

CAT for primary school mathematics

Jozef Tvarožek

Based on Master's Thesis at:

COMENIUS UNIVERSITY
FACULTY OF MATHEMATICS, PHYSICS AND INFORMATICS
DEPARTMENT OF APPLIED INFORMATICS

Supervisor: RNDr. Miloš Kravčík, PhD.

Bratislava, 2007

Motivation

- Replacement for assessment process:
 - Free teachers from excessive work
 - Individualize student's experience
 - Make assessment more objective
 - Save time

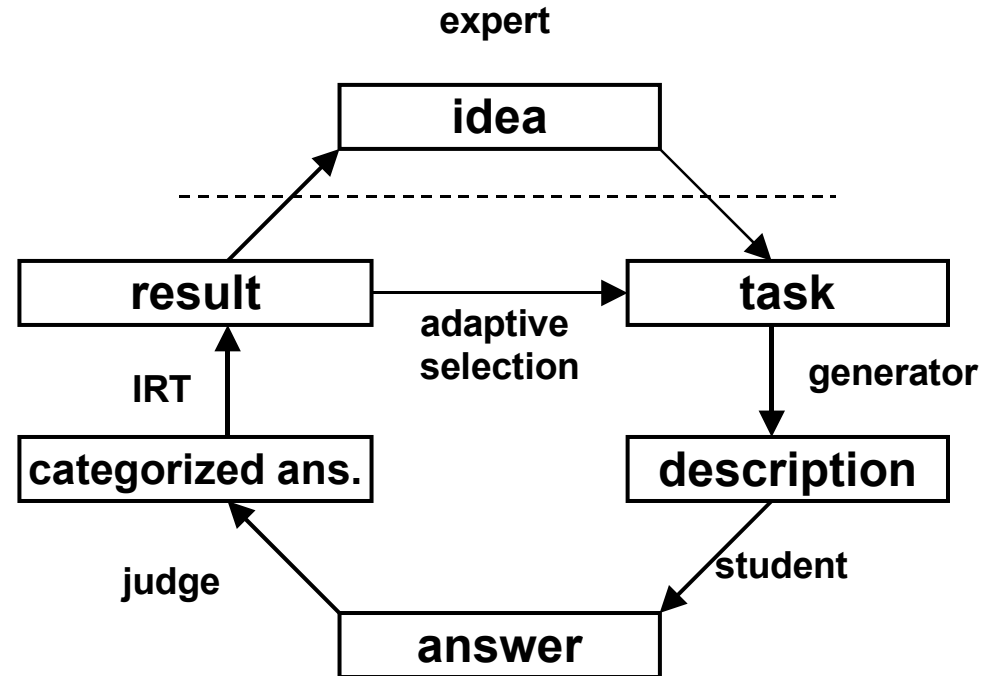
George Polya (How to Solve It):

“Mathematics, you see, is not a spectator sport.”

Related work

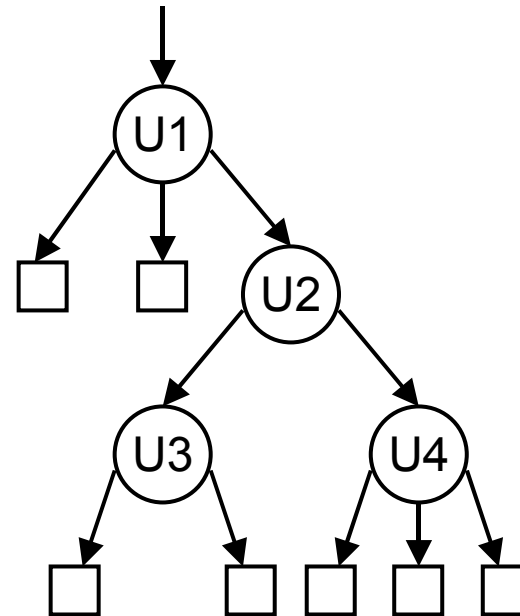
- **Learning portals**
 - ActiveMath
- **Intelligent tutoring systems**
 - Cognitive Tutor
 - Pseudo-tutors: ASSISTments.org
- **Slovakia, Czech Republic:**
 - Skolahrou.sk, Matik6-9, scio.cz

Proposed assessment method



Task specification

- **Domain expert**
 - Task description parameters, tree of subtasks and possible answers
- **Continuously updated by assessment system**
 - IRT parameters
- **Instance generation**
 - backtracking



Assessment process

- **Individualization:**
 - Next subtask (task tree)
 - New task (adaptive selection)
 - Termination (no more tasks / sufficient precision)
- **Categorizing students' answers**
 - Automatic / manual judge

Prototype system

- **Web portal**
 - .NET, C# 2.0, MySQL, XHTML+MathML+SVG
- **2PL IRT model:**

$$P_i(\theta) = P(a_i, b_i, \theta) = \frac{1}{1 + e^{-a_i(\theta - b_i)}}$$

- **7 parametrized tasks** – Word problems on linear equations (7th grade – 12-13 year olds)
- **Parameters** – whole number, rational number, variable, equation, string, word, array

Parametrized task - example

Original task:

Stará mama je o 5 rokov mladšia ako starý otec. Spolu majú 153 rokov. Koľko rokov má stará mama a koľko starý otec?



Instance of parametric task:

Sestra je o **11** rokov **mladšia** ako **brat**. Spolu majú **37** rokov. Koľko rokov má **sestra**?



Instance of parametric task:

Strýko je o **8** rokov **starší** ako **teta**. Spolu majú **96** rokov. Koľko rokov má **strýko**?

Portal – administrator's view

Neopravené	Písomky	Úlohy	Používatelia	Odhlásiť
------------	---------	-------	--------------	----------

Úloha č.1

Úlohy

Stav: Draft

Uzavrieť!

Podúlohy

U1 U+

Iné revízie

1 2

Revízia č.1 - podúloha u1

Zadanie:

V prípade nesprávnej odpovede, pokračuj úlohou:

[koniec] ▼

```
<div>
  Na železničnej stanici stálo <param
name="spolu_vagonov"/> nákladných vagónov, z ktorých
vytvorili <param name="pocet_vlakov"/> vlaky. <param
name="vlak"/> mal o <param name="x"/> vagónov viac ako
ostatné spolu. Koľko vagónov mali všetky vlaky spolu?
</div>
```

Zmeniť

Riešenie s1: (✓ správne). Pokračuj úlohou:

[koniec] ▼

```
<div>
  <param name="spolu_vagonov"/>
</div>
```

Zmeniť

Nové riešenie

Inštancia:

<< Predchádzajúca 1/50 Nasledujúca >>

Na železničnej stanici stálo **147** nákladných vagónov, z ktorých vytvorili **4** vlaky. Tretí mal o **13** vagónov viac ako ostatné spolu. Koľko vagónov mali všetky vlaky spolu?

Použitá 1x krát.

147

Nepoužitá.

Evaluation

- **IRT calibration (45 students)**
 - Task quality analysis
- **Adaptive task selection**
 - student: excellent / poor / average
- **Answers analysis**
 - Updates in tree of subtasks and possible answers
- **Automatic judges**
 - 80% performance using contemporary machine learning techniques

Portal – student's view

Končí o 10 minút.

Úloha č.5

Janka na výlete v Londýne minula prvý deň $\frac{2}{4}$ libier z vreckového, druhý deň $\frac{3}{7}$ zo zvyšku a posledný deň minula zostávajúcich 22 libier. Aké vreckové mala Janka na výlete?

Odpoveď:

308

Nesprávne.

Označme:

vreckové ... d libier

Napiš rovnicu pre výpočet vreckového d .

Odpoveď:

$2/4x + 3/7x + 22 = x$



Spracúvam...

Vyhodnotenie - Slovné úlohy: Rovnice (40 min)

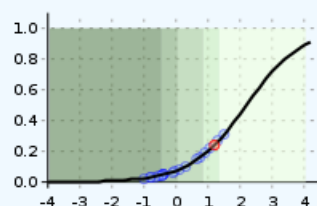
Zavrieť

Hodnotenie: 1.210

Správne/chybné: 4 / 1

Známka: **2**

Úloha č.3



1. 4 / - h = 1.511 1

2. 4 / - h = 1.346 1

3. 4 / 1 h = 1.210 2

4. 4 / 2 h = 1.089 2

5. 3 / 3 h = 0.917 2

6. 2 / 1 h = 0.760 3

7. 2 / 1 h = 0.687 3

8. 1 / - h = 0.309 -

9. 1 / 2 h = -0.084 4

10. - / 1 h = -0.125 -

11. - / 2 h = -0.423 -

12. - / 2 h = -0.429 -

Úloha č.3

<< Predchádzajúca

3/6

Nasledujúca >>

Daniel na výlete v New Yorku minul prvý deň $\frac{3}{5}$ dolárov z vreckového, druhý deň $\frac{2}{8}$ zo zvyšku a posledný deň minul zostávajúcich 27 dolárov. Aké vreckové mal Daniel na výlete?

Tvoja odpoveď:

180

Nesprávne.

Správne riešenie:

90

Označme:

vreckové ... d dolárov

Napiš rovnicu pre výpočet vreckového d .

Tvoja odpoveď:

$3/5d + 2/8d + 27 = d$

Nesprávne.

Správne riešenie:

$\frac{3}{5}d + \frac{2}{8}(1 - \frac{3}{5})d + 27 = d$

Správna rovnica je $\frac{3}{5}d + \frac{2}{8}(1 - \frac{3}{5})d + 27 = d$. Vyrieš túto rovnicu.

Tvoja odpoveď:

90

Správne!

Správne riešenie:

$d = 90$

Summary

- Adapts to student's ability
- Identifies misconceptions
- Creates a unique task for everyone
- Teacher
 - Does not prepare tasks
 - Viewed more favourably by students
- Assessment results
 - Available instantly after testing
 - Independent of teacher