

MI TÁMOGATOTT VIZUÁLIS KONCEPCIÓTERVEZÉS EGY HÁZTARTÁSI GOMBATERMESZTŐ RENDSZER FEJLESZTÉSÉN KERESZTÜL

AI-SUPPORTED VISUAL CONCEPT DESIGN THROUGH THE DEVELOPMENT OF A HOUSEHOLD MUSHROOM GROWING SYSTEM

Kovács Katalin*, Dr. Gotthard Viktor**

ABSTRACT

A cikk azt vizsgálja, hogyan integrálható a mesterséges intelligencia az ipari terméktervezés koncepcionális szakaszába. A vizsgálat tárgya egy moduláris, beltéri gomba-termesztő termékcsalád fejlesztése. A munka áttekinti az AI-módszerek tervezési alkalmazásait, majd bemutatja egy sketch-alapú, generatív vizuális workflow-t és az AI-támogatott kezdeti 3D-modellezést. Ismerteti három termékcsalád-koncepció kialakítását és részletesebben az otthoni gombatermesztő berendezés végleges koncepcióját is.

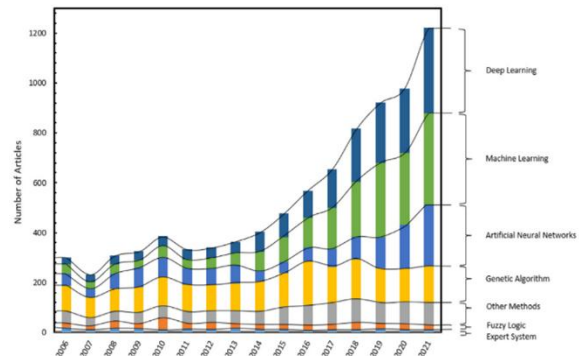
A tapasztalatok szerint az AI a koncepcióalkotás során jelentősen gyorsítja az iterációt. A kézi vázlat, mint strukturális referencia és a rövid, célzott prompt kombinációja adta a legmegbízhatóbb eredményt. Az AI-kimenetek ugyanakkor nem helyettesítik a mérnöki validációt és a parametrikus CAD-modellezést.

1. BEVEZETÉS

Az élelmiszer-előállítás decentralizálása, lokalizálása és kontrollálhatósága iránti igény az utóbbi években jelentősen nőtt. Ezzel párhuzamosan a mesterséges intelligencia (MI) soha nem látott eszköztárat kínál a termékfejlesztéshez. A jelen munka egy olyan beltéri moduláris gombatermesztő rendszer koncepcionális és műszaki megalapozását tűzi ki célul, amely a lakossági, kereskedelmi és ipari igényekhez egyaránt adaptálható lehet. Eközben tudatosan vizsgálja, hogyan alakíthatja át az MI-alapú módszertan a jövő terméktervezési gyakorlatát a hagyományos módszertanhoz [1] képest.

2. MI-TÁMOGATOTT TERVEZÉS: ELMÉLETI HÁTTÉR ÉS ESZKÖZÖK

Az MI a termékfejlesztésben elsősorban három célt tud hatékonyan támogatni: optimalizálás, javítás és előjelzés. Az MI-vel támogatott tervezés relevanciája évről évre nő. A tervezési alkalmazásokban használt MI-módszerekről szóló publikációk száma 2006. és 2021. között folyamatosan emelkedett, a machine learning és a deep learning egyre nagyobb részesedésével, ahogy ez a 1. ábrán [2] is látszik.



1. ábra: Design alkalmazásokban használt MI módszerekről megjelent publikációk száma 2006-2021 között

A gépi tanulás (Machine learning = ML) három fő kategóriába sorolható: felügyelt, felügyelet nélküli és megerősítéses tanulás. Feladattípusai szerint regresszióra és klasszifikációra oszlik. Az ipari ML-alkalmazások közel 70%-a felügyelt tanulásra épül, és főként a minőség-ellenőrzés, a prediktív karbantartás és a folyamatoptimalizálás területén hasznos.

Az AI jelentősen csökkenti a fejlesztési időt és költséget, miközben növeli a pontosságot és a megbízhatóságot. Ugyanakkor kihívás marad az algoritmusok átláthatósága, a modellek validálása és az etikai kérdések kezelése. Modell validálás nélkül AI-eredmény nem biztonságos. [3]

Az MI sok esetben közvetlenül beépül a CAD/szimulációs szoftverbe, és természetes nyelven vezérelhető, workflow-kat automatizál, miközben javaslatokat ad és szakértői tudást tárol.

Ennek - többek között - nagy előnye, hogy a szoftverhasználattal töltött idő a tanulási ráta szerint csökken. A szakértői tudás nem vész el, a tervező a kreatív munkára fókuszálhat, nem a menük navigálására. [4]

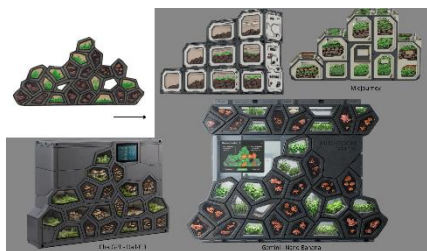
Az AIGC (Artificial Intelligence-Generated Content) olyan digitális tartalom, amelyet mesterséges intelligencia generál minimális emberi beavatkozással. Ezek közül néhány bemutatásra kerül a tervezési folyamat leírásában. Az AIGC a teljes terméktervezési folyamatba integrálható. [5]

* demonstrátor, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gép- és Terméktervezés Tanszék

** adjunktus, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gép- és Terméktervezés Tanszék

3. ÖTLETRAJZOK ÉS GYORS LÁTVÁNYTERV-ALKOTÁS GENERATÍV MI-VEL

A koncepciófázisban a cél a minél több lehetséges irány gyors feltérképezése. A generálás mindig sajátkezü ötletrajzokra épült. Az MI vizualizációs gyorsítóként szolgált, és nem önálló tervezőeszközként. A szerzők tapasztalata szerint egy részletes markerrajz vagy prezentációs sketch 20–30 percet vehet igénybe. Az alkalmazott módszernél elegendő volt egy 3–5 perc alatt készült vázlat és egy strukturált prompt ahhoz, hogy pár percen belül fotorealisztikus látványterv jöjjön létre.



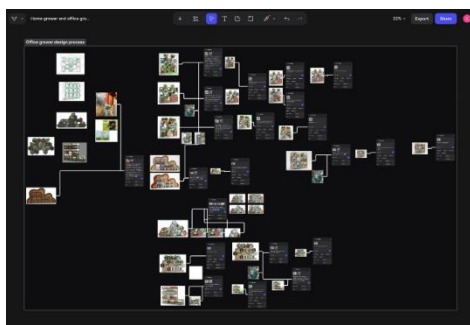
2. ábra: Ötletrajzok és gyors látványtervek

A workflow az image-to-image és a text-to-image módszerek kombinációjára épült.

A tesztelt eszközök közül a Gemini (Nano Banana), a ChatGPT (DALL-E 3) és a Midjourney adta a látványtervek döntő részét. Ezek esetében a kiindulás és a látványterv a 2. ábrán látható. (a fehér háttéren a kézi rajz, a szürke háttéren a generált látványtervek láthatók).

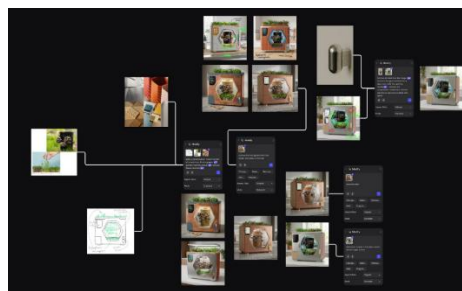
4. IPARI KONCEPCIÓTERVEZŐ RENDSZER ALKALMAZÁSA

Vannak olyan kifejezetten ipari formatervezési workflow-khoz készült platformok (mint a Vizcom, Meshy, Comfy, Krea AI stb.), amelyek a skicceket, rajzokat vagy tömegvázlatokat neurális hálózatok segítségével koherens látványtervekké alakítják.



3. ábra: Irodai gombatermesztő látványterv workflow részlet

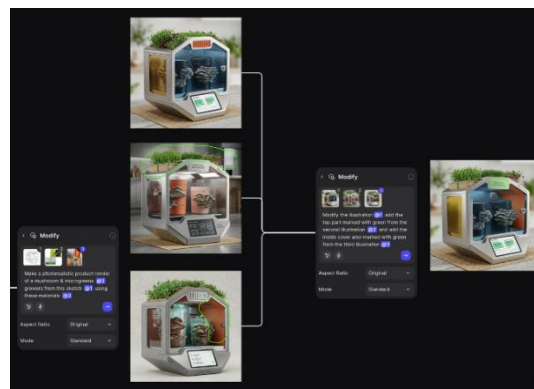
Ezek AI-orchestrációs rendszerekhez állnak közelebb, mint az általános célú képgenerátorhoz. Ez magyarázza, hogy az ipari feladaton jobban teljesítenek, mint a chatbotok képgenerátorai.



4. ábra: Referenciák beillesztése

A tervezés során használt felület (Vizcom) központi eleme egy végtelen, node/board-alapú canvas, amelyen a skiccek, a renderverziók és a variációk egymás mellett követhetők. A prompt mezőkben megadható a szöveges utasítás, a renderelési stílus, az anyagkarakter és a realizmus szintje. A reference image panelen inspirációs képek, anyagminták és CMF-referenciák tölthetők fel (4. ábra), amelyeket a rendszer embeddingekké (valamilyen adatot számok sorozatává, azaz egy vektorrá) alakít.

Ez a vektor egy soktényezős “térben” jelöli ki az adat helyét, és úgy van kialakítva, hogy a hasonló jelentésű dolgok egymáshoz közel kerüljenek, majd összeveti azt a skicc geometriájával. Nagy előnye még a rendszernek, hogy kis módosítások esetén nem kell újra generáltatni az egész koncepciót, elég csak a módosítani kívánt régiót kijelölni és azt szerkeszteni, ahogy az a következő ábrán látható.



5. ábra: Region-based editing

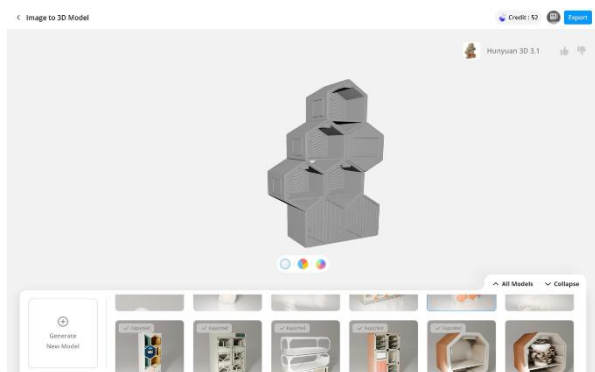
Az ilyen jellegű MI tervező programok értéke ezért a korai koncepcióvalidációban, a vizuális kommunikációban és a formai iterációban rejlik. A szerző tapasztalata szerint a sketch → render → CAD preview → prezentáció folyamat, amely hagyományosan napokat vagy heteket igényelt, néhány óra alatt végigiterálható.

5. MI-TÁMOGATOTT KEZDETI 3D-MODELLEZÉS

A kezdetleges tömegmodellek és a gyors volumetrikus reprezentációk létrehozásához a Bambu Lab által fejlesztett, felhőalapú Bambu Studio által elérhető

MakerLab image-to-3D rendszer került alkalmazásra. Az image-to-3D eljárás alulhatározott probléma, mivel a 2D-s kép nem hordozza a mélységi információt, így egyetlen képhez végtelen sok 3D geometria tartozhat. A NeRDi keretrendszer [6] egyetlen képből, 3D felügyeleti adat nélkül állít elő neurális sugárzási teret (NeRF). Ehhez nagy adathalmazon előtanított diffúziós modellt használ, amely a nem látott nézőpontokból renderelt képek realizmusát biztosítja.

„Az emberek a 3D világról a mindennapi megfigyeléseik során szereznek tudást, és kialakítanak egy általános józan érzéket arról, hogyan nézzenek ki a dolgok, és hogyan ne.” Ezt szimulálják nagy adathalmazon előtanított diffúziós modellekkel. A rendszer egy NeRF (Neural Radiance Field) neurális hálózatot optimalizál, amely minden térbeli ponthoz szint és sűrűségértéket rendel, és ez alapján bármely kameraállásból képes képet renderelni. [6]



6. ábra: Image-to-3D output

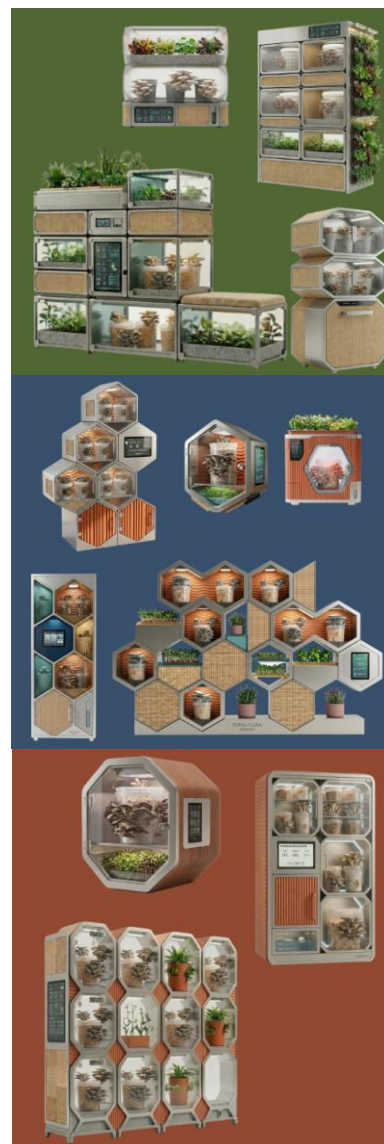
Az így kapott mesh még nem alkalmas gyártási célú CAD-felhasználásra, az arányok, a tömegkapcsolatok és a formai struktúra gyors vizsgálatához viszont megfelelő alapot nyújtanak.

6. HÁZTARTÁSI GOMBATERMESZTŐ GÉP

A háztartási gombatermesztő gép a kutatás gyakorlati alkalmazási területe, ahol az MI-vel támogatott tervezési munkafolyamatot egy valós termékfejlesztési feladaton próbáltuk ki.

6.1 Konceptiók: három termékcsalád

Három, eltérő formavilágú és felhasználási logikájú termékcsalád-konceptió készült. Közös elemük a moduláris gondolkodás, a skálázhatóság és a transzparens működés. A koncepciók azt mutatták, hogy a rendszer nem csak technológiai termékként, hanem belsőépítészeti és edukációs elemként is értelmezhető. Az Urban Farming, a Hexagon és az Octagon termékcsalád elemei a 7. ábrán láthatóak.



7. ábra: Az Urban Farming, a Hexagon és az Octagon termékcsalád elemei

6.2 Letisztázás: a koncepciók módosítása

A végső formai és vizuális irány a megbízóval folytatott egyeztetések alapján alakult ki. A módosításokat funkcionális, műszaki és gazdasági szempontok indokolták legfőképp a termékcsalád irodai beltéri moduláris gombatermesztő szekrény eleménél (Octagon evolúciója a 8. ábrán látható).

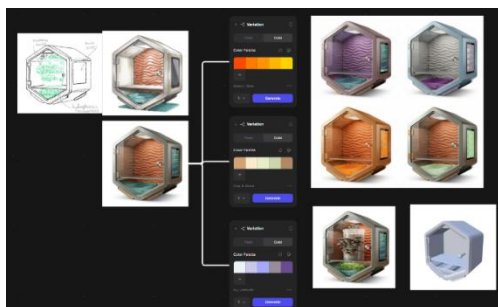


8. ábra: Octagon termékcsalád irodai látvány-gombafarm evolúciója

A módosító szempontok közé tartozik a gombák helyigénye, falvastagság növelése és a kevesebb, de nagyobb modulra való igény költséghatékonysági szempontból.

6.3 Fő design: az otthoni gombatermesztő végleges koncepciója

Az otthoni berendezés a termékcsalád legkisebb eleme, egy jól lehatárolható rendszer, és a koncepció tervezés folyamata végig vezethető rajta. Ezt illusztrálja egy iterációt bemutató részlet a tervezésből a 9. ábrán.



9. ábra: Beltéri otthoni gombatermesztő iterációs folyamatábrájának részlete

Alapját a Hexagon termékcsalád egyik eleme adta, amely kombinálva lett az Urban Farming termékcsalád formai és funkcionális megoldásaival. A Hexagon koncepció a hatszög alapú moduláris struktúrára épül. A forma természetes sejtstruktúrákat idéz, miközben kortárs design-bútor jelleggel rendelkezik. A rendszer célja egy erősen vizuális, rugalmasan konfigurálható beltéri termesztőrendszer létrehozása volt. Az Urban Farming koncepció egyszerre alkalmas gombatermesztésre, microgreen nevelésre és növénytárolásra.

A letisztázott koncepció közös formanyelv és a transzparens működés révén illeszkedik a nagyobb, irodai és kereskedelmi léptékű változatokhoz. Könnyen átlátható működésű és formavilága beleillik a klasszikus konyhai környezetbe.



10. ábra: Letisztázott beltéri otthoni gombatermesztő koncepciója

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Összegzésként elmondható, hogy az MI vizualizációs gyorsítóként működik jól. A legmegbízhatóbb eredményt a kézi vázlat, mint strukturális referencia és a rövid, célzott prompt együttese adja. Az ipari alkalmazásokra specializációdott szoftverek node-alapú canvas, referenciakezelés és a region-based editing funkciókkal jobban támogatták az iterációt, mint az általános, ezeket a funkciókat nélkülöző képgenerátorok.

A kimenetek ugyanakkor nem gyártásra kész adatok. Az MI által generált látványtervek és 3D-hálók nem tartalmaznak valós méreteket, és funkcióvesztett geometriákat is tartalmazhatnak. A mérnöki validáció, a parametrikus CAD és a prototípezés ilyen jellegű szoftverrel nem kiváltható.

8. SUMMARY

In summary, AI works well as a visualization accelerator. The most reliable results come from combining a hand-drawn sketch as a structural reference with a short, targeted prompt. Software specialized for industrial applications, with a node-based canvas, reference management and region-based editing, supported iteration better than general-purpose image generators that lack these features. The outputs are not manufacturing-ready data. AI-generated concept renderings and 3D meshes do not contain real dimensions and may include geometries that have lost their function. Engineering validation, parametric CAD and prototyping cannot be replaced by this type of software.

9. IRODALOM

- [1] SZEGHŐ, K.: A tervezési folyamat támogatásának újabb lehetőségei, GÉP 0016-8572 3057-9473 56 (11-12) pp. 157-160 (2005)
- [2] YÜKSEL, Nurullah és mtsai., 2023. Review of artificial intelligence applications in engineering design perspective. Engineering Applications of Artificial Intelligence. február 2023. Vol. 118, o. 105697. DOI 10.1016/j.engappai.2022.105697
- [3] ELENA, Moskicheva. *Integration of Artificial Intelligence in Industrial Design: From Generative Models to Intelligent Automation*
- [4] HODGES, Justin, 2025. AI Enables Data-Driven Product Design. NaN. 2025. Sz. s1, o. 66–69. DOI 10.1515/zwf-2025-0004.
- [5] SHI, Yuxuan, ZHOU, Yue és RASALINGAM, Rasslenda Rass, 2025. Innovation and Challenges in Product Design Paradigms Based on Artificial Intelligence-Generated Content (AIGC): A Review. PaperASIA. 28 augusztus 2025. Vol. 41, sz. 4b, o. 380–392. DOI 10.59953/paperasia.v41i4b.603.
- [6] DENG, Congyue és mtsai., 2022. NeRDi: Single-View NeRF Synthesis with Language-Guided Diffusion as General Image Priors. arXiv. DOI 10.48550/ARXIV.2212.03267.