

ОСОБЕННОСТИ ВОСПРИЯТИЯ ЧЕЛОВЕКОМ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ, СОСТАВЛЕННЫХ ПО ПРАВИЛАМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

А.С. Косарев, Л.А. Зубкова, В.Р. Роганов

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»

Аннотация. В статье рассматриваются особенности восприятия человеком трехмерных моделей в контексте их сложности, углового положения и ориентации. Приведены результаты анализа времени реакции на различные объекты, что подтверждает влияние упрощенных геометрических форм и стандартной ориентации на точность и скорость распознавания. Сделан вывод о необходимости создания упрощенных визуальных моделей для оптимизации восприятия в условиях виртуальной и дополненной реальности.

Ключевые слова: восприятие, трехмерные модели, сложность объекта, угол обзора, время реакции.

FEATURES OF HUMAN PERCEPTION OF THREE-DIMENSIONAL MODELS COMPILED ACCORDING TO THE RULES OF COMPUTER GRAPHICS

A.S. Kosarev, L.A. Zubkova, V.R. Roganov

Penza State Technological University

Abstract. The article examines the features of human perception of 3D models in the context of their complexity, angular positioning, and orientation. The analysis of reaction times to various objects is presented, confirming the influence of simplified geometric shapes and standard orientation on the accuracy and speed of recognition. The conclusion highlights the necessity of creating simplified visual models to optimize perception in the context of virtual and augmented reality.

Keywords: perception, 3D models, object complexity, viewing angle, reaction time.

Заметный рост вычислительных мощностей современных устройств обуславливает рост использования трехмерных моделей в различных сферах человеческой деятельности. Однако одновременно с возможностью увеличения сложности трехмерной графики в то же время встает вопрос о целесообразности повышенной детализации трехмерных объектов и их правильном положении в пространстве в случаях, когда наиболее важной характеристикой изображения является время распознавания человеком этого объекта [1,3,7]. Этот вопрос становится все более актуальным в контексте развития виртуальной и дополненной реальности, где правильное восприятие

трехмерных объектов играет ключевую роль в создании убедительного пользовательского опыта. От этого возникает необходимость глубокого понимания особенностей восприятия человеком трехмерных моделей [5,4,2].

Процесс восприятия трехмерных моделей зависит от множества факторов. Одним из ключевых является сложность объекта. Простые геометрические формы распознаются с точностью 96.4%, тогда как сложные объекты с множеством деталей – с точностью 91.9%.

Как показано на рис. 1, излишняя детализованность объекта, несмотря на его более сложное построение, приближенное к реальности, требует от человека большее время для корректного распознавания, что свидетельствует о том, что обработка более простых визуальных образов требует меньшее количество когнитивных ресурсов и соответственно позволяет быстрее распознать объект и принять необходимое решение.

Также не менее важным фактором в распознавании объекта является угол обзора объекта [6]. Так как согласно теории множественных представлений мозг хранит лишь несколько взглядов на один и тот же объект, то при увеличении угла отклонения от стандартного снижается скорость восприятия объекта, так как мозгу необходимо дополнительно «проверить изображение», чтобы сопоставить его с имеющимися данными.

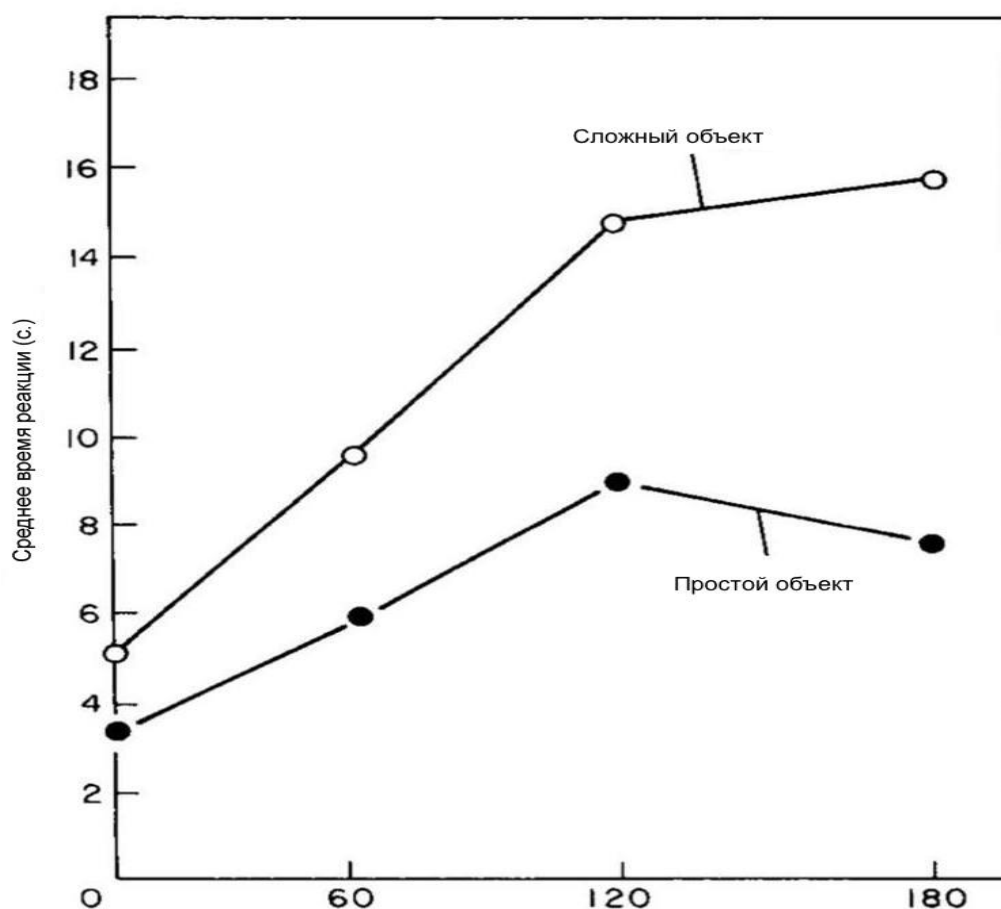


Рисунок 1 – Сравнение среднего времени реакции на простой и сложный объект при различных угловых отклонениях

Это подтверждается экспериментальными данными, где процент правильных ответов снижается с 99.1% при прямом обзоре до 90.0% при угле поворота 180 градусов. Как только угол отклонения приближается к следующему «сохраненному» изображению объекта, вырастает скорость распознавания объекта, что показано на рис. 2.

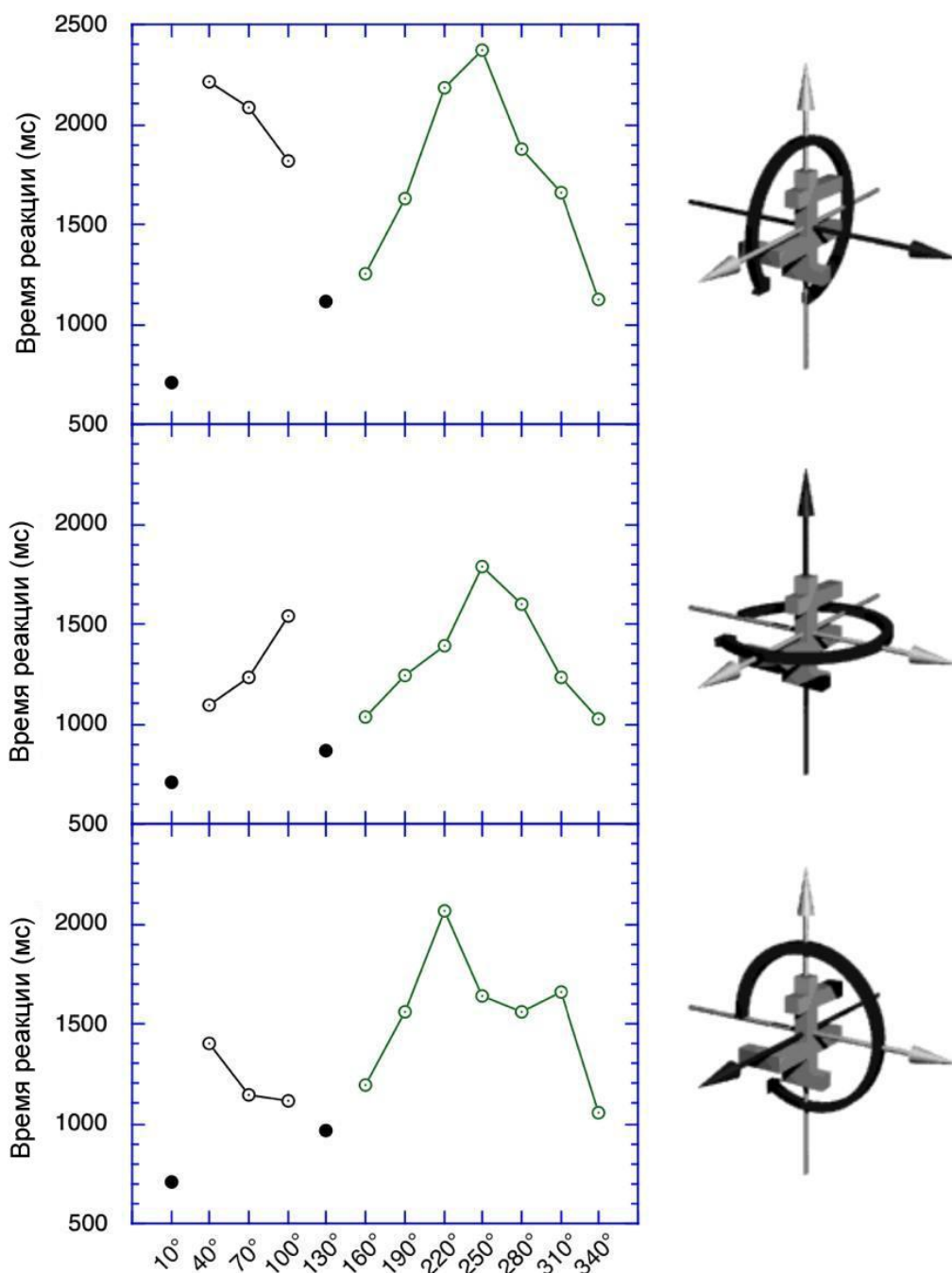


Рисунок 2 – Время реакции на объект при повороте по различным осям

Не менее важный фактор — это ориентация изображения, которая так же сильно влияет на восприятие трехмерных моделей. Объекты в стандартной ориентации воспринимаются легче и с точностью 94,9%, так как это соответствует привычному виду. Перевернутые или зеркальные изображения

требуют больше когнитивных усилий для обработки из-за чего и точность падает до 93,4%.

Проведенный выше анализ реакции человека на различные объекты в разном положении свидетельствует о том, что при распознавании схожих образов человек склонен «сравнивать» имеющееся изображение с доступными в памяти образами, что отражено в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты анализа реакции человека на изображение при различных условиях

Процент правильных и неправильных ответов при быстром рассмотрении объектов		
Переменная	Процент правильных данных	Процент неправильных данных
Общие данные	94,1	5,9
Относительная ориентация		
Стандартная	94,9	5,1
Зеркальная	93,4	6,4
Сложность объекта		
Простой	96,4	3,6
Сложный	91,9	8,1
Угол поворота		
0°	99,1	0,9
60°	96,4	3,6
120°	94,1	5,9
180°	90,0	10,0

Поэтому чем больше 3D представление объекта соответствует упрощенной модели в памяти человека, тем быстрее человек способен распознать объект и принять необходимое решение [9, 8].

Выводы

Таким образом, в условиях быстрого роста вычислительных мощностей, все еще будет актуальным создавать более упрощенные и приближенные к типичной визуализации изображения с целью оптимизации времени реакции и принятия решения и упрощения процесса восприятия человеком трехмерных моделей.

Список литературы

1. Гудкова, Е. А. Программно-технические и эргатические оптико-программно-технические системы синтеза 3D-моделей / Е. А. Гудкова // Труды международного симпозиума "Надежность и качество". – 2023. – Т. 1. – С. 324-327.
2. Особенности имитаторов авиационного тренажёра, синтезирующих для лётчика 3D-модели окружающего пространства в разном диапазоне световых

волн / В. Р. Роганов, О. А. Кувшинова, А. Л. Ахмед, Х. Абдулвахаб // Труды международного симпозиума "Надежность и качество". – 2023. – Т. 2. – С. 75-78.

3. Фролов, А. С., Кузьмина, Е. И. Основы 3D-моделирования: учебное пособие. – Москва: Юрайт, 2019. – 275 с.

4. Особенности формирования 3D-изображения для тренажёрных систем / М. В. Четвергова, Е. А. Гудкова, И. А. Крохин, А. Е. Савочкин // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2023. – Т. 12, № 2(62). – С. 20-25.

5. 3D системы, имитирующие визуально наблюдаемые объекты для тренировки глазомера человека / В. Р. Роганов, О. А. Кувшинова, Н. Есимова, Ю. Лавендел // Проблемы управления и моделирования в сложных системах : Труды XXI Международной конференции. В 2-х томах, Самара, 03–06 сентября 2019 года / под ред. С.А. Никитова, Д.Е. Быкова, С.Ю. Боровика, Ю.Э. Плешивцевой. Том 1. – Самара: Общество с ограниченной ответственностью "Офорт", 2019. – С. 458-461.

6. Чжан Дж. Ю. и др. Восприятие пространственного расположения трехмерных человеческих объектов на основе одного изображения в дикой природе // Компьютерное зрение-ECCV 2020: 16-я Европейская конференция, Глазго, Великобритания, 23-28 августа 2020 г., Материалы, часть XII 16. – Международное издательство Springer, 2020. – С. 34-51.

7. Лю Ю. и др. (ред.). 3D-визуализация, анализ и приложения. – Берлин/Гейдельберг, Германия : Springer, 2020. – Т. 11.

8. Васильева Н.Н., Рожкова Г.И. Восприятие виртуальных стереообъектов: особенности взаимодействия зрительных механизмов и пространственные перцептивные эффекты // Экспериментальная психология. 2021. Том 14. № 3. С. 79–90. DOI: 10.17759/exppsy.2021140306

9. Томас П. О'Коннелл, Тайлер Боннен, Йони Фридман, Аюш Тевари, Джош Б. Тененбаум, Винсент Ситцман, Нэнси Канвишер. Подход к восприятию трехмерной формы человеком с помощью нейронно отображаемых моделей // Общество Макса Планка, Массачусетский технологический институт, Стэнфордский университет. 22 августа 2023 г. С. 1-17.

References

1. Zhang J. Y. et al. Perceiving 3d human-object spatial arrangements from a single image in the wild //Computer Vision–ECCV 2020: 16th European Conference, Glasgow, UK, August 23–28, 2020, Proceedings, Part XII 16. – Springer International Publishing, 2020. – С. 34-51.

2. Liu Y. et al. (ed.). 3D imaging, analysis and applications. – Berlin/Heidelberg, Germany : Springer, 2020. – Т. 11.

3. Gudkova, E. A. Software-technical and ergatic optical-software-technical systems for the synthesis of 3D models / E. A. Gudkova // Proceedings of the international Symposium "Reliability and Quality". - 2023. – Vol. 1. – pp. 324-327.

4. Features of flight simulator synthesizing 3D models of the surrounding space for the pilot in a different range of light waves / V. R. Roganov,

O. A. Kuvshinova, A. L. Ahmed, H. Abdulvahab // Proceedings of the international symposium "Reliability and Quality". - 2023. – vol. 2. – pp. 75-78.

5. Frolov, A. S., Kuzmina, E. I. Fundamentals of 3D modeling: a teaching tool. – Moscow: Yurait, 2019. – 275 p.

6. Features of 3D image formation for simulator systems / M. V. Chetvergova, E. A. Gudkova, I. A. Krokhin, A. E. Savochkin // XXI century: results of the past and problems of the present plus. – 2023. – Vol. 12, No. 2(62). – pp. 20-25.

7. 3D systems imitating visually observed objects for the training of the human eye / V. R. Roganov, O. A. Kuvshinova, N. Yessimova, Yu. La-wendel // Problems of management.

8. Vasilyeva N.N., Rozhkova G.I. Perception of virtual stereo objects: features of interaction of visual mechanisms and spatial perceptual effects // Experimental psychology. 2021. Volume 14. No. 3. pp. 79-90. DOI: 10.17759.

9. Thomas P. O'Connell, Tyler Bonnen, Yoni Friedman, Ayush Tewari, Josh B. Tenenbaum, Vincent Sitzmann, Nancy Kanwisher. Approaching human 3D shape perception with neurally mappable models // Max Planck Society, Massachusetts Institute of Technology, Stanford University. 22 Aug 2023 C. 1–17.