

MindBot

Mental Health
Promotion of
Cobot Workers
in Industry 4.0

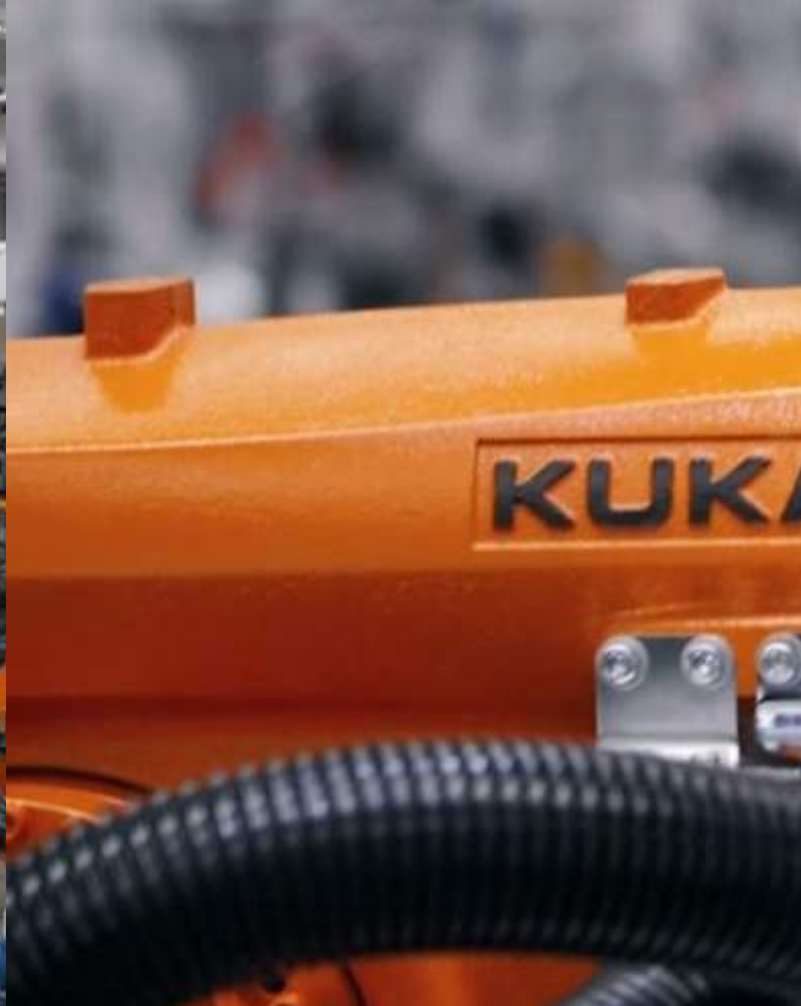


MindBot

Mental Health
Promotion of
Cobot Workers
in Industry 4.0







The goal of the European project MindBot is to determine methods and propose solutions to promote good mental health of workers in Industry 4.0 that are introducing or have already introduced collaborative robots (cobots) in the process of production. The idea of MindBot is to design workplaces where the level of challenge and the difficulty of work tasks match the abilities and skills of workers, in order to support their motivation and engagement.

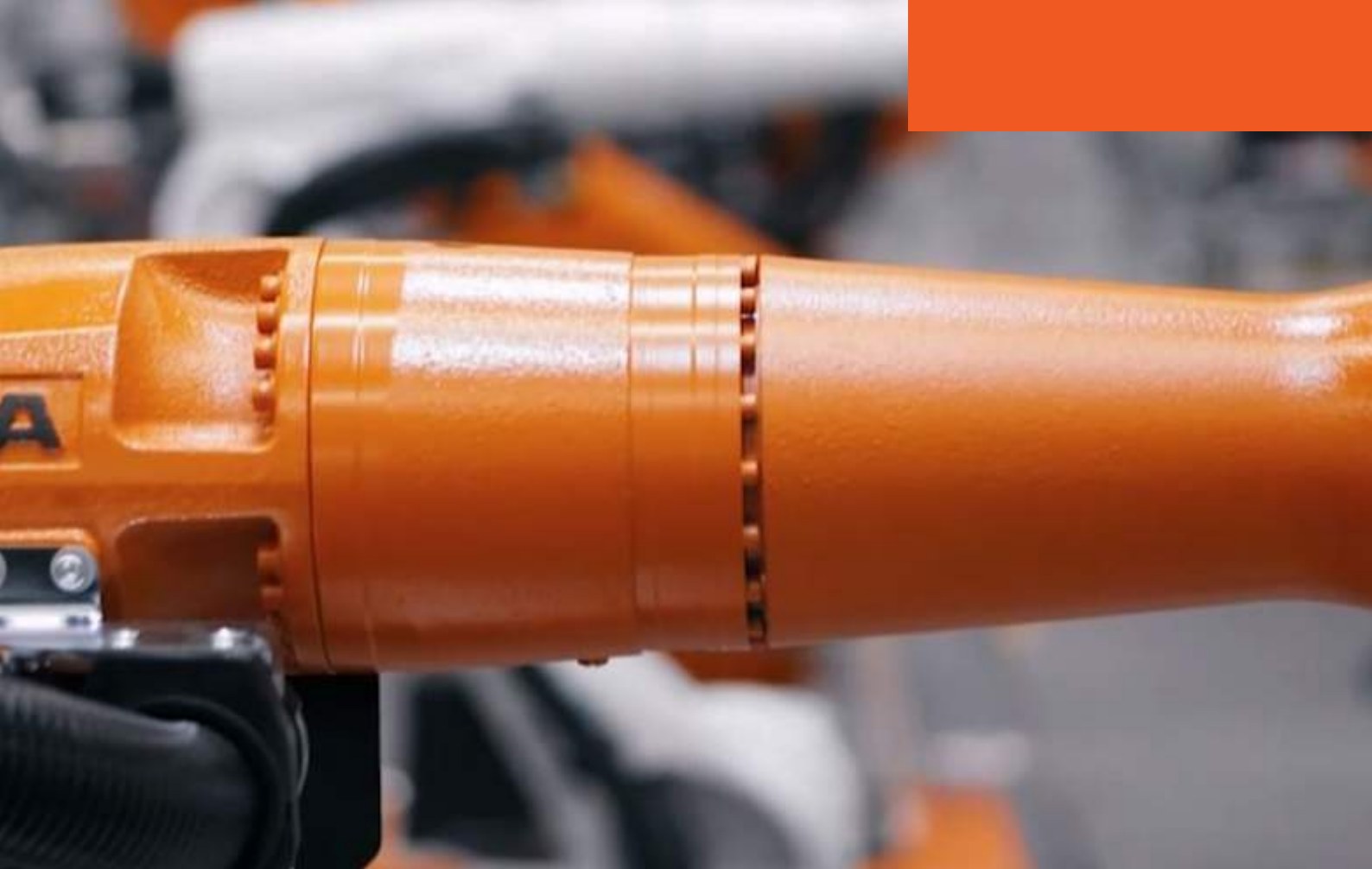
The key goals of this project are as follows:

- the creation of organizational guidelines for designing production workplaces where cobots are used in a way that promotes and preserves the workers' mental health,
- the definition of technical guidelines for the design of cobots and the creation of the MindBot cobot prototype,
- defining an employment model for people diagnosed with autism spectrum disorder (ASD) in enterprises that are introducing cobots in their production processes.

MindBot's specific goals include:

- the identification of protective and risk factors of work-related stress in workplaces where collaborative robots are being introduced,
- redesigning human-machine interfaces and cobot technologies to make them beneficial for the workers' mental health,
- the introduction of cobots into production workplaces that make it easier for workers to achieve optimal experiences,
- assessing the experience and behaviour of people with autism spectrum disorders (ASD) during work tasks involving a cobot - a friend of the worker's mental health.

The MindBot project is fully funded by the EU's research and innovation funding programme Horizon 2020.



Why MindBot?

How to improve the job tasks of workers interacting with collaborative robots, as well as their efficiency and satisfaction? How to organize work in companies in the Industry 4.0 in such a way as to fully achieve mental and physical well-being?

In order to solve these challenges, the guiding idea of the project partners was to design workplaces within Industry 4.0, centred around automation and digitization, where the level of challenge and the difficulty of work tasks match the abilities and skills of the workers, and therefore to improve the motivation and engagement of workers who work with collaborative robots. For this, it is necessary to create a new type of collaborative robot, a type that would communicate with the worker and be his or her friend, thus enabling the worker to perform within the automated and highly sophisticated production processes in a flexible and personalized way.

In this project, worth almost 4 million Euros, based on research that encompasses the assessment of the mental health of workers, as well as numerous analyses of work environment and work organization in small and medium-sized enterprises as well in large enterprises and corporations, nine European partners created a prototype of a collaborative robot - a friend to the worker - the MindBot cobot, as well as guidelines for the organization of work in Industry 4.0.

As a result of scientific research work, the MindBot cobot communicates with the worker and allows for the worker's well-being to be emphasized in the production process. The guidelines created for the organization of work in production plants using cobots serve as a great help for employers. Therefore, the MindBot cobot facilitates the transition from Industry 4.0 to Industry 5.0, which is focused on workplace well-being and employee satisfaction at work.



Partner consortium

The implementation of the MindBot project lasted from 1 January 2020 to 30 September 2023. Although it was originally planned as a three-year project, due to the difficulties caused by the COVID-19 pandemic, the European Commission approved a nine-month extension of the, which enabled the partners to achieve all the set goals.

The project partnership from Italy, Germany, Belgium and Croatia includes the scientific research and academic community: three technical and medical research centres and three universities, as well as one of the world's largest robotics manufacturers, a SME and finally, the Croatian Ministry of Labour and Pension System, Family and Social Policy as the proposer and adopter of national implementing regulations in the field of safety and health at work.

- 1) **IRCCS – Associazione la Nostra Famiglia ‘Istituto scientifico Eugenio Medea’** (Italy),
- 2) **Università degli studi di Milano** (Italy),
- 3) **Consiglio Nazionale delle Ricerche** (Italy),
- 4) **Biorics NV** (Belgium),
- 5) **Deutsches Forschungszentrum fuer Kunstliche Intelligenz GmbH** (Germany),
- 6) **KUKA Deutschland GmbH** (Germany),
- 7) **Universitaet Augsburg** (Germany),
- 8) **University of Rijeka, Faculty of Humanities and Social Sciences** (Croatia),
- 9) **Croatian Ministry of Labour and Pension System, Family and Social Policy** (Croatia).



The specific competences of the project partners complement each other well:

The Eugenio Medea Scientific Institute, the project coordinator, has years of experience in technologies applied to clinical research, bridging the gap between human-centred perspectives and technical applications.

The University of Milan develops conceptual models and measurement instruments for the assessment of mental health of workers during work tasks.

CNR, the largest public research institution in Italy, has experience in the development of robotic systems for a variety of applications.

BioRICS has developed real-time stress measurement algorithms that are integrated into smart self-monitoring devices that measure various physiological and mental states, and which workers can use in the workplace or in their private lives.

DFKI conducts research in the domain of human-centred artificial intelligence, and among other things, deals with intelligent user interfaces and speech technology, as well as socio-emotional user models and dialogues.

KUKA is the world's leading supplier of intelligent solutions for automation, with a high level of expertise in the ethical and psycho-social impacts of robotics on workers.

The University of Augsburg has lengthy experience in the design, implementation and evaluation of multimodal user interfaces, affective computing and social signal processing.

Faculty of Humanities and Social Sciences of the University of Rijeka is focused on the study of people's well-being, and has extensive experience in conducting scientific and professional projects.

Croatian Ministry of Labour and Pension System, Family and Social Policy is the central body of the state administration of the Republic of Croatia, performing tasks related, among other things, to employment policies, improvement of the occupational health and safety system, and international cooperation in the field of work and employment.

Project implementation

The implementation of project activities has been designed in three phases via ten work packages. Project management and dissemination were ongoing activities of the MindBot project, and the management part included scientific, operational, administrative and financial aspects, as well as management of the data that was collected and processed. Emphasis was placed on ethical issues and the sustainability of the achieved results.

The project was divided into three phases:

I Assessment of mental health and analysis of work environment

The first phase began with the development of a protocol for collecting data from workers, approved by the ethical committee of the project coordinator. At the same time the consortium started contacting about enterprises whose production facilities include collaborative robots, in order to select companies in which the initial research would be carried out. The goal was to create an initial assessment of the mental health of workers and the quality of experience performing a certain work task, as well as an initial analysis of the work environment and organizational specifications.

For this purpose, in addition to questionnaires, data were also collected through wearable devices (smart watches) in order to obtain psychological and physiological indicators, and through interviews, while extensive field observation was not possible due to the pandemic caused by the coronavirus. The research was first conducted in laboratory conditions and included volunteers with and without autism spectrum disorder. After the pandemic restrictions were eased, the research was also conducted in production plants.

The SHELL0 model (*Software, Hardware, Environment, Liveware, Organization*) was used in the analysis so that all possible interactions of workers in the work environment would be explored.

II Creation of a worker's friend - cobot prototype

Based on subjective and objective indicators connected to the mental health and experience of workers, volunteers and people with autism working with collaborative robots, the creation and development of technological components began in order to design the MindBot platform.

Numerous technological innovations were developed – smart watches with the BioRICS Mindstretch app, a biomechanical module based on optical sensors, an affective controller based on the analysis of social signs and an affective user model focused on psychosocial stressors in the workplace, scenarios for an avatar that would communicate with a worker, and a robot control system. The MindBot platform was created, centred around the prototype of the MindBot cobot with an avatar that communicates with the worker.

III MindBot cobot on a work task

The MindBot platform was tested in a laboratory with volunteers - students and workers, as well as people with autism. The data was collected for analysis in the same way as at the start of the project - through questionnaires, wearable devices, interviews and field observations. The comparison with the data from the initial assessment of the workers' mental health and the quality of their experience in a certain work task, as well as the initial analysis of the work environment and organizational specifications, both helped in the creation of organizational guidelines for designing a production facility workplace where cobots would be used in a way that promotes and preserves the mental health of workers.

In order to apply it in a working environment, the MindBot platform needs to be configured in accordance with the specific production process of the plant. The installation of the MindBot cobot requires software updates that would enable the performance of necessary operational tasks of each individual work environment, as well as a special hardware configuration.



Conclusion

The results of the scientific research work, as well as the platform and prototype of the MindBot cobot, show how workplaces can be designed within Industry 4.0 in a way that matches the level of challenge and the difficulty of the work tasks with the abilities and skills of the workers, therefore improving the motivation and engagement of the workers who interact with the cobot, as they could then perform their tasks in a flexible and personalized way. This project marks a step into Industry 5.0, in which the well-being of workers is a key aspect. The results of this project will benefit many employers and workers with and without autism spectrum disorder (ASD).

The European Agency for Safety and Health at Work included the MindBot project in the new European campaign for safe and healthy workplaces as an example of how the mental health of workers can be promoted and improved in the digital age.





MindBot

Promozione della salute mentale dei lavoratori che interagiscono con robot collaborativi nell'industria 4.0



L'obiettivo principale del progetto europeo Mindbot è identificare metodi e soluzioni per promuovere e garantire la salute mentale dei lavoratori che interagiscono con robot collaborativi (cobot), nelle piccole e medie imprese, nel contesto socio-culturale dell'Industria 4.0.. L'intero progetto nasce dall'idea di progettare esperienze lavorative in cui la mansione richiesta viene percepita sfidante ma, al tempo stesso, adeguata alle competenze personali. In questo modo, l'operatore vive l'attività collaborativa con il cobot come un'esperienza coinvolgente, motivante e soprattutto positiva.

Gli obiettivi principali del progetto sono:

- Definire asset organizzativi e manageriali per la gestione del personale nei contesti lavorativi che prevedono l'interazione con cobot, al fine di garantire esperienze lavorative positive che preservino la salute mentale dei lavoratori;
- Stabilire i requisiti tecnici per progettare robot collaborativi human-friendly;
- Ideare un modello per il reclutamento di persone con diagnosi del disturbo dello spettro autistico (ASD) per promuovere l'inclusione lavorativa nelle piccole e medie imprese che prevedono attività robot collaborativi.

Nello specifico, le linee di ricerca del progetto Mindbot hanno avuto come focus:

- L'identificazione dei fattori protettivi e dei fattori di rischio associati allo stress lavoro-correlato nei contesti di nuova adozione di robot collaborativi;
- La riprogettazione dell'interfaccia uomo-macchina e della tecnologia del cobot per garantire un'esperienza utente positiva e rispettosa della salute mentale;
- La progettazione di robot collaborativi che possano essere un valido aiuto per garantire agli operatori esperienze lavorative ottimali nelle linee di produzione industriale;
- La valutazione dell'esperienza e del comportamento delle persone con disturbo dello spettro autistico coinvolte in attività con la piattaforma Mindbot.

Il progetto MindBot è finanziato dal Programma Horizon 2020 per la ricerca e l'innovazione nell'Unione Europea.

Perché MindBot?

Come aumentare l'efficienza produttiva e il benessere degli operatori che interagiscono con robot collaborativi? Come organizzare e gestire il personale nelle aziende dell'industria 4.0 in modo da promuovere esperienze lavorative positive?

Per rispondere a queste domande, il progetto Mindbot ha come obiettivo principale supportare la motivazione e il coinvolgimento del lavoratore nell'interazione con il cobot al fine di facilitare esperienze di lavoro attive e positive, riducendo il possibile insorgere di sensazioni negative tra cui noia, stress e apatia. Da queste premesse, nasce la necessità di progettare un nuovo modello di robot collaborativo che sia in grado di comunicare con il lavoratore e di supportarlo in maniera flessibile e personalizzata, durante i processi automatizzati e altamente sofisticati che caratterizzano i processi produttivi dell'industria 4.0.

Il cobot sviluppato in Mindbot, il cui finanziamento complessivo ammonta a quasi 4 milioni di euro, è stato progettato analizzando ambienti e organizzazioni di lavoro in numerose piccole e medie imprese sparse nel territorio europeo, ed effettuando valutazioni, tramite l'acquisizione di dati psicologici e fisiologici, della salute mentale dei lavoratori. I risultati emersi hanno permesso di ideare una nuova modalità di interazione uomo-macchina in cui la tecnologia svolge un ruolo fondamentale per la salvaguardia del benessere mentale.

Il progetto Mindbot, quindi, affonda le sue radici nel contesto d'innovazione tecnologica dell'industria 4.0, con un occhio anche a industria 5.0, incentrata sull'importanza del benessere dell'utente nel contesto di lavoro. Per questo motivo, oltre che la progettazione tecnica della piattaforma collaborativa, sono state definite delle linee guida per gestire in maniera ottimale l'organizzazione del lavoro negli impianti di produzione che prevedono l'utilizzo di cobot.

Partner del consorzio

Le attività di ricerca previste dal progetto Mindbot si sono estese nell'arco di tempo compreso tra 1 gennaio 2020 e il 30 settembre 2023. Inizialmente il progetto doveva concludersi a dicembre 2022 ma a seguito delle difficoltà dovute alla pandemia di Covid-19, la Commissione Europea ha acconsentito ad una proroga. In questo modo, tutti i gruppi di ricerca hanno avuto la possibilità di raggiungere gli obiettivi prefissati.

Nel progetto Mindbot, sono state riunite e integrate competenze europee provenienti da quattro Paesi (Italia, Belgio, Germania e Croazia): tre centri di ricerca scientifica, tre enti accademici, una PMI, una grande azienda ed il ministero del lavoro Croato, sono stati coinvolti per affrontare in modo appropriato gli obiettivi specifici del progetto. I partner che compongono il consorzio sono organizzazioni di riferimento di fama internazionale nei rispettivi campi di studio.

- 1) **IRCCS – Associazione la Nostra Famiglia 'Istituto scientifico Eugenio Medea'** (Italia),
- 2) **Università degli studi di Milano** (Italia),
- 3) **Consiglio Nazionale delle Ricerche** (Italia),
- 4) **Biorics NV** (Belgio),
- 5) **Deutsches Forschungszentrum fuer Kunstliche Intelligenz GmbH** (Germania),
- 6) **KUKA Germany GmbH** (Germania),
- 7) **Università di Augusta** (Germania),
- 8) **Università di Rijeka, Facoltà di Filosofia** (Croazia),
- 9) **Ministero del Lavoro, Sistema Pensionistico, Famiglia e Politiche Sociali** (Croazia).

I partner sono leader nei loro specifici campi di attività e risultano complementari nell'ambito delle competenze richieste nel progetto:

Istituto scientifico Eugenio Medea, coordinatore del progetto, data la comprovata esperienza nelle tecnologie applicate alla ricerca clinica, ha permesso di approcciare il tema interazione uomo-macchina sia da un punto di vista tecnico che da quello human-centred.

L'Università degli studi di Milano ha sviluppato modelli concettuali e strumenti di misurazione qualitativa di estrema efficacia per la valutazione della salute mentale degli utenti durante l'attività lavorativa.

Il Consiglio Nazionale delle Ricerche, considerata la più grande istituzione di ricerca in Italia, ha fornito le competenze necessarie alla valutazione dei rischi nelle applicazioni dei robot collaborativi.

BioRICS è una PMI con 10 anni di esperienza nella costruzione di algoritmi personalizzati che misurano le funzioni corporee (stress) individuali in tempo reale.

Deutsches Forschungszentrum fuer Kunstliche Intelligenz GmbH (DFKI), è l'istituto di ricerca leader in Germania nel campo dell'interazione innovativa tra uomo e tecnologia, trattando numerosi temi, tra cui interfacce intelligenti utente-macchina, le tecnologie vocali e i modelli socio-emozionali.

KUKA è il primo fornitore del mondo delle soluzioni intelligenti per l'automatizzazione ed ha acquisito un alto livello di competenza negli aspetti etici e psico-sociali della robotica sul lavoratore.

Università di Augusta (UAU) ha una lunga tradizione di progettazione, implementazione e valutazione delle interfacce utenti multimodali, del calcolo affettivo all'elaborazione dei segnali sociali.

University of Rijeka – Facoltà di Filosofia (FFRI), incentrando le sue attività di ricerca sullo studio del benessere dell'utente, contribuisce significativamente alla transizione socio-culturale verso una società più consapevole dei bisogni umani.

Ministero del Lavoro, del Sistema Pensionistico, della Famiglia e delle Politiche Sociali (MRMSOSP) è il corpo centrale dell'amministrazione statale della Repubblica Croata, e si occupa della politica di reclutamento, della promozione del sistema della sicurezza sul lavoro e della cooperazione internazionale nel campo lavorativo.

Sviluppo del progetto

Il progetto è stato organizzato in tre fasi di lavoro, attraverso dieci "work-packages". L'attività di project management e disseminazione dei risultati sono state attività costanti durante il corso del progetto, comprendendo l'aspetto scientifico, operativo, amministrativo, finanziario e, inoltre, anche la gestione dei dati raccolti e analizzati. Particolare enfasi è stata posta sulle questioni etiche e sulla sostenibilità dei risultati raggiunti.

Il lavoro è stato organizzato secondo le seguenti tre fasi:

I Valutazione della salute mentale dell'utente e analisi dell'ambiente di lavoro

In questa fase, è stato ideato, e approvato dal comitato etico del partner coordinatore, il protocollo per la raccolta dei dati dai lavoratori. In contemporanea, è iniziata la fase di contatto con i datori di lavoro provenienti da imprese nei cui impianti di produzione sono presenti robot collaborativi, per poter valutare in quali di queste svolgere le ricerche iniziali.

L'obiettivo preliminare è stato di definire una valutazione dell'esperienza lavorativa nel suo insieme, che tenesse conto della salute mentale del lavoratore, della qualità dell'esperienza lavorativa e dell'analisi dell'ambiente di lavoro e delle strutture organizzative.

A tal fine, i dati psicologici sono stati raccolti tramite questionari qualitativi e interviste mentre quelli fisiologici tramite dispositivi indossabili (smartwatch).

Parte di questa fase di ricerca è stata condotta in ambiente di laboratorio, coinvolgendo volontari sia neurotipici che con disturbo dello spettro dell'autismo.

Nell'analisi dei dati raccolti è stato adottato il modello SHELLO (Software, Hardware, Environment, Liveware, Organization) per esplorare tutte le interazioni possibili del lavoratore nell'ambiente di lavoro.

II La costruzione del prototipo del cobot – amico del lavoratore

La seconda fase del progetto ha utilizzato i dati, oggettivi e soggettivi dei volontari neurotipici e con disturbo dello spettro dell'autismo, raccolti nella fase precedente, come input per la progettazione e lo sviluppo dei componenti tecnologici da integrare nella piattaforma Mindbot.

Le principali innovazioni tecnologiche sviluppate e integrate nella piattaforma sono: gli smartwatch connessi all'applicazione Mindstreich di BioRICS, per la stima del carico cognitivo, il modulo biomeccanico basato su sensori ottici per la valutazione dell'affaticamento fisico, l'analisi dell'espressione facciale per valutare lo stato emotivo dell'operatore e l'avatar digitale che comunica con il lavoratore.

III Il cobot MindBot in missione

La piattaforma finale MindBot è stata testata in laboratorio con i volontari – studenti, lavoratori e persone con disturbo dello spettro dell'autismo – e i dati sono stati raccolti in maniera analoga alla fase uno del progetto, ovvero tramite questionari qualitativi, smartwatch, interviste e osservazioni in loco. Prendendo a riferimento



I dati emersi nella fase uno, riguardo lo stato del lavoratore, della qualità dell'esperienza in relazione alla mansione e degli aspetti gestionali, sono state stilate delle nuove linee guida organizzative per la progettazione dell'esperienza lavorativa ottimale in contesti lavorativi che prevedono l'interazione con cobot.

Per la corretta integrazione in un ambiente di lavoro pre-esistente, la piattaforma MindBot deve essere configurata conformemente ai concreti processi di produzione dell'impianto. Inoltre, l'installazione del cobot richiede l'implementazione del software per lo svolgimento dei compiti e la configurazione dell'hardware.

Conclusioni

I risultati emersi dalla ricerca mostrano l'importanza di organizzare le attività lavorative, bilanciando difficoltà percepita della mansione e le competenze personali, in modo da migliorare il coinvolgimento e la motivazione dell'utente. La piattaforma Mindbot è stata progettata tenendo conto di questi aspetti e con l'idea di creare una nuova interazione uomo-macchina flessibile e personalizzata.

Con questo progetto si è fatto un passo avanti nell'industria 5.0 di cui il tema centrale è proprio il benessere del lavoratore. Le linee guida stilate per l'organizzazione del lavoro, saranno un valido aiuto e supporto per molti datori di lavoro e operatori. Inoltre, il progetto Mindbot offre nuove opportunità di inclusione lavorativa nelle piccole e medie imprese, per utenti con disturbo dello spettro autistico (ASD).

L'agenzia europea per la sicurezza e la salute sul lavoro ha inserito il progetto MindBot nella nuova campagna dei posti di lavoro sani e sicuri come esempio di come il benessere mentale dei lavoratori nell'era digitale possa essere implementato tramite le nuove tecnologie.



MindBot

Förderung der psychischen
Gesundheit bei Arbeitenden,
die mit kollaborativen
Robotern in der Industrie
4.0 arbeiten







Ziel des europäischen Projekts MindBot ist die Entwicklung von Methoden und Lösungsansätzen zur Förderung der psychischen Gesundheit an Arbeitsplätzen der Industrie 4.0. MindCot adressiert in erster Linie kleinere und mittlere Unternehmen, die kollaborative Roboter, auch als Cobots bekannt, in ihren Produktionsstätten einführen oder bereits integriert haben. Die Idee von MindBot ist es, Arbeitsumgebungen so zu gestalten, dass die Anforderungen und Herausforderungen der Aufgaben den Fähigkeiten und Fertigkeiten von Arbeitenden entsprechen – mit dem Ziel, deren Motivation und Engagement bei der Interaktion mit Cobots zu erhalten.

Die Schlüsselziele dieses Projekts sind:

- die Ausarbeitung von organisatorischen Richtlinien für die Gestaltung von Produktionsstätten, in denen Cobots zur Förderung und Aufrechterhaltung der psychischen Gesundheit der Arbeitenden eingesetzt werden,
- die Schaffung technischer Leitlinien zur Konzeption von Cobots, die die psychische Gesundheit fördern, sowie die Realisierung eines Cobot-Prototyps für das MindBot-Projekt und
- die Entwicklung eines Beschäftigungsmodells für Personen mit Autismus-Spektrum-Störung (ASD) in kleinen und mittleren Unternehmen, die Cobots in ihren Produktionsprozessen einsetzen.

Die spezifischen Ziele von MindBot umfassen:

- die Identifizierung von Schutz- und Risikofaktoren für arbeitsbedingten Stress in Produktionsstätten, in denen Cobots eingesetzt werden,
- die Neugestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle und der Cobot-Technologien zur Steigerung der psychischen Gesundheit am Arbeitsplatz,
- die Einbindung von Cobots, die eine positive Erfahrung von Arbeitenden fördern, in Produktionsabläufe und
- die Einschätzung der Erfahrungen und Analyse der Verhaltensweisen von Personen mit Autismus-Spektrum-Störung (ASS) während der Arbeit mit einem Cobot.

Das Projekt MindBot wurde aus Mitteln des Forschungs- und Innovationsprogramms der Europäischen Union Horizon 2020 finanziert.

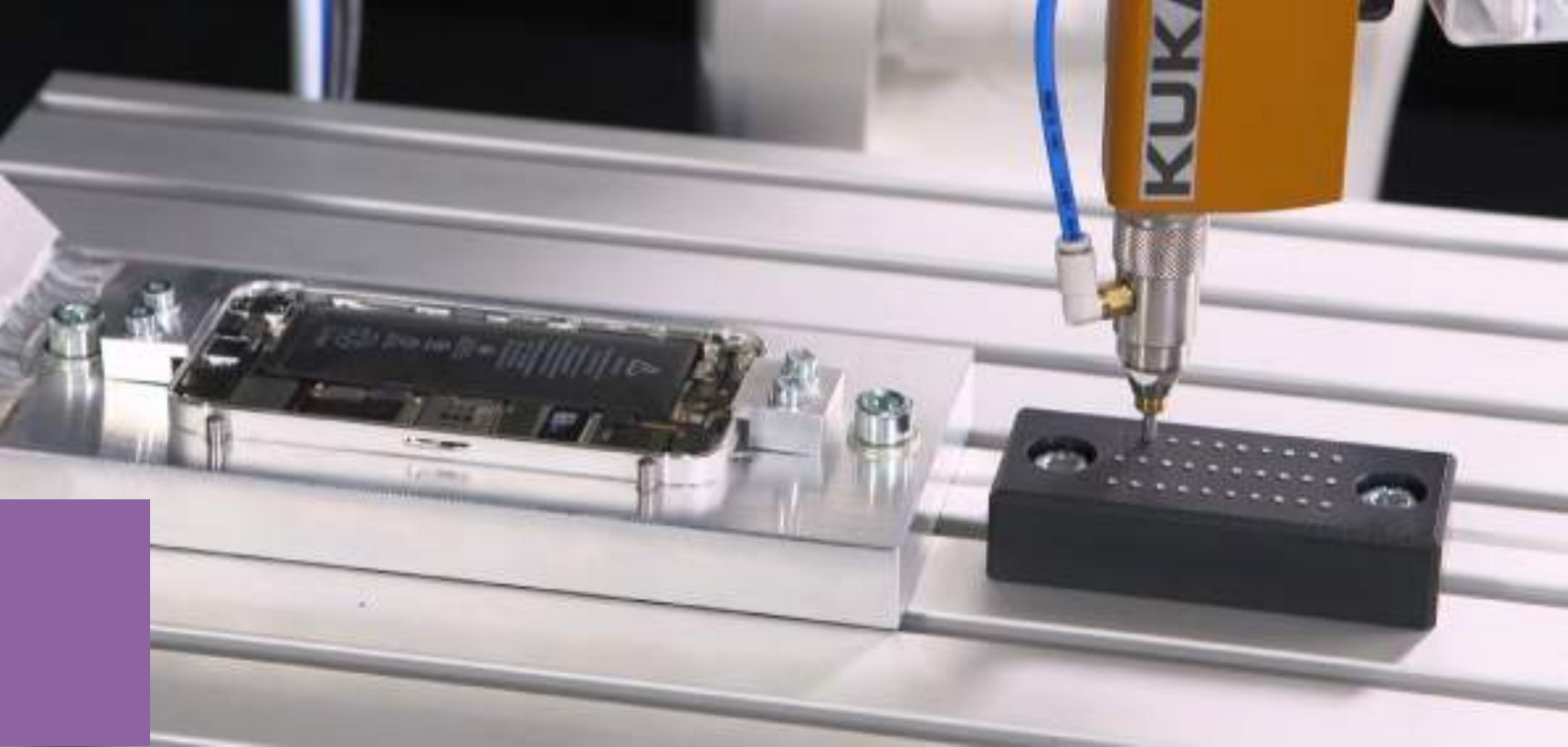


Warum MindBot?

Wie kann die Leistungsfähigkeit von Arbeitenden an Produktionsstätten mit Cobots gesteigert werden, ohne deren Zufriedenheit zu beeinträchtigen? Wie können Arbeitsabläufe in Industrie 4.0 Betrieben organisiert werden, um ein angenehmes Arbeitsumfeld zu schaffen?

Diese Fragen standen im Mittelpunkt des MindBot-Projekts, das sich den Herausforderungen von Produktionsstätten angesichts zunehmender Digitalisierung und Automatisierung widmete. Ein zentrales Anliegen war es, Aufgaben so anzupassen, dass sie den Fähigkeiten der Arbeitenden entsprechen, um Motivation und Engagement zu fördern. Dafür war die Entwicklung einer neuen Generation von Cobots erforderlich, die partnerschaftlich mit den Beschäftigten zusammenarbeiten und anspruchsvolle Aufgaben in automatisierten Produktionsumgebungen flexibel und personalisiert bewältigen können.

Im Rahmen dieses mit fast 4 Millionen Euro finanzierten Projekts haben neun europäische Partner einen Prototyp für einen Roboter-Kollegen, den MindBot Cobot, entwickelt. Basierend auf umfassenden Analysen der Arbeitsumgebung und -organisation in kleinen und mittleren Betrieben sowie in Großunternehmen wurden Gestaltungsrichtlinien für die Arbeitswelt der Industrie 4.0 erarbeitet. Das Ergebnis dieser wissenschaftlichen Forschungsarbeit, der MindBot Cobot, interagiert partnerschaftlich mit den Arbeitenden und trägt durch sein Verhalten zur Förderung ihrer psychischen Gesundheit bei. Letztlich verkörpert der MindBot Cobot den Übergang von der Industrie 4.0 zur Industrie 5.0, in der das Wohlbefinden und die Zufriedenheit der Beschäftigten im Mittelpunkt stehen.“



Das Konsortium mit mehreren internationalen Partnern

Das MindBot-Projekt wurde am 1. Januar 2020 gestartet. Ursprünglich war eine Projektdauer von drei Jahren vorgesehen. Aufgrund von Schwierigkeiten, die durch die COVID-19-Pandemie verursacht wurden, genehmigte die Europäische Kommission eine Verlängerung des Umsetzungszeitraums bis zum 30. September 2023. Diese Verlängerung ermöglichte es den Projektpartnern, alle festgelegten Ziele erfolgreich zu erreichen.

Das Konsortium mit Partnern aus Italien, Deutschland, Belgien und Kroatien setzt sich wie folgt zusammen: drei technische und medizinische Forschungszentren, drei Universitäten, einen der weltweit größten Roboterhersteller, ein KMU sowie das kroatische Ministerium für Arbeit, Rentensystem, Familie und Soziales.

- 1) **IRCCS – Associazione la Nostra Famiglia ‘Istituto scientifico Eugenio Medea’** (Italien),
- 2) **Università degli Studi di Milano** (Italien),
- 3) **Consiglio Nazionale delle Ricerche** (Italien),
- 4) **Biorics NV** (Belgien),
- 5) **Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH** (Deutschland),
- 6) **KUKA Deutschland GmbH** (Deutschland),
- 7) **Universität Augsburg** (Deutschland),
- 8) **Universität in Rijeka, Philosophische Fakultät** (Kroatien),
- 9) **Ministerium für Arbeit, Rentensystem, Familie und Soziales** (Kroatien).



Durch ihre spezialisierten Kompetenzen in verschiedenen Aspekten des Projekts ergänzen sich die Partner hervorragend.

Das wissenschaftliche Institut Eugenio Medea agiert als Projektkoordinator und bringt umfassende Erfahrung zu Technologien der klinischen Forschung ein, wobei eine Verbindung zwischen menschenzentrierten Perspektiven und technischen Anwendungen geschaffen wird.

Die Universität Mailand entwickelt konzeptionelle Modelle und Messinstrumente zur Bewertung der psychischen Gesundheit am Arbeitsplatz.

CNR, die größte öffentliche Forschungseinrichtung in Italien, verfügt über fundierte Erfahrung in der Entwicklung kollaborativer Roboteranwendungen.

BioRICS ist ein KMU, das sich auf Stresserkennung in Echtzeit durch tragbare Geräte spezialisiert hat, die sowohl im Arbeits- als auch im Privatleben eingesetzt werden.

DFKI führt Forschung im Bereich der auf den Menschen ausgerichteten künstlichen Intelligenz durch und beschäftigt sich unter anderem mit intelligenten Nutzungsschnittstellen, Sprachtechnologien und sozioemotionalen Benutzermodellen.

KUKA ist ein weltweit führender Anbieter von intelligenten Automatisierungslösungen mit umfassender Expertise in der Umsetzung kollaborativer Roboteranwendungen unter Einbeziehung technologischer, relationaler und organisatorischer Aspekte der Arbeit.

Die Universität in Augsburg verfügt über langjährige Erfahrung in der Gestaltung, Implementierung und Bewertung von Mensch-Roboter-Schnittstellen sowie in der Erkennung sozio-affektiver Signale mittels maschinellen Lernens.

Die Philosophische Fakultät der Universität in Rijeka widmet sich der Erforschung des menschlichen Wohlbefindens und verfügt über umfangreiche Erfahrung in der Durchführung wissenschaftlicher Projekte zu diesem Thema.

Das Ministerium für Arbeit, Rentensystem, Familie und Soziales ist die zentrale Behörde der Republik Kroatien und befasst sich mit verschiedenen Tätigkeiten, darunter Beschäftigungspolitik, Arbeitsschutz und internationale Zusammenarbeit im Bereich Arbeit und Beschäftigung.

Projektumsetzung

Die Projektaktivitäten wurden in drei Phasen mit insgesamt zehn Arbeitspaketen durchgeführt. Projektmanagement und Dissemination von Projektergebnissen waren kontinuierliche Bestandteile des MindBot Projekts. Das Projektmanagement umfasste wissenschaftliche, operative, administrative und finanzielle Aspekte sowie die Verwaltung der gesammelten und verarbeiteten Daten. Besonderes Augenmerk wurde auf ethische Fragen und die Nachhaltigkeit der erzielten Ergebnisse gelegt.

Das Projekt gliederte sich in drei Phasen:

I Einschätzung der psychischen Gesundheit und Analyse der Arbeitsumgebung

Die erste Phase begann mit der Erstellung eines Datenerhebungsprotokolls, das den Datenschutzbeauftragten der beteiligten Partner und der Ethikkommission des Koordinators für eine Stellungnahme vorgelegt wurde. Gleichzeitig wurde der Kontakt zu etwa 80 kleinen und mittleren Unternehmen hergestellt, die bereits kollaborative Roboter (Cobots) in ihre Produktionsabläufe integriert hatten. Dies diente der Auswahl von Betrieben für die anfänglichen Untersuchungen. Die Untersuchungen konzentrierten sich auf die Bewertung der psychischen Gesundheit am Arbeitsplatz, die Einschätzung der Erfahrungsqualität sowie die Analyse der Arbeitsumgebung und der organisatorischen Rahmenbedingungen.

Die Untersuchungen umfassten neben Umfragen auch Interviews sowie die Erfassung psychologischer und physiologischer Messwerte mithilfe tragbarer Geräte wie Smartwatches. Aufgrund der durch die Coronavirus-Pandemie bedingten Einschränkungen war es leider nicht möglich, umfassende Vor-Ort-Beobachtungen durchzuführen. Die Untersuchungen wurden unter Laborbedingungen mit Freiwilligen – sowohl neurotypischen Personen als auch Personen mit Autismus-Spektrum-Störung – durchgeführt. Nachdem die Restriktionen aufgrund der Corona-Pandemie gelockert wurden, konnten weitere Untersuchungen in Produktionsbetrieben



durchgeführt werden. Hierbei kam das von MindBot entwickelte SHELLO-Modell (Software, Hardware, Environment, Liveware, Organization) zum Einsatz, ein konzeptionelles Framework zur Identifizierung und Klassifizierung von gesundheitsrelevanten Faktoren an Arbeitsplätzen mit Cobots.

II Erstellung eines Prototyps des Cobot-Kollegen für die Arbeitenden

Auf der Grundlage der in Phase I durchgeführten Datenerhebungen wurden die technologischen Komponenten für die MindBot-Plattform entworfen und umgesetzt. Die MindBot-Plattform integriert eine Reihe von technologischen Innovationen, darunter die BioRICS Mindstretch App, die auf Smartwatches läuft, ein biomechanisches Modul für den Cobot, das auf optischen Sensoren basiert, Komponenten zur Erkennung, Modellierung und Simulation von sozio-affektiven Verhaltensweisen, die sich auf psychosoziale Stressoren am Arbeitsplatz konzentrieren, Szenarien für einen Avatar zur Kommunikation mit Arbeitenden sowie die Steuerungskomponente für den Cobot. Die MindBot-Plattform wurde technisch umgesetzt, wobei der Prototyp des MindBot Cobots und des Avatars eine Schlüsselrolle spielen.

III MindBot Cobot im Arbeitseinsatz

Die MindBot-Plattform aus Phase II wurde unter Laborbedingungen mit Freiwilligen getestet - sowohl neurotypischen Personen als auch Personen mit Autismus-Spektrum-Störung. Die Datenerhebung erfolgte zu Analyse Zwecken auf die gleiche Weise wie zu Beginn des Projekts - mittels Umfragen, Aufzeichnungen über tragbare Geräte, Interviews und Beobachtungen. Die Daten aus Phase III, zusammen mit den Daten aus Phase I, bilden die Grundlage für die Ableitung organisatorischer Richtlinien zur Gestaltung von Cobots. Die Implementierung des MindBot Cobots in einer realen Arbeitsumgebung erfordert Anpassungen an der Software, um die erforderlichen operativen Aufgaben in der jeweiligen Arbeitsumgebung ausführen zu können, sowie eine Anpassung der Hardwarekonfiguration unter Berücksichtigung werkspezifischer Produktionsprozesse.



Fazit

Die Ergebnisse der durchgeführten Datenerhebungen und Analysen sowie die entwickelte MindBot-Plattform und der darauf basierende Cobot-Prototyp zeigen auf, wie Arbeitsplätze in der Industrie 4.0 gestaltet werden können, um die Interaktion zwischen Mensch und Roboter an die Fähigkeiten und Fertigkeiten der Arbeitenden anzupassen. Durch die Personalisierung von Cobot-Arbeitsplätzen und die Flexibilisierung von Aufgaben kann die Motivation und das Engagement der Arbeitenden gesteigert werden. MindBot stellt einen bedeutenden Schritt von der Industrie 4.0 zur Industrie 5.0 dar, bei der das Wohlbefinden am Arbeitsplatz im Mittelpunkt steht. Die im Projekt erzielten Erkenntnisse und Ergebnisse sind nicht nur für Unternehmen und ihre Beschäftigten relevant, sondern tragen auch zur Integration von Personen mit Autismus-Spektrum-Störung (ASS) in das Arbeitsleben bei.

Die Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz erwähnt in ihrem Leitfaden zur Kampagne „Gesunde Arbeitsplätze“ 2023-2025 MindBot als Beispiel, wie zur Förderung der psychischen Gesundheit der Beschäftigten in Arbeitsstätten mit Automatisierung beigetragen werden kann.

MindBot

Promicanje mentalnog
zdravlja radnika koji rade
sa suradničkim robotima
u industriji 4.0





Cilj europskog projekta MindBot je utvrditi metode i predložiti rješenja za promicanje dobrog mentalnog zdravlja radnika u industriji 4.0, osobito u malim i srednjim poduzećima koja u proizvodnju uvode ili već imaju suradničke robote (*collaborative robots* - koboti). Ideja MindBota je osmisliti radna mjesta gdje se razina izazova i težina radnih zadataka podudaraju sa sposobnostima i vještinama radnika, kako bi se podržala motivacija i angažman radnika koji su u interakciji s kobotima.

Ključni ciljevi ovog projekta su:

- izrada organizacijskih smjernica za dizajniranje radnog mjesta u proizvodnji gdje se radi s kobotom na način da se promovira i čuva mentalno zdravlje radnika,
- izrada tehničkih smjernica za kreiranje kobota i izrada prototipa kobota MindBot,
- definiranje modela zapošljavanja osoba s dijagnozom poremećaja iz autističnog spektra (ASD) u malim i srednjim poduzećima koja u proizvodnju uvode kobote.

Specifični ciljevi MindBota uključuju:

- utvrđivanje zaštitnih čimbenika i čimbenika rizika od stresa povezanih s poslom na radnim mjestima gdje se uvode suradnički roboti,
- redizajniranje sučelja čovjek-stroj i kobot tehnologije kako bi ih učinili prijateljskima za mentalno zdravlje radnika,
- uvođenje u proizvodna radna mjesta kobota koji olakšavaju radnicima postizanje optimalnih iskustava,
- procjenu iskustva i ponašanja osoba s poremećajima autističnog spektra (ASD) tijekom radnih zadataka koji uključuju kobota-prijatelja mentalnog zdravlja radnika.

Projekt MindBot u potpunosti je financiran sredstvima Programa Europske unije za istraživanja i inovacije Obzor 2020.

Zašto MindBot?

Kako pospješiti rad radnika koji rade sa suradničkim robotima, njihovu učinkovitost ali i zadovoljstvo na poslu? Kako organizirati rad u poduzećima u industriji 4.0 na način da se u potpunosti postigne dobrobit na radnome mjestu (*wellbeing at work*)?

U želji da riješe ove izazove, ideja vodilja projektnih partnera bila je da se u industriji 4.0, u čijem je središtu automatizacija i digitalizacija, dizajniraju radna mjesta na kojima se razina izazova i težina radnih zadataka poklapaju sa sposobnostima i vještinama radnika, te da se na taj način pospješiti motiviranost i angažman radnika koji rade sa suradničkim robotima. Za to je potrebno izraditi novi tip suradničkog robota, takvog da komunicira s radnikom i da mu bude prijatelj, te na taj način omogućuje radniku da svoj posao u automatiziranim i visokosofisticiranim proizvodnim procesima obavlja na fleksibilan i personaliziran način.

U ovom projektu, vrijednom gotovo 4 milijuna eura, temeljem istraživanja koja obuhvaćaju procjenu mentalnog zdravlja radnika, kao i brojne analize radnog okružja i organizacije rada u malim i srednjim poduzećima ali i kod velikih poslodavaca i korporacija, devet europskih partnera izradilo je prototip suradničkog robota prijatelja radniku – kobot MindBot, kao i smjernice za organizaciju rada u industriji 4.0.

Rezultat znanstveno-istraživačkog rada, kobot MindBot komunicira s radnikom i omogućuje da se u proizvodnom procesu naglasak stavlja na dobrobit radnika. Pri tome su poslodavcima od velike pomoći u projektu izrađene smjernice za organizaciju rada u proizvodnim pogonima gdje se radi s kobotima, Stoga kobot MindBot iz industrije 4.0 ulazi u industriju 5.0, koja je usredotočena na dobrobit na radnome mjestu i zadovoljstvo radnika na poslu.

Partnerski konzorcij

Provedba projekta MindBot trajala je od 1. siječnja 2020. do 30. rujna 2023. Iako je prvotno planiran kao trogodišnji projekt, Europska komisija je zbog poteškoća uzrokovanih pandemijom COVID-19 odobrila produljenje provedbenog razdoblja za devet mjeseci, što je partnerima omogućilo da realiziraju sve postavljene ciljeve.

Projektno partnerstvo iz Italije, Njemačke, Belgije i Hrvatske uključuje znanstveno-istraživačku i akademsku zajednicu: četiri tehnička i medicinska istraživačka centra i tri sveučilišta, zatim jednog od najvećih svjetskih proizvođača robotike, te hrvatsko Ministarstvo rada, mirovinskoga sustava, obitelji i socijalne politike kao predlagatelja nacionalnih i donositelja provedbenih propisa u području sigurnosti i zdravlja na radu.

- 1) **IRCCS – Associazione la Nostra Famiglia ‘Istituto scientifico Eugenio Medea’** (Italija),
- 2) **Universita degli studi di Milano** (Italija),
- 3) **Consiglio Nazionale delle Ricerche** (Italija),
- 4) **Biorics NV** (Belgija),
- 5) **Deutsches Forschungszentrum fuer Kunstliche Intelligenz GmbH** (Njemačka),
- 6) **KUKA Deutschland GmbH** (Njemačka),
- 7) **Universitaet Augsburg** (Njemačka),
- 8) **Sveučilište u Rijeci, Filozofski fakultet** (Hrvatska),
- 9) **Ministarstvo rada, mirovinskoga sustava, obitelji i socijalne politike** (Hrvatska).

Od evaluatora Europske komisije partneri su ocijenjeni izvrsnošću u svom području djelovanja, te se svojim posebnim kompetencijama u jednom ili više aspekata projekta kvalitetno nadopunjuju:

Znanstveni institut Eugenio Medea, koordinator projekta, ima dugogodišnje iskustvo u suradnji između inženjersko-tehničkih istraživača i istraživača psihologa, premošćujući jaz između vizije usredotočene na čovjeka i tehničkih aplikacija.

Milansko sveučilište razvija konceptualne modele i mjerne instrumente za procjenu mentalnog zdravlja radnika tijekom radnih zadataka.

CNR, najveća javna istraživačka institucija u Italiji, ima iskustva u procjeni rizika u suradničkim robotskim aplikacijama.

BioRICS je razvio algoritme za mjerenje stresa u stvarnom vremenu koji su ugrađeni u pametne uređaje za samokontrolu kojima se mjere različite fiziološke i mentalne promjene, a radnici ih mogu koristiti na radnome mjestu ili u privatnom životu.

DFKI provodi istraživanja umjetne inteligencije usmjerene na čovjeka, te se, među ostalim, bavi inteligentnim korisničkim sučeljima i govornom tehnologijom, kao i socio-emocionalnim korisničkim modelima i dijalozima.

KUKA je vodeći svjetski dobavljač inteligentnih rješenja za automatizaciju, te je stekla visoku razinu stručnosti u etičkim i psiho-socijalnim utjecajima robotike na radnika.

Sveučilište u Augsburgu ima dugogodišnje iskustvo u dizajniranju, implementaciji i evaluaciji multimodalnih korisničkih sučelja, afektivnog računalstva i obrade društvenih signala.

Filozofski fakultet Sveučilišta u Rijeci fokusiran je na proučavanje dobrobiti ljudi, te ima veliko iskustvo u provođenju znanstvenih i stručnih projekta.

Ministarstvo rada, mirovinskoga sustava, obitelji i socijalne politike je središnje tijelo državne uprave Republike Hrvatske koje obavlja poslove koji se, među ostalim, odnose na politiku zapošljavanja, unaprjeđenje sustava zaštite na radu i međunarodnu suradnju u području rada i zapošljavanja.

Realizacija projekta

Provedba projektnih aktivnosti osmišljena je u tri faze kroz deset radnih paketa. Upravljanje projektom i diseminacija bile su stalne aktivnosti projekta MindBot, a upravljanje je uključivalo znanstveni, operativni, administrativni i financijski aspekt, te upravljanje podacima koji su se prikupljali i obrađivali. Naglasak je stavljen na etička pitanja, te održivosti postignutih rezultata.

Projekt je podijeljen u tri faze:

I Procjena mentalnog zdravlja i analiza radne okoline

Prva faza započela je izradom protokola za prikupljanje podataka od radnika, odobrenog od etičkih odbora svih partnera. Istodobno s izradom dokumenta Etičkih zahtjeva, započelo je kontaktiranje 80-ak srednjih i malih poslodavaca čiji proizvodni pogoni uključuju rad sa suradničkim robotima, kako bi se odabrala poduzeća u kojima će se provesti početna istraživanja. Cilj je bio izraditi početnu procjenu mentalnog zdravlja radnika i kvalitete iskustva u radnom zadatku, te početnu analizu radne okoline i organizacijskih specifikacija.

U tu svrhu, osim putem upitnika, podaci su prikupljeni i preko nosivih uređaja (pametnih satova) kako bi se dobili i psihološki i fiziološki pokazatelji, te putem intervjua, dok je opsežno terensko promatranje bilo onemogućeno zbog pandemije uzrokovane koronavirusom. Istraživanja su najprije provedena u laboratorijskim uvjetima s volonterima, ali i s osobama s poremećajima autističnog spektra, a nakon što su restrikcije zbog pandemije ublažene, istraživanje je provedeno i u proizvodnim pogonima.

Pri analizi je korišten SHELLO model (*Software, Hardware, Environment, Liveware, Organization*) kako bi se istražile sve moguće interakcije radnika u radnom okruženju.

II Izrada prototipa kobota prijatelja radniku

Temeljem subjektivnih, objektivnih i mrežnih pokazatelja o mentalnom zdravlju i iskustvu radnika, odnosno volontera i autističnih osoba, u radu sa suradničkim robotima, te dijelom ograničenih podataka o radnom okruženju, započelo je kreiranje i razvoj tehnoloških komponenti kako bi se osmislila platforma MindBot.

Razvijene su brojne tehnološke inovativnosti – pametni satovi s aplikacijom BioRICS Mindstreich, biomehanički modul temeljen na optičkim sensorima, afektivni kontrolor na temelju analize društvenih znakova i modela afektivnog korisnika usredotočenog na psihosocijalne stresore na radnome mjestu, scenariji za avatara koji komunicira s radnikom, te sustav upravljanja robotom. Postupno je izrađena platforma MindBot, sastavni dio koje je prototip kobota MindBot s avатарom koji komunicira s radnikom.

III Kobot MindBot na radnom zadatku

Platforma MindBot testirana je u laboratoriju s volonterima – studentima i radnicima, ali i autističnim osobama, te su za analizu prikupljeni podaci na isti način kao na samom početku projekta - putem upitnika, nosivih uređaja, intervjua i terenskim promatranjem. Usporedbom s podacima iz početne procjene mentalnog zdravlja radnika i kvalitete iskustva u radnom zadatku, te iz početne analize radne okoline i organizacijskih specifikacija, izrađene su organizacijske smjernice za dizajniranje radnog mjesta u proizvodnim pogonima u kojima se radi s kobotom na način da se promovira i čuva mentalno zdravlje radnika.

Za primjenu u radnoj sredini potrebno je platformu MindBot konfigurirati u skladu s konkretnim proizvodnim procesom u određenom pogonu. Instalacija kobota MindBot zahtijeva doradu softvera za obavljanje potrebnih operativnih zadataka pojedine radne sredine, kao i konfiguraciju hardvera.



Zaključno

Rezultati znanstveno-istraživačkog rada, te platforma i prototip kobota MindBot pokazuju kako se u industriji 4.0 mogu dizajnirati radna mjesta na kojima se razina izazova i težina radnih zadataka podudaraju sa sposobnostima i vještinama radnika, te na taj način pospješiti motivacija i angažman radnika koji u interakciji s kobotom posao mogu obavljati na fleksibilan i personaliziran način. Ovim projektom napravljen je iskorak u industriju 5.0, u čijem je središtu dobrobit radnika. Rezultati ovog projekta bit će od koristi mnogim poslodavcima i radnicima, kao i osobama s poremećajima autističnog spektra (ASD).

Europska agencija za sigurnost i zdravlje na radu uvrstila je projekt MindBot u novu europsku kampanju o sigurnim i zdravim radnim mjestima kao primjer kako se u digitalno doba može promovirati i pospješiti mentalno zdravlje radnika.



Project partners





MindBot

Mental Health Promotion of Cobot Workers in Industry 4.0

Publisher:

Croatian Ministry of Labour and Pension
System, Family and Social Policy

For the publisher:

Marin Piletić, Minister

Zagreb, Republic of Croatia, July 2023.

The MinBot project, worth 3,908 863.75 EUR, has received full funding from the European Union's Horizon 2020 Europe research and innovation programme under the grant agreement No 847926.

The content of this brochure reflects the authors' point of view and the European Commission is not responsible for the use of the information contained therein.

MindBot
documentary
available on
www.mindbot.eu

