了两种纤维，或一种纤维和一种织物的图像，也可能被视为带有闭集噪声标签。一个在我们的数据集中同时标注为羊毛和腈纶的服装就是闭集噪声标注的例子，尽管它实际由同时含有羊毛和腈纶的羊毛-腈纶混纺制成。纺织品行业和材料研究中尚缺少一项重要信息：在线纺织品的纺织材料元数据缺乏明确的混纺信息，这些信息可能只能在服装的洗涤标签上找到，而且并不固定。

尽管面临这些挑战，我们仍希望本数据集能为时尚产业中的图像数据标注提供标准化方案。本数据集的一个潜在缺点是，其中包含的图像来自网络，因此不可避免地存在标签噪声，且图像分辨率各不相同。对于上游供应链企业而言，首选做法是提供其产品的高质量图像。 供应链中的企业或组织也可以利用其获取的高质量图像，根据本文提供的纤维与织物分类体系构建自己的数据集。

未来工作 我们希望这项工作能在未来推动新型时尚人工智能平台的发展。基于这项工作，可以开发纺织品识别技术。TextileNet 主要用于基于图像的纺织材料检索，并有助于纺织品循环流程，涵盖供应链和消费者体验。

我们预计，采用基于分类体系的标签能够为数据集提供标准，并促使材料科学家反思混纺纤维的标注问题。未来的工作可以通过对整个数据集进行逐图人工检查，研究图像质量。

对于纺织品供应链，可以基于分类体系和 TextileNet 数据集开发先进的分拣技术。TextileNet-fibre 的纤维标签数量在现有时尚数据集中最多，因此能够满足纺织材料分类的基本要求。所设计的分类体系还有助于识别不同纺织品的原材料和生产方法。在进行材料成分分类的专业基于光谱的分析之前，可以先用它进行粗粒度分类。其目标是扩大回收规模并优化纺织品循环供应链。对于消费者而言，他们可以为服装拍照，了解可能用于制作服装的织物和纤维。随后，他们可以借此更好地了解服装是由天然纤维还是合成纤维制成、原材料是什么，并进一步了解如何回收。

7 结论

本文介绍了 TextileNet 数据集。该数据集基于与材料领域专家共同创建的纤维和织物分类体系设计。我们阐释了纤维、织物和纺织品的定义，以便更好地理解该数据集的用途。TextileNet-fibre 包含 33 个标签，TextileNet-fabric 部分包含 27 个标签。这两部分合计约有 76 万张图像。

TextileNet-fibre 可用于依据纤维分类体系追溯原材料；我们还展示了一块织物，利用我们的分类体系可以追溯其来源和制造工艺。随后，我们讨论了基于图像的纺织材料追溯如何成为帮助时尚产业实现其可持续发展目标的关键一步。我们介绍并报告了 TextileNet 上的基线模型（分别为卷积神经网络和 ViT），并将开源该数据集及这些预训练模型。

致谢

本研究得到英国研究与创新署（UKRI）国家跨学科循环经济中心研究计划的支持，作为纺织品循环中心（TCC） [项目的一部分，资助编号为 EP/V011766/1]。为实现开放获取，作者已将知识共享署名（CC BY）许可应用于由此产生的任何作者接受稿版本。

参考文献

[1] S. Bell、P. Upchurch、N. Snavely 和 K. Bala。利用材料语境数据库，在真实场景中识别材料。载于《IEEE计算机视觉与模式识别会议论文集》，第3479–3487页，2015年。[2] H. Bertiche、M. Madadi 和 S. Escalera。CLOTH3D：着装三维人体。载于《欧洲计算机视觉会议》，第344–359页。施普林格，2020年。[3] L. Bissi、G. Baruffa、P. Placidi、E. Ricci、A. Scorzoni 和 P. Valigi。使用Gabor滤波器和主成分分析自动检测均匀结构化织物中的缺陷。《视觉通信与图像表示》，24(7):838–845，2013年。[4] V. J. Boiten、S. Li-Chou Han 和 D. Tyler。循环经济利益相关者视角：支持材料循环利用的纺织品收集策略。欧盟：比利时布鲁塞尔，2017。[5] A. R. Bunsell。《纺织纤维与工业纤维拉伸性能手册》。爱思唯尔，2009年。[6] C. Byrne。产业用纺织品市场概述。《产业用纺织品手册》，第1–23页，2000年。[7] D. Chetverikov 和 A. Hanbury。利用规则性和局部方向查找纹理中的缺陷。《模式识别》，35(10):2165–2180，2002年。[8] M. Clark。《纺织品与工业染色手册：原理、工艺与染料类型》。爱思唯尔，2011年。[9] D. Coppola。全球电子商务——统计数据与事实。Statista。https://www. statista. com/topics/871/on line-shopping/，2021年。[10] K. Cura、N. Rintala、T. Kamppuri、E. Saarimäki 和 P. Heikkilä。利用近红外光谱，在自动化生产线上进行纺织品识别与回收分拣。《回收》，6(1):11，2021年。[11] D. Dissanayake 和 D. Weerasinghe。织物废料回收：方法、应用与挑战的系统综述。《材料循环经济》，3(1):1–20，2021年。[12] A. Dosovitskiy、L. Beyer、A. Kolesnikov、D. Weissenborn、X. Zhai、T. Unterthiner、M. Dehghani、M. Minderer、G. Heigold、S. Gelly 等。图像胜过千言万语：用于大规模图像识别的Transformer。arXiv预印本 arXiv:2010.11929，2020年。[13] C. o. t. E. U. 欧洲议会。《欧洲议会和理事会关于纺织纤维名称以及纺织产品纤维成分相关标签标注和标记的欧盟第1007/2011号条例（2011年9月27日），并废止理事会第73/44/EEC号指令以及欧洲议会和理事会第96/73/EC号和第2008/121/EC号指令》（与欧洲经济区相关的文本），2011年。[14] T. Exchange。循环性——纺织品交易所。企业如何在材料采购策略中践行循环性。[15] T. Exchange。《2021年优选纤维与材料市场报告》。TextileExchange，2021年。[16] T. E. M. Foundation。时尚与循环经济 | 艾伦·麦克阿瑟基金会。[17] K. Francisco 和 D. Swanson。供应链没有秘密：区块链技术在供应链透明度方面的采用情况。《物流》，2(1):2，2018年。[18] Y. Ge、R. Zhang、X. Wang、X. Tang 和 P. Luo。Deepfashion2：用于服装图像检测、姿态估计、分割和再识别的多功能基准数据集。载于《IEEE/CVF计算机视觉与模式识别会议论文集》，第5337–5345页，2019年。[19] S. Grishanov。纺织材料的结构与特性。载于《纺织品与工业染色手册》，第28–63页。爱思唯尔，2011年。[20]F. C. V. Group。德国研究联合会纹理分析工作组。TILDA纺织品纹理数据库。https://lmb.informatik.uni-freiburg.de/resources/datasets/tilda.en.html。[21] S. Guo、W. Huang、X. Zhang、P. Srikhanta、Y. Cui、Y. Li、H. Adam、M. R. Scott 和 S. Belongie。iMaterialist时尚属性数据集。载于《IEEE/CVF国际计算机视觉会议研讨会论文集》，第0–0页，2019年。[22] M. Hadi Kiapour、X. Han、S. Lazebnik、A. C. Berg 和 T. L. Berg。哪里能买到：在线商店中的街头服装照片匹配。载于《IEEE国际计算机视觉会议论文集》，第3343–3351页，2015年。[23] X. Han、Z. Wu、Z. Wu、R. Yu 和 L. S. Davis。Viton：基于图像的虚拟试穿网络。载于《IEEE计算机视觉与模式识别会议论文集》，第7543–7552页，2018年。

[24] S. Haslinger、M. Hummel、A. Anghelescu-Hakala、M. Määttänen 和 H. Sixta。将棉涤混纺纺织废料升级再造为新型人造纤维素纤维。《废物管理》，97:88–96，2019年。[25] L. V. Haule、C. Carr 和 M. Rigout。利用废棉服装制备再生纤维素纤维及其物理特性。《清洁生产杂志》，112:4445–4451，2016年。[26] K. He、X. Zhang、S. Ren 和 J. Sun。用于图像识别的深度残差学习。载于《IEEE计算机视觉与模式识别会议论文集》，第770–778页，2016年。[27] J. W. Hearle 和 W. E. Morton。《纺织纤维的物理特性》。爱思唯尔，2008年。[28] S. Holland、A. Hosny、S. Newman、J. Joseph 和 K. Chmielinski。数据集营养标签：推动更高数据质量标准的框架。arXiv预印本 arXiv:1805.03677，2018年。[29] A. R. Horrocks 和 S. C. Anand。《产业用纺织品手册》。爱思唯尔，2000年。[30] C.-C. Huang、S.-C. Liu 和 W.-H. Yu。基于图像处理的机织物分析：第一部分：织物组织识别。《Textile Research Journal》，70(6):481–485，2000年。[31] J. Huang、R. S. Feris、Q. Chen 和 S. Yan。利用双属性感知排序网络进行跨域图像检索。载于《IEEE国际计算机视觉会议论文集》，第1062–1070页，2015年。[32] M. Jia、M. Shi、M. Sirotenko、Y. Cui、C. Cardie、B. Hariharan、H. Adam 和 S. Belongie。Fashionpedia：本体、分割与属性定位数据集。载于《欧洲计算机视觉会议》，第316–332页。施普林格，2020年。[33] S. J. Kadolph 和 S. B. Marcketti。《纺织品》。培生，2016年。[34] C. Kampouris、S. Zafeiriou、A. Ghosh 和 S. Malassiotis。利用微观几何与反射率进行细粒度材料分类。载于《欧洲计算机视觉会议》，第778–792页。施普林格，2016年。[35] A. Khandual 和 S. Pradhan。时尚品牌与消费者对可持续时尚的态度。载于《快时尚、时尚品牌与可持续消费》，第37–54页。施普林格，2019年。[36] D. P. Kingma 和 J. Ba。Adam：一种随机优化方法。arXiv预印本 arXiv:1412.6980，2014年。[37] M. Korosteleva 和 S.-H. Lee。利用缝纫纸样生成三维服装数据集。载于 J. Vanschoren 和 S. Yeung 编，《神经信息处理系统数据集与基准专题论文集》，第1卷，2021年。[38] R. Kozłowski 和 M. Mackiewicz-Talarczyk。《天然纤维手册》。爱思唯尔，2012年。[39] R. M. Kozlowski 和 M. Mackiewicz-Talarczyk。《天然纤维手册：第2卷：加工与应用》，第2卷。伍德海德出版公司，2020年。[40] K. Laitala 和 C. Boks。可持续服装设计：使用很重要。《设计研究期刊》14，10(1-2):121–139，2012年。[41] O. W. A. Lam 和 L. Zhibin。采用分布式账本技术（dlt）的纺织服装供应链。载于《2019年第20届IEEE移动数据管理国际会议（MDM）》，第447–451页。IEEE，2019年。[42] Z. Liu、W. Li 和 Z. Wei。基于近红外光谱和卷积网络的废旧纺织品定性分类。《Textile Research Journal》，90(9-10):1057–1066，2020年。[43] Z. Liu、P. Luo、S. Qiu、X. Wang 和 X. Tang。DeepFashion：凭借丰富标注，推动稳健的服装识别与检索。载于《IEEE计算机视觉与模式识别会议论文集》，第1096–1104页，2016年。[44] A. Longhini、M. C. Welle、I. Mitsioni 和 D. Kragic。利用拉伸与扭转进行纺织品分类体系构建与分类。载于《2021年IEEE/RSJ智能机器人与系统国际会议（IROS）》，第7564–7571页。IEEE，2021年。[45] E. MacArthur 等。迈向循环经济。《工业生态学期刊》，2:23–44，2013年。[46] M. Madadi、H. Bertiche、W. Bouzouita、I. Guyon 和 S. Escalera。学习布料动力学：三维 + 纹理服装重建基准数据集。载于《NeurIPS 2020竞赛与演示专题论文集》，PMLR，第133卷，第57–76页，2021年。[47] J. E. McIntyre。《合成纤维：尼龙、聚酯纤维、腈纶、聚烯烃》。泰勒与弗朗西斯美国公司，2005年。

[48] S. S. Muthu.《纺织品与服装循环经济：加工、制造与设计》。伍德海德出版公司，2018年。[49] R. Nayak, A. Singh, R. Padhye, and L. Wang.纺织品与服装制造中的射频识别：技术与挑战。《时尚与纺织》，2(1):1–16，2015年。[50] J. Ni, J. Li, and J. McAuley.利用远程标注评论和细粒度方面为推荐提供依据。载于《2019年自然语言处理实证方法会议暨第9届自然语言处理国际联合会议（EMNLP-IJCNLP）论文集》，第188–197页，2019年。[51] N. Nørup, K. Pihl, A. Damgaard, and C. Scheutz.欧洲纺织品分拣中心评估：物质流分析与生命周期清单。《资源、保护与回收》，143:310–319，2019年。[52] P. Peets, I. Leito, J. Pelt, and S. Vahur.采用衰减全反射傅里叶变换红外光谱和化学计量学方法识别与分类纺织纤维。《光谱学报A辑：分子与生物分子光谱学》，173:175–181，2017。[53] D. Rex, S. Okcabol, and S. Roos.市场上可能的可持续纤维及其技术特性。《纤维圣经》第一部分，2019年。[54] J.-R. Riba, R. Cantero, T. Canals, and R. Puig.消费后纺织废弃物的循环经济：通过红外光谱进行分类。《清洁生产杂志》，272:123011，2020年。[55] M. Ribul, A. Lanot, C. T. Pisapia, P. Purnell, S. J. McQueen-Mason, and S. Baurley.机械、化学、生物：迈向可持续纺织品循环经济中的闭环生物基回收。《清洁生产杂志》，326:129325，2021年。[56] R. M. Rowell.天然纤维：类型与特性。《天然纤维复合材料的性能与表现》，第3–66页，2008年1月。[57] F. Shen, L. Lin, M. Wei, J. Liu, J. Zhu, H. Zeng, C. Cai, and L. Zheng.用于织物图像检索的大型基准数据集。载于2019年IEEE第四届图像、视觉与计算国际会议（ICIVC），第247–251页。IEEE，2019年。[58] R. Sinclair.纺织品与时尚：材料、设计与技术。爱思唯尔，2014年。[59] R. Sinclair.了解纺织纤维及其特性：什么是纺织纤维？载于《纺织品与时尚》，第3–27页。爱思唯尔，2015年。[60] M. K. Singh and A. Singh.第5章——再生纤维。载于M. K. Singh和A. Singh编，《聚合物与纤维表征》，纺织学会丛书，第113–132页。伍德海德出版公司，2022年。[61] S. Song and T. Mei.当多媒体遇上时尚。《IEEE多媒体》，25(3):102–108，2018年。[62] X. Song, X. Han, Y. Li, J. Chen, X.-S. Xu, and L. Nie.GP-BPR：用于服装搭配的个性化兼容性建模。载于第27届ACM多媒体国际会议论文集，第320–328页，2019年。[63] X. Sun, M. Zhou, and Y. Sun.利用基于光谱的模式识别方法对纺织面料进行分类。《光谱快报》，49(2):96–102，2016年。[64] X. Wang, G. Wu, and Y. Zhong.使用卷积神经网络识别织物。载于纺织与服装人工智能国际会议，第93–100页。施普林格，2018年。[65] H. Wei, L. Tao, R. Xie, and B. An.开放集标签噪声可提高对固有标签噪声的鲁棒性。《神经信息处理系统进展》，34，2021年。[66] C. Woodings.再生纤维素纤维。爱思唯尔，2001年。[67] H. Xiao, K. Rasul, and R. Vollgraf.Fashion-MNIST：用于机器学习算法基准测试的新型图像数据集。arXiv预印本 arXiv:1708.07747，2017。[68] W. Xing, Y. Liu, B. Xin, L. Zang, and N. Deng.深度学习与迁移学习在羊绒和羊毛纤维识别中的应用。《天然纤维杂志》，19(1):88–104，2022年。[69] K. Yıldız, A. Buldu, and M. Demetgul.一种采用k近邻算法对纺织面料进行缺陷分类的基于热成像的方法。《工业纺织品杂志》，45(5):780–795，2016年。[70] Y. F. Zhang and R. R. Bresee.使用图像分析进行织物缺陷检测与分类。Textile Research Journal，65(1):1–9，1995年。

[71] S. Zheng, F. Yang, M. H. Kiapour, and R. Piramuthu.Modanet：带有多边形标注的大型街头时尚数据集。载于*ACM Multimedia*，2018年。[72] Y. Zhong, K. Lu, J. Tian, and H. Zhu.基于投影曲线的羊毛/羊绒识别。*TextileResearch Journal*，87(14):1730–1741，2017。[73] X. Zou, X. Kong, W. Wong, C. Wang, Y. Liu, and Y. Cao.FashionAI：用于时尚理解的层次化数据集。载于*IEEE/CVF*计算机视觉与模式识别会议研讨会论文集，第0–0页，2019年。

A 附录：纤维分类体系

本节介绍表3中的纤维分类体系。纤维按类别（四种宏观类型）划分：动物纤维、植物纤维、合成纤维和再生纤维。TextileNet-fibre 中共有 442,035 张图像，图 2 显示了 33 种纤维标签对应的图像数量。为了便于概览，我们在 y 轴上使用对数刻度，并标出了实际数量。

表3：纤维分类　　原材料均列于此。前两部分为天然纤维（植物纤维指天然植物纤维），　后面依次为再生纤维和合成纤维。

原材料	纤维名称	纤维类型
棉	棉	植物纤维
蕉麻	蕉麻	植物纤维
flax	亚麻	植物纤维
hemp	hemp	植物纤维
jute	jute	植物纤维
苎麻	苎麻	植物纤维
剑麻	剑麻	植物纤维
绵羊或羔羊的羊毛	wool	动物纤维
羊驼	羊驼	动物纤维
安哥拉兔	安哥拉兔毛	动物纤维
骆驼	骆驼	动物纤维
goat	羊绒	动物纤维
马	马毛	动物纤维
美洲驼	美洲驼	动物纤维
安哥拉山羊	马海毛	动物纤维
昆虫	silk	动物纤维
yak	yak	动物纤维
动物皮	皮革* [1]	动物非纺织纤维
动物皮	绒面革*	动物非纺织纤维
动物毛皮	fur*	动物非纺织纤维
竹，木材	粘胶/人造丝	再生纤维素纤维
	醋酸纤维/三醋酸纤维	再生纤维素纤维
木材、植物	铜氨纤维	再生纤维素纤维
	莫代尔	再生纤维素纤维
	莱赛尔	再生纤维素纤维
牛奶纤维	牛奶纤维/牛奶酪蛋白	再生蛋白质纤维
大豆	大豆蛋白纤维（SPF）	再生蛋白质纤维
石油	聚酯纤维	合成纤维
石油	芳纶	合成纤维
石油	腈纶	合成纤维
石油	聚酰胺（尼龙）	合成纤维
石油	聚烯烃／聚丙烯	合成纤维
石油	氨纶／斯潘德克斯纤维	合成纤维

A.1

未来的科学家可以将新的纤维类型添加到表3中，但他们还需要原材料信息，才能完善该分类体系。

[1]带 * 的纤维属于特殊情况，不符合纤维的标准定义。根据 Sinclair等人[59] 以及欧盟法规 1007/2011 [13], ，它们属于“非纺织用动物来源”，是天然纤维中的特殊情况；我们在此将其归类为动物纤维中的动物非纺织纤维

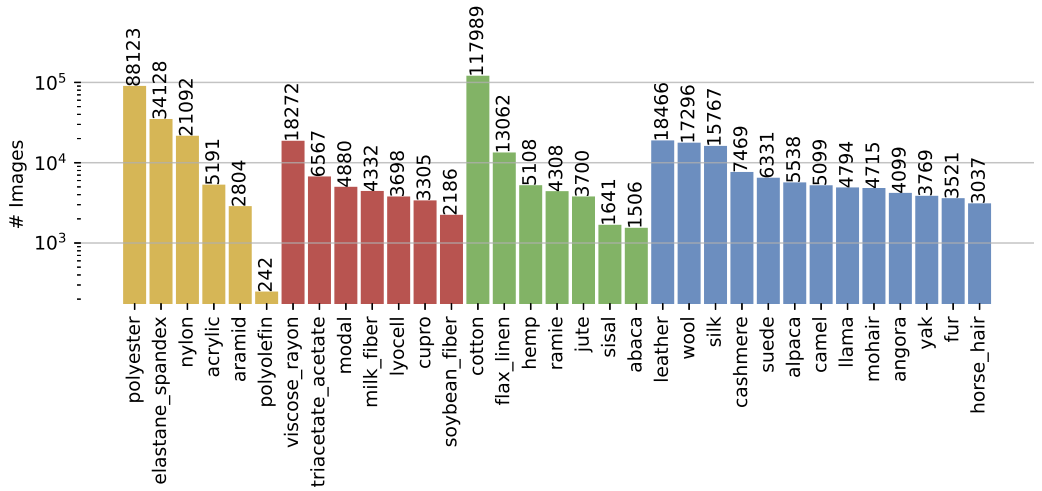

图5： 图像　各宏观类别的纤维标签数量：合成纤维、再生纤维、植物纤维和动物纤维　　.

B 织物分类体系

与上一节类似，这里介绍常见的服装面料。织物可以由不同的纤维制成，而将纤维制成织物通常需要经过特定的生产方法。表4中的织物分类体系展示了纤维到织物的生产过程映射关系。TextileNet-fabric 中共有318,914张图像，图6展示了27种织物标签对应的图像数量。

值得注意的是，纤维与织物之间的对应关系有助于追溯织物的来源、制造方法以及可能使用的原材料。表4中的织物名称即为 TextileNte-fabric 标签。

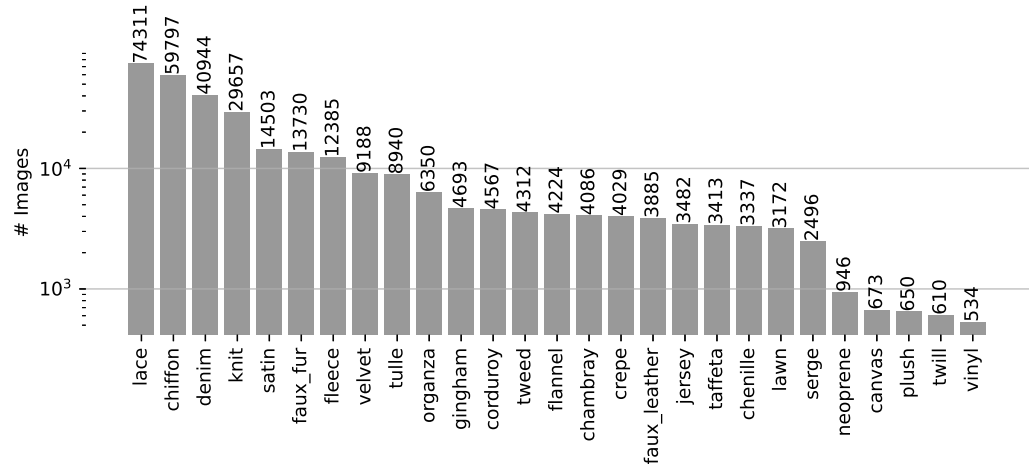

图6： 织物标签数量。

C 数据集构建与清理

正如我们在　　本文中，我们的数据集结合了现有数据集以及通过 Google 图片搜索获得的结果　　.

C.1 来自 Google 图片的图像

[2]带 * 的织物名称表示非织造布，它们由化学键合的聚合物（塑料）直接制成

表4：织物分类体系，列出每种织物常见的组成纤维。* 为非织造布，由化学键合的聚合物（塑料）直接形成。

织物名称	织物常见纤维/材料
帆布	棉、大麻、亚麻
青年布	棉、亚麻
雪尼尔	羊毛、棉、丝绸、人造丝
雪纺	丝绸、棉、尼龙、聚酯纤维
灯芯绒	棉、羊毛、丝绸、聚酯纤维、人造丝
绉布	丝绸、羊毛、合成纤维
牛仔布	棉、涤棉
人造毛皮	腈纶、丝绸、羊毛、马海毛、棉、聚丙烯（PP）
人造革* [2]	聚氨酯、聚氯乙烯、聚乙烯基
法兰绒	羊毛、棉、合成纤维
抓绒	聚酯纤维
方格布	棉
针织面料	羊毛、丝绸、棉、合成纤维
knit	丝绸、亚麻布、棉、羊毛、粘胶纤维、人造丝
lace	尼龙、聚酯纤维、人造丝、棉、丝绸、亚麻
lawn	flax, 棉
氯丁橡胶	聚氯丁二烯、合成橡胶
欧根纱	丝绸、尼龙、人造丝、聚酯纤维
长毛绒	聚酯纤维，羊毛，棉，粘胶纤维，丝绸
缎子	丝绸，羊毛，尼龙，聚酯纤维
哔叽	羊毛，丝绸
塔夫绸	丝绸、尼龙、醋酸纤维、人造丝、聚酯纤维
薄纱	丝绸、棉、聚酯纤维、尼龙、人造丝
粗花呢	羊毛、丝绸、人造丝
斜纹织物	棉、聚酯纤维
天鹅绒	丝绸、棉、亚麻、羊毛、人造丝、聚酯纤维、尼龙、醋酸纤维
乙烯基	聚乙烯基
*	

表 5：查询短语的服装类别 ases

类别名称							
西装外套	女式衬衫	开襟毛衣	连衣裙	连帽衫	连体衣	裤子	衬衫
短裤	裙子	毛衣	vest	外套	运动衫	T恤	top

从 Google 图片收集图像 我们使用纤维与织物分类体系中的标签作为关键词，并将其与服装类别结合，构建查询短语。表 5 展示了 16 个服装类别，它们在时尚数据集中十分常见 [71] 我们还使用这些类别，将分类体系中的标签组合起来构建查询短语。它们分别是“西装外套、上衣、T恤、连衣裙、连帽衫、衬衫、女式衬衫、开襟毛衣、裤子、裙子、毛衣、运动衫、短裤、背心、外套、连体衣”。最初，我们有 36 个纤维标签和 30 个织物标签。经过这一流程，我们分别得到包含 576 个独特纤维查询词和 480 个独特织物查询词的列表。随后，我们将这些查询词输入 Google 图片搜索，并将使用权限设为允许修改后重复使用。下载的图像附带元数据，包括图像描述、图像文件名和网址。我们从 Google 图片共收集了 359,078 张图像，占数据集的 41.65%。

数据清理 我们将下载的图像描述与查询短语进行了交叉核对，并移除了描述中没有任何标签信息的图像。根据元数据移除图像后，我们分析了查询返回的图像分布。随后，我们进行了随机抽样并手动检查图像。在此过程中，我们移除了以下标签和图像：

- 我们在纤维分类体系中排除了椰壳纤维、木棉和阿兹纶。椰壳纤维和木棉都是天然植物纤维，但通常用于席垫和床上用品等纺织家具。新型可持续

再生纤维阿兹纶被移除，因为图像的数量和质量均不足以用于该数据集。

- 我们移除了图像数量少于100张的查询；
- 我们为每个纤维/织物标签随机抽取查询短语，并人工检查图像及其对应标签；
- 我们移除了不可用的图像，包括分辨率低、与标签不符、包含多个对象或主体对象与服装无关的图像。

随后，我们从数据集中随机抽取了一个子集（约0.1%），并人工检查了该子集及其对应标签。在这个小型子集中，我们估计约82%的图像与我们的标签相符。

随后对图像进行　　排序，依据的是表3和表4中描述的两种分类体系里的纤维和织物标签　　.

C.2 其他时尚数据集的收集

我们基于两个时尚数据集 iMaterialist [21]（知识共享署名 4.0 国际许可协议）和亚马逊评论数据 [50] 分别进行了整合与重构，并将其中的一些图像导入我们的数据集。 iMaterialist 的图像数量为 480,558 张，亚马逊评论数据的图像数量为 22,588 张，分别占数据集的 55.73% 和 2.62%。 在纳入这些数据集中的图像时，我们使用其材料属性为图像分配基于分类体系的标签。对于材料属性与我们的任何基于分类体系的标签都不匹配的图像，则予以忽略。
iMaterialist 数据集包含材料标签，且部分图像具有多个标签。为避免这造成混淆并给数据带来噪声，我们会移除在同一分类体系中具有两个以上材料标签的图像。另一方面，亚马逊评论数据集则更为复杂。该数据集包含亚马逊网站上商品的信息，也包含用户对这些商品的评论。显然，这些时尚产品的信息中会包含图像。随后，我们采用上一小节所述的类似查询短语方法来收集数据。我们使用纤维/织物标签 + 类别作为查询短语，并用该短语遍历数据集中的时尚部分（亚马逊数据集分为多个部分，其中时尚部分包含其时尚部门的所有商品）。

合并所有来源并依据我们的分类体系为其添加正确标签后，我们使用了来自 `https://github.com/ageitgey/face_recognition/` 的人脸检测模型来检测这些图像是否包含人脸。该函数会返回人脸数量，以及每张人脸的上、右、下、左坐标（以像素为单位）。我们移除了包含多张人脸的图像，并根据单张人脸的底部坐标裁剪图像。随后，我们同样利用人体检测移除了不包含合理服装的图像，以及包含多件服装的图像。

D 训练详情

数据处理 我们先将图像调整为 256*256，然后随机裁剪至 224*224，接着进行随机水平翻转。在评估时，所有图像均居中并调整为 224*224。

基线 我们从头开始训练在所提出的 TextileNet 数据集上进行评估的模型，这些模型为 ResNet18 [26] 和视觉 Transformer（Vit） [12]。对于 ResNet18 和 ViT 模型，我们均采用其标准架构设置；表6和表7分别展示了相关参数。

我们对这些数据集使用 ADAM优化器 [36] ，并将学习率设为 $5e^{-4}$ 、批量大小设为 256。我们在这些数据集上训练 70 个训练轮次。我们使用 80% 的数据进行训练，并在论文中的最终模型上评估剩余的 20% 数据。

更多结果 我们使用不同的随机种子分别进行 3 次训练，并报告最终测试准确率的均值和标准差。

表6：ResNet18 参数（*表示类别数）

层名称	输出尺寸	卷积核尺寸	通道数	步幅
卷积层1	$112 \times 112 \times 64$	7×7	64	2
最大池化		3×3	64	2
块 _0_卷积层0 _x	$56 \times 56 \times 64$	3×3	64	2
块 _0_卷积层1 _x		3×3	64	1
块 _1_卷积层0 _x	$28 \times 28 \times 128$	3×3	128	2
块 _1_卷积层1 _x		3×3	128	1
块 _2_卷积层0 _x	$14 \times 14 \times 256$	3×3	256	2
块 _2_卷积层1 _x		3×3	256	1
块 _3_卷积层0 _x	$7 \times 7 \times 512$	3×3	512	2
块 _3_卷积层1 _x		3×3	512	1
平均池化	$1 \times 1 \times 512$	7×7 平均池化		
全连接层	n*	$512 \times n$		
Softmax	n			

表7：视觉Transformer 参数

补丁大小	嵌入维度	深度	头数
16	192	12	3

与论文中呈现的结果不同，我们使用 80% 的数据进行训练，并在剩余的 20% 数据上评估最终模型。表 8 展示了不同基线模型在此数据集设置下的准确率，其趋势与论文中呈现的结果相似。

所有实验在配备四块 NVIDIA GeForce GTX 1080 Ti 的系统上共耗时 < 14 GPU 天，该系统搭载 Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2620 v4，主频为 2.10 GHz。

E 讨论

目前，尚缺乏一种低成本、高效率的技术，能够自动识别服装中的纺织材料。TextileNet 主要用于基于图像的纺织材料检索，并有助于纺织品循环流程。正如论文所述，纺织材料的回收流程高度依赖原材料。TextileNet-fibre 拥有现有时尚数据集中数量最多的纤维标签，能够满足纺织材料分类的基本要求。 我们在表 9 中比较了相关研究。

[3]总共仅选取了 263 个样本。[4]仅包含 7 种纤维分类，所有纤维均纳入我们的分类体系。[5]只能区分部分丝绸和羊毛。[6]孔洞、裂纹等缺陷检测不适用于纤维分类。[7]纤维和织物的 Top5准确率。

表 8：TextileNet-fibre 和 TextileNet-fabric 上的前1名、前3名和前5名准确率 .

	TextileNet-fibre			TextileNet-fabric		
指标	前1名	前3名	前5名	前1名	前3名	前5名
ResNet18	49.35±0.22	74.45±0.17	82.93±0.04	58.17 ± 0.40	81.14±0.36	88.68±0.19
ViTs	44.39±0.08	69.00±0.06	78.51±0.04	58.51±0.04	80.21±0.04	87.77±0.07

表 9：基于图像的材料检索与传统方法的比较

设备	Cost	应用	准确率	实时
近红外光谱 [42]	超过 10,000 美元	纤维分类	96% [3]	✗
衰减全反射傅里叶变换红外光谱 [54]	超过 20,000 美元	纤维分类	100% [4]	✗
衰减全反射傅里叶变换红外光谱 [52]	超过 20,000 美元	纤维分类	部分 [5]	✗
热成像相机 [69]	超过 4,300 美元	织物缺陷 [6]	96%	✓
RGB相机	$30	TextileNet	80% - 90% [7]	✓

除了我们讨论过的消费后服装，还有其他适用于新服装的材料溯源方案。一种选择是将区块链应用于服装供应链。Francisco 等人 构建了一个概念性的服装供应链区块链模型，以提高供应链透明度，从而追踪纺织品足迹 [17]。纺织业正尝试将区块链代币整合到供应链中，以创造一种管理碳足迹的新方式 [41]。

射频识别（RFID）标签是追踪物体和管理供应链最有前景的技术之一。然而，射频识别在纺织品中的应用仍受到成本高昂、潜在安全风险和隐私问题的限制。 [49]。

E.1 潜在的负面社会影响

虽然我们尝试使用人体检测框架清除照片中的人脸，并移除其中大部分人体，但该数据集仍不可避免地包含少量人体特征信息（例如 发色、肤色等。）。在基于随机抽样的检查中（抽取数据集的 0.1%），仅有 0.3% 的图像包含可见的人体信息，而且这些信息通常只是局部特征（例如 前臂上的肤色最为常见）。

该数据集包含由不同纺织品制成的服装。若有人使用该数据集开发面向客户的应用，可能会误判客户外形特征，并导致不受欢迎的种族相关输出。例如，系统可能会将肤色较深的客户识别为绒面革或皮革。不过，对于基于纺织品回收的应用，不涉及人类，因此可以避免这一潜在的社会问题。

F 数据访问与维护

有关该数据集的所有信息，包括论文、代码和未来公告的链接，均可通过 `https://github.com/hahasue/TextileNet/` 访问；这些信息将由作者维护。对于不含人脸的图像，我们提供指向原始图像的 网址，这些原始图像由现有数据集或谷歌图像上传。这意味着，对于重建图像，原始数据集仍完全掌控其数据——从中删除的任何图像都会自动从网址中移除。
我们将裁剪掉人脸的图像托管在 Google 云端硬盘上，用户可以通过网址或脚本下载。我们还在 OneDrive 上提供了备用下载链接。任何人都可以根据我们的分类体系，使用我们收集的数据扩展 TextileNet；这些内容采用知识共享署名（CC BY）许可。数据收集代码采用 MIT 许可证发布。

与此同时，我们还发布了用于在我们的数据集上训练 ResNet 和 ViT 模型的模型训练代码，预训练检查点也包含在 GitHub 仓库中。
作者将在 GitHub 上维护 TextileNet：

- GitHub 上的下载说明和下载脚本。
- 裁剪掉人脸的图像托管在 Google 云端硬盘和 OneDrive 上。
- 可从其他资源下载的图像，可以通过我们的下载脚本自动下载。

- **维护**：我们的 GitHub 代码库将向公众开放，我们也会积极尝试解决在该代码库中提出的问题。