

**EXO [GLOBAL EYE(S)]: ДИНАМИЧКИ РЕСПОНЗИВНИ СИСТЕМ
КРИТИЧКИ ПРИКАЗ ИСТРАЖИВАЧКОГ ПРОЈЕКТА, ПРОТОТИПА И ИЗЛАГАЧКИХ
КОНЦЕПЦИЈА**

UDK: 72.012:711.4
DOI: 10.5937/a-u0-25622
COBISS.SR-ID: 16094985

EXO [GLOBAL EYE(S)]: DYNAMIC RESPONSIVE SYSTEM
CRITICAL REVIEW OF THE RESEARCH PROJECT, PROTOTYPE AND EXHIBITION CONCEPTS

Оригиналан научни рад, рад примљен: март 2020., рад прихваћен: јун 2020.

Драгана Ђирић*

АПСТРАКТ

Циљ текста је да на критички начин прикаже развој, стадијуме и резултате научно-истраживачког пројекта *Global Eye(s)*—његове тематске, теоријске и научне, методолошке, стратешке и планерске, а затим дизајн-интерпретативне и техничко-реализаторске равни, укључујући и просторне формате „архитектуре-машине“ које проблематизује. Пратећи процес трансформације идеје у иновациону стратегију, истраживачки и иновациони пројекат, концептуални и извођачки дизајн/пројекат, и коначно финални тест модел и прототип (са циљем поставке техничког решења и патента), а користећи излагачке форме као централна места експерименталне опсервације и провере, разматрани су сви изазови постављени пред оквире и стандарде архитектонског научног и уметничког приступа, односно интердисциплинарне и кросдисциплинарне, теоријом и праксом засноване, методологије истражене и демонстриране овим примером. Објашњење комплексне мреже замисли и процедура, које уз прецизну методолошку артикулацију воде коначном апликативном решењу и сету његових извршних логичких операција, одвија се паралелно са увођењем елемената примарне архитектонске проблематике *динамичког респонзивног система* заснованог на *обухватним сензорским технологијама* и теме архитектонске просторне операционализације *прожимајућих дигиталних инфраструктура*, глобалног мониторинга и комуникација. Допринос рада препознат је у *архитектонској дизајн/пројектантској/инжењерској контроли и интеграцији* различитих дисциплинарно раздвојених процеса и решења (роботичко-машинског, софтверског и електронског дизајна) односно у њиховој примени у архитектонском/просторном регистру (објекту, логици или систему), док је на плану формата у ком се концепт техничког решења доказује развијан облик *архитектонског интелигентног инструмента/инсталације*.

Кључне речи: архитектонска интеграција и дизајн (системска архитектура), *архитектура-инструмент*, прототипизација, кинетичка респонзивност, обухватне сензорске и дигиталне технологије, експеримент, интердисциплинарност/кросдисциплинарност

* др Драгана Ђирић
dragana.ci@gmail.com

ABSTRACT

The text aims to provide a critical review of the *Global Eye(s)* project's development and results—its thematic, theoretical and scientific, methodological, strategic and organisational, design-interpretative and technical registers including spatial modes it uses and problematises regarding the *architecture-machine* concept. By following the process of transformation from the idea to the innovation strategy, research and innovation project, conceptual design, fabrication design, and finally test-model and prototype (analysing basic requirements for the technical solution and patent), while using the form of the exhibition design for the main experimental observation and assessment, it becomes possible to grasp all the challenges posed before the frameworks and standards of the architectural scientific and artistic approaches alongside those posed before the different interdisciplinary and cross-disciplinary *theory-based* and *practice-based* methodologies. Explanation of the complex network of narratives and procedures, methodologically guided towards the applicative solution, unfolds in parallel with the central architectural topic of *dynamic responsive systems* based on *comprehensive sensing technologies* and with the theme of the architectural operationalisations of the *pervasive digital infrastructures*, global monitoring and communication.

The main contribution of the paper has been contained in its strategic proposal of the *architectural design/engineering control and integration* of different disciplinary competencies, processes and solutions (referring to robotics, mechanical, software and electronic design) towards the application in the spatial register (within the object, logic or a system). The *architectural intelligent instrument/installation (architecture-instrument)* has been presumed as the most appropriate spatial format that should have provided the proof of a technical concept for such an integrative architectural system. Therefore, it has been investigated towards a proper definition within the broader categories of a prototype and architecture-machine.

Keywords: architectural design and integration (systemic architecture), *architecture-instrument*, prototyping, kinetic responsiveness, comprehensive sensing and digital technologies, experiment, interdisciplinarity/cross-disciplinarity

Изложен као идеја (пилот пројекат) *уницијативе дизајн-истраживачке лабораторије* фебруара 2019. год. у Музеју архитектуре и дизајна у Љубљани у оквиру *Платформе архитектуре будућности – Архитектонског фестивала будућности*, *Global Eye(s)* је представљен кроз имагинарни, али могући и изводљиви (антиципаторни) сценарио назива *18Hz* (Ćirić, 2019c). На основама *методологије научно-фантастичне прототипизације (sf-prototyping methodology)*; Johnson, 2011), научна и теоријска упоришта, оквири и поља неопходна за реализацију и предикције интегрисани су у фиктивни наратив и изложени материјал – концепцијске цртеже, графике, дијаграме и анимације. Методолошким концептима и процедурама „стварне фикције“ (*real fiction*, Dunne, 2005, (1999):83–100) и „физичке фикције“ (*physical fiction*, Dunne and Raby, 2013) у каснијим излагачким фазама, била је планирана реализација трансфера од *story-telling* ка *story-making* формату, односно од концепта цртежа и логике система ка грађењу и реалном објекту (*from drawing to building*, Evans, 1986). Од антиципаторног наратива, заснованог на наративним методологијама у архитектонском дискурсу (Psarra, 2009; Coates (ed.), 2012) праћеним анализом пракси које конституишу дату пројектантско-истраживачку позицију, и великог броја аутора посвећених архитектонској фикцији и визионарској имагинацији (Woods; Burden, 1999; Spiller, 2007; Sarkis, in Daou and Pérez-Ramos, 2016:176-193)), наведени приступ је фокус даље премештао на непосредни рад са објектом-прототипом (*design through making*, Sheil (ed.), 2005) и на фабрикацију¹. Таква оријентација определила је спровођење експеримента у објектној равни, формом прецизираном као *архитектура-инструмент* – модел конституисан анализом облика *аналогног модела*, *прототипа* и *прототипског модела*, *перформативног модела*, (Stojanović, 2013) *симулације* (Kolarević, 2003, у: Stojanović, 2013:8) и *симулације у аналогном интерактивном прототипу*, и коначно *уређаја*, *mise-en-scène машине* и *инсталације*, као манифестација *архитектуре машине* (*device, mise-en-scène machine, installation*; Wihart, 2015:110–118), испитујући њихов потенцијал и адекватност за научни оквир и контекст *праве техничке апликације*, задовољавајући функционални императив планираног експеримента. Захтев *употребне перформативне* или *оперативне вредности* ка којој је избор формата био усмерен, кључни је за дефиницију разлика између наведених форми и искорак од *модела* као пасивног редукованог приказа простора ка *прототипу* као активном и „корисном“ отвореном просторном формату. Његов даљи развој и прецизнија дефиниција су подржани

¹ Означен је специфични континуирани методолошки и тематски развој поља архитектонске фабрикации кроз конференције, семинаре и симпозијуме попут *Fabricate*, *ACADIA*, *ActiveMatter* и *Design Modelling*, предвођене члановима-оснивачима и бројним експериментаторима који су последње две декаде интензивно усавршавали праксу и едукацију на овом плану. Велики број пројеката и радова на овај начин публикованих и представљених, односно подржаних широм стратегијом развоја наведених организационих тела, третира проблеме системске архитектуре, динамичких система, интеракције, респонзивности, архитектонско-роботичке и софтверске интеграције, нових материјала и многих других планова архитектонског истраживања, значајних, између осталог, и за позиционирање теме и експеримента приказаног у овом тексту.

структуралним, системским и оперативним атрибутима и формалним хибридацијама.

Претходна теоријска истраживања на плану „невидљивих инфраструктура“ и аспеката простора (параметара који се манифестују у делу спектра изван „оптичког прозора“), у тесној спрези са мултисензорном и кросмодалном перцепцијом и интегративним сензорским технологијама као доминантном групацијом тема које концепт проблематизује, омогућила су стабилно упориште предвиђене *дизајн-истраживачке методологије (BIRD серије*²; Koskinen, 2012) и програма који су се даље консеквентно могли спровести. Наведеним научно-истраживачким поступком обезбеђена је мрежа поузданих референтних чињеница и података кроз анализе и дијаграмирање „херцијанског простора“ (Dunne, 2005 (1999)), пре свега у ширем физичком, а затим и објектно-примењеном смислу на који се Данов концепт односи, укључујући и објекте/уређаје који користе различите фреквентне секције (појасеве и канале), односно функције које се у дефинисаним опсезима одвијају. Током 2018. год., самостално је рађен посебан дијаграм-скала комплетног таласног/фреквентног спектра са свим регистрима (електромагнетним и механичким (соничким)) на које су суперпонирани дати објекти (примарни корисници) и функције, укључујући и расподелу и контролу фреквентних поља према различитим националним и интернационалним стандардима, а чија мапа је такође овом приликом приказана (Сл.1). Тематски су, из укупног поља невидљивог спектра и радијације тела, процеса и чулног опажања, система комуникације, навигације и надзора, издвојена и изведена питања глобалних система и инфраструктура опсервације космичког, атмосферског и терестричког простора (*глобалних посматрача*), података чија аквизиција се на овај начин врши, питања простора у којима су одређене врсте ексклузивних активности легитимне и докумената који их регулишу, закључно са концептом *супранационалности* као плана на ком се све наведене активности одвијају.

Теоријски аспект рада који је у овој фази програмски уоквирен и структуриран, реализован је кроз истраживачко писање и презентовање уз продубљивање теме на плану таласне трансмисије и сензорске технологије (Fraden, 2016), али и *космополитичких* и *космополитских* перспектива (Ćirić, 2019a) (изведених из истраживања концепта *супранационалног*), *космичког права* и питања *слободног простора* (Axel, Hirsch, Lui and Zeiger (eds.), 2018), који је циљаним правним документима успостављен као опште добро (*The Outer Space Treaty*, 1967), питања *граница* – физичких и друштвено конструисаних – које опредељују активности, односно законе унутар њима дефинисаних простора и територија, и *ексклузивности* и *ексклузивног права на активност* који доносе низ привилегија и подстицаја у погледу оперативности и статуса истраживаних простора (Ćirić, 2019a; Ćirić, 2019b). Космички простор и ваздушни простор унутар поља

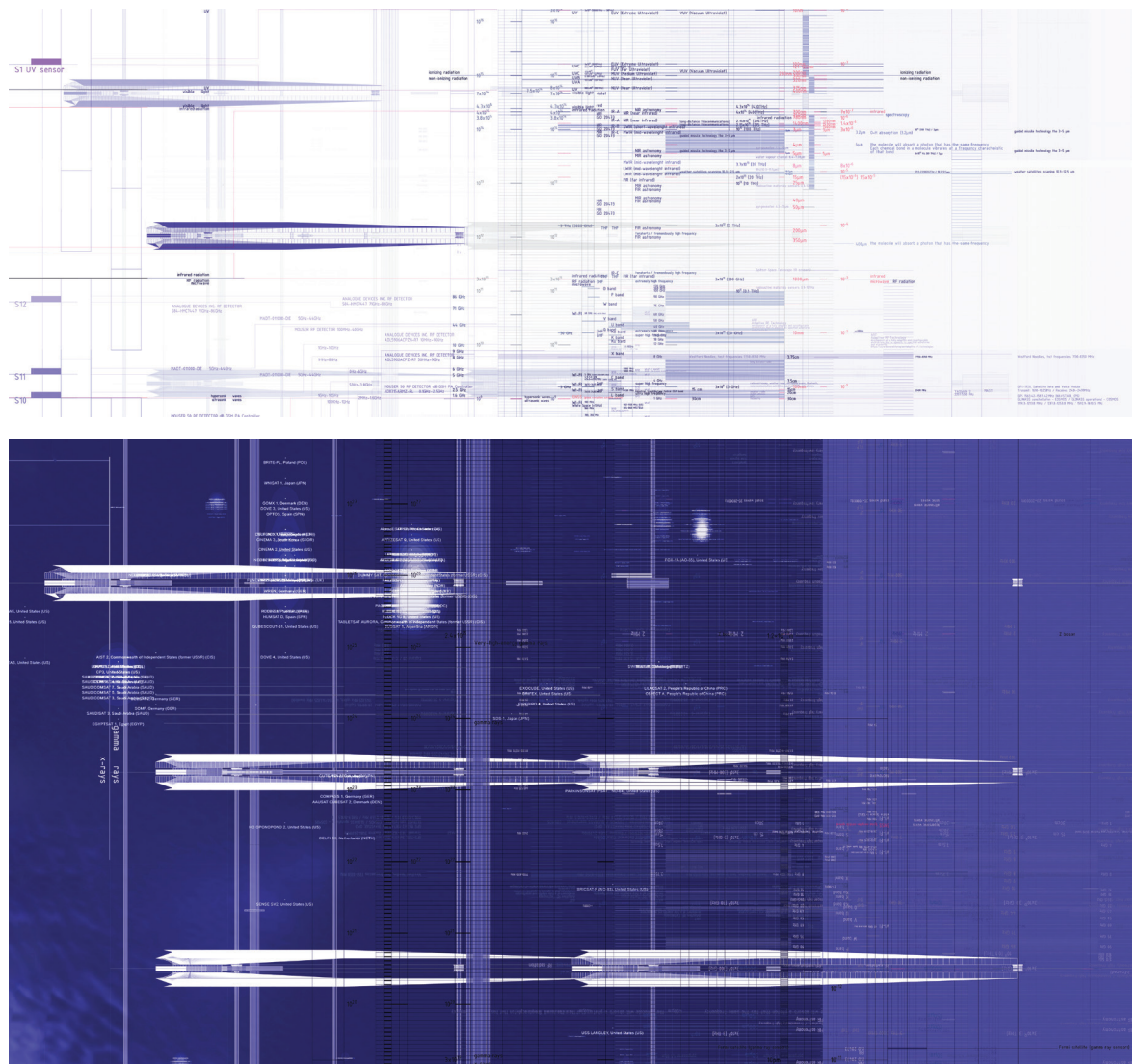
² Cross, 2006, 2007; Michel, 2007; Grand and Jonas (Eds.), 2007; Jonas, 2007a, 2007b;

геосфере су посебно издвојени услед статуса својих „територија“ који све од наведених тема конвергира и манифестује на специфичан начин, готово доминантно кроз одређене облике изузетака, разоткривајући парадоксе и чињенице који измичу прецизној дефиницији и стабилној регулативној контроли (Bélanger, 2015, 2016; Hsiang, and Mendis, 2016:204–211; Graham, 2016, 2018; Ćirić, 2019a, 2019b). Њихово присуство и утицај у архитектонском дискурсу могуће је пратити од првобитних космолошких интеграција кроз које се историјски појављују (Cosgrove, 2001; Williams and Ostwald, 2015a, 2015b), до начина на које као део *интердисциплинарног пројекта архитектуре* учествују данас у савременим праксама (нпр. *Aerocene*), специфично преиспитивани у архитектонској литератури у кључним моментима измене фаза развоја

космичких стратегија и мисија (Pidgeon and Middleton, 1967; Armstrong, 2000; Leach, 2014). Космички простор – његов физички поредак законитости и интеракција, *логос*, објекти (природни и артифицијелни), историја или савремена инфраструктура и технологија – препознат је као централно место у ком, или са којим у пару, објекти *Global Eye(s)* хипотезе спроводе своје стратегије. Као предмет сталног истраживања и интересовања (покретач научних мисија), културалне и уметничке интерпретације и критичке мисли (*Art of the Space Age*, 1970; Paglen, 2010, 2012, 2013, 2018–2019; Anand and Sauer, 2016; и др.), покушаја прецизне идентификације и разумевања, контроле и регулације у погледу доступности, могућих активности и експлоатације (*The Outer Space Treaty*, 1967; *The Moon Treaty*, 1987; Harrison, Johnson and Roberts, 2018, 2019; etc.),

Сл. 1: Детаљи скале-дијаграма фреквенција и таласних дужина укупног спектра (0Hz-2.4x1028Hz) суперпонираних подацима расподеле фреквентних домена у односу на различите функције и према већем броју националних и интернационалних стандарда, функцијама у чије сврхе се домени користе и објектима који оперишу у одређеним сегментима или на специфичним фреквентним/таласним вредностима, а на основу којих (посредством одабраних сензорних модула) се врши калибрација кинетичких компонената инструмента – „пера“ – према домену или специфичној фреквенцији коју означавају, региструју и прате. Изворна научнореферентна скала-дијаграм (слика у позадини дата у фрагментима, 2018) и графичка обрада и постпродукција (резултујуће графичко решење, 2019): © Драгана Ћирић према идејном плану (основи) решења инструмента-инсталације.

Fig. 1: Details of the scale-diagram of frequencies and wave-lengths (0Hz-2.4x1028Hz) superponed by information on functions and objects operating in specific domains – within defined bands or chans – in line with the larger number of national and international standards, according to which kinetic components of the instruments – “feathers” – have been calibrated so as to register, identify and track the activity in the assigned domain or frequency value. Scientific scale-diagram (background image in fragments, 2018) and graphic postproduction for the exhibition (the resulting image, 2019): © Dragana Ćirić (from the architectural plan of the installation-instrument).



космички простор информише и конструише посебна поља науке, културе, историје, политике и стратегије (Fuller, 1969; McCurdy, 1994; Constant-Jorgensen, Lála and Schrogel, 2006; Rosenberg, 2008; Leach, 2014; Gorman, 2019 и др.). Наш непосредни контекст истовремено је схваћен и као његов природни микроузорок и друштвено, културално, интелектуално и технолошки означен аутономни систем кроз чије релације се тежи одговарајућем балансу, рефлексији, заједничким универзалним параметрима и комплементарности. На основу наведених ставова, *космоскопским оквиром (cosmoscopic perspective)* понуђена је специфична перспектива „функција људи и човечанства у космичкој схеми ствари“ (Ben-Eli, 2007. објашњавајући идеје Ричарда Бакминстера Фулера – Fuller, 1969), односно, како је недавно допуњено на плану архитектонске проблематизације, перспектива „света као архитектонског пројекта“ (Sarkis, Salgueiro Barrio and Kozlowski, 2020). Као закључак, фокус тематизације првобитног сценарија представља технолошки аспект космичких истраживања и активности. На овом плану, терестрички и космички инструменти намењени опсервацији, регулисаном праћењу и конструкцији слике или интерактивне репрезентације *света*, односно напредна технологија и сензорски модули интегрисани у њихове системе, проблематизовани су у равни режима доступности и преласка у свакодневну индивидуалну или персонализовану употребу, а затим и у погледу питања поузданости, веродостојности и поверљивости посредованих података, њихових визуелних интерпретација и корекција. Архитектонска интеграција ових мрежа, њихова операционализација у архитектонске перформативне или амбијенталне сврхе, или архитектура намењена њиховој координацији, налазиће се у позадини свих даљих пројектантских корака, указујући на неке од примарно постављених циљева, питања и истраживачких оквира.

На плану техничке реализације, истражују се аутоматизација и контрола процеса (односно архитектура и кибернетика), механичка и динамичка конструктивна, електронска и софтверска интеграција, док се у изворима трага за релевантним технолошким решењима и *теоријским линијама* које успостављају кључне параметре „дизајн науке“ (*design science*) (Fuller, 1961 (Fuller in Ben-Eli, 2007); Picon, 1992, 2004; Cross, 2007; Kara, 2016. etc.), употпуњујући инжењерске и дизајн-праксе научним основама. Стадијум који је уследио разрађивао је *практично оријентисан (practice-based; Candy, 2006)* или акциони план *Global Eye(s)* пројекта, укључујући и методологију индустријске, дизајн и архитектонске прототипизације (Burry, 2012; Stojanović, 2013; Diniz, 2015) и методологије експеримента у пресеку научног, уметничког и технолошког плана просторних интервенција и пројектантских техника. Методологија *дизајн-истраживања кроз прототипизацију* предвиђа кључну улогу прототипа у процесу преводња архитектонских идеја од концептуалних подлога до физичких манифестација – прототип поседује улогу основног средства *истраживања кроз пројекат* у функционалној објектној форми и одговарајућој величини (Diniz, 2015) и средства „доказа концепта“. Одатле,

вреднујући дефиниције различитих облика, попут наведеног прототипа, инсталације, или других категорија просторних модела, преиспитујући паралелно познати концепт „архитектуре-машине“³ или „архитектуре-механизма“, експериментални формат фабрикован за потребе истраживања коначно је означен *архитектуром-инструментом*. Овим термином је имплициран виши степен софистицираности, инжењерске или пројектантске високотехнолошке прецизности (*high definition; Shiel, 2014*) и пажње који заједно прате функционално-оперативне, мерне, аналитичке, структуралне, естетске и продукцијске регистре дизајн-проблема у њиховом међусобно зависном модалитету. Критички разматрајући предлог овог формата у равни експресије и комуникације идеја (Jackendoff, 1996 in Zlatev, 2006:336–338), просторне интервенције и пројектовања, односно његове апликације у новим дисциплинама и дигиталном регистру, постављен је изазов савременој теорији, научним и уметничким праксама, епистемологији и методологији у погледу његовог темељнијег промишљања, дефиниције и интерпретације. На ширем плану, проблем који системски раздваја на два поља области истраживачког или дидактичког деловања – разлика између научних и уметничких приступа, процеса, методологија и исходишта – представљао је и у овом случају супротност интегративном приступу или вишеслојности планираних акција и равни дискурзивне интерпретације, негирајући научно-уметнички паралелизам или синтетичку реализацију истим објектом. Ослањајући се ипак на традиције и савремене приступе сличних експерименталних подухвата (*E.A.T* пројекат и различите уметничко-научне колаборације унутар Бел лабораторија и њихових програма током 20. века, уметничке приступе Лајтнера (Bernhard Leitner, 2008), Морозова (Dmitry Morozov), Пеглена (Trevor Peglen), Пељхана (Marko Peljhan), тима Квадратур (Götz and Neitsch - Quadrature) и многих других (Broeckmann, 2016)), испитивање датог просторног формата – „интелигентног инструмента“ (Mathews, 1973)⁴ – на архитектонском плану, покушало је да тестира

3 Кратак преглед може обухватити различите концепције, од Ле Корбизјеове (Le Corbusier, 1923), Конгијемове (Georges Canguilhem, 1947, 1952 in: Yannoudes, 2016:9), Винерове (Norbert Wiener, 1940s in: Yannoudes, 2016:10–11), Прајсове у сарадњи са Гордоном Паском и Џоан Литлвуд (Cedric Price, Joan Littlewood and Gordon Pask – *Fun Palace* in Sadler, 2005:216, note 220; Wright Steenson, 2017:129) и Негропонтееве (Nicholas Negroponte, 1969, 1970, 1975), преко CAD-CAM архитектонско-алгоритамске и електронске интеграције и директне примене (интензивно током деведесетих, а након првих концепција и проба из шездесетих година двадесетог века), машинског дубоког учења и супер интелигенције (две хиљаде десетих), до концепта *нео-машине* Лијама Јанга (Liam Young, 2019) у контексту савремених предела машинских/дигиталних инфраструктура. Њима се могу додати и биотехнолошка роботичка решења и експерименти Филипа Бизлија (Philip Beesley), Мајкла Вихарта (Michael Wihart) или интерактивне машине Роури Глина (Rouiri Glynn).

4 Макс Метјуз први пут употребљава, или осмишљава, овај термин 1973. године током експеримента у Бел лабораторији. У једној од дискусија 1998. год., Метјуз концепт објашњава, у контексту својих соничких истраживања, следећим речима: „an instrument in which you embody a certain amount of logical intelligence, such that the response you get is other than a 1:1 correspondence between your physical interaction with it and the sonic response,” који се према аналогiji и проширујући значење на универзални принцип (изван соничког поља) може извести као: инструмент у који је уграђен одређени степен логичке интелигенције, такве да је одговор који настаје другачији од 1:1 односа између компонента физичке интеракције (импулса и реакције) чиме се имплицира постојање „мисаоног процеса“ који ће основне реакције од рефлексних промена и апсолутних еквиваленција улазним параметрима преиначити у метакогнитивне и више когнитивне процесе.

строге научно-уметничке диференцијације у складу са архитектонским дизајн-истраживачким двојним и интердисциплинарним карактером. Резултат који се очекивао је интерактивно архитектонско-технолошко решење кинетичких перформанси, које би истовремено пружало одговор на оба плана. Засновано на сензорском, електронском и информационом умрежавању и контроли, претпостављало би статус *објекта-инструмента, код/простора* (Kitchin and Dodge, 2011) са референцама на карактеристике *архитектуре машине* и *меке архитектуре машине* (као потпуне интеграције интелигентних система, сензорске технологије и окружења/простора; Negroponte in Wright Steenson, 2017:174–175), и *protomina* архитектонски /просторно контролисане системске интеграције. Његова техничка разрада, према постојећем идејном пројекту и плану процедура (логичком системском предлогу), спровођена је од фебруара до октобра 2019. године.

EXO [GLOBALEYE(S)]: ПРОТОТИП, ТЕХНИЧКА РЕАЛИЗАЦИЈА И ИЗЛАГАЧКА КОНЦЕПЦИЈА

Exo [global eye(s)] архитектонски прототип активиран је у периоду од 15. до 28. октобра 2019. године у галерији *Колектив* (Сл.2) као једна од излагачких концепција у оквиру серије *3М3 Трагом миљеа. О чему сте мислили?/ Tracing the milieu. What were you thinking?*⁵. Извођачко

5 Реализација изложбе: ауторка – Драгана Ђирић, кустоскиња – Марија Бјелић, продуценткиња – Сенка Латинковић и техничка подршка и интеграција – Александар Поповић, уз додатну непрофитну продукцију ауторке која се односи на фабрикацију и аквизицију компонената. <https://www.kolektivarhitekata.com/3m3-dragana-ciric-exo>, <https://www.kolektivarhitekata.com/copy-of-3m3-dragana-ciric-exo-1>

дизајн-решење је адаптирано и спроведено у складу са оквирима позива, просторним и техничким захтевима и могућностима реализације.

На идејном и концепцијском плану, *exo* деноминатор указао је на неколико атрибута: 01. *egzo-простор* – простор са којим немамо непосредни физички контакт и чија доступност није последица учесталог искуственог доживљаја, упућујући (у екстремним случајевима) на горње појасеве атмосфере, егзосферу и изванкосмички простор (*outer space*) у којима владају измењени физички закони и легални оквири у односу на терестричке, и којима је концепт *milieu* проширен на космичке размере; у датом простору је локализована и мрежа објеката сателитског мониторинга, навигације и комуникације, која је предмет истраживања пројекта и архитектонске интеграције; 02 на плану фреквентних/таласних параметара, феномене изван видљивог дела спектра; 03. у формалном смислу, позицију „изван” дисциплинарних и институционалних оквира, функционишући као медијатор знања која оне формализују ка синтетизацији, критици, унапређењу и практичној примени; 04. у техничко-просторном погледу који се односи на 3m³ прозора галерије, на простор „изван” задате волуметрије у ентеријеру, али и изван радијуса који дефинише блиско спољашње окружење на основу критеријума просторног домета сензорских модула и скенираног поља. Чињеница да електромагнетни и механички таласи не препознају границе архитектонских простора (атрибутом проласка кроз градитељску материју чине их у одређеној мери или у потпуности неучинковитим), оправдала је неколико планова проблематизације архитектонског простора у традиционалном смислу. *Exo* је кроз ову врсту трансмисије

Сл.2: Инсталација/изложба *exo [global eye(s)]*, Галерија *Колектив*, 15-28. октобар 2019. године. Кадрови из видео материјала: © Алекс Мареј (Alex Murray); постпродукција: Драгана Ђирић, <https://vimeo.com/368229565>, <https://vimeo.com/368224357>, <https://vimeo.com/368214907>

а. Кинетички елементи и механизам. б. Детаљ табле са дијаграмом фреквенција на огледалској подлози током емитовања видео пројекције аматерског снимка лансирања СресеХ кјубсателита 24. маја 2019. године: *Ланац Старлинк сателита у пролазу изнад Лајдена, Холандија, око 22.5 сати након лансирања*. Видео реализован камером WATEC 902H + Canon FD 1.8/објектив 50 mm, GPS унос времена. Извор: Марко Лангброк, Лајден, Холандија, <https://vimeo.com/338361997?fbclid=IwAR0uwsPE0hncgJg7IzKU2COXYArzHISBkoiN0arT7zgHmiuQCS7vJkHTA-E>



и комуникације ангажовао све контексте који нису резултат искључиво непосредне сензорне перцепције и сва „друга“ места која омогућавају да његове параметре схватимо са дистанце, у компарацији са мноштвом осталих. Овакав план *синтетичке интелигенције* простора, места и информација, посредују управо елементи-агенти *Global Eye(s)* мреже. Њима омогућено освајање космичког и геопростора је „аполонијански поглед“ (Cosgrove, 2001; Krewani, 2017) приближило већем уделу популације, обезбеђујући да опсервације усмеримо ка планетарној целини – „космичком броду Земља“ (*Spaceship Earth*, Fuller, 1969) – у контексту великих астрономских скала, односно продремо у све детаље свакодневице на нижим степенима просторне размере посредством њихових сензорских система и технологије. Механизам и логички кôд инструмента који стоје иза *exo* ознаке ће трагати за објектима који чине ову инфраструктуру, односно за свим објектима који комуницирају у невидљивом делу спектра, вршећи научну проверу њихове активности.

Разматрајући архитектонску операционализацију и смисао реализованог формата, термин *инструмент* је активирао три могућа тумачења. Појављује се као: 01. аутономни интерактивни архитектонско-уметнички експонат (кинетичка инсталација и механизам, или *mise-en-scène машина*) доминантно делујући у естетском, идејном и интелектуалном проблемском регистру, 02. интегративни део архитектуре, у овом случају опитни простор (високотехнолошки интерфејс и проширени архитектонски елемент опне на граници између унутрашњег и спољашњег простора) у размери 1:1, и 03. архитектура, архитектонски објекат и систем по себи, у размери прототипа-модела у

којој је могуће перципирати целину механизма и процеса који се спроводе, односно логику системске интеграције и контроле процеса.

У техничком регистру, узимајући у обзир кинетички рад структуре, решење је потврђено као динамички стабилно, док је систем успешно електронски и механички умрежен и анимиран. Пробни период рада „машине“ током излагања подразумевао је и праћење понашања читаве структуре, детаља и елемената, уз регистровање инстанци које се у даљим фазама могу унапредити када се имају у виду и узроци појединих недостатака који се односе на технолошке, финансијске или друге оперативно-ограничавајуће аспекте фазе реализације.

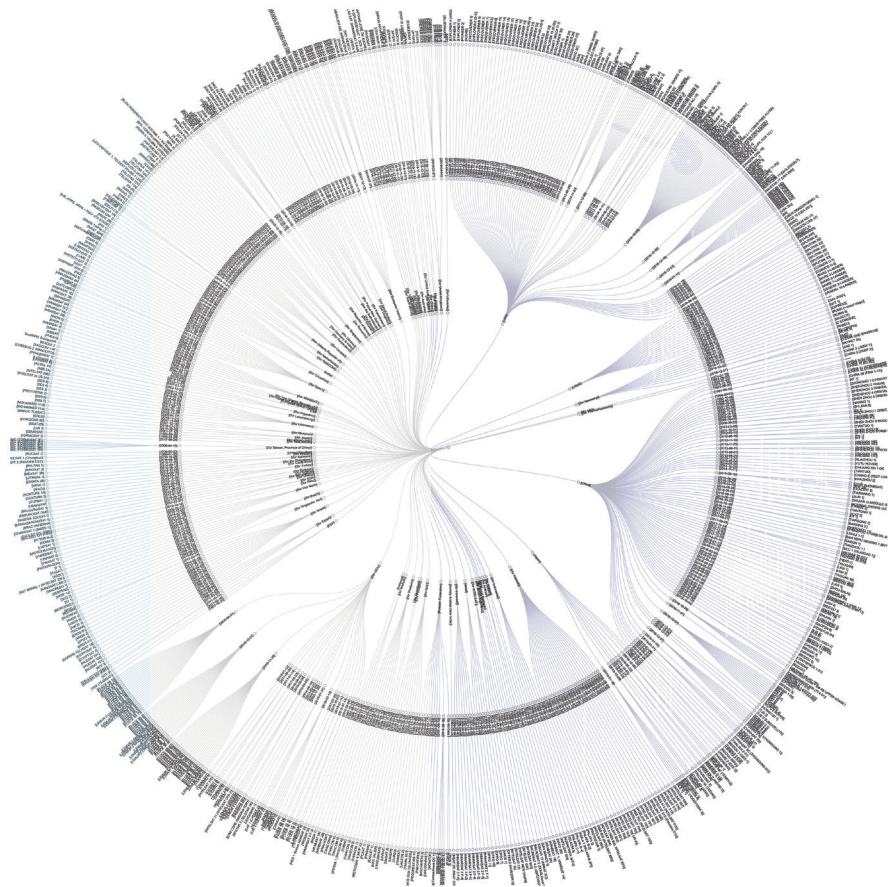
Естетски комуникацијски регистар поставке захтевао је промишљање материјала и механизма тако да адекватно одговоре наративним, теоријским и сценским императивима. Транспарентност елемената и комбинација са челичним детаљима одговорила је ефектима камуфлаже и интеграције са контекстом, остављајући видљивим компоненте које упућују на карактер машине. Уз искреност механичке природе, неправилностима и несавршеностима темпероване роботичке интеграције тежило се привиду и приближавању органском свету – рад и „понашање“ покретних компонената („пера“) чине се кинетички блиским живим бићима. Карактер механичког несавршеног организма, постигнут нерегуларношћу помераја узрокованих одлуком да се одређене позиције конструкције не фиксирају додатним елементима (супротно приступу високотехнолошког индустријског и машинског дизајна) и начином на који су „пера“ детаљима интегрисана у систем, рефлектован је ефектима

Fig.2: Installation/exhibition *exo [global eye(s)]*, Kolektiv Gallery, 15-28 October, 2019. Stills from a video material by Alex Murray ©, postproduction and editing Dragana Ćirić, <https://vimeo.com/368229565>, <https://vimeo.com/368224357>, <https://vimeo.com/368214907>.

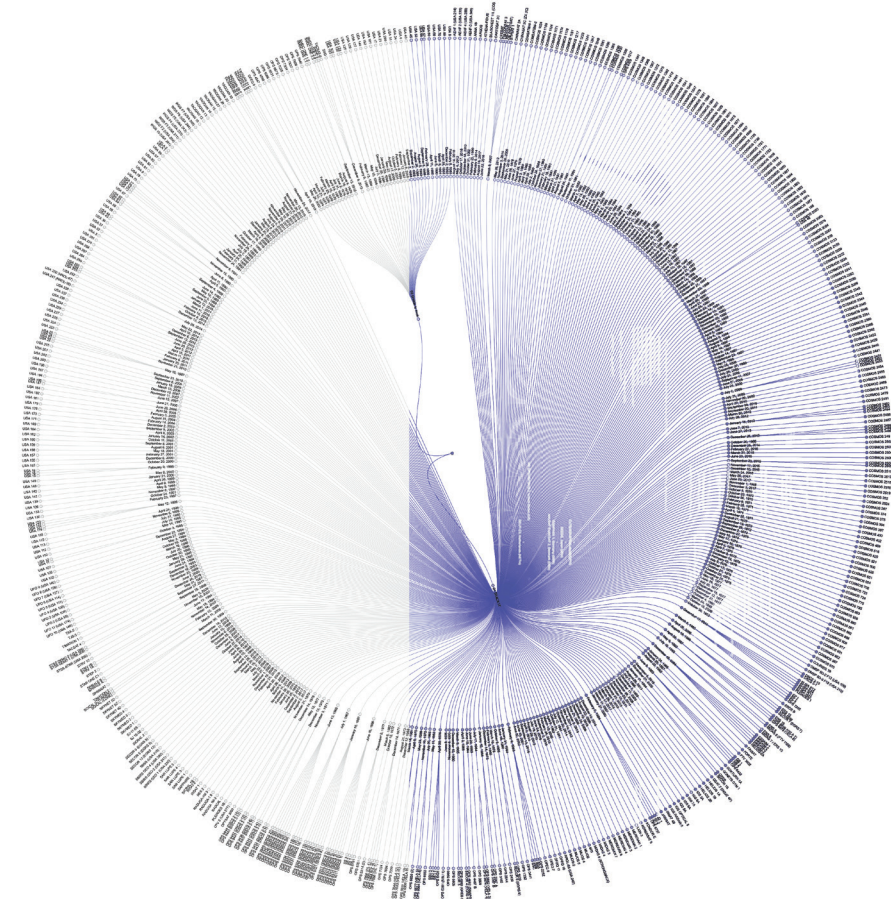
a. Kinetic elements and mechanism. b. Detail of the diagrammed plane and the mirror plane during the video projection of the SpaceX cubesat launching 24 May 2019: *The trail of Starlink satellites passing over Leiden, the Netherlands, about 22.5 hours after launch*. Video with WATEC 902H + Canon FD 1.8/50 mm lens, GPS time inserter. Source: Marco Langbroek, Leiden, the Netherlands, <https://vimeo.com/338361997?fbclid=IwAR0uwSPE0hncgJg7IzKU2COXYArzHISBKoiN0arT7zgHmiuQCS7vJkHTA-E>



Page 400
 Page 401
 Page 402
 Page 403
 Page 404
 Page 405
 Page 406
 Page 407
 Page 408
 Page 409
 Page 410
 Page 411
 Page 412
 Page 413
 Page 414
 Page 415
 Page 416
 Page 417
 Page 418
 Page 419
 Page 420
 Page 421
 Page 422
 Page 423
 Page 424
 Page 425
 Page 426
 Page 427
 Page 428
 Page 429
 Page 430
 Page 431
 Page 432
 Page 433
 Page 434
 Page 435
 Page 436
 Page 437
 Page 438
 Page 439
 Page 440
 Page 441
 Page 442
 Page 443
 Page 444
 Page 445
 Page 446
 Page 447
 Page 448
 Page 449
 Page 450
 Page 451
 Page 452
 Page 453
 Page 454
 Page 455
 Page 456
 Page 457
 Page 458
 Page 459
 Page 460
 Page 461
 Page 462
 Page 463
 Page 464
 Page 465
 Page 466
 Page 467
 Page 468
 Page 469
 Page 470
 Page 471
 Page 472
 Page 473
 Page 474
 Page 475
 Page 476
 Page 477
 Page 478
 Page 479
 Page 480
 Page 481
 Page 482
 Page 483
 Page 484
 Page 485
 Page 486
 Page 487
 Page 488
 Page 489
 Page 490
 Page 491
 Page 492
 Page 493
 Page 494
 Page 495
 Page 496
 Page 497
 Page 498
 Page 499
 Page 500



Page 400
 Page 401
 Page 402
 Page 403
 Page 404
 Page 405
 Page 406
 Page 407
 Page 408
 Page 409
 Page 410
 Page 411
 Page 412
 Page 413
 Page 414
 Page 415
 Page 416
 Page 417
 Page 418
 Page 419
 Page 420
 Page 421
 Page 422
 Page 423
 Page 424
 Page 425
 Page 426
 Page 427
 Page 428
 Page 429
 Page 430
 Page 431
 Page 432
 Page 433
 Page 434
 Page 435
 Page 436
 Page 437
 Page 438
 Page 439
 Page 440
 Page 441
 Page 442
 Page 443
 Page 444
 Page 445
 Page 446
 Page 447
 Page 448
 Page 449
 Page 450
 Page 451
 Page 452
 Page 453
 Page 454
 Page 455
 Page 456
 Page 457
 Page 458
 Page 459
 Page 460
 Page 461
 Page 462
 Page 463
 Page 464
 Page 465
 Page 466
 Page 467
 Page 468
 Page 469
 Page 470
 Page 471
 Page 472
 Page 473
 Page 474
 Page 475
 Page 476
 Page 477
 Page 478
 Page 479
 Page 480
 Page 481
 Page 482
 Page 483
 Page 484
 Page 485
 Page 486
 Page 487
 Page 488
 Page 489
 Page 490
 Page 491
 Page 492
 Page 493
 Page 494
 Page 495
 Page 496
 Page 497
 Page 498
 Page 499
 Page 500



дистракције, повремене интерференције елемената и других наизглед природних импулса и реакција, који у реалном свету разоткривају биолошку природу организма диференцирајући их од вештачких система. Мала разлика у дизајн-решењу сваког „пера“ која њихов покрет, без обзира на идентични алгоритам, чини јединственим и итеративно променљивим, доприноси жељеном резултату. Толеранција „грешке“ или „непредвидивости“ на нижим позицијама система је тумачена као креативни генерички параметар за резултујућу конфигурацију, док су на нивоу читавог система/структуре значајнија ометања сведена на минимум. Првобитна замисао конструктивног решења којим би биле унете додатне динамичке величине и померања је коригована тако да су одступања дозвољена искључиво на нивоу детаља и нижих елемената у конструктивној хијерархији. Примарни елементи конструкције су додатно фиксирани челичним лаким решеткастим носачима, што ће у другој излагачкој фази бити регулисано повратком на првобитне инструкције пројекта.

Елементи дијаграма су израђени од транспарентног материјала и постављени на огледалску закошену подлогу. На њој су суперпонирани рефлексије рада „пера“, горње косе равни са видео пројекцијом аматерског снимка лансирања *SpaceX* кјуб сателита (Langbroek, 2019) и дневни/ноћни исечак неба (кадра погледа кроз прозор) (Сл.2). Извршено је адекватно сценирање у ноћном режиму уз контрастирање осветљених транспарентних елемената и позадинског плана у сенци, док је у дневном режиму инструмент био готово невидљив у синтетичком оптичком резултату рефлексија и преламања одраза унутрашњег и спољашњег контекста у ком би помераји актуатора, сајли и „пера“, уношењем вибрација у визуелни план, указали на активност у „невидљивом“ регистру (комуникацијској, навигационој, посматрачкој мрежи сигнала и објеката). Наведени поступци обухватали су део *плана излагачког сценирања и перформативне тактике* (Wihart, 2015:113–114) репрезентације објекта-прототипа и његових истраживачких операција.

Додатни приложени материјал обухватао је дијаграме категорија сателита (Сл.3), док је изложба завршена приказом сателитског праћења и детекције фреквенција софтверски у реалном времену (Сл.4) демонстрирајући процес скенирања и аквизиције улазних података за даље анализе и кинетичку операционализацију.

СИСТЕМ: ОПИС ЛОГИЧКИХ ОПЕРАЦИЈА У КОРЕЛАЦИЈИ СА ЕЛЕМЕНТИМА АРХИТЕКТОНСКЕ СТРУКТУРЕ

Интегративни систем инструмента, према идејном пројекту, обухвата следеће компоненте: мрежу за детекцију (систем сензора, активних и пасивних пријемника или скенера), контролни (процесни) модул, актуаторе (извршне модуле), интегришући структурни кинетички механизам или архитектуру и покретне компоненте („пера“). Планирани систем сензора дефинисао је употребу и умрежавање: UV, IR, RF и оптичких сензора; жироскопа унутар елемената конструкције и „пера“ у циљу софтверског мониторинга динамичких промена елемената и система у активном режиму (реферирајући на став о *свести система о сопственим перформансама* (Kitshin and Dodge, 2011:99) на чијим основама је формирана дефиниција „паметних технологија“); ултразвучних, звучних и инфразвучних сензора. Мрежа сензора би на овај начин покривала комплетан спектар фреквенција унутар система отвореног карактера који би подразумевао њихову активацију и деактивацију (измењивост) према потребама дефинисаног програма праћења. У једној од опција, систем сензора може бити замењен анализатором спектра, у случајевима у којима унутрашњи процеси анализе, филтрирања и екстракције (рад „црне кутије“) нису предмет истраживања или дидактичког представљања.

След процедура, које би инструмент требало да изводи, истиче: 01. детектовање фреквенција (у ближем и даљем окружењу са могућношћу контроле жељеног опсега и димензија); 02а. спектралну анализу снимљених сигнала – ближе одређивање фреквентних опсега објеката/ примарних корисника, 02б. алокацију извора, прецизну идентификацију и класификацију – координате и запис кретања у функцији времена (запис и предикцију трајекторија уз параметре брзине, убрзања или стопе промене убрзања, рачунајући интервал трансмисије сигнала (Constant-Jorgenson, Lála and Schrogl, 2006), 02ц. издвајање предефинисаних/циљаних објеката; 03. архивирање регистрованих сигнала и обрађених података (физичких параметара) који се могу поредити са другим базама у научне сврхе и операционализовати за рад инструмента; 04. издвајање излазног податка који покреће („кинетички“) *протокол* (Galloway, 2004) – кинетички одговор инсталације – контролишући покрете „пера“ (сваком „перу“ је додељен одређени фреквентни домен или тачна вредност комуникацијске фреквенције у односу на објекат који прати, при чему употреба адаптивних

Сл.3: а. 890 нерегистрованих „космичких објеката“ према документацији Уједињених нација; извор података: UN Office for Outer Space Affairs http://www.unoosa.org/oosa/osoindex/search-ng.jsp?lf_id=; дијаграм алгоритам: RAWgraphs, <https://rawgraphs.io/>, <https://app.rawgraphs.io/>; категорија дијаграма: циркуларни дендограм; хијерархија приказаних података (концентричне кружнице посматране од унутрашњег појаса ка спољашњем): држава/организација – датум лансирања – назив објекта. Обрада и анализа података са визуелном постпродукцијом: Драгана Ћирић
б. Војни сателити анализирани у односу на питање „могућности праћења“; извор података: <https://www.n2yo.com/satellites/>; дијаграм алгоритам: RAWgraphs, <https://rawgraphs.io/>, <https://app.rawgraphs.io/>; категорија дијаграма: циркуларни дендограм; хијерархија података (од унутрашњег појаса ка спољашњем): могућност праћења – локација лансирања – назив објекта. Обрада и анализа података са визуелном постпродукцијом: Драгана Ћирић

Fig.3: a. 890 UN unregistered “cosmic objects”; Source: UN Office for Outer Space Affairs http://www.unoosa.org/oosa/osoindex/search-ng.jsp?lf_id=; Diagram Algorithm: RAWgraphs, <https://rawgraphs.io/>, <https://app.rawgraphs.io/>; Diagram Category: Circular Dendrogram; Data Hierarchy (from the inner to the outer ring): State/Organisation – Launching Date – Name of the Object. Data editing, analysis, and postproduction: Dragana Ćirić
b. Military Satellites; concentric clusters organised according to the main criteria of the “Possibility of Being Tracked”. Source: <https://www.n2yo.com/satellites/>; Diagram Algorithm: RAWgraphs, <https://rawgraphs.io/>, <https://app.rawgraphs.io/>; Diagram Category: Circular Dendrogram; Data Hierarchy (from the inner to the outer ring): Possibility of Being Tracked – Launching Site – Name of the Object. Data editing, analysis, and postproduction: Dragana Ćirić

сензорских технологија (модулација) или промена протокола омогућавају промену објекта праћења); 05. модификацију или стање ЕМ/звучног штита: генерисање фреквенције или ЕМ-поља ометања која ће онемогућити продор инвазивних система.

На основу дате секвенце, успостављен је сценарио: сензори региструју сигнале из окружења – врши се спектрална анализа (филтрирање сигнала, утврђивање тачних вредности, алокација извора на основу алгоритма или додељеног протокола који регистровану (или преузету онлајн) сигнал-информацију преводи у сетове података који се могу употребити за наредну процедуру) – информација или скуп информација се прослеђује модулима контролно-управљачке и извршне јединице – контролно-управљачка јединица (као резултат обраде добијених информација од сензора/система сензора/софтвера/интернет базе) издаје инструкцију извршном систему који спроводи функцију модификације објекта – изводи се кинетички одговор (трансформација) према дефинисаном протоколу, односно генерише ометајуће поље (завршна акција са двостепеном контролом респонзивности може затворити примарни круг 01. детекцијом/кинетички интерпретираном информацијом или 02. ометањем/модулацијом сигнала и његове улазне фреквенције). Циљ читавог процеса на научном плану (поред разоткривања алгоритамског рада „машине“) – прецизан податак о активности идентификованих објеката – транспонован је у кинетичку реакцију као оптички и моторички знак и меморија детекције фреквенције којом циљани објект оперише или комуницира, потврђујући његову активност и присуство. Финална апликативна форма планирана за касније стадијуме, *прави интерактивни објекат*, изводила би другостепену реакцију „фреквенцијске завесе“. За разлику од покрета као 1:1 означавања активности у посматраном

пољу (и даље само пасивне рецепције), ова сигнална акција би присутне утицаје могла поништити или умањити, што подразумева капацитет „модификације окружења“ – проактивни одговор који интервенише у постојећем стању укупног комплексног система сигнала у окружењу.

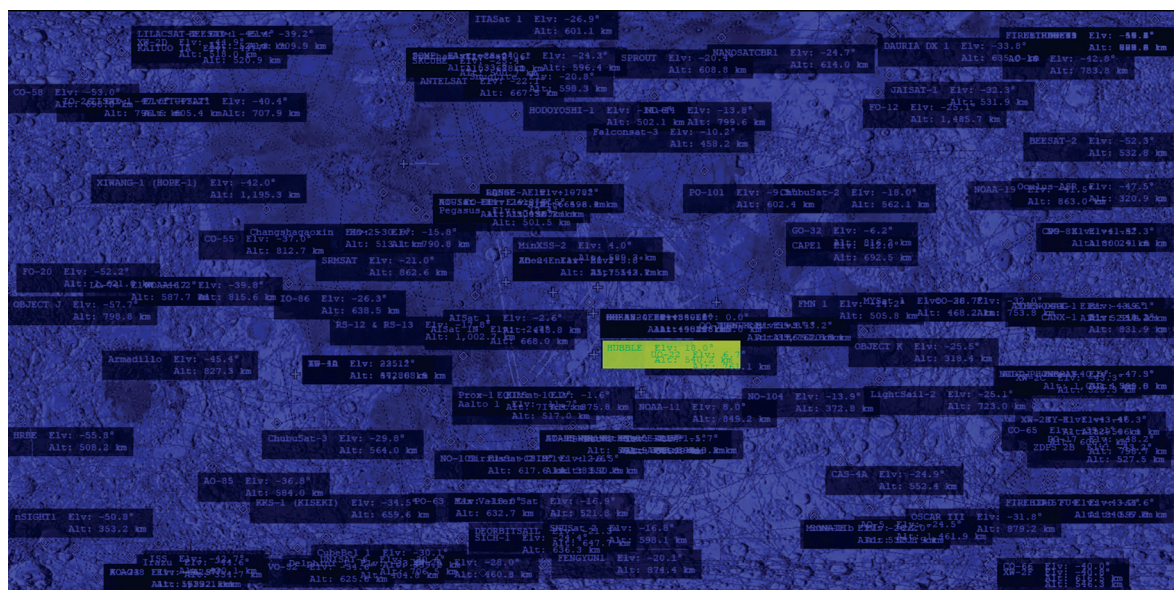
Предмет детекције дефинисан је према два сценарија:

01. У првом случају, предмет детекције није прецизиран и инструмент врши комплетну спектралну анализу приказујући логику рада система (на дидактичком плану), односно вредности и активност у одређеним доменима фреквентне скале. Активан је целокупан систем сензора (UV, IR, RF, ултразвучни, звучни и инфразвучни) који ће регистровати присуство примарних корисника и других појава у свом домену дајући могућност параметарске валоризације. У односу на емитовану фреквенцију извора, на платформи-интерфејсу која садржи дијаграм/ скалу означавао би се активни домен или „нит–линија“ у формалном смислу, док би обрађена информација представљала улазни податак за покретање протокола и кинетичког механизма – актуатор програмиран да покрива дати фреквентни домен, или тачну вредност, вршио би дефинисани померај и иницирао покрет „пера“. Друга фаза првог сценарија би била идентификација извора (паралелно архивирању дате информације) и класификација у складу са првобитном претпоставком да су параметри извора непознати, а тежи се њиховом сазнању.

02. Друга опција је праћење претходно дефинисаних објеката. Експериментом је одабран мониторинг космичког простора, активности и саобраћаја. Дефинисани сателитски објекти и њихове категорије (метеоролошки, научно-истраживачки и едукативни, војни, навигациони, комуникацијски и други, они које је могуће пратити и они чији параметри нису доступни) анализирани су према

Сл. 4: Проекција праћења сателита у реалном времену – снимак; HAM Radio Deluxe Software - satellite HRD SatTrack; 28 октобар 2019. године, 19:00–20:00; постпродукција и видео уређивање – позадина која покрива мапу света, графичка и колористичка обрада и маркирање мобилних објеката: Драгана Ћирић <https://vimeo.com/369772049>

Fig.4: Real time satellite tracking – still from the projection; HAM Radio Deluxe Software - satellite HRD SatTrack; 28 October 2019, 19:00-20:00; postproduction and video editing (background that covers the world map, colouring and graphic emphasis on selected objects); Dragana Ćirić, <https://vimeo.com/369772049>



критеријуму фреквенцијских вредности на основу којих је могуће извршити планирану детекцију и динамички мониторинг (извршен је преглед комуникацијских канала, фреквенција сигнала емитованих приликом аквизиције података – снимања или скенирања земљине површине и атмосфере – или сигнала трансфера до терестричких база и јединица) (Сл.5). Сателитски објекти чији параметри се не налазе у регистрима УН, или објекти који их држе у тајности (доводећи у питање видљивост за потребе координације космичког саобраћаја или легитимност активности коју спроводе), представљају посебну групу објеката, док их унутар постојеће класификације проналазимо у готово свим категоријама (међу метеоролошким, навигацијским и GPS, експерименталним и другим сателитима). Актуатор би, према овом сценарију, означавао један објект иницирајући кинетички одговор у односу на његову активност.

Први неопходни корак – аквизицију жељених информација – могуће је извести на више начина. Експериментом се заступа приступ методолошке триангулације и провере већег броја извора, при чему мерењем у реалном времену системом инструмента може бити допуњена, потврђена или упитана тачност података које различите базе јавно износе. Један приступ аквизицији је коришћење интернет база података, други је посредством софтвера за праћење кретања сателита у реалном времену и трећи би био аутономни систем сензора инструмента као идеална конфигурација за обезбеђивање компаративних сетова података. Систем инструмента, поред сопствених модула, може ангажовати и спољашње аутономне сензорске уређаје интегрисане у информациону мрежу коју користи. На тај начин, врше се паралелна анализа и компарација у циљу добијања најпрецизнијег могућег резултата и закључка. Аквизиција представља једини од отворених аспеката инсталације на чијем плану је примењена симулација рада система услед већег броја фактора. Систем је тестиран позивајући се на доступне базе и набављени софтвер, потенцијално и анализатор спектра, док су комплетна сензорска интеграција и активност непосредне детекције у свим доменима спектра остављене за примену у другом, адекватнијем контексту којим се и правно, односно научно, ова врста активности може осигурати. За излагачку форму је одабрана симулација у чијем модалитету су доступни подаци преузети из веб-простора и операционализовани за рад инструмента у циљу провере система.

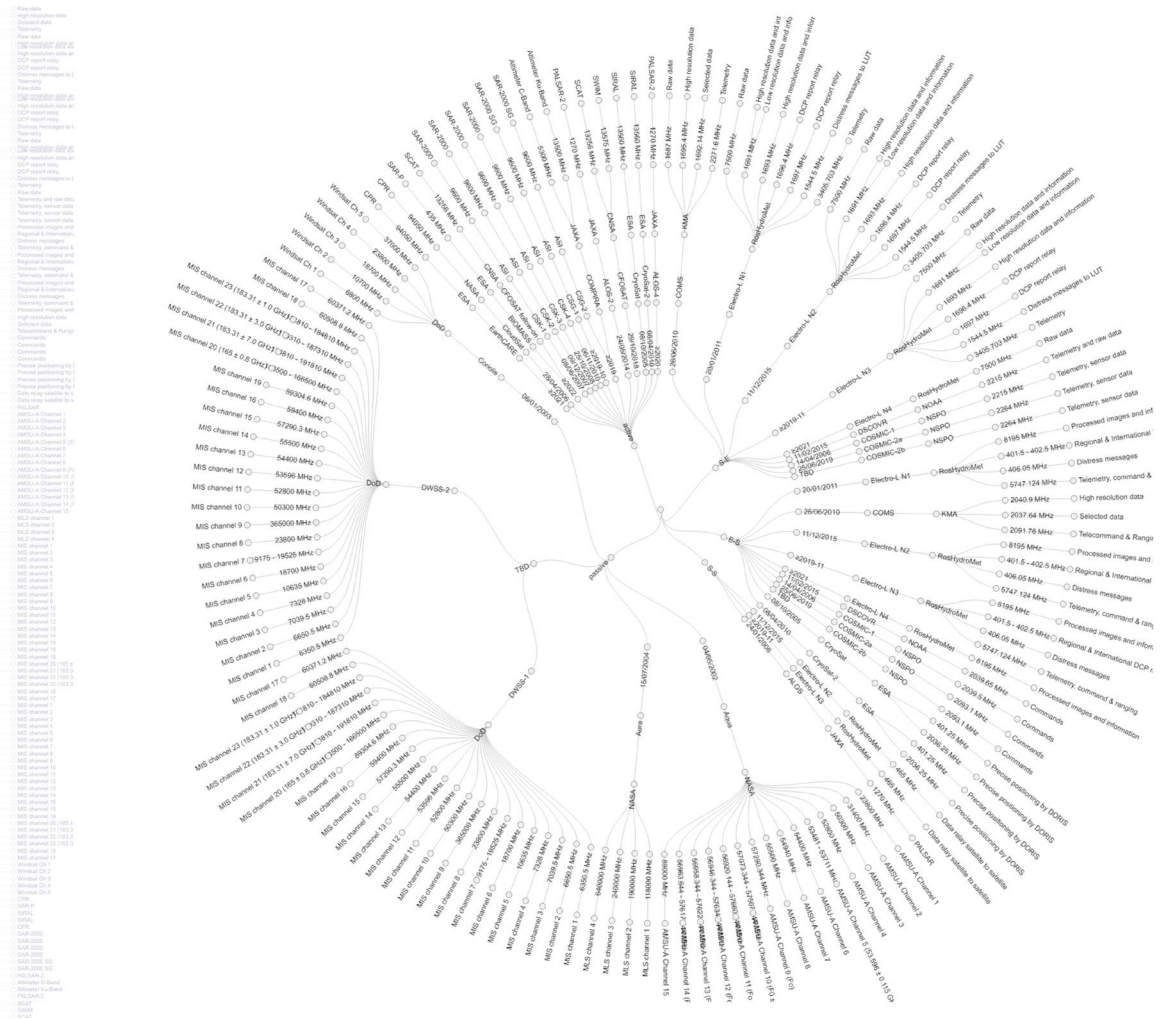
„Оркестрацијом“ одабраних објеката чија је динамика предмет праћења, кореографске транскрипције и визуелизације, контролише се садржај, који може бити приказан и преведен у нови систем комуникације (садржај који ће бити перформативно кодиран), а тиме и естетски резултат (и/или естетичка интерпретација) обраде информација селектованих на овај начин. Присуства и кретања одабраних објеката постају видљива превођењем у кинетичку оперативност *инструмента-архитектуре* у временским периодима у којима ће чинити активне ентитете динамичке селестијалне мапе изнад територије коју инструмент скенира. У ужем смислу, њихове комуникацијске фреквенције или други изведени

параметри који се овим путем могу идентификовати, преведени су у перформативни одговор и форму, док све регистроване фреквенције могу бити додатно архивирани у дигиталном и аналогном формату из ког се накнадно, новим итеративним процесима, превођење може вршити по избору у односу на архивску информацију и закључак који је потребно пренети. Реверзибилним поступком секундарног кодирања (декодирањем), из перформативних записа или снимака информација се може вратити у првобитни употребљиви податак – основну параметарску информацију о објектима. Кинетички гестови се такође могу сматрати одређеном врстом меморије у укупном систему комуникације и регистрима којима он располаже (различитом од лингвистичког или визуелног језика, иако може укључивати оба).

Поред естетског резултата као последице изведеног протокола (селекције улазних информација и дефинисања процедура који заједно артикулишу интерактивни режим прототипа), поставка и архитектура инструмента – геометрија, структура и конструктивно решење – такође илуструју тематски концепт допуњујући кинетичку идеју и сценарио. Информација, структура и „кореографија“ синтетички доприносе концепту и реализацији кинетичке респонзивне архитектуре.

КИНЕТИЧКА АРХИТЕКТУРА И СЦЕНАРИО: УПРАВЉАЊЕ МОДИФИКАЦИЈОМ – НАУЧНИ МЕТОДОЛОШКИ АПАРАТ КАО ПРОТОКОЛ КИНЕТИЧКЕ И ПЕРФОРМАТИВНЕ ЕСТЕТИКЕ ОБЈЕКТА

Термин *кинетичка архитектура* приписује се Вилијаму Зуку и Роџеру Кларку (Zuk and Clark, 1970) који га истоименим делом 1970. год. ауторизују. Кроз историју се, ипак, сусрећемо са великим бројем примера референтних овом концепту – са механичким и кинетичким решењима у архитектури или решењима која поседују архитектонску логику и систем просторне конфигурације, програма или процедура, а механичког или кинетичког су карактера. Витрувијеве војне и градитељске машине или механички уређаји за контролу и употребу водене и ваздушне снаге, конструкције и елементи привремених адаптивних хабитата номада, инструменти помоћни у градитељству или интегрисани у архитектонске склопове каснијих епоха (Брунелески, Леонардо, Ди Ђорџо Мартини, Отис и други; Lefèvre, 2004), дизајн-објекти који могу послужити као потенцијални архитектонски модели, а затим и различите апликације механичких решења током модерног периода настале под утицајем иновативних решења аутомобилске и авио-индустрије (Villa Girasola (Invenizzi, Carapacchi and Fagioli, 1929-1934); La Casa Giravole (Pier Luigi Nervi, 1934); покретне сценографије попут пројекта тоталног театра Валтера Гропијуса (Gropius, 1927) или дела Ласла Мохољи Нађа (Moholy-Nagy, 1922) и Фиридриха Кислера), претходили су, непосредним основама, заснивању овог конструкта и правца у архитектонској теорији и пракси током педесетих и шездесетих година прошлог века. У том моменту ће нови приступи адаптивности и мобилности (*Mobile Architecture Manifesto* – Yona Friedman, 1958; *Walking City*



Sl.5: Дијаграм комуникацијских фреквенција коришћених од стране анализираних сателита и агенција; хијерархија категорија података обухвата: сензорни мод и правац (активни, пасивни, космос-космос, космос-земља, земља-космос) – датум лансирања – назив сателита – главну агенцију – фреквенције – канал. Извор: <https://www.wmo-sat.info/oscar/satellitefrequencies>; дијаграм алгоритам: RAWgraphs, <https://rawgraphs.io/>, <https://app.rawgraphs.io/>; категорија дијаграма: циркуларни дендограм. Обрада података: Драгана Ћирић, 2019. године.

Fig.5: Diagram of uplink/downlink (E-C/C-E) frequencies used by different satellites and agencies; Hierarchy of the used categories (from the inner to the outer ring of the concentric figure): Sensory Mode and Direction (active, passive, C-C, C-E, E-C) – Launch Date – Name of the Satellite – Main Agency – Frequency – Channel. Source: <https://www.wmo-sat.info/oscar/satellitefrequencies>; Diagram Algorithm: RAWgraphs, <https://rawgraphs.io/>, <https://app.rawgraphs.io/>; Diagram Category: Circular Dendrogram. Data editing and postproduction: Dragana Ćirić, 2019.

(оригинално *Cities: Moving*) – Archigram and Ron Herron, 1963, 1964, 1968) теоријама комплексних система, кибернетике, компјутерских наука и вештачке интелигенције (Wiener; Banham; Pask; Frazer; Price; Negroponte; Zenetos; преглед у Yiannoudes, 2016; Wright Steenson, 2017) подстаћи интеграције *временске компоненте, покрета и трансформације* у просторне формације, системе и објекте на до тада непостојеће начине. Може се рећи да је, у односу на њих, *покрет* интерпретиран на два начина – кроз механички покретне компоненте и кроз *интензивну карактеристику и величину* (DeLanda, 1998, 2002; Reiser and Utamoto, 2006) која „оформљује“ одређени објекат (условљава његов *дизајн*) – уз неопходну напомену да су оба у овом историјском тренутку знатно проширена теоријама и експерименталним истраживањима за екстремна и космичка окружења. У том контексту, механичка покретљивост архитектонских елемената ослања се на постулате првог и другог машинског доба, док су формално и структурално „заробљени“

динамизми, као резултати статичких и динамичких захтева и прорачуна, или *иницираних процеса формације и аутономних процеса формације* (Frei, у: Stojanović, 2013:42) органске и неорганске материје кроз хомеостатичке адаптације и самоорганизацију, односно решења према њиховој аналогији, демонстрирани кроз скулпторалне третмане динамичких сила. Од првог периода механичке репродукције, ка савременом тренутку, машински карактер и императив ће постепено бити усавршавани прелазом од аналогне ка дигиталној и бежичној (од „тврде“ ка „мекој“) контроли, премештајући све процедуре експеримента (моделовања, тестирања, формалне итерације и евалуације) у „сигурни“ виртуелни простор и симулације вођене софтверском аутоматизацијом варијација, вишеструких сценарија и оптимизација (у односу на објект, сублимираних појмом *верзионирања (versioning; Sharples, Holden and Pasquarelli, 2004)*. Софтверска подршка, високоразвијена током овог периода, коначно ће дати нови смисао и могућности *повратку материји, актуелизацији*

и фабрикации који ће уследити, илустровани концептима активне материје (комбинујући програмибилност, трансформацију/адаптацију и склапање/монтажу (Tibbits, 2017 (2015); такође DeLanda 2011 in Leach, 2017), нове материјалности (DeLanda, 2002, 2015; Oxman, 2010) или новог материјализма (Leach, 2009), као интерпретације наведеног општег епистемолошког и интелектуалног обрта, специфично адаптираног и примењеног у архитектури. Ова линија мишљења ће, алтернативно претходним формализмима архитектонске културе (Oxman, 2010:29) који „радикално раздвајају концептуални садржај од материјалне реалности“, односно „материјалности архитектуре“ (Lum in Oxman, 2010:24–25), фокус поставити на објект на плану његове формације - логике и експресије материјалних процеса и перформанси као иманентних (формалних и формативних) потенцијала (Leach, 2016a, 2016b, 2017 in Tibbits (ed.)), чиме ће праксу померити ка перформативно-оријентисаном програмирању и дизајну (дистрибуцији материје информисане захтевима структуралних, енвајерменталистичких и друштвених перформанси (Oxman, 2010), поседујући основе још у процесно-заснованом дискурсу (Deleuze and Guattari, 1987 – Leach in Tibbits (ed.) 2017:20) и новој улози науке у спреси са архитектонском дисциплином и дизајн-истраживањем. Проблематизоваће тврдње унутрашње „интелигенције“ и динамике материјала/материје упућујући на начине на које материја у својим „меморијским јединицама“ интегрише и манифестује трансформацију (иманентно изводи морфогенетске промене) и питања кинетике на атомском и молекулском реду величине⁶. У датим теоријским оквирима материјалности, архитекти ће „компликованост и високотехнолошке механичке везе, актуаторе и контролу“, односно „тврде“ механичке компоненте, покушавати да замене, или умање, „меким“ системима трансформације форме (Khoо, Burry and Burry, 2011). Морфирајућа решења заснована на (атомској или молекулској) логици и кинетици супстанце,⁷ тек последњих деценија ће добити високу дефиницију (*high definition*, Sheil, 2014) која може бити директно примењена изван антиципаторних спекулација или поља попут космичког и аероинжењерства или биотехнолошких наука – представљена и тестирана као интегративна архитектури и архитектонским методама, експериментално и у индустријској производњи.

За реализацију кинетичког одговора, ехо користи механички и електронски контролисани покретни систем у складу са намером да дати одговор приближи резултату и ефекту системске интеграције присутне у концептима „паметне“ или „интелигентне“ интерактивне, респонзивне, адаптивне и кинетичке архитектуре (Elmokadem, Ekram, Waseef and Nashaat, 2018). Преиспитивање материјала и комплексног адаптивног динамичког конструктивног решења у „меким“ режиму, оставља некој од каснијих

фаза; за разлику од динамике „информисане материје“ (Lehn, 1990, 1995, 2014; Oxman, 2010; Graziano, 2016)⁸ или „интелигентне“ и „програмибилне материје“ (Goldstein, Campbell and Mowry, 2005; DARPA, 2007 in Tibbits, 2017; Tibbits, 2011, 2016; MacLennan, 2015; André, 2018)⁹, тестира динамику моторичке (не и физичко-хемијске) актуације контролисане аутономним програмским системом и људским фактором, односно сензорски регистрованим параметрима као улазним подацима алгорита покрета. Програмирана реконфигурација је, дакле, механичка. Десет серво мотора активира покретне компоненте („пера“) затежући сајле преко фиксираних елемената конструкције у пројектом дефинисаној геометрији. „Пера“ се по престанку актуације враћају у примарну равнотежну позицију дефинисану оптималним односом сила затезања и тежине конзолног дела ојачаног металним „кљуном“ (позицијом за потенцијалну уградњу модула одређених активних сензора). Угао ротације, уз моменат који повлачи покретне делове система, у елементима „пера“ је умањен савијањем затегнутих компонената око хоризонталне линијске осовине, док његову величину контролише ардуино код. У стварној апликацији, угао би се мењао пропорционално промени позиције праћеног објекта током преласка преко скениране територије.

Основни услов интерактивности кинетичких система јесте *реконфигурација у односу на променљиве параметре у реалном времену*, програмирана као тачни образац његове реакције на регистроване вредности. Улазна информација која их покреће представља варијабилну јединицу у примењеној математичкој формули, и њена непредвидивост, али и пројектовани и програмирани начин на који се материјализује и операционализује, чине основе резултујуће модификације система.

Према информацијама издвојеним спектралном анализом, интерактивност се, у уметничком регистру, може вишеструко планирати. Избором података којима ће покрет бити „информисан“, добијају се само неке од могућих комбинација динамичких просторних конфигурација. Кинетички одговор може бити параметризован на два

8 Жан-Мари Лен (Jean-Marie Lehn) информисану материју изједначава са програмираним системима (programmed systems). Нери Оксман (Neri Oxman) је дефинише као „информисану дистрибуцију материје / материју информисану перформансама / компјутерском контролом и варијацијом материје, то јест компјутерском контролом материје (*informed distribution of matter /matter informed by performance / computational control and variation of matter, i.e. material computation*). Конкретно рачунарско управљање материјом (посредством алгоритама и рачунарских формула за дефинисање форме и процеса фабрикации) којим се одређена материја, употребљена као сировина производног процеса, може изједначити са „програмираним системима“, понашајући се према програмираном протоколу, коначно примењује и тестира и Андреа Грацијано (Andrea Graziano), управљајући лабораторијом *CodelT* и истраживачким пројектом „*inFORMed matter*“. Грацијано потврђује дефиницију „компјутерских функција и операција као дизајн-медијума којим је могуће подстаћи организацију материје и формативне процесе“ (*...computation as the design medium within which to drive the organization of matter and its formation processes*).

9 Брус Џеј Мекленен (Bruce J. MacLennan) програмибилну материју дефинише као „комплексни систем чије физичке карактеристике и структура могу бити контролисани на систематичан начин [...] кроз рачунарске (компјутерске) процесе (или програматски) (*complex systems whose physical properties and structure can be controlled in a systematic way [...] through computation processes (or programmatically)*)“, док је, рецимо, Голдштајн, Кембел и Маури (Goldstein, Campbell and Mowry) идентификују као „коллекцију јединица (материју) која интегрише компјутерске, сензорне, активаторске (активационе) и локомоторне механизме (*collection of units (the matter) that integrates computing, sensing, actuation, and locomotion mechanisms*)“.

6 Кинетика, односно трансформације, могу бити или инициране спољашњим и унутрашњим факторима (кроз односе комплексних динамичких система, међу којима и ствари и објеката), или *програмиране* дефинисаним интервенцијама ка одређеној реакцији и ефекту (при чему региструјемо утицај субјекта у антропоцентричној поставци ствари).

7 Решења заснована на физичко-хемијским параметрима, а одатле реакцијама и перформансама материјала чија „промена“ је иницирана одређеним факторима тако да сам *материјал у трансформацији* представља актуатор, за разлику од трансформације која се у механичком моделу реализује другим покретачким модулима;



Сл.6: Инструмент *exo [global eye(s)]* приказан као артефакт – доказ концепта пријављеног теоријског рада и иновационог пројекта „Фреквенције: невидљива архитектура (Обухватна сензорска рецепција – архитектонска интеграција и дизајн/пројекат [архитектура-инструмент]” - у оквиру излагачког програма изложбе и конференције *О архитектури - изазови у архитектури, урбаном дизајну и уметности* у организацији Друштва за одрживи урбани развој и Ружице Богдановић на позицији куратора; *Галерија науке и технике САНУ*, 4-16. децембар 2019. године. Фотографија: © Милан Максимовић

начина. Први прати одређену научну интенцију и циљ – научну процедуру и критеријуме које адекватне методе дефинишу, а чији резултат ће бити утврђивање одређеног непознатог податка; у пољу уметничког и естетског, резултат овакве процедуре ће бити непланирани ефекти и динамика механизма (уз претпоставку да су путање или понашања ентитета који се прате недоступни). Други говори са позиције уметничке, кореографски промишљене/планиране перформативности са консеквентним критеријумима параметризације који воде жељеном (пројектованом) естетско-перформативном резултату; њиме се за „информисање”/програмирање покрета компонената прототипа тежи избору објеката и система са познатим или до одређене мере предиктивним понашањима. Између ове две крајности (*непредвидивог* у ком се научним методом тежи открићу и *конструисаног* у ком уметнички метод ради са познатим подацима ка пројектованом ефекту) може доћи до преклапања и размена. Ипак, одређени степен пажње и контроле циљева мора постојати, како би излишне крајности биле избегнуте¹⁰. Отвореност система и флексибилност кодираних инструкција и конекција омогућавају висок степен слободе у калибрацији програма, циљева и резултата које инструмент може профилисати и геометријски интерпретирати.

¹⁰ Пример би био научни метод са потпуно познатим подацима који води одређеној таутологији, не остварујући било какав научни допринос или сврху (осим евентуалне потврде података у случају секундарних контролних метода мерења), док би уметнички класификована кореографија машине без плана, циља, инструкција, протокола и познавања улазног импулса могла бити упитна на више планова, без обзира на уметничке толеранције и слободе.

Усвајање кинетичког атрибута у архитектонским концепцијама аргументовано је „процесом адаптације и реактивности у односу на параметре окружења” (Elmokadem, Ekram, Waseef and Nashaat, 2018) у најширем смислу, обухватајући све варијабилне факторе који могу бити конститутивни при настанку архитектонског простора. Тежње да се архитектура и солидификовани материјал „покрену” и адекватно рефлектују, пруже структурални одговор или изазов динамизмима који их окружују и формално опредељују (са којима су у интеракцији), референтне су истовремено и за архитектонску теоријску и практичну проблематизацију. Намере да се трансформабилност и кинетика „света” на одређени начин интегришу у архитектонске програме и форме, обликујући бројне архитектонске идеје кроз историју (Jorjakkka, 2005), у савременим дискурсима захтевају систематичну анализу као документ о еволуцији овог концепта и промени садржаја чији динамички параметри тематизују архитектонску респонзивност. У истраживачком предмету и хипотези *Global Eye(s)* пројекта, обрт је направљен од природних параметара ка артифицијелним продукцијама антропоцене културе. Космички саобраћај и његова „посматрачка” и друга сензорска активност нису увек једноставно примењиви или централни за специфично архитектонске оквири, за разлику од урбаног или географског плана, док се у аквизицији података и даље може сумњати у прецизност, поузданост и оперативност посредованих информација, континуирано провераваних од првих GPS експеримената (Kurgan, 1994) до актуелних пројеката у овој сфери (Diller



Fig.6: Instrument *exo [global eye(s)]* exhibited as the proof of the concept of the submitted theoretical study and innovation project "Frequencies: Invisible Architecture (Comprehensive Sensing – Architectural Integration and Design [Architecture-Instrument])" at the Exhibition and Conference *On Architecture - Challenges in Architecture, Urban Design and Art*, organized by the STRAND and Ružica Bogdanović (Curator); *Gallery of Science and Technology SANU*, 4-16 December, 2019. Photography: © Milan Maksimović

Scofidio+Renfro, Kurgan and Pietrusko, 2018; Picon, 2015), а којима императиви приватности и поверљивости и регулација снимака правилом *анонимизације* (Shaw, 2019) додатно иду у прилог. Да ли је релевантно да неки од проблематизованих аспеката постану улазни параметри архитектонског промишљања простора, на који начин и у којим случајевима – закључна су питања чијем разјашњењу експеримент потенцијално доприноси.

ЗАКЉУЧАК

Логика и отвореност система којим је архитектонска интеграција динамичке форме *exo* прототипа спроведена, представља кључадаптибилности и примењивости решења на различитим архитектонским и другим инжењерским плановима. Мишљење о апстрактним логичким системима и проблемима у просторним терминима и форматима главни је атрибут архитектонског мишљења одакле је тема *интеграције* и изведена. Тополошке логичке матрице и дијаграми тек у архитектонском регистру добијају своје координате (позиције) и употребни формални просторни склоп.

Наизглед непотребне размера и механика инструмента у времену када нанотехнологија и негација форме виртуелношћу и бежичним системима поништавају све материјалне параметре, недвосмислено су архитектонски/градитељски импулс. Оне систем чине разумљивим и опипљивим у другој размери; технолошке иновације и дигитализацију обликују и тестирају према својим

критеријумима и захтевима. Архитектонска контрола, интеграција и обликовање компонената и координација вишеструких инжењерских, дизајн или пројектантских вештина, демонстрирани су представљеном фазом развоја, док су потпуне сензорске конекције и софтверска надградња, као флексибилне „меке“ компоненте, планиране за наредне, детаљније, експерименте проширених тимских компетенција.

Инструмент-прототип је након ауторске представљен и у оквиру групне изложбе *О архитектури - изазови у архитектури, урбаном дизајну и уметности*,¹¹ док је круг комуникације пројекта са *Платформом архитектуре будућности* закључен представљањем у оквиру програма *Фестивала архитектуре будућности 2020. год.*, резимирајући прелаз од сф-сценарија до реалног прототипа и техничког решења (примену теоријских ставова и научних открића у пракси или праксом-заснованом истраживању), са закључком о значају научне подршке и кредибилитета у уметничком и културалном креативном раду спекулативне или критичке природе.

11 Изложба је одржана у периоду 4–16. децембра 2019. године у *Галерији науке и технологије САНУ* у организацији *Друштва за одрживи урбани развој* и *Ружице Богдановић* на позицији куратора изложбе. Одређени аспекти конструктивног система поставке су на основу претходних закључака унапређени у складу са условом максималног олакшања и враћени на првобитне инструкције пројекта. Нису коришћени додатни светлосни и видео ефекти са намером потпуне камуфлаже објекта. Презентацијски регистар је усавршаван и тестиран паралелно другим наведеним компоненатама.

БИБЛИОГРАФИЈА

- André, J. (2018) Programmable Matter or Smart Matter, Stimulated Organization and 4D Printing, in: André, J. *From Additive Manufacturing to 3D/4D Printing 3: Breakthrough Innovations: Programmable Material, 4D Printing and Bio-printing*, London and Hoboken, *ISTE Ltd and John Wiley & Sons Inc.*, pp. 15–63.
- Armstrong, R. (ed.) (2000) *Space Architecture (Architectural Design, Profile 144, 70(2))*, London, *Wiley-Academy Press*
- Axel, N., N. Hirsch, A. Lui and M. Zeiger (eds.) (2018) *Dimensions of Citizenship* (Published on the occasion of the US Pavilion at the Biennale Architettura 2018, May 26 – November 25, 2018, co-commissioned by the Art Institute of Chicago (SAIC) and the University of Chicago), Los Angeles, *Inventory Press*
- Ben-Eli, M. (2007) Design Science: A Framework for Change, New York, *The Buckminster Fuller Institute*, URL: <https://www.bfi.org/design-science/prime/design-science-framework-change>, pristupljeno decembra 2019.
- Banham, G. (2007) Cosmopolitics: Law and Right, in: Morgan, D. and G. Banham (eds.) *Cosmopolitics and the Emergence of a Future*, New York, *Palgrave Macmillan*, pp. 25–39.
- Baraona Pohl, E. (2019) Space – New World Colony? From science-fiction to legal frameworks, *Roca Gallery (Sharing Knowledge on Architecture and Design)*, URL: <http://www.rocagallery.com/space-new-world-colony>, pristupljeno 1.3.2019.
- Bélangier, P. (2015) *Pamphlet Architecture 35 "Going Live, From States to Systems"*, New York, *Princeton Architectural Press*
- Bélangier, P. (2016) Altitudes of urbanisation, in: *Tunnelling and Underground Space Technologies 55*, pp. 5–7.
- Blessing, L. T. M. and A. Chakrabarti (2008) *DRM, a Design Research Methodology*, London, *Springer-Verlag*
- Broeckmann, A. (2016) *Machine Art in the Twentieth Century*, Cambridge, Mass., *The MIT Press*
- Candy, L. (2006) *Practice Based Research: A Guide*, CCS Report: 2006-V1.0 November, Sidney, *University of Technology Sydney*
- Constant-Jorgenson, C., Låla, P. and K. Schrogl (eds.) (2006) *Space Traffic Management*, Paris, *International Academy of Astronautics*
- Cosgrove, D. (2001) *Apollo's Eye: A Cartographic Genealogy of the Earth in the Western Imagination*, Baltimore and London, *The John Hopkins University Press*
- Cooper, J. (2019) Foreword, in: Harrison, T., Johnson, K. and T. G. Roberts (eds.) *Space Threat Assessment 2019*, Washington D. C., *Center for Strategic and International Studies*, URL: https://www.researchgate.net/publication/332211406_Space_Threat_Assessment_2019, pristupljeno 21.4.2019.
- Coates, N. (ed.) (2012) *Narrative Architecture*, London, *John Wiley & Sons Ltd.*
- Cross, N. (2007) From a Design Science to a Design Discipline: Understanding Designerly Ways of Knowing and Thinking, in: Michel, R. (ed.) *Design Research Now (Board of International Research in Design Series)*, Basel, Boston, Berlin, *Birkhäuser Architecture*, pp. 41–46.
- Cross, N. (2006) *Designerly Way of Knowing*, London, *Springer-Verlag*
- Ćirić, D. (2019a) Cosmoscopic and Cosmopolitical Principles: Extra-Space/State-Craft and Exclusive Territories, in: Bogdanović, R. (ed.) *On Architecture: Challenges in Architecture, Urban Design and Art – Proceedings*, Belgrade, *STRAND – Sustainable Urban Society Association*, pp. 16–35.
- Ćirić, D. (2019b) Exclusive Territories: 'Free Space' and 'Island Conditions', in: Bogdanović, R. (ed.) *On Architecture: Challenges in Architecture, Urban Design and Art – Proceedings*, Belgrade, *STRAND – Sustainable Urban Society Association*, pp. 47–66.
- Ćirić, D. (2019c) Personal remote/close-up sensing instruments and architecturally integrated networks (research proposal and exhibition material), Ljubljana, *Future Architecture Fair, MAO*, 13–15 February 2019, URL: https://www.researchgate.net/publication/331812519_Personal_remoteclose-up_sensing_instruments_and_architecturally_integrated_networks
- Ćirić, D. (2017) *'Zapisi' arhitektonskog dizajna procesa: disciplinarne granice i transferi (doktorska disertacija)*, Beograd, *Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu*;
- Ćirić, D. (2017) *Scripts and Codes of Architectural Design Process: Disciplinary Borders and Transfers (Doctoral Dissertation)*, Belgrade, *Faculty of Architecture Belgrade University*
- DeLanda, M. (2002) *Intensive Science and Virtual Philosophy*, London, *Cotninuum*
- DeLanda, M. (2011) *Intensive and Topological Thinking*. European Graduate School Video Lecture, URL: <https://www.youtube.com/watch?v=0wWZ1-nBIDg>, pristupljeno 26.2.2017.
- Dick, J. S. (2008) *Remembering the Space Age: Proceedings of the 50th Anniversary Conference*, Washington D.C., *NASA Office for External Relations, History Division*
- Diller Scofidio+Renfro, Kurgan, L. and R. G. Pietrusko, with the Columbia Center for Spatial Research (2018) In Plain Sight, in: Axel, N., N. Hirsch, A. Lui, and M. Zeiger (eds.) *Dimensions of Citizenship (Published on the occasion of the US Pavilion at the Biennale Architettura 2018, May 26 – November 25, 2018, co-commissioned by the Art Institute of Chicago (SAIC) and the University of Chicago)*, Los Angeles, *Inventory Press*, pp. 126–131.
- Diniz, N. (2015) The Anatomy of a Prototype: Situating the Prototype and Prototyping on Design Conceptual Thinking, in: Combs, L. and C. Perry (eds.) *ACADIA 2015: Computational Ecologies: Design in the Anthropocene – Proceedings of the 35th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture (ACADIA)*, Cincinnati, *ACADIA*, pp. 322–331.
- Dunne, A. (2005) *Hertzian Tales: Electronic Products, Aesthetic Experience, and Critical Design*, Cambridge, Mass., *The MIT Press*
- Dunne, A. and F. Raby (2013) *Speculative Everything: Design, Fiction, and Social Dreaming*, Cambridge, Mass., *The MIT Press*
- Easterling, K. (2014) *Extrastatecraft: The Power of Infrastructure Space*, New York, *Verso*
- Elmokadem, A., M. Ekram, A. Waseef and B. Nashaat (2018) *Kinetic Architecture: Concepts, History and Applications*, *International Journal of Science and Research 7(4)*, pp. 750–758.
- Evans, R. (1986) Translation from Drawing to Building, in: *Translations from Drawing to Building and Other Essays (AA Documents)*, London, *Architectural Association*, pp. 152–193.
- Edmondson, A. (2007 (1987)) *A Fuller Explanation: The Synergetic Geometry of R. Buckminster Fuller*, Pueblo, *EmergentWorld, LLC* (Boston, Basel, Birkhäuser), URL: <https://buckyworld.files.wordpress.com/2015/11/afullerexplanation-by-amy-edmondson.pdf>
- Fox, M.A. and B.P. Yeh (2000) Intelligent Kinetic Systems in Architecture, in: Nixon, P., Lacey, G., and S. Dobson (eds.) *Managing Interactions in Smart Environments*, London, *Springer*, pp. 91–103.
- Fraden, J. (2016) *Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications*, (5th edition), Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London, *Springer*
- Fuller, R. B. (in collaboration with E. J. Applewhite) (1975, 1976, 1997) *Synergetics: Explorations in the Geometry of Thinking*, London, *Macmillan Publishing Co. Inc.*
- Graham, S. (2016, 2018) *Vertical: The City from Satellites to Bunkers*, London and New York, *Verso*
- Grand, S. and W. Jonas (eds.) (2012) *Mapping Design Research: Positions and Perspectives (BIRD Series)*, Basel, *Birkhäuser*
- Goldstein, S. C., Campbell, J. D. and T. C. Mowry (2005) *Programmable Matter*, *IEEE Computer 38(6)*, pp. 99–101.
- Gorman, A. (2019) Ghosts in the Machine: Space Junk and the Future of Earth Orbit, in: Young, L. (ed.) *Machine Landscapes: Architecture of the Post-Anthropocene (AD Profile 257)*, Oxford, *John Wiley & Sons*, pp. 106–111.
- Graziano, A. (2016) InFORMed matter, in: Bogdanović, R. (ed.) *Going Digital: Innovation in Art, Architecture, Science and Technology – Conference Proceedings*, Belgrade, *STRAND – Sustainable Urban Society Association*, pp. 35–43.
- Headrick, D. R. (2009) *Technology: A World History*, New York, *Oxford University Press*
- Van Houtum, H. (2011) The Mask of the Border, in: Wastle-Walter, D. (ed.) *The Ashgate Research Companion to Border Studies*, Farnham, Burlington, London, *Ashgate Publishing Ltd*, pp. 49–61.
- Hsiang, J. and B. Mendis (2016) The City of Seven Billion, in: Daou, D. and P. Pérez-Ramos (eds.) *New Geographies 08: Island*, Cambridge, MA, *Harvard University Graduate School of Design*, pp. 204–211.
- Hu, F. and Q. Hao (eds.) (2003) *Intelligent Sensor Networks: The Integration of Sensor Networks, Signal Processing and Machine Learning*, London and New York, *CRC Press (Taylor and Francis Group)*
- Harrison, T., Johnson, K. and T. G. Roberts (2018) *Space Threat Assessment 2018: A Report of the CSIS Aerospace Security Project*, Washington D.C., *Center for Strategic and International Studies*
- Harrison, T., Johnson, K. and T. G. Roberts (2019) *Space Threat Assessment 2019: A Report of the CSIS Aerospace Security Project*, Washington D. C., *Center for Strategic and International Studies*
- Johnson, B. D. (2011) *Science Fiction Prototyping: Designing the Future with Science Fiction (Synthesis Lectures on Computer Science, 3(1))*, San Rafael, *Morgan & Claypool Publishers*
- Jonas, W. (2007a) Exploring the Swampy Ground: An inquiry into the logic of design research, in: Grand, S. and W. Jonas (eds.) *Mapping Design Research (BIRD Series)*, Basel, *Birkhäuser*, pp. 11–21.
- Jonas, W. (2007b) *Complexity – Design's Proper Subject*, in: Balcioglu, T., Çağlar Tombus, Ö. and D. İrkdış (eds.) *EAD07 Conference Proceedings: Dancing with Disorder: Design, Discourse & Disaster*, Izmir, *European Academy of Design*, pp. 297–304.
- Jormakka, K. (2005) *Genius Locomotionis*, Vienna, *Edition Selene*
- Jormakka, K. ((2003) 2007) *Basic Design Methods*, Basel, *Birkhäuser Architecture*
- Kara, H. and A. Georgoulas (2012) *Interdisciplinary Design: New Lessons from Architecture and Engineering*, Barcelona, *Actar Publishers*
- Kara, H. (2016) The 'Pink Noise' of Design Engineering, in: Kara, H. and D. Bosia (eds.) *Design Engineering Refocused (AD smart03)*, London, *John Wiley & Sons Ltd.*, pp. 14–33.
- Kara, H. and D. Bosia (eds.) (2016) *Design Engineering Refocused (AD smart03)*, London, *John Wiley & Sons Ltd*
- Khoo, C. K., Burry, J. and M. Burry (2011) Soft Responsive Kinetic System: An elastic transformable architectural skin for climatic and visual control, in: Johnson, S. J., Kolarevic, B., Parlac, V. and J. Taron (eds.) *ACADIA 2011: Integration Through Computation – Proceedings of the 31st Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture (ACADIA)*, Banff, *Association for Computer Aided Design in Architecture Press (ACADIA)*, pp. 334–341.
- Kitchin, R. and M. Dodge (2011) *Code/Space*, Cambridge, Mass., *The MIT Press*
- Koskinen, I. (2012) Confusions: How Design Research Meets Art and Design, in: Rampino, L. (ed.) *Design Research between Scientific Method and Project Praxis: Notes on Doctoral Research*, Milano, *FrancoAngeli (Serie di architettura e design) e Politecnico di Milano*, pp. 53–61.

- Krewani, A. (2017) Satellite Images and the Appropriation of the Divine Perspective, in: Nitzke, S. and N. Pethes (eds.) *Imagining Earth Concepts of Wholeness in Cultural Constructions of Our Home Planet*, Bielefeld, Transcript (Culture and Theory) Verlag
- Kurgan, L. (1994) "You Are Here: Information Drift" A Site Specific Information Installation (Exhibition Press Release Material), New York, *StoreFront for Art and Architecture*, URL: (press release) https://archive.org/details/199403_youarehere00laur/mode/2up, (drawings) https://archive.org/details/199403_youarehere00laur_0/page/n11/mode/2up, pristupljeno 3.2.2020.
- Langbroek, M. (2019) *The train of Starlink satellites passing over Leiden, the Netherlands, about 22.5 hours after launch (Video with WATEC 902H + Canon FD 1.8/50 mm lens, GPS time inserter)*, Leiden, the Netherlands, URL: <https://vimeo.com/42820099>, pristupljeno 24.5.2019.
- Leach, N. (2017) Matter Matters: A Philosophical Preface, in: Tibbitts, S. (ed.) *Active Matter*, Cambridge, Mass., *The MIT Press*, pp. 18–24.
- Leach, N. (2016a) Digital Tool Thinking: Object Oriented Ontology versus New Materialism, in: Velikov, K., S. Ahlquist, M. Del Campo and G. Thün (eds.) *ACADIA 2016 Posthuman Frontiers: Data, Designers and Cognitive Machines – Proceedings of the 36th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture (ACADIA)*, Bar Harbor, Acadia Publishing Company, pp. 344–351.
- Leach, N. (2016b) New Materialism, in: Grierson, E., H. Edquist and H. Frichot (eds.) *De-signing Design: Cartographies of Theory and Practice*, Lanham, MD, Lexington, pp. 205–216.
- Leach, N. (ed.) (2014) *Space Architecture: The New Frontier for Design Research (Architectural Design 232)*, London, John Wiley & Sons
- Leach, N. (2009) *New Materialism, Urban Flux 1*, pp. 26–29, URL: <https://neilleach.files.wordpress.com/2009/09/new-materialism.pdf>
- Leitner, B. (2008) *P.U.L.S.E.: Räume der Zeit / Spaces in Time*, Karlsruhe, Hatje Cantz Verlag, Zentrum für Kunst und Medientechnologie
- Lefèvre, W. (ed.) (2004) *Picturing Machines 1400–1700*, Cambridge, Mass. and London, The MIT Press
- Lima, M. (2011) *Visual Complexity: Mapping Patterns of Information*, New York, Princeton Architectural Press
- MacLennan, B. J. (2015) *The Morphogenetic Path to Programmable Matter*, *Proceedings of the IEEE 2015* **103(7)**, pp.1226–1232.
- McCurdy, H. E. (1994) *Space and the American Imagination*, Submitted to the National Aeronautics and Space Administration under contract NASW-4798, NASA-CR-196131, <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19940030850.pdf>
- McHale, J. (Guest ed.), M. Pidgeon and R. Middleton (eds.) (1967) *2000+ (Architectural Design)*, London, Wiley
- Michel, R. (ed.) (2007) *Design Research Now: Essays and Selected Projects (BIRD Series)*, Basel, Boston, Berlin, Birkhäuser
- Nay, E. (2013) *Problematising New Technologies through Design*, *International Journal of Humanities and Social Science* **3 (5)**, pp. 108–114.
- Negroponce, N. (1970) *The Architecture Machine*, Cambridge, Mass., *The MIT Press*
- Nešković, A., Koprivica M. i N. Nešković (2016) *Studija izvodljivosti izgradnje mreže senzora za praćenje nivoa elektromagnetnog zračenja*, Beograd, *Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu*
- Oxman, N. (2010) *PER FORMATIVE: Toward a Post-Formal Paradigm in Architecture*, *Perspecta* **43**, pp. 19–30, URL: <http://www.jstor.org/stable/41680265>, pristupljeno 22.6.2018. (13:17 UTC)
- Picon, A. (ed.) (2015) *Smart Cities: A Spatialised Intelligence (Architectural Design Primer)*, London, Wiley
- Picon, A. (2004) *Engineers and engineering history: problems and perspectives*, *History and Technology* **20 (4)**, pp. 421–436.
- Picon, A. (1992) *L'invention de l'ingénieur moderne. L'Ecole des Ponts et Chaussées 1747–1851*, Paris, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées
- Pop, V. (2000) *Appropriation in outer space: the relationship between land-ownership and sovereignty on the celestial bodies*, *Space Policy* **16**, pp. 275–282.
- Psarra, S. (2009) *Architecture and Narrative: The Formation of Space and Cultural Meaning*, London, Routledge
- Reiser, J. and N. Umemoto. (2006) *Atlas of Novel Tectonics*, New York, Princeton Architectural Press
- Rosenberg, E. S. (2008) Far Out: The Space Age in American Culture, in: Dick, S. J. *Remembering the Space Age: Proceedings of the 50th Anniversary Conference*, Washington D.C., NASA Office for External Relations, History Division, pp. 157–184.
- Sarkis, H. (2016) The World in the Architectural Imaginary, in: Daou, D. and P. Pérez-Ramos (eds.) *New Geographies 08: Islands*, Cambridge, MA, Harvard University Graduate School of Design, pp. 176–193.
- Sarkis, H., Salgueiro Barrio, R. and G. Kozlowski (2020) *The World as an Architectural Project*, Cambridge, Mass., *The MIT Press*
- Sharples, C., Sharples, W., Holden, K. and G. Pasquarelli (ShoP) (eds.) (2003 (2002)) *Versioning: Evolutionary Technique in Architecture (Architectural Design Profile 159)*, London, John Wiley & Sons (Academy Press)
- Shaw, M. (2019) *Lidar Storytelling: World Seen Through Machines*, Lecture at Strelka X Summer Events, 06/08/2019, online broadcast
- Schneider, B. (2007) Design as Practice, Science and Research, in: Michel, R. (ed.) *Design Research Now (BIRD Series)*, Basel, Boston, Berlin, Birkhäuser, pp. 207–218.
- Sheil, B. (ed.) (2014) *High Definition Zero Tolerance in Design and Production (Architectural Design 227)*, London, John Wiley & Sons
- Sheil, B. (ed.) (2005) *Design Through Making (Architectural Design 75(4))*, London, John Wiley & Sons
- Stojanović Đ. (2013) *Adaptivni principi u arhitektonskom projektovanju (doktorska disertacija)*, Beograd, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu; Stojanović, Đ. (2013) *Adaptive Principles in Architectural Design (Doctoral Dissertation)*, Belgrade, Faculty of Architecture Belgrade University
- Tibbitts, S. (ed.) (2017) *Active Matter*, Cambridge, Mass., *The MIT Press*
- Tibbitts, S. (2011) A Model for Intelligence of Large-scale Self-Assembly, in: Taron, J., V. Parlac, B. Kolarevic, J. Johnson, (eds.) *ACADIA 2011: Integration Through Computation – Proceedings of the 31st Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture (ACADIA)*, Banff, Association for Computer Aided Design in Architecture Press, pp. 324–349.
- Ward, W. W. and F. W. Floyd (1989) *Thirty Years of Research and Development in Space Communications at Lincoln Laboratory*, *The Lincoln Laboratory Journal* **2(1)**, pp. 5–34.
- Ward, W. W. and F. W. Floyd (1989) *SP-4217 Beyond the Ionosphere: Thirty Years of Space Communications Research and Development at Lincoln Laboratory 1 (Chapter 8)*, <https://history.nasa.gov/SP-4217/ch8.htm>
- Whart, M. (2015) *The Architecture of Soft Machines* (Thesis submitted to The Bartlett School of Architecture, University College London, in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy (PhD Architectural Design)), London, Bartlett School of Architecture UCL
- Williams, K. and M. J. Ostwald (eds.) (2015a) *Architecture and Mathematics from Antiquity to the Future. Volume I: Antiquity to the 1500s*, Basel, Birkhäuser
- Williams, K. and M. J. Ostwald (eds.) (2015b) *Architecture and Mathematics from Antiquity to the Future. Volume II: 1500s to the Future*, Basel, Birkhäuser
- Wright Steenson, M. (2017) *Architectural Intelligence: How Designers and Architects Created a Digital Landscape*, Cambridge, Mass., *The MIT Press*
- Yiannoudes, S. (2016) *Architecture and Adaptation: From Cybernetics to Tangible Computing*, New York and London, Routledge
- Young, L. (Ed.) (2019) *Machine Landscapes: Architecture of the Post-Anthropocene (AD Profile 257)*, Oxford, John Wiley & Sons
- Zlatev, J. (2007) Spatial Semantics, in: Geeraerts, D. and H. Cuyckens (eds.) *The Oxford Handbook of Cognitive Linguistics*, New York, Oxford University Press, pp. 318–350.
- Zuk, W. and R. H. Clark (1970) *Kinetic architecture*, New York, Van Nostrand Reinhold Company
- Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies (Moon Agreement) 1979*, United Nations, Treaty Series, vol. 1363, p. 3; and depositary notification C.N.107. 1981.TREATIES-2 of 27 May 1981 [procès-verbal of rectification of the English authentic text of article 5 (1)]. New York, 5 December 1979, Registration: 11 July 1984, No. 23002, Entry into Force: 11 July 1984, in accordance with Article 19(3), https://media.nti.org/documents/moon_agreement.pdf, https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mdsg_no=XXIV-2&chapter=24&clang=_en, pristupljeno novembra 2017.
- Art of the Space Age, Exhibition Catalogue* (1970), New Zealand, Dunedin Public Art Gallery, Robert McDougall Art Gallery (Christchurch), National Art Gallery (Wellington), Govett-Brewster Art Gallery (New Plymouth), City Art Gallery (Auckland), URL: <https://rfacdn.nz/artgallery/assets/media/1970-art-of-the-space-age-catalogue.pdf>
- "Bell Labs & The Origins of the Multimedia Artist," a panel discussion produced by *Art & Science Collaborations, Inc. (ASCI)*, The Great Hall at The Cooper Union, New York City, November 8, 1998 (transcript courtesy of the *IEEE History Center*, 2014), (Organisation: Cynthia Pannucci; Participants: Emmanuel Ghent, Billy Kluber, Kenneth C. Knowlton, Max V. Mathews, A. Michael Noll, Laurie Spiegel, Jerry Spivack, Doree Seligmann, Carl Machover and Patty Wood) https://ethw.org/Archives:bell_labs_%26_the_origins_of_the_multimedia_artist, pristupljeno aprila 2019.
- The Outer Space Treaty (Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, Including the Moon and Other Celestial Bodies, 1967)* (1967) *United Nations, Treaty Series*, (General Assembly resolution 2222 (XXI), annex)—adopted on 19 December 1966, opened for signature on 27 January 1967, entered into force on 10 October 1967. URL: <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introouterspacetreaty.html>, pristupljeno augusta 2017.
- United Nations: Office for Outer Space Affairs (2017) *International Space Law: United Nations Instruments*, New York, United Nations http://www.unoosa.org/res/oesadoc/data/documents/2017/stspace/stspace61rev_2_0_html/V1605998-ENGLISH.pdf, pristupljeno decembra 2018. https://www.nasa.gov/http://www.unoosa.org/oosa/osoindex/search-ng.jsp?lf_id=https://www.wmo-sat.info/oscar/satellitefrequencieshttps://www.n2yo.com/satellites/https://rawgraphs.io/https://vimeo.com/368229565https://vimeo.com/368224357https://vimeo.com/368214907