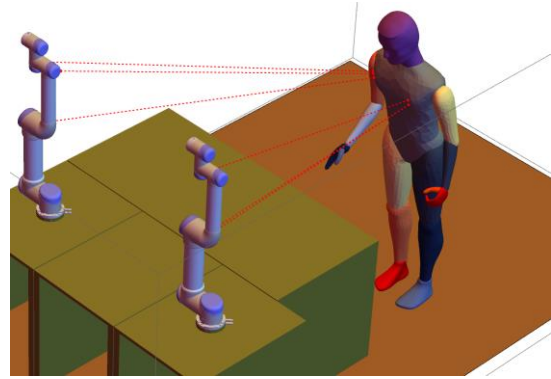
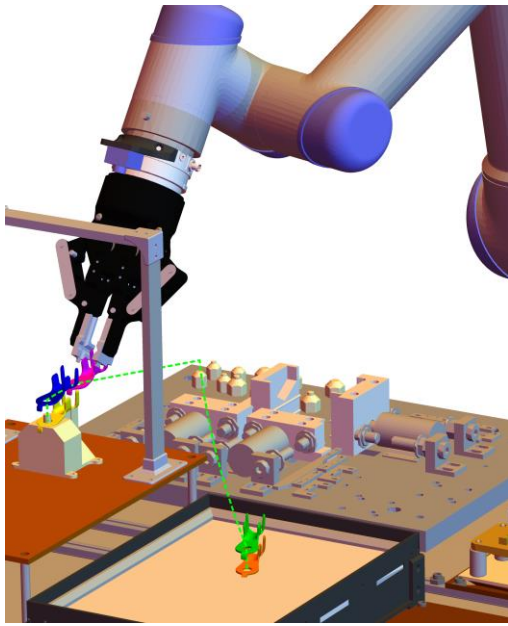


Ember-robot együttműködés a szerelésben

A fejlett robotikai megoldások és különösen az *ember-robot együttműködés* innovatív módszerei új alkalmazási területeket, gazdaságosabb és rugalmasabb gyártást, és növekedési lehetőséget teremtenek napjaink termelő vállalatai számára. Az új generációs ún. kollaboratív robotizált rendszerek fejlesztésének fő célja, hogy megőrizve a robotok hagyományos előnyeit – úgymint kitartás, erő, ismétlési pontosság, nagy műveleti sebesség – jelentősen növelje azok adaptációs képességét dinamikusan változó, előre nem teljesen ismert gyártási környezetben. Ilyen helyzetekben még mindig az ember képes betölteni a rugalmas integrátor és problémamegoldó szerepét. Az ember-robot együttműködés támogatása érdekében meg kell oldani, hogy a robotok képesek legyenek biztonságosan együttműködni az emberekkel megosztott munkatérben, fizikai szeparáció – azaz elválasztó korlátok és kerítések – nélkül is, működésük magas szinten, intuitív módon legyen programozható, valamint, hogy a program végrehajtása során a felek az adott helyzetnek leginkább megfelelő módon tudjanak egymással kommunikálni. Embernek és robotnak meghatározott feladatok elvégzésére dedikált csapatot kell alkotnia, ahol a vezető és kiszolgáló szerepek folyamatosan módosulhatnak, az előre elkészített terveket és programokat a változó körülményekhez kell szabni, és ahol a felek közti kommunikáció többféle módon, egyebek közt gesztus és hangvezérlés révén is megvalósulhat.

Az *MTA SZTAKI Mérnöki és Üzleti Intelligencia Laboratóriumának* kutatási programját a digitalizáció által áthatott ipari rendszerek problémái motiválják, melyekben magának az embernek a jelenléte, aktív szerepe és közreműködése elengedhetetlen e rendszerek működtetése szempontjából, ám ugyanakkor számos bizonytalanság és probléma forrása. Az ember-robot kollaboráció megvalósítása érdekében alapkutatást folytattak több területen: (1) Strukturálatlan környezet érzékelése és értelmezése, mely lehetővé teszi, hogy a robot ne csak ismétljen egy betanított mozdulatsort, hanem "lásson", képes legyen a valós környezethez adaptálódni, érzékelőit automatikus regisztrálni és kalibrálni, és az azokból nyert információkat a vezérlő algoritmusába vissza tudja csatolni. (2) Az embert is magába foglaló digitális iker-modell létrehozása, mely folyamatosan képes frissíteni magát a szenzorforrások és adatfeldolgozó algoritmusok révén, ily módon pontosan képezve le a valós munkakörnyezetet. (3) Ez a digitális iker-modell adott alapot a rendszer működésének tervezésére: optimális feladat sorrend, pályaterv és robotprogram meghatározására, ezek ellenőrzésére, és a végrehajtás szükség esetén való módosítására.



Ember-robot kollaboratív szerelőcellák digitális ikermodelljei

A kutatások fókuszában a *szerelési* folyamatok tervezése és végrehajtása állt, mert ez az a terület, ahol a „megtettesített” mesterséges intelligencia – azaz robotika – és a „természetes” emberi intelligencia együttműködéséből, egymásra hatásából a legnagyobb léptékű, az ipari automatizálást jelentősen befolyásoló változások várhatók, még a kis- és középvállalatok (KKV) körében is. A szerelés alapvető kihívása, hogy egy adott, szűk munkateret sűrűn kell benépesíteni objektumokkal (azaz egymásba épülő alkatrészekkel, készülékekkel és szerszámokkal) úgy, hogy a végrehajtandó akciók a lehető legrövidebb időkeretbe férjenek be, betartva a technológiai, geometriai és sorrendi korlátozásokat. A szerelés tervezés automatizálására kombinatorikus optimalizálási és geometriai következtetési módszerek felhasználásával dekompozíciós elven működő, többlépcsős iteratív munkafolyamatot definiáltak, mely során mozgósítható mindaz a sokszínű, sokféle szaktudás, amit egy-egy termék létrehozásának utolsó, minden gyártási művelet megkoronázó szakaszában tekintetbe kell venni. A tervezés kiindulópontja a termék és a rendelkezésre álló erőforrások modellje, és egyik lényeges végeredménye a szerelési utasítások képzettségi szinthez igazodó, grafikákkal és animációkkal gazdagított sorrendterve. Ezek az utasítások egy ember-robot együttműködést támogató, ipari automatizálásban újszerű kommunikációs módokat megvalósító vezérlő keretrendszerben jeleníthetők meg, ahol az információcsere kétirányú, adott helyzettől függő, és ahol a robot vezérlése érintés nélkül, pontfelhő-alapú gesztusokkal vagy hang alapján is lehetséges.

A fenti eredmények jórészt a SYMBIO-TIC európai kutatási-fejlesztési projektben (<http://www.symbio-tic.eu/>) jöttek létre, ahol az MTA SZTAKI eredményei és fejlesztései két ipari demonstrációban is szerepet kaptak: egy repülőgépipari alkalmazásban, és a Volvo Cars Corporation motoralkatrész szerelő demonstrációjában. Ugyanakkor az alkalmazott, kísérletező kutatások és az egyetemi oktatás támogatása érdekében az MTA SZTAKI a fenti technológiákkal kiegészítette budapesti *SmartFactory* mintarendszerét, és győri telephelyén jelentős beruházással, a Széchenyi Egyetem és a BME két karát képviselő tanszékeinek (GPK GTT, KJK ALRT) együttműködésével létrehozott egy *kísérleti Ipar4.0 minta gyártórendszert*,

amely elsősorban ember-robot szerelési és autonóm logisztikai feladatok megoldására alkalmas. A Fraunhofer Társaság több intézetét is magába foglaló *Center of Excellence for Production Informatics and Control* (EPIC CoE) stratégiai európai projekt koordinátoraként az MTA SZTAKI célja, hogy a mintarendszereket bekapcsolja az európai „*Learning Factories*” hálózatba.



Robot vezérlése gesztusokkal az MTA SZTAKI győri Ipar4.0 mintarendszerében

Az Intézet kiemelt feladatának tartja, hogy az ipari digitalizációval kapcsolatos műszaki, gazdasági és társadalmi kutatási eredményei, valamint az Ipar4.0 ökoszisztéma alapú szemlélet mind szélesebb körben kerüljön nyilvánosságra és hasznosításra. Ezért kezdeményező szerepet vállalt szakmai rendezvényeket szervezésében, ahol az ember-robot együttműködés alapvető technikáit fizikai demonstrációkon is rendre bemutatták. Az Intézet vezetésével megalakult, jelenleg már szövetségi formában működő *Ipar4.0 Nemzeti Technológiai Platform* kiváló terepet nyújt az eredmények minél szélesebb körben történő hazai elterjesztésében és felhasználásában.

Részben az itt leírt, alapkutatási eredményeken alapuló innovációk piacosítására hozta létre az MTA SZTAKI és a Fraunhofer Társaság 2018-ban a budapesti székhelyű EPIC InnoLabs Nonprofit Kft-t, zárva az alapkutatás – alkalmazott kutatás – kísérleti fejlesztés – ipari felhasználás láncot.