

Generatív tervezés és mesterséges intelligencia a tervezésben

Generative design and artificial intelligence in design process

Dr. CZIFRA György

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,
Gépészeti és Technológiai Intézet, Budapest,
czifra.gyorgy@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

In machine design, generative design and artificial intelligence are among the key technologies that contribute to the approach of Industry 4.0. Generative design is a computational technique that creates thousands of solutions that meet the necessary parameters based on the values provided by the user. It enables the creation of high-performance parts that are lighter, cheaper, and stronger than any part that can be made by human designers in the same amount of time. Generative design also allows for the selection of hundreds or even thousands of design variations. The most important advantages of generative design are part consolidation, part strength, reduced mass, and shorter engineering work duration. Generative design is one of the most exciting developments we have seen in the mechanical engineering industry in the past 20 years. In our article, we outline the connections between the technology generative design, artificial intelligence, and Industry 4.0, presenting the available options with a particular focus on possible future developments.

Keywords: Industry 4.0, generative design, artificial intelligence, machine design, future

Kivonat

A generatív tervezés és a mesterséges intelligencia a géptervezésben az innováció gyors ütemével lépést tartva, az additív gyártás, a robotika, az automatizálás, a gépi tanulás és a generatív tervezés egyike azoknak a főbb technológiáknak, amelyek hozzájárulnak az Ipar 4.0 közeledéséhez. A generatív tervezés egy számítási technika, amely a felhasználó által megadott értékek alapján több ezer, a szükséges paramétereknek megfelelő megoldást hoz létre, segítségével kiemelkedő teljesítményű alkatrészek készíthetők, amelyek könnyebbek, olcsóbbak és erősebbek az emberi tervezők által azonos idő alatt készíthető bármilyen alkatrésznél, ráadásul lehetővé teszi a választást több száz, vagy akár több ezer tervváltozat közül. A generatív tervezés az egyik legizgalmasabb fejlesztés, amit a gépészetben tapasztalhattunk az elmúlt több mint 20 évben. A generatív tervezés számos előnye közül a legfontosabbak: az alkatrészek szilárdsága, kisebb tömeg, és a mérnöki munka időtartamának lerövidülése. Cikkünkben a generatív tervezés, a mesterséges intelligencia és az Ipar 4.0 összefüggéseit vázoljuk, bemutatva a rendelkezésre álló lehetőségeket különös tekintettel a jövőbeli fejlesztésekre.

Kulcsszavak: Ipar 4.0, generatív tervezés, mesterséges intelligencia, géptervezés, jövőkép

BEVEZETÉS

A generatív tervezés egy olyan tervezési módszer, amely különleges algoritmusokat és mesterséges intelligenciát használ több tervezési megoldás létrehozására specifikus tervezési kritériumok és korlátok alapján. Ez a megközelítés lehetővé teszi a tervezők számára, hogy sok lehetőséget és változatot vizsgáljanak meg, és gyorsan értékeljék és finomítsák őket olyan specifikus követelmények alapján, mint például a funkcionalitás, a teljesítmény vagy az esztétika.

A generatív tervezésben a tervező a tervezési kritériumokat definiálja, mint például a kívánt teljesítményt, az anyagokat és a gyártási folyamatokat, ezeket meghatározott szabályok szerint importálja a tervezői szoftverbe. A program önállóan több tervezési megoldást generál. A tervező ezután értékelheti és finomíthatja a generált terveket, kiválasztva az általa legjobbnak vélt megoldásokat, esetlegesen tovább finomítva a kívánt paramétereket az optimálisához közelítő eredmények elérése érdekében.

A generatív tervezés számos területen alkalmazható, beleértve az építészetet, a gépészeti tervezést, a terméktervezést, a gyártást és a gyártástervezést is. Ez az eljárás hatékonyabb és innovatívabb tervezési megoldásokhoz vezethet, amelyeket hagyományos tervezési módszerekkel nehéz vagy lehetetlen elérni. Az

algoritmusok és a mesterséges intelligencia használata segít felgyorsítani a tervezési folyamatot és csökkenti a manuális iterációk szükségességét, időt és erőforrásokat takarítva meg.

TECHNOLÓGIÁK ÉS FOLYAMATOK

A mesterséges intelligencia (MI) és a gépi tanulás (ML) technológiák jelentős hatással vannak a géptervezésre és a gépészet területére. Az MI és az ML algoritmusok segítségével a gépészek képesek előrejelzéseket készíteni, új anyagokat tervezni, és új mechanizmusokat felfedezni.

Az MI és az ML alkalmazásai a géptervezésben a következők:

1. Tervezés: Az MI segítségével a tervezők definiálhatnak egy problémát célkitűzések és korlátok formájában (generatív tervezés), majd hagyhatják, hogy a rendszer különböző megoldásokat dolgozzon ki.
2. Mechanikai tulajdonságok előrejelzése: Az MI és az ML algoritmusok képesek előrejelzéseket készíteni a gépek mechanikai tulajdonságairól, például a szilárdságról, a rugalmasságról és a tartósságról.
3. Új anyagok tervezése: Az MI és az ML algoritmusok segítségével a gépészek képesek új anyagokat tervezni és optimalizálni a gépek teljesítményének javítása érdekében.
4. Gyártási folyamatok optimalizálása: Az MI és az ML algoritmusok segítségével a gépészek képesek optimalizálni a gyártási folyamatokat, például a gépek összeszerelését és karbantartását.

MI és az ML technológiák alkalmazása a géptervezésben lehetővé teszi a tervezők számára, hogy hatékonyabban és innovatívabban dolgozzanak, és javítsák a gépek teljesítményét és megbízhatóságát.

A generatív tervezés egy forradalmi megközelítés a tervezési folyamatban, amely kihasználja a mesterséges intelligencia és a gépi tanulás képességeit.

A generatív tervezés:

1. lehetővé teszi a tervezők számára, hogy meghatározzák a tervezési célokat és paramétereket
2. rendszere ezután létrehoz egy sor tervezési lehetőséget, amelyek megfelelnek ezeknek a paramétereknek
3. algoritmusai képesek figyelembe venni olyan tényezőket, mint a anyaghasználat, gyártási költségek, és teljesítményi követelmények
4. lehetővé teszi a tervezők számára, hogy gyorsan iteráljanak és optimalizálják a terveiket
5. segíthet a tervezőknek abban, hogy új és innovatív megoldásokat találjanak a problémákra
6. használatakor a tervezőknek nem kell minden egyes részletet manuálisan kidolgozniuk
7. lehetővé teszi a tervezők számára, hogy összpontosítsanak a nagy képre, miközben a rendszer gondoskodik a részletekről

A generatív tervezés segíthet a vállalatoknak abban, hogy:

1. versenylőnyt szerezzenek a piacon
2. gyorsabban hozzanak létre új termékeket
3. csökkentsék a gyártási költségeket
4. javítsák a termékeik teljesítményét
5. csökkentsék a termékeik környezeti hatását
6. megfeleljenek a szabályozási követelményeknek
7. jobban megfeleljenek
 - a. a vásárlói igényeknek
 - b. a piaci trendeknek
 - c. a technológiai fejlődésnek
 - d. a versenytársaknak
 - e. a munkaerőpiaci trendeknek
 - f. a globális piaci trendeknek
 - g. a jövőbeli kihívásoknak

A paraméterek meghatározása kulcsfontosságú a generatív tervezési folyamatban, mert ezek a paraméterek határozzák meg a tervezési lehetőségek kereteit:

1. Célok és korlátok: A paraméterek lehetővé teszik a tervezők számára, hogy meghatározzák a tervezési célokat és korlátokat, például a költségvetést, a teljesítményi követelményeket, az anyaghasználatot, és a gyártási technikákat.
2. Optimalizálás: A paraméterek segítenek a tervezőknek abban, hogy optimalizálják a terveiket a kívánt célok elérése érdekében. Például, ha a cél a költségek csökkentése, a paraméterek segíthetnek a tervezőknek abban, hogy megtalálják a legköltséghatékonyabb megoldást.
3. Innováció: A paraméterek segíthetnek a tervezőknek abban, hogy új és innovatív megoldásokat találjanak a problémákra. Például, ha a paraméterek között szerepel a környezeti hatás minimalizálása, a tervezők olyan megoldásokat találhatnak, amelyek csökkentik a termék környezeti lábnyomát.
4. Hatékonyság: A paraméterek segíthetnek a tervezőknek abban, hogy hatékonyabban dolgozzanak. A paraméterek meghatározása lehetővé teszi a tervezők számára, hogy összpontosítsanak a legfontosabb tervezési kérdésekre, miközben a rendszer gondoskodik a részletekről. Ezáltal a tervezők több időt tölthetnek a kreatív problémamegoldással, és kevesebb időt a rutin tervezési feladatokkal.

Összefoglalva, a paraméterek meghatározása nélkülözhetetlen a generatív tervezési folyamatban, mert ezek a paraméterek irányítják a tervezési lehetőségeket és segítenek a tervezőknek abban, hogy elérjék a kívánt célokat.

Néhány jelenleg elérhető szoftveres megoldás:

1. Autodesk Fusion 360: Az Autodesk Fusion 360 egy sokoldalú tervezői platform, amely lehetővé teszi a generatív tervezést. A felhasználók paramétereket adnak meg, és a szoftver több alternatívát generál.
2. Autodesk Generative Design: Az Autodesk Generative Design egy speciális eszköz a generatív tervezéshez. Ez a szoftver kifejezetten a tervezőknek és mérnököknek kínál lehetőséget a hatékonyabb és fenntarthatóbb tervezésre.
3. Siemens NX: A Siemens NX egy másik népszerű CAD-szoftver, amely támogatja a generatív tervezést. A felhasználók itt is megadhatják a tervezési paramétereket, és a szoftver optimalizált tervváltozatokat generál.
4. Dassault Systèmes CATIA: A CATIA egy további szoftver, amelyet a generatív tervezéshez használnak. A Dassault Systèmes által fejlesztett CATIA széles körű tervezési funkciókat kínál.

A generatív tervezés a hajótervezésben is forradalmi változásokat hozhat. Hogyan lehet alkalmazni ezt a technológiát a hajók tervezésében?

1. Alkatrészek optimalizálása: A hajók tervezésekor a generatív tervezés lehetővé teszi az alkatrészek optimalizálását. Például a hajótest részeinek könnyebbé, erősebbé és hatékonyabbá tételét. Az algoritmus több ezer variációt generál, amelyek közül a tervezőmérnök kiválaszthatja a legjobbat.
2. Szerkezeti elemek tervezése: A hajók szerkezeti elemeinek tervezésekor a generatív tervezés segítségével hatékonyabb és könnyebb alkatrészek hozhatók létre, például a hajótest tartóelemei, rögzítői vagy hajópadlók – versenyvitorlások esetében - tervezése során.
3. Hulladékminimalizálás: A generatív tervezés lehetővé teszi a hulladék minimalizálását. Az algoritmus olyan alkatrészeket hoz létre, amelyek kevesebb anyagból készülnek, így csökkentve a felesleges hulladékot.
4. Hajótest formatervezése: A hajótest formatervezésekor a generatív tervezés segíthet új és innovatív formákat létrehozni, hidrodinamikai és áramlástanai szempontokat figyelembe véve a víz ellenállásának minimalizálása érdekében.
5. Anyagválasztás: A generatív tervezés lehetővé teszi az anyagválasztást is. Az algoritmus figyelembe veszi az anyag tulajdonságait, például súlyt, szilárdságot és tartósságot.
6. Gyártástechnológia kialakítása: az optimalizált konstrukció – acélszerkezet gyártástechnológiájának optimalizációja az anyagfelhasználás és energiafelhasználás szempontjából, gyártási idő minimalizálása.

A generatív tervezés tehát a hajótervezésben is hatékony eszköz lehet, amely segíti a tervezőmérnököket a hatékonyabb és fenntarthatóbb hajók létrehozásában. Az Ipar 4.0 és a generatív tervezés között szoros

kapcsolat van, mivel mindkettő a modern gyártás és tervezés területén játszik fontos szerepet. Észrevehető az alábbi szoros összefüggés:

1. Ipar 4.0 és digitalizáció:
 - a. Az Ipar 4.0 egy olyan koncepció, amely a termelési folyamatokat digitális technológiák segítségével fejleszti, automatizálja és hatékonyabbá teszi.
 - b. A generatív tervezés is digitális algoritmusokra épül, amelyek több ezer tervváltozatot hoznak létre a felhasználó által megadott paraméterek alapján.
2. Automatizáció és mesterséges intelligencia
 - a. Az Ipar 4.0 fókuszában az automatizáció, az adatalapú folyamatoptimalizálás és az intelligens döntéshozatal áll.
 - b. A generatív tervezés is automatizált módon generál tervváltozatokat, és az algoritmusok tanulnak a hibákból, hogy optimalizált megoldásokat kínáljanak.
3. Hatékonyság és fenntarthatóság
 - a. Az Ipar 4.0 célja a hatékonyság növelése, a pénz- és erőforrás-megtakarítás, valamint a fenntartható gyártás.
 - b. A generatív tervezés lehetővé teszi a hatékonyabb alkatrészek kialakítását, amelyek könnyebbek, erősebbek és olcsóbbak lehetnek.
4. Additív gyártás és robotika:
 - a. Az Ipar 4.0 technológiák közé tartozik az additív gyártás (3D nyomtatás) és a robotika.
 - b. A generatív tervezés segíthet az additív gyártásban, például optimalizált geometriák létrehozásával.

Összességében az Ipar 4.0 és a generatív tervezés mindkettő a gyártás hatékonyságának és minőségének javítását célozza, és a jövő gyártási folyamatainak alakításában kulcsszerepet játszik.

A generatív tervezésnek számos előnye van, de vannak potenciális veszélyei is. Ezek közül néhány:

1. Túlzott függőség az AI-tól: A generatív tervezés nagymértékben támaszkodik a mesterséges intelligenciára és a gépi tanulásra. Ha túlságosan megbízunk ezekben az eszközökben anélkül, hogy megértenénk a mögöttük lévő algoritmusokat, az eredményeket hibásan értelmezhetjük vagy túlbecsülhetjük a rendszer képességeit.

2. Adatbiztonság: A generatív tervezés gyakran felhőalapú, ami adatbiztonsági kockázatokkal járhat. Fontos, hogy a vállalatok megfelelő biztonsági intézkedéseket hozzanak, hogy megvédjék az érzékeny tervezési adatokat.

3. Szakmai készségek hiánya: A generatív tervezés használata új készségeket igényel a mérnököktől és a tervezőktől. Ha a szakemberek nem rendelkeznek ezekkel a készségekkel, az hatással lehet a tervezési folyamat hatékonyságára és a végeredmény minőségére.

4. Szabályozási kérdések: A generatív tervezés új területeket nyit meg a tervezésben, amelyek jelenleg nem szabályozottak. Például, ki viseli a felelősséget, ha egy generatív tervezésű termék hibás? A tervező, a szoftver vagy a gép, amely a tervezést létrehozta?

Ezek a kihívások nem jelentenek akadályt a generatív tervezés alkalmazására, de fontos, hogy a vállalatok tisztában legyenek velük, és megfelelő stratégiákat dolgozzanak ki a kezelésükre.

A mesterséges intelligencia (MI) használata számos előnnyel jár, de ugyanakkor komoly veszélyeket is hordoz. A legfontosabb kockázatok:

1. Téves döntések:

- Ha nem kezelik megfelelően, az MI téves döntésekhez vezethet.
- Az etnikai hovatartozásra, nemre és életkorra vonatkozó adatok befolyásolhatják a döntéseket, például ingatlan bérbeadása vagy elbocsátás során.
- Az MI által generált döntések megbízhatóságának ellenőrzése kiemelten fontos.

2. Adathalászat és csalás:

- Az adathalászat és csalás az e-mailekben elterjedt.
- A MI által generált tartalmak is lehetnek félrevezetőek, és veszélyeztethetik a magánéletet és az adatvédelmet.

3. Félrevezető tartalmak:

- A MI által generált tartalmak, például hamis fotók és videók, súlyos következményekkel járhatnak.
 - A hagyományos újságírásra is veszélyt jelenthetnek.
4. Pénzügyi csalások és átverések:
- A MI alapú pénzügyi csalások és átverések mértéke és értéke növekedhet.
 - A MI-t használó pénzügyi rendszerek biztonságának fokozott figyelmet kell szentelni.
5. Munkahelyi hatások:
- A MI automatizáció alapú munkahely-megszüntetéseket is okozhat.
 - A munkaerőpiacot és a munkavállalókat érintő változásokat figyelni kell.

A MI felelős és etikus alkalmazása kiemelten fontos. A technológia előnyeinek kiaknázása mellett a veszélyeket is szem előtt kell tartani.

ÖSSZEFOGLALÁS

A generatív tervezés tehát egy olyan tervezési módszer, amely mesterséges intelligenciát és algoritmusokat használ a tervezési megoldások létrehozására. A tervezők definiálják a tervezési kritériumokat, majd a rendszer önállóan generál több tervezési megoldást. A generatív tervezés számos területen alkalmazható, beleértve az építészetet, a gépészeti tervezést, a terméktervezést, a gyártást és a gyártástervezést. Az MI és az ML technológiák alkalmazása a géptervezésben lehetővé teszi a tervezők számára, hogy hatékonyabban és innovatívabban dolgozzanak. A generatív tervezés segíthet a vállalatoknak abban, hogy versenyelőnyt szerezzenek a piacon, gyorsabban hozzanak létre új termékeket, csökkentsék a gyártási költségeket, javítsák a termékek teljesítményét és csökkentsék a termékek környezeti hatását. A paraméterek meghatározása kulcsfontosságú a generatív tervezési folyamatban. A generatív tervezés a hajótervezésben is forradalmi változásokat hozhat. A generatív tervezésnek számos előnye van, de vannak potenciális veszélyei is, mint például a túlzott függőség az AI-tól, az adatbiztonság, a szakmai készségek hiánya és a szabályozási kérdések. A generatív tervezés alkalmazásának kihívásai nem jelentenek akadályt, de fontos, hogy a vállalatok tisztában legyenek velük. A generatív tervezés tehát hatékony eszköz lehet a tervezőmérnökök számára a hatékonyabb és fenntarthatóbb működésű hajók létrehozásában is. Cikkünk a Microsoft Copilot, egy mindennapi mesterséges intelligencia társ segítségével és támogatásával készült.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] How Is AI Used in Mechanical Engineering? | Neural Concept. <https://www.neuralconcept.com/post/how-is-ai-used-in-mechanical-engineering>.
- [2] Artificial intelligence and machine learning in design of mechanical <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/mh/d0mh01451f>.
- [3] Artificial Intelligence in Industrial Machinery - FutureBridge. <https://www.futurebridge.com/blog/artificial-intelligence-in-industrial-machinery/>.
- [4] AI and the Future of the Machine Design - ASME Digital Collection. <https://asmedigitalcollection.asme.org/memagazineselect/article/139/10/38/380304/AI-and-the-Future-of-the-Machine>.
- [5] What is Generative Design, its applications and its benefits?. <https://engineeringproductdesign.com/knowledge-base/generative-design/>.
- [6] How generative design could reshape the future of product development <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/how-generative-design-could-reshape-the-future-of-product-development>.
- [7] Data-driven and Generative Design – An Overview | Toptal®. <https://www.toptal.com/designers/product-design/data-driven-generative-design-overview>.
- [8] Generative Design – A New Era in Product Design | Blog | EDS Technologies. <https://edstechnologies.com/blog/generative-design-a-new-era-in-product-design/>.
- [9] What is Generative Design | Tools Software | Autodesk. <https://www.autodesk.com/solutions/generative-design>.
- [10] Az Ipar 4.0 NTPSz javaslat a - i40platform.hu. https://www.i40platform.hu/sites/default/files/i40platform/2021-12/IPAR_4.0_strat%C3%A9gia_munkanyag_2021_11_29_K%C3%B6zgy%C5%B1%C3%A9s_FINAL_teljes.pdf.
- [11] Az Ipar 4.0 átformalása - Ludovika.hu. <https://www.ludovika.hu/blogok/ludeconblog/2024/01/23/az-ipar-4-0-atformalasa/>.

-
- [12] AZ IPAR 4.0 FEJLŐDÉSE, HASZNÁLATA ÉS KIHÍVÁSAI NAPJAINKBAN.
<https://ageconsearch.umn.edu/record/300995>.
- [13] Mit is jelent pontosan az ipar 4.0? - technokrata.hu | technokrata.
<https://www.technokrata.hu/egazdasag/ipar/2021/12/31/ipar-4-0-jelentes/>.
- [14] (1) A mesterséges intelligencia veszélyei: csalás, adathalászat. <https://teahouseconsulting.hu/mesterseges-intelligencia-veszelyei/>.
- [15] (2) A mesterséges intelligencia használata és veszélyei. <https://www.csmkik.hu/een/hirek/a-mestersges-intelligencia-hasznalata-s-veszlye>.
- [16] (3) Mesterséges intelligencia – veszélyek a lehetőségek peremén.
<https://www.ludovika.hu/blogok/cyberblog/2020/05/21/mesterseges-intelligencia-veszelyek-a-lehetosegek-peremen/>.
- [17] (4) A mesterséges intelligencia használata és veszélyei | Hírek | Európai
https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2020/9/story/20200918STO87404/20200918STO87404_hu.pdf.
- [18] (5) Ez a mesterséges intelligencia 12 legnagyobb veszélye, a britek
https://hvg.hu/tudomany/20230901_mesterseges_intelligencia_szabalyozasa_veszelyei_brit_kormany.