



Tarr Kálmán

MŰVÉSZEK ÉS DESIGNEREK SZÁMÁRA KÉSZÜLT FEJLESZTŐI KÖRNYEZETEK

Tapasztalatok a *Lehetetlenségek Színpada*
bábozószerkezet fejlesztése kapcsán.

Moholy-Nagy Művészeti Egyetem,
Doktori Iskola

multimédiaművészet DLA

témavezetők: Szirtes János habil., Veres Bálint PhD, habil.

Budapest, 2024

Absztrakt

Az értekezés célja, hogy átfogó képet adjon a művészek és designerek számára készült fejlesztői környezetek szerepéről és hatásáról a kortárs multimédia alkotásokban, valamint alkotói folyamatokban, különös tekintettel a *Lehetetlenségek Színpada* bábozószerkezet fejlesztésére. A kutatás rávilágít arra, hogyan járulnak hozzá ezek a szoftveres eszközök a számítógépes rendszerek mélyebb megértéséhez, a művészi és mérnöki diszciplínák integrációjához az alkotói tevékenységek során.

Az értekezés részletesen tárgyalja a számítógépes művészet történetét és gondolati alapjait, amelyek megalapozták e fejlesztői környezetek létrejöttét. A gyakorlat alapú kutatás rámutat arra, hogy ezek az eszközök miként ösztönzik az alkotói kísérletezést, a mestermunkaként fejlesztett bábozószerkezet történetén keresztül. E szerkezet széleskörű alkalmazási lehetőségei – a gyógypedagógiától a múzeumpedagógián át a művészeti projektekig – szintén bemutatásra kerülnek, hangsúlyozva az interdiszciplináris együttműködések fontosságát.

DEVELOPMENT ENVIRONMENTS FOR ARTISTS AND DESIGNERS

Personal experiences in developing a puppet-moving mechanism for the *Stage of Impossibilities* project.

Abstract

The aim of this thesis is to provide a comprehensive overview of the role and impact of *development environments for artists and designers* in contemporary multimedia works and creative processes. This exploration centers on the development of puppet-moving mechanisms for my *Stage of Impossibilities* project. The research highlights how these software tools contribute to a deeper understanding of computer systems and facilitate the integration of artistic and engineering disciplines in creative activities.

The thesis delves into the history of computer art and the conceptual foundations that have supported the creation of these development environments. Through practice-based research, it demonstrates how these tools encourage creative experimentation by chronicling the development of a puppet-moving device. Additionally, it presents the wide range of applications for this structure, spanning therapeutic sessions and museum pedagogy to various art projects, thereby emphasizing the importance of interdisciplinary collaborations.

Tézisek

1. A számítógép megjelenése magával hozta a művészek és designerek azon köreinek megjelenését, amelyekben az alkotók a számítógépre nem csupán az alkotás egy lehetséges eszközére tekintenek. Hozzáállásukat az a gondolat jellemzi, mely szerint csak akkor hozhatnak létre releváns műveket, ha mélyen megértik a számítógépes rendszereket és azok működési elveit, így a technológia alapjai visszatükröződnek az alkotásaikban.

2. A számítógéppel való alkotás két fő stratégiája különböztethető meg. Az első stratégia szerint minél jobban meg kell érteni az eszközöket, hogy az alkotó ne legyen az eszköz által korlátozva, hanem tudása és megértése révén hatalmába keríthesse azt. A másik stratégia azt hangsúlyozza, hogy a művész és a mérnök közötti jó együttműködés révén is elérhetők hasonló eredmények: a tudás és az alkotás között egyfajta munkamegosztás érvényesülhet. Ebben az esetben a művész nem feltétlenül mélyül el a technikai részletekben, hanem külső szakértelemre támaszkodik.

3. Az elmúlt évtizedekben egy emancipatorikus, demokratizációs folyamat indult el a számítógéppel való alkotás területén, amelynek eredményeként megjelentek a kifejezetten művészek és designerek számára készített fejlesztői környezetek. Ebben a folyamatban John Maeda *Design By Numbers* és Miller Puckette *MAX* nevű szoftverei meghatározó szerepet játszottak, jelentős hatást gyakorolva a kortárs multimédia alkotásokra is.

4. A művészek és designerek számára létrehozott fejlesztői környezetek nem eszközöket, sokkal inkább eszközök lehetőségeit kínálják, azzal a szándékkal, hogy olyan közeget biztosítsanak az alkotáshoz, amely használat közben a lehető legkisebb mértékben nyomja rá bélyegét a művekre. Mindezt azáltal érik el, hogy az adott fejlesztői környezeten belül a felhasználónak magának kell a saját alkotói eszközeit létrehoznia.

5. A programozási nyelvek két fő kategóriába sorolhatók: alacsony és magas szintűek. Az alacsony és magas

szintű nyelvek közötti különbség alapvetően az, hogy mennyire állnak közel a gépi, bináris kódhoz. A magasabb szintű kódolás olyan programozási módszerek és nyelvek használatát jelenti, amelyek absztrakciós rétegeket rendelnek a számítógép alacsony szintű utasításai fölé. Ilyen absztrakciós rétegre van szükség ahhoz is, hogy ezek a környezetek érthetővé és befogadhatóvá tegyék művészek és designerek számára a géppel való interakciót. A magasabb szinten írt kódok azonban több erőforrást igényelnek a számítógéptől és nagy mértékben megnehezítik az alkotások reprodukálhatóságát.

6. Az értekezésben tárgyalt programozási környezetek elterjedésében központi szerepet játszott az, hogy mindegyik kiemelt figyelmet fordított a közösségépítésre és tudatosan szervezte meg a tudásmegosztás és közös fejlesztés feltételeit. A korábban a mérnöki munkára jellemző tudásmegosztás módszertana így a művészek és designerek világába is beépült.

Theses

1. The emergence of the computer has brought with it the emergence of a new circle of artists and designers who see the computer as more than just a possible means of creation. Their approach is defined by the belief that truly relevant works can only be produced when the creator has a deep understanding of computer systems and their inner workings, ensuring that the core principles of the technology are embedded in their creations

2. Two primary strategies for creating with computers can be identified. The first involves mastering the tools to the fullest extent, allowing the creator to transcend the limitations of the tool and exert control through knowledge and understanding. The second strategy emphasizes that similar outcomes can be achieved through effective collaboration between artist and engineer, where a division of labor between expertise

and creation prevails. In this approach, the artist may not engage deeply with the technical details but instead relies on external expertise

3. The last decades have seen an emancipatory, democratizing process in the field of computer-based creation, resulting in the emergence of development environments specifically designed for artists and designers. John Maeda's *Design By Numbers* and Miller Puckette's *MAX* software have played a key role in this process, having a significant impact on contemporary multimedia works.

4. Development environments for artists and designers are not tools, but rather frameworks for potential tools, with the intention of providing a medium for creation that leaves as little imprint as possible on the artwork when used. This is achieved by requiring users to create their own creative tools within the development environment.

5. Programming languages fall into two main categories: low-level and high-level. The difference between

low-level and high-level languages is basically the closeness of the languages to machine, binary code. Higher-level coding involves the use of programming methods and languages that assign layers of abstraction over low-level instructions on the computer. Such layers of abstraction are also needed to make these environments understandable and accessible to artists and designers interacting with the machine. However, higher-level code requires more resources from the computer and makes it much more difficult to reproduce the works.

6. A central factor in the spread of the programming environments discussed in this thesis was that they all paid particular attention to community building and consciously organised the conditions for knowledge sharing and collaborative development. The knowledge-sharing methodology that had previously characterised the work of engineers was thus also incorporated into the world of artists and designers.

Köszönetnyilvánítás

Szeretném kifejezni hálámat mindazoknak, akik bármilyen formában hozzájárultak e disszertáció elkészítéséhez. Különösen köszönöm mindazoknak, akik szakmai tanácsokkal, támogatással, inspirációval és türelemmel segítettek. Az ő közreműködésük nélkül ez a munka nem jöhetett volna létre.

Grafikai tervezés, Németh Gergely

TARTALOMJEGYZÉK

Absztrakt	2	Összegzés	42
Abstract	2	Második fejezet	44
Tézisek	3	A projekt kezdete	46
Theses	3	Szemponatok a tervezés és fejlesztés során	46
Tartalomjegyzék	6	Báb mozgása	46
Bevezető	8	Technikai megoldás	49
A disszertáció felépítése	10	Báb	53
Első fejezet	10	Applikáció fejlesztése	57
Módszertan	10	Gyógypedagógiai alkalmazás	60
Számítógépek a művészek kezében	11	Művészetpedagógiai alkalmazás	63
A tudomány művészeti vetülete	15	Múzeumi és múzeumpedagógiai alkalmazás	66
A két kultúra értékei	18	Rögzített mozdulatok installáció	68
Az interfész technológiai és kulturális megközelítése	19	Előadóművészekkel való együttműködés	70
A gépek nyelve	20	Összegzés	72
Maeda víziója: Design By Numbers (DBN)	22	Kiállítások és vetítések	74
Processingtől az Arduinóig	25	Konferencia szereplések	74
Vizuális programozási nyelvek	29	Publikációk	74
Pure Data, MAX	30	Médiamegjelenések	75
vvvv	34	Irodalomjegyzék	75
TouchDesigner	36	Képjegyzék	78
Egy kortárs fejlesztés - NAP	39	Eredetiségi Nyilatkozat	80
Kitekintés	40		

BEVEZETŐ

A doktori disszertáció a *Lehetetlenségek Színpada* projekthez kapcsolódó alkotói kutatásomat foglalja össze. A projekt központi eleme egy olyan marionett báb irányítására szolgáló eszköz, amelyet kifejezetten halmozott fogyatékossgal élő gyermekek számára terveztem, hogy lehetővé tegye számukra egy báb mozgását a kéz használata nélkül, alternatív módon. A doktori kutatás során széleskörűen vizsgáltam a bábozószerkezet további felhasználási lehetőségeit, több interdiszciplináris projekt keretében. Ezek a projektek különböző szakterületek szakembereinek együttműködésével valósultak meg, ami lehetővé tette, hogy a szerkezet potenciálját több aspektusból is feltárjam és értékeljem.

A projektben folytatott művészeti kutatásom során saját szerepemet is vizsgálom, különösen azt, hogy egy művészeti oktatásból érkező személy hogyan képes kreatív szerepet vállalni a hagyományosan mérnöki tudományokhoz kapcsolódó területeken. Ennek az önreflexióból indult vizsgálódásnak a fókuszában az áll, hogy miként lehet integrálni a művészeti szemléletet és módszereket olyan feladatok megoldásába, amelyek jelentős mértékben támaszkodnak programozási készségekre és technológiai innovációra, különös tekintettel a prototípusok létrehozására és fejlesztésére.

Saját projektem kapcsán kezdtem el ugyanis vizsgálni, hogy milyen tényezők szükségesek ahhoz, hogy egy ilyen projekt megvalósulhasson. Hasonló alkotások tanulmányozása során jöttem rá, hogy a projekt megvalósításának legmeghatározóbb tényezője azoknak a programozói környezeteknek a rendelkezésre állása volt, amelyeket kifejezetten azzal a céllal hoztak létre, hogy művészi beállítottságú alkotók is könnyedén használhassák őket. Kutatásomat az Arduino és a vvvv programozói környezetek tanulmányozásával kezdtem, amelyeket az első

bábmozgató prototípus fejlesztéséhez is használtam. Ezen eszközök komparatív vizsgálata rámutatott, hogy mindkettő hasonló szemlélettel készült és gyökereik közös alapokra vezethetők vissza.

Elméleti kutatásom fókuszában az áll, hogy megértsem és bemutassam az általam használt, művészek és designerek számára készített fejlesztői eszközök és környezetek eredetét, valamint a létrehozásuk mögött húzódó ambíciókat. Vizsgálom, hogy ezek az ambíciók hogyan érvényesülnek a mai világban,

milyen relevanciával bírnak és miként tudják támogatni a művészeti és mérnöki területek közötti együttműködést. Egyetértek Tasnádi József gondolatával, amikor rámutat arra, hogy a művészek által felhasznált szoftverek olyan mások által készített szellemi termékek, melyekből inspirációt is nyerhetnek a saját alkotásaik vagy interfészeik létrehozásához. Ez a sajátosság különbözteti meg a szoftvereket a hagyományos médiumoktól, hiszen egy ecset vagy kalapács ritkán szolgál hasonló ihletforrásként

(Tasnádi 2008). Kutatásommal azt a Lev Manovich által elindított megközelítést képviselem, amely szoftveres eszközökön és platformokon keresztül vizsgálja a kortárs médiakultúrát. Manovich szerint a szoftver nem csupán a világgal és másokkal való kapcsolatunk interfészévé vált, hanem saját memóriánk és képzelőerőnk kiterjesztésévé is, ezért tartja kiemelkedően fontosnak alaposabb vizsgálatukat (Manovich 2013).



1. kép: **Játék a bábozószerkezettel. Csillagház Általános Iskola.** Fotó: Kocsi Olga

A DISSZERTÁCIÓ FELÉPÍTÉSE

Az értekezés két fő részből áll. Az első fejezet az elméleti kutatásra összpontosít, ahol először tágabb kontextusban a számítógépet mint expresszív médiumot vizsgálom, majd szűkebben nézve, bemutatom azokat a fejlesztői környezeteket, amelyeket kifejezetten designerek és művészek számára készítettek. Kitérek a számítógépes művészet kezdeteire, valamint a művészi és mérnöki szerepek találkozására. Fontosnak tartom bemutatni azokat a gondolatokat és eszméket, amelyek a számítógépes művészet kezdeti korszakát jellemezték, hiszen ezek a történeti folyamatok vezettek el a számítógép mint alkotóeszköz koncepciójának kialakulásához és a ma ismert szoftverek létrejöttéhez. A fejlesztői környezetek bemutatásánál részletesen tárgyalom e környezetek történetét, alkalmazási módjait, valamint az interjúalanyként szereplő alkotók saját tapasztalatait és gondolatait. Noha a bemutatás nem teljes körű, igyekszem lefedni a legnagyobb hatással bíró és legnépszerűbb fejlesztői környezeteket. Ez az áttekintés egyúttal egy technológiai korlenyomatra is tekinthető azokra az évekre kiterjedően, amelyekben a doktori kutatásomat folytattam.

A második fejezetben részletesen bemutatom a mestermunka projektet, a bábozószervezettel kapcsolatos együttműködéseket – többek között a NOW Technologies-szel és a Makerspace-szel – beleértve a fejlesztési folyamat lépéseit és azokat a döntési helyzeteket, amelyekkel szembesültem. A bábozószervezetet a Csillagház Általános Iskola és EGYMI pedagógusai mozgásterápia- és művészetpedagógiai foglalkozásokon alkalmazták, a Petőfi Irodalmi Múzeumban interaktív kiállítási installációként és múzeumpedagógiai eszközként szerepelt, továbbá bábművészekkel és táncművészekkel való együttműködés alapját képezte.

ELSŐ FEJEZET

Módszertan

A gyakorlat vezérelte művészeti kutatásomból inspirálódott elméleti kutatás elsősorban irodalom-feltárássra és a területen aktív alkotókkal készített interjúkra alapoz. A szoftverekkel, fejlesztői környezetekkel kapcsolatban elsősorban technikai leírások és dokumentációk érhetők el, ezzel szemben kutatásom célja, hogy elméleti oldalról világítsam meg a programozott alkotások kontextusát. Az interjúalanyaim kiválasztásánál fontos szempont volt, hogy mindegyikük más-más fejlesztői környezet kapcsán rendelkezzen tapasztalattal. Ugyanakkor, mivel egy alkotó tapasztalatai gyakran szerteágazóak, átfedések is adódtak. Az interjúalanyaim között szerepel Bali János zeneszerző és matematikus, aki a Pure Data használatában jártas, Mórász Dávid multimédiatartalom fejlesztő, aki a vvvv környezetben alkotott és több évig dolgozott a vvvv-t fejlesztő cégnél, a MESO-nál, Nagy Ágoston média designer és kreatív kódoló, aki a Processing területén szerzett tapasztalatokat, és Kitzinger Gábor vizuális művész, aki TouchDesigner környezetben dolgozik.

Ebben a kutatásban nem maguk az alkotások állnak a középpontban, hanem azok a környezetek, amelyekben az alkotások születnek, az eszközök, amelyeket az alkotók használnak, és az ezekhez kapcsolódó alkotói viszonyulások. Nem lehetséges egy-egy digitális alkotást kiragadni úgy, hogy az teljes mértékben leírja a környezet működését. A programozott alkotások esetében gyakran nem is hivatkoznak rá, hogy milyen programozási környezetben készültek. Ezért is tartottam fontosnak, hogy alkotókkal készítsek interjúkat, hogy olyan részletekre és meglátásokra kérdezhessenek rá, amelyek egy műleírásból kimaradnak.

Az egyes fejlesztői környezetek alkotóinak ambíciói és céljai is jobban érthetők saját szavaik alapján, ezért ezen a területen is jelentős mértékben interjúkra támaszkodom. Ezek az interjúk részben az interneten elérhető forrásokból származnak, részben saját készítésűek, mint a NAP Labs (Tim Groeneboom és Koen Closters) esetében készült interjú.

Számítógépek a művészek kezében

A számítógépek történetét gyakran a szövőgépig vezetik vissza, mivel ahhoz kapcsolódóan alkalmazták először a lyukkártyát,¹ amelyen az első számítógépek is alapultak. Ez egyértelműen alátámasztja a számítógépek eredendő kapcsolatát a vizuális művészettel, hiszen a kártya használatának célja az volt, hogy egyszerűen és gyorsan változatos mintájú szőtt kelmék készülhessenek. A lyukkártya egyfajta bináris kód, mivel két állapot, a kilyukasztott vagy nem kilyukasztott felület tartalmazza az utasításokat, amelyek szükségesek a minta automatizált előállításához. A legelterjedtebb számítógépek a mai napig szintén bináris kódot (0 és 1) használnak a működésükhöz. A bináris rendszer kiválóan alkalmas a digitális adatok kezelésére, mivel könnyen megvalósítható elektronikus áramkörökben.

Az első számítógépek kizárólag a hadiipar és a tudományos kutatóközpontok számára voltak elérhetőek, azonban a hatvanas évekre a történetük összefonódott a művészi felhasználással és kifejezéssel is. A számítógép fejlesztése során hozott döntések azonban nem tették egyszerűvé a számítógépek és művészetek szintézisét, számos olyan programnyelvet alkalmaztak a művészetekben vizuális formák létrehozására, amelyeket teljesen más területek szükségleteihez alakítottak ki (Reas 2010).

A számítógépes művészet úttörői mind olyan emberek voltak, akiknek szakmájukból, ismertségeikből kifolyólag hozzáférésük volt valamelyik cég vagy egyetem számítógépéhez. Ugyanakkor a mérnökök és művészek közötti szervezett együttműködés is ekkoriban kezdett kibontakozni, melyet valószínűleg mindkét oldal érdeklődése hajtott. Ilyenfajta együttműködést sürgetett 1960-ban Kepes György is, aki pár évvel később megalapította a Center for Advanced Visual Studiét a Massachusetts Institute of Technology-n (MIT). Javaslatára szerint egyfajta munkaközösséget kellene létrehozni, melynek keretében művészek és mérnökök egy speciális cél elérésre szövetkezzenek, tőket kovácsolva a különböző nézőpontok feszültségeiből. Kepes az együttműködés kapcsán elsősorban építészeti projekteken gondolkodott, úgymint a fény alkotó felhasználása az építészeti tér és komplex városkép világossá és kifejezővé alakításában; vagy művészi forma középpontba helyezése az ember alkotta környezet kialakításában (Kepes 1978).

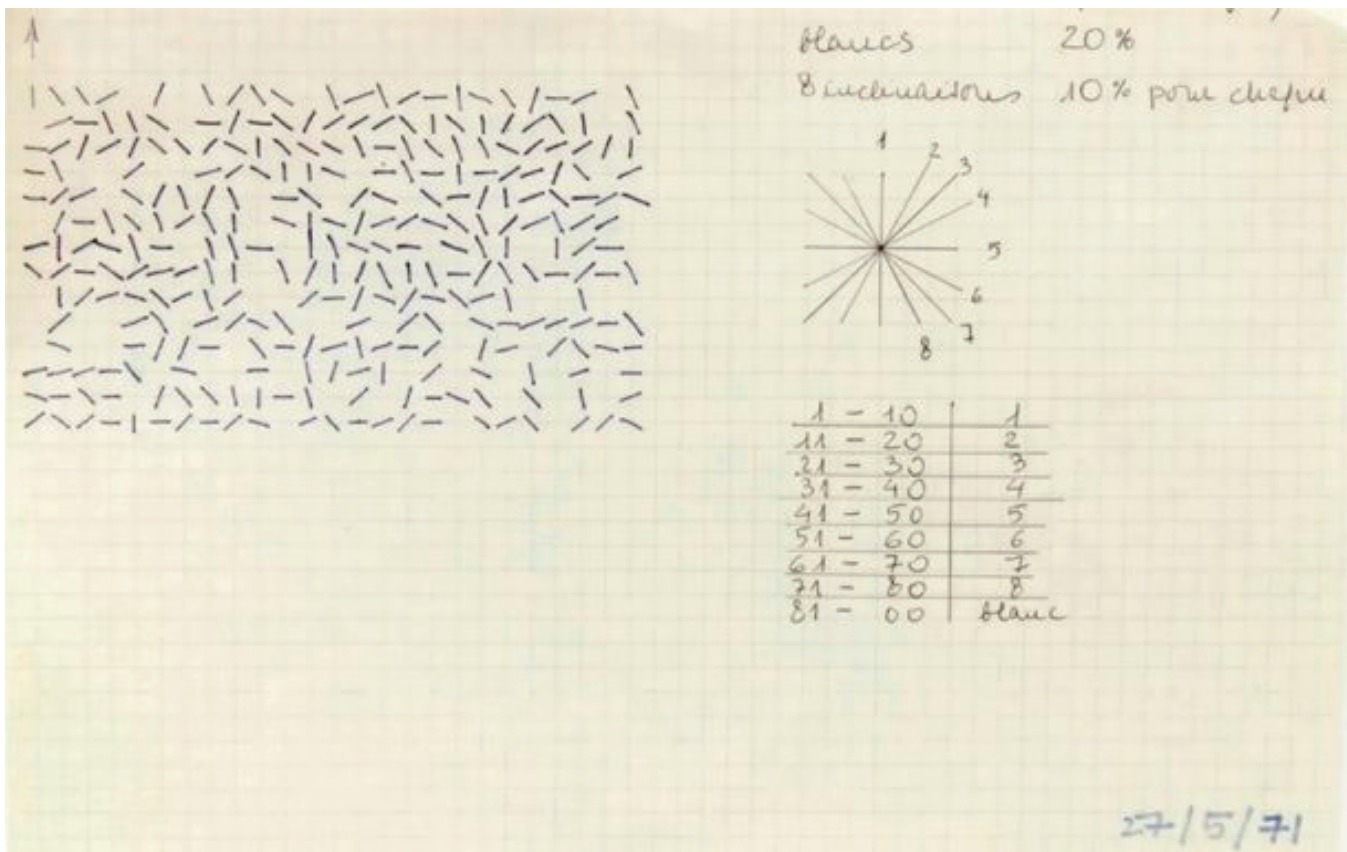


2. kép: **9 Evenings: Theatre and Engineering.** Poszter. 1966. Forrás: Bell Laboratories

¹ <https://www.computerhistory.org/storageengine/punched-cards-control-jacquard-loom/>

Az egyik legismertebb amerikai együttműködési projekt az *Experiments in Art and Technology* (EAT) volt a hatvanas évek végén, illetve a hetvenes években. Ennek előfutára volt az az együttműködés, amely a 9 *Evenings: Theatre and Engineering* elnevezésű performansz esteket hozta létre 1966-ban, New York-i vizuális művészek és a Bell Laboratories mérnökei részvételével, Robert Rauschenberg képzőművész és Billy Klüver mérnök koordinálásában.² Az együttműködés 10 hónapig tartott. A beszámolók alapján a két terület képviselői lassan találták meg a közös hangot: a művészek ötletei túl homályosak voltak, a mérnökök magyarázatai pedig túl technikainak bizonyultak. Végül az lendítette őket túl a holtpontra, hogy a mérnökök megismertették a művészekkel mindazokat az eszközöket, amelyeket használhattak. Az ismeretátadás végül az EAT projektben is jelentős szerepet kapott, ahol kifejezetten művészek számára szerveztek kurzusokat, hogy megszerezhessék a szükséges technikai és tudományos ismereteket. Ugyan az előzetes tervek szerint az EAT projektet országos szintűnek szánták, lokális csoportokat kialakítva, a kiküldött együttműködési felhívásra azonban elsősorban New York-i művészek jelentkeztek, miközben a mérnökök közül közel négyszázan érdeklődtek országos szinten. A mérnökök specializációi végül sok esetben nem is feleltek meg a művészek részéről kifejezett technikai igényeknek (Popper 1993).

A számítógéphez való hozzáférés nehézségét szemlélteti a nemzetközi szinten elismert Molnár Vera *machine imaginaire*-nek (képzeletbeli gépnek) nevezett alkotói módszertana, mellyel manuálisan készített kombinatorikus képeket. Négyzethálós lapon előre meghatározott utasítások, algoritmusok alapján szabad kézzel alkotott. 1968-ban végül lehetőséget kapott, hogy valódi számítógépen (*machine réelle*) is alkothasson. A Sorbonne egyik számítógépét használta, egy IBM System/370-et, amihez szükséges volt megtanulnia a Fortran programnyelvet. Annyira nem a vizuális alkotásokra voltak szabva az általa használt eszközök, hogy a számítógép még saját képernyővel sem rendelkezett; a kód által generált képet egy Benson plotterrel tudta megjeleníteni (Vályi-Nagy 2022). A számítógépes interfészek történetében ugyanakkor ez az év fontos fordulópontot hozott, mivel ekkor tartotta Douglas Engelbart híres, *The Mother of All Demos* c. bemutatóját a személyi számítógépek elődjéről, és mutatta be többek között az egér működésének koncepcióját.³



3. kép: **“Machine imaginaire”. Random Distribution of 4 Elements (to progr. Computer), Molnár Vera.** Tinta, grafit, papír. 1971. Forrás: Victoria and Albert Museum, London

² <https://www.bell-labs.com/about/history/innovation-stories/genesis-eat/#gref>

³ 1968 “Mother of All Demos” with Doug Engelbart & Team <https://www.youtube.com/watch?v=UhpTiWyVa6k>

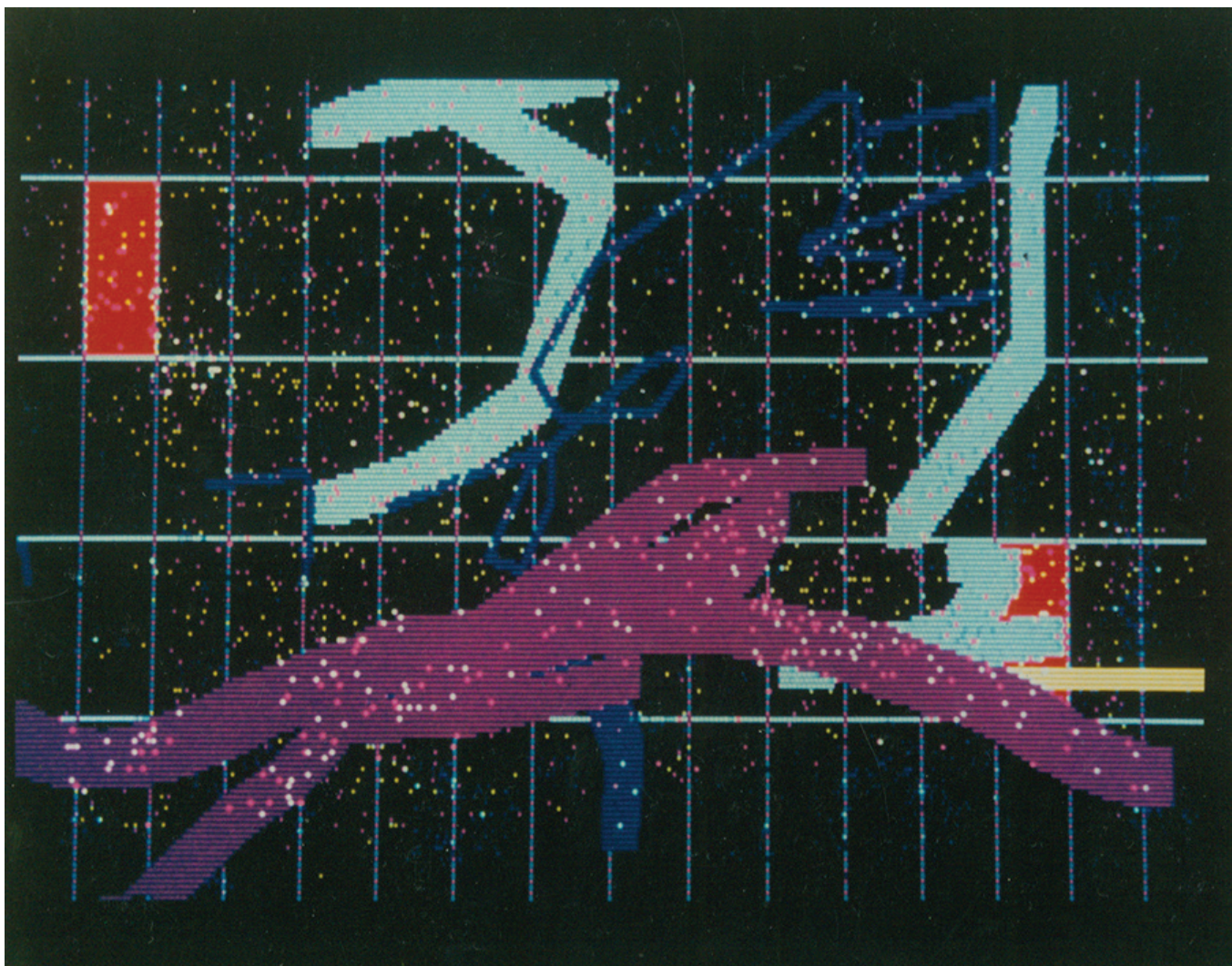


4. kép: **“Machine réelle”. 1924-ben születtem 2/2 B, Molnár Vera.** Vásznon, számítógépes nyomtat. 2006. Forrás: Paksi Képtár

A magyarországi számítógépes művészetre hatással volt a COCOM lista, azaz a keleti blokk országait sújtó kereskedelmi embargó, mivel a legtöbb számítógépet, hardvert és szoftvert a rendszerváltás környékéig nem lehetett importálni az országba. A magyar számítógépes művészet kezdete ezért nagyjából egy időbe esett a személyi számítógépek széleskörű elterjedésével, a nyolcvanas évekkel.

Az 1945 utáni magyarországi művészeti életben Erdély Miklós volt az, aki szinte minden művében feldolgozta a

tudományok friss eredményeit, vagy alkalmazta azok módszertanát. Célja ezekkel a művekkel az volt, hogy az új tudományos felfedezéseket érthetővé, szemléletessé tegye, valamint, hogy rávilágítson a bennük rejlő művészi értékekre (Szőke 2007). Szőke Annamária szerint Erdély szinte vadászott a tudományos hírekre a hatvanas években és a hetvenes évek elején. A magyarországi számítógépes művészet kezdetei kapcsán érdekes információmorzsa, hogy Peternák Miklós felidézi, Erdély Miklósnak megvolt az első számítógépes művészeti kiállításaként számontartott, 1968. évi londoni *Cybernetic Serendipity: The Computer and the Arts* c. kiállítás katalógusa (Peternák 2007).



5. kép: **KEP.AZC, Szirtes János. Számítógépes grafika. Digitart kiállítás, 1986.** Forrás: digikult.hu

Az első magyarországi számítógépes kiállításra 1986-ban a Szépművészeti Múzeumban került sor, a *Digitart Nemzetközi Komputerművészeti Pályázat és Kiállítás* keretében. Mai szemmel furcsának tűnik, hogy a tárlaton eszközhiány miatt monitorról lefényképezett képek kerültek kiállításra. A pályázatra sokan jelentkeztek olyanok is, akik nem rendelkeztek művészeti múlttal, de a beadott művek között számítógépes játék, videóanimáció és plotterrajz is szerepelt. Több olyan művész is lehetőséget kapott a részvételre, akik korábban egyáltalán nem dolgoztak számítógéppel; számukra a Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézete (SZTAKI) biztosította, hogy egy előre meghatározott időbeosztás alapján használhassák az ottani gépeket. Igény esetén programozói segítséget is nyújtottak nekik, de alapvetően a legtöbben egyszerűen a PCPaint nevű rajzolószoftvert használták (Szentgyörgyi 1989). Az esemény jelentősége ugyanakkor nem vitatható, és mivel az újfajta számítógépes művészet kívül esett a képzőművészet hagyományos intézményi struktúráján, a szervezők ideológiamentes kiállítás megrendezésére kaptak lehetőséget. Mondhatni, a „számítógép demokratizálta a művészetet” Magyarországon (Beke - Orosz - Peternák 2016).

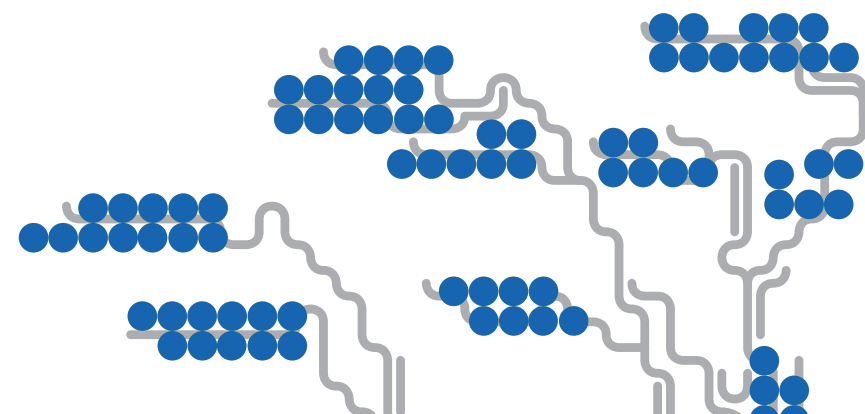
A második *Digitart* kiállítást 1990-ben szervezték meg az Ernst Múzeumban, melynek kapcsán a szervező, Szentgyörgyi Tibor kiemelte, hogy a második eseményre sok minden változott technológiai szempontból, felélénkült a szoftverfejlesztés, és már olyan kész programokat lehetett vásárolni, amelyek lehetővé tették az animációkészítést programozási tudás nélkül is. Meglátása szerint 1986-ban még inkább az látszott a műveken, hogy mire inspirálta a művészeket a számítógép, 1990-ben pedig már a saját inspirációjukat igyekeztek megvalósítani különféle eszközökkel (Szentgyörgyi 2015).

A tudomány művészeti vetülete

Az informatika és a mérnöki gondolkodás olyan új eszközöket és módszereket hozott be a művészetbe, amelyek lehetővé tették a művészek számára, hogy megvalósítsák elképzeléseiket, és létrehozzanak olyan műveket, amelyek korábban elképzelhetetlenek voltak. Azonban nem csupán új eszközökről és módszerekről beszélhetünk, mivel az átalakulás hatással volt a művészi mondanivalóra, a befogadásra és az esztétikára is. Peter Weibel egyenesen úgy fogalmaz, hogy a számítógépes művészet nem csak egy újabb ág lett a művészet fáján, hanem az egész fát átalakítva új megközelítéseket hozott a művészet régi médiumaiba is (pl. festészetbe, szobrászatba). Ráadásul azáltal, hogy a számítógép képes minden más médium szimulálására, meglátása szerint elérkezett a posztmédia-művészet kora (Weibel 2006). Manovich ugyanakkor úgy látja, hogy a személyi számítógép interfészeinek kialakításában jelentős szerepet játszó úttörők (elsősorban Ivan Sutherland, Douglas Engelbart, Ted Nelson és Alan Key) számos új, korábban nem létező tulajdonság és képesség kialakításával tudatosan egy új típusú médium kialakítására törekedtek, ahelyett, hogy csupán szimulálták vagy remediálták volna a régieket (Manovich 2013).

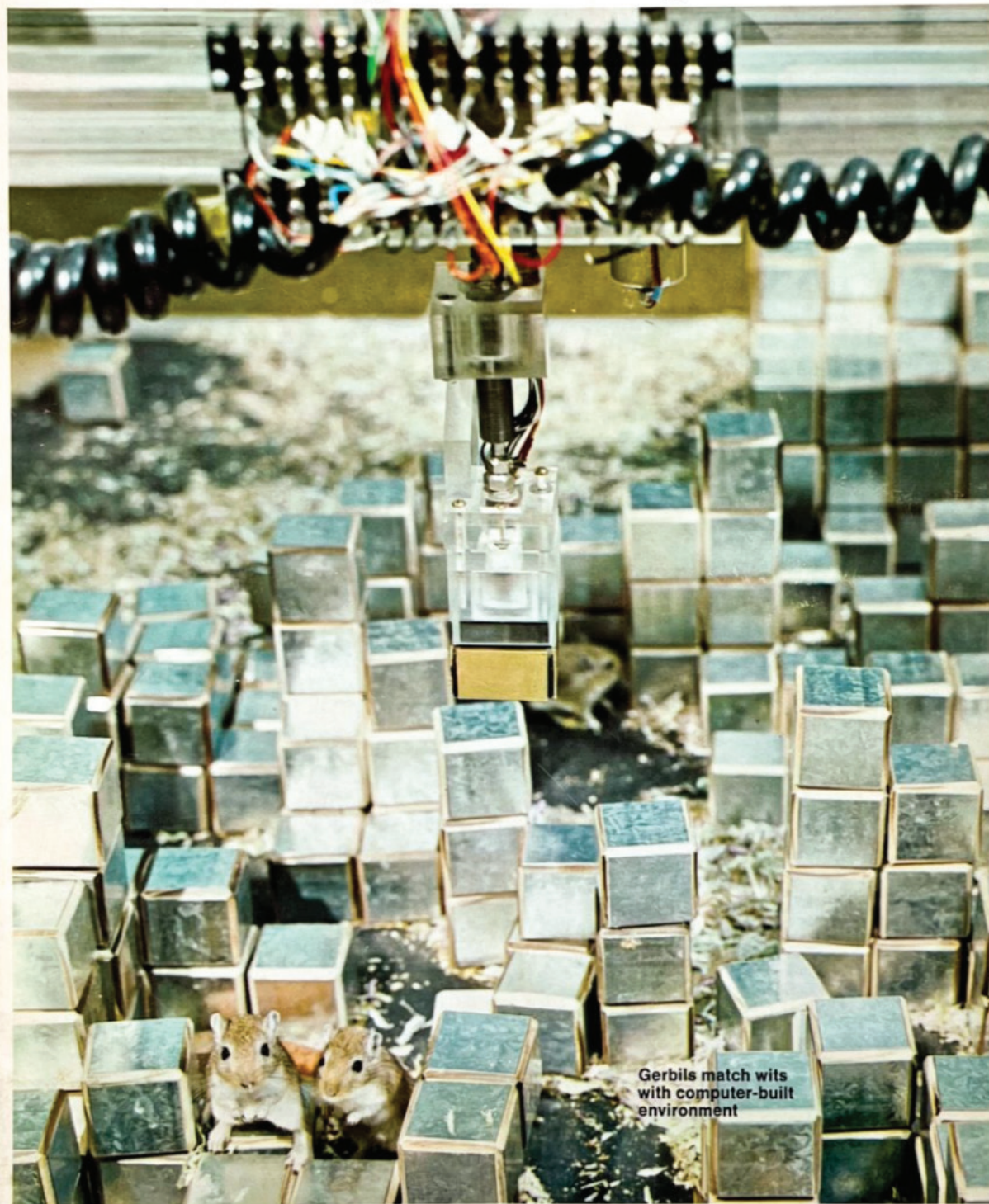
Frank Popper úgy látja, hogy a technológia alapú művészetet, melynek időszakát 1968-tól 1983-ig datálja, felváltotta a komplexebb virtuális művészet kategóriája. A virtuális művészet Popper szerint már nem csupán a technikai fejlődés eszközként való alkalmazását jelenti, hanem annak szerves integrálását. Véleménye szerint ez az integráció egy olyan esztétikai-technológiai alkotói logikára épül, amely megkülönbözteti a virtuális műalkotásokat a másfajta műalkotásoktól. Megállapítja, hogy a virtuális művészek általában más, nem művészeti célokat is követnek, melyek inkább tudományos vagy társadalmi területekhez tartoznak (Popper 2007).

A művészeti témák komplexebb környezetekbe ágyazottságáról, alapvetően tudományos témák és eszközök művészetbe foglалásáról szól az a rendszerek esztétikája, mellyel Jack Burnham egy újfajta felfogásnak nyitott utat 1968-ban. *Systems Esthetics* c. cikkében meghirdette a tárgy-központú művészeti kultúráról a rendszerközpontúra való áttérést. A rendszerek esztétikájában a határfogalmakat az anyag lehetőségei helyett a koncepció fókusza határozza meg. A művészet az emberek közötti, valamint az emberek és a környezetük elemei közötti kapcsolatban lelhető fel. Burnham szerint a jelentős művész felszámolja művészi pozícióját és a művészete valamint a társadalom termelési eszközei közötti távolságot minimálisra redukálja. A rendszerek esztétikája feltételezi, hogy a problémák nem oldhatók meg önálló technikai megoldásokkal, hanem csak többretegű és interdiszciplináris alapon. A rendszerek esztétikája nem a vizualitáson alapszik; nem is ragadható meg egy olyan végtermék (műtárgy), melynek elsődleges vizualitása lenne, mivel az esztétika a rendszer teljes életciklusában releváns (Burnham 1968). Burnham, aki egyébként a Kepes vezette Center for Advanced Visual Studies munkatársa volt, 1970-ben a New York-i Jewish Museum-ban szervezte meg a szintén az úttörő kiállítások körébe tartozó *Software - Information Technology: Its New Meaning for Art* című kiállítást. A kiállítás az információs technológiát helyezte fókuszba, hangsúlyozottan nem téve különbséget művészet és nem-művészet között. Burnham ekkor úgy írt, hogy a *Software* kiállítás a művészettörténeti előismeretek nélküli tapasztalásról szól, az új módon történő érzékelésről, a szokatlan kölcsönhatásokról (Burnham 1970).



SOFTWARE

Information technology: its new meaning for art



Gerbils match wits
with computer-built
environment

6. kép: **Software - Information Technology: Its New Meaning for Art** c. kiállítás katalógusa, 1970. Forrás: monoskop

Boris Groys nézetei egybecsengenek ezzel, mivel szerinte a számítógép és az internet elhozta azt, hogy a művész a többiekétől semmiben nem különböző elidegenedett munkássá vált, aki ugyanazokban a digitális termelési folyamatokban vesz részt. Korábban ugyanis a festményben és szoborban a művész testének meghosszabbítását látták, ilyen értelemben a művész munkáját nem tekintették elidegenedettnek, szemben az ipari munkásával. Ebben hozott változást már a poszt-Duchamp-i művészet is, hiszen nincs már szükség a művész keze nyomára, a műalkotásokat elidegenített, kvázi-ipari eljárásokkal is létre lehet hozni. Az internet korszakában pedig közvetlenül megfelleltethetővé váltak egymással a művészi eljárások és a mindennapi tevékenységek; lényegében ugyanazt az idézés technikát, "copy paste" formát használják emberek milliói naponta, mint a művészek (Groys 2010).

A számítógép-használat és a vizualításra specializálódott szoftverek (elsősorban a Photoshop) elterjedése a művészek és designerek körében azt eredményezte, hogy a művészek egy csoportja, a programozó-művészek úgy érezték, hogy terminológiailag is szükséges megkülönböztetni magukat a predefiniált digitális eszközökkel dolgozó többi alkotótól. Meglátásuk szerint a számítógépes művészet valódi potenciáljának eléréséhez szükséges az azt működtető struktúrák és folyamatok megértése. Algoristának nevezték azt, aki saját maga írja a kódot az alkotásaihoz. Jean-Pierre Hébert és Roman Verostko 1995-ben alkották meg az Algorista Manifesztót, mely az alábbi volt:

if (creation && object of art && algorithm && one's own algorithm)

{ include * an algorist * }

elseif (!creation || !object of art || !algorithm || !one's own algorithm)

{ exclude * not an algorist * }

Mivel a nézők általában nem képesek az alkotások alapjait képező számítások megértésére, az algorista művek a technológiai magasztosság érzékét keltik. Az algorista művészet alkotási módszertana a matematikai bizonyításokhoz hasonlóan, nem ember által létrehozott konstrukciókon alapszik, hanem az emberi elmétől függetlenül létező valóság felfedezésén. Az algorista projekt ezért a lehetséges opciók közötti próbálgatások eredménye (Taylor 2013). Ehhez hasonlóan fogalmazott Molnár Vera saját kísérletező alkotói módszertanával kapcsolatban amikor azt írta, hogy leginkább az érdekli, milyen változások következnek be a képén, amikor az elkezd tetszeni neki. A számítógép használata lehetővé teszi számára, hogy pontosan irányítása alatt tartsa a rajz fejlődési szakaszait, és így eldöntse, közelebb kerül-e ahhoz a képhez, amelyet meg szeretne valósítani, vagy éppen távolodik-e tőle (Molnár 1975).

Véleményem szerint a rendszerek esztétikája a jelenkori diskurzusban a permacomputing témakörében nyer új értelmezést. A permacomputing (Heikkilä 2020) azzal foglalkozik, hogyan illeszthetők be a számítógépek egy olyan emberi civilizációba, amely értelmesen és fenntartható módon él együtt a bolygó bioszférájával. A permacomputing esztétikája (Mansoux - Barok - Howell - Heikkilä 2023) egy kapcsolati rendszerként fogható fel, mely a maximalista számítógépes és hálózati technológiák társadalmi, kulturális, környezeti és gazdasági externáliáira⁴ hívja fel a figyelmet. Kritikát fogalmaz meg azokkal a gyakorlatokkal szemben, melyek a maximalista esztétikát (több pixel, magasabb képkockasebesség) hirdetik; a számítógépes alkotói gyakorlatoknál a hardver élettartamának maximalizálására, az energiafogyasztás minimalizálására, valamint a már meglévő számítástechnikai eszközök és alkatrészek használatára összpontosít.

⁴ Az externália a közgazdaságtanban egy gazdasági tevékenységhez kapcsolódó olyan költség vagy haszon, amely nem a tevékenység közvetlen résztvevőinél, hanem külső szereplőknél jelentkezik, miközben szoros kapcsolatban áll az adott tevékenységgel.

A két kultúra értékei



A mérnöki és művészeti világ különböző értékeire és világfelfogására hívja fel a figyelmet Simon Penny. Arról ír, hogy a mérnöki értékek hatással vannak a művészeti gyakorlatra mivel a számítógép megjelent a művészeti értékek és tradíció vonatkozásában. Álláspontja szerint a számítástechnika olyan, más diszciplínákban már meghaladott koncepciókat sugall, mint pl. a problémamentes objektivizmus, az egyszerűsített intelligenciafelfogás vagy a karteziánus dualizmus. Ezért feladatként jelöli ki e hatások értelmezését és mérését, valamint olyan eszközök fejlesztését tűzi ki célul, amelyek a kulturális gyakorlatok értékeit támogatják. Másik megoldásnak a technológiákhoz szervesen kapcsolódó új kulturális gyakorlatok kialakítását tarja egy olyan folyamat során, mely során figyelemmel vagyunk a művészi célok és a technológiák közötti lehetséges diszharmóniákra. Mindkét fajta tervezési folyamatnak a legkülönbözőbb szinteken kell foglalkoznia a technológiákkal, a legapróbb alkatrészekről a teljes eszközökig, a programozási nyelvek implicit következményeitől az interfész és az interakció dinamikájáig (Penny 2008).

Szintén a művészet és technológia viszonyáról szól a Critical Engineering Working Group elnevezésű berlini művészcsoporthoz tartozó manifesztója.⁵ Julian Oliver, az egyik szerző szerint a manifesztó létrehozására többek között az sarkallta őket, hogy túlságosan homályosnak találták a médiaművész kifejezést.⁶ Társaival már korábban arról beszéltek, hogy a „technológiai mérnöki munkát tartják a korunk legnagyobb átalakulásait irányító nyelvnek”, nem a művészt. Véleménye szerint, ha ignoráljuk azt a nyelvet, logikát és azokat az ötleteket, amelyek a mérnöki munkát alkotják, akkor képtelenné válunk a környezetünk leírására. A manifesztó egyik fontos alapvetése, hogy az ideális demokratikus társadalmi együttéléshez szükséges feltárni a technológia működését, felismerni a technológiai függőségeket. Oliver szerint az eszközeinken keresztül gondolkodunk, és minél jobban függünk valaminek a használatától, az annál jobban megváltoztat minket. Kitér arra, hogy a szoftverek terén a FOSS (free and open source software) szoftverek sokkal kreatívabb alkotást tesznek lehetővé. A mozgalom hasonlóságokat mutat a hacker / hacktivisták szubkultúra értékeivel (Coleman 2013), céljaival, ugyanakkor a szerzők a hacker szó negatív konnotációi miatt inkább a mérnök kifejezés mellett döntöttek. Ehhez kapcsolódóan megemlíti, hogy Laczkó Juli az avantgárd művészetben vélte felfedezni a hacktivizmus előzményeit, értekezésében behatóbban foglalkozott a két mozgalom értékei közötti hasonlósággal (Laczkó 2021).

Az avantgárd értékek kapcsán Groys ugyanakkor arra hívja fel a figyelmet, hogy mivel az avantgárd víziója egy olyan tökéletes társadalom volt, amelynek nincs szüksége változásra, így a technológiai fejlődéssel való művészeti együttműködés célja e fejlődés megállítása lehetett csak (Groys 2016). A számítógép által elhozott esztétikában az avantgárd fő eljárásának, a redukciónak a beteljesedését látta: *„a 0-1 bináris kódot, amely az érzéki világ teljes digitalizálásához vezet, valamint az etikai szabályt, amely a jó és rossz között egyértelműen döntené tud”* (Groys 1997). Manovich is úgy látja, hogy a személyi számítógép az avantgárd technikák megtestesülése lett. Azok a stratégiák, amelyek egykor társadalmi felforgató erővel bírtak (konstruktivista design, modern tipográfia, filmvágás és montázs) ma már alapvetővé váltak a számítógépes interakció által meghatározott mindennapjainkban. Ennek egyik legjellemzőbb példája a “kivágás és beillesztés” alapparancsok használata, ami az avantgárd kollázs technikáját idézi (Manovich 1999).

Míg Neumann János egészen részletekbe menően az emberi agyéhoz hasonlította a számítógép működését (Neumann 1958), addig Penny felhívja a figyelmet arra, hogy veszélyes elfogadni, hogy a számítógép az emberi értelem analógiája lenne, mivel a hagyományos számítógép tulajdonképpen kiszűri azt a komplex emberi intelligenciát, amely nem írható le alfanumerikus karaktersorozatként. Meglátása szerint így ugyan számos kutatási kérdés fejlődik, de sok másik elől elveszünk a lehetőséget a számítógépes technológia elfogadásával (Penny 2008).

Manovich számára az, hogy ugyanaz az adatfeldolgozó gép egyaránt használható racionális, tudatos folyamatokhoz és a bulizás valós testi élményének előhívására (pl. zene révén), azt jelenti, hogy az adat nem csak a kognitív oldal része. Ha társadalmunkban ugyanaz az adatfolyam mozgatja agyunkat és testünket, az információesztétika végül

talán azt is megérti majd, hogy az adat érzelmi aspektusát miként kellene elképzelni (Manovich 2001).

Erdély Miklós a gondolkodás technológiáját a montázssal állította párhuzamba. *„Ahogy az ember fogalmai kialakultak, úgy jutott birtokába fokozatosan a valóság tudati képének. A valóság és annak tudati képe közötti különbség úgy határozható meg, hogy az előbbi kontinuitásával szemben áll a fogalmakba „kvantált”, leképzett valóság, mely formában korlátlanul kiszolgáltatott a tetszőleges átrendezésnek. A diszkrét fogalmakkal folytatott kombinatorika a gondolkodás maga, a szellem autonómiája, melyet Popper⁷ harmadik világnak nevez. A montázsban kétségtelen ez a szellemi autonómia nyilvánul meg.”⁸*

Erdély az emberi gondolkodás kapcsán matematikai fogalmakat használ, és így Neumannhoz hasonlóan a gondolkodás számítógéppel való analógiáját sejteti. Megjegyzésként említendő, hogy Vilém Flusser szintén a folyamatiság leképezését nevezi meg a számítógép azon képességeként, melynek révén az egyik szellemi funkciót a másik után veszi át az emberektől (Flusser 1997).

Ugyanakkor Erdély fentebb idézett írásában a művészet kapcsán mégis egy másfajta, a formális logikával szembeni gondolkodásmódot nevez meg *„A művészet a montázs által láthatóvá teheti a gondolkodást működés közben, de csak egy speciális gondolkodást; ez a gondolkodás a formális logikától megszabadult, az ellentéteket, sőt az ellentmondásokat nemcsak elviseli, de megkívánja.”⁹*

Az interfész technológiai és kulturális megközelítése

Interfész nélkül nem beszélhetünk számítógépről. Az interfész alapvetően a működés többféle szintjén értelmezhető, de legtöbbször az ember és gép közötti kapcsolat szintjét értjük alatta. David Rokeby felfogásában az interfészek olyanok, mint a cirkuszi torzító tükrök, mivel visszacsatolást adnak a felhasználónak saját számítógépes reprezentációjukról, egyszerre befolyásolva a saját érzékelésüket a szimulációban. Az interfészek nyomott hagynak az érzékelésünkön, és minél többet használunk egy interfészt, annál nagyobb a hatása. Mivel interfészeken keresztül navigálunk a tartalmak között, az interfész alapvetően határozza meg a tartalomról szerzett tapasztalatunkat, így a valósággal való érintkezésünkre is kihat. A technológiának való kitettségünk azt is befolyásolja, hogyan gondolkodunk és beszélünk a tapasztalatainkról. Egyre több, a számítógépes kultúrából átvett terminológiával illetjük saját mentális és szociális folyamatainkat (Rokeby 1997).

Zics Brigitta saját modellt (*Transparent Act*) alkotott a technológia alapú interaktív művészet esztétikájára, mely elsősorban Heidegger látható és láthatatlan eszközfogalmán, valamint Csíkszentmihályi flow élmény definícióján alapszik. Heideggernél a láthatatlanság arra a kognitív jelenségre utal, hogy egy eszköz láthatósága használat közben eltűnik a használója számára (kézhezállóság = zuhanden), és újra megjelenik, ha az eszköz funkcionalitásában sérül (kéz nélkülesség = vorhanden). Zics szerint a technológiának mint művészi interfésznek reflektívnek kell lennie, és a kézhezállóság (láthatatlan) és kéz nélkülesség (látható) között kell fluktuálnia. Az ilyen interfészt átlátszó médiumnak nevezi. Az átlátszó médium láthatósága azonban nem egy hiba a funkcionalitásában, hanem egy jelentésréteg, mivel visszatükrözi a médium művészi üzenetét. Az átlátszóságot így egyfajta kognitív minőségként értelmezi, mely a modelljében nem csupán a művészi interfészre, hanem arra a folyamatra is vonatkozik, amit a művész-műalkotás-befogadó hármását meghatározó kreatív flow alkot (Zics 2018).

Az átlátszó interfész fogalmát Rokeby is alkalmazta, bár némiképp más jelentésben. Meglátása szerint egyik interfész sem lehet teljesen átlátszó (vagyis nála ez a láthatatlant jelenti), noha gyakorlati szempontból ez lenne kívánatos, mert akkor az interfész figyelembevétele nélkül alkothatna a használója. Szerinte, ha az interfészt átlátszónak fogadjuk el, akkor nem külső eszközként lesz érzékelhető, hanem saját magunkon, a jelenlétünkön keresztül; a saját felhasználói szerepünkben, reprezentációnkban történik érzékelhető változás, maga a jelenlétünk lesz az interfész. Rokeby előbbi

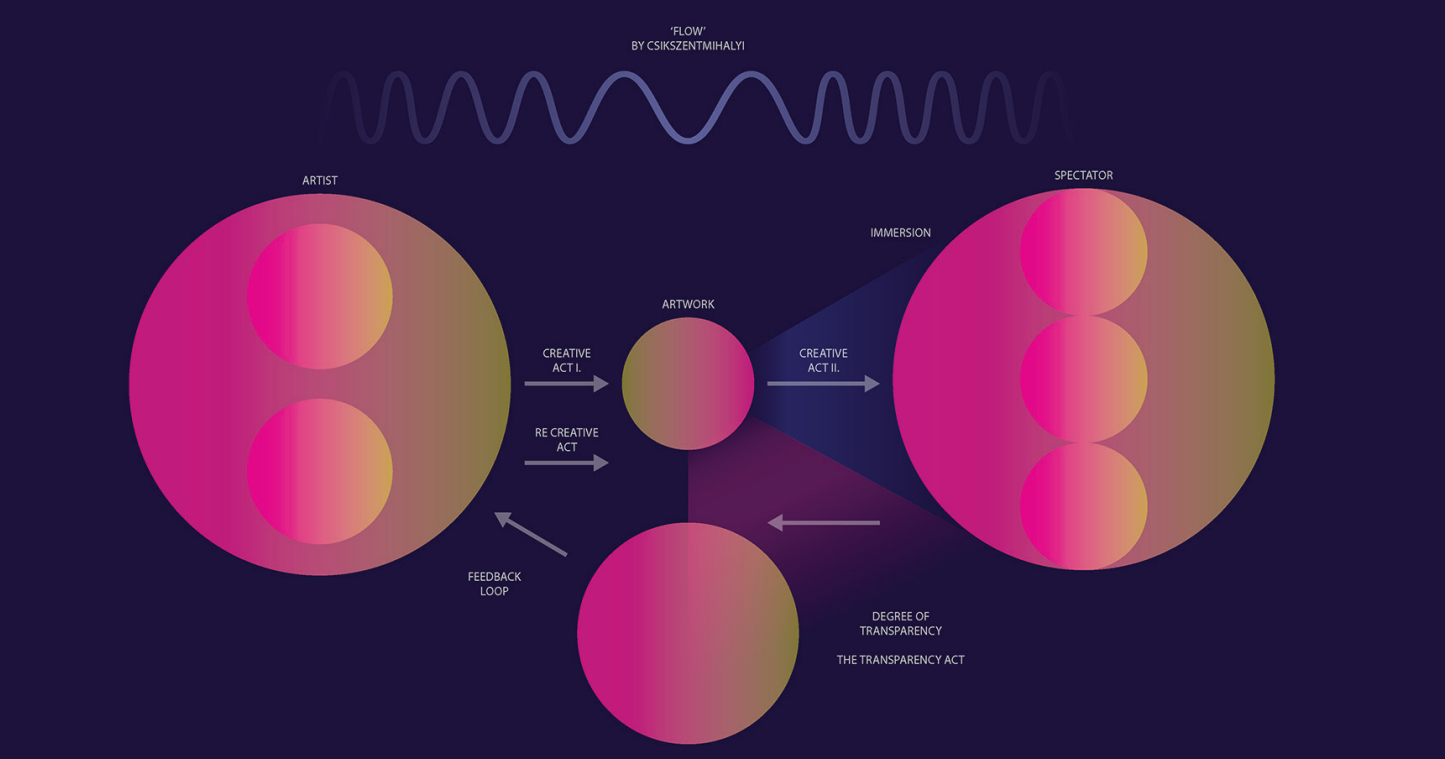
⁵ <https://criticalengineering.org/>

⁶ <https://rhizome.org/editorial/2012/sep/5/artist-profile-julian-oliver/>

⁷ megj. Karl Popper

⁸ Erdély Miklós 1975. Montázsgesztus és effektus. In: Erdély Miklós 1995. A filmről, Balassi Kiadó - BAE Tartóshullám - Intermedia, Budapest

⁹ uo.



7. kép: A „művész-műalkotás-néző” háromszög: a „művészet létrehozása” és a „művészet megtapasztalása” folyamatok a Transparent Act-ben, és ezek értékelése az átlátszóság mértéke alapján. Forrás: Zics Brigitta

meglátásait saját *Videoplace* c. munkája kapcsán teszi, melyben az interakció a saját árnyékunkon keresztül valósul meg. A szimulált élményekkel kapcsolatban Rokeby arra is kitér, hogy azok is mind olyan modellekre épülnek, amelyeket vagy magunk definiáltunk, vagy már értünk. Ezért szerinte egy zárt interaktív rendszerben nincs kifürkészhetetlen, amivel tulajdonképpen azt mondja, hogy a virtuális térben nincs isten. A kiszámíthatóság megtörésére szerinte nélkülözhetetlen a randomitás és a zaj alkalmazása. Míg egy interaktív művész a kontroll és a meglepetés között egyensúlyoz, addig egy mérnök számára a meglepetések inkább a rossz designt jelentik (Rokeby 1997).

Az interaktív média előre definiáltságára reflektál Manovich is mikor azt írja, hogy az interaktív média arra kér minket, hogy valaki másnak a mentális struktúrájával azonosoljunk, szemben az olyan korábbi technológiákkal, mint a mozi és divat, melyek kapcsán a más testképével való azonosulás kerül előtérbe. Olyan mentális folyamatok externalizálódnak az interaktív média révén, mint az észrevétel, problémamegoldás, memória és asszociáció, és lesznek egyenlővé téve olyan cselekedetekkel, mint egy link követése, új kép, jelenet vagy szöveg választása. Véleménye szerint az újmédia az előre meghatározott asszociációk révén az emberi gondolkodás folyamatát tárgyasítja, amelynek alapvető funkciója, hogy ötleteket, képeket, emlékeket kössön össze (Manovich 1996).

A gépek nyelve

A programozási nyelvek két fő kategóriába sorolhatók: alacsony és magas szintűek. Az alacsony és magas szintű nyelvek közötti különbség alapvetően az, hogy mennyire állnak közel a gépi, bináris kódhoz. A magas szintű nyelvek absztraktabbak és emberközpontúbbak, ilyen például Python vagy a Java. A magas szintű programozási nyelv valójában metaforák rendszere mögé rejtje a gépi műveleteket, ezáltal lehetővé téve számunkra, hogy a saját fogalmi struktúráinkkal összhangban hozzunk létre programokat. Ilyen struktúra például a matematika rendszere is, melyet a bináris mintázatokon keresztül szimulálni képes a számítógép. Tehát pontatlan az a felfogás miszerint a számítógép alapvetően matematikai eszköz lenne (Yuill 2004).

Az alacsony szintű nyelvek közvetlenül kapcsolódnak a hardverhez, és nehezen olvashatók az emberek számára. Ilyen pl. az assembly nyelv. Rokeby például az alkotásaihoz az assembly-t preferálta, mivel az azzal való munkát olyannak érezte, mintha atomról atomra építené fel az ötleteit. Véleménye szerint minden olyan nyelv vagy interfész, amely absztrakcióra épít, elfogult terepet teremt, még akkor is, ha bizonyos korábban lehetetlen dolgokat tesz lehetővé (Rokeby 1997).

A brutalista etika és esztétika kódolással kapcsolatos értelmezése alapján a stilisztikai és metaforikus rétegek elhagyása preferált, előnyben részesítve az alacsonyabb szintű nyelveket vagy akár a bitműveleteket. Az ilyen alkotásoknál hangsúlyossá válnak azok a kódok és adatstruktúrák, amelyek az adott alkotást felépítik, de amelyek normál esetben rejtve maradnak a szemlélő előtt, hasonlóan a brutalista épületek nyers betonszerkezeteihez (Yuill 2004).

A számítógép története során a programozási nyelvekkel kapcsolatban hozott döntések, más faktorokkal egyetemben, jelentős mértékben akadályozták a szoftverek és a művészetek szintézisét. A kezdeti számítógépes műalkotások készítéséhez alkalmazott nyelvek nem művészeti célúak voltak, más igények szerint alkották meg őket. Az ahhoz szükséges technikai tudás elsajátítása éveket igényel, hogy a leggyakoribb nyelvekben (pl. C++ vagy Java) vizuális alkotásokat lehessen létrehozni (Reas - McWilliams - LUST 2010).

A művészeti célok és a kód közti egyik legnagyobb különbség, hogy a kódban nincs többértelműség (Reas - Fry 2007). Szegedy-Maszák Zoltán *Vizuális kommunikáció* c. alkotása hommage Jonathan Swift *Gulliver utazásai* c. műve azon részének, mikor a lagadói akadémia nyelvtudósa azt javasolja, hogy a kimondott szó helyett olyan kommunikációra lenne célszerű áttérni, mely tárgy alapú. Ehhez arra lenne szükség, hogy mindenki olyan tárgyat hordjon magánál, melyek a beszélgetésben előfordulható fogalmakat jelölik. Ezáltal a kommunikáció nem a nyelv szimbolikus és többértelmű jelein alapulna, hanem a tárgyak egyértelmű jelentésén. Az alkotás, mely a számítógéppel való kommunikációt helyezi előtérbe, az idézett művön keresztül reflektál az emberi nyelv többértelműségére, szemben a gépi kommunikáció lehetőségeivel (Varga 2018).



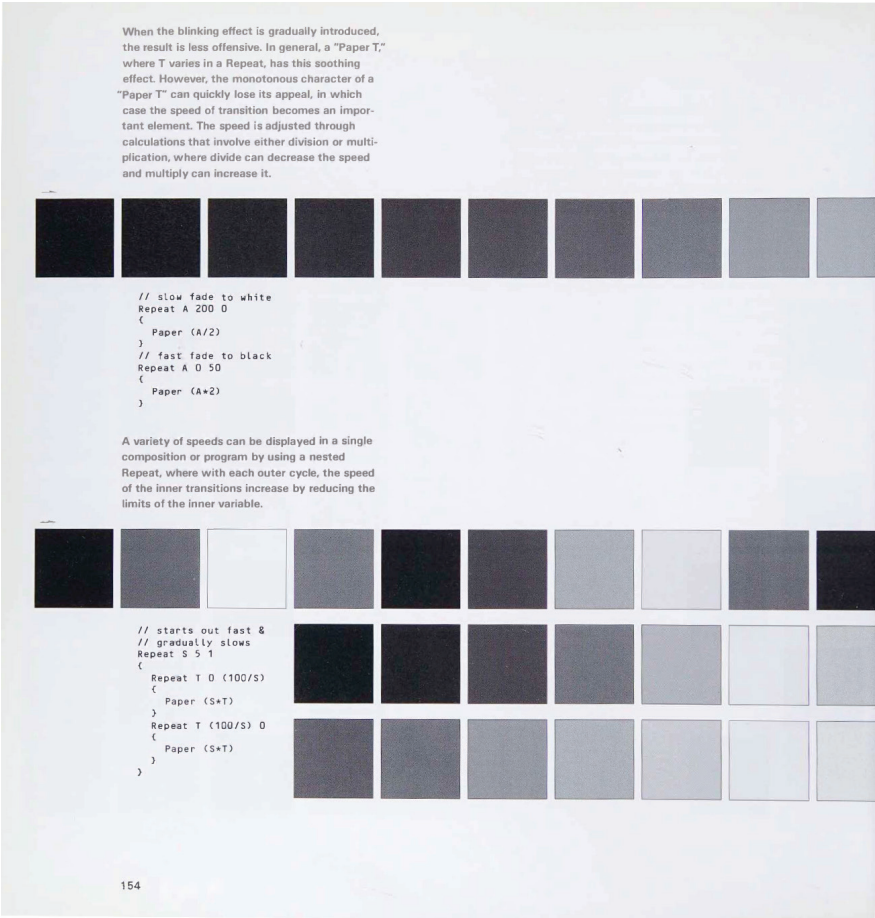
8. kép: **Vizuális Kommunikáció, Jonathan Swift tiszteletére, Szegedy-Maszák Zoltán, 2008.** Forrás: C3

Flusser a számítógépes kód társadalmi jelentőségének előretörésével egyenesen a gondolkodás paradigmaváltását vizionálta. Meglátása szerint a digitális kódolás során a gondolkodás eltávolodik a hagyományos nyelvtől, mivel már nem kötődik közvetlenül a kiejtett hangokhoz, hanem fogalmakat tesz láthatóvá. Flusser azt mondja, hogy a gondolkodás újratanulására van szükség, olyan módon, ami alapvetően szembemegy a nyugati kultúra gondolkodás értelmezésével. Míg hagyományosan a gondolkodás úgy tekinthető mint egy előrehaladó folyamat, ami egyre fogalmibbá igyekszik válni, addig a kód azt vetíti előre, hogy csak képben gondolkodjunk, mivel tulajdonképpen minden az agyban komputált kép; másrészt azt, hogy a gondolkodás nem folyamatos, hanem kvantált. Véleménye szerint a kód alapú gondolkodás egyben egy új tér-idő tapasztalatról is szól, melybe a régi tapasztalatok nem tudnak beolvadni. Saját időfolyamok keletkeznek, megszűnik a visszavonhatatlanság és egymásutániség, melyek a hagyományos történeti tudatot jellemzi. Másfajta információgyártás lesz meghatározó, az olvasó különböző, akár mesterséges intelligencia által ajánlott módszerekkel kötheti össze az egyes információkat, időfolyamokat (Flusser 1997).

Groys szerint ugyanakkor a számítógépes algoritmus az internet kontextusában a művész pozícióját is átalakítja. Korábban a művész volt az, aki többet látott, mint az „átlagos” ember, azonban a jelenkorban már az algoritmus az, ami sokkal több mindent lát, így a művész elveszíti a korábban rendkívüli pozícióját. Rendkívüli helyett a művész paradigmatis, példaértékű, reprezentatív lesz. Kitér arra is, hogy az algoritmus által látottak a művész számára láthatatlanok maradnak, mindaddig míg a művész nem kezd maga is programozni. Ez azonban alapvetően változtatja meg a művészi tevékenységet, mivel ekkor már nem csak látványt állít elő a művész, hanem láthatatlan algoritmust is (Groys 2016).

Manovich a kód alapúvá tett információk kapcsán a szoftverek jelentőségére hívja fel a figyelmet, mivel ezek az adatok különféle szoftveralkalmazásokkal fordíthatók megérthető reprezentációvá. Felhívja a figyelmet arra, hogy a számítógép alapú médiaalkotási és szerkesztési technikák egyike sem csupán abból fakad, hogy a média digitális. A médiához való hozzáférés, annak terjesztése, elemzése, létrehozása és manipulálása mind a szoftverekből származik (Manovich 2013). A szoftverek azonban konstruáltságuk révén automatikusan kontextualizálnak. Tasnádi a szoftverrel történő alkotás kontextusát egyenesen a régi kánonokhoz hasonlítja és megjegyzi, hogy a művész így az adott szoftverkörnyezeten belül tudja kibontakoztatni az egyediségét (Tasnádi 2008).

Maeda víziója: Design By Numbers (DBN)



9. kép: **Részlet a Design by Numbers c. könyvből, John Maeda. 2001.**
Forrás: Internet Archive

A DBN egy programozási környezet és nyelv, melyet John Maeda kifejezetten designerek és művészek számára kezdett fejleszteni 1999-ben. A környezet internetes böngészőből is elérhető volt, ami saját korában kivételesnek számított.¹⁰ A projekt az MIT Media Laborjának Aesthetics + Computation csoportjában készült, melyet Maeda egyetemi tanárként 1996-tól kezdődően éveken keresztül vezetett. A kutatócsoport tagjai mérnöki tanulmányaik mellett számítógép alapú művészetekkel foglalkoztak.¹¹

Maeda szándéka a DBN-szel az volt, hogy egy alaptudást adjon át arról a folyamatról, ami egy számítógépes program elkészítéséhez szükséges, hogy legalább értékelhetővé váljon az az „alfanumerikus káosz”, ami egy digitális design-eszköz alapjait jelenti. Célja ugyanakkor nem az volt, hogy az olvasó képessé váljon egy digitális eszköz megalkotására vagy lemásolására, hanem hogy meg tudja haladni azokat a módszereket, amiket a népszerű eszközök ránk erőttenek, és olyan koncepciókkal tudjon dolgozni, amikkel közelebb kerülhet az eszközök valódi potenciáljához (Maeda 2001). Ez a szándék számomra egybecseng azzal, amit Waliczky Tamás fogalmazott meg egy évtizeddel korábban *A számítógépes művészet kiáltványában*. Ebben tulajdonképpen kiemelte a programozói szakmával való együttműködés fontosságát, illetve a művészek feladatát. *„Alakítsunk ki sokkal jobb viszonyt a programozókkal! Hiszen még a készen vásárolt programoknál is alkotótársainkká válnak és rajta lesz az ő kézjegyük is a munkánkon. A programozók a szoftvereket nekünk, felhasználóknak fejlesztik. Ha nem ismerjük a gép lehetőségeit, nem tudjuk pontosan megfogalmazni a kéréseinket. Ha nem fogalmazzuk meg pontosan a kéréseinket, csak hagyományos válaszokat, a megszokott logikát utánzó programokat kapunk.”*¹²

Maeda ehhez hasonlóan látta, hogy a számítógépes művészet a művészek és mérnökök együttműködésének eredménye, de ezt nem tartotta feltétlen ideálisnak, mivel a koncepció és a kivitelezés közötti harmónia hiányát eredményezi, ha a művész nem érti a szükséges hardver és szoftver működését. Úgy vélte, hogy a számítógépes médium valódi kreatív potenciálja csak az oktatás megreformálásával érhető el, oly módon, hogy a mérnök és művész szerepek ne váljanak el egymástól. Maeda a jól elkészített design harmóniáját a japán templomépítő ácsok (miyadaiku) munkájához hasonlította, akik az építőanyagokat olyan körületekintően választják ki, hogy személyesen mennek a hegyhez, hogy a természet törvényeinek tiszteletben tartásával a templom déli oldalához való fákat a hegy déli oldaláról válasszák ki, és így tovább a többi oldallal, mely által a templom harmóniában tud együtt élni a természettel. Meglátása szerint a koncepció, a megvalósítás, az anyagok és a tervezés ilyenfajta harmóniájára lenne szükség a számítógéppel való alkotás esetében is (Maeda 1998).

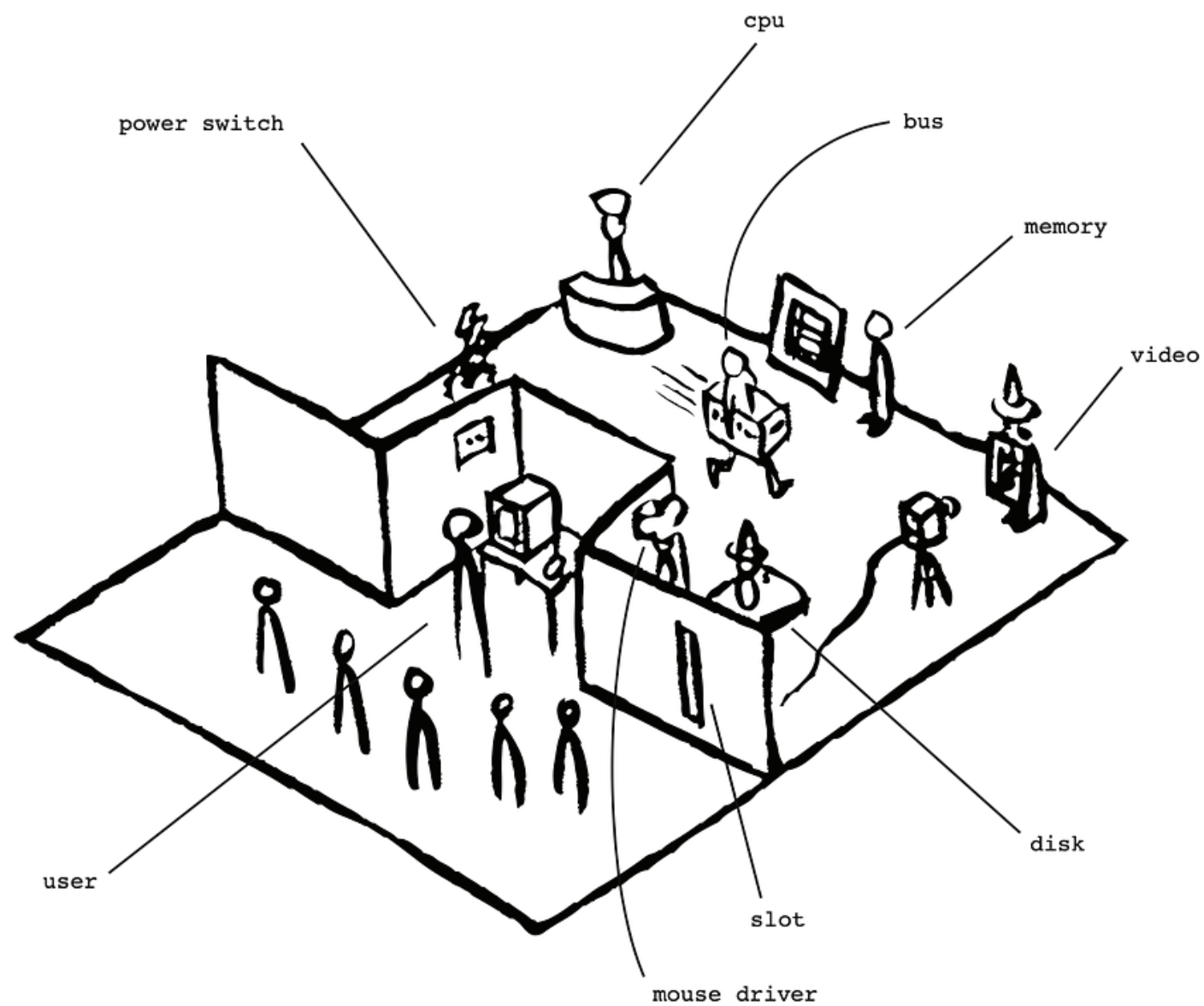
A DBN-hez készített könyv elvezeti az olvasót olyan alapvető programozási fogalmakhoz, mint az ismétlés (repetition) és beágyazás (nesting), majd kilépve a statikus grafikai megoldások köréből dinamikus megoldásokat is ismertet, melyek már interaktívak, internetes kommunikációt hoznak létre. A DBN egy szövegalapú nyelv, ugyanakkor Maeda megemlíti, hogy eredetileg vizuális programnyelvet szeretett volna létrehozni, de arra a megállapításra jutott, hogy a számítógép alapú média design paraméterei egyelőre ismeretlenek (Maeda, 2001). A DBN egy befejezett projekt, 2003 óta már nem fejlesztik, de örökségének tekinthetők a különféle kreatív kódolási eszközök és nyelvek, melyek világszerte elérhetőbbé tették a programozást a művészek, designerek és oktatók számára.

Maeda autonóm művészete is kifejezetten a számítógép működésének részleteivel és koncepciójával foglalkozik. Munkásságában arra törekedett, hogy a számítógépet mint komplex szerkezetet kívülről és belülről egyaránt érthetővé és feldolgozhatóvá tegye mind mások, mind saját maga számára. Alkotásai közül számomra az egyik legmeghatározóbb a *Human Powered Computer* c. performansz. Az emberi erővel működő számítógép kísérlete, ahol emberek játszották el a számítógép különböző alkotórészeinek működését, azt tűzte ki célul, hogy a számítógép hagyományosan láthatatlan szellemét valódi formájában, élő gépként mutassa be. Maeda szerint egy virtuális tartományból származó fogalom kézzelfogható példájának létrehozása az érthetőség illúzióját kelti, mivel így szó szerint képesek vagyunk megragadni a fogalmat. Ahogy a fogalmak egyre absztraktabbá válnak, a fizikai metaforák törekénysége megmutatkozik, mivel az absztrakt valóságtól való távolságuk jelentősen valószerűtlenné teszi őket (Maeda 2000).

¹⁰ <https://dbn.media.mit.edu/>

¹¹ <https://acg.media.mit.edu/>

¹² Waliczky Tamás 1990, A számítógépes művészet kiáltványa. In: Szentgyörgyi Tibor (szerk.): Komputerművészeti Katalógus a II. Digitart Pályázat anyagából, DIGITART Stúdió Egyesület, Budapest



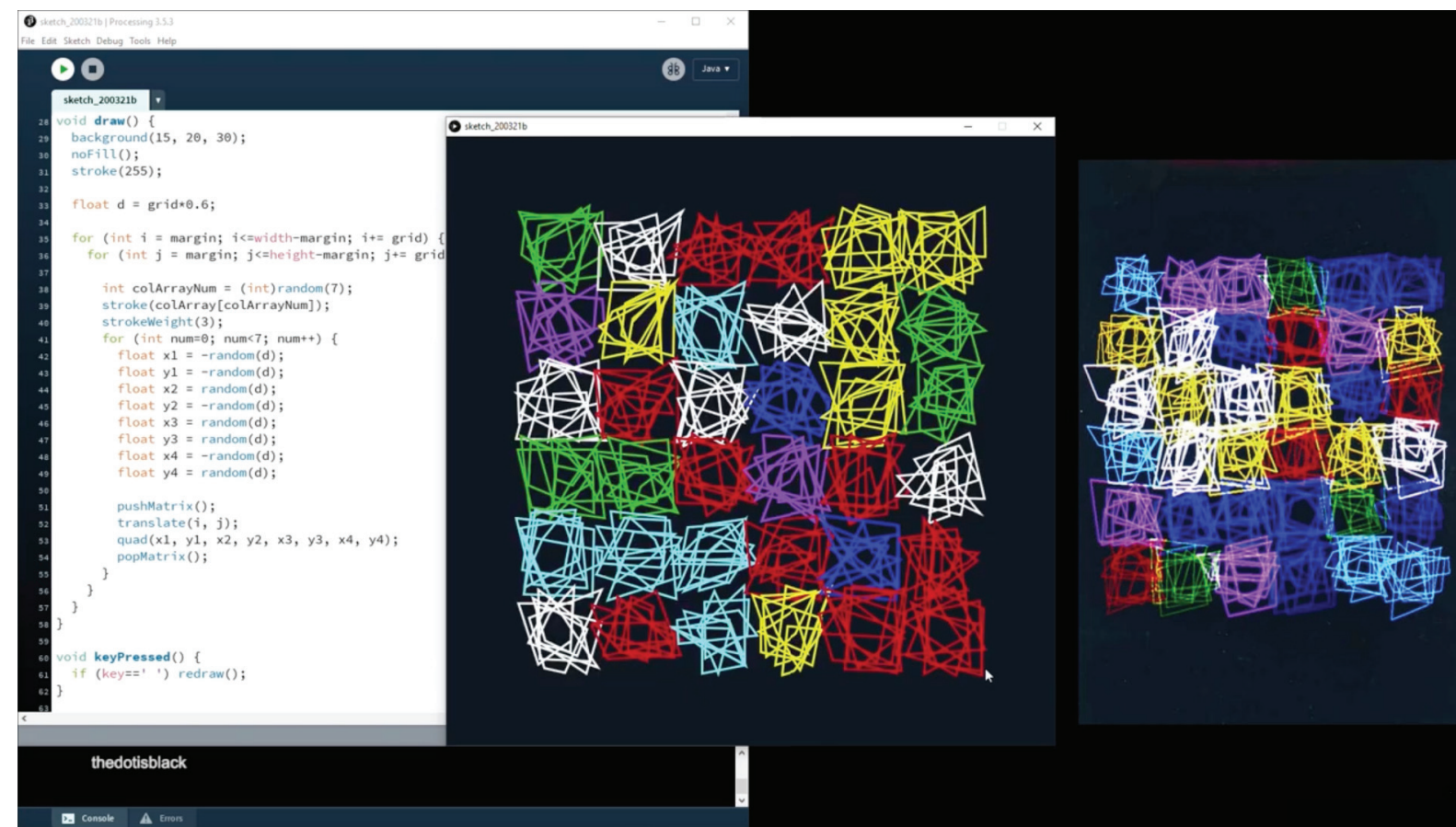
10. kép: **Human Powered Computer, John Maeda. 1993.** Forrás: John Maeda

„Amikor bekapcsolják, az emberi erővel működő számítógép olyan, mint élénk színekbe öltözött emberek játszótere. Bár minden tag kulcsszerepet játszik a rendszer működésében, senki sem annyira elfoglalt, mint az adatbusz, amelynek feladata az információk továbbítása a számítógépen belül. Néhány óra üzemelés után az adatbusz központi szerepe nyilvánvalóvá válik, amikor lassulni kezd, és a számítógép teljesítménye jelentősen romlik. Egy különleges emberi pillanatot élhetünk át, amikor a számítógép többi eleme felajánlja, hogy átveszi az adatbusz feladatait, hogy az pihenhessen. Ez a bonyolult szerkezet arra tanít minket, hogy a csapatmunka mennyire fontos.”¹³

Maeda számára fontos inspirációforrás volt az egyszerű rajzoló program, a MacPaint, amely alapértelmezett szoftver volt a Macintosh gépeken, és amelynek PC változata, ahogy korábban szóba került, az első Digitart kiállításon is fontos szerepet kapott. Maeda egyik központi témája a digitális eszközeink feletti kontroll mibenléte, amit többször is erre a rajzeszközt reflektálva demonstrált. Az *Inverse Paint* c. szoftveralkotása egy hasonlóan egyszerű rajzoló programot jelenít meg, amelyben fordítottak az erőviszonyok, mivel láthatólag az eszköze az irányítás a felhasználó keze felett. Egy másik alkotása pedig annak a gondolatkísérletnek a megvalósítása, hogy mi lett volna, ha a MacPaintet befejezetlenül tervezték volna, úgy, hogy az eszköz funkcióját a forráskódon keresztül szabadon lehetne módosítani, így annak működése teljesen személyre szabható lenne. Maeda szerint ezek a megközelítések, hogy ti. a felhasznált anyagok és eszközök át- és újraformálhatóak legyenek, alapvetőek a rendszer feletti művészi kontrollhoz (Maeda 2000).

Processingtől az Arduinóig

A Processing egy ingyenes, nyílt forráskódú programozási nyelv és integrált fejlesztői környezet.¹⁴ A Processing közvetlenül kapcsolódik a DBN projekthez, mivel azon mindkét alkotója – Casey Reas és Ben Fry is – dolgozott az MIT Media Lab tagjaként (Reas - Fry 2007). Mindketten művészeti területről érkeztek az informatika világába. A Processing tulajdonképpen a DBN projekt folytatásának tekinthető: első verzióját 2001-ben adták ki.¹⁵ A fejlesztés célja az volt, hogy alternatívát nyújtson a hasonló területen használt kereskedelmi szoftvereszközökkel szemben. A Processing közel áll Alan Kay azon víziójához, hogy a médiaszoftverek¹⁶ fejlesztése a felhasználók számára is elérhető legyen és rendelkezésre álljanak olyan korábban megírt általános kódrészletek, melyekkel már nem kell a nulláról kezdeni (Manovich 2013). A Processing sajátossága, hogy különböző problémák megoldására szemléltető példák érhetők el közvetlenül a menüből. A projekt már a kezdetektől fogva úgy indult, hogy annak fejlesztésébe bevonta a felhasználókat, így egy aktív közösséget hozott létre. Reas és Fry kifejezett szándéka volt, hogy a művészek és designerek körében a Processingen túlmenően is népszerűsítse a nyílt forráskódú fejlesztéseket (Reas - Fry 2007).



11. kép: **Processing Tutorial - Vera Molnár Algorithm (Square Structures, 1986).** Képernyőfotó Youtube videóból. 2020. Forrás: thedotisblack.com

A Processinget úgy tervezték, hogy a nyelv technikai aspektusai és a mélyebb programozási fogalmai jól átültethetőek legyenek más programozási nyelvekre, így jó alapot nyújtva a jövőbeli tanuláshoz. A Processing ezért egy általános számítógépes programozási szintaxist használ. A nyelv alapvetően Javára alapszik és a kiegészítő könyvtárak is a Java-t használják, amely a C nyelvvel is hasonlóságot mutat (Reas - Fry 2007). A grafikus elemekhez szükséges eszköztár többek között az OpenGL, Postscript és DBN nyelvekből merített ihletett. Ugyanakkor az eltelt időben a Processinget folyamatosan több programozási interfészre kiterjesztették, úgy mint JavaScript (p5.js), Ruby, Python; ezáltal a

¹³ Saját fordítás. Maeda, John 2000. Maeda & Media. Thames & Hudson, London

¹⁴ Az integrált fejlesztői környezet egy olyan szoftver, ami lehetővé teszi kód írását, fordítását (compile), futtatását és a hibakeresést.
¹⁵ <https://processing.org/>
¹⁶ Olyan szoftverek, amik médiatartalmak (képek, szövegek, videók, 3D tervek, térképek, interaktív elemek, weboldalak, alkalmazások stb.) létrehozására, szerkesztésére, rendszerezésére, publikálására, megosztására, remixelésére szolgálnak (Manovich 2013)

Processing ma már kevésbé tekinthető egy nyelvnek, mint egy művészet-orientált számítástechnikai módszertannak.¹⁷ A Processinget 2012 óta a Processing Alapítvány fejleszti.¹⁸

Az alkotók fontosnak tartották, hogy a digitális alkotások vázlat készítéséhez olyan médiumot lehessen használni, amely kapcsolódik a végső médiumhoz, így a vázlat jobban közelítheti a kész terméket. A Processing úgy lett kialakítva, hogy szoftveres vázlatfüzetként működjön, megkönnyítve az ötletek kidolgozását és finomhangolását a végleges kód megírása előtt (Reas - Fry 2007). A többi szoftvertől eltérően a Processingben az új munka kezdése nem „új fájl” létrehozásával történik, hanem „új vázlatként” van megnevezve. Továbbá, a korábbi munkáinkat is a „vázlatfüzetben” találjuk meg, ami egy szimbolikus módja a projektek kezelésének és rendszerezésének ebben a környezetben.

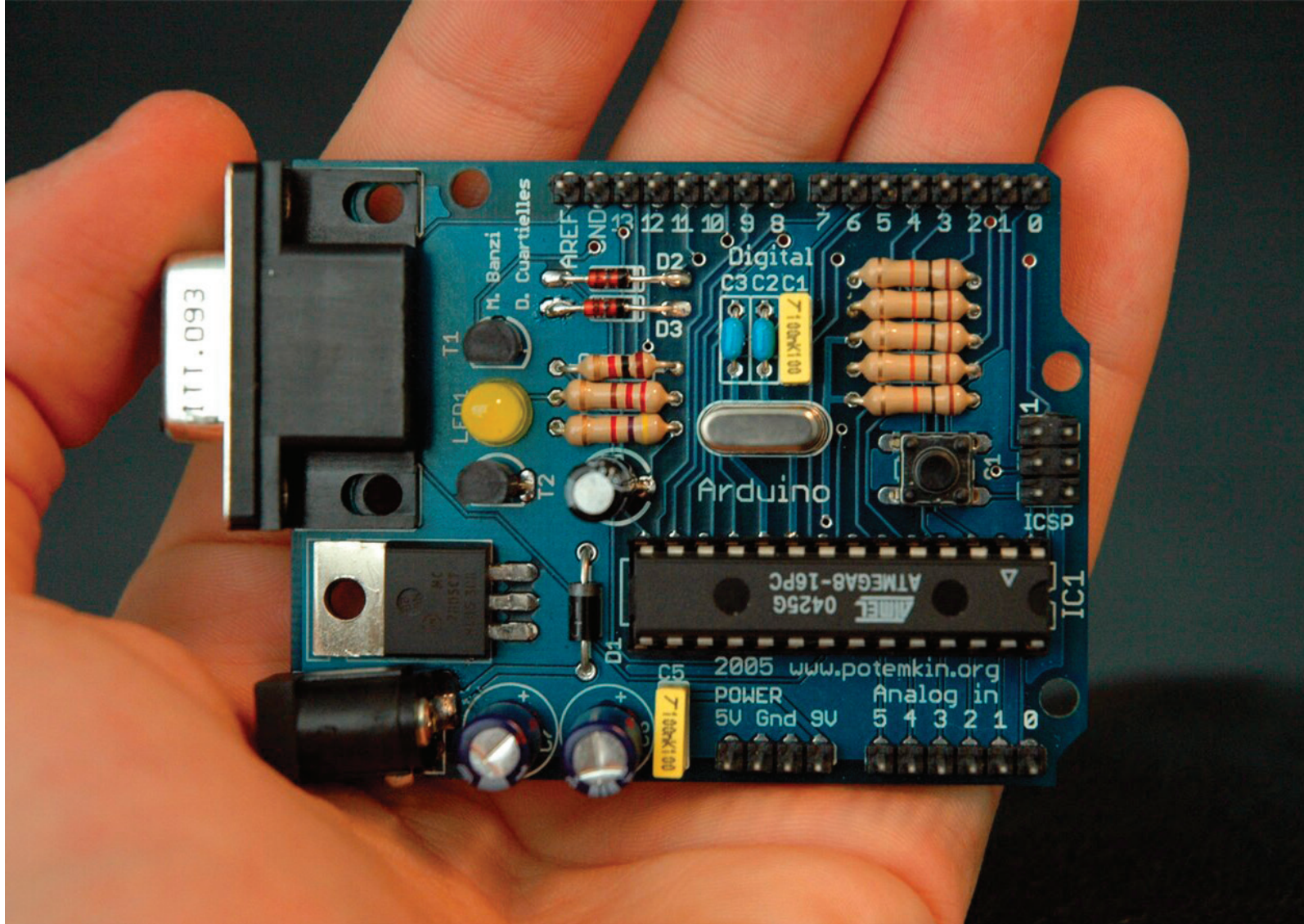
2001 és 2006 között iparági támogatással működött az olaszországi Ivreaban az Interaction Design Institute, mely számos nemzetközi szakembert tudhatott az oktatói gárdájában. Massimo Banzi itt oktatott fizikai számítástechnikát a diákoknak, akikkel együtt folyamatosan kutatta azokat a lehetőségeket, hogyan tudnának jobb és olcsóbb eszközökkel dolgozni. A cél az volt, hogy minél több prototípust készíthessenek a projektekhez és megengedhessék maguknak a hibázás lehetőségét. A különféle prototipizálási feladatokhoz akkoriban elsősorban PIC chipeket (mikrokontrollereket) alkalmaztak, melyeket olcsón lehetett beszerezni és könnyen elérhetők voltak, pl. rádióamatőr vásárokon, mert sokan használták azokat a satelit televízióadás fogadásának meghackelésére (Banzi 2015).

A digitális technológiák és mikroprocesszorok fejlődésével ugyanis azok a funkciók, amelyeket korábban vezetékekkel és hardveres kapcsolásokkal valósítottak meg, most már szoftveres megoldásokkal voltak helyettesíthetők. Régebben minden áramkört egy adott feladatra terveztek és vezetékeztek, bármilyen módosítás érdekében vezetékeket kellett vágni és forrasztani. A szoftverek viszont sokkal rugalmasabban kezelhetők, hiszen néhány billentyűleütéssel jelentős változtatásokat lehet végrehajtani egy eszköz logikájában, és ugyanannyi idő alatt több verzió is kipróbálható, mint amennyi idő egy pár ellenállás beforrasztásához szükséges (Banzi - Shiloh 2022).

Banzi és diákjai olyan fejlesztői környezetet szerettek volna kialakítani, mely egyszerű open-source programozási nyelven alapul, és amelyet Macintosh gépeken is tudnak használni. Fontos szempont volt, hogy az eszköz programozásához elég legyen az USB kapcsolat és ne kelljen soros portnak lennie a számítógépeken. Az Arduino egyik előzményének tekinthető a Banzi által alkotott Programma 2003 platform, mely rávilágított arra, hogy milyen szempontok fontosak egy fejlesztői környezet kialakításához (Banzi 2015).

Mivel az Interaction Design Institute-ban tanított Casey Reas a Processing egyik alapítója, és a diákokat a Processingen keresztül tanították programozni, ezért fontos szempont lett, hogy a mikrokontrollerek programozása is Processing alapján történjen. Hernando Barragán, aki az Interaction Design Institute-ban diplomázott 2003-ban, mestermunkájaként létrehozott egy Processingen alapuló, de elektronikára szabott programozói környezetet, mellyel mikrokontrollereket lehetett irányítani. Ez volt a Wiring platform, ami az Arduino közvetlen előzményének tekinthető (Banzi 2015). A fejlesztés később Barragán nélkül folytatódott, az Arduino projektet Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino és David Mellis kezdték fejleszteni. A projekt sokkal nagyobb népszerűsége tett szert, mint a vele párhuzamosan futó Wiring.¹⁹

Az Arduino (és előzmény projektjeinek célja), hogy megkönnyítse a művészek és designerek számára az elektronikával történő munkát, elvonatkoztatva az elektronika gyakran bonyolult részeitől, hogy minél több lehetőséget teremtsen az alkotásra. Az eszköz idővel sokféle felhasználót vonzott, mivel olcsó alternatívát biztosított a DIY IoT projektekhez. Az Arduino egy nyílt forráskódú fizikai számítástechnikai platform, amely az Arduino boardra és egy olyan integrált fejlesztési környezetre épül, amely a Processing nyelvet alkalmazza (Banzi - Shiloh 2022). Az Arduino board tulajdonképpen egy nyomtatott áramkör, mely tartalmaz egy chipet (mikrokontrollert), vagyis egy olyan egyszerű számítógépet, melynek processzora, memóriája és kimenet/bemenet interfésze egyetlen programozható egységen belül van elhelyezve (Reas - Fry 2007). Nem csak a szoftver, de a hardver is nyílt forráskódú, aki szeretné letöltheti az áramkört rajzot, megvásárolhatja az összes komponenst, és saját maga is elkészítheti anélkül, hogy fizetnie kellene az Arduino készítőinek egy előre összeszerelt Arduino boardért (Banzi - Shiloh 2022).



12. kép: **Korai Arduino board.** Forrás: <http://www.arduino.cc/>

Az Arduino sikerének titka abban is rejlik, hogy a boardok kialakítása szabványos, a ki- és bemeneti portok elhelyezkedése fix. Ez lehetővé teszi, hogy külső gyártók is könnyen gyárthassanak hozzá kompatibilis shieldek, amelyek a boardra csatlakozva különféle funkciókkal bővíti annak képességeit. Például léteznek szervóvezérlésre, Ethernet kapcsolatra vagy GPS funkcióra specializált shieldek.

A fizikai számítástechnika magában foglalja az interaktív tárgyak tervezését, melyek szenzorok és aktuátorok segítségével kommunikálhatnak az emberekkel, és melyeket mikrokontrollerekben futó szoftverek vezérelnek (Banzi - Shiloh 2022). Danny Rozin úgy fogalmaz, hogy a fizikai számítástechnika tulajdonképpen két nagyon különböző diszciplínát fog össze. Egyik része a matematikában gyökerező számítástechnika, mely egy tiszta, elméleti terület, ahol az alkotásnak általában csak a képzelőerő és a képességek szabnak határt, az alkotások örökké tudnak működni. Míg a fizikai részt a korlátok és a fizikai törvényszerűségek irányítják, költségek, nehézségek és a valódi világ megjósolhatatlansága (Rozin 2004).

Interjúalanyaim közül Nagy Ágoston közvetlenül is dolgozott Massimo Banzival 2008-ban, amikor Milánóban tanult Erasmus ösztöndíjjal. Arduino workshopokat tartottak együtt Pure Data és Arduino összekapcsolásáról, melynek révén vizuális programozással tudtak fizikai tárgyakat irányítani. A cél az volt, hogy minél egyszerűbben és általános módon működjön az összekötés, Nagy Ágoston szerint speciális dolgokra már nem volt alkalmas, de jó kapocs volt a technológiák között. Visszaemlékszik, hogy akkoriban az Arduino csapat különböző installációkon dolgozott és ezekkel a projektekkal együtt fejlődött maga az Arduino is és vált egyre népszerűbbé.

Nagy úgy látja, hogy a Processing elhozta azt a gondolkodást, hogy „nem vagyok mérnök, de mérnöki eszközöket tudok használni”, és ezzel tulajdonképpen egy egész alkotói generációt határozott meg. Az internet felfutásával, a közösségek és a kódok összekapcsolásával a céges világot, pontosabban a központosított elosztási módot felváltották

¹⁷ <https://py.processing.org/>

¹⁸ <https://processingfoundation.org/>

¹⁹ The Untold History of Arduino by Hernando Barragán <https://arduinohistory.github.io/>

a közösségek által menedzselte, hálózaton alapuló projektek. Szerinte a Processing egy ős példája lett annak, hogyan lehet megvalósítani ezt a koncepciót. A Processing a Java-t hozta el a designerek számára, így Nagy számára is. Ahogy a Java technológiailag kifutott, és inkább a szerver oldalon kezdett dominálni, megjelentek a különböző leágazásai. Nagy Ágoston eleinte az openFrameworksöt használta, mely sok hasonlóságot mutat a Processinggel, de C++ alapokon íródott, mostanában pedig leginkább a p5.js-t alkalmazza, amely egy JavaScriptre épülő Processing alternatíva és a webalapú technológiák előnyeit aknázza ki. Benyomása szerint a web egy absztrakciós réteggé vált az operációs rendszerek felett, és egyre több minden működik jól a weben, ezért a projektjeinek jelentős része már olyan JavaScript alapú technológiákra épülnek, mint a p5.js és a Node.js. Utóbbi környezetet nagyon hasznosnak találja, mivel a modularitás és rugalmasság révén lehetővé teszi, hogy különböző technológiák működjenek együtt egy integrált, interaktív rendszerben. A Node.js segítségével pl. összeköthető egy Pure Databan írt hangrendszer, egy Arduino vezérelte robot és egy vizuális elemek megjelenítésére szolgáló weboldal.

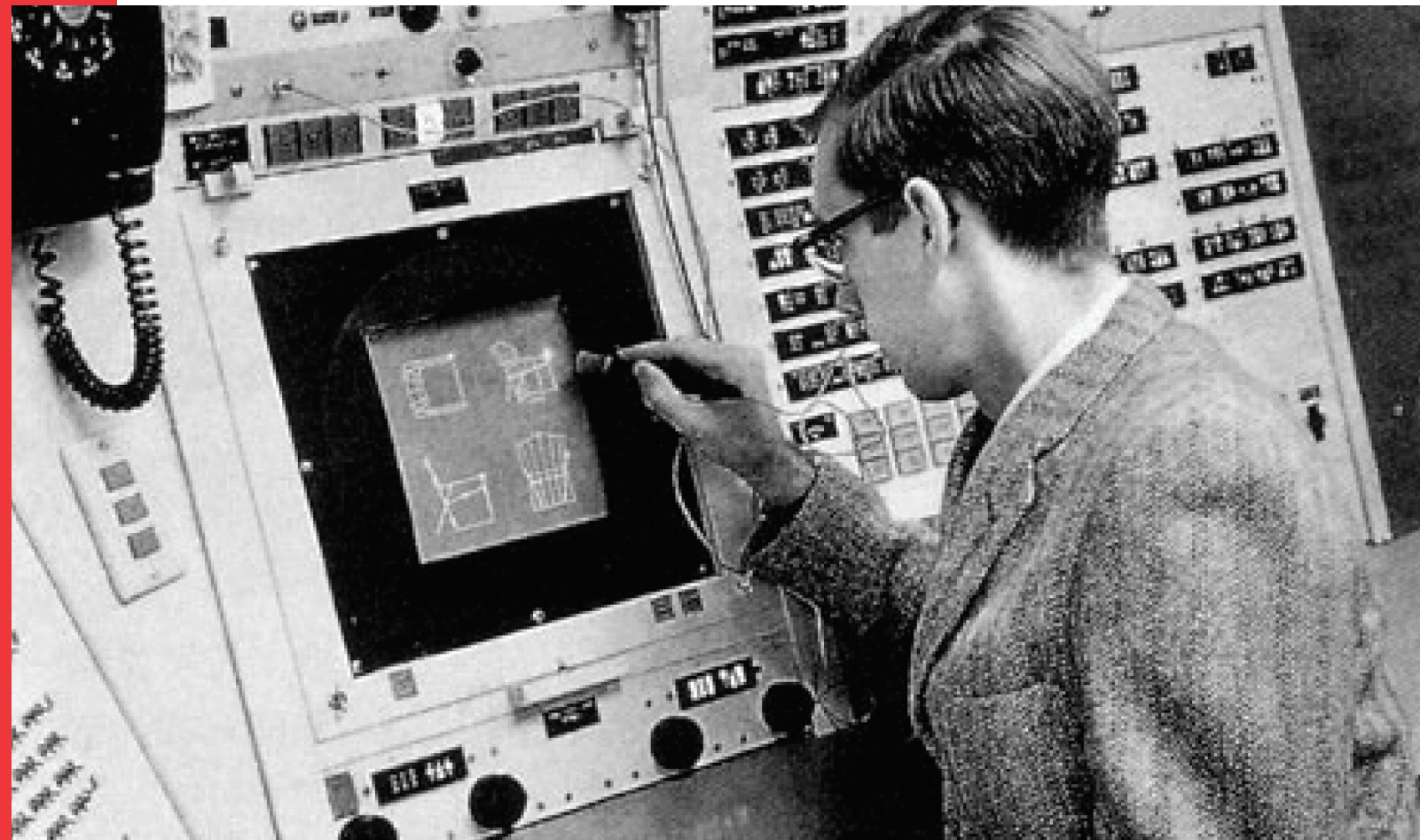


13. kép: **Algoritmikus installáció, Binaura (Nagy Ágoston & Samu Bence).** Hőnyomtató, papír, hang. 2019. Forrás: Binaura

A vele készített interjúmban Nagy Ágoston beszélt a kód alapú művek ideiglenességéről is, arról hogy meglátása szerint ezek a művek nem maradnak fent hosszú távon. Ha megnézzünk egy kétezres vagy kilencvenes évekbeli net art gyűjteményt, leginkább fotókat találunk és nem tudjuk az eredeti munkákat megtekinteni. Ezek áttételesen vannak dokumentálva, melyhez a mesterséges intelligencia egy újabb absztrakciós réteget ad hozzá, mely már a dokumentáció dokumentációjából dolgozik. Példaként hozta fel, hogy a weboldalak több mint 80%-a ma már nem elérhető 2013-ból, tehát ez azt mutatja, hogy hosszú távon az internet önmagával sem kompatibilis. Ha olyan eszközöket használunk, amelyekbe bele van építve az elavulás, akkor szerintem ez egy szélmalomharc. Ez pedig már egy alkotói életművön belül is sok problémát okoz, hiszen az idő előrehaladtával egyre nehezebb visszafelé kompatibilisnek maradni. Nagy Ágoston ezen okból kifolyólag kedveli a kód alapú munkáinak fizikai lenyomatait, mint pl. a plotter grafikát, mert ezek a képek a fizikai valóságban maradnak meg. Úgy látja, hogy a papírra nyomott munkái évek múlva is más intenzitással vannak jelen, mint a képernyőn generált képek.

Vizuális programozási nyelvek

A vizuális programozási nyelvek gyakran ikonokkal, blokkokkal, diagramokkal és a köztük lévő kapcsolatokkal ábrázolják a programozási logikát, ami intuitívabbá teszi őket a vizuálisan gondolkodók számára. Így kevesebb előzetes programozási ismeret szükséges a használatukhoz. Sztojánovits Andrea a VJ-zés kapcsán hangsúlyozza a vizuális programozási nyelvek fontosságát, kiemelve, hogy a programozói gondolkodás ezek elterjedésével vált dominánssá a VJ-zésben. A VJ-k már nem hagyományos videoloopokat készítenek, hanem programozott fájlokat, ahol a mozgóképnek nincs kezdete vagy vége (Sztojánovits 2017). A vizuális programozási nyelvek jelentősége azonban nemcsak a VJ-zésben, hanem számos más alkotói tevékenységben is meghatározó, ahol szintén lehetővé teszik a komplex és interaktív művészeti projektek létrehozását. Segítségükkel gyorsra és egyszerűvé válik a prototípus-készítés, ami különösen hasznos a tervezési folyamatban. Az ötletek gyorsan kipróbálhatók és módosíthatók anélkül, hogy mély technikai részletekbe kellene bonyolódni.

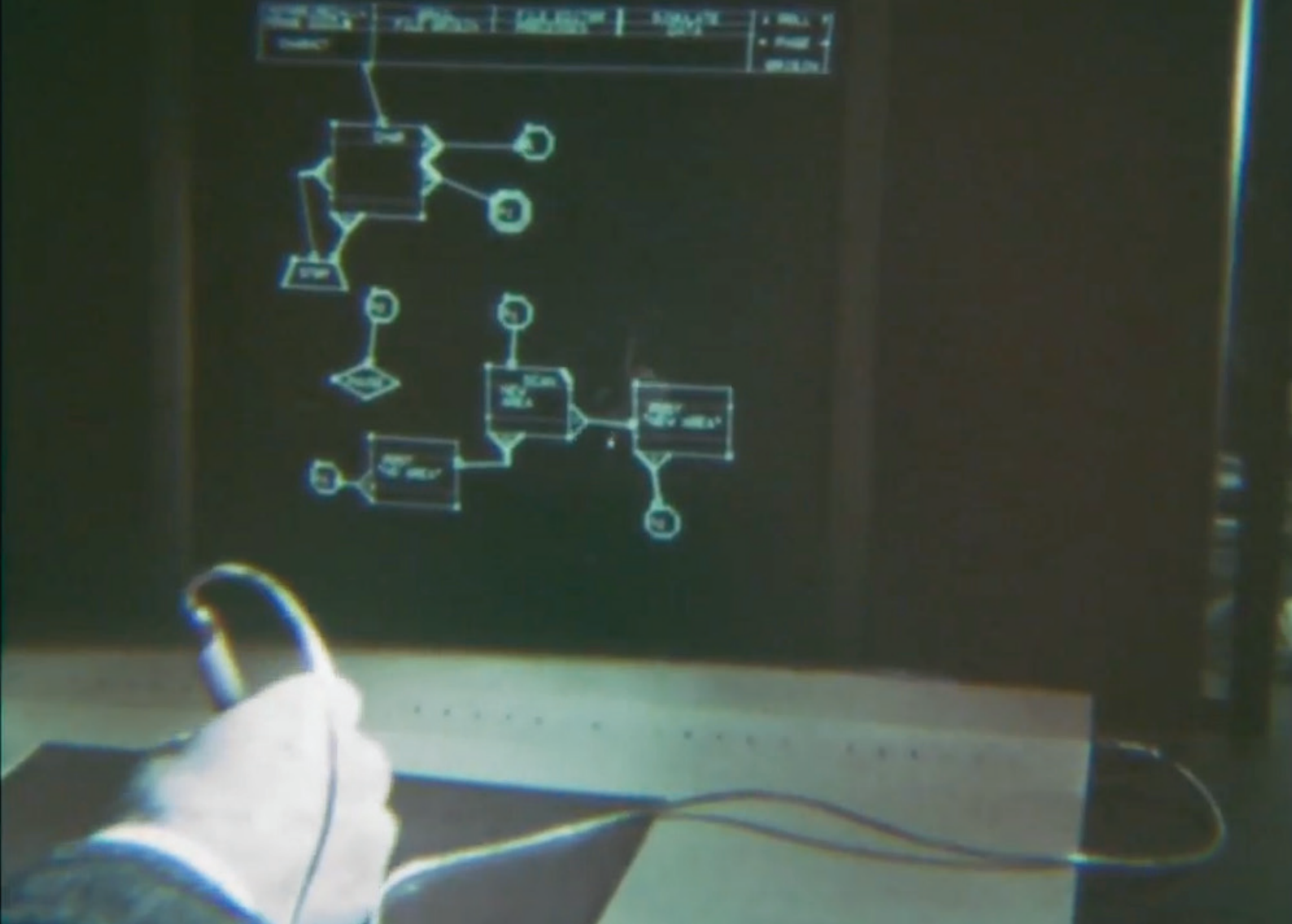


14. kép: **Ivan Sutherland Sketchpad használata közben.** Forrás: History-Computer

Alan Kay az Ivan Sutherland által 1963-ban megalkotott Sketchpadet nevezi meg az első grafikus rendszernek és egyben az első nem procedurális programozási környezetnek.²⁰ A Sketchpad alapvetően egy rajzolószoftver volt, amiben vektorgrafikákat lehetett létrehozni egy érintőtoll segítségével egyenesen a monitoron, de ugyanakkor funkcióiban jóval túlmutatott egy rajzolószoftveren.

Az 1968-ban megalkotott GRAIL (GRAphical Input Language) volt valószínűleg az első vizuális programozási nyelv, melyet már kifejezetten programozási nyelvnek szántak és mellyel az ember-gép kapcsolatot próbálták intuitívabbá tenni. Ez a szintén érintőtoll használatára épülő flowchart nyelv a szimbólum felismerés tematikáján túlmenően a grafikus manipuláció és válaszadás problémájának kutatására is szolgált (Ellis - Heafner - Sibley 1969).

²⁰ Sketchpad, by Dr. Ivan Sutherland with comments by Alan Kay <https://www.youtube.com/watch?v=495nCzxM9PI>



15. kép: **The GRAIL project. 1968. Képernyőfotó videóból.** Forrás: Computer History Museum

Az alábbiakban bemutatott vizuális programozási nyelvek és környezetek népszerűsége már a személyi számítógépek és az internet korához kötődik. Számos művész és tervező ezek segítségével sajátította el a vizuális programozás alapjait. Természetesen a felsorolás nem teljes körű; az alábbiakban a három legnépszerűbb szoftvert és fejlesztőkörnyezetet ismertetem. Léteznek más hasonló eszközök is, de ezek általában vagy kisebb projektek: pl. a belga fejlesztésű NodeBox vagy specifikusabb felhasználást tesznek lehetővé pl. a 3D modellezéshez használt Grasshopper és Antimony.

Pure Data, MAX

A Pure Data és a MAX jelentős vizuális programozási környezetek a digitális zene és médiaművészetek világában. Míg a MAX egy kereskedelmi programozási környezet, addig a Pure Data annak egy nyílt forráskódú alternatívája. Mindkettőt Miller Puckette amerikai matematikus fejlesztette ki. ²¹ Miller 1985-ben, a párizsi Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique (IRCAM) ²² töltött időszaka alatt kezdte el fejleszteni a MAX programozási környezetet. Zenészek számára is érthető grafikus felhatalnóli felülete lehetővé tette valós idejű, számítógép által generált zenei művek előadását.

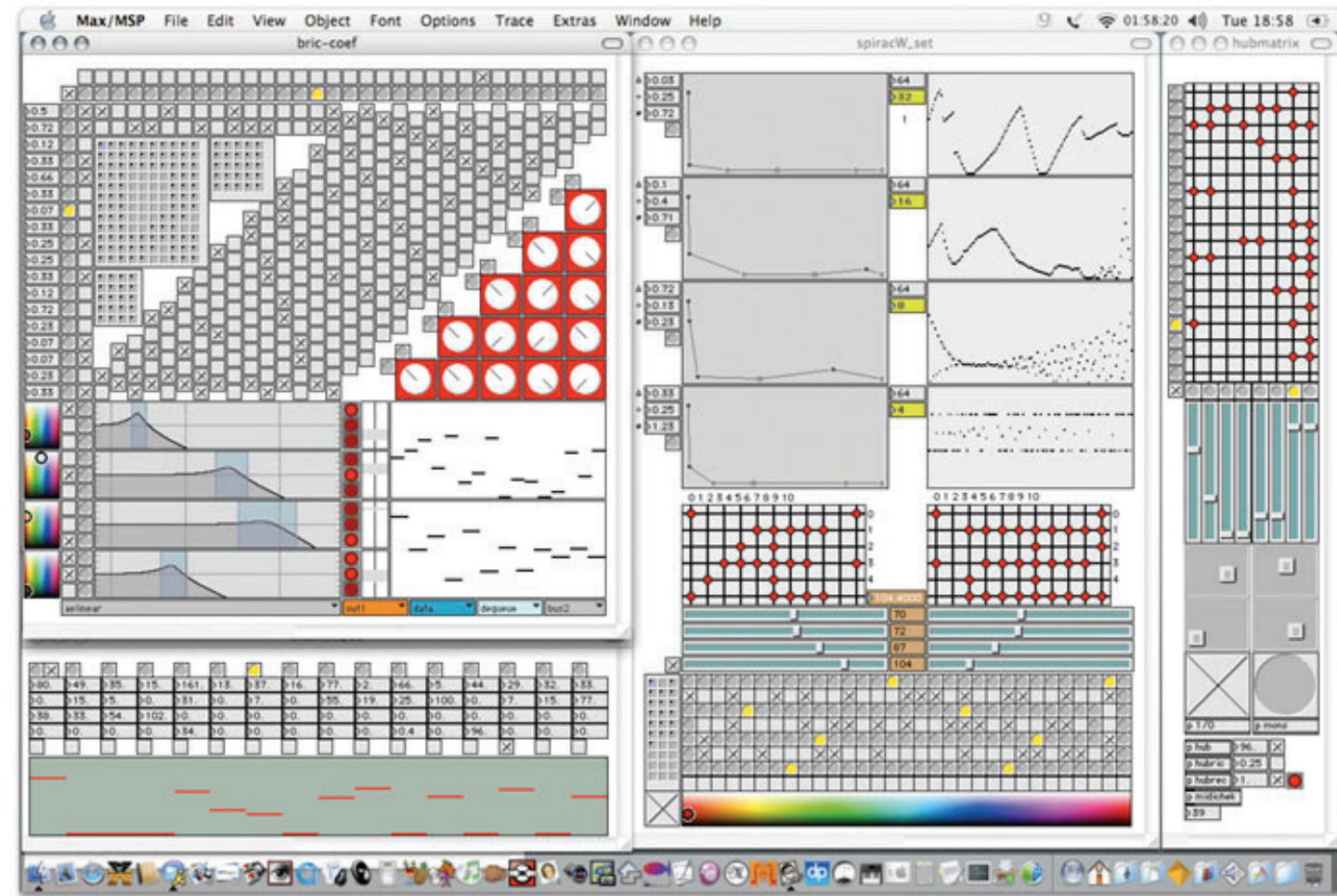
Puckette egyik előadásában ²³ azt fogalmazta meg, hogy azok a zenei előadók, akik nem lejegyzett zenét játszanak, a kottára csupán mint egy kódra, egy emlékeztetőre tekintenek, mely segít megőrizni a zenét. Az igazán érdekes dolog azonban az, ami valós időben történik, amit csak valós idejű gyakorlással lehet megtanulni. Szerinte érdemes különválasztani a papír alapú komponálást a zenélés fogalmától. Bár a kották egyes aspektusokat megőrkítene, de sokkal nagyobb részét kihagyják annak, amit egy élő előadás nyújt. Az a zenekészítési mód, hogy elővesszük a tollat és papírra vetünk néhány ötletet, majd a kottapapírból előadjuk a darabot jól működött a nyomtatás korában,

²¹ Miller Puckette életrajz: <https://msp.ucsd.edu/bio.htm>

²² Az IRCAM egy vezető francia kutatóintézet, amelyet Pierre Boulez alapított az elektronikus zene és új médiumok kutatására. <https://www.ircam.fr/ircam>

²³ Miller Puckette, CIRMMT Student Symposium, 2012 <https://www.youtube.com/watch?v=ZLACjtOpeOQ>

azonban a számítógép révén lehetőség nyílt ezt alapvetően újragondolni. Ezért azt tűzte ki célul, hogy megváltoztassa a számítógép szerepét a zenei produkcióban: a stúdióeszközből valós idejű élő eszközzé alakítsa át. Előadásában kitér arra is, hogy a számítógép ideális eszköz új hangszerek létrehozására, hiszen a bemenet is és a kimenet is szinte bármi lehet. Nem kell aggódni amiatt, hogy az interfész maga állítsa elő a hangot, elég, ha az információt továbbítja. Puckette szerint azáltal, hogy a hangszereket teljesen megszabadítottuk azoktól a fizikai korlátoktól, amelyeket az elektronikus kor előtt magukon viseltek, képességeik és hatékonyságuk radikálisan felfokozódott.



16. kép: **Autechre zenész duó által alkalmazott MAX/MSP patch. 2004.** Forrás: Sound on Sound

Később a MAX fejlesztését David Zicarelli szoftverfejlesztő Cycling '74 cége vette át, mely 1997-ben hozzáadta az MSP (Max Signal Processing) modult, 2003-ban pedig a videószerkesztést is lehetővé tevő Jitter modult. ²⁴ A Pure Datat Puckette 1996 óta fejleszti, mely szintén a MAX családjába tartozó környezet, azonban ez egy nyílt forráskódú platform, mely lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy szabadon módosítsák és terjesszék a szoftvert. ²⁵

Mindkét környezetet moduláris rendszer jellemzi, mely lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy különböző "objektumok" segítségével építsenek fel komplex hang- és vizuális struktúrákat (patcheket). Ezek az objektumok különböző funkciókat hajtanak végre, mint például az audio feldolgozása, a MIDI vezérlés és a videómanipuláció.

Azokat a vizuális programozási nyelveket, ahol az adatok különböző objektumok alkotta csomópontokon keresztül áramlanak, amelyeket huzalok (wires/ patch cords) kötnek össze, node-alapú, patching vagy grafikus dataflow nyelveknek nevezik. Ez a megjelenítés egyszerűbbé teszi a komplex rendszerek modellezését és a hibakeresést, valamint lehetővé teszi, hogy a felhasználók valós időben lássák az adatok áramlását és azonnal reagálhassanak a változásokra. A MAX egy olyan képernyő alapú patching nyelv létrehozására tett kísérlet volt, amely képes volt utánozni a patchelhető (modulálható) analóg szintetizátorok működési módjait (Puckette 1996).

²⁴ <https://cycling74.com/company>

²⁵ <https://puredata.info>

Puckette a fejlesztésével kapcsolatban szintén alkalmazza az átlátszóság fogalmát. Azt szerette volna elérni a MAX-szal és a Pure Datával, hogy instrumentumokként teljesen átlátszóvá válhassanak, semmi se álljon a zenész vágyai és a számítógépes zenei mű megvalósítása közé. Azonban szerinte ez nem egy elérhető cél, „mivel amikor megalkotod ezt az eszközt, amely lényegében letisztítja az ablaküveget, azt látod, hogy vannak más ablaküvegek is, amelyek ugyanúgy kormosak maradnak. Végül mindössze oda jutsz, hogy különböző szinteken kérdőjelezed meg a dolgokat.”²⁶ Az átlátszóság tehát véleményem szerint nem egy végső cél, hanem egy állandó folyamat, amely során az alkotó folyamatosan újraértelmezi a rendelkezésére álló eszközöket és a köztük lévő kapcsolatokat. Az alkotási folyamat lényege így nem csupán a technikai eszközök uralása, hanem annak megértése is, hogy az eszközök hogyan formálják, befolyásolják és néha korlátozzák is a művészi kifejezést.

Interjúalanyaim közül ketten (Nagy Ágoston és Tim Groeneboom) is kiemelték, hogy a MAX volt az első programozási környezet mellyel találkoztak és melyen keresztül megismerték a digitális jelfeldolgozás alapjait. Ezáltal tulajdonképpen a MAX volt az, ami felkeltette további érdeklődésüket a programozás irányába. Nagy Ágoston, a Pure Datan keresztül ismerkedett meg a különféle hardver vezérlésekkel is, mivel úgy találta, hogy nagyon könnyű benne gyorsan prototipizálni. Hang alapú alkotásaihoz a mai napig a Pure Data használatát preferálja. Készített egy szonifikációs keretrendszert, mely egy Pure Datában írt sound engine-en alapszik (Nagy 2016).

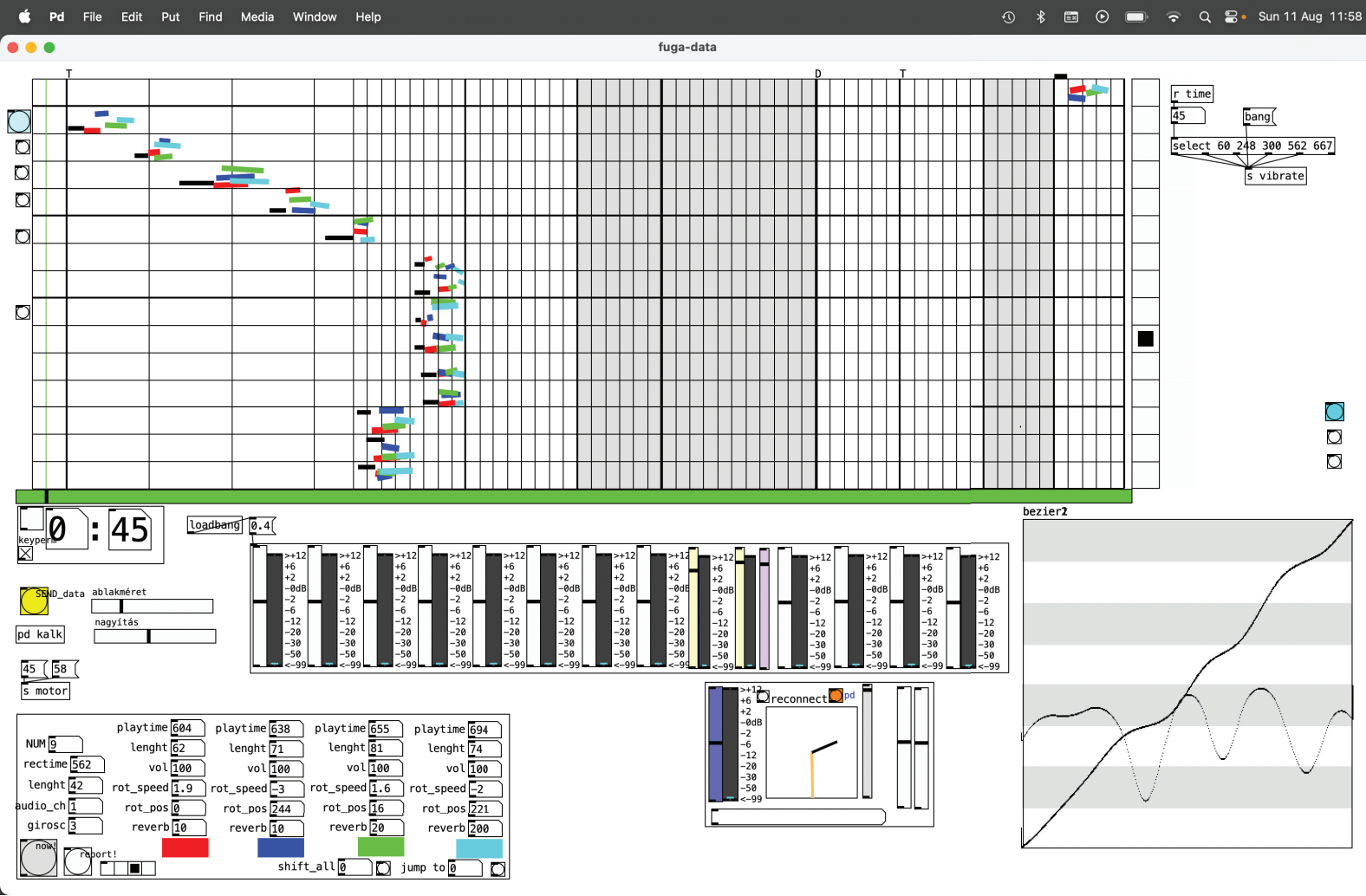
Alapvetően a Pure Datát használja Bali János, aki saját zenedarabjaiban sokszor alkalmaz elektronikát. Elmondta, hogy számára szükséges az elektronika “kézzelfoghatóságának” a megértése is, melyet például a moduláris szintetizátor analóg elektronikája kapcsán az áramkörök forrasztásakor közvetlenül is megtapasztalhat, amikor például egy tranzisztornak az exponenciális vagy logaritmus jelleggörbéit kihasználja. A matematikai objektumok öröme a digitális patchek készítésekor is elkíséri. Pure Databan írt darabjaiban hatalmas, több tízezer objektumból álló patcheket gyárt, melyeket összeadásból, kivonásból, szinuszból, koszinuszból, exponenciális függvényekből rak össze. „Amikor kinyitok egy számítógépet, akkor pontosan tudom, hogy nullák és egyesek sorozatai futnak viszonylag nagy sebességgel, és azok keltik azt az illúziót, hogy ott énekel és táncol valaki.” Érdekesnek tartja, hogy az emberek miképp hallgatják a darabjait. Őt az egész mögötti matematika is lenyűgözi, de tisztában van vele, hogy valószínűleg csak egy-két ember érti ennek a szépségeit hozzá hasonló módon, a többiek pedig másképp.

Az alkotó tevékenység számára mindig egy gondolkodás, amibe ha belekezd, akkor nem feltétlen tudja, hogy hova jut. „Menet közben jönnek állandóan azok a lehetőségek, hogy na ezt még kipróbáljuk, na erről az jut eszembe, és akkor néha kitalálok valamit, amiből évekig tartó fejlesztés jön.” A Pure Data használatát is egyfajta felfedezési folyamatnak tartja. Elmondta, hogy például sokat alkalmazza a Pure Data adatvizualizációs lehetőségeit, melyekkel elképesztő kezelőfelületeket lehet készíteni, azonban ezeket a lehetőségeket illetően nem létezik összefoglaló leírás, innen-onnan tanulja meg az ember és dolgozza ki magának a módszertant. Sok olyan objektum van, melyek homályban, szinte titokban vannak. Az open-source projektek sajátossága ugyanis, hogy nincsenek kötött szabályok a fejlesztők számára, így a dokumentáció megléte vagy részletessége sincs előírva.

Bali Jánost darabjainak fizikai és szellemi tere is foglalkoztatja. Egyik alkotásában a hangszerjátékos mellett a közönség több mobiltelefonja is szerepelt, melyek egymással aktív hívási kapcsolatban álltak és ki voltak hangosítva. A kihangosított hangok egyrészt megjelentek itt-ott a térben, másrészt a mobiltelefonok akusztikus gerjedésbe kezdtek. A közvetített hangoknak köszönhetően nagyon furcsa gerjedések jöttek létre. Mivel a teremben ülők különböző mobilszolgáltatók ügyfelei voltak, sőt valószínűleg külföldi mobilszolgáltató ügyfele is volt köztük, ezért több tízezer kilométereket járt be az a jel, amit végül hallhattak. Tehát a darab fizikai kiterjedése a megszólás pillanatában valószínű, hogy kontinentális vagy globális méretű volt.

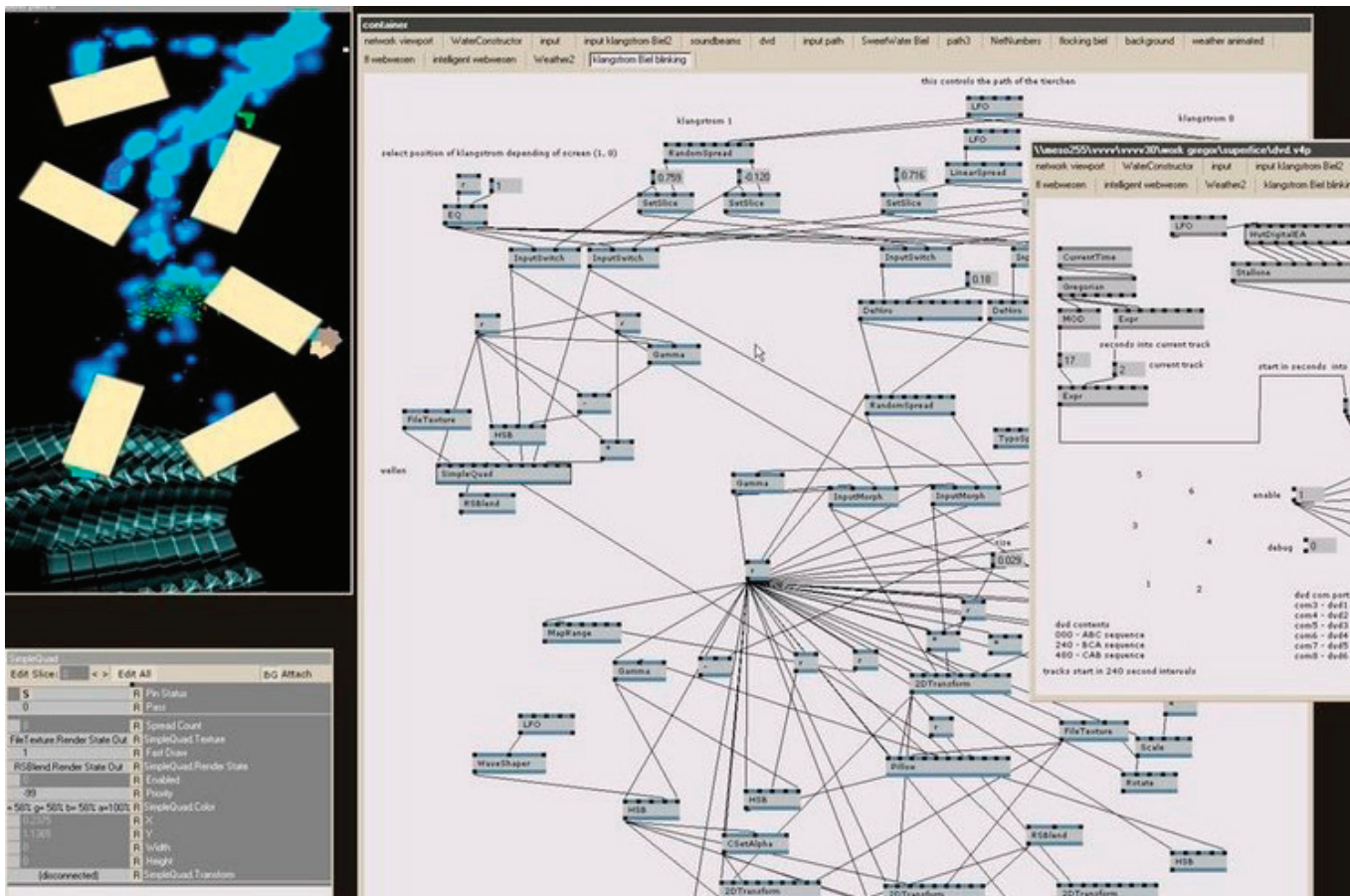
A vele készített interjúmban Bali János a Pure Data környezet gyakorlati alkalmazásával kapcsolatban kiemelte, hogy mióta 2020 októberében kijött egy Windows frissítés, azóta a nagyobb patchek akadozva futnak. Emiatt olyan helyzetbe kényszerült, hogy korábbi verziójú Windows rendszeren (Windows 7) tudja csak a Pure Datát használni, ezeken viszont a hangkártyája már nem működik, mivel ahhoz az operációs rendszer frissítése lenne szükséges. Ahhoz, hogy tovább tudja használni a korábbi eszközeit, Macintoshra kellett váltania, továbbá jelenleg van egy olyan windowsos gépe is, ami elszigetelve, az internettel soha nem érintkezve működik, ugyanezen célból. Az állandó kihívások kapcsán

megemlítette, hogy a macOS legutóbbi frissítése (macOS Sonoma 2024. március) szintén váratlan problémát okozott számára, éppen egy koncert előtt, amikor a hangkártyameghajtó nem működött. Ez a helyzet szerintem jól szemlélteti az ideiglenesség problémáját, amely a digitális művészeti gyakorlatokban egyre inkább meghatározóvá válik. A szoftverek és hardverek folyamatos frissítése és fejlődése miatt a művészek kénytelenek alkalmazkodni az állandó változásokhoz, amelyek gyakran nemcsak technikai, hanem kreatív akadályokat is jelentenek. Az eszközök megbízhatósága és hosszú távú használhatósága egyre inkább kérdésessé válik, ahogy a technológiai környezet folyamatosan átalakul.



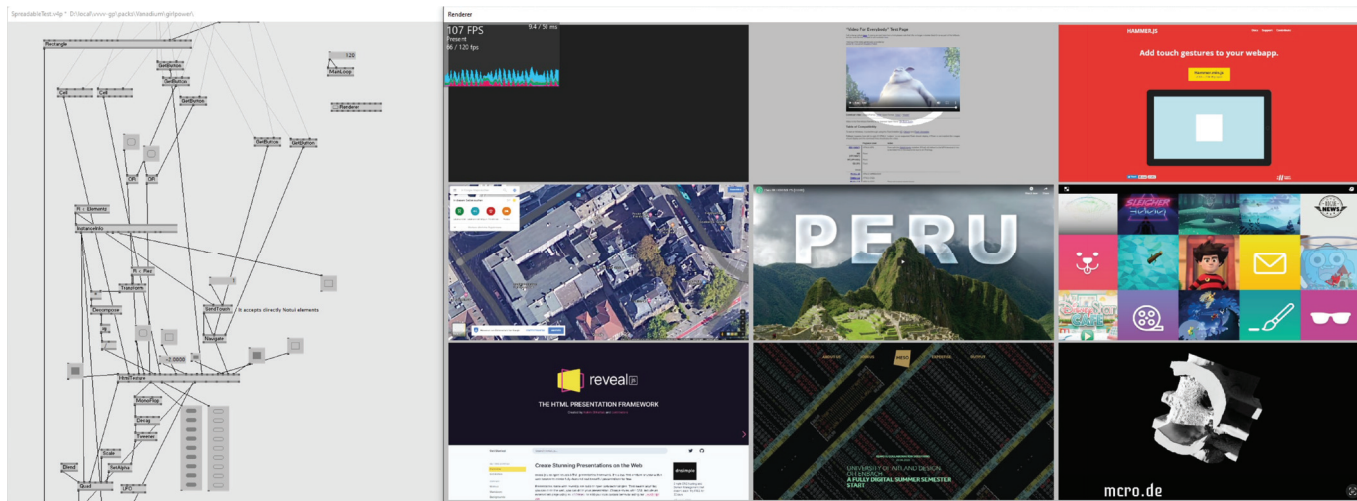
17. kép: **latlá röküt**, Bali János. **Pure Data munkafájl**. 2022. Forrás: Bali János

²⁶ Saját fordítás. Miller Puckette, CIRMMT Student Symposium, 2012 <https://www.youtube.com/watch?v=ZLACjtOpeOQ>



18. kép: **A www egy korai verziója.** Forrás: Meso Design

A vvvv a frankfurti MESO médiakollektíva (alapítói: Sebastian Oschatz, Max Wolf, Sebastian Gregor) belső eszközeként indult 1998-ban. Az alapítók úgy érezték, hogy egyetlen akkoriban létező multimédia-platform (MAX, Macromedia Director, Flash stb.) sem tette lehetővé számukra, hogy kihasználják az akkoriban megjelent 3D grafikus kártya adta lehetőségeket. A cél az volt, hogy létrehozzanak egy olyan eszközt, amely valós idejű, interaktív médiainstallációk készítésére alkalmas. Az első nyilvános verzió 2002-ben jelent meg, ekkor indult el a fórum honlapja is, mely a felhasználók közösségének számára nagy jelentőséggel bír.²⁷



19. kép: **www demo patch** Mórász Dávid által fejlesztett Notuiv könyvtárhoz. Forrás: Mórász Dávid

Mivel a vvvv-nek is az egyik fő jellemzője a valós idejű programozhatóság, alapvetően a MAX vizuális programozási nyelvének koncepciójára építették, amely lehetővé teszi, hogy a program futása közben lehessen módosítani a kódot. Az adatfolyam (dataflow) alapú rendszerekben az adatok mozgása és transzformációja valós időben történik, ami különösen hasznos az interaktív média- és művészeti installációk esetében. A vvvv-ben az adatokat a csomópontok között huzalok segítségével lehet átvinni, amelyek lehetővé teszik a valós idejű visszajelzést.²⁸ Az alkotóknak ugyanis gyakran meglehetősen kényelmetlen helyzetekben kell dolgozniuk, például nagy képernyők vagy speciális hardverek mellett, melyek csak a rendezvény helyszínén érhetők el. Gyakran olyan költséges ezekkel a hardverekkel a próbafolyamatok megszervezése, hogy csak az előre megírt szimulációk finomhangolására van a helyszínen lehetőség.²⁹

A vvvv nem open-source projekt, de ingyenesen letölthető a weboldalukról.³⁰ Mórász Dávid aki a vvvv közösség aktív tagja, a vele készített interjúmban kifejtette, hogy azok a kreatív szoftverek, melyek lehetővé teszik a bővítést, nagy közösséget tudnak maguk köré szervezni. A tagok maguk is hozzájárulnak a szoftverhez kiegészítők létrehozásával. Ez igaz egyébként a game engine-ek köré szerveződő közösségekre, ahol számtalan felhasználók által fejlesztett plugin és egyéb eszköz áll rendelkezésre, amelyek kombinálásával gyorsabban megoldhatók bizonyos problémák. Ezzel a felhasználóknak nem kell újra és újra feltalálniuk a kereket.

A vvvv-nek sokféle előnye származik a grafikus dataflow koncepcióból, melyek megkönnyítik az alkotás folyamatát pl. nem szükséges programozás közben folyamatosan deklarálni és elnevezni változókat. Egyszerűen csak össze kell kötni az elemeket és amint összekapcsolódtak azonnal világossá válik, honnan származik és hová tart az adat. Lehetnek olyan függvények, amelyeknek több paramétere van, de könnyedén lehetnek olyan függvények is, amelyek egyszerre több paramétert adnak vissza. A vvvv egyik innovációja a “spreads” fogalma, melynek révén a szoftver lehetővé teszi, hogy az egyes csomópontok több adatot is kezeljenek egyszerre, így könnyedén lehet komplex animációkat létrehozni. A spreads koncepciója különösen akkor válik hasznossá, amikor nagyszámú objektumot kell egyszerre kezelni és animálni. Másik újítás volt a “boygrouping” funkció bevezetése, mely lehetővé teszi, hogy szinkronizáció révén egy számítógép irányítson több másik számítógépet is, ezáltal nagyobb, immerzív installációkat egyszerűen lehet kezelni.³¹

Mórász Dávid a VJ-zés révén talált rá a vvvv környezetre. Eleinte az AVS-t (Advanced Visualization Studio, ami a népszerű Winamp zenelejátszó vizualizációs pluginje) használta a vizuálokhoz, azonban kellett neki egy eszköz, amivel két AVS presetet összekeverhet oly módon, hogy miközben az egyiket kiválasztja vagy szerkeszti, addig a másik preset folyamatosan fut. Ekkoriban kezdett a vvvv-ben saját mixereket készíteni, melyek egyre több funkcióval rendelkeztek. Különböző módszereket tanult meg, hogy hogyan lehet ugyanazt a problémát többféle megközelítéssel megoldani. Ennek eredményeként kifejlesztett egy standard library-t, mely tartalmazta mindazokat az eszközöket, amelyekre szüksége volt, majd ezeket nyílt forráskódúvá tette, hogy megoszthassa a közösséggel. Microdee néven aktív résztvevője volt a vvvv közösségnek, nagyon sok plugint készített a rendszerhez.

Mórász szerint a vvvv legfőbb előnye az, hogy nagyon gyorsan lehet benne eredményt elérni más programozási módszerekhez képest. Kb. 5 perc alatt el lehet készíteni egy grafikus rendert, és mindezt úgy képes a fejlesztői környezet megvalósítani, hogy minimális korlátokat szab annak, hogy milyen típusú tartalom fejleszthető benne. Ezzel szemben meglátása szerint egy game engine fejlesztőjének általában nagyon határozott elképzelései vannak arról, hogy milyen típusú tartalmak készülhessenek. A game engine-eknél az egész rendszert egyfajta tartalomra optimalizálták, így, ha valami mást szeretne az ember benne csinálni, az nagyon nehézkes lehet. A vvvv-ben ilyen korlátozások egyáltalán nincsenek.

Mórász Dávid szerint attól függetlenül, hogy vizuális programozási nyelvet használunk, ugyanazokat a programozási mintákat kell követnünk, mint a hagyományos programozás esetében, ha nem akarjuk, hogy a projekt átláthatatlan "spagetti kóddá" váljon. A spagetti kód egy olyan összekuszálódott hálózat, amelyet nemcsak más programozók nem értenek meg, hanem jellemzően a saját készítője sem tudja kibogozni a projekt befejezése után. Az informatikában léteznek bevált módszerek és minták az ilyen problémák elkerülésére.

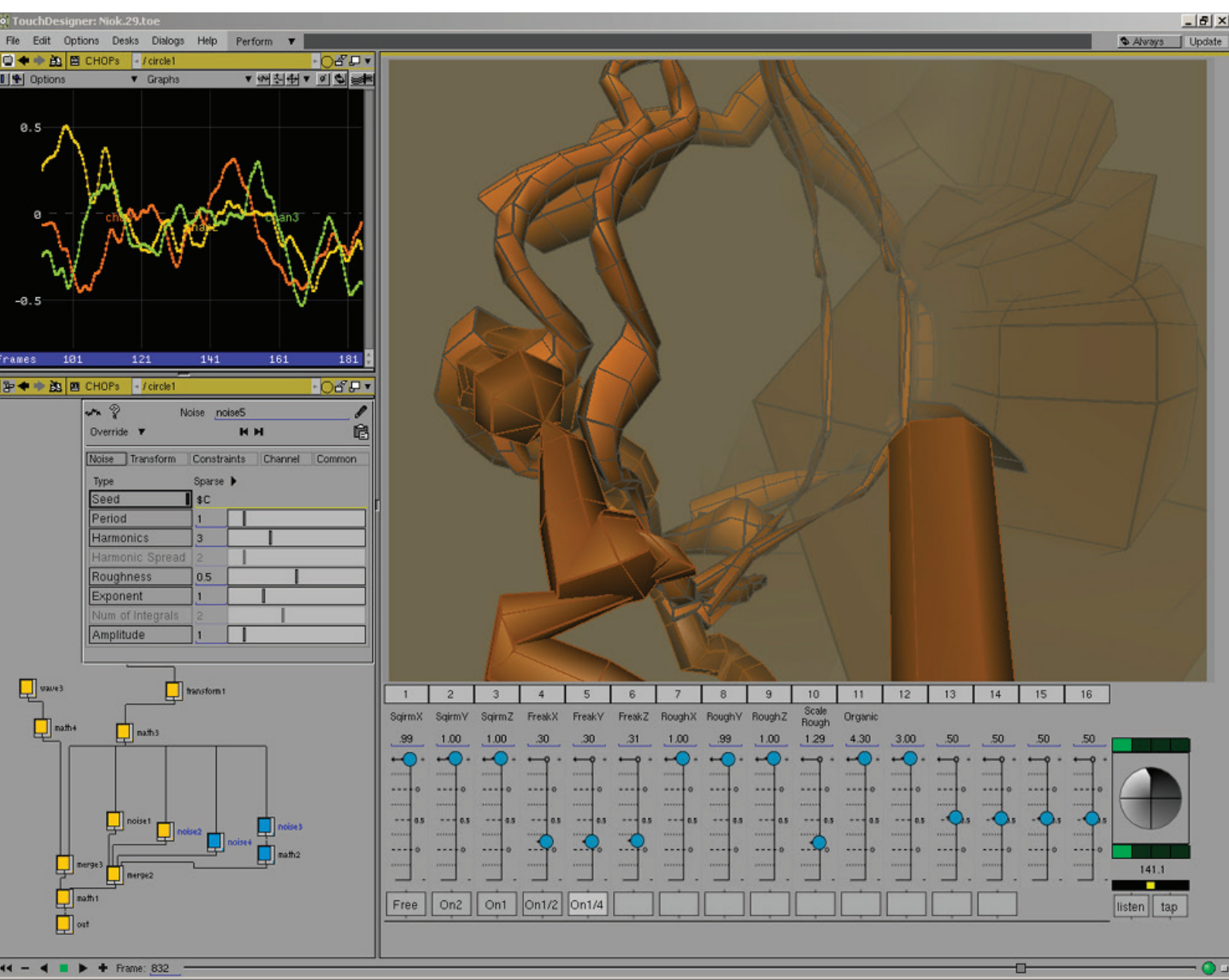
²⁸ <https://meso.design/en/articles/the-flow-of-creative-expression-paving-the-way-for-vvvv>

²⁹ Sebastian Oschatz, Art & Code Symposium, Carnegie Mellon University, 2009 <https://www.youtube.com/watch?v=2kqsitOgVgg>

30 <https://visualprogramming.net/> A készítőik megbíznak a felhasználóikban, és csak akkor kérnek licenszdíjat ha kereskedelmi projektben használják fel a szoftvert.

³¹ Sebastian Oschatz, Art & Code Symposium, Carnegie Mellon University, 2009 <https://www.youtube.com/watch?v=2kgsitOgVgg>

TouchDesigner



20. kép: Valószínűleg a legrégebbi ismert képernyőkép a TouchDesigner szoftverről. Forrás: Derivative

A TouchDesigner vizuális programozási környezetet a kanadai Derivative cég fejleszti, melyet Greg Hermanovic alapított két társával Rob Bairos-szal és Jarret Smith-szel együtt.³² Hermanovic korábban alapított cége a Side Effects Software jegyzi a Prisms és Houdini szoftvereket, utóbbi jelenleg is meghatározó VFX (visual effects) szoftver a filmiparban. E két szoftver – melyek koncepcióiban a TouchDesigner előzményeinek is tekinthetők – honosította meg a procedurális modellezést a filmiparban, vagyist azt, hogy a szoftver aktív rendszerként folyamatosan generálja önmagát, még akkor is, amikor módosítják.³³

Hermanovic a patchelhető szintetizátorokat jelöli meg a TouchDesigner előfutárjaként, valamint egy számítógépes zenei nyelvet, a C Musicot, mellyel a University of Californian foglalkozott a nyolcvanas évek elején. Ezzel a nyelvvél különféle hangszereket lehetett összekötni szöveges parancsok segítségével, azonban egyáltalán nem volt interaktív,

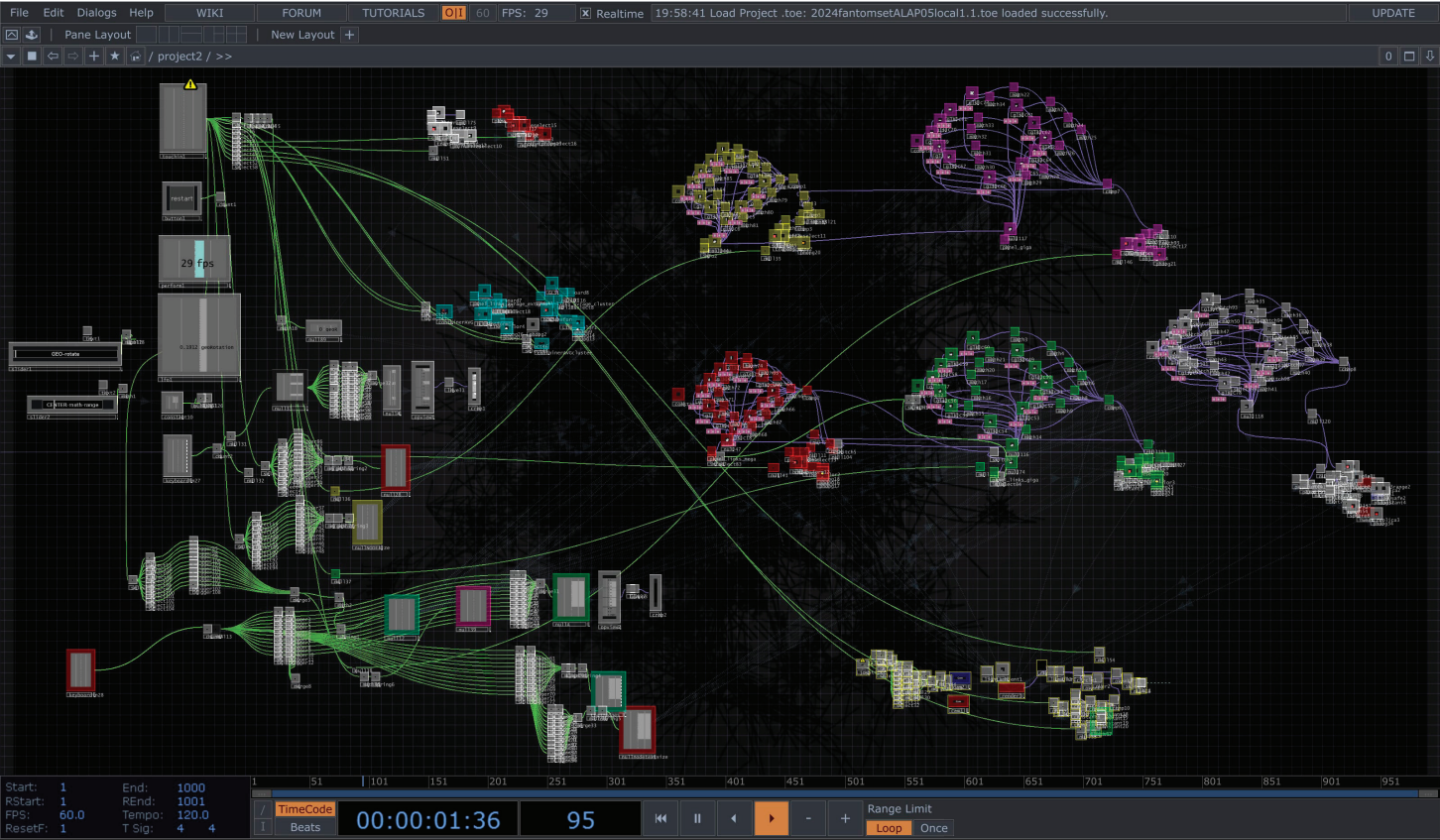
tíz másodpercnyi hang előállítása körülbelül nyolc órányi renderelést igényelt.³⁴

Hermanovic a nyolcvanas évek végén, kilencvenes évek elején VJ-ként is tevékenykedett a Prisms segítségével. Elmondása szerint rengeteg tapasztalatot szerzett az élő előadások alatti kísérletezgetésből, mely visszahatott a szoftver fejlesztésére. Olyan funkciókat tettek bele, amelyek megkönnyítették a használatot, például előre beállított mintákat, gyorsbillentyűket, gyorsindítási lehetőségeket és különféle MIDI bemeneti eszközöket. Akkoriban nem lehetett olyan könnyen élő vizuális tartalmakat készíteni, mint élő hangokat, mivel az élő vizuális anyagok sokkal nagyobb számítási kapacitást igényeltek a hangokhoz képest. Az áttörtést az erős és megfizethető árú grafikus kártyák elterjedése hozta 2002 körül, ekkor adták ki a TouchDesigner első verzióját is.³⁵

A TouchDesigner különféle alkalmazási területeken használható, mint például élő előadások, interaktív installációk, adatvizualizációk, filmek, animációk, valamint virtuális valóság projektek készítése során. Lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy valós időben dolgozzanak nagy felbontású grafikákkal és komplex adatfolyamokkal.³⁶

A TouchDesignerrel egy olyan általános eszközt szerettek volna létrehozni a művészek számára, ami nem feltételezi előre, hogyan fogják használni. Hermanovic szerint ez azt jelenti, hogy a környezetnek nagyon egyszerű és általános elemekre kell épülnie. Az operátorai ezért olyanok, mint az elemek a periódusos rendszerben: mindegyik elem különböző funkcióval rendelkezik, és nincs köztük közös nevező. „Ezeket az elemeket kombinálva molekulákat hozhatunk létre, amelyek már olyan erőteljes képződmények, melyek életet formálnak.”³⁷

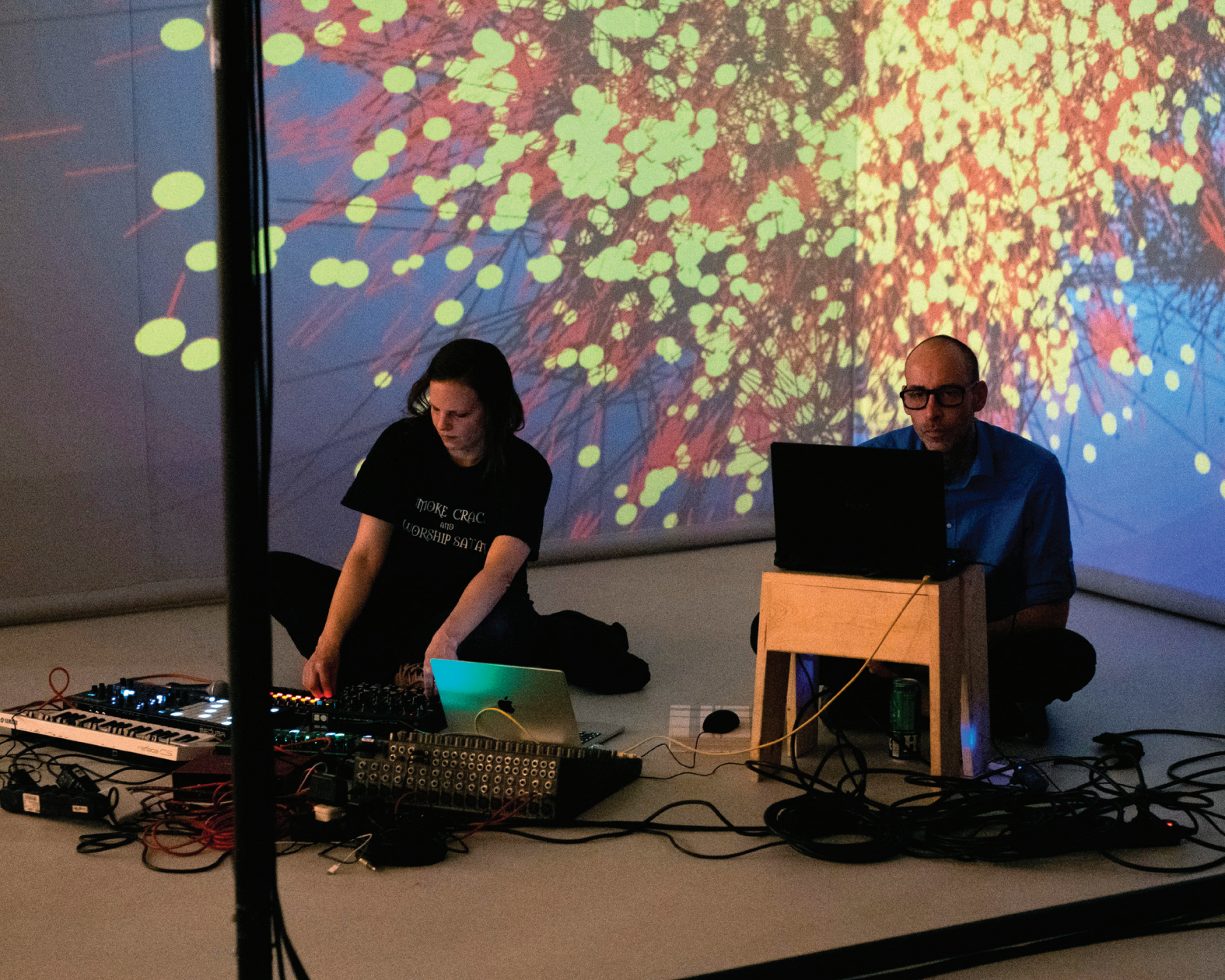
A TouchDesigner folyamatos fejlesztés alatt áll, számos bővítménnyel és kiegészítővel rendelkezik, amelyek további funkciókat és lehetőségeket kínálnak, ezek közül sok köszönhető a felhasználók közösségének. A szoftver Python programozási nyelv támogatással is rendelkezik, ami lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy egyedi szkripteket és automatizált folyamatokat hozzanak létre, továbbá megkönnyítik az integrációt más szoftverekkel.³⁸



21. kép: TouchDesigner munkafájl, Kitzinger Gábor. 2024. Forrás: Kitzinger Gábor

³² A TouchDesigner nem kereskedelmi felhasználása a vvvv-hez hasonlóan ingyenes, viszont a videókéimenet minősége korlátozott (720p) ebben az esetben.
³³ <https://docs.derivative.ca/TouchDesigner>, <https://www.fxguide.com/ffeatured/side-effects-software-25-years-on/>

³⁴ Greg Hermanovic interjú, 2018, psst.one <https://www.youtube.com/watch?v=J-clJsi3tp8>
³⁵ Greg Hermanovic interjú, 2018, psst.one <https://www.youtube.com/watch?v=J-clJsi3tp8>
³⁶ <https://derivative.ca/about-derivative>, <https://forum.derivative.ca>
³⁷ Greg Hermanovic interjú, 2018, psst.one <https://www.youtube.com/watch?v=J-clJsi3tp8>
³⁸ <https://derivative.ca/UserGuide/Python>



22. kép: **A fenti munkafájl alapján generált élő vizuál. Audiovizuális performansz, Mákö Rozi és Kitzinger Gábor.** 2024. Fotó: Nemerov Gábor

Kitzinger Gábor 2001 óta foglalkozik valós idejű animáció-készítéssel és VJ-zéssel különböző rendezvényeken. Elmondása szerint kezdetektől fogva az volt a célja, hogy a vizuális tartalmak minél szorosabban integrálódjanak a zenével. Ezért arra törekedett, hogy hangreaktív vetítéseket és előadásokat hozzon létre, melyeket leginkább TouchDesignerben tudott megvalósítani. Az, hogy a TouchDesignert kezdte használni, azt jelentette számára, hogy teljesen át kellett állnia az előregyártott felhasználói felületekről – mint például a 3ds Max, After Effects vagy Blender szoftverekről – egy olyan rendszerre, ahol mindent a nulláról kell felépíteni. Ebben az új megközelítésben saját magának kellett megalkotnia a teljes vezérlőfelületet és a különböző építőelemeket, hogy elérje a kívánt interaktív és valós idejű eredményeket. A TouchDesignerben történő valós idejű renderelés miatt a videokártya belső működését is jobban meg kellett értenie, pl. hogy mire jó az OpenGL és mire a DirectX, hogy mire érdemes a CUDA magokat bevetni, vagy mihez szükséges a VRAM. Valós időben 1-2 másodperc késés hatalmas különbséget jelent, minden egyes képkockáért harcolni kell, minden részletre figyelni kell, hogy a rendszer minél optimálisabban működjön.

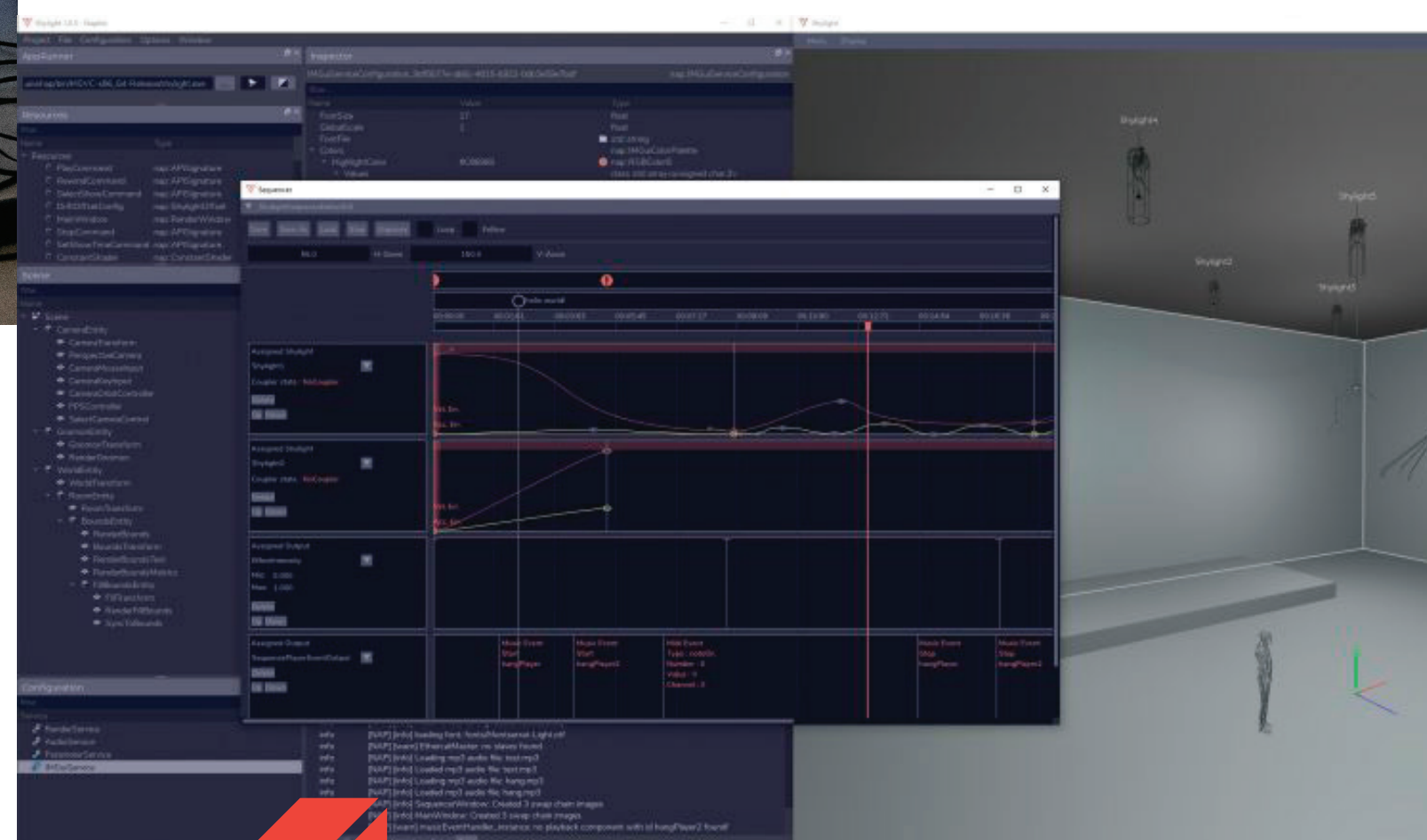
Véleménye szerint a TouchDesigner nem hasonlítható olyan alkalmazott szoftverekhez, mint például a Cinema 4D, ahol azonnal látszik, hogy a szoftverből származik az eredmény. Mivel itt mindent a felhasználónak kell megépíteni, minden alkotás magán viseli az alkotója keze nyomát, és így nincs két egyforma patch. Az ilyen környezetben még a legkisebb változtatások is hatalmas hatással lehetnek a patch végső kimenetelére. Egy apró módosítás a kód vagy a patch elején jelentős változásokat eredményezhet a másik végén. Mindenki másképp használja ezeket az eszközöket,

ami által minden alkotás egyedi és személyre szabott. Ez adja az igazi varázsát ennek a megközelítésnek, melyet a TouchDesigner is képvisel, hogy mindenki saját, egyedi stílusát és elképzeléseit valósíthatja meg.

A TouchDesigner egyik további nagy előnye Kitzinger Gábor szerint, hogy “szimbióta szoftverként” integrálható egyéb szoftverekbe, mint például egy game engine-be, mely szofisztikáltabb 3D renderre képes. Így ki lehet használni mindkét típusú program erősségét.

Egy kortárs fejlesztés - NAP

Egy amszterdami kollektíva, a NAP Labs fejlesztí a NAP keretrendszert, amely egy alacsony erőforrás-igényű, nyílt forráskódú, valós idejű vezérlő- és vizualizációs engine. Ez lehetővé teszi olyan alkalmazások fejlesztését, amelyek révén interakcióba léphetünk a körülöttük lévő világgal. A NAP fejlesztőivel készült interjúmban Tim Groeneboom és Coen Klosters úgy fogalmazták meg a NAP lényegét, hogy az lehetővé teszi a szabad alkotást anélkül, hogy a számítógépes rendszer bármilyen szinten közénk és az ötleteink közé állna. Emellett a NAP-ben létrehozott kreatív alkalmazások olyan termékké is alakíthatóak, amelyek skálázhatóak, stabilak és világszerte használhatóak vagy értékesíthetőek. Az interjúban kiemelték, hogy a NAP képes a magas szintű mérnöki minőség biztosítására, amit például a vizuális programozási környezetek nem tudnak biztosítani a különböző korlátaik miatt. Ezek a korlátok lehetnek például a nagyon specifikus hardverigények vagy a különböző hardverkonfigurációkra optimalizált futtatási környezetek, emiatt az ezekben fejlesztett eszközöket, munkákat nehéz másnak átadni.



23. kép: **Studio Drift - Shylight, Tim Groeneboom. NAP munkafájl.** Forrás: Tim Groeneboom

Tim Groeneboom és Coen Klosters művészeti képzésből érkeztek a szoftverfejlesztés területére. Közös vonásuk, hogy gyakran olyan projekteken dolgoztak, amelyek nem feltétlenül illeszkedtek a meglévő eszközkészletükhöz, ilyen esetekben pedig mindig saját megoldásokat fejlesztettek ki. A NAP projekt alapvetően egy antikapitalista szemléletet is tükröz, amely kritikusan tekint a jelenlegi gazdasági rendszerre és így a kortárs szoftverfejlesztési gyakorlatra is. Tim Groeneboom prezentációjában ³⁹ kifejtette, hogy szerinte a túl sok absztrakciós réteggel nem csak a szoftver írás feletti kontrollt, de a tudást is elveszítjük a folyamatban. Az, hogy mi lenne ideális szintje az absztrakciónak Groeneboom szerint nyitott kérdés. Véleménye szerint amikor a fejlesztő már nem érti, hogyan működik a CPU, az egyértelmű jelének tekinthető, hogy rossz irányba haladnak a dolgok.

Tim Groeneboom úgy véli, hogy annyira hozzászoktunk a rossz szoftverekhez, hogy már nem tudjuk, milyennek kellene lennie a jó szoftvernek. Megjegyezte, hogy a szoftverek teljesítményromlását a hardverfejlesztések elrejtik. Bár a mai szoftverek körülbelül olyan gyorsan futnak, mint húsz éve, a hardver fejlődését figyelembe véve nagyságrendekkel gyorsabbaknak kellene lenniük. Fontosnak tartja, hogy legalább tisztában legyünk azzal, hogy milyen típusú absztrakciót használunk, mik annak a korlátai, milyen ereje van. Coen Klosters elismeri, hogy a vizuális programozási környezetek sokkal gyorsabb alkotást tesznek lehetővé, de amint valóban skálázható szoftvert szeretnénk, amely akár nagyon kis számítási kapacitású eszközökön is fut, akkor alacsony szinten kell programozni. A szoftver teljes birtoklása elengedhetetlen ahhoz, hogy a hardver megfelelően működjön. Minden egyes bitet számon kell tartani. Gondosan át kell gondolni, mit csinál a szoftver, értem-e, mit végez, mit allokal, mit címez meg és mikor szabadítja fel az erőforrásokat.

A NAP alapvetően abban különbözik a korábban bemutatott fejlesztői környezetektől, hogy itt a programozói tudás komplexitása miatt a művész általában felhasználóként van jelen és nem önálló fejlesztőként. A környezetet azonban szintén művészeti és designeri célok megvalósítására fejlesztették az alkotók. A NAP fejlesztőinek állandó megbízója a kinetikus installációkra specializálódott Studio Drift művészuó, ⁴⁰ de más művészekkel is együtt dolgoznak. Ilyenkor programozóként meghatározzák a felhasználandó komponenseket és erőforrásokat, amit úgy kell elképzelni mintha különböző építőelemeket hoznának létre a megbízó (felhasználó) számára. Ezeket az elemeket egy szerkesztőben össze lehet kapcsolni, tulajdonságaikat, paramétereiket be lehet állítani. Olyan eszközt készítenek, amelyet a művészek saját elképzeléseik szerint használhatnak fel. Lényegében egy olyasmi környezetet hoznak létre mint a MAX vagy TouchDesigner, de sokkal egyszerűbben használható abszolút nem technikai emberek számára is.

Több művészetben és oktatásban használt szoftverhez hasonlóan a NAP fejlesztői is igyekeztek nonprofit szervezet alá vonni a NAP framework fejlesztését, melyet 2024-ben sikerült elérniük. Így van egy olyan szervezet, mely gondozza és megvitatja a programozói környezet jövőt érintő kérdéseit.

Kitekintés

A kutatás megkezdésekor nem volt célom, hogy a game engine-eket is belefoglaltam a vizsgálatba, mivel ezek nem kapcsolódtak közvetlenül a saját projektemhez, ugyanis alapvetően számítógépes játékok fejlesztésére készített eszközökről van szó. Azonban az utóbbi időben a game engine-ek jelentős népszerűsége tettek szert a számítógépesjáték-készítési és filmipari felhasználáson túl is, különösen az immerzív, interaktív multimédia alkotások létrehozása kapcsán. Interjúalanyaim körében is többször említésre került a használatuk, ezért úgy vélem, hogy érdemes kitérni rájuk legalább ebben a fejezetben. Ez különösen fontos abból a szempontból, hogy a game engine-ek alkalmazása némiképp szembeállítható az általam ismerttetett fejlesztői környezetek használatával.

Napjainkban a game engine-ek is jelentős szabadságot biztosítanak a tartalom létrehozásában, azonban ezek a rendszerek úgy vannak optimalizálva, hogy egy ismeretlen hardveren is működjenek. A játékfejlesztés alapvetően egy rendkívül összetett munkafolyamat, amelyben sok ember vesz részt. Mindenki a saját szakterületére koncentrál, és a game engine az, mely ezeket az elemeket összekapcsolja. Minden egyes összetevő fejlesztése teljesen más

felületen történik és eltérő ismereteket igényel: például a hangok, a pixel shaderek vagy a VFX programozása. Külön szakember integrálja az egyes részeket egy csomagba, amelyet aztán terjeszteni lehet. ⁴¹ A game engine-ek tekintetében egy teljesen más fejlesztési folyamatra szánt környezetről beszélhetünk, mint az értekezésben bemutatott eszközök tekintetében.

A kutatás során egy másik megkerülhetetlen téma a mesterséges intelligencia volt, amely minden interjúalanyomat foglalkoztatta, különös tekintettel a nagy nyelvi modellek egyre szélesebb körű alkalmazására. Ez az új technológia teljesen más megközelítést kínál az alkotói folyamatokhoz, mint amihez a fejlesztői környezetek kapcsán hozzászoktunk. Jelenleg nem egyértelmű, hogy pontosan milyen változásokat hoz majd ezek elterjedése a művészeti és design területeken vagy akár ezeknek az oktatásában. Az azonban elképzelhető, hogy a korábban megszokott alkotási folyamatok jelentős részét el kell majd engednünk és alkalmazkodnunk kell az új technológia által kínált lehetőségekhez.

A hagyományos kreatív kódolási eszközök és módszerek fokozatosan kiegészülhetnek vagy akár fel is válthatóak lesznek a mesterséges intelligencia által kínált új eszközökkel és technikákkal, amit a közbeszéd gyakran radikális váltásként emleget az alkotás területén.

Ez a fajta elmozdulás azonban véleményem szerint csak tovább mélyíti azokat a körülményeket, amelyek már korábban is megfogalmazódtak, és amelyek az Algorista Manifesztó megírását is inspirálták. Coen Klosters, a NAP keretrendszer fejlesztője a vele készített interjúmban kiemelte, hogy önmagára mint kódoló művészre tekint, nem pedig mint digitális művészre, mivel számára az a fontos, hogy minden egyes elem, amelyet készít, matematikai pontossággal készüljön el, pontosan meghatározva, hogyan kell működnie. Nem elégszik meg azzal, ha valami csupán nagyjából hasonlít az eredeti elképzelésére; az általa preferált alkotási módszer precizitást és részletekbe menő tervezést igényel. Ezzel szemben a mesterséges intelligencia által készített digitális objektumok számára inkább a barkóba eredményét jelentik, ahol az alkotási folyamat kevésbé pontos és kiszámítható.

Nagy Ágoston szerint a nagy nyelvi modellekkel való alkotás megközelíthető úgy is, hogy integráljuk az analitikus és holisztikus gondolkodást. Az analitikus megközelítés alapvetően az algorista művészet jellemzője, ahol egy instrukciórendszer állítunk össze, és pontosan meghatározzuk, hogy működjenek az egyes elemek. Ezzel szemben a holisztikus megközelítés olyan, amikor van egy elképzelésünk az eredmény egészéről, de anélkül, hogy pontosan meghatároznánk, miképp valósuljon meg. Nagy úgy látja, hogy ezek a nyelvi modellek lehetővé teszik a mesterséges és természetes nyelvek összekapcsolását, ezáltal könnyebbé tehetik azok elsajátítását. Ugyanakkor figyelmeztet a lehetséges veszélyekre is, arra, hogy például alapos háttértudás nélkül sokkal nehezebb megérteni, miért nem működik egy adott rendszer. Ez meglátásom szerint összecseng azzal, amit Flusser vetített előre az egyedi időfolyamok és információgyártás víziójával, hiszen a hagyományos, egymásra épülő tanulási folyamatot teljesen más, egyénileg diktált sorrendiség váltja fel (Flusser 1997).

Felmerül a kérdés, hogy mennyire szükséges egy kreatív embernek a komplex rendszereket az alapoktól kezdve összeállítania, illetve mennyire elegendő, ha csupán néhány ponton nyúl bele a generatív folyamatokba. Nagy szerint lehetséges, hogy a számítógépek olyan eszközökké válnak, amelyeket csak egy vagy két generáció értett meg teljes mélységében, míg az új generációnak már nem lesz lehetősége se arra, hogy az alapoktól értse a működésüket és a szoftverfejlesztést. A szoftver 2.0 fogalma pont erre mutat rá. Az újtípusú szoftvereket ugyanis már neurális hálók írják, a mögöttes logika már nem értelmezhető az emberek számára úgy, mint a szoftver 1.0 írását meghatározó kódolt parancsok (Karpathy, 2017).

³⁹ Tim Groeneboom, LAM Masters Artists Talk I. Budapest, 2024. április 4. <https://www.youtube.com/watch?v=sObdLFFQpVO>
⁴⁰ <https://studiodrift.com/>

⁴¹ Mórász Dáviddal készített interjú alapján.

Összegzés

A művészek és designerek számára készült fejlesztői eszközök megalkotói arra törekedtek, hogy a lehető legnagyobb szabadságot adják, különösen multimédia alkotások létrehozásához. Ezek a fejlesztői környezetek szinte bármilyen formátumot támogatnak, nem okoz problémát, hogyha a kimenetük nem feltétlenül hagyományos képernyőn, nem feltétlen hagyományos módon jelenik meg, sőt az is előfordulhat, hogy nincs vizuális kimenetük. Kifejezetten alkalmasak a megszokottól eltérő felhasználásra, pl. olyan hangrendszer kialakítására, ahol nagyon sok hangszóróból érkezik a hang. Ezeknek az eszközöknek az a központi célja, hogy egy ember, aki a programozást végezte, átlássa az egész szoftvert, és hogy a lehető legkevesebb elemből és nyelvezetből a legtöbbet hozhassa ki. Ezek révén olyan eszköz került a művészek és designerek kezébe, mellyel önállóan, informatikusok és mérnökök közvetítése nélkül tudnak számítógéppel alkotni.

Az értekezésben ismertetett MAX és a Processing, nem csupán eszközök multimédia alkotások létrehozásához, hanem oktatási és ismeretterjesztő funkcióval is bírnak. Megalkotásuk célja az volt, hogy a programozás világát a művészek számára is érthetővé és hozzáférhetővé tegyék. Megalkotóik jól értették, hogy milyen gondolkodásmód jellemzi a művészeket, és hogyan tudják őket megszólítani, mivel mindannyian művészeti és designeri területen is alkottak.

A számítógép működésének megértése kulcsfontosságú az olyan alkotások létrehozásában, amik magára a számítógépre és annak működésére reflektálnak. Molnár Vera életművében az algoritmus és annak vizuális reprezentációi állnak középpontban. Alkotásai létrehozásához alacsony szintű programozási nyelvet használt, ami közel állt a gépi kódhoz, ezáltal közvetlenebb megértést adott számára a technológiához. Műveinek pusztán szemléltetőjeként is sokat meg lehet érteni az algoritmikus módszerekből, de különösen az újraalkotási feladatok révén váltak a művészeti oktatásban fontos szemléltető példák. Több kifejezetten művészek és designerek számára készített fejlesztői környezetben megtalálhatók olyan oktatási anyagok, amelyek Molnár munkáinak reprodukciójára irányulnak.

Ezek a környezetek továbbörökítik a számítógépes művészek úttörőinek számítógép megértésére törekvő hozzáállását, ugyanakkor fontos egyensúlyi szerepet is betöltenek. Miközben elmozdulnak a gépi kódtól és ezáltal a számítógép működésének tökéletes megértésétől, lehetővé teszik, hogy a művészi kifejezés jobban érvényesüljön. Az absztrakció, melyet a magas szintű, művészek és designerek számára készült programozási nyelvek biztosítanak, a művész megértéséhez közelít.

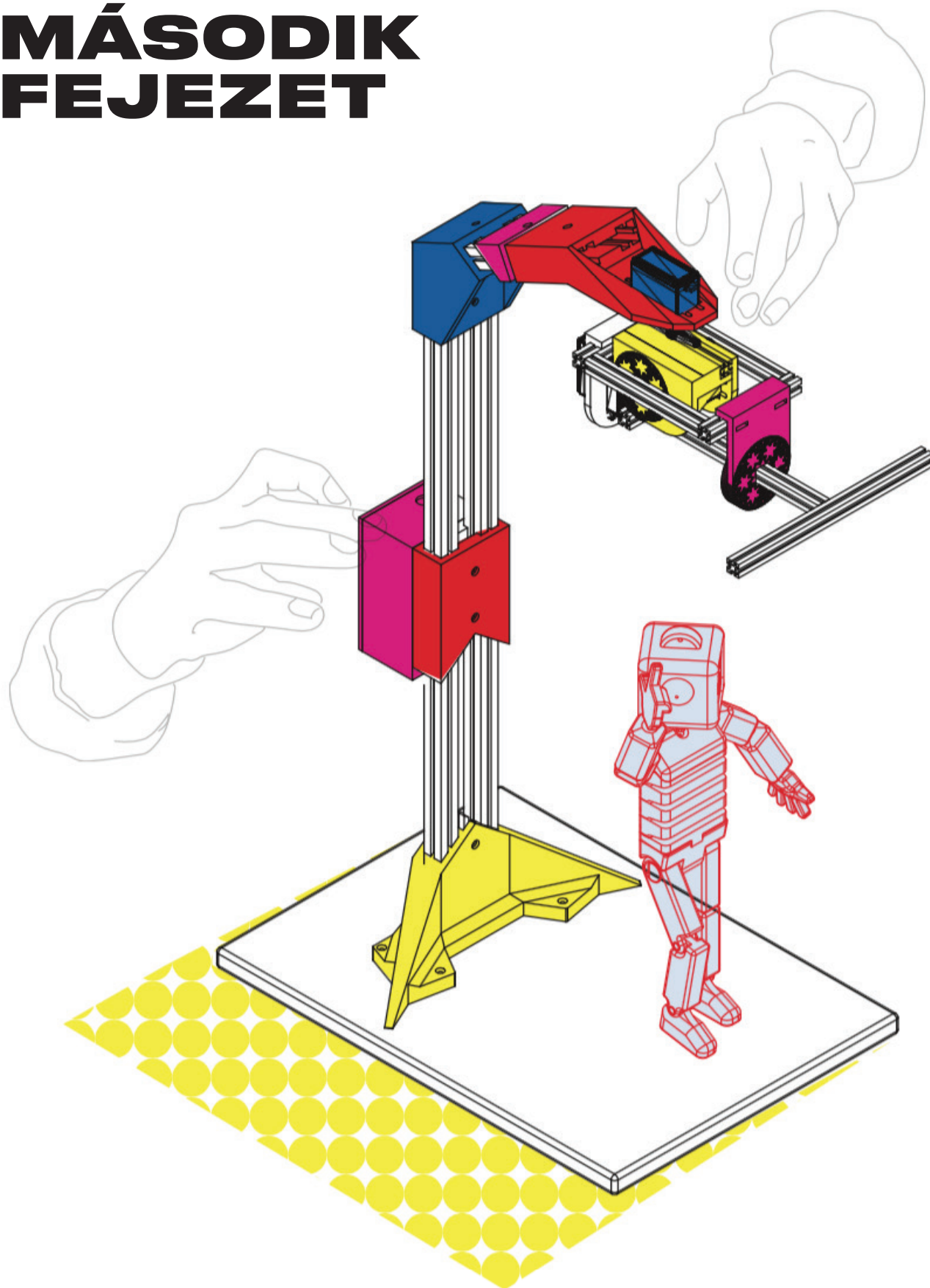
A fejlesztői környezetek által biztosított bevonódás nemcsak a programozás megismerését jelentheti a művész és designer számára, hanem egy aktív tudásmegosztási közösségbe való belépést, ahol a felhasználók egymással osztják meg projektjeiket, kódrészleteiket. Ezáltal a művészek és designerek egy újfajta, globális, közös alkotási folyamat részeseivé válnak, ahol bár a résztvevők talán nem is ismerik egymást, projektjeik egymásra épülhetnek, közösen hozva létre ezáltal valami újat.

A számítógép és a számítógépes hálózatok mélyebb megértése – különösen a permacomputing szempontjainak megjelenésével – azért is vált fontossá, hogy tudatossá váljunk saját eszközeink és munkamódszereink környezeti és társadalmi hatásaival kapcsolatban. Az értekezésben ismertetett fejlesztői környezetek rendkívül széleskörű felhasználással rendelkeznek, mely folyamatosan tovább-bővül. A felhasználók számának növekedésével együtt az igények is fokozódnak, ami a szoftverek egyre robusztusabbá és bonyolultabbá válásához vezet. Ennek azonban van egy hátulütője is: egyre több tényezőnek kell együttállnia ahhoz, hogy az ilyen környezetekben létrehozott projektek zökkenőmentesen működjenek. Saját projektem során is számos reprodukálhatósági problémába ütköztem, amelyek a folyamatosan változó operációs rendszerek, illesztőprogramok, pluginek és biztonsági frissítések összetett rendszeréből adódtak. Ezáltal előfordulhat, hogy a folyamatos előrehaladás mellett egy néhány évvel korábbi alkotás akkori verziójának reprodukálása nehézkes vagy akár lehetetlen.



⁴² <https://observablehq.com/@dcalacci/rtp-vera-molnar-triangle>
<https://derivative.ca/community-post/tutorial/vera-molnar-style-instancing-touchdesigner-tutorial/66411>

MÁSODIK FEJEZET



24. kép: Magyarázó ábra a mozgatószerkezethez. Illusztráció: Németh Gergely és Németh Zoltán MNU

Mestermunka projekt bemutatása - Bábmozgató szerkezet fejlesztése

A *Lehetetlenségek Színpada* elnevezésű projekt halmozottan sérült, súlyosan mozgáskorlátozott gyerekek számára teszi lehetővé, hogy különböző szenzorokon keresztül irányítsanak egy madzagokon lógó bábót. A projekt mögött erős társadalmi, szolidaritási és emancipatorikus motívumok húzódnak meg. A bábmozgató nemcsak örömet nyújt számukra, hanem hozzájárul ahhoz is, hogy saját egyediségüket és képességeiket új módon fedezhessék fel.

A szerkezet fejlesztését a MOME média design tanszékén folytatott tanulmányaim keretében elsajátított programozói alapismeretek birtokában kezdtem el. Nagy Ágoston által vezetett órákon megismerkedtem a Processinggel és Pure Data fejlesztői környezetekkel, amelyek révén olyan alapvető tudásra tettem szert, hogy megkezdhettem a mozgatót lehetővé tevő szoftver összeállítását.

A projekt során különböző szakterületek képviselőivel működtem együtt, így valódi interdiszciplináris kezdeményezés bontakozott ki. Az együttműködések révén a projekt folyamatosan bővült, így különféle aspektusai és alkalmazási lehetőségei kerültek előtérbe, mint például a mozgásfejlesztés, a táncművészet vagy a múzeumpedagógia. Az alábbiakban bemutatom azokat a fejlesztéseket, amelyeket a bábmozgató szerkezeten végeztem, kitérve a döntési helyzetekre, melyekkel szembesültem, valamint ismertetem az eszköz sokrétű felhasználását. A bemutatás során az egyes döntéseket és megoldásokat kontextusba helyezve elemzem. Először azonban szükségesnek tartom, hogy rövid áttekintést nyújtsak a projekt előzményeiről.



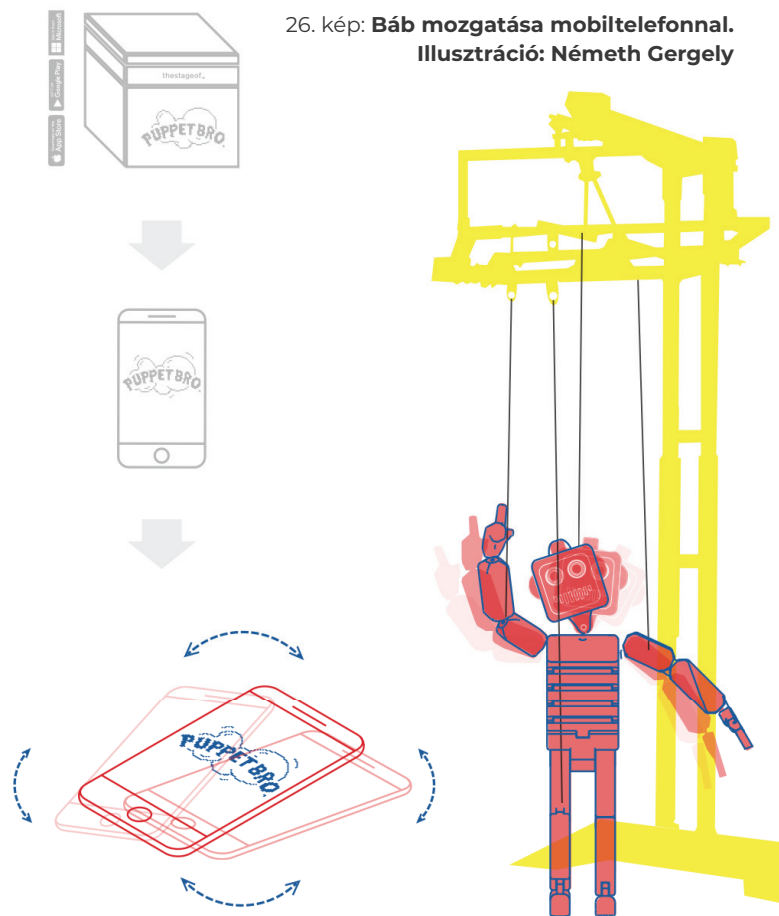
25. kép: *Lehetetlenségek Színpada* - legelső prototípus. 2016. Papírbáb: Szabados Luca. Fotó: Dobi Dóra

A projekt kezdete

A projekt kezdetei a MOME média design szakán végzett mesterképzésemig nyúlnak vissza. Ekkor a MOME szervezetén belül működő Transfer Lab által szervezett *Space for Everybody* című egyetemi kurzuson vettem részt, melynek oktatói Dobi Dóra, Veres Bálint, Szirtes János és Erhardt Miklós voltak. A kurzus egyik célja az volt, hogy a diákok olyan munkákat készítsenek, melyek révén mozgásukban korlátozottak és másféle fogyatékossgal élők láthatóbbá válhatnak a társadalom számára, jelenlétük tudatosítása révén növelik az empátiát és a megértést. További cél volt az integráció előremozdítása olyan ötletek révén, melyek a fogyatékossgal élők hétköznapi környezetben való boldogulását és lehetőségeik szélesítését szolgálják.

A kurzus keretén belül született meg a bábmozgató szerkezetem első prototípusa, mely fejmozgással tette lehetővé a bábmozgatást. A koncepció hátterében az állt, hogy olyan fogyatékossgal élő személyek is bevonásra kerülhessenek fizikai előadóművészeti tevékenységekbe – és így elsősorban a bábozásba –, akik mozgásukban való korlátozottság révén eddig akadályozva voltak ebben. Az alapgondolat tehát az alkotás és az önkifejezés lehetőségeinek bővítése volt, elsődlegesen a nyaktól lefelé bénultak (tetraplégia) lehetőségeinek kapcsán.

A kurzus során számos jelentős projektet ismertem meg, amelyek inspirációforrásként szolgáltak a saját munkámhoz, a későbbi fejlesztés irányához. Ezek közül kiemelkedett az e-Nable kezdeményezés és a magyar alapítású NOW technologies cég. Az e-Nable egy nyílt forráskódú közösség, amely segítő eszközök, például művégtagok 3D nyomtatható terveit hozza létre és osztja meg, lehetővé téve, hogy ezek bárki számára hozzáférhetők legyenek. A NOW technologies intuitív irányító eszközöket fejleszt mozgáskorlátozottak számára. Termékük nem csupán inspirációként szolgált, hanem felhasználásra is került a bábmozgató szerkezethez. A kurzus révén ismerkedtem meg továbbá a Csillagház Általános Iskola és Egységes Gyógypedagógiai Módszertani Intézménnyel, valamint annak pedagógusaival, akiknek nagyon sokat köszönhetek a szerkezet tesztelése és fejlesztése kapcsán.



26. kép: **Báb mozgatása mobiltelefonnal.**
Illusztráció: Németh Gergely

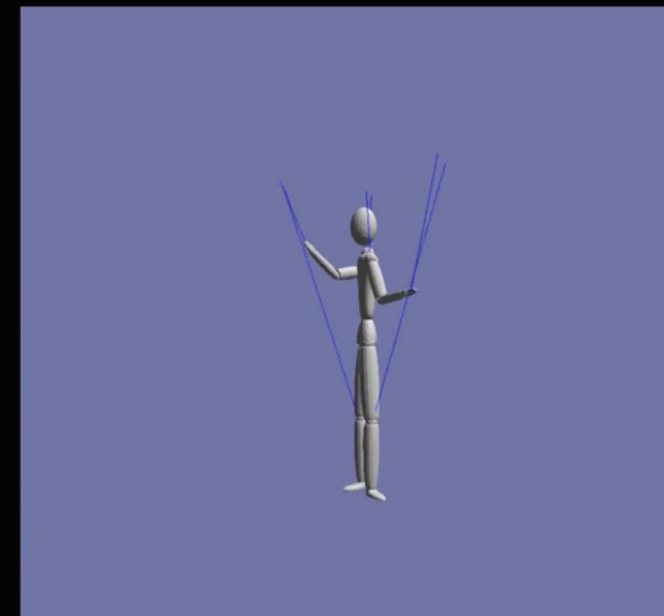
Szempontok a tervezés és fejlesztés során

Báb mozgása

Minden bábtípushoz sajátos technikák és mozdulatok szükségesek, amelyek lehetővé teszik a báb mozgatója számára, hogy az adott báb megfelelően, hitelesen és kifejezően mozogjon. A kesztyűs bábót a művész közvetlenül a kezével irányítja, míg a japán bunraku bábokat hagyományosan egyszerre három bábos mozgatja, akik a báb különböző testrészeiért felelnek. Együttműködésük precíz koordinációt igényel. A marionetteket felülről, zsinórok segítségével mozgatják, míg a jávai wayang (árnyék) bábokat alulról vagy hátulról, zsinórok és pálcák segítségével irányítják.

A bábok nem másolják a mozgást, hanem mozdulataikkal utalnak rá. Ez a fajta kifejezésmód emeli a műfajt a művészi formák közé. A bábosok saját előnyükre fordítják a báb korlátozott szabadságát és részleges irányíthatóságát (Jochum - Millar - Nunez 2017). Az ember által mozgatott bábok mellett régóta léteznek mechanikus bábok is. Ezeket azonban gyakran nem tekintik hagyományos értelemben vett báboknak, mivel nem közvetlenül ember által irányítottak, és így nem rendelkeznek természetes dinamikával.

A báb nem csak kreatív kifejezési forma, hanem mérnökök számára komplex mechanikus rendszerek szimulálására és irányítására szolgáló absztrakció. A bábok fő célja az expresszív mozgás, mely szemben áll a hagyományos robotikát jellemző funkcionális megközelítéssel. A kinetikus szobrászat, a bábművészet, a színház és a tánc mind egyedi módon közelítik meg, hogyan lehet a mechanikus mozgást kifejezővé és természetessé tenni, ezek pedig inspirációként szolgálhatnak a mérnökök számára (Jochum - Millar - Nunez 2017, Murphey - Johnson 2011).



27. kép: **Mozgáselőrejelzés szimulációval. 2014.**

Forrás: Elizabeth Jochum – Jarvis Schultz – Elliot Johnson – T. D. Murphey

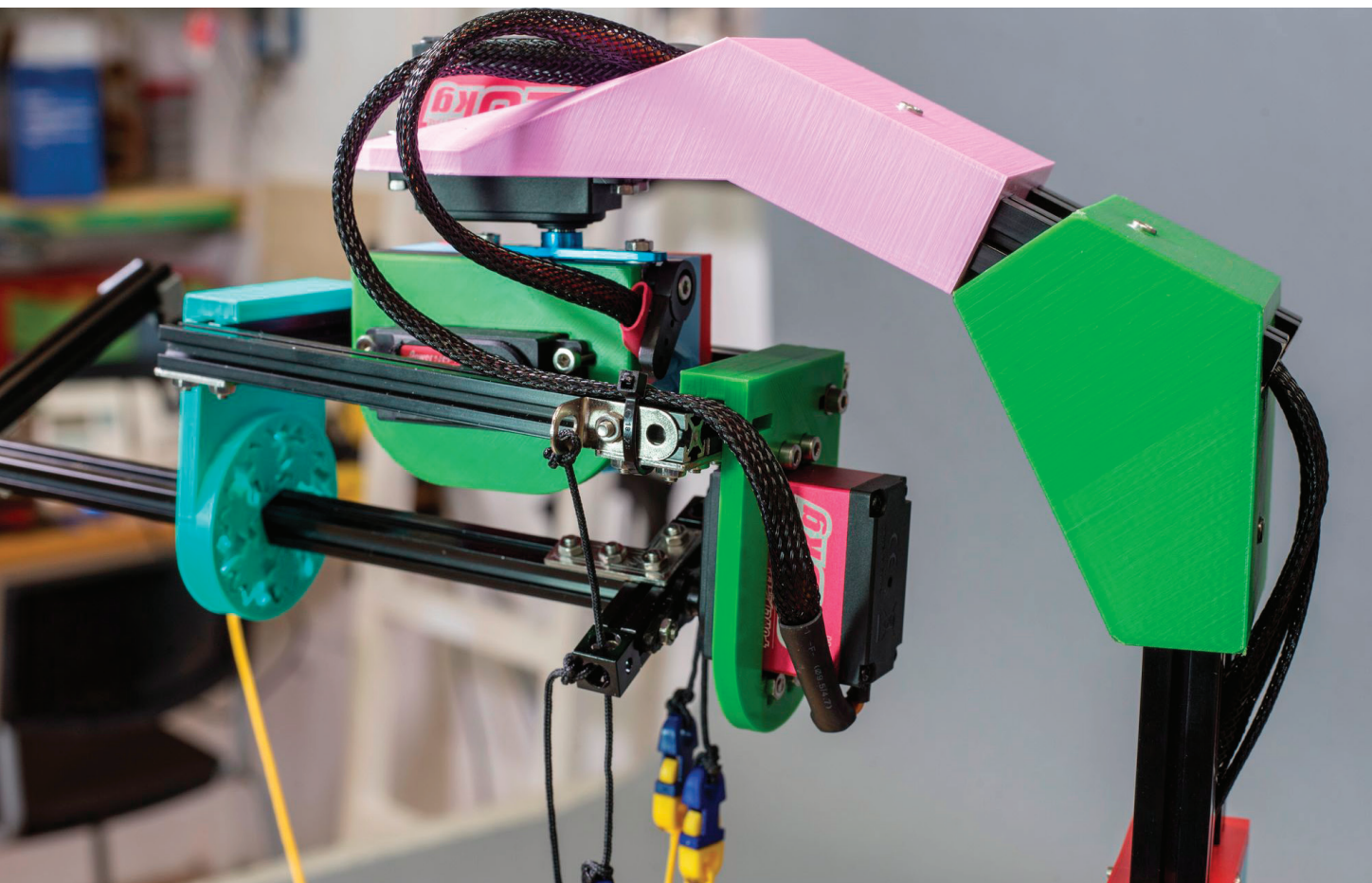
Elizabeth Jochum ⁴³ és csapata az animatronikai megoldások (nagy méretű főleg a filmiparban és vidámparkokban alkalmazott, általában elektronikus, hidraulikus vagy pneumatikus aktuátorokkal mozgatott bábok) vonatkozásában kutatták azokat a módszereket, melyekkel a marionett bábosok technikáit tudják utánozni. Tanulmányukban többfajta technikára is kitérnek, melyekkel a túlzottan mechanikusnak, élettelennek tűnő mozgás ellensúlyozható. Ilyen például, hogy fontosnak tartják az anatómiailag pontosan kivitelezett bábokat, akkor is, ha nem létező lényeket reprezentálnak. A csontvázszerkezetre közvetlenül applikált puha anyagokból készített izom imitációk a természetes tömeg illúzióját adják a mozgás során. Mint ahogy a természetben fellelhető mozgások is csak részben feleltethetők meg megérthető ok-okozati hatásnak, ezért az animatronika kapcsán is szükségesnek tartják véletlen mozgásoknak az automatizált mozdulatsorba való foglalását. Olyan technikát is ismertetnek, amely a hengerekben lévő olaj szivárgásának szabályozása révén teszi lágyabbá a mozdulatokat, valamint hibrid irányítás módszereket is bemutatnak, melyek az automatizációt és a bábmozgató személyek kollaboratív irányítását ötvözik. Lehetséges,

⁴² Az Aalborgi Egyetem tanára, akivel 2024 februárjában Dezső Renátával együtt közös kurzusheti kurzust tartottunk a MOME-n *Reflective Robotics and Connectivity* címmel. A kurzuson MOME-s diákok mellett az aalborgi egyetem hallgatói is részt vettek.

hogy a bábosok magában a bábban helyezkednek el (Wizard of Oz módszer), vagy voodoo kontrollereket használnak, mely során a nagy bábót annak egy kisebb másával irányítják (Jochum - Millar - Nunez 2017).

A bábmozgató szerkezet tervezésénél számomra is kiemelt szempont volt, hogy a báb mozgása minél természetesebb és kevésbé darabos legyen. A báb madzagokon lóg le a szervomotorokkal meghajtott keretről, így a közvettség révén a mozgása sokkal organikusabb, mintha közvetlenül a báb testén belül elhelyezett motorok mozgatnák, ahogy ez az animatronika esetében történik. A marionett bábok madzagainak együttmozgása előre nem teljesen kiszámítható, egymást kiegészítő és természetesnek ható mozgást eredményez, ami még életszerűbbé teszi a báb mozdulatait. Kleist úgy fogalmaz, hogy a marionett bábok híján vannak a mesterkéeltségnek és ezzel előnybe kerülnek a valódi táncosokkal szemben. A mesterkéeltség akkor jelenik meg, amikor a lélek vagy a mozgást irányító erő a mozgás súlypontjától eltérő ponton mutatkozik meg. Mivel a bábos csak ezt a súlypontot irányítja a bábon, a hozzá kapcsolt végtagok élettelenek maradnak, így azok tökéletes ingaként viselkednek, amelyeket csak a gravitáció törvénye irányít (Kleist 1810).

A szenzorból érkező adatok nem egy az egyben mozgatják a robotkarként szolgáló keretet és így vele együtt az arról lelógó bábót. A mozgatót lehetővé tevő szoftverben különböző filtereket használtam ahhoz, hogy a szervók lágyabban, kevésbé darabos módon mozogjanak. Ilyen például a Kálmán-szűrő, ami a becslési hibák kiküszöbölésére szolgál és a 1€ filter, ami a zajokat szűri ki. De a szoftverködben nem csak szűrőket, hanem különböző matematikai modelleket is alkalmaztam a mozdulatok tompítására vagy éppen felerősítésére.



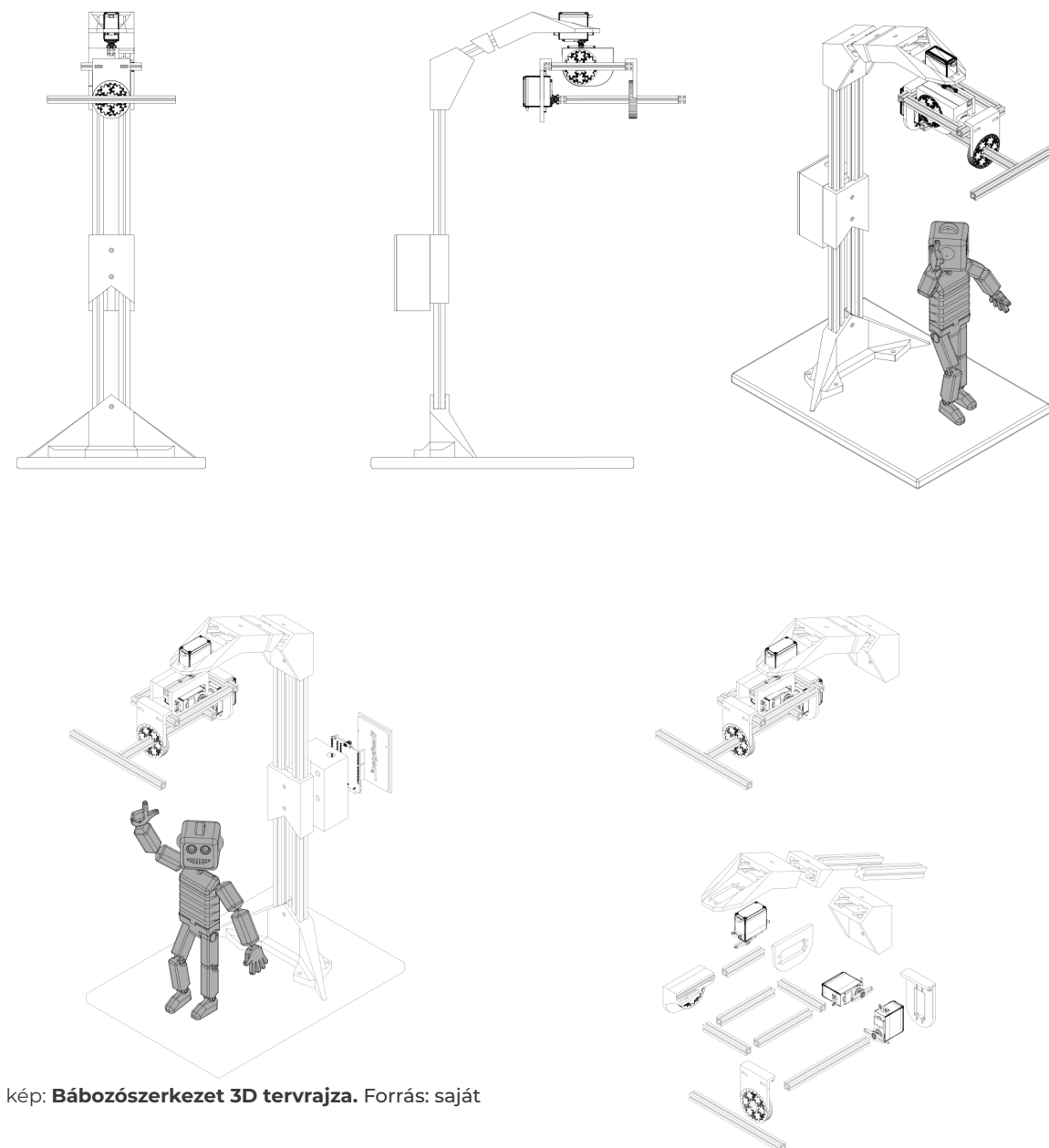
28. kép: **Mozgatókereszt közelről, Hype & Hyper.** Fotó: Csizik Balázs

A marionett bábok mozgatása rendkívül összetett folyamat. Az alapvető mozgások a kereszt segítségével irányíthatók, de a finom, egyedi mozdulatokhoz a bábosnak külön meg kell fognia és mozgatnia kell a zsinórokat. A marionett bábok mozgása kapcsán tehát meghatározó a mozgató zsinórok száma. A legtöbb marionett tíz körüli zsinórral rendelkezik, de a Salzburger Marionettentheater bábjainak akár nyolcvan zsinórja is lehet. Alapvetően a főzsinór tartja a báb fejét, a vállzsinórok pedig képesek az egész bábót megtartani. A medencezsinórok a hátat támasztják, amikor a báb előre hajol vagy oldalra mozdul. A térdzsinórok elengedhetetlenek a járáshoz. A homlokhoz,

halántékhoz vagy a nyak hátsó részéhez rögzített zsinórok lehetővé teszik a fej finom mozgásait. A kézzsinórokat gyakran ugyanaz a vezérlő rúd mozgatja, amely a csuklót és a könyököt is irányítja. A láb zsinórok előtt vannak rögzítve, hogy a térdzsinórokkal együtt kinyújthassák a lábat. Néha további zsinórokat adnak a sarkokhoz, hogy térdelést vagy spárgát hajthasson végre a báb (Violette 2009).

A bábmozgató szerkezet tervezésénél az egyszerűsége és a könnyen érthetősége helyezett a hangsúlyt, hogy a mozgató révén egyfajta tükörlélmény valósulhasson meg. Felmerült, hogy motoros csörlőket használjak, melyekkel sokkal kifinomultabb mozgásokat lehetett volna elérni. Ekkor minden madzag külön csörlővel lenne mozgatható, mint ahogy ez egy korábban dokumentált mérnöki projektben már kivitelezésre került (Cheng - Tay - Xing - Yeo 2005). Ehelyett én egy egyszerű kereszt három tengelyen történő mozgatását választottam, mivel ez felel meg a fej három tengelyen történő elmozdulásának. Erre a keretre tetszőlegesen lehet rögzíteni a bábokat az előre kialakított csatlakozó pontokon, így biztosítva, hogy a báb többféle mozdulatra is képes legyen. A különböző mozgások eléréséhez eltérő módon kell rögzíteni a bábót. Egy adott bábót fel tudunk úgy is függeszteni, hogy csak a fejét kötjük be több pontra, így a fej precíz mozgásokra képes, de így a többi testrész mozgatása háttérbe szorul. Ugyanezt a bábót úgy is fel lehet kötni, hogy a kezei legyenek kifejezőek. Ezzel a megoldással a báb sokféle mozdulatra képes, attól függően, hogyan rögzítjük a szerkezetre. Általában 4-8 rögzítési pontot használtam felhasználástól függően.

Technikai megoldás



29. kép: **Bábozó szerkezet 3D tervrajza.** Forrás: saját

A báb mozgatásához szükséges mozdulatokat szenzorok követik le, amely aztán számítógépes adatként közvetlenül a mozgató szerkezetre küldve a kívánt irányú elmozdulásokat adja a bábón. A mozgatóhoz készített szoftvert eredetileg vvvv-ben írtam meg, de későbbiekben TouchDesignerre tértem át, hogy macOS-en is tudjam futtatni a programot. Ez a szoftver fogadta a szenzorokból érkező adatokat, majd feldolgozott formában továbbította egy servo shielddel felszerelt Arduino UNO boardra. A servo shield arra van kialakítva, hogy a szervók tápellátását és a velük való kommunikációt biztosítsa. Ez a kiegészítő modul (shield) szükséges ahhoz, hogy három nagy teljesítményű szervót tudjak használni, mivel közvetlenül az Arduino boardról csak egy-két kis teljesítményű szervó hajtható meg. A szervók pozicionálása PWM (pulse width modulation) jelekkel történik, melyek segítségével a szervók az adott szögbe állnak be.

A választásom azért esett a kezdetekben a vvvv programozási környezetre, mert ebben találtam a legtöbb előre megírt nyílt forráskódú projektet. Ezeket az elemeket egymás mellé ollóztatva és saját célra módosítva, viszonylag hamar működésre tudtam bírni a mozgató szerkezetet. A mozgatóhoz felhasznált projekt egy nagyon egyszerű kamerastabilizációs rendszer volt, mivel annak is három tengelyen (pitch - yaw - roll) kell korrigálnia az elmozdulásokat. További előnye volt a vvvv-nek, hogy ahogy futott a program, azonnali visszajelzés mellett tudtam változtatni az egyes paramétereket pl. azt, hogy az adott szervók hogyan működjenek, mekkora skálán és milyen gyorsasággal mozogjanak.

A doktori kutatás ideje alatt sikeresen pályáztam a Social Challenges elnevezésű európai uniós pályázaton. A Social Challenges program olyan projektek számára nyújt támogatást, melyek célja különböző szociális és környezeti kihívásokra adott ötletek megvalósítása.⁴⁴ A program egy online platformon keresztül működik, amely összeköti a "Challenge Owner"-eket a "Solution Provider"-ekkel, lehetőséget biztosítva helyi, alulról szerveződő kezdeményezések számára. A Makerspace,⁴⁵ egy budapesti digitális közösségi alkotóműhely, olyan kihívással csatlakozott a platformhoz, amely a mozgássérültek számára nyújtott 3D nyomtatott megoldásokra fókuszál. A témában beadott pályázatomat, amely a projekt fejlesztését foglalta magában, beválasztották a nyertes pályázatok közé.



30. kép: **Social Challenges fejlesztést bemutató esemény, Makerspace, 2019.** Fotó: Makerspace

A Makerspace-szel közösen végzett fejlesztés fő célja az volt, hogy a bábmozgató szerkezetet kis szériás gyártásban előállíthatóvá tegyük. A tervezés során különös figyelmet fordítottunk arra, hogy a szerkezet minél nagyobb arányban 3D nyomtatott elemekből álljon, és fast prototyping eszközökkel könnyen sokszorosítható legyen.

A mozgató szerkezetet teljesen újraterveztük, úgy, hogy nagyrészt 3D nyomtatással és könnyen beszerezhető alumínium profilokból lehessen előállítani. Így a szerkezet bárhol helyben előállítható és sokszorosítható. A váz összeállításához általam tervezett 3D nyomtatott elemeket használtam. A bábok szintén 3D nyomtatási technikával készültek Szabó Ottó képzőművésszel együttműködve. Ezek többféle elemből állíthatók össze, lehetővé téve a felhasználók számára, hogy szabadon variálhassák azok kinézetét igényeik szerint. A mozgató szerkezet új változatánál továbbra is hobbi szervókat használtam, amelyek a távirányítású, modellező hobbivilágban elterjedt és könnyen beszerezhető alkatrészek. Ez a döntés szorosan kapcsolódik ahhoz a célkitűzéshez, hogy a szerkezet bárhol könnyen reprodukálható legyen.

A bábmozgató szerkezet technikai kivitelezésében jelentős újítást sikerült elérni azzal, hogy bővítettük a mozgásban használt szenzorok körét. A szoftver megalkotásánál szempont volt, hogy a piacon kapható szenzorok és interfészek könnyen integrálhatóak legyenek. A fejlesztés eredménye az lett, hogy immár szemgérrel (Tobii Eye Tracker) és kézmozgással (Leap Motion) is működött az irányítás. Továbbá teszteltük a mobiltelefon segítségével történő irányítást is, melynek bevezetése azért tartottuk kedvezőnek, mert egy mindenhol és bárki számára elérhető eszközről van szó. A mobiltelefont pl. rá lehet erősíteni a fejre egy pánt segítségével, hogy az eredeti ötletnél maradjunk, de bárhova máshova is rögzíthető. A szerkezetet ugyan immár nem csak fejmozgással lehetett vezérelni, de a NOW technologies fejpántja továbbra is része maradt a projektnek.



MAIN FEATURES:

- Wireless radio technology
- Compatible with Mac, PC, Android
- Extremely short training period required
- Proportional wheelchair head control mode*
- Customizable settings (all angles and sensitivity) for each individual's needs in the free software



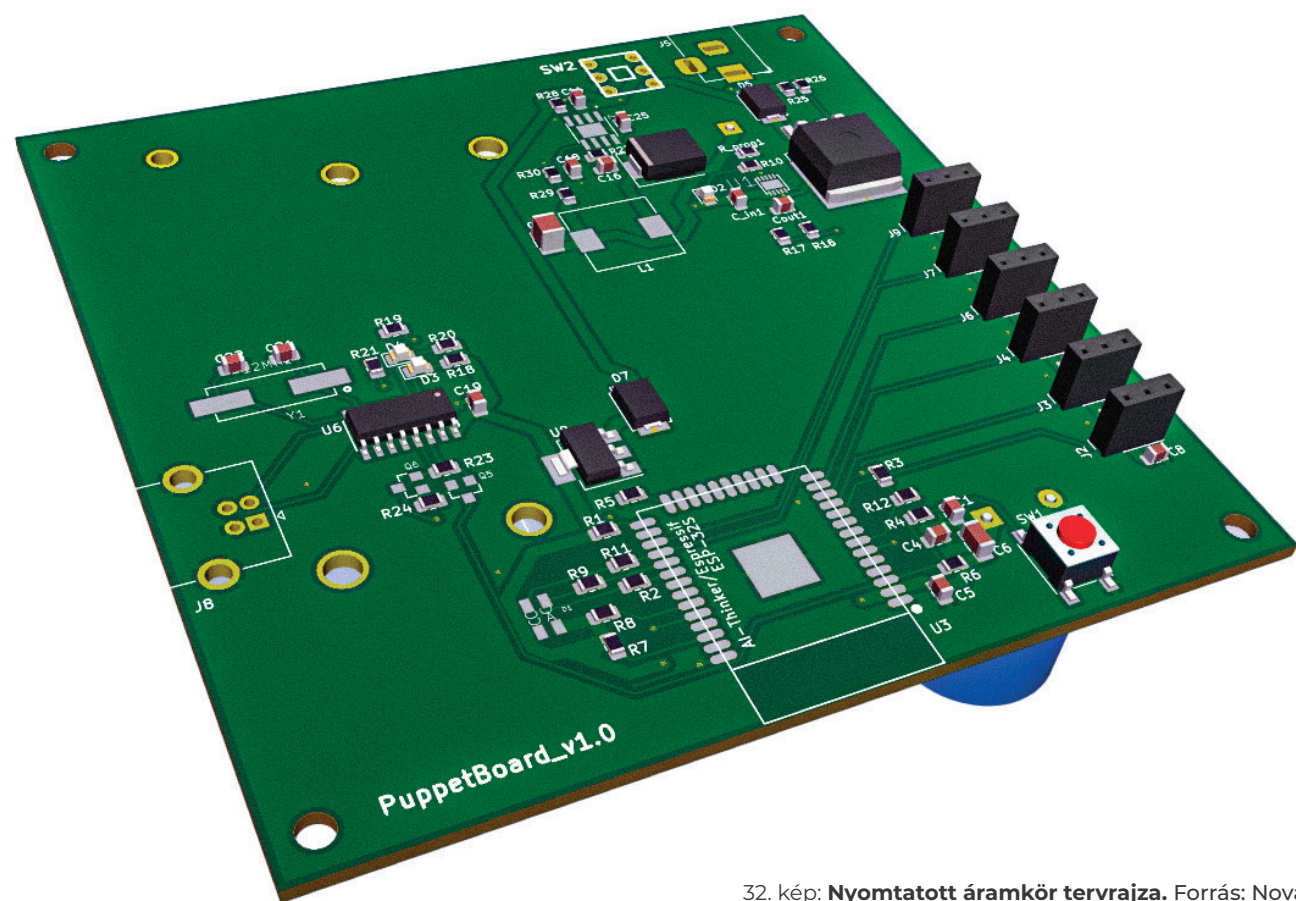
HEAD MOUSE

- Free software included with the purchase of the device
- Handles multiple computers and/or tablets
- Click, double-click, drag-and-drop via face gestures i.e. squinting or blinking (infrared sensor)
- Text with friends or even get back to work (virtual keyboard included in software)
- Multiple profiles for different users or different use modes
- Relative and absolute mouse modes

31. kép: **Gyroset Glory fejpánt egyik korai verziója.** Forrás: NOW technologies

⁴⁴ <https://www.socialchallenges.eu/>
⁴⁵ Jelenleg a vállalkozás Maker's Red Box néven működik.

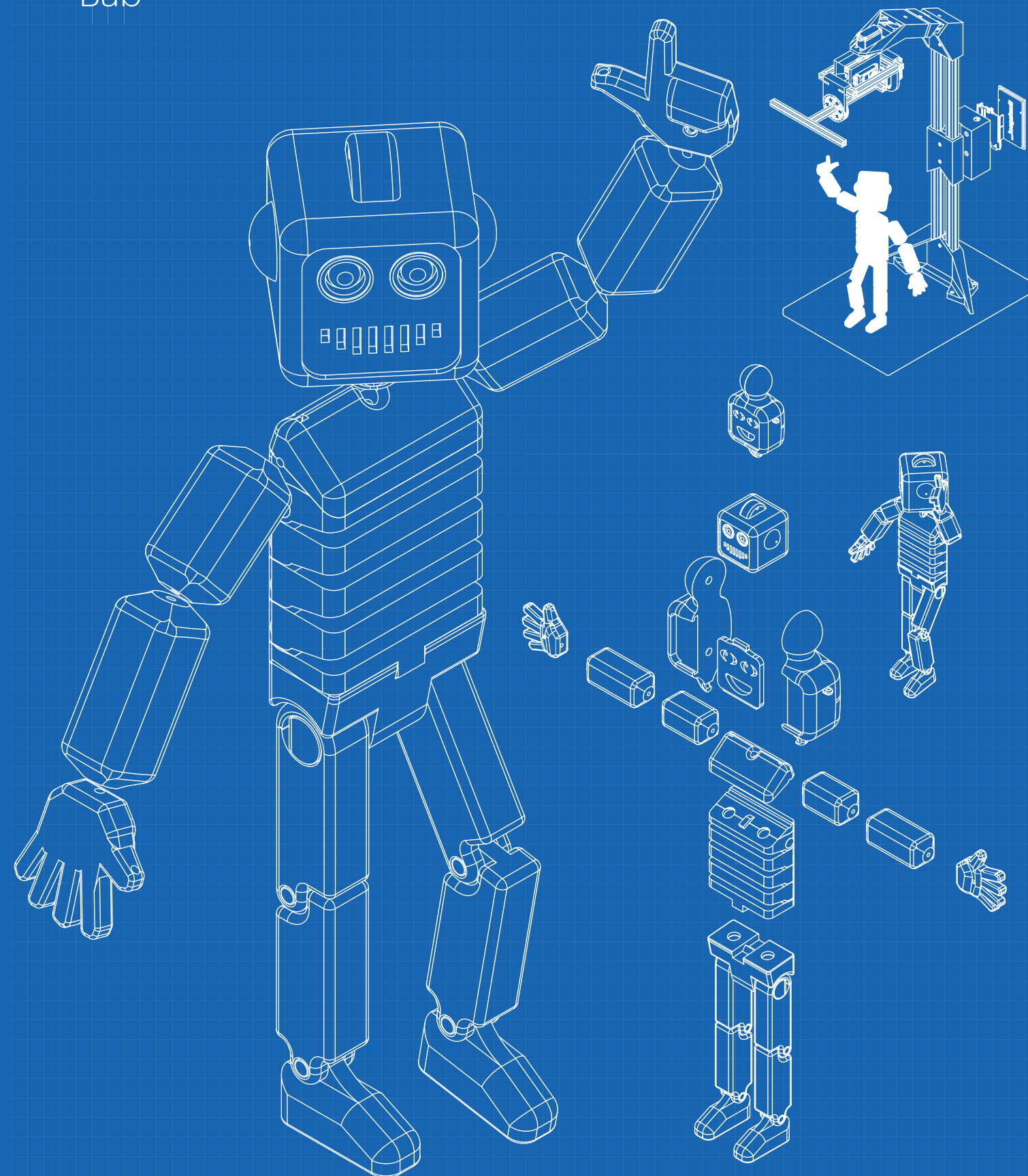
A bábmozgató korábbi prototípusához használt fejpánt, a Gyroset Glory, szintén prototípus stádiumban volt a projekt kezdetekor, és a mozgató eredetileg csak ezzel a prototípussal működött. Ez a fejpánt még egy olyan verzió volt, melynek működtetéséhez szintén Arduinot használtak fel. A fejpánt fejlesztője, Juhász Márton a prototípusukhoz egy olyan Processingben megírt szoftvert adott, amely a fejpántból jövő elfordulásvektorokat OSC (Open Sound Control) jellé alakította át. Ez azért volt előnyös, mert az OSC egy művészek számára fejlesztett adatküldő protokoll, amelyet a legtöbb művészek és designerek számára készített fejlesztői környezet könnyen kezel, így az általam használt vvvv is. A későbbiekben használt fejpánt már ennek egy továbbfejlesztett változata volt. Mivel az időközben a NOW technologies cég életébe érkező pénzügyi befektetők miatt a rendszerük nem maradhatott open-source, így a fejpántból érkező adat titkosítva lett. Ezekhez az adatokhoz már csak titoktartási szerződés aláírása után kaptunk hozzáférést.



32. kép: **Nyomatott áramkör tervrajza.** Forrás: Novák Emil

Az esetleges sorozatgyártás előkészítése kapcsán olyan egyedi nyomtatott áramkör, vezérlő board tervezésébe is belekezdünk, amelyet könnyű reprodukálni. Sok cég foglalkozik tervrajzok alapján bérnyártással, így az elképzelés megvalósítható lett volna. A fejlesztőcsapatunk azonban időhiány miatt végül nem tudta befejezni ezt a részt. Az eredeti terv szerint egy olyan egyedi boardot hoztunk volna létre, amely beépített akkumulátorral működtethető, USB porton keresztül tölthető, és rendelkezik hobbi szervókhöz kialakított csatlakozókkal. Így az eszköz plug-and-play módon egyszerűen összeállítható lett volna. Végül egy költséghatékony alternatív megoldásként WEMOS D1 R32 Arduino UNO kiosztású fejlesztőmodult használtunk vezérlőnek. Ennek előnye, hogy Arduino kompatibilis, így kompatibilis az összes Arduino shielddel, továbbá ESP32 vezérlőchipet tartalmaz, amely elterjedt, olcsó, és mind Wi-Fi, mind Bluetooth csatlakozást biztosít. Hátránya, hogy nem rendelkezik beépített akkumulátorral és a sorozatgyártás ezzel a verzióval nem megoldható.

Báb



33. kép: **Báb 3D tervrajza.** Forrás: Szabó Ottó

A báb sokszor szerepjáték eszköze. Amikor ugyanis egy tárgy mozgásban van, a közönség hajlamos úgy értelmezni, hogy a tárgynak saját ágenciája, vagyis cselekvőképessége van. Megszemélyesített alakja segítséget nyújthat pszichológiai terápia során a kommunikációs nehézségek feloldásában, máskor tudatos koncepciókon alapuló művészi kifejezést szolgál. Legtöbbször és legelőször életünkben a gyermekjátékok nyelvén keresztül találkozunk a bábozással, melyek a mai társadalom szinte elkerülhetetlen szociális lépcsőfokai a későbbi közösségi minták elsajátításában. A báb lehet játék bárki számára, legyen az felnőtt vagy gyerek, akár fizikailag korlátozott, akár nem. Használata esélyt teremthet a fogyatékkal és nem fogyatékkal élő emberek szociális közelítésére is, harcolva a kialakult sztereotípiák és kommunikációs nehézségek ellen.

A bábmozgatóhoz tervezett báb és az ahhoz tartozó elemek paramétereinek kidolgozása, a funkcionális megoldásokon túl elkerülhetetlenné teszik a mű vizuális esztétikájára irányuló etikai- és morális kérdések számbavételét. A báb antropomorf esztétikája számos kérdést vet fel, különösen, mivel a célcsoportba fogyatékkal élők tartoznak. Fontosnak tartottam figyelembe venni, hogy a báb olyan testképet közvetítsen, amely a lehető legkevésbé általánosít, ugyanakkor a legtöbb felhasználó számára kapcsolódási pontot biztosít.

A bennem felmerült első ellentmondás a gyerekekkel való foglalkozások során például annak a nyilvánvaló feszültsége volt, ahogyan egy fogyatékkal élő ember, szembetalálja magát egy fizikailag "ép" (végtagjaiban minden irányban mozgásra képes) báb testi esztétikájával. Az persze nyilvánvaló, hogy az egyéni fogyatékosokra nem lehet és nem is reális külön, személyre szabott bábokat gyártani. Álszentség lenne külső szempontból sztereotipizálni az illető személyesen átélt fogyatékoságát (melynek mozgásban való megnyilvánulása érzelmi és személyes jellemzőkön keresztül is sajátos), mert leegyszerűsítene azokat a testképre irányuló referenciákat, melyeket mindennapi környezetükből kapnak, illetve saját meggyőződéseiket egy átlagos testképről. Nyilvánvalóvá vált számomra az, hogy a technikai megoldások keresztmetszetében, illetve a több nézőpontra való reflektáltság mellett nem tud kialakulni olyan forma, ami mindenki számára kielégítő lenne.



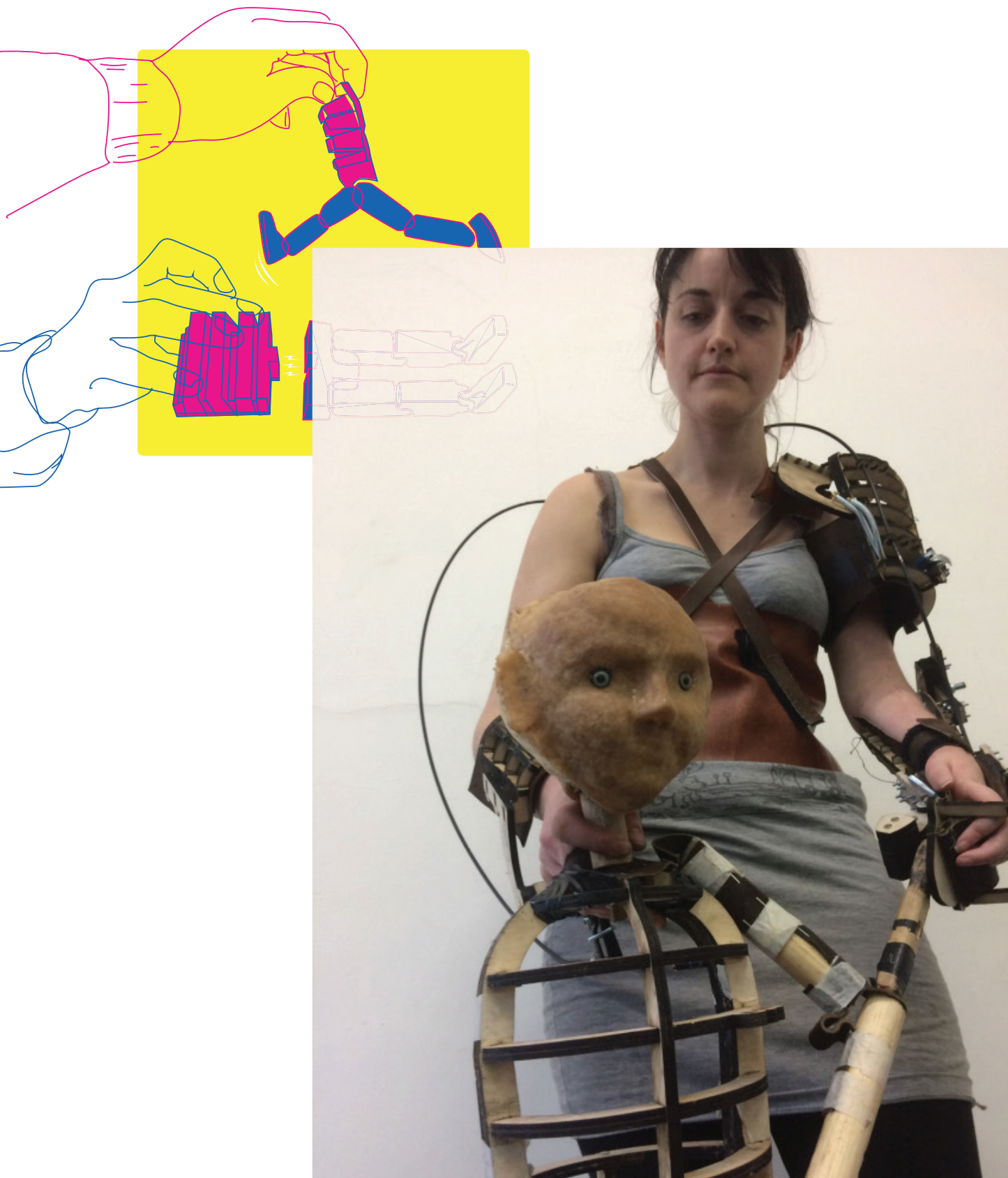
34. kép: **Bábos workshop. Takár Anita, Csillagház Általános Iskola, 2019.** Fotó: Kocsi Olga

A bábok előállításának leghatékonyabb eszközének a 3D nyomtatót találtam, mely lehetőséget ad egyedi gyártásra. Ez a technológia a bábok elkészítéséhez olcsó és gyors megoldást nyújt, továbbá szabad teret enged a kreativitásnak, hiszen például arra is van mód, hogy a gyerekek rajzai határozzák meg a báb kinézetét, így már a báb elkészítése is egy közösségi alkotási folyamattá válik. A 3D nyomtatható bábok kialakítása során együtt dolgoztam Szabó Ottó képzőművésszel, akivel végül egy moduláris bárendszer hoztunk létre. Ebben a rendszerben a bábok tervrajzai könnyen módosíthatók digitálisan, a kinyomtatott testrészek pedig mágnes segítségével egyszerűen és gyorsan összeilleszthetők és variálhatók.



35. kép: **3D nyomtatott báb elemek, Hype & Hyper.** Fotó: Csizik Balázs

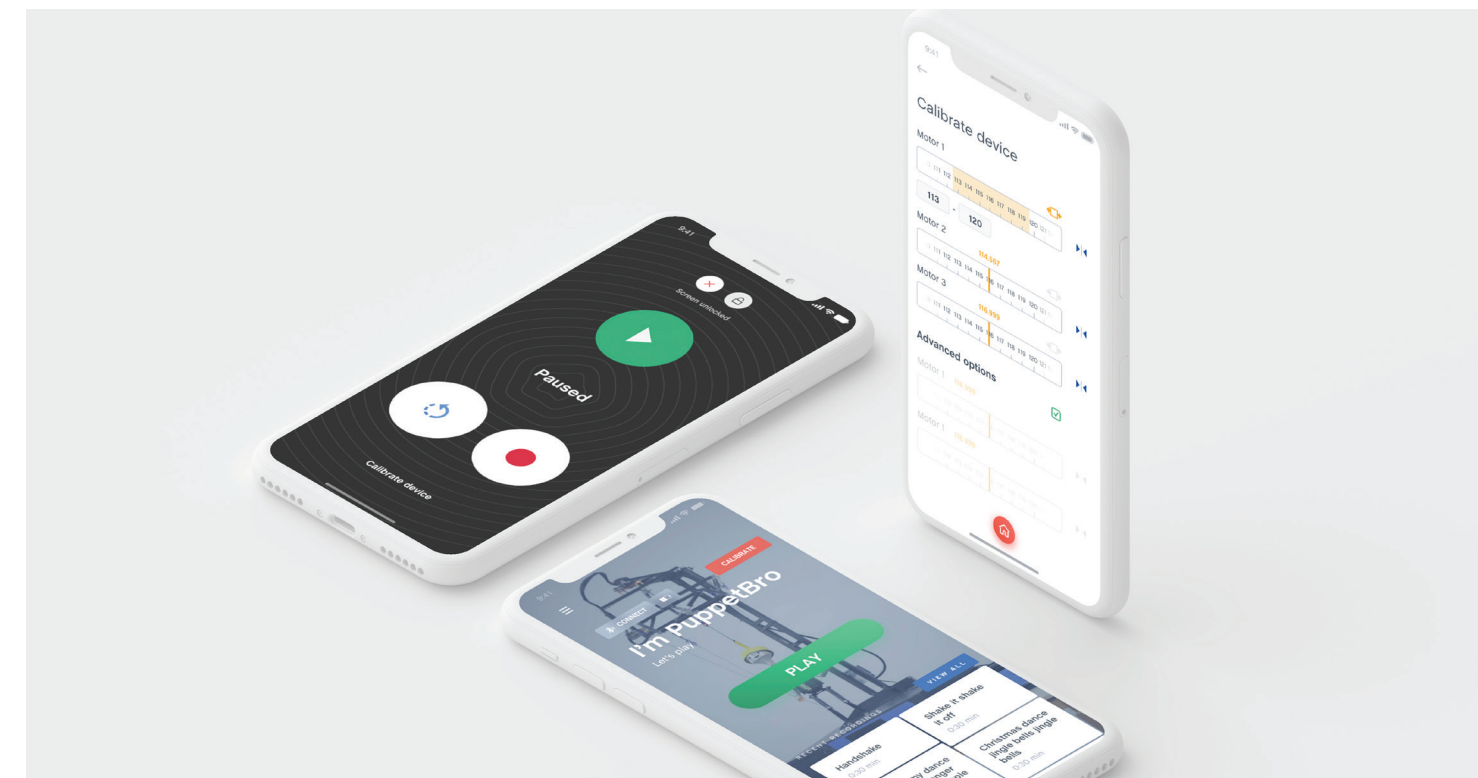
A bábokhoz különféle formájú és színű testrészeket készítettünk, beleértve a törzset, a lábakat, a felkart, az alkart, a kezeket és a fejeket. A lábak a medencerésszel együtt kerültek kinyomtatásra. A láb forgáspontjai úgy lettek kialakítva, hogy azok a testen belül helyezkedjenek el és egy darabban kinyomtathatóak legyenek. Hasonló módon, a báb törzsén a gerinccsigolyák is nyomtatott csuklópontokkal rendelkeznek. Összesen 3-4 alapfejlímet készítettünk, amelyekhez többféle, egyszerűen csatlakoztatható arc tartozik. Ezek között találhatók állati és emberi arcok, valamint olyanok is, amelyek teljesen üresek, hogy rajzolni lehessen rájuk. A Csillagházban Soltészné Takár Anita művészetpedagógus vezetésével foglalkozásokat tartottunk a gyerekeknek, akik saját karaktereiket építhették meg a rendelkezésükre bocsátott elemekből.



36. kép: **Emma Fischer bábbal és protézissel.** 2017. Forrás: Emma Fischer – Laura Gates-Purcell

Emma Fischer bábművész és kutató úgy látja, hogy a bábok szükségszerűen eltérnek a normális emberi testtől, ami tökéletes eszközzé teszi őket a fogyatékos test megjelenítésére (Fischer 2020). *Pupa* c. darabja egyben a saját fogyatékos identitásával való szembenézéssé, a fogyatékoság kulturális jelentéseivel való kapcsolódássá vált. Fischer bal karja egy baleset következtében ugyanis csak korlátozottan mozgatható, míg a bal kezét egyáltalán nem tudja használni. A *Pupa* c. darab hét művésszel történő kollaborációjának eredménye, akik közül öten valamilyen fogyatékossgal élnek. A közös projekt része volt, hogy személyes bábokat készítettek, melyek valamilyen formában a saját maguk által érzékelt identitásukat tükrözték. Érdekes módon több alkotás is állati formát öltött, amelyet a készítők sokkal pontosabb önreprezentációnak éreztek, mintha emberi alakot választottak volna. Az előadásban Fischer egy egyedi mozgató szerkezettel egy olyan bábót irányít, mely a tökéletes pótkarját keresi, az önálló életre kelt, majd száműzött bal karja helyett. A báb a bábos saját történetét meséli el, anélkül, hogy a közönség ennek tudatában lenne a darab végéig, amikor is a bábos felfedi a szerkezetet és a saját testét. A mozgatásához Fischer egy olyan szerkezetet használt, mely a jobb gyűrűs- és kisujjának, valamint a lábujjának mozgatásával egy motort indít be, mely fa fogaskereken keresztül különböző madzagokkal mozgatja meg a bénult bal karját, mely aztán a báb karját mozgatja. Fischer a karját mozgató szerkezetet fából készítette el, hogy így még bábszerűbb legyen a kinézete (Fischer - Purcel-Gates 2017). Ez meglátásom szerint párhuzamba állítható azzal a gyakorlattal, amikor fogyatékossgal élő előadóművészek a saját, esztétikai és dramaturgiai szereppel felruházott protéziseiket és egyéb segítő eszközeiket használják a művészi kifejezés megteremtéséhez (Quadri - Schmidt 2021).

Applikáció fejlesztése



37. kép: **Mobil applikáció.** UX design: Kardos Rudolf

A bábozószerkezet kialakítása során a részvételi tervezés módszertanára fókuszáltunk, biztosítva a projekt érintettjeinek aktív bevonását és így egy közösségi igényekre szabott megoldás kialakítását. A fogyatékossgal élő személyek tapasztalatainak és "megtestesült tudásának" integrálása a tervezési folyamatba gyakran kihívásokkal jár, melyhez nélkülözhetetlen a résztvevők közötti mélyebb szintű kapcsolódás: ezt a fajta együttműködést írja le a co-Ability fogalma (Dezső 2019A). A co-Ability mint az együttműködés lehetséges formája egy megosztott kompetenciával jellemezhető működési rendszer, mely azoknak a tudattalan gyakorlatoknak a reprezentációit

kísérli megérteni, amelyek a kapcsolati élethelyzetekben fordulnak elő (Dezső 2019B). Az egymásra hangolódás és a közös megértési rendszer kialakítása kiemelt jelentőséggel bírt az én projektem során is. Rendszeresen részt vettem a Csillagház mozgásfejlesztő foglalkozásain, ahol játék útján közelítettem a gyerekekhez, közösen fedezve fel a szerkezet használatát és a benne rejlő lehetőségeket. A heti rendszerességgel tartott foglalkozások során egyre mélyebb megértés alakult ki köztünk, és fokozatosan egyre jobban megismertük egymást. Részemről kiemelt jelentőséggel bírt a gyerekek egyedi mozgásképeségeinek megértése, közösen kísérleteztünk a beállításokkal, az akaratlan mozgáselemek kiszűrésével vagy éppen kiemelésével.

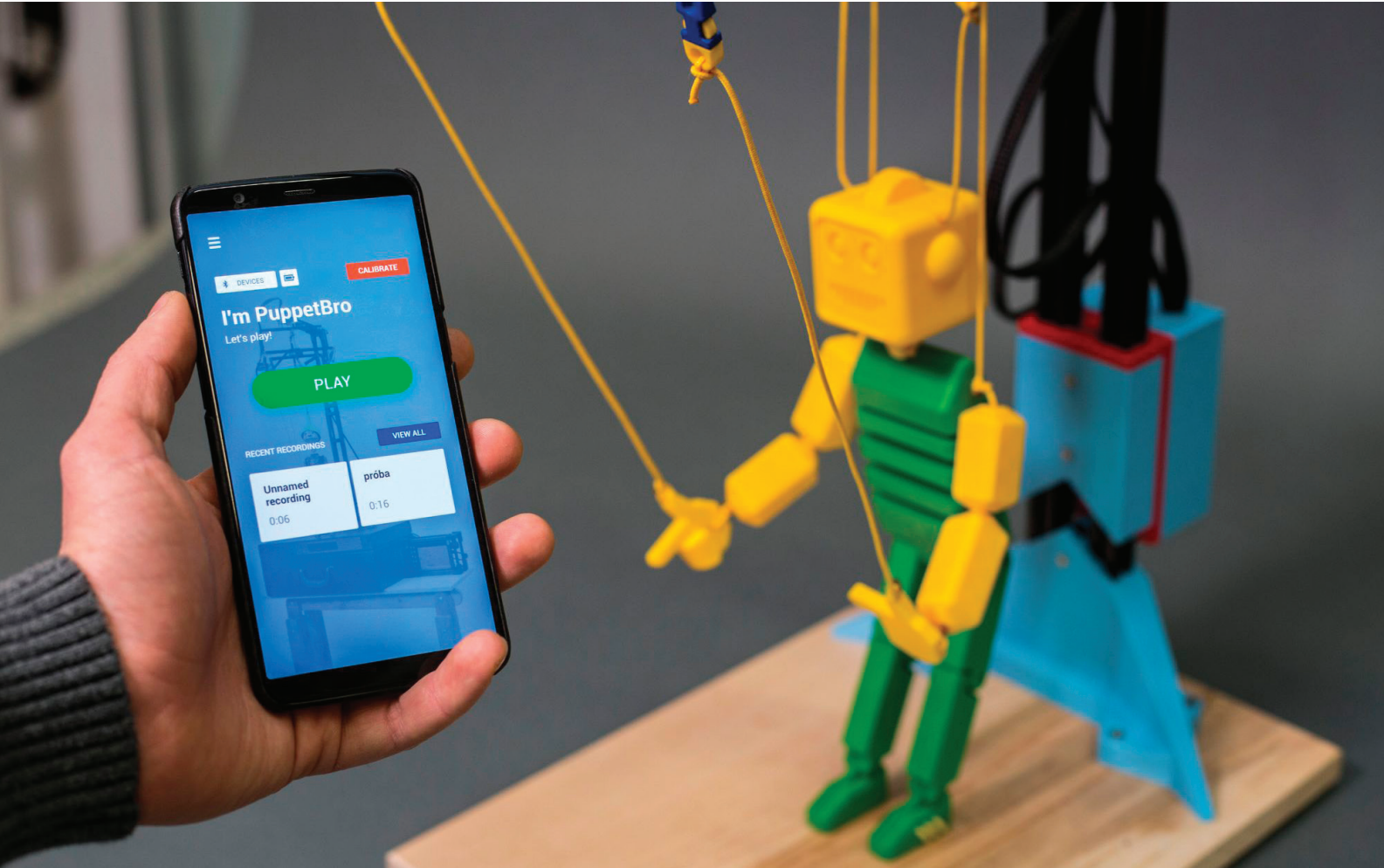
A felhasználói szükségletek feltérképezése és megértése a mozgásterápiás funkció esetében nemcsak a mozgásukban korlátozott személyek kapcsán merült fel, hanem a mozgásfejlesztő szakemberek kapcsán is, akik szintén az eszköz felhasználói közé tartoznak. A mozgásfejlesztők által támasztott igény elsősorban az volt, hogy feladatokat is be lehessen mutatni a báb segítségével. Ezt a szerkezet azon tulajdonsága támogatja, hogy tükröként tud működni, így az utánzás révén egyszerűbbé válik a megértés. Másik fontos igény részükről a mérhetőség megteremtése volt, ezért a bábmozgatóhoz tartozó szoftverbe belekerült az adatrögzítési funkció, hogy a fejlődés naplózható és nyomon követhető legyen. A mozdulatok adatként kerülnek rögzítésre a programban, így a korábban elmentett adatokhoz később bármikor hozzáférhetünk.

Annak érdekében, hogy a rendszer felhasználóbarát legyen és átadhatóvá váljon intézmények számára, a mozgató szoftver fejlesztése során kiemelten fontos fókusz lett egy applikáció létrehozása. Ezt az egyetemista mérnök hallgató szoftverfejlesztőink valósították meg: Novák Emil, Sztók Soma, Koór Levente és Almásy Márton. Az applikáció képes regisztrált felhasználók kezelésére és a korábbi beállítások elmentésére. Bluetooth kapcsolaton keresztül csatlakozik a vezérlőegységhez, amely a szervómotorokat irányítja.

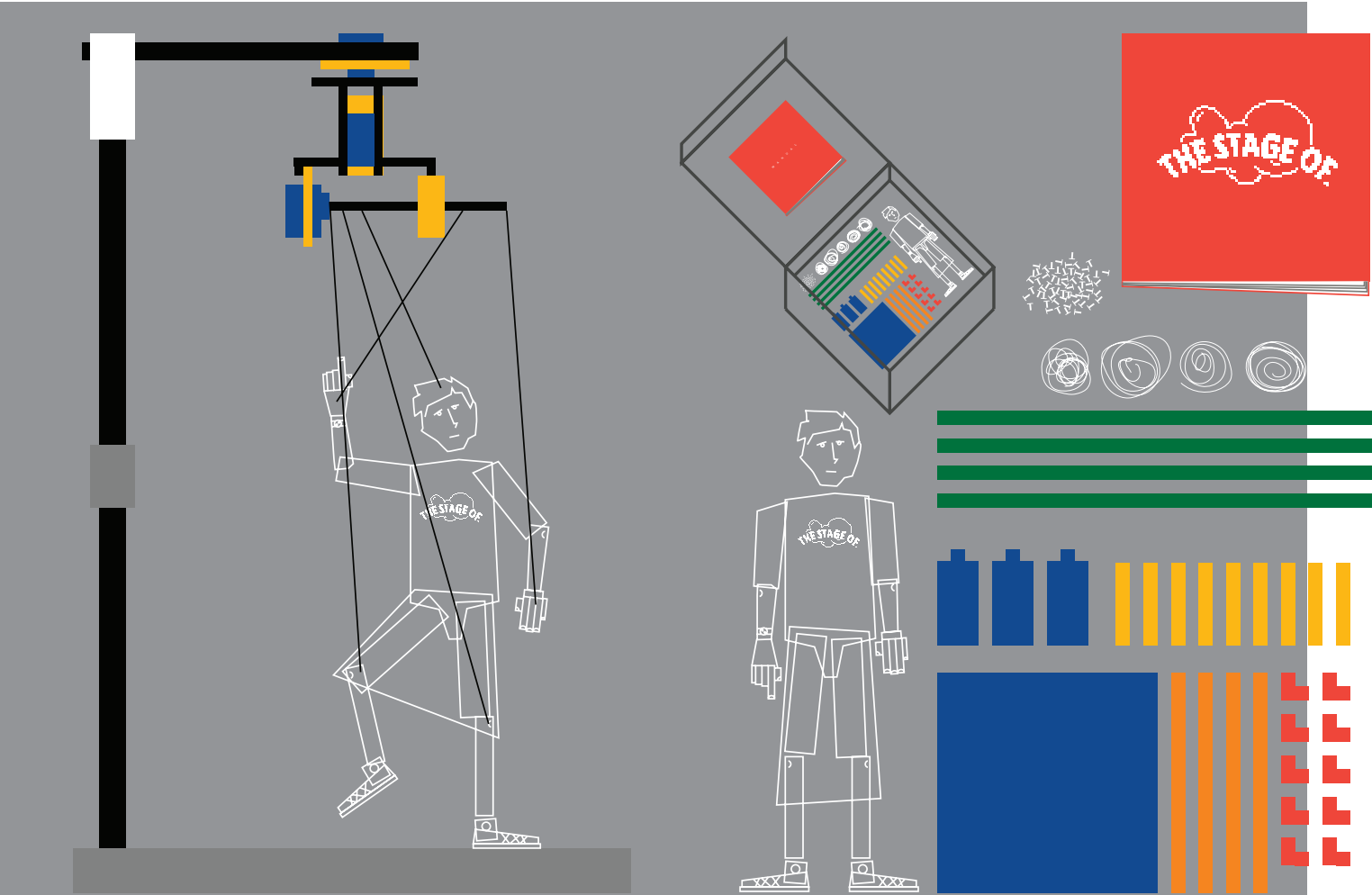
Az applikációban kialakított funkciók lehetővé teszik, hogy a mozgítás könnyedén az egyedi igényekhez igazítható legyen. Például kiválasztható, hogy melyik tengely mentén történő elmozdulás melyik szervót mozgassa, meghatározható, hogy a fej jobbra-balra elmozdulása milyen típusú mozgást indukáljon, és lehetőség van a tengelyek felcserélésére is, hogy a mozgítás például tükrözött legyen vagy sem. Beállítható a szervók mozgási spektruma 0-180 fok között, valamint a mozgítás sebessége is szabályozható. Az applikációval rögzíthetők a mozgítások, így egyrészt előre felvett előadásokat lehet vele készíteni, másrészt a mozgásfejlesztő szakemberek az adatok alapján is elemezhetik a mozgást.

A fejlesztés során kihasználtuk azt a lehetőséget is, hogy minden okostelefonban van IMU (internal measurement unit) chip, mely a telefonra ható fizikai erőket méri; képes meghatározni a készülék helyzetét, sebességét, a magasság változását. Ezáltal a báb a mobil applikáció segítségével is mozgathatóvá vált. Ennek egyetlen hátránya, hogy az egész telefont rögzíteni kell az adott testrészre, amellyel a mozgatót végezni akarják. Ez az újítás nagyban növelte a rendszer hozzáférhetőségét és felhasználhatóságát, lehetővé téve, hogy a felhasználó saját telefonjával is működjön a mozgató. A NOW technologies fejpántjai, bár továbbra is fontos részét képezték a projektnek, most már csak egy opcióként szerepeltek, nem kizárólagos vezérlési módként.

Az applikációval kapcsolatos célkitűzésünk az volt, hogy cross-platform legyen: Androidon, iOS-en, Windowson és macOS-en is fusson. A fejlesztők az általam írt szoftvert – annak működési elveit követve – Unity game engine-ben teljesen újraírták, mely környezet előnye, hogy megkönnyíti a cross-platform alkalmazások készítését. Az elkészült szoftver lehetővé tette, hogy a felhasználói fiókok bármelyik platformon elérhetőek legyenek. Az egyes platformok különböző lehetőségeket kínáltak. Míg a számítógépes verziónál egy listából lehetett kiválasztani az alkalmazott szenzort (pl. Tobii, Leap Motion, NOW Technologies), addig a telefonos verziónál csak a telefont lehetett szenzorként használni. A telefonra történő fejlesztés további előnye volt, hogy már nem feltétlen kellett, hogy számítógép is csatlakoztatva legyen a rendszerbe, elég volt, hogy a mobiltelefon csatlakozott az Arduino boardra.



38. kép: Mobil applikáció használat közben, Hype and Hyper. Fotó: Csizik Balázs



39. kép: Bábmozgató szerkezetéhez készült csomagolásdesign. Illusztráció: Németh Gergely

A fejlesztési folyamat elején úgy döntöttünk, hogy termékfejlesztés irányába megyünk, melynek hátránya az lett, hogy forrásainkat elsősorban az applikáció fejlesztése emésztette fel és kevés lehetőség maradt a kísérletezésre. Mivel mindegyik platform rendszeresen végez biztonsági frissítéseket, ezeket a fejlesztőknek folyamatosan követniük kell. A fejlesztés bemutatója után néhány hónappal fokozatosan eltávolításra kerültek az alkalmazásaink az áruházakból és elérhetetlenné váltak. Finanszírozás hiányában nem tudtuk megoldani a folyamatos korrekciókat, hogy megfeleljünk a platformok előírásainak. Ez a helyzet rávilágított számomra arra a fontos következtetésre, hogy a digitális alkotások kapcsán az alkotó szerepe gyakran alárendelődik a technológiai platformok diktálta feltételeknek. Az a tény, hogy a platformok folyamatosan változó biztonsági és működési előírásaihoz kell alkalmazkodni, korlátozza a szabadságot és a kreatív folyamattól vonja el a figyelmet. Végző soron az ilyen helyzetek arra ösztönöznek, hogy újragondoljuk a technológiai eszközökkel való viszonyunkat, és alternatív megoldásokat keressünk, amelyek lehetővé teszik számunkra a nagyobb függetlenséget és fenntarthatóságot. Ez magában foglalhatja a technológiai eszközök és alkotói célok közötti egyensúly újradefiniálását, valamint a nyílt forráskódú eszközök és decentralizált platformok felé való elmozdulást. Bár ez utóbbi megoldásoknak is megvannak a saját kihívásaik, a függetlenség és fenntarthatóság itt egy teljesen más dimenzióban értelmeződik, amely lehetőséget nyújt arra, hogy az alkotók nagyobb kontrollt gyakoroljanak munkáik felett.

Gyógypedagógiai alkalmazás



40. kép: **Mozgásfejlesztés foglalkozás. Boross Katalin, Csillagház Általános Iskola.** Fotó: Kocsi Olga

A mozgatószerkezet tesztelésében a kezdetektől fogva együtt dolgoztam a Csillagház Általános Iskola pedagógusaival és diákjaival. Ugyan a folyamatos fejlesztésnek köszönhetően többféle szenzor kipróbálására is lehetőségünk nyílt, alapvetően a fejmozgás volt a legeredményesebb a báb mozgatásában. Ennek egyik oka, hogy az első koncepció és az abból eredő prototípusok a NOW technologies cég által fejlesztett eszköz használatára épültek; másik pedig az, amire a mozgásfejlesztő pedagógusok hívták fel a figyelmem, hogy a fej helyes mozgatása az egyik legfontosabb kiindulópont a gyermekek rehabilitációs programjában. A fej mozgatására limitált jeladás teljesen párhuzamba állítható a marionett bábozással, mivel a fej forgása lényegében három tengelyen történik, ami megfeleltethető a marionett bábos kezének forgási irányával.



41. kép: **Mozgásfejlesztés foglalkozás. Csillagház Általános Iskola.** Fotó: Kocsi Olga

A Csillagház diákjai rendszeres mozgásfejlesztésen vesznek részt, mely sok munkával tehető számukra változatossá és izgalmassá. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a mozgásfejlesztésen való aktív részvételben sajnos nehezen motiválhatóak, pedig ez nagyon fontos az életminőségük javítása érdekében. A bábmozgató segítségével azonban koncentrációjuk és lelkesedésük tovább fenntartható, mivel a játék közben szinte észre sem veszik, hogy olyan gyakorlatokat is végeznek, melyek nagy erőfeszítések révén kivitelezhetőek. Leköti a figyelmüket a szemük előtt, általuk mozgatott báb csodája, az, ahogy az ő mozgásuk egy külső objektumra kivetül és azt befolyásolhatják. A báb mint eszköz azért remek választás, mivel egy fizikai objektum mozgatására nyújt lehetőséget akár olyanok számára is, akiknek saját testük mozgatása is nehézségekbe ütközik. A kommunikációnak egy új csatornáját nyitja meg előttük, mely sokkal látványosabb és ezáltal hatásosabb, mintha a mozgatás csak virtuálisan történne egy képernyőn. A bábbal eljátszható történetek, szituációk változatosságot adnak a mozgásterápiának és ezzel lelkesíteni tudják őket a terápia elvégzésére.

Hangszerek használatával is kísérleteztünk, ezáltal a látáson kívül újabb érzékszervet, a hallást is bevontuk a gyerekekkel való játékba. Ez úgy valósult meg, hogy különböző hangszereket (pl. triangulum) raktunk a báb közelébe, melyet a báb a kezében lévő ütő segítségével csak a mozgásfejlesztés során nehezen kivitelezhető mozdulat révén tudott megszólaltatni.

A Csillagház diákjai halmozottan sérültek, vagyis nem csak mozgásszervi, hanem különböző mértékű szellemi fogyatékoságaik is vannak. A bábozógép kognitív képességeik felmérésében is segítséget nyújt, mert a nagyon rossz kommunikációs képességű gyerekek más-más módon viszonyulnak a mozgató szerkezethez, melyből a szakemberek sok információt le tudnak szűrni a gyerekekkel kapcsolatban. Voltak gyerekek, akik látszólag súlyos értelmi sérülésük ellenére megértették a komplex és absztrakt mozgásátvitelt, és fordítva, arra is volt példa, hogy ez a látszólag jó képességűeknek valamilyen okból kifolyólag ez nem sikerült.



42. kép: **Boross Katalin előadás, Makerspace, 2019.** Fotó: Makerspace

Az alábbiakban Boross Katalin, a Csillagház mozgásfejlesztő pedagógusának, a Makerspace-szel közös fejlesztést bemutató rendezvényen tartott előadásának leirata olvasható a fejmozgással irányítható báb mozgásnevelési jelentőségéről.

“A halmozottan sérült mozgássérült gyermekeknek, különösen a súlyos motoros akadályozottsággal küzdőknek, gyakran okoz szinte leküzdhetetlen nehézséget az, hogy a környezetükben olyan változás történjen, amit ők elterveztek. Ezek a gyermekek – különösen a korai idegrendszeri sérülés következtében kialakult akadályozottsággal rendelkezők – sokszor élték meg születésük óta azt, hogy valamiben nem elég jók, valamit már megint nem képesek megtenni. Ezzel különösen akkor szembesültek – ők maguk és a szüleik révén áttételesen is – amikor a szülő a gyermeket valamilyen vizsgálatra vitte, ahol a fejlődését, a mozgásos tudását, a taníthatóságát stb. mérték fel a szakemberek. Ezek a vizsgálatok kifejezetten deficit diagnosztikus jellegűek, a meglévő képességstruktúra feltérképezésére ezek a rövid, gyors alkalmazkodást igénylő helyzetek nem nevezhetőek hatékonynak, éppen a maradvány képességek rendkívül szórt jellege miatt.

A halmozottan sérült gyermek alap életérzése, hogy nem elég jó, hogy nem elég ügyes, és valóban a hétköznapi során is ezzel kénytelen szembesülni, hiszen a többi gyermek mozog, halad, játszik és úgy használja a testét, ahogyan azt akarja, ellenben a halmozottan sérült gyermek erre nem képes. Ez a meg nem felelés érzése alapvetően hatja át a halmozottan fogyatékos gyermek életét még abban az esetben is, ha a gyermek nem érti a beszédet, nem érti azt, hogy mit is mond a szüleinek a vizsgáló orvos, vagy gyógypedagógus, mert ennek ellenére a metakommunikációt, a szülő érzéseinek apró jeleit e gyermekek többsége érti, érz.

Ebbe a frusztrációban és sikertelenségekben gazdag életbe hoz sikerélményt a fejmozgással irányítható báb, amiben az a felemelően csodálatos, hogy azoknak a gyermekeknek, akik a kezükkel, a törzsükkel, a lábukkal nem képesek az akaratuk szerint alakítani a környezetüket, most elkészült egy olyan játék, ami ezt lehetővé teszi. Végre valami úgy történik, ahogyan azt ő akarja. (Természetesen ez az igény azoknál a gyermekeknél merül fel, akiknek az értelmi képességei, az érdeklődési szintje arra motiválja őket, hogy alakítsák a környezetüket. A báb használata feltételezi az elemi összefüggések belátásának képességét. Egy alapvető logikai gondolkodás meglétét.)

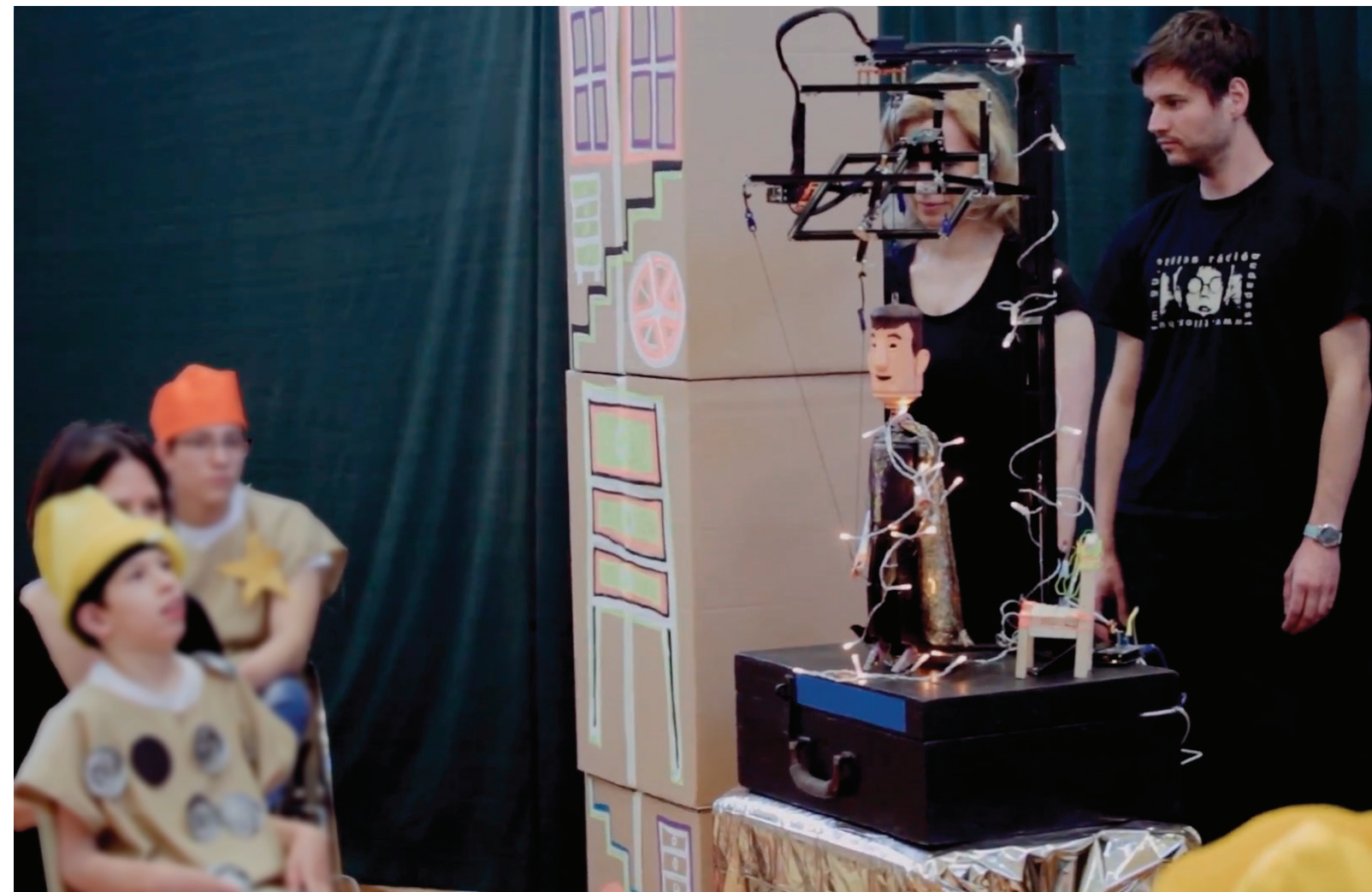
A korai központi idegrendszeri károsodások következtében kialakuló halmozott károsodások, ezen belül a mozgáskárosodások jelentős részénél csak nehezen és sok gyakorlással ellensúlyozhatóan, egyénileg eltérő szinten

meglévő és gyakran egyéni módon elkerülhető akadályt képez a fejtől induló mozgástanulás megakadása. Emögött számos tényező húzódik meg, kezdve a primitív reflexprofil, vagy az elemi mozgásminták fennmaradásától, folytatva a gyermek spontán, éber állapotban érvényesülő izomtónusáig, motivációs szintjéig.

Ebbe a körbe tartozik még a mozgáskoordináció és az egyensúlyrendszer mindezekkel összefüggő zavara, ami végső soron sokszor azt eredményezi, hogy a gyermek még hosszas és kitartó fejlesztés mellett sem lesz képes e blokkok elkerülésére, és gyakran csak ezekkel a kóros mozgásmintákkal lesz képes a saját testhelyzetét a térben változtatni. Ezek a kötött, korlátozott mozgások a növekedés folyamán még kötöttebb, még korlátozottabb mozgásképeséghez és testszerkezethez vezetnek. Számtalanszor tapasztalható, hogy a növekedési folyamattal a gondos fejlesztés ellenére elvesznek bizonyos mozgások. Tehát egy halmozottan sérült, mozgássérült gyermek és szülő életébe bele van kódolva a veszteségérzés.”

A Csillagház Általános Iskolával kezdetek óta fenntartott kapcsolatom mellett további két gyógypedagógiai intézménnyel ismerkedtem meg. A budapesti Bliss Alapítvány és a Keszthelyen található Zöldmező Utcai Egységes Gyógypedagógiai Módszertani Intézmény ugyanis elhívtak magukhoz, hogy az ő diákjaik is kipróbálhassák a bábmozgató szerkezetet.

Művészetpedagógiai alkalmazás



43. kép: **Gyógypedagógiai Intézmények Fővárosi Kulturális Fesztiválja, 2017.** Fotó: Kocsi Olga

A bábmozgató elkészítésével alapvetően az előadóművészetbe történő bevonás volt a célom. A projekt névválasztását (*Lehetetlenségek Színpada*) Szergej Vladimirovics Obracev orosz bábművész bábművészettel kapcsolatos koncepciója ihlette. Ő ugyanis a bábművészetet a lehetetlenségek művészetének nevezte. Elmélete szerint amikor a művész „lehetséges” személyeket lehetséges szituációkba helyez, például élőszereplős színházi rendezéskor, akkor a „lehetőségek művészetéről” beszélhetünk. Amikor viszont „lehetetlen” személyeket, például egy fabábot helyez lehetséges körülmények közé, akkor „lehetetlenségek művészetéről” van szó. A bábművészet különlegessége ezért abban rejlik, hogy a lehetetlen valósággá válhat (Obracev 1946).

Úgy gondolom, hogy a mozgásukban korlátozottak által mozgatott bábok előadásokba, performanszokba való beépítése lehetővé teszi, hogy az általa közvetített üzenet széles közönséget érjen el és ezáltal hozzájárulhat a fogyatékkal élő emberek szociális integrációjához. A mozgáskorlátozott emberek művészeti projekteiben való részvétele segíti a szociális attitűd kialakítását a társadalomban és újfajta irányt nyújt a fogyatékos és fogyatékosokkal élő személyek életének megközelítéséhez. A bábozás olyan előadóművészeti tevékenység, ami a báb közbeiktatásával alapvetően távolságot teremt az előadó és a nézőközönség között, ez pedig segítségével lehet a komolyabb témák, diskurzusok kibontakozásának. A báb reflektálásra készíti a nézőt nem csak olyan univerzális fogalmakkal kapcsolatban, mint képesség, önkifejezés, testkép, de olyan jelenkori témákkal is mint test kiterjesztése, hibrid testek.

A Csillagház pedagógusainak köszönhetően a bábmozgató szerkezet nemcsak mozgásfejlesztési célokra, hanem bábelőadás eszközeként is felhasználásra került. Soltészné Takár Anita és Mészöly Andrea által tartott művészetpedagógiai foglalkozások keretében a diákok egy kiselőadás összeállításán dolgoztak, amelyet a Gyógypedagógiai Intézmények Fővárosi Kulturális Fesztiválján mutattak be. A bábmozgató így fontos szerepet kapott egy élőszereplős előadásban, ahol a fejpánttal irányított báb alakította a történet

menetét. Kimondottan ehhez a darabhoz egy olyan bábmozgatót terveztem, ami egy dobozban elfért, így mobilis volt. Ez a doboz az előadás során a báb talpazatát képezte, egyben elrejtve szem elől a működtető elektronikát. A mozgató külső áramforrás nélkül, akkumulátorról működött, valamint egy távirányítóval ki- és bekapcsolható volt, így a báb csak egy adott pillanatban kelt életre és volt irányítható, nem zavart bele az előadás dramaturgiájába. A gyerekek közösségi előadásba való bevonása pozitív hatással volt rájuk, hiszen erősítette bennük azt az érzést, hogy valaminek aktív részesei, hozzájárulnak egy jelentésekben gazdag alkotás létrehozásához, amelyre hosszú időn keresztül készültek és gyakoroltak.

44. kép: **Csillagház Általános Iskola.**
Fotó: Kocsi Olga



45. kép: **Színházi előadás próbája.**
Csillagház. 2017.
Fotó: Kocsi Olga



Múzeumi és múzeumpedagógiai alkalmazás



46. kép: **Petőfi Irodalmi Múzeumban alkalmazott szerkezet. 2018.** Fotó: saját

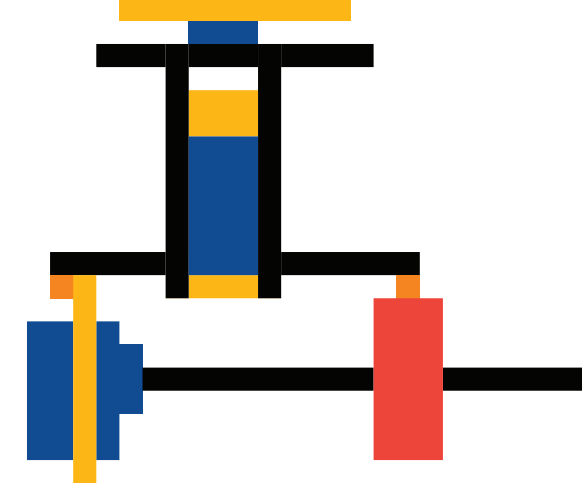
A Petőfi Irodalmi Múzeum *Mesés bábok - Bábos mesék. Arany János művei és a bábtechnikák* c. időszaki kiállítására ⁴⁶ egy kézzel irányítható marionett bábmozgatót terveztem. Itt az a szempont volt fontos, hogy a tárlaton úgy tudjanak marionett bábbal való interakciót biztosítani a látogatóknak, hogy ahhoz ne kelljen hozzáérni. Ezzel a technikai érdekesség biztosításán túlmenően azt az eshetőséget próbálta kiküszöbölni a múzeum, hogy a gyakori használat miatt a báb nehogy megsérüljön, a zsinórok nehogy összegabalyodjanak.



47. kép: **Petőfi Irodalmi Múzeumban alkalmazott szerkezet. 2018.** Fotó: saját

⁴⁶ A kiállítás 2018. szeptember 6. és 2019. március 24. között volt megtekinthető.

A látogatókat így egy üvegfal választotta el a Palya Zsombor bábkészítő alkotta bábtól, mellyel úgy tudtak játszani, hogy a levegőben kézmozdulatokat végeztek. Ennél a változatnál a bábót egy Leap Motion szenzor segítségével lehetett mozgatni; a szoftverkörnyezet, melyben a programkódot írtam ugyanúgy a vvvv volt. A Leap Motion egy olyan szenzor, mely a kéz mozgását követi le és alkotja meg annak 3 dimenziós virtuális vetületét. Kezdetben kimondottan interaktív installációk készítésére fejlesztették, de később a VR ipar integrálta, mivel ott nagy szükség volt arra, hogy a felhasználók kezei átkerüljenek a virtuális térbe és érzékelhetővé váljanak.



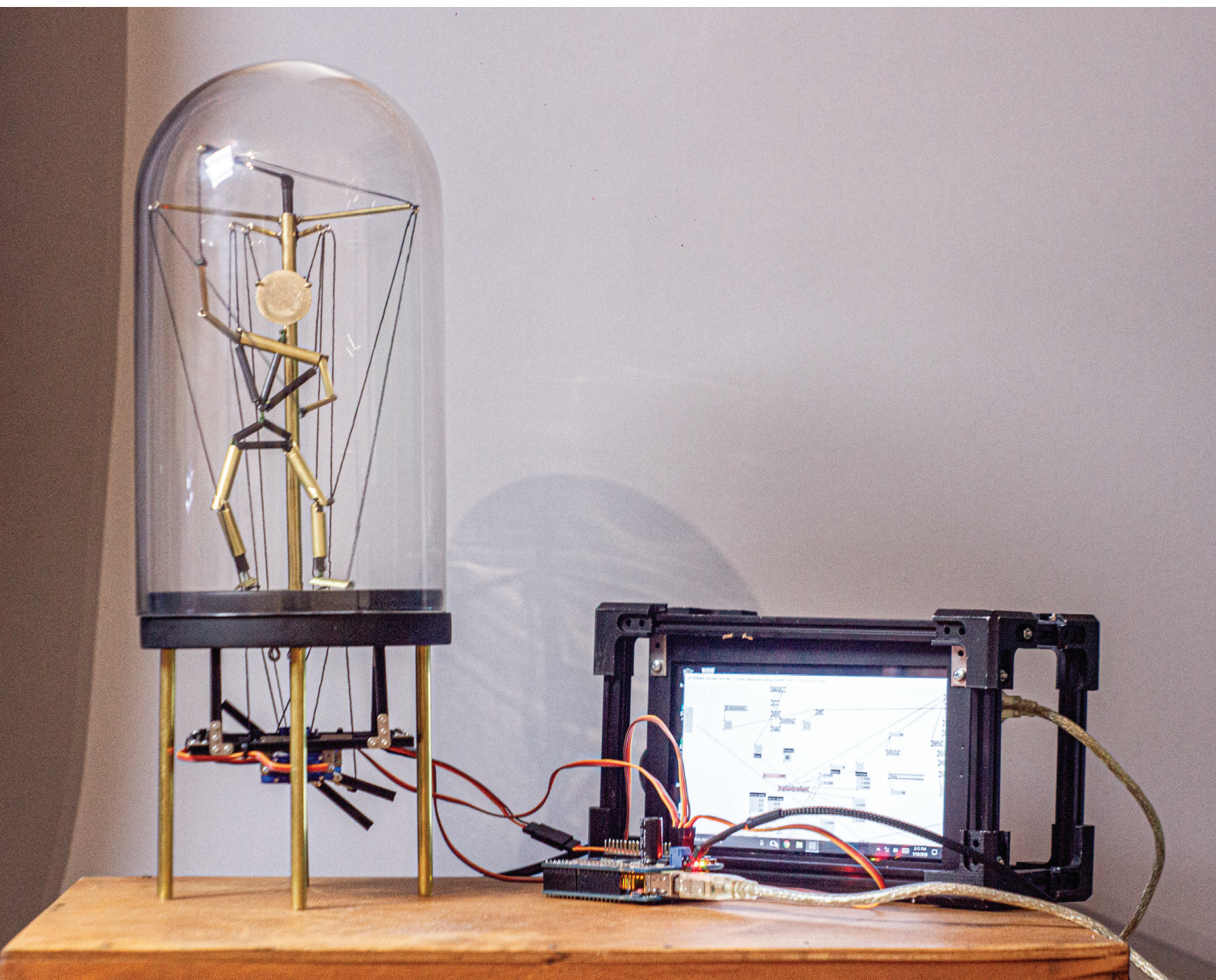
48. kép: **Múzeumpedagógiai foglalkozás, Petőfi Irodalmi Múzeum. 2019.** Fotó: saját



A kiállítás keretében a Petőfi Irodalmi Múzeum múzeumpedagógiai foglalkozást szervezett a Csillagház halmozottan sérült diákjai számára. Az esemény megszervezésében és megvalósításában aktívan részt vettem, a foglalkozáson ugyanis kiemelt szerepet kaptak az általam készített bábmozgatók. A program célja az volt, hogy a fogyatékkal élő gyerekek számára a speciális igényeikhez igazodó tevékenységeket kínáljanak, miközben számukra is elérhetővé teszik a múzeumi élményt. A foglalkozás során a diákok interaktív játékokban vehettek részt és tematikus feladványokat kaptak, amelyek szorosan kapcsolódtak a tárlat anyagához. Mivel a diákok már rendelkeztek tapasztalattal a bábmozgató használatában, a bábok világa sem volt ismeretlen számukra. A kiállított báb és mozgató szerkezet jelenleg az Országos Színháztörténeti Múzeum és Intézet tulajdonát képezi.

Rögzített mozdulatok installáció

A Fialat Képzőművészek Stúdiója Egyesület 2018. évi új tagjainak kiállítására⁴⁷ egy olyan bábszerkezettel készültem, mellyel a projektemet szerettem volna egy művészeti közegben is bemutatni, érzékletessé tenni, de mégse egy videón keresztül, hanem installációba sűrítve. Az itt kiállított bábmozgató olyan, ami csak lejátszásra szolgál, élő interakcióra nem képes. A Csillagházban a gyerekek által előadott mozgásokat mindig rögzítettem: ezek a felvételek kerültek bemutatásra úgy, hogy a kiállítóterben búra alatt szereplő kisméretű báb ugyanazokat a mozdulatokat ismételte meg, mint amiket a gyerekek a fejük mozgásával létrehoztak.



49. kép: **Rögzített mozdulatok, Tarr Kálmán. Installáció. 2018. Stúdió Galéria. Fotó: Kocsi Olga**



50. kép: **Rögzített mozdulatok, Tarr Kálmán. Installáció. 2018. Stúdió Galéria. Fotó: saját**

Ezt követően a *SETUP* c. csoportos kiállításon⁴⁸ volt látható az alkotásom, ahol immár két bábót mutattam be, melyek mozgása különböző volt, pedig pontosan ugyanazt a rögzített mozgatsort közvetítették. A nagyobb szerkezet és a rajta lógó báb – valamint ezáltal maga a mozgás is – megegyezett azzal, amit a bábos azonnali vizuális visszacsatolásként eredetileg maga előtt látott. A búrában lévő báb azonban már a mozgás egy olyan önállósult transzformációját mutatta, mely nem volt azonos a bábos szándékával mégis annak révén jött létre.

Mindkét installáció kapcsán tudatosan alkalmaztam a DIY (do-it-yourself) esztétikát. Igyekeztem arra irányult, hogy az alkotás folyamatát is szemléltessem

annak részleteinek feltárásával, egyben a hitelesség hangsúlyozásával. Az installációhoz használt single board computer (Latte Panda) egy általam épített dobozban, minden kábelezésével, tápegységével együtt látható része volt a szerkezetnek, nem állt szándékomban ezek elrejtése. Működés közben egy csupasz LCD panelen követhető volt a rögzített adathalmaz és a futó vvvv kód. Ez az a hozzáállás, amely leginkább tükrözi az én szerepem ebben a részemről technológiai központú projektben. A DIY alapvetően egy átfogó amatőr szemléletet képvisel, ezzel ellentétben áll a craft hagyományával, amely a hosszú évek alatt megszerzett tudás és tapasztalat szükségességét hirdeti (Hertz 2023).

⁴⁷ A kiállítás a Stúdió Galériában volt megtekinthető 2018. január 23. és február 3. között.

⁴⁸ A kiállítás a Mamű Galériában volt megtekinthető 2019. október 11. és november 11. között.

Előadóművészekkel való együttműködés



51. kép: UH Feszt afterparty. Sirumám koncert. Bábmozgató mint vizuál. 2018. Fotó: saját

A korábban említetteken túlmenően a testképpel kapcsolatos másik sarkalatos pont, az a felhasználó és a báb nem csak mozgásokon alapuló dinamikus kapcsolata, hanem a kettejük közt fennálló pozíció is, amit nagyban a felhasználás célja határoz meg. A megszokott gyakorlatban a mozgató és a báb fizikailag kapcsolódik, a bábmozgató szerkezet esetében ez elválik, így a báb esztétikája is több interpretációnak adhat helyet. A báb általában a test, a képzelet és a mondanivaló meghosszabbítása. Fontosnak tartottam, hogy ne csak fogyatékkal élő emberekkel és pedagógusokkal együtt keressük azokat a gyakorlatokat, melyek metakommunikációs gesztusrendszere a fogyatékkal élők mindennapi

tanulságait tükrözik, hanem előadóművészek segítségével keressük azokat a kifejezési technikákat, melyek elsajátítása a báb mozgását hitelesebbé és mindenki számára elérhetővé és érthetővé teszi.

A báb és bábozó kapcsolatának megszakadása, az eredeti, fogyatékkal kapcsolatos fókuszon túlmenően, inspiráló témává vált az előadóművészekkel folytatott együttműködéseim során. A báb mozgatója a technológia segítségével érvényesíti akaratát a tárgy felett, anélkül, hogy hagyományos formában kapcsolatot létesítene a bábbal. Így a műfaj bábművészet marad, hiszen van mozgatónk és bábunk, csak a mozgatás

módszere változik meg. Érdekesé válik a bábozás hagyományos formáinak vizsgálata, különös figyelmet fordítva azokra a fogalmakra, amelyeket a szenzorokon alapuló bábmozgató hangsúlyoz. Ilyenek például a távolság, közelség, átvitel, kötöttség, kötetlenség.

Egy kidolgozási fázisban lévő projektünket sajnos a COVID-járvány és a vele járó lezárások nagy mértékben akadályozták. A járványt követően sem sikerült megvalósítani teljesen a projektet az eredeti körülmények változása miatt, azonban ezt nem tartom kudarcnak. Számos értékes tapasztalatot szereztünk, amelyeket a későbbi - például a lentebb ismertetett jelenleg folyó - együttműködéseim során is hasznosítani tudok.

Ecsedi Csenge Berta bábművésszel, Franyó Ádám informatikussal, valamint Kovács Andrea a Let it Be! art agency kurátorával egy olyan performansz előadáson kezdtünk el dolgozni, amelyben egy emberméretű báb áll a középpontban. A mozgatót webkamerás arcfelismerő rendszerrel terveztük megvalósítani, úgy, hogy az algoritmus kizárólag a bábművész arcát érzékeli és az így érzékelt, előre meghatározott jelek válnak a mozgató inputjává. A közönség a bábművészhez hasonlóan a báb körüli térben lenne jelen. Az egész teret webkamerák rögzítenék, és csak fokozatosan derülne ki a nézők számára, hogy ki irányítja a bábót.

Először technikailag kellett megoldanunk a mozgatót, hogy el tudjuk kezdeni a próbákat a bábmozgatóval. A fejlesztés addig a pontig jutott el, hogy az arcfelismerés már működött, és elkezdtünk kiépíteni egy gesztusvezérlő rendszert is. A hobbi szervók helyett itt professzionális robotikában használt okos szervókat (Dynamixel) terveztünk alkalmazni. Ezek többek között abban különböznek a hobbi szervóktól, hogy a kommunikáció kétirányú a gép és a szervó között. Míg a hobbi szervónál csak

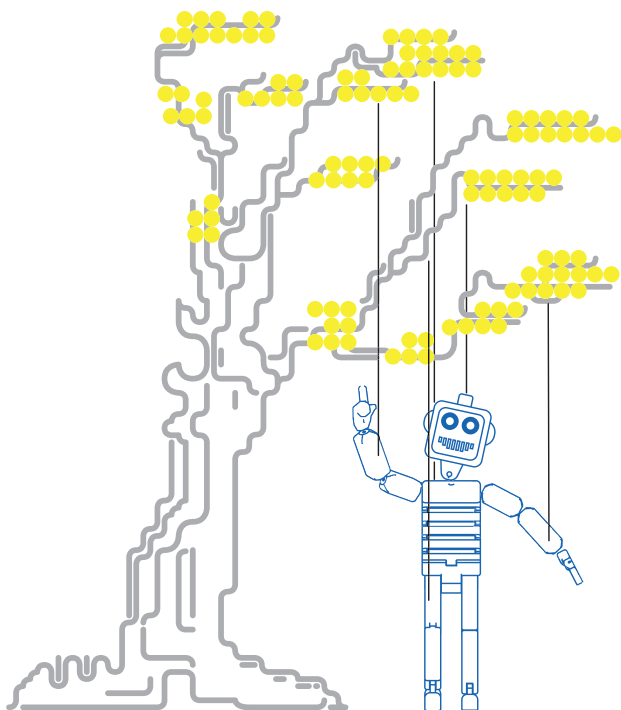
utasítást adunk, hogy az milyen pozícióba álljon, az okos szervótól vissza is tudunk kérdezni, hogy aktuálisan milyen pozícióban van. Ezen kívül állítható a nyomatéka, a mozgás görbéit is animálhatjuk, finomhangolhatjuk, hogy hogyan lassítson vagy gyorsítson. Az okos szervók sokkal szebb, finomabb mozgásokra képesek, természetesen magasabb áron.

Afentiegyüttműködéssorozatunk tapasztalataimat és a kidolgozott módszertant adaptálhatónak találtam a jelenleg folyamatban lévő Budapest Dancehack 2024 elnevezésű multidiszciplináris együttműködésben. A projekt a finn Taikabox, a román Developing Art és a magyar Közép-Európai Táncszínház (CEDT) együttműködésével a tánc és technológia kapcsolatára összpontosít. Közös performanszunkban egy nagyméretű báb mozgatót tervezzük, amelyhez erősebb szervók és nagyobb keretek szükségesek. Nem egy előre elkészült bábbal dolgozunk, hanem egy workshop során hozzuk létre a bábót újrahasznosításra szánt anyagok, maradékok és egyéb alkalmasnak tartott anyagok felhasználásával. A workshop bevezető szakaszában megismertetjük a résztvevőket a bábok fogalmával, és különböző gyakorlatok segítségével bemutatjuk, hogyan kelthetünk életre élettelen anyagokat. Légzéstechnikai gyakorlatokkal kezdve, közvetlen mozgatón keresztül eljutunk oda, hogy beiktatjuk a technológiát a báb és a résztvevők közé. A báb mozgatója mobiltelefonokkal lesz lehetséges, egy TouchDesignerben létrehozott szoftver segítségével, amely fogadja a résztvevők mobiltelefonjainak IMU adatait. Az egyszerűség kedvéért minden telefon egy szervóval lesz összekapcsolva. A kísérlet során a résztvevők így megismerkedhetnek a kollaboratív bábmozgató kihívásaival és lehetőségeivel.

Összegzés

Az értekezésben ismertetett művészek és designerek számára készített fejlesztői környezetek elősegítik a művészi szemléletmód becsatornázását olyan területekre is, melyeket ez korábban nem jellemzett, sőt alternatívát biztosíthatnak a hagyományos termékfejlesztési stratégiáknak. Ezek a környezetek előmozdítják az interdiszciplináris és részvételi alkotásokat, amint azt a saját projektem példája is szemlélteti. A gyógypedagógiától a múzeumpedagógián át a művészetig: a művészeti célú kódolás észjárása, eljárásmodja, dilemmái hozzák azonos platformra ezeket a teljesen eltérő felhasználásokat.

Ha a Lehetetlenségek Színpada projektet mérnökök tervezték volna meg, valószínűleg teljesen más utat járt volna be. Az én projektem egyediségét az adja, hogy művészekkel és más, nem programozói háttérrel rendelkező szakemberekkel – elsősorban pedagógusokkal – dolgoztam együtt egy számítógép-alapú eszköz fejlesztése során. Az együttműködések alapját absztrakt fogalmak és kreatív ötletek megvitatása képezte, ami élesen eltér egy mérnöki termékfejlesztési megközelítéstől, amely sokszor a



technikai részletek és a rendszerszintű gondolkodás mentén halad, így távolabb áll az intuitív, gyakran kísérletező módszerektől. A projektem egyediségét úgy gondolom a művészeti világból eredő fejlesztői infrastruktúra is adja, amelyből egyben inspirációt is merít. Az egyik legfontosabb motívum ebben az inspirációban a hozzáférhetőség. Ez ugyanis nemcsak a programozást számomra is elérhetővé tevő fejlesztői környezetek kapcsán, hanem a projekt által a fogyatékkal élő gyermekek számára nyújtott lehetőségek tekintetében is központi fogalomává válik. A bábmozgató eszköz fejlesztése során mindkét általam ismertetett programozást igénylő alkotási stratégia érvényesült: az önálló fejlesztés és a programozó mérnökökkel való együttműködés is. Annak, hogy a művészek és designerek számára létrehozott fejlesztői környezetben önállóan hozok létre számítógépes alkotásokat megvan az az előnye, hogy lehetővé teszi a kísérletezést és a saját prototípusgyártást. Az így létrejött megoldások azonban önmagukban is megállják a helyüket egyedi, egyszeri alkotásként, például performanszok vagy installációk formájában. Ezt szemléltetik a bábozószerkezet színházi előadásban, múzeumi interaktív installációként, illetve galléria térbe helyezett művészeti alkotásként történő alkalmazásai. Ahhoz azonban, hogy egy könnyen használható, kompakt, felhasználóbarát terméket lehessen belőle létrehozni mindenképpen szükségesnek látom a más szakterületek bevonását. A bábmozgató szerkezet általam fejlesztett változatának mozgásfejlesztő eszközként történő alkalmazása ugyanis jelentős korlátokba ütközött, mivel annak megbízható üzemeltetéséhez szükséges maradt az én jelenlétem. A szerkezet összeállítása, kalibrálása és használata – részben az alkalmazott eszközök sajátosságának részben a saját képességeimnek is betudhatóan – csak velem együtt volt megoldható. Ugyanakkor az a kísérletezési lehetőség, amit ezek a fejlesztői környezetek biztosítottak számomra, lehetővé tették, hogy kialakítsam egy gyártható termék koncepcióját, mely egy mérnöki együttműködés alapja lehet.



52. kép: Lehetetlenségek Színpada, Hatodik Fogyatékokosságtudományi Konferencia.
Illusztráció: Németh Zoltán MNU

KIÁLLÍTÁSOK ÉS VETÍTÉSEK

2018. január: FKSE új tagok csoportos kiállítás: *Rögzített mozdulatok* installáció
<https://artportal.hu/program/fkse-uj-tagok-kiallitas-1/>
2019. október: Mamű Setup csoportos kiállítás: *Rögzített mozdulatok* installáció
<https://hypeandhyper.com/setup/>
2020. augusztus: *Stage of Impossibilities* - videó, Both Ways csoportos kiállítás, Trieste Contemporanea, Trieste, IT
<https://www.ludwigmuseum.hu/kiallitas/both-ways>
2022. május: *Stage of Impossibilities* - videó, Hungary Live Festival – Best of MOME Media Design, New York, US
<https://hungarylifestival.com/hu/fesztival/best-of-mome-media-design/>

KONFERENCIA SZEREPLÉSEK

2017. február: 2017. smART! MOME TechLab, Robot Revue, Trafó Budapest, előadás
https://trafo.hu/en/programs/robot_revue
2018. március: MOME Z Estek, előadás
<https://epiteszforum.hu/mome-z-estek-mirko-ilic-eloadas>
2018. november: Hatodik Fogytékosságtudományi Konferencia, ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar, előadás
<https://barczi.elte.hu/content/hatodik-fogyatekossagtudomanyi-konferencia.e.190>
2019. május: Adjunk teret a Technológiának! Millenáris Park Budapest, előadás
<https://www.etikk.hu/wp-content/uploads/2019/03/T%C3%A1mogat%C3%B3-technol%C3%B3gi%C3%A1k-konferencia-programja.pdf>
2019. szeptember: Creative Code Meetup, előadás
<https://www.facebook.com/events/390056838350483>
2019. szeptember: Making Futures Conference, Plymouth College of Art, UK, előadás
<https://www.aup.ac.uk/posts/making-futures-2019>
2019. október: Doktori Agóra, A designtől a művészetig, előadás
<https://www.facebook.com/events/521730475305970/>
2023. október: Technicity Doktori Műhelykonferencia, MOME, előadás
<https://technicity.mome.hu/index.php?p=program2>
2024. május: Cumulus Budapest, P/References of Design, MOME, előadás
<https://event.cumulusbudapest2024.exordo.com/session/42/design-education-for-children-and-young-adults>

PUBLIKÁCIÓK

Tarr, Kálmán *Lehetetlenségek Színpada*. In: Bányai, Borbála; Fazekas, Ágnes Sarolta; Sándor, Anikó; Hernádi, Ilona (szerk.) *Szabálytalan kontúrok : Fogytékosságtudomány Magyarországon*, Budapest, Magyarország : ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar (2019) pp. 174-179. , 6 p.

Tarr, Kálmán *Lehetetlenségek Színpada*. In: Sándor, Anikó; Cserti-Szauer, Csilla; Katona, Vanda (szerk.) *Sokféleség mint társadalmi érték? : Hatodik Fogytékosságtudományi Konferencia : Konferenciakötet Budapest, Magyarország : ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar (2018) pp. 97-100. , 4 p.*

MÉDIAMEGJELENÉSEK

- Ahol egy biccentés csodára képes - így bábozhatnak mozgássérültek (HVG, 2017. március 31.)
https://hvg.hu/elet/20170331_Ahol_egy_biccentes_csodara_kepes_mozgasserultek_baboznak
- The Stage of Impossibilities (Designisso, Karsai Anna, 2018. május 29.)
<https://designisso.com/2018/05/29/the-stage-of-impossibilities/>
- INCLUSIVE | Lehetetlenségek színpada (Hype & Hyper, Réka Vikárius, 2019. február 10.)
<https://hypeandhyper.com/lehetetlensegek-szinpada/>

IRODALOMJEGYZÉK

Banzi, Massimo 2015. *Oral History of Massimo Banzi*. Interviewed by Shayne Hodge, Recorded 12. 05. 2015. Computer History Museum, Mountain View, CA
<https://archive.computerhistory.org/resources/access/text/2016/03/102740131-05-01-acc.pdf>

Banzi, Massimo – Shiloh, Michael 2022. *Make: Getting Started with ARDUINO*. 4th edition, Make Community, LLC., Santa Rosa, CA

Beke László – Orosz Márton – Peternák Miklós 2016. *Magyar művészek és a számítógép, egy kiállítás rekonstrukciója*. Kiállítás katalógus, Magyar Nemzeti Galéria, Budapest

Burnham, Jack 1968. System Esthetics. *Artforum*, 7 (1)
https://monoskop.org/images/0/03/Burnham_Jack_1968_Systems_Esthetics_Artforum.pdf

Burnham, Jack 1970. Notes on Art and Information Processing. In: *Software, Information Technology: its new meaning for art* exhibition catalogue at The Jewish Museum, NY
https://monoskop.org/images/3/31/Software_Information_Technology_Its_New_Meaning_for_Art_catalogue.pdf

Cheng, I-Ming – Tay, Raymond – Xing, Shusong – Yeo, Song Huat 2005. Many strings attached: from conventional to robotic marionette manipulation, *IEEE Robotics & Automation Magazine*, vol. 12, no. 1

Coleman, E. Gabriella 2013. *Coding Freedom - The Ethics and Aesthetics of Hacking*. Princeton, Oxford, Princeton University Press, NJ

Dezső Renáta 2019A. A gondoskodó tervezés és gyakorlati reflexiók. In: Bányai Borbála – Fazekas Ágnes Sarolta – Sándor Anikó – Hernádi Ilona (szerk.) *Szabálytalan kontúrok: Fogytékosságtudomány Magyarországon*, ELTE Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar (2019), Budapest
https://www.eltereader.hu/media/2019/09/Szabalytalan_konturok_2019_konferenciakotet_OK.pdf

Dezső Renáta 2019B. Co-Ability Practices, *Nordic Design Research*, No. 8.
<https://archive.nordes.org/index.php/n13/article/view/463>

Ellis, T. O. – Heafner, J. F. – Sibley, W. L. 1969. *The GRAIL Language and Operations*, The RAND Corporation, Santa Monica, CA

Erdély Miklós 1975. Montázs gesztus és effektus. In: Erdély Miklós 1995. A filmről, Balassi Kiadó - BAE Tartóshullám - Intermedia, Budapest

Fischer, Emma 2020. The symbiotic relationship between puppetry and disability: The emergence of a strong contemporary visual language. *Journal of Applied Arts and Health* 11(1):15-28

Fischer, Emma – Gates-Purcell, Laura 2017. Puppetry as reinforcement or rupture of cultural perceptions of the disabled body. *Research in Drama Education: The Journal of Applied Theatre and Performance* 22(3), 363–372.

Flusser, Vilém 1997. *Az írás, Van-e jövője az írásnak?* Balassi Kiadó - BAE Tartóshullám - Intermedia, Budapest

Groys, Boris 1997. A művészet aszkétája. In: Groys, Boris 1997. *Kunst-Kommentare*. Passagen Verlag, Wien. <http://ujnautilus.info/13966> (fordította: András Orsolya)

Groys, Boris 2010. Marx Duchamp után, avagy a művész két teste. *e-flux journal*, Vol 19. <http://ujnautilus.info/16289> (fordította: András Orsolya)

Groys, Boris 2016. A művészet igazsága. *e-flux journal*, Vol 71. <https://exindex.hu/hu/nem-tema/a-muveszet-igazsaga/> (fordította: Erhardt Miklós)

Heikkilä, Ville-Matias 2020. Permacomputing <http://viznut.fi/texts-en/permacomputing.html>

Hertz, Garnet 2023. *Art + DIY Electronics*, MIT Press, Cambridge, MA

Jochum, Elizabeth – Millar, Philip – Nunez, David 2017. Sequence and chance: Design and control methods for entertainment robots. *Robotics and Autonomous Systems* 87 (2017)

Jochum, Elizabeth – Schultz, Jarvis – Johnson, Elliot – Murphey, T.D. 2014. Robotic Puppets and the Engineering of Autonomous Theater. In: LaViers, Amy – Egerstedt, Magnus (eds.) 2014. *Controls and Art*, Springer International Publishing Switzerland

Karpathy, Andrej 2017. *Software 2.0*. <https://karpathy.medium.com/software-2-0-a64152b37c35>

Kepes György 1978. *A közösségi művészet felé*. Magvető, Budapest

von Kleist, Heinrich 1810. On the Marionette Theatre. *The Drama Review: TDR*, vol. 16, no. 3, 1972, pp. 22–26.

Laczkó Juli 2021. *A hacking művészete*. Magyar Képzőművészeti Egyetem, Budapest https://www.mke.hu/res/laczko_juli_hu_web.pdf

Maeda, John. 1998. The South Face of the Mountain. *MIT's Magazine of Innovation Technology Review*, July/August 1998 <https://www.technologyreview.com/1998/07/01/41574/the-south-face-of-the-mountain/>

Maeda, John 2000. *Maeda & Media*. Thames & Hudson, London

Maeda, John 2001. *Design by Numbers*. MIT Press, Cambridge, MA

Manovich, Lev 1996. *On Totalitarian Interactivity* <http://manovich.net/index.php/projects/on-totalitarian-interactivity>

Manovich, Lev 1999. *Avant-garde as Software* <http://manovich.net/index.php/projects/avant-garde-as-software>

Manovich, Lev 2013. *Software Takes Command*. Bloomsbury Academic, London

Mansoux, Aymeric – Barok, Dušan – Howell, Brendan – Heikkilä, Ville-Matias 2023. Permacomputing Aesthetics: Potential and Limits of Constraints in Computational Art, Design and Culture. *Computing within Limits*, vol 9.

Molnár Vera 1975. Toward Aesthetic Guidelines for Paintings with the Aid of a Computer, *Leonardo*, Vol. 8, No. 3 (Summer, 1975), pp. 185-189

Murphey, Todd D. – Johnson, Elliot R. 2011. Control Aesthetics in Software Architecture for Robotic Marionettes. *Proceedings of the 2011 American Control Conference*, CA, USA

Nagy Ágoston 2016. SodaLib: a data sonification framework for creative coding environments. *Pure Data Convention 2016*. <https://www.binaura.net/stc/wrx/text/Sodalib-Paper-PdCon16.pdf>

von Neumann, John 1958. *The computer and the brain*. Yale University Press, New Haven, Connecticut

Penny, Simon 2008. Experience and Abstraction: the Arts and the Logic of Machines. *Fibreculture Journal*, Vol. 11 <https://eleven.fibreculturejournal.org/fcj-072-experience-and-abstraction-the-arts-and-the-logic-of-machines/>

Peternák Miklós 2007. *Képháromszög*, Ráció Kiadó, Budapest

Popper, Frank 1993. *Art of the Electronic Age*. Thames & Hudson, London

Popper, Frank 2007. *From Technological to Virtual Art*. MIT Press, Cambridge, MA

Puckette, Miller Smith 1996. Pure Data: another integrated computer music environment. *Proceedings, Second Intercollege Computer Music Concerts*, Tachikawa, pp. 37-41.

Quadri, Demis – Schmidt, Yvonne 2021. Performing agency. Exploring puppetry from a disability perspective. In: Burgholzer, Laurette – Hochholdinger-Reiterer, Beate (eds.) 2021. *Uneins – Désuni – At odds. Identitätsentwürfe im Figurentheater*, Alexander Verlag, Berlin <https://books.unibe.ch/BB/catalog/download/12/186/730?inline=1>

Reas, Casey - Fry, Ben 2007. *Processing: A Programming Handbook for Visual Designers and Artists*, MIT Press, Cambridge, MA

Reas, Casey – McWilliams, Chandler – LUST 2010. *Form+Code in Design, Art, and Architecture*. Princeton Architectural Press, New York, NY

Rokeby, David 1997. The Construction of Experience : Interface as Content. In: Jr. Dodsworth, C, (ed.) *Digital Illusion: Entertaining the Future With High Technology*. Addison-Wesley Professional, Reading, MA

Rozin, Danny 2004. Physical computing. In: Maeda, John (ed.) 2004, *Creative Code*, Thames&Hudson, London

Szentgyörgyi Tibor 1989. A DIGITART pályázat és kiállítás. In: Peternák Miklós 1989. Új képkorszak határán. *A számítógépes grafika és animáció kezdetei Magyarországon*. SZÁMALK, Budapest

Szentgyörgyi Tibor 2015. interjú. In: Seres Szilvia (szerk.) 2021. *Digitális perspektívák, az újmédia-művészet hazai kezdetei*. Magyar Művészeti Akadémia Művészetelméleti és Módszertani Kutatóintézet, Budapest <http://www.digikult.hu/2015/04/12/digitart/>

Szóke Annamária 2007. Titok a jövő jelenléte, Tudomány a művészet határain belül Erdély Miklós művészetében. *Ponticulus Hungaricus*, XI. évfolyam 3. szám · 2007. március

Sztojánovits Andrea 2017. *A vjing, mint módszer*. DLA értekezés, Magyar Képzőművészeti Egyetem Doktori Iskola, Budapest https://www.mke.hu/res/sztojanovits_andrea_dla_ertekezes_tezisei_2017.pdf

Tasnádi József 2008. *Információ-architektúra*. DLA értekezés, Képzőművészeti Egyetem Doktori Iskola, Budapest https://www.mke.hu/res/ertekezes_tasnadij.pdf

Taylor, Grant D. 2013. Linearity and the Algorithmic Search. In: *The American Algorists: Linear Sublime*. Hébert, Mohr, Verostko, Wilson. Westside Gallery, NY

Vályi-Nagy Zsófia 2022. Dossier: Vera Molnar - Weaving Variations. *HOLO* <https://www.holo.mg/dossiers/vera-molnar-weaving-variations/>

Varga Tünde Mariann 2018. Szoftver tekintetében: az irányított véletlen szépsége, *Tempevölgy*, 2018. 3. szám <https://www.tempevolgy.hu/online/kutatoszoba/varga-tunde-szoftver-tekiteteben-az-iranyitott-veletlen-szepsege-szegedy-maszak-zoltan-muveirol>

Violette, Marcel 2009. String Puppet. *World Encyclopedia of Puppetry Arts*. Union Internationale de la Marionnette. <https://wepa.unima.org/en/string-puppet/>

Waliczky Tamás 1990. A számítógépes művészet kiáltványa. In: Szentgyörgyi Tibor (szerk.) 1990. *Komputerművészeti Katalógus a II. Digitart Pályázat anyagából*, DIGITART Stúdió Egyesület, Budapest

Weibel, Peter 2006. The Post Media Condition. In: *Postmedia Condition* exhibition catalogue, 2006. Centro Cultural Conde Duque, Madrid

Yuill, Simon 2004. Code art brutalism : low-level systems and simple programs. in: Goriunova, Olga – Shulgin, Alexei (eds.) 2004. *read_me, Software Art and Cultures*, Aarhus Software Art and Cultures Conference https://monoskop.org/images/0/0b/Yuill_Simon_2004_Code_Art_Brutalism.pdf

Zics Brigitta 2018. *The Transparent Act – Transparency, Cognition and Interactivity: Toward a New Aesthetics of Interactive Media Art*. C³ Kulturális és Kommunikációs Központ Alapítvány - Intermédia Tanszék, Magyar Képzőművészeti Egyetem, Budapest

KÉPJEGYZÉK

1. kép: *Játék a bábozószerkezettel*. Csillagház Általános Iskola. Fotó: Kocsi Olga
2. kép: *9 Evenings: Theatre and Engineering*. Poszter. 1966. Forrás: Bell Laboratories <https://www.bell-labs.com/about/history/innovation-stories/genesis-eat/>
3. kép: “Machine imaginaire”. *Random Distribution of 4 Elements (to progr. Computer)*, Molnár Vera. Tinta, grafit, papír. 1971. Forrás: Victoria and Albert Museum, London <https://www.vam.ac.uk/blog/museum-life/vera-molnar-machine-imaginaire-the-dance-of-hands-and-machine-thinking>
4. kép: “Machine réelle”. *1924-ben születtem 2/2 B*, Molnár Vera. Vászon, számítógépes nyomat. 2006. Forrás: Paksi Képtár <https://to.hu.museum-digital.org/object/185154>
5. kép: *KEP.AZC*, Szirtes János. Számítógépes grafika. Digitart kiállítás, 1986. Forrás: digikult.hu <http://www.digikult.hu/2015/04/12/digitart/>
6. kép: *Software - Information Technology: Its New Meaning for Art* c. kiállítás katalógusa, 1970. Forrás: monoskop [https://monoskop.org/Software_\(exhibition\)](https://monoskop.org/Software_(exhibition))
7. kép: A „művész-műalkotás-néző” háromszög: a „művészet létrehozása” és a „művészet megtapasztalása” folyamatok a *Transparent Act*-ben, és ezek értékelése az átlátszóság mértéke alapján. Forrás: Zics Brigitta <https://brigittazics.com/work/the-transparent-act-book-publication/>

8. kép: Vizuális Kommunikáció, Jonathan Swift tiszteletére, Szegedy-Maszák Zoltán, 2008. Forrás: C3 <https://catalog.c3.hu/index.php?page=work&id=835&lang=HU>
9. kép: Részlet a Design by Numbers c. könyvből, John Maeda. 2001. Forrás: Internet Archive <https://archive.org/details/designbynumbers0000maed>
10. kép: Human Powered Computer, 1993. John Maeda. Forrás: John Maeda <https://johnmaeda.medium.com/whats-a-human-powered-computer-1499728511>
11. kép: Processing Tutorial - Vera Molnár Algorithm (*Square Structures*, 1986). Képernyőfotó Youtube videóból. 2020. Forrás: thedotisblack.com <https://www.youtube.com/watch?v=O5G4SoWBoao>
12. kép: Korai Arduino board. Forrás: <http://www.arduino.cc/>
13. kép: Algoritmikus installáció, Binaura (Nagy Ágoston & Samu Bence). Hőnyomtató, papír, hang. 2019. Forrás: Binaura <https://www.binaura.net/00011110>
14. kép: Ivan Sutherland Sketchpad használata közben. Forrás: History-Computer <https://history-computer.com/people/ivan-sutherland-complete-biography/>
15. kép: The GRAIL project. 1968. Képernyőfotó videóból. Forrás: Computer History Museum <https://www.computerhistory.org/collections/catalog/102695360> <https://www.youtube.com/watch?v=IwL3yXdupvO>
16. kép: Autechre zenész duó által alkalmazott MAX/MSP patch. 2004. Forrás: Sound on Sound <https://www.soundonsound.com/people/autechre>
17. kép: *latlá röküT*, Bali János. Pure Data munkafájl. 2022. Forrás: Bali János
18. kép: A vvvv egy korai verziója. Forrás: Meso Design <https://meso.design/en/articles/the-flow-of-creative-expression-paving-the-way-for-vvvv>
19. kép: vvvv demo patch Mórász Dávid által fejlesztett Notuiv könyvtárhoz. Forrás: Mórász Dávid
20. kép: Valószínűleg a legrégebbi ismert képernyőkép a TouchDesigner szoftverről. Forrás: Derivative <https://derivative.ca/community-post/derivative-20-year-retrospective-part-1/62571>
21. kép: TouchDesigner munkafájl, Kitzinger Gábor. 2024. Forrás: Kitzinger Gábor
22. kép: A fenti munkafájl alapján generált élő vizuál. Audiovizuális performansz, Mákó Rozi és Kitzinger Gábor. 2024. Fotó: Nemerov Gábor
23. kép: Studio Drift - *Shylight*, Tim Groeneboom. NAP munkafájl. Forrás: Tim Groeneboom <https://portfolio.timgroeneboom.com/>
24. Magyarázó ábra a mozgatószerkezethez. Illusztráció: Németh Gergely és Németh Zoltán MNU
25. kép: *Lehetetlenségek Színpada* - legelső prototípus. 2016. Papírbáb: Szabados Luca. Fotó: Dobi Dóra
26. kép: Báb mozgatása mobiltelefonnal. Illusztráció: Németh Gergely
27. kép. Mozgás-előrejelzés szimulációval. 2014. Forrás: Elizabeth Jochum – Jarvis Schultz – Elliot Johnson – T. D. Murphey ochum, Elizabeth – Schultz, Jarvis – Johnson, Elliot – Murphey, T.D. 2014. Robotic Puppets and the Engineering of Autonomous Theater. In: LaViers, Amy – Egerstedt, Magnus (eds.) 2014. Controls and Art, Springer International Publishing Switzerland
28. kép: Mozgatókereszt közelről, Hype & Hyper. Fotó: Csizik Balázs <https://hypeandhyper.com/lehetetlensegek-szinpada/>
29. kép: Bábozószerkezet 3D tervrajza. Forrás: saját
30. kép: Social Challenges fejlesztést bemutató esemény, Makerspace, 2019. Fotó: Makerspace
31. kép: Gyroset Glory fejpánt egyik korai verziója. Forrás: NOW technologies <https://nowtech.hu/>
32. kép: Nyomtatott áramkör tervrajza. Forrás: Novák Emil
33. kép: Báb 3D tervrajza. Forrás: Szabó Ottó
34. kép: Bábos workshop. Takár Anita, Csillagház Általános Iskola, 2019. Fotó: Kocsi Olga
35. kép: 3D nyomtatott báb elemek, Hype & Hyper. Fotó: Csizik Balázs <https://hypeandhyper.com/lehetetlensegek-szinpada/>

36. kép: Emma Fischer bábbal és protézissel. 2017. Forrás: Emma Fischer – Laura Gates-Purcell
Fischer, Emma – Gates-Purcell, Laura 2017. Puppetry as reinforcement or rupture of cultural perceptions of the disabled body. Research in Drama Education: The Journal of Applied Theatre and Performance 22(3), 363–372.

37. kép: Mobil applikáció. UX design: Kardos Rudolf

38. kép: Mobil applikáció használat közben, Hype and Hyper. Fotó: Csizik Balázs
<https://hypeandhyper.com/lehetetlensegek-szinpada/>

39. kép: Bábmozgató szerkezethez készült csomagolásdesign. Illusztráció: Németh Gergely

40. kép: Mozgásfejlesztés foglalkozás. Boross Katalin, Csillagház Általános Iskola. Fotó: Kocsi Olga

41. kép: Mozgásfejlesztés foglalkozás. Csillagház Általános Iskola. Fotó: Kocsi Olga

42. kép: Boross Katalin előadás, Makerspace, 2019. Fotó: Makerspace

43. kép: Gyógypedagógiai Intézmények Fővárosi Kulturális Fesztiválja, 2017. Fotó: Kocsi Olga

44. kép: Csillagház Általános Iskola. Fotó: Kocsi Olga

45. kép: Színházi előadás próbája. Csillagház. 2017. Fotó: Kocsi Olga

46. kép: Petőfi Irodalmi Múzeumban alkalmazott szerkezet. 2019. Fotó: saját

47. kép: Petőfi Irodalmi Múzeumban alkalmazott szerkezet. 2019. Fotó: saját

48. kép: Múzeumpedagógiai foglalkozás, Petőfi Irodalmi Múzeum. 2019. Fotó: saját

49. kép: *Rögzített mozdulatok*, Tarr Kálmán. Installáció. 2018. Stúdió Galéria. Fotó: Kocsi Olga

50. kép: *Rögzített mozdulatok*, Tarr Kálmán. Installáció. 2018. Stúdió Galéria. Fotó: saját

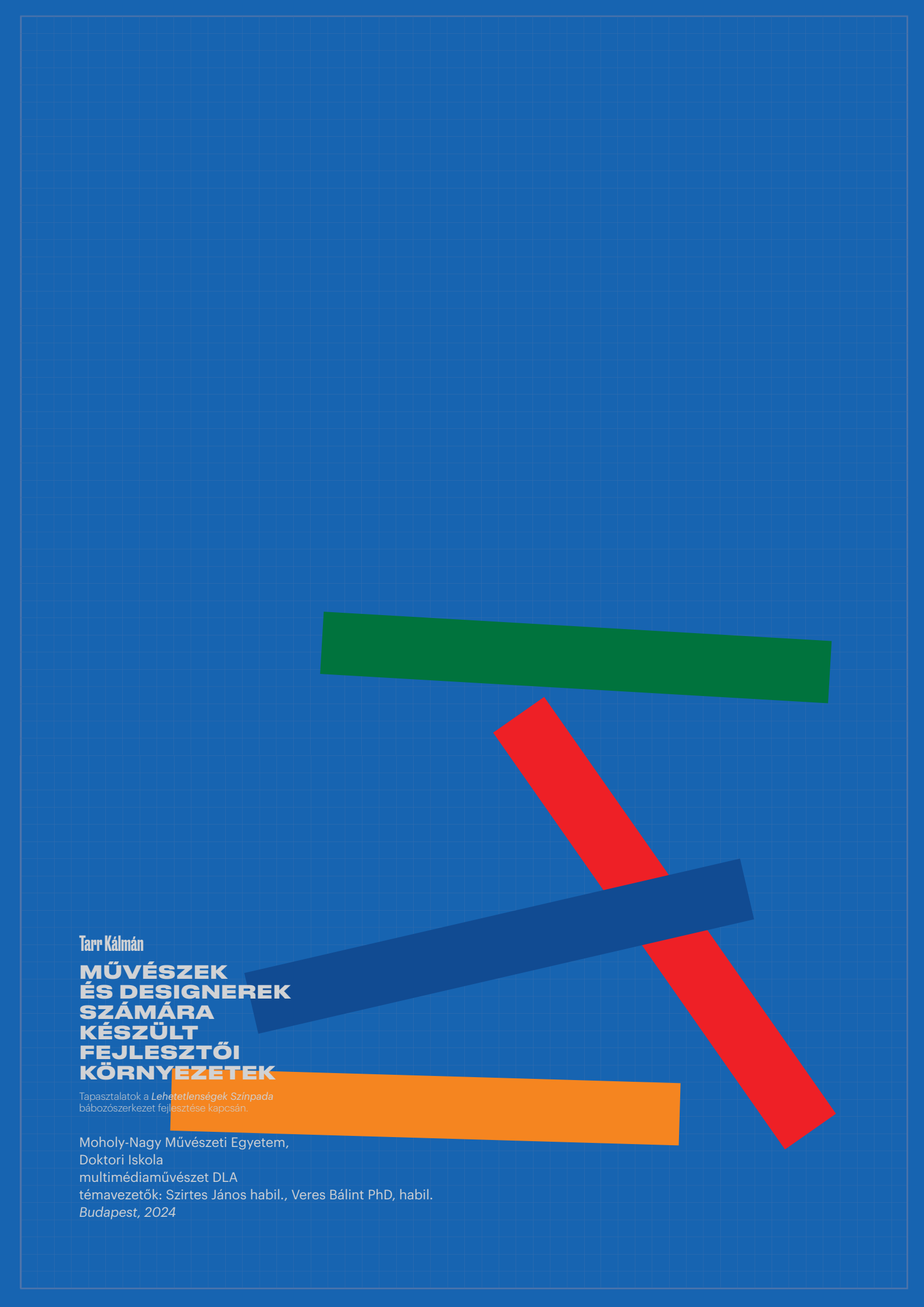
51. kép: UH Feszt afterparty. Sirumám koncert. Bábmozgató mint vizuál. 2018. Fotó: saját

52. kép: *Lehetetlenségek Színpada*, Hatodik Fogyatékosságtudományi Konferencia. Illusztráció: Németh Zoltán
MNU

EREDETISÉGI NYILATKOZAT

Alulírott Tarr Kálmán,
a Moholy-Nagy Művészeti Egyetem Doktori Iskola doktorjelöltje kijelentem, hogy a “Művészek és designerek számára készült fejlesztői környezetek. Tapasztalatok a *Lehetetlenségek Színpada* bábozószerkezet fejlesztése kapcsán.” című doktori értekezésem saját művem, abban a megadott forrásokat használtam fel. Minden olyan részt, amelyet szó szerint vagy azonos tartalommal, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem. Kijelentem továbbá, hogy a disszertációt saját szellemi alkotásomként, kizárólag a fenti egyetemhez nyújtom be.

Tarr Kálmán
doktorjelölt aláírása
Kelt: Budapest, 2024. augusztus 30.



Tarr Kálmán

**MŰVÉSZEK
ÉS DESIGNEREK
SZÁMÁRA
KÉSZÜLT
FEJLESZTŐI
KÖRNYEZETEK**

Tapasztalatok a *Lehetetlenségek Színpada*
bábozószerkezet fejlesztése kapcsán.

Moholy-Nagy Művészeti Egyetem,
Doktori Iskola
multimédiaművészet DLA
témavezetők: Szirtes János habil., Veres Bálint PhD, habil.
Budapest, 2024