

# 计算机教育的 科学研究与展望

张铭

北京大学信息科学技术学院

[mzhang@net.pku.edu.cn](mailto:mzhang@net.pku.edu.cn)

<http://net.pku.edu.cn/dlib/mzhang>

《计算机教育》杂志社，北京，2017.10.21

# 议程

- 1. 会议总体介绍；
- 2. 请郑永和局长发言；
- 3. 张铭介绍美国NSF情况；
- 4. 张龙介绍国内过去5年计算机教育研究的巨大进展；
- 5. 刘卫东、陆俊林介绍 ACM/IEEE 学科规范情况；
- 6. 秦磊华介绍华中科大教育研究情况；
- 7. 沙龙其他老师就列举的问题进行讨论；
- 8. 会议总结，提出我们的对于NSFC以及教育部关于计算机教育研究的建议。

# 议题（详见《计算机教育》沙龙报道）

- 1. 相比其他SIG系列，SIGCSE鲜有中国计算机教育方面的论文，其原因在哪里？
- 2. 与美国相比，中国计算机教育内容、方式、科研等，有哪些异同？
- 3. 借鉴Hi-tech领域科研立项申请，计算机教育的科研项目申请书有哪一些要素？
- 4. 什么是计算机教育研究？目前的研究重点有哪些？
- 5. 对国家基金委的F07目录的讨论？添加哪些二级目录？在已有F0701下设置哪些研究方向？

# 计算机教育实践

- **《数据结构与算法》**

- 2008年**国家级精品课程**、2008年北京市级精品课程、2013年**国家精品资源共享课程**
- 教材：张铭，王腾蛟，赵海燕 编，**《数据结构与算法》**，高等教育出版社，2008年6月。普通高等教育“十二五”国家级规划教材。北京市精品教材
- 主持Coursera平台的“数据结构与算法”MOOC课程
  - 数据结构基础 <https://www.coursera.org/learn/shuju-jiegou-suanfa/home/welcome>
  - 高级数据结构 <https://www.coursera.org/learn/gaoji-shuju-jiegou/>
  - 程序设计与算法 —— Coursera 专项课程 <https://www.coursera.org/specializations/biancheng-suanfa>
- 北京大学《**科技创新与创业**》校友讲座课程 <http://net.pku.edu.cn/dlib/pkuxstart/>
- 北京大学信息学院**外教暑期课** <http://net.pku.edu.cn/dlib/pkusummer/>

# 计算机教育研究

- 2013年至今，ACM Ed Council, ACM 中国教育委员会主席 -> 2016 **ACM China SIGCSE 主席**
- 2016年至今，**CCF教育工委副主任**
- 2001 – 2013，教育部计算机教育指导委员会委员
- 2015-2018，**MOOC中用户流失问题，自然科学基金面上项目**
- 李晓明、陈平、张铭、朱敏悦。“关于计算机人才需求的调研报告”。《计算机教育》，2004年8月，PP11-18。——他引 141次
- **Ming Zhang**, Virginia Mary Lo: Undergraduate computer science education in China. **SIGCSE 2010**, pp. 396-400. 被列为CMU “Images of Computing” 课程 Prof. Carol Frieze, <http://www.cs.cmu.edu/~cfrieze/courses/> 参考文献，他引 19次
- **Ming Zhang**, Long Zhang: Undergraduate IT education in China. ACM Inroads 5(3): 49-55 (2014)，他引4次
- **Ming Zhang**, et.al. Educational Evaluation in the PKU SPOC Course “Data Structures and Algorithms”, **L@S 2015**: 237-240，他引5次
- 张铭, [微课——唱响中国MOOC的前奏](#). 计算机教育,2013(20). 引用次数: **32**

# 机器学习和文本挖掘研究

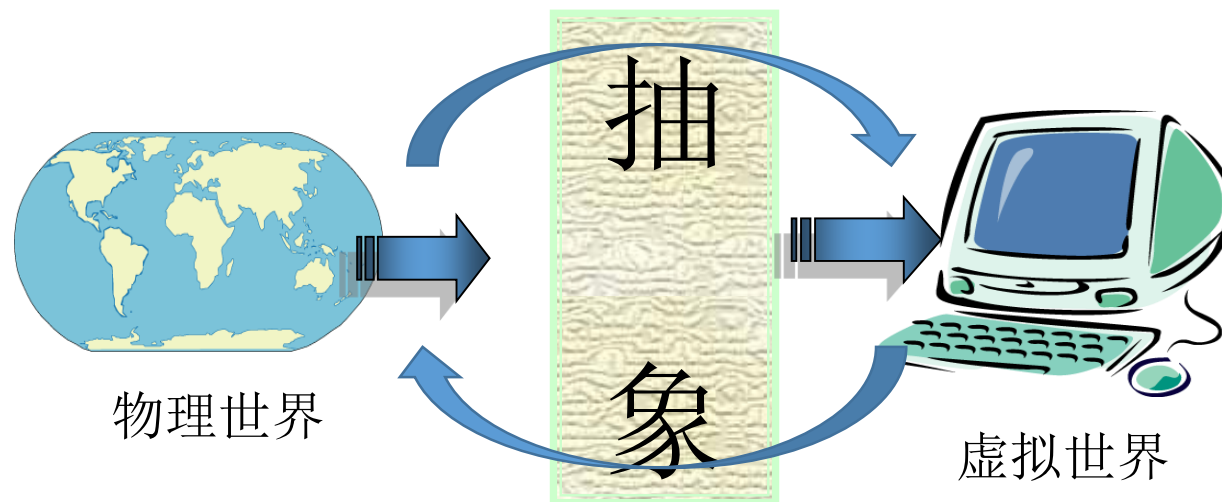
- 发表论文190多篇，Google学术上的论文他引 4180 多篇次，H 因子 28
- 2018 – 2021 ， **知识图谱辅助的垂直领域自动人机对话系统框架研究**，国家自然科学基金面上项目，张铭为负责人。
- 2017 – 2020 **面向全流程智慧健康管理决策的多源异构大数据融合方法研究**，国家自然科学基金重点项目，张铭为北大课题组负责人。
- 培养的博士生**唐建**2017年秋入职 **加拿大Montreal大学**，在深度学习三大创始人之一 **Bengjio**领导的**MILA 组**任 Assistant Professor <https://mila.umontreal.ca/>
  - Jian Tang, Zhaoshi Meng, XuanLong Nguyen, Qiaozhu Mei, **Ming Zhang**, Understanding the Limiting Factors of Topic Modeling via Posterior Contraction Analysis, The 31st International Conference on Machine Learning (**ICML2014**), **最佳论文奖**, 2014.6.21-2014.6.26, EI, **他引100**
  - Jian Tang, Jingzhou Liu, **Ming Zhang**, Qiaozhu Mei, Visualizing Large-scale and High-dimensional Data, **WWW 2016**. 04.11-2016.04.15, **最佳论文提名**, **他引33**
  - Jian Tang, Meng Qu, Mingzhe Wang, **Ming Zhang**, Jun Yan, Qiaozhu Mei. LINE: Large-scale Information Network Embedding. WWW 2015, 1067-1077. EI, **他引304**

# 大纲

- 计算学科的发展历史
- NSF计算机教育项目简介
- 计算机教育研究热点
- 计算机教育研究展望

# “计算作为一门学科”

- Denning, et. al, **Computing as a discipline**
  - 培养学生面向学科的思维能力，使学生领会学科的力量，以及从事本学科工作的价值之所在
  - 希望能用类似于数学那样严密的方式将学生引入到计算学科各个富有挑战性的领域之中



# ACM/IEEE的CC学科规范体系

Pre-1990s:

EE/CE

CS

IS

Post-1990s:

EE

CE\*

SE\*

CS\*

IT

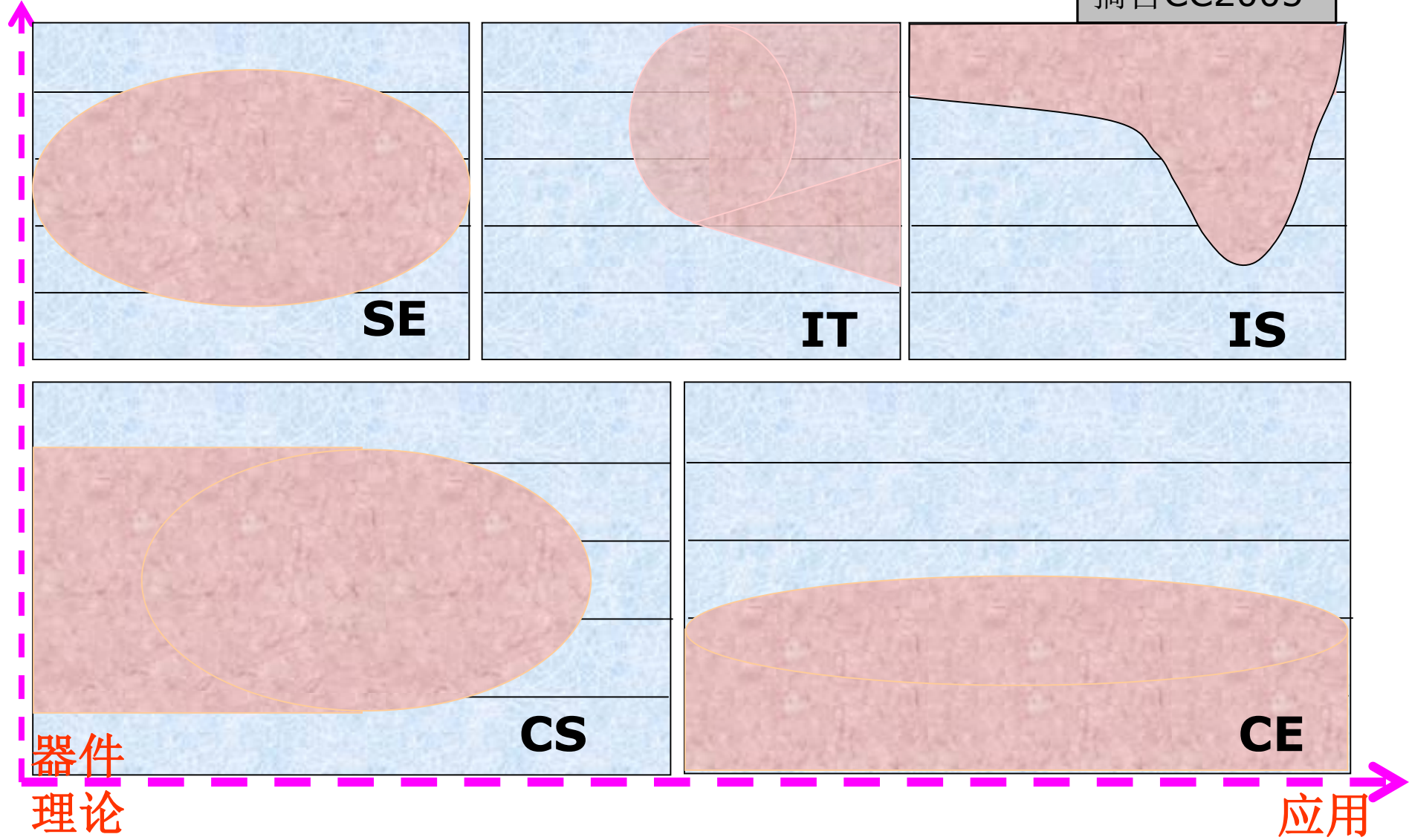
IS\*

Computing Curricula Overview Report (CC)\*

# 五个方向的问题空间不同

组织与系统行为

摘自CC2005



器件  
理论

应用

# 大纲

- 计算学科的发展历史
- **NSF计算机教育项目简介**
- 计算机教育研究热点
- 计算机教育研究展望

# News

- **Obama: Computer Science for All (40亿美元)**

<https://www.whitehouse.gov/blog/2016/01/30/computer-science-all>

<http://www.wired.com/2016/01/obama-pledges-4-billion-to-computer-science-in-us-schools/>

- 2016年初，NSF教育研究部门指出，要为每一位学生都打下计算机基础
- 12亿美元

NSF investments in education research lay the groundwork for rigorous and engaging computer science education for all students across the U.S.



High school students engage in collaborative learning in a Computer Science Principles course. Credit and Larger Version

# NSF (National Science Foundation)

- 美国国家科学基金会
  - 是美国独立的联邦机构，相当于中国的国家自然科学基金委员会



- Advancing the Science, Funding & Support; Inspiring & Education
- 关注的领域
  - Biological Sciences (BIO)
  - Computer and Information Science and Engineering (CISE)
  - Education and Human Resources (EHR)
  - ...

# Example: Mark Guzdial



- Professor, Georgia Tech

- 30 awards from 2002, **total amount: 19 Million USD**
- #1228352 Collaborative Research: Special Projects (CNS):  
BPC-A: Expanding Computing Education Pathways (ECEP) Alliance: **\$2,651,369.00**
- #9553583 Learning by Design: Integrating and Enhancing the Middle School Math, Science and Technology Curricula: **\$1,206,613.00**
- #1138378 Type 1: Using Instructional Design Techniques to Create Distance CS Education to Support In-Service Teachers: **\$1,038,211.00**
- #0940394 BPC-AE: Collaborative Research: Extending "Georgia Computes!": A Statewide Vertical Alliance to Broaden Participation through Innovative, Inviting, and Relevant Computing Education: **\$1,509,624.00 + \$2,056,007.00**
- #0940932 Operation Reboot: Transforming Unemployed IT Workers into High School Computing Teachers: **\$2,499,996.00**

# Example: Dan Garcia



- Professor, UC Berkeley
  - Bringing a Rigorous Computer Science Principles Course to the Largest School System in the United States

#1441075 **total amount: \$6,510,617**

**(纽约市政府配套超过一千万美元)**

[https://www.nsf.gov/discoveries/disc\\_summ.jsp?cntn\\_id=134330](https://www.nsf.gov/discoveries/disc_summ.jsp?cntn_id=134330)

# NSF Structure

- NSF Organization (Computer Education related)
  - **Directorate for Education & Human Resources** EHR/OAD
    - **Division of Research on Learning** in Formal and Informal Settings EHR/DRL
    - **Division of Graduate Education** EHR/DGE
    - **Division of Human Resource Development** HER/HRD
    - **Division of Undergraduate Education** EHR/DUE
  - **Directorate for Computer & Information Science & Engineering** CISE/OAD
    - **Division of Advanced Cyberinfrastructure** CISE/ACI
    - **Division of Computing and Communication Foundations** CISE/CCF
    - **Division of Computer and Network Systems** CISE/CNS
    - **Division of Information and Intelligent Systems** CISE/IIS

# 计算机教育的项目来源

- 大部分来自EHR (Directorate for Education & Human Resources)
  - 分别面向本科、研究生和职业教育、以及教育研究
  - 每年10多个大项目： >1mil（所有学科）
  - 若干中等项目： 200-500K
  - 若干小项目： 100-200K
- 也有部分项目来自CISE(Directorate for Computer & Information Science & Engineering )
  - 科研经费中分出来的大项目或者专题
- 近年来NSF资助计算机教育课程推广相关项目超过1.1亿美元。

# Funding Types

- New curriculum design or new courses
- New tools for education
- Interdisciplinary curriculum
  - Connecting computing with other discipline
- Education research: teaching and evaluation methods, new techniques
- Support for minorities / women

# ACM/IEEE CC 计算机学科规范

- CS2013 (教指委+ACM中国教育专委会已翻译)
- SE2014 准备开始翻译
- CE2016 清华刘卫东 & 北大陆俊林，写作和翻译
- IT2017，北大张铭写作，即将组织翻译
- CC2020，张铭

<http://www.acm.org/education/curricula-recommendations>

# CISE的计算机教育项目

- CISE Pathways to Revitalized Undergraduate Computing Education (CPATH)
- STEM-C Partnerships: Computing Education for the 21st Century (STEM-CP: CE21)
- STEM + Computing Partnerships (STEM+C)

# CPATH专题 (2007-2009)

- CISE Pathways to Revitalized Undergraduate Computing Education (CPATH)
  - Sponsored by CISE (all divisions)
  - CISE challenges the academic community to
    - identify and define the core computing concepts, methods, technologies and tools to be integrated into promising new undergraduate education models,
    - demonstrate effective strategies to develop and assess CT competencies in the relevant learning communities.
  - Range: Undergraduate education + K-12
  - The CPATH program seeks proposals in two size classes:
    - Class I projects with project budgets totaling no more than \$300,000 for 1-, 2- or 3-year durations;
    - Class II projects with project budgets totaling no more than \$800,000 each for 2- or 3-year durations.
  - Total funded: ~100 projects = ~30-40 million USD

# CPATH

- 重要立项

- 2007: Community Building 为主

- Building Community via Robotics Innovations Competition and Conference

- 2007.07~2011.06, \$359,761.00

- Michael Gennert, 伍斯特理工学院

- A community for lab-centric computer science instruction

- 2007.08~2011.07, \$396,760.00

- Michael Clancy, 加州大学伯克利分校

# CPATH

- 重要立项

- 2008: Conceptual Development and Planning 为主

- Integrating Biology and Computing: Empowering Future Computer Professionals

- 2008.09~2012.08, \$149,028.00

- Vijaykrishnan Narayanan, 宾夕法尼亚州立大学

- Integrating Sustainability Into Undergraduate Computing Education

- 2008.07~2012.06, \$228,554.00

- Yu Cai, 密歇根理工大学

# CPATH

- 重要立项

- 2009: 基本围绕Computational Thinking展开

- Computer Science Pathways for Educators

- 2009.09~2014.08, \$824,692.00

- Christoph Hoffmann, 普渡大学

- Modular CS1 from the Inside Out: Computational Thinking for all STEM Students

- 2009.01~2013.08, \$824,692.00

- Christine Alvarado, 加州大学圣地亚哥分校

# STEM-CP: CE21

- 计算机教育的普及
  - Computational Thinking in STEM: A Whole-School Model for Broadening Participation and Education in Computing
    - 2014.09~2017.08, \$599,849.00, Kai Orton, 西北大学
- 中小学计算机教育
  - Computing in Secondary Schools
    - 2014.01~2016.12, \$830,886.00, Nigamanth Sridhar, 克利夫兰州立大学
- 计算机教育资源的扩充
  - Building a Theory of Badges for Computer Science Education
    - 2014.01~2016.12, \$268,735.00, Robin Shoop, 卡耐基梅隆大学

# STEM+C

- 计算思维与STEM学科的融合
  - Research and Design of a Curriculum Authoring System for Computational Project-Based Learning Units in Education
    - 2015.09~2018.08, \$1,500,845.00, Philip Bell, 华盛顿大学
- 培养计算机基础能力
  - Integrated STEM and Computing Learning in Formal and Informal Settings for Kindergarten to Grade 2
    - 2015.10~2018.09, \$2,044,930.00, Monica Cardella, 普渡大学

# 大纲

- 计算学科的发展历史
- NSF计算机教育项目简介
- 计算机教育研究热点
- 计算机教育研究展望

# 教育学观点与实践分析

- Cognition and Procrastination
- Social and Cultural Dynamics
- Computational Thinking
- Understanding How Students Behave

# 计算机学科的教学设计

- Intervention
- Programming
- Games
- Engagement and Diversity

# 在线教育和数据挖掘

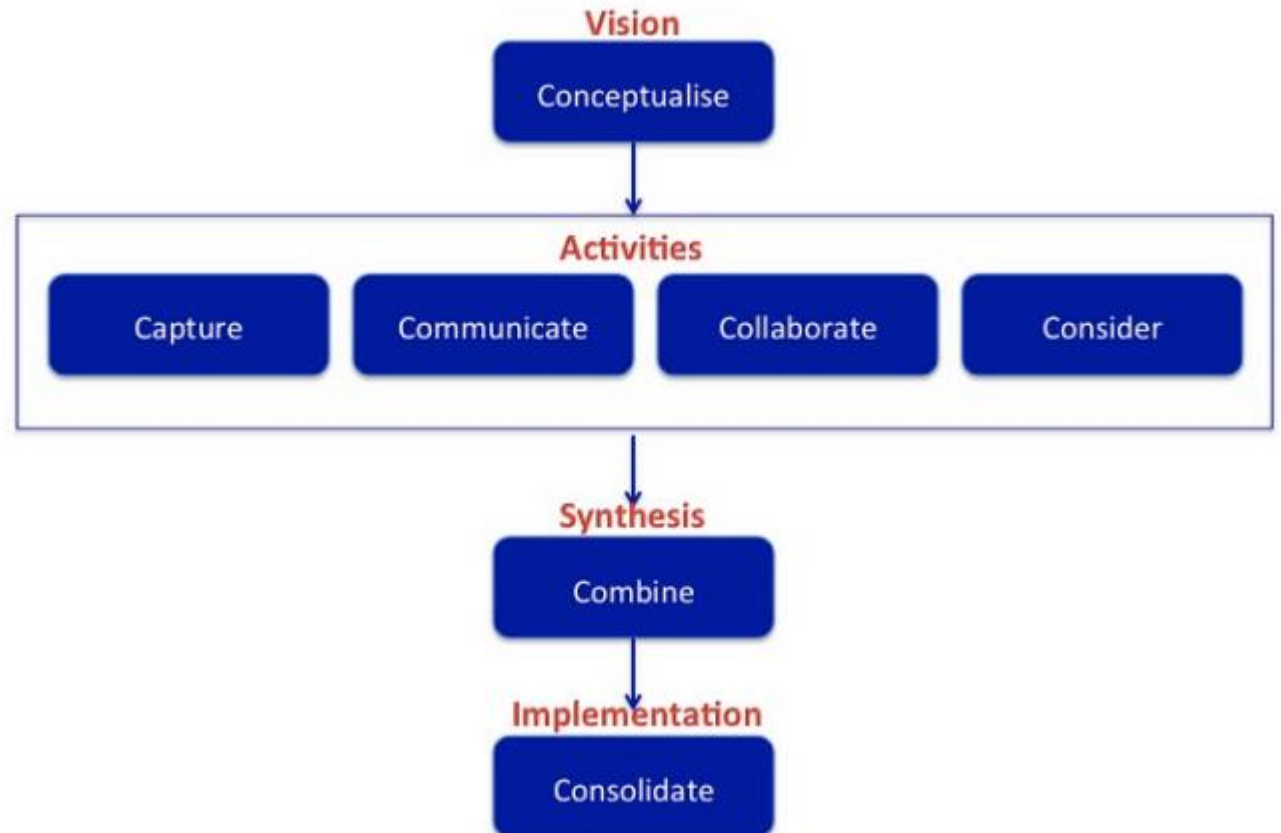
- Knowledge Tracing
- Behavior Analysis
- Automated Assessment
- Video and Engagement

# 前沿机器学习技术的应用

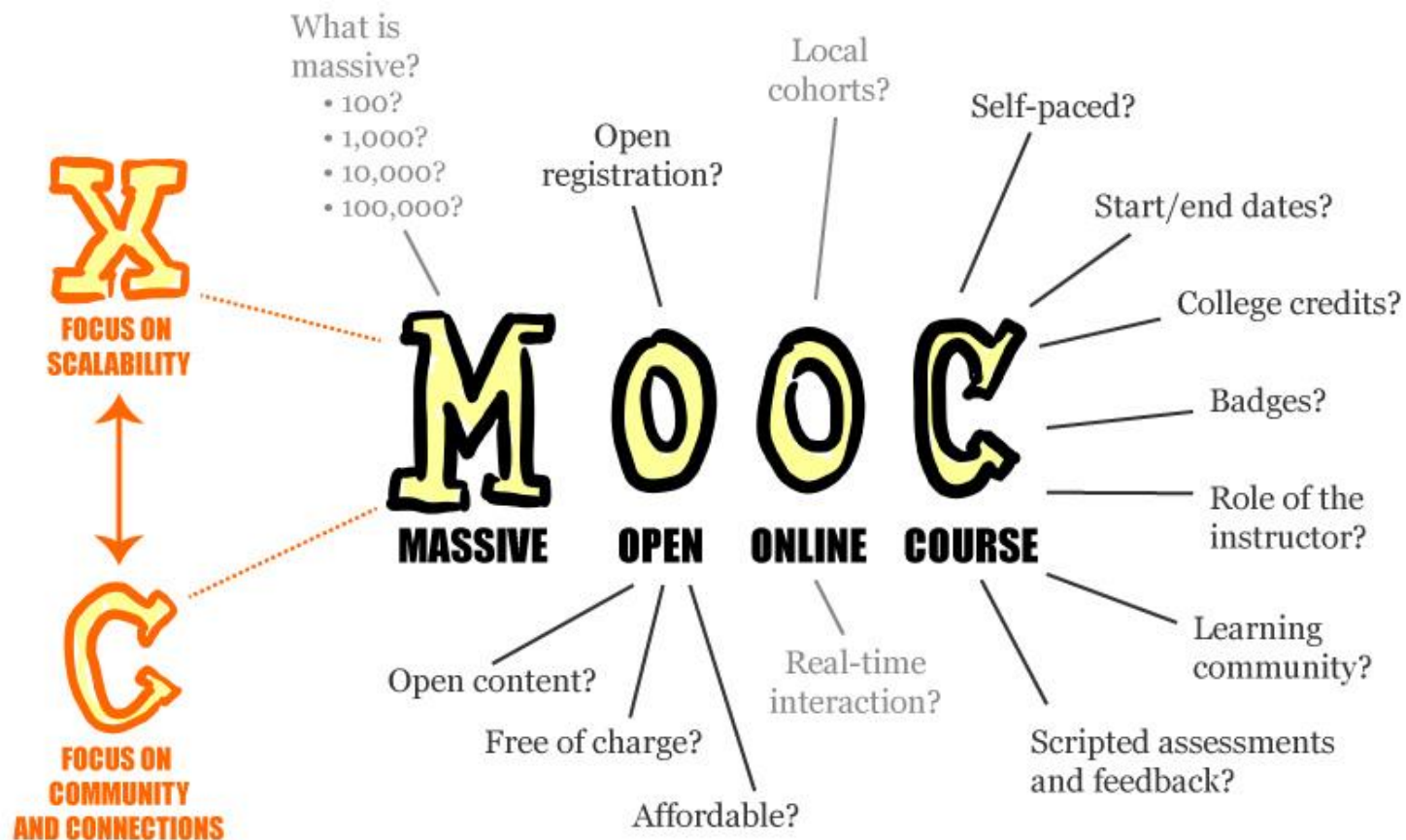
- Deep Knowledge Tracing
- LIVELINET: A Multimodal Deep Recurrent Neural Network to Predict Liveliness in Educational Videos
- Deep Learning + Student Modeling + Clustering: a Recipe for Effective Automatic Short Answer Grading

# 教育学理论

- 7Cs of Learning Design Framework (by Gráinne Conole)
  - Conceptualise
  - Capture
  - Communicate
  - Collaborate
  - Consider
  - Combine
  - Consolidate



# MOOC (Massive Open Online Courses)



**coursera**

**edX**

**U**  
UDACITY

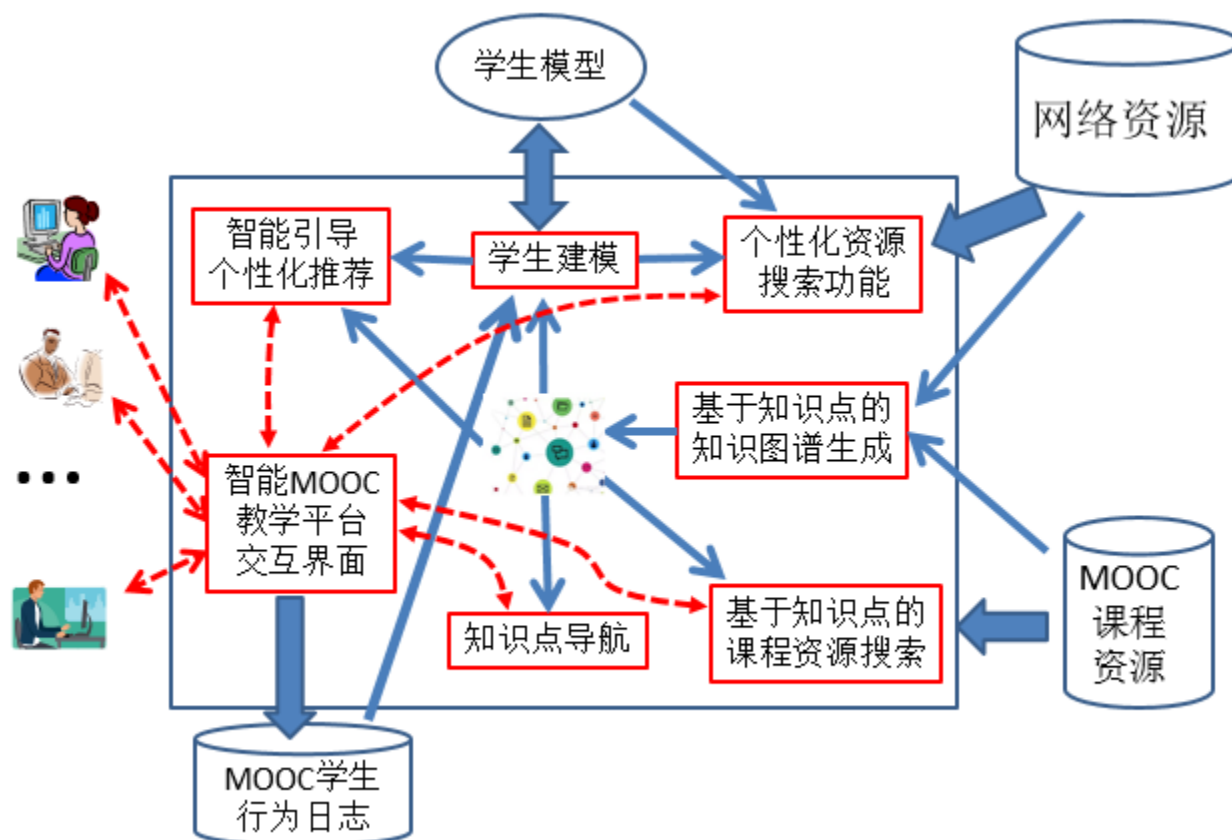
**学堂在线**  
xuetangx.com



**爱课程**  
iCourse

# 智能化在线教育

- Intelligent MOOC System (by ChengXiang Zhai)



# MOOC研究热点

- 学习模式 Engagement Pattern
- MOOC论坛 MOOC Forums
- 学生建模 Student Modeling
- 同行评议 Peer Grading
- 指导干预 Guidance and Intervention

# 学习模式

- Learning Latent Engagement Patterns of Students in Online Courses, AAAI 2014
- Engaging with Massive Online Courses, WWW 2015
- Identifying At-Risk Students in Massive Open Online Courses, AAAI 2015
- Probabilistic Use Cases: Discovering Behavioral Patterns for Predicting Certification, L@S 2015

# MOOC 论坛

- Predicting Instructor's Intervention in MOOC Forums, ACL 2014
- Weakly Supervised Models of Aspect-Sentiment for Online Course Discussion Forums, ACL 2015
- Exploring the Effect of Confusion in Discussion Forums of Massive Open Online Courses, L@S 2015

# 学生建模

- Modeling Skill Acquisition Over Time with Sequence and Topic Modeling, AISTATS 2015
- Deep Knowledge Tracing, NIPS 2015
- How Deep is Knowledge Tracing?, EDM 2016

# 同行评议

- Tuned Models of Peer Assessment in MOOCs, EDM 2013
- Methods for Ordinal Peer Grading, SIGKDD 2014
- Probabilistic Graphical Models for Boosting Cardinal and Ordinal Peer Grading in MOOCs, AAI 2015
- Measuring Performance of Peer Prediction Mechanisms Using Replicator Dynamics, IJCAI 2016
- Leveraging Social Connections to Improve Peer Assessment in MOOCs, WWW 2017

# 指导和干预

- Grading the graders: Motivating peer graders in a MOOC, WWW 2015
- PeerStudio: Rapid Peer Feedback Emphasizes Revision and Improves Performance, L@S 2015
- Problems Before Solutions: Automated Problem Clarification at Scale, L@S 2015
- Smart Jump: Automated Navigation Suggestion for Videos in MOOCs, WWW 2017

# MOOC 中的深度学习

- Deep Knowledge Tracing

Combine RNN and knowledge tracing for student Skill Acquisition Modeling, NIPS 2015

- Video Content Analysis

CNN model for video Liveliness Prediction, EDM 2016

- Personalized Next-Step Recommendation

A behavioral model that takes into account students' time spent, representing time using Recurrent Neural Networks, L@S 2017

- Automatic Short Answer Grading

Deep Belief Networks for Automatic Short Answer Grading, EDM 2016

# 大纲

- 计算学科的发展历史
- NSF计算机教育项目简介
- 计算机教育研究热点
- 计算机教育研究展望

# 经费方面：“计算机教育研究”



# 2016年“计算机教育研究”高端论坛 2016年7月23日

- 8:30-9:30 开幕式，高文、吴爱华等领导讲话
- 9:30-12:30 三个特邀国际专家报告（Dan Garcia, Susan Rodger, Steve Edwards）
  - **Susan Rodger** : SIGCSE - Passionate Educators on the Teaching and Research of Computer Science Education
  - **Dan Garcia**: Transforming High School Computer Science: The Beauty and Joy of Computing (BJC)
  - **Steve Edwards** (Professor, Virginia Tech): From Referee to Coach: New Directions in Automatic Assessment of Student Programs
- 14:00-16:00 国内高校计算机教育研究及高中信息技术新课纲（李文新、陈越、任友群）
- 16:00-17:00 Panel Discussion: Computing Education Research in the Future

# 基金委新设教育信息科学与技术二级代码

- **F070101 教育信息科学基础理论与方法**
- F070102 在线与移动交互学习环境构建
- F070103 虚拟与增强现实学习环境
- F070104 教学知识可视化
- **F070105 教育认知工具**
- F070106 教育机器人
- F070107 教育智能体
- **F070108 教育大数据分析与应用**
- **F070109 学习分析与评测**
- **F070110 自适应个性化辅助学习**

# 基金委 F07 定位

- 定位是教育基础研究
  - 用信息科学技术解决教育科学问题在信息学部
  - 信息科学技术与心理学认知科学神经科学等与教育相关的科学交叉融合
- 不同学科的教育问题要反应教育基础研究的应用成果，可以作为问题的源头提出

# 计算机教育研究分类

- 计算机教育自身的规律和方法研究
- 计算机科学思想的普及教育
- 计算机辅助教育的原理与技术研究

# 计算机教育自身的规律和方法研究

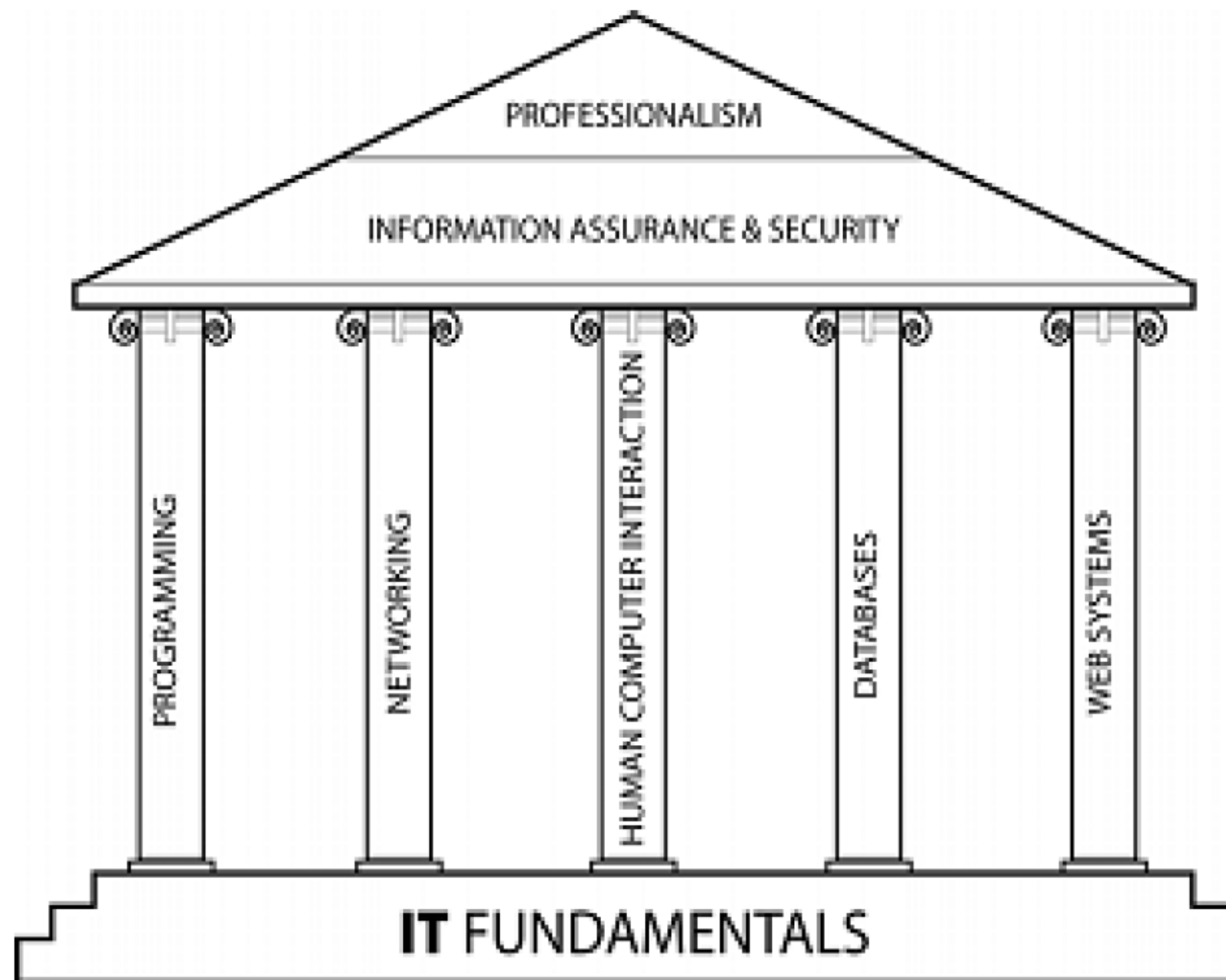
- **教育信息科学基础理论与方法**
- 计算学科的课程体系和人才培养模式
- 计算学科的知识体系和课程衔接
- 面向未来的计算机教育
- 计算机学科前沿课程设计
- 计算机游戏化学习
- 计算机素养的培养（合作沟通、系统思维、编程能力）
- 教学与评价方法的教育研究
- 教学科研共生和教师发展

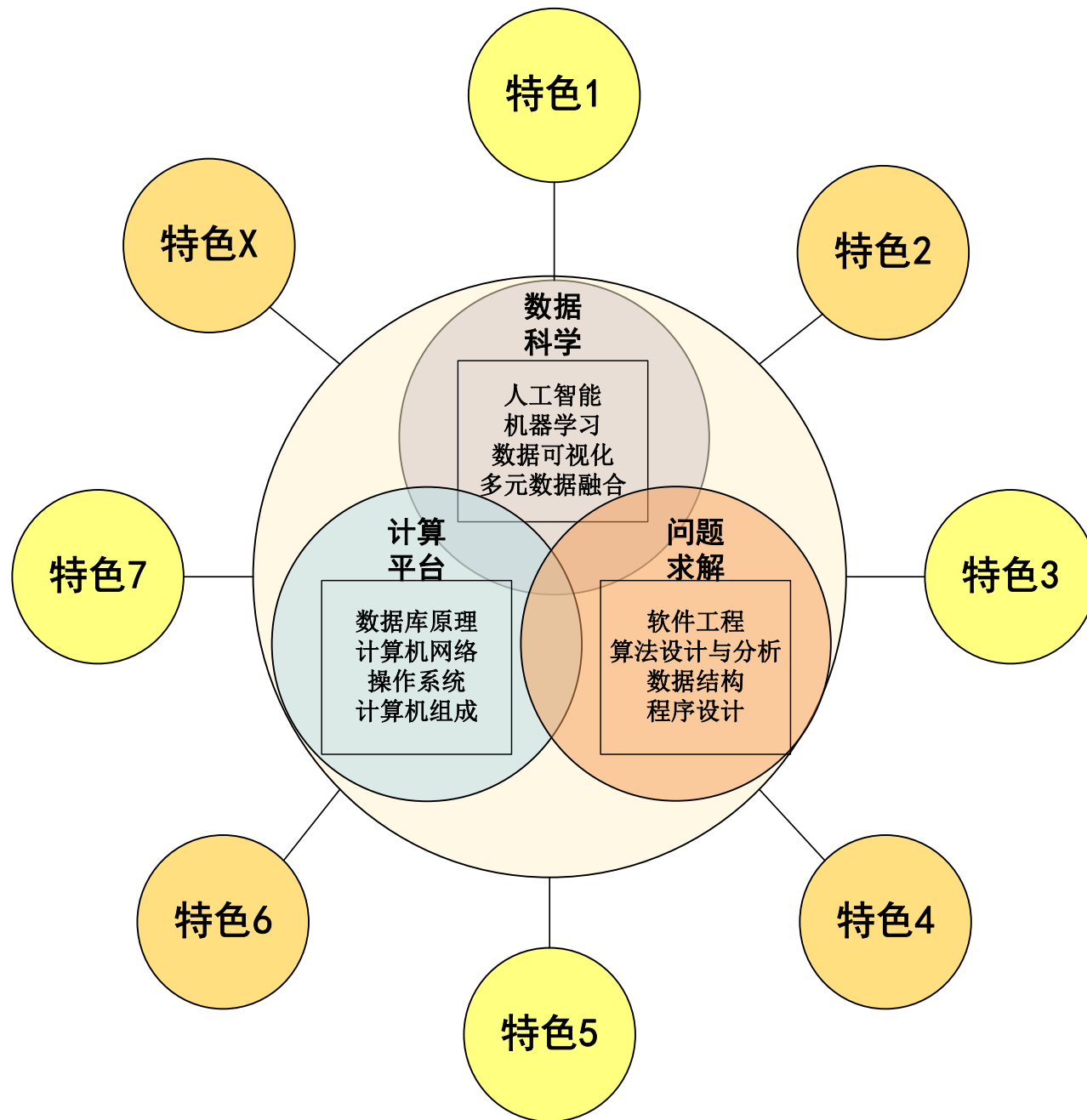
# 计算机科学思想的普及教育

- 计算思维和交叉学科
- 计算机与STEM基础教育
- 计算机通识课教育
- 计算机教育的多样性（社会文化、全球化、女性参与等）
- 中小學生编程计划

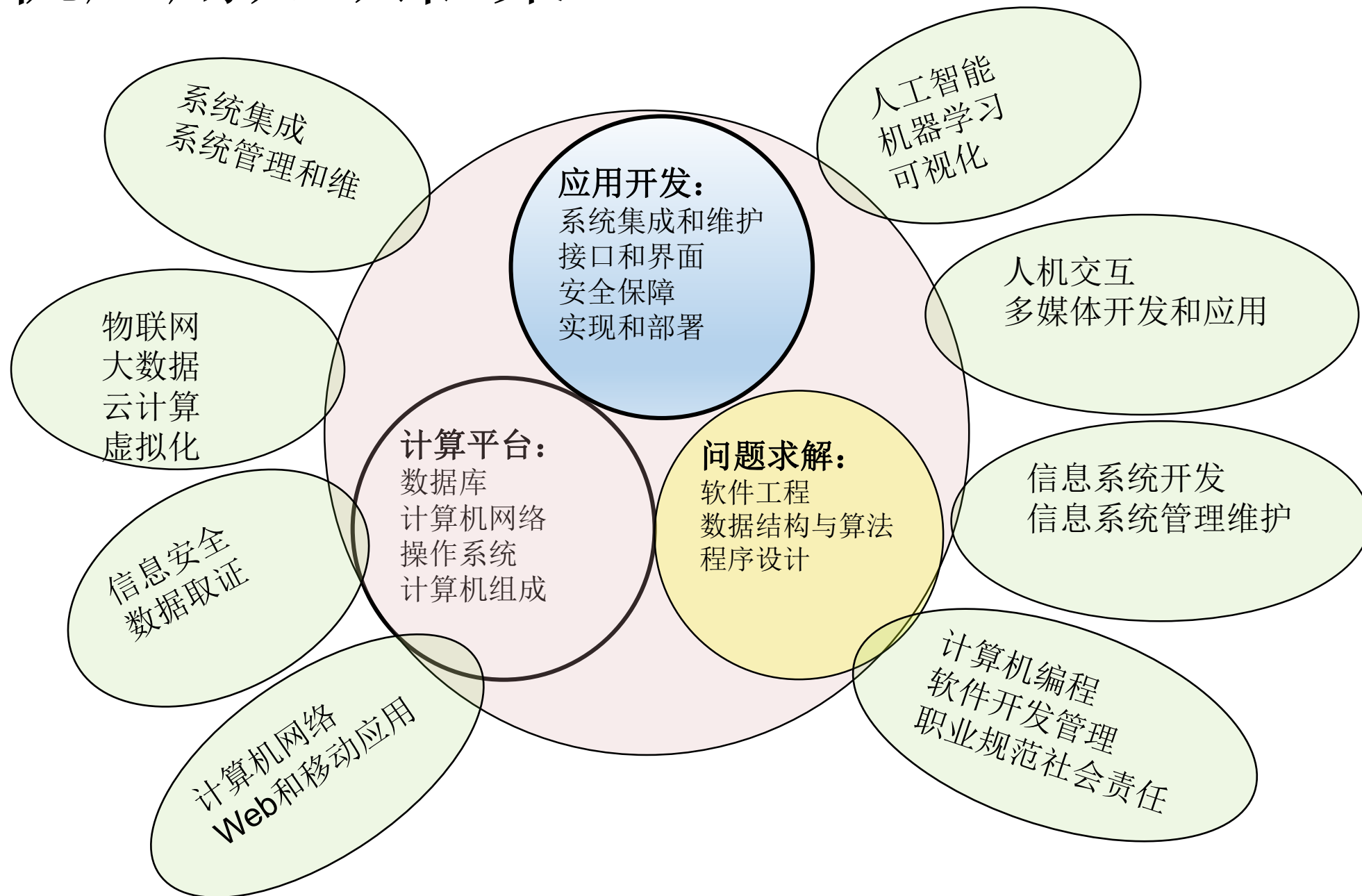
# 计算机辅助教育的原理与技术研究

- **教育认知工具**
- 教育知识图谱构建与导航学习
- 教育资源的融合
- 大规模在线教育
- 基于大数据的精准化教育评价技术（自动评测、知识跟踪、行为分析等）
- 个性化智慧教育
- 学习社区支持
- 虚实融合教学场景构建
- 智慧教育关键技术与示范应用





# 计算机应用知识框架



# 国际计算机教育相关会议和期刊

- ACM SIGCSE (SIG on Computer Science Education)
  - February 21-24, 2018 Baltimore, MD, <http://sigcse2018.sigcse.org/>
- ACM L@S (ACM Conference on Learning@Scale)
  - June 24-30, 2017, London, UK, [learningatscale.acm.org/las2017/las2018cfp/](http://learningatscale.acm.org/las2017/las2018cfp/)
  - [ICLS 2018](#) will be held in London from June 23 to June 27.
- ACM ITiCSE (Integrating Technology into Computer Science Education)
  - July 2-4, 2018, Larnaca, Cyprus, <http://iticse.acm.org/>
- ACM ICER (International Computing Education Research Conference)
  - August Mon 13 – Wed 15, Finland, <http://icer.hosting.acm.org/>
- ACM SIGITE
  - Oct. 3-6, 2018, Fort Lauderdale, Florida, USA.

# 国际计算机教育相关会议和期刊

- IEEE EDUNINE (World Engineering Education Conference)
  - March 11 to 14, Buenos Aires, Argentina, <http://edunine.eu/edunine2018/eng/>
- IEEE FIE (Frontiers in Education Conference)
  - October 3-6, 2018, San Jose, CA, <http://fie-conference.org/>
- EDM (International Conference on Educational Data Mining)
  - July 15-18, 2018, Buffalo NY, <http://educationaldatamining.org/EDM2018/>
- IEEE TALE
  - Dec. 12-14, 2017, Hongkong, <http://www.tale-conference.org/>
- ACM Inroads

# ACM SIGCSE China 计算机教育研究会

<http://china.acm.org/SIGCSE/>

- 计算机教育研究沙龙，2017.10.21，北京
- 计算机教育研究Workshop（高教社计算机基础课程教学论坛），2017.12.3，郑州
  - 分论坛主题演讲者 Dr. Youwen Ouyang is currently leading the implementation of two NSF funded projects, [CyberQUEST](#) and [Activate Computational Thinking](#).
  - <http://faculty.csusm.edu/ouyang/index.html>
- ACM TURC 图灵大会，2018.5.19-20，上海

# ACM TUR-C 2018 Venue

Venue: 上海富悦大酒店 FUYUE HOTEL SHANGHAI



- **Conference:**
- **SIGCSE上海图灵会议**
- **SIGCSE China**

**May, 19~20, 2018 (Sat.-Sun.)**

<https://easychair.org/conferences/?conf=sigcsechina2018>

<http://china.acm.org/SIGCSE/>

# 谢谢！

<http://china.acm.org/SIGCSE/>

<http://net.pku.edu.cn/dlib/mzhang>



Sign Up



WeChat