



THE APPLICATION OF NEURAL NETWORKS IN THE WORK OF FORENSIC EXPERTS IN CHILD ABUSE CASES

JAK SIECI NEURONOWE BĘDĄ WSPOMAGAŁY PRACĘ BIEGŁYCH SĄDOWYCH Z ZAKRESU SEKSUOLOGII

Correspondence to/
Adres do korespondencji:

Wojciech Oronowicz-Jaśkowiak
III Klinika Psychiatryczna
Instytut Psychiatrii i Neurologii
ul. Sobieskiego 9
00-957 Warszawa, Polska
e-mail: wojciechoronowicz@gmail.com

Wojciech Oronowicz-Jaśkowiak

3rd Department of Psychiatry, Institute of Psychiatry and Neurology, Warsaw, Poland

Submitted/Otrzymano: 15.08.2019
Accepted/Przyjęto do druku: 09.10.2019

III Klinika Psychiatryczna, Instytut Psychiatrii i Neurologii w Warszawie, Polska

Abstract

Purpose: One of the tasks that court experts in the field of forensic sexology have to perform is the assessment of secured pornographic materials involving minors. Forensic experts use their specialist knowledge to answer questions posed by the procedural authorities, including whether the material may induce sexual stimulation and whether an offender may be identified as having a disorder of sexual preference in the form of pedophilia. The aim of the article is to present the possibility of using neural networks in forensic sexology.

Views: Neural networks are mathematical structures whose basic elements are artificial neurons modelled on the work of biological neurons. They are used in a variety of commercial and scientific tasks. Models for classifying pornographic materials (both images and films) and for estimating the age of the minors presented in these images are introduced. Neural networks can be used to categorize pornographic materials in the context of the growing levels of sexualization of minors. Moreover, the training of neural networks to classify specific objects in the pornographic material shown in these images could allow for the differentiation between the various categories of pornographic materials involving minors.

Conclusions: Neural networks can be widely used in forensic sexology as an element supporting the work of forensic experts. The presented research results seem to be very promising, but the area requires further research.

Key words: neural networks, forensic sexology, court experts.

Streszczenie

Cel: Jednym z zadań stawianych biegłym sądowym z zakresu seksuologii sądowej jest ocena zabezpieczonych materiałów pornograficznych z udziałem małoletnich. Biegli sądowi wykorzystują swoją specjalistyczną wiedzę w celu udzielenia odpowiedzi na pytania stawiane przez organy procesowe, w tym, czy dany materiał może wywoływać pobudzenie seksualne u odbiorców oraz czy u danej osoby można rozpoznać zaburzenia preferencji seksualnych w postaci pedofilii. Celem artykułu jest przedstawienie możliwości zastosowania sieci neuronowych w seksuologii sądowej.

Poglądy: Sieci neuronowe to struktury matematyczne, których podstawowymi elementami są sztuczne neurony – funkcje wzorowane na pracy neuronów biologicznych. Sieci te wykorzystuje się do różnorodnych zadań, zarówno komercyjnych, jak i naukowych. Przedstawia się modele umożliwiające klasyfikację materiałów pornograficznych (zarówno zdjęć, jak i filmów) czy też szacowanie wieku osób przedstawionych na zdjęciach. Sieci neuronowe będzie można ponadto wykorzystać w celu kategoryzowania materiałów pornograficznych zgodnie ze wzrastającym poziomem seksualizacji małoletnich. Dodatkowo wytrenowanie sieci neuronowych do klasyfikacji specyficznych obiektów wchodzących w skład materiałów pornograficznych widocznych na zdjęciach mogłoby pozwolić na różnicowanie między poszczególnymi kategoriami materiałów pornograficznych z udziałem małoletnich.

Wnioski: Sieci neuronowe mogą znaleźć szerokie zastosowanie w seksuologii sądowej, wspomagając tym samym pracę biegłych sądowych z zakresu seksuologii. Przedstawione wyniki badań wydają się niezwykle obiecujące, jednak wdrożenie zastosowań tego typu wymaga prowadzenia dalszych badań.

Słowa kluczowe: sieci neuronowe, seksuologia sądowa, biegli sądowi.

INTRODUCTION

The realization of sexual fantasies consisting in achieving sexual stimulation through contacts with minors may take place both in real life and in the virtual sphere. In real life, a person may engage in a wide range of behaviours related to a preferred form of sexual activity, from masturbation at the imagined presence of minors to real sexual intercourse. In the virtual sphere, such activities may involve accessing pornographic materials and attempts to contact minors.

Easy access to pornographic content involving minors is a significant social problem. Pornographic materials sexualize the behaviour of minors, often leading to their sexual exploitation and, consequently, to many suffering from mental disorders later in life [1].

Due to the fact that the access to legal pornographic materials on the Internet is extremely widespread, downloading materials containing pornography with the participation of minors is one of the prerequisites in the clinical assessment of offenders. Among the possible motivations related to accessing such pornographic materials are [2]:

- fulfilling sexual fantasies connected with pedophilic and/or other deviant preferences (common among people with pedophilic preferences and among those without pedophilic preferences wishing to access brutal pornography),
- desire to fulfill other desires such as financial (selling pornography), satisfaction of curiosity, desire to own a collection of pornographic materials covering a wide range of topics¹.

The authors of one of the most important meta-analysis characterizing sex offenders believe that *online offenders*² have a higher level of self-control than *offline offenders*³ [3]. In other words, both offline and online offenders experience certain levels of deviant sexual desire (although studies indicate that it is higher in case of online offenders), but online offenders, also have higher level of self-control and are therefore able to deal with it by gaining access to pornography involving minors rather than by actually engaging in real sexual contact with minors. Also perhaps higher-level empathy towards victims may play a role in this scheme, as a factor hampering the actual exploitation of victims offline. Expanding on the issue of self-control, one can refer to research related to cognitive control.

¹ This kind of person may have large collections of pornography which include pornography with the participation of minors but they do not prefer this kind of pornography over others.

² *Online offenders* make contact with minors in a virtual sphere or gain access to pornographic materials with minors.

³ *Offline offenders* undertake sexual contact with minors only in the real life.

WPROWADZENIE

Realizacja fantazji seksualnych polegających na uzyskaniu pobudzenia seksualnego w wyniku podejmowania kontaktu z małoletnimi może się odbywać, uogólniając, w sferze realnej lub wirtualnej. W sferze realnej dana osoba może podejmować szeroki zakres zachowań zmierzających do uzyskania przez nią preferowanej formy aktywności seksualnej – od masturbacji przy wyobrażeniu małoletnich do podejmowania rzeczywistych stosunków seksualnych. W sferze wirtualnej aktywność tego typu może obejmować m.in. uzyskiwanie dostępu do materiałów pornograficznych czy nawiązywanie kontaktu z małoletnimi.

Uzyskiwanie dostępu do treści pornograficznych z udziałem małoletnich jest znaczącym problemem społecznym. Produkowanie materiałów tego rodzaju prowadzi do seksualizacji zachowań małoletnich oraz często do ich wykorzystania seksualnego, w konsekwencji do występowania późniejszych zaburzeń psychicznych [1].

Z uwagi na to, że obecnie dostęp w internecie do legalnych materiałów pornograficznych jest niezwykle szeroki, pobieranie materiałów zawierających pornografię z udziałem małoletnich jest jedną z przesłanek w ocenie klinicznej. Wśród możliwych motywów związanych z uzyskiwaniem dostępu do materiałów zawierających pornografię z udziałem małoletnich wymienia się [2]:

- chęć spełnienia fantazji seksualnych związanych z preferencjami pedofilnymi i/lub innymi preferencjami o charakterze dewiacyjnym (w grupie osób wykazujących preferencje pedofilne oraz w grupie osób niemających preferencji pedofilnych, ale pragnących posiadać brutalną pornografię),
- chęć zrealizowania innych pragnień – kwestie finansowe (sprzedaż pornografii), zaspokojenie ciekawości, chęć posiadania kolekcji materiałów pornograficznych obejmujących szeroki zakres tematyczny¹.

Autorzy jednej z ważniejszych metaanaliz charakteryzujących sprawców przestępstw seksualnych uważają, że sprawcy *online*² cechują się wyższym poziomem samokontroli w porównaniu ze sprawcami *offline*³ [3]. Innymi słowy, zarówno sprawcy *offline*, jak i *online* mieliby się cechować określonym poziomem dewiacyjnych pragnień seksualnych (choć badania wskazują na to, że poziom ten jest większy u sprawców *online*), jednak sprawcy *online*, z uwagi na wyższy poziom samokontroli, są w stanie w umiejętny sposób poradzić sobie z ich realizacją, uzyskując dostęp do pornografii z udziałem małoletnich i niepodejmując się rzeczywistego kontaktu seksualnego z nimi. Rolę w powyższym schemacie może dodatkowo odgrywać wyższy poziom empatii wyrażanej w stosunku do ofiar jako czynnik hamujący moż-

¹ Osoby takie mogą dążyć do kolekcjonowania dużych zbiorów pornografii, które obejmują także zdjęcia pornograficzne z udziałem małoletnich, przy czym nie preferują pornografii tego rodzaju spośród innych.

² Sprawcy *online* to sprawcy, którzy podejmują się kontaktów z małoletnimi w sferze wirtualnej lub uzyskują dostęp do materiałów pornograficznych z udziałem małoletnich.

³ Sprawcy *offline* to sprawcy, którzy podejmują się kontaktów seksualnych z małoletnimi jedynie w sferze realnej.

A pedophile disorder is one of several major disorders of sexual preference – the so called paraphilic disorders – included in the diagnostic classifications DSM-5 and ICD-11. According to the definition given in DSM-5 [4], to be diagnosed with a paraphilic disorder in the form of a pedophile disorder, it is necessary for a person to experience patterns of sexual arousal through sexual stimulation consisting in imagining or making sexual contact with minors before puberty. A similar definition of pedophile disorder is proposed by the authors of the ICD-11 classification [5]. Notably, according to the new diagnostic criteria, a paraphilic disorder in the form of a pedophile disorder is diagnosed only when a person who experiences pedophile sexual fantasies is distressed because of them or actually pursues them.

If the sexual behaviour, which for various reasons is undesirable for the society is to be reduced, it requires from an offender to stop pursuing the punishable sexual contacts. The prefrontal cortex is the brain area associated with cognitive control. Schiffer and Vonlaufen [6] presented results of functional magnetic resonance imaging (fMRI) studies suggesting that people who do not show pedophilic preferences present a similar response to stimuli depicting minors as those with pedophilic preferences, but differences have been observed in the level of the activity of the prefrontal cortex. People with pedophilic preferences, as opposed to people without them, did not show any activity in the prefrontal cortex. In subsequent studies, it was demonstrated that pedophilic preferences were correlated with smaller volumes of the prefrontal cortex areas ($r = 0.64$) and the insular lobe ($r = 0.45$), whereas the younger the age of the victim, the smaller was the volume of grey matter in the orbitofrontal cortex area ($r = 0.98$) [7]. The activity of some brain areas was also observed in people with pedophilic preferences (insula, motor cortex, prefrontal cortex) in response to the pictures of young animals which might suggest that the functioning of cognitive control in case of inhibiting paraphilic preferences is much more complex [11].

It should also be noted that in addition to the areas associated with cognitive control, other brain structures (e.g. temporal lobe, limbic system) have been associated with pursuing sexual preferences involving minors [7]. A study comparing the volume of grey matter among pedophilic and non-pedophilic sex offenders demonstrated that the group of pedophilic offenders was characterized by its reduced volume in the amygdala area [8]. A similar relation was showed in the study by Schiltz *et al.* [9]. Other studies suggested that people with hebephilic preferences have a reduced volume of white matter in the temporal lobes area, which was not found in people with pedophilic preferences [10].

A more comprehensive review of neurobiological research is beyond the scope of this article, but it seems equal-

liwość rzeczywistego ich wykorzystania poza internetem. Rozszerzając poruszaną problematykę samokontroli, można odwołać się do badań związanych z kontrolą poznawczą.

Zaburzenie pedofilne należy do jednego z kilku głównych zaburzeń preferencji seksualnych (zaburzeń parafilicznych) opisanych w klasyfikacjach diagnostycznych DSM-5 oraz ICD-11. Zgodnie z definicją przedstawioną w klasyfikacji DSM-5 [4] do rozpoznania zaburzeń parafilicznych w postaci zaburzenia pedofilnego niezbędne jest stwierdzenie, że dana osoba doświadcza utrwalonych w czasie wzorców pobudzenia seksualnego polegających na wyobrażeniu lub podjęciu kontaktu seksualnego z małoletnimi przed okresem pokwitania. Zbliżoną definicję zaburzenia pedofilnego proponują autorzy klasyfikacji ICD-11 [5]. Co warto podkreślić, zgodnie z nowymi kryteriami diagnostycznymi, gdy rozpoznaje się zaburzenia parafiliczne w postaci zaburzenia pedofilnego, konieczne jest stwierdzenie, że dana osoba odczuwa cierpienie z powodu doświadczania przez nią preferencji pedofilnych (doświadcza dystresu z tego powodu) lub wprowadza te fantazje seksualne w życie.

Ograniczenie zachowań seksualnych, które z różnych powodów są niepożądane przez społeczeństwo, wymaga od danej osoby zahamowania dążenia do realizacji penalizowanych kontaktów seksualnych. Obszarem mózgowym, który jest powiązany z funkcjonowaniem kontroli poznawczej, są okolice kory przedczołowej. Schiffer i Vonlaufen [6] przedstawili wyniki badań z użyciem funkcjonalnego rezonansu magnetycznego (fMRI) sugerujące, że osoby, które nie wykazują preferencji pedofilnych, prezentują podobną odpowiedź na bodźce przedstawiające małoletnich jak osoby z preferencjami pedofilnymi, przy czym zauważono różnice poziomu aktywności kory przedczołowej. Osoby, u których stwierdzono preferencje pedofilne, nie wykazywały aktywności w obszarze kory przedczołowej, w przeciwieństwie do osób niemających tych preferencji. W kolejnych badaniach przedstawiono, że preferencje pedofilne były skorelowane z mniejszą objętością obszarów kory przedczołowej ($r = 0,64$) i obszaru wyspy ($r = 0,45$), przy czym im młodszy był wiek ofiary, tym mniejsza była objętość istoty szarej w obszarze kory oczodołowo-czołowej ($r = 0,98$) [7]. Zaobserwowano też, że w grupie osób z preferencjami pedofilnymi występuje aktywność wybranych obszarów mózgowych (obszary wyspy, kory ruchowej i kory przedczołowej) w odpowiedzi na zdjęcia młodych zwierząt, co mogłoby sugerować, że funkcjonowanie kontroli poznawczej w przypadku hamownia preferencji parafilicznych jest dużo bardziej złożone [11].

Należy ponadto zauważyć, że oprócz obszarów związanych z kontrolą poznawczą opisuje się również inne obszary mózgowie (m.in. płat skroniowy, układ limbiczny), które są związane z realizacją preferencji pedofilnych [7]. Przeprowadzono badanie porównujące objętość istoty szarej wśród pedofilnych i niepedofilnych sprawców przestępstw seksualnych. Stwierdzono, że grupa pedofilnych sprawców przestępstw cechowała się zmniejszoną objętością w obszarze ciała migdałowatego [8]. Podobną zależność ukazano w badaniach Schiltz i wsp. [9]. Z cie-

ly important to stress that there are structural and functional deficits in the brain areas associated with cognitive control in people with pedophilic preferences, but these are not the only relevant brain areas that have been researched.

From the point of view of judicial and sexological opinions on matters related to obtaining access to or possession of pornographic materials with the participation of minors, it is crucial to explore issues related to the psychological functioning, mental and sexual health of offenders. It is often required that it is determined whether a person in question actually suffers from a sexual preference disorder in the form of a pedophile disorder. Court authorities also expect it to be determined whether the material examined may cause sexual stimulation in the person concerned. Providing answers to these questions is not an easy task due to the complexity and heterogeneity of characteristics of the offenders of sexual crimes. The very analysis of pornographic materials is themselves is difficult. In this context, neural networks may soon be used as a form of assistance to forensic experts.

The aim of this paper is to present the applications of neural networks in the context of judicial and sexological assessments on the basis of previous research. The authors have not conducted a systematic literature review due to few publications referring to this topic.

NEURAL NETWORKS

Neural networks can be described as mathematical structures modelled on the work of the nervous system. They usually consist of many layers, which are part of the network architecture. The network layers 'remember' the basic information about images, numbers, texts or sounds as a result of a process called 'training', which involves many thousands of training data (such as images), on the basis of which the network draws specific conclusions about the types of a category. When analyzing images and training neural networks for distinguishing dogs from cats, the network can learn that one of cat's characteristics is triangular features. The basic unit of neural networks are artificial neurons which are mathematical functions that reproduce the functioning of biological neurons. As with biological neurons, artificial neurons transmit a single output value with multiple inputs, which is an analogy to dendrites in biological neurons. Neural networks are the basis for the development of artificial intelligence, but they are not identical with artificial intelligence, as they are trained on individual datasets to perform specific processes that often do not involve simulation of intelligent behaviour. Research on artificial intelligence, on the other hand, aims at creating models that undertake (or simulate) behaviours that are considered intelligent, including the ability to generalize knowledge [12].

kawszych badań można przywołać obserwację, zgodnie z którą osoby, które wykazują preferencje hebefilne, cechują się zmniejszoną objętością istoty białej w obszarze płatów skroniowych, przy czym podobnej zależności nie stwierdzono u osób z preferencjami pedofilnymi [10].

Bardziej wyczerpujący przegląd badań neurobiologicznych przekracza ramy niniejszego artykułu, niemniej ważne wydaje się podkreślenie, że w przypadku osób z preferencjami pedofilnymi występują deficyty strukturalne i funkcjonalne w obszarach mózgowych związanych z kontrolą poznawczą, jednak nie są to jedyne obszary mózgowie opisywane przez badaczy.

Z punktu widzenia opiniovania sędowo-seksuologicznego w sprawach związanych z uzyskiwaniem dostępu lub z posiadaniem materiałów pornograficznych z udziałem małoletnich kluczowe jest udzielenie odpowiedzi na pytania dotyczące funkcjonowania psychologicznego, stanu zdrowia psychicznego i zdrowia seksualnego danej osoby. Przede wszystkim często wymagane jest określenie, czy dana osoba przejawia zaburzenia preferencji seksualnych w postaci zaburzenia pedofilnego. Organy procesowe oczekują również podania informacji, czy dany materiał może wywoływać pobudzenie seksualne u osoby z preferencjami pedofilnymi, której sprawa dotyczy. Udzielenie odpowiedzi na powyższe pytania nie jest zadaniem łatwym, z uwagi na złożoną i często niejednorodną charakterystykę sprawców przestępstw seksualnych, także sama analiza materiałów pornograficznych jest utrudniona. Pomocą, z której w niedługim czasie będą mogli skorzystać biegli sędowi, są sieci neuronowe.

Celem pracy jest przedstawienie zastosowań sieci neuronowych w kontekście opiniowania sędowo-seksuologicznego z wykorzystaniem wcześniej prowadzonych badań. Z uwagi na brak wystarczającej liczby artykułów nie przeprowadzono systematycznego przeglądu literatury.

SIECI NEURONOWE

Sieci neuronowe można opisać jako struktury matematyczne wzorowane na pracy układu nerwowego. Składają się zwykle z wielu warstw wchodzących w skład architektury sieci. Poszczególne warstwy sieci „zapamiętują” podstawowe informacje dotyczące obrazów, liczb, tekstu lub dźwięku w wyniku procesu nazywanego treningiem. Proces ten obejmuje wiele tysięcy danych treningowych (mogą być nimi zdjęcia), na podstawie których sieć wyciąga określone wnioski co do typów danej kategorii. W przypadku analizy obrazów i treningu sieci neuronowej w celu późniejszego dokonywania klasyfikacji między psami a kotami sieć może nauczyć się, że cechą charakterystyczną dla kota są zdjęcia przedstawiające pysk o trójkątnym kształcie. Podstawową jednostką sieci neuronowych są sztuczne neurony – funkcje matematyczne, które odwzorowują funkcjonowanie neuronów biologicznych. Podobnie jak w przypadku neuronów biologicznych sztuczne neurony przesyłają pojedynczą wartość wyjściową, przy czym mają wiele wejść, co stanowi analogię do dendrytów w przypadku neuronów biologicznych. Sieci neuronowe

Neural networks have been widely used in various types of commercial services for several years. For example, they have been used in various entertainment services in which it is possible to display the material as close as possible to the viewer preferences based on the history of previous viewing and characteristics of most frequently watched films or tv series [13]. Internet auction services also use neural networks to introduce products that are tailored to the customer's tastes or needs [14]. Google and Facebook are the largest corporations involved in the development of neural networks. Google for example uses neural networks to support the text translation process within the Google Translate platform. [15]. Moreover, both Google and Facebook are involved in the development of neural networks by participating in the creation of projects such as 'TensorFlow' and 'PyTorch'. These are currently the most popular libraries for creating and training neural network models. Importantly, the source code of both libraries is open source, which allows other programmers to view, improve and add new code elements to the libraries.

It should be emphasized that the presented examples are only a small part of the possibilities offered by neural networks. Advanced research is underway on handling intelligent conversations with people [16], advanced analysis of written texts [17] or evaluation of voice data [18]. The dynamic developments in the field of neural networks allow for an assumption that in the near future complex cognitive models will be developed that will allow for intelligent behaviours, so far attributed exclusively to humans [12].

THE USE OF NEURAL NETWORKS IN FORENSIC SEXOLOGY

Certain diagnostic tools can be used to estimate and categorize pornographic material in line with the increasing level of sexual stimulation, while the age of minors is determined on the basis of visual characteristics. These tasks fall within the competences of court experts in the field of sexology, no uniform procedures for assessing pornographic materials have been yet developed in Poland. The most popular tools used for this purpose include the COPINE Scale [19] and the Sexual Maturity Scale (SMR; in other words, the Tanner Scale) [20, 21]. Yet it seems that neural networks will be soon widely used in judicial and sexological expertise in the scope presented above. For the past few years research has been conducted that allows for a prediction that in the near future the work of forensic experts will be supported by neural networks trained on pornographic materials.

From the point of view of forensic and sexological expertise it is essential to evaluate if the genitals of a person presented in the pornographic material belong to a mi-

stanowią podstawę rozwoju sztucznej inteligencji, jednak nie są to pojęcia tożsame, z uwagi na to, że zostają one wytrenowane na poszczególnych zbiorach danych w celu przeprowadzenia zadanych procesów, które często nie obejmują symulacji zachowań inteligentnych. Badania nad sztuczną inteligencją dążą natomiast do stworzenia modeli podejmujących zachowania (lub symulujących je), które uważa się za inteligentne, w tym zdolność do generalizacji wiedzy [12].

Sieci neuronowe są od kilku lat powszechnie wykorzystywane w różnych usługach komercyjnych. Jako przykład można podać serwisy umożliwiające oglądanie seriali *online* na życzenie widza, które na podstawie historii wcześniejszego oglądania i charakterystyki seriali, które zostały wskazane przez niego jako ulubione, wyświetlają materiały jak najbardziej zbliżone do preferencji filmowych danej osoby [13]. Serwisy prowadzące aukcje internetowe wykorzystują sieci neuronowe do wprowadzania wyników produktów, które mają być w większym stopniu dopasowane do klienta [14]. Google i Facebook wydają się największymi korporacjami, które są zaangażowane w rozwijanie sieci neuronowych. Google wykorzystuje sieci neuronowe do wspomagania procesu tłumaczenia tekstu w ramach platformy Google Translate [15]. Ponadto zarówno Google, jak i Facebook są zaangażowane w rozwój sieci neuronowych poprzez udział w tworzeniu odpowiednio projektów „TensorFlow” oraz „PyTorch”. Są to obecnie najpopularniejsze biblioteki umożliwiające tworzenie oraz wytrenowanie modeli sieci neuronowych. Co istotne, kod źródłowy obu bibliotek jest otwarty (*open source*), co umożliwia innym programistom wgląd, poprawę i dodawanie nowych elementów kodu do bibliotek.

Należy podkreślić, że zaprezentowane przykłady stanowią jedynie niewielki wycinek możliwości zastosowania sieci neuronowych. Prowadzone są intensywne badania nad kierowaniem inteligentnych rozmów z ludźmi [16], zaawansowaną analizą tekstów pisanych [17] czy też oceną danych głosowych [18]. Dynamiczny rozwój dziedziny związanej z sieciami neuronowymi pozwala na stwierdzenie, że już w niedługim czasie powstaną złożone modele poznawcze umożliwiające prowadzenie zachowań inteligentnych, dotychczas przypisywanych wyłącznie ludziom [12].

MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA SIECI NEURONOWYCH W SEKSUOLOGII SĄDOWEJ

Do oszacowania i kategoryzowania materiałów pornograficznych w zgodzie ze wzrastającym poziomem pobudzenia seksualnego u odbiorców wykorzystywane są odpowiednie narzędzia diagnostyczne, natomiast w przypadku szacowania wieku małoletnich określa się go na podstawie widocznych cech płciowych. Powyższe zadania wchodzą w obszar kompetencji biegłych sądowych z zakresu seksuologii, nie opracowano natomiast krajowych procedur oceny materiałów pornograficznych. Do najpopularniejszych narzędzi wykorzystywanych w tym celu należy skala COPINE [19] i *Skala dojrzałości płciowej* (SMR; inaczej skala Tannera) [20, 21]. Wydaje się,

nor under 15 years of age. SMR is a tool that allows for the assessment of the developmental phase of the person's genitals [20, 21] thus helping experts predict the minor's biological age. A neural network trained on pornographic material involving minors could make it possible to estimate the person's age on the basis of facial features and tertiary gender features, and inform experts about the images that appear to involve minors only. Yang *et al.* [22] presented a model which identified the age of people depicted in the photographs with high accuracy. The use of a similar devices for the purposes of judicial and sexological expertise could help experts estimate the age of minors.

Moustafa [23] presented a model that allowed for searching for the photographs or films that may constitute child pornography. The model's accuracy is 94%. Perez *et al.* [24] who also conducted research on the detection of pornography involving minors in films, created a model that combined static data with movement (body movement). The model showed the accuracy of almost 98%. Jin *et al.* [25] are the authors of the model that reached over 97% accuracy in the classification of pornographic and non-pornographic images. As mentioned before, the COPINE Scale is used to categorize pornographic materials, which makes it a useful tool that can provide data on the character of pornographic materials involving minors and its impact on the recipient by inducing sexual stimulation. The use of these models in addition to the materials characteristic to COPINE Scale categories (see Table 1) could lead to the introduction of a tool which provides for a rapid and reliable classification of pornographic material as required with the progressing sexualization of minors. Accurate information on the total number of materials assigned to all ten categories of the COPINE Scale could be an important point of law in court, taking into account the degree of social harm.

From the point of view of sexological research, it is extremely difficult to determine in detail the range of objects or activities that cause sexual arousal in persons with pedophilic preferences. Pedophilia itself is a varied and complex phenomenon [26], so the range of objects or activities differs from one offender to another while in fact the majority of sex offenders against minors do not display any dysfunctions of sexual preferences. A diagnosis of paraphilic preference is often accompanied by another [4], so the preferences for sexual contact with minors may be a complex phenomenon⁴. An additional difficulty is distinguishing between objects of sexual significance for persons with pedophilic preferences and for persons with other deviant preferences who access child pornography. In other words, even among people who are sexual-

⁴ For example, a person with pedophilic or fetishistic preferences may exhibit the greatest sexual arousal as a result of contact with materials depicting children in latex costumes.

że sieci neuronowe znajdą szerokie zastosowanie w opiniowaniu sądowo-seksuologicznym w przedstawionym powyżej zakresie. Badania w tym kierunku prowadzone od kilku lat pozwalają sądzić, że w najbliższej przyszłości pracę biegłych sądowych będą wspomagały sieci neuronowe wytrenowane na materiałach pornograficznych.

Z punktu widzenia opiniowania sądowo-seksuologicznego istotne jest oszacowanie, czy osoba przedstawiona w materiale pornograficznym charakteryzuje się rozwojem narządów płciowych mogącym świadczyć o jej wieku wynoszącym mniej niż 15 lat. *Skala dojrzałości płciowej* jest narzędziem umożliwiającym oszacowanie fazy rozwoju narządów płciowych [20, 21], tym samym pozwalającym na oszacowanie wieku biologicznego. Sieć neuronowa wytrenowana na materiałach pornograficznych z udziałem małoletnich mogłaby umożliwić szacowanie wieku na podstawie cech twarzy i rozwoju trzeciorzędowych cech płciowych, a następnie informować biegłego o tym, które ze zdjęć wydają się przedstawiać wyłącznie małoletnich. Yang i wsp. [22] zaprezentowali model, który z wysoką skutecznością rozróżnia wiek osób przedstawionych na zdjęciach. Zastosowanie podobnego rozwiązania w opiniowaniu sądowo-seksuologicznym mogłoby stanowić dla biegłego kolejną wskazówkę przy szacowaniu wieku małoletnich.

Moustafa [23] zaprezentował model umożliwiającą wyszukiwanie zdjęć i filmów, które mogą stanowić pornografię z udziałem małoletnich. Zaprezentowany model cechuje się wysoką skutecznością wynoszącą 94%. Perez i wsp. [24], również prowadząc badania nad wykrywaniem pornografii z udziałem małoletnich na filmach, stworzyli model łączący dane statyczne i ruch (przemieszczanie ciała). Zaprezentowany model cechuje się wysoką skutecznością wynoszącą blisko 98%. Jin i wsp. [25] są autorami modelu osiągającego ponad 97% skuteczności klasyfikacji zdjęć pornograficznych i niepornograficznych. Jak zaprezentowano wcześniej, skala COPINE jest używana do kategoryzacji materiałów pornograficznych, przez co jest użytecznym narzędziem mogącym dostarczyć przesłanek o charakterze pornografii z udziałem małoletnich oraz jej wpływie na odbiorcę poprzez wywołanie pobudzenia seksualnego. Zastosowanie rozwiązań z wcześniej wymienionych modeli i uzupełnienie ich o materiały charakterystyczne dla poszczególnych kategorii skali COPINE (zob. tab. 1) mogłoby doprowadzić do wprowadzenia narzędzia wspomagającego szybką i rzetelną klasyfikację materiałów pornograficznych, zgodnie ze wzrastającą seksualizacją małoletnich. Dokładna informacja uwzględniająca całkowitą liczbę materiałów przypisanych do wszystkich dziesięciu kategorii skali COPINE mogłaby stanowić istotną przesłankę procesową dla sądu, uwzględniającą stopień szkodliwości społecznej.

Z perspektywy badań seksuologicznych udzielenie odpowiedzi na pytanie dotyczące ustalenia szczegółowego zakresu obiektów lub czynności powodujących występowanie pobudzenia seksualnego u osób z preferencjami pedofilnymi jest niezwykle trudne. Pedofilia sama w sobie jest bardzo niejednorodnym zjawiskiem [26], a więc zakres obiektów lub

Table 1. The categories of COPINE Scale. Source: Quayle (19)

Tabela 1. Kategorie Skali COPINE. Źródło: Quayle (19)

COPINE category/ Kategoria COPINE	Characteristics/Charakterystyka
Category 1/ Kategoria 1.	Material showing non-erotic pictures of children in underwear, swimsuits, etc. which can be considered to have been made without sexual overtones as in the case of television commercials or family photos./ Materiał przedstawiający nieerotyczne zdjęcia dzieci w bieliznie, strojach kąpielowych, itp. Jest to materiał, co do którego można sądzić, że został wykonany bez podtekstu seksualnego (jak w przypadku reklam telewizyjnych lub zdjęć rodzinnych).
Category 2/ Kategoria 2.	Material depicting undressed or partially undressed children that seem to be from legal sources./ Materiał przedstawiający dzieci rozebrane (lub rozebrane częściowo), zdający się pochodzić z legalnych źródeł.
Category 3/ Kategoria 3.	The material showing children in a safe environment (e.g. a playground), but photographed without their knowledge from a hiding place/visible underwear, different degrees of nudity./ Materiał przedstawiający dzieci przebywające w bezpiecznym dla nich otoczeniu (przykładowo na placu zabaw) wykonany z ukrycia, na którym widoczna jest bielizna lub ukazujący różne nasilenie nagości.
Category 4/ Kategoria 4.	The material involving photographs of posing children (dressed/partially or completely undressed), where the sexual context is clearly present./ Materiał przedstawiający zdjęcia pozujących dzieci (ubranych, rozebranych częściowo lub całkowicie), gdzie widoczny jest wyraźny kontekst seksualny.
Category 5/ Kategoria 5.	The material showing photographs of posing children (dressed/partially or completely undressed), where children pose in a sexual way./ Materiał przedstawiający zdjęcia pozujących dzieci (ubranych, rozebranych częściowo lub całkowicie), gdzie dzieci pozują w sposób seksualny.
Category 6/ Kategoria 6.	The material focusing on the representation of children's genitals regardless of whether they are dressed, undressed or partially undressed./ Materiał skupiający się na przedstawieniu narządów płciowych dzieci (bez względu na to, czy są ubrane, rozebrane czy też częściowo rozebrane).
Category 7/ Kategoria 7.	The material depicting children touching themselves, masturbating or performing oral sex without the participation of an adult./ Materiał przedstawiający dotykanie, masturbację, seks oralny dzieci, bez udziału przy tym osoby dorosłej.
Category 8/ Kategoria 8.	The material depicting children who are assaulted by an adult who touches them in the genital area./ Materiał przedstawiający dzieci będące ofiarami napaści seksualnej przez osobę dorosłą, która polega na dotykaniu ich w okolicie narządów płciowych.
Category 9/ Kategoria 9.	The material representing touching, masturbation or sexual intercourse between an adult and a child./ Materiał przedstawiający dotykanie, masturbację, stosunek seksualny z dzieckiem z udziałem przy tym osoby dorosłej.
Category 10/ Kategoria 10.	The material representing children being restrained, tied, beaten (and involved in other pain-inflicting activities) or any form of sexual contact between an animal and a child./ Materiał przedstawiający dzieci podczas krępowania, wiązania, bicia (i innych czynności wiążących się z zadawaniem bólu) lub materiał przedstawiający jakąkolwiek formę kontaktu seksualnego zwierzęcia i dziecka.

ly motivated to seek contact with pornography involving children, it is difficult to expect that the range of specific objects will be the same.

Neural networks could also help in this respect. Training neural networks to classify specific objects visible in the images (such as heavy make-up) could be an invaluable help for forensic experts. The examples of situations that relate to this issue is given in Table 2.

Looking at the situations presented in Table 2 we can conclude that a reliable assessment of pornographic materials by a forensic expert whose work is supported by neural networks may provide a reliable data for judicial bodies and assist the sentencing process. For example if the offender's library of images is dominated by heavily made-up underage girls, while he is accused of undertaking sexual contacts with heavily made-up minors, his preference may be established as such.

czynności nie jest również jednakowy, przy czym większość sprawców przestępstw seksualnych przeciwko małoletnim nie wykazuje zaburzeń preferencji seksualnych. Rozpoznanie jednych preferencji parafilicznych towarzyszy często rozpoznanie innych preferencji parafilicznych [4], a więc preferowane podejmowanie kontaktów seksualnych z małoletnimi może być złożone⁴. Dodatkową trudnością jest różnicowanie między obiektami o znaczeniu seksualnym dla osób z preferencjami pedofilnymi, jak i z osobami z innymi preferencjami o charakterze dewiacyjnym, którzy uzyskują dostęp do materiałów pornograficznych z użyciem małoletnich. Innymi słowy, nawet w grupie osób, które dążą do kontaktu z pornografią z udziałem małoletnich z motywacji

⁴ Przykładowo, osoba z preferencjami pedofilnymi i z preferencjami fetyszystycznymi może wykazywać największe pobudzenie seksualne w wyniku kontaktu z materiałami przedstawiającymi dzieci w lateksowych strojach.

Table 2. Examples of situations related to judicial and sexual expertise, where an in-depth analysis of pornographic materials may be useful

Tabela 2. Przykłady sytuacji związanych z opiniowaniem sądowo-seksuologicznym, gdzie wskazana może być pogłębiona analiza materiałów pornograficznych

	Situation No. 1/Sytuacja nr 1	Situation No. 2/Sytuacja nr 2	Situation No. 3/Sytuacja nr 3
Hypothetical description of the procedural situation/ Hipotetyczny opis sytuacji związanej ze sprawą procesową	A man accused in the past of having sexual relations with a girl aged 6. He is currently accused of having pornographic content involving minors and of having sexual relations with a 7-year-old girl./ Mężczyzna oskarżony w przeszłości o podejmowanie kontaktów seksualnych z małoletnią dziewczynką w wieku 6 lat. Obecnie oskarżony o posiadanie treści pornograficznych z udziałem małoletnich oraz o podejmowanie kontaktów seksualnych z 7-letnią dziewczynką.	A man accused of owning pornographic content involving minors which appears to be extremely violent./ Mężczyzna oskarżony o posiadanie treści pornograficznych z udziałem małoletnich, które wydają się wyjątkowo brutalne.	A man accused of owning pornographic content involving minors, accused of having sexual relations with his daughter, who was wearing heavy make-up./ Mężczyzna oskarżony o posiadanie treści pornograficznych z udziałem małoletnich, oskarżony o podejmowanie kontaktów seksualnych z córką, którą charakteryzował przy użyciu wyraźnego makijażu.
Possible questions to be asked by a judicial body/ Możliwe pytania stawiane przez organ procesowy	Does the defendant show any disorder of sexual preference? If he does, what is it and is the behaviour he is accused of related to the disorder of sexual preference?/ Czy oskarżony przejawia zaburzenia preferencji seksualnych? Jeżeli przejawia, to jakie i czy zarzucane mu zachowanie miało związek z zaburzeniami preferencji seksualnych? Is it highly probable that the accused will repeat the offences which are seriously socially harmful?/ Czy zachodzi wysokie prawdopodobieństwo, że oskarżony popełni ponownie czyny zabronione o znacznej społecznej szkodliwości? Is the prison sentence necessary in order to prevent the defendant from committing a criminal offence related to the disorder of his sexual orientation?/ Czy niezbędne jest umieszczenie oskarżonego w zakładzie zamkniętym w celu zapobieżenia popełnienia przez niego czynu zabronionego związanego z zaburzeniami jego preferencji seksualnych?		
Possible questions that a court expert may ask to produce answers for the judicial body/ Możliwe pytania, które zadaje sobie biegły, aby udzielić odpowiedzi na pytania organu procesowego	Does the secured pornographic material mostly involve minors of a specific gender? If so, which one?/ Czy zabezpieczony materiał pornograficzny obejmuje w większości małoletnich o określonej płci? Jeżeli tak, to jakiej? Does the secured material represent children performing a specific act?/ Czy zabezpieczony materiał przedstawia dzieci podejmujące określoną czynność? Does the secured pornographic content with the participation of minors dominate in the offender's library of photographs?/ Czy zabezpieczone treści pornograficzne z udziałem małoletnich dominują w danej bibliotece zdjęć opiniowanego? What is the age of the persons depicted in the secured material?/ W jakim wieku znajdują się osoby przedstawione w zabezpieczonym materiale?	Does the secured material represent children performing a specific act?/ Czy zabezpieczony materiał przedstawia dzieci podejmujące określoną czynność? Does the protected material represent children who are dressed in a particular way/wear a particular make-up?/ Czy zabezpieczony materiał przedstawia dzieci ucharakteryzowane w określony sposób?	Does the secured material represent children performing a specific act?/ Czy zabezpieczony materiał przedstawia dzieci podejmujące określoną czynność?
A hypothetical neural network result supporting the expert's work/ Hipotetyczny wynik pracy sieci neuronowej wspomagającej pracę biegłego	Determining how many photos from a given data represent girls, boys and adults./ Określenie, ile zdjęć z danego zbioru danych przedstawia dziewczynki, chłopców lub osoby pełnoletnie. Identifying the percentage of the secured material that can be classified as a category of the COPINE Scale./ Określenie, jaki odsetek zabezpieczonych materiałów jest klasyfikowany jako dana kategoria skali COPINE. Identifying the percentage of the secured material which contains pornographic content involving minors and the percentage that involves adults./ Określenie, jaki odsetek zabezpieczonych materiałów zawierają treści pornograficzne z udziałem małoletnich, a jaki z udziałem osób pełnoletnich. Identifying the percentage of minors in a given age bracket./ Określenie odsetka osób, które przedstawiają małoletnich w danym zakresie wieku.	Identifying the percentage of the secured materials that can be classified as a COPINE Scale category./ Określenie, jaki odsetek zabezpieczonych materiałów jest klasyfikowany jako dana kategoria skali COPINE.	

CONCLUSIONS

The work of forensic experts in the field of sexology includes giving opinion on pornographic materials involving minors. Due to the specific nature of this work, it is advisable to use tools that allow for the classification of pornographic materials. Providing information of this kind may be a valuable supplement to judicial and sexological opinions and, consequently, may lead to a reliable sentence. Models of neural networks that allow for the classification of pornographic materials have been already devised, and research aimed at introducing neural networks into the practice of forensic experts in the field of sexology seems to be extremely promising. The introduction of selected solutions will be helpful in efficient classification of pornographic materials, including those enabling the use of the COPINE and Tanner Scales (SMR). Classifications made by neural networks could make it possible to give an exact number of images and films that may contain types of pornography with increasing degrees of sexualization or indicate material that may constitute pornography involving minors, by means of age estimation. Until then, however, it is necessary to develop a tool that meets appropriate psychometric criteria and is developed in cooperation with the judiciary.

seksualnej, trudno jest oczekiwać, że zakres szczegółowych obiektów będzie taki sam.

Sieci neuronowe mogłyby również być pomocne w powyższym zakresie. Wytrenowanie sieci neuronowych umożliwiających klasyfikację specyficznych obiektów widocznych na zdjęciach (jak wyraźny makijaż) mogłoby stać się nieocenioną pomocą dla biegłych sądowych. Opis przykładowych sytuacji, które odnoszą się do powyższego zagadnienia, został przedstawiony w tabeli 2.

Oceniając sytuacje przedstawione w tabeli 2, można dojść do przekonania, że rzetelna ocena materiałów pornograficznych przez biegłego sądowego, którego praca byłaby wspomagana przez sieci neuronowe, może dostarczyć istotnych przesłanek dla organów procesowych i przyczynić się do wydania rzetelnego wyroku. Przykładowo, jeżeli w zbiorze materiałów pornograficznych oskarżonego będą dominowały obrazy przedstawiające małoletnie ucharakteryzowane przy użyciu makijażu, a dana osoba będzie oskarżona o podejmowanie kontaktów seksualnych z małoletnimi wyłącznie ze znacznym makijażem, to może to świadczyć o preferencji do podejmowania kontaktów z małoletnimi ucharakteryzowanymi w ten sposób.

WNIOSKI

Praca biegłych sądowych z zakresu seksuologii obejmuje opiniowanie materiałów pornograficznych z udziałem małoletnich. Z uwagi na specyfikę tego zadania wskazane jest wykorzystywanie narzędzi, które pozwalają na klasyfikację materiałów pornograficznych. Dostarczenie tego rodzaju informacji może być cennym uzupełnieniem opinii sądowo-seksuologicznych, a w konsekwencji może doprowadzić do wydania rzetelnego wyroku. Prezentowane są modele sieci neuronowych, które pozwalają na dokonywanie klasyfikacji materiałów pornograficznych, a prowadzenie badań zmierzających do wprowadzenia sieci neuronowych do praktyki biegłych sądowych w dziedzinie seksuologii wydaje się niezwykle obiecujące. Wdrożenie wybranych rozwiązań będzie pomocne przy sprawnej klasyfikacji materiałów pornograficznych, w tym umożliwiających wykorzystanie skali COPINE i *Skali dojrzałości płciowej*. Klasyfikacje dokonywane przez sieci neuronowe mogłyby umożliwić uzyskanie dokładnej liczby zdjęć oraz filmów mogących zawierać typy pornografii o wzrastającym stopniu seksualizacji lub wskazywać materiały mogące stanowić pornografię z udziałem małoletnich dzięki szacowaniu wieku. Do tego czasu konieczne jest jednak opracowanie narzędzia, które będzie spełniało odpowiednie kryteria psychometryczne i zostanie stworzone we współpracy z wymiarem sprawiedliwości.

Conflict of interest/Konflikt interesu

Absent./Nie występuje.

Financial support/Finansowanie

Absent./Nie występuje.

References/Piśmiennictwo

1. Beisert M, Izdebska A. Wykorzystywanie seksualne dzieci. Dziecko Krzywdzone 2012; 11: 48-66.
2. Merdian HL, Thakker J, Wilson N, Boer D. Assessing the internal structure of the COPINE scale. Psychology Crime Law 2013; 19: 21-34.
3. Babchishin KM, Hanson R, Hermann CA. The characteristics of online sex offenders: a meta-analysis. Sex Abuse 2011; 23: 92-123.
4. American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.). Washington: American Psychiatric Association; 2013.
5. World Health Organization. International Classification of Diseases, 11th Revision. Geneva: 2019.
6. Schiffer B, Vonlaufen C. Executive dysfunctions in pedophilic and nonpedophilic child molesters. J Sex Med 2011; 8: 1975-1984.
7. Poepl TB, Nitschke J, Santtila P, Schecklmann M, Langguth B, Greenlee MW, et al. Association between brain structure and phenotypic characteristics in pedophilia. J Psychiatr Res 2013; 47: 678-85.
8. Schiffer B, Paul T, Gizewski E, Forsting M, Leygraf N, Schedlowski M, et al. Functional brain correlates of heterosexual paedophilia. Neuroimage 2008; 41: 80-91.
9. Schiltz K, Witzel J, Northoff G, Zierhut K, Gubka U, Fellmann H, et al. Brain pathology in pedophilic offenders: evidence of volume reduction in the right amygdala and related diencephalic structures. Arch Gen Psychiatry 2007; 64: 737-746.
10. Cantor JM, Blanchard R, Christensen BK, Dickey R, Klassen PE, Beckstead AL, et al. Intelligence, memory, and handedness in pedophilia. Neuropsychology 2004; 18: 3.
11. Ponseti J, Bruhn D, Nolting J, Gerwinn H, Pohl A, Stirn A, et al. Decoding pedophilia: increased anterior insula response to infant animal pictures. Front Hum Neurosci 2018; 11: 645.
12. Lake BM, Ullman TD, Tenenbaum JB, Gershman SJ. Building machines that learn and think like people. Behav Brain Sci 2017; 40: e253.
13. Becoming Human. How Netflix uses AI, data science, and machine learning – from a product perspective. Available at: www.becominghuman.ai (Accessed: 10.08.2019).
14. Forbes. The amazing ways eBay is using Artificial Intelligence to boost business success. Available at: www.forbes.com (Accessed: 10.08.2019).
15. Wu Y, Schuster M, Chen Z, Le QV, Norouzi M, Macherey W, et al. Google's neural machine translation system: bridging the gap between human and machine translation. arXiv:1609.08144. Available at: www.arxiv.org.
16. See A, Roller S, Kiela D, Weston J. What makes a good conversation? How controllable attributes affect human judgments. arXiv:1902.08654. Available at: www.arxiv.org.
17. Conneau A, Lample G, Rinott R, Williams A, Bowman SR, Schwenk H, et al. Xnli: Evaluating cross-lingual sentence representations. arXiv:1809.05053. Available at: www.arxiv.org.
18. Serdyuk D, Wang Y, Fuegen C, Kumar A, Liu B, Bengio Y. Towards end-to-end spoken language understanding. Conference material: 2018 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2018: 5754-5758.
19. Quayle E. The COPINE project. Irish Probation Journal 2008; 5: 65-83.
20. Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in boys. Arch Dis Childhood 1970; 45: 13-23.
21. Marshall WA, Tanner JM. Variations in pattern of pubertal changes in girls. Arch Dis Childhood 1969; 44: 291.
22. Yang TY, Huang YH, Lin YY, Hsiu PC, Chuang YY. SSR-Net: A Compact Soft Stagewise Regression Network for Age Estimation. Conference material: Proceedings of the Twenty-Seventh International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-18), 2018: 1078-1084.
23. Moustafa M. Applying deep learning to classify pornographic images and videos. arXiv:1511.08899. Available at: www.arxiv.org.
24. Perez M, Avila S, Moreira D, Moraes D, Testoni V, Valle E, et al. Video pornography detection through deep learning techniques and motion information. Neurocomputing 2017; 230: 279-293.
25. Jin X, Wang Y, Tan X. Pornographic Image Recognition via Weighted Multiple Instance Learning. IEEE Trans Cybern 2019; 49: 4412-4420.
26. Beisert M. Pedofilia: geneza i mechanizm zaburzenia. Gdańsk: Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne; 2012.