



Co-funded by
the European Union



Formazione specializzata e aggiornata sul supporto alle tecnologie avanzate per i professionisti e i laureati per l'educazione e per la cura della prima infanzia

MODULO VII.1

**Applicazione dell'assistenza precoce e delle risorse intelligenti:
Internet delle cose e intelligenza artificiale**

Docente

Dr. Álgvar Arnaiz González
Dipartimento di Ingegneria Informatica
Università di Burgos

"Formazione specializzata e aggiornata sul supporto alle tecnologie avanzate per i professionisti e i laureati per l'educazione e per la cura della prima infanzia", e-EarlyCare-T, progetto 2021-1-ES01-KA220-SCH-000032661, è cofinanziato dal programma Erasmus+ dell'Unione Europea, Azione chiave KA220, Cooperazione fra studiosi per Partenariati strategici. Il contenuto della pubblicazione è di esclusiva responsabilità degli autori. Né la Commissione europea né il Servizio spagnolo per l'internazionalizzazione dell'istruzione (SEPIE) sono responsabili dell'uso che può essere fatto delle informazioni qui diffuse".v



Indice

I. INTRODUZIONE	Errore. Il segnalibro non è definito.
II. OBIETTIVI	4
III. CONTENUTI SPECIFICI	4
3.1. Internet delle cose (IoT)	4
3.1.1. Storia dell'Internet delle cose	4
3.1.2. Motivi che spiegano la popolarità dell'IoT	4
3.1.3. Modelli di comunicazione dell'IoT	5
3.1.4. L'IoT applicato alla sanità	5
3.1.5. Applicazioni IoT all'assistenza precoce	6
3.2. Intelligenza artificiale	6
3.2.1. Apprendimento automatico	7
3.2.2. Intelligenza artificiale legata all'assistenza sanitaria	7
3.2.3. Applicazioni dell'IA all'assistenza precoce	7
SINTESI	8
GLOSSARIO	8
BIBLIOGRAFIA	8
RISORSE	10

I. INTRODUZIONE

Questo modulo presenta gli aspetti principali dei concetti di Internet delle cose e di intelligenza artificiale. Entrambe le discipline, che sono indipendenti, possono essere utilizzate insieme e quindi una può trarre vantaggio dall'altra in alcuni aspetti della vita dell'essere umano. In modo più dettagliato, questo modulo spiega cosa sono questi concetti, alcune applicazioni all'assistenza sanitaria e come il loro utilizzo può essere vantaggioso per terapeuti e pazienti. Più in particolare, verranno spiegati il loro uso e le loro applicazioni alla cura precoce.

II. OBIETTIVI

1. Che cos'è l'Internet delle cose (**IoT**) e le sue applicazioni alla cura precoce.
2. Conoscere le applicazioni e gli usi dell'Intelligenza Artificiale (**IA**) nella cura precoce.

III. CONTENUTI SPECIFICI

3.1. Internet delle cose (IoT)

L'Internet delle cose, di seguito **IoT**, è un tema emergente che si sta evolvendo da oltre due decenni e che ha una grande rilevanza per le società e i consumatori. **IoT, Internet of Things** si riferisce solitamente a quegli scenari in cui la connettività e le capacità di calcolo si estendono a oggetti, sensori ed elementi che di solito non sono considerati computer. Ciò rende possibile a questi dispositivi produrre, scambiare e consumare dati con una minima interferenza umana (Rose et al., 2015).

3.1.1. Storia di Internet delle cose

Sebbene l'**IoT** sia stato inizialmente proposto nel 1999 da Kevin Ashton per indicare quei sistemi in cui gli oggetti della vita reale possono essere collegati a Internet tramite sensori (Li et al., 2015), solo nel nuovo secolo la miniaturizzazione e la riduzione dei costi ne hanno consentito il decollo. Sebbene la denominazione **IoT** sia, in effetti, relativamente recente, non si tratta di un compito nuovo, poiché alla fine degli anni Settanta esistevano apparecchiature ad hoc in grado di monitorare a distanza la rete elettrica. Negli anni successivi, i progressi della tecnologia hanno reso possibile la diffusione di soluzioni chiamate "machine-to-machine" (M2M). Tuttavia, queste tecnologie dipendevano solitamente da reti di comunicazione proprietarie (senza standard specifici). L'ampia adozione del protocollo Internet (**IP**) per le comunicazioni ha posto le basi di quello che oggi viene chiamato Internet delle cose (Rose et al., 2015).

3.1.2. Motivi che spiegano la popolarità dell'IoT

In generale, sono diversi i fattori che hanno fatto sì che l'**IoT** abbia acquisito così tanta importanza negli ultimi anni. La confluenza di progressi tecnologici e tendenze di mercato ha reso possibile la connessione di piccoli dispositivi in modo economico, veloce e semplice:

- connettività onnipresente: la connettività di rete ad alta velocità e a basso costo rende possibile la connessione di qualsiasi cosa alle reti (tramite Internet).
- Adozione diffusa del protocollo **IP**: il protocollo Internet è diventato lo standard per le reti e fornisce soluzioni che possono essere incorporate in un'ampia gamma di dispositivi in modo semplice ed economico.
- Economia di calcolo: lo sviluppo della produzione di apparecchiature elettroniche conferma la legge di Moore, offrendo grande potenza di calcolo a prezzi e consumi inferiori.
- Miniaturizzazione: la miniaturizzazione delle apparecchiature elettroniche permette di incorporare i dispositivi in quasi tutto, dagli elettrodomestici ai vestiti.
- Progressi nell'analisi dei dati: strettamente correlato alla sezione 3.2 del presente documento, il rapido aumento della potenza di calcolo, l'archiviazione, lo sviluppo di nuovi algoritmi, tra gli altri, offrono nuove opportunità per l'analisi e lo sfruttamento dei dati.
- Cloud computing: l'ascesa del cloud computing è oggi inarrestabile. Il cloud computing consiste nel delegare costosi calcoli (difficilmente sostenibili da dispositivi di piccole dimensioni) a enormi centri dati. In questo modo i piccoli dispositivi possono essere responsabili solo della raccolta dei dati invece che della loro analisi.

3.1.3. Modelli di comunicazione dell'IoT

Come è stato spiegato in precedenza, la base e i fondamenti dei dispositivi **IoT** sono il modo in cui comunicano tra loro. Nel marzo 2015, l'Internet Architecture Board (IAB) ha pubblicato un documento che funge da guida per le reti di dispositivi e/o elementi intelligenti (RFC 7452), nel quale sono pubblicati quattro modelli utilizzati per i dispositivi **IoT**. Di seguito vengono illustrati brevemente ciascuno di essi:

- device-to-device: in questa comunicazione, i dispositivi sono collegati tra loro senza alcun intermediario (come un server, ad esempio). Un esempio di questa comunicazione è la tecnologia Bluetooth.
- Device-to-cloud: in questo caso i dispositivi sono collegati a un server che si trova su Internet ed è il server il responsabile della comunicazione tra loro. In questo caso vengono comunemente utilizzate reti tradizionali (come il Wi-Fi) e protocolli standard (come l'**IP**). Un esempio potrebbe essere un termostato intelligente.
- Device-to-gateway: è simile, per alcuni aspetti, al precedente, ma in questo caso i dispositivi sono collegati a un gateway locale (ad esempio tramite Bluetooth) ed è il gateway stesso a connettersi con il servizio applicativo nel cloud (ad esempio tramite **IP**).

Condivisione dei dati back-end: può essere visto come un dispositivo-to-cloud più modulare. In questo caso, il dispositivo si connette con un servizio sul cloud che scambia informazioni e utilizza i servizi di altri fornitori sul cloud. In questo caso, i dati dell'utente/dispositivo vengono condivisi con terze parti per la loro analisi.

3.1.4. L'IoT applicato alla sanità

L'architettura dei dispositivi **IoT** applicati all'assistenza sanitaria consiste essenzialmente in tre livelli: livello di acquisizione, livello di rete e livello di applicazione (Kelly et al., 2020; Sethi & Sarangi, 2017).

- livello di percezione/acquisizione: come spiegato in precedenza, le tecnologie di percezione e identificazione sono alla base dell'**IoT**. I sensori sono quei dispositivi in grado di catturare i cambiamenti nell'ambiente, come gli infrarossi, il GPS, i sensori medici...



- Livello di rete: i dati raccolti dai sensori devono essere condivisi tra dispositivi e/o applicazioni. Questi dati possono essere memorizzati localmente o caricati nel cloud, a seconda dell'applicazione specifica. Esempi di reti sono, tra gli altri, Bluetooth, Wi-Fi, Zigbee.
- Livello applicativo: questo livello è quello incaricato di interpretare i dati, essendo responsabile di fornire i dati elaborati all'utente. È in questo punto che **IoT** e **IA** si avvantaggiano reciprocamente. L'intelligenza artificiale è in grado di elaborare i dati (compresi quelli raccolti dai dispositivi **IoT** o memorizzati nei database medici), contestualizzarli e dare risposte alle domande che sorgono nel contesto medico.

Una compilazione esauriente delle applicazioni **IoT** applicate all'assistenza sanitaria esula dallo scopo di questo documento; per maggiori informazioni si consiglia di consultare le seguenti pubblicazioni: Scarpato et al., 2017; Mishra & Rasool, 2019.

3.1.5. Applicazioni IoT all'assistenza precoce

Come già osservato in precedenza, per quanto riguarda l'assistenza sanitaria, l'obiettivo principale dell'**IoT** per il personale medico e i terapeuti è quello di fornire un'esperienza d'uso a basso costo e di migliorare la qualità della vita dei pazienti (Islam et al., 2015). Le tecnologie **IoT** forniscono connettività ai dispositivi medici e ai servizi sanitari in modo affidabile, efficace e intelligente (Nazir et al., 2019). Mentre i dispositivi **IoT** sono stati ampiamente accettati e diffusi e stanno avendo un impatto graduale sul modo in cui i bambini e gli adolescenti giocano, imparano e crescono (Ling et al., 2022), l'uso e l'applicazione delle tecnologie **IoT** nell'assistenza precoce è ancora scarso e quasi inesistente. Una delle poche applicazioni dell'**IoT** legate alla prima infanzia è stata proposta da de Vicente et al., 2016, in cui viene presentato un nuovo modello di "Internet dei giocattoli" che mira a migliorare la salute dei bambini, rafforzando la prevenzione e i disturbi dell'attenzione nello sviluppo infantile. Questi giocattoli hanno un sistema di localizzazione spaziale basato sull'identificazione a radiofrequenza (RFID). Tuttavia, le tecnologie **IoT** hanno un grande potenziale sulla prima infanzia, come evidenziato dallo studio di Xing-Rong et al., 2021. In esso, essi identificano un gruppo (cluster) di articoli scientifici che suggeriscono che la promozione della pratica dell'educazione intelligente è necessaria per considerare l'atteggiamento degli studenti e dei padri e delle madri, allo stesso modo in cui deve essere considerata la cura precoce dei bambini e delle bambine.

3.2. Intelligenza artificiale

L'Intelligenza Artificiale (**IA**) è definita come lo studio dei metodi computazionali che possono rendere possibile il rilevamento, il ragionamento e l'azione (Winston, 1984). In senso più ampio, si ritiene che l'**IA** studi i processi che permettono ai computer di avere comportamenti che si osservano nell'intelligenza umana (Maddox et al., 2019). In generale, si ritiene che lo scopo principale dell'**IA** sia quello di sviluppare modelli concettuali, procedure di riscrittura formale di questi modelli e sviluppare strategie di programmazione e macchine fisiche che riproducano i compiti cognitivi dei sistemi biologici che consideriamo intelligenti (Mira & Delgado, 1995). Nell'ultimo decennio, i progressi dell'**IA** hanno superato gli esseri umani in diversi compiti che erano considerati intrattabili. I progressi degli ultimi tempi nel campo sono stati raggiunti grazie all'aumento esponenziale delle informazioni disponibili (enormi insiemi di dati da apprendere), combinato con nuovi algoritmi e ottimizzazioni (Došilović et al., 2018).

Un problema comune di alcuni metodi e algoritmi di **IA** è la loro interpretabilità e mancanza di trasparenza (Markus et al., 2021). Spesso, i metodi migliori (quelli che raggiungono la migliore accuratezza) funzionano come scatole nere che, a fronte di un input,

offrono un output/una previsione, ma è estremamente difficile, se non addirittura complicato, determinare come il sistema abbia trovato la soluzione. Per questo motivo, l'**IA** spiegabile sta guadagnando particolare interesse nella comunità, soprattutto quando questi metodi vengono utilizzati in campo medico e in relazione all'assistenza sanitaria. Per l'interpretabilità e la spiegabilità dei metodi si distinguono solitamente due gruppi: interpretabilità integrata (basata sulla trasparenza) e post-hoc (Došilović et al., 2018).

- Integrata (basata sulla trasparenza): si basa sulla trasparenza, che è una delle caratteristiche che rende possibile l'interpretabilità. Alcuni modelli, come gli alberi di decisione, possono essere interpretati da soli, ma purtroppo altri metodi più complessi (di solito quelli che ottengono i risultati migliori, come le reti neurali o gli ensemble) sono difficili da capire.
- Post-hoc: si basa sull'interpretabilità, estraendo informazioni dai modelli addestrati. Questi metodi non dipendono dalle prestazioni interne del modello. Il vantaggio di questi metodi è che utilizzano i modelli già addestrati e li trattano come scatole nere. Offrono previsioni o spiegazioni sul funzionamento del metodo utilizzando altre forme, come grafici, testi, esempi... In questo modo, un singolo albero decisionale può offrire una sintesi di come le predizioni vengono eseguite da modelli molto più complessi, come ad esempio le macchine vettoriali di supporto (**SVM**).

3.2.1. Apprendimento automatico

Nell'ambito della disciplina dell'**IA**, l'apprendimento automatico (**ML**) è una sottodisciplina che, utilizzando grandi insiemi di dati, è in grado di identificare modelli tra le variabili in ingresso (Noorbakhsh-Sabet et al., 2019). All'interno del **ML** si distinguono tre gruppi: apprendimento supervisionato, apprendimento non supervisionato e apprendimento per rinforzo. I dataset dell'apprendimento supervisionato hanno diverse variabili di input e una (o più) variabile di output/target; il suo scopo è identificare la relazione tra le variabili di input e quelle di output per prevedere la variabile target di un'istanza/esempio mai vista prima. D'altra parte, gli insiemi di dati dell'apprendimento non supervisionato non hanno alcuna variabile target, quindi l'obiettivo dell'apprendimento non supervisionato è trovare associazioni o modelli nascosti tra gli esempi dell'insieme di dati. Infine, l'apprendimento per rinforzo si ispira all'apprendimento conduttivo e cerca di identificare le azioni che un agente deve scegliere per massimizzare il suo beneficio o la sua ricompensa.

3.2.2. Intelligenza artificiale legata all'assistenza sanitaria

L'**IA** sta cambiando i sistemi sanitari in diversi modi, lo sviluppo che sta subendo è stato favorito dagli enormi dati disponibili e dall'applicazione di metodi nuovi e più accurati (Schwalbe & Wahl, 2020). Esiste una miriade di applicazioni dell'**IA** legate all'assistenza sanitaria, concentrandosi solo sul **ML**: i compiti più comuni dell'apprendimento supervisionato sono la classificazione (prevedere la variabile di uscita di una certa categoria) e la regressione (prevedere la variabile di uscita quando questa è numerica/continua). Esempi di apprendimento supervisionato sono la previsione del cancro dalle radiografie, i modelli di terapia anticoagulante, l'identificazione dei danni da ictus... Per quanto riguarda l'apprendimento non supervisionato, il clustering è il compito più popolare. Può essere utilizzato per profilare i farmaci per i pazienti.

3.2.3. Applicazioni dell'AI all'assistenza precoce

L'**IA** può essere applicata in molti aspetti legati alla cura precoce, dallo sviluppo delle politiche alle applicazioni specifiche. Tuttavia, le applicazioni nel settore della prima in-

fanzia sono ancora scarse (Sierra et al., 2022). Park & Hassairi, 2021, hanno proposto come l'apprendimento automatico possa aiutare lo sviluppo di politiche educative incentrate sull'infanzia e, più specificamente, sull'assistenza precoce. Nel loro studio, analizzano un'enorme quantità di documenti politico-legali sull'istruzione negli Stati Uniti per identificare gli aspetti più rilevanti per la conduzione delle politiche educative. Recentemente, Sierra et al., 2022, hanno presentato un proof-of-concept nel settore dell'assistenza precoce che include diversi algoritmi di **ML**. Il loro studio cerca di aiutare, confrontando diversi algoritmi, la diagnosi e l'assegnazione di terapie e trattamenti a bambini di età inferiore ai 6 anni. Lo studio è stato condotto presso l'ospedale San Juan de Dios, a Siviglia (Spagna). Uno dei compiti più difficili è stata l'elaborazione del linguaggio naturale (NLP) per estrarre le caratteristiche dalla storia clinica con cui addestrare i modelli di intelligenza artificiale.

SINTESI

Questo modulo ha presentato due concetti: Internet delle cose e Intelligenza Artificiale, che consentono di comprenderne il funzionamento e le applicazioni all'assistenza precoce.

GLOSSARIO

GPS: Sistema di posizionamento globale.

AI: Intelligenza Artificiale.

IoT: Internet delle cose.

IP: Protocollo Internet.

ML: Machine learning.

RFID: identificazione a radiofrequenza.

SVM: Macchina vettoriale di supporto.

BIBLIOGRAFIA

Rose, K., Eldridge, S., & Chapin, L. (2015). The internet of things: An overview. *The internet society (ISOC)*, 80, 1-50.

Li, S., Xu, L. D., & Zhao, S. (2015). The internet of things: a survey. *Information systems frontiers*, 17(2), 243-259.

Sethi, P., & Sarangi, S. R. (2017). Internet of things: architectures, protocols, and applications. *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 2017.

Kelly, J. T., Campbell, K. L., Gong, E., & Scuffham, P. (2020). The Internet of Things: Impact and implications for health care delivery. *Journal of medical Internet research*, 22(11), e20135.



Ling, L., Yelland, N., Hatzigianni, M., & Dickson-Deane, C. (2022). The use of Internet of Things devices in early childhood education: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 1-20.

Nazir, S., Ali, Y., Ullah, N., & García-Magariño, I. (2019). Internet of things for healthcare using effects of mobile computing: a systematic literature review. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2019.

Islam, S. R., Kwak, D., Kabir, M. H., Hossain, M., & Kwak, K. S. (2015). The internet of things for health care: a comprehensive survey. *IEEE access*, 3, 678-708.

de Vicente, A. J., Velasco, J. R., Garcia, A., & Hellín, A. M. (2016). Improved Active RFID indoor position system by using a RSSI partition criteria based on intervals of confidence to calibrate static signal propagation map. *2016 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN)*.

Mishra, S. S., & Rasool, A. (2019, April). **IoT** health care monitoring and tracking: A survey. In *2019 3rd international conference on trends in electronics and informatics (ICOEI)* (pp. 1052-1057). IEEE.

Scarpato, N., Pieroni, A., Di Nunzio, L., & Fallucchi, F. (2017). E-health-**IoT** universe: a review. *Management*, 21(44), 46.

Winston, P. H. (1984). *Artificial intelligence*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.

Mira, J., & Delgado, A. E. (1995). Computación neuronal avanzada: fundamentos biológicos y aspectos metodológicos.

Došilović, F. K., Brčić, M., & Hlupić, N. (2018, May). Explainable artificial intelligence: A survey. In *2018 41st International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics (MIPRO)* (pp. 0210-0215). IEEE.

Markus, A. F., Kors, J. A., & Rijnbeek, P. R. (2021). The role of explainability in creating trustworthy artificial intelligence for health care: a comprehensive survey of the terminology, design choices, and evaluation strategies. *Journal of Biomedical Informatics*, 113, 103655.

Noorbakhsh-Sabet, N., Zand, R., Zhang, Y., & Abedi, V. (2019). Artificial intelligence transforms the future of health care. *The American journal of medicine*, 132(7), 795-801.

Maddox, T. M., Rumsfeld, J. S., & Payne, P. R. (2019). Questions for artificial intelligence in health care. *Jama*, 321(1), 31-32.

Park, S. O., & Hassairi, N. (2021). What predicts legislative success of early care and education policies?: Applications of machine learning and Natural Language Processing in a cross-state early childhood policy analysis. *Plos one*, 16(2), e0246730.

Schwalbe, N., & Wahl, B. (2020). Artificial intelligence and the future of global health. *The Lancet*, 395(10236), 1579-1586.

Sierra, I., Díaz-Díaz, N., Barranco, C., & Carrasco-Villalón, R. (2022). Artificial Intelligence-Assisted Diagnosis for Early Intervention Patients. *Applied Sciences*, 12(18), 8953.



RISORSE

Tschofenig, H., et. al., *Architectural Considerations in Smart Object Networking*, <https://www.ietf.org/proceedings/92/slides/slides-92-iab-techplenary-2.pdf>.

Tech. no. RFC 7452. Internet Architecture Board, Mar. 2015. Web. <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7452.txt>

