

РОЗДІЛ I. ІСТОРИЧНІ І МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПЕДАГОГІЧНОЇ НАУКИ

УДК 373.512.63

О.М. Алексєєв

Сумський державний університет

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЯКОСТІ СТЕРЕОГРАФІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ В ЕЛЕКТРОННИХ ПІДРУЧНИКАХ

У статті аналізується можливість використання тривимірних стереографічних ілюстрацій в електронних підручниках. Розглядаються способи створення і проглядання стереографічних зображень. Запропоновано спосіб прогнозування якості стереоефекту із застосуванням нейронних мереж.

In the article the possibility of the use of the three-dimensional stereography illustrations in the electronic textbooks is analyzed. The methods of creation and viewing of stereography images are examined. The method of prognostication of quality of binaural effect with the use of neural networks is offered.

Одним з основних завдань, які стоять перед викладачем природничо-наукових і технічних дисциплін, є побудова такої системи навчання, при якій студенти повинні не тільки запам'ятовувати викладений матеріал, але й осмислено й узгоджено репрезентувати інформацію. При цьому від студента вимагається глибоке розуміння процесів, які протікають у реальних фізичних об'єктах, здатність об'єднати набір окремих фактів в узагальнену модель відповідних явищ. Тільки після цього можливе застосування отриманих знань для вирішення нових завдань.

Незалежно від форми подачі матеріалу (читання тексту, лекція викладача, робота з мультимедійними системами тощо) конструювання цілісної репрезентації є складним завданням, що вимагає організації подачі інформації таким чином, щоб зменшити навантаження на робочу пам'ять і полегшити розуміння матеріалу. Особливу роль при цьому відіграє графічне представлення навчального матеріалу, яке дозволяє передати необхідний об'єм інформації за умови стислості його викладу. Разом з тим слід констатувати, що загальноприйняті двомірні та тривимірні графічні ілюстрації, які широко представлені в електронних підручниках, не завжди бувають достатні для формування у студента точного уявлення про об'єкт, що вивчається.

Простір, що нас оточує, представляється тривимірним і завдяки

бінокулярному зору людина може бачити предмети, відчуваючи їх об'ємність. Будь-яке зображення тривимірних моделей на площині монітора так чи інакше буде помилковим і спотворить уявлення про модельовані об'єкти. Коли людина дивиться на навколишній світ, два незалежні зображення, що сприймаються очима під різними кутами, аналізуються мозком, і таким чином відбувається формування думки про дистанцію і глибину. Саме цю ілюзію об'ємного представлення навколишнього світу значною мірою відтворює стереофотографія.

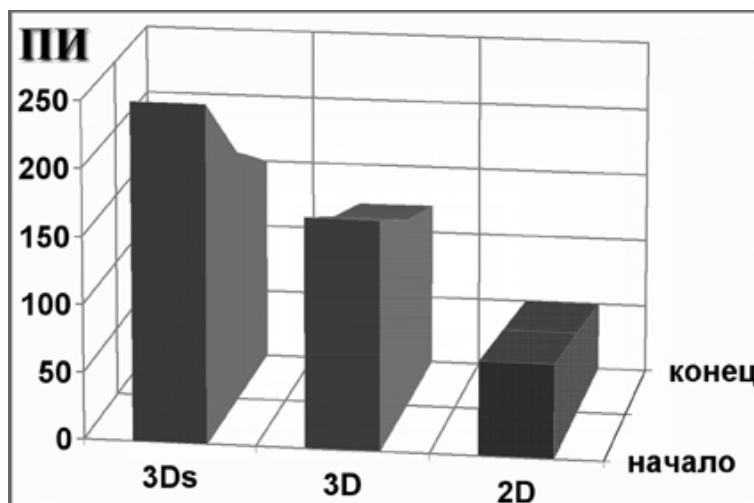
Метою цієї статті є дослідження можливості ефективного застосування стереографічних ілюстрацій замість традиційних і створення методики прогнозування якості створюваного стереоефекту.

У таблиці 1 наведено дані якості окремих етапів навчальних занять, здійснюваних під час підготовки до виконання і виконання лабораторних робіт, методичні вказівки до яких подані в електронному вигляді й ілюстровані графікою у вигляді плоскопроекційних зображень (2D), тривимірних моделей (3D) і з використанням стереографії (3Ds). Діаграми на малюнках 1 і 2 демонструють зміну пізнавального інтересу й ефективності заняття в тих самих умовах у двотижневі проміжки часу на початку навчального семестру, у середині і після його завершення.

Таблиця 1

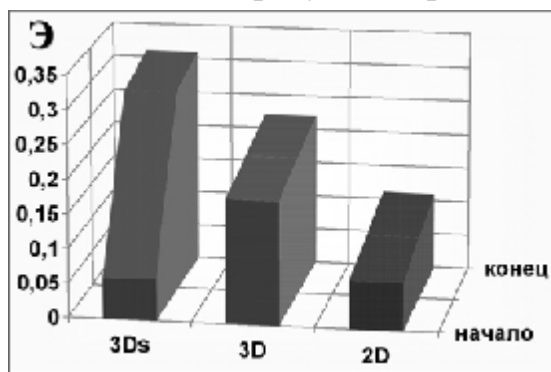
Порівняльні характеристики якості виконання навчальних завдань

	2D		3D		3Ds	
	бал	%	бал	%	бал	%
Побудова алгоритму	68	100	78	114	81	119
Модельовання	64	100	75	117	79	123
Виконання	51	100	62	121	69	135
Якість умінь	61	100	72	118	76	124



Малюнок 1

Зміна пізнавального інтересу (ПІ) протягом семестру



Малюнок 2

Зміна ефективності (Е) протягом семестру

Як пояснення до таблиці та діаграм зазначимо, що для отримання кількісних характеристик якості навчальної роботи на етапах побудови алгоритму, моделювання і виконання завдань лабораторного практикуму залучалися експерти-викладачі, які оцінювали роботу студентів за стобальною шкалою оцінок, подавався середній показник результатів, і потім визначалися процентні відношення. Якість умінь оцінювалася за наслідками тестування, а пізнавальний інтерес – за наслідками анкетування на основі самооцінки студентів. Ефективність навчальних занять із застосуванням електронних методичних матеріалів розраховувалася за аналогією до відомої формули розрахунку тимчасової ефективності навчальних робіт [1]:

$$E = \frac{V}{T},$$

де E – тимчасова ефективність заняття, екран/хв;

V – об'єм навчального матеріалу, екранів;

T – навчальний час, витрачений на засвоєння навчального матеріалу, хв.

Наведені дані підтверджують доцільність використання стереографічних ілюстрацій під час розробки електронного підручника. При цьому слід зазначити, що різке підвищення пізнавального інтересу на початку семестру супроводжується зниженням ефективності в результаті витрат часу, що збільшуються, на вивчення навчального матеріалу. За наявності підвищеного пізнавального інтересу, більшій наочності й інформативності стереозображень вивчення навчального матеріалу стає все більш ефективним. Тому вже до середини семестру ефективність матеріалів із стереоілюстраціями стає вищою, ніж в аналогічних, але з 3D або 2D ілюстраціями. Варто також наголосити, що

надмірне насичення навчально-методичних матеріалів стереографічними, як і будь-якими іншими ілюстраціями, знижує ефективність заняття.

У таблиці 2 перераховані деякі параметри, що істотно впливають на створюваний стереоефект. Цими параметрами можна управляти вимірюючи і змінюючи їх значення під час фотографування або створення об'ємних моделей на комп'ютері. У той же час врахувати вплив цих і ряд інших параметрів на якість стереоефекту за допомогою розрахунку є неможливим, оскільки їх дія виявляється в комплексній взаємодії та неоднозначності. Багато в чому робота з формування зображень стереопари, яка забезпечувала б хороший стереоефект, є творчою і тому формалізувати її можна лише до певних меж. Тому під час прогнозування якості стереоефекту замість розрахункових алгоритмів слід використовувати методики, засновані на інтелектуальній обробці даних, які замість установлення строгих математичних залежностей дозволили б іншим чином зв'язати між собою вхідні та вихідні параметри стереографії.

Таблиця 2

Параметри стереозйомки

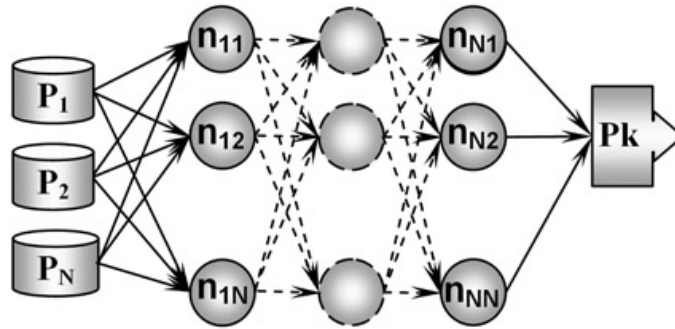
Позначення	Найменування
У	База
α	Кут повороту об'єктива
R_1, β_1, θ_1	Координати об'єкта на передньому плані
R_2, β_2, θ_2	Координати об'єкта на задньому плані
H1, L1	Висота і довжина об'єкта на передньому плані
H2, L2	Висота і довжина об'єкта на задньому плані

Для встановлення такого зв'язку при створенні стереоілюстрацій на основі комп'ютерного моделювання тривимірних моделей у середовищі графічного пакету 3DStudioMax може бути рекомендоване застосування штучних нейронних мереж. Клас завдань на прогнозування відноситься до всіх типів штучних нейронних мереж, проте частіше з цією метою використовуються мережі з шаруватою структурою.

Як відомо, під штучною нейронною мережею розуміється пристрій обробки інформації, що складається з набору паралельно працюючих простих процесорних елементів – нейронів, зв'язаних між собою лініями передачі інформації – синапсами.

У нейронній мережі з шаруватою структурою (малюнок 3) нейрони розташовані в декількох окремо розташованих шарах. При цьому нейрони n_1 і

першого шару отримують інформацію про нормовані (приведених до однієї розмірності і рівня) параметри стереозйомки P_i і після перетворення передають її нейронам n_2 і другого шара, ті у свою чергу обробляють інформацію, що поступає, і передають нейронам подальших шарів. Процес продовжується допоки нейрони останнього шару не вироблять вихідний сигнал P_k з інформацією про прогнозовану якість стереоефекту.



Малюнок 3

Штучна нейронна мережа з шаруватою структурою

Основні перетворення в нейронній мережі здійснюються нейронами, які в загальному випадку складаються з адаптивного суматора, що обчислює зважену суму сигналів, що приходять на нейрон, і нелінійний перетворювач. Для завдань прогнозування якості стереоефекту хороші результати дають сигмоїдальні нелінійні перетворювачі типу

$$f(A) = \frac{A}{C + |A|},$$

де A – вихід суматора нейрона,
 C – параметр крутизни сигмоїди.

Методом вирішення завдань із застосуванням штучних нейронних мереж є їх навчання, у процесі якого визначаються вагові коефіцієнти синопсів, через яких ураховується істотність перетворень інформації певним нейроном і його значущість у прогнозуванні параметра якості стереоефекту. При цьому для знаходження вагів синопсої зазвичай застосовуються градієнтні методи оптимізації з обчисленням градієнта функції оцінки за нейронною мережею, для якої вхідні та вихідні сигнали помінялися місцями (принцип подвійності).

Прикладом складання прогнозу якості стереоефекту може бути побудова, навчання і прогнозування, виконані на штучній нейронній мережі з трьома шарами: першому – вхідному, другому – прихованому і третьому – вихідному. Заздалегідь в кожен шар поміщається по десять нейронів, пов'язаних одні з одним синапсами за принципом «кожен з кожним».

Для збору даних для аналізу використовується тривимірна сцена, створена в середовищі пакету 3DStudioMax (малюнок 4). Процедура підготовки даних полягає в тому, що змінюються положення і параметри камери і моделей паралелепіпедів, що входять у сцену (таблиця 3). При кожній зміні сцени експертним методом оцінюється якість стереоефекту, а оскільки експертні оцінки суб'єктивні, то оцінювання виконується по кілька разів, а подаються середні показники результатів. При цьому з безлічі параметрів, що впливають на стереоефект, вибираються ті з них, якими можна управляти, а межі варіювання встановлюються так, щоб охопити весь діапазон можливих значень параметрів. Для скорочення об'ємів моделювання зміна чисельних значень параметрів виконується відповідно до плану дробового факторного експерименту [3].

Чисельні значення чинників X_1, X_{10} і оцінки експертів нормуються, для чого виконується їх перерахунок відповідно до формули:

$$X'_i = \frac{X_i - (\max X_i + \min X_i)/2}{(\max X_i - \min X_i)/2},$$

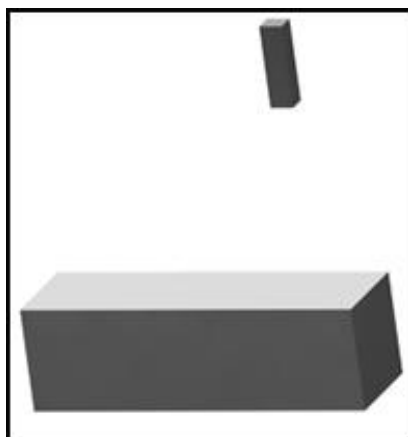
де $\max x_i$ і $\min x_i$ – відповідно максимальне і мінімальне значення чинників, обчислені по всій повчальній вибірці.

Ці дані приймаються як вхідні та вихідні сигнали навченої нейронної мережі.

Таблиця 3

Параметри сцени

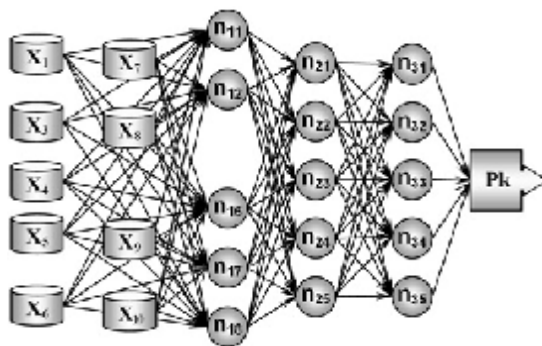
Чинник	Найменування
X1	База
X2	Кут повороту об'єктиву
X3, X4, X5	Координати X, Y, Z моделі на передньому плані щодо центру повороту камери
X6, X7, X8	Координати X, Y, Z моделі на передньому плані щодо центру моделі на другому плані
X9	Відношення висот деталей на передньому і задньому планах
X10	Відношення довжин деталей на передньому і задньому планах



Малюнок 4

Сцена 3DStudioMax

На малюнку 5 показана нейронна мережа, отримана в результаті навчання і подальшого спрощення. Структура мережі: вхідних сигналів – 9 (чинник X_2 – кут повороту об'єктива незначний), шарів – 3, нейронів – 18, синопсів – 144.



Малюнок 5

Навчена нейронна мережа

Як показав досвід автора, розроблені за вищеописаною технологією електронні навчальні посібники створюються оперативно і високоефективні в навчальному процесі. Застосування стереографії дає можливість з більшим ступенем правдоподібності формувати моделі об'єктів, що вивчаються. Як наслідок у студента виробляється правильне і повне уявлення про предмети реального світу, зростає інтерес до предмета, що вивчається, більш повно і швидко засвоюється навчальний матеріал. Таким чином, подальша робота щодо вдосконалення стереографічних ілюстрації повинна сприяти підвищенню якості електронних підручників, що створюються на основі описаної методики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Смирнов С.К. Система оценок качества дистанционных курсов – М: ВНКП, 1998. – 38 с.
2. Злобин С.С. Нейронные сети. – СПб.: Прометей, 2002. – 229 с.
3. Хартман К., Лечкий Э, Шефер В. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов – М.: Мир, 1977. – 552 с.