

Testovanie duševného zdravia s využitím Deep Learning

Mental health testing using Deep Learning

Peter Schmidt¹, Veronika Horniaková², Peter Procházka³

Abstrakt

Tento výskum sa zameriava na vývoj inovatívneho programu na detekciu stavu mentálneho zdravia, špecificky depresie, pomocou metód strojového učenia. Metodika spočíva v monitorovaní mimiky človeka prostredníctvom kamery, pričom reakcie na zobrazované obrázky poskytujú údaje o emočnom stave. Využitím technológií Deep Learningu, systém umožňuje naučiť algoritmus rozpoznávať emočné reakcie a identifikovať potenciálne odchýlky, ktoré môžu naznačovať psychické problémy ako depresiu. Táto technológia má potenciál pre včasnú diagnostiku a intervenciu, čo je kľúčové pre efektívnu liečbu depresie a prispôsobené terapeutické zásahy, čím by sa mohla zlepšiť kvalita života postihnutých jedincov.

Kľúčové slová

Detekcia duševného zdravia, psychiatria, psychológia, strojové učenie, hlboké učenie

Abstract

This research focuses on the development of an innovative program to detect a mental health condition, specifically depression, using machine learning methods. The methodology consists in monitoring a person's facial expressions through a camera, while reactions to displayed images provide data on the emotional state. Using Deep Learning technologies, the system allows the algorithm to be taught to recognize emotional reactions and identify potential deviations that may indicate psychological problems such as depression. This technology has the potential for early diagnosis and intervention, which is crucial for effective treatment of depression and tailored therapeutic interventions, which could improve the quality of life of affected individuals.

Keywords

Mental Health Detection, Psychiatric, Psychology, Machine Learning, Deep Learning

JEL classification

C38, I110

1 Úvod

Tento výskum sa zameriava na vývoj programu na detekciu stavu mentálneho zdravia, s dôrazom na depresiu, pomocou techník strojového učenia. Rozpoznávanie výrazu tváre na posúdenie emocionálnych stavov je široko skúmanou oblasťou v strojovom učení s mnohými

¹ Ing. Mgr. Peter Schmidt, PhD., Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra aplikovanej informatiky, Dolnozemska cesta 1, Bratislava, Slovakia, peter.schmidt@euba.sk.

² Ing. Veronika Horniaková, PhD. MSc., Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra aplikovanej informatiky, Dolnozemska cesta 1, Bratislava, Slovakia veronika.horniakova@euba.sk.

³ Ing. Peter Procházka, PhD., Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra aplikovanej informatiky, Dolnozemska cesta 1, Bratislava, Slovakia peter.prochazka@euba.sk.

aplikáciami v zdravotníctve a interakcii človeka s počítačom (Zeng et al., 2018). Techniky hlbokého učenia preukázali významné zlepšenia v rozpoznávaní a kategorizácii výrazov tváre, ktoré možno využiť na hodnotenie duševného zdravia (Li & Deng, 2020). Naša metóda je založená na monitorovaní človeka prostredníctvom kamery počítača a pravidelnom automatickom snímkaní jeho tváre. Testovaná osoba bude sledovať obrázky zobrazované na monitore. Na základe zaznamenananej mimiky tváre je možné vyhodnotiť emočnú reakciu. Keďže každý človek vyjadruje svoje emócie rôznou intenzitou, rozhodli sme sa využiť technológie Deep Learningu na naučenie algoritmu rozpoznávať reakcie, ktoré sa považujú za normálne. Všetky zachytené reakcie, ktoré sa odchyľia od normy, budú vyžadovať analýzu, či ide o dočasný nepriaznivý stav mentálneho zdravia spôsobený stresom alebo depresiou, alebo o charakterovú črtu indikujúcu určitú formu psychickej deviácie. Pri takýchto odchyľkách tradičné testy ako MMPI (Minnesota Multiphasic Personality Inventory) alebo Beckov inventár depresie nemusia byť dostatočne spoľahlivé, pretože sú navrhnuté tak, aby kvantitatívne merali určité aspekty duševného zdravia. Samotný dotazník zisťuje len základné údaje ako vek, pohlavie, zamestnanie a podobne. Užívatelia odpovedia na tieto základné otázky a program spustí samotný test. Na konci testu aplikácia vyhodnotí zistenia na základe toho v akom prostredí sa bude aplikácia používať. Strojové učenie má veľký potenciál pre predikciu duševných zdravotných stavov, vrátane depresie, a jeho aplikácia v zdravotníctve sa neustále rozširuje (Iyortsuun et al., 2023).

2 Formulácia problému

Depresia, známa aj ako veľká depresívna porucha, je duševné ochorenie, ktoré negatívne ovplyvňuje to, ako sa človek cíti, ako myslí a ako koná. Odhaduje sa, že približne 3,4 % (2-6 % vrátane chybového rozpätia) svetovej populácie trpí depresiou. Odhaduje sa, že jedna z troch žien a jeden z piatich mužov zažije vážnu depresiou počas svojho života (Dattani et al., 2023). Podľa Global Health Data Exchange trpí depresiou na celom svete 251-310 miliónov ľudí (WPR, 2024). Hoci je depresia bežná, našťastie je tiež liečiteľná. Depresia, ktorá je na celom svete uznávaná ako jedna z hlavných príčin invalidity, nielenže znižuje kvalitu života, ale tiež spôsobuje významné spoločenské náklady. Aj keď je možné depresiou spoľahlivo diagnostikovať a liečiť v primárnej zdravotnej starostlivosti, menej ako 25 % postihnutých má prístup k účinnej liečbe (WHO, 2023).

Heterogenita depresívnych porúch ďalej komplikuje ich zisťovanie a liečbu. Patria sem:

- Veľká depresívna porucha (MDD) - charakterizovaná ťažkými depresívnymi epizódami.
- Dystymická porucha (dystymia) - trvalá mierna depresia.
- Mierne depresia - menej vážne, ale stále výrazné depresívne príznaky.
- Psychotická depresia - depresia sprevádzaná bludmi alebo halucináciami.
- Popôrodná depresia - depresia, ktorá nastáva po pôrode.
- Sezónna afektívna porucha (SAD) - depresia spojená so sezónnymi zmenami.
- Bipolárna porucha - zahŕňa obdobia depresie a zvýšenej nálady.

Rôznorodé prejavy depresie si vyžadujú prístup pri hodnotení a zásahu šitý na mieru. Avšak chýbajúce univerzálne prístupné a prispôsobiteľné diagnostické nástroje predstavujú významnú prekážku efektívneho manažmentu. Tento výskum sa snaží riešiť tento nedostatok vývojom aplikácie riadeného hlbokým učením, schopného hodnotiť mentálne zdravie človeka ako aj rôzne stavy depresie prostredníctvom používateľsky príjemnej digitálnej platformy, čím zvyšuje prístupnosť a včasnosť podpory duševného zdravia. Včasná diagnostika umožnená strojovým učením a rýchlou intervenciou môže významne zlepšiť výsledky liečby depresie a iných duševných porúch (Shatte et al., 2019).

3 Príznaky a symptómy depresie

Dlhotrvajúce nešťastné, nekludné alebo "prázdne" pocity, pocity smútku alebo cynizmu, pocity viny, bezcennosti alebo bezmocnosti, podráždenosť, nepokoj, strata záujmu o aktivity alebo koničky, ktoré boli kedysi príjemné, vrátane sexu, únava a znížená energia. Ťažkosti so sústredením, zapamätaním si detailov a rozhodovaním. Nespavosť, skoré ranné bdenie alebo nadmerné spanie. Prejedanie sa alebo strata chuti do jedla. Myšlienky na samovraždu, pokusy o samovraždu. Silné bolesti alebo migrény, kŕče alebo tráviace problémy, ktoré neustupujú ani s liečbou.

Zdravotné problémy, ktoré často sprevádzajú depresiu:

- Panická porucha
- Sociálna fóbia
- Anxiozita
- Chronická bolesť
- Poruchy spánku
- Závislosť od alkoholu alebo drog
- Generalizovaná úzkostná porucha
- Obsedantno-kompulzívna porucha
- Posttraumatická stresová porucha (PTSD)
- Depresia môže tiež nastať s inými vážnymi lekáskymi ochoreniami ako sú srdcové choroby, mozgová príhoda, rakovina, HIV/AIDS, diabetes a Parkinsonova choroba.

Príčiny depresie

- *Genetické alebo dedičné* - Genetické faktory môžu zvýšiť predispozíciu k depresii, pričom niektoré depresívne poruchy môžu byť dedičné.
- *Biologické / Biochemické* - Nerovnováha neurotransmitterov v mozgu, ako sú serotonín a dopamín, môže prispievať k vzniku depresie.
- *Stravovacie* - Nedostatočná výživa, nedostatok určitých vitamínov a minerálov, môže mať vplyv na náladu a funkcie mozgu.
- *Environmentálne* - Externé environmentálne faktory ako dlhodobý stres, traumatické udalosti, alebo chronická izolácia môžu spúšťať depresívne epizódy.
- *Socio-kultúrne faktory / Situácie / Vzťahy / Osobnosť* - Sociálne a kultúrne faktory, ako sú rodinné vzťahy, pracovné prostredie alebo sociálna izolácia, môžu významne ovplyvňovať duševné zdravie jedinca.

Manažment

Antidepresíva primárne pôsobia na mozgové chemikálie nazývané neurotransmitery, najmä na serotonín a norepinefrín. Iné antidepresíva pôsobia na neurotransmitter dopamín. Pri liečbe depresie sa často využívajú rôzne nástroje a terapeutické prístupy. Okrem tradičných terapeutických metód sa v súčasnosti čoraz viac využívajú aj pokročilé technológie.

Medzi technológie, ktoré nachádzajú uplatnenie v podpore liečby depresie, patria rôzne aplikácie na spracovanie dát, ako aj niektoré programovacie jazyky ako Python alebo R, ktoré sú vhodné pre analýzu a spracovanie dát. Tieto technológie umožňujú realizáciu rôznych úloh, vrátane:

- Zber histórie: Programovacie nástroje umožňujú systematické zbieranie a analýzu údajov o histórii pacienta, čo pomáha klinickým pracovníkom pochopiť priebeh depresie a prispôbiť plány liečby.

- Vyšetrenie duševného stavu: Aplikácie pomáhajú pri vykonávaní dôkladných vyšetrení duševného stavu, čo umožňuje zdravotníckym profesionálom hodnotiť kognitívne funkcie, emocionálnu pohodu a ďalšie dôležité faktory.
- Kritériá ICD-10: Technologické aplikácie sa používajú na zabezpečenie dodržiavania Medzinárodnej štatistickej klasifikácie chorôb a súvisiacich zdravotných problémov, 10. revízie (ICD-10) pre diagnostiku a kódovanie depresie a súvisiacich stavov. Táto klasifikácia je publikovaná Svetovou zdravotníckou organizáciou (WHO) a používa sa na diagnostiku, štatistické sledovanie a kódovanie chorôb a zdravotných stavov.

Antidepresíva

- Selektívne inhibítory spätného vychytávania serotonínu (SSRI) - Fluoxetín (Prozac), Sertralín (Zoloft), Escitalopram (Lexapro), Paroxetín (Paxil) a Citalopram (Celexa) patria medzi najčastejšie predpisované SSRI pri liečbe depresie.
- Tricyklické antidepresíva - Sú staršie druhy antidepresív. Majú silný účinok, ale dnes sa používajú menej často kvôli vážnejším možným vedľajším účinkom, napríklad Imipramín a Nortriptylín
- Inhibítory monoamín oxidázy (MAOI) - Sú najstaršou triedou antidepresívnych liekov. Môžu byť obzvlášť účinné pri atypickej depresii. Osoby užívajúce MAOI sa musia vyhýbať určitým potravinám a nápojom (vrátane syra a červeného vína), ktoré obsahujú látku zvanú tyramín.

Kognitívno-behaviorálna terapia (CBT)

Kognitívno-behaviorálna terapia pomáha ľuďom trpiacim depresiou prepracovať negatívne vzorce myslenia. Táto terapeutická metóda zameraná na riešenie problémov pomáha identifikovať a zmeniť deštruktívne alebo rušivé myšlienkové procesy, ktoré majú negatívny vplyv na správanie a emócie. CBT sa zameriava na aktuálne problémy a hľadá praktické spôsoby, ako ich klienti môžu prekonať, čo vedie k zlepšeniu ich každodennej funkčnosti a životnej spokojnosti.

Interpersonálna terapia (IPT)

- Pomoc s narušenými vzťahmi: Interpersonálna terapia (IPT) je psychoterapeutická metóda zameraná na riešenie medziľudských problémov, ktoré prispievajú k vzniku a udržiavaniu depresie. Cieľom IPT je pomôcť klientom rozpoznať vzory v ich vzťahoch, ktoré môžu negatívne ovplyvňovať ich emocionálny stav. Terapeut spolu s klientom pracuje na zlepšení komunikačných zručností, rozvíja schopnosť vyjadrovať emócie a podporuje pozitívne interakcie s ostatnými. Tento prístup môže viesť k zlepšeniu kvality existujúcich vzťahov a k vybudovaniu nových, podporných medziľudských väzieb.
- Elektrokonvulzívna terapia (ECT) pre odolné prípady: ECT je liečebná procedúra používaná pre pacientov trpiacich ťažkou depresiou, ktorá neodpovedá na štandardné liečebné metódy ako sú antidepresíva alebo psychoterapia. Počas procedúry sú u pacienta indukované kontrolované epileptické záchvaty použitím krátko elektrického prúdu prechádzajúceho mozgom. Táto metóda môže priniesť rýchle zlepšenie symptómov u pacientov s veľmi ťažkou, život ohrozujúcou depresiou alebo pri pacientoch, ktorí sú extrémne suicidálni. Hoci ECT je efektívna, je dôležité zvážiť potenciálne vedľajšie účinky, ako sú zmätenosť a strata krátkodobej pamäti, ktoré môžu po zákroku pretrvávať.

4 Transférové učenie

Transférové učenie je metódou, ktorá umožňuje efektívnejšie využitie existujúcich dát a získaných poznatkov. Táto metóda sa zameriava na aplikáciu vedomostí z jednej úlohy na novú, podobnú úlohu. V praxi to znamená, že neurónová sieť je najprv trénovaná na špecifickom súbore dát a jej dolné vrstvy, ktoré slúžia na extrakciu charakteristík, sú "zamrznuté". Následne sa tieto vrstvy používajú ako základ pre ďalšie špecializované trénovanie. Napríklad, model trénovaný na rozpoznávanie mimiky tváre mladých mužov môže byť adaptovaný na rozlišovanie medzi mimikami tváre detí alebo starších žien. Táto technika výrazne znižuje čas potrebný na trénovanie nových modelov, pretože využíva už existujúce výstupy z predchádzajúcich tréningov.

4.1 Využitie doménových znalostí v kontexte strojového učenia

Doménové znalosti predstavujú dôležitý nástroj pri vylepšovaní modelov strojového učenia, najmä v prípadoch, kedy sú dáta obmedzené. Tu je niekoľko kľúčových spôsobov, ako môžu byť doménové znalosti využité:

- *Vytvorenie expertných pravidiel:* Experti v danej oblasti môžu definovať pravidlá alebo heuristiky, ktoré sa integrujú do modelov. Tieto pravidlá môžu vychádzať z dlhoročných skúseností.
- *Výber charakteristík:* Doménové znalosti môžu pomôcť pri identifikácii najrelevantnejších charakteristík, čo zvyšuje efektivitu modelu.
- *Predspracovanie dát:* Odborníci môžu odporučiť konkrétne metódy pre čistenie a spracovanie dát, aby boli v súlade so štandardmi danej oblasti.
- *Interpretácia výsledkov:* Doménové znalosti sú neoceniteľné pri interpretácii výsledkov a identifikácii oblastí pre zlepšenie.
- *Validácia modelu:* Experti môžu pomôcť overiť, či sú výsledky modelu v súlade s očakávaniami a identifikovať potrebné úpravy.
- *Vytvorenie špecifických modelov:* Niekedy je vhodné vytvoriť modely špecificky pre danú doménu, pričom sa zohľadnia jej unikátne výzvy a charakteristiky.

Využitie doménových znalostí zvyšuje úspešnosť a spoľahlivosť strojového učenia tým, že poskytuje dôležitý kontext, ktorý nemôže byť získaný len z dát. Integrácia týchto znalostí do procesu modelovania môže výrazne zvýšiť kvalitu a spoľahlivosť výsledných modelov.

5 Vyhodnocovací model
















Už v deväťdesiatych rokoch minulého storočia boli realizované štúdie, kde boli analyzované emocionálne reakcie a rozpoznávacie schopnosti tváre u rôznych skupín osôb. Jedna zo štúdií zahŕňala 23 pacientov s akútnou schizofréniou, 21 pacientov s akútnou veľkou depresiou podľa výskumných diagnostických kritérií, a 15 zdravých kontrol. Emocionálna reaktivita a schopnosť rozpoznávania tváre boli hodnotené vo dvoch nastaveniach: klinickom a experimentálnom. Klinicky bol emocionálny výraz hodnotený na základe afektívneho sploštenia, zatiaľ čo v laboratórnych podmienkach boli skúmané mimovoľné aj dobrovoľné prejavy tváre pomocou video analýzy, ktorá poskytla dáta o intenzite a presnosti výrazov.

Výsledky ukázali, že obidve klinické skupiny - pacienti so schizofréniou aj s veľkou depresiou - preukázali špecifické vzorce dysfunkcií súvisiacich s afektom. Schizofrenici vykazovali výrazné deficity v spontánnom aj dobrovoľnom prejave tváre, nezávisle od typu a dávkovania použitých neuroleptík. U depresívnych pacientov bol zaznamenaný stabilný deficit v mimovoľnom prejave počas emocionálne vyvolávajúcich rozhovorov, pričom dobrovoľné

prejavy boli výrazne redukované počas postakútnej fázy. Tieto rozdiely môžu poukazovať na základné psychobiologické rozdiely medzi týmito skupinami, čo naznačuje odlišné neurobiologické mechanizmy ovplyvňujúce ich schopnosť emočného prejavu a rozpoznávania.

Na rozdiel od predchádzajúcich štúdií, ktoré sa spoliehali predovšetkým na odborné znalosti špecialistov a pracovali s relatívne malou vzorkou účastníkov, naše aktuálne zistenia poskytujú širší pohľad na problematiku. Aj keď naše diagnózy nie sú tak závažné ako v predchádzajúcich prípadoch, identifikácia a dokumentácia symptómov je komplikovaná ich sporadickou prítomnosťou a obtiažnou detekciou v ranných štádiách ochorenia.

Obr.1: Ukážka rôznych reakcií na zobrazený obrázok

Zobrazený obrázok	Zosnímaná mimika tváre	Očakávaná reakcia	Depresívna reakcia	Deviačná reakcia
				
				
				

Zdroj: (Flores, 2024)

Na Obr. 1 sú zobrazené rôzne reakcie testovanej osoby v závislosti od premietaného obrázka.

- V prvom riadku je vidno pár mačiatok, ktoré vo všeobecnosti vyvolávajú pozitívnu reakciu. Očakáva sa minimálne jemný úsmev, ale aj veľký úsmev s otvorenými ústami sa dá hodnotiť ako úplne normálna reakcia. Pri depresívnej reakcii vidíme stiahnuté kútiky, akoby sa testovaná osoba hneď rozplakala. S veľkou pravdepodobnosťou pôjde o prehnanú reakciu príčinou čoho je zlá psychická pohoda testovanej osoby. Typickým príznakom deviačnej reakcie môže byť "poker face", keby obrázok nevyvolá žiadnu emotívnu reakciu (Gaebel & Wölwer, 1992).
- V druhom riadku je obrázok na ktorom ľudia berú obeť teroristických útokov. Očakávaná reakcia je skôr smutný výraz, alebo prekvapivý výraz tváre. Vidíme že zosnímaná mimika hovorí že testovaná osoba neprejavuje žiadnu empatiu a usmieva sa ako osoba s

deviačnou reakciou. Pri depresívnej reakcii už testovaná osoba nedokáže udržať slzy a reaguje veľmi emotívne.

- Na treťom riadku by sme očakávali spokojnú mimiku, s privretými očami, akoby sa už človek na tej pláži videl. Oproti tomu zosnímaná mimika tváre je skôr veľmi smutná, ktorú môže vyvolať napr. veľmi zlá spomienka. Vidíme, že pri depresívnej reakcii je snaha o úsmev, ale stiahnuté obočie prezrádza že obrázok vyvoláva menej pozitívnu emočnú reakciu než by sme u zdravého človeka očakávali. Pri deviačnej reakcii nevidíme žiadny emočný prejav.

Ak by sme chceli v hrubých rysoch vyhodnotiť obr.1, mohli by sme povedať že osoba na prvom riadku je osoba mentálne zdravá a jeho reakcia a empatia bola primeraná a zodpovedá očakávanej reakcii.

Na druhom riadku je osoba s deviačnou reakciou, nakoľko fotografia u normálnej populácie vyvolávajúca smútok, u tejto osoby vyvolala úsmev, čiže miera empatie je u neho veľmi nízka.

Na treťom riadku je typický prípad depresívnej reakcie, kde obrázok ktorý vo všeobecnosti vyvoláva pozitívne pocity u testovanej osoby vyvoláva smutnú reakciu.

6 Realizácia systému

Realizácia systému zahŕňa viacero dôležitých krokov, pričom hlavným cieľom je efektívne využitie transferového učenia. Predtrénované modely upravíme tak, aby odrážali špecifiká nového datasetu, čo umožní lepšie výsledky aj pri menšom počte tréningových dát.

1. Vytvorenie aplikácie:

- a. Obsah aplikácie: Aplikácia bude obsahovať bohatú knižnicu obrázkov určených na vyvolanie emocionálnych reakcií používateľov.
- b. Zaznamenávanie reakcií: Pri zobrazení každého nového obrázku aplikácia zaznamená mimiku testovanej osoby pomocou integrovanej kamery a uloží dáta do databázy pre ďalšie spracovanie.

2. Vytvorenie tréningovej sady:

- a. Generovanie dát: Tréningová sada sa bude generovať automaticky získavaním dát o reakciách užívateľov podľa vyššie uvedeného bodu 1a.
- b. Anotácia dát: Fotografie z tréningovej sady budú ručne anotované na základe prejavovaných emocionálnych reakcií.

3. Vytvorenie testovacej sady: Testovacia sada bude vytvorená podobným spôsobom ako tréningová sada a použije sa na overenie účinnosti modelu.

4. Učenie modelu: Model bude učný s použitím učenia zo supervízorom, čo umožní modelu učiť sa z anotovaných dát a zlepšiť jeho schopnosť predikcie na základe emocionálnej reakcie.

5. Vypracovanie hodnotiaceho algoritmu: Hodnotiaci algoritmus bude vyvinutý na posúdenie účinnosti modelu v reálnych scenároch.

6. Testovanie systému na reálnej vzorke: Po vývoji systému a učení modelu bude systém otestovaný na reálnej vzorke používateľov na overenie jeho funkčnosti a presnosti.

7 Záver

Tento výskum predstavuje významný pokrok vo využití strojového učenia pre detekciu stavov mentálneho zdravia, špecificky depresie. Metóda, založená na monitorovaní človeka cez počítačovú kameru a analýze mimiky pri vizuálnych stimuloch, predstavuje inovatívny prístup k hodnoteniu emočných reakcií. Hlavným prínosom je možnosť identifikácie abnormálnych

emocionálnych stavov, ktoré by mohli naznačovať mentálne problémy ako depresiú alebo iné psychické odchýlky. Prístup založený na Deep Learningu umožňuje adaptáciu modelu na individuálne rozdiely v emočnom prejave, čo zvyšuje presnosť diagnostiky.

Vývoj aplikácie, ktorá je schopná učiť sa z rozmanitosti emocionálnych prejavov a reakcií testovaných osôb, poskytuje dôležitú platformu pre skorú diagnostiku a intervenčné stratégie. Tento systém má potenciál znížiť bariéry v prístupe k psychologickému hodnoteniu a podporiť včasnú intervenciu, čo je kľúčové pri liečbe depresie a iných súvisiacich porúch.

Celkovo možno povedať, že zavedenie takéhoto systému by mohlo výrazne prispieť k zlepšeniu duševného zdravia na individuálnej aj spoločenskej úrovni, keďže by poskytovalo spoľahlivé a rýchle vyhodnotenie mentálneho stavu bez nutnosti fyzickej návštevy zdravotníckeho zariadenia. Predpokladá sa, že výsledky tohto výskumu môžu byť aplikované v rôznych prostrediach, čím sa zvyšuje ich univerzálnosť a dostupnosť podpory pre ľudí trpiacich duševnými ochoreniami.

8 Literatúra

1. Gaebel, W., & Wölwer, W. (1992). Facial expression and emotional face recognition in schizophrenia and depression. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 242(1), 46–52. <https://doi.org/10.1007/bf02190342>
2. Dattani, S., Rodés-Guirao, L., Ritchie, H., & Roser, M. (2023, December 28). *Mental health*. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/mental-health#research-writing>.
3. Flores, A. (2024, February 19). What is morphopsychology. Face & Profile. <http://faceandprofile.com/things-to-know-about-morphopsychology/>.
4. Iyortsuun, N. K., Kim, S., Jhon, M., & Yang, H. (2023). A review of machine learning and deep learning approaches on mental health diagnosis. *Healthcare*, 11(3), 285. <https://doi.org/10.3390/healthcare11030285>.
5. Li, S., & Deng, W. (2020). Deep facial expression recognition: A survey. *IEEE Transactions on Affective Computing*. <https://doi.org/10.1109/TAFFC.2020.2981446>.
6. Shatte, A. B. R., Hutchinson, D. M., & Teague, S. J. (2019). Machine learning in mental health: A scoping review of methods and applications. *Psychological Medicine*, 49(9), 1426-1448. <https://doi.org/10.1017/S0033291719000151>.
7. WHO. (2023, March 31). *Depressive disorder (depression)*. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/depression>.
8. WPR. (2024). *Depression Rates by Country 2024*. Depression rates by country 2024. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/depression-rates-by-country>.
9. Zeng, Z., Pantic, M., Roisman, G. I., & Huang, T. S. (2018). A survey of affect recognition methods: Audio, visual, and spontaneous expressions. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 31(1), 39-58. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2008.52>.