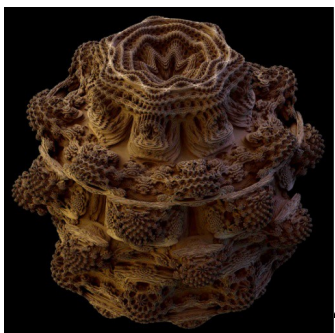


A digitális innováció következő hulláma: Lehetőségek és kihívások

Jelentés a kutatóműhelyről:
"Digitális kihívások az innovációs kutatásban"

Youngjin Yoo
¹Kalle Lyytinen²
Richard Boland²
Nicholas Berente³
James Gaskin²
Doug Schutz
¹Nikhil
Srinivasan²

Január 2010



Házigazda:

Institute of Business & Information Technology
Fox School of Business & Administration
Temple Egyetem

Információs Rendszerek Tanszék
Weatherhead School of Management
Case Western Reserve University

Ez az anyag a Nemzeti Tudományos Alapítvány által az NSF #0621262 támogatásával támogatott munkán alapul. Az anyagban kifejtett vélemények, megállapítások, következtetések vagy ajánlások a szerző(k) sajátjai, és nem feltétlenül tükrözik a National Science Foundation nézeteit.

¹ Fox School of Business & Management, Temple University, Philadelphia, PA, USA.

² Weatherhead School of Management, Case Western Reserve University, OH, USA. ³ School of Information, University of Michigan, Ann Arbor, MI, USA.

⁴ A kaotikus Mandelbrot-halmaz 3 dimenziós modellje, mint a kaotikus, emergens és korlátlan digitális innovációk képe.

Összefoglaló

Az ezredfordulót a digitális technológiák gyors fejlődése jellemzi. A digitalizáció mindenütt jelenlevő volta az egyik fő mozgatórugó az innovációk mögött a termék- és szolgáltatáskategóriák széles skáláján. Annak érdekében, hogy egy kezdeti fórumot teremtsünk a különböző területekről érkező tudósok számára, és hogy létrehozzunk egy előzetes elméleti keretet, amely a digitális innovációkkal kapcsolatos jövőbeli tudományos kutatásokat irányíthatja, október 18-án 2008 a Temple Egyetemen - "Digitális kihívások az innovációs kutatásban" címmel interdiszciplináris kutatóműhelyt szerveztünk. Ez a jelentés a workshop főbb témáit dokumentálja, kiemelve a digitális innovációval kapcsolatos új lehetőségeket és kihívásokat. A workshop résztvevőit négy kérdésre kértük fel:

- 1) Melyek az új digitális technológiákhoz kapcsolódó kritikus kérdések és innovációs lehetőségek?
- 2) Milyen szervezeti, technológiai, társadalmi és gazdasági következményei vannak ezeknek a kérdéseknek, és milyen generatív innovációs és változási folyamatok alakulnak ki belőlük?
- 3) Milyen elméleti konstrukciók, kutatási modellek és módszertani eszközök segítenek majd abban, hogy jobban tanulmányozhassuk a digitális innováció újonnan felmerülő kérdéseit? És,
- 4) Melyek azok a születőben lévő interdiszciplináris kutatási kihívások ezen a területen, amelyekkel a tudósoknak a jövőben számolniuk kell?

Digitális innováció az építészetben, mérnöki és építőiparban (AEC). A műhelybeszélgetés központi példája az volt, hogy az épületmodellek digitalizálása hogyan tette lehetővé a technológiák és a munkamódszerek konvergenciáját az AEC több szakmájában és szakmájában. A mögöttes technológiák közös digitális infrastruktúráként - a heterogén szereplőket összekötő platformként - működnek. Ez további, másodrendű innovációkhoz vezetett, mivel más digitális eszközök is összefonódtak a platformon, összetett digitális munkaökológiákat alkotva. E digitalizáció eredményeként az AEC-ben a tudás egyre inkább nedves formákból száraz formákba változik, ahogy az emberektől a digitális eszközökbe és termékekbe vándorol. Digitális munkaökológiájuk ma már anyagi és szemiotikai kapcsolatokat egyaránt tartalmaz, amelyek több társadalmi világot is átfognak. Az AEC-ben ez a digitalizáció olyan innovációs hullámokat eredményezett, amelyeket a szereplők közötti szerepek, kapcsolatok, gyakorlatok és identitások folyamatos újrakonfigurálása jellemez.

Digitális innovációk. A workshop résztvevői a digitális technológia három olyan tervezési jellemzőjét azonosították, amelyek kulcsfontosságú szerepet játszanak a digitális innovációk elősegítésében: (1) a digitális adatok homogenizálása, (2) a programozható digitális számítástechnikai architektúra és (3) a digitális technológiák önreferenciális jellege. Továbbá a résztvevők úgy látták, hogy a digitalizált termékek hét anyagi tulajdonsággal rendelkeznek: *programozhatóság, címezhetőség, érzékelhetőség, megjegyezhetőség, kommunikálhatóság, nyomon követhetőség és asszociálhatóság, amelyek a digitális szolgáltatási architektúra* négy rétegén - eszközök, hálózatok, szolgáltatások és tartalmak - keresztül laza csatolás kialakulásához vezetnek. A digitalizáció előtt ez a négy réteg vagy szorosan összekapcsolódott egy adott médián, iparágon vagy termékhatáron belül, vagy a tisztán fizikai vagy mechanikus termékek esetében egyszerűen nem léteztek ilyen rétegek. A digitalizáció eredményeként azonban ez a négy réteg az általános célú számítástechnika és a hálózatok integrációja révén szétválaszthatóvá vagy lazán összekapcsolhatóvá válik. Ez a kialakulóban lévő struktúra együttesen a digitális innovációk hat új dimenziójára utal. Ezek a következők: *konvergencia,*

digitális materialitás, heterogenitás, generativitás, az innováció elosztott helye és felgyorsult ütem.

Új lehetőségek és kihívások. Az *innovációs eredményekkel* kapcsolatos legfőbb kihívások és lehetőségek elsősorban a konvergenciából és a digitális anyagiasságból fakadnak. Először is, új kutatási lehetőségek rejlenek a folyamatban lévő digitális konvergencia különböző formáinak és képességeinek megértésében. Másodsor, a kutatási kérdések egy másik csoportja a digitális képességeknek a nem digitális termékekbe és szolgáltatásokba való beágyazásából adódó új vállalkozói lehetőségekhez kapcsolódik. Végül pedig a digitális eszközök fokozott használata, valamint a digitális és fizikai anyagság egymásba fonódása a munkamódszerekben új kihívásokat és lehetőségeket kínál, amelyeket alaposan meg kell vizsgálni.

Az *innovációs folyamatokat* befolyásoló elsődleges tényezők a heterogenitás, a generativitás, az innováció helye és a tempó. Először is, a heterogenitás, a generativitás és az innováció elosztott helye kombinációja a digitális innováció dinamikus, nem lineáris mintáinak kialakulásához vezet. Az innovációval foglalkozó tudósok számára fontos kihívást jelent majd olyan analitikus modellek kidolgozása és validálása, amelyek segítségével megérthető, hogy a digitális innovációs hálózatok perifériáján lévő heterogén szereplők hogyan kapcsolódnak az innovációs mintákhoz. Másodsor, a digitális innovációk időbeli dinamikájának megértése egy másik fontos lehetőséget kínál a jövőbeli innovációs kutatások számára. Végül a jövőbeli kutatásoknak a termékek digitalizálásához kapcsolódó szervezeti átalakulások többretegű jellegét kell vizsgálniuk.

Ajánlások a jövőbeli kutatáshoz. Hat átfogó ajánlást teszünk:

Multidiszciplináris kutatás: A digitális innovációk kialakulóban lévő jelenségeinek tanulmányozása olyan multidiszciplináris kutatási megközelítéseket igényel, amelyek legalább három terület tudósait foglalják magukban: a szakterület, a digitális technológia, valamint a változás és az innováció társadalmi-gazdasági elméletei. Az ilyen multidiszciplináris tudóscsoportok jelentős társadalmi és gazdasági következményekkel járó kutatási projekteket folytathatnak olyan területeken, mint az energia, a környezetvédelem, a közinfrastruktúra, a közlekedés és az egészségügy.

Tervezési ösztöndíj: Simon 1996: Úgy gondoljuk, hogy a digitális innovációval kapcsolatos kutatásnak szükségszerűen a H. A. Simon által a mesterséges tudománynak nevezett formát kell öltetnie. A formatervezéssel kapcsolatos tudomány a hihető, kívánatos alternatívák létrehozását vizsgálja, és azt kérdezi, hogy "*mi lehetne?*", ahelyett, hogy azt próbálná leírni, "*mi van*".

Több módszeres megközelítés: A digitális innovációkat tanulmányozó tudósoknak képesnek kell lenniük a digitális innovációk összetett, kialakulóban lévő és nem lineáris aspektusának figyelembevételére, valamint a kialakuló minták és rendek meglátására. Több sűrű, empirikusan megalapozott, elméletalkotó, kvalitatív kutatásra, valamint kvantitatív kutatási tanulmányokra van szükségünk, amelyek kihasználják a termékekben és szolgáltatásokban megjelenő digitális artefaktumok elterjedéséből származó példátlan adatmennyiséget. Ugyanakkor a digitális innovációk felgyorsult ütemére való tekintettel időben kell eredményeket produkálnunk. A számítási technikák, például a komplex adaptív rendszerek, a hálózatelemzés és a szekvenciaelemzés legújabb elméleti és módszertani fejlesztései valószínűleg hasznos felismerésekhez vezetnek.

Az adatok komolyan vétele. Az egyik fő kutatási lehetőség a digitális műtárgyak minden típusából származó, soha nem látott mennyiségű adat rendelkezésre állása, amely - megfelelő szabályozás és kezelés esetén - soha nem látott betekintést nyújthat az emberi viselkedésbe egyre összetettebbé váló társadalmi-technikai világunkban. A tudósoknak meg kell próbálniuk nagyméretű, rendkívül gazdag adathalmazokat gyűjteni társadalmi és gazdasági tevékenységeink mindenütt jelenlévő digitalizációjából, és ezeket a közzsférában hozzáférhetővé kell tenni, hogy támogassák a szisztematikusabb tudományos tevékenységeket.

Infrastruktúra. A digitális innovációk számos lehetősége a digitális infrastruktúra folyamatos rendelkezésre állásán és növekedésén alapul. A tudósoknak szisztematikusabban kell követniük, hogy miként alakulnak ki az infrastrukturális innovációk, és ezek hogyan ösztönzik az innovációkat más területeken.

A digitális technológia elméletalkotása. A digitális innovációk azzal járnak, hogy számos, jelenleg különálló ágazatnak minősülő gazdasági ágazatot együttesen kell vizsgálni. A jelenlegi népszerű ágazati osztályozási rendszerek, mint például a NAICS- és SIC-kódok azonban nem tükrözik koherens módon a digitális technológia átható és mindenütt jelenlévő jellegét. Olyan kiegészítő osztályozási rendszerre van szükségünk, amely a digitális architektúra szemléletét tükrözi, nem pedig a hagyományos termékközpontú szemléletet, amely a különböző rétegek szoros összekapcsolódását feltételezi.

1. Bevezetés

Az ezredfordulót a digitális technológiák gyors fejlődése jellemzi, mint például a mindent átható számítástechnika, a digitális konvergencia, a webszolgáltatás-orientált 2.0, architektúrák, a felhőalapú számítástechnika és a nyílt forráskódú forradalom. Ezek és számos más újonnan megjelenő digitális technológia átformálja a szervezeteket és a piacokat, technológiai diszkontinuitást teremtve, amely felborítja a hagyományos iparági határokat és üzleti modelleket (Benner 2010; Rothaermel and Hill 2005; Tilson et al. 2010; Yoo 2010). Ebben a folyamatban lévő ipari és gazdasági átalakulásban a digitalizáció mindenütt jelenléte az egyik fő erő, *tout court*, a folyamatos innovációk mögött (Lyytinen és Yoo 2002; Weiser 1991). A globális szélessávú és mobil infrastruktúráktól az RFID-chipek mindenütt elterjedt használatáig; az intelligens elektromos hálózatoktól az elektronikus betegnyilvántartó rendszerekig; a vállalati rendszerek új generációjától a YouTube-videók millióihoz - a digitális technológia ma már az innovációk elsődleges forrása. Újszerű szervezési logikákat, új termékeket és kreatív szolgáltatásokat vezet be, amelyek segítenek korunk számos kisebb-nagyobb kihívásának kezelésében. A jelenlegi gazdasági válságra válaszul az Egyesült Államok kormánya a digitális technológiákat központi helyre helyezte a jövőbeni innovációs politikájának előmozdításában (Executive Office of the President 2009). Obama elnök öt "pillére" közül négy a jövőbeni gazdasági erősséghez⁵ a digitális technológiák fejlesztését és alkalmazását igényli. Ezért nem csoda, hogy a digitális innováció egyre inkább megragadja a tudósok, tanácsadók, üzleti vezetők és politikai döntéshozók fantáziáját.

Bár a viták és viták nyilvánvalóan nem lezárultak, vannak bizonyos elvek, amelyeket a digitális innovációra összpontosító tudományos munkákból ki lehet szűrni. A kutatások szétszóródnak a különböző tudományágakban, és az egyik terület eredményei gyakran észrevétlenül maradnak más területek tudósai számára. Annak érdekében, hogy egy kezdeti fórumot teremtsünk a különböző területek tudósai számára, és hogy létrehozzunk egy előzetes elméleti keretet, amely a digitális innovációkkal kapcsolatos jövőbeli tudományos erőfeszítések irányadója lehet, 2008. október 18-20-án "Digitális kihívások az innovációs kutatásban" címmel interdiszciplináris kutatóműhelyt szerveztünk. Ez a jelentés a műhelybeszélgetések főbb témáit dokumentálja, kiemelve a digitális innovációval kapcsolatos új lehetőségeket és kihívásokat. A workshopot a Temple Egyetem Üzleti és Információs Technológiai Intézete és a Case Western Reserve Egyetem Információs Rendszerek Tanszéke közösen szervezte, és részben a Nemzeti Tudományos Alapítvány Innovációs és Szervezettudományi Programjának (NSF Grant # 0621262) támogatásával valósult meg.

Olyan vezető tudósokat hívtunk meg, akik a digitális innováció különböző formáit vizsgálják különböző kontextusokban, különböző elméleti perspektívák és kutatási módszerek segítségével (a résztvevők listáját lásd az A. függelékben). A workshopon az információs rendszerek, az informatika, a szervezéstudomány és a közgazdaságtan nemzetközi⁴² kutatói vettek részt három napon keresztül, hogy feltárják a digitális innováció kutatásával kapcsolatos lehetőségeket és kihívásokat. A műhelybeszélgetésen elhangzott előadások bővített kivonatai a következő címen érhetők el: <http://innovation.temple.edu/workshop08/>. A műhelybeszélgetés résztvevőinek négy kérdéssel kellett foglalkozniuk:

- 1) Melyek az új digitális technológiákhoz kapcsolódó kritikus kérdések és innovációs lehetőségek?

⁵ Barack Obama elnök beszéde, 2009. április 14., Georgetown Egyetem,

http://www.nytimes.com/2009/04/14/us/politics/14obama-text.html?pagewanted=1&_r=3

- 2) Milyen szervezeti, technológiai, társadalmi és gazdasági következményei vannak ezeknek a kérdéseknek, és milyen generatív innovációs és változási folyamatok alakulnak ki belőlük?
- 3) Milyen elméleti konstrukciók, kutatási modellek és módszertani eszközök segítenek majd abban, hogy jobban tanulmányozhassuk a digitális innováció újonnan felmerülő kérdéseit? És,
- 4) Melyek azok a születőben lévő interdiszciplináris kutatási kihívások ezen a területen, amelyekkel a tudósoknak a jövőben számolniuk kell?

Innováció alatt egy olyan ötlet, termék, technológia vagy program létrehozását és elfogadását értjük, amely új az elfogadó egység számára (Gupta et al. 2007). *Digitális innováció* alatt a digitális technológiák által lehetővé tett olyan innovációt értjük, amely a digitalizáció⁶ új formáinak létrehozásához vezet. *Digitalizáció* alatt a korábban nem digitális műtárgyak vagy kapcsolatok által közvetített társadalmi-technikai struktúrák átalakulását értjük *digitalizált* műtárgyak és kapcsolatok által közvetített struktúrákká. A digitalizáció túlmutat azon a pusztán technikai folyamaton, amely a különböző típusú analóg információk digitális formátumba történő kódolását jelenti (azaz "digitalizálás"), és magában foglalja az új társadalmi-technikai struktúrák digitalizált műtárgyakkal történő megszervezését, valamint maguknak a műtárgyaknak a változását is.

A számítógépes és kommunikációs hardverek gyors miniatürizálása, valamint az egyre növekvő feldolgozási teljesítményük, tárolókapacitásuk, kommunikációs sávszélességük és hatékonyabb energiagazdálkodásuk lehetővé tette a korábban nem digitális műtárgyak (Brynjolfsson és Saunders 2009; Kurzweil 2006) egyre szélesebb körű és átható digitalizálását különböző ipari és szervezeti kontextusokban (Tilson et al. 2010; Yoo 2010). Amikor ez átfőmálja a mögöttes értéktételeket, digitális innovációnak nevezzük. A pusztán technikai jellegű digitalizációra példa, amikor a távközlési ipar a 70-es években digitális kapcsolást vezetett be, ami nem változtatta meg a társadalmi-technikai kontextust. Ezzel szemben a digitalizációra és annak bomlasztó átalakulására példa a mobilmédia, az internetalapú televíziózás, a digitális kiadványok és a digitális fényképezőgépek. Ezekben a példákban a jelentős innováció nemcsak a tárgyak, például a mobiltelefonok, televíziók vagy könyvek digitalizálását jelentette, hanem a szervezési logikák sokkal szélesebb körű társadalmi-technikai átrendeződését is a heterogén cégek között, amelyek újonnan összekapcsolódtak egy közös digitális infrastruktúra révén.

A jelentés a munkaértekezleten felvetett legfontosabb témák áttekintéséből áll. Kvalitatív adatelemzést végeztünk, amely magában foglalta a műhelybeszélgetésen elhangzott előadások és kerekasztal-beszélgetések átiratainak kódolását és kategorizálását. A műhelybeszélgetés jegyzőkönyveinek elemzését kiegészítjük a digitális innovációval kapcsolatos legújabb kutatások - köztük a saját kutatásaink - összefoglalójával. A jelentésben a műhelybeszélgetés résztvevőit szögletes zárójelben [prezenter], a publikált munkák idézésére pedig hagyományos zárójelben (szerző, évszám) idézzük.

A jelentés hátralévő része a következőképpen szerveződik. Először is áttekintjük az építészeti, mérnöki és építőipari (AEC) ágazatban zajló digitális innovációkkal kapcsolatos, folyamatban lévő kutatási programunkat, és azt, hogy ez miért motivált minket arra, hogy a szélesebb gazdaságban a digitális innováció általános mintáit keressük. Ezután bemutatjuk a digitalizáció és az innovációval való kapcsolatainak szélesebb körű elemzését. Különösen a digitális innováció jelenlegi hullámának jellemzőit vizsgáljuk, majd az innovációs eredmények és

folyamatok köré szerveződő műhelymunka legfontosabb megállapításainak összefoglalása következik. Itt különös figyelmet fordítunk az elméletfejlesztés, a módszertani adaptáció és a technológiafejlesztés (beleértve mind a

⁶ Ez a meghatározás kizárja a digitális innováció egyik formájaként azt a hatást, amelyet a termékdokumentáció megírása során a gépirógép helyett a szövegszerkesztő használata gyakorol.

a kiber-infrastruktúrát lehetővé tevő szolgáltatások és technológiák új formái). Végezetül a workshop legfontosabb megállapításait és meglátásait a digitális innovációkat a jövőben tanulmányozni kívánó tudósok számára megfogalmazott ajánlásokba foglaljuk.

2. Digitalizáció az AEC-iparban: Prolegomena a digitális innovációhoz

A workshopot az NSF által 2003 óta finanszírozott kutatási projektek (NSF támogatások #0208963, #0621262, #0943157 és #0943010)⁷ során szerzett tapasztalataink inspirálták. Kutatási programunkban a digitális innovációt tanulmányoztuk az AEC-iparban. Vizsgáltuk a digitális technológiák hatását mind az épülettervezési, mind az építési eszközökre és technikákra, valamint a digitális képességek későbbi beágyazódását az AEC-ipar különböző munkamódszereibe.

Megvizsgáltuk a háromdimenziós számítógépes tervezési rendszerek (3D CAD) és újabban az épületinformáció-kezelő rendszerek (BIM) használatának következményeit. Tanulmányunkból kiderül, hogy ezek az eszközök nemcsak a tervezési és építési folyamatok hatékonyságát javítják, hanem katalizátorként is működnek a heterogén cégek és közösségek közötti "innovációs hullámok" katalizátoraként az eszközök, módszerek, tudás, folyamatok és tervek tekintetében, amelyek menet közben megváltoztatják az épületek, szakmák és azok identitását (Boland et al. 2007; Yoo et al. 2006). Röviden, a digitalizáció folyamata dinamikus, kaotikus, többutas és kiterjedt.

A digitális innováció az AEC-iparban számos jelentős következménnyel járt az épületek tervezésére és építésére nézve. Először is, az épületmodellek és -adatok digitalizálása olyan konvergenciahatást hozott létre, amely összehozta a különböző szakmákból és közösségekből származó, hagyományosan különálló és egyedi modelleket és adatokat. Ebben a konvergenciában a különböző forrásokból származó, nagyon különböző tervezési és építési célokat szolgáló modellek és adatok most már összeilleszthetők, integrálhatók és háromszögelhetők. Az AEC-tudás és annak reprezentációinak digitális konvergenciája az AEC-projektek számos szereplője között fokozott társadalmi és technikai konvergenciához vezetett, és kapcsolataikat a fegyverek közötti tranzakciókból sokkal szorosabb együttműködéssé változtatta.

Másodszor, az alapul szolgáló 3D-s CAD- és BIM-rendszerek közös digitális infrastruktúraként működnek, amely összeköti a heterogén szereplőket. A digitális infrastruktúra révén a korábban nem egymással kapcsolatban álló, gyakran ellentétes célokkal és érdekekkel rendelkező szereplők egyre inkább függnék egymástól. Ez a konvergencia viszont további, másodrendű innovációkhoz vezetett a különböző szakmákban, mivel a 3D-s CAD- és BIM-rendszerek olyan platformot biztosítottak, amelyen más technológiák (például a 3D-s felmérési eszközök, CNC-gyártási eszközök, projektmenedzsmenteszközök stb.) összefonódnak, és összetett digitális munkaökológiákat alkotnak. Ezek az ökológiák újfajta "kereskedelmi zónákat" (Galison 1997) tesznek lehetővé, amelyekben a szereplők a különböző, összehasonlíthatatlan tudás szervezeti és szakmai határokon átívelő kereskedelmével együttműködhetnek. Ezek a kereskedelmi zónák keresztül az innovatív ötletek kiszámíthatatlan módon áramlanak a különböző társadalmi világok szereplői között, többszörös, hullámzó innovációs mintákat hozva létre (Boland et al. 2007). A vertikális integráció hagyományos formáival ellentétben ezek a digitális ökológiai innovációk fenntartják a technológiai és szervezeti heterogenitást és a szereplők autonómiáját. Ami szembejött a mi

⁷ Lásd a Path Creation-t a <http://info.cwru.edu/path> oldalon, a Digital Innovation-t a <http://innovation.temple.edu/> oldalon és a Virtual Design DNA-t a <http://designdna.case.edu> oldalon.

a digitális technológia döntő szerepet játszik abban, hogy összekapcsolja a korábban egymással nem kapcsolatban álló szereplőket, és új lehetőségeket kínál az "innovációs hullámok" létrehozására.

Harmadszor, a digitalizáció révén a tudás egyre inkább átváltozik a *nedves* formákból⁸ a *száraz* formákba, mivel egyre inkább beágyazódik a digitális eszközökbe és termékekbe. Ezek a digitális műtárgyak ma már anyagi és szemiotikai kapcsolatokat egyaránt tartalmaznak, amelyek több társadalmi világot is átfognak. Ennek eredményeképpen az AEC-projektekkel kapcsolatos tudás egyre inkább elérhetővé vált különböző formákban, több társadalmi világban. A tudás beágyazódása ezekbe az artefaktumokba alapvető változásokat eredményez abban, ahogyan az egyének interakcióba lépnek velük és rajtuk keresztül (Berente et al. forthcoming).

Végül pedig a digitalizáció a szereplők közötti szerepek, kapcsolatok, gyakorlatok és identások folyamatos újrakonfigurációjához vezetett (Berente et al. 2007; Tripsas 2009; Yoo et al. 2006). Megfigyeltük a digitalizáció generativitását (Zittrain 2006) és határtalanságát (Hanseth és Lyytinen 2010; Henfridsson et al. 2009). A digitális platformok más szereplőket is meghívnak arra, hogy csatlakozzanak az új vállalkozási lehetőségeket feltáró és kihasználó hálózatokhoz. A digitális technológia alakíthatósága lehetővé teszi a vállalkozók számára, hogy olyan új gazdasági és technológiai lehetőségeket keressenek, amelyeket az azt eredetileg feltaláló cégek nem láttak előre (Yoo 2010).

Az AEC-ipar digitalizációjával kapcsolatos kutatási programunk előrehaladtával egyre inkább tudatosult bennünk, hogy az AEC és más iparágak - többek között a mobilszolgáltatások, a média, a szoftverfejlesztés és az autóipar - digitális innovációi között hasonlóságok vannak. Bár úgy tűnhet, hogy a digitális innováció különböző iparágakban különböző típusú, sokszor a formáikat valójában ugyanaz a mögöttes generatív logika hatja át. Ez vezetett minket arra, hogy megkérjünk a workshop résztvevőit, hogy vizsgálják meg a digitális innovációk generatív logikáját és formatív mintáit több iparágban és környezetben.

3. Digitális innováció: Mi újság?

A műhelybeszélgetések során számos kérdés egyszerűen a következő volt: hoz-e a digitalizáció valami újdonságot az innovációba, ami a digitális innovációkat alapvetően megkülönbözteti a nem digitális innovációktól. Bár a résztvevők véleménye megoszlott, a legtöbb résztvevő egyetértett abban, hogy a digitális innováció bizonyos jellemzői különböznek. Ráadásul ezek a jellemzők gyakran az innováció új, egyedi és átalakító erejű formáiban egyesülnek. Ahhoz, hogy megértsük, mi teszi lehetővé az innováció ezen új formáit, először is meg kell különböztetnünk a digitalizáció azon alapvető jellemzőit, amelyek generatív és korlátlan innovációs folyamattá teszik az innovációs folyamatot, anélkül, hogy a technológiai determinizmus leegyszerűsítő változatainak áldozatául esnénk.

3.1. Digitalizáció és digitális materialitás

Kiindulópontunk az a megfigyelés, hogy az anyagi világunkban zajló digitalizáció új anyagi tulajdonságokkal ruhazza fel a korábban nem digitális, ipari korabeli termékeket és folyamatokat. A digitális és a nem digitális anyagiság közötti kölcsönhatással való foglalkozás érdekében azonosítottuk a digitális technológiák egyedi tervezési jellemzőit és a digitalizáció által biztosított tulajdonságokat. Ezután egy általános szolgáltatási architektúrát írunk le, és azt, hogy ez hogyan kapcsolódik a digitalizáció három "hullámához".

⁸ Az emberi test és az agy közel 90%-a víz, míg a szilíciumban 0% víz van.

3.1.1. A digitális technológia tervezési jellemzői

A digitális technológia három olyan tervezési jellemzője, amelyek kulcsszerepet játszanak a digitális innovációk és azok egyedi következményeinek elősegítésében, a következők: (1) a digitális adatok homogenizálása, (2) a programozható digitális számítástechnikai architektúra és (3) a digitális technológiák önreferenciális jellege. A következőkben sorra vesszük mindegyikkel foglalkozunk.

Először is, ellentétben az analóg jelekkel, amelyek egy folyamatosan változó mennyiség változását egy másik mennyiség változására képezik le, a digitális jelek az analóg jeleket számokká és végül bitekké (a bináris számjegyek rövidítése) alakítják át (Tilson et al. 2010). Az analóg adatok és az analóg eszközök között szoros a kapcsolat, mint például a bakelitlemezek vagy a VHS-szalagok esetében, ahol az előállítás és a terjesztés megfelelő speciális célú technológiáira van szükség. Ahogy Tilson és társai (2010) megjegyzik, az adatok és az eszközök közötti szoros kapcsolat az analóg médiumok vertikálisan integrált ipari struktúráinak kialakulásához vezetett. Az analóg adatok digitalizálása révén azonban ma már bármilyen típusú tartalom (hang, videó, szöveg és kép) tárolható és továbbítható ugyanazon eszközzel. A digitalizálás után a különböző forrásokból származó adatok átalakíthatók és manipulálhatók, és tovább kombinálhatók más adatokkal, feloldva a különböző médiumok közötti határokat.

Másodszor, a Von Neumann-architektúrán alapuló modern digitális számítógépek egy feldolgozóegységet és egy tárolóegységet használnak az utasítások (programok) és az adatok azonos formátumban és azonos helyen történő tárolására. A modern digitális számítógépek váltanak a bitek adatként való kezelése és a bitek mint az adatok manipulálására szolgáló utasítások kezelése között. Ez figyelemre méltó rugalmasságot biztosít ahhoz, hogy számos különböző funkciót (például számítást, szövegszerkesztést, videoszerkesztést és webböngészést) lehessen végezni ugyanazzal az eszközzel. Így a korábban nem digitális műtárgyak technikai digitalizálása a program szemiotikai logikájának és az azt végrehajtó fizikai hardvereszköznek a szétválasztásához vezet. A nem digitális eszközökkel ellentétben a digitális műtárgyak rugalmasan programozhatók és újraprogramozhatók.

Harmadszor, a digitális innovációhoz digitális technológia használata szükséges. A digitális innováció önreferenciális jellege azt jelenti, hogy a digitális innováció széles körű elterjedéséhez mindenütt hozzáférni kell a digitális eszközökhöz, például a számítógéphez mint tervezési platformhoz és az internethez mint kommunikációs hálózathoz. A digitális technológia mindenütt elérhetővé tétele felgyorsítja a digitális eszközök elterjedését, és hálózati hatásokat hoz létre. Mivel a digitális számítógépek ár-teljesítmény és teljesítmény-méret arányai folyamatosan javulnak, a számítógépek globális adathálózatba (internet) való bekapcsolása olyan erőteljes visszacsatolási feltételeket teremt, amelyek tovább gyorsítják a digitális innovációk létrehozását és elterjedését. Az 1990-es évek végére a PC-k és az internet soha nem látott számú felhasználó számára vált elérhetővé, akik az innovációk különböző formáival kísérletezhettek. Az ipari technológiákkal ellentétben, amelyek megszerzéséhez jelentős tőkére van szükség, a felhasználók könnyebben hozzáférhettek a digitális technológiai platformokhoz. Ez pedig megnyitotta az innováció új típusainak és formáinak kapuját (Tuomi 2002; von Hippel 2005).

Ez a három tervezési jellemző - a *digitális adatok homogenizálása*, a *programozható digitális számítástechnikai architektúra* és a *digitális technológiák önreferenciális jellege* - a kölcsönös és egymást kölcsönösen erősítő erők erőteljes együttesét alkotja, amely a digitális innovációk egyedülálló társadalmi-technikai dinamikáját hozta létre, amint azt a jelentés későbbi részében áttekintjük.

3.1.2. A digitális materialitás tulajdonságai

A digitalizált műtárgyak számos olyan anyagi tulajdonsággal rendelkeznek, amelyek megkülönböztetik őket nem digitális társaiktól. A workshopon hét ilyen tulajdonságot jegyeztek fel (Yoo 2010).

- **Programozhatóság:** A legalapvetőbb szinten a kisméretű, kis fogyasztású mikroprocesszorok lehetővé teszik a programozható digitális architektúra beágyazását a korábban rögzített, mechanikus, nem digitális műtárgyakba. A *programozhatóság* jellemzője arra utal, hogy az immár digitalizált műtárgy képes új utasításkészleteket elfogadni és viselkedését módosítani. Ezáltal a digitális műtárgyak az eredeti rendeltetésükön túl további, bővíthető funkciókat is képesek ellátni, és ezáltal alakíthatóvá válnak (ITU 2005).
- **Címezhetőség:** RFID) az egyes műtárgyakat egyedi műtárgyakká teszik. címezhető, ami azt jelenti, hogy minden egyes digitalizált lelet egy adott kontextusban egyedileg azonosítható. A *címezhetőségnek* ez a tulajdonsága a programozhatósággal együtt több digitalizált műtárgyat hoz be a globális információs infrastruktúrába, a dolgok⁹ internete felé haladva.
- **Érzékelhetőség:** A szenzorok integrálása lehetővé teszi, hogy a műtárgyak többféle információt ismerjenek fel és rögzítsenek a környezetükről. Az *érzékelhetőség* itt arra utal, hogy a digitalizált műtárgy képes érzékelni a környezetében bekövetkező változásokat és reagálni rájuk, így válik kontextustudatossá (Dourish 2001). Az érzékelhető műtárgyak a folyamatosan fejlődő digitális infrastruktúra egyik szegletét alkotják.
- **Kommunikálhatóság:** A digitalizált műtárgyak más műtárgyakkal, infrastruktúrákkal és szereplőkkel a beágyazott kommunikációs képességek révén lépnek kölcsönhatásba. *Kommunikálhatóságuk* a digitalizált műtárgy azon képességére utal, hogy digitalizált üzeneteket küldjön és fogadjon. Az érzékelhetőséggel kombinálva a kommunikálhatóság új kapcsolatokat hoz létre a szereplők és a műtárgyak között. Például az egyének ma már érzékelőket csatlakoztatnak Twitter-fiókjaihoz, hogy figyelemmel kísérhessék környezetüket, otthonukat, sőt, akár egy magzat mozgását is az anya méhében¹⁰.
- **Emlékezetesség:** A digitalizált műtárgyak egyre emlékezetesebbé válnak. *Emlékezetesség* a műtárgyak azon képességére utal, hogy rögzíteni és tárolni tudják az általuk létrehozott, érzékelt vagy közölt információkat. Ennek eredményeként a digitalizált műtárgyak képesek lesznek emlékezni arra, hogy hol voltak, ki használta őket, az interakciók eredményeit stb.
- **Nyomonkövethetőség:** Az érzékelhető és emlékezetes műtárgyak, valamint a műtárgyak és szereplők közötti új kapcsolatok kiterjedt digitális nyomokat fognak létrehozni körülményeiről, tulajdonságaikról, mozgásukról és kölcsönhatásaikról, újonnan láthatóvá téve őket térben és időben. A *nyomon követhetőség* fogalma arra utal, hogy egy digitalizált műtárgy képes az eseményekkel és entitásokkal való találkozások kronológiai azonosítására, tárolására és összekapcsolására az időben.
- **Társíthatóság:** Az új szoftverinnovációk, mint például a szemantikus web (Berners-Lee et al. 2001) lehetővé teszik, hogy a szereplőkhöz, tárgyakhoz, helyekhez és eseményekhez kapcsolódó tudás asszociálhatóvá és levezethetővé váljon, ami a népi alapú tudást szélesebb körben megoszthatóvá teszi. Az *asszociálhatóság* gondolata arra utal, hogy a digitalizált műtárgyak más entitásokkal (például más műtárgyakkal, helyekkel vagy emberekkel) kapcsolatba hozhatók és azonosíthatók, és lehetővé teszik a jövőbeli állapotokra és feltételekre való következtetéseket. Ez a tulajdonság lehetővé teszi a világban való szervezés, érzékelés és cselekvés decentralizált és intelligens formáit, minimális központi irányítással.

3.1.3. A digitális szolgáltatási architektúra négyszintű általános modellje

A termékek és szolgáltatások digitalizációjának fontos következménye a digitális szolgáltatási architektúra általános modelljének megjelenése, amely négy rétegből áll: eszközök, hálózatok,

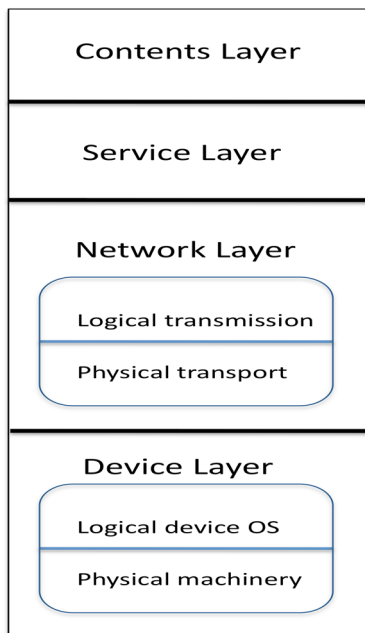
szolgáltatások és

⁹ Lásd pl. http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_Things

¹⁰ Twitter (<http://twitter.com>) Internet-alapú rövid szöveges üzenetküldő szolgáltatás legfeljebb karakterekig.140

tartalom (1. ábra) (Benkler 2006). Az eszközréteg tovább oszlik fizikai gépi rétegre (TV, PC, mobiltelefon, autó stb.) és logikai képességi rétegre (operációs rendszer), amely a hardvereszköz vezérlését biztosítja. A hálózati réteg hasonlóan fizikai szállítási rétegre (beleértve a kábeleket, rádióspektrumot, adókat stb.) és logikai átviteli rétegre (beleértve az olyan hálózati szabványokat, mint a TCP/IP vagy a P2P) oszlik. A szolgáltatási réteg az alkalmazási programokkal foglalkozik, amelyek közvetlenül érintkeznek a felhasználókkal, mivel azok különböző tartalmakat hoznak létre, manipulálnak, tárolnak és fogyasztanak. A szolgáltatási réteg segítségével a felhasználók zenét hallgathatnak, e-maileket küldhetnek és fogadhatnak, könyveket olvashatnak, videókat nézhetnek és navigációs információkat kaphatnak. Végül a tartalmi réteg tartalmazza a tényleges adatokat, például a szövegeket, hangokat, képeket és videókat. A tartalmi réteg metaadatokat is tartalmazhat, beleértve a tulajdonjogot, a szerzői jogokat, a kódolási módszereket, a tartalomcímkeket és a földrajzi-időbélyegeket. Ez a fajta többrétegű architektúrális réteg nem újdonság a számítógépes és hálózati technológiákban. Ami újdonság, az az, hogy a digitalizált szolgáltatásnak ez a négyrétegű architektúrális nézete szélesebb körben alkalmazhatóvá válik minden terméktípusra.

A digitalizálás előtt ez a négy réteg szorosan összekapcsolódott egy adott médián, iparágon vagy terméken belül. Vagy a tisztán fizikai vagy mechanikus termékek (például bútorok, autók, kalapácsok és ruhák) esetében ezek a rétegek egyszerűen nem léteztek. A digitalizáció eredményeként azonban ez a négy réteg az általános célú számítástechnikai és hálózati képességek integrálásával szétválasztható, vagy lazán összekapcsolható.



A. ábra A digitális szolgáltatási architektúra 1.négyszintű általános modellje

A négyrétegű digitális szolgáltatási architektúra kialakulása jelentős stratégiai és strukturális következményekkel jár. Az, hogy mennyire nyitott vagy zárt ez az architektúra, és hogy a cégek hogyan ellenőrzik az architektúrát, stratégiai döntések gyűjteményét tükrözi.

3.1.4. A digitalizáció három hulláma

Történelmileg a digitalizáció három szakaszban zajlik. A digitalizáció első hulláma az analóg

tartalmak és szolgáltatások digitálisra történő átalakításának technikai digitalizálását jelenti anélkül, hogy

alapvető változások az iparág szerkezetében. A digitalizáció első hullámára példa az 1G-ről a 2G mobilhálózatra való átállás és a CD megjelenése a zeneiparban (Tilson et al. 2010). Az első hullámban az iparág jelentős költségcsökkentést tapasztal "több ugyanolyan" szolgáltatással, a "tehénutak kikövezése" képét követve (Tilson et al. 2010). A digitalizáció első hulláma nem hoz alapvető változásokat a termékarchitektúrák szorosan összekapcsolt rétegében.

A digitalizáció második hullámában a korábban szorosan összekapcsolt eszközök, hálózatok, szolgáltatások és tartalmak szétválasztása kezdődik. A digitalizált tartalmak és szolgáltatások most már általános célú IP-hálózaton és szoftverrel támogatott eszközökön keresztül is nyújthatók, ami több szinten, így a hálózat, az eszköz és a piac szintjén is konvergenciához vezet. Ennek eredményeképpen a termék kategóriák és iparágak közötti hagyományos határok folyamatosan eltolódnak, amint azt az olyan közelmúltbeli innovációk, mint a Voice over IP (Benner 2010) és a digitális televíziózás (Tilson et al. 2010) mutatják. A hangszolgáltatás például teljesen függetlenné válik az eszköztől és a hálózattól, és ugyanaz a minőségi hangszolgáltatás nyújtható, akár vezetékes telefont, akár asztali számítógépet, akár mobiltelefont használ a felhasználó. Hasonlóképpen, más médiaszolgáltatások, például zene, könyvek, e-mail és filmek is több különböző típusú hálózaton keresztül, többféle eszközzel nyújthatók.

A digitalizáció harmadik hullámában újszerű termékek és szolgáltatások jelennek meg a különböző médiumok különböző termékarchitektúrális határokat átlépő "összemosása" révén. A meghatározott célokra létrehozott eszközöket, hálózatokat, szolgáltatásokat és tartalmakat most újra összekeverik, hogy felhasználásukat újrahasznosíthassák (Lessig 2008; Tilson et al. 2010). Például az olyan helymeghatározó stream szolgáltatások, mint a Yahoo's Fire Eagle (<http://fireeagle.yahoo.net/>), keverhetők más szolgáltatásokkal és tartalmakkal. Hasonlóképpen, a közösségi hálózati információk is keverhetők más típusú szolgáltatásokkal és tartalmakkal. Ezek a egyes szolgáltatások tovább kombinálhatók, így az innovációs lehetőségek állandó áramlata jön létre. Ezen túlmenően a kis és nagy teljesítményű számítástechnikai eszközök ma már beágyazhatók a korábban nem digitális tárgyakba, ami új információs szolgáltatásokat tesz lehetővé. Például egy futócipőbe helyezett RFID-chip egyszerű beillesztése lehetővé teszi, hogy a futó olyan adatokat gyűjtsön (például tempó, helymeghatározás és biometrikus adatok), amelyek korábban nem álltak rendelkezésre. Az ilyen információk a rögzítés után megoszthatók a közösségi hálózati szolgáltatásokon, például a Facebookon vagy a Twitteren keresztül, vagy más médiumokkal, például a Google Earth vagy a Flickr fotószolgáltatásokkal összevonhatók. Vagy a saját futási rekordot egyszerűen szembe lehet állítani mások rekordjaival.

Ennek eredményeképpen a harmadik hullámban a korábban láthatatlan információk hatalmas mennyiségei most már megragadhatók, és a szemiotikai logika egy rétegéhez kapcsolhatók. Azzal, hogy a digitalizálás révén elválasztjuk a fizikai, nem digitális artefaktumot a szemiotikai logikától és a hálózati rétegektől, lehetővé tesszük a négy réteg laza összekapcsolását egy digitális szolgáltatási architektúrában, és megteremtjük az alapját a digitalizáció harmadik hullámában folytatódó innovációknak.

A harmadik hullám újonnan megjelenő innovációi különböznek a korábbi innovációktól, amelyek vagy megszüntették vagy egyszerűsítették a fizikai feladatokat az automatizálás révén (pl. digitális kapcsolás), vagy az információk hatékonyabb feldolgozása révén javították az ismétlődő feladatok hatékonyságát (pl. bérszámfejtés). A digitalizáció e korai formáinak elsődleges hatásai a termelékenység javulására korlátozódtak a gyárakban (Zuboff 1988) és a tudásalapú munkavállalók teljesítményében (Brynjolfsson és Saunders 2009; Campbell-Kelly 2003). A digitalizáció legújabb hullámaiban egyre inkább a digitális innovációk különböző típusainak újfajta fúziójának lehetünk tanúi a digitális materialitás mind a hét jellemzőjének

integrálása és mobilizálása révén. Ennek eredményeképpen az olyan egyszerű termékek, mint például

dohányzóasztalok, vagy az összetettebbek, mint például az autók, már rendelkeznek beágyazott számítógépes és kommunikációs képességekkel [Henfridsson & Mathiassen].

Hasonlóképpen, a fizikai és ismétlődő feladatokat gazdag digitális nyomokkal és intelligens digitalizált eszközök használatával egészítik ki [Lyytinen]. Elvileg egy mindenre kiterjedő digitalizáció a digitális anyagiság mind a hét tulajdonságát integrálhatja életünk minden cselekedetébe, viselkedésébe és feladatába. A fizikai cselekvések, események és mozgások nyomai a fizikai, társadalmi és virtuális világban digitálisan tárolhatók, nyomon követhetők, nyomon követhetők, nyomon követhetők, feldolgozhatók és újra feldolgozhatók elképzelhetetlen mértékben és irgalmatlan sebességgel. Az ipari korszak a fizikai feladatok hatékony elvégzésére szólított fel; a jelen kor a szemiotikai folyamatok globális megfigyelhetőséggel és elemzéssel történő elvégzéséhez szükséges digitális modellek és eszközök felkérése [Garud, Kumaraswamy & Tuertscher]. Az eredmények a szervezeti életre, termékekre és szolgáltatásokra vonatkozó digitális adatok egyre növekvő áradata, amely hatalmas "adatáradatot" hoz létre [Bowker].

3.2. A digitális innováció új dimenziói

A workshop egyik alaptémája az volt, hogy a digitális anyagiság hét tulajdonsága és a lazán összekapcsolt digitális szolgáltatási architektúrák megjelenése hogyan ösztönözte a digitalizáció hullámain, amelyek alapvetően átformálják a termékek, szolgáltatások és szervezeti formák innovációit. Egy műhelytalálkozó egyik résztvevője például megjegyezte, hogy a digitalizáció "átírja a jogot, a társadalmi viselkedési normákat ... a szellemi tulajdon átadására tett kísérletek során, mint olyan eszközre, amelyből hasznot lehet húzni, miközben a felhasználók az adott szellemi tulajdonon alapuló innovációkat az Ön számára terjesztik" [Jarvenpaa]. Egy másik résztvevő megjegyezte, hogy a termékek fokozott érzékelhetőségének és kommunikálhatóságának eredményeképpen "az irányítás megváltozik a szervezetekben, és alapvetően egyre inkább hálózat-alapú szervezetekké változik" [Henderson]. Más résztvevők azt javasolták, hogy "újrarendeljük az innovációs infrastruktúránkat, hogy az újdonság új aszimmetriáját" kezeljük, amely a különböző társadalmi világok és az új digitális nyomok, reprezentációk és kommunikáció keveredésével jön létre [Carlile & Lakhani]. Végül több résztvevő azzal érvelt, hogy az innováció szervezésének új formái váltak lehetővé, mivel a digitalizálás léptéke csökkentette a kommunikációs költségeket [Cummings; Faraj; Lakhani & Gulley; Malone].

A műhelybeszélgetések jegyzőkönyvének elemzése során a digitális innováció hat dimenzióját azonosítottuk: (1) konvergencia, (2) digitális materialitás, (3) generativitás, (4) heterogenitás, (5) az innováció helye és (6) tempó. Ezeket az 1. táblázat foglalja össze, és az alábbiakban részletesebben tárgyaljuk. A hat dimenzió mind az innovációs eredményekkel (konvergencia és digitális anyszerűség), mind az innovációs folyamatokkal (generativitás, heterogenitás, az innováció helye és tempó) összefügg. Ez a hat dimenzió nem zárja ki egymást. Sokkal inkább kölcsönhatásban vannak egymással, és egymást erősítik a digitalizáció folyamatos erényes körforgásában, növelve az innovációs eredmények és folyamatok összetettségét és dinamizmusát.

A digitális innováció hat 1.dimenziója

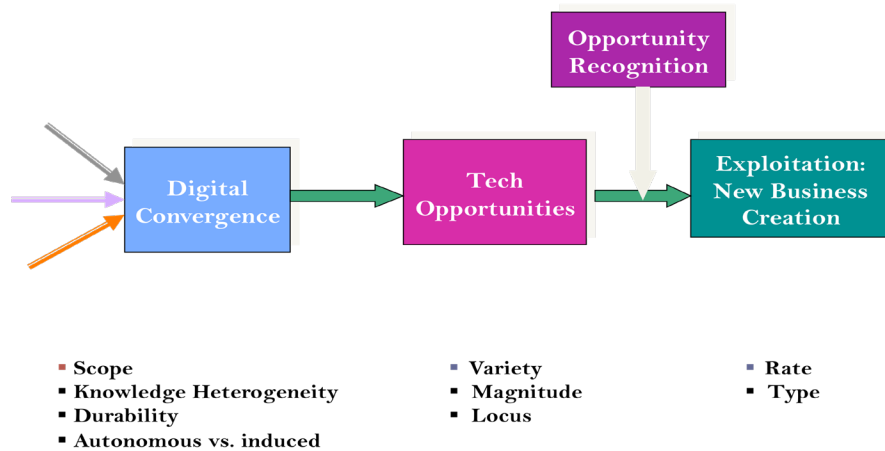
Méret	Leírások
-------	----------

Konvergencia	A különböző és heterogén technológiák folyamatos integrációja a digitális adatok homogenizálásával; a technológiák multimodalitása; és az eszközök, hálózatok, szolgáltatások és tartalmak közötti réteges, lazán kapcsolt kapcsolatok.
Digitális materialitás	A digitális anyag elválaszthatatlansága a társadalmi és fizikai interakcióktól; a fizikai anyagok és a szemiotikai logikák laza összekapcsolódása; a digitális képességek beágyazása a fizikai tárgyakba; a digitális szolgáltatási architektúra megjelenése a fizikai és fizikai interakciókhoz. korábban nem digitális termékek és szolgáltatások.
Heterogenitás	Az adatok, információk, tudás és eszközök különböző formáinak integrációja; a több társadalmi és technikai világot átfogó koordináció fokozott igénye; a megnövekedett horizontális integráció a digitális szolgáltatási architektúra különböző szintjein.
Generativitás	A termékek és szolgáltatások folyamatos újraértelmezését, bővítését és finomítását lehetővé tevő, nagyfokú kétértelműség; a digitális ábrázolások tervezési jellemzői, amelyek a digitális szolgáltatási architektúrák különböző elemeinek szüntelen újrakombinálásával és módosításával korlátlan innovációt tesznek lehetővé; a digitális eszközök és az alacsony költségű kommunikáció széles körű elterjedése. az innovációk ébredésének lehetővé tétele.
Az innováció helye	Az innovációs helyszínek és folyamatok drámai földrajzi és társadalmi szétszóródása az alacsony kommunikációs és tárolási költségek miatt; független innovációs pálya a digitális szolgáltatási architektúra különböző szintjein; az innovációs tevékenységek egyre inkább az innovációs hálózat perifériája felé mozdulnak el.
Pace	Az innovációs ciklusok ütemének növekedése a programozhatóság és a konvergencia miatt; az innováció megnövekedett sebessége az újrakombináció mint innovációs mód miatt; az innováció felgyorsult üteme az elosztott innovációs tevékenységeket elősegítő közös digitális infrastruktúra miatt.

3.2.1. Konvergencia

A digitalizáció növekedése a digitális konvergenciát valósággá tette (Lyytinen és Yoo 2002; Yoo 2010). A digitalizált technológiák ugyanazokat az infrastrukturális képességeket osztják meg, ami újszerű lehetőségeket nyit a termékek és szolgáltatások számára (Tilson et al. 2010). A digitális konvergencia lehetővé teszi az eredetileg különböző célokra létrehozott eszközök, hálózatok, szolgáltatások és tartalmak kombinálását és újbóli kombinálását. Ahogy a négyrétegű digitális architektúra egyre lazábban kapcsolódik egymáshoz, az ezeken a rétegeken belüli és azokon átnyúló digitális reprezentációkat olyan módon lehet manipulálni és újra kombinálni, hogy a *végtelenségig* új reprezentációcsaládok jöhetnek létre. Ezen újrakombinációs folyamat révén a digitális konvergencia teret teremt a digitális reprezentációk és képességek korábban nem várt kombinációinak [Zahra, Bhawe & Gupta] megjelenéséhez (lásd a 2. ábrát). Például az úgynevezett "triple-play" (a szélessávú internet-, telefon- és televíziós szolgáltatások kombinálása) vagy a "quadruple-play" (mobilinternet hozzáadása) a médiatartalom, a tárolási és terjesztési mechanizmusok digitális konvergenciájának eredménye. Hasonlóképpen, a digitális konvergencia olyan jelentős innovációkat hozott létre, mint az iTunes, a YouTube vagy a Slingbox.

Digital Convergence & Opportunities



2. ábra. Konvergencia és a vállalkozói lehetőségek azonosítása [Zahra, Bhawe & Gupta].

A digitális konvergencia hatásai azonban nem korlátozódnak a kommunikációra és a médiára. Számos olyan tárgy, amely korábban nem volt digitális, ma már digitális komponenseket tartalmaz, amelyek lehetővé teszik számukra a más digitális eszközökkel való együttműködést, az internethez való csatlakozást vagy a környezetükkel való interakciót. Ez új lehetőségeket kínál a szervezeteknek és az innovátoroknak az ügyfél- vagy felhasználói élmény differenciálására. Például a digitális fényképezőgépek és mobiltelefonok GPS (globális helymeghatározó rendszerek) szolgáltatása, amikor az épületekben, autókban vagy ruházati cikkekben található átfogó digitális térképekkel és érzékelőkkel kombinálódik, a szolgáltatás- és termékinnováció olyan folyamat táplálja, amely összekapcsolja a korábban nem kapcsolódó felhasználói élményeket, és egy újfajta virtuális fizikai világot hoz létre.

A digitális konvergencia a termékek jellegét is megváltoztatja, és digitális platformokká alakulnak. A cégek egyre inkább digitális szolgáltatási architektúrákat hoznak létre termékeikhez, és azokat stratégiai szempontból az innovációs pályájuk részeként irányítják. Például az autó legtöbb alrendszere digitalizálódott és a járműhálózati rendszereken keresztül összekapcsolódott. Ennek eredményeképpen az autó mobil számítástechnikai platformmá vált, amelyre új szolgáltatásokat, tartalmakat, hálózatokat és eszközöket lehet fejleszteni - gyakran a hagyományos autóiparon kívülről érkező vállalatok által [Henfridsson & Mathisassen].

Végül a digitális konvergencia a termékek és szolgáltatások fejlesztésének folyamatára is hatással van. Az AEC-iparban például az új digitális eszközök lehetővé teszik, hogy a tervezők ne csak az épületrajzokat digitalizálják, hanem az építésirányítás egyéb szempontjait is, például a helyszíni méréseket, a felmérési adatokat, a gyártási adatokat, a költségbecsléseket, a kockázattal és az idővel kapcsolatos adatokat és az építési ismereteket [Lyytinen; Whyte]. Az építési folyamat korábban nem összekapcsolt adatainak összekapcsolása ismét teret teremt az új típusú innovációs folyamatok életbe léptetéséhez. Minden egyes alkalommal, amikor a digitális konvergencia révén kapcsolat jön létre korábban nem összekapcsolt közösségek és tudásuk között, e közösségek szereplői valószínűleg beviszik technológiai képességeiket és egyedi tudásukat a hálózatba, új teret nyitva egy digitális találmány számára (Berente et al.

2007).

3.2.2. Digitális materialitás

A digitális innováció megértéséhez a tudósoknak komolyan kell venniük a digitális anyagiságot. A digitális innováció hatékony kutatása a digitális technológia anyagi jellemzőit és a tágabb társadalmi-technikai struktúrákat egyaránt figyelembe veszi. A szervezéstudományi szakirodalomban az innovációval kapcsolatos korábbi kutatások nagyjából elhanyagolták a digitális innováció egyedi anyagi jellemzőit. Ahogy Lavie (2006) megjegyzi, "a technológiai változásra mint exogén eseményre való hivatkozás a technológiai diszkontinuitások kutatásának hagyományos feltételezése" (154. o.). A technológiai innovációkat alapvetően fekete dobozba zárják és sztochasztikus folyamatként írják le (Anderson és Tushman 1990). Így a szakirodalomban az uralkodó hangsúlyt az exogén technológiai változásokra való reagálás módja jelenti, elsősorban strukturális előírásokkal, például kétoldalú szervezetek (Tushman és O'Reilly 1999) vagy nehézsúlyú csapatok (Clark és Fujimoto 1991) létrehozásával.

A szakirodalmat összefoglalva Benner (2007) megállapítja, hogy "a környezeti változásokra való reagálás kritikus kihívás a vállalatok számára, és az, hogy a szervezetek *alkalmazkodnak-e* és hogyan, központi téma a szervezetelméletben és a stratégiakutatásban" (93. o., a dőlt betű a miénk). Röviden, a szervezéstudományi szakirodalomnak túl kellene lépnie a bomlasztó változásokra való reaktív alkalmazkodással kapcsolatos tanulmányokon, és foglalkoznia kellene a digitalizációt mozgó generatív folyamatokkal.

Mivel a szervezéstudomány hajlamos dekontextualizálni a digitális technológia anyagi és társadalmi elemeit (Hevner et al. 2004), a szocio-technikai rendszerekkel foglalkozó irodalom kutatói már régóta támogatják az innováció társadalmi és anyagi aspektusainak árnyaltabb kezelését (Bijker 1995; Bijker et al. 1993; Hughes 1983; Latour 2005; Latour és Woolgar 1979). A közelmúltban az anyagiság nagyobb figyelmet kapott a digitális innovációval összefüggésben, ahol a termékek vagy szolgáltatások informatikai eszközökkel működnek (Leonardi és Barley 2008; Orlikowski 2007; Orlikowski és Iacono 2000; Orlikowski és Barley 2001), és felhívást tettek arra, hogy vegyék figyelembe, hogyan kapcsolódik össze a digitális anyagiság a termékek és folyamatok fizikai anyagiságával. Ahogy a digitális és a fizikai anyagiság összefonódik, az innovációval foglalkozó tudósoknak meg kell vizsgálniuk, hogyan alakítják kölcsönösen egymást, és hogyan hatnak egymásba, ahogyan befogadják és ellenállnak az emberi ügynökségeknek (Pickering 1993; Svahn et al. 2009). A fizikai és a digitális anyagiság közötti kapcsolódási pont ezért különös elméleti jelentőséggel bír a jövőbeli digitális innovációs kutatások számára.

Ahogy a szervezetek digitális technológiákat használnak, egyre inkább virtualizálódnak. Az anyagi műtárgyak, amelyekkel az egyének interakcióba lépnek, nem csupán atomokból állnak, hanem bitekből is, amelyek mindig szemiotikai kapcsolatokat testesítenek meg a környezettel. Ez elkerülhetetlenül társadalmi dimenziót ad az anyagi világhoz, ugyanakkor a digitális szolgáltatási architektúrák a modellektől és adatoktól való egyre nagyobb függőséghez vezetnek, a digitális anyagiság mind a hét tulajdonságával. Ez új kihívásokat támaszt a korábban a digitális modellekből hiányzó tartományok ábrázolásával kapcsolatban [Henfridsson & Mathiassen; Leonardi, Barley & Bailey; Whyte]. Végül a digitális materialitás által lehetővé tett új tulajdonságok és képességek [Henfridsson & Mathiassen; Yoo; Zahra, Bhawe & Gupta] olyan vállalkozási lehetőségeket teremtenek, amelyek a jövőbeli digitális innovációk egyik fő útját jelentik. Az innovációkkal kapcsolatos korábbi kutatásokkal ellentétben, amelyek ezeket az anyagi jellemzőket (mind a fizikai, mind a digitális) a saját területükön kívül esőnek tekintették, a digitális innovációval kapcsolatos jövőbeli kutatások figyelembe fogják venni a fizikai és a digitális világ egymásba hatolását, és azt, hogy ezek hogyan fonódnak össze az emberi cselekvőképességgel és a társadalmi struktúrával.

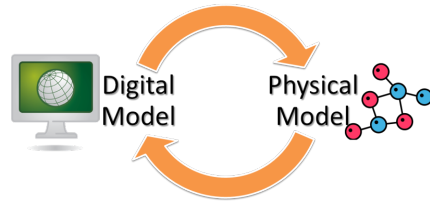
Ennek megfelelően a digitális innováció tanulmányozásának olyan szervezési formákkal kell foglalkoznia, amelyek lehetővé teszik a társadalmi, a fizikai és a digitális zökkenőmentes integrációt. Fontos kérdés, hogy hogyan

a digitális anyagiság a termékek és szolgáltatások új társadalmi-technikai elrendezéseit generálja, amelyek mélyen beágyazódnak a mindennapi élettapasztalatokba, és hogy a termékek és szolgáltatások új, digitálisan támogatott képességei hogyan alakíthatják át ezeket (Yoo 2010). Míg az információs technológiával kapcsolatos korábbi kutatások a társadalmi gyakorlatok közvetlen és helyi kontextusból a globális és elosztott térbe való "kiemelésének" hatására összpontosítottak (Giddens 1990), a digitális innovációval kapcsolatos jövőbeli kutatások azt fogják hangsúlyozni, hogy a digitális hogyan lép kölcsönhatásba a fizikai valósággal, beleértve a konkrét fizikai helyszíneket, a konkrét felhasználói felületeket és a különleges lehetőségeket. Izgalmas kutatási lehetőségek rejlenek annak feltárásában, hogy az új digitális anyagiság hogyan függ össze az emberi cselekvőképességgel és a tágabb intézményesített társadalmi struktúrákkal.

A digitális lényegesség termékekbe és szolgáltatásokba való beágyazása digitális szolgáltatási architektúrák tervezését és kezelését, valamint architektúrális ellenőrzési pontok létrehozását igényli. Az architektúrális ellenőrzési pont "olyan rendszerkomponens, amely a tervezők által manipulálható, látható információk (pl. interfészek) révén lehetővé teszi vagy korlátozza a kiegészítő komponensek tervezését". [Woodard & West]. Az architektúrális vezérlőpont stratégiai kezelésével egy cég többé-kevésbé nyitottá vagy zárttá teheti egy termék digitális szolgáltatási architektúráját. Az innováció és az architektúra-ellenőrzés koordinálásának hagyományos modelljei olyan szervezeti struktúrákat követtek, amelyek hierarchikus termékarchitektúrákat tükröztek (Baldwin és Clark 2000). Az ilyen termékarchitektúrák a fizikai vagy logikai szemiotikai rétegek szoros összekapcsolásán alapulnak. Ezt a feltételezést a digitális komponensek közötti oldalirányú és lazán kapcsolt kapcsolatok növekedése megkérdőjelezi [Henderson; Woodward & West]. Tekintettel arra, hogy a digitalizált termékek és szolgáltatások fizikai komponensekkel és digitális rétegekkel egyaránt rendelkeznek (Svahn et al. 2009), fontos kihívássá válik, hogy hogyan integráljuk a hierarchikus irányítás hagyományait a nyitottabb koordinációs módszerekkel [Helper; Tuomi].

Végül, a digitális innováció magában foglalja mind a fizikai anyagiságot (pl. az időt és a helyet, a munka fizikai környezetét és a műtárgyak fizikai adottságait, beleértve a hardvert is), mind a digitális anyagiságot (amit funkcionálisan meg lehet tenni a beágyazott digitális képességek által nyújtott adottságokkal). Ez utóbbit a digitális anyagiság hét tulajdonsága határozza meg, amelyek magába a termékbe és az azt körülvevő környezetbe ágyazódnak. A digitalizációval összefüggésben a meglévő fizikai anyagiságot új digitális képességekkel "összefonva" bővítjük (Robey et al. 2003; Svahn et al. 2009). Egy adott társadalmi-technikai kontextusban a fizikai anyagiság és a digitális anyagiság egyre inkább egymást kölcsönösen konstituálónak tekinthető (Law és Urry 2004; Robey et al. 2003). A termékek és szolgáltatások folyamatos társadalmi-materiális digitalizációja megköveteli, hogy a szervezetek új tudásforrásokat és eszközöket használjanak fel.

A digitális innovációk önreferenciális jellegéből adódóan ezek az új erőforrások megkövetelik a szervezetektől, hogy további digitális eszközök átvételével vagy feltalálásával átalakítsák munkamódszereiket. A pénzügyi tőkeáttételhez hasonlóan azonban a digitális eszközök is jelentős inherens kockázatokat hordoznak, amelyek nem kívánt következményekhez vezethetnek, különösen akkor, ha az alapul szolgáló modell vagy adatstruktúra nem "tükrözi" pontosan a fizikai lényegesség lényeges elemeit. Például a digitális modellekre és szabályokra való túlzott hagyatkozást a közelmúltbeli pénzügyi válság egyik fő okának tekintik. Hasonló kockázatok figyelhetők meg más területeken is, mint például az összetett építési projektek vagy a komplex mérnöki projektek, ahol fizikai és digitális modelleket egyaránt használnak [Leonardi, Barley & Bailey; Whyte] (lásd a 3. ábrát).

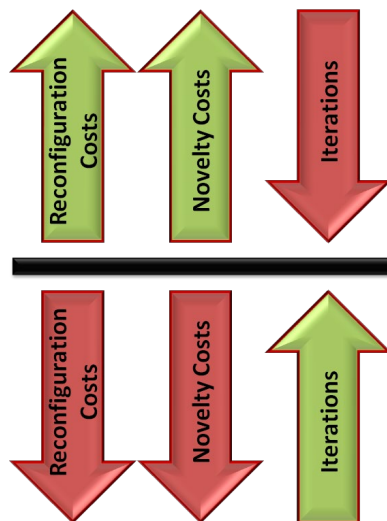


3. ábra. A fizikai modell és a digitális modell közötti kölcsönhatások [Bailey & Leonardj].

3.2.3. Generativitás

A generativitás arra utal, hogy a technológia eredeti létrehozásában közvetlenül részt nem vevő szereplők olyan termékeket, szolgáltatásokat és tartalmakat kezdenek létrehozni, amelyek nem feltétlenül állnak összhangban az artefaktumok eredeti céljával (Zittrain 2006). A generativitást a digitális reprezentációk közvetlen következményeként tették fel: "a digitalizáció mint reprezentáció gondolata önmagában is elősegíti és legitimálja a szervezés új módjairól / a dolgok új módjairól való gondolkodást" [Swanson]. A digitális tartalmak nyomon követhetősége tovább támogatja a generativitást azáltal, hogy lehetővé teszi a társalgási termelést mint innovációs folyamatot [Garud, Kumaraswamy & Tuertscher]. Továbbá a digitális képességek generatív ereje ösztönzi a digitális platformok fejlesztését [Faraj], és lehetővé teszi azok fokozott rugalmasságát, növekedését és változását [Henderson]. Ezen túlmenően megjegyezték, hogy a szakmai felelősség és az összehangoltság [Bailey & Leonardj], valamint a szétszórta adatok tulajdonlása és ellenőrzése [Jarvenpaa] közötti különbségek mederálják a generativitás szintjét.

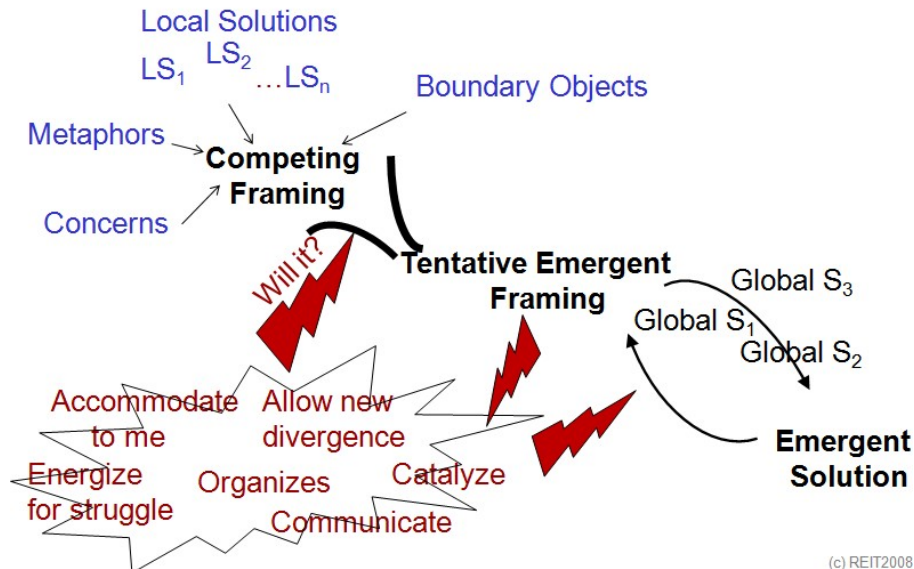
A generativitás magasabb szintje lehetővé teszi az új ötletek felfedezésének nagyobb arányát, ami gyorsabb innovációs ciklusokhoz vezet, fokozott iterációval, ami dinamikusabb, agilisebb innovációs folyamatot jelent, mint az innováció irányítására széles körben használt lineáris kapu alapú modellek. Ahogy az innovációs folyamatok dinamikusabbá és agilisebbá válnak, az iterációs költségek "lefelé tolnak", ami magasabb szintű felfedezést és újrakonfigurálást tesz lehetővé [Austin] (lásd a 4. ábrát).



Ábra A generativitást és az iterációt befolyásoló költségtényezők4. [Austin]

A gyorsabb iterációs ciklusok átalakítják a digitális innováció során a tudás létrehozásának folyamatát. A csoportokban egyre inkább megjelenik az ötletek közös létrehozása, mivel a digitális innováció "megkönnyíti az ötletek és keretek nyomon követését, megosztását, konszolidálását, a csoportfejlődésen keresztül történő növekedést, ... elősegíti a feltörekvést, nem pedig a központosítást" [Majchrzak, Birnbaum-More & Faraj]. Az ábra a tudás társalkotásának emergens folyamatát mutatja be egy iteratív digitális innovációs folyamatban.

Process of Idea Co-Creation



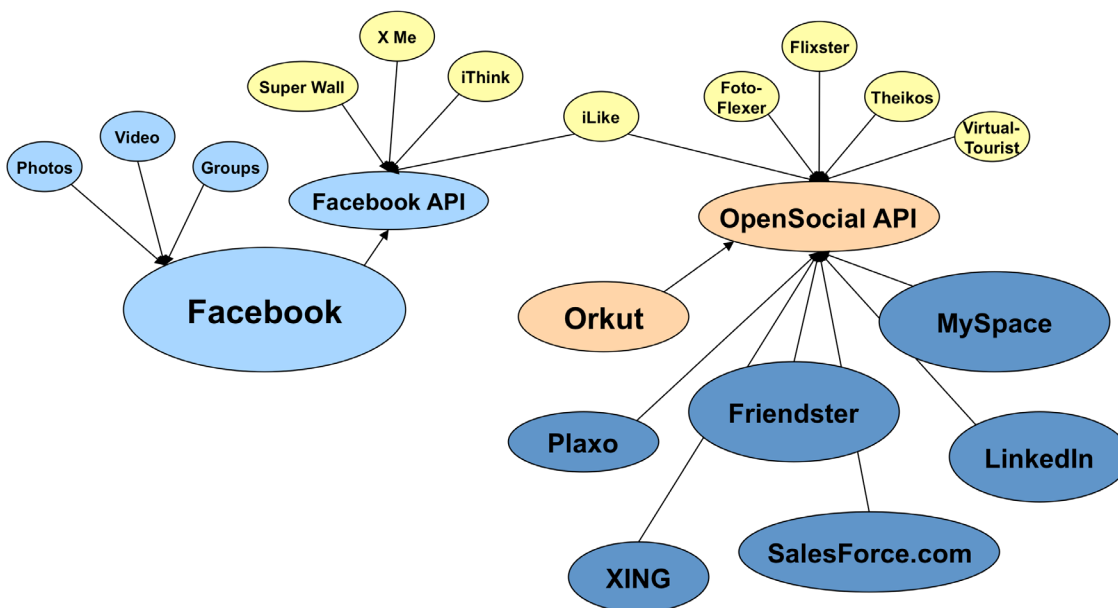
5. ábra. A digitális innovációban az ötletek társalkotásának iteratív folyamata [Majchrzak, Birnbaum-More & Faraj].

3.2.4. Heterogenitás

A digitális konvergencia beláthatatlan módon egyesíti az erőforrásokat és komponenseket, ami korábban nem összekapcsolt tudás, tevékenységek, műtárgyak és képességek integrációját igényli [Yoo; Zahra, Bhawe & Gupta]. Ahogy a tervezők, mérnökök, vállalkozók és felhasználók a digitális képességek felhasználásával új szolgáltatásokat, termékeket és folyamatokat képzelnek el, idegen szókincset használnak, ismeretlen eszközöket és módszereket hívnak segítségül, és kétértelmű, sőt ellentmondásos társadalmi világokkal találkoznak. A konvergenciából eredő fontos kihívás tehát az, hogy hogyan kezeljük a tudás heterogenitását (Boland & Tenkasi 1995), különösen a tervezők modelljeinek és anyagi gyakorlatainak sokféleségében [Bailey & Leonardi], az adatáratban [Bowker], valamint az adatok és az innováció tulajdonjogáért folytatott harcokban [Jarvenpaa].

A heterogenitás kihívását tovább bonyolítja a digitális innováció elosztott jellege. A múltban az innováció nagy része centralizált volt. A digitális technológiák azonban lehetővé teszik az elosztott intelligencia többféle formáját, mivel különböző autonóm szereplők közösen termelik az innovációt. Az innovációban az elosztott intelligencia néhány példája a nyílt forráskódú vagy platform kezdeményezések, mint például a Linux, a Google, a Wikipedia vagy a Digg. Az elosztott intelligencia a digitálisan közvetített innovációs versenyekben, mint például az Innocentive, a Top Coder, valamint az olyan átlagolóknak, mint amilyeneket a jóslatpiacokon és a NASA Clickworksben használnak [Lakhani & Gulley; Malone], is nyilvánvaló.

A vállalat a heterogenitás szintjét az architektúrális ellenőrzési pontokon keresztül szabályozhatja [Woodard & West]. Amint a 6. ábra mutatja, az építészeti ellenőrzési pontok különböző szintjei az innovációs hálózatok különböző formáit hozzák létre, különböző mértékű heterogenitással. Ha egy cég erős ellenőrzést tud gyakorolni digitális szolgáltatási architektúrája felett, akkor az innovációs hálózat heterogenitása csökken. Ezzel szemben, ha egy cég kevésbé tudja ellenőrizni az architektúrát, és laza csatolást tesz lehetővé a digitális szolgáltatási architektúra négy rétege között, akkor az innovációs hálózat heterogenitása nő.



Ábra A Facebook és a Google Open Social összehasonlítása6. [Woodard & West]

A digitális innovációval kapcsolatos kutatások másik kulcskérdése az, hogy miként lehet a technikai képességeket (azok elkerülhetetlen hiányosságaival együtt) az innovációs folyamat során kihasználni a társadalmi heterogenitás megnövekedett szintjének megteremtése érdekében [Garud, Kumaraswamy & Tuertscher; Henderson; Zahra, Bhawe & Gupta]. A kombinatív platformokat és a kétoldalú piacokat fontosnak tartják az innovációt elősegítő társadalmi heterogenitás létrehozásában és fenntartásában [Henderson]. A heterogenitás a digitális innováció generativitásával kombinálva korlátlan innovációt eredményezhet, olyan folyamatos innovációs ciklusokkal, amelyek egy korábban felismert lehetőségre adott válaszként további innovációkat eredményeznek egy újonnan felismert lehetőségben. A heterogenitás elkerülhetetlenül olyan innovátorcsoportokat hoz létre, amelyek szembesülnek azzal, amit Carlile & Lakhani az "újdonság paradoxonaként" azonosít, mivel "a tudás egyszerre forrása és akadálya az innovációnak, és ... az innovátoroknak mind a megerősítő, mind az újszerű tudással kell rendelkezniük az emberek és a műtárgyak között, hogy létrehozzák az innovációs sweet spotot" [Carlile & Lakhani].

Az innovátorok közötti megnövekedett heterogenitás miatt az eltérő tudásközösségek ismeretei aszimmetrikussá válnak, ami N-dimenziós tanulási képességeket igényel a drákói tudáslabirintusban való sikeres navigáláshoz [Dougherty]. Az ilyen tanulási képességek kényes egyensúlyt jelentenek az új és az ismert tudás használata között, amelyet a sikeres innovátoroknak el kell sajátítaniuk - egyrészt a túl sok újdonság káoszhoz, másrészt a túl kevés újdonság stagnáláshoz vezethet. (lásd a 7. ábrát)

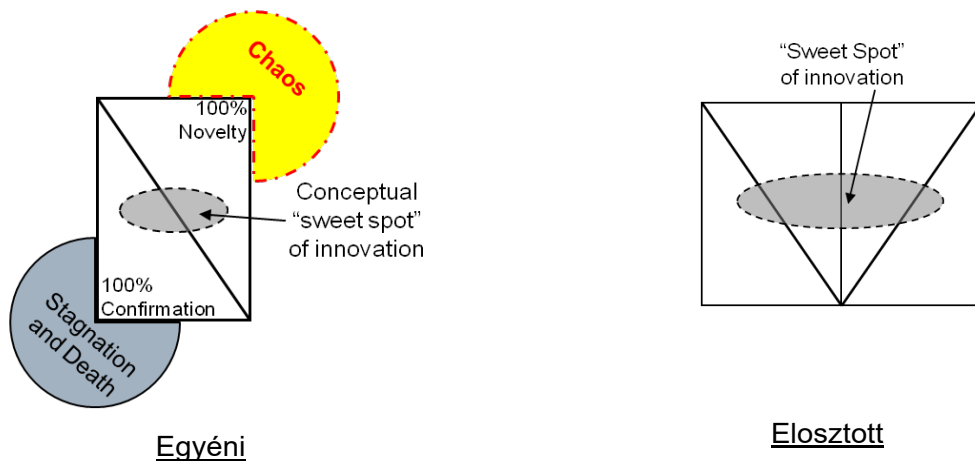


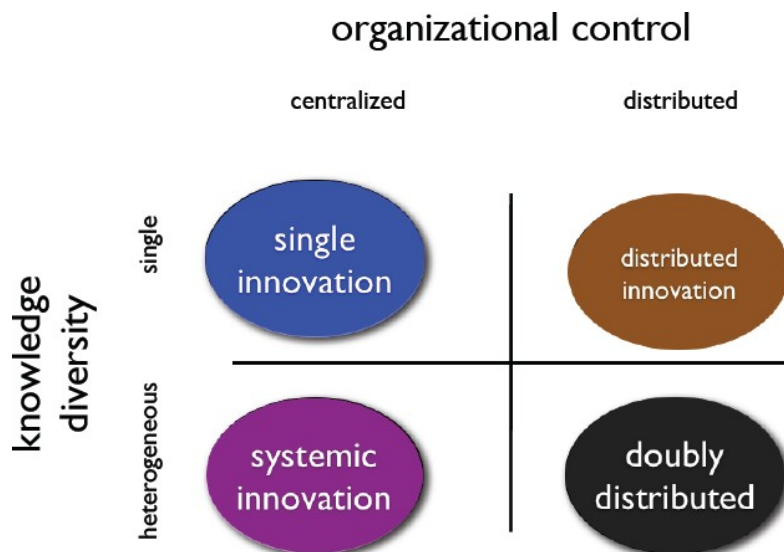
Figure Innovation 7. Sweet Spot [Carlile & Lakhani]

A megnövekedett heterogenitással járó kihívások leküzdése érdekében a tudó közösségeknek új koordinációs módokat kell találniuk (Boland & Tenkasi 1995). Az egyik stratégia a digitálisan lehetővé tett kereskedelmi zónák kialakítása (Boland et al. 2007) a pragmatikus határobjektumok mozgósításával (Carlile 2002) a heterogén tudás hatékony kereskedelme, interkalációja és hasznosítása érdekében. Az N-dimenziós innovációs terekben a digitális technológiák *átalakító eszközökké* válhatnak azáltal, hogy segítik az egyes tagokat abban, hogy egyedi tudásukat úgy határozzák meg, hogy az egymáshoz kapcsolódjon és egymás ötleteire épüljön (Boland és Tenkasi 1995). Mivel a megosztott, partizán és beágyazott szereplők gyakran "falkában futnak", ezeket a digitális képességeket úgy kell konfigurálni, hogy lehetővé tegyék a közös és együttesen jelenlévő innovációs futásokat [Van de Ven].

3.2.5. Az innováció helye

A digitális technológia radikálisan csökkentheti a kommunikációs költségeket, és ezáltal megfizethetőbbé teheti az innovációs folyamatban való részvételt az elosztott szereplők számára. Az innovációs folyamatok ily módon nyílt forráskódú projektekké válhatnak, és tömegeket használhatnak fel az ötletek generálására. Ez a nyitottság alapvető változást hoz az innováció helyszínében. Amint a 8. ábra mutatja, egyre inkább azt látjuk, hogy a szervezetek és az innovátorok a kétszeresen elosztott formák felé mozdulnak el, amelyek lényegesen különböznek a vertikálisan integrált, egyetlen innovációs forrástól (Yoo et al. 2008). Az innováció új formái, mint például a nyílt forráskód és a tömeges forrásszerzés, az innováció helyét a szervezeten belülről annak széleire és periferiájára helyezik át [Malone]. Az innovációs tevékenységek dekoncentrációja az intelligenciát a szervezet bővülő hálózatának széle felé tolja.

Az innováció helyének központosítása túlmutat az egyszerű földrajzi szétszóródáson. Ez a digitális szolgáltatási architektúra lazább kapcsolódását és a digitális innováció konvergens és generatív dimenziói által megkövetelt tudás heterogenitását tükrözi, amint azt fentebb tárgyaltuk. Például az Apple iPhone által ösztönzött innovációk közül sok nem magától az Apple-től, hanem alkalmazásfejlesztők ezreitől származik. Bár az Apple jelentős szerepet játszott a digitális platform létrehozásában az iPhone és az iTunes áruházakkal, az Apple innovációs hálózatának peremén álló kis fejlesztők voltak azok, akik az alkalmazás-innovációkat létrehozták. Ebben az esetben elosztott innovációs tevékenységük növelte az innovációs hálózat társadalmi heterogenitását, ami viszont korlátlan digitális innovációkhoz vezetett.



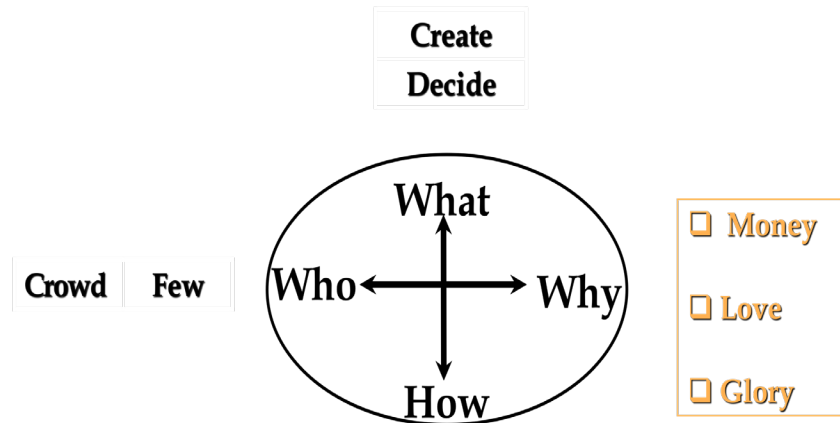
ábra A digitális innováció kialakulóban lévő szervezeti formái (Yoo et al. 2008)

Az innováció helyének dekoncentrációja az "just-in-time" innováció kialakulásához vezetett az elosztott innovátorok közötti folyamatos beszélgetéseken keresztül, ahol a digitális technológiák generatív memóriaként szolgálnak [Garud, Kumaraswamy & Tuertscher]. Az innovációs tevékenységek helyének decentralizálása olyan gyakorlatokban érhető tetten, mint a vezető nélküli közösségek [Johnson], az off-shoring és az elosztott tervezési gyakorlatok [Leonardi, Barley & Bailey; Helper], valamint az innováció önszerveződése [Tuomi]. A jövőbeli digitális innovációs folyamatoknak figyelembe kell venniük a decentrikus, elosztott innovációs folyamatok kialakuló anyagi és társadalmi korlátait [Carlile & Lakhani; Majchrzak, Birnbaum-More & Faraj].

Az innováció helyének decentralizációja által okozott másik kihívás a szellemi tulajdon irányításával kapcsolatos. A digitális innováció az irányítás hierarchikus és központosított formáiról - ahol az értékteremtés egyetlen tulajdonosi helyről történik - az értékteremtés elosztott és horizontális koordinációja felé mozdul el. A feladatoktól és az érintett szereplők jellegétől függően az elosztott koordináció különböző formái alkalmazhatók [Malone] (lásd a 9. ábrát). Az együttműködés és a verseny közötti dialektika mostanában dinamikusabb rendszerszintű kapcsolatban fogalmazódik újra, kiemelve a verseny és az együttműködés egyidejű jelenlétét egy közös platformon belül [Straub]. Az újonnan dekoncentrált innovációs terekben az építészeti ellenőrzési pontok és az érték kivonás alternatív formái fontos stratégiai innovációvá válnak [Henderson; Woordard & West]. Az ellenőrzési pontok architektúrájának egyik fő kihívása az értékteremtés és az értékmegragadás közötti feszültség egyensúlyban tartása a szellemi tulajdon megfelelő irányítási formáival. Az új digitális platformok és azok architektúrális vezérlőpontjai egyre inkább "üzleti platformokként" működnek, amelyek elősegítik a szervezés új formáit ... "a szervezetek peremének felhatalmazását" [Henderson].

A digitális innováció másik kutatási kérdése az, hogy az elosztott innováció tervezési elvei, amelyek a tisztán digitális innovációs területeken, például a szoftverfejlesztésben hatékonyan működtek, működni fognak-e a digitális innováció új területein, amelyek beágyazott szoftveres képességekkel rendelkező fizikai termékeket tartalmaznak [Tuomi].

Types of organizational genes



ábra Az elosztott innováció szervezeti génjeinek típusai9. [Malone]

3.2.6. Pace

A tempó alatt azt értjük, hogy a digitalizált platformon belül milyen ütemben történik a változás. A tempó jelensége jól ismert a kutatói közösségekben Mendelson és Pillay (1999) az iparágak "óratempójáról" szóló tanulmánya óta. A tempó magában foglalja azt, hogy a szervezeteknek milyen gyakran kell innoválniuk, az általuk megengedett innovációs sebességet és a diffúzió szükséges sebességét. A megnövekedett tempó minden digitalizált területen olyan helyzetet eredményezett, amelyben az innovációnak folyamatosnak, könnyörtelennek és gyorsnak kell lennie. Ráadásul a tempó évről évre gyorsul - digitális korunkban a szingularitás állapota felé haladva (Kurzweil 2006).

A workshop több résztvevője megfigyelte a digitalizálás hatását az innováció ütemére és időbeli jellemzőire. Bowker például megjegyezte, hogy "a gyors digitalizáció időszakát éljük. Amit most tapasztalunk, az az adatbázisok tekintetében már körülbelül kétszáz éve tart" [Bowker]. Azzal érvelt, hogy "a beágyazott digitális technológiák tempója és jellege ipari, szervezeti és munkagyakorlat-szintű tényezőktől függ. Például egy olyan iparágban, ahol a változások sebessége nagy, csökken az idősebbek szerepe, és nő a digitális artefaktumok szerepe" [Bailey & Leonardi]. Továbbá a digitalizált adatbázis és a különböző tartalmi formák alapvetően megváltoztathatják az új műtárgyak és ötletek létrehozásának időbeli dinamikáját. Bowker megjegyezte, hogy:

"...a problémát a Thesaurus Linguae Graecae (TLG) látja, amelyet a UC Irvine egyetem 1985-ben készített. Az első kiadás 1985-ben jelent meg. Amit ez tesz, az az, hogy a klasszikus görög irodalom teljes kánonját egyetlen kereshető adatbázisban nyújtja. Amivel a múltban egy egész életpályát kellett eltölteni, például könyvtárról könyvtárra járni az "agapé" szó minden egyes használatának felkutatásával, hogy valóban megtudjuk, mit jelent az "agapé" a plátói szerelem szempontjából, most egy gombnyomással megtehetjük. Néhány évvel ezelőtt találkoztam egy klasszikuskutatóval, aki azt mondta, hogy a TLG teljesen csodálatos. Most az emberek sokkal, de sokkal gyorsabban tudnak dolgokat csinálni, de ugyanazt a rohadt dolgot

csinálják.

Nem arra használják, hogy új kérdéseket tegyenek fel. Nem az új technológiával gondolkodnak. Nem az új technológia lehetőségeivel gondolkodnak" [Bowker].

Ahogy Bowker idézete is mutatja, a digitális innováció példátlan lehetőséget jelent, de számos kihívás is fennáll - és ez a kutatásra és a gyakorlatra egyaránt igaz.

4. Új lehetőségek és kihívások

Ebben a szakaszban áttekintünk néhány új lehetőséget és kihívást, amelyek a digitalizációból adódnak. Az előadás egy áttekintés, amely a digitális innováció előzményeinek és következményeinek megértésével kapcsolatos egyedi kihívásokra igyekszik rávilágítani.

Ebben az elemzésben különbséget teszünk az *innovációs eredmények*, mint valami "új" elfogadása, és az ilyen eredményeket létrehozó és terjesztő *innovációs folyamatok* között. Arra törekszünk, hogy azonosítsuk az innovációs eredmények és folyamatok új lehetőségeit és kihívásait, valamint a digitalizáció azon sajátos aspektusait, amelyek befolyásolják ezeket a lehetőségeket és kihívásokat. Az elemzés összefoglalóit a táblázatban mutatjuk be. 2.

A táblázat Új2. lehetőségek és kihívások a digitális innovációban

A digitalizáció dimenziói	Új lehetőségek és kihívások
Innovációs eredmények <ul style="list-style-type: none"> • Konvergencia • Digitális materialitás 	A konvergencia dimenziói és következményei: <ul style="list-style-type: none"> • A digitális innovációk dimenziói a digitális szolgáltatási architektúra négy rétegének váratlan kombinációi révén • A digitális innováció alapfeltételei és előzményei a következők révén konvergencia • Az építészeti ellenőrzési pont és a digitális szolgáltatási architektúrában a rétegek közötti laza csatolás különböző formái közötti kapcsolat Digitális materialitás és vállalkozói lehetőségek: <ul style="list-style-type: none"> • A digitális innovációk különböző formái és a vállalkozási lehetőségek új formái a digitális anyagság hét jellemzőjének beágyazása révén Az innovációs gyakorlatok, eszközök és képességek digitalizálása: <ul style="list-style-type: none"> • Kölcsönös kapcsolat a termékek és szolgáltatások digitális innovációi, valamint a munkamódszerek és az innovációs képességek digitalizálása között • A tervezési platform tervezési jellemzői a társadalmi heterogenitás növelése és a generativitás fenntartása érdekében • Az innováció földrajzi és időbeli eloszlása és hatóköre folyamatok • A kockázatok új formái a digitális innovációs gyakorlatokban
Innovációs folyamatok <ul style="list-style-type: none"> • Heterogenitás • Generativitás • Az innováció helye 	Evolúciós minta: <ul style="list-style-type: none"> • A korlátlan innováció kaotikus, kialakuló, többszörös és egyidejű természete • Az ébredésszerű, a korlátlan és a generatív innováció társadalmi-technikai előzményei • Építészeti ellenőrzési pont és a korlátlan digitális dinamika

<ul style="list-style-type: none"> • Az innováció üteme 	<p>innovációs folyamatok</p> <ul style="list-style-type: none"> • Furcsa vonzók • A periféria jelentősége és a heterogén szereplők közötti szerepek és dinamika elmosódása • Többértelmű és dinamikus célcsoportok <p>A digitális innovációk időbeli dinamikája:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Az innováció könnyörtelen és fokozott üteme • A felgyorsult digitális innováció előzményei és következményei • Időbeli koordináció a heterogén szereplők között a digitális innovációs hálózat • Időbeli dinamika a multimodális, több forrásból származó, gyors ütemű digitális innovációban <p>A központi cég és a platform fejlődése a digitális innovációval:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A digitális és fizikai anyagok fejlődése mint endogén események • Az innováció anyagi, kognitív, szervezeti és identitásbeli rétegeinek összehangolása • Kölcsönös dinamika az innováció négy rétegén keresztül
--	--

4.1. Innovációs eredmények: Tervezés

Az innovációs eredményekkel kapcsolatos legfőbb kihívások és lehetőségek elsősorban a konvergenciából és a digitális materialitásból adódnak. A workshopon elhangzott előadások és viták arra engednek következtetni, hogy a digitális konvergencia különböző formáinak és különböző dimenzióinak meghatározásában jelentős új lehetőségek rejlenek. Konkrétan a konvergenciával kapcsolatban a következő kérdéseket kell megvizsgáljunk:

- 1) Hogyan azonosítjuk és írjuk le azokat a feltételeket, amelyek új konvergens termékeket és szolgáltatásokat generálnak?
- 2) Melyek a digitális konvergencia különböző formái? Hogyan definiáljuk és mérjük a konvergencia által létrehozott digitális innovációkat?
- 3) Milyen szervezeti, strukturális, stratégiai és ipari következményei vannak a konvergenciának?
- 4) Melyek az architektúra-irányítás különböző formái és ezek hatása a tartalmak, szolgáltatások, hálózatok és eszközök közötti laza csatolás különböző formáira?

A digitális anyagság egyedi jellemzőinek pontos megértése egy másik kulcsfontosságú lehetőséget kínál a jövőbeli digitális innovációs kutatások számára. Itt a fontos kérdések azon új vállalkozási lehetőségek azonosítására összpontosítanak, amelyek a digitális képességek nem digitális termékekbe és szolgáltatásokba való beágyazásából erednek. E tekintetben a jövőbeli kutatásoknak a következő kérdéseket kell feltárniuk:

- 5) Milyen új vállalkozási lehetőségek jönnek létre a digitális képességek meglévő termékekbe és szolgáltatásokba való beágyazásával? Hogyan határozzuk meg és mérjük ezeket a digitális innovációs lehetőségeket?
- 6) Hogyan hat a termékek és szolgáltatások formájába és funkciójába ágyazott digitális anyagság a szervezetekre, az innovációs hálózatokra és azok építészeti irányítására?

- 7) Hogyan fonódik össze a digitális és a fizikai anyagság, hogy lehetővé tegye az új digitális innovációkat?

Végül, a digitális technológia önreferenciális jellegéből adódóan a termékek és szolgáltatások digitalizálása a munkamódszerek és az innovációs képességek digitalizálását is magában foglalja. A digitális eszközök fokozott használata, valamint a digitális és a fizikai anyagság egymásba fonódása a munkagyakorlatokban új kihívások sorát kínálja, amelyek alapos vizsgálatot érdemelnek, többek között a következő kérdéseket:

- 8) Milyen következményekkel jár a termékek és szolgáltatások digitalizációja a szervezetek innovációs gyakorlatára, eszközeire és képességeire?
- 9) Milyen tervezési követelményeket kell támasztani egy olyan innovációs platformmal szemben, amely támogatja a fenntartható, korlátlan innovációt?
- 10) Milyen társadalmi, gazdasági és technológiai kockázatokkal jár a digitális materialitás integrálása?

4.2 Innovációs folyamatok:

Az innovációs folyamatok fő kihívásai és lehetőségei elsősorban a heterogenitásból, a generativitásból, az innováció helyéből és üteméből adódnak. A digitális innovációval kapcsolatos jövőbeli kutatásoknak meg kell érteniük, hogy a digitalizáció ezen dimenziói hogyan befolyásolják az innováció és a diffúzió mintáit, az innováció időbeli dinamikáját, valamint a fókuszban lévő vállalat és platform fejlődését.

A heterogenitás, a generativitás és az innovációs tevékenység elosztott helyszíneinek kombinációja a digitális innováció dinamikus, nem lineáris mintáinak kialakulásához vezet. Az innovációval foglalkozó tudósok számára fontos kihívást jelent majd olyan analitikus modellek kidolgozása és validálása, amelyek azt vizsgálják, hogy a digitális innovációs hálózatok perifériáján lévő heterogén szereplők hogyan kapcsolódnak az innovációs mintákhoz. A tudósoknak meg kell érteniük a korlátlan innovációk különböző forrásait és azok társadalmi-technikai előzményeit. Konkrétan a jövőbeli kutatásoknak a következő kérdéseket kell feltárniuk:

- 1) Hogyan modellezzük és elemezzük a termékek és szolgáltatások korlátlan digitális innovációinak kaotikus, feltörekvő, többszörös és egyidejű aspektusait? Milyen új elméleti modelleket és matematikát kellene alkalmaznunk a diffúziós viselkedés magyarázatára, a hagyományos lineáris modelleken túl?
- 2) Milyen tényezők állnak a generatív képességek hátterében a különböző kontextusokban? Melyek a generativitás társadalmi-technikai előzményei?
- 3) Melyek a generativitás társadalmi-technikai dinamikái a digitális innovációkban?
- 4) Hogyan elemezzük a heterogén szereplők, hálózatok és folyamatok közötti szórványos kölcsönhatásokat, amelyek a digitális innovációt befolyásolják?
- 5) Melyek a tartalmak, szolgáltatások, hálózatok és eszközök közötti laza csatolás különböző formái, és ezek milyen hatással vannak a korlátlan innovációk dinamikájára?

A digitális innovációk időbeli dinamikájának megértése egy másik fontos lehetőséget kínál a jövőbeli innovációs kutatások számára. Amint azt korábban említettük, arra számíthatunk, hogy az innováció üteme a digitalizációval felgyorsul. Fontos lesz megérteni az innováció ütemében bekövetkező ilyen radikális változások előzményeit és következményeit. Továbbá, tekintettel a megnövekedett heterogenitásra, az innováció megosztott helyére és az innováció szüntelenül gyorsuló ütemére, a különböző szereplők közötti időbeli koordináció, amelyek osztoznak a

ugyanazon a platformon történő felhasználása komoly kihívást jelent majd. A jövőbeni kutatásoknak különösen a következő kérdéseket kell megvizsgálniuk:

- 6) Hogyan elemezzük a digitális innováció megnövekedett ütemét és annak terjedési folyamatait?
- 7) Milyen előzményei és következményei vannak a felgyorsult digitális innovációnak?
- 8) Melyek az időbeli koordinációs mechanizmusok a heterogén szereplők között, akiknek össze kell hangolniuk cselekvéseiket, miközben gyorsan változó határokkal, struktúrákkal és eredményekkel kell szembenézniük?

Végül a meglévő szakirodalomból kiderül, hogy a digitális innovációk gyakran meglehetősen zavaróak egy szervezet számára, és a szervezetnek gyakran alapvető átalakuláson kell keresztülmennie (Benner 2007; Benner 2010; Henfridsson et al. 2009; Lavie 2006; Tripsas 2009; Tripsas és Gavetti 2000). Az ilyen átalakulás azonban több, egymással összefüggő réteget foglal magában (Henfridsson et al. 2009). Először is, az *anyag réteg* egy adott design tárgyban megtestesülő, kézzelfogható példányaira utal. Az artefaktum látható, hallható, megérinthető és használható; olyan konkrét funkciókat lát el, amelyek értéket teremtenek a felhasználója számára (Baldwin és Clark 2000). Másodsor, a *kognitív réteg* az artefaktum tervrajzára utal, és azt a mentális sémát képviseli, amely a tervezett artefaktum szerkezetét és funkcióit alátámasztja. Például meghatározza a tervezési elemek közötti hierarchikus kapcsolatokat és kölcsönös függőségeket (Simon 1962). Ezenkívül meghatározza az általános tervezési minták és az adott minta egyes példányai közötti kapcsolatot (Alexander 1979). Harmadszor, a *szervezeti réteg* a különböző tervezők által végzett tevékenységekre és azok kapcsolataira utal (Sanchez és Mahoney 1996). Leírja a tervezési folyamatot, és összekapcsolja a tervezési tevékenységeket a szervezetek egyes egységeivel. Végül, az *identitásréteg* a szervezeti tagok és a külső alkotóelemek közös értelmezésére utal azzal kapcsolatban, hogy mi a központi, megkülönböztető és maradandó egy szervezetben (Tripsas 2009).

A kialakulóban lévő kutatások azt mutatják, hogy ezek a rétegek nem egyszerre fejlődnek, bár valószínűleg minden rétegre hatással lesz a digitalizáció (Henfridsson et al. 2009; Tripsas 2009). Ezért a digitális technológia anyagi rétegében bekövetkező változások jelentős feszültségeket okoznak más rétegekben, és a sikeres digitális innovációhoz az anyagi réteg hatékony változásaira, valamint a kognitív, szervezeti és identitásbeli rétegek gondosan összehangolt változásaira van szükség. A problémát tovább súlyosbítja, hogy az anyagi rétegben bekövetkező változások gyakran a tartalmak, szolgáltatások, hálózatok és eszközök több, lazán összekapcsolt halmazát érintik, több szereplő bevonásával, akik szintén belső változásokon mennek keresztül. A jövőbeni kutatásoknak a digitális innováció többrétegű jellegét és evolúciós dinamikáját kell feltárniuk, mind a vállalaton belül, mind a digitális platformhálózaton belül. Konkrétan a jövőbeni kutatások a következő kérdéseket vizsgálhatják:

- 9) Vannak-e a digitalizációval összefüggő evolúciós minták az innováció négy rétegében?
- 10) Milyen folyamatok és mechanizmusok segítségével hangolják össze a szervezetek a négy réteget a digitális innovációk során?
- 11) Hogyan kezelik a cégek a termékek és szolgáltatások többszörös és egymásnak ellentmondó jelentéseit, miközben a kognitív réteg a digitalizációnak köszönhetően fejlődik?
- 12) Hogyan kezelik a cégek a hagyományos, moduláris struktúrákon alapuló hierarchikus irányítás és a kialakulóban lévő, az architektúra különböző elemeire összpontosító, elosztott szereplők közötti laterális koordináció közötti konfliktust?

- 13) Hogyan alakul a szervezeti identitás, miközben korlátlan innovációkkal szembesül?
- 14) Hogyan befolyásolja a kognitív, szervezeti és identitásbeli rétegek fejlődése az anyagi réteg tervezési döntéseit?
- 15) Hogyan jellemezzük az innovációs pályákat és az útfüggőség és a digitalizáció által lehetővé tett útteremtés közötti kölcsönhatásokat (Adomavicius et al. 2008; Funk 2006; Henfridsson et al. 2009; Luo et al. 2009)? Milyen szerepet játszik az építészeti irányítás egy ökológiában több cég egyidejű fejlődésében és a digitális innovációk új formáinak megjelenésében?

A digitális innovációk evolúciós dinamikájának tanulmányozása megköveteli, hogy a tudósok komolyabban vegyék a technológia anyagi változásait. Amint azt korábban említettük, az innovációval kapcsolatos korábbi kutatások gyakran exogén változóként és a szervezetet érő véletlenszerű külső sokkként kezelték a technológiai változásokat. A digitális innovációk természetének teljes megértéséhez azonban a tudósoknak a technológiát az endogén változók egyikeként kell felfogniuk, és gondosan meg kell vizsgálniuk, hogy az anyagi rétegben bekövetkező változások hogyan hatnak kölcsönösen kölcsönösen más rétegekkel.

5. Következtetések és ajánlások

Összefoglalva, a műhely a digitális innováció hat dimenzióját azonosította: konvergencia, digitális materialitás, heterogenitás, generativitás, az innováció elosztott helye és tempó. A munkaértekezlet úgy látta, hogy ez a hat dimenzió kölcsönhatásban áll egymással, és folyamatos, alapvető változásokat eredményez a digitális innováció eredményeiben és folyamataiban. Az innovációs eredmények azok a digitalizált termékek és szolgáltatások, amelyekkel mindennap találkozunk, és amelyek elsősorban a konvergencia és a digitális materialitás dimenzióihoz kapcsolódnak. Az innovációs eredmények közé tartozik a négyrétegű, digitális szolgáltatási architektúra kialakulása a digitalizált termékek minden típusa esetében. A négy réteg a következő: eszközök, hálózatok, szolgáltatások és tartalmak, amelyek lazán kapcsolódnak egymáshoz a négy rétegben. A négy réteg laza összekapcsolódása megteremti a feltételeket az expanzív, korlátlan innovációs folyamatokhoz. Ezek az új innovációs folyamatok viszont elsősorban a heterogenitás, a generativitás, az innováció helye és a tempó dimenzióihoz kapcsolódnak. Az új innovációs eredmények és folyamatok eltérő megközelítést igényelnek a tudományosság számára. Az alábbiakban néhány előzetes javaslatot vázolunk fel ezekhez.

5.1. A multidiszciplináris kutatás előmozdítása

A digitális innovációk feltörekvő jelenségeinek tanulmányozásához új, szélesebb körű, csapatmunkában végzett ösztöndíjas formákra van szükség. A digitális innováció hatása messze túlmutat azokon a hagyományos területeken, ahol a számítógépes és kommunikációs technológia fontos szerepet játszott. A digitális innováció átható és mindenütt jelenlévő jellege arra enged következtetni, hogy olyan területeken is számíthatunk a digitalizációra, ahol korábban a számítógépeket és a kommunikációs technológiát jelentéktelennek tartották. Ez azt sugallja, hogy a digitalizáció hatékony kutatásához szoros együttműködésre van szükség a digitális technológiával (számítástechnika, informatika és informatikai tudományok) foglalkozó tudósok és az újonnan érintett területeken szakterületi szakértelemmel rendelkező tudósok között.

Mivel a digitalizáció többet jelent a pusztán technikai digitalizációnál, és szélesebb körű társadalmi-technikai átalakításokat is magában foglal, a szervezéstudományok azon

tudósainak, akik a társadalmi és szervezeti változások, a pszichológia és a közgazdaságtan területén is jártasak, szintén részt kell venniük a kibővített kutatócsoportokban. Összességében a workshop elemzése azt sugallja, hogy szükségünk van a következőkre

olyan multidiszciplináris kutatási megközelítések előmozdítása, amelyek legalább három terület tudósait foglalják magukban: a tárgyterület, a digitális technológia, valamint a változások és innovációk szervezeti elméletei. A tudóscsoportok olyan multidiszciplináris kutatási programokban vehetnek részt, amelyek társadalmi és gazdasági következményekkel járnak olyan területeken, mint az energia, a környezetvédelem, a közinfrastruktúra, a közlekedés és az egészségügy.

5.2. Design ösztöndíj

A digitális innovációval kapcsolatos kutatások a digitális technológiákkal megvalósított újszerű ötletek széles körével foglalkoznak. Úgy véljük, hogy a digitális innovációval kapcsolatos kutatásnak szükségszerűen a H. A. Simon által a *mesterséges tudományként* emlegetett formát kell öltenie (Simon 1996). Egy ilyen tudományos megközelítés a jelenlegi állapotok *leírása* helyett egy előnyben részesített állapot *megtervezését* tűzné ki célul, és a jelenlegi problémás helyzet megoldása helyett a korlátlan, korlátlan innovációs lehetőségekkel foglalkozna. A tervezési tudomány az új megteremtését vizsgálja, és azt kérdezi, hogy "*mi lehetne?*" ahelyett, hogy *azt* kérdezné, *hogyan* "*mi van?*".

Az innovációval foglalkozó jelenlegi tudományok a természettudományok mintájára működnek. Az új társadalmi-technikai struktúrákat és újszerű digitális műtárgyakat előirányzó tervezési ösztöndíj előmozdítása érdekében a validálás, a mérés, a modellezés és az elemzés különböző megközelítéseire van szükség. A több területen dolgozó tudósoknak különböző módokat kell felfedezniük a formatervezési tudományosság folytatására. Úgy véljük, hogy a tervezéstudományi lehetőségek feltárására nyitott tudományos közösségek közötti kölcsönös megtermékenyítés hatékony kiindulópont lesz az ilyen erőfeszítésekben.

5.3. Multi-módszeres megközelítés

A digitális innováció újonnan felmerülő kérdéseinek tanulmányozásához valószínűleg egynél több módszerre lesz szükség, mivel a tudósoknak egyszerre kell megküzdeniük egymással ellentétes célokkal. A tudósoknak mélyen meg kell érteniük a technológiát, ugyanakkor nem szabad technológiai determinizmusba esniük. A tudósoknak meg kell érteniük a digitális innováció intim helyi és anyagi aspektusait, valamint a mögöttes generatív mechanizmusokat és elveket. A tudósoknak képesnek kell lenniük a digitális innovációk összetett, kialakulóban lévő és nem lineáris aspektusait figyelembe venni, valamint meglátni a visszatérő mintákat és rendeket. A kutatóknak figyelembe kell venniük a digitális innovációk technikai, társadalmi, gazdasági, jogi, kulturális, szervezeti és pszichológiai előzményeit és következményeit, ami empirikusan megalapozott, vastag leírást igényel az elméletalkotó, kvalitatív kutatás részeként. Ugyanakkor a digitális artefaktumok elterjedése a termékekben és szolgáltatásokban soha nem látott mennyiségű, kvantitatív kutatási módszerekkel elemzendő adatot fog létrehozni, ami új elemzési technikák kifejlesztését teszi szükségessé. A kutatásoktól megkövetelt szélesebb körű és találékonysági igény ellenére azonban a digitális innovációk felgyorsult üteméhez szükséges gyorsabb eredményekre van szükség.

Az olyan számítási technikákon alapuló legújabb elméleti és módszertani fejlesztések, mint a komplex adaptív rendszerek (Miller és Page 2007), a hálózatelemzés (Christakis és Fowler 2009; Lazer et al. 2009) és a szekvenciaelemzés (Abbott 1990) valószínűleg hasznos felismerésekkel szolgálnak a többféle módszer és új elemzési eszközök szükségességéről. Az ilyen típusú módszerek különösen hasznosak a digitális innovációs folyamatok kaotikus, emergens jellegének modellezésében és elemzésében. Ezek és a kapcsolódó módszerek kombinálhatók többek között történeti kutatással, adatbányászattal (lásd az alábbi

ajánlásunkat), etnografiával, prototípusokkal és laboratóriumi kísérletekkel, hogy hatékony többmódszeres kombinációkat hozzanak létre.

5.4. Az adatok komolyan vétele

A műhelytalálkozón azonosított egyik fő kutatási lehetőség a mindenféle szenzorokból, GPS-követésből, processzorokból és hálózatokból származó, soha nem látott mennyiségű adat rendelkezésre állása, amely "adatáradatot" képez [Bowker]. Bizonyos területeken már most is tapasztaljuk a valóban hatalmas adathalmazok megjelenését. A Google keresési adatbázisa és számos közösségi hálózati oldal már most is lenyűgöző mennyiségű adatot termel, amelyek gyakran elméleti és gyakorlati felismerésekhez vezetnek. Lyytinen (2009) rámutat, hogy a kutatás számos különböző területén gyakran a nagyméretű, rendkívül gazdag, közösségi vagyonként kezelt adathalmazok felhalmozása vezetett jelentős felfedezésekhez. Az olyan nagyszabású tudományos törekvések, mint az égbolt feltérképezése, az óceánok feltérképezése, az emberi genom feltérképezése és az éghajlatváltozás elemzése mind nagyméretű adatbázisokat foglalnak magukban.

Az átható és mindenütt jelenlévő digitalizációval hasonló, ha nem nagyobb adatrobbanást fogunk látni. Ha ezeket megfelelően szabályozzuk és kezeljük, soha nem látott betekintést nyerhetünk az emberi viselkedésbe egyre összetettebbé váló társadalmi-technikai világunkban. Például az emberi társadalmi viselkedésről szóló számos új keletű felismerés a könnyen hozzáférhető online közösségi hálózati adatokon alapul. A korábban nem digitális termékek és szolgáltatások digitalizálásával egyedülálló lehetőség nyílik arra, hogy az emberi viselkedésről és a társadalmi-technikai rendszerekről mélyebb betekintést nyerjünk.

Jelenleg ilyen adathalmazokat olyan magánszervezetek hoznak létre és kezelnek, mint a Google, az Amazon, a Linden Labs és az E-Bay. A tudósoknak meg kellene próbálniuk nagyméretű, rendkívül gazdag adatkészleteket gyűjteni társadalmi és gazdasági tevékenységeink mindenütt jelenlévő digitalizálásából, és azokat a nyilvánosság számára hozzáférhetővé kellene tenni, hogy támogassák a szisztematikusabb tudományos tevékenységeket.

5.5. Infrastruktúra

A digitális innovációk számos lehetősége a digitális infrastruktúra folyamatos rendelkezésre állásán és növekedésén alapul. Az infrastruktúra különböző aspektusait és a digitális innovációban betöltött szerepét vizsgáló jelenlegi tudományos tevékenységek még mindig számos, e kutatáshoz kapcsolódó terület periferiáján mozognak. Például a szervezéstudomány és a technológiamenedzsment az innovációt vizsgáló két fő terület. Mégis, a főáramú tudósok nem végeznek jelentős mennyiségű infrastruktúra-kutatást. Több tudósnak kellene szisztematikusan kutatnia, hogy miként alakulnak ki az infrastrukturális innovációk, és ezek hogyan ösztönzik az innovációkat más területeken. Különösen arra kellene összpontosítani, hogy nyomon kövessék a különböző iparágakban és szakmai területeken az infrastruktúrák megjelenését, kialakulását és fejlődését a digitális innovációs folyamatokra és eredményekre (pl. szabványok, koordináció és kombinatív képességek) gyakorolt hatásukig.

5.6. A digitális technológia elméletalkotása

A négyrétegű, általános, digitális szolgáltatási architektúrák, mint a digitalizált termékek és szolgáltatások minden típusának platformjai megjelenése azt jelenti, hogy gazdasági tevékenységeink egyre nagyobb részét közvetítik majd a digitális technológiák. A digitális konvergencia továbbá azt sugallja, hogy a korábban elkülönült piacok egyre inkább átfedik egymást. Például a VoIP technológia, amely a számítógépes hálózati iparágból származik, gyorsan a telefonipar domináns technológiájává válik. Hasonlóképpen, a számítógépes,

informatikai vagy kommunikációs iparágak számos része is egyre inkább

más iparágak részei. Ezért a digitalizáció szempontjából számos, jelenleg különálló ágazatnak minősülő gazdasági ágazatot együttesen kellene vizsgálni.

A jelenlegi népszerű iparági osztályozási rendszerek, mint például a NAICS és SIC kódok azonban nem tükrözik koherens módon a digitális technológia átható és mindenütt jelenlévő jellegét. Például számos fizikai eszközt gyártó vállalat a gyártási ágazatban szerepel, míg a tartalmi réteget előállító vállalatok az információs ágazatban. Ha azonban a digitalizáció számos más ágazatban is folytatódik, és az eszközök és a tartalom jellege idővel megváltozik, nem világos, hogy a jelenlegi ágazati osztályozási rendszer hogyan tudja kezelni az ilyen alapvető változásokat.

Úgy véljük, hogy szükségünk van egy kiegészítő osztályozási rendszerre, amely a digitális architektúra szemléletét tükrözi, nem pedig a hagyományos termékközpontú szemléletet, amely szoros kapcsolatot feltételez a különböző rétegek között. Egy ilyen osztályozási séma létrehozásához azonban a digitális szolgáltatási architektúrák kifinomultabb elméleti modelljeire van szükségünk. Reméljük, hogy amit ebben a jelentésben kínálunk, a digitalizáció jelenségének feltárására tett más párhuzamos kísérletek eredményeivel együtt hasznos kiindulópontként szolgálhat.

6. Hivatkozások

- Abbott, A. A szekvencia-módszerek 1990.bemutatása. *Organization Science***1** (4) 375-392.
- Adomavicius, G., J.C. Bockstedt, A. Gupta, R.J. Kauffman. 2008. A technológiai trendek értelmezése az informatikai tájképben: A designtudományi megközelítés. *MIS Quarterly***32** (4) 779-809.
- Baldwin, C.Y., K.B. Clark. 2000. *Tervezési szabályok, 1. kötet: A modularitás ereje*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Benkler, Y. *A hálózatok 2006.gazdagsága: Hogyan alakítja át a társadalmi termelés a piacokat és a szabadságot*. Yale University Press, New Haven, CT.
- Benner, M. Az 2007.inkumbens kedvezmény: Tőzsdei kategóriák és a radikális technológiai változásokra adott válasz. *Academy of Management Review***32** (3) 703.
- Benner, M.J. Értékpapír-elemzők2010. és a radikális technológiai változásokra adott inkumbens válaszok: A digitális fényképezés és az internetes telefonálás bizonyítékai. *Organization Science* **21**(1) 42-62.
- Berente, N., R. Baxter, K. Lyytinen. hamarosan megjelenik. A szervezeten belüli tudás létrehozásának és az információs technológia használatának dinamikája tárgyi világokon átívelően: Egy innovatív építési projekt esete. *Construction Management & Economics*.
- Berente, N., N. Srinivasan, Y. Yoo, R.J. Boland, K. Lyytinen. 2007. Binate diversity and the rolling edge of design networks *International Conference on Information Systems*, Montreal, Kanada.
- Berners-Lee, T., J. Handler, O. Lassila. 2001. A szemantikus web. *Scientific American*(May) 34- 43.
- Bijker, W.E. 1995.*Kerékpárról, bakelitről és izzókról: Toward a Theory of Sociotechnical Change*. The MIT Press, Cambridge, MA.
- Bijker, W.E., T.P. Hughes, T.J. Pinch, szerk. 1993. *A technológiai rendszerek társadalmi felépítése: Új irányok a technológia szociológiájában és történetében*. MIT Press, Cambridge.
- Boland, R.J., K. Lyytinen, Y. Yoo. 2007. Az innováció hullámai a projekthálózatokban: A digitális háromdimenziós ábrázolás esete az építészetben, a mérnöki és építőiparban. *Organization Science***18** (4) 631-647.
- Brynjolfsson, E., A. Saunders. 2009. *Az innovációra be van drótozva: Hogyan alakítja át az információs technológia a gazdaságot*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Campbell-Kelly, M. 2003. *A légitársasági foglalásoktól Sonic the Hedghogig*. MIT Press, Cambridge.

- Carlile, P.R. A tudás és a határok 2002. pragmatikus szemlélete: Határtárgyak az új termékfejlesztésben. *Organization Science***13** (4) 442-455.
- Christakis, N., J.H. Fowler. 2009. *Összekapcsolva: Közösségi hálózataink meglepő ereje és hogyan alakítják életünket*. Little.
- Dourish, P. A kontextustudatos számítástechnika alapjainak keresése 2001.. *Human-Computer Interactions***16** (2-3) 229-241.
- Az Elnöki Hivatal. 2009. Az amerikai innováció stratégiája: A fenntartható növekedés és a minőségi munkahelyek felé vezető út. Whitehouse, Washington, D.C., szerk.
- Funk, J.L. 2006. Technológiai változás az egymásba ágyazott hierarchiakon belül: *Annual 2006 Meeting of the Academy of Management*, Atlanta, GA.
- Galison, P. 1997. *Kép és logika: A mikrofizika anyagi kultúrája*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Giddens, A. *A modernitás 1990. következményei*. Stanford University Press, Stanford, Kalifornia.
- Gupta, A.K., P.E. Tesluk, M.S. Taylor. 2007. Innováció több elemzési szinten és több elemzési szinten keresztül. *Organization Science***18** (6) 885-897.
- Hanseth, O., K. Lyytinen. 2010. Az információs infrastruktúrák adaptív komplexitásának tervezési elmélete. *Journal of Information Technology*.
- Henfridsson, O., Y. Yoo, F. Svahn. 2009. Útkeresés a digitális innovációban: Egy többretegű perspektíva. *Sprouts: Working Papers on Information Systems* **9**(20) <http://sprouts.aisnet.org/9->
- Hevner, A., S. March, J. Park, S. Ram. 2004. Tervezéstudomány az információs rendszerek kutatásában. *Management Information Systems Quarterly***28** (1) 75-106.
- Hughes, T. 1983. *A hatalom hálózatai: Villamosítás a nyugati társadalomban, 1880-1930*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- ITU. 2005. A dolgok internete. Nemzetközi Távközlési Unió, Genf.
- Kurzweil, R. A 2006. *szingularitás közel van: Amikor az ember meghaladja a biológiát*. Viking Penguin, New York.
- Latour, B. *A szociális újraegyesítése 2005.: An Introduction to Actor-Network Theory*. Oxford University Press, New York.
- Latour, B., S. Woolgar. 1979. *Laboratóriumi élet: The Social Construction of Scientific Facts*. Sage, Beverly Hills, Kalifornia.
- Lavie, D. A képességek 2006. újrakonfigurálása: A technológiai változásokra adott inkubens válaszok elemzése. *Academy of Management Review*.

- Law, J., J. Urry. 2004. A szociális élet megvalósítása. *Gazdaság és társadalom* **33**(3) 390-410.
- Lazer, D., A. Pentland, L. Adamic, S. Aral, A. Barabasi, D. Brewer, N. Christakis, N. Contractor, J. Fowler, M. Gutmann. 2009. TÁRSADALOMTUDOMÁNY: G Gutmann: Computational Social Science. *Tudomány* **323**(5915) 721.
- Leonardi, P., S. Barley. 2008. Anyagiasság és változás: Kihívások a technológia és a szerveződés jobb elméletének kialakításához. *Information and Organization* **18**(3) 159-176.
- Lessig, L. *Remix2008.: A művészet és a kereskedelem virágzása a hibrid gazdaságban*. The Penguin Press, New York.
- Luo, J., K. Lyytinen, G. Rose. 2009. Az internetes számítástechnika mint bomlasztó informatikai innováció a szoftvercégeknél: Az erős rendelési hatások szerepe. *Information Systems Journal*.
- Lyytinen, K. Az adat2009. számít az információs társadalom elméletének kialakításában. *Journal of the Association for Information Systems (JAIS)* **10**(10) 715-720.
- Lyytinen, K., Y. Yoo. 2002. A nomád számítástechnika következő hulláma. *Information Systems Research* **13**(4) 377-388.
- Mendelson, H., R. Pillai. 1999. Ipari óramutató járása: mérés és működési következmények. *Manufacturing & Service Operations Management* **1** (1) 1-20.
- Miller, J.H., S.E. Page. 2007. *Komplex adaptív rendszerek: Bevezetés a társadalmi élet számítógépes modelljeibe*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Orlikowski, W. 2007. Szociomateriális gyakorlatok: Exploring Technology at Work. *Organization Studies* **28** (09) 1435-1448.
- Orlikowski, W., C. Iacono. 2000. Az igazság nincs odakint: A digitális gazdaság törvénybe iktatott szemlélete. E. Brynjolfsson, B. Kahin, szerk. *A digitális gazdaság megértése: Data, tools, and research*. MIT Press, Boston, MA, 352-380.
- Orlikowski, W.J., S.R. Barley. 2001. Technológia és intézmények: Mit tanulhatnak egymástól az információs technológia és a szervezetek kutatása? *MIS Quarterly* **25** (2) 145-166.
- Pickering, A. 1993. A gyakorlat mángorlása: cselekvés és megjelenés a tudományszociológiában. *American Journal of Sociology* **99** (3) 559-589.
- Robey, D., K.S. Schwaig, L. Jin. 2003. Az anyagi és a virtuális munka összefonódása. *Information and Organization* **13**(2) 111-129.
- Rothaermel, F., C. Hill. 2005. Technológiai diszkontinuitások és kiegészítő eszközök: A longitudinális tanulmány az iparág és a vállalatok teljesítményéről. *Organization Science* **16**(1) 52-70.
- Simon, H.A. *A mesterséges* 1996. *tudományok*. MIT Press, Cambridge, MA.

- Svahn, F., O. Henfridsson, Y. Yoo. 2009. Az ügynökség hármass tánca: *The 30th International Conference on Information Systems*, Phoenix, AZ.
- Tilson, D., K. Lyytinen, C. Sørensen. 2010. Kétségbeesetten keresve az infrastruktúrát az IS-kutatásban: A "digitális konvergencia" konceptualizálása 43. *HICSS*.
- Tripsas, M. 2009. Technológia, identitás és tehetetlenség a "The Digital Photography Company" szemszögéből. *Organization Science* **20**(2) 441-460.
- Tripsas, M., G. Gavetti. 2000. Képességek, kogníció és interia: Evidence from digital imaging. *Strategic Management Journal* 1147-1161**21**.
- Tuomi, I. 2002. *Az innováció hálózatai: Változás és jelentés az internet korában*. Oxford University Press, New York.
- von Hippel, E. *Az innováció demokratizálása* 2005.. MIT Press, Cambridge, MA.
- Weiser, M. A XXI. század 1991.számítógépe. *Scientific American***265** (3) 94-104.
- Yoo, Y. 2010. Számítástechnika a mindennapi életben: Felhívás az *élményalapú számítástechnika* kutatására. *MIS Quarterly*.
- Yoo, Y., R.J. Boland, K. Lyytinen. 2006. A szervezettervezéstől a szervezettervezésig. *Organization Science***17** (2) 215-229.
- Yoo, Y., R.J. Boland, K. Lyytinen. 2008. Elosztott innováció hálózati osztályokban A 41. *Hawaii Nemzetközi Rendszertudományi Konferencia*. IEEE, Big Island, Hawaii.
- Zittrain, J. A 2006.generatív internet. *Harvard Law Review* 1974-2040**119**.
- Zuboff, S. 1988. *Az intelligens gépek korában: A munka és a hatalom jövője*. Basic Books, New York.

A. függelék: A résztvevők és előadások listája

1. Robert Austin (Harvard Egyetem), "Digitális technológiák és folyamatstruktúra: A termelés újraszervezése a posztindusztriális értékteremtés érdekében".
2. Diane Bailey (University of Text at Austin) & Paul Leonardi (Northwestern University), "The computer's manifold role in product design: Különbségek a fejlett technológia használatában három mérnöki szakmában".
3. Richard Boland (Case Western Reserve University, tárproducer).
4. Geoffrey Bowker (Santa Clara Egyetem), "Gyors digitalizáció és innovációs kutatás: Az adatbázisok esete."
5. Paul Carlile (Boston University) & Karim Lakhani (Harvard Business School), "Addressing the challenge of novelty in distributed innovation: Stretching from open source software to drug discovery" (A nyílt forráskódú szoftverektől a gyógyszerkutatásig)."
6. Jonathon Cummings (Duke University), "Membership intensity and innovation performance in geographically dispersed teams" (Tagsági intenzitás és innovációs teljesítmény földrajzilag szétszórt csapatokban).
7. Deborah Dougherty (Rutgers University), "Több tudomány, digitális technológiák és stratégiák összefonódása a gyógyszerkutatásban".
8. Samer Faraj (McGill Egyetem), "Innováció és hálózati morfológia a weben".
9. Raghu Garud (Penn State University), Arun Kumaraswamy (Temple University), & Philipp Tuertscher (Vienna University of Economics and Business Administration), "Facilitating asynchronous, distributed collaboration using digital technologies" (Aszinkron, elosztott együttműködés elősegítése digitális technológiák segítségével)
10. Sue Helper (Case Western Reserve University), "Az off-shoring szemlélete kapcsolati szemüvegen keresztül: Az autóipari termékfejlesztés esete."
11. John Henderson, (Boston University), "Az üzleti képességek platformjának tervezési elvei".
12. Ola Henfridsson (Viktória Intézet) és Lars Mathiasen (Georgia State University), "Digitális konvergencia dilemmák a gyártásban: Az elosztott innovációs képesség kialakulása".
13. Suzi Iacono (Nemzeti Tudományos Alapítvány), "Digitális innovációs kutatási lehetőségek a Nemzeti Tudományos Alapítványnál".
14. Markku Ilvesmaki, (Nokia), "Eszközök konvergenciája és radikális digitalizáció".
15. Sirkka Jarvenpaa, (University of Texas at Austin), "Ownership behavior of content creations on Web 2.0."
16. Steve Johnson (Temple University), "Vezetés vezető nélküli szervezetekben".
17. Karim Lakhani (Harvard University) & Ned Gulley (The Math Works), "Az egyéni teljesítmény és a kollektív érték meghatározó tényezői a magán-kollektív szoftverinnovációban".
18. Paul Leonardi (Northwestern University), Steven Barley (Stanford University), & Diane Bailey (University of Text at Austin), "Car crashes without cars: Az absztrakció szerepének vizsgálata a digitális innovációban".
19. Kalle Lyytinen (Case Western Reserve University, tárproducer), "Információs infrastruktúra és digitális innováció".
20. Tom Malone (MIT), "Toward an organizational genome bank: A kollektív intelligencia osztályozása és tervezése".
21. Ann Majchrzak (University of Southern California), Philip H. Birnbaum-More (University of Southern California) & Samer Faraj (McGill University), "Facilitating knowledge development in agile emergent innovative groups".

22. Detmar Straub (Georgia State University), "Kooperatív-versenyképes dinamika az eBay digitális hálózatában".

23. Burt Swanson (University of California, Los Angeles), "Researching Web 2.0."
24. Ilka Tuomi (Meaning Processing Ltd.), "Amikor az innováció nehéz - Nyílt innováció nyílt magokban".
25. Andrew Van de Ven (University of Minnesota), "Tudástermelés elosztott innovációs hálózatokban".
26. Jason Woodward (Singapore Management University) & Joel West (San José State University), "Architecture and control in digital innovation networks" (Építészet és ellenőrzés a digitális innovációs hálózatokban).
27. Jennifer Whyte (University of Reading), "Modellkockázat, digitális innováció és komplex szervezetek".
28. Youngjin Yoo (Temple University, társsfinanszírozó), "Digitális kihívás az innovációs kutatásban: Miért vagyunk itt, és mit akarunk elérni?"
29. Shaker Zahra (University of Minnesota), Nachiket Bhawe (University of Minnesota) & Alok Gupta (University of Minnesota), "A digitális konvergencia és az új vállalkozások születése".