

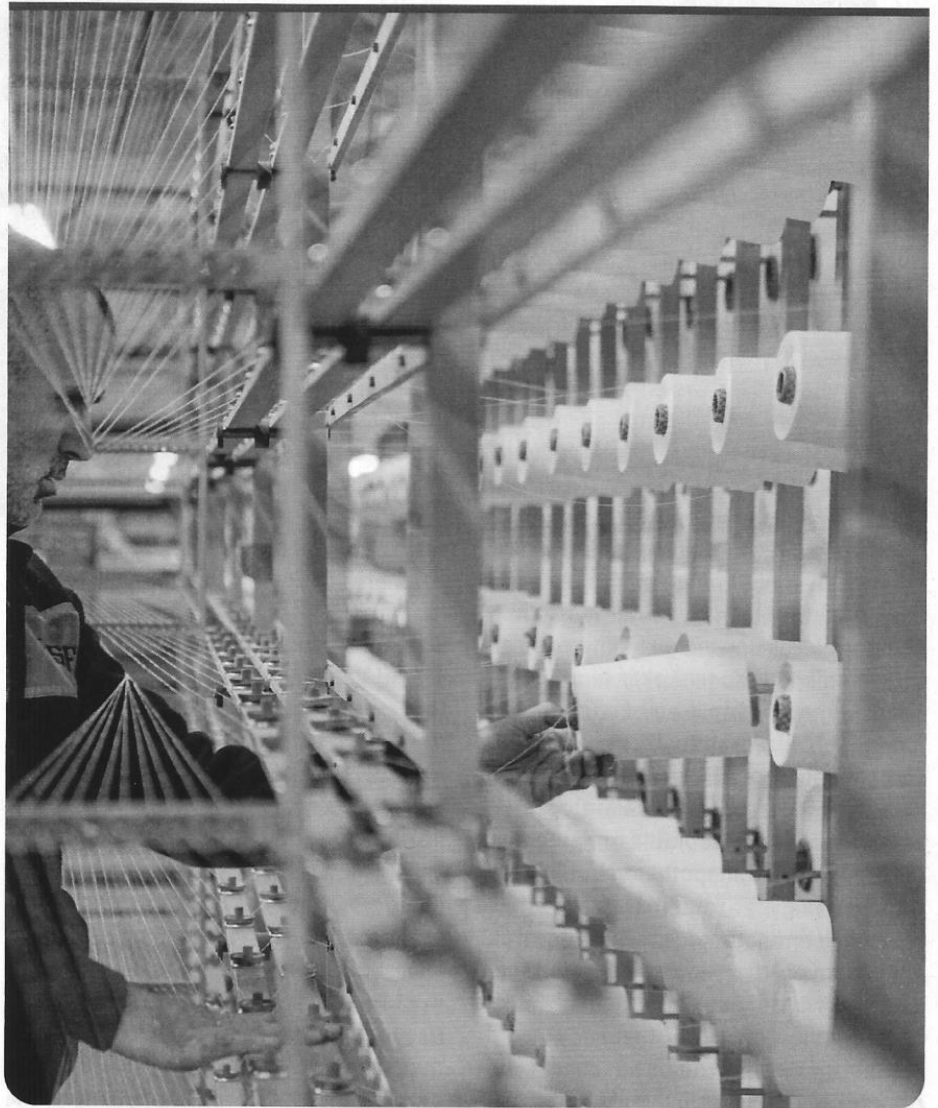
- Digitalizáció és mesterséges intelligencia a textiliparban

A ruha teszi?

A textil- és ruhaipar számára a digitalizáció azt jelenti, hogy a textiltermék útját gyártásának teljes folyamatában – a tervezéstől az anyagbeszerzésen és a gyártás minden fázisán át a fogyasztóhoz való eljuttatásig, sőt azon túl is, az elhasználandó termék megsemmisítéséig – nyomon lehet követni. A textil- és ruhaipar digitalizálási és IoT-megoldásainak jellegzetes példái az ún. intelligens ruházatok is.

Lázár Károly okl. gépészmérnök

Ma már a termék minden állapotát adatként rögzítik és adatként újra meg újra feldolgozzák – rögzítik például, hogy újra megkereshető legyen, vagy az előállítás és értékesítés műveletsorában következő fázishoz továbbítják, hogy segítségével az adott művelet optimális körülmények között legyen elvégezhető. A digitalizáció az adminisztráció területén nagymértékben elterjedt a textil- és ruhaiparban is, a személyi, munkaügyi, termelési, raktári, beszerzési, kiszállítási, pénzügyi stb. adatokat mindenütt és szinte teljeskörűen digitális formában tárolják és számítógépeken dolgozzák fel. Ennek hazánkban is több évtizedes múltja van, az 1980-as években kezdődött, amikor az első személyi számítógépek megjelentek a gyárakban. Ezzel párhuzamosan terjedtek el az elektronikus berendezésekkel vezérelt és számítástechnikai eszközökkel programozható termelőgépek, a textil- és ruhaipar minden



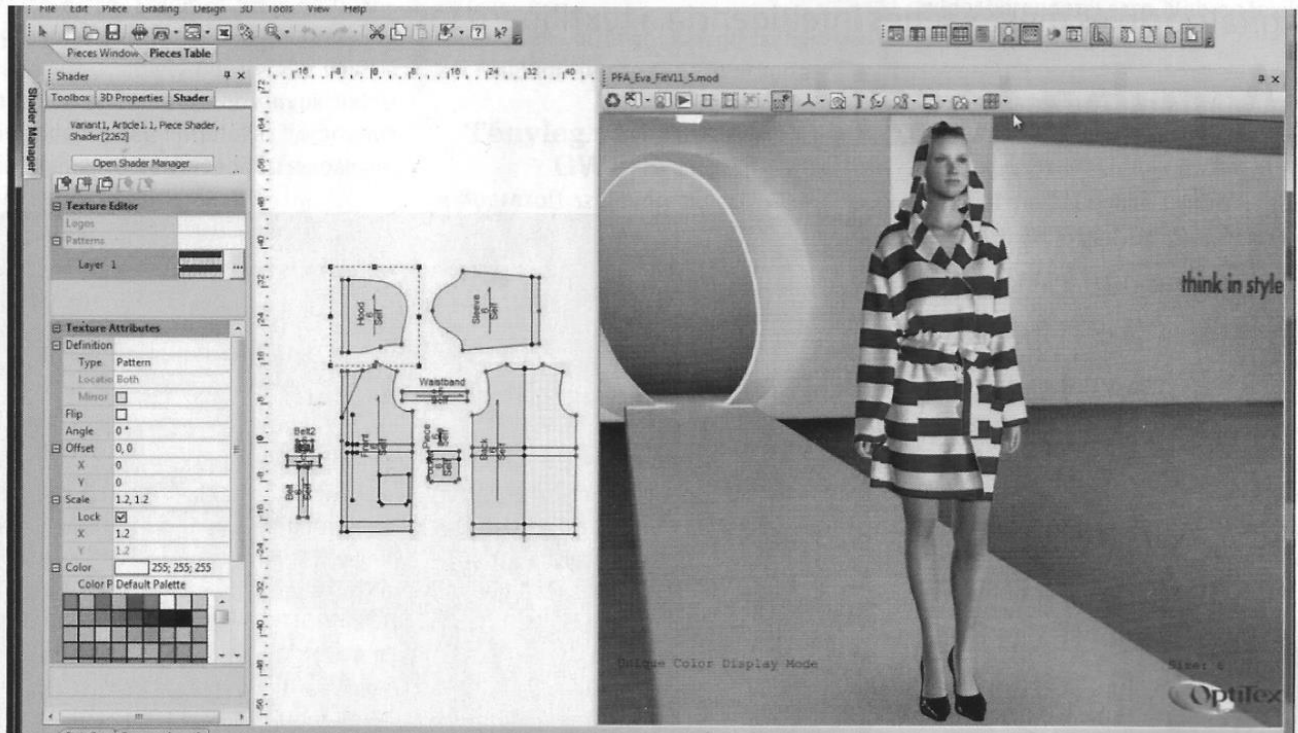
gyártási fázisában, már a termék (kelme, modell) tervezésétől kezdve, sőt, a textiltisztításban is, és jelentek meg az e technika alkalmazására épülő automata gépek, berendezések és gyártósorok.

Terméktervezés

Korábban mind a különböző textilmintázatok tervezése (legyenek azok akár a kelme szerkezetének módosításai, akár textilnyomási technikával létrehozott felületi mintázatok) papírmunka volt: a mintát meg kellett rajzolni, ki kellett színeznii, a kívánt

szerkezet (kötés- vagy szövetminta stb.) létrehozásához szükséges műszaki anyagot írásba kellett foglalni, a ruha formáját rajztáblán kellett megalkotni, az előállításához szükséges szabásmintákat rajztáblán meg kellett szerkeszteni stb. Ma már rendelkezésre állnak különböző szoftverek textíliák esztétikai és technológiai tervezésére.

A ruhatervezés – és általában a konfekcionált termékek, pl. bútorhuzatok stb. tervezése – képernyőn történhet, a hardver és a szoftver által biztosított rajzoló, színező eszközök segítségével, a szükségessé vá-



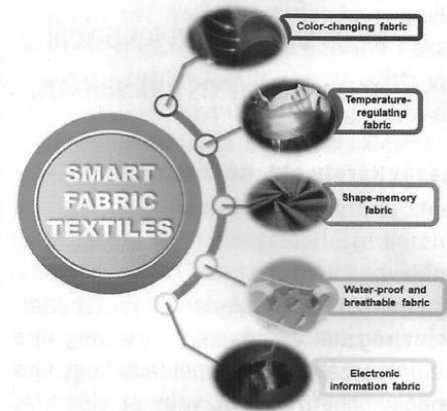
ló módosítások ugyancsak a képernyőn elvégezhetők, a kész terv akár térbelileg is megjeleníthető, végül egyszerűen a számítógépből kinyomtatható. Vannak szoftverek, amelyek segítségével elvégezhető a szabászati előkészítés munkája: a) a szeriázás, b) a szabászati felfektetési rajz megtervezése és c) olyan állapotban való, digitizált rögzítése, hogy az az automata szabásgépre valamilyen adathordozó segítségével átvihető legyen, d) a varratokhoz szükséges cérna mennyiségének automatikus kiszámítása, amivel megtakarítható egy csomó számítási és írásbeli munka és ezzel elkerülhetők tévedések, hibák is. Erre az egész folyamatra különböző, de egymással általában kompatibilis, azaz egymás adatait felhasználni képes szoftverek léteznek, sőt van már komplett szoftver is, amely valamennyi műveletet el tudja végezni. Így tehát a ruhagyárnak módja van arra, hogy a ruhadarab tervezésétől a szabásminták elkészítéséig a gyártáshoz szükséges minden tervezési, nyilvántartási, adatfeldolgozási művelet számítógépen legyen elvégezhető. Ez nagy pontosságot és ezzel a minőség javítását, az átfutási idő rövidítését, munkaráfordítás megtakarítását teszi lehetővé.

A modern kelme gyártó – szövő-, kötő-, fonatoló- vagy csipkeverő – gépekhez a ké-

sztendő szerkezeti minta megtervezése számítógépen, képernyő előtt végezhető. Ugyanez vonatkozik a hímzőgépekre is. A gépek ma már nagy részben elektronikus vezérlésűek, így a számítógép képernyőjén megtervezett minta digitalizált adatait közvetlenül vagy adathordozó segítségével át lehet vinni a gép vezérlőművére, így a gép a mintát ennek megfelelően készíti el. Ezzel a módszerrel a minta gyorsabban, kevesebb hibával tervezhető meg, az új mintára való átállítás gyorsabb lehet, ami nagyobb termelékenységet jelent. A színnyomott mintákat is digitalizált formában táplálják be a digitális textilnyomatókba, amely apró cseppekben viszi fel a különböző színű színezékeket („tintákat”) a kelmére, a beprogramozott minta szerint.

Gépvezérlés

A különböző kelme gyártó gépeken, hímzőgépeken alkalmazott jacquardrendszerű mintavezérlések korábban többnyire lyukkártákat, lyukszalagokat alkalmaztak. A mai, egyre magasabb szinten automatizált gépeken ezt a szerepet számítógéppel vezérelve, digitális úton látják el: a mintázásban részt vevő szerkezeti elemek (tűk, platinák stb.) működtetését elektronikus úton vezérlik. Ugyanez vonatkozik azokra



a műveletekre is, amelyek valamely szerkezeti elem különböző ki-bekapcsolását, mozgásának sebesség- vagy irányváltoztatását igénylik például egy formára kötött ruhaalkatrész készítésekor: ennek vezérlése is digitális programozást igényel.

Készletnyilvántartás

A készletnyilvántartó rendszerek rögzítik az áru eredetét, fajtáját, mennyiségét, beérkezésének, majd a raktárból való kiadásának mennyiségét és dátumát. Hagyományos eszközökkel ezt papírokon, táblázatokon való kézi nyilvántartással (az adatok felírásával) végezték és a változásokat (pl. a mindenkor készletet) a be- és kimenő adatok különbségének számítá-

sával állapították meg. (Nem meglepő, ha véletlen elírások vagy számítási hiba következtében helytelen adatok kerültek a nyilvántartásba.) Az adatok nyilvántartása és a változások kiszámítása e célra alkotott szoftverekkel ma már számítógéppel végezhető, a pillanatnyi állapot bármikor rendelkezésre állhat és megtekinthető, akár papírra kinyomtatható. A különböző nyilvántartások adatai egymásba automatikusan átvihetők, ami egyrészt meggyorsítja a műveleteket, másrészt csökkenti a hibalehetőségeket.

A digitalizált készletnyilvántartásnak az a feltétele, hogy a beérkező terméken legyen egy olyan jel, amelyet egy készülék leolvashat, a számítógépbe továbbíthat és az ott tárolódik. Ha a termék elhelyezését a raktárban egy ott elhelyezett készülék megállapítja és az elhelyezés koordinátáit a számítógépbe továbbítja, akkor ez a hely bármikor kiolvasható, a termék könnyen megtalálható. Ha elviszik onnan, akkor ezt a körülményt és az új helyet (például a felhasználás helyét) a terméken lévő jel leolvasásával ismét érzékeltetni lehet – vagyis a termék mozgása mindig nyomon követhető.

Mindennek feltétele tehát, hogy a terméken legyen valamilyen jel, amit az érzékelő észlelni tud. Erre szolgálhat például egy optikailag leolvasható címke (vonalkód vagy QR-kód), vagy egy RFID jeladó címke a termékre, vagy annak csomagolására rögzítve, és aminek áthaladását bizonyos pontokon egy érzékelő megállapítja és mint adatot a számítógépbe továbbítja. Így a termék helye, mozgása – mindenkori egyéb, a számítógépbe eredetileg betáplált adatával együtt – megállapítható, rögzíthető, adatként tovább feldolgozható.

Termelésirányítás

A korszerű termelésirányításban nagy szerepe van a gépek egymás közötti (machine to machine – M2M) kommunikációjának, és annak az intelligens rendszernek, amely beépített érzékelők révén képes adatokat gyűjteni és az internethálózat segítségével más eszközökhöz továbbítani és azokat szükség esetén automatikusan valamilyen beavatkozásra utasítani (IoT, ill. ennek ipari változata, az industrial internet of things, IIoT). Ilyen rendszerekben az egyes termelőgépek alapadatainak (gyártmány, típus stb.) megadásával együtt a gép teljesítményét és a folyamat paramétereit jellemző pillanatnyi adatokat (fordulatszám,

sebesség, hőmérséklet stb.) folyamatosan közlik. Így bármely pillanatban megjeleníthető az üzem valamennyi gépének állapota, és gyűjthetők az időegységre eső összesített adatok is. Az ilyen rendszerek segítséget nyújtanak az üzemvezetőnek ahhoz, hogy állandóan figyelemmel kísérhesse az adott géppark működését és intézkedhessen, ha beavatkozásra van szükség (pl. egy gép leállása következtében). A gép még a hiba okát is közölheti, például egy fonalszakadás vagy kelmehiba esetén, ha a fonalórtól, ill. a hibaérzékelőtől érkező leállító jelet nemcsak a gép vezérlőegységébe (a működtető áramkör megszakítójába), hanem a számítógépbe is továbbítják és ott megjelenítik. Ilyen esetben a hibák gyakoriságának statisztikai feldolgozására is lehetőség nyílik. A termelésirányító szoftverek általában összekapcsolhatók a készletnyilvántartással is, hogy látható legyen a folyamatos anyagellátás biztosítása, ill. az esetleges várható anyaghiány.

Korszerű üzemekben a termelésirányító szoftver online hozzáférhető, tehát az üzemvezető akár távollétében is ellenőrizni tudja a folyamatot.

Ruházati kereskedelem

Az e-kereskedelem, azaz az interneten át folytatott kereskedelmi tevékenység tipikus esete a digitalizációnak és az IoT rendszerek alkalmazásának. A kereskedő a raktárkészletén lévő termékek képét és fő tulajdonságait digitalizált formában tölti fel honlapjára, és az adásvétel is az internet segítségével bonyolódik. Ehhez természetesen az szükséges, hogy a vevő minden fontos információt megkaphasson a termék (több irányból mutatott) képén és árán kívül a méretnagyságról, a minőségről és a használhatóságra vonatkozó különböző adatokról.

Terjed az ún. digitális polccímke (electronic shelf label, ELB) alkalmazása is a kereskedelemben, logisztikában, sőt az iparban is. A digitális polccímke az üzlet pénztárgéprendszerének adatbázisa alapján jeleníti meg az árakat, ez biztosítja, hogy a vásárlók mindig azt az árat látják a polcokon, ami a pénztárgépben is szerepel. A pénztárgépes informatikai rendszer a polccímkékkel rádiófrekvenciás jelek használatával kommunikál. A németországi ruházati kereskedelemben bevezetett ún. fashion-TAG-címkéken elektronikus formában jeleníthető meg az aktuális készlet

és ár. A divatiparicikk-kereskedelemben ez a digitális árcédula vonzó formatervezésével és kivitelezésével még ösztönzőleg is hat a vásárlási kedvre.

Amerikai tapasztalatok szerint a kiskereskedők körében is egyre népszerűbbek azok a technológiák, amelyek minimális emberi beavatkozással képesek az árucikkeket (virtuálisan) „mozgatni” az ellátási láncban. Az ellátási lánc automatizálása és a munkaerő minimalizálása jelentős hatékonyságnövekedést hozhat. Ez a terület egyre fontosabbá válik, mivel a kiskereskedelmi értékesítés egyre inkább megkezdte a boltokat és a nagykereskedelmet, és közvetlenül a fogyasztókhoz kerül. Az üzletekben vagy raktárakban található intelligens polcok, kamerák és a termékeken elhelyezett rádiófrekvenciás azonosító (RFID) chipek segítségével a kiskereskedelmi áruk leltári nyilvántartása azonnal frissíthető. Emellett gyorsabb koordinációt tesznek lehetővé a kiskereskedők között a készletfeltöltés során.

A ruhakereskedelmi és méretszabósági tevékenység kapcsolódó területe a digitális méretvétele. A megrendelő számára készítenő ruhadarabhoz szükséges a fő testméretek megállapítása, ami történhet térbeli fényképezéssel, ún. testszkennerek alkalmazásával, a fényképek számítógépes kiértékelésével, vagy egyszerűbben, a test elől- és oldalnézeti képének szintén számítógépes kiértékelésével.

Digitális termékútlevél

Az Európai Bizottság a környezeti szempontból fenntarthatóbb, körforgásos termékek előállítására, forgalmazására érdekében tervezett hozott nyilvánosságra 2022 márciusában az ún. Európai zöld megállapodás keretében. Az ebben foglalt javaslatok arra irányulnak, hogy az Európai Unióban fenntartható termékek jelentsék a normát, teret nyerjenek a körforgásos üzleti modellek, a fogyasztók pedig tudatosan és tevékenyen segíteni tudják a zöld átállást. Ezt segítené az ún. digitális termékútlevél (digital product passport, DPP), amely minden forgalomba kerülő terméken megtalálható lenne, ideértve a textíliákat, ruházati cikkeket is. Tartalmazná a termék anyagösszetételével kapcsolatosan mindazokat a legfontosabb információkat, amelyek elősegítik a termék javítását, újrahasználatát vagy újrahasznosítását, vagy hogy a hulladékkezelő létesítményekben megfelelően ke-

zelhessék azokat, továbbá elősegítené az aggodalomra okot adó anyagok nyomon követését az ellátási láncban. Az elképzelés szerint 2030-ig kellene végrehajtani az EU fenntartható és körforgásos textiliparra vonatkozó uniós stratégiájának célkitűzéseit, benne a digitális termékútvéllé használatának elterjesztését.

Intelligens ruházat

Az intelligens ruházatok is jellegzetes példái a textil- és ruhaipar digitalizálási és IoT-megoldásainak. Ezek a termékek a beépített különböző érzékelők segítségével folyamatosan, vezeték nélkül, wifi vagy Bluetooth használatával információt továbbítanak egy erre alkalmas készülékre a ruhadarab viselőjének fizikai állapotáról, egyes szerveinek (pl. szívének, tüdejének, izmainak) működéséről, hőmérsékletéről, izzadságáról stb. Tartalmazhatnak ezenkívül szórakoztató elektronikus készülékeket, telefont, fényforrást is. Az intelligens ruházat gyakran beépített napelemmel is rendelkezik. A legújabb fejlesztésekben a ruha anyagában nagyon vékony, hajlékony érzékelőket, elemeket, elektronikát, mobilcsatlakozási lehetőségeket, sőt még nanogenerátorokat is alkalmaznak a működtetésükhöz. Ezek kombinációja új funkciókat biztosít az intelligens ruháknak. Kísérletek folynak textilanyagú napelemek kifejlesztésére is, intelligens ruházatokon való alkalmazásra.

Az intelligens ruházatok fejlesztésének egyik legfontosabb kihívása a különböző tulajdonságok (rugalmasság, a viselési kényelem és az alkatrészek miniatürizálhatóságának, esetleg divatosságának) létrehozása és kombinálása. Ennek érdekében a kutatók különböző anyagokat, például nanoanyagokat, polimereket, dielektromos elasztomereket és kompozitokat használnak. Ezeket a különböző ingerekre adott eltérő viselkedésük függvényében az adott alkalmazáshoz igazítják.

Az intelligens ruházatoknak elsősorban a különböző sportruhákban, munkahelyi védőruhákban, katonai öltözékekben van jelentős szerepük, bár egyes alkalmazások a divattervezők fantáziáját is megmozgatják (pl. fény- és hanghatások előállítására bizonyos külső körülmények hatására).

Mesterséges intelligencia

Az MI alkalmazási lehetőségeit a textil- és ruhaiparban a következőkben látják:

Kelmehibák azonosítása. A kelmék bármely hibája átkerül a végtermékbe, ami selejtet eredményezhet. Ezért nagyon fontos, hogy a továbbfeldolgozást megelőzően ellenőrizzük a kelme minőségét. A szemrevételezéssel végzett kelmeellenőrzés (átnézés) lassú, és gyakran nem elég megbízható. Mesterséges intelligencia alkalmazása erre a célra gyorsabb és megbízhatóbb eredményt mutat, mert felhasználja a kelmét alkotó fonal és a kelmeszerkezet adatait.

A mintázat ellenőrzése. A kelme szerkezeti vagy színes mintázatának vizuális ellenőrzésére az elemzendő kelmeképet a képgyűjtő rendszerben gyűjtik össze és a rendszer ezekből a képekből „tanulja meg” a mintázatot, a színeket és a még megtűrt eltéréseket. Az ezektől való bármilyen eltérést azonnal automatikusan jelzi.

Színegyeztetés. A textília színét szemrevételezéssel „elfogadhatónak” vagy „nem megfelelőnek” ítélik meg, esetleg részletesebben „túl világosnak” vagy „túl sötétnek”, vagy még pontosabban pl. „túl pirosnak” vagy „túl zöldnek” minősítik. A mesterséges intelligenciát „tanulási képessége” alkalmassá teheti arra, hogy ezeket a minőségjelzőket optikai megfigyelés alapján automatikusan jelezze.

Festődei alkalmazás. A receptben alkalmazott színezékek és egyéb vegyszerek között, azok kombinációi esetében kölcsönhatások léphetnek fel, illetve egy bizonyos anyag használata vagy egy kicsit más eljárás esetén a létrejött szín kissé eltér a kívánttól. A színmérés adatai alapján az MI ilyenkor az adatbázisban megkeresi a hasonló színeket ugyanazon az anyagon, és javaslatot tesz a recept módosítására.

Szabászat. Az MI segíthet a szabászati felfektetés során a szabászati hulladék keletkezésének csökkentésében, azáltal, hogy optikai úton megfigyelve a teríték mozgását, a kelme esetleges deformációját, módosítja az eredetileg betáplált alkatrész-elhelyezési programot.

Termeléstervezés és -irányítás. A gyártástervezés és -irányítás koordinálja a gyártás különböző részlegei közötti együttműködést, hogy a szállítási határidők betarthatók legyenek és a vevői megrendeléseket időben lehessen teljesíteni. Az MI használható a gépelrendezés, a műveletkiosztás, a gyártási lánc egyes elemei teljesítményének kiegyensúlyozására stb.

Minőségirányítás. A minőségirányítást azáltal segítheti az MI, hogy a gyártási fo-

lyamat szenzorokkal való folyamatos érzékelése révén adatokat gyűjt, és ha azokban a korábban gyűjtött adatokhoz képest bármilyen eltérést észlel, jelzést és egyúttal utasítást ad a szükséges módosításra, annak automatikus végrehajtására.

Végso termékellenőrzés. A kész és félkész textiltermékek gyártás közbeni ellenőrzése elengedhetetlen a kevesebb selejt elérése érdekében. A kész ruházati termékek végso minőség-ellenőrzését általában képzett szakemberek végzik szemrevételezéssel, esetleg mérésekkel. Az eredményt az ellenőr fizikai és mentális állapota is befolyásolhatja. Automatizált, MI segítségével végzett ellenőrzés javítja a hatékonyságot és a pontosságot. Ehhez a képfeldolgozás és az MI kombinációja használható.

Az ellátási lánc irányítása. Ez a tevékenység magában foglalja a gyártás folyamatában előforduló minden anyag és félkész termék áramlását a különböző gyártási pontok között, egészen a kiskereskedelemig. Integrálja a különböző üzleti folyamatokat, tevékenységeket, információkat és erőforrásokat. Az MI-vel támogatott ellátási lánc-menedzsment képes kezelni a költségek alakulását és a versenyképességet.

Kiskereskedelem. A ruházati kiskereskedelemben, különösen az e-kereskedelemben az MI segít azonosítani a képeket és ajánlani az online megrendelhető termékeket, amelyeket a vásárló nagyobb valószínűséggel vásárol meg. Képes kihasználni a vásárlókról rendelkezésre álló információkat, a vásárlók hajlamait, hasonlóságait és különbségeit az általuk keresett alkalmazások és termékek típusaiban. Ily módon a mesterséges intelligencia ténylegesen személyre szabott vásárlási élményt hozhat létre.

Piaci adatelemzés. Az MI beavatkozása nemcsak a nagy adatmennyiségek elemzésében, hanem a fogyasztói trendek előrejelzésében is segítheti az iparágat, hibamentessé téve a kereskedelmi tevékenységet, és jobban igazodva a vásárlói igényekhez.