

教育计算思维的主线：理论推演、实践案例

黄景碧¹, 黄小兰², 童波³, 胡星辉⁴

¹江西师范大学新闻与传播学院教育技术系, 江西 南昌

²东华理工大学地球科学学院, 江西 南昌

³江西现代职业技术学院信息工程学院, 江西 南昌

⁴江西师范大学现代教育技术中心, 江西 南昌

收稿日期: 2022年10月22日; 录用日期: 2022年11月18日; 发布日期: 2022年11月28日

摘要

国家刚印发《提升全民数字素养与技能行动纲要》，明确要求“注重培养具有数字意识、计算思维、终身学习能力和社会责任感的数字公民……”。那么，对于教育领域来说，贯彻国家纲要，研究“教育计算思维”，具有现实意义。“教育计算思维”又必然存在宏观微观迭代的主线，为此，本文探究了“教育计算思维的主线”，同时，将“教育计算思维的主线”应用于教育实践案例、教育软件实践案例，进行了初步验证，可与现有教育思维互为补充，提升教育思维的时代性、数字化、计算性，提升全民数字素养与技能。

关键词

教育计算思维, 数字素养与技能, 教育数字思维, 教育计算互动系统, MVC

Principal Line of Educational Computing Thinking: Theoretical Deduction and Practical Cases

Jingbi Huang¹, Xiaolan Huang², Bo Tong³, Xinghui Hu⁴

¹School of Journalism and Communication, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi

²School of Geosciences, East China University of Technology, Nanchang Jiangxi

³School of Information Engineering, Jiangxi Modern Polytechnic College, Nanchang Jiangxi

⁴Modern Education Technology Center, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi

Received: Oct. 22nd, 2022; accepted: Nov. 18th, 2022; published: Nov. 28th, 2022

Abstract

Action Outline to Improve Digital Literacy and Skills has just been issued, which clearly requires “to focus on cultivating digital citizens with digital awareness, computational thinking, lifelong learning ability and social responsibility...”. It is of practical significance to carry out the outline in the field of education and study “educational computing thinking”. “Educational computing thinking” must have the main line of macro and micro iteration. Therefore, this paper explores the “main line of educational computing thinking”. At the same time, the “main line of educational computing thinking” has been applied to educational practice cases and educational software practice cases, and has been preliminarily verified. It can complement existing educational thinking, improve the epochal, digital and computational nature of educational thinking, and improve the digital literacy and skills of the whole people.

Keywords

Educational Computing Thinking (ECT), Digital Literacy and Skills (DLS), Educational Digital Thinking (EDT), Educational Computing Interactive System (ECIS), Model View Controller (MVC)

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 研究背景与意义

2021年10月18日, 国家强调“要提高全民全社会数字素养和技能, 夯实我国数字经济发展社会基础”[1]。2021年11月5日, 我国印发《提升全民数字素养与技能行动纲要》(以下简称《行动纲要》)[2], 要求“注重培养具有数字意识、计算思维、终身学习能力和社会责任感的数字公民……破除体制机制障碍, 不断弥合城乡、区域和人群间的数字鸿沟……”。同时, 教育部也不断要求加强数字化资源建设与应用[3]。那么, 贯彻《行动纲要》于教育领域, 研究提升“教育数字素养与技能”, 在教育领域具有顶层设计的意义。

上述“教育数字素养与技能”作为顶层设计, 指导实践时, 必须迭代到实践所需的粒度。那么, “教育数字素养与技能”→“教育数字思维”→“教育数字化计算思维”简称“教育计算思维”, 逐步地提取核心是合理的(这与国内外计算芯片激烈竞争、国内外政府日益重视计算思维的学科融合[4]、[5]、各种学科的计算教育学研究日渐增多, 也是吻合的)。

上述“教育计算思维”, 必然存在宏观微观迭代的主线, 也即, 必然客观存在“教育计算思维的主线”, 为此, 本文人机隐喻[6], 体系化研究“教育计算思维的主线”。也是教育领域贯彻《行动纲要》的一个具体体现。

2. 研究现状分析

2.1. “计算思维本质”的时代演变之一: “人脑的字符/非字符的语言”

远古时代, 《山海经》、《黄帝内经》、《易经》就已开始论述“自然”、“人”、“变换互动”。其中, 论述“变换互动”的《易经》, 涉及“简易”、“变易”、“不易”。

一、“简易”, 指整体世界存在基本变换规律, 并且最终通过“人脑的字符/非字符的语言”进行表

述(计算)。例如, (宏观)整体→(微观)本质的变换, 可以选择如下一个视角进行概述:

A. 易有太极生二仪。例如, “太极/原点/起点/整体/1” → “阴与阳/真与假/有与无/对立与统一/通电与断电/有磁与无磁/光与暗/0 与 1”。

B. 二仪生四象。例如, $二*二→四$, 即, $2^2→4$ 。

C. 四象生八卦。例如, $二*二*二→四*二→八$, 即, $2^3→4*2→8$ 。

D. 五行十天干十二地支。例如, 人有两只手, 每个手五个手指, 一共十个手指, 便于扳指数, 十定量进制相关。另外, 日月交替现象, 则是十二计数相关, 十二定量进制相关。

E. 八卦十六宫。例如, $二*二*二*二→四*二*二→八*二→十六$, 即, $2^4→4*2*2→8*2→16$ 。十六定量进制相关。

F. ……上述(宏观)整体→(微观)本质的迭代思想, 启蒙了“0/1 的二进制语言代码” ↔ “0/1/2/3/4/5/6/7/8/9 序列的十进制语言代码” ↔ “0/1/2/3/4/5/6/7/8/9/A/B/C/D/E/F 序列的十六进制语言代码” ↔ “字符/非字符的字符进制语言代码”之间的变换(例如, 太极、八卦、十天干十二地支、一斤十六两、半斤八两, 等等), 但是那时尚未能机器实现计算。

二、“变易”, 指整体世界的时时刻刻的过程状态中, 都存在“个体互动”的不断变化发展, 并且最终通过“人脑的字符/非字符的语言”进行表述(计算)。其中, “个体人互动”, 形成社会人网络; “个体非人互动”, 形成社会非人网络。

三、“不易”, 指整体世界的时时刻刻的过程状态中, 都存在“个体互动”的相对稳定规律, 并且, 最终通过“人脑的字符/非字符的语言”进行表述(计算)。其中, “个体人互动”规律, 形成社会人网络规律; “个体非人互动”规律, 形成社会非人网络规律。

那么, 上述面向远古时代的“计算思维本质”, 即“人脑的字符/非字符的语言”。

2.2. “计算思维本质”的时代演变之二：“计算机的 0/1 的语言”

业界一般认为, 1936 年图灵的论文《论可计算数及其在判定问题上的应用》, 首先揭示了机器计算的本质, 证明了机器计算的 0/1 二进制可实现性, 被称为图灵计算机。图灵计算机是打字机启发而假想出来的一种理论抽象机器, 其处理对象是一条无限长的纸带, 纸带被划分为一个个大小相等的小方格, 每个小方格无记号代表 0, 有记号代表 1, 读写头沿着纸带读写 0/1, 传感驱动相关的机械、电路等等硬件实现表述(计算)(软件计算驱动硬件计算)。

那么, 上述面向图灵计算机时代的“计算思维本质”, 即“计算机的 0/1 的语言”。

2.3. “计算思维本质”：“计算机 CPU 平台的 0/1 的语言”隐喻“人脑平台的字符/非字符的语言”

上述图灵计算机思想, 奠定了一切计算的理论基础, 但是现实实践, 还需追求结构化封装扩展、高效复用。1945 年, 冯诺依曼提出了隐喻人脑的 CPU (寄存器、运算部件、控制部件、多级缓存封装成为一块最核心的整体电路芯片平台)。

隐喻人脑的 CPU 可以扩展各种输入输出, 进而隐喻人体, 也即人机隐喻的计算机。而且, “计算机 CPU 个体”之间, 互动形成“计算机 CPU 网络”, 也即人机隐喻统一的计算机网络。

人机隐喻统一的冯诺依曼计算机网络思想, 一直沿用至当前计算机时代(计算时代)(数字化计算时代)。

那么, 面向当前数字化计算时代的“计算思维本质”, 即“计算机 CPU 平台的 0/1 的语言”隐喻“人脑平台的字符/非字符的语言”。

业界认为, 计算机思维最能隐喻人脑思维, 但也必须注意到人机隐喻的一些缺陷, 例如, 计算机是

“0/1 语言”的二进制电路组成的物性的机器，人是“字符/非字符语言”的神经系统组成的人性的生物体，所以，“计算思维本质”必须物性与人性统一。

2.4. “计算思维本质”与“计算思维”

上述计算思维的本质，与业界一般认为 2006 年 Wing J. M. 正式提出的“计算思维”、“计算思维的 6 个判定标准”是基本吻合的：1) 是概念化，不是程序化；2) 是根本的技能，不是机械的技能；3) 是人的思维，不是计算机的思维；4) 是数学和工程思维的互补与融合，不是纯数学；5) 是思想，不是人造物；6) 是面向所有的人面向所有的领域，不是仅面向计算机仅面向定量的领域[7] [8]。

上述计算思维的本质，与计算机科学教师协会提出的政策性的 CSTA 2011 计算思维定义也是基本吻合的：“Computational thinking is thus a problem-solving methodology that can interweave computer science with all disciplines, providing a distinctive means of analyzing and developing solutions to problems that can be solved computationally (计算思维是计算机科学与所有学科交织在一起，计算方式地解决问题)” [9]。即，“人机隐喻”吻合 CSTA 2011 计算思维定义中“计算机科学与所有学科交织在一起”；“计算机 CPU 平台的 0/1 语言”隐喻“人脑平台的字符/非字符语言”，吻合“计算方式地解决问题”。

上述计算思维的本质，与计算思维的各种视角的研究[10]-[26]，也是基本吻合的。与近年来“计算教育学”的研究报道日益增多[27] [28] [29] [30]，也是吻合的。

2.5. “教育计算思维的主线”是本文的主要研究问题

基于上述研究现状分析，构建宏观微观统一的“教育计算思维的主线”，乃是提升“教育数字素养与技能”的基础需求。因为统一性越强，其间涉及的黑盒式的思维转换越少、思维鸿沟越小，不同领域人士的协同工作将更省时省力。进而可以促进“教育数字素养与技能”的提升。进而促进“全民数字素养与技能”的提升。也即《行动纲要》的贯彻。

为此，下述研究构建“教育计算思维的主线”。

3. 研究结果与讨论

下述表 1→表 7 所示，“教育计算思维的整体框架→教育计算思维的细化框架→教育计算思维的本质框架→计算思维的本质”，迭代细化，构建“教育计算思维的主线”。也是唯物辩证论融入学科专业的贯彻[31] [32]。

3.1. 教育计算思维的整体框架：“教育整体”

表 1 所示是“教育计算思维的整体框架”：

一、表 1 所示框架，“教育计算”即“教育(自身)整体”作为起点的宏观微观的迭代。也即，术语名称视角的“教育计算”、太极混沌视角的“教育计算”、认知起点视角的“教育计算”、最宏观的哲学层次视角的“教育计算”。

二、表 1 的变元数量是 1 个，所以也称“教育计算思维的 1 变元的宏观微观的迭代”。表 1 所示框架，尚未出现“计算思维的本质”这一微观终点，尚需继续微观。

Table 1. The overall framework of educational computing thinking: “The Whole Education System”

表 1. 教育计算思维的整体框架：“教育整体”

“教育整体”

3.2. 教育计算思维的细化框架之一：“教育时间”中的“教育空间”

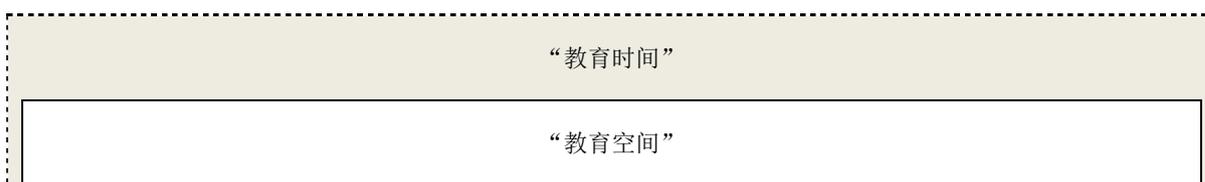
表 1 微观成为表 2 所示：

一、表 1 中的“教育整体”，贯彻物质存在的时间空间的观点，表 2 中一分为二地微观成为“教育时间”中的“教育空间”，即，“教育时间” \supseteq “教育空间”。

二、表 2 的变元数量是 $1\supseteq 1$ 形式的 2 个，所以也称“教育计算的 $1\supseteq 1$ 变元的宏观微观的迭代”。

三、表 2 所示框架，“教育计算”即“教育时间”中的“教育空间”的宏观微观的迭代。也即，宏观哲学人文层次视角的“时间、空间”视角的“教育计算”。表 2 所示框架，尚未出现“计算思维的本质”这一微观终点，尚需继续微观。

Table 2. The first detailed frameworks of educational computing thinking: “Education Space” in “Education Time”
表 2. 教育计算思维的细化框架之一：“教育时间”中的“教育空间”



3.3. 教育计算思维的细化框架之二：“教育过程状态”中的“教育个体互动”

表 2 微观成为表 3 所示：

一、表 2 中的“教育时间”，表 3 中贯彻时间的过程状态的观点，变换成为“教育过程状态”。

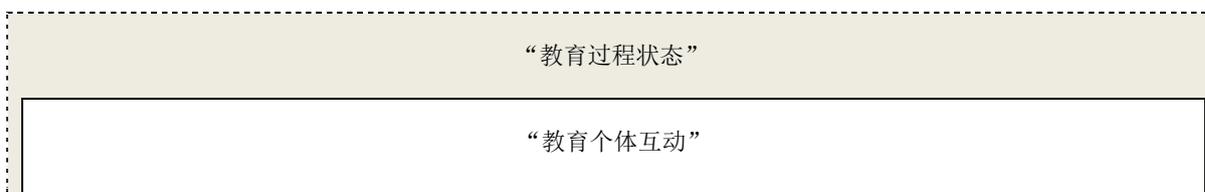
二、表 2 中的“教育空间”，表 3 中贯彻空间的普遍联系、个体互动的观点，变换成为“教育个体互动”。即，“教育过程状态” \supseteq “教育个体互动”。

三、表 3 的变元数量是 $1\supseteq 1$ 形式的 2 个，所以也称“教育计算的 $1\supseteq 1$ 变元的宏观微观的迭代”。

四、表 3 所示框架，“教育计算”即“教育过程状态”中的“教育个体互动”的宏观微观的迭代。也即，中观的系统科学层次视角的“过程状态、个体互动”视角的“教育计算”。表 3 所示框架，尚未出现“计算思维的本质”这一微观终点，尚需继续微观。

Table 3. Second detailed framework of educational computing thinking: “Education Individual Interaction” in “Education Process State”

表 3. 教育计算思维的细化框架之二：“教育过程状态”中的“教育个体互动”



3.4. 教育计算思维的细化框架之三：“教育开始、教育中途、教育结束”中的“客户端、互动、服务端”

表 3 微观成为表 4 所示：

一、表 3 中的“教育过程状态”，表 4 中微观成为“教育开始、教育中途、教育结束”（“过程三状态”）。

二、表 3 中的“教育个体互动”，基于科技史上经典的信息控制系统的观点、网络计算的客户端互

动服务端的观点，表 4 中微观成为“客户端、互动、服务端”（“互动三要素”）。

三、表 4 的变元数量是 $3*(1\supset 3)$ 形式的 9 个，所以也称“教育计算的 $3*(1\supset 3)$ 变元的宏观微观的迭代”。

四、表 4 所示框架，也即，中观的科学技术层次视角的“开始中途结束、客户端互动服务端”视角的“教育计算”。表 4 所示框架，尚未出现“计算思维的本质”这一微观终点，尚需继续微观。此时，“教育计算”，即：

- 1) “教育开始”中的“客户端、互动、服务端”的宏观微观的迭代。
- 2) “教育中途”中的“客户端、互动、服务端”的宏观微观的迭代。
- 3) “教育结束”中的“客户端、互动、服务端”的宏观微观的迭代。

Table 4. The third detailed framework of educational computing thinking: “Client, Interaction, Server” in “Education Beginning, Education Intermediate Time, Education Ending”

表 4. 教育计算思维的细化框架之三：“教育开始、教育中途、教育结束”中的“客户端、互动、服务端”

“教育开始”		
“客户端”	“互动”	“服务端”
“教育中途”		
“客户端”	“互动”	“服务端”
“教育结束”		
“客户端”	“互动”	“服务端”

3.5. 教育计算思维的细化框架之四：“教育开始、教育中途、教育结束”中的“客户端MVC、互动MVC、服务端MVC”的实现可以选用的“软件平台语言、硬件平台语言”

表 4 微观成为表 5 所示：

一、表 4 中的“教育开始、教育中途、教育结束”，表 5 中保持不变。

二、表 4 中的“客户端、互动、服务端”，基于计算机领域成熟的 MVC 架构的观点[33]、硬件软件的观点、硬件软件平台语言的观点，表 5 中微观成为“(客户端 MVC 的实现可以选用的)软件平台语言→硬件平台语言、(互动 MVC 的实现可以选用的)软件平台语言→硬件平台语言、(服务端 MVC 的实现可以选用的)软件平台语言→硬件平台语言”。

三、表 5 的变元数量是 $3*(1\supset (3*5))$ 形式的 45 个，所以也称“教育计算的 $3*(1\supset (3*5))$ 变元的宏观微观的迭代”。

四、表 5 所示框架，也即，中观的技术层次视角的“教育计算”。表 5 所示框架，尚未出现“计算思维的本质”这一微观终点，尚需继续微观。此时，“教育计算”，即：

1) “教育开始”中的“(客户端 MVC 的实现可以选用的)软件平台语言→硬件平台语言、(互动 MVC 的实现可以选用的)软件平台语言→硬件平台语言、(服务端 MVC 的实现可以选用的)软件平台语言→硬件平台语言”的宏观微观的迭代。

2) “教育中途”中的“(客户端 MVC 的实现可以选用的)软件平台语言→硬件平台语言、(互动 MVC 的实现可以选用的)软件平台语言→硬件平台语言、(服务端 MVC 的实现可以选用的)软件平台语言→硬件平台语言”的宏观微观的迭代。

3) “教育结束”中的“(客户端 MVC 的实现可以选用的)软件平台语言→硬件平台语言、(互动 MVC 的实现可以选用的)软件平台语言→硬件平台语言、(服务端 MVC 的实现可以选用的)软件平台语言→硬件平台语言”的宏观微观的迭代。

Table 5. The fourth detailed framework of educational computing thinking: “The software platform language, the hardware platform language” that can be selected for the implementation of “Client MVC, Interactive MVC, Server MVC” in the “Beginning, Intermediate Time, Ending”

表 5. 教育计算思维的细化框架之四：“教育开始、教育中途、教育结束”中的“客户端 MVC、互动 MVC、服务端 MVC”的实现可以选用的“软件平台语言、硬件平台语言”

“教育开始”		
三. 客户端 MVC 的控制 C	三. 互动 MVC 的控制 C	三. 服务端 MVC 的控制 C
二. 客户端 MVC 的视图 V	二. 互动 MVC 的视图 V	二. 服务端 MVC 的视图 V
一. 客户端 MVC 的模型 M	一. 互动 MVC 的模型 M	一. 服务端 MVC 的模型 M
二. (客户端 MVC 的实现可以选用的)客户端的软件平台语言	二. (互动 MVC 的实现可以选用的)互动的软件平台语言	二. (服务端 MVC 的实现可以选用的)服务端的软件平台语言
一. (客户端 MVC 的实现可以选用的)客户端的硬件平台语言	一. (互动 MVC 的实现可以选用的)互动的硬件平台语言	一. (服务端 MVC 的实现可以选用的)服务端的硬件平台语言
“教育中途”		
[注：同上。省略以免重复排版…]	[注：同上。省略以免重复排版…]	[注：同上。省略以免重复排版…]
“教育结束”		
[注：同上。省略以免重复排版…]	[注：同上。省略以免重复排版…]	[注：同上。省略以免重复排版…]

3.6. 教育计算思维的细化框架之五：“教育开始、教育中途、教育结束”中的“客户端MVC、互动MVC、服务端MVC”的实现可以选用的“软件第二平台语言、软件第一平台语言、硬件第二平台源语言、硬件第一平台语言”

表 5 微观成为表 6 所示：

一、表 5 中的“教育开始、教育中途、教育结束”，表 6 中保持不变。

二、表 5 中的“(客户端 MVC 的实现可以选用的)软件平台语言→硬件平台语言、(互动 MVC 的实现可以选用的)软件平台语言→硬件平台语言、(服务端 MVC 的实现可以选用的)软件平台语言→硬件平台语言”，基于硬件软件平台语言的四个层次的观点[34]，表 6 中微观成为“(客户端 MVC 的实现可以选用的)软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言、(互动 MVC 的实现可以选用的)软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言、(服务端 MVC 的实现可以选用的)软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言”。

三、表 6 的变元数量是 $3*(1\supseteq(3*7))$ 形式的 63 个，所以也称“教育计算的 $3*(1\supseteq(3*7))$ 变元的宏观微观的迭代”。

四、表 6 所示框架，也即，微观的实践实现层次视角的“教育计算”。表 6 所示框架，尚未出现“计

算思维的本质”这一微观终点，尚需继续微观。此时，“教育计算”，即：

1) “教育开始”中的“(客户端 MVC 的实现可以选用的)软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言、(互动 MVC 的实现可以选用的)软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言、(服务端 MVC 的实现可以选用的)软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言”的宏观微观的迭代。

2) “教育中途”中的“(客户端 MVC 的实现可以选用的)软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言、(互动 MVC 的实现可以选用的)软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言、(服务端 MVC 的实现可以选用的)软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言”的宏观微观的迭代。

3) “教育结束”中的“(客户端 MVC 的实现可以选用的)软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言、(互动 MVC 的实现可以选用的)软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言、(服务端 MVC 的实现可以选用的)软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言”的宏观微观的迭代。

Table 6. The fifth detailed framework of educational computing thinking: “The second platform language of software, the first platform language of software, the second platform language of hardware, the first platform language of hardware” that can be selected for the implementation of “Client MVC, Interactive MVC, Server MVC” in the “Beginning, Intermediate Time, Ending”

表 6. 教育计算思维的细化框架之五：“教育开始、教育中途、教育结束”中的“客户端 MVC、互动 MVC、服务端 MVC”的实现可以选用的“软件第二平台语言、软件第一平台语言、硬件第二平台源语言、硬件第一平台语言”

“教育开始”		
<p>【注：表 5 中的“三. 客户端 MVC 的控制 C、二. 客户端 MVC 的视图 V、一. 客户端 MVC 的模型 M；三. 互动 MVC 的控制 C、二. 互动 MVC 的视图 V、一. 互动 MVC 的模型 M；三. 服务端 MVC 的控制 C、二. 服务端 MVC 的视图 V、一. 服务端 MVC 的模型 M”，本表 6 中变换成为如下，以便后续表述】</p> <p style="text-align: center;">三. “客户端 MVC、互动 MVC、服务端 MVC 的”控制 C</p> <p style="text-align: center;">二. “客户端 MVC、互动 MVC、服务端 MVC 的”视图 V</p> <p style="text-align: center;">一. “客户端 MVC、互动 MVC、服务端 MVC 的”模型 M</p>		
<p>四. (客户端 MVC 的实现可以选用的)客户端的软件第二平台语言</p> <p>三. (客户端 MVC 的实现可以选用的)客户端的软件第一平台语言</p> <p>二. (客户端 MVC 的实现可以选用的)客户端的硬件第二平台语言</p> <p>一. (客户端 MVC 的实现可以选用的)客户端的硬件第一平台语言</p>	<p>四. (互动 MVC 的实现可以选用的)互动的软件第二平台语言</p> <p>三. (互动 MVC 的实现可以选用的)互动的软件第一平台语言</p> <p>二. (互动 MVC 的实现可以选用的)互动的硬件第二平台语言</p> <p>一. (互动 MVC 的实现可以选用的)互动的硬件第一平台语言</p>	<p>四. (服务端 MVC 的实现可以选用的)服务端的软件第二平台语言</p> <p>三. (服务端 MVC 的实现可以选用的)服务端的软件第一平台语言</p> <p>二. (服务端 MVC 的实现可以选用的)服务端的硬件第二平台语言</p> <p>一. (服务端 MVC 的实现可以选用的)服务端的硬件第一平台语言</p>
“教育中途”		

[注：同上。省略以免重复排版…]	[注：同上。省略以免重复排版…]	[注：同上。省略以免重复排版…]
“教育结束”		
[注：同上。省略以免重复排版…]	[注：同上。省略以免重复排版…]	[注：同上。省略以免重复排版…]

3.7. 教育计算思维的本质框架：“教育开始、教育中途、教育结束”中的“客户端MVC、互动MVC、服务端MVC”的实现可以选用的“软件第二平台语言、软件第一平台语言、硬件第二平台源语言、硬件第一平台语言【计算思维的本质】”

表6 微观成为表7 所示：

一、表6 中的“教育开始、教育中途、教育结束”，表7 中保持不变。

二、表6 中的“(客户端 MVC 的实现可以选用的)软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言、(互动 MVC 的实现可以选用的)软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言、(服务端 MVC 的实现可以选用的)软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言”，基于 MVC 的进一步细化[35] [36]，表7 中微观成为“客户端的控制 C (一平台的四种类)视图 V (一平台的五种类)模型 M (五平台)的实现可以选用的软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言【计算思维的本质】”、“互动的控制 C (一平台的四种类)视图 V (一平台的五种类)模型 M (五平台)的实现可以选用的软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言【计算思维的本质】”、“服务端的控制 C (一平台的四种类)视图 V (一平台的五种类)模型 M (五平台)的实现可以选用的软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言【计算思维的本质】”。

三、表7 的变元数量是 $3*(1\supseteq(3*18))$ 形式的 162 个，所以也称“教育计算的 $3*(1\supseteq(3*18))$ 变元的宏观微观的迭代”。

四、表7 所示框架，也即，微观本质的实践实现层次视角的“教育计算”。表7 所示框架，已经出现“硬件第一平台语言【计算思维的本质】”这一微观终点，又便于表格整体表述，所以可以称为“教育计算思维的本质框架”(吻合前述的“计算思维的 6 个判定标准”、CSTA 2011 计算思维定义，吻合 STEAM 教育理念，同时又体现了贯穿宏观微观的迭代)。此时，“教育计算”，即：

1) “教育开始”中的“客户端的控制 C (一平台的四种类)视图 V (一平台的五种类)模型 M (五平台)的实现可以选用的软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言【计算思维的本质】”、“互动的控制 C (一平台的四种类)视图 V (一平台的五种类)模型 M (五平台)的实现可以选用的软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言【计算思维的本质】”、“服务端的控制 C (一平台的四种类)视图 V (一平台的五种类)模型 M (五平台)的实现可以选用的软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言【计算思维的本质】”的宏观微观的迭代。

2) “教育中途”中的“客户端的控制 C (一平台的四种类)视图 V (一平台的五种类)模型 M (五平台)的实现可以选用的软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言【计算思维的本质】”、“互动的控制 C (一平台的四种类)视图 V (一平台的五种类)模型 M (五平台)的实现可以选用的软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言【计算思维的本质】”、“服务端的控制 C (一平台的四种类)视图 V (一平台的五种类)模型 M (五平台)的实

现可以选用的软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言【计算思维的本质】”的宏观微观的迭代。

3) “教育结束”中的“客户端的控制 C (一平台的四种类)视图 V (一平台的五种类)模型 M (五平台)的实现可以选用的软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言【计算思维的本质】”、“互动的控制 C (一平台的四种类)视图 V (一平台的五种类)模型 M (五平台)的实现可以选用的软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言【计算思维的本质】”、“服务端的控制 C (一平台的四种类)视图 V (一平台的五种类)模型 M (五平台)的实现可以选用的软件第二平台语言→软件第一平台语言→硬件第二平台源语言→硬件第一平台语言【计算思维的本质】”的宏观微观的迭代。

Table 7. The essential framework of educational computing thinking: “The second platform language of software, the first platform language of software, the second platform language of hardware, the first platform language of hardware [Essence of Computing Thinking]” that can be selected for the implementation of “Client MVC, Interactive MVC, Server MVC” in the “Beginning, Intermediate Time, Ending”

表 7. 教育计算思维的本质框架：“教育开始、教育中途、教育结束”中的“客户端 MVC、互动 MVC、服务端 MVC”的实现可以选用的“软件第二平台语言、软件第一平台语言、硬件第二平台源语言、硬件第一平台语言【计算思维的本质】”

“教育开始”	
三. “客户端 MVC、互动 MVC、服务端 MVC 的” 控制 C (一平台的四种类)	
(1) 一对一推送 (2) 一对多推送 (3) 一对一接受 (4) 一对多接受	
二. “客户端 MVC、互动 MVC、服务端 MVC 的” 视图 V (一平台的五种类)	
(1) 视媒【文本/图像/视频/2D/3D】 (2) 听媒 (3) 触媒 (4) 嗅媒 (5) 味媒	
一. “客户端 MVC、互动 MVC、服务端 MVC 的” 模型 M (五平台)	
(5) 哲学(智能建构)	<ul style="list-style-type: none"> •例如，人领域，基于实践数据读写的实验数据，不断自主学习优化自身的数据读写。即，辩证唯物论、辩证思辨、自主学习优化等等内容方法。 •例如，计算机领域，基于实践数据读写的原始数据，不断自主辩证思辨数据、优化数据、机器学习 ML，从而，不断学习优化/人工智能 AI 地辅助人。
(4) 人文(情感交流)	<ul style="list-style-type: none"> •例如，人领域，基于实践数据读写的实验数据，挖掘人文意义、社会意义。即，情感、态度、价值观、品德、美学、艺术等等内容方法。 •例如，计算机领域，基于实践数据读写的原始数据，字符数据挖掘 CDM/统计推断字符数据中的人性共鸣、人文意义、社会意义，从而，人性共鸣地辅助人。
(3) 科学(规律探究)	<ul style="list-style-type: none"> •例如，人领域，基于实践数据读写的实验数据，预判规律，创新发现规律。即，生物学、物理学、化学、数学、计算学、社会科学、教育科学等等内容方法。 •例如，计算机领域，基于实践数据读写的原始数据，数据挖掘 DM/统计推断预测/创新发现规律，从而，提前预判规律地辅助人。

<p>(2) 技术(信息运用)</p> <ul style="list-style-type: none"> •例如, 人领域, 基于实践数据读写的实验数据, 分析发现数据意义(信息), 运用于解决实际问题。即, 生物技术、物理技术、化学技术、数学技术、计算技术、社会技术、教育技术等等内容方法。 •例如, 计算机领域, 基于实践数据读写的原始数据, 联机分析处理 OLAP/统计分析数据意义(信息), 从而, 运用现有规律去解决实际问题地辅助人。 		
<p>(1) 实践(数据读写)</p> <ul style="list-style-type: none"> •例如, 人领域, 反复经验方式地实践数据读写、数据采集, 从而, 奠定原始数据根基。即, 生物实验、物理实验、化学实验、数学实验、计算实验、社会调查、教育测验考试等等内容方法。 •例如, 计算机领域, 反复经验方式地实践数据读写、数据采集、联机事务处理 OLTP/数据读增改删、数据录入数据库/集成进入数据仓库, 从而, 奠定原始数据根基, 以便辅助人。 		
<p>四. (客户端 MVC 的实现可以选用的)客户端的软件第二平台语言:</p> <p>例如: “客户端人的日常词汇对象平台语言” ←(原型与隐喻、领域与工具、DDD)→“客户端计算机的托管对象平台语言” [37]</p>	<p>四. (互动 MVC 的实现可以选用的)互动的软件第二平台语言:</p> <p>例如: “互动的人互联网[38]的应用层协议语言” ←(原型与隐喻、领域与工具、DDD)→“互动的计算机互联网的应用层协议语言”</p>	<p>四. (服务端 MVC 的实现可以选用的)服务端的软件第二平台语言:</p> <p>例如: “服务端人的日常词汇对象平台语言” ←(原型与隐喻、领域与工具、DDD)→“服务端计算机的托管对象平台语言”</p>
<p>三. (客户端 MVC 的实现可以选用的)客户端的软件第一平台语言:</p> <p>例如: “客户端人的专业词汇对象平台语言” ←(原型与隐喻、领域与工具、DDD)→“客户端计算机的操作系统对象平台语言” [39]</p>	<p>三. (互动 MVC 的实现可以选用的)互动的软件第一平台语言:</p> <p>例如: “互动的人互联网的传输层协议语言” ←(原型与隐喻、领域与工具、DDD)→“互动的计算机互联网的传输层协议语言”</p>	<p>三. (服务端 MVC 的实现可以选用的)服务端的软件第一平台语言:</p> <p>例如: “服务端人的专业词汇对象平台语言” ←(原型与隐喻、领域与工具、DDD)→“服务端计算机的操作系统对象平台语言”</p>
<p>二. (客户端 MVC 的实现可以选用的)客户端的硬件第二平台语言:</p> <p>例如: “客户端人的的人体的数据读写平台语言” ←(原型与隐喻、领域与工具、DDD)→“客户端计算机的输入输出硬件的数据读写平台语言” [40]</p>	<p>二. (互动 MVC 的实现可以选用的)互动的硬件第二平台语言:</p> <p>例如: “互动的人互联网的路由层协议语言” ←(原型与隐喻、领域与工具、DDD)→“互动的计算机互联网的路由层协议语言”</p>	<p>二. (服务端 MVC 的实现可以选用的)服务端的硬件第二平台语言:</p> <p>例如: “服务端人的的人体的数据读写平台语言” ←(原型与隐喻、领域与工具、DDD)→“服务端计算机的输入输出硬件的数据读写平台语言”</p>
<p>一. (客户端 MVC 的实现可以选用的)客户端的硬件第一平台语言:</p>	<p>一. (互动 MVC 的实现可以选用的)互动的硬件第一平台语言【计算思</p>	<p>一. (服务端 MVC 的实现可以选用的)服务端的硬件第一平</p>

言【计算思维的本质】：	维的本质】：	台语言【计算思维的本质】：
例如：“客户端人的人脑的字符/非字符平台的语言”←(原型与隐喻、领域与工具、DDD)→“客户端计算机的CPU的0/1平台的语言”[41]	例如：“互动的人局域网[42]的字符/非字符平台的媒介链路层协议语言”←(原型与隐喻、领域与工具、DDD)→“互动的计算机局域网的0/1平台的媒介链路层协议语言”	例如：“服务端人的人脑的字符/非字符平台的语言”←(原型与隐喻、领域与工具、DDD)→“服务端计算机的CPU的0/1平台的语言”
“教育中途”		
[注：同上。省略以免重复排版…]	[注：同上。省略以免重复排版…]	[注：同上。省略以免重复排版…]
“教育结束”		
[注：同上。省略以免重复排版…]	[注：同上。省略以免重复排版…]	[注：同上。省略以免重复排版…]

4. 研究结果的应用案例

4.1. 应用于教育的案例

表 7 所示“教育计算思维的本质框架”，需要应用成为教育教学框架。表 7 应用到人类的教育教学时应该“人脑平台的字符/非字符的语言”作为主导，“计算机 CPU 平台的 0/1 的语言”作为辅助工具。为此，表 7 可以变换成为表 8 所示。

Table 8. Essential framework of education: “The second platform language of software [daily vocabulary object platform language], the first platform language of software [professional vocabulary object platform language], the second platform language of hardware [human body data reading and writing platform language], the first platform language of hardware [human brain character/non character platform language] [Essence of Computing Thinking]” that can be selected for the implementation of “Client MVC, Interactive MVC, Server MVC” in the “Beginning, Intermediate Time, Ending”

表 8. 教育的本质框架：“教育开始、教育中途、教育结束”中的“客户端 MVC、互动 MVC、服务端 MVC”的实现可以选用的“软件第二平台语言【日常词汇对象平台语言】、软件第一平台语言【专业词汇对象平台语言】、硬件第二平台语言【人体的数据读写平台语言】、硬件第一平台语言【人脑的字符/非字符平台语言】【计算思维的本质】”

“教育开始”		
<p>【注：教育服务端 MVC 省略以便排版】</p> <p>四. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的软件第二平台语言</p> <p>【例如：教育者选用的口语、生活用</p>	<p>三. 教育互动 MVC 的控制 C (一平台的四种类)</p> <p>(1) 一对一推送【例如，家教教育者讲授】 (2) 一对多推送【例如，课堂教育者讲授】 (3) 一对一接受【例如，家教学育者提问】 (4) 一对多接受【例如，课堂学育者提问】</p> <p>二. 教育互动 MVC 的视图 V (一平台的五种类)</p> <p>(1) 视媒【文本/图像/视频/2D/3D】(2) 听媒 (3) 触媒 (4) 嗅媒 (5) 味媒</p> <p>一. 教育互动 MVC 的模型 M (五平台) (学科课程教材)</p>	<p>【注：教育客户端 MVC 省略以便排版】</p> <p>四. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学育者客户端的软件第二平台语言</p> <p>【例如：学育者选用的口</p>

<p>语等等日常词汇对象平台语言】</p>	<p>(5) 哲学(智能建构)</p> <p>•例如, 人类教育领域, 基于实践数据读写的实验数据, 不断自主学习优化自身的数据读写。即, 辩证唯物论、辩证思辨、自主学习优化等等内容方法。</p>	<p>语、生活用语等等日常词汇对象平台语言】</p>
<p>三. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的软件第一平台语言</p>	<p>教育</p> <p>(4) 人文(情感交流)</p> <p>•例如, 人类教育领域, 基于实践数据读写的实验数据, 挖掘人文意义、社会意义。即, 情感、态度、价值观、品德、美学、艺术等等内容方法。</p>	<p>三. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的软件第一平台语言</p>
<p>【例如: 教育者选用的生物、物理、化学、数学、计算学、社会学、教育学等等学科专业词汇对象平台语言】</p>	<p>(3) 科学(规律探究)</p> <p>•例如, 人类教育领域, 基于实践数据读写的实验数据, 预判规律, 创新发现规律。即, 生物学、物理学、化学、数学、计算学、社会科学、教育科学等等内容方法。</p>	<p>【例如: 学习者选用的生物、物理、化学、数学、计算学、社会学、教育学等等学科专业词汇对象平台语言】</p>
<p>二. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的硬件第二平台源语言</p>	<p>教学</p> <p>(2) 技术(信息运用)</p> <p>•例如, 人类教育领域, 基于实践数据读写的实验数据, 分析发现数据意义(信息), 运用于解决实际问题。即, 生物技术、物理技术、化学技术、数学技术、计算技术、社会技术、教育技术等等内容方法。</p>	<p>二. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的硬件第二平台源语言</p>
<p>【例如: 教育者选用的肢体语言、表情语言等等人体的数据读写平台语言】</p>	<p>(1) 实践(数据读写)</p> <p>•例如, 人类教育领域, 反复经验方式地实践数据读写、数据采集, 从而, 奠定原始数据根基。即, 生物实验、物理实验、化学实验、数学实验、计算实验、社会调查、教育测验考试等等内容方法。</p>	<p>【例如: 学习者选用的肢体语言、表情语言等等人体的数据读写平台语言】</p>
<p>一. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的硬件第一平台语言【计算思维的本质】</p>	<p>【注: (教育互动 MVC 的实现可以选用的)平台语言四个层次, 可以省略, 以便排版】</p>	<p>一. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的硬件第一平台语言【计算思维的本质】</p>
<p>【例如: 教育者选用的人脑的字符/非字符平台的</p>		<p>【例如: 学习者选用的人脑的字符/非</p>

语言】		字符平台的语言】
“教育中途”		
[注：同上。省略以免重复排版…]	[注：同上。省略以免重复排版…]	[注：同上。省略以免重复排版…]
“教育结束”		
[注：同上。省略以免重复排版…]	[注：同上。省略以免重复排版…]	[注：同上。省略以免重复排版…]

表 8 填充一个具体的课堂教育案例如表 9 所示[43]【该案例曾获得优秀教学奖项】(具体实施时也可作一些简化)。该案例设计, 相对传统教学设计来说, 融入了数字化计算思维, 更为复杂了一些, 但确实是贯彻《行动纲要》, 更有效促进“数字素养与技能”提升的教育教学。当然, 具体实施时也可作一些简化。

Table 9. Case of the essential framework of education: “The second platform language of software [daily vocabulary object platform language], the first platform language of software [professional vocabulary object platform language], the second platform language of hardware [human body data reading and writing platform language], the first platform language of hardware [human brain character/non character platform language] [Essence of Computing Thinking]” that can be selected for the implementation of “Client MVC, Interactive MVC, Server MVC” in the “Beginning, Intermediate Time, Ending” [Table 9←(domain and tools)→Table 11]

表 9. 教育的本质框架案例: “教育案例开始、教育案例中途、教育案例结束”中的“客户端 MVC、互动 MVC、服务端 MVC”的实现可以选用的“软件第二平台语言【日常词汇对象平台语言】、软件第一平台语言【专业词汇对象平台语言】、硬件第二平台语言【人体的数据读写平台语言】、硬件第一平台语言【人脑的字符/非字符平台语言】【计算思维的本质】”【本表 9←(领域与工具)→表 11】

<p>【注一：本案例中，“教育案例开始、教育案例中途、教育案例结束”，应该“时间驱动作为主导、事件驱动作为辅助”，并且，“教育案例开始的时间、教育案例中途的时间、教育案例结束的时间”三个过程状态，根据课堂教学具体需求，在此微观成为“教育案例开始的时间(第 0 分钟)”→“教育案例中途的时间(第 2 分钟)”→“教育案例中途的时间(第 5 分钟)”→“教育案例中途的时间(第 15 分钟)”→“教育案例中途的时间(第 30 分钟)”→“教育案例中途的时间(第 35 分钟)”→“教育案例结束的时间(第 37 分钟~第 40 分钟)”七个过程状态】。</p> <p>【注二：本案例中，如果“教育案例需求(宏观环节)→教育案例设计(中观环节)→教育案例开发(微观环节)”的工程三环节的视角，(1)本表主要面向的是“教育案例需求”(2)然后可以基于“教育案例需求”的规约，履行“教育案例设计”(3)然后可以基于“教育案例设计”的规约，履行“教育案例开发”】。</p>		
<p>“教育案例开始的时间(第 0 分钟)”：【教育者响应学习者疑惑，激发学习者的学习兴趣】</p> <p>(注：新课导入)(注：教与学目标！)</p> <p>(注：本课题方法之一是案例教学法，案例之一是“教育计算思维的主线：理论推演、实践案例”)</p>		
<p>四.(教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的软件第二平台语言(主导)</p> <p>钉钉群屏幕分享、发起点到。</p> <p>教育者运用日常词汇对象平台语言，紧扣当前的数字化计算时代背景，以及国家印发的《提升全民数字素养与技能》等等文件要求，激发学习者“教育软件领域的计算思维”、“教育领域的计算思维”</p>	<p>三、教育互动 MVC 的控制 C</p> <p>(1) 一对一推送 (2) 一对多推送(在此，选用本种类的控制 C 的讲演方式作为主导。迭代细化) (3) 一对一接受 (4) 一对多接受</p> <p>二、教育互动 MVC 的视图 V</p> <p>(1) 视媒【字符/图像/视频/2D/3D】 (2) 听媒(在此，选用本种类的视图 V 作为主导) (3) 触媒 (4) 嗅媒 (5) 味媒</p>	<p>四.(教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的软件第二平台语言(主导)</p> <p>接受钉钉群屏幕分享、进行点到。</p> <p>学习者运用日常词汇对象平台语言，思考关于“教育领域的计算思维(教育计算思维)”的</p>

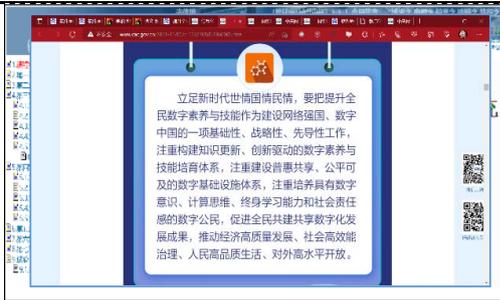
进行比较学习的兴趣。

<http://www.cac.gov.cn/2021-11/05/c1637708867754305.htm>

三. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的软件第一平台语言(辅助)

二. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的硬件第二平台源语言(辅助)

一. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的硬件第一平台语言(辅助)



一、教育互动 MVC 的模型 M

- (5) 哲学(智能建构)
- (4) 人文(情感交流)(在此, 选用本层次的模型 M 作为主导。迭代细化)
- (3) 科学(规律探究)
- (2) 技术(信息运用)
- (1) 实践(数据读写)

学习目标。

三. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的软件第一平台语言(辅助)

二. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的硬件第二平台源语言(辅助)

一. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的硬件第一平台语言(辅助)

“教育案例中途的时间(第 2 分钟)”：【教育者响应学习者疑惑, 呈现教育计算思维的具体案例, 进行讲述】

四. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的软件第二平台语言(辅助)

三. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的软件第一平台语言(主导)

教育者响应学习者疑惑, 实践实验教育计算思维相关论文案例, 结合学科专业语言讲述。

• 俗话说, 百闻不如一见。所以采用相关案例进行实践感知教育计算思维。

• 教育者邀请学习者实践感知教育计算思维相关案例, 为实践案例→技术运用→科学规律探究→人文情感交流→哲学智能建构各个层次奠定根基。

二. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的硬件第二平台源语言(辅助)

一. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的硬件第一平台语言(辅助)

三、教育互动 MVC 的控制 C

- (1) 一对一推送 (2) 一对多推送(在此, 选用本种类的控制 C 的实验演示方式作为主导。迭代细化)
- (3) 一对一接受 (4) 一对多接受

二、教育互动 MVC 的视图 V

- (1) 视媒【字符/图像/视频/2D/3D】(在此, 选用本种类的视图 V 作为主导。迭代细化)
- (2) 听媒
- (3) 触媒 (4) 嗅媒 (5) 味媒



一、教育互动 MVC 的模型 M

- (5) 哲学(智能建构)
- (4) 人文(情感交流)
- (3) 科学(规律探究)
- (2) 技术(信息运用)
- (1) 实践(数据读写)(在此, 选用本层次的模型 M 作为主导。迭代细化)

四. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的软件第二平台语言(辅助)

三. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的软件第一平台语言(主导)

学习者运用学科专业语言, 思考教育计算思维的实践体验。思考实践案例→技术运用→科学规律探究→人文情感交流→哲学智能建构各个层次的关系。

二. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的硬件第二平台源语言(辅助)

一. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的硬件第一平台语言(辅助)

“教育案例中途的时间(第 5 分钟)”：【教育者响应学习者疑惑, 探究教育计算思维的本质、科学原理】

(注: 教与学难点!)

四. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的软件第二平台语言(辅助)

三. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的软件第一平台语言(主导)

三、教育互动 MVC 的控制 C

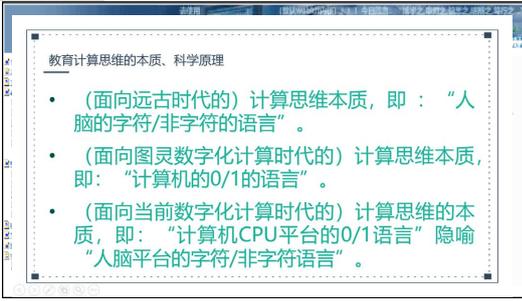
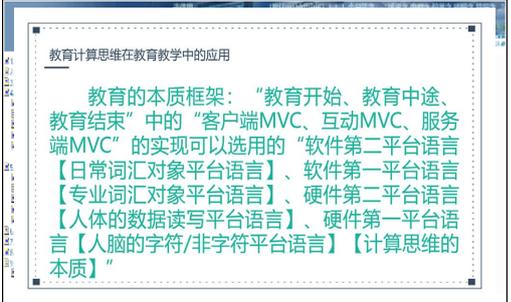
- (1) 一对一推送 (2) 一对多推送(在此, 选用本种类的控制 C 的讲演方式作为主导, 结合一对一接受的答疑。迭代细化)
- (3) 一对一接受 (4) 一对多接受

二、教育互动 MVC 的视图 V

- (1) 视媒【字符(在此, 选用本种类的视图 V 作为主导。

四. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的软件第二平台语言(辅助)

三. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学

<p>教育者响应学习者疑惑,运用学科专业语言,基于案例,探究教育计算思维的科学原理。</p> <ul style="list-style-type: none"> 计算思维是当前数字化计算时代最需求的思维方式之一。计算思维涉及一个完整的体系,需要宏观微观地迭代。 教育计算思维是计算思维在教育领域的应用。 <p>二.(教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的硬件第二平台源语言(辅助)</p> <p>一.(教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的硬件第一平台语言(辅助)</p>	<p>迭代细化)【图像/视频/2D/3D】(2) 听媒 (3) 触媒 (4) 嗅媒 (5) 味媒</p>  <p>一、教育互动 MVC 的模型 M</p> <p>(5) 哲学(智能建构) (4) 人文(情感交流) (3) 科学(规律探究)(在此,选用本层次的模型 M 作为主导。迭代细化) (2) 技术(信息运用) (1) 实践(数据读写)</p>	<p>育者客户端的软件第一平台语言(主导)</p> <p>学习者运用学科专业语言,思考教育计算思维的本质、科学原理。</p> <p>二.(教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的硬件第二平台源语言(辅助)</p> <p>一.(教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的硬件第一平台语言(辅助)</p>
<p>“教育案例中途的时间(第 15 分钟)”：【教育者响应学习者疑惑,讲解教育计算思维在教育教学中的应用】</p> <p style="text-align: center;">(注:教与学重点!)</p>		
<p>四.(教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的软件第二平台语言(辅助)</p> <p>三.(教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的软件第一平台语言(主导)</p> <p>教育者响应学习者疑惑,运用学科专业语言,基于教育计算思维原理,讲解教育计算思维在教育教学设计中的应用。</p> <p>教育计算思维在教育教学设计中的应用,就是将计算思维作为主要科学理论指导,进行教育资源的资源与过程的设计。也是“教育技术 AECT94 定义”的贯彻,因为教育技术是为了促进学习,对有关资源与过程进行设计,开发,利用,管理和评价的理论与实践。</p> <ul style="list-style-type: none"> 钉钉群提问:“当前教育技术与数字化计算思维的整合现状” <p>二.(教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的硬件第二平台源语言(辅助)</p> <p>一.(教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的硬件第一平台语言(辅助)</p>	<p>三、教育互动 MVC 的控制 C</p> <p>(1) 一对一推送 (2) 一对多推送(在此,选用本种类的控制 C 的讲演方式作为主导,结合一对一接受的答疑。迭代细化) (3) 一对一接受 (4) 一对多接受</p> <p>二、教育互动 MVC 的视图 V</p> <p>(1) 视媒【字符/图像/视频/2D/3D】(在此,选用本种类的视图 V 作为主导。迭代细化) (2) 听媒 (3) 触媒 (4) 嗅媒 (5) 味媒</p>  <p>一、教育互动 MVC 的模型 M</p> <p>(5) 哲学(智能建构) (4) 人文(情感交流) (3) 科学(规律探究) (2) 技术(信息运用)(在此,选用本层次的模型 M 作为主导。迭代细化) (1) 实践(数据读写)</p>	<p>四.(教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的软件第二平台语言(辅助)</p> <p>三.(教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的软件第一平台语言(主导)</p> <p>学习者运用学科专业语言,思考如何在教育计算思维原理指导下,实现教育教学设计。</p> <ul style="list-style-type: none"> 钉钉群回答提问:“当前教育技术与数字化计算思维的整合现状”(预计回答会偏宏观)。 <p>二.(教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的硬件第二平台源语言(辅助)</p> <p>一.(教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的硬件第一平台语言(辅助)</p>
<p>“教育案例中途的时间(第 30 分钟)”：【教育者响应学习者疑惑,视频故事讲述“教育计算思维的自然与人文的统一”】</p>		

四. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的软件第二平台语言(主导)

教育者响应学习者疑惑,运用日常生活语言,基于案例,叙述故事,寓意教育计算思维的自然与人文的统一观。

业界一般认为 2006 年 Wing J. M. 正式提出了“计算思维”、提出了“计算思维的 6 个判定标准”: 1. 是概念化,不是程序化; 2. 是根本的技能,不是机械的技能; 3. 是人的思维,不是计算机的思维; 4. 是数学和工程思维的互补与融合,不是纯数学; 5. 是思想,不是人造物; 6. 是面向所有的人面向所有的领域,不是仅面向计算机仅面向定量的领域。<https://baike.baidu.com/item/%E5%91%A8%E4%BB%A5%E7%9C%9F/3287809?fr=aladdin>

三. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的软件第一平台语言(辅助)

二. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的硬件第二平台源语言(辅助)

一. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的硬件第一平台语言(辅助)

三、教育互动 MVC 的控制 C

(1) 一对一推送 (2) 一对多推送(在此,选用本种类的控制 C 的故事寓意方式作为主导。迭代细化)(3) 一对一接受 (4) 一对多接受

二、教育互动 MVC 的视图 V

(1) 视媒【字符/图像/视频/2D/3D】(2) 听媒(在此,选用本种类的视图 V 作为主导。迭代细化)(3) 触媒 (4) 嗅媒 (5) 味媒



一、教育互动 MVC 的模型 M

- (5) 哲学(智能建构)
(4) 人文(情感交流) (在此,选用本层次的模型 M 作为主导。迭代细化)
(3) 科学(规律探究)
(2) 技术(信息运用)
(1) 实践(数据读写)

四. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的软件第二平台语言(主导)

学习者运用日常生活语言,思考教育计算思维的自然与人文的统一观。

三. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的软件第一平台语言(辅助)

二. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的硬件第二平台源语言(辅助)

一. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的硬件第一平台语言(辅助)

“教育案例中途的时间(第 35 分钟)”：【教育者响应学习者需求,引导学习者自主思辨教育计算思维的优缺点】

四. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的软件第二平台语言(主导)

教育者响应学习者需求,运用日常生活语言,基于教育计算思维的案例,引导学习者自主思辨教育计算思维的优缺点(限于教育场景,智能建构不作要求):

辩证哲学认为,事物没有绝对,只有相对。教育计算思维的优缺点亦是如此。例如,教育计算思维追求人脑与计算机 CPU 的隐喻,但是计算机 CPU 毕竟是非生命性物质,还有许多有待进一步验证。

三. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的软件第一平台语言(辅助)

二. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的硬件第二平台源语言(辅助)

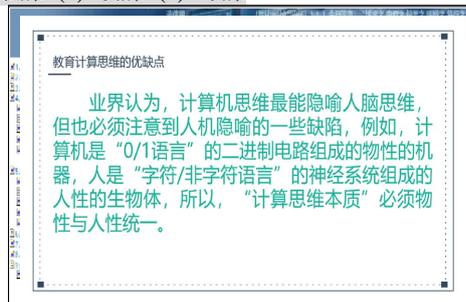
一. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的硬件第一平台语言(辅助)

三、教育互动 MVC 的控制 C

(1) 一对一推送 (2) 一对多推送(在此,选用本种类的控制 C 的问题引导思辨方式作为主导,一对一接受的答疑作为辅助。迭代细化)(3) 一对一接受 (4) 一对多接受

二、教育互动 MVC 的视图 V

(1) 视媒【字符/图像/视频/2D/3D】(2) 听媒(在此,选用本种类的视图 V 作为主导。迭代细化)(3) 触媒 (4) 嗅媒 (5) 味媒



一、教育互动 MVC 的模型 M

- (5) 哲学(智能建构) (在此,选用本层次的模型 M 作为主导。迭代细化)
(4) 人文(情感交流)
(3) 科学(规律探究)
(2) 技术(信息运用)
(1) 实践(数据读写)

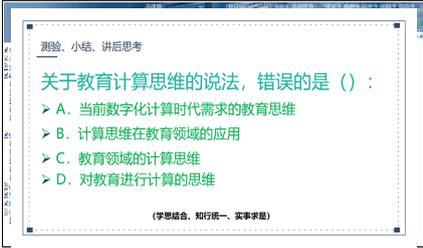
四. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的软件第二平台语言(主导)

学习者运用日常生活语言,辩证思辨教育计算思维的优缺点。自主思辨、自主学习、自主建构。

三. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的软件第一平台语言(辅助)

二. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的硬件第二平台源语言(辅助)

一. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的硬件第一平台语言(辅助)

<p>“教育案例结束的时间(第 37 分钟~第 40 分钟)”：【教育者响应学习者期望，进行课堂测验、布置课后作业。为后续教育决策奠定数据基础】</p> <p>(注：教与学效果反馈、教与学后续决策支持)</p>		
<p>四. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的软件第二平台语言(辅助)</p> <p>三. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的软件第一平台语言(主导)</p> <ul style="list-style-type: none"> 教育者响应学习者期望，运用学科专业语言，进行课堂测验、布置课后作业(小结、反思、评价自己关于教育计算思维的实践数据读写、技术信息分析、科学规律探究、人文情感交流、哲学智能建构五层次的教育效果。为后续教育决策奠定数据基础)。 钉钉群提问 钉钉群布置作业。 教育者结束本次教学(准备下一轮教育迭代)。 <p>二. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的硬件第二平台源语言(辅助)</p> <p>一. (教育服务端 MVC 的实现可以选用的)教育者服务端的硬件第一平台语言(辅助)</p>	<p>三、教育互动 MVC 的控制 C</p> <p>(1) 一对一推送 (2) 一对多推送 (3) 一对一接受(在此，选用本种类的控制 C 的答疑方式作为主导，结合一对多推送的讲解作为辅助。迭代细化) (4) 一对多接受</p> <p>二、教育互动 MVC 的视图 V</p> <p>(1) 视媒【字符/图像/视频/2D/3D】(在此，选用本种类的视图 V 作为主导。迭代细化)</p> <p>(2) 听媒 (3) 触媒 (4) 嗅媒 (5) 味媒</p>  <p>一、教育互动 MVC 的模型 M</p> <p>(5) 哲学(智能建构)</p> <p>(4) 人文(情感交流)</p> <p>(3) 科学(规律探究)</p> <p>(2) 技术(信息运用)</p> <p>(1) 实践(数据读写) (在此，选用本层次的模型 M 作为主导。迭代细化)</p>	<p>四. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的软件第二平台语言(辅助)</p> <p>三. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的软件第一平台语言(主导)</p> <ul style="list-style-type: none"> 学习者期望进行课堂测验、认领课后作业(小结、反思、评价自己关于教育计算思维的实践数据读写、技术信息分析、科学规律探究、人文情感交流、哲学智能建构五层次的学习效果。为后续教育决策奠定数据基础)。 钉钉群回答提问。 查看钉钉群作业。 学习者结束本次学习(准备下一轮学习迭代)。 <p>二. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的硬件第二平台源语言(辅助)</p> <p>一. (教育客户端 MVC 的实现可以选用的)学习者客户端的硬件第一平台语言(辅助)</p>

4.2. 应用于教育软件的案例

表 7 所示“教育计算思维的本质框架”，需要应用成为教育(计算机)软件框架。表 7 应用到教育软件时，应该“计算机 CPU 平台的 0/1 的语言”作为主导，“人脑平台的字符/非字符的语言”作为原型。为此，表 7 可以变换成为表 10 所示(当前教育软件主要是基于 HTTP 互动协议的 WebMVC 软件，也可称为 WebMVC 变换而来的 WebAPI 软件，所以在此面向此类教育软件[44])。

此外，因为只要一个一个 0/1 地控制电路，就可能实现一切计算机软件，但这样费时费力、不明智的，所以，当前一切软件的实际实现都是“源语言代码的软件→(相应 IDE 硬件软件进行编译)→目标语言代码的软件”，所以，表 10 主要关注源语言代码的软件，而非目标语言代码的软件。

Table 10. Essential framework of educational software: “The second platform language of software [managed object platform language], the first platform language of software [OS object platform language], the second platform language of hardware [I/O hardware data reading and writing platform language], the first platform language of hardware [CPU 0/1 platform language] [Essence of Computing Thinking]” that can be selected for the implementation of “Client MVC, Interactive MVC, Server MVC” in the “Beginning, Intermediate Time, Ending”

表 10. 教育软件的本质框架：“教育软件开始、教育软件中途、教育软件结束”中的“客户端 MVC、互动 MVC、服务端 MVC”的实现可以选用的“软件第二平台语言【托管对象平台语言】、软件第一平台语言【操作系统对象平台语言】、硬件第二平台语言【输入输出硬件的数据读写平台语言】、硬件第一平台语言【CPU 硬件的 0/1 平台语言】【计算思维的本质】”

“教育软件开始”

<p>二. “客户端 Web 浏览器宿主的视图 V” (一平台的五种类)</p> <p>(1) 视媒</p> <p>例如:</p> <ul style="list-style-type: none"> •字符(HTML、Word、WPS、PDF 等等) •图像(MPG、PNG、GIF、BMP、TIFF 等等) •视频(MP4、MPEG 等等) •2D (SVG、XAML、Flash 等等) •3D (VRML、X3D、Unity3D 等等) <p>(2) 听媒</p> <p>例如:</p> <ul style="list-style-type: none"> •波形音频(MP3、Wav 等等) •MIDI 器乐(MIDI、MusicXML 等等) <p>(3) 触媒</p> <ul style="list-style-type: none"> •教育软件领域目前实现触媒, 主要是隐喻视媒的鼠标键击, 尚难以实现其他。 <p>(4) 嗅媒</p> <ul style="list-style-type: none"> •教育软件领域目前尚难以实现嗅媒。 <p>(5) 味媒</p> <ul style="list-style-type: none"> •教育软件领域目前尚难以实现味媒。 	<p>【注: “互动 MVC” 在此省略, 以便排版! 】</p>	<p>三. “服务端 Web 服务器宿主的控制 C” (一平台的四种类)</p> <p>(1) 一对一推送 (2) 一对多推送 (3) 一对一接受 (4) 一对多接受</p> <ul style="list-style-type: none"> •例如, 教育客户端 Web 软件请求数据、教育服务端 Web 软件接受数据。 <p>一. “服务端 Web 服务器宿主的模型 M” (五平台)</p> <p>(5) 哲学(智能建构)</p> <ul style="list-style-type: none"> •例如, 基于实践数据读写的原始数据, 不断自主辩证思辨数据、优化数据、机器学习 ML, 从而, 不断学习优化/人工智能 AI 地辅助人。 <p>(4) 人文(情感交流)</p> <ul style="list-style-type: none"> •例如, 基于实践数据读写的原始数据, 字符数据挖掘 CDM/统计推断字符数据中的人性共鸣、人文意义、社会意义, 从而, 人性共鸣地辅助人。 <p>(3) 科学(规律探究)</p> <ul style="list-style-type: none"> •例如, 基于实践数据读写的原始数据, 数据挖掘 DM/统计推断预测/创新发现规律, 从而, 提前预判规律地辅助人。 <p>(2) 技术(信息运用)</p> <ul style="list-style-type: none"> •例如, 基于实践数据读写的原始数据, 联机分析处理 OLAP/统计分析数据意义(信息), 从而, 运用现有规律去解决实际问题地辅助人。 <p>(1) 实践(数据读写)</p> <ul style="list-style-type: none"> •例如, 反复经验方式地实践数据读写、数据采集、联机事务处理 OLTP/数据读增改删、数据录入数据库/集成进入数据仓库, 从而, 奠定原始数据根基, 以便辅助人。
<p>四. (客户端 Web 浏览器宿主的视图 V 的实现可以选用的) 客户端的软件第二平台源语言代码文件</p> <p>例如, (客户端 Web 浏览器宿主的视图 V 的实现可以选用的) 托管对象平台语言: ASP.Net BlazorWASM 托管对象平台的 C#语言代码文件 [45] 【本文选用】</p>	<p>四. (互动 MVC 的实现可以选用的) 互动的软件第二平台源语言代码信号</p> <p>例如, HTTP 等等协议 【本文选用】</p>	<p>四. (服务端 Web 服务器宿主的控制 C 模型 M 的实现可以选用的) 服务端的软件第二平台源语言代码文件</p> <p>例如, (服务端 Web 服务器宿主的控制 C 模型 M 的实现可以选用的) 托管对象平台语言: ASP.Net WebAPI 托管对象平台的 C#语言代码文件 [46] 【本文选用】</p>
<p>三. (客户端 Web 浏览器宿主的视图 V</p>	<p>三. (互动 MVC 的实</p>	<p>三. (服务端 Web 服务器宿主的控制 C 模型 M 的实</p>

<p>的实现可以选用的)客户端的软件第一平台源语言代码文件</p>	<p>现可以选用的)互动的软件第一平台源语言代码信号</p>	<p>现可以选用的)服务端的软件第一平台源语言代码文件</p>
<p>例如,(客户端 Web 浏览器宿主的视图 V 的实现可以选用的)操作系统对象平台语言:面向桌面的 Windows、面向桌面的 Unix、面向手机的安卓的 C++语言代码文件 [47]【本文不选用】</p>	<p>例如, TCP 协议【本文不选用】</p>	<p>例如,(服务端 Web 服务器宿主的控制 C 模型 M 的实现可以选用的)操作系统对象平台语言:面向 Azure 云、阿里云、华为云、百度云的 C++语言代码文件【本文不选用】</p>
<p>二.(客户端 Web 浏览器宿主的视图 V 的实现可以选用的)客户端的硬件第二平台源语言代码信号[48] 【注:硬盘 U 盘等等外存、控制台显卡、声卡、键盘鼠标、RFID 等等物联网 IoT 传感器、USB 等等接口的 0/1 电路】</p>	<p>二.(互动 MVC 的实现可以选用的)互动的硬件第二平台源语言代码信号</p>	<p>二.(服务端 Web 服务器宿主的控制 C 模型 M 的实现可以选用的)服务端的硬件第二平台源语言代码信号【注:硬盘 U 盘等等外存、控制台显卡、声卡、键盘鼠标、RFID 等等物联网 IoT 传感器、USB 等等接口的 0/1 电路】</p>
<p>例如:(客户端 Web 浏览器宿主的视图 V 的实现可以选用的)面向各种输入输出硬件的 C 语言代码文件 [48]【本文不选用】</p>	<p>例如,(路由器硬件) IP 协议【本文不选用】</p>	<p>例如:(服务端 Web 服务器宿主的控制 C 模型 M 的实现可以选用的)面向各种输入输出硬件的 C 语言代码文件【本文不选用】</p>
<p>一.(客户端 Web 浏览器宿主的视图 V 的实现可以选用的)客户端的硬件第一平台语言代码信号【计算思维的本质】【注:CPU 是寄存器、运算部件、控制部件、多级缓存封装成为的一块最核心的整体的 0/1 电路芯片】</p>	<p>一.(互动 MVC 的实现可以选用的)互动的硬件第一平台语言代码信号【计算思维的本质】</p>	<p>一.(服务端 Web 服务器宿主的控制 C 模型 M 的实现可以选用的)服务端的硬件第一平台语言代码信号【计算思维的本质】【注:CPU 是寄存器、运算部件、控制部件、多级缓存封装成为的一块最核心的整体的 0/1 电路芯片】</p>
<p>例如:(客户端 Web 浏览器宿主的视图 V 的实现可以选用的)面向 CPU 的 ASM 汇编语言代码文件[49]【本文不选用】</p>	<p>【例如,客户端、服务端的局域网卡的 IEEE 802 系列协议 [50]【本文不选用】</p>	<p>例如:(服务端 Web 服务器宿主的控制 C 模型 M 的实现可以选用的)面向 CPU 的 ASM 汇编语言代码文件【本文不选用】</p>
<p>“教育软件中途”</p>		
<p>[注:同上。省略以免重复排版…]</p>	<p>[注:同上。省略以免重复排版…]</p>	<p>[注:同上。省略以免重复排版…]</p>
<p>“教育软件结束”</p>		
<p>[注:同上。省略以免重复排版…]</p>	<p>[注:同上。省略以免重复排版…]</p>	<p>[注:同上。省略以免重复排版…]</p>

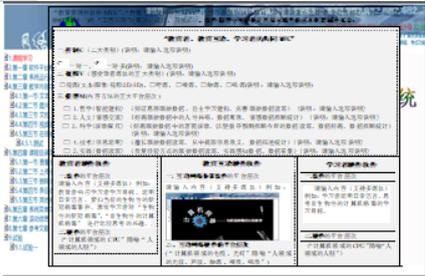
表 10 填充一个具体的教育软件案例如表 11 所示【该案例曾获得全国性教育软件大赛奖项，并已开源发布于 Github 网站[51]】(具体实施时需要作一些细化)。该软件案例，即使可能不是功能强大、性能优良的软件，但确实是贯彻《行动纲要》，更有效促进“数字素养与技能”提升的教育软件设计思路。当然，具体开发时也可迭代增强功能。

Table 11. Case of the essential framework of educational software: The second platform language of software [managed object platform language], the first platform language of software [OS object platform language], the second platform language of hardware [I/O hardware data reading and writing platform language], the first platform language of hardware [CPU 0/1 platform language] [Essence of Computing Thinking]” that can be selected for the implementation of “Client MVC, Interactive MVC, Server MVC” in the “Beginning, Intermediate Time, Ending” [Table 9 (domain and tools)→Table 11]

表 11. 教育软件的本质框架案例：“教育软件案例开始、教育软件案例中途、教育软件案例结束”中的“客户端 MVC、互动 MVC、服务端 MVC”的实现可以选用的“软件第二平台语言【托管对象平台语言】、软件第一平台语言【操作系统对象平台语言】、硬件第二平台语言【输入输出硬件的数据读写平台语言】、硬件第一平台语言【CPU 硬件的 0/1 平台语言】【计算思维的本质】”【表 9 (领域与工具)→本表 11】

<p>【注一：本案例中，“教育软件案例开始、教育软件案例中途、教育软件案例结束”，应该“事件驱动作为主导、时间驱动作为辅助”，并且，“教育软件案例开始的事件、教育软件案例中途的事件、教育软件案例结束的事件”三个过程状态，在此微观成为“教育软件案例开始的事件(登录操作的键盘鼠标事件)、教育软件案例中途的事件(教育资源目录导航的键盘鼠标事件)、……、教育软件案例结束的事件(登出操作的键盘鼠标事件)”多个过程状态】。</p> <p>【注二：本案例中，“客户端 Web 浏览器宿主的视图 V”选用“软件第二平台语言”，即，托管对象平台语言，即，ASP.Net Blazor WASM 托管对象平台的 C# 语言。具体代码量大，本表中省略以便排版，可查看开源在 Github 网站中的具体源代码】。</p> <p>【注三：本案例中，“服务端 Web 服务器宿主的控制 C 模型 M”选用“软件第二平台语言”，即，托管对象平台语言，即，ASP.Net Web API 托管对象平台的 C# 语言。具体代码量大，本表中省略以便排版，可查看开源在 Github 网站中的具体源代码】。</p> <p>【注四：本案例中，“互动的视图 V 控制 C 模型 M”选用“软件第二平台语言”，即，应用层协议语言，即，HTTP 协议语言。具体代码量大，本表中省略以便排版，可查看开源在 Github 网站中的具体源代码】。</p> <p>【注五：本案例中，如果“教育软件案例需求(宏观环节)→教育软件案例设计(中观环节)→教育软件案例开发(微观环节)”工程三环节的视角，(1) 本表主要面向的是“教育软件案例需求”(2) 然后可以基于“教育软件案例需求”的规约，履行“教育软件案例设计”(3) 然后可以基于“教育软件案例设计”的规约，履行“教育软件案例开发”】。</p>		
<p>“教育软件案例开始的事件”：【例如，登录操作的键盘鼠标事件。即，“用户”使用“客户端 Web 浏览器宿主 MVC 的”视图 V，请求登录“服务端 Web 服务器的”控制 C、模型 M，隐喻“教育者”或“学习者”或“软件管理员”(下述隐喻“教育者”为例)】</p>		
<p>二、“客户端 Web 浏览器宿主的”视图 V</p> <p>(1) 视媒【字符(在此，选用本种类的视图 V 作为主导。宏观微观细化)/图像/视频/2D/3D】</p> <p>(2) 听媒 (3) 触媒 (4) 嗅媒 (5) 味媒</p>		<p>【注：“互动 MVC”同步“客户端 MVC 的视图 V”和“服务端 MVC 的模型 M 控制 C”，所以在此省略，以便排版！】</p> <p>三、“服务端 Web 服务器宿主的”控制 C</p> <p>(1) 一对一推送(在此，选用本种类的控制 C 作为主导。宏观微观细化) (2) 一对多推送 (3) 一对一接受 (4) 一对多接受</p> <p>一、“服务端 Web 服务器宿主的”模型 M</p> <p>(5) 哲学(智能建构)</p> <p>(4) 人文(情感交流)</p> <p>(3) 科学(规律探究)</p> <p>(2) 技术(信息运用)</p> <p>(1) 实践(数据读写)(在此，选用本层次的模型 M 作为主导。宏观微观细化)</p>
<p>“教育软件案例中途的事件之一”：【例如，教育资源目录导航、教育资源上传、学习者登录后浏览学习自测的键盘鼠标事件。即，“教育者登录”使用“客户端 Web 浏览器宿主的”视图 V，上传事先编辑好的.docx、.pptx、.mp4 三种主要教育教学媒体，成为目录条目链接的“Web 服务器宿主”的模型 M，以供学习者登录后浏览学习自测】</p>		
<p>二、“客户端 Web 浏览器宿主的”视图 V</p> <p>(1) 视媒【字符(在此，选用本种类的视图 V</p>	<p>【注：“互动 MVC”同步“客户端 MVC 的视图 V”和“服务端 MVC 的模型 M 控制 C”，所以在此省略，以便排版！】</p>	<p>三、“服务端 Web 服务器宿主的”控制 C</p> <p>(1) 一对一推送(在此，选用本种类的控制 C 作为</p>

作为主导。宏观微观细化/图像/视频/2D/3D】(2) 听媒 (3) 触媒 (4) 嗅媒 (5) 味媒



MVC 的视图 V”和“服务端 MVC 的模型 M 控制 C”，所以在此省略，以便排版！】

主导。宏观微观细化 (2) 一对多推送 (3) 一对一接受 (4) 一对多接受

一、“服务端 Web 服务器宿主的”模型 M

- (5) 哲学(智能建构)
- (4) 人文(情感交流)
- (3) 科学(规律探究)
- (2) 技术(信息运用)

(1) 实践(数据读写)(在此,选用本平台模型 M 作为主导。宏观微观细化)

“教育软件案例中途的事件之一”：【例如，教育者教育数据读写、教育信息运用、教育规律探究、教育人文沟通、教育智能建构的键盘鼠标事件。即，“教育者登录”使用“客户端 Web 浏览器宿主的”视图 V，互动“Web 服务器宿主的”控制 C、模型 M，统计分析评价学习者的学习效果，以便决策自己的后续教育策略。涉及“实践(数据读写)↔技术(信息运用)↔科学(规律探究)↔人文(情感交流)↔哲学(智能建构)”五层次】【本部分使用到 SQL SERVER 数据工具】

二、“客户端 Web 浏览器宿主的”视图 V

(1) 视媒【字符/图像/视频/2D(在此,选用本种类的视图 V 作为主导。宏观微观细化)/3D】(2) 听媒 (3) 触媒 (4) 嗅媒 (5) 味媒

如下是拟对应“控制 C、模型 M”的“视图 V”五层次：

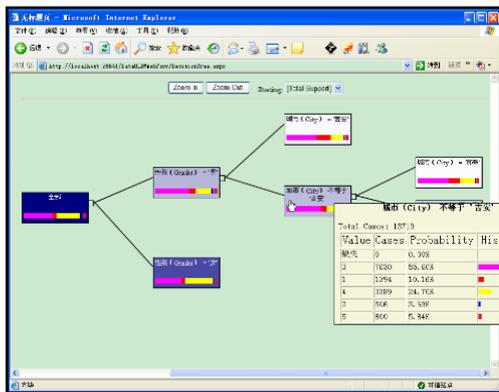
[5] 哲学(智能建构)的视图 V

教育领域的人工智能，或，机器学习的一个视图 V 案例拟如下(人工智能实现一定的数据读写，例如，机器自主学习思辨优化试卷分数扫描识别、试卷批注扫描识别、作业批注扫描识别的视图 V)：



[4] 人文(情感交流)的视图 V

教育领域的人文情感交流，或，人文情感挖掘的一个视图 V 案例拟如下(决策树分类算法预测不同生源地的男性、女性学习者的选课倾向)：



【注：“互动 MVC”同步“客户端 MVC 的视图 V”和“服务端 MVC 的模型 M 控制 C”，所以在此省略，以便排版！】

三、“服务端 Web 服务器宿主的”控制 C

(1) 一对一推送 (在此,选用本种类的控制 C 作为主导。宏观微观细化) (2) 一对多推送 (3) 一对一接受 (4) 一对多接受

一、“服务端的 Web 服务器宿主的”模型 M

[5] 哲学(智能建构)

例如，教育数据机器学习模型/教育数据人工智能模型。例如，调用现有的机器学习算法，人工智能实现一定的数据读写。例如，机器自主学习思辨优化试卷分数扫描识别、试卷批注扫描识别、作业批注扫描识别。

上述初始功能中已经可以正确识别通常的手写字迹，如果遇到计算机不能正确识别的手写字迹，我们人只需将该次的字迹的正确结果输入给计算机自主学习一次(计算机的相关“数据”和“读写”都可能因此自主学习更新)，后续遇到类似手写字迹，计算机因为经过自主学习积累优化，从而可以更加准确地识别(聚

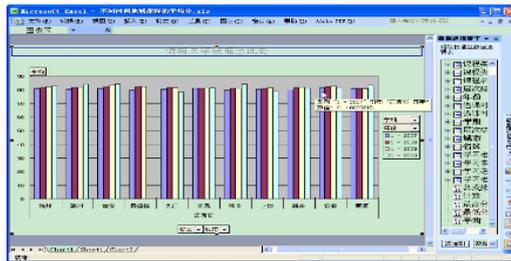
[3] 科学(规律探究)的视图 V

教育领域的科学规律探究,或,数据挖掘预测的一个视图 V 案例拟如下(两届学习者英语成绩随时间变化的函数曲线,回归分类算法推断统计分析、预测将来成绩):



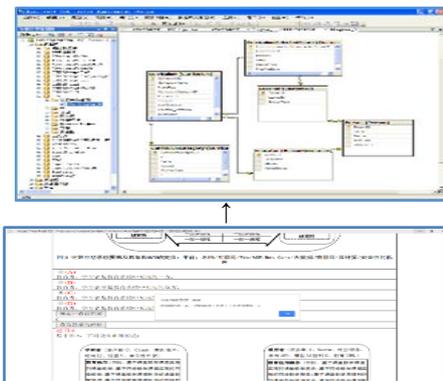
[2] 技术(信息运用)的视图 V

教育领域的技术信息运用,或,数据多维分析的一个视图 V 案例拟如下(学习者所选课程分数、学期、班级、性别、生源地等等多个参数维度的描述统计分析):



[1] 实践(数据读写) 的视图 V

教育领域的实践(数据读写),或,OLTP 数据采集入库的一个视图 V 案例拟如下(学习者所选课程分数、学期、班级、性别、生源地等等数据采集、数据录入数据库、数据集进入数据仓库):



基于.Net 托管平台 C#语言自开发(在线测试等等模块获得学习者成绩等等原始数据)。

类/分类)。

[4] 人文(情感交流)

例如,(偏定性的)教育人文数据挖掘结构。例如,调用现有的决策树分类算法预测不同生源地的男性、女性学习者的选课倾向(预测结果不一定绝对准确)。

[3] 科学(规律探究)

例如,(偏定量的)教育数据挖掘结构。例如,调用现有的合适的聚类算法/分类算法,预测两届学习者英语成绩随时间变化的函数曲线(预测结果不一定绝对准确)。

[2] 技术(信息运用)

例如,教育多维分析数据集。例如,调用现有的多维数据分析算法,进行学习者所选课程分数、学期、班级、性别、生源地等等多个参数维度的描述统计分析(描述结果是确定的)。

[1] 实践(数据读写)

例如,OLTP 数据库。教育数据采集、教育数据入库、教育数据读增改删。OLAP 数据仓库。教育数据集进入数据仓库。例如,学习者所选课程分数、学期、班级、性别、生源地等等数据采集、数据入库。一切数据的原始数据。

“教育软件案例结束的事件”:【例如, 登出操作的键盘鼠标事件。即,“教育者登录”使用“客户端 Web 浏览器宿主的”视图 V, 互动“Web 服务器宿主的”控制 C、模型 M, 请求登出, 退出隐喻“教育者”】

二、“客户端 Web 浏览器宿主的”视图 V

【注:“互动 MVC”

三、“服务端 Web 服务器宿主的”控制 C

(1) 视媒【字符/图像/视频/2D/3D】(在此, 选

同步“客户端 MVC 的

(1) 一对一推送(在此, 选用本种类的控制 C 作

<p>用本种类的视图 V 作为主导。宏观微观细化) (2) 听媒 (3) 触媒 (4) 嗅媒 (5) 味媒</p> 	<p>视图 V”和“服务端 MVC 的模型 M 控制 C”，所以在此省略，以便排版！】</p>	<p>为主导。宏观微观细化) (2) 一对多推送 (3) 一对一接受 (4) 一对多接受</p> <p>一、“服务端 Web 服务器宿主的”模型 M (5) 哲学(智能建构) (4) 人文(情感交流) (3) 科学(规律探究) (2) 技术(信息运用) (1) 实践(数据读写) (在此，选用本平台模型 M 作为主导。宏观微观细化)</p>
---	---	--

5. 研究小结与展望

文章贯彻《提升全民数字素养与技能行动纲要》于教育领域，构建了“教育计算思维的主线”，尤其是构建了表 7 所示的“教育计算思维的本质框架”，并且：

- 表 7 所示“教育计算思维的本质框架”，应用成为表 8 所示教育框架，进行了表 9 所示的教育实践案例。
- 表 7 所示“教育计算思维的本质框架”，应用成为表 10 所示教育软件框架，进行了表 11 所示的教育软件实践案例。

研究表明，“教育计算思维的主线”可与现有教育思维互为补充，提升教育思维的时代性、数字化、计算性，提升全民数字素养与技能。

基于“教育计算思维的主线”，进一步构建教育案例库、开发网络教育资源库，将在后续迭代深入。

基金项目

江西省高等学校教学改革研究课题(编号: JXJG-20-6-22); 江西省研究生创新基金项目“信息互动系统驱动的教育计算思维架构研究”(编号: YC2019-S137)。

参考文献

- [1] 崔爽, 刘艳. 不断做强做优做大我国数字经济——习近平总书记主持中央政治局第三十四次集体学习时的重要讲话引发专家热议[N]. 科技日报, 2021-10-20(001). <https://doi.org/10.28502/n.cnki.nkjrb.2021.005684>
- [2] 中央网络安全和信息化委员会《提升全民数字素养与技能行动纲要》[EB/OL]. http://www.cac.gov.cn/2021-11/05/c_1637708867754305.htm, 2021-11-05.
- [3] 教育部. 2021 年度基础教育信息技术与教育教学融合示范案例公布[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202202/t20220223_601849.html, 2022-02-23.
- [4] 教育部. 关于政协十三届全国委员会第三次会议第 3172 号(教育类 297 号)提案答复的函[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/xxgk_jyta/jyta_jiaocaiju/202012/t20201209_504364.html, 2020-11-06.
- [5] 教育部. 世界大变局中的未来教育创新[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/xw_zt/moe_357/jyzt_2020n/2020_zt25/zhuanjia/202012/t20201209_504326.html, 2020-12-08.
- [6] 王湘蓉, 吕虹. 教育实质上就是在建构人的脑——封面人物·韦钰[J]. 教育家, 2017(40): 38-41+3.
- [7] Wing, J.M. (2006) Computational Thinking. *Communications of the ACM*, **49**, 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- [8] Wing, J.M. (2008) Computational Thinking and Thinking about Computing. *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, **366**, 3717-3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- [9] CSTA (2011) K-12 Computer Science Standards, Revised 2011. <https://www.csteachers.org/Page/standards>
- [10] IEEE Computer Society (2008) Computer Science Curriculum 2008: An Interim Revision of CS 2001.

- <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/computerscience2008.pdf>
- [11] BCS (2008) The Science of Thinking: Europe's Next Policy Challenge. 7-31.
<https://sciencebusiness.net/form/reports/confirmation?token=KMDp0-avnoV2QoCzP1U2c5jDChuBCqDUoM1ie0Q9cRI>
- [12] Verno, A., Fuschetto, B. and Trees, F.P. (2011) CSTA National Standards and Their Impact on the Future of K-12 Computer Education. *Proceedings of the 2011 Conference on Information Technology Education*, New York, 20 October 2011, 99-100.
- [13] Wing, J.M. (2011) Towards a Theory of Trust in Networks of Humans and Computers. *SP'11: Proceedings of the 19th International Conference on Security Protocols*, Cambridge, 28 March 2011, 223-242.
- [14] Wing, J.M. (2016) Progress in Computational Thinking, and Expanding the HPC Community. *Communications of the ACM*, **59**, 10-11.
- [15] 朱亚宗. 论计算思维——计算思维的科学定位、基本原理及创新路径[J]. 计算机科学, 2009, 36(4): 53-55.
- [16] 董荣胜, 古天龙. 计算思维与计算机方法论[J]. 计算机科学, 2009, 36(1): 1-4.
- [17] 牟琴, 谭良, 吴长城. 基于计算思维的网络自主学习模式的研究[J]. 电化教育研究, 2011(5): 53-60.
- [18] 王飞跃. 面向计算社会的计算素质培养: 计算思维与计算文化[J]. 工业和信息化教育, 2013(6): 4-8.
- [19] 李廉. 关于计算思维的特质性[J]. 中国大学教学, 2014(11): 7-14.
- [20] 王荣良. 计算思维教育[M]. 北京: 上海科技教育出版社, 2014: 9-20.
- [21] 李廉. 方法论视野下的计算思维[J]. 中国大学教学, 2016(7): 16-21.
- [22] 唐培和, 秦福利, 唐新来. 论计算思维及其教育[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2018: 3-195.
- [23] 牟琴, 谭良. 基于计算思维的探究教学模式研究[J]. 中国远程教育, 2010(11): 40-45.
- [24] 周佳伟, 王祖浩. 科学教育中的计算思维: 理论框架与课程设计[J]. 中国电化教育, 2018(11): 72-78.
- [25] 黄景碧. 信息视野的教育原理探新——兼论学习原理[J]. 开放教育研究, 2010, 16(4): 42-51.
- [26] 黄加文, 黄景碧. 人力资源 E-Learning 原理与工程: 信息互动系统的视角[J]. 现代远程教育研究, 2013(4): 88-94.
- [27] 张治. 计算教育学驱动新常态下的教育变革[J]. 江苏教育, 2020(90): 24.
- [28] 许新华. 计算教育学——一门新兴的交叉融合新学科[J]. 湖北师范大学学报(哲学社会科学版), 2019, 39(5): 101-106.
- [29] 谭维智. 计算社会科学时代需要什么教育学——兼与《计算教育学: 内涵与进路》作者商榷[J]. 教育研究, 2020, 41(11): 46-60.
- [30] 王晶莹, 杨伊, 宋倩茹, 郑永和. 计算教育学: 是什么、做什么及怎么做[J]. 现代远程教育研究, 2020, 32(4): 27-35+56.
- [31] 中共中央国务院关于进一步加强和改进大学生思想政治教育的意见[Z]. 2004.
- [32] 钱学森. 基础科学研究应该接受马克思主义哲学的指导[J]. 哲学研究, 1989(10): 3-8.
- [33] MVC. <https://baike.baidu.com/item/MVC%E6%A1%86%E6%9E%B6?fromtitle=mvc&fromid=85990>
- [34] 黄景碧, 温善毅. 软件原理与工程——ASP.NET MVC 案例教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2014: 19-20.
- [35] 黄小兰, 叶长盛, 刘剑宇, 黄景碧, 等. 基于计算思维的地理学研究生创新能力评价框架[J]. 东华理工大学学报(社会科学版), 2021, 40(6): 632-638.
- [36] 黄景碧, 温善毅. 软件原理与工程——ASP.NET MVC 案例教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2014: 196-197.
- [37] CSDN C#托管对象和非托管对象[EB/OL].
https://blog.csdn.net/qq_38370387/article/details/103629335, 2022-08-05.
- [38] 百度百科. 人联网[EB/OL].
<https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%BA%E8%81%94%E7%BD%91/1521899>, 2022-08-05.
- [39] 百度百科. C++/CLI 托管和原生编程的结合[EB/OL].
<https://baike.baidu.com/item/C%2B%2B%2FCCLI/8375456?fr=aladdin>, 2022-08-05.
- [40] Microsoft C 语言文档[EB/OL]. <https://docs.microsoft.com/zh-cn/cpp/c-language/?view=msvc-170>, 2022-08-05.
- [41] Microsoft Microsoft 汇编程序参考[EB/OL].
<https://docs.microsoft.com/zh-cn/cpp/assembler/masm/microsoft-macro-assembler-reference?view=msvc-170>, 2022-08-05.

- [42] 百度百科人体局域网[EB/OL].
<https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%BA%E4%BD%93%E5%B1%80%E5%9F%9F%E7%BD%91/3076873>, 2022-08-05.
- [43] 黄纯国, 黄景碧. 学习设计还是学育设计?——信息视野的教育、教学、学育、学习统一观[J]. 现代教育技术, 2011(8): 24-29.
- [44] 黄景碧, 温善毅. 软件原理与工程——ASP. NET MVC 案例教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2014: 196-231.
- [45] Microsoft. BlazorWASM 与 HTML、CSS、JS [EB/OL].
<https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core/blazor/?view=aspnetcore-6.0>, 2022-02-22.
- [46] Microsoft. 使用 ASP. NET Core 创建 Web API [EB/OL].
<https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core/web-api/?view=aspnetcore-6.0>, 2022-02-22.
- [47] Microsoft. C++语言[EB/OL]. <https://docs.microsoft.com/en-us/cpp/cpp/?view=msvc-170>, 2022-02-22.
- [48] Microsoft. C 语言[EB/OL]. <https://docs.microsoft.com/en-us/cpp/c-language/?view=msvc-170>, 2022-02-22.
- [49] Microsoft. ARM 和 ARM64 汇编语言[EB/OL].
<https://docs.microsoft.com/en-us/cpp/intrinsics/?view=msvc-170>, 2022-02-22.
- [50] 百度百科. IEEE 802[EB/OL]. <https://baike.baidu.com/item/IEEE%20802/6808672?fr=aladdin>, 2022-02-22.
- [51] 目录导航的网络教学系统[DB/OL].
https://github.com/jbhuang99/WebEdu_LocalVersion_YuQin_DotNetCore2.1, 2020-12-25.