

人工智能及其教育应用 的研究及趋势

卢宇

北京师范大学教育学部 副教授
高精尖创新中心人工智能实验室主任



人工智能是什么

人工智能的定义有多种，但总的基本思想是利用机器来模拟**人的智能**，从而感知、学习、理解并最终解决实际问题。

人工智能的各类定义

Thinking Humanly “The exciting new effort to make computers think . . . <i>machines with minds</i>, in the full and literal sense.” (Haugeland, 1985) “[The automation of] activities that we associate with human thinking, activities such as decision-making, problem solving, learning . . .” (Bellman, 1978)	Thinking Rationally “The study of mental faculties through the use of computational models.” (Charniak and McDermott, 1985) “The study of the computations that make it possible to perceive, reason, and act.” (Winston, 1992)
Acting Humanly “The art of creating machines that perform functions that require intelligence when performed by people.” (Kurzweil, 1990) “The study of how to make computers do things at which, at the moment, people are better.” (Rich and Knight, 1991)	Acting Rationally “Computational Intelligence is the study of the design of intelligent agents.” (Poole <i>et al.</i>, 1998) “AI . . . is concerned with intelligent behavior in artifacts.” (Nilsson, 1998)

Figure 1.1 Some definitions of artificial intelligence, organized into four categories.

人工智能是什么

人工智能的定义有多种，但总的基本思想是利用机器来模拟**人的智能**，从而感知、学习、理解并最终解决实际问题。

什么是人的智能，如何衡量机器具备了智能？

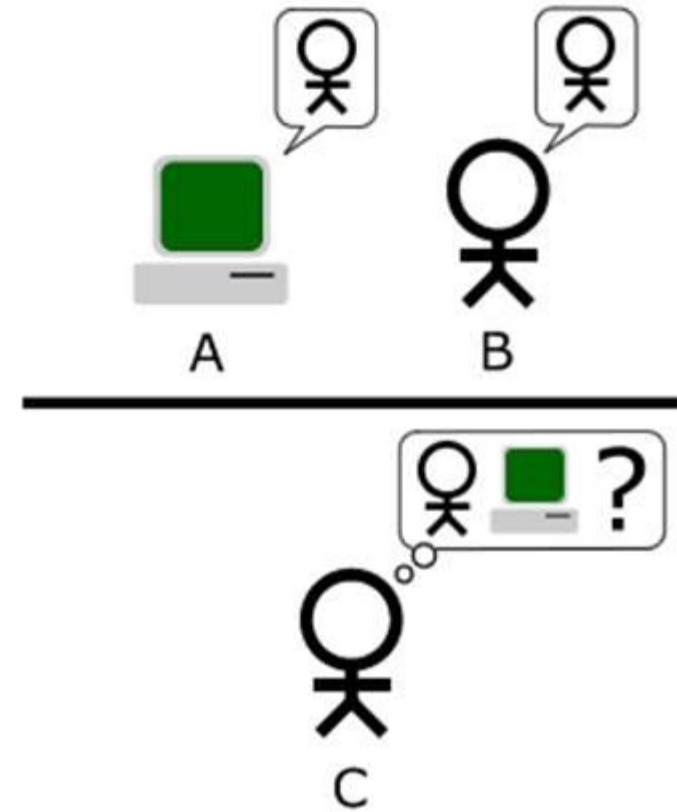
人工智能的各类定义

Thinking Humanly “The exciting new effort to make computers think . . . <i>machines with minds</i>, in the full and literal sense.” (Haugeland, 1985) “[The automation of] activities that we associate with human thinking, activities such as decision-making, problem solving, learning . . .” (Bellman, 1978)	Thinking Rationally “The study of mental faculties through the use of computational models.” (Charniak and McDermott, 1985) “The study of the computations that make it possible to perceive, reason, and act.” (Winston, 1992)
Acting Humanly “The art of creating machines that perform functions that require intelligence when performed by people.” (Kurzweil, 1990) “The study of how to make computers do things at which, at the moment, people are better.” (Rich and Knight, 1991)	Acting Rationally “Computational Intelligence is the study of the design of intelligent agents.” (Poole <i>et al.</i>, 1998) “AI . . . is concerned with intelligent behavior in artifacts.” (Nilsson, 1998)

Figure 1.1 Some definitions of artificial intelligence, organized into four categories.

人工智能与图灵测试

- “人工智能之父”图灵，在其1950年发表的论文《计算机与智能》（Computing Machinery and Intelligence）为人工智能提供了开创性的构思。
- 他也提出了著名的“图灵测试”，指出如果第三者无法辨别人类与人工智能机器反应的差别，则可以认为该机器具备了智能。
- 图灵曾预测到2000年，一台智能机器有30%的可能可以让人难以分辨5分钟，随后50年人工智能将会在各个领域有大的进展。



图灵测试（Turing Test）

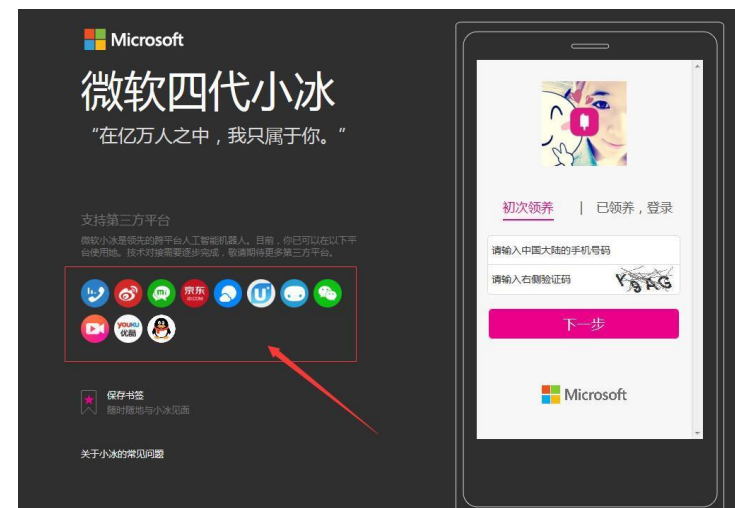
C使用问题来判断A或B是人类还是机械。对象为一个具有正常思维的人（B）、一部机器（A）。如果经过若干询问以后，C不能得出实质的区别来分辨A与B的不同，则此机器A通过图灵试验。

人工智能与图灵测试

**公元2000年已经过去快20年了
我们达到图灵的预期了吗？**

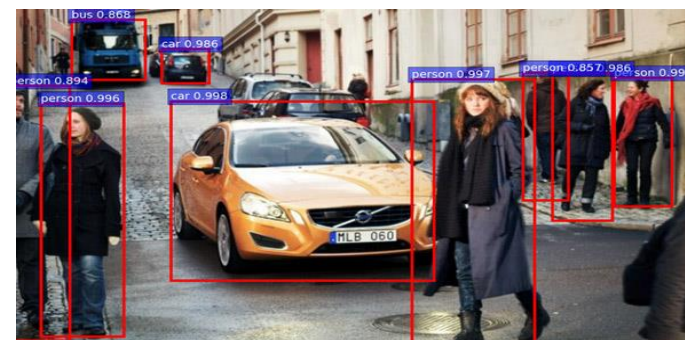
人工智能与图灵测试

智能对话系统仍然很难迷惑
人类5分钟



人工智能与图灵测试

但近10年来，人工智能的确在一些特定领域有极大的进展。



人工智能与教育 结合的研究热点

知识表示与教育知识图谱

认知诊断

学习者建模

教育试题资源表征

机器阅读理解与批阅

智能教育系统

脑科学与教育的结合

人工智能与教育 结合的研究热点

知识表示与教育知识图谱

认知诊断

学习者建模

教育试题资源表征

机器阅读理解与批阅

智能教育系统

脑科学与教育的结合

智慧学伴机器人

<http://aic-fe.bnu.edu.cn/xwdt/xzsp/50103.html>

- 家庭学习应用场景丰富
- 与学校学习形成互帮关系

点击查看完整视频介绍



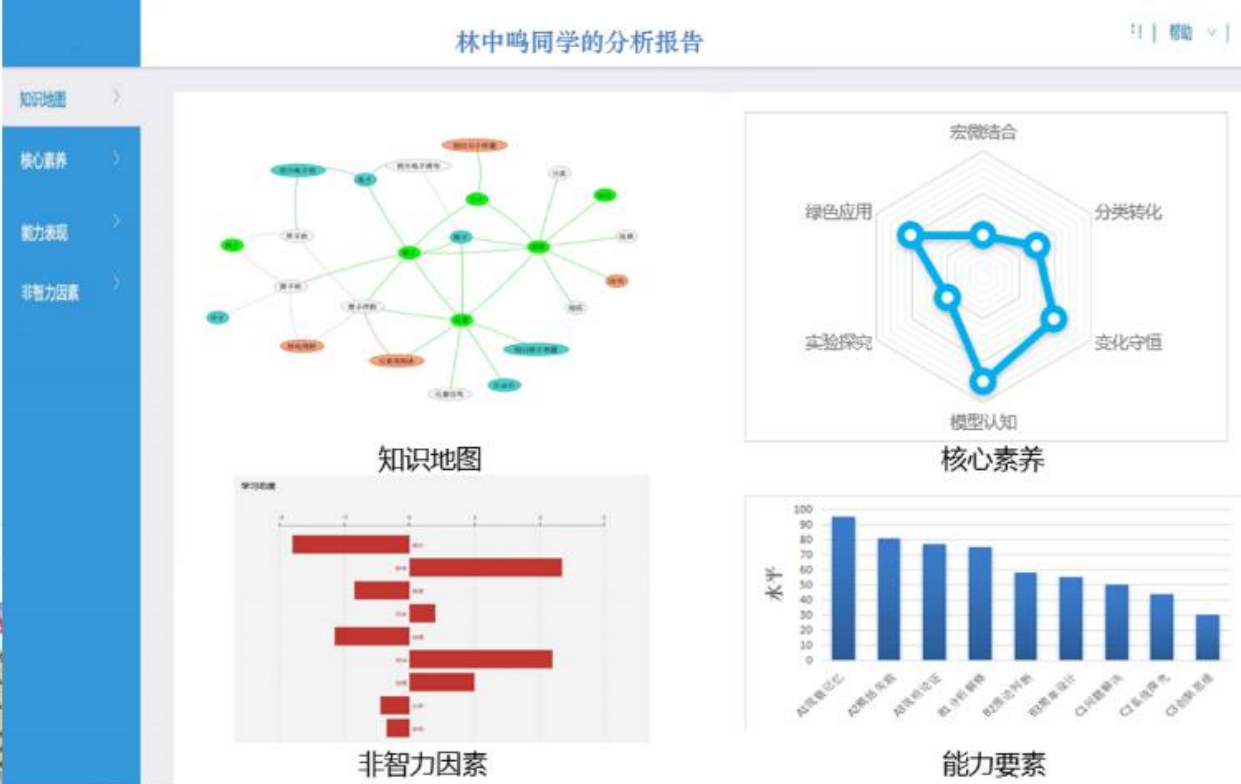
学习者建模

- 学习者建模可以被认为是对学习者在知识状态、认知状态、情感体验与体质健康等方面进行量化和抽象表征；
- 学习者模型可以对个体学习者进行定量和微观描述，从而满足个性化与自适应学习的基本需求；
- 另一方面，学习者模型可以对大规模学习者进行定性和宏观刻画，为教师和教研人员提供重要的理论支持和决策参考。



学习者建模 I：统计性分析与评价

- ◆ 实时获取学习者评价数据和阶段评价数据
- ◆ 对知识点覆盖情况、知识点能力层级、个体与班级对比情况进行可视化
- ◆ 形成直观的、系统化的报告，并结合系统的诊断库对报告反映出的问题提供诊断和指导



学习者建模 II: 学习情绪与专注度

- 基于课堂采集的学生与教师视频数据，利用计算机视觉分析技术，对学习者的多个维度实时情绪测量，例如高兴、沮丧、生气、惊讶等。
- 结合教师方面的数据，也可以用于分析教师在课堂上的情绪饱满度，评估教师在不同情绪下授课所表现出的学习效果



学习者建模 II: 学习情绪与专注度

- 除视频与图片信息外，可以利用可穿戴设备（例如智能手表、皮肤电传导手镯、智能眼镜等），对学习者行为数据进行采集。
- 例如，额头下压和上眼睑通常可以表示在短时间内的混乱与挫折感，而嘴部的放松可以对表示积极学习的学习情绪。



图 4-18 学生的四种典型表情

学习者建模 II: 学习情绪与专注度

- 可穿戴设备通常都会配备多个传感器，包括三轴加速度传感器、角速度传感器以及心率传感器等；在此基础上，利用特定的机器学习算法，可以较准确地识别学生在课堂中的举手、记录笔记、起立回答问题等行为；
- 基于已经识别的学习行为，利用现有的学习科学理论和数据标注的方法，将不同类别的行为综合考量来判断学习者当前的学习专注度与学习情绪。

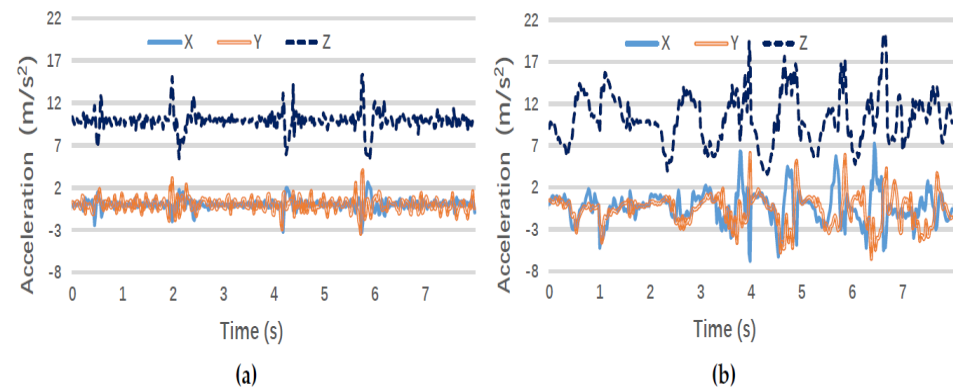
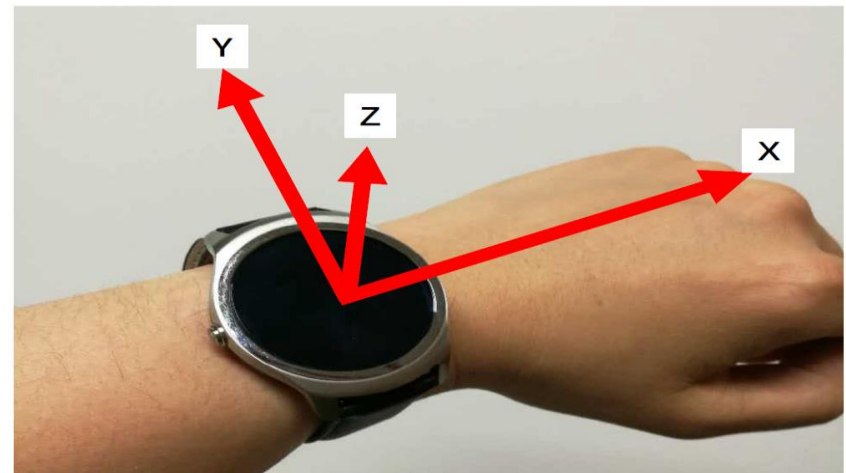
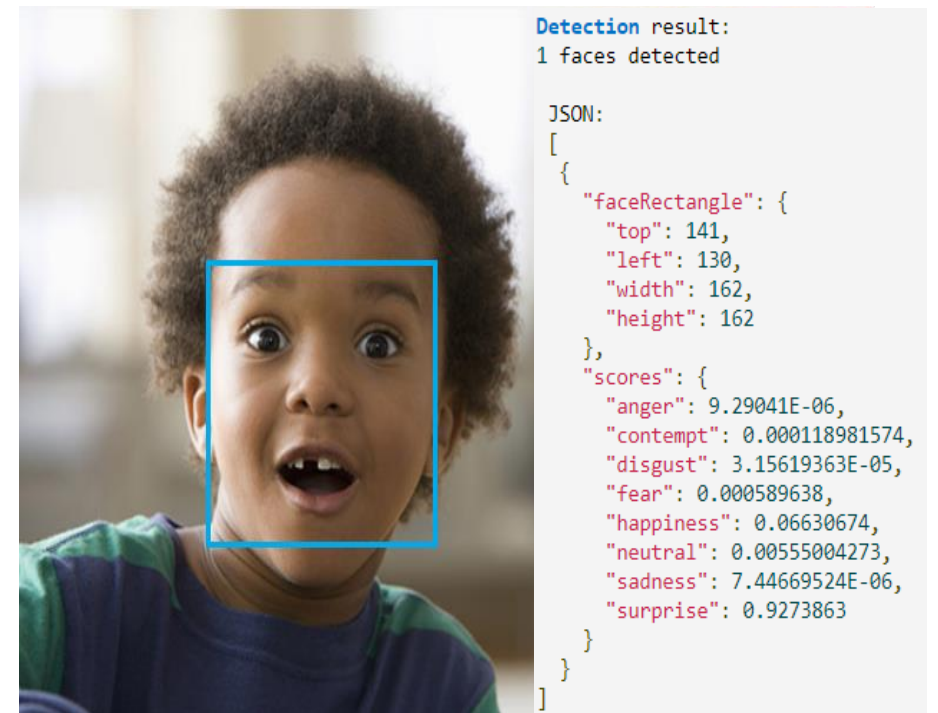


Figure 5. Accelerometer data from different actions: (a) Writing actions; (b) Hand-up-down actions.

学习者建模 II: 学习情绪与专注度

- 多个人工智能开放平台提供在线开放式服务，例如微软 Azure 开放多个 AI 功能的接口，它的 emotion API 可以从图片和视频中自动识别出人脸并分析表情和情绪。
- 支持多操作系统与多语言开发，且实现代码简单。



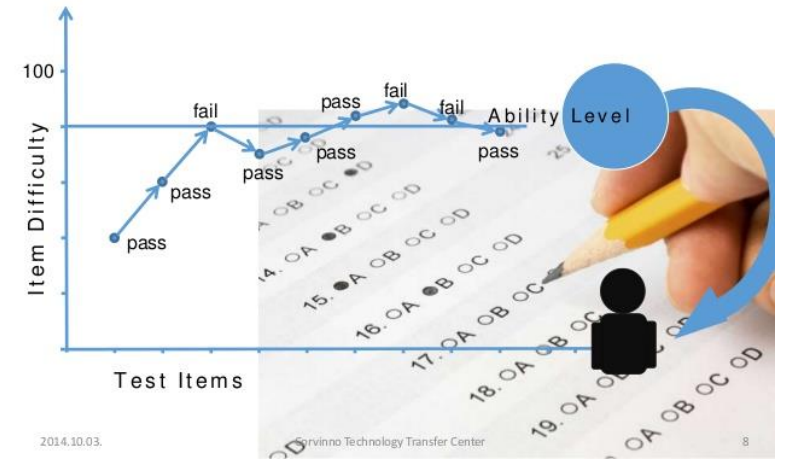
```
String params =
"returnFaceId=true&returnFaceLandmarks=false&returnFaceAtt
ributes=age,gender,headPose,smile,facialHair,glasses,emoti
on,hair,makeup,occlusion,accessories,blur,exposure,noise";
// 表情识别
PostMethod method = new PostMethod(
"https://westcentralus.api.cognitive.microsoft.com/face/v1
.0/detect?" + params);
method.addRequestHeader("Content-Type",
"application/octet-stream");
method.addRequestHeader("Ocp-Apim-Subscription-Key",
"c36ee96bd7d94d6faa590c3f477aeelf");
method.setRequestEntity(new ByteArrayRequestEntity(
toByteArray("D:/264jpg/timg.jpg")));
client.executeMethod(method);
byte[] b = method.getResponseBody();
HandleTrans.result = new String(b, "utf-8");
System.out.println(HandleTrans.result);
method.releaseConnection();
```


学习者建模 III: 能力与知识追踪

各类智能教育系统都需要对学习者的**能力与知识掌握状态**进行准确区分与量化:

- 计算机自适应测验(Computerized Adaptive Testing, CAT), 提供基于被试能力的题目, 应用于GRE/GMAT考试等
- 智能教学系统 (Intelligent Tutoring System, ITS), 提供个性化学习与练习内容, 包括Knewton Platform、智慧学伴平台等

Computerized Adaptive Testing - CAT



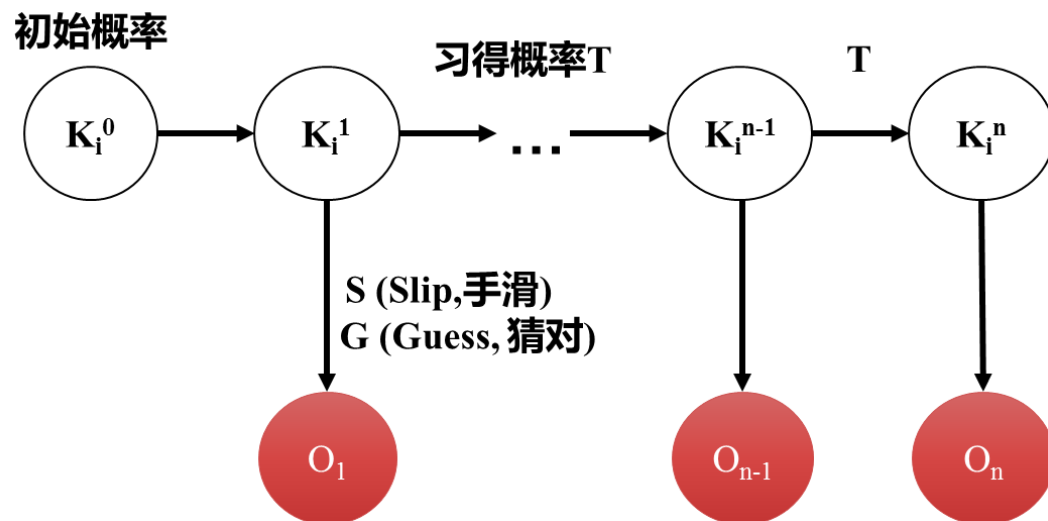
学科优势的发现与增强
采集全学习过程大数据

智慧学伴

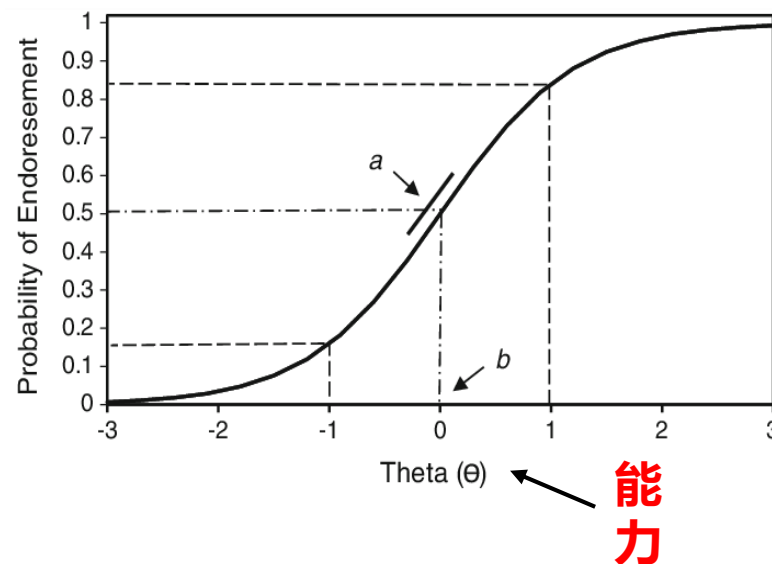
知识能力结构可视化
学习问题的诊断与改进

学习者建模 III: 能力与知识追踪

- 人工智能领域中知识推理（knowledge reasoning）的各类模型，例如贝叶斯模型，被大量应用于知识追踪问题，用于计算学习者掌握给定知识点的概率。
- 深度学习模型近年来也被应用于能力与知识追踪等问题，用来对学习者的进行建模。
- 传统的IRT模型仍然被广泛使用和改进，用来对学习者的能力进行估计。



答对
该题
目的
概率



学习者建模 III: 能力与知识追踪

- 北师大高精尖中心人工智能实验室利用知识点间前驱后继关系，结合深度学习模型，也提出了新的学习者深度知识追踪模型。
- 该工作也将以长文形式正式发表于2018年人工智能领域的顶级学术会议之一 (*IEEE International Conference on Data Mining, ICDM*)。

Prerequisite-Driven Deep Knowledge Tracing

Penghe Chen¹, Yu Lu^{1,2,*}, Vincent W. Zheng³, Yang Pian¹

¹Advanced Innovation Center for Future Education, Beijing Normal University, Beijing, China

²School of Educational Technology, Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing, China

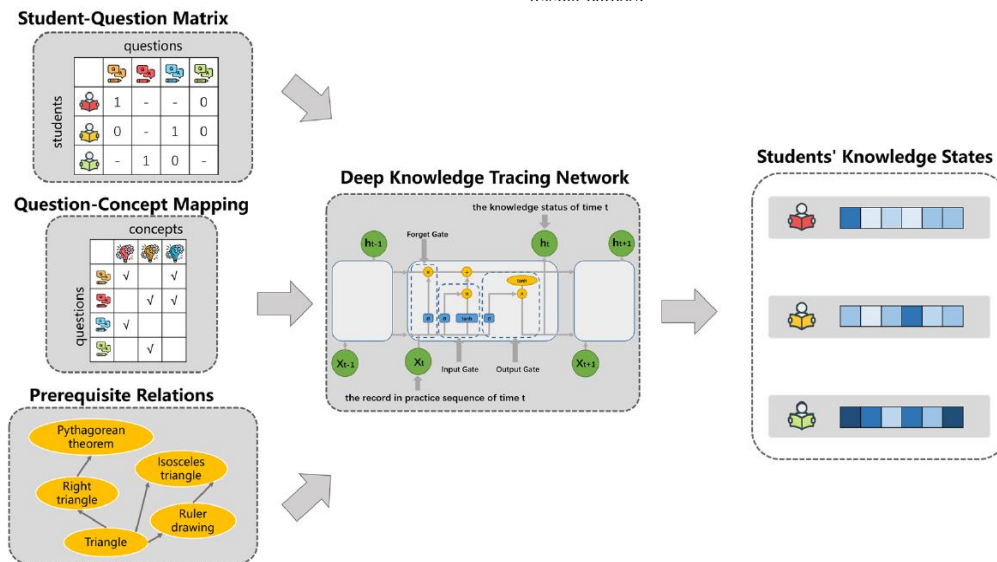
³Advanced Digital Sciences Center, Singapore

chenpenghe@bnu.edu.cn, vincent.zheng@adsc.com.sg, bianyang@bnu.edu.cn

*Corresponding Author: Yu Lu, luyu@bnu.edu.cn

Abstract—Knowledge tracing serves as the key technique in the computer supported education environment (e.g., intelligent tutoring systems) to model student's knowledge states. While the Bayesian knowledge tracing and deep knowledge tracing models have been developed, the sparseness of student's exercise data still limits knowledge tracing's performance and applications. In order to address this issue, we advocate for and propose to incorporate the knowledge structure information, especially the prerequisite relations between pedagogical concepts, into the knowledge tracing model. Specifically, by considering how students master pedagogical concepts and their prerequisites, we model prerequisite concept pairs as ordering pairs. With a proper mathematical formulation, this property can be utilized as constraints in designing knowledge tracing model. As a result, the obtained model can have a better performance on student concept mastery prediction. In order to evaluate this model, we test it on five different real world datasets, and the experimental results show that the proposed model achieves a significant performance improvement by comparing with three knowledge tracing models.

Our insight of solving the sparseness problem hinges upon the idea of fully exploring the interdependencies between concepts from the knowledge structure, especially the prerequisites between pedagogical concepts. The concepts usually do not exist alone: some concepts serve as the prerequisites of other concepts, thus if we know a student has mastered a target concept, then we are sure that she has also mastered its prerequisite concepts. Modeling prerequisites for knowledge tracing is greatly under-explored. Most existing work that studies prerequisites is mainly about mining prerequisites, rather than modeling them to assist knowledge tracing [16], [17], [20], [29]. Some other work tries to use prerequisites for concept map extraction [27], but it still does not consider how to use prerequisites for knowledge tracing. There is limited attempt to use prerequisites for student modeling [5], [7], but they do not specifically use deep learning for the knowledge tracing purpose.



人工智能与教育 结合的研究热点

知识表示与教育知识图谱

认知诊断

学习者建模

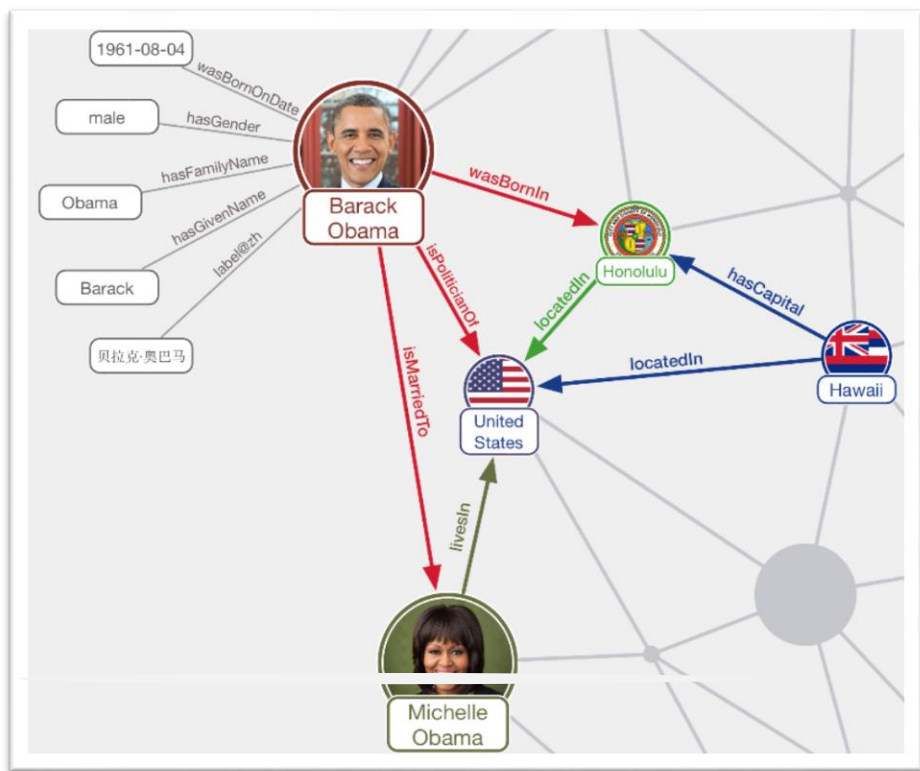
教育试题资源表征

机器阅读理解与批阅

智能教育系统

脑科学与教育的结合

知识表示与教育知识图谱



Q1

研究背景

希望将现实世界中的各类知识表达成计算机可存储和可计算的结构

Q2

研究热点

以知识点及课程为中心的图谱和以教学及资源为中心的图谱

Q3

研究现状

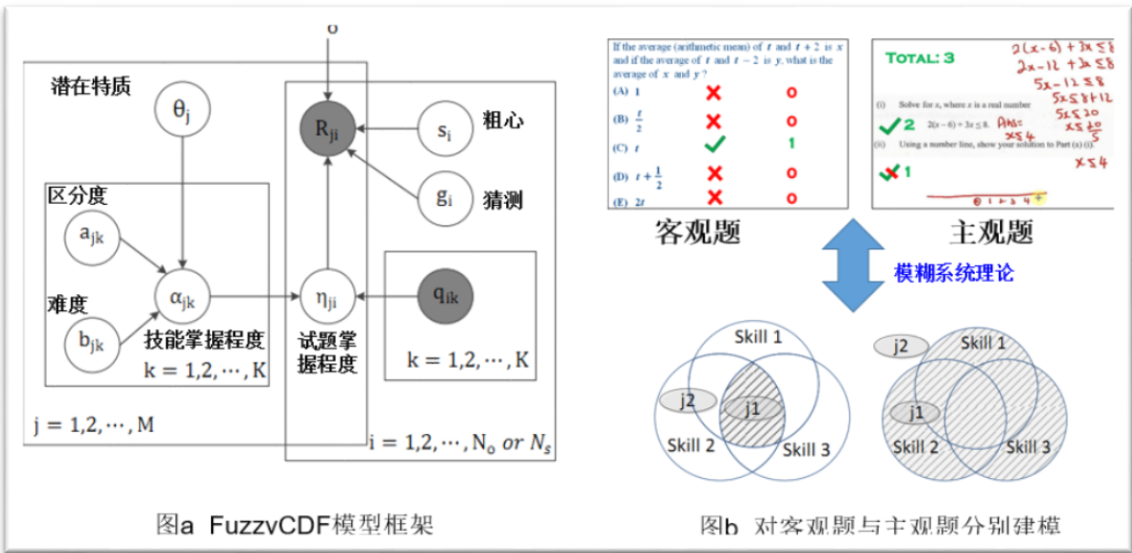
侧重在对单一实体类型的分析，如知识点、课程、资源等

Q4

研究展望

对教学过程中多种因素的系统综合分析，如知识点、学习资源与学习目标等的整体关联影响分析

认知诊断



Q1

研究背景

教师精力有限，无法对每个学生的学习状态做到精细掌握，需要技术进行辅助

Q2

研究热点

使用大数据分析技术弥补传统IRT模型的不足

Q3

研究现状

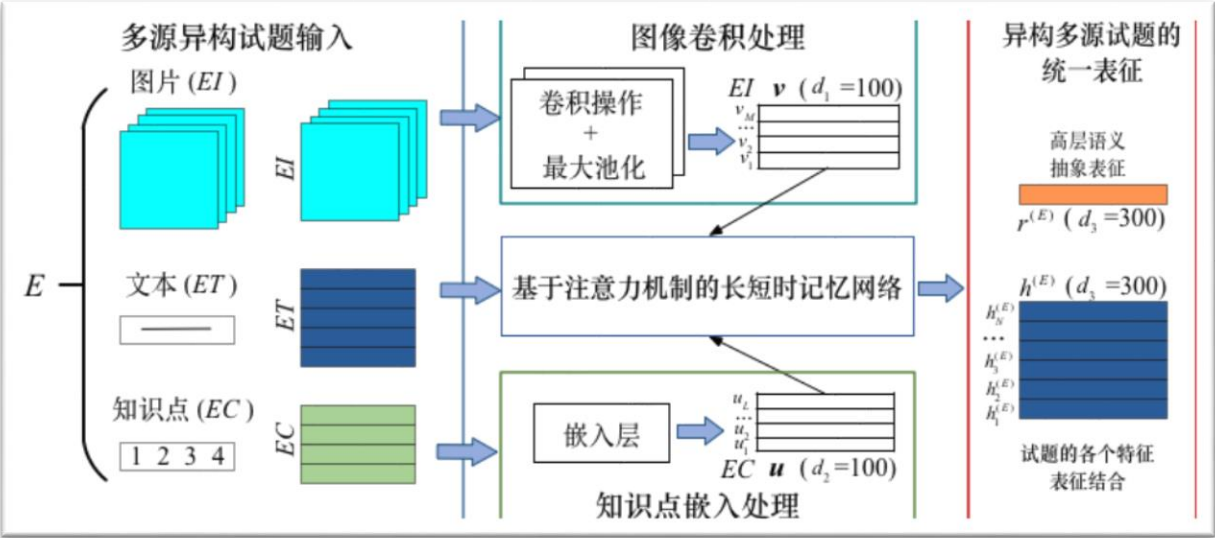
DINA模型，多维离散模型的代表
FuzzyCDF实现大样本量、稀疏数据的协同建模

Q4

研究展望

继续解决数据样本量大、数据间非孤立以及稀疏的问题

教育试题资源表征



Q1

研究背景

利用多模态学习方式整合多源异构数据，进而理解试题考查目的和进行相应的试题语义表征

Q2

研究热点

使用深度学习模型对多源异构教育资源进行深度表征

Q3

研究现状

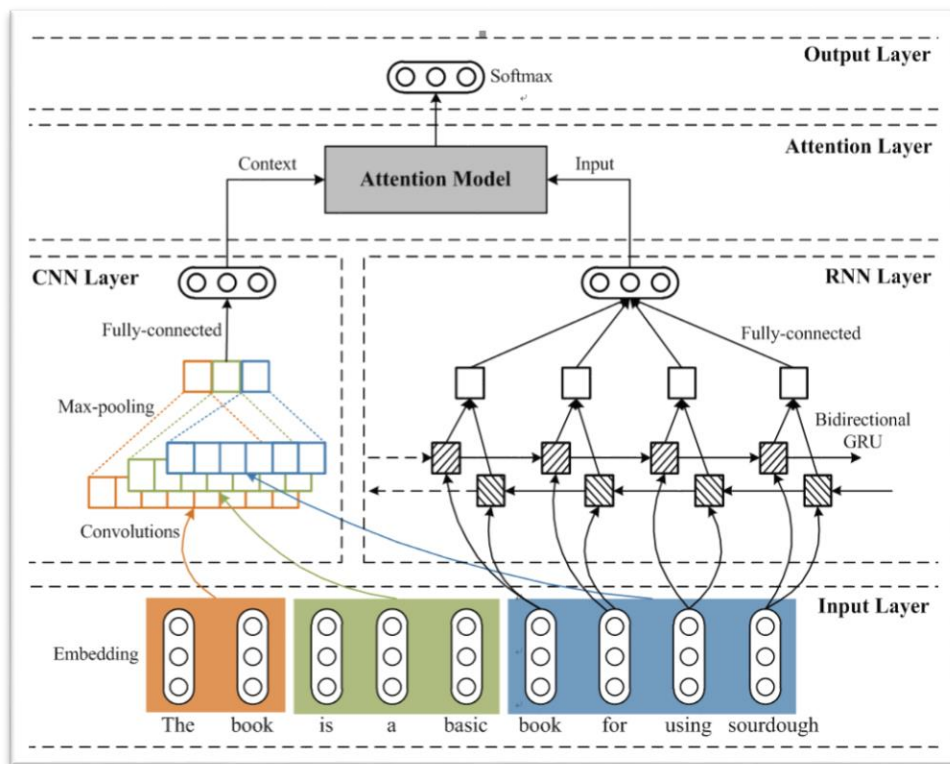
TACNN框架消除了来自不同考试范围的误差
MANN模型提出了注意力模型

Q4

研究展望

通过自我修正和学习进一步提升人工智能标注的准确率

机器阅读理解与批阅



Q1

研究背景

希望让机器根据已知的问题和相关文档信息自动推理或抽取出相应的答案

Q2

研究热点

基于深度学习的机器阅读理解

Q3

研究现状

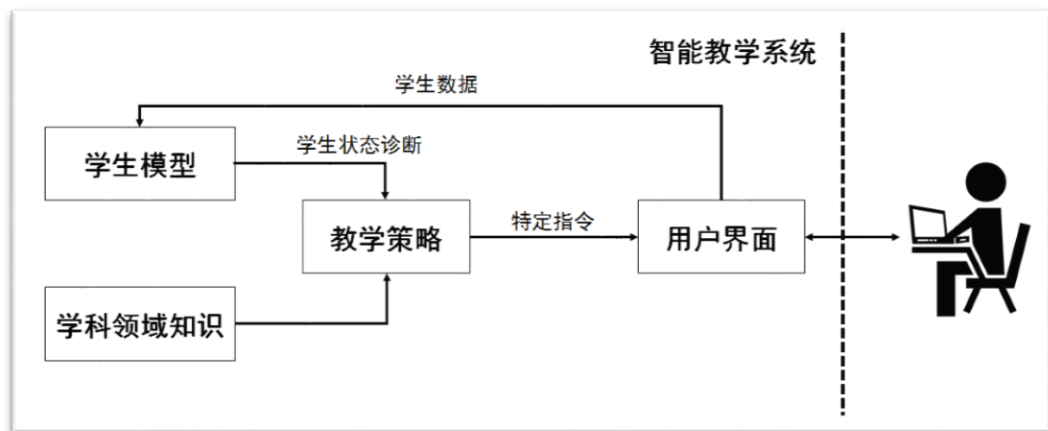
LSTM算法, BPTT算法, 注意力机制
建立了SQuAD等多个大型数据集

Q4

研究展望

需要构建更具备难度的大规模阅读理解数据集
构建更加系统的神经网络结构
发展更为完善的推理机制

智能教育系统



Q1

研究背景

希望采用计算机技术又考虑到学生的认知规律，从而面向解决实际的教育问题

Q2

研究热点

教育机器人、游戏化教学、对话形式的学习、建立动态模型

Q3

研究现状

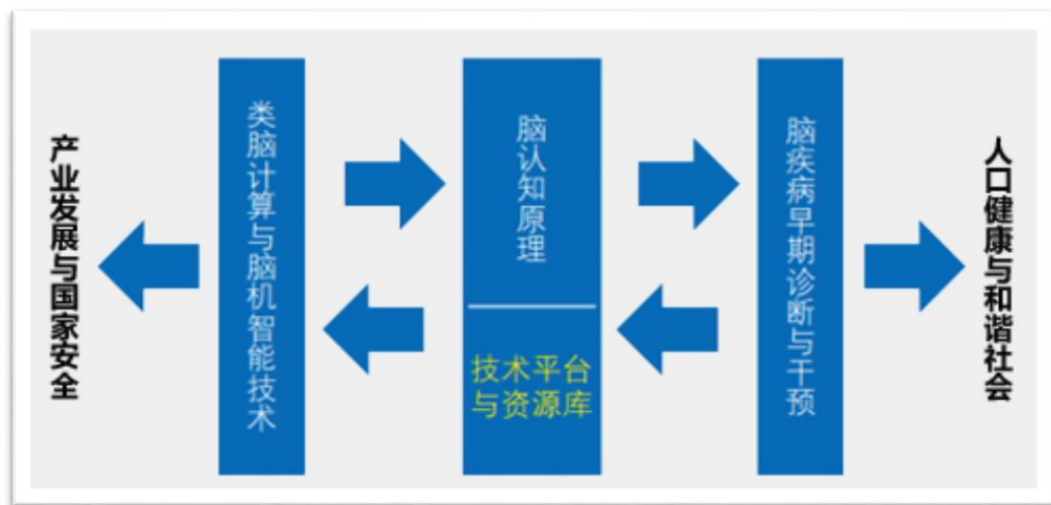
各类软硬件设备逐渐被运用在学习过程中，自然语言处理、语音识别等算法也被用于教学场景中

Q4

研究展望

需要建立在对上述理论和系统的整合基础上，向更实用化和普及化的方向发展与创新

脑科学与教育的结合



研究背景

Q1

随着教育神经科学的诞生和发展，研究者开始了结合认识神经科学与教育学的跨学科研究

研究热点

Q2

交叉学科研究、教师对“神经神话”的认知、对脑科学的信念、以及教师自身的脑科学素养

研究现状

Q3

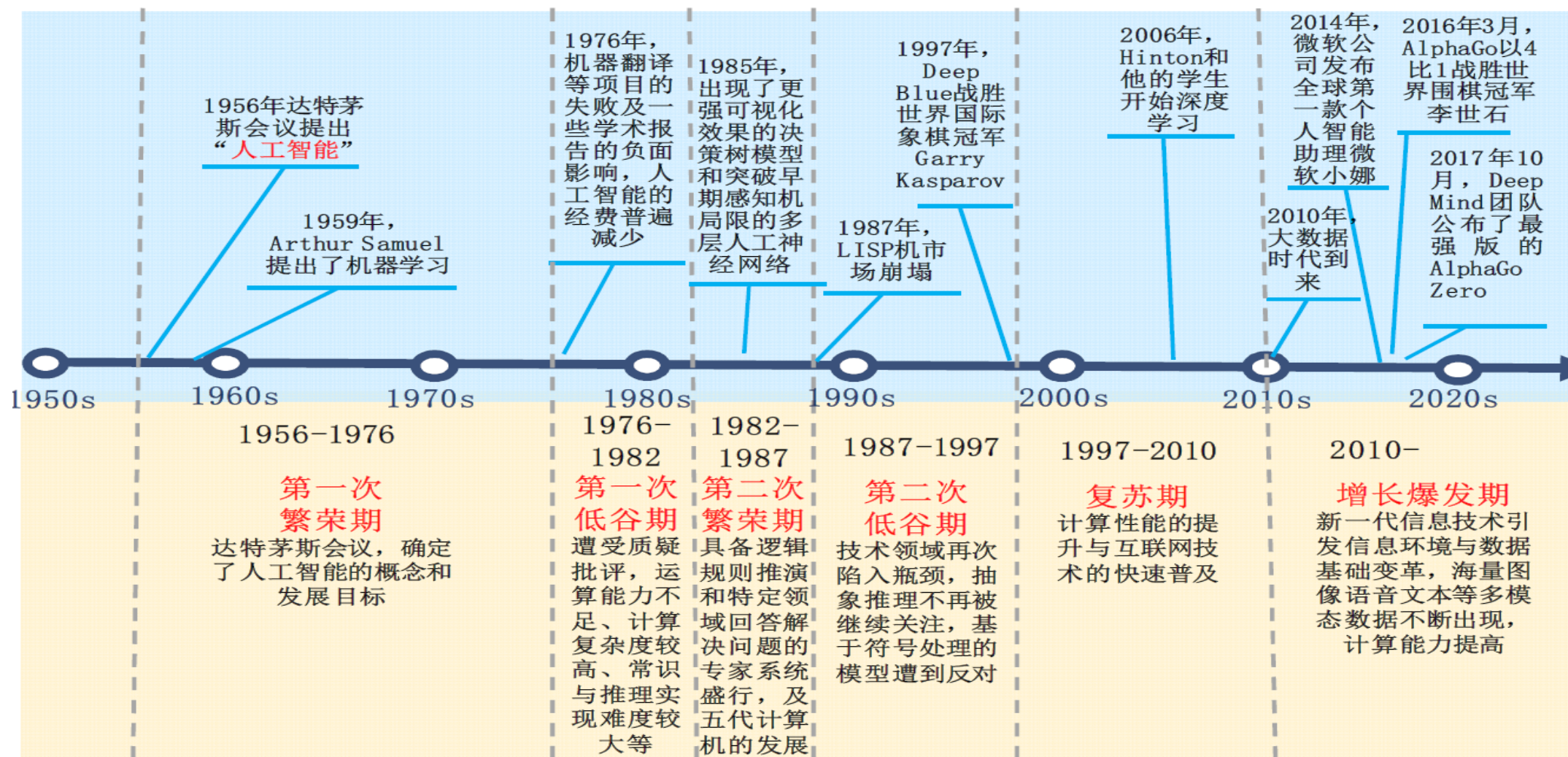
结合教育的神经科学研究为脑科学应用于课堂教学提供直接证据

研究展望

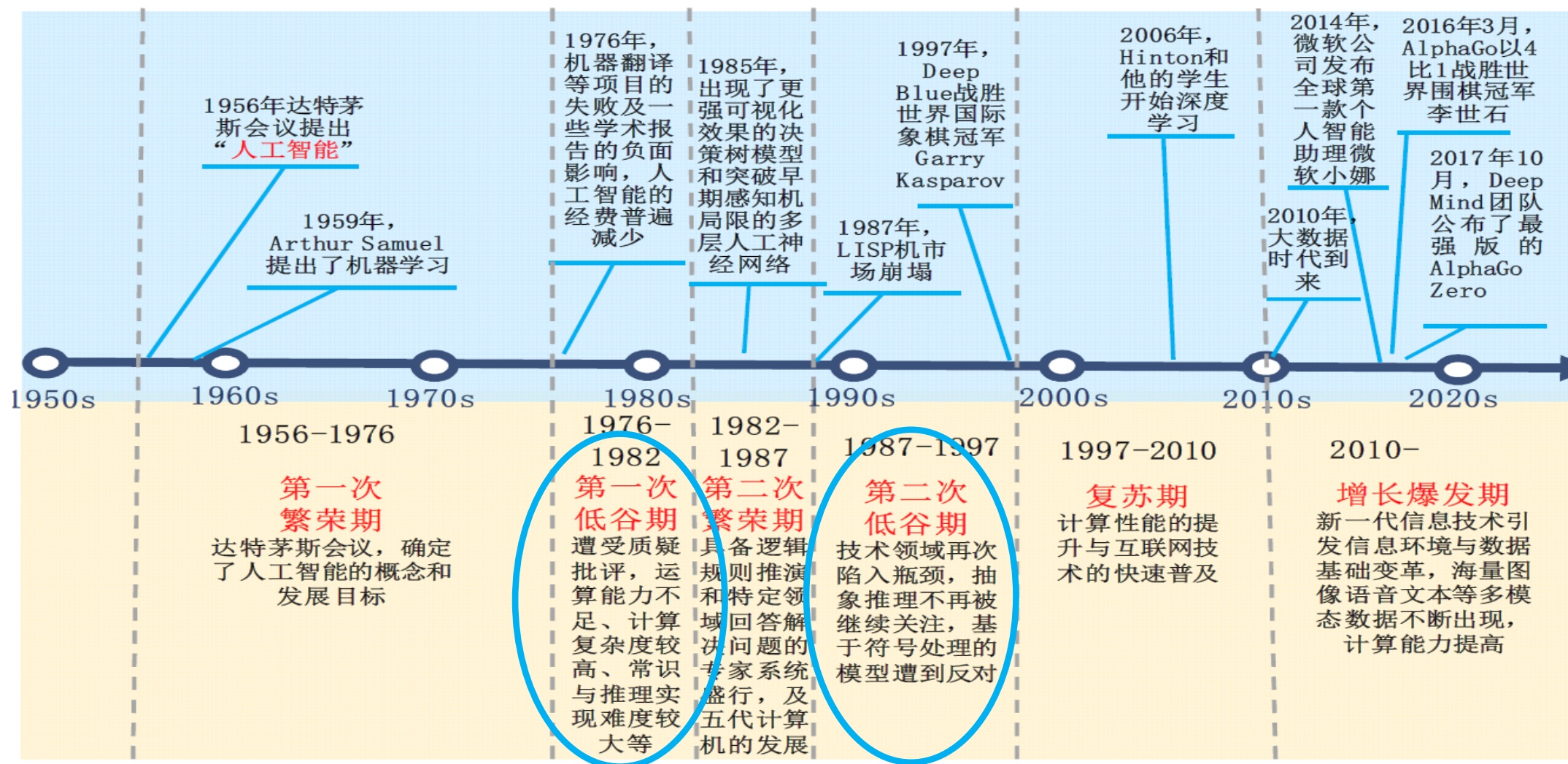
Q4

帮助理解学习过程，基于实证研究和大数据挖掘，进而促使个体更好地学习

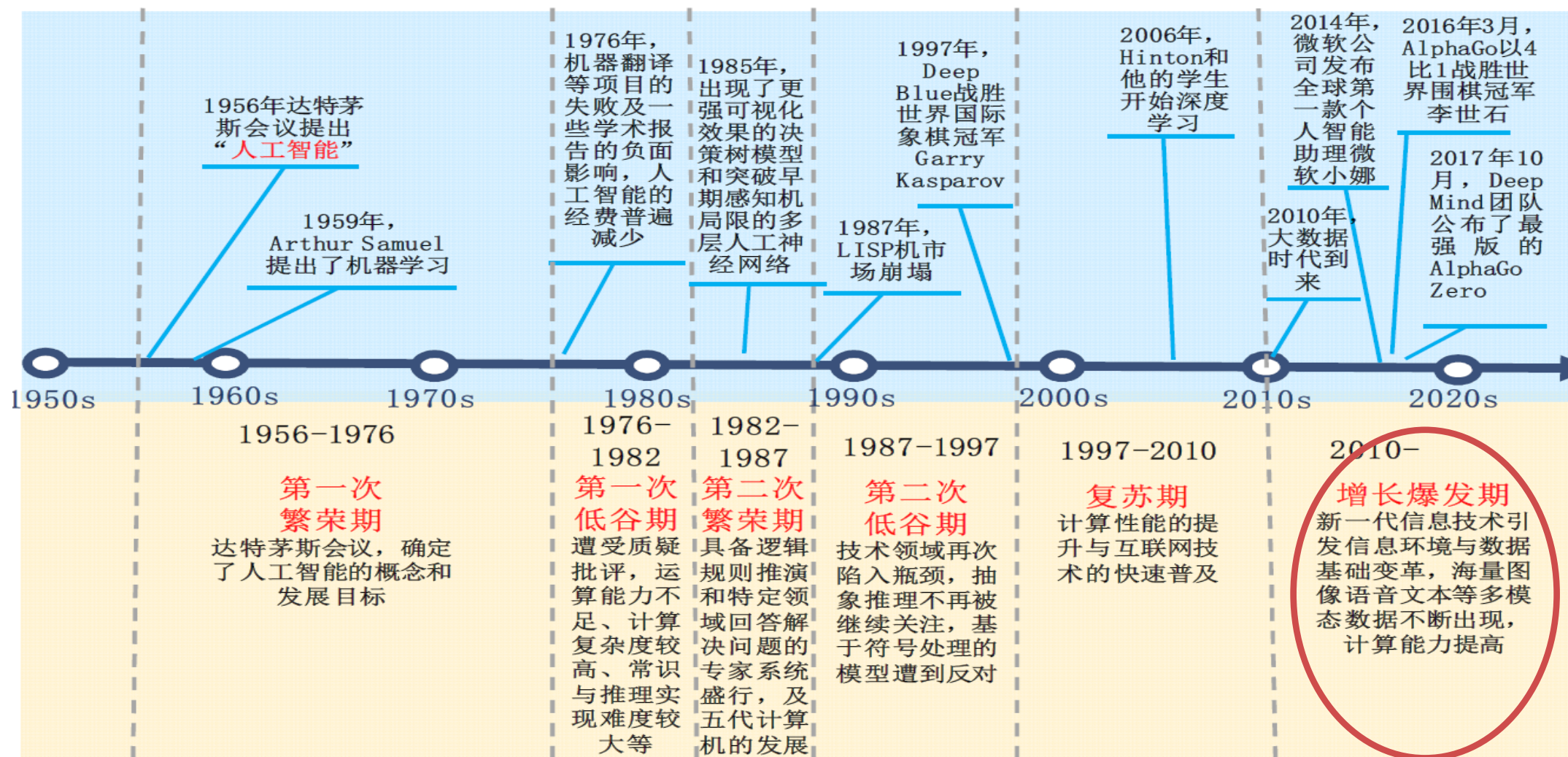
人工智能的未来



人工智能的未来



人工智能的未来





谢谢! *THANKS*

北京师范大学未来教育高精尖创新中心

人工智能实验室

卢宇

luyu@bnu.edu.cn



未来教育高精尖创新中心
Advanced Innovation Center for Future Education

AICFE

