

Modulo VII.3. Intervento precoce e applicazione di risorse intelligenti (IoT, IPA, Health Smart, IA): utilizzo della tecnologia di eye tracking e dell'applicazione web eEarlyCare

1. Eye tracking applicato all'assistenza precoce

- 1.1 Che cos'è la tecnologia di eye tracking ?
- 1.2 Le metriche di registrazione nell'eye tracking e il loro significato nell'elaborazione delle informazioni
- 1.3 Sincronizzazione del tracciamento oculare con altri registri
- 1.4 Marcatori biometrici per la valutazione e l'intervento con i bambini

2. Funzionalità dell'applicazione web eEarlyCare : studi rappresentativi

Riferimenti bibliografici e dal web





Il Modulo VII.3 si riferisce all'uso di risorse intelligenti per l'osservazione, l'analisi e l'intervento in età precoce. In particolare, questa parte del Modulo VII introdurrà l'uso della tecnologia di eye tracking applicata alla valutazione dei bambini in tenera età. Inoltre, presenterà un'applicazione web, eEarlycare, che consente di registrare le analisi osservative e di interpretare i risultati attraverso un sistema di analisi dell'apprendimento. Questo sistema offre profili personalizzati per ogni utente e, sulla base di questi profili, fornisce proposte di programmi personalizzati di intervento terapeutico.

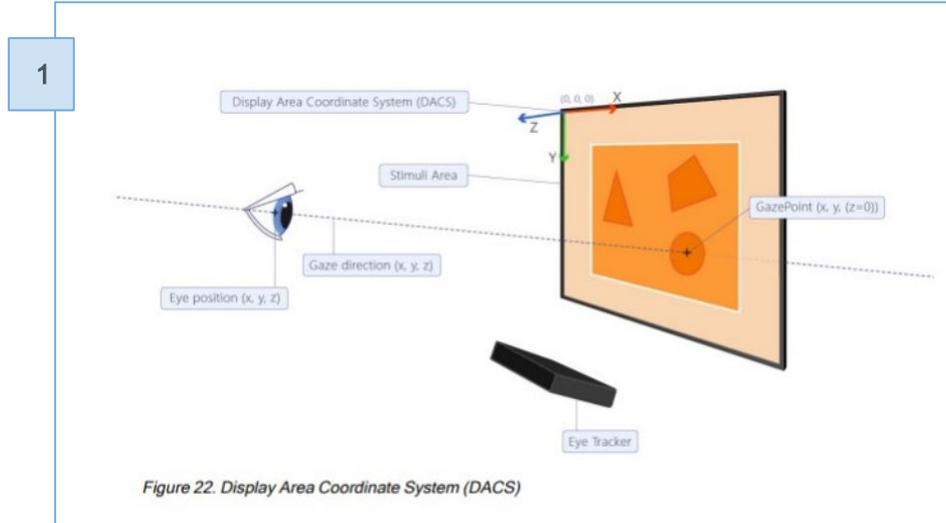




1. Eye tracking applicato all'assistenza precoce

1.1. Che cos'è la tecnologia di eye tracking?

La tecnologia Eye-tracking (ET) si basa sul tracciamento degli occhi e misura i movimenti oculari. La spiegazione è sostanzialmente l'acquisizione del tracciamento oculare - mentre l'utente esegue un'attività - attraverso uno schema di luce infrarossa diretto verso gli occhi. La luce infrarossa viene riflessa dagli occhi e i riflessi degli occhi vengono catturati dalle telecamere dell'eye-tracker. Quindi, grazie all'applicazione di algoritmi, l'eye tracker riconosce dove l'utente sta guardando. La Figura 1 mostra come funziona: c'è uno stimolo sullo schermo del computer, l'occhio percepisce l'immagine in una posizione di assi coordinati (questi possono essere in 3D, x,y,z, o 2D x,y) nella posizione dell'occhio destro e dell'occhio sinistro.

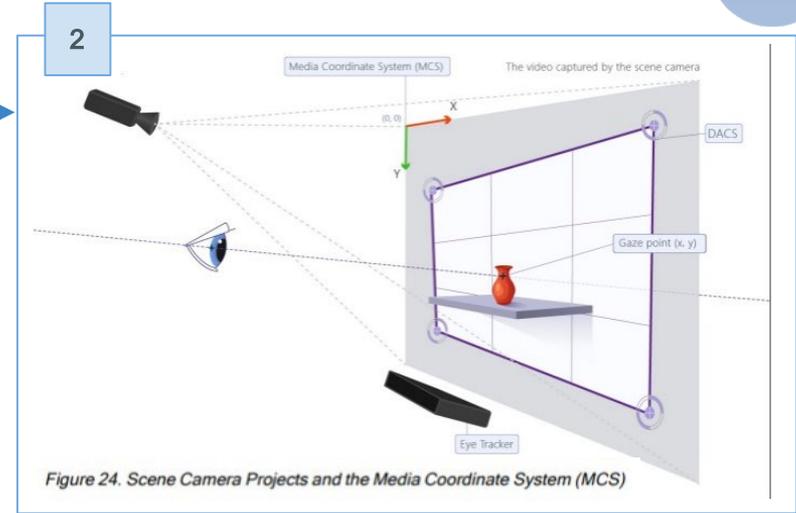




1.1. Che cos'è la tecnologia di eye tracking?

Inoltre, il movimento oculare può essere registrato senza che il soggetto debba guardare lo schermo: può guardare una lavagna, un oggetto, una superficie, ecc. (vedi la Figura 2).

Si tratta di un'opzione utile nell'osservazione e nella valutazione dei bambini piccoli. Un esempio di valutazione di questo tipo è mostrato nelle Figure 3 e 4 (in questo caso vengono analizzate solo le coordinate 2D, x, y). Questi dispositivi sono molto potenti e sono in grado di adattarsi ai movimenti della testa. Sono quindi consigliati per la valutazione dei bambini piccoli. Possono acquisire dati sui movimenti oculari a velocità comprese tra 60 Hz e 1200 Hz.



3

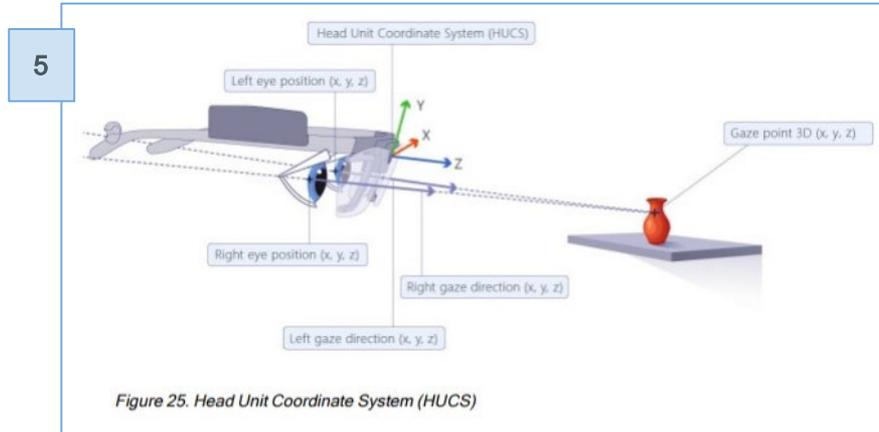


4

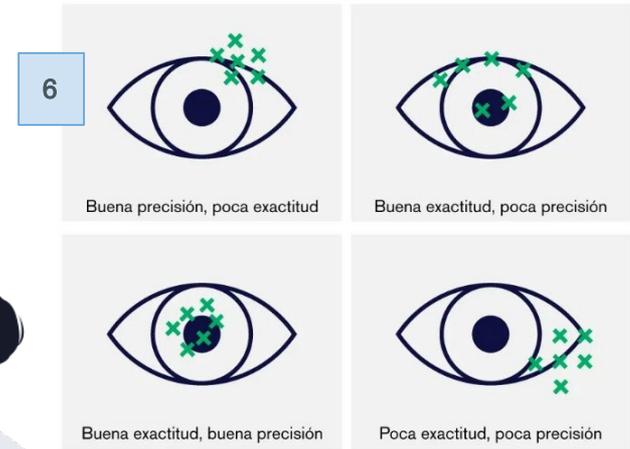


1.1. Che cos'è la tecnologia di eye tracking?

Un'altra possibilità è quella di utilizzare occhiali che incorporano un software di tracciamento oculare (vedi Figura 5). Gli occhiali possono misurare utilizzando un sistema di coordinate 3D. La posizione dell'occhio e i vettori dello sguardo vengono calcolati dalle immagini dell'occhio su un modello 3D. Il punto di sguardo viene calcolato come il punto di convergenza tra i due vettori di sguardo.

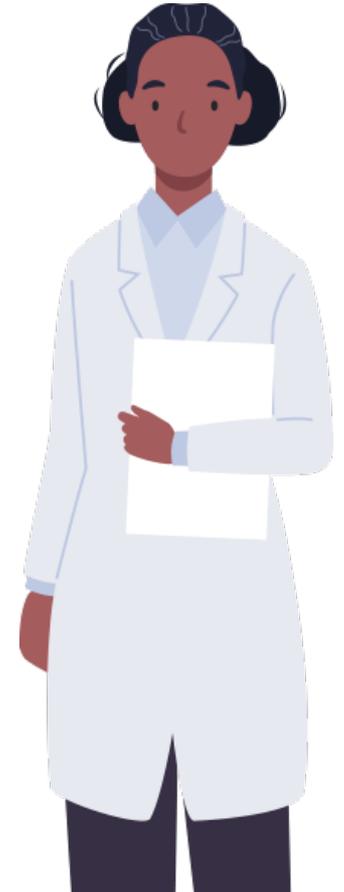


In questo processo è importante calibrare correttamente il posizionamento dello sguardo. La Figura 6 mostra un esempio di analisi del posizionamento dello sguardo.



1.2. Le metriche di registrazione nell'eye tracking e il loro significato nell'elaborazione delle informazioni

L'eye tracking può registrare molte metriche, che possono essere classificate in metriche statiche e dinamiche (Sáiz-Manzanares et al., 2020). Le prime si riferiscono ai parametri di fissazione, saccade e sguardo. Tutte hanno estensioni diverse come (frequenza, velocità, durata media, ecc.). Le metriche dinamiche si riferiscono alla registrazione del percorso posizionale del tracciamento oculare effettuato e, a seconda del tipo di tecnologia, possono essere chiamate percorso di scansione o punto di sguardo.



1.2. Le metriche di registrazione nell'eye tracking e il loro significato nell'elaborazione delle informazioni

| Metrica | Acronimo | Significato | Corrispondenza IP |
|----------------------------|----------|---|---|
| Durata dell'intervallo | DI | Durata di tutti gli intervalli di tempo di interesse, con medie, mediane, somme, frequenze, varianze e deviazioni standard. | |
| Inizio dell'intervallo | YES | L'ora di inizio di tutti gli intervalli di tempo per ogni tempo di interesse, con medie, mediane, somme, frequenze, varianze e deviazioni standard. | |
| Numero di eventi | NE | Eventi personalizzati ed eventi registrati in tempo reale, per ciascun tempo di evento, con medie, mediane, somme, frequenze, varianze e deviazioni standard. | |
| Validità dei dati oculari | VED | Si riferisce alla corretta identificazione degli occhi. Ovvero, se la calibrazione è corretta. | |
| Calibrazione | C | Informazioni sulla regolazione della calibrazione. | |
| Conteggio della fissazione | FC | Numero di fissazioni di tutti gli stimoli selezionati. | Una FC elevata significa un numero maggiore di fissazioni su uno stimolo, il che indica che i partecipanti potrebbero avere una minore conoscenza del compito o difficoltà a discriminare tra informazioni rilevanti e non rilevanti. |

1.2. Le metriche di registrazione nell'eye tracking e il loro significato nell'elaborazione delle informazioni

| Metrica | Acronimo | Significato | Corrispondenza IP |
|---|----------|--|--|
| Durata della fissazione | FD | | Fornisce un'indicazione del livello di interesse e dei tempi di reazione dell'utente. Una durata maggiore è solitamente associata a un'elaborazione cognitiva più profonda e a uno sforzo maggiore. La durata della fissazione fornisce anche informazioni sul processo di ricerca. |
| Durata media della fissazione | FDA | Durata media della fissazione | Una FDA più lunga significa che il partecipante dedica più tempo all'analisi e all'interpolazione del contenuto informativo all'interno delle diverse AOI. |
| Durata massima della fissazione | FDMa | Durata massima della fissazione | Si riferisce ai tempi di reazione. |
| Durata minima della fissazione | FDMi | Durata minima della fissazione | Si riferisce ai tempi di reazione. |
| Totale della dispersione della fissazione | FDT | Somma tutte le dispersioni sugli assi di fissazione (x,y o x,y,z) a seconda che il dispositivo misuri in 2D o in 3D. | Si riferisce alla percezione delle informazioni nelle diverse componenti del compito. |

1.2. Le metriche di registrazione nell'eye tracking e il loro significato nell'elaborazione delle informazioni

| Metrica | Acronimo | Significato | Corrispondenza IP |
|-----------------------------|----------|---|---|
| Numero di saccadi | SC | Numero totale di saccadi in ciascuno degli stimoli. | Più saccadi significano più strategie di ricerca. Maggiore è l'ampiezza della saccade, minore è lo sforzo. Sforzo cognitivo: può anche riferirsi a problemi di comprensione delle informazioni. |
| Frequenza di saccade | SFC | Somma della frequenza di tutte le saccadi | Si riferisce alla frequenza d'uso delle saccadi che sono legate alle strategie di ricerca. |
| Durata totale della saccade | SDT | Somma della durata di tutte le saccadi | Si riferisce alla frequenza d'uso delle saccadi che sono legate alle strategie di ricerca. |

1.2. Le metriche di registrazione nell'eye tracking e il loro significato nell'elaborazione delle informazioni

| Metrica | Acronimo | Significato | Corrispondenza IP |
|-------------------------------|----------|---|--|
| Durata media della saccade | SDA | Durata media delle saccadi in ogni AOI | Questi dati permettono di discriminare tra utenti dipendenti o indipendenti. |
| Durata massima della saccade | SDMa | Durata massima della saccade | Gli utenti inesperti nell'esecuzione di un compito hanno saccadi più brevi. |
| Durata minima della saccade | SDMi | Durata minima della saccade | Gli utenti inesperti nell'esecuzione di un compito hanno saccadi più brevi. |
| Ampiezza totale della saccade | SAT | Somma dell'ampiezza di tutte le saccadi | Gli utenti inesperti nell'esecuzione di un compito hanno saccadi più brevi. |

1.2. Le metriche di registrazione nell'eye tracking e il loro significato nell'elaborazione delle informazioni

| Metrica | Acronimo | Significato | Corrispondenza IP |
|--------------------------------|----------|--|---|
| Ampiezza massima della saccade | SAMa | | Gli utenti inesperti nell'esecuzione di un compito hanno saccadi più brevi. |
| Ampiezza minima della saccade | SAMi | | Gli utenti inesperti nell'esecuzione di un compito hanno saccadi più brevi. |
| Velocità totale della saccade | SVT | Somma della velocità di ogni saccade | Direttamente correlato alla velocità di elaborazione delle informazioni quando si passa da un elemento all'altro all'interno di uno stimolo. |
| Velocità massima della saccade | SVMa | Valore massimo della velocità registrata della saccade | Direttamente correlato alla velocità di elaborazione delle informazioni, quando si passa da un elemento all'altro all'interno di uno stimolo. |

1.2. Le metriche di registrazione nell'eye tracking e il loro significato nell'elaborazione delle informazioni

| Metrica | Acronimo | Significato | Corrispondenza IP |
|--------------------------------------|----------|---|---|
| Velocità minima della saccade | SVMi | Valore minimo della velocità registrata della saccade | Direttamente correlato alla velocità di elaborazione delle informazioni. quando si passa da un elemento all'altro all'interno di uno stimolo. |
| Latenza media della saccade | SLA | Pari al tempo che intercorre tra la fine di una saccade e l'inizio della saccade successiva. | Direttamente correlato ai tempi di reazione nell'elaborazione delle informazioni. La latenza iniziale della saccade fornisce informazioni relative al tempo del processo di ricerca. |
| Conteggio dei battiti | BC | Numero di battiti degli occhi durante l'attività | Battere gli occhi è legato all'elaborazione di informazioni durante l'esposizione a uno stimolo per generare l'azione successiva. Gli utenti con un'elaborazione più rapida delle informazioni possono avere battiti degli occhi più brevi. |
| Conteggio della frequenza di battito | BFC | Numero di battiti di tutti i test selezionati prove al secondo diviso per numero di prove selezionate | Tuttavia, questa azione può verificarsi anche quando è richiesta l'attenzione. Questi risultati devono essere confrontati con i risultati di altre metriche per inserirli nell'analisi di un modello di apprendimento. |

1.2. Le metriche di registrazione nell'eye tracking e il loro significato nell'elaborazione delle informazioni

| Metrica | Acronimo | Significato | Corrispondenza IP |
|----------------------------|----------|---|--|
| Durata media del battito | BDA | La somma della durata di tutti i battiti di tutti i test selezionati divisa per il numero di test selezionati | |
| Durata massima del battito | BDMa | | |
| Durata minima del battito | BDMi | | |
| Diametro della pupilla | PS | Diametro della pupilla | Si riferisce all'interesse che uno stimolo o parte di esso può suscitare nell'utente . |

1.2. Le metriche di registrazione nell'eye tracking e il loro significato nell'elaborazione delle informazioni

| Metrica | Acronimo | Significato | Corrispondenza IP |
|----------------------------|----------|---|--|
| Durata totale della visita | TDV | Tempo totale in cui ogni partecipante ha visitato l'AOI. | Fornisce dati sull'attenzione a uno stimolo o a una parte di esso. |
| Durata media della visita | ADV | Durata media di ciascun partecipante per ogni AOI rispetto alla media totale. | |
| Numero di visite | NV | Numero di visite all'interno di ogni AOI. | |

1.2. Le metriche di registrazione nell'eye tracking e il loro significato nell'elaborazione delle informazioni

| Metrica | Acronimo | Significato | Corrispondenza IP |
|-------------------------------------|----------|---|---|
| Lunghezza del percorso di scansione | SPL | Fornisce il modello comportamentale di apprendimento dell'utente durante la risoluzione del compito. | Lo studio dei modelli comportamentali dell'apprendimento faciliterà chi guiderà durante le fasi di apprendimento. La lunghezza del percorso di scansione fornisce informazioni sui tempi di reazione nei compiti senza durata predeterminata. |
| Tempo di permanenza | DWT | Durata di tutte le fissazioni e di tutte le saccadi all'interno di un AOI, comprese le rivisitazioni (uscite e rientri) di tutti i partecipanti allo studio diviso per il numero di partecipanti. | La DWT si riferisce all'interesse di un partecipante per uno stimolo all'interno di una determinata AOI. |
| Durata dello sguardo | GD | Durata della saccade quando si entra nell'AOI più la somma della durata di tutte le fissazioni e di tutte le saccadi prima di uscire dall'AOI. | La GD indica i tempi di reazione quando si elaborano informazioni all'interno di uno stimolo e di un AOI. Aiuta a distinguere tra partecipanti dipendenti dal campo e indipendenti dal campo. |

1.2. Le metriche di registrazione nell'eye tracking e il loro significato nell'elaborazione delle informazioni

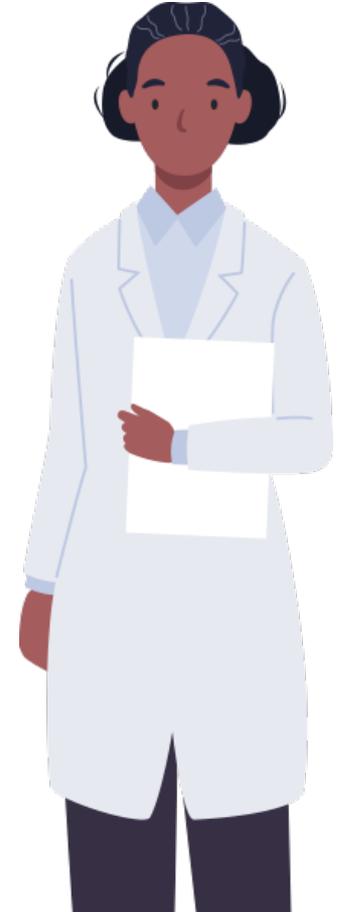
| Metrica | Acronimo | Significato | Corrispondenza IP |
|-------------------------------------|----------|--|---|
| Lunghezza del percorso di scansione | SPL | Fornisce il modello di apprendimento del comportamento dell'utente durante la risoluzione del compito. | Lo studio dei modelli comportamentali di apprendimento faciliterà le indicazioni su come apprendere. La lunghezza del percorso di scansione fornisce informazioni sui tempi di reazione in compiti senza durata predeterminata. |
| Durata del divertimento | DD | La somma della durata di tutte le saccadi in entrata e in uscita dall'AOI più la somma della durata di tutte le fissazioni e di tutte le saccadi all'interno dell'AOI prima dell'uscita. | Il DD può essere utilizzato per analizzare l'input, il tempo di permanenza e il tempo di uscita di ogni stimolo inserito in ogni AOI. |
| Conteggio degli sguardi | GC | Numero di sguardi su un bersaglio (preso dall'esterno) in un determinato periodo con entrambi gli occhi. | La GC aiuta ad analizzare i tempi di reazione e la loro durata per diversi stimoli. Ciò fornisce informazioni sul modo in cui le informazioni vengono elaborate dai diversi partecipanti. |



1.3. Sincronizzazione del tracciamento oculare con altri registri

A) Registrazione della risposta cutanea psicogalvanica (GSR)

Oggi la tecnologia di eye tracking consente di sincronizzare le informazioni provenienti dall'eye tracking con altri canali di registrazione, come la risposta cutanea psicogalvanica (GSR). La teoria tradizionale dell'analisi della risposta galvanica cutanea si basa sul presupposto che la resistenza della pelle varia in base allo stato delle ghiandole sudoripare. La sudorazione nel corpo umano è regolata dal sistema nervoso autonomo (ANS). In particolare, se il ramo simpatico (SNS) dell'ANS è molto eccitato, aumenta anche l'attività delle ghiandole sudoripare, che a sua volta aumenta la conduttanza cutanea, e viceversa.





A) Registrazione della risposta cutanea psicogalvanica (GSR)

Misurazioni possibili con la GSR

Attivazione . Si riferisce al livello di base dell'eccitazione fisiologica prodotta da uno stimolo o da una situazione . L'eccitazione emotiva può essere dovuta a una risposta emotiva positiva o negativa . L'attivazione è espressa in percentuale rispetto a una linea di base definita durante gli stimoli di calibrazione . I valori inferiori a 0 sono associati a uno stato di rilassamento o di calma . I valori superiori a 0 sono associati a uno stato di eccitazione . Un valore di -100% si riferisce alla risposta massima di rilassamento osservata durante la calibrazione . Un valore del 100% si riferisce alla risposta massima osservata al mezzo di calibrazione . Un valore superiore al 100% è possibile se la risposta calcolata supera quella misurata durante la calibrazione .

Impatto : L'impatto emotivo misura il numero e l'intensità dei cambiamenti una tantum dello stato emotivo prodotti da uno stimolo, da un evento esterno o durante l'esecuzione di un compito . In altre parole, l'impatto identifica qualcosa che colpisce o produce eccitazione o stress . L'impatto è espresso in percentuale . Un valore pari allo 0% significa che non c'è impatto . Un valore del 100% equivale al valore misurato in risposta ai mezzi di calibrazione . Un valore superiore al 100% è possibile se la reazione calcolata supera quella misurata durante la calibrazione .



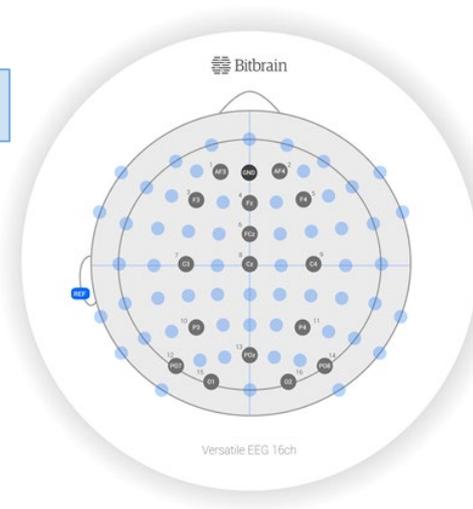
B) Registrazione encefalografica (EEG)



A seconda del dispositivo, le registrazioni EEG possono registrare informazioni da 8, 16, 32 e 64 canali tramite elettrodi a secco o semi-secco. Questi sensori sono progettati per il monitoraggio versatile rispetto a un'ampia varietà di ambienti di monitoraggio con un elevato livello di precisione anche in movimento. Un esempio delle aree di registrazione è visibile nella Figura 7, tratta dai dati gratuiti di Bitbrain. In particolare, in questa immagine sono analizzati 16 canali nelle aree dello sviluppo, frontale, prefrontale e occipitale.



7





B) Registrazione encefalografica (EEG)

Le metriche che possono essere estratte dall'EEG sono qui di seguito indicate.

Valenza: misura il grado di attrazione provato in risposta agli stimoli o a una situazione, che va da una reazione positiva/piacevole a una reazione negativa/sgradevole. La valenza è espressa in percentuale. Un valore positivo o negativo del 100% equivale al valore misurato in risposta al mezzo di calibrazione. Un livello di valenza superiore al 100% (positivo o negativo) è possibile se la reazione calcolata supera quella misurata durante la calibrazione.

Memorizzazione: si riferisce al carico di lavoro, misurando l'attenzione o la concentrazione neurologica di un partecipante quando gli vengono presentati degli stimoli. In altre parole, rappresenta l'uso di risorse cognitive per eseguire un compito o visualizzare uno stimolo. Il carico di lavoro è espresso in percentuale. Valori prossimi allo 0% indicano che il partecipante è molto disattento, mentre un valore prossimo al 100% indica che il partecipante è molto attento allo stimolo.

Coinvolgimento: si riferisce al grado di coinvolgimento o di connessione tra il partecipante e lo stimolo o il compito. È un indicatore più complesso dell'attenzione, poiché un partecipante può essere attento a un compito anche se non trova interessanti le informazioni presentate. Il coinvolgimento è espresso in percentuale. Un valore vicino allo 0% indica che non c'è alcuna connessione o legame con gli stimoli. Un valore vicino al 100% indica un elevato coinvolgimento con gli stimoli o il compito.



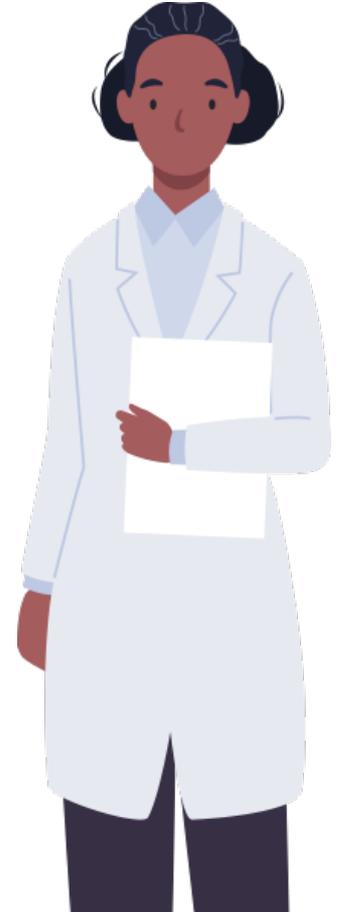
B) Registrazione encefalografica (EEG)



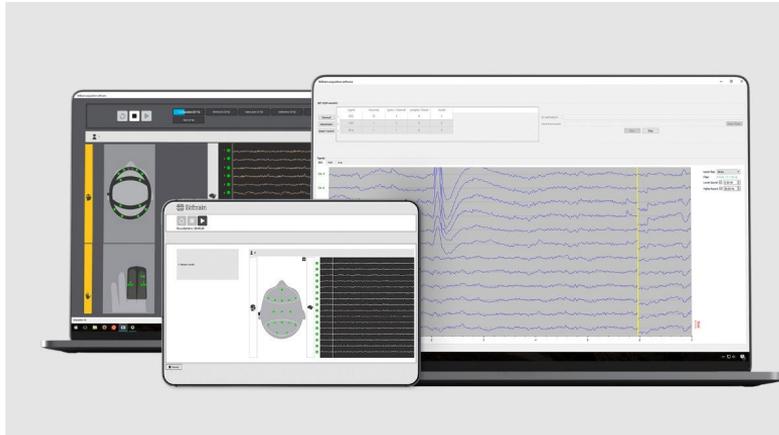
Tutte le metriche possono essere incorporate e analizzate in diversi canali di registrazione, di cui un esempio è riportato nella Figura 8.

In particolare, l'applicazione di questa tecnologia si trova negli studi di (2021); Box-hoorn et al. (2019); Murias et al. (2017) e Leckey et al. (2020).

Dollion et al.



8



1.4. Marcatori biometrici per la valutazione e l'intervento con i bambini

I risultati di studi recenti sull'uso di misure biometriche applicate all'analisi dell'elaborazione delle informazioni sono promettenti. Le misure biometriche consentono di catturare i comportamenti inconsci e involontari delle persone (Borgianni e Maccioni, 2020). L'uso di misure biometriche è utile per comprendere il modo in cui gli esseri umani elaborano le informazioni e le risposte emotive. Inoltre, sono in corso diversi studi per testare l'efficacia dell'applicazione di diverse tecniche di Machine Learning rispetto all'accuratezza dell'analisi dei risultati di diverse registrazioni biometriche (Borgianni e Maccioni, 2020). In particolare, le tecniche di Machine Learning a regressione sono risultate più efficaci rispetto agli algoritmi Naive Bayes e agli algoritmi ad albero decisionale J48 e Random Forest (cfr. Modulo IV. 1).



Ricerche recenti

- Gastmann, F., and Poarch, G.J. (2022). Cross-language activation during word recognition in child second-language learners and the role of executive function. *Journal of Experimental Child Psychology*, 221, 105443. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2022.105443>
- Gepner, B., Charrier, A., Arciszewski, T., & Tardif, C. (2022). Slowness Therapy for Children with Autism Spectrum Disorder: A Blind Longitudinal Randomized Controlled Study. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 52, 3102-3115. <https://doi.org/10.1007/s10803-021-05183-6>
- King, J., and Markant, J. (2022). Selective attention to lesson-relevant contextual information promotes 3- to 5-year-old children's learning. *Developmental Science*, 25, e13237. <https://doi.org/10.1111/desc.13237>
- Kong, X-J., Wei, Z., Sun, B., Tu, Y., Huang, Y., Cheng, M., Yu, S., Wilson, G., Park, J., Feng, Z., Vangel, M., Kong, J and Wan, G (2022) Different Eye Tracking Patterns in Autism Spectrum Disorder in Toddler and Preschool Children. *Front. Psychiatry*, 13, 899521. <https://doi.org/10.1111/desc.13237>

2. Funzionalità dell'applicazione web

eEarlyCare : studi rappresentativi



eEarlyCare è un'applicazione web che è stata sviluppata in diverse fasi di proof-of-concept finanziate con fondi FEDER attraverso la Junta de Castilla y León e l'Università di Burgos (Spagna) (Sáiz-Manzanares, Marticorena-Sánchez e Arnaiz-González e Díez-Pastor, 2020a; Sáiz-Manzanares, Marticorena-Sánchez e Arnaiz-González, 2020b). e-EarlyCare incorpora una scala di valutazione delle abilità funzionali per l'età 0-6 anni in 11 aree funzionali (Autonomia nell'alimentazione, Cura e igiene personale, Autonomia nel vestirsi e svestirsi, Controllo sfinterico, Mobilità funzionale, Comunicazione e linguaggio, Risoluzione di compiti in contesti sociali, Gioco interattivo e simbolico, Routine di vita quotidiana, Comportamento adattivo e Attenzione). L'applicazione consente di registrare le valutazioni e di interpretare i dati attraverso un sistema integrato di Learning Analytics. Questo sistema analizza i risultati confrontandoli con le età cronologiche assegnate a ciascun comportamento valutato (utilizzando una scala di età evolutiva accettata dalla comunità scientifica, basata su scale di sviluppo e inventari come la Scala di Brunet Lézine, il Batelle Development Inventory, la Portage Guide, la scala PDI, ecc.)

In altre parole, offre un profilo di confronto tra il punteggio atteso in età cronologica e il punteggio effettivo. Il professionista può anche scegliere il numero di deviazioni standard da applicare rispetto alla media assegnata a ciascun comportamento valutato. In seguito, in base ai risultati della fase di valutazione, l'applicazione web propone un possibile programma di intervento terapeutico. Il programma individua l'area o le aree di sviluppo funzionale e i comportamenti più colpiti (cioè, dove ci sono i maggiori gap rispetto all'età cronologica di riferimento). Inoltre, per ogni area, sottoarea funzionale e comportamento, vengono proposte attività per avviare il programma di intervento terapeutico. L'applicazione consente tre valutazioni all'anno (valutazione iniziale o baseline, valutazione intermedia o follow-up 1 e valutazione finale o follow-up 2). L'applicazione offre anche profili di analisi dello sviluppo che possono essere individuali e/o raggruppati per ogni valutazione. Inoltre, lo strumento consente un'analisi longitudinale delle tre valutazioni.



Riferimenti bibliografici

- Bluma, M.S., Shearer, M.S., Frohman, A.H., and Hilliard, J.M. (1978). Portage Guide to Early Education, 2nd ed. Cooperative Educational Service Agency: Pewaukee, WI, USA.
- Borgianni, Y., and Maccioni, L. (2020). Review of the use of neurophysiological and biometric measures in experimental design research. *Artif. Intell. Eng. Des. Anal. Manuf.*, 34(2), 248-285. <https://doi.org/10.1017/S0890060420000062>
- Boxhoorn, S., Bast, N., Supèr, H., Polzer, L., Cholemkery, H., & Freitag, C. M. (2019). Pupil dilation during visuospatial orienting differentiates between autism spectrum disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, jcpp.13179. <https://doi.org/10.1111/jcpp.13179>
- Dollion, N., Toutain, M., François, N., Champagne, N., Plusquellec, P., & Grandgeorge, M. (2021). Visual Exploration and Observation of Real-Life Interactions Between Children with ASD and Service Dogs. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 51(11), 3785-3805. <https://doi.org/10.1007/s10803-021-05293-1>
- Haley, S.M., Coster, W.J., Ludlow, L.H., Haltiwanger, J.T., and Andrellos, P.J. (2012). *The Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI)*, 2nd ed.; Pearson Clinical Assessment: Washington, DC, USA.
- Josse, D. (1997). *Escala de desarrollo psicomotor de la primera infancia Brunet-Lézine Revisado* [Scale of psychomotor development of early childhood (Brunet-Lézine-Revised)]. Psymtec: Madrid, Spain.
- Leckey, S., Selmeczy, D., Kazemi, A., Johnson, E. G., Hembacher, E., & Ghetti, S. (2020). Response latencies and eye gaze provide insight on how toddlers gather evidence under uncertainty. *Nature Human Behaviour*, 4(9), 928-936. <https://doi.org/10.1038/s41562-020-0913-y>
- Newborg, J. (2005). *Battelle Developmental Inventory, 2nd Edition: Examiner's manual*. Itasca, IL: Riverside, USA
- Newborg, J. (2005). *Battelle Developmental Inventory, 2nd Edition: Examiner's manual*. Itasca, IL: Riverside, USA
- Murias, M., Major, S., Davlantis, K., Franz, L., Harris, A., Rardin, B., Sabatos-De Vito, M., & Dawson, G. (2017). Validation of eye-tracking measures of social attention as a potential biomarker for autism clinical trials: Utilizing eye-tracking as a social communication biomarker for ASD. *Autism Research*. <https://doi.org/10.1002/aur.1894>
- Sáiz-Manzanares, M.C., Marticorena, R., & Arnaiz, Á. (2020b). Evaluation of Functional Abilities in 0-6 Year Olds: An Analysis with the e-EarlyCare Computer Application (2020). *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17(9), 3315, 1-17. <https://doi.org/10.3390/ijerph17093315>

Sáiz-Manzanares, M.C., Marticorena, R., and Arnaiz-Gonzalez, Á. (2022). Improvements for therapeutic intervention from the use of web applications and machine learning techniques in different affectations in children aged 0-6 years. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 19, 6558. <https://doi.org/10.3390/ijerph19116558>

Sáiz-Manzanares, M.C., Marticorena, R., Arnaiz, Á., Díez-Pastor, J.F., & García-Osorio, C.I. (2020a). Measuring the functional abilities of children aged 3-6 years old with observational methods and computer tools. *Journal of Visualized Experiments*, e60247, 1-17. <https://doi.org/10.3791/60247>

Sáiz-Manzanares, M.C., Payo-Hernanz, R., Zaparaín-Yáñez, M.J., Andres-López, G., Marticorena-Sánchez, R., Calvo-Rodríguez, A., Martín, C., & Rodríguez-Arribas, S. (2021). Eye-tracking Technology and Data-mining Techniques used for a Behavioral Analysis of Adults engaged in Learning Processes. *Journal of Visualized Experiments*, e62103. <https://doi.org/10.3791/62103>

Sáiz-Manzanares, M.C., Ramos Pérez, I., Arnaiz-Rodríguez, Á., Rodríguez-Arribas, S., Almeida, L., & Martín, C.F. (2021). Analysis of the learning process through eye tracking technology and feature selection techniques. *Applied Sciences*, 11, 6157, 1-24. <https://doi.org/10.3390/app11136157>

Sáiz-Manzanares, M.C., Rodríguez-Díez, J.J., Marticorena, R., Zaparaín, M.J., & Cerezo, R. (2020). Lifelong Learning from Sustainable Education: An Analysis with Eye Tracking and Data Mining Techniques. *Sustainability*, 12(5), 1-18. <https://doi.org/10.3390/su12051970>

Sáiz-Manzanares, M.C., Zaparaín, M.J., Marticorena, R., & Velasco, R. (2019). Task analysis with eye tracking technology. SRL in SmartArt. In M. Peralbo, A., Risso, A., Barca, B., Duarte, L., Almeida, & Brenlla. *Proceedings. XV Galician-Portuguese International Congress of Psychopedagogy. II Congress of the International Scientific Association of Psychopedagogy* (pp. 4093-4104). Publications Service of the University of A Coruña. ISBN: 978-84-9749-726-8

Steinberg, D. M., Levine, E. L., Lane, I., Askew, S., Foley, P. B., Puleo, E., & Bennett, G. G. (2014). Adherence to self-monitoring via interactive voice response technology in an ehealth intervention targeting weight gain prevention among black women: Randomized controlled trial. *Journal of Medical Internet Research*, 16 (4), e2996. <https://doi.org/10.2196/jmir.2996>

Wijesundara, J. G., Fukunaga, M. I., Ogarek, J., Barton, B., Fisher, L., Preusse, P., Sundaresan, D., Garber, L., Mazor, K. M., & Cutrona, S. L. (2020). Electronic health record portal messages and interactive voice response calls to improve rates of early season influenza vaccination: Randomized controlled trial. *Journal of Medical Internet Research*, 22 (9), e16373. <https://doi.org/10.2196/16373>

Williams, R., Park, H. W., Oh, L., & Breazeal, C. (2019). Popbots: Designing an artificial intelligence curriculum for early childhood education. 33rd AAAI Conference on Artificial Intelligence, AAAI 2019, 31st Innovative Applications of Artificial Intelligence Conference, IAAI 2019 and the 9th AAAI Symposium on Educational Advances in Artificial Intelligence, EAAI 2019, 33 (01), 9729–9736. <https://doi.org/10.1609/aaai.v33i01.33019729>

Wong, J., Foussat, A. C., Ting, S., Acerbi, E., van Elburg, R. M., & Chien, C. M. (2021). A chatbot to engage parents of preterm and term infants on parental stress, parental sleep, and infant feeding: Usability and feasibility study. *JMIR Pediatrics and Parenting*, 4 (4), e30169. <https://doi.org/10.2196/30169>

Riferimenti dal web

Found in <https://www.tobii.com/solutions/scientific-research>

Found in <https://es.tobiidynavox.com/pages/what-is-eye-tracking>

Found in <https://us.tobiidynavox.com/>

Found in <https://www.tobii.com/solutions/scientific-research>