

Graph Deep Learning and Knowledge Graph in Intelligent Adaptive Learning

Wei Cui

Squirrel AI Learning



于*影 80%掌握

浮力的应用之轮船问题	光的折射规律的	温度的概念	平面镜成像的特点	验电器	力的三要素	判断机械能的变化	探究电流与电压、电阻的关系	阿基米德原理的综合计算	力的作用效果
功的简单计算(二)	影响摩擦力大小的因素	声音是由物体振动产生的	凸透镜成像作图	功的定义	力的表示	增大和减小摩擦力的方法	三种常见容器	比热容的定义	入射角与反射角的计算
行程问题	古诗中的参照物	小孔成像	平面镜成像作图	光的折射现象辨析	功的作用是相互的	电压表的使用	连通器的定义及其特点	放大镜原理	影响物体的平衡条件
光的折射作图	阿基米德原理的简单计算	原子结构	凸透镜成像计算	不做功的三种情况	弹力大小(胡克定律)	影响摩擦力大小因素的应用	生活中的连通器	日食	镜面反射和漫反射
电压的概念、单位及换算	液体压强的产生原因	电路构成及元件作用	阿基米德原理(实验验证)	功的简单计算(一)	弹簧测力计的原理	利用二力平衡求摩擦力	分子动理论	浮力定义及方向	区别平衡力和相互作用力
电路的三种状态	利用浮沉条件比较浮力大小	电路图和实物图的相互转化	电压的概念辨析	功率的简单计算	重力的定义	光的折射	分子动理论的辨析	功的定义	功的定义
电阻的概念，常见物体的电阻	液体压强的计算	电压表的测量对象	阿基米德原理的理解	功率的公式变形	重力的方向、作图及应用	压力的概念	扩散现象	功的计算	二力平衡的计算
光源	物体的浮沉条件	影响电阻大小的因素	利用浮沉条件求浮力	参照物	影响电阻大小因素的实验	探究压力作用效果的影响因素	内能的概念及影响因素	物体运动情况的判断	二力平衡的特点
光的反射作图	探究物质的吸热能力的实验	光在均匀介质中沿直线传播	浮力的应用之潜水艇	惯性及其大小	探究重力的大小与质量的关系	压强的定义、公式、单位、估算	内能的改变方式	力的概念	探究液体压强的特点
电荷与电荷间的相互作用	热机的分类及能量转化	探究光的反射规律	光的折射作图(进阶多次折射)	增大和减小固体压强的方法	质量和密度的概念	固体压强计算——知二求一	内能改变方式的辨析	功率公式	力的概念

Start

因式分解-
提公因式法

因式分解-
平方差公式法

因式分解-
完全平方公式法

因式分解-
分组分解法

因式分解综合
方法应用

利用因式分解
进行条件求值

因式分解-
整除性问题

因式分解-
配方法求值

因式分解-
判断三角形形状

最简公分母

分式的通分

最简分式

分式的约分

分式的基本
性质

分式无意义
的条件

分式值为零
的条件

分式有意义
的条件

分式的概念

因式分解-
实际应用问题

分式的乘法

分式的除法

分式的乘除法

分式的加减-
同分母

分式的加减-
异分母

分式的混合
运算

分式的化简
求值

解分式方程-
可化为一元一次方程

分式方程的
增根

可化为一元一次方程
的分式方程的应用

中心对称图形

中心对称

旋转对称图形

作图-
旋转变换

旋转的性质

利用平移
设计图案

作图-
平移变换

统计量的选择

平移的性质

用样本平均数
估计总体平均数

关于原点对称
的点的坐标

利用旋转
设计图案

利用平移、旋转、
对称设计图案

几何变换
的类型

平行四边形的
概念

平行四边形的性质-
边的性质

平行四边形的性质-
角的性质

平行四边形的性质-
对角线的性质

平行四边形的性质
的综合运用

平行四边形的判定-
两组对边分别相等

平面镶嵌

多边形的内角
与外角

多边形的外角和

多边形的内角和

三角形中位线
定理

平行四边形判定与
性质的综合运用

平行四边形判定
的综合运用

平行四边形的判定-
一组对边平行且相等

平行四边形的判定-
对角线互相平分

平行四边形的判定-
两组对角分别相等

Start

因式分解-
提公因式法

因式分解-
平方差公式法

因式分解-
完全平方公式法

因式分解-
分组分解法

因式分解综合
方法应用

利用因式分解
进行条件求值

因式分解-
整除性问题

因式分解-
配方法求值

因式分解-
判断三角形形状

最简公分母

分式的通分

最简分式

分式的约分

分式的基本
性质

分式无意义
的条件

分式值为零
的条件

分式有意义
的条件

分式的概念

因式分解-
实际应用问题

分式的乘法

分式的除法

分式的乘除法

分式的加减-
同分母

分式的加减-
异分母

分式的混合
运算

分式的化简
求值

解分式方程-
可化为一元一次方程

分式方程的
增根

可化为一元一次方程
的分式方程的应用

中心对称图形

中心对称

旋转对称图形

作图-
旋转变换

旋转的性质

利用平移
设计图案

作图-
平移变换

统计量的选择

平移的性质

用样本平均数
估计总体平均数

关于原点对称
的点的坐标

利用旋转
设计图案

利用平移、旋转、
对称设计图案

几何变换
的类型

平行四边形的
概念

平行四边形的性质-
边的性质

平行四边形的性质-
角的性质

平行四边形的性质-
对角线的性质

平行四边形的性质
的综合运用

平行四边形的判定-
两组对边分别相等

平面镶嵌

多边形的内角
与外角

多边形的外角和

多边形的内角和

三角形中位线
定理

平行四边形判定与
性质的综合运用

平行四边形判定
的综合运用

平行四边形的判定-
一组对边平行且相等

平行四边形的判定-
对角线互相平分

平行四边形的判定-
两组对角分别相等

Start

因式分解-
提公因式法

因式分解-
平方差公式法

因式分解-
完全平方公式法

因式分解-
分组分解法

因式分解综
合方法应用

利用因式分解
进行条件求值

因式分解-
整除性问题

因式分解-
配方法求值

因式分解-
判断三角形形状

最简公分母

分式的通分

最简分式

分式的约分

分式的基本
性质

分式无意义
的条件

分式值为零
的条件

分式有意义
的条件

分式的概念

因式分解-
实际应用问题

分式的乘法

分式的除法

分式的乘除法

分式的加减-
同分母

分式的加减-
异分母

分式的混合
运算

分式的化简
求值

解分式方程-
可化为一元一次方程

分式方程的
增根

可转化为一元一次方程
的分式方程的应用

中心对称图形

中心对称

旋转对称图形

作图-
旋转变换

旋转的性质

利用平移
设计图案

作图-
平移变换

统计量的选择

平移的性质

用样本平均数
估计总体平均数

关于原点对称
的点的坐标

利用旋转
设计图案

利用平移、旋转、
对称设计图案

几何变换
的类型

平行四边形
的概念

平行四边形的性质-
边的性质

平行四边形的性质-
角的性质

平行四边形的性质-
对角线的性质

平行四边形性质
的综合运用

平行四边形的判定-
两组对边分别相等

平面镶嵌

多边形的内角
与外角

多边形的外角和

多边形的内角和

三角形中位线
定理

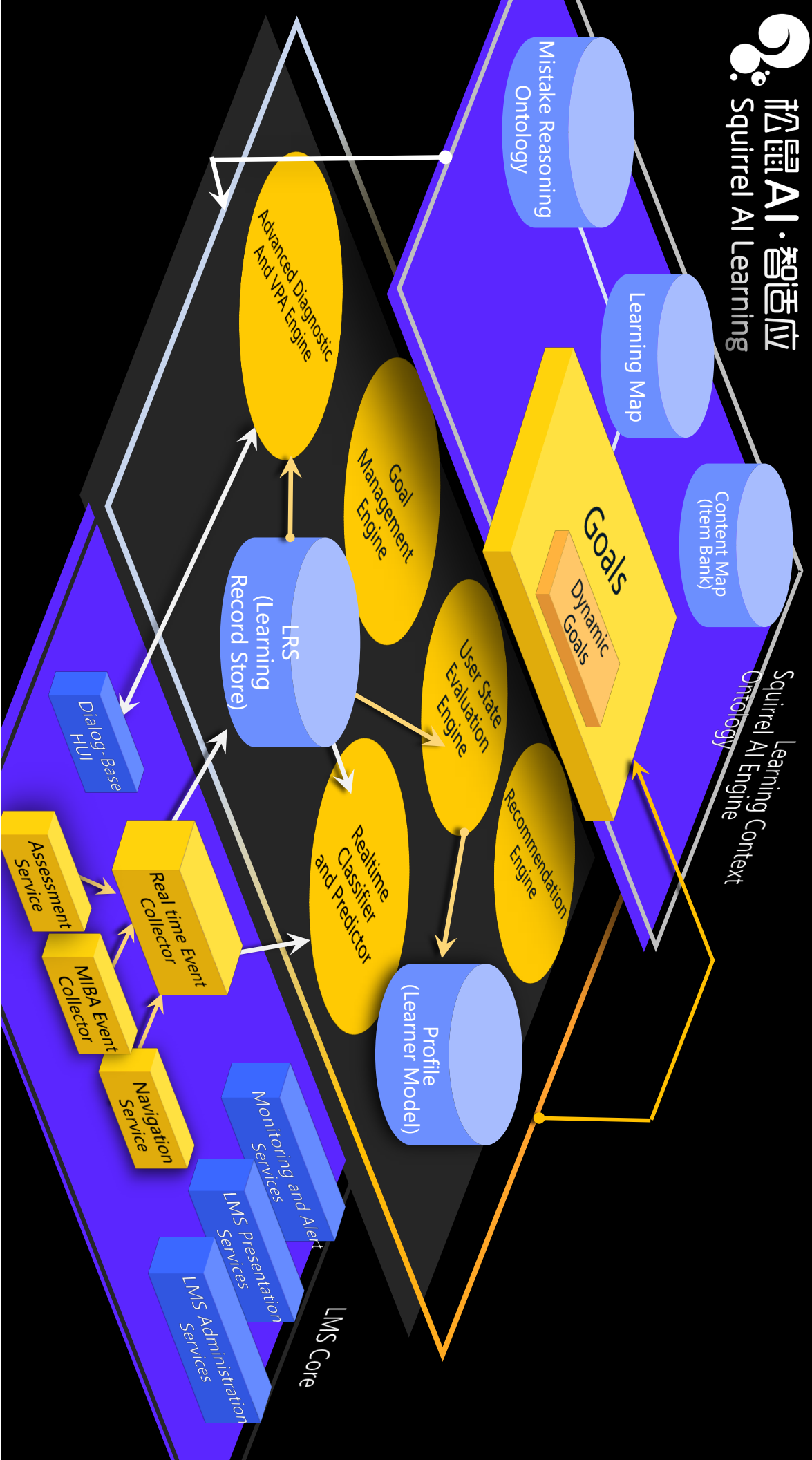
平行四边形判定与
性质的综合运用

平行四边形判定
的综合运用

平行四边形的判定-
一组对边平行且相等

平行四边形的判定-
对角线互相平分

平行四边形的判定-
两组对角分别相等



Learning Data

Results of tests
for students



Difficulty of test, knowledge
points included in the test

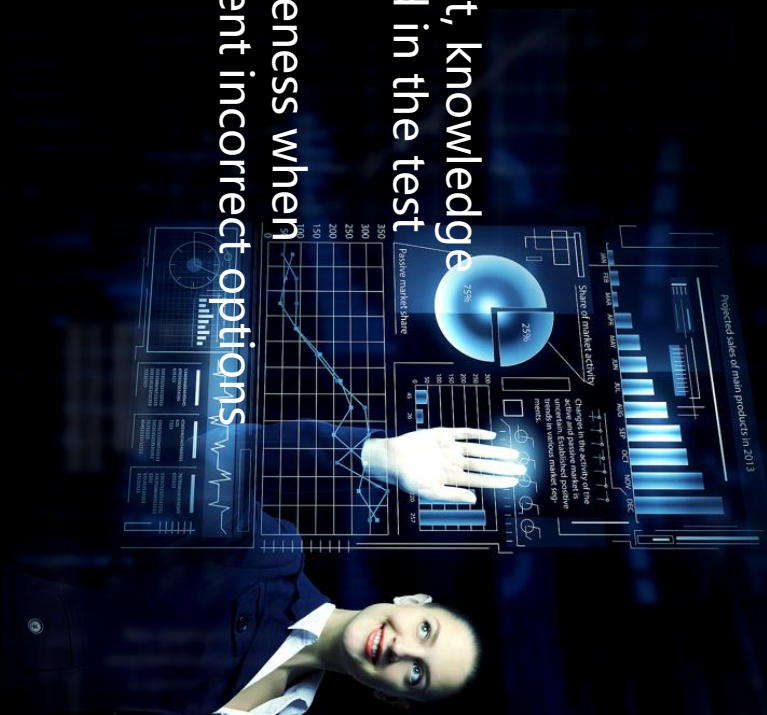
Time for students
to finish test



Reflecting awareness when
selecting different incorrect options

Sliding of mouse reflecting
student' s cognitive state

We adjust all algorithms in accordance with student' s real-time response.



Knowledge State Diagnosis



Traditional Diagnosis
based on exams



Adaptive Learning
precisely identify
knowledge gaps

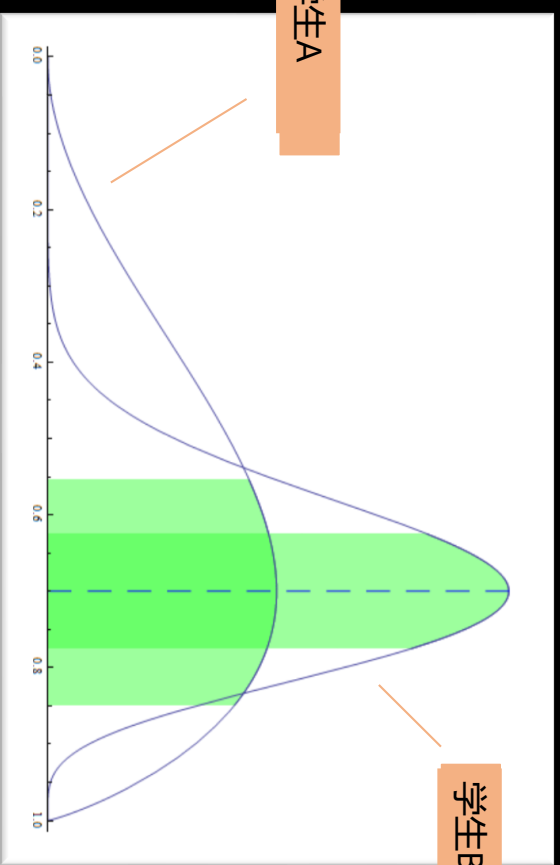
	s1	s2	s3	s4	s5	s7
a	1	1	0	1	0	1
b	1	1	1	0	0	0
c	0	1	1	0	0	0
d	1	1	0	0	1	1
e	0	0	0	0	1	1

Knowledge State Evaluation

Traditional Assessment
based on ranking

IRT, DINA, BKT, DKT

Adaptive Learning
continuously
instantly



Personal Recommendation



Traditional Recommendation

preference matching

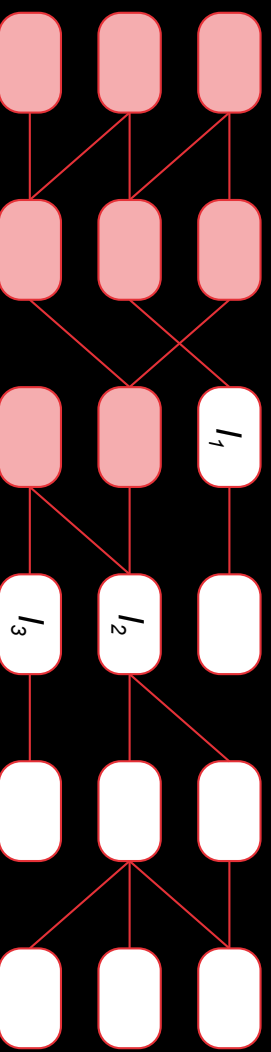
collaborative filtering



Adaptive Learning

ensure learning

outcome

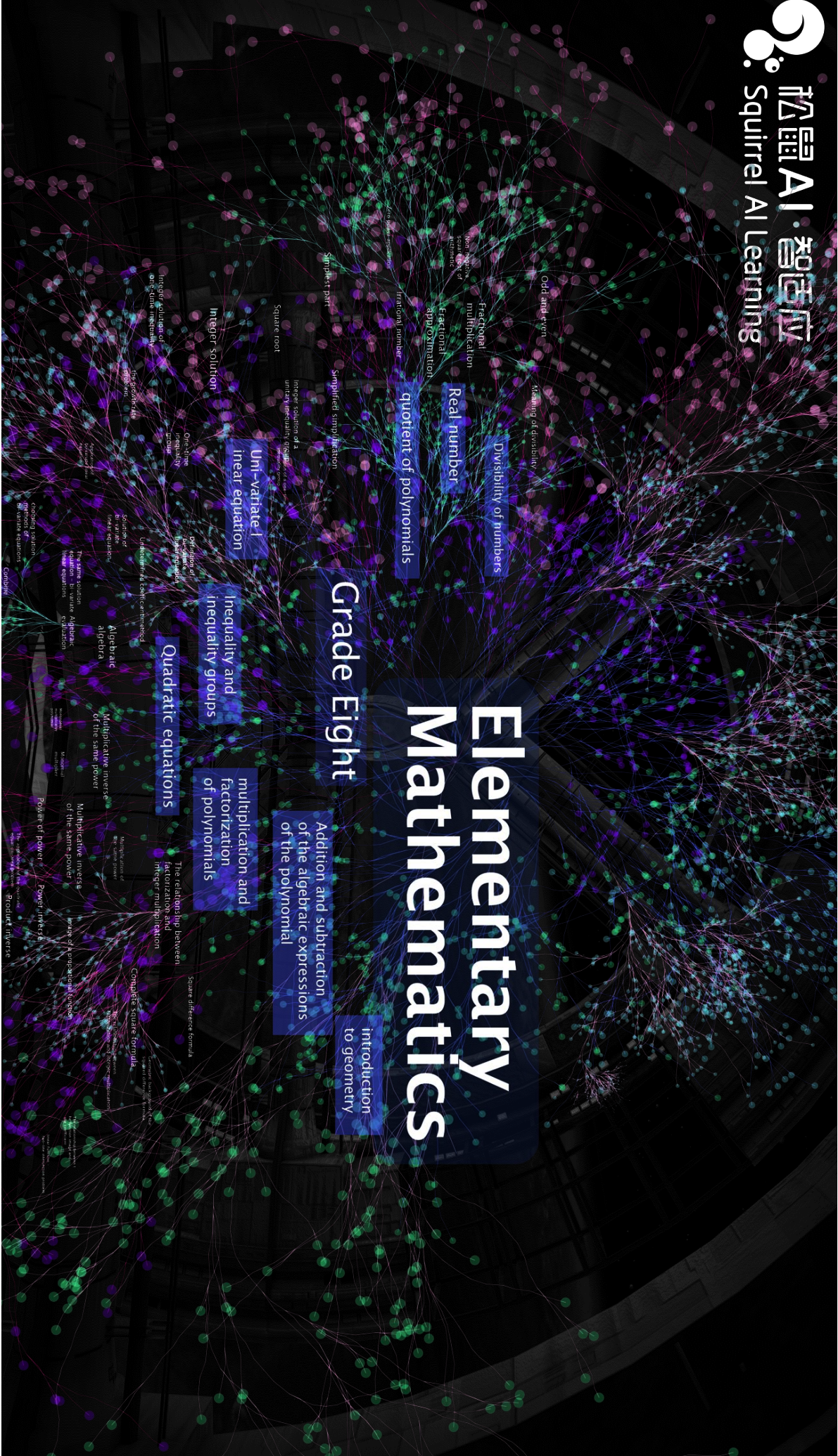


Learning Goals

Learning Map

Ontology

Content Map



Elementary Mathematics

Grade Eight

Introduction to geometry

Addition and subtraction of the algebraic expressions of the polynomial

multiplication and factorization of polynomials

Quadratic equations

Inequality and inequality groups

Uni-variate linear equation

quotient of polynomials

Real number

Divisibility of numbers

Odd and even

Making of divisibility

Fractional multiplication

Fractional approximation

Fractional number

simplified simplification

Square root

Integer solution

Integer solution of one-degree inequality

One-degree inequality

One-degree inequality group

One-degree inequality group

One-degree inequality group

One-degree inequality group

Algebraic algebra

Algebraic algebra

Algebraic algebra

Algebraic algebra

Multiplicative inverse of the same power

Multiplicative inverse of the same power

Multiplicative inverse of the same power

Multiplicative inverse of the same power

Multiplicative inverse of the same power

Multiplicative inverse of the same power

Multiplicative inverse of the same power

Multiplicative inverse of the same power

Power of power

Power of power

Power of power

Power of power

Complete square formula

Complete square formula

Complete square formula

Complete square formula

Complete square formula

Square difference formula

Square difference formula

Square difference formula

Square difference formula

Square difference formula

Square difference formula

Square difference formula

Product inverse

Product inverse

Product inverse

Product inverse

Product inverse

Product inverse

Product inverse

Product inverse

Product inverse

Product inverse

Product inverse

Product inverse

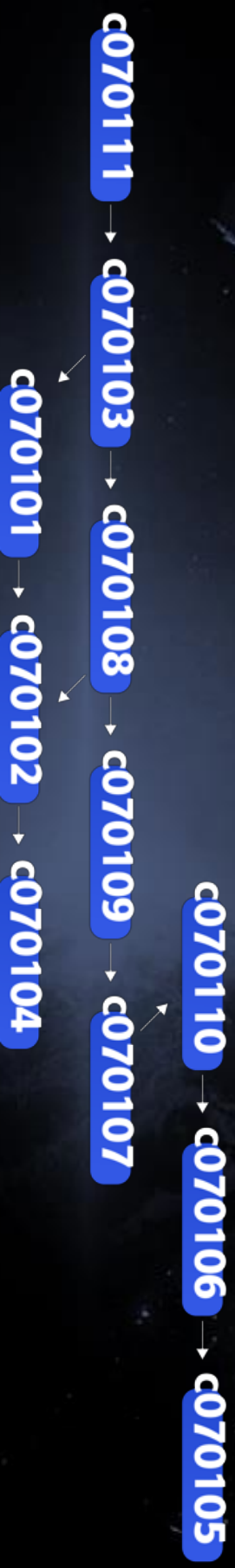
Product inverse

Product inverse

Product inverse

Product inverse

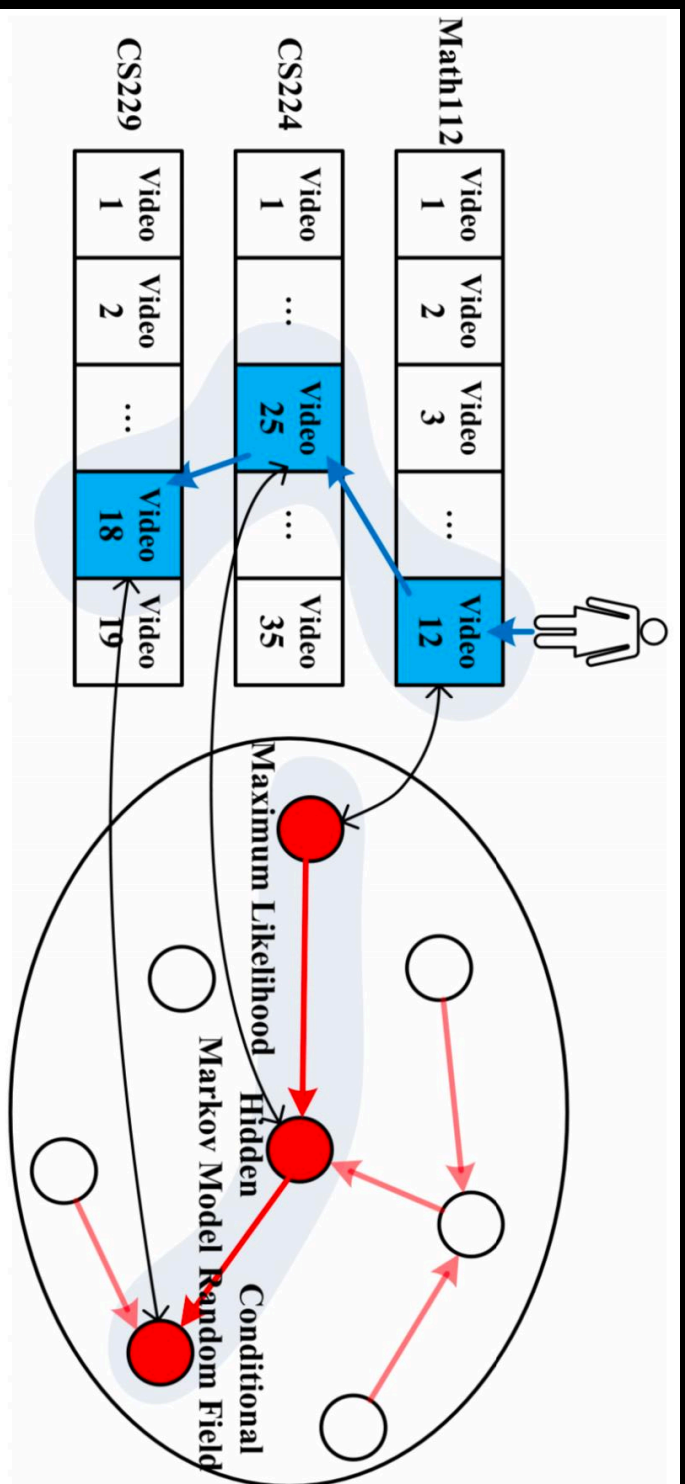
Knowledge Graph based on Bayesian Network



知识点编号	c070101	c070102	c070103	c070104	c070105	c070106	c070107	c070108	c070109	c070110	c070111
知识点名称	同底数幂的乘法	同底数幂的乘法逆用	幂的乘方	幂的乘方逆用	积的乘方	积的乘方逆用	单项式乘单项式	单项式乘多项式	多项式乘多项式	整式乘法的化简求值	利用整式乘法表示图形面积

Relationship Between Knowledge Components

Existing work



Liangming Pan, Chengjiang Li, Juanzi Li, and Jie Tang. Prerequisite Relation Learning for Concepts in MOOCs. **ACL'17**



Four Human-Machine Competitions between Squirrel AI teaching robot and human teachers

Oct. of 2017:
Zhengzhou

the first human-machine competition in Asian-Pacific Competition, Squirrel AI teaching robot gets 9 scores higher than that gotten by the senior teacher with 17 teaching experience.

Apr. of 2018:
Chengdu

defeated members of High School Test Programming Group.

Jun. of 2018:
Shandong

better than the one-to-three teaching efficiency by 17 human teachers.

Aug. of 2018:
in 100 cities in China

defeated lots of human teachers in more than 100 teachers in China.



Name	Subject	Pre-guidance scores	Post-guidance scores	Raised scores	City
Guo *nan	English	59	112.5	72.5	Shan Tou
Ma *fan	Math	57	108	51	Ding Zhou
Wang *tu	Math	38	86	48	Chong Qing
Peng *xiang	Math	29	76	47	Cheng Du
Jia *ying	Math	57	102	45	Pi Zhou
Dai *shuo	Chinese	40	83	43	Gao Yang
Lei *ran	English	45	86.5	41.5	Xi'an
Chen *sen	English	56	97.5	41.5	Xia Men
Xia *ting	Math	70	106	36	Cheng Du
Chen *zhuo	Math	26	61	35	Xi'an
Zhu *de	Math	74	108	34	Xia Men
Li *yang	Math	24	57	33	Su Zhou
Zhang *xin	Math	104.5	136	31.5	Shang Hai
Xu *yi	Chemistry	30	60	30	Xi'an
Yu *qi	Math	55	84	29	Beijing

Name	Subject	Pre-guidance scores	Post-guidance scores	Raised scores	City
Zhang *ying	Math	64	110.5	46.5	Beng Bu
Tu *zhang	English	58	101	43	Fu Zhou
Huang *ye	Math	70	110.5	40.5	Jin Chang
Su *ze	Math	38	76	38	Dong Guan
Wang *tu	English	62	100	38	Gui Yang
Lin *	English	40	77.5	37.5	Shi Jiazhuang
Fang *	Chinese	65.5	102.5	37	Zhen Zhou
Liao *sen	English	51	87.5	36.5	Wu Han
Zhu *	Chemistry	32	77	35	Chang Sha
Guo *bin	English	75	109	34	Nan Jing
Mao *ming	Math	68.5	102	33.5	Nan Chang
li*	Math	66	99	33	Qing Dao
Zhang *	Physics	45	77	32	Yan'an
Wen *yue	Chemistry	36	67.5	31.5	Cheng Du
Yang *qi	Math	64	94	30	Tian Jing

300+ Cities

1800+ Learning Centers

Nearly

2,000,000 Students

Raised over

150,000,000 USD

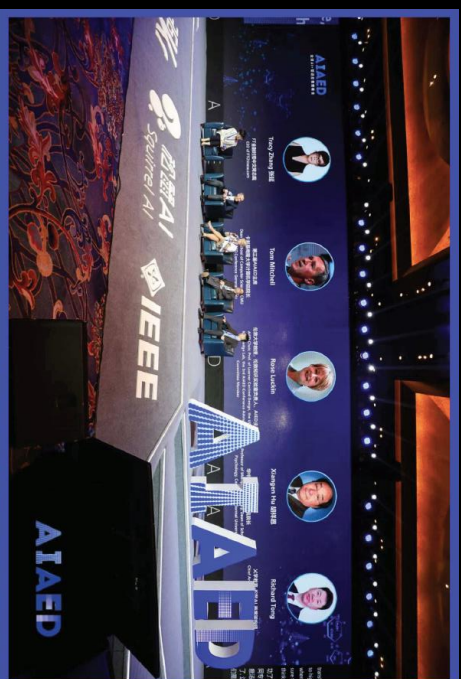
2015-2018 Compound Annual

Growth Rate **500%**


松鼠AI·智适应
Squirrel AI Learning

AI AED

4th International Conference on
AI + Adaptive Education
November, 2019 Shanghai, China



Every Kid deserves a one-to-one superior teacher



Copyright © 2019 Squirrel AI. All Rights Reserved.

[linkedin.com/in/weicuim/](https://www.linkedin.com/in/weicuim/)