

Възможности за изследване на социалните аспекти на езика чрез проследяване на погледа при деца с разстройства от аутистичния спектър
Георги Тупаров, Даниела Тупарова, Маргарита Станкова, Полина Михова

Exploring the Social Aspects of Language via Eye-Tracking in Children with Autism Spectrum Disorders

Daniela Tuparova, Margarita Stankova, Polina Mihova

Abstract:

The widespread integration of digital devices into everyday life has had a notable impact on early childhood development. In this context, investigating screen exposure and the influence of digital technologies on the development of language pragmatics and the use of language as a means of communication in early childhood (ages 3–6) is of particular importance, both for children with typical development and for children with autism spectrum disorders. The experimental study employs a specialized eye-tracking device to examine performance on cognitive tasks related to the comprehension and application of language pragmatics, presented through purpose-built software. Differences in screen-based interaction between children with autism spectrum disorders and children with typical development are examined in order to gather further evidence on how assistive technologies influence the understanding, processing, and use of the social aspects of language.

Keywords: autistic spectrum disorder, language pragmatics, eye tracking

For contacts: prof. Georgi Tuparov, PhD, New Bulgarian University, gtuparov@nbu.bg

ВЪВЕДЕНИЕ

Докладът представя текущи резултати на проект КП-06-Н75/3 финансиран от ФНИ, който е насочен към изследване на възможностите за използването на устройства за „проследяване на погледа“ (eye tracking) и специализирано учебно съдържание с цел оценка на овладяването на езиковата прагматика, чрез която децата на възраст от 3 до 6 години упражняват социалните аспекти на езика и реагират на езиковото обучение чрез взаимодействие с екрана.

Езиковата прагматика стандартно се определя като умение за използване на езика в контекст, включително неговите вербални, паралингвистични и невербални аспекти [1]. Съвременните дефиниции разширяват тази гледна точка отвъд чисто комуникативните функции, като включват елементи от поведението, които интегрират социалните, емоционалните и комуникативните аспекти на езика. [2]

Разстройството от аутистичния спектър (ASD – Autism Spectrum Disorder) представлява състояние, характеризиращо се с трайни дефицити в способността за инициране и поддържане на междуличностно социално взаимодействие и социална комуникация, както и с наличие на ограничени, повтарящи се и неадаптивни модели на поведение, интереси или дейности. [3] Ключова характеристика е дефицитът на социална комуникация. [4]

Екранната експозиция може да има двоен ефект върху децата:

- Дигиталните технологии предоставят нови възможности за обучение и терапия;
- Продължителното време пред екрана може да доведе до допълнителни когнитивни и социални затруднения при децата с развитийни нарушения.

Прегледът на литературата подчертава необходимостта от повече изследвания върху въздействието на времето пред екрана при деца с разстройства от аутистичния спектър (ASD) и върху способността им да разбират и прилагат езикови концепции в реални социални ситуации. [5]

СТРУКТУРИ НА ЗАДАЧИТЕ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЗИКОВАТА ПРАГМАТИКА ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА EYE TRACKER (УСТРОЙСТВО ЗА ПРОСЛЕДЯВАНЕ НА ПОГЛЕДА)

Създадени са сценарии за оценка на разбирането и процесирането на езиковата прагматика. Те са предназначени за оценка на взаимодействието с екран при деца на възраст 3–6 години и включват аудио инструкции за всяка задача, както и време за изпълнение на задачата без предоставяне на обратна връзка към изследваното дете. Времето зависи от вида на задачата и е в рамките на 10 до 15 секунди. Подробно описание с примери на задачи е дадено в [5].

- Група 1. Проверка на разбирането за това как се прави „избор“. Задачите представят 4 ситуации, които изискват детето да разбере вербално послание от типа „Аз искам ...“ и да посочи правилната картинка.



Инструкция: Чуй какво иска детето и посочи правилната картинка!

Детето: Искам голямата червена ябълка.

Задача 1.

Фиг. 1. Пример за задача от Група 1

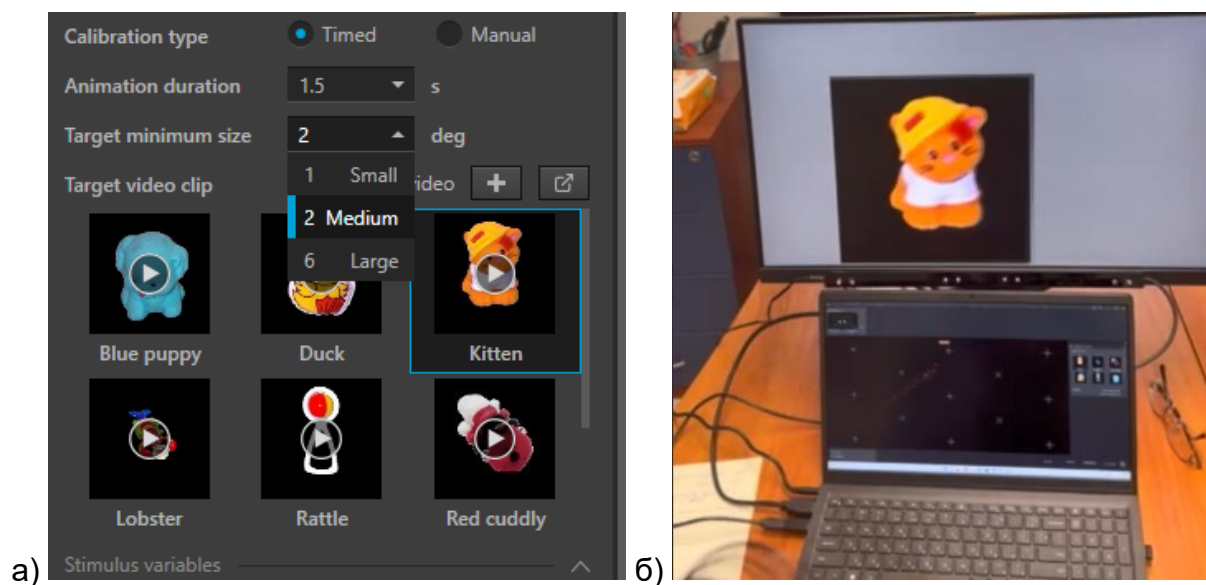
- Група 2. Разпознаване на емоции чрез вербално описание от типа „Аз съм“ и визуално представяне. Задачите включват 8 варианта на инструкции с назовани емоции и 8 съответстващи изображения на екрана, от които детето избира картинката, която показва правилната емоция. Задачите са свързани с разпознаване на емоция, представена чрез лице и емоция, представена в сюжет.
- Група 3. Разбиране на езикови фрагменти, представящи взаимоотношения. Задачите включват 12 инструкции, при които детето избира от 4 възможни картинки тази, която представя съответния словесен израз на взаимоотношения в различни ситуации.
- Група 4. Разбиране на сюжет при зададено словесно описание на историята. Детето подрежда 3 картинки в последователност.

ИЗПОЛЗВАНЕ НА „EYE-TRACKING“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ НА СЦЕНАРИИ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЗИКОВАТА ПРАГМАТИКА НА ДЕЦА С ASD

За практическо приложение на разработените задачи е използвано специално хардуерно устройство за следене на очите Tobii Pro Fusion eye tracker, който

сканира движението на очите с честота 60/120 Hz и гарантира висока достоверност на експерименталните резултати.

Важен елемент при използването на eye-tracker за изследване на взаимодействието с екран е реализирането на процеса на калибриране. Избраният хардуер и софтуер позволяват калибриране на екрани с различен размер (до 26 инча HD). При деца калибрирането е подходящо да се направи с видео обект и подходящо озвучаване. Избран е вариант с използване на вградено видео за водене погледа на изследваното дете по време на записите. Но може да се зададе и друг външен файл. Може да се направят допълнителни настройки за видеото за калибриране на Tobii Pro Fusion (Фиг. 2)

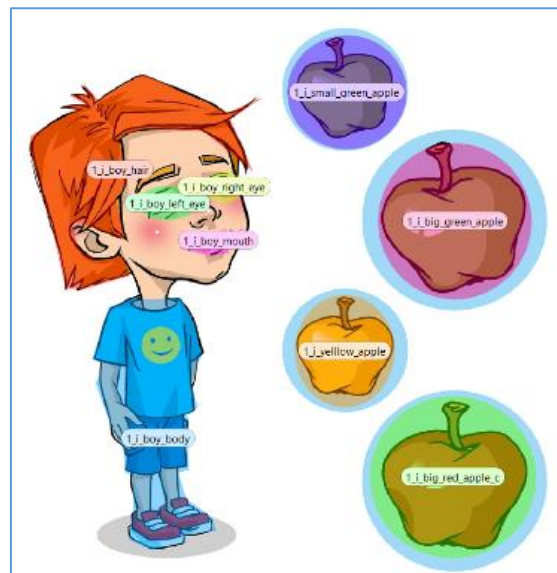


Фиг. 2. а) Настройки за калибриране на екрана б) процес на калибриране

За имплементация на разработените задачи е използвана специализираната среда Tobii Pro Lab, която дава възможност за разработване на проекти за изследване на екранното взаимодействие, практически експерименти с разработените проекти и статистически анализ на получените резултати.

Задачите са реализирани чрез видео-стимули и статични изображения, което позволява да се дадат аудиоинструкции, включващи указания за задачата, прочетени от глас на възрастен и глас на дете, което казва своето желание, чувство, предпочитание или състояние.

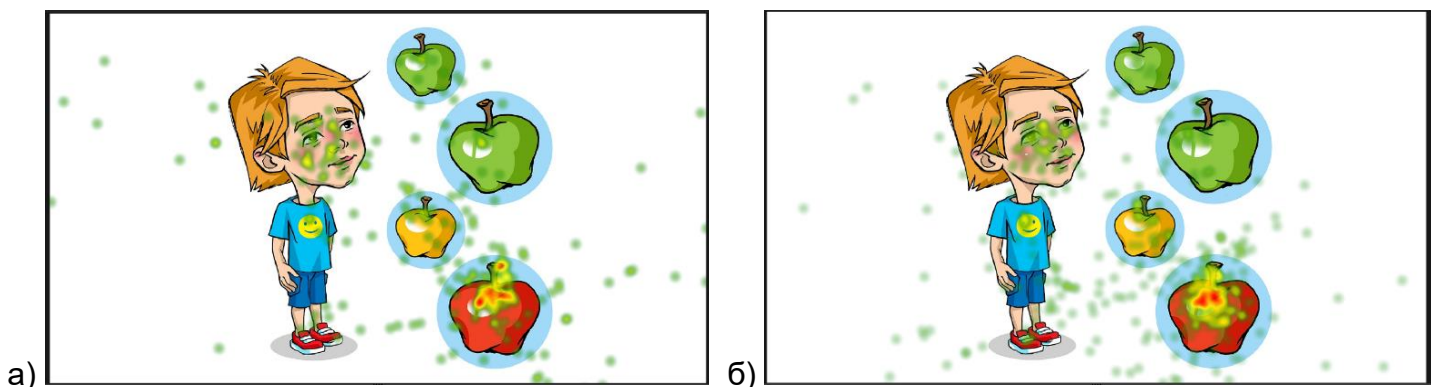
Могат да се използват проекти с различни стимули за екранно взаимодействие и да се задават области на интерес (AOI - Area of Interest) дори и след експеримента, защото всички движения на очите по екрана и взаимодействие с изследвания интерфейс (напр. щракване с мишката върху обект на екрана) се записват. Областите на интереси могат да бъдат посочвани ръчно или да се задават автоматично, в зависимост от типа на използвания проект. В конкретния случай областите на интереси се задават ръчно. Например за Задача 1. са зададени 9 области на интерес в частта за видео и още 9 области на интерес в частта за статично представяне на ситуацията чрез стимул – изображение (Фиг. 3)



Фиг. 3. Области на интерес за задача 1.

Получените експериментални резултати могат да се обработват и визуализират по различни начини, което позволява детайлно визуално проследяване на действията на участниците – движения на очите, сакади, фиксации на погледа, щраквания с мишката и др.

При задаване на определена област на интереси, времеви интервал, изследвани лица и др. може да се визуализират и експортират във видеофайлове Heat map, Scan map и Bee Swarm. На Фиг. 4а е представена heat map на фиксациите на групата деца с разстройства в аутистичния спектър (ASD). В пилотното изследване участваха 15 деца с ASD и 27 деца с типично развитие (TD). На Фиг. 4б е представена heat map на фиксациите на групата деца с типично развитие (TD) в края на записа на задача 1.



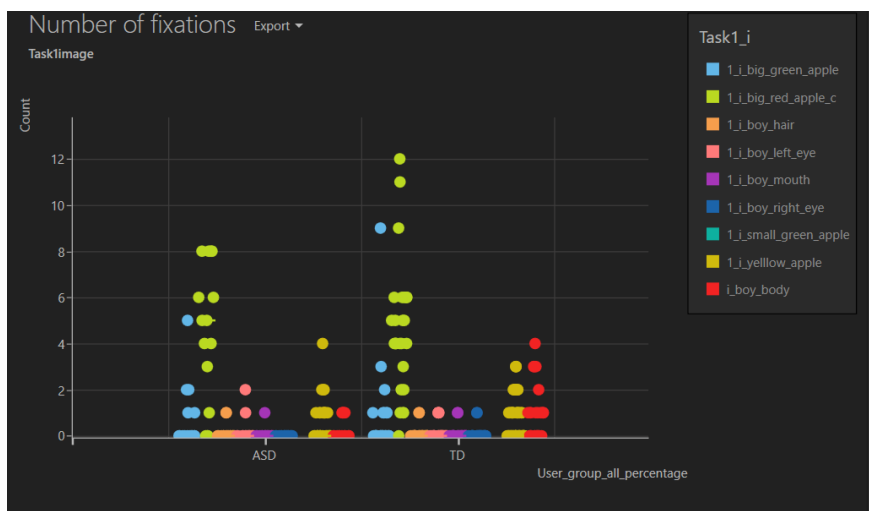
Фиг. 4. Heat map на група а) ASD б) TD.

Софтуерът към устройството поддържа възможности за визуализация и експортиране на голям набор от метрики за проследяване на екранното взаимодействие и поведение на изследваните лица. Има възможност за създаване на променливи, които позволяват обособяване на групи, с цел сравняване на резултатите чрез визуализация. На фиг. 5. е направена визуализация на метрики за брой фиксации в края на задача 1 за AOI – „голямата червена ябълка“ за двете групи ASD и TD.

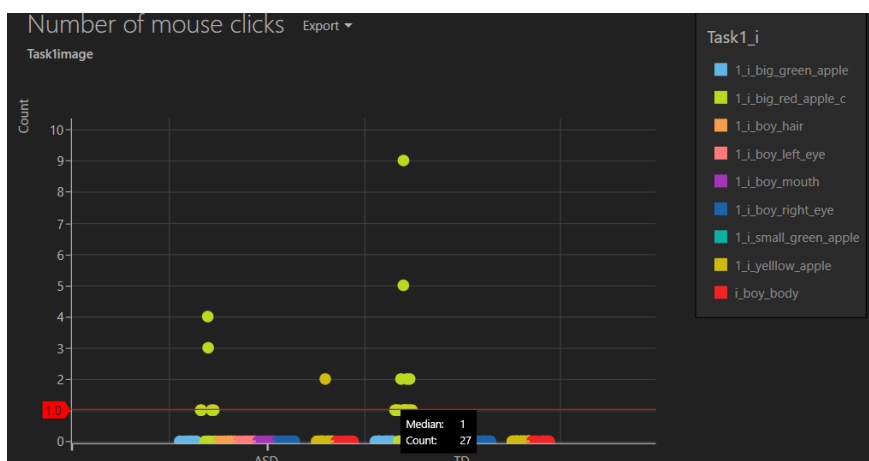


Фиг. 5 Визуализация на брой фиксация на ASD и TD за AOI „Голямата червена ябълка“

Визуализацията представена на фиг. 6 обхваща метриците за брой фиксация на всички AOI и дава ориентир за фиксациите върху всяка от областите на стимула – изображение за Задача 1. Фиг.7 представя брой щраквания за всяка от областите на интерес за двете групи деца.



Фиг. 6. Визуализация на метриката „брой фиксация“ за всички области на интерес при групите ASD и TD за задача 1.



Фиг.7. Визуализация на метриката „брой щраквания“ за всички области на интерес при групите ASD и TD за задача 1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проследяването на погледа при деца с разстройства от аутистичния спектър с eye tracker предоставя възможности за количествен и качествен анализ за установяване развитието на социалните аспекти на езика. Наличните визуализации и възможности за експортиране на данните в различни файлови формати, позволяват да се направят последващи прецизни анализи за установяване на статистически значими разлики в двете групи изследвани деца.

ЛИТЕРАТУРА

1. C. A. Prutting and D. M. Kirchner, “A clinical appraisal of the pragmatic aspects of language,” *J. Speech Hear. Disord.*, vol. 52, no. 2, pp. 105–119, 1987. doi: 10.1044/jshd.5202.105

2. C. Adams, J. Baxendale, J. Lloyd, and C. Aldred, “Pragmatic language impairment: Case studies of social and pragmatic language therapy,” *Child Lang. Teach. Ther.*, vol. 21, no. 3, pp. 227–250, 2005. doi: 10.1191/0265659005ct290oa.

3. World Health Organization, Sept. 2020 [Online], Accessed: 10.05.2026, International classification of diseases, 11th revision, version 9, (ICD-11): Autism spectrum disorder definition. Available: <https://www.who.int/classifications/icd/en/> .

4. R. Paul and C. Norbury, *Language Disorders from Infancy Through Adolescence: Listening, Speaking, Reading, Writing, and Communicating*. Amsterdam: Elsevier Health Sciences, 2012.

5. Tuparova, D., Stankova, M., Mihova, P., Tuparov, G., *Eye Tracking and Assessment of Language Pragmatics in Children with Autism Spectrum Disorder*, 2025 MIPRO 48th ICT and Electronics Convention, MIPRO 2025 – Proceedings Conference Paper 2025, DOI: 10.1109/MIPRO65660.2025.11131980