

## **Podejście Internetu Rzeczy do „odczytywania” emocji dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu**

Po dyskusji na temat wkładu Internetu rzeczy (IoT) w naukę o zdrowiu i zarządzaniu w poprzednich rozdziałach, ta część opisuje prototyp systemu IoT zaprojektowanego specjalnie, aby pomóc dzieciom z zaburzeniami ze spektrum autyzmu (ASD), o których wiadomo, że nie mają umiejętności. W szczególności aplikacja została zaprojektowana tak, aby pomóc użytkownikom z ASD lub bez ASD w rozpoznawaniu ich emocji w celu ułatwienia interakcji społecznych. Ponieważ skuteczność prototypu nie została przetestowana klinicznie, zaleca się czytelnikom rozważenie go jako kolejnego przyszłego zastosowania IoT w zarządzaniu zdrowiem i nauką. Opisujemy projektowanie i rozwój takiego prototypu IoT. Podczas interakcji społecznej ważne jest, aby wszyscy uczestnicy prawidłowo interpretowali emocjonalny charakter komunikowanego komunikatu, aby uniknąć nieporozumień. Wcześniejsze badania z ostatnich dziesięcioleci wskazywały na brak umiejętności rozpoznawania emocji i interakcji społecznych wśród dzieci i dorosłych z ASD oraz możliwy związek przyczynowy między tymi pierwszymi a drugimi. Ponieważ wszyscy uczestnicy interakcji społecznej powinni zostać pociągnięci do odpowiedzialności za prawidłową interpretację stanu emocjonalnego innych osób, należy również ocenić zdolność osób neurotypowych (NT) do rozpoznawania emocji dzieci z ASD. W niewielkiej liczbie ostatnich prac rozpoczęto badanie tych kwestii poprzez empiryczną ocenę ekspresji emocji osób z ASD. Jednak badania nad zdolnością osób z NT do „odczytywania” emocji osób z ASD są wciąż rzadkie. Badania z wykorzystaniem zaawansowanej technologii są jeszcze radsze, atrakcyjne, a mimo to wydają się bardziej wykonalne, z przytłaczającą koncentracją i sukcesem technologii wykrywania i noszenia. W szczególności, czy byłoby możliwe, aby zbiór czujników i urządzeń do noszenia pełniących funkcję „oczu” i „uszy” kolektywnie „oznaczał” emocje jednostek znajdujących się w środowisku społecznym angażującym się w naturalne interakcje? Opierając się na wcześniejszych badaniach psychologicznych, które z powodzeniem powiązały emocje z ekspresyjnymi ruchami ciała, naukowcy pogłębili naszą wiedzę na temat rozpoznawania emocji osób z NT na podstawie takich multimodalnych danych, w tym wyrazu twarzy, gestów rąk, ruchy ciała itd. Jednak brakuje pracy, aby pomóc osobom z NT w zrozumieniu stanów emocjonalnych osób z ASD w naturalnych interakcjach społecznych, co motywuje to badanie. W tym rozdziale opisujemy naszą wczesną próbę stworzenia naturalnego środowiska zabawy opartego na IoT, zaprojektowanego specjalnie do „odczytywania” emocji dzieci z ASD. Uzasadnieniem takiego środowiska zabawy jest to, że dane behawioralne, w tym ruchy ciała dzieci i gesty rąk, dostarczają bogatych danych dla algorytmu uczenia się emocji (Mitchell, 2009), który jest ukuty jako obszar zwany wykrywaniem obliczeniowym. W celu przechwytywania prawidłowych danych behawioralnych stworzono naturalistyczne środowisko IoT, które zawiera wbudowane czujniki, zabawki (np. zabawki LEGO®) i inne obiekty, w połączeniu z danymi twarzy i zachowania przechwyconymi przez smartwatch, kamerę IP i czujnik Kinect™, aby „wygeneruj” etykiety emocji w zapewnionym środowisku zabawy, w którym dzieci z ASD i inne osoby z NT wchodziły w interakcję

### **Tło**

W tej sekcji zostaną przedstawione podstawowe informacje na temat bieżących badań i rozwoju, a także wyzwań związanych z interwencją technologiczną w zakresie zaburzeń ze spektrum autyzmu w Chinach.

### **Aktualne podejścia do interwencji opartej na technologii w przypadku zaburzeń ze spektrum autyzmu w Chinach**

Dzięki licznym imponującym pracom na temat interwencji opartych na technologii (TI), osiągnięto znaczące pozytywne wyniki pod względem medycznym i klinicznym. Jednak w porównaniu z wieloma pracami badawczymi dotyczącymi projektowania i oceny TI w przypadku ASD w Stanach

Zjednoczonych i Europie, istnieje kilka niedawno opublikowanych prac w Azji Wschodniej, ale w porównaniu z jej zachodnim odpowiednikiem postęp jest nadal daleko w tyle. Do tej pory liczba populacji ASD (zarówno dorosłych, jak i dzieci) w Chinach jest nadal nieokreślona. Rzeczywiście, do niedawna opublikowano bardzo niewiele badań dotyczących oceny, diagnozy i strategii wczesnej interwencji dla dzieci z ASD w Chinach.

### **Wyzwania związane z technologiczną interwencją w zaburzeniach ze spektrum autyzmu w Chinach**

Jak wspomniano wcześniej, system edukacji specjalnej w Chinach znacznie różni się od systemu w krajach rozwiniętych, takich jak Stany Zjednoczone, ponieważ większość dzieci z autyzmem trafiałaby do prywatnych ośrodków edukacyjnych, aby uzyskać edukację. W każdej prowincji lub mieście istnieje również wiele szkół specjalnych, finansowanych przez rząd, ale ze względu na bardzo ograniczone zasoby, większość tych szkół specjalnych jest w dużej mierze niedostępna dla tych dzieci. Ponadto istnieje ogromna przepaść między dostępną liczbą nauczycieli przeszkolonych do zajmowania się dziećmi z autyzmem a potrzebną ich liczbą. Opracowanie niedrogiej, przenośnej i spersonalizowanej aplikacji, którą można dostarczyć w domu, stało się bardzo czasochłonne. Rodzinne, społeczne i kulturalne czynniki mogą wpływać na uczestnictwo, akceptowalność, a nawet wyniki podejść terapeutycznych. Dlatego też, aby objąć interwencją populację zróżnicowaną społecznie i kulturowo, niezbędne są badania, aby wzmocnić i pogłębić nasze zrozumienie tego, w jaki sposób technologia może być akceptowana, adaptowana i uznawana za pomocną w populacjach osób z ASD.

### **Powiązana praca**

Interakcja społeczna jest z natury dwukierunkowa, wymagając od jednostek wzajemnego rozpoznawania emocji i intencji, które są kluczowe dla ich działania i zachowania. W tej części zostaną omówione dotychczasowe prace dotyczące zdolności rozpoznawania emocji i ekspresji emocji osób z ASD.

### **Rozpoznawanie emocji w zaburzeniach ze spektrum autyzmu**

Osoby z ASD na ogół mają typowe lub opóźnione przetwarzanie emocji (Światowa Organizacja Zdrowia, 1993). Większość prac w tym obszarze koncentruje się na badaniu ich zdolności do postrzegania emocji innych poprzez ich statyczną mimikę, które zazwyczaj przypisuje się anomaliiom w wyrazie twarzy. Jednak te badania empiryczne przyniosły mieszane, a nawet sprzeczne wyniki: na przykład twierdzi się, że wcześniejsze badania mogły nie docenić zdolności rozpoznawania emocji poprzez twarz wśród dzieci z ASD; dodatkowo okazuje się, że dzieci z ASD są bardziej kompetentne w rozpoznawaniu emocji poprzez ruchy ciała (Peterson i in., 2015). Innym nie udało się znaleźć żadnych znaczących różnic między grupami z NT i ASD w zakresie podstawowych zadań rozpoznawania emocji.

### **Ekspresja emocjonalna osób z zaburzeniami ze spektrum autyzmu**

W przeciwieństwie do wielu badań dotyczących zdolności rozpoznawania emocji osób z ASD, opisano bardzo niewiele badań empirycznych dotyczących ich ekspresji emocji. Ekspresja emocji obejmuje zdolność rozumienia, naśladowania i przedstawiania różnych emocji; z nich pierwsza wymaga mentalnego zrozumienia emocji i jej wartości komunikacyjnej, a dwie ostatnie wymagają umiejętności poruszania mięśniami twarzy i odpowiedniej informacji zwrotnej. Wcześniejsze badania wykazały, że dzieci z ASD mają zmniejszone ruchy mięśni twarzy podczas zabawy, „nietypowy” wygląd podczas emocjonalnego opowiadania historii oraz obniżony poziom świadomości propriocepcji w kierunku ruchów własnych mięśni twarzy, z których wszystkie mogą zmniejszać ich zdolności wyrażania emocji. Podsumowując, może to obniżyć jakość ich interakcji społecznych i negatywnie wpłynąć na uczestniczące osoby NT.

## **Rozpoznawanie emocji przez osoby neurotypowe**

Do tej pory bardzo niewiele publikacji donosiło o badaniach empirycznych lub projektach opartych na technologii pomagających osobom z ASD w rozpoznawaniu emocji osób z ASD. Na przykład Park i inni zaproponowali ramy systemowe do nauczania dzieci z ASD rozpoznawania własnego ruchu za pomocą mowy ciała, bez ich implementacji. W niedawnym badaniu omówiono wczesne badanie pilotażowe wykorzystania przenośnego czujnika ruchu do ciągłego rejestrowania danych charakterystycznych dla twarzy dzieci z ASD podczas oglądania wideo; czasowe dane twarzy zostaną następnie wykorzystane do automatycznego generowania etykiet emocji w celu informowania osób NT, aby ułatwić interakcję społeczną między osobami z NT a osobami z ASD. W porównaniu z przytłaczającą liczbą wcześniejszych badań sprawdzających upośledzenie rozpoznawania emocji wśród osób z ASD i wdrażających różne skomputeryzowane aplikacje do treningu rozpoznawania emocji dla osób z ASD, aplikacje takie jak te zaproponowane przez Tang i inni, które mogą pomóc im w informowaniu innych (zwłaszcza osób z NT) o swoich emocjach, są bardzo pożądane.

## **Affective Computing, multisensoryczne zbieranie danych w naturalistyce**

### **Ustawienia i wszechobecne obiekty afektywne**

Ustawienia naturalistyczne i wszechobecne obiekty afektywne Dzięki bardziej przystępnym cenowo technologiom sensorycznym i noszonym na ciele, dokonano imponujących ulepszeń w informatyce afektywnej. Dane fizjologiczne można łatwo uzyskać z różnych urządzeń do noszenia na ciele (np. Fitbit Surge) i niedrogich czujników, w tym czujników ciśnienia, czujników pojemnościowych i GSR; informacje o środowisku użytkownika mogą być również gromadzone za pomocą innych czujników, takich jak czujniki światła otoczenia, miernik temperatury, czujnik podczerwieni PIR itd., które mogą dostarczać odpowiednich informacji kontekstowych do przewidywania emocji użytkowników i ostatecznie pomagać w pośredniczeniu w ich skutkach zaprojektowali kombinezon wieloczujnikowy (w sumie sześć czujników) do ciągłego pomiaru poziomu stresu użytkownika, w którym uzyskano zarówno dane dotyczące temperatury ciała, jak i temperatury otoczenia, aby monitorować termoregulację organizmu i aktywację układu nerwowego. Te surowe dane sensoryczne mogą być następnie przesyłane przez Bluetooth do centralnego systemu składającego się z algorytmu do obliczania emocji użytkownika. Mitchell twierdził, że informacje od różnych mówców takie jak ich intonacja, odległość fizyczna, mowa ciała i inne ruchy górnej części ciała mogą być wykorzystane do scharakteryzowania ich interakcji międzyludzkich. Obiekty afektywne odnoszą się do „. . . każdy obiekt fizyczny, który ma zdolność wyczuwania danych emocjonalnych od osoby, mapuje te informacje na abstrakcyjną formę ekspresji i przekazuje tę informację ekspresywnie, z powrotem do samego podmiotu lub innej osoby”. Jest to szczególnie ważne w przypadku osób z trudnościami fizycznymi lub trudnościami w uczeniu się. W przypadku osób niedowidzących, które nie potrafią zidentyfikować emocji innych, rękawica (nazwana VibroGlove) z wibracjami może przekazać tę informację osobie noszącej. Williams i inni idą jeszcze dalej, projektując modny szalik oparty na siłownikach, który może być używany do wykrywania stanu emocjonalnego użytkowników za pomocą dołączonych czujników, a następnie pomagać im łagodzić i przekazywać emocje innym za pomocą niektórych siłowników (np. LED). Jednak we wstępnych testach użytkowników (w tym jednego z wysoko funkcjonującym autyzmem), dotyczących tego, czy publicznie dzielić się emocjami użytkownika, wszyscy uczestnicy, w tym osoba z ASD, zdecydowanie odrzucają projekt. Jeśli chodzi o akceptację grupowego nadawania emocji, wszyscy uczestnicy są bardziej chętni pomimo ogólnej niechęci, z wyjątkiem osoby z ASD i uczestniczki z dysfunkcją wzroku. Wyniki wykazały silne obawy o prywatność w zakresie nadawania emocji użytkownika na poziomie indywidualnym lub grupowym. Ponadto w badaniu uproszczono reprezentację i ocenę emocji, np. niska temperatura ciała wiąże się zarówno z „zestresowaniem”, jak i

„podekscytowaniem”. Jednak temperatura otoczenia może również mieć istotny wpływ na fizjologiczne reakcje człowieka na codzienną aktywność fizyczną.

### **Wyczuwanie emocji na podstawie analizy danych behawioralnych**

Niektóre wcześniejsze próby koncentrowały się na powiązaniu określonego typu emocji z zestawem danych behawioralnych. Pollick i inni wykazali, że różne cechy ruchów ciała można skutecznie kojarzyć z różnymi emocjami. Castellano i inni zaproponowali technikę rozpoznawania emocji opartą na analizie ruchu ciała i ekspresji gestów, dzięki której można nauczyć się stanów emocjonalnych, takich jak gniew, radość, przyjemność i smutek. Rehg i inni zwrócili uwagę na wady obecnych metod pozyskiwania społecznych i komunikacyjnych danych behawioralnych, a tym samym zaproponowali przyjęcie tak zwanego obrazowania behawioralnego w celu wydajnego i skutecznego gromadzenia multimodalnych danych behawioralnych za pomocą audio, wideo i czujników noszonych na ciele. Ponieważ ludzkie zachowania mają charakter multimodalny, te wskazówki behawioralne mogą dostarczyć bogatych informacji do konstruowania modelowania zachowań użytkownika. Takie dane fizjologiczne, takie jak elektrodermalne, oddechowe i sercowo-naczyniowe, mogą rzucić światło na jakość interakcji społecznych, które zazwyczaj nie są widoczne lub obserwowane bezpośrednio przez terapeutę. Podobnie jak Rehg, Robinson zasugerował, że emocjonalnych sygnałów można nauczyć się automatycznie z wyrazu twarzy, tonu głosu, postawy ciała i gestów, które, jeśli są odpowiednio transmitowane, mogą pomóc osobom z ASD przezwyciężyć ich znane trudności bycia rozumianym przez innych.

### **Internet Rzeczy w monitorowaniu i śledzeniu osób dla interwencji ASD**

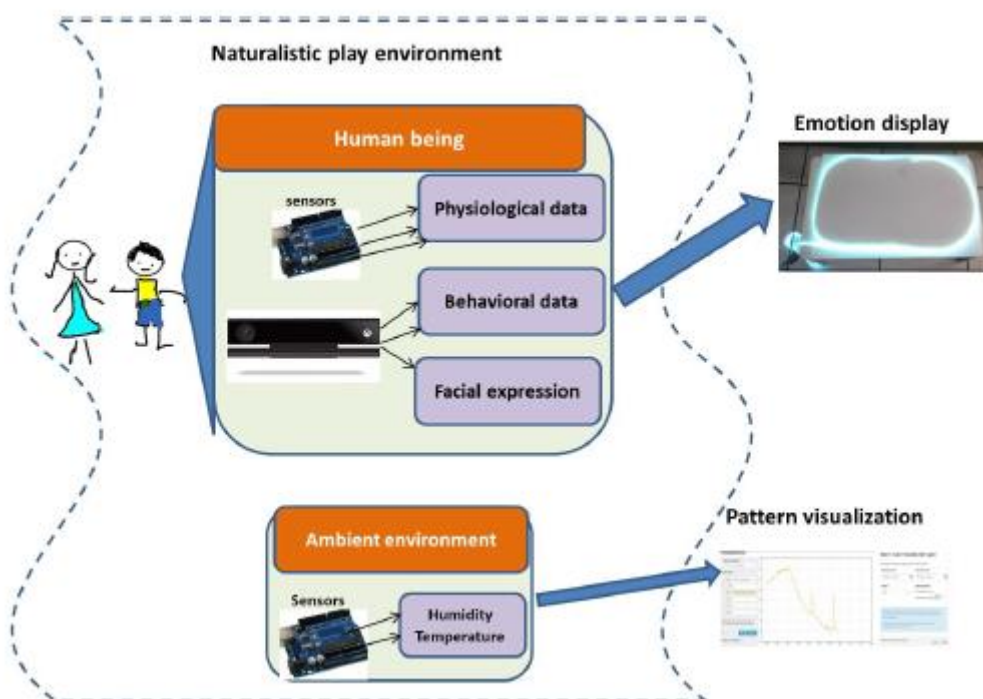
Chociaż Internet Rzeczy staje się coraz bardziej popularny w branży opieki zdrowotnej, do niedawna zgłoszono niewiele opublikowanych badań dotyczących jego zastosowania w ASD. Sula i in. (2013) skonstruowali SmartBox wyposażony w sterowanie wibratorem, światłem, zapachem i dźwiękiem, aby zapewnić uspokajające i motywujące środowisko dla dzieci autystycznych, gdy angażują się w różne czynności edukacyjne. Na przykład światło w pokoju zostanie zmienione, aby dostosować się do wizualnego czytania dziecka preferencje (tryb czytania); kontrola zapachu w celu utrzymania przyjemnego zapachu w pomieszczeniu; wibrowanie krzesła lub łóżka, aby dziecko było zrelaksowane i spokojne. Dzieci zostały poproszone o noszenie bezprzewodowych czujników na ciele, aby wykrywać również ruchy ciała i rąk. Karimi omówił ramy IoT dla zdalnego obliczania emocji, gdzie omawiano takie zmienne i stany fizjologiczne w celu wyszukiwania danych o emocjach; te zmienne obejmują rozluźnienie i skurcz mięśni (poprzez czujnik nacisku); zmienność tętna (za pomocą dwuelektrodowego EKG na chipie), pot (za pomocą czujnika pojemnościowego), nastawienie (za pomocą akcelerometru do monitorowania ciała użytkownika) i ruchy rąk. Sugeruje się, aby dane te były mierzone w środowisku naturalnym, w którym można zapewnić świadomość kontekstową i nadać jej znaczenie dla projektantów oprogramowania do przeprowadzania analizy behawioralnej w aplikacji. Kiedy obiekt jest osadzony w takich czujnikach, staje się obiektem afektywnym. Podsumowując, chociaż większość z tych wcześniejszych badań do pewnego stopnia skutecznie wykazała ogromny potencjał badania wzorców zachowań zarówno osób z ASD, jak i NT za pomocą bardziej dyskretnych i skutecznych środków, przeprowadzono niewiele badań na temat szerszego przyjęcia. różnych rodzajów czujników osadzonych na przedmiotach lub zabawkach i czujnikach na ciele oraz jak te dane z czujników można połączyć z analizą mimiki twarzy, co jest motywacją do badań. Rysunek powyższy ilustruje funkcjonalny widok pudełkowy środowiska IoT. W kolejnych rozdziałach zostanie przedstawiony projekt systemu i niektóre wstępne analizy potencjału takiego środowiska.

### **Środowisko Internetu Rzeczy do rozpoznawania emocji**

W oparciu o wcześniejsze badania opracowano i omówiono w tej sekcji zintegrowaną platformę IoT.

## Tło i architektura systemu

Aby rozwiązać problemy związane z prywatnością, model ten jest przeznaczony przede wszystkim do działań w domu, szkole lub ośrodkach medycznych; i skupia się na wbudowaniu niektórych czujników w „przedmioty”, którymi dzieci będą się bawić (np. zabawki). Celem jest wyczuwanie ich emocji pośrednio lub nieinwazyjnie, ponieważ osoby z ASD zwykle nie lubią przedmiotów do noszenia. Czujniki selektywne są wbudowane w naturalne środowisko zabawy dzieci, aby uzyskać ich rutynowe dane behawioralne w połączeniu z innymi informacjami uzyskanymi z urządzeń monitorujących, takich jak Kinect i kamery internetowe, w celu rozpoznania stanu emocjonalnego dzieci i poinformowania ich nauczycieli, rodziców lub terapeutów. W przeciwieństwie do pracy Suli, który wymaga, aby autystyczne dzieci nosiły czujniki ciała, obecny system IoT nie uwzględnia tego ze względu na obserwacje z licznych badań terenowych w autystycznych ośrodkach edukacyjnych oraz informacje zwrotne od rodziców i nauczycieli szkół specjalnych. Te czujniki do noszenia są uważane za bardziej inwazyjne dla dzieci z autyzmem. Rysunek 20.2 przedstawia ogólną architekturę systemu.



Zaprojektowano dwa rodzaje czujników do pozyskiwania informacji od człowieka lub z otoczenia. W następnej sekcji zostaną przedstawione szczegóły konfiguracji systemu, środowiska pracy oraz raport z niektórych wstępnych ustaleń.

### Naturalistyczne środowisko zabaw

W naszym obecnym projekcie istnieją trzy rodzaje pomiarów używanych jednocześnie do wyczuwania wzorców zachowań użytkowników oraz indywidualnych i grupowych emocji:

a) Pomiar fizjologiczny (indywidualny). tętno i pot (uzyskane za pomocą zestawu Microsoft Band 2 noszonego przez docelowego użytkownika)

b) Pomiar behawioralny (indywidualny). ruchy górnej części ciała (w tym głowy i rąk), gesty i ruchy (uzyskiwane za pomocą czujników nacisku i dotyku) oraz wyraz twarzy (zostaną uwzględnione w przyszłym projekcie systemu)

c) Socjometry. wbudowane czujniki oraz przystępne cenowo czujniki głębi i RGB-B (np. dwa zestawy czujników Kinect V2).

Rysunek przedstawia początkową konfigurację środowiska gry.



Zainstalowano kamerę IP (nad stołami do gry), aby rejestrować interakcje w grze. Rysunek przedstawia moment zabawy uchwycony przez kamerę IP;



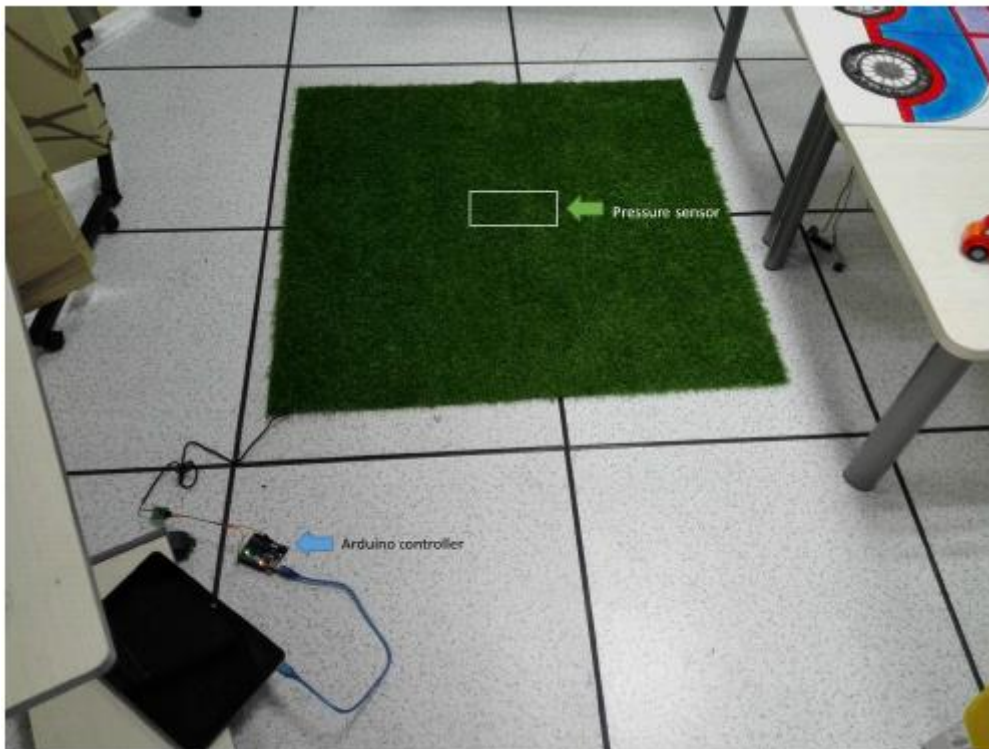
jak widać, gracz może dotknąć obrazu samochodu, na którym za jego kołami zainstalowano dwa czujniki pojemnościowe, Zebrane dane dotyczące siły dotyku będą przechowywane w chmurze do późniejszej analizy. Obecnie naszym celem projektowym jest wykorzystanie czujników do uzyskania korelacji między poziomem siły dotyku a nastrojem gracza.

**Projekt sprzętu dla emocji i aktywacji**

Zmotywowani wcześniejszymi pracami nad związkiem między różnymi stanami emocjonalnymi a biologicznymi i środowiskowymi wyzwalaczami, umieściliśmy szereg czujników w celu zbierania zachowań użytkowników, dane fizjologiczne i środowiskowe. I podobnie do pracy opisanej w Williams oraz Tang czujniki zostały zastosowane w platformie Arduino ze względu na szeroką gamę kompatybilnych i przystępnych cenowo czujników dostępnych na rynku.

### Czujniki ciśnienia: dwa przykładowe scenariusze gry

W badaniach pilotażowych przetestowano dwa rodzaje czujników ciśnienia: czujnik ciśnienia 40 KG oraz czujnik pojemnościowy. Czujnik ciśnienia jest kontrolowany przez płytkę Arduino (pokazana na rysunku, na środku trawy).



Za każdym razem, gdy czujnik ciśnienia jest aktywowany, przeprowadzana jest samokalibracja w celu skorygowania początkowej wartości ciężaru własnego. Intuicyjnie, początkowa wartość ciśnienia wynosi 0, a po wejściu użytkownika na trawę wartość zwrócona przez czujnik ciśnienia zostanie dostosowana na podstawie poziomu nacisku. Drugi typ czujnika ciśnienia został osadzony w tylnej części dwóch kółek papierowej zabawki samochodowej, który zapewnia dzieciom dodatkowe punkty dotykowe podczas zabawy. Rysunek jeden z typowych scenariuszy gry, w których tablet jest używany do wizualizacji wartości ciśnienia czasowego w czasie rzeczywistym podczas gry.

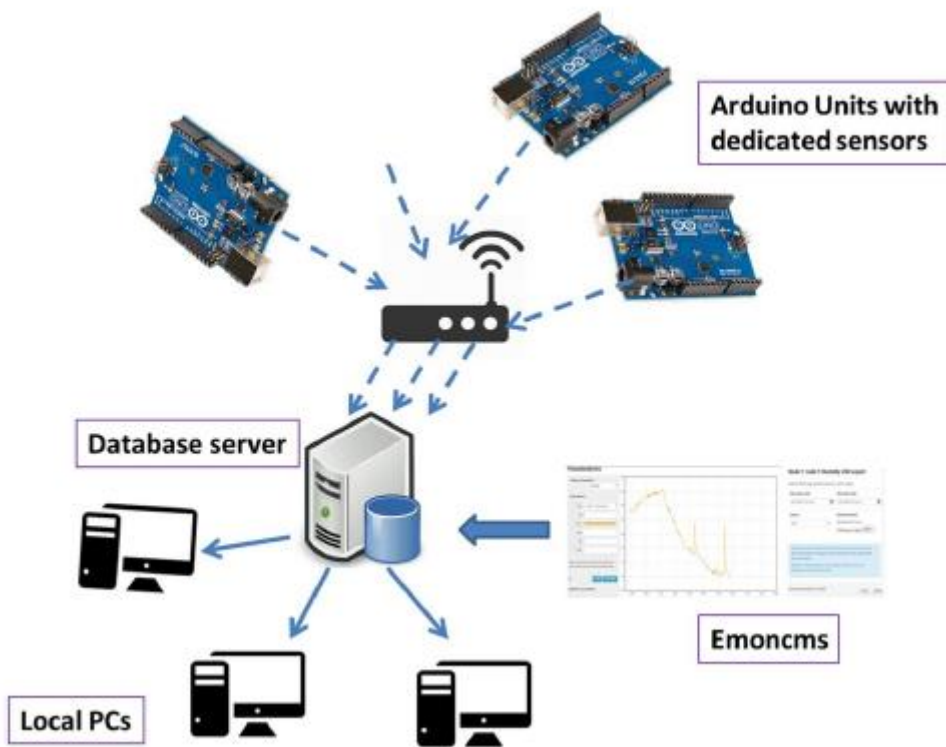




## Zarządzanie danymi i wizualizacja temperatury wewnętrznej i

### Wykrywanie wilgotności

Na potrzeby zarządzania danymi w czasie rzeczywistym z wielu czujników stworzono prosty, ale wydajny system transmisji i zarządzania danymi, którego strukturę przedstawiono na rysunku.





Przechwytywanie danych można osiągnąć, rozbudowując pojedynczą płytkę Arduino tak, aby składała się z czterech modułów: Arduino Uno, Base Shield, Yun Shield oraz czujników, które spełniają odpowiednie cele. Dane zebrane przez czujnik będą przechowywane na lokalnym serwerze za pośrednictwem routera Wi-Fi; w związku z tym umożliwi lokalnym komputerom dostęp i odpowiednią manipulację. Na lokalnym serwerze bazy danych wdrożono Emoncms2, aplikację internetową typu open source do przetwarzania i wizualizacji danych środowiskowych. Aplikacja zapewnia bogate funkcje do przechowywania, wizualizacji i eksportu danych z czujników (rysunek 20.13). Obsługuje również format JSON, dzięki czemu transmisja danych między jednostką Arduino Yun a serwerem bazy danych jest bardziej możliwa i wydajna. Obecnie dane z czujnika wilgotności zostały przetestowane z zadowalającymi wynikami wstępnymi.

## **Studium i dyskusje**

### **Rozpoznawanie emocji przez Microsoft Kinect**

Do tej pory testowane były czujniki pojemnościowe umieszczone na obrazach, a czujniki nacisku na trawie, a także SDK HD Face w Kinect 2.0.

### **System kodowania akcji emocjonalnej twarzy (EMFACS) i Kinect HD Face API**

Facial Action Coding System (FACS) jest szeroko stosowanym podejściem do obiektywnego opisu animacji twarzy. Zaproponowano sześć uniwersalnych emocji podstawowych: szczęścia, smutku, złości, zaskoczenia, wstrętu i strachu. Friesen i Ekman zaproponowali ponadto metodologię - Emotional Facial Action Coding System (EMFACS) – aby ulepszyć wspomnianą wcześniej uniwersalną strategię ekstrakcji emocji poprzez bezpośrednią analizę czynności twarzy, który został przyjęty w naszym obecnym badaniu. W naszym wstępnym eksperymencie badano tylko radosne i smutne emocje. W porównaniu ze starym interfejsem API śledzenia twarzy, interfejs API HDFace w Kinect V2 nie tylko obsługuje śledzenie twarzy, ale także umożliwia przechwytywanie twarzy, przy czym ten ostatni zapewnia węzły surowych danych twarzy o wysokiej rozdzielczości do dalszej manipulacji (Kinect, 2016). Interfejs API Kinect V2 natywnie oferuje 17 jednostek akcji (AUs); wszystkim jednostkom AU przypisywana jest waga liczbowa od 0 do 1, z wyjątkiem Jaw Slide Right, AU R4 i AU L4, których wartości wahają się od -1 do 1. Wiadomo, że kilku istotnych jednostek AU w algorytmie FACS nie można bezpośrednio pobrać za pomocą interfejsu API HDFace; dlatego w naszym eksperymencie tylko AUL12, AUR12 (jako lewy ściąagacz rogów warg, prawy ściąagacz rogów warg) są używane do wywnioskowania szczęścia, podczas gdy AU L4, AU R4, AU L15 i AU R15 (jako Left Eye Brow Lowerer, Right Eye Brow Dolny, Lewy ściąagacz warg i Prawy ściąagacz wargi) są stosowane w celu wywnioskowania smutku. Ponadto przeprowadzono kilka początkowych eksperymentów w celu uzyskania właściwych progów dla różnych dedykowanych jednostek AU, a te zaktualizowane progi zostały precyzyjnie dostrojone przed faktycznym wstępnym eksperymencie.

### **Rozpoznawanie emocji: wstępne wyniki testów**

Ze względu na ograniczenia przestrzenne zostaną tu przedstawione wstępne testy radosnych i smutnych emocji. Podczas wstępnego eksperymentu badano zarówno stan siedzący, jak i stojący. W każdym typie eksperymentu anNTtester został poinstruowany, aby swobodnie bawić się zabawkami ułożonymi na stole, podczas gdy obrazy momentu testowego w pozycji siedzącej są rejestrowane przez sensor Kinect V2. Obecnie celem naszych wstępnych testów jest jedynie znalezienie minimalnych wag używanych do obliczania różnych jednostek AU, tak abyśmy mogli ustalić związek między kombinacjami tych jednostek a odpowiadającymi im etykietami emocji. W naszych wstępnych eksperymentach testowaliśmy zarówno pozycje siedzącą, jak i stojącą. W każdym typie eksperymentu testerowi NT polecono swobodnie bawić się zabawkami rozłożonymi na stole (rysunek 20.11). Podczas

każdej zabawy tester był losowo instruowany (w celach testowych), aby wyrażał radosne lub smutne emocje bez wywoływania swojego nastroju .

### **Wizualizacja emocji i transmisja poprzez obiekt afektywny**

Po uzyskaniu etykiety emocji, zamiast po prostu zwrócić ją użytkownikowi, etykieta była wizualizowana i emitowana za pomocą kolorowych pasków (określanych jako obiekty afektywne (Scheirer i Picard, 2000)) głównie z następujących powodów:

\* Osoby z ASD wydają się wyglądać bardzo różnie na zewnątrz niż mogą być w rzeczywistości (poprzez ich zachowanie i/lub interakcje w środowisku społecznym/indywidualnym) (Picard, 2009); dlatego ważne jest, aby informować innych o ich stanie emocjonalnym.

\* Wcześniejsze badania wykazały, że wiele osób woli nie „przekazywać” swoich emocji/nastrojów innym ze względu na troskę o prywatność, z wyjątkiem osób z ASD, które mają trudności z wyrażaniem własnych emocji.

Identyfikowanie i przekazywanie innym stanów emocjonalnych (osób z ASD lub TD) (ponownie w tym obu typów) jest kluczowe dla skutecznej i skutecznej komunikacji.

Podsumowując, zamiast „ogłaszać” nastrój dziecka wszystkim osobom w otoczeniu, takie okazywanie emocji za pomocą „podświetlanego stolika” jest uważane za bardziej prywatne – choć daje wystarczająco dużo wskazówek innym osobom do działania podczas spotkań towarzyskich. interakcje. Obiekt afektywny zaprojektowany w naszym eksperymencie to pasek neopikselowy osadzony pod stołem do gry , który zawiera trzy warstwy: Neopikselowy pasek został umieszczony na blacie zwykłego stołu do zabawy i przykryty akrylową tablicą, na której dzieci mogą bawić się zabawkami. Nasz moduł wizualizacji i transmisji emocji składa się z dwóch podstawowych jednostek funkcjonalnych: jednostek śledzących emocje i jednostek reagujących. Stół jest sterowany za pomocą płytki Arduino Uno połączonej z lokalnym komputerem PC. Poprzez cyfrowy pin kontroler Arduino wysyła polecenia do pasków, aby wyświetlić odpowiedni kolor emocji .

### **Wnioski**

W tym rozdziale przedstawiono integrację naturalistycznego, multisensorycznego środowiska gry IoT; taka integracja ma na celu przechwytywanie danych behawioralnych, fizjologicznych i środowiskowych związanych z emocjami w celu rozpoznawania emocji. Długoterminowym celem takiej platformy jest pomoc osobom z NT „odczytać” emocje dzieci z ASD. Przyjmując IoT, może zmniejszyć bezpośrednio interwencje i przerwy podczas zabawy dzieci; dzięki temu dzieci mogły bardziej naturalnie cieszyć się swoimi zajęciami. W rozdziale przedstawiono projekt systemu i przedstawiono wczesne spostrzeżenia z przeprowadzonych sesji testowych na temat potencjału takiego środowiska. Obecnie niektóre czujniki (w tym dane twarzy rejestrowane przez sensor Kinect) są testowane osobno. Osiągnięcie fuzji danych (tj. integracja danych przechwyconych z różnych czujników) w celu wygenerowania znaczącej etykiety emocjonalnej jest jednym z naszych przyszłych wyzwań. W międzyczasie użyliśmy i przetestowaliśmy również Emotion API (część Microsoft Cognitive Services) do oznaczania emocji użytkownika: chociaż aplikacja została pomyślnie przetestowana na osobach z NT, nie jest jasne, jak i czy można ją zastosować u dzieci z ASD. Jak już wspomnieliśmy, wnioskowanie o emocjach osób z ASD jest bardzo trudne (Tang, 2016, Tang i in., 2017a, 2017b); dlatego byłoby bardzo przydatne, gdybyśmy mogli mieć zestaw danych treningowych uzyskanych od dzieci z ASD, który zawierałby ich orientacyjne etykiety emocjonalne i wzorce behawioralne. Jedną z dróg, którą należy podążać, jest zbieranie zachowań emocjonalnych dzieci z ASD poprzez wywoływanie ich emocji; innym jest zaproszenie opiekunów i rodziców mieszkających z nimi do oceny wygenerowanych etykiet z wydarzeń naturalnych

(np. chwil zabawy). Tak czy inaczej, ponieważ interesem jest pomoc opiekunom i rodzicom w lepszym rozpoznaniu ich zachowania emocjonalne dzieci w codziennych czynnościach, naturalne otoczenie jest tutaj bardzo ważne. Wnioski oparte na innych zachowaniach emocjonalnych (np. tętno i pocenie) powinny być uogólniane na podstawie osób z NT, ponieważ te cechy są współczulnymi reakcjami nerwowymi. Co więcej, są dwa bezpośrednie pytania, które wymagają naszej uwagi: (1). W jaki sposób emocje dzieci będą przekazywane innym (np. mowa syntetyczna, diody LED itp.)? (2). Czy nasilenie zaburzenia wpływa na emocjonalny afekt dzieci? Jeśli tak, jak można to włączyć do istniejących modeli? Niezależnie od tych dwóch pytań, obecne prace wykazały wczesne wysiłki na rzecz zbudowania naturalnego środowiska zabawy opartego na IoT, które pozwoliłoby osobom z NT lepiej rozpoznawać emocje dzieci z ASD w celu otwarcia innej możliwości nawiązania lepszych interakcji społecznych między nimi.