翻译中的发现：在教育材料设计中翻译人工智能素养框架的五个切入点

Luis Morales-Navarro, [1] **Karl-Emil K. Bilstrup,** [1, 2] **Mille Skovhus Lunding,** [1] **Luke Connelly,** [1] **Ane V. Jensen,** [1] **Maja Dybboe,** [1] **Yasmin B. Kafai,** [3] **Marianne Graves Petersen,** [1] **Ole Sejer Iversen**[1]

[1]奥胡斯大学，奥胡斯，丹麦 [2]哥本哈根大学，哥本哈根，丹麦[3]宾夕法尼亚大学，费城，美国 luismn@cc.au.dk；keb@di.ku.dk；milledsk@cs.au.dk；luke@cs.au.dk；av@cc.au.dk；dybboe@cs.au.dk；kafai@upenn.edu；mgraves@cs.au.dk；oiversen@cc.au.dk

arXiv:2611.32377v1 [cs.HC] 24 Nov 2026

摘要

尽管人工智能素养和信息学框架十分丰富，但在实践中，教育材料的设计师和教育工作者很难决定从哪里入手，以及如何将这些框架应用于学习活动。同时，近期的综述表明，尽管大多数框架都强调人工智能的社会技术性质，但在实践中，干预措施往往侧重于帮助学习者做好使用人工智能的准备。为应对这些问题，我们提出以下问题：多方利益相关者如何协商并将人工智能素养框架中的理念转化为共同语言，以用于设计面向小学生、教师和家长的入门学习材料？我们从计算赋能的视角出发，通过一项包含小学教师教育者、课程设计者、媒体制作人和研究人员的参与式设计过程，提出了人工智能素养的五个切入点。我们呈现了三个情境短文，说明这些切入点如何在为学校和家庭设计学习活动、学习工具和媒体内容的过程中发挥生成性作用。本文介绍了五个切入点的参与式发展过程；这些切入点可作为设计教育材料时具有生成性且可协商的资源。

引言

随着人工智能不断融入日常生活和整个社会，人们日益关注青少年的人工智能素养，使其能够“应对人工智能在日常生活中的存在，并培养以合乎伦理且富有创造性的方式使用人工智能的技能”（经济合作与发展组织和欧盟，2026年）。在 AAAI 社群中，以五大理念（Touretzky 等人，2019年）为指导的相关工作强调，有必要支持从儿童到老年人在内的所有人培养人工智能素养（Xu 等人，2026年；Kasinidou 等人，2026年）。然而，许多人工智能素养工作，尤其是与生成式人工智能相关的工作，根本缺乏对技术的批判性与反思性立场（Gu 和 Ericson，2025年）。此外，许多工作都集中于支持人们学习如何使用 人工智能（Kalantzis 和 Cope，2025年），却缺乏赋能儿童理解人工智能、参与人工智能，并就他们与技术的关系作出知情决策的议程。

我们以计算赋能（CE）的理念（Iversen、Smith 和 Dindler，2018年）为基础，主张儿童不应止步于学习如何使用人工智能。计算赋能源于斯堪的纳维亚参与式设计传统，是对聚焦编程的计算思维实践的一种回应。计算赋能以儿童的生活体验为中心，指“儿童作为个体和群体，发展理解数字技术及其对自身生活和整个社会所产生影响所需的技能、洞察力与反思能力，并提升他们以批判、好奇和建设性的态度参与技术构建与解构的能力的过程”（Iversen、Smith 和 Dindler，2018年）。从计算赋能的视角看待人工智能素养，会将重点从学习如何使用人工智能和理解人工智能概念，转向为儿童提供参与人工智能系统开发与评估的机遇。

尽管人工智能素养框架和更广泛的计算教育框架（例如，欧盟《人人信息学》框架（Caspersen 等，2022年））有助于指导人工智能素养干预措施的内容，但在实践中，教育材料的设计师和教育工作者很难决定从何处开始（Yang 等，2026年）。正如 Casal-Otero 等人（2023年）所展示的，将框架落实到学习活动中仍然是一项挑战，因为这些框架很少根据学校的具体情境进行调整。学习材料的设计师确实可能会因在多个框架之间进行选择而不知所措。为应对这一问题，本文提出以下问题：**多方利益相关者如何协商并将人工智能素养框架的理念转化为共同语言，以便用于为小学生、教师和家长设计入门学习材料？**我们介绍五个切入点

通过涉及不同利益相关者（包括研究人员、教师教育者、课程设计者和媒体制作人）的参与式设计流程，开发出人工智能素养框架。我们将切入点定义为设计人工智能素养材料时，在概念上有依据的起点。本文展示了这些共同设计的切入点如何帮助不同参与者在设计多样化的人工智能素养材料时，维持一个共享且富有生成性的基础。

为了说明这些切入点如何引导人工智能素养工作，我们呈现三个情境短文，展示我们如何在设计学习材料、为儿童电视节目撰写剧本，以及为家长和儿童设计学习活动的过程中运用这些切入点。基于这些情境短文以及我们在该

版权所有 © 2027年，人工智能促进协会（www.aaai.org）。保留所有权利。

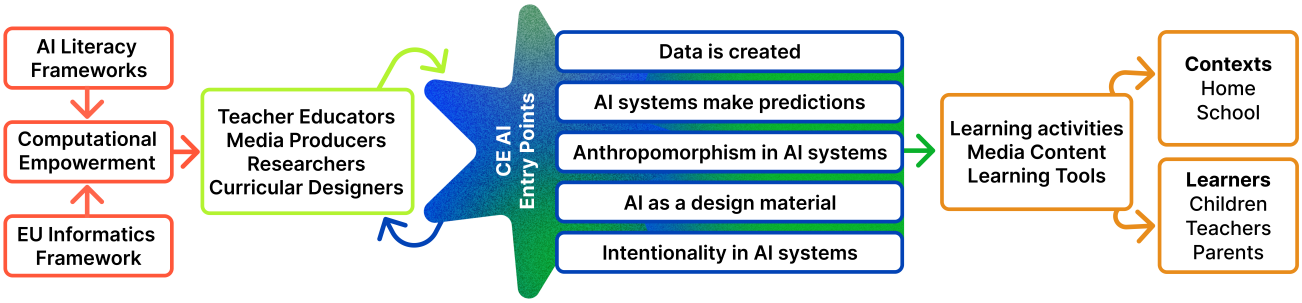


图1：参与式设计过程图

项目中的更多经验，我们讨论这些切入点如何促进框架理念的转化，并将其应用于学习材料的设计。我们提出了有助于弥合人工智能素养与信息学框架之间差距的切入点，使其能够用于教育材料的设计；此外，这些切入点也可在协作设计过程中充当共同的参照点。我们强调，切入点是具有生成性的陈述，能够灵活调整，并由利益相关者协商确定。此外，从计算赋能的视角来看，这五个具体的切入点为人工智能素养提供了一个起点。

人工智能素养与计算赋能

人工智能素养持续受到教育工作者和政策制定者的关注，但人们对其含义几乎没有共识（Grover，2024年）。经济合作与发展组织和欧盟（2026年）近期给出的一项定义指出，本研究正是在这一背景下开展的：

> “人工智能素养代表着在受人工智能影响的世界中蓬勃发展所需的技术知识、持久技能和面向未来的态度。它使学习者能够参与人工智能、利用人工智能进行创作、管理和塑造人工智能，同时批判性地评估人工智能的益处、风险及其伦理影响。”

这一定义既重视人工智能的技术层面，也重视其社会伦理层面。这并不令人意外，因为大多数人工智能素养框架都强调人工智能的社会伦理层面，从五大理念（Touretzky 等人，2019年），到英国的 SEAME框架（Waite 和 Garside，2023年），再到 Long 和 Magerko（2020年）提出的能力以及联合国教科文组织框架（Miao、Shiohira 和 Lao，2024年），无不如此。然而，近期的一项文献综述显示，以生成式人工智能为中心的人工智能素养干预措施缺乏对技术的批判性与反思性立场（Gu 和 Ericson，2025年）。此类干预措施往往也缺乏对技术的技术性立场，重点在于让年轻人使用 人工智能工具，而不是理解人工智能系统的工作原理（Kalantzis 和 Cope，2025年）。此外，尽管读写能力框架有助于指导人工智能教育工作，但关于这些框架如何付诸实践的证据仍然很少。Vartiainen 和 Tedre（2025年）提出的方法就是一个注重实践的例子，他们阐述了一种在 K-12教育中引入人工智能素养理念的教学方法。

与此同时，世界各地的政策制定者仍在持续争论，如何通过引入人工智能素养，为年轻人应对当下和未来做好准备，以及应采用哪些框架；而将框架付诸实践可能颇具挑战。研究人员指出，由于框架作者与学习材料设计师及教育工作者之间存在知识鸿沟（Yang 等人，2026），以及缺乏能够兼顾本地情境的明确指导（Casal-Otero 等人，2023年；Mutawa 和 Sruthi，2025年），框架的实施可能会困难重重。面向小学生的人工智能素养干预措施也面临挑战，因为框架往往侧重于适用于年龄较大儿童的概念，主要针对初中和高中阶段（Yeter、Yang 和 Sturgess，2024年）。此外，概念和应用范围广泛，教师和设计师可能难以全面掌握，也难以决定从何处着手。

除了从何处着手这一挑战之外，我们还认为，应该批判性地思考此类读写能力培养工作的目标是什么，以及不同的干预措施如何支持这些目标。从最广义上说，人工智能素养包括当代劳动力市场所需的重要技能和能力，其中包括了解如何使用和操作人工智能系统。然而，学习职业技能和如何使用人工智能，并不能真正让学习者做好准备，使他们能够充分参与并对人工智能在自己生活中的作用作出决定。计算赋能方法着眼于儿童如何理解日常生活中遇到的技术，如何获得变革性能动性以参与社会技术世界，以及如何怀抱批判性希望，构想更美好的未来。计算赋能通过构建与解构活动得以培养；在这些活动中，学习者是设计和评估系统的主角或“主要行动者”（Iversen、Smith 和 Dindler，2017年）。

我们认为，计算赋权（CE）在指导人工智能素养干预方面大有可为。首先，计算赋权以儿童的生活体验为中心，将其与儿童日常生活中和人工智能的交互联系起来。其次，计算赋权通过对技术的构建与解构，兼顾计算的技术层面和社会伦理层面。第三，计算赋权的涵盖范围广泛，不局限于教室内的学习。本文介绍了一个人工智能素养项目，旨在通过学习活动、学习工具和媒体内容，支持儿童、教师和家长在家中及学校学习人工智能。具体而言，我们着重探讨不同利益相关者如何协商并转化框架中的理念，将其转化为切入点，以便在为小学生、教师和家长设计入门学习材料时运用框架概念。

参与式设计过程

本文介绍了Ultra:Bytes项目中正在开展的参与式设计（PD）过程，五个切入点正是在这一过程中形成的。Ultra:Bytes是一个由多方合作的项目，旨在提升丹麦K-6年级儿童的人工智能素养。项目汇集了多方力量：一家全国性的公共服务媒体公司；一所为教育工作者、学校和市政机构提供教师教育支持的教师教育学院；一家支持STEM教育研究和年轻人参与STEM积极性的私人基金会；以及两个跨学科研究小组，其中一个位于北欧，另一个位于美国东北部，研究专长涵盖人工智能、参与式设计和学习科学。

决定通过参与式设计来组织这项工作，源于项目以计算赋权为导向。计算赋权植根于参与式设计，因为它将对技术的理解与质疑和塑造技术的能力联系起来（Iversen、Smith 和 Dindler，2018年）。在本项目中，这一原则也适用于设计媒体内容、学习技术和学习活动的专业人士；儿童及其教师和家长正是通过这些内容、技术和活动接触人工智能。遵循 Bød- ker（2003）的观点，参与并非仅仅是向这些利益相关者介绍新的人工智能概念。本项目旨在使他们充分理解人工智能和人工智能素养，从而质疑我们共同持有的人工智能观念，并决定人工智能素养框架应如何指导他们自己的工作。因此，我们认为，利益相关者必须拥有切入点的主导权，才能在整个项目过程中为开发人工智能素养学习材料形成有意义的框架。

在首次合作伙伴研讨会之前，欧洲研究团队比较了人工智能五大理念（Touretzky 等人，2019年）、Long 和 Magerko （ 2020 年）提出的人工智能素养能力，以及《学校信息学参考框架》的 11 个核心主题领域（ Caspersen 等，2022）。这番比较找出了概念上的重叠之处，并初步形成了一组适用于幼儿园至六年级教育的人工智能素养主题领域。在工作中采用计算赋权视角后，我们优先考虑那些兼顾技术与社会伦理视角、且能联系儿童日常人工智能体验的主题。随后，欧洲和美国研究团队通过一系列线上研讨会对这些主题加以整合和完善。

在最初的合作伙伴参与式设计研讨会上，研究人员将暂定的主题领域作为讨论的起点，而非项目应产出什么的固定规范。媒体制作人、教师教育者和学习技术设计师从各自专业实践的角度审视这些主题。他们思考如何通过叙事和流媒体内容、学习工具，或面向K-6年级儿童的引导式学习活动来呈现每个主题。这场讨论不仅仅是将预先定义的人工智能概念转换成不同形式：利益相关者提出的问题、优先事项和实践经验，也改变了主题的措辞、强调重点及彼此之间的关联。入口的首批工作表述，正是在研究人员的暂定主题与利益相关者的专业知识交流过程中形成的。随后，这些表述被用于后续研讨会和开发活动。表1展示了这一过程中形成的切入点如何追溯至三个框架。

当合作伙伴运用这些切入点来开发媒体内容、学习技术和教育活动时，其中的模糊之处与不同解读促使研究团队内部以及研究人员与利益相关者之间展开了进一步协商。通过这一过程，这些切入点逐渐形成了如今的形态，并开始发挥灵活的共同对象（Star 1989）的作用：它们能够被不同利益相关者识别，同时又可根据各自的专业实践进行调整。由于合作伙伴可以对这些切入点进行调整，而不只是被动接受，这一过程促进了协调与共同所有权。因此，这些切入点既成为项目持续协商的产物，也成为实现持续协商的手段。这一点在一次映射活动中显现出来：不同利益相关者绘制了他们如何调整并采用这些切入点，以便将其用于学习材料的设计。

在接下来的部分中，我们首先介绍当前形态的五个切入点，然后展示它们如何被用于持续开展的设计工作。我们并不认为，仅凭这五个切入点就足以促进人工智能素养，也不认为它们构成一个通用框架。我们的贡献在于说明：这些切入点在与专业知识协商、并保持开放以便修订的情况下，如何支持协作开发面向K-6年级儿童的材料，并强调计算赋能。这些切入点的可塑性是其发挥这一作用的核心。它使设计师、媒体专业人员、研究人员和教师教育者能够拥有一个共同的、可生成的起点，以促进人工智能素养。

五个切入点

在此，我们将介绍这五个切入点，提供计算赋权（CE）现有研究中的实例，并强调它们与现有框架的关系。

数据是被创建的

数据是为描述现象而创建的表征。这一切入点将数据视为由人类主动生成的产物。儿童在玩游戏、学习和听音乐时会使用人工智能系统；然而，他们与数据的交互往往被掩盖，数据也常常被描述为被动收集的对象，而不是主动创建的成果。在计算赋权（CE）领域，这一切入点此前已得到探索，例如，让学习者生成并分析对个人有意义的音乐数据，在批判性反思数据实践的同时共同创建播放列表（Liu等，2026）。其他研究则让学习者参与检查有缺陷的人工智能系统的数据集（Moilanen等，2026）。正如Hardy、Dixon和Hsi（2020）所论述的，让学习者为与个人相关的目的生成数据，有助于他们发展自身的能动性。这一切入点与大理念3、能力12和13，以及欧盟框架中的数据与信息核心主题相关。

人工智能系统进行预测

这一入口指的是人工智能系统如何根据其所训练的数据中识别出的模式进行预测

入口	五大理念 （Touretzky 等人，2019年）	人工智能能力 （Long 和 Magerko，2020）	信息学参考 框架主题 （Caspersen 等，2022年）
已创建数据	3. 学习	12. 从数据中学习 13. 批判性解读	数据和信息
人工智能系统进行预测	3. 学习	Data 9. 机器学习步骤 12. 从数据中学习	建模与仿真
人工智能系统中的人工智能系统	4. 交互 5. 影响	5. 人工智能的优势与弱点 16. 伦理学	人机交互
作为设计材料的人工智能		10. 人在人工智能中的作用	数字创造力
人工智能中的意向性系统		10. 人在人工智能中的作用	责任与赋能

表1：切入点与相关框架

的方式。儿童每天都会与人工智能系统互动，但其输出往往被视为确定且可信。然而，儿童理解输出是基于先前数据做出的预测，这一点至关重要。计算赋权领域的研究通过让学习者创建数据集并训练模型（Bilstrup等，2022b）、探索马尔可夫链如何进行预测（Connelly等，2026），以及分析生成式人工智能系统的输出（Morales-Navarro等，2025），探讨了这一入口。在这些活动中，学习者接触到人工智能的非确定性，并对数据质量如何影响人工智能系统的输出形成初步认识。这一入口与大理念3、能力9和12，以及建模与仿真这一核心主题相关。

人工智能系统中的拟人化

拟人化是指将同理心、意图和理解力等人类特征归因于人工智能的倾向。尽管人工智能系统基于数据计算预测，无法像人类一样思考或理解，但这种现象仍然存在。然而，近期研究表明，人们越来越倾向于将人工智能系统视为具有人类特征的存在（Cheng等，2026年）。面向儿童的聊天机器人界面和消费产品（例如Curio等人工智能玩具）复制了具有欺骗性的类人特征。尽管计算赋权文献尚未广泛讨论拟人化问题，但研究表明，拟人化在面向儿童的界面设计中普遍存在（Madushika Jayathilake和Ma，2026年）；有研究认为，如果不在学习活动中加以讨论，拟人化会导致误解，并妨碍学生对人工智能的学习（Whyte、Kirby和Sentance，2024年）。这一入口点与欧盟框架中的能力10和人机交互主题相关。

作为设计材料的人工智能

作为设计材料的人工智能指的是人工智能系统如何由人类设计。当儿童与人工智能系统互动时，这些系统可能会被视为自主的、智能的和/或神奇的。我们认为，学习者可以通过创建和修改人工智能系统，参与人工智能的设计系统，包括确定模型应对哪些内容进行预测、设计数据集、选择参数，以及设计人们用于与人工智能互动的界面。在计算赋权领域，研究表明，将人工智能视为设计材料，有助于学习者理解人工智能的可能性与局限性（Bilstrup等，2022年b；Kahila等，2026年）。多项研究表明，当学习者参与设计人工智能系统时，他们的认知会从将这些系统视为自主的，转变为理解它们是人类设计的人工制品（Druga和Ko，2021年；Morales-Navarro等，2026年）。这一入口与能力10以及欧盟框架中的数字创造力主题相关。

人工智能系统中的意向性

意向性涉及人类通过设计嵌入人工智能技术中的选择、价值观和目的。因此，这一入口强调，人工智能并不中立；相反，它反映了创造这些技术时所秉持的意图和优先事项。儿童在家中和学校都会接触技术，而成年人往往对此有自己的看法。然而，对于儿童及其身边的成年人而言，这类技术在设计过程中所蕴含的意图和价值观并不总是清晰可见。计算赋权研究曾让学习者反思人工智能系统中蕴含的价值观和伦理立场（Bilstrup、Kaspersen和Petersen，2020）；这项工作还指出，在设计人工智能系统的过程中，应将对价值观和意向性的考量纳入其中（Bilstrup等，2022a）。其他研究则让学习者反思此类设计决策带来的现实世界后果（Hilke等，2026）。这一入口与欧盟框架中的能力10以及“责任与赋能”主题相关。

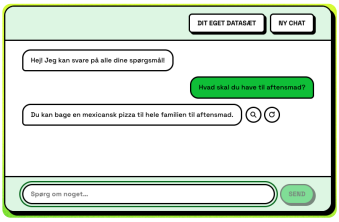
切入点之间的关系

这五个切入点都从以人为中心的社会技术视角出发看待人工智能，强调人类作为人工智能系统的设计者，以及作为数据制片人的作用，而这些数据促成决策并将价值观和意图嵌入人工智能系统。

Vignette 1 - Chat:Bytes Learning Tool

Entrypoints:
- Data is created
- AI systems make predictions
- AI as a design material
- Intentionality in AI systems

Stakeholders:
Teacher Educators
Researchers





Vignette 2 - Bablo TV Show

Entrypoints:
- Anthropomorphism in AI systems
- Data is created
- Intentionality in AI systems

Stakeholders:
Media Producers
Researchers

Vignette 3 - Recommendation System Learning Activity

Entrypoints:
- Data is created
- AI systems make predictions

Stakeholders:
Teacher Educators
Media Producers
Researchers

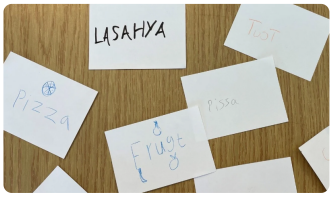


图2：不同利益相关者用于创建学习工具、电视节目和学习活动的入口示例

这并非巧合，因为计算赋能研究致力于使技术“如何被构建以及由此产生的后果”变得透明（Dindler 等，2022）。这些切入点没有层级之分，因为任何一个都可以作为设计教育材料的起点。它们也并非相互排斥；教育材料可以涉及其中一个或多个切入点。这些是设计的起点，因此，即使从不同的切入点出发，也有可能设计出相似的活动。

情境短文

我们使用叙事性情境短文（Erickson，2012年）来描述这些入口如何在项目背景下得到体现。这些情境短文通过四个步骤迭代形成：作者确定参与式设计过程中的关键事件，收集此类事件的文字记录和文件，共同讨论其中体现的入口，并撰写情境短文。

情境短文1：为学校设计学习工具

由于人工智能素养尚未正式纳入丹麦的幼儿园至六年级课程，教师教育者可用于介绍人工智能的现有资源十分有限。尤其是，一群为10至12岁儿童设计学习活动的教育工作者希望创设相关活动，帮助儿童理解聊天机器人是如何设计并生成输出的。他们希望这些活动能够联系儿童在日常生活中使用商业聊天机器人时可能获得的体验。现有资源要么过于黑箱化，要么对幼儿园至六年级学生而言过于复杂。这些教育工作者希望开发一种新的学习工具，能够弥合这一差距，并让人们了解聊天机器人的工作原理。具体而言，他们希望该工具能够清晰呈现，**数据是被创建的**，以及**人工智能系统进行预测**。基于这些出发点，研究人员通过设计 Chat:Bytes（见图2）参与合作，共同应对这一挑战。Chat:Bytes 由研究人员开发，同时与教师教育者进行迭代评估，以考察这些切入点如何体现在设计中。

从技术角度来看，Chat:Bytes结合了一系列经典的自然语言处理技术（空白符分词、词频-逆文档频率评分、马尔可夫链），并将其封装到一个聊天界面中，使用户能够输入提示并接收可解释的响应。在确定工具功能时，教育工作者和研究人员一致认为，Chat:Bytes的设计应突出展示**数据是被创建的**，以及数据如何影响聊天机器人的回答。Chat:Bytes创建时仅使用了一个包含约100个句子的小型数据集。该界面使数据集变得可见且可探索，从而让学生能够直接看到训练数据如何影响Chat:Bytes的回答。可探索的数据集以及聊天机器人所做预测的数据可视化提高了透明度，并使入口**人工智能系统进行预测**变得具体可感。此外，数据集的内容体现了有争议的观点，例如认为猫比狗更适合作为宠物，从而引发人们讨论：为人工智能系统创建的数据，如何可能影响用户最终接触到的输出。

随着工具逐步开发，设计团队开始思考，这是否是一个支持学习者将**人工智能作为设计材料**加以运用的机会。这促使团队集思广益，探讨如何让工具支持学习者修改聊天机器人，并融入自己的**意图**。为了让学生能够影响 Chat:Bytes 的设计，团队设计了这样的界面：学生可以向训练数据中添加新句子，从而影响聊天机器人针对特定主题给出不同的回答，或者添加有关新主题的数据，使 Chat:Bytes 能够提供有意义的回答。允许学生向 Chat:Bytes 添加额外的训练数据，也使他们能够融入自己的**意图**。例如，在一次设计会议中，教师教育者 Thomas 展示了如何通过添加包含对猫的负面评价和对狗的正面评价的训练数据，来改变聊天机器人的意图。在这则案例中，我们展示了教师教育者和研究人员如何携手以这些切入点为起点，设计工具及围绕该工具开展的学习活动。

情境案例2：为家庭创作媒体内容

项目合作伙伴丹麦广播公司（DR）决定制作一部名为*Bablo*的电视节目，共12集，每集8分钟，面向7至11岁的儿童。这是一部虚构的真人电视节目，故事发生在图书馆，儿童会在这里遇到问题并展开冒险。Bablo并非明确以人工智能为主题，但每集都暗含一条“人工智能信息”，可用于在教室中讨论这一信息。

媒体公司的一名执行编辑使用了这些切入点，例如**人工智能系统中的拟人化**，

以及**数据是被创建的**，起草了一组关于人工智能的信息，并与研究人员共同讨论和迭代。随后，编剧为可能的故事情节撰写了初稿。这些故事情节也由研究人员进行审阅并提供反馈，之后编剧将其扩写成剧集的完整剧本。下面我们提供两个剧本中的示例，以展示这些切入点如何支持写作过程。

在第一个示例剧集中，旨在为儿<link>童</link>提供一个关于**拟人化**的故事。在这一集中，Malini 正在和 Sally 的毛绒玩具 LotteAxel 一起玩。儿童们认为，LotteAxel 因此感到难过。剧集结尾，Sally 承认，也许受到伤害的是她自己的感受，而不是 LotteAxel 的感受。在剧集中，Malini 变得非常担心。随后 Sally 解释道：“这只是个游戏 [……]你知道，LotteAxel 实际上并没有感受。她只是一个毛绒动物。”Sally 对此感到惊讶，因为 Malini 总是把这个毛绒玩具描述得像一个有感受的人。该剧集旨在传达这样一个观点：人类倾向于通过赋予非人类事物人类特征来**进行拟人化**。剧集突出展现了 Sally 如何将人类的感受归因于这个玩具，以此作为课堂上讨论人类如何将玩具拟人化的开场，并在教师的指导下，进一步联系到人类如何赋予人工智能系统类似人类的特征。

在另一个示例片段中，制片人、研究人员和编剧一致决定，重点呈现**数据是被创建的**，以及设计师在创建数据集时如何融入自己的**意向性**。在这一片段中，Bo 和 Sally 感到非常无聊，这时 Sally 的姐姐 Anna 带来了一台装满游戏建议的旧口香糖机，这些建议写在便利贴上。然而，Bo 和 Sally 并不喜欢这些游戏，因为机器里装的都是 Anna 最喜欢的游戏。片段结尾，Bo 和 Sally 意识到，他们可以把自己的便利贴也放进口香糖机。这部节目没有明确讨论人工智能，但其设计初衷是在**教室**中使用，以引导人们思考**数据是被创建的**这一点。

场景片段3：设计一项连接学校与家庭情境的推荐系统学习活动

在广播公司编剧撰写上述剧集的同时，教育工作者开始创建可在学校和家中使用的学习活动。通过采用<data is created>和**人工智能系统进行预测**入口，教育工作者提出了一个围绕不公平机器开展活动的想法：该机器的输出会偏向特定用户。他们解释说，借助这样的机器，儿童可以思考机器所使用的数据是如何被创建的，以及数据如何影响系统提出的建议。教育工作者将这一想法发展成一项活动：小学低年级儿童从教室里的一个实体盒子中挑选一款游戏，而盒子里只放有那些在他们的祖父母还是儿童时主要流行的游戏。活动中，儿童随后必须重新设计这款游戏，将其改造成他们自己想玩的游戏。教育工作者将这一想法带到了一个与研究人员共同举办的研讨会中；在那里，不同的利益相关者讨论了将这一想法与情境案例2中所述媒体公司的剧集联系起来的可能性，因为这两者都涉及推荐系统。

在这次会议中，教育工作者和研究人员集思广益，认为食物推荐系统或许可以作为一项连接学校与家庭情境的活动。随后，研究人员开发了一个网页应用，展示推荐系统如何基于现有数据做出预测。该应用旨在推荐食物和游戏，其初始数据集倾向于采用成年人对优质游戏和食物的看法。应用的设计使儿童及其家长能够向数据集中添加新的食物和游戏创意，并删除数据点。他们还可以多次将同一创意添加到数据集中，以提高某种食物或游戏被推荐的概率。

实体活动和网页应用旨在衔接儿童在学校和家中所学的内容。计划是让儿童先在学校使用实体版活动，然后转而使用网页应用，根据自己的兴趣修改数据。之后，他们可以把作品带回家，向家长展示自己的成果，并有可能用自己根据个人数据和意图设计的推荐系统来“捉弄”家长。这一短文说明了不同的利益相关者如何利用切入点来设计彼此互补的活动，并衔接学校和家中发生的事情。

讨论

在本文中，我们提出了以下问题：**多方利益相关者如何协商并将人工智能素养框架中的理念转化为共同语言，以用于为小学生、教师和家长设计入门学习材料？**我们的经验表明，应对这一挑战的一种方式是开发切入点。我们报告了概念基础扎实的切入点如何通过参与式过程，转变为具有生成性的起点；这一过程将现有人工智能素养和信息学框架中的理念转化为教育材料设计的共同参照点。

尽管有众多框架可用于指导人工智能素养工作，教育工作者和设计师却常常难以将这些框架转化为实践（Yang 等人，2026）。本项目提出的五个切入点提供了一套共享词汇，教师教育者、媒体制作人、课程设计者和研究人员都可以在其设计过程中使用这套词汇。这些切入点并未规定学习目标，而是使利益相关者能够在学习工具、教育活动和媒体内容中，对人工智能素养理念进行不同形式的呈现。我们的三个情境短文展现了这种生成性：相同的切入点为可解释聊天机器人的设计、儿童电视节目的叙事设计，以及连接学校与家庭的推荐系统活动提供了指导。

框架转译

之所以需要切入点，是因为明确人工智能素养的关键内容，与帮助教育设计师决定从何处、以何种方式着手，是两回事。

现有框架对能力、概念和知识领域作了详尽阐述。然而，正如前文所述，框架本身并不能解决如何应用的问题。由于框架作者、设计师和教师培训者之间存在知识鸿沟，对本地情境的指导不足，而且相关概念范围广泛、复杂，因此框架仍可能难以转化为具体的教育实践。

切入点旨在解决如何将人工智能框架转化为设计新教育材料的过程。它们并不取代人工智能框架，不将其简化为一种新的分类体系，也不试图全面说明儿童应当学习哪些人工智能知识。相反，它们在框架与实际设计实践之间提供了一个翻译层。我们在表1中明确呈现了这一点：每个切入点都可以追溯到 Touretzky 等人（2019）的核心理念、Long 和 Magerko（2020）的框架以及欧盟的信息学参考框架（Caspersen 等人，2023）。因此，切入点有意牺牲全面性，以换取生成性和可操作性。它们使经过选择的理念成为起点，围绕这些起点可以构思、讨论、设计并最终实施教育材料。

从我们一开始提出计算赋能（CE）之时起，这一翻译功能就尤为重要。正如前文所述，计算赋能将关注点从学习使用人工智能转向支持儿童理解、质疑、构建、解构当代技术，并最终参与塑造当代技术。

这些切入点以一种能够为设计提供参考的形式，保留了这种计算赋权取向。“数据是被创建的”引导人们关注生成世界表征所涉及的人类实践；“人工智能系统进行预测”凸显了人工智能输出所具有的概率性，而非确定性；人工智能系统中的拟人化引发了关于界面如何塑造人们对机器能动性的理解的探讨；“作为设计材料的人工智能”将人工智能定位为人类能够构建和修改的事物；而“人工智能系统中的意向性”则凸显了通过设计嵌入其中的价值观、选择和目的。

参与式方法

这些切入点与其产生过程密不可分。它们并非由研究人员从现有框架中提炼出来，再交由实践者实施。尽管研究人员最初对照了现有的人工智能框架和建议，并确定了暂定的主题领域，但这些主题被明确引入参与式设计过程中，作为起点，而非固定的规范。随后，教师培训者、媒体制作人和学习技术设计师从各自的专业实践出发对这些主题作出诠释，他们提出的问题和关切也塑造了这些切入点的表述方式。

关于这一过程，入口因此应被理解为参与的产物，同时也是持续参与的基础设施。这一区分十分重要。从计算赋能的视角来看，参与并不是向实践者咨询一个已经由研究人员确定的框架。与作为计算赋能基础的斯堪的纳维亚参与式设计传统一致（Bødker 2003；Bødker 等，2022），利益相关者需要拥有足够的主导权，才能质疑研究人员对人工智能素养的假设，并确定框架概念应如何指导他们的专业工作。

局限性

本文存在若干局限性。首先，这些切入点的贡献在于设计过程，而不在于最终材料的有效性。三篇情境短文展示了教师教育者、媒体创作者和研究者如何运用这些切入点来创作教育材料，但并未证明这些切入点本身能够支持儿童的人工智能素养，也未能确定教师或家长会按预期理解最终形成的材料。我们不能声称这五个切入点足以促进学习者的人工智能素养或计算赋权；这一局限与我们在引入这些切入点时所确定的范围一致。未来的研究应追踪这些材料，以考察教师、儿童和家长如何对其加以理解和运用。

第二个局限涉及这些切入点产生时所处的文化和制度条件。计算赋权本身植根于斯堪的纳维亚参与式设计传统，而本文所报告的参与式设计过程同样假定，专业利益相关者应拥有有意义的机会来质疑概念、协商优先事项，并塑造最终的教育议程。这些条件在文化和制度上都不是中立的。与其将此视为一个需要通过规范性标准加以解决的问题，不如说，它为未来研究提出了一个重要问题：切入点的哪些方面可以跨情境应用，哪些方面则需要在当地重新协商？

最后，我们不能声称这五个切入点面面俱到或普遍适用。相反，应将它们视为特定参与式设计过程中产生的、因情境而异的结果。它们的构想反映了本项目汇集的特定利益相关者、实践和关切。在我们的案例中，计算赋权对切入点的形成产生了重大影响。涉及不同利益相关者或处于不同情境中的其他参与式设计过程，可能会促成不同切入点的形成。

贡献

尽管存在这些局限性，我们的贡献并不局限于本文提出的五个具体切入点。我们报告了参与式设计如何为将全面的人工智能素养框架转化为用于设计教育材料的生成性、可协商资源提供一种过程。对于研究人员而言，切入点提供了一种连接框架与情境化设计实践的方式，同时不规定框架应如何付诸实践。因此，我们并不建议将这五个切入点视为一组固定方案，而是邀请研究人员思考如何以及哪些切入点可以与合作伙伴共同开发。

致谢

我们感谢丹麦广播公司（DR）、教学资源中心（CFU）和LIFE基金会的合作伙伴。此项工作得到了诺和诺德基金会和维伦基金会的慷慨支持。

参考文献

Bilstrup, K.-E. K.; Kaspersen, M. H.; Assent, I.; Enni, S.; and Petersen, M. G. 2022a. 从演示到设计：机器学习教学。载于《*2022*年*ACM*公平性、问责制与透明度会议论文集》，FAccT '22，2168–2178。美国纽约州纽约：美国计算机协会。ISBN 9781450393522。Bilstrup, K.-E. K.; Kaspersen, M. H.; and Petersen, M. G. 2020. 在机器学习中呈现对伦理困境的反思：面向高中生的卡片式设计工作坊。载于《*2020*年*ACM*设计交互系统会议论文集》，DIS '20，1211–1222。美国纽约州纽约：美国计算机协会。ISBN 9781450369749。Bilstrup, K.-E. K.; Kaspersen, M. H.; Sørensen, M.-L. S. K.; and Petersen, M. G. 2022b. 将机器学习作为设计材料进行教学的机遇与挑战：以micro:bit为例。载于《*2022*年北欧人机交互会议增补论文集》，NordiCHI '22增补会议。美国纽约州纽约：美国计算机协会。ISBN 9781450394482。Bødker, S. 2003. A for alternatives.《斯堪的纳维亚信息系统杂志》，15(1)：87–89。Bødker, S.; Dindler, C.; Iversen, O. S.; and Smith, R. C. 2022. 参与式设计。《以人为中心的信息学综合讲座》。施普林格（查姆），第1版。ISBN 978- 3-031-01107-8。Casal-Otero, L.; Catala, A.; Fernández-Morante, C.; Taboada, M.; Cebreiro, B.; and Barro, S. 2023. K-12教育中的人工智能素养：系统性文献综述。《国际*STEM*教育期刊》，10(1)：29。Caspersen, M.; Gal-Ezer, J.; McGettrick, A.; and Nardelli, E. 2023. 学校信息学教育：一项欧洲倡议。《*ACM Inroads*》，14(1)：49–53。Caspersen, M. E.; Diethelm, I.; Gal-Ezer, J.; McGettrick, A.; Nardelli, E.; Passey, D.; Rovan, B.; and Webb, M. 2022. 学校信息学参考框架。技术报告，全民信息学联盟。Cheng, M.; Lee, A. Y.; Rapuano, K.; Niederhoffer, K.; Lieb- scher, A.; and Hancock, J. 2026. 人们对人工智能的隐喻表明，人们越来越将人工智能视为温暖且具有人类特质。《传播心理学》，4(1)：8。Connelly, L.; Graves Petersen, M.; Høholt Kaspersen, M.; Musaeus, L. H.; and Bilstrup, K.-E. K. 2026. 解决教室中的自然语言处理问题：通过实践性自然语言处理活动的参与式设计赋能高中教师。载于《第*25*届*ACM*年度儿童交互设计会议论文集》，IDC '26，688–702。美国纽约州纽约：美国计算机协会。ISBN 9798400722837。

Dindler, C.; Iversen, O. S.; Caspersen, M. E.; and Smith, R. C. 2022. 计算赋能。《*K–12*教育中的计算思维教育：人工智能素养与实体计算》，121–139。

Druga, S.; and Ko, A. J. 2021年. 培训和编写智能程序时，儿童对机器智能的认知会发生怎样的变化？载于第*20*届*ACM*年度交互设计与儿童会议论文集，IDC'21，49–61。美国纽约州纽约：美国计算机协会。ISBN 9781450384520。

Erickson,F.2012年. 科学教育的定性研究方法。载于Fraser, B.; Tobin, K.; and McRobbie, C. 编，第二版《国际科学教育手册》，施普林格国际教育手册第24卷，1451–1465。多德雷赫特：施普林格。

Grover, S. 2024年. 向幼儿园至12年级学生教授人工智能：经验、问题与指导。载于第*55*届*ACM*计算机科学教育技术研讨会论文集，第*1*卷，SIGCSE 2024，422–428。美国纽约州纽约：美国计算机协会。ISBN9798400704239。

Gu, X. L.; and Ericson, B. J. 2025年. 生成式人工智能兴起背景下幼儿园至12年级及高等教育中的人工智能素养：一项综合性综述。载于*2025*年*ACM*国际计算教育研究会议论文集 *V.1*，ICER '25，125–140。美国纽约州纽约：美国计算机协会。ISBN 9798400713408。

Hardy, L.; Dixon, C.; and Hsi,S.2020. 从数据收集者到数据生产者：转变学生与数据的关系。《学习科学杂志》，29(1)：104–126。

Hilke, O.; Pope, N.; Kahila, J.; Vartiainen, H.; Roos, T.; Parkki, T.; and Tedre, M. 2026年. Breakable Machine：一款面向K–12教育的课堂游戏，通过欺骗和可解释人工智能（XAI）培养变革性人工智能素养。载于*AAAI*人工智能会议论文集，第40卷，40762–40770。

Iversen, O. S.；Smith, R. C.；以及 Dindler, C. 2017年。《儿童作为主角：扩展儿童在参与式设计中的作用》。载于*2017*年交互设计与儿童会议论文集，IDC '17，第27–37页。美国纽约州纽约：美国计算机协会。ISBN 9781450349215。

Iversen, O. S.；Smith, R. C.；以及 Dindler, C. 2018年。《从计算思维到计算赋能：21世纪参与式设计议程》。载于第*15*届参与式设计会议论文集：完整论文——第*1*卷，PDC '18。美国纽约州纽约：美国计算机协会。ISBN 9781450363716。

Kahila, J.；Vartiainen, H.；Pope, N.；以及 Tedre, M. 2026年。《通过共同设计并在教室中制作自己的人工智能驱动应用，让年轻人积极参与人工智能》。载于社交机器人与教育中的人工智能：在*K-12*教育和高等教育中整合人工智能，第187–210页。施普林格。

Kalantzis, M.; 和 Cope, B. 2025年. 人工智能时代的读写能力。《阅读研究季刊》，60(1)：e591。

Kasinidou, M.; Kleanthous, S.; Otterbacher, J.; 和 Christo- forou, E. 2026年. 面向公众的人工智能教育：大型课程的见解。载于*AAAI*人工智能会议论文集，第40卷，40617–40625。Liu, Y.-Y.; Dybboe, M.; Ellemose, J.; Bjerrum, J. B.; Musaeus, L. H.; Dindler, C.; 和 Iversen, O. S. 2026年. “让我们谈谈数据”：通过对话式学习共同设计面向K-12教育的批判性数据素养工具。载于*2026*年*CHI*计算机系统中的人为因素会议论文集，CHI ’26。美国纽约州纽约：美国计算机协会。ISBN 9798400722783。Long, D.; 和 Magerko, B. 2020年. 什么是人工智能素养？能力与设计考量。载于*2020*年*CHI*计算机系统中的人为因素会议论文集，CHI ’20，1–16。美国纽约州纽约：美国计算机协会。ISBN 9781450367080。Madushika Jayathilake, H.; 和 Ma, R. 2026年. 儿童与基于大型语言模型的聊天机器人交互中的拟人化：驱动因素与结果的系统综述。载于第*25*届*ACM*年度儿童交互设计会议论文集，IDC ’26，520–536。美国纽约州纽约：美国计算机协会。ISBN 9798400722837。Miao, F.; Shiohira, K.; 和 Lao, N. 2024年. 面向学生的人工智能能力框架。联合国教科文组织。ISBN 978-92- 3-100709-5。许可：知识共享署名-相同方式共享3.0政府间组织版。Moilanen, M.; Hilke, O.; Kahila, J.; Parkki, T.; Silvennoinen, E.; Pope, N.; 和 Tedre, M. 2026年. 通过解构K–12教育中的（X）人工智能系统学习机器学习。载于*2026*年*IEEE*全球工程教育会议（*EDUCON*），1–5。Morales-Navarro, L.; Gan, M. A.; Yu, E.; Vogelstein, L.; Kafai, Y.; 和 Metaxa, D. 2025年. 学习人工智能审计：青少年审计生成式人工智能模型的案例研究。*ACM*人机交互论文集，9(7)。Morales-Navarro, L.; Noh, D. J.; Servat, L.; Netting, C.; Kafai, Y.; 和 Metaxa, D. 2026年. 在建构中理解：考察青少年对小型生成式语言模型的技术与社会伦理理解。载于第*25*届*ACM*交互设计与儿童年度会议论文集，IDC ’26，262–280。美国纽约州纽约：美国计算机协会。ISBN 9798400722837。Mutawa, A.; 和 Sruthi, S. 2025年. 联合国教科文组织的人工智能能力框架：教育环境中的挑战与机遇。生成式人工智能对研究与教育未来的影响，75–96。经济合作与发展组织；和欧盟。2026年. 赋能学习者迎接人工智能时代：面向基础教育的人工智能素养框架。技术报告，经合组织出版社，巴黎。Star, S. L. 1989年. 结构不良问题解决方案的结构：边界对象与异构分布式问题求解。载于分布式人工智能，37–54。Elsevier。Touretzky, D.；Gardner-McCune, C.；Martin, F.；以及 Seehorn, D. 2019年。面向K–12的人工智能展望：每个孩子都应该了解哪些人工智能知识？载于*AAAI*人工智能会议论文集，第33卷，9795–9799页。Vartiainen, H.；以及 Tedre, M. 2025年。CEDE模型：一种基于学习科学的批判性与变革性K–12人工智能教育方法。载于第*25*届科利国际计算教育研究会议论文集，Koli Calling ’25。美国纽约州纽约：美国计算机协会。ISBN 9798400715990。Waite, J.；以及 Garside, B. 2023年。从伦理学到引擎：通过SEAME框架构建人工智能素养（包括算法素养和数据素养）。树莓派计算教育研究中心，英国剑桥。Whyte, R.；Kirby, D.；以及 Sentance, S. 2024年。中学生对人工智能的新兴认识：理解人工智能应用、模型、引擎及其影响。载于*2024*年英国与爱尔兰计算教育研究会议论文集，UKICER ’24。美国纽约州纽约：美国计算机协会。ISBN 9798400711770。Xu, Z.；Procko, K.；Munje, M.；Patterson, K.；Sabatini, L.；Biswas, J.；以及 Stone, P. 2026年。面向生活与社会的人工智能基础：一门人人可学的完整人工智能素养课程。载于*AAAI*人工智能会议论文集，第40卷，40730–40736页。Yang, H.；Rachmatullah, A.；Alozie, N.；Capan, S.；以及 Cao, Q. 2026年。K–12人工智能素养发展进程的系统综述映射。《*STEM*教育研究期刊》，1–32页。Yeter, I. H.；Yang, W.；以及 Sturgess, J. B. 2024年。在小学教育中融合人工智能素养的全球倡议与挑战：政策与实证文献映射。《教育研究前沿》，2(4)：382–402。