

Дипломна робота

на тему:

Аналіз ефективності педагогічних тестів з вищої математики

Спеціальність: 7.04020101 «Математика»

Дипломник: Коновал Анастасія В'ячеславівна

Керівник: канд. фіз.-мат. наук, доц. Диховичний О.О.

Захист відбувся 14 лютого 2014 року.

При створенні дистанційних курсів особлива увага приділяється електронній системі оцінювання знань як одній з найважливіших компонент. При цьому ключовим питанням є питання статистичного аналізу ефективності як окремих завдань тестів, так і тесту вцілому, який базується на сучасних математичних моделях тестів, зокрема, моделях IRT. Необхідність такого аналізу обумовлена задачею формування бази каліброваних завдань, тобто завдань певного рівня складності, який би відповідав рівню підготовленості студентів. Подібний аналіз було розпочато у дипломній роботі Удовенко А.Ф на основі дихотомічної моделі Раша і продовжено у дипломних роботах Райсвих Є.В., Шепеля М.О. та Тарабари І.В.

Темою дипломної роботи Коновал А.В. є «Аналіз ефективності педагогічних тестів з вищої математики». Робота умовно поділена на дві частини.

У першій частині здійснено удосконалення алгоритмів оцінювання параметрів моделі Тіссена-Стейнберга тестових завдань з множинним вибором, яке дозволило уникнути розбіжності ітераційного процесу знаходження латентних параметрів у багатьох ситуаціях. Дослідження цього питання було розпочато Тарабарою І.В., але не було завершено.

Математична модель Тіссена-Стейнберга в загальному випадку описується наступним чином. Нехай L – кількість завдань, m_j – кількість варіантів відповіді в j -му завданні, $j=1,2,\dots,L$. Тоді ймовірність вибору варіанту відповіді h , $h = 1,2, \dots, m_j$ визначається за формулою

$$P_{jh}(\theta) = \frac{\exp(a_{jh}\theta + c_{jh}) + d_{jh} \exp(a_{j0}\theta + c_{j0})}{\sum_{k=0}^{m_j} \exp(a_{jk}\theta + c_{jk})},$$

де θ – підготовленість іспитника; a_{jh} – диференціююча спроможність варіанту відповіді; c_{jh} – складність варіанту відповіді; d_{jh} – параметр угадування, де $j = \overline{1, L}$ – номер завдання, $h = \overline{1, m_j}$ – номер варіанту відповіді.

Процес оцінки значень латентних параметрів завдань тесту полягає у використанні методу максимальної правдоподібності. На підставі максимізації функції вірогідності

$$l_j = \sum_h \sum_q r_{jhq}^* \ln P_{jh}(\theta_q),$$

де r_{jhq}^* – кількість іспитників з оцінкою групи q , які в j -му завданні обрали h -й варіант відповіді, будується система нелінійних рівнянь вигляду:

$$\frac{\partial l_j}{\partial \xi} = \sum_h \sum_q r_{jhq}^* \frac{1}{P_{jh}(\theta_q)} \frac{\partial P_{jh}(\theta_q)}{\partial \xi} = 0,$$

де $\xi \in \{a_{j0}, c_{j0}, a_{jh}, c_{jh}, d_{jh}\}$.

Отримана система розв'язується методом Ньютона-Рафсона. Для зменшення кількості випадків розбіжності ітераційного процесу знаходження параметрів були вирішені наступні проблеми:

1. Вибір початкових значень:

$$a_0 = 0, c_0 = 0, a_h = 0, d_h = \frac{1}{m_j}, c_h = \ln \frac{P_{jh}}{P_{jh'}}, c_{h''} = -\ln \frac{P_{jh}}{P_{jh''}};$$

2. Знаходження істинних значень оцінок латентних параметрів на підставі зсуву знайдених значень параметрів вліво на відповідне середнє арифметичне.
3. Уточнення ітераційних формул:

$$\vec{\alpha}_j^{(t+1)} = \vec{\alpha}_j^{(t)} - H^{-1}(\vec{\alpha}_j^{(t)}) \nabla l(\vec{\alpha}_j^{(t)})$$

$$\vec{c}_j^{(t+1)} = \vec{c}_j^{(t)} - H^{-1}(\vec{c}_j^{(t)}) \nabla l(\vec{c}_j^{(t)})$$

$$\vec{d}_j^{*(t+1)} = \vec{d}_j^{*(t)} - H^{-1}(\vec{d}_j^{*(t)}) \nabla l(\vec{d}_j^{*(t)})$$

H^{-1} - гессіан функції максимальної правдоподібності l ,

∇l – градієнт функції максимальної правдоподібності l .

Друга частина дипломної роботи присвячена аналізу ефективності тестів на підставі оцінки латентних параметрів завдань, побудови та аналізу графіків інформаційних та характеристичних функцій як окремих тестових завдань, так і тесту в цілому.

Розроблена методика аналізу ефективності, яка складається з наступних етапів:

- 1) оцінка латентних параметрів тестових завдань;
- 2) аналіз інформаційних функцій тесту;
- 3) аналіз ансамблю характеристичних функцій тестових завдань;
- 4) сумісний аналіз характеристичних та інформаційних функцій завдань тесту.

На першому етапі визначаються латентні параметри тестових завдань.

На другому етапі будується інформаційна функція всього тесту, досліджуються екстремуми цієї функції, визначається інтервал значень параметра підготовленості іспитника, для яких даний тест є найінформативнішим.

На третьому етапі будується ансамбль характеристичних кривих завдань тесту, перевіряється рівномірність покриття інтервалу у межах від -5 до 5 логітів. Виявляються занадто легкі та занадто складні завдання тесту.

На заключному етапі проводиться сумісний аналіз характеристичних та інформаційних кривих політомічних завдань.

На основі такого аналізу приймається остаточне рішення: видалити завдання з тесту, залишити його, змінивши кількість рівнів завдання, або замінити його на інше.

Апробацію методики було проведено по результатах контрольної роботи на тему «Диференціальне числення функцій однієї змінної», проведеної в НТУУ «КПІ» у 2013 р для студентів першого курсу РТФ та ІТС.

Література

1. David Tissen, Lynne Steinberg, A response model for multiple choice items, University of Kansas, Psychometrika – Vol.49, No. 4, 501-519, December 1984.
2. E. Muraki. Information Functions of the Generalized Partial Credit Model. // Applied Psychological Measurement. – 1993. – Vol. 17, December 1993. – P. 351-363.
3. Алексеева І.В., Гайдей В.О., Диховичний О.О., Коновалова Н.Р., Федорова Л.Б. Статистичний аналіз тестових завдань із застосуванням сучасних математичних моделей.- Вісник Національного університету «Львівська політехніка» (серія «Інформатизація вищого навчального закладу»), №731.- Львів 2012., с. 10-13.
4. Коновал А.В. Методика формування математичних понять. – Міжнародна науково-практична конференція «Математика в сучасному технічному університеті», 19-20 квітня 2013 р., Київ: матеріали конф. – К.: НТУУ «КПІ», 2013., с.284-285
5. Диховичний О. О., Шепель М.О., Удовенко А.Ф. Політомічні моделі Мастерса та Андерсена в аналізі якості тестових завдань. — Теорія та методика електронного навчання: збірник наукових праць. Випуск 3.— Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2012, с.83-87.