

МОДЕЛ НА СТЕРЕОСКОПИЧНА СИСТЕМА ЗА ОБУЧЕНИЕ ПО СТЕРЕОМЕТРИЯ В СРЕДЕН И ГОРЕН КУРС

MODEL OF A STEREO SCOPIC SYSTEM FOR STEREO METRY TRAINING IN MIDDLE AND UPPER COURSE

Penio Lebamovski

Mathematics and Informatics Facility

St. Cyril and St. Methodius University of Veliko Turnovo

Abstract

The article presents a model of a stereoscopic system for teaching middle and high school students in the discipline of stereometry. The system consists of five modules: interface, stereoscopic visualization, stereometry, learning module and module for testing students' knowledge. The proposed system allows students to construct, observe and manipulate geometric shapes in space. This system can become a powerful tool in teaching the discipline of stereometry.

Keywords: 3D, stereoscopic system, stereometry.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Една от най-бързо развиващите се области на съвременния свят е 3D технологията [1-9, 27, 28], която през последните десетилетия намери приложение в почти всички сфери на обществото, включително и в образованието. Това, което доскоро изглеждаше като научна фантастика днес е реалност. Една от най-важните характеристики на 3D технологията е, че тя може да направи невидимото - видимо, а недостъпното - достъпно. В контекста на внедряване на 3D стереоскопични системи в образованието, специалистите в областта на информационните технологии, както и преподавателите активно си сътрудничат, за да се интегрира тази нова технология в училищата и университетите. 3D обучението е ключът към намиране на истинския потенциал на човешката изобретателност и помага на учениците да запомнят повече информация по лесен и приятен начин, както и да усвояват нови концепции и да показват по-високи нива на концентрация.

В теорията за математическото образование, която се занимава с развитието на пространственото и геометричното въображение, редица експерти и изследователи са единни в мнението си, че тези въображения са слабо развити при някои ученици. За да се помогне на тези ученици в процеса на обучение по математика, в частност по дисциплината стереометрия, възниква необходимост от създаването на софтуерни системи. Тези системи трябва да дават възможност на учителите и учениците да визуализират изучаваните геометрични фигури, да изследват геометрични връзки и концепции, да правят и тестват предположения в динамична учебна среда чрез

манипулиране на обекти, като: конструиране, влачене, въртене и други с цел обучението да е по-ефективно, по-лесно и приятно.

Класическият метод на преподаването с използването на тебешир, линия и пергел, осигуряват разбирането на геометричния чертеж в планиметрията и стереометрията, като построението се извършва във въображението, но в плоска конструкция. За да се постигнат по-добри резултати в обучението по дисциплината стереометрия, през последните години бяха създадени редица софтуерни системи, като: CABRI 3D [14-16, 18], GEOGEBRA [10, 13, 17] и DALEST [11, 12], при използването на които се откриват нови възможности пред образователния процес.

Целта на настоящата статия е да се представи концептуален модел на нова стереоскопична система (StereoMV) за обучение по дисциплината стереометрия. Тази система ще бъде насочена към ученици от средния курс, които изучават стереометрия по учебници на издателство Архимед. За разлика от вече създадените софтуерни програми, новата система ще включва редица допълнителни функционални възможности, като:

- Стереоскопична перспектива, реализирана чрез пасивна и активна технологии.
- Генериране на геометрични фигури, които ученикът ще може да наблюдава освен отвън и отвътре, като се създава илюзията, че ученикът се намира в самия обект.
- Генерираната геометрична фигура може да преобразува във файл с разширение .obj (mesh) и в последствие да се отпечата на 3D принтер или да се включи в друг проект (игра).
- Системата ще позволява разширение, чрез включване на допълнителни модули.
- StereoMV се ръководи по материала, заложен в учебниците за среден и горен курс, като има развита методика за работа със стереосистемата, която я прави подходяща за ученици и учители.

2. МОДЕЛ НА СТЕРЕОСКОПИЧНА СИСТЕМА

Концепцията за създаване на нова стереоскопична система за подпомагане на процеса, свързан с обучението на учениците от средния и горния курс по дисциплината стереометрия се състои от следните основни точки:

- Къде ще бъде полезна стереосистемата?
- Изисквания към системата.
- Технически средства.
- Основни модули и връзки между тях.

Системата за обучение по дисциплината стереометрия може да бъде използвана, като полезен технологичен инструмент при внедряването ѝ в българските училища. Тя може да стане част от съвременните методи за преподаване в помощ на учителите и учениците, като направи преподаването и обучението по-ефективно, по-леко и приятно.

2.1. Изисквания към системата

- Системата трябва да дава възможност за стереоскопична визуализация на геометрични фигури.
- Да предлага интерактивност с обектите на изследване в помощ на обучаемите.
- Да има лесен и удобен интерфейс.
- Да предоставя възможност за математически изчисления.

- Да има документация за работа с приложението.
- Обучаемият да има възможност да направи оценка на своите знания чрез помощта на тестване.

2.2. Технически средства

Необходимото оборудване за работа със стереоскопичната система, зависещо от изискванията към системата и на технологиите за виртуална реалност са:

- Монитор за стереоскопична визуализация.
- Проектор, когато е необходимо представяне на информация пред повече обучаеми.
- Избор на подходяща графична карта.
- Очила с активна или пасивна технология, даваща възможност за стереоскопична визуализация в зависимост от избраната технология.

2.3. Модули на системата

Системата е изградена от следните пет модула: интерфейсен модул, модул стереоскопична визуализация, модул стереометрия, учебен модул и модул за тестване на знания (фиг. 1).

Интерфейсен модул

Системата работи под управлението на Windows® и използва преимуществата на потребителския интерфейс на операционната система. Създаденият интерфейсен модул, осъществяващ връзката между потребителя и стереоскопичната система, използва техники за въвеждане на данни и интерактивни корекции в текстови прозорци, избор на алтернативи от падащи менюта, избор на команди чрез бутони (икони), диалогови прозорци или кутии с полета за въвеждане на данни или избор от списък, стандартни диалогови прозорци за отваряне и записване на файлове и други. Използването на тези техники е от особено значение за ефективната работа на стереосистемата. В настоящата статия за създаването на интерфейса за системата е използван *Model View Controller (MVC)* модела, където всеки проблем се разделя на отделни части за неговото решение [23]. MVC се състои от следните три части: модел, изглед и контролер. Моделът това са данните, които програмиста ще използва. Изгледът е интерфейсът т.е. какво вижда потребителя, а контролерът осъществява връзката между данните и изгледа. Предимствата на MVC модела са следните:

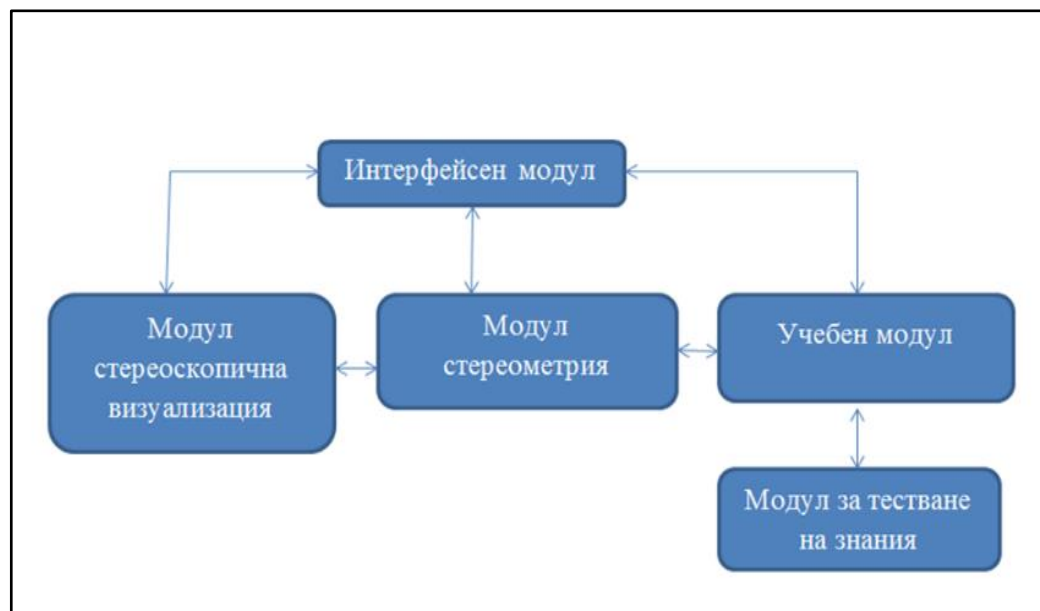
- Моделът е независим от контролера и изгледа.
- Моделът може да бъде планиран и осъществен независимо от другите части на системата.
- За един и същи модел могат да бъдат осъществени различни изгледи (интерфейси).
- Контролерът и изгледът могат да бъдат променени, без да се налага промяна в модела.

С помощта на интерфейсния модул ще се осигури управлението и контрола на разработената стереосистема.

Модул за стереоскопична визуализация

Този модул от системата реализира стереоскопична визуализация, чрез използването на следните технологии: пасивна и активна. Разликата между двете стереоскопични технологии се състои в избора на 3D очила. При активната технология се изискват 3D очила, които предлагат добро качество, но са скъпи и се налага да се

зареждат. Използването на пасивните очила (анаглифните) предлага не лошо качество и са сравнително по-евтини от очилата, използвани при активната технология. Принципът на действие на активните и пасивните очила е един и същ.



Фигура. 1. Модули в стереоскопичната система за обучение

Модул стереометрия

Модулет стереометрия е свързан със създаването на геометрични обекти и извършването на математически изчисления, свързани с тях. Този модул дава възможност за избор на тип геометричен обект и неговата обработка. С негова помощ е възможно преминаването от двумерното към тримерното пространство при изучаването на част от геометрията, където има възможност за такова представяне. Модулет предлага също преминаването от 2D към 3D посредством полигони. За реализацията на този модул са избрани подходящи техники за моделиране на тримерни обекти с цел изчертаване на геометрични тела, като: пирамида, сфера, цилиндър, призма, тор и др.

Учебен модул

Учебният модул се състои от материал, изучаван по дисциплината стереометрия, заложен в учебниците по математика. Този модул съдържа подробна информация по теми.

Математика за 5 клас. ТЕМА 5. ГЕОМЕТРИЧНИ ТЕЛА

- Куб. Елементи. Повърхнина.
- Обем на куб.
- Мерни единици за обем.
- Правоъгълен паралелепипед.
- Лице на околна повърхнина и лице на повърхнина на правоъгълен паралелепипед.
- Обем на правоъгълен паралелепипед.

Математика за 6 клас. ТЕМА 1. ГЕОМЕТРИЧНИ ФИГУРИ И ТЕЛА

- Призма. Правилна призма.
- Лице на повърхнина на права призма.
- Обем на права призма.
- Пирамида. Правилна пирамида.
- Лице на повърхнина на правилна пирамида.
- Изработване на модели на геометрични тела.
- Обем на правилна пирамида.
- Прав кръгов цилиндър.
- Лице на повърхнина на прав кръгов цилиндър.
- Обем на прав кръгов цилиндър.
- Прав кръгов конус.
- Лице на повърхнина на прав кръгов конус.

Математика за 11 клас. ТЕМА 5. Стереометрия. Многогостени

- Успоредни сечения на пирамида. Пресечена пирамида.
- Сечения на многогостени с равнина.

Модул за тестване на знания

Модулът за тестване на знания има следните основни цели:

- Систематизация на знанията.
- Формиране в обучаемите умения и навици за изследователска дейност.
- Стимулиране на мотивация за учене, на база на постигнатите резултати от учебната дейност. Овладяване от обучаемите на процеса учене, свързано с натрупване на нови знания и умения.

3. РЕЗУЛТАТИ

Създадената стереоскопична система има следните функционални възможности:

- Стереоскопична визуализация на геометрични обекти, като: призма, куб, пирамида, конус, сфера и други с цел изясняване на понятия свързани с тях, а именно: връх, ръб, стена, отсечка, радиус, сечение и т.н.
- Представяне на обектите като плътно тяло (solid) и/или мрежово тяло (wireframe).
- Възможност за интерактивност от страна на потребителя, като: селекция и манипулация. Веднъж избран обекта, неговите параметри, като: височина, дължина на ръба, позиция, ориентация, размер, цвят и други могат да бъдат променяни.
- Възможност за математически изчисления: намиране лице на геометричен обект, намиране обем на тяло, преобразуване на мерни единици.
- Работа в два режима: нормален и сечение.
- Преминаване от 2D към 3D.
- Извършване на анимация посредством плъзгачи.
- Създаване на контроли за: ротация, трансляция мащабиране по координатната ос.
- Задаване на светлинен източник.
- Задаване на стерео ефект.
- Задаване на широчина, цвят и тип на линия.
- Развивки на: куб, паралелепипед, призма, пирамида.
- При неправилно зададени входни данни се генерират съобщения за грешки.
- Поддържане на библиотека от геометрични фигури, като: куб, призма, пирамида, конус, сфера и други.

- Потребителски интерфейс, реализиран чрез: менюта, бутони, таблици и слайдъри.
- Помощно меню за работа със стереоскопичната система.

3.1. Резултати, свързани с интерфейсния модул

Интерфейсният модул е основен елемент от разработената стереоскопичната система. Модулът осъществява връзката между потребителя и системата. Той е реализиран чрез програмния език JAVA, като са използвани следните две библиотеки: AWT и Swing. В Таблица №1 са показани основните компоненти на AWT и Swing, които са използвани при създаването на системата. Важен компонент от AWT библиотеката, свързан с тримерното програмиране е Canvas3D [25].

Създаденият интерфейсен модул, който представя 3D графиките може да не включва задължително 3D взаимодействие. Например, ако се избере тримерен обект с цел придвижване му, тогава 2D устройството (мишка) директно извършва трансформация на обекта.

Разработеният интерфейсен модул предлага следните техники за манипулации над обектите: drag-and-drop и zoom; интерфейс widgets; menu; UI (User Interface); техники на Windows Icons Menus Pointer (WIMP) интерфейса [20-22,24,25]. Взаимодействието между потребителя и системата се извършва чрез мишка и клавиатура като предоставя следните възможности:

- Селекция – идентификация на определен обект, зададен за придобиване на цел. Възможно е избирането на един или повече обекта.
- Позициониране – това е задача за промяна на разположението на обектите в пространството.
- Ротация – задача за промяна на ориентацията на даден обект.
- Мащабиране – задача за промяна на размера на обекта.

Таблица 1. Компоненти на Swing and AWT библиотеките

AWT компоненти	Swing компоненти
Frame	JFrame
Button	JButton
Label	JLabel
TextField	JTextField
TextArea	JTextArea
Panel	JPanel
List	JList
Checkbox	JCheckBox, JRadioButton
Canvas	JPanel, JLabel
Menu	Jmenu
CheckboxMenuItem	JcheckboxMenuItem
Scrollbar	JSlider, JprogressBar
FileDialog	JfileChooser

3.2. Резултати, свързани с модул стереометрия

Сред стереометричните задачи от особено важно значение са задачите за построяване на сечение на многостен с равнина. В действителност тези сечения представляват многоъгълници, които учениците добре познават от курса от шести клас, и те са основен елемент от стереосистемата. Необходимите знания свързани със сеченията са: правилен/неправилен многоъгълник и многостени. В разработения модул на системата има частично представяне на материала, свързан с горния курс относно основни сечения на геометричните тела. Понятието многоъгълник (правилен и неправилен) се въвежда в курса в 6 клас. В този курс учениците се учат да разпознават правилна и неправилна призма и пирамида. При изучаването на темите свързани с цилиндър и конус се разглеждат въпросите за изобразяване на окръжност и правилни вписани и описани многоъгълници. Посредством курса съответно от II – III и IV – V клас се извършва необходимата пропедевтика за горен курс по стереометрия.

До този момент измерването на отсечки в курса по планиметрия се подхожда индуктивно. По този начин се излиза от рамките на класната стая посредством измерване на обекти с метър. Показва се, че между телата и съвкупността на положителните числа съществува взаимно еднозначно и обратимо съответствие. Учениците от горния курс имат знанията, получени от началния и среден курс относно обемите на геометрични фигури, които трябва да се разширят т.е. да ги издигнат на по-високо равнище.

За моделирането на геометрични фигури и ръбести тела, чрез програмния език Java са използвани следните класове:

- *TriangleArray*, *TriangleStripArray*, *TriangleFanArray*, *GeometryArray*, *GeometryInfo* - за създаването на многоъгълник (полигон) и други примитиви [19, 26].
- Използването на *strip* (стрип) позволява свързването на няколко съседни върхове, а за дефинирането на последователните стрипове, както и номерата на върховете от един стрип се използват цели числа. При *TriangleStripArray* всеки три от върховете определят триъгълник, а *TriangleFanArray* е алтернатива на *TriangleStripArray*, където първият връх се свързва с всеки два последователни върха.
- *Polygon 2D* и *GeneralPath* classes Java – класове от библиотека Java Development Kit (JDK) ver. 1.8, посредством които се създават 2D потребителски примитиви. Чрез специално разработен метод от автора, този примитив може да се използва за създаване на 3D обекти.
- *Shape3D* - определя геометрията и външния вид на генерираните 3D обектите. Чрез геометрията се задава математическото описание на 3D модела, докато външният вид се определя от светлината, текстурата и материала.

За генерирането на правилен многоъгълник (полигон) е създаден нов граничен метод, създаден от автора на стереосистемата, който е на базата на неделимите на Кавалиери и метода на границите на Нютон. Той използва елементи и от двата посочени метода и зависимост между дължините на успоредните отсечки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С приложението на стереоскопични системи в образованието ще могат да се откриват и изследват познания, които досега с използването на традиционните методи за обучение не са били изследвани. С помощта на този вид обучение ще могат да се изучават математически модели на обекти, които трудно се възприемат от учениците в областта на стереометрията, като в същото време на ученика ще се дава възможност да

изследва сам математическите фигури, разглеждайки ги от всички възможни страни, участвайки активно в учебния процес. Основната цел на този вид обучение е да направи обучението много по-интересно, успешно и приятно.

БЛАГОДАРНОСТИ

Научното изследване е проведено като част от проекта „Изследване на приложението на нови математически методи за анализ на кардиологични данни“ по договор № КП-06-Н22/5 от 07.12.2018 г., финансиран от Фонд „Научни Изследвания“.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Galabov, M. 2014. *Modern technologies for processing and visualization of 3D images*, Faber, Veliko Tarnovo, ISBN: 978-619-00-0130-0, (in Bulgarian). DOI: 10.13140/RG.2.1.2317.8088
- [2] Petkov, E. 2013. Basics of computer graphics. *Faber, Veliko Tarnovo*, (in Bulgarian). 10.13140/RG.2.1.3501.7687
- [3] Radoeva R. 2013. Concept for a system for three-dimensional visualization, "*Science and Business*", Ruse, University of Ruse, 200 – 205, ISSN:1314-9024, (in Bulgarian).
- [4] Nikolova, M., Byalmarkova, P., Radoeva, R. 2017. 3D technologies as electronic educational resource, *Conference: 25 Years Faculty of Mathematics and Informatics*, 124-129, (in Bulgarian).
- [5] Galabov, M. 2015. A real time 2D to 3D image conversion techniques, *Int. J. Eng. Sci. Innov. Technol.*, 4(1), 297-304.
- [6] Galabov, M. 2014. 2D to 3D conversion algorithms. In *RCITD, Research Conference In Technical Disciplines*, 91–93.
- [7] Galabov, M., G. Markova, Classification and technologies for 3D Video Displays, *International scientific conference UNITECH'08*, Gabrovo.
- [8] Petkov, E. 2010. One Approach for Creation of Images and Video for a Multiview Autostereoscopic 3D Display, *In Proceeding of International Conference on Computer System and Technologies – CompSysTech'10*, Sofia, Bulgaria, June, 317-322. <https://doi.org/10.1145/1839379.1839435>
- [9] Petkov, E.G. 2010. Educational Virtual Reality through a Multiview Autostereoscopic 3D Display. In: Sobh T., Elleithy K. (eds) *Innovations in Computing Sciences and Software Engineering*.
- [10] Antohe, V. 2010. New methods of teaching and learning mathematics involved by GeoGebra, *In First Eurasia Meeting of GeoGebra (EMG) May 11-13 Proceedings/ed. by Sevinç Gülseçen, Zerrin Ayvaz Reis, Tolga Kabaca*.
- [11] Christou, C., Sendova, E., Matos, J.F., Jones, K., Zachariades, T., Pitta-Pantazi, D., Mousoulides, N., Pittalis, M., Boytchev, P., Mesquita, M., Chehlarova, T., Lozanov, C. 2007. Stereometry Activities with Dalest. *University of Cyprus: Nicosia*, ISBN 978-9963-671-26-7.
- [12] Christou, C., Pittalis, M., Mousoulides, N., Pitta, D., Jones, K., Sendova, E. & Boytchev, P. 2007. Developing an Active Learning Environment for the Learning of Stereometry, *In Proceeding of the 8th International Conference on Technology in Mathematics Teaching (ICTMT8)*, Hradec Králové, Czech Republic, July 1-4, 2007.
- [13] Nur, I.M. 2016. Pemanfaatan Program Geogebra dalam Pembelajaran Matematika, *Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 5(1), 10-19.

- [14] Rososzczuk R. 2015. Application of Cabri 3D in Teaching Stereometry, *Advances in Science and Technology Research Journal*. 9(26), 148-151. doi:10.12913/22998624/2382.
- [15] Subroto, T., Si, S. 2011. The Use of Cabri 3D Software as Virtual Manipulation Tool In 3-Dimension Geometry Learning To Improve Junior High School Students' Spatial Ability, *In Proceeding of the International Seminar and the Fourth National Conference on Mathematics Education 2011 "Building the Nation Character through Humanistic Mathematics Education"*.
- [16] Vallo, D., Zahorska, J. 2016. Geometry software Cabri 3D in teaching stereometry, *IEEE 10th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT)*, Baku, 1-4, doi: 10.1109/ICAICT.2016.7991805.
- [17] GeoGebra. 2016. International GeoGebra Institute, [online], www.geogebra.org.
- [18] <http://teemeducation.org.uk/teem-evaluations/secondary-reviews-and-evaluations/cabri-3d-evaluation>
- [19] Ko, C.C. and Chang, C.D. 2008. *Interactive Web-Based Virtual Reality With Java 3D*, PA, Hershey: IGI Global.
- [20] D. Bowman, E. Kruijff, J. LaViola and I. Poupyrev. 2004. *3D User Interfaces: Theory and Practice*, Addison-Wesley.
- [21] Bowman, D., Kruijff, E., LaViola, J. J., Poupyrev, I. 2001. An introduction to 3-D user interface design. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 10, 96–108.
- [22] Bowman, D. A. , Kruijff, E., LaViola, J. J., Poupyrev, I., 2004. *3D User Interfaces: Theory and Practice*, Addison Wesley Longman Publishing Co., Inc., USA.
- [23] Syromiatnikov, A., Weyns, D., Journey, A. 2014. Through the Land of Model-View-Design Patterns, *In Proceeding of the IEEE/IFIP Conference on Software Architecture*, Sydney, NSW, 21-30, doi: 10.1109/WICSA.2014.
- [24] van Dam A. 2001. Post-Wimp User Interfaces: the Human Connection. In: *Earnshaw R.A., Guedj R.A., Dam A., Vince J.A. (eds) Frontiers of Human-Centered Computing, Online Communities and Virtual Environments*. Springer, London.
- [25] Zhai, S., Buxton, W., Milgram, P., 1994. The "Silk Cursor": Investigating Transparency for 3D Target Acquisition, *In Proceeding of the Proceedings of the 1994 ACM Conference on Human Factors in Computing Systems CHI'94*, 459-464.
- [26] Zhang H. and Liang Y. 2006. *Computer graphics using Java 2D and 3D*, Prentice Hall.
- [27] Bogdanova, G., Todorov, T., Noev, 2013. N. Digitization and 3D scanning of historical artifacts. *Digital Present. Preserv. Cultural Sci. Herit.* 3, 133–138.
- [28] Bogdanova G., Noev N., 2019. Digitization and Preservation of Digital Resources and Their Accessibility for Blind People. In *Cyber-Physical Systems for Social Applications*; Dimitrova, M., Wagatsuma, H., Eds.; IGI Global: Hershey, PA, USA, 184-206. Retrieved from <https://www.igi-global.com/book/cyber-physical-systems-social-applications/210606>. DOI: 10.4018/978-1-5225-7879-6.ch003.